

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Kursus Semasa Cuti Panjang  
Sidang Akademik 2004/2005

Mei 2005  
May 2005

**ESA251/3 – Teori Sistem Kawalan**  
*Theory of Control System*

Masa : 3 jam  
Hours : 3 hours

---

**ARAHAN KEPADA CALON :**  
**INSTRUCTION TO CANDIDATES**

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LIMA (5)** mukasurat dan **EMPAT (4)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.

*Please ensure that this paper contains FIVE (5) printed pages and FOUR (4) questions before you begin examination.*

Jawab **SEMUA** soalan.  
*Answer ALL questions.*

Jawab semua soalan dalam Bahasa Malaysia.  
*Answer all questions in Bahasa Malaysia.*

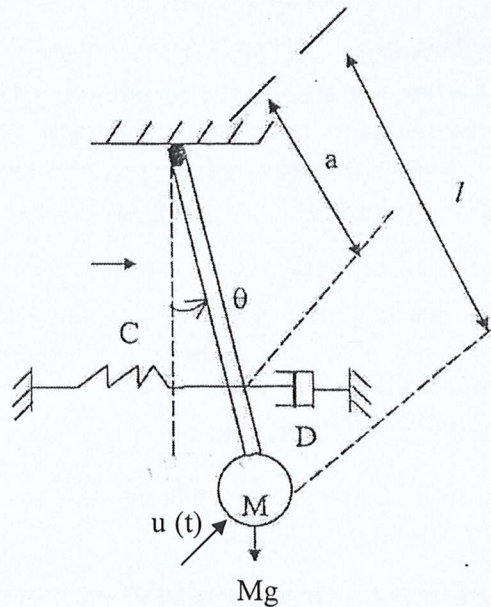
Setiap jawapan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.  
*Each answers must begin from a new page.*

1. Pertimbangkan sistem bandul peredam pegas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1. Anggapkan bahawa daya pegas dan daya redaman ke atas bandul adalah sifar bila bandul berkeadaan tegak atau  $\theta$  adalah 0. Sila jawab soalan yang berikut :

- Dapatkan model matematik bagi sistem tersebut
- Persembahkan model itu dalam bentuk fungsi pindah
- Kirakan parameter dinamik,  $\rho$  (nisbah redaman) frekuensi semula jadi,  $W_o$  bagi sistem di atas
- Kirakan langkah sambutan bandul menggunakan pengembangan pecahan separa dan penjelmaan Laplace songsang

Consider a damped spring pendulum system as shown in Fig.1. Assume the spring force and the damping force over the pendulum when it is vertical is zero,  $\theta = 0$ . Answer the questions below.

- Obtain the mathematical model for the system
- Show the model in a transfer function form
- Calculate the dynamic parameters,  $\rho$  (damping ratio) and natural frequency,  $W_o$  for the system above.
- Calculate the pendulum step response using partial fraction expansion and inverse Laplace transformation



**Rajah 1 : Sistem bandul redaman pegas**  
**Figure 1 : Damped Spring Pendulum System**

(100 markah/marks)

2. (a) Pertimbangkan persamaan cirian

$$S^4 + KS^3 + S^2 + S + 1 = 0$$

Consider the characteristic equation

$$S^4 + KS^3 + S^2 + S + 1 = 0$$

Tentukan julat bagi K untuk kestabilan menggunakan kriteria Routh tersebut.

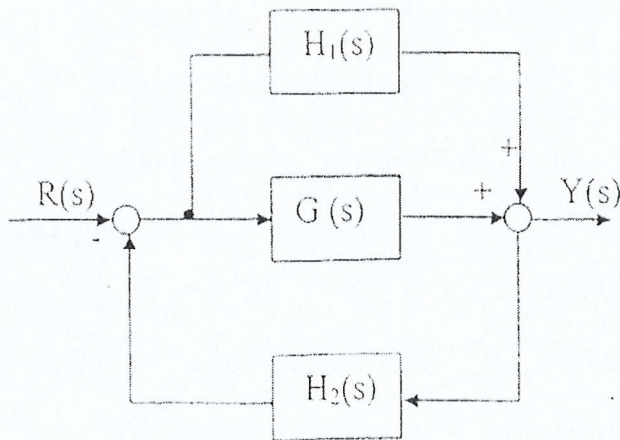
Determine the range of K for stability by using Routh's criterion following.

(50 markah/marks)

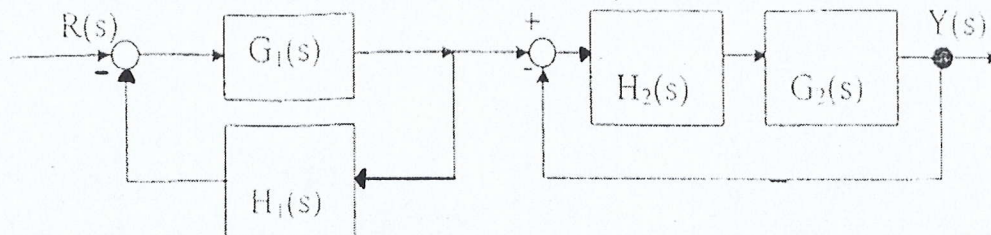
- (b) Dapatkan fungsi pindah bagi sistem gelung tertutup yang berikut:

Obtain the transfer function of the following closed loop systems:

(i)



(ii)

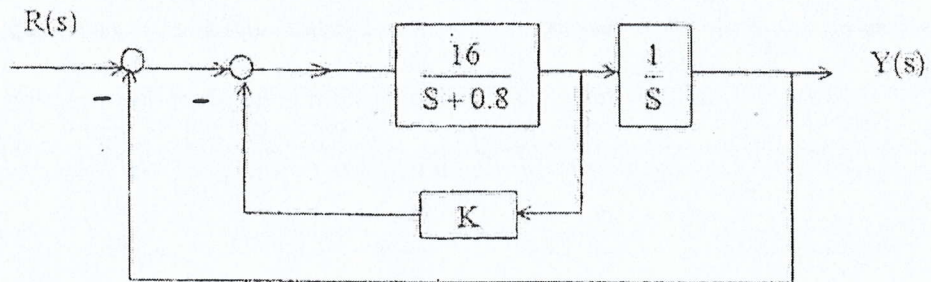


Gambarajah 2  
Figure 2

(50 markah/marks)

3. Pertimbangan suatu sistem seperti yang ditunjukkan pada Gambarajah 3. Tentukan nilai dari K sehingga nisbah redaman  $\rho = 0.5$ . Kemudian dapatkan masa naik  $t_r$ , masa puncak  $t_p$ , terlajak maksimum  $M_p$ , dan masa penetapan  $t_s$  untuk sambutan langkah unit

*Consider a system as shown in Figure 3. Determine the value of K so that the damping ratio  $\rho = 0.5$ . Then calculate the rise time  $t_r$ , peak time  $t_p$ , maximum overshoot  $M_p$ , and setting time  $t_s$  for unit step response.*



**Gambarajah 3 : Sistem Gelung Tertutup**

*Figure : Closed Loop System*

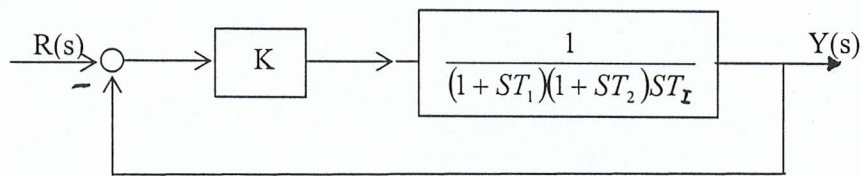
(100 markah/marks)

4. Diberikan sebuah sistem lingkaran tertutup seperti yang ditunjukkan dalam gambarajah di bawah:

dengan menggunakan nilai berikut:

- Lukiskan gambarajah bode bagi sistem lingkaran tertutup di atas
- Buatkan analisis sama ada sistem di atas stabil atau tidak, dan mengapa?

*Given is a closed loop system as shown Figure below :*



*with following values :*

$$K = 100; T_1 = 0.2 \text{ sec}; T_2 = 0.5 \text{ sec}; T_t = 5 \text{ sec}$$

- Please draw the bode diagram for closed loop system above
- Analyze whether the system above is stable or not and why?  
(100 markah/marks)

ooo000ooo