

استاد: دکتر یغمایی
تاریخ تحویل: ۱۴۰۱/۱۱/۱۴

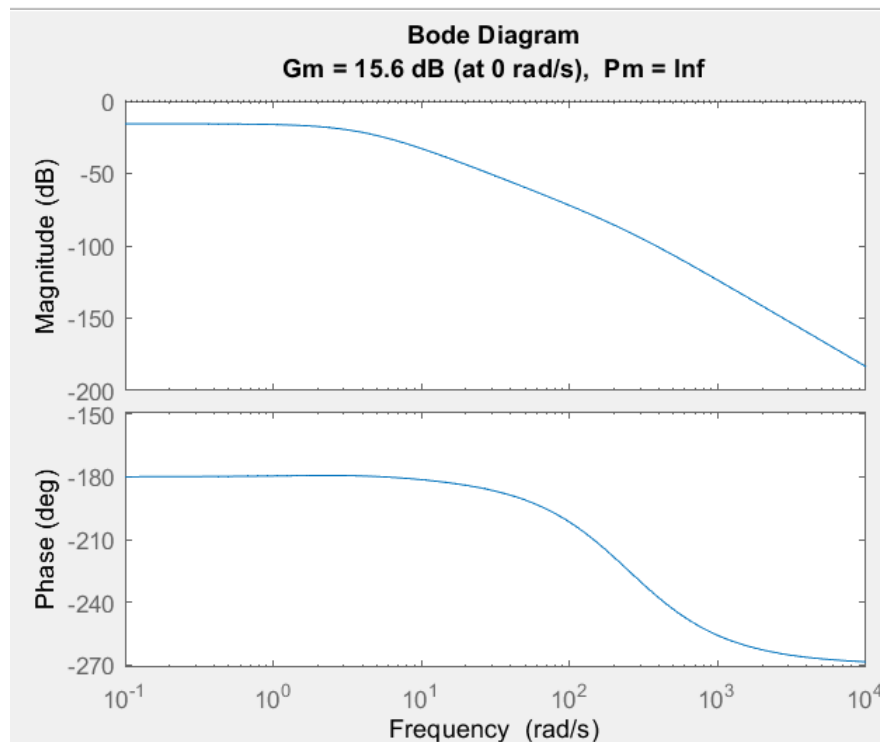
سیستم‌های کنترل خطی

پروژه دوم

شیرین جمشیدی
۸۱۰۱۹۹۵۷۰

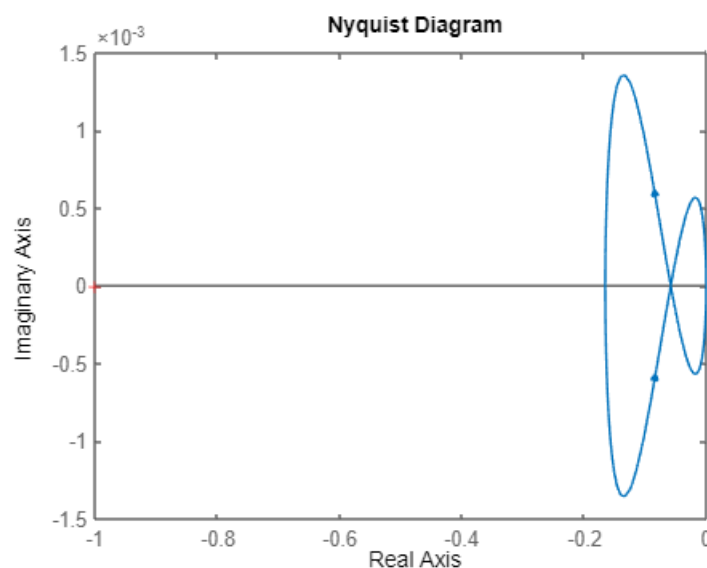


۱.

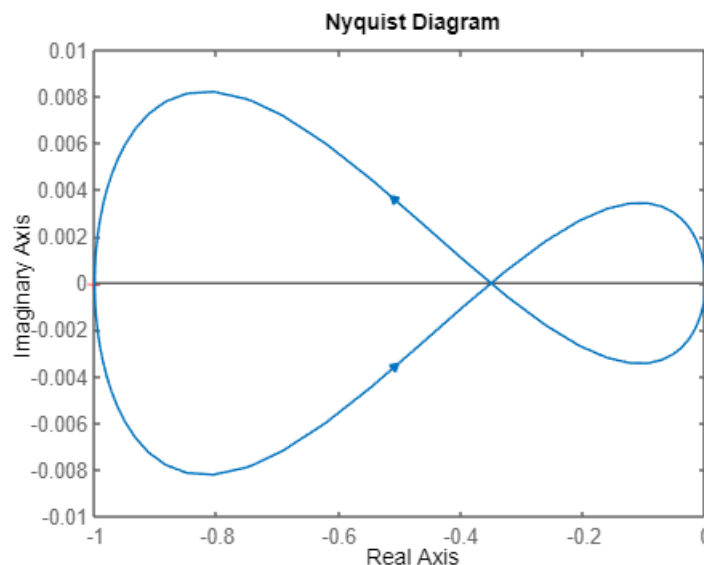


حاشیه بهره برای این سیستم ۱۵.۶ دسیبل می باشد و حاشیه فاز بینهایت می باشد. (هرچقدر فاز را تغییر دهیم، موجب ناپایداری سیستم نمی شود.) پهنای باند این سیستم ۲.۵۷۸۵ می باشد.

۲. نمودار نایکوئیست kG ، به ازای $k=1$:



همانطور که میبینیم، این نمودار هرگز نقطه‌ی -۱ محور حقیقی را دور نمیزند و پایدار می‌باشد. با امتحان k های مختلف، میبینیم که در $k=6.052$ به مرز ناپایداری میرسیم. چنانچه اگر k بزرگتر شود، نمودار یک بار -۱ را دور زده و سیستم ناپایدار میشود. نمودار نایکویست kG ، به ازای $k=6.052$:



پس سیستم به ازای بهره‌های کوچک‌تر از ۶.۰۵۲، پایدار است.

۳. برای طراحی کنترلر، ابتدا طبق محاسبات زیر، حد فاز و فرکانس شکست مطلوب را بدست می‌آوریم:

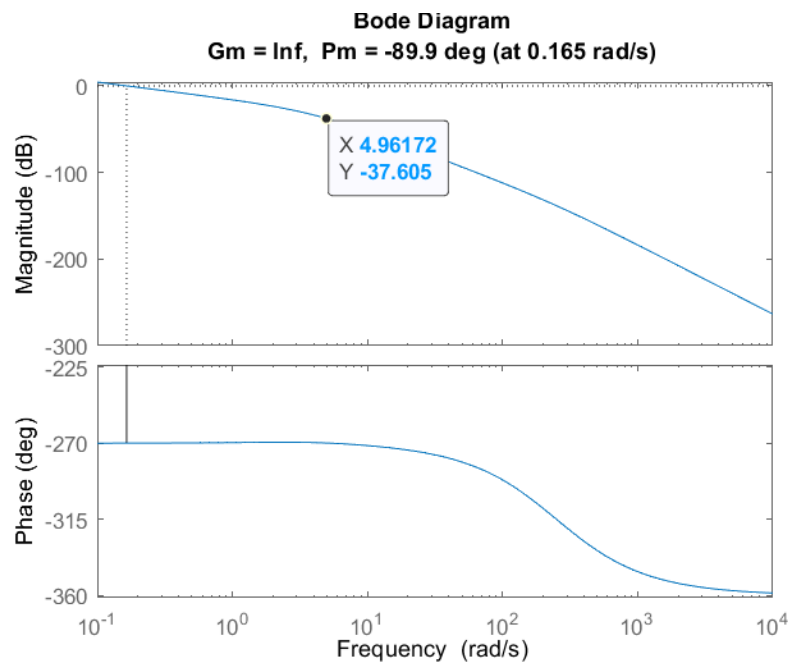
$$M_p = \exp\left(\frac{-\pi\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}}\right) \leq 0.35 \rightarrow \frac{\pi\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}} \geq 1.05 \rightarrow \pi\zeta^2 \geq 1.1(1-\zeta^2)$$

$$\rightarrow \zeta \approx 100\zeta \Rightarrow \boxed{\zeta = 32^\circ} \leftarrow \text{حد فاز}$$

$$\zeta^2 \geq \frac{1.1}{\pi^2 + 1.1} = 0.1 \rightarrow \zeta \geq 0.32 \quad ; \quad t_s = \frac{4}{\zeta\omega_n} \leq 2(s) \rightarrow \omega_n \geq 6.3 \rightarrow \text{حد بهره}$$

$$\omega_d = \omega_n \sqrt{1-\zeta^2} = 6.3 \times 0.76 \approx \boxed{4.8} \rightarrow \text{فرکانس شکست}$$

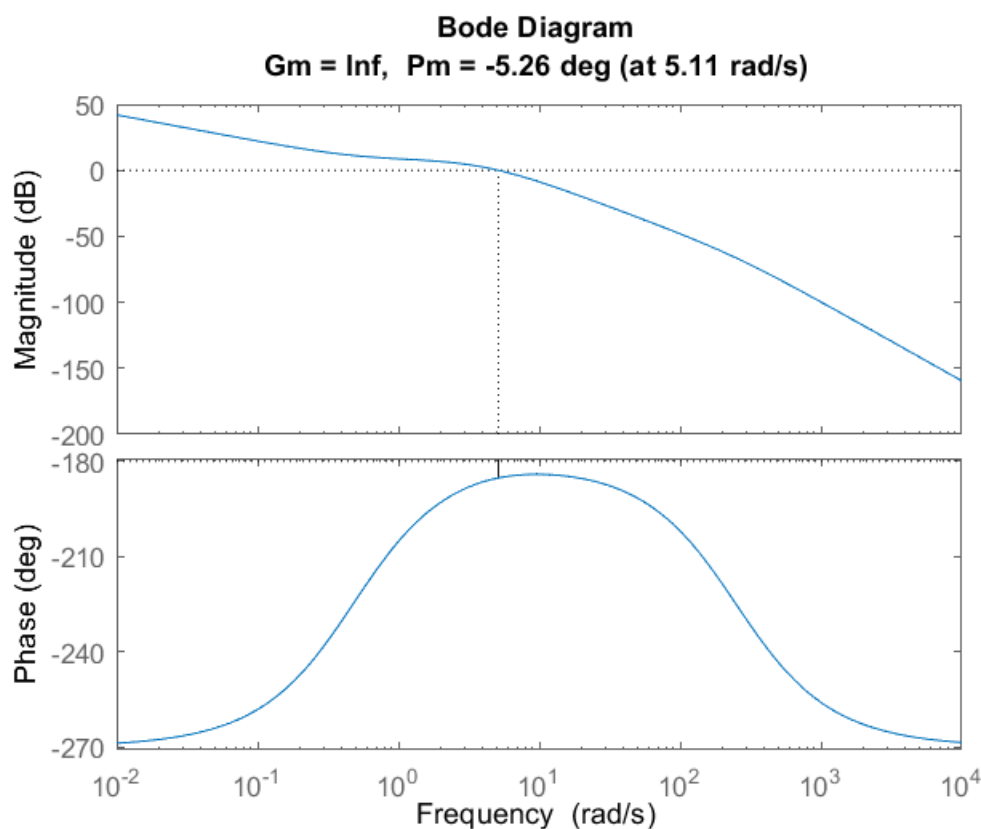
حال یک قطب در مبدا قرار می‌دهیم تا سیستممان نوع یک شود و خطای ورودی پله به آن، صفر شود. سپس نمودار بود سیستم جدید را رسم کرده و از روی آن بهره و T سیستم PD را بدست می‌آوریم:



در فرکانس حدود ۴.۸، اندازه‌ی سیستم -۳۷.۶ می‌باشد. با کم کردن قدر مطلق این مقدار از ۲۰، بهره‌ی کنترلر از رابطه‌ی $k_1 = 10^{(17.6/20)}$ بدست می‌آید. مقدار T_1 نیز از $\frac{10}{wg}$ بدست می‌آید.

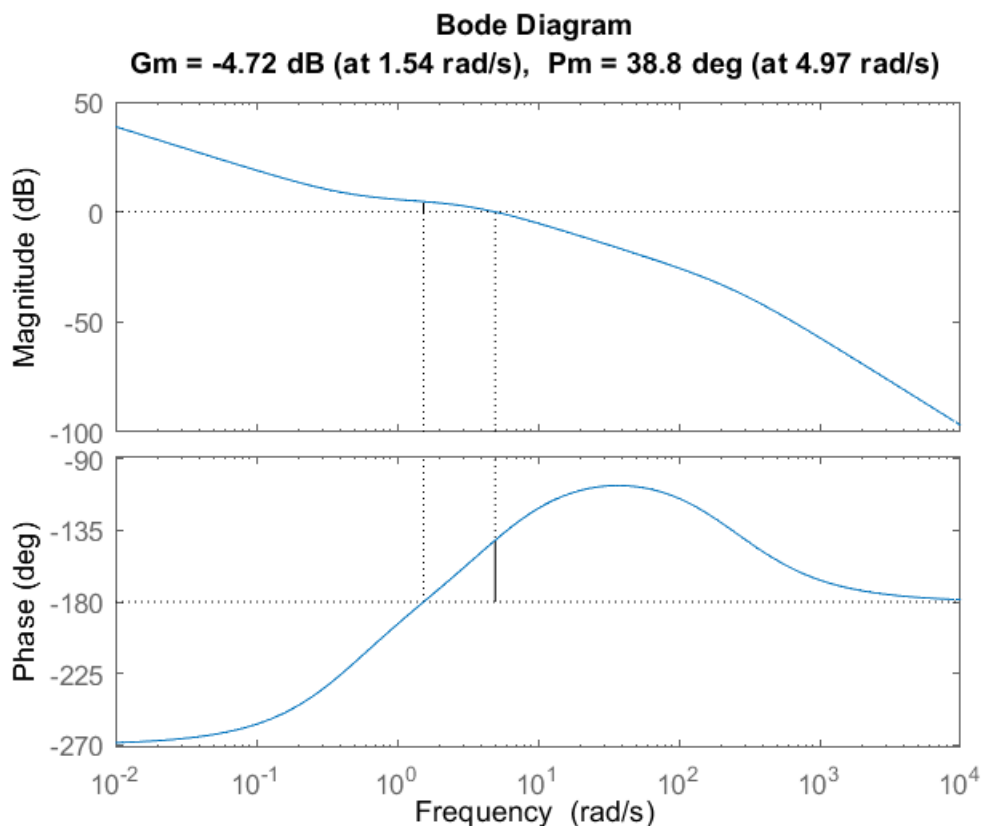
بدین ترتیب طراحی کنترلر ما کامل میشود.

حال نمودار بود سیستم کنترل شده را ترسیم میکنیم:

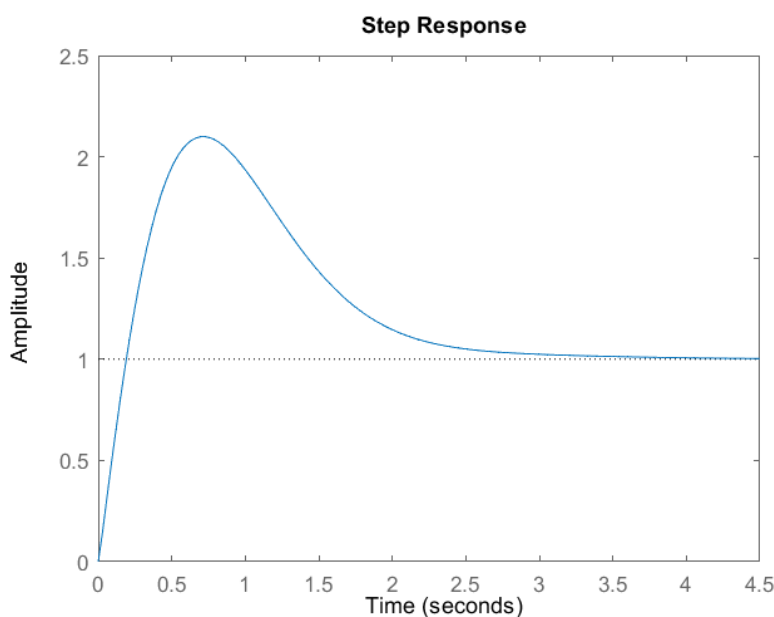


همچنان به خواسته‌های مسئله نرسیدیم. می‌خواهیم حد بهره به ۳۲ نزدیک تر شود. پس یک کنترلر PD دیگر، با روند قبلی طراحی میکنیم. فرکانس قطعمان تقریباً مورد قبول است. پس بهره k_2 را ۰.۱ قرار میدهیم تا خیلی از فرکانس قطعمان تغییر نکند. مقدار T_2 را نیز $\frac{1}{5.11}$ (فرکانس قطع فعلی) قرار میدهیم تا فرکانس قطع تقریباً همین مقدار بماند.

حال نمودار بود سیستم کنترل شده را رسم میکنیم و میبینیم که تا حد خوبی به خواسته‌های مسئله نزدیک شده‌ایم:

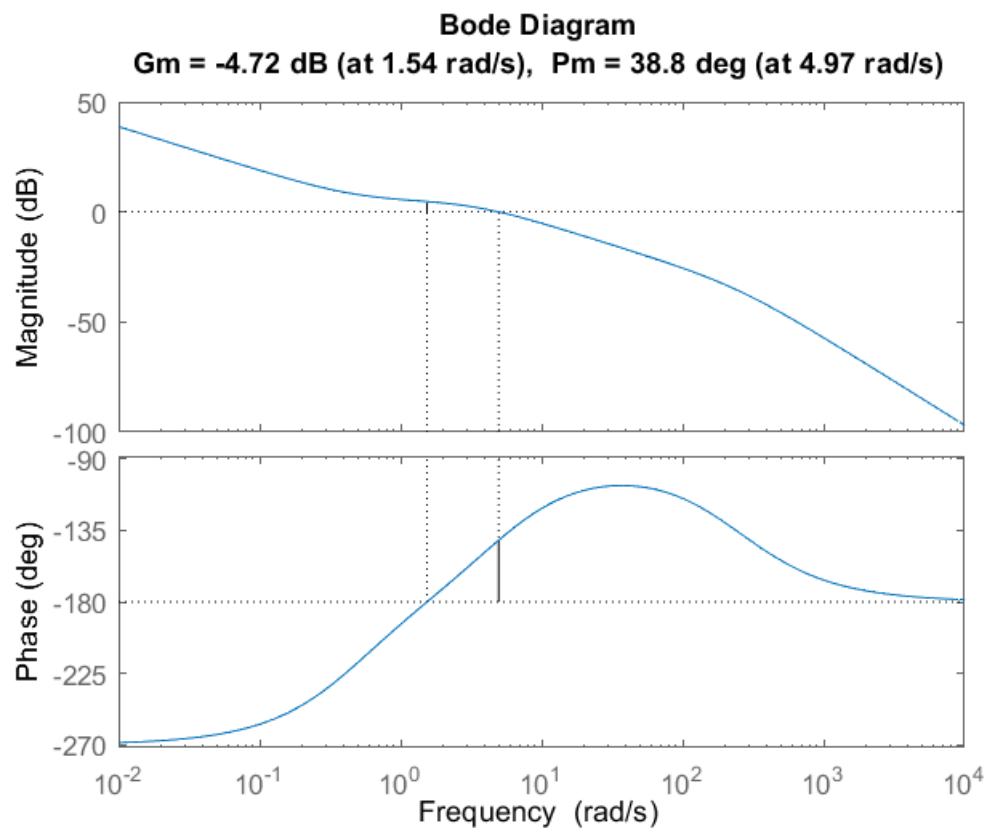


پاسخ زمانی سیستم کنترل شده:



همانطور که میبینیم، زمان اوج حدود ۱ ثانیه و اورشوت حدود ۱۰۰ درصد داریم که از ۳۵ درصد بسیار بیشتر میباشد. این اتفاق بعلت ان است که ما بسیار لب مرزی داده‌ها را فرض و حل کردیم. چنانچه حد فاز را بیشتر از ۳۲ درجه می‌گرفتیم، به اورشوت بهتری میرسیدیم.

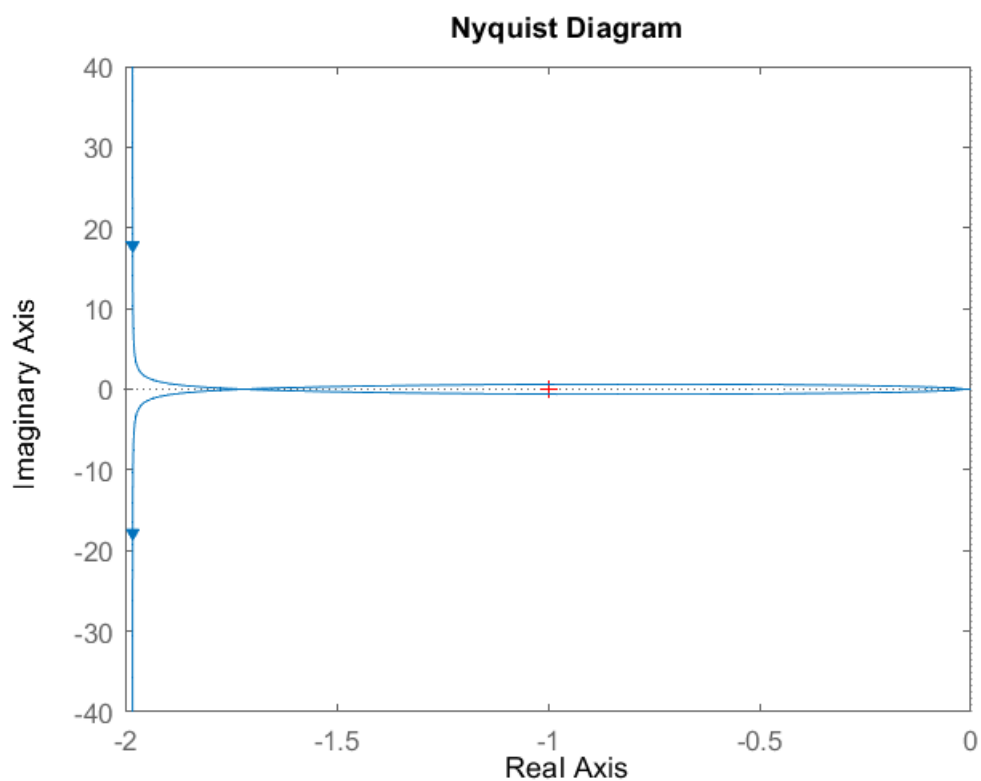
نمودار بود:



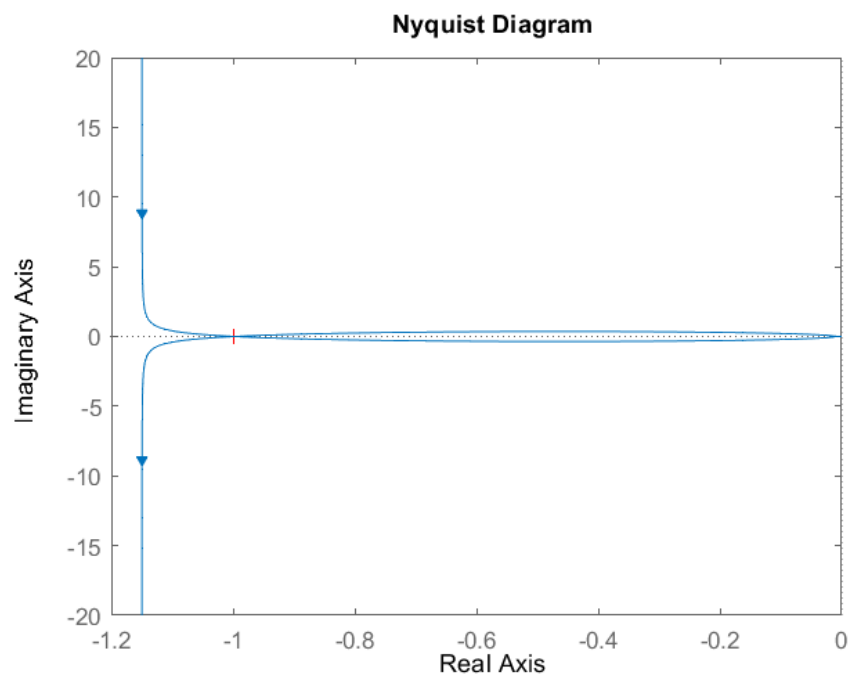
حد بهره -۴.۷۲ دسیبل و حد فاز
 ۳۸.۸ درجه میباشد.

پهنای باند برای این سیستم بینهایت
 میباشد. زیرا مقدار فاز به -۱۸۰
 درجه میل میکند و آن را قطع
 نمیکند.

نمودار نایکویست برای $k=1$:



نمودار نایکوئیست برای $k=0.58$:



پس سیستم به ازای $k < 0.58$ پایدار می باشد.