

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:

- ۱- نویز را در سیستم ضبط تعریف کند.
- ۲- سیستم دالبی و انواع آن را تعریف کند.
- ۳- کاربرد متراکم‌کننده high compressor و محدودکننده limiter و توسعه‌دهنده (منبسط‌کننده) Expander و ترکیب‌کننده compressor را بیان کند.



ساعات آموزش

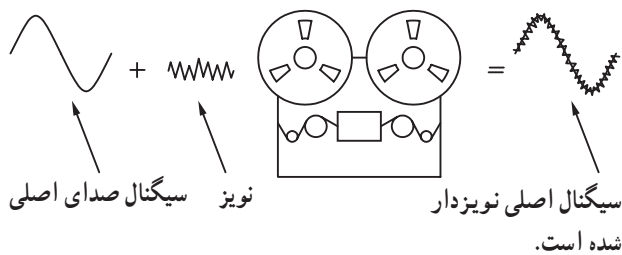
جمع	عملی	نظری
۶	۲	۴

پیش‌آزمون (۴)

- ۱- نویز چه نوع سیگنالی است؟
الف - سیگنال اصلی صوت
ج - سیگنال فرکانس بالا
- ۲- سیستم DNL به چه منظوری در دستگاه ضبط صوت به کار می‌رود؟
الف - تقویت سیگنال نویز
ج - تغییر فاز سیگنال
- ۳- سیستم دالبی نویز در چه زمانی در دستگاه ضبط به کار می‌رود؟
الف - زمان پخش سیگنال
ج - زمان پاک کردن سیگنال از روی نوار
- ۴- فشرده کننده یا تراکم کننده (compressor) در دستگاه صدابرداری چه نقشی دارد؟
الف - تقویت کننده
ج - برش دهنده دامنه
- ۵- نویز توسط کدام مدار در سیستم صدابرداری حذف می‌شود؟
الف - DNL
ج - فشرده کننده
- ب - سیگنال مزاحم
د - سیگنال فرکانس پایین
- ب - مدار کنترل صدای زیر و بم
د - حذف نویز
- ب - زمان ضبط سیگنال
د - زمان ضبط - پخش
- ب - ضبط صوت
د - محدود کننده دامنه‌ی سیگنال صوتی در لحظه
- ب - محدود کننده
د - DNL ، Componder و Expander

۴-۱- آشنایی با نحوه‌ی کاهش اثرات نویز

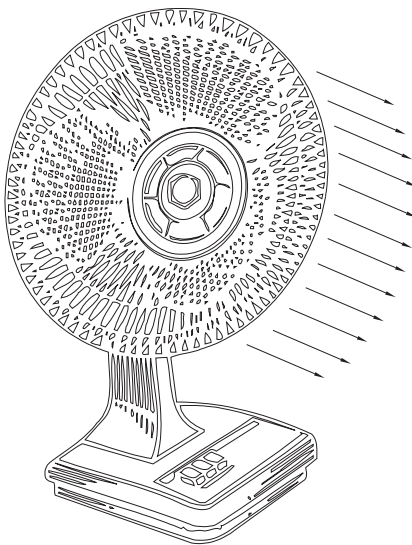
تعریف نویز: نویز عبارت از هر نوع صدای ناخواسته‌ای است که در خلال ضبط یک سیگنال صوتی یا یک برنامه‌ی موسیقی به سیگنال اضافه می‌شود. شکل (۴-۱) اثر نویز را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱- اثر نویز روی سیگنال ورودی

انواع نویز: نویز انواع مختلف دارد. به عنوان مثال می‌توان نویزهایی که در محیط و فضای اطراف دستگاه ضبط صوت 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 صدا برداری را نام برد.

برای رفع این نوع نویز باید ابتدا عامل تولید آن‌ها را تشخیص داد و سپس به رفع آن‌ها اقدام کرد. شکل (۴-۲) یک پنکه را نشان می‌دهد. چنانچه این پنکه در اتاق صدا برداری قرار گیرد ایجاد نویز می‌کند.

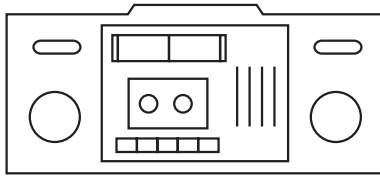


شکل ۴-۲- لرزش و صدای پنکه می‌تواند یک منبع نویز در داخل استودیو صدا برداری باشد.

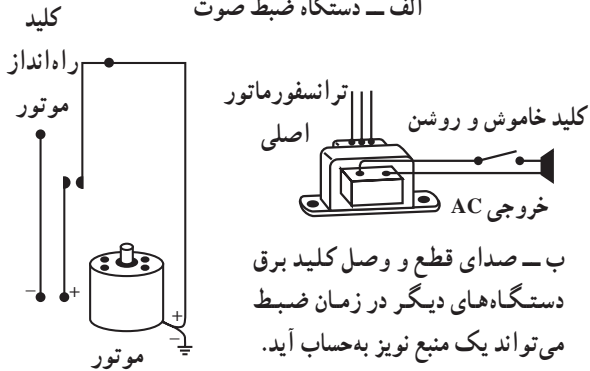
در شکل (۴-۳) یک تلفن بی‌سیم را مشاهده می‌کنید. اگر از این تلفن در محیط صدا برداری استفاده شود امواج آن به صورت پارازیت و نویز توسط دستگاه ضبط صوت، ضبط می‌شود. این نوع نویزها را نویز محیطی یا خارجی می‌نامند.



شکل ۴-۳- تلفن بی‌سیم در داخل اتاق صدا برداری یک مولد نویز محسوب می‌شود.

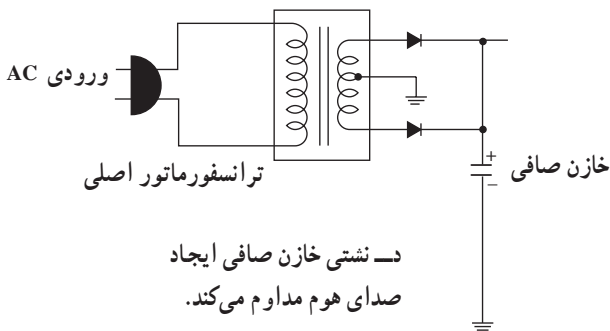


الف - دستگاه ضبط صوت

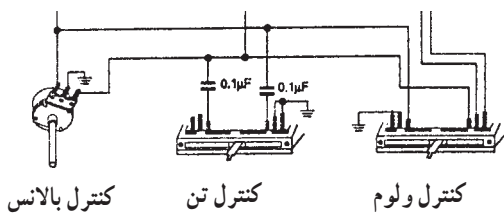


ب - صدای قطع و وصل کلید برق دستگاه‌های دیگر در زمان ضبط می‌تواند یک منبع نویز به حساب آید.

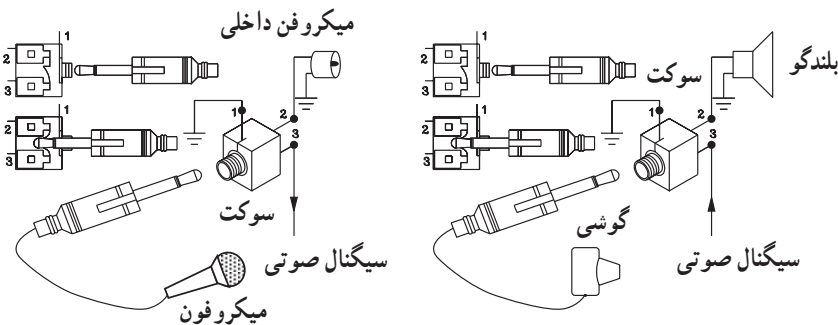
ج - صدای موتور ضبط در زمان ضبط سیگنال ایجاد نویز می‌کند.



د - نشستی خازن صافی ایجاد صدای هوم مداوم می‌کند.



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



و - قطع و وصل شدن اتصال‌ها و فیش‌ها با صدای تق تق همراه است.

شکل ۴-۴ - منابع نویز داخلی دستگاه

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



شکل ۴-۵ - عکس از استودیو صداپردازی

در استودیوها و مکان‌هایی که صداپردازی و ضبط صدا انجام می‌شود باید تا حد امکان محیط ساکت باشد. البته هرگز نمی‌توان محیط کاملاً پاک از نویز به وجود آورد. از این رو وجود نویز تا حدی 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.

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

۱-۱-۴ - نسبت سیگنال به نویز: نسبت توان سیگنال

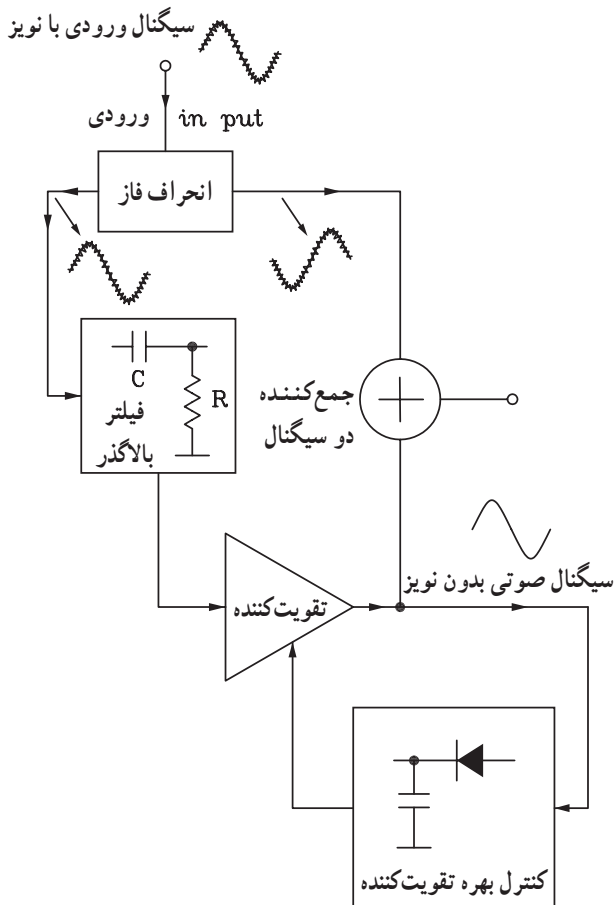
صوتی مورد نظر به توان نویز را نسبت سیگنال به نویز می‌گویند و با (S/N) نشان می‌دهند.

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

۲-۱-۴ - سیستم DNL^۱ 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، تقویت کننده یک‌سوساز نیم‌موج و جمع کننده است. در شکل (۴-۶) بلوک دیاگرام سیستم DNL را ملاحظه می‌کنید. با توجه به بلوک دیاگرام شکل (۴-۶) سیگنال ورودی آلوده به نویز به مدار انحراف دهنده فاز وارد می‌شود. در خروجی این مدار دو سیگنال با اختلاف فاز 180° درجه به وجود 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 ۴-۶ - بلوک دیاگرام سیستم DNL

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

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 180° درجه اختلاف فاز 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 بر روی 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.



۳-۱-۴- سیستم فشرده‌کننده و محدودکننده: مدارهای فشرده‌کننده (high compressor) و محدودکننده (Limiter) در دستگاه‌های صدابرداری پیشرفته و توسط صدابرداران حرفه‌ای در استودیوها استفاده می‌شود.

شکل (۷-۴) 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 به کار می‌رود.

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



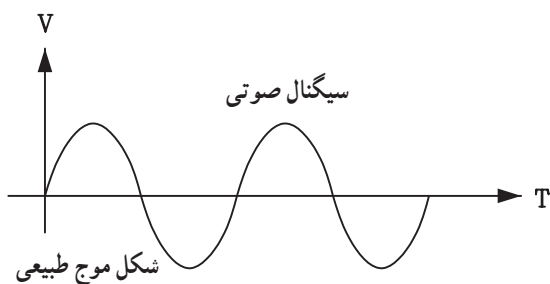
شکل ۷-۴- دستگاه میکسر یا مخلوط‌کننده که روی میز صدا در استودیو صدابرداری قرار دارد.



در این نوع برنامه‌ها کنترل صدا مشکل است و ضرورت کنترل صدا به صورت خودکار کاملاً حس می‌شود. در این شرایط صدا بردار را مجبورند پیوسته ولوم‌ها را کم یا زیاد کنند (شکل ۴-۸) 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 به صورت اتوماتیک در دستگاه استفاده می‌شود.

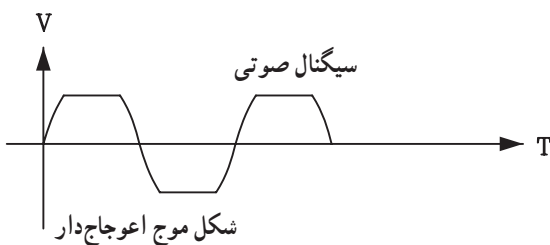


شکل ۴-۸- اتاق فرمان را نشان می‌دهد که صدا بردار در حال تنظیم و کنترل برنامه است.



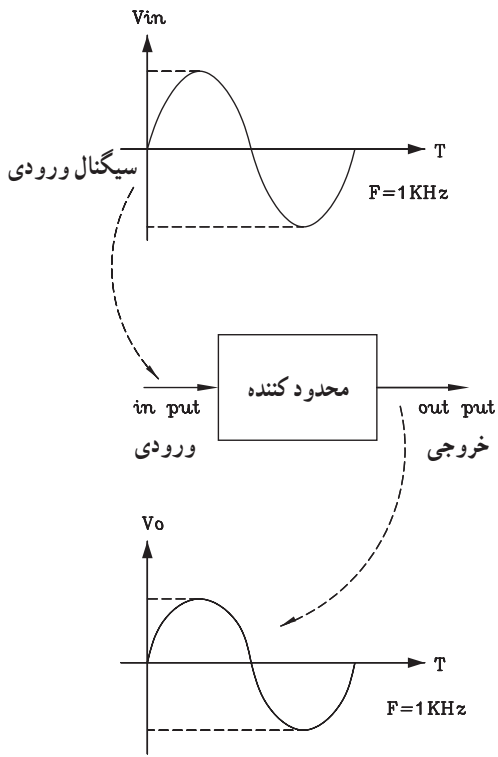
محدودکننده Limiter: محدودکننده یا لیمیتر مداری است که می‌تواند حداکثر صدا را طوری کنترل کند که هیچ‌وقت صدا دارای اعوجاج نشود. صدا بردار می‌تواند پایین‌ترین حد صدا را کنترل کند، اما بالاترین حد صدا باید به صورت اتوماتیک کنترل شود.

در شکل (۴-۹) دو نوع سیگنال صوتی طبیعی و اعوجاج‌دار نشان داده شده است.



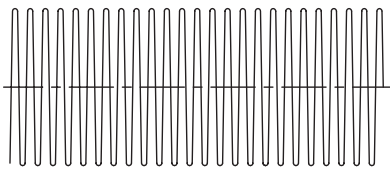
شکل ۴-۹- سیگنال صوتی طبیعی و اعوجاج‌دار

در شکل (۴-۱۰) کار محدود کننده را ملاحظه می کنید. با توجه به شکل، چنانچه دامنه‌ی سیگنال ورودی افزایش یابد خروجی محدود کننده، ثابت باقی می ماند.

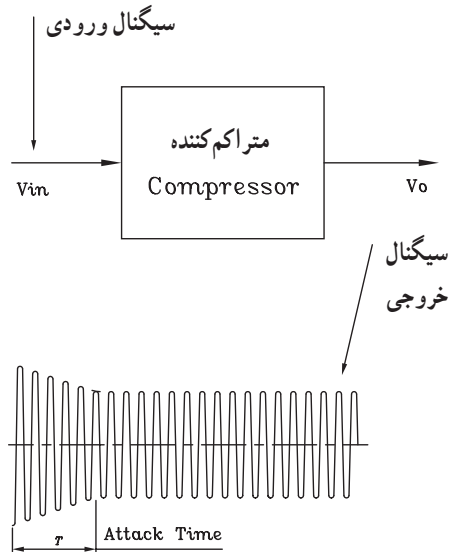


شکل ۴-۱۰ - بلوک دیاگرام ساده محدود کننده

سیگنال صوتی



T را زمان حمله می نامند و آن مدت زمانی است که طول می کشد تا فشرده کننده بر روی سیگنال تأثیر بگذارد. این زمان معمولاً کمتر از ۱/۵ ثانیه است.

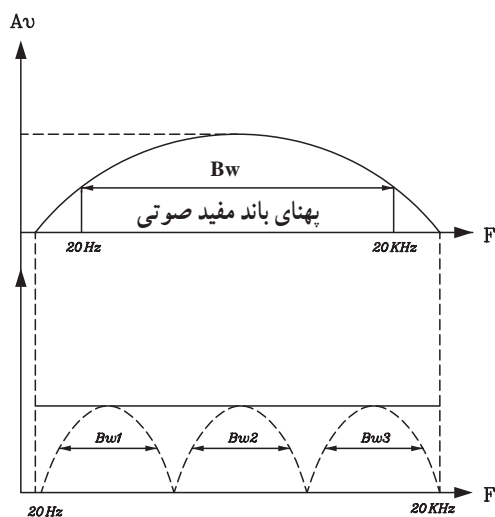


T را زمان حمله می نامند و آن مدت زمانی است که طول می کشد تا فشرده کننده بر روی سیگنال تأثیر بگذارد. این زمان معمولاً کمتر از ۱/۵ ثانیه است.

شکل ۴-۱۱ - نحوه‌ی عمل متراکم کننده

فشرده کننده یا متراکم کننده (Compressor): مدار محدود کننده، افزایش طبیعی صدا را یک باره و کاملاً ناگهانی محدود می کند. به طوری که احساس مطلوبی در شنونده به وجود نمی آید. برای رفع این اشکال از مدار فشرده کننده استفاده می شود. در مدار فشرده کننده تغییرات دامنه سیگنال خروجی در مقایسه با ورودی قابل تعیین است. فشرده کننده‌ها قادرند صداهای با دامنه‌ی شدیدتر را بیش تر و صداهای با دامنه‌ی کم تر را، کم تر محدود کنند.

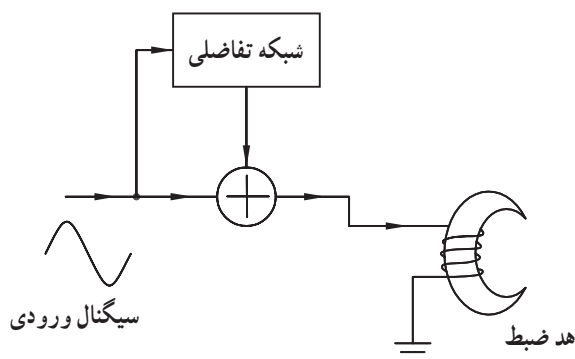
به این ترتیب تغییرات ناگهانی سطح سیگنال هم کم تر به گوش شنونده می رسد و صدا حالت طبیعی تری به خود می گیرد. شکل (۴-۱۱) نحوه‌ی عمل فشرده کننده یا متراکم کننده را نشان می دهد.



شکل ۴-۱۲ - تقسیم باند فرکانس صوتی به چند باند کوچک‌تر

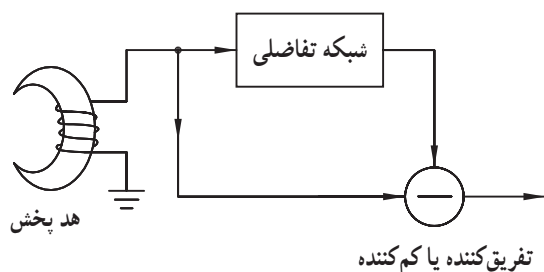
۴-۱-۴ - توسعه‌دهنده یا Expander: در سیستم‌های

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 تقسیم بندی می‌کنند و هر باند را از فیلترهای خاص عبور می‌دهند تا نویز یا هیس همراه سیگنال صوتی حذف شود (شکل ۴-۱۲).



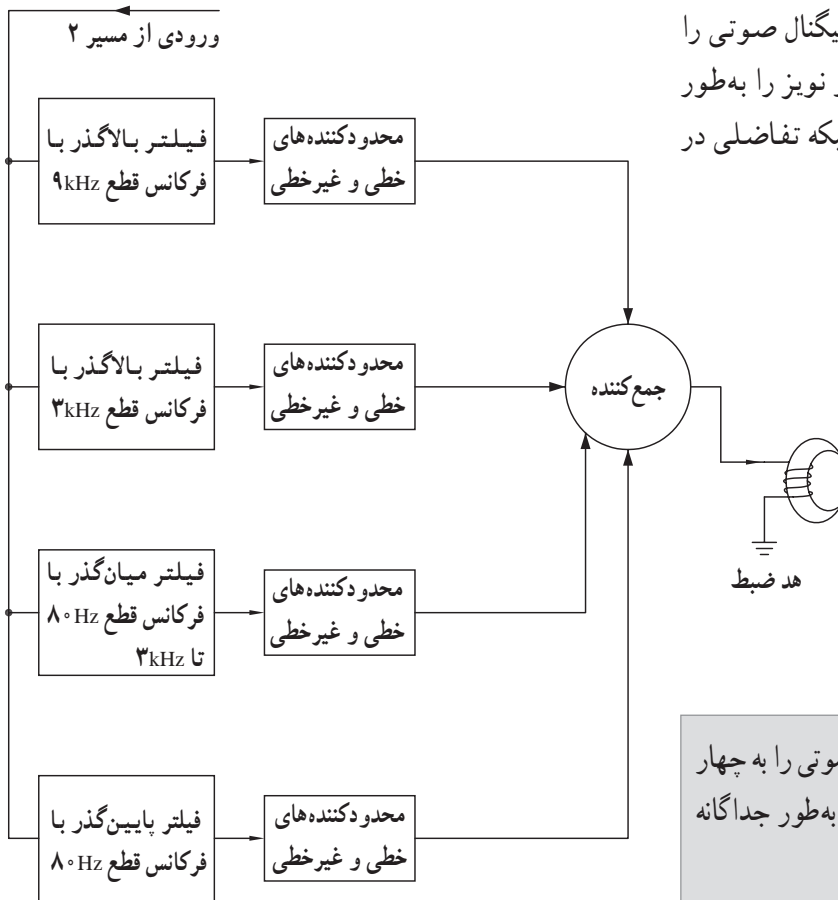
شکل ۴-۱۳ - بلوک دیاگرام ساده مدار Expander

بلوک دیاگرام ساده Expander را در شکل ۴-۱۳ 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 ۴-۱۴).



شکل ۴-۱۴ - بلوک دیاگرام ساده مدار Expander

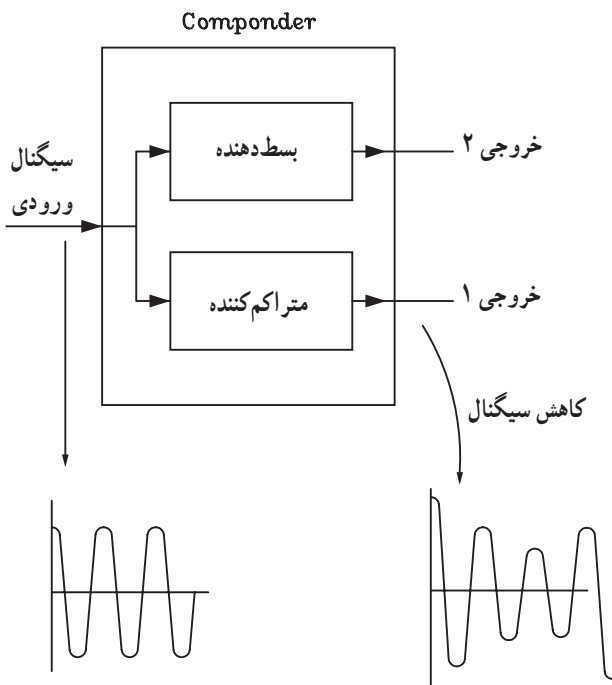
در مدار Expander، سیگنال اصلی قبل از رسیدن به هر ضبط از دو مسیر مستقیم و مسیر شبکه‌ی تفاضلی عبور می‌کند و در مدار جمع‌کننده، دو سیگنال با هم جمع می‌شوند.



شکل ۱۵-۴- بلوک دیاگرام کامل شبکه تفاضلی

معمولاً شبکه تفاضلی، طیف فرکانسی سیگنال صوتی را به چهار باند تقسیم می‌کند و در هر باند دامنه و نویز را به طور جداگانه محدود می‌کند. بلوک دیاگرام کامل شبکه تفاضلی در شکل (۱۵-۴) نشان داده شده است.

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



شکل ۱۶-۴- بلوک دیاگرام مدار Componder

۱-۴-۵ ترکیب کننده یا Componder: مدار

Componder یکی از مدارهای کاربردی است که در دستگاه میز صدابرداری استودیو به کار 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 (۱۶-۴) سیگنال ورودی هم‌زمان می‌تواند متراکم شده یا توسط یک Expander بسط داده شود.

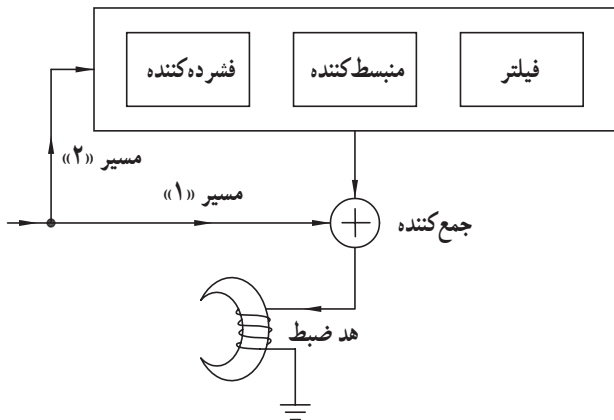
مدار Componder نسبت سیگنال به نویز ($\frac{S}{N}$) را در

سیستم‌های صدابرداری افزایش می‌دهد.

۴-۲- 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 به طوری که نویز هنگام پخش نوار شنیده می‌شود. شیوه‌ی ضبط سیگنال صوتی به صورت دالبی مطابق شکل (۴-۱۷) است.

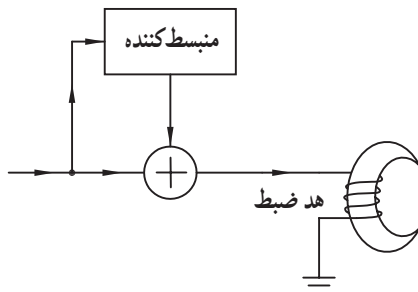


شکل ۴-۱۷- نحوه‌ی کار سیستم دالبی

در این سیستم سیگنال از دو مسیر عبور می‌کند و در انتها پس از ترکیب شدن با هم به هد ضبط صدا می‌رسند. در مسیر ۱ سیگنال به طور مستقیم به جمع کننده وارد می‌شود و در مسیر ۲ سیگنال پس از عبور از مدارهای فشرده کننده، توسعه دهنده و فیلتر به جمع کننده اعمال می‌شود.

بلوک دیاگرام سیستم دالبی نوع A طبق شکل (۴-۱۸)

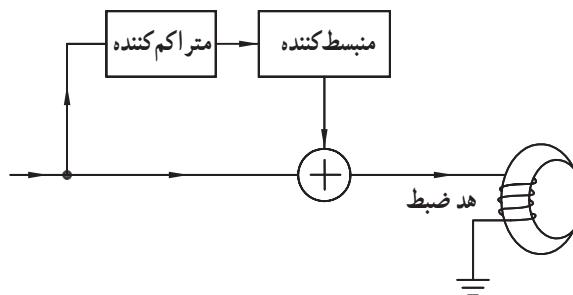
است. در این سیستم سیگنال از طریق مسیرهای مستقیم و منبسط کننده^۱ به مدار جمع کننده می‌رسد.



شکل ۴-۱۸- بلوک دیاگرام سیستم دالبی نوع A

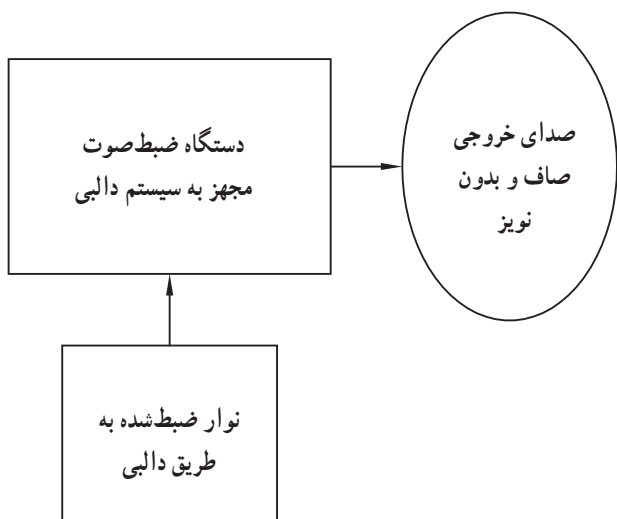
در سیستم دالبی نوع B عمل تقویت سیگنال‌های فرکانس

بالا فقط تا 10dB انجام می‌شود. در شکل (۴-۱۹) بلوک دیاگرام سیستم دالبی نوع B نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود در مسیر غیرمستقیم علاوه بر مدار منبسط کننده یک مدار متراکم کننده 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.



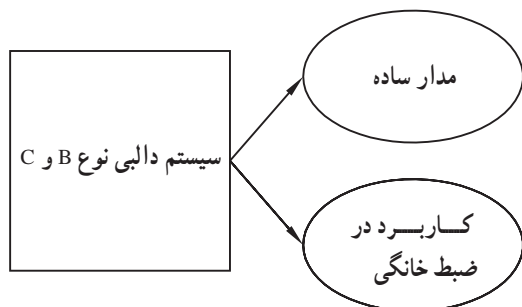
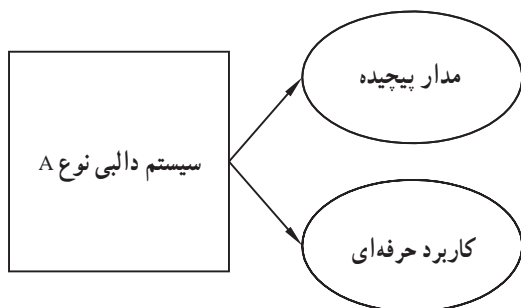
شکل ۴-۱۹- بلوک دیاگرام سیستم دالبی نوع B

۱- منبسط کننده یا توسعه دهنده همان Expander است.



شکل ۴-۲۰ - مشخصات سیستم دالبی

اگر نواری با سیستم دالبی ضبط شود و توسط یک دستگاه مجهز به سیستم دالبی پخش شود صدای خروجی به صورت صاف و شفاف و بدون صدای هیس از بلندگو شنیده می شود (شکل ۴-۲۰).



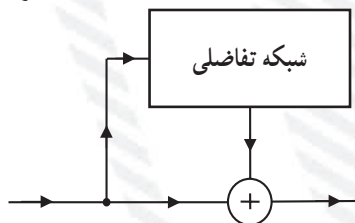
شکل ۴-۲۱ - مقایسه سیستم های دالبی نوع A با B و C

سیستم دالبی در سه نوع A، B و C طراحی می شود. سیستم دالبی نوع A دارای مدار پیچیده است و اغلب در سیستم های ضبط حرفه ای استفاده می شود. سیستم های دالبی نوع B و C ساده تر از دالبی نوع A هستند و عملاً در دستگاه های ضبط صوت خانگی پیشرفته که دارای کیفیت بالا هستند به کار برده می شود (شکل ۴-۲۱).

آزمون پایانی (۴)



- ۱- سیگنال نویز کدام است؟
 - الف - صدای موتور الکتریکی
 - ب - سیگنال های تلفن بی سیم
 - ج - سیگنال ناشی از قطع و وصل کلیدها
 - د - هر سه مورد
- ۲- کدام مدار در DNL کاربرد دارد؟
 - الف - فیلتر RC
 - ب - تقویت کننده
 - ج - انحراف دهنده ی فاز
 - د - هر سه مورد
- ۳- کنترل بهره تقویت کننده در DNL با کدام مدار انجام می شود؟
 - الف - فیلتر بالاگذر RC
 - ب - انحراف دهنده ی فاز و یک سوساز پیک
 - ج - انحراف دهنده ی فاز و فیلتر
 - د - یک سوساز (نیم موج) پیک
- ۴- کدام سیستم دالبی عمل تقویت سیگنال را تا $10^{\circ}dB$ انجام می دهد؟
 - الف - A
 - ب - B
 - ج - A و C
 - د - C
- ۵- محدود کننده یا Limiter به منظور به کار می رود.
 - الف - کاهش نویز
 - ب - تقویت سیگنال صدا
 - ج - کاهش اعوجاج
 - د - حذف سیگنال صدا
- ۶- فرق متراکم کننده و محدود کننده در چیست؟
 - الف - زمان کاهش دامنه
 - ب - زمان افزایش دامنه
 - ج - هیچ فرقی ندارد.
 - د - هر دو روی دامنه سیگنال تأثیر می گذارند.
- ۷- کاربرد Componder در صدا برداری کدام است؟
 - الف - تقویت سیگنال به نویز
 - ب - کاهش اعوجاج
 - ج - حذف سیگنال صدا
 - د - تقویت $(\frac{S}{N})$ و کاهش اعوجاج
- ۸- بلوک دیاگرام شکل زیر نام کدام مدار است؟
 - الف - محدود کننده
 - ب - توسعه دهنده
 - ج - فشرده کننده
 - د - محدود کننده و فشرده کننده



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

الف - توسعه‌دهنده
ب - فشرده‌کننده

ج - فیلتر و تقویت‌کننده
د - منبسط‌کننده و متراکم‌کننده

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

الف - A
ب - B
ج - C
د - B و C

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

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