

**UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**

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

April 1994

**IQK 305/3 - PERALATAN KAWALAN PROSES**

Masa : [3 jam]

---

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi LAPAN (8) mukasurat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

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

1. Sebuah sistem pengisian menggunakan robot ditunjukkan di dalam Rajah 1. Objek-objek yang hendak disih terletak di atas konveyer yang bergerak. Objek-objek ini mempunyai dua bentuk yang berlainan, iaitu, bentuk A dan bentuk B. Sistem pengisian ini menghendaki robot meletakkan objek-objek di atas dua konveyer di lokasi S1 dan S2, bergantung kepada bentuk objek - bentuk A di lokasi S1 dan Bentuk B di lokasi S2. PC adalah pengawal pembolehaturcara (Programmable Controller). Komponen-komponen sistem adalah:

- (i) Pengesan objek: Ini akan membuat penentuan sama ada (X1) objek terdapat di stesyen P.  $X1 = 1$  jikalau terdapatnya objek ataupun sebaliknya  $X1 = 0$ .
- (ii) Kamera: Ini akan membuat dua penentuan (X2 dan X3) ke atas bentuk objek.  $X2 = 1$  dan  $X3 = 0$  jikalau objek berbentuk A;  $X2 = 0$  dan  $X3 = 1$  jikalau objek berbentuk B.
- (iii) Robot dan pengawalnya: Pengawal akan menerima dua arahan (Y1 dan Y2) daripada PC. Jikalau  $Y1 = 1$  dan  $Y2 = 0$ , robot akan meletakkan objek di lokasi S1. Jikalau  $Y1 = 0$  dan  $Y2 = 1$ , robot akan meletakkan objek di lokasi S2.
- (iv) Pengawal motor konveyer: Arahan (Y3) daripada PC akan mengawal motor  $Y3 = 0$ : motor dihentikan,  $Y3 = 1$ : motor dimulakan dan bergerak.

- (v) Pengesanan objek: Ini akan membuat penentuan ( $X_4$ ) sama ada objek terdapat di stesyen S. Jikalau  $X_4 = 1$ , maka terdapatnya objek, sebaliknya  $X_4 = 0$ .

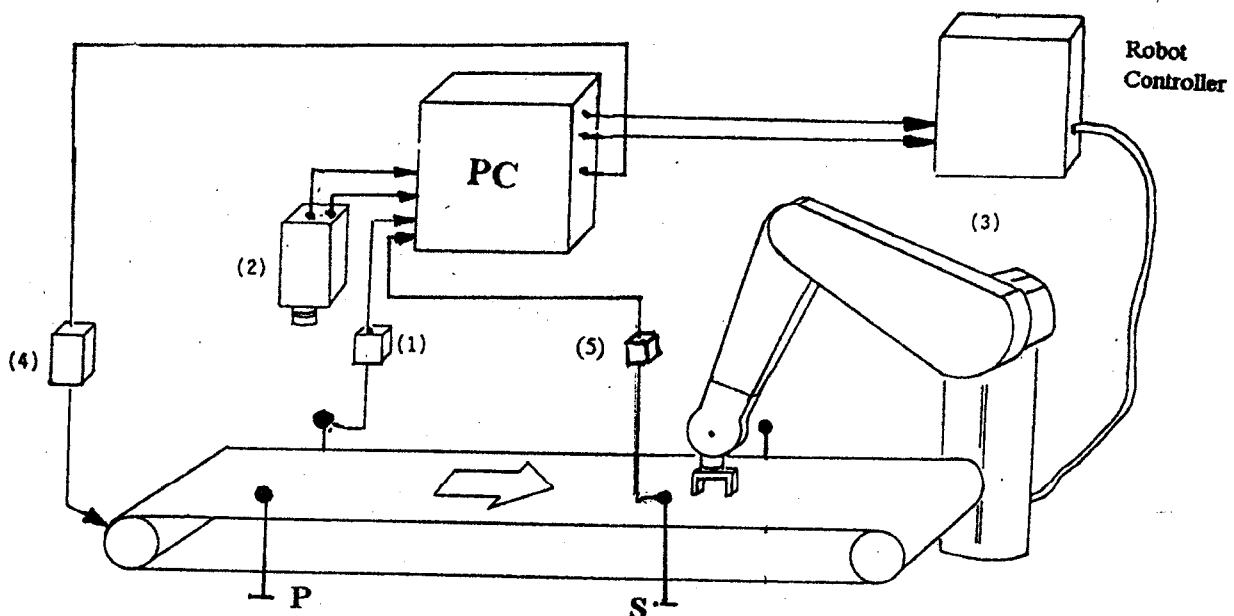
Kaji sistem di atas dengan teliti dan seterusnya, sediakan:

- (a) Gambarajah masa jujukan yang menerangkan operasi sistem pengisian robot di atas.

(30 markah)

- (b) Gambarajah tangga (ladder) yang lengkap untuk mengaturcarakan PLC.

(70 markah)



Rajah 1

2. Sebuah sistem kawalan proses diberikan di dalam Rajah 2. Pembolehubah-pembolehubah proses ialah  $R(s)$ ,  $E(s)$ ,  $M(s)$  dan  $C(s)$  iaitu Jelmaan Laplace bagi  $r(t)$ ,  $e(t)$ ,  $m(t)$  dan  $c(t)$  masing-masingnya. Dikehendaki penganalisaan kelakuan proses dibuat melalui kaedah simulasi. Nilai-nilai maksimum pembolehubah proses diberikan sebagai

$$r(t)_{\text{mak}} = 5; \quad e(t)_{\text{mak}} = 2; \quad m(t)_{\text{mak}} = 4; \quad c(t)_{\text{mak}} = 2$$

Dikehendaki juga mempercepatkan sambutan simulasi dengan faktor 2. Sediakan:

- (a) persamaan sistem magnitud tersekala.

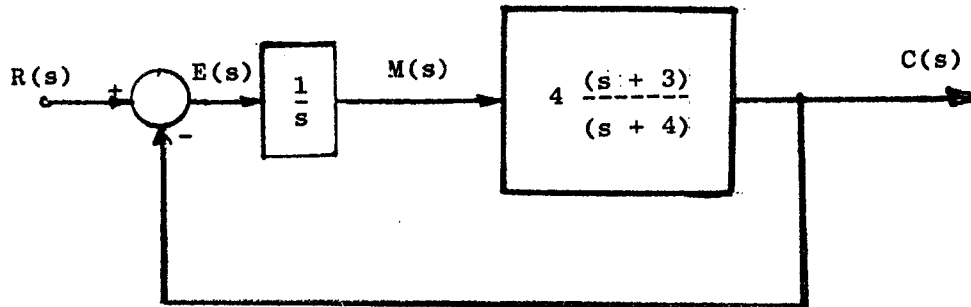
(20 markah)

- (b) persamaan sistem masa tersekala daripada jawapan (a).

(20 markah)

- (c) gambarajah simulasi bagi persamaan yang diperolehi daripada (b) yang sesuai untuk dipelajari menggunakan komputer analog; cadangkan satu set nilai-nilai komponen RC; tunjukkan bagaimana anda akan mengskalakan semula sambutan sistem  $c(t)$ .

(60 markah)



Rajah 2

3. (a) Data bagi sistem kawalan paras cecair bermekanikal (Rajah 3) diberikan di bawah. Terbitkan fungsi pindah bagi pelbagai bahagian yang terdapat di dalam sistem kawalan, dan seterusnya, lukis gambarajah blok bagi sistem. Anda boleh menggunakan kesemua ataupun beberapa data-data yang diberikan.

(40 markah)

- (b) Tentukan peratus ralat keadaan mantap untuk isyarat gangguan langkah pada titik set (set-point).

(20 markah)

- (c) Untuk sistem di dalam Rajah 3 dan dengan menggunakan lakaran yang kemas, cadangkan satu sistem kawalan elektromekanikal menggunakan motor servo DC. Dengan secara ringkas, terangkan operasi berkerja sistem kawalan tersebut

(40 marakah)

Data untuk Rajah 3.

Injap apung : Silinder, Garispusat =  $r$  meter,  
Tinggi =  $h$  meter, Berat =  $w$  kg.

Tangki : Keluasan bahagian =  $A$  sq m,  
Kemuatan =  $M$  litre.

Injap Inlet : Jenis injap bergelongsor;  
Pemalar injap =  $k$  m<sup>2</sup>/s;  
Paparan injap =  $y$  meter  
Daya untuk membuka/menutup  
injap =  $f$  Nm.

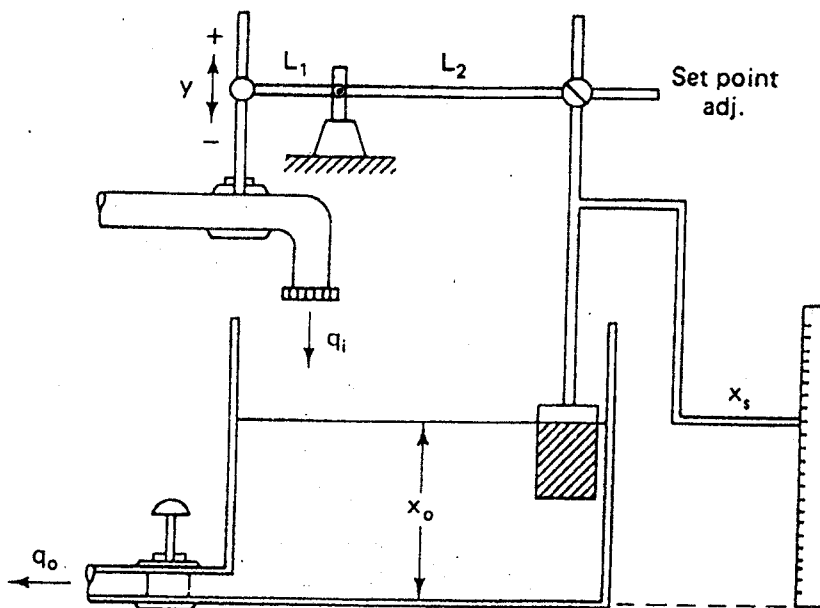
Penghubung :  $L_1$  dan  $L_2$  di dalam meter.

Ketumpatan Cecair :  $\rho$  kg/m<sup>3</sup>; Rintangan hidraulik  
injap outlet =  $R$  sec/m<sup>2</sup>

Titik set =  $X_s(t)$  meter; paras cecair =  $X_o(t)$  meter

Aliran outlet =  $Q_o$  m<sup>3</sup>/sec; Aliran inlet =  $Q_i$  m<sup>3</sup>/sec

Andaikan kesemua elemen di dalam sistem berkerja pada julat linear masing-masingnya.



Rajah 3

4. (a) Secara ringkas, huraikan dua sistem pratikal yang memperlihatkan masa mati (dead time) di dalam sambutannya.

(20 markah)

- (b) Terangkan kerumitan yang asas di dalam melaksanakan gelung suap balik bagi sistem yang mempunyai masa mati yang bukan sifar.

(20 markah)

- (c) Satu proses mempunyai fungsi pindah  $G(s)$  iaitu:

$$G(s) = \frac{C(s)}{R(s)} = \frac{3}{s(s+4)} \exp(-1 s)$$

di mana  $C(s)$  dan  $R(s)$  adalah jelamaan Laplace bagi output  $c(t)$  dan input  $r(t)$  masing-masingnya. Dikehendaki gandaan DC dan kedudukan kutub-kutub proses tersebut tanpa mengambilkira masa mati, adalah 1,  $s = -1$  dan  $s = -2$  masing-masingnya. Lukis gambarajah blok sistem dengan pemampas masa mati. Tentukan nilai-nilai parameter pemampas masa mati tersebut.

(40 markah)

- (d) Dapatkan ungkapan output  $c(t)$  daripada proses yang terpampas apabila  $r(t)$  adalah unit langkah. Lukis plot  $c(t)$ .

(20 markah)

5. (a) Apakah kebaikan-kebaikan analisa keadaan ruang (state space analysis) bagi sistem-sistem proses.

(30 markah)

- (b) Pertimbangkan suatu proses yang mempunyai fungsi pindah

$$G(s) = \frac{C(s)}{R(s)} = \frac{10(s + 1)}{s^3 + 4s^2 + 3s + 9}$$

di mana  $c(t)$  dan  $r(t)$  adalah output dan input proses. Tentukan satu set pembolehubah-pembolehubah keadaan (state variables) dan dapatkan model keadaan (state model).

(70 markah)

6. (a) Secara ringkas, bincangkan bagaimana pengawal P, PI, PD dan PID mengubah sambutan proses.

(40 markah)

- (b) Secara mendalam, bincangkan mana-mana satu kaedah penalaan proses bagi menyetkan pengawal parameter-parameter PID secara baik.

(60 markah)

ooooo00000ooooo