آزمایش ۵

آزمایشگاه ریزپردازنده

نیم‌سال اول ۱۴۰۳–۱۴۰۲

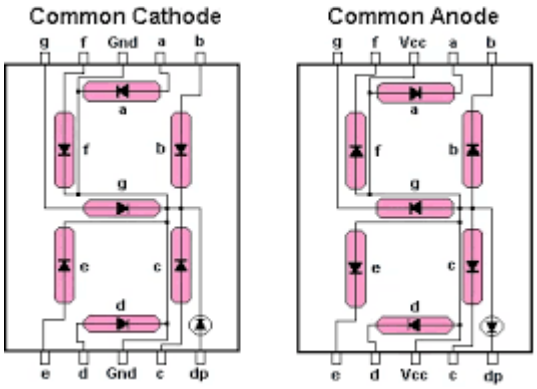
هدف

هدف از این آزمایش آشنایی با ورودی و خروجی (GPIO) در میکروکنترلر STM32F401 و شیوه راه اندازی آن است. ضمناً در این آزمایشگاه با نمایشگرهای هفته-تکه‌ای و چگونگی اتصال آن با به کارگیری GPIO نیز به‌صورت عملی آشنا خواهید شد.

پیش‌نیاز و مطالعه

۱. آشنایی با مفاهیم برنامه نویسی به زبان C با میکروکنترلرها
۲. آشنایی با ساختار و شیوه کار با کتابخانه CMSIS
۳. آشنایی با GPIOهای میکروهای STM32، شیوه راه اندازی و به کارگیری آنها

سون سگمنت یک نمایشگر هفت-تکه‌ای (7-segment) برای نمایش اعداد و برخی حروف انگلیسی است. این نمایشگرها در انواع مختلف ساخته میشوند. از لحاظ تعداد ارقام در انواع تکی، دوتایی، سه تایی، چهارتایی و... موجود هستند و در اندازه، جنس، رنگ و شکل‌های مختلفی در دسترس هستند. ساختار داخلی آنها از LEDهایی تشکیل شده است که به صورت آند-مشترک یا کاتد-مشترک به هم متصل هستند.



سوالات تشریحی

۱. چند روش برای راه‌اندازی چهار عدد نمایش‌گر 7-seg به طور همزمان با یک میکروکنترلر وجود دارد؟ با رسم اتصالات شرح دهید.
۲. بلوک دیاگرام GPIO در STM32 از چه بخش‌هایی تشکیل شده است؟ نام برده و وظیفه هر بخش را توضیح دهید.
۳. مدهای کاری GPIO در STM32F401 را با ذکر رجیسترهای مربوط به این مدها توضیح دهید.
۴. با مراجعه به مستندات بورد Nucleo STM32F401 بگویید کدام یک از پین‌های GPIO به اجزای روی بورد متصل هستند و برای کاربرد دلخواه قابل به‌کارگیری نیستند؟
۵. هنگام پروگرم کردن میکروکنترلر STM32F401 چه پایه‌هایی درگیر بوده و در چه مدی باید قرار گیرند؟

دستور کار

۱. یک پروژه بر پایه CMSIS ایجاد کنید. با مطالعه فایل‌ها و توابع ایجاد شده ذکر کنید که پیش از اجرای اولین خط main چه کدهایی از چه توابعی اجرا شده و هر یک چه وظیفه‌ای بر عهده دارند.

۲. روتینی به‌نام KHPA به زبان C بنویسید که با دریافت عدد n در آرگومان ورودی، خط n-ام مثلث خیام-پاسکال را به‌صورت یک آرایه عددی در متغیر عمومی دیگری به نام COEFS بنویسد. با کمک یک برنامه ساده و شبیه‌ساز Keil روتین را صحت‌سنجی کنید.

۳. روتینی KPEXT به زبان C بنویسید که با دریافت اعداد m و n در ورودی، با کمک روتین پیشین، عدد m-ام خط n-ام مثلث خیام-پاسکال را برگرداند. با کمک یک برنامه ساده و شبیه‌ساز Keil روتین را صحت‌سنجی کنید.

۴. روتینی به زبان C در محیط Keil بنویسید که عدد باینری dig را دریافت کرده و یکان آن را در قالب یک عدد تک رقمی دسیمال روی یک نمایش‌گر هفت-تکه‌ای متصل به هایGPIOهای بورد نمایش دهد. با کمک یک برنامه ساده و شبیه‌ساز Keil روتین را صحت‌سنجی کنید.

۵. برنامه ای به زبان C در محیط Keil بنویسید که با کمک روتین‌های فوق عملکرد زیر را پیاده‌سازی کند.

   أ. پس از فشرده شدن دکمه موجود روی بورد، عدد باینری m را از طریق یک dip-switch چهارتایی متصل به یکی از GPIOهای میکرو بخواند.

   ب. پس از فشرده شدن مجدد دکمه موجود روی بورد، عدد باینری دوم n را از طریق همان dip-switch بخواند.

   ج. با به‌کارگیری توابع فوق، عدد عدد m-ام خط n-ام مثلث خیام-پاسکال را به‌صورت یک مقدار دورقمی روی نمایش‌گرهای هفت-تکه‌ای نمایش دهد.

۶. برنامه نهایی را در محیط پروتئوس شبیه‌سازی کنید و از صحت عملکرد برنامه خود مطمئن شوید.

۷. مدار شماتیک سیستم را در برنامه فریتزینگ پیاده کرده و بر اساس آن مدار بر پایه برد-بورد را طراحی کنید و تصویر آن‌ها را در گزارش ذکر کنید.

۸. در آزمایشگاه با کمک برد-بورد مدار متصل به میکرو را بسته و برنامه خود را اجرا و به مدرس گزارش کنید.

اختیاری-امتیازی: با تغییر برنامه و سیستم سخت‌افزاری خود به‌گونه‌ای که **فقط یک پایه I/O بیشتر مصرف شود**، دو عدد نمایش‌گر هفت-تکه‌ای را به میکرو متصل کرده و اعداد دو رقمی مثلث خیام-پاسکال را نیز روی آن‌ها نمایش دهید.

نکته: تمام لامپ‌های 7-segها را پیش از استفاده جهت اطمینان از سالم بودن تست کنید.

موارد تحویل‌دادنی

- سورس کد برنامه‌ها
- فایل های شبیه‌سازی
- گزارش کار شامل
  - پاسخ سوالات تحلیلی
  - تصاویر شبیه سازی
  - نقشه‌های شماتیک و برد-بورد فریتزینگ

در نظر داشته باشید که موارد آورده شده در قسمت دستور کار، باید در کلاس آزمایشگاه بر روی برد به طور **عملی** پیاده سازی شوند.

نکات حائز اهمیت

- آزمایش‌های ریزپردازنده به‌صورت گروه‌های دو نفره 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 به‌دقت بررسی خواهد شد.
- هر گروه باید به صورت مجزا آزمایش را انجام دهد و کپی نتایج آزمایش گروه‌های دیگر تخلف است.
- به منظور ایجاد شرایط یکسان برای تمامی گروه‌ها و فاصله داشتن زمان آپلود و تحویل، به هنگام تحویل، اعضای گروه، در همان زمان پاسخ آزمایش خود را از درس‌افزار دانلود کرده و روی سیستم خود تحویل می‌دهند.

موفق باشید