

شرکت دانش بنیان
فناوران مکانیک و الکترونیک نصیر (نامیک)

Nasir Mechanics and Electronics Engineers Co



N A M E E C

دستور آزمایشگاه سیستم آموزشی کنترل موقعیت

ES-PCS10



فهرست

۱ مقدمه
۲ آشنایی با دستگاه کنترل موقعیت
۴ آزمایش اول - تنظیم پارامترهای دستگاه
۸ آزمایش دوم - کالیبراسیون دستگاه
۱۱ آزمایش سوم - کنترل دستگاه

فهرست تصاویر

۲ شکل ۱ نمایشگر LCD دستگاه
۸ شکل ۲ اسلایدر
۹ شکل ۳ گین ها و آفست های قابل تنظیم

مقدمه

این مکتوب دستور کار آزمایشگاه برای انجام مجموعه‌ای از آزمایش‌ها با استفاده از دستگاه کنترل موقعیت ساخت شرکت نامیک است. به طور کلی هدف از طراحی دستور کار و دستگاه کنترل موقعیت آشنایی دانشجویان با سیستم‌های واقعی و عملی است که در آینده در محیط‌های صنعتی و تجاری با آن‌ها مواجه خواهند شد.

برای انجام آزمایش‌ها با استفاده از این دستگاه نیاز به دانش اولیه استفاده از نرم‌افزارهای متلب و سیمولینک می‌باشد. برای این منظور در صورتی که دانشجویان آشنایی با این نرم‌افزار ندارند می‌توانند به مراجع آموزشی نرم‌افزار متلب مانند "راهنمای کاربردی متلب" نوشته نیما جمشیدی و "آموزش کاربردی مباحث پیشرفته برق با نرم‌افزار متلب" نوشته نیما جمشیدی مراجعه نمایند. در صورتی که امکان دسترسی به دو کتاب فوق وجود نداشته باشد می‌توان از آدرس سایت‌های زیر نیز استفاده نمود.

<http://rahilzargarinejad.ir/Lab/LabNotesZargarinejadNikfar.pdf>

<http://mechanicsoft.ir/2016/06/05/matlab-quick-tutorial/>

<http://mechanicsoft.ir/tag/matlab/>

<http://adelshojaei.ir/1391/07/15/learning-tutorial-curve-fitting-toolbox-matlab-software/>

آشنایی با دستگاه کنترل موقعیت

این دستگاه کنترل موقعیت بر اساس سیستم‌های کنترل موقعیت دارای ابزار انتقال تسمه تایم مانند ماشین‌های برش لیزری طراحی شده است. نیروی محرکه این دستگاه از یک موتور جریان مستقیم ۱۲ ولت با گیربکس تأمین و از طریق پولی و تسمه تایم به کالسکه دستگاه متصل شده است. وضعیت کالسکه از طریق دو سنسور پتانسیومتر که مقاومت متغیر است و شفت انکودر که نوعی سنسور نوری است، خوانده می‌شود. در قسمت پشت دستگاه کلید روشن خاموش دستگاه قرار دارد و تغذیه ۲۲۰ ولت برق شهر دستگاه را قطع و وصل می‌نماید. کابل USB دستگاه هم از پشت دستگاه خارج شده است. در قسمت جلوی دستگاه نمایشگر کریستال مایع (LCD) به رنگ آبی وضعیت دستگاه را نمایش می‌دهد.



شکل ۱ نمایشگر LCD دستگاه

در سمت راست نمایشگر دو سوئیچ ۳ وضعیتی و دو ولوم قرار دارد. سوئیچ و ولوم اول برای کنترل موتور و سوئیچ و ولوم دوم برای کنترل میزان تأخیر دستگاه در نظر گرفته شده است. در صورتی که کلید اول که بر روی آن لغت موتور نوشته شده است در وضعیت USB قرار گیرد کنترل موتور از طریق فرمان‌ها ارسال شده از طریق پورت USB و نرم‌افزار متلب و سیمولینک انجام می‌شود. در صورتی که این سوئیچ در وضعیت منوال قرار بگیرد از طریق ولوم موتور کنترل خواهد شد در صورتی که در وضعیت اکسترنال قرار بگیرد دستگاه از طریق سوکت‌های قسمت پایین کنترل می‌شود. در صورتی که سوئیچ تأخیر در وضعیت خاموش قرار بگیرد تأخیر بی‌اثر شده و در کنترل دستگاه تأثیری نخواهد داشت. در صورتی که تأخیر روشن شود میزان تأخیر کنترل به میزان عدد ولوم به سیستم اعمال خواهد شد.

در قسمت پایین دستگاه شش جفت سوکت قرار دارد. جفت اول ورودی موتور دستگاه است که می‌تواند ولتاژ بین ۰ تا ۵ ولت را دریافت نماید. بر اساس ولتاژ دریافتی در صورتی که موتور در وضعیت External قرار داشته باشد کنترل دستگاه از طریق این سوکت انجام خواهد. دو جفت سوکت بعدی خروجی انکودر

دستگاه است که می‌توان آن‌ها را به انواع تجهیزات دیگر متصل نمود. دو جفت سوکت بعدی خروجی‌های کلیدهای ابتدا و انتهای مسیر است که شروع و پایان مسیر کالسکه را مشخص می‌نماید. سوکت آخر خروجی پتانسیومتر دستگاه است که می‌توان از آن برای کنترل دستگاه به صورت آنالوگ استفاده نمود. تمامی خروجی‌ها در تمام حالت‌های کنترلی فعال بوده تنها ورودی کنترل موتور است که در حالت External سوییچ موتور فعال می‌شود.

در زمان روشن شدن دستگاه کالسکه به سمت چپ حرکت کرده و با انتهای سمت چپ برخورد می‌نماید. پس از این مرحله دستگاه آماده استفاده است. این فرایند برای ایجاد یک نقطه مرجع برای سیستم انکودر دستگاه است.

در صورتی که هر یک از میکرو سوئیچ‌های دستگاه فشرده شود مکانیسم ایمنی دستگاه فعال شده که توان موتور را در جهت حرکت قطع می‌نماید. این مکانیسم به صورت سخت‌افزاری عمل کرده و از قابلیت اطمینان بالایی برخوردار است. همچنین دو مکانیسم ایمنی نرم‌افزاری برای دستگاه در نظر گرفته شده است. در صورتی که کالسکه به هر یک از میکرو سوئیچ‌های ابتدایی یا انتهایی برخورد کند، برای مدت کوتاهی به صورت نرم‌افزاری توان موتور قطع می‌شود. مکانیسم دیگر ابتدا و انتهای مسیر از سرعت حرکت کالسکه می‌کاهد تا شتاب برخورد کالسکه با میکرو سوئیچ کاهش یابد.

اطلاعات نمایش داده شده بر روی صفحه نمایش دستگاه شامل وضعیت سوئیچ‌ها، وضعیت ولوم‌ها و مقدار خوانده شده از سنسورها است. اعداد خوانده شده از سنسورها به صورت خام هستند که با استفاده از تبدیلات خطی به اعداد روی خط کش قابل تبدیل هستند.

آزمایش اول - تنظیم پارامترهای دستگاه

هدف از این آزمایش به دست آوردن پارامترهای ناشناخته دستگاه کنترل موقعیت است. دستگاه کنترل موقعیت دارای دو سنسور شامل پتانسیومتر و شفت انکودر می باشد. خروجی هر دو سنسور به صورت اعداد خام بر روی صفحه نمایش دستگاه و نرم افزار سیمولینک نمایش داده می شود.

در این آزمایش ابتدا جدول زیر را با مقادیر مناسب پر کنید و به سوالات پاسخ دهید.

برای جابجایی بخش متحرک دستگاه کلید موتور را بر روی حالت Manual قرار داده و کلید تأخیر (Delay) را بر روی حالت off قرار دهید. در این حالت با تنظیم ولوم موتور می توانید کالسکه را به سمت چپ یا راست حرکت دهید. بهتر است فاصله بین اندازه گیری ها تقریباً ۵ سانتی متر باشد.



عدد جلوی PA: خروجی تبدیل شده مبدل آنالوگ به دیجیتال ۱۲ بیتی متصل به پتانسیومتر است.

عدد جلوی PE: خروجی سنسور شفت انکودر متصل به موتور است.

۱. جدول زیر را با استفاده از خروجی سنسور شفت انکودر که بر روی دستگاه نمایش داده می شود پر کنید.

فاصله روی خط کش	خروجی سنسور شفت انکودر

۲. تابع چندجمله‌ای درجه یک را تعریف کنید.

.....

.....

.....

۳. در بعضی مواقع با تابع چندجمله‌ای درجه یک به صورت $y = Gain \times x + offset$ می‌توان خروجی سنسورها را کالیبره کرد. به نظر شما با تابع فوق می‌توان اطلاعات به دست آمده از شفت انکودر را با دقت خوبی به اعداد روی خط کش دستگاه کالیبره کرد؟ چرا؟

.....

.....

.....

۴. جدول زیر را با استفاده از خروجی سنسور پتانسیومتر یا آنالوگ که بر روی دستگاه نمایش داده می‌شود پر کنید.

خروجی سنسور پتانسیومتر	فاصله روی خط کش

۵. با توجه به این که گفته شده قدرت تفکیک مبدل آنالوگ به دیجیتال داخل دستگاه ۱۲ بیت است محدوده عملکرد سنسور می توانست از چه عددی تا چه عددی باشد؟

.....

.....

.....

۶. به نظر شما با تابع $y = Gain \times x + offset$ می توان اطلاعات به دست آمده از پتانسیومتر را با دقت خوبی به اعداد روی خط کش دستگاه کالیبره کرد؟ چرا؟

.....

.....

.....

.....

۷. با استفاده از یک مولتی متر دیجیتال ولتاژ سوکت Position Output را در موقعیت های مختلف کالسکه اندازه گیری کرده و در جدول زیر بنویسید.

خروجی ولتاژ سوکت Position Output	فاصله روی خط کش

۸. به نظر شما با تابع $y = Gain \times x + offset$ می‌توان اطلاعات به دست آمده از سوکت Position Output را با دقت خوبی به اعداد روی خط‌کش دستگاه کالیبره کرد؟ چرا؟

.....

.....

.....

۹. جداول فوق را به نرم‌افزار متلب وارد کنید. با استفاده از جعبه ابزار cftool توابع چندجمله‌ای (Polynomial) درجه ۱ و درجه ۲ را به اطلاعات به دست آمده برازش کنید. جدول زیر را با استفاده از پاسخ نرم‌افزار متلب پر کنید.

ضریب	بر اساس سنسور شفت انکودر	سنسور پتانسیومتر	ولتاژ سوکت Position Output
جمله درجه ۱			
جمله درجه ۰			

ضریب	بر اساس سنسور شفت انکودر	سنسور پتانسیومتر	ولتاژ سوکت Position Output
جمله درجه ۲			
جمله درجه ۱			
جمله درجه ۰			

۱۰. با توجه به جداول فوق آیا می‌توان گفت خروجی‌های دستگاه خطی هستند؟ توضیح دهید.

.....

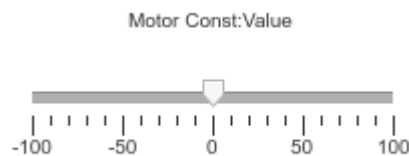
.....

.....

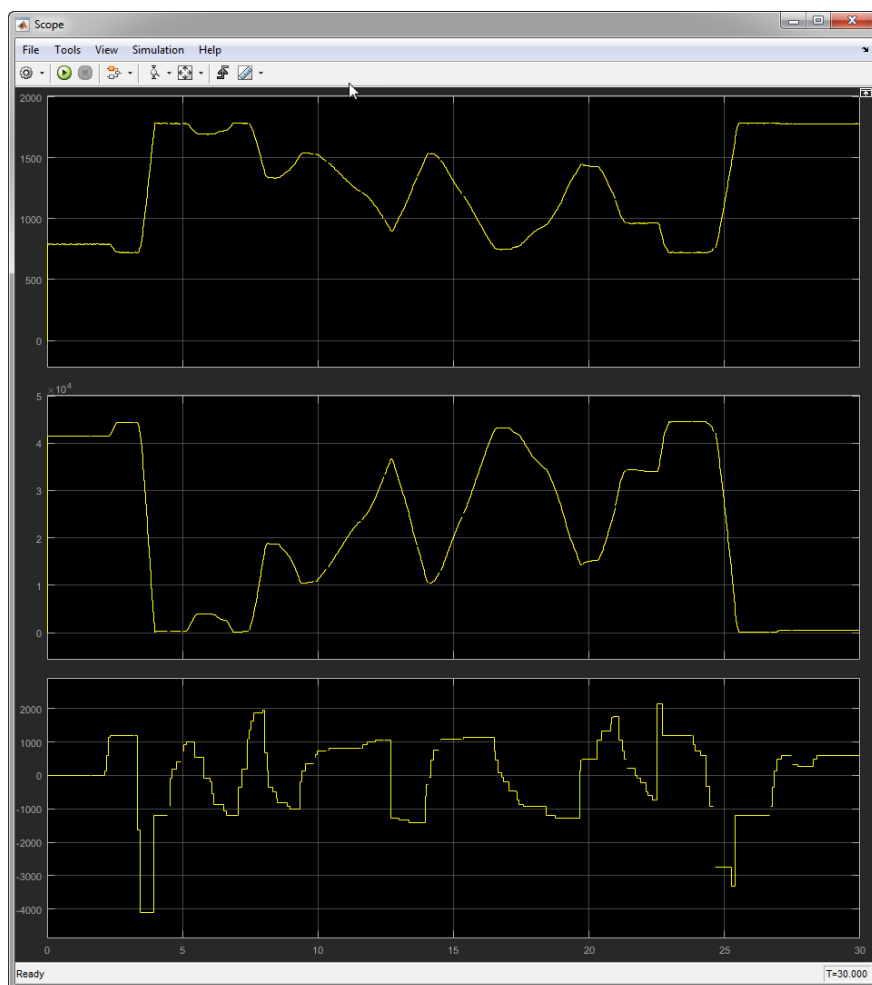
.....

آزمایش دوم – کالبراسیون دستگاه

۱. در ابتدا فایل PCS10_1_Monitor.slx را با استفاده از نرم افزار سیمولینک باز کنید. با توجه به راهنمای راه اندازی دستگاه پورت سریال دستگاه را تنظیم کنید. با تغییر اسلایدر دستگاه را به حرکت در آورید. در صورتی که دستگاه به درستی کار کرد تصویر پلات دستگاه را در فضای زیر اضافه کنید.

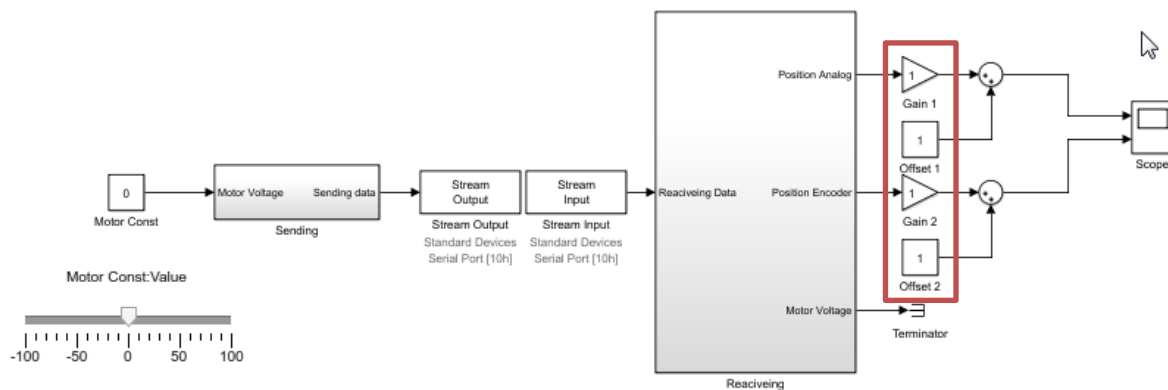


شکل ۲ اسلایدر



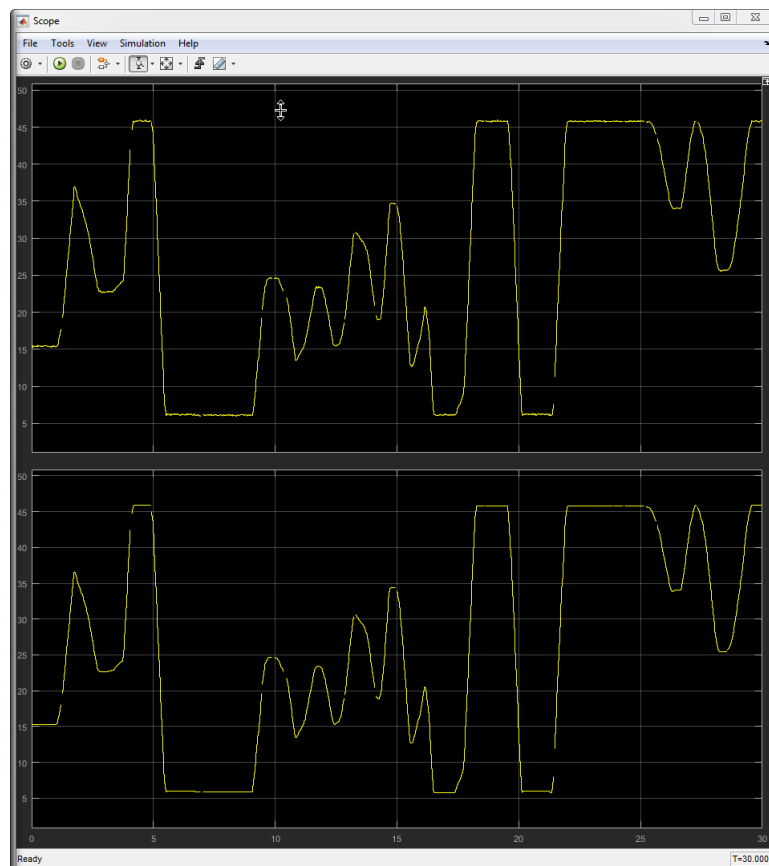
(۸)

۲. فایل PCS10_2_Calibration.slx را باز کرده و با استفاده از اطلاعات جدول ضرایب چندجمله‌ای آزمایش قبلی Gain 1, Gain 2, Offset1, Offset2 را تنظیم کنید.



شکل ۳ گین ها و آفست‌های قابل تنظیم

پس از تنظیم مقادیر مدل را اجرا کرده و دسته اسلایدر را جابه‌جا کنید. تصویر پلات را در زیر قرار دهید.



۳. در مدل قبلی تفاضل دو خروجی را گرفته و در یک اسکوپ دیگر نمایش دهید. با اجرای مدل و جابجا کردن مدل اسلاید پلاتی تهیه کنید و تصویر پلات را در زیر قرار دهید. توضیح دهید از این تفاضل چه نکاتی را درک می کنید.

.....

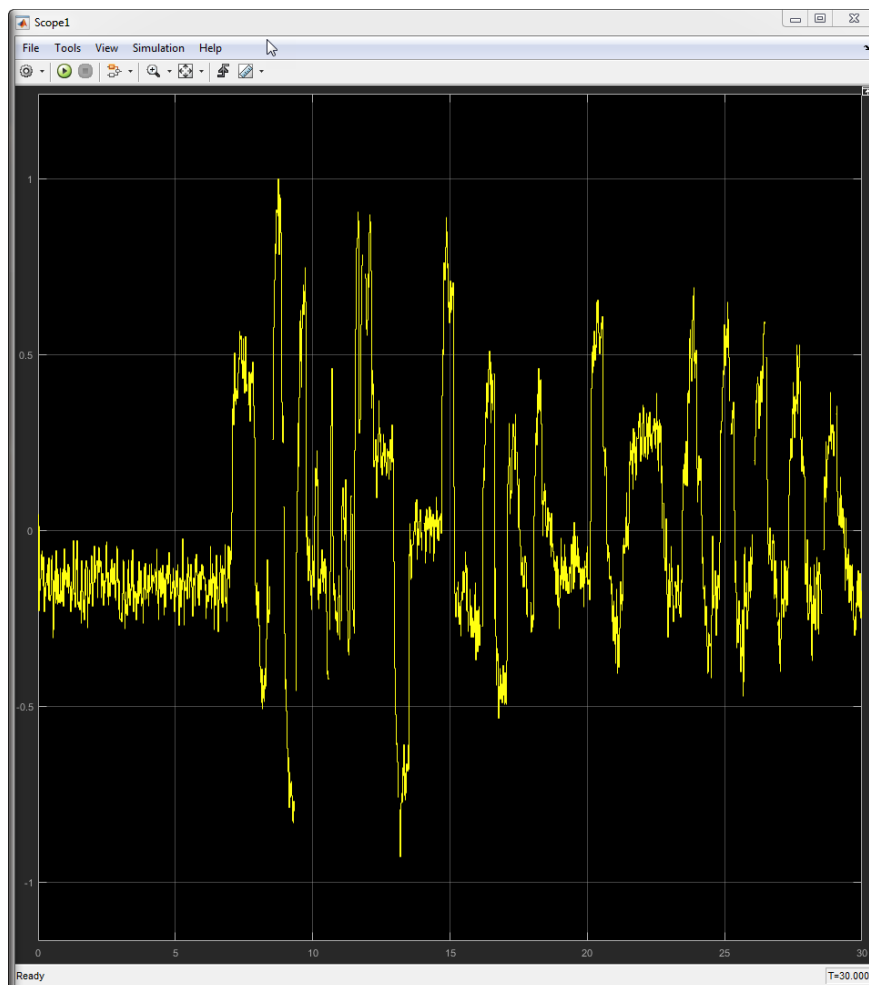
.....

.....

.....

.....

.....



آزمایش سوم – کنترل دستگاه

۱. مدل معادل حدودی دستگاه حدودی به شکل زیر است.

$$\frac{939.1 s + 2.372}{s^3 + 1906 s^2 + 153.7 s}$$

مدل فوق را درون نرم افزار سیمولینک ساخته و با استفاده از کنترل کننده P و PI سیستم را کنترل کنید. نتایج کنترل را در زیر بیاورید. در اینجا مطلوب زمان نشست کمتر ۲ ثانیه است. ضرایب کنترل کننده را در جدول زیر بیاورید.

ضریب	ضریب P	ضریب I
کنترل کننده P		
کنترل کننده PI		

۲. کنترل کننده های طراحی شده را بر روی دستگاه پیاده سازی کرده و پلات نتایج را در زیر اضافه کنید. قبل از شبیه سازی به صورت دستی کالسکه را در اول مسیر قرار دهید و مقدار مطلوب (SetPoint) را ۱۵ سانتیمتری در نظر بگیرید.

۳. سیستم واقعی به علت وجود چندین عدم قطعیت و غیرخطی گری مانند ناحیه مرده موتور و لقی سیستم های تبدیل انرژی نمی تواند مانند مدل کنترل شود. سعی کنید با تغییر ضرایب به بهترین نتایج ممکن برسید. نتایج به دست آمده را در زیر اضافه کنید و ضرایب کنترل کننده PID در جدول زیر بنویسید.

ضریب	ضریب P	ضریب I	ضریب D
کنترل کننده PID			

۴. سعی کنید با تغییر استراتژی کنترل یا اضافه کردن المان های غیرخطی کیفیت کنترل را افزایش دهید. نتایج به دست آمده را توضیح دهید و پلات عملکرد را در ادامه بیاورید.

دستگاه کنترل موقعیت نامیک ابزاری آموزشی بر اساس سیستم‌های کنترل موقعیت صنعتی مانند ماشین‌های CNC، چاپ و بسته‌بندی است. در این دستگاه از یک موتور جریان مستقیم به عنوان محرکه سیستم استفاده شده است و از طریق یک حسگر آنالوگ، موقعیت نشانگر دستگاه اندازه‌گیری می‌شود. همچنین امکان تخمین موقعیت نشانگر از طریق حسگر انکودر موتور نیز فراهم شده است. این دستگاه در عمل یک سیستم سرو موقعیت است که کنترل آن از طریق نرم‌افزار یا کنترل‌کننده خارجی مثل PLC انجام خواهد گرفت.