

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1995/96

Oktober - November 1995

EEE 331 - Sistem Kawalan I

Masa : [3 jam]

ARAHAN KEPADA CALON :

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi 9 muka surat bercetak dan **ENAM** (6) soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab **LIMA (5)** soalan.

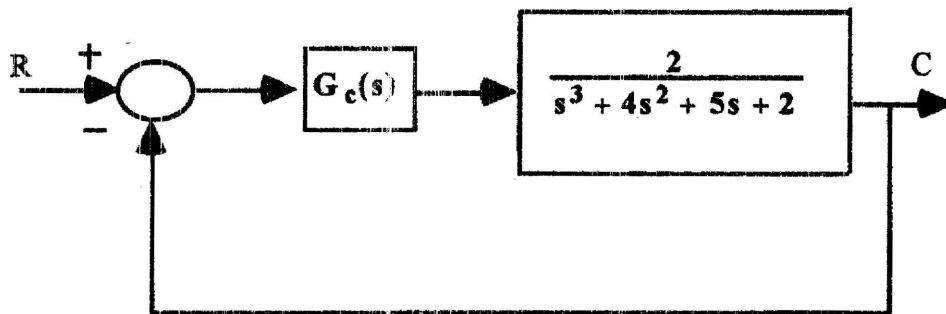
Agihan markah bagi soalan diberikan di sut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan di dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

1. (a) Pertimbangkan sistem kawalan yang tertera dalam Rajah 1.1 dengan suatu pemampas berkadar $G_c(s) = K$ digunakan.

Consider the control system shown in Figure 1.1 in which a proportional compensator $G_c(s) = K$ is employed.



Rajah 1.1

Figure 1.1

Andaikan bahawa suatu spesifikasi ke atas sistem kawalan dikenakan iaitu ralat keadaan mantap, e_{ss} , untuk suatu input pemalar unti mesti kurang daripada 2% input masukan.

Suppose that a specification on the control system is that the steady-state error, e_{ss} , for a constant input of unity must be less than 2% of the constant input.

- (i) Tentukan jenis sistem.
Determine the system type.
- (ii) Hitung ralat keadaan mantap sebagai fungsi K.
Calculate the steady-state error as a function of K.

...3/-

- (iii) Dengan menggunakan kriteria kestabilan Routh, tentukan sama ada spesifikasi ralat keadaan mantap dapat dipenuhi atau tidak.

Using the Routh stability criteria determine whether the steady-state error specification can be met or not.

(60%)

- (b) Sistem dalam contoh di atas akan diselidiki bagi kes untung K digantikan dengan pemampas PI dengan berfungsi pindah.

The system in the above example will be investigated for the case that the gain K is replaced with a PI compensator with the transfer function

$$G_c(s) = K_p + \frac{K_I}{s}$$

Cari julat K_p untuk kestabilan. Jika kita set $K_p=3$, hitung nilai K_I untuk kestabilan.

Find the range of K_p for stability. If we set $K_p=3$, calculate the value of K_I for stability.

(40%)

...4/-

2. Diberi skema sistem kawalan kedudukan azimut antena yang tertera di dalam Rajah 2.1,

Given the schematic for the antenna azimuth position control system shown in Figure 2.1,

- (a) Cari fungsi pindah gelung tertutup dengan menggunakan pengurangan gambarajah blok.

Find the closed-loop transfer junction using block diagram reduction.

(10%)

- (b) Wakilkan setiap subsistem dengan suatu graf aliran isyarat dan carikan perwakilan ruang keadaan sistem kawalan gelung tertutup daripada graf aliran isyarat.

Represent each subsystem with a signal-flow graph and find the state-space representation of the closed-loop system from the signal-flow graph.

(10%)

- (c) Gunakan graf aliran isyarat yang didapati daripada bahagian (b) bersama peraturan Mason untuk mencari fungsi pindah gelung tertutup.

Use the signal-flow graph found in part (b) along with Mason's rule to find the closed-loop transfer function.

(20%)

...5/-

- (d) Gantikan penguat kuasa dengan fungsi pindah uniti dan nilaikan masa puncak, peratus lajukan dan masa penetapan sistem gelung tertutup untuk $K = 1000$.

Replace the power amplifier with a transfer function of unity and evaluate the closed-loop peak time, percent overshoot, and settling time for $K = 1000$.

(20%)

- (e) Untuk sistem bahagian (c), terbitkan ungkapan sambutan langkah gelung tertutup sistem tersebut.

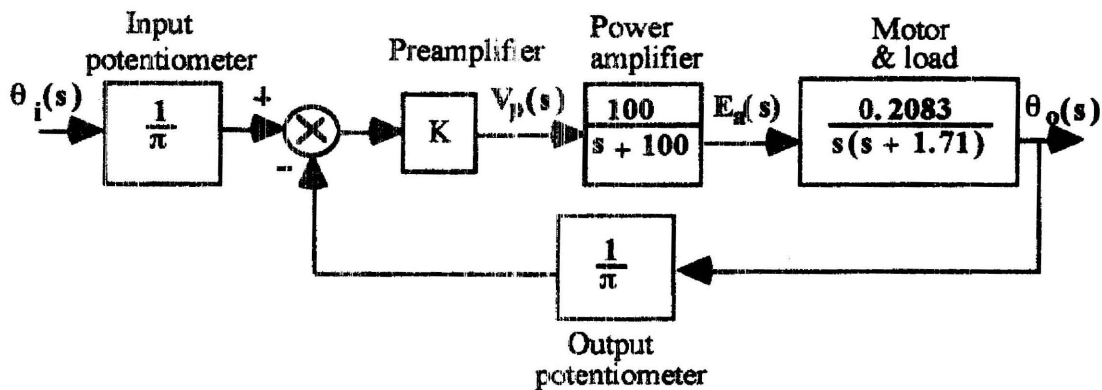
For the system of part (d), derive the expression for the closed-loop step response of the system.

(20%)

- (f) Untuk model yang telah dipermudahkan dalam bahagian (d), cari nilai K yang menghasilkan lajukan 10%.

For the simplified model of part (d), find the value of K that yields a 10% overshoot.

(20%)



Rajah 2.1

Figure 2.1

...6/-

3. Diberi sistem kawalan dengan fungsi pindah

Given the control system with the transfer function

$$G(s) = \frac{6.63K}{s(s + 1.71)(s + 100)}$$

cari untung prapenguat yang dikehendaki untuk lajukan 25% dengan menggunakan londa punca.

find the preamplifier gain required for 25% overshoot using root locus.

(100%)

4. Untuk sistem suapbalik uniti, dengan

For the unity feedback system, where

$$G(s) = \frac{K}{s(s + 3)(s + 5)}$$

cari julat untung, K, untuk kestabilan dan nilai untung untuk kestabilan sut. Untuk kestabilan sut, cari frekuensi ayunan. Gunakan kriteria Nyquist.

find the range of gain, K, for stability and for instability, and the value of gain for marginal stability. For marginal stability, also find the frequency of oscillation. Use the Nyquist criterion.

(100%)

5. (a) Gunakan plot Bode untuk menentukan julat K agar sistem suapbalik uniti menjadi stabil. Biarkan

Use Bode plots to determine the range of K within which the unity feedback system is stable. Let

$$G(s) = \frac{K}{(s+2)(s+4)(s+5)} \quad (60\%)$$

- (b) Jika $K = 200$ dalam sistem 5(a) di atas, tentukan sut untung dan sut fasa.

If $K = 200$ in the above system 5(a), find the gain margin and the phase margin. (40%)

6. (a) Pertimbangkan kapal yang tertera dalam Rajah 6.1. Suatu gangguan boleh menyebabkan kapal beroleng pada paksi yang ditunjukkan. Jika fungsi pindah yang menghubungkan sudut olengan keluaran kepada masukan tork-gangguan ialah

Consider the ship shown in Figure 6.1. A disturbance can cause the ship to roll about the axis shown. If the transfer function relating the roll-angle output to the disturbance-torque input is

$$\frac{\theta(s)}{T_D(s)} = \frac{2.25}{s^2 + 0.45s + 2.25}$$

hitung yang berikut:

find the following:

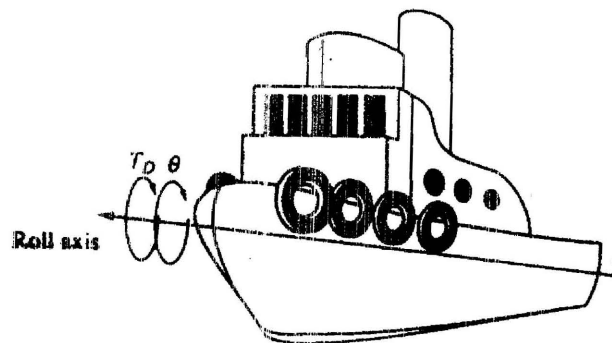
- (i) **Frekuensi semula jadi, nisbah pelemati, masa puncak, masa penetapan, masa naik dan peratus lajakan.**

The natural frequency, damping ratio, peak time, settling time, rise time, and percent overshoot.

- (ii) **Sambutan keluaran terhadap gangguan tork langkah.**

The output response to a step disturbance in torque.

(50%)



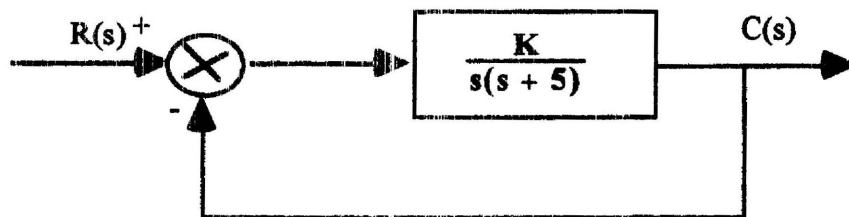
Rajah . 6.1

Figure 6.1

- (b) Rekabentuk nilai untung, K , untuk sistem kawalan suapbalik dalam Rajah 6.2 agar sistem akan menyambut dengan lajakan 10%.

Design the value of gain, K , for the feedback control system of Figure 6.2 so that the system will respond with a 10% overshoot.

(50%)



Rajah 6.2

Figure 6.2

ooooooo