

EE305

Roll No. :

2016

FUNDAMENTALS OF CONTROL SYSTEM

PART-I

निर्धारित समय : 1/2 घंटा]

[अधिकतम अंक : 30

Time allowed : 1/2 Hour]

[Maximum Marks : 30

नोट : (i) सभी प्रश्न अनिवार्य हैं एवं प्रत्येक प्रश्न 1 अंक का है ।

Note : All Questions are compulsory and each question is of 1 mark.

(ii) दोनों भाषाओं में अन्तर होने की स्थिति में अंग्रेजी अनुवाद ही मान्य है ।

Only English version is valid in case of difference in both the languages.

1. किसी निकाय का अंतरण फलन निम्न में से क्या ज्ञात करने के लिए प्रयोग में लिया जाता है ?

- (a) निकाय का क्रम
- (b) समय स्थिरांक
- (c) दिये गये निवेश के लिए निर्गत
- (d) स्थिर अवस्था लब्धि

2. निम्न में से किस निकाय हेतु अंतरण फलन प्रयुक्त किया जाता है ?

- (a) रेखीय व समय परिवर्तित निकाय
- (b) रेखीय व समय अपरिवर्तित निकाय
- (c) रेखीय निकाय
- (d) अरेखीय निकाय

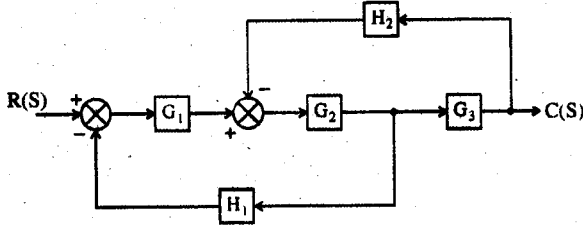
1. Transfer function of a system is used to calculate which of the following ?

- (a) The order of the system
- (b) The time constant
- (c) The output for any given input
- (d) The steady state gain

2. The transfer function is applicable to which of the following system ?

- (a) Linear and time variant system
- (b) Linear and time invariant system
- (c) Linear system
- (d) Non-linear system

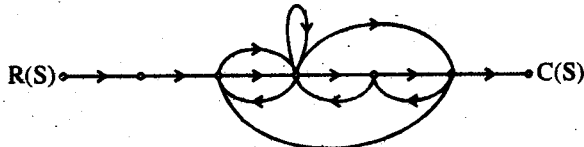
3. चित्र संख्या-1 में दिखाये गये खण्ड आरेख हेतु $\frac{C(S)}{R(S)}$ का मान क्या होगा ?



चित्र संख्या-1

- (a) $\frac{G_1 G_2 G_3}{1 + G_2 G_3 H_2 + G_1 G_2 H_1}$
- (b) $\frac{G_1 G_2 G_3}{1 + G_1 G_2 G_3 H_1 H_2}$
- (c) $\frac{G_1 G_2 G_3}{1 + G_1 G_2 G_3 H_1 + G_1 G_2 H_2}$
- (d) $\frac{G_1 G_2 G_3}{1 + G_2 G_3 H_1 + G_1 G_2 H_2}$

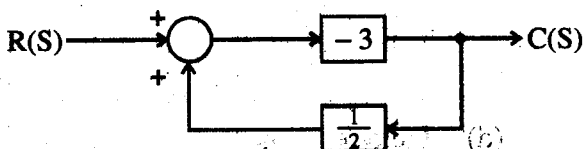
4. एक निकाय का संकेत प्रवाह ग्राफ चित्र संख्या-2 में दर्शाया गया है इसमें तीन अस्पर्शय लूपों की संख्या कितनी होगी ?



चित्र संख्या-2

- (a) 0
- (b) 1
- (c) 2
- (d) 3

5. चित्र संख्या-3 में दर्शाये गये निकाय हेतु बन्द परिपथ लब्धि का मान होगा ?



चित्र संख्या-3

- (a) $\frac{-9}{5}$
- (b) $\frac{-6}{5}$
- (c) $\frac{6}{5}$
- (d) $\frac{9}{5}$

3. What is the value of $\frac{C(S)}{R(S)}$ for the block diagram shown in Figure No. 1

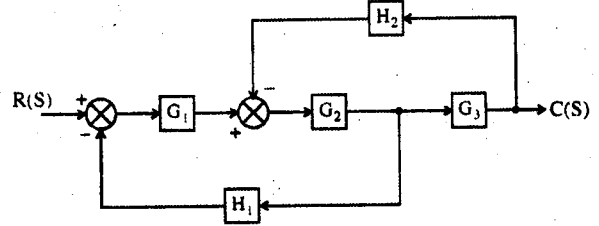


Figure No. 1

- (a) $\frac{G_1 G_2 G_3}{1 + G_2 G_3 H_2 + G_1 G_2 H_1}$
- (b) $\frac{G_1 G_2 G_3}{1 + G_1 G_2 G_3 H_1 H_2}$
- (c) $\frac{G_1 G_2 G_3}{1 + G_1 G_2 G_3 H_1 + G_1 G_2 H_2}$
- (d) $\frac{G_1 G_2 G_3}{1 + G_2 G_3 H_1 + G_1 G_2 H_2}$

4. The signal flow graph of a system is shown in figure no. 2 The number of three non-touching loop is

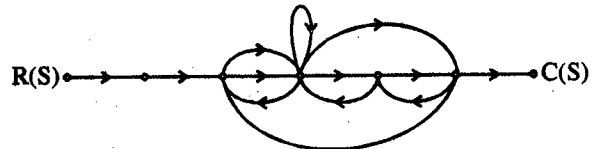


Figure No. 2

- (a) 0
- (b) 1
- (c) 2
- (d) 3

5. The closed loop gain of the system shown in the given figure no. 3 is

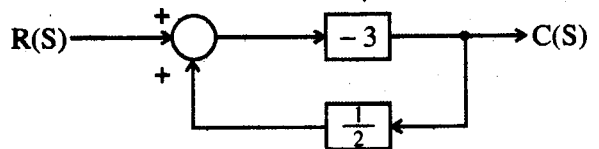


Figure No. 3

- (a) $\frac{-9}{5}$
- (b) $\frac{-6}{5}$
- (c) $\frac{6}{5}$
- (d) $\frac{9}{5}$

6. एक रेखीय निकाय के निर्गत प्रतिउत्तर का लाप्लास रूपांतरण उस निकाय का अंतरण फलन होगा जब निवेश संकेत होगा ?
 (a) स्टेप (b) रेंप
 (c) आवेग (d) ज्यामितीय
7. प्रत्यावर्ती धारा सर्वोमोटर का आघूर्ण-वेग अभिलक्षण निम्न में से किससे मुख्यतः प्रभावित होता है ?
 (a) वोल्टता (b) $\frac{R}{X}$ व वेग
 (c) $\frac{X}{R}$ (d) प्रदाय आवृत्ति
8. एक सिंक्रो ट्रांसमीटर रिसिवर युक्ति है
 (a) द्विकला प्रत्यावर्ती धारा युक्ति
 (b) त्रिकला प्रत्यावर्ती धारा युक्ति
 (c) दिष्ट धारा युक्ति
 (d) एक कलीय प्रत्यावर्ती धारा युक्ति
9. सिंक्रो युग्म में, नियंत्रण परिणामित्र की विद्युत शून्य स्थिति प्राप्त करने हेतु दोनों रोटर के मध्य कोणीय विस्थापन का मान कितना होगा ?
 (a) 0° (b) 45°
 (c) 90° (d) 180°
10. क्षेत्र नियंत्रित दिष्ट धारा सर्वो मोटर में सम्पूर्ण अवमंदन निम्न से प्राप्त किया जाता है ?
 (a) आर्मेचर प्रतिरोध
 (b) पश्च वि.वा.बल
 (c) मोटर घर्षण व भार
 (d) क्षेत्र प्रतिरोध
11. एक शून्य प्रकार (Type 0) निकाय के उद्गम पर _____ होंगे ।
 (a) शून्य ध्रुव (b) साधारण ध्रुव
 (c) दो ध्रुव (d) एक ध्रुव
6. Laplace transform of the output response of a linear system is the system transfer function when the input is
 (a) a step signal
 (b) a ramp signal
 (c) an impulse signal
 (d) a sinusoidal signal
7. The torque-speed characteristics of A.C. servomotor is largely affected by
 (a) Voltage
 (b) $\frac{R}{X}$ and speed
 (c) $\frac{X}{R}$
 (d) Supplied frequency
8. A synchro transmitter receiver unit is a
 (a) Two phase a.c. device
 (b) Three phase a.c. device
 (c) d.c. device
 (d) single phase a.c. device
9. In case of synchro detector, the electrical zero position of control transformer is obtained when angular displacement between two rotor is
 (a) 0° (b) 45°
 (c) 90° (d) 180°
10. In a field controlled d.c. servometer the entire damping comes from
 (a) The armature resistance
 (b) The back e.m.f.
 (c) Motor friction and damping
 (d) Field resistance
11. The type 0 system has _____ at the origin
 (a) No pole (b) Simple pole
 (c) Two pole (d) One pole

12. प्रकार-I (Type-I) निकाय के लिए परवलयिक निवेश हेतु स्थिर दशा त्रुटि कितनी होगी ?

- (a) 1
(b) ∞
(c) 0
(d) 10

13. एक निकाय के निवेश $r(t)$ हेतु प्रति उत्तर $c(t)$ को निम्न अवकलनीय समीकरण द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। इस निकाय का अंतरण फलन क्या होगा ?

$$\frac{d^2c(t)}{dt^2} + 3\frac{dc(t)}{dt} + 5c(t) = 5s(t)$$

- (a) $G(s) = \frac{5}{s^2 + 3s + 5}$
(b) $G(s) = \frac{1}{s^2 + 3s + 5}$
(c) $G(s) = \frac{3s}{s^2 + 3s + 5}$
(d) $G(s) = \frac{(s + 3)}{s^2 + 3s + 5}$

14. एक रेखीय समय अपरिवर्तित निकाय प्रारम्भ में शून्य अवस्था में है, इस पर स्टेप निवेश लगाने पर प्रति उत्तर $y(t) = te^{-t}$, $t > 0$ हो तो निकाय का अंतरण फलन क्या होगा ?

- (a) $\frac{1}{(s + 1)^2}$ (b) $\frac{1}{s(s + 1)^2}$
(c) $\frac{s}{(s + 1)^2}$ (d) $\frac{1}{s(s + 1)}$

15. एक नियंत्रण निकाय का अंतरण फलन

$T(s) = \frac{K}{s^2 + 4s + K}$ है यहाँ K निकाय की लब्धि है, इस निकाय के क्रॉंतिक मंदन हेतु K का मान कितना होना चाहिये ?

- (a) 1 (d) 2
(c) 3 (d) 4

12. In case of type-I system, steady state error for parabolic input is

- (a) 1
(b) ∞
(c) 0
(d) 10

13. The response $c(t)$ of a system to an input $r(t)$ is given by the following differential equation. The transfer function of the system is given by

$$\frac{d^2c(t)}{dt^2} + 3\frac{dc(t)}{dt} + 5c(t) = 5s(t)$$

- (a) $G(s) = \frac{5}{s^2 + 3s + 5}$
(b) $G(s) = \frac{1}{s^2 + 3s + 5}$
(c) $G(s) = \frac{3s}{s^2 + 3s + 5}$
(d) $G(s) = \frac{(s + 3)}{s^2 + 3s + 5}$

14. A linear time invariant system is initially at rest, when subjected to a unit step input gives a response $y(t) = te^{-t}$, $t > 0$ the transfer function of the system is

- (a) $\frac{1}{(s + 1)^2}$ (b) $\frac{1}{s(s + 1)^2}$
(c) $\frac{s}{(s + 1)^2}$ (d) $\frac{1}{s(s + 1)}$

15. The transfer function of a control system is given as $T(s) = \frac{K}{s^2 + 4s + K}$ where K is the gain of the system. For this system to be critically damped, the value of K should be

- (a) 1 (b) 2
(c) 3 (d) 4

16. एक निकाय का अंतरण फलन

$$G(s) = \frac{100(s+5)(s+50)}{s^4(s+10)(s^2+3s+10)} \text{ है, इस}$$

निकाय का प्रकार और क्रम क्रमशः होंगे ?

- (a) 4, 9 (b) 4, 7
(c) 5, 7 (d) 7, 5

17. एक द्वितीय क्रम निकाय को अवकलनीय समीकरण

$$4 \frac{d^2c(t)}{dt^2} + 8 \frac{dc(t)}{dt} + 16 c(t) = 16 u(t) \text{ से}$$

परिभाषित किया जाता है, इस हेतु मंदन अनुपात व प्राकृतिक आवृत्ति (रेडियन/सेकण्ड) क्रमशः होगी

- (a) 0.25, 2 (b) 0.50, 2
(c) 0.25, 4 (d) 0.50, 4

18. एक निकाय का अंतरण फलन

$$G(s) = \frac{1}{s^2 + 0.2s + 1} \text{ है। इकाई स्टेप}$$

निवेश हेतु प्रति उत्तर को अंतिम मान के 2 प्रतिशत परास में व्यवस्थित होने में कितना स्थिर समय (सेकण्ड में) की आवश्यकता होगी ?

- (a) 20 (b) 40
(c) 35 (d) 45

19. अभिलाक्षणिक समीकरण $2s^4 + s^3 + 3s^2 + 5s + 7 = 0$ के कितने मूल बिन्दु S प्लेन के दायें अर्ध भाग में स्थित रहेंगे ?

- (a) 0 (b) 1
(c) 2 (d) 3

16. A system has transfer function

$$G(s) = \frac{100(s+5)(s+50)}{s^4(s+10)(s^2+3s+10)} \text{ the}$$

type and order of the system are respectively

- (a) 4, 9 (b) 4, 7
(c) 5, 7 (d) 7, 5

17. A second order system is defined by

$$\text{differential equation } 4 \frac{d^2c(t)}{dt^2} + 8 \frac{dc(t)}{dt}$$

+ 16 c(t) = 16 u(t), the damping ratio and natural frequency (rad/sec) for this system are respectively

- (a) 0.25, 2 (b) 0.50, 2
(c) 0.25, 4 (d) 0.50, 4

18. A system has transfer function

$$G(s) = \frac{1}{s^2 + 0.2s + 1} \text{ For a step input it}$$

is required that response settles to within 2 percent of its final value, the settling time (in sec.) is ?

- (a) 20 (b) 40
(c) 35 (d) 45

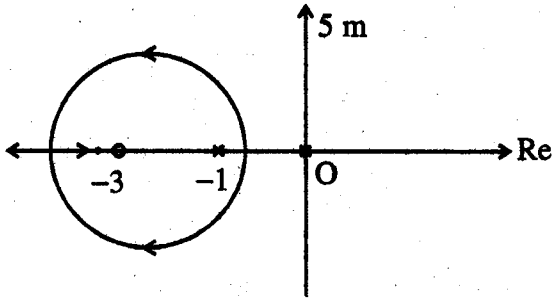
19. The number of roots of the characteristic equation $2s^4 + s^3 + 3s^2 + 5s + 7 = 0$, that lies in the right half of S plane is

- (a) 0 (b) 1
(c) 2 (d) 3

20. राउथ टेबल के प्रथम स्तम्भ में उपस्थित अवयव क्रमशः $3, 5, \frac{-3}{4}, \frac{1}{2}, 2$ है, इसका तात्पर्य है कि
- एक मूल बिन्दु S प्लेन के बायें अर्ध भाग में स्थित है ।
 - दो मूल बिन्दु S प्लेन के बायें अर्ध भाग में स्थित हैं ।
 - दो मूल बिन्दु S प्लेन के दायें अर्ध भाग में स्थित हैं ।
 - एक मूल बिन्दु S प्लेन के दायें अर्ध भाग में स्थित है ।

21. यदि एक बन्द लूप निकाय का अभिलाक्षणिक समीकरण $1 + \frac{K}{s(s+1)(s+2)} = 0$ हो, तो इसके मूल बिन्दु पथ के अन्तःस्पर्शीय केन्द्रक का मान होगा ?
- 0
 - 2
 - 1
 - 2

22. इकाई पुनर्निवेश निकाय का मूल बिन्दु पथ चित्र संख्या-4 में दर्शाया गया है, इस निकाय का खुला लूप अन्तरण फलन का मान क्या होगा ?



चित्र संख्या-4

- $\frac{K}{s(s+1)(s+3)}$
- $\frac{K(s+1)}{s(s+3)}$
- $\frac{K(s+3)}{s(s+1)}$
- $\frac{Ks}{(s+1)(s+3)}$

20. First column element of the Routh's table are $3, 5, \frac{-3}{4}, \frac{1}{2}, 2$ respectively. It means that
- one root is in the left half of S plane
 - two roots are in the left half of S plane
 - two root are in the right half of S plane
 - one root is in the right half of S plane

21. If the characteristics equation of a closed loop system is $1 + \frac{K}{s(s+1)(s+2)} = 0$, then centroid of the asymptotes in root locus will be
- 0
 - 2
 - 1
 - 2

22. The root locus of unity feedback system is shown in figure number 4. The open loop transfer function of system is

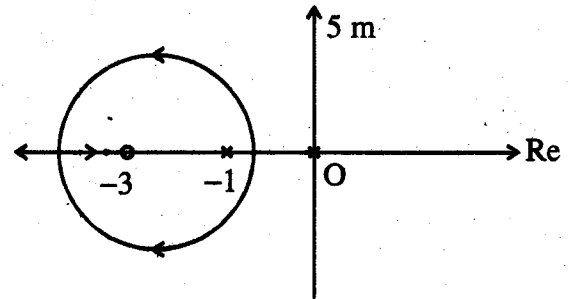


Figure No. 4

- $\frac{K}{s(s+1)(s+3)}$
- $\frac{K(s+1)}{s(s+3)}$
- $\frac{K(s+3)}{s(s+1)}$
- $\frac{Ks}{(s+1)(s+3)}$

23. एक निकाय का खुला लूप अंतरण फलन $G(s)$

$$H(s) = \frac{K(s+5)}{(s+1)(s+3)}$$
 है, इसके मूल बिन्दु

पथ के संदर्भ में निम्न तथ्यों में से कौन से सत्य है ?

1. इसके एक अन्तःस्पर्शीय रेखा है ।
 2. यह काल्पनिक अक्ष से अन्तर्विभाजित होती है ।
 3. यह वास्तविक अक्ष से दो बार अन्तर्विभाजित होती है ।
 4. इसमें दो शून्य अनन्त पर स्थित हैं ।
- (a) 1, 2 (b) 2, 3
(c) 3, 4 (d) 1, 3

24. एक नियंत्रण निकाय का खुला लूप अंतरण

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

फलन $G(s)H(s) = \frac{K}{s(s+2)(s^2+2s+2)}$ है । इसके मूल बिन्दु पथ में अन्तःस्पर्शी रेखाओं की संख्या होगी

- (a) 1 (b) 2
(c) 3 (d) 4

25. ओक्टेव (अष्टक) आवृत्ति परास दी जाती है

- (a) $\frac{w_1}{w_2} = 2$ (b) $\frac{w_1}{w_2} = 4$
(c) $\frac{w_1}{w_2} = 8$ (d) $\frac{w_1}{w_2} = 16$

26. एक निकाय के 12 ध्रुव तथा 2 शून्य हैं, इसके बोडे आरेख के परिमाण आरेख में उच्चक आवृत्ति परास में अन्तःस्पर्शी रेखा का ढाल (डेसीबेल प्रति दशक) कितना होगा ?

- (a) -200 (b) -240
(c) -280 (d) -320

23. A system has open loop transfer function $G(s)H(s) = \frac{K(s+5)}{(s+1)(s+3)}$.

Which of the following are correct for root locus of this system.

1. It has one asymptotes.
 2. It has intersection with imaginary axis.
 3. It has two real axis intersection.
 4. It has two zero's at infinity.
- (a) 1, 2 (b) 2, 3
(c) 3, 4 (d) 1, 3

24. The open loop transfer function of a control system is given by

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

Number of asymptotes of its root loci is

- (a) 1
(b) 2
(c) 3
(d) 4

25. Octave frequency range is given by

- (a) $\frac{w_1}{w_2} = 2$ (b) $\frac{w_1}{w_2} = 4$
(c) $\frac{w_1}{w_2} = 8$ (d) $\frac{w_1}{w_2} = 16$

26. A system has 12 poles and 2 zeros. Its high frequency asymptotes in its magnitude bode plot has a slope (decibel per decade) of

- (a) -200 (b) -240
(c) -280 (d) -320

27. एक द्वितीय क्रम निकाय का सम्पूर्ण अन्तरण फलन $\frac{4}{s^2 + 2s + 4}$ हो तो इसकी अनुनाद आवृत्ति (रेडियन प्रति सेकण्ड) का मान कितना होगा ?

- (a) 2 (b) $\sqrt{2}$
(c) $\sqrt{3}$ (d) 3

28. स्थिर कला वृत्त (N Circle) में $N = 1$ हेतु वृत्त की त्रिज्या का मान होगा ?

- (a) 2 (b) $\sqrt{2}$
(c) 1 (d) $\frac{1}{\sqrt{2}}$

29. स्थिर परिमाण वृत्त (M Circle) में $M = 1$ हेतु निम्न में से होगा ?

- (a) सरल रेखा $x = -\frac{1}{2}$
(b) क्रांतिक बिन्दु $(-1, 0)$
(c) वृत्त त्रिज्या $r = 0.33$
(d) वृत्त त्रिज्या $r = 0.67$

30. एक निकाय के अन्तरण फलन का पोलर आरेख क्रांतिक बिन्दु $(-1, 0)$ से गुजरता हो तो उसकी लब्धि गुणांक का मान होगा

- (a) शून्य
(b) -1 डीबी
(c) 1 डीबी
(d) अनन्त डीबी

27. A second order system has overall transfer function given by $\frac{4}{s^2 + 2s + 4}$.

Its resonant frequency (rad/sec) is

- (a) 2 (b) $\sqrt{2}$
(c) $\sqrt{3}$ (d) 3

28. The radius of constant N circle for $N = 1$ is

- (a) 2 (b) $\sqrt{2}$
(c) 1 (d) $\frac{1}{\sqrt{2}}$

29. The constant M circle for $M = 1$ is the

- (a) straight line $x = -\frac{1}{2}$
(b) critical point $(-1, 0)$
(c) Circle with radius $r = 0.33$
(d) Circle with radius $r = 0.67$

30. The polar plot of a transfer function passes through critical point $(-1, 0)$, its gain margin will be

- (a) Zero
(b) -1 dB
(c) 1 dB
(d) Infinite dB

2016
FUNDAMENTALS OF CONTROL SYSTEM
PART-II

निर्धारित समय : तीन घंटे]
 Time allowed : Three Hours]

[अधिकतम अंक : 70
 [Maximum Marks : 70

- नोट : (i) प्रथम प्रश्न अनिवार्य है, शेष में से किन्हीं पाँच के उत्तर दीजिये ।
 Note : Question No. 1 is compulsory, answer any five questions from the remaining.
- (ii) प्रत्येक प्रश्न के सभी भागों को क्रमवार एक साथ हल कीजिए ।
 Solve all parts of a question consecutively together.
- (iii) प्रत्येक प्रश्न को नये पृष्ठ से प्रारम्भ कीजिए ।
 Start each question on a fresh page.
- (iv) दोनों भाषाओं में अन्तर होने की स्थिति में अंग्रेजी अनुवाद ही मान्य है ।
 Only English version is valid in case of difference in both the languages.

1. निम्न पदों को समझाइये :

Explain the following terms :

- (i) प्रथम क्रम सिस्टम
 First order system
- (ii) सापेक्षिक स्थिरता
 Relative stability
- (iii) अधिकतम अतिलंघन
 Peak over-shoot
- (iv) संकेत प्रवाह ग्राफ
 Signal flow graph
- (v) फेस मार्जिन
 Phase Margin

(2×5)

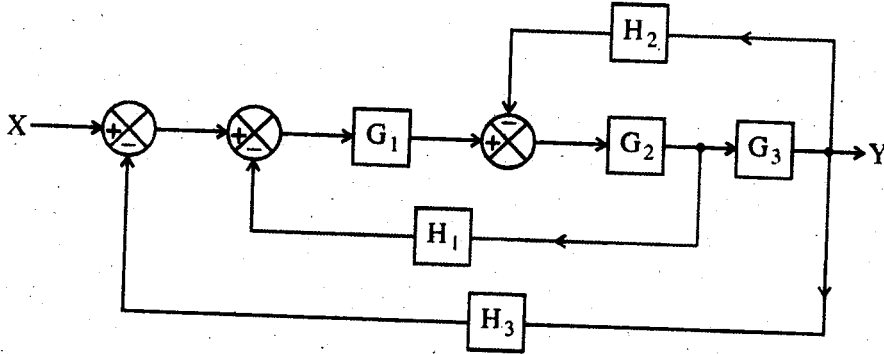
2. (i) मैसन लब्धि सूत्र को समझाइये ।
 Explain Mason's Gain Formula.

किंदि 5-

(ii) निम्न तंत्र का ट्रांसफर फलन (Y/X) खण्ड आरेख लघुकृत तकनीक से प्राप्त करें।

Find the transfer function (Y/X) of following system by Block Diagram Reduction technique.

(6+6)



3. निम्न की संरचना एवं कार्यप्रणाली को समझाइये :

Explain the construction and working of the following :

(i) दिष्ट धारा सर्वोमोटर

D.C. Servo Motor

(ii) टेको जनरेटर

Tacho Generator

(6+6)

4. (i) एक प्रथम क्रम के तंत्र की इकाई स्टेप निवेश पर क्षणिक अनुक्रिया का सूत्र ज्ञात कीजिए एवं वक्र बनाइये।

Derive the formula for unit step response of first order system and draw the curve.

(ii) एक पुनर्निवेशी नियन्त्रण निकाय जिसका अभिलाक्षणिक समीकरण निम्न है, के स्थाई होने के लिये राउथ तकनीक से 'K' की परास ज्ञात कीजिए :

$$s^3 + 3Ks^2 + Ks + 4 = 0$$

The characteristics equation of a feedback control system is given below. Using Routh's stability criterion, find the range of 'K' for which the system is stable :

$$s^3 + 3Ks^2 + Ks + 4 = 0$$

(6+6)

5. (i) निम्न इकाई फीडबैक ट्रांसफर फलन हेतु स्थिति, वेग एवं त्वरण त्रुटि गुणांक ज्ञात कीजिए :

$$G(s) = \frac{100(s^2 + 2s + 100)}{s^2(s + 4)(s^2 + 3s + 8)}$$

Find the position, velocity and acceleration error constants for following unity feedback transfer function :

$$G(s) = \frac{100(s^2 + 2s + 100)}{s^2(s + 4)(s^2 + 3s + 8)}$$

- (ii) गतिक त्रुटि गुणांक का सूत्र ज्ञात कीजिए ।

Derive the formula for dynamic error coefficient. (6+6)

6. (i) 'आवृत्ति डोमेन' विशिष्टताओं को समझाइयें ।

Explain the frequency domain specifications.

- (ii) निम्न अन्तरण फलन हेतु ध्रुवीय आरेख बनाइयें :

$$G(s) = \frac{K}{1 + sT}$$

Draw the polar plot for following transfer function :

$$G(s) = \frac{K}{1 + sT}$$

(6+6)

7. निकाय का मूल बिन्दुपथ बनाने के नियम लिखिए ।

Write the rules for construction of root locus. (12)

8. निम्न पर संक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखियें :

Write short notes on the following :

- (i) नाइक्विस्ट स्थायित्व सिद्धान्त

Nyquist Stability Criterion

- (ii) बोडे आरेख के पोलर आरेख की अपेक्षा फायदे

Advantages of Bode Plot over Polar Plot.

- (iii) नियन्त्रण निकाय के विभिन्न भाग

Control System Components (4×3)

