

آشنایی با صوت و نصب سیستم‌های صوتی

هدف از این واحد یادگیری دستیابی شایستگی به دانش تئوری و توانایی فنی برای شناخت واژگان رایج در سیستم‌های صوتی، محاسبات پایه، نقشه‌خوانی، پیاده‌سازی و نصب سیستم‌های صوتی ساده است.

۲-۷-۱ دیوار صوتی (Sound Barrier)

واحد سرعت صوت ماک نام دارد که معادل ۱۲۲۴ کیلومتر بر ساعت است. اگر سرعت جسمی از سرعت صوت بیشتر شده و استحکام کافی برای متلاشی نشدن داشته باشد دیوار صوتی را شکسته است. اولین بار در دهه ۱۹۵۰ دیوارهای صوتی شکسته شد. شکسته شدن دیوار صوتی همراه با صدایی بلند است. نوک برخی از شلاق‌های معمول، مانند شلاق چرمی قادر به حرکت با سرعتی بیش از سرعت صوت هستند. نوک شلاق دیوار صوتی را می‌شکند و باعث ایجاد صدای شکست تیزی می‌شود. به طور کلی اسلحه‌های گرم تولید شده، پس از قرن نوزدهم تا کنون بالای سرعت صوت کار کرده‌اند (شکل ۱).



شکل ۱- در این شکل اثر چگالش بخار آب تحت تأثیر فشار و پدیده شکست دیوار صوتی مد نظر است.

- برای انتخاب، پیشنهاد و اجرای یک سیستم صوتی، در فضای باز، یا یک ساختمان، ضرورت دارد پیش از هر چیز با ماهیت انتشار امواج صدا آشنا شوید:
- تولید صوت بر اساس ارتعاش منبع صدا است، که مرتعش شده باشد.
 - صدای تولید شده، در «محیط مناسب» قابل انتقال است.
 - بهترین محیط واسط بین تولیدکننده و شنونده، هواست.
 - برای اینکه صوتی شنیده شود شرایط زیر ضروری است:
- 1) انرژی کافی (نیروی که بتواند منبع صوت را مرتعش کند).

- ۲ منبع متناسب (vibrator) جسمی که بتواند مرتعش شود.
 ۲ محیط واسط مناسب (medium) محیطی که بتواند ارتعاشات تولید شده را به شنونده برساند.

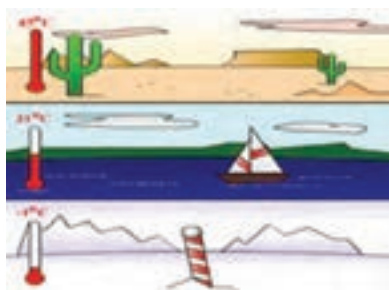
۲-۷-۲ تفاوت اصوات

- صداهاى اطراف ما را مى توان بر اساس دو فاکتور زیر تقسیم بندی کرد:
- ۱ **فرکانس صوت:** هرچه فرکانس جسمی که مرتعش می شود بیشتر باشد، (سریع تر حرکت کند و مرتعش شود)، مولکول های هوا با سرعت بیشتری تغییر مکان می دهند، لذا صدایی که به گوش می رسد صدای زیر خواهد بود. اگر تعداد نوسانات در واحد ثانیه کم باشد، صدا به صورت بم به گوش خواهد رسید.
- ۲ **دامنه صوت:** صدایی که از دامنه بیشتری برخوردار باشد، هوا را بیشتر فشرده خواهد کرد و به علت اینکه قادر است پرده گوش را بیشتر به حرکت در آورد، بلندتر شنیده خواهد شد.
- ۳ **سرعت صوت:** سرعت انتشار یک موج صوتی در هوا، تقریباً ۳۴۴ متر بر ثانیه است. سرعت انتقال صدا تابعی از دمای محیط است. در فضای سربسته و داخلی می توان از تأثیر دما بر سرعت صوت، صرف نظر کرد. به نظر شما سرعت انتقال صدا در هوای گرم بیشتر است؟ یا در هوای سرد؟
 رابطه سرعت انتقال صدا و دمای محیط در شکل ۲ دیده می شود.

۳۵۸ m/s

۳۴۳/۶ m/s

۳۳۰/۴ m/s



شکل ۲- تأثیر دما بر سرعت انتقال صوت

با افزایش دما، سرعت انتقال امواج صوتی افزایش می یابد. سرعت صوت در هوای صفر درجه سلسیوس برابر ۳۳۱ متر بر ثانیه است. سرعت صوت به چگالی دما و رطوبت (در مورد هوا) بستگی دارد. به طور مثال سرعت صوت در هوای ۲۰ درجه سانتی گراد ۱۲۲۴ کیلومتر بر ساعت، در آب معمولی ۵۳۷۵ کیلومتر بر ساعت و در الماس ۴۳۲۰۰ کیلومتر بر ساعت می باشد. اندازه گیری نشان داده که به ازای هر

یک درجه گرم‌تر شدن هوا، سرعت صوت حدوداً ۰/۶ متر بر ثانیه افزایش خواهد یافت (شکل ۳ و ۴).

$$V_s \approx 331/4 + 0/6 T_C \text{ m/s}$$

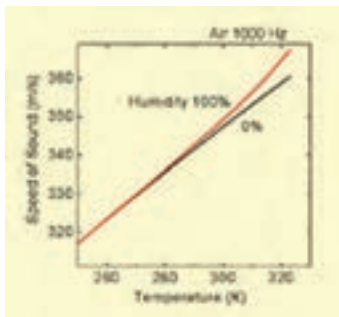
سرعت انتقال صدا در دمای ۴۵ درجه، چقدر از سرعت انتقال صدا در دمای ۱۰ درجه بیشتر است؟

تمرین



حل:

$$358/4 - 331/4 = 21$$



شکل ۴- تأثیر دما بر صوت

نمودار ۳- تأثیر رطوبت بر سرعت انتقال صدا

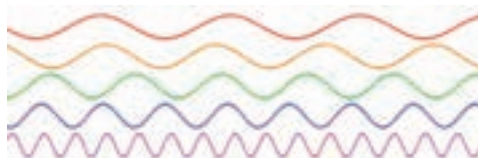
۲-۷-۳- رابطه سرعت انتقال صدا و رطوبت هوا

نمودار ۸ نشان می‌دهد که با افزایش درصد رطوبت هوا، سرعت انتقال صدا نیز افزایش می‌یابد. فشار هوا و فرکانس هم بر سرعت انتقال صدا در هوا مؤثر هستند (شکل ۵).



شکل ۵- اثر جهت وزش باد، بر سرعت انتقال صوت

در شکل ۵، باد از سمت چپ به راست می‌وزد. صدای بوق ماشین در سمت راست، بهتر و در سمت چپ ضعیف‌تر شنیده خواهد شد. اصطلاحاً «بُردِ صدا» یا «قابلیت انتشار صدا» در جهت مسیر وزش باد بیشتر؛ و در خلاف جهت وزش باد کمتر خواهد بود. با افزایش ارتفاع، سرعت انتقال صوت نیز افزایش می‌یابد. در شکل ۶، از بالا به پایین فرکانس صدا به تدریج از صدای بَم به سمت صدای زیر تغییر می‌کند. معمولاً صدای مردان دارای فرکانس پایین و بم بوده و صدای کودکان و خانم‌ها با فرکانس بالا و صدای زیر است.



شکل ۶- یک مجموعه شکل موج سینوسی

۲-۷-۴- صدای قابل شنیدن برای انسان

انسان معمولی قادر است صداهایی با فرکانس بین 20 Hz تا 20 KHz را بشنود. اگر فرکانس صدا کم باشد، صدا بَم (شبیه صدای مردان) و اگر فرکانس صدا بیشتر باشد صدا زیر (شبیه صدای کودکان) شنیده می‌شود. با افزایش سن انسان، سطح بالای فرکانس شنوایی کاهش می‌یابد، یعنی فرکانس شنوایی یک مرد حدوداً 40 ساله به تقریباً 16 KHz کاهش می‌یابد. فیل فرکانس‌های زیر 20 هرتز، سگ تا فرکانس 30 KHz و خفاش نیز تا فرکانس 90 KHz را می‌تواند بشنود.

فعالیت



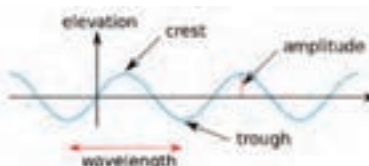
بعضی از حیوانات فرکانس‌های زیر آستانه شنوایی انسان را می‌شنوند آنها قبل از وقوع زلزله از آن باخبر می‌شوند. صداهایی که توسط فیل و خفاش شنیده می‌شود توسط انسان شنیده نمی‌شود (شکل ۷).



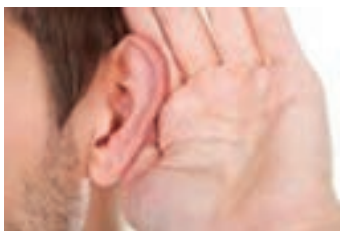
شکل ۷- محدوده فرکانس شنوایی انسان در مقایسه با خفاش و فیل

دامنه، ارتفاع یا شدت صدا: هر چه مقدار انرژی صوتی که سبب ایجاد یک موج صوتی می‌شود، بیشتر باشد دامنه یا شدت صدا نیز قوی‌تر است (شکل ۸ تا ۱۲).

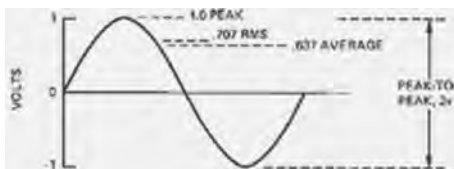
سرعت سیر صوت در مواد	چگالی	سرعت	مقاومت
5000	گرمینام	330	1273 K
9850	آهن	1430	2798 K
5430	آلومین	5000	2798 K
4000-5500	شیشه	6000	2793 K
1230	هوای آزاد	1286	1273 K



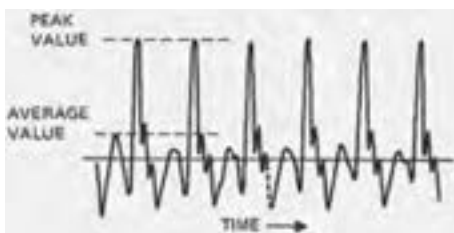
شکل ۸- دامنه موج، قله موج، طول موج
شکل ۹- جدول سرعت سیر صوت در مواد مختلف



شکل ۱۰- شدت صدا



شکل ۱۱- مقدار ماکزیمم، مقدار مؤثر و مقدار متوسط یک موج سینوسی



شکل ۱۲- صدای ترومپت با فرکانس حدود ۴۰۰ هرتز، بین مقدار ماکزیمم و متوسط تقریباً ۱۳ دسی بل اختلاف وجود دارد.

۲-۷-۵- واحد اندازه گیری شدت صدا

شدت صدا را معمولاً بر حسب dB اندازه گیری می کنند. دسی بل واحد اندازه گیری شدت صدا است. ابزاری که برای سنجش شدت صدا به کار می رود صوت سنج نامیده می شود (شکل ۱۳).



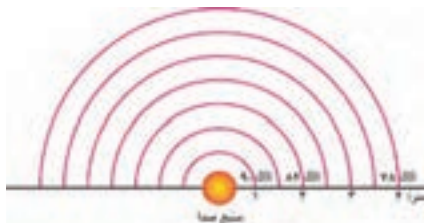
شکل ۱۳- تصویر یک نمونه از دستگاه‌های صوت‌سنج موجود در بازار را مشاهده می‌کنید.

دستگاه‌های مختلفی برای سنجش شدت صدا تولید و به بازار عرضه شده‌است. بر روی برخی دستگاه‌های اندازه‌گیری چند منظوره (مولتی‌متر) قابلیت سنجش شدت صدا نیز در نظر گرفته شده است. برخی ساعت‌های هوشمند، یا گوشی‌های هوشمند نیز به کمک برنامه‌های کاربردی قابلیت سنجش شدت صدا را می‌یابند. اما باید به خاطر داشته باشید که سطح حساسیت و دقت این ابزارها با یکدیگر و با دستگاه‌های استاندارد رایج در بازار، یکسان نیست (اصطلاحاً کالیبره نیست) (شکل ۱۴).



شکل ۱۴- نمونه اپلیکیشن اندازه‌گیری شدت صدا

۷-۵-۱- محاسبه افت صدا: در فضای باز با ۲ برابر شدن فاصله از منبع صوت، شدت صدا به اندازه‌ی ۶ dB کاهش می‌یابد (شکل ۱۵):



شکل ۱۵- جدول کاهش شدت صدا با افزایش فاصله

انسان‌ها برای برقراری ارتباط وابستگی زیادی به امواج صوتی دارند، چون به واسطه صدا از خبر یا حادثه و رخدادی آگاه شده یا با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند و احساسات خویش را منتقل می‌کنند. اما گاهی این صداها آزاردهنده می‌شوند. به این صداها آزاردهنده اغتشاش، نویز^۱ یا سر و صدا گفته می‌شود. آلودگی صوتی یکی از انواع آلودگی‌هاست که در شهرهای بزرگ، کارخانجات صنعتی و... می‌تواند زندگی سالم انسان‌ها را تهدید کند. گاهی یک صدا که برای فردی مطلوب به نظر می‌رسد، برای انسان دیگری به عنوان یک صدای مزاحم و آزاردهنده به شمار می‌رود. صدای دستگاه تهویه، تقریباً برای همه به عنوان نویز شناخته می‌شود. اما صدای بازی و هیجان کودکان در پارک، ضمن اینکه برای برخی مطلوب به شمار می‌رود، برخی دیگر احساس مطلوبی ندارند و آن را به عنوان نویز می‌شناسند (شکل ۱۶).



شکل ۱۶- هشدار استفاده از گوشی ایمنی

اگر شدت صدای نویز بیش از ۸۵ dB باشد بر شنوایی انسان اثرات کوتاه‌مدت و در صورتی که زمان اثر صدای طولانی باشد، اثر نامطلوب و ماندگار خواهد گذاشت. معادله محاسبه شدت صدا:

$$\text{شدت صدا بر حسب دسی بل} = 20 \times \log(p_1 / p_0)$$

با فرض آنکه $p_0 = 1$ خواهیم داشت:

جدول ۱-۲ رابطه توان بلندگو (w) و شدت صدا (dB) که می‌شود آن را به شکل زیر توسعه داد:

P_1 (watts)	level in dB
۱	۰
۱۰	۱۰
۱۰۰	۲۰
۱۰۰۰	۳۰
۱۰۰۰۰	۴۰
۲۰۰۰۰	۴۳

جدول ۲-۲ ارتباط بین شدت صدا و توان بلندگو

P_1 (watts)	level in dB
۱	۰
۱/۲۵	۱
۱/۶۰	۲
۲	۳
۲/۵	۴
۳/۱۵	۵
۴	۶
۵	۷
۶/۳	۸
۸	۹
۱۰	۱۰

مثال



یک بلندگوی ۸۰ وات چند دسی بل صدا تولید خواهد کرد؟

$۱۰ = ۸۰ \times ۸$ پس از دو جدول قبل کمک می گیریم:
 ۱۰ وات معادل ۱۰ دسی بل و ۸ وات نیز معادل ۹ دسی بل تولید خواهد نمود. پس
 بلندگوی ۸۰ وات معادل ۱۹ دسی بل شدت صدا خواهد داشت. مقدار شدت صدا
 برای بلندگوهای کوچک از جدول ۲-۳ بدست می آید.

جدول ۲-۳ توسعه جدول ارتباط بین توان و شدت صدا

توان بلندگو	شدت صدا بر حسب دسی بل
۰/۱ وات	-۱۰ dB
۰/۰۱ وات	-۲۰ dB
۰/۰۰۱ وات	-۳۰ dB

مثال



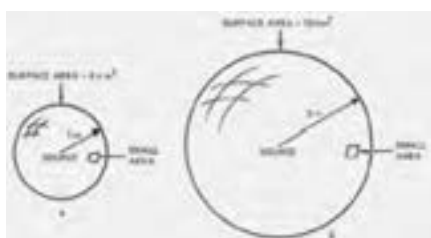
یک بلندگوی کوچک با توان ۴ میلی وات با توجه به شکل ۱۷ چند دسی بل شدت صدا را تولید خواهد نمود؟

$$\text{شدت صدا } ۰/۰۰۱ \times -۲۴ \text{ dB} = -۳۰ + ۴ = -۲۶$$



شکل ۱۷- نمودار ارتباط گرافیکی بین توان و شدت صدا

رابطه فاصله تا منبع صوت و شدت صدا: با افزایش فاصله از منبع صوتی، شدت صدا متناسب با مجذور فاصله کاهش خواهد یافت (شکل ۱۸).



شکل ۱۸- ارتباط بین مجذور فاصله و شدت صدا

با دو برابر شدن فاصله، مساحت کُره ۴ برابر خواهد شد. پس شدت صدایی که در واحد سطح قابل دریافت است، به همان تناسب، یعنی ۴ برابر کمتر کاهش خواهد یافت. در شکل ۱۹ ارتباط بین فاصله و افت شدت صدا نشان داده شده است.



شکل ۱۹- نمودار گرافیکی ارتباط بین فاصله و افت شدت صدا

اگر یک بلندگو شدت صدای ۱۱۳ دسی بل را در فاصله ۱ متری تولید کند، در فاصله ۳۰ متری شدت صدا چقدر خواهد بود؟

سؤال



پاسخ: با استفاده از شکل ۱۹ افت شدت صدا در فاصله ۳۰ متری معادل تضعیف ۲۹/۵ دسی بل است. پس در فاصله ۳۰ متری شدت صدا: $113 - 29.5 = 83.5 \text{ dB}$ خواهد شد. فرض کنید که شدت صدای یک سخنران برابر ۷۰ dB باشد. شدت صدا از دید شنونده برابر ۵۳ دسی بل خواهد بود.



شکل ۲۰- افت صدا

فرض کنید که یک سیستم صوتی، صدای سخنران را چنان تقویت کند که همان 70 dB از فاصله ۶ متری به گوش شنونده برسد. با استفاده از نمودار ۲۳ شدت صدایی که به گوش شنونده می‌رسد $54/5 \text{ dB} = 70 - 15/5$ دسی‌بل خواهد شد.

کار عملی



در این آزمایش بهتر است به جز سیستم صوتی، سکوت نسبی در محل آزمایش برقرار باشد. چرا؟

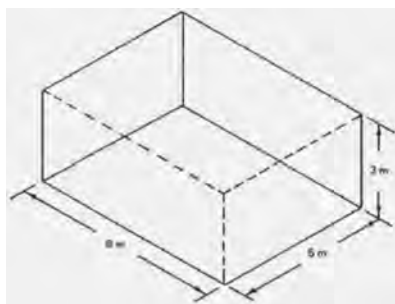
به یک بلندگوی ۱۰ وات، که در خروجی یک سیستم صوتی نصب شده، با حداکثر صدا، یک فایل صوتی یا موسیقی پخش کنید. در مسیر مستقیم از مرکز بلندگو، به کمک ابزار دسی‌بل‌سنج یا اپلیکیشن‌هایی که بر روی گوشی‌های هوشمند قابل نصب است، شدت صدا را در فاصله ۱ متری اندازه بگیرید. نتیجه را با نتایج ثبت شده در جداول ۱۸ و ۱۹ و نمودار ۲۱ مقایسه کنید. آیا پاسخ شما دقیقاً ۱۰ دسی‌بل است؟ در صورت تفاوت، علت این اختلاف چیست؟ شدت صدا را در فاصله ۲ متری اندازه بگیرید. چه عددی به دست آمد؟ آیا با نتایج جدول‌ها، یکسان است؟ نتایج این آزمایش را در فاصله‌های ۳ و ۶ متری نیز تکرار نموده و با نتایج حاصل از جدول‌ها مقایسه کنید.



شکل ۲۱- جذب، انعکاس و عبور انرژی صوتی از اجسام

انرژی صوتی تابیده شده به دیواره به ۳ جزء تقسیم می‌شود: بخشی از انرژی صوتی توسط دیواره جذب شده، بخشی دیگر بازتاب داده شده و تنها بخشی از آن عبور خواهد کرد. در استودیوهای صدا، و اتاق‌های تهیه خبر و ضبط برنامه‌های رادیویی و تلویزیونی به کمک خاصیت اجسام در برابر امواج صوتی، تلاش می‌شود تا صداهای اطراف بر کیفیت کار مجری برنامه اثر نامطلوبی نداشته باشد. جنس و درجه تخلخل ماده‌ای که به عنوان دیواره استفاده می‌شود در میزان حذف صدا مؤثر است. هیچ ماده‌ای قادر به حذف همه فرکانس‌های صوتی نیست.

شکستگی‌های ناشی از قرار گرفتن اجسام در مسیر صدا نیز به میرا شدن و کاستن از انرژی صوتی به منظور جلوگیری از طنین و بازآوایی مفید است. معمولاً به جای استفاده از دیواره‌های ضخیم، به منظور کاهش قطر دیواره و نیز محاسبه فرکانسی که باید حذف شود، معمولاً سطح دیواره را سوراخدار انتخاب می‌کنند. قطر و فاصله سوراخ‌ها از یکدیگر سبب حذف طیف معینی از فرکانس صوتی خواهد شد. تاکنون در یک اتاق خالی سخن گفته‌اید؟ اتاقی که هیچ فرش، پرده و دکوری ندارد؟! (شکل ۲۲)



شکل ۲۲- بررسی اثر ابعاد اتاق بر ویژگی‌های صوتی

اگر ابعاد اتاقی ۱۰۰۰ متر مربع است. ضریب جذب صدا برای دیواره‌ها به مساحت ۸۰۰ متر مربع برابر با ۰/۱ است، و ۲۰۰ متر مربع باقیمانده آن دارای ضریب جذب صدای ۰/۸ را دارد:

$$200 \times 0.1 = 20$$

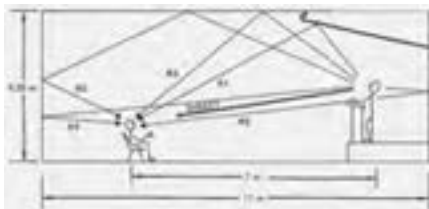
$$\frac{800}{1000} \times 0.8 = \frac{640}{1000}$$

بنابراین متوسط ضریب جذب صدا برای سطح داخلی سالن (شکل ۲۳) برابر است با:

$$\bar{a} = \frac{240}{1000} = 0.24$$

مثال





شکل ۲۳- بررسی تأخیر رسیدن صدای اصلی و انعکاس‌های آن به شنونده

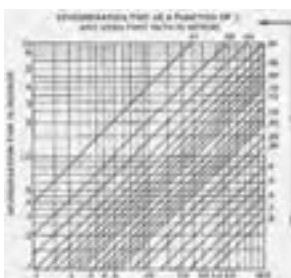
۲-۵-۷-۲- بازتاب صدا

صدایی که مستقیماً از سخنران، یا منبع صوتی به شنونده می‌رسد با مسیر مستقیم^۱ معین شده است. R_1 مسیر صدایی است که از بالای سِن منعکس شده و در مسیر طولانی‌تری به گوش شنونده می‌رسد. مسیر R_2 صوتی است که پس از انعکاس از سطح پشت سخنران، به گوش شنونده خواهد رسید. به این ترتیب، اگر تنها یک واژه بیان شود، به دلیل آنکه از مسیرهایی با طول متفاوت و ضریب انعکاس متفاوت به گوش شنونده خواهد رسید، این صدا در گوش ممکن است با طنین شنیده شود. طنین صداها گاهی آزاردهنده می‌شوند. به کمک نمودارهایی مانند آنچه در زیر آمده است، یا محاسبات دقیقی که برای کاهش میزان بازآوایی و طنین وجود دارد، می‌توان میزان طنین را در حد مطلوبی کنترل کرد (شکل ۲۴).

$$\gamma = 1 - \alpha$$

ضریب انعکاس = γ

ضریب جذب = α



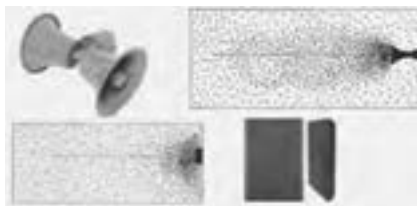
شکل ۲۴- نمودار طنین

سؤال



تفاوت بلندگوهای غیرجهتی و بلندگوهای جهتی در چیست؟

تا به حال به بلندگوهای توجّه کرده‌اید که دارای یک بوق یا قاب هستند که صدا را در یک جهت مخصوص هدایت می‌کند؟ به آنها بلندگوهای جهتی گفته می‌شود و بلندگوهایی که اینچنین نباشند را غیرجهتی می‌نامند. بسته به طراحی، گاهی نیز نیمه‌جهتی گفته می‌شود (شکل ۲۵).



شکل ۲۵- بلندگوهای غیر جهتی و بلندگوهای جهتی

۲-۷-۶- اجزای یک سیستم صوتی

یک سیستم صوتی ساده بجز فیش‌ها و سیم‌های رابط، شامل: میکروفون، تقویت‌کننده و بلندگو است.

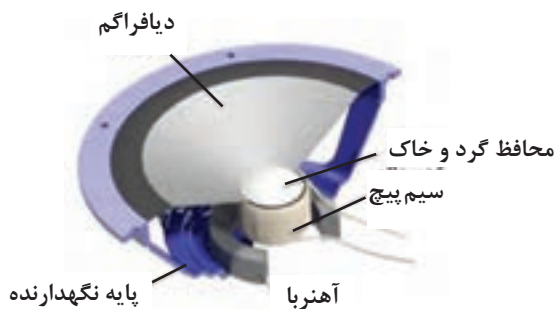
(الف) بلندگو

(ب) میکروفون

(ج) آمپلی فایر (تقویت‌کننده)

(د) کابل و فیش

(الف) بلندگو: بلندگو برای انتشار صدا در محیط استفاده می‌شود. و از اجزایی که در شکل ۲۶ نشان داده شده تشکیل شده است.



شکل ۲۶- اجزاء بلندگو

انواع بلندگو: بلندگوها از نظر کاربرد به انواع بوقی، ستونی، دیواری و سقفی تقسیم بندی می شود (شکل ۲۷).



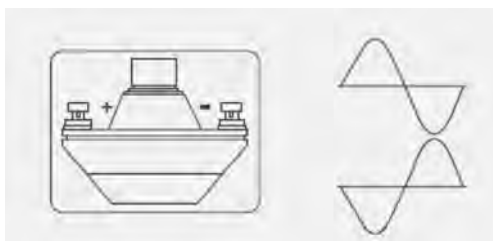
شکل ۲۷- انواع بلندگو

فعالیت



اگر اتصال قطب های بلندگو بوقی رعایت نشود برای کیفیت صدا چه اتفاقی می افتد؟
اگر تعداد بلندگوها بیش از یک عدد باشد و اتصال قطب ها رعایت نشود چه اتفاقی می افتد؟

اگر هنگام اتصال بلندگو قطب ها رعایت نشود بوبین در یک بلندگو به سمت داخل و در دیگری به سمت بیرون هدایت شده، در نهایت تداخل صوتی و عدم وضوح صدا اتفاق می افتد (شکل ۲۸).



شکل ۲۸- قطب درایو بلندگو

تمرین



در یک سیستم صوتی مطابق شکل ۲۹ توان و امپدانس خروجی یک تقویت کننده برابر ۳۰۰ وات و ۸ اهم است. آیا می توانیم یک بلندگوی ۴۰ وات، ۸ اهمی به آن وصل کنیم؟

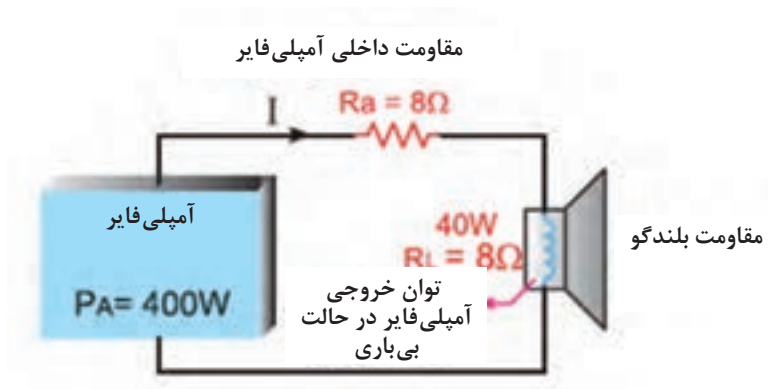
$$R_T = 8 + 8 = 16 \Omega$$

مقاومت کل مدار برابر است با:

$$P = RI_A^2 = I_A^2 R = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{400}{16}} = 5A \quad (\text{جریان خروجی آمپلی فایر})$$

$$I_L = \sqrt{\frac{40}{8}} = 2.2A$$

اما جریان مجاز بلندگو برابر است با :



شکل ۲۹- مدار آمپلی فایر و بلندگو

چون جریان عبورکننده از بلندگو (۵A) بیشتر از جریان مجاز آن (۲/۲A) است. بلندگو خواهد سوخت.

توان بلندگو در تمرین گفته شده چقدر باشد تا به آن آسیب نرسد ؟

فعالیت



باید توان بلندگو برابر با ۲۰۰W باشد.

در مورد تفاوت نصب این دو بلندگو در شکل ۳۰ بحث و تبادل نظر کنید.

فعالیت



شکل ۳۰- آمپدانس‌های متفاوت بلندگو

بلندگوی سمت راست در حالت امپدانس یک کیلو اهم و توان ۱۰ وات و بلندگو سمت چپ در حالت ۳۳۰ اهم و ۳۰ وات قرار گرفته است.

ب) **میکروفون:** ابزاری است که وظیفه تبدیل انرژی مکانیکی صوت را به پدیده‌ای الکتریکی، بر عهده دارد. به بیان دیگر، حسگری است که صدا را به جریان و سیگنال‌های الکتریسیته تبدیل می‌کند. در سال ۱۸۷۶، امیل برلاینر نخستین میکروفون را اختراع کرد که به عنوان فرستنده صدا در تلفن‌ها به کار برده شد. میکروفون‌ها کاربردهای زیادی از مصارف خانگی در تلفن، مکالمات داخلی (آیفون داخلی) و حتی سمعک گرفته تا مصارف پیشرفته‌تر مثل سیستم‌های تشخیص گفتار، استفاده در سالن‌های اجتماعات و نیز کاربردهای غیرصوتی (خارج از محدوده شنوایی انسان) مانند بررسی فراصوت و سیستم‌های عیب‌یابی دارند (شکل ۳۱).



شکل ۳۱- میکروفون‌ها

انواع میکروفون از نظر ارتباط

- میکروفون با سیم رابط
- میکروفون با ارتباط بی‌سیم
- میکروفون دارای حافظه

میکروفون با سیم رابط: یک رشته کابل که در داخل خود از ۱ یا چند رشته سیم (مغزی) و یک شبکه محافظ نویز (شیلد یا زره) تشکیل شده است، میکروفون را به دستگاه تقویت‌کننده یا ضبط صدا متصل می‌کند (شکل ۳۲).



شکل ۳۲- میکروفون، ارتباط با سیم

میکروفون با ارتباط بی سیم (HF)

در سال ۲۰۱۳ ارتباطات بی سیم ۱۱۰ ساله شد. آغاز ارتباطات بی سیم در ۱۹ ژوئن ۱۹۰۳ با نخستین پیام تلگراف بی سیم بر فراز آتلانتیک تا انگلستان توسط روزولت، شکل گرفت.

میکروفون بی سیم، نوعی میکروفون نیست، بلکه مجموعه‌ای شامل میکروفون، مدار فرستنده (VHF یا UHF) و یک آنتن کوچک است که همگی درون یک قاب قرار دارند و با یک دستگاه گیرنده مخصوص به خود در ارتباط هستند.

گیرنده هم‌فرکانس با مدار فرستنده، شامل یک آنتن نیز می‌شود. هنگامی که فاصله فرستنده از آنتن گیرنده بیش از حد مجاز افزایش یابد، صدا و سیگنال‌های رادیویی دچار پارازیت^۱ می‌شوند.

استفاده از امواج بالای فرکانسی باند (UHF) که طول موج کوتاه‌تری نسبت به (VHF) دارند، باعث کاهش بازتابش سیگنال‌ها در مکان استفاده از آن شده، سبب کاهش نویز و اختلال می‌شود (شکل ۳۳).



شکل ۳۳- مجموعه فرستنده - گیرنده میکروفون بی سیم

میکروفون‌های دارای حافظه

این مدل میکروفون‌ها از یک میکروفون، بخش تبدیل صدای آنالوگ به دیجیتال یا A/D و بخش ذخیره‌ساز تشکیل شده‌اند. صدایی که توسط میکروفون جذب می‌شود پس از تقویت، به سیگنال دیجیتال تبدیل می‌شود و با توجه به کدکننده تعبیه‌شده در دستگاه، به‌صورت فایل بر روی حافظه موجود بر روی آن ذخیره می‌شود. به عبارت دیگر ضبط کننده صدا بر روی قاب خود میکروفون نصب شده است. به این دستگاه‌ها Voice Recorder نیز می‌گویند (شکل ۳۴).



شکل ۳۴- میکروفون‌های دارای حافظه

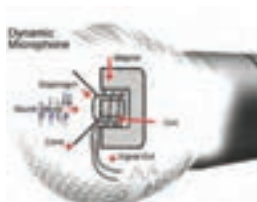
۱- اغتشاش و نویز

ساختار انواع میکروفون‌ها

- میکروفون داینامیک
- میکروفون خازنی
- میکروفون نواری
- میکروفون کریستالی
- میکروفون زغالی
- میکروفون الکترومغناطیسی
- میکروفون تفنگی یا GUN
- میکروفون یو اس بی

میکروفون داینامیک^۱

عمومی‌ترین نوع میکروفون که همه در سالن‌های کنفرانس، مجالس اجرای زنده و... دیده‌ایم میکروفون‌های با هسته داینامیکی هستند. امواج مکانیکی صدا، دیافراگم نازکی را مرتعش می‌کند که سیم‌پیچ کوچکی به آن متصل شده است. این سیم‌پیچ در یک میدان آهنربایی حرکت می‌کند، از این‌رو جریان الکتریکی متناوبی در آن القا می‌شود که موج این جریان با صدای اصلی مطابقت دارد. این نوع میکروفون‌ها برای فرکانس حدود ۴۰ تا ۱۸۰۰۰ هرتز مناسب است (شکل ۳۵).



شکل ۳۵- اساس کار میکروفون داینامیکی

صداهاى زیر، یا با فرکانس بالا اگر در محور میکروفون (مقابل خط محوری میکروفون) قرار گیرند، بهتر پخش شده و در سایر امتدادها تضعیف می‌شوند. اما صدای بم (با فرکانس‌های کم) را از همه جهات به خوبی دریافت می‌کند (شکل ۳۶).



شکل ۳۶- اجزای میکروفون داینامیکی

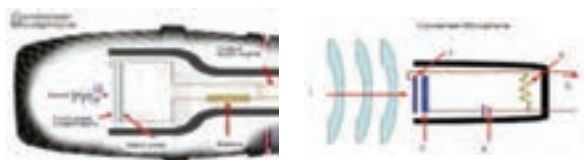
۱- کاربردهای میکروفون داینامیک: بوم صدا، بوم دستی، رومیزی و پایه‌ای، آویز و در صحنه‌های خارج از استودیو.

این میکروفون بر خلاف انواع خازنی، فاقد منبع تغذیه جداگانه در قاب خود بوده و غالباً در مواردی که کیفیت صدا اهمیت چندانی ندارد یا در نزدیکی منابع صوتی بلند قرار دارد (اجراهای زنده) به کار می‌رود.

میکروفون‌های خازنی^۱ (الکترواستاتیک یا الکتروکاندستور)

حسگر صدا در این نوع میکروفون، متشکل از دو صفحه فلزی (یکی ثابت (۳) و دیگری با قابلیت تغییر توسط انرژی امواج صوتی) است. زمانی که صدا (۱) به دیافراگم (۲) می‌رسد این قطعه به لرزش درآمده و فاصله بین دو صفحه خازن تغییر کرده، در نتیجه ظرفیت خازن تغییر می‌کند، به این صورت که با نزدیک شدن صفحات عمل شارژ و با دور شدن صفحات عمل دشارژ رخ می‌دهد. تغییرات ظرفیت خازن، باعث تغییر جریان الکتریکی مدار می‌شود.

این میکروفون‌ها معمولاً با یک باتری (۴) همراه هستند و درون خود یک مقاومت اهمی (۵) دارند. با عبور جریان در دو سر این مقاومت یک ولتاژ الکتریکی متغیری (۶) ظاهر می‌شود که متناسب با شکل موج صدا است.



شکل ۳۷- اساس کار میکروفون‌های خازنی

چون حرکت دیافراگم با جرم بسیار کم می‌تواند در برابر کوچکترین ارتعاشات پاسخ سریع (Transient Response) بدهد، بهترین کیفیت ضبط صدا، با میکروفون‌های خازنی به دست می‌آید. این میکروفون می‌تواند به قدری سریع عمل کند که صدای ضربه کوچک^۲، مانند صدای یک جرقه و یا خزیدن مار بر روی برگ‌ها را دریافت نماید. یکی از دلایل برتری میکروفون‌های الکترواستاتیک بر الکترودینامیک همین نکته است. میکروفون الکترواستاتیک (خازنی) باعث می‌شود که صدای تبدیل شده خیلی نزدیک به صدای اصلی باشد در حالی که میکروفون الکترودینامیک این چنین نیست (شکل ۳۷). میکروفون خازنی دارای حساسیت بیش از حد است بنابراین در مقابل منابع صوتی بلند که در مجاورت آن باشند دچار تداخل صدا خواهد شد. پاسخ فرکانس در پهنای ۲۰ هرتز تا ۲۰۰۰۰ هرتز خطی است. از میکروفون خازنی برای صدابرداری بسیار حساس، ضبط موسیقی در استودیوها و آزمایشگاه‌های تحقیقاتی آکوستیک استفاده می‌شود (صدابرداری در صحنه‌های متحرک و ایستا) به ویژه هنگامی که

۱- Condenser به معنای ذخیره‌کننده یا Capacitor

۲- Impulse

منبع صوتی در فاصله دور قرار دارد. از طرف دیگر می‌توان این میکروفون را به‌عنوان بوم صدا، بوم دستی، پایه‌ای و آویز نیز به‌کار گرفت (شکل ۳۸).

مزایای میکروفون‌های خازنی

- وسیع‌بودن پهنای باند Frequency Response.
- خطی بودن پهنای باند.
- پاسخ سریع در برابر ارتعاشات ضربه‌ای Impulse.
- سطح نویز خیلی پایین^۱.
- محکم بودن دیستورشن (Distortion)^۲.



شکل ۳۸- یک نمونه میکروفون خازنی

معایب میکروفون‌های خازنی

- در برابر حرارت، دود سیگار، گرد و غبار و دخانیات، رطوبت و... خراب می‌شود.
- در مقابل ضربه بسیار آسیب‌پذیر هستند و حتماً باید در جعبه آن را حمل کرد و درست در موقع استفاده باید آن را باز کرد.
- احتیاج به منبع تغذیه دارند^۳.

از آنجا که امپدانس خروجی آنها زیاد است، ولتاژ بسیار ناچیزی^۴ در خروجی را می‌توان منتقل کرد. این نوع میکروفون‌ها به یک مدار با نام پیش تقویت‌کننده یا PreAmplifier دارند که بعد از کپسول قرار می‌گیرد.

حساسیت میکروفون‌های خازنی در مقایسه با میکروفون‌های الکتروداینامیک در برابر ارتعاشات مکانیکی زیاد است، بنابراین در جایی که باید میکروفون را حرکت داد بهترین راه این است که از میکروفون‌های الکتروداینامیک استفاده کرد، مگر

۱- سطح نویز یک میکروفون ناشی از الکترون‌هایی است که در اثر برخورد به یکدیگر در عنصر مورد نظر (میکروفون) ایجاد می‌شود.

۲- هر گونه تغییر ناگهانی و ناخواسته در خروجی یک دستگاه نسبت به ورودی

۳- برای شارژ کردن خازن و انتقال سیگنال به اولین طبقه تقویت‌کننده

۴- در حد چند میلی‌ولت

در مواقعی که واقعاً احتیاج به کیفیت خوب در صدابرداری باشد. میکروفون‌های الکترواستاتیک گاهی اوقات در یک محفظه از نظر مکانیکی عایق می‌شوند و ارتعاشات مکانیکی به آنها منتقل نمی‌شود. حساسیت میکروفون‌های خازنی نسبت به وزش باد خیلی بیشتر از میکروفون‌های الکترودینامیک است. نکته: به دلیل نازک بودن صفحه متحرک^۱ آن، نباید در ضبط صداهاى شدید و انفجار از آن استفاده شود، چون این عمل باعث کاهش حساسیت یا پاره شدن دیافراگم آن می‌شود. باید در نظر داشت که میکروفون خازنی و الکترودینامیک، همیشه در حال کار هستند پس باید همیشه آنها را در جعبه‌های ضد صدا قرار داد تا از استهلاک آن جلوگیری کرد.



شکل ۳۹- یک نمونه میکروفون الکترت

میکروفون الکترت^۲

این نوع میکروفون کاربرد وسیعی به عنوان میکروفون شخصی یا میکروفون مخفی دارد و دارای کیفیت خوبی در صدابرداری است. نسبتاً ارزان و کوچک، دارای دیافراگم پلاستیکی است که بار الکترواستاتیک داریم؛ از این رو به ولتاژ قطبی نیاز ندارد. تقویت کننده کوچکی که با باتری کار می‌کند در محفظه میکروفون کار گذاشته شده است. در اثر کهنه شدن و کار کردن زیاد، اشکالاتی در عملکرد این میکروفون پدید می‌آید؛ از جمله، از بین رفتن فرکانس‌های بالا، کاهش حساسیت و افزایش نوفه^۳ زمینه اختلالات در این میکروفون بر اثر رطوبت زیاد، بخار، حرارت و گرد و خاک سرعت بیشتری می‌گیرد (شکل ۳۹).

قاب میکروفون خازنی را باز کنید (شکل ۴۰). این نوع میکروفون دو سیمه است؟ یا سه سیمه؟

کار عملی



۱- دیافراگم، ممبران

۲- Electret Capsule: نوع خاصی از میکروفون خازنی

۳- نویز



شکل ۴۰- یک نمونه اتصال درست سیم به پایه‌های کپسول میکروفون خازنی

یک کپسول خازنی از انبار کارگاه تحویل بگیرید. قطعه سیم مناسبی را به پایه‌های میکروفون خازنی به درستی لحیم کنید. این سیم، باید از نوع سیم شیلد باشد. اگر میکروفون شما دارای ۲ پایه است، سیم شیلد شما هم باید دارای یک رشته سیم مغزی و یک رشته سیم غلاف یا شیلد باشد.

برای میکروفون‌های ۳ سیمه، سیم شیلد دارای ۲ رشته مغزی (معمولاً سفید و قرمز) و یک سیم زره است که آنها را در بر گرفته است (شکل ۴۰).

برای عایق‌برداری از سیم‌های شیلد باید دقت کنید. هنگامی که پوشش بیرونی عایق را در حدود ۱/۵ سانتی‌متر با احتیاط بر می‌دارید، مراقبت کنید تا به سیم زرهی آسیبی نرسد. سپس سیم زره را از اطراف سیم یا سیم‌های مغزی به کناری هدایت کرده و منظم کنید. سیم زرهی برای اتصال زمین (منفی دستگاه) استفاده می‌شود.



شکل ۴۱- یک نمونه سیم شیلد استریو

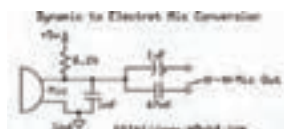
سیم‌های مغزی برای انتقال سیگنال صوتی به کار می‌روند. سر هر سیم را به اندازه حدود ۳ میلی‌متر روکش‌برداری کنید.

سر هر رشته سیم را در روغن مخصوص لحیم‌کاری فرو برده و پس از آن، نوک هویه داغ را در حالی که به سر سیم نزدیک می‌کنید که از سمت دیگر، مقداری سیم لحیم از جنس مرغوب را به هویه نزدیک می‌کنید. نوک داغ هویه سیم را حرارت داده و سیم داغ، سبب ذوب شدن قلع و جاری‌شدن آن بر روی رشته‌های سیم می‌شود. قلع را از مجموعه دور کنید. هویه را نیز از نوک سیم دور کنید. سیم سرد می‌شود و قلع مذاب، به تدریج سفت و سخت خواهد شد. اکنون سرسیم‌ها آماده اتصال به پایه‌های میکروفون هستند (شکل ۴۲).



شکل ۴۲- پایه‌های میکروفون خازنی

به دقت به پایه‌ها نگاه کنید. یکی از پایه‌ها به بدنه کپسول میکروفون متصل است. این پایه به سیم زرهی لحیم می‌شود. پایه^۱ دیگر میکروفون به سیم مغزی وصل می‌شود. دلیل استفاده از سیم زرهی، حذف نویزهای الکترومغناطیسی از سیگنال‌های الکتریکی در سیستم صوتی است. در میکروفون‌های خازنی ۳ سیمه، یک رشته سیم برای تغذیه (V_{CC})، یک رشته سیم به منظور اتصال زمین و دیگری برای انتقال موج الکتریکی صدا در نظر گرفته شده‌است. برای جایگزین کردن یک میکروفون خازنی به جای میکروفون دینامیکی از مداری مانند شکل استفاده می‌کنند (شکل ۴۳).



شکل ۴۳- مدار جایگزین میکروفون خازنی به جای میکروفون‌های دینامیکی

که دلیل استفاده از دو خازن ۱ و ۴۷ میکروفاراد و کلید تغییر وضعیت در آن چیست؟

تحقیق



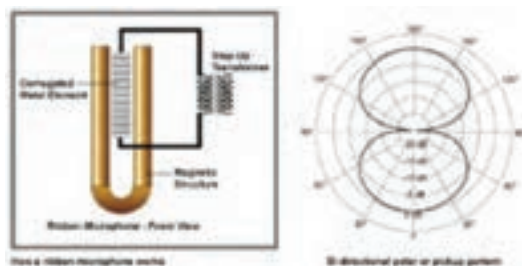
میکروفون نواری

در میکروفون نواری، یک نوار فلزی نازک و موج‌دار بین قطب‌های یک مغناطیس قرار گرفته است. هنگامی که موج صوتی به این نوار برخورد کند اختلاف فشار هوای دو طرف این نوار باعث حرکت آن می‌شود. ارتعاشات نوار جریان الکتریکی تولید می‌کند (شکل ۴۴). (این اختلاف فشار، حرکت نوار با سرعت ذرات در موج صوتی برابر است، از این رو گاهی میکروفون‌های نواری را میکروفون‌های شتابی نیز می‌نامند.)



شکل ۴۴- میکروفون نواری

میکروفون‌های ریبون به جای سطح فشار صدا (SPL) به سرعت مولکول‌های هوا واکنش نشان می‌دهند و در آنها المان معلق و بسیار کوچکی در یک میدان مغناطیسی قوی حرکت می‌کند (شکل ۴۵).



شکل ۴۵- اساس کار و زاویه پوشش میکروفون نواری

در مقایسه با میکروفون دینامیک، میکروفون نواری دارای معایبی است. بزرگ‌تر و سنگین‌تر بوده و در مقابل حرکت هوا بسیار حساس است و نیز در بوم صدا یا به‌عنوان میکروفون دستی کاربردی ندارد. همچنین در نزدیکی منابع صوتی بلند دچار اضافه بار می‌شود. از این‌رو هنگام استفاده در مقابل منبع صوتی با زاویه قرار می‌گیرد. این میکروفون برای صدابرداری ثابت، گفتگو و موسیقی یا به صورت پایه‌ای و آویزان مناسب است. واکنش فرکانسی آن نسبت به صداهای گذرا بسیار خوب است و از کیفیت صدای خوبی برخوردار است. واکنش فرکانسی آن در همه محدوده شنوایی یکسان است (۳۰ تا ۱۸۰۰۰ هرتز). در نزدیکی منابع صوتی، بر فرکانس‌های پایین تأکید می‌کند و از این پدیده می‌توان در صدابرداری از افرادی که آهنگ صدای آنها زیر است، استفاده کرد.

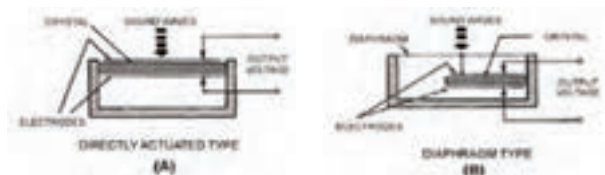
میکروفون کریستالی^۱

بعضی از عناصر مانند بلور کوارتز، نمک راشل و... دارای خاصیت پیزوالکتریک هستند. یکی از بلورها که در مقابل حرارت پایدار و به‌صورت خطی کار می‌کند، بلور کوارتز است که در الکتروآکوستیک از آن برای ساختن میکروفون، بلندگو و... استفاده می‌شود. نوع بلوری که بیشتر به کار می‌رود بلور با برش X نامیده می‌شود که مانند شکل از بلور طبیعی بریده می‌شود. میکروفون کریستالی، میکروفونی است که در آن از خاصیت پیزوالکتریک بعضی از کریستال‌ها استفاده می‌شود. یعنی تغییرات فشار وارد بر روی این نوع کریستال جریان متناوبی متناسب با فشار وارده در دو سر کریستال ایجاد می‌کند.

۱- پیزوالکتریک Piezoelectric Mic

دو نوع میکروفون کریستالی وجود دارد

- ۱ فشار صوت مستقیماً بر صفحه کریستال تأثیر کند، که دارای بازده بسیار کم در حدود ۰/۴ ولت برای هر میکروبار فشار است.
- ۲ فشار صوت به یک دیافراگم فلزی وارد شود و حرکات آن به وسیله میله‌ای که در پشت آن قرار دارد، به کریستال منتقل شود (شکل ۴۶).



شکل ۴۶- انواع ساختار میکروفون نواری

البته نوع دوم دارای بازده بیشتری در حدود یک تا دو میلی‌ولت بر میکروبار فشار است. سالیان گذشته از میکروفون پیزوالکتریک در ضبط صوت‌های خانگی استفاده می‌شد، ولی هم‌اکنون دیگر از آن استفاده نمی‌شود، زیرا عرض باند آن حدود ۷ تا ۸ کیلوهرتز است، که بسیار کم است. در نوع دوم میکروفون کریستالی، ارتعاشات صوت توسط دیافراگم به کریستال منتقل شده و اختلاف پتانسیل دریافتی در خروجی زیاد می‌شود ولی پهنای باند نوار فرکانس نسبت به حالت اول کمتر می‌شود.

فیش صوتی TRS

این نوع فیش‌ها که audio jack, phone plug, jack plug, stereo plug، mini-jack, mini-stereo نیز نامیده می‌شوند، در سیستم‌های صوتی کاربرد زیادی دارند. میکروفون معمولاً توسط فیش صوتی از نوع نر به دستگاه دیگر متصل می‌شود. اگر تنها دو قسمت بر انتهای فیش مشاهده شود، آن را فیش مونو می‌نامند که تنها یک ابزار صوتی را به دستگاه متصل می‌کند. این فیش‌ها از لحاظ اندازه و قطر نیز طبقه‌بندی می‌شوند. برخی دیگر از فیش‌ها دارای ۳ قسمت یا بیشتر است. این فیش‌ها استریو نامیده می‌شوند و معمولاً برای اتصال ۲ میکروفون، یا ۲ بلندگو به یک سیستم صوتی مورد استفاده قرار می‌گیرند (شکل ۴۷).



شکل ۴۷- انواع فیش‌های ارتباطی برای میکروفون‌ها

کار عملی



یک سیستم صوتی در اختیار بگیرید. فیش میکروفون آن مونو است؟ یا استریو؟ اگر لازم است، به دفترچه راهنمای دستگاه مراجعه کنید. یا راهنمایی بگیرید. یا به فیش میکروفون مخصوص این دستگاه دقت کنید. یک فیش صوتی مشابه با فیش میکروفون دستگاه انتخاب کنید. روکش آن را با چرخاندن، به آهستگی باز کرده و بیرون بکشید. فیش را درون مادگی فیش میکروفون سیستم صوتی قرار دهید.

سیستم را روشن کنید، ولوم صدا را تا حد یک سوم تنظیم کنید. با نوک انگشت، با یکی از اتصالات انتهای فیش تماس برقرار کنید. پایه دیگر را لمس کنید چه اتفاقی می افتد؟

بخز پایه بدنه، هر نوع تماسی با پایه یا پایه های دیگر موجب شنیده شدن یک صدای خاص خواهد شد. در کتب علمی این صدا اصطلاحاً فون، هوم یا نویز گفته می شود. در کار عملی قبلی یک کپسول میکروفون خازنی به سیم شیلد دار لحیم شد. سر دیگر سیم شیلد را از درون مجرای سیم روکش فیش عبور دهید. دقت کنید که جهت روکش را اشتباه وارد نکنید!

حال باید انتهای سیم شیلد به پایه های ارتباطی فیش صوتی لحیم شود. اگر فیش مونو باشد دو قسمت فلزی در بیرون دیده می شود که توسط یک حلقه عایق از یکدیگر ایزوله شده اند. در بخشی از فیش که درون پوشش قرار می گیرد نیز دو بخش فلزی کوتاه و بلند دیده می شود اگر استریو باشد چطور؟ با مولتی متر چگونگی اتصال هر قسمت فلزی (بلند و کوتاه) را به بخش بیرونی فیش تست کنید. برای اینکار باید مولتی متر بر روی قسمت تست اتصال الکتریکی قرار داده شود. اگر ارتباط برقرار باشد، صدای بوق شنیده می شود. با روکش برداری از انتهای سیم، دو بخش سیم زرهی و سیم مغزی را خواهید دید. پس از منظم کردن و پیچاندن سیم زرهی، نوبت به روکش برداری از سیم های مغزی می رسد. هریک در حدود ۴ یا ۳ میلی متر روکش برداری شوند. مراقب باشید که سیم ها ظریف هستند. اگر عایق آسیب ببیند، ممکن است اتصال ناخواسته و نویز در سیستم صوتی مشاهده شود. ابتدا سر سیم ها را در روغن لحیم فرو ببرید. با بیرون آوردن سیم ها، مقدار مناسبی روغن بر روی سیم قرار می گیرد اکنون هویت داغ را از یک سو به سیم نزدیک کنید، در حالی که سیم داغ را از سوی دیگر به سیم لحیم تکیه داده اید. در مدت کوتاهی که این تماس برقرار است، حرارت باعث داغ شدن روغن و حذف اکسید از سطح مس خواهد شد همچنین قلع را ذوب می کند. قلع مذاب بر روی سطح سیم حرکت می کند و لایه لای رشته های سیم نفوذ می کند. وقتی سطح مورد نظر قلع اندود شد، ابتدا قلع و سپس نوک هویت را دور کنید اجازه بدهید تا سیم کمی سرد شود. قلع باید شفاف و یکدست سطح سیم را پوشانده باشد. اگر نوک هویت مدت طولانی در اتصال با سر سیم باشد، سیم داغ سبب آسیب به عایق مجاور بخش روکش برداری شده سیم خواهد شد. حال که سر همه سیم ها قلع اندود شده، و در حالی که روکش فیش به درستی در جای خویش قرار گرفته است، سیم مغزی را به قسمت کوتاه فلزی لحیم کنید. گاهی یک سوراخ ریز دیده می شود که اگر سیم پیش از لحیم از درون آن گذر کند، کیفیت اتصال بهتر خواهد شد (اگر سیم و فیش استریو است، دو سیم مغزی را به درستی لحیم کنید). زرهی را به پایه بلندتر لحیم کنید. اکنون روکش فیش را به سمت بدنه فیش جا به جا کرده و با دقت آن را در قسمت مناسب بپیچانید طوری که زروه ها به درستی جای بگیرند و اگر بدنه روکش از جنس پلاستیک است، نشکنند. اینک یک میکروفون دست ساز خودتان را در اختیار دارید اما این میکروفون فاقد قاب است با خرید یک قاب مناسب و جا دادن میکروفون درون این قاب به میکروفون خود جلوه حرفه ای بدهید اگر بر روی قاب شما امکان استفاده از کلید وجود دارد با استفاده از یک کلید مینیاتوری با اندازه مناسب، میکروفون خود را حرفه ای تر کنید. سعی کنید میکروفون خود را بر روی یک سیستم صوتی آزمایش کنید. آیا می توان از این میکروفون برای اجرای مراسم در سالن، یا صبحگاه استفاده کرد؟

نقایص کار خود را فهرست کنید. یعنی بنویسید که برای بالاتر رفتن کیفیت کار، چه باید کرد؟ آیا ساخت، یا تعمیر میکروفون، کار سختی است؟ کار آسانی هم نیست! به نکات و ظرافت کار باید آشنا باشید تا نتیجه کار شما رضایت مشتریان را بر انگیزد.

ابعاد دیافراگم میکروفون

چرا ابعاد مهم است؟ میکروفون‌های خازنی و دینامیک بر اساس ابعاد کپسول دسته‌بندی می‌شوند: دیافراگم بزرگ و دیافراگم کوچک؛ در یک استودیوی مجهز هر کدام از این میکروفون‌ها جایگاه خود را دارند. میکروفون‌های دارای دیافراگم متوسط می‌توانند به عنوان میکروفونی ترکیبی در نظر گرفته‌شوند که ویژگی‌های میکروفون‌های دارای دیافراگم بزرگ و کوچک را در بر می‌گیرند. انواع میکروفون بر اساس اندازه دیافراگم:

- دیافراگم بزرگ
- دیافراگم کوچک
- دیافراگم متوسط

میکروفون دیافراگم بزرگ

میکروفون‌های خازنی دیافراگم بزرگ، مانند میکروفون پر قدرت Neumann U87 از اجزای اصلی استودیو هستند. با استفاده از میکروفون دیافراگم بزرگ می‌توان تقریباً هر صدایی از خواننده تا سازهای زهی و کوبه‌ای را ضبط کنید. الگوهای چندگانه و پدهایی که اکثر میکروفون‌های دیافراگم بزرگ خازنی دارند، آنها را تبدیل به منعطف‌ترین میکروفون‌های این صنعت می‌کنند. میکروفون‌های دینامیک با دیافراگم بزرگ نیز وجود دارند که برای ضبط صدای منابع پرصدا با انرژی باس زیاد (مانند باس درام یا تام) به کار می‌روند.

میکروفون دیافراگم متوسط

تعریف میکروفون دیافراگم متوسط، کمی بحث برانگیز است. به طور تاریخی، میکروفون‌هایی با دیافراگم بزرگ و دیافراگم کوچک وجود داشته‌اند، اما میکروفون‌های دارای دیافراگم متوسط هنوز دسته‌بندی مشخص خود را ندارد و همه در مورد حد بالا و پایین دقیق آنها توافق ندارند. بسیاری از تولیدکنندگان حرفه‌ای میکروفون می‌گویند که میکروفونی که دارای دیافراگمی با قطر حدوداً $5/8$ اینچ تا $3/4$ اینچ باشد می‌تواند به عنوان دیافراگم متوسط در نظر گرفته شود. به طور کلی میکروفون‌های دیافراگم متوسط در برداشت دقیق صداهای فرکانس بالا (مانند دیافراگم کوچک) به خوبی عمل می‌کنند و در همین حین صدایی پُرتر و گرم‌تر ایجاد می‌کنند (مانند دیافراگم بزرگ).

میکروفون دیافراگم کوچک

با اینکه بسیاری از افراد تازه‌کار در زمینه ضبط صدا تصور می‌کنند که میکروفون‌های دیافراگم کوچک در مقابل دیافراگم بزرگ به خوبی عمل نمی‌کنند،

این میکروفون‌ها در کاربردهای خاصی، از میکروفون‌های دیافراگم بزرگ سبقت می‌گیرند. ویژگی این میکروفون‌ها حساسیت فوق‌العاده زیاد است که به علت وجود دیافراگم کوچک‌تر و با جرم کمتر است. این میکروفون‌ها برای ضبط صدای گیتار آکوستیک یا هر سازی که دارای صدایی شفاف و overtone وسیعی دارد، بهترین انتخاب هستند. یکی از مزایای این میکروفون‌های کوچک (که معمولاً به خاطر شکل باریک و استوانه‌ای آنها میکروفون مدادی نامیده می‌شوند) آسانی در جایگذاری است (شکل ۴۸).



شکل ۴۸- یک نمونه جعبه نگهداری میکروفون

نگهداری صحیح میکروفون

میکروفون‌ها تجهیزات بسیار حساسی هستند؛ میکروفون‌های گران‌قیمت حساس‌تر هستند. معمولاً اگر یک میکروفون، در شرایط خوبی نگهداری شود سال‌ها بدون افت کیفیت می‌تواند کار کند.

چند نکته برای نگهداری بهتر میکروفون

- ۱ هیچگاه برای تست روشن بودن میکروفون، به آن ضربه نزنید و یا داخل آن فوت نکنید! زدن ضربه مستقیم به محافظ دیافراگم برای میکروفون‌ها بسیار مضر است!
- ۲ مراقب باشید به میکروفون ضربه نخورد. همیشه جای آن را در پایه میکروفون محکم کنید و هنگام حمل و نقل بسیار مراقب باشید و میکروفون را داخل جعبه مخصوص آن حمل کنید.
- ۳ میکروفون‌ها به رطوبت حساس هستند. رطوبت زیاد می‌تواند در طولانی مدت به میکروفون آسیب بزند.
- ۴ هیچگاه به پایه‌های فیش میکروفون جریان برق (حتی جریان ضعیف) وصل نکنید.
- ۵ میکروفون را در محیط گرم و مرطوب نگهداری نکنید.

۶ همیشه از سلامت کابل‌های میکروفون مطمئن باشید. اتصالی و یا خرابی کابل‌ها می‌تواند به دستگاه میکسر و یا خود میکروفون آسیب بزند. از طرفی قطعی در سیم میکروفون ممکن است منجر به ایجاد وقفه در اجرای برنامه شود.

الگوی دریافتی میکروفون‌ها

الگوی دریافتی میکروفون و نمودارهای پاسخ قطبی چگونگی دریافت صدا توسط میکروفون را در فرکانس‌های مختلف نشان می‌دهد. با مقایسه اندازه و شکل دریافت فرکانس‌های مختلف، می‌توان شناخت خوبی از «پاسخ خارج از محور» میکروفون پیدا کرد و یا رفتار آن را با فرکانس‌هایی که از زوایای گوناگون به کپسول برخورد می‌کنند؛ مورد بررسی قرار داد.

نمودار پاسخ قطبی هنگامی رسم می‌شود که میکروفون در مرکز نقشه و رو به زاویه صفر درجه قرار داشته باشد. به منظور جلوگیری از بهم ریختگی نقشه قطبی، فقط یک طرف هر فرکانسی نشان داده می‌شود، حتی اگر الگوی آن متقارن (symmetrical) باشد.

دسته‌بندی میکروفون‌ها از لحاظ جهت‌های دریافت صدا

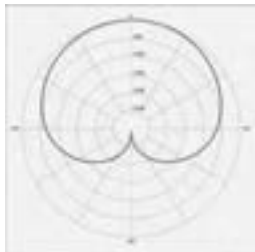
■ تک جهتی (Unidirectional)

■ دو جهتی (Bidirectional)

■ تمام جهتی (Omnidirectional)

تک جهتی (Unidirectional): این میکروفون نسبت به صدا فقط از یک مسیر حساس است. سه الگوی تک‌جهتی عبارت‌اند از: کاردیوئید، سوپر کاردیوئید و هاپیر کاردیوئید

الف - میکروفون تک‌جهتی کاردیوئید: این میکروفون‌ها صدای جلوی میکروفون را بهتر «دریافت می‌کنند» و صدایی که در اطراف یا پشت میکروفون باشد را رد می‌کنند. شکل این الگو یادآور شکل قلب است^۲ (شکل ۴۹). برای حذف صدای ناخواسته و انتخاب صدا، مناسب هستند.

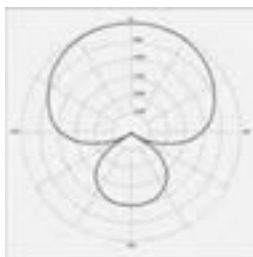


شکل ۴۹- الگوی تک‌جهتی کاردیوئید

کاربرد این میکروفون: برای نصب در جایی که چندین میکروفون کار گذاشته شود، و در جایی که دریافت صدای مقدار زیادی از فضای اتاق مورد نیاز نباشد، مناسب است. این میکروفون‌ها هم در استودیو و هم در اجرای زنده محبوب هستند، و کاربردهای زیادی دارند.

ب - سوپرکاردیوئید: برخلاف کاردیوئید، سوپر کاردیوئید دارای بخش حساس در پشت خود است که صدا را دریافت می‌کند، که باعث می‌شود میکروفون‌گذاری با آن‌ها کمی دشوار باشد (شکل ۵۰). چرا؟

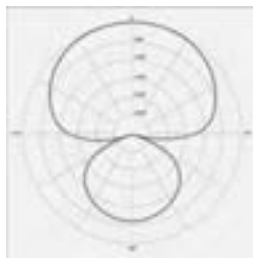
بیشترین اختلاف در میزان صدای دریافتی از مقابل و پشت میکروفون فیدبک بیشتر نسبت به میکروفون کاردیوئید در اجرای زنده و در جایی که بلندگوها نزدیک میکروفون باشند.



شکل ۵۰- الگوی تک‌جهتی سوپرکاردیوئید

پ- هایپرکاردیوئید (Hypercardioid): ساختار قطبی‌هایپرکاردیوئید نسبت به سوپرکاردیوئید جهتی‌تر (directional) است. این نوع میکروفون‌ها نیز دارای بخش حساس در پشت خود بوده و صدا را دریافت می‌کنند، که باعث می‌شود میکروفون‌گذاری با آن‌ها کمی دشوار باشد. در میکروفون‌های یک‌جهتی این الگوی دریافت بیشترین تضعیف را در کناره‌های خود دارد (شکل ۵۱).

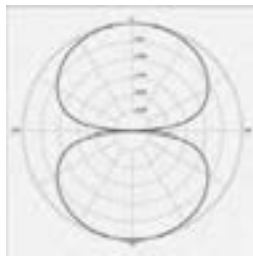
عیب عمده: فیدبک بیشتر نسبت به میکروفون سوپرکاردیوئید در اجرای زنده و در جایی که بلندگوها نزدیک میکروفون باشند.



شکل ۵۱- الگوی تک‌جهتی هایپرکاردیوئید

دو جهتی (Bidirectional)

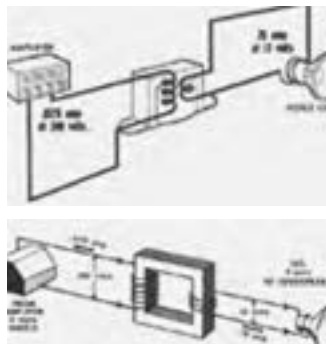
میکروفون‌های دارای الگوی دو قطبی، حساسیت یکسانی نسبت به صداهاى جلو و عقب یا دو مسیر مخالف دارند، اما صدایی را که از سایر اطراف به میکروفون برسد، رد می‌کنند. در نتیجه الگوی آنها شبیه عدد 8 است که در آن کیسول میکروفون در محل تقاطع قرار دارد. به این الگو bi-directional نیز گفته می‌شود. این میکروفون کاربرد فراوانی ندارد اما به عنوان مثال می‌توان در یک مصاحبه دو نفره که دو نفر رودرروی یکدیگر قرار دارند و قرار است تنها با یک میکروفون صدا ضبط شود، از آن استفاده کرد (شکل ۵۲).



شکل ۵۲- الگوی دو جهتی

طریقه نصب بلندگو به ترانسفورماتور تطبیق

برای نصب بلندگو یا بلندگوها به ترانسفورماتور تطبیق مطابق شکل دو سر اولیه ترانسفورماتور به خط خروجی آمپلی فایر متصل می‌شود و قسمت ثانویه ترانسفورماتور به بلندگو متصل می‌شود. معمولاً ترانسفورماتور تطبیق کنار بلندگو نصب می‌شود، بعضی از بلندگوها با ترانسفورماتور تطبیق در بازار ارایه می‌شوند.



با اتصال ترانسفورماتور می‌توان متناسب با توان خروجی آمپلی فایر و توان هر بلندگو، تعداد بلندگو را انتخاب کرد.

هشدار



اگر شدت صدا بیشتر از ۸۵ دسیبل باشد، سبب کاهش شنوایی می‌شود. میزان نزدیکی و دوری از منبع صدا، مدت زمان قرار گرفتن در معرض صدا بر میزان صدمه اثر دارد. به مدت ۸ ساعت مداوم، قرار گرفتن در معرض صداهای با قدرت ۹۰ دسیبل باعث آسیب دیدن شنوایی می‌شود. شدت صدای بالای ۱۴۰ دسیبل (حتی به‌طور لحظه‌ای) باعث پارگی پرده گوش و درد شدید خواهد شد.

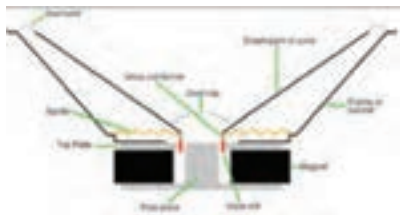
پرنسپ



چرا توصیه می‌شود به‌طور مداوم از هندزفری یا هدفون استفاده نکنیم؟

بلندگو و انواع آن

در هر سیستم صوتی، کیفیت نهایی سیستم به بلندگوهای به‌کار رفته در آن سیستم بستگی دارد، اگر یک سیستم بسیار حرفه‌ای صوتی با آمپلی‌فایر بسیار پر قدرت، صدایی را که با کیفیت بسیار خوب ضبط شده است، از بلندگویی ضعیف، یا نامتناسب پخش کند، صدا بسیار نا مطلوب خواهد بود. بلندگوها سیگنال‌های الکترونیکی را از دستگاه‌هایی همانند CDهای صوتی و DVDها دریافت کرده و تبدیل به صداهای قابل شنیدن می‌کنند. بلندگوها هنگام پخش صدا عکس عمل میکروفون‌ها را انجام داده و سیگنال‌های الکتریکی را به لرزه‌های فیزیکی و در نتیجه، امواج صوتی تبدیل می‌کنند. دیافراگم بلندگو غالباً از نوع خاصی از کاغذ، پلاستیک یا فیبر ساخته می‌شود تا بتواند به راحتی تحرک کند. مرکز دیافراگم به مرکز بلندگو که سیم پیچ قرار دارد متصل شده است و از اطراف نیز از طریق ثابت کننده به بدنه بلندگو متصل شده است. هنگامی که جریان الکتریکی از طریق سیم‌های سیم‌پیچ بلندگو (بخش قرمز رنگ تصویر صفحه بعد) عبور می‌کند، باعث بوجود آمدن میدان مغناطیسی متغیری می‌گردد که در اثر مجاورت با آهنربای بلندگو، باعث بالا رفتن یا پایین آمدن هسته مرکزی و در پوش محافظ شده و در نتیجه کاغذ دیافراگم (مخروط از جنس کاغذ، پلاستیک یا فیبر) را به داخل کشیده یا به خارج فشار خواهد داد. در اثر حرکت سریع این هسته و تغییرات پیوسته جریان الکتریسته در داخل سیم‌پیچ، کاغذ دیافراگم به‌صورت پیوسته نوسان خواهد کرد که خود باعث جابه‌جایی هوا و تولید صوت خواهد شد (شکل ۵۴).



شکل ۵۴ - ساختار داخلی و اساس کار یک بلندگو

یادآوری از قانون جاذبه و دافعه الکترومغناطیسی

اگر از سیم‌های پیچیده شده به دور یک هسته آهنی، جریان عبور کند، باعث بوجود آمدن میدان مغناطیسی می‌شود.

اگر این میدان هم‌نام با قطب آهنربای ثابتی باشد که در بلندگو وجود دارد، باعث دفع شدن قاب سیم‌پیچ از آهنربا می‌گردد و در صورت غیر هم‌نام بودن آن، باعث جذب آهنربا می‌گردد.

انواع بلندگوها: براساس کاربرد، بلندگوها را می‌توان به سه گروه تقسیم کرد:

- ۱ «Woofer» ها که برای پخش فرکانس‌های پایین (صداهاى بم) کاربرد دارند.
 - ۲ «Tweeter» ها که برای پخش فرکانس‌های بالا (صداهاى زیر) کاربرد دارند.
 - ۳ «Midrange» ها که فرکانس‌های میانی ناحیه شنوایی صوت را پخش می‌کنند.
- بلندگوی ووفر^۱، بلندگوی بزرگی است که برای تولید اصوات با فرکانس پایین به کار می‌رود. برای تولید اصوات با فرکانس پایین، سطح دیافراگم، تحرک کمی خواهد داشت. به همین دلیل اندازه این بلندگوها بزرگ انتخاب شده است (شکل ۵۵).



شکل ۵۵ - نمایی از یک بلندگوی مناسب برای پخش صداهاى بم^۲

توئیتتر^۳ در ابعاد کوچک طراحی شده است تا سطح دیافراگم آن بتواند به سرعت مرتعش شود. بنابراین از این بلندگوها برای پخش اصوات با فرکانس بالا (اصوات زیر) استفاده می‌شود (شکل ۵۶).

۱- Subwoofer یا Woofer

۲- Bass

۳- Tweeter



شکل ۵۶- نمایی از بلندگوهای مناسب برای پخش صداهای زیر

بلندگوی پخش صدای میانه با ابعادی متوسط، توانایی تولید فرکانس‌های میانی قابل شنیدن برای انسان را دارد. اندازه متوسط آن و طراحی آن به گونه‌ای است که به جز اصوات بسیار زیر و اصوات بسیار بم توانایی پخش بقیه صداها را هم دارد. بنابر این در کاربردهای خانگی و آماتوری به طور گسترده‌ای از آنها استفاده می‌شود.

تمرین



در شکل ۵۷ بر اساس فرکانس کاری انواع بلندگوها را معین کنید.



شکل ۵۷- یک نمونه جعبه بلندگوی سیستم صوتی

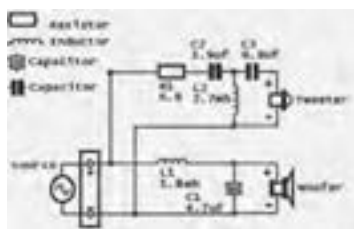
تقسیم فرکانسی:^۱ گاهی برای تولید صدایی با کیفیت بهتر، یک بلندگوی تک‌سیم‌پیچ کافی نیست. برای این منظور از ترکیب یک «Woofer» و یک «Tweeter» به طور هم‌زمان استفاده می‌شود.

۱- Crossover

در این حالت لازم است که فرکانس‌های صوت به دو قسمت تقسیم شوند و فرکانس‌های پائین از «Woofer» و فرکانس‌های بالاتر از «Tweeter» عبور کنند. بلندگوهای با کیفیت هر دو قسمت را در درون یک مجموعه قرار داده‌اند. به مدار تقسیم فرکانس‌های صوتی جهت پخش از بلندگوی مناسب مدار «Crossover» می‌گویند.

مدارهای کراس‌اُور به دو دسته تقسیم می‌شوند

۱ غیر فعال! این دسته از فیلترهای فرکانسی، از خازن و سلف تشکیل شده‌اند و به علت فعال شدن به وسیله سیگنالی که از آن عبور می‌کند، برای تغذیه به منبع خارجی نیاز ندارند. ساده‌ترین کراس‌اُور دو راهی را می‌توان با کمک سلف و خازن تولید کرد (شکل ۵۸).



شکل ۵۸- یک نمونه کراس‌اُور دو راهی پسیو

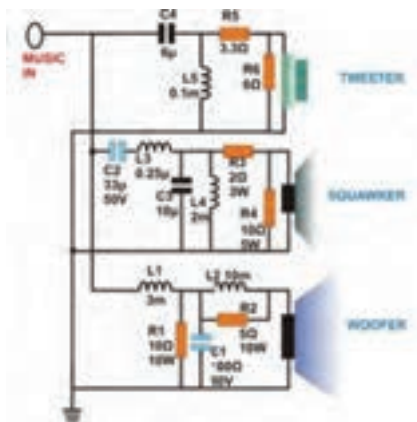
هر خازن بر اساس مشخصات درونی خود، فرکانس‌های پایین‌تر از حد مشخصی را عبور نخواهد داد و به صورت یک مدار باز عمل خواهد کرد. ولی هرگاه در مسیر فرکانسی بیشتر از آن قرار گیرد به صورت یک اتصال کوتاه عمل کرده و سیگنال را عبور خواهد داد. بدین وسیله می‌توان فرکانس‌های بالا را از فرکانس‌های پایین جدا کرد.

سلف‌ها عملی عکس خازن‌ها را انجام می‌دهند و در فرکانس‌های پایین عمل رسانایی و انتقال فرکانس را انجام داده و در فرکانس‌های بالا سیگنال را به سختی عبور می‌دهند، پس می‌توان برای فیلتر کردن فرکانس‌های بالا از آنها استفاده کرد.

مدار کراس‌اُور غیرفعال زیر را ببندید. خروجی یک سیستم صوتی را توسط فیش رابط مناسبی به این مدار وصل کنید (شکل ۵۹). آیا تفکیک فرکانسی صدای خروجی، درست است؟

کار عملی



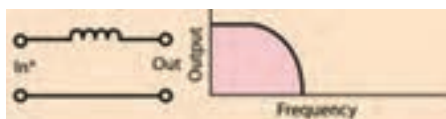


شکل ۵۹- مدار یک کراس‌اُور سه سطحی غیرفعال

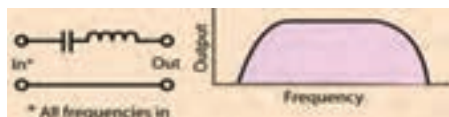
کراس‌اُور غیرفعال سه راهه، فرکانس‌های مختلف صوت توسط سه فیلتر بالاگذر^۱، میان‌گذر^۲ و پائین‌گذر^۳، از یکدیگر جدا کرده و صداها را بین ۲۰ تا ۴۰۰ هرتز را از بلندگوی بم، بین ۴۰۰ هرتز تا ۱۶ کیلوهرتز را از طریق بلندگوی میانی و صداها را بین ۱۶ کیلوهرتز تا ۲۰ کیلوهرتز را از بلندگوی توییتر پخش می‌کند (شکل ۶۰ تا ۶۲).



شکل ۶۰ - ساختار اساسی یک فیلتر بالاگذر



شکل ۶۱ - ساختار اساسی یک فیلتر میان‌گذر



شکل ۶۲ - ساختار اساسی یک فیلتر پائین‌گذر

۱_ High - Pass Filter

۲_ Band - Pass Filter

۳_ Low - Pass Filter



بر روی نقشه کار عملی ۵ (شکل ۶۳)، فیلترها را مشخص کنید. چرا به آن «غیرفعال» گفته می‌شود؟ در باره طرز کار آن با یکدیگر گفتگو نمایید.
 برای تست درستی عملکرد فیلتر خود، چه راهی را پیشنهاد می‌کنید؟
 آیا شنیدن و گوش سپردن به نوای خروجی، کفایت می‌کند؟
 آیا در انتخاب نوایی که از بلندگوها پخش می‌شود، دقت خاصی لازم است؟
 آیا ابزار یا وسیله‌ای برای سنجش بهتر عملکرد وجود دارد؟



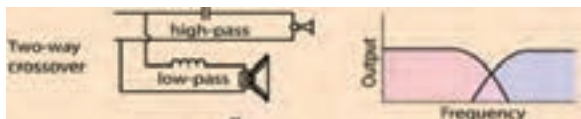
اشکال ۶۳ - شمای کلی از یک کراس اور سه راهه

۲ فعال: این دسته از Crossoverها، شامل مدارهای الکترونیکی هستند که سیگنال صوتی را قبل از ورود به آمپلی فایر دریافت کرده و صدای طبقه‌بندی شده، از هر کدام از خروجی‌های آن به طور مجزا به آمپلی فایر مخصوص خود فرستاده می‌شوند (شکل ۶۴). از مزایای این فیلترها، می‌توان به توانایی تنظیم فرکانس‌های خروجی و کیفیت بسیار بالا اشاره کرد. قیمت بسیار بالای آن، یکی از معایب آن به شمار می‌رود.



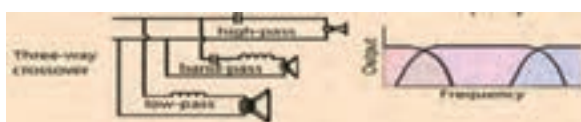
شکل ۶۴ - نقشه و تصویری از یک کراس اور فعال

استفاده از کراس اور دو راهی بالاگذر و پائین‌گذر، بر اساس فرکانس صدا، صدای ورودی را به دو بلندگوی توئیتور و ساب‌ووفر توزیع خواهد کرد (شکل ۶۵):



شکل ۶۵- ساختار اساسی یک کراس اور دو راهی و چگونگی حذف فرکانس میانی

استفاده از کراس اور سه راهی، فرکانس صدای ورودی را به سه دسته زیر، بم و میانه تقسیم نموده و هر یک را به بلندگوی مخصوص خود تحویل خواهد داد (شکل ۶۶):



شکل ۶۶- ساختار اساسی یک کراس اور سه راهی و چگونگی عملکرد آن

برای آنکه صدای خوبی از بلندگو شنیده شود، باید آنها را در قاب، یا جعبه‌ای مناسب قرار داد. طراحی جعبه بلندگو، محاسبات فنی خاص خود را دارد. جنس بدنه، ابعاد، شکل فضای داخلی جعبه، محل قرارگیری بلندگو با توجه به محیط فرکانسی، و... همه باید به دقت محاسبه و ساخته شوند. برای این منظور می‌توان از نرم‌افزارهای مخصوص استفاده نمود، یا از وبسایت‌هایی که به صورت برخط محاسبات را انجام می‌دهند، یا اپلیکیشن‌هایی که مخصوص گوشی‌های هوشمند و با هدف تعیین ابعاد جعبه بلندگو در نظر گرفته شده‌اند، استفاده نمود. تا کنون با دو بخش اساسی سیستم صوتی، و برخی نکات مهم در طراحی صوت، آشنا شده‌اید.

اکنون زمان آشنایی با سیستم‌هایی است که صدا را از میکروفون دریافت و به صورت صدایی قابل پخش از بلندگوها، تحویل می‌دهند (شکل ۶۷).



شکل ۶۷

پیش تقویت کننده^۱، تقویت کننده صوتی^۲، ترکیب کننده یا مخلوط کننده صدا^۳، و... اجزایی هستند که می توانند بر شدت صدا و کیفیت صدا و طنین آن اثر داشته باشند، یا صدای ورودی از چند منبع صوتی (انسان و موسیقی پس زمینه) را با هم و با تناسب خاصی، ترکیب نماید.

در انتها نیز با انواع سیستم های تغذیه ثابت و سیار، ولتاژی که بر روی خطوط انتقال صدا قابل اندازه گیری است (متناسب با استاندارد سیستم های اروپایی و آمریکایی)، و محاسبات تداخل و غلبه صوت و صوت سنجی آشنا خواهید شد.

ج) آمپلی فایر

آمپلی فایر (تقویت کننده) : وظیفه آمپلی فایر تقویت دامنه صوت دریافت شده توسط میکروفون و ارسال آن به بلندگو است. در این کتاب بیشتر از واژه متداول آمپلی فایر استفاده شده است (شکل ۶۸).

توان آمپلی فایر: توان آمپلی فایرها در انواع مختلف متفاوت است. مشخصات فنی هر آمپلی فایر در دفترچه راهنمای آن درج شده و هنگام اتصال بلندگو باید به مقدار توان خروجی آن و امپدانس خروجی دقت کرد.



شکل ۶۸- نمایی از دو زاویه آمپلی فایر

اتصالات آمپلی فایر

اتصالات آمپلی فایر شامل اتصال به بلندگو و میکروفون، تغذیه برق و... می باشد.

ارتباط بلندگو و آمپلی فایر (تقویت کننده)

برای بهره گیری از یک سیستم صوتی با کیفیت انتخاب بلندگو و تقویت کننده بسیار اهمیت دارد اگر محاسبه لازم در انتخاب بلندگو و تقویت کننده انجام نشود دو حالت زیر پیش می آید :

۱ کیفیت صدا مناسب نباشد.

۲ تقویت کننده و بلندگو آسیب ببینند.

برای اجرای یک سیستم صوتی PA به نکات زیر توجه کنید.

با توجه به نوع و ابعاد فضای مورد نظر، توان مورد نیاز بلندگو را مشخص کنید.

۱- Pre Amplifier

۲- Amplifier

۳- Maxer

- ۱ با توجه به مقدار توان محاسبه شده برای بلندگوها، توان تقویت کننده را با در نظر گرفتن حدود ۱۰ الی ۲۰ درصد تلفات برآورد کنید. مثلاً اگر توان بلندگوها برابر ۲۰۰ وات بدست آمد برای تقویت کننده توانی معادل ۲۴۰ وات مدنظر قرار دهید.
- ۲ همیشه امپدانس خروجی و تقویت کننده با مجموع بلندگو یا بلندگوها برابر باشند.
- ۳ اگر تعداد بلندگوها زیاد است از خروجی با ولتاژ بالای تقویت کننده استفاده کنید برای هر بلندگو یک ترانسفورماتور تطبیق لحاظ کنید.
- ۴ بلندگوها و تقویت کننده به نحوی انتخاب شوند که در همه شرایط جریان خروجی تقویت کننده از حد مجاز آن بیشتر نشود (شکل ۶۹).



شکل ۶۹- دو زاویه از نمای بلندگو

نمونه آمپلی فایر قدیمی با راهنمای اتصالات به فارسی



شکل ۷۰- آمپلی فایر قدیمی



منابع برق اضطراری (یوپی اس)

هدف:

هدف از این واحد یادگیری دستیابی به شایستگی آشنایی با محاسبات تبدیل توان UPS و کاربرد آن برای بارهای مختلف نصب یک UPS در یک مدار مصرف کننده جریان ضعیف و انجام آزمایش اضافه بار UPS.

۲-۸-۱- کاربردهای مختلف UPS:

کاربردهای UPS به غیر از عناوینی که در کتاب درسی برای هنرجویان آورده شده است کاربردهای دیگری نیز دارد که در ادامه به آنها اشاره می‌شود:

۲-۸-۱-۱- یوپی اس برای ماشین‌های اداری

منظور از ماشین‌های اداری، تجهیزاتی همچون دستگاه‌های نامبر، کپی، چاپگر، اسکنر، تلکس و... می‌باشد که عملاً می‌تواند در هر کجا استفاده شود. با توجه به ماهیت الکتریکی این تجهیزات، پیشنهاد استفاده از یوپی اس برای تأمین برق اضطراری برای آنها به تنهایی مقرون به صرفه نمی‌باشد مگر در مواقعی که با توجه به حساسیت و یا کاربرد توانی چندین برابر توان نامی دستگاه در نظر گرفته شود، اما به منظور تأمین برق عاری از هرگونه اختلال و نوسان به منظور اطمینان از صحت عملکرد دستگاه و همچنین افزایش طول عمر آنها و یا جلوگیری از آسیب‌های سخت افزاری و یا نرم افزاری ناشی از این اختلالات، می‌توان از ترانسفورماتورها و یا دستگاه‌های تثبیت ولتاژ استفاده کرد.

۲-۸-۱-۲- یوپی اس برای درب‌های اتوماتیک

اتوماتیک به عنوان گروهی از محصولات حفاظتی محسوب می‌گردند که به واسطه کاربری متداول در این قسمت بررسی می‌شوند. با توجه به ماهیت الکترونیکی، الکتریکی و مکانیکی این تجهیزات، می‌توان هم به منظور حفاظت آنها در مقابل نوسانات و اختلالات برق شهر و هم کمک به تضمین صحت عملکرد آنها و همچنین جلوگیری از آسیب‌های احتمالی ناشی از نوسانات به قسمت‌های الکتریکی و الکترونیکی آنها و در کنار آن تأمین برق اضطراری در مواقع مورد لزوم نظیر قطعی برق و یا کاهش ولتاژ برق شهر از UPS استفاده کرد.

۲-۸-۱-۳- یوپی اس برای کولر گازی

کولرهای گازی از جمله تجهیزاتی هستند که استفاده از آنها متداول شده است. کولرهای گازی در منازل و مراکز تجاری تا ادارات و سازمان‌ها و مراکز عمومی

نیز استفاده می‌شود. کمپرسورهای کولرهای گازی از آسیب‌پذیرترین تجهیزات الکتریکی در مقابل نوسانات و اختلالات برق شهر هستند. علاوه بر آن تغییرات دامنه ولتاژی برق شهر، تأثیر آشکاری در میزان صحت عملکرد کولرهای گازی دارد.

۲-۸-۱-۴- یوپی‌اس برای سیستم‌های BMS

سیستم‌های کنترل هوشمند ساختمان‌ها باعث بهینه‌سازی مصرف انرژی می‌شوند. با توجه به گرانی قیمت بودن این تجهیزات که براساس نیازهای خاص طراحی شده‌اند، لزوم فعالیت مداوم و کنترل آنها همواره مورد تأکید مشتریان این گروه از تجهیزات است. علاوه بر مباحث مدیریت انرژی مصرفی ساختمان‌ها، مباحثی چون مدیریت هوشمند سیستم‌های امنیتی، هشداردهنده‌ها و همچنین سیستم‌های کنترل از راه دور هوشمند، همه و همه در مباحث bms ها خلاصه می‌شوند و لذا یوپی‌اس‌ها می‌تواند نوسانات جزئی برق را رفع و در هنگام قطع برق این تجهیزات را در مدار مورد استفاده قرار دهد.

۲-۸-۱-۵- کاربرد UPS در سیستم بانکی

در سیستم بانکی و پولی نیز دستگاه‌های تصویر برداری دوربین مدار بسته حفاظتی و خودپردازهای (ATM) نیز هنگام قطع شبکه برق باید بتوانند به کار خود ادامه دهند. با توجه به مطالب فوق، نیاز دستگاهی که بتواند جایگزین مناسبی برای برق شهر در مواقع اضطراری باشد و با حذف اختلالات شبکه تغذیه مدارات حساس را برعهده گیرد.

۲-۸-۱-۶- UPS و برق اضطراری

لازم به ذکر است که در مواقع قطع برق می‌توان از ژنراتورهای جریان متناوب (AC) جهت تغذیه دستگاه‌ها استفاده کرد ولی این منابع با توجه به مشکلاتی نظیر تغییرات ولتاژ و فرکانس، حجم بزرگ، آلودگی صوتی، دودزا بودن، زمان طولانی وصل شدن بعد از قطع برق و لزوم سرویس و بازرسی دائمی عملاً کاربردی در دستگاه‌های حساس ندارد (جدول ۸-۱). دستگاه‌های یوپی‌اس با ابعاد کوچک و بدون نیاز به سرویس دائمی و بدون ایجاد آلودگی‌ها با تثبیت ولتاژ و فرکانس، وسایل بسیار مناسبی جهت حفاظت سیستم‌ها در مقابل اختلالات برق شبکه می‌باشند.

جدول ۱-۸- مقایسه یوپی اس و ژنراتور در یک جدول

مقایسه UPS و ژنراتور	
ژنراتور	UPS
آلودگی و سر و صدا دارد.	آلودگی و سر و صدا ندارد.
گردان	استاتیک
با وقفه وارد مدار می شود.	بدون وقفه وارد مدار می شود.

تذکر : در نشریه ۱۱۰ (جلد دوم) از دیزل ژنراتور با عنوان یوپی اس گردان و UPS معمولی با عنوان یوپی اس ایستا ذکر شده است. دستگاه های یوپی اس عموماً برای حفاظت از مصرف کننده های حساس مانند سیستم های رایانه ای کارایی دارند ولی عموم مردم کاربرد یوپی اس را در زمان قطعی برق می دانند در صورتیکه وظیفه اصلی یوپی اس جلوگیری از نوسانات و اختلالات موجود در شبکه متصل به آن می باشد (شکل ۱).



شکل ۱- تصویر ATM، یونیت دندانپزشکی و دوربین مدار بسته متصل به یوپی اس

۲-۸-۲- تعاریف و اصطلاحات فنی در یوپی اس

انتخاب نوع یوپی اس و نوع تکنولوژی ساخت آن نیاز به دانش بالایی در خصوص مشخصات دستگاه های مصرف کننده و عوامل محیطی دارد. در این بخش به برخی تعاریف و اصطلاحات اشاره می گردد:

۲-۸-۲-۱- اینورتر (Inverter)

مداری است که وظیفه آن تبدیل شکل موج DC به AC می‌باشد. این مدار قادر است ولتاژ باتری را به ولتاژ متناوب با فرکانس دلخواه تبدیل کند. با توجه به اینکه فرکانس برق شهر در کشور ایران ۵۰ Hz می‌باشد، معمولاً مدار اینورتر را به گونه‌ای طراحی می‌کنند که در صورت استفاده از باتری به جای منبع برق، شکل موج متناوب دارای فرکانس ۵۰ Hz باشد.

۲-۸-۲-۲- رکتیفایر (Rectifier)

مداری است که وظیفه آن یکسوسازی شکل موج می‌باشد. غالباً این مدار موج متناوب را به شکل موج DC تبدیل می‌کند.

۲-۸-۲-۳- تنظیم ولتاژ (Voltage Regulation)

این واژه در لغت به معنای تنظیم کردن ولتاژ می‌باشد. در مدارات الکتریکی عمل رگولاسیون ولتاژ به معنای تثبیت دامنه ولتاژ به مقداری خاص است. بدین منظور عموماً هنگامی که دامنه ولتاژ از حدی بالاتر رود، مدار باید برای تثبیت دامنه ولتاژ ورودی را تضعیف کند. به عمل تضعیف ولتاژ، اصطلاحاً Buck و به عمل تقویت ولتاژ، Boost گفته می‌شود.

۲-۸-۲-۴- Static Switch

سوئیچ تغییر وضعیت که از نیمه‌رساناها به عنوان سوئیچ برق (کلید زنی) استفاده می‌شود. به فاصله زمانی بین سوئیچ از برق شهر به باتری و بالعکس اصطلاحاً زمان کلیدزنی^۱ گفته می‌شود. هر چه این زمان بیشتر باشد احتمال Restart شدن کامپیوتر در لحظه سوئیچ بیشتر خواهد بود. دستگاه‌هایی که زمان سوئیچ آنها حدود صفر است به دستگاه‌های برخط معروف هستند.

■ زمان پشتیبانی^۲

زمان مورد نیاز برای وضعیتی است که برق شهر قطع شده و لازم است برای تغذیه بار مصرفی از شارژ باتری استفاده شود. این زمان بستگی به باتری دارد و با کم و زیاد شدن باتری، کم و یا زیاد می‌شود. یوپی‌اس ممکن است دارای باتری داخلی بوده و یا امکان اضافه نمودن باتری خارجی (کابینت باتری) به جهت طولانی نمودن مدت زمان برق دهی، برای آن وجود داشته باشد.

۱- Switch Time

۲- Backup Time

■ توان مؤثر^۱

■ حالت نرمال^۲

■ حالت پشتیبان^۳

مقدار توان خروجی دستگاه یوپی اس با توجه به مقدار توان ورودی دستگاه تحت عنوان مؤثر مطرح بوده که این عدد معمولاً ۱۰۰٪ نیست، زیرا مقداری از توان ورودی توسط خود یوپی اس مصرف می‌شود.

میزان راندمان و کارایی دستگاه بنا به نوع فناوری ساخت متفاوت و به خصوص در حالت باتری به علت تغذیه از باتری‌ها از اهمیت ویژه برخوردار است.

توان مؤثر در دستگاه‌های اتصال به خط شبکه برق بین ۸۰٪-۷۰٪ بوده و در دستگاه‌های برخط (آنلاین) بیش از ۸۰٪ می‌باشد.

■ صدای قابل شنیدن^۴

زمانی که دستگاه روشن است بر اساس صدای ناشی از فن یا ترانسفورماتور دستگاه میزان نویز صوتی سیستم مشخص می‌شود.

■ وزن و حجم^۵

سایز و حجم دستگاه می‌تواند بر اساس مکان استفاده متفاوت و در بحث حمل و نقل و یا خدمات مهم باشد.

■ شکل ظاهری^۶

شکل ظاهری و تناسب دستگاه با توجه به نوع و مکان استفاده، نقش مهمی در انتخاب یوپی اس دارد.

■ محدوده ولتاژ ورودی^۷

میزان تغییرات ولتاژ ورودی یوپی اس محدوده ولتاژ ورودی گفته می‌شود. مثلاً دستگاه یوپی اس که بازه ولتاژ ورودی آن VAC ۲۷۰-۱۴۸ باشد، بدان معناست که یوپی اس بین ولتاژ ۱۴۸ تا ۲۷۰ ولت برق شهر بدون استفاده از باتری و با در اختیار گرفتن فیلتر داخلی به کار خود ادامه داده و ولتاژ خروجی مناسبی را ارائه می‌دهد.

۱- Efficiency

۲- Normal Mode

۳- Backup Mode

۴- Audible Noise

۵- Size & Weight

۶- Inter faceand Ergonomy

۷- Input Voltage Range

■ محدوده فرکانس ورودی^۱

میزان تغییرات فرکانس ورودی یوپی اس محدوده ولتاژ ورودی گفته می شود. مثلاً دستگاه یوپی اس که بازه فرکانس ورودی آن $50 \pm 5\% \text{ Hz}$ می باشد، بدان معناست که یوپی اس در بازه فرکانسی $47/5$ تا $52/5$ هرتز بدون استفاده از باتری و با در اختیار گرفتن فیلتر داخلی به کار خود ادامه داده و خروجی مناسبی را ارائه می دهد. یوپی اس در خارج از این بازه، ورودی یوپی اس را غیرنرمال تشخیص داده و در حالت Backup و ولتاژ خروجی را از باتری تأمین می نماید.

■ محدوده ولتاژ خروجی^۲

بازه ولتاژ خروجی یوپی اس که مقدار آن با بازه ولتاژ ورودی دستگاه های مصرفی باید هماهنگ باشد.

■ محدوده فرکانس خروجی^۳

بازه فرکانس خروجی یوپی اس که مقدار آن با بازه فرکانس ورودی دستگاه های مصرفی باید هماهنگ باشد.

■ وضعیت کار UPS

معمولاً دستگاه ها از UPS در حالت های مختلفی برای تأمین انرژی برق مورد نیاز در خروجی استفاده می کنند.

این حالت ها عبارت اند از:

۱ حالت نرمال (Normal Mode)

بدین معنا که دستگاه UPS با تضعیف یا تقویت ولتاژ برق ورودی، ولتاژ مورد نظر در خروجی را تأمین می کند.

۲ وضعیت باتری (Battery Mode)

در این وضعیت دستگاه UPS قادر به تهیه ولتاژ خروجی از طریق برق ورودی نمی باشد و برق مورد نیاز از طریق باتری ها و مدار اینورتر تأمین می شود. عموماً در این حالت فرکانس یا ولتاژ برق ورودی بسیار بالاتر یا بسیار پایین تر از حد مجاز می باشد. که UPS نمی تواند آن را به برق 220 V با فرکانس 50 Hz تبدیل کند. مسلماً در چنین شرایطی بهتر است دستگاه UPS انرژی مورد نیاز خود را مستقل از برق ورودی و فقط از طریق باتری ها تأمین کند.

۳ حالت کنارگذر (Bypass Mode)

این حالت فقط در دستگاه های UPS با تکنولوژی آنالاین Double Conversion وجود دارد. معمولاً برای تعمیر و نگهداری دستگاه های UPS از این وضعیت

۱- Input Voltage Range

۲- Input Frequency Range

۳- Output Voltage Range

استفاده می‌گردد. در واقع هنگامی که UPS در وضعیت Bypass قرار می‌گیرد، بار متصل در خروجی دستگاه مستقیماً از برق شهر استفاده می‌کند و تعمیرکار قادر است بدون جدا نمودن دستگاه UPS از مسیر تغذیه بار، اقدام به تعمیر دستگاه نماید. همچنین در زمان ایجاد خطا (Fault) برای دستگاه یوپی‌اس (مثلاً OverLoad، OverHeat و ...) یوپی‌اس به جای آنکه خروجی دستگاه را قطع نماید، خود را به حالت Bypass برده تا از قطع ناگهانی خروجی و خاموش شدن کامپیوترها جلوگیری نماید.

در ابتدا به تشریح برخی از اشکالات احتمالی و رایج در منبع توان ورودی نظیر افزایش سریع و ناگهانی ولتاژ (Spike)، نویز (Noise)، افزایش ولتاژ لحظه‌ای (Surge)، افت ولتاژ لحظه‌ای (Sag)، هارمونیک (Harmonic)، افت طولانی ولتاژ (Brownouts)، قطع برق شهر (Blackouts)، نوسانات فرکانسی (Frequency variation) و زمان سوئیچینگ گذرا می‌پردازیم:

■ افزایش سریع و ناگهانی ولتاژ (Spike)

spikeها ولتاژهای سریع، ناگهانی و گذرا با طول زمانی کوتاهی هستند که می‌توانند به نواحی مثبت و یا منفی شکل موج اصلی برق اضافه شوند، صاعقه‌ای که به صورت موضعی به زمین اصابت می‌کند به‌ویژه زمانی که به کابل‌های ارتباطی برق القاء شود از مهم‌ترین عوامل تولید این نوسانات می‌باشد. البته خارج شدن بارهای القایی و تجهیزاتی که جریان‌های الکتریکی زیادی را Switch می‌کنند نظیر بارهای سلفی و خازنی، یا بارهایی که به‌وسیله شرکت‌های برق Switch می‌شوند، نیز می‌توانند سبب ایجاد اسپایک گردند. اسپایک‌ها می‌توانند به اجزای الکتریکی خسارت وارد کرده یا آنها را از بین ببرند. مثلاً به‌راحتی وارد مدارات منبع تغذیه شده و سبب آسیب‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری شوند.

■ نویز (Noise)

نویزها اغلب به دو صورت مد معمولی (normal mode) و مد مشترک (common mode) ظاهر می‌شوند. نویز حالت معمولی، نتیجه اختلال بین ولتاژهای فاز به فاز و فاز به نول است و نویز حالت مشترک ناشی از بروز اختلال بین خطوط منبع و زمین می‌باشد. نویزها سیگنال‌های ناخواسته‌ای هستند که غالباً از چند میلی‌ولت تا چند ولت دامنه داشته و بر روی سیگنال‌های اطلاعات سوار شده و سبب تخریب یا ایجاد اختلال در ارسال اطلاعات (Hang کردن کامپیوتر)، عملکرد نامطلوب دستگاه‌های حساس، خرابی هارددیسک و حتی صفحه نمایش و ... می‌گردند. موتورها، پرینترهای لیزری، دستگاه‌های جوش کاری، سیستم‌های رادار، فرستنده‌های رادیویی، منابع تغذیه سوئیچینگ و ... می‌توانند مولد نویز باشند. لازم به ذکر است که در شبکه‌های کامپیوتری و سایت‌ها، مجاورت کابل‌های شبکه (دیتا) با برق در صورتی که فاقد عایق یا روکش مناسب باشند نیز می‌تواند سبب ایجاد نویز و عواقب

ناشی از آن گردد. البته کابل کشی مجهز به ارت استاندارد، استفاده از دستگاه‌های یوپی‌اس با تجهیزات ارتینگ مناسب (جهت به حداقل رساندن EMI یا تداخل الکترو مغناطیسی و RFI یا تداخل فرکانس رادیویی) و قرار دادن بارهای مصرفی در مکان‌هایی که حتی‌الامکان از منابع مولد نویز دور باشند، می‌تواند به‌طور قابل ملاحظه‌ای از تأثیرات نامطلوب نویزها بر عملکرد دستگاه‌های حساس بکاهد.

۱ افزایش ولتاژ لحظه‌ای (Surge)

افزایش ولتاژ لحظه‌ای عبارت است از افزایش دامنه ولتاژ که برای مدت یک سیکل تا حدود یک دقیقه بر روی خطوط انتقال به‌وجود می‌آید. Surge بر خلاف Spike چون از یک سیکل بزرگتر است مقدار ولتاژ متوسط را تغییر نمی‌دهد، اما چون دارای زمان بیشتری است اثرات نامطلوبی را بر منابع تغذیه سوئیچینگ دارد و سبب کاهش طول عمر یا خرابی تجهیزات الکترونیکی می‌شود. علت عمده تولید آن علاوه بر رعد و برق خارج شدن بارهای الکتریکی بزرگ مانند الکترو موتورها از خطوط برق یا بروز نقص و خطا در تجهیزات تأمین‌کننده برق منطقه‌ای می‌باشد.

۲ افت ولتاژ لحظه‌ای (Sag)

عبارت است از کاهش دامنه ولتاژ که برای مدت یک سیکل تا حدود یک دقیقه بر روی خطوط انتقال به‌وجود می‌آید. که این امر ناشی از شروع به کار کردن یک بار بزرگ با جریان بالا مانند دستگاه‌های تهویه یا موتورهای الکتریکی است. (لازم به ذکر است که یک موتور می‌تواند جریان راه‌اندازی بیشتر یا معادل ۶ برابر جریان نامی خود داشته باشد). افت ولتاژ لحظه‌ای (sag) می‌تواند سبب خرابی تجهیزات، ایجاد خطا در پردازش داده و یا از دست دادن اطلاعات شود.

۳ هارمونیک (Harmonic)

هارمونیک یک موج اضافی با دامنه کوچک است که فرکانس آن مضربی از فرکانس موج اصلی باشد.

هارمونیک‌ها عموماً توسط بارهای غیرخطی به‌وجود می‌آیند که از برق شهر جریان‌هایی غیرخطی با دامنه بالا می‌کشند. یکسو سازهای کنترل شده، منابع تغذیه سوئیچینگ و ماشین‌های الکتریکی را می‌توان به‌عنوان منابع ایجاد این نوع تأثیر نام برد. همچنین می‌توان به کامپیوترها، دستگاه‌های فتوکپی، پرینترهای لیزری و موتورهای دوار با سرعت متغیر نیز اشاره کرد. هارمونیک‌های اضافی باعث بروز خطا در شبکه و افزایش حرارت دستگاه‌ها می‌شوند.

البته استفاده از تجهیزاتی که منبع تغذیه آنها مجهز به مدار اصلاح ضریب توان ورودی باشد در کاهش هارمونیک‌های اضافی بسیار مؤثر است.

۴ افت طولانی ولتاژ (Brownouts)

Brownouts همانند Sag بوده با این تفاوت که طول مدت آن طولانی تر است، افت ولتاژ طولانی، اغلب به دلیل عدم توانایی تأمین توان مورد نیاز، توسط منبع اصلی تولید برق می باشد. البته مصرف کننده های بزرگ در ساختمان و منطقه مانند سیستم های تهویه مطبوع و یا گرمازا نیز می توانند باعث کاهش ولتاژ شبکه شوند. کاهش ولتاژ به مدت طولانی سبب ایجاد گرمای زیاد در موتورها و خرابی های عمده ای در تجهیزات الکتریکی می شود.

۵ قطع برق شهر (Blackouts)

عبارت است از قطع کامل جریان برق و در هنگام وقوع آن منبع نیروی برق کاملاً از کار می افتد. این وضعیت در اثر بروز اشکال در تجهیزات خطوط نیرو، حرارت، طوفان همراه با رعد و برق و سایر شرایط پیش می آید و عواقبی چون از دست دادن اطلاعات و گاهی خرابی تجهیزات مصرفی را به دنبال دارد.

۶ نوسانات فرکانسی (Frequency variation)

به معنای تغییرات در فرکانس برق شهر یا منبع توان می باشد معمولاً این نوسانات در برق شهر ایجاد نمی شود این مورد که یکی از مشکلات منابع پشتیبانی مانند ژنراتورها می باشد می تواند در عملکرد دستگاه های حساس ایجاد مشکل نماید. البته در صورتی که نوسانات فرکانسی در بازه وسیعی رخ ندهد بر عملکرد تجهیزات IT تأثیر نامطلوبی نخواهد داشت.

۷ زمان سوئیچینگ گذرا (Switching Transient)

زمان سوئیچ در دستگاه هایی همانند کامپیوترها که با منابع تغذیه سوئیچینگ کار می کنند باعث ایجاد پیشامدهای غیرعادی یا نامنظم مانند افت ولتاژ لحظه ای و یا ریست شدن می شود، البته در برخی موارد هم سبب ایجاد خرابی در تجهیزات الکتریکی خواهد شد.

۲-۸-۲- نتیجه گیری

اختلالات رایج و احتمالی موجود در منبع توان ورودی را به طور مختصر مورد بررسی قرار دادیم، حال با توجه به تجربیات و تحقیقات به عمل آمده در این زمینه به منظور حفاظت و تأمین توانی مناسب برای تغذیه تجهیزات حساس مصرفی، منبع تغذیه بدون وقفه (Uninterruptible power system) یو پی اس پیشنهاد می گردد.

نکته



برای جریان های بیشتر از ۴۵ آمپر باید UPS سه فاز محاسبه شود و معمولاً UPS تا توان ۱۰KVA را تکفاز و بیشتر از ۱۰KVA را سه فاز انتخاب می کنند و با توجه به توسعه آینده ۲۰ درصد بیشتر می گیرند.

۲-۸-۳- انتخاب UPS

همانطور که گفته شد این پروژه نیاز به UPS نیز به عنوان برق جایگزین، با توجه به اتاق‌های سرور و پایش (مانیتورینگ) دارد. و جریان مصرفی آن با توجه به تعداد PC و سایر تجهیزات این محل‌ها، باید در اختیار قرار گیرد و روش محاسباتی مشاور برای محاسبه توان UPS و باتری‌ها به صورت زیر است :

پس از تعیین مقدار توان ظاهری برحسب KVA نوع UPS مشخص خواهد شد بعد از مشخص شدن نوع UPS ماکزیمم و مینیمم UPS DC Bus را باید مشخص نمود که برای تکفاز (۲۰۴-۲۷۵) و برای سه فاز (۳۲۵-۴۵۰) ولت است. از روی مقدار ماکزیمم، تعداد سلول باتری به دست می‌آید. در هر باتری ۶ سلول وجود دارد. مرحله بعد محاسبه ولت بر سلول باتری هنگام دشارژ است. با این عدد و Backup time، آمپر ساعت باتری شبیه جدول ۲-۸ محاسبه می‌شود.

جدول ۲-۸- آمپر ساعت باتری UPS

Watt/ Ah/ Cell table at ۲۵c°													
۵	۳	۲	۶۰	۴۵	۴۰	۳۵	۳۰	۲۵	۲۰	۱۵	۱۰	۵	
hour	hour	hour	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	
۰.۳۴۶	۰.۵۲۴	۰.۷۲۱	۱.۲۰۱	۱.۴۹۰	۱.۶۲۱	۱.۷۶۷	۱.۹۴۳	۲.۲۱۱	۲.۵۵۴	۳.۰۷۴	۳.۸۸۴	۵.۴۲۱	۱.۶
۰.۳۴۳	۰.۵۲۱	۰.۷۱۶	۱.۱۹۸	۱.۴۷۱	۱.۶۱۱	۱.۷۴۱	۱.۹۳۸	۲.۱۹۱	۲.۵۳۳	۳.۰۱۶	۳.۸۶۴	۵.۳۰۳	۱.۶۳
۰.۳۴۱	۰.۵۱۸	۰.۷۱۳	۱.۱۹۴	۱.۴۵۸	۱.۶۰۲	۱.۷۴۳	۱.۹۱۴	۲.۱۷۸	۲.۵۱۳	۲.۹۸۴	۳.۸۰۶	۵.۲۶۸	۱.۶۵
۰.۳۳۹	۰.۵۱۵	۰.۷۰۸	۱.۱۸۶	۱.۴۴۵	۱.۵۸۹	۱.۷۲۸	۱.۸۹۵	۲.۱۵۹	۲.۵۰۳	۲.۹۵۲	۳.۷۴۰	۵.۱۷۳	۱.۶۷
۰.۳۳۷	۰.۵۱۳	۰.۷۰۴	۱.۱۷۴	۱.۴۳۲	۱.۵۸۰	۱.۷۰۵	۱.۸۸۱	۲.۱۲۸	۲.۴۷۷	۲.۹۲۲	۳.۷۱۲	۵.۰۵۶	۱.۵۹
۰.۳۳۵	۰.۵۱۱	۰.۷۰۰	۱.۱۷۱	۱.۴۲۲	۱.۵۶۷	۱.۷۰۲	۱.۸۷۲	۲.۱۱۶	۲.۴۶۷	۲.۹۰۷	۳.۶۳۲	۴.۹۴۵	۱.۷
۰.۳۳۶	۰.۴۹۶	۰.۶۸۲	۱.۱۵۱	۱.۳۷۳	۱.۵۱۷	۱.۶۴۸	۱.۸۱۹	۲.۰۴۸	۲.۳۷۲	۲.۸۲۲	۳.۵۵۱	۴.۶۹۲	۱.۷۵
۰.۳۱۴	۰.۴۷۸	۰.۶۵۸	۱.۰۸۶	۱.۳۱۸	۱.۴۴۴	۱.۵۷۹	۱.۷۵۴	۱.۹۶۴	۲.۲۷۲	۲.۵۵۹	۳.۲۸۹	۴.۴۹۳	۱.۸
۰.۳۰۰	۰.۴۵۹	۰.۶۲۲	۰.۰۲۳	۱.۲۴۰	۱.۳۵۰	۱.۸۲۰	۱.۶۵۴	۱.۸۵۷	۲.۱۴۴	۲.۵۲۶	۳.۱۶۳	۴.۱۳۰	۱.۸۵

مثال ۱: جریان مورد نیاز یک اتاق سرور ۲۰ آمپر است مطلوب است محاسبه نوع UPS و تعداد باتری که بتواند ۳۰ دقیقه Backup time داشته باشد ($\cos\phi=0.8$) با توجه به ۲۰ درصد توسعه داریم :

$$S = 44000 + (0/2 * 44000) = 52800 \text{ VA} \text{ و } S = 220 * 200 = 44000 \text{ VA}$$

پس UPS دارای قدرت ۶KVA را انتخاب می کنیم که تکفاز کافی خواهد بود.
معمولاً ولتاژ DC Bus بین ۲۷۵ - ۲۰۴ ولت است و تعداد سلول ها از رابطه
($V_{max}/V_{float} = 275/2,275 = 120$) معمولاً $Cell \text{ float voltage} = 2/75V$ است)

تعداد باتری ها

فرض می کنیم باتری ها دارای ۶ سلول باشند.

$$20 = 120 / 6 = \text{تعداد باتری ها}$$

ولت بر سلول هنگام دشارژ برابر است با :

$$V_{min} \text{ DC bus/ Cell} = \frac{204}{120} = 1/7$$

با استفاده از جدول ۸-۲ watt/ Ah/ cell توان هر سلول را به دست می آوریم در این مثال تقاطع ۱/۷ با ۳۰min عدد ۱/۸۷۲ می باشد.

در نهایت آمپر ساعت (Ah) به صورت زیر محاسبه می شود توان UPS برابر
 $6000 * 0/8 = 4800 \text{ w}$

$$Ah = 21/36 = 4800 / (120 * 1/872) = \text{توان هر سلول} \times \text{تعداد سلول} / \text{توان UPS} = \text{آمپر ساعت}$$

با توجه به اینکه باتری ۲۱/۳۶ آمپر ساعت وجود ندارد، پس نزدیک ترین رنج بالاتر
(۲۴Ah) را انتخاب می شود.

مثال ۲: جریان مورد نیاز یک اتاق سرور ۱۰۰ آمپر است مطلوب است محاسبه نوع
UPS و تعداد باتری که بتواند ۳۰ دقیقه Backup time داشته باشد ($\cos \phi = 0/8$)
با توجه به ۲۰ درصد توسعه داریم:

$$S = 65817 + 0/265817 = 78980 \text{ VA} \text{ و } S = 1/73X 380 \times 100 = 65817 \text{ VA}$$

پس UPS دارای قدرت ۸۰KVA را انتخاب می کنیم که سه فاز خواهد بود.
معمولاً ولتاژ DC Bus بین ۳۲۵-۴۵۰ ولت است و تعداد سلول ها از رابطه ($V_{max}/$

$$V_{float} = \frac{450}{2/274} = 198 \text{ معمولاً } V_{float} = 2/275V \text{ Cell float voltage است})$$

فرض می کنیم باتری ها دارای ۶ سلول باشند.

$$33 = 198 / 6 = \text{تعداد باتری ها}$$

ولت بر سلول هنگام دشارژ برابر است با :

$$V_{min} DC Bus/Cell = 325/198 = 1/65$$

با استفاده از جدول ۲-۸ watt/Ah/cell توان هر سلول را به دست می آوریم در این مثال تقاطع ۱/۶۵ با ۳۰ min عدد ۱/۹۱۴ می باشد.

در نهایت آمپر ساعت (Ah) به صورت زیر محاسبه می شود توان UPS برابر $80000 \times 0/8 = 64000 \text{ w}$

$UPS \text{ Ah} = 64000 / (198 \times 1/914) = 168/8$ توان هر سلول \times تعداد سلول / توان UPS = آمپر ساعت

با توجه به اینکه باتری ۱۶۸/۸ آمپر ساعت وجود ندارد، پس نزدیک ترین رنج بالاتر (۱۷۰ Ah) انتخاب می شود.

۲-۸-۴-انواع تکنولوژی ساخت یوپی اس

انواع فن آوری های شناخته شده برای ساخت یوپی اس عبارت اند از:

۱ Standby

۲ Line-Interactive

۳ Ferro resonant

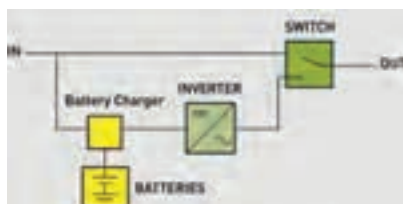
۴ Double Conversion

۵ Delta Conversion

در این قسمت سعی داریم شما را با سه نوع تکنولوژی ساخت یوپی اس آشنا نمائیم.

۱ Standby-off line

این ساختار UPS عموماً برای تغذیه کامپیوترهای شخصی به کار برده می شود. همانطور که در شکل ۱ نمایش داده شده است در شرایط عملکرد عادی، توان از منبع ورودی به transfer switch و خروجی دستگاه یوپی اس انتقال داده می شود و در زمان خرابی منبع ورودی و یا خارج شدن ولتاژ و فرکانس از محدوده مجاز، توان خروجی توسط اینورتر و انرژی ذخیره شده باتری تأمین می گردد و اینورتر تنها هنگامی شروع به کار می کند که منبع ورودی دچار خرابی شود.

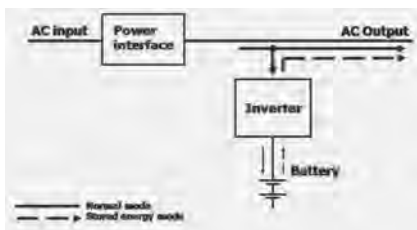


شکل ۲- انواع متداول عملکرد یوپی اس

در این تکنولوژی برق خروجی از کیفیت چندان مناسبی برخوردار نیست و به همین دلیل این فن آوری منسوخ شده است. اما راندمان بالا و قیمت پایین از مزایای این طراحی است.

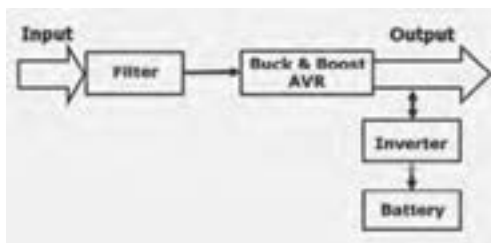
۲ Line-Interactive

حالت در این نوع برق شهر وارد بخش اتصال به شبکه برق شده و همزمان هم ولتاژ خروجی بار را تأمین می‌کند و هم باتری را شارژ می‌کند. قسمت اینورتر در حالت نرمال (برق شهر) وظیفه شارژ باتری‌ها و در وضعیت قطع برق شهر، وظیفه تولید برق سینوسی از طریق انرژی ذخیره شده در باتری را برعهده دارد (شکل ۳).



شکل ۳- ساختار تکنولوژی Line-Interactive

در قسمت اتصال به شبکه برق، برق ورودی وارد فیلتر شده و مبدل کاهنده^۱ AVR عمل تضعیف^۲ یا افزایش^۳ برق ورودی را انجام می‌دهد و با یک تنظیم ولتاژ خوب، جریان الکتریکی را به بار مصرفی می‌رساند. در شکل‌های ۴ و ۵ حالت‌های نرمال باتری مشاهده می‌شود.

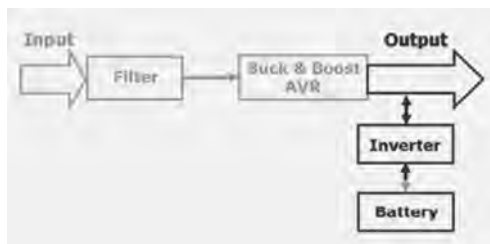


شکل ۴- در حالت نرمال هم باتری شارژ می‌شود و هم بار تغذیه می‌شود.

۱- Automatic Voltage Regulation

۲- Buck

۳- Boost



شکل ۵- در حالت باتری فقط مصرف کننده از طریق باتری تغذیه می شود.

ترانسفورماتور یا مبدل

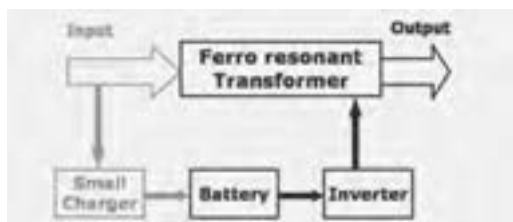
این دستگاه وظیفه کاهش یا افزایش ولتاژ را به عهده دارد (شکل ۶).



شکل ۶- ترانسفورمر فرورزونانت

۲-۸-۵- بررسی حالت نرمال

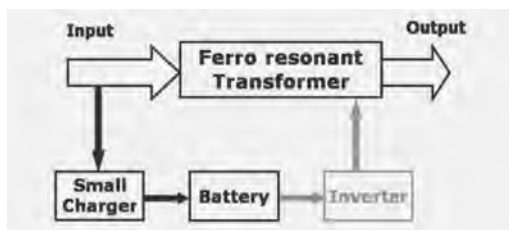
در حالت نرمال (برق شهر)، اینورترتر قطع می باشد و ورودی مستقیماً وارد جدول می شود تا خروجی برای بار فراهم شود (شکل ۷).



شکل ۷- حالت نرمال

۲-۸-۶- بررسی حالت باتری

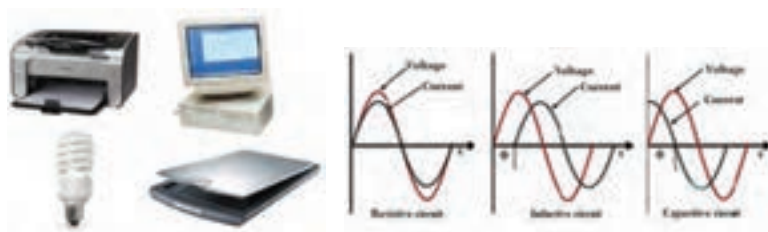
در این حالت باتری از طریق اینورترتر ولتاژ مورد نیاز بار را تأمین می کند (شکل ۸).



شکل ۸- حالت باتری

۲-۸-۷- انواع بارها (دستگاه‌های مصرف کننده)

به احتمال قوی حداقل یکبار با کلمه بار خطی و یا بار غیر خطی مواجه شده‌اید (شکل ۹). حال می‌خواهیم تفاوت این دو و همچنین اثرهایی که می‌تواند بر یوپی‌اس داشته باشد به صورت زیر است. استاندارد «IEC ۶۲۰۴۰ یوپی‌اس» بارها را به دو گروه خطی (Linear) و غیر خطی (Nonlinear) دسته‌بندی می‌کند. به عنوان مثال، اغلب ولتاژ خروجی UPS را یکبار برای بارهای خطی و بار دیگر برای بارهای غیر خطی تعیین می‌کنند.



(ب) بار غیر خطی

(الف) بار خطی

شکل ۹

الف) بارهای خطی

چنانچه به یک بار (مصرف کننده) ولتاژی سینوسی وارد کنیم و همزمان جریان بار نیز سینوسی باشد، به آن نوع از بار «بار خطی» گفته می‌شود. لازم به ذکر است که اختلاف فاز بین جریان و ولتاژ مطرح نیست. معمولاً وقتی از بارهای خطی صحبت می‌شود، در نظر اول بارهای مقاومتی مطرح می‌شود و بارهای سلفی یا خازنی را جزء بارهای غیر خطی شناخته می‌شود. بارهای خازنی و سلفی نیز جزو بارهای خطی هستند. دلیل واضح این است که چنانچه به آنها ولتاژ سینوسی وصل شود، جریان خروجی جریانی سینوسی است و تنها با شکل موج ولتاژ اختلاف فاز دارد. در مجموع هر ترکیبی از عناصر غیرفعال پسیو (متشکل از مقاومت، خازن و سلف) به منزله بار خطی است.

(ب) بارهای غیر خطی

برخلاف بارهای خطی، اگر به بارهای غیر خطی ولتاژ سینوسی اعمال شود، جریان آنها غیر سینوسی می‌شود. برای نمونه تمام منابع تغذیه سوئیچینگ جزء بارهای غیر خطی به شمار می‌روند. کامپیوتر، چاپگر، اسکنر، تلویزیون، رادیو، ماکروویو، LED و LCD ها، شارژر موبایل، تمامی لامپ‌های کم‌مصرف، یوپی‌اس‌ها و یا تمامی کانکتورها و مبدل‌هایی که مدارات تصحیح شکل موج جریان ورودی ندارند، یکسوکنده‌ها دیودی یا ترستوری و بسیاری دیگر از تجهیزات الکتریکی جزو بارهای غیر خطی به حساب می‌آیند. وجه مشترک تمام این بارها، استفاده از ادوات اکتیو (نیمه هادی‌هایی مثل دیود، ترستور، IGBT یا ماسفت و ...) به جای قطعات پسیو (مقاومت، سلف یا خازن) در ورودی آنها است.

۲-۸-۸- باتری

باتری یکی از اجزای اصلی یوپی‌اس است که نقش مهمی را در تأمین توان مورد نیاز تجهیزات در زمان قطع برق دارا می‌باشد. انتخاب نوع باتری و ظرفیت آن می‌تواند نقش به سزایی در تأمین توان دستگاه‌های مصرف کننده و زمان برق رسانی دستگاه یوپی‌اس دارد (جدول ۳-۸).

جدول ۳-۸ - مشخصه فنی باتری یوپی‌اس

FIAMM FLB range							
BATTERY TYPE	NOMINAL VOLTAGE (V)	CAPACITY AT 20°C (Ah) 1.75 Vpc / 20 hrs	DIMENSIONS (mm)			WEIGHT (kg)	TERMINALS
			L	W	H		
12 FLB 100	12	26	166	175	125	9.35	M5/12
12 FLB 150	12	40	197	165	170	14.0	M6/16
12 FLB 200	12	55	229	138	212	16.5	M6/16
12 FLB 250	12	70	272	166	195	23.5	M6/18
12 FLB 300	12	75	261	174	219	27.0	M6/18
12 FLB 350	12	90	302	174	219	31.0	M6/18
12 FLB 400	12	100	341	174	219	34.5	M6/18
12 FLB 450	12	115	379	174	219	38.5	M6/18
12 FLB 500	12	135	345	172	281	46.5	M6/18

باتری‌ها خود دارای تکنولوژی ساخت متعددی می‌باشند که مهم‌ترین عنصر در ساخت آن، سرب می‌باشد.

از لحاظ کاربرد صنعتی، سرب در مقام پنجم پس از آهن، آلومینیوم، مس و روی قرار دارد و در صنایع تولیدی مختلف نظیر باتری‌های سرب/اسیدی، سیم و کابل، شیشه‌سازی، اسلحه و مهمات، افزودنی بنزین، حفاظت در برابر اشعه و ... کاربرد دارد. براساس آمار منتشره توسط انجمن بین‌المللی سرب (International Lead

Association, ILA) از سال ۱۹۶۰ تا ۲۰۱۰ میزان مصرف سرب در صنایع مختلف رشد چشمگیری داشته است و همواره صنعت باتری با بیشترین سهم بوده است، به‌طوری که در سال ۲۰۱۰، ۸۵٪ سرب تولید شده در جهان در این صنعت به‌کار رفته است.

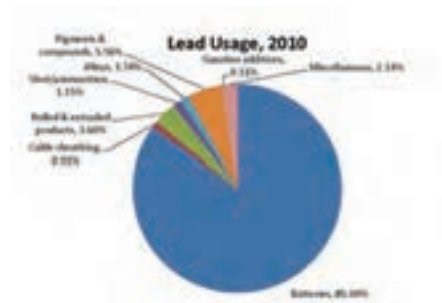


شکل ۱۰- باتری یوپی‌اس

۲-۸-۹- فن آوری زیست‌محیطی

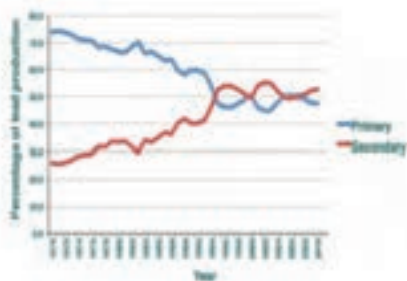


شکل ۱۱- مقایسه رشد مصرف سرب در سال ۱۹۶۰ و ۲۰۱۰



شکل ۱۲- مقایسه رشد مصرف سرب در سال ۱۹۶۰ و ۲۰۱۰

سرب در طبیعت به صورت ترکیبات سولفیدی، کربناته و... وجود دارد که پس از استخراج و فرآوری، فرایند تولید سرب در کوره با دمای بالا انجام شده و سرب تولیدی Primary Lead نامگذاری شده است، با توجه به رویکرد کاهش مصرف منابع تجدیدناپذیر، کاهش پسماند، کاهش هزینه‌های تولید و... بازیافت سرب از کالاهای فرسوده حاوی سرب مورد توجه قرار گرفته است و سرب تولیدی Secondary Lead نام‌گذاری شده است و براساس آمار ILA از سال ۱۹۹۳ بیش از ۵۰ درصد سرب تولیدی از فرایند بازیافت می‌باشد (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- رشد تولید سرب Primary و Secondary در سال‌های ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۰

با توجه به سهم حداقل ۸۰ درصدی باتری‌های سرب/ اسیدی در مصرف سرب تولیدی جهان و طول عمر محدود این نوع باتری‌ها، بدیهی است پس از اتمام کارایی و فرسوده شدن می‌توان از این‌ها به عنوان منبع استحصال سرب استفاده کرد، در غیر این صورت به عنوان پسماند خطرناک بوده و بر خلاف رویکرد زیست‌محیطی جهان می‌باشد (شکل ۱۳).

تجهیزات مورد نیاز جهت تست عملکرد دستگاه‌های یوپی‌اس

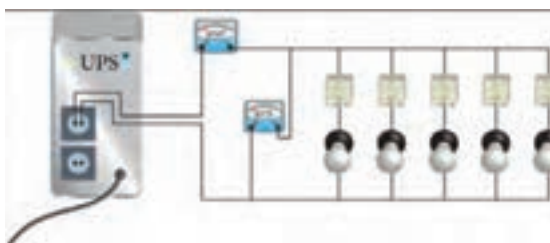
کار عملی ۱



۲-۸-۹- تأمین‌کننده بار مصرفی

جهت تست دستگاه در برابر اضافه بار (OVER LOAD) و تعیین حداکثر جریانی که دستگاه UPS می‌تواند تأمین نماید، لازم است مصرف‌کننده‌هایی را تهیه نمود که مجموع توان مصرفی آنها به مقدار ۲KW برسد. برای این منظور می‌توان از چند عدد المنت بخاری برقی یا از تعدادی لامپ رشته‌ای استفاده نمود. این مجموعه می‌تواند به عنوان بار (مصرف‌کننده) به کار رود (شکل ۱۴). همچنین به منظور کنترل جریان بار، می‌توان از یک آمپر متر (سری شده با بار

مصرفی) یا کلمپ استفاده نمود. به طور معمول هر سیستم رایانه‌ای معادل یک لامپ 200 W رشته‌ای در نظر گرفته می‌شود. برای کار عملی اضافه بار یوپی‌اس مطابق شکل ۱۴ لامپ رشته‌ای به صورت موازی با کلید مجزا به یک یوپی‌اس 750 W متصل می‌شود؛ وقتی این لامپ‌ها یکی یکی وارد مدار شوند با افزایش بار اضافه بار رخ می‌دهد (شکل ۱۴).



شکل ۱۴- آزمایش اضافه بار UPS با لامپ 200 W

۲-۸-۱۰- انتخاب مکان دستگاه

- جهت بررسی انتخاب مکان دستگاه، سه نکته زیر در نظر گرفته شود:
- این UPS برای استفاده در شرایط اتاق ساخته شده است.
 - دستگاه باید در جایی دور از منابع گرمایی و باران و رطوبت قرار داده شود.
 - دستگاه باید در جایی قرار داده شود که هوا بتواند در آن جریان یابد.

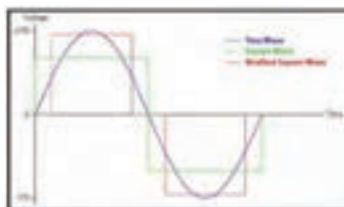
۲-۸-۱۱- اتصال UPS به برق

- برای اتصال UPS به برق به ترتیب زیر عمل شود:
- برای اتصال دستگاه یوپی‌اس به برق شهر، موارد زیر باید رعایت گردد:
- ۱ اتصال صحیح دو شاخه برق ورودی دستگاه UPS به پریز ارت دار
 - ۲ اتصال سیستم ارت مناسب به دستگاه یوپی‌اس

نکته: در صورتی که پریز ارت‌دار موجود نباشد از سیم سبز رنگ همراه دستگاه مطابق زیر استفاده شود.
هر باتری که ولتاژی کمتر از 10 V داشته باشد، خراب است.

نکته: هنگام اندازه‌گیری ولتاژ خروجی UPS اگر از ولت‌مترهای معمولی برای اندازه‌گیری ولتاژ AC استفاده شود مقدار مؤثر ولتاژ 180 ولت نشان داده خواهد شد دلیل این اتفاق این است که خروجی اینورتر UPS، شکل موج سینوسی

نبوده بلکه موج مربعی است. بنابراین برای اندازه‌گیری مقدار مؤثر این خروجی به مقدار دقیق ۲۲۰ ولت باید از ولت‌مترهای TRUE RMS استفاده کرد. در ادامه دو نمونه از این ولت‌مترها نشان داده شده است.





آشنایی با درهای خودکار

هدف: آشنایی با انواع درهای خودکار و نصب آنها

سیستم‌های در بازکن خودکار برای رفاه بیشتر و همچنین با اهداف حفاظتی و امنیتی مکان‌های مختلف بر روی انواع مختلف در، مانند در گاراژ، در حیاط، در ورودی ساختمان و حتی در اتاق ساختمان (برای افراد معلول) نصب و مورد استفاده قرار می‌گیرد.

بعد از نصب این سیستم‌ها می‌توان تنها با فشار دادن شستی روی یک ریموت کنترل از فاصله مناسب درب را باز و بسته کرد و یا با نصب حس‌گرهای خاصی هنگام عبور و مرور در را به طور خودکار باز و بسته کرد. در ادامه به انواع مختلف درهای خودکار اشاره می‌شود.

در کشویی (ریلی) (Sliding Door)

این درها یک تکه بوده و روی ریلی در پایین لغزنده و به چپ و راست حرکت می‌کند.

در لولایی (Swing Door)

درهایی هستند که به صورت دو لنگه یا تک لنگه حول یک لولا حرکت افقی دارد.

درهای چند تکه (Sectional Door)

این درها به صورت تکه‌های افقی روی هم قرار می‌گیرد و هنگام باز شدن به بالا حرکت کرده و سپس ۹۰ درجه چرخیده به موازات سقف قرار می‌گیرد.

درهای یک تکه چرخان (Tilt Door)

این درها به طور یکپارچه با حرکت عمودی حول دو نقطه در طرفین چرخیده و به موازات سقف قرار می‌گیرد.

درهای کرکره‌ای (Roller Door)

این درها سیستم‌هایی با عملکردهای متفاوت طراحی شده است ولی اکثر سیستم‌ها از نوع الکترومکانیکی می‌باشند. قسمت‌های اصلی یک سیستم در بازکن خودکار با عملکرد الکترومکانیکی را به صورت زیر است :

۱ موتور الکتریکی

۲ قسمت مکانیکی یا گیربکس

۳ برد الکترونیکی

۴ تجهیزات ایمنی

۵ شستی‌های کنترل دستی

۶ ریموت کنترل

۱ موتور الکتریکی

سیستم‌های دربازکن خودکار از موتورهای تک فاز بهره می‌گیرد. این موتورها باید قابلیت چپگرد و راستگرد شدن داشته باشند، پس از موتورهای تکفاز با دو سیم پیچ مشابه استفاده می‌شود که با سری قرار گرفتن یک خازن با هرکدام از سیم - پیچ‌ها می‌توان جهت حرکت موتور را تغییر داد. معمولاً ۴ سیم از تخته کلم موتور خارج می‌شود که یک سیم به عنوان ارت و دو سیم دیگر به دو سر خازن وصل شود و یک سیم مشترک می‌باشد. تمام سیم‌های موتور در انتها به ترمینال‌های مدار الکتریکی وصل می‌شود. این موتورها در توانهای ۵۰ وات تا ۱۰۰۰ وات برای درهای مختلف از نظر اندازه و وزن مورد استفاده قرار می‌گیرد. تنها در مورد درهای دو لنگه از دو موتور استفاده می‌شود ولی در بقیه موارد یک موتور مورد استفاده قرار می‌گیرد. نکته‌ای که باید در مورد کار الکتروموتور توجه نمود اینکه کار یکسره و مداوم موتور در این سیستم‌ها باعث گرم شدن موتور و آسیب دیدن آن می‌شود. لذا باید از باز و بسته کردن پشت سر هم در بدون وقفه خودداری کرد.

۲ قسمت مکانیکی یا گیربکس

به دلیل کافی نبودن نیروی یک موتور معمولی تکفاز برای باز و بسته کردن در باید توسط یک سیستم مکانیکی نیروی آن را افزایش داد. معمولاً برای این کار از جعبه دنده (گیربکس) استفاده می‌شود. پس از افزایش نیرو نحوه انتقال آن به در بستگی به نوع در دارد و به روش‌های گوناگون صورت می‌گیرد. برای درهای ریلی (کشویی) نیرو توسط یک چرخ دنده از محور محرک مکانیکی به دنده‌های شانه‌ای نصب شده زیر در منتقل می‌شود. در مورد درهای یک تکه که به طور عمودی باز و بسته می‌شوند (Tilt Door) و درهای تکه‌ای (Sectional) نیرو توسط زنجیر یا تسمه انتقال می‌یابد و برای درهای تک لنگه‌ای یا دو لنگه (Swing Door) توسط بازوهایی در باز و بسته می‌شود. در بعضی از مدل‌های ساخته شده برای درهای دو لنگه یا تک لنگه (Swing Door) سیستم گیربکس عبارت است از یک پیچ حلزونی و مهره متصل به آن که با چرخش پیچ و حرکت مهره در باز و بسته می‌شود. برای اینکه بتوان در مواقع لزوم (برای تنظیم هنگام نصب یا در موارد قطع برق) در را به صورت دستی باز و بسته شود باید محور گیربکس را خلاص کرد، در سیستم‌های در بازکن بازویی این کار توسط آچار آلن انجام می‌شود

و این آچار در محل مربوطه روی قسمت موتور گیربکس قرار داده و چرخانده می‌شود. سیستم‌های مربوط به درهای کرکره‌ای توسط سیم بکسل و درهای یک تکه چرخان یا چند تکه (Tilt , Sectional) که دستگاه اصلی روی سقف نصب می‌شود توسط یک ریسمان آویزان انجام می‌گیرد. در سیستم‌هایی که برای درهای کشویی ساخته شده اند این کار توسط بازکردن در کوچک روی دستگاه اصلی توسط یک سوئیچ انجام می‌شود.

۳ برد الکترونیکی

این برد جهت کنترل و تنظیم زمان حرکت در به کار می‌رود و محل آن در سیستم‌های مختلف فرق می‌کند. به عنوان نمونه این برد در سیستم‌های درهای ریلی روی دستگاه اصلی و در سیستم‌های درهایی به صورت جداگانه در یک تابلو در کنار در نصب می‌گردد.

۴ تجهیزات ایمنی

برای اینکه از آسیب رسیدن به افراد و وسایل نقلیه هنگام حرکت درب جلوگیری شود باید از تجهیزاتی استفاده نمود که هم حرکت درب اعلام کند و هم در صورت عبور فرد یا وسیله ای هنگام حرکت درب آن را به نحو مناسب متوقف نماید یا باز کند. معمولاً برای این منظور تجهیزات زیر استفاده می‌شود :

۵ سنسورهای مادون قرمز (Photo Cell) (Beam Sensor)

این سنسورها که اصطلاحاً چشمی نیز نامیده می‌شوند دارای دو قسمت جداگانه فرستنده (TX) گیرنده (RX) می‌باشند. یک جفت از این سنسورها (گیرنده و فرستنده) در بیرون و یک جفت دیگر در فضای داخل در دو طرف در روبه‌روی هم نصب می‌شوند. حداقل ارتفاع نصب ۲۵ سانتی متر می‌باشد و آنها را در محل‌هایی که امکان نصب روی دیوار نباشد بر روی پایه‌های خاصی نصب می‌نمایند. طرز کار سنسورها به این صورت است که دستگاه فرستنده (TX) نور مادون قرمز را توسط یک دیود گالیم آرسنید تولید و پخش می‌کند. این اشعه توسط یک فتودیود روی گیرنده (RX) دریافت می‌شود، معمولاً یک دیود LED روی گیرنده قرار دارد که وقتی اشعه دریافت می‌شود، خاموش است. هنگام عبور فرد یا وسیله نقلیه‌ای از بین این دو قطعه و قطع شدن اشعه عبوری LED روی گیرنده روشن می‌شود و یک رله که روی گیرنده وجود دارد تحریک می‌شود. اتصالات رله به مدار کنترل روی برد الکترونیکی متصل می‌شود و به این وسیله برد می‌تواند دستور لازم را برای توقف درب (اگر در حال بسته شدن باشد) یا باز شدن در را بر طبق تنظیمات انجام گرفته روی برد به موتور دستگاه صادر نماید.

۶ شستی‌های کنترل دستی

این شستی‌ها عبارت‌اند از یک شستی باز و یک شستی بسته (STOP) که جهت حرکت در برای باز و بسته شدن و یا توقف آن در صورت نبود ریموت کنترل استفاده می‌شوند. البته باید شستی STOP را در محل مناسبی در دسترس نصب کرد تا در مواقع اضطراری برای متوقف کردن در از آن استفاده کرد. شستی بسته STOP در داخل نصب می‌شود و شستی باز استارت معمولاً به صورت سوئیچی است و با یک کلید مانند کلید درهای معمولی می‌توان آن را باز (با جا دادن سوئیچ در محل مربوطه و چرخاندن آن کنتاکت باز آن بسته می‌شود) و در بیرون نصب کرد.

۷ ریموت کنترل

برای کنترل از راه دور سیستم در بازکن خودکار معمولاً از یک فرستنده رادیویی کوچک دستی استفاده می‌شود که به آن ریموت کنترل (REMOTE) می‌گویند. بر روی ریموت شستی‌های فشاری وجود دارد که برای باز و بسته کردن یا توقف در، از آنها استفاده می‌گردد. دستگاه ریموت به همراه آنتن و کارت رادیویی گیرنده روی برد الکترونیکی اجزای ارتباط رادیویی دستگاه را تشکیل می‌دهند.

۸ درهای خودکار بازویی

درهای خودکار بازویی با استفاده از نیروی الکتروموتور و جک و به وسیله یک ریموت و مدار الکتریکی فرمان می‌گیرد. نوع جک‌های استفاده شده در این نوع درها مختلف است در ادامه به راهنمای نصب یکی از انواع متداول این جک‌ها (لیدرپروتکو) پرداخته می‌شود. در جدول ۱ مشخصات چند نمونه از این جک‌ها آورده شده است.

جدول ۱- مشخصات جک‌های پروتکو

مشخصات فنی	LEADER3 TI	LEADER4 TI	LEADER4 TA	LEADER5 TI
تغذیه	230V AC~50HZ	230V AC~50HZ	230V AC~50HZ	230V AC~50HZ
قدرت موتور	280W	280W	280W	280W
جریان مصرفی	1.2A-1.7A	1.2A-1.7A	1.2A-1.7A	1.2A-1.7A
محدوده دمایی کار	-35~+80	-35~+80	-35~+80	-35~+80
نیروی وارد فشاری	2800N	2800N	2800N	2800N
خازن راه انداز	8UF~AC	8UF~AC	8UF~AC	8UF~AC
وزن جک	4.6Kg	4.8Kg	4.6Kg	5Kg
زمان کارکرد بازوها	16Sec	21Sec	21Sec	27Sec
سرعت کارکرد	1400g/Min	1400g/Min	1400g/Min	1400g/Min

انواع جک‌های لیدر

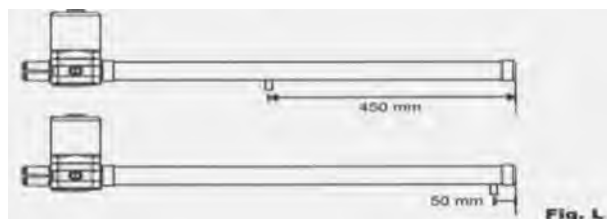
این مجموعه درب بازکن شامل یک جفت جک قدرتمند با موتوری کم صدا در دو مدل TA و TI می‌باشد.



مدل TA

این مدل دارای شکافی می‌باشد که زبانه‌ای قدرتمند در امتداد آن شکاف به اندازه

۴۵۰ میلی متر حرکت می نماید، لازم به ذکر است که طبق شکل زیر ۵۰ میلی متر انتهای جک، جهت خلاصی جک در نظر گرفته می شود. فقط لیدر ۴ از این مدل می باشد.



مدل TI

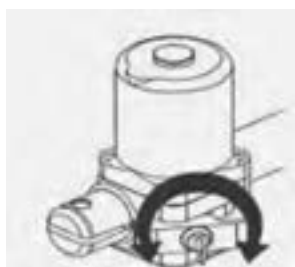
این مدل از نوع جک های بازویی می باشد که بازویی آن در امتداد افق به جلو و عقب حرکت می نماید. مانند مدل TA در این مدل هم ۵۰ میلی متر انتهای جک، جهت خلاصی جک در نظر گرفته می شود. اندازه حرکت جک ها بر حسب نوع جک مطابق جدول ۲ می باشد.

جدول ۲- اندازه حرکت جک

نوع جک	A طول جک بسته	A1 طول جک باز
LEADER 3 TI	665 mm	965 mm
LEADER 4 TI	765mm	1165 mm
LEADER 5 TI	865mm	1365 mm



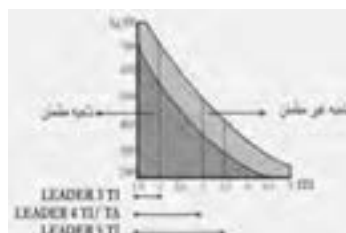
طبق شکل زیر بر روی زبانه موتور هر جک یک سوئیچ وجود دارد که هنگام قطع برق یا بروز مشکلی در سیستم که باعث از کار افتادن آن شود، می توان با چرخاندن سوئیچ، زبانه را بیرون کشیده و سپس چرخاندن مجدد سوئیچ، آن را ثابت نماییم در این حالت جک ها خلاص شده و می توان به صورت دستی درب ها را باز و بسته نمود. بدیهی است در صورتی که زبانه ها در داخل باشند، جک ها، اجازه هیچ گونه حرکتی را به صورت دستی به لنگه های درب نمی دهند.



نحوه انتخاب نوع جک متناسب با در خودکار

جک مورد نیاز بر حسب طول و وزن درب (با توجه به جدول و نمودار زیر) انتخاب می شود. حتی الامکان باید نوع جک در صورت نداشتن محدودیت مکانی بزرگ تر انتخاب گردد، چرا که هرچه جک بزرگ تر باشد قدرت کمتری جهت باز نمودن درب مصرف و طول عمر موتورها بیشتر می شود.

(وزن و طول فقط یک لنگه درب در نمودار زیر مورد نظر است)



مقادیر توصیه شده برای حداکثر طول یک لنگه درب مطابق جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳- اندازه یک لنگه در

2/00 m	LEADER 3 TI
2/75 m	LEADER 4 TI
2/75 m	LEADER 4 TI
3/50 m	LEADER 5 TI



ارزشیابی

ارزشیابی پیشرفت تحصیلی مبتنی بر شایستگی در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای

۱ اشاره

ارزشیابی در فرایند توسعه سرمایه انسانی نقش مهمی به عهده دارد، صرف نظر از اینکه در هنرستان انجام شود یا اینکه خارج از برنامه‌های آموزشی رسمی انجام گیرد و یا در حین شغل یا برای ارزیابی تجارب حاصل در طول زندگی به کاربرده شود. ارزشیابی از جمله اجزاء مهم یادگیری مادام العمر است، هم برای افراد که به روشی برای ارزشیابی و اهدای گواهینامه معتبر در مراحل مختلف زندگی احتیاج دارند و هم برای مؤسسات مهارت آموزی که در پی ارتقاء برنامه‌های تحرک پذیری ارزشیابی خود هستند تا بتوانند سیاست‌های آموزش فنی و حرفه‌ای درازمدت خود را تحقق بخشند.

در اسناد بالادستی و توصیه‌های بین‌المللی توجه زیادی به تحول ارزشیابی در نظام آموزشی شده است:

سیاست‌های کلی ایجاد تحول در آموزش و پرورش ابلاغی از طرف رهبر معظم انقلاب - ۱۳۹۲

■ تحول بنیادین شیوه‌های ارزشیابی دانش‌آموزان برای شناسایی نقاط قوت و ضعف و پرورش استعدادها و خلاقیت دانش‌آموزان.

سند تحول بنیادین در آموزش و پرورش

■ راهکار ۱۹/۲- طراحی و اجرای نظام ارزشیابی نتیجه محور براساس استانداردهای ملی برای گذر از دوره‌های تحصیلی و رویکرد ارزشیابی فرایند محور در ارتقای پایه‌های تحصیلی دوره ابتدایی و رویکرد تلفیقی (فرایند محور و نتیجه محور) در سایر پایه‌های تحصیلی.

ارزشیابی در برنامه درسی ملی ایران

■ به صورت مستمر تصویری روشن و همه جانبه از موقعیت کنونی دانش‌آموز، فاصله او با موقعیت بعدی و چگونگی اصلاح آن متناسب با ظرفیت‌ها و نیازهای وی ارائه می‌کند.

■ زمینه انتخاب گری، خود مدیریتی و رشد مداوم دانش‌آموز را با تأکید بر خودارزیابی فراهم می‌کند و بهره‌گیری از سایر روش‌ها را زمینه‌ساز تحقق آن می‌داند.

■ ضمن حفظ کرامت انسانی، کاستی‌های یادگیری را فرصتی برای بهبود موقعیت دانش‌آموز می‌داند.

■ کاستی‌های یادگیری را فرصتی برای بهبود و اصلاح نظام آموزشی می‌داند.

توصیه‌نامه آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای (یونسکو ۲۰۱۵)

■ برای ایجاد و استفاده از اطلاعات مربوط به پیشرفت‌های یادگیرندگان، باید سیستم‌های سنجش مؤثر و مناسب طراحی شوند. ارزشیابی فرایندهای یاددهی و یادگیری، از جمله سنجش تکوینی، باید با همکاری همه ذی‌نفعان، به ویژه معلم‌ها و مربیان، نمایندگان زمینه‌های حرفه‌ای مورد نظر، سرپرستان و یادگیرندگان انجام شوند. عملکرد کلی یادگیرندگان را باید با استفاده از روش‌های مختلف سنجش، از قبیل خودارزیابی و در صورت لزوم، ارزیابی توسط هم‌گروه‌ها مورد سنجش و ارزیابی قرار داد.

توصیه‌نامه سومین کنگره بین‌المللی آموزش‌های فنی و حرفه‌ای (یونسکو ۲۰۱۲)

■ پشتیبانی انعطاف‌پذیرمسیرهای آموزش و تجمیع آنها، به رسمیت شناختن و انتقال از یادگیری‌های فردی از طریق شفاف‌سازی، استقرار سیستم‌های صلاحیت حرفه‌ای پیامد محور، اقدامات معتبر برای سنجش و ارزیابی، شناسایی و اعتباردهی صلاحیت‌های حرفه‌ای از جمله در سطح بین‌المللی، تبادل اطلاعات و توسعه اعتماد متقابل و همکاری میان تمام ذینفعان مربوطه، تعمیم مکانیسم‌های تضمین کیفیت به صورت یکپارچه به تمام قسمت‌های سیستم صلاحیت حرفه‌ای.

۲ تعاریف

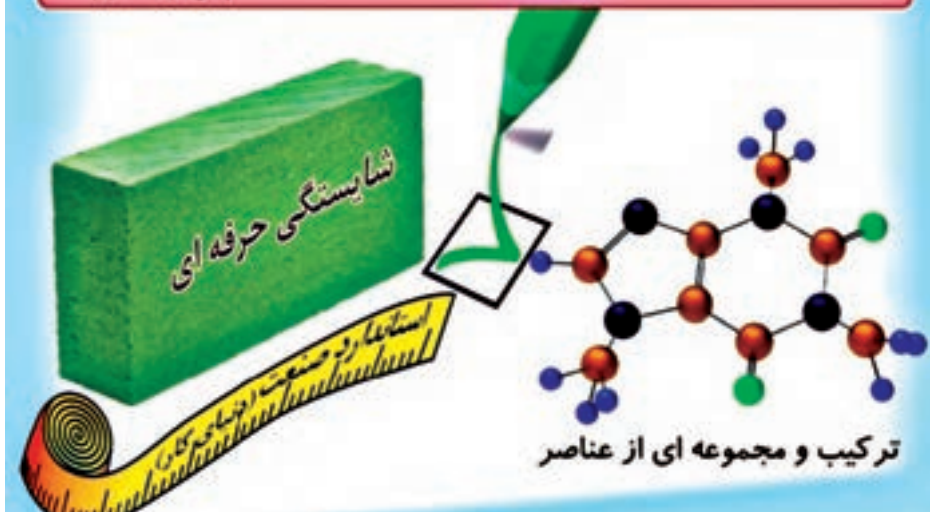
شایستگی: توانایی انجام کار بر اساس استاندارد را گویند.

برخی از تعاریف شایستگی

- توانایی انجام کار برپایه استاندارد.

- انجام دادن درست کار در زمان درست با روش درست در موقعیت پیچیده با استفاده از ترکیب درست دانش، مهارت و نگرش و با ابزارها، تجهیزات، شرایط اجزاء مواد و استانداردها.

- منظور از شایستگی مجموعه‌ای ترکیبی از صفات، توانمندی‌ها و مهارت‌های ناظر به همه جنبه‌های هویت (عقلانی، عاطفی، ارادی و عملی) است، که مترقیان در جهت درک و عمل برای بهبود مستمر موقعیت خود (برای دستیابی به مراتب حیات طیبه) باید آن‌ها را «کسب» کنند.
(مبنای نظریه سازه تحول)



شایستگی دارای سطوحی است که یکی از انواع سطح‌بندی شایستگی‌های حرفه‌ای به صورت چهار مرحله‌ای می‌باشد که شامل موارد زیر می‌باشد:

مهارتی (شامل تفکر و عمل) و اهداف نگرشی (شامل ایمان و اخلاق) آمده است.

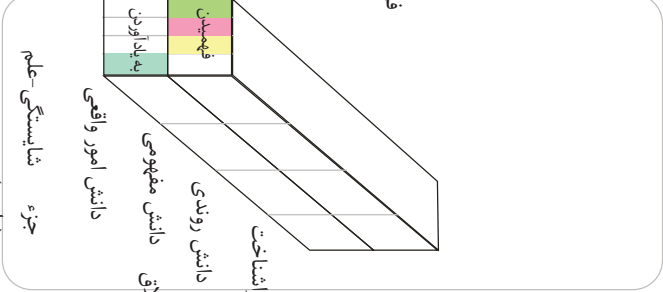


۲ الگوهای نگاشت سطوح شایستگی به سطوح اهداف یادگیری

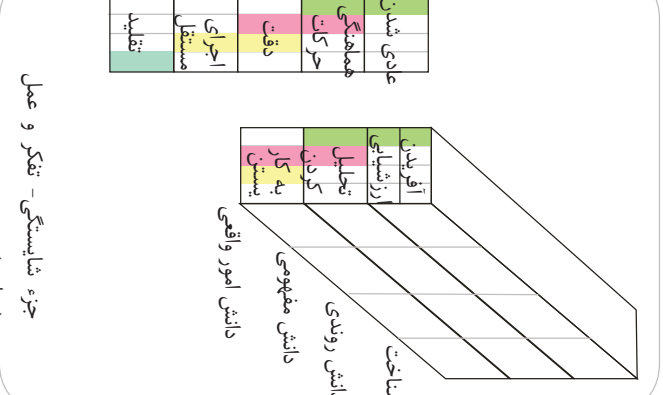
با توجه به سطوح بیان شده در اهداف یادگیری و عملکردی به همراه سطوح شایستگی‌ها الگوی نگاشت متفاوتی وجود دارد. با توجه به تجارب سایر کشورها در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و تجارب داخلی الگوی ۱ نشان داده شده در شکل ۱ توصیه می‌گردد.

شایستگی	سطح ۴
شایستگی	سطح ۳
شایستگی	سطح ۲
شایستگی	سطح ۱

انواع شایستگی ها:
۱- شایستگی فنی
۲- شایستگی غیر فنی (اخلاق
(حرفه ای و دیگر موارد



جزء شایستگی-علم
(دانش)



جزء شایستگی - تفکر و عمل
(مهارت)

تبلور	
سازمان	
بیندیشی	
ارزش گذاری	
واکنش	
دریافت	

جزء شایستگی - باور و ایمان
(نگرش)

شکل ۱-۱- الگوی ۱- طرحواره اجزاء شایستگی و ارتباط آنها با سطوح شایستگی

تکلیف کاری-Task

تکلیف کاری کوچک ترین واحد یک کار با پیامد و خروجی مشخص و مفید می باشد. ■ پیامد یک تکلیف کاری می تواند به صورت محصول، خدمت یا تصمیم در نظر گرفته شود.

- یک تکلیف کاری، قسمتی از کار است که قابل واگذار کردن خواهد بود.
 - یک تکلیف کاری دارای نقطه شروع و انتها می باشد.
 - یک تکلیف کاری قابل اندازه گیری و مشاهده است.
 - یک تکلیف کاری می تواند مستقل از کارهای دیگر انجام شود.
 - هر تکلیف کاری دارای دو یا چند مرحله کار (Step) می باشد.
 - تعداد تکالیف کاری در هر شغل یا حرفه معمولاً در محدوده ۷۵ الی ۱۲۵ قرار می گیرد.
- از تکلیف کاری با نام "کار" نیز در برخی از موارد یاد می شود. کسب توانایی در انجام کار بر اساس استاندارد موجب شایستگی می گردد.

مرحله کار-Step

فعالیت های لازم برای انجام یک تکلیف کاری را "مرحله کار" می گویند. مراحل انجام کار یک رویه مشروح انجام کار است. معمولاً هر تکلیف کاری از سه یا چند مرحله کار تشکیل شده است.

حرفه: خانه دار

وظیفه: نگهداری حیاط

کار: چمن زدن

مرحله کار: روشن نمودن چمن زن

استاندارد عملکرد (Performance Standard)

شایستگی های حرفه ای دنیای کار براساس استاندارد عملکرد استوار است. آن سطح شناخته شده و قابل قبول برای انجام یک کار در یک حرفه یا شغل را استاندارد عملکرد آن کار می نامند. معمولاً در استاندارد عملکرد شرایط انجام کار، عملکرد و معیار ارزیابی آورده می شود (رجوع به نمون برگ های ارزشیابی در انتهای مقاله). در ادامه نمونه هایی از استاندارد عملکرد آورده شده است:

نمونه ۱: استاندارد عملکرد جهت انجام کار "بررسی پمپ ها و سیالات" در حرفه مکترونیک: بررسی پمپ ها و سیالات طبق چک لیست به طوری که پمپ ها طبق مشخصات کارکرده و لزجت و سطح روغن طبق مشخصات سازنده باشد.

نمونه ۲: استاندارد عملکرد جهت انجام کار "رسم مدارها و نقشه های الکتریکی با رایانه" در حرفه برق کار ماهر:

رسم نقشه های مدارهای فرمان با نرم افزار نقشه کشی و در فرمت برداری به نحوی

که مطابق با نقشه دستی موجود بوده و علائم به کار رفته در آن با استاندارد IEC مطابق باشد.

نمونه ۳: استاندارد عملکرد جهت انجام کار "اجرای عملیات اولیه تراشکاری" در حرفه ماشین کار عمومی:

اجرای عملیات اولیه تراشکاری (روتراشی - پله تراشی - پیشانی تراشی) با استفاده از ماشین تراش و ابزارهای تراش به صورتی که قطعه کار با دقت ابعادی با تolerانس ± 0.1 mm و پرداخت سطح Ra $1/6$ حاصل شود.

مهارت (skills) (شامل تفکر و عمل):

توانایی عضلات و ایجاد هماهنگی بین آنها و یا به عبارتی هماهنگی بین اعمال روان حرکتی را مهارت گویند. البته از سطوح بالایی حوزه شناختی نیز به عنوان مهارت یاد می‌شود. مهارت‌های روان حرکتی دارای ویژگی‌هایی هستند که در شکل زیر مشاهده می‌شود. در هر تکلیف کاری حداقل سه و حداکثر شش مرحله کاری وجود دارد که هر مرحله شامل دانش و مهارت است به نحوی که انجام هر مهارت مستلزم کاربرد دانش است و تعریف مذکور عملیاتی کردن مهارت را مد نظر دارد. بنابراین هر شایستگی (تکلیف کاری) می‌تواند از چندین مهارت تشکیل شده باشد.



شکل ۲- ویژگی های مهارت (بخش روان حرکتی)

دانش (knowledge) (شامل علم)

به توانایی‌های ذهنی - عقلانی از قبیل کسب دانش، رشد مهارت‌های ذهنی، قدرت تجزیه تحلیل را دانش گویند.

نگرش (Attitude) (شامل اخلاق و باور)

نگرش به توانایی‌هایی گفته می‌شود که به جنبه احساسی و عاطفی، ارزش، علائق و نگرش مربوط می‌شود. توانایی مشارکت فعال توأم با علاقه مثالی از این نوع توانایی است. نگرش در واقع نوعی مهارت ذهنی و عملی است.

رابطه ارزشیابی با استاندارد شایستگی و صلاحیت حرفه‌ای

ارزشیابی باید مستقیماً با استانداردهای شایستگی حرفه مرتبط باشد و براساس آنها تدوین شود (نه آنکه از استانداردهای آموزشی اقتباس شود). این امر برای ارزشیابی دقیق میزان توانایی فرد ضروری می‌باشد. از نظر فردی، ارزشیابی می‌تواند منجر به صدور گواهینامه شود. به افراد کمک می‌کند تا وارد حرفه و شغل خاصی شوند و در آن پیشرفت نمایند و در شرایط یادگیری دائمی روشی را برای ثبت توانایی‌ها و شایستگی‌های افراد در شرایط مختلف و زمان‌های متفاوت به‌دست دهد. از نظر کارفرمایان ارزشیابی می‌تواند در استخدام، ارتقاء و برنامه‌ریزی برای آموزش‌های داخلی به کار برده شود. از نظر مؤسسات مهارت آموزی ارزشیابی و سنجش، روشی برای تعیین کیفیت مهارت‌ها و دانش‌های آموخته شده در برابر شایستگی‌های واقعی مورد نیاز در یک حرفه است. با اعطای گواهینامه به افراد، هنرستان‌های فنی و حرفه‌ای می‌توانند برنامه‌های آموزشی خود را به افراد و کارفرمایان ارائه نمایند. در مسیر حرکت از دنیای کار به دنیای آموزش می‌توان سه نوع استاندارد را مورد توجه قرار داد (شکل ۳).



شکل ۳- توالی استانداردهای شایستگی حرفه، ارزشیابی و آموزش

نظام صلاحیت‌های حرفه‌ای ملی بر اساس سطوح صلاحیت‌های حرفه‌ای پایه‌گذاری شده است. تحرک پذیری افقی و عمودی از ویژگی‌های این نظام است. برای ورود به ارزشیابی در یک سطح از صلاحیت، باید مدرک سطح صلاحیت قبلی به همراه زمان تجربی مورد نیاز کسب شده باشد. جهت ارزش گذاری به تجربه کسب شده، سنجش آغازین مبتنی بر استاندارد عملکرد گذشته (اما با سطح شایستگی بالاتر) صورت می‌گیرد و برای ورود به سطح بالاتر از ارزشیابی تشخیصی صورت می‌گیرد. در هنگام تحرک افقی در داخل یک حرفه و یا حرف دیگر شایستگی‌های مشترک که احراز شده است مورد قبول واقع می‌شود.

استانداردهای عملکرد مبنای تهیه استاندارد ارزشیابی حرفه هستند. در شکل ۴ نمونه‌ای از استاندارد ارزشیابی حرفه نشان داده شده است.

الف

٢٠

شکل ۴ - نمونه ای از استاندارد ارزشیابی حرفه برای یک شایستگی

اصول حاکم بر ارزشیابی پیشرفت تحصیلی و تربیتی در آموزش فنی و حرفه‌ای

ارزشیابی باید واجد حداقل روایی (یعنی اندازه‌گیری باید استاندارد عملکرد حرفه‌ای انتخاب شده را اندازه‌گیری کند) و پایایی باشد (یعنی بتواند این استانداردها را به صورت یکنواخت و ناوابسته به یک مکان و یا دستگاه خاص ارزشیابی کند). اگر ابزار ارزشیابی در سطح منطقه درست می‌شود - براساس استانداردهای محلی و یا ملی و یا بانک سؤالات امتحان - و نتایج نیز دارای اعتبار وسیع باشند. ضروری است کارشناسان مراکز ملی سنجش و هنرآموزان منطقه، آموزش‌های کافی در زمینه مدیریت و طراحی ارزشیابی را دیده باشند. اگر ابزارهای ارزشیابی استاندارد شده به صورت متمرکز تدوین شوند، لازم است این کار توسط متخصصان ارزشیابی و با کمک افرادی که استانداردهای حرفه را تدوین کرده‌اند صورت پذیرد. خطا در مقدار روایی و اعتبار آزمون‌های ملی دارای اثرات منفی بسیاری خواهد بود. ارزشیابی پیشرفت تحصیلی و تربیتی در شاخه فنی و حرفه‌ای ناظر بر تحقق شایستگی‌ها و دستیابی به سطوح شایستگی‌ها و صلاحیت حرفه‌ای ملی ایران به شرح زیر می‌باشد:

۱. تنوع ابزارها و روش‌ها در بهره‌گیری از شایستگی‌ها در موقعیت

ابزارها و روش جهت سنجش پیشرفت تحصیلی و شایستگی‌های حرفه‌ای و عمومی متنوع خواهد بود.

ملاک کسب شایستگی‌های حرفه‌ای استاندارد ارزشیابی حرفه مبتنی بر استاندارد عملکرد حرفه تکلیف‌کاری.

۲. شواهد کافی و متنوع برای قضاوت

ارزشیابی به صورت مستمر و عملکردی مبتنی بر عمل خواهد بود. ملاک گذر از دوره کسب استاندارد شایستگی حرفه‌ای و عمومی کسب مدرک براساس صلاحیت خواهد بود.

۳. ارزشیابی متنوع و مستمر با توجه به یادگیری هر یک از هنرجویان

استفاده از واقعیت‌های دنیای کار و تجربه ارزشیابی حرفه به ارزشیابی گروه‌کاری و ارزشیابی.

۴. خود آگاهی و خود ارزیابی در دستیابی به سطوح شایستگی بالاتر

در ارزشیابی شایستگی عمومی و حرفه ۱۰ الی ۲۰ درصد قضاوت توسط هنرجو انجام خواهد پذیرفت.

تکالیف کاری همراه با سطح‌بندی شایستگی‌های حرفه‌ای و عمومی.

۵. عدم استفاده از شرایط اضطراب آور

شرایط ارزشیابی مبتنی بر شرایط ذکر شده در استاندارد ارزشیابی باشد. منصفانه باشد

۶ مشارکت سایر دانش آموزان و والدین در سنجش (ارزیابی همتا)
استفاده از گروه دانش آموزان برای سنجش قضاوتی در فرایندهای ساخت، طراحی، تعمیر، نصب، تحلیل، اپراتوری.

۷ حفظ نقش مدرسه و معلم در ارزشیابی
ارزشیابی نهایی گروه کاری توسط تیمی از هنرآموز انجام می شود.

۸ نتیجه محور و فرایند محوری
استاندارد عملکرد تکالیف کاری به عنوان نتیجه فرایند یاددهی - یادگیری تلقی می شود. برخی از نتایج باید در دنیای کار (کارآموزی) ارزشیابی شوند.
به کار گیری ارزشیابی فرایند محور در کسب شایستگی ها

۹ کارگروهی و حل مسئله
اجرای فرایند ارزشیابی در بستر کارگروهی و موقعیت های جدید جهت حل مسئله در زندگی.

۱۰ ارزشیابی به عنوان بخش جدایی ناپذیر از فرایند یاددهی - یادگیری
ارزشیابی پیشرفت تحصیلی قبل از ارزشیابی مبتنی بر استاندارد عملکرد اتفاق خواهد افتاد.

۱۱ تکالیف عملکردی در سنجش
ارزشیابی و سنجش مبتنی بر واقعیات و شرایط موجود در استاندارد ارزشیابی حرفه خواهد بود.

۱۲ کسب کلیه شایستگی جهت اخذ صلاحیت
زمانی که یک هنرجو شایسته دریافت مدرک صلاحیت حرفه ای می گردد که در تمامی پودمان ها گواهینامه شایستگی دریافت کرده باشد و در پودمان زمانی گواهینامه شایستگی دریافت می کند که در تمامی کارها، شایستگی انجام کار را با توجه به استاندارد عملکرد داشته باشند.

روش های سنجش و ارزشیابی با توجه به زمان در آموزش های فنی و حرفه ای

- سنجش آغازین: برای ارزیابی ورودی تعیین صلاحیت حرفه ای انجام می شود.
- سنجش تکوینی: برای اصلاح یادگیری صورت می گیرد.
- سنجش تشخیصی: برای شروع آموزش که معمولاً در محیط آموزش انجام می گیرد.

۱- ارزیابی های همتا که بیشتر در حوزه آموزش هنر تحت عنوان رُوزمان انجام می شود از این نوع است. به طور کلی در آن دسته از ارزیابی هایی که احساس معیار ارزیابی است، برای حفظ روایی به صورت ارزیابی همتا انجام می شود.

■ سنجش تراکمی: در انتهای تکالیف کاری و پودمان‌ها و سطوح صلاحیت حرفه‌ای انجام می‌گیرد.

■ سنجش تکمیلی: برای کارآموزی و کارورزی و عملیات میدانی انجام می‌شود. در نظام صلاحیت‌های حرفه‌ای با توجه به نوع حرفه و سطح صلاحیت حرفه‌ای و نوع نظام یادگیری (مادام‌العمر و ...) از روش‌های مختلف زمانی استفاده می‌شود. البته سنجش تراکمی برای اندازه‌گیری سطح شایستگی و تسلط در هر کار و حرفه مورد توجه ویژه‌ای قرار می‌گیرد.

ابزارهای سنجش شایستگی

■ سنجش عملکردی شامل کتبی عملکردی، سنجش شناسایی، شبیه‌سازی شده، نمونه کار، پروژه‌های طولانی مدت، سنجش ۳۶۰ درجه‌ای و...

■ سنجش مشاهده‌ای: شامل سنجش بر اساس فهرست واریسی، مقیاس‌های درجه‌بندی، واقع‌نگاری و...

■ سنجش عاطفی: شامل پرسش‌نامه، تفکیک معنایی، سنجش نگرش با مقیاس لیکرت، مصاحبه

■ سنجش تکمیلی: مصاحبه با کارفرما، مشاهده در حین کار، سنجش پیرو و ... این نوع سنجش برای اطمینان از شایستگی موردنظر در محیط کار واقعی استفاده می‌شود (در کارآموزی و کارورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد).

■ سنجش همه جانبه (ترکیبی): شامل کارپوشه، ۳۶۰ درجه‌ای و ... این نوع سنجش‌ها برای سنجش کلی حوزه‌های یادگیری استفاده می‌شود.

از آنجا که شما بر مبنای تجارب گذشته، با ابزارهای ارزشیابی اهداف دانشی آشنا هستید، در جدول ۱ برخی از ابزارهای ارزشیابی مؤلفه‌های شایستگی در اهداف مهارتی (شامل تفکر و عمل) و اهداف نگرشی (شامل ایمان و اخلاق) آمده است.

جدول ۱- برخی از ابزارهای ارزشیابی مؤلفه‌های شایستگی
ابزارهای اندازه‌گیری و سنجش مهارت (تفکر)

مهارت‌های شناختی				
بعد دانش و مهارت شناختی	به کار بستن	تحلیل کردن	ارزشیابی کردن	آفریدن
الف: دانش امور واقعی	■ ○ △ ★ +	■ ○ △ ★ ×	■ ○ △ ★	○ △ ★ ■
ب: دانش مفهومی	⊗ ○ △ ★ × ■	* ⊗ ○ + ■ ▲ △ ★	★ ○ △ ■ ▲ *	○ △ ★ ▲ ■ *

■ ○ △ ★	■ ○ △ ★	■ ○ △ ★	* ⊗ ○ ■ + △ ★	ج: دانش روندی
● ○ △ ★	○ △ ★	○ △ ★	★ ○ △	د: دانش فراشناختی

ابزارهای اندازه گیری و سنجش مهارت (عمل)

تقلید	اجرای مستقل	دقت	هماهنگی حرکت	عادی شدن
○ ● ■ ★	○ ■ ● △ ★ ⊙	○ △ ● ■ ★ ⊙	○ △ ■ ● ★	● ○ △ ■ ★

ابزارهای اندازه گیری و سنجش نگرش (باور و اخلاق حرفه ای)

تبلور	سازمانبندی	ارزشگذاری	واکنش	دریافت
○ △ ● ■ ★ ⊗	○ △ ● ■ ★ ⊗	○ △ ● ■ ★ ⊗	● ○ △ ◇ ⊗ ■ ★	◇ ⊗ ● ○ △ ■ ★

ابزارهای آزمون و سنجش:

+ آزمون صحیح - غلط × آزمون جور کردنی * آزمون تشریحی □ آزمون کوتاه - پاسخ ⊗ چند گزینه ای ★ مشاهده ○ سنجش عملکردی △ کارپوشه ■ روبریک ● فهرست وارسی ▲ نقشه مفهومی ◇ مصاحبه ◆ پرسش شفاهی ⊕ نمونه کار ⊞ پروژه ⚡ آزمون ۳۶۰ درجه ⇄ گزارش ✦ پژوهش موردی ⊙ محک زنی ◎ ارائه ☑ ایفای نقش ☒ کارگروهی ⊗ خودسنجی

بطور خلاصه انواع سنجش در آموزش بر اساس شایستگی عبارت اند از:

انواع سنجش در آموزش بر اساس شایستگی

مشاهده عملکرد

در این نوع سنجش تمرکز ارزیاب بر فرایند انجام کار است که اثبات شایستگی عملکرد بر اساس فرایند و رویه کاری هم نامیده می‌شود.

آزمون مهارت

در این نوع سنجش تمرکز ارزیاب بر نمونه کار، نمونه مهارت و یا انجام یک پروژه است. بدیهی است در پروژه‌ها نمونه مهارت‌ها به صورت تکراری و فراوان ممکن است مورد ارزیابی قرار گیرد.

شبیه سازها

در این نوع سنجش تمرکز ارزیاب متوجه محصول نهایی و یا مشاهده فرایند انجام کار باشد در برخی از موارد شبیه سازی مستلزم انجام محاسبات و راه‌اندازی نرم‌افزارهای خاص می‌باشد.

آزمون کتبی عملکردی

در این نوع سنجش تمرکز ارزیاب بر نتایج محاسبات و عملیات انجام شده است. بیشتر این نوع سنجش در تکالیف کاری دانشی که سطح بالای مهارت‌های شناختی .

شکل ۵- انواع سنجش در آموزش مبتنی بر شایستگی

محتوای مورد ارزشیابی

ارزشیابی در حرفه باید شایستگی انجام کار براساس استاندارد عملکرد را سنجش نماید. این شایستگی ترکیبی از دانش، مهارت و نگرش می‌باشد. با توجه به استانداردهای حرفه‌ای و شرایط ارائه آموزش‌ها، شایستگی‌های مورد ارزیابی به صورت‌های گوناگون خواهند بود. ارزشیابی ممکن است علاوه بر ارزشیابی مهارت‌ها و شایستگی‌هایی که مستقیماً با حرفه فرد در ارتباط هستند، مهارت‌های دیگری را نیز اندازه‌گیری کند و به آنها مهارت‌های محوری می‌گویند: این مهارت‌ها عبارت‌اند از سواد و حساب، مهارت‌های زندگی شامل مهارت‌های اجتماعی و شهروندی، مهارت‌های عام کاریابی مانند ارتباطات و تصمیم‌سازی و براساس حرفه فرد مهارت‌های مدیریت و کار آفرینی. لذا ارزشیابی به صورت کل نگر می‌باشد به طوری که شایستگی‌های فنی و غیرفنی در تحلیل کارها مورد توجه قرار خواهد گرفت. رویکردها و روش‌های سنجش و ارزیابی محتوی یک فرایند و سیستم آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای می‌تواند براساس شاخص‌های مختلف دسته‌بندی گردد:

روش‌های مدیریتی ارزشیابی

دو روش مدیریتی ارزشیابی وجود دارد: آزمون‌های استاندارد شده و بانک‌های اطلاعاتی

آزمون‌های استاندارد شده

این رویکرد شامل تدوین ارزشیابی‌های شایستگی حرفه‌ای استاندارد شده و سازمان دادن آزمون در موقعیت‌های متمرکز است که یا مستقیماً توسط مراکز ملی سنجش انجام می‌شود و یا اینکه این مراکز اعتباربخشی آن را به عهده می‌گیرند. این روش معمولاً در کشورهای در حال توسعه انجام می‌شود که با مؤسساتی نظیر UK, City Guilds همکاری کرده‌اند. این مؤسسات به کشورهای در حال توسعه کمک کرده‌اند تا برنامه‌های ارزشیابی مناسب این برنامه‌ها را تدوین کنند و یا اقتباس نمایند.

در سال‌های اخیر برخی شرکت‌های فن‌آوری نظیر میکروسافت و Cisco نیز ابزار ارزشیابی استاندارد شده و برنامه‌های مهارت‌آموزی به کار برده شده در سطح جهان را تولید کرده‌اند. این مؤسسات می‌توانند گواهینامه‌های مربوطه را صادر نمایند.

بانک‌های اطلاعاتی

در این روش براساس استانداردهای حرفه، بانک اطلاعاتی شامل سؤالات ارزشیابی شایستگی حرفه براساس استاندارد عملکرد تشکیل می‌شود. این بانک اطلاعاتی در اختیار تمام افراد ذی نفع (مانند مؤسسات آموزش و کارفرمایان) قرار می‌گیرد

تا بتوانند براساس این بانک اطلاعات، ارزشیابی‌های خود را تدوین کنند. انجام این کار مستلزم وجود کارشناسانی در مرکز ملی سنجش است که استانداردهایی را تدوین کرده است. این کارشناسان به ارائه دهندگان آموزشی، آموزش می‌دهند که چگونه از این اطلاعات در ارزشیابی‌های خود استفاده کنند. انجام این کار در کشورهای در حال توسعه بسیار مشکل است مخصوصاً اگر آزمون‌ها بخواهد دارای روایی و پایایی باشند. این روش نسبت به آزمون‌های استاندارد به اقدامات امنیتی و کارکنان تخصصی کمتری احتیاج دارد. سؤالات این بانک را می‌توان مستقیماً به تمام فعالیت‌ها در هر حرفه مرتبط کرد و تدوین و اجرای این آزمون‌ها محتاج کارهای اداری عریض و طویل نیست. این آزمون‌ها دارای انعطاف بیشتری هستند زیرا در صورت تغییر استانداردهای یک حرفه می‌توان اطلاعات مربوط در بانک را تغییر داد، در صورت اجرای این روش باید افراد به صورت متمرکز ثبت نام شوند و گواهینامه‌های آنها صادر گردد تا بتوان تغییر محل افراد به سهولت صورت گیرد و یادگیری مادام‌العمر نیز میسر شود.

مقیاس بندی و نمره دهی شایستگی

ارزشیابی پیشرفت تحصیلی در نظام جدید آموزشی دوره دوم متوسطه مبتنی بر شایستگی است. هدف نهایی ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، یادگیری و کسب توانایی انجام کار در شغل و حرفه است. مقیاس‌های گوناگونی برای ارزشیابی شایستگی حرفه ای وجود دارد که در جدول ذیل مشاهده می‌شود.

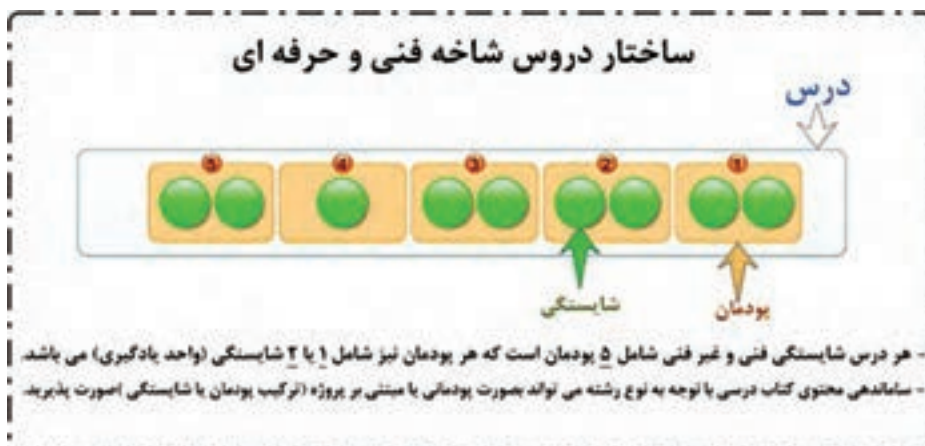
مقیاس بندی رتبه ای - ارزشیابی شایستگی حرفه

ردیف	مقیاس بندی شایستگی جزء	محدوده انتظارات - مقیاس بندی شایستگی جزء	مقیاس بندی شایستگی (کار)	مقیاس بندی شایستگی (گروه کاری)
۱	بلی - خیر	عدم شایستگی: کسب نکردن حداقل ۷۵ درصد انتظارات در سطح شایستگی مورد نیاز شایسته: کسب حداقل ۷۵ درصد انتظارات در سطح شایستگی مورد نیاز	نیازمند آموزش: نداشتن معیارهای مربوط به شایستگی کار شایسته: داشتن معیارهای مربوط به شایستگی کار	نیازمند آموزش: نداشتن معیارهای مربوط به شایستگی کار شایسته: داشتن معیارهای مربوط به شایستگی کار
۲	مقیاس‌های ۳، ۲، ۱	سطح مقیاس ۱: کسب نکردن حداقل ۶۰ درصد انتظارات در سطح شایستگی مورد نیاز سطح مقیاس ۲: کسب حداقل ۶۰ درصد و حداکثر ۸۵ درصد انتظارات در سطح شایستگی مورد نیاز سطح مقیاس ۳: کسب کردن حداقل ۸۵ درصد انتظارات در سطح شایستگی مورد نیاز	نیازمند آموزش: کسب نکردن حداقل ۶۰ درصد انتظارات در سطح شایستگی مورد نیاز شایسته: کسب حداقل ۶۰ درصد و حداکثر ۸۵ درصد انتظارات در سطح شایستگی مورد نیاز کسب کردن حداقل ۸۵ درصد انتظارات در سطح شایستگی مورد نیاز	نیازمند آموزش: کسب نکردن حداقل ۶۰ درصد انتظارات در سطوح شایستگی مورد نیاز شایسته: کسب حداقل ۶۰ درصد و حداکثر ۸۵ درصد انتظارات در سطوح شایستگی مورد نیاز کسب کردن حداقل ۸۵ درصد انتظارات در سطوح شایستگی مورد نیاز
۳	مقیاس‌های ۵، ۴، ۳، ۲، ۱ و ۵۰	سطح مقیاس ۱: کسب نکردن حداقل ۴۰ درصد انتظارات در سطح شایستگی مورد نیاز سطح مقیاس ۲: کسب حداقل ۴۰ درصد و حداکثر ۶۰ درصد انتظارات در سطح شایستگی مورد نیاز سطح مقیاس ۳: کسب حداقل ۶۰ درصد و حداکثر ۸۰ درصد انتظارات در سطح شایستگی مورد نیاز سطح مقیاس ۴: کسب حداقل ۸۰ درصد و حداکثر ۹۰ درصد انتظارات در سطح شایستگی مورد نیاز سطح مقیاس ۵: کسب کردن حداقل ۹۰ درصد انتظارات در سطح شایستگی مورد نیاز	کاملاً نیازمند آموزش: کسب نکردن حداقل ۴۰ درصد انتظارات در سطح شایستگی مورد نیاز نیازمند آموزش: کسب حداقل ۴۰ درصد و حداکثر ۶۰ درصد انتظارات در سطح شایستگی مورد نیاز شایسته: کسب حداقل ۶۰ درصد و حداکثر ۸۵ درصد انتظارات در سطح شایستگی مورد نیاز کسب کردن حداقل ۸۵ درصد انتظارات در سطح شایستگی مورد نیاز	کاملاً نیازمند آموزش: کسب نکردن حداقل ۴۰ درصد انتظارات در سطوح شایستگی مورد نیاز نیازمند آموزش: کسب حداقل ۴۰ درصد و حداکثر ۶۰ درصد انتظارات در سطوح شایستگی مورد نیاز شایسته: کسب حداقل ۶۰ درصد و حداکثر ۸۵ درصد انتظارات در سطوح شایستگی مورد نیاز کسب کردن حداقل ۸۵ درصد انتظارات در سطوح شایستگی مورد نیاز

[illegible]

نحوه ارزشیابی دروس شایستگی‌های پایه فنی، فنی و غیر فنی

- مواد درسی که ارزشیابی آنها مبتنی بر شایستگی است عبارت‌اند از:
 - ۱ شایستگی‌های غیر فنی شامل الزامات محیط کار در پایه دهم کارگاه نوآوری و کار آفرینی، کاربرد فناوری‌های نوین، مدیریت تولید در پایه یازدهم و اخلاق حرفه‌ای در پایه دوازدهم (شاخه فنی و حرفه‌ای و کاردانش)
 - ۲ درس مشترک گروه در پایه دهم شامل: نقشه کشی فنی رایانه‌ای، عناصر و زبان بصری، آب، خاک و گیاه، ارتباط مؤثر. (شاخه فنی و حرفه‌ای)
 - ۳ کارگاه‌های ۸ ساعته (شاخه فنی و حرفه‌ای) پایه‌های دهم، یازدهم و دوازدهم
 - ۴ دروس شایستگی‌های پایه شامل: ریاضی، فیزیک، زیست و شیمی
 - ۵ دروس دانش فنی پایه و دانش فنی تخصصی
- هر یک از مواد درسی موضوع ماده یک شامل پنج پودمان (فصل) می‌باشد که باید برای هر یک از آنها توسط هنرآموز مربوط ارزشیابی مستقل از هنرجو صورت گیرد و در نتیجه یک نمره مستقل از ۲۰ نمره برای هر یک پودمان‌ها ثبت می‌گردد.



- نمره هر پودمان از دو بخش تشکیل می‌گردد و فقط یک نمره بر اساس ۰ تا ۲۰ ثبت می‌گردد.
- بخش اول شامل ارزشیابی پایانی هر پودمان: نمره ارزشیابی از کسب شایستگی از پودمان مورد نظر که با سه نمره ۱، ۲، ۳ (= عدم احراز شایستگی؛ ۲= احراز شایستگی ۳= احراز شایستگی بالاتر از انتظار) مشخص می‌گردد و نتیجه آن با ضریب ۵ منظور می‌گردد (شکل ۶).

بخش دوم ارزشیابی مستمر: نمره مستمر که بر اساس انجام فعالیت‌های کلاسی و کارگاهی، نظم، مشارکت در فعالیت‌های آموزشی و تربیتی خودارزیابی، ابتکار در تکالیف عملکردی درسی و... از ۰ تا ۵ نمره اختصاص پیدا خواهد کرد. شرط قبولی در هر پودمان کسب نمره حداقل ۱۲ می‌باشد.

■ با توجه به اینکه خودآگاهی، خودارزیابی و تصمیم‌گیری از سوی هنرجویان، چگونگی جبران و رفع کاستی‌ها از اصول ارزشیابی پیشرفت تحصیلی و تربیتی است، توصیه می‌گردد هنرآموزان ۲ نمره از ۱/۵ نمره مستمر را به خودارزیابی توسط هنرجویان اختصاص دهند. همچنین خودارزیابی‌ها، بایستی بر اساس ارزشیابی‌ها مندرج در کتاب‌های درسی و موارد مطرح شده در کتاب راهنمای هنرآموز انجام پذیرد.

فرم:			رشته تحصیلی:		
نام و نام خانوادگی:			نام و نام خانوادگی:		
پودمان ۱:			پودمان ۲:		
واحد یادگیری ۱:	نمره	مجموعه کار	واحد یادگیری ۱:	نمره	مجموعه کار
۱	۲		۱	۲	
۲	۲		۲	۲	
۳	۲		۳	۲	
۴	۲		۴	۲	
۵	۲		۵	۲	
۶	۲		۶	۲	
۷	۲		۷	۲	
۸	۲		۸	۲	
۹	۲		۹	۲	
۱۰	۲		۱۰	۲	
نمره شایستگی از ۲			نمره شایستگی از ۲		
نمره مستمر از ۱۵			نمره مستمر از ۱۵		
نمره نهایی کار از ۲۰			نمره واحد یادگیری از ۲۰		

شکل ۶- ساختار نمره یک پودمان که از دو واحد یادگیری تشکیل شده است.

نمرات احتمالی که برای هر پودمان ثبت می‌شود در شکل زیر نشان داده شده است:

نمرات احتمالی در ثبت نمره واحد یادگیری											
نمره شایستگی	نمره مستقر	نمره لایزال	نتیجه	نمره شایستگی	نمره مستقر	نمره لایزال	نتیجه	نمره شایستگی	نمره مستقر	نمره لایزال	نتیجه
۱	-	۲	نمره شایسته	۱	-	۲	نمره شایسته	۱	-	۲	نمره شایسته
۲	-۰.۵	۱.۵	نمره شایسته	۲	-۰.۵	۱.۵	نمره شایسته	۲	-۰.۵	۱.۵	نمره شایسته
۳	۱	۲	نمره شایسته	۳	۱	۲	نمره شایسته	۳	۱	۲	نمره شایسته
۴	۱.۵	۲.۵	نمره شایسته	۴	۱.۵	۲.۵	نمره شایسته	۴	۱.۵	۲.۵	نمره شایسته
۵	۲	۳	نمره شایسته	۵	۲	۳	نمره شایسته	۵	۲	۳	نمره شایسته
۶	۲.۵	۳.۵	نمره شایسته	۶	۲.۵	۳.۵	نمره شایسته	۶	۲.۵	۳.۵	نمره شایسته
۷	۳	۴	نمره شایسته	۷	۳	۴	نمره شایسته	۷	۳	۴	نمره شایسته
۸	۳.۵	۴.۵	نمره شایسته	۸	۳.۵	۴.۵	نمره شایسته	۸	۳.۵	۴.۵	نمره شایسته
۹	۴	۵	نمره شایسته	۹	۴	۵	نمره شایسته	۹	۴	۵	نمره شایسته
۱۰	۴.۵	۵.۵	نمره شایسته	۱۰	۴.۵	۵.۵	نمره شایسته	۱۰	۴.۵	۵.۵	نمره شایسته
۱۱	۵	۶	نمره شایسته	۱۱	۵	۶	نمره شایسته	۱۱	۵	۶	نمره شایسته
۱۲	۵.۵	۶.۵	نمره شایسته	۱۲	۵.۵	۶.۵	نمره شایسته	۱۲	۵.۵	۶.۵	نمره شایسته
۱۳	۶	۷	نمره شایسته	۱۳	۶	۷	نمره شایسته	۱۳	۶	۷	نمره شایسته
۱۴	۶.۵	۷.۵	نمره شایسته	۱۴	۶.۵	۷.۵	نمره شایسته	۱۴	۶.۵	۷.۵	نمره شایسته
۱۵	۷	۸	نمره شایسته	۱۵	۷	۸	نمره شایسته	۱۵	۷	۸	نمره شایسته
۱۶	۷.۵	۸.۵	نمره شایسته	۱۶	۷.۵	۸.۵	نمره شایسته	۱۶	۷.۵	۸.۵	نمره شایسته
۱۷	۸	۹	نمره شایسته	۱۷	۸	۹	نمره شایسته	۱۷	۸	۹	نمره شایسته
۱۸	۸.۵	۹.۵	نمره شایسته	۱۸	۸.۵	۹.۵	نمره شایسته	۱۸	۸.۵	۹.۵	نمره شایسته
۱۹	۹	۱۰	نمره شایسته	۱۹	۹	۱۰	نمره شایسته	۱۹	۹	۱۰	نمره شایسته
۲۰	۹.۵	۱۰.۵	نمره شایسته	۲۰	۹.۵	۱۰.۵	نمره شایسته	۲۰	۹.۵	۱۰.۵	نمره شایسته

در صورت بسته نمره شایستگی ۱ است

شکل ۷- نمرات احتمالی ثبت شده برای هر پودمان

■ هر پودمان شامل یک تا سه واحد یادگیری (واحد شایستگی) است و ارزشیابی پیشرفت تحصیلی از واحدهای شایستگی مطابق با شیوه مندرج در کتاب‌های درسی صورت خواهد گرفت و نتیجه آن در دفاتر ثبت نمره کلاسی در مدرسه ثبت خواهد شد و بر اساس نتیجه حاصل از ارزشیابی واحدهای شایستگی نمره پودمان به دست خواهد آمد.

■ به منظور استقرار نظام ارزشیابی پیشرفت تحصیلی استاندارد در کشور، استانداردهای ارزشیابی پیشرفت تحصیلی با رویکرد شایستگی را برای هر یک از دروس در شاخه‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش تهیه شده است.



شکل ۸- کتاب استانداردهای ارزشیابی پیشرفت تحصیلی مبتنی بر شایستگی برای کلیه رشته‌های تحصیلی

[illegible][illegible][illegible]

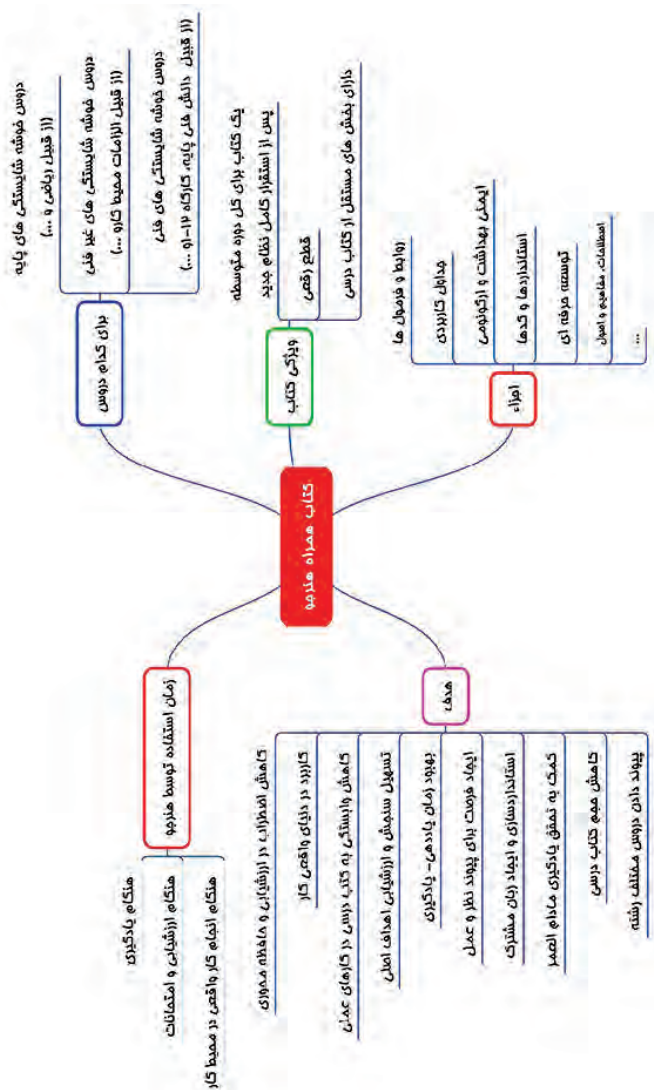
نام پوهان: ۱. حسن‌اللهی پرمخت‌خواه			
واحد یادگیری: ۲. کتب پرمخت و وجه نقد استاد پرمختی			
ردیف	مواضع آفری	شرح‌های ترمه فوقانی	نمبره
۱	استاد استاد مستند برکت وجه نقد استاد پرمختی	۱	
۲	پرمخت وجه نقد استاد پرمختی	۲	
۳	مواضع مست پرمخت وجه نقد استاد پرمختی	۳	
۴	نمبره پرمخت مستند فوقانی و وجه نقد استاد پرمختی	۴	
	مواضع پرمخت		
	نمبره مستند و واحد یادگیری: ۲		
	نمبره مستند: ۲		
	نمبره واحد یادگیری: ۲		
	نمبره پوهان: ۲		

شکل ۹- نمونه‌هایی از نمره دهی ارزشیابی مبتنی بر شایستگی در رشته‌های مختلف

■ زمانی هنرجو در دروس مبتنی بر شایستگی، قبول اعلام می‌گردد که در هر ۵ پودمان درس نمره بالای ۱۲ کسب کند. در این صورت میانگین ۵ نمره پودمان به عنوان نمره کلی درس در کارنامه تحصیلی هنرجو منظور خواهد شد. در صورتی که فرد در یک یا چند پودمان حداقل نمره ۱۲ را کسب نکند در آن ماده درسی قبولی را به دست نمی‌آورد و نمره ۱۰ در سیستم برای او منظور خواهد شد. ارزشیابی مجدد صرفاً در پودمان یا پودمان‌هایی که حداقل نمره مورد نظر در آن کسب نشده است صورت خواهد پذیرفت و در تمام طول سال تحصیلی حداقل برای یک بار امکان پذیر خواهد بود.

■ خلاصه نمرات کسب شده در پودمان‌ها رشته‌های تحصیلی در یک کاربرگ تحت عنوان گواهی شایستگی‌های حرفه‌ای تنظیم و همراه با مدارک تحصیلی دیگر به هنرجو تحویل داده خواهد شد.

■ هنرجویان می‌توانند در ارزشیابی فرایند مدار و نتیجه مدار، کتاب همراه هنرجو را در زمان اجرای ارزشیابی با خود به همراه داشته باشند. این کتاب با هدف کاهش اضطراب در دانش آموزان و تحقق اهداف آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی طراحی گردیده است. در طول دوران تحصیل هنرجویان تنها یک کتاب همراه خواهند داشت و برای کلیه دروس مبتنی بر شایستگی کاربرد دارد (شکل ۱۰).



- ۱ سند تحول بنیادین آموزش و پرورش، مصوب شورای عالی انقلاب فرهنگی، ۱۳۸۹.
- ۲ برنامه درسی ملی ایران، مصوب شورای عالی آموزش و پرورش، ۱۳۹۰.
- ۳ سند طراحی مفهومی آموزش‌های فنی و حرفه‌ای، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ۱۳۹۴.
- ۴ توصیه نامه آموزش فنی و حرفه‌ای، یونسکو ۲۰۱۲ و ۲۰۱۵.
- ۵ مبحث ۱۳ و مبحث ۳ مقررات ملی ساختمان و نشریه ۶۲۲ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
- ۶ مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات برقی ساختمان، تأسیسات برقی جریان ضعیف، نشریه ۲- ۱۱۰، جلد دوم، ۱۳۹۰
- ۷ آموزش و نصب و تعمیر در بازکن‌های صوتی و تصویری، ۱۳۸۹، صنایع الکتریکی سیماران
- ۸ راهنمای استفاده از یوپی‌اس‌های فاراتل، UPS به زبان ساده، شرکت فاراتل
- ۹ رضازاده، یدالله، آزمایشگاه مبانی و مخابرات و رادیو، ۱۳۹۴، جلد اول، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران
- ۱۰ کاتالوگ محصولات شرکت الکتروپیک
- ۱۱ قیابکلو، زهرا. اکوستیک، نشر جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر
- ۱۲ ویلی فورد. لائوبر، آنسلم. اکوستیک در معماری، ۱۳۶۹، ترجمه غلامعلی لیاقتی
- ۱۳ National Fire Alarm and Signaling Code - ۲۰۱۶ Edition
- ۱۴ ۷۲H National Fire Alarm Code Handbook - ۵th Edition
- ۱۵ BS-۵۸۳۹ Part ۱, Part ۲, Part ۳, Part ۴, Part ۵ with changes ۲۰۱۳
- ۱۶ IET- Electrician's guide to Fire Detection and alarm systems
- ۱۷ The Design of Fire Detection Installations for Dwellings by Colin S.Todd
- ۱۸ Gent Extended Installer Guide
- ۱۹ Apollo BS-۵۸۳۹ Part-۱ Guide
- ۲۰ Hochiki Europe Guide to BS-۵۸۳۹



