



به نام خداوند جان و خرد

درس ابزار دقیق

گروه کنترل



مدرس: محمدرضا نیبری

مینی پروژه اول

نیمسال دوم ۱۴۰۱-۱۴۰۰

سوال (۱)

با استفاده از پل وتستون می خواهیم ولتاژ \cdot تا a ولت را به ولتاژ تفاضلی خروجی \cdot تا b ولت نگاشت کنیم.

$$a = (10 + \text{رقم یکان شماره دانشجویی} + 10) \times 10$$

$$b = (\text{رقم دهگان شماره دانشجویی} + 1)$$

الف) با انتخاب مقدار مقاومت های پل وتستون مداری طراحی کنید که صورت مساله را برآورده کند. در این حالت مقدار مقاومت های انتخابی می بایست کمتر از ۱۰۰ اهم باشد. سپس مراحل زیر را در گزارش منعکس کنید:

- مدار طراحی شده را در نرم افزار پروتئوس شبیه سازی کنید.
- جریان گذرنده از هر شاخه پل را به صورت تئوری محاسبه کرده و شبیه سازی کنید.
- توان مصرفی مدار را محاسبه کنید.
- با فرض اینکه مقاومت های پل دارای تلورانس ۳ درصد هستند. ولتاژ خروجی هنگامی که ورودی ۱۰۰ ولت است در چه بازه ای قرار خواهد گرفت؟ در واقع محدوده تغییرات خروجی (بیشینه و کمینه ولتاژ ناشی از تلورانس مقاومت ها) را با فرض ثابت بودن ورودی مشخص کنید.

ب) با انتخاب مقدار مقاومت های پل وتستون مداری طراحی کنید که صورت مساله را برآورده کند. در این حالت مقدار مقاومت های انتخابی می بایست بیشتر از ۱۰ مگا اهم باشد. سپس مراحل زیر را در گزارش منعکس کنید:

- مدار طراحی شده را در نرم افزار پروتئوس شبیه سازی کنید.
- جریان گذرنده از هر شاخه پل را محاسبه کرده و شبیه سازی کنید.
- توان مصرفی مدار را محاسبه کنید.
- با فرض اینکه مقاومت های پل دارای تلورانس ۳ درصد هستند. ولتاژ خروجی هنگامی که ورودی ۱۰۰ ولت است در چه بازه ای قرار خواهد گرفت؟ در واقع محدوده تغییرات خروجی (بیشینه و کمینه ولتاژ ناشی از تلورانس مقاومت ها) را با فرض ثابت بودن ورودی مشخص کنید.

ج) از دو شبیه سازی بخش الف و ب چه نتیجه ای می گیرید؟ (تحلیل کنید)

سوال ۲)

یک حسگر مقاومتی دما هنگامی که دما از ۵۰- درجه سانتی گراد تا ۱۵۰ درجه سانتی گراد تغییر می کند از مقدار a اهم تا b اهم تغییر می کند. می خواهیم با استفاده مدار های بهسازی خروجی ولتاژ به ازای تغییرات دما داشته باشیم.

$$a = \frac{(5 + \text{رقم یکان شماره دانشجویی}) \times 10}{2}$$

$$b = (10 + \text{رقم دهگان شماره دانشجویی}) \times 10$$

الف) با استفاده از مدار تقسیم مقاومت با جایگذاری درست حسگر و انتخاب مقاومت الکتریکی دیگر، مدار را طوری طراحی کنید که ولتاژ خروجی حداکثر مقدار ۳/۳ ولت را داشته باشد. ولتاژ ورودی را ۵ ولت در نظر بگیرید.

- در این حالت منحنی مشخصه (ولتاژ ورودی نسبت به مقاومت حسگر) را رسم کنید.

ب) جای حسگر و مقاومت الکتریکی را عوض کنید.

- در این حالت منحنی مشخصه (ولتاژ ورودی نسبت به مقاومت حسگر) را رسم کنید.

ج) توان مصرفی مدار را محاسبه کنید.

د) مزایا و معایب مدارهای بخش الف را نسبت به یکدیگر بررسی کنید.

ه) با استفاده از مدار بهسازی مناسب، مداری طراحی کنید که دمای ۵۰- درجه سانتی گراد تا ۱۵۰ درجه سانتی گراد به صورت خطی به ولتاژ ۰ تا ۳/۳ ولت نگاشت شود.

سوال (۳)

یک فرستنده یک سیگنال آنالوگ و ۴ سیگنال دیجیتال ۱۰ بیتی را با استفاده از یک خروجی و در زمان ۲۰ ثانیه از طریق دو سیم (سیم سیگنال و سیم GND) ارسال می کند. هر بیت از سیگنال های دیجیتال طی بازه زمانی ۲ ثانیه ارسال می شوند. سیگنال خروجی گیرنده شامل سیگنال های زیر است.

- یک سیگنال آنالوگ به عنوان سیگنال حامل
- سیگنال دیجیتال ۱: به صورت یک سیگنال آنالوگ سینوسی با دامنه ۵ ولت و فرکانس ۱۰۰ هرتز سوار بر سیگنال حامل. وجود این سیگنال سینوسی در هر بازه زمانی نشان دهنده منطق دیجیتال یک و عدم وجود آن نشان دهنده منطق دیجیتال صفر است.
- سیگنال دیجیتال ۲: به صورت یک سیگنال آنالوگ سینوسی با دامنه ۱۰ ولت و فرکانس ۳۰۰ هرتز سوار بر سیگنال حامل. وجود این سیگنال سینوسی در هر بازه زمانی نشان دهنده منطق دیجیتال یک و عدم وجود آن نشان دهنده منطق دیجیتال صفر است.
- سیگنال دیجیتال ۳: به صورت یک سیگنال آنالوگ سینوسی با دامنه ۱۵ ولت و فرکانس ۶۰۰ هرتز سوار بر سیگنال حامل. وجود این سیگنال سینوسی در هر بازه زمانی نشان دهنده منطق دیجیتال یک و عدم وجود آن نشان دهنده منطق دیجیتال صفر است.
- سیگنال دیجیتال ۴: به صورت یک سیگنال آنالوگ سینوسی با دامنه ۲۰ ولت و فرکانس ۹۰۰ هرتز سوار بر سیگنال حامل. وجود این سیگنال سینوسی در هر بازه زمانی نشان دهنده منطق دیجیتال یک و عدم وجود آن نشان دهنده منطق دیجیتال صفر است.

در طول مسیر ارسال روی سیگنال ارسال شده نیز نویز تاثیر گذاشته و سیگنال دریافت شده توسط گیرنده حاوی ۴ سیگنال بالا و نویز است. هدف از این سوال طراحی مدار گیرنده به شکلی است که بتواند ۴ سیگنال بالا را از داده دریافت شده استخراج کند. برای این منظور مراحل زیر را پیگیری کنید.

۱. در نرم افزار MATLAB با استفاده از تابع `HW1_sig` و قرار دادن شماره دانشجویی خود به عنوان ورودی سیگنال مورد نظر را استخراج کنید:

مثال:

$$Y = \text{HW1_sig}(810196304)$$

سپس با توجه به طول بردار Y و اینکه سیگنال تولید شده مربوط به زمان صفر تا ۲۰ ثانیه است، بردار زمان با نام t را بسازید و نمودار Y بر حسب t را رسم کنید.

۲. با استفاده از یک فیلتر پایین گذر با ثابت زمانی مناسب اثر نویز را حذف کرده و سیگنال حامل را استخراج کنید. (راهنمایی: تابع تبدیل فیلتر پایین گذر در فضای S را پیاده سازی کرده و پاسخ آن به سیگنال Y را با استفاده از دستور `lsim` بدست آورده و رسم کنید)

❖ توجه: هنگامی که فیلتر را بر اساس تابع تبدیل در فضای S پیاده سازی می کنید فرکانس بر حسب رادیان بر ثانیه است. به مثال زیر توجه کنید:

$$G(s) = \frac{1}{RCs + 1} \rightarrow 2\pi f = \frac{1}{RC} \rightarrow f = \frac{1}{2\pi RC} \text{ Hz}$$

۳. اثر تغییر ثابت زمانی فیلتر پایین گذر بر خروجی بدست آمده از فیلتر را شبیه سازی کرده و در یک نمودار رسم و مقایسه کنید.

۴. برای استخراج سیگنال آنالوگ سینوسی با دامنه ۵ ولت و فرکانس ۱۰۰ هرتز از سیگنال Y فیلتر میان گذر G با فرکانس های ابتدایی و انتهایی مناسب را طراحی کنید و پاسخ آن را مشاهده کنید.

۵. با استفاده از دستور `bodemag(G)` نمودار بود اندازه G را رسم کرده و تحلیل کنید که آیا دامنه پاسخ بند ۴ از ۵ ولت کمتر است؟ اگر کمتر است با توجه به نمودار بود بهره مناسب k را در تابع تبدیل G ضرب کرده و نمودار بود kG و پاسخ این فیلتر به ورودی Y را بررسی و تحلیل کنید. آیا پاسخ بدست آمده قابل قبول است و توانسته اید تنها سیگنال های سینوسی با دامنه ۵ ولت و فرکانس ۱۰۰ هرتز را از سیگنال اصلی جدا کنید؟ علت را با استفاده از نمودار بود فیلتر تحلیل کنید.

۶. اینبار با استفاده از فیلتر kG بدست آمده از بند ۵ فیلتر زیر را طراحی کنید:

$$F = (kG)^n$$

که در آن n یک عدد صحیح بزرگتر از ۱ است.

با تغییر مقدار n و بررسی نمودار بود تابع تبدیل F و همچنین بدست آوردن پاسخ این فیلتر به ورودی Y آیا بهبودی در پاسخ بدست آمده حاصل شده است و توانسته اید تنها سیگنال های سینوسی با دامنه ۵ ولت و فرکانس ۱۰۰ هرتز را از سیگنال اصلی جدا کنید؟

۷. سیگنال دیجیتالی استخراج شده را به صورت باینری بدست آورید.

۸. بندهای ۴، ۵، ۶ و ۷ را برای استخراج سیگنال های سینوسی دیگر پیاده سازی کنید.

۹. مدار گیرنده را با مقدار مشخص مقاومت و خازن ها به صورت کامل رسم کنید.

۱۰. با طراحی یک فیلتر بالا گذر مناسب شدت اثر نویز در استخراج سیگنال های سینوسی توسط فیلترهای میان گذر را بررسی کرده و با شدت نویز در سیگنال اصلی مقایسه و تحلیل کنید.
۱۱. (امتیازی) آیا می توانید به جای استفاده از فیلتر میان گذر از فیلتر میان نگذر استفاده کنید و به طور مثال سیگنال سینوسی با دامنه ۱۵ ولت و فرکانس ۶۰۰ هرتز را از سیگنال اصلی استخراج کنید؟ با کشیدن نمودار بود و پاسخ فیلتر نتیجه بدست آمده را تحلیل و با روش استخراج با فیلتر میان گذر پیاده سازی کنید.

سوال (۴)

یک حسگر ناشناس در اختیار داریم و می خواهیم تابع تبدیل آن را شناسایی کنیم. فرض کنید تابع تبدیل گسسته حسگر به صورت زیر است:

$$\frac{Y(z)}{U(z)} = G(z) = \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-3}}{1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2} + \dots + a_n z^{-n}}$$

هدف شناسایی b_0, b_1, b_2, n و a_1, \dots, a_n است.

۱. در نرم افزار MATLAB با استفاده از تابع HW1_sensor و قرار دادن شماره دانشجویی خود به عنوان ورودی، بردارهای ورودی (u) و خروجی (y) حسگر را استخراج کنید. در واقع خروجی حسگر به ازای ۱۰۰ ورودی حسگر به صورت بردار در اختیار شما قرار می گیرد.
- مثال:

`[y,u] = HW1_sensor(810197304)`

۲. از بین داده های بدست آمده ۷۰ داده اول را به عنوان داده های Train و ۳۰ داده آخر را به عنوان داده های Test در نظر بگیرید.
۳. ابتدا می خواهیم درجه n را شناسایی کنیم. برای این منظور تابع هزینه زیر را به ازای درجه های مختلف برای داده های Train و داده های Test محاسبه کنید و بر روی یک دیگر رسم کنید سپس درجه مناسب را تعیین کنید

$$J = \frac{1}{2} e^2 = \frac{1}{2} (y - y_{LS})^2$$

۴. با استفاده از روش تخمین حداقل مربعات و درجه بدست آمده از بخش قبل پارامترهای تابع تبدیل را تخمین بزنید.

۵. در این بخش فرض کنید که تمامی ورودی و خروجی ها را به صورت یکجا در اختیار نداریم و به مرور زمان به ازای هر ورودی، خروجی جدید بدست می آید. با استفاده از روش حداقل مربعات بازگشتی مقادیر b_0, b_1, b_2 و a_1, \dots, a_n را به به مرور زمان آپدیت می شوند را بدست آورید و روند همگرایی آن به مقادیر ثابت بدست آمده در بخش قبل را با نشان دادن بر روی نمودار بررسی کنید.
۶. نمودار $trace(P(i))$ به ازای $i = 1, \dots, 99$ را رسم کنیم و تغییرات آن را با گذشت زمان و با توجه به روابط روش حداقل مربعات بازگشتی تحلیل کنید.

لطفا در ارسال تمرینات به موارد زیر توجه بفرمایید ، در صورت عدم رعایت هر یک از موارد زیر تمرین شما تصحیح نخواهد 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* جمع و ارسال شوند.
- تمامی فایل ها شامل کدهای *MATLAB* و فایل پروژه *Proteus* در قالب یک فایل *zip* جمع و با نام *student_number.zip* ارسال شوند .
- به تمرین هایی که به صورت مشابه حل شده اند نمره ای تعلق نخواهد گرفت.
- در صورتی که پاسخ سوالی شامل کد های برنامه نویسی و یا فایل های شبیه سازی است فایل های خود را حتما ارسال کنید و گزارش کاملی از آنچه انجام داده اید را در فایل *pdf* پاسخ های خود ارائه کنید.

همواره موفق باشید