

Nama : M. Thoriqul Aziz

NIM : 081711733002

Mata Kuliah : Sistem Kontrol

Diketahui : persamaan transfer fungsi $G(s) = \frac{K}{(10s+1)(5s+1)}$

Nilai $K=1$, $\tau_c = 5 \text{ min}$; dalam satu waktu nilai K berubah dari 1 menjadi $1+a$

- Berapa nilai a agar sistem closed loop menjadi stabil
- Jika nilai $K=1$ tapi tetap dapat menghasilkan sistem closed loop yang stabil dengan $a < |0.2|$, berapa nilai terkecil dari τ_c yang dapat digunakan
- Apa solusi yang dapat membuat ketajaman dari closed loop system tetap terjaga dengan perubahan nilai K didasarkan pada nilai τ_c

Jawab :

- Dari persamaan fungsi tersebut dapat diketahui nilai K_c , τ_i , τ_d

$$\left| \begin{array}{l} K_c = \frac{1}{10+5} \\ \quad = \frac{1}{15} \\ \quad = \frac{1}{\tau_c} \end{array} \right| \quad \begin{array}{l} \tau_i = 10+5 \\ \quad = 15 \end{array} \quad \begin{array}{l} \tau_d = \frac{10 \times 5}{10+5} \\ \quad = 3.33 \end{array}$$

Dari persamaan tersebut dengan merubah nilai K menjadi $1+a$ kemudian dapat dilanjutkan dengan pendekatan rumus closed loop system sehingga:

$$1 + \left[K_c \left(1 + \frac{1}{\tau_i s} + \tau_d s \right) \right] \left[\frac{1+a}{(10s+1)(5s+1)} \right] = 0$$

Substitusikan nilai yang diketahui :

$$1 + \left[\frac{1}{15} \left(1 + \frac{1}{15s} + 3.33s \right) \right] \left[\frac{1+a}{(10s+1)(5s+1)} \right] = 0$$

$$1 + \left[\frac{1}{15} \left(\frac{15s+1+50s^2}{15s} \right) \right] \left[\frac{1+a}{(10s+1)(5s+1)} \right] = 0$$

$$1 + \left[\frac{1}{15} \left(\frac{15s+1+50s^2}{s} \right) \right] \left[\frac{1+a}{15s+1+50s^2} \right] = 0$$

$$1 + \left[\frac{1}{15} \right] (1+a) = 0$$

Sehingga nilai a menjadi :

$$\frac{\tau_c s + (1 + \alpha)}{\tau_c s} = 0$$

$$\tau_c s + (1 + \alpha) = 0$$

$$\tau_c > 0$$

$$(1 + \alpha) > 0$$

$$\alpha > -1$$

Maka nilai α agar sistem tetap stabil adalah lebih dari -1

- b. Untuk nilai τ_c terkecil yang dapat digunakan, berdasarkan perhitungan di poin a, maka nilai terkecilnya adalah lebih dari 0

$$\tau_c > 0$$

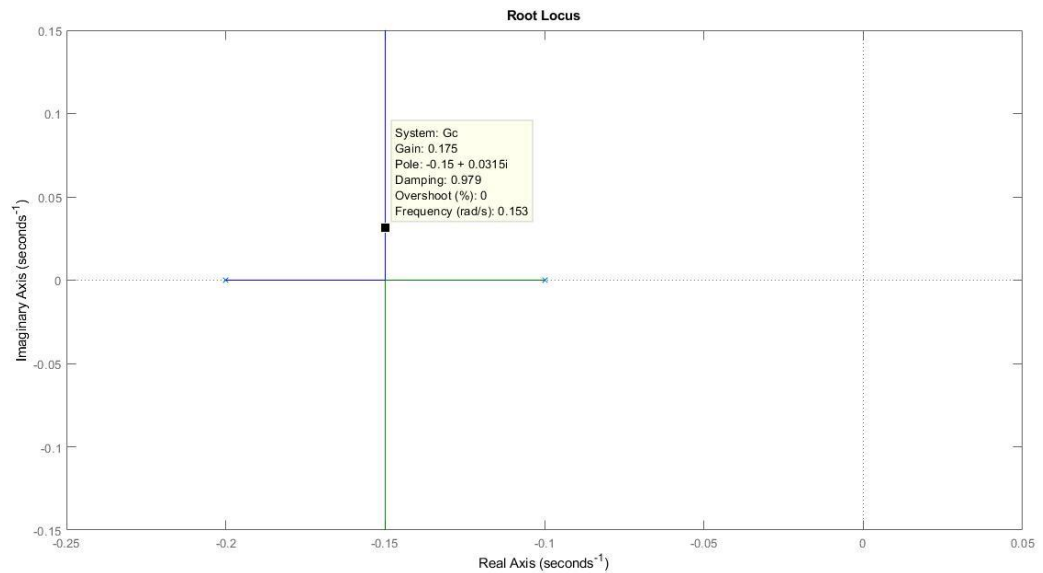
- c. Dari hasil perhitungan sebelumnya, maka nilai τ_c tidak berpengaruh dengan ketajaman/robustness dari closed loop system terhadap perubahan nilai K.

Jika $\tau_c \leq 0$ maka system akan tidak stabil pada nilai α

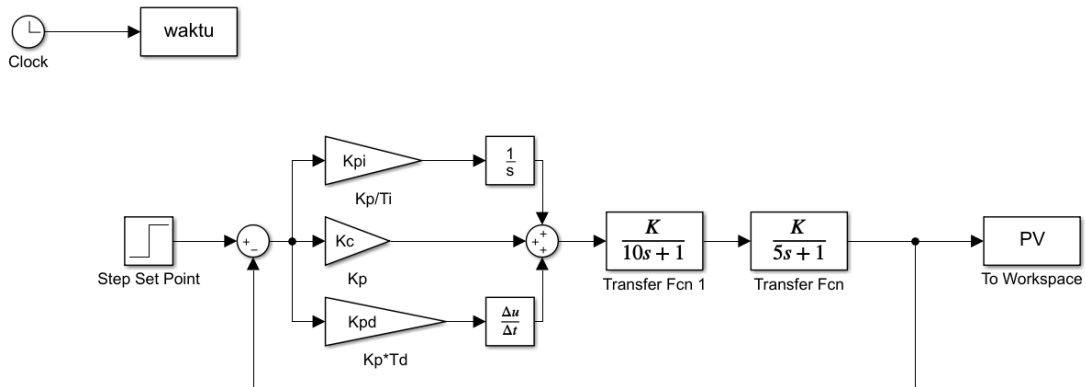
Jika $\tau_c > 0$, maka sistem akan stabil jika nilai $\alpha > -1$

Tiga penjelasan tersebut diperkuat dengan percobaan mencari nilai K dengan pendekatan root locus dan direct synthesis.

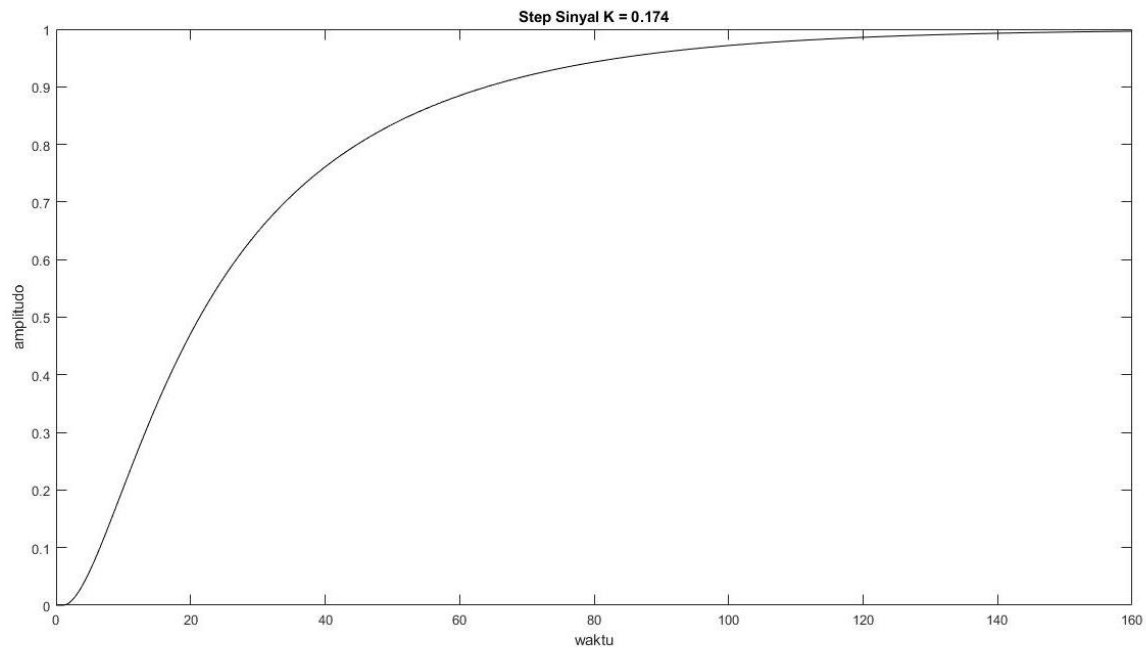
Jika nilai K = 0.174 ($\alpha = -0.826$)



Dapat diamati dari titik tersebut, nilai damping sistem yaitu 0.979 dan tanpa over shoot. Akan tetapi frekuensi sangat kecil sehingga sinyal membutuhkan waktu cukup lama untuk mencapai stabil. Berikut adalah pendekatan dengan Simulink menggunakan direct synthesis. Berikut adalah design dalam Simulink :

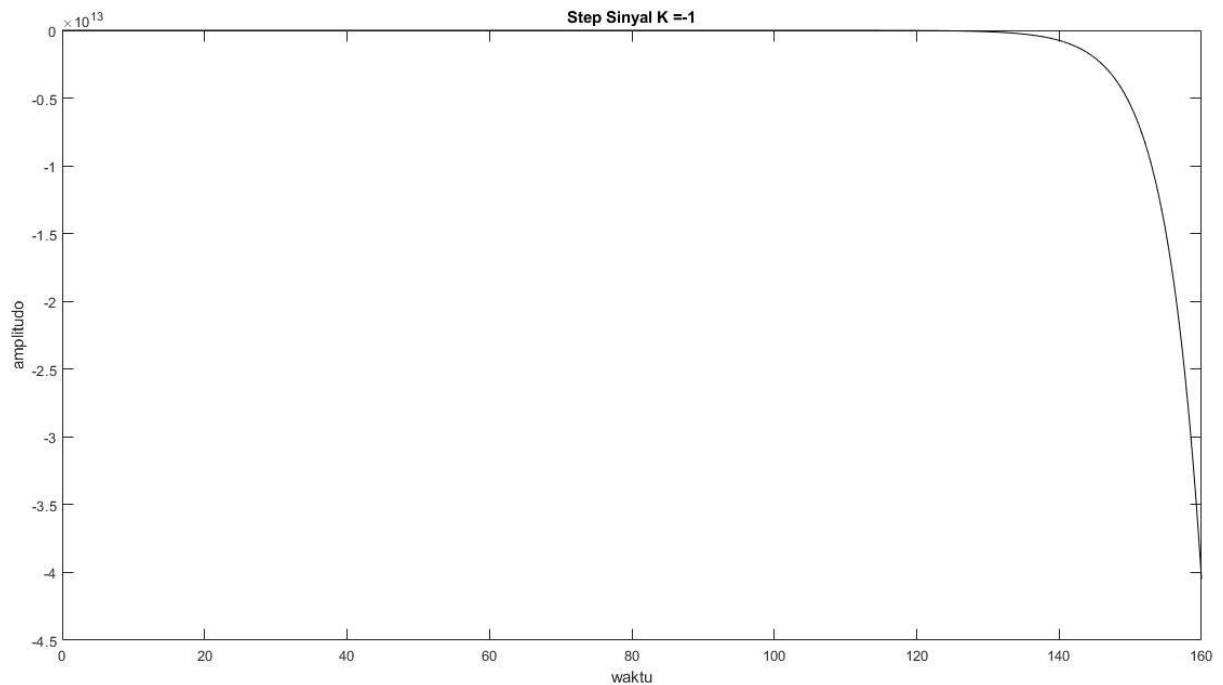


Dengan nilai $K = 0.174$ dihasilkan :



Dari gambar tersebut diketahui bahwa step sinyal tidak memiliki overshoot, meski dalam mengstabilkan membutuhkan waktu cukup lama (140 satuan waktu)

Jika sekarang nilai $K = -1$ atau dengan $a = -2$, menurut pernyataan sebelumnya sistem akan menjadi tidak stabil. Dari hasil percobaan dengan model Simulink sebelumnya dihasilkan gambar seperti berikut :



Meskipun begitu, berdasarkan analisis root locus, nilai K maksimal yaitu 1.25 . jika nilai K diberikan nilai itu maka akan memberikan respon yang sama dengan $K=1.25$ yaitu dengan overshoot maksimal kurang lebih 20%. Catatan : nilai k tidak sama dengan tak hingga.