بسم الله الرحمن الرحیم

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰى مُحَمَّدٍ وَ آلِ مُحَمَّدٍ وَ عَجِّلْ فَرَجَهُمْ

اصول ضبط مغناطیسی

پایهٔ یازدهم

دورهٔ دوم متوسطه

شاخهٔ : کاردانش

زمینهٔ : صنعت

گروه تحصیلی : برق

رشتهٔ مهارتی : سیستم‌های صوتی و تصویری

نام استاندارد مهارتی مبنا : تعمیر دستگاه‌های صوتی و رادیو

کد استاندارد متولی : ۵۴/۲۵/۱/۴ ـ ۸

۶۲۱ شبانی، محمود

/۳۸۸۳۳ اصول ضبط مغناطیسی/ مؤلف : محمود شبانی. ــ شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.

الف ۵۱۲ ش/ ۱۳۳ ص. : مصور.ــ شاخهٔ کاردانش.

متون درسی شاخهٔ کاردانش، زمینهٔ صنعت، گروه تحصیلی برق، رشتهٔ مهارتی سیستم‌های صوتی و تصویری.

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.

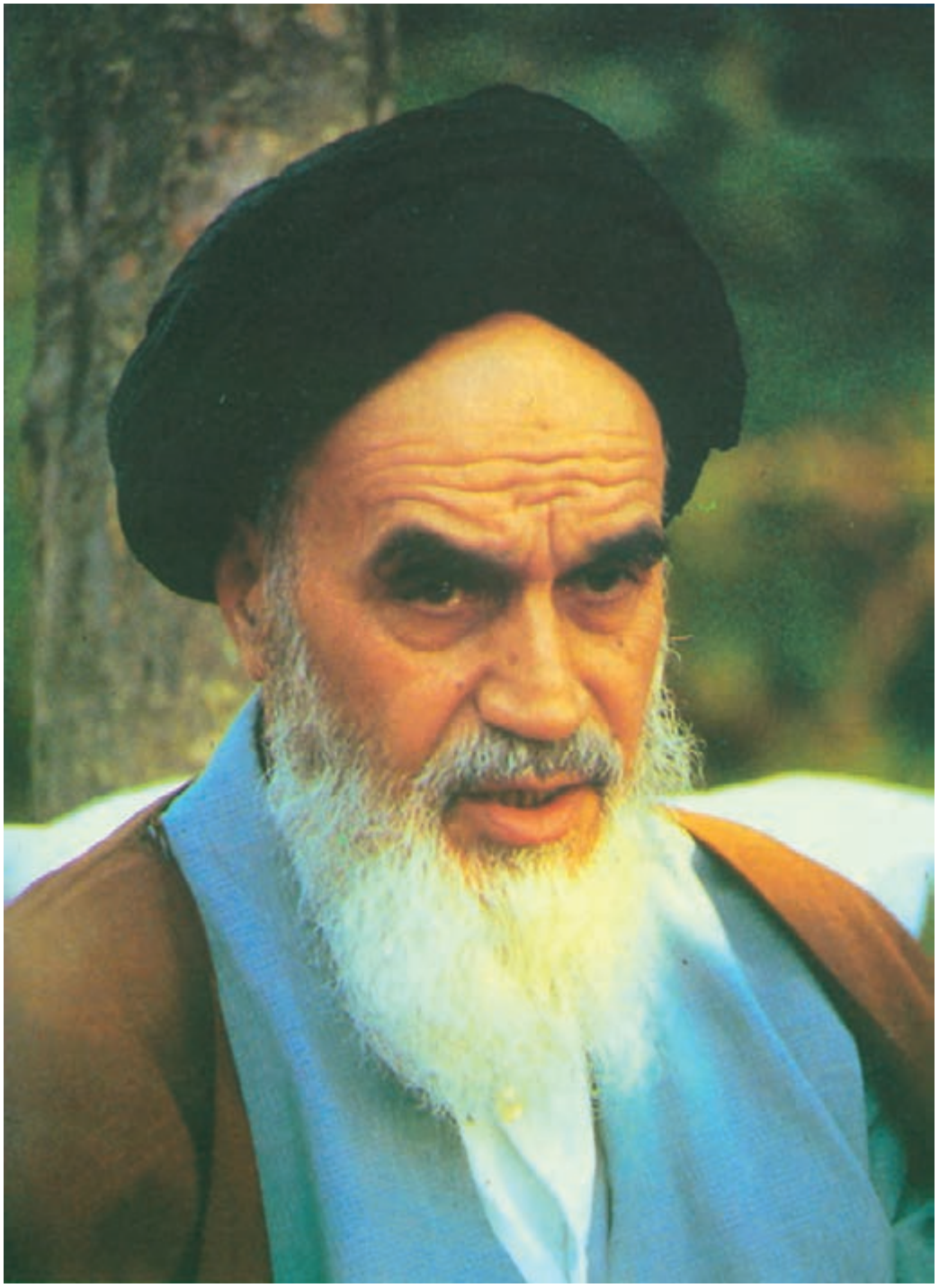
۱.ضبط ویدیویی. ۲.ضبط و ضبط‌صوت. الف. ایران. وزارت آموزش و پرورش. دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش. ب. عنوان.

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب : اصول ضبط مغناطیسی ـ ۳۱۱۲۳۳
پدیدآورنده : سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف : دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش
شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف : محمود شبانی (مؤلف) ـ سیدمحمود صموتی (ویراستار فنی)، ماهدخت عقیقی (ویراستار ادبی)
مدیریت آماده‌سازی هنری : ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
شناسه افزوده آماده‌سازی : مریم نصرتی (صفحه‌آرا) ـ محمدحسن معماری (طراح جلد)
نشانی سازمان : تهران : خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
تلفن : ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱ ، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وب‌گاه : www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir
ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران : تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (دارو پخش)
تلفن : ۵ـ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۱۳۹ـ۳۷۵۱۵
چاپخانه : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
سال انتشار و نوبت چاپ : چاپ پنجم ۱۴۰۱

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به‌صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

شابک ۶-۱۲۸۲-۰۵-۹۶۴ ISBN 964-05-1282-6



شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آیید و احتیاجات کشور خودتان را برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل نباشید و از اتّکای به اجانب بپرهیزید.

امام خمینی «قُدِّسَ سِرُّهُ»

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز :

پیشنهادات و نظرات خود را دربارهٔ محتوای این کتاب بـه نشانی تهران ـ صندوق پستی شمارهٔ ۴۸۷۴/۱۵ دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

پیام‌نگار (ایمیل) **info@tvoccd.sch.ir**

وب‌گاه (وب‌سایت) **www.tvoccd.sch.ir**

مقدمه ای بر چگونگی برنامه‌ریزی کتاب‌های پودمانی

برنـامه‌ریزی تألیف «**پودمان‌های مهارت**» یا «**کتاب‌های تخصصی شاخه‌ی کاردانش**» بر مبنای استانداردهای کتاب «**مجموعه برنامه‌های درسی رشته‌های مهارتی شاخه‌ی کاردانش، مجموعه ششم**» صورت گرفته است. براین اساس ابتدا توانایی‌هـای هم‌خانواده (Harmonic Power) مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. سپس مجموعه مهارت‌های هم‌خانواده به صورت واحدهای کار تحت عنوان (Unit) دسته‌بندی می‌شوند. در نهایت واحدهای کار هم‌خانواده با هم مجدداً دسته‌بندی شده و پودمان مهارتی (Module) را شکل می‌دهند.

دسته‌بندی «**توانایی‌ها**» و «**واحدهای کار**» توسط کمیسیون‌های تخصصی با یک نگرش علمی انجام شده است به گونه‌ای که یک سیستم پویا بر برنامه‌ریزی و تألیف پودمان‌های مهارت نظارت دائمی دارد.

به منظور آشنایی هر چه بیشتر مربیان، هنرآموزان و هنرجویان شاخه‌ی کاردانش و سایر علاقه‌مندان و دست‌اندرکاران آموزش‌های مهارتی با روش تدوین، «**پودمان‌های مهارت**»، توصیه می‌شود الگوهای ارائه شده در نمون برگ‌های شماره (۱)، (۲) و (۳) مورد بررسی قرار گیرد. در ارائه دسته‌بندی‌ها، زمان مورد نیاز برای آموزش آن‌ها نیز تعیین می‌گردد، با روش مذکور یک «**پودمان**» به عنوان کتاب درسی مورد تأیید وزارت آموزش و پرورش در «**شاخه‌ی کاردانش**» چاپ سپاری می‌شود.

بـه‌طور کلی هر استاندارد مهارت بـه تعدادی پودمان مـهـارت (M_1 و M_2 و ...) و هـر پودمان نیز بـه تـعـدادی واحد کار (U_1 و U_2و...) و هر واحد کار نیز به تعدادی توانایی ویژه (P_1 و P_2 و ...) تقسیم می‌شوند. نمون برگ شماره (۱) برای دسته‌بندی توانایی‌ها به‌کار می‌رود. در این نمون برگ مشاهده می‌کنیم که در هر واحد کار چه نوع توانایی‌هایی وجود دارد. در نمون برگ شماره (۲) واحدهای کار مرتبط با پودمان و در نمون برگ شماره (۳) اطلاعات کامل مربوط به هر پودمان درج شده است. بدیهی است هنرآموزان و هنرجویان ارجمند شاخه‌ی کاردانش و کلیه‌ی عزیزانی که در امر توسعه آموزش‌های مهارتی فعالیت دارند، می‌توانند ما را در غنای کیفی پودمان‌ها که برای توسعه‌ی آموزش‌های مهارتی تدوین شده است رهنمون و یاور باشند.

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

P=Power U= Unit M=Module

مقدمه

سپاس و ستایش شایسته‌ی پروردگاری است که در نهاد انسان توان آموختن نهاد تا از سرچشمه‌ی پایان ناپذیر دانش در حد تلاش خویش سیراب شود.

اصول ضبط مغناطیسی، پودمان (۲) از استاندارد مهارتی تعمیرکار دستگاه‌های صوتی و رادیو است. نظام پودمانی که کتاب براساس آن تهیه شده با هدف اعمال شیوه‌ی نوین آموزش عملی برمبنای یافته‌های نظری درنظر دارد فراگیر را به کسب مهارت‌های لازم پودمانی که آموزش می‌بیند رهنمون شود.

در جهت دست‌یابی به این هدف که با بررسی منابع موجود در این زمینه و با استفاده از نقشه‌های فنی سیستم‌های صوتی موجود و تجربه عملی استادان این رشته، سعی شده تا منبع کاربردی مناسبی برای دانش‌آموزان رشته‌ی کاردانش و دیگر افراد علاقه‌مند به کارهای عملی الکترونیک فراهم آورد.

فراگیرانی که توان‌مندی موجود در استاندارد الکترونیک عمومی را کسب کرده باشند به آسانی از عهده‌ی فراگیری مطالب این کتاب برمی‌آیند. در عین‌حال با پرهیز از پرداختن به مباحث ریاضی و محاسباتی سعی شده کتاب به‌عنوان منبعی مستقل برای همه‌ی علاقه‌مندان به این رشته باشد.

کتاب شامل ۶ فصل است که براساس واحدهای کار استاندارد مهارت این پودمان تهیه و تألیف شده است. در پایان هر فصل کار عملی و سپس آزمون پایانی با سؤالات چندگزینه‌ای طراحی شده است. پاسخ‌های این سؤالات در انتهای کتاب آمده است.

به همکاران محترم پیشنهاد می‌شود در صورت امکان با انجام دیگر آزمایش‌های مناسب با مباحث کار عملی به بهبود کمی و کیفی آموزش و تجربه‌اندوزی فراگیران یاری رسانند.

کتاب حاضر بی‌نیاز از نظرات اصلاحی شما عزیزان نیست. امید که ما را از دقت‌نظر خویش بی‌بهره نسازید تا با اعمال نظرات شما بزرگواران کتاب در حدامکان بتواند به اهداف تعیین شده‌ی این پودمان دست یابد.

مؤلف

فهرست

فصل اول : توانایی بررسی ساختمان هدهای مغناطیسی ۱
پیش‌آزمون (۱) ۲
۱ــ۱ــ یادآوری مغناطیس (آهن‌ربا) ۳
۱ــ۲ــ آشنایی با هدهای مغناطیسی ۷
۱ــ۳ــ شناسایی هدهای مونو و استریو ۱۲
۱ــ۴ــ معرفی انواع هدهای پاک‌کن مونو و استریو ۱۵
۱ــ۵ــ کار عملی شماره ۱ ..... ۱۷
آزمون پایانی (۱) ۲۶

فصل دوم : توانایی بررسی ضبط صدا ۲۸
پیش‌آزمون (۲) ۲۹
۲ــ۱ــ آشنایی با اصول ضبط صدا ۳۰
۲ــ۲ــ آشنایی با تقویت‌کننده ضبط‌صوت ۳۶
۲ــ۳ــ اصول کار و مقایسه آمپلی‌فایرهای مونو و استریو ۴۰
۲ــ۴ــ اصول کار و مدارهای پوش ــ پول، مونو و استریو ۴۳
۲ــ۵ــ کار عملی شماره ۲ ..... ۴۸
آزمون پایانی (۲) ۵۷

فصل سوم : توانایی کنترل ضبط صدا ۶۰
پیش‌آزمون (۳) ۶۱
۳ــ۱ــ ابزارهای نشان دهنده نفوذ مغناطیسی ۶۲
۳ــ۲ــ آی‌سی‌های راه‌انداز نمودار میله‌ای LED ۶۵
۳ــ۳ــ کنترل دامنه خروجی ۶۶

۴ـ۳ـ کنترل‌های اتوماتیک ۷۰
۵ ـ۳ـ کنترل تُن یا صداهای زیر و بم ۷۷
۶ ـ۳ـ کنترل تعادل یا بالانس ۸۲
۷ـ۳ـ کار عملی شماره ۳ ..... ۸۴
آزمون پایانی (۳) ۸۷

فصل چهارم : بررسی کاهش اثرات نویز ۹۰
پیش آزمون (۴) ۹۱
۱ـ۴ـ آشنایی با نحوه‌ی کاهش اثرات نویز ۹۲
۲ـ۴ـ سیستم دالبی (DOLBY) و انواع آن ۱۰۰
آزمون پایانی (۴) ۱۰۲

فصل پنجم : بررسی نوارهای مبنا ۱۰۴
پیش‌آزمون (۵) ۱۰۵
۱ـ ۵ ـ آشنایی با نوارهای مبنای مغناطیسی ۱۰۶
۲ـ ۵ ـ انواع نوارهای مغناطیسی ۱۰۸
۳ـ ۵ ـ پوشش‌های مغناطیسی نوار ضبط صوت ۱۱۰
۴ـ ۵ ـ زمان و سرعت پخش نوار با توجه به ضخامت آن ۱۱۱
۵ ـ ۵ ـ منحنی مغناطیسی نوارها و جریان بایاس ۱۱۳
۶ ـ ۵ ـ آشنایی با سیستم توقف نوار ۱۱۴
آزمون پایانی (۵) ۱۱۸

فصل ششم : مونتاژ اطلاعات صوتی اضافی بر روی نوار ۱۲۰
پیش‌آزمون (۶) ۱۲۱
۱ـ۶ ـ مونتاژ و تدوین نوارهای ضبط‌صوت ۱۲۲
۲ـ۶ ـ آشنایی با دستگاه مخلوط کننده صدا (mixer) ۱۲۵
۳ـ۶ ـ آشنایی با پژواک (اکو) صدا ـ پس‌آوا ۱۲۶
آزمون پایانی (۶) ۱۲۸

پاسخ‌نامه ۱۲۹

منابع و مآخذ ۱۳۳

هدف کلی پودمان

تنظیم، تعمیر و تست هدهای مغناطیسی ضبط‌صوت و مونتاژ اطلاعات صوتی اضافی روی نوار

شماره‌ی فصل	واحد (یونیت)	شماره‌ی توانایی	عنوان توانایی	ساعت		
				نظری	عملی	جمع
۱	U۲	۶	توانایی بررسی ساختمان انواع هدهای مغناطیسی	۲	۲	۴
۲	U۲	۷	توانایی بررسی نحوه‌ی ضبط صدا	۵	۶	۱۱
۳	U۲	۸	توانایی کنترل فرایند ضبط صدا	۴	۲	۶
۴	U۲	۹	توانایی بررسی کاهش اثرات نویز	۴	۲	۶
۵	U۲	۱۰	توانایی بررسی نوارهای مبنا	۴	۲	۶
۶	U۲	۱۴	توانایی مونتاژ اطلاعات صوتی اضافه بر روی نوار	۲	۲	۴
			جمع کل	۲۱	۱۶	۳۷

فصل اول

توانایی بررسی ساختمان هدهای مغناطیسی

هدف کلی

ایجاد توانایی در فراگیران برای بررسی ساختمان هدهای مغناطیسی

هدف‌های رفتاری: فراگیر پس از پایان این فصل قادر خواهد بود:

۱ــ اصول کار هدهای مغناطیسی را تشریح کند.
۲ــ انواع هدهای ضبط صوت را تشخیص دهد.
۳ــ هد مونو را از استریو تمیز دهد.
۴ــ هدهای پاک‌کن نوار را شناسایی و از هدهای ضبط و پخش تفکیک کند.
۵ ــ مشخصات شکاف هد را شرح دهد.

ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۲	۲	۴

پیش‌آزمون (۱)

۱ــ نام سنگ آهن‌ربا چیست؟

الف ــ ماگنزیا　　ب ــ مغناطیس　　ج ــ ماگنتیت　　د ــ کهربا

۲ــ قطب مغناطیسی شمال زمین کدام است؟

الف ــ نوع N　　ب ــ نوع S　　ج ــ بستگی به ساعات روز و شب دارد.

۳ــ تعداد هِدهای مغناطیسی دستگاه ضبط‌صوت مونو چند عدد است؟

الف ــ یک　　ب ــ سه　　ج ــ دو　　د ــ چهار

۴ــ در هِد مغناطیسی گپ به چه معناست؟

الف ــ سیم‌پیچ هد　　ب ــ شکاف　　ج ــ هسته　　د ــ سطح تماس هد با نوار

۵ ــ هد مغناطیسی سه پایه در چه سیستمی کاربرد دارد؟

الف ــ سیستم مونو　　ب ــ سیستم استریو

ج ــ سیستم استریوی چند لبه　　د ــ سیستم مونو و سیستم استریو

۱ــ۱ــ یادآوری مغناطیس (آهن‌ربا)

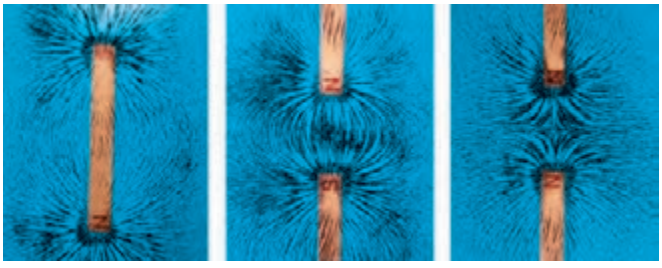
آهن‌ربا یک نوع سنگ آهن طبیعی است که به لفظ یونانی آن را ماگنتیت می‌نامند. واژه‌ی مغناطیس یا مگنت یا آهن‌ربا از نام محلی به نام ماگنزیا گرفته شده که سنگ آهن‌ربای طبیعی نخستین بار در آن‌جا یافت شده است. شکل ۱ــ۱ یک قطعه سنگ آهن‌ربای طبیعی را نشان می‌دهد که براده‌های آهن به آن چسبیده‌اند.

آهن‌ربا را امروزه در شکل‌های مختلف می‌سازند. یکی از پرکاربردترین شکل‌های آهن‌ربا، آهن‌ربای میله‌ای است که به شکل یک میله‌ی راست ساخته می‌شود.

هنگامی که این آهن‌ربا در براده‌ی آهن فرو می‌رود، براده‌های آهن به آن می‌چسبند. درواقع آهن‌ربا، براده‌های آهن را به سوی خود می‌کشد و جذب می‌کند. این ربایش در همه‌جای میله یکسان نیست. معمولاً در یک آهن‌ربای میله‌ای بیشترین براده در دو سر میله جذب می‌شود. به نقاطی که بیشترین براده را جذب می‌کنند، قطب‌های آهن‌ربا می‌گویند، (شکل ۲ــ۱).

براده‌های آهن با نظم خاصی جذب آهن‌ربا می‌شوند. براثر این نظم براده‌ها در خطوط مشخصی به سوی آهن‌ربا کشیده می‌شوند. این خطوط را خطوط قوای مغناطیسی می‌نامند.

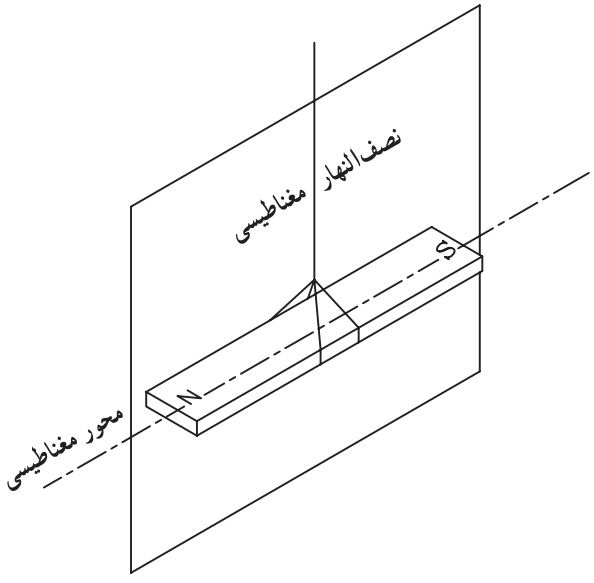
شکل ۱ــ۱ــ آهن‌ربای طبیعی براده‌های آهن را جذب می‌کند.



شکل ۲ــ۱ــ توزیع براده‌های آهن در یک آهن‌ربای میله‌ای

۱ــ۱ــ۱ــ تشخیص قطب‌های مغناطیسی یک آهن‌ربا:

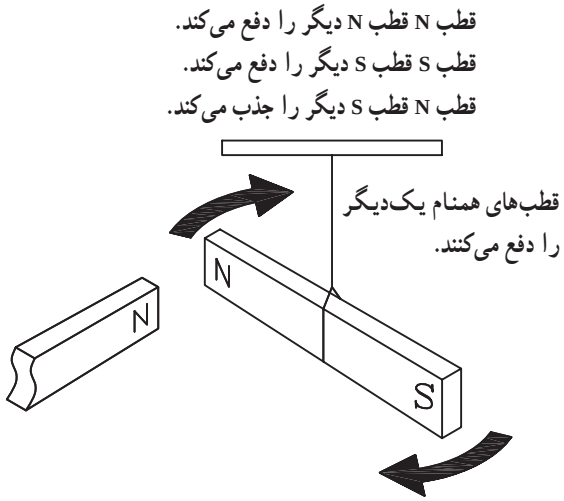
هرگاه یک آهن‌ربای میله‌ای را با نخ آویزان کنیم، پس از چند دور چرخش در راستای تقریبی قطب‌شمال و جنوب کره‌ی زمین بی‌حرکت می‌ایستد (شکل ۳ــ۱).



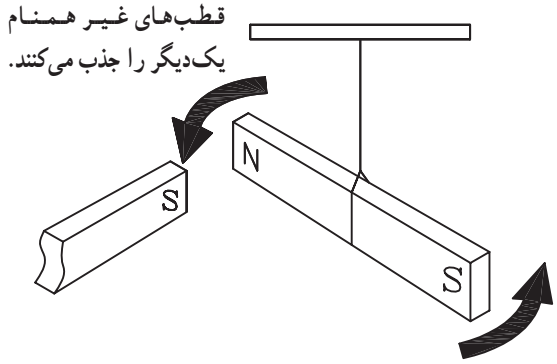
شکل ۳ــ۱ــ نصف‌النهار مغناطیسی صفحه‌ی قائمی است که از محور مغناطیسی آهن‌ربای آویخته شده‌ای که دراثر میدان آهن‌ربایی زمین در راستای تقریبی شمال و جنوب ایستاده است می‌گذرد.

در این وضعیت قطبی از آهن‌ربا که به سوی شمال متوجه است را N* و قطبی که به سوی جنوب متوجه است را قطب S* نام‌گذاری می‌کنیم.

برای تشخیص قطب‌های یک آهن‌ربا کافی است هریک از قطب‌ها را به نوبت به قطب‌های شناخته شده‌ی یک آهن‌ربای مشخص نزدیک کنیم (شکل ۴ــ۱).



اگر دو قطب به هم نزدیک شده همنام باشند از هم دور می‌شوند و اگر غیرهمنام باشند به طرف هم کشیده می‌شوند (شکل ۴ــ۱).

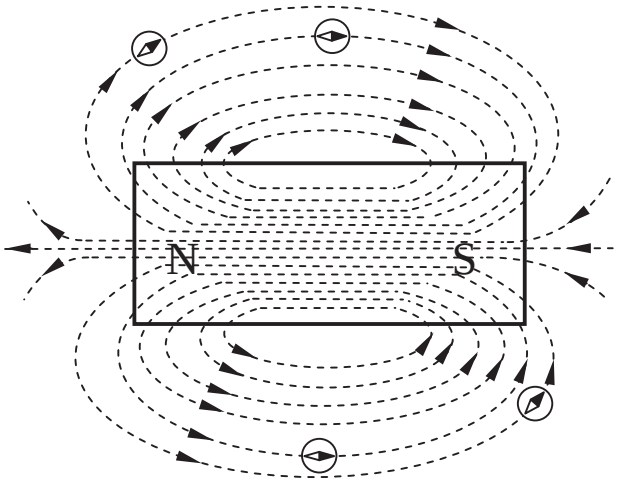


شکل ۴ــ۱ــ جذب و دفع قطب‌های آهن‌رباها

۲ــ۱ــ۱ــ خطوط قوای مغناطیسی در اطراف یک آهن‌ربای میله‌ای:

یک آهن‌ربا می‌تواند بدون تماس با یک قطعه آهن آن را جذب کند یا از فاصله‌ی معینی بر روی آهن‌ربای دیگر اثر کند. این تأثیرگذاری به‌خاطر وجود میدان مغناطیسی در اطراف آهن‌ربا به‌وجود می‌آید.

میدان مغناطیسی را با خط‌هایی به نام خطوط میدان مغناطیسی نمایش می‌دهند (شکل ۵ ــ۱).



شکل ۵ ــ۱ــ نمایش خطوط مغناطیسی در اطراف یک تیغه‌ی آهن‌ربا

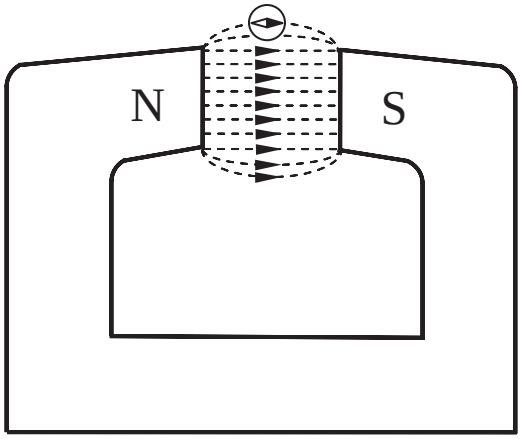
---

*North شمال

*South جنوب

اگر آهن‌ربا قوی باشد، خطوط میدان مغناطیسی آن به هم نزدیک‌تر و تراکم آن‌ها بیشتر است و اگر آهن‌ربا ضعیف باشد تراکم خطوط میدان مغناطیسی کمتر و خطوط از هم دورترند.

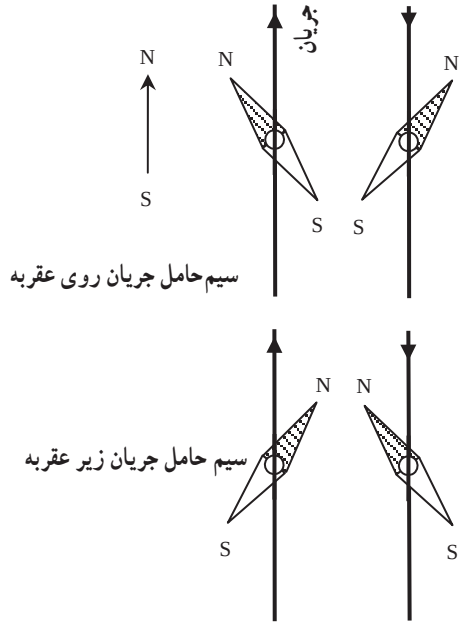
شکل ۶ــ۱ خطوط مغناطیسی بین دو قطب غیرهمنام یک آهن‌ربای نعلی شکل را نشان می‌دهد.



شکل ۶ــ۱ــ خطوط مغناطیسی بین دو قطب غیر همنام یک آهن‌ربای نعلی‌شکل

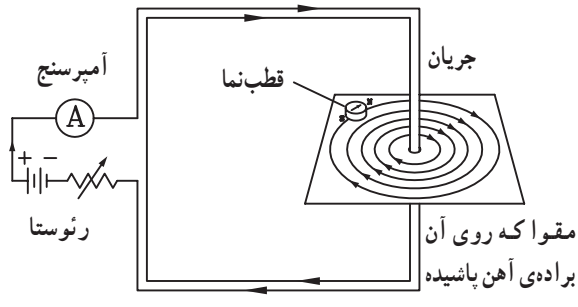
۳ــ۱ــ۱ــ اثر مغناطیسی حاصل از یک سیم حامل

جریان الکتریکی بر روی آهن‌ربا: در سال ۱۸۲۰ میلادی، هانس‌کریستیان‌اُورستد استاد فیزیک دانشگاه کپنهاک کشف کرد که اگر یک قطب‌نما به یک سیم حامل جریان الکتریکی نزدیک شود، عقربه‌ی قطب‌نما منحرف می‌شود، و جهت انحراف عقربه به جهت جریان و طرز قرارگرفتن سیم نسبت به عقربه بستگی دارد. شکل ۷ــ۱ انحراف عقربه قطب‌نما را در چهار وضعیت سیم و عقربه نشان می‌دهد. آمپر دانشمند فرانسوی پس از کشف اُورستد قانونی را بیان کرد که با استفاده از آن می‌توان جهت انحراف عقربه‌ی قطب‌نما را در مجاورت یک سیم حامل جریان مشخص کرد.



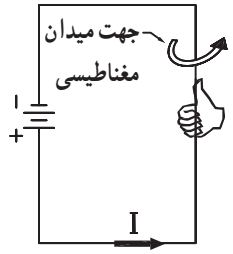
شکل ۷ــ۱ــ آزمایش اورستد

هرگاه از سیمی جریان الکتریکی عبور کند در اطراف سیم حامل جریان میدان مغناطیسی ایجاد می‌شود (شکل ۸ــ۱).



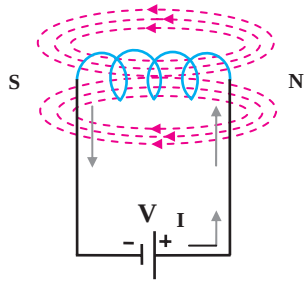
شکل ۸ ــ۱ــ خطوط میدان مغناطیسی حاصل از عبور جریان از یک سیم راست.

براساس قانون دست راست، هرگاه سیم حامل جریان طوری در دست قرار گیرد که انگشت شست جهت جریان را نشان دهد چهار انگشت خمیده جهت میدان مغناطیسی را نشان می‌دهد (شکل ۹ــ۱).



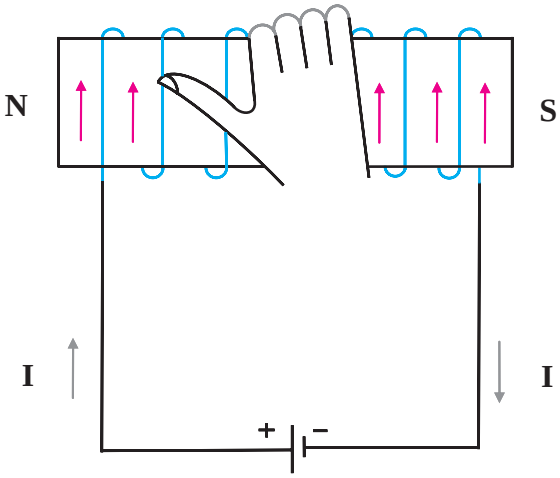
شکل ۹ــ۱ــ تشخیص جهت میدان براساس قانون دست راست

۴ــ۱ــ۱ــ میدان مغناطیسی حاصل از یک سیم‌پیچ و آهن‌ربای الکتریکی: هرگاه از یک سیم‌پیچ جریان الکتریکی عبور کند، در مرکز سیم‌پیچ میدان مغناطیسی ایجاد می‌شود (شکل ۱۰ــ۱).



شکل ۱۰ــ۱ــ عبور جریان از یک سیم‌پیچ

اگر سیم‌پیچ را طوری در دست راست بگیریم که چهار انگشت دست در جهت جریان باشد، انگشت شست، قطب N را مشخص می‌کند (شکل ۱۱ــ۱).

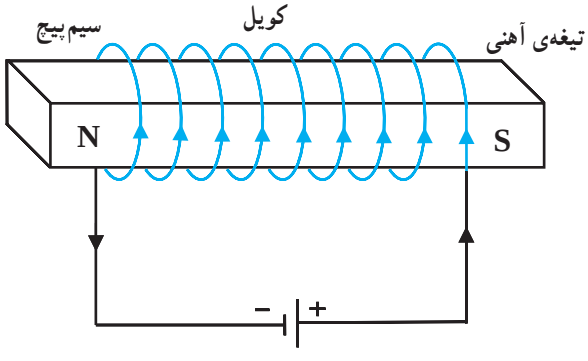


شکل ۱۱ــ۱ــ قانون دست راست

در صورتی که یک قطعه آهن خالص را درون یک سیم‌پیچ حامل جریان قرار دهیم یک آهن‌ربای الکتریکی شکل می‌گیرد.

آهن‌ربای الکتریکی یک آهن‌ربای موقتی است و پس از قطع جریان خاصیت آهن‌ربایی آن ازبین می‌رود.

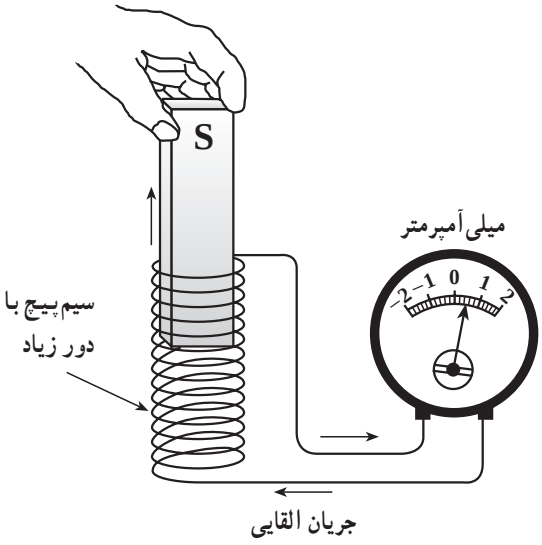
به این قطع آهن که در داخل سیم‌پیچ قرار می‌گیرد هسته سیم‌پیچ می‌گویند (شکل ۱۲ــ۱).



شکل ۱۲ــ۱ــ آهن‌ربای موقتی با هسته‌ی آهنی

۵ــ۱ــ۱ــ تولید جریان الکتریکی به‌وسیله‌ی مغناطیس:

اولین آزمایش‌ها برای تولید جریان الکتریکی به‌وسیله‌ی مغناطیس توسط دانشمند انگلیسی به نام فارادی انجام شد. آزمایش‌های او اساس کار مولدهای الکتریکی را تشکیل می‌دهد. اگر یک آهن‌ربای میله‌ای را به درون سیم پیچ وارد یا از آن خارج کنیم، در سیم‌پیچ جریان الکتریکی القا می‌شود (شکل ۱۳ــ۱).



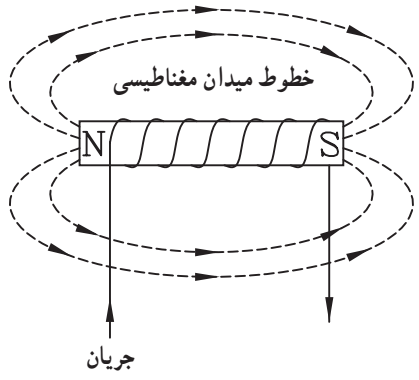
شکل ۱۳ــ۱ــ نمونه آزمایش فارادی برای ایجاد جریان القایی

مقدار و جهت جریان القایی به کمک گالوانومتر و یا میلی‌آمپرمتر حساس قابل اندازه‌گیری است. این پدیده را **القای مغناطیسی** گویند.

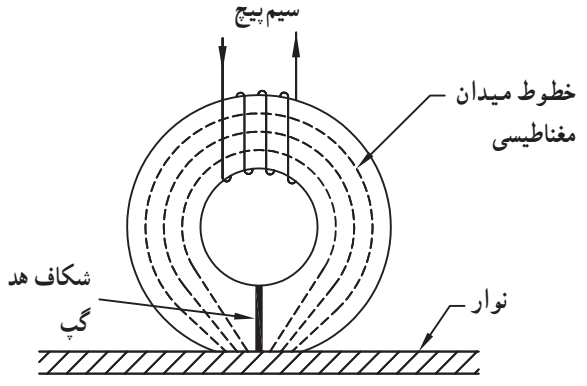
۲ــ۱ــ آشنایی با هدهای مغناطیسی

در ضبط‌صوت‌های نواری، عمل ضبط سیگنال صوتی برروی نوار به‌صورت مغناطیسی انجام می‌گیرد. عمل تبدیل سیگنال الکتریکی ضبط شده بر روی نوار به سیگنال صوتی قابل پخش از طریق القای مغناطیسی صورت می‌گیرد.

در شکل ۱۴ــ۱ اساس کار یک هدِ مغناطیسی را مشاهده می‌کنید. این هدِ مانند یک سیم‌پیچ معمولی خطوط مغناطیسی ایجاد می‌کند و بر روی سطح نوار اثر می‌گذارد.



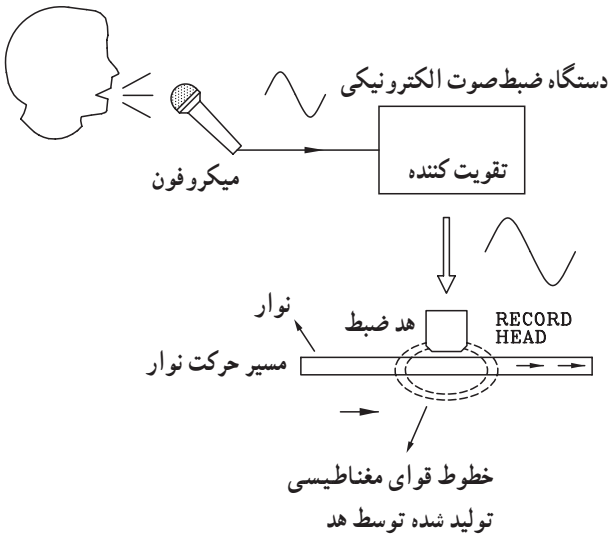
الف



ب

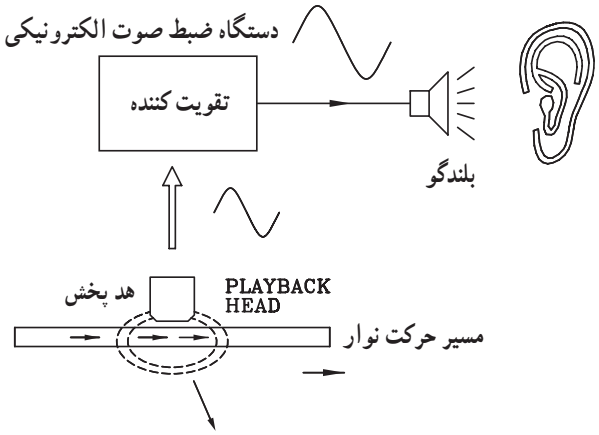
شکل ۱۴ــ۱ــ اساس کار یک هد مغناطیسی

در شکل ۱۵ــ۱ــ الف نحوه‌ی ضبط سیگنال صوتی با استفاده از القای مغناطیسی نشان داده شده است.



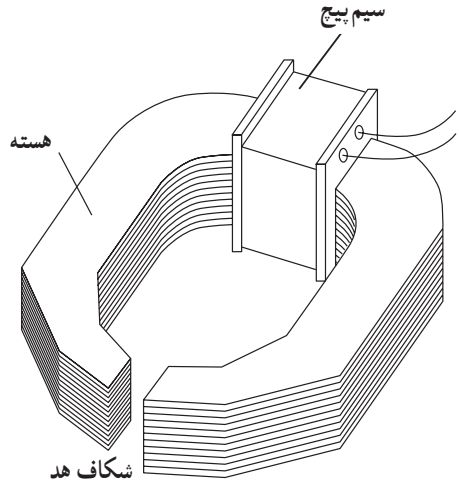
شکل ۱۵ــ۱ــ الف ــ قسمت ضبط صدا

در شکل ۱۵ــ۱ــ ب نحوه‌ی پخش سیگنال صوتی از روی نوار نشان داده شده است.



شکل ۱۵ــ۱ــ ب ــ قسمت پخش نوار

۱ــ۲ــ۱ــ ساختمان هِدهای مغناطیسی: یک هِد مغناطیسی از یک هسته‌ی فلزی خمیده که دو قطب آن بسیار به‌هم نزدیک شده و فقط در حدود چند میکرون[1] با هم فاصله دارد، تشکیل می‌شود (شکل ۱۶ــ۱) به این فاصله شکافِ[2] هِد می‌گویند، هِد بر روی هسته‌ی سیم‌پیچ قرار می‌گیرد.

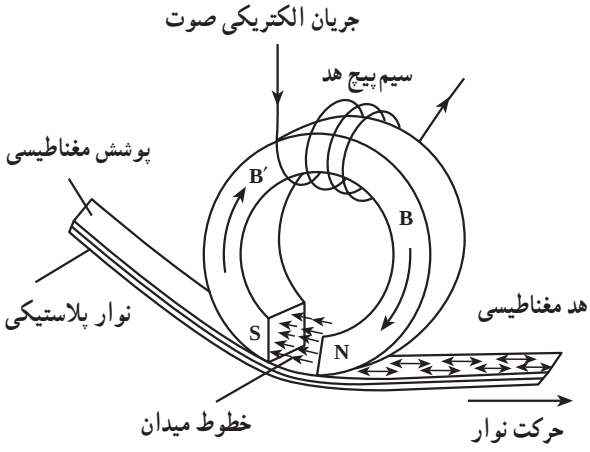


شکل ۱۶ــ۱ــ ساختمان هد مغناطیسی

۱ــ متر $^{-6}$ ۱۰ = میکرون ۱

۲ــ HEAD GAP

زمانی که سیگنال صوتی به این سیم‌پیچ داده می‌شود، سیم‌پیچ در دو سر شکاف هسته یک میدان مغناطیسی متناسب با سیگنال صوتی به‌وجود می‌آورد. حال اگر یک نوار پلاستیکی که روی آن ماده‌ی قابل مغناطیس‌شدن پوشش داده شده است از مقابل هِد عبور کند، میدان مغناطیسی ایجاد شده توسط سیم‌پیچ مستقیماً به روی نوار منتقل می‌شود و ذرات ماده‌ی مغناطیس شونده را متناسب با سیگنال صوتی، مغناطیس می‌کند. به این ترتیب صدا ضبط می‌شود (شکل ۱۷ــ۱).

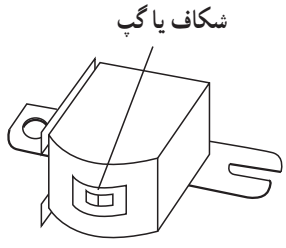


شکل ۱۷ــ۱

۲ــ۲ــ۱ــ اهمیت شکاف هِد: شکاف هِدهای ضبط و پخش صدا به‌طور مستقیم در کیفیت ضبط ــ پخش صوت مؤثر است. اگر به هر دلیلی شکاف هد دچار بازشدگی و ساییدگی شود، دامنه‌ی صدا کاهش می‌یابد و روی کیفیت صوت در فرکانس‌های بالا اثر می‌گذارد.

اگر سطح هِد کثیف شود شیار یا گپ هد جرم می‌گیرد و کیفیت صدا را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد.

در شکل ۱۸ــ۱ شکل ظاهری هِد و شکاف‌های آن را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۱۸ــ۱ــ شکاف هد مغناطیسی

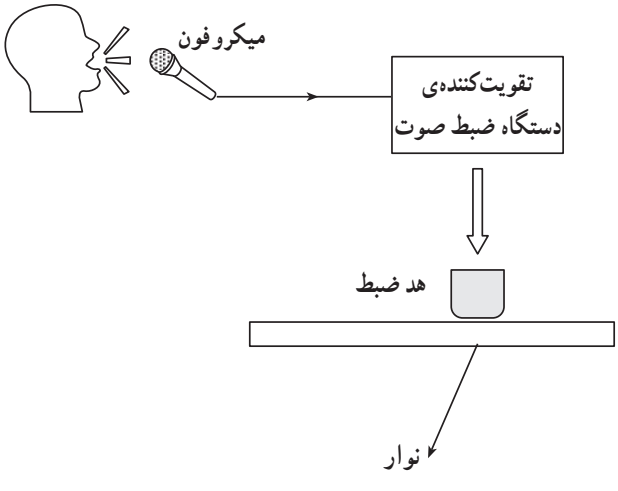
۳ــ۲ــ۱ــ انواع هدهای مغناطیسی: هِدهای مغناطیسی از نظر عملکرد به سه دسته تقسیم می‌شوند :

الف ــ هِد ضبط [۱]

ب ــ هِد پخش [۲]

ج ــ هِد پاک‌کننده [۳]

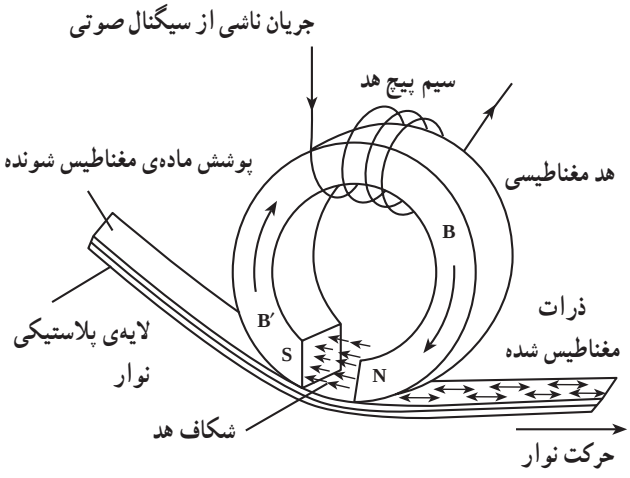
الف ـ هِد ضبط: در دستگاه ضبط‌صوت، سیگنال صوتی به سیگنال الکتریکی مناسب جهت ایجاد میدان مغناطیسی برای شکاف هِد تبدیل می‌شود (شکل ۱۹ــ۱ــ الف). هنگامی که نوار از مقابل هد عبور می‌کند میدان مغناطیسی به‌وجود آمده در هِد ضبط ذرات مغناطیسی‌شونده سطح نوار را مغناطیس می‌کند.



شکل ۱۹ــ۱ــ الف

۱ــ Recording Head ۲ــ Play back Head ۳ــ Erasing Head

شکل ۱۹ــ۱ــ ب نحوه‌ی ضبط سیگنال صوتی را توسط هِد نشان می‌دهد.



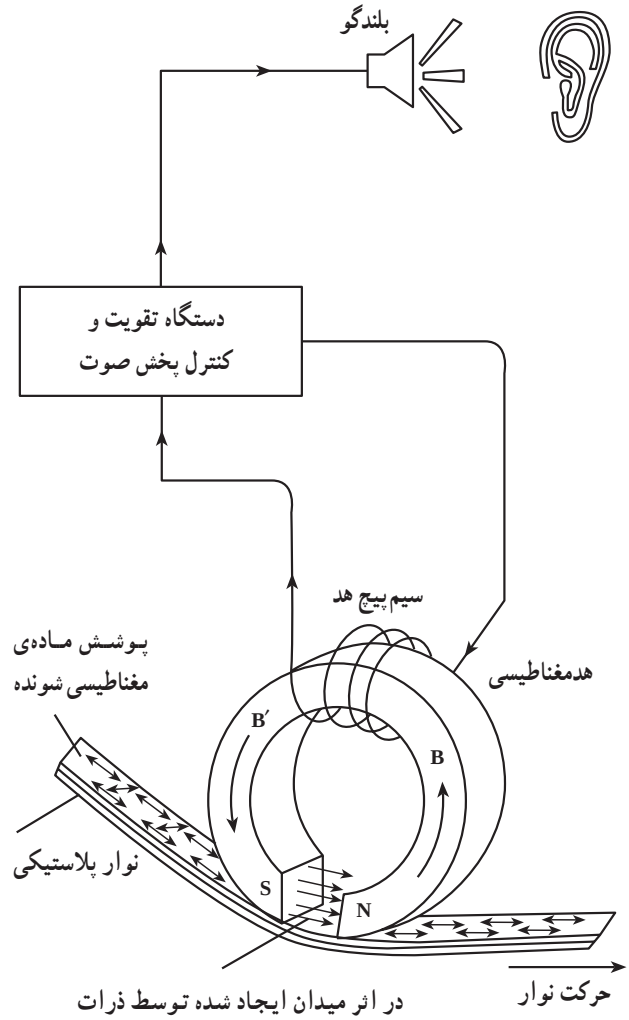
شکل ۱۹ــ۱ــ ب ــ ضبط سیگنال صوتی توسط هد ضبط

ب ــ هِد پخش: در دستگاه ضبط‌صوت هنگامی که کلید play را فشار می‌دهیم نوار از مقابل هِد پخش عبور می‌کند و ذرات مغناطیسی موجود در نوار، میدان مغناطیسی مربوط به سیگنال ضبط شده را از طریق شکاف هِد به سیم‌پیچ هِد القا می‌کنند.

سیگنال الکتریکی القا شده پس از کنترل و تقویت از طریق بلندگو پخش می‌شود.

شکل ۲۰ــ۱ نحوه‌ی بازسازی سیگنال صوتی ضبط شده روی نوار را نشان می‌دهد.

توجه داشته باشید که خطوط قوای مغناطیسی موجود در سطح نوار، جریان القایی را در سیم‌پیچ‌هِد ایجاد می‌کند.

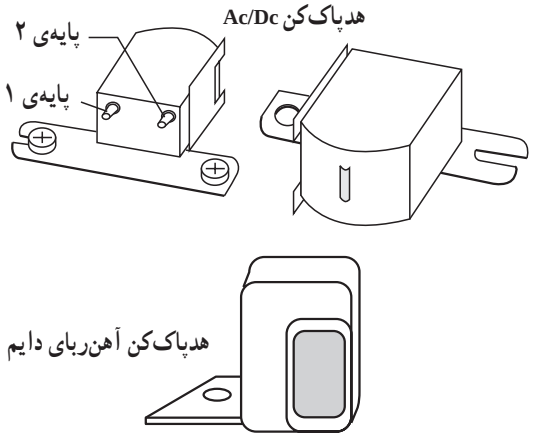


شکل ۲۰ــ۱ــ بازسازی سیگنال صوتی توسط هد پخش

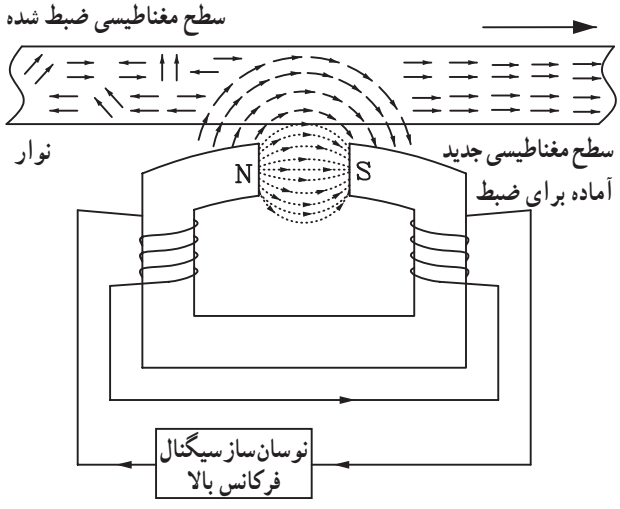
ج ــ هد پاک‌کننده: برای ضبط سیگنال صوتی جدید برروی نوار ضبط شده، به یک هد برای پاک کردن سیگنال ضبط‌شده نیاز داریم.

این هِد باید ذرات مغناطیس شده‌ی قبلی را به حالت طبیعی درآورد. در حقیقت هِد پاک‌کننده آرایش خطوط مغناطیسی سطح نوار ضبط شده را به هم می‌زند و سطح نوار را برای سیگنال صوتی جدید آماده می‌کند. شکل (۲۱ــ۱) انواع هدهای پاک‌کننده را نشان می‌دهد و در شکل (۲۲ــ۱) نحوه‌ی پاک کردن سیگنال صوتی ضبط شده بر روی سطح نوار را مشاهده می‌کنید.

با توجه به شکل هرگز نباید یک نوار پر شده را در نزدیکی یک آهن‌ربا یا میدان مغناطیسی قرار داد، چرا؟



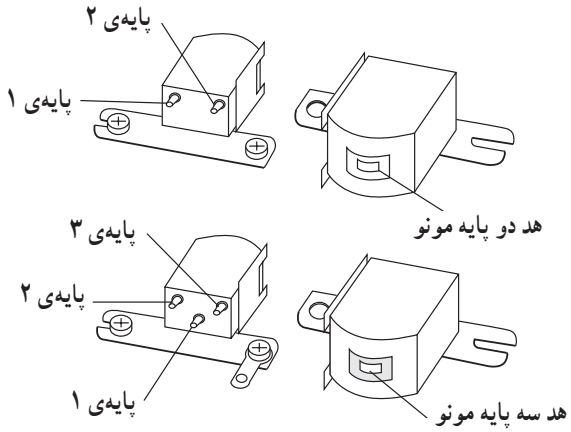
شکل ۲۱ــ۱ــ هِدهای پاک‌کن سیگنال صوتی



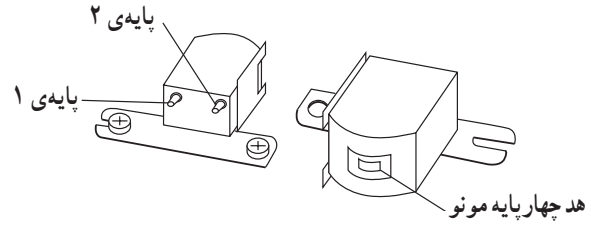
شکل ۲۲ــ۱ــ پاک کردن سیگنال ضبط شده توسط هد پاک‌کن

۳ــ۱ــ شناسایی هدهای مونو و استریو

اساساً در دستگاه‌های ضبط‌صوت عمل ضبط و پخش صدا توسط یک هد ترکیبی به‌نام هد ضبط و پخش و عمل پاک کردن نوار به‌وسیله هِد پاک‌کننده صورت می‌گیرد. در شکل (۲۳ــ۱) دو نمونه هِد مونو و در شکل (۲۴ــ۱) یک نمونه هِد ترکیبی مونو و پاک‌کن نشان داده شده است.

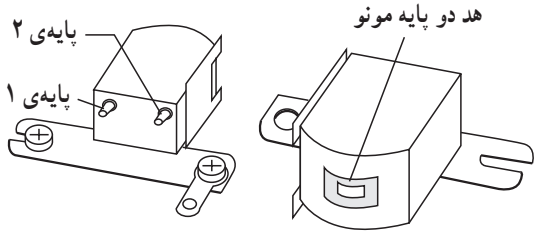


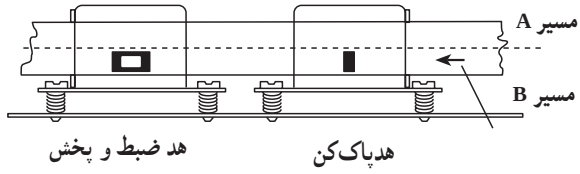
شکل ۲۳ــ۱ــ هدهای مغناطیسی مونو



شکل ۲۴ــ۱ــ هد ترکیبی مونو ضبط و پخش و پاک‌کن

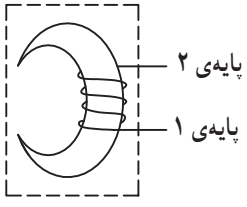
۱ــ۳ــ۱ــ ساختمان هِد دو پایه: این هد در دستگاه ضبط و صوت مونو به‌کار برده می‌شود. در شکل (۲۵ــ۱) ساختمان ظاهری و طرز قرار گرفتن هد بر روی سطح نوار نشان داده شده است.





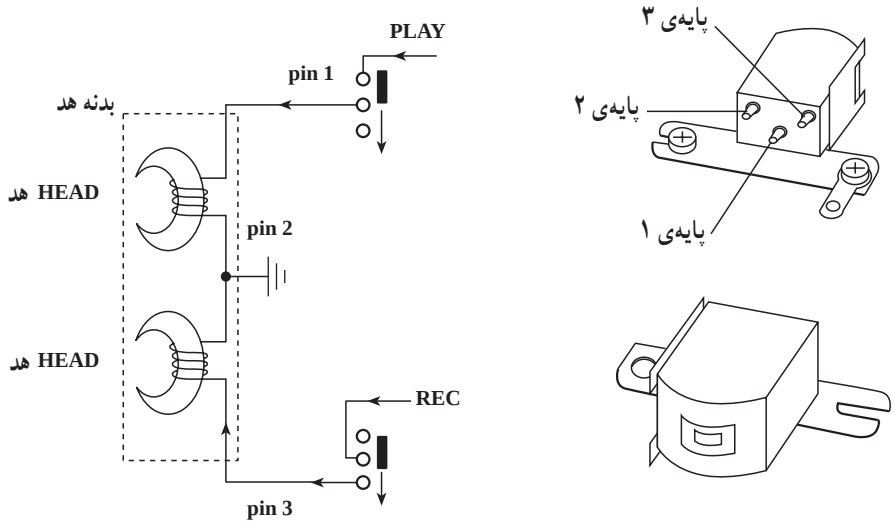
شکل ۲۵ــ۱ــ هد دو پایه مونو و طرز قرار گرفتن آن برروی نوار

این هد دارای یک سیم‌پیچ است که به دو پایه که در سطح پشتی هد قرار دارد متصل می‌شود (شکل ۲۶ــ۱).



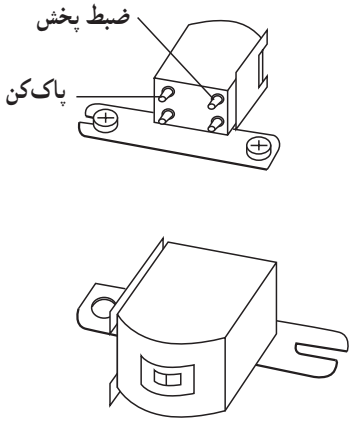
شکل ۲۶ــ۱

۲ــ۳ــ۱ــ ساختمان هِد سه‌پایه: این هد در دستگاه‌های ضبط و صوت مونو به‌کار می‌رود. طبق شکل ۲۷ــ۱ دو سیم‌پیچ ضبط و پخش جداگانه دارد که سر وسط آن‌ها مشترک شده است.

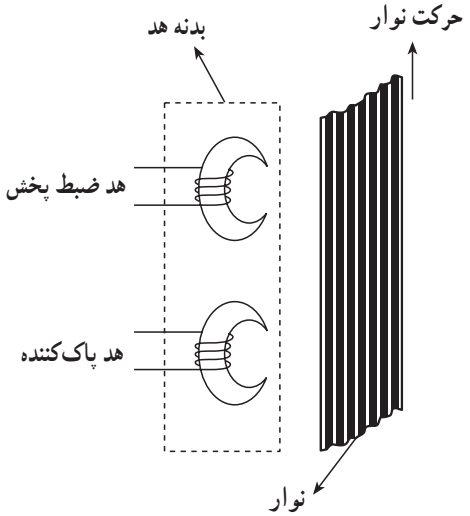


شکل ۲۷ــ۱ــ هد سه پایه مونو

۳ــ۳ــ۱ــ ساختمان هد چهار پایه مونو: این هد دارای دو سیم‌پیچ جداگانه است. یکی برای ضبط و پخش و دیگری برای پاک کردن نوار، (شکل ۲۸ــ۱).

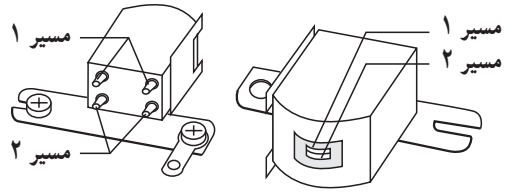


پایه‌های خروجی سیم‌پیچ‌ها در این نوع هد کاملاً از یک‌دیگر مستقل است.



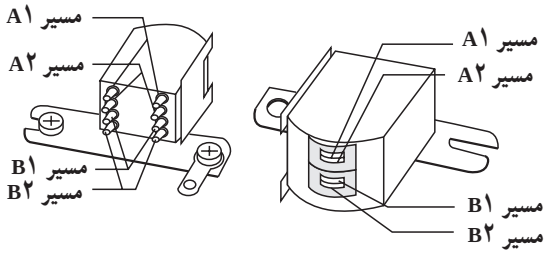
شکل ۲۸ــ۱ــ هد چهار پایه مونو

۴ــ۳ــ۱ــ هد استریو: هِدهای سیستم استریو به‌دلیل ضبط و پخش چند کاناله معمولاً چهارپایه (چهار پین) یا هشت پایه هستند. در شکل (۲۹ــ۱) دو نمونه از این نوع هدها را مشاهده می‌کنید.



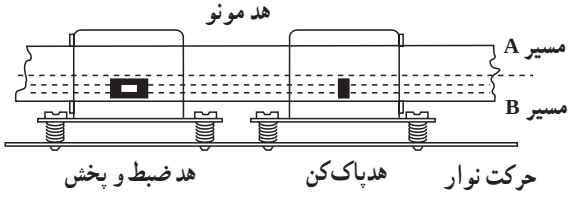
هد چهار پایه استریو

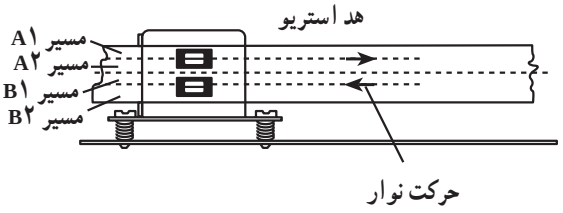
هد هشت پایه استریو برای ضبط صوت‌های اتو ریورس[۱]



شکل ۲۹ــ۱ــ هدهای استریو ضبط و پخش

تراک (track) به معنی مسیر است، نوار ضبط صوت به دو قسمت تقسیم می‌شود و هر قسمت یک مسیر یا یک تراک را تشکیل می‌دهد. تراک را لبه نیز می‌گویند (شکل۳۰ــ۱).





شکل ۳۰ــ۱ــ هدهای مغناطیسی مونو و استریو

تراک (track) به معنی مسیر است.

۱ــ Auto Reverse به معنی برگشت به صورت خودکار است و در دستگاه‌های ضبط‌صوت هنگامی‌که یک طرف نوار تمام می‌شود، دستگاه به‌طور اتوماتیک جهت گردش را عوض می‌کند و طرف دیگر نوار (لبه‌ی دوم) پخش می‌شود.

۴ــ۱ــ معرفی انواع هدهای پاک‌کن مونو و استریو

اثر مغناطیسی سیگنال صوتی ضبط شده روی نوار با استفاده از دو روش مغناطیس‌زدایی و افزایش میدان برطرف می‌شود. این عمل توسط هد پاک‌کننده به‌گونه‌ای صورت می‌گیرد که نوار را مانند نوار خام، آماده ضبط سیگنال صوتی جدید می‌کند. طبق شکل (۳۱ــ۱) هدهای پاک‌کننده به سه دسته تقسیم می‌شوند.

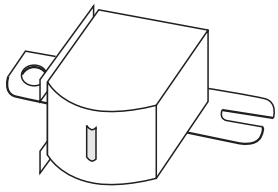
ــ هد پاک‌کن DC

ــ هد پاک‌کن با استفاده از آهن‌ربای دائم

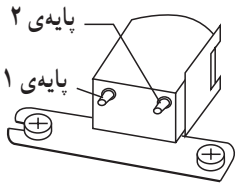
ــ هد پاک‌کن AC

در هد پاک‌کن DC و آهن‌ربایی دائم برای پاک کردن نوار از خاصیت افزایش میدان مغناطیسی استفاده می‌کنند. این نوع هد بیش‌تر در دستگاه‌های مونو به‌کار می‌رود. در هد AC با تولید یک میدان مغناطیسی متناوب اثر مغناطیسی ذرات نوار را از بین می‌برند. این روش در سیستم استریو استفاده می‌شود.

هدپاک‌کن AC-DC

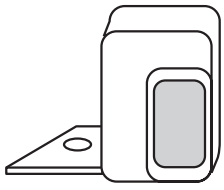


الف ــ نمای روبه‌رو هدپاک‌کن



ب ــ نمای پشت هد

هد AC و DC از نظر شکل ظاهری مشابه هستند.



ج ــ هدپاک‌کن با استفاده از آهن‌ربای دایم

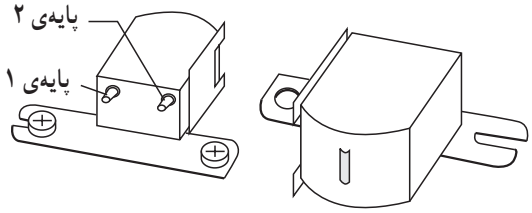
شکل ۳۱ــ۱

۱ــ۴ــ۱ــ هد پاک‌کن DC: سیم‌پیچ این هد با جریان DC تغذیه می‌شود. جریان عبوری از سیم‌پیچ، یک میدان مغناطیسی یکنواخت در عرض شکاف هد ایجاد می‌کند.

هنگامی که نوار از مقابل هد پاک‌کن DC طبق شکل (۳۲ــ۱) عبور می‌کند، هد پاک‌کن DC میدان مغناطیسی حاصل از سیم‌پیچ هد ذرات مغناطیسی نوار را به اشباع مغناطیسی می‌برد و سیگنال ضبط شده‌ی قبلی را از روی نوار پاک می‌کند.

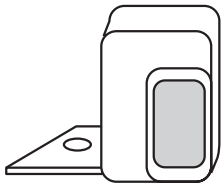
مقاومت اهمی سیم‌پیچ هد DC در حدود ۲۵ تا ۵۰۰ اهم و معمولاً از مقاومت اهمی هد AC بیش‌تر است.

هد پاک‌کن DC



شکل ۳۲ــ۱ــ هدپاک‌کن DC

۲ــ۴ــ۱ــ هد پاک‌کن با آهن‌ربای دائم: یک آهن‌ربای دائم با ابعاد مشابه به اندازه‌ی هد DC، در قاب هد قرار می‌گیرد، این قاب توسط یک پیچ به بخش مکانیکی وصل می‌شود. در شکل (۳۳ــ۱) یک هد پاک‌کن با آهن‌ربای دائم نشان داده شده است. در زمان ضبط سیگنال، نوار از مقابل این هد عبور می‌کند و آهن‌ربای دائمی باعث افزایش اثر مغناطیسی ذرات موجود نوار می‌شود و سیگنال ضبط شده را از سطح نوار پاک می‌کند.

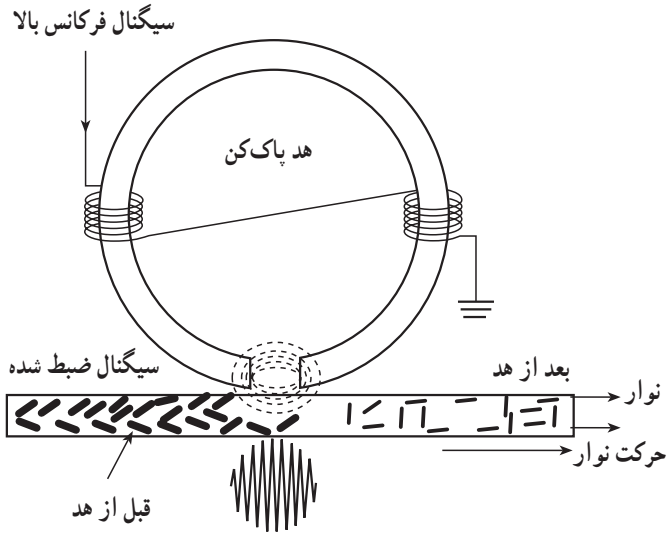


شکل ۳۳ــ۱ــ هد پاک‌کن با استفاده از آهن‌ربای دائمی

۳ــ۴ــ۱ــ هد پاک‌کن AC: هد پاک‌کن AC به‌عنوان بهترین پاک‌کننده سیگنال از روی سطح نوار در مقایسه با دو نوع هد قبلی شناخته شده است. هد AC در دستگاه‌های جدید و پیشرفته کاربرد وسیعی دارد (شکل ۳۴ــ۱).

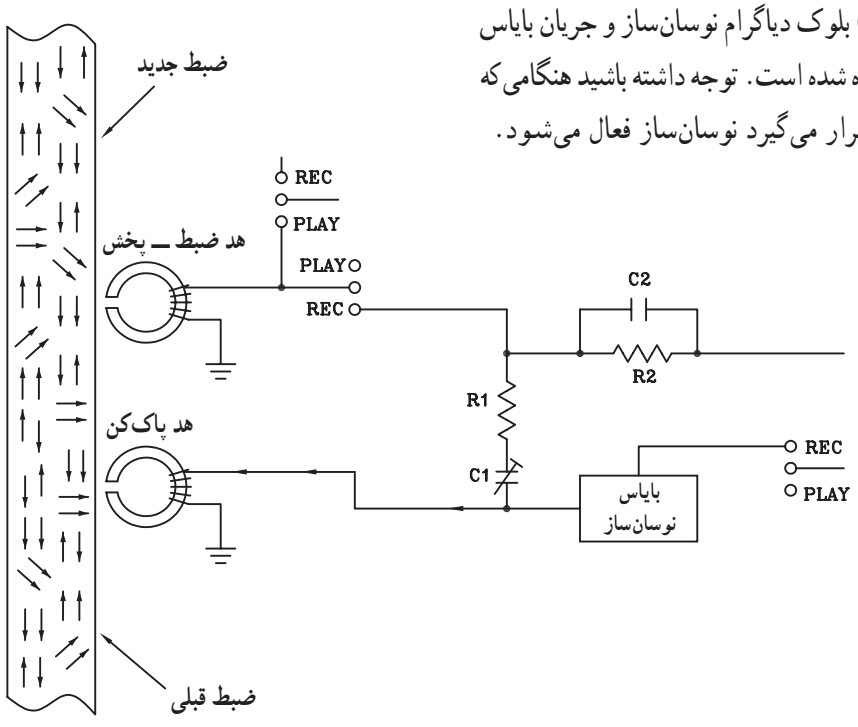
جریان سیم‌پیچ این هد توسط یک نوسان‌ساز فرکانس بالا تغذیه می‌شود و کیفیت آن نسبت به هد DC و آهن‌ربای دائمی بهتر است.

فرکانس نوسان‌ساز این هد در محدوده‌ی ۴۵ تا ۱۲۰ــ کیلوهرتز (ماوراءصوت) قرار دارد.



شکل ۳۴ــ۱ــ هد پاک‌کن AC

در شکل (۳۵ــ۱) بلوک دیاگرام نوسان‌ساز و جریان بایاس هد پاک‌کن AC نشان داده شده است. توجه داشته باشید هنگامی که دستگاه درحالت ضبط قرار می‌گیرد نوسان‌ساز فعال می‌شود.



شکل ۳۵ــ۱ــ بلوک دیاگرام نوسان‌ساز هد پاک‌کن AC

زمان آزمایش: ۲ ساعت

۵ــ۱ــ کار عملی شماره ۱

۱ــ۵ــ۱ــ اهداف

الف) تشخیص هدهای مغناطیسی دستگاه ضبط‌صوت شامل : هد ضبط و پخش و هد پاک‌کن

ب) اندازه‌گیری مقاومت اهمی سیم‌پیچ‌های هدِ

۲ــ۵ــ۱ــ وسایل موردنیاز

- دستگاه ضبط‌صوت یک دستگاه
- اهم‌متر یک دستگاه
- هویه برقی، آچار پیچ‌گوشتی، دم‌باریک و سیم‌چین از هرکدام یک عدد
- سیم رابط به مقدار کافی (شکل ۳۶ــ۱)

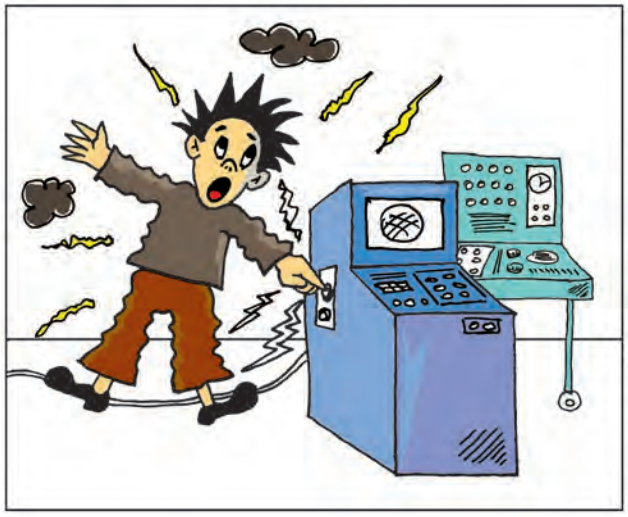
شکل ۳۶ــ۱

۳ــ۵ــ۱ــ نکات ایمنی

- هنگام کار در محیط آزمایشگاه نظم و مقررات را رعایت کنید.

شکل ۳۷ــ۱

■ از روشن و خاموش کردن دستگاه‌هایی که به عملکرد آن‌ها آشنا نیستید و ارتباطی به کار شما ندارد جداً خودداری کنید (شکل ۳۸ــ۱).



شکل ۳۸ــ۱ــ به قسمت‌های الکتریکی دستگاه در حال کار دست نزنید!

■ از وسایل و دستگاه‌های اندازه‌گیری حساس و میز کار موجود در آزمایشگاه مراقبت کنید (شکل ۳۹ــ۱).

شکل ۳۹ــ۱ــ میزکار آزمایشگاه الکترونیک

■ از وسایل و ابزارهای مخصوص تعمیرات دستگاه‌های الکترونیکی استفاده کنید و از عایق بودن دسته‌های ابزار از قبیل انبردست، دم‌باریک و پیچ‌گوشتی اطمینان حاصل کنید (شکل ۴۰ــ۱).

شکل ۴۰ــ۱ــ وسایل و ابزار مخصوص تعمیرات الکترونیکی

■ هنگام اندازه‌گیری اهم قطعات و یا بررسی شاسی دستگاه و یا لحیم‌کاری، دوشاخه‌ی دستگاه ضبط‌صوت را از پریز برق بیرون بکشید (شکل ۴۱ــ۱).

شکل ۴۱ــ۱

■ از ترانس ایزوله ۱ :۱ با فیوز مناسب استفاده کنید تا دچار برق‌گرفتگی نشوید (شکل ۴۲ــ۱).

شکل ۴۲ــ۱ــ اگر به تعمیر لوازم الکترونیکی می‌پردازید، ترانسفورماتور ایزوله‌کننده را مورد استفاده قرار دهید.

۴ــ۵ــ۱ــ شرح کار عملی: در این کار عملی شما انواع هدهای ضبط و پخش و پاک‌کننده را می‌شناسید و یاد می‌گیرید که چگونه آن‌ها را از هم تشخیص بدهید. همچنین در مراحل مختلف اجرای کار انواع هد را آزمایش می‌کنید و مقاومت آن را اندازه می‌گیرید.

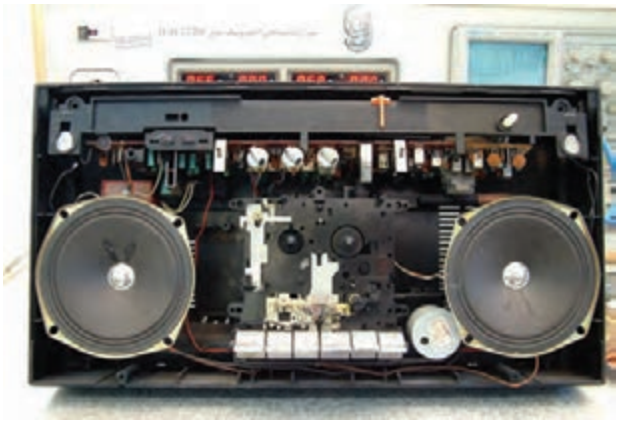
۵ــ۵ــ۱ــ مراحل اجرای کار

■ قاب جلویی دستگاه ضبط‌صوت شکل (۴۳ــ۱) یا هر نوع دیگری که در آزمایشگاه وجود دارد را با راهنمایی مربی خود باز کنید.

شکل ۴۳ــ۱ــ دستگاه ضبط صوت

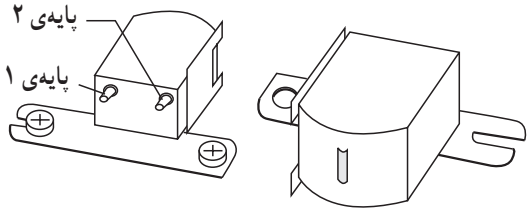
■ قاب را کنار بگذارید و دِک دستگاه را مشاهده کنید (شکل ۴۴ــ۱).

دک دستگاه قسمتی است که نوار روی آن قرار می‌گیرد و پردازش اولیه سیگنال از روی نوار انجام می‌شود.



شکل ۴۴ــ۱

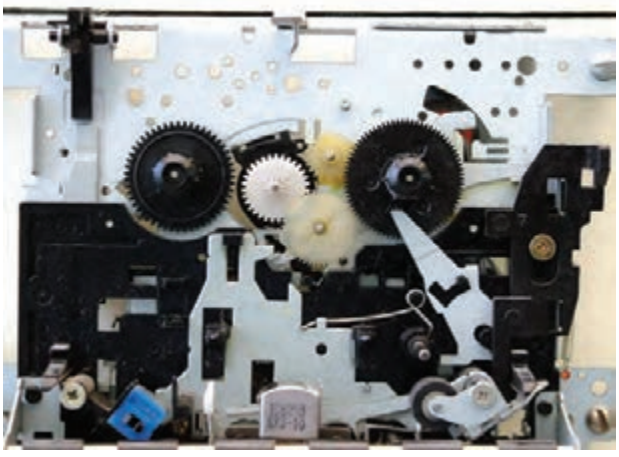
■ هد ضبط و پخش دستگاه را پیدا کنید (شکل ۴۵ــ۱).



شکل ۴۵ــ۱

■ هِد ضبط و پخش برای این دستگاه دقیقاً در وسط دِک قرار دارد (شکل ۴۶ــ۱).

■ نوع هد را از نظر مونو یا استریو مشخص کنید.

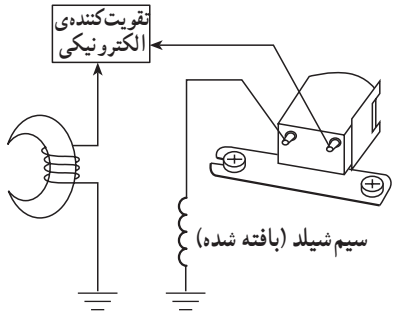


شکل ۴۶ــ۱

نکته مهم: *سیم زمین هد از نوع سیم شیلد (بافته مسی) است.*

■ سیمی را که جهت اعمال سیگنال هِد به پری‌آمپلی‌فایر روی بُرد الکترونیکی می‌رود، مشخص کنید.

■ آیا سیم‌بندی هِد دستگاه مطابق شکل (۴۷ــ۱) است؟ شرح دهید.



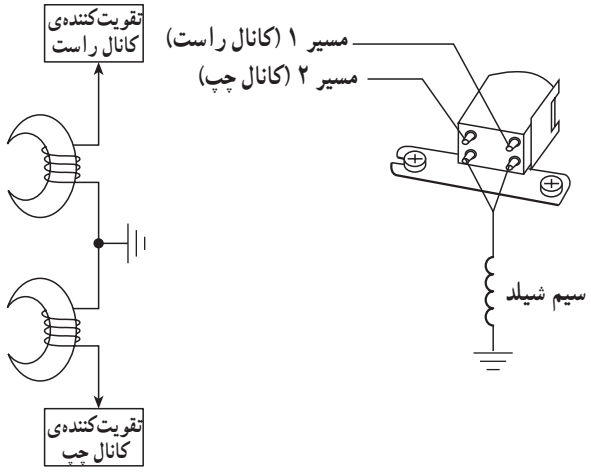
شکل ۴۷ــ۱ــ سیم‌بندی هد

پاسخ:

■ نام هد با این نوع سیم‌بندی را بنویسید.

پاسخ:

■ آیا سیم‌بندی هِد دستگاه مانند شکل (۴۸ــ۱) است؟



شکل ۴۸ــ۱

ــ نام هد را بنویسید.

پاسخ:

■ سیم‌های متصل به هد را با هویه آزاد کنید.

■ با استفاده از اهم‌متر، مقدار اهمی سیم‌پیچ هد را اندازه بگیرید (شکل ۴۹ــ۱). از اهم‌متر در رنج مناسب استفاده کنید.

شکل ۴۹ــ۱ــ اندازه‌گیری مقاومت هِد برای تعیین قطع‌شدگی، اتصال کوتاه و یا اتصال به نقطه‌ی زمین

■ مقادیر اندازه‌گیری شده را یادداشت کنید.

■ *درصورتی که هد استریو است آیا مقاومت اهمی سیم‌پیچ‌های چپ و راست با هم برابرند؟* .....

$R = ?\cdots\Omega$

Coil Mono

اگر هد استریو باشد

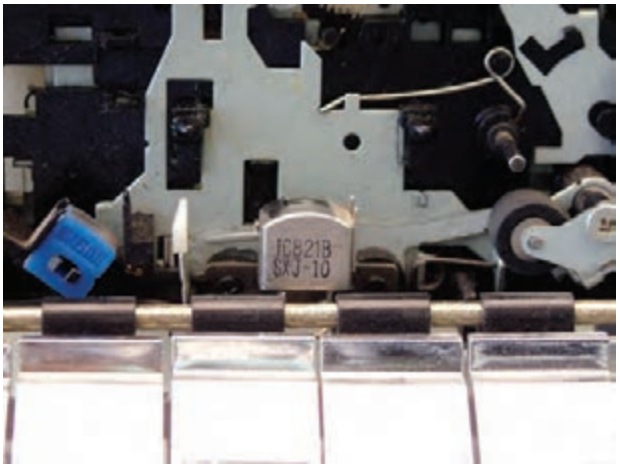
$R = ?\cdots\Omega$

Coil Right

$R = ?\cdots\Omega$

Coil left

■ هِد پاک‌کننده را بر روی دِک پیدا کنید (شکل ۵۰ــ۱).



شکل ۵۰ــ۱

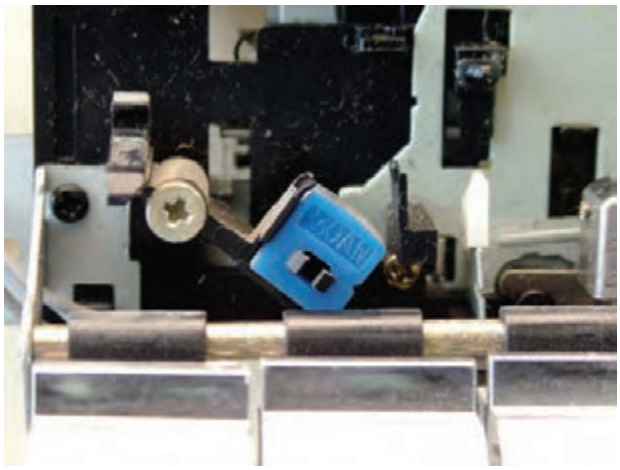
■ مشخص کنید این هد در کدام طرف کلید paly قرار دارد؟ راست یا چپ؟

■ علت قرار گرفتن هد در این محل را شرح دهید.

پاسخ:

■ نوع هِد پاک‌کننده را مشخص کنید.

آیا هد از نوع آهن‌ربای دائمی است؟ .....
آیا هد از نوع AC/DC می‌باشد؟ .....



شکل ۵۱ــ۱

■ چگونه می‌توان نوع هِد پاک‌کننده DC را از هد پاک‌کننده AC تشخیص داد؟

■ مقاومت هِد پاک‌کننده را اندازه بگیرید.

$R = ?\cdots\Omega$

Erase Head

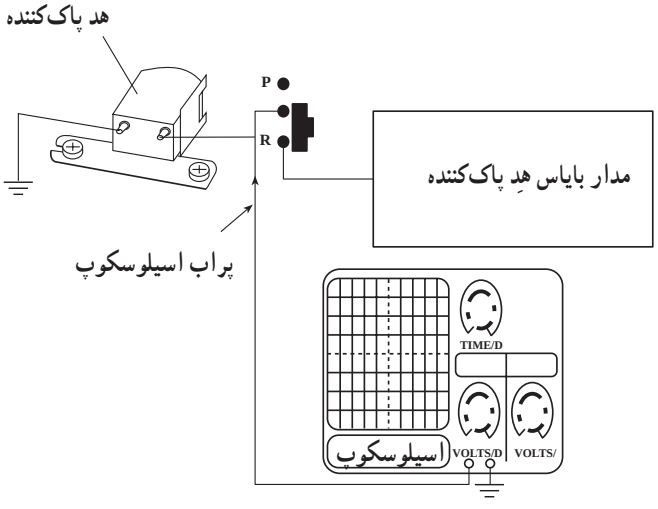
پاسخ:

■ دستگاه را برای روشن کردن آماده کنید.

■ دستگاه را روشن کنید.

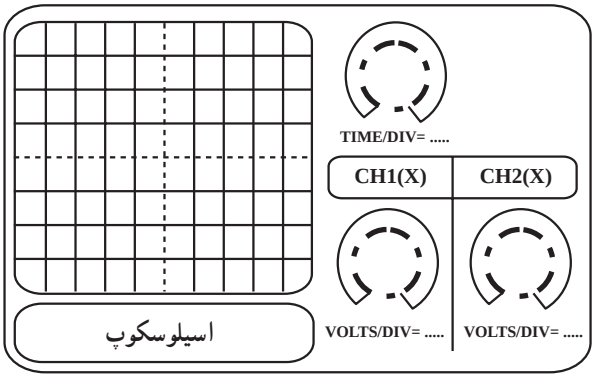
■ کلید play و Record را با آزاد کردن ضامن کلید play و Record به‌طور هم‌زمان فشار دهید. (در این مرحله از مُربی خود کمک بخواهید)

■ هد پاک‌کننده را مطابق شکل (۵۲ــ۱) به اسیلوسکوپ اتصال دهید.



شکل ۵۲ــ۱ــ مدار اتصال اسیلوسکوپ به هد پاک‌کننده

■ با تنظیم Time/DIV و volt/DIV اسیلوسکوپ شکل موج دوسر هد را مشاهده کنید و روی شکل (۵۳ــ۱) ترسیم کنید.



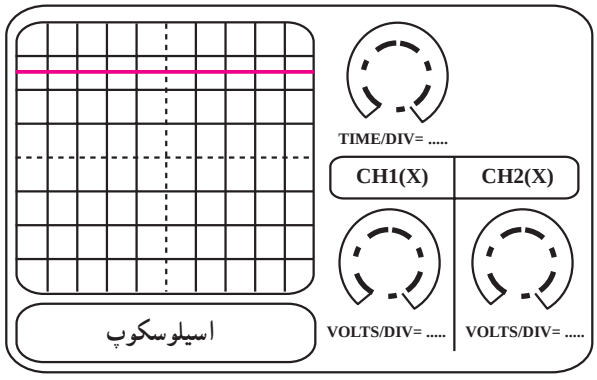
شکل ۵۳ــ۱

■ اگر شکل موج مانند شکل (۵۴ــ۱) بود نام هدِ پاک‌کننده را بنویسید.

پاسخ: _____

■ ولتاژ دو سر هد را اندازه‌گیری کنید و مقدار آن‌را بنویسید.

$V_{Head} = ?\cdots V$



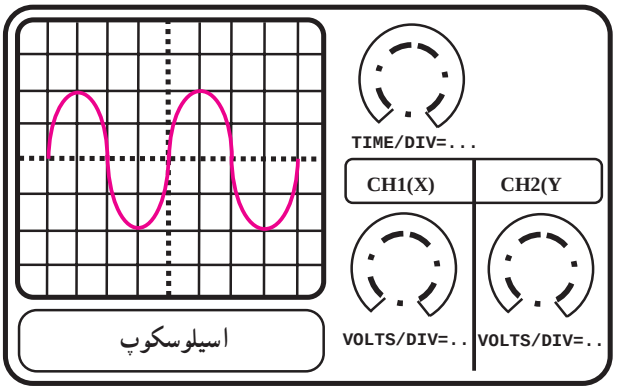
شکل ۵۴ــ۱

■ اگر شکل موج مشابه شکل(۵۵ــ۱) را بر روی اسیلوسکوپ مشاهده می‌کنید نام هدِ پاک‌کننده را بنویسید.

پاسخ: _____

■ ولتاژ دو سر هد و فرکانس سیگنال بایاس هد پاک‌کننده را اندازه‌گیری کنید و مقادیر آن‌ها را بنویسید.

$Vp - p_{Head} = ?\cdots V$
$F = ?\cdots Hz$



شکل ۵۵ــ۱

۶ــ۵ــ۱ــ خودآزمایی

■ آیا از شکل ظاهری هد می‌توان نوع آن‌را تشخیص داد؟ توضیح دهید.

پاسخ:

■ چرا مقدار فرکانس سیگنال هدِ پاک‌کننده در محدوده‌ی فرکانس‌های صوتی (۲۰Hz ــ ۲۰kHz) نیست؟ شرح دهید.

پاسخ:

آزمون پایانی (۱)

۱ــ برای تشخیص قطب‌های یک آهن‌ربا از کدام روش استفاده می‌شود؟

الف ــ با براده‌های آهن　　ب ــ نزدیک کردن یک آهن‌ربای دیگر به آن

ج ــ قطب‌نما　　د ــ با یک تیغه‌ی فلزی

۲ــ با آویختن یک آهن‌ربای تیغه‌ای می‌توان..... آن را تشخیص داد.

الف ــ میدان مغناطیسی　　ب ــ خطوط قوای مغناطیسی

ج ــ شدت میدان جاذبه‌ی زمین　　د ــ قطب‌های S و N

۳ــ یک میله‌ی آهنی از چه طریقی آهن‌ربای موقتی می‌شود؟

الف ــ قرار گرفتن میله‌ی آهنی در میدان مغناطیسی

ب ــ عبور جریان الکتریکی از میله‌ی آهنی

ج ــ قرار گرفتن در اطراف یک سیم حامل جریان

د ــ قرار گرفتن میله در درون سیم‌پیچ جریان‌دار

۴ــ هدِهای مغناطیسی براساس..... عمل ضبط و پخش سیگنال را انجام می‌دهند.

الف ــ جریان الکتریکی　　ب ــ القای مغناطیسی

ج ــ جریان الکتریکی القایی　　د ــ آهن‌ربای موقتی و القای مغناطیسی

۵ــ خطوط قوای مغناطیسی هد ضبط، مشابه کدام آهن‌ربا است؟

الف ــ آهن‌ربای میله‌ای　　ب ــ خطوط قوای مغناطیسی سیم حامل جریان

ج ــ خطوط قوای مغناطیسی آهن‌ربای U شکل　　د ــ خطوط قوای سیم‌پیچ حامل جریان

۶ــ در هنگام ضبط سیگنال صوتی کدام هد دستگاه ضبط‌صوت سطح نوار را مطابق با سیگنال صدا مغناطیس می‌کند؟

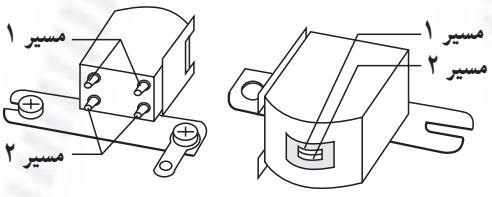
الف ــ هد پاک‌کننده　　ب ــ هد پخش　　ج ــ هد پاک‌کننده و پخش　　د ــ هد ضبط

۷ــ یک آهن‌ربای دائمی می‌تواند یک هد..... باشد.

الف ــ ضبط و پخش سیگنال　　ب ــ پاک‌کننده

ج ــ ضبط سیگنال　　د ــ پخش سیگنال

۸ــ نام هد شکل مقابل کدام است؟



الف ــ هد پاک‌کن AC　　ب ــ هد چهارپین مونو

ج ــ هد چهارپایه استریو　　د ــ هد مونو و پاک‌کن

۹ــ هد ۳ پایه توانایی..... سیگنال را دارد.

الف ــ پخش　　ب ــ پاک کردن، پخش، ضبط

ج ــ ضبط　　د ــ پاک کردن

۱۰ــ هد ۸ پایه در کدام سیستم ضبط‌صوت به‌کار می‌رود؟

الف ــ مونو　　ب ــ Auto Reverse

ج ــ استریو　　د ــ مونو و استریو

۱۱ــ اشباع مغناطیسی اساس کار کدام هد است؟ توضیح دهید.

۱۲ــ مقاومت اهمی سیم‌پیچ هد DC حدوداً چند اهم است؟

۱۳ــ مدار فرکانس بالا برای کدام هد به‌کار می‌رود؟ توضیح دهید.

۱۴ــ به چه دلیل فرکانس بالاتر از محدوده‌ی فرکانس صوتی است؟

خودآزمایی عملی

درصورتی که زمان اضافی داشتید، مراحل اجرای کار عملی شماره «۱» را روی چند نمونه دستگاه ضبط‌صوت دیگر انجام دهید.

فصل دوم

توانایی بررسی ضبط صدا

هدف کلی

بررسی نحوه‌ی ضبط صدا در دستگاه‌های ضبط‌صوت

هدف‌های رفتاری: فراگیر پس از پایان این فصل قادر خواهد بود:

۱ــ نحوه‌ی ضبط صدا را بیان کند.
۲ــ خواص مغناطیسی مواد را تشریح کند.
۳ــ منحنی مغناطیسی مواد را تشریح کند.
۴ــ جریان بایاس انواع هدها را بررسی کند.
۵ــ اصول کار تقویت‌کننده‌های ضبط و پخش سیگنال صوتی را شرح دهد.
۶ــ اصول کار تقویت‌کننده‌های ضبط‌های مونو و استریو را تشریح کند.
۷ــ منحنی پاسخ فرکانسی ضبط و پخش نوار را به‌دست آورد.
۸ــ سیستم مونو را با استریو مقایسه کند.

ساعات آموزش

نظری	عملی	جمع
۵	۶	۱۱

پیش‌آزمون (۲)

۱ــ دستگاه‌های ضبط‌صوت می‌توانند صداها را به‌صورت..... ضبط می‌کنند.

الف ــ مونو　　ب ــ استریو　　ج ــ مونو و استریو　　د ــ مونو، استریو، چندکاناله

۲ــ اجسام از نظر نفوذپذیری مغناطیسی به چند دسته تقسیم می‌شوند؟

الف ــ (۳)　　ب ــ (۱)　　ج ــ (۴)　　د ــ (۲)

۳ــ منحنی مغناطیسی اجسام بیانگر..... اجسام است.

الف ــ هادی بودن　ب ــ عایق بودن　　ج ــ نفوذپذیری مغناطیسی　　د ــ شدت میدان مغناطیسی

۴ــ جریان بایاس هد به منظور..... است.

الف ــ تقویت میدان مغناطیسی　　ب ــ تقویت سیگنال الکتریکی

ج ــ حذف اعوجاج سیگنال　　د ــ پخش سیگنال صوتی

۵ــ تقویت‌کننده‌ی دستگاه ضبط‌صوت جهت تقویت سیگنال صوتی در زمان..... است.

الف ــ ضبط و پخش　　ب ــ پخش　　ج ــ ضبط　　د ــ پاک کردن

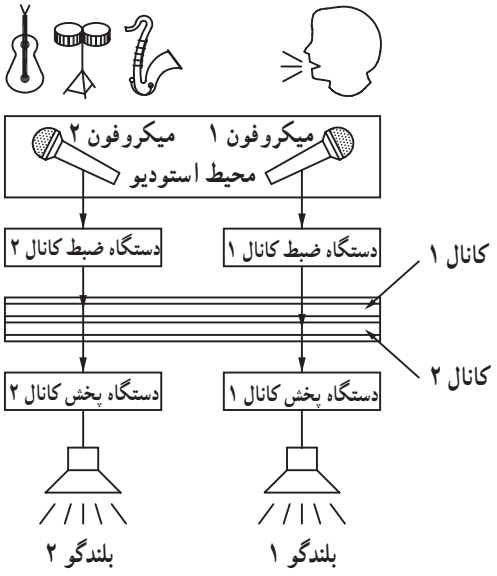
۶ــ تقویت‌کننده‌ی پوش ــ پول یک تقویت‌کننده‌ی قدرت است و در کلاس..... کار می‌کند.

الف ــ A　　ب ــ AB　　ج ــ B　　د ــ C

۱ــ۲ــ آشنایی با اصول ضبط صدا

۱ــ۱ــ۲ــ اطلاعات کلی: ضبط‌صوت‌ها دستگاه‌هایی هستند که برای ضبط سیگنال‌های صوتی بر روی نوار مغناطیسی طراحی و ساخته شده‌اند.

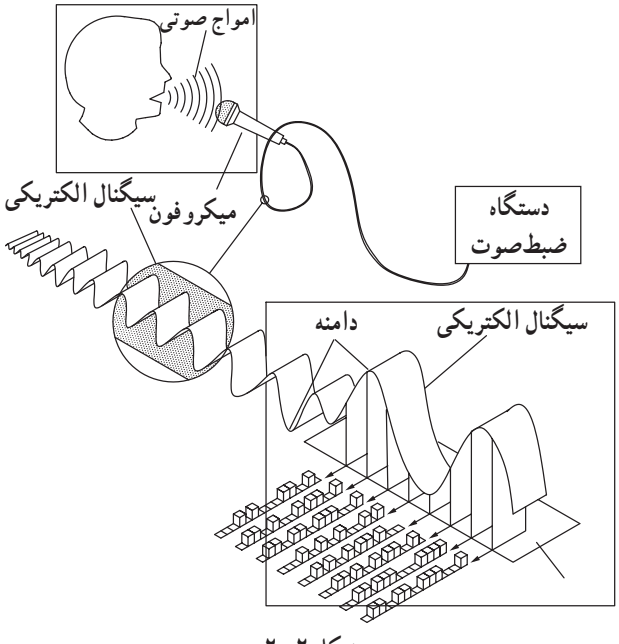
صدا بعد از برخورد به میکروفون تبدیل به سیگنال‌های الکتریکی می‌شود و به دستگاه ضبط می‌رسد. در دستگاه ضبط‌صوت صدا تقویت می‌شود و از طریق هد به‌صورت میدان مغناطیسی روی ذرات مغناطیسی نوار ضبط می‌شود. ضبط‌صوت‌ها می‌توانند مونو، استریو، چهار باندی، هشت باندی و شانزده باندی باشند. ضبط‌صوت‌های مونو و استریو کاربرد معمولی و تجاری دارند و در دستگاه‌های خانگی استفاده می‌شوند. ضبط‌صوت‌های چند باندی معمولاً برای صدابرداری در استودیو و ارکسترهای موسیقی به‌کار می‌روند (شکل ۱ــ۲). در این روش صدای هریک از سازهای موسیقی را روی یکی از باندها ضبط می‌کنند.



شکل ۱ــ۲ــ فرآیند ضبط صدا در استودیو

۲ــ۱ــ۲ــ ضبط صدا: اولین بار محققی به‌نام ولادمیرپولسون از کشور دانمارک دستگاهی را ساخت که از طریق حرکت سریع یک سیم فولادی از مقابل یک سیم‌پیچ مخصوص می‌توانست سیگنال صدا را ضبط کند.

بعد از وی بسیاری از دانشمندان سعی کردند برای ضبط صدا، به‌جای سیم فولادی از نوار مغناطیسی استفاده کنند. بالأخره درسال ۱۹۳۹ آلمانی‌ها یک نوع نوار پلاستیکی و مقاوم که با ذرات مغناطیسی پوشیده شده بود را تولید کردند. در شکل (۲ــ۲) نحوه‌ی ضبط سیگنال صوتی بر روی نوار مغناطیسی را مشاهده می‌کنید. در این سیستم ابتدا امواج مکانیکی صوتی توسط میکروفون به سیگنال الکتریکی تبدیل سپس به‌صورت میدان مغناطیسی بر روی ذرات سطح نوار ضبط می‌شود. امروزه امکان ضبط، پخش و پاک کردن مجدد صدا از روی نوار با ساده‌ترین شرایط وجود دارد. برای آن‌که بتوانید تئوری ضبط مغناطیسی صدا را بهتر درک کنید نیاز به آشنایی مختصری با خواص مغناطیسی مواد و منحنی مغناطیسی دارید.



شکل ۲ــ۲

۳ــ۱ــ۲ــ خواص مغناطیسی مواد: مقدار ضریب نفوذپذیری مغناطیسی هر ماده تا حد زیادی خواص مغناطیسی آن‌را مشخص می‌کند. از نظر مقدار ضریب نفوذپذیری مغناطیسی، مواد به سه گروه تقسیم می‌شوند :

الف ــ مواد فرّومغناطیسی[۱]

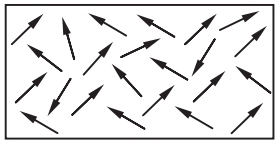
ب ــ مواد پارامغناطیسی[۲]

ج ــ مواد دیا مغناطیسی[۳]

مواد فرّومغناطیس

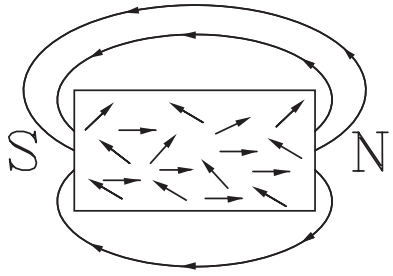
مواد پارامغناطیس

مواد دیا مغناطیس

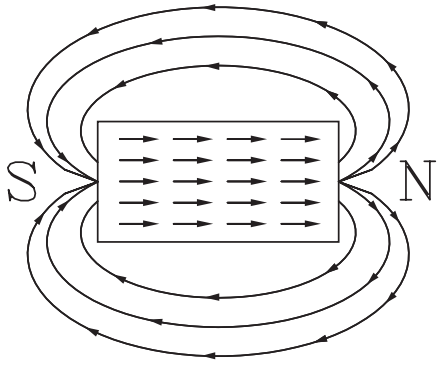


شکل ۳ــ۲ــ قطعه‌ی فرومغناطیس در خارج از میدان مغناطیسی

الف ــ مواد فرّومغناطیس: اگر این مواد تحت تأثیر میدان‌های مغناطیسی خارجی قرار گیرند (شکل ۳ــ۲)، ذرات مغناطیسی موجود در آن‌ها با میدان خارجی هم‌جهت می‌شود (شکل ۵ــ۲). با جهت گرفتن این ذرات میدان مغناطیسی قوی‌تر می‌شود، شکل‌های (۴ــ۲) و (۵ــ۲) خواص مغناطیسی اجسام فرومغناطیسی را نشان می‌دهند.

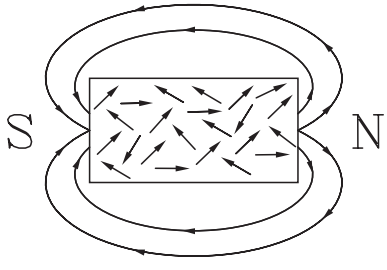


شکل ۴ــ۲ــ قطعه‌ی فرومغناطیس در میدان مغناطیسی ضعیف قرار گرفته است.



شکل ۵ــ۲ــ با افزایش میدان تمام ذرات با میدان مغناطیسی هم‌جهت می‌شوند و باعث افزایش شدت میدان می‌شوند.

ب ــ مواد پارامغناطیس: پارا به معنای شبیه است. مواد پارامغناطیسی وقتی در یک میدان مغناطیسی خارجی قرار می‌گیرند با توجه به مقدار ضریب نفوذی که دارند تا حدی میدان را تقویت می‌کنند، زیرا طبق شکل (۶ــ۲) فقط برخی از ذرات آن‌ها با میدان خارجی هم‌جهت می‌شوند.

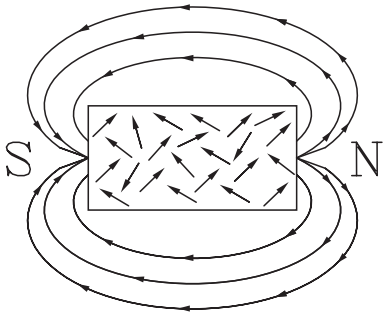


شکل ۶ــ۲ــ یک قطعه‌ی پارامغناطیس در یک میدان مغناطیسی

۱ــ Ferro Magnatic ۲ــ Para Magnatic ۳ــ Dia Magnatic

ج ــ مواد دیامغناطیسی: این اجسام وقتی در میدان مغناطیسی خارجی قرار می‌گیرند، ذرات آن‌ها خاصیت مغناطیسی یک‌دیگر را خنثی می‌کنند و تا حدودی باعث تضعیف میدان خارجی می‌شوند.

شکل (۷ــ۲) یک قطعه دیامغناطیسی را که در میدان خارجی قرار گرفته است نشان می‌دهد.



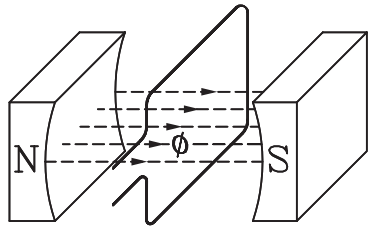
شکل ۷ــ۲ــ یک قطعه ماده دیامغناطیس در میدان مغناطیسی

۴ــ۱ــ۲ــ واحدهای مغناطیس

ــ چگالی فوران مغناطیسی: به مجموع خطوط میدان مغناطیسی در تمام سطح شار مغناطیسی می‌گویند و آن‌را با $\varnothing$ نشان می‌دهند. واحد فلوی مغناطیسی وبر «wber» است. نسبت فوران به سطحی که فوران از آن عبور می‌کند یا مقدار شاری است که از واحد سطح می‌گذرد را چگالی فوران مغناطیسی می‌گویند و با حرف B[1] نشان می‌دهند. واحد چگالی فوران مغناطیسی تسلا (Tesla) است. شکل (۸ــ۲) شار عبوری از یک حلقه‌ی بسته را نشان می‌دهد.

مجموع شار مغناطیسی عبوری از تمام سطح را شار مغناطیسی می‌گویند $\Rightarrow \phi$

ϕ واحد = (ωb) وبر



مقدار شار واحد $\Rightarrow B$ سطح را چگالی میدان می‌گویند و واحد آن تسلا Tesla است.

B واحد = (Tesla) تسلا

ــ شدت میدان مغناطیسی: نسبت چگالی فوران (B) به ضریب نفوذ مغناطیسی اجسام (μ) را شدت میدان مغناطیسی می‌نامند و با H نمایش می‌دهند. H درواقع شدت میدان مغناطیسی در هوا است.

$$H = \frac{B}{\mu}$$

$H \Rightarrow$ شدت میدان ــ واحد آن گوس است Gauss

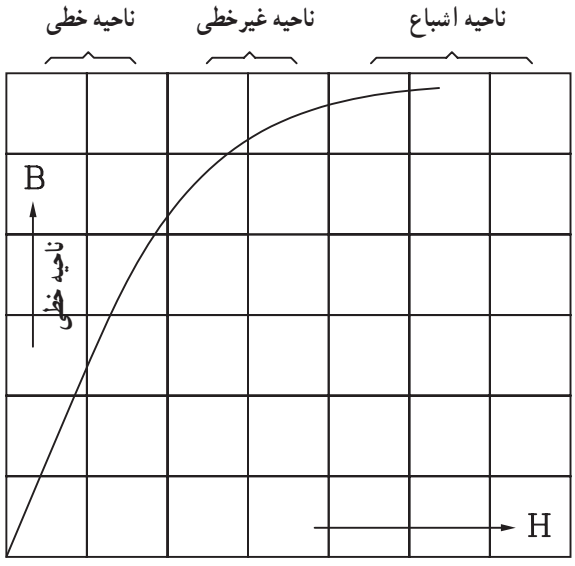
شکل ۸ــ۲ــ مفهوم شار مغناطیسی چگالی و شدت میدان

۱ــ $\vec{B} = \frac{\varnothing}{A} = \frac{wb}{m^2} = \frac{\text{وبر}}{\text{مترمربع}} = Tesla$

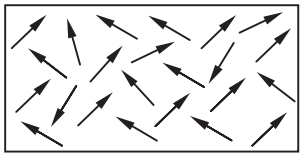
۵ــ۱ــ۲ــ منحنی مغناطیسی در حلقه‌ی هیسترزیس

(پس‌ماند): رابطه‌ی خطی ($B = \mu H$) بین چگالی فوران و شدت میدان با منحنی مغناطیسی یا منحنی اشباع مغناطیسی نشان داده می‌شود.

این منحنی در شکل (۹ــ۲) نشان داده شده است. در این منحنی μ ضریب نفوذپذیری مغناطیسی اجسام و H شدت میدان مغناطیسی است. در منحنی چگالی فوران مغناطیسی B به‌عنوان تابع روی محور عمودی و شدت میدان مغناطیسی (H) به‌عنوان متغیر روی محور افقی تعریف شده است. این منحنی دارای سه ناحیه خطی و غیرخطی و اشباع است. در ناحیه خطی با افزایش H چگالی فوران B با ضریبی ثابت افزایش می‌یابد. درناحیه غیرخطی با افزایش شدت میدان H چگالی فوران افزایش کمتری دارد و به‌صورت غیرخطی است. در ناحیه سوم یا ناحیه اشباع با افزایش شدت میدان H چگالی فوران تغییرات بسیار ناچیزی دارد.

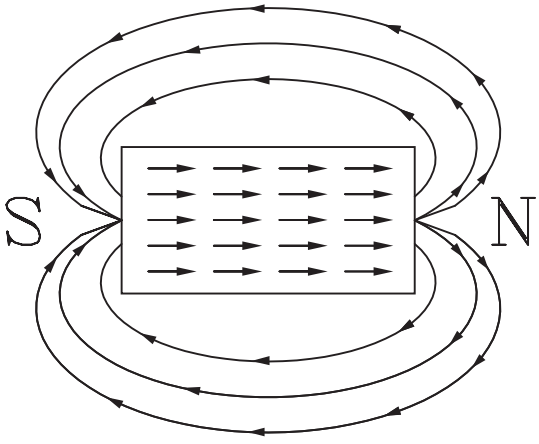


شکل ۹ــ۲ــ منحنی اشباع مغناطیسی



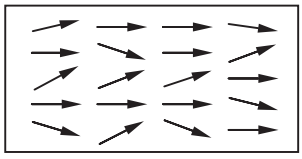
شکل ۱۰ــ۲ــ قطعه فرومغناطیس خارج از میدان مغناطیسی

مواد فرومغناطیسی در شرایط طبیعی طبق شکل (۱۰ــ۲) دارای ذراتی مغناطیسی با جهت‌های متفاوت و ناهماهنگ هستند. هنگامی که این ذرات در میدان مغناطیسی قرار می‌گیرند منطبق با جهت میدان مغناطیسی منظم می‌شوند (شکل ۱۱ــ۲).



شکل ۱۱ــ۲ــ قطعه فرومغناطیس در داخل میدان مغناطیسی

با قطع شدن میدان مغناطیسی خارجی، اکثر ذرات جسم فرّومغناطیسی در جهت خطوط قوای مغناطیسی باقی می‌مانند، به این خاصیت پس‌ماند مغناطیسی گویند. شکل (۱۲ــ۲) یک قطعه فرّومغناطیس را که از میدان مغناطیسی خارج شده است، نشان می‌دهد.



شکل ۱۲ــ۲ــ قطعه فرومغناطیس پس از خارج شدن از میدان مغناطیسی

در شکل (۱۳ــ۲) با افزایش شدت میدان H، چگالی فوران B مسیر oabc را طی می‌کند و باعث تغییر جهت ذرات و هماهنگ شدن آن‌ها با جهت میدان می‌شود. این منحنی مشابه منحنی شکل (۹ــ۲) است.

با کاهش شدت میدان (مسیر برگشت منحنی) مقدار B کم می‌شود و منحنی مسیر cd را طی می‌کند. با صفر شدن شدت میدان پس‌ماند مغناطیسی Br صفر نمی‌شود و در حد od باقی می‌ماند. مقدار od را پس‌ماند مغناطیسی می‌گویند که آن‌را با Br نشان می‌دهند.

برای خنثی کردن این پس‌ماند باید میدان مغناطیسی خنثی‌کننده H_c به مدار داده شود.

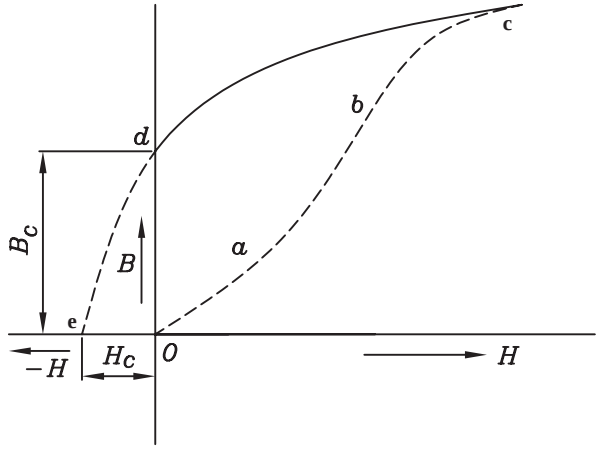
چنان‌چه جهت شدت میدان H را عوض کنیم و در جهت مخالف (منفی) افزایش دهیم چگالی شار مغناطیسی کاهش می‌یابد. در منحنی شکل (۱۴ــ۲) با افزایش H در جهت مخالف ابتدا مسیر de طی می‌شود و مقدار B را به صفر می‌رساند. اگر افزایش میدان را در جهت مخالف ادامه دهیم مجدداً مقدار B در جهت مخالف زیاد می‌شود تا به نقطه f می‌رسد. (مسیر ef) با کاهش میدان منحنی fg طی می‌شود.

در نقطه g میدان H صفر و پس‌ماند مغناطیسی در جهت حالت قبل و به اندازه og است. به منحنی شکل (۱۴ــ۲ــ الف) که مسیر بسته hcdefgh حلقه‌ی پس‌ماند مغناطیسی یا حلقه هیسترزیس می‌گویند.

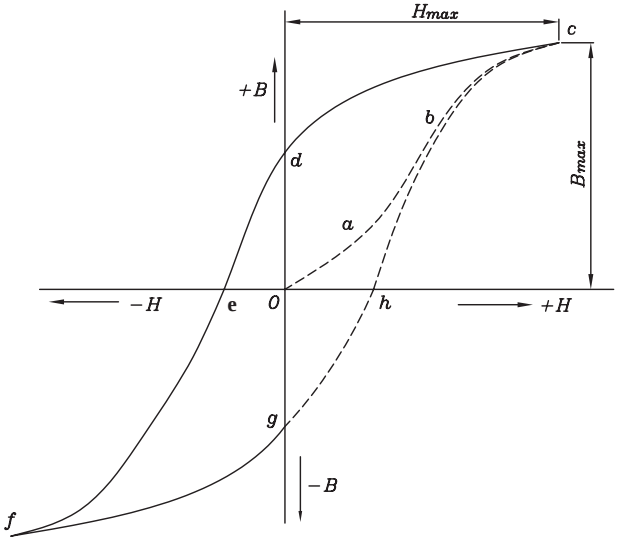
در نوارهای ضبط‌صوت که معمولاً ذرات آهن دارند برای ضبط سیگنال صوتی از خاصیت پس‌ماند مغناطیسی استفاده می‌شود.

به منظور از بین بردن پس‌ماند مغناطیسی ناشی از سیگنال صوتی ضبط شده بر روی ذرات مغناطیسی نوار باید عملی انجام شود تا ذرات مغناطیسی از حالت منظم خود خارج شوند.

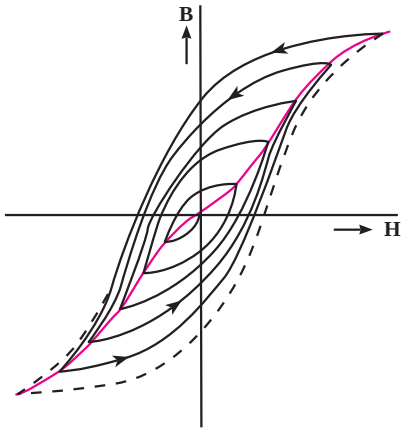
برای این کار بایستی نوار در یک میدان مغناطیسی متناوب که به‌تدریج از شدت آن کاسته می‌شود قرار گیرد. هم‌چنین می‌توان نوار را به‌آرامی از زیر یک میدان مغناطیسی متناوب عبور داد (شکل ۱۴ــ۲ــ ب). از این روش که در مبحث بعدی بــه آن خواهیم پرداخت، برای هد پاک‌کننده نوار استفاده می‌شود.



شکل ۱۳ــ۲ــ نمایش چگالی فوران پس‌ماند B_r و شدت میدان خنثی‌کننده H_c

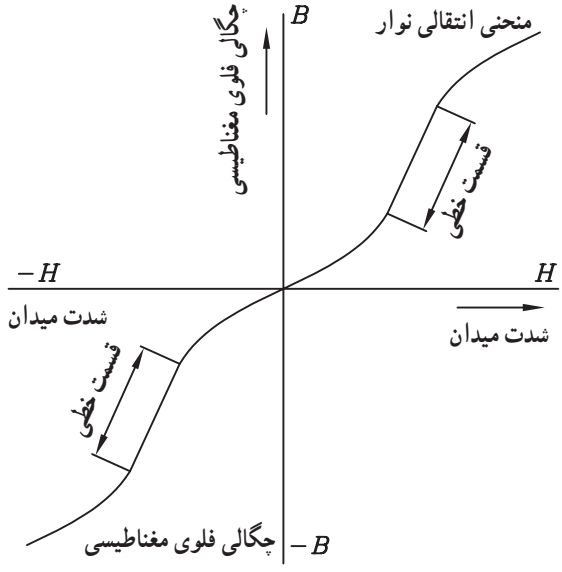


شکل ۱۴ــ۲ــ الف ــ نمایش حلقه هیسترزیس مواد فرومغناطیسی



شکل ۱۴ــ۲ــ ب ــ نمایش تغییرات حلقه هیسترزیس هنگام ازبین بردن اثر پس‌ماند

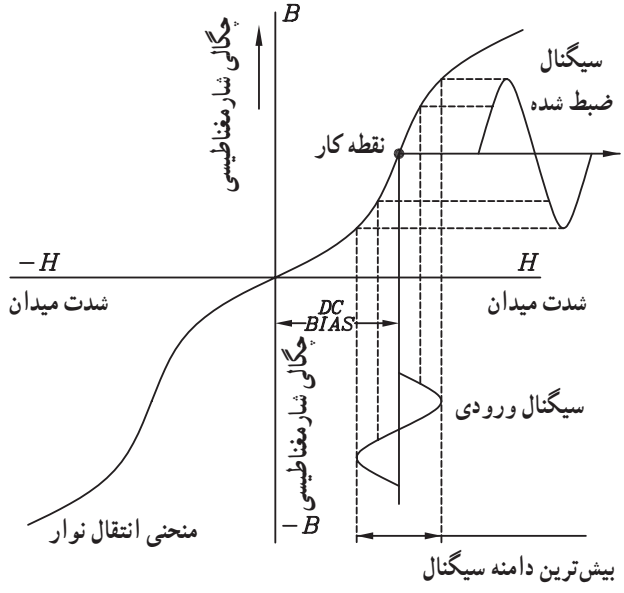
۶ــ۱ــ۲ــ جریان بایاس Bias current: اگر به منحنی پس‌ماند مغناطیسی[1] شکل (۱۵ــ۲) که مربوط به یک نوار ضبط‌صوت یا ماده فرّومغناطیسی است دقت کنیم، می‌بینیم که این منحنی در قسمت شروع و انتها خطّی نیست. این پدیده باعث می‌شود که سیگنال صدا در زمان پخش، مشابه سیگنال ضبط شده‌ی اولیه نباشد و منحنی جریان بایاس دچار اعوجاج شود. برای حل این مشکل باید از قسمت خطی منحنی مغناطیسی استفاده کنیم. برای رسیدن به این هدف سیگنال صوتی اصلی را بر روی یک سیگنال DC یا سیگنال فرکانس بالا سوار می‌کنیم. به این ترتیب عملاً از منحنی استفاده می‌شود و اعوجاج[2] ناشی از غیرخطی بودن از بین می‌رود.



شکل ۱۵ــ۲ــ منحنی انتقالی نوار یا جریان بایاس (پس‌ماند مغناطیسی)

۷ــ۱ــ۲ــ پیش‌مغناطیس کردن با جریان مستقیم (بایاس DC): همان‌طور که اشاره شد برای جلوگیری از غیرخطی شدن سیگنال صوتی باید سیگنال موردنظر در قسمت خطی منحنی انتقالی نوار قرار گیرد. برای این منظور طبق شکل (۱۶ــ۲) سیگنال صوتی را روی یک ولتاژ DC سوار می‌کنند.

عیب این روش این است که در صورت قطع شدن سیگنال صوتی، ولتاژ DC بایاس باعث مغناطیس شدن ذرات نوار می‌شود که نتیجه‌ی مغناطیس شدن ذرات نوار، پخش نویز به‌صورت صدای «هیس» از بلندگو می‌باشد. از این‌رو امروزه برای بایاس کردن هد از جریان بایاس DC استفاده نمی‌کنند.

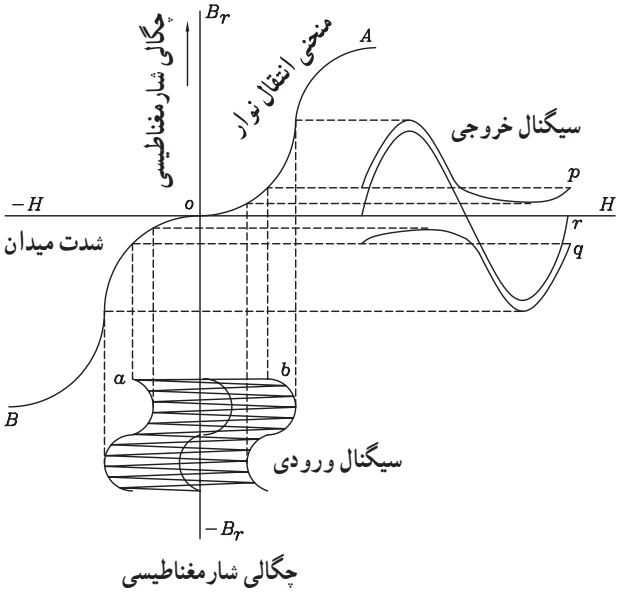


شکل ۱۶ــ۲ــ بایاس هد با استفاده از ولتاژ DC

۱ــ منحنی چگالی شارمغناطیسی برحسب میدان مغناطیسی را منحنی انتقالی نوار ضبط‌صوت می‌گویند.

۲ــ اعوجاج کلمه فارسی Distortion و به معنی کج و معوج شدن است.

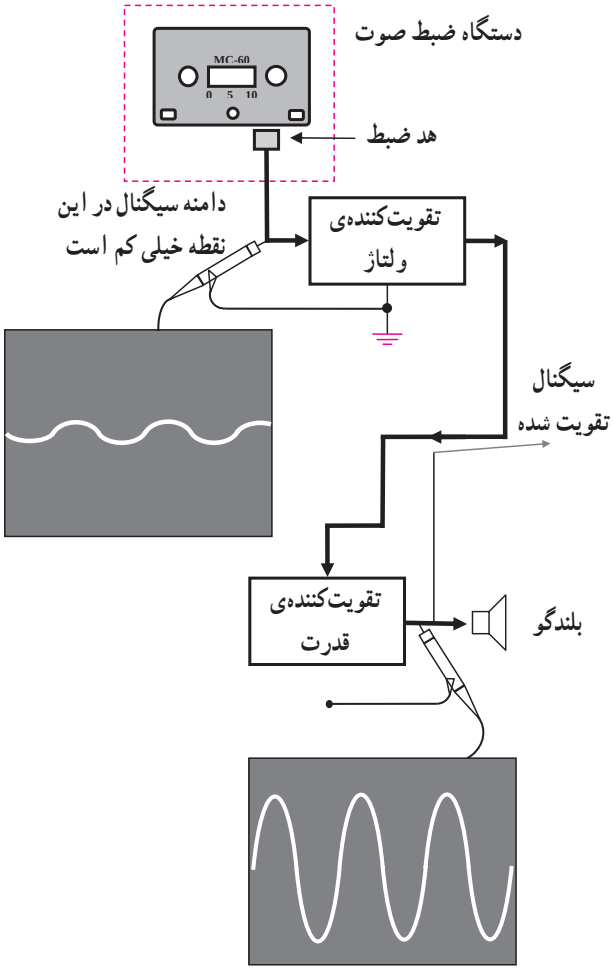
۸ــ۱ــ۲ــ پیش‌مغناطیس کردن با فرکانس بالا (بایاس AC): برای از بین بردن عیب ناشی از بایاس DC هد، سیگنال صوتی را مطابق شکل (۱۷ــ۲) بر روی یک سیگنال متناوب (AC) با فرکانس بالا سوار می‌کنند. هنگامی که نوار مغناطیسی به آهستگی از شکاف هد عبور می‌کند سیگنال فرکانس بالا (بایاس AC) سبب می‌شود که خاصیت مغناطیسی ذرات از منحنی مشخصه‌ی هیسترزیس که مرتباً کوچک می‌شود پیروی کند و پس‌ماند مغناطیسی ناشی از بایاس بر روی نوار را به صفر برساند.



شکل ۱۷ــ۲ــ بایاس AC هد

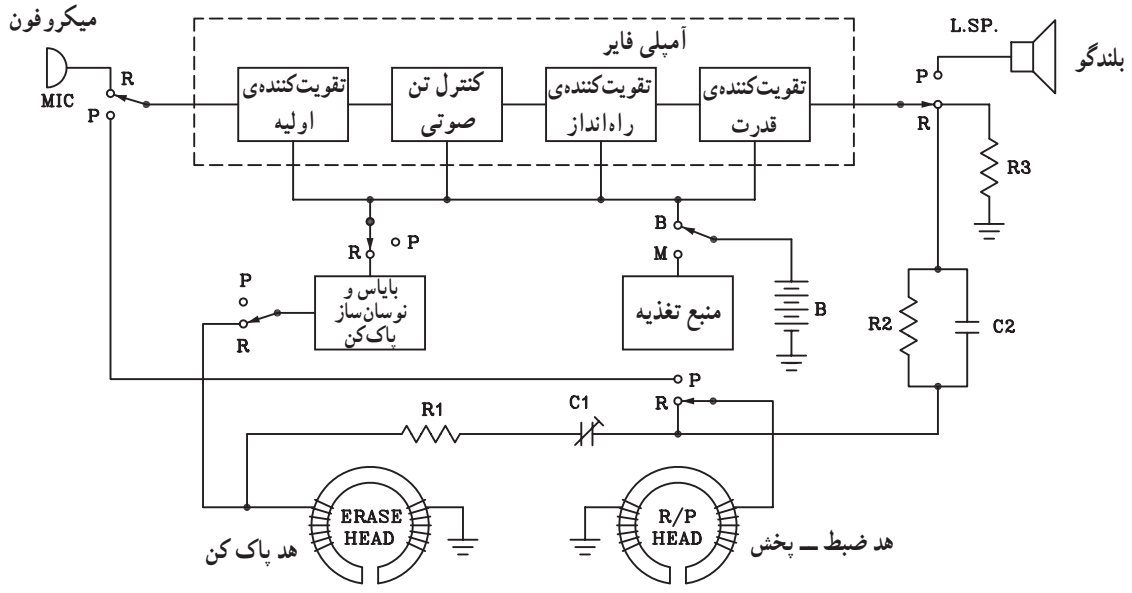
۲ــ۲ــ آشنایی با تقویت‌کننده ضبط صوت

۱ــ۲ــ۲ــ بلوک دیاگرام تقویت‌کننده‌ی ضبط‌صوت: سیگنال صوتی ضبط شده بر روی نوار در بازسازی توسط هدِ پخش دستگاه ضبط‌صوت دارای دامنه‌ی بسیار ضعیفی است، برای این‌که صدا از بلندگو شنیده شود، باید آن‌را تقویت کرد. شکل (۱۸ــ۲) بلوک دیاگرام قسمت تقویت‌کننده‌ی سیگنال و پخش صوت را نشان می‌دهد.



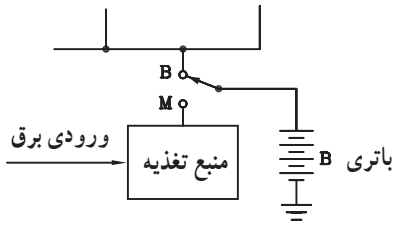
شکل ۱۸ــ۲ــ بلوک دیاگرام دستگاه ضبط‌صوت

مدارهای الکترونیکی دستگاه‌های ضبط‌صوت ساده شامل منبع تغذیه، بایاس نوسان‌ساز و تقویت‌کننده است. در شکل (۱۹ــ۲) بلوک دیاگرام کامل یک ضبط‌صوت را مشاهده می‌کنید.



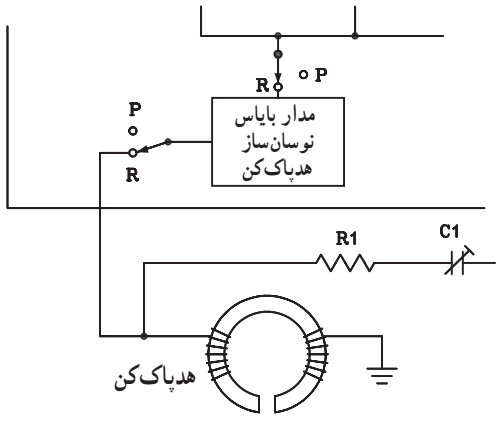
شکل ۱۹ــ۲ــ بلوک دیاگرام یک نمونه دستگاه ضبط صوت مونو

الف ــ منبع تغذیه: وظیفه این بخش تأمین ولتاژ DC سایر طبقات است. همان‌طور که در شکل (۲۰ــ۲) مشاهده می‌شود منبع تغذیه شامل قسمت‌های برق شهر و باتری است.



شکل ۲۰ــ۲ــ قسمت منبع تغذیه

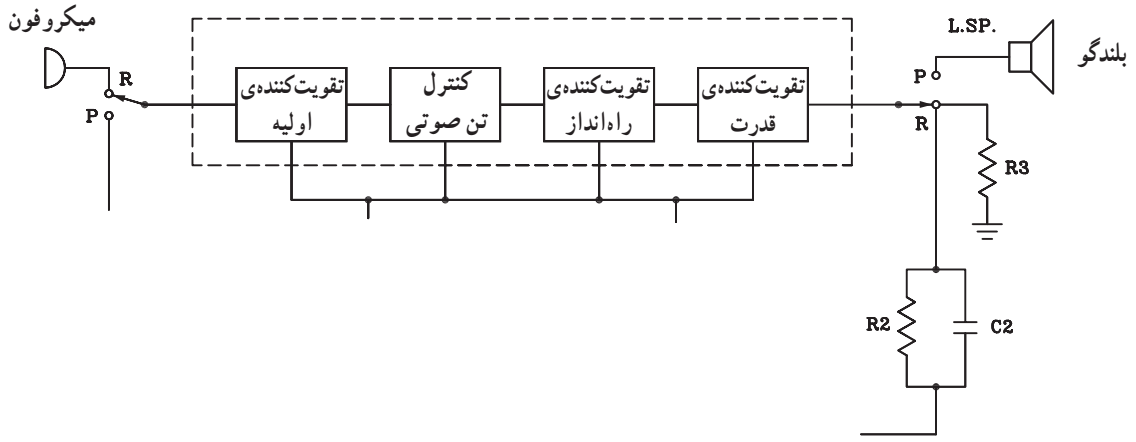
ب ــ مدار بایاس نوسان‌ساز: این مدار مربوط به هد پاک‌کننده ضبط است که در آن فرکانس سیگنال الکتریکی با فرکانس بالاتر از طیف فرکانس صوتی که محدوده‌ی ۴۵ تا ۱۲۰ کیلوهرتز تولید می‌شود (شکل ۲۱ــ۲).



شکل ۲۱ــ۲ــ مدار بایاس هد و نوسان‌ساز

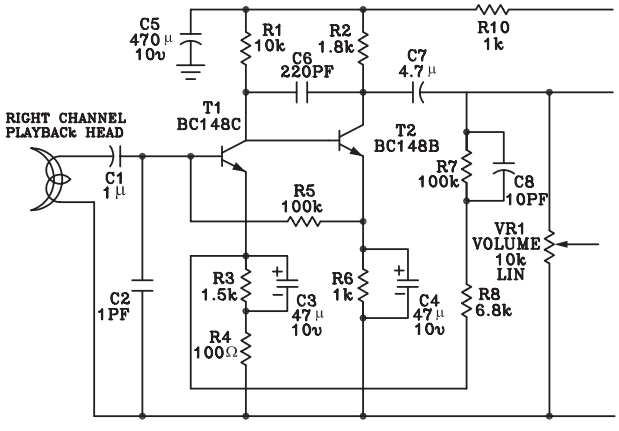
ج ــ مدار تقویت‌کننده‌ی صوت: در این مدار سیگنال صوتی میکروفون در زمان ضبط و سیگنال صوتی هِد در زمان پخش تقویت می‌شود.

مدار تن کنترل یا اکولایزر به منظور تنظیم زیر و بم صدا در نظر گرفته شده است و دامنه صداهای با فرکانس پایین و بالای موسیقی را کنترل می‌کند.



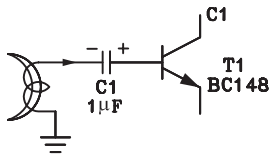
شکل ۲۲ــ۲ــ مدار تقویت‌کننده‌ی صوتی

۲ــ۲ــ۲ــ تقویت‌کننده‌ی ضبط‌صوت(پری‌آمپلی‌فایر): شکل (۲۳ــ۲) نقشه مدار الکترونیکی تقویت‌کننده اولیه ضبط‌صوت را نشان می‌دهد.



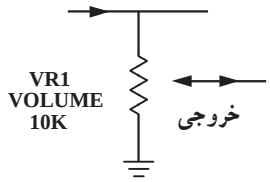
شکل ۲۳ــ۲ــ تقویت‌کننده‌ی اولیه دستگاه ضبط‌صوت

در شکل (۲۴ــ۲) سیگنال الکتریکی خروجی هِد پخش صوت توسط خازن کوپلاژ C_1 به بیس ترانزیستور T_1 اعمال می‌شود.



شکل ۲۴ــ۲ــ مسیر ورودی سیگنال به تقویت‌کننده

سیگنال خروجی تقویت شده طبق شکل (۲۵ــ۲) از سر وسط ولوم گرفته می‌شود.

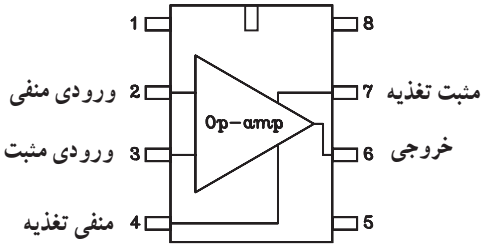


شکل ۲۵ــ۲ــ مسیر خروجی سیگنال تقویت شده

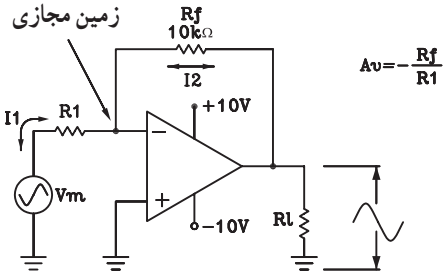
> **توجه:** *جزییات این مدار را در مبحث الکترونیک کار عمومی فراگرفته‌اید. در صورتی که در تحلیل مدار به اشکالی برخورد کردید به پودمان‌های مربوط به الکترونیک کار عمومی مراجعه کنید.*

۳ــ۲ــ۲ــ یادآوری تقویت‌کننده‌های عملیاتی: در تقویت‌کننده‌های نهایی طبقه ضبط‌صوت اغلب از تقویت‌کننده عملیاتی استفاده می‌شود. تقویت‌کننده عملیاتی به دلیل داشتن مقاومت ورودی زیاد، مقاومت خروجی کم و ضریب بهره ولتاژ بزرگ، در مدارهای الکترونیکی کاربرد بسیار دارد.

یکی از پُر کاربردترین تقویت‌کننده‌های عملیاتی آی‌سی LM۷۴۱ است. شماره پایه‌ها و نحوه‌ی اتصال و یک نمونه از آن را در شکل (۲۶ــ۲) ملاحظه می‌کنید.

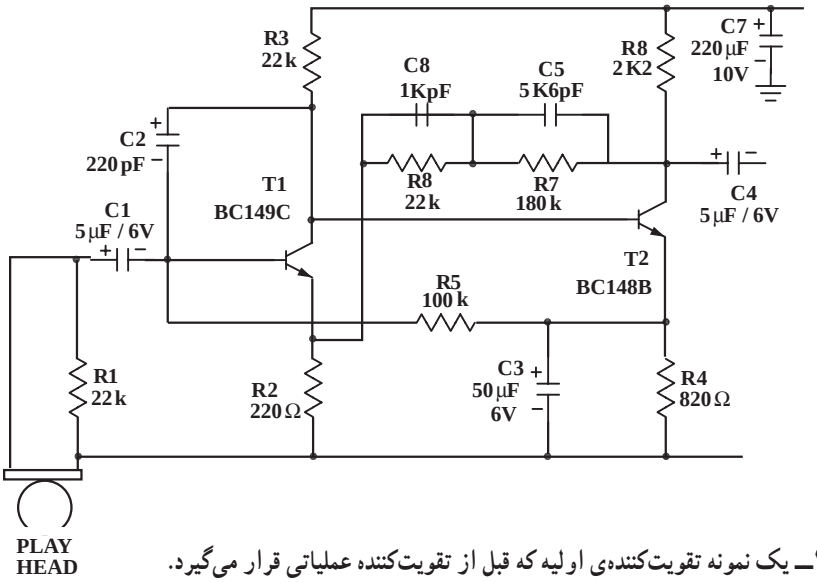


پایه‌های ۷۴۱



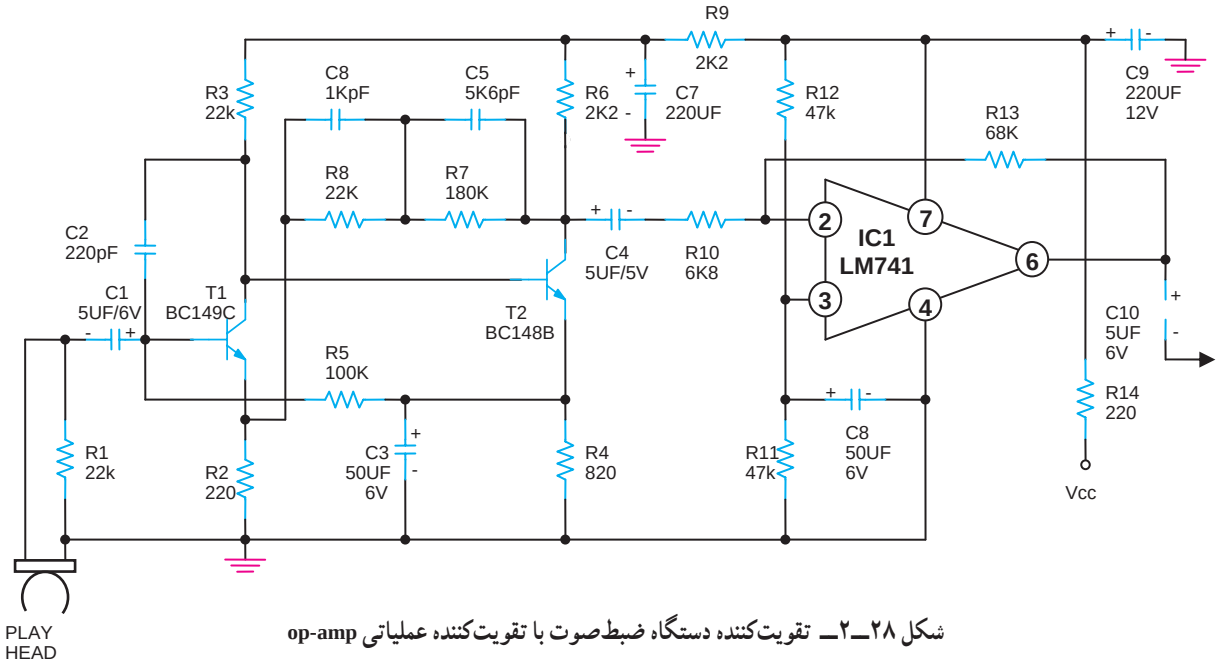
شکل ۲۶ــ۲ــ تقویت‌کننده معکوس‌کننده

در شکل (۲۷ــ۲) نمونه دیگری از مدار تقویت‌کننده اولیه (پری) را می‌بینید. این مدار قبل از تقویت‌کننده عملیاتی قرار می‌گیرد.



شکل ۲۷ــ۲ــ یک نمونه تقویت‌کننده‌ی اولیه که قبل از تقویت‌کننده عملیاتی قرار می‌گیرد.

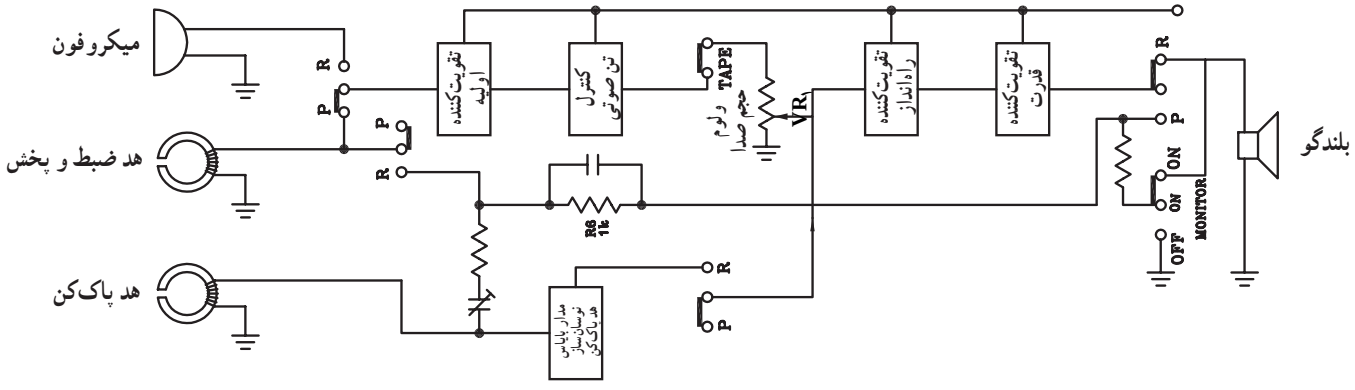
در شکل (۲۸ــ۲) مدار کامل تقویت‌کننده دستگاه ضبط‌صوت توأم با تقویت‌کننده عملیاتی OP-amP نشان داده شده است.



شکل ۲۸ــ۲ــ تقویت‌کننده دستگاه ضبط‌صوت با تقویت‌کننده عملیاتی op-amp

۳ــ۲ــ اصول کار و مقایسه آمپلی‌فایرهای مونو و استریو

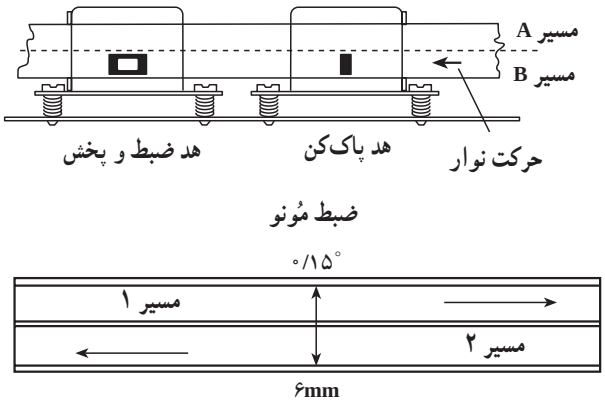
۱ــ۳ــ۲ــ سیستم مونو: برای ضبط و پخش سیگنال در سیستم مونو به یک میکروفون، یک تقویت‌کننده و یک بلندگو نیاز داریم (شکل ۲۹ــ۲).



شکل ۲۹ــ۲ــ بلوک دیاگرام یک نمونه دستگاه ضبط‌صوت مونو

نوار ضبط‌صوت در سیستم مُونو به دو قسمت مساوی در عرض نوار تقسیم می‌شود. هر قسمت را یک مسیر مغناطیسی یا تراک می‌گویند. عرض نوار حدوداً ۴ میلی‌متر یا ۰/۱۵ اینچ است. در شکل (۳۰ــ۲) مسیرها را در نوار مُونو ملاحظه می‌کنید.

هنگامی که در دستگاه ضبط‌صوت کلید ضبط یا پخش را می‌فشارید نوار از چپ به راست حرکت می‌کند. در این حالت سیگنال صوتی از روی تراک ۱، پخش یا روی آن ضبط می‌شود. وقتی که نوار به انتها می‌رسد اگر دستگاه دارای سیستم اتوریورس[1] یا برگشت اتوماتیک باشد از راست به چپ حرکت می‌کند و سیگنال صوتی روی تراک ۲، ضبط یا از روی آن پخش می‌شود.

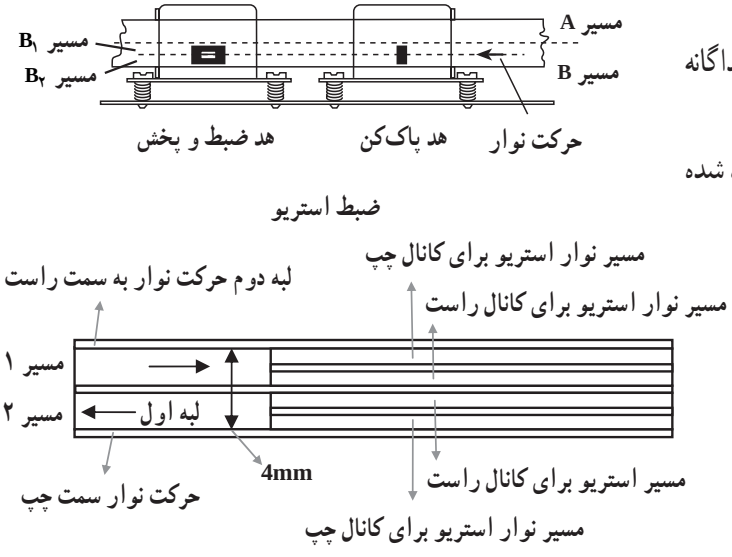


شکل ۳۰ــ۲ــ مسیرهای نوار مونو و قرارگیری نوار در مقابل هد مونو

عرض نوار در دستگاه ضبط‌صوت استریو به اندازه عرض نوار در سیستم مونو یعنی ۴ میلی‌متر است. در سیستم استریو، ابتدا مانند سیستم مونو نوار را در عرض به دو قسمت مساوی تقسیم می‌کنند. سپس برای این‌که سیستم بتواند به صورت استریو کار کند هر نیمه به دو قسمت کوچک‌تر تقسیم می‌شود.

بدین ترتیب هر نیمه نوار دو مسیر مغناطیسی (تراک) جداگانه برای کانال راست و کانال چپ دارد.

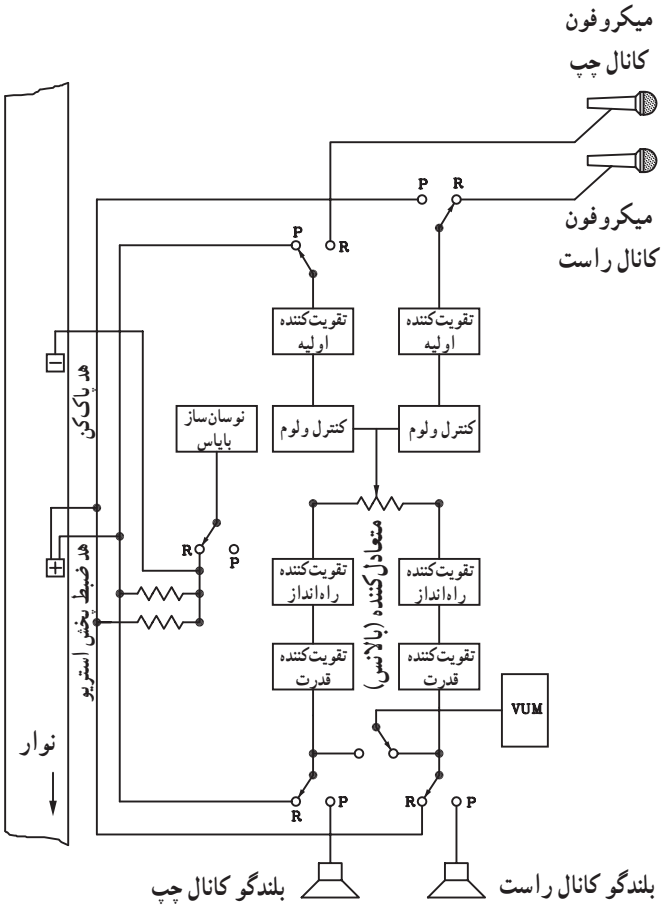
در شکل (۳۱ــ۲) چهار مسیر نوار استریو نشان داده شده است.



شکل ۳۱ــ۲ــ مسیرهای نوار (لبه‌ها) در سیستم استریو

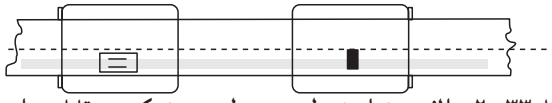
۱ــ Auto Reverse

۲ــ۳ــ۲ــ سیستم استریو: در سیستم استریو دو کانال راست و چپ داریم. برای ضبط و پخش سیگنال در هر یک از کانال‌های راست یا چپ باید یک میکروفون، یک تقویت‌کننده، یک بلندگوی جداگانه در نظر بگیریم. اجزای استفاده شده برای کانال راست و چپ باید کاملاً مشابه یک‌دیگر باشند. شکل (۳۲ــ۲) بلوک دیاگرام آمپلی‌فایر استریو را نشان می‌دهد.

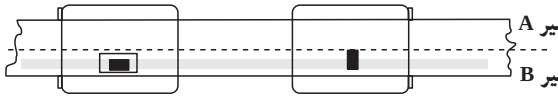


شکل ۳۲ــ۲ــ بلوک دیاگرام یک نمونه دستگاه ضبط‌صوت استریو

اگر نواری به طریق استریو ضبط شده باشد می‌تواند توسط یک دستگاه ضبط و پخش مُونو پخش شود. شکل(۳۳ــ۲ــالف) یک نوار مونو را در مقابل هد استریو نشان می‌دهد. در صورتی‌که بر روی یک نوار، سیگنال صوتی به صورت مونو ضبط شود، پخش صدای ضبط شده توسط یک هد استریو به صورت استریو دو کاناله راست و چپ امکان‌پذیر نیست و صدا به صورت مونو پخش می‌شود. در شکل (۳۳ــ۲ــ ب) یک نوار مونو را در مقابل یک هد استریو مشاهده می‌کنید.

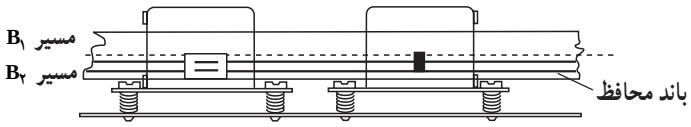


شکل ۳۳ــ۲ــ الف ــ نوار ضبط شده به طریق مونو که در مقابل هد استریو قرار دارد.



شکل ۳۳ــ۲ ــ ب ــ نوار ضبط شده به طریق استریو که در مقابل یک هد مونو قرار دارد.

در هد استریو شکاف بسیار کوچکی در وسط هد قرار دارد که به آن باند محافظ کانال راست و کانال چپ سطح نوار می‌گویند. باند محافظ باعث کاهش تداخل صداهای تولید شده توسط دو کانال چپ و راست می‌شود. به‌عبارت دیگر این شکاف باعث می‌شود که صداهای ضبط شده برای کانال راست از صداهای ضبط شده برای کانال چپ تفکیک شود (شکل ۳۴ــ۲).

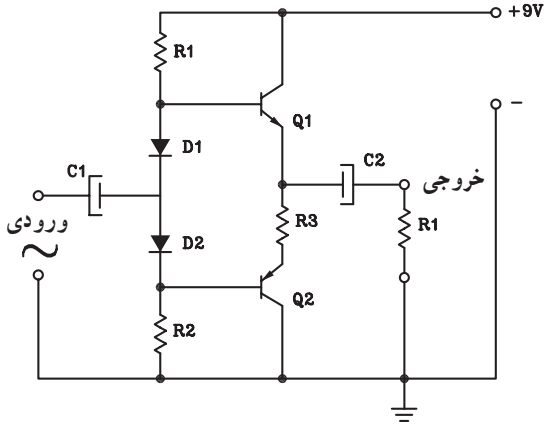


شکل ۳۴ــ۲ــ باند محافظ درهد استریو

۴ــ۲ــ اصول کار و مدارهای پوش ــ پول، مُونو و استریو

۱ــ۴ــ۲ــ معرفی طبقات تقویت‌کننده قدرت در

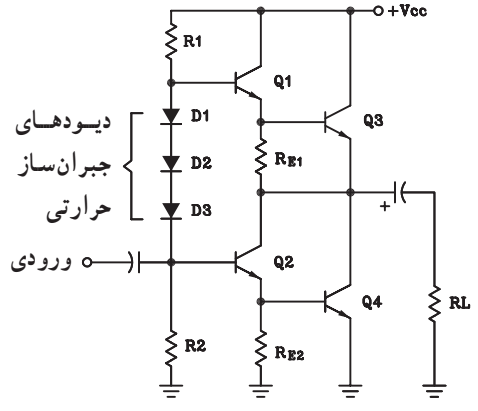
سیستم مونو: در دستگاه ضبط‌صوت آخرین طبقه تقویت‌کننده طبق شکل (۳۵ــ۲) یک تقویت‌کننده قدرت از نوع پوش ــ پول مکمل است. این طبقه تطبیق امپدانس و افزایش توان صوتی موردنیاز برای بلندگو را به عهده دارد.



شکل ۳۵ــ۲ــ تقویت‌کننده پوش ــ پول کامپلی منتاری

برای افزایش بهره جریان و توان معمولاً ترانزیستورهای طبقه تقویت‌کننده قدرت را به صورت دارلینگتون طراحی می‌کنند.

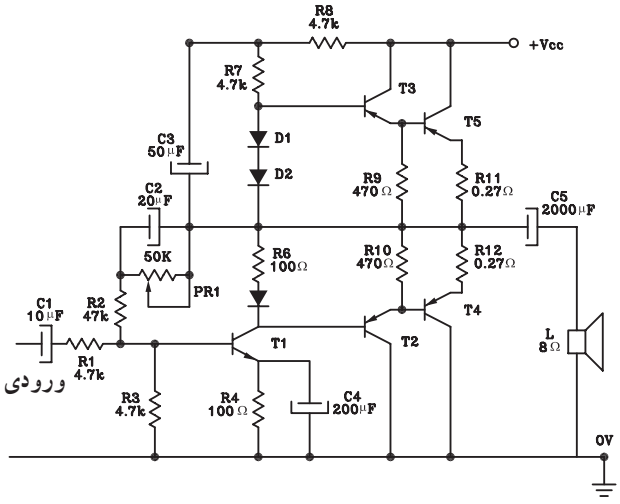
در شکل (۳۶ــ۲) یک تقویت‌کننده قدرت با زوج دارلینگتون نشان داده شده است.



شکل ۳۶ــ۲ــ تقویت‌کننده قدرت با زوج دارلینگتون

در شکل (۳۷ــ۲) نقشه کامل یک تقویت‌کننده قدرت ترانزیستوری برای ضبط‌صوت مونو را ملاحظه می‌کنید.

وظیفه‌ی طبقه‌ی قدرت تطبیق امپدانس و افزایش توان صوتی بلندگو است.

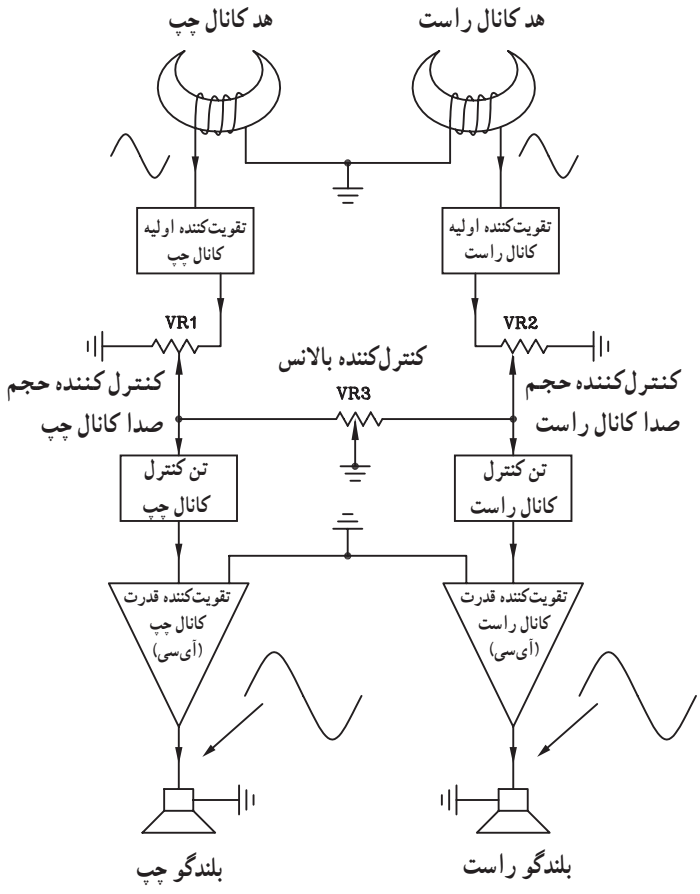


شکل ۳۷ــ۲ــ مدار تقویت‌کننده قدرت صوتی کامپلی منتاری با استفاده از زوج دارلینگتون

۲ــ۴ــ۲ــ طبقات تقویت‌کننده قدرت با استفاده از آی‌سی:

در اغلب سیستم‌های صوتی که امروزه ساخته می‌شود در قسمت تقویت‌کننده قدرت از آی‌سی استفاده می‌شود، بلوک دیاگرام پخش صوت اتومبیل در شکل (۳۸ــ۲) نشان داده شده است.

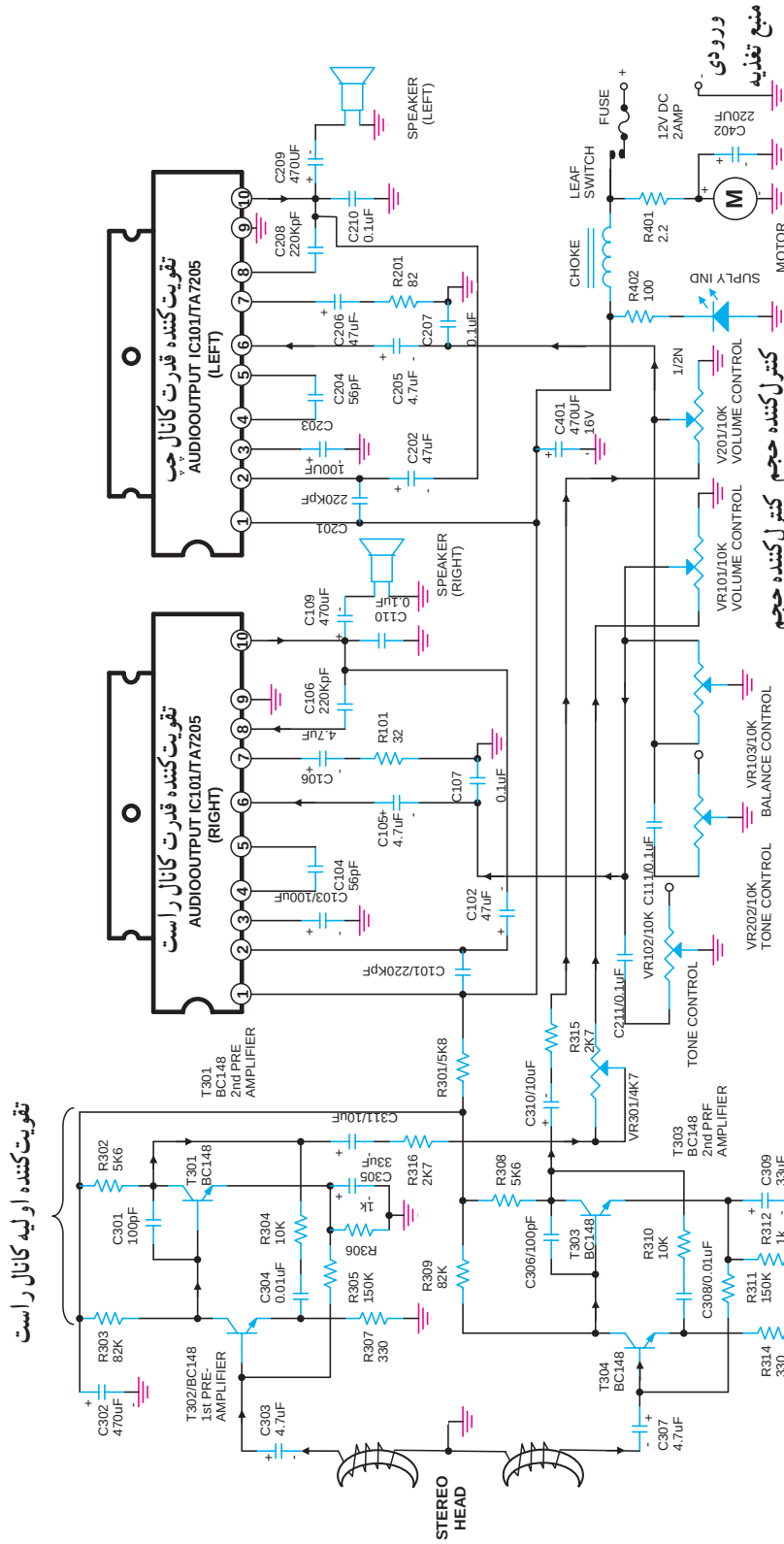
امروزه در سیستم‌های صوتی در قسمت تقویت‌کننده‌ی قدرت از آی سی استفاده می‌شود.



شکل ۳۸ــ۲ــ بلوک دیاگرام یک نمونه تقویت‌کننده پخش صوت اتومبیل با آی‌سی

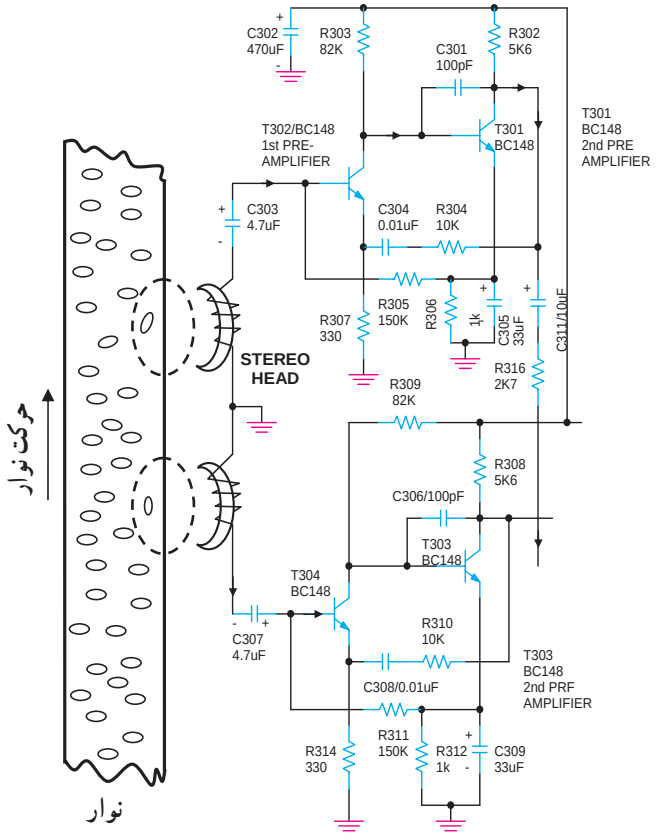
در شکل (۳۹ـ۲) نقشه مدار آمپلی فایر یک پخش صوت اتومبیل را مشاهده می‌کنید. مدار به صورت استریو است و برای هر یک از کانال‌های چپ و راست طبقه تقویت‌کننده اولیه، مدار تن کنترل و تقویت‌کننده قدرت با آی‌سی جداگانه در نظر گرفته شده است.

مزایای استفاده از آی‌سی	
۱	بایاس آی‌سی راحت‌تر است.
۲	آی‌سی دارای حجم کمتری است.
۳	آی‌سی دارای توان و راندمان بالاتری است.



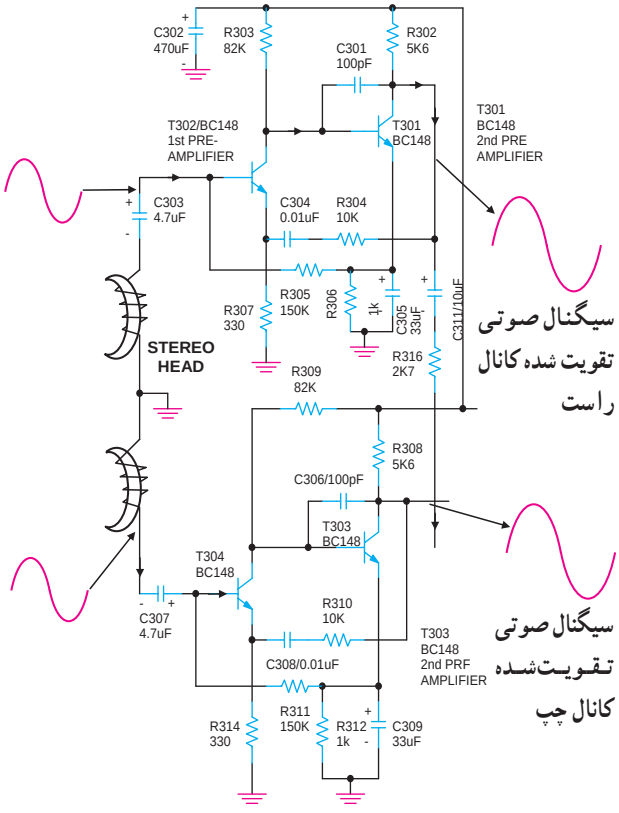
شکل ۳۹ـ۲ـ نقشه مدار آمپلی فایر پخش صوت اتومبیل

۳ــ۴ــ۲ــ طرز کار مدار تقویت‌کننده اولیه: در شکل (۴۰ــ۲) تقویت‌کننده اولیه را مشاهده می‌کنید. در این دستگاه نوار با سرعت ثابت از مقابل هد می‌گذرد و سیگنال‌های صوتی ضبط شده روی نوار را در آن القا می‌کند. توجه داشته باشید که سیم مشترک هدهای کانال راست و چپ به زمین مدار وصل شده است.



شکل ۴۰ــ۲

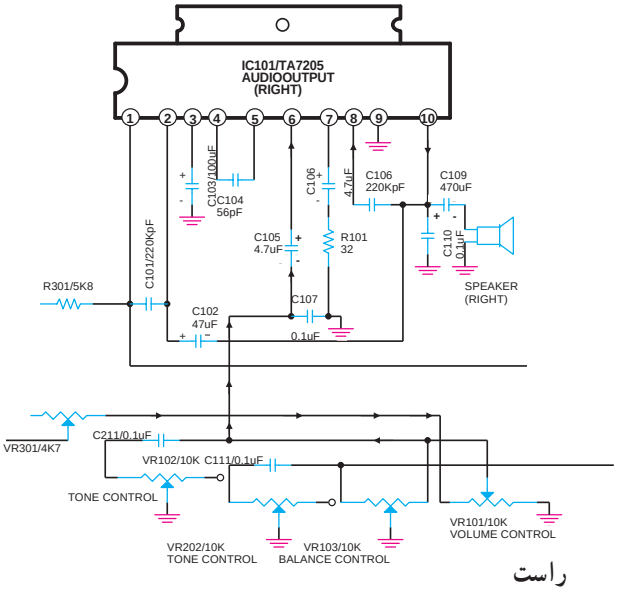
سیگنال الکتریکی القا شده درهد راست توسط خازن کوپلاژ $C_{۳۰۳}$ به مدار تقویت‌کننده اولیه کانال راست اعمال و مطابق شکل (۴۱ــ۲) پس از تقویت از کلکتور ترانزیستور $T_{۳۰۱}$ خارج می‌شود. به همین ترتیب سیگنال الکتریکی القا شده در هد چپ توسط خازن کوپلاژ $C_{۳۰۷}$ به مدار تقویت‌کننده اولیه کانال چپ وارد و پس از تقویت از کلکتور $T_{۳۰۳}$ خارج می‌شود.



شکل ۴۱ــ۲

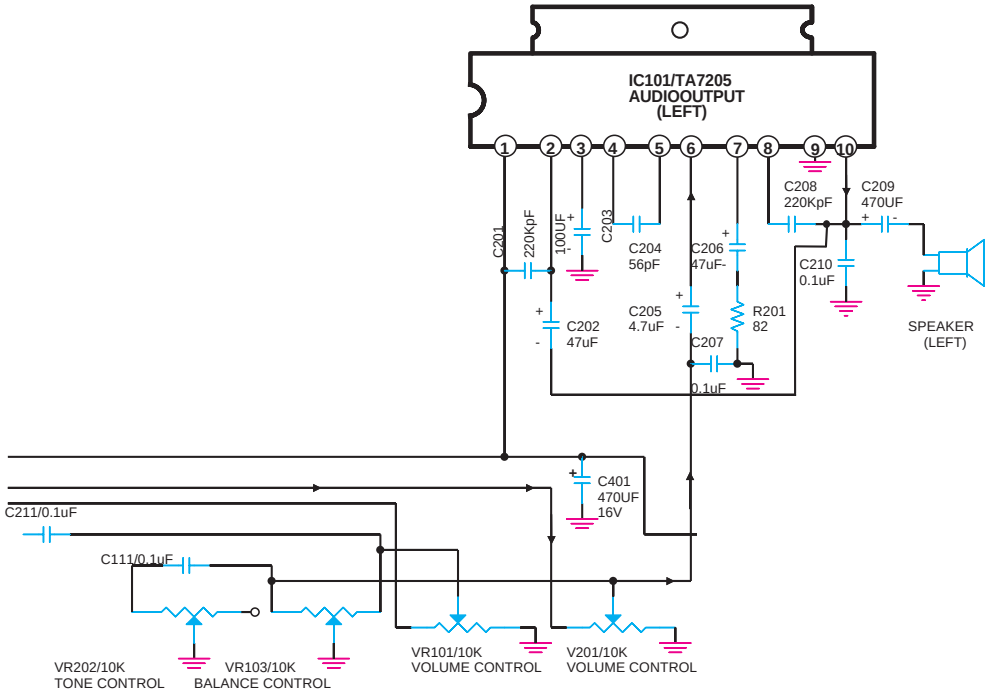
۴ــ۴ــ۲ــ اصول کار مدار تن کنترل و تقویت‌کننده قدرت کانال‌های راست و چپ:

طبق شکل (۴۲ــ۲) سیگنال صوتی کانال راست پس از عبور از تقویت‌کننده‌ی اولیه از سر وسط ولوم $V_{R۱۰۱}$ و خازن $C_{۱۰۶}$ به پایه ۶ آی‌سی تقویت‌کننده وارد می‌شود. سیگنال تقویت شده نهایی از پایه ۱۰ آی‌سی، دریافت و از طریق خازن کوپلاژ $C_{۱۰۹}$ به بلندگوی راست می‌رسد.



شکل ۴۲ــ۲ــ مدار تن کنترل تقویت‌کننده‌ی قدرت کانال راست

سیگنال صوتی کانال چپ نیز پس از عبور از تقویت‌کننده‌ی اولیه طبق شکل (۴۳ــ۲) از طریق سر وسط ولوم $V_{R۲۰۱}$ و خازن $C_{۲۰۶}$ به پایه ۶ آی‌سی اعمال می‌شود. سیگنال تقویت‌شده نهایی از پایه ۱۰ آی‌سی، دریافت و از طریق خازن کوپلاژ $C_{۲۰۹}$ به بلندگوی سمت چپ منتقل می‌شود.



شکل ۴۳ــ۲ــ مدار تن کنترل و تقویت‌کننده قدرت کانال چپ

۵ــ۲ــ کار عملی شماره ۲

زمان آزمایش: ۶ ساعت

توجه: *انتخاب شاسی با توجه به امکانات هنرستان دلخواه است.*

۱ــ۵ــ۲ــ هدف

■ با استفاده از نقشه فنی و شاسی دستگاه قطعات مدار را مشخص کند.

■ مراحل تقویت سیگنال را در دستگاه ضبط‌صوت مشاهده کند.

■ منحنی پاسخ فرکانسی صوتی را با استفاده از نوار ضبط شده ترسیم کند.

■ مراحل ساخت یک نوار تست دستگاه ضبط‌صوت را تجربه کند.

۲ــ۵ــ۲ــ وسایل موردنیاز

■ دستگاه ضبط‌صوت مونو و استریو از هر کدام یک دستگاه (شکل ۴۴ــ۲).

شکل ۴۴ــ۲ــ دستگاه ضبط صوت

■ سیگنال ژنراتور صوتی AF یک دستگاه (شکل ۴۵ــ۲).

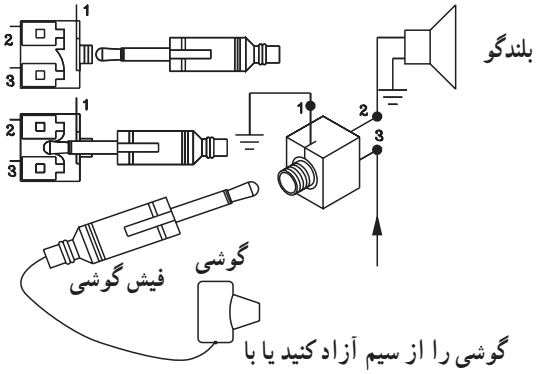
شکل ۴۵ــ۲ــ سیگنال ژنراتور صوتی

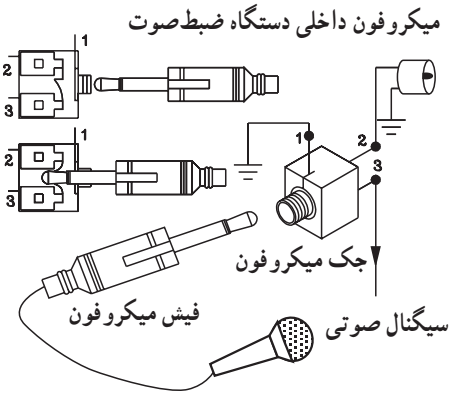
■ اسیلوسکوپ یک دستگاه (شکل ۴۶ــ۲).

شکل ۴۶ــ۲ــ اسیلوسکوپ

■ سیم رابط گوشی (EAR) و میکروفون از هر کدام یک عدد (شکل ۴۷ــ۲).

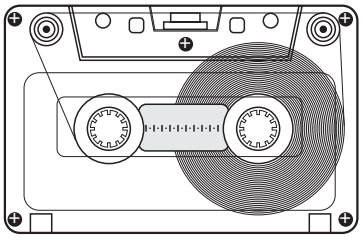
■ فیش گوشی و فیش میکروفون از هر کدام یک عدد (شکل ۴۷ــ۲).





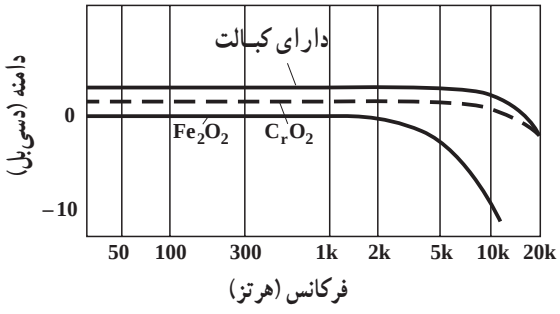
شکل ۴۷ــ۲

■ کاست خام یک عدد (شکل ۴۸ــ۲).



شکل ۴۸ــ۲ــ کاست

۳ــ۵ــ۲ــ اطلاعات اولیه: معمولاً کارخانه‌های سازنده دستگاه‌های ضبط‌صوت، نوار استانداردی را که دارای پاسخ فرکانسی مطلوب است جهت تست و تنظیم هد ضبط ــ پخش به‌همراه دستگاه ضبط صوت ارائه می‌دهند (شکل ۴۹ــ۲). در این آزمایش نحوه ضبط ــ پخش سیگنال صوتی در دستگاه پخش صوت استریو و مونو را تجربه می‌کنید و نیز مراحل ساخت یک نوار استاندارد را مورد بررسی قرار می‌دهید.



منحنی پاسخ فرکانسی

شکل ۴۹ــ۲ــ منحنی پاسخ فرکانسی دو نوع نوار با جنس کبالت و دی‌اکسید کروم و دی‌اکسید آهن

۴ــ۵ــ۲ــ مراحل اجرای آزمایش

الف ــ مراحل ضبط سیگنال

■ قاب جلویی دستگاه ضبط صوت را به آرامی باز کنید. محل قرارگرفتن دِک ضبط صوت را مشاهده می‌کنید (شکل ۵۰ــ۲).

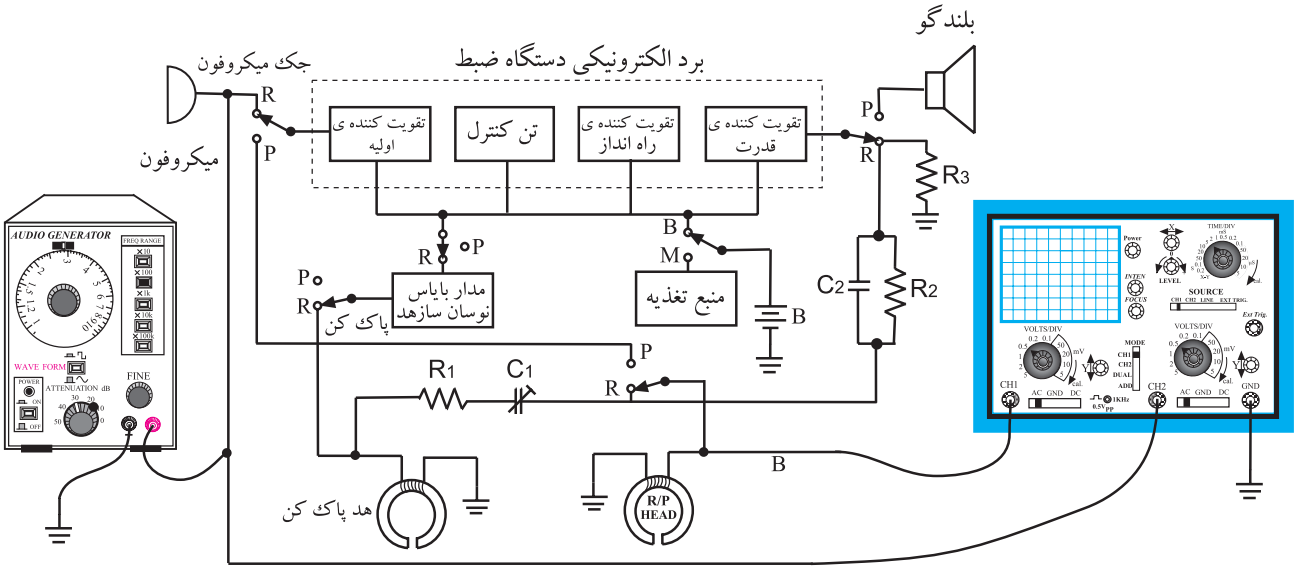
قاب جلویی

شکل ۵۰ــ۲ــ دستگاه ضبط صوت

■ سیم‌های هِد، جک و بردالکترونیکی دستگاه را مشخص و در صورت نیاز شماره‌گذاری کنید.

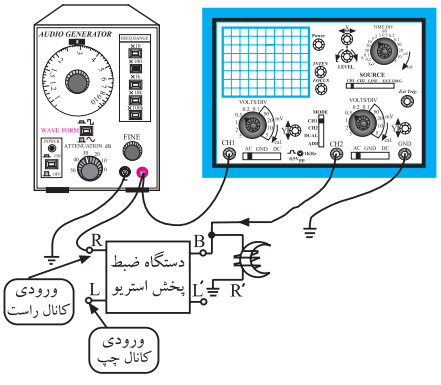
■ با توجه به نمودار بلوکی شکل (۵۱ــ۲) دستگاه را جهت اتصال به اسیلوسکوپ و دستگاه سیگنال ژنراتور AF آماده کنید. توجه داشته باشید که اتصال مدار باید به صورت مُونو برقرار شود.

روش‌های متفاوتی برای به دست آوردن پاسخ فرکانسی نوار وجود دارد که در این آزمایش به یک روش اشاره شده است. با توجه به امکانات می‌توانید از سایر روش‌ها نیز استفاده کنید.



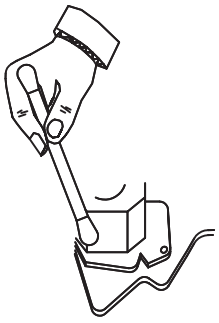
شکل ۵۱ــ۲ــ مدار مورد آزمایش

برای برقراری اتصال به صورت مُونو می‌توانید از کانال راست یا چپ به دلخواه استفاده کنید (شکل ۵۲ــ۲).



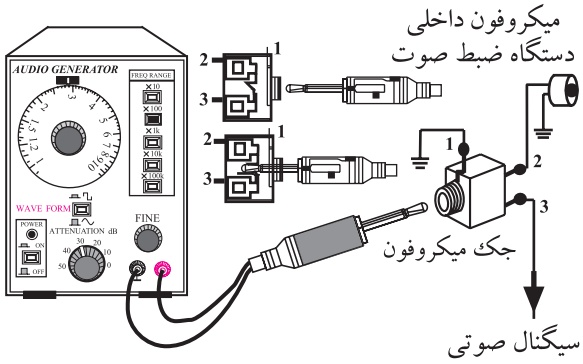
شکل ۵۲ــ۲ــ استفاده از کانال راست یا چپ دلخواه است.

■ هد ضبط و پخش را با الکل و پنبه تمیز کنید (شکل ۵۳ــ۲).



شکل ۵۳ــ۲ــ هد صوتی را با استفاده از الکل و وسیله‌های پاک‌کننده تمیز کنید.

■ سیگنال ژنراتور AF را با فیش مخصوص به جک میکروفون اتصال دهید (شکل‌های ۵۱ــ۲ و ۵۴ــ۲).



شکل ۵۴ــ۲ــ اتصال سیگنال ژنراتور AF به دستگاه ضبط‌صوت

■ کانال یک اسیلوسکوپ را به نقطه ورودی سیگنال میکروفون یعنی نقطه A وصل کنید (شکل‌های ۵۱ــ۲ و ۵۴ــ۲).

■ کانال دو اسیلوسکوپ را به نقطه B یعنی خروجی پری‌آمپلی فایر دو هد ضبط و پخش وصل کنید (شکل ۵۵ــ۲).

■ یک نوار ضبط نشده را در دستگاه ضبط صوت قرار دهید.

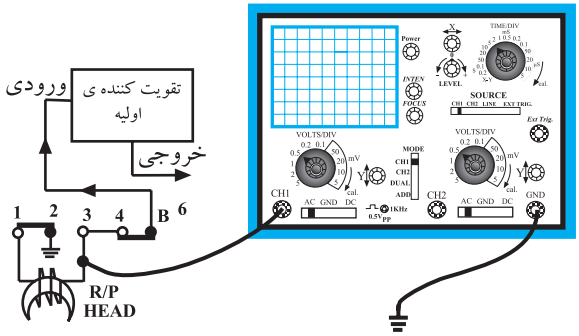
■ سیگنال ژنراتور AF را روشن کنید و خروجی آن را روی دامنه ۵۰ mV P-P یا کمتر تنظیم کنید.

■ دستگاه ضبط صوت را روشن کنید و در حالت Record یا ضبط بگذارید.

■ کلیدهای Tape و Record را به طور همزمان فشار دهید.

■ فرکانس سیگنال ژنراتور را مطابق جدول (۱ــ۲) در زمان‌های خواسته شده تغییر دهید.

■ برای هر تغییر فرکانس خروجی سیگنال ژنراتور AF



شکل ۵۵ــ۲ــ اتصال اسیلوسکوپ به دستگاه ضبط‌صوت

می‌توانید از کلید Pause استفاده کنید. کلید را در زمان ضبط فشار دهید تا عمل ضبط متوقف شود سپس فرکانس سیگنال ژنراتور را تغییر دهید و مجدداً کلیه Pause را فشار دهید تا عمل ضبط ادامه یابد.

■ با تغییر فرکانس سیگنال ژنراتور مطابق زمان خواسته شده آزمایش را ادامه دهید و جدول را کامل کنید.

■ در هر یک از مراحل بالا باید دامنه سیگنال ثابت باشد.

جدول ۱ــ۲

ضریب بهره ولتاژ	دامنه سیگنال خروجی نقطه B	دامنه سیگنال ورودی نقطه A	فرکانس سیگنال ورودی در نقطه A	زمان برحسب دقیقه	فرکانس AF (Hz)
				۲	OHz
				۴	۲۰ Hz
				۳	۱۰۰ Hz
				۴	۳۰۰ Hz
				۳	۱ kHz
				۴	۵kHz
				۳	۱۰ kHz
				۴	۱۶kHz
				۳	۲۰ kHz

■ برای به‌دست آوردن پهنای باند BW دقیق نوار، می‌توانید فرکانس را تا ۳۰ کیلوهرتز نیز افزایش دهید.

■ آیا فرکانس سیگنال خروجی تقویت‌کننده با فرکانس سیگنال ژنراتور AF برابر است؟ شرح دهید.

پاسخ:

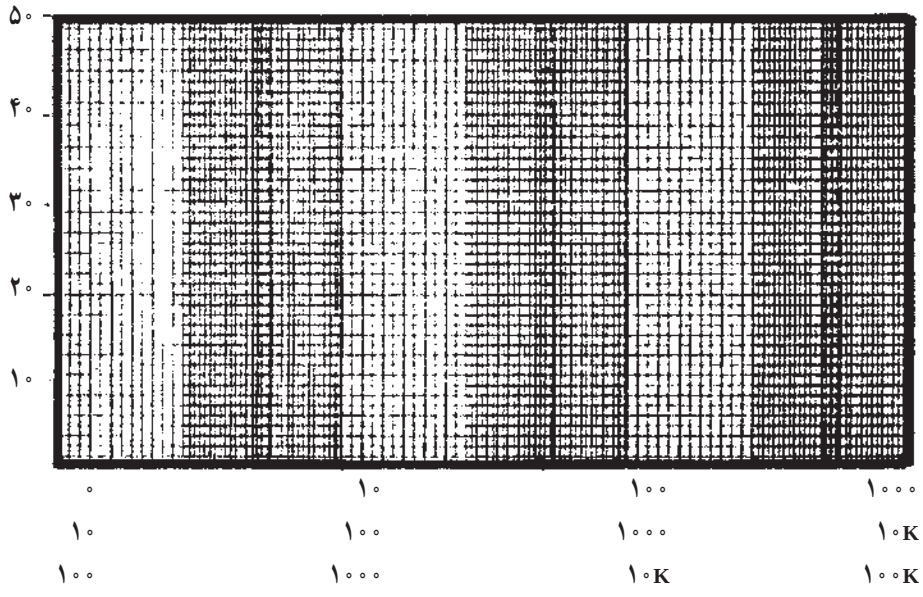
■ آیا دامنه سیگنال خروجی هد با دامنه‌ی سیگنال ورودی یا AF برابر است؟ چرا؟ شرح دهید.

پاسخ:

■ آیا فرکانس سیگنال هد با فرکانس سیگنال ژنراتور AF برابر است؟ شرح دهید.

پاسخ:

■ با توجه به مقادیر فرکانس و ضریب بهره A_V مربوط به هد دستگاه ضبط صوت پاسخ فرکانسی نوار ضبط شده را در شکل (۵۶ــ۲) رسم کنید.



شکل ۵۶ــ۲ــ پاسخ فرکانسی نوار

■ نقاط به‌دست آمده را به هم وصل کنید و منحنی پاسخ فرکانس هد را به‌دست آورید.

■ بعد از اتمام آزمایش نوار را به عقب برگردانید و آماده پخش قرار دهید.

■ با استفاده از شکل (۵۶ــ۲) پهنای باند مربوط به پاسخ فرکانسی نوار ضبط شده را به‌دست آورید.

محور عمودی معرف بهره یا A_V است کلیه مقادیر را بر روی محور انتقال دهید.

محور افقی بیانگر فرکانس است کلیه مقادیر فرکانس سیگنال هد را بر روی محور انتقال دهید.

پاسخ: _____

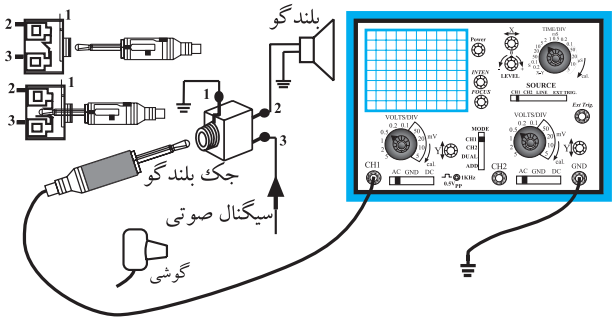
ب ــ آزمایش پخش صدا

■ با استفاده از سیم‌های رابط و فیش‌های گوشی (EAR) یا هدفون مدار را برای اتصال طبق نمودار بلوکی شکل ۵۸ــ۲ آماده کنید.

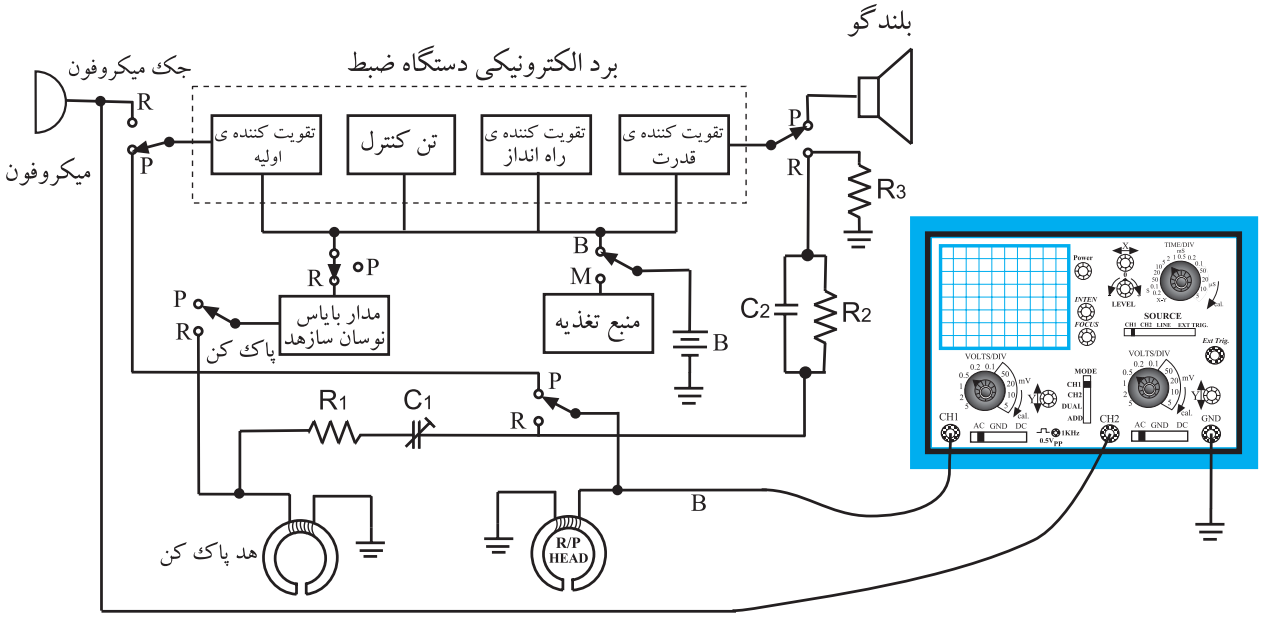
■ کانال یک اسیلوسکوپ را به دو سر هد ضبط و پخش وصل کنید (شکل ۵۸ــ۲).

■ کانال دو اسیلوسکوپ را به دو سر بلندگو یا به جک ورودی هدفون وصل کنید (شکل‌های ۵۷ــ۲ و ۵۸ــ۲).

■ ولوم دامنه صدا را روی مقدار ثابت قرار دهید.



شکل ۵۷ــ۲ــ نحوه‌ی اتصال اسیلوسکوپ به بلندگو



شکل ۵۸ــ۲ــ اتصال اسیلوسکوپ به دستگاه پخش صوت بدون سیگنال ژنراتور

■ نوار پرشده در آزمایش قبل را داخل دستگاه قرار دهید و آن را به طور کامل به اول برگردانید.

■ با توجه به زمان‌های داده شده در جدول (۲ــ۲) نوار را پخش و قطع کنید و مقادیر خواسته شده را بنویسید. از کلید Pause کمک بگیرید.

جدول ۲ــ۲

ضریب بهره ولتاژ $Av = \frac{V_o}{V_i}$	دامنه سیگنال خروجی هد پخش یا ورودی تقویت‌کننده صوت	دامنه سیگنال Vo بلندگو یا هدفون	فرکانس سیگنال خروجی هد پخش	زمان پخش نوار برحسب دقیقه
				۲
				۴
				۳
				۴
				۳
				۴
				۳
				۴
				۳

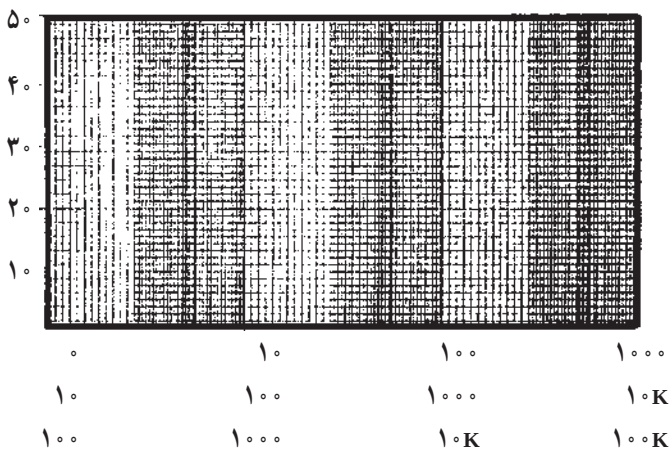
■ آیا فرکانس سیگنال خروجی هد با فرکانس سیگنال خروجی که به دو سر بلندگو می‌رسد برابر است؟ شرح دهید.

پاسخ: _____

■ آیا دامنه سیگنال هد با دامنه سیگنال خروجی برابر است؟ چرا؟ شرح دهید.

پاسخ: _____

■ با توجه به شکل (۵۹ــ۲) منحنی پاسخ فرکانسی دستگاه پخش صوت را رسم کنید.



شکل ۵۹ــ۲

ـ محور افقی بیانگر مقادیر فرکانس خروجی است. همه‌ی مقادیر فرکانس را بر روی محور انتقال دهید.

ـ محور عمودی مشخص کننده‌ی ضریب بهره یا A_V است. مقادیر به‌دست آمده در جدول (۲ــ۲) را بر روی محور انتقال دهید.

■ پاسخ فرکانسی ضبط ــ پخش نوار را با یک‌دیگر مقایسه کنید.

■ آیا پاسخ فرکانسی ضبط ــ پخش در طول باند فرکانسی صاف و یکنواخت است؟ شرح دهید.

پاسخ:

■ آیا بهره یا A_V در طول پهنای باند تغییر کرده است؟ توضیح دهید.

پاسخ:

۴ــ۵ــ۲ــ نتیجه‌گیری: عناوین موضوعاتی را که در این آزمایش فراگرفته‌اید بیان کنید.

ــ آشنایی با ضبط صدا

ــ آشنایی با فرآیند ضبط صدا در قسمت‌های الکتریکی دستگاه ضبط

ــ نحوه‌ی ضبط ــ پخش توسط هد.

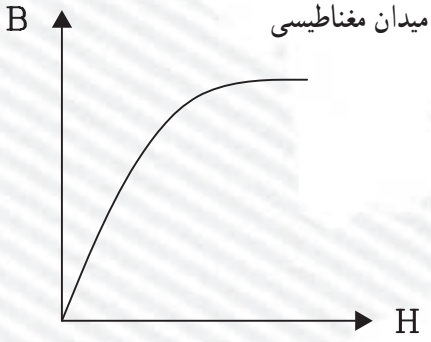
نتایج:

آزمون پایانی (۲)

۱ــ خطوط قوای مغناطیسی ذرات کدام اجسام در داخل یک میدان مغناطیسی با خطوط میدان هم‌جهت می‌شوند.

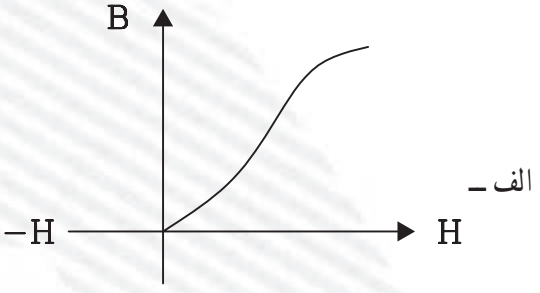
الف ــ دیامغناطیس
ب ــ پارامغناطیس
ج ــ فرومغناطیس
د ــ فرومغناطیس و پارامغناطیس

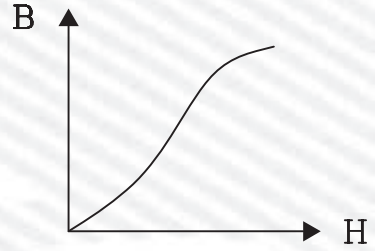
۲ـ نام منحنی شکل مقابل چیست؟

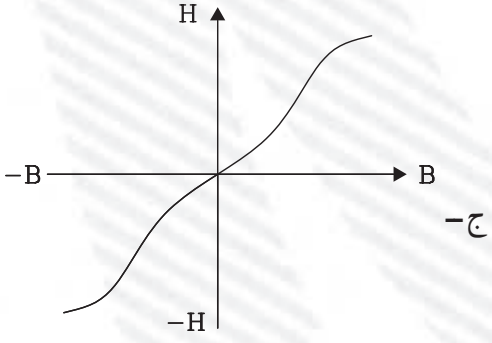


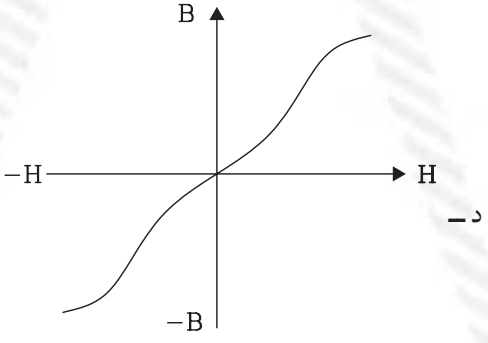
الف ــ منحنی مغناطیسی
ب ــ شدت میدان مغناطیسی
ج ــ چگالی میدان مغناطیسی
د ــ μ_0

۳ــ منحنی جریان بایاس کدام است؟

الف ــ


ب ــ


ج ــ


د ــ


۴ــ جریان بایاس DC باعث افزایش ..... می‌شود.

الف ــ دامنه سیگنال صوتی هد　　ب ــ نویز در زمان پخش

ج ــ میدان مغناطیسی هد　　د ــ اعوجاج سیگنال

۵ــ کدام قسمت دستگاه ضبط صوت هم در زمان ضبط و هم در زمان پخش فعال است؟

الف ــ میکروفون　　ب ــ نوسان‌ساز هدپاک کن

ج ــ بلندگو　　د ــ تقویت‌کننده

۶ــ تقویت‌کننده اولیه (پری‌آمپلی‌فایر) در کدام قسمت دستگاه ضبط صوت قرار می‌گیرد؟

الف ــ بعد از هد　　ب ــ بعد از تقویت‌کننده راه‌انداز

ج ــ قبل از بلندگو　　د ــ مشترکاً بعد از هد و میکروفون

۷ــ در دستگاه ضبط صوت با سیستم استریو تعداد هدهای مغناطیسی چند عدد است؟

الف ــ یک عدد هد ضبط ــ پخش و یک عدد هد پاک‌کن

ب ــ دو عدد هد ضبط ــ پخش و یک عدد هد پاک‌کن

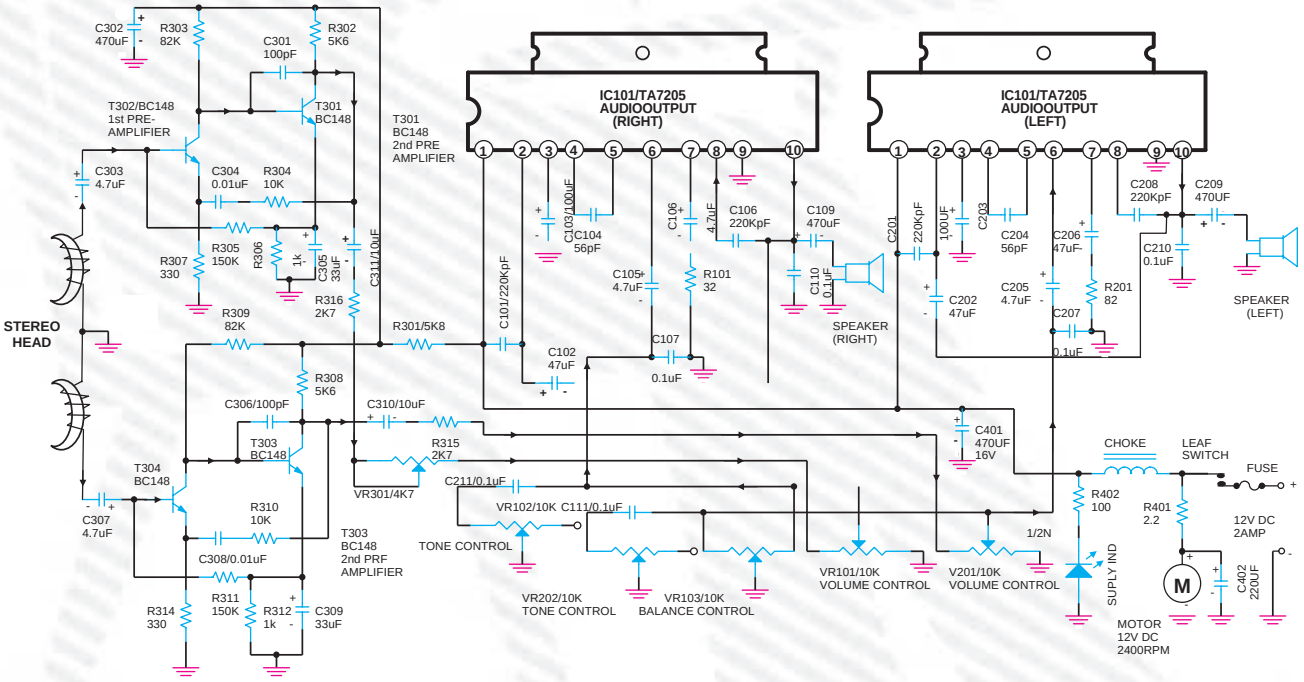
ج ــ یک عدد هد پاک‌کن و دو عدد هد ضبط ــ پخش

د ــ یک عدد هد ضبط ــ پخش و دو عدد هد پاک‌کن

۸ــ آرایش ترانزیستورهای قدرت تقویت‌کننده پوش ــ پول ترانزیستوری چگونه است؟

الف ــ امیتر مشترک　　ب ــ کلکتور مشترک و بیس مشترک

ج ــ بیس مشترک　　د ــ کلکتور مشترک



با توجه به نقشه‌ی بالا به سؤالات زیر پاسخ دهید.

۹ــ نقش خازن‌های $C_{۳۰۳}$ و $C_{۳۰۷}$ چیست؟

۱۰ــ آرایش ترانزیستورهای تقویت‌کننده اولیه هر دو کانال را نام ببرید.

۱۱ــ نقش خازن $C_{۱۱۱}$ چیست؟

۱۲ــ عناصر فعال در تقویت‌کننده اولیه کانال سمت راست را نام ببرید.

۱۳ــ نقش خازن $C_{۴۰۱}$ را بنویسید.

۱۴ــ پایه‌های ورودی و خروجی IC تقویت‌کننده سمت چپ را نام ببرید.

۱۵ــ نحوه تولید یک نمونه نوار تست را به‌طور خلاصه شرح دهید.

۱۶ــ محل قطعات مربوط به هد پاک‌کن، هد ضبط و پخش را روی یک دستگاه استریو مشخص کنید.

■ خودآزمایی عملی

در صورتی که وقت اضافی داشتید کار عملی شماره ۲ را روی یک دستگاه مونو انجام دهید.

فصل سوم

توانایی کنترل ضبط صدا

هدف کلی

ایجاد توانایی لازم در فراگیران برای کنترل فرآیند ضبط صدا

هدف‌های رفتاری: فراگیر پس از پایان این فصل قادر خواهد بود:

۱ــ ابزارهای نشان‌دهنده نفوذ مغناطیسی را نام ببرد.
۲ــ ابزارهای نشان‌دهنده‌ی نفوذ مغناطیسی را شرح دهد.
۳ــ مدارهای کنترل دامنه و تن سیگنال صوتی را تشریح کند.
۴ــ مدارهای کنترل اتوماتیک و بالانس را تشریح کند.
۵ــ روش‌های نشان‌دهنده نفوذ مغناطیسی را تجزیه و تحلیل کند.

ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۴	۲	۶

پیش‌آزمون (۳)

۱ــ وظیفه VUM در دستگاه ضبط صوت چیست؟

الف ــ تقویت سیگنال صوتی
ب ــ نشان‌دادن فرکانس سیگنال صوتی
ج ــ نشان‌دادن زمان پخش نوار
د ــ نشان‌دادن سطح دامنه سیگنال صوتی

۲ــ شدت صوت یا دامنه خروجی در دستگاه ضبط صوت با کدام ولوم، کنترل می‌شود؟

الف ــ ولوم بالانس
ب ــ ولوم تن
ج ــ ولوم دامنه
د ــ به صورت اتوماتیک کنترل می‌شود.

۳ــ صدای زیر و بم سیگنال صوتی نوار با کدام ولوم کنترل می‌شود؟

الف ــ VUM
ب ــ تن
ج ــ دامنه
د ــ بالانس

۴ــ صدای زیر به سیگنال‌های فرکانس ..... گفته می‌شود.

الف ــ متوسط
ب ــ کم
ج ــ زیاد
د ــ بالاتر از صوتی

۵ــ دیود مادون قرمز در کدام مدار به کار می‌رود؟

الف ــ تن کنترل
ب ــ کنترل دامنه خروجی دستی
ج ــ کنترل دامنه خروجی اتوماتیک
د ــ بالانس

۱ــ۳ــ ابزارهای نشان‌دهنده نفوذمغناطیسی

در تمامی دستگاه‌های ضبط صوت حرفه‌ای و برخی از دستگاه‌های ضبط صوت خانگی از ابزارهای مخصوص برای سنجش سطوح سیگنال صدا استفاده می‌شود. یکی از رایج‌ترین ابزارهای سنجش واحد حجم صدا VUM[1] است. VUM یک دستگاه اندازه‌گیری چشمی است. دلیل استفاده از VUM این است که گوش انسان نمی‌تواند مقدار صحیح دامنه صوت را اندازه‌گیری کند. این ابزار در هنگام ضبط و یا پخش صدا به کار می‌رود. این وسیله می‌تواند میزان صحیح بودن دامنه امواج الکتریکی اصوات را از طریق کنترل چشمی مانند عقربه‌های اندازه‌گیری یا روشن و یا خاموش شدن یک سری دیودهای نورانی (LED) نشان دهد.

در شکل (۱ــ۳) یک LEVEL سنج یا VUM را که روی یک سیستم صوتی نصب شده است ملاحظه می‌کنید.

شکل ۱ــ۳ــ ابزارسنجش VUM در یک آمپلی فایر

در دستگاه‌های جدید و پیشرفته دیجیتالی برای نمایشگرهای میزان صوت معمولاً از یک صفحه‌ی نمایش LCD[2] استفاده می‌شود. این سیستم کاملاً دیجیتالی است و معمولاً علائم و ویژگی‌های پخش صوت، شامل اکولایزر گرافیکی متعادل‌ــ کننده‌های تصویری، تنظیم‌های رادیویی بر روی صفحه‌ی LCD

۱ــ VUM=Volume Unite Meter = واحد اندازه‌گیر حجم صدا

۲ ــ Liquid Crystal Diode

مشاهده و کنترل می‌شود. شکل (۲ــ۳) صفحه LCD یک دستگاه جدید صوتی را نشان می‌دهد.

شکل ۲ــ۳ــ یک سیستم صوتی پیشرفته

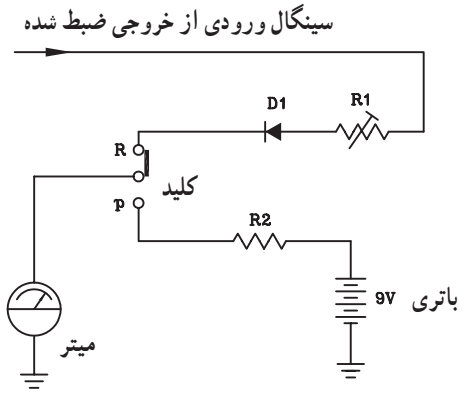
۱ــ۱ــ۳ــ مدار نشان‌دهنده‌ی نفوذمغناطیسی با

استفاده از meter: در شکل (۳ــ۳) مدار کنترل سطح سیگنال صوتی با استفاده از اندازه‌گیری عقربه‌ای یا میتر[۱] نشان داده شده است.

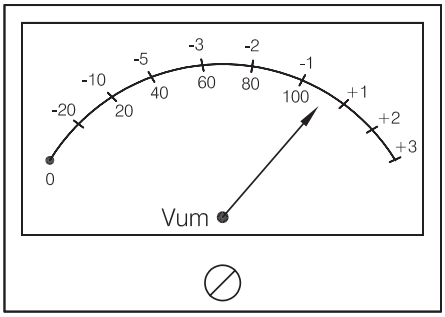
این مدار دارای دو حالت است.

الف ــ حالت اول هنگامی که دستگاه در حالت پخش صدا قرار دارد و از انرژی باتری استفاده می‌شود. عقربه اندازه‌گیری دستگاه میزان انرژی مصرفی باتری را نشان می‌دهد.

ب ــ حالت دوم در شرایطی که دستگاه در حال ضبط سیگنال صوتی باشد. نمونه‌ای از سیگنال صوتی از خروجی تقویت‌کننده اولیه به ورودی این مدار یعنی R_1 اعمال می‌شود. این سیگنال توسط دیود D_1 یک‌سو می‌شود و به میتر می‌رسد. در این حالت عقربه میتر تغییرات سطح ولتاژ سیگنال را مشخص می‌کند (شکل ۴ــ۳). معمولاً تقسیم‌بندی صفحه‌ی مدرج میتر برحسب دسی‌بل است و عقربه حداکثر می‌تواند به اندازه ۳ دسی‌بل منحرف شود. محدوده‌ی انتهای صفحه مدرج قرمز رنگ است و تجاوز از آن محدوده مجاز نیست.



شکل ۳ــ۳ــ مدار میتر اندازه‌گیری سطح دامنه سیگنال و ولتاژ باتری



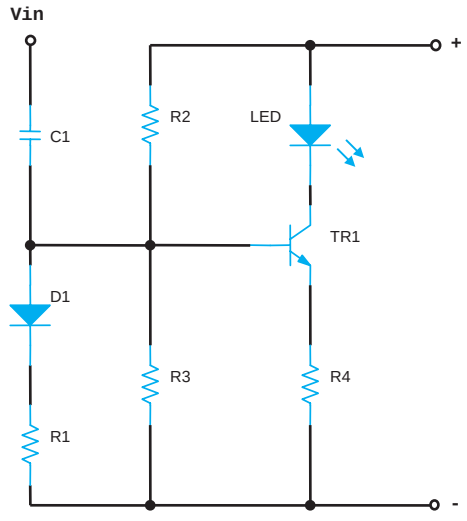
شکل ۴ــ۳ــ میتر یک VUM عقربه‌ای

۱ــ meter

۲ــ۱ــ۳ــ ابزار نشان‌دهنده‌ی نفوذ مغناطیسی با استفاده از LED:

شکل (۵ــ۳) مدار نشان‌دهنده‌ی سطح سیگنال (VUM) را با استفاده از دیود نورانی نشان می‌دهد.

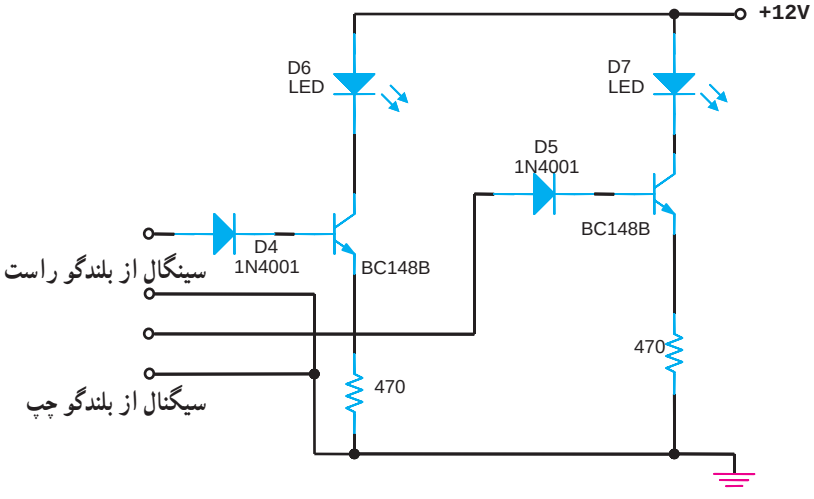
در این روش با تغییر ولتاژ DC حاصل از سینگال ورودی، مقدار شدت نور منتشر شده از LED تغییر می‌کند و سطح ولتاژ سیگنال صوتی مشخص می‌شود.



شکل ۵ــ۳ــ مدار یک VUM نوری سیستم مونو

یادآوری: مقاومت‌های R_2 و R_3 مقاومت‌های بایاس بیس ترانزیستور و مقاومت R_4 مقاومت امیتر ترانزیستور است. دیود D_1 یکسوساز و مقاومت R_1 به عنوان مقاومت بار برای دیود عمل می‌کند. خازن C_1 خازن کوپلاژ است.

در شکل (۶ــ۳) مدار VUM نوری ضبط و پخش صوت استریو را ملاحظه می‌کنید. اساس کار این مدار مشابه شکل ۵ــ۳ است.



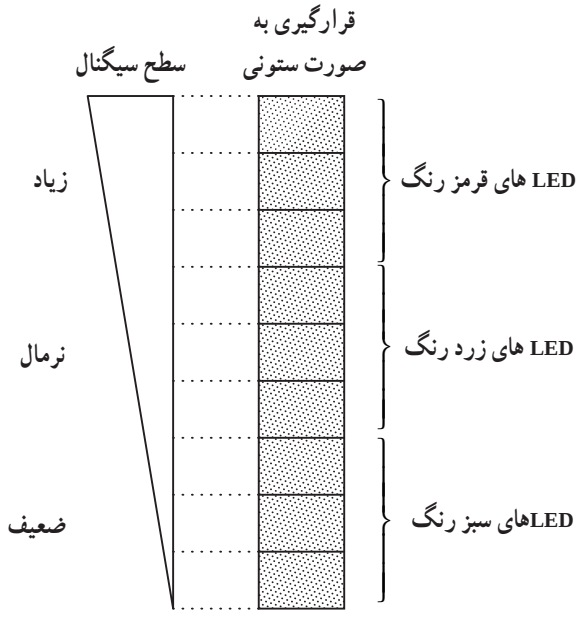
شکل ۶ــ۳ــ مدار یک VUM نوری سیستم استریو

۳ــ۱ــ۳ــ مزایای LED نسبت به METER:

الف ــ در روش نوری می‌توان تعداد زیادی LED را به صورت ردیفی یا ستونی به صورت سری به هم متصل کرد و سطح سیگنال را در حالت‌های ضعیف، نرمال و زیاد نشان داد.

LEDهای به صورت ستونی را نمودار میله‌ای[1] می‌گویند.

ب ــ استفاده از LED جای کمتری می‌گیرد و نسبت به دید ناظر دستگاه، نمایان‌تر است. شکل‌های (۷ــ۳ و ۸ــ۳) ترتیب قرارگرفتن LEDها را روی دستگاه صوتی نشان می‌دهد.



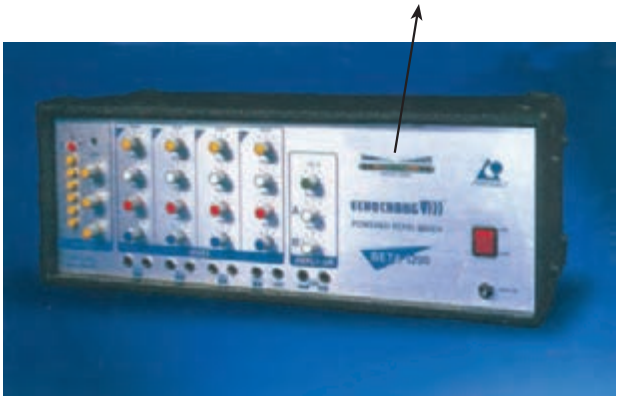
شکل ۷ــ۳ــ نشان‌دهنده دامنه صوت با استفاده از LED

مزایای LED نسبت به METER :

۱ــ با سری کردن ستونی از LEDها می‌توان سطح سیگنال ضعیف را به راحتی نشان داد.

۲ــ استفاده از LED جای کمتری می‌گیرد.

VUM نوری با LED که به صورت ردیفی می‌باشد



شکل ۸ــ۳ــ دستگاه تقویت‌کننده با نشان دهنده‌ی نوری LED

۲ــ۳ــ آی‌سی‌های راه‌انداز نمودار میله‌ای LED

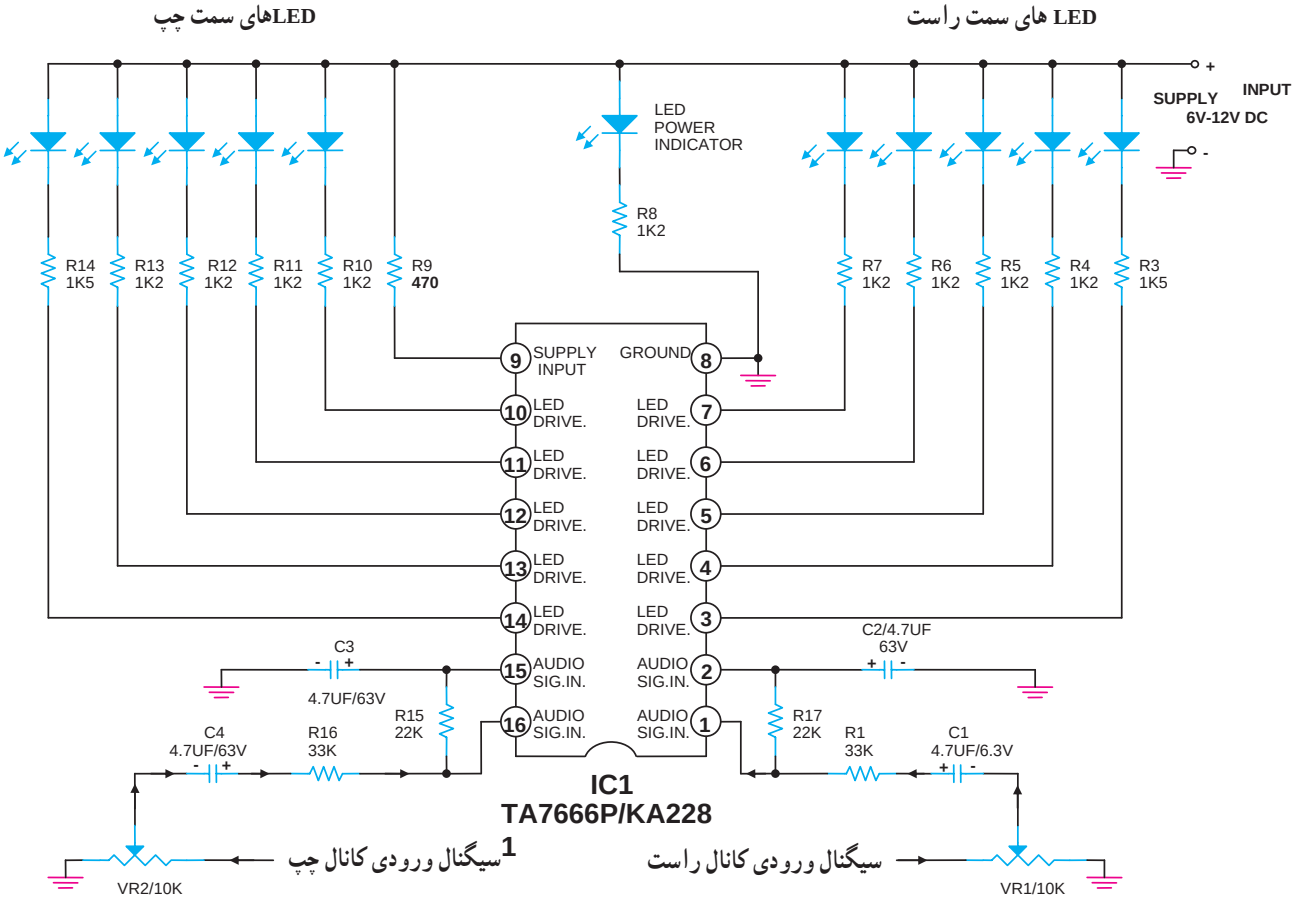
در دستگاه‌های ضبط صوت استریو جدید از آی‌سی راه‌انداز برای نمودار میله‌ای LED رنگی استفاده می‌شود. یک نمونه آی‌سی VUM در شکل (۹ــ۳) نشان داده شده است.

سیگنال صوتی کانال راست از طریق سر وسط پتانسیومتر V_{R1} و C_1 و R_1 و R_2 به پایه ۱ آی‌سی وارد می‌شود. LEDهای مربوط به سمت راست از طریق مقاومت‌های R_3 تا R_7 و پایه‌های ۳ تا ۷ آی‌سی فعال می‌شوند. کانال سمت چپ، قرینه کانال سمت راست است.

در دستگاه‌های ضبط صوت استریو جدید از آی سی راه‌انداز برای نمودار میله‌ای LED رنگی استفاده می‌شود.

۱ ــ Bar Craph

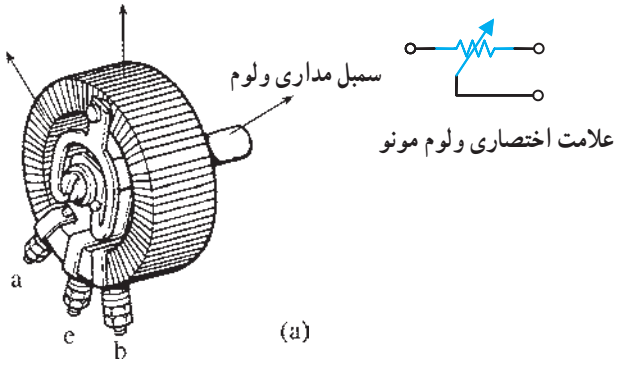
وقتی که شدت دامنه‌ی سیگنال صوتی زیاد می‌شود LEDها مانند یک نمودار میله‌ای افزایش می‌یابند. وظیفه ولوم‌های V_{R_1} و V_{R_2} کنترل شدت روشنایی دیودهای نورانی نسبت به سیگنال ورودی اعمال شده به آی‌سی VUM می‌باشد. پایه ۸ آی‌سی زمین است و پایه ۹ تغذیه یا Vcc است.



شکل ۹ــ۳ــ آی‌سی راه‌انداز مدار نمودار میله‌ای با استفاده از LED

۳ــ۳ــ کنترل دامنه خروجی

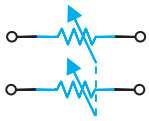
در دستگاه‌های ضبط صوت از کنترل‌کننده یا تنظیم‌کننده حجم صوت که آن را ولوم کنترل[۱] می‌نامند برای کاهش یا افزایش صدای خروجی استفاده می‌شود. معمولاً یک مقاومت متغیر که به صورت پتانسیومتر در مدار بسته می‌شود این عمل را انجام می‌دهد. این پتانسیومتر را نیز ولوم[۲] می‌نامند. در دستگاه ضبط صوت مونو از یک پتانسیومتر برای تنظیم شدت صوت استفاده می‌شود (شکل ۱۰ــ۳).



شکل ۱۰ــ۳ــ مقاومت متغیر برای تنظیم صدای دستگاه ضبط و پخش صوت مونو

۱ ــ Volume Control ۲ ــ Volume

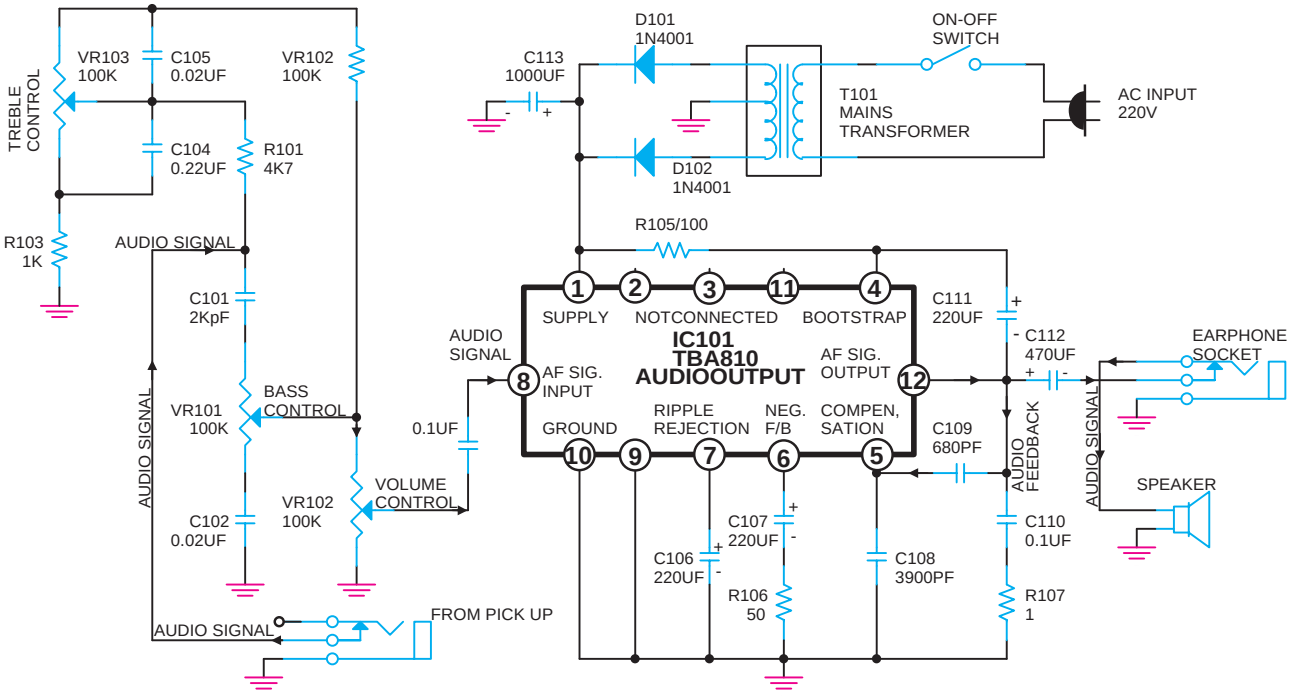
در دستگاه‌های استریو که برای هر باند نیاز به کنترل صدای جداگانه است از یک ولوم دوبل که اصطلاحاً ولوم استریو نامیده می‌شود، استفاده می‌کنند. این ولوم در واقع دو ولوم هم محور ولی مستقل از یک‌دیگر است که در داخل یک محفظه قرار گرفته‌اند، در شکل (۱۱ــ۳) انواع ولوم را مشاهده می‌کنید.



علامت اختصاری ولوم دوبل

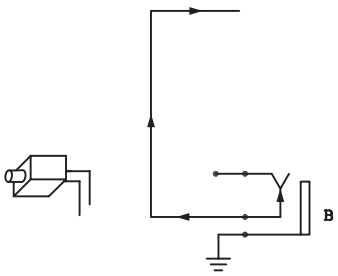
شکل ۱۱ــ۳ــ انواع ولوم که در سیستم مونو و استریو به کار می‌رود.

۱ــ۳ــ۳ــ روش‌های کنترل دامنه خروجی دستی: در شکل (۱۲ــ۳) مدار یک تقویت‌کننده صوتی با آی‌سی را مشاهده می‌کنید در این مدار دامنه صدای خروجی تقویت‌کننده توسط یک پتانسیومتر ولومی V_{R102} کنترل می‌شود.



شکل ۱۲ــ۳ــ کنترل دامنه خروجی در دستگاه پخش صوت

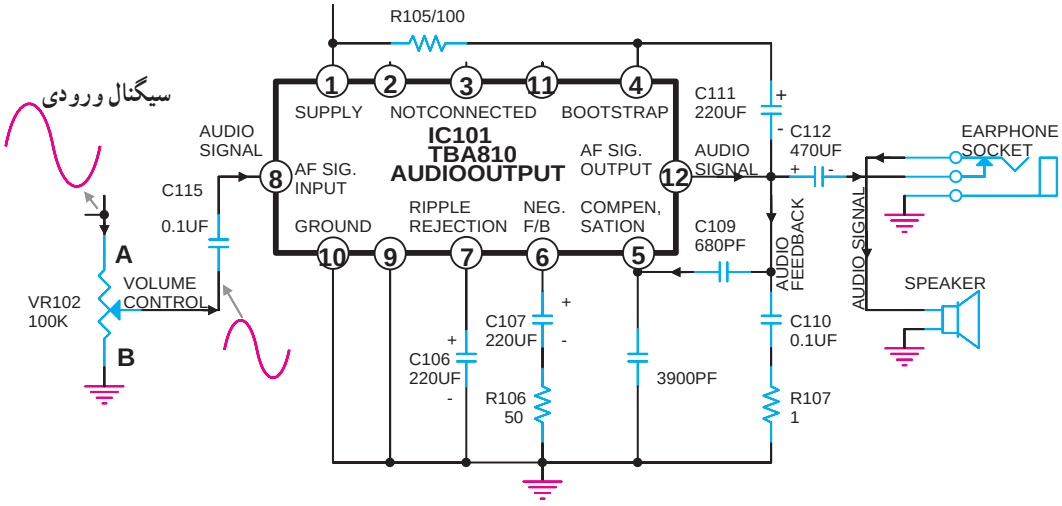
سیگنال صوتی از طریق جک مخصوصی به نام پیک‌آپ[۱] مطابق شکل (۱۳ــ۳) به ورودی مدار اعمال می‌شود.



شکل ۱۳ــ۳ــ اعمال سیگنال صوتی از طریق جک پیک‌آپ

۱ ــ Pick Up

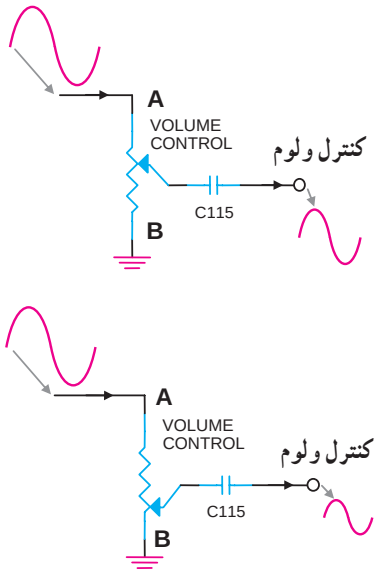
مسیر سیگنال صوتی به ورودی آی‌سی تقویت‌کننده در شکل (۱۴ــ۳) نشان داده شده است.



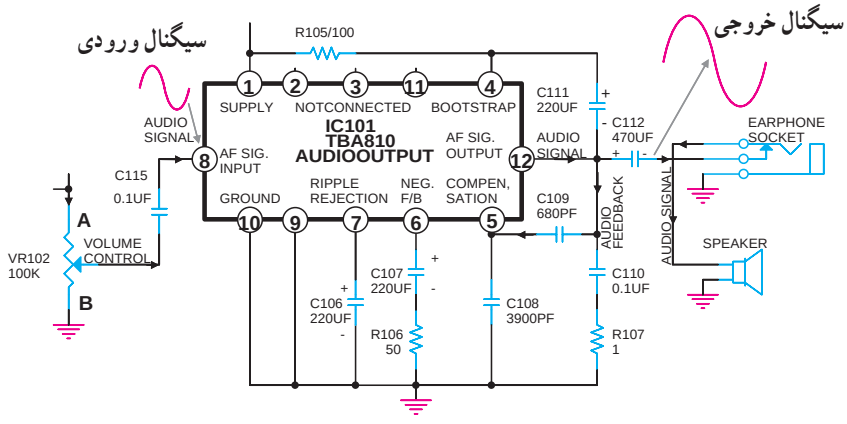
شکل ۱۴ــ۳ــ اعمال سیگنال صوتی به پایه آی‌سی

سیگنال صوتی از طریق سر وسط ولوم V_{R102} و خازن کوپلاژ C_{115} به پایه ۸ آی‌سی وارد می‌شود.

با توجه به شکل (۱۵ــ۳) در صورتی که سر وسط پتانسیومتر به نقطه A نزدیک شود دامنه سیگنال ورودی به پایه ۸ آی‌سی افزایش می‌یابد و اگر به نقطه B نزدیک شود دامنه‌ی سیگنال صوتی ورودی کم می‌شود. سیگنال صوتی پس از تقویت توسط آی‌سی از پایه ۱۲ خارج می‌شود و توسط خازن کوپلاژ C_{112} به بلندگو می‌رسد. در شکل (۱۶ــ۳) دامنه سیگنال را در بلندگو مشاهده می‌کنید.



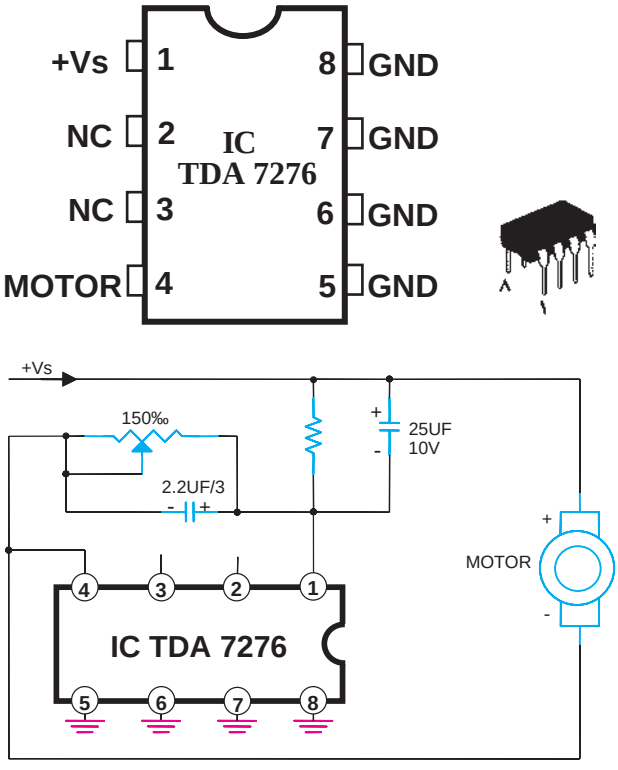
شکل ۱۵ــ۳ــ سیگنال صوتی در نقاط مختلف ولوم



شکل ۱۶ــ۳ــ سیگنال صوتی در بلندگو

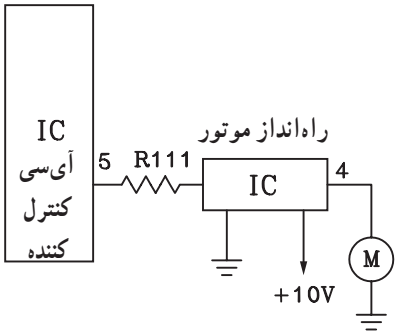
۲ــ۳ــ۳ــ روش‌های کنترل دامنه خروجی به صورت خودکار[1]: در برخی از دستگاه‌های ضبط صوت پیشرفته و دیجیتالی که دارای دستگاه کنترل از راه دور[2] هستند، ولوم کنترل صدا با استفاده از نوعی موتور DC به چرخش درمی‌آید.

کنترل این موتور کوچک توسط آی‌سی است. در شکل (۳ــ۱۷) یک نمونه کنترل موتور DC توسط آی‌سی (TDA۷۲۷۶A) نشان داده شده است.



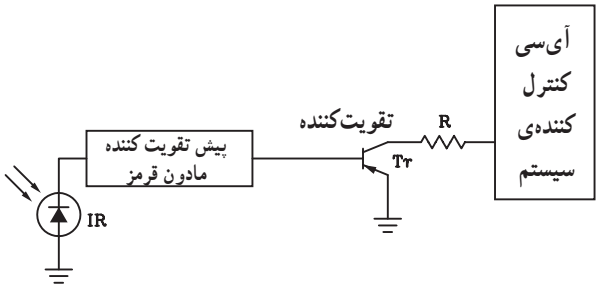
شکل ۳ــ۱۷ــ کنترل ولوم با استفاده از موتور DC

آی‌سی راه‌انداز موتور معمولاً تحت کنترل آی‌سی مرکزی کنترل‌کننده سیستم صوتی است (شکل ۳ــ۱۸).



شکل ۳ــ۱۸ــ آی‌سی راه انداز موتور DC کنترل‌کننده ولوم

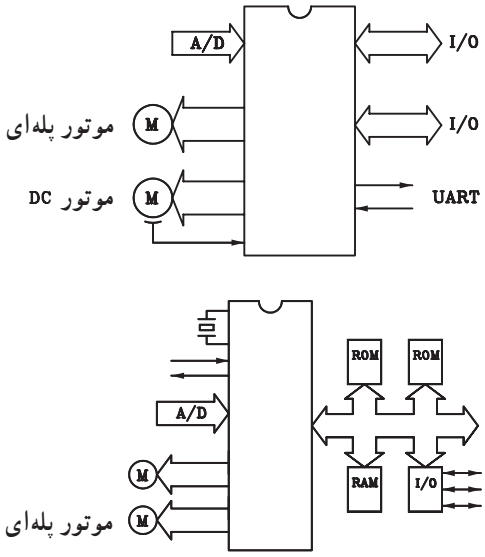
آی‌سی کنترل کننده، خود تحت کنترل سیگنال مادون‌قرمز[3] است که توسط دستگاه فرستنده کنترل از راه دور به سمت گیرنده ارسال می‌شود. در شکل (۳ــ۱۹) بلوک دیاگرام این مدار نشان داده شده است.



شکل ۳ــ۱۹ــ در این‌جا سنسور مادون قرمز سیگنال دستگاه کنترل از راه دور را دریافت کرده و آن را به آی سی که تقویت‌کننده‌ی سیگنال مادون قرمز می‌باشد، اعمال می‌کنند. به این ترتیب سیگنال مادون قرمز قبل از رسیدن به آی‌سی کنترل‌کننده‌ی سیستم تقویت می‌شود.

۱ ــ Automatic Volume Control
۲ ــ Remote Control
۳ ــ Infra Red مادون قرمز

در اکثر سیستم‌های صوتی جدید به‌خصوص در دستگاه‌های CD و VCD، آی‌سی کنترل‌کننده سیستم مستقیماً موتور DC را هم کنترل می‌کند. در این صورت دیگر نیاز به آی‌سی یا مدار راه‌انداز موتور نیست. در شکل (۲۰ــ۳) بلوک دیاگرام دو آی‌سی کنترل کننده سیستم را با حافظه‌های جانبی مشاهده می‌کنید. یادآور می‌شود که امروزه برای کنترل حجم صدا به جای موتور از مدارالکترونیکی استفاده می‌شود.



شکل ۲۰ــ۲ــ کنترل موتور با استفاده از یک آی‌سی

۴ــ۳ــ کنترل‌های اتوماتیک

در سیستم‌های صوتی جدید انواع کنترل‌ها به صورت دیجیتالی انجام می‌شود. در این سیستم می‌توان صدا را از روی پانل جلوی دستگاه یا از طریق دستگاه کنترل از راه دور بدون استفاده از وسایل مکانیکی تغییر داد. دستگاه کنترل از راه دور قابلیت کنترل عملیات زیر را دارد.

الف ــ کنترل صدای میکروفون

ب ــ تنظیم موج رادیو

ج ــ تنظیم تایمر

د ــ کنترل‌کننده میزان اکو[1] صداهای پخش شده

هـ ــ فعال‌کردن سیستم تصویری

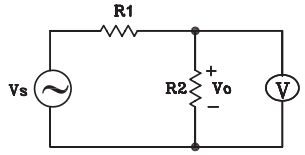
در این بخش به بررسی کلی مدار کنترل ولوم اتوماتیک و سایر مدارهای الکترونیکی می‌پردازیم.

در شکل (۲۱ــ۳) یک سیستم جدید صوتی به همراه دستگاه کنترل از راه دور نمایش داده شده است.

شکل ۲۱ــ۳ــ دستگاه صوتی جدید

۱ــ Ecoe

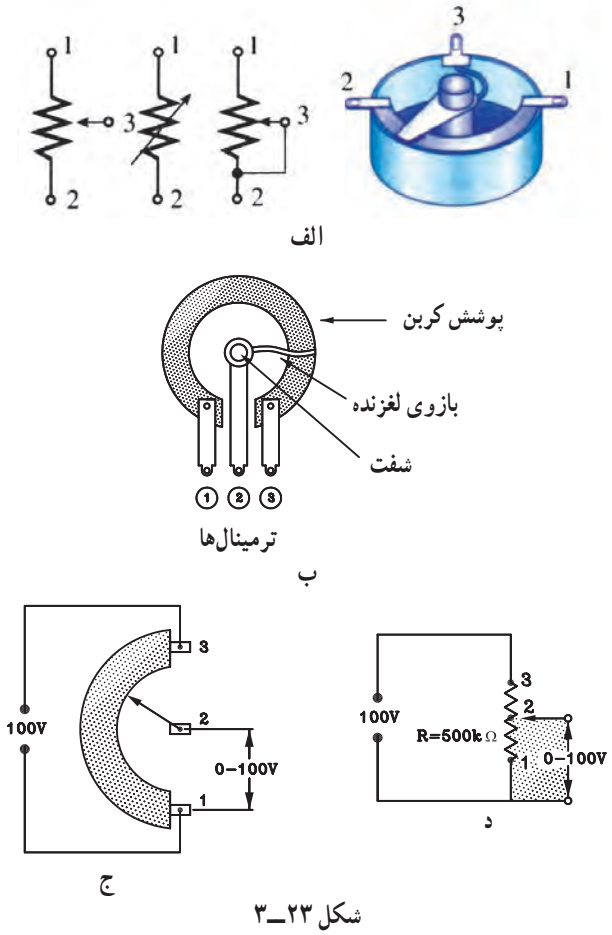
۱ــ۴ــ۳ــ کنترل اتوماتیک ولوم دیجیتال: این مدار براساس قانون تقسیم ولتاژ در مدارهای سری کار می‌کند (شکل ۲۲ــ۳).



$$V_o = \frac{R_2}{R_1 + R_2} . V_s$$

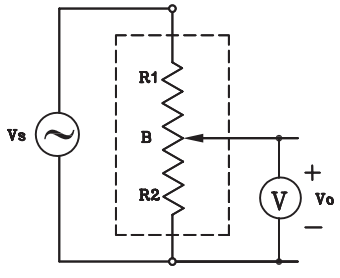
شکل ۲۲ــ۳ــ تقسیم ولتاژ در مدار سری

همانطور که ملاحظه می‌شود می‌توان با تغییر مقادیر R_1 یا R_2 مقادیر مختلفی را برای V_O به‌دست آورد. برای رسیدن به این منظور باید مقاومت‌های R_1 و R_2 را تعویض کنیم تا به میزان دلخواه مقدار V_O برسیم. در مدارهای الکترونیکی ساده از پتانسیومتر استفاده می‌شود (شکل ۲۳ــ۳). در حقیقت پتانسیومتر دو مقاومت به هم پیوسته است.



شکل ۲۳ــ۳

در مدارالکتریکی شکل ۲۴ــ۳ اگر سر وسط (لغزنده) پتانسیومتر به نقطه ۳ نزدیک شود دامنه‌ی سیگنال خروجی افزایش می‌یابد و اگر به نقطه ۱ نزدیک شود مقدار R_2 کاهش می‌یابد و دامنه سیگنال V_O را کم می‌کند. بخشی از مقاومت پتانسیومتر در فاصله ۲ و۳ را به عنوان R_1 و بخش دیگر شامل فاصله ۱ و ۲ را با R_2 نشان داده‌ایم.

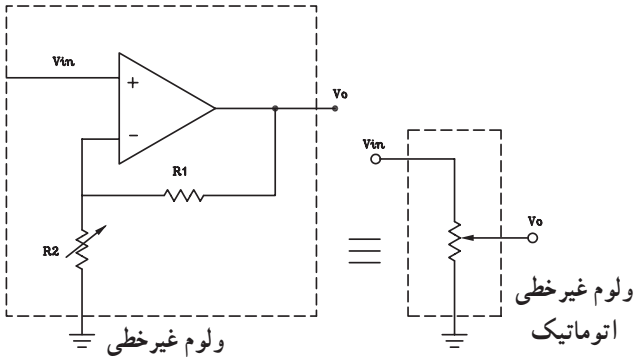


$$Vo = \frac{R2}{R1+R2} \cdot Vs$$

شکل ۲۴ــ۳ــ نحوه‌ی کار ولوم

روش دیگر تغییر دامنه سیگنال استفاده از یک تقویت‌کننده با ضریب بهره‌ی متغیر است. این تقویت‌کننده مانند یک ولوم اتوماتیک عمل می‌کند.

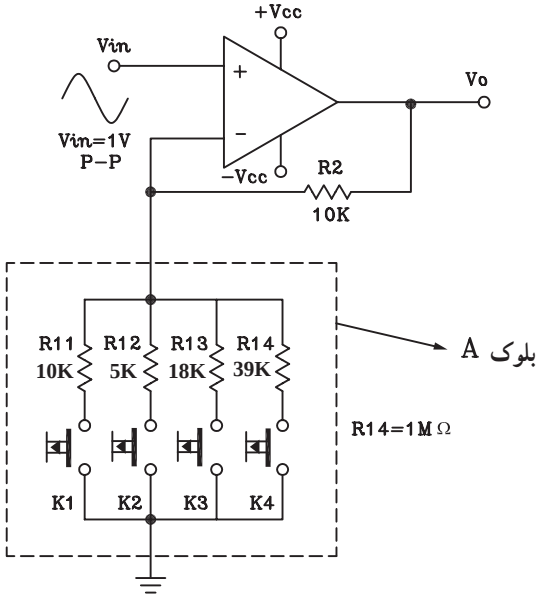
در شکل (۲۵ــ۳) با تغییر مقاومت $R_۲$ ، تقویت‌کننده به صورت یک مقاومت متغیر با تغییرات غیرخطی یا لگاریتمی عمل می‌کند.



شکل ۲۵ــ۳ــ تقویت‌کننده با ضریب بهره متغیر به عنوان یک ولوم غیرخطی

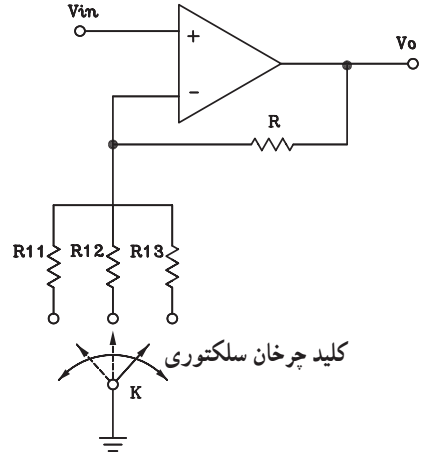
مدار شکل (۲۶ــ۳) را در نظر بگیرید.

بلوک A به جای مقاومت $R_۱$ قرارگرفته است. اگر کلید $K_۱$ فشرده شود، مقدار ضریب بهره متناسب با مقاومت‌های $R_۱$ و $R_۲$ تغییر می‌کند و برابر با ۲ می‌شود و مقدار دامنه سیگنال خروجی را به ۲ ولت می‌رساند. در صورتی که کلیدهای $K_۲$ و $K_۳$ به ترتیب فشرده شوند مقدار دامنه خروجی ۳ یا ۵ برابر می‌شود. ولی اگر کلید $K_۴$ فشرده شود مقدار دامنه سیگنال خروجی تغییر نمی‌کند و دامنه‌ی آن تقریباً با دامنه سیگنال ورودی برابر می‌شود. اشکال این مدار داشتن چند کلید فشاری است که می‌توان از شکل (۲۷ــ۳) استفاده کرد ولی در این مدار نیز کلید K به صورت دستی تغییر می‌کند و منظور ما را برآورده نمی‌سازد. لذا باید به جای کلید K از یک کلید اتوماتیک استفاده کنیم.



شکل ۲۶ــ۳ــ مدار ولوم با تقویت‌کننده Op -amp تغییر ضریب بهره با کلید فشاری

مقدار ضریب بهره‌ی متناسب با مقاومت‌های $R_{۱۱}$ و $R_{۱۲}$ و $R_{۱۳}$ و $R_{۱۴}$ تغییر می‌کند.

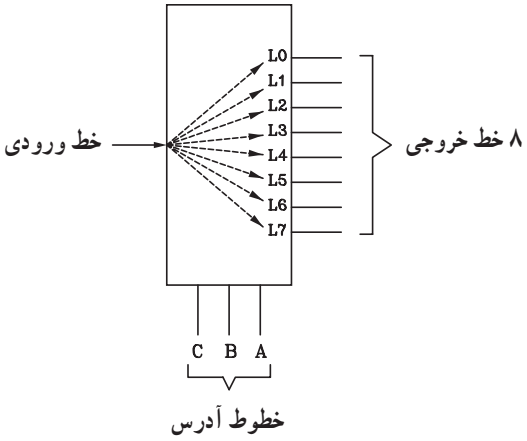


شکل ۲۷ــ۳ــ با تغییر کلید سلکتوری ضریب بهره تقویت‌کننده تغییر می‌کند.

معمولاً در مدارهای الکترونیکی و دیجیتالی از کلید الکترونیکی به نام توزیع‌کننده استفاده می‌شود.

بلوک دیاگرام دمالتی پلکسر[1] یا کلید توزیع‌کننده در شکل (۲۸ــ۳) نمایش داده شده است.

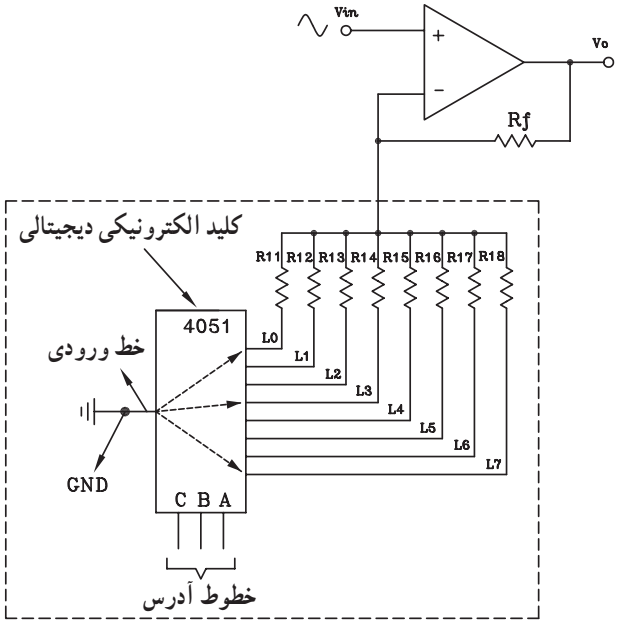
دمالتی پلکسر دارای یک خط ورودی و هشت خط خروجی است که به‌وسیله ۳ خط آدرس به صورت کدهای ۳ بیتی باینری (۰ و ۱) آدرس‌دهی می‌شود و خطوط خروجی موردنظر را با کدهای آدرس به ورودی وصل می‌کند.



شکل ۲۸ــ۳ــ بلوک دیاگرام دمالتی پلکسر

شکل (۲۹ــ۳) مدار ولوم دیجیتالی را نشان می‌دهد که به صورت نیمه اتوماتیک و با تغییر مقاومت R_{11} تا R_{18} دامنه‌ی سیگنال خروجی را تغییر می‌دهد.

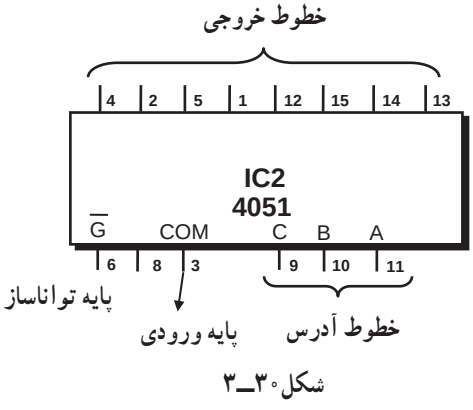
در صورتی که بتوان خطوط آدرس را به صورت اتوماتیک کنترل کرد مدار کنترل ولوم به مدار تمام اتوماتیک تبدیل می‌شود.



شکل ۲۹ــ۳ــ مدار کنترل ولوم نیمه اتوماتیک

با آدرس دهی رو خط آدرس می‌توان ضریب بهره تقویت‌کننده را به صورت اتوماتیک کنترل کرد.

آی‌سی‌سی ماوس (CMOS) با شماره ۴۰۵۱ یک دمالتی پلکسر ۱ به ۸ (1:8) است که دارای ۳ خط آدرس (CBA) و ۸ خط خروجی است. در شکل (۳۰ــ۳) پایه‌های آی‌سی مشخص شده است.

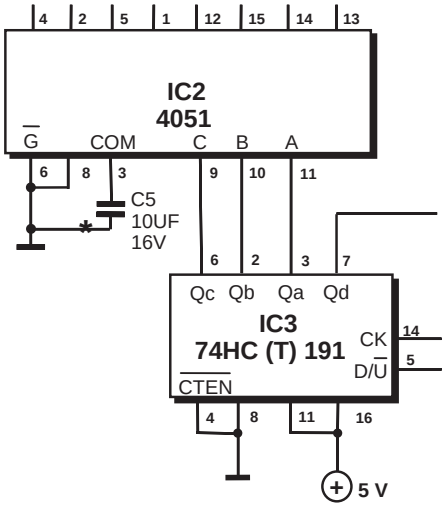


شکل ۳۰ــ۳

۱ــ Demulti plexer

برای آدرس‌دهی، از یک آی‌سی شمارنده مانند آی‌سی ۷۴۱۹۱ استفاده می‌شود.

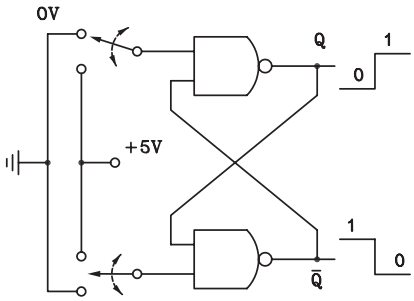
در شکل (۳۱ــ۳) نحوه ارتباط IC ها را باهم مشاهده می‌کنید.



شکل ۳۱ــ۳ــ ارتباط پایه‌های آی‌سی‌دمالتی پلکسر با آی‌سی شمارنده صعودی و نزولی

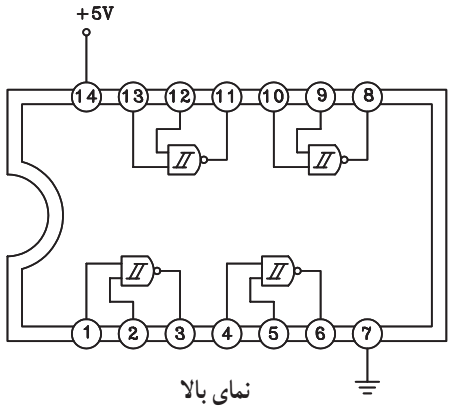
آی سی CMOS با شماره ۴۰۵۱ یک دمالتی پلکسر ۱ به ۸ است که دارای ۳ خط آدرس و ۹ خط خروجی است.

اطلاعات ۰ و ۱ مورد نیاز برای پایه $D/\overline{U}$ [1] آی‌سی شمارنده ۷۴۱۹۱ را می‌توان با استفاده از یک مدار فیلپ فلاپ[2] ساده با گیت[3] NAND مطابق شکل (۳۲ــ۲) تأمین کرد.



شکل ۳۲ــ۳ــ مدار فیلپ فلاپ با گیت NAND

در شکل (۳۳ــ۳) گیت‌های NAND با دو ورودی در آی‌سی ۷۴۱۳۲ دیده می‌شود.



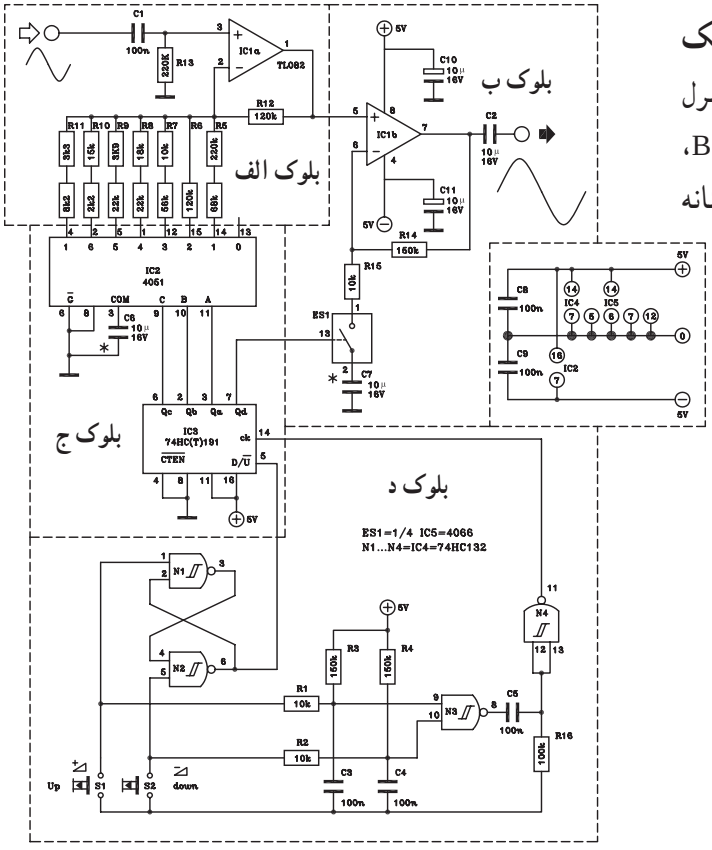
شکل ۳۳ــ۳ــ مدار داخلی IC۴۷۱۳۲

۱ــ $D/\overline{U}$ = down And up counter(بالا) و صعودی (پائین) شمارنده نزولی

۲ــ Flip_ Flop ۳ــ Gate

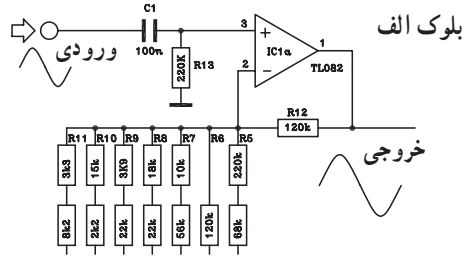
۲ــ۴ــ۳ــ بررسی یک مدار کامل کنترل اتوماتیک ولوم دیجیتال

ولوم دیجیتال: در شکل (۳۴ــ۳) یک نمونه مدار کامل کنترل ولوم دیجیتال را مشاهده می‌کنید. در این مدار بلوک‌های A ، B، C ، D و E وجود دارد، که به بررسی هریک به‌طور جداگانه می‌پردازیم.



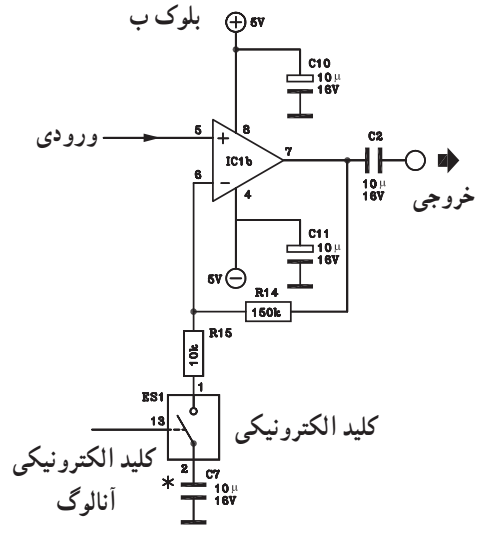
شکل ۳۴ــ۳ــ یک نمونه مدار کامل کنترل ولوم دیجیتال

بلوک الف ــ تقویت‌کننده اول: مدار تقویت‌کننده بلوک الف از آی‌سی a ۱ و تعدادی مقاومت و خازن طبق شکل (۳۵ــ۳) تشکیل می‌شود. ضریب تقویت IC1a تقریباً بین ۱ تا ۱۲ است. مقدار این ضریب با تغییر مقاومت‌های R۵ تا R۱۱ قابل کنترل است.



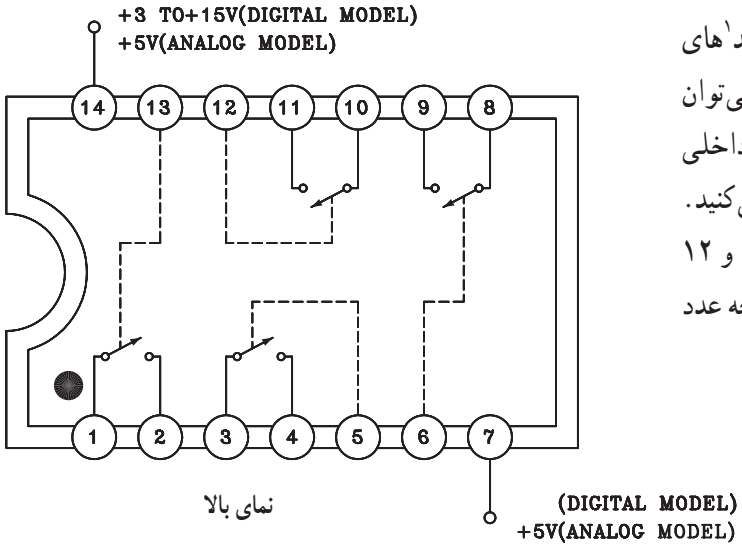
شکل ۳۵ــ۳ــ بلوک الف تقویت‌کننده اول

بلوک ب ــ تقویت‌کننده دوم: این بلوک از آی‌سی ۱b و تعدادی مقاومت تشکیل شده است و ضریب بهره آن تقریباً بین ۱ تا ۱۶ است و توسط کلید الکترونیکی آنالوگ ES۱ کنترل می‌شود. در شکل (۳۶ــ۳) مدار تقویت کننده IC1b نشان داده شده است.



شکل ۳۶ــ۳ــ بلوک ب تقویت‌کننده دوم

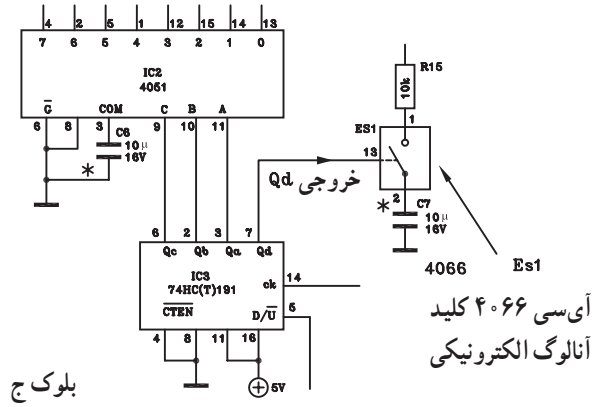
در مدارهای دیجیتالی به‌طور گسترده‌ای ازکلید[1]های آنالوگ استفاده می‌شود. از معروف‌ترین کلیدهای آنالوگ می‌توان آی سی‌های سی‌ماس[2] ۴۰۱۶ و ۴۰۶۶ را نام برد. مدار داخلی یک نمونه از این آی‌سی‌ها را در شکل (۳۷ـ۳) مشاهده می‌کنید. در صورتی که روی پایه کنترل‌کننده کلید (مثلاً پایه ۱۳ و ۱۲ و...) عدد ۱ منطقی یا high قرار گیرد کلید بسته و چنانچه عدد صفر ۰ منطقی قرار گیرد کلید باز می‌شود.



شکل ۳۷ـ۳ـ کلید الکترونیکی آنالوگ

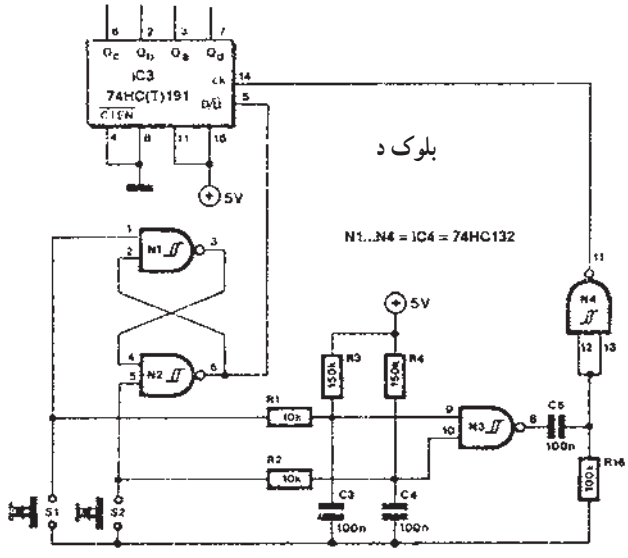
بلوک ج ـ دی‌مالتی پلکسر و شمارنده[3]: بلوک ج از آی‌سی‌های دمالتی پلکسر و شمارنده صعودی و نزولی تشکیل شده است. درشکل (۳۸ـ۳) اتصال پایه‌های این آی‌سی‌ها را ملاحظه می‌کنید.

خروجی Qd جهت کنترل ضریب بهره تقویت کننده IC1b به پایه کنترل کننده کلید آنالوگ آی‌سی ۴۰۶۶ وصل شده است.



شکل ۳۸ـ۳ـ آی‌سی‌دی مالتی پلکسر و شمارنده

بلوک دـ مدار ایجاد پالس ساعت (آی‌سی clock یا ck): این مدار یک شمارنده است که پالس‌های مورد نیاز برای پایه $D/\overline{U}$ را تهیه می‌کند. در شکل (۳۹ـ۳) نحوه اتصال پایه‌های CK و $D/\overline{U}$ به مدار نشان داده شده است. برای ایجاد پالس ساعت لازم است یکی از کلیدهای S_1 یا S_2 فشرده شود. کلید S_1 شمارش صعودی و کلید S_2 شمارش نزولی را به‌عهده دارد.

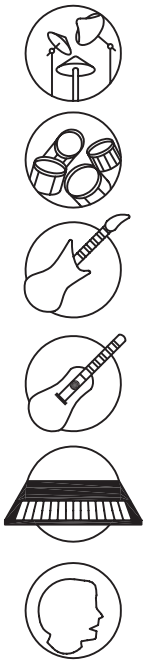


شکل ۳۹ـ۳ـ مدار ایجاد پالس ساعت یا Clock

۱ـ Analog Switch ۲ـ CMos ۳ـ Counter

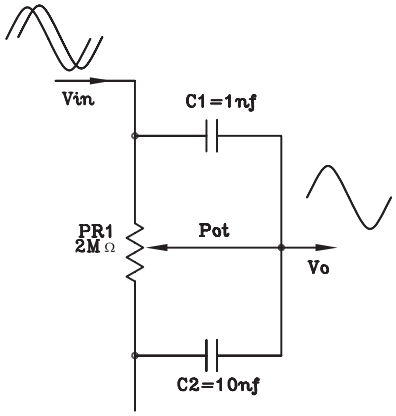
۵ــ۳ــ کنترل تُن یا زیر و بم صدا (Tone Control)

گوش انسان می‌تواند فرکانس بین ۲۰ Hz تا ۲۰ kHz را دریافت کند. مفهوم زیر و بم صدا به فرکانس صدا مربوط است. هر قدر فرکانس صدا کمتر باشد صدا بم‌تر است. مانند صدای طبل و هرقدر فرکانس صدا بیشتر باشد صدا زیرتر است. به‌عنوان مثال سنج و سنتور که فرکانس تولیدی آن‌ها از ۱۰ کیلوهرتز بیشتر است دارای صدای زیر هستند. شکل (۴۰ــ۳) تعدادی ابزار موسیقی را نشان می‌دهد. در رادیو، ضبط صوت یا آمپلی فایرهای صوتی به‌منظور تطابق صدا و گوش گاهی ضرورت دارد که صدای زیر یا صدای بم را کم یا زیاد کنند، بدون این که بقیه صداها تغییر کند، این عمل را **تن کنترل** گویند.



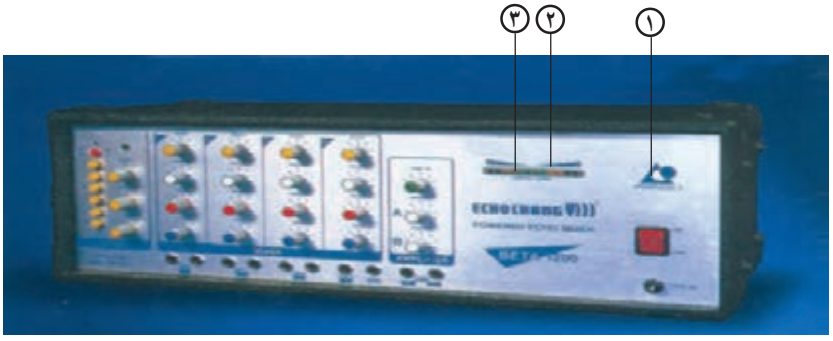
شکل ۴۰ــ۳ــ تعدادی از ابزار موسیقی

عمل تن کنترل به‌وسیله مدارهای RC انجام می‌شود. در شکل (۴۱ــ۳) یک شبکه RC متشکل از مقاومت PR_1 و خازن‌های C_1 و C_2 را مشاهده می‌کنید. این مدار می‌تواند متناسب با ظرفیت خازن‌های C_1 و C_2 دامنه فرکانس‌های بم یا زیر را تغییر دهد.



شکل ۴۱ــ۳ــ یک نمونه مدار کنترل تن صدا

در آمپلی فایرهای صوتی حرفه‌ای معمولاً عمل کنترل تن به‌وسیله دو ولوم انجام می‌شود. برای تنظیم صداهای زیر از ولوم TREBLE و برای تنظیم صداهای بم از ولوم BASS استفاده می‌کنند. در شکل (۴۲ــ۳) یک آمپلی فایر صوتی را مشاهده می‌کنید که تنظیم صدا در آن با دو ولوم BASS و TREBLE انجام می‌شود.



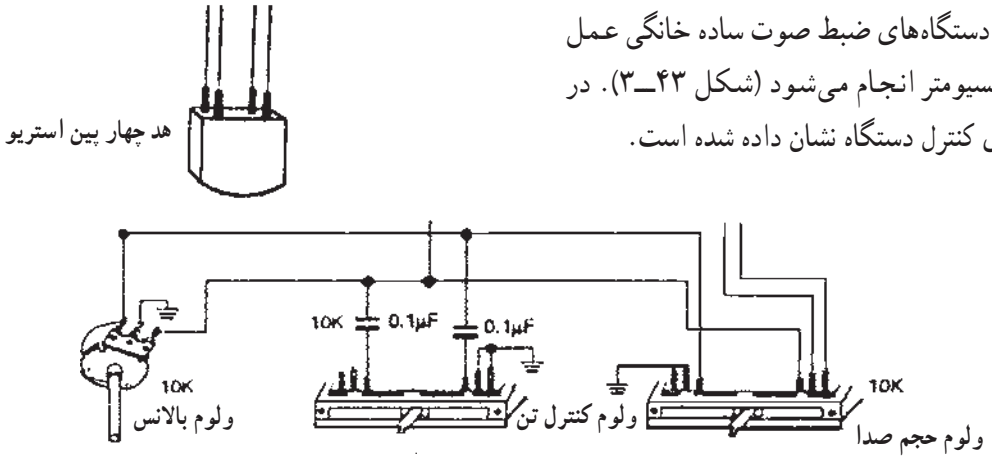
نشان‌دهنده‌ی سطح ولتاژ خروجی. ولتاژ خروجی را نشان می‌دهد. در صورتی که دامنه از صفر بیشتر شود در موج خروجی اعوجاج به‌وجود می‌آید. ①

کنترل صدای بم ②

کنترل صدای زیر ③

شکل ۴۲ــ۳ــ آمپلی‌فایر صوتی

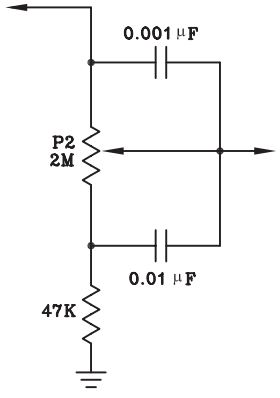
در برخی از دستگاه‌های ضبط صوت ساده خانگی عمل کنترل تن با یک پتانسیومتر انجام می‌شود (شکل ۴۳ــ۳). در شکل فقط ولوم‌های کنترل دستگاه نشان داده شده است.



شکل ۴۳ــ۳ــ انواع ولوم کنترل در یک دستگاه ضبط صوت

۱ــ۵ــ۳ــ مدار کنترل صدای بم (Bass) : سیگنال صوتی آشکار شده توسط هد ضبط پخش به مدار پیش تقویت‌کننده می‌رسد و پس از تقویت به‌منظور کنترل صدای زیر و بم به مدار کنترل تن وارد می‌شود.

مداری را که در شکل (۴۴ــ۳) مشاهده می‌کنید برای کنترل صداهای بم است.

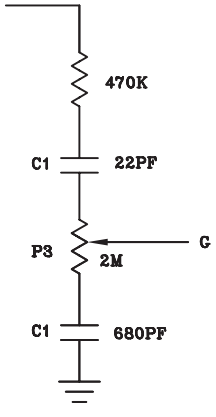


شکل ۴۴ــ۳ــ کنترل صدای بم

دامنه‌ی سیگنال‌های فرکانس بالا در دوسر ولوم P_2 ثابت است، بنابراین سیگنال‌ها توسط خازن‌های ۰/۰۰۱ و ۰/۰۱ میکروفارادی اتصال کوتاه می‌شوند و به خروجی می‌رسند. بنابراین جابه‌جا کردن سر وسط ولوم روی مقدار فرکانس‌های بالا اثر ندارد. در فرکانس‌های کم، مقدار Xc خازن‌ها زیاد است. بنابراین سیگنال‌های فرکانس پایین نمی‌توانند از خازن‌ها عبور کنند. حال اگر سر وسط ولوم به سمت بالا نزدیک شود صدای بم زیادتر و اگر به سمت پایین نزدیک شود صدای بم کمتر می‌شود. در صورتی‌که مقاومت ۴۷ k در مدار نباشد تمام فرکانس‌های زیاد به زمین اتصال کوتاه می‌شوند و در مرحله‌ی کنترل، صدای زیر دیگر قابل کنترل نخواهد بود.

این ولوم را ولوم کنترل صدای بم یا BASS گویند.

۲ــ۵ــ۳ــ کنترل صدای زیر (Treble) : در مدارشکل (۴۵ــ۳) ولوم P_3 نقش کنترل فرکانس‌های بالا (صدای زیر) را به‌عهده دارد. به این ولوم فقط بخشی از سیگنال صوتی که دارای فرکانس زیاد است می‌رسد. زیرا خازن C_1 به دلیل داشتن ظرفیت کم از عبور سیگنال‌های فرکانس کم جلوگیری می‌کند.

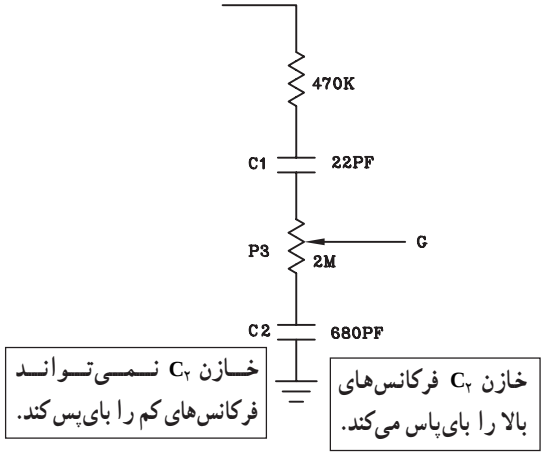


خازن‌های C_1 و C_2 فرکانس‌های بالا را از خود عبور می‌دهند ولی نمی‌توانند فرکانس‌های کم را عبور دهند.

شکل ۴۵ــ۳ــ کنترل صدای زیر

اگر مطابق شکل (۴۶ـ۳) سر وسط ولوم به خازن C_1 نزدیکتر شود، دامنه سیگنال‌های فرکانس‌های زیاد بیشتر می‌شود و در این حالت اصطلاحاً می‌گویند صدا زیرتر یا Terble می‌شود.

خازن C_2 سرپایین ولوم P_3 را از نظر فرکانس‌های بالا به زمین بای‌پس می‌کند ولی فرکانس‌های کم را اتصال کوتاه نمی‌کند.

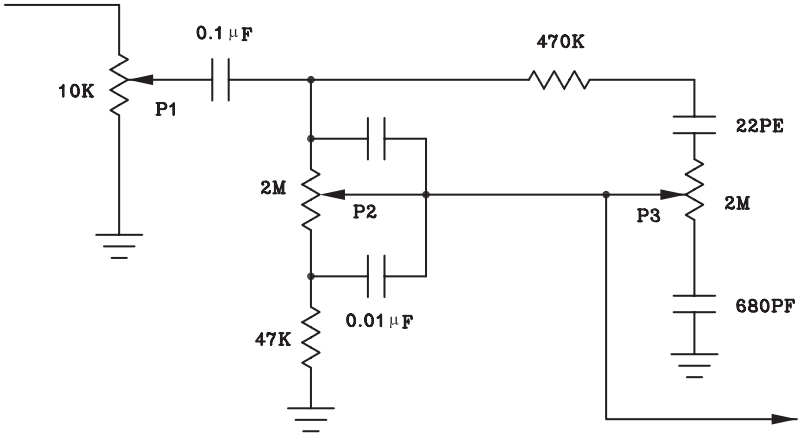


شکل ۴۶ـ۳ـ کنترل فرکانس زیر

۳ـ۵ـ۳ـ مدار کنترل تن مونو و استریو: در شکل (۴۷ـ۳) مدار کامل کنترل تن صوتی نشان داده شده است. ورودی این مدار سیگنال صوتی تقویت شده است که از طبقه پری‌آمپلی‌فایر به این مدار می‌رسد. ولوم P_1 وظیفه کنترل دامنه صدا را به عهده دارد و خازن ۰/۱ میکروفارادی خازن کوپلاژ است.

ولوم P_2 فرکانس پایین یا بم (BASS) را کنترل می‌کند.

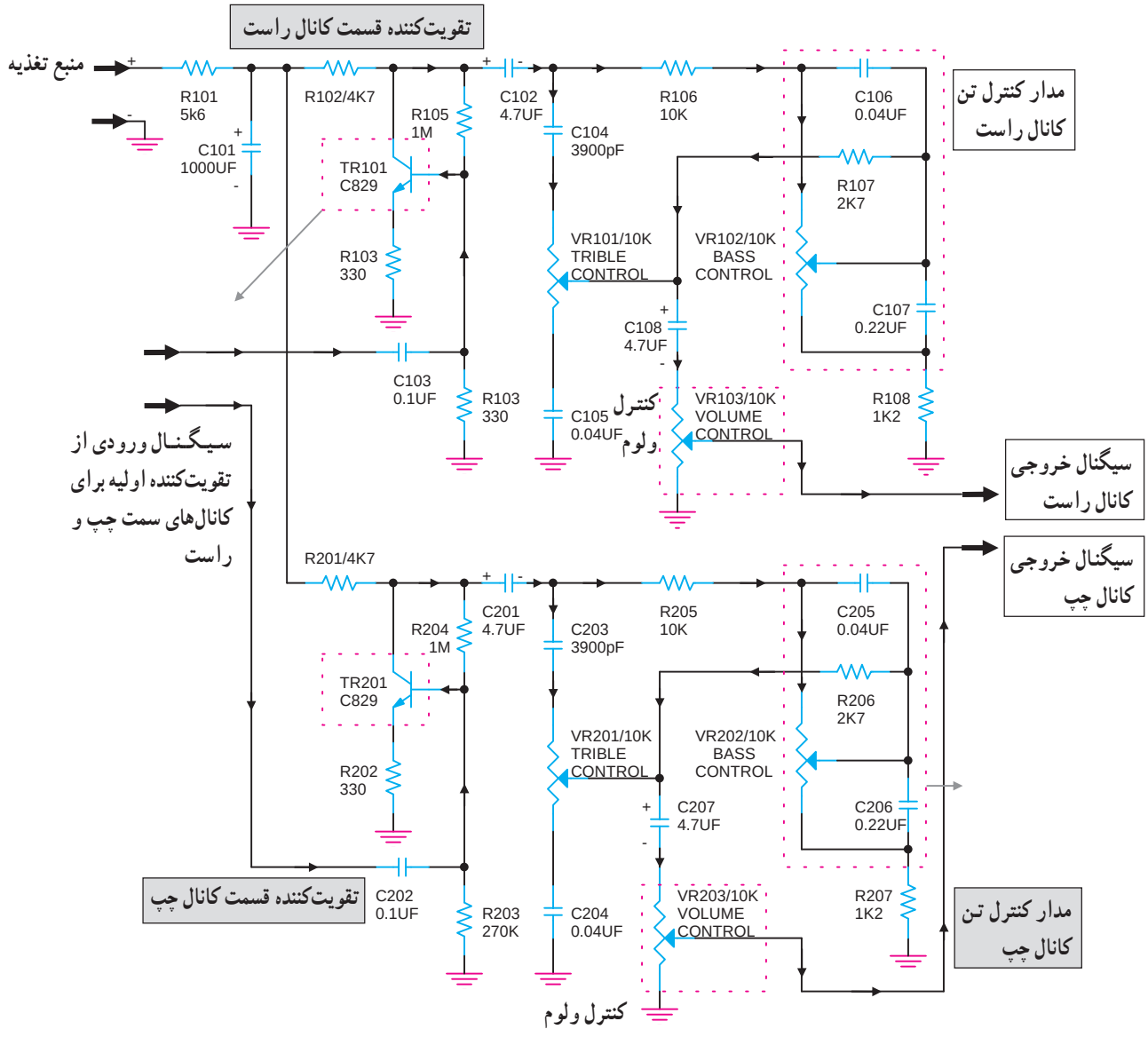
سیگنال‌های فرکانس بالا یا صداهای زیر (Treble) توسط ولوم P_3 کنترل می‌شود.



شکل ۴۷ـ۳ـ مدار کامل کنترل تن صوتی صدای زیر و بم

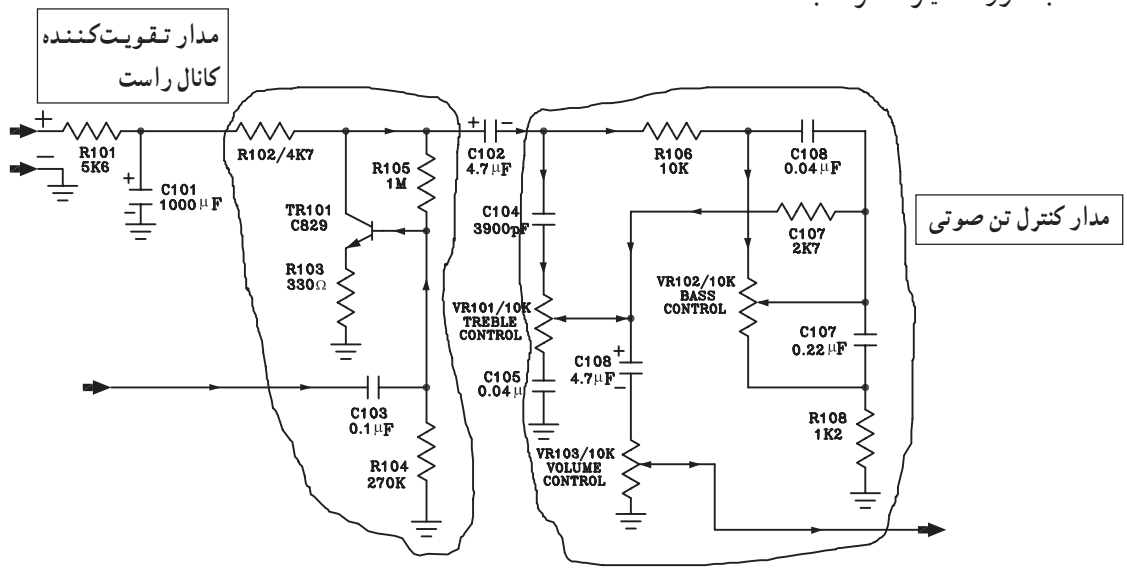
همانطور که قبلاً گفته شده در هر سیستم استریو برای هر باند یک طبقه مدار تقویت‌کننده پری‌آمپلی‌فایر و مدار کنترل تن صوتی، طبقه قدرت درنظر می‌گیرند. یادآوری می‌شود تمام مدارها برای هر دو باند کاملاً مشابه و یکسان هستند.

در شکل (۴۸ـ۳) یک مدار کنترل تن صوتی استریو را مشاهده می‌کنید.



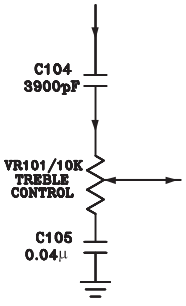
شکل ۴۸ـ۳ـ مدار تقویت کننده استریو با کنترل تن صوتی

در شکل (۴۹ــ۳) مدار تن کنترل کانال راست نشان داده شده است. وظیفه ترانزیستور TR۱۰۱ تقویت سیگنال صوت است که به‌صورت امیتر مشترک بسته شده است.



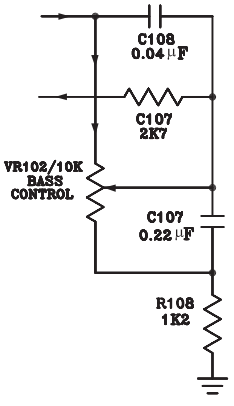
شکل ۴۹ــ۳ــ مدار تقویت‌کننده و کنترل صوتی کانال راست

کنترل صدای زیر Treble توسط خازن‌های $C_{۱۰۴}$ و $C_{۱۰۵}$ ولوم $VR_{۱۰۱}$ انجام می‌شود (شکل ۵۰ــ۳).



شکل ۵۰ــ۳ــ مدار کنترل تن صدای زیر (Trelde)

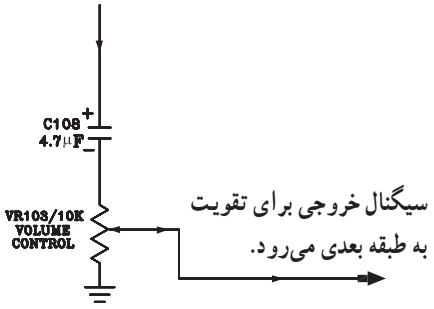
صدای بم (Bass) با خازن‌های $C_{۱۰۷}$ و $C_{۱۰۶}$ و ولوم $VR_{۱۰۲}$ کنترل می‌شود. در شکل (۵۱ــ۳) مدار کنترل صدای بم نشان داده شده است.



شکل ۵۱ــ۳ــ مدار کنترل تن صدای بم (BASS)

سیگنال صوتی تنظیم شده‌ی کانال راست از طریق خازن کوپلاژ C_{108} و سر وسط ولوم VR_{103} به طبقه تقویت‌کننده قدرت می‌رود (شکل ۵۲ــ۳).

توجه: *مدار تقویت‌کننده و کنترل تن کانال چپ مشابه کانال راست است و تحلیل آن به عهده فراگیران واگذار می‌شود.*



شکل ۵۲ــ۳

۶ــ۳ــ کنترل تعادل یا بالانس

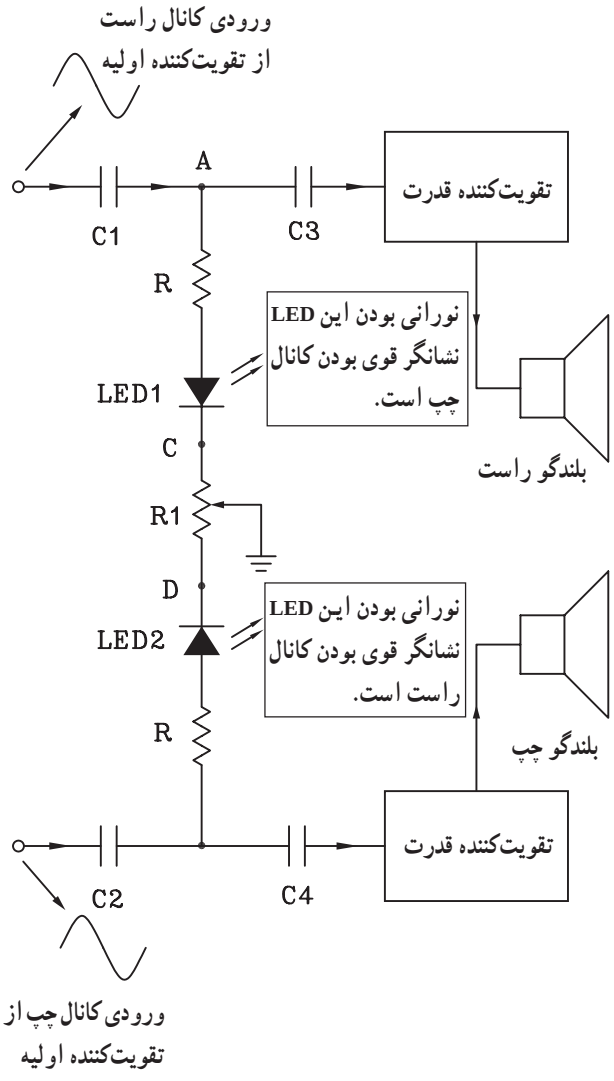
برای کنترل صدای خروجی بلندگوهای هر باند سیستم استریو از مدار کنترل بالانس یا متعادل‌کننده استفاده می‌شود.

مدار الکترونیکی بالانس را در شکل (۵۳ــ۳) مشاهده می‌کنید.

سیگنال صوتی هر کانال توسط خازن‌های C_1 و C_2 به نقاط A و B اعمال می‌شود. اگر پتانسیومتر R_1 در وسط قرار گیرد، جریان عبوری LED_1 و LED_2 یکسان است و هردو LED نور یکسان تولید می‌کنند که نشان‌دهنده‌ی بالانس بودن هردو کانال استریو است.

وقتی سروسط ولوم R_1 به نقطه C نزدیک می‌شود جریان عبوری از LED_1 زیاد می‌شود و نور آن نسبت به LED_2 بیش‌تر می‌شود.

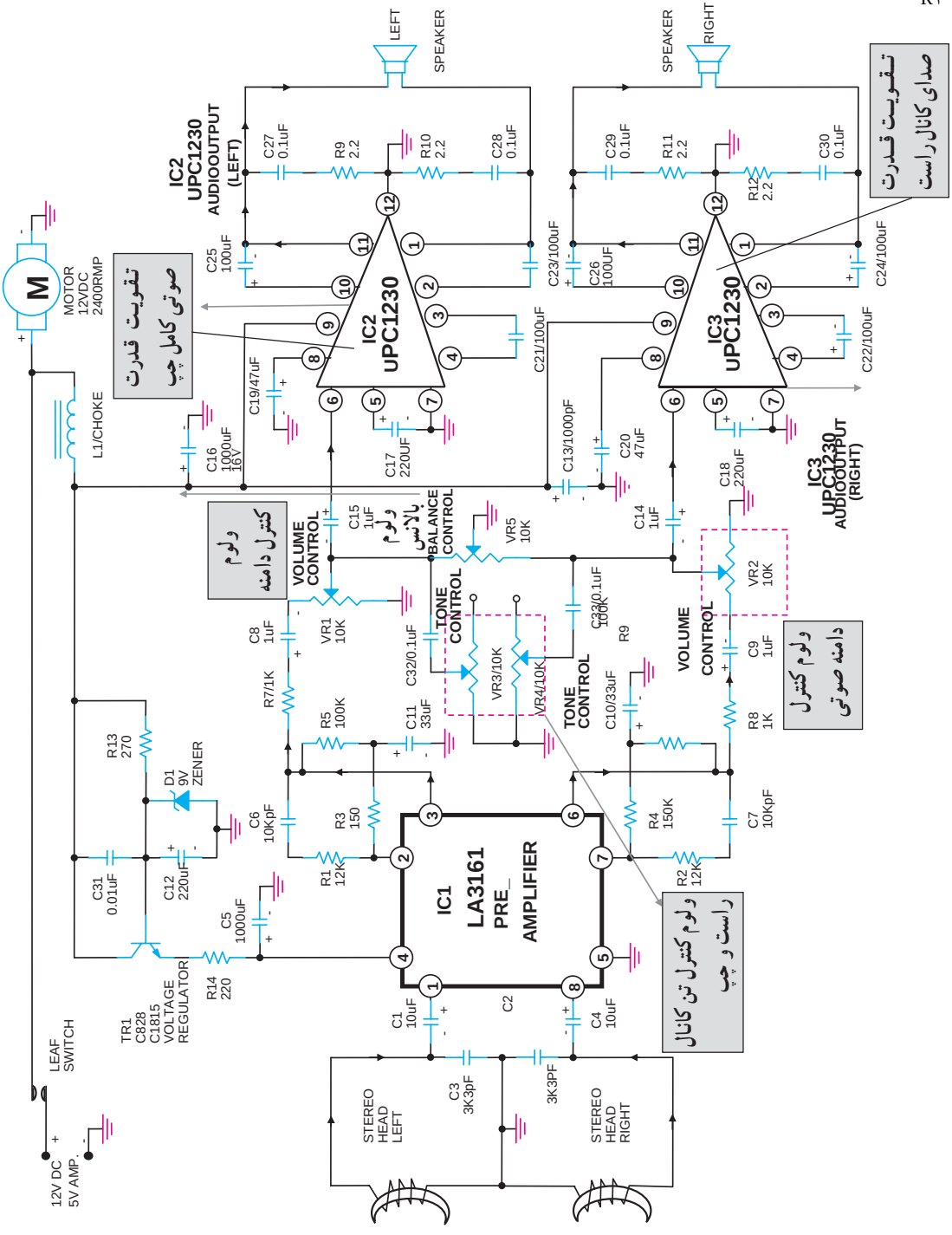
افزایش جریان عبوری از مسیر LED_1 دامنه سیگنال مربوط به کانال راست را کم می‌کند. این امر قوی بودن کانال چپ و ضعیف بودن کانال راست را نشان می‌دهد.



شکل ۵۳ــ۳ــ مدار کنترل بالانس استریو

در شکل (۵۴ـ۳) نقشه کامل مدار الکترونیکی یک سیستم پخش نوار استریو را مشاهده می‌کنید. ولوم V_{R5} کنترل بالانس نمودن صدای خروجی هر باند را به‌عهده دارد.

برای تنظیم صدای زیر و بم پخش شده هر کانال از ولوم‌های V_{R3} و V_{R4} استفاده شده است.



شکل ۵۴ـ۳

در دستگاه‌های ضبط صوت مدرن از سیستم‌های کنترل fader استفاده می‌کنند. این سیستم در دستگاه‌های چند کاناله استفاده می‌شود. با استفاده از این سیستم می‌توان تعدادی از بلندگوها را حذف کرد یا تعدادی را در مدار قرار داد.

زمان آزمایش: ۲ ساعت

۷ــ۳ــ کار عملی شماره ۳

۱ــ۷ــ۳ــ اهداف

■ بررسی کنترل‌کننده‌های نفوذ مغناطیسی با استفاده از میتر (METER)

■ بررسی کنترل‌کننده‌های نفوذ مغناطیسی با استفاده از LED

۲ــ۷ــ۳ــ تجهیزات و مواد مورد نیاز

■ دستگاه ضبط صوت یک دستگاه

■ ولت‌متر عقربه‌ای یا یک میتر عقربه‌ای VUM یک دستگاه

■ مقاومت ۴۷kΩ ، ۱kΩ و ۱۰kΩ از هرکدام یک عدد

■ پتانسیومتر ۱kΩ و ۵kΩ از هر کدام یک عدد

■ خازن ۱µf /۱۵V، ۲ عدد

■ خازن ۴۷µf /۱۵V یک عدد و خازن ۱۰µf /۱۵۷ یک عدد

■ دیود IN۴۱۴۸ چهار عدد

■ آی سی LM۷۴۱ و LM۳۹۱۶ از هرکدام یک عدد

■ LED قرمز، سبز، زرد از هرکدام ۴ عدد

■ سیم رابط و فیش

> **توجه:** *برای صرفه‌جویی در وقت و استفاده بهینه از زمان توصیه می‌شود آزمایش‌ها روی برد آزمایشگاهی آماده انجام شود.*

۳ــ۷ــ۳ــ اطلاعات اولیه: در این آزمایش به بررسی دو نمونه VUM عقربه‌ای و نوری می‌پردازیم.

سیگنال خروجی آمپلی فایر ضبط صوت را که به بلندگو اعمال می‌شود، به نمونه‌هایی از مدارهای VUM نوری و عقربه‌ای که روی برد آماده شده است می‌دهیم و مدارها را عملاً بررسی می‌کنیم.

۴ــ۷ــ۳ــ با استفاده از یک فیش هِدفون مناسب:
دستگاه ضبط‌صوت مورد آزمایش و ۲ عدد گیره سوسماری کوچک و حدود ۴۰ یا ۵۰ سانت سیم کواکسیال، یک سیم رابط مونو درست کنید (شکل ۵۵ــ۳).

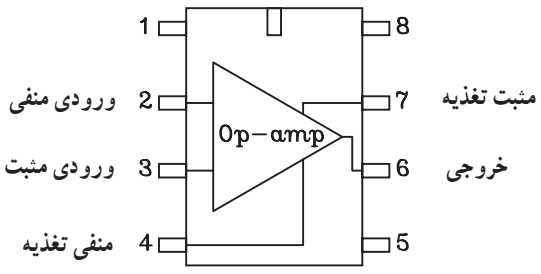
شکل ۵۵ــ۳ــ نحوه‌ی ساخت فیش رابط برای دریافت خروجی از دستگاه پخش صوت به‌صورت مونو

۵ــ۷ــ۳ــ مراحل اجرای آزمایش

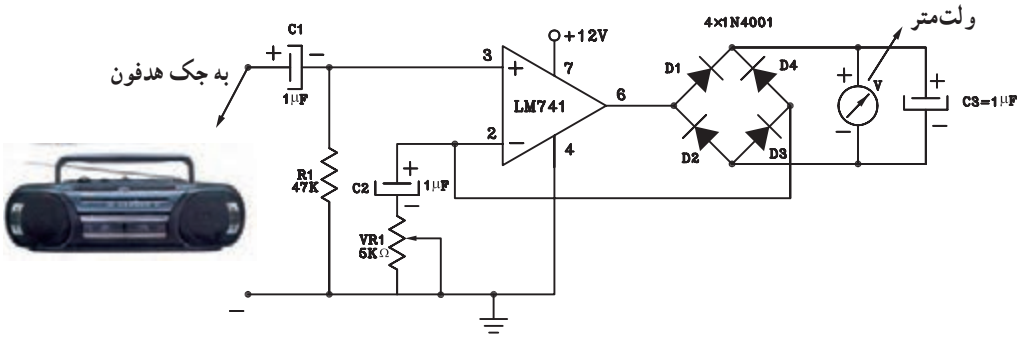
الف ــ آزمایش VUM عقربه‌ای

■ مدار شکل ۵۷(ــ۳) را بر روی برد برد ببندید و یا از برد آماده استفاده کنید.

■ سیم رابط ورودی مدار را به خروجی (جک) هدفون دستگاه ضبط صوت وصل کنید.



شکل ۵۶ــ۳ــ پایه‌های ۷۴۱



شکل ۵۷ــ۳

■ در درون دستگاه یک نوار کاست پرشده قرار دهید، سپس دستگاه را روشن کنید.

■ با تغییر ولوم صدا، تغییرات عقربه را مشاهده کنید. با پتانسیومتر V_{R1} می‌توانید حساسیت مدار را تنظیم کنید.

■ چنانچه انحراف عقربه مشاهده نگردید با راهنمایی مربی خود رنج ولت‌متر را در یک حالت مناسب قرار دهید تا حساسیت

انحراف عقربه کاملاً مشاهده شود.

■ با تغییر حداقل و حداکثر ولوم صدا محدوده‌ی تغییرات عقربه را به‌دست آورید.

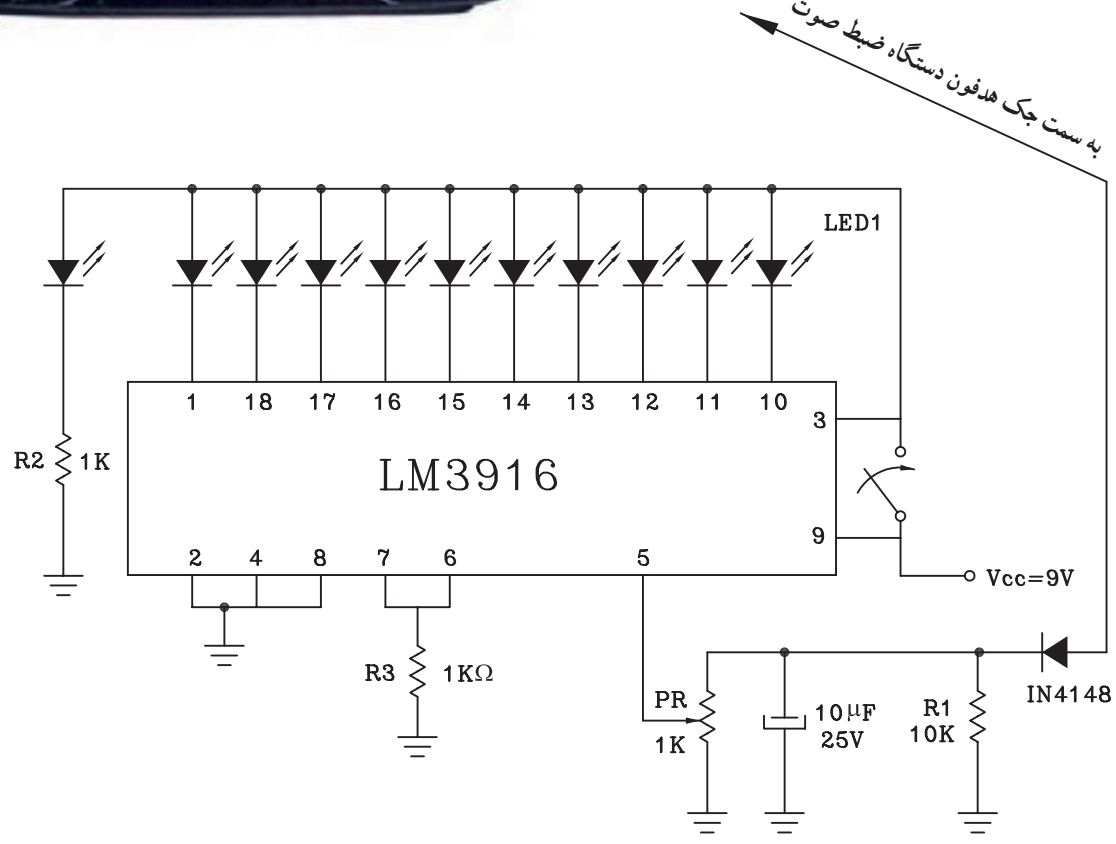
... = ولت‌متر V ← با افزایش ولوم صدا

... = ولت‌متر V ← باحداقل ولوم صدا

ب ــ VUM نوری

■ مدار شکل زیر را روی برد برد ببندید یا از برد آماده استفاده کنید.

■ ورودی مدار را با سیم رابط به جک هدفون دستگاه وصل کنید (شکل ۵۸ــ۳).



شکل ۵۸ــ۳

■ با تغییر ولوم، روشن و خاموش بودن LED ها را مشاهده کنید.

■ با تغییر ولوم صدا، در حداکثر خود نحوه‌ی روشن شدن دیودهای نورانی را تشریح کنید.

پاسخ:

آزمون پایانی (۳)

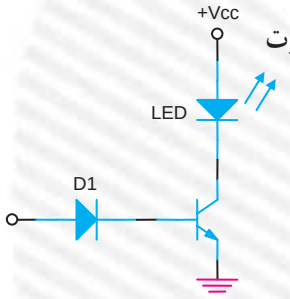
۱ــ از کدام دستگاه برای اندازه‌گیری تغییرات سطح ولتاژ سیگنال صوتی استفاده می‌شود؟

الف ــ اهم‌متر　　ب ــ ولت‌متر　　ج ــ VUM　　د ــ آمپرمتر

۲ــ وظیفه VUM ..... در دستگاه‌های صوتی است.

۳ــ صدای زیر دارای فرکانس ..... و صدای بم دارای فرکانس ..... می‌باشد.

۴ــ در VUM نوری شکل مقابل وظیفه D_1 چیست؟



الف ــ یک‌سو کردن سیگنال صوتی　　ب ــ نشان‌دهنده دامنه صوت

ج ــ محافظ ترانزیستور　　د ــ حذف سیگنال صوتی

۵ــ Bass به معنای کنترل ..... است.

الف ــ صدای زیاد　　ب ــ صدای زیر　　ج ــ صدای بم　　د ــ فرکانس بالا

۶ــ از کدام ولوم برای تضعیف کانال راست و چپ در سیستم استریو استفاده می‌شود؟

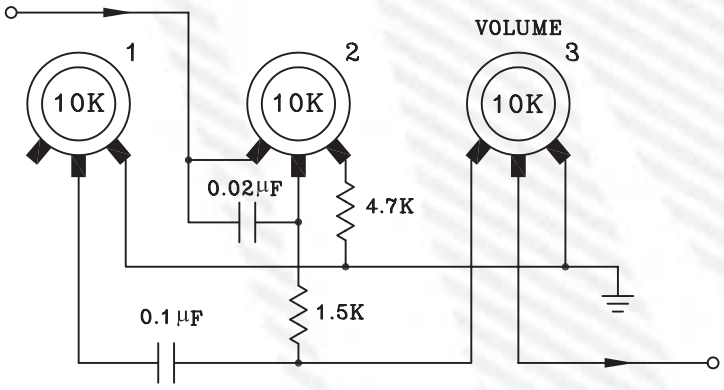
الف ــ ولوم Treble　　ب ــ ولوم دامنه　　ج ــ ولوم بالانس کنترل　　د ــ ولوم BASS

۷ــ در مدار ولوم کنترل از راه دور از کدام دیود استفاده می‌شود؟

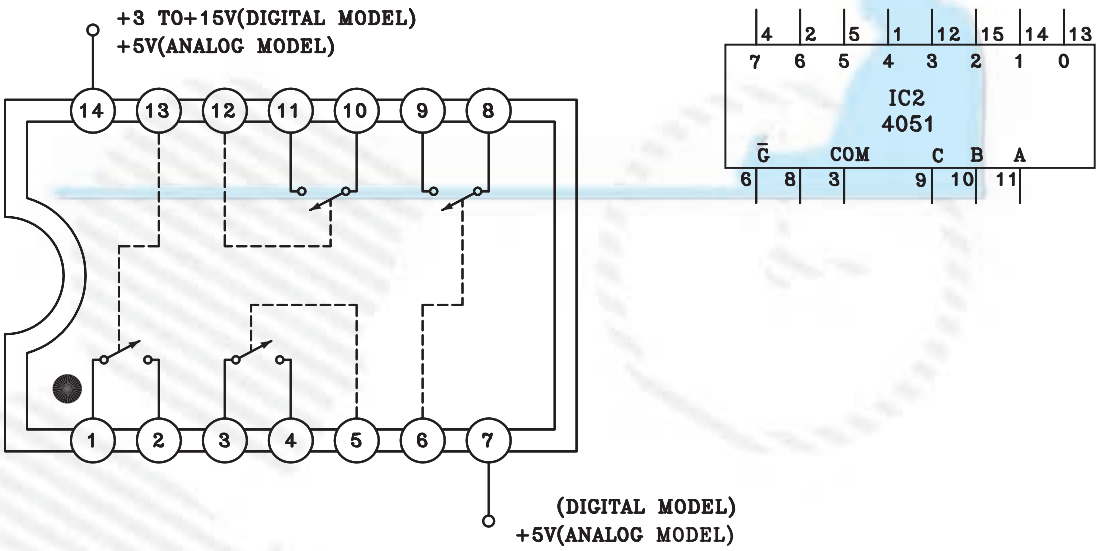
الف ــ دیود معمولی　　ب ــ دیود خازنی　　ج ــ دیود زنر　　د ــ فتودیود

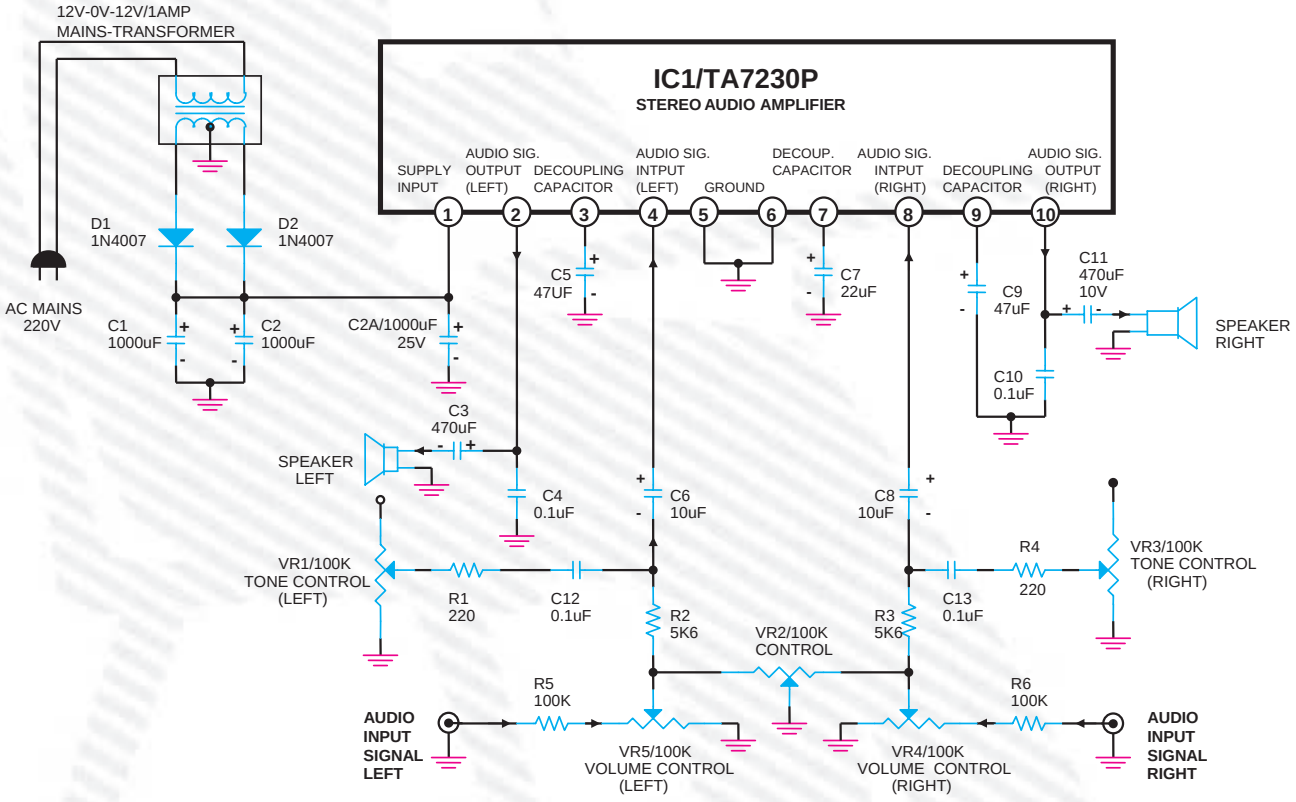
۸ــ مدار داده شده شکل زیر مربوط به ولوم‌های یک دستگاه ضبط صوت است، نقش ولوم شماره (۱) کدام است؟

الف ــ تن کنترل　　ب ــ بالانس　　ج ــ Bass　　د ــ Treble



۹ــ نام و کاربرد هریک از آی‌سی‌های شکل زیر را به‌طور خلاصه شرح دهید.





با توجه به نقشه بالا مدار آمپلی فایر صوتی که سیستم استریو است به سؤالات زیر پاسخ دهید.

۱۰ــ نقش ولوم VR_2 کدام است؟

الف ــ ولوم کنترل دامنه　　ب ــ ولوم Bass　　ج ــ ولوم بالانس　　د ــ ولوم تن کنترل

۱۱ــ وظیفه ولوم‌های VR_1 و VR_3 کدام است؟

الف ــ کنترل صدای بم

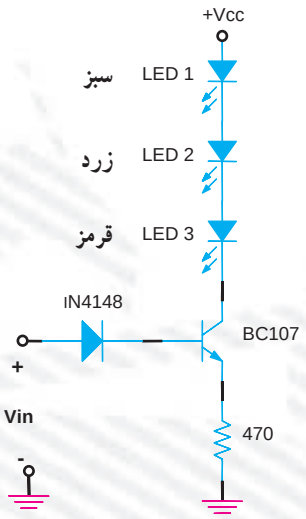
ب ــ کنترل صدای زیر

ج ــ کنترل صدای زیر و بم

د ــ کنترل دامنه سیگنال هر کانال

خودآزمایی عملی

در صورتی که وقت اضافی داشتید مدار شکل زیر را بر روی بردبرد ببندید و نقطه A ورودی مدار به خروجی تقویت کننده‌ی ضبط صوت یا بلندگو وصل کنید و نحوه روشن شدن LED ها را بررسی کنید.



فصل چهارم

بررسی کاهش اثرات نویز

هدف کلی

آموزش نحوه‌ی بررسی کاهش اثرات نویز در دستگاه‌های ضبط صوت

هدف‌های رفتاری: فراگیر پس از پایان این فصل قادر خواهد بود:

۱ــ نویز را در سیستم ضبط تعریف کند.

۲ــ سیستم دالبی و انواع آن را تعریف کند.

۳ــ کاربرد متراکم‌کننده high comprosor و محدودکننده limiter و توسعه‌دهنده (منبسط‌کننده) Expander و ترکیب‌کننده componder را بیان کند.

ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۴	۲	۶

پیش‌آزمون (۴)

۱ــ نویز چه نوع سیگنالی است؟

الف ــ سیگنال اصلی صوت
ب ــ سیگنال مزاحم
ج ــ سیگنال فرکانس بالا
د ــ سیگنال فرکانس پایین

۲ــ سیستم DNL به چه منظوری در دستگاه ضبط صوت به‌کار می‌رود؟

الف ــ تقویت سیگنال نویز
ب ــ مدار کنترل صدای زیر و بم
ج ــ تغییر فاز سیگنال
د ــ حذف نویز

۳ــ سیستم دالبی نویز در چه زمانی در دستگاه ضبط به‌کار می‌رود؟

الف ــ زمان پخش سیگنال
ب ــ زمان ضبط سیگنال
ج ــ زمان پاک کردن سیگنال از روی نوار
د ــ زمان ضبط ـ پخش

۴ــ فشرده کننده یا متراکم‌کننده (compressor) در دستگاه صدابرداری چه نقشی دارد؟

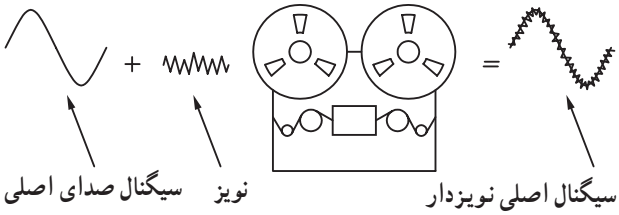
الف ــ تقویت‌کننده
ب ــ ضبط صوت
ج ــ برش‌دهنده دامنه
د ــ محدودکننده‌ی دامنه‌ی سیگنال صوتی در لحظه

۵ــ نویز توسط کدام مدار در سیستم صدابرداری حذف می‌شود؟

الف ــ DNL
ب ــ محدودکننده
ج ــ فشرده‌کننده
د ــ DNL ، Componder و Expander

۱ــ۴ــ آشنایی با نحوه‌ی کاهش اثرات نویز

تعریف نویز: نویز عبارت از هر نوع صدای ناخواسته‌ای است که در خلال ضبط یک سیگنال صوتی یا یک برنامه‌ی موسیقی به سیگنال اضافه می‌شود. شکل (۱ــ۴) اثر نویز را نشان می‌دهد.

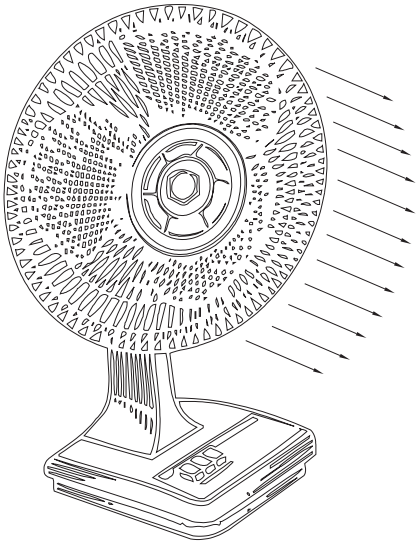


شکل ۱ــ۴ــ اثر نویز روی سیگنال ورودی

انواع نویز: نویز انواع مختلف دارد. به عنوان مثال می‌توان نویزهایی که در محیط و فضای اطراف دستگاه ضبط‌صوت از طریق صدای موتور دستگاه لوازم خانگی، قطع و وصل کردن کلیدهای جریان برق سایر لوازم، وسایل لرزان و نفوذ هرگونه صدا به داخل استودیوی صدابرداری را نام برد.

برای رفع این نوع نویز باید ابتدا عامل تولید آن‌ها را تشخیص داد و سپس به رفع آن‌ها اقدام کرد.

شکل (۲ــ۴) یک پنکه را نشان می‌دهد. چنانچه این پنکه در اتاق صدابرداری قرار گیرد ایجاد نویز می‌کند.

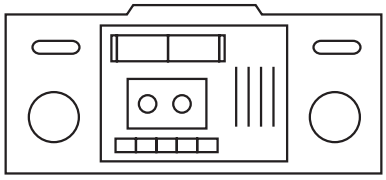


شکل ۲ــ۴ــ لرزش و صدای پنکه می‌تواند یک منبع نویز در داخل استودیو صدابرداری باشد.

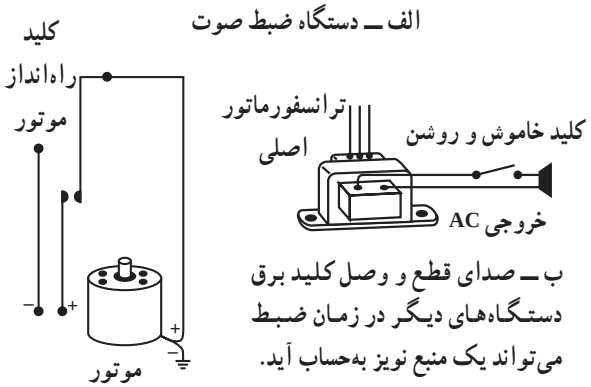
در شکل (۳ــ۴) یک تلفن بی‌سیم را مشاهده می‌کنید. اگر از این تلفن در محیط صدابرداری استفاده شود امواج آن به‌صورت پارازیت و نویز توسط دستگاه ضبط‌صوت، ضبط می‌شود. این نوع نویزها را نویز محیطی یا خارجی می‌نامند.

شکل ۳ــ۴ــ تلفن بی‌سیم در داخل اتاق صدابرداری یک مولد نویز محسوب می‌شود.

نوع دوم نویز، نویزهای هستند که از قطعات و المان‌های داخلی دستگاه ضبط صوت یا سیستم صوتی به‌وجود می‌آید. صدای ناخواسته‌ای که تولید می‌شود می‌تواند صدای خش‌خش تقویت‌کننده‌ها، صدای موتور دستگاه ضبط صوت، کابل‌های میکروفون، اتصال‌های نادرست فیش‌ها، بلندگوها یا نشتی خازن صافی منبع تغذیه، شل بودن اتصال‌های مربوط به سیم‌ها و پایه‌های ولوم‌ها باشد. در شکل (۴ــ۴) برخی از این قطعات که می‌توانند منبع نویز باشند نشان داده شده است. این قبیل نویزها را نویز داخلی می‌گویند.

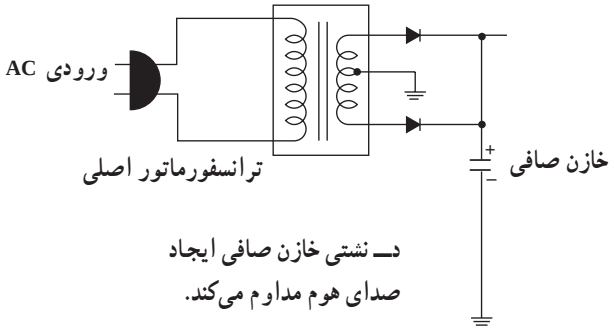


الف ــ دستگاه ضبط صوت

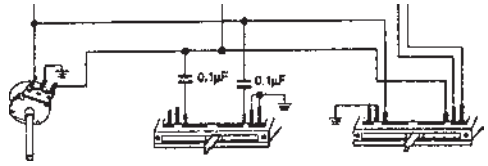


ب ــ صدای قطع و وصل کلید برق دستگاه‌های دیگر در زمان ضبط می‌تواند یک منبع نویز به‌حساب آید.

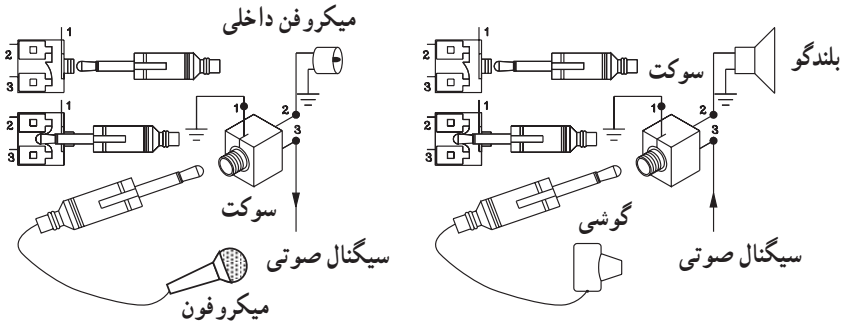
ج ــ صدای موتور ضبط در زمان ضبط سیگنال ایجاد نویز می‌کند.



د ــ نشتی خازن صافی ایجاد صدای هوم مداوم می‌کند.



هـ ــ ضعیف بودن اتصال سیم‌ها یا کثیف بودن ولوم در حین صدابرداری و ضبط، در صدای اصلی لرزش و نویز ایجاد می‌کند.



و ــ قطع و وصل شدن اتصال‌ها و فیش‌ها با صدای تِق‌تِق همراه است.

شکل ۴ــ۴ــ منابع نویز داخلی دستگاه

در استودیوها و مکان‌هایی که صدابرداری و ضبط صدا انجام می‌شود باید تاحدامکان محیط ساکت باشد. البته هرگز نمی‌توان محیط کاملاً پاک از نویز به‌وجود آورد. از این رو وجود نویز تاحدی قابل تحمل است. چنانچه نویز بیش از آن حد شود می‌گویند صدای ضبط شده با نویز همراه است. میزان نویز قابل تحمل را با نمودارهای تجربی و عملی تعیین می‌کنند.

شکل ۵ــ۴ ــ عکس از استودیو صدابرداری

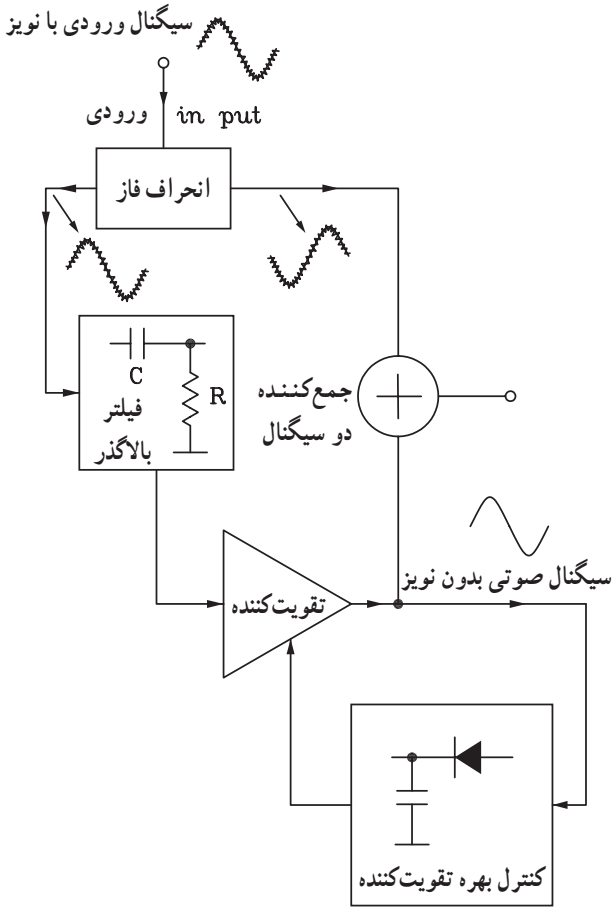
۱ــ۱ــ۴ــ نسبت سیگنال به نویز: نسبت توان سیگنال صوتی موردنظر به توان نویز را نسبت سیگنال به نویز می‌گویند و با (S/N) نشان می‌دهند.

$$\text{نسبت سیگنال به نویز} = \frac{\text{توان سیگنال}}{\text{توان نویز}}$$

هرقدر میزان تقویت سیگنال صوتی بیشتر و میزان تقویت نویز کمتر باشد نسبت S/N افزایش می‌یابد و تأثیرنویز در دستگاه ضبط صوت کم می‌شود.

۲ــ۱ــ۴ــ سیستم DNL [1] یا محدودکننده دینامیکی سطح نویز: مدار محدودکننده دینامیکی سطح نویز یا سیستم DNL نوعی سیستم حذف نویز است که در سیستم‌های ضبط مغناطیسی حرفه‌ای از اهمیت زیادی برخوردار است. در این سیستم ابتدا سیگنال نویزهای فرکانس بالا را از سیگنال صوتی جدا می‌کنند سپس با اختلاف فاز، مجدداً آن را به سیگنال صوتی آلوده به نویز اضافه می‌کنند.

به این ترتیب، سیگنال نویز حذف می‌شود یا کاهش می‌یابد. سیستم DNL معمولاً شامل مدار تغییردهنده‌ی فاز، فیلتر بالاگذر، تقویت‌کننده یک‌سوساز نیم‌موج و جمع‌کننده است. درشکل (۶ــ۴) بلوک دیاگرام سیستم DNL را ملاحظه می‌کنید. با توجه به بلوک دیاگرام شکل (۶ــ۴) سیگنال ورودی آلوده به نویز به مدار انحراف‌دهنده فاز وارد می‌شود. در خروجی این مدار دو سیگنال با اختلاف فاز ۱۸۰ درجه به‌وجود می‌آید. سیگنال هم‌فاز ورودی از فیلتر بالاگذر عبور می‌کند. در این فیلتر دامنه سیگنال بالاگذر عبور می‌کند. در این فیلتر دامنه سیگنال صوتی حذف می‌شود و نویزهای فرکانس بالا در خروجی ظاهر می‌شوند. سپس



شکل ۶ــ۴ــ بلوک دیاگرام سیستم DNL

۱ــ Dynamic Noise Timit

دامنه‌ی آن توسط یک تقویت‌کننده افزایش می‌یابد. بهره AV تقویت‌کننده متغیر بوده و توسط سیگنال فیدبک کنترل می‌شود.

سیگنال خروجی تقویت‌کننده با سیگنال ورودی اختلاف فاز یافته جمع می‌شود و از آن‌جا که سیگنال‌های نویز اعمال شده به جمع‌کننده با هم ۱۸۰ درجه اختلاف‌فاز دارند، یک‌دیگر را خنثی می‌کنند. در این سیستم وقتی دامنه سیگنال ورودی کم است میزان نویز به حداقل می‌رسد. معمولاً هنگام ضبط صدا نویز بیشترین دامنه را برروی نوار ضبط شده دارد. با استفاده از سیستم DNL می‌توان اکثر نویز را کاهش داد. این روش مشابه سیستم دالبی است که بعداً تشریح خواهد شد.

با استفاده از سیستم DNL می‌توان اکثر نویز را کاهش داد.

۳ــ۱ــ۴ــ سیستم فشرده‌کننده و محدودکننده[1]: مدارهای فشرده‌کننده (high compressor) و محدودکننده (Limiter) در دستگاه‌های صدابرداری پیشرفته و توسط صدابرداران حرفه‌ای در استودیوها استفاده می‌شود.

شکل (۷ــ۴) یک دستگاه مخلوط‌کننده در صدابرداری حرفه‌ای را نشان می‌دهد که دارای چندین کانال ورودی صدا است.

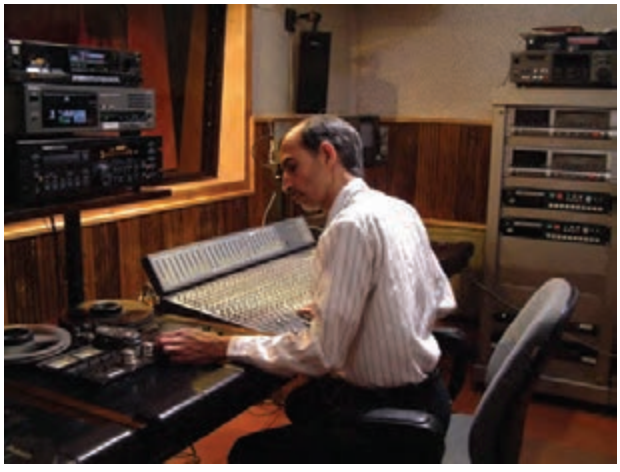
مدارهای فشرده‌کننده و محدودکننده در زمان‌هایی که صدابردار نتواند شخصاً صداهای ورودی به دستگاه را کنترل کند به‌کار می‌رود.

این حالت در ضبط اغلب نمایشنامه‌ها، ارکسترهای موسیقی، گزارش‌های ورزشی و زنده که در آن به‌طور ناگهانی حالت گفتار عوض می‌شود کاربرد دارد.

شکل ۷ــ۴ــ دستگاه میکسر یا مخلوط‌کننده که روی میز صدا در استودیو صدابرداری قرار دارد.

۱ــ Hiyh Compressor - Limiter

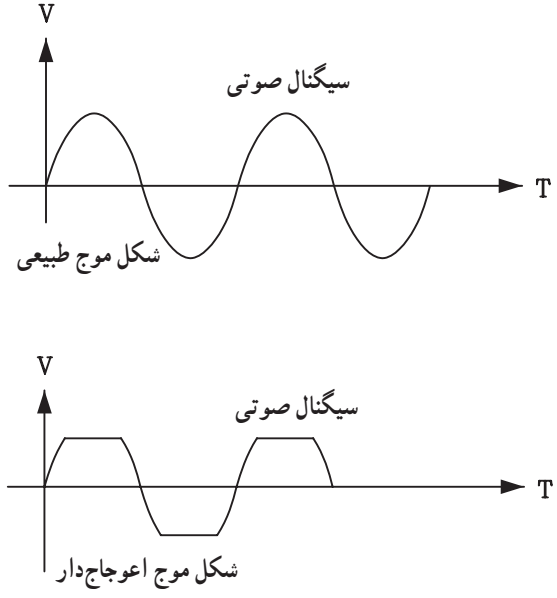
در این نوع برنامه‌ها کنترل صدا مشکل است و ضرورت کنترل صدا به‌صورت خودکار کاملاً حس می‌شود. در این شرایط صدابردار را مجبورند پیوسته ولوم‌ها را کم یا زیاد کنند (شکل ۸ــ۴) تا سطح صدا مطلوب شود. از طرفی چون این عمل با کندی و تأخیر صورت می‌گیرد، کیفیت پخش برنامه کاهش می‌یابد. برای حل این مشکل از این دو مدار به‌صورت اتوماتیک در دستگاه استفاده می‌شود.



شکل ۸ــ۴ــ اتاق فرمان را نشان می‌دهد که صدابردار درحال تنظیم و کنترل برنامه است.

محدودکننده *Limiter* : محدودکننده یا لیمیتر مداری است که می‌تواند حداکثر صدا را طوری کنترل کند که هیچ‌وقت صدا دارای اعوجاج نشود. صدابردار می‌تواند پایین‌ترین حد صدا را کنترل کند، اما بالاترین حد صدا باید به‌صورت اتوماتیک کنترل شود.

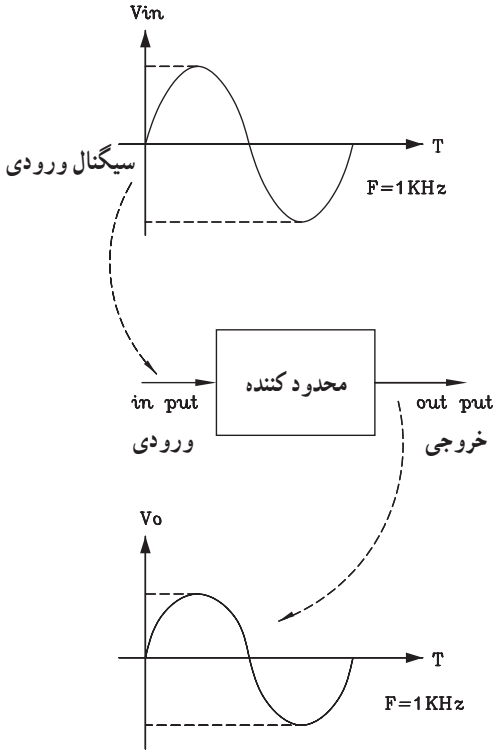
در شکل (۹ــ۴) دونوع سیگنال صوتی طبیعی و اعوجاج‌دار نشان داده شده است.



شکل ۹ــ۴ــ سیگنال صوتی طبیعی و اعوجاج‌دار

در شکل (۱۰ــ۴) کار محدود کننده را ملاحظه می‌کنید.

با توجه به شکل، چنانچه دامنه‌ی سیگنال ورودی افزایش یابد خروجی محدودکننده، ثابت باقی می‌ماند.

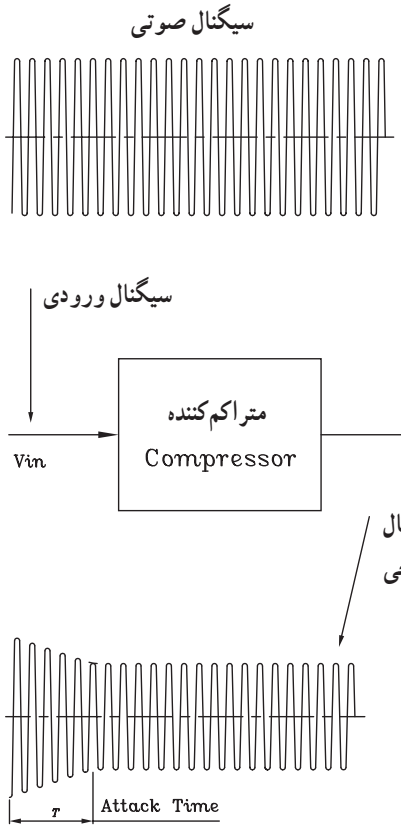


شکل ۱۰ــ۴ــ بلوک دیاگرام ساده محدودکننده

T را زمان حمله می‌نامند و آن مدت زمانی است که طول می‌کشد تا فشرده‌کننده بر روی سیگنال تأثیر بگذارد. این زمان معمولاً کمتر از ۱/۵ ثانیه است.

فشرده‌کننده یا متراکم‌کننده (Compressor): مدار محدودکننده، افزایش طبیعی صدا را یک‌باره و کاملاً ناگهانی محدود می‌کند. به‌طوری که احساس مطلوبی در شنونده به‌وجود نمی‌آید. برای رفع این اشکال از مدار فشرده‌کننده استفاده می‌شود. در مدار فشرده‌کننده تغییرات دامنه سیگنال خروجی در مقایسه با ورودی قابل تعیین است. فشرده‌کننده‌ها قادرند صداهای با دامنه‌ی شدیدتر را بیش‌تر و صداهای با دامنه‌ی کم‌تر را، کم‌تر محدود کنند.

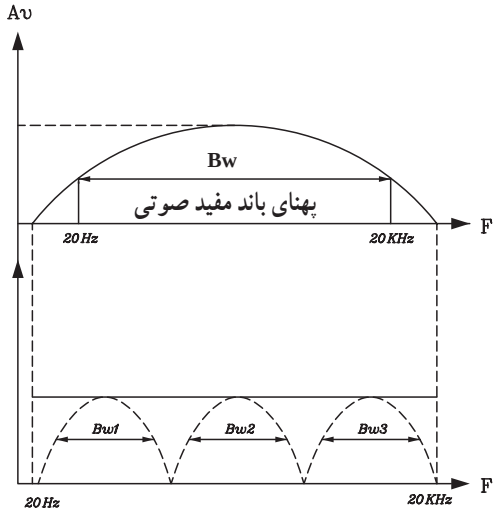
به این ترتیب تغییرات ناگهانی سطح سیگنال هم کم‌تر به گوش شنونده می‌رسد و صدا حالت طبیعی‌تری به‌خود می‌گیرد شکل (۱۱ــ۴) نحوه‌ی عمل فشرده‌کننده یا متراکم‌کننده را نشان می‌دهد.



T را زمان حمله می‌نامند و آن مدت زمانی است که طول می‌کشد تا فشرده‌کننده بر روی سیگنال تأثیر بگذارد. این زمان معمولاً کمتر از ۱/۵ ثانیه است.

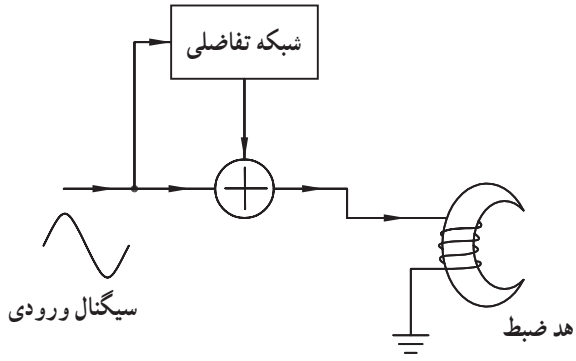
شکل ۱۱ــ۴ــ نحوه‌ی عمل متراکم‌کننده

۴ــ۱ــ۴ــ توسعه‌دهنده یا Expander: در سیستم‌های صوتی برای افزایش نسبت سیگنال به نویز از مدار Expander استفاده می‌شود. در این روش فرکانس صوتی را به چند باند کوچک‌تر با پهنای باند معین تقسیم‌بندی می‌کنند و هر باند را از فیلترهای خاص عبور می‌دهند تا نویز یا هیس همراه سیگنال صوتی حذف شود (شکل ۱۲ــ۴).



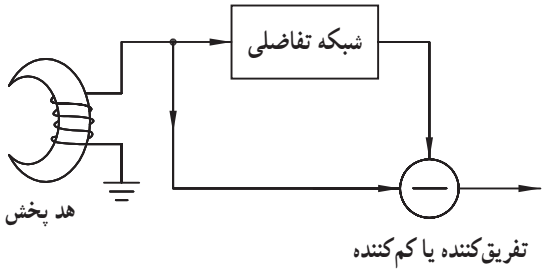
شکل ۱۲ــ۴ــ تقسیم باند فرکانس صوتی به چند باند کوچک‌تر

بلوک دیاگرام ساده Expander را در شکل ۱۳ــ۴ مشاهده می‌کنید. در این مدار سیگنال اصلی قبل از رسیدن به هد ضبط از دو مسیر مستقیم و مسیر شبکه‌ی تفاضلی عبور می‌کند و در مدار جمع‌کننده، دو سیگنال با هم جمع می‌شوند. در زمان پخش، سیگنال مجدداً از دو مسیر مستقیم و شبکه‌ی تفاضلی عبور می‌کند و در نهایت توسط یک تفریق‌کننده از یک‌دیگر کم می‌شوند (شکل ۱۴ــ۴).



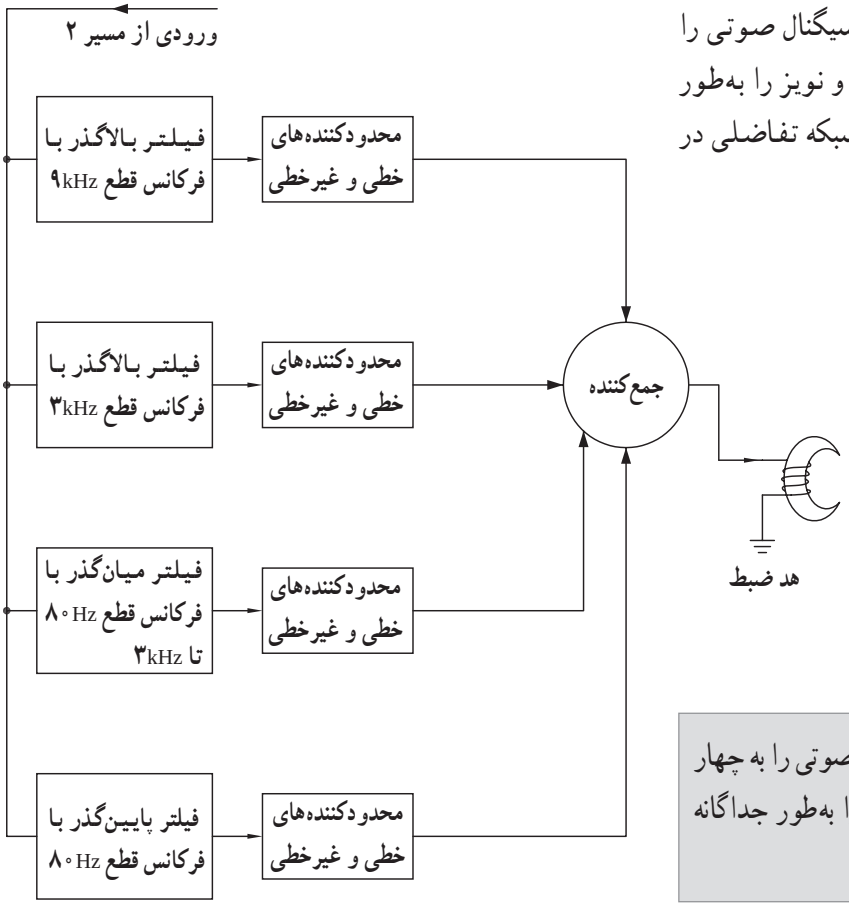
شکل ۱۳ــ۴ــ بلوک دیاگرام ساده مدار Expander

در مدار Expander ، سیگنال اصلی قبل از رسیدن به هر ضبط از دو مسیر مستقیم و مسیر شبکه‌ی تفاضلی عبور می‌کند و در مدار جمع‌کننده، دو سیگنال با هم جمع می‌شوند.



شکل ۱۴ــ۴ــ بلوک دیاگرام ساده مدار Expander

معمولاً شبکه تفاضلی، طیف فرکانسی سیگنال صوتی را به چهار باند تقسیم می‌کند و در هر باند دامنه و نویز را به‌طور جداگانه محدود می‌کند. بلوک دیاگرام کامل شبکه تفاضلی در شکل (۱۵ــ۴) نشان داده شده است.

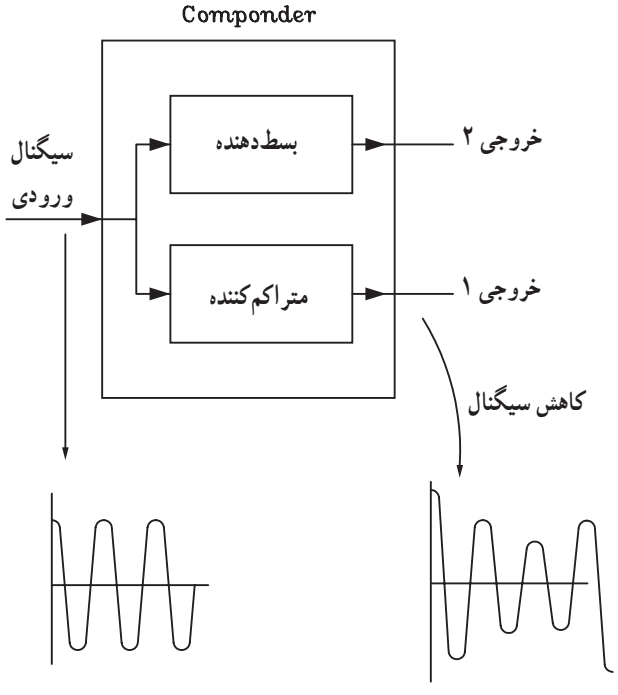


شکل ۱۵ــ۴ــ بلوک دیاگرام کامل شبکه تفاضلی

شبکه تفاضلی، طیف فرکانسی سیگنال صوتی را به چهار باند تقسیم می‌کند و در هر باند دامنه و نویز را به‌طور جداگانه محدود می‌کند.

۵ــ۱ــ۴ــ ترکیب‌کننده یا Componder: مدار Componder یکی از مدارهای کاربردی است که در دستگاه میز صدابرداری استودیو به‌کار می‌رود. عمل Componder تراکم سیگنال‌های ورودی و توسعه سیگنال خروجی است.

این مدار نسبت سیگنال به نویز ($\frac{S}{N}$) را در سیستم‌های صدابرداری افزایش می‌دهد. با توجه به بلوک دیاگرام Componder شکل (۱۶ــ۴) سیگنال ورودی هم‌زمان می‌تواند متراکم شده یا توسط یک Expander بسط داده شود.



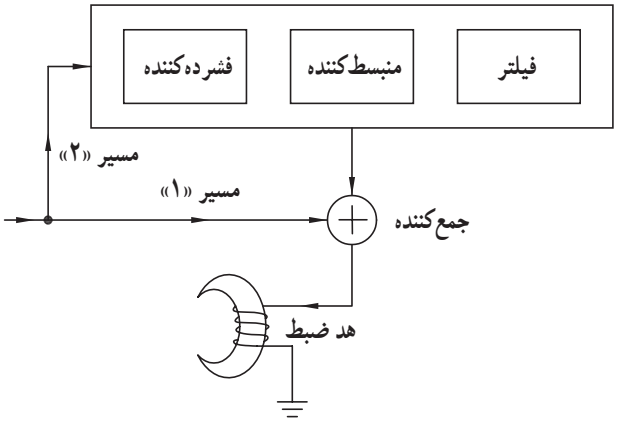
شکل ۱۶ــ۴ــ بلوک دیاگرام مدار Componder

مدار Componder نسبت سیگنال به نویز ($\frac{S}{N}$) را در سیستم‌های صدابرداری افزایش می‌دهد.

۲ــ۴ــ سیستم دالبی (DOLBY) و انواع آن

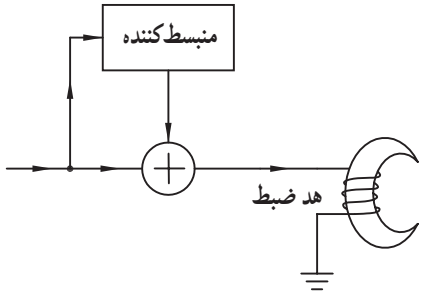
در ضبط مغناطیسی نسبت سیگنال به نویز ($\frac{S}{N}$) بستگی به سرعت ضبط روی نوار و عرض مسیر نوار دارد. اگر سرعت حرکت نوار، آهسته و عرض نوار خیلی کوچک باشد، صدای هیس یا نویز زیاد می‌شود به‌طوری که نویز هنگام پخش نوار شنیده می‌شود. شیوه‌ی ضبط سیگنال صوتی به‌صورت دالبی مطابق شکل (۱۷ــ۴) است.

در این سیستم سگنال از دو مسیر عبور می‌کند و در انتها پس از ترکیب‌شدن با هم به هد ضبط صدا می‌رسند. در مسیر ۱ سیگنال به‌طور مستقیم به جمع‌کننده وارد می‌شود و در مسیر ۲ سیگنال پس از عبور از مدارهای فشرده‌کننده، توسعه‌دهنده و فیلتر به جمع‌کننده اعمال می‌شود.



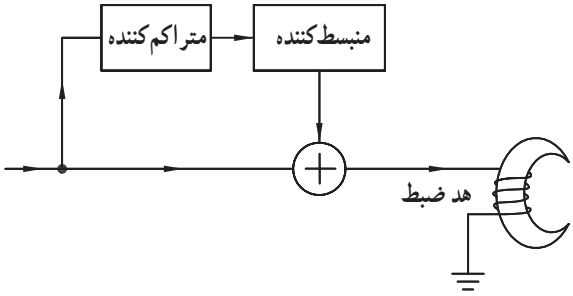
شکل ۱۷ــ۴ــ نحوه‌ی کار سیستم دالبی

بلوک دیاگرام سیستم دالبی نوع A طبق شکل (۱۸ــ۴) است. در این سیستم سیگنال از طریق مسیرهای مستقیم و منبسط‌کننده[۱] به مدار جمع‌کننده می‌رسد.



شکل ۱۸ــ۴ــ بلوک دیاگرام سیستم دالبی نوع A

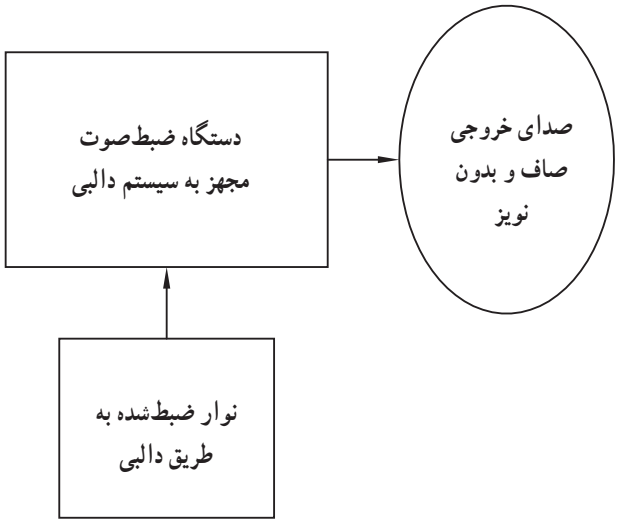
در سیستم دالبی نوع B عمل تقویت سیگنال‌های فرکانس بالا فقط تا lodB انجام می‌شود. در شکل (۱۹ــ۴) بلوک دیاگرام سیستم دالبی نوع B نشان داده شده است. همان‌طورکه مشاهده می‌شود در مسیر غیرمستقیم علاوه‌بر مدار منبسط‌کننده یک مدار متراکم‌کننده نیز قرار دارد. عملکرد سیستم دالبی نوع C مشابه نوع B است با این تفاوت که عمل تقویت فقط برای سیگنال‌های بالاتر از ۵ کیلوهرتز انجام می‌شود و میزان تقویت برابر با ۲۰dB است.



شکل ۱۹ــ۴ــ بلوک دیاگرام سیستم دالبی نوع B

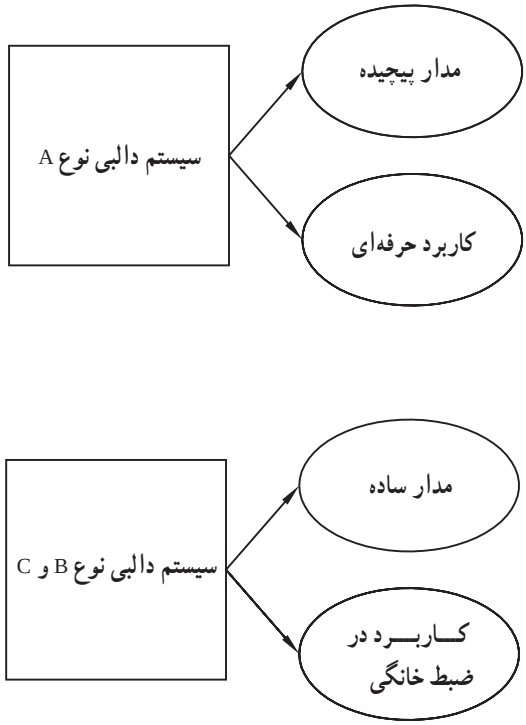
۱ــ منبسط‌کننده یا توسعه‌دهنده همان Expander است.

اگر نواری با سیستم دالبی ضبط شود و توسط یک دستگاه مجهز به سیستم دالبی پخش شود صدای خروجی به‌صورت صاف و شفاف و بدون صدای هیس از بلندگو شنیده می‌شود (شکل ۲۰ــ۴).



شکل ۲۰ــ۴ــ مشخصات سیستم دالبی

سیستم دالبی در سه نوع A، B و C طراحی می‌شود. سیستم دالبی نوع A دارای مدار پیچیده است و اغلب در سیستم‌های ضبط حرفه‌ای استفاده می‌شود. سیستم‌های دالبی نوع B و C ساده‌تر از دالبی نوع A هستند و عملاً در دستگاه‌های ضبط‌صوت خانگی پیشرفته که دارای کیفیت بالا هستند به‌کار برده می‌شود (شکل ۲۱ــ۴).



شکل ۲۱ــ۴ــ مقایسه سیستم‌های دالبی نوع A با B و C

آزمون پایانی (۴)

۱ــ سیگنال نویز کدام است؟

الف ــ صدای موتور الکتریکی　　ب ــ سیگنال‌های تلفن بی‌سیم

ج ــ سیگنال ناشی از قطع و وصل کلیدها　　د ــ هر سه مورد

۲ــ کدام مدار در DNL کاربرد دارد؟

الف ــ فیلتر RC　　ب ــ تقویت‌کننده　　ج ــ انحراف‌دهنده‌ی فاز　　د ــ هر سه مورد

۳ــ کنترل بهره تقویت‌کننده در DNL با کدام مدار انجام می‌شود؟

الف ــ فیلتر بالاگذر RC

ب ــ انحراف‌دهنده‌ی فاز و یک‌سوساز پیک

ج ــ انحراف‌دهنده‌ی فاز و فیلتر

د ــ یک‌سوساز (نیم‌موج) پیک

۴ــ کدام سیستم دالبی عمل تقویت سیگنال را تا ۱۰dB انجام می‌دهد؟

الف ــ A　　ب ــ B　　ج ــ A و C　　د ــ C

۵ــ محدودکننده یا Limiter به منظور ..... به‌کار می‌رود.

الف ــ کاهش نویز　　ب ــ تقویت سیگنال صدا

ج ــ کاهش اعوجاج　　د ــ حذف سیگنال صدا

۶ــ فرق متراکم‌کننده و محدودکننده در چیست؟

الف ــ زمان کاهش دامنه　　ب ــ زمان افزایش دامنه

ج ــ هیچ فرقی ندارد.　　د ــ هر دو روی دامنه سیگنال تأثیر می‌گذارند.

۷ــ کاربرد Componder در صدابرداری کدام است؟

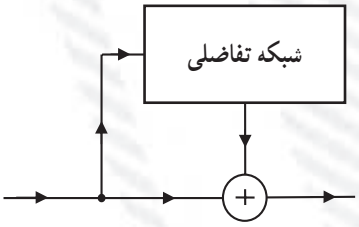
الف ــ تقویت سیگنال به نویز　　ب ــ کاهش اعوجاج

ج ــ حذف سیگنال صدا　　د ــ تقویت $(\frac{S}{N})$ و کاهش اعوجاج

۸ــ بلوک دیاگرام شکل زیر نام کدام مدار است؟

الف ــ محدودکننده　　ب ــ توسعه‌دهنده

ج ــ فشرده‌کننده　　د ــ محدودکننده و فشرده‌کننده



۹ــ در سیستم دالبی نوع B از کدام مدار استفاده می‌شود؟

الف ــ توسعه‌دهنده　　ب ــ فشرده‌کننده

ج ــ فیلتر و تقویت‌کننده　　د ــ منبسط‌کننده و متراکم‌کننده

۱۰ــ کدام نوع سیستم دالبی سیگنال‌های بالاتر از ۵ کیلوهرتز را تقویت می‌کند؟

الف ــ A　　ب ــ B　　ج ــ C　　د ــ C و B

۱۱ــ نحوه‌ی حذف نویز در سیستم دالبی را به اختصار توضیح دهید.

۱۲ــ زمان حمله (Attack time) را تعریف کنید.

فصل پنجم

بررسی نوارهای مبنا

هدف کلی

آموزش نحوه‌ی بررسی نوارهای مبنای مغناطیسی در دستگاه‌های ضبط و پخش صوت

هدف‌های رفتاری: فراگیر پس از پایان این فصل قادر خواهد بود:

۱ــ ساختمان نوارهای مغناطیسی را شرح دهد.
۲ــ کاربرد نوارهای مغناطیسی را بیان کند.
۳ــ نوار مغناطیسی (Tape) را تشریح کند.
۴ــ اجزای مختلف یک نوار کاست را توضیح دهد.
۵ــ منحنی مغناطیسی نوار را تشریح کند.
۶ــ سیستم توقف نوار را تشریح کند.

ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۴	۲	۶

پیش‌آزمون (۵)

۱ــ جنس نوار مغناطیسی ضبط‌صوت از چیست؟

الف ــ پلاستیک　　ب ــ PVC　　ج ــ پلی‌استر　　د ــ نایلون

۲ــ نوار مغناطیسی ضبط و پخش صوت از چند لایه ساخته می‌شود؟

الف ــ ۲　　ب ــ ۴　　ج ــ ۱　　د ــ ۳

۳ــ چند نوع نوار از نظر مواد مغناطیسی وجود دارد؟

الف ــ ۵　　ب ــ ۳　　ج ــ ۲　　د ــ ۴

۴ــ عرض نوار مغناطیسی ضبط و پخش صوت استریو دولبه چند میلی‌متر است؟

الف ــ ۶/۳　　ب ــ ۳/۸　　ج ــ ۱۲/۷　　د ــ ۵۰/۸

۵ــ زمان کاست‌ها را با کدام حرف مشخص می‌کنند؟

الف ــ A　　ب ــ B　　ج ــ C　　د ــ D

۶ــ جنس مواد مغناطیسی در نوار LH کدام نوع است؟

الف ــ اکسید آهن　　ب ــ دی‌اکسید کروم　　ج ــ کبالت　　د ــ متالیک

۷ــ در سیستم الکترونیکی توقف نوار از کدام المان استفاده می‌شود؟

الف ــ رله　　ب ــ لامپ، دیود معمولی　　ج ــ ترانزیستور　　د ــ رله و مقاومت تابع نور

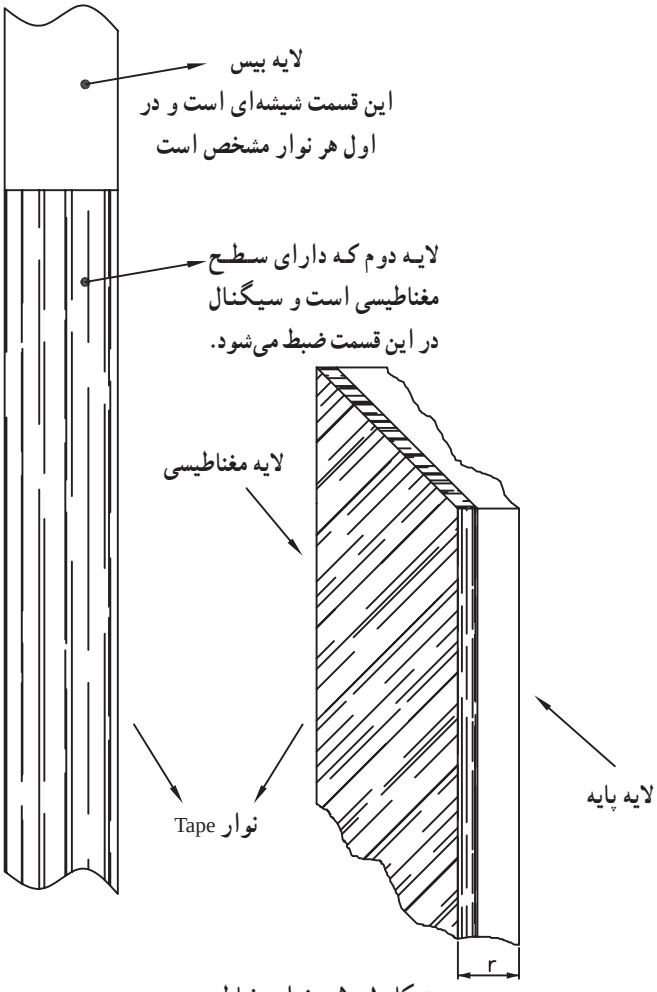
۱ــ۵ــ آشنایی با نوارهای مبنای مغناطیسی

نوار مغناطیسی از دو لایه تشکیل می‌شود. این دو لایه بر روی هم قرار می‌گیرند. لایه اول پایه یا بیس نام دارد. بیس نوارهای مغناطیسی را در گذشته از ماده‌ای به نام استات سلولز می‌ساختند. این ماده کیفیت مطلوبی نداشت زیرا گرد و غبار را جذب می‌کرد و در درازمدت خشک و شکننده می‌شد.

بعدها از ماده پی‌وی‌سی (PVC) و به دنبال آن از پلی‌استر برای ساخت بیس نوارها استفاده شد. شکل (۱ــ۵) قسمتی از نوار را نشان می‌دهد.

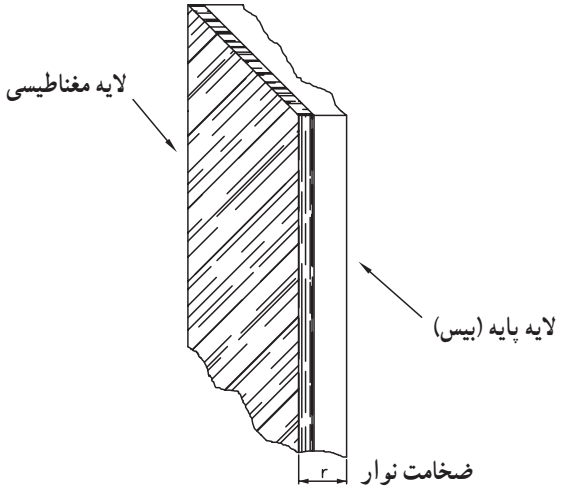
پلی‌استر به‌علت مقاومت زیاد در برابر کشیدگی در ساخت بیس نوار به کار می‌رود زیرا نوار باید در مقابل کش‌آمدن در طول و خم‌شدن در پهنا مقاوم باشد. کش‌آمدن نوار تغییرات ناخواسته‌ای در صدا به وجود می‌آورد.

نوار باید در مقابل کش‌آمدن در طول و خم‌شدن در پهنا مقاوم باشد.



شکل ۱ــ۵ــ نوار مغناطیسی

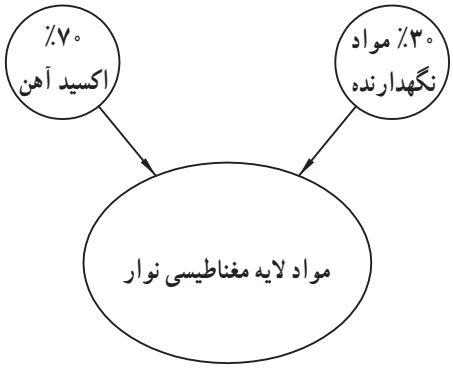
همچنین تمایل به خم‌شدن در پهنا، تماس نوار با هد را بسیار کم می‌کند. بیس نوار نقشی، در فرآیند ضبط مغناطیسی ندارد و فقط به‌عنوان یک حامل پوشش به‌کار می‌رود. سطح ضبط‌کننده صدا عبارتست از پوششی ظریف و یکنواخت از ماده‌ای فرّومغناطیسی که روی بیس چسبانده می‌شود (شکل ۲ــ۵). این سطح، ترکیبی از ذرات اکسیدآهن کروم و یک ماده نگهدارنده مانند ونیلیت[1] است که به‌صورت یکنواخت در طول نوار و روی لایه بیس قرار می‌گیرد.



شکل ۲ــ۵ــ لایه مغناطیسی نوار از مواد فرومغناطیسی است.

۱ ــ Venilite

۱ــ۱ــ۵ــ مواد مغناطیسی نوارهای مغناطیسی:
اکسیدآهن به‌کار رفته در نوارهای مغناطیسی از ذرات بسیار ریز سوزنی شکل تشکیل شده‌اند که هریک ابعادی در حدود ۰/۰۴ تا ۰/۴ میکرون دارند. در نوارهای مغناطیسی نسبت اکسیدآهن ۷۰٪ و نسبت مواد نگهدارنده ۳۰٪ است (شکل ۳ــ۵).



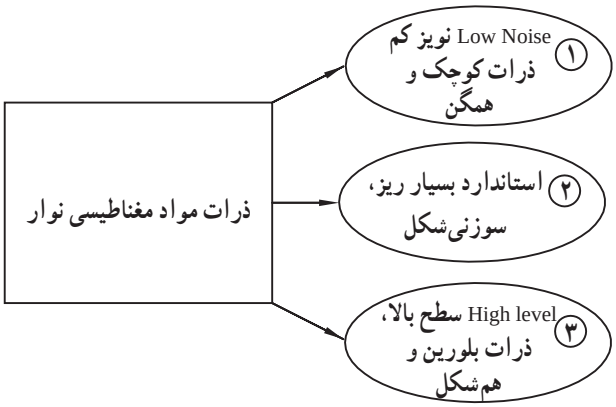
شکل ۳ــ۵ــ مواد لایه مغناطیسی نوار

ــ نوارها را از نظر ذرات مواد مغناطیسی به سه دسته به‌شرح زیر تقسیم می‌کنند (شکل ۴ــ۵).

الف ــ نوار با نویز کم *(Low Noise)*: این نوار دارای نویز کم و نسبت سیگنال به نویز بالایی است. ذرات موجود در این نوار کوچک و همگن است.

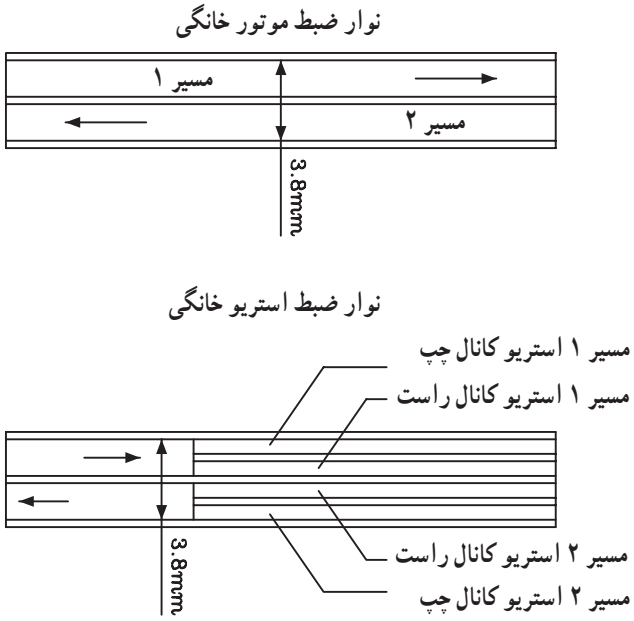
ب ــ نوار استاندارد: این نوع نوار دارای حساسیت قابل قبول است و به جریان بایاس کمی نیاز دارد.

ج ــ نوار سطح بالا ***(High Level)***: این نوار دارای خاصیت ضدپس‌ماند مغناطیسی بالایی است و ساختار بلورین ظریف و ذراتی هم شکل دارد و جریان بایاس آن زیاد است.



شکل ۴ــ۵ــ انواع نوار از نظر ذرات مغناطیسی

۲ــ۱ــ۵ــ *پهنای نوارهای مغناطیسی:* پهنای نوارهای مغناطیسی متناسب با نوع کاربرد صدابرداری و ضبط سیگنال متفاوت است. در نوارهای خانگی عرض یا پهنای نوار ۳/۸ میلی‌متر و در نوارهای ریلی صدابرداری ۶/۲ میلی‌متر است. در شکل (۵ــ۵) برخی از نوارهای مغناطیسی با پهنای مختلف نشان داده شده است.



شکل ۵ــ۵ــ عرض نوارهای مغناطیسی خانگی

برای ضبط به روش استریوفونیک در دستگاه‌های ضبط‌صوت ریلی از سیستم دولبه استفاده می‌شود. پهنای نوار در این سیستم به دو قسمت مساوی تقسیم می‌شود. هریک از کانال‌های ضبط بر روی این مسیرها (Track) ضبط می‌شوند، (تراک یا مسیر راست و چپ).

در جدول (۱ــ۵) کاربرد نوارهای مغناطیسی برحسب پهنای نوار آمده است. برای ضبط موسیقی در استودیوهای حرفه‌ای از نوار با ضخامت ۲ اینچی (۵۰/۸ میلی‌متر) استفاده می‌شود.

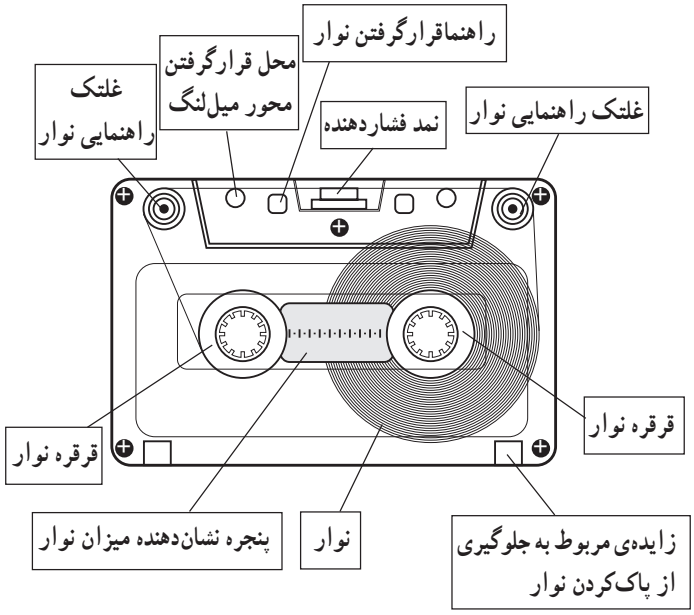
جدول ۱ــ۵ــ کاربرد نوارها با توجه به عرض آن‌ها

تعداد لبه یا تراک‌های صدا	پهنای نوار
استریو (دولبه) مونو (یک‌لبه)	۶/۳mm
چهارلبه	۱۲/۷mm
هشت‌لبه	۲۵/۴mm
شانزده لبه یا بیست و چهار لبه	۵۰/۸mm

۲ــ۵ــ انواع نوارهای مغناطیسی (Tape)

نوارهای مغناطیسی با توجه به سیستم جمع‌آوری نوار از مقابل هد به سه دسته کاستی، کارتریجی و ریلی تقسیم می‌شوند.

در شکل (۶ــ۵) نمای ظاهری یک نوار کاست نشان داده شده است. ابعاد این نوارها استاندارد شده و در اندازه‌ی ۱۰۰×۶۳×۸ میلی‌متر ساخته می‌شود. عرض نوار مغناطیسی کاست‌ها ۳/۸ میلی‌متر است. زمان ضبط روی کاست برحسب دقیقه است که با حرف C نشان داده می‌شود. نواری که زمان ضبط کامل در دو طرف آن ۶۰ دقیقه یعنی ۳۰×۲ باشد را با C۶۰ مشخص می‌کنند.



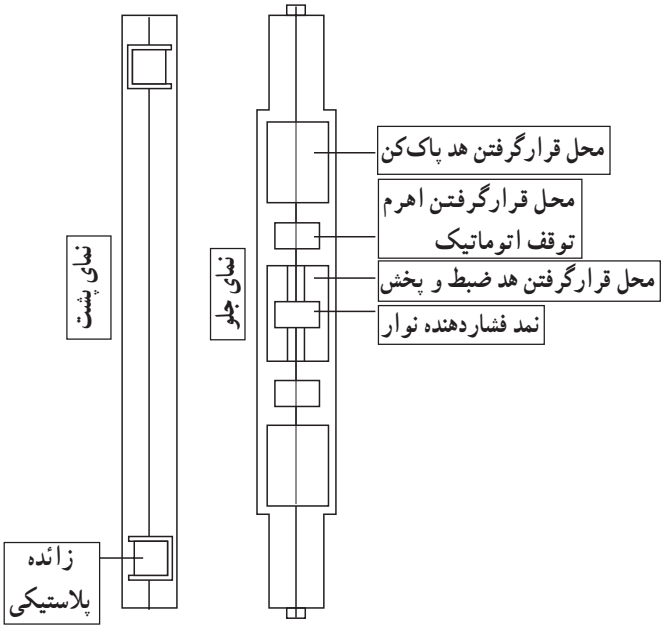
شکل ۶ــ۵ــ شکل ظاهری نوار

در جدول (۲ــ۵) انواع کاست‌ها برحسب زمان و طول نوار مشخص شده است.

جدول ۲ــ۵ــ طول و زمان پخش انواع نوارها

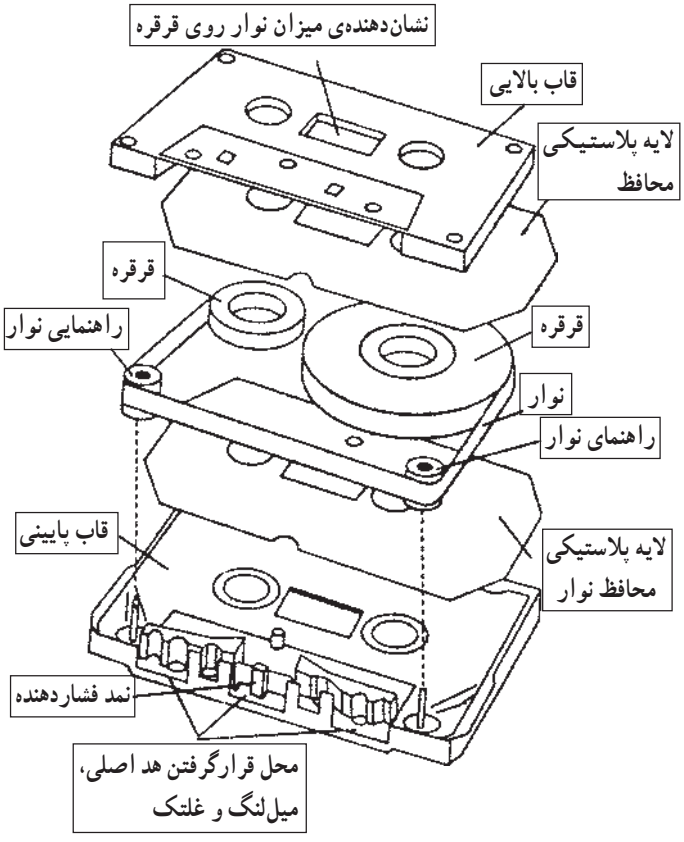
نوار	زمان برحسب دقیقه	طول نوار برحسب متر
C۳۰	۲×۱۵	۴۵ متر
C۶۰	۲×۳۰	۹۰ متر
C۹۰	۲×۴۵	۱۳۵ متر
C۱۲۰	۲×۶۰	۱۸۰ متر

سرعت حرکت نوار در مقابل هدِ، استاندارد شده و در حدود ۴/۷۵ سانتی‌متر بر ثانیه است. در شکل (۷ــ۵) نمای پشت و جلو نوار نشان داده شده است. در پشت نوار دو باریکه (زائده) پلاستیکی قرار دارد. چنان‌چه این دو زائده را بشکنید، دیگر قادر به پاک‌کردن نوار یا ضبط مجدد آن نخواهید بود. به عبارت دیگر اطلاعات ضبط‌شده محافظت می‌شود. درصورتی که بخواهید مجدداً روی نوار ضبط کنید می‌توانید با استفاده از یک تکه چسب شیشه‌ای روی دریچه را ببندید. طولانی‌بودن زمان عملکرد نوارهای C۹۰ و C۱۲۰ سبب آسیب‌دیدن و معیوب‌شدن موتور و قسمت‌های مکانیکی دستگاه ضبط‌صوت می‌شود.



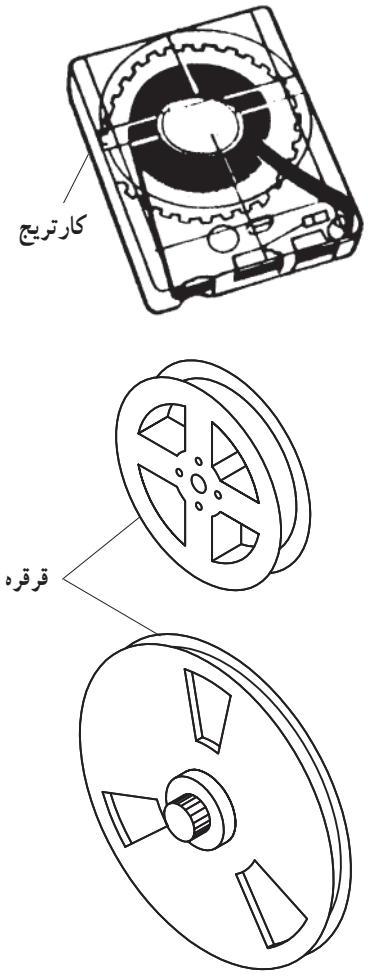
شکل ۷ــ۵ــ نمای جلو و پشت کاست خانگی

ــ کاست‌های خانگی: نوار یا کاست‌های خانگی از قسمت‌های مختلفی تشکیل شده است. این نوارها معمولاً دارای مارک‌های مختلفی هستند که از نظر کیفیت و قیمت با هم تفاوت دارند. در شکل (۸ــ۵) اجزای داخلی نوار را مشاهده می‌کنید.



شکل ۸ــ۵ــ اجزای قطعات نوارکاست

ــ کارتریج: در نوع کارتریجی، نوار به‌صورت حلقه‌ای بسته است و تنها روی یک قرقره پیچیده می‌شود. به‌عبارت دیگر با استوانه‌هایی که نوار روی آن جمع می‌شود در یک محفظه واحد قرار دارد، قرقره‌های خالی که نوار هنگام بازشدن از قرقره اصلی و عبور از هد، دور آن‌ها جمع می‌شود، با قطرهای ۳ اینچی (۸ سانتی‌متری)، ۵ اینچی (۱۳ سانتی‌متری) و یا ۷ اینچی (۱۸ سانتی‌متر) ساخته می‌شوند. این قرقره‌ها را قرقره‌های سینمایی می‌نامند (شکل ۹ــ۵).



شکل ۹ــ۵ــ نوار کارتریج و قرقره داخل آن

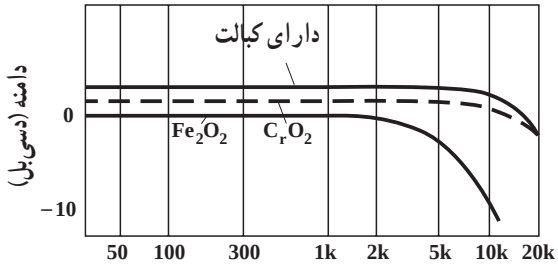
در نوع کارتریجی، نوار به‌صورت حلقه‌ای بسته است و تنها روی یک قرقره پیچیده می‌شود.

۳ــ۵ــ پوشش‌های مغناطیسی نوار ضبط‌صوت

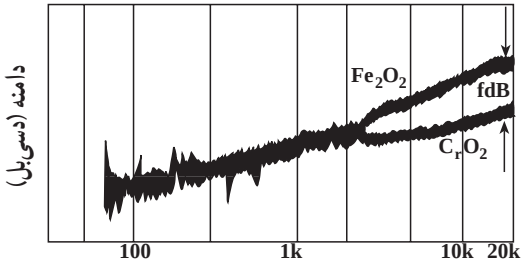
پوشش یا سطح مغناطیسی نوارهای ضبط‌صوت در پنج نوع اکسیدآهن (Fe_2O_3)، اکسید کربن (CO_2)، فری‌کروم (CrO_2 و $FeCO_3$)، متالیک و کبالت ساخته می‌شود.

هریک از این نوارها دارای خصوصیات ویژه‌ای هستند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان نویز و پاسخ فرکانسی را نام برد.

در شکل(۱۰ــ۵) پاسخ فرکانسی چند نمونه نوار آمده است.



مقایسه‌ی پاسخ فرکانسی



شکل ۱۰ــ۵ــ مقایسه نویز نوارها

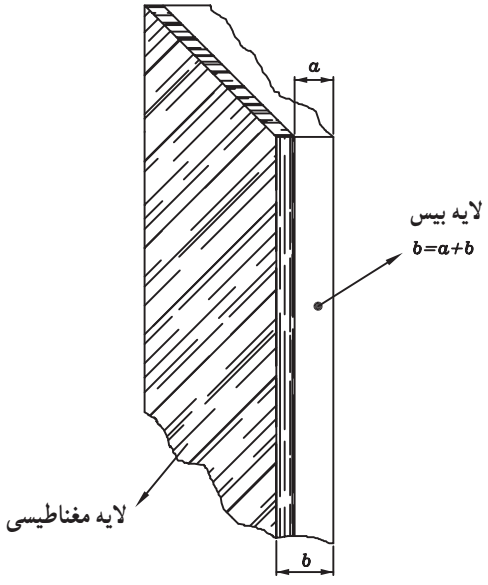
در جدول (۳ــ۵) پاسخ فرکانسی انواع نوارها و میزان نسبت سیگنال به نویز برحسب dB آمده است.

جدول ۳ــ۵

ردیف	علامت اختصاری	نوع نوار	پاسخ فرکانسی	ثبت سیگنال به نویز برحسب dB
۱	Low Noise High out put =LH Normal	اکسید آهن Fe_2O_3	۳۰Hz – ۱۴kHz	۵۴
۲	CrO_2	دی‌اکسید کروم CrO_2	۳۰Hz – ۱۵kHz	۵۶
۳	CrO_2 $FeCO_3$	فری‌کروم $FeCO_3$ و CrO_2	۳۰Hz – ۱۶kHz	۵۹
۴	metalic	متالیک‌آهن و اکسید فریک	۳۰Hz – ۱۶kHz	۵۸
۵	CrO_2 Cobalt	کبالت	پاسخ فرکانسی محدود	کمتر از بقیه

۴ــ۵ــ زمان و سرعت پخش نوار با توجه به ضخامت آن

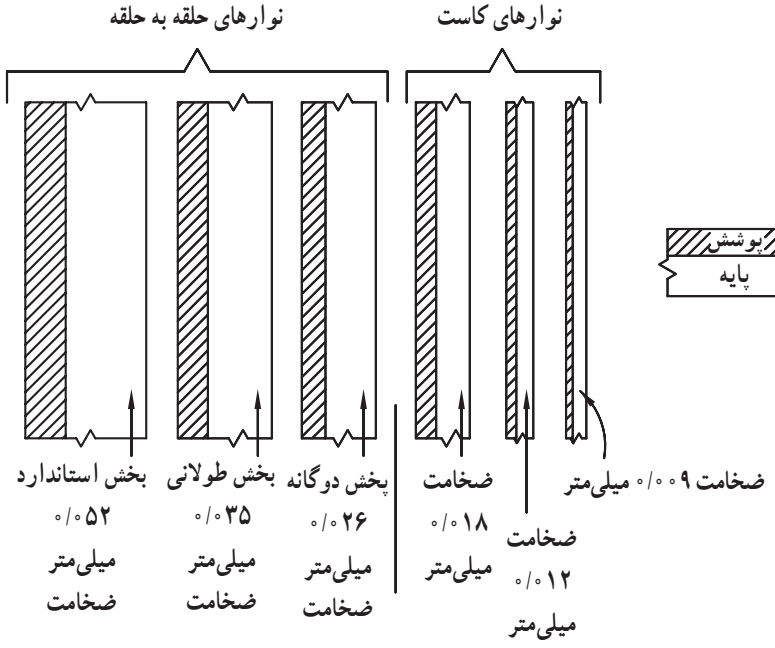
ضخامت نوار، حاصل جمع ضخامت لایه پایه و پوشش مغناطیسی است. در شکل (۱۱ــ۵) این ضخامت را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۱ــ۵ــ نوار مغناطیسی

ضخامت‌های متفاوت نوار که با توجه به لایه بیس و ضخامت روکش‌های مغناطیسی نوار به‌دست می‌آید، روی مدت زمان پخش اثر می‌گذارد.

معمولاً کاست با نوارهای نازک‌تر بیش از نوارهای استاندارد ریلی در معرض کِش قرار دارند. این امر باعث تغییر صدا در زمان پخش می‌شود. برای داشتن ضبط و پخش یک‌نواخت برای سیگنال‌های صوتی باید سرعت حرکت نوار در زمان ضبط و پخش برابر باشد. گوش انسان به عدم برابری سرعت ضبط و پخش مخصوصاً در فرکانس‌های میانی محدوده‌ی فرکانس صوتی حساس است.



در شکل (۱۲ــ۵) تفاوت سرعت نوارهای کاست و ریلی نشان داده شده است.

حداقل سرعت حرکت ۲/۴cm/s حداکثر سرعت حرکت ۴/۷۵cm/s	در حداقل سرعت حرکت ۱۹/۱cm/s کیفیت صدا مطلوب است در حداکثر سرعت حرکت ۷۶/۲cm/s کیفیت ضبط صدا اهمیت ندارد
نوارهای کاست	نوارهای ریلی

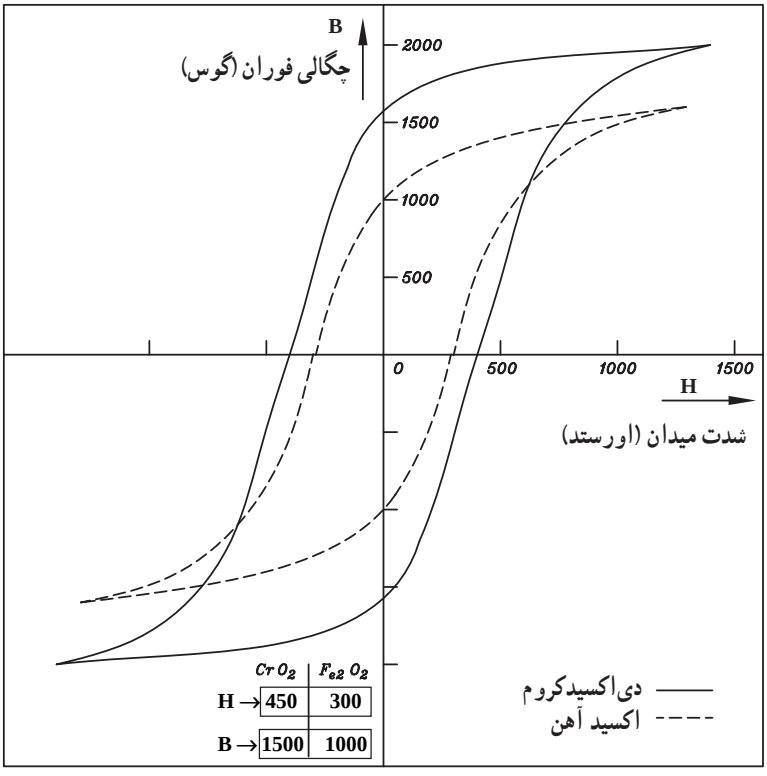
شکل ۱۲ــ۵ــ حداقل و حداکثر سرعت نوار با توجه به لایه‌های آن در نوارهای کاستی و ریلی

۵ــ۵ــ منحنی مغناطیسی نوارها و جریان بایاس

در شکل (۱۳ــ۵) دو منحنی مغناطیسی نوار اکسیدآهن و دی‌اکسیدکروم را مشاهده می‌کنید.

منحنی خط‌چین حلقه‌ی هیسترزیس (مغناطیسی) نوار اکسیدآهن با مقدار شدت میدان مغناطیسی H = ۳۰۰ اورستد و چگالی فوران مغناطیسی ۱۰۰۰ گوس را نشان می‌دهد.

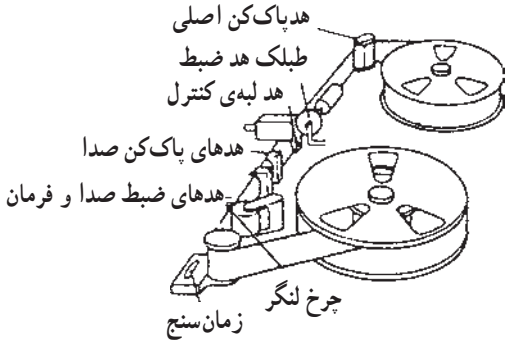
منحنی دیگر حلقه‌ی مغناطیسی نوار دی‌اکسیدکروم است که در آن شدت مغناطیسی H = ۴۵۰ اورستد و چگالی فوران مغناطیسی ۱۵۰۰ گوس می‌باشد. همان‌طوری که در شکل پیداست نوار دی‌اکسیدکروم به جریان بایاس بیشتری نیاز دارد.



شکل ۱۳ــ۵ــ منحنی مغناطیسی نوارهای دی‌اکسیدکروم و اکسیدآهن

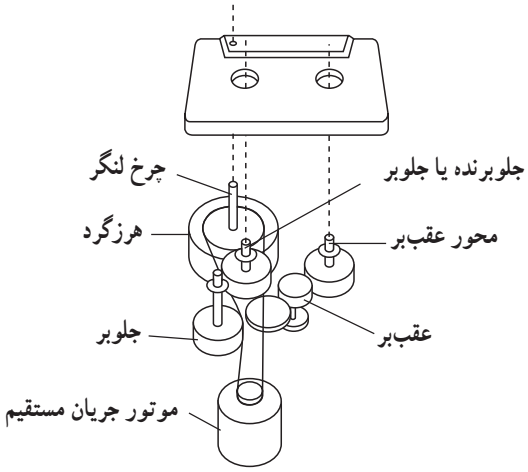
۶ــ۵ــ آشنایی با سیستم توقف نوار

در دستگاه ضبط‌صوت ریلی یا کاست بعد از تمام‌شدن عمل ضبط یا پخش نوار، یا در هنگام بردن سریع نوار به جلو[1] یا برگشت سریع نوار به عقب[2]، باید موقعیت مکانی نوار حفظ شود. در غیر این صورت در سیستم ریلی نوار بیرون می‌ریزد و در سیستم کاست کِش می‌آید (شکل‌های ۱۴ــ۵ و ۱۵ــ۵).



شکل ۱۴ــ۵ــ سیستم ضبط ریلی

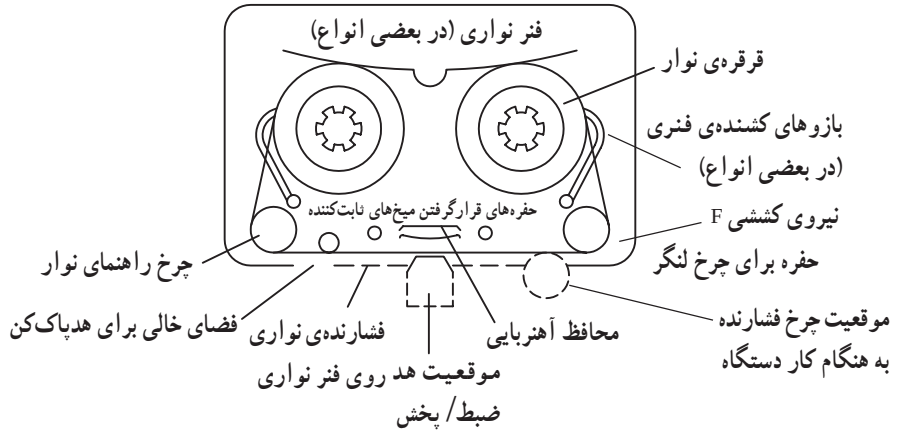
۱ــ Fast Forward ۲ــ Fast Rewind



شکل ۱۵ــ۵ــ سیستم محرک نوار کاستی

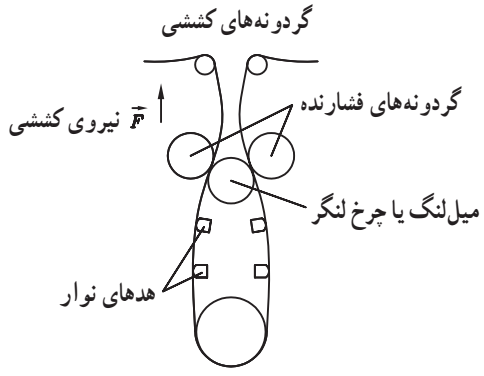
برای توقف نوار از یک سیستم ترمز استفاده می‌شود. سیستم ترمز باید بسیار کارآمد باشد و توقف آنی نوار را در هر موقعیت دلخواه برای حالت ضبط یا پخش ایجاد کند و از جلو یا به عقب‌رفتن بیش از حد نسبت به موقعیت مورد نظر جلوگیری به‌عمل آورد.

۱ــ۶ــ۵ــ آشنایی با توقف سیستم محرک نوار از طریق کلید مکانیکی: نوار در هنگام ضبط یا پخش با سرعت ثابت از مقابل هد حرکت می‌کند (شکل ۱۶ــ۵).



شکل ۱۶ــ۵ــ نیروی عمودی کششی وارد بر نوار داخل کاست

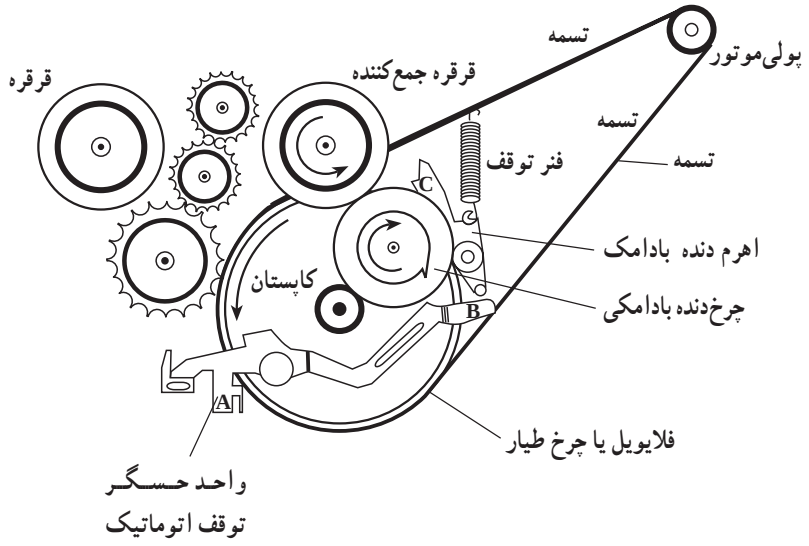
نوار در مقابل هد تحت فشار عمودی قرار دارد و تا هنگامی که زیر فشار است به هد نزدیک‌تر است. این فشار توسط فشارنده‌های نمدی ایجاد می‌شود. علاوه‌بر فشار عمودی روی نوار، یک نیروی کششی ضعیف بین دو قرقره جمع‌کننده، مخزن نوار، غلتک[1] و میل‌لنگ ایجاد می‌شود. در شکل (۱۷ــ۵) نیروی کششی برای دستگاه ضبط‌صوت ریلی نشان داده شده است.



شکل ۱۷ــ۵ــ نیروی کششی وارد بر نوار ریلی

۱ــ Pinch غلتک

هنگامی‌که نوار به انتها می‌رسد نیروی کششی افزایش می‌یابد و توسط یک بازو یا تیغه‌ی فلزی حس می‌شود. این بازو در شکل (۱۸ــ۵) نشان داده شده است.



شکل ۱۸ــ۵ــ سیستم توقف نوار به‌صورت مکانیکی

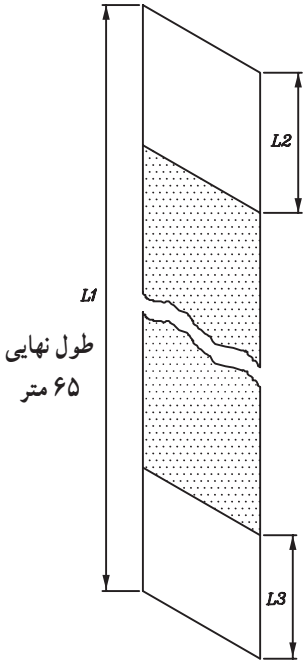
نیروی کششی نوار نقطه A در سمت چپ بازو (حس‌کننده) را به سمت بالا فشار می‌دهد. با بالارفتن نقطه A، نقطه B که در سمت راست بازوی حس‌کننده قرار دارد به‌طرف پایین حرکت می‌کند و تیغه قفل‌کننده بادامکی را آزاد می‌سازد و آن را به پایین می‌اندازد.

با پایین‌افتادن تیغه‌ی بادامکی نقطه C که در لبه‌ی بالا قرار دارد به چرخ‌دنده بادامک گیر می‌کند و آن‌را از گردش باز می‌دارد، در این شرایط قرقره جمع‌کننده نوار از چرخ‌دنده بادامکی جدا می‌شود و به‌طورکامل قسمت مکانیکی نوار را متوقف می‌کند.

۲ــ۶ــ۵ــ سیستم توقف نوار به‌صورت الکترونیکی:

همان‌طورکه می‌دانید لایه اول نوار «بیس ــ پایه» هیچ نقشی در ضبط و پخش سیگنال ندارد (شکل ۱۹ــ۵). این قسمت شفاف است و نور از آن عبور می‌کند. معمولاً در ابتدا و انتهای هر نوار با طول معینی فقط لایه بیس قرار می‌گیرد. به‌عبارت دیگر ذرات مغناطیسی در این فاصله پوشش داده نمی‌شود.

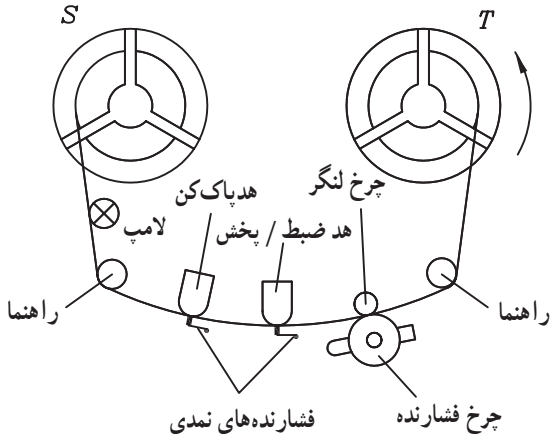
در شکل (۱۹ــ۵) L_2 و L_3 ابتدا و انتهای نوار را نشان می‌دهد.



شکل ۱۹ــ۵

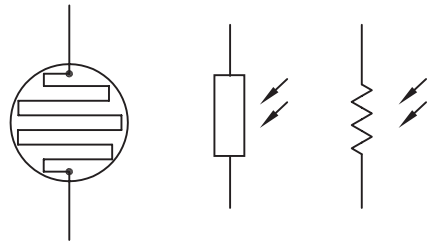
در سیستم ضبط ریلی کنار حلقه‌های ضبط قبل از هد پخش، لامپ کوچکی قرار می‌دهند.

در شکل (۲۰ــ۵) محل قرارگرفتن این لامپ نشان داده شده است. هرگاه لایه شفاف بیس از مقابل این لامپ بگذرد نور لامپ از آن عبور می‌کند. عبور نور لامپ نشانه‌ی رسیدن انتهای نوار است در این هنگام بلافاصله موتور دستگاه ضبط باید خاموش شود در غیر این صورت نوار از حلقه پر شده T بیرون می‌ریزد.



شکل ۲۰ــ۵ــ سیستم ضبط‌صوت ریلی

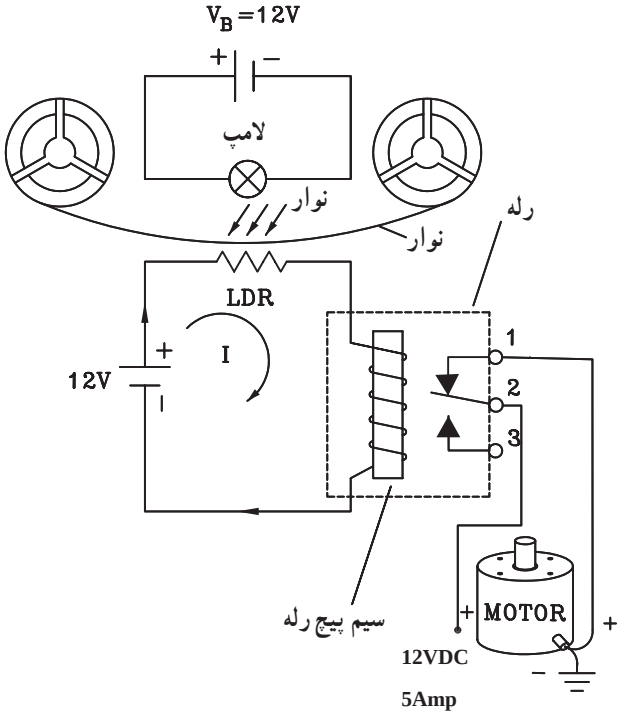
در مقابل لامپ یک فتورزیستور یا مقاومت تابع نور یا (LDR[1]) قرار دارد. در شکل (۲۱ــ۵) علامت اختصاری و نمای ظاهری مقاومت تابع نور نشان داده شده است. از این مقاومت به‌عنوان تشخیص دهنده‌ی نور لامپ استفاده می‌شود. درصورتی‌که نور به LDR بتابد مقدار مقاومت آن کاهش می‌یابد.



شکل ۲۱ــ۵ــ نمای ظاهری و علامت اختصاری مقاومت تابع نور

در شکل (۲۲ــ۵) مدار الکترونیکی توقف نوار را مشاهده می‌کنید. در این مدار مقاومت تابع نور با یک رله به‌طور سری قرار گرفته است.

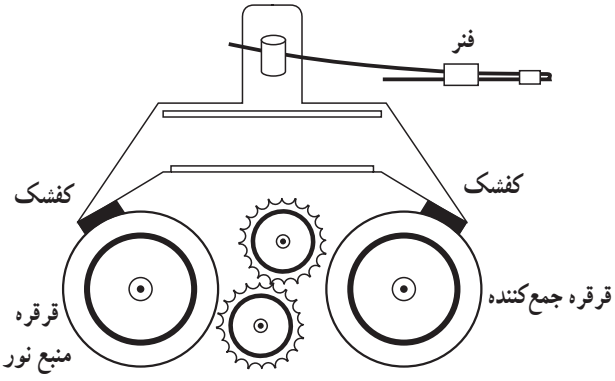
هرگاه نور لامپ به LDR برسد مقاومت LDR کم می‌شود و جریان در مدار افزایش می‌یابد. این جریان از سیم پیچ رله عبور می‌کند و باعث مغناطیس‌شدن سیم‌پیچ می‌شود. میدان مغناطیسی ایجادشده را به سمت نقطه A می‌کشد و آن‌را از کنتاکت 3 جدا می‌کند و به کنتاکت 2 وصل می‌کند. با این عمل ولتاژ تغذیه 12 ولت موتور قطع و حرکت موتور متوقف می‌شود.



شکل ۲۲ــ ۵ــ مدار الکترونیکی توقف نوار

۱ــ LDR=Light Dependent Resistor

۳ــ۶ــ۵ــ سیستم توقف نوار با استفاده از ترمز مکانیکی: در هنگام تمام‌شدن عمل ضبط یا پخش نوار یا در انتهای زمان جلوبردن سریع یا برگشت سریع نوار علاوه‌بر توقف موتور نیاز است که چرخ‌دنده‌ها و قرقره‌های نوار از گردش بایستند تا موقعیت مکانی نوار حفظ شود. برای رسیدن به این منظور از یک ترمز مکانیکی برای قرقره‌ها استفاده می‌شود. در شکل (۲۳ــ۵) نمای ظاهری این ترمز نشان داده شده است. این ترمز یک اهرم است که یک طرف آن به کلید STOP و طرف دیگر آن به دو کفشک وصل شده است. وقتی کلید STOP فشرده شود، اهرم به سمت پایین حرکت می‌کند و کفشک‌های آن روی قرقره‌های نوار قرار می‌گیرد و آن‌ها را از حرکت باز می‌دارد. در این حال نوار ثابت می‌شود و حرکتی ندارد.



شکل ۲۳ــ۵ــ ترمز مکانیکی نوار

آزمون پایانی (۵)

۱ــ جنس نوار باید در مقابل ..... مقاومت داشته باشد.

الف ــ کش‌آمدن　　ب ــ خم شدن

ج ــ مغناطیس شدن　　د ــ کش‌آمدن و خم شدن

۲ــ پهنای نوار کاست‌های معمولی چند میلی‌متر است؟

الف ــ ۶/۲　　ب ــ ۲۵/۴　　ج ــ ۳/۸　　د ــ ۱۲/۷

۳ــ نوارهای با عرض ۵۰/۸ میلی‌متر چه کاربردی دارند؟

الف ــ مصارف خانگی　　ب ــ مصارف تجاری

ج ــ صدابرداری حرفه‌ای　　د ــ استریوفونیک

۴ــ یک کاست با C90 مشخص شده است زمان ضبط آن چه‌قدر است؟

الف ــ ۲×۳۰　　ب ــ ۲×۱۵

ج ــ ۴۵　　د ــ ۲×۴۵

۵ــ سرعت حرکت نوارهای معمولی حدوداً ..... سانتی‌متر بر ثانیه است.

الف ــ ۴/۷۵　　ب ــ ۳/۸　　ج ــ ۳۰/۲　　د ــ ۳/۲

۶ــ نسبت سیگنال به نویز کدام نوار ۵۸dB است؟

الف ــ دی‌اکسید کروم　　ب ــ متالیک

ج ــ اکسید آهن　　د ــ کروم آهن

۷ــ کدام نوار پاسخ فرکانسی (۳۰Hz – ۱۵kHz) دارد؟

الف ــ فری‌کروم　　ب ــ نرمال

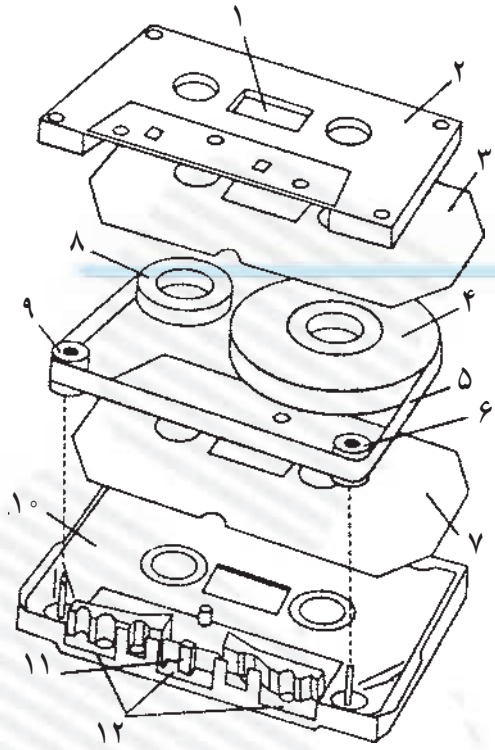
ج ــ متالیک　　د ــ دی‌اکسیدکروم

۸ــ در کدام وضعیت دستگاه ضبط‌صوت از سیستم توقف نوار استفاده می‌شود؟

الف ــ اتمام عمل ضبط یا پخش　　ب ــ جلورفتن سریع نوار

ج ــ برگشت سریع نوار به عقب　　د ــ هر سه مورد

با توجه به شکل به سؤالات زیر پاسخ دهید.



۹ــ وظیفه قطعه شماره ۳ و ۷ کدام است؟

الف ــ قرقره جمع کننده نوار

ب ــ قرقره مخزن نوار

ج ــ لایه پلاستیکی محافظ نوار

د ــ قاب نوار

۱۰ــ نام قطعات شماره ۶ و ۹ چیست؟

الف ــ پنجره نوار　　ب ــ نمد فشار دهنده

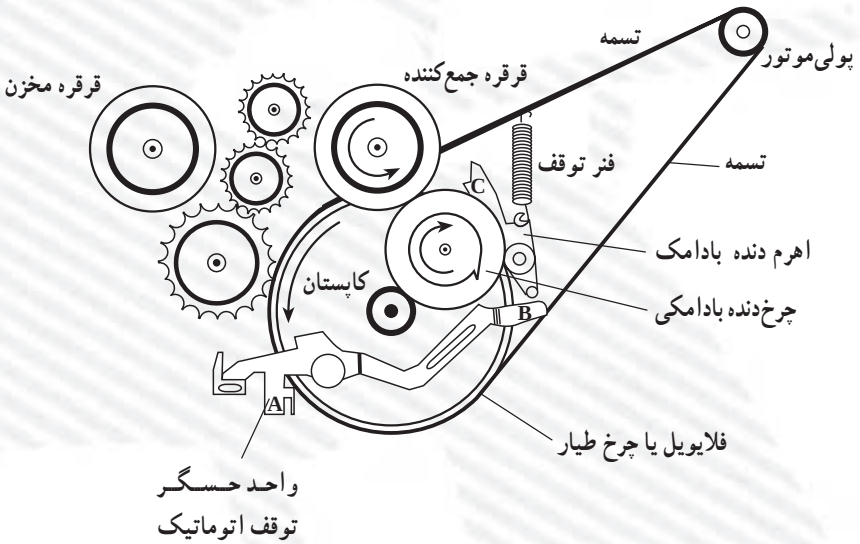
ج ــ قرقره　　د ــ راهنمای نوار

۱۱ــ مرکز نوار محل قرارگیری کدام قطعه است؟

الف ــ هد اصلی　　ب ــ هدپاک‌کن

ج ــ غلتک　　د ــ میل‌لنگ

با توجه به شکل زیر به سؤالات زیر پاسخ دهید.



۱۲ــ کاربرد سیستم مکانیکی چیست؟

۱۳ــ هنگامی‌که نوار به انتها می‌رسد ..... نقطه A درست چپ بازو به ..... فشار می‌دهد و نقطه B به سمت ..... حرکت می‌کند.

فصل ششم

مونتاژ اطلاعات صوتی اضافی بر روی نوار

هدف کلی

آموزش نحوه‌ی مونتاژ اطلاعات صوتی اضافی بر روی نوار

هدف‌های رفتاری: فراگیر پس از پایان این فصل قادر خواهد بود:

۱ــ مراحل مونتاژ و تدوین اطلاعات صوتی را بر روی نوار مغناطیسی بیان کند.
۲ــ دستگاه مخلوط‌کننده صوتی را تعریف کند.
۳ــ پژواک و اکو را تعریف کند.

ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۲	۲	۴

پیش‌آزمون (۶)

۱ــ مخلوط کننده همان ..... است.

الف ــ محدودکننده　　ب ــ میز صدا　　ج ــ فشرده کننده　　د ــ DNL

۲ــ خروجی مخلوط کننده به ..... وصل می‌شود.

الف ــ بلندگو　　ب ــ تقویت‌کننده

ج ــ ضبط‌صوت　　د ــ فرستنده، ضبط‌صوت، تقویت‌کننده

۳ــ کدام گزینه بیان کننده عمل مونتاژ است؟

الف ــ ضبط صدا

ب ــ ضبط موسیقی فیلم

ج ــ بریدن و چسباندن قطعات نوارهای برش‌خورده

د ــ تدوین یا اضافه‌کردن جلوه‌های صوتی به یک نوار پرشده

۴ــ برش نوار با زاویه ..... انجام می‌گیرد.

الف ــ ۳۰°　　ب ــ ۴۵°　　ج ــ ۷۵°　　د ــ ۴۵° و ۱۶۰°

۵ــ دامنه اولین صدای بازتاب شده در تالار کنفرانس چند دسی‌بل است؟

الف ــ ۹۰　　ب ــ ۳۰　　ج ــ ۴۰　　د ــ ۱۰۰

۶ ــ امواج صوتی بازتابیده از اشیا را بازآوا یا ..... گویند.

الف ــ اکو　　ب ــ پژواک　　ج ــ انعکاس　　د ــ طنین

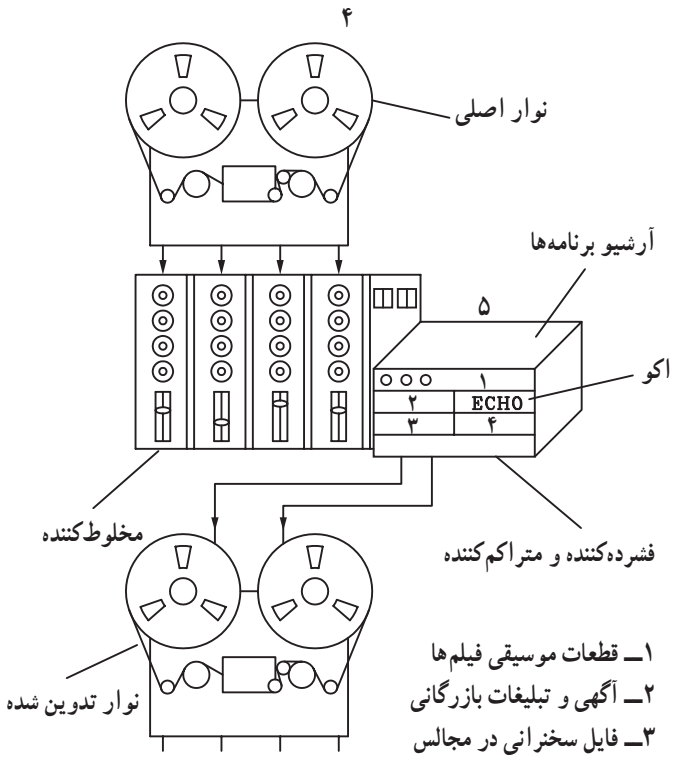
۱ــ۶ــ مونتاژ و تدوین نوارهای ضبط‌صوت

اضافه یا حذف کردن یک بخش کوچک از قبیل موسیقی یا جلوه یا افکت‌های صوتی به نوار اصلی درحال ضبط شدن را تدوین گویند.

صداهایی از قبیل صدای طوفان، رعد و برق، آبشار، انفجار و ... را که به صدای اصلی فیلم‌های سینمایی اضافه می‌کنند، اِفکت می‌نامند.

عمل تدوین در استودیوهای صدابرداری و یا فیلمبرداری جهت تهیه برنامه‌های تلویزیونی یا رادیویی انجام می‌شود. شکل (۱ــ۶) استودیو صدابرداری را نشان می‌دهد. در استودیوهای حرفه‌ای عمل تدوین با ضبط صوت‌های ریلی یا حلقه به حلقه انجام می‌شود (شکل ۲ــ۶).

برتری استفاده از این روش ایجاد کیفیت بالا در مراحل ضبط و پخش، سادگی تدوین آن است. تدوین از طریق برش و چسباندن نوار به یک‌دیگر صورت می‌گیرد.



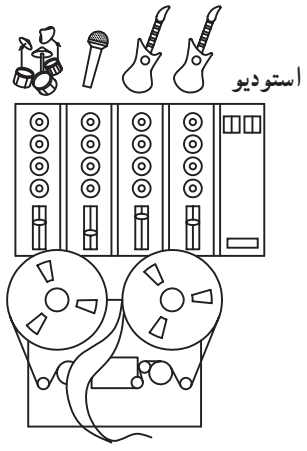
شکل ۱ــ ۶

شکل ۲ــ۶ــ ضبط صوت ریلی

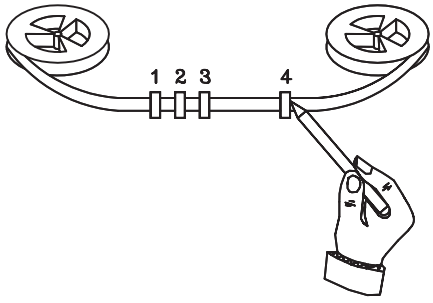
۱ــ۱ــ۶ــ برش نوار: در این روش نوار را تا هنگام شنیده شدن صدای موردنظر جلو می‌برند و در آن نقطه دستگاه را متوقف می‌کنند. در مرحله‌ی بعد نوار را به آهستگی به جلو و عقب می‌رانند. با دست نقطه تدوین موردنظر را دقیقاً مشخص می‌کنند و در محل تماس با هد پخش، روی نوار علامت می‌گذارند.

سپس نوار را از مقابل هد برمی‌دارند، مطابق مراحل شکل ۳ــ۶ آن را درون یک شیار مخصوص از جنس آلومینیوم قرار می‌دهند. این شیار شکاف مایلی با زاویه ۴۵°، ۶۰° یا ۹۰° نسبت به نوار دارد. علامت روی نوار را دقیقاً مقابل شکاف قرار می‌دهند و با یک تیغ از جنس ماده غیرمغناطیسی نوار را در طول شکاف می‌بُرند. شکل (۳ــ۶) عمل برش را نشان می‌دهد.

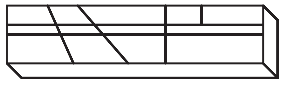
با یک تیغ از جنس ماده غیرمغناطیسی نوار را می‌بُرند.



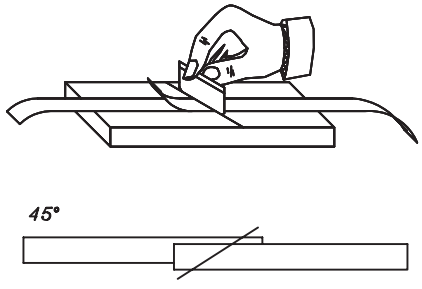
الف ــ پیدا کردن نقطه تدوین



ب ــ علامت گذاری روی نقطه مورد نظر



ج ــ قاب شیاردار با زوایای ۴۵°، ۶۰° و ۹۰°



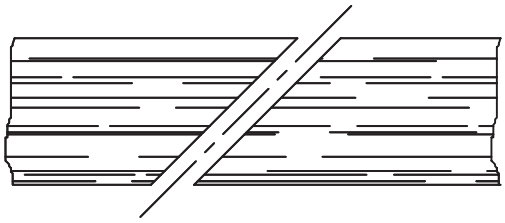
د ــ برش نوار

شکل ۳ــ۶ ــ نحوه‌ی بریدن نوار

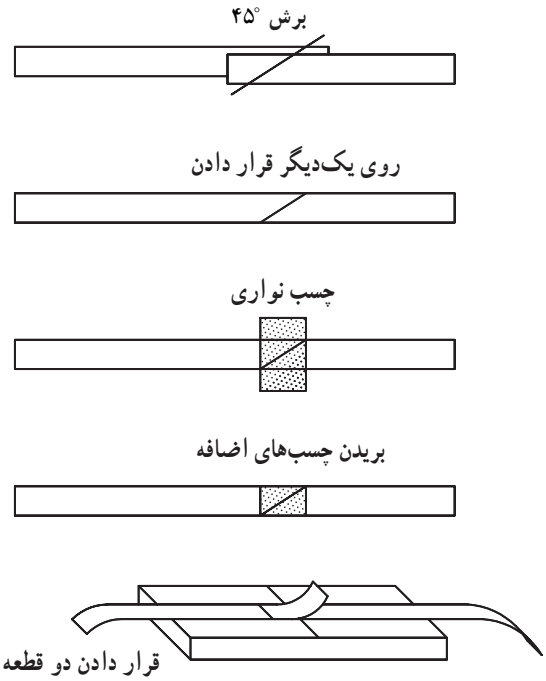
۲ــ۱ــ۶ــ چسباندن نوار: هنگام چسباندن نوار ابتدا تکه نوار ضبط‌شده را که از پیش تعیین کرده‌اند در شیار قرار می‌دهند و آن را به روش مشابه می‌برند.

دلیل مایل بودن برش، انتقال ملایم، تدریجی و یکنواخت سیگنال صوتی ضبط‌شده توسط هدِ پخش صوت است. این عمل صدای تِق‌تِق ناشی از قطع شدن سریع نوار و تغییرات ناگهانی سطح دامنه سیگنال را حذف می‌کند (شکل ۴ــ۶). در مرحله‌ی بعدی دو نوار برش خورده را در کنار یک‌دیگر قرار می‌دهند و در محل اتصال از پشت نوار یک قطعه چسب‌نواری به‌طول ۲ یا ۳ سانتی‌متری می‌چسبانند. در شکل (۵ــ۶) نحوه‌ی چسباندن دو نوار توسط یک قطعه چسب نواری شیشه‌ای را مشاهده می‌کنید.

دلیل مایل بودن برش، انتقال ملایم، تدریجی و یکنواخت سیگنال صوتی ضبط‌شده توسط هدِ پخش صوت است.



شکل ۴ــ۶ ــ نوار برش‌خورده با زاویه ۴۵°



شکل ۵ــ۶ ــ نحوه‌ی اتصال دو قطعه نوار

۲ــ۶ــ آشنایی با دستگاه مخلوط کننده صدا (mixer)

میکسر یا میز صدا به معنای مخلوط کننده صداها است. این میز در استودیوهای صدابرداری حرفه‌ای در کنار میز صدابرداری نصب می‌شود (شکل ۶ــ۶).

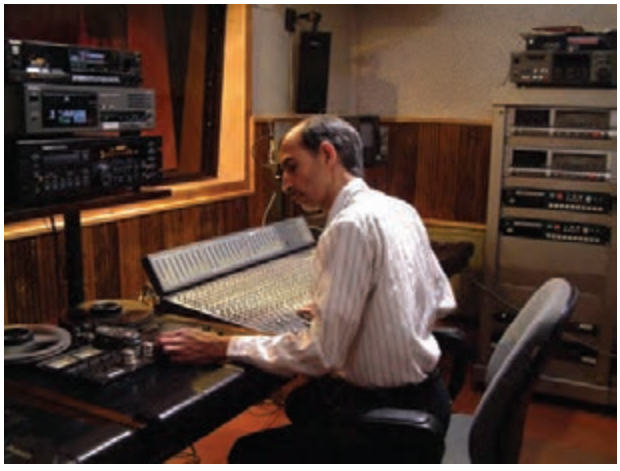
شکل ۶ــ۶ــ دستگاه میکسر یا مخلوط کننده صدا

میکسر با مخلوط کردن همزمان انواع صداها، صدای نهایی را در خروجی میزمیکسر به‌وجود می‌آورد.

مخلوط کننده چندین ورودی و خروجی دارد، ازجمله صداهای ایجاد شده از طریق میکروفون، صدای گویندگان خبر، مجریان برنامه‌های رادیو و تلویزیون، موسیقی، دستگاه ضبط‌صوت، صدای دوربین فیلمبرداری و ... این صداها ورودی دستگاه محسوب می‌شوند.

میکسر با مخلوط کردن همزمان انواع صداها، صدای نهایی ایجاد شده را در خروجی میزمیکسر به‌وجود می‌آورد. خروجی‌های میکسر معمولاً به دستگاه‌های ضبط صدا، تقویت کننده‌ها، فرستنده‌های رادیویی و یا تلویزیون وصل می‌شود. شکل (۷ــ۶) یک مخلوط کننده جدید و پیشرفته را با فیش و ترمینال‌های ورودی و خروجی آن نشان می‌دهد.

برای مثال صدای گوینده یا مجری برنامه را با صدای موسیقی فیلم، در حال پخش ترکیب می‌کند و آن‌ها را به‌طور همزمان پخش می‌کند.



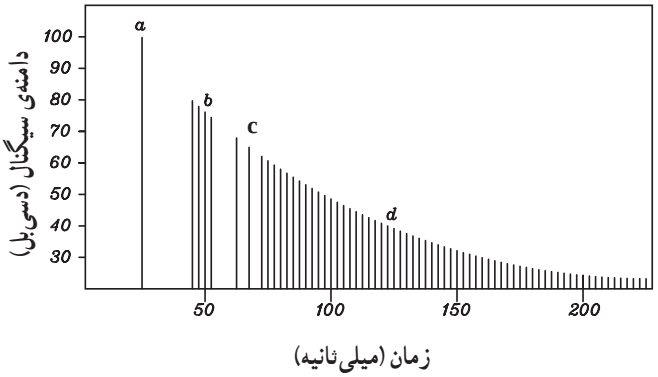
شکل ۷ــ۶ــ عکس اتاق فرمان

۳ــ۶ــ آشنایی با پژواک (اکو) صداــ پس‌آوا

هنگامی‌که در فضای بسته‌ای صدا تولید می‌شود امواج صوتی به دیوارها، کف و سقف برخورد می‌کند. قسمتی از انرژی صدا که جذب سطوح دیوار یا سقف نشود، بازتابیده خواهد شد (شکل ۸ــ۶).

بازتاب‌ها با سرعت درون اتاق حرکت می‌کنند و می‌پیچند و به تدریج و رفته‌رفته انرژی خود را ازدست می‌دهند. برای شنوندگانی که در تالار موسیقی حضور دارند بازتاب صدای اصلی خوانندگان یا ارکستر خوشایند و لذت‌بخش است زیرا بازتاب‌های صدای اصلی روی هم می‌افتد و یکسان می‌شود. به‌طوری‌که حجم صدا تقویت می‌شود و بعد از قطع شدن صدای اصلی این بازتاب‌ها ادامه می‌یابد. در مواقعی که این بازتاب‌ها روی هم می‌افتد باعث نامفهوم شدن صدای گوینده، مجری یا بازیگر نمایش در اجرای نمایش یا آواز می‌شوند.

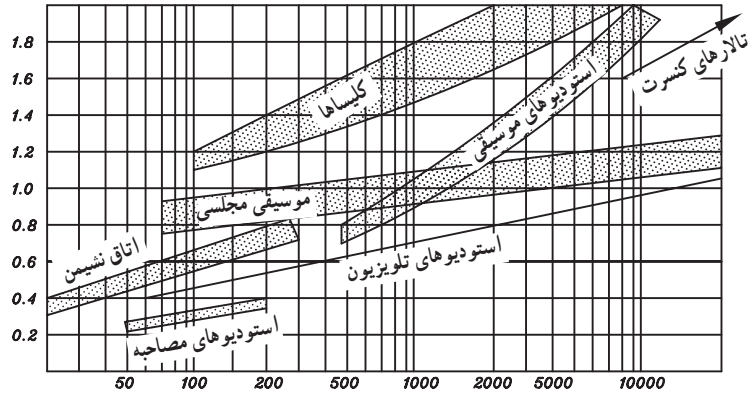
زمان پس‌آوایی: زمان بین لحظه‌ی قطع صدا ازمنبع اولیه تا زمانی که انرژی بازتاب‌های این صدا به $\frac{۱}{۱۰^{۶}}$ برابر توان اولیه برسد زمان پس‌آوایی را تشکیل می‌دهد.



a ــ صدای اولیه
b ــ اولین بازتاب از سطوح بازتابنده‌ی نزدیک
c ــ بازتاب‌ها از نزدیک‌ترین دیوارها
d ــ بازتاب‌های متعدد از ساختمان تالار

شکل ۸ ــ۶ــ نمایش پاسخ بازتاب‌ها به صدای لحظه‌ای در تالار کنفرانس

منحنی زمان‌های پس‌آوایی نمونه برای انواع گوناگون فضاهای بسته برحسب فرکانس در شکل (۹ــ۶) نشان داده شده است.

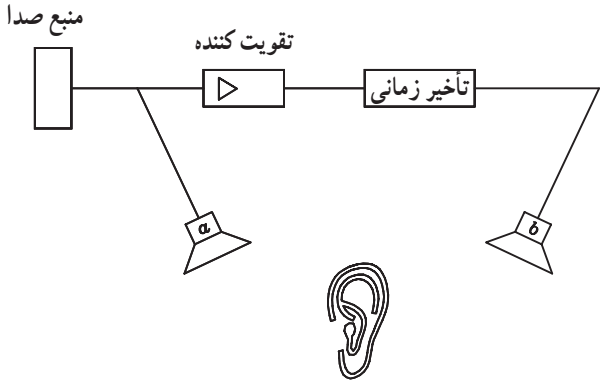


شکل ۹ــ۶ــ نمودار زمان پس‌آوایی برای مکان‌های مختلف

زمان‌های پس‌آوایی نمونه عبارتند از : استودیوی موسیقی ۰/۸ ثانیه، استودیو مصاحبه ۰/۴ ثانیه و تالار بسیار بزرگ کنسرت ۱ تا ۲/۵ ثانیه.

۱ــ۳ــ۶ــ اکو: امواج صوتی بازتابیده از اشیا را پژواک یا بازآوا گویند.

اگر بازتابش امواج صدا با تأخیر زیادی نسبت به صدای اصلی باشد پس‌آوایی یا اکو خواهیم داشت. سیستم‌های صوتی که مجهز به مدار اکو هستند براساس ایجاد یک تأخیر زمانی در هنگام پخش صدای اصلی عمل می‌کنند (شکل ۱۰ــ۶).

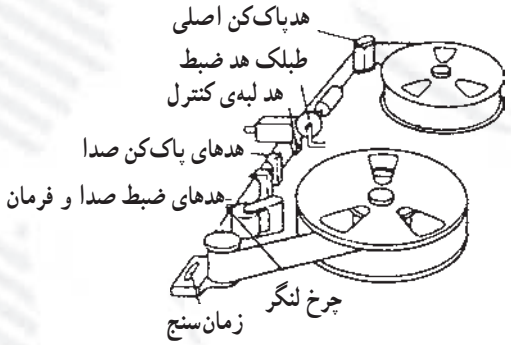


شکل ۱۰ــ۶ــ بلوک دیاگرام سیستم پخش صوت با اکو

امواج صوتی بازتابیده از اشیا را پژواک یا بازآوا گویند.

آزمون پایانی (۶)

۱ــ دستگاه شکل زیر برای چه منظوری در استودیوهای صدابرداری استفاده می‌شود؟



الف ــ ضبط صدا
ب ــ پخش صدا
ج ــ تدوین و مونتاژ صدا
د ــ ضبط، پخش، تدوین و مونتاژ

۲ــ به کدام دلیل نوار مغناطیسی را به‌صورت مایل برش می‌دهند؟

الف ــ آسان بودن عمل برش
ب ــ چسباندن راحت قطعات نوار
ج ــ جلوگیری از صدای تق‌تق محل برش‌نوار
د ــ سرعت بخشیدن به عمل تدوین و مونتاژ

۳ــ دستگاه مخطول کننده در ..... برای ..... به‌کار می‌رود.

الف ــ ضبط‌صوت خانگی ــ حذف سیگنال نویز
ب ــ استودیو یا محل‌های خاص صدابرداری ــ ترکیب کردن دو سیگنال صوتی، تدوین برنامه‌های صدابرداری
ج ــ استودیوهای صدابرداری ــ تقویت کردن سیگنال
د ــ ضبط صوت خانگی ــ برای تدوین و مونتاژ اطلاعات اضافی بر روی نوار مغناطیسی

۴ــ زمان پس‌آوا برای استودیوهای ضبط موسیقی چند ثانیه است؟

الف ــ ۰/۸
ب ــ ۱/۸
ج ــ ۲/۵
د ــ ۰/۶

۵ــ در سیستم صوتی مجهز به مدار اکو از کدام طبقه استفاده می‌شود؟

الف ــ تقویت کننده
ب ــ تقویت کننده و بلندگو
ج ــ مدار تأخیر دهنده
د ــ تقویت کننده، تأخیر دهنده، بلندگو

پاسخ‌نامه

پاسخ پیش‌آزمون و آزمون نهایی فصل اول

پیش آزمون (۱)

شماره	پاسخ
۱	ج
۲	ج
۳	ب
۴	ب
۵	الف

آزمون نهایی (۱)

شماره	پاسخ
۱	ب
۲	د
۳	د
۴	د
۵	ج
۶	د
۷	ب
۸	ج
۹	ب
۱۰	ج

۱۱ــ هدپاک‌کن DC ــ این هد ذرات مغناطیس شده نوار را به اشباع مغناطیسی می‌برد و سیگنال ضبط شده‌ی نوار را پاک می‌کند.

۱۲ــ ۲۵ تا ۵۰۰ اهم

۱۳ــ هدپاک‌کن AC : دامنه سیگنال AC هدپاک‌کن از یک مقدار کم شروع می‌شود و به تدریج افزایش می‌یابد. وقتی که نوار از مقابل این هد می‌گذرد ذرات مغناطیسی نوار در مرکز شکاف به حد اشباع می‌رسند. وقتی که آن‌ها ازمرکز شکاف دور می‌شوند اثر مغناطیسی‌شان کاملاً پاک می‌شود.

۱۴ــ فرکانس سیگنال هدپاک‌کن AC را بالاتر ازمحدوده‌ی فرکانس صوتی می‌گیرند تا بعد ازپاک شدن سیگنال اصلی صوتی، بر روی نوار هیچ صدا و نویزی وجود نداشته و نوار مشابه نوار خام گردد.

پاسخ پیش‌آزمون و آزمون نهایی فصل ۲

پیش آزمون (۲)

شماره	پاسخ
۱	د
۲	الف
۳	ج
۴	ج
۵	الف
۶	ب

آزمون نهایی (۲)

شماره	پاسخ
۱	ج
۲	الف
۳	د
۴	ب
۵	د
۶	د
۷	ب
۸	د

۹ــ خازن‌های کوپلاژ هدِ ضبط پخش کانال‌های راست و چپ هستند. خازن $C_{۳۰۳}$ خازن کوپلاژ هد راست به تقویت کننده اولیه کانال راست و خازن $C_{۳۰۷}$ خازن کوپلاژ هد چپ به تقویت کننده اولیه کانال چپ است.

۱۰ــ امیتر مشترک

۱۱ــ خازن $C_{۱۱۱}$ شبکه RC تن کنترل کانال راست است.

۱۲ــ ترانزیستورهای $T_{۳۰۱}$ و $T_{۳۰۲}$

۱۳ــ خازن صافی منبع تغذیه

۱۴ــ پایه ۶ آی‌سی ورودی سیگنال صوتی است و پایه ۱۰ آی‌سی خروجی سیگنال تقویت شده است.

پاسخ پیش‌آزمون و آزمون نهایی فصل ۳

پیش آزمون (۳)

شماره	پاسخ
۱	د
۲	ج
۳	ب
۴	ج
۵	ج

آزمون نهایی (۳)

شماره	پاسخ
۱	ج
۲	نشان دادن تغییرات سطح ولتاژ دردستگاه‌های صوتی است.
۳	زیاد ــ کم
۴	الف
۵	ج
۶	ج
۷	د
۸	ج

۱ــ۹ــ آی‌سی ۴۰۵۱ یک دِمالتی پلکسر یا تسهیم کننده است. دارای یک خط ورودی و ۸ خط خروجی است. با آدرس‌دهی در روی خط آدرس، خط ورودی را به خطوط خروجی وصل می‌کند.

۲ــ۹ــ آی‌سی آنالوگ سوییچ است که با قرار دادن ولتاژ منطقی ۱ (high) بر روی پایه کنترل کلیه کلیدها وصل می‌شوند.

۱۰ــ ولوم کنترل‌کننده بالانس کانال‌های چپ و راست است.

۱۱ــ کنترل کننده تن صوتی یا کنترل صدای زیر و بم است.

پاسخ پیش‌آزمون و آزمون نهایی فصل ۴

پیش آزمون (۴)

شماره	پاسخ
۱	ب
۲	د
۳	ب
۴	د
۵	د

آزمون نهایی (۴)

شماره	پاسخ
۱	د
۲	د
۳	د
۴	ب
۵	ج
۶	الف
۷	د
۸	ب
۹	د
۱۰	ج

۱۱ــ سیگنال صوتی از دو مسیر پس از ترکیب شدن به هد می‌رسد. مسیر اول به‌طور مستقیم و مسیر دوم پس از عبور مدارهای فشرده کننده، توسعه دهنده و فیلتر به جمع کننده می‌رسد و سپس به هد ضبط می‌رود.

۱۲ــ مدت زمانی است که طول می‌کشد تا فشرده کننده بر روی سیگنال تأثیر بگذارد.

پاسخ پیش‌آزمون و آزمون نهایی فصل ۵

پیش آزمون (۵)

شماره	پاسخ
۱	ج
۲	الف
۳	ب
۴	الف
۵	ج
۶	الف
۷	د

آزمون نهایی (۵)

شماره	پاسخ
۱	د
۲	ج
۳	ج
۴	د
۵	الف
۶	ب
۷	د
۸	د
۹	ج
۱۰	د
۱۱	الف

۱۲ــ سیستم توقف نوار به صورت مکانیکی

۱۳ــ هنگامی که نوار به انتها می‌رسد نیروی کششی نوار نقطه A در سمت چپ بازو را به سمت بالا فشار می‌دهد و نقطه B به سمت پایین حرکت می‌کند.

پاسخ پیش‌آزمون و آزمون نهایی فصل ۶

پیش آزمون (۶)

شماره	پاسخ
۱	ب
۲	د
۳	د
۴	ب
۵	الف
۶	ب

آزمون نهایی (۶)

شماره	پاسخ
۱	د
۲	ج
۳	ب
۴	الف
۵	د

منابع و مآخذ

۱ ـTAPE RECORDER, STEREO, TWO - IN - ONE & CD by: MANAHR LOTIA

۲ ـ SERVICING CASSETTE RECORDERS AND TWO - IN - ONE by: R.C.Vijay

۳ـ اصول شناخت و کاربرد ویدئو «سیستم ضبط مغناطیسی تصویر» ترجمه : هدایت‌الله باکوچی

۴ـ ضبط و پخش صدا، نویسنده : گلین الکین، ترجمه : محمدمهدی چرخنده، انتشارات سروش

۵ ـ الکترونیک عمومی سال چهارم هنرستان، مؤلفان : مهدی خجندی ـ محمدحسین رفان، کُد ۸۳۶

۶ـ فیزیک سوم ریاضی و فیزیک، کد ۲۶۶/۱، مؤلفان : ابوالقاسم قلمسیا ـ محمدعلی پیغامی

۷ـ مبانی و اصول صدابرداری در رادیو، گردآوری و تألیف : مهندس رحمان ایدون، آموزش صدا و سیما

۸ ـ اصول الکترونیک ۱ ، مجتمع فنی تهران، تألیف : سعید خرازی زاده

۹ـ مجلات الکتور و الکترونیک

۱۰ـ اصول و مبانی عیب‌یابی و تعمیر سیستم‌های صوتی و تصویری بدون استفاده از نقشه، مترجم : رضا خوش‌کیش

۱۱ـ کاتالوگ‌های فنی دستگاه‌های صوتی