

به نام خدا



دانشگاه تهران

پردیس دانشکده‌های فنی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

## آزمایشگاه سیستم‌های کنترل خطی

### گزارشکار آزمایش شماره ۵

محیا شهشهانی -- شیرین جمشیدی

۸۱۰۱۹۹۵۷۰ -- ۸۱۰۱۹۹۵۹۸

گروه ۵

اردیبهشت ماه ۱۴۰۲

## فهرست

عنوان	شماره صفحه
چکیده	۳
بخش ۲-۳	۴
بخش ۳-۳	۵
بخش ۳-۴	۷
بخش ۴-۳	۱۰
بخش ۴-۴	۱۵
روند اجرای برنامه	۱۶

## چکیده

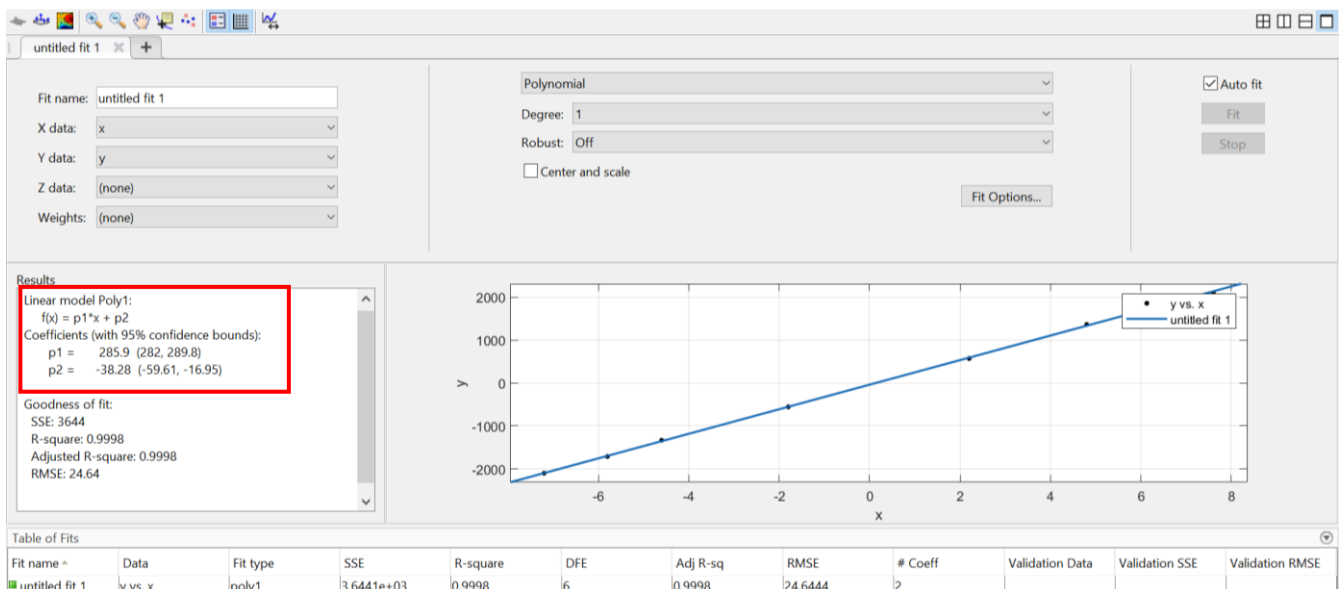
در جلسات قبل به مدلسازی و شناسایی تابع تبدیل موتور DC در حالت کنترل آرمیچر پرداختیم. مطابق با مراحل کنترل سیستم، در ادامه به تحلیل سیستم در حضور کنترل کننده های مختلف و پیاده سازی عملی این کنترلکننده ها خواهیم پرداخت. در این آزمایش هدف ارائه بررسی اثر محل صفر و قطب کنترل کننده های پسفاز مختلف در کنترل سرعت موتور و مقایسه عملکرد این کنترل کننده با کنترل کننده های تناسبی و تناسبی - انتگرالگیر است.

## بخش (۱) شناسایی حسگر سرعت

$$speed = a * V_{out} + b$$

جدول (۱): مقدار خروجی حسگر سرعت موتور DC

8	7	6	4	-4	-6	-7	-8	Vin
7.6	6.2	4.8	2.2	-1.8	-4.6	-5.8	-7.2	Vout
2100	1760	1362	571	-556	-1333	-1710	-2100	Speed



$$speed = 285.9 * V_{out} - 38.28$$

## بخش دوم) کنترل سرعت سروموتور

جدول (۲): نحوه اثرگذاری کنترل کننده‌های مختلف بر تنظیم سرعت سروموتور DC

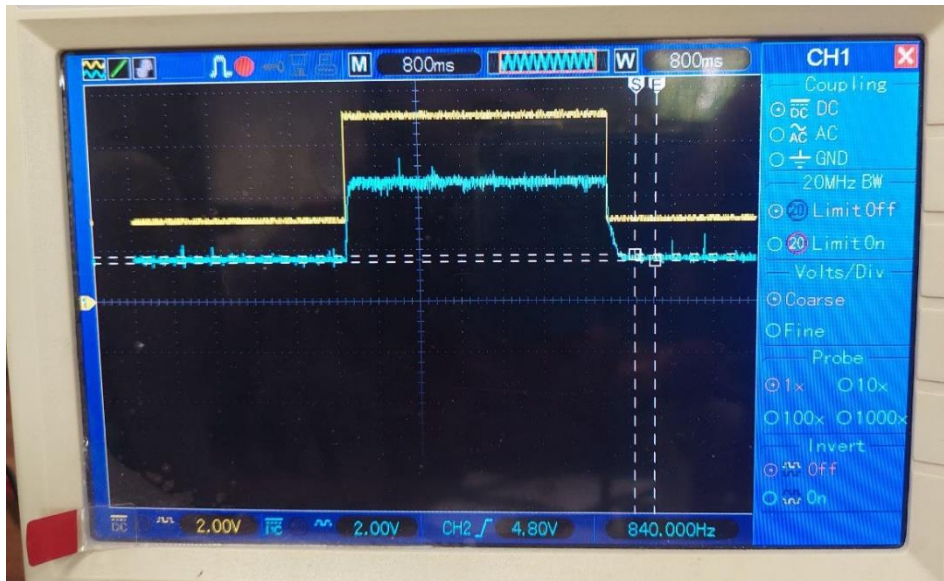
جبران ساز	شکل موج سیگنال ورودی و خروجی	شکل موج سیگنال خطا و کنترل	خطای حالت ماندگار	زمان خیز خروجی	درصد فراجش سیگنال کنترل
حلقه باز			$-5.6+4=-1.8$	380 ms	
$K_p = 2.5$			$4-2.96=1.04$	80 ms	176%
$K_p = 4.5$			$4-3.4=0.6$	140 ms	107%
$\frac{s+2.2}{s+1}$			$4-3=1$	240 ms	109%
$\frac{s+4.7}{s+1}$			$4-3.2=0.8$	220 ms	43%
$1+\frac{2.2}{s}$			0	340 ms	68.75%
$1+\frac{4.7}{s}$			0	350 ms	53%

حلقه باز



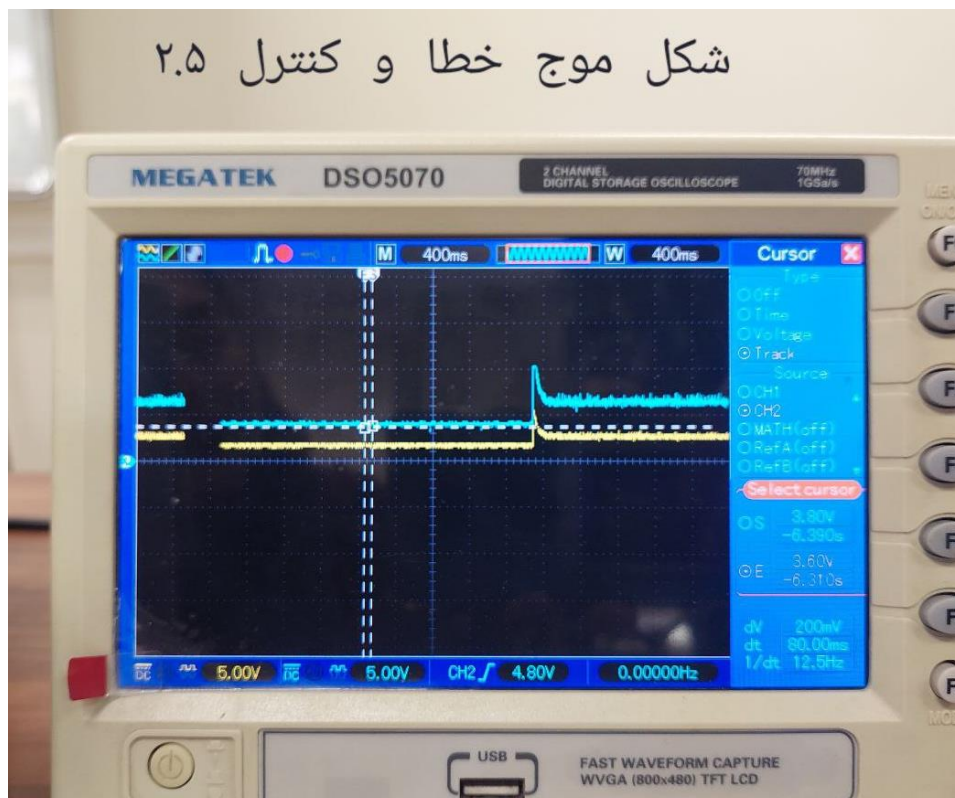
تصویر ۱-۱

$$K_p = 2.5$$



تصویر ۱-۲

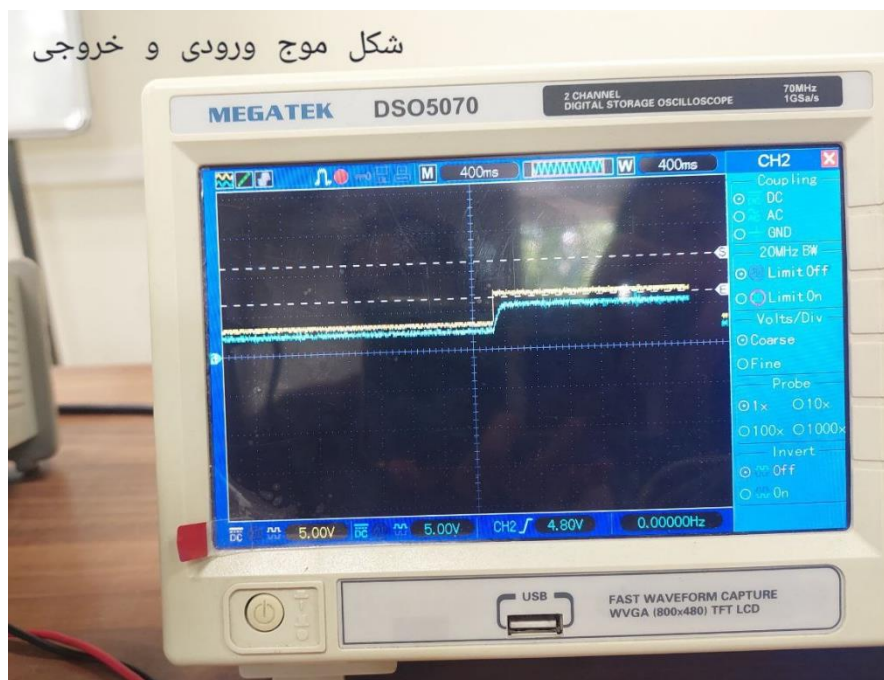
شکل موج خطا و کنترل ۲.۵



تصویر ۱-۳

$$K_p = 4.5$$

شکل موج ورودی و خروجی



تصویر ۱-۴

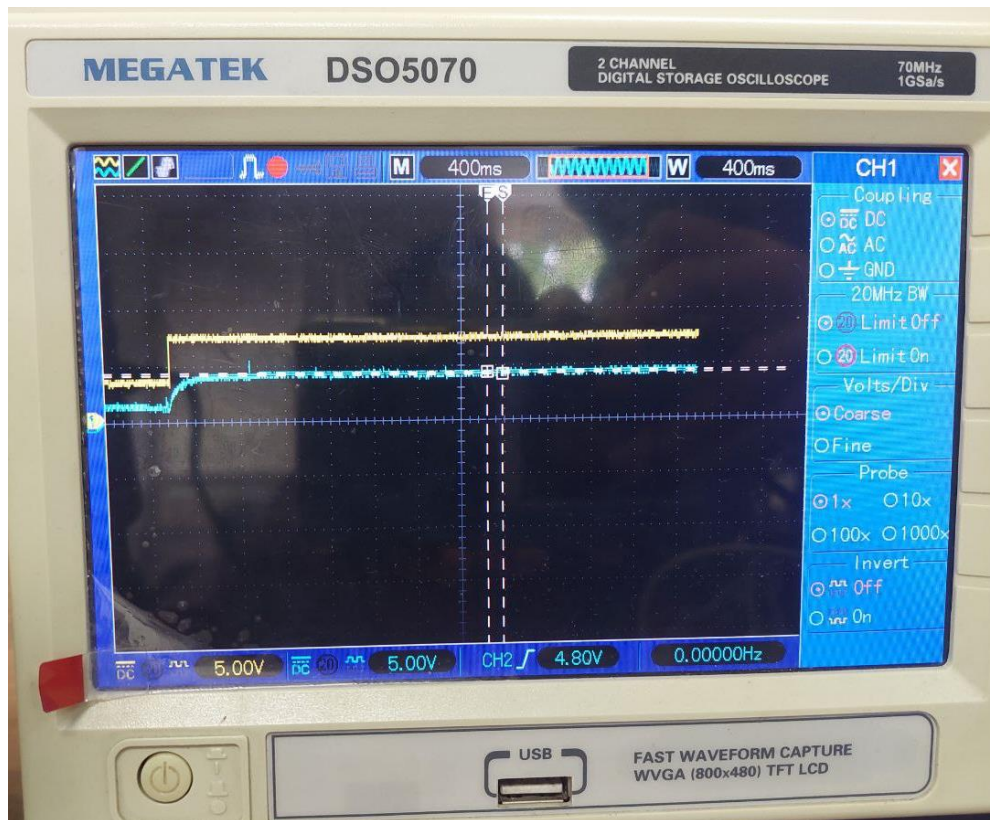
شکل موج ۴.۵ درصد فراجهش



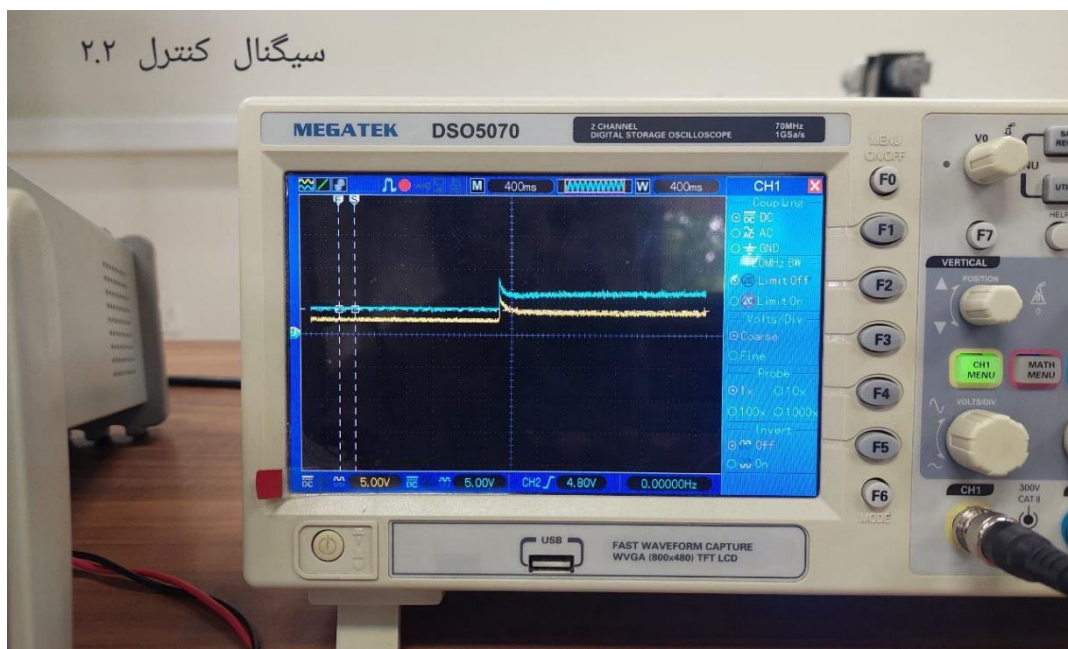
تصویر ۱-۵



$$K_p = \frac{s+2.2}{s+1}$$



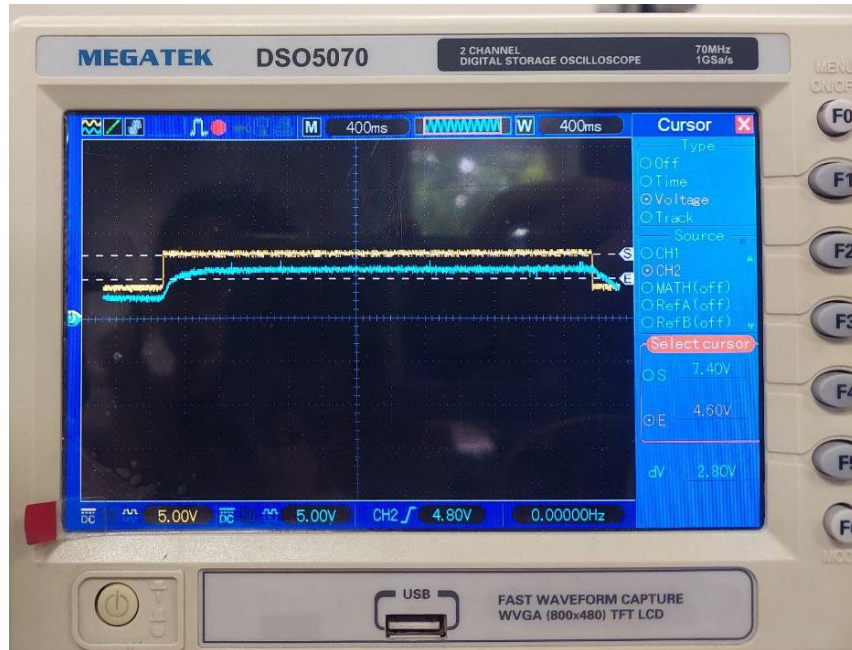
تصویر ۱-۶



تصویر ۱-۷



$$K_p = \frac{s+4.7}{s+1}$$

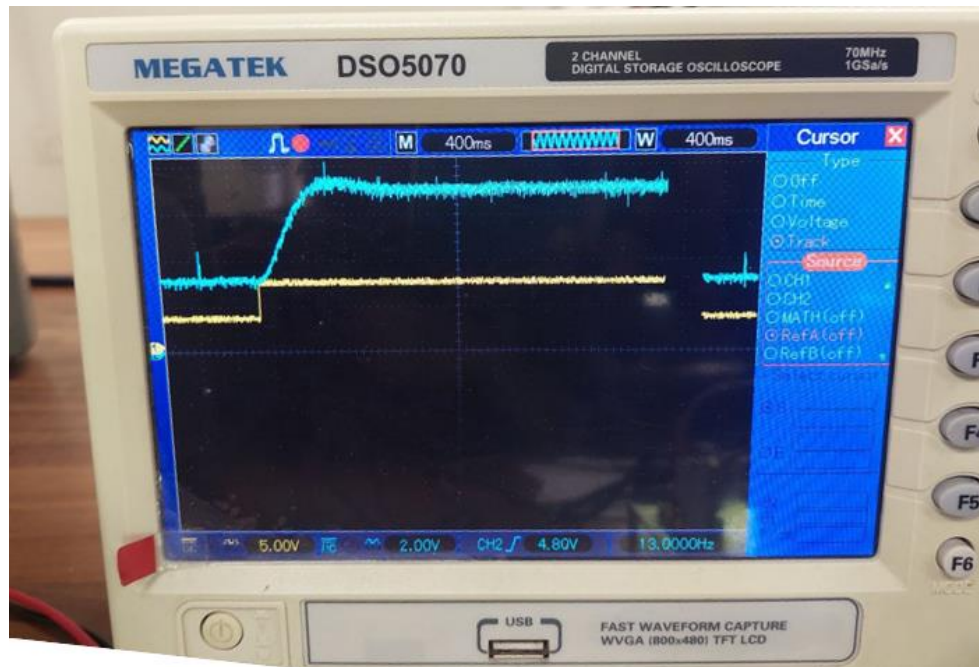


تصویر ۱-۸

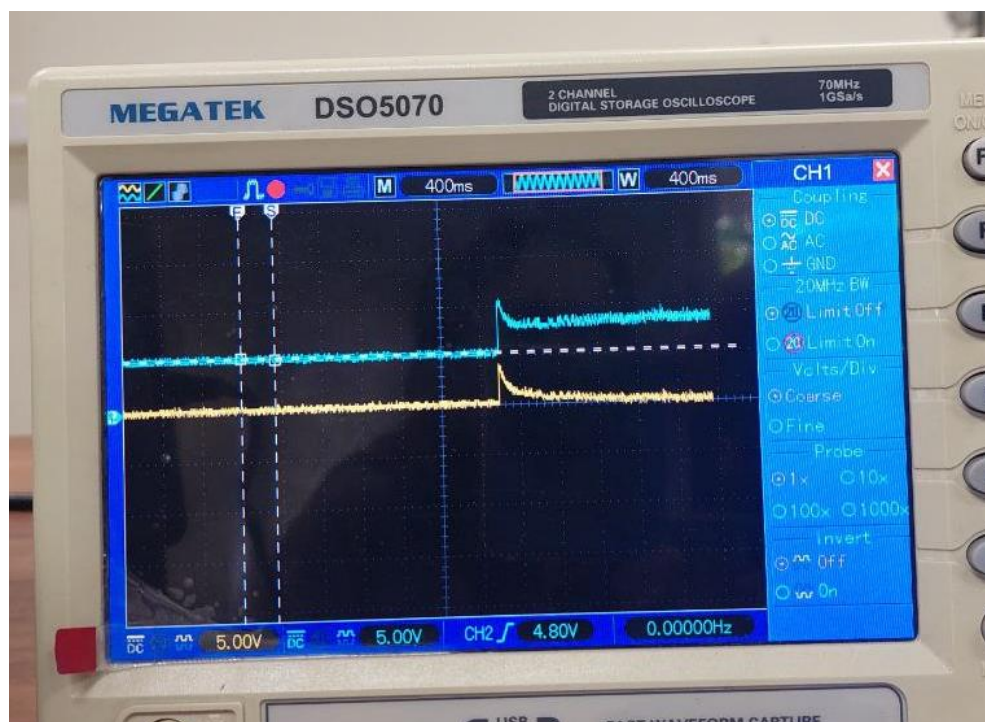


تصویر ۱-۹

$$K_p = 1 + \frac{2.2}{s}$$



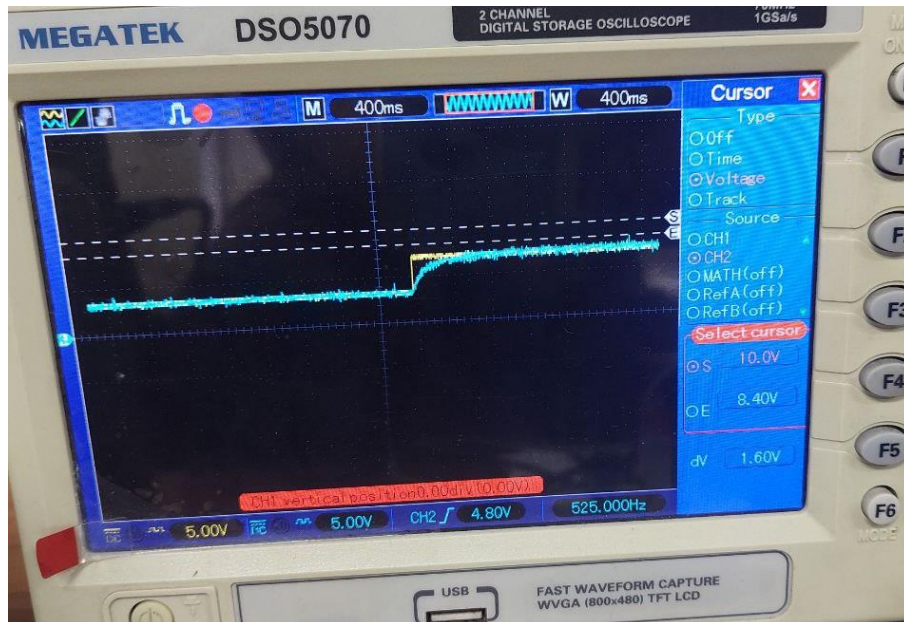
تصویر ۱-۱۰



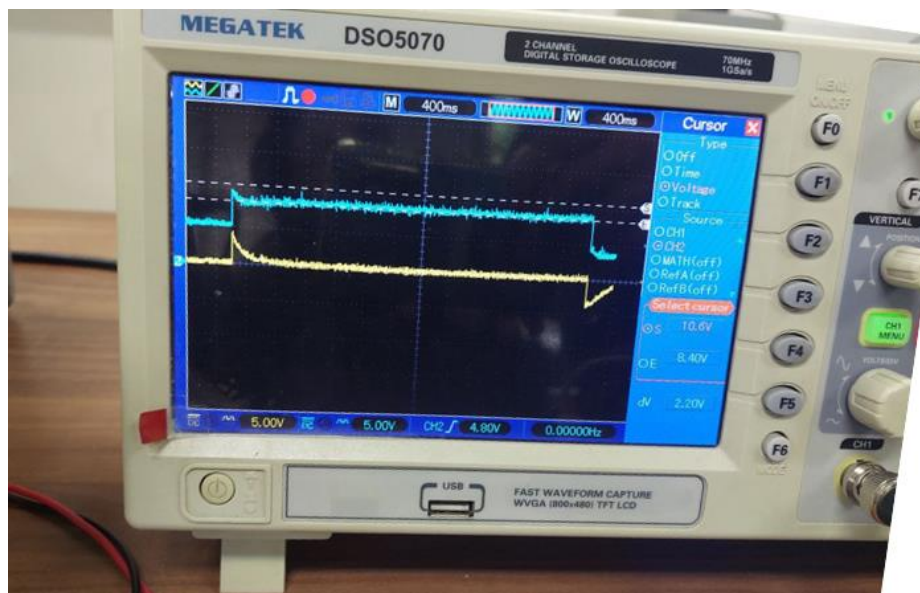
تصویر ۱-۱۱



$$K_p = 1 + \frac{4.7}{s}$$

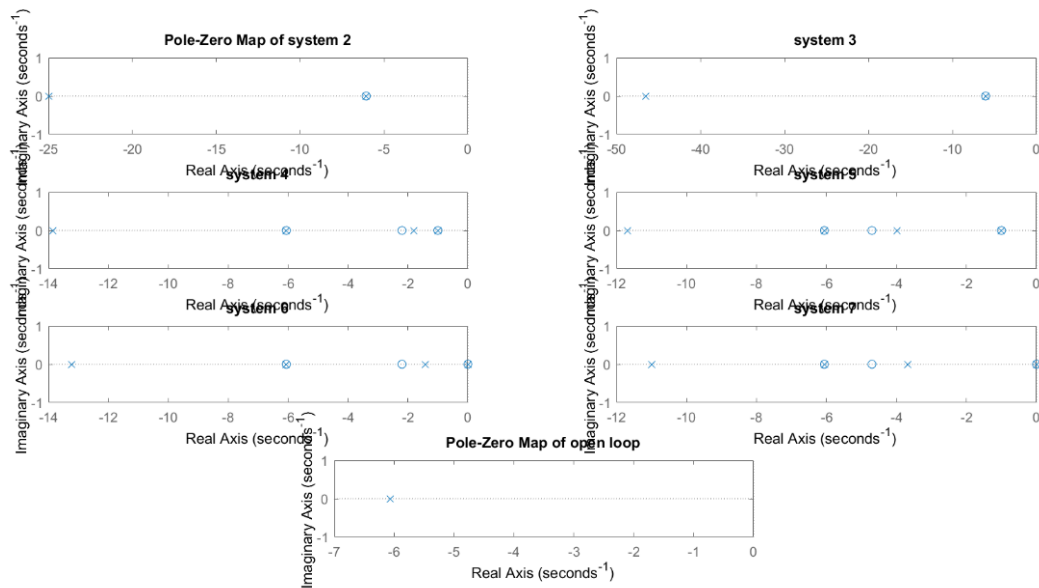


تصویر ۱-۱۲



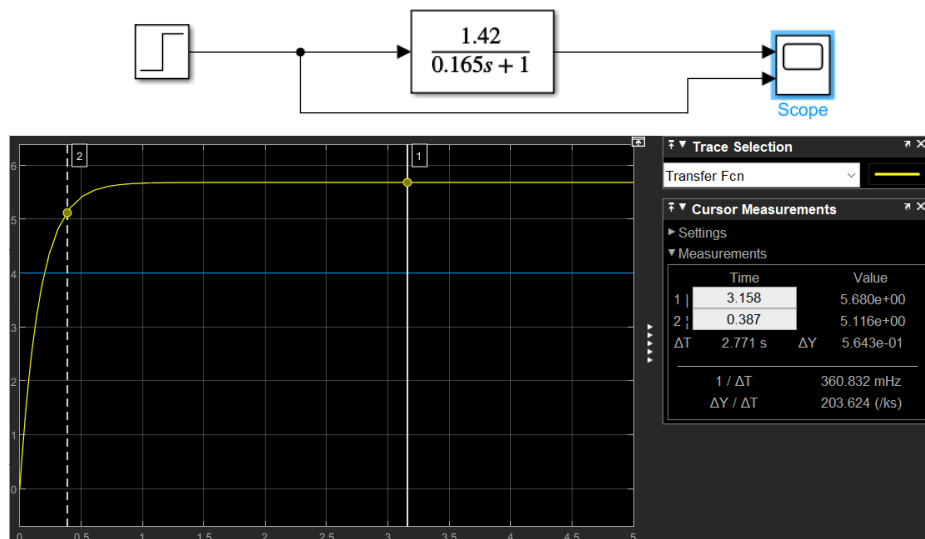
تصویر ۱-۱۳

محل قطب‌ها و صفرها:



تصویر ۲-۱

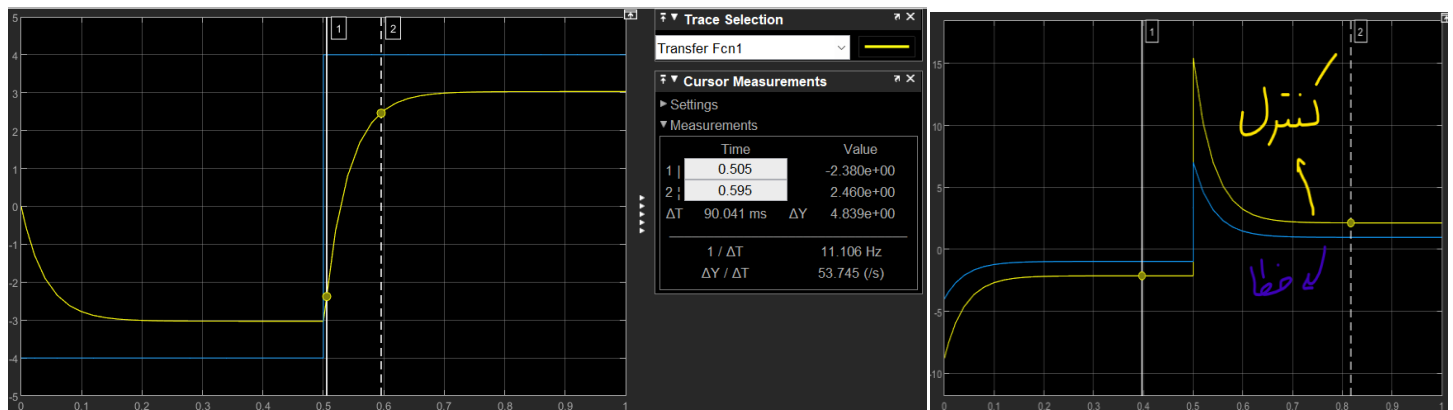
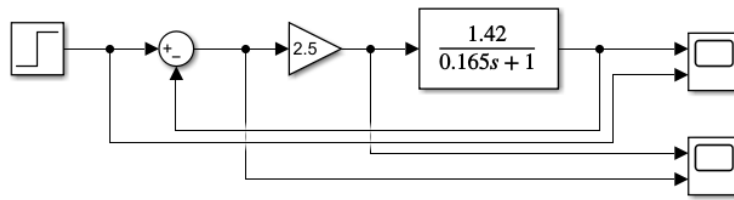
ابتدا با استفاده از نمودار صفر و قطب همه سیستم‌ها (برای همه جبران‌سازها) را بررسی می‌کنیم. تصویر بالا تمامی سیستم‌های حلقه باز و حلقه بسته را نشان می‌دهد.  
حلقه باز:



خطای حالت ماندگار:  $-1.68v = -4.568$

زمان خیز خروجی:  $0.387s$

$K_P=2.2$

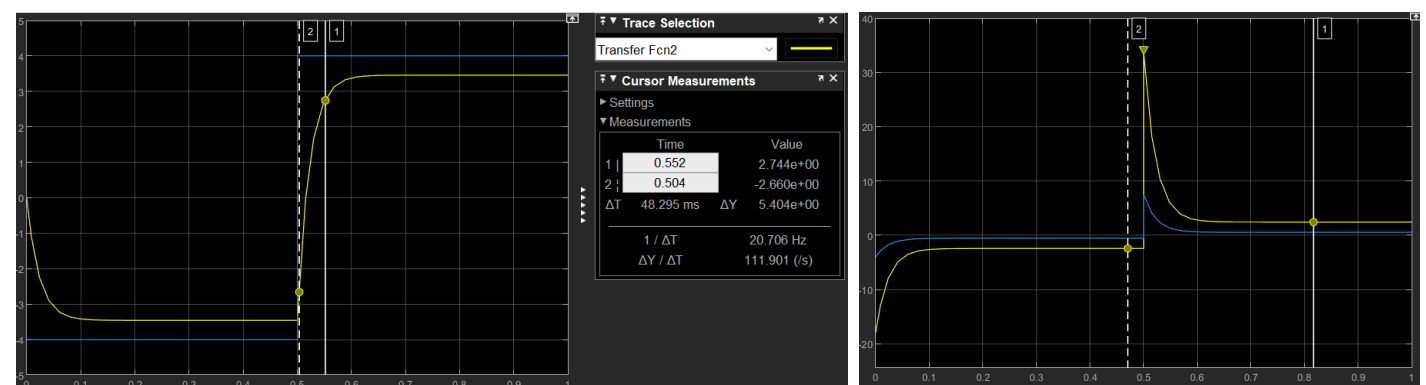
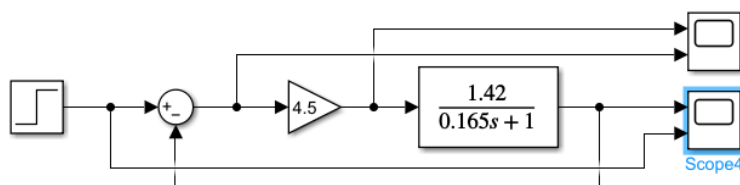


خطای حالت ماندگار:  $4-3.03=0.97v$

زمان خیز خروجی: 90ms

درصد فراجهش: 307%

$K_P=4.5$

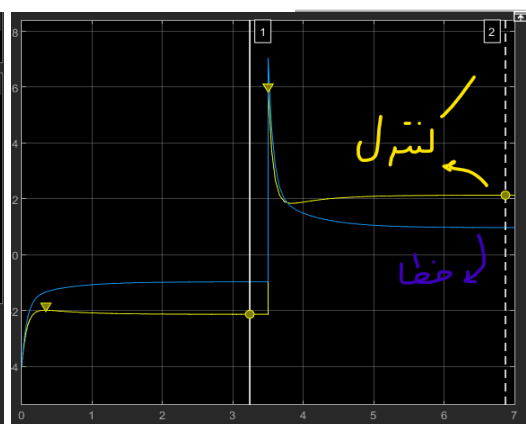
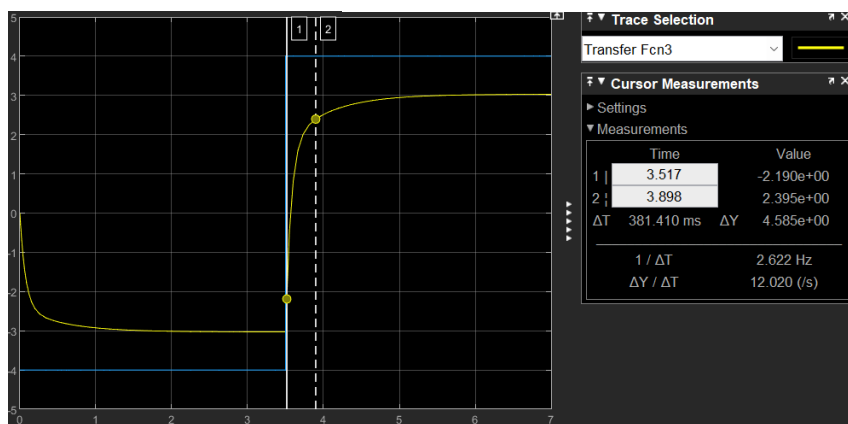
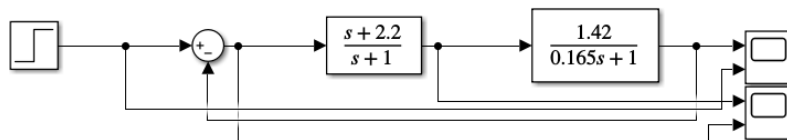


خطای حالت ماندگار:  $4-3.47=0.53v$

زمان خیز خروجی: 48ms

درصد فراجهش: 642.8%

$$K_p = \frac{s+2.2}{s+1}$$

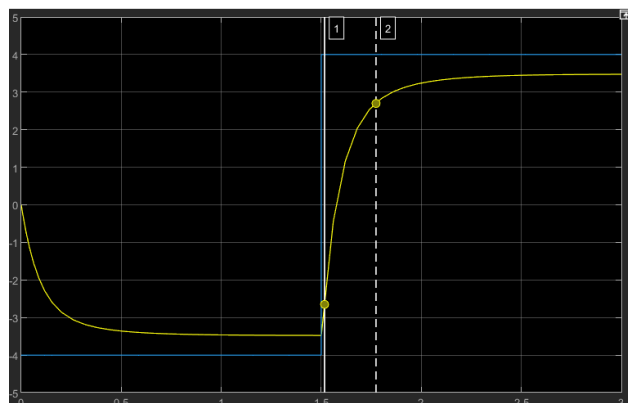
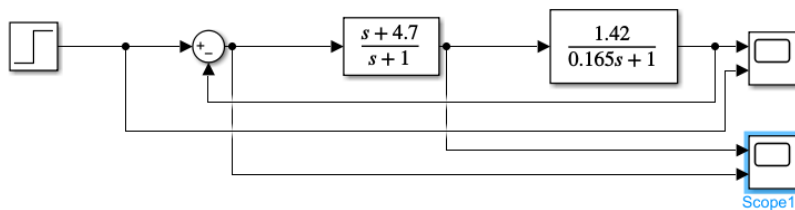


خطای حالت ماندگار: 4-3=1v

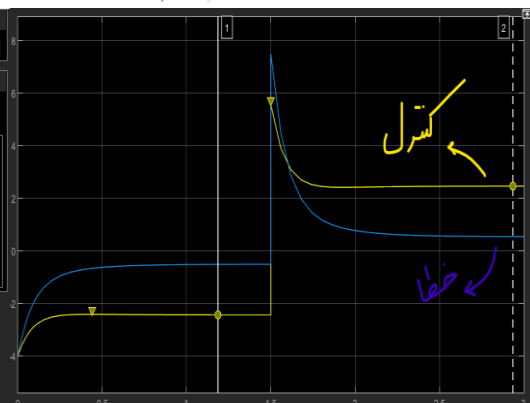
زمان خیز خروجی: 381ms

درصد فراجهش: 113.9%

$$K_p = \frac{s+4.7}{s+1}$$



Trace Selection	
Transfer Fcn4	
Cursor Measurements	
Settings	
Measurements	
Time	Value
1   1.516	-2.651e+00
2   1.773	2.699e+00
$\Delta T$	257.143 ms
$\Delta Y$	5.350e+00
$1 / \Delta T$	3.889 Hz
$\Delta Y / \Delta T$	20.804 (/s)



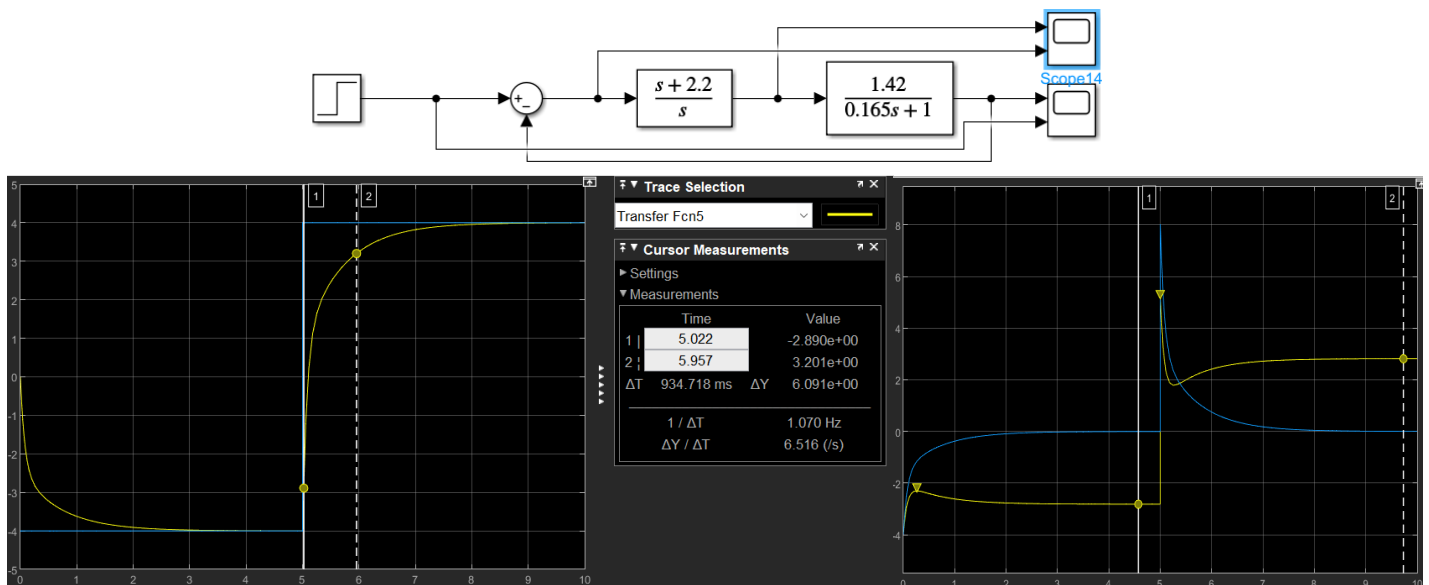
خطای حالت ماندگار: 4-3.47=0.53v



زمان خیز خروجی: 257ms

درصد فراجهبش: 63.4%

$$:K_p = \frac{s+2.2}{s}$$

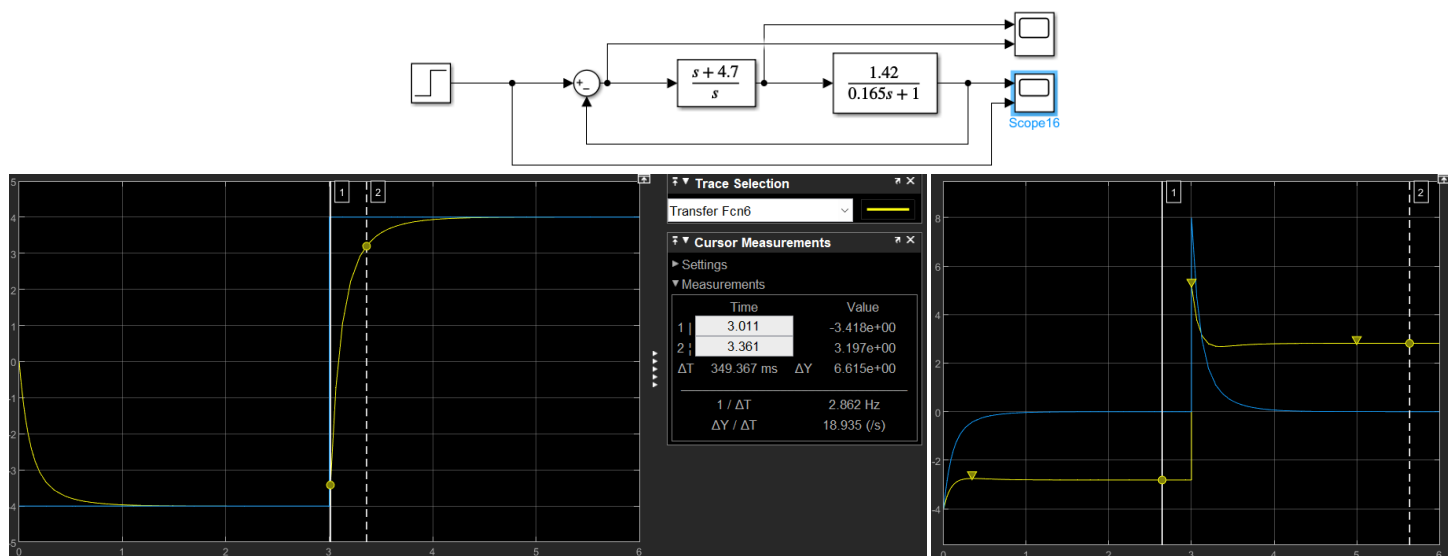


خطای حالت ماندگار: 4-3.997=0v

زمان خیز خروجی: 934ms

درصد فراجهبش: 42.3%

$$:K_p = \frac{s+4.7}{s}$$



خطای حالت ماندگار: 4-4=0v

زمان خیز خروجی: 349ms

درصد فراجش: 42.3%

در کنترلرهای اولی، میزان اورشوت بدست آمده از سیمولینک بسیار بزرگتر از اورشوت مقدار اندازه گیری در آزمایشگاه میباشد. این تفاوت بعلت مقاومت‌های ناخواسته‌ی سیم‌ها و عدم ایده‌ال‌های مدار میباشد که هرچند کم، موجب کاهش اورشوت میشوند. همچنین اورشوت‌ها در لحظه‌ی بسیار کوتاهی اتفاق می‌افتند که اسیلوسکوپ احتمالاً قادر به نشان دادن آن نیست. نکته دیگر هم اینکه ما برای موتور، تابع تبدیل مرتبه یک تقریب زدیم ولی در واقعیت اینطور نیست و ممکنه دو یا چند تا قطب داشته باشد و همین نکته، محل اختلاف اندازه‌گیری‌های عملی و شبیه‌سازی باشد.

اورشوت لبه‌های پایین‌رونده از اورشوت لبه‌های بالارونده‌ی ورودی، بیشتر میباشد.

همچنین مشاهده میشود که هرچه قطب‌های سیستم از ۰ دورتر میشود سیستم سریع تر عمل کرده. این حقیقت را از پارامتر زمان خیز میتوان نتیجه گیری کرد.

## روند اجرای آزمایش

- برای رسم نمودار صفرها و قطب‌ها از poles.m استفاده کردیم.
- برای شبیه‌سازی داده‌های عملی بخش دو، از فایل S2.slx پیوست شده استفاده کردیم.