



Calibration

دکتر سعید فراهانی

عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی تهران

تاریخچه

اگرچه سابقه علم اندازه گیری و کالیبراسیون به قدیمی ترین تمدنهای بشری باز میگردد، اما با تغییر نوع روابط بین کشورها نسبت به زمان قدیم و گسترش این ارتباطات از سال 1875 به بعد سیستم اندازه گیری بصورت یکسان از طرف اکثر کشورها و رفته رفته تمامی آنها پذیرفته شد.

بنابراین با هماهنگ شدن این نظام ضرورت بوجود آمدن زبانی مشترک در این رابطه نیز مشخص گردید.



تعريف

مقایسه يك دستگاه اندازه گیری با يك استاندارد و تعیین میزان خطاي این وسیله نسبت به آن و در صورت لزوم تنظیم دستگاه در مقایسه با استانداردهای مربوطه.



کالیبراسیون و ضرورت آن

کالیبراسیون در واقع ایجاد نظامی موثر به منظور کنترل صحت و دقت پارامترهای مترولوژیکی دستگاه های آزمون و وسایل اندازه گیری و کلیه تجهیزاتی است که عملکرد آنها بر کیفیت فرایند تاثیر گذار می باشد که به منظور اطمینان از تطابق اندازه گیریهای انجام شده با استانداردهای جهانی مورد استفاده قرار میگیرد.



اندازه گیری مطمئن

هر دستگاه ویژگی های فنی و ویژگی های اندازه شناختی (مترولوژی) خود را دارد. با توجه به اینکه دستیابی به کیفیت برتر از طریق انجام آزمون ها و اندازه گیری های مطمئن ارزیابی می گردد، این بحث مطرح می شود که:

- ❖ اندازه گیری مطمئن چگونه اندازه گیری می باشد؟
- ❖ آیا نو بودن تجهیزات یا استفاده از تکنولوژی جدید دستگاهی، می تواند منجر به اندازه گیری مطمئن شود؟

پاسخ اینست که تنها کالیبراسیون صحیح و دوره ای به نتایج خروجی دستگاه ها کیفیت می بخشد. با انجام کالیبراسیون به دنبال یافتن ویژگی های اندازه شناختی دستگاه هستیم تا در صورت نیاز اصلاحات لازم را انجام دهیم. اغلب استانداردهای مدیریت کیفیت در بخش الزامات فنی، از کالیبراسیون تجهیزات نام برده و آنرا الزام نموده اند.



اهمیت اندازه گیری

استانداردهای مدیریت اهمیت خاصی برای تمام تجهیزات تولید به ویژه تجهیزات اندازه گیری قابل هستند؛

- علم از جایی شروع می شود که اندازه گیری آغاز می شود.
- بدون اندازه گیری امکان بررسی هیچ گونه پیشرفتی وجود ندارد.
- توان اندازه گیری، معیار بسیار خوبی برای تعیین میزان پیشرفت یک جامعه است.
- بدون اندازه گیری زندگی برای بشر امروزی میسر نیست.



اصول اندازه گیری

- ✓ وسیله اندازه گیری درست انتخاب شود.
- ✓ وسیله اندازه گیری درست نصب شود.
- ✓ وسیله اندازه گیری درست نگهداری شود.
- ✓ وسیله اندازه گیری درست بکار گرفته شود.
- ✓ وسیله اندازه گیری درست کالیبره شود.



باید دانست:

- در هیچ زمینه علمی هیچ گونه پیشرفتی بدون اندازه گیری حاصل نمی شود.
- در هیچ اندازه گیری بدون ابزار مناسب، نتیجه درستی حاصل نمی شود.
- بدون کالیبراسیون از هیچ ابزار اندازه گیری نتیجه درستی حاصل نمی شود.



کدام دستگاه ها باید کالیبره شوند

هر وسیله ای که برای اندازه گیری به کار می رود و در روش های اجرایی به استفاده از آن اشاره شده است، نیاز به تعیین صحت و دقت یا کالیبراسیون دارد. دستگاه های اندازه گیری باید به طور دوره ای کالیبره شوند. گذشت زمان، فرسودگی، حوادث غیر قابل پیش بینی، باعث می شوند تا قابلیت ردیابی نتایج آنها تا استانداردها زیر سوال رفته و نیازمند تایید مجدد باشند.

برای تجهیزات کالیبره شده گواهی کالیبراسیون صادر شده و ضمیمه دستگاه می گردد.



اهداف اصلی کالیبراسیون

- 1 - برای تعیین درستی مقادیر خوانده شده از دستگاه.
- 2 - برای استقرار قابلیت ردیابی دستگاه به استانداردهای مرجع (هدف نهایی کالیبراسیون برقراری قابلیت ردیابی عنوان شده است).
- 3 - تعیین خطای وسیله اندازه گیری تحت آزمون نسبت به استانداردهای مرجع یا تایید صلاحیت عملکرد آن است.



اهمیت کالیبراسیون

- دقت در اندازه گیری
- کاهش هزینه های تعمیراتی
- ایجاد اعتماد در جامعه و بخصوص در بیماران
- درمان مناسب بیماران به دلیل کاهش خطای اندازه گیری
- افزایش کیفیت ارائه خدمات
- الزامات ایزو برای کالیبراسیون تجهیزات اندازه گیری



دستاوردهای کالیبراسیون

- به دست آوردن نتایج درست و صحیح در اندازه گیری.

- کاهش هزینه و دوباره کاری.

- بهره وری بیشتر.

- جوابگویی در دعاوی حقیقی و حقوقی.

- اخذ گواهی های استاندارد های مدیریت.

- جلوگیری از تضییع حقوق مصرف کننده و تولید

کننده.



مراحل انجام کالیبراسیون



۱. کد گذاری تجهیزات اندازه گیری و تهیه شناسنامه و لیست آنها.
۲. طبقه بندی تجهیزات اندازه گیری از نظر کالیبراسیون.
۳. تعیین دوره تناوب کالیبراسیون.
۴. تعیین حد مجاز خطا.
۵. انتخاب کالیبره کننده.
۶. کالیبراسیون (عملیات کالیبراسیون، تعیین خطای تجهیز، صدور گواهی و برچسب کالیبراسیون، نصب برچسب کالیبراسیون).
۷. اعمال نتایج کالیبراسیون؛ ۸. ثبت و حفظ و نگهداری سوابق کالیبراسیون.

دقت در ارزیابی های شنوایی بر پایه سه شرط لازم استوار می باشد:

1. شنوایی شناس ماهر
2. محیط آزمایش کنترل شده از لحاظ اصوات مزاحم
3. تجهیزات آزمایشی دقیق



□ یکی از اولین توصیه ها در استفاده از تجهیزات شنوایی مطالعه دستورالعمل دستگاه ها و نوع استاندارد آنها می باشد.

□ هنگامی که یک ادیومتر یا دیگر تجهیزات، در این استانداردهای اجرایی قرار میگیرند، هیچگونه تضمینی مبنی بر پابرجا ماندن کالیبراسیون آنها وجود ندارد.



دلایل خروج دستگاه از کالیبراسیون:

- خرابی و فرسودگی گوشی ها و یا تجهیزات
- داغ شدن بیش از حد دستگاه که سبب خرابی قطعات می گردد
- تأثیر رطوبت هوا و گرد و غبار بر کایدها و قطعات
- عمر طبیعی اجزاء الکترونیکی و الکتریکی و...



به طور ساده يك اديومتر كالبره اديومتری است كه:

- 1- سيگنال را در سطح شدت و فرکانسي كه مورد انتظار است توليد نمايد.
- 2- سيگنال را در مسيري كه مورد انتظار است هدايت نمايد.
- 3- سيگنال را به دور از هرگونه آلودگي صوتي ديگر نظير نويز، كليك و يا اعوجاج توليد و ارائه نمايد.





مروري بر استانداردها

- ❑ یک استاندارد یک سند نوشته شده است که بصورت خاص توسط کمیته تخصصی بر پایه دلایل علمی و پذیرش عملی توسعه یافته است.
- ❑ يك استاندارد معمولاً توسط انجمن هاي ملي و بين المللي و براساس مطالعات و آزمایشات علمی، نوشته و تصویب می گردد.
- ❑ هدف اولیه از تدوین یک استاندارد فراهم آوردن یکنواختی (متحد الشكل شدن) در میان تمامی استفاده کنندگان از تجهیزات مربوطه می باشد.

موسسه های استاندارد گذاری بین المللی

- International Organization for Standardization (ISO)
- Acoustical Society of America (ASA)
- **American National Standards Institute (ANSI)**
- International Electrotechnical Commission (IEC)

مروري بر استانداردها

❑ پذیرش استانداردها اختیاری است. اما وقتی در قالب قانون نوشته شوند اجباری بوده و پیگرد های قانونی را در پی خواهد داشت.

❑ استانداردها ممکن است ملغی شوند، اصلاح شوند و یا به همان صورت باقی بمانند.

❑ هر استاندارد شامل یک عنوان است که به جزئیات آن استاندارد اشاره میکند.

بطور مثال:

ANSI S3.6-2010 (استاندارد ANSI ، کمیته بیواکوستیک، شماره دستگاه که

در اینجا ادیومتر است و سال انتشار استاندارد)

مروري بر استانداردها

TABLE 2.1

ANSI, IEC, and ISO Standards for Audiometers and Audiometric Testing

Number	Title
ANSI S3.1-1999 [R 2008]	Maximum Permissible Ambient Noise for Audiometric Test Rooms
ANSI S3.2-2009	Method for Measuring the Intelligibility of Speech Over Communication Systems
ANSI S3.6-2010	Specification for Audiometers
ANSI S3.7-1995 [R 2008]	Coupler Calibration of Earphones, Method for
ANSI S3.13-1987 [R 2012]	Mechanical Coupler for Measurement of Bone Vibrators
ANSI S3.20-1995 [R 2008]	Bioacoustical Terminology
ANSI S3.21-2004 [R 2009]	Method for Manual Pure-Tone Threshold Audiometry
ANSI S3.25-2009	Occluded Ear Simulator
ANSI S3.36-2012	Specification for a Manikin for Simulated In Situ Airborne Acoustic Measurements
ANSI S3.39-1987 [R 2012]	Specifications for Instruments to Measure Aural Acoustic Impedance and Admittance [Aural Acoustic Immittance]
ANSI S1.4-1983 [R 2006]	Specifications for Sound Level Meters
IEC 60318-1:2009	Electroacoustics: Simulators of Human Head and Ear, Part 1—Ear Simulator for the Calibration of Supra-aural and Circumaural Earphones
IEC 60318-4:2010	Electroacoustics: Simulators of the Human Head and Ear, Part 4—Occluded-Ear Simulator for the Measurement of Earphones Coupled to the Ear by Means of Ear Inserts
IEC 60318-6:2007	Electroacoustics: Simulators of Human Head and Ear, Part 6—Mechanical coupler for the measurement on bone vibrators
IEC 60645-3:2007	Electroacoustics: Audiometric equipment, Part 3—Auditory Test Signals of Short Duration for Audiometric and Neuro-otological Purposes
IEC 60645-5:2004	Electroacoustics: Audiometric Equipment, Part 5—Instruments for the Measurement of Aural Acoustic Impedance/Admittance
IEC 60645-6:2009	Electroacoustics: Audiometric Equipment, Part 6—Instruments for the Measurement of Otoacoustic Emissions
IEC 60645-7:2009	Electroacoustics: Audiometric Equipment, Part 7: Instruments for the Measurement of Auditory Brainstem Responses
IEC 60645-6:2009	Electroacoustics: Audiometric Equipment, Part 6: Instruments for the Measurement of Otoacoustic Emissions

استانداردها

- ✓ معمولا استانداردهای IEC و ANSI با یکدیگر مطابقت نزدیکی دارند.
- ✓ برای درک بهتر روش های کالیبراسیون ، کاربر باید ابتدا پارامترهای مورد نیاز را شناسایی نماید. برای مثل برای ادیومتری صوت خالص، سه پارامتر فرکانس – شدت – زمان وجود دارد.

استاندارد های مربوط به ادیولوژی معمولا موارد ذیل را شامل می شوند:

- ✓ تعاریف
- ✓ انواع ادیومترها
- ✓ مبدل ها
- ✓ منابع تولید اصوات
- ✓ سطوح آستانه های مرجع
- ✓ روش های کالیبراسیون
- ✓ طول دوره های بررسی

انواع ادیومتر

1- براساس سیگنالی که تولید می نمایند. در این خصوص ادیومترها را می توان به دو دسته کلی ادیومترهای صوت خالص و ادیومترهای گفتاری تقسیم نمود.

2- براساس محدوده فرکانسی که تولید می نمایند. در این حالت ادیومترها را میتوان به ادیومترهای محدود، ادیومترهای مرسوم، و ادیومترهای High frequency طبقه بندی نمود.

انواع ادیومتر

- 3- براساس روشی که آستانه شنوایی را ارزیابی می نمایند. که می توان به صورت دستی، خودکار و یا کامپیوتری بیان نمود.
- 4- براساس اهداف بالینی مورد استفاده، که می تواند به صورت ادیومترهای تشخیصی، ادیومترهای کلینیکی، ادیومترهای غربالگری و ادیومترهای صنعتی باشد.
- 5- براساس تعداد اجزاء مستقل تشکیل شده نیز میتواند به صورت يك کاناله، دو کاناله... تقسیم بندی شوند.
- 6- براساس قابلیت حمل و نقل ، آیا ادیومتر قابل حمل است و یا اینکه ادیومتر ثابت است.

انواع ادیومتر

استاندارد ANSI بر اساس 3 پارامتر ذیل دستگاه های ادیومتر را طبقه بندی می کند:

- 1- حداقل ویژگی های مورد نیاز
- 2- حداقل فرکانس های مورد نیاز
- 3- حداکثر سطوح خروجی شدت

Table T1-1 Minimum Required Features for Pure Tone and Speech Audiometers

Pure Tone Speech Minimum Required Features	1	2	3	4	HF*	A	B	C
Transducers								
Supra-aural earphones	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes [†]	Yes [†]	Yes [†]
Insert earphones	Yes	No	No	No	No	No	No	No
Loudspeakers or electrical output [‡]	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Bone vibrator	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No
Hearing Levels, Test Frequencies (see Table T1-2)								
Test Signal Switching								
Presentation order/option	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Pulsed tone	Yes	Yes	No	Yes [§]	Yes	Yes	No	No
Frequency modulation (FM)	Yes	Yes	No	No	No	No	No	No
Reference Tone								
Algebraic presentation	Yes	Yes [¶]	No	No	No	No	No	No
Simultaneous presentation	Yes	No	No	Yes [¶]	No	No	No	No
Speech Input								
Playback device ^{¶¶} for electrical input for recorded material ^{¶¶}	Yes	Yes	No	No	No	Yes	Yes	Yes
Microphone	No	No	No	No	No	Yes	Yes	No
Masking								
Stimulus/combination	Yes	Yes	Yes	No	Yes	No	No	No
White noise	Yes	Yes	No	No	No	No	No	No
Speech spectrum noise	No	No	No	No	No	Yes	Yes	Yes
Masking of Masking								
Continental earphone	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes	No	Yes
Insertal earphone	Yes	No	No	No	No	No	No	No
Loudspeaker	Yes	Yes	No	No ^{¶¶}	No	Yes	Yes	No
Bone vibrator	Yes	No	No	No	No	No	No	No
Subject Response	Yes	Yes	Yes	Yes ^{¶¶}	Yes	Yes	No	No
Signal Indicator	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
Audible Monitoring								
Operator for Subject Communication	Yes	No	No	No	No	Yes	Yes	No
Talk-Back System	Yes	No	No	No	No	Yes	Yes	No

Source: Adapted from ANSI S3.6-2004, American National Standard Specification for Audiometers, © 2004 with permission of the Acoustical Society of America, 35 Franklin Road, Suite 114E, Melville, NY 11767.

*Audiometers used for testing high frequency (HF) test tones from 8000 to 16,000 Hz.

[†]Yes field equivalent recommended, when provided the designation is type 1.

[‡]If loudspeakers are not supplied, manufacturer must specify how continuously will be achieved.

[§]Not required for manual audiometers.

[¶]Playback device not always supplied by the manufacturer.

^{¶¶}Not required for automatic recording audiometers.

Table 11-2 Minimum Required Frequencies and Maximum Hearing Levels for Pure-Tone Audiometers

Frequency (Hz)	Maximum Hearing Levels (dB HL) ^a							
	Type 1 ^b		Type 2 ^c		Type 3 ^d		Type 4 ^e	
	Air	Bone	Air	Bone	Air	Bone	Air	
125	70	—	60	—	—	—	—	
250	90	45	80	45	70	35	—	
500	120	60	110	60	100	50	70	
750	120	60	—	—	—	—	—	
1000	120	70	110	70	100	60	70	
1500	120	70	110	70	—	—	—	
2000	120	70	110	70	100	60	70	
3000	120	70	110	70	100	60	70	
4000	120	60	110	60	100	50	70	
6000	110	50	100	—	90	—	70	
8000	100	—	90	—	80	—	—	
Speech	100	60	60	55	—	—	—	

^aMinimum HL is ≤ -10 dB for types 1 to 4.

^bSound field loudspeaker output within 250 to 6000 Hz is within 20 dB of the air tabled values for type 1, 2, and 3 for pure tones, warble tones, or speech.

^cMaximum HL is extended to 90 dB HL for type 4 if used for hearing conservation purposes.

^dMaximum HL may be 10 dB less than tabled values for type 1 using circumaural or insert earphones.

Note: Maximum HL for type HF is 90 dB HL from 8000 to 11,200 Hz and 50 dB HL from 12,000 to 16,000 Hz; minimum HL is -20 dB HL at all frequencies above 8000 Hz.

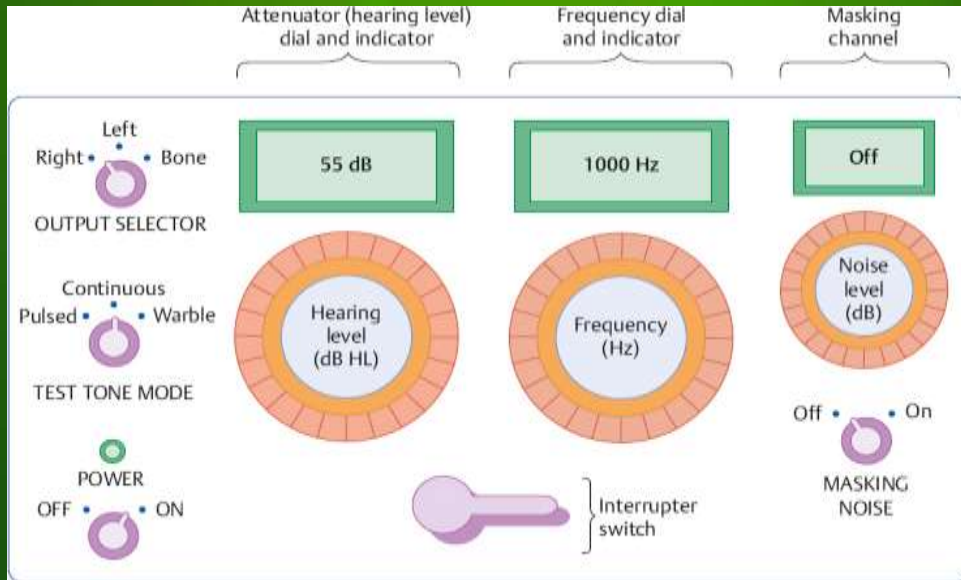
Source: Reprinted from ANSI S3.6-2004, American National Standard Specification for Audiometers, © 2004 Acoustical Society of America, 35 Pineblow Road, Suite 114E, Melville, NY 11747, with permission.

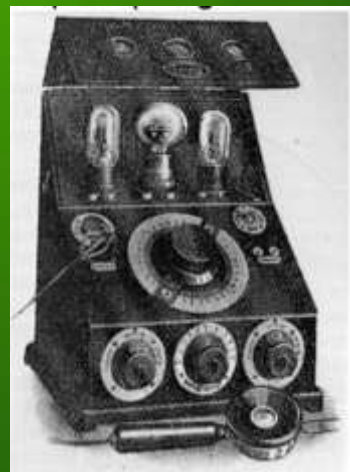
ادیومترهای صوت خالص

ساده ترین نوع ادیومتر، ادیومتر اصوات خالص می باشد که شامل بخش های زیر است:

- ❖ مدار تولید سیگنال صوت خالص
- ❖ کلید ارائه (Interrupter Switch)
- ❖ تقویت کننده
- ❖ مدار کاهشده برای تنظیم شدت (Attenuator)
- ❖ کلید انتخاب خروجی
- ❖ گوشی ها

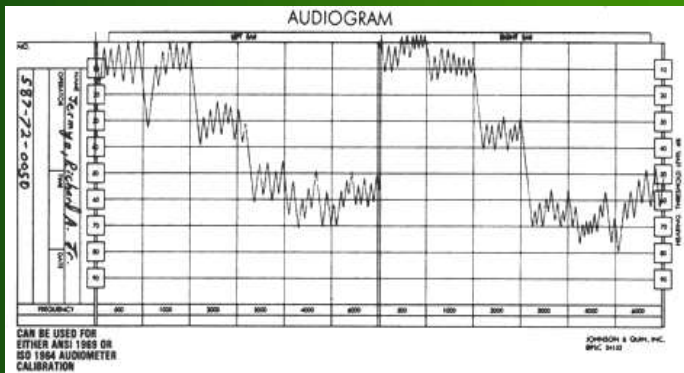
ادیومتر







ادیومتر خودکار



ادیومتر خودکار با نام ادیومتر بکزی و یا ادیومتر Self-recording معرفی است و برای اهداف تشخیصی و یا آزمایش های شنوایی صنعتی مورد استفاده قرار می گیرد و به آزمون شونده این امکان را می دهد تا به ثبت آستانه شنوایی خود بپردازد.

ادیومتر گفتاری

ادیومتر گفتاری مانند ادیومتر اصوات خالص می باشد بجز اینکه بجای مولد سیگنال از یک میکروفون و یا یک ورودی برای استفاده از ضبط صوت بهره می برد.

البته به طور معمول ادیومترها به صورت مجتمع طراحی می شوند ، یعنی در ادیومتر هم مدار گفتار و هم مدار مولد سیگنال قرار داده می شود بدین ترتیب ادیومتر را کلینیکال و یا تشخیصی می گویند.

ادیومتر High-Frequency

ادیومترهایی که توانایی تولید و ارائه فرکانس های بیش از 8000 هرتز را دارند و قادرند تا 16000 هرتز را آستانه گیری نمایند.

در این ادیومتر ها از گوشی های circumaural استفاده می شود.

مبدل ها

وظیفه مبدل ها تغییر یک انرژی به انرژی دیگر است.

Earphones

Loudspeaker

Insert

Bone Vibrator

گوشی های supra-aural

مبدل های TDH39,49,50 از خانواده Telephonics



دو مدل بالشتک

MX-41/AR ✓

Telephonics model 51 ✓

فشار هدبند نیز در این استاندارد $0/5 \pm 4/5$ نیوتن تعیین شده است.

گوشی های supra-aural

معایب :

- ✓ شدت نویز
- ✓ قرارگیری يك بالشتك روي گوش
- ✓ تأثیرات ناشی از فشار گوشي بر ستون هوای موجود در مجرای گوش
- ✓ با تغییر نیروی اعمالی توسط هدبند گوشي در تماس با لاله مشکلات بیشتری نیز پدید می آید

گوشی های Circum-aural

مانند گوشي هاي **supra-aural** هستند با اين تفاوت كه مبدل و بالشتك در درون يك جام قرار گرفته اند.

دو مدل از اين گوشي ها تحت عنوان **Sennheiser HDA200** و نوع **HV/1A** مي باشند.



از مهمترين مسائل در مورد بالشتك ، قطر دهانه آن مي باشد. قطر دهانه بالشتك طبق استاندارد 3/4 اينچ اعلام شده است.

مزایای استفاده از گوشی ها

- 1- محیط اکوستیکی مناسب که به محفظه زیر گوشی محدود می شود.
- 2- گوشی هایی با مشخصه های پاسخ دهی که در مطلوب ترین محدوده شنوایی (300 - 3000 هرتز) به طور قابل قبولی مستقل از فرکانس هستند، را می توان در قیمت های مناسبی تولید کرد.
- 3- سطح شدت صوتی که به گوش میرسد با حرکت سر تحت تأثیر قرار نمی گیرد.
- 4- به دلیل نزدیکی به پرده گوش تقویت کمتری مورد نیاز است.
- 5- تحت تأثیر عوامل جاذب صوت که در محیط باز می تواند سبب تغییر در

گوشی داخلی (Insert phone)

□ مبدل های داخل گوشی در واقع جهت استفاده در آزمایش دستگاه های تقویت کننده نظیر سمعک ها و نیز برای ارائه نویز پوششی به منظور برطرف کردن دخالت گوش غیر آزمایشی و بالا بردن میزان IA مورد نظر بودند.



ER-3A Etymotic Research ✓

... E-A-R Division of Cabot ✓

E-A-RTONE 3A ✓

بلندگوها

در بسیاری از موارد لازم است تا بررسی های ادیولوژیک و یا سایکو اکوستیک در حالت میدان باز صوتی و یا محیط صوتی انجام پذیرد.

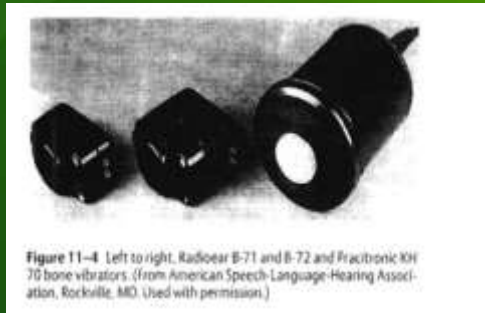
❖ بررسی سیستم های تقویت کننده

❖ ارزیابی شنوایی کودکان

مرتعی شونده استخوانی

- يك مبدل الكترو مغناطیسی است كه دارای يك سطح ارتعاشی به اندازه 175 ± 25 میلی متر مربع می باشد.
- معمول ترین مرتعی شونده استخوانی نوع B-71 است .
- پاسخ فرکانسی این مدل همچنان كه فرکانس افزایش می یابد دارای سه قعر رزونانسی در حدود فرکانسی 450 ، 1500 و 3800 هرتز است كه به صورت كاهشی در دامنه مشاهده می گردد

مرتعش شونده استخوانی



- مدل دیگری از مرتعش شونده استخوانی وجود دارد که دارای وزنی معادل 48 گرم می باشد، نام انتخابی این مدل B – 72 می باشد.

- مدلی دیگر از مرتعش شونده استخوانی نیز وجود دارد که با نام KH 70 شناخته می شود.

KH 70 دارای یک پاسخ فرکانسی مسطح در فرکانس های 8000 تا 16000 هرتز می باشد و بدین ترتیب برای ارزیابی آستانه فرکانسی راه استخوانی در این فرکانس ها مناسب می باشد.

نیازهای عمومی

- ❖ استاندارد ANSI S3.6-1996 عنوان می کند که جهت ثابت ماندن خروجی دستگاه، لازم است که در نحوه ساخت توجه کافی برای ایمنی لحاظ گردد. در این حالت این استاندارد اعلام می دارد که در شرایط دمایی 15 تا 35 درجه سانتیگراد (59 تا 95 درجه فارنهایت) و رطوبت 30 تا 90 درصد ، خروجی دستگاهها بایستی تغییر نکند.
- ❖ محافظ های الکتروشوک و الکترواستاتیک، لیبیل گذاری، تعیین نوع استاندارد.

بررسی روزانه تجهیزات

- در ابتدای شروع بکار با هر دستگاهی بهتر است اول دفترچه راهنمای آن دستگاه به دقت مورد مطالعه قرار گیرد.
- برای راه اندازی تجهیزات، بعد از اینکه سیم های ارتباطی وصل گردیدند، لازم است پس از روشن کردن دستگاه هر يك از مبدل ها (گوشي ها ، بلندگو ها و...) با توجه به سیگنال و شدت ارائه شده بررسی گردند.

به طور معمول باید به صورت روزانه مسائل زیر بررسی شوند:

پی بردن به پارگی و یا پوسیدگی سیم های اتصال و نیز اطمینان از اتصال صحیح آنها

موجب:

- قطع و وصل شدن محرك
- سبب ایجاد كليك
- کاهش میزان خروجي

بررسی شلی و یا لقی دایال ها

✓ در چنین مواردی ممکن است کمیت های نشان داده شده صحیح نباشند.

بررسی شدت و خطی بودن سیستم کاهنده با گوش خود

✓ در بسیاری از موارد افرادی که با دستگاه کار می کنند با گوش کردن به سیگنال ارائه شده در یک سطح و یا سطوح آستانه ای از صحت عملکرد دستگاه خود اطمینان حاصل می نمایند ، اما باید دانست این کار اگرچه ضروری می باشد لیکن کافی نیست و باید صحت ارائه شدت برای تمامی سطوح نیز بررسی شوند.

وجود صدای نویز داخلی و یا Hum در گوشی

□ بررسی ارائه فرکانس و محرک های مورد استفاده.

□ بررسی وجود نشت صوتی (Cross talk)

✓ این مشکل معمولاً بدلیل اتصالی های سیم های خارجی و یا داخلی دستگاه پدید می آید.

✓ نشت صوتی به گوش مقابل عموماً از شدت کمتری نسبت به گوش آزمایشی برخوردار است اما می تواند سبب مخدوش شدن آزمایش گردد.

کالیبراسیون تجربی یا بیولوژیک

- ❖ شاید سریع ترین و آسان ترین روش برای يك آزمایشگر این باشد که پرونده ای از آستانه های شنوایی خود داشته باشد تا به این ترتیب بتواند جهت تعیین صحت عملکرد ادیومتر ، آستانه های خود را با آن مقایسه کند.
- ❖ روش دیگر قدیمی تر بوده و قبل از اینکه تحقیقات راجع به سطح شنوایی گزارش شوند نیز مورد استفاده قرار می گرفت . روش مزبور شامل آستانه گیری 10 نفر با شنوایی سالم و هنجار بود .
- ❖ روش سوم که مورد استفاده قرار می گیرد روش موازنه بلندی است.

□ این بررسی بر روی سه فرد و حداقل در سه سطح شدت صوتی 20 ، 40 و 60 دسی بل ارائه می‌گردد و میانگینی از سه قضاوت در مورد بلندی در هر سطح و برای هر فرکانس بدست می‌آید ، در این حالت نتایج بهتری می‌تواند کسب شود.

□ اگر یک ادیومتر که به دقت کالیبره گردیده است در دسترس باشد الزاماً نیازی به روش موازنه بلندی نیست و می‌توان برای 10 بیمار مبتلا به ضایعه شنوایی با هر دو ادیومتر (سالم و مشکوک) آستانه گیری نمود.

□ هنگامیکه خطاها مشخص شد ، تا زمان بررسی و تصحیح دقیق لازم نیست ادیومتر مزبور کنار گذاشته شود.

کالیبراسیون تجربی BC

- ✓ روش اول همان روش موازنه بلندی است. روش دوم مبتنی بر آستانه های بدست آمده از افراد طبیعی است و روش سوم مربوط به پاسخ های بیمارانی است که دارای کاهش شنوایی حسی عصبی هستند.
- ✓ تجهیزات لازم جهت تطبیق بلندی در تمام موقعیت های کلینیکی در دسترس نمی باشد.
- ✓ کنترل بسیار آگاهانه از وضعیت نویز محیط بایستی برقرار باشد.
- ✓ انطباق يك صوت انتقال استخوانی با بلندی محرك انتقال هوایی که به صورت يك گوشي ارائه می شود به این دلیل که سیگنال انتقال استخوانی به هر دو گوش خواهد رسید منطقی نمی باشد.

✓ روش دوم بدست آوردن مقادیر مرجعی برای سیستم انتقال استخوانی بوسیله معدل گیری آستانه های BC بدست آمده از افرادی که شنوایی طبیعی دارند می باشد.

✓ روش سوم شامل آستانه گیری افرادی است که دارای کاهش شنوایی حسی عصبی می باشند و به عنوان روشی جهت اجتناب از تأثیرات نویز زمینه ای توسط کارهات شرح داده شده است.

تجهيزات مورد استفاده براي كاليبراسيون فيزيكي

(1) دستگاه اندازه گيري شدت صدا SLM بهمراه فيلتر يك سوم اکتاو



(2) كوپلرها

(3) ولت متر

(4) شمارنده الكترونيكي

(5) اسيلوسكوپ

✓ SLM تشکیل شده است از يك ميكروفون ، يك مدار تقويت كننده، و يك نمايشگر، كه همه با هم در يك واحد جمع گشته و براي اندازه گيري ميزان SPL صدا مورد استفاده قرار مي گيرند.

✓ نوع 1 SLM داراي فيلتر يك سوم اکتاو باند و يك ميكروفون از نوع Condenser (با خازنی) مي باشد كه داراي نوبز داخلي بسيار كم و پاسخ فرکانسي وسيع و فلت و در يك محدوده شدتي بسيار وسيع بخوبي عمل ميكند.

✓ sound field condenser -Pressure condenser mic

✓ پيستافون

کوپلرها

➤ کوپلرها وسائل استاندارد شده اي هستند که براي اندازه گيري شدت خروجي مبدل ها مورد استفاده قرار مي گيرند .

➤ کوپلر NBS 9A

➤ کوپلر IEC 318

➤ کوپلر هاي سمعک HA

➤ شبیه ساز گوش

➤ کوپلر مکانیکال

کوپلر NBS 9A



- این کوپلر جهت اندازه گیری شدت خروجی گوشی های “ روی گوشی ” مورد استفاده قرار می گیرد.
- به این کوپلرها ، 6 cc کوپلر نیز می گویند. این حجم هوا معادل با حجم هوایی است که بین دیافراگم گوشی ها و پرده گوش در هنگام قرار گیری گوشی سوپرا روی لاله پدید می آید.
- در هنگام کالیبراسیون ، پس از قرار دادن گوشی بر روی کوپلر ، یک وزنه 500 گرمی بر روی گوشی قرار داده می شود تا نیروی فنر هدبند را تعدایی نماید.

کوپلر IEC 318



- ✓ کوپلر استاندارد دیگری که توسط استاندارد ANSI S3.6-1996 برای کالیبراسیون گوشی های سوپرا مورد تأیید قرار گرفته است.
- ✓ دامنه پاسخ فرکانسی این مدل کوپلر از فرکانس 20 تا 10000 هرتز مشابه حساسیت انسان می باشد و برای کالیبره گوشی هایی که مشابهتی به گوشی های سوپرا ندارند نیز مناسب می باشد .

□ کوپلر IEC 318 گوش مصنوعي

□ کوپلر NBS 9A کوپلر اکوستيکي



2 cc کوپلر و شبیه ساز گوش

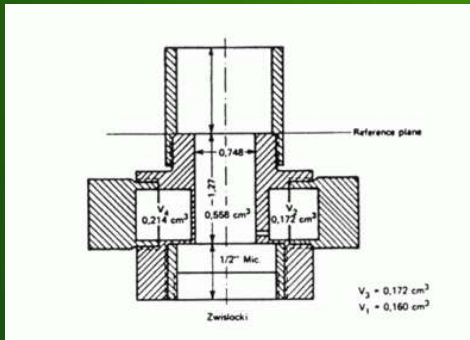
به کوپلرهای سمعک نیز معروفند. می توانند برای اندازه گیری خروجی گوشهای داخلی و نیز اندازه گیری و ارزیابی خروجی سمعک ها مورد استفاده قرار گیرند.



HA4 . HA3 . HA2 . HA1

Zwisloki

Zwisloki . . . دارای چهار شبکه اکوستیکی بوده که امپدانس اکوستیکی گوش میانی و پرده گوش را با دقت بیشتری شبیه سازی نموده است و اصولاً در آدمک کمار مورد استفاده قرار می گیرد.



اندازه گیری های اساسی در کالیبراسیون فیزیکی

➤ اندازه گیری شدت

همان طوریکه میدانیم حساسیت شنوایی در تمامی فرکانس ها در يك سطح یکسان نمی باشد. برای مثال افراد طبیعی به طور میانگین برای شنیدن فرکانس 250 هرتز نیازمند به مقدار dB 26.5 spl انرژی می باشند اما در فرکانس 1000 هرتز این مقدار در حد 7.5 dBspl می باشد.

➤ لازم است سطح spl شدت صوت را به سطح HL تبدیل نمائیم. در این مورد استانداردهای مختلف مقادیر spl مرجعی را به عنوان سطوح فشار صوتی معادل آستانه ای مرجع (RETSPLs) برای مبدل های راه هوایی و سطوح نیروی معادل آستانه ای مرجع (RETFLs) برای مبدل های مرتعش شونده (مکانیکی) ارائه نموده اند.

➤ بنابراین برای اندازه گیری شدت خروجی میدل ها از سطوح بالاتری استفاده می شود. این سطح برای گوشی ها 70 دسی بل (برای اجتناب از مداخله نویز محیط) و برای مرتعش شونده 50 دسی بل (بجز در فرکانس 250 که در سطح 20 دسی بل تنظیم می شود تا از اعوجاج دوری شود) قرار داد شده است.

➤ سطوح قابل قبول انحراف معیار : برای فرکانس های 125 تا 5000 هرتز در حد $3 \pm$ دسی بل و بالاتر در حد $5 \pm$ دسی بل

➤ در عمل این امکان پدید می آید که سطح خروجی دو گوشی تا حد 6 دسی بل از یکدیگر اختلاف داشته باشند (در فرکانس های 6000 و بالاتر 10 دسی بل). یکی از دلایلی که حساسیت شنوایی افراد از یک آزمون به آزمون دیگر یا از یک مرکز به مرکز دیگر کمی مختلف بدست می آید می تواند همین نکته کالیبراسیونی باشد

➤ در صورتیکه میزان خطا بیش از $5/2$ دسی بل بود و امکان تنظیم دقیق نیز وجود نداشت (پتانسیومتر نمی تواند تنظیم شود) میزان خطا به عنوان عدد اصلاحی بر روی یک کارت اصلاحی ذکر شده و روی دستگاه نصب می گردد تا در حین آزمایش مدنظر قرار گیرد.

➤ به طور مثال میزان RETSPL در فرکانس 1000 هرتز 7 دسی بل (برای گوشی های TDH 39) می باشد، بنابراین اگر دایال شدت بر روی 70 دسی بل HL تنظیم شده باشد در SLM شدت 77 دسی بل SPL باید خوانده شود ، در صورتیکه در SLM شدت

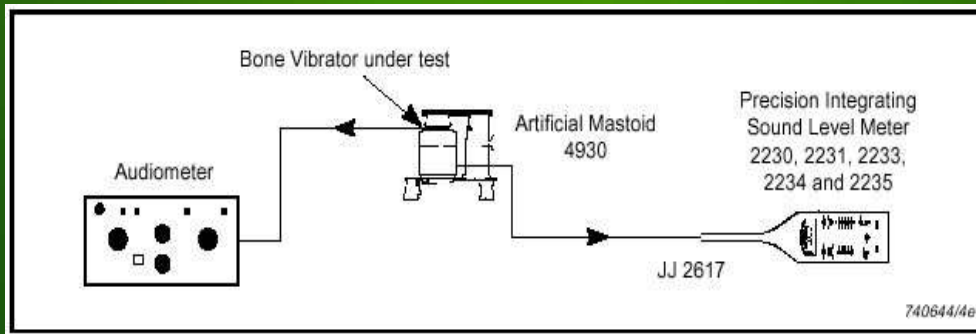
72 خوانده شود این بدین معنی است که فرکانس مزبور 5 دسی بل

➤ قبل از شروع بکار کالیبراسیون، ابتدا وضعیت قرار گیری گوشی بر روی کوپلر با ارائه يك فرکانس 125 یا 250 هرتز در سطح شدتی 70 دسیبل به صورت ممتد و با چند بار جابجا کردن روی کوپلر بررسی می شود تا بیشترین مقدار ممکن در SLM مشاهده گردد.

➤ کالیبراسیون شدت در ادیومترهایی که دارای گوشی دورگوشی (سیرکوم) هستند با کالیبراسیون ادیومترهای دارای گوشی سوپرا تفاوت زیادی ندارد. فقط باید از کوپلر IEC 318 استفاده نمود. در ضمن در کالیبراسیون گوشی های دورگوشی بجای وزنه 500 گرمی از وزنه 900 یا 1000 گرمی استفاده می شود.

➤ در ادیومترهایی که دارای گوشی داخلی هستند از کوپلر 2 cc استفاده می شود.

كاليبراسيون BV ➤



Transducer , coupler	125	250	500	750	1000	1500	2000	3000	4000	6000	8000	sp.
TDH,IEC 318	45	27	13.5	9	7.5	7.5	9	11.5	12	16	15.5	20
TDH 39, NBS 9A	45	25.5	11.5	8	7	6.5	9	10	9.5	15.5	13	19.5
TDH 49/50,NBS 9A	47.5	26.6	13.5	8.5	7.5	7.5	11	9.5	10.5	13.5	13	20
Insert OES	28	17.5	9.5	6	5.5	9.5	11.5	13	15	16	15.5	18
Insert ,HA-1	26.5	14.5	6	2	0	0	2.5	2.5	0	-2.5	-3.5	12.5
Insert , HA-2	26	14	5.5	2	0	2	3	3.5	5.5	2	0	12.5
Loudspeaker bin at 0 deg.	22	11	4	2	2	0.5	-1.5	-6	-6.5	2.5	11.5	14.5
Loudspeaker mon at 0 deg.	24	13	6	4	4	2.5	0.5	-4	-4.5	4.5	13.5	16.5
Loudspeaker mon 45deg.	23.5	12	3	0.5	0	-1	-2.5	-9	-8.5	-3	8	12.5
Loudspeaker mon90deg.	23	11	1.5	-1	-1.5	-2.5	-1.5	-6.5	-4	-5	5.5	11
Bone,mastoid	--	67	58	48.5	42.5	36.5	31	30	35.5	40	40	55
Bone,Forehead	--	79	72	61.5	51	47.5	42.5	42	43.5	51	50	63.5

Sp= Speech

OES=Occluded Ear Simulator

سطوح آستانه مرجع با توجه به انواع مبدل و کوپلر بر اساس استاندارد ANSI s3.6-1996 از کتاب

Audiology Diagnosis

جمع بندی روش کالیبراسیون

- مبدل بر روی کوپلر جفت می‌گردد ، برای اینکار بهترین وضعیت که باعث می‌شود بیشترین میزان صدا اندازه گیری شود ، انتخاب می‌گردد.
- خروجی ادیومتر برای گوشی‌ها روی شدت 70 دسی بل و برای مرتعش‌شونده استخوانی در فرکانس 250 هرتز 20 دسی بل و برای بقیه فرکانس‌ها در شدت 50 دسی بل تنظیم می‌گردد تا از نویز محیط اجتناب گردد. خروجی به صورت ممتد ارائه می‌گردد.
- دستگاه SLM که مجهز به فیلتر خارجی یک سوم اکتاوباند می‌باشد و به کوپلر متصل است روشن می‌گردد(قبلاً از کالیبره بودن SLM اطمینان حاصل کنید).
- ابتدا از کم‌ترین فرکانس ادیومتر، اندازه‌گیری یا تنظیم شدت را شروع نمایید. فیلتر خارجی SLM را نیز در همان فرکانس قرار دهید. به‌طور مثال اگر ادیومتر دارای حداقل فرکانس 250 هرتز بوده و پائینتر از آن فرکانسی ندارد ابتدا کالیبراسیون را از همین فرکانس شروع نمایید و در SLM نیز فیلتر خارجی را روی 250 هرتز قرار دهید .
- با توجه به نوع مبدل ، نوع کوپلر و فرکانسی که شدت آنرا اندازه‌گیری می‌نماید عدد SPL لازم را از روی جدول پیدا نموده و با شدت تنظیم شده در ادیومتر جمع نمایید. عدد حاصله باید در صفحه نمایش SLM قرائت گردد.

... ادامه

- در صورتی که شدت قرائت شده کمتر از $\pm 2/5$ دسی بل با شدت استاندارد اختلاف داشت می توانید از کالیبراسیون چشم پوشی نمایند ولی اگر اختلاف بیشتر بود باید تنظیم صورت گیرد.
- برای تنظیم شدت در فرکانس مورد نظر به سراغ پتانسیومتر مربوط به آن فرکانس بروید و آنرا بچرخانید تا شدت استاندارد در SLM قرائت گردد (در اغلب ادیومترها برای تنظیم شدت هر فرکانس ، يك پتانسیومتر کار گذاشته شده است و در ادیومتر های مجهز برای هر گوش یا برای هر کانال این پتانسیومترها قرار داده شده است . در ادیومترهای حافظه ای ممکن است فقط يك پتانسیومتر برای تمامی فرکانس ها تعبیه شده باشد که با تنظیم ادیومتر بر روی هر فرکانس، پتانسیومتر فقط آن فرکانس را تنظیم نموده و به حافظه می سپارد).
- سه مرحله آخر را برای تمامی فرکانس ها در آن مبدل انجام دهید. بهتر است بعد از تنظیم یکبار دیگر شدت فرکانس ها را اندازه گیری نمائید تا از صحت تمامی آنها اطمینان حاصل نمائید.