

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

**Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1993/94**

Oktober/November 1993

IQK 303/3 - ANALISIS & KAWALAN SISTEM-SISTEM PROSES

Masa : [3 jam]

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi TUJUH (7) mukasurat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

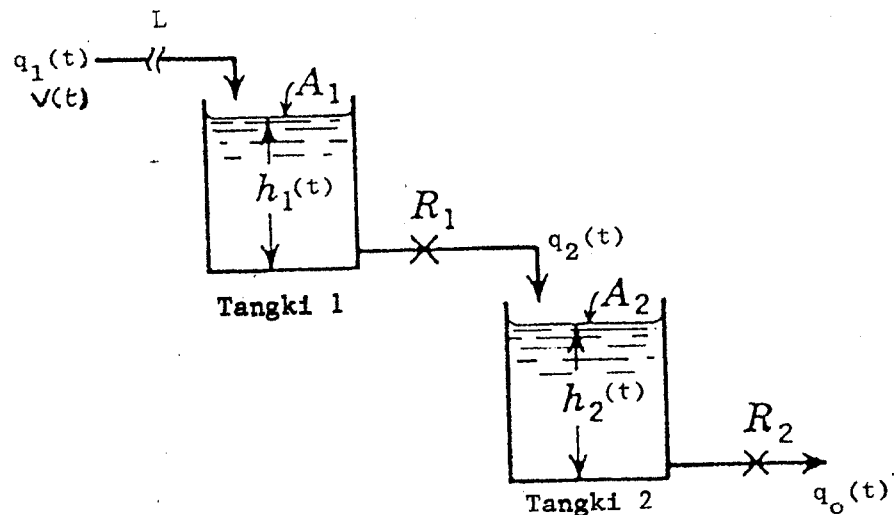
Jawab LIMA (5) soalan. Semua soalan mesti dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

Anda diberi kertas-kertas semilog.

1. (a) Terangkan dengan ringkas perbezaan-perbezaan di antara masalah pelarasan (regulator problem) dan masalah servo (servo problem) dalam sistem-sistem kawalan. Berikan satu contoh praktik dalam setiap masalah di atas.

(30 markah)

- (b) Dengan menggunakan persamaan-persamaan pengimbangan jisim (mass balance equations), tentukan fungsi pindah $[Q_o(s)/Q_1(s)]$ bagi sistem dua tangki yang ditunjukkan dalam Rajah 1.



Rajah 1

- L : panjang paip panjang yang membawa aliran input
- $q_1(t)$: Aliran input (isipadu/masa)
- $h_1(t), h_2(t)$: ketinggian paras air
- $q_2(t)$: aliran dari tangki 1 ke tangki 2
- $q_o(t)$: aliran output
- R_1 dan R_2 : rintangan aliran bagi paip-paip output
- $v(t)$: halaju pada input paip panjang
- $Q_o(s)$ dan $Q_1(s)$: Jelmaan Laplace bagi $q_o(t)$ dan $q_1(t)$ masing-masing

(70 markah)

2. Satu sistem proses mempunyai fungsi pindah

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{5}{s^2 + 0.05s + 0.05}$$

di mana $C(s)$ dan $R(s)$ adalah jelmaan-jelmaan Laplace bagi input dan output masing-masing.

- (a) Tentukan laluan ke hadapan (forward path) dan pengawal-pengawal suapbalik yang sesuai supaya sistem yang baru mempunyai faktor redaman (damping factor) = 0.15, frekuensi tabii (natural frequency) = 0.5 rad/saat dan untung arus terus (DC gain) = 1.

(50 markah)

- (b) Sistem yang mengandung pengawal yang dikira dalam bahagian (a) di atas dikenakan satu input unit langkah. Tentukan (i) peratus keterlajakan (% overshoot) (ii) frekuensi ayunan sebenar, dan (iii) output pada masa $t = 2$ saat.

(50 markah)

3. (a) Dalam satah s , tunjukkan lokasi-lokasi kutub bagi sistem tertib kedua. Dengan andaian sistem ini tidak mempunyai sifar (zero), lakarkan sambutan langkah bagi sistem yang mempunyai lokasi-lokasi kutub yang telah anda tunjukkan.

(30 markah)

- (b) Persamaan ciri (characteristic equation) bagi satu sistem diberi oleh :

$$s^4 + 4s^3 + 6s^2 + 4s + (1+K) = 0$$

Tentukan nilai maksimum bagi K di mana sistem ini mengekalkan kestabilannya.

Apakah lokasi-lokasi kutub bagi sistem ini pada nilai K yang maksimum ini?

(70 markah)

4. (a) Bincangkan dengan ringkas kesan (i) kawalan P (ii) kawalan I, dan (iii) kawalan D terhadap spesifikasi-spesifikasi sambutan masa sesuatu sistem.

(30 markah)

- (b) Sebuah pengawal PD unggul mempunyai fungsi pindah (TF)

$$\frac{M(s)}{E(s)} = K_C(Ts + 1)$$

di mana $M(s)$ dan $E(s)$ adalah input dan output pengawal PD tersebut; K_C ialah untung kadaran (proportional gain) dan T adalah terbitan masa.

Walaupun begitu untuk melaksanakannya secara praktik fungsi pindah (TF) berikut digunakan:

$$\frac{M(s)}{E(s)} = K_C \frac{Ts + 1}{(T/B)s + 1}$$

di mana T dan K_C mempunyai makna yang sama; dan B adalah pemalar.

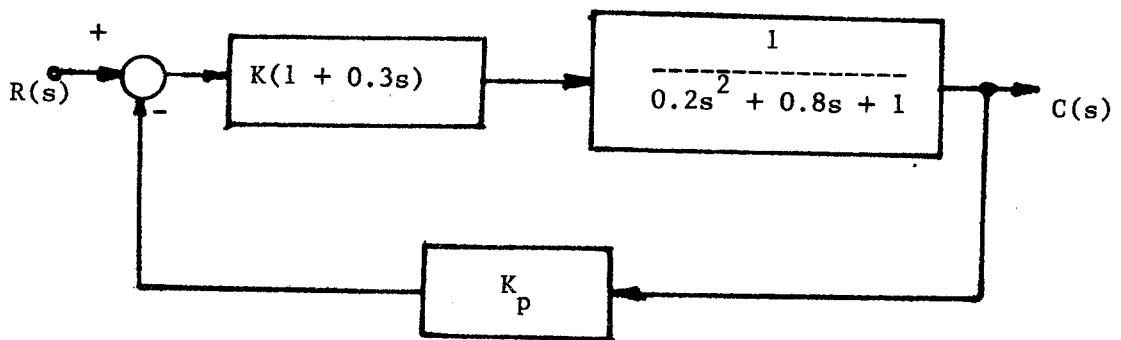
- (i) Tunjukkan bahawa sambutan unit langkah bagi pengawal ini adalah

$$m(t) = K_C(1 + A \exp(-Bt/T))$$

- (ii) Tentukan nilai A
- (iii) Lakarkan sambutan $m(t)$ melawan t
- (iv) Tunjukkan juga bahawa apabila B menghampiri infiniti, sambutannya menghampiri sambutan pengawal PD yang unggul

(70 markah)

5. Sebuah sistem proses dimodelkan oleh rajah blok yang ditunjukkan dalam Rajah 2. Pengawal suapbalik kadaran (proportional feedback controller) mempunyai $K_p = 2$.



Rajah 2

- (a) Gunakan peraturan-peraturan yang sesuai dan lakarkan locus punca (root locus) sistem ini setepat yang boleh, bagi $K > 0$.

(60 markah)

- (b) Apakah nilai K pada titik selekoh (break-away point)?

- (c) Apakah nilai punca-puncanya pada $K = 200$?

(40 markah)

6. (a) Lukiskan setepat yang boleh plot-plot Bode bagi sistem yang mempunyai fungsi pindah (TF) seperti berikut:

$$G(s) H(s) = \frac{250}{s(s + 5)(s + 50)}$$

(70 markah)

- (b) Daripada bahagian (a), ukur nilai-nilai sut untung (gain margin) dan sut fasa (phase margin) dan tentukan sama ada sistemnya stabil ataupun tidak.

(30 markah)

oo