



به نام خداوند جان و خرد

درس ابزار دقیق

گروه کنترل



مدرس: محمدرضا نیری

تمرین سری دوم

نیمسال دوم 1403-1404

سوالات زیر را به کمک شبیه سازی در نرم افزار پروتئوس انجام دهید. دقت شود که فایل نهایی شامل فایل های شبیه سازی نیز باشد.

سوال 1

فیلتر های زیر را طراحی کنید و به هر بخش بصورت جداگانه پاسخ دهید.

فیلتر پایین گذر مرتبه اول RC

یک فیلتر پایین گذر مرتبه اول RC با فرکانس قطع ۱ کیلوهرتز طراحی کنید. اگر مقدار خازن را $C = 10 \text{ nF}$ انتخاب کنیم:

(a) مقدار مقاومت R را محاسبه کنید.

(b) تابع تبدیل این فیلتر را بنویسید.

(c) پاسخ فرکانسی (دامنه و فاز) را از ۱۰۰ هرتز تا ۱۰ کیلوهرتز در *Proteus* شبیه سازی کنید.

(d) پاسخ فیلتر به یک موج مربعی با فرکانس ۵۰۰ هرتز را شبیه سازی کنید و نتایج را تفسیر نمایید.

فیلتر میان گذر RLC

یک فیلتر میان گذر RLC با پهنای باند ۵۰۰ هرتز و فرکانس مرکزی ۲ کیلوهرتز طراحی کنید.

(a) مقادیر R ، L و C را محاسبه کنید. (با فرض $L = 10 \text{ mH}$)

(b) ضریب کیفیت (Q) مدار را محاسبه کنید.

(c) مدار را در *Proteus* پیاده سازی کرده و منحنی دامنه و فاز را بدست آورید.

(d) تأثیر تغییر مقدار R بر روی پهنای باند و ضریب کیفیت را با شبیه سازی بررسی کنید.

فیلتر ناچ (حذف باند) LC

فیلتر حذف باند با استفاده از مدار LC برای حذف فرکانس ۶۰ هرتز (فرکانس برق شهری) طراحی کنید.

(a) مقادیر L و C را محاسبه کنید. (با فرض $C = 1 \mu F$)

(b) میزان تضعیف در فرکانس ۶۰ هرتز را بررسی کنید.

(c) مدار را در *Proteus* شبیه سازی کرده و پاسخ فرکانسی را از ۱۰ تا ۱۰۰۰ هرتز ترسیم نمایید.

(d) پیشنهاد دهید چگونه می توان عملکرد فیلتر را بهبود بخشید.

(راهنما: برای مشاهده پاسخ فرکانسی، با مراجعه به بخش graphs ، frequency را انتخاب کنید.)

سوال (2)

در یک سیستم الکترونیکی، یک سیگنال ورودی داریم که حاوی نویز است و در نزدیکی صفر نوسانات کوچکی دارد. (سیگنال در فایل Data.txt قرار داده شده است)

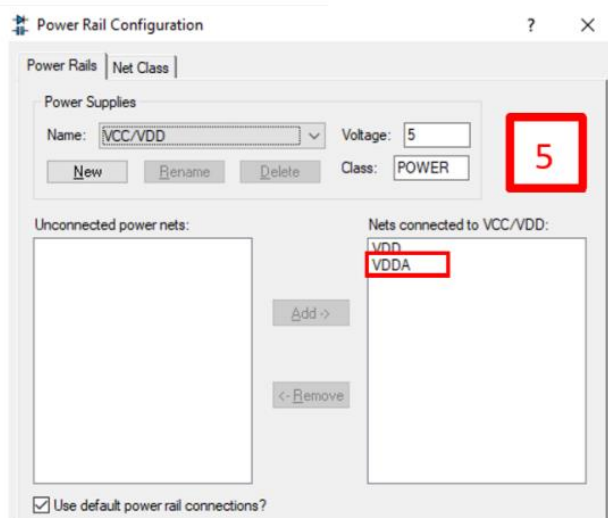
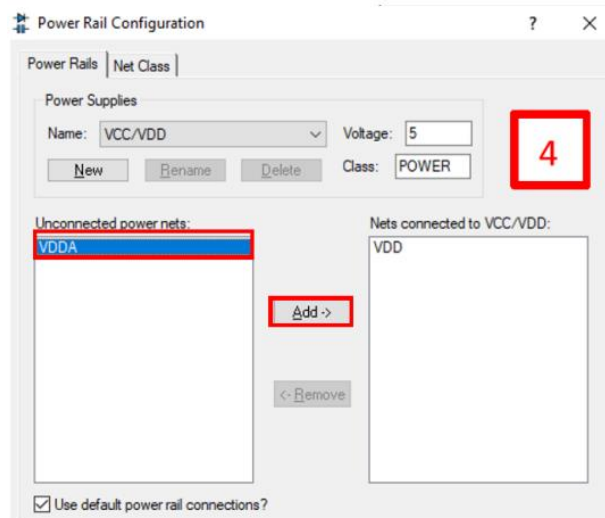
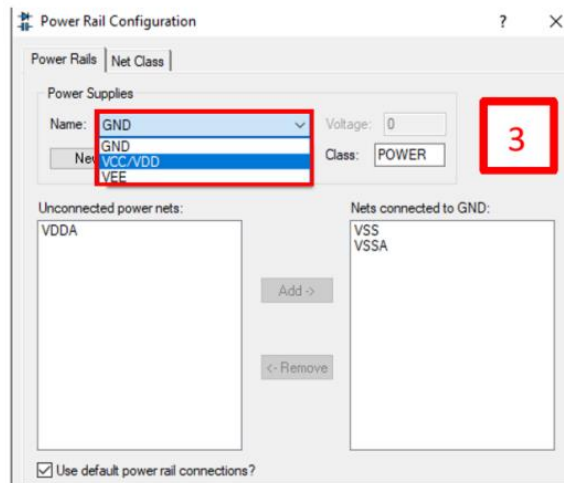
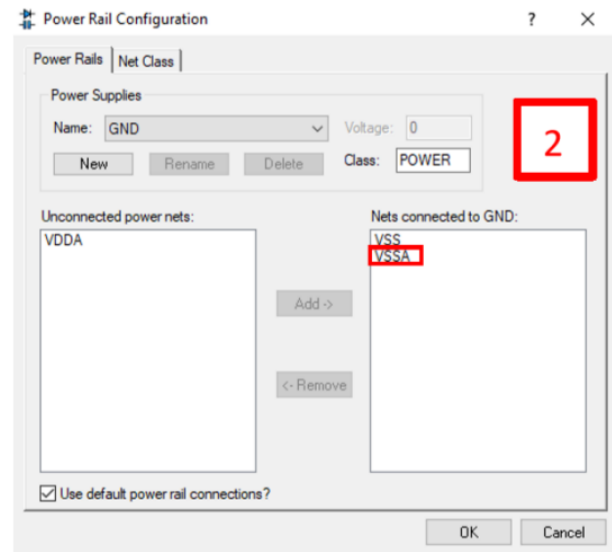
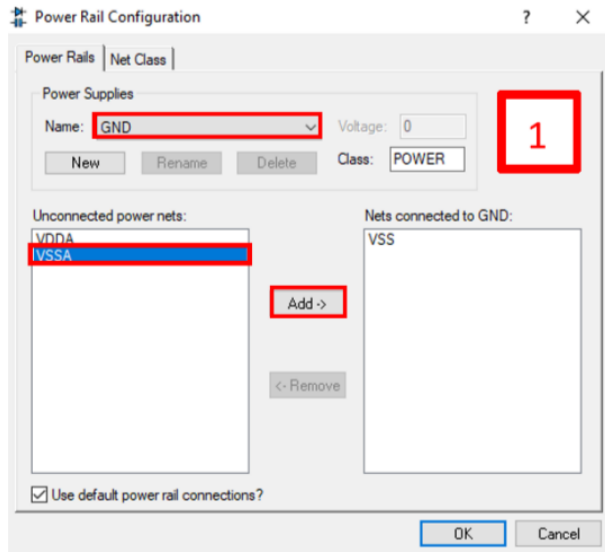
الف) ابتدا با استفاده از نرم افزار پروتئوس یک مدار مقایسه گر طراحی کنید که این سیگنال را با سطح مرجع صفر مقایسه کند. و خروجی را نمایش دهید.

ب) برای حل مشکل نوسانات خروجی و دستیابی به یک خروجی پایدار که تنها یکبار تغییر حالت دهد، در محیط پروتئوس یک مدار اشmitt تریگر طراحی کنید و با استفاده از پدیده هیستریزیس، عملکرد آن را بهبود دهید.

- برای دو سوال بعد نیاز است که از میکروکنترلر stm32f103c6 استفاده کنیم. در این دو سوال کد نویسی آن ها مد نظر نیست کد های مورد نیاز در اختیاران گذاشته میشود شما فقط کد داده شده را در بخش

program file لود کنید. برای شبیه سازی نیاز است که پایه های $VSSA$ و $VDDA$ را به ترتیب به تغذیه و زمین میکروکنترلر متصل کنید. برای این منظور مطابق شکل های زیر عمل کنید.





سوال 3

در این سوال قصد داریم یک مدار بهسازی برای پردازش سیگنال های biomedical مانند EMG که اکثرا دارای نویز هم هستند، طراحی کنیم. این سیگنال توسط یک STM32 تولید شده و پس از گذر از چند طبقه مدار بهسازی انتظار داریم یک خروجی مطلوب مشاهده کنیم. برای اینکار مراحل زیر را انجام دهید:

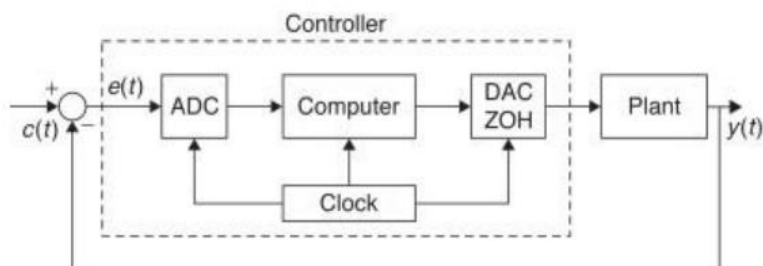
الف) بوردهای STM32 امکان تولید موج مربعی با فرکانس مشخص و Duty Cycle متغیر را دارند. فایل Q3.hex در اختیار شما قرار داده شده است که کد مربوط به تولید موج PWM بر روی پین PA0 یک STM32F103C6 است که نمایانگر سیگنال EMG ثبت شده است. این سیگنال PWM را در محیط proteus نمایش دهید.

ب) مداری طراحی کنید که سیگنال آنالوگ مطلوب را آشکار کند و نویز محیط و سایر سیگنال های ناخواسته بدن را حذف کند. با توجه به اینکه دیگر سیگنال های بدن فرکانس های پایینی دارند، با مشاهده سیگنال خروجی، یک مقدار مطلوب برای فرکانس قطع تعیین کنید. همچنین سیگنال آشکار و فیلتر شده را نمایش دهید. (همچنان ممکن است کمی نویز مشاهده کنید که طبیعی است).

ج) برای اینکه این سیگنال ها را به خوبی مشاهده کنیم نیاز داریم که دامنه آن ها را تقویت کنیم برای این کار یک مدار بهسازی به قسمت قبل اضافه کنید که دامنه را تا 50 برابر تقویت کند. دقت کنید که بهره ولتاژ هر طبقه بیشتر از 5 نمیتواند باشد. سیگنال مطلوب خروجی را نمایش دهید.

سوال 4

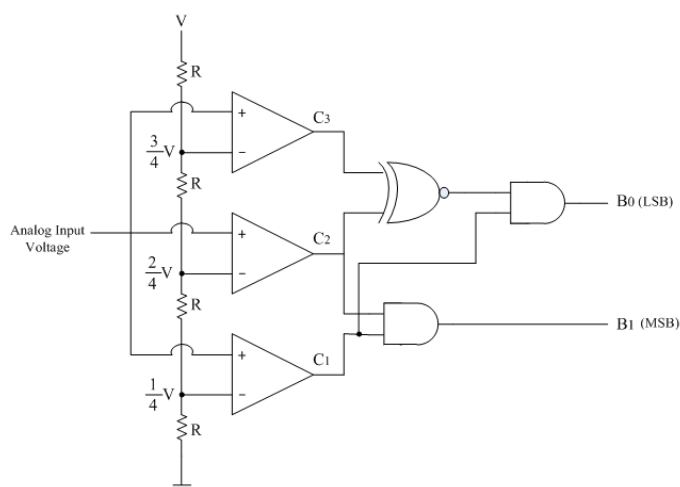
در صنعت به دلیل پایداری و انعطاف پذیری کنترل کننده های دیجیتال سعی میشود تا به جای کنترل کننده های آنالوگ استفاده شوند. ساختار کنترلی این کنترل کننده ها به شکل زیر است:



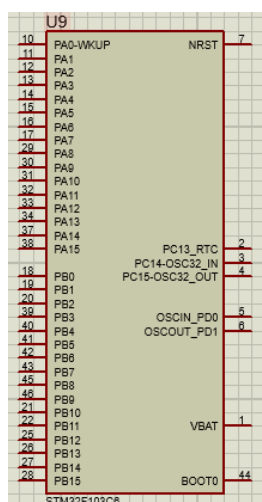
حال در این سوال ما میخواهیم حلقه کنترلی بالا را پیاده سازی کنیم:

- 1- ابتدا برای تولید سیگنال خطا $e(t)$ از یک مدار تفریق کننده با اپ امپ که در درس آموختید استفاده میکنیم. برای سیگنال ورودی یک موج مربعی با فرکانس 10Hz و دامنه پیک تا پیک 0.5V استفاده کنید.

2- برای ورودی دادن به کنترل کننده دیجیتال خود از یک مبدل ADC استفاده میکنیم. برای مبدل ADC از مبدل 2 بیت Flash استفاده میکنیم. (به دلیل پیچیدگی ساخت ADC با تعداد بیت بیشتر به 2 بیت کفایت میکنیم) برای مبدل از مدار زیر استفاده کنید:



ولتاژ رفرنس و زمین مدار را با توجه به ورودی خود تنظیم کنید.



3- برای کنترل کننده از یک بورد میکرو ARM استفاده میکنیم. فایل Q4.hex در اختیارتان گذاشته شده. آن را در بخش Program File لود کنید. برای ورودی دادن آن از پین های 0 و 1 پورت A با ترتیب ارزش کمتر بیت استفاده کنید. این کنترل کننده یک کنترل کننده ساده تناسبی با بهره 0.5 است.

4- حال نیاز است خروجی دیجیتال را برای اعمال به سیستم به سیگنال آنالوگ تبدیل کنیم که برای ساخت آن از یک مبدل 4 بیت R-2R استفاده میکنیم. برای ورودی دادن این مبدل از پین های 0 تا 3 پورت B استفاده کنید. خروجی پین ها را به سطح ولتاژ مورد نظر خود تبدیل کنید.

5- به عنوان Plant سیستم از یک مدار ساده فیلتر پایین گذر RC استفاده میکنیم.

$$R = 1K\Omega, \quad C = 1\mu F$$

در نهایت با تکمیل حلقه کنترلی سیگنال های ورودی، خروجی و خطا را نمایش بدهید.

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 نویسی بودن تمرین ، نوشته ها خوانا باشند و کیفیت اسکن آن ها مناسب باشد.
- پاسخ ها در قالب یک فایل pdf جمع 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 جمع 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 شود.

سوال 1) آقای رضایی – homayoun.rezaei@ut.ac.ir

سوال 2) آقای تقوی – sa.taaghavi@ut.ac.ir

سوال 3) خانم صالحی – sabasalehi@ut.ac.ir

سوال 4) آقای بیان – bayan.mahdiyar@ut.ac.ir