

“تراز سنج صوت”^۱

این دستگاه برای اندازه گیری تراز فشار صوت طراحی گردیده است. هرچند که قابلیت و توانایی تراز سنج‌های صوتی می‌تواند متنوع باشد اما هر تراز سنج صوت دارای حداقل سه بخش اساسی زیر است:

الف) میکروفن^۲

ب) پردازشگر^۳

ج) نمایشگر^۴

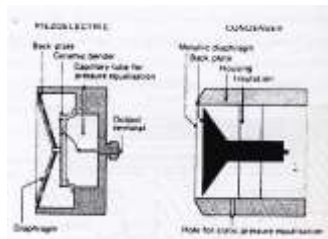
کار هر میکروفن مبتنی بر اعمال فشارصورت بر سطح دیافراگم آن و ایجاد جریان متناظر الکتریکی است.

در پردازشگر بسته به قابلیت دستگاه و نیاز اپراتور، اطلاعات دریافتی از میکروفن تقویت، توزین و پردازش شده و توسط نمایشگر عقربه ای یا دیجیتال مقادیر نمایش داده می‌شود.

میکروفن

میکروفن‌ها را به چهارگروه اصلی تقسیم می‌کنند: کریستالی، الکترون، دینامیک و خازنی.

میکروفن کریستالی



در این نوع میکروفن از کریستال‌های کوارتز استفاده شده و اساس کار آن پدیده پیروالکتریک است. براساس این پدیده اگر کریستال تحت فشار یا کشش (نیروی مکانیکی) قرار گیرد. ولتاژی در سطح آن برقرار می‌شود که با نیروی وارده نسبت مستقیم دارد. این نوع از میکروفن حساسیت یا شیئی نیست به تغییرات رطوبت محیط و نیز میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی دارد که از محاسن آن است.

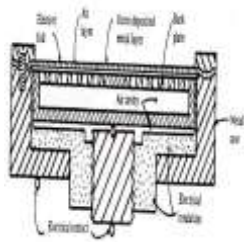
¹ Sound level meter (S.I.M)

² Microphone

³ Processor

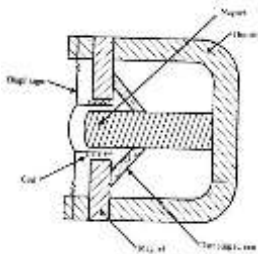
⁴ Display

میکروفن الکترون



این میکروفن همانند نوع کریستالی عمل نموده ولی به ولتاژ پلاریزاسیون نیازی ندارد و در ساختمان آن از یک فیلم پلیمری پلاریزه دائم بنام الکترون استفاده شده است این نوع میکروفن علاوه بر کوچکی حجم قابلیت‌های بسیار خوبی برای دستگاه‌های اندازه‌گیری در محیط کار دارد.

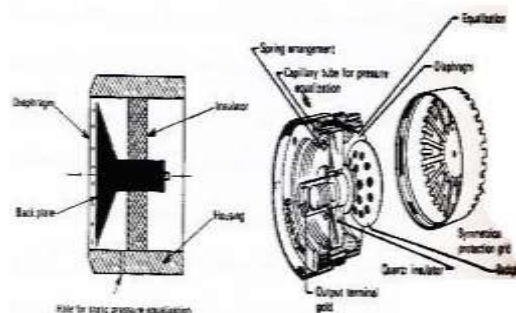
میکروفن دینامیک



ساختمان این نوع میکروفن از یک بوبین (سیم پیچ) که در یک میدان مغناطیسی قرار گرفته و دیافراگم متصل به بوبین تشکیل شده است، فشار صوت باعث جابه‌جایی و حرکت دیافراگم گردیده و این حرکت باعث تغییر در جریان تعریف شده مدار می‌گردد. میکروفن‌های دینامیک به میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی حساس است ولی حساسیت پایینی به درجه حرارت دارد.

میکروفن خازنی

این میکروفن از یک خازن تشکیل شده است که یکی از صفحات جوش آن دیافراگمی است که تحت کشش یا تغییر مکان پیدا میکند. فشار صوت وارد بر آن می‌تواند باعث تغییر فاصله دو صفحه جوش شده و ظرفیت خازنی را تغییر دهد. و این امر باعث تغییر مشخصات تعریف شده مدار می‌شود. این نوع میکروفن در برابر میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی و همچنین فشار حرارت مقاوم بوده ولی به رطوبت هوا حساس می‌باشد.



پردازشگر

پردازشگر دستگاه تراز سنج شامل تقویت کننده پالس کاهش دهنده شبکه توزین فرکانس، شبکه سرعت پاسخ دستگاه و مدارهای محاسب برای منظورهای خاص می‌باشد.

شبکه توزین فرکانس

با توجه به اینکه دستگاه تراز سنج صوت می تواند برای منظورهای مختلفی بکار رود لذا می توان مقادیر تراز فشار صوت را براساس شبکه های مختلف توزین فرکانس که در برخی دستگاه ها پیش بینی شده است، انتخاب نمود. مثلاً در شبکه A، این قابلیت مقادیر را در فرکانس مرکزی هر باند فرکانس با توجه به منحنی عکس العمل گوش توزین نموده و پس از این عمل تراز فشار صوت را نشان می دهد.

توزین های قراردادی دیگری نیز نظیر Linear- D- C-B نیز وجود دارد دستگاه ترازسنج هنگام توزین فرکانس در برخی فرکانس ها تراز صوت دریافتی را کاهش داده و در برخی دیگر (بطور محدود در شبکه D) افزایش می دهد. مقادیر بعداً به spl کلی تبدیل میگردد. در شبکه lin مقدار نمایش داده شده دقیقاً برابر با تراز واقعی فشار صوت است.

شبکه A :

گوش انسان به فرکانس های بم حساسیت کمتری دارد عبارت دیگر آستانه شنوایی در این فرکانس ها بالاتر است. در شبکه A مقادیر تراز فشار صوت متناسب با حساسیت گوش انسان در ترازهای پایین توزین می شود. تراز اندازه گیری شده در این وضعیت برحسب DBA بیان می گردد. استانداردهای مواجهه بر این مبنا هستند لذا اندازه گیری صدا بمنظور تعیین حدود مواجهه کارگر نیز با این مقیاس می باشد منحنی توزین فرکانس در شبکه A منطبق با منحنی درک شنوایی انسان خصوصاً در ترازهای کمتر از 60 دسی بل است .

شبکه B :

این شبکه بیان کننده عکس العمل گوش در ترازهای بالاتر از 60 دسی بل است این شبکه در عمل استفاده چندانی ندارد ولی برای ترازهای حدود 55-85 دسی بل مناسب می باشد .

شبکه C :

این شبکه بیانگر درک شنوایی انسان در ترازهای بالا است. بالاتر از 85 DB از این مقیاس استفاده می شود. همچنین براساس نظر ACGIH (2010) برای تعیین حدود سقفی تراز فشار پیک صدای کوبه ای نیز از این شبکه استفاده می گردد.

شبکه D :

این شبکه در بررسی صدا ترافیک وسایل حمل و نقل هوایی استفاده می گردد و اثرات تشدیدگی گوش در فرکانس های بالاتر از 1000 هرتز را به خوبی لحاظ می کند.

شبکه خطی Lin :

در این شبکه مقایسه تراز فشار صوت در فرکانسهای مختلف توسط دستگاه تراز سنج صوت بدون تغییر در کمیت ، نمایش داده می شود .

اندازه گیری صدا در این شبکه برای اهداف کنترل صدا و یا اهداف صنعتی کاربرد دارد .

برای بررسی صدا در محیط کار آنالیز فرکانس صوت در شبکه C یا Lin انجام می گیرد. برای بررسی چگونگی مواجهه کارگر با صدا از شبکه A و برای اهداف کنترل صدا از شبکه C یا Lin استفاده می گردد.

شبکه سرعت پاسخ دستگاه

اصوات مختلف اعم از یکنواخت، متغییر و کوبه ای در طول زمان تداوم خود دارای تغییرات دامنه فشار بوده و این تغییرات در برخی از آنها لحظه ای است. برای اندازه گیری انواع صدا نمی توان حساسیت عکس العمل زمانی دستگاه را یکسان در نظر گرفت. در تراز سنج های دقیق لازم است تا سرعت درک یا پاسخ زمانی دستگاه با سرعت تغییرات دامنه فشار صوت متناسب گردد. برای این کار از شبکه سرعت پاسخ دستگاه کمک می گیرند تا اندازه گیری متناسب با سرعت تغییرات دامنه فشار صوت باشد.

در دستگاه های تراز سنج برای هر نوع صوت از یک سرعت متناسب استفاده می شود که شامل موقعیت SLOW برای صدای یکنواخت یا منابع صوتی ساکن بوده و حساسیت دستگاه در حد ثانیه برای درک تغییرات دامنه صدا می باشد. موقعیت Fast برای اندازه گیری تراز فشار صوت منابع متحرک یا احوال متغیر با زمان و نوبتی مناسب بوده و دستگاه تغییرات سریع دامنه در حد میلی ثانیه را نیز درک می کند، موقعیت Impulse یا Impact برای اندازه گیری اصوات کوبه ای یا ضربه ای مناسب بوده و دستگاه تراز سنج تغییرات دامنه صدا در حد میکرو ثانیه را درک می نماید. در برخی دستگاه ها یک قابلیت با عنوان peak برای سرعت های بالا پیش بینی شده است (دستگاه های مارک quest) که سرعت پاسخ آن بین fast, و imp می باشد .

مدارهای محاسب

مدارهای محاسب : با توجه به مدل دستگاه، مدارهای محاسب متعدد در دستگاه های صداسنج پیش بینی می شود که امکان اندازه گیری پارامترهای مختلف را فراهم می کند.

تراز فشار صدا (SPL) : مقدار صدایی می باشد که با توجه به سرعت پاسخ دستگاه و حساسیت میکروفن اندازه یگری می شود.

ماکزیمم فشار صدا (SPL max) : بیشترین صدایی که پس از روشن شدن صدا سنج و یا Reset شدن دستگاه، دریافت شده است.

مینیمم فشار صدا (SPL max) : کمترین صدایی که پس از روشن شدن صدا سنج و یا Reset شدن دستگاه، دریافت شده است.

تراز معادل صدا (Leq) : متوسط و یا میانگین صدایی که پس از روشن شدن صدا سنج و یا Reset شدن دستگاه تا لحظه قرائت، دستگاه صداسنج دریافت کرده است.

نمایشگر

نمایشگر دستگاه تراز سنج صوت میتواند عقربه ای، دیجیتالی، نوار نورانی یا نقطه نوری باشد دقت اندازه گیری و قرائت در نوع دیجیتالی بیشتر بوده و از این نظر ارجحیت دارد.

کالیبراسیون^۵ تراز سنج صوت

برای اطمینان از صحت کار اندازه گیری توسط تراز سنج صوت لازم است. ابتدا آن را با یک مولد صوتی استاندارد کالیبره می نمایند. این مولد کالیبراتور^۶ استاندارد یا پیستون فون است. این دستگاه در فرکانسهای معینی مثلاً 1 khz یا 250 khz تراز معینی از صوت خالص برابر 94 یا 114 دسی بل تولید می کند کالیبراسیون به دو صورت انجام می گیرد.

کالیبراسیون خارجی و کالیبراسیون داخلی

کالیبراسیون داخلی

برخی دستگاههای ترازسنج می تواند مدارهای داخلی خود را نیز از میکروفن بصورت داخلی کالیبراسیون نمایند. این عمل بدون استفاده از کالیبراتور بوده و یا انتخاب دکمه مناسب هنگام روشن بودن دستگاه بر روی تراز معینی (معمولاً 94 دسی بل) کالیبره می شود. این کار اگر چه لازم است ولی کافی نیست و برای اطمینان باید کالیبراسیون خارجی صورت گیرد.

کالیبراسیون خارجی



برای این کار با استفاده از کالیبراتور استاندارد و توجه به دستورالعمل دستگاه ترازسنج کالیبراتور روشن شده و تراز فشار صوت اندازه گیری می گردد. در غیر این صورت بایستی دستگاه داروی حالت سرعت slow و شبکه A و حالت SPLrms قرار داده، انگه پس از نصب کالیبراتور روی میکروفن و روشن کردن کالیبراتور و ترازسنج، بوسیله پیچ تنظیم که بر روی ترازسنج تعبیه شده است عمل کالیبراسیون انجام میگردد. در دستگاههای جدید امکان کالیبراسیون با استفاده از منوی داخلی و بدون پیچ تنظیم نیز وجود دارد. لازم بذکر است که باید اندازه میکروفن و رابط کالیبراتور متناسب بوده و خلاصی نداشته باشد.

⁵ Calibration

⁶ Calibrator

روش کالیبراسیون: نحوه کالیبراسیون هر دستگاه با توجه به دستورالعمل سازنده می باشد ولی بطور کامل موارد ذیل باید رعایت شود .

1- در صورتی که دستگاه مجهز به کالیبراسیون داخلی باشد، این عمل بدون استفاده از کالیبراتور و با انتخاب دکمه مربوطه هنگام روشن بودن دستگاه انجام می شود. در این مرحله از کالیبراسیون مدارهای داخلی دستگاه تست می شود.

2- پس از کالیبراسیون داخلی با استفاده از کالیبراتور استاندارد و با توجه به دستورالعمل دستگاه ترازسنج عملیات کالیبراسیون خارجی انجام می گیرد. توصیه می شود کالیبراسیون خارجی در یک محیط ساکت انجام شود و اندازه میکرفن صداسنج و رابط کالیبراتور متناسب باشد بطوری که خلاصی نداشته باشد. نحوه تنظیم دستگاه صداسنج در هنگام کالیبراسیون متفاوت می باشد. در بعضی صداسنج ها این عمل با استفاده از پیچ تنظیم انجام می گیرد و در بعضی با استفاده از کلیدهای تعبیه شده روی دستگاه و یا بطور اتوماتیک تنظیم انجام می شود. تغییرات فشار هوا حداکثر به اندازه $0/3 \text{ db}$ بر کالیبراسیون موثر می باشد. در کالیبراتورهای جدید سنسور اندازه گیری فشار هوا و دما تعبیه شده است و نیاز به اعمال ضرایب خطا در این موارد نمی باشد.

انواع ترازسنج های صوت

براساس استاندارد شماره ANSI- SI4- 1971 (انستیتوی استاندارد ملی آمریکا) ترازسنجها در 4 گروه طبقه بندی می شوند:

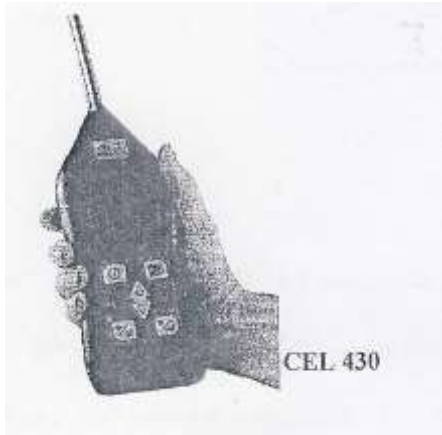
گروه 1 (Type1): ترازسنجهای نوع دقیق دارای بالاترین کیفیت و کمترین خطا بوده و توانایی اندازه گیری در شبکههای A.B.C.Lin را داشته و برای مقاصد اندازه گیری مناسب هستند.

گروه 2 (Type2): نوع استفاده عمومی کیفیت پائین تری نسبت به گروه 1 دارند ولی در اهداف بررسی صدا در محیط کار قابل استفاده می باشند.

گروه 3 (Type3): نوع بازرسی به علت کارایی و دقت پائین برای اهداف بازرسی یا مانیتورینگ کاربرد دارند و دقت آنها حدود 5 دسی بل است.

گروه 4 (Type4): نوع استفاده ویژه که با توجه به مشخصات مربوط به محیط استفاده و نوع استفاده طراحی و کاربرد ویژه دارند. این دستگاهها ممکن است جزیی از دستگاه دیگری باشند.

طبقه بندی صداسنج‌ها از نظر میزان امکانات



گروه 1: **صداسنج های ساده:** که فقط توانایی اندازه گیری تراز فشار صدا (SPL) در شبکه A را دارند. معمولاً محدوده اندازه گیری این صداسنج ها 30 db تا 135 db می باشد و سرعت پاسخ میکرفن آنها در دو وضعیت slow و fast قابل تنظیم می باشد.

گروه 2: **صداسنج‌های با قابلیت اندازه گیری Leq:** این دسته از صداسنج ها علاوه بر قابلیت اندازه گیری تراز فشار صدا (SPL) قابلیت اندازه گیری تراز معادل صدا را نیز دارند. بطوری که در صناعی که تولید و انتشار صدا متغیر می باشد جهت ارزیابی‌های دقیق تر به خوبی قابل استفاده می باشند.

گروه 3: **صداسنج های آنالیزوردار:** از آنجا که کنترل‌های فردی و محیطی با توجه به توزیع فرکانس صوت امکان پذیر می باشد. در مواردی که سر و صدا بالاتر از حدود مجاز باشد صداسنج‌های آنالیزوردار در محدوده شنوایی (20 Hz تا 20/000 HZ) منحنی آنالیز صدا را معین می کنند. این نوع صداسنج ها معمولاً دارای قابلیت ذخیره اطلاعات و انتقال اطلاعات به PC می باشند و از حساسیت بالایی برخوردار هستند.

آنالیزور طیفی صوت

تجزیه کننده‌های صوت بطور معمول برای بررسی توزیع فرکانس صوت در پهنای 1/1 یا 1/3 کنار باند طراحی شده اند و در برخی دستگاه‌ها با قابلیت بالاتر ممکن است 1/10 اکتاورا نیز تجزیه نمایند. این دستگاه‌ها دارای دو گروه اصلی هستند .

الف) آنالیزور باند ثابت :

این نوع آنالیزور با توجه به فیلتر مربوطه گستره قراردادی و محدودی از فرکانس بین (0.5-200 Hz) را تجزیه می کند. آنالیزورهای هنر و دین (جاروئی) دیجیتال همزمان از این گروه بوده و عمدتاً آزمایشگاهی و حجم هستند.

ب) فیلترهای درصد باند ثابت :

این گروه دارای فیلترهای اکتا و باند 1/10 و 1/3 و 1/2 می باشند که براساس تراز فشار صوت در فرکانس مرکزی پهنه‌های مختلف 1/2 یا 1/3 یا 1/10 را تجزیه و اندازه گیری می کند. پهنای باند فیلتر در این نوع برای فرکانس‌های پایین محدود و برای فرکانس‌های بالا وسیع بوده و در فرکانس مرکزی از هر باند عمل اندازه گیری را انجام می دهد.

این گروه بصورت پرتابل و عمدتاً قابل اتصال به دستگاه تراز سنج صوت می باشد.