



**KOLEJ UNIVERSITI TEKNOLOGI
TUN HUSSEIN ONN**

**PEPERIKSAAN AKHIR
SEMESTER 1
SESI 2006/07**

NAMA MATAPELAJARAN : SISTEM KAWALAN
KOD MATAPELAJARAN : DEK 3123
KURSUS : 3 DEE / DEX / DET
TARIKH PEPERIKSAAN : NOV 2006
JANGKA MASA : 3 JAM
ARAHAN : JAWAB EMPAT (4) SOALAN
SAHAJA DARIPADA ENAM (6)
SOALAN.

KERTAS SOALAN INI MENGANDUNGI 12 MUKA SURAT

SOALAN DALAM BAHASA MELAYU

- S1 (a) Berikan dua kelebihan sistem kawalan gelung buka dan dua kelebihan sistem kawalan gelung tertutup. (4 markah)

- (b) Sistem yang mempunyai banyak masukan dalam Rajah S1 (c) mempunyai dua masukan (X_1, X_2) dan satu keluaran (Y). Dengan menggunakan Teorem Tindihan, buktikan bahawa :

$$Y = \frac{G_1 G_2 X_1 + G_2 X_2}{1 + G_1 G_2 H_1 H_2}$$

(8 markah)

- (d) Dengan merujuk kepada Rajah S1 (d). Ringkaskan gambarajah blok dan dapatkan rangkap pindah (C/R) dengan hanya mengubah kedudukan simpang penjumlah.

(13 markah)

- S2 (a) Sebuah sistem diwakili oleh persamaan kebezaan:

$$\frac{d^2 y}{dt^2} + 4 \frac{dy}{dt} + 3y = 2r(t)$$

Di mana keadaan awal adalah $y(0) = 1, \frac{dy}{dt}(0) = 0$ dan $r(t) = 1, t \geq 0$.

Selesaikan persamaan ini, dan cari nilai $y(t)$ apabila t menghampiri infiniti.

(10 markah)

- (b) Sebuah trak dengan muatan menghasilkan daya F pada pegas penyokong dan kelenturan tayar seperti ditunjukkan pada Rajah S2 (b)i. Model untuk pergerakan tayar adalah seperti ditunjukkan pada Rajah S2(b)ii. Dapatkan rangkap pindah $X_1(s)/F(s)$. (5 markah)

- (c) Pertimbangkan sebuah litar arus ulangalik seperti pada Rajah S2 (c).

- (i) Dengan menggunakan kaedah kaedah pembahagi voltan, tunjukkan bahawa rangkap pindah rangkaian adalah :

$$\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{sL_1(R_2 + sL_1)R_3C_1s}{(sL_1 + R_2)[(R_2 + sL_1)R_3C_1s + (R_1C_1s + 1)(R_2 + R_3 + sL_1)]}$$

(8 markah)

- (ii) Lakarkan kutub dan sifar dalam satah-s apabila $R_1=1, R_2=1, R_3=1, L_1=1$ dan $C_1=1$.

(2 markah)

- S3 Untuk motor DC kawalan angker dalam Rajah S3 (a):
- (a) Dapatkan semua persamaan dalam domain S yang boleh menghubungkan keluaran (θ_L) dan masukkan (V_a) sistem dengan menganggap K_t adalah pemalar dayakilas motor dan K_b adalah pemalar dge balik. (5 markah)

- (b) Buktikan bahawa rangkap pindah $\left(\frac{\theta_L(s)}{V_a(s)}\right)$ sistem diberikan oleh :

$$\frac{\theta_L(s)}{V_a(s)} = \frac{\left(\frac{N_1}{N_2}\right) K_t}{J_p L_a S^3 + (B_p L_a + J_p R_a) S^2 + (B_p R_a + K_t K_b) S}$$

$$\text{dimana } J_p = J_m + J_L \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \text{ dan } B_p = B_m + B_L \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2$$

(10 markah)

- (c) Jika $L_a=0$, $N_1=50$, $N_2=250$, $J_m=2 \text{ kg-m}^2$, $J_L=75 \text{ kg-m}^2$, $B_m=5 \text{ N-m s/rad}$, $B_L=125 \text{ N-m s/rad}$ dan lengkung dayakilas-halaju seperti ditunjukkan pada Rajah S3(c)i.

- (i) Dapatkan $\frac{\theta_L(t)}{V_a(t)}$ (8 markah)
- (ii) Lakarkan sambutan keluaran ($\theta_L(t)$) apabila fungsi voltan masukkan ($V_a(t)$) adalah seperti ditunjukkan pada Rajah S3(c)ii. (2 markah)

- S4 Dalam ujikaji "Pengecaman dan Rekabentuk Unsur" untuk sistem kawalan kedudukan gelung tertutup, data yang diperolehi oleh salah satu kumpulan adalah seperti ditunjukkan dibawah:

$$\begin{aligned} n &= 30 \\ K_p &= 3 \text{ v/rad} \\ K_g &= 0.02 \text{ v/rads}^{-1} \\ T &= 100 \text{ ms} \\ K_a K_s K_g &= 40 \end{aligned}$$

- (a) Merujuk kepada Rajah S4 (a), dapatkan $\frac{\theta_o}{\theta_i}$. (6 markah)
- (b) Jika $K_1=0.1$, dengan membandingkan keputusan diperolehi daripada S4(a) dengan prototaip piawai sistem tertib kedua diberi oleh :

$$\frac{\theta_o}{\theta_i} = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2}$$

Dapatkan:

- (i) Frekuensi Tabii (ω_n)
- (ii) Nisbah Redaman (ξ)
- (iii) Lajakkan Maksima (μ_s)
- (iv) Masa naik (T_r)
- (v) Masa penetapan (T_s) untuk jalur $\pm 2\%$
- (vi) Masa Puncak (T_p)

(12 markah)

- (c) Kirakan nilai K_1 yang memberikan lajakkan maksima (μ_s) 0.1353

(7 markah)

- S5 (a) Untuk rangkap pindah gelung tertutup, terangkan syarat yang boleh menyebabkan sebuah sistem dalam keadaan stabil, tidak stabil dan stabil kritikal.. (3 markah)
- (b) Apakah fungsi kriterium Routh Hurwitz? (3 markah)
- (c) Dengan merujuk kepada sistem yang ditunjukkan pada Rajah S5(c).
- (i) Tentukan julat bagi gandaan , K , dimana akan menyebabkan sistem itu stabil, tak stabil dan marginally stabil. Anggap $K > 0$ (6 markah)
- (ii) Tentukan bilangan kutub yang terhasil pada bahagian separuh satah kiri, separuh satah kanan dan paksi- $j\omega$ bagi sistem tersebut berada dalam keadaan stabil, tidak stabil dan marginally stabil. (6 markah)
- (d) Tentukan kestabilan bagi fungsi rangkap pindah gelung tertutup dibawah.:
- $$T(s) = \frac{10}{s^5 + 2s^4 + 3s^3 + 6s^2 + 5s + 3}$$
- (7 markah)
- S6 (a) Lakarkan gambarajah blok pemprosesan digital bagi isyarat analog dan gelombang keluaran bagi setiap blok tersebut. (10 markah)
- (b) Berikan empat kelebihan untuk pemproses digital untuk isyarat analog. (4 markah)
- (c) Lakarkan litar DAC 7 bit, nyatakan voltan keluaran, V_o dalam sebutan voltan rujukan, V_R . Jika nombor digitalnya adalah 1101101, kirakan voltan keluaran DAC pada voltan rujukan, 10V. (6 markah)
- (d) Terangkan dengan ringkas litar multiplexer dan litar sampling dan pegang. (5 markah)

SOALAN DALAM BAHASA INGGERIS.

Q1 (a) Give two advantages of an open loop system and two advantages of close Loop system? (4 marks)

(b) The multi-input system in Figure Q1 (c) consist of two inputs (X_1, X_2) and one output (Y). By using Superposition Theorem, prove that

$$Y = \frac{G_1 G_2 X_1 + G_2 X_2}{1 + G_1 G_2 H_1 H_2}$$

(8 marks)

(c) Referring to the Figure Q1 (d). Reduce the block diagram and find the transfer function (C/R) only by changing summing point position.

(13 marks)

Q2 (a) Consider a system represented by the differential equation:

$$\frac{d^2 y}{dt^2} + 4 \frac{dy}{dt} + 3y = 2r(t)$$

where the initial conditions are $y(0) = 1$, $\frac{dy}{dt}(0) = 0$ and $r(t)=1, t \geq 0$.

Solve this equation and find the value of $y(t)$ when t reaches infinity.

(10 marks)

(b) A load added to a truck results in a force F on the support spring and the tire flexes as shown in Figure Q2 (b)i. The model for the tire movement is shown in Figure Q2 (b)ii. Determine the transfer function $X_1(s)/F(s)$.

(5 marks)

(c) Consider an AC circuit shown in Figure Q2 (c).

(i) By using voltage divider method, show that the transfer functions of the network

$$\text{is } \frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{sL_1(R_2 + sL_1)R_3C_1s}{(sL_1 + R_2)[(R_2 + sL_1)R_3C_1s + (R_1C_1s + 1)(R_2 + R_3 + sL_1)]}$$

(8 marks)

(ii) Sketch the pole and zero in S-plane when $R_1=1, R_2=1, R_3=1, L_1=1$ dan $C_1=1$.

(2 marks)

Q3 For the armature controlled DC motor system in Figure Q3 (a):

- (a) Find all the equation in s-domain, that can relate output (θ_L) and input (V_a) of the system by assumption that K_t is motor torque constant and K_b is back emf constant. (5 mark)

- (b) Prove that the transfer function $\left(\frac{\theta_L(s)}{V_a(s)}\right)$ of the system is given by :

$$\frac{\theta_L(s)}{V_a(s)} = \frac{\left(\frac{N_1}{N_2}\right) K_t}{J_p L_a S^3 + (B_p L_a + J_p R_a) S^2 + (B_p R_a + K_t K_b) S}$$

$$\text{Where } J_p = J_m + J_L \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \text{ and } B_p = B_m + B_L \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2$$

(10 marks)

- (c) If $L_a=0$, $N_1=50$, $N_2=250$, $J_m=2 \text{ kg-m}^2$, $J_L=75 \text{ kg-m}^2$, $B_m=5 \text{ N-m s/rad}$, $B_L=125 \text{ N-m s/rad}$ and torque-speed curve is shown in Figure Q3(c)i.

(i) Find $\frac{\theta_L(t)}{V_a(t)}$

(8 marks)

- (ii) Sketch the output response ($\theta_L(t)$) when the input voltage function ($V_a(t)$) is as shown in Figure Q3(C)ii.

(2 marks)

Q4 From the experiments of "Elementary Identification and Design" for a close loop position control system, the data gathered by one of the group is as shown below:

$$n = 30$$

$$K_p = 3 \text{ v/rad}$$

$$K_g = 0.02 \text{ v/rads}^{-1}$$

$$T = 100 \text{ ms}$$

$$K_a K_s K_g = 40$$

- (a) Referring to Figure Q4 (a), find $\frac{\theta_o}{\theta_i}$.

(6 marks)

- (b) If $K_1=0.1$, by comparing the result obtain in question Q4(a) to a standard prototype of a second order system given by :

$$\frac{\theta_o}{\theta_i} = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2}$$

Find:

- (i) Natural frequency (ω_n)
- (ii) Damping ratio (ξ)
- (iii) Maximum overshoot (μ_o)
- (iv) Rise time (T_r)
- (v) Settling time (T_s) for $\pm 2\%$ band
- (vi) Peak time (T_p)

(12 marks)

- (c) Calculate the value of K_1 that give a 0.1353 of maximum overshoot (μ_o)

(7 marks)

- Q5**
- (a) For the close loop transfer function, explain the condition that can cause the system becomes stable, unstable and marginally stable. (3 marks)
- (b) What is the function of Routh Hurwitz criterion? (3 marks)
- (c) By referring the system shown in Figure Q5(c).
- (i) Find the range of gain, K , which will cause the system to be stable, unstable, and marginally stable. Assume $K > 0$ (6 marks)
- (ii) Find the number of poles in the left half-plane, right half-plane, and $j\omega$ -axis for the system when stable, unstable and marginally stable. (6 marks)
- (d) Determine the stability of the close-loop transfer function:
- $$T(s) = \frac{10}{s^5 + 2s^4 + 3s^3 + 6s^2 + 5s + 3}$$
- (7 marks)

- Q6**
- (a) Sketch the block diagram of digital processor for analog signal and output waveform for each block. (10 marks)
- (b) Give four advantages of digital processor for analog signal. (4 marks)
- (c) Sketch 7 bit DAC circuit, find the output voltage, V_o with respect to reference voltage, V_R . If the digital number of the circuit is 1101101, calculate the output voltage of the DAC when the reference voltage is 10V. (6 marks)
- (d) Briefly explain multiplexer circuit and sampling and hold circuit. (5 marks)

PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI : I / 2006/07

KURSUS : 3

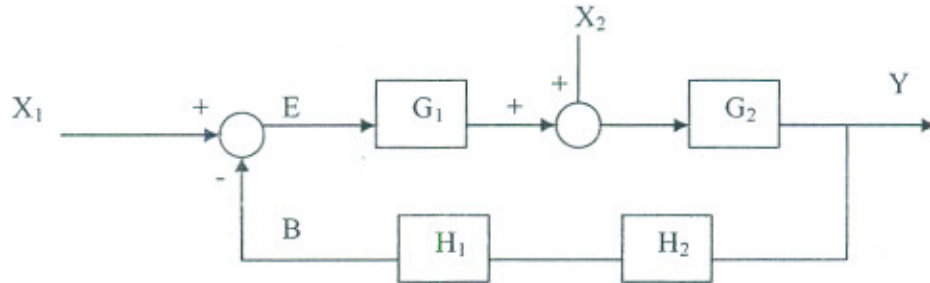
DEE/DEX/DET

MATAPELAJARAN : SISTEM KAWALAN

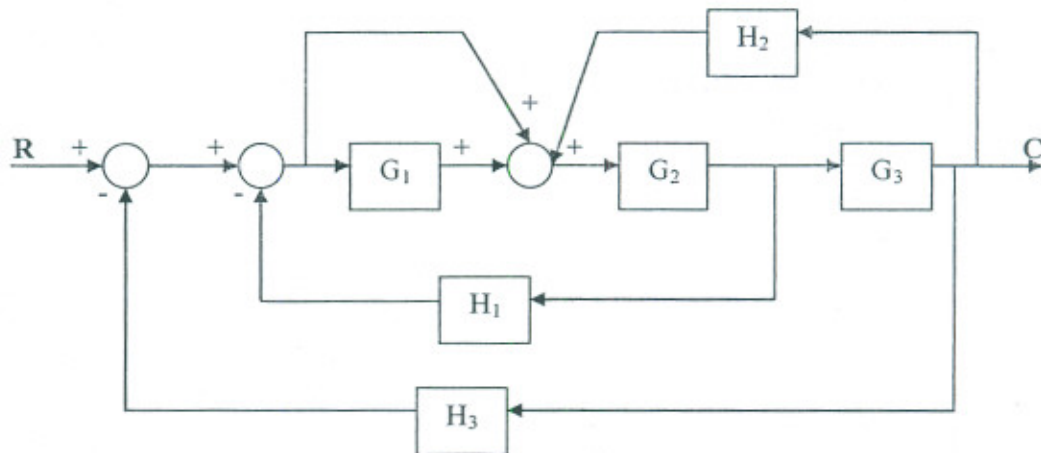
KOD

: DEK 3123

MATAPELAJARAN



Rajah S1(c) / Figure Q1 (c)



Rajah S1(d)/Figure Q1(d)

PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI : 1 / 2006/07

KURSUS

: 3

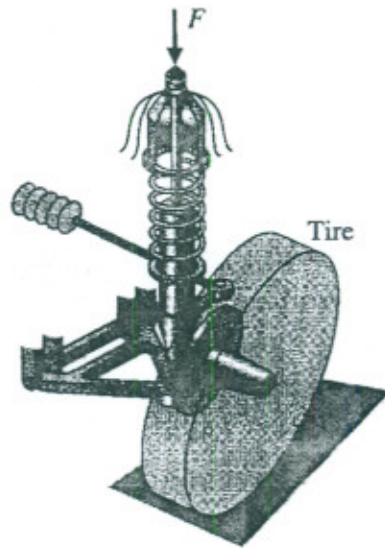
DEE/DEX/DET

MATAPELAJARAN : SISTEM KAWALAN

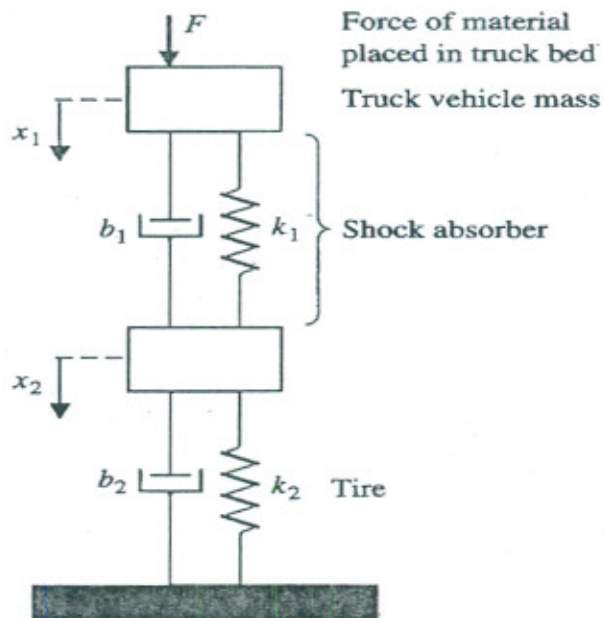
KOD

: DEK 3123

MATAPELAJARAN



Rajah S2(b)(i)/Figure Q2(b)(i)



Rajah S2(b)(ii)/Figure Q2(b)(ii)

PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI : I / 2006/07

KURSUS : 3

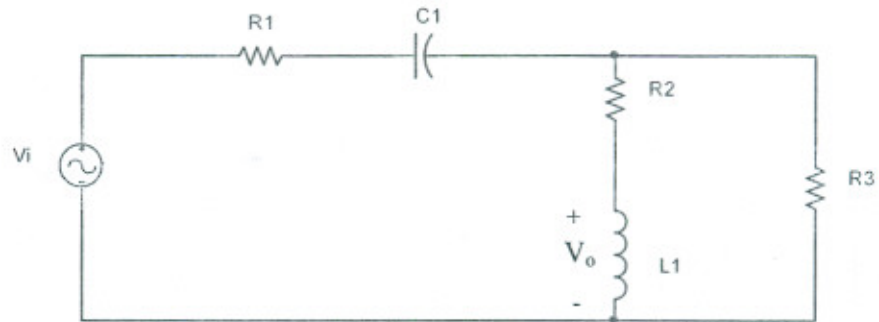
DEE/DEX/DET

MATAPELAJARAN : SISTEM KAWALAN

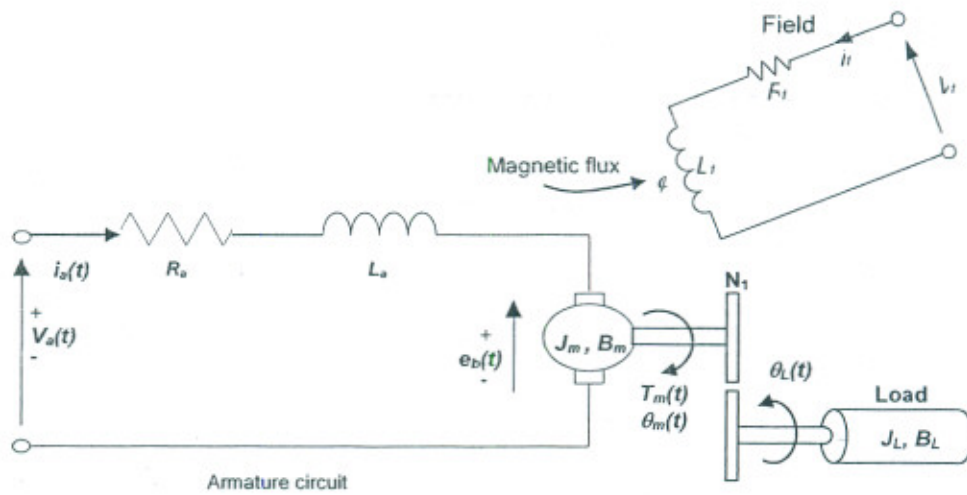
KOD

: DEK 3123

MATAPELAJARAN



Rajah S2(c)/Figure Q2(c)



Rajah S3(a)/Figure Q3(a)

PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI : I / 2006/07

KURSUS

: 3

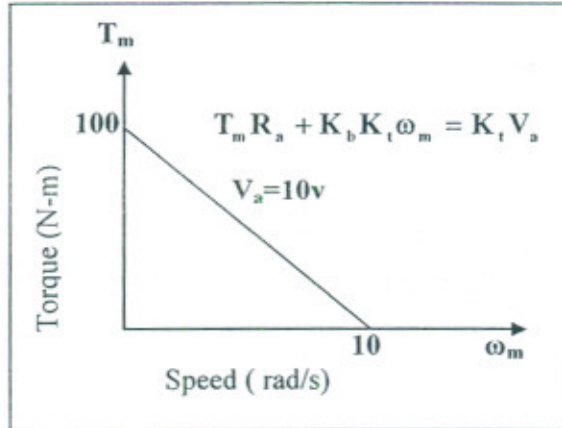
DEE/DEX/DET

MATAPELAJARAN : SISTEM KAWALAN

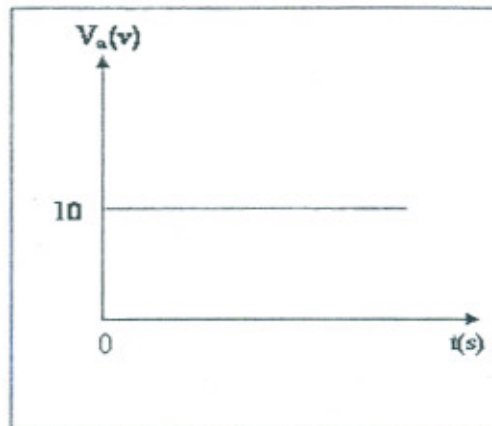
KOD

: DEK 3123

MATAPELAJARAN



Rajah S3(c)(i)/Figure Q3(c)(i)



Rajah S3(c)(i)/Figure Q3(c)(i)

PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI : 1 / 2006/07

KURSUS

: 3

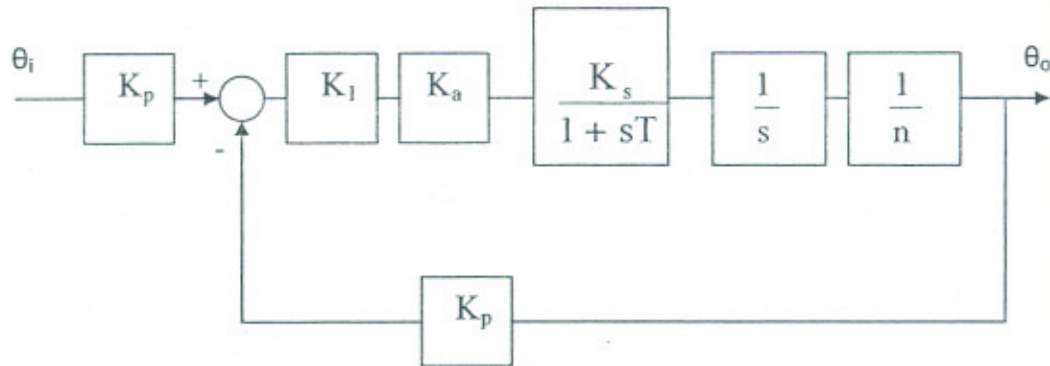
DEE/DEX/DET

MATAPELAJARAN : SISTEM KAWALAN

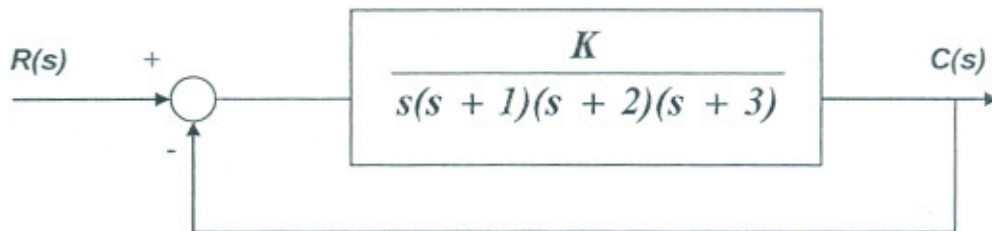
KOD

: DEK 3123

MATAPELAJARAN



Rajah S4(a)/Figure Q4(a)



Rajah S5(c)/Figure Q5(c)