
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2002/2003

Februari/Mac 2003

EBB 210E – Kawalan Proses

Masa : 2 jam

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEPULUH muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi LIMA soalan.

Jawab EMPAT soalan. Jika calon menjawab lebih daripada empat soalan hanya empat soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Semua soalan mesti dijawab dalam Bahasa Inggeris, jika calon memilih untuk menjawab dalam Bahasa Malaysia, maksimum DUA soalan sahaja dibolehkan.

...2/-

1. Figure 1[a] shows a schematic diagram of an automobile suspension system. As the car moves along the road, the vertical displacements at the tires act as the motion excitation to the automobile suspension system. The motion of this system consists of a translational motion of the center of mass and a rotational motion about the center of mass. Mathematical modeling of the complete system is quite complicated.

A very simplified version of the suspension system is shown in Figure 1[b].

The equation, of motion for the system shown in Figure 1[b] is:-

$$m \left(\frac{d^2 y}{dt^2} \right) + b \left(\frac{dy}{dt} - \frac{dx}{dt} \right) + k(y - x) = 0$$

or

$$m \left(\frac{d^2 y}{dt^2} \right) + b \left(\frac{dy}{dt} \right) + ky = b \left(\frac{dx}{dt} \right) + kx$$

Assuming that the motion x at point P is the input to the system and the vertical motion y is the output, obtain the transfer function.

$$\frac{Y(s)}{X(s)}$$

Consider the motion of the body only in the vertical direction. Displacement is measured from the equilibrium position in the absence of input x .

Rajah 1[a] menunjukkan gambarajah skematik bagi sistem suspensi kereta. Apabila kereta bergerak sepanjang jalan, anjakan tegak di tayar bertindak sebagai ujian gerakan terhadap sistem suspensi kereta. Gerakan sistem ini mengandungi gerakan peralihan bagi pusat jisim dan gerakan putar di sekitar pusat jisim. Pemodelan matematik bagi sistem yang lengkap adalah agak rumit.

...3/-

Versi termudah bagi sistem suspensi ini ditunjukkan dalam Rajah 1[b].

Persamaan gerakan sistem ini yang ditunjukkan dalam Rajah 1[b] adalah:-

$$m\left(\frac{d^2y}{dt^2}\right) + b\left(\frac{dy}{dt} - \frac{dx}{dt}\right) + k(y - x) = 0$$

atau

$$m\left(\frac{d^2y}{dt^2}\right) + b\left(\frac{dy}{dt}\right) + ky = b\left(\frac{dx}{dt}\right) + kx$$

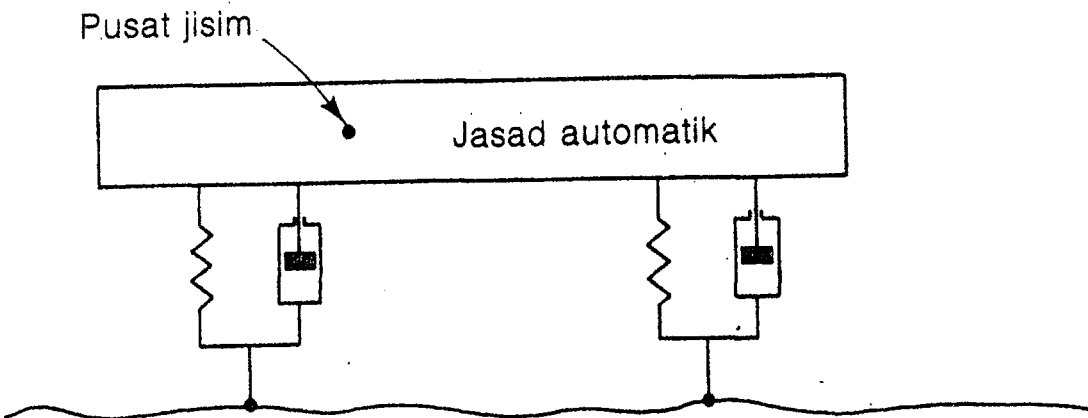
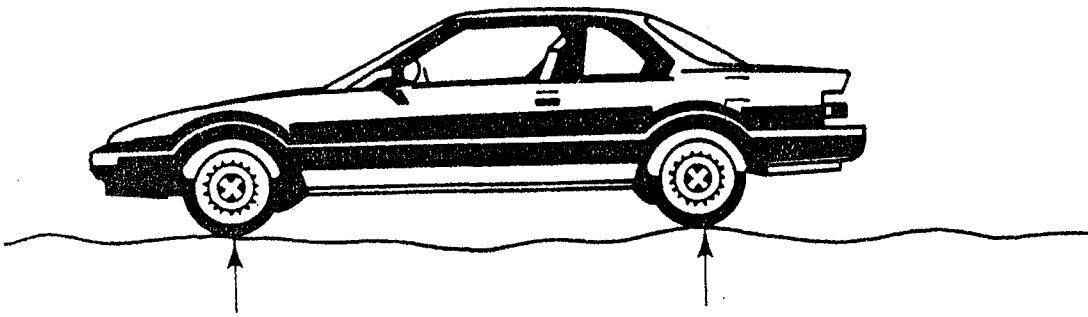
Mengandaikan bahawa gerakan x di titik P adalah masukan sistem dan gerakan tegak y jasad adalah keluarannya, dapatkan rangkap pindah

$$\frac{Y(s)}{X(s)}$$

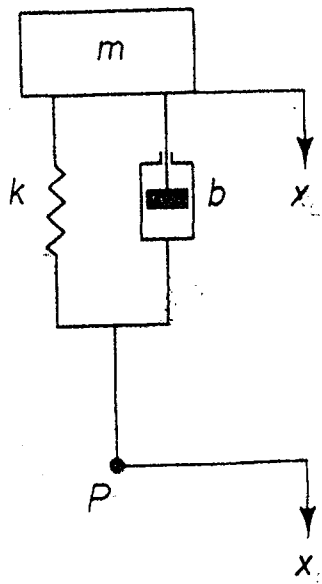
Pertimbangkan gerakan jasad ini hanya pada arah tegak. Anjakan y diukur dari kedudukan keseimbangan tanpa masukan x .

(100 marks)

...4/-



Rajah 1(a) Sistem Ampaian Kereta



Rajah 1(b) Sistem Ampaian Yang Dipermudahkan

...5/-

2. [a] A process follows the differential equation model:-

$$\frac{d^3 y}{dt^3} + 5 \frac{d^2 y}{dt^2} + 8 \frac{dy}{dt} + 4y = 2 \frac{dx}{dt} + 3x$$

Find the transfer function relating $Y(s)$ to $X(s)$. Both y and x are deviation variables with zero initial values.

Sebuah proses mengikuti model persamaan perbezaan berikut:-

$$\frac{d^3 y}{dt^3} + 5 \frac{d^2 y}{dt^2} + 8 \frac{dy}{dt} + 4y = 2 \frac{dx}{dt} + 3x$$

Dapatkan rangkap pindah yang menghubungkan $Y_{(s)}$ dengan $X_{(s)}$. Kedua-dua y dan x adalah pembolehubah sisihan dengan nilai mula sifar.

(50 marks)

- [b] Write down the complete command statements required to solve this third order differential equation using the MATLAB software.

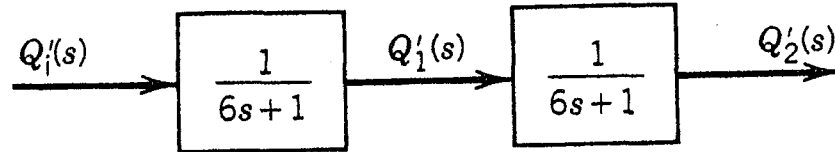
Tuliskan dengan lengkap penyata perintah yang diperlukan untuk menyelesaikan persamaan perbezaan tertib ketiga ini dengan menggunakan perisian MATLAB.

(50 marks)

...6/-

3. A block diagram representing the approximate dynamics of a two-tank flow surge system is shown in Figure 2.

Figure 2

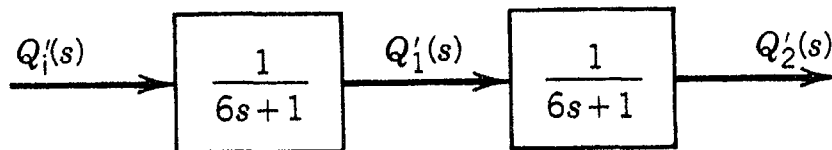


- [a] What is the response $q_2(t)$ to a ramp input of slope $0.4 \text{ m}^3/\text{min}$ in $q_i(t)$ if the system is initially operating at a steady state corresponding to

$$\bar{q}_i = \bar{q}_1 = \bar{q}_2 = 1 \text{ m}^3/\text{m}$$

Gambarajah blok yang mewakili daya gerak hampir sistem aliran dua tangki pusuan ditunjukkan oleh Rajah 2.

Rajah 2



- [a] Bagaimana sambutan $q_2(t)$ terhadap masukan tanjakan dengan kecerunan $0.4 \text{ m}^3/\text{min}$ dari $q_i(t)$ apabila sistem itu bermula dengan syarat kendalian keadaan mantap sepadan dengan

$$\bar{q}_i = \bar{q}_1 = \bar{q}_2 = 1 \text{ m}^3/\text{m}$$

(50 marks)

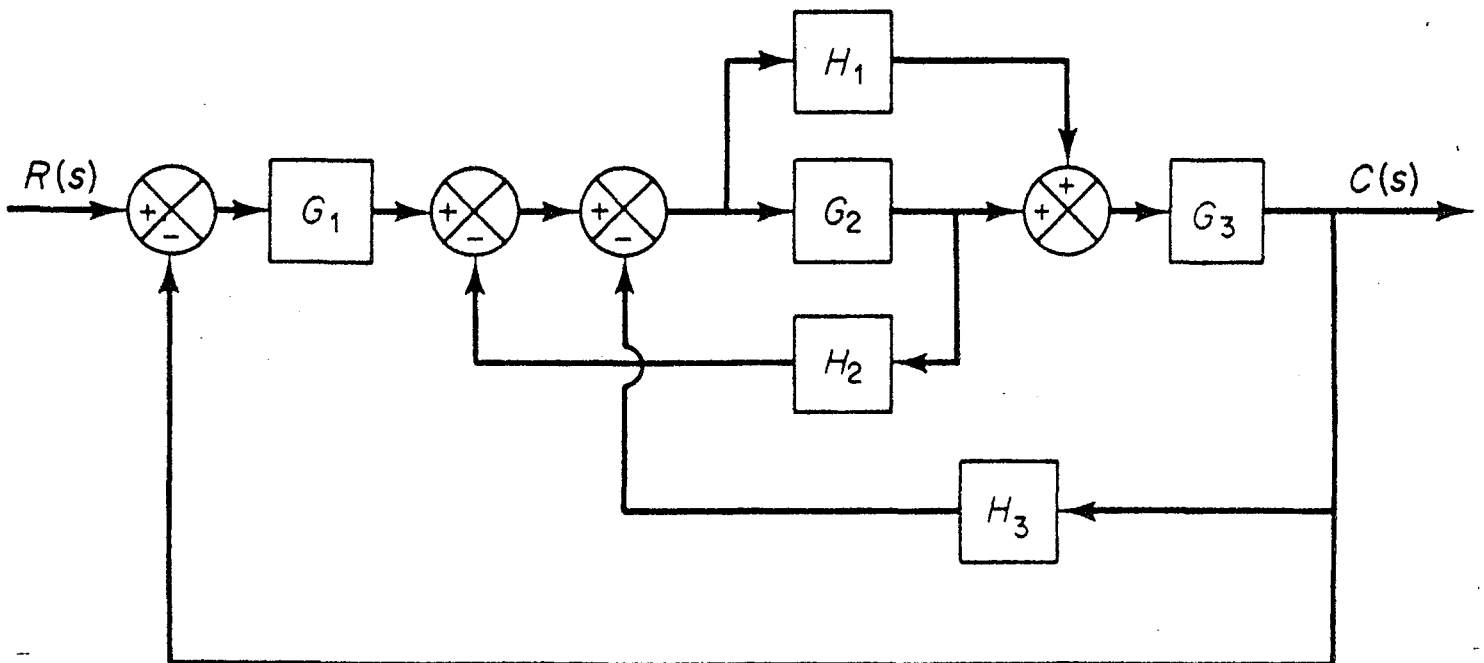
...7/-

4. [a] Simplify the block diagram shown in Figure 3 and derive the transfer function of the closed loop $C(s)/R(s)$.

Permudahkan gambarajah blok yang ditunjukkan dalam Rajah 3 dan dapatkan rangkap pindah gelung tertutup $C(s)/R(s)$.

Figure 3
Rajah 3
[Gambarajah Blok Sistem]

(50 marks)



Rajah 3 Gambar rajah blok sistem.

...9/-

- [b] Write down the complete command statements required to derive the overall transfer function $C(s)/R(s)$ using the MATLAB software for the control system shown in Figure 3.

Tuliskan dengan lengkap penyata perintah yang diperlukan untuk menerbitkan rangkap pindah keseluruhan $C(s)/R(s)$ untuk sistem kawalan yang ditunjukkan oleh Gambarajah 3 dengan menggunakan perisian MATLAB.

(50 markah)

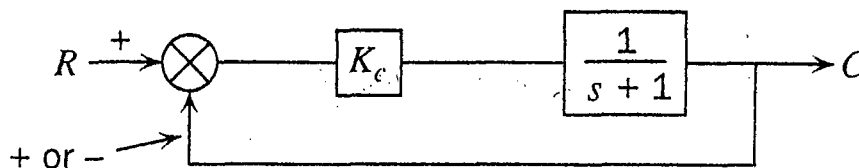
5. [a] Compare the responses to a unit-step change in set point for the system shown in Fig. 4 for both negative feedback and positive feedback. Do this for K_c of 0.5 and 1.0. Compare these responses by sketching $C(t)$.

Bandingkan sambutan dari pertukaran langkah – unit pada titik set untuk suap balik negatif mahupun suap balik positif dari sistem yang ditunjukkan oleh Gambarajah 4. Lakukan untuk $K_c = 0.5$ dan 1.0 . Bandingkan sambutan-sambutan tersebut dengan melakarkan $C(t)$.

Figure 4

Rajah 4

(30 marks)



...10/-

- [b] Use the Routh test to determine if the system is stable for each K_c .

Gunakan ujian Routh untuk menentukan apakah sistem itu stabil pada masing-masing nilai K_c .

(20 marks)

- [c] Write down the complete command statements required to obtain the $C(t)$ plots in (a) using the MATLAB software.

Hint: Derive the overall transfer function for the loop, impose the unit-step function input and then plot the responses with different values of K_c .

Tuliskan dengan lengkap penyata perintah untuk mendapatkan plot $C(t)$ dari soalan [a] dengan menggunakan perisian MATLAB.

Petunjuk: Terbitkan rangkap pindah keseluruhan dari gelung, kenakan masukan langkah-unit dan kemudian lakarkan sambutanannya dengan nilai-nilai K_c yang berbeza.

(50 marks)