



چرا دیجیتال!؟

● مهندس علی صفاذل
صدا بردار

نوعی سیگنال قیاسی یا آنالوگ است. علت این نامگذاری، ماهیت صوت است که به شکل یک موج پیوسته، دائماً در حال تغییر می‌باشد. سه مؤلفه اصلی هر موج صوتی عبارتند از: دامنه، طول موج و فرکانس.

«دامنه» ارتفاع موج صداست که معمولاً به آن «بلندی صدا» می‌گویند، در

های رادیویی دیجیتال، سیگنال‌های صوتی کاملاً یکسان و بدون تغییر خواهند ماند.

یکی از شاخص‌های سیستم‌های صوتی دیجیتال این است که در این روش هیچگونه مؤلفه‌ای وجود ندارد که طبق آن جریان الکتریکی ناشی از فشار صوت تحت تأثیر قرار گیرد. صوت یا صدا در واقع

سیستم‌های صوتی دیجیتال دارای محاسن بسیاری هستند که از آن جمله انتقال، ضبط و کپی شدن سیگنال صوتی بدون هیچگونه محدودیتی را می‌توان نام برد؛ ضمن اینکه انجام این امور بدون از دست رفتن کیفیت یا تولید نویز می‌باشد. به عبارتی دیگر از زمان تولید و ضبط در استودیو تا مرحله پخش توسط فرستنده-



حالی که «طول موج» اندازه فاصله بین امواج است. «فرکانس» هم تعداد امواج در یک ثانیه است که آن را بر حسب HZ (هرتز) اندازه گیری می کنند. یک سیگنال آنالوگ می تواند بین محدودیت های سطح پیک و پهنای باند، در هر سطح و زمانی وجود داشته باشد.

در یک سیستم آنالوگ، اطلاعات صوتی توسط چند مؤلفه پیوسته نظیر؛ ولتاژ، جریان، نیروی شار مغناطیسی و... مبادله می شود و به علت محدودیت های دستگاه های واسطه، مقداری از جزئیات سیگنال از دست می رود. هرچه سیگنال کوچک تر باشد، این مسئله اثر تخریبی بیشتری بر روی آن دارد؛ تا جایی که به نقطه ای برسیم که در آن به دلیل وجود نویز، دیگر تعیین مقدار واقعی سیگنال ممکن نباشد.

از مزایای ضبط صدای دیجیتال استفاده از وسایل مانند CD و DVD برای ذخیره سازی است که طول عمر آنها نسبت به نوارهای مغناطیسی صدا بسیار بیشتر است.

از مشخصه های سیستم های صوتی آنالوگ این است که سیگنال با عبور از طبقات و مدارهای الکترونیکی، نویز می شود و این مسئله خود، محدودیتی در تعداد طبقات و مدارهایی که سیگنال می تواند از آنها عبور کند، ایجاد می کند؛ زیرا اگر تعداد طبقات زیاد باشد، سیگنال آن قدر خراب می شود که غیر قابل شنیدن

می شود.

در یک سیستم صوتی دیجیتال، محدودیتی برای تعداد مدارهای الکترونیکی وجود ندارد و تنها در سطوح سیگنال پایین، عوامل ناخواسته ای نظیر؛ اعوجاج و نویز وجود دارد که در حوزه دیجیتال قابل حل است.

در این سیستم، اطلاعات به شکل باینری (صفر و یک) است؛ یعنی سیگنال فقط در دو حالت فرستاده می شود؛ این دو حالت عبارتند از: ولتاژ بالا (یک) و ولتاژ پایین (صفر). اگر در سیگنال باینری به علت نویز و تغییر دما کاهشی صورت گیرد، درگیرنده و یا مدار بعدی تشخیص داده شده و اصلاح می شود. سیگنال های دیجیتال به دلیل شرایط ایجاد شده در آنها فقط در سطوح خاصی - که صفر و یک می باشند- و در زمانهای خاصی معتبر هستند. بدین ترتیب در مقابل تغییر، اعوجاج و نویز یک مصونیت ذاتی دارند. کیفیت صدای مرحله پخش در دیجیتال فقط به کیفیت مرحله تبدیل بستگی دارد و کاملاً از واسطه های استفاده شده برای ضبط اطلاعات صوتی، مستقل است.

برخلاف تصور اولیه، در مجموع، استفاده از سیستم های دیجیتال، ارزان تر از سیستم های آنالوگ تمام می شود؛ زیرا می توان با استفاده از روشهای فشرده سازی، حجم زیادی از اطلاعات صوتی را ذخیره کرد، همچنین در حوزه صدای دیجیتال، امکان پردازش سیگنال نیز تا حد زیادی وجود دارد.

یکی از مهم ترین و بهترین مزایای سیستم های دیجیتال این است که تعداد زیادی از مؤلفه هایی که در سیستم های آنالوگ به سختی می توانیم آنها را تحت کنترل درآوریم و به مقدار مورد نظرمان

برسانیم، در سیستم های دیجیتال به راحتی اندازه گیری و به حد مورد نظر محدود می شوند برای مثال، یکی از این مؤلفه ها

هنگامی که پای استفاده از آرشیوهای صوتی عظیم و ضرورت دستیابی سریع به محتویات بایگانی صوتی در میان باشد، به کارگیری شبکه صوتی دیجیتال مفید خواهد بود.

که برای محدود کردن و کاهش آن در دستگاه های صدای آنالوگ باید هزینه و دقت زیادی به کار برد، اعوجاج هارمونیک (Total Harmonic Distortion) است، در حالی که در سیستم های دیجیتال، مقدار THD بسیار پایین است.

نسبت سیگنال به نویز در دستگاه های ضبط صدای آنالوگ مانند ماشین های ضبط ریلی صدا حدود ۶۵ دسی بل است. در مقابل، مقدار این نسبت در دستگاه های ضبط دیجیتال بیش از ۹۰ دسی بل می باشد. این امر به کاهش سطح نویز و امکان ضبط صداهای بلند بدون ایجاد اعوجاج می انجامد. مقدار برخی از مؤلفه ها که در دستگاه های آنالوگ باید تا حد ممکن پایین باشند، در تجهیزات دیجیتال بقدری پایین است که قابل اندازه گیری نیست. نیل به پهنای باند وسیع و یکنواخت به منظور پخش تمامی فرکانس های صوتی در سیستم های دیجیتال به راحتی امکان پذیر است.

ضبط صدا به صورت صحیح توسط سیستمهای آنالوگ به کالیبراسیون یا تنظیم دستگاه و نوار استفاده شده بستگی زیادی دارد و به همان اندازه به شرایط محیطی از قبیل دما و رطوبت نیز مرتبط است. در حالی که برای ضبط دیجیتال تا جایی که خطاهای تولید شده در محدوده خطاهای قابل تصحیح دستگاه دیجیتال هستند، اشکالی به وجود نمی آید. ضبط دیجیتال

سیگنال آنالوگ لازم است نمونه‌های زیادی از آن در یک ثانیه گرفته شود. در واقع با نمونه برداری از یک سیگنال آنالوگ و تبدیل آن به شکل دیجیتال، تعداد سطوح نامحدود سیگنال آنالوگ به تعداد سطوح محدود سیگنال دیجیتال تبدیل می شود. هرچه سرعت نمونه برداری از سیگنال آنالوگ بیشتر باشد، کیفیت ضبط دیجیتال بهتر است.

محدوده فرکانسی ۲۰KHZ- تا ۲۰KHZ را می شنود. برای به حداقل رساندن میزان تلف شدن صدا به هنگام ضبط دیجیتالی، فرکانس نمونه برداری باید ۴۴/۱ KHZ باشد. البته در سالهای اخیر با پیشرفت تکنولوژی، فرکانس‌های نمونه برداری بالاتر همچون: ۴۸ KHZ، ۹۶ KHZ و ۱۹۲ KHZ مطرح شده و مورد استفاده قرار گرفته اند. بدین ترتیب کیفیت ضبط صدا به شکل



**معروفترین روش
فشرده سازی صدا
MP3 است که
می تواند حجم صدا را
تا ۱۲ برابر کاهش
دهد، ولی با این حال،
کیفیتی در حد CD را
عرضه کند.**

صدا نسبت به ضبط آنالوگ از نظر فیزیکی فضای کمتری را روی یک منبع ذخیره کننده به خود اختصاص می دهد. نکته مهم و اساسی هنگام ضبط دیجیتال فرایند تبدیل سیگنال آنالوگ به دیجیتال است. این فرایند در مداری به نام «مبدل آنالوگ به دیجیتال» انجام می شود. در یک مبدل آنالوگ به دیجیتال، در فواصل زمانی معین، از دامنه شکل موج سیگنال (مانند سیگنال خروجی یک میکروفون) نمونه گیری می شود. برای نشان دادن جزئیات دقیق

وقتی صدایی که باید ضبط شود خیلی پیچیده نباشد (مانند گفتگو و کلام)، ضبط با سرعت نمونه برداری کمتری صورت می گیرد و در فضای ذخیره سازی دیجیتالی (CD، DAT، هارد دیسک و...) بسیار صرفه جویی می شود؛ ضمن اینکه افت کیفیت نیز کم است. برای صداهایی مثل موسیقی سمفونیک، سرعت نمونه برداری کم، کیفیت صدا را بسیار پایین می آورد. اغلب به سرعت نمونه برداری، «فرکانس نمونه برداری» گفته می شود. انسان به طور میانگین سیگنالهای صوتی در

دیجیتالی بسیار بهتر از گذشته شده است. در مواردی که با ضبط بلندمدت برنامه های صوتی و توزیع سیگنال در کانالهای با پهنای باند کم، سروکار داریم، باید از روش ها و استانداردهای فشرده سازی صدا استفاده کنیم. این روش ها و استانداردها به صورتهای بسیار متنوعی در حوزه زمان و فرکانس وجود دارند و اغلب از محدودیت های شنوایی انسان برای حذف اجزائی از اطلاعات صوتی که تأثیری در شنوایی ندارند، استفاده می کنند.

معروفترین روش فشرده سازی صدا MP3 است که می تواند حجم صدا را تا ۱۲ برابر کاهش دهد، ولی با این حال، کیفیتی

در سیستم های آنالوگ هنگام کپی گرفتن از یک نوار صدای ریل، نسبت سیگنال به نویز با هربار کپی کردن، ۳ دسی بل کاهش می یابد. در حالی که در سیستم های دیجیتال هیچگونه افت کیفیت که ناشی از کاهش نسبت سیگنال به نویز باشد، وجود نخواهد داشت.

در حد CD را عرضه کند. بدین ترتیب می توان تا ۱۲ ساعت موسیقی را بر روی یک CD که به روش MP3 ضبط شده باشد، ذخیره نمود. امروزه با عرضه DVD های صوتی و استفاده از تکنولوژی های برتر، ظرفیت های بالاتری نیز در اختیار کاربران قرار گرفته است.

از دیگر مزایای ضبط صدای دیجیتال استفاده از وسایلی (مانند CD و DVD) برای ذخیره سازی است که طول عمر آنها نسبت به نوارهای مغناطیسی صدا بسیار بیشتر است. ضمن اینکه مقاومت آنها در مقابل میدانهای مغناطیسی محیطی، تغییرات دما و رطوبت و وجود گرد و غبار برتری قابل توجهی نسبت به وسایل ذخیره سازی صدای آنالوگ (مانند صفحه و نوارهای صدای ریل) دارد.

در سیستم های آنالوگ هنگام کپی گرفتن از یک نوار صدای ریل، نسبت سیگنال به نویز با هربار کپی کردن،

۳ دسی بل کاهش می یابد. در حالی که در سیستم های دیجیتال هیچگونه افت کیفیت که ناشی از کاهش نسبت سیگنال به نویز باشد، وجود نخواهد داشت. امروزه در بخش آرشیو نیز با بهره برداری از شبکه های بزرگ آرشیوی تحولات زیادی ایجاد شده است و بسیاری از مشکلات آرشیوهای صوتی سنتی برطرف شده اند.

هنگامی که پای استفاده از آرشیوهای صوتی عظیم و ضرورت دستیابی سریع به محتویات بایگانی صوتی در میان باشد، بکارگیری شبکه صوتی دیجیتال مفید خواهد بود. برای نمونه می توان یک شبکه رادیویی را مثال زد که از آرشیو صوتی شروع شده تا به استودیوی پخش ختم می شود؛ در این روش به جای انبار کردن تعداد بیشماری نوارهای مغناطیسی و یا صفحه های موسیقی در قفسه های بزرگ، می توان کلیه محتویات صوتی را در حافظه مرکزی سیستم به صورت دیجیتال ذخیره و ضبط نموده و پس از شناسایی، از آنها استفاده کرد. برای مثال دستیابی به صدایی که ۳۰ سال از تاریخ ضبط آن می گذرد، در مدت یک تا دو دقیقه امکان پذیر است. این دستیابی می تواند از استودیوهای تولید یا پخش و یا از یک واحد آرشیو دیگری صورت گیرد.

با استفاده از این روش در استودیوهای تولید و پخش، دیگر به تعداد زیادی دستگاه پخش نوار یا گرامافون نیازی نخواهد بود. همینطور این تکنولوژی باعث سادگی کار و جلوگیری از اعمال دست و پاگیر برای پرسنل مربوطه خواهد شد.

هم اکنون روش ضبط صدا به طریق دیجیتال به طرز چشم گیری از روش سنتی

آنالوگ پیشی گرفته است و هر روز اختراعات جدیدی در این زمینه به بازار عرضه می شود. البته هنوز پایان عمر نوار مغناطیسی ریلی به عنوان یک عامل ضبط صدا مطرح نشده است، ولی دیسک های مغناطیسی و بخصوص نوری و نیز دیسک سخت تا حد زیادی نوار مغناطیسی ریلی را به عقب رانده اند.

یکی از دلایلی که ضبط دیجیتال صدا هنوز در بخش حرفه ای به صورت کامل متداول نشده است، عدم وجود

البته هنوز پایان عمر نوار مغناطیسی ریلی به عنوان یک عامل ضبط صدا مطرح نشده است، ولی دیسک های مغناطیسی و بخصوص نوری و نیز دیسک سخت تا حد زیادی نوار مغناطیسی ریلی را به عقب رانده اند.

استانداردهای مشخص بین المللی و دستگاههای وابسته به آن است. به عبارت دیگر پیشرفت سریع در این تکنولوژی باعث وجود تجهیزات گوناگون و استانداردهای مختلف شده است و هنوز یک توافق کلی در تمامی زمینه های فنی صدای دیجیتال به دست نیامده است.

با این حال تمام دست اندرکاران درصدد دستیابی به استانداردهای یکسان هستند و در آینده ای نزدیک این مشکل نیز برطرف خواهد شد.

