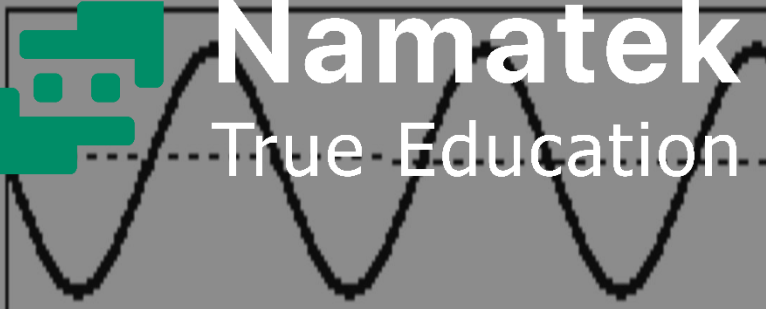


Sound quality and bits.



Namatek
True Education

Audio waveform



Waveform sampled
at 16 bits.



Waveform sampled
at 8 bits.



The higher the bits, the closer to
the original waveform the picture
becomes.

Analog To Digital Conversion

www.namatek.com

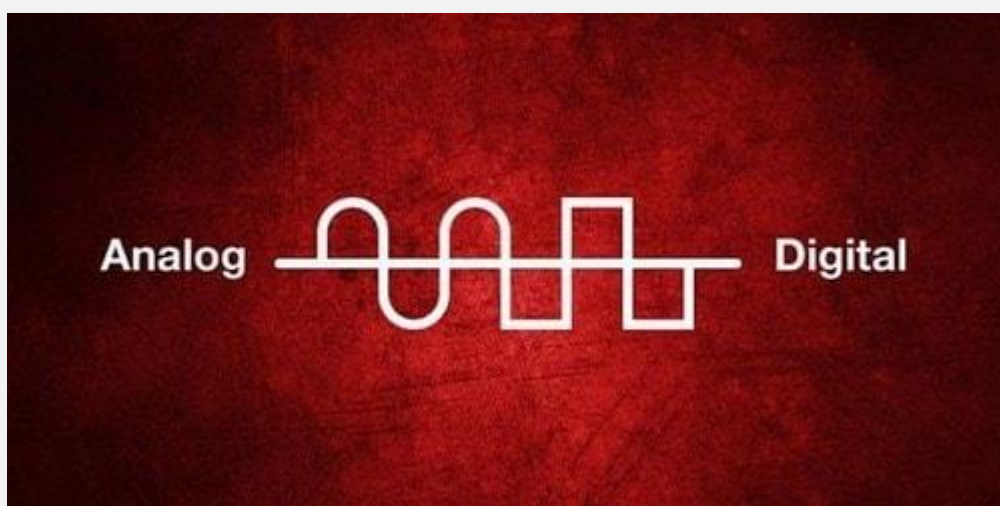
تبدیل سیگنال آنالوگ به دیجیتال

فهرست مطالب

۱. تبدیل آنالوگ به دیجیتال چیست؟
۲. نحوه کار دستگاه مبدل آنالوگ به دیجیتال
۳. نمونه برداری در تبدیل آنالوگ به دیجیتال
۴. فرکانس در نمونه برداری ADC
۵. رزولیشن در ADC

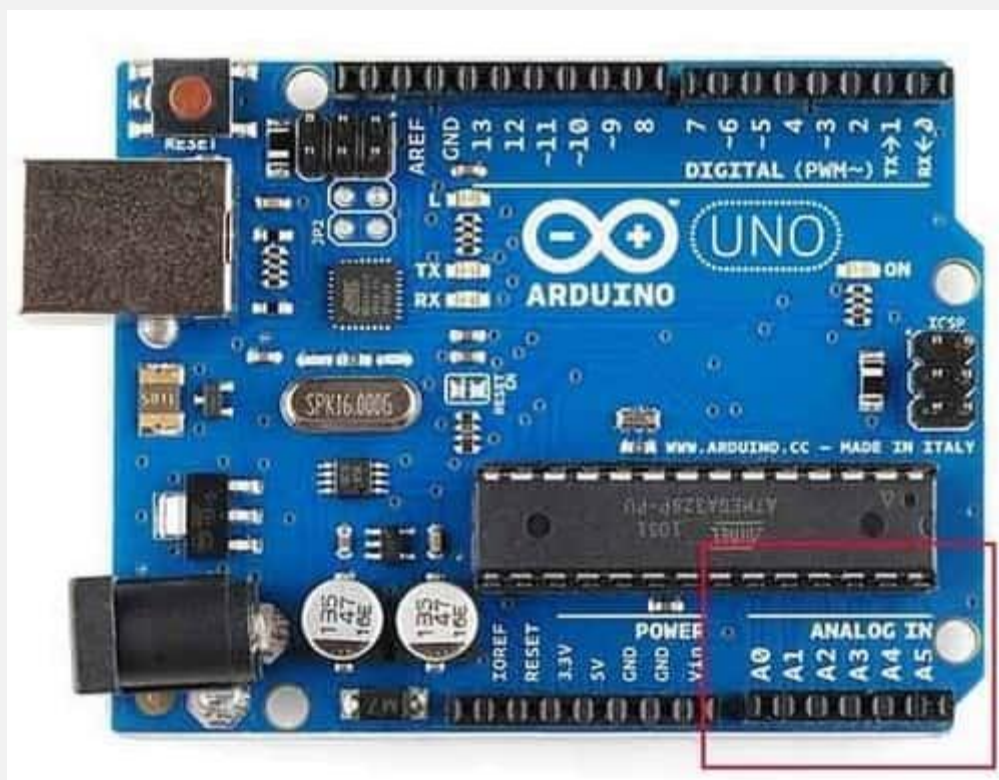
تبدیل آنالوگ به دیجیتال یا همان Analog to Digital Conversion هنگام برخورد با سیستم های دیجیتالی که با سیگنال های آنالوگ ارتباط برقرار می کنند، یک مولفه مهم است. با توسعه سریع IoT در زندگی روزمره، سیگنال هایی مانند صدای انسان باید توسط این سیستم های دیجیتالی خوانده شوند تا اطلاعات حیاتی را بطور دقیق ارائه دهند. در این مقاله به زبان ساده به بررسی این تبدیل خواهیم پرداخت.

تبدیل آنالوگ به دیجیتال چیست؟



یک تبدیل آنالوگ به دیجیتال یا ADC ولتاژ آنالوگ را به سیگنال دیجیتال تبدیل می کند. از طریق تبدیل سیگنال آنالوگ به دیجیتال، می توان بین دنیای واقعی (آنالوگ) و لوازم دیجیتالی مانند انواع رایانه ها ارتباط برقرار کرد. تمامی دستگاه ها و لوازم دیجیتال برای پردازش و دریافت اطلاعات از سیگنال های آنالوگ نیاز به تبدیل آن ها به سیگنال دیجیتال دارند. برای انجام این کار، ADC پس از دریافت سیگنال آنالوگ، مقدار ورودی آن را اندازه گیری می کند که این کار را بر اساس یک مقدار مرجع، یعنی بر اساس

نرخ نمونه گیری پیش فرض انجام می دهد و آن را به صورت دیجیتال شبیه سازی می کند. در تصویر زیر یک تبدیل آنالوگ به دیجیتال را مشاهده می کنید.



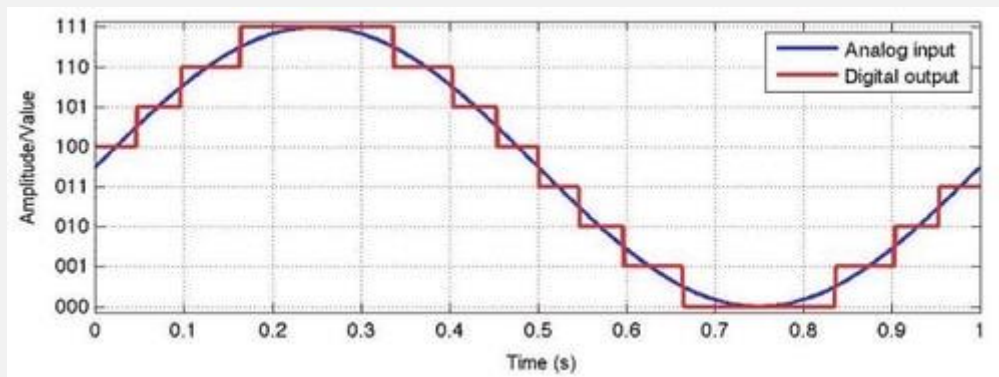
در برد نمایش داده شده در تصویر بالا تنها پین هایی قابلیت دریافت و خواندن سیگنال آنالوگ را دارند که با حرف A نماد Analog مشخص شده اند. البته تبدیل های آنالوگ به دیجیتال انواع مختلفی دارند که بر اساس نوع می توانند تعداد مشخصی از سیگنال های آنالوگ را تشخیص داده و تبدیل کنند. به عنوان مثال برخی از تبدیل ها ۱۰ بیتی هستند و می توانند ۱۰ به توان ۲ یا ۱۰۲۴ نوع سیگنال آنالوگ را تشخیص دهند. برخی دیگر ۸ بیتی هستند و ۲۵۶ سیگنال را تشخیص می دهند. یکی از بهترین تبدیل های آنالوگ به دیجیتال به صورت ۱۶ بیتی عمل کرده و ۶۵۵۳۶ نوع سیگنال را تبدیل می کنند.

نحوه کار دستگاه مبدل آنالوگ به دیجیتال

ممکن است نحوه کارکرد تبدیل های آنالوگ به دیجیتال در ابتدا کمی پیچیده باشد اما یک روال کلی برای انجام دارد که درک آن را ساده تر می کند. معمولاً در این دستگاه ها از ولتاژ آنالوگ برای شارژ یک خازن در داخل برد استفاده می شود. سپس مدت زمانی را که ولتاژ در بین مقاومت ها تخلیه می شود اندازه گیری می کنند.

پس از آن مبدل تعداد سیکل ساعتی که تخلیه شارژ از خازن زمان می برد را اندازه می گیرد. این تعداد، عدد نهایی پس از تکمیل فرآیند تبدیل آنالوگ به دیجیتال است که به مدار باز می گردد. سپس تبدیل آنالوگ به دیجیتال یک مقدار نسبی را برمی گرداند که بر اساس آن و با محاسبه برخی فرمول ها این تبدیل انجام می شود. برای درک بیشتر، بهتر است بدانید که سیگنال های آنالوگ سیگنال هایی هستند که توالی مداوم با مقادیر مداوم دارند. این نوع سیگنال ها از طریق صدا، نور، دما و حرکت ایجاد می شوند. سیگنال های دیجیتالی با توالی از مقادیر گسسته نمایش داده می شوند

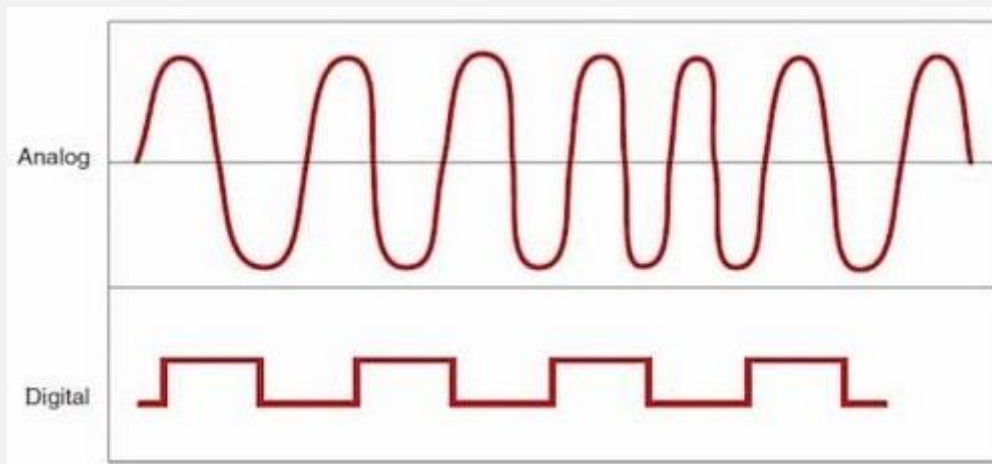
به عنوان مثال حالات تعداد خاموش و روشن شدن (چشمک زدن) یک چراغ در یک مدار می تواند یک سیگنال دیجیتال را تشکیل دهد. در تصویر زیر سیگنال آنالوگ و دیجیتال را مشاهده می کنید.



در شکل بالا یک سیگنال مداوم یا آنالوگ توسط تبدیل آنالوگ به دیجیتال به یک سیگنال دیجیتال تبدیل شده است. همانطور که گفته شد دستگاه مبدل آنالوگ به دیجیتال، زمان تبدیل سیگنال های آنالوگ به دیجیتال یک روال کلی را انجام می دهد. در ابتدا از سیگنال آنالوگ را نمونه برداری می کند، سپس بر اساس کمیت رزولوشن سیگنال را تعیین کرده و مقادیر باینری را مشخص می کند. در نهایت مقادیر باینری استخراج شده را به عنوان سیگنال دیجیتال به سیستم ارسال می کند.

نمونه برداری در تبدیل آنالوگ به دیجیتال

دو پارامتر مهم و اصلی تبدیل آنالوگ به دیجیتال یا ADC میزان نمونه برداری و رزولوشن آن است اما چرا در تبدیل این کار انجام می شود؟ در تصویر زیر سیگنال های آنالوگ و دیجیتال را مشاهده کنید.



ADC به یک کلاک نیاز دارد تا بتواند از طریق آن تقسیم فرکانسی را به دست بیاورد. تقسیم فرکانسی فرکانس توسط این کلاک تعیین کننده ی سرعت نمونه برداری تبدیل آنالوگ به دیجیتال است. دلیل استفاده از این کلاک ماهیت ساختاری سیگنال آنالوگ است.

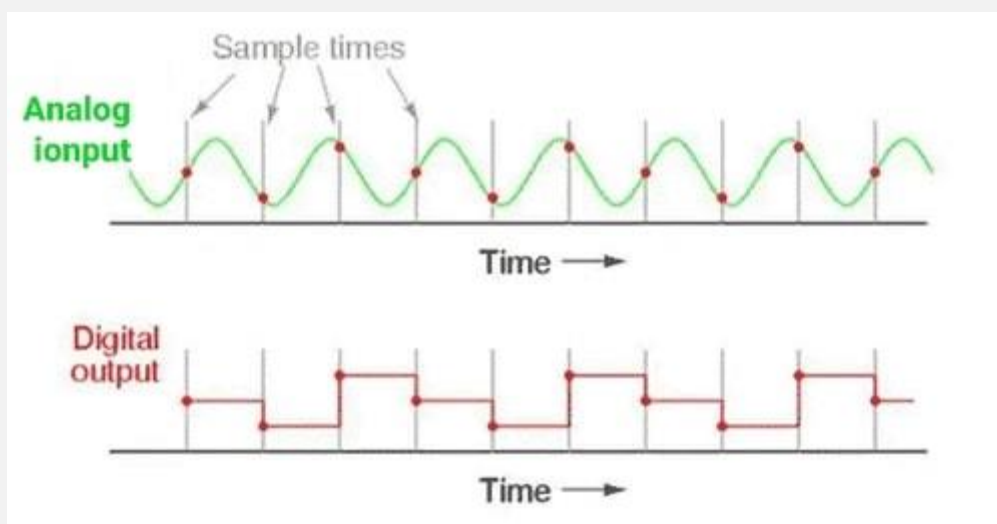
سیگنال آنالوگ دارای بی نهایت سطح است. به عنوان مثال سیگنال آنالوگ بین ۰ و ۱ سطوحی مانند ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳ و... دارد اما سیگنال دیجیتال در این بازه تنها دو سطح ۰ و ۱ را دارد! بنابراین چطور باید این تبدیل انجام شود که سیگنال دیجیتال ایجاد شده در شبیه ترین حالت ممکن خود به سیگنال آنالوگ باشد؟

به همین دلیل از نمونه برداری به شیوه خاصی در این دستگاه ها استفاده می شود. هر چه میزان و سرعت این نمونه برداری بیشتر باشد رزولوشن و وضوح سیگنال دیجیتال بیشتر است اما در عوض بر گستردگی و به تبع حجم سیگنال دیجیتال افزوده می شود. بنابراین در مواردی که نیاز به ارسال سیگنال دیجیتال در یک پهنای باند مشخص خواهد بود بهتر است نمونه

برداری در میزان معقول انجام شود. اگر چه نمونه برداری معمولا نرخ های معینی دارند که می توان یکی از آن ها را در ADC مورد نظر انتخاب کرد.

فرکانس در نمونه برداری ADC

میزان نمونه برداری ADC، با فرکانس خاصی انجام می شود که از آن با "نمونه در ثانیه" یاد می شود. این به این معنی است که تعداد نمونه ها یا داده ها در یک ثانیه طول می کشد. اگر سرعت نمونه برداری آهسته و فرکانس سیگنال زیاد باشد، ADC قادر به بازسازی سیگنال آنالوگ اصلی نخواهد بود. این باعث می شود سیستم داده های نادرست را خوانده و به یک سیگنال نادرست دیجیتال تبدیل کند. شکل زیر نشان دهنده سرعت نمونه برداری و تبدیل اشتباه است.



در شکل بالا مشاهده می کنید که نمونه گیری در سیگنال ورودی آنالوگ در کجا رخ می دهد (نقاط قرمز رنگ). خروجی سیگنال دیجیتال به هیچ وجه

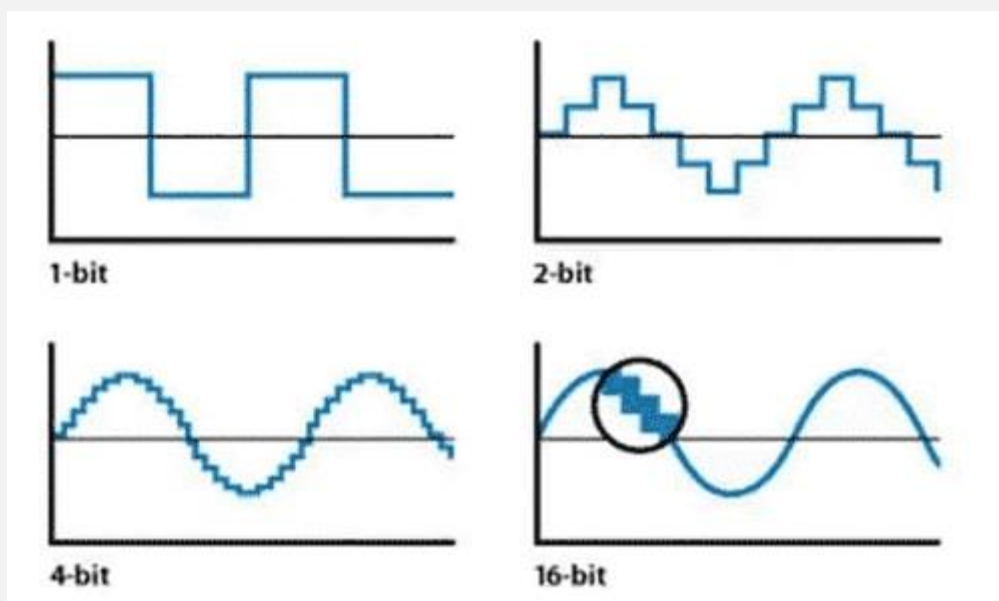
نزدیک به سیگنال اصلی نیست زیرا سرعت نمونه برداری به اندازه کافی زیاد نیست تا بتواند در راستای طول موج سیگنال آنالوگ باشد.

یکی از قواعد خوب برای رفع این مشکل و فهمیدن این که چطور نمونه برداری به درستی انجام خواهد شد، استفاده از تئوری نایکوئیست است. مطابق قضیه نایکوئیست، سرعت/فرکانس نمونه برداری برای بازسازی سیگنال آنالوگ اصلی باید حداقل دو برابر بیشترین فرکانس در سیگنال باشد.

به عنوان مثال، اگر سیگنالی که وارد سیستم دیجیتالی می شود دارای حداکثر فرکانس ۱۰۰ کیلوهرتز است، بنابراین سرعت نمونه برداری در ADC شما باید برابر یا بیشتر از ۲۰۰ کیلو سَمپل یا نمونه در ثانیه باشد. با این کار بازسازی موفقیت آمیز سیگنال اصلی امکان پذیر خواهد بود.

رزولوشن در ADC

به تعداد بیت های خروجی در تبدیل آنالوگ به دیجیتال، رزولوشن، وضوح یا دقت ADC گفته می شود. رزولوشن در این تبدیل ها با طول بیت آن تعیین می شود. یک مثال ساده در مورد چگونگی ایجاد یک سیگنال دیجیتالی به صورت دقیق تر در شکل زیر نشان داده شده است.



در تصویر فوق مشاهده می کنید که با افزایش بیت، سطوح در سیگنال خروجی دیجیتال افزایش می یابد و باعث می شود که سیگنال ایجاد شده بسیار نزدیکتر به سیگنال آنالوگ باشد. بنابراین اگر به ولتاژ دقیق برای خواندن در سیستم خود نیاز دارید، باید وضوح بیت مناسب را در ADC انتخاب کنید. هر چه تعداد بیت ها بیشتر باشد رزولوشن سیگنال بیشتر خواهد بود.