UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 1997/98

Februari 1998

EKC 250 - Dinamik dan Kawalan Proses

Masa: [3 jam]

ARAHAN KEPADA CALON:

Sila pastikan kertas soalan ini mengandungi **TIGABELAS (13)** mukasurat bercetak sebelum memulakan peperiksaan.

Kertas soalan ini mengandungi **LIMA (5)** soalan.

Jawab mana-mana **EMPAT (4)** soalan.

1. Terangkan dengan jelas apa yang dimaksudkan dengan kedua-dua sebutan berikut, kenal bezakan perbezaan antara mereka.

[i] [a] Ketepatan dan kesensitifan

[b] Ralat pegun dan ralat dinamik

[c] Ralat sistematik dan ralat rawak

[d] Histerisis dan hanyut

[e] Transduser dan transmiter

(10 markah)

[ii] Terangkan dengan satu gambarajah yang kemas, komponen-komponen asas bagi satu sistem pengukuran.

(5 markah)

[iii] Dengan menggunakan data suhu-mV bagi satu jenis T, pengganding suhu, binakan pelelurus berjulat -100 kepada 400°C.

(10 markah)

Jadual Q1

Suhu, C	mV
-100	-3.349
-50	-1.804
0	0.000
50	2.035
100	4.277
150	6.703
200	9.288
250	12.015
300	14.864
350	17.827
400	20.874

1. *Explain clearly what is meant by the following pairs of terms, distinguishing their difference.*

[i] *[a]* *Accuracy and sensitivity*

[b] *Static error and dynamic error*

[c] *Systematic error and random error*

[d] *Hysteresis and drift*

[e] *Transducer and transmitter*

(10 marks)

[ii] *Explain with a neat diagram the basic components of a measurement system.*

(5 marks)

[iii] *Using the temperature - mV data for a Type T thermocouple (Table Q1) design a lineariser for the range - 100 to +400°C.*

(10 marks)

Table Q1

Temperature, C	***mV***
-100	*-3.349*
-50	*-1.804*
0	*0.000*
50	*2.035*
100	*4.277*
150	*6.703*
200	*9.288*
250	*12.015*
300	*14.864*
350	*17.827*
400	*20.874*

2. Bagi setiap pengukuran-pengukuran berikut; terangkan alatan berkenaan dengan bantuan satu gambarajah bagi setiap satu yang boleh digunakan sebagai sebahagian daripada sistem kawalan.

[i] Suhu relau pembentuk semula yang hampir kepada 1500°C

[ii] Kuantiti minyak bahan api dibekalkan oleh kilang penapis kepada pembeli.

[iii] Kepekatan sulfur dioksida di dalam gas keluaran daripada loji asid sulfurik.

[iv] Kepekatan oksigen di dalam gas serombong.

[v] pH bagi aliran efluen.

(25 markah)

2. *For each of the following measurements describe with a figure one instrument each which can be used as part of a control system.*

[i] A reformer furnace temperature of approximately 1500°C

[ii] Quantity of fuel oil supplied by a refinery to a buyer

[iii] Sulfur dioxide concentration in the exit gas from a sulfuric acid plant

[iv] Oxygen concentration in a flue gas

[v] pH of an effluent stream

(25 marks)

3. Tindakbalas tidak berbalik X → Y diteruskan mengikut hubungan

$$2X \xrightarrow{k} 2Y$$

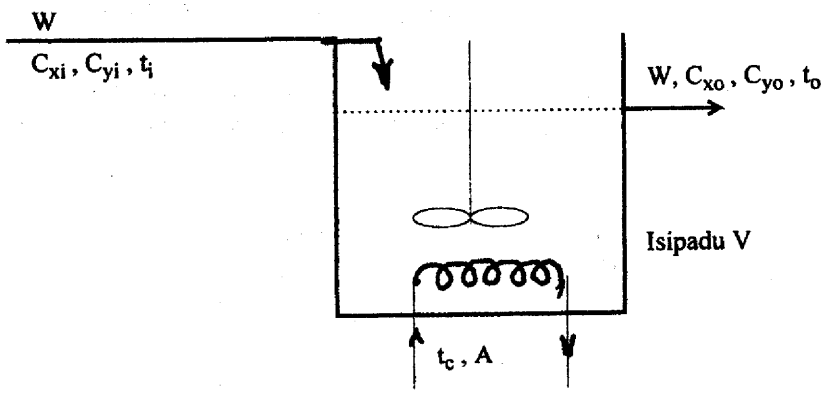
Tindakbalas eksotermik dengan haba tindakbalas = $-\Delta H$. Kadar tindakbalas berdasarkan X di dalam tangki terkacau berisipadu V ialah

$$r_x = kc_x^2 \frac{jisim\ X\ ditindakbalaskan}{masa,\ isipadu}$$

$$C_x = \frac{jisim\ \ X}{isipadu}$$

$$k = k_0 \ exp\left[\frac{-E}{Rt_0}\right] \qquad \frac{Isipadu}{jisim, masa}$$

Haba disingkirkan menggunakan gegelung sejuk dengan suhu tetap bahan penyejuk t_c dan luas pemindahan haba A. Ciri-ciri bendalir adalah tetap dengan suhu.



Rajah Q.3

[i] Buatkan analisa darjah kebebasan dan tulis persamaan-persamaan keadaan tidak tetap bagi pembolehubah-pembolehubah sistem berkenaan.

(15 markah)

[ii] Terbitkan fungsi-fungsi pemindahan

$$\frac{C_{xo}}{T_i} \quad \text{dan} \quad \frac{C_{xo}}{T_c}$$

(10 markah)

3. *An irreversible reaction $X \rightarrow Y$ proceeds according to the relation*

$$2X \xrightarrow{k} 2Y$$

The reaction is exothermic with heat of reaction = $-\Delta H$. The reaction rate based on X in a stirred tank of volume V is

$$r_x = kc_x^2 \frac{mass\ of\ X\ reacted}{time,\ volume}$$

$$C_x = \frac{mass\ \ X}{volume}$$

$$k = k_0 \ exp\left[\frac{-E}{Rt_0}\right] \qquad \frac{Volume}{mass.time}$$

The heat is removed using a cooling coil with constant coolant temperature t_c and heat transfer area A. The fluid properties are constant with temperature.

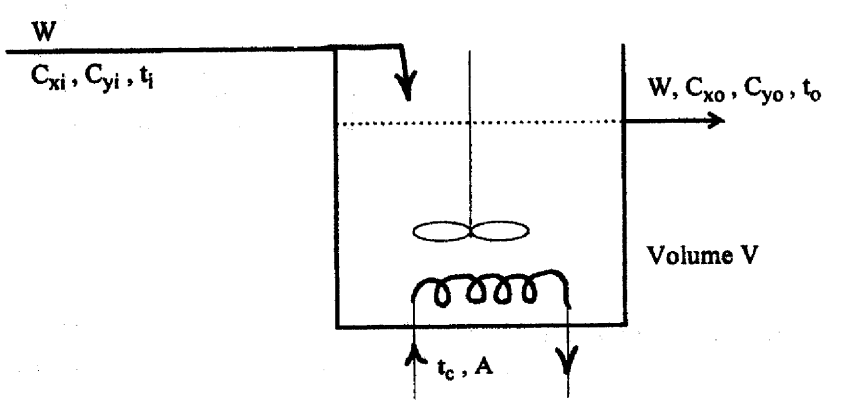


Fig. Q.3

[i] *Make a degree of freedom analysis and write the unsteady state equations for the system variables*

Cx_O, Cy_O, t_O

(15 marks)

[ii] *Develop transfer functions*

$$\frac{C_{xo}}{T_i} \quad and \quad \frac{C_{xo}}{T_c}$$

(10 marks)

4. [i] Terangkan secara ringkas apa yang dimaksudkan dengan

[a] Belitan set semula

[b] Tendangan terbitan

dan bagaimana mereka dikeluarkan di dalam pengawal-pengawal yang berlandaskan "micro processors".

(8 markah)

[ii] Pengawal PD digunakan di dalam sistem kawalan mempunyai proses tertib pertama dan pengukuran ekoran.

[a] Cari fungsi pemindahan bagi gelung tertutup.

(5 markah)

[b] Terbitkan ungkapan bagi ζ dan τ

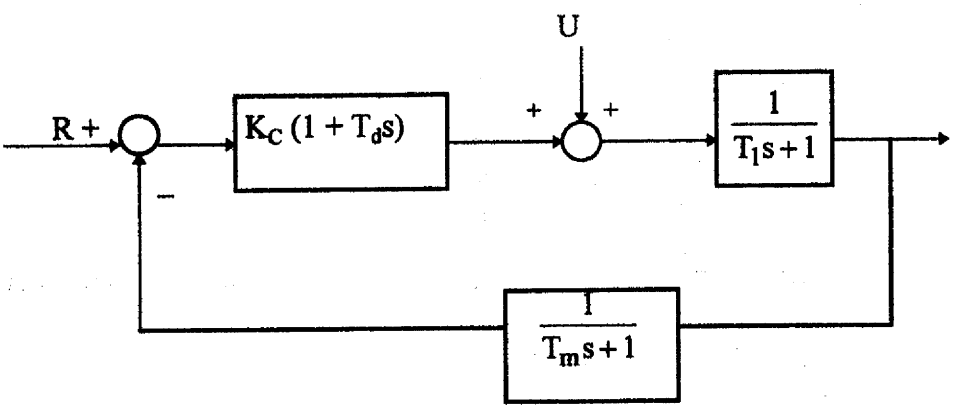
(4 markah)

[c] Bagi $T_1 = 1$ min, $T_m = 10$ saat,

$T_D = 3$ saat, cari K_c untuk memberi $\zeta = 0.7$

(4 markah)

[d] Apakah ofset bagi sistem berkenaan untuk nilai-nilai parameter tersebut.



Rajah Q4

(4 markah)

4. [i] *Explain briefly what is meant by*

[a] Reset wind up

[b] Derivative kick

and how they are removed in micro processor based controllers.

(8 marks)

[ii] *A PD controller is used in a control system having a first order process and measurement lag (Fig. Q.4).*

[a] Find the closed loop transfer function

(5 marks)

[b] *Derive expressions for ζ and τ*

(4 marks)

[c] *For T_I = 1 min, T_m = 10 sec,*

T_D = 3 sec, find K_c to give ζ= 0.7

(4 marks)

[d] *What is the offset in the system for these values of the parameters.*

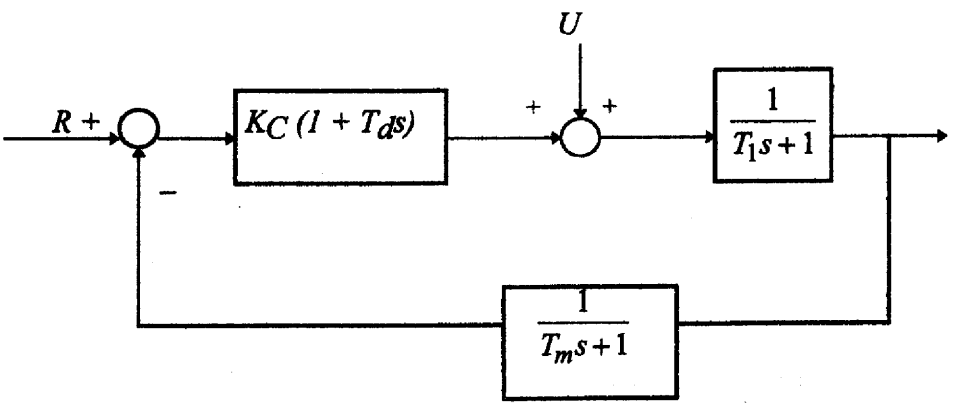
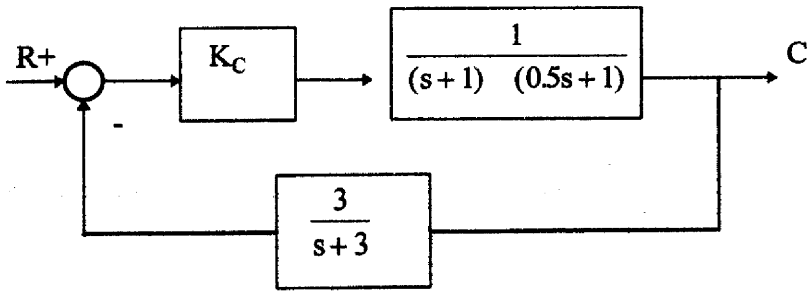


Fig. Q4

(4 marks)

5. [i] [a] Bagi sistem di dalam rajah Q5, tentukan kestabilan bagi nilai $K_C = 9.5$.



(10 markah)

Rajah Q5.

[b] Apakah nilai maksima K_c yang boleh digunakan untuk satu sistem yang stabil.

(5 markah)

[ii] Lengkuk proses tindak balas bagi satu proses menghasilkan model bagi proses tersebut,

$$\frac{C}{M} = \frac{2e^{-1.5s}}{2s+1}$$

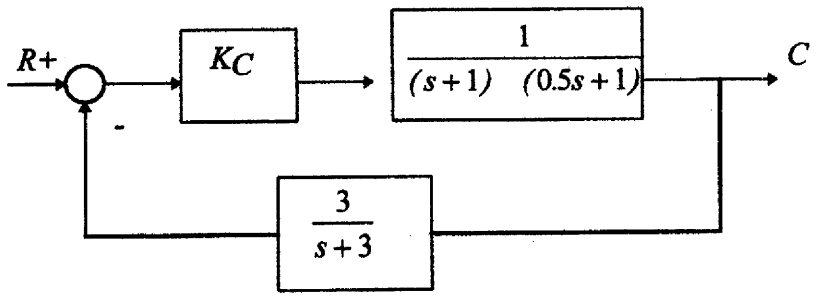
Di mana C ialah pembolehubah kawalan dan m ialah masukan insari kepada injap kawalan . Tentukan set pengawal optima dengan kaedah Cohen Coon untuk kawalan PID.

(10 markah)

Annexure 1
Cohen-Coon Controller Settings

Jenis kawalan	Set parameter
Berkadaran(P)	$K_C = \frac{1}{K_p} \frac{T}{T_d} \left(1 + \frac{T_d}{3T}\right)$
Berkadaran-kamilan (PI)	$K_C = \frac{1}{K_p} \frac{T}{T_d} \left(\frac{9}{10} + \frac{T_d}{12T}\right)$ $T_I = T_d \frac{30 + 3T_d / T}{9 + 20T_d / T}$
Berkadaran-terbitan (PD)	$K_C = \frac{1}{K_p} \frac{T}{T_d} \left(\frac{5}{4} + \frac{T_d}{6T}\right)$ $T_D = T_d \frac{6 - 2T_d / T}{22 + 3T_d / T}$
Berkadaran kamilan-terbitan (PID)	$K_C = \frac{1}{K_p} \frac{T}{T_d} \left(\frac{4}{3} + \frac{T_d}{4T}\right)$ $T_I = T_d \frac{32 + 6T_d / T}{13 + 8T_d / T}$ $T_D = T_d \frac{4}{11 + 2T_d / T}$

5. [i] [a] *For the system Fig. Q.5, determine the stability for a value of* $K_C = 9.5$.



(10 marks)

Fig. Q5.

(b) *What is the maximum value of* K_C *which can be used for a stable system.*

(5 marks)

[ii] *The process reaction curve test for a process yielded the model for the process,*

$$\frac{C}{M} = \frac{2e^{-1.5s}}{2s+1}$$

Where c is the control variable and m is the manual input to the control valve. Determine the optimum controller settings by the Cohen Coon method for PID control.

(10 marks)

Annexure 1

Cohen-Coon Controller Settings

Type of control	***Parameter setting***
Proportional (P)	$K_C = \frac{1}{K_p} \quad \frac{T}{T_d} \quad \left(1 + \frac{T_d}{3T}\right)$
Proportional-integral (PI)	$K_C = \frac{1}{K_p} \quad \frac{T}{T_d} \quad \left(\frac{9}{10} + \frac{T_d}{12T}\right)$
	$T_1 = \quad T_d \quad \frac{30 + 3T_d / T}{9 + 20T_d / T}$
Proportional-derivative (PD)	$K_C = \frac{1}{K_p} \quad \frac{T}{T_d} \quad \left(\frac{5}{4} + \frac{T_d}{6T}\right)$
	$T_D = \quad T_d \quad \frac{6 \quad -2T_d / T}{22 + 3T_d / T}$
Proportional integral-derivative(PID)	$K_C = \frac{1}{K_p} \quad \frac{T}{T_d} \quad \left(\frac{4}{3} + \frac{T_d}{4T}\right)$
	$T_1 = \quad T_d \quad \frac{32 + 6T_d / T}{13 + 8T_d / T}$
	$T_D = \quad T_d \quad \frac{4}{11 + 2T_d / T}$

-ooo0ooo-