

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 2003/2004

September/Oktober 2003

**EEE 350 – SISTEM KAWALAN**

Masa : 3 jam

---

**ARAHAN KEPADA CALON:**

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

Jawab **LIMA (5)** soalan.

Agihan markah bagi soalan diberikan disut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan di dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

1. (a) Huraikan perbezaan pengawal PI/PD dan pengawal Fasa Ekoran/Susulan. Penjelasan anda harus meliputi huraian dari segi rekabentuk pengawal dan implementasinya.

*Describe the difference between PI/PD controllers to Phase Lag/Lead controllers. Your explanation has to include arguments in terms of the design and implementation of the controllers.*

(6 markah)

- (b) Huraikan keadaan di mana pengawal-pengawal PI, PD atau PID diperlukan. Anda boleh memberi penjelasan dari segi rekabentuk di dalam domain masa atau frekuensi.

*Describe the conditions when PI, PD or PID controllers are necessary. You can describe your arguments in terms of the design specifications in the time or frequency domain.*

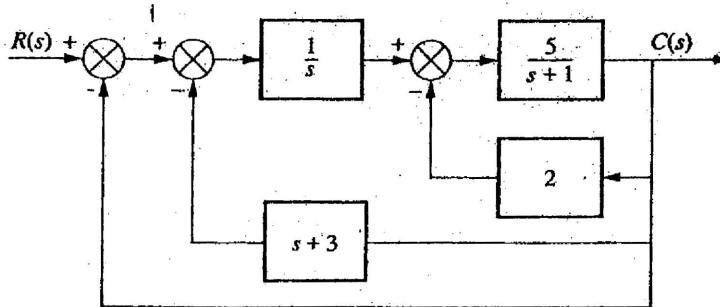
(6 markah)

- (c) Cari ralat keadaan mantap untuk sistem dalam Rajah 1 sekiranya masukannya adalah langkah tunggal.

*For the system shown in Figure 1, find the expected steady-state error for a unity step input.*

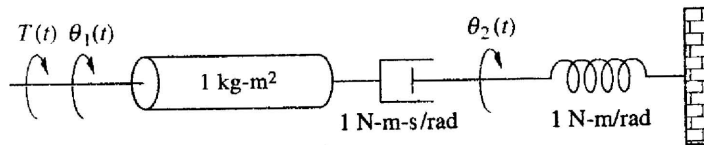
(8 markah)

...3/-



Rajah 1  
Figure 1

2. (a) Satu tork ditambah di  $\theta_1(t)$  pada sistem dalam Rajah 2.  
For the system shown in Figure 2, a step torque is applied at  $\theta_1(t)$ .



Rajah 2  
Figure 2

Cari

Find

(i) Fungsi pindah  $G(s) = \frac{\theta_2(s)}{T(s)}$

The transfer function,  $G(s) = \frac{\theta_2(s)}{T(s)}$

...4/-

- (ii) Peratusan terlajak, masa pengesetan dan masa puncak untuk  $\theta_i(t)$ .  
*The percentage overshoot, settling time and peak time for  $\theta_i(t)$ .*

(10 markah)

- (b) Bagi setiap sistem yang diberi di bawah, carikan  $\zeta$ ,  $\omega_n$ , masa puncak, masa naik, dan peratusan terlajaknya.

*For each of the system below, find  $\zeta$ ,  $\omega_n$ , settling time, peak time, rise time and percentage overshoot.*

(i) 
$$T(s) = \frac{121}{s^2 + 13.2s + 121}$$

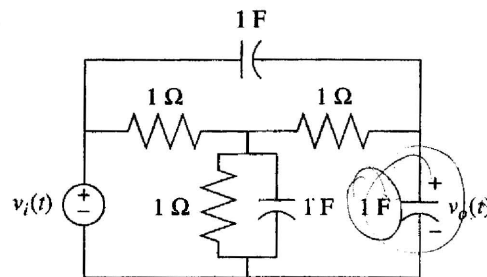
(ii) 
$$T(s) = \frac{0.04}{s^2 + 0.02s + 0.04}$$

(10 markah)

3. (a) Cari fungsi pindah bagi  $G(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)}$  untuk sistem yang digambarkan dalam Rajah 3(a). Selesaikan permasalahan ini menggunakan analisa gelung.

*Find the transfer function,  $G(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)}$ , for the system shown in Figure 3(a). Solve the problem using mesh analysis.*

(12 markah)



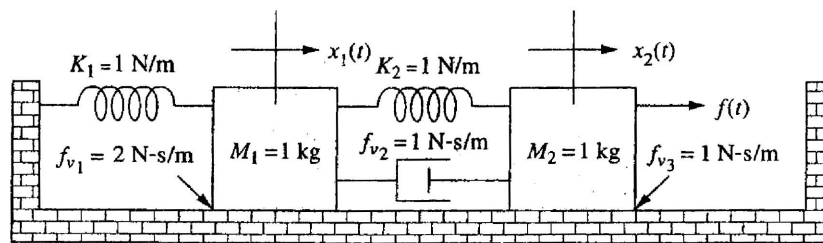
Rajah 3(a)  
 Figure 3(a)

...5/-

- (b) Cari fungsi pindah  $G(s) = \frac{X_1(s)}{F(s)}$  bagi sistem yang digambarkan dalam Rajah 3(b).

Find the transfer function,  $G(s) = \frac{X_1(s)}{F(s)}$ , for the system shown in Figure 3(b).

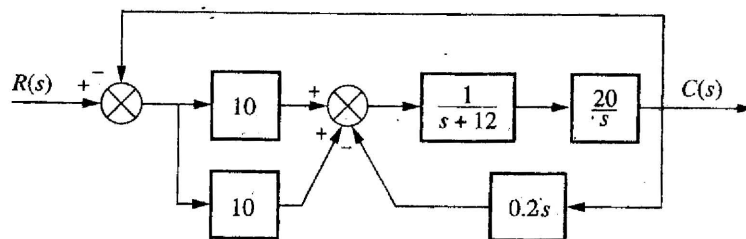
(8 markah)



Rajah 3(b)  
Figure 3(b)

4. (a) Carikan yang berikut untuk sistem yang digambarkan dalam Rajah 4(a).

Find the following for the system shown in Figure 4(a).



Rajah 4(a)  
Figure 4(a)

...6/-

(i) Satu blok setara yang mewakili fungsi pindah  $T(s) = \frac{C(s)}{R(s)}$ .

*The equivalent single block that represents the transfer function,*

$$T(s) = \frac{C(s)}{R(s)}$$

(ii) Nisbah redaman, frekuensi tabii, peratusan terlajak, masa pengesetan, masa ke puncak, masa naik dan frekuensi ayunan teredam.

*The damping ratio, natural frequency, percent overshoot, settling time, peak time, rise time and the damped frequency of oscillation.*

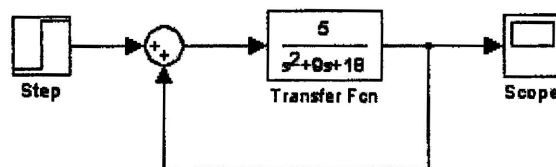
(10 markah)

(b) Rajah 4(b) di bawah menunjukkan satu sistem simulasi dalam Simulink. Tuliskan expressi sambutan langkah sistem tersebut dan nyatakan jenis sambutan yang terhasil. Anggarkan sama ada terdapat ralat keadaan mantap. Jika terdapat ralat tersebut, cadangkan jenis pengawal yang boleh digunakan untuk menghapuskan ralat tersebut.

*The diagram in Figure 4(b) below shows a system being simulated in Simulink. Write an expression for the system step response and state the nature of the response.*

*Predict if there is any steady state error, and propose a controller that will help eliminate the steady state error if it exists.*

(10 markah)



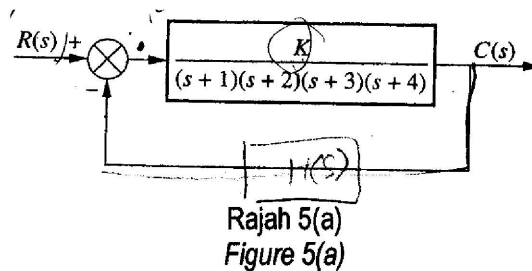
Rajah 4(b)  
Figure 4(b)

...7/-

5. (a) Untuk sistem yang digambarkan dalam Rajah 5(a) di bawah, cari yang berikut:  
*For the system shown in Figure 5(a) below, sketch the root locus and find the following:*

- (i) Asimptot  
*Asymptotes*
- (ii) Titik-titik lolos  
*Breakaway points*
- (iii) Julat K untuk sistem berada dalam keadaan stabil  
*The range of K for stability*

(10 markah)



(b) Bagi setiap fungsi pindah yang berikut, cari lokasi kutub dan sifar, lakarkan dalam satah-s dan tuliskan expressi sambutan langkah am tanpa menyelesaikan Transformasi Laplace songsangnya.  
 Nyatakan jenis setiap sambutan tersebut.

*For each of the transfer function below, find the location of the poles and zeros, sketch them on the s-plane and then write an expression for the general form of the step response without solving for the inverse Laplace Transform.  
 State the nature of each of the responses.*

(i) 
$$T(s) = \frac{10(s+7)}{(s+10)(s+20)}$$

...8/-

$$(ii) \quad T(s) = \frac{20}{s^2 + 6s + 144}$$

(10 markah)

6. (a) Sebuah sistem mempunyai persamaan kebezaan seperti berikut:

*A system is described by the following differential equation:*

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\frac{dx}{dt} + 3x = r(t)$$

dengan nilai awalan  $x(0) = 1$ ,  $\dot{x}(0) = -1$

*with the initial conditions*  $x(0) = 1$ ,  $\dot{x}(0) = -1$

Lukiskan gambarajah blok untuk sistem berkenaan, menunjukkan fungsi pindahnya serta semua masukan dan keluarannya.

*Draw the block diagram of the system, showing the transfer function with all inputs and outputs.*

(10 markah)

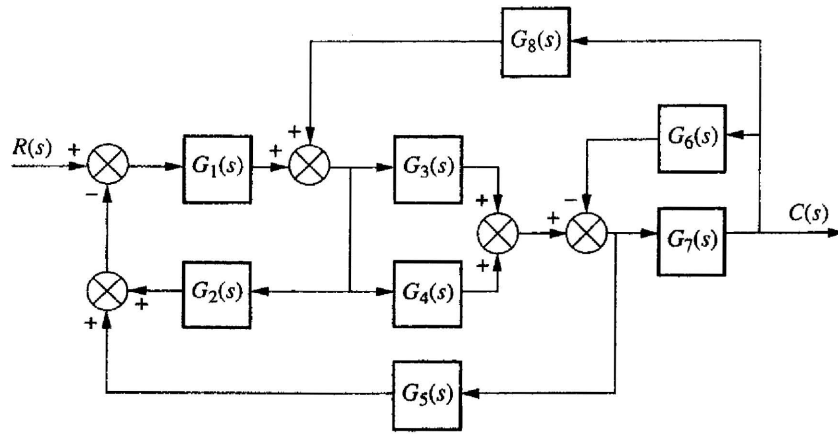
- (b) Untuk sistem yang digambarkan dalam Rajah 6(b), cari fungsi pindahnya  $T(s) = \frac{C(s)}{R(s)}$  menggunakan proses pengurangan blok.

*Find the transfer function,  $T(s) = \frac{C(s)}{R(s)}$ , for the system shown in Figure 6(b) below using block reduction technique.*

(10 markah)

...9/-





Rajah 6(b)  
Figure 6(b)

ooooooo