



TN124

APx555 による

A/D および D/A コンバータの測定

by Steve Peterson

- ☐ 2700 Series
- ☒ APx555
- ☐ APx585 family
- ☐ APx525 family
- ☐ APx515

はじめに

このテクノートでは、アナログ・デジタル・コンバータ (A/D または ADC) やデジタル・アナログ・コンバータ (D/A または DAC) を測定するために、どのように APx555 高性能オーディオアナライザを使用すればよいのかを説明します。これらの測定には、AES (Audio Engineering Society) が発行した AES17-1998 (r. 2009) 「AES standard method for digital audio engineering-Measurement of digital audio equipment」で定義されたものが含まれます。コンバータの製品や IC 部品のデータシートで指定された一般的な測定も含まれます。

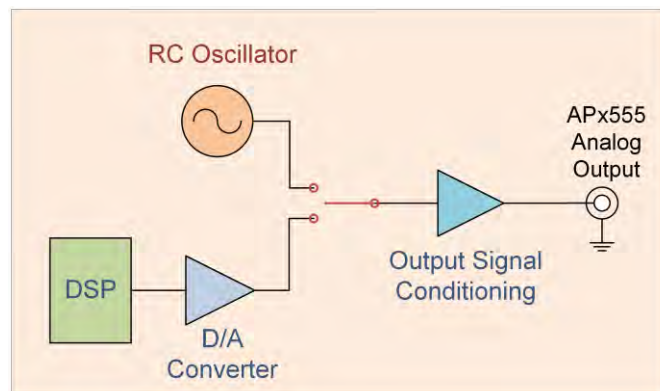
このテクノートに付属する APx ソフトウェア 4.1.1 のプロジェクトファイルでは、テストプロセスを自動化して、パフォーマンスレポートを生成します。これらのプロジェクトは、高性能で帯域幅が 1 MHz のアナログ入力を 2 つ持つ APx555 オーディオアナライザの高性能アナログおよびデジタル機能を最大限利用するようにデザインされています。Audio Precision のウェブサイトから Technote 124 の ZIP ファイルをダウンロードし、解凍したプロジェクトファイルを APx 4.1.1 ソフトウェア (またはそれ以降のバージョン) でロードしてください。

コンバータの測定のための APx555 の性能・機能

APx555 オーディオアナライザは、他の APx シリーズや 2700 シリーズのアナライザでは利用できない高性能アナログ機能を備えています。その根本的な違いは、アナログジェネレータおよびアナライザの歪みとノイズが低いこと、そして、高帯域幅の FFT があることです。このアナログ性能によって、最新の高性能コンバータをテストすることが可能になります。

高性能サインジェネレータ

APx555 の高性能サインジェネレータ (High Performance Sine Generator、HPSG) は、極めて低い残留歪みとノイズ特性を持つ安定性の高いアナログ RC 発振器を用いることによって、従来の DAC ベースの機器デザインよりも格段に優れた性能を誇ります。このジェネレータの低歪み性能は、高性能 A/D コンバータをテストするために必要です。仕様にある THD+N 歪み特性は -117 dB 以下 (1 kHz、2 Vrms の信号、20 Hz-22 kHz の測定帯域幅) です。その測定値は一般的に -120 dB 以下になります。ジェネレータの周波数は 5 Hz から 204 kHz まで設定することができ、192 kHz のサンプルレートにおける A/D の阻止帯域を測定するのに適しています。



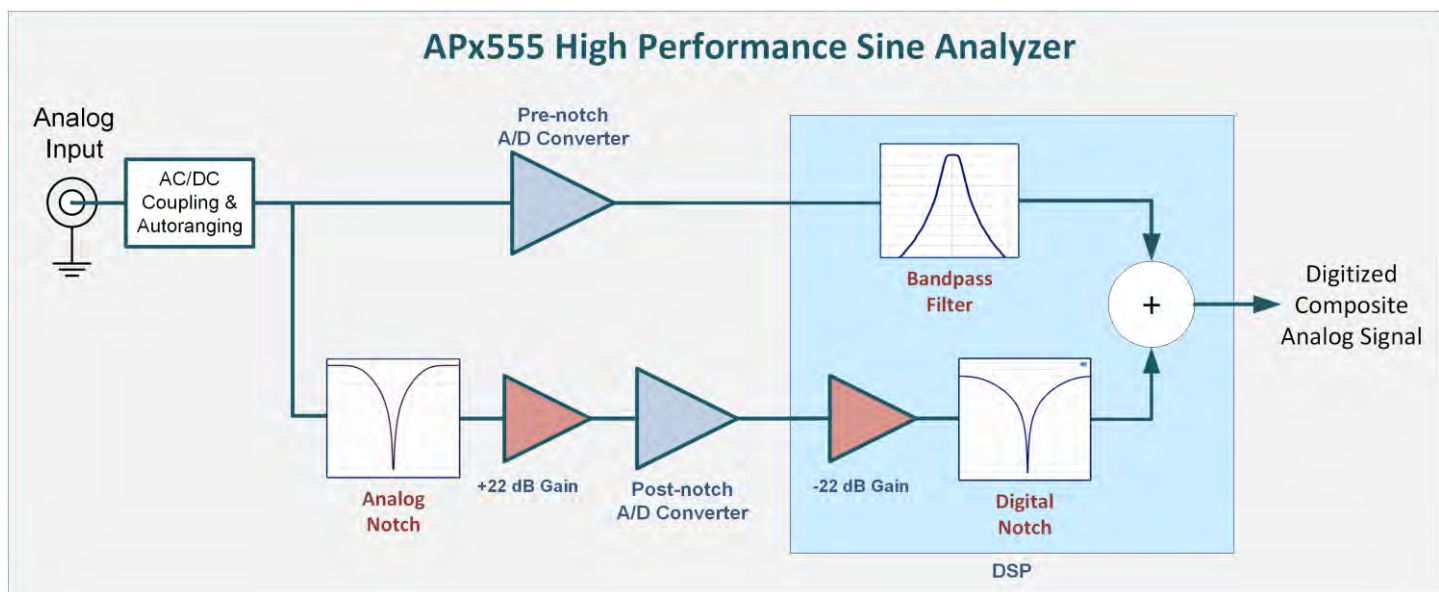


図 2. 各入力チャネルにおける HPSA のブロック図

高性能サインアナライザ

高性能サインジェネレータに対して高性能サインアナライザ（High performance sine analyzer、HPSA）という機能が必然的に搭載されています。この機能はアナログ出力信号の THD+N、ダイナミックレンジ、FFT スペクトルの測定のためにデザインされており、D/A コンバータの測定に最適です。

HPSA はチャネルごとに 2 つの A/D コンバータを利用しています。入力のレンジングの後、各チャネルの信号は最大レンジの「プリノッチ」コンバータと、独立した低ノイズのアナログノッチフィルタに送られます。

「プリノッチ」コンバータからの出力は、デジタルバンドパスフィルタを通過します。これにより、入力からの高調波、ノイズ、スプリアス信号を除去します。

アナログノッチフィルタは、基本サイン波信号を除去し、残留歪みとノイズのみを通します。アナログノッチフィルタからの出力は、増幅された後、「ポストノッチ」コンバータによってサンプリングされて、その後に減衰されて、デジタルノッチによってフィルタリングされます。この方法は「ポストノッチ」コンバータの解像度を最大限利用します。その結果、測定のダイナミックレン

ジは大幅に向上し、極めて低い歪みの測定を実現しています。

フィルタ（デジタルバンドパス、アナログノッチ、デジタルノッチ）は入力信号の周波数、アナログやデジタルジェネレータの周波数、またはユーザが定義した周波数に調整することが可能です。APx555 の入力チャネルは、異なる周波数に独立して調整することが可能です。

最終的に、チャネルごとに 2 つの信号（プリノッチとポストノッチ）が合算されて、オリジナルの基本サイン波と歪み成分が含まれるデジタル合成信号を生成します。この合成信号はその後に FFT スペクトルなどの測定処理や測定結果の表示において利用されます。

また、この合成信号を別のデジタルノッチとフィルタで処理して、THD+N レベル (V_{rms}) の測定値を求めます。THD+N 比の測定値は、この THD+N レベル測定値と合成信号の RMS レベル測定値から計算されます。THD や高調波歪み成分の比、そしてノイズ成分（高調波成分を引いたもの）などの付加的な測定値も同じように合成信号から計算されます。

HPSA は 2 チャネルで最大 1 MHz までの周波数で動作します。この高帯域測定機能は、D/A コンバータの帯域外信号のテストや、192 kHz サンプルレートの f_s の 5 倍以上の周波数スペクトルを測定するのに適しています。

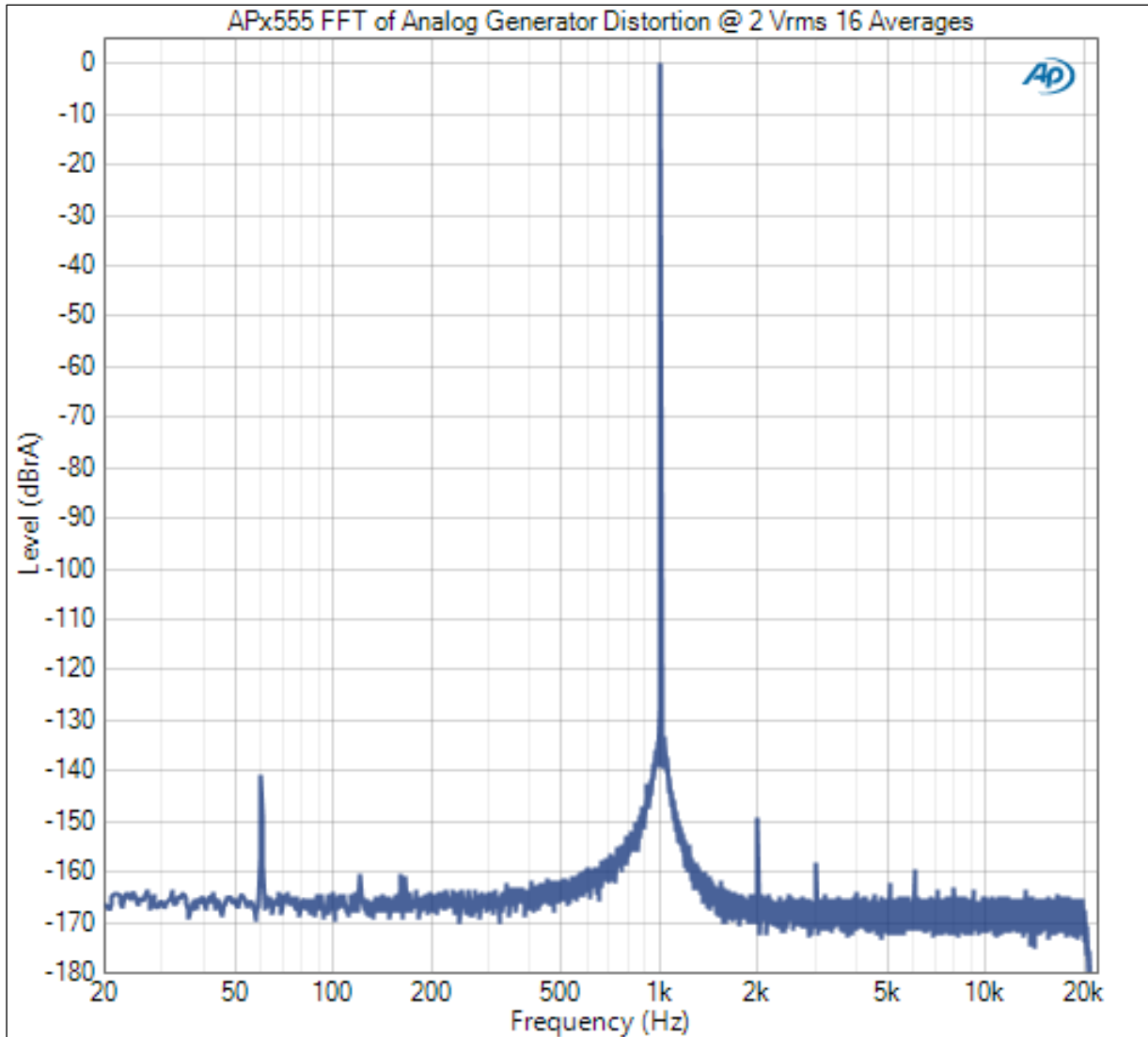


図 3. 一般的な FFT 結果 (HPSG - HPSA アナロググループバック)

HPSA の THD+N 測定性能は次の通りです。

$\leq -117\text{dB}$ (22 kHz BW), typically $< -120\text{ dB}$ at 1 kHz
 残留ノイズは以下になります。

$\leq 1\text{ }\mu\text{Vrms}$ (22 kHz BW), typically $< 6.2\text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ at 1 kHz

スペクトルの表示によって、HPSA で生成されたフルスケール信号が優れたダイナミックレンジを持つことは明らかです。図 3 の FFT スペクトルは、HPSG と HPSA を使用した際のアナロググループバックモードにおける APx555 の一般的な性能を示しています。一般的な APx555 のダイナミックノイズ (DNR) は、20 kHz の測定帯域幅で -125 dB になります (-60 dBr (2 Vrms に対する相対値) の入力

信号のアナロググループバックで、CCIR-2k ウェイティングフィルタを使用した場合)。

HPSA 機能をオフにすると、APx555 アナライザは他の APx アナライザの動作をエミュレートすることが可能です。APx ソフトウェアが他の APx アナライザのモデル (例えば、高帯域幅のアナライザオプション BW52 を搭載した APx525 など) を使用して開発した APx プロジェクトを変換する場合は、自動的に HPSA をオフにします。これにより、APx プロジェクトの下位互換性と再利用性を保証しています。

アドバンストデジタル I/O (ADIO)

APx555 の標準のデジタルオーディオインターフェースは、アドバンストデジタル I/O (Advanced Digital Input Output、ADIO) モジュールです。ADIO インターフェースは、被試験デバイスのバランスの AES-EBU (AES3/IEC60958-4)、アンバランスの S/PDIF (IEC60958-3)、オプティカル I/O (EIAJ optical) に対応したデジタルオーディオインターフェースを備えています。



図 4. ADIO パネル

ADIO 出力に機能障害を持たせて、デジタルパルス振幅レベルや立ち上がり・立ち下り時間、ジッタ、コモンモードノイズ (AES/EBU バランスインターフェース用)、メタデータ (VUCP)、強制パリティエラーに対する D/A の入力の感受性をテストすることが可能です。また、ADIO 入力を使用して、A/D のデジタル出力のパルス振幅レベルやジッタを測定することも可能です。

ADIO は 24 bit のデジタルビット深度と 216 kHz のサンプルレートをサポートしています。このテックノートでは市販のコンバータのテストに ADIO インターフェースを使用しています。

アドバンストマスタークロック (AMC)

APx555 はアドバンストマスタークロック (Advanced Master Clock、AMC) を搭載しています。これは、ジッタ対応の I/O モジュールと一緒に使用する場合に、ジッタの生成と測定を行う機能を提供します。

AMC はまた、リアパネルモジュールのコネクタにおいて、AES11 デジタルオーディオ基準信号 (DARS) の入出力、クロック同期入出力、トリガ入出力を備えています。

AMC クロック出力に制御ジッタ (振幅レベルと周波数を制御) の機能的障害を持たせて、その出力に同期したデ

バイスのジッタ耐性をテストすることが可能です。外部同期入力を備えたコンバータデバイスのジッタ耐性テストにおいて、測定器の同期や基準機能を規定している特定の AES17 のテストを行う場合は AMC が必要です。

AMC は APx555 に標準装備されており、他のモジュール式 APx アナライザのモデルでもオプションとして利用可能です。



図 5. アドバンストマスタークロック (リアパネル)

デジタルシリアル I/O (DSIO)

他の APx アナライザと同様に、APx555 はマルチチャネル DSIO オプションをサポートしています。回路基板上のデジタルオーディオ IC へ直接シリアルインターフェース接続するオプションです。一般的に設計検証の用途でご利用いただけます。DSIO は 1~4 のシリアルデータライン、マスタークロック、ビットクロック、ワードクロック、チャネルクロックを備え、最大 32 bit までのビット深度で、I²S や他のデータ形式において最大 16 チャネルまで設定可能な機能を備えています。送信機および受信機のクロックは、マスターまたはスレーブとして設定することが可能です。

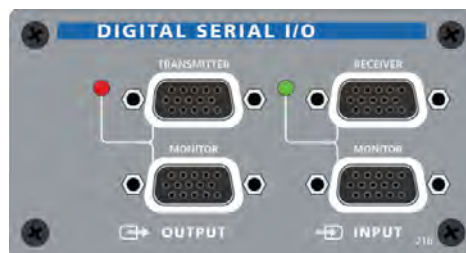


図 6. DSIO パネル

DSIO は最大 432 kHz のサンプルレートをサポートしています。送信機と受信機のサンプルレートは別々に設定することが可能です。DSIO はアドバンストマスタークロック (AMC) を搭載した APx アナライザにインストールすることでジッタ対応可能です。これは、DSIO の受信機に

接続されたデバイスからの入力ビットクロックのジッタを測定したり、DSIO の送信機からデバイスが受信するすべてのクロックおよびデータラインに校正されたジッタを付加して、デバイスのジッタ耐性を測定したりするのに役立ちます。

このテックノートに付属する APx プロジェクトファイルでは、測定の設定をほとんど変えずに、ADIO インターフェースの代替として DSIO インターフェースを使用するように修正することが可能です。

APx ソフトウェアの動作モード

APx ソフトウェアのバージョン 4.1.1 では、自動測定シーケンス用のシーケンスモードと、ベンチモードという 2 つのユーザインターフェースモードを備えています。

シーケンスモード

シーケンスモード (Sequence Mode) は APx ユーザのためのクラシックなインターフェースです。これは、測定および測定結果を含むシグナルパスのシーケンス機能を備えています。シーケンスを実行すると、各測定を行い、テストセットアップ情報に加えてグラフィックや表による測定結果データを含むフォーマットされたレポートを生成します。シーケンスモードはテストの自動化のためにデザインされており、このテックノートに付属の APx プロジェクトファイルで幅広く使用されています。

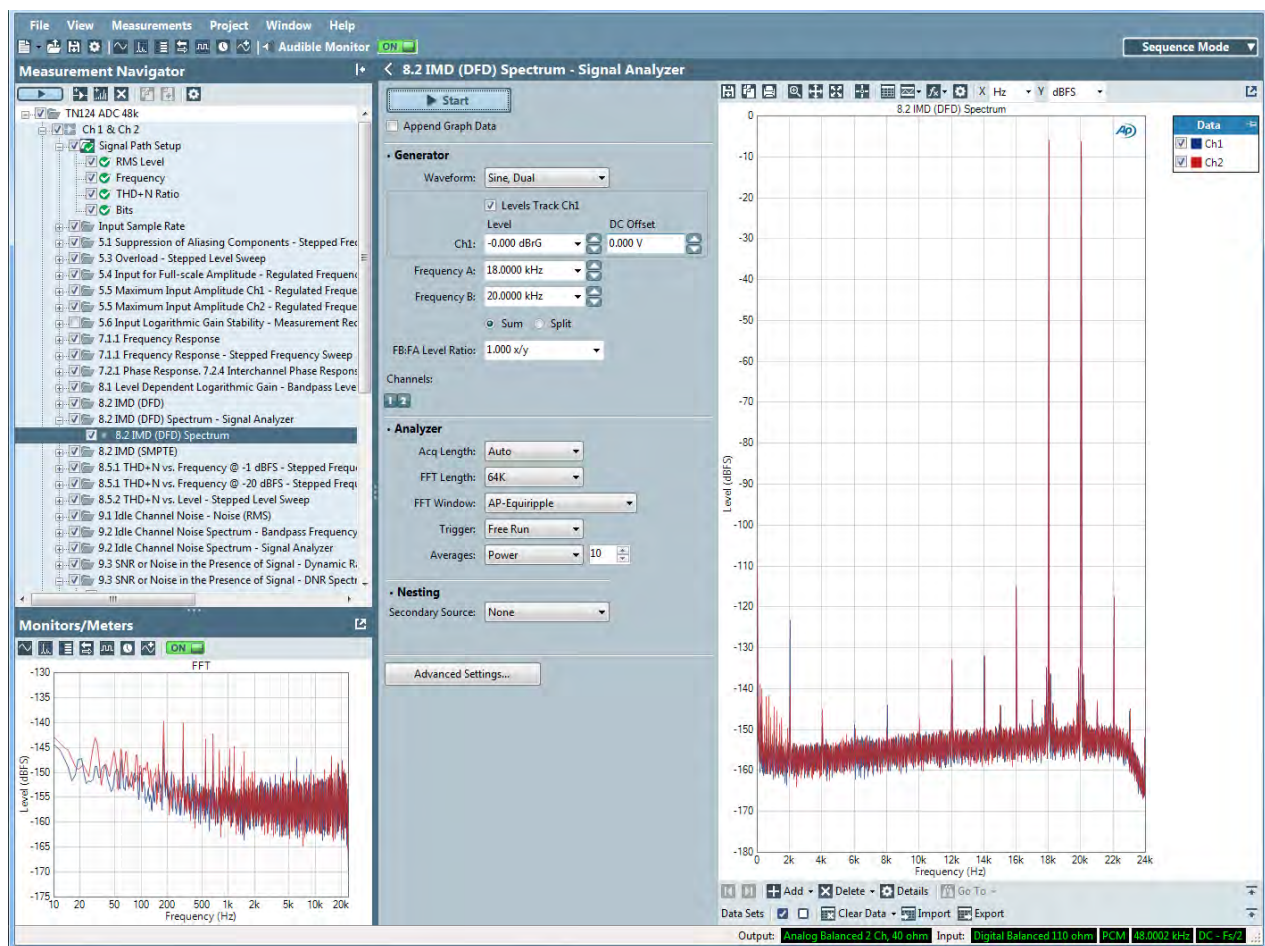


図 7. APx シーケンスモード

ベンチモード

ベンチモード (Bench Mode) は、デザインエンジニアリングやトラブルシューティングのアクティビティに対して、より望ましい対話型のユーザインターフェースを提供しています。シーケンスモードにおける測定のシーケンスの開発に先立って、コンバータの機能を速く調べるためにベンチモードを使用します。

ベンチモードの柔軟性によって、ライブのメーター、波形表示、FFT スペクトル表示の結果を見ながら、同時に励起信号と測定のパラメータを変更することが可能です。スイープをネストすることによって、例えば、スイープするサイン波を使用する入力レベルと入力周波数に対する出力 THD+N 歪みなどのカーブ群を測定するプロセスを簡略化します。

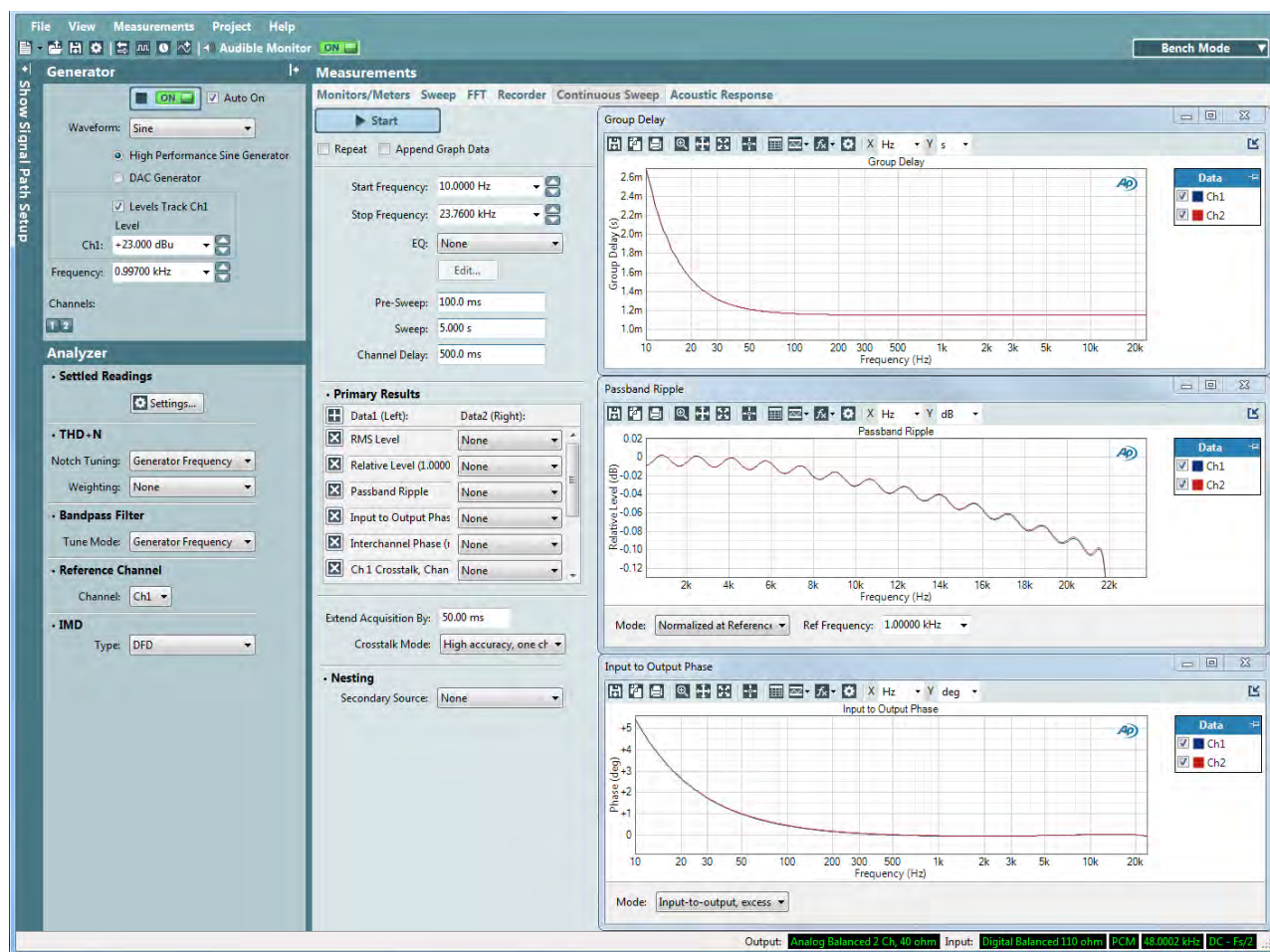


図 8. ベンチモード

コンバータのテストのための APx555 による測定

2700 シリーズアナライザは、長年にわたって業界標準のコンバータのテスト機器でした。APx555 は多くの新しいハードウェアおよびソフトウェアの機能と、改善されたアナログ性能を備えています。シーケンスモードは多くのオーディオアプリケーションに適した 50 以上の測定項目を備えています。このテックノートに付属する APx プロジェクトファイルでは、高性能コンバータのテスト用の測定のサブセットを使用しています。

バンドパス周波数スイープ

バンドパス周波数スイープ (Bandpass Frequency Sweep) は AES17 の 9.2 アイドルチャネルのノイズスペクトル (Idle Channel Noise Spectrum) のテストで使用されます。入力信号を印加せずに、コンバータの出力において 1/3 オクターブバンドパスフィルタの中心周波数をスイープします。より高い解像度の代替手段としては、きめ細かいスペクトル表示を生成する、シグナルアナライザ (Signal Analyzer) を使用します。付属のプロジェクトファイルにはこの両方の手法が実装されています。

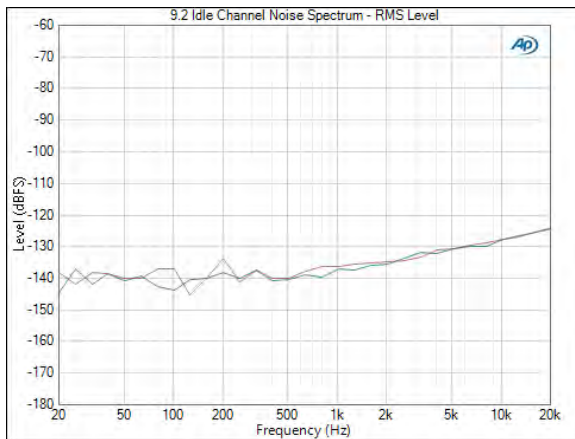


図 9. バンドパス周波数スイープADC の出力ノイズ対周波数

バンドパスレベルスイープ

バンドパスレベルスイープ (Bandpass Level Sweep) は AES17 の 8.1 レベル依存的対数ゲイン (Level Dependent Logarithmic Gain) のテストで使用されます。この測定では、997 Hz に調整された 1/3 オクターブバンドパスフィ

ルタを用いて、RMS レベルとゲインを測定しながら、997 Hz のサイン波入力信号のレベルをスイープします。バンドパスフィルタによって、広帯域のノイズフロアより低いところの測定が可能です。

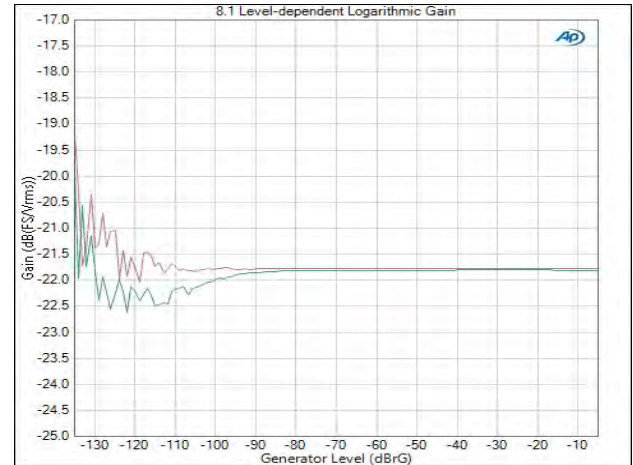


図 10. バンドパスレベルスイープADC のゲイン対入力レベル

CMRR IEC

CMRR IEC は、アナログ XLR バランス入力を持つ民生の A/D コンバータの仕様としてよく記されているコモンモード除去比をテストするために使用されます。

APx555 にはコモンモード除去をテストする IEC60268-3 の方式が実装されています。CMRR IEC 測定は IEC の手法によってコンバータの各チャンネルでの CMRR の単一値を提供します。この手法では、最初にひとつのレグに抵抗を挿入し (ピン 2 の測定)、次にその他のレグに抵抗を挿入すること (ピン 3 の測定) によって、ジェネレータの出力回路を不平衡にします。最終的に CMRR IEC のテスト結果には、ピン 2 またはピン 3 の測定結果のワーストケースを使用します。

連続スイープ

連続スイープ (Continuous Sweep) は AES17 の 7.2.1 位相応答 (Phase Response)、7.2.2 群遅延 (Group Delay)、7.2.3 チャンネル間位相応答 (Interchannel Phase Response)、7.3 遅延 (Delay)、7.4 極性 (Polarity) のテストで使用されます。

連続スイープでは、短時間でログスイープするサイン波 (ファリーナ・ログチャープ) を使用します。それは指定された周波数範囲にわたって連続的に動きます。連続

スイープは3秒以下で最大80kHzまでのコンバータの全通過帯域をスイープするために使用されます。連続スイープの周波数の数は、コンバータの通過帯域や低振幅リップルの高い周波数分解能の測定に適しています。

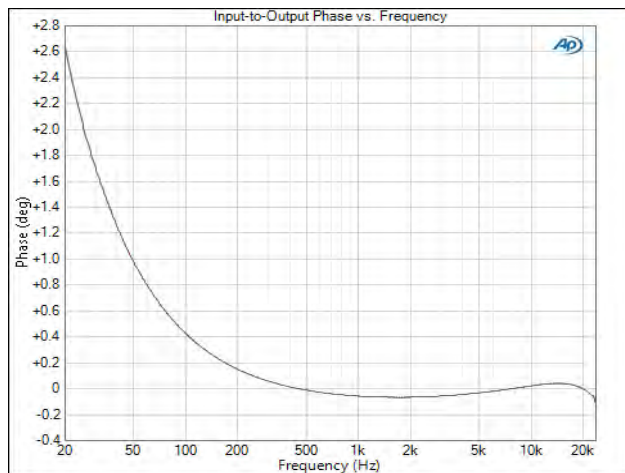


図 11. 連続スイープコンバータの入出力位相応答

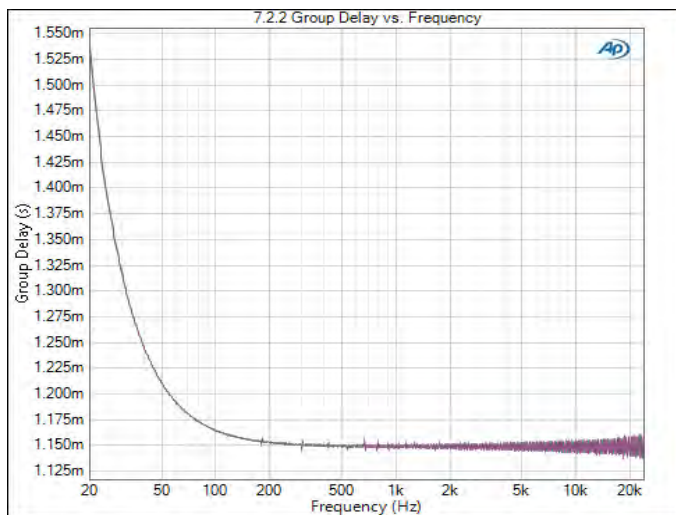


図 12. 連続スイープコンバータの群遅延

群遅延グラフデータから導出結果 (Derived Result) の標準偏差 (Standard Deviation) 関数を用いて、群遅延の全体の測定値を算出することが可能です。上記の図 12 では、グラフデータの標準偏差より、群遅延は 1.149 ± 0.007 ms という結果になります。

インパルス応答のグラフは、インパルスが正か負かを示しています。正のインパルス応答波形は、正極性を示しています。

連続スイープは、図 11 に示すようなコンバータの入出力間位相対周波数を自動測定するために優れた方法です。

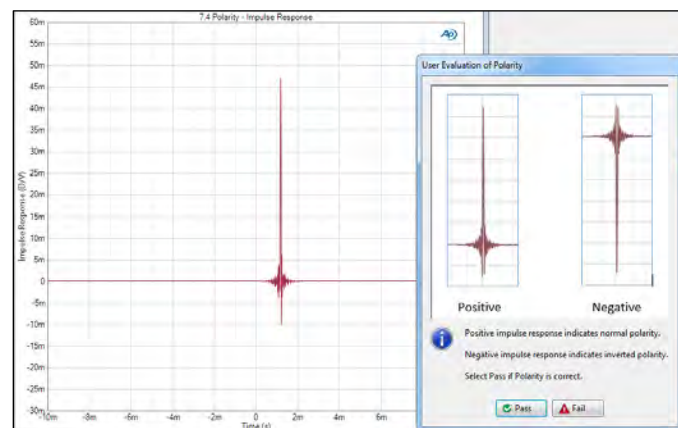


図 13. 連続スイープコンバータの極性を示すインパルス応答

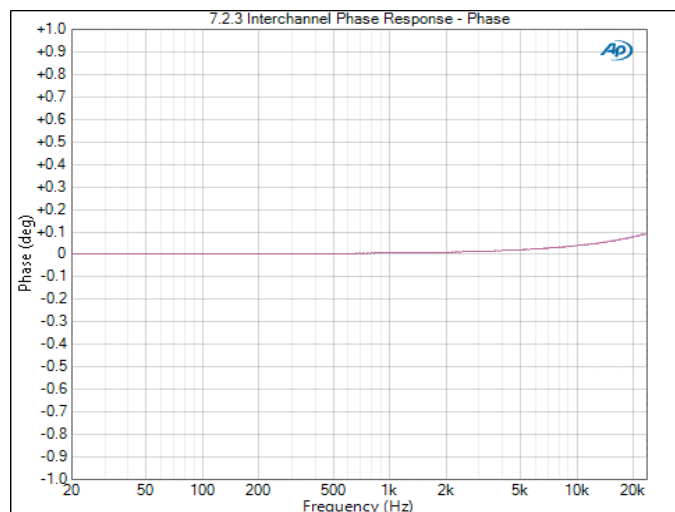


図 14. 連続スイープコンバータのチャンネル間位相応答

クロストークスイープ、ワンチャネルドライブ

クロストークスイープ、ワンチャネルドライブ (Crosstalk Sweep, One Channel Driven) は AES17 の 10.1 クロストークスイープ (Crosstalk Sweep) のテストで使用されます。

クロストークスイープ、ワンチャネルドライブ測定は、一連のステップ周波数スイープを行い、そこで1度に1つのチャンネルのみがドライブされます。スイープのたびに1チャンネルのみに励起信号が印加されます (最初はチャンネル1)。それぞれ非ドライブのチャンネルでクロストークを測定します。その後、次のチャンネル (チャンネル

2) をドライブしてスイープを再び実行します。このサイクルが利用可能な出力チャネルを通して繰り返されます。非ドライブチャネルの各周波数ポイントで測定したレベルを、ドライブチャネルで測定したレベルと比較します。その2つの比がそのチャネルのクロストーク結果になります。

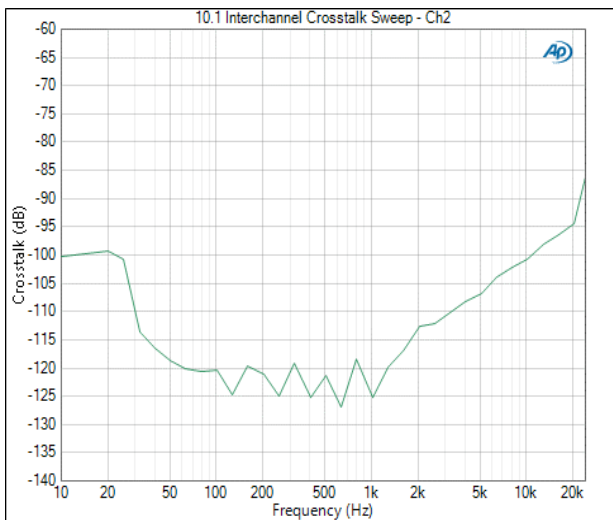
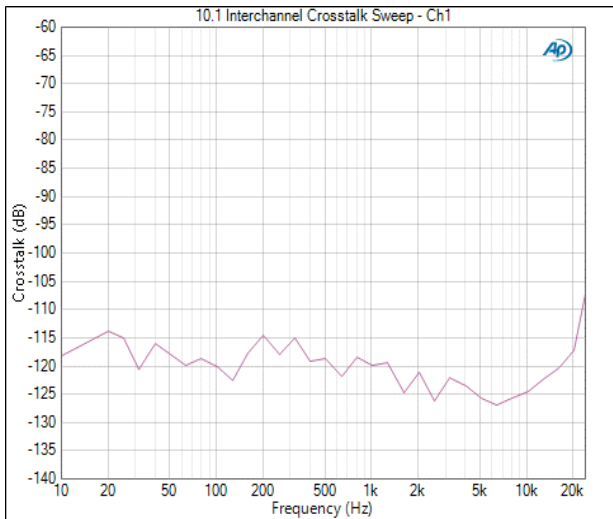


図 15. クロストークスイープ、ワンチャネルドライブ

ダイナミックレンジ

ダイナミックレンジAES17 (Dynamic Range—AES17) は、AES17 の 9.3 SNR または信号の存在下でのノイズ (SNR or Noise in the Presence of Signal) のテストで使用されます。ダイナミックレンジAES17 は特にコンバータのダイナミックレンジおよび「信号の存在下でのノイズ」の測定を目的としています。同様の手法 (ダイナミック

レンジと呼ぶ) が IEC61606 で定義されています。ダイナミックレンジAES17 のデフォルト設定は AES17 9.3 で定義されています。

この手法は次の2つの理由で使用されます。

1. ADC と DAC の双方において、印加信号を欠くときはコンバータ内で「アイドルトーン」が生成される場合があります。空きチャネルのノイズの生成を回避するために、低レベルのトーンをコンバータに印加します。低レベルのトーンは測定前にノッチフィルタによって除去されます。
2. いくつかの DAC では信号が無い場合、デバイスの出力がオフになり、非現実的に静かな測定結果を提供します。低レベルのトーンがこのミュート機構を無効化します。

48 kHz のサンプルレートで高性能 24 bit の ADC では、ダイナミックレンジ測定結果が 115 dB 以上になることが一般的です。

周波数応答

周波数応答 (Frequency Response) は AES17 の 7.1.1 周波数応答 (Frequency Response) のテストや、通過帯域リップルおよび周波数応答のデータブックのテストで使用されます。APx の周波数応答測定は、連続スイープ方式を使用して、各チャネルの応答特性を測定します。応答特性は最大 80 kHz までの周波数に対してプロットされます。単一値の偏差結果は、連続スイープ取得データから計算されます。

連続スイープ方式は、本質的に周波数選択性です。励起信号が折り返し周波数に近づいても、折り返し周波数以上のエイリアス成分を測定しません。ステップ周波数サインスイープと RMS レベルメーターを使用する従来の技術は、折り返し周波数付近のエイリアス成分を拒絶できません。試験信号とエイリアス信号が折り返し周波数付近では互いに非常に接近するために、レベルメーターではそれらが合計されて、高い応答測定結果を生じます。例えば、ステップ周波数スイープを使用すると、折り返し周波数より 100 Hz 低い励起信号は、折り返し周波数より 100 Hz 高いエイリアス信号と合算されることとなります。連続スイープ技術はこれを回避して、励起信号の周波数成分のみを測定します。

80 kHz 以上の折り返し周波数で動作するコンバータは、最大 204 kHz で動作可能なステップ周波数スイープでテストする必要があります。

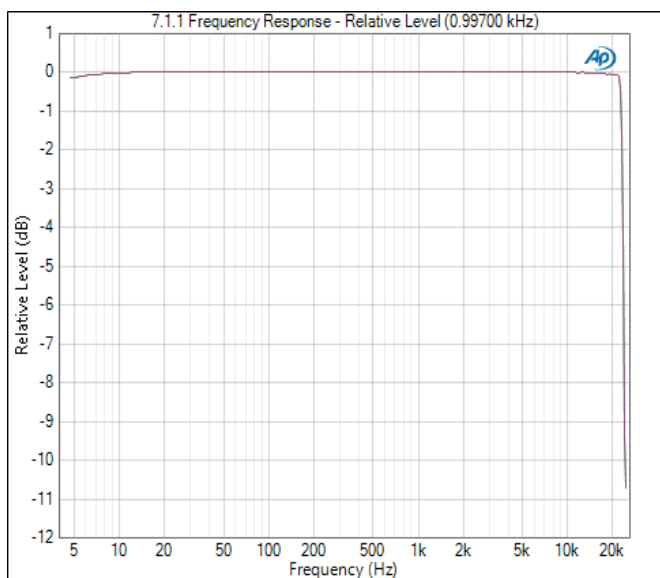


図 16. 周波数応答—AES17 TEST 7.1.1

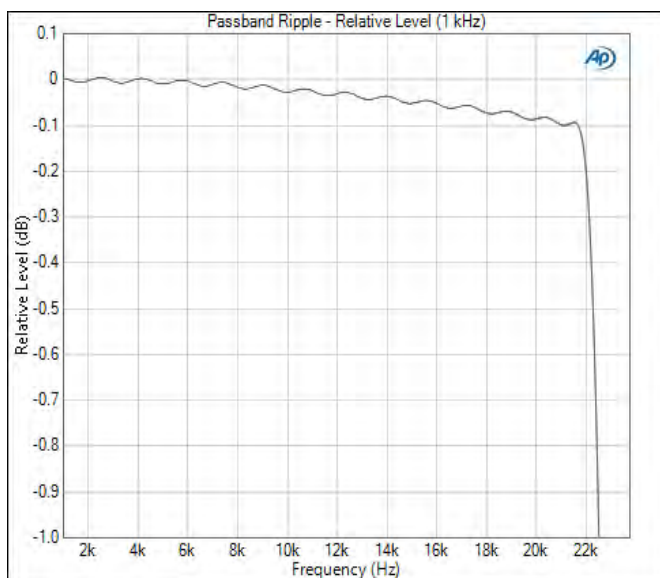


図 17. 周波数応答—コンバータの通過帯域リップル

IMD (DFD) と IMD (SMPTE)

IMD (DFD) と IMD (SMPTE) は AES17 の 8.2 IMD のテストで使用されます。

IMD (相互変調歪み: intermodulation distortion) 測定は励起信号に加算された 2 トーンを使用します。この測定は単一値の IMD 比と IMD 歪み成分の測定結果を提供します。

AES17 は DFD と SMPTE という 2 種類の IMD 信号を規定しています。DFD は高周波数の IMD を測定します。例えば 18 kHz から 20 kHz までの上側の周波数帯域端、またはその付近で 2 kHz 間隔の 2 トーンを使用します。一方、AES17 の SMPTE テストでは低周波数の IMD を測定します。振幅の大きさの比率は 4:1 で、41 Hz と 7993 Hz のサイン波を使用します。どちらの場合においても、オーディオ信号のピークレベルはフルスケールに到達しなければなりません。APx555 による IMD (DFD) と IMD (SMPTE) の測定はこの要件を満たしています。

DFD は差分周波数歪み (Difference Frequency Distortion) の略です。DFD のことは規格の IEC60118 と IEC60268 に記載されています。DFD の励起信号は 2 つの等しいレベルの高周波数のトーン f_1 と f_2 です。その中心は $(f_1 + f_2) / 2$ で、平均周波数 (mean frequency) と呼ばれる周波数です。トーンは差周波数 (difference frequency) と呼ばれる周波数オフセットによって分離されています。2 つのトーンは歪んでいるコンバータの中で相互変調して、和と差の周波数を生成します。DFD は選択的に第 2 次や第 3 次の相互変調成分を測定し、算術的にその値を合成して、 f_2 の電圧の 2 倍 (事実上 f_1 と f_2 の合計) で定義された基準電圧に対して、歪み成分の合計の比率の結果を生み出します (図 18)。APx500 では、第 4 次と第 5 次の成分を測定して歪み成分ビューに表示することも可能です (図 19)。

SMPTE IMD は、SMPTE RP120-1983 規格に従って IMD (相互変調歪み) を測定する技術です。励起信号は強い低周波数の干渉信号 (f_1) に弱い高周波数の関心ある信号 (f_2) を結合させたものです。 f_1 は 60 Hz、 f_2 は 7 kHz であり、 $f_1 : f_2$ の大きさの比 = 4:1 でもっとも定められています。AES17 では、標準のサンプリングレートと同期する周波数を避けるために、 f_1 と f_2 を再定義しています (上記参照)。励起信号は 2 つのサイン波の和です。歪んでいるコンバータでは、この刺激が「キャリア」とし

ての f2 と変調としての f1 を持つ AM（振幅変調）波をもたらし（図 21）。

解析では f1 が除去され、残余の信号はバンドパスフィルタ処理された後に、AM 変調成分を明らかにするために復調されます。変調成分の RMS レベルは測定されて、f2 の RMS レベルに対する比率で表されます（図 20）。SMPTE IMD 測定は、通過帯域内のノイズを含み、そして FM（周波数変調）の影響を受けません。

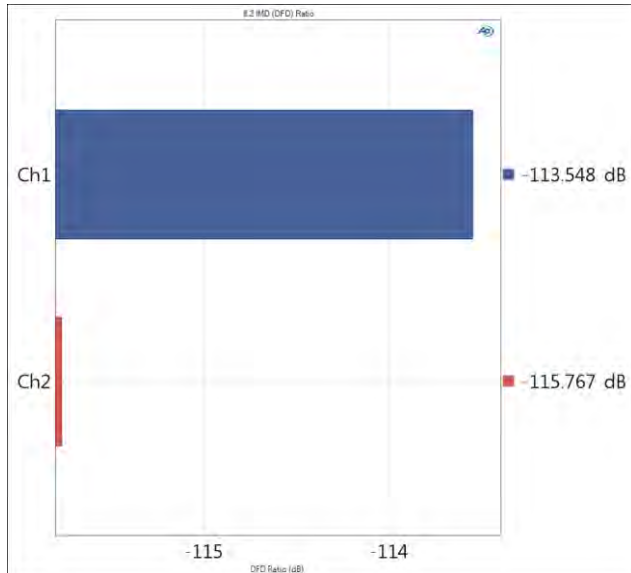


図 18. IMD (DFD) – 2 トーンの相互変調歪み

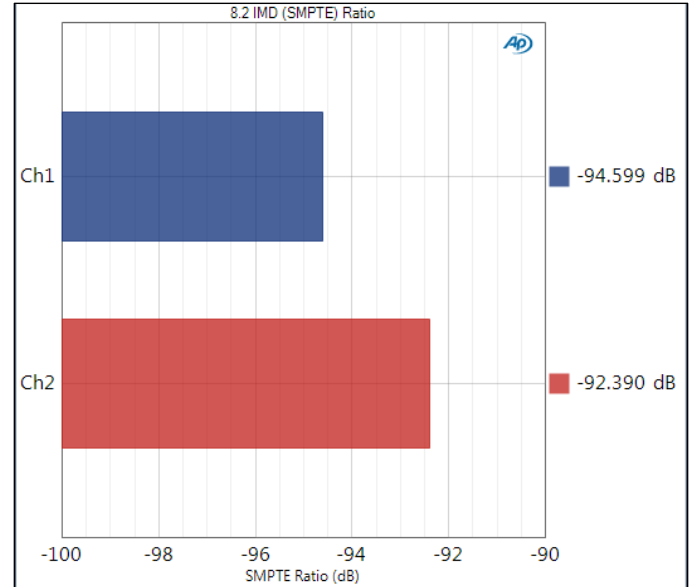


図 20. IMD (SMPTE)
低周波数および高周波数の SMPTE 相互変調歪み

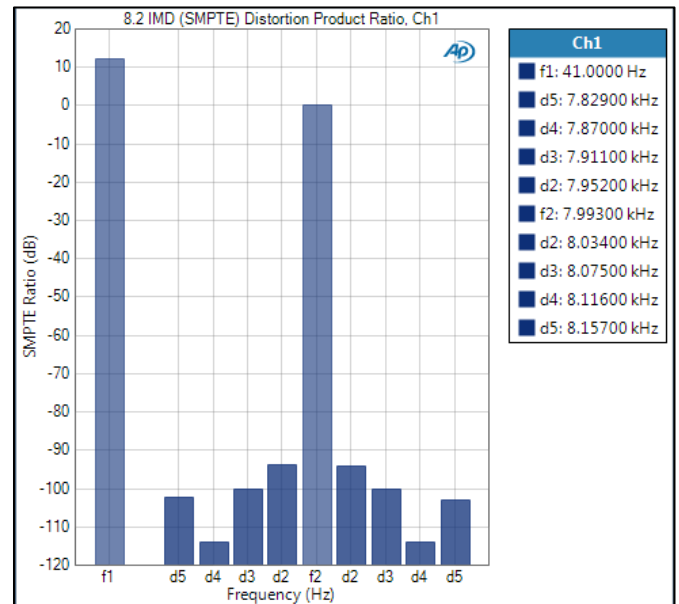


図 21. IMD (SMPTE) – 歪み成分の比率

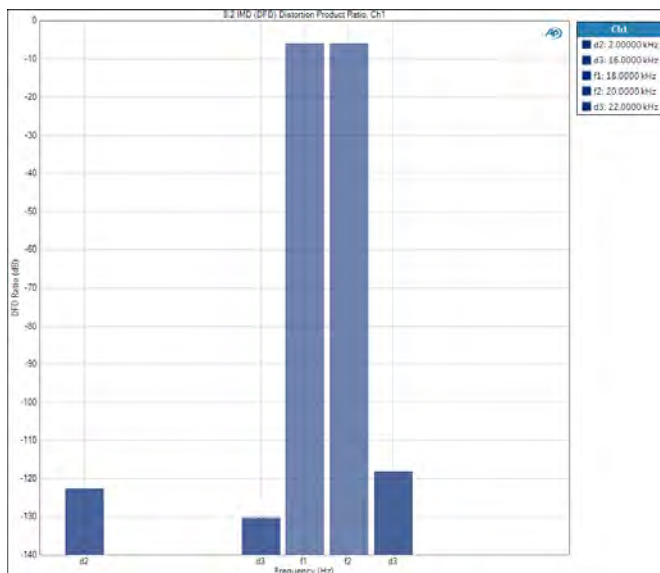


図 19. IMD (DFD) – 歪み成分の比率

ジッタ周波数スイープ

ジッタ周波数スイープ(Jitter Frequency Sweep)は AES17 の 5.8.2 D/A ジッタの感受性 (D to A Jitter Susceptibility) のテストで使用されます。

ジッタ周波数スイープは、APx555 のデジタル出力において、オーディオ励起信号と構成されたジッタのサイン波の振幅を生成し、スタート周波数からストップ周波数までジッタ周波数をスイープして、コンバータの出力でのオーディオパラメータを測定します。

ジッタ周波数スイープは、3 つのデジタルオーディオサイン波周波数に対して繰り返されます。このスイープの組み合わせは、「ネストスイープ」と呼ばれています。

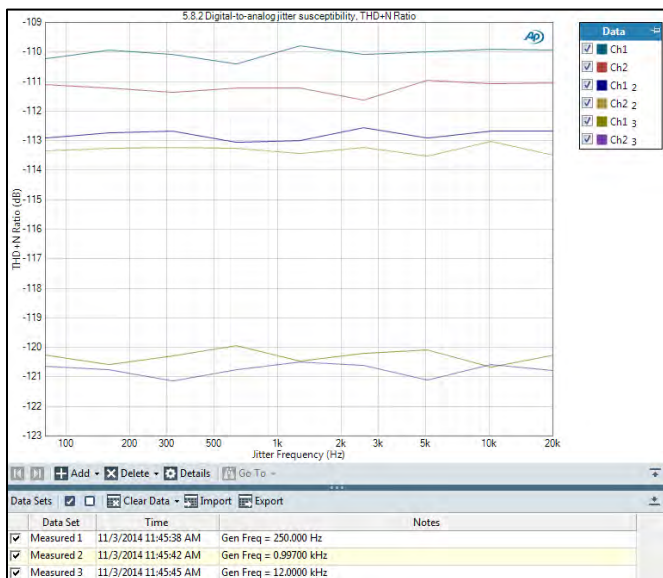


図 22. ジッタ周波数スイープ

出力 THD+N VS ジッタ周波数 VS オーディオ周波数

上の図 22 は D/A コンバータの AES17 ジッタ感受性テストの THD+N 測定結果を示しています。X 軸はジッタ周波数です。上部にある THD+N のカーブ (Ch1₁ と Ch2₁) は、APx555 デジタルオーディオジェネレータを 250 Hz で用いたときの THD+N 比の歪みデータです。図 23 はジッタ周波数スイープのセットアップパネルを示しています。

Waveform: Sine

☒ Levels Track Ch1

Level

Ch1: -3.000 dBFS

DC Offset

0.000 D

Frequency: 12.0000 kHz

Waveform: Sine

Start Frequency: 80.0000 Hz

Stop Frequency: 20.0000 kHz

Sweep: Custom

Points: 9

Edit...

☒ Sec ☐ UI

Peak Level: 40.00 ns

Channels: 1 2

☒ High-pass Filter: 20 Hz
☒ Low-pass Filter: 20 kHz
☐ Weighting Filter: None

Phase Ref Channel: Ch1

Secondary Source: Gen Freq

Start: 250.000 Hz

Stop: 12.0000 kHz

Sweep: Custom

Points: 3

Edit...

図 23. ジッタ周波数スイープ

AES17 5.8.2 (D/A ジッタ感受性テスト) のためのセットアップ

レベルとゲイン

レベルとゲイン (Level and Gain) は AES17 の 6.3 D/A コンバータのフルスケールでの出力振幅レベル (Output Amplitude at Full Scale for D-to-A converters) をテストするために使用されます。

レベルとゲイン—ジッタ

レベルとゲインは、アナライザ入力をジッタに設定することで、A/D コンバータの出力におけるデジタルジッタを測定するために使用されます。A/D コンバータの出力は、APx555 のバランス (AES/ EBU)、アンバランス (S/PDIF)、またはオプティカル (TOSLINK) デジタルオーディオ入力に接続されます。ジッタはユニットインターバル (UI) または秒単位で測定することが可能です。ジッタはクロックやデジタルインタフェースから抽出されて、APx の測定項目やメーターに送られます。

レベル比

レベル比 (Level Ratio) は、997 Hz で -1 dBFS の入力におけるチャンネル間ゲインの不一致をテストするために使用されます。すべてのチャンネルのレベルを測定します。レベルは、基準チャンネルのレベルに対して相対的な dB で表されます。

測定レコーダー

測定レコーダー (Measurement Recorder) は AES17 の 5.6 入力対数ゲイン安定性 (Input Logarithmic Gain Stability) をテストするために使用されます。測定レコーダーはユーザが定義した時間単位で、時間の関数としてオーディオ測定値を取得します。

入力対数ゲイン安定性のテストでは、テスト時間が 60 分に設定されており、その間に 10 秒間隔で測定を行います。60 分の期間を通して最高と最低の出力レベルを表す 2 つの数値を求めるために、RMS レベル対時間の結果グラフを処理することが可能です。グラフの設定で、グラフの右端にある最新の測定結果に関して、全体の測定間隔を表示したり、時間ウィンドウをスクロールしたりできます。

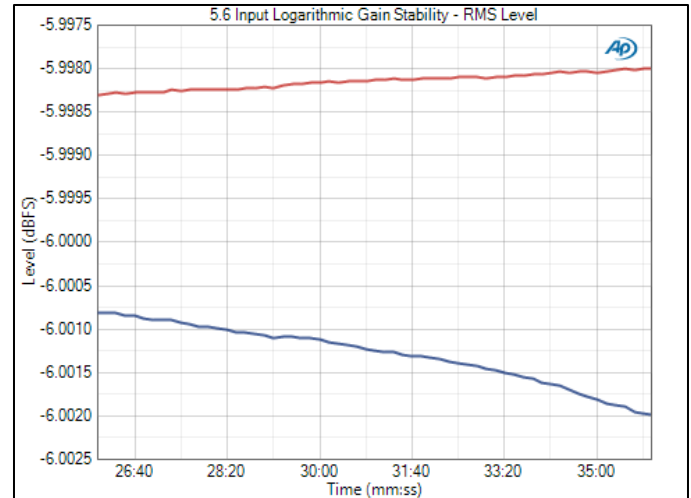


図 24. 測定レコーダー—測定対時間

ノイズ (RMS)

ノイズ (RMS) 測定は AES17 の 9.1 アイドルチャネルノイズ (Idle Channel Noise) をテストするために使用されます。ノイズを測定するために、ハイパス、ローパス、ウェーティングフィルタを備えています。アイドルチャネルノイズのテストでは、折り返し周波数に設定されたローパスフィルタと CCIR-2K ウェーティングフィルタを用いて、入力信号無しのコンバータからの出力を測定します。

レギュレート周波数スイープ

レギュレート周波数スイープ (Regulated Frequency Sweep) AES17 の 5.4 フルスケール振幅出力における入力 (Input for Full-scale Amplitude) および 5.5 最大入力振幅レベル (Maximum Input Amplitude) のテストを測定するために使用されます。

レギュレート周波数スイープでは、サイン波励起信号を使用します。その励起信号は、指定されたポイント数で指定された周波数範囲にわたってステップされます。それぞれのポイントで、オーディオレベルまたは THD+N 歪み率の測定結果が、選択されたチャンネルでターゲットの値に到達するように、ジェネレータのレベルが調整されます。

AES17 の 5.4 フルスケール振幅出力における入力レベルのテストでは、ターゲットを 0.0 dBFS のオーディオ出力レベルに設定して、レギュレート周波数スイープ測定を

行う必要があります。ジェネレータの最大リミットは、A/D コンバータへのフルスケール入力の期待値を 1 dB 超えるレベルに設定します。測定結果は、コンバータのフルスケール出力を達成するために必要なオーディオ入力レベル (APx アナログジェネレータの出力レベル) です。それは周波数の関数になります。

AES17 の 5.5 最大入力振幅レベルのテストでは、ターゲットを 1 % のオーディオ THD+N 歪みに設定して、レギュレート周波数スイープ測定を行う必要があります。ジェネレータの最大リミットは、コンバータへのフルスケール入力の期待値を 3 dB 超えるレベルに設定します。測定結果は、1 % の THD+N 歪みを生み出すために必要とされるオーディオ入力レベル (APx アナログジェネレータの出力レベル) です。

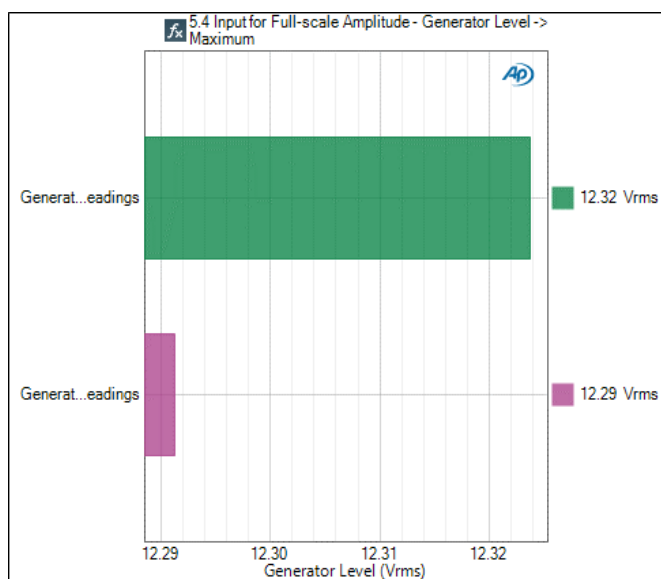


図 25. レギュレート周波数スイープ
AES17 5.4 フルスケール振幅出力における入力レベル、APX555
ジェネレータレベルの最大値 (派生結果)

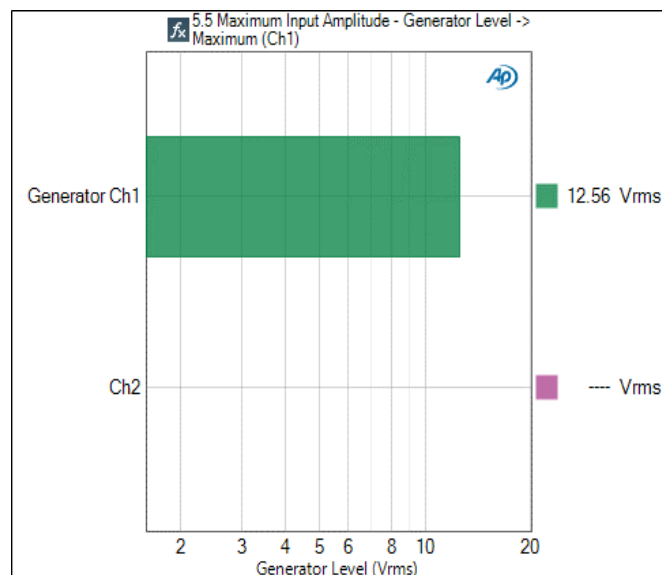


図 26. レギュレート周波数スイープ
AES17 5.5 最大入力振幅レベル、APX555 ジェネレータレベルの
最大値 (派生結果)

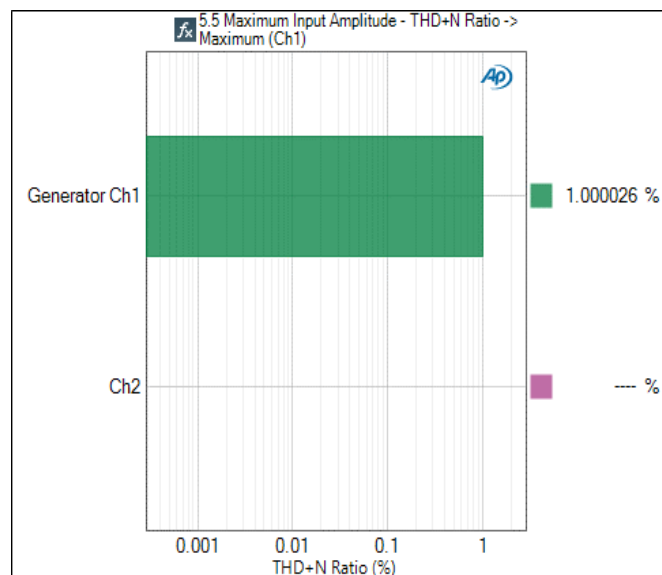


図 27. レギュレート周波数スイープ
AES17 5.5 最大入力振幅レベル、コンバータ出力 THD+N 歪み

シグナルアナライザ (FFT と波形)

シグナルアナライザ (Signal Analyzer) はオーディオやジッタ信号を取得し、波形と FFT スペクトルグラフを生成します。FFT グラフは、多くのコンバータのテストにおいて、バンドパススイープ測定で得た限られた情報に勝り、テスト結果を捕捉して、コンバータの性能を理解

する上での手掛かりを得るために使用することが可能です。

シグナルアナライザは、AES17 の 6.1 A/D コンバータの帯域外スプリアス成分 (Out-of-Band Spurious Components for A-to-D converters)、9.4 パワーライン (メイン) 関連成分 (Power-Line (mains) Related Products)、10.2 A/D コンバータの非線形 HF と LF のチャンネル間クロストーク (Non-linear HF and LF Interchannel Crosstalk for A-to-D converters)、そしてさらに AES17 の 8.2 IMD (DFD) と 9.2 アイドルチャンネルノイズスペクトル (Idle Channel Noise Spectrum) のテストの測定をするために使用されます。

APx555 シグナルアナライザによる AES17 の 6.1 D/A コンバータの帯域外スプリアス成分のテストの測定では、500 kHz のアナライザの帯域幅を利用して、10 Hz の周波数分解能で高周波スプリアス成分を明らかにします。これは、2 チャンネルで FFT 長を 1.2 M ポイントに設定し、かつアナログ入力帯域幅を 500 kHz に設定することで可能です。

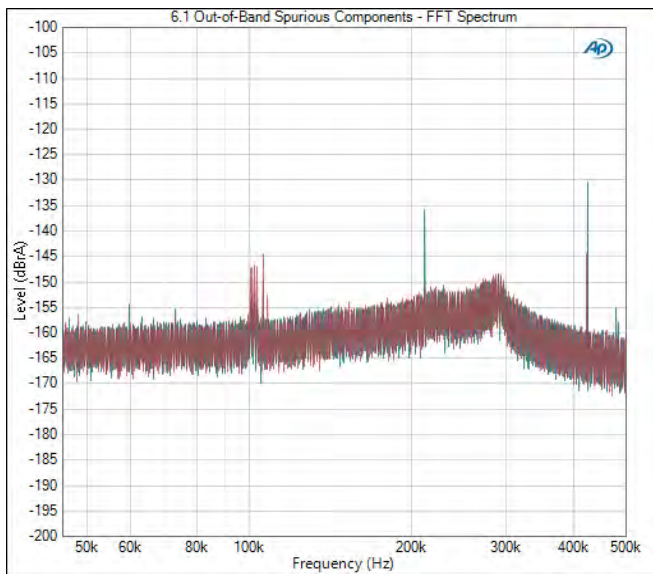


図 28. シグナルアナライザ
500 KHZ までの D/A の帯域外スプリアス成分

APx555 シグナルアナライザによる AES17 の 10.2 A/D コンバータの非線形 HF と LF のチャンネル間クロストークの測定では、サインデュアル波形を利用します。異なる周波数とレベルで、2 つの異なるチャンネルにおいて IMD トーンを作成できるスプリットモードを用います。図 29 に示したセットアップは、AES17 10.2 非線形 HF のチャンネル間クロストークの測定のための正しい設定を示しています。

図 30 のグラフでは、チャンネル 1 のスペクトルに 3 kHz の相互変調非線形クロストーク成分が見られません。チャンネル 1 は -20 dBFS でドライブされて、他のすべてのチャンネルはフルスケール入力レベルを超える +3 dBFS でドライブされています。

図 29. 非線形 HF のチャンネル間クロストークに対するスプリットモード、サインデュアル波形セットアップでのシグナルアナライザ

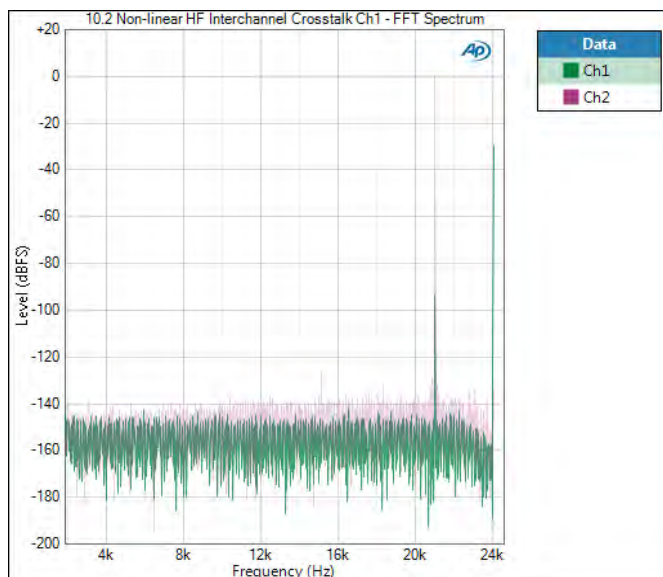


図 30. シグナルアナライザ
スプリットモード、サインデュアルの非線形クロストーク
スペクトル

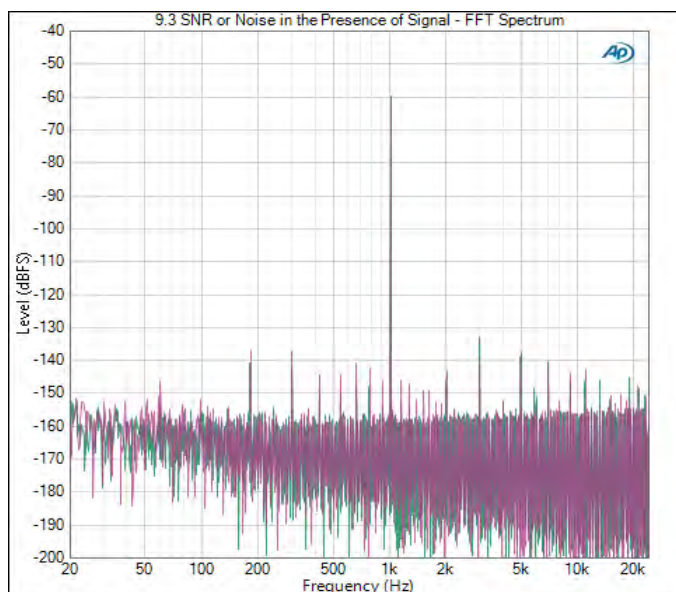


図 32. シグナルアナライザ
-60 dBFS ダイナミックレンジ信号の出力スペクトル

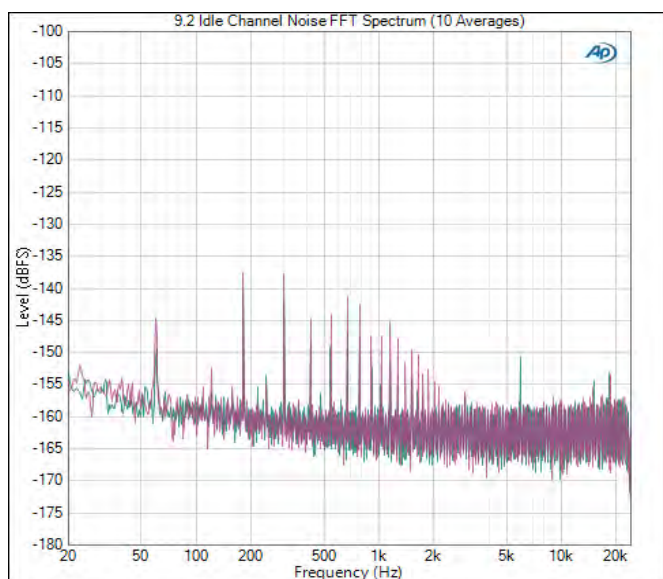


図 31. シグナルアナライザ
アイドルチャネルノイズの FFT スペクトル

シグナルアナライザージッタ

入力設定がジッタであるシグナルアナライザは、A/D コンバータのデジタル出力から APx555 の入力ジッタのスペクトル分析を行います。

ジッタはその周波数スペクトルを試験し、重要な周波数成分を識別することによって特徴づけることが可能です。APx555 が受信したジッタ信号は、コンバータの PCM インターフェースのデジタル出力から抽出され、スペクトルや波形の表示を生成するために処理されます。

図 33 におけるスペクトルは、0 dBFS で 997 Hz のオーディオサイン波を入力した結果です。48 kHz のサンプルレートで動作するコンバータのデジタル出力のジッタのスペクトルは、192 kHz と 96 kHz で顕著なジッタ成分を表示しています。96 kHz のジッタの大きさは 0.00212 UI です。図 34 は、コンバータに対して 997 Hz の矩形波オーディオ入力時のジッタのスペクトルを示しています。測定は両方ともアベレージ（平均化する収集数）を 10 に設定し、FFT 長は 256 K に設定しています。

APx のオーディオモニターは、検出されたジッタ信号を PC のオーディオシステムに送って、スピーカーやヘッドフォンでのモニタリングを可能にします。

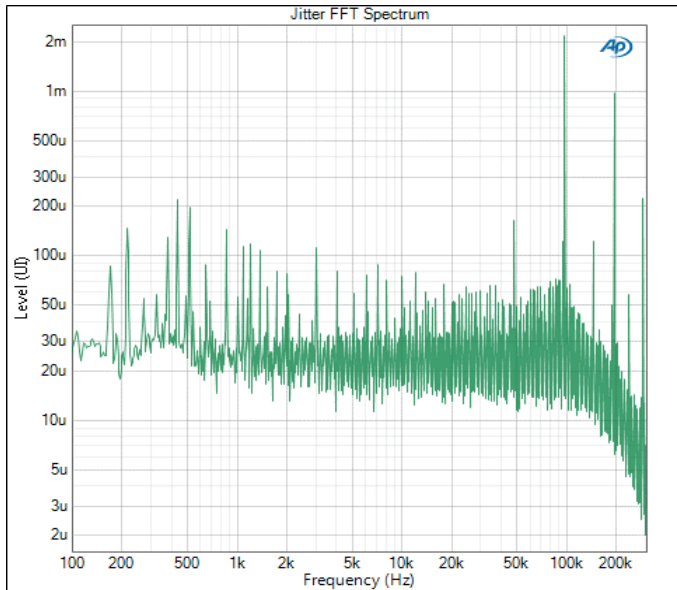


図 33. シグナルアナライザ
0 DBFS 997 HZ のサイン波入力時のジッタスペクトル

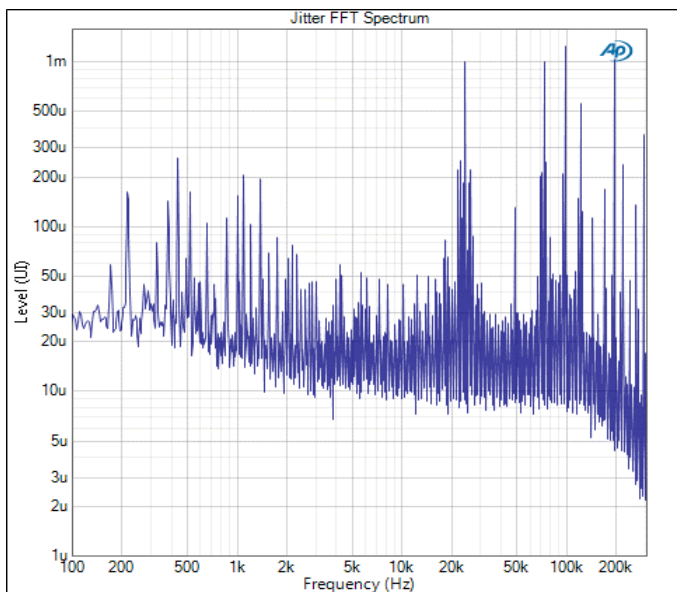


図 34. シグナルアナライザ
0 DBFS 997 HZ の矩形波入力時のジッタスペクトル

信号対ノイズ比

信号対ノイズ比 (Signal-to-Noise Ratio、SNR) は多くの場合、IC 部品やコンバータの完成品のデータブックの仕様に含まれています。SNR 測定では実際には 2 つの測定を行います。最初に信号レベルの測定を行い、次に信号がオフになっている際のノイズレベルの測定を行います。これらの 2 つの測定結果が dB の比として表されます。ほとんどのノイズ測定と同様で、SNR の結果は一般的にハイパスやローパスフィルタ、またはウェーティングフィルタを使用して、バンドパスで限定されます。コンバータの SNR 測定は通常、20 Hz のハイパスフィルタ、20 kHz のローパスフィルタ、そして A-ウェーティングフィルタを用いて行われます。

ステップ周波数スイープ

ステップ周波数スイープ (Stepped Frequency Sweep) は AES17 の 5.1 エイリアシング成分の抑制 (Suppression of Aliasing Components)、7.1.1 周波数応答 (Frequency Response)、7.2.3 チャネル間位相応答 (Interchannel Phase Response)、8.5.1 THD+N 対周波数 (THD+N vs. Frequency) (-1 および -20 dBFS 入力時)、通過帯域 (Passband)、阻止帯域の減衰対周波数 (Stopband Attenuation vs. Frequency) のテストで使用されます。

ステップ周波数スイープ測定では、一連の離散周波数ステップにおいて、周波数の範囲にわたってスイープするサイン波の励起信号を使用します。コンバータの出力はアナライザによって各周波数ステップで取得されて、表示処理されます。APx555 の 204 kHz の周波数レンジによるステップ周波数スイープ測定は、阻止帯域の性能を確認するために、折り返し周波数を超える周波数で A/D コンバータの入力のドライブを可能にします (図 36)。

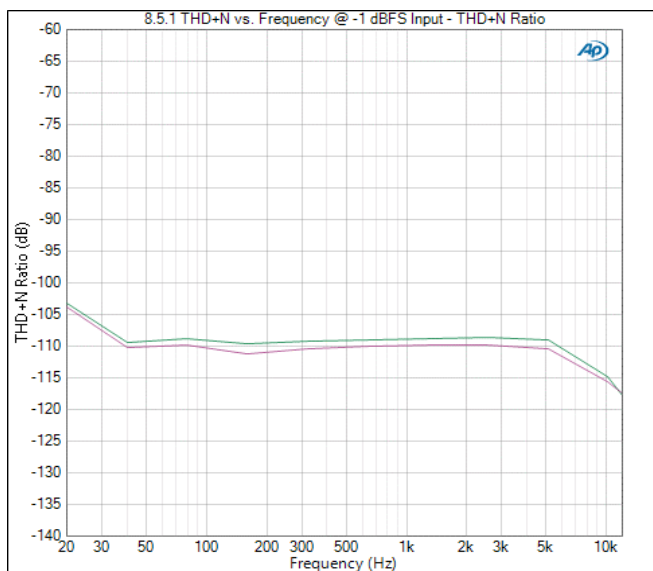


図 35. ステップ周波数スイープ-THD+N 対周波数

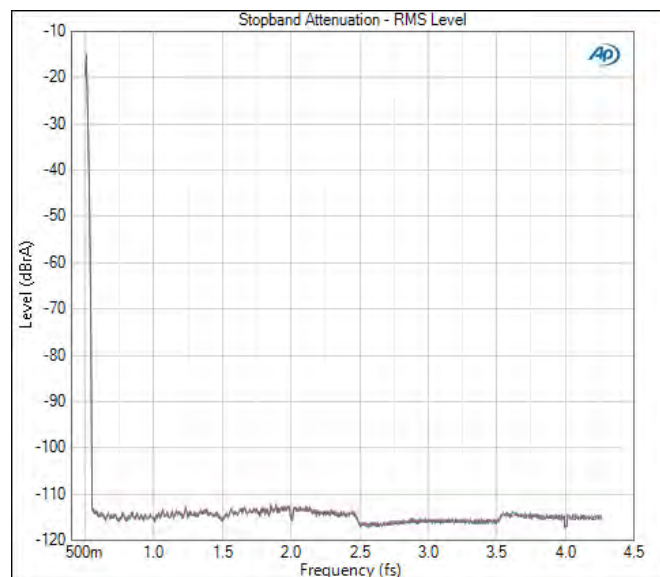


図 37. ステップ周波数スイープ-0 DBFS 入力信号による A/D コンバータの阻止帯域の減衰（周波数は 48 KHZ サンプルレート 対して相対的な FS にスケールング）

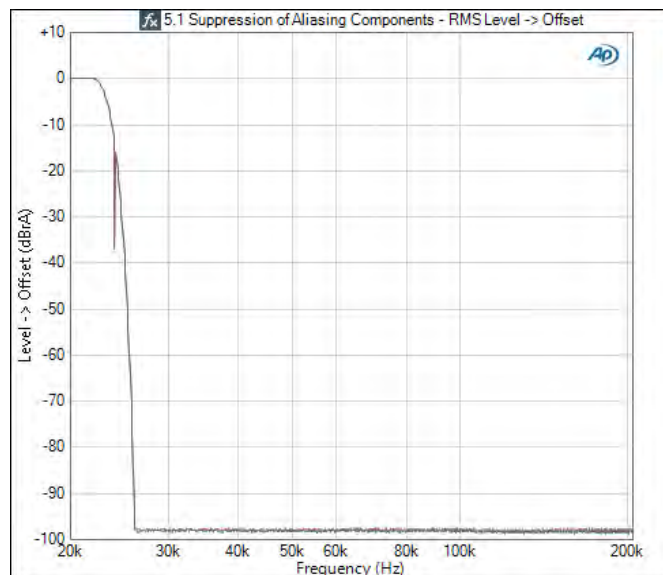


図 36. ステップ周波数スイープ-20 DBFS (48 KHZ サンプルレート) の入力信号によるエイリアス成分の抑制

ステップレベルスイープ

ステップレベルスイープ (Stepped Level Sweep) は AES17 テストの 5.3 オーバーロード (Overload) と 8.5.2 THD+N 対レベル (THD+N vs. Level) をテストするために使用されます。

ステップレベルスイープ測定では、一連のステップでレベルの範囲にわたって動作するサイン波励起信号を使用します。コンバータの出力はアナライザによって取得されて、表示処理されます。X 軸はジェネレータのレベルまたは測定レベルです。Y 軸はコンバータの出力レベルです。

図 38 では、ジェネレータレベルの -3 dB と 3 dB の X 値で配置されたカーソルが表示されています。カーソル間の Y デルタ値は、95.33 dB のコンバータのオーバーロード歪みを示しています。

A/D コンバータのための APx555 測定プロジェクト

このテクノートは、AES17 の測定や、ほとんどの A/D コンバータの IC メーカーの仕様に共通しているデータブックの測定を行う APx プロジェクトファイルのセットを提供します。

APx プロジェクトファイル「TN124 ADC 48k. approx」は以下の表 1 に示すシーケンスモードの測定が含まれています。このプロジェクトファイルは、AES3 バランスデジタル出力コネクタを用いて、48 kHz のサンプルレートのテストを行うためにデザインされています。

APx プロジェクトファイル「TN124 ADC 192k. approx」は、192 kHz のサンプルレートのテストのために同様の測定を行います。特定のテストに対してより高い周波数範囲で測定を行います。

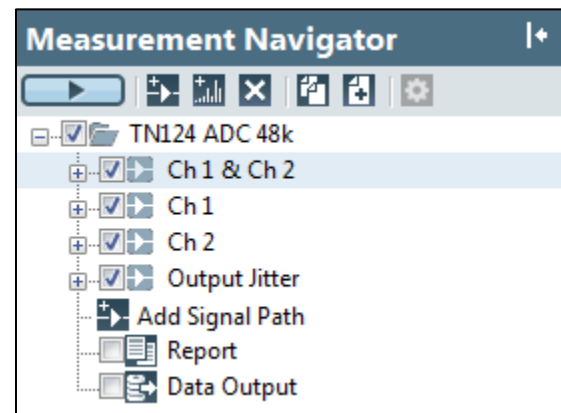


図 40 ADC プロジェクトのシグナルパス

シグナルパス (Signal Path) はシグナルパスセットアップ (Signal Path Setup) と 1 つ以上の測定の階層で構成されています。測定はそれぞれ測定結果を含みます。

プロジェクトは 4 つのシグナルパスで構成されています (上記図 40)。

- Ch 1 & Ch 2
2 チャンルの同時測定。dBrG の入力レベル基準は、両方のチャンネルが同一のフルスケール入力レベルを有することを前提としています。2 つのチャンネルが異なるフルスケール入力レベルを持っている場合はこれを使用しないでください。

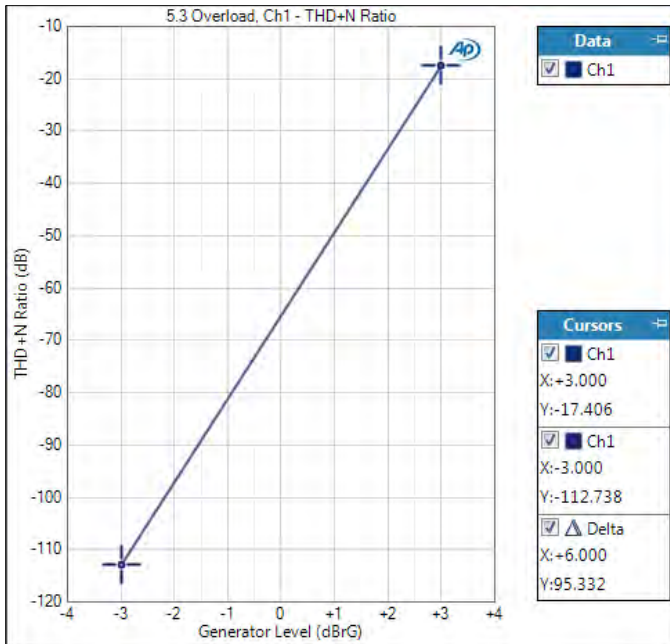


図 38. ステップレベルスイープ
A/D コンバータのオーバーロード歪み

図 39 は入力に対する出力の電圧 (フルスケール入力に対する相対値) で A/D コンバータの THD+N 比の歪みを示しています。入力電圧はフルスケール入力に対して相対的に dB 単位で X 軸上に示されています。予想通り、-3 dBFS の入力 (カーブの最小ディップ) まで入力レベルが増加すると、コンバータの歪みは左から右に減少します。-3 dB 入力より上では、出力歪みは 0 dBFS のフルスケール入力 (0 dBrG) で -58 dB まで増加します。

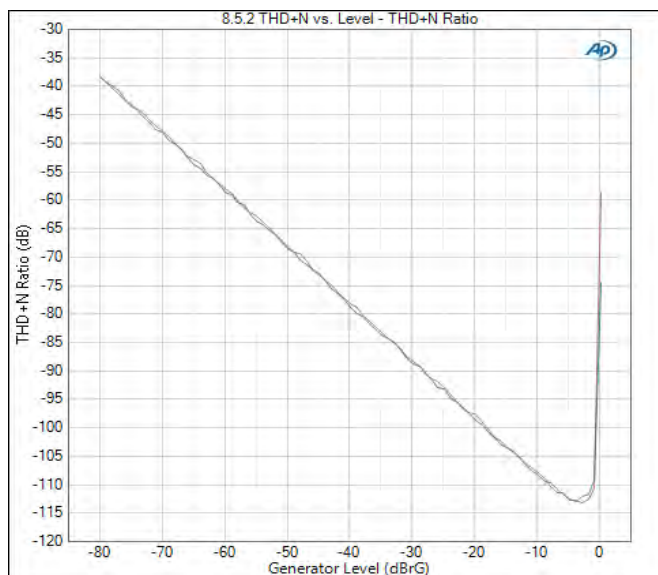


図 39. ステップレベルスイープ-THD+N 対入力レベル

- Ch 1
A/D のチャンネル 1 のみの測定。A/D の入力チャンネル 1 を APx555 ジェネレータの出力チャンネル 1 に接続する必要があります。dBrG の入力レベル基準は、ジェネレータのチャンネル 1 のみに有効です。チャンネル 2 は測定されません。チャンネル 1 のフルスケール入力レベルがチャンネル 2 と異なる場合は、これを使用してください。チャンネル間の測定は行われません。
- Ch 2
A/D のチャンネル 2 のみの測定。入力チャンネル 2 を APx555 ジェネレータの出力チャンネル 2 に接続する必要があります。dBrG の入力レベル基準は、ジェネレータのチャンネル 2 のみに有効です。A/D のチャンネル 1 は測定されません。チャンネル 2 のフルスケール入力レベルがチャンネル 1 と異なる場合は、これを使用してください。チャンネル間の測定は行われません。
- Output Jitter

スタートシーケンスボタン  でシーケンス内のすべてのチェックマークが入ったシグナルパスと測定の実行を上から下へ順番に開始します。

スタートシーケンスボタンを選択すると、チェックマークが入っているシグナルパスや測定項目のみ実行されます。

シーケンスを実行完了した際に、すべての測定結果とグラフを含むレポートを作成するには、レポート (Report) 項目にチェックマークを入れます。レポートは自動的に、ロードした APx プロジェクトファイルが入っているフォルダに保存されます。

入力レベル基準のセットアップ

各シグナルパスは自動的に、997 Hz でフルスケールの 0 dBFS の出力をもたらす最大入力レベルを決定します。決定された値は dBrG の基準レベルに設定されます。シグナルパス内の各測定では、設定を簡単にするために、Vrms よりも dBrG を単位として APx555 アナログジェネレータの出力レベルが規定されています。したがって、すべての測定はフルスケールまたはフルスケール入力を基準とした dB 単位で励起信号を A/D コンバータに入力します。

もし別のフルスケールの基準が望ましい場合は、リファレンス (References) メニューにおいて dBrG の基準値のみを変更します。すべての測定はコンバータに対するこの新しい入力レベルを受け継ぎます。

シーケンス実行時、シグナルパスセットアップの測定では **Auto Gen Level...** という関数が呼び出されます。ここでは、コンバータの出力において、指定されたターゲットレベルの 0.0 dBFS にたどり着くように、アナログジェネレータの出力レベルをドライブして、規定された最大値までの範囲内でレベルを上げたり下げたりします。

このプロジェクトファイルの中のアナログジェネレータの最大レベルは、+29 dBu (22 Vrms) の最大フルスケール入力レベルを持つ商用 A/D コンバータをテストするために、26.66 Vrms に設定されています。AES17 の 10.2 非線形クロストークのテストを行うには、追加の +4 dB のレベルマージンが推奨されます。

ジェネレータの最大レベルを変更したり、ターゲットの測定レベルを変更したりするには、シグナルパスセットアップのリファレンスパネルにある **Auto Gen Level...** ボタンを選択します (図 42)。必要に応じて、最大レベルとターゲットレベルの設定を変更します (図 41)。

処理を開始するには **Set Generator Level** ボタンを選択します。成功した場合は、出力リファレンス (Output References) パネルで dBrG 値がターゲットレベルを達成するために必要なジェネレータのレベルに更新されます。その後、これらの設定を維持するために、プロジェクトを保存します。

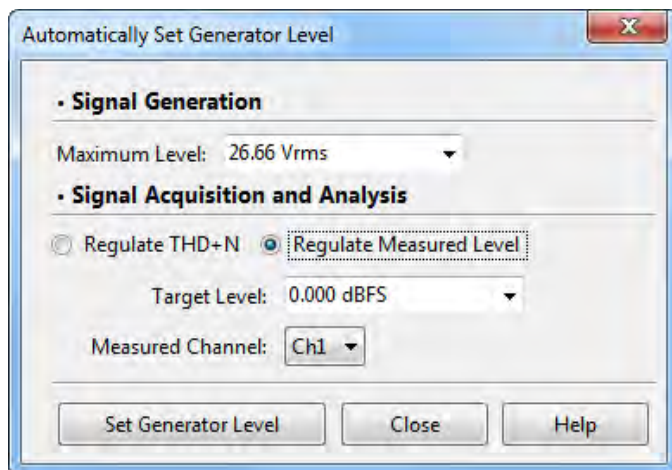


図 41. 自動的に設定されるジェネレータレベル

測定です。これらは AES17 とは内容が異なる可能性があります。

表 1 A/D の測定 (48 kS/s)

A-to-D Measurement	APx Measurement/Result
5.1 Suppression of Aliasing Components	Stepped Frequency Sweep 24 kHz to 192 kHz, 100 Hz steps -20 dBFS Reference Level RMS Level
5.3 Overload	Stepped Level Sweep THD+N Ratio
5.4 Input for Full-scale Amplitude	Regulated Frequency Sweep Generator Level -> Maximum RMS Level -> Maximum
5.5 Maximum Input Amplitude Ch1	Regulated Frequency Sweep Generator Level -> Maximum THD+N Ratio -> Maximum
5.5 Maximum Input Amplitude Ch2	Regulated Frequency Sweep Generator Level -> Maximum THD+N Ratio -> Maximum
5.6 Input Logarithmic Gain Stability	Measurement Recorder 60 minutes duration, 10 second measurement interval RMS Level RMS Level -> Minimum RMS Level -> Maximum
7.1.1 Frequency Response	Frequency Response Relative Level (0.99700 kHz) Deviation (10.0000 Hz - 20.0000 kHz) Passband Ripple—Relative Level (1 KHz)
7.1.1 Frequency Response	Stepped Frequency Sweep Relative Level (0.99700 kHz) Deviation (10.0000 Hz—20.0000 kHz)

The screenshot shows the 'References' panel with the following settings:

- Output References:**
 - dBrG: 22.18 Vrms
 - dBm: 600.0 ohm
 - W(watts): 8.000 ohm
 - Auto Gen Level... button
- Input References:**
 - dBr Section:**
 - dBrA: 0.000 dBFS, Reference Offset: 0.000 dB. Calculation: 0.000 dBFS = 0.000 dBrA
 - dBrB: 0.000 dBFS, Reference Offset: 0.000 dB. Calculation: 0.000 dBFS = 0.000 dBrB
 - Set dBr... button
 - dB SPL Section:**
 - dB SPL1: -40.000 dBFS, Calibrator Level: 94.000 dB SPL. Calculation: -40.000 dBFS = +94.000 dB SPL1
 - dB SPL2: -40.000 dBFS, Calibrator Level: 94.000 dB SPL. Calculation: -40.000 dBFS = +94.000 dB SPL2
 - Mic Cal / dB SPL... button
- Frequency Reference:**
 - Frequency: 1.00000 kHz

図 42. リファレンスパネル

A/D の測定

A/D 測定を以下の表 1 に示します。チャートの 2 番目の列は APx の測定の種類と測定結果を示しています。AES17 の測定には、関連する AES17 のセクション番号で名前が付けられています。これらの測定を定義する方法の詳細については AES17 の規格書をご参照ください。AES17 のセクション番号のない測定は、一般的なデータブックの

A-to-D Measurement	APx Measurement/Result
7.2.1 Phase Response	Continuous Sweep Input-to-Output Phase vs. Frequency (excess) Group Delay vs. Frequency Delay derived from Group Delay -> Data Distribution Interchannel Phase (Ch2 relative to Ch1) vs. Frequency Polarity - Impulse Response (a positive impulse indicates positive polarity), requires operator Pass or Fail acknowledgement.
7.2.2 Group Delay	
7.2.3 Interchannel Phase Response	
7.3 Delay	
7.4 Polarity	
8.1 Level Dependent Logarithmic Gain	Bandpass Level Sweep AES17 Level-dependent Logarithmic-Gain
8.2 IMD (DFD)	IMD (DFD) DFD Ratio DFD Distortion Product Ratio
8.2 IMD (DFD) Spectrum	Signal Analyzer (FFT) 8.2 IMD Spectrum (wideband to folding frequency) 8.2 IMD Spectrum D2 & D3 (narrow band to 5 kHz)
8.2 IMD (SMPTE)	IMD SMPTE SMPTE Ratio SMPTE Distortion Product Ratio, Ch1 SMPTE Distortion Product Ratio, Ch2
8.5.1 THD+N vs. Frequency @ -1 dBFS	Stepped Frequency Sweep THD+N Ratio
8.5.1 THD+N vs. Frequency @ -20 dBFS	Stepped Frequency Sweep THD+N Ratio
8.5.2 THD+N vs. Level	Stepped Level Sweep THD+N Ratio
9.1 Idle channel Noise	Noise (RMS) Noise Level
9.2 Idle Channel Noise Spectrum	Bandpass Frequency Sweep RMS Level
9.2 Idle Channel Noise Spectrum	Signal Analyzer (FFT) FFT Spectrum Amplitude Spectral Density

A-to-D Measurement	APx Measurement/Result
9.3 SNR or Noise in the Presence of Signal	Dynamic Range - AES17
9.3 DNR Spectrum	Signal Analyzer (FFT) FFT Spectrum
9.4* Power-line (mains) related products *FFT spectrum only	Signal Analyzer (FFT) FFT Spectrum (20 Hz to 500 Hz) 50 Hz AC mains products 60 Hz AC mains products
10.1 Interchannel Crosstalk Sweep, One Channel Driven	Crosstalk Sweep, One Channel Driven Crosstalk Ch1 – Ch2 Driven Crosstalk Ch2 – Ch1 Driven
10.2 Non-linear HF Interchannel Crosstalk Ch1	Signal Analyzer (FFT) FFT Spectrum Specify Data Points and graph delta cursors provides the 2 nd & 3 rd order levels relative to the 24 kHz fundamental
10.2 Non-linear HF Interchannel Crosstalk Ch2	Signal Analyzer (FFT) FFT Spectrum Specify Data Points and graph delta cursors provides the 2 nd & 3 rd order levels relative to the 24 kHz fundamental
10.2 Non-linear LF Interchannel Crosstalk Ch1	Signal Analyzer (FFT) FFT Spectrum Specify Data Points provides the sideband amplitude levels relative to the 12 kHz fundamental
10.2 Non-linear LF Interchannel Crosstalk Ch2	Signal Analyzer (FFT) FFT Spectrum Specify Data Points provides the sideband amplitude levels relative to the 12 kHz fundamental
Interchannel Gain Mismatch	Level Ratio
Common Mode Rejection Ratio	CMRR IEC CMRR Pin 2 CMRR Pin 3
Signal-to-Noise Ratio	Signal to Noise Ratio 20 Hz–20 kHz A-weighted 0 dBrG (full scale input)

A-to-D Measurement	APx Measurement/Result
Passband @ -0.1 dBFS Input	Frequency Response (1 KHz to 23.756 kHz) Passband Ripple—Relative Level (1 KHz) (level scale +0.1 to -1.0 dBFS) Relative Level (1 kHz) (frequency scale 19.2 kHz to 25 kHz)
Passband @ -0.1 dBFS Input	Stepped Frequency Sweep (1 kHz to 24.0 KHz, 100 Hz increments) Passband Ripple - Relative Level (1 kHz) (level scale +0.1 to -1.0 dBFS) Passband Frequency - Relative Level (1 kHz) (frequency scale 19.2 kHz to 25 kHz)
Stopband Attenuation vs. Frequency	Stepped Frequency Sweep RMS Level
Output Jitter	Jitter Level RMS, Peak, and Average With AES3 Jitter (50) High Pass Filter.
Output Jitter Spectrum	Signal Analyzer Jitter spectrum

測定を行います。特定のテストに対してより高い周波数範囲で測定を行います。

表 2 の AES17 の測定には、関連する AES17 のセクション番号で名前が付けられています。これらの測定を定義する方法の詳細については AES17 の規格書をご参照ください。AES17 のセクション番号のない測定は、一般的なデータブックの測定です。これらは AES17 とは内容が異なる可能性があります。

このプロジェクトは、高帯域幅テスト (High Bandwidth) (最大 500 kHz)、AC 入力結合テスト (AC input coupled tests)、DC 入力結合テスト (DC input coupled tests) の 3 つのシグナルパスで構成されています (図 43)。

APx555アナライザ入力AC結合の場合に発生する低周波ロールオフを回避するために、DC入力結合は10 Hzでの測定に適しています。

スタートシーケンス実行ボタン を使用して、すべてのチェックマークが入ったシグナルパスの実行を開始します。

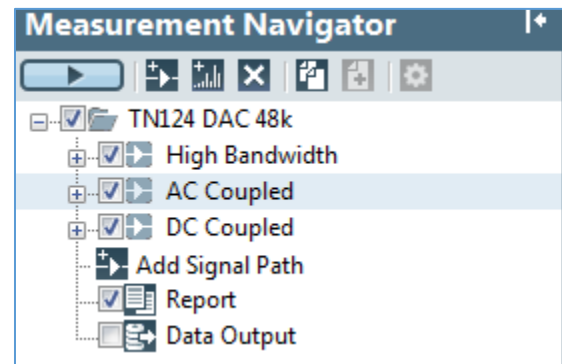


図 43. DAC プロジェクトのシグナルパス

各シグナルパスは、997 Hz のサイン波で 0 dBFS の入力をドライブし、dBrA と dBrB の基準値を設定することにより、DAC のフルスケールの出力電圧レベルを自動的に決定します。これらの dBr の単位はその後、997 Hz でのフルスケールの単位として D/A コンバータの出力を表します。

D/A コンバータのための APx555 測定プロジェクト

このテックノートは、AES17 の測定や、ほとんどの D/A コンバータの IC メーカーの仕様に共通しているデータブックの測定を行う APx プロジェクトファイルのセットを提供します。

APx プロジェクトファイル「TN124 DAC 48k. approx」は表 2 に示すシーケンスモードの測定が含まれています。このプロジェクトファイルは、アンバランス S/PDIF デジタル入力を持つ 48 kHz のサンプルレートのコンバータのテストのためにデザインされています。

APx プロジェクトファイル「TN124 DAC 192k. approx」は、192 kHz のサンプルレートのテストのために同様の

表 2 D/A の測定 (48 kS/s)

D-to-A Measurement	APx Measurement/Result
5.8.2 Digital-to-analog jitter susceptibility	Jitter Frequency Sweep
6.1* Out-of-Band Spurious Components *Spectrum data only.	Signal Analyzer FFT Spectrum Amplitude Spectral Density
6.2* Suppression of Imaging Components (Spectrum) *Spectrum data only.	Signal Analyzer FFT Spectrum Ch 1 FFT Spectrum -> Maximum Ch 2 FFT Spectrum -> Maximum
6.3 Output Amplitude at Full Scale	Level and Gain RMS Level Gain
6.4 Maximum Output Amplitude 1% THD+N	Stepped Level Sweep RMS Level -> Maximum RMS Level THD+N Ratio vs Measured Level THD+N Ratio
6.5 Output-level Stability	Measurement Recorder 60 minutes duration, 10 second measurement interval RMS Level RMS Level -> Minimum RMS Level -> Maximum
7.1.1 Frequency Response	Frequency Response Relative Level (0.99700 kHz) Deviation (20.0000 Hz - 20.0000 kHz) Passband Ripple - Relative Level (1.0 kHz)
7.1.2 Maximum signal level versus frequency	Regulated Frequency Sweep Target Level = -6.02 dBFS RMS Level (dBrA) Generator Level

D-to-A Measurement	APx Measurement/Result
7.2.1 Phase Response	Continuous Sweep
7.2.2 Group Delay	Input-to-Output Phase vs. Frequency
7.2.3 Interchannel Phase Response	Phase—Interchannel
7.3 Delay	Group Delay vs. Frequency
7.4 Polarity	Delay (Group Delay -> Data Distribution) Polarity (Impulse Response - a positive impulse indicates positive polarity), requires operator Pass or Fail acknowledgement.
7.2.3 Interchannel Phase Response	Stepped Frequency Sweep Phase
8.1 Level Dependent Logarithmic Gain, Idle Channel Noise @ 1 kHz	Bandpass Level 1 kHz third-octave band pass filtered idle channel noise reference level.
8.1 Level Dependent Logarithmic Gain	Bandpass Level Sweep Gain vs. Generator Level
8.2 IMD (DFD)	IMD (DFD) DFD Ratio DFD Distortion Product Ratio
8.2 IMD (DFD) Spectrum	Signal Analyzer (FFT) Spectrum (0 Hz to 24 kHz)
8.2 IMD (SMPTE)	IMD SMPTE SMPTE Ratio SMPTE Distortion Product Ratio, Ch1 SMPTE Distortion Product Ratio, Ch2
8.5.1 THD+N vs. Frequency @ -1 dBFS	Stepped Frequency Sweep THD+N Ratio
8.5.1 THD+N vs. Frequency @ -20 dBFS	Stepped Frequency Sweep THD+N Ratio
8.5.2 THD+N vs. Level	Stepped Level Sweep THD+N Ratio
9.1 Idle channel Noise	Noise (RMS) Noise Level
9.2 Idle Channel Noise Spectrum	Bandpass Frequency Sweep RMS Level

D-to-A Measurement	APx Measurement/Result
9.2 Idle Channel Noise Spectrum	Signal Analyzer (FFT) FFT Spectrum Amplitude Spectral Density
9.3 SNR or Noise in the Presence of Signal	Dynamic Range - AES17
9.3 DNR Spectrum	Signal Analyzer (FFT) FFT Spectrum
9.4* Power-line (mains) related products *FFT spectrum only	Signal Analyzer (FFT) FFT Spectrum (10 Hz to 500 Hz) 50 Hz AC mains products 60 Hz AC mains products
10.1 Interchannel Crosstalk Sweep, One Channel Driven	Crosstalk Sweep, One Channel Driven Crosstalk Ch1 – Ch 2 Driven Crosstalk Ch2 – Ch 1 Driven
Interchannel Gain Mismatch	Level Ratio
Signal-to-Noise Ratio	Signal to Noise Ratio 20 Hz–20 kHz A-weighted 0 dBrG (full scale input)
Passband @ -0.1 dBFS Input	Frequency Response 1 KHz to 23.759 kHz Passband Ripple - Relative Level (1 KHz) (level scale +0.1 to -1.0 dBFS) Relative Level (1 kHz) (frequency scale 19.2 kHz to 24 kHz)
Passband @ -0.1 dBFS Input	Stepped Frequency Sweep 1 kHz to 23.952 KHz, 10 Hz increments Passband Ripple - Relative Level (1 kHz) (level scale +0.1 to -1.0 dBFS) Passband Frequency - Relative Level (1 kHz) (frequency scale 19.2 kHz to 24 kHz)



XV0514153201



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

www.ap.com

CORNES
Technologies

コーンズテクノロジー株式会社

電子機器営業部 〒105-0014 東京都港区芝3-5-1

TEL: 03-5427-7564 FAX: 03-5427-7572

大阪支店 〒550-0005 大阪府大阪市西区西本町1-13-40

TEL: 06-6532-1012 FAX: 06-6532-7749

URL: <http://www.cornestech.co.jp/ap>

e-mail: ap@cornestech.co.jp