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؟

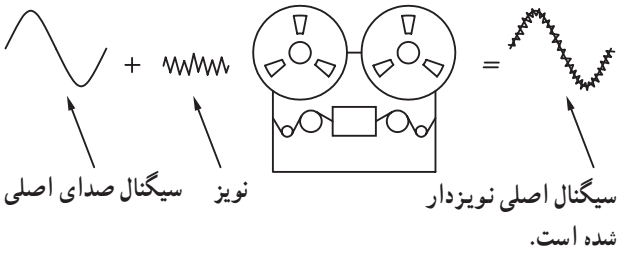
الف ــ تقویت‌کننده
ب ــ ضبط صوت
ج ــ برش‌دهنده دامنه
د ــ محدودکننده‌ی دامنه‌ی سیگنال صوتی در لحظه

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.

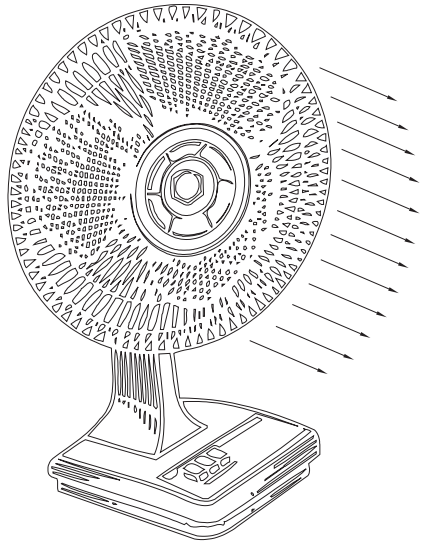


شکل ۱ــ۴ــ اثر نویز روی سیگنال ورودی

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.

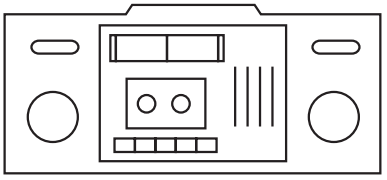


شکل ۲ــ۴ــ لرزش و صدای پنکه می‌تواند یک منبع نویز در داخل استودیو صدابرداری باشد.

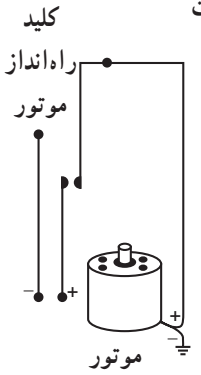
در شکل (۳ــ۴) یک تلفن بی‌سیم را مشاهده می‌کنید. اگر از این تلفن در محیط صدابرداری استفاده شود امواج آن به‌صورت پارازیت و نویز توسط دستگاه ضبط‌صوت، ضبط می‌شود. این نوع نویزها را نویز محیطی یا خارجی می‌نامند.

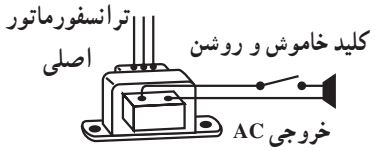
شکل ۳ــ۴ــ تلفن بی‌سیم در داخل اتاق صدابرداری یک مولد نویز محسوب می‌شود.

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.



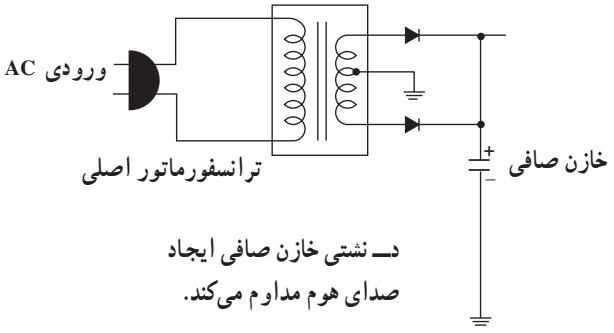
الف ــ دستگاه ضبط صوت



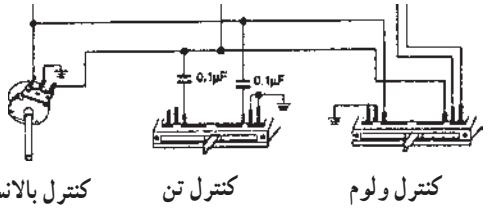


ب ــ صدای قطع و وصل کلید برق دستگاه‌های دیگر در زمان ضبط می‌تواند یک منبع نویز به‌حساب آید.

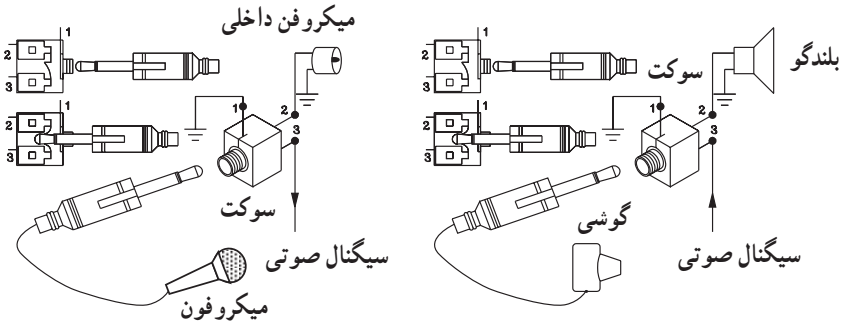
ج ــ صدای موتور ضبط در زمان ضبط سیگنال ایجاد نویز می‌کند.



دــ نشتی خازن صافی ایجاد صدای هوم مداوم می‌کند.



هــ 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.

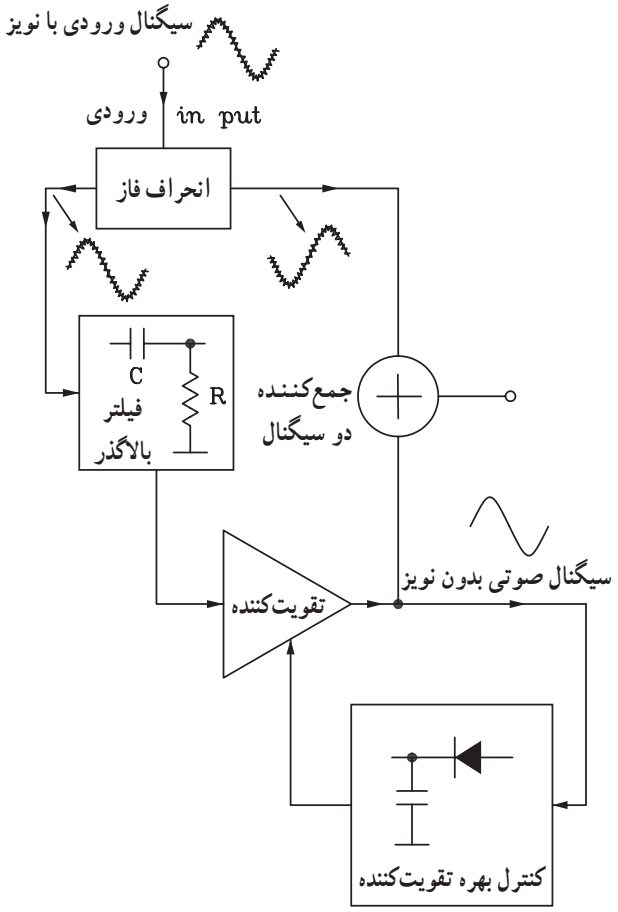
شکل ۵ــ۴ ــ عکس از استودیو صدابرداری

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.



شکل ۶ــ۴ــ بلوک دیاگرام سیستم DNL

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

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.

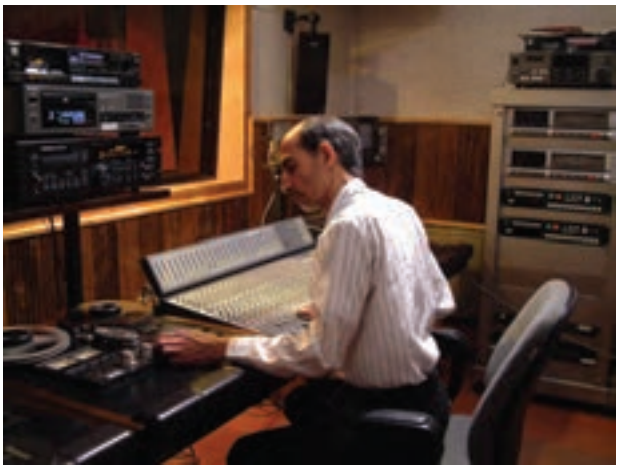
مدارهای فشرده‌کننده و محدودکننده در زمان‌هایی که صدابردار نتواند شخصاً صداهای ورودی به دستگاه را کنترل کند به‌کار می‌رود.

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

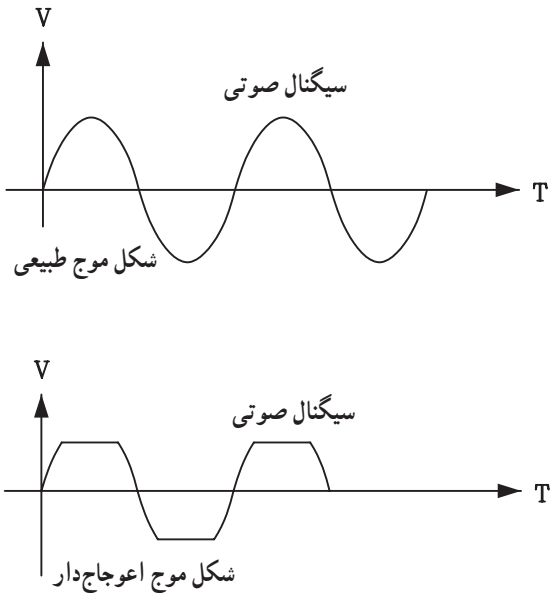
در این نوع برنامه‌ها کنترل صدا مشکل است و ضرورت کنترل صدا به‌صورت خودکار کاملاً حس می‌شود. در این شرایط صدابردار را مجبورند پیوسته ولوم‌ها را کم یا زیاد کنند (شکل ۸ــ۴) تا سطح صدا مطلوب شود. از طرفی چون این عمل با کندی و تأخیر صورت می‌گیرد، کیفیت پخش برنامه کاهش می‌یابد. برای حل این مشکل از این دو مدار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

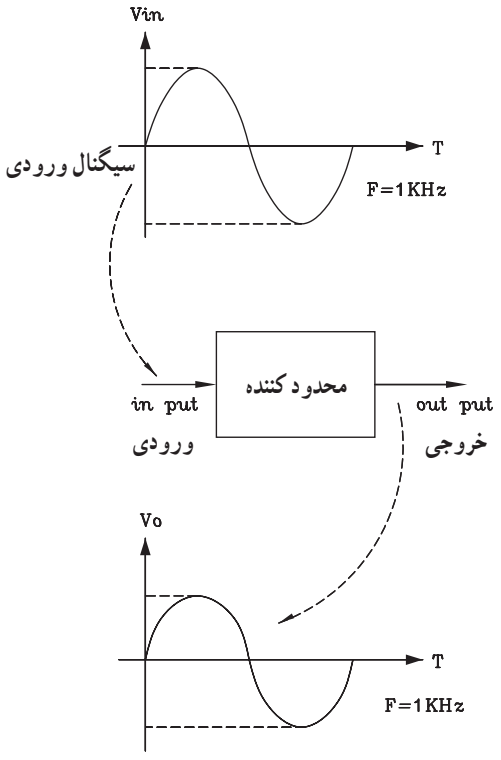
در شکل (۹ــ۴) دونوع سیگنال صوتی طبیعی و اعوجاج‌دار نشان داده شده است.



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.

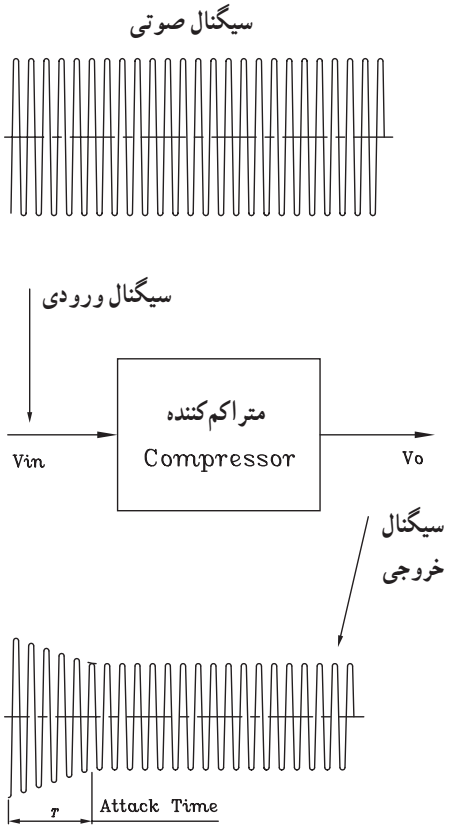


شکل ۱۰ــ۴ــ بلوک دیاگرام ساده محدودکننده

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.

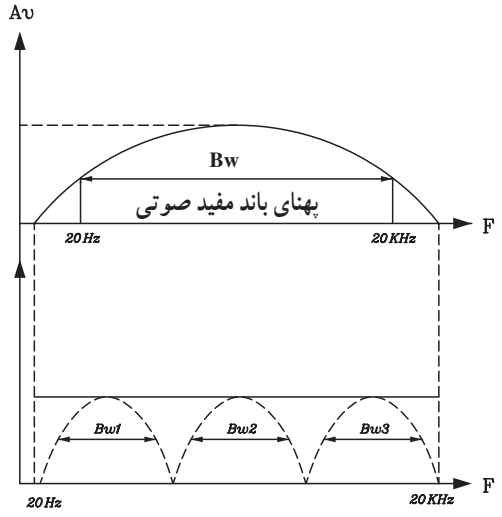
به این ترتیب تغییرات ناگهانی سطح سیگنال هم کم‌تر به گوش شنونده می‌رسد و صدا حالت طبیعی‌تری به‌خود می‌گیرد شکل (۱۱ــ۴) نحوه‌ی عمل فشرده‌کننده یا متراکم‌کننده را نشان می‌دهد.



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.

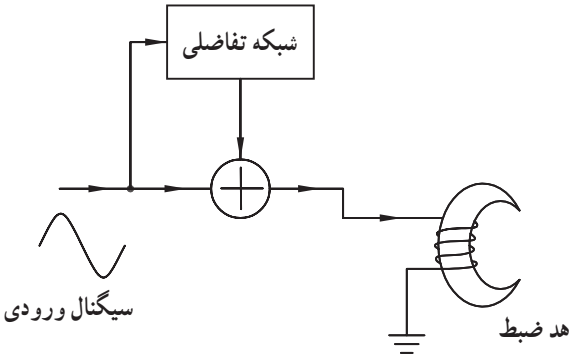
شکل ۱۱ــ۴ــ نحوه‌ی عمل متراکم‌کننده

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).



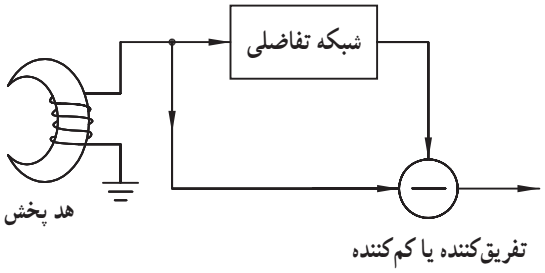
شکل ۱۲ــ۴ــ تقسیم باند فرکانس صوتی به چند باند کوچک‌تر

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).



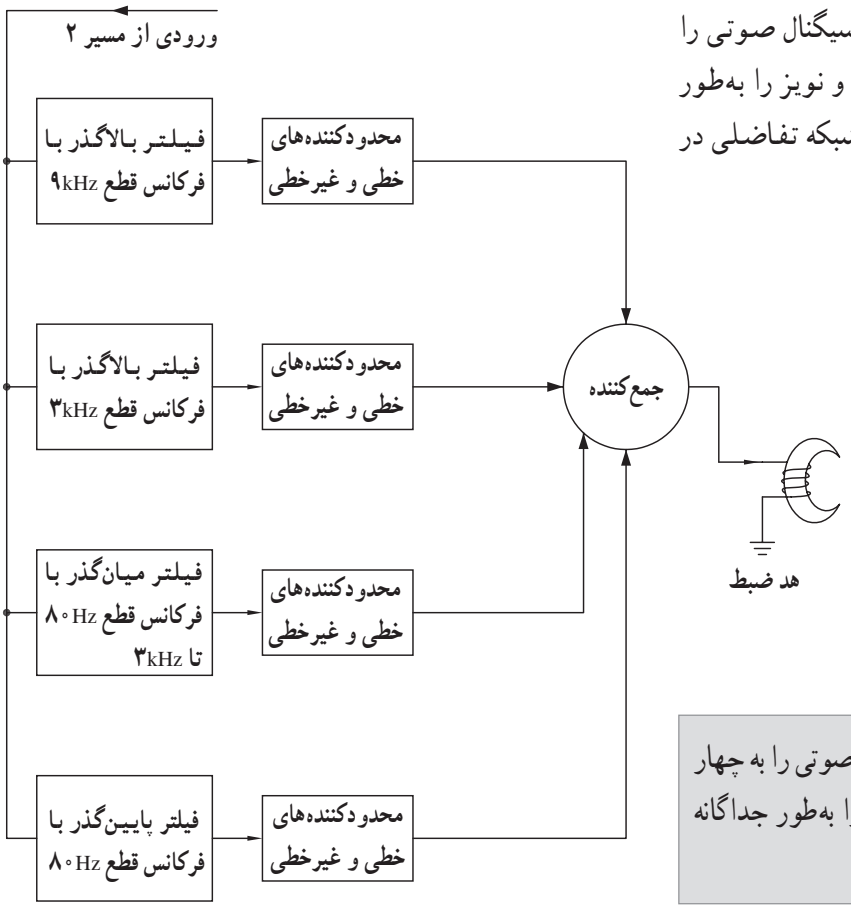
شکل ۱۳ــ۴ــ بلوک دیاگرام ساده مدار Expander

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.

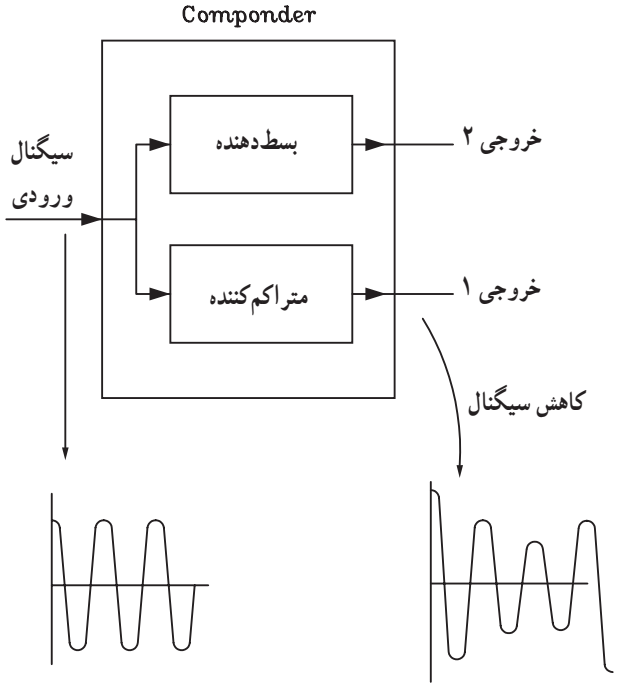


شکل ۱۵ــ۴ــ بلوک دیاگرام کامل شبکه تفاضلی

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.



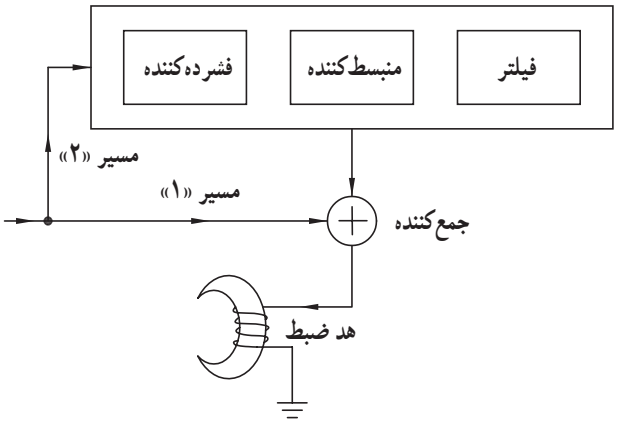
شکل ۱۶ــ۴ــ بلوک دیاگرام مدار Componder

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

۲ــ۴ــ سیستم دالبی (DOLBY) و انواع آن

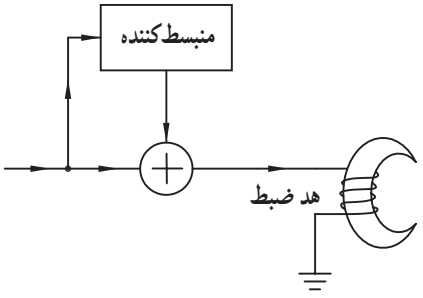
در ضبط مغناطیسی نسبت سیگنال به نویز ($\frac{S}{N}$) بستگی به سرعت ضبط روی نوار و عرض مسیر نوار دارد. اگر سرعت حرکت نوار، آهسته و عرض نوار خیلی کوچک باشد، صدای هیس یا نویز زیاد می‌شود به‌طوری که نویز هنگام پخش نوار شنیده می‌شود. شیوه‌ی ضبط سیگنال صوتی به‌صورت دالبی مطابق شکل (۱۷ــ۴) است.

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.



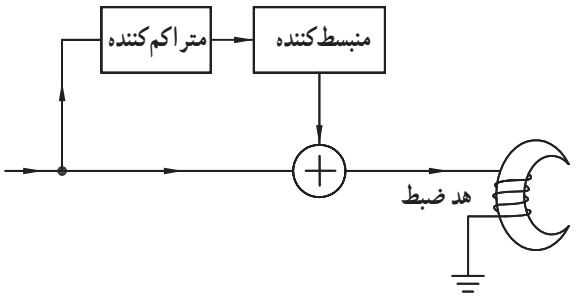
شکل ۱۷ــ۴ــ نحوه‌ی کار سیستم دالبی

بلوک دیاگرام سیستم دالبی نوع A طبق شکل (۱۸ــ۴) است. در این سیستم سیگنال از طریق مسیرهای مستقیم و منبسط‌کننده[1] به مدار جمع‌کننده می‌رسد.



شکل ۱۸ــ۴ــ بلوک دیاگرام سیستم دالبی نوع A

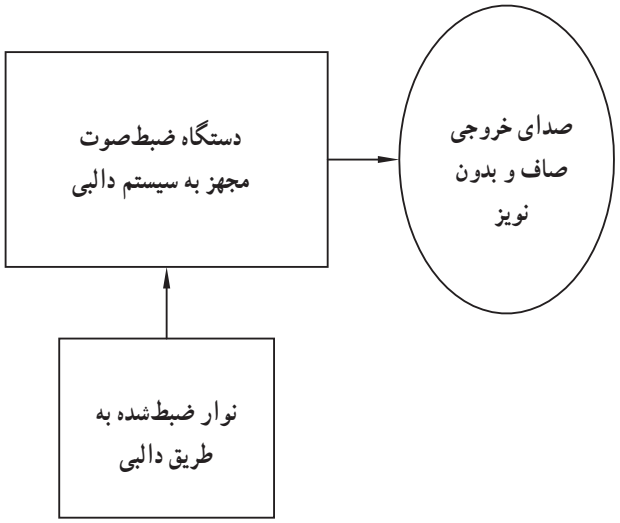
در سیستم دالبی نوع B عمل تقویت سیگنال‌های فرکانس بالا فقط تا lodB انجام می‌شود. در شکل (۱۹ــ۴) بلوک دیاگرام سیستم دالبی نوع B نشان داده شده است. همان‌طورکه مشاهده می‌شود در مسیر غیرمستقیم علاوه‌بر مدار منبسط‌کننده یک مدار متراکم‌کننده نیز قرار دارد. عملکرد سیستم دالبی نوع C مشابه نوع B است با این تفاوت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

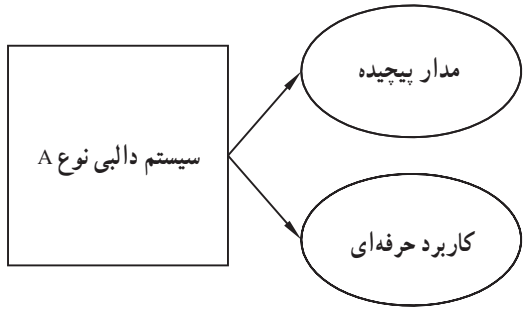
۱ــ منبسط‌کننده یا توسعه‌دهنده همان Expander است.

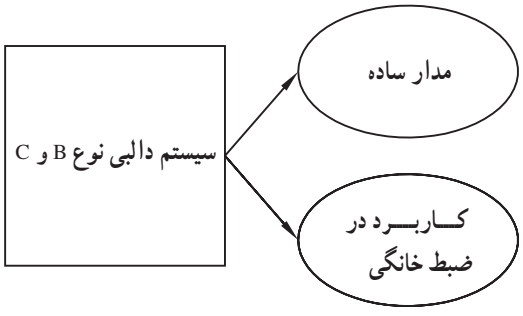
اگر نواری با سیستم دالبی ضبط شود و توسط یک دستگاه مجهز به سیستم دالبی پخش شود صدای خروجی به‌صورت صاف و شفاف و بدون صدای هیس از بلندگو شنیده می‌شود (شکل ۲۰ــ۴).



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؟

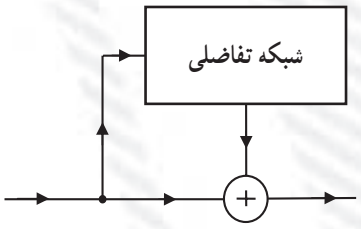
الف ــ زمان کاهش دامنه
ب ــ زمان افزایش دامنه
ج ــ هیچ فرقی ندارد.
د ــ هر دو روی دامنه سیگنال تأثیر می‌گذارند.

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.