

به نام خداوند جان و خرد

درس ابزار دقیق

گروه کنترل



مدرس: محمدرضا نییری

تمرین سری اول

نیمسال دوم ۱۴۰۳-۱۴۰۲

سوال (۱)

از انواع موتور های الکتریکی که در درس ماشین های الکتریکی با آن آشنا شده اید می توان به موتور های DC اشاره کرد. چنانچه سرعت موتور را به عنوان خروجی و ولتاژ آرمیچر را به عنوان ورودی در نظر بگیریم تابع تبدیل یک موتور DC به صورت زیر خواهد بود:

$$\frac{N(s)}{V_a(s)} = \frac{5.6}{s + \frac{1}{b}}$$

که در آن : $b = \frac{\text{یکان شماره دانشجویی}}{10} + 2$ می باشد.

ورودی این سیستم یک سیگنال پله در زمان صفر با اندازه ۱۰ می باشد و برای کنترل این موتور از یک کنترلر PI با ضرایب زیر استفاده می کنیم:

$$Controller = P \times \left(1 + \frac{I}{s}\right) \rightarrow P = 2.2, I = 0.75$$

برای فیدبک گرفتن از موتور نیز یک سنسور سرعت سنج که خروجی آن به صورت ولتاژی است، استفاده می کنیم. تابع تبدیل این سنسور به صورت زیر است:

$$H = \frac{K}{0.1s + \frac{20}{a}}$$

که در این تابع تبدیل ، $1 + \frac{20}{a}$ یکان شماره دانشجویی K می باشد.

الف) به علت عدم کالیبراسیون سنسور، تمامی مقادیر خروجی سنسور با مقدار مطلوب به اندازه $+0.5$ اختلاف دارد. با استفاده از شبیه سازی در متلب مقایسه کنید این عدم کالیبراسیون چه مقدار روی خروجی تاثیر خواهد گذاشت.

ب) به علت عدم تثبیت صحیح موتور روی پایه‌ها، موتور دارای لرزش‌های نسبتاً شدیدی است که باعث ایجاد نویز روی مقدار اندازه گیری شده توسط سنسور می‌شود. با استفاده از بلوک Band-limited White Noise یک نویز سفید با اندازه توان 0.01 و Sample Time = 0.001 انتخاب کرده و قبل از سنسور قرار دهید و خروجی این سیستم را با حالت عادی مقایسه کنید.

ج) سنسور سرعت سنج به تغییرات دما حساس است و با تغییرات زیاد دما پارامترهای آن تغییر می‌کند. فرض به کنید به علت گرم شدن محیط موتور پارامتر a از سنسور تغییر می‌کند. به ازای تغییرات دما مقادیر Δa از صفر تا 10 با پله‌های 2 تایی را برای تابع تبدیل سنسور طبق رابطه زیر آپدیت کنید و خروجی‌ها را ذخیره کنید.

$$H = \frac{K}{0.1s + \frac{20}{a + \Delta a}}$$

د) گرما باعث تاثیر روی پارامترهای موتور نیز می‌شود. فرض کنید با تغییرات دما پارامترهای موتور به صورت زیر تغییر کند :

$$\frac{N(s)}{V_a(s)} = \frac{5.6}{s + \frac{1}{b + \Delta b}}$$

به ازای تغییرات دما مقادیر Δb از صفر تا 10 با پله‌های 2 تایی را برای تابع تبدیل موتور طبق رابطه زیر آپدیت کنید و خروجی‌ها را ذخیره کنید.

ه) طبق مطالبی که در مورد حساسیت خواننده اید نتایج بند‌های ج و د را بررسی کنید.

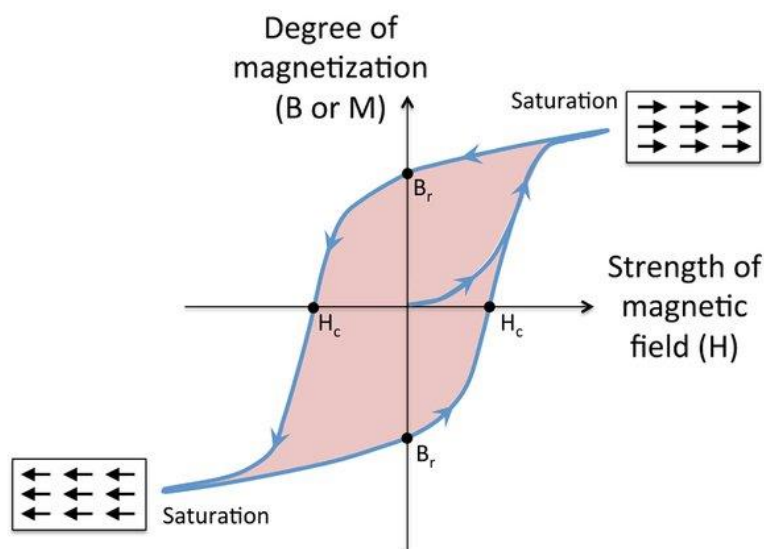
سوال ۲

اگر یک ماده فرو مغناطیس^۱ (مانند آهن) را در معرض میدان مغناطیسی خارجی قرار دهیم، حوزه‌های مغناطیسی ماده با راستای این میدان هم‌جهت می‌شوند. با حذف میدان مغناطیسی، بخشی از این جهت‌گیری بدون تغییر باقی می‌ماند و ماده برای مدت نامعلومی خاصیت مغناطیسی پیدا می‌کند. به این پدیده هیستریزیس مغناطیسی^۲ گفته می‌شود.

¹ Ferromagnetic

² Magnetic Hysteresis

در مواد فرو مغناطیس، رابطه بین شدت میدان^۳ و مغناطش^۴ به صورت خطی نیست. در صورت خنثی کردن خاصیت مغناطیسی یک آهنربا و رسم رابطه بین شدت میدان و مغناطش برای سطوح افزایشی شدت میدان، مقادیر مغناطش از منحنی مغناطش اولیه پیروی خواهد کرد. این منحنی در ابتدا با سرعت زیادی افزایش می‌یابد و سپس به مجانبی با عنوان اشباع مغناطیسی نزدیک می‌شود. اگر در این وضعیت، میدان مغناطیسی به صورت یکنواخت کاهش یابد، مغناطش مسیر منحنی دیگری را دنبال خواهد کرد.



نوع خاصی از یک مغناطیس سنج^۵ که برحسب شدت میدان مغناطیس، شدت مغناطش را اندازه‌گیری می‌کند در اختیار داریم. ورودی این حسگر در بازه $[-15000, 15000] \frac{A}{m}$ و خروجی آن در بازه $[-0.025, 0.025] A.m^2$ تغییر کند. بخشی از داده‌های مربوط به این حسگر به صورت فایل *hys.mat* ذخیره شده است. رخداد پدیده هیستریزیس را با گزارش پارامترهای آن به صورت %FS تحقیق کنید.

سوال (۳)

سیستمی با تابع تبدیل زیر را در نظر بگیرید :

$$G(s) = \frac{e^{-3s}}{15s + 1}$$

³ Magnetic Field Strength

⁴ Magnetic Moment

⁵ Magnetometer

که یک کنترل کننده با تابع تبدیل زیر برای آن بسته شده است :

$$G_c(s) = 4\left(\frac{1}{7s} + 1\right)$$

الف) این مدار را به ازای ورودی پله واحد در SIMULINK به مدت ۱۰۰ ثانیه شبیه سازی کرده و خروجی سیستم حلقه بسته و همچنین سیگنال کنترلی و سیگنال کنترلی ناشی از انتگرال گیر را مشاهده کنید.

ب) حد اشباع ± 1.5 را برای سیستم در نظر گرفته و مجدد سیگنال های خواسته شده در قسمت قبل را رسم کنید. چه نتیجه ای میگیرید؟

پ) ورودی پله واحد را به پله هایی با دامنه 0.2 بشکandır و در ۵ ثانیه به سیستم اعمال کنید. سپس نمودارهای خواسته شده در قسمت قبل را مجدد رسم کنید. چه نتیجه ای می گیرید؟

سوال ۴)

در هر یک از قسمت های زیر، به کمک دیتاست بیان شده در سوال و رسم نمودار آن، به پرسش ها پاسخ دهید:

الف) میزان فعالیت الکتریکی یک ماهیچه‌ی مشخص از دست یک فرد هنگام انجام کاری مشخص توسط یک سنسور EMG ثبت شده است. این کار در دو روز متوالی و در هر روز برای ۵ بار صورت گرفته است. با باز کردن فایل EMG.mat دیتای مربوطه را مشاهده خواهید کرد. سیگنال‌های X1 تا X5 تکرارهای اول تا پنجم در روز اول و سیگنال‌های Y1 تا Y2 پنج تکرار مربوط به روز دوم هستند. با پلات کردن این سیگنال‌ها درباره‌ی تکرارپذیری و تکثیرپذیری این سنسور اظهار نظر کنید. همچنین سعی کنید با استخراج یک یا چند ویژگی عددی از این سیگنال‌ها ادعای خود را تایید کنید. در نهایت بگویید، برای کار با این سنسور چه تدابیری نیاز است در نظر گرفته شود.

ب) دو دوربین، موقعیت یک جسم را در هر لحظه ثبت و مختصات تخمین زده شده را برمی‌گردانند. در فایل camera.mat موقعیت واقعی یک جسم ثابت در کنار موقعیت اندازه‌گیری توسط این دو دوربین در ۱۲ گام زمانی به شما داده شده است. میزان دقت و صحت هر دوربین را گزارش کنید. همچنین با ذکر دلیل بگویید اگر قرار باشد یکی از این دوربین‌ها را انتخاب کنید، کدام یک گزینه مناسب‌تری خواهد بود.

سوال ۵)

می‌خواهیم دمای یک کوره که مقدار واقعی آن ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد است را با استفاده از حسگرهای زیر اندازه‌گیری کنیم:

		حسگر ۱	حسگر ۲	حسگر ۳	حسگر ۴
بازه اندازه‌گیری		[100 ~ 210] °C	[70 ~ 220] °C	[150 ~ 250] °C	[190 ~ 240] °C
شماره آزمایش	1	200	151	181	220
	2	199	145	179	224
	3	200	150	180	219
	4	200	149	178	218
	5	200	155	179	219
	6	205	151	180	220

الف) صحت هر یک از حسگرها را بر حسب درصد Full Scale بدست آورید.

ب) دقت هر یک از حسگرها را بر حسب درصد Full scale بدست آورید.

ج) با استفاده از داده‌های موجود، تکرارپذیری کدام حسگر بهتر است؟ (توضیح دهید)

د) به عنوان یک مهندس هر یک از حسگرها را با استدلال از شماره ۱ (مناسب‌ترین حسگر برای این اندازه‌گیری) تا شماره ۴ (نامناسب‌ترین حسگر برای این اندازه‌گیری) اولویت‌بندی کنید.

سوال ۶)

یک دستگاه فنری در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد کالیبره شده است و خروجی‌های مشاهده شده از آن به ازای ورودی‌های مشخص در جدول زیر ثبت شده‌اند.

Load(kg)	0	1	2	3	4	5
Deflection(mm)	0	22.3	39.2	56.8	82.4	99.1

دستگاه را به محیطی با دمای ۳۰ درجه سانتی گراد بردیم و به نتایج جدول زیر رسیدیم.

Load(kg)	0	1	2	3	4	5
Deflection(mm)	5.2	26.5	47.2	71.8	93	102.6

الف) با استفاده از دستور cftool در command window متلب بهترین منحنی برازش شده برای هر جدول را رسم کنید.

ب) با توجه به درجه‌ی منحنی برازش شده در قسمت قبل، رفتار سنسور از چه نوعی است؟

ج) به نظر شما چرا در برازش، بهتر است که خط‌های حداقلامکان ساده (درجه پایین) استفاده کنیم؟

د) zero drift و sensitivity drift را محاسبه کنید.

ه) zero drift و sensitivity drift به ازای هر درجه تغییرات دما محاسبه کنید.

ی) فرض کنید که کارخانه سازنده ی فنر ها ادعا کند که طول هر فنر در دمای ۲۰ درجه و بدون هیچ باری، ۵ متر با tolerance ۲٪ است. بلند ترین و کوتاه ترین طول فنری که انتظار می‌رود چقدر است؟

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 زده و ایمیل دستیار ارشد را نیز CC کنید.

سوال ۱) آقای مهاجری - ali.mohajeri@ut.ac.ir

سوال ۲) آقای عباسی - fardinabbasi2002@ut.ac.ir

سوال ۳) خانم مقنی زاده - nmoqhanizadeh@ut.ac.ir

سوال ۴) آقای ستاری - psattari@ut.ac.ir

سوال ۵ و ۶) آقای رزاقی - navid.razaqhi@ut.ac.ir

دستیار ارشد : آقای نیکخواه - nikkhah.bahrami@ut.ac.ir