

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

**Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1996/1997**

Oktober/November 1996

IQK 310/3 - SISTEM KAWALAN

Masa : [3 jam]

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi SEPULUH (10) mukasurat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab mana-mana LIMA (5) soalan. Sekurang-kurangnya SATU (1) soalan mesti dijawab di dalam Bahasa Malaysia. Soalan-soalan lain boleh dijawab sama ada di dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.

1. Rajah blok suatu sistem kawalan halaju sebuah enjin petrol diberi (Rajah Q1)

The block diagram of a petrol engine speed control system is given in Fig. Q1.

(a) Lukis graf Aliran Isyarat (SFG)

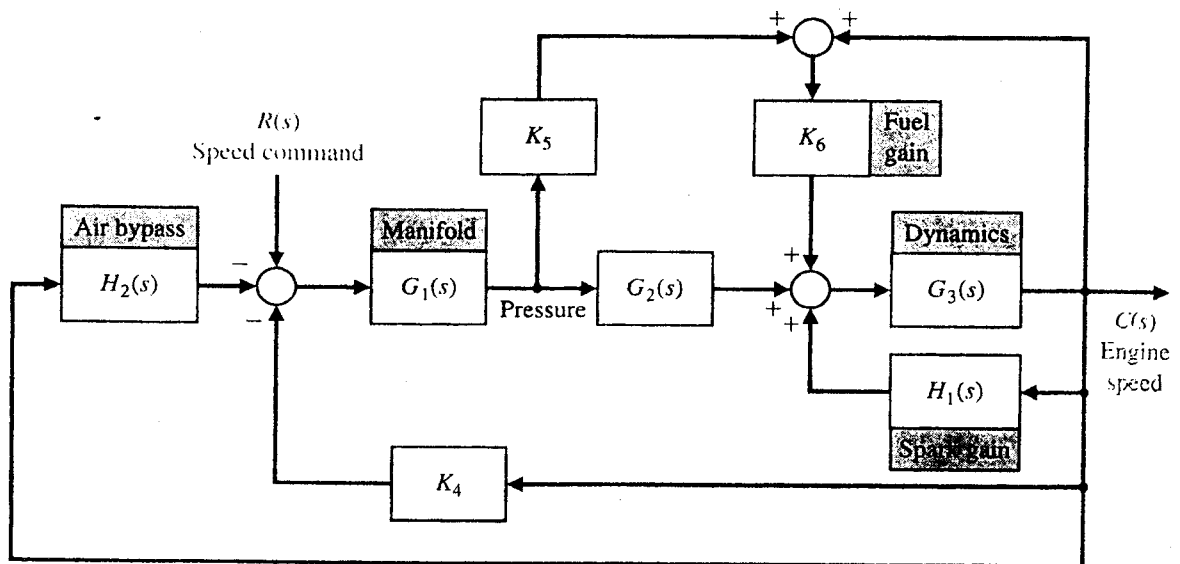
Draw a Signal Flow Graph (SFG)

(50 markah)

(b) Tentukan Fungsi Pindah antara halaju enjin dan halaju perintah, dengan menggunakan teori SFG.

Determine the Transfer Function between the engine speed and speed command using SFG theory

(50 markah)



Rajah Q1

2. Sebuah sistem kawalan dihuraikan oleh model pembolehkan keadaan (state variable model) dengan $x(t)$ sebagai vektor keadaan, dan

A control system is described by a state variable model with $x(t)$ as state vector and

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -4 & -5 \end{bmatrix} \quad b = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}; \quad c = [1 \ 0]$$

- (a) Tentukan Fungsi Pindah $C(s)/R(s)$ di mana $r(t)$ adalah inputnya dan $c(t)$ merupakan outputnya.

Determine the Transfer Function $C(s)/R(s)$, where $r(t)$ and $c(t)$ are input and output respectively.

(40 markah)

- (b) Dengan menggunakan kaedah ruang keadaan (state space method)

Using state space method

- (i) tentukan matriks peralihan keadaan

Determine the state transition matrix

(30 markah)

- (ii) cari output $c(t)$ bila perintah input ialah sifar, dan keadaan awal ialah

Compute the output $c(t)$ when the input command is zero and initial state is

$$x(0) = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

(30 markah)

3. Suatu alat mesin direkabentuk supaya menurut laluan yang diberi sebagai

$$r(t) = (1 + 2t - 3t^2)$$

A machine tool is designed to follow a desired path denoted by

$$r(t) = (1 + 2t - 3t^2)$$

Sistem kawalannya diberi pada rajah Q3.

The control system is shown in Fig. Q3

- (a) Apakah jenis sistem kawalan alat mesin ini?

What is the type of this machine tool control system?

(20 markah)

(b) Dengan $d(t) = 0$, tentukan nilai-nilai pemalar ralat K_p , K_v dan K_a .

With $d(t) = 0$, determine the values of error constants K_p , K_v dan K_a

(20 markah)

(c) Andaikan yang $d(t) = 0$. Tentukan ralat keadaan tegap untuk input $r(t)$

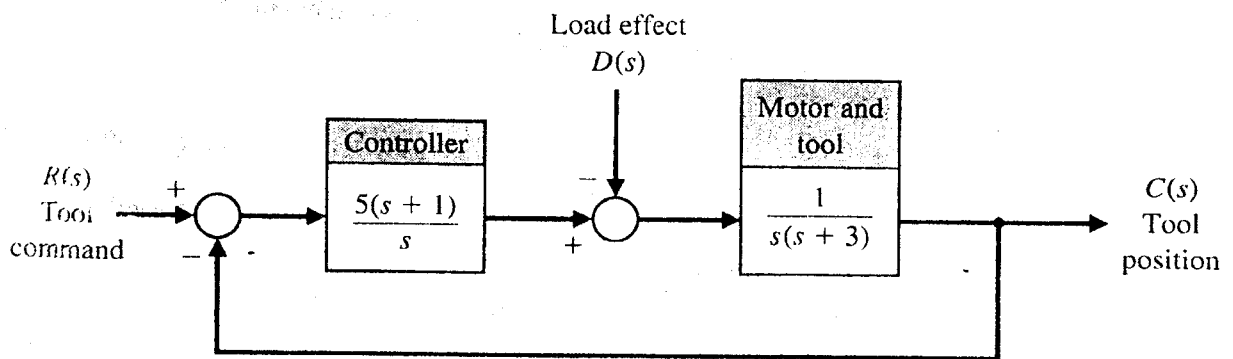
Assume $d(t) = 0$; determine the steady state error for the input $r(t)$

(30 markah)

(d) Dengan $r(t)$ seperti yang diberi di atas, dan $D(s) = (5/s)$, tentukan posisi alat tegap.

With this $r(t)$ given above and with $D(s) = (5/s)$, determine the steady state tool position.

(30 markah)



Rajah Q3

4. (a) Suatu sistem suapbalik negatif mempunyai

A negative feedback system has

$$G(s) = \frac{10}{s(s+2)(s+K)}, \quad H(s) = 1.$$

- (i) Dengan menggunakan kriteria Routh, cari julat nilai-nilai untuk parameter K dalam mana sistem adalah stabil.

Using Routh Criterion, find the range of values of parameter K for which the system is stable.

(50 markah)

- (ii) Apakah nilai K yang dengannya sistem menjadi stabil secara kritikal?

What is the value of K for which the system is critically stable?

(10 markah)

- (iii) Apakah ulangan yang dengannya sistem berayun untuk nilai kritikal K yang didapati pada soalan 4a(ii) tadi.

What is the frequency at which the system oscillates for this critical value of K obtained in (ii) above.

(20 markah)

(b) Terangkan, dengan rajah-rajah sambutan, ungkapan

Explain, with sketches of responses, the terms

(i) kestabilan eksponen

exponential stability

(ii) kestabilan asyptotik

asymptotic stability

(20 markah)

5. Fungsi Pindah gelung terbuka untuk sebuah sistem instrumentasi

The open loop Transfer Function of an instrumentation system is given by

diberi oleh $G(s)H(s) = \frac{K}{(s^2 + 12s + 45)}$

(a) Dengan menggunakan mana-mana kaedah analisis yang anda ketahui buktikan yang sistem ini berayun pada semua nilai-nilai $K > 0$.

Using any method of analysis known to you, prove that the system is oscillatory for all values of $K > 0$.

(20 markah)

- (b) Untuk mendapatkan sambutan yang stabil secara eksponen, sebuah pengkerbeda (differentiator) disambung dalam laluan ke depan (forward path) sistem tersebut.

In order to get an exponentially stable response, a differentiator is connected in the forward path of the system

- (i) Lukis, dengan sejitu yang mungkin, lokus akar untuk sistem ini untuk kesemua nilai $K > 0$. Tunjukkan sel data yang lengkap dalam plot ini.

Sketch, as accurately as possible, the root locus for the system for all values of $K > 0$. Indicate complete set of data in the plot.

(50 markah)

- (ii) Tentukan julat K yang dengannya sistem menunjukkan kestabilan secara eksponen.

Determine the range of K in which the system exhibits exponential stability.

(30 markah)

6. (a) Terangkan bagaimana anda menentukan kestabilan suatu sistem dengan menggunakan Margin laba.

Explain how you determine stability of a system using Gain-Margin

(20 markah)

- (b) Suatu sistem suapbalik satu unit susunan ketiga dihuraikan oleh Fungsi Pindah

A third order unity feedback system is described by the Transfer Function.

$$G(s) = \frac{K}{s(s+2)(s+50)}$$

- (i) Lukis Plot Bode (untuk kedua-dua plot laba dan plot fasa) untuk $K = 1,300$

Draw Bode Plots (both gain and phase plots) for $K = 1,300$

(40 markah)

- (ii) Tentukan margin laba dan margin fasanya.

Determine the Gain-Margin and Phase-Margin.

(20 markah)

(iii) Hitung nilai K yang dengannya margin labanya ialah sifar.

Calculate the value of K for which the Gain-Margin is Zero db.

(20 markah)

ooooo0000ooooo