به نام خداوند جان و خرد

درس ابزار دقیق

گروه کنترل

مدرس: محمدرضا نیری | تمرین سری پنجم | نیمسال دوم ۱۴۰۵-۱۴۰۴

سوال 1)

در این سوال می‌خواهیم یک موتور DC را با استفاده از میکروکنترلر STM32 و درایور موتور L293D در نرم‌افزار Proteus راه‌اندازی و کنترل کنیم. هدف این است که سرعت موتور با استفاده از سیگنال PWM کنترل شود و جهت چرخش موتور نیز توسط پایه‌های دیجیتال میکروکنترلر تغییر کند.

الف) ابتدا در مورد نحوه راه‌اندازی موتور DC با استفاده از درایور موتور تحقیق کنید و توضیح دهید چرا موتور را نمی‌توان مستقیماً به پایه‌های میکروکنترلر متصل کرد.

ب) مداری شامل میکروکنترلر STM32 ، درایور موتور، موتور DC ، چند کلید فشاری و نمایشگر LCD در نرم‌افزار Proteusطراحی کنید. انتخاب پایه‌های میکروکنترلر و نحوه اتصال قطعات بر عهده شماست، اما مدار باید قابلیت کنترل سرعت و جهت چرخش موتور را داشته باشد.

ج) پایه‌های مناسب میکروکنترلر را انتخاب کرده و آن‌ها را به عنوان ورودی دیجیتال، خروجی دیجیتال و خروجی PWMتنظیم کنید. همچنین تایمر مناسب برای تولید سیگنال PWM را راه‌اندازی نمایید.

د) برنامه‌ای بنویسید که در حالت اولیه موتور متوقف باشد و مقدار Duty Cycle و جهت چرخش موتور روی LCD نمایش داده شود.

ه) برنامه را به گونه‌ای کامل کنید که با استفاده از کلیدهای فشاری بتوان مقدار Duty Cycle را افزایش یا کاهش داد. مقدار Duty Cycle باید در بازه 0 تا 100 درصد محدود شود.

و) برنامه را به گونه‌ای کامل کنید که با استفاده از یک کلید فشاری دیگر بتوان جهت چرخش موتور را تغییر داد. جهت چرخش موتور باید روی LCD نمایش داده شود.

برنامه های میکروکنترلر(main.c, *.hex , *.ioc) را به همراه برنامه پروتئوس(.pdsprj) در پوشه Q1 ذخیره کنید.

سوال 2)

در یک نیروگاه خورشیدی، برای دریافت حداکثر انرژی، پنل ها باید مسیر حرکت خورشید از شرق (°0) به غرب (°۱۸۰) در طول روز دنبال کنند. در این سوال، شما باید یک سیستم کنترل زاویه پنل خورشیدی را با استفاده از میکروکنترلر و یک استپر موتور شبیه سازی کنید.

در تمامی مراحل شبیه سازی زاویه استپر موتور را روی LCD نمایش دهید.

الف) با توجه به ویژگی های انواع موتورهای الکتریکی، توضیح دهید چرا برای کاربرد ردیاب خورشیدی، استفاده از استپر موتور بر موتور های DC معمولی ترجیح داده میشود؟ (به مفاهیمی مانند کنترل حلقه باز، Holding Torque و دقت موقعیت یابی اشاره کنید.)

ب) ابتدا میخواهیم برنامه ای بنویسیم که استپر موتور به صورت دستی یا Manual کنترل شود. برای این بخش دو Push Button برای حرکت ساعتگرد و پادساعتگرد در نظر بگیرید. با هربار فشردن هر کلید باید استپر موتور یک گام به اندازه $1.8°$ در جهت مربوط بچرخد.

توجه داشته باشید با توجه به جریان کوچک خروجی برای راه اندازی موتور نیاز به یک درایور داریم. از ULN۲۰۰۳A میتوانید استفاده کنید. همچنین در فضای پروتئوس نیاز است Step Angle موتو را با سوال هماهنگ کنید.

پ) حال میخواهیم به نوعی برنامه را تغییر دهیم تا با استفاده از یک کلید تغییر حالت (Toggle Switch) سیستم به طور خودکار هر دو ثانیه یکبار دقیقا به اندازه $1.8°$ به صورت ساعتگرد حرکت کند تا نهایتا به زاویه °۱۸۰ برسد. پس از رسیدن به °۱۸۰ سیستم باید به صورت خودکار متوقف شود. (دقت کنید که اگر سیستم روی حالت دستی باشد و بعد با زدن کلید به حالت Auto تبدیل شود، از هر زاویه ای که بوده باید افزایش زاویه ادامه پیدا کند!)

برای کلید تغییر حالت میتوانید از کلید SW-SPDT استفاده کنید.

راهنمایی: نیازمند شمارش دقیق پالس ها برای ردیابی موقعیت فعلی موتور هستید.

ت) حال یک کلید reset اضافه کنید. این کلید به این صورت کار میکند که زمانی که این سیستم به °۱۸۰ برسد، با یک سرعت ثابت tracker را مجددا به حالت اولیه صفر درجه بازگرداند. در نظر داشته باشید که این کلید تنها زمانی باید عمل کند که به سیستم به غربی ترین حالت خود رسیده باشد و در غیر این حالت هیچ عملکردی نباید داشته باشد.

ث) تفاوت مد Full-Step و Half-Step در چیست؟ اگر این شبیه سازی ها در حالت Half-Step انجام میشد چه تفاوت هایی داشت؟ (نیاز به شبیه سازی Half-Step نیست و تنها تحلیل تئوری کافی است.) فرض کنید میخواستیم تغییرات زاویه به جای $1.8°$ برابر با $2°$ باشد و در حالت Auto نیز تغییرات برابر $10°$ باشد. آیا پیاده سازی این تغییرات جدید با مد تحریک Full-Step امکان پذیر است؟ چرا؟

برنامه های میکروکنترلر(main.c, *.hex , *.ioc) را به همراه برنامه پروتئوس(.pdsprj) در پوشه Q2 ذخیره کنید.

سوال 3)

الف) برای محاسبه فاصله میتوان از سنسور Ultrasonic استفاده کرد. این سنسور دو پایه Trigger و Echo دارد با دادن سیگنال مناسب Trigg و دریافت سیگنال Echo و همچنین نوشتن رابطه ی تبدیل زمان به فاصله ی مناسب میتوان خروجی جابه جایی را بدست آورد.

برای ورودی سنسور از یک ولتاژ متغیر با استفاده از پتانسیومتر استفاده کنید. همچنین خروجی جابه جایی را بر روی LCD نمایش دهید.

ب) در این سوال میخواهیم یک سنسور مجاورتی مادون قرمز را راه اندازی کنیم. ابتدا در مورد این سنسور تحقیق کرده و نحوه کارکرد آن را توضیح دهید.

برای شبیه سازی آن در پروتئوس نیاز است که کتابخانه آن را اضافه کنیم. کتابخانه مورد نیاز شما داده شده است. محتویات آن را در پوشه Library در محل نصب پروتئوس اضافه کنید. حال با وصل کردن خروجی سنسور به میکرو، کد stm32 مناسب را نوشته تا در صورت تشخیص دادن جسم توسط سنسور پیام مناسب توسط LCD چاپ شود.

برای تغذیه ی سنسور از Vdd استفاده کنید.

برنامه های میکروکنترلر(main.c, *.hex , *.ioc) را به همراه برنامه پروتئوس(pdsprj.) در پوشه Q3 ذخیره کنید.

سوال 4)

بخش اول: شبیه سازی با استفاده از پتانسیومتر برای اندازه گیری زاویه

1- **در پروتئوس یک پتانسیومتر را به یکی از پین های ADC میکروکنترلر وصل کنید و برنامه ای بنویسید که مقدار آنالوگ را بخواند.**
2- **با استفاده از مقدار ADC زاویه چرخش شفت پتانسیومتر را در بازه ۰ تا ۲۷۰ درجه محاسبه کنید و روی LCD نمایش دهید.**
3- **یک LED را به میکروکنترلر وصل کنید. هنگامی که زاویه محاسبه شده بیشتر از ۱۸۰ درجه شد، LED را روشن کرده و در انتها خاموش کنید.**
4- **فرمول تبدیل مقدار ADC به زاویه را بنویسید و دقت اندازه گیری سیستم را با توجه به رزولوشن ADC محاسبه کرده و گزارش دهید.**

بخش دوم: شبیه سازی Optocounter برای اندازه گیری سرعت زاویه ای

یک سیستم اندازه گیری سرعت با optocounter را در محیط پروتئوس شبیه سازی کنید و با برنامه نویسی میکرو موارد زیر را پیاده سازی کنید:

تعداد شیار دیسک optocounter را به صورت زیر درنظر بگیرید:

$$N = 20 + mod(STD\ Number, 10)$$

قطعه optocounter در پروتئوس به صورت مستقیم وجود ندارد. برای شبیه سازی آن از یک pulse generator در پروتئوس استفاده میشود. (برای شبیه سازی باید فرکانس های متفاوتی را بررسی کنید و سرعت زاویه ای را به ازای آنها بدست آورید) .حداقل ۵ فرکانس متفاوت به طوری که سرعت های کمتر و بیشتر از 500RPM را پوشش دهند (همچنین دامنه پالس را ۳.۳ ولت درنظر بگیرید)

۱- **با استفاده از اینتراپت خارجی تعداد پالس های ورودی را در یک بازه زمانی مشخص بشمارید و سرعت زاویه ای موتور را برحسب RPM محاسبه کرده و روی LCD نمایش دهید.**

۲- **رابطه بین فرکانس پالس های optocounter و سرعت موتور (RPM) را بنویسید و حداقل و حداکثر سرعت قابل اندازه گیری را با توجه به تنظیمات تایمر محاسبه کنید.**

۳- **هنگامی که سرعت موتور از 500RPM بیشتر شد، یک LED را به نشانه اخطار به صورت چشمک زن روشن کنید.**

بخش سوم: شبیه سازی انکودر با استفاده از کتابخانه motor-encoder

از کتابخانه پروتئوس motor-encoder را انتخاب کنید و پارامتر زیر را تنظیم کنید:

$$Pulses\ Per\ Revolution = 220 + mod(STD\ Number, 100)$$

۱- **پالس A را به میکرو متصل کنید و با استفاده از آن سرعت موتور را بدست آورید و در خط اول LCD نمایش دهید.**

۲- **زاویه شفت موتور را با استفاده از لبه بالارونده A بدست آورده و در خط دوم LCD نمایش دهید.**

(1x meaturement)

۳- **با استفاده از لبه بالارونده و پایین رونده پالس A برنامه ای بنویسید که زاویه شفت موتور را نمایش بدهد.**
(2x meaturement)

۴- **با استفاده از لبه بالارونده و پایین رونده پالس A و B برنامه ای بنویسید که زاویه شفت موتور را نمایش دهد.**
(4x meaturement)

۵- **دقت اندازه گیری سرعت، حداقل سرعت و حداکثر سرعت قابل اندازه گیری را با تنظیماتی که انجام داده اید مشخص کنید.**

برنامه های میکروکنترلر(main.c, *.hex , *.ioc) را به همراه برنامه پروتئوس(.pdsprj) در پوشه Q4 ذخیره کنید.

لطفا در ارسال تمرینات به موارد زیر توجه بفرمایید ، در صورت عدم رعایت هر یک از موارد زیر تمرین شما تصحیح نخواهد شد :

- **تشابه در حل سوالات به صورت جدی بررسی خواهد شد. در صورت تشخیص تمرین مشابه نمره تقسیم خواهد شد.**
- **در صورت دست نویس بودن تمرین ، نوشته ها خوانا باشند و کیفیت اسکن آن ها مناسب باشد.**
- **پاسخ ها در قالب یک فایل *pdf* تجمیع و ارسال شوند. همچنین تمامی کد ها با ذکر اینکه مربوط به کدام سوال هستند در پوشه ای با نام *Codes* ذخیره شده سپس تمامی فایل ها در قالب یک فایل *zip* تجمیع و با نام *student_number.zip* ارسال شوند .**
- **در صورت هر گونه ابهام در سوالات برای هر یک از سوالات به دستیار مربوطه تنها از طریق ایمیل دانشگاهی با موضوع *Series#-Q#* (که در آن # شماره سری تمرین و سوال مورد نظر است) ایمیل زده و ایمیل دستیار ارشد را نیز *CC* کنید.**

سوال ۱) خانم شمائی ایمیل *negar.shamaie@ut.ac.ir*

سوال۲) آقای روزبهانی ایمیل *samyar.rouzbahani@ut.ac.ir*

سوال۳) آقای محمودی ایمیل *momahdimahmoodi@ut.ac.ir*

سوال۴) آقای زارع ایمیل *ali.zare.bilondy@ut.ac.ir*

ایمیل دستیار ارشد *bayan.mahdiyar@ut.ac.ir*