# آزمایش شمارهٔ ۵

**زمان اجرا : ۱۶ ساعت**

## نصب سیستم ارتباط جمعی

### هدف کلی آزمایش

آموزش مبانی طراحی، نصب و راه‌اندازی سیستم‌های صوتی و فراخوانی برای سالن‌ها و اماکن کوچک

**هدف‌های رفتاری:** در پایان این آزمایش، از فراگیرنده انتظار می‌رود :

| | زمان پیشنهادی برای آموزش نظری | عملی |
|---|---|---|
| ■ به سؤالات نظری و کارگاهی آزمایش شمارهٔ ۴ پاسخ دهد. | | ۴۵′ |
| ■ نحوهٔ طراحی یک سیستم PA را به‌طور خلاصه و بلوکی شرح دهد. | | ۳۰′ |
| ■ انواع کنترل‌های موجود را در سیستم PA شناسایی کند. | | ۳۰′ |
| ■ با استفاده از جداول، عناصر مورد نیاز را در سیستم PA، مانند بلندگو و... انتخاب کند. | | ۳۰′ |
| ■ سیستم صوتی طراحی شده برای مدرسه یا مسجد محل را بررسی و اشکالات آن را اعلام کند. | | ۹۰′ |
| ■ برای مدرسه و مسجد محل، سیستم صوتی ساده را با استفاده از جداول طراحی کند. | | ۹۰′ |
| ■ بلندگوها و تقویت‌کنندهٔ مناسب را برای سیستم طراحی شده انتخاب کند. | | ۳۰′ |
| ■ نحوهٔ اتصال بلندگوها را، با توجه به امپدانس و توان مجاز، محاسبه و تشریح کند. | | ۶۰′ |
| ■ با توجه به امکانات، یک نمونه سیستم PA را نصب و راه‌اندازی کند (با استفاده از نقشه). | | ۷۵′ |

**نکته**

درصورتی که امکان اجرای سیم‌کشی فراهم نباشد، بازدیدی از یک مرکز، که دارای سیستم PA، مرکز تلفن،... است، به‌عمل آورید.

| | | |
|---|---|---|
| ■ انواع فیش‌ها و ترمینال‌های نر و ماده و سر سیم‌ها را لحیم‌کاری کند و آن‌ها را مورد استفاده قرار دهد. | ۹۰′ | |
| ■ با مراجعه به منابع مختلف، اطلاعات جدیدی از سامانه‌های PA به‌دست آورد. | | – |

- چند نمونه بلندگو و میکروفون را مورد آزمایش قرار دهد. ۹۰′
- در صورت امکان، از نرم‌افزارهای مرتبط استفاده نماید. ۶۰′
- در صورت اجرای بازدید، گزارش بازدید تنظیم کند.
- گزارش کار جامعی از مراحل اجرای کار عملی و آزمایش تهیه کند و آن را در دفتر گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بنویسد. (خارج از محیط آزمایشگاه)
- کلیهٔ هدف‌های رفتاری در حیطهٔ عاطفی که در آزمایش شمارهٔ ۱ آمده است را در این آزمایش نیز مورد توجه قرار دهد.

**نکته مهم**

در صورت نبودن امکانات برای برخی از فعالیت‌ها، سایر فعالیت‌های اضافه شده به متن آزمایش اجرا خواهد شد.

**توجه**

درصورتی که سیمولاتور سیستم PA را در اختیار نداشتید می‌توانید، با برنامه‌ریزی قبلی، شرایطی را مهیا کنید که از یک مرکز تلفن، کارگاه تولید تجهیزات الکترونیکی و یا مراکز مشابه بازدیدی داشته باشید. در این صورت لازم است هریک از هنرجویان، مطابق الگوی پیش‌نهاد شده گزارش بازدید را به تفصیل در دفتر گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی، ارائه نمایند.

## ۱ــ۵ــ اطّلاعات اوّلیه

در سالن‌های اجتماعات، اماکن ورزشی، بیمارستان‌ها، سالن‌های سینما و تئاتر و... به منظور انتقال صوت، در سطح وسیع و فراخوانی افراد (Paging)، نمی‌توان از یک آمپلی‌فایر ساده استفاده کرد، در این اماکن به یک سامانهٔ ویژه نیاز است. این نوع سیستم‌ها را سامانه‌های ارتباط جمعی PAS (Public Address System) می‌نامند که به اختصار به PA معروف است ترکیب سامانهٔ مورد نیاز برای اماکن کوچک، خیلی پیچیده نیست، ولی برای محل‌های بزرگ، مانند استادیوم ورزشی بسیار پیچیده خواهد بود. امروزه برای این‌گونه سامانه‌ها از آمپلی‌فایرهای مخصوص، بلندگوهای سقفی، دیواری، بوقی و میکروفون‌های ویژه استفاده می‌کنند. برخی از سیستم‌های صوتی پی‌آ (PA) به‌صورت حرفه‌ای برای سالن‌های سینما و تئاتر طراحی می‌شود و برخی دیگر به‌صورت سیار تحت‌عنوان آمپلی‌فایر و اکو(Portable Echo.Amp) ساخته می‌شود. در سیستم‌های مدرن، که جدیداً طراحی شده است، ارسال به‌صورت بی‌سیم صورت می‌گیرد. این سامانه هنوز عمومیت نیافته است و در فاز اولیه قرار دارد.

در این آزمایش هدف، نصب و راه‌اندازی سیستم‌های PA در اماکن کوچک است، که در آن طراحی سیستم به‌صورت کلی و بلوکی صورت می‌گیرد و از ذکر جزئیات در طراحی صرف‌نظر می‌شود.

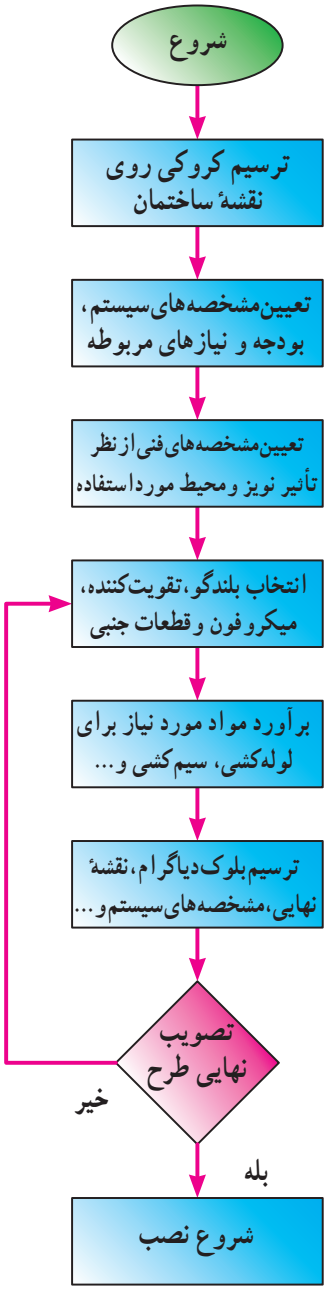
**۱ــ۱ــ۵ــ مراحل طراحی یک سیستم PA:** در شکل ۱ــ۵ مراحل طراحی یک سیستم PA و تصویر تعدادی سامانه و اجزای آن جهت آشنایی آمده است.

**نکته مهم**

هنگام طراحی یک مجموعهٔ PA لازم است به مسئلهٔ نویز محیطی دائمی و تصادفی توجه کرد. به‌عنوان مثال در یک استادیوم ورزشی میزان نویز محیطی دائمی زیاد است. درصورتی که در یک سالن کنفرانس میزان نویز بسیار کم‌تر است. از نویزهای تصادفی می‌توان به نویز ناشی از روشن شدن تلفن همراه، جرقه‌زنی در اتوموبیل، صدای رعد و... اشاره کرد.

رک (Rack) صوتی کامل

نمونهٔ دیگری از رک صوتی کامل




شکل ۱ــ۵ــ مراحل طراحی یک سیستم PA و نمونه‌هایی از یک مجموعهٔ صوتی به‌صورت نصب شده و جدا از هم

**۲ــ۱ــ۵ــ انتخاب محل نصب بلندگو با توجه به کاربرد آن برای موسیقی، موسیقی زمینه و پیام‌رسانی:** در جدول ۱ــ۵ انتخاب بلندگو از نظر نوع کاربرد آمده است.

جداول ارائه شده در این بخش از مشخصات فنی یک کمپانی تولید دستگاه صوتی معتبر استخراج شده است. بدیهی است تولیدات سایر مؤسسات مشخصات فنی متفاوتی داشته باشند.

**جدول ۱ــ۵ــ انتخاب بلندگو با توجه به کاربرد آن**

| نوع بلندگو و محل نصب آن | | کاربرد | | |
|---|---|---|---|---|
| | | پیام‌رسانی | موسیقی زمینه | موسیقی |
| داخلی | سقفی | + | + | |
| | دیواری | + | + | |
| | ستونی | + | | + |
| | بوقی | + | | |
| | بوقی با کیفیت بالا | + | | + |
| فضای باز (ضد آب) | ستونی | + | + | + |
| | بوقی | + | + | |
| | بوقی با کیفیت بالا | + | + | + |

یکی از مواردی که اغلب مورد سؤال قرار می‌گیرد طراحی جعبهٔ بلندگو است. این طراحی می‌تواند در قالب یک پروژه (آزمایش ۱۰ و ۱۸) به هنرجویان داده شود و توسط هنرآموز هدایت گردد.

همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود، در ستون اول نوع بلندگو از نظر سقفی، دیواری و... و محل نصب (از نظر داخل سالن یا محوطهٔ باز) آمده است. در ستون دوم منظور از کاربرد بلندگو، که می‌تواند پیام‌رسانی، موسیقی زمینه یا موسیقی باشد، بیان شده است.

**مثال ۱ــ۵:** در صورتی که بلندگو برای موسیقی در فضای باز باشد می‌توان بلندگوی ستونی ضدآب یا بلندگوی بوقی با کیفیت بالا را انتخاب کرد.

**مثال ۲ــ۵:** در صورتی که بلندگو برای داخل سالن به منظور پیام‌رسانی باشد می‌توانید هر یک از انواع بلندگوها را انتخاب کنید.

پاسخ فرکانسی بلندگوهای پیام‌رسانی باید حداقل در محدوده ۲۵۰Hz تا ۴۰۰۰Hz و برای موسیقی زمینه در محدودهٔ ۱۰۰Hz تا ۸۰۰۰Hz و برای پخش موسیقی در محدودهٔ ۴۰Hz تا ۱۵۰۰۰Hz باشد.

**۳ــ۱ــ۵ــ مشخصات بلندگو:** بلندگوها دارای سه مشخصهٔ مهم به شرح زیرند :

الف ــ امپدانس بلندگو عبارت است از مقدار مقاومت ظاهری که بلندگو در مقابل عبور جریان الکتریکی صوت از خود نشان می‌دهد. بلندگوهای متداول در بازار معمولاً به‌صورت ۴اهمی، ۸ اهمی و ۱۶ اهمی ساخته می‌شوند.

ب ــ توان بلندگو عبارت از مقدار توان الکتریکی است که بلندگو می‌تواند از شبکه دریافت کند و آن را به انرژی صوتی تبدیل نماید.

ج ــ پاسخ فرکانسی بلندگو عبارت از توانایی بلندگو در بازسازی فرکانس‌های مختلف صوتی است.

**۴ــ۱ــ۵ــ پوشش صوتی بلندگوهای سقفی برای محیط‌های آرام و نحوهٔ نصب آن:** این نوع بلندگوها قابل نصب در سقف‌اند و می‌توانند پوشش صوتی تحت زاویهٔ ۹۰ درجه داشته باشند. در شکل ۲ــ۵ پوشش صوتی دو عدد بلندگوی سقفی و تصویر ظاهری تعدادی از بلندگوهای سقفی را ملاحظه می‌کنید.

پوشش صوتی دو عدد بلندگوی سقفی

انواع بلندگوهای سقفی

بلندگوی سقفی با پایه

شکل ۲ــ۵ــ پوشش صوتی بلندگوی سقفی و نمونه‌هایی از بلندگوی سقفی

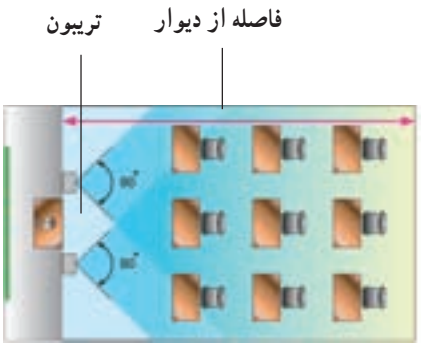
**مثال ۳ــ۵:** با توجه به جدول ۲ــ۵، در صورتی که برای یک اتاق به ابعاد سه متر در سه متر $(۳\times۳)m^۲$ و ارتفاع سه متر بخواهیم بلندگوی سقفی نصب کنیم یک عدد بلندگوی یک واتی کفایت می‌کند.

**جدول ۲ــ۵ــ پوشش صوتی بلندگوی سقفی با توجه به ارتفاع سقف با فاصله بلندگوها از هم و وات آن‌ها در فضای بدون آلودگی صوتی**

| ارتفاع سقف متر | فاصلهٔ بلندگوها متر | پوشش صوتی یک بلندگو مترمربع (تقریبی) | توان بلندگو وات |
|---|---|---|---|
| ۲/۵ | ۳ | ۹ | ۱ |
| ۳ | ۴ | ۱۶ | ۱ |
| ۳/۵ | ۵ | ۲۵ | ۱ |
| ۴ | ۶ | ۳۶ | ۳ |
| ۵ | ۸ | ۶۴ | ۳ |

با استفاده از جدول ۲ــ۵ می‌توانید بلندگوهای مورد نیاز را برای یک اتاق ساکت و آرام انتخاب کنید. درصورتی که اتاق دارای نویز زمینه، از قبیل صدای اتوموبیل، صدای چرخ‌خیاطی، جاروبرقی، تلویزیون و غیره است باید قدرت بلندگوها یا تعداد آن‌ها افزایش یابد.

**۵ــ۱ــ۵ــ پوشش صوتی بلندگوهای دیواری برای کلاس‌های درسی و دفاتر کار و نحوهٔ نصب آن:** در شکل ۳ــ۵ تصویر چند نمونه بلندگوی دیواری و پوشش صوتی آن را در کلاس درس ملاحظه می‌کنید.




نصب بلندگوی دیواری برای کلاس درس

شکل ۳ــ۵ــ نمونه‌هایی از تصویر بلندگوی دیواری و دو نمونه بلندگوی دیواری نصب شده در کلاس درس و پوشش صوتی آن

در جدول ۳ــ۵ نحوهٔ انتخاب بلندگو برای این قبیل اماکن آمده است. با توجه به فضای کلاس یا سالن می‌توانید بلندگوی موردنظر را انتخاب کنید.

جدول ۳ــ۵ــ انتخاب بلندگو برای کلاس درس

| فاصله ازدیوار متر | فاصلهٔ بلندگوها متر | پوشش صوتی بلندگو مترمربع | توان بلندگو وات |
|---|---|---|---|
| ۴ | ۴ | ۱۶ | ۱ |
| ۷ | ۷ | ۵۰ | ۳ |
| ۹ | ۸ تا ۱۶ | ۱۰۰ | ۵ |

به‌عنوان مثال برای یک کلاس ۴×۳ مترمربع یک بلندگوی یک واتی کفایت می‌کند.

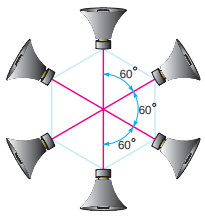
**۶ــ۱ــ۵ــ پوشش صوتی بلندگوهای ستونی:** برای سالن‌های کنفرانس و همایش‌ها از بلندگوهای ۱۵ تا ۳۰ وات ستونی دوطرفه استفاده می‌شود. جدول ۴ــ۵ نحوهٔ انتخاب بلندگو را برای این اماکن نشان می‌دهد.

**جدول ۴ــ۵ ــ انتخاب بلندگو برای مناطق شلوغ مانند همایش‌ها**

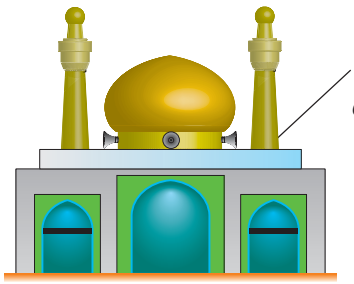
| فاصله از شنونده برای صحبت متر | فاصله از شنونده برای موسیقی | تعداد بلندگو | قدرت بلندگو وات |
|---|---|---|---|
| ۱۸ | ۱۰ | ۲ | ۱۵ |
| ۲۵ | ۱۴ | ۴ | ۱۵ |
| ۳۲ | ۱۸ | ۲ | ۳۰ |
| ۴۵ | ۲۵ | ۴ | ۳۰ |

**۷ــ۱ــ۵ــ طراحی سیستم صوتی برای فضای باز:** برای نصب بلندگوهای بوقی در اماکن مختلف و طراحی سیستم صوتی در فضای باز نیز جداول مخصوصی وجود دارد که از بحث ما خارج است. در این قسمت فقط به نحوهٔ انتخاب بلندگو برای مساجد می‌پردازیم.

بلندگوی مورد نیاز برای مساجد باید در محدودهٔ ۳۰ تا ۵۰ وات باشد و با توجه به موقعیت به‌صورت دایره‌ای تحت زاویهٔ ۶۰ درجه نصب شود. این بلندگوها در بالاترین نقطه ممکن در صحن مسجد یا گنبد یا مناره آن نصب می‌شود. در شکل ۴ــ۵ تصویر چند نمونه بلندگو را مشاهده می‌کنید.



نصب بلندگو به‌صورت دایره‌ای



نصب بلندگو برای مساجد

شکل ۴ــ۵ــ نصب بلندگو در فضای باز برای مساجد و نمونه‌هایی از بلندگو

در جدول ۵ــ۵ فاصلهٔ پوشش صوتی برای بلندگوهای بوقی (شیپوری) آمده است. توجه داشته باشید که تعداد بلندگوها به نویز محیطی، در زمان استفاده از بلندگو، بستگی دارد.

**جدول ۵ــ۵ــ انتخاب بلندگوی بوقی برای فضای باز**

| نوع بلندگو و وات آن<br>وات | تعداد | فاصلهٔ پوشش صوتی(تقریبی)<br>متر |
|---|---|---|
| ۳۰ W | ۱ | ۲۰۰ |
| | ۲ | ۳۰۰ |
| | ۳ | ۴۰۰ |
| | ۴ | ۶۰۰ |
| ۵۰ W | ۱ | ۳۵۰ |
| | ۲ | ۵۰۰ |
| | ۳ | ۷۰۰ |
| | ۴ | ۱۰۰۰ |

**۸ــ۱ــ۵ــ انتخاب تقویت‌کننده و بلندگو:** در سامانه‌های پی‌آ (PA)، انتخاب تقویت‌کننده و بلندگو و اتصال آن‌ها به یکدیگر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. زیرا اگر نکات محاسباتی و اجرایی آن به‌طور دقیق رعایت نشود کیفیت بازسازی صدا کاهش می‌یابد و به بلندگو و آمپلی‌فایر آسیب می‌رسد. بنابراین، هنگام انتخاب تقویت‌کننده و بلندگو و اتصال آن‌ها به یکدیگر، نکات زیر را به‌طور دقیق اجرا نمایید.

الف ــ ابتدا با توجه به فضای موردنظر، تعداد بلندگوها (سقفی، دیواری و...) و فضای آزاد و توان مورد نیاز را مشخص کنید. برای این منظور می‌توانید به جداول ۲ــ۵ تا ۵ــ۵، یا سایر منابعی که در اختیار دارید، مراجعه نمایید.

ب ــ با توجه به توان محاسبه شده برای بلندگوها، توان آمپلی‌فایر موردنظر را با لحاظ کردن ۱۰ تا ۲۰ درصد تلفات، محاسبه کنید. مثلاً اگر توان مورد نیاز برای بلندگوها ۳۰۰ وات است باید یک آمپلی‌فایر ۳۳۰ تا ۳۶۰ وات را درنظر بگیرید.

ج ــ در کلیهٔ شرایط باید امپدانس خروجی بلندگو یا مجموعه بلندگوها با امپدانس خروجی آمپلی‌فایر برابر باشد.

د ــ درصورتی که تعداد بلندگوها زیاد باشد باید از خروجی ولتاژ بالای آمپلی‌فایر استفاده کنید و برای هر بلندگو یک ترانسفورماتور تطبیق درنظر بگیرید.

هـ ــ بلندگو و آمپلی‌فایر باید به‌گونه‌ای انتخاب و به یکدیگر متصل شوند که تحت هیچ شرایطی جریان، بیش از حد مجاز، از آمپلی‌فایر کشیده نشود یا از بلندگو عبور نکند. مثال‌های زیر این موضوع را روشن می‌کند.

**مثال ۴ــ۵ :** درصورتی که توان و امپدانس خروجی آمپلی‌فایر به‌ترتیب ۴۰۰ وات و ۸ اهم باشد و بخواهیم آن را به یک بلندگوی ۴۰ وات ۸ اهمی وصل کنیم، چه اتفاقی می‌افتد؟

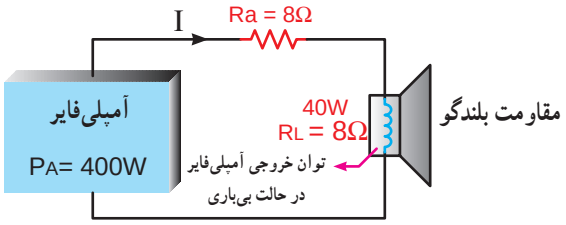
**حل:**

**نکته مهم**

در این مثال برای درک آسان مطلب، امپدانس بلندگو به‌صورت اهمی خالص فرض شده است.

ابتدا نقشه مدار را در شرایط کار طبیعی و جریان نامی رسم می‌کنیم :

مقاومت داخلی آمپلی‌فایر




با توجه به مقادیر مقاومت و توان آمپلی‌فایر، جریان نامی (Nominal) $I_N$ آمپلی‌فایر را محاسبه می‌کنیم.

$$P_A = I_N^2 R_T \Rightarrow R_T = R_a + R_L = ۸ + ۸ = ۱۶\Omega$$

$$I_N^2 = \frac{P_A}{R_T} = \frac{۴۰۰}{۱۶} = ۲۵ \quad \boxed{I_N = \sqrt{۲۵} = ۵A}$$

**نکته مهم**

جریان نامی عبارت از جریانی است که در شرایط طبیعی کار مدار حالت تطابق توان و امپدانس از آن عبور می‌کند و دستگاه بدون آسیب دیدن به‌کار خود ادامه می‌دهد. در صورتی که جریانی بیش‌تر از جریان نامی از آمپلی‌فایر کشیده شود. آمپلی‌فایر آسیب می‌بیند یا مدار محافظ آن فعال می‌شود.

حال باید ببینیم آیا عبور جریان ۵ آمپر از بلندگو مجاز است یا خیر؟ لذا جریان نامی بلندگو را محاسبه می‌کنیم :

$$I_{NL}^2 = \frac{P_L}{R_L} = \frac{۴۰}{۸} = ۵ \qquad I_N = \sqrt{۵} \simeq ۲/۲$$

چون جریان عبوری از مدار بلندگو $(I_N)$ بزرگ‌تر از جریان نامی بلندگو است لذا در این شرایط بلندگو می‌سوزد.

**نتیجه**

در صورتی که امپدانس بلندگو با امپدانس خروجی آمپلی فایر انطباق دارد، حتماً به قدرت آمپلی‌فایر و بلندگو توجه کنید و تطابق توان را درنظر بگیرید.

**مثال ۵ــ۵:** در مثال ۴ــ۵، حداقل توان بلندگو چه‌قدر باشد تا بلندگو آسیب نبیند؟

**حل:** با استفاده از رابطهٔ توان و جریان نامی عبوری از مدار $(I_N)$، مقدار توان بلندگو را محاسبه می‌کنیم :

$$P_{L\,max} = (I_N)^2 R_L = ۲۵ \times ۸ = ۲۰۰$$

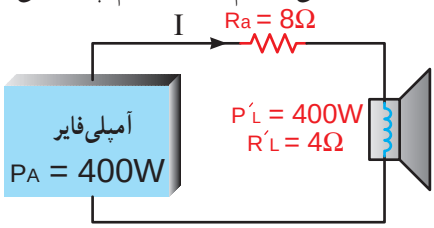
$$\boxed{P_{L\,max} = ۲۰۰W}$$

ملاحظه می‌شود که توان بلندگو باید حداقل ۲۰۰ وات باشد تا بلندگو آسیب نبیند.

**مثال ۶ــ۵:** درصورتی که یک بلندگوی ۴۰۰ وات ۸ اهم به خروجی آمپلی‌فایر مثال ۴ــ۵ وصل کنیم، چه اتفاقی می‌افتد؟

**حل:** چون مقدار مقاومت کل مدار برابر با ۱۶ اهم است لذا حداکثر توانی که به بلندگوی ۴۰۰ واتی می‌رسد ۲۰۰ وات است و در این شرایط به بلندگو و آمپلی‌فایر آسیب نمی‌رسد، اما به دلیل ضخیم بودن و سنگین بودن سیم پیچ بر کیفیت صدا اثر می‌گذارد.

**مثال ۷ــ۵:** درصورتی که به خروجی آمپلی‌فایر مثال ۴ــ۵ یک بلندگوی ۴۰۰ واتی ۴ اهم اتصال دهیم چه اتفاقی می‌افتد؟




**حل:** ابتدا مدار را رسم می‌کنیم : همان‌طور که مشاهده می‌شود تطبیق امپدانس برقرار نیست.

مقدار جریان عبوری از مدار را محاسبه می‌کنیم و سپس آن را با جریان نامی به‌دست آمده در مثال ۴ــ۵ مقایسه می‌کنیم.

$$R_T = R_a + R'_L = ۸ + ۴ = ۱۲\Omega$$

$$I^2 = \frac{P}{R} = \frac{۴۰۰}{۱۲} \simeq ۳۳ \quad I = \sqrt{۳۳} \simeq ۵/۷۴A$$

در این حالت چون $I_N < I$ است لذا به آمپلی‌فایر آسیب می‌رسد. زیرا جریان، بیش از اندازه، از تقویت‌کننده کشیده شده است.

مقدار توان تلف شده را در بلندگو محاسبه می‌کنیم و آن را با توان نامی آن مقایسه می‌نماییم.

$$P_{R'L} = I^2 \times R'_L = (۵/۷۴)^2 \times ۴ = ۳۳ \times ۴ = ۱۳۲\,W$$

چون توان تلف شده در بلندگو $(P_{R'L} = ۱۳۲\,W)$ خیلی

کوچک‌تر از توان نامی بلندگو ($P'_L = ۴۰۰W$) است، لذا بلندگو آسیب نمی‌بیند.

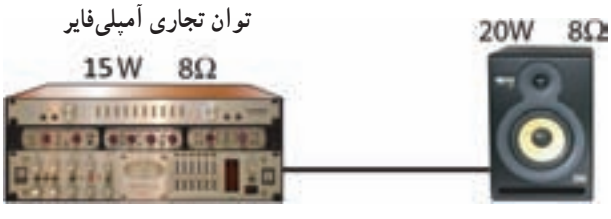
**نتیجه:**

- همواره باید امپدانس خروجی بلندگو یا بلندگوها با امپدانس خروجی تقویت‌کننده برابر باشد.
- تحت هیچ شرایطی نباید جریان عبوری از بلندگو از جریان نامی آن بیش‌تر شود. به‌عبارت دیگر توان تلف شده در بلندگو باید با توان نامی آن برابر یا کوچک‌تر از آن باشد.
- جریان دریافتی از آمپلی‌فایر باید همیشه کوچک‌تر یا مساوی جریان نامی آن باشد.

**نکته مهم**

توان کاربردی مطرح شده در آمپلی‌فایرهای تجاری توان مؤثری است که می‌تواند به بار برسد یعنی هنگامی که بین مولد و بار تطابق برقرار است (یعنی $R_L = R_i$) توانی که به دو سر بار می‌رسد یعنی نصف توانی است که مولد تولید می‌کند، به عبارت دیگر، اگر ۱۰۰ وات به بار برسد مولد ۲۰۰ وات تولید می‌کند. در این حالت می‌گویند آمپلی‌فایر ۱۰۰ واتی است.

الف ــ روش اتصال صحیح




ج ــ چون توان بلندگو بیشتر از آمپلی‌فایر است، کیفیت صوت به هم می‌خورد.

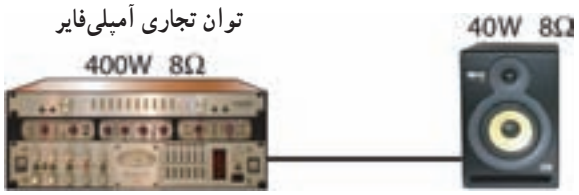
در سیستم‌های صوتی گاهی توان PMPO (Peak Music Power Out Put) مطرح می‌شود که این توان حدود ۱۰ تا ۱۵ برابر توان مؤثر سیستم صوتی است. کارخانجات سازنده ضریب عددی PMPO را در کاتالوگ دستگاه می‌نویسند.

در خروجی آمپلی‌فایرهای صوتی معمولاً دو ترمینال جداگانه به شرح زیر وجود دارد :

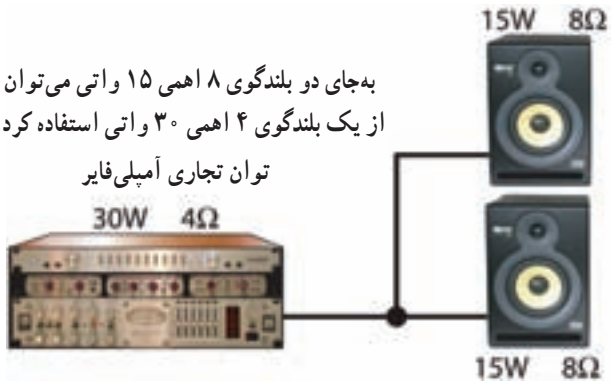
**الف ــ** ترمینال برای اتصال به بلندگوهای ۸ اهمی و ۴اهمی. به ترمینال‌های ۴ و ۸ اهمی می‌توانید بلندگوهای ۴ اهمی یا ۸ اهمی را اتصال دهید، به شرطی که وات بلندگو بیش‌تر یا مساوی با وات آمپلی‌فایر باشد. در شکل «۵ــ۵ــ الف، ب، ج و د» روش‌های مناسب و نامناسب اتصال بلندگو به خروجی آمپلی‌فایر نشان داده شده است. توجه داشته باشید در «شکل ۵ ــ ۵ ــ د» دو بلندگوی ۸اهمی ۱۵ واتی با هم موازی شده‌اند، که جمعاً یک بلندگوی ۴ اهمی ۳۰ واتی را تشکیل می‌دهند. با سری و موازی کردن بلندگوها می‌توانید وات مناسب را به‌دست آورید.

**توجه**

موازی کردن بلندگوها با استفاده از ترانسفورماتور تطبیق بسیار متداول است، ولی سری کردن بلندگوها معمول نیست.




ب ــ با توجه به محاسبات، بلندگو آسیب می‌بیند.




د ــ مدار به‌طور طبیعی عمل می‌کند.

شکل ۵ــ۵ــ اتصال بلندگو به خروجی تقویت‌کننده

**تمرین**

با توجه به اطلاعات ارائه شده در صفحات قبل، میزان توان مصرف شده (درشکل ۵ــ۵ــ ج) را محاسبه کنید.

**ب ــ** خط ولتاژ بالا، که به‌نام خط PA مشهور است، معمولاً دارای ولتاژهای خروجی ۷۰، ۱۰۰ یا ۳۰۰ ولتی است.

به ترمینال ولتاژ بالا باید بلندگوهایی با اهم زیاد متصل شود. به‌عنوان مثال، درصورتی که ولتاژ خروجی ۱۰۰ ولت باشد، برای دریافت توان سه وات، باید امپدانس خروجی ۳/۳ KΩ باشد.

$$P = \frac{U^2}{R}$$

$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{100^2}{3} = 3/3\ K\Omega \quad 3300\ \Omega$$

یا در صورتی که هدف، دریافت توان یک وات از خروجی ۱۰۰ ولتی باشد، باید امپدانس خروجی بلندگو ۱۰ KΩ باشد.

**۹ــ۱ــ۵ــ ترانسفورماتور تطبیق یا Matching:**

ترانسفورماتور تطبیق را به منظور استفاده از خروجی ولتاژ بالا به‌کار می‌برند. این ترانسفورماتور یک ترانس کاهنده است که امپدانس بلندگو را با امپدانس خروجی آمپلی‌فایر تطبیق می‌دهد.

به منظور استاندارد سازی سامانه PA، معمولاً ترانس‌های تطبیق را براساس امپدانس استاندارد بلندگو (۴ و ۸ اهم) و با وات‌های ۰/۵، ۱، ۳، ۵، ۷، ۱۰، ۱۵، ۳۰ و ۵۰ می‌سازند.

اولیهٔ ترانسفورماتورهای تطبیق معمولاً دارای امپدانس بالا و ثانویه آن دارای امپدانس کم است.

با استفاده از ترانسفورماتور تطبیق می‌توانید، متناسب با توان خروجی آمپلی‌فایر و توان هر بلندگو، تعداد بلندگوها را انتخاب کنید.

**مثال ۸ ــ۵:** درصورتی که توان خروجی آمپلی‌فایر ۳۰ وات باشد چند بلندگوی سه واتی را می‌توانید، توسط ترانسفورماتور تطبیق، به خروجی ۱۰۰ ولت آمپلی‌فایر اتصال دهید؟

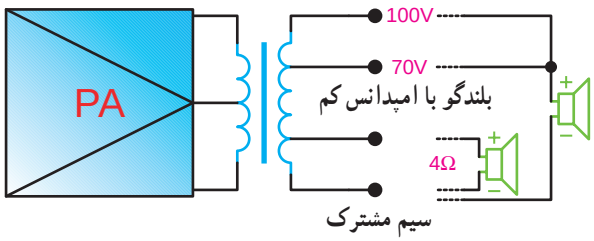
$$\text{تعداد بلندگو } n = \frac{\text{توان خروجی آمپلی‌فایر}}{\text{توان ورودی بلندگو}}$$

$$n = \frac{30}{3} = 10$$

**نکته مهم**

چون معمولاً مقداری توان در داخل ترانسفورماتورهای تطبیق تلف می‌شود، باید تعداد بلندگوها را با توجه به تلفات ترانسفورماتورهای تطبیق، کم‌تر انتخاب کرد، مثلاً به‌جای ۱۰ بلندگو ۹ بلندگو انتخاب می‌کنیم.

بنابراین تعداد ۹ بلندگو را می‌توانید به خروجی آمپلی‌فایر، به‌طور همزمان، به‌صورت موازی اتصال دهید. در شکل ۶ــ۵ یک نمونه ترانسفورماتور تطبیق چند سر نشان داده شده است.




شکل ۶ــ۵ــ ترانسفورماتور تطبیق

**۱۰ــ۱ــ۵ــ مشخصه‌های میکروفون:** میکروفون‌ها دارای سه مشخصهٔ حساسیت، امپدانس و پاسخ فرکانسی هستند. از دیگر مشخصه‌های میکروفون می‌توان جهت‌داری آن را نام برد.

***حساسیت:*** توانایی تبدیل انرژی‌های مکانیکی ضعیف صوتی به انرژی الکتریکی را در میکروفون‌ها حساسیت می‌نامند. میکروفونی حساس‌تر است که بتواند دامنه‌های بسیار ضعیف مکانیکی صوت را به ولتاژ الکتریکی تبدیل کند.

***امپدانس میکروفون:*** مقدار مقاومت ظاهری میکروفون را در مقابل سیگنال ac امپدانس میکروفون می‌نامند.

***پاسخ فرکانس میکروفون:*** توانایی تبدیل انرژی مکانیکی در باند فرکانسی صوتی را به انرژی الکتریکی پاسخ فرکانسی میکروفون می‌نامند.

میکروفونی دارای پاسخ فرکانسی بالاست که بتواند در محدودهٔ فرکانس ۲۰Hz تا ۲۰KHz کار کند.

***جهت‌داری***[1]: عملکرد میکروفون در جهات مختلف را جهت‌داری میکروفون می‌نامند. میکروفونی دارای جهت‌داری کامل است که اگر فرض کنیم در مرکز کره‌ای قرار دارد و از تمام جهات امواج مکانیکی صوت به آن می‌رسد، بتواند تمام امواج را دریافت و تبدیل به انرژی الکتریکی کند.

**۱۱ــ۱ــ۵ــ** هر فضایی نیاز به میکروفون خاص خود دارد. مثلاً میکروفون مورد استفاده در همایش، فراخوانی (Paging)، فضای باز، مصاحبه، صوتی عمومی و غیره باید ویژگی‌های خود را داشته باشد. در شکل ۷ــ۵ تصویر ظاهری تعدادی میکروفون را ملاحظه می‌کنید. برای به‌دست آوردن مشخصه‌های هر نوع میکروفون و کاربرد آن باید به برگهٔ اطلاعات فنی میکروفون، که توسط کارخانه ارائه می‌شود، مراجعه نمود.

خازنی

خازنی

یقه‌ای

دینامیکی

دینامیکی

دینامیکی

یقه‌ای دینامیکی

دینامیکی

دینامیکی

شکل ۷ــ۵ــ انواع میکروفون‌ها

۱ــ Directivity