

به نام خدا



تولید سیگنال به کمک آی سی AD9833

استاد

دکتر محسن داوودی

نگارنده

آریان حسینی راد امیرعلی اسکندری عطار رجبی

بهار 1401

فهرست

سیگنال

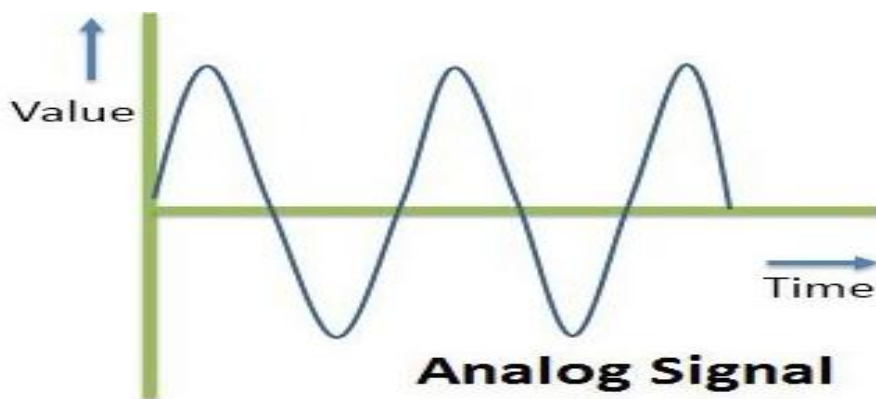
سیگنال جریانی الکتریکی یا میدانی الکترومغناطیسی است که داده‌ها را از نقطه‌ای به نقطه دیگر حمل می‌کند. سیگنال‌ها یا آنالوگ هستند و یا دیجیتال. یکی از تفاوت‌های مهم سیگنال آنالوگ و سیگنال دیجیتال شکل موج آن‌ها است. شکل موج سیگنال آنالوگ، پیوسته و اصطلاحاً سینوسی است و نسبت به زمان تغییر می‌کند. اما سیگنال دیجیتال، شکل موج مربعی و ناپیوسته‌ای دارد و هر نقطه از آن در هر لحظه فقط یکی از دو مقدار عددی صفر یا یک را نشان می‌دهد.

تفاوت سیگنال آنالوگ با سیگنال دیجیتال

در فناوری آنالوگ، موج به شکل اصلی خود ذخیره یا بازیابی می‌شود. به عبارت دیگر، گویی موج کپی یا نسخه‌ای (analogous) از خود سیگنال است. اما در فناوری دیجیتال، از موج آنالوگ در فواصل زمانی مشخص، الگوبرداری و آن الگو به فرمت رقمی (digital) تبدیل می‌شود.

ویژگی‌هایی سیگنال آنالوگ

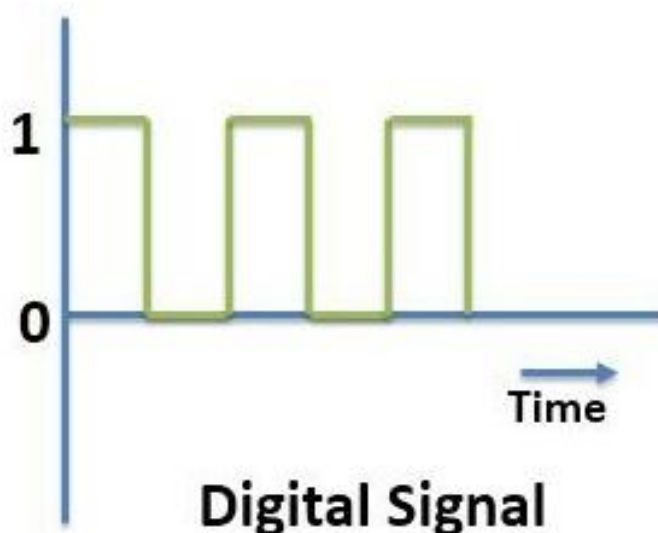
سیگنال آنالوگ شکل موج پیوسته‌ای است که نسبت به زمان تغییر می‌کند. برای درک بهتر این موضوع صداهای طبیعی را در نظر بگیرید که به شکل موج‌های پیوسته در هوا منتشر می‌شوند. صدا در واقع حرکت نوسانی هوا است و نوع آن بسته به حجم یا دامنه صدا و نیز زیر و بم آن تغییر می‌کند. سیگنال‌های آنالوگ را می‌توان به دو دسته ساده و مرکب تقسیم کرد. سیگنال آنالوگ ساده موجی سینوسی و غیر قابل تجزیه است. اما سیگنال آنالوگ مرکب را می‌توان به چند موج سینوسی ساده تجزیه کرد که هر یک دامنه، دوره تناوب، بسامد (فرکانس) و فاز متفاوتی دارند. دامنه، دوره تناوب، بسامد و فاز در واقع شاخص‌هایی هستند که هویت سیگنال آنالوگ را تعریف می‌کنند.



شکل 1 : سیگنال آنالوگ

ویژگی‌های سیگنال دیجیتال

سیگنال‌های دیجیتال برخلاف سیگنال‌های آنالوگ، شکل موج ناپیوسته‌ای دارند. سیگنال دیجیتال اطلاعات را با فرمت باینری یا دودویی یعنی به صورت صفر و یک حمل می‌کند. برای نشان دادن سیگنال‌های دیجیتال از قالب بیت (bit) استفاده می‌شود. بیت را می‌توان کوچک‌ترین واحد یا سلول سیستم‌های دیجیتال قلمداد کرد. هر بیت در هر لحظه یا می‌تواند صفر و یا یک باشد.



شکل 2: سیگنال دیجیتال

مزایا و معایب سیگنال‌های آنالوگ

سیگنال آنالوگ به داده‌های اصلی وفادارتر است و مقادیر عددی بی‌شماری می‌پذیرد. ضمناً پردازش سیگنال‌های آنالوگ آسان‌تر است. اما در عوض، سیگنال‌های آنالوگ مستعد نویز هستند و ممکن است دچار اعوجاج شوند یا کیفیت‌شان حین انتقال از مبدا به مقصد کاهش یابد.

مزایا و معایب سیگنال‌های دیجیتال

سیگنال دیجیتال کمتر از سیگنال آنالوگ دچار نویز و در نتیجه اعوجاج می‌شود. انتقال سیگنال‌های دیجیتال راحت‌تر و اصلاح آن‌ها در صورتی که مخدوش شده باشند تا حد زیادی امکان‌پذیر است. ضمناً چون می‌توان سیگنال‌های دیجیتال را رمزنگاری کرد، امنیت بیشتری دارند. در عوض، شبکه‌های ارتباطی دیجیتال به پهنای باند بیشتری نیاز دارند؛ ضمن این‌که سامانه‌های دیجیتال پیچیده‌تر و پرهزینه‌ترند و معمولاً برق بیشتری مصرف می‌کنند.

سیگنال ژنراتور

سیگنال ژنراتور (Signal generator) یا مولد سیگنال دسته ای از دستگاه‌های الکترونیکی است که سیگنال‌های الکترونیکی را با مجموعه ای ویژگی‌های دامنه، فرکانس و شکل موج تولید می‌کند. این سیگنال‌های تولید شده به عنوان محرکی برای اندازه‌گیری‌های الکترونیکی استفاده می‌شوند که معمولاً در طراحی، آزمایش، عیب‌یابی و تعمیر دستگاه‌های الکترونیکی یا الکتروآکوستیک استفاده می‌شوند.

انواع مختلفی از مولدهای سیگنال با اهداف و کاربردهای متفاوت و در سطوح مختلف هزینه وجود دارد. این انواع عبارتند از فانکشن ژنراتور، مولدهای سیگنال ژنراتور آراف و میکروویو، مولدهای گام، مولدهای شکل موج دلخواه، مولدهای الگوی دیجیتالی و مولدهای فرکانس. به‌طور کلی هیچ دستگاهی برای همه کاربردهای ممکن مناسب نیست.

فانکشن ژنراتور

فانکشن ژنراتور دستگاهی است که شکل‌موج‌های تکراری ساده ای تولید می‌کند. چنین وسایلی حاوی یک نوسان‌ساز الکترونیکی هستند، مداری که قادر به ایجاد یک شکل‌موج تکراری است. (دستگاه‌های مدرن ممکن است از پردازش سیگنال دیجیتال برای سنتز شکل موج و به دنبال آن یک مبدل دیجیتال به آنالوگ یا DAC برای تولید خروجی آنالوگ استفاده کنند). رایج‌ترین شکل‌موج، موج سینوسی است، اما نوسان‌سازهای شکل‌موج دندان‌اره‌ای، پله‌ای (پالسی)، مربعی و مثلثی معمولاً مانند مولدهای شکل‌موج دلخواه (AWG) در دسترس هستند. اگر نوسان‌ساز بالاتر از محدوده فرکانس صوتی (بیش از ۲۰ کیلوهرتز) کار کند، ژنراتور اغلب شامل نوعی تابع مدولاسیون مانند مدولاسیون دامنه (AM)، مدولاسیون فرکانس (FM) یا مدولاسیون فاز (PM) و همچنین یک نوسان‌ساز دوم می‌شود که شکل‌موج مدولاسیون فرکانس صوتی را ارائه می‌دهد.

مولد شکل موج دلخواه

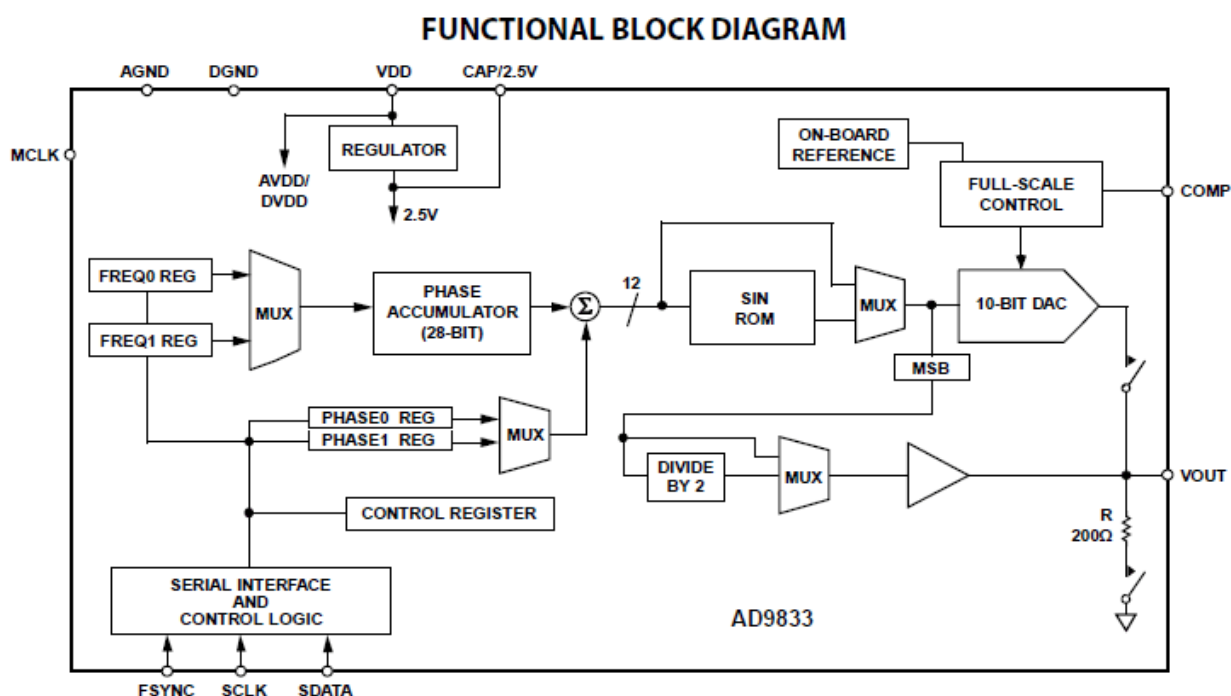
یک مولد شکل‌موج دلخواه (AWG یا ARB) یک مولد سیگنال پیچیده‌است که شکل موج‌های دلخواه را در محدوده‌های منتشر شده از گستره فرکانسی، دقت و سطح خروجی تولید می‌کند. برخلاف یک فانکشن ژنراتور که مجموعه کوچکی از شکل‌موج‌های خاص را تولید می‌کند، یک AWG به کاربر اجازه می‌دهد شکل‌موج منبع را به روش‌های مختلف مشخص کند. یک AWG معمولاً گرانتر از یک فانکشن ژنراتور است و اغلب پهنای باند کمتری دارد. AWG در طراحی و برنامه‌های آزمایشی رده‌بالا استفاده می‌شود.

مولدهای سیگنال آنالوگ

ژنراتورهای سیگنال آنالوگ مبتنی بر یک نوسان ساز موج سینوسی قبل از شروع الکترونیک دیجیتال رایج بودند و هنوز هم استفاده می‌شوند. تمایز واضحی در هدف و طراحی مولدهای سیگنال فرکانس رادیویی و فرکانس صوتی وجود داشت.

آی سی AD9833BRMZ

آی سی AD9833 مولد انواع شکل موج سینوسی، مربعی، مثلثی و ... قابل برنامه ریزی تا فرکانس 12.5 مگاهرتز و با دقت 28 بیت و با ارتباط سریال نوع SPI با 3 سیم می باشد.



مشخصات کلی

نوع نصب :	SMD
Package :	MSOP-10
نوع :	صنعتی
نوع عملکرد(Function Type) :	سیگنال ژنراتور قابل برنامه ریزی
دمای کاری(سانتیگراد) :	-40 to 105

شرح پروژه

از یک ماژول STM32 با کمک میکروکنترلر STM32F0C استفاده می‌کنیم. این ماژول از پروتوکل SPI استفاده می‌کند و سه پایه MOSI، MISO و STK دارد که به صورت متناظر به میکروکنترلر وصل می‌شوند. برنامه نویسی با استفاده از Keil انجام شده. کتابخانه‌ی مربوطه را به برنامه اضافه می‌کنیم. در این کتابخانه سه دستور وجود دارد:

- دستور اول برای Initialize کردن است که ورودی نوع سیگنال و فرکانس را به آن می‌دهیم و بر روی همین مشخصات Set شده و خروجی می‌دهد.
- دستور دوم برای تغییر شکل موج است.
- سومین دستور برای تغییر فاز و فرکانس موج.

در ماژول AD9833 یک پایه Vref وجود دارد که همان ولتاژ رفرنس است. این پایه به 5 ولت وصل شده که دامنه خروجی موج را مشخص می‌کند.

با یک ولوم مقاومت متغیر، فرکانس را کم و زیاد می‌کنیم. این ولوم سیگنال آنالوگ تولید می‌کند و با وصل کردن آن به ADC میکروکنترلر، آن را به سیگنال دیجیتال تبدیل کرده و از آن برای تعیین فرکانس موج خود استفاده می‌کنیم.

کلید قرار داده شده از نوع صفر و یک است. با هربار فشردن کلید، شکل موج عوض می‌شود.

منابع

- سیگنال چیست و سیگنال آنالوگ با سیگنال دیجیتال چه تفاوتی دارد؟

<https://www.shabakeh-mag.com>

- سیگنال ژنراتور

<https://fa.wikipedia.org>

- آی سی AD9833 BRMZ

<https://ickala.com>