Application and Technical Support for Audio Precision Users

тесн моте

TN133



APx500 オーディオアナライザーを 使った補聴器のテスト

About This Technote

このテクニカルノートでは、補聴器の電気音響性能を測定する ために APx500 オーディオアナライザーを使用した業界標準の テストについて説明します。

また、これらの測定を容易にするために開発された一連の APx プロジェクト ファイルについても説明します。 これらのプロジ ェクト ファイルは、APx Hearing Aid プラグインを利用して、 特定の派生結果を追加します。 補聴器のテストに有用です。

Hearing Aid Test Standards

このテクニカルノートでは、次の国際および米国規格に準拠 した補聴器のテストについて説明します。

- IEC 60118-0:2015 電気音響 補聴器 -パート 0: 補聴器 の性能特性の測定
 - ANSI/ASA S3.22:2014 補聴器の仕様

これら 2 つの標準は基本的に同等です。主な違いは、
ANSI/ASA S3.22 は 200 Hz ~ 5 kHz、IEC 60118-0 最新版では 8 kHz までの周波数範囲です。今回の測定では、200 Hz ~ 8 kHz の IEC 60118-0 周波数範囲が適用されると想定されています。
ANSI S3.22 の場合、範囲 5 kHz の上限周波数まで下げる ことができます。
ANSI/ASA S3.22 規格では、「フローティング」制限の使用も許可されています。
これについては、このテクニカルノートで後述します。

Measurement Challenges

補聴器は、ユニークなオーディオ デバイスです。 デバイスへの 入力とデバイスからの出力の両方が 音響信号になっています。 通常、補聴器には1つまたは複数の マイク、パワーアンプ、デ ジタルシグナルプロセッサー 小さなバッテリー駆動のスピーカ ーに統合されたラウドスピーカー パッケージ、さらに、多くの 補聴器にはテレコイルが搭載されています。 デバイスへの入力 が磁場であるモード マイクの代わりに。 これらの要因により、 補聴器のテストが複雑になります。

Basic Equipment needs

補聴器からの音響レベル出力を測定するには、IEC 60118-5 (ま たは ANSI S3.7) に準拠した 2 cc カプラー (図 1)、またはオプ ションで閉塞耳シミュレーター (図 2) のいずれかの音響カプラ ーが必要です。 IEC 60118-4 ごとに使用できます。 2 cc カプラ ーと閉塞耳シミュレーターには、圧力応答型の測定マイクが必 要です。 通常、統合された圧力応答マイクがあります。 これら の測定用マイクロホンには、マイク電源(またはシグナルコン ディショナー)が必要です。



Figure 1.2 cc coupler with microphone and dummy microphone. 補聴器の音響入力をテストするには、適切なパワーアンプを備 えたラウドスピーカーが必要です。 均一な音 圧力レベル対周 波数が必要です。 したがって、ラウドスピーカーは比較的フラ ットな周波数を持つ必要があります。 200 Hz から 8 kHz まで の応答と 補聴器テストで少なくとも 90 dBSPL の音量レベル ポイント、低歪みを生成する機能が不可欠です。

www.ap.com





Figure 2. A GRAS RA0045 occluded ear simulator (per IEC 60318-4)

補聴器のテレコイルモードをテストするには、誘導適切な パワーアンプと同様に、ループが必要です。ループを駆動します。 音響試験室も必要です。周囲の音響ノイズから補聴器を保護し、 不要な音響反射を減らします。広く使用されている補聴器テスト ボックスの一例は、Interacoustics TBS25です。(図3)。 最大 40 dBの音響ノイズ分離を提供します。ションは、500 Hz を 超える周波数で無響であり、フラットな周波数応答(数秒以内)の ラウドスピーカーが含まれています。 dB) 50 Hz から 8 kHz まで。 このチャンバーには、テレコイル測定を行うための誘導ループと、 チャンバーの外側からマイク、補聴器の電源(バッテリーシミュレーター)、 およびプログラミングインターフェイスへの接続を便利にルーティング するためのパッチパネル。 補聴器のテストにはオーディオアナライザーも 必要です。便宜上、アナライザーには組み込み機能が必要です マイクの キャリブレーション、レギュレーション、出力など イコライゼーション により、音響出力を調整し、均一な音場を作成できます。 オーディオ

アナライザーには、周波数応答、レベルスイープ、高調波、相互変調歪み など、および生成する機能正弦波、ノイズ、音声など、さまざまな オーディオ信号を発信できます。

Measurements

この Technote および APx プロジェクト ファイルは、IEC 60118-0 および ANSI/ASA S3.22 の対応する番号付き段落とともに表 1 に リストされています。 これらの測定値について説明します 以下、 APx プロジェクトに表示される順序でファイルが表記されています。



Figure 3. An Interacoustics TBS25 Test Chamber. Table 1. Measurements

Measurement	IEC 60118-0	ANSI/ASA S3.22
OSPL90 frequency response	7.2	6.2
Full-on Gain frequency response	7.3	6.4
Basic frequency response	7.4	6.8
Total Harmonic Distortion	7.5	6.11
Equivalent Input Noise	7.6	6.12
Steady State Input Output	9.8.2	C.9.1
Attack and Release	9.8.3	C.9.3
Intermodulation Distortion	9.3	C.14
Battery Current	7.7	6.13
SPLIV Curve	- ·	6.14.4.2
Equivalent Test Loop Sensitivity	7.8.2	6.14.4.4
HFA MASL	7.8.3	-

OSPL90 Frequency Response

OSPL90 は、Output Sound Pressure Level at の略です。 90dBSPL 入力。フルオンゲイン (FOG) に設定された場合に補 聴器によって生成される音圧レベル (SPL) は、次のように測定さ れます。200 Hz から 8 kHz までスイープされた 90 dBSPL の入 力 SPL 用のカプラーに組み込まれています。 主な結果には OSPL90 が含まれます 周波数応答曲線と HFA OSPL90 になりま す。



HFA は High Frequency Average の頭字です。 これは、レベル (dBSPL 単位) またはゲイン (dB 単位) の平均として定義されま す。 特定の 3 点における補聴器の反応速度 周波数: 1.0、1.6、 および 2.5 kHz。 したがって、HFA OSPL90 は、これらの周波 数における OSPL90 周波数応答曲線の高周波平均です。

Full-on Gain (FOG) Frequency Response

Full-on Gain 周波数応答は、生成される SPL です。 補聴器に よって、入力用のカプラーで測定されます 50 dBSPL の SPL、 200 Hz から 8 kHz まで掃引、 FOG に設定された補聴器。 音響 ゲインは、50 dB の入力 SPL に対する出力 SPL として決定さ れます。 主要な 結果には、最大フル オン ゲインと HFA-FOG が含まれます。

Basic Frequency Response Curve

この測定では、補聴器は特別に設定されています リファレンス テスト設定 (RTS) として知られるゲイン設定。 RTS は、60 dBSPL の入力に対するゲイン設定として定義されます。 上記で 測定した HFA ゲインは、HFA-OSPL90 の 1.5 dB から 77 dB を 差し引いた値の範囲内です。 60 dBSPL の入力に対する FOG での HFA ゲインが、HFA-OSPL90 から 77 dB を引いた値より も小さい場合、その場合、RTS は最大のゲイン設定になります。 最新のデジタル補聴器は通常、補聴器プログラミング インター フェイスを介して送信されるコマンドによって RTS に設定でき ます。古いアナログ補聴器の場合、RTS を決定する必要があり ます 補聴器の音量を繰り返し調整することにより、繰り返し RTS が達成されるまで、HFA ゲインを制御および測定します。 補聴器が RTS の場合、基本周波数応答は、200 Hz から 8kHz。 主な結果には、周波数範囲と リファレンス テスト ゲイン。周 波数範囲は基本から決定されます 周波数応答曲線は次のとおり です (図4を参照)。 HFA レベルは曲線から計算されます。 次 に、周波数 f1 と f2 は、周波数応答曲線が HFA レベル マイナス 20 dB。f1 またはf2 が 200 Hz から 8 kHz の周波数範囲外にあ るために決定できない場合は、<200 Hz または >8 kHz として 表示できます。



Figure 4. Basic frequency response curve (measured with 1/12octave resolution) showing frequency range determination

リファレンス テスト ゲイン (RTG) は、RTS でのゲイン コン トロールと 60 dBSPL の入力を備えた単純な HFA ゲインです。 これは、基本周波数応答測定データから導き出すことができま す。

Total Harmonic Distortion (THD)

THD は、表 2 に示す周波数と入力 SPL で RTS の補聴器を使用してパーセント単位で測定されます。

Frequency	Input SPL
500 Hz	70 dB
800 Hz	70 dB
1.6 kHz	65 dB
3.2 kHz	60 dB

Table 2. Distortion test frequencies and levels

Equivalent Input Noise (EIN)

等価入力ノイズは次のように測定されます。 RTS での補聴器 では、50 dB の入力 SPL に対する HFA ゲインが測定されます (HFA-Gain50)。 次に音源で 全出力ノイズ SPL は、帯域制限 (200 Hz ~ 8 kHz) として音響カプラーで測定されます。 騒音 レベル。 EIN は総出力ノイズ SPL として計算されます。 マイ ナス HFA-Gain50。 注: テスト空間の周囲の騒音は、補聴器の 出力騒音よりも少なくとも 10 dB 低くする必要があります。



Steady State Input Output

定常状態の入出力は、自動ゲイン制御機能を備えた補聴器の特 性評価に使用される測定値です。(AGC)。補聴器による SPL 出力は次のように測定されます。正弦波信号の入力 SPL は、50 dBSPL 以下から 90 dBSPL 以上まで、5 dB 以下のス テップで。2 kHz の正弦波周波数が必要です。200 Hz ~ 8 kHz の範囲内の周波数はオプションです。補聴器の出力レベ ル対入力レベルは次のようにプロットされます。図5 に示し ます。



Figure 5. Steady state input output curve.

Attack and Release Time

これは、AGC で補聴器を特徴付けるために使用される別の測定 です。補聴器の出力 SPL は、正弦波入力信号が急激に増加し たときにカプラーで測定されます。55 から 90 dBSPL (アタッ ク)に減少し、安定した後、90 から 55 dBSPL (リリース) に急 激に減少しました。アタックとリリースの時間は、エンベロー プから決定されます。測定信号。アタックタイムはかかる時間 測定レベルがアタックステップ後の定常状態値の3 dB 以内で安 定するようにします。リリース時期は 測定レベルが安定するま での時間 リリース後の定常状態値の4 dB 以内 ステップ。2 kHz での測定が必要です。その他の正弦 200 Hz ~ 8 kHz 範囲 の周波数はオプションです。

Intermodulation Distortion (IMD)

IMD は、IEC 60118-0 のセクション 9 の「追加のオプションテ スト手順」という見出しの下に記載されています。また、ANSI S3.22 の付録 C、セクション C.14 には、「補聴器を特徴付ける ための追加のオプション テストのガイドライン」が記載されて います。」 両方の規格で、指定された IMD のタイプは 周波数 歪み (DFD)。 IEC 60118-0 IMD Sweep では、周波数 f1 と f2 の 2 つの正弦波 信号が等しいレベルで生成されます。 差周波数 (f2 - f1) は 125 Hz で、結合された信号の合計レベルは 64 dBSPL です。 周波 数は f2 が 400 Hz から 8 kHz まで変化するように掃引されます。 125 Hz の差周波数を維持します。 2 次および 3 次の IMD 成分 が測定されます (つまり、周波数 f2 - f1 および 2f1 - f2)。 ヒア リングの一例 IEC 60118-0 に準拠した援助の DFD 曲線を図 6 に示します。





ANSI S3.22 IMD Sweep では、周波数 f1 と f2 の 2 つの正弦波 信号が等しいレベルで生成されます。 差周波数 (f1 – f2) は 125 Hz で、結合された信号の合計レベルは 65 dBSPL です。 周波 数は f1 が 400 Hz から 5 kHz まで変化するように掃引されます。 125 Hz の差周波数を維持します。 2 次および 3 次の IMD 成分 が測定されます。 アン ANSI S3.22 に準拠した補聴器の DFD 曲線の例を図 7 に示します。





TN133 | HEARING AID TESTS



Battery Current

バッテリー電流は、補聴器が RTS に設定され、1.0 kHz で 65 dBSPL の正弦波入力を受けたときに、補聴器によって引き出される DC 電流の測定値です。

SPLIV Curve

SPLIV は、垂直磁場における音圧レベルの頭字語です。 補聴器 は垂直にさらされます 垂直に向けたときの磁場 基準線 (メーカ ーまたは 検査によって決定されます) は、 誘導ループによって 作成された磁場。 正弦波を作成するためにループ電流が確立さ れます。 31.6 mA/m の磁場強度の磁場。 指定された電界強度を 達成するために必要なループ電流 ループに依存します。 TBS25 テストチャンバー (左から右に向けられている) のループの場合、 7.9 mA の電流は 必要。 必要に応じて補聴器を向け、テレコイ ルに設定します モード、およびそのゲインを RTS に設定する と、ループのサイン周波数は次のようになります。 200 Hz から 8 kHz まで掃引し、出力 SPL を 補聴器は音響カプラーで測定さ れます。

Equivalent Test Loop Sensitivity

Equivalent Test Loop Sensitivity (ETLS) は、最初に dBSPL の 単位で HFA-SPLIV を決定することにより、上記のように測定さ れた SPLIV 曲線から採掘されます。 ETLS HFA-SPLIV マイナ ス (RTG + 60 dB) として計算されます。

HFA MASL

HFA MASL は最大 HFA の頭字語です。 磁気音響感度レベル。 これは、補聴器が最大ゲインに設定され、磁場強度が 10 mA/m に設定されていることを除いて、上記の SPLIV 曲線と同じ条件 下で測定されます。 まず、HFA 出力 SPL は HFA MASL は次の ように計算されます。

$$HFA MASL = HFA OSPL - 20 \log_{10} \left(\frac{H}{1 \frac{mA}{mA}} \right)$$

ここで、**HFA OSPL** は高周波の平均 **OSPL** であり、**H** は **mA/m** 単位の磁場強度です。

m

Hearing Aid Tests with APx500

Acoustic Test Method

完全にフラットな周波数応答を持つラウドスピーカーはありませんが、これらの規格では、 補聴器のテストポイントは、指定された範囲内で一定であること 周波数が 200 Hz から 8kHz。 IEC 60118-0 は、 この必要なフラットな SPL レスポンスを達成するには:

- 入口音圧一定方式:参照マイクは近くに維持されています補聴器のテストポイントの近く。それぞれの周波数で、ラウドスピーカーによって生成されるサウンドレベルは、必要なSPLに調整します。参考マイク。2つ目のテストマイクを測定するために音響カプラで使用されます。補聴器出力SPL。このメソッドの名前は単に「圧力」と略されることもある方法。
- 代入法:の周波数応答 ラウドスピーカーは最初にテスト によって測定されます 聴覚に近接して配置されたマイ クテストポイントを支援します。この応答曲線は保存 され、それの反転バージョンは、を等化するために使 用されます テストポイントでの音場が フラットな周波 数応答を持っています。「ダミー」マイク」(同じサ イズの中実の円柱と測定マイクとしての形状)を配置 初期周波数応答のカプラー 計測。その後の測定では、 テストマイクとダミーマイクの位置はの音場を確保す るために、テストポイントの面積は両方とも同じです 測定。

置換方法には、次のような利点があります。1つの測定マ イク(および1つのマイク電源)が必要です。これは推奨 される方法です補聴器の製造テスト用であり、ユースケー スです APx511 補聴器アナライザー 設計された。したがっ て、APx511 には1つマイク入力チャンネル。すべての APx オーディオアナライザー(APx511を除く)には少なく とも2つの入力チャネルを使用できるため、音圧方法。



Audio Analyzer Configuration

APx511 Hearing Instrument Analyzer

APx511 補聴器アナライザーは、 特に補聴器テスト用に設計さ れており、理想的には 代替音響テストを使用した補聴器テスト 方法。 次の補聴器テスト固有の機能があります。

- 8Ωで定格4ワットのクラスABオーディオアンプ。
- 電流モード誘導ループ (テレコイル) アンプ 定格 110
 mA で 4 Ω に接続。
- 内蔵の定電流電源 (CCP) 事前に分極された測定用マイク。
- バッテリーシミュレーター電源(バッテリー含む電流 測定機能)。
- アナライザーとの接続に便利なケーブル Interacoustics TBS25 サウンド テスト チャンバー。

APx517 Acoustic Test Analyzer

ヒアリング エア テスト用に特別に設計されたわけではありませんが、 APx517 アコースティック テスト アナライザーは、複数のマイク入力が必要な場合や、追加のデジタル I/O モジュール (Bluetooth など) が必要な場合に適したオプションです。

- APx517には、補聴器のテストに役立つ次の機能があります。
 - 定格 35 W で 2 ~ 16 Ω のパワー アンプ (テスト チャンバーのラウドスピーカーに電力を供給するため)。
 - 定格 100mW のステレオヘッドホンアンプ 2~800 Ω
 に接続します (誘導ループに電力を供給するため)。
 - 電流検出出力(校正に便利 テレコイル回路の電流)。
 - 内蔵定電流電源 (CCP) とファントム 最大 2 つの事前 分極測定マイクロホン用の電力。
 - 1 つのオプションのデジタル I/O mod- デジタル シリ アル (I2S および TDM 用)、Bluetooth、パルス密度変 調 (PDM)、HDMI、または AES3-S/PDIF。

Other APx500 Audio Analyzers

APx500 ファミリには、補聴器テスト用に特別に設計されてい ないオーディオ アナライザーが多数あり、より多くのアナログ チャネル数、より高いアナログ性能、または 1 つのシャーシで のさまざまなデジタル I/O モジュールへのアクセスを必要とす るユーザーにソリューションを提供します。 利用可能なアナロ グ チャネル数には、(出力 x 入力) 2x2、2x4、2x8、8x8、および 8x16 が含まれます。 すべてのモデル (APx515 および APx511 を除く) で利用可能なオプションのデジタル I/O モジュールには、 デジタル シリアル (I2S および TDM)、Bluetooth、パルス密度変 調 (PDM)、HDMI、および AES3-S/PDIF。

APx1701 Transducer Test Interface

APx511 または APx517 以外のオーディオ アナライザーを補聴 器のテストに使用する場合、2 つのパワー アンプが必要です。 他は誘導ループに電力を供給します。マイク電源も必要です。 APx1701 トランスデューサ テスト インターフェースは、APx オーディオ アナライザーでラウドスピーカー、ヘッドフォン、 およびマイクロフォンをテストするためのアクセサリです。 電 気音響トランスデューサのテスト用に設計されていますが、そ の機能は補聴器のテストにも有利に使用できます。 2 つのクラ ス AB パワーアンプと、測定マイクロホンに定電流パワーを提 供する 2 つのマイクロホン入力チャネルを備えています。 また、 認定校正が標準装備されており、APx500 制御ソフトウェアと 完全に統合されています。

Battery Simulator Power Supply/Circuit

APx511 以外のオーディオ アナライザーの場合、DC 電源 電圧 と内部インピーダンスをシミュレートする電源 の電池を補聴器 の電源として使用する必要があります。 アン IEC 60118-0 では、 3.3 Ω から 8.2Ω。電源と直列に抵抗器を接続できます。 バッ テリーンピーダンスをシミュレートするために使用され、電圧 降下を測定することでバッテリー電流を決定できます この抵抗 の両端。 バランス入力を使用する必要があります これは、測定 された電圧降下が小さい可能性が高いためです (ミリボルト範 囲)。

注: APx オーディオ アナライザーに PDM が装備されている 場合 モジュールと必要な電流が 15 mA を超えない、 モジュ ールの Vdd 電源は、補聴器に電力を供給するために使用で きます。

注: Audio Precision DCX-127 も使用できます。 必要な電流 が 20 mA を超えない場合、補聴器に電力を供給します。

Induction Loop Resistor Circuit

APx511 または APx517 以外のオーディオ アナライザーの場合、 磁気誘導ループを駆動するために外部パワー アンプが必要です。 誘導ループは、典型的なラウドスピーカーよりもインピーダン スが低いでしょう。 たとえば、 TBS25 サウンドテストチャン バーのループにはインピーダンスがあります 2Ω 未満の大きさ。 のような電流増幅器 APx511 の 1 つを使用して、誘導ループを 駆動できます。 または、通常の電圧モード オーディオ アンプ (APx517 のヘッドフォン アンプなど)を、ループに直列に接続 された負荷抵抗と共に使用することもできます。

TN133 | HEARING AID TESTS



IEC 60118-0 では、直列抵抗を使用することを推奨しています。 入力インピーダンスの少なくとも 100 倍のインピーダンス 周波数 におけるループ(または磁場源)のペダンス 周波数範囲は 200 Hz ~ 8 kHz です。電圧降下 この直列抵抗の両端を使用して、オーデ ィオ アナライザーのジェネレータ出力レベルを測定および調整し、 必要な磁場強度を達成できます。 APx500 ソフトウェアでは、 dBRG として知られるジェネレータ リファレンスをこの目的で使 用できます。 ソフトウェアの Auto Set Generator level 機能を使用 して、0 dBrG が 31.6 mA/m の磁場強度を達成するために必要なジ ェネレータ電圧に対応するように dBRG リファレンスを設定でき ます。 一度設定すると、発生器レベルは dBrG 単位で便利に設定 できます。 APx517 アコースティック アナライザーを使用してい るお客様は、アンプ出力に統合された検出抵抗を利用して出力電 流を直接測定できるため、外部直列抵抗の電圧降下を測定する必 要がなくなります。

APx Project Files

この **Technote** には、**4** つの **APx500** プロジェクト ファイルが 付属しています。 次のように、それぞれが異なるハードウェア 構成で動作することを意図しています。

- 1. APx511アナライザー
- 2. APx517 アコースティックアナライザー
- 3. 上記以外の APx オーディオアナライザーと APx1701 トランスデューサーインターフェース
- APx1701 トランスデューサーインターフェースなしで の APx オーディオアナライザー

選択したアナライザー構成に応じて、さまざまな機器アクセサ リが必要です。機器の要件を表**3**にまとめます。

Connections

オーディオ アナライザーから補聴器テスト チャンバーへの接続 は、オーディオ アナライザーによって異なります。 APx1701 トランスデューサ テスト インターフェイスが使用されているか どうか。 注: この Technote に付属するプロジェクト ファイルには、 含まれている 2 つのシーケンスのいずれかを実行する前に、 音響、テレコイル、およびバッテリー電流の測定に必要な オーディオ アナライザーへのすべての接続が行われること を前提として作成されています。 そうでない場合、シーケ ンスは期待どおりに実行されません。

APx511 Hearing Instrument Analyzer

補聴器テスト用の APx511 の設定は簡単です。テスト用マイ クは、アナライザーの背面にあるマイク入力 BNC コネクタに 接続する必要があります。付属のブレイクアウト ケーブルには、 チャンバーのラウドスピーカー、誘導ループ ジャック、および バッテリー シミュレーター ジャック用の接続があります。

APx517 Acoustic Analyzer

APx517 を使用した補聴器の音響刺激を必要とするテストの接続を図8に示します。アナライザーのパワーアンプ(出力A) はチャンバーラウドスピーカーに接続されています。テスト マイクは、アンバランスマイク入力1に接続されています。



Figure 8. Connections for acoustic input to the hearing aid with APx517.

テレコイル モードでの補聴器のテストの接続を図 9 に示します。 この場合、APx517 の左のヘッドフォン アンプ出力を使用して、 直列抵抗を介して誘導ループを駆動します。 電流は、ヘッドホ ンアンプ出力に内蔵された検出抵抗を使用して測定されます。 APx517B のパワー アンプを使用してテレコイルを駆動するこ ともできますが、誘導ループ抵抗回路のインピーダンスが比較 的高いことを考えると、アンプの 0.1 オーム センス抵抗は小さ すぎて正確な電流測定ができない可能性があります。 このため、 ヘッドフォン アンプには 10 オームの抵抗器を使用することを お勧めします。

TN133 | HEARING AID TESTS

7 ৰ





Figure 9. Connections for the chamber induction loop with APx517.

APx517 を使用したバッテリー電流測定では、図 10 に示すよう に、DC 電源と直列抵抗が使用されます。直列抵抗の電圧降下 を検出するケーブルは、アナライザーの平衡マイク入力 Ch1 に 直接接続されます。



Figure 10. Connections for battery current measurement with APx517.

APx Audio Analyzer with APx1701

APx1701 を使用した補聴器の音響刺激を必要とするテストの 接続を図 11 に示します。アナライザーのアンバランス出力 Ch1 は APx1701 パワー アンプ入力 1 に接続され、パワー ア ンプ出力 1 はチャンバー ラウドスピーカーに接続されます。 テスト マイクは APx1701 アンバランス マイク入力 1 に接続 され、マイク出力 1 はアナライザーのアナログ バランス入力 Ch1 に接続されます。



Figure 11. Connections for acoustic input to the hearing aid with APx1701.

テレコイル モードでの補聴器のテストの接続を図 12 に示しま す。この場合、オーディオ アナライザーのアナログ アンバラン ス Ch2 と APx1701 のパワー アンプ 2 を使用して、直列抵抗を 介して誘導ループを駆動します。 誘導ループの直列抵抗の電圧 降下を検出するケーブルは、アナライザーのアナログ入力 Ch2 に接続されています。



Figure 12. Connections for the chamber induction loop with APx1701.

APx1701 を使用したバッテリー電流測定では、図 13 に示すように、DC 電源と直列抵抗が使用されます。直列抵抗の電圧降下を検出するケーブルは、アナライザーの平衡アナログ入力 Ch2 に直接接続されます。





Figure 13. Connections for battery current measurement with APx1701.

APx Audio Analyzer without APx1701

APx1701 なしで APx オーディオアナライザーを使用する場合、 チャンバーラウドスピーカーを駆動するために外部パワーアン プが必要であり、テストマイク用に外部マイク電源が必要です。 この信号経路の接続を図 14 に示します。注: オーディオ アナ ライザーで使用されるアナログ出力コネクタは、パワー アンプ の入力が平衡か不平衡かによって異なります。 プロジェクト ファイルでは、バランス入力のパワー アンプを使用することを 前提としていますが、これはアンバランス入力のパワー アンプ に対応するように簡単に変更できます。



Figure 14. Connections for acoustic input to the hearing aid with- out APx1701.

TN133 | HEARING AID TESTS

誘導ループを駆動するには、外部パワーアンプも必要です。 図 15 は、この Technote に付属するプロジェクト ファイルで想定 されている、バランス出力のパワー アンプの誘導ループ接続を 示しています。 ここでも、プロジェクト ファイルは、アンバ ランス入力のパワー アンプに対応するように簡単に変更できま す。



Figure 15. Connections for the chamber induction loop without APx1701.

バッテリー シミュレーターの電源回路で使用される直列抵抗の 電圧降下を検出するには、ケーブルをアナログ バランス入力 Ch2 に接続します (APx1701 の場合の図 13 を参照)。



Equipment Item	APx511 Hearing	APx517 Acoustic Analyzer	APx Audio Analyzer with APx1701	APx Audio Analyzer without APx1701
Test Chamber	✓ * *	✓	√	\checkmark
Acoustic Coupler	✓	✓	✓	✓
Measurement Microphone	✓	✓	✓	✓
Dummy Microphone	✓	√	✓	✓
DC Power Supply with Resistor Circuit	APx511 battery simulator	✓	\checkmark	✓
Induction Loop Resistor Circuit	APx511 telecoil amplifier	~	1	1
Power Amplifiers	Integrated in APx511	Integrated in APx517	Integrated in APx1701	\checkmark
Microphone Power Supply	Integrated in APx511	Integrated in APx517	Integrated in APx1701	\checkmark

Table 3. External equipment (non-APx) requirements by analyzer configuration (denotes item is required)

APx Hearing Aid Plug-in

この Technote に付属するプロジェクト ファイルは、APx Hearing Aid Plug-in を使用しています。 ap.com からダウンロードできる このソフトウェア プラグインは、プロジェクト ファイルを使用する 前にインストールする必要があります。 補聴器テストに固有の次 の結果が追加されます。

- 1. HI High Frequency Average (HFA)
- 2. HI RTG Target Normalized
- 3. HI Frequency Range
- 4. HI Equivalent Input Noise (EIN)
- 5. HI Equivalent Test Loop Sensitivity (ETLS)
- 6. HI HFA MASL
- 7. HI Battery Current

Project File Structure

4 つのプロジェクト ファイルの構造は基本的に同じです。 これらはシーケンス モードで使用することを意図しており、 Calibrate と Test DUT という名前の 2 つのシーケンスが含まれ ています。 Navigator パネル (図 16) の Sequence Control が 使用されます。 アクティブなシーケンスを選択します。



Figure 16. The Sequence control in the APx500 Navigator.

Calibrate Sequence

校正の手順は以下の通りです。

- テストマイクをサウンドレベルキャリブレータに挿入 するようオペレータに指示します。
- 2. 音響入力レベルが校正されるように、校正器の測定値 に基づいてマイク感度を設定します。
- 3. Auto-Set-Generator Level 機能を使用して、音響出力 感度を 1.0 kHz で校正します。
- テストポイントで周波数応答を測定し、逆相対周波数 応答を使用して、EQ をかけた応答がテストポイント でフラットになるように音場をイコライズ (EQ) または レベリングします。
- 広帯域 (200 Hz ~ 8 kHz) レベルおよび 1/3 オクターブ スペクトルに関して、チャンバーのテスト ポイントで 周囲ノイズを測定します。
- 6. 制限と比較して、テスト ポイントで EQ をかけた周波 数応答を測定します。
- 7. APx511 以外のアナライザーでは、バッテリー電流の検 出に使用される入力の DC オフセットを測定してエク スポートします。
- APx511 以外のアナライザーでは、Auto-Set-Generator Level 機能を使用して、誘導ループで 31.6 mA/m の基準レベルのジェネレータ dBrG を設定しま す。



この音場のレベリングは、2 つの信号経路で行われます。 「SP1: Cal Mic + Chamber」という名前の最初の信号経路では、 周波数応答が測定され、相対的な応答結果がシーケンス ステッ プを介して Excel ファイルにエクスポートされます。その名前 は、ユーザー定義の変数によって指定されます。「SP2: Acoustic Measurements」という名前の 2 番目の信号パスには、 最初の信号パスからリファレンス (音響入力および出力感度を含 む)をコピーするように構成された Measurement Sequence Settings ノードがあります。次に、Signal Path Setup 測定で Sequence Step を使用して、相対応答データをインポートし、 反転して、Output EQ カーブとして適用します。 図 17 は、 TBS25 サウンドテスト チャンバーのこのプロセスから得られ る典型的な EQ をかけた周波数応答を示しています。IEC 60118-0 の制限は赤い線で示されています。

Test DUT Sequence

付随するプロジェクト ファイルの Test DUT シーケンス 3 つの 信号パスを使用します。 補聴器の音響刺激を含む測定は、名前 の付いた信号経路にあります。「SP2: 音響測定」. バッテリー 電流測定は独自の信号経路で行われ、誘導ループ測定は「SP5: Tele-coil Measurements」という名前の信号経路で行われます。 Test DUT シーケンスの Pre-Sequence Steps ノードの Device ID Prompt ステップがチェックされているため、シーケンスの 実行時にデバイス ID (シリアル番号など) を入力するように求め られます。

Acoustic Measurements Signal Path

テスト DUT シーケンスの最初の測定は、「OSPL90 周波数応 答 (チャープ)」に名前が変更された APx 周波数応答測定です。 この測定では、チャープとも呼ばれるログ スイープ サイン刺 激を使用します。これは非常に高速です (これらのプロジェク ト ファイルで構成されている約 ½秒)。ただし、チャープ測定 には通常、比較的高い信号対雑音比 (SNR) が必要です。 90 dBSPL では SNR が非常に高くなるはずなので、このチャープ 刺激が OSPL90 測定に選択されました。



Figure 17. EQ'd frequency response at the test point compared to limits in IEC 60118-0.

通常、チャープ測定の周波数分解能は高いことに注意してくだ さい。 たとえば、この測定の RMS レベルの結果には、200 Hz から 8 kHz まで直線的に配置されたほぼ 1000 のポイントがあ ります。 ポイントの数を減らすために、Specify Data Points か ら派生した結果 (OSPL90 曲線に名前が変更されました)を使用 して、ISO 推奨の 1/12 オクターブ周波数での周波数応答を取得 しました。おそらく 1/24 オクターブの分解能も同様に指定で OSPL90 測定には、RMS レベルの結果から派生した きます HFA の結果である HFA-OSPL90 という名前の結果があります。 この測定には、HFA-OSPL90の結果を、APx 環境変数 APPDATA と「AppFolder」および「HFAOSPL90File」という 名前のユーザー定義変数によって指定されたファイルにエクス ポートするシーケンス ステップもあります (図 18)。 このエク スポートされた結果は、RTS のターゲットを計算するための後 続の測定で使用されます。 Test DUT シーケンスの2番目の測 「OSPL90 周波数応答 (マルチトーン)」に名前が変更さ 定は、 れた APx マルチトーン アナライザー測定。 これは、チャー よりもマルチトーンの刺激を好むユーザー向けの代替手段とし て含まれています。 200 Hz から 8 kHz までの 1/12 オクターブ 間隔のカスタム マルチトーン信号を使用します。 このようなカ スタム マルチトーンは、この測定で簡単に作成できます この測定では、ジェネレータ レベルが 97.2 dBSPL に設定され ていることに注意してください。 このレベル設定は、この測定 で90dBSPLの全体レベルを達成するために必要でした。 これ は、マルチトーン信号がシングル サイン トーンよりもはるかに 高いクレストファクターを持っているためです。

AP)

Export Result I	Data Step	×
Step Name:	Export Result Data	
From Result:	HFA-OSPL90	
Channels:	All Channels	
To File:	\$(APPDATA)\\$(AppFolder)\\$(HFAOSPL90File)	•
	O Append if File Exists	
	Replace File	
	✓ Insert Variable in Header	
	\$(DeviceId)	
	OK Cancel	Help

テスト DUT シーケンスの3番目の測定は、APx バンドパス周 波数スイープ測定で、名前が「FOG 曲線」に変更されました。 必要に応じて、ジェネレーター レベルを 50 dBSPL に設定しま す。 この測定では、組み込みの ISO R シリーズ スイープ定義 を使用して、200 Hz~8 kHzの ISO 優先 1/12 オクターブ周波 数が選択されています。 測定では、各周波数ステップでバンド パス フィルターを使用します。 この場合、可能な限り狭いフィ ルターを意味する「ウィンドウ幅」に設定されました。 この測 定では、Gain 結果は Full-On Gain Curve に名前が変更され、 HFA 結果はそこから導出され、HFA-FOG に名前が変更されま した。 FOG Maximum に名前が変更された組み込みの派生結果 も、完全なゲイン曲線の最大値を見つけるために使用されまし た。 テスト DUT シーケンスの 4 番目の測定は APx バンドパス 周波数スイープ測定で、名前が「基本周波数応答 (1/12-Oct)」 に変更されました。 この測定には、オペレータに補聴器を RTS に設定するよう促すシーケンス ステップがあります。 これは、 RTS で補聴器をプログラムで設定するように構成された外部プ ログラムの実行ステップに置き換えることができます。 この測 定のゲイン結果は「基本ゲイン曲線」に名前が変更され、それ から得られた HFA 結果は「RTG」に名前が変更されました。 測定値には、基本的なゲイン カーブから得られた HI – RTG タ ーゲット正規化結果もあります。 この結果は、以前にエクスポ ートされた HFA-OSPL90 の結果を読み取り、それを使用して正 規化された RTG ターゲットを計算します。 この結果の [Match Device ID] チェック ボックスがオンになっている場合、現在の デバイス ID が HFA-OSPL90 ファイルのデバイス ID と一致し ない限り、データを返さずにグラフにエラー メッセージが表示 されます。 基本周波数応答測定には、RTG 結果をエクスポート するためのシーケンス ステップもあります。 上記の HFA-OSPL90をエクスポートする手順と同様に、ファイル仕様に変 数を使用し、ヘッダーにデバイス ID を挿入します。



Figure 19. Sequence step to export the RTG result from the Basic Frequency Response measurement

最後に、基本周波数応答測定には、RMS レベルから導出された 「ANSI S3.22 Fit Limits to Data」という結果があります。 この 結果は、ユーザー定義の参照曲線に基づいて上限と下限を作成 し、測定されたデバイス応答に制限を適合させようとします。 制限は、2000 Hz までの低周波数範囲では基準曲線の4dB上と 4dB下で作成され、2000 Hz を超える高周波数範囲では基準曲 線の6dB上と6dB下で作成されます。 ANSI S3.22 仕様。 付 属のプロジェクト ファイルに含まれる参照曲線の例は、テスト 中の補聴器の参照曲線に置き換える必要があります。

グラフに結果を表示するには、参照データの XY 単位が派生 結果が関連付けられている結果と同じであり、最小周波数が 200 Hz 以下であり、最大周波数が 200 Hz 以下または 4000Hz 以上でなければならないことに注意してください。



TN133 | HEARING AID TESTS



テスト DUT シーケンスの次の 4 つの測定は、表 2 に詳述され ている THD 測定です。これらは、わかりやすくするために名前 が変更された APx THD+N 測定のインスタンスです。 この場合 に必要な唯一の結果であるため、THD 比を除いて、これらの測 定の主要な結果はすべて削除されています。



Figure 21. THD measurement at 500 Hz and 70 dBSPL

テスト DUT シーケンスの9番目の測定は APx バンドパス周波 数スイープ測定で、名前が 50 dBSPL の HFA (EIN 用) に変更さ れました。名前が示すように、この測定の目的は、HFA ゲイン を 50 dBSPL で測定して、その後の EIN 測定で使用できるよう にすることです。 この測定は、3 つの HFA 周波数にわたるスイ ープです。 HFA-Gain50 の結果をエクスポートするシーケンス ステップがあり、ここでも変数を使用し、デバイス ID をファイ ル ヘッダーに挿入します。 テスト DUT シーケンスの 10 番目 の測定は、等価入力ノイズに名前が変更された APx ノイズ (RMS) 測定です。 測定のハイパス フィルタとローパス フィル タは、200 Hz~8 kHz の必要な範囲に設定されています。 さ らに、取得時間([詳細設定] ボタンからアクセス可能)は0.5秒 に設定されているため、ノイズ測定はこの時間にわたって統合 されます。 この測定では、主要な結果のノイズ レベルが出力ノ イズ レベルに名前が変更されました。2番目の結果である HI-等価入力ノイズ (EIN) は、出力ノイズ レベルから導き出されま した。 EIN の結果は変数を使用して、前の測定でエクスポート された HFA-Gain50 の結果を読み取り、それを使用して EIN を 計算します。 [Match Device ID] チェック ボックスを使用して、 現在のデバイス ID が HFA -Gain50 ファイルのヘッダーに書き 込まれたものと一致することを確認できます。

Test DUT シーケンスの次の測定は、「Steady State Input Output」に名前が変更された APx ステップ レベル スイープ測 定です。 図 5 に示すように、入力 SPL の増加に伴う補聴器の 出力を測定します。 5 dB 刻みで 50 dBSPL から 90 dBSPL まで。 必要に応じて、測定設定を簡単に変更して、掃引するレベルの 範囲を拡大したり、レベル ステップのサイズを縮小したりでき ます。 シーケンスの次は、アタックとリリースの測定です。 この測 定値は、当初は「アタック アンド リリース (ANSI S3.22)」と 呼ばれていましたが、ap.com からダウンロードできる APx ア タック アンド リリース プラグインの一部です。 図 22 は、2 kHz の正弦波信号の SPL が 55 から 90 dBSPL に急激に増加し、 その後 90 から 55 dBSPL に減少したときの補聴器からの音響 出力信号を示しています。 この測定により、上記で説明したよ うに、補聴器のアタック タイムとリリース タイムが決定され ます。 より柔軟性が必要な場合は、この測定の他の 2 つのバリ エーションが Attack および Release プラグインに含まれてい ます。



Figure 22. Sound pressure waveform measured during the attack and release test.

テスト DUT シーケンスの次の 2 つの測定は、「IEC 60118-0 IMD 周波数スイープ」および「ANSI S3.22 IMD 周波数スイー プ」と名付けられています。 これらの測定は、それぞれ IEC 60118-0 および ANSI S3.22 で定義されたオプションの IMD ス イープを実行し、全差周波数歪み対周波数を計算します。 提供 されているプロジェクトファイルでは、組み込みの ISOR シリ ーズ スイープ定義を使用して 1/12 オクターブ周波数が選択さ れていますが、これは必要に応じて簡単に変更できます。 音響 測定信号経路の最後の測定では、補聴器を通過した音声信号の 分数オクターブ分析が行われます。 これは、オクターブ分析 (FFT による) 測定のインスタンスであり、名前が「音声のオク ターブ分析」に変更されました。 測定は APx Octave Analysis プラグインの一部で、ap.com からダウンロードできます。 こ の測定は、上記の IEC または ANSI 規格では必須ではありませ んが、デモンストレーション目的で含まれています。 APx 発生 器は正弦波信号用に校正されていることに注意してください。 したがって、クレストファクタが比較的高い音声などの信号を 生成する場合は、それに応じてジェネレータのレベル設定を大 きくする必要があります。

TN133 | HEARING AID TESTS

13 <





Figure 23. 1/24-octave spectrum of a speech signal processed by a hearing aid.

Battery Current Signal Path

テスト DUT シーケンスでは、「SP3: バッテリー電流」という 名前の信号パスを使用して、補聴器のバッテリーの消費電流を 測定します。 APx511 の場合、この信号経路の入力コネクタは Battery Current に設定されています。 この入力が選択されると、

「Zero Adjust...」というラベルの付いたボタンが Signal Path Setup に表示されます。 このボタンを使用して、アナライザー 入力に存在する DC オフセットをゼロにし、精度を向上させる ことができます。 これにはバッテリー供給電圧をオフにする必 要があり、揮発性メモリに保存されている補聴器の設定が失わ れる可能性があります。 したがって、警告メッセージが表示さ れます。この信号パスには1つの測定があります。APx DC レ ベル測定で、名前が Battery Current に変更されています。 APx511 では、バッテリー電流が直接測定されて表示されます。 APx511 以外の APx オーディオ アナライザー用の 3 つのプロ ジェクトファイルでは、バッテリー電流信号パスの入力コネク タがアナログ バランスに設定されています。 これらのプロジ ェクト ファイルでは、バッテリー電流信号パスには、名前が Measure DC Level Offset に変更された追加の APx DC レベル 測定も含まれています。 この測定には、DC レベルの結果をエ クスポートするためのシーケンス ステップが含まれます。 こ のチェック ボックスは、Test DUT 信号パスではオフになって いますが、Calibrate シーケンスではオンになっています。 そ の目的は、補聴器の電池供給がオンになる前に、校正シーケン ス中に DC レベル オフセットを測定し、CSV ファイルにエク スポートできるようにすることです。

バッテリー電流信号経路のもう 1 つの DC レベル測定は、名前 が Battery Current に変更され、Test DUT シーケンスでチェッ ク ボックスがオンになっています。 この測定には、HI – バッ テリー電流という名前の補聴器プラグインからの結果が含まれ ています。 この結果は、DC レベルから導き出されます。 測定 された DC 電圧を、グラフの下にある直列抵抗コントロールに 入力された抵抗値で割るだけで、電流が計算されます。 結果に は、Compensate DC Offset というラベルの付いたチェック ボ ックスもあります。 オンにすると、この結果は校正シーケンス 中にエクスポートされた DC オフセットを読み取り、電流を計 算する前に測定された DC レベルから減算します。 APx 変数は、 この結果とファイルを作成する上記のシーケンス ステップで DC オフセット ファイルの名前を指定するために使用されます。

Telecoil Measurement Signal Path

テスト DUT シーケンスでは、「SP5: テレコイル測定」という 名前の信号パスが、誘導ループを使用した補聴器のテレコイル モード測定に使用されます。 APx511 を使用する場合、この信 号経路の出力コネクタは単純に Telecoil に設定されます。 これ により、電流モードの誘導ループ増幅器が選択され、信号パス のすべての測定でジェネレータ レベル コントロールの単位が アンペアに変更されます。 APx 517 を使用する場合は、APx 517 の出力コネクタ Telecoil Measurements 信号パスはヘッド フォンに設定されています 増幅器、左、信号パスの Measurement Sequence Settings ノードは、SP4: Set Telecoil Reference (31.6 mA/m) という名前の信号パスからリファレン スをコピーするように構成されています。 SP4 は、キャリブ レーション シーケンス中に実行されます。 その1 つの測定は、 Auto Set Generator Level 手順を実行するように構成された Signal Path Setup です。 この手順では、発電機の出力電圧を 調整して、TBS25 チャンバーの誘導ループで 31.6 mA/m を達 成するために必要な電流である 7.9 mA の出力電流を達成する ために必要なレベルを見つけます。 電流は、電流モニター入力 を介して、ヘッドフォン アンプの内蔵センス抵抗を使用して測 定されます。

TN133 | HEARING AID TESTS



APx511 または APx517 以外のアナライザーを使用する場合、 テレコイル測定信号経路の出力コネクタは

- APx1701 トランスデューサーを使うか
- パワーアンプを使う際にアナログ出力を利用

するか (バランス、アンバランス)

上記のどちらの場合でも、信号パスの Measurement Sequence Settings ノードは、SP4: Set Telecoil Reference (31.6 mA/m) と いう名前の信号パスからリファレンスをコピーするようにも構 成されています。 ただし、APx517 プロジェクト ファイルとは 異なり、Set Telecoil Reference 信号パスは、検出抵抗がアナラ イザーの外部にあるため、ターゲット電流ではなくターゲット 電圧に調整されます。 提供されたプロジェクト ファイルは、 TBS25 サウンド テスト チャンバーの誘導ループと直列に 200 Ωの抵抗器用に構成されています。 したがって、1.580 Vrms の目標値が指定されました。 このレベルは、200Ω抵抗の電圧 降下に相当します。 それを流れる電流は 7.9 mA です (TBS25 チャンバーの誘導ループで 31.6 mA/m を達成するために必要な 電流)。 異なる直列抵抗 (または異なる誘導ループ) を使用する 場合は、それに応じてターゲット値を変更する必要があります。 この手順の設定は、Signal Path Setup の References パネルに ある「Auto Gen Level...」というラベルの付いたボタンからア クセスできます。 ジェネレーターレベルの自動設定手順が完了 すると、dBrG リファレンスがターゲットレベルを達成するた めに必要な値に自動的に設定されます。 すなわち、発生器レベ ルを 0 dBrG に設定すると、7.9 mA の電流が生成され、TBS25 テスト チャンバー内に 31.6 mA/m の磁場強度が生成されます。 この dBrG リファレンスは、Signal Path Setup 測定の実行時に Telecoil Measurement 信号パスにコピーされるリファレンスの 1つです。

テレコイル測定信号パスには APx が含まれています「SPLIV 周 波数応答」に名前が変更されたバンドパス周波数掃引測定。 バ ンドパス周波数スイープは、ステップ周波数スイープのように 広帯域レベルではなく、各周波数でバンドパス フィルター処理 された応答を測定するため、本質的にノイズの多い誘導ループ 測定に推奨されます。



Figure 24. SPLIV frequency response of a hearing aid.

SPLIV 周波数応答測定には、HFA-SPLIV という名前の RMS レ ベル結果から得られた HFA 結果が含まれます。 これは、IEC 60118-0 で指定されたメトリックの1つです。 規格を満たすに は、このスイープを3つのHFA 周波数で実行するだけでよく、 HFA-SPLIV を計算できることに注意してください。 プロジェ クト ファイルのスイープは、ユーザーがより詳細な周波数応答 情報を必要とする場合に備えて、ISO 1/12 オクターブ周波数で 指定されています。 SPLIV 周波数応答測定には、HFA-SPLIV の結果から得られた HI - 等価テスト ループ感度 (ETLS) の結果 も含まれます。 これは、音響測定信号パスの基本周波数応答測 定から以前にエクスポートされた RTG データを読み取ります。 補聴器プラグインの他の結果と同様に、この結果は変数を使用 し、オプションで RTG ファイルに書き込まれたデバイス ID が 現在のデバイス ID と一致することを確認します。 Telecoil Measurements 信号パスの最後の測定は、「HFA MASL (10 mA/m FOG)」に名前が変更された APx バンドパス周波数スイ ープ測定です。 この測定では、オペレータに補聴器を最大ゲイ ンに設定するよう指示するプロンプトが表示されます。 発生器 レベルを -10 dBrG に設定して 3 つの HFA 周波数を掃引します。 これは 10 mA/m に相当します。 この測定値には、Hearing Instrument プラグインから派生した 2 つの結果、HFA と HFA MASL が含まれています。 HFA MASL にはグラフの下にコント ロールがあり、磁場強度を mA/m で指定します。 上記のように、 HFA レベルから HFA MASL を計算します。

これらのプロジェクト ファイルでは、ナビゲーターの下部にあ る [レポート] チェック ボックスがオンになっています。 その ため、テスト DUT シーケンスが完了すると、測定シーケンス全 体の詳細なテスト レポートが表示されます。 このレポートは、 サポートされているいくつかの形式のいずれかで保存できます。

TN133 | HEARING AID TESTS

15 ◀



Demonstration of Hearing Instrume	ent Tests per Technote 133 Audio
Pre-Sequence Inputs:	
ID: 123456	
Summary	
SP2: Acoustic Measurements	
OSPL90 Frequency Response (Chirp)	C PASSED
OSPL90 Frequency Response (Multitone)	S PASSED
FOG Curve	S PASSED
Basic Frequency Response (1/12-Oct)	S PASSED
THD at 500 Hz / 70 dBSPL	S PASSED
THD at 800 Hz / 70 dBSPL	S PASSED
THD at 1.6 kHz / 65 dBSPL	S PASSED
THD at3.2 kHz / 60 dBSPL	S PASSED
HFA at 50 dBSPL (for EIN)	S PASSED
Equivalent Input Noise	S PASSED
Steady-state Input Output	S PASSED
Attack and Release	S PASSED
IEC 60118-0 IMD Frequency Sweep	S PASSED
ANSI S3.22 IMD Frequency Sweep	S PASSED
Octave Analysis of Speech	S PASSED
SP3: Battery Current	
Battery Current	S PASSED
SP5: Telecoil Measurements	
SPLIV Frequency Response	S PASSED
HFA-MASL (10 mA/m FOG)	S PASSED
Sequence Result:	
Sequence Result: Sequence Result:	
A Du la staumant	

Figure 25. Summary section of APx test report.

Conclusion

これで、IEC 60118-0 および ANSI S3.22 で指定された一次補 聴器測定を APx500 シリーズ オーディオ アナライザーで実施 する方法について説明した説明を終了します。 APx プラットフ ォームの広範な機能セットを使用して、必要に応じてさらに多 くの種類のオーディオ測定を実行できます。 このテクニカルノ ートで説明されている APx プロジェクト ファイルは、ap.com からダウンロードできます。



5750 SW Arctic Drive, Beaverton, Oregon 97005 | 503-627-0832 www.ap.com Copyright © 2021 Audio Precision XXI04131300