



آزمایشگاه سیستم های کنترل خطی

آزمایش سوم:

سیستم های مرتبه دوم، حضور فیدبک و کنترل تناسبی

نام و نام خانوادگی:

نازنین شرقی

شماره دانشجویی:

9725933

استاد محترم:

دکتر حسین قلی زاده نرم

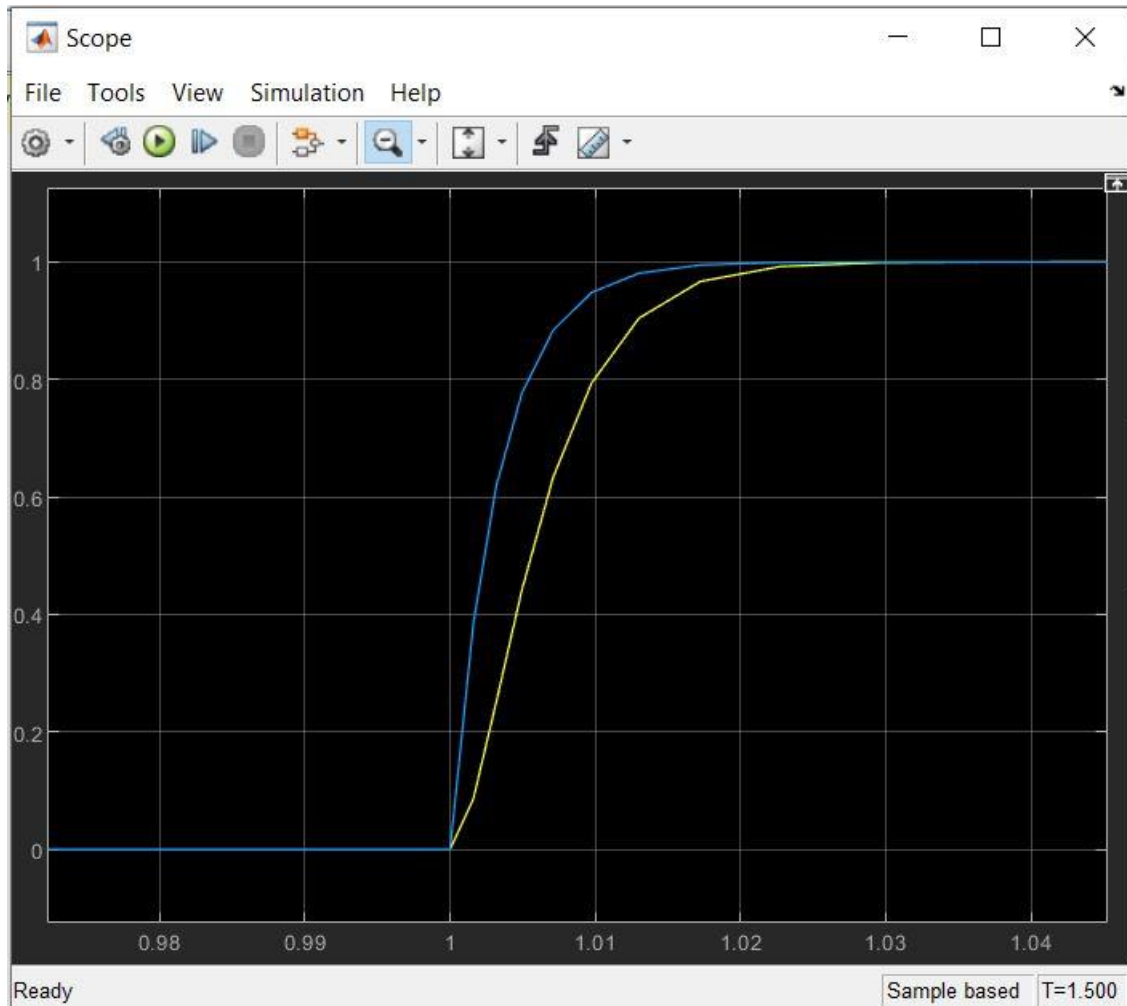
تاریخ تحویل گزارش کار:

1400.8.17

## 1) مقایسه سرعت پاسخ سیستم های مرتبه دوم و اول

ابتدا تابع انتقال زیر را در سیمولینک متلب شبیه سازی کرده و سرعت سیستم را بررسی می کنیم.

$$G(s) = \frac{1}{(0.0033s + 1)(0.0033s + 1)}$$

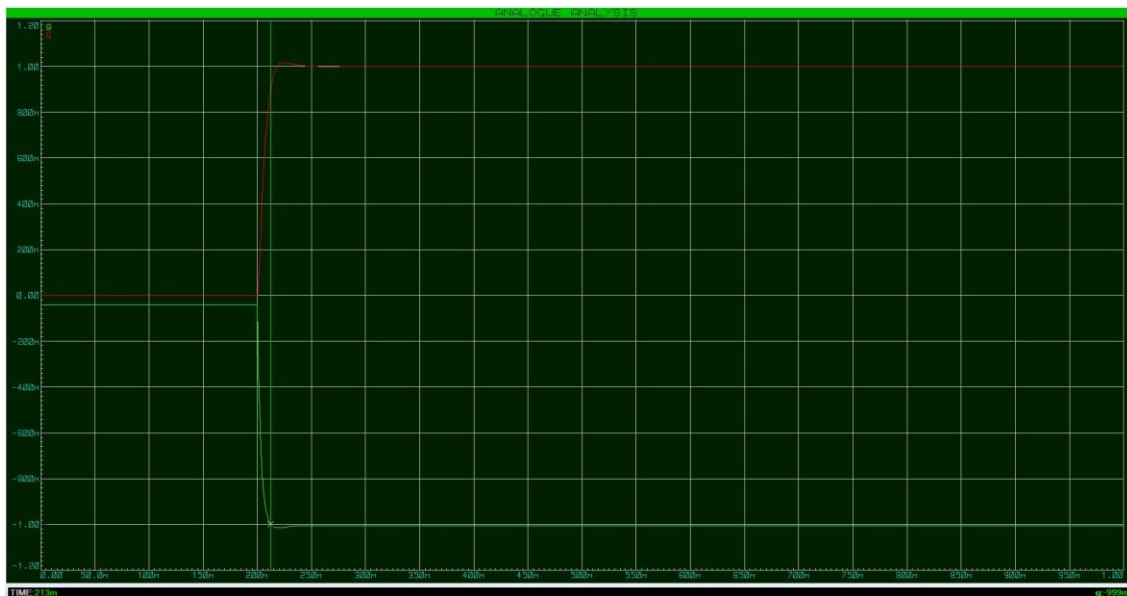


در شکل فوق، منحنی آبی مربوط به سیستم مرتبه اول و منحنی زرد مربوط به سیستم مرتبه دو است.

همانطور که در شکل مشاهده می کنیم، سیستم مرتبه اول سریع تر است زیرا زودتر به 90 درصد مقدار نهایی خود رسیده است. همچنین می دانیم افزودن قطب حلقه باز باعث کند تر شدن سیستم می شود بنابراین سیستم مرتبه اول سریع تر از سیستم مرتبه دوم است.

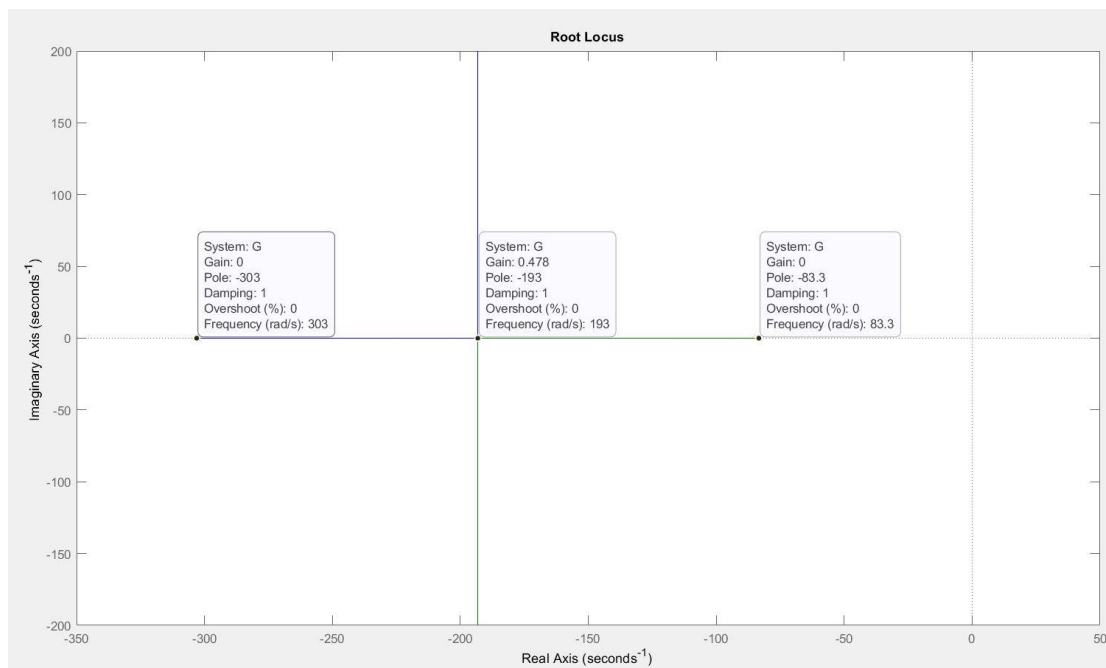
در پروتئوس نیز این سیستم را بررسی می کنیم که بصورت زیر است.

منحنی قرمز مربوط به سیستم مرتبه دو است و منحنی سبز مربوط به سیستم مرتبه اول است که به دلیل استفاده از معکوس کننده منفی شده است. همانطور که مشاهده می کنیم سیستم مرتبه اول سریع تر از سیستم مرتبه دوم است.

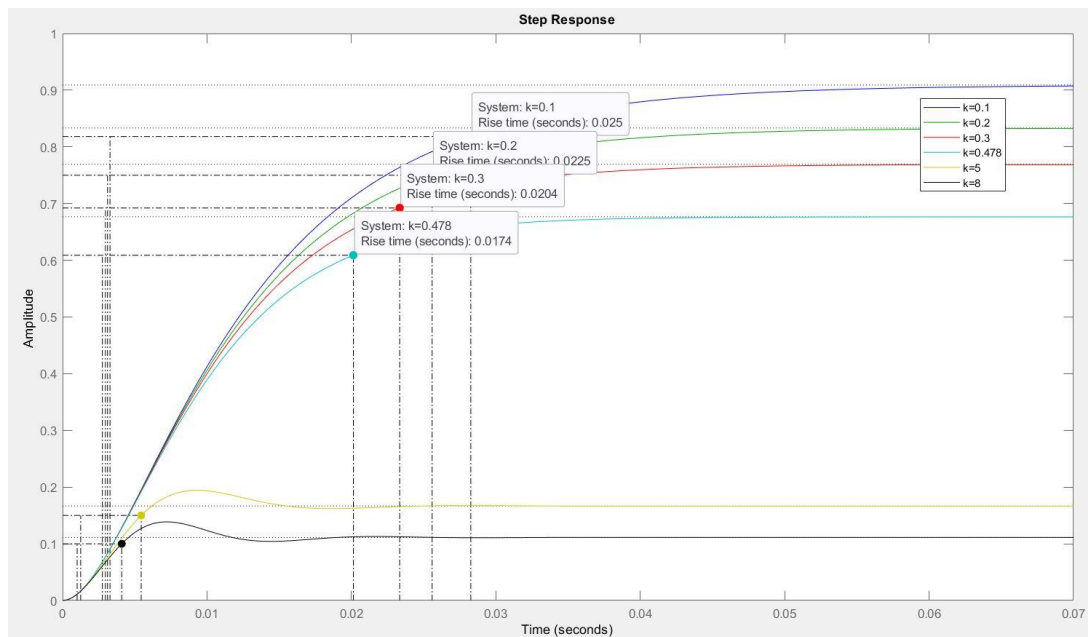


## 2) قطب های حلقه بسته

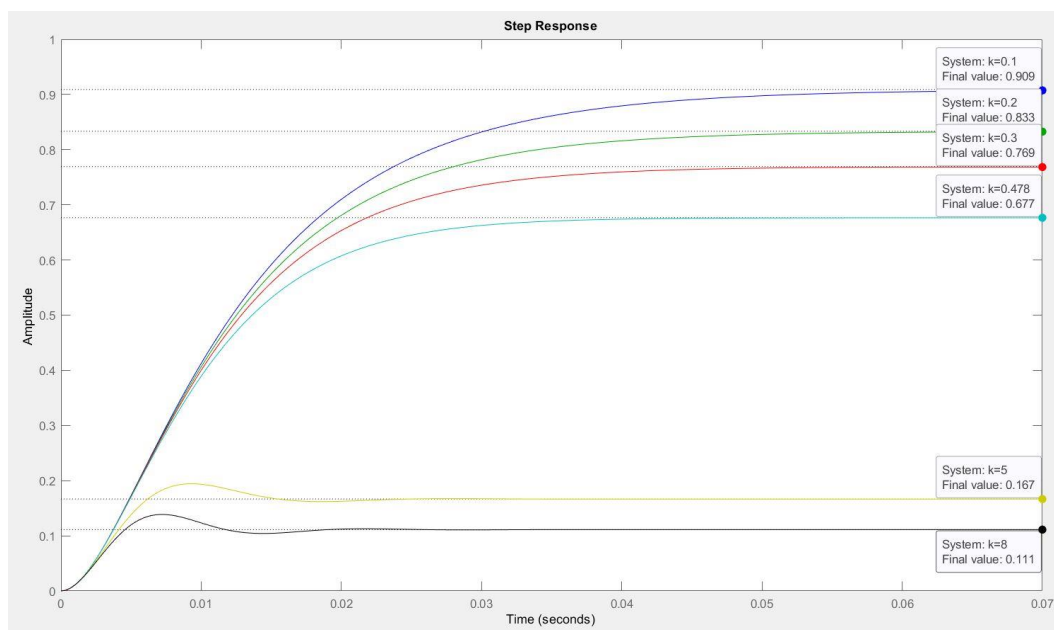
ابتدا مکان هندسی ریشه ها را به کمک دستور rlocus بدست می آورده و به کمک آن نقطه شکست را بدست می آوریم. همانطور که در شکل زیر مشاهده می کنیم، دو قطب در  $-303$  و  $-83.3$  داریم. همچنین بین دو قطب به ازای  $k = 0.478$  نقطه شکست به وجود آمده است.



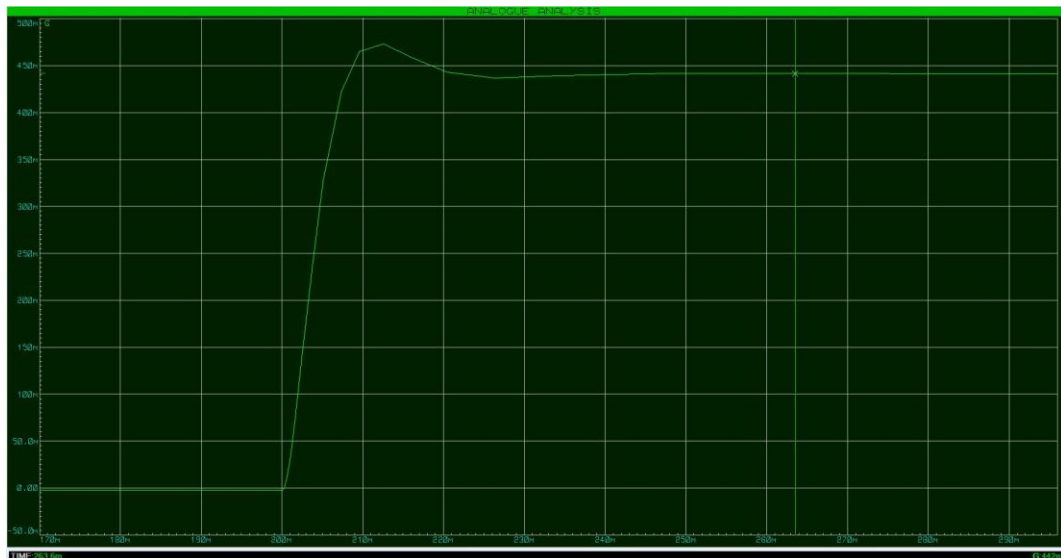
- حال سیستم حلقه بسته را می نویسیم و با افزایش  $k$  به ازای مقادیر  $0.1, 0.2, 0.3, 0.478, 5, 8$  پاسخ زمانی را بررسی می کنیم.



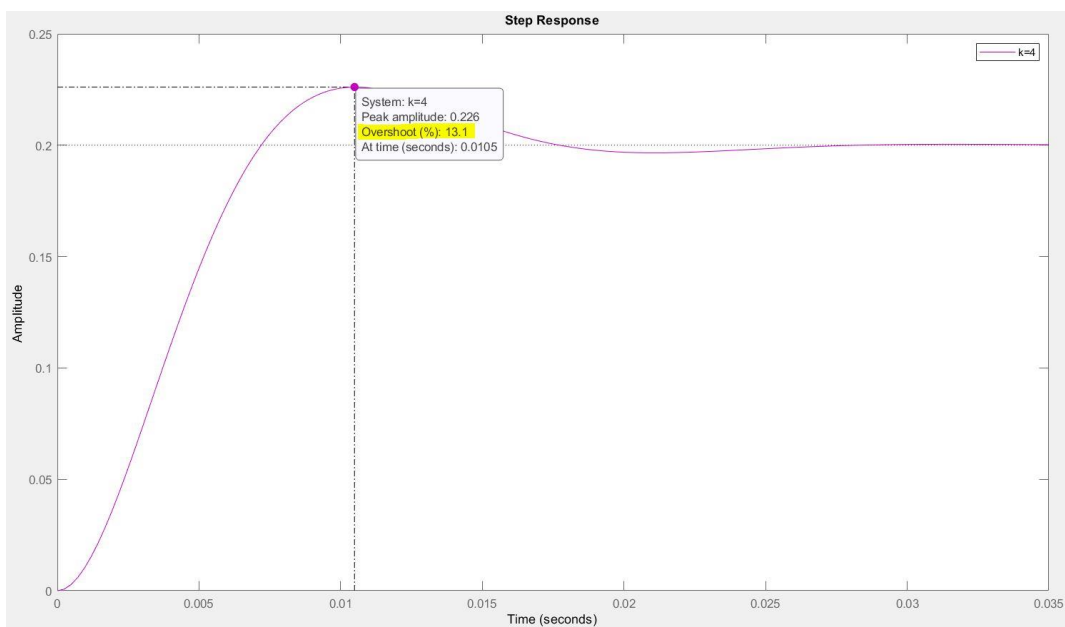
همانطور که در شکل فوق مشخص شده است، با افزایش مقدار  $k$  سرعت سیستم نیز بیشتر شده است یا به عبارتی مقدار  $\text{rise time}$  سیستم کمتر شده است. افزایش سرعت تا زمانی ادامه دارد که به مقدار  $k=0.478$  برسیم، برای مقادیر بیشتر از  $0.478$ ، قطب ها مختلط شده و سیستم نوسانی می شود. همچنین با افزایش مقدار  $k$  خطای حالت ماندگار نیز کمتر می شود که در شکل زیر نشان داده شده است.



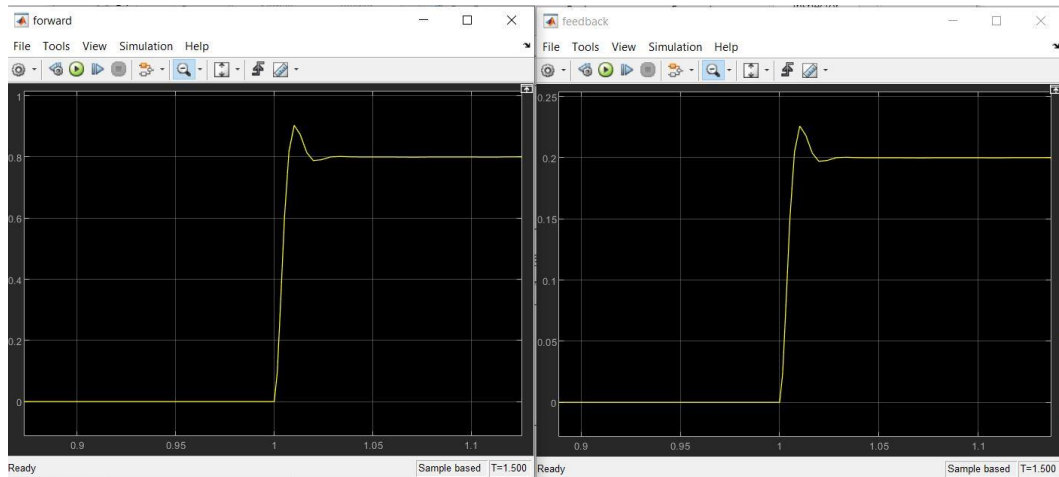
پاسخ زمانی را به ازای  $k = 8, 0.48$  در پروتئوس رسم می کنیم. که همان نتایج بالا حاصل می شود.



- هر چه قطب ها دور تر از محور  $j\omega$  باشند، سرعت سیستم بیشتر می شود که در این سیستم قطب 83- باعث پایین آمدن سرعت می شود. و حداکثر سرعت زمانی اتفاق می افتد که قطب مکرر داشته باشیم یا قطب ها روی هم قرار بگیرند که در این سیستم در  $k=0.478$  حداکثر سرعت را داریم.
- مقدار  $k$  را برابر 4 قرار داده و فرآجش را بدست می آوریم که با توجه به شکل زیر برابر با 13.1٪ است.



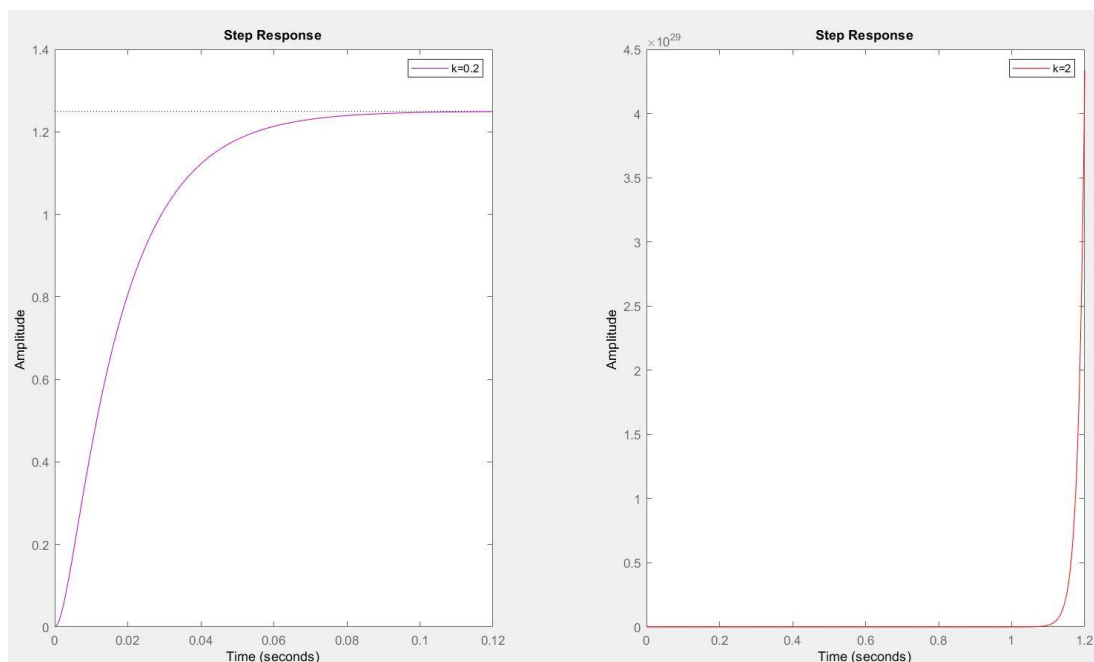
- اگر بهره را از حدود صفر تا بی نهایت افزایش دهیم به مکان هندسی قطب ها دست خواهیم یافت.
- اگر بهره را در مسیر پیشرو قرار دهیم، از نظر مکان هندسی تفاوتی با حالت فیدبک ندارد اما خطای حالت ماندگار آن خیلی کمتر و تلاش کنترلی آن بیشتر می شود. که کم شدن خطای حالت ماندگار مزیت این کار است. برای  $k=4$  مسیر پیشرو و فیدبک را مقایسه می کنیم که نشانگر مطالب گفته شده است.



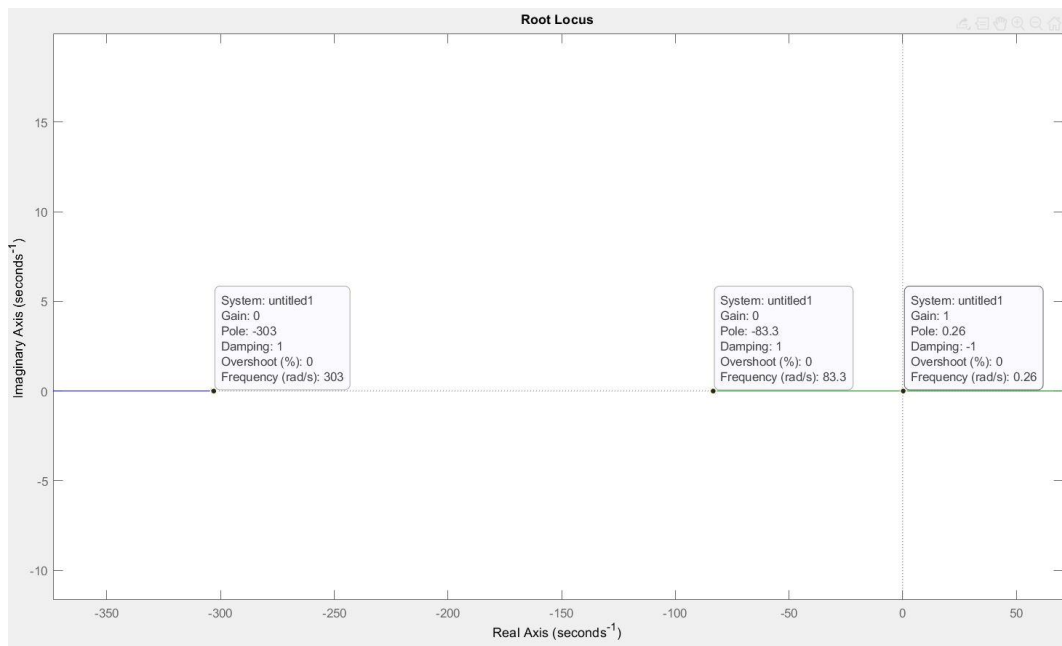
- با استفاده از فیدبک تناسبی نمی توان محل قطب ها را در هر محل دلخواهی جایگزین کرد بلکه فقط می توان قطب ها را روی مکان هندسی جا به جا کرد.

### 3) اثر فیدبک مثبت

با استفاده از فیدبک مثبت و حلقه را بسته و نشان می دهیم با افزایش  $k$  سیستم ناپایدار می شود. همچنین مشاهده می کنیم بهره از 1 افزایش پیدا کرده است.



- مقدار بهره ای که سیستم در آن شروع به ناپایدار شدن می کند برابر است با  $k = 1$ . قبل از آن سیستم پایدار است و بعد از این مقدار به دلیل اینکه یکی از قطب ها به سمت راست می رود سیستم ناپایدار می شود.



- امکان نوسان سیستم در  $k = 1$  وجود دارد که البته در شکل زیر نوسانی مشاهده نمی‌شود.

