
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2013/2014 Academic Session

June 2014

EEE 354 – DIGITAL CONTROL SYSTEMS
[SISTEM KAWALAN DIGIT]

Duration : 3 hours
Masa : 3 jam

Please check that this examination paper consists of **NINE (9)** pages and Appendix **ONE (1)** pages of printed material before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEMBILAN (9)** muka surat dan Lampiran **SATU (1)** muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini]*

Instructions: This question paper consists **SIX (6)** questions. Answer **FIVE (5)** questions. All questions carry the same marks.

Arahan: Kertas soalan ini mengandungi **ENAM (6)** soalan. Jawab **LIMA (5)** soalan. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama]

Answer to any question must start on a new page.

[Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru]

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

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

1. A causal system has a difference equation as given below.

Suatu sistem kausal mempunyai persamaan kebezaan seperti berikut:

$$2y[k + 2] - 10y[k + 1] + 12y[k] = 6x[k + 1] + 10x[k]$$

The input to the system is a unit step function and $y(kT)$ is causal. By using the z-transform method, obtain $y(k)$ for $0 \leq k \leq 5$.

Masukan kepada sistem adalah fungsi unit langkah dan $(y(kT))$ adalah kausal. Dengan menggunakan kaedah jelmaan z, dapatkan $y(k)$ untuk $0 \leq k \leq 5$.

Confirm your results by using another different method. State any assumptions made.

Sahkan keputusan anda dengan menggunakan satu kaedah yang lain. Nyatakan sebarang andaian yang dibuat.

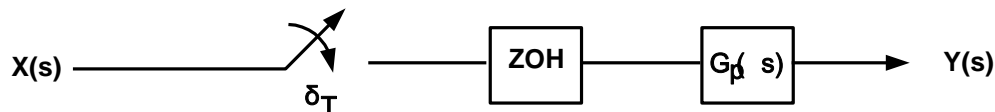
Validate that the final value theorem holds for this difference equation.

Tentukan bahawa teori nilai akhir dipenuhi bagi persamaan kebezaan ini.

(100 marks/markah)

2. An open loop control system is represented by the block diagram in Figure 2.

Suatu sistem gelung terbuka digambarkan oleh gambarajah blok seperti di Rajah 2.



$$G_p(s) = \frac{1}{s + 0.2}$$

Figure 2
Rajah 2

The system has been subjected to **two** (2) different inputs at one time; producing two different system responses at the sampling interval. By choosing any two possible inputs to the system and clearly stating any assumptions made, obtain the two different system responses.

Sistem tersebut telah dikenakan dua (2) masukan yang berlainan pada satu-satu masa; menghasilkan dua sambutan sistem yang berlainan pada julat pensampelan. Dengan memilih mana-mana masukan yang berkemungkinan kepada sistem dan dengan menyatakan sebarang andaian dengan jelas, dapatkan kedua-dua sambutan sistem yang berlainan tersebut.

What is the pulse transfer function for the system if;
Apakah fungsi pindah dedenyut bagi sistem tersebut jika;

$$G_p(s) = \frac{e^{-0.7s}}{s + 0.2}$$

Verify your results.

Tentukan keputusan anda.

(100 marks/markah)

3. Consider the open-loop system as shown in Figure 3.
Pertimbangkan sistem gelung terbuka seperti di Rajah 3.

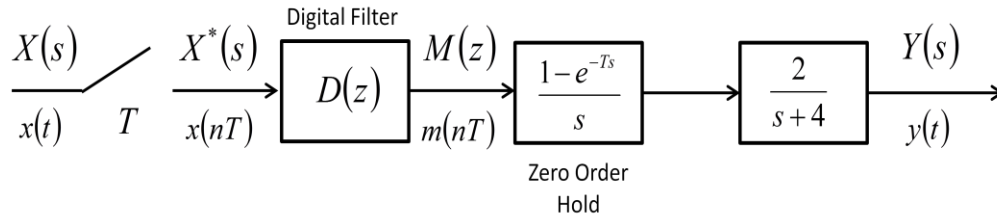


Figure 3 : Block diagram of an open-loop system
Rajah 3 : Blok rajah sebuah sistem gelung terbuka

- (a) The digital filter is described by the difference equation
Penapis digit tersebut diperihalkan oleh persamaan

$$m(nT) = 3x(nT) - x[(n-1)T]$$

where $T > 0$ is the sampling time. Find the expression for $D(z)$.

di mana $T > 0$ adalah masa sampel. Carikan ekspresi untuk $D(z)$.

(10 marks/markah)

- (b) Find the transfer function of this open-loop system in z-domain?

Carikan rangkap pindah untuk sistem gelung terbuka tersebut dalam domain z.

(20 marks/markah)

- (c) Is the open-loop system stable? Explain your answer.

Adakah sistem gelung terbuka tersebut stabil? Terangkan jawapan anda.

(10 marks/markah)

- (d) If the input $X(s)$ is a unit step, find the expressions for $Y(z)$ and $y(nT)$.
Jika masukan $X(s)$ ialah langkah satu unit, carikan ekspresi untuk $Y(z)$ dan $y(nT)$.
(50 marks/markah)

- (e) Based on $y(nT)$ that you get from part (d), find the steady-state output, and verify with the dc gain of the system.

Berdasarkan $y(nT)$ yang anda perolehi dari bahagian (d), carikan keluaran keadaan mantap, dan buktikan jawapan anda dengan gandaan dc sistem tersebut.

(10 marks/markah)

4.

Consider the temperature control system of Figure 4 above. For this system, let $T = 0.6s$, and the digital controller $D(z)$ be a variable K .

Pertimbangkan sistem kawalan suhu pada Rajah 4 di atas. Bagi sistem ini, biarkan $T = 0.6s$, dan pengawal digital $D(z)$ adalah pembolehubah K .

...6/-

- (i) By using Bode diagram sketching technique, evaluate the stability of the system and determine its gain margin.

Dengan menggunakan teknik lakaran rajah Bode, periksa kestabilan sistem dan tentukan jidar gandaan untuk sistem tersebut.

(80 marks/markah)

- (ii) Determine the frequency at which the marginally stable system will oscillate.

Tentukan frekuensi ketika sistem berada pada kestabilan jidar dan akan berayun.

(20 marks/markah)

5.

Rajah 5
Figure 5

Consider the system of Figure 5 above. For this system, let $T = 1s$, and the digital controller $D(z)$ be a variable K . Hence $m(kT) = Ke(kT)$. Evaluate the digital controller for the above system to determine its stability by using any two stability test techniques. Compare your results.

...7/-

Pertimbangkan sistem seperti Rajah 5 di atas. Untuk sistem tersebut, biarkan $T = 1s$, dan pengawal digit $D(z)$ adalah pembolehubah K . Oleh yang demikian itu, $m(kT) = Ke(kT)$. Nilaiikan pengawal sistem digit sistem di atas untuk menentukan kestabilan dengan menggunakan mana-mana dua teknik ujian kestabilan. Bandingkan keputusan anda.

(100 marks/markah)

6. (a) Nyatakan syarat untuk kestabilan dalam sistem kawalan
State the condition for stability in control system.

(10 marks/markah)

Figure 6
Rajah 6

- (b) Consider the system of Figure 6 above.
Pertimbangkan sistem seperti Rajah 6 di atas.

...8/-

- (i) For the case that $D(z) = 1$, calculate and plot the unit-step response at that sampling instants.

Bagi kes $D(z) = 1$, kira dan plotkan sambutan unit langkah pada itu ketika pensampelan dibuat.

(10 marks/markah)

- (ii) With the sampler, digital controller and data hold removed, calculate the system unit-step response of the analog system. Plot the response on the same graph with the result in part (i).

Dengan pensampel, pengawal digital dan data pegang dikeluarkan, kirakan sistem unit-langkah tindak balas sistem analog. Plotkan sambutan pada graf yang sama dengan keputusan di bahagian (i).

(10 marks/markah)

- (iii) Let $D(z) = 1$, and $T = 0.4s$. Calculate the unit-step response and plot these results on the previously used for parts (i) and (ii).

Biarkan $D(z) = 1$, dan $T = 0.4s$. Kira sambutan unit langkah dan plot keputusan ini pada graf yang sama untuk bahagian (i) dan (ii).

(10 marks/markah)

Suppose that an ideal time delay of 0.2s is added to the plant, such that the plant

transfer function is now given by $G_p(s) = \frac{0.5e^{-0.2T}}{s+0.5}$

Andaikan bahawa kelewatan masa sesuai 0.2s ditambah kepada loji, fungsi pemindahan

tumbuhan kini diberikan oleh $G_p(s) = \frac{0.5e^{-0.2T}}{s+0.5}$

- (iv) Find the time constant of the system if the time delay is omitted, and compare it with the time constant when the time delay is included.

Cari pemalar masa sistem jika kelewatan masa tidak diambilkira, dan bandingkan dengan pemalar masa system tersebut sekiranya kelewatan masa diambilkira.

(30 marks/markah)

- (v) Suppose that the time delay is now 1s, what is the effect on the speed of response of the closed-loop system of adding time delay to the plant?

Katakan bahawa kelewatan masa kini adalah 1s, apakah kesan ke atas kelajuan tindak balas sistem gelung tertutup dengan menambah kelewatan masa terhadap loji tersebut?

(30 marks/markah)