آزمایش ۸ و ۹

آزمایشگاه ریزپردازنده

نیم‌سال اول ۱۴۰۳–۱۴۰۲

هدف

هدف از این آزمایش به‌کارگیری قابلیت‌های پیشرفته تایمرهای میکروکنترلر STM32F401 در یک مثال عملی از یک سو، و آشنایی با مقایسه کننده‌ها و مبدل‌های آنالوگ به دیجیتال از سوی دیگر است.

پیش‌نیاز و مطالعه

- آشنایی با قابلیت‌های پیشرفته تایمر / شمارنده STM32F401
- آشنایی با مفاهیم مبدل‌های آنالوگ به دیجیتال و بلوک ADC در STM32F401

سؤالات تحلیلی

۱. مشخصات یک سیگنال PWM چیست؟

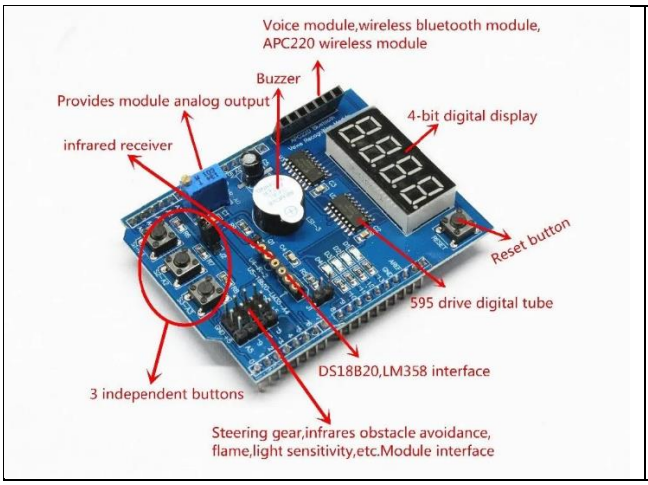
۲. تفاوت مد یک و دو PWM در STM32F4 چیست؟

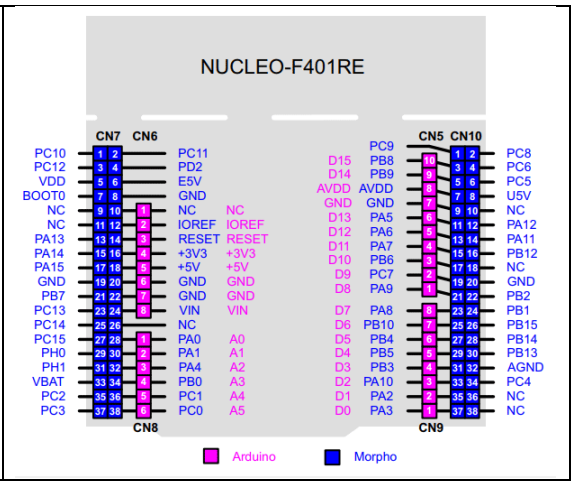
۳. رجیسترهای کانال‌های compare / capture را نام ببرید و ذکر کنید در مدهای مختلف چه کاربردی دارند.

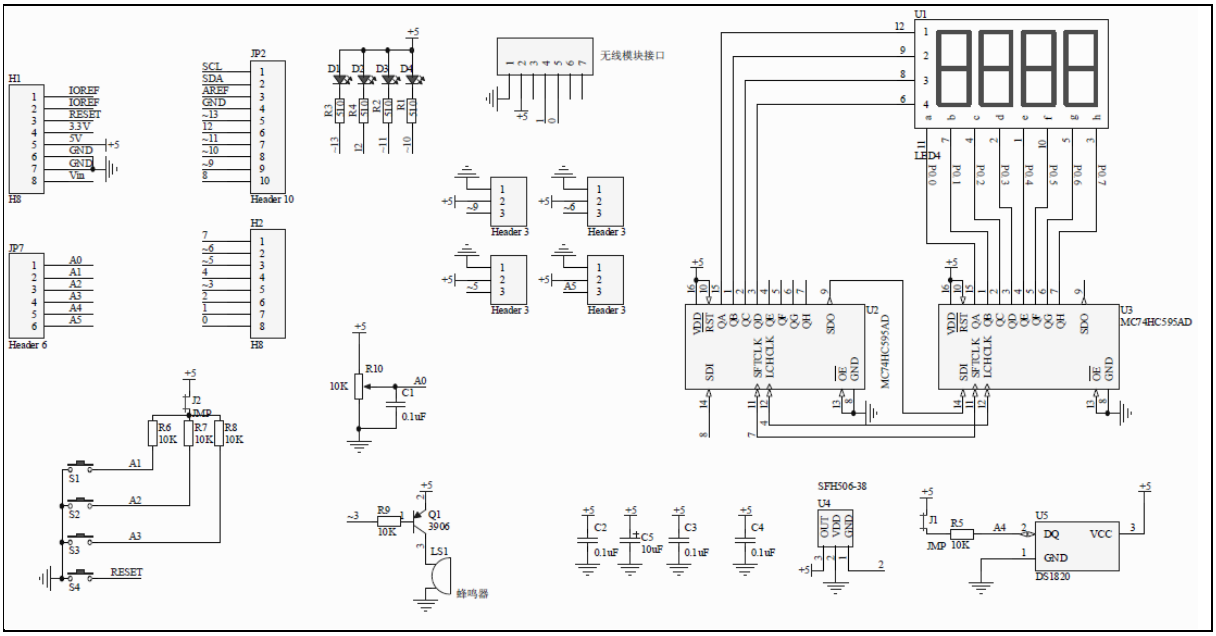
۴. مُدهای کاری مختلف تبدیل آنالوگ به دیجیتال در میکروکنترلرهای STM32 را چیست و چه تفاوتی با هم دارند؟

۵. تراشه 74595 چیست و چگونه کار می‌کند؟ یک digital tube چیست و چگونه با این تراشه ساخته می‌شود؟

۶. در این آزمایشگاه از شیلد مولتی‌فانکشن آردوینو استفاده خواهد شد که ادوات متنوع و امکانات دیجیتال و آنالوگی روی خود دارد. با بررسی شماتیک و اتصالات شیلد، نقشه پین‌ها (pinout) بورد Nucleo64 مورد استفاده در آزمایشگاه و نیز جداول Alternate Function پین‌ها در بخش ۴ داده‌برگ (دیتاشیت) میکرو STM32F401 مشخص کنید هر یک از دکمه‌های فشاری، LEDها و بازر روی شیلد به کدام کانال‌های کدام تایمرها می‌توانند متصل شوند. پاسخ را در یک جدول ذکر کنید.







دستور کار بخش الف

در این بخش با به‌کارگیری قابلیت input capture تایمرهای میکرو فاصله بین فشرده شدن و رهاسازی دکمه‌ها را تشخیص می‌دهید، عددی متناسب را پیوسته در نمایشگر LCD نمایش می‌دهید و نیز با بهره‌گیری از تایمرها در مد PWM فرکانس مشخصی را در پاسخ به نوع فرمان کاربر فیدبک می‌دهید.

- با بررسی دقیق شیوه اتصال تراشه‌های 595 به نمایشگرهای هفت-تکه‌ای روی شیلد و نیز پین‌های میکرو، برنامه‌ای بنویسید که با فرض تنظیم پین‌ها در حالت مناسب، عدد پاس داده شده در آرگومان ورودی را روی نمایشگر شیلد نشان دهد. دقت کنید که نمایشگر تعداد پین انتخاب رقم و تعدادی پین نمایش رقم انتخاب شده دارد اما جهت کاهش استفاده از پین‌ها، این دو مقدار باید به‌صورت بیت-به-بیت شیفت داده شده و به تراشه‌های 595 ارسال شوند. بدین ترتیب در هر لحظه می‌توان یک رقم را نشان داد. با نمایش به‌اندازه کافی سریع رقم‌ها پشت سر هم می‌توانید عددی چند رقمی را روی نمایشگر نمایش دهید. برای این منظور از تایمرهایی که با بخش‌های دیگر دستور کار تداخل ندارند استفاده کنید.
- بنا است یکی از از دکمه‌ها برای انتخاب سطر مثلث خیام-پاسکال و دکمه دیگر جهت انتخاب عدد در هر سطر مثلث مورد استفاده قرار گیرد. اگر فاصله بین فشرده شدن و رهاسازی یک دکمه کمتر از یک ثانیه باشد، به‌معنی حرکت به سطر/ستون بعدی و اگر بیش از یک ثانیه باشد به معنی بر گشت به سطر/ستون قبلی در مثلث است. دو عدد از دکمه‌های فشاری روی شیلد را انتخاب کرده و به کانال‌های مناسب دو تایمر مختلف مرتبط کنید. *فاصله بین فشرده شدن و رهاسازی دکمه‌ها باید با راه‌اندازی قابلیت input capture روی لبه‌های مناسب ورودی‌های کانال‌ها و اعمال وقفه مناسب اندازه‌گیری شود.*

دستور کار بخش ب

در این بخش قابلیت‌های واسط سیگنال‌های آنالوگ میکروکنترلر استفاده خواهد شد. با کمک مقاومت متغیر موجود در شیلد یک فرکانس پایه تنظیم می‌کنید و هنگام فشرده شدن دکمه‌ها فیدبکی صوتی با duty-cycle متغیر به کاربر می‌دهید.

- کانال مناسب تایمری را انتخاب کنید که می‌تواند به پین مرتبط با بازر روی شیلد متصل شود. این کانال تایمر را در مد PWM راه‌اندازی کنید. عملکرد برنامه بخش پیش را تغییر دهید به‌گونه‌ای که هنگام فشرده شدن دکمه انتخاب سطر، سیگنال PWM با فرکانس پایه N (مثلا ۲۲۰ هرتز) و در صورت فشرده شدن دکمه انتخاب ستون فرکانس

2xN (۴۴۰هرتز) را به مدت ۰.۲ ثانیه به بازر اعمال کند. در صورتی که دکمه‌ها طولانی فشرده شوند (به معنی بازگشت به سطر/ستون قبل) سیگنال صوتی به‌مدت ۰.۴ ثانیه پخش شود.

- با راه‌اندازی مبدل آنالوگ به دیجیتال مقدار تنظیم شده توسط کاربر روی پتانسیومتر شیلد را خوانده و به‌عنوان فرکانس پایه PWM (N) در نظر بگیرید. نمونه‌برداری در ۱۰۰میلی‌ثانیه یک بار انجام شود و *از سیگنال تحریک خارجی توسط یکی از کانال‌های تایمرهای آزاد برای این منظور استفاده شود*. توصیه می‌شود ابتدا این بخش را با برنامه‌ای کوچک جداگانه مورد آزمون قرار دهید و سپس در برنامه اصلی یکپارچه‌سازی کنید.

اختیاری/امتیازی: برنامه خود را به‌گونه‌ای تغییر دهید که بدون تغییر در عملکرد بخش‌های اصلی در حین فشرده شدن هم‌زمان دو دکمه فرکانس انتخابی را روی نمایشگرهای هفت-تکه‌ای شیلد نمایش دهد و پس از رهاسازی دو دکمه به عملکرد پایه خود برگردد.

الزامات

- در شبیه‌سازی، باید مدار مشابه شیلد در پروتئوس استفاده شود. ویدیوها و منابع آنلاین در این مورد موجود است.
- دو بخش خواسته شده در دستور کار باید به کمک توابع HAL پیاده سازی شوند.

موارد تحویل‌دادنی

- سورس کد تمام بخش‌های ذکر شده را به‌صورت کامل تحویل دهید. برای خوانایی بیشتر باید بخش‌های مختلف کد کامنت‌گذاری شود.
- پروژه‌های ساخته شده در Proteus و STM32CubeMX را نیز 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 کپی آن بخش از کد در گزارش آورده شود.
- شماره پین‌ها و تایمرهای به کار گرفته شده به همراه نوع تنظیماتی که برای آن لحاظ شده است در گزارش بیان شود.
- **علاوه بر آماده‌سازی شبیه‌سازی برای این آزمایش، دانشجویان موظف‌اند برای پیاده‌سازی عملی نیز به‌صورت حضوری آمادگی داشته باشند.**

نکات مهم

- بخش‌های مختلفی که باید تحویل داده شوند همگی در یک فایل فشرده باشند و نام فایل فشرده در قالب زیر باشد.
  <گروه درسی-نام-نام خانوادگی-شماره دانشجویی>
- 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. 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