

به نام خدا

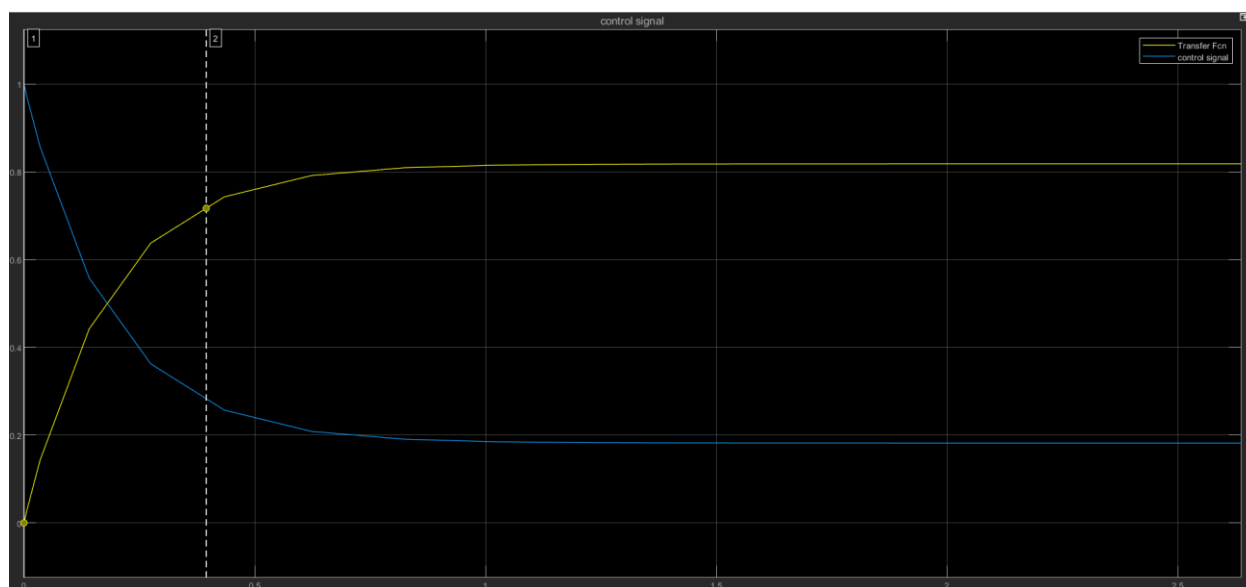
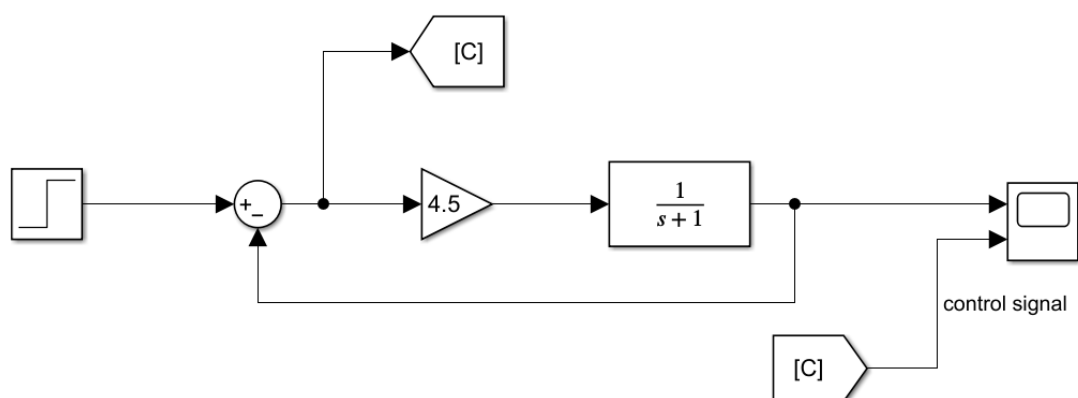
گزارش آزمایش های شماره 5 آزمایشگاه کنترل دیجیتال

علیرضا امیری

شماره دانشجویی: 982151028

### بخش اول: تناسبی در سیستم مرتبه اول

هدف از این آزمایش بررسی اثر اضافه شدن بهره به یک تابع تبدیل نوعی مانند  $G(s) = \frac{1}{s+1}$  است، به گونه ای که ثابت زمانی آن کمتر از 0.4 ثانیه باشد. در رابطه ی  $\tau s + 1$ ، مقدار 4.5 را برای  $k$  در نظر گرفته و پاسخ پله ی حلقه بسته ی آن را رسم می کنیم.



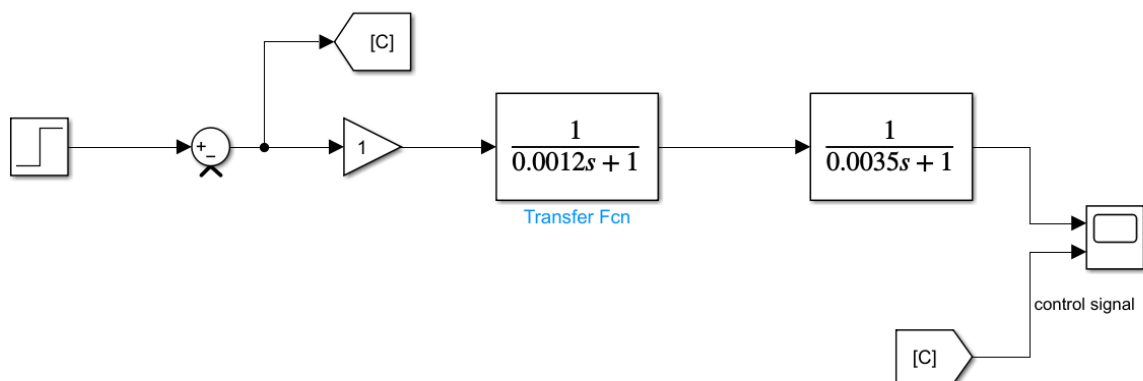
Bilevel Measurements	
Settings	
Transitions	
High	8.141e-01
Low	4.091e-03
Amplitude	8.100e-01
+ Edges	1
+ Rise Time	398.703 ms
+ Slew Rate	1.625 (/s)
- Edges	0
- Fall Time	--
- Slew Rate	--
Overshoots / Undershoots	
Cycles	

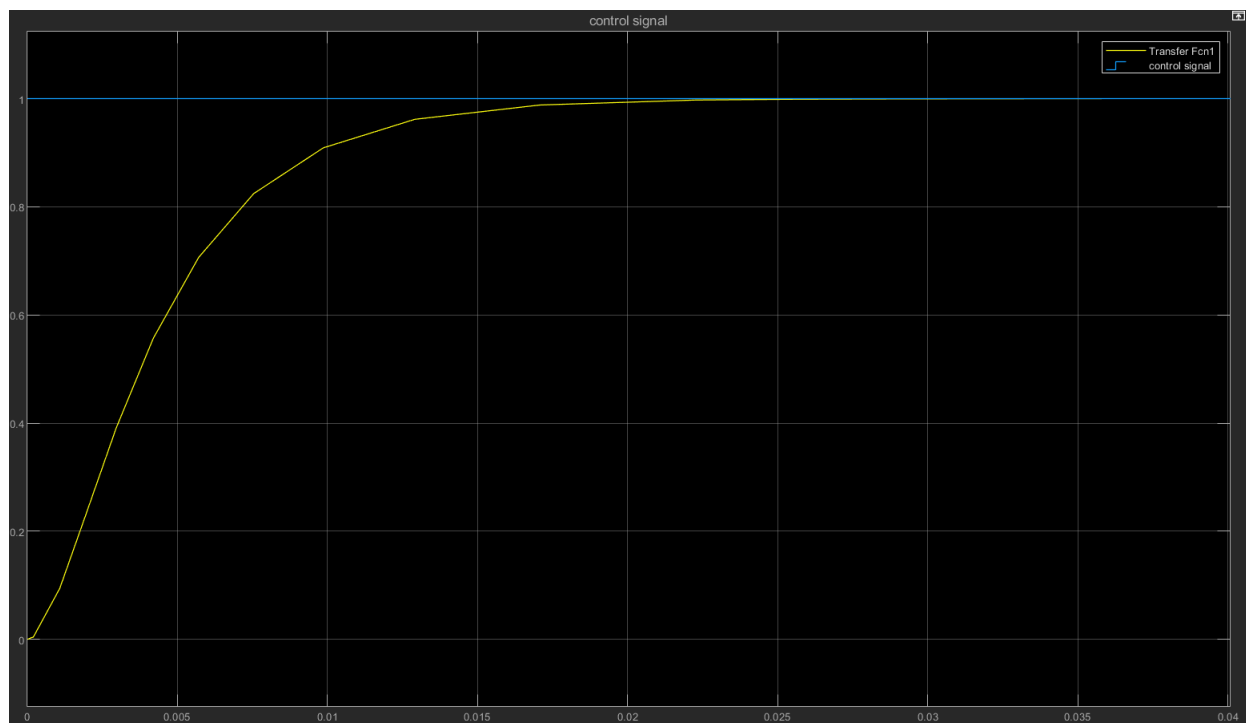
همانطور که مشاهده می شود، به ازای  $k = 4.5$  زمان خیزش نزدیک به 0.4 ثانیه می شود اما مقدار ماندگار برابر 0.814 بوده و به اندازه ی 1.86 خطای حالت ماندگار خواهیم داشت.

### بخش دوم: تناسبی در سیستم مرتبه دوم

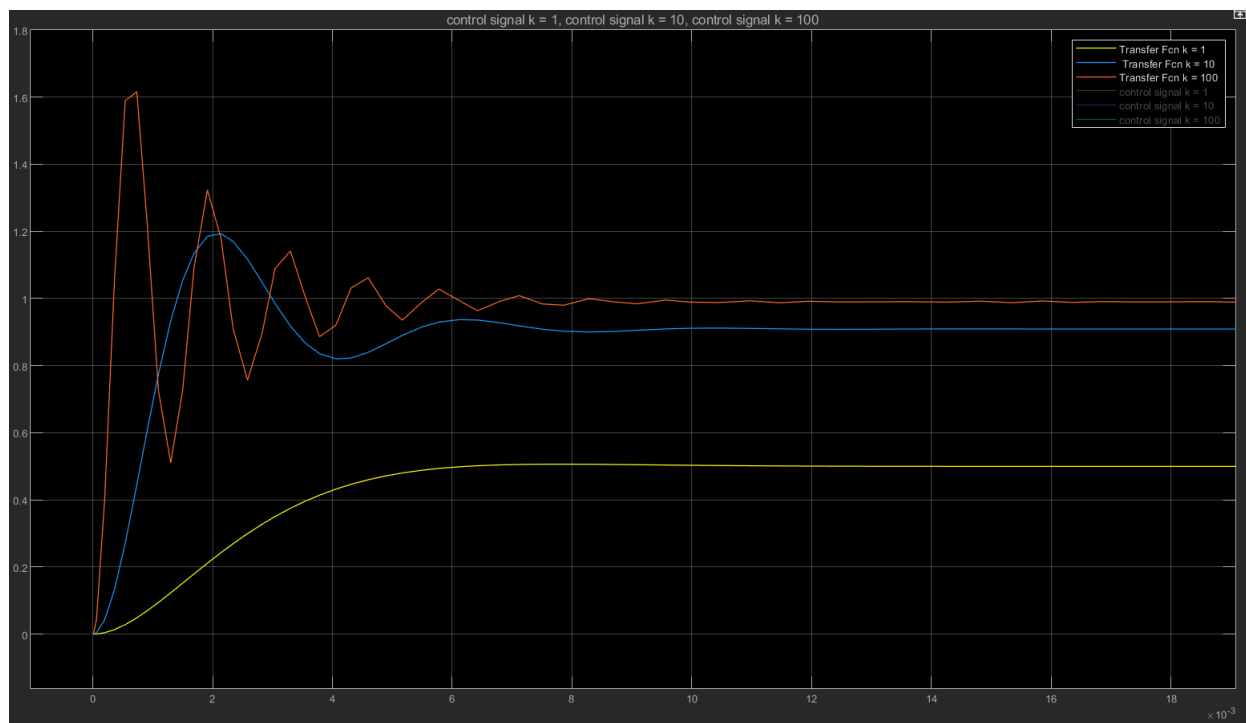
در این قسمت، برای تابع تبدیل  $G(s) = \frac{1}{(0.0012s+1)(0.0035s+1)}$  یک کنترل کننده ی تناسبی با بهره های 1 و 10 و 100 طراحی می کنیم.

ابتدا پاسخ پله ی حلقه باز سیستم را بررسی می کنیم.





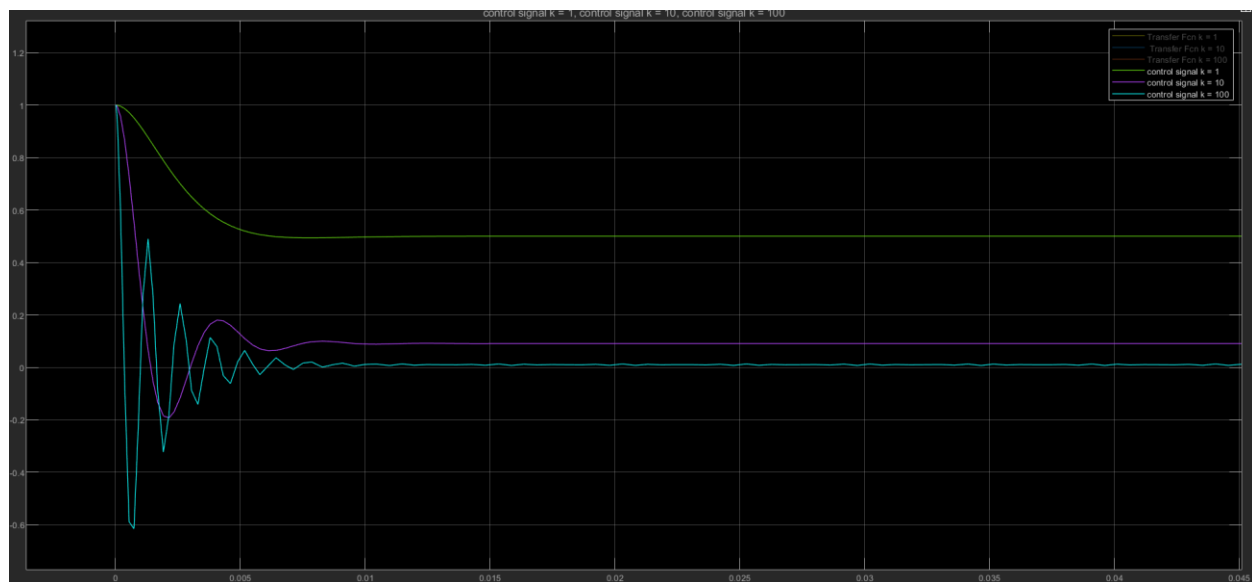
حال سیستم حلقه بسته را به ازای بهره های مختلف به دست می آوریم.



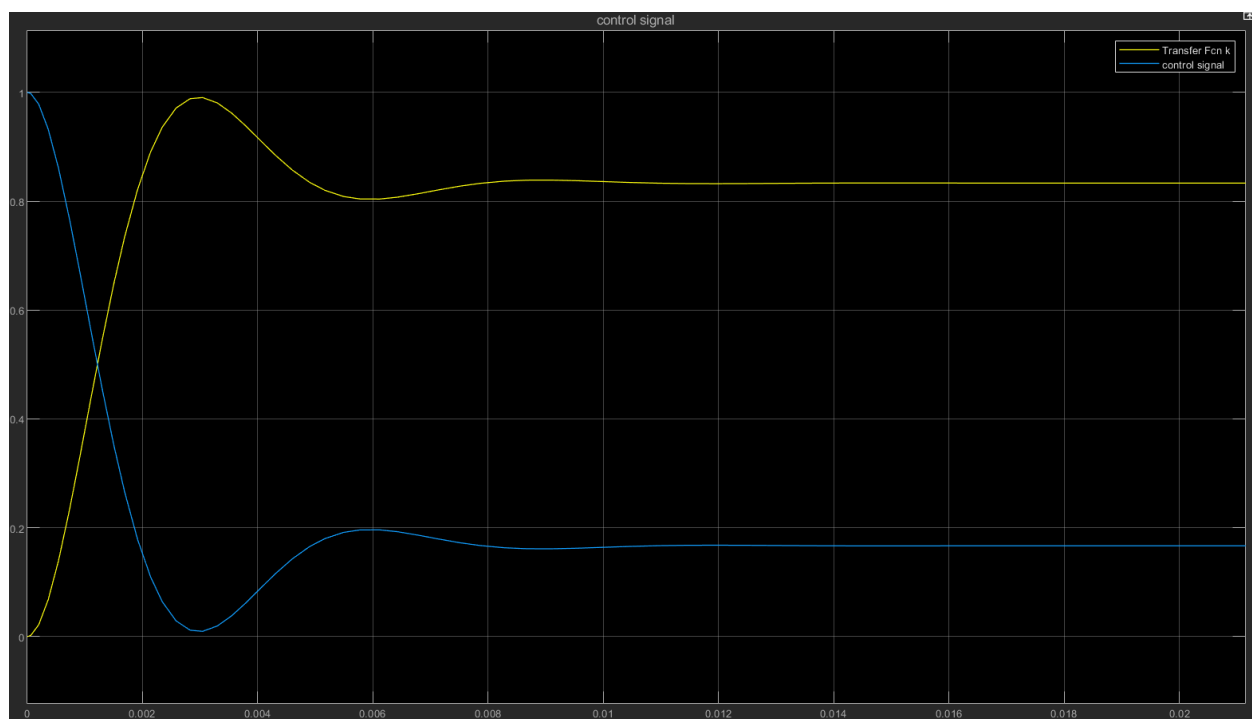
Trace Selection	Trace Selection	Trace Selection
Transfer Fcn k = 100	Transfer Fcn k = 10	Transfer Fcn k = 1
Signal Statistics	Signal Statistics	Signal Statistics
Value	Value	Value
Time	Time	Time
Max	Max	Max
Min	Min	Min
Peak to Peak	Peak to Peak	Peak to Peak
Mean	Mean	Mean
Median	Median	Median
RMS	RMS	RMS
Bilevel Measurements	Bilevel Measurements	Bilevel Measurements
Settings	Settings	Settings
Transitions	Transitions	Transitions
High	High	High
Low	Low	Low
Amplitude	Amplitude	Amplitude
+ Edges	+ Edges	+ Edges
+ Rise Time	+ Rise Time	+ Rise Time
+ Slew Rate	+ Slew Rate	+ Slew Rate
- Edges	- Edges	- Edges
- Fall Time	- Fall Time	- Fall Time
- Slew Rate	- Slew Rate	- Slew Rate
Overshoots / Undershoots	Overshoots / Undershoots	Overshoots / Undershoots
+ Preshoot	+ Preshoot	+ Preshoot
+ Overshoot	+ Overshoot	+ Overshoot
+ Undershoot	+ Undershoot	+ Undershoot
+ Settling Time	+ Settling Time	+ Settling Time
- Preshoot	- Preshoot	- Preshoot
- Overshoot	- Overshoot	- Overshoot
- Undershoot	- Undershoot	- Undershoot
- Settling Time	- Settling Time	- Settling Time

همان طور که مشاهده می شود، با افزایش مقدار  $k$  ثابت زمانی و خطای ماندگار کاهش می یابد اما مقدار فرایهش و زمان نشست افزایش می یابد.

در عکس زیر، سیگنال های کنترلی قابل مشاهده است.



حال برای طراحی کنترل کننده تناسبی با خطای ماندگار کمتر از 20% و اورشوت کمتر از 20%، بهره را تنظیم می کنیم. به ازای  $k = 5$  به نتیجه ی مطلوب می رسیم.



Trace Selection

Transfer Fcn k

Bilevel Measurements

Settings

Transitions

High	8.371e-01
Low	4.953e-03
Amplitude	8.321e-01
+ Edges	1
+ Rise Time	1.326 ms
+ Slew Rate	502.108 (/s)
- Edges	0
- Fall Time	--
- Slew Rate	--

Overshoots / Undershoots

+ Preshoot	0.595 %
+ Overshoot	18.452 %
+ Undershoot	3.955 %
+ Settling Time	6.042 ms
- Preshoot	--
- Overshoot	--
- Undershoot	--
- Settling Time	--

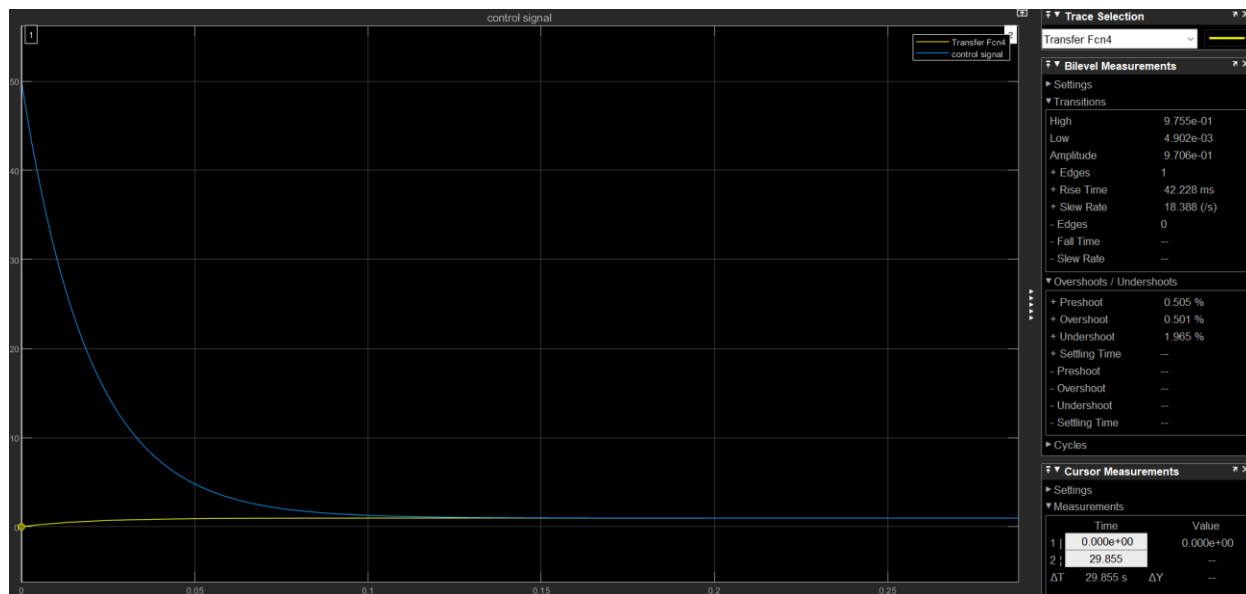
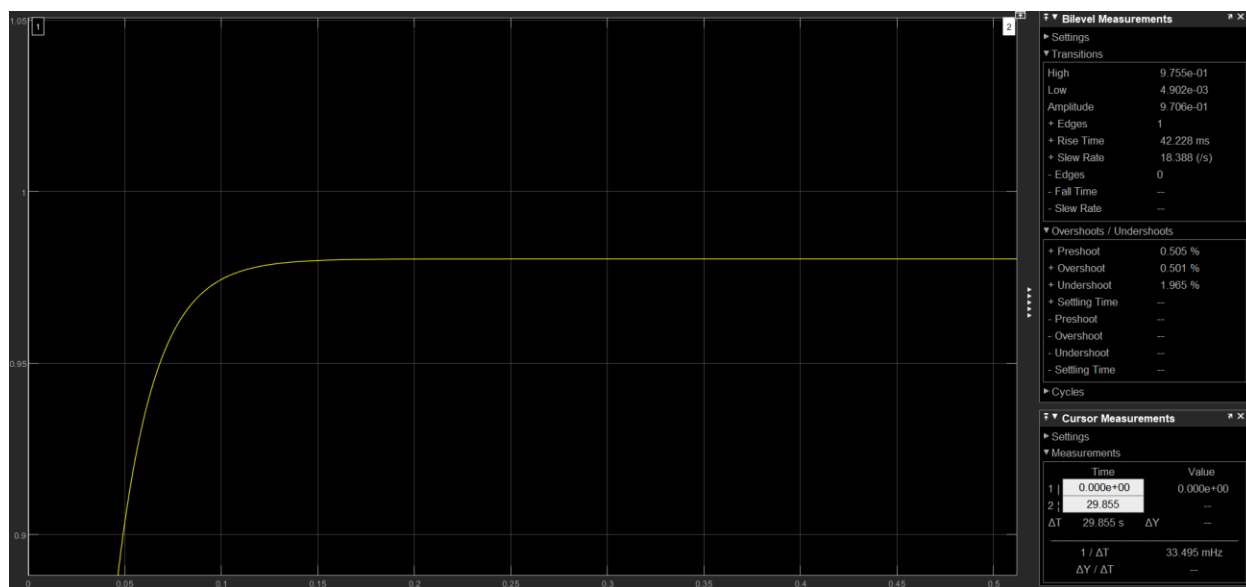
Cycles

## بخش سوم: PID در سیستم مرتبه اول

در این بخش برای سیستم  $G(s) = \frac{1}{s+1}$  یک کنترل کننده PID با شرایط زیر طراحی می کنیم.

$$E_{ss} < 2\%, t_s < 0.3s, P.O < 5\%$$

مشاهده می شود که این شرایط تنها با استفاده از کنترل کننده P با گین 50 حاصل می شود.





### بخش چهارم: PID در سیستم مرتبه دوم

حال برای یک سیستم  $G(s) = \frac{1}{s(s+1)}$  یک کنترل کننده ی PID طراحی می کنیم به طوری که شرایط زیر را برآورده سازد.

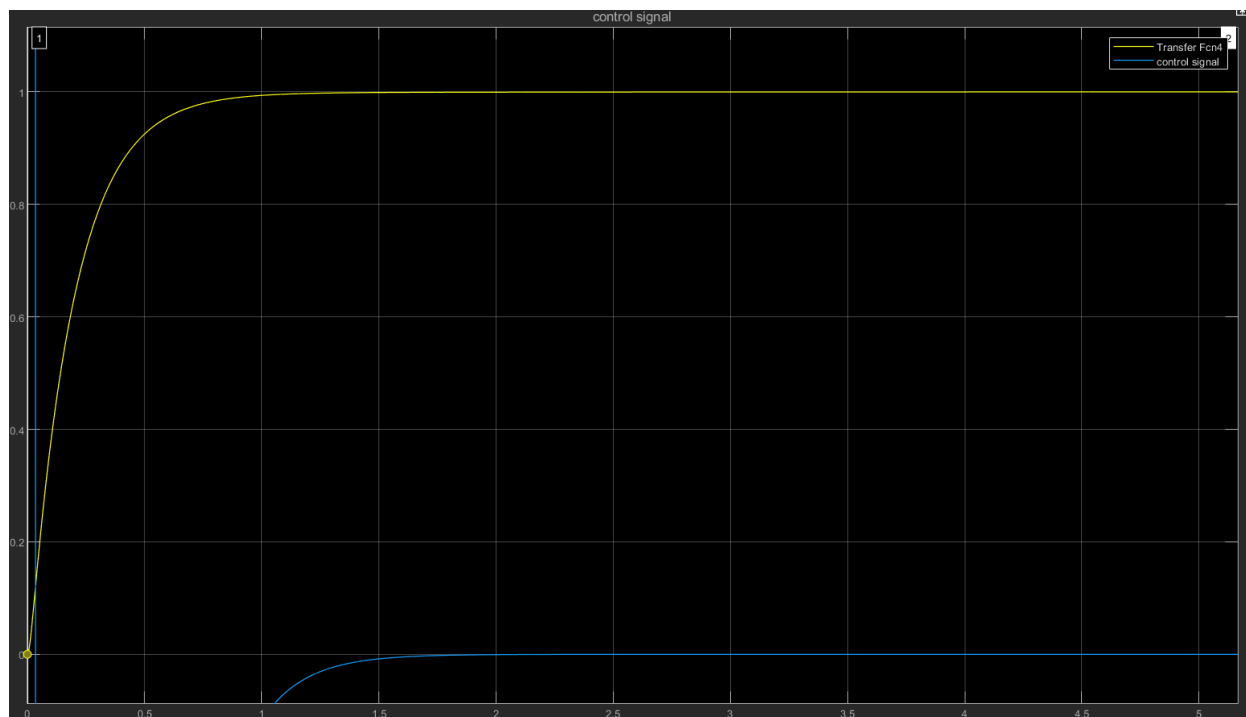
$$E_{ss} < 2\%, \quad t_s < 4s$$

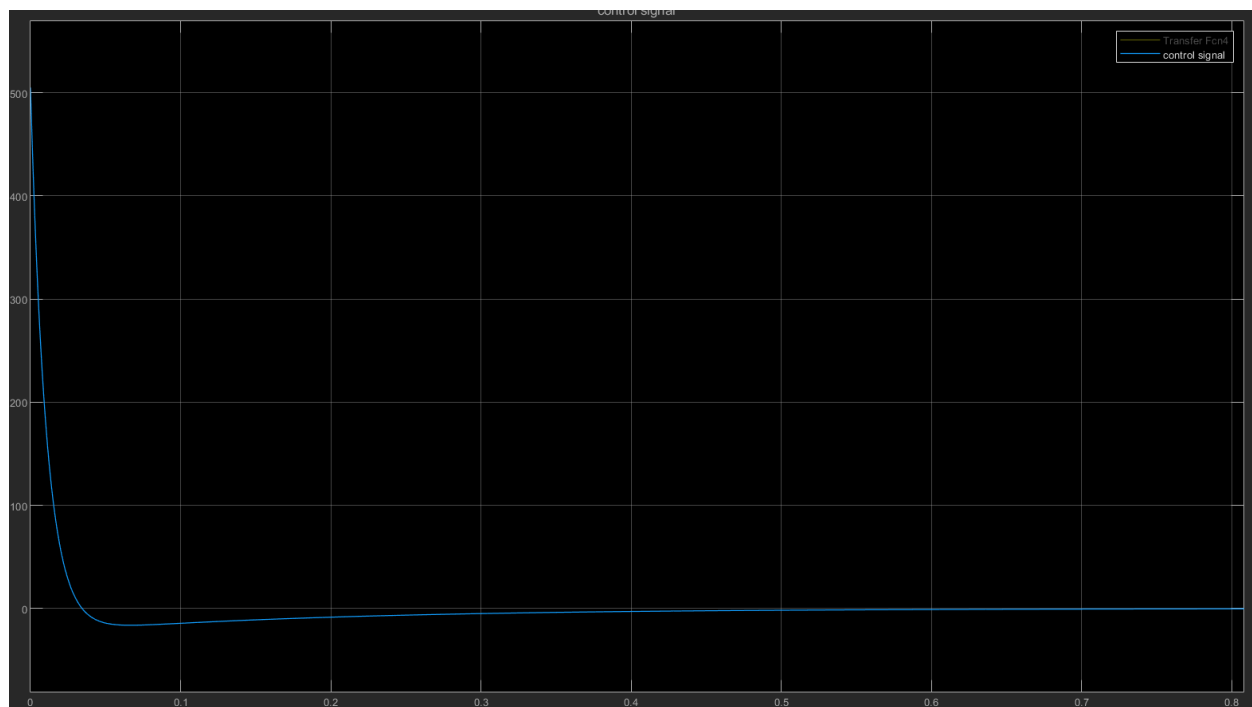
شرایط فوق با ضرائب زیر حاصل می شوند. در این حالت میزان فرایهش برابر 0.4% است.

Proportional (P): 5

Integral (I): 0

Derivative (D): 5

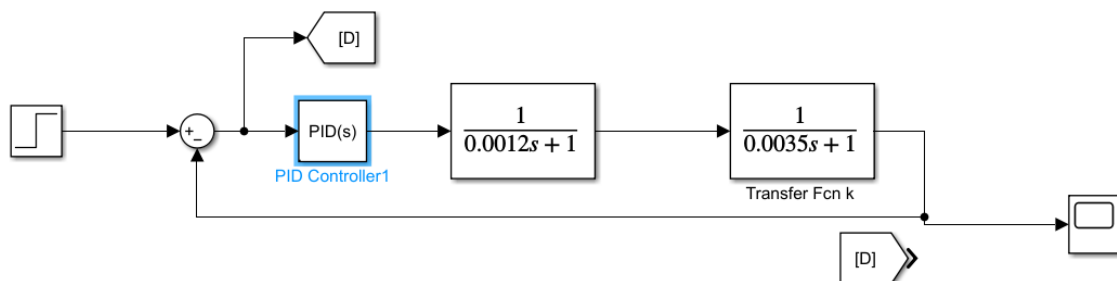




### بخش پنجم: مقایسه ی PID و PD

در این بخش برای سیستم  $G(s) = \frac{1}{(0.0012s+1)(0.0035s+1)}$  با کنترل کننده های PID و PD خواسته های زیر را برآورده می کنیم.

$$P.O < 10\%, \quad t_s < 0.02s, \quad ess < 5\%$$



با کنترلر PD :

در این حالت، می توانیم مقادیر آورشوت و زمان خیزش مورد نیاز را برآورده سازیم. اما در حدود 30 درصد خطای حالت ماندگار داریم که قابل رفع نمی باشد.

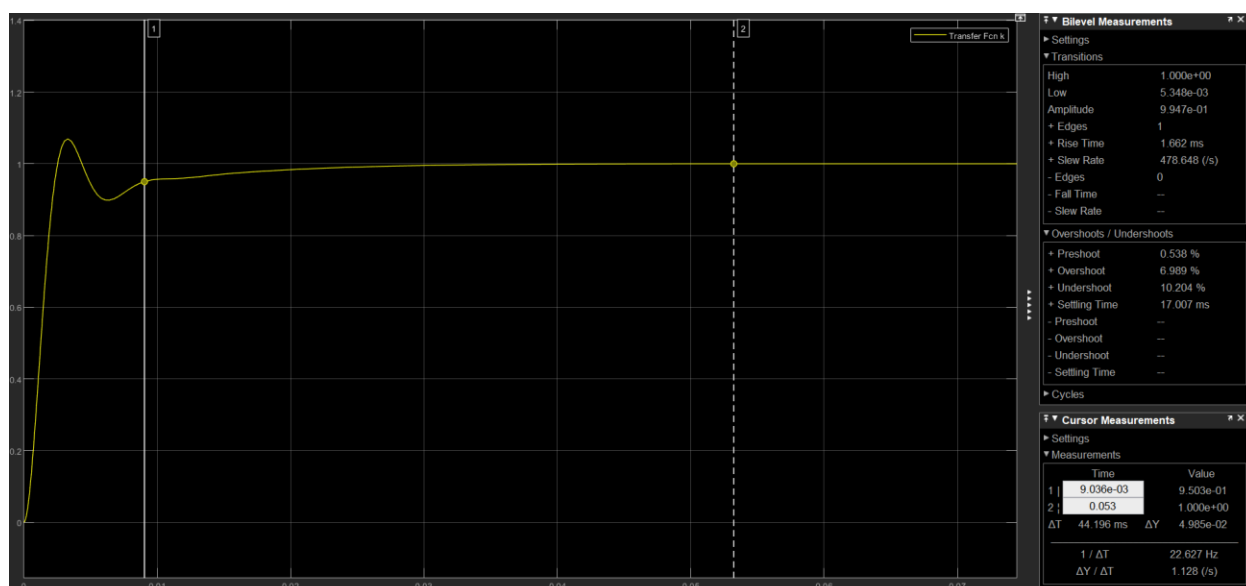


با کنترلر PID :

Proportional (P): 4

Integral (I): 500

Derivative (D): 0.005



می بینیم که کنترلر ما توانست زمان نشست را به 0.009 ثانیه و میزان آور شوت را به 7 درصد برساند و خطای حالت ماندگار را صفر کند.

