|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

آزمایش ۹

آزمایشگاه ریزپردازنده  
نیم‌سال اول ۱۴۰۲-۱۴۰۱

# هدف

هدف از این آزمایش آشنایی با مقایسه کننده‌ها و مبدل‌های آنالوگ به دیجیتال در میکروکنترلر STM32F401RE است.

# پیش‌نیاز و مطالعه

* آشنایی با مفاهیم مبدل‌های آنالوگ به دیجیتال
* آشنایی با مفاهیم مبدل‌های دیجیتال به آنالوگ

مبدل ADC[[1]](#footnote-2) (آنالوگ به دیجیتال) یک مدار الکترونیکی است که یک ولتاژ آنالوگ را به‌عنوان ورودی دریافت و آن را به داده دیجیتال، که نشان‌دهنده سطح ولتاژ در حالت باینری است، تبدیل می‌کند. در میکروکنترلرهای STM32 بسته به نوع میکروکنترلر مورد استفاده، چند کانال مبدل آنالوگ به دیجیتال ۱۲ یا ۱۶ بیتی در اختیار قرار می‌گیرد. هر زمان که ورودی آنالوگ برای شروع تبدیل فعال شود، ADC نمونه‌برداری را آغاز می‌کند و فرآیندی به نام کوانتیزاسیون را انجام می‌دهد تا در مورد سطح ولتاژ و کد باینری آنکه در رجیستر خروجی قرار داده می‌شود، تصمیم‌گیری کند. مبدل DAC[[2]](#footnote-3) (دیجیتال به آنالوگ) اعداد دیجیتال را به ولتاژ آنالوگ روی پایه خروجی تبدیل می‌کند. آنچه گفته شد در شکل زیر نشان داده شده‌است.

# لینک کمکی

<https://digispark.ir/stm32-adc/>

<https://irenx.ir/datasheet/lm35-sensor/>

<https://www.aparat.com/v/NQr7M>

# سؤالات تحلیلی

1. روش‌های مختلف تبدیل آنالوگ به دیجیتال را شرح دهید.
2. مُدهای کاری مختلف تبدیل آنالوگ به دیجیتال در میکروکنترلرهای STM32 را نام برده و توضیح دهید.
3. نرخ نایکوئیست و مفهوم آن را شرح دهید

# دستور کار

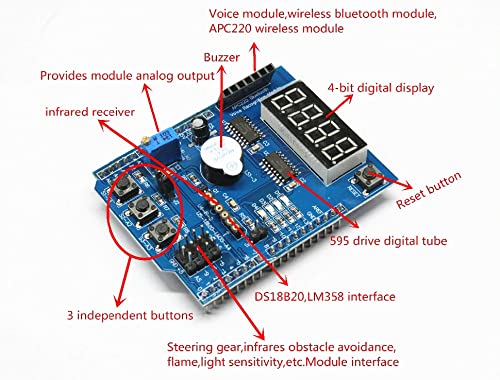
با به‌کارگیری میکروکنترلر STM32F401RE سیستمی با مشخصات زیر طراحی کنید.

جهت پیاده سازی این سیستم‌ها از مفاهیم تبدیل سیگنال آنالوگ به دیجیتال و *وقفه‌ها* استفاده شود.

1. سیستمی طراحی کنید که با به‌کارگیری سنسور دمای LM35، دمای محیط را اندازه‌گیری کرده و مقدار آن را در یک متغیر ذخیره کند. در صورتی که دما کمتر از 25 درجه سانتی گراد باشد یک led آبی روشن و در صورتی که بیش از 25 درجه باشد یک led قرمز روشن شود. کد این سیستم را در keil نوشته و در پروتئوس شبیه‌سازی کنید.
   * برای راه اندازی ADC از یک تایمر استفاده کنید که در روتین سرویس وقفه آن، عملیات ADC آغاز شده و در همین روتین پایان این عملیات صورت گرفته و مقدار تبدیل شده پردازش شود. شایان به ذکر است که تایمر یک ثانیه ای برای این سوال راه اندازی شود.
   * اختیاری: با شناسایی کانال تحریک خارجی (external trig) مناسب برای ADC فرمان آغاز تبدیل را مستقیما از تایمر به‌صورت سخت‌افزاری به ADC ارسال کنید.
2. سیستمی طراحی کنید که دمای اندازه گیری شده فوق را با یک رقم اعشار را روی نمایش‌گراهای هفت-تکه‌ای شیلد کمک موجود در آزمایشگاه نمایش دهد. در نظر داشته باشید این 7segment به صورت digital tube است و تک تک رقم‌ها شیفت داده می‌شوند. جهت بررسی مدار digital tube که با کمک دو شیفت رجیستر 74595 پیاده شده نقشه شماتیک شیلد و منابع آنلاین را ببینید. کد این سیستم را در keil نوشته و در پروتئوس شبیه سازی کنید.

* برای پیاده سازی این دستور از بورد شیلد که تصویر و نقشه شماتیک آن وجود دارد استفاده شود. در نظر داشته باشید که برای شبیه سازی در پروتئوس لزوما استفاده از شیلد اجباری نیست و المان ها را میتوان به صورت تک تک اضافه نمود اما ضروری است که نوع اتصالات با آن چه در شیلد وجود دارد مطابقت داشته باشد.

مدار موارد 1 و 2 و 3 پس از شبیه سازی موفق به طور عملی در آزمایشگاه پیاده سازی گردد.



# موارد تحویل‌دادنی

* سورس کد تمام بخش‌های ذکر شده را به‌صورت کامل تحویل دهید. برای خوانایی بیشتر باید بخش‌های مختلف کد کامنت‌گذاری شود.
* پروژه ساخته شده در Proteus و STM32CubeMX را باید تحویل دهید.
* گزارشی کامل و روشن از بخش‌های مختلف انجام شده در طی اجرای دستور کار تحویل شود. اگر در بخشی قطعه کدی توضیح داده می‌شود، باید یک کپی از آن بخش کد در گزارش آورده شود.
* شماره پین‌ها و پورت‌های به کار گرفته شده به همراه نوع تنظیماتی که برای آن لحاظ شده است در گزارش بیان شود.
* تمام موارد بالا در قالب یک فایل فشرده در سامانه درس‌افزار بارگذاری شود.
* **علاوه بر آماده‌سازی شبیه‌سازی برای این آزمایش، دانشجویان موظف‌اند برای پیاده‌سازی عملی نیز به‌صورت حضوری آمادگی داشته باشند.**

# نکات حائز اهمیت

* بخش‌های مختلفی که باید تحویل داده شوند همگی در یک فایل فشرده باشند و نام فایل فشرده به فرمت زیر باشد:

<گروه درسی-نام-نام خانوادگی-شماره دانشجویی>

* به ازای هر روز تأخیر، روز اول 15%، روز دوم 25% و روزهای سوم و چهارم 30% از نمره کسر خواهد شد و در روز پنجم نمره‌ای تخصیص نمی‌گردد.
* دقت شود که در گزارش نام اعضا، شماره دانشجویی و گروه درسی ذکر گردد.
* آزمایش‌های ریزپردازنده به‌صورت گروه‌های دونفره انجام داده شده و تحویل می‌شوند.
* نکته مهم این است تمامی افراد گروه باید به همه جوانب و جزئیات آزمایش‌ها مسلط باشند که این نکته توسط مدرسین هنگام تحویل به دقت بررسی خواهد شد.
* هر گروه باید به‌صورت مجزا آزمایش را انجام دهد و کپی نتایج آزمایش گروه‌های دیگر تخلف است.
* به‌منظور ایجاد شرایط یکسان برای تمامی گروه‌ها و فاصله داشتن زمان آپلود و تحویل، به‌هنگام تحویل، اعضای گروه، در همان زمان پاسخ آزمایش خود را از درس‌افزار دانلود کرده و روی سیستم خود تحویل می‌دهند.

موفق باشید

گروه آزمایشگاه‌های ریزپردازنده

1. Analog to Digital Converter [↑](#footnote-ref-2)
2. Digital to Analog Converter [↑](#footnote-ref-3)