

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2011/2012

Jun 2012

## EEE 354 – SISTEM KAWALAN DIGIT

Masa : 3 Jam

---

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEBELAS** muka surat beserta Lampiran DUA muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi **ENAM** soalan.

Jawab **LIMA** soalan.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Agihan markah bagi setiap soalan diberikan di sudut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris atau kombinasi kedua-duanya.

**[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai].**

*“In the event of any discrepancies, the English version shall be used”.*

1. (a) Pertimbangkan persamaan kebezaan di bawah, di mana  $a$  dan  $b$  adalah pemalar dan

*Consider the difference equation below, where  $a$  and  $b$  are constants and*

Dapatkan penyelesaian kepada persamaan kebezaan tersebut dalam sebutan  $x[n]$  dan  $x[n-1]$ , bagi kes-kes di mana;

*Obtain the solution of the difference equation in terms of  $x[n]$  and  $x[n-1]$ , for the cases when;*

(i)

(30 markah/marks)

(ii)

(20 markah/marks)

- (b) Pertimbangkan persamaan kebezaan di bawah.

*Consider the difference equation below.*

- (i) Tentukan fungsi pindah bagi sistem berdasarkan persamaan kebezaan tersebut.

*Determine the transfer function of the system based on the difference equation.*

(10 markah/marks)

...3/-

- (ii) Lukiskan rajah simulasi persamaan sistem yang mewakili sistem tersebut.

*Draw the simulation diagram for the system equation that represents the system.*

(15 markah/marks)

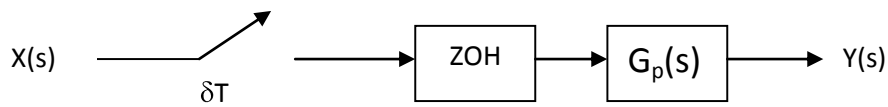
- (iii) Kirakan untuk menggunakan kaedah berjukkan. Nyatakan sebarang andaian yang digunakan.

*Calculate for using the sequential method. State any assumptions made.*

(25 markah/marks)

2. Suatu sistem kawalan gelung terbuka boleh diwakili oleh gambarajah blok dalam Rajah 1.

*An open loop control system can be represented by the block diagram in Figure 1.*



Rajah 1  
Figure 1

Jika,  
If,

(a) Tentukan fungsi pindah dedenyut sistem tersebut untuk .  
*Determine the pulse transfer function of the system for .*  
(25 markah/marks)

(b) Tentukan sambutan sistem tersebut pada kala pensampelan bagi:  
*Determine the system response at the sampling interval for:*

(i) Masukkan unit langkah.  
*Unit step input.*  
(25 markah/marks)

(ii) Masukkan unit rampa.  
*Unit ramp input.*  
(25 markah/marks)

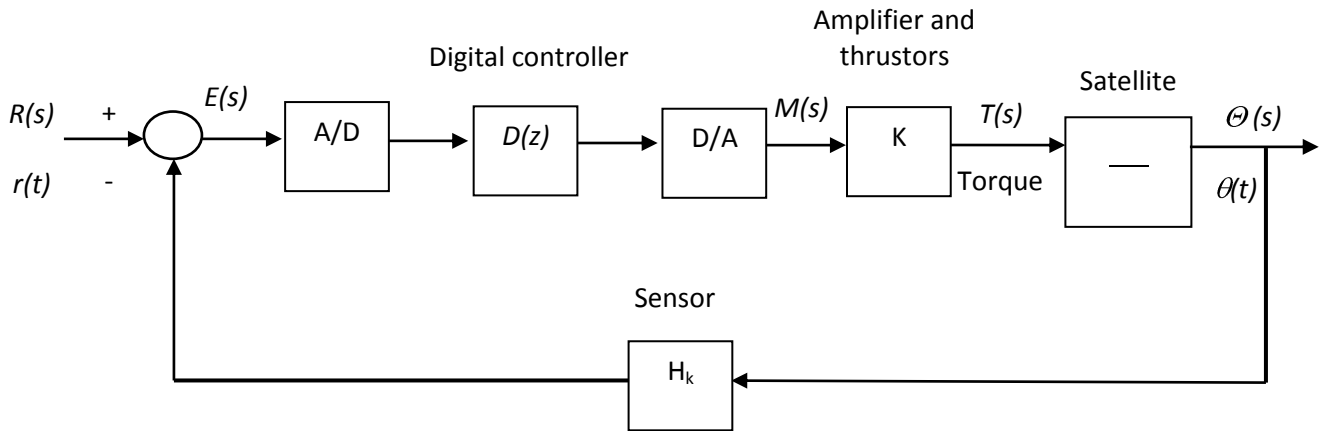
(c) Tentukan fungsi pindah dedenyut sistem tersebut menggunakan jelmaan z terubahsuai jika,  
*Determine the pulse transfer function of the system using modified z transform if,*  

---

  
(25 markah/marks)

3. Pertimbangkan sistem kawalan satelit Rajah 2 di bawah.

Consider the satellite control system Figure 2 below.



Rajah 2  
Figure 2

Unit untuk sudut,  $\theta(t)$  adalah darjah, dan julatnya adalah 0 hingga 360 darjah. Keuntungan penerima adalah bersamaan  $H = 0.02$ .

The units of the attitude angle,  $\theta(t)$  is degrees, and the range is 0 to 360 degrees. The sensor gain  $H = 0.02$ .

(a) Andaikan bahawa julat masukan untuk A/D yang boleh didapati adalah di antara 0 hingga 5V, 0 hingga 10V, 0 hingga 20V,  $\pm 5V$ ,  $\pm 10V$  dan  $\pm 20V$ . Yang mana satu harus dipilih? Jelaskan.

Suppose that the input ranges for available A/Ds are 0 to 5V, 0 to 10V, 0 to 20V,  $\pm 5V$ ,  $\pm 10V$  and  $\pm 20V$ . Which range should be chosen? Explain.

(20 markah/marks)

- (b) Isyarat masukan  $r(t)$  adalah voltan. Cari nilai  $r(t)$  yang diperlukan untuk mengarah sudut satelit  $\theta(t)$  menjadi 70 darjah.

*The input signal  $r(t)$  is a voltage. Find the required value of  $r(t)$  to command the satellite angle  $\theta(t)$  to be 70 degrees.*

(15 markah/marks)

- (c) Sekiranya sudut diubah kepada julat  $0^\circ$  hingga  $180^\circ$ , julat masukan manakah yang patut digunakan? Apakah nilai yang diperlukan untuk  $r(t)$ ?

*If the attitude angle is changed to range between  $0^\circ$  to  $180^\circ$ , which range of inputs should be used? What would be the required value of  $r(t)$ ?*

(25 markah/marks)

- (d) Andaikata — . Cari rangkap pindah sistem dalam fungsi  $D(z)$ ,  $K$  dan  $G(z)$ .

*Let — . Find the system transfer function as a function of  $D(z)$ ,  $K$  and  $G(z)$ .*

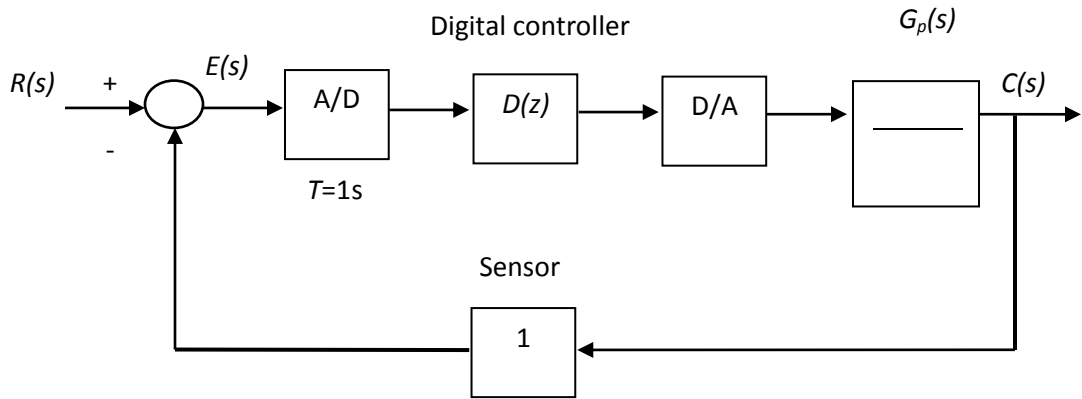
(20 markah/marks)

- (e) Nilaikan rangkap pindah bagi  $D(z)=1$ ,  $T=1s$ ,  $K=2$  dan  $J=0.1$ .

*Evaluate the system transfer function for  $D(z)=1$ ,  $T=1s$ ,  $K=2$  and  $J=0.1$ .*

(20 markah/marks)

4.



Rajah 3  
Figure 3

Rajah 3 menunjukkan gambarajah blok untuk suatu sistem kawalan digit yang dikawal oleh komputer. Untuk  $T = 1s$ ,  $D(z) = K$ ;

Figure 3 represents the block diagram for a digital control system which is controlled by a computer. For  $T = 1s$ ,  $D(z) = K$ ;

(a) Lukiskan graf aliran isyarat bagi sistem tersebut dan labelkan sepenuhnya.

Draw SFG (Signal Flow Graph) for the system and label it completely.

(15 markah/marks)

(b) Dapatkan rangkap pindah sistem tersebut dalam sebutan  $C(z)/R(z)$ . Anda perlu menunjukkan jalan penyelesaian, bermula daripada graf aliran isyarat .

Obtain the system transfer function in  $C(z)/R(z)$ . You are required to show all steps, starting from SFG.

(20 markah/marks)

...8/-

- (c) Plot londar punca.  
*Plot the root locus.*

(20 markah/marks)

- (d) Tentukan julat K untuk kestabilan berdasarkan londar punca.  
*Determine the range of K for stability based on the root locus.*

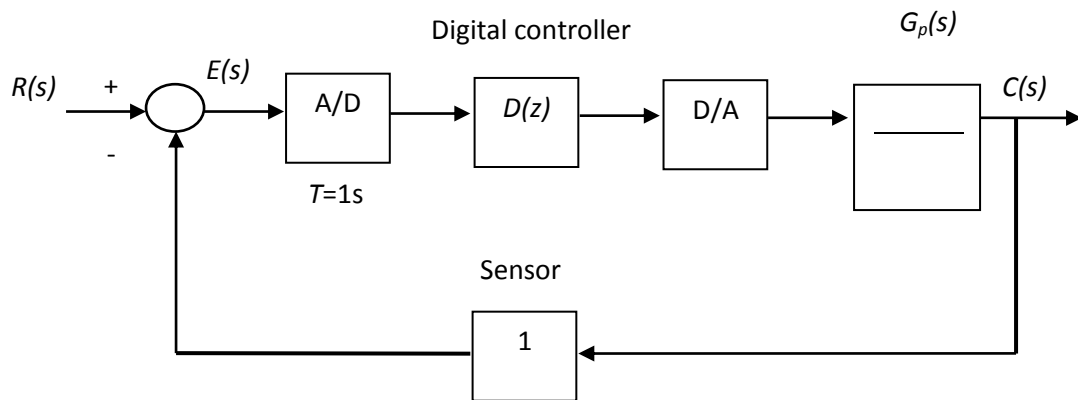
(30 markah/marks)

- (e) Tuliskan persamaan ciri-ciri sistem gelung tertutup.  
*Write a closed-loop system characteristics equation.*

(15 markah/marks)

- 5. Pertimbangkan sistem seperti dalam Rajah 4 di bawah dengan  $T = 1s$ . Biarkan gandaan pengawal digit boleh berubah-ubah, di mana  $D(z) = K$ .

*Consider the system as in Figure 4 below with  $T = 1s$ . Let the digital controller be a variable gain, such that  $D(z) = K$ .*



Rajah 4  
Figure 4

- (a) Cari julat  $K$  untuk sistem itu stabil dengan mengambil kira punca itu sendiri.  
*Find the range of  $K$  for which the system is stable by considering the root itself.*  
(5 markah/marks)
- (b) Gunakan ujian Routh-Hurwitz untuk menentukan julat  $K$  untuk kestabilan.  
*Use the Routh-Hurwitz test to find the range of  $K$  for stability.*  
(15 markah/marks)
- (c) Gunakan ujian Jury untuk menentukan julat  $K$  untuk kestabilan.  
*Use the Jury test to find the range of  $K$  for stability.*  
(15 markah/marks)
- (d) Cari punca persamaan ciri dalam satah- $z$  bagi nilai  $K > 0$  untuk sistem kestabilan jidar.  
*Find the root of characteristic equation in the  $z$ -plane for the value of  $K > 0$  in which the system is marginally stable.*  
(15 markah/marks)
- (e) Cari frekuensi di mana sistem akan berayun apabila kestabilan jidar, untuk  $K > 0$ .  
*Find the frequency at which the system will oscillate when marginally stable, for  $K > 0$ .*  
(5 markah/marks)
- (f) Pertimbangkan keseluruhan sistem pensampelan diasingkan dan dengan  $G_p(s) = K / (s+1)$ . Cari julat  $K$  untuk sistem analog tersebut stabil.  
*Consider the system with all sampling removed and with  $G_p(s) = K / (s+1)$ . Find the range of  $K$  for which the analog system is stable.*  
(15 markah/marks)

- (g) Bandingkan jawapan anda dalam (a) dan (f), berikan kesan ke atas kestabilan apabila adanya pensampelan.

*Comparing your answer in (a) and (f), give the effects on stability of adding sampling.*

(5 markah/marks)

- (h) Sekarang, biarkan  $T = 0.1s$ . Cari julat  $K$  untuk sistem tersebut stabil.

*Now, let  $T = 0.1s$ . Find the range of  $K$  for which the systems is stable.*

(20 markah/marks)

- (i) Bandingkan julat  $K$  dari (a), (h), dan (f), apakah kesan ke atas kestabilan apabila tempoh pensampelan  $T$  dikurangkan.

*Comparing the ranges of  $K$  from (a), (h), and (f), what are the effects on the stability of reducing the sample period  $T$ .*

(5 markah/marks)

6. (a) Berikan definisi terma "Litar Pendahulu".

*Define the term "Lead Network".*

(10 markah/marks)

- (b) Fungsi pindah — berikut adalah litar pendahulu yang direkabentuk untuk mengekalkan  $K_v$  dengan nilai 1.

*The following transfer function — is a lead network designed to keep  $K_v$  at 1.*

(20 markah/marks)

Lakarkan lengkuk fasa dan amplitud Bode daripada julat  $\omega_l = 0:1\text{rad}$  ke  $\omega_h = 10 \text{ rad}$ .

*Plot the continuous time Bode amplitude and phase curves over the range from  $\omega_l = 0:1\text{rad}$  to  $\omega_h = 10 \text{ rad}$ .*

(30 markah/marks)

- (c) Dengan menggunakan kaedah rekabentuk berikut, terbitkan pengawal digital berkaitan,  $C(z)$ .

*Using each of the following design methods, derive the corresponding digital controller,  $C(z)$ .*

- (i) Hukum Bi-linear.

*Bilinear Rule.*

(10 markah/marks)

- (ii) Pecahan tertib sifar setara.

*Zero-order hold equivalent.*

(10 markah/marks)

- (iii) Rekabentuk impuls tak berubah.

*Impulse invariant design.*

(10 markah/marks)

- (iv) Pengawal setara kutub sifar.

*Pole-zero matching controller.*

(10 markah/marks)

