

**ELECTRICAL ENGINEERING****Paper—I**

Time Allowed : Three Hours

Maximum Marks : 300

**INSTRUCTIONS**

*Each question is printed both in Hindi and in English.*

*Answers must be written in the medium specified in the Admission Certificate issued to you, which must be stated clearly on the cover of the answer-book in the space provided for the purpose. No marks will be given for the answers written in a medium other than that specified in the Admission Certificate.*

*Candidates should attempt Question Nos. 1 and 5 which are compulsory, and any three of the remaining questions selecting at least one question from each Section.*

*The number of marks carried by each question is indicated at the end of the question.*

*Assume suitable data if considered necessary and indicate the same clearly.*

*Symbols/notations carry their usual meanings, unless otherwise indicated.*

---

ध्यान दें : अनुदेशों का हिन्दी रूपान्तर इस प्रश्न-पत्र के पिछले पृष्ठ पर छपा है।

### Section—A

1. (a) (i) Determine the time constant for the network shown in Fig. 1 :

5

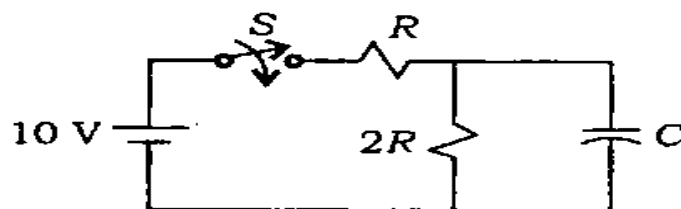


Fig. 1

- (ii) For a 3-phase, 400 V, 50 Hz, acb system, write the voltages  $v_{ac}$  and  $v_{bn}$  in instantaneous form, assuming  $V_{bc}$  as a reference phasor.

5

- (iii) The discrete time system is described by  $y(n) = x(n) + nx(n-1)$ . Check whether this system is causal/time variant.

5

- (b) (i) For the circuit shown in Fig. 2—  
1. determine the operating point;  
2. find the stability factor.

Given :  $V_{BE} = 0.6 \text{ V}$ ,  $\beta = 50$ . 6+4=10

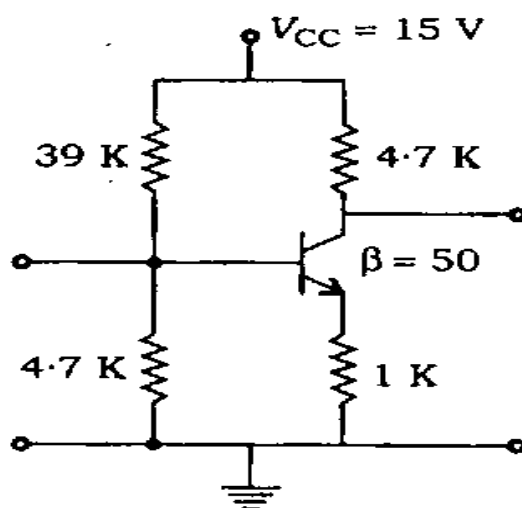
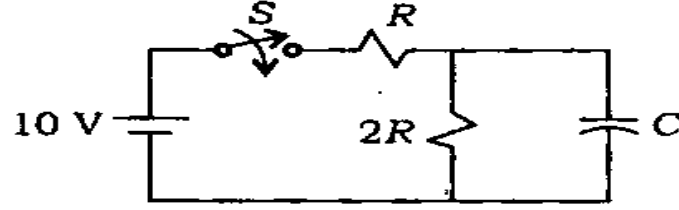


Fig. 2

खण्ड—क

1. (क) (i) चित्र 1 में दिखाए गए नेटवर्क का काल-स्थिरांक ज्ञात कीजिए :

5



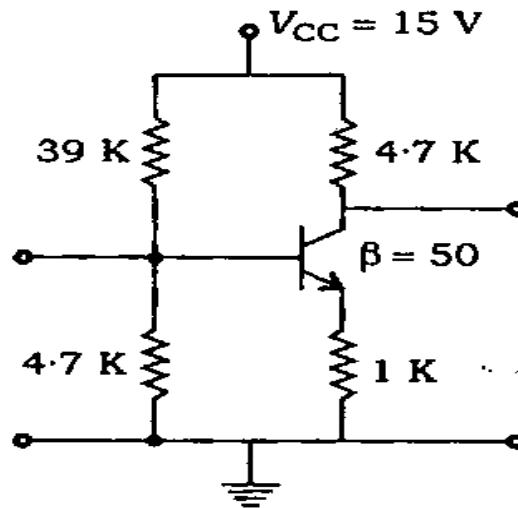
चित्र 1

- (ii) एक त्रिकला, 400 V, 50 Hz, acb तंत्र के लिए वोल्टताओं  $v_{ac}$  तथा  $v_{bn}$  को तात्क्षणिक रूप में लिखिए,  $V_{bc}$  को सन्दर्भ फेज़र मानिए। 5
- (iii) असतत काल तंत्र को  $y(n) = x(n) + nx(n-1)$  से वर्णित किया जाता है। जाँच कीजिए कि यह तंत्र हेतुक/काल-परिवर्ती है। 5

- (ख) (i) चित्र 2 में दिखाए गए परिपथ के लिए ज्ञात कीजिए—

1. प्रचालन बिन्दु;
2. स्थायित्व गुणक।

दिया है :  $V_{BE} = 0.6 \text{ V}$ ,  $\beta = 50$ . 6+4=10



चित्र 2

- (ii) Draw the circuit of TTL NAND gate and explain its operation. 5
- (c) (i) Draw a circuit diagram for a single-phase, full-wave, midpoint diode rectifier. Sketch waveforms for source voltage, load voltage, voltage across one diode and source current. Take turns ratio from each secondary to primary as unity. Derive expressions for average and r.m.s. output voltages. 10
- (ii) Why is the air-gap length in a 3-phase induction motor kept as small as is mechanically possible? 5
- (d) (i) Determine the primary constants of a 50-ohm lossless line at 100 MHz, if it has a phase constant of  $3.14$  rad/m. Sketch its  $\pi$ -type equivalent circuit. Is this a distortionless line? 5
- (ii) Determine the power density spectrum of the noise voltage across the terminals  $aa'$  of the circuit shown in Fig. 3 : 10

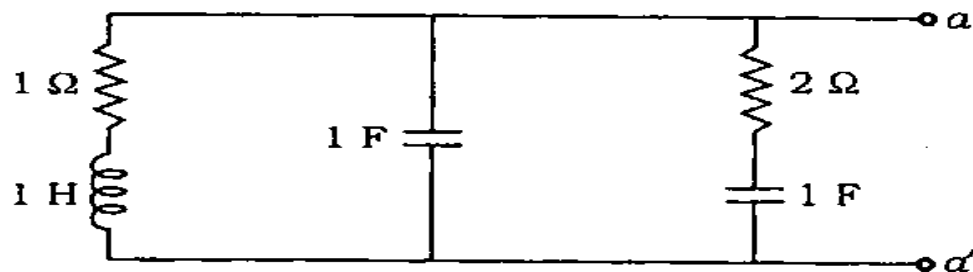
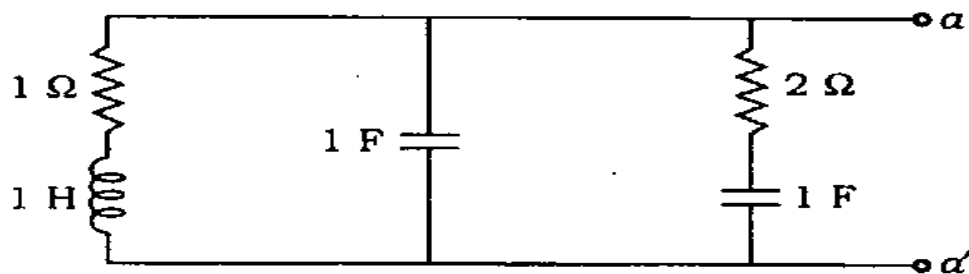


Fig. 3

- (ii) TTL NAND द्वार का परिपथ बनाइए तथा इसका प्रचालन स्पष्ट कीजिए। 5
- (ग) (i) किसी एकल-कला, पूर्ण-तरंगी, मध्यबिन्दु डायोड दिष्टकारी का परिपथ आरेख बनाइए। स्रोत वोल्टता, भार वोल्टता, एक डायोड की मध्य वोल्टता तथा स्रोत धारा के तरंगरूपों को चित्र बनाकर दिखाइए। प्रत्येक द्वितीयक से प्राथमिक लपेटों के अनुपात को एकांक मानिए। औसत तथा वर्ग-माध्य-मूल (आर० एम० एस०) निर्गम वोल्टता के लिए व्यंजकों को व्युत्पन्न कीजिए। 10
- (ii) त्रिकला प्रेरण मोटर में वायु-अन्तराल लम्बाई को, यांत्रिक रूप से जितना सम्भव हो सके, छोटा क्यों बनाया जाता है? 5
- (घ) (i) एक  $50\text{-}\Omega$  हानिमुक्त लाइन का  $100\text{ MHz}$  पर प्राथमिक स्थिरांक ज्ञात कीजिए, यदि इसका कला-स्थिरांक  $3.14\text{ rad/m}$  हो। इसके  $\pi$ -प्ररूप का तुल्यकारी परिपथ चित्रित कीजिए। क्या यह एक विरूपणरहित लाइन है? 5
- (ii) चित्र 3 में दिखाए गए परिपथ में टर्मिनलों  $aa'$  के मध्य रव वोल्टता का शक्ति घनत्व स्पेक्ट्रम ज्ञात कीजिए : 10



चित्र 3

2. (a) (i) Use Thevenin's theorem to find the current in  $4\ \Omega$  branch of the network given in Fig. 4 : 10

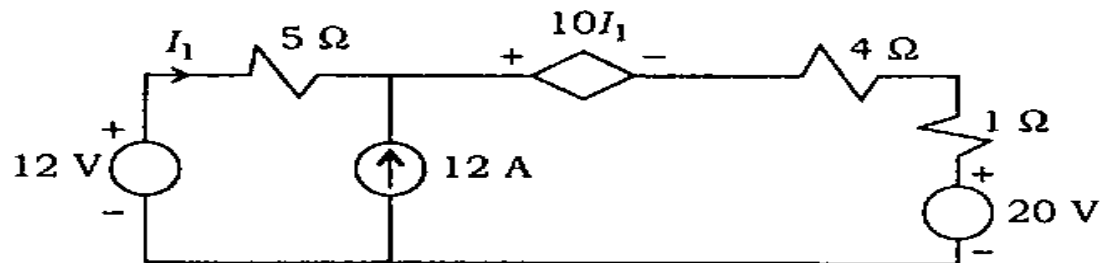


Fig. 4

- (ii) Obtain the convolution sum  $y(n) = x(n) * h(n)$  for  $n = 2$ , using the property  $x(n) * \delta(n - n_0) = x(n - n_0)$ . Assume

$$x(n) = \left(\frac{1}{2}\right)^n u(n), \quad h(n) = \left(\frac{1}{3}\right)^n u(n) \quad 10$$

- (b) (i) Draw the circuit of a Cascode amplifier. Indicate the two configurations of transistors used. Why is this circuit preferred in high-frequency applications? 6
- (ii) For the voltage series feedback amplifier shown in Fig. 5, calculate  $V_f$ , feedback ratio  $\beta$ , voltage gain without feedback  $A_V$  and voltage gain with feedback  $A_{V_f}$  : 6

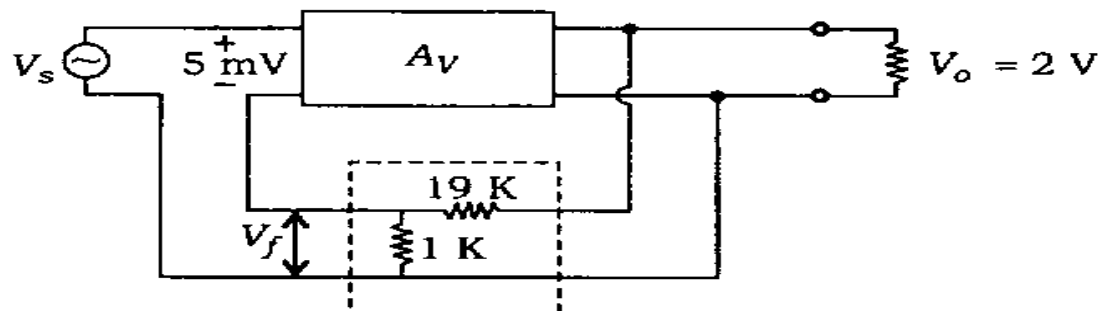
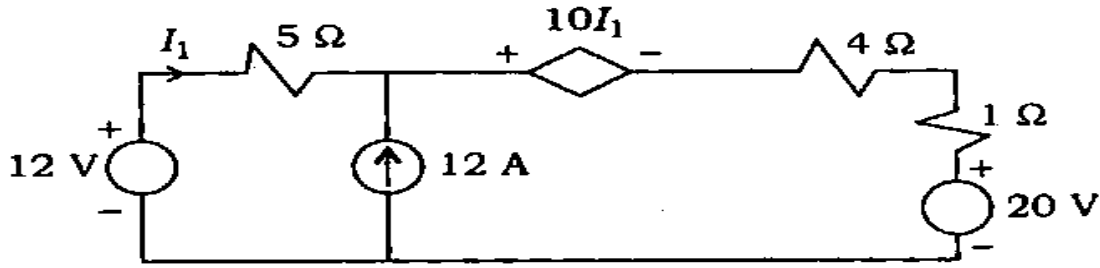


Fig. 5

2. (क) (i) चित्र 4 में दिए गए नेटवर्क की  $4 \Omega$  वाली शाखा में, थेवेनिन के प्रमेय का प्रयोग करते हुए, धारा का मान ज्ञात कीजिए : 10



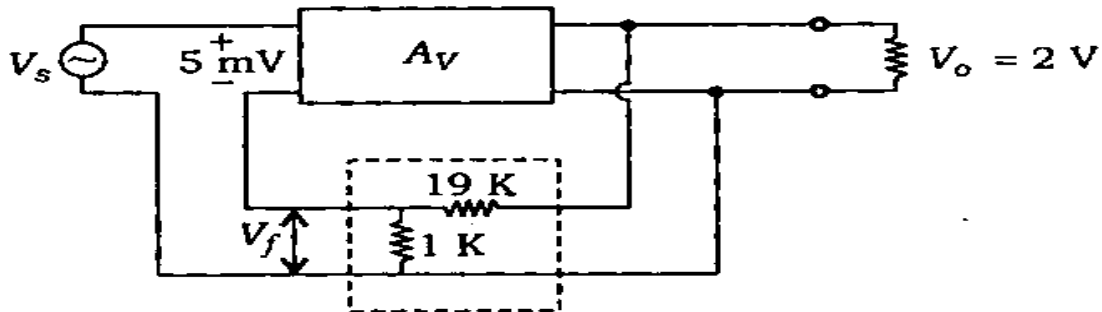
चित्र 4

- (ii) गुणधर्म  $x(n) * \delta(n - n_0) = x(n - n_0)$  का प्रयोग करते हुए,  $n = 2$  के लिए, संवलन योग  $y(n) = x(n) * h(n)$  ज्ञात कीजिए। मान लीजिए

$$x(n) = \left(\frac{1}{2}\right)^n u(n), \quad h(n) = \left(\frac{1}{3}\right)^n u(n) \quad 10$$

- (ख) (i) एक कैस्कोड प्रवर्धक (Cascode amplifier) का परिपथ खींचिए। प्रयुक्त ट्रांजिस्टर्स के दो विन्यासों को दिखाइए। उच्च आवृत्ति के अनुप्रयोगों में ऐसे परिपथ को क्यों अधिमान्यता दी जाती है? 6

- (ii) चित्र 5 में दिखाए गए वोल्टता श्रेणी पुनर्निवेश प्रवर्धक के लिए  $V_f$ , पुनर्निवेश अनुपात  $\beta$ , पुनर्निवेश-रहित वोल्टता-लब्धि  $A_V$  और पुनर्निवेश सहित वोल्टता-लब्धि  $A_{V_f}$  को ज्ञात कीजिए : 6



चित्र 5

(iii) Design a decade counter using JK FF's (MOD-10 counter) and draw the timing diagrams.

8

(c) (i) A d.c. battery having a constant e.m.f.  $E$  is charged through a 1-phase full converter. A resistor  $R$  limits the battery charging current. Single-phase source voltage is  $V_m \sin \omega t$ . Sketch waveforms for source voltage, output voltage and charging current. Derive an expression for the average charging current on the assumption that each pair of thyristors is fired continuously in each half-cycle. Take  $V_r$  as the voltage drop in each conducting pair.

16

(ii) In part (i) above, find the value of  $R$  in case battery charging current is 5 A, supply voltage is 40 V, 50 Hz;  $E = 12$  V and  $V_r = 1$  V.

4

3. (a) (i) Draw the circuit of Darlington emitter follower. Obtain the expressions for overall current gain and input impedance. You can use suitable approximations. Find the above two quantities if  $R_B = 2$  M $\Omega$ ,  $R_E = 1$  k $\Omega$ . The device parameters are identical.

$$h_{fe_1} = h_{fe_2} = 50$$

$$h_{ie_1} = h_{ie_2} = 1 \text{ K}$$

$$h_{oe_1} = h_{oe_2} = 20 \mu\text{A/V}$$

6+4=10



(iii) JK FF's (MOD-10 गणक) का प्रयोग करते हुए एक दशक गणक का अभिकल्पन कीजिए तथा इसके काल-आरेखों को बनाइए।

8

(ग) (i) एक डी० सी० बैटरी, जिसका स्थिर ई० एम० एफ०  $E$  है, को 1-कला पूर्ण परिवर्तित्र द्वारा आवेशित किया गया है। एक प्रतिरोधक  $R$  बैटरी आवेशन धारा को सीमित रखता है। एकल-कला स्रोत वोल्टता  $V_m \sin \omega t$  है। स्रोत वोल्टता, निर्गम वोल्टता तथा आवेशन धारा के तरंगरूपों के चित्र बनाइए। यह कल्पना करते हुए कि थाइरिस्ट्रों का प्रत्येक युगल सतत रूप से प्रत्येक अर्ध-चक्र में सक्रिय हो जाता है, औसत आवेशन धारा के लिए एक व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। मान लीजिए, प्रत्येक चालक युगल में वोल्टता पात  $V_r$  है।

16

(ii) उपरिलिखित भाग (i) में,  $R$  का मान ज्ञात कीजिए, यदि बैटरी आवेशन धारा 5 A, प्रदाय वोल्टता 40 V, 50 Hz;  $E = 12$  V तथा  $V_r = 1$  V है।

4

3. (क) (i) डार्लिंगटन उत्सर्जक अनुगामी परिपथ का आरेख बनाइए। समग्र धारा-लब्धि तथा निवेश प्रतिबाधा के लिए व्यंजकों को व्युत्पन्न कीजिए। आप समुचित सन्निकटनों का प्रयोग कर सकते हैं। यदि  $R_B = 2$  M $\Omega$  तथा  $R_E = 1$  k $\Omega$  है, तो उपर्युक्त दोनों राशियों को ज्ञात कीजिए। युक्ति प्राचल एकसमान हैं।

$$h_{fe_1} = h_{fe_2} = 50$$

$$h_{ie_1} = h_{ie_2} = 1 \text{ K}$$

$$h_{oe_1} = h_{oe_2} = 20 \mu\text{A/V}$$

6+4=10

- (ii) Design a binary to Gray code converter. 10
- (b) (i) Draw the exact equivalent circuit of a three-phase induction motor. Write clearly what the various parameters represent. 10
- (ii) A three-phase, 400 V, 20 kW, 1440 r.p.m., 50 Hz, star-connected induction motor has rotor leakage impedance of  $(0.4 + j1.6) \Omega$  per phase. Stator leakage impedance and rotational losses are assumed negligible. If this motor is energized from 120 Hz, 400 V, three-phase source, then calculate—
1. the motor speed at rated load torque;
  2. the slip at which maximum torque occurs. 10
- (c) (i) A plane wave has
- $$\bar{E} = E_0 \cos(\omega t - \beta x) \hat{y}$$
- and  $\bar{H} = \frac{E_0}{\eta} \cos(\omega t - \beta x) \hat{z}$
- in free space, satisfying Maxwell's equations. Find the general expressions for phase constant  $\beta$  and intrinsic impedance  $\eta$ , in terms of medium parameters. Hence, calculate their values at 10 MHz. Identify the direction of propagation and type of polarization. 10

(ii) एक द्वि-आधारी से ग्रे कोड परिवर्तक की अभिकल्पना कीजिए। 10

(ख) (i) एक त्रिकला प्रेरण मोटर का यथातथ्य तुल्यकाली परिपथ बनाइए। स्पष्ट रूप से लिखिए कि विभिन्न प्राचल क्या निरूपित करते हैं। 10

(ii) एक त्रिकला, 400 V, 20 kW, 1440 r.p.m., 50 Hz, तारा-संयोजित प्रेरण मोटर की रोटर क्षरण प्रतिबाधा  $(0.4 + j1.6) \Omega$  प्रति कला है। स्टेटर क्षरण प्रतिबाधा तथा घूर्णी हानियाँ नगण्य मान लीजिए। यदि इस मोटर को 120 Hz, 400 V, त्रिकला स्रोत से ऊर्जित किया गया है, तब गणना कीजिए—  
1. निर्धारित भार बल-आघूर्ण पर मोटर-चाल;  
2. वह सर्पण (slip) जिस पर बल-आघूर्ण अधिकतम होता है। 10

(ग) (i) मैक्सवेल के समीकरणों को सन्तुष्ट करते हुए एक समतल तरंग का मुक्त अवकाश में

$$\vec{E} = E_0 \cos(\omega t - \beta x) \hat{y}$$

$$\text{तथा } \vec{H} = \frac{E_0}{\eta} \cos(\omega t - \beta x) \hat{z}$$

है। कला-स्थिरांक  $\beta$  तथा नैज प्रतिबाधा  $\eta$  के लिए माध्यम प्राचलों के पदों में व्यापक व्यंजकों को ज्ञात कीजिए। फिर 10 MHz पर उनके मान ज्ञात कीजिए। संचरण की दिशा तथा ध्रुवण का प्रकार भी उल्लिखित कीजिए। 10

(ii) A message signal  $m(t)$  containing the frequency components 100 Hz, 200 Hz and 400 Hz is applied to an SSB modulator together with a carrier at 100 kHz with only USB retained. The coherent detector employed at the receiver uses a local oscillator that gives a sine wave of frequency 100.02 kHz.

1. Determine the frequency components of detector output.
2. Determine the frequency components of detector output if only LSB is transmitted.

10

4. (a) (i) Determine the resonant frequency of the following circuit (Fig. 6) :

6

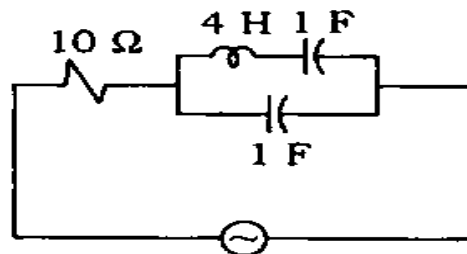


Fig. 6

- (ii) The applied a.c. voltage and the resulting current in the following circuit (Fig. 7) are in phase. Determine the coefficient of coupling and the dot polarity of coil PQ :

4

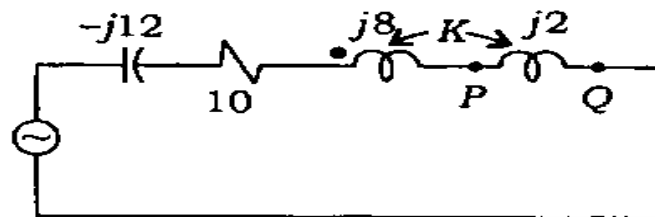


Fig. 7

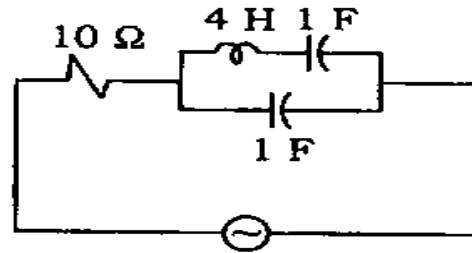
(ii) एक संदेश संकेत  $m(t)$ , जिसके आवृत्ति घटक 100 Hz, 200 Hz तथा 400 Hz हैं, को एक SSB मॉड्युलेटर पर केवल USB प्रतिधारित 100 kHz के वाहक के साथ भेजा गया है। अभिग्राहक पर प्रयुक्त कलासम्बद्ध संसूचक (डिटेक्टर) एक स्थानीय दोलनित्र का प्रयोग करता है, जो 100.02 kHz आवृत्ति का ज्या तरंग देता है।

1. डिटेक्टर निर्गम के आवृत्ति घटकों को ज्ञात कीजिए।
2. यदि केवल LSB को संचारित किया जाता है, तब डिटेक्टर निर्गम के आवृत्ति घटकों को ज्ञात कीजिए।

10

4. (क) (i) निम्नलिखित परिपथ (चित्र 6) का अनुनादी आवृत्ति ज्ञात कीजिए :

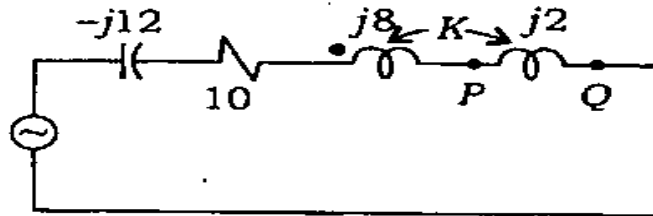
6



चित्र 6

- (ii) अनुप्रयुक्त a.c. वोल्टता तथा परिणामी धारा, निम्नलिखित परिपथ (चित्र 7) में, एक ही कला में हैं। युग्मन-गुणांक तथा कुण्डली PQ के लिए बिन्दु ध्रुवता ज्ञात कीजिए :

4



चित्र 7

(iii) The input ( $x$ )-output ( $y$ ) relationship for the system is given by

$$y(n+2) + 3y(n+1) + 2y(n) = x(n)$$

$$y(0) = 1 \text{ and } y(n) = 0 \text{ for } n < 0$$

Determine  $y(n)$  for unit step sequence input.

10

(b) (i) Discuss how volts/hertz control for a three-phase induction motor is similar to armature-voltage control of a d.c. motor.

8

(ii) A 10 kW, 50 Hz, 6-pole polyphase induction motor has a full-load slip of 0.04. If its friction and windage losses are 4% of the output, then compute—

1. rotor ohmic loss at full load;
2. full-load electromagnetic torque;
3. rotor efficiency.

12

(c) (i) Find the reflection coefficient and VSWR of a  $75 \Omega$  rf line terminated in each case with a load of (1) short circuit, (2) open circuit, (3)  $+j75 \Omega$  and (4)  $-j75 \Omega$ , and compare the results with those of matched load.

What is the shortest length of such a line to produce an input reactance of  $+j75 \Omega$ , if its propagation constant is  $(0 + j1.25)$ ?

7

(iii) किसी तंत्र के लिए निवेश (x)-निर्गम (y) सम्बन्ध है

$$y(n+2) + 3y(n+1) + 2y(n) = x(n)$$

$$y(0) = 1 \text{ तथा } y(n) = 0, n < 0 \text{ के लिए}$$

एकांक पद अनुक्रम निवेश के लिए  $y(n)$  ज्ञात कीजिए।

10

(ख) (i) यह स्पष्ट कीजिए कि कैसे किसी त्रिकला प्रेरण मोटर का वोल्ट/हर्ट्ज़ नियंत्रण एक डी० सी० मोटर के आर्मेचर-वोल्टता नियंत्रण के समान होता है।

8

(ii) एक 10 kW, 50 Hz, 6-ध्रुव बहुकला प्रेरण मोटर का पूर्ण-भार सर्पण 0.04 है। यदि इसकी घर्षण एवं वातज हानियाँ निर्गम की 4% हों, तब गणना कीजिए—

1. पूर्ण भार पर रोटर ओमीय हानि;
2. पूर्ण-भार विद्युत्चुम्बकीय बल-आघूर्ण;
3. रोटर दक्षता।

12

(ग) (i) 75  $\Omega$  वियोजित rf लाइन का परावर्तन गुणांक तथा VSWR प्रत्येक भार (1) लघु परिपथ, (2) विवृत परिपथ, (3)  $+j75 \Omega$  तथा (4)  $-j75 \Omega$  के लिए ज्ञात कीजिए, तथा परिणामों की तुलना सुमेल भार से कीजिए।

ऐसी लाइन की न्यूनतम लम्बाई क्या है, जो एक निवेश प्रतिघात  $+j75 \Omega$  उत्पन्न कर सके, यदि इसका संचरण स्थिरांक  $(0 + j1.25)$  है?

7

- (ii) A lossless coaxial cable has the two-conductor diameter ratio of 2.0. Find its inductance, capacitance and  $Z_0$ , assuming a filling of dielectric with  $\epsilon_r = 2.25$ . 3
- (iii) For the probability density function  $f(x) = ae^{-4|x|}$  of a random variable  $X$  with  $x$  ranging between  $-\infty$  to  $+\infty$ , find the distribution function value of  $a$  and the probability that  $X$  lies between 0 and 1. 6
- (iv) For the angle-modulated signal given by
- $$v(t) = 5 \cos\{\pi \times 10^7 t + 2 \sin 500 \pi t\}$$
- find the maximum phase deviation and frequency deviation, and bandwidth. Is this an FM signal or a PM signal? 4

### Section—B

5. (a) (i) Sketch the following function and find its Laplace transforms :
- $$f(t) = r(t) - r(t - 3)$$
- $r(t)$  is unit ramp function. 5
- (ii) Sketch the following function and determine the energy or power contained in a signal : 5
- $$x(t) = u(t) + 5u(t - 1) - 6u(t - 2)$$



(ii) एक हानिरहित समाक्षी केबल के दो चालकों का व्यास अनुपात 2.0 है। इसकी प्रेरकत्व, धारिता तथा  $Z_0$  ज्ञात कीजिए। मान लीजिए कि परावैद्युत-भराव,  $\epsilon_r = 2.25$  है। 3

(iii) यादृच्छिक चर  $X$  के प्रायिकता घनत्व फलन  $f(x) = ae^{-4|x|}$ , जहाँ  $x$  का परिसर  $-\infty$  से  $+\infty$  है, के लिए  $a$  का आबंटन फलन मान तथा प्रायिकता कि  $X$ , 0 तथा 1 के मध्य स्थित रहता है, ज्ञात कीजिए। 6

(iv) कोण मॉडुलित संकेत

$$v(t) = 5 \cos\{\pi \times 10^7 t + 2 \sin 500 \pi t\}$$

के लिए अधिकतम कला विचलन और आवृत्ति विचलन तथा बैण्ड चौड़ाई ज्ञात कीजिए। क्या यह FM संकेत है अथवा PM संकेत? 4

### खण्ड—ख

5. (क) (i) निम्नलिखित फलन का चित्र बनाइए तथा इसका लाप्लास रूपान्तरण ज्ञात कीजिए :

$$f(t) = r(t) - r(t-3)$$

$r(t)$  एकांक प्रवण फलन है। 5

(ii) निम्नलिखित फलन का चित्र बनाइए तथा संकेत में समाहित ऊर्जा अथवा शक्ति ज्ञात कीजिए : 5

$$x(t) = u(t) + 5u(t-1) - 6u(t-2)$$

- (iii) In the circuit shown below (Fig. 8), the switch  $S$  is in position '1' long enough to establish steady-state conditions and at  $t=0$  is switched to position '2'. Draw 's-domain' network :

5

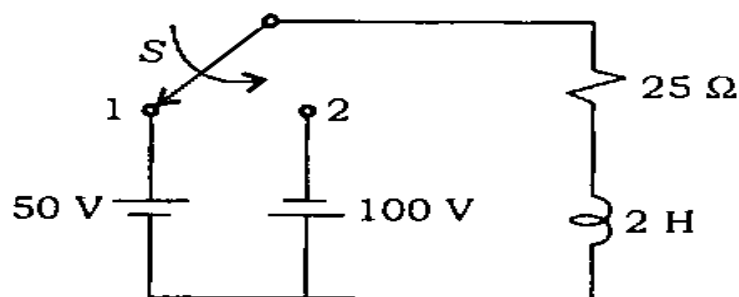


Fig. 8

- (b) (i) Draw the circuit of an opamp integrator. Sketch the output waveform, when the input is a symmetrical square wave of amplitude  $\pm 3$  V and the repetition frequency is 1 kHz.
- (ii) Determine the reading of the ideal voltmeter connected across a silicon diode shown in Fig. 9 :

4

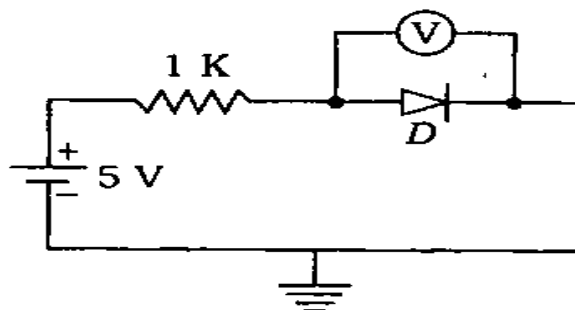


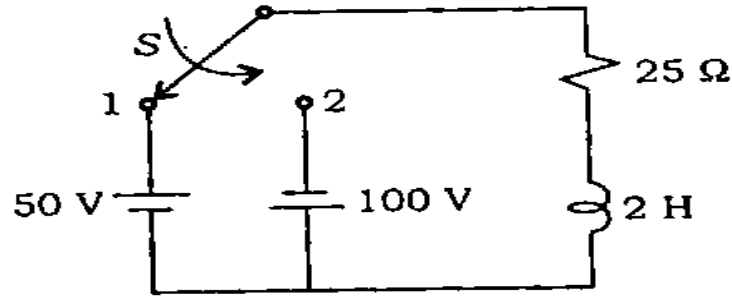
Fig. 9

Assume the forward voltage of diode to be 0.7 V. Find also the current through the diode.

4

- (iii) नीचे दिखाए गए परिपथ (चित्र 8) में, स्विच  $S$  स्थिति '1' में पर्याप्त रूप में बना रहता है ताकि अपरिवर्त्य स्थिति प्राप्त हो जाए तथा  $t=0$  पर इसका स्विचन स्थिति '2' में कर दिया जाता है। इसका 's-क्षेत्र' नेटवर्क बनाइए :

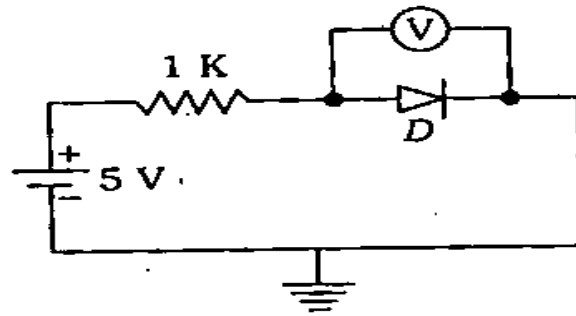
5



चित्र 8

- (ख) (i) एक opamp समाकलक का परिपथ बनाइए। निर्गम तरंगरूप का चित्र बनाइए, जब निवेश  $\pm 3\text{ V}$  आयाम की एक सममित वर्ग तरंग है तथा पुनरावर्ती आवृत्ति  $1\text{ kHz}$  है।
- (ii) चित्र 9 में दिखाए गए सिलिकॉन डायोड में लगे आदर्श वोल्टमीटर का पाठ्यांक ज्ञात कीजिए :

4



चित्र 9

मान लीजिए, डायोड की अग्र वोल्टता  $0.7\text{ V}$  है। डायोड में से धारा भी ज्ञात कीजिए।

4

- (iii) Realize an Astable Multivibrator using 555 timer to produce a square wave of frequency 1 kHz with duty cycle of 50%. Mention three applications of timer. 7
- (c) (i) In three-phase transformers, discuss the use of tertiary windings. 10
- (ii) A three-phase star-delta transformer has its secondary delta open-circuited. A voltmeter is placed across open-circuited terminals. Will the voltmeter read zero? Discuss. 5
- (d) (i) A 50-ohm lossless line is terminated with a dipole of input impedance  $(73 + j42) \Omega$ . Find the reflection coefficient, VSWR, and estimate the reflected and transmitted powers, if the input power to the line is 10 W. Also calculate the maximum and minimum impedances on the line, and suggest two methods of matching such a load to the line appropriately. 10
- (ii) Determine the noise bandwidth of the first-order RC integrator with cut-off frequency  $f_c$ . Define the term noise bandwidth. 5

- (iii) 50% कर्मचक्र (duty cycle) और 1 kHz आवृत्ति की एक वर्ग तरंग उत्पन्न करने के लिए 555 टाइमर का प्रयोग करके एक Astable Multivibrator बनाइए। टाइमर के तीन अनुप्रयोग बताइए। 7
- (ग) (i) त्रिकला परिणामित्रों में तृतीयक कुण्डलन के प्रयोग को स्पष्ट कीजिए। 10
- (ii) एक त्रिकला तारा-डेल्टा परिणामित्र की द्वितीयक डेल्टा का विवृत-परिपथन किया गया है। एक वोल्टमीटर को विवृत-परिपथित टर्मिनलों के मध्य लगाया गया। क्या वोल्टमीटर में पाठ्यांक शून्य होगा? व्याख्या कीजिए। 5
- (घ) (i) एक  $50 \Omega$  की हानिरहित लाइन को एक डाइपोल से, जिसकी निवेश प्रतिबाधा  $(73 + j42) \Omega$  है, वियोजित किया गया है। इसका परावर्तन गुणांक, VSWR तथा परावर्तित एवं संचरित शक्ति ज्ञात कीजिए, यदि लाइन में निवेश शक्ति 10 W है। लाइन पर अधिकतम तथा न्यूनतम प्रतिबाधाओं की भी गणना कीजिए तथा दो विधियों को सुझाइए जो लाइन में ऐसे भार को उचित रूप से सुमेलित कर सके। 10
- (ii) प्रथम कोटि के RC समाकलक की, विच्छेद आवृत्ति  $f_c$  के लिए, रव बैंड चौड़ाई ज्ञात कीजिए। रव बैंड चौड़ाई की परिभाषा दीजिए। 5

6. (a) (i) Using Fourier transform method, obtain expression for  $v(t)$  in the following network (Fig. 10) :

6

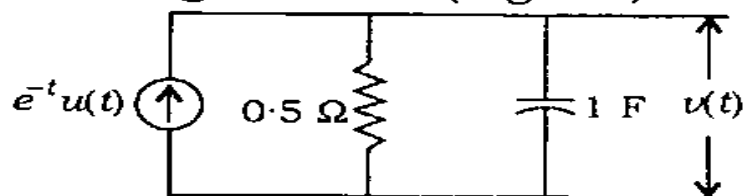
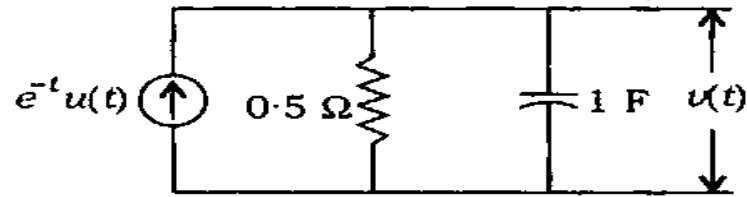


Fig. 10

- (ii) The z-parameters of a symmetrical two-port network (consisting of passive elements only) are given by  $z_{11} = \frac{2}{3} \Omega$  and  $z_{21} = \frac{1}{3} \Omega$ . Obtain equivalent T-network. If this network is excited by a 2-volt source having internal resistance of 1 ohm, determine the load resistance to be connected across port-2 which will receive maximum power. 10
- (iii) State the differentiation property of Fourier transforms. Hence, obtain the Fourier transform of a Signum function. Sketch its magnitude spectrum. 4
- (b) (i) Design an opamp second-order Butterworth low-pass filter (LPF) for a cut-off frequency of 2 kHz. Compare the response curve with that of first-order LPF. 10
- (ii) With the aid of circuit, draw  $R/2R$  ladder DAC and discuss its operation. 6
- (iii) With  $V_{REF} = 5 V$  for the DAC, find the resolution and full-scale output of this converter. 4

6. (क) (i) नीचे दिए गए नेटवर्क (चित्र 10) में फूरिये रूपान्तरण विधि का प्रयोग करते हुए  $v(t)$  के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए :

6



चित्र 10

- (ii) एक सममित द्वि-द्वार नेटवर्क (जिसमें केवल निष्क्रिय अवयव हैं) के  $z$ -प्राचल हैं  $z_{11} = \frac{2}{3} \Omega$ ,  $z_{21} = \frac{1}{3} \Omega$ . तुल्यमान T-नेटवर्क प्राप्त कीजिए। यदि इस नेटवर्क को 2-वोल्ट स्रोत से उत्तेजित किया जाय, जिसका आन्तरिक प्रतिरोध  $1 \Omega$  है, तब द्वार-2 पर जोड़े जाने वाले भार प्रतिरोध को ज्ञात कीजिए जो अधिकतम शक्ति प्राप्त करेगा।

10

- (iii) फूरिये रूपान्तरण का अवकलन गुण बताइए। फिर एक सिगनल फलन का फूरिये रूपान्तरण ज्ञात कीजिए। इसके परिमाण स्पेक्ट्रम का चित्र बनाइए।

4

- (ख) (i) एक opamp द्वितीय-कोटि बंटवर्ध निम्न-पावरक फिल्टर (एल० पी० एफ०) को, विच्छेद आवृत्ति 2 kHz के लिए, अभिकल्पित कीजिए। इसके अनुक्रिया वक्र की तुलना प्रथम कोटि के एल० पी० एफ० के अनुक्रिया वक्र से कीजिए।

10

- (ii) परिपथ की सहायता से  $R/2R$  सोपान डी० ए० सी० बनाइए तथा इसके प्रचालन की व्याख्या कीजिए।

6

- (iii) डी० ए० सी० के लिए  $V_{REF} = 5 V$  लेते हुए, इस परिवर्तित का स्पष्टता सूचन तथा पूर्ण-स्केल निर्गम प्राप्त कीजिए।

4

(c) Write voltage equations governing the performance of type-A chopper during on-period  $T_{on}$  and off-period  $T_{off}$  for the RLE type load. Hence, obtain therefrom, using Laplace transform, the expressions for the maximum and minimum currents taken by the load. Assume continuous conduction. 20

7. (a) (i) Using an opamp and RC network, explain the working of a Wien bridge oscillator. For a frequency of 1 kHz, design a Wien bridge oscillator. 6+4=10

(ii) Convert a clocked SR Flip-Flop to a clocked JK FF. 4+3+3=10

(b) (i) Speed control of a three-phase induction motor with constant supply voltage and reduced supply frequency is rarely used in practice. Justify this statement. 6

(ii) Describe stator frequency control for the speed control of a three-phase induction motor. Derive expressions for motor torque, maximum torque and the slip at which it occurs. State the various assumptions made. 14

(c) (i) A lossy non-magnetic medium has  $\epsilon_r = 4.0$  and a phase constant of  $0.10$  rad/m at  $2.0$  MHz. Determine its loss tangent, conductivity, propagation constant, intrinsic impedance and skin depth. 10



(ग) आर० एल० ई० प्ररूप के भार के लिए प्ररूप-A विच्छेदक के निष्पादन को दशनि वाले वोल्टता समीकरणों को, चालू अवधि  $T_{on}$  तथा बन्द अवधि  $T_{off}$  के लिए लिखिए। अतः, लाप्लास रूपान्तरण का प्रयोग करते हुए, भार द्वारा ली गई अधिकतम एवं न्यूनतम धारा के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए। सतत चालकता मानिए। 20

7. (क) (i) एक opamp तथा RC नेटवर्क का प्रयोग करते हुए, एक वीन सेतु दोलित्र की कार्यविधि को स्पष्ट कीजिए। 1 kHz आवृत्ति के लिए एक वीन सेतु दोलित्र का अभिकल्पन कीजिए। 6+4=10

(ii) एक कालद SR फ्लिप-फ्लॉप का एक कालद JK FF में परिवर्तन कीजिए। 4+3+3=10

(ख) (i) निश्चित प्रदाय वोल्टता तथा न्यूनीकृत प्रदाय आवृत्ति के साथ एक त्रिकला प्रेरण मोटर के चाल नियंत्रण को बहुत कम व्यवहार में प्रयोग किया जाता है। इस कथन के औचित्य पर प्रकाश डालिए। 6

(ii) त्रिकला प्रेरण मोटर की चाल नियंत्रण के लिए स्टेटर आवृत्ति नियंत्रण विधि का वर्णन कीजिए। मोटर बल-आघूर्ण, अधिकतम बल-आघूर्ण तथा सर्पण, जिस पर यह प्राप्त होता है, के लिए व्यंजकों को व्युत्पन्न कीजिए। किए गए विभिन्न कल्पनाओं को बताइए। 14

(ग) (i) एक हानियुक्त विचुम्बकीय माध्यम की  $\epsilon_r = 4.0$  तथा कला-स्थिरांक  $0.10 \text{ rad/m}$ ,  $2.0 \text{ MHz}$  पर है। इसकी हानि स्पर्शज्या, चालकता, संचरण स्थिरांक, नैज प्रतिबाधा तथा त्वचा (स्किन) गहराई ज्ञात कीजिए। 10

- (ii) An FM system uses pre-emphasis and de-emphasis filters having the following transfer functions :

$$H_p(f) = k \left[ 1 + j \frac{f}{f_0} \right]$$

$$H_d(f) = \frac{1}{k} \left[ \frac{1}{1 + j(f / f_0)} \right]$$

1. Find the scaling factor  $k$  so that the average power of the emphasized signal is same as that of original signal  $m(t)$ .
2. Find the corresponding value of improvement factor  $I$  produced by using this pair of pre-emphasis and de-emphasis filters.

10

8. (a) (i) A linear network has a driving-point admittance  $Y(s)$  given by

$$Y(s) = \frac{12(s+1)}{s(s+2)(s+3)}$$

Determine current in the network supplied by unit impulse voltage. What would be the current in the circuit when a unit step voltage is applied?

10

- (ii) एक FM तंत्र में पूर्व-प्रबलन एवं निष्प्रबलन फिल्टरों का प्रयोग होता है, जिनके अंतरण फलन निम्न हैं :

$$H_p(f) = k \left[ 1 + j \frac{f}{f_0} \right]$$

$$H_d(f) = \frac{1}{k} \left[ \frac{1}{1 + j(f / f_0)} \right]$$

1. अनुमापन गुणक  $k$  ज्ञात कीजिए, जिससे प्रबलित संकेत की औसत शक्ति, मूल संकेत  $m(t)$  की औसत शक्ति के बराबर हो।
2. इस पूर्व-प्रबलन एवं निष्प्रबलन फिल्टर-युगल के प्रयोग से उत्पन्न सुधार गुणक  $I$  का संगत मान ज्ञात कीजिए।

10

8. (क) (i) एक रैखिक नेटवर्क की चालन-बिन्दु प्रवेश्यता  $Y(s)$  निम्न द्वारा दी जाती है :

$$Y(s) = \frac{12(s+1)}{s(s+2)(s+3)}$$

नेटवर्क में एकांक आवेग वोल्टता द्वारा प्रदान की गई धारा ज्ञात कीजिए। यदि एकांक सोपान वोल्टता प्रदान की जाय, तो परिपथ में धारा कितनी होगी? 10

- (ii) Write the node equations for the network shown in Fig. 11. Assume node ② as a reference node : 10

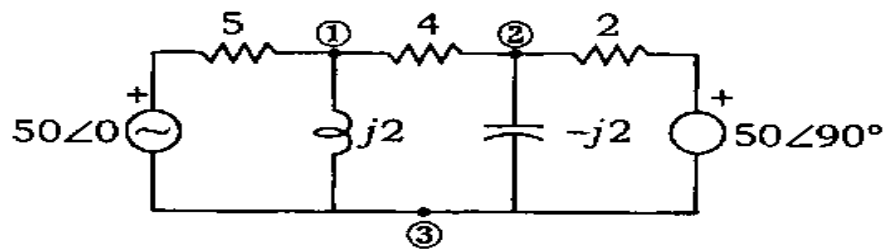
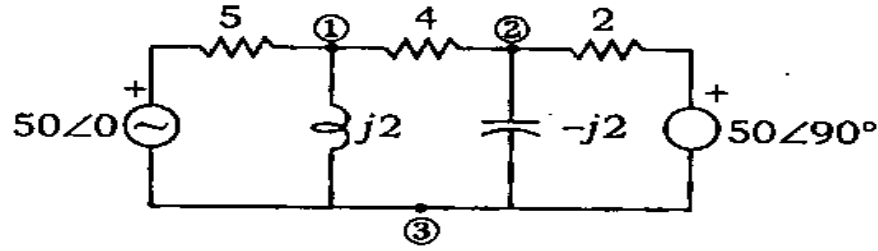


Fig. 11

- (b) (i) The primary winding of a single-phase transformer is energized from a fixed sinusoidal voltage with secondary open-circuited. If a small portion of iron core is removed, discuss what would happen to the magnitudes of its exciting current, core flux and the no-load power factor. 7
- (ii) Explain why transformer rating is expressed in VA or kVA. Describe the significance of all the items mentioned on the nameplate of a single-phase transformer. 6
- (iii) Derive an expression for the per unit voltage regulation of a single-phase transformer. Show that magnitude of per unit voltage regulation is equal to per unit value of equivalent leakage impedance of the transformer. 7

- (ii) दिखाए गए नेटवर्क (चित्र 11) के लिए नोड समीकरणों को ज्ञात कीजिए। नोड ② को सन्दर्भ नोड मान लीजिए :

10



चित्र 11

- (ख) (i) एकल-कला परिणामित्र की प्राथमिक कुण्डली को, द्वितीयक कुण्डली को विवृत-परिपथित रखकर, निश्चित ज्यावक्रीय वोल्टता से ऊर्जित किया जाता है। यदि लौह क्रोड के कुछ अंश को निकाल दिया जाता है, तब व्याख्या कीजिए कि उसके उत्तेजन धारा, क्रोड फ्लक्स तथा शून्य-भार शक्ति गुणक के परिमाण का क्या होगा।

7

- (ii) स्पष्ट कीजिए कि परिणामित्र के निर्धारण को VA अथवा kVA में क्यों व्यक्त किया जाता है। एकल-कला परिणामित्र के नाम-पट्टिका पर लिखे जाने वाले प्रत्येक मद के महत्व को समझाइए।

6

- (iii) एकल-कला परिणामित्र के प्रति एकांक वोल्टता नियमन के लिए एक व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। यह दिखाइए कि प्रति एकांक वोल्टता नियमन का परिमाण, परिणामित्र के प्रति एकांक तुल्यमान क्षरण प्रतिबाधा के परिमाण के बराबर होता है।

7

- (c) (i) A plane wave having

$$\bar{E} = 110 \cos(\omega t - 4\pi x) \hat{z} \text{ V/m}$$

is normally incident on a medium of  $\epsilon_r = 9$ ,  $\mu_r = 4$  and  $\sigma = 0$ , from a perfect dielectric medium of  $\epsilon_r = 4.0$ . Find the reflection and transmission coefficients, phase constants and list out the time-domain expressions for incident, reflected and transmitted electric fields.

10

- (ii) Establish the time-domain expression for the AM signal at 60% modulation level with modulating signal as  $5 \cos(200\pi t)$  and carrier as  $50 \cos(10^4 \pi t)$ , and list out its Fourier transform. Find out the amplitude sensitivity constant, side-band powers and efficiency.

10

(ग) (i) एक समतल तरंग का, जिसका

$$\vec{E} = 110 \cos(\omega t - 4\pi x) \hat{z} \text{ V/m}$$

है, एक माध्यम पर जिसका  $\epsilon_r = 9$ ,  $\mu_r = 4$  तथा  $\sigma = 0$  है, एक आदर्श परावैद्युत माध्यम, जिसका  $\epsilon_r = 4.0$  है, से अभिलम्बतः आपतन होता है। इसके परावर्तन एवं संचरण गुणांक, कला-स्थिरांक ज्ञात कीजिए तथा आपतित, परावर्तित एवं संचरित विद्युत्-क्षेत्रों के लिए काल-क्षेत्र व्यंजकों को सूचीबद्ध कीजिए।

10

(ii) AM संकेत के लिए, जिसका मॉडुलन स्तर 60% तथा मॉडुलन संकेत  $5 \cos(200\pi t)$  और वाहक  $50 \cos(10^4 \pi t)$  है, काल-क्षेत्र व्यंजक प्राप्त कीजिए एवं इसके फूरिये रूपान्तरण की सूची बनाइए। आयाम संवेद्यता स्थिरांक, पार्श्व-बैंड शक्तियाँ तथा दक्षता ज्ञात कीजिए।

10

★ ★ ★

## वैद्युत इन्जीनियरी

### प्रश्न-पत्र—I

समय : तीन घण्टे

पूर्णांक : 300

### अनुदेश

प्रत्येक प्रश्न हिन्दी और अंग्रेजी दोनों में छपा है।

प्रश्नों के उत्तर उसी माध्यम में लिखे जाने चाहिए जिसका उल्लेख आपके प्रवेश-पत्र में किया गया है, और इस माध्यम का स्पष्ट उल्लेख उत्तर-पुस्तक के मुख-पृष्ठ पर अंकित निर्दिष्ट स्थान पर किया जाना चाहिए। प्रवेश-पत्र पर उल्लिखित माध्यम के अतिरिक्त अन्य किसी माध्यम में लिखे गए उत्तर पर कोई अंक नहीं मिलेंगे।

प्रश्न संख्या 1 और 5 अनिवार्य हैं। बाकी प्रश्नों में से प्रत्येक खण्ड से कम-से-कम एक प्रश्न चुनकर किन्हीं तीन प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

प्रत्येक प्रश्न के लिए नियत अंक प्रश्न के अन्त में दिए गए हैं।

यदि आवश्यक हो, तो उपयुक्त आँकड़ों का चयन कीजिए तथा उनको निर्दिष्ट कीजिए।

प्रतीक/संकेत प्रचलित अर्थों में प्रयुक्त हैं, अन्यथा निर्दिष्ट हैं।

---

**Note :** English version of the Instructions is printed on the front cover of this question paper.



Sl. No.

86

CS (MAIN) EXAM, 2010

C-DTN-K-FFB

## ELECTRICAL ENGINEERING

### Paper II

Time Allowed : Three Hours

Maximum Marks : 300

### INSTRUCTIONS

*Each question is printed both in Hindi and in English.*

*Answers must be written in the medium specified in the Admission Certificate issued to you, which must be stated clearly on the cover of the answer-book in the space provided for the purpose. No marks will be given for the answers written in a medium other than that specified in the Admission Certificate.*

*Candidates should attempt Question Nos. 1 and 5 which are compulsory, and any three of the remaining questions selecting at least one question from each Section.*

*Assume suitable data if considered necessary and indicate the same clearly.*

*Symbols/notations carry usual meaning, unless otherwise indicated.*

*All questions carry equal marks.*

*Marks assigned to each part of the question are indicated at the end of the respective part.*

---

**ध्यान दें :** अनुदेशों का हिन्दी रूपान्तर इस प्रश्न-पत्र के पिछले पृष्ठ पर छपा है।

## Section 'A'

1. (a) Why is a *LVDT* excited by high frequency and low voltage? Derive the *LVDT* output,  $e_o$ , in terms of excitation voltage, winding resistance and inductances. A bridge *ABCD* has resistors in its four arms.  $R_1$  in arm *AB*,  $R_2$  in arm *BC*, dummy gauge in arm *AD*, and active gauge in arm *CD*. If a strain of  $1250 \mu\text{m/m}$  is applied, find the bridge offset voltage across *AC* if the bridge is supplied with a voltage of 12 V across *BD*. Assume,  $R_1 = R_2 = R_{\text{dummy gauge}} = 350 \text{ ohm}$  and  $R_{\text{active strain gauge}} = 350 \text{ ohm}$  has gauge factor' ( $GF = 2.0$ ). 2+10+8=20

- (b) (i) Explain the functions of static VAR systems in *EHV AC* transmission.
- (ii) Discuss different types of static VAR systems (*SVS*) with the aid of neat figures. 8+12=20

- (c) Write an 8085 assembly level program for designing the following system :

When a coin is inserted and when it is valid, port 1 gives code FFH. If it is valid, check whether the request is for tea or coffee at

### खण्ड 'क'

1. (अ) किसी एल वी डी टी को उच्च आवृत्ति तथा निम्नवोल्टता से क्यों उत्तेजित किया जाता है ? एल वी डी टी के निर्गम वोल्टता  $e_0$  को व्युत्पन्न, पदों उत्तेजन वोल्टता, कुंडली प्रतिरोध तथा प्रेरकत्व में, कीजिए। एक सेतु ABCD की चारों भुजाओं में प्रतिरोधक लगाए गए हैं।  $R_1$  भुजा AB में,  $R_2$  भुजा BC में, भुजा AD में एक अक्रिय प्रमापी, तथा भुजा CD में एक सक्रिय प्रमापी। यदि  $1250 \mu\text{m/m}$  की विकृति रोपित की गई है, AC के मध्य वोल्टता ज्ञात कीजिए, यदि सेतु को BD के मध्य वोल्टता 12 V रोपित की गई है। मान लीजिए

$$R_1 = R_2 = R_{(\text{अक्रिय प्रमापी})} = 350 \text{ ओम तथा}$$

$$R_{\text{सक्रिय विकृति प्रमापी}} = 350 \text{ ओम का प्रमापी गुणक}$$

$$(\text{जी एफ} = 2.0) \quad 2+10+8=20$$

- (ब) (i) ई एच वी एसी संचरण में स्थैतिक वी ए आर के कार्य को स्पष्ट कीजिए।
- (ii) स्वच्छ चित्रों की सहायता से विभिन्न प्रकार के वी ए आर तंत्रों (एस वी एस) की व्याख्या कीजिए।  $8+12=20$

- (स) निम्नलिखित तंत्र की अभिकल्पना के लिए 8085 कोडांतरण स्तर का प्रोग्राम लिखिए :

जब एक सिक्का (कोइन) निविष्ट किया जाता है तथा अगर यह वैध होता है, द्वारक 1, कोड एफ एफ एच देता है। यदि यह वैध है, तब द्वारक 2 पर यह जाँचिए कि

port 2. 04H code at port 2 is the request for tea and 40H code at port 2 is the request for coffee. Open the valve for liquid to come out with 04H code for tea and 40H code for coffee at port 3. These codes at port 3 are to be used for valve operation. When port 4 gives code 00H, valve is to be closed with code FFH. Repeat process can start with a new coin. If coin is invalid, 00 indication at port 5 is to be given and the instruction for inserting a new coin can be given.

Write comments in the selected lines of the program. 20

2. (a) The loop Transfer function of a system is given by

$$G(s)H(s) = \frac{7s + 4}{s^2(s^3 + 4s^2 + 8s + 8)}$$

Find the number of roots located on the imaginary axis and also their values using the Routh table.

Is there any root on the right hand side of the  $s$ -plane ? 5+10+5=20

- (b) (i) Differentiate between "Restriking Phenomenon" and "Reclosing Phenomenon" in a circuit breaker. Which one is harmful and which one is useful and why ?

निवेदन चाय या कॉफी के लिए है। द्वारक 2 पर 04H कोड चाय के निवेदन के लिए है तथा द्वारक 2 पर 40H कोड कॉफी के निवेदन के लिए है। द्वारक 3 पर 04H कोड के लिए वाल्व को चाय द्रव के लिए खोलिए तथा 40H कोड के लिए कॉफी के लिए खोलिए। द्वारक 3 पर इन कोडों को वाल्व प्रचालन के लिए प्रयोग किया जाना है। जब द्वारक 4 कोड 00H देता है वाल्व को बंद हो जाना चाहिए कोड FFH से। नए सिक्के के लिए पुनरावर्ती प्रक्रम आरंभ हो सकता है। यदि सिक्का अवैध है, तब द्वारक 5 पर 00 सूचना दी जानी चाहिए तथा नए सिक्के के निवेशन के लिए निर्देश दिया जा सकता है। प्रोग्राम की चयनित लाइनों में टिप्पणी भी लिखिए। 20

2. (अ) एक तंत्र का निम्नलिखित लूप अंतरण-फलन दिया है :

$$G(s)H(s) = \frac{7s + 4}{s^2(s^3 + 4s^2 + 8s + 8)}$$

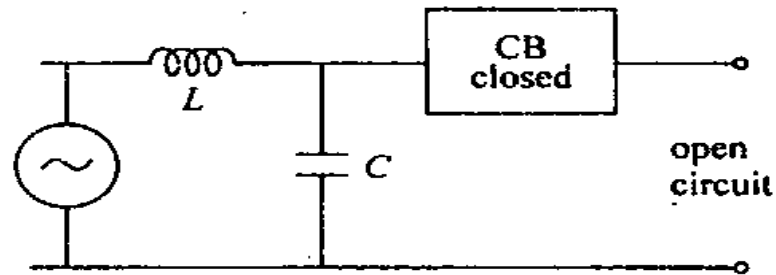
काल्पनिक अक्ष पर अवस्थित मूलों की संख्या ज्ञात कीजिए तथा राउथ तालिका का प्रयोग करते हुए उनके मान भी ज्ञात कीजिए।

$s$ -तल के दक्षिणावर्त पार्श्व पर क्या कोई मूल है ?

$$5+10+5=20$$

- (ब) (i) परिपथ वियोजक में "पुनः प्रवर्तन घटना" तथा "पुनर्योजन घटना" में भेद बताइये। कौन सी हानिकारक है तथा कौन सी लाभदायक है तथा क्यों ?

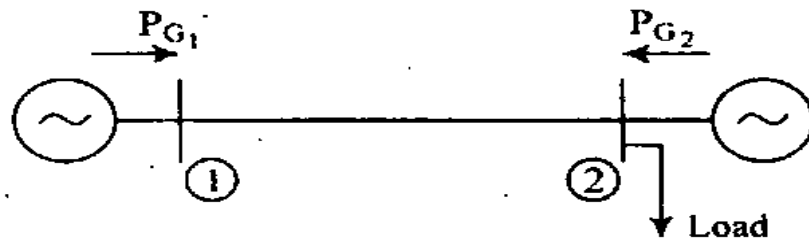
- (ii) A simple power system is shown operating on NO LOAD.



A fault occurs at the far end of the system and the breaker contacts separate. Derive an expression for the voltage across the breaker contacts. Find the frequency of oscillation of the recovery voltage. What is the highest value of the Restriking Voltage and when does it occur.

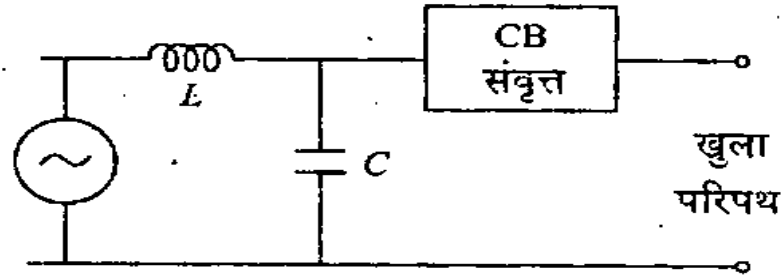
$$6+14=20$$

- (c) (i) A two bus system is shown in the figure below :



If 100 MW power is transferred from plant 1 to load, a loss of 12 MW is incurred. System incremental cost is  $\lambda = \text{Rs. } 30/\text{MWh}$ . The incremental costs of the two plants are given by :

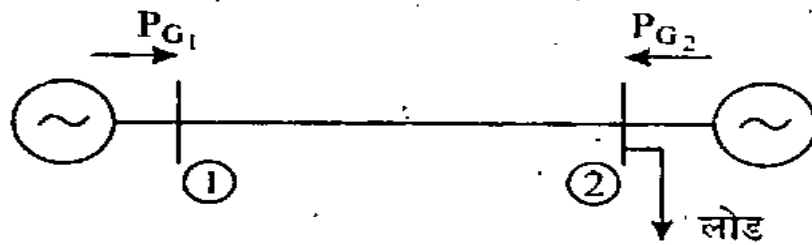
- (ii) शून्य लोड पर प्रचालन करने वाले एक सरल शक्ति तंत्र को दिखाया गया है।



सुदूर सिरे पर एक दोष उत्पन्न होता है तथा वियोजक संपर्क विलग हो जाते हैं। वियोजक संपर्कों के मध्य वोल्टता के लिए एक व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। पुनर्प्राप्ति वोल्टता की दोलन आवृत्ति ज्ञात कीजिए। पुनः प्रवर्ती वोल्टता का उच्चतम मान क्या है तथा यह कब होता है ?

$$6+14=20$$

- (स) (i) नीचे दिए गए चित्र में दो बस वाले तंत्र को दिखाया गया है :



यदि 100 MW शक्ति संयंत्र 1 से लोड को स्थानांतरित की जाय तब 12 MW की हानि होती है। तंत्र की वार्षिक लागत  $\lambda = \text{रु. } 30/\text{MWh}$  है। दोनों संयंत्रों की वार्षिक लागतें दी गई हैं :

$$\frac{dC_1}{dP_{G_1}} = 0.02 P_{G_1} + 16.0 \text{ Rs./MWh.}$$

$$\frac{dC_2}{dP_{G_2}} = 0.04 P_{G_2} + 20.0 \text{ Rs./MWh.}$$

Determine  $P_{G_1}$ ,  $P_{G_2}$  and power received by load.

- (ii) Derive the economic dispatch criterion for a power system consisting of thermal plants with transmission losses. 12+8=20
3. (a) (i) Explain the 'principle of the argument' of the complex-variable theory.
- (ii) Explain how this is adopted to determine the stability of control systems.
- (iii) The critical point in using the Nyquist criterion is  $(-1, j0)$  in  $G(s)H(s)$  plane and not the origin  $(0, j0)$ . Why ?
- (iv) For minimum phase transfer function,  $G(s)H(s)$ , the polar plot is sufficient to determine the stability of the system. Explain. 5+5+5+5=20
- (b) (i) Explain comparatively steady state, dynamic and transient stability of a power system.
- (ii) Explain point-by-point method of solving swing-equation stating clearly the assumptions made. 8+12=20



$$\frac{dC_1}{dP_{G_1}} = 0.02 P_{G_1} + 16.0 \text{ रु./MWh.}$$

$$\frac{dC_2}{dP_{G_2}} = 0.04 P_{G_2} + 20.0 \text{ रु./MWh.}$$

$P_{G_1}$  तथा  $P_{G_2}$  को ज्ञात कीजिए तथा लोड द्वारा प्राप्त शक्ति भी बताइये।

- (ii) तापीय संयंत्र, जिसमें संचरण हानियाँ होती हैं, के लिए मितव्ययी प्रेषण कसौटी व्युत्पन्न कीजिए।

$$12+8=20$$

3. (अ) (i) जटिल-चर सिद्धांत के "प्राचर नियम" की व्याख्या कीजिए।

- (ii) स्पष्ट कीजिए कि इसको नियंत्रण तंत्रों की स्थिरता ज्ञात करने के लिए कैसे अपनाया जाता है ?

- (iii) नाइक्विस्ट कसौटी के प्रयोग में,  $G(s)H(s)$  तल में क्रांतिक बिन्दु  $(-1, j0)$  होता है न कि मूल  $(0, j0)$ , ऐसा क्यों है ?

- (iv) न्यूनतम कला अंतरण-फलन  $G(s)H(s)$  के लिए ध्रुवी आलेख, तंत्र की स्थिरता ज्ञात करने के लिए पर्याप्त होता है, इसको स्पष्ट कीजिए।

$$5+5+5+5=20$$

- (ब) (i) शक्ति तंत्र के अपरिवर्त्य गतिक तथा क्षणिक स्थिरता की तुलनात्मक व्याख्या कीजिए।

- (ii) स्विंग समीकरण को हल करने के लिए बिन्दु वार विधि को समझाइये। की गई कल्पनाओं को स्पष्ट रूप से बताइये।

$$8+12=20$$

- (c) A certain ring feeder has 6 sections. It is fed at one point only. Using non directional and directional overcurrent relays with suitable line lag, explain the method of protecting this feeder. Assume a minimum operating time of 60 ms for the relays.

In the diagram to be drawn, the location of all the relays and whether they are directional or non directional are to be shown. Also the time of operation of all the relays is to be shown by the side of the relay. 20

4. (a) Explain, why the pointer of a single phase dynamometer type power factor meter remain in the same position even after the excitation source is switched off, that is, it does not come back to zero position. Explain the principle of operation of the power factor meter. How would the accuracy of such an instrument be affected by frequency and wave form variations. 5+10+5=20

- (b) Explain the similarities and differences between :

(i) JUMP and CALL instructions

(ii) STA and STAX instructions 20

- (c) Mention the salient points of relation between the delta modulation (DM) and differential pulse code modulation (DPCM). Draw the block diagram of delta modulator and demodulator. Explain threshold and overloading effects in delta modulation. How can a slope overload noise, which occurs due to threshold and overloading, be reduced ? 20

(स) किसी वलय प्रदायक (रिंग फीडर) में 6 खंड हैं। इसको केवल एक स्थल से प्रदाय किया जाता है। समुचित काल पश्चता वाली अदिशात्मक तथा दिशात्मक अतिधारा रिले का प्रयोग करते हुए प्रदाय के रक्षणविधि की व्याख्या कीजिए। रिले के न्यूनतम प्रचालन समय को 60 ms मान लीजिए। खींचे गए आरेख में सभी रिले की अवस्थितियों को दिखाइये तथा यह भी बताइये कि वे दिशात्मक अथवा अदिशात्मक हैं। सभी रिले के बगल में उनके प्रचालन समय को भी दिखाइये। 20

4. (अ) स्पष्ट कीजिए कि, एकल कला डायनामोमीटर प्ररूप वाले शक्ति गुणक मापक की सूचिका अपनी अवस्थिति में ही तब भी क्यों बनी रहती है जब उत्तेजन स्रोत को विस्वचित कर दिया जाता है अर्थात् सूचिका शून्य अवस्थिति में नहीं आती है। शक्ति गुणक मापक के कार्य सिद्धांत का वर्णन कीजिए। इस प्रकार के उपयंत्र की यथार्थता आवृत्ति तथा तरंग रूप के परिवर्तन होने पर किस प्रकार प्रभावित होती है? 5+10+5=20

(ब) निम्नलिखित में समानता तथा अंतर की व्याख्या कीजिए :

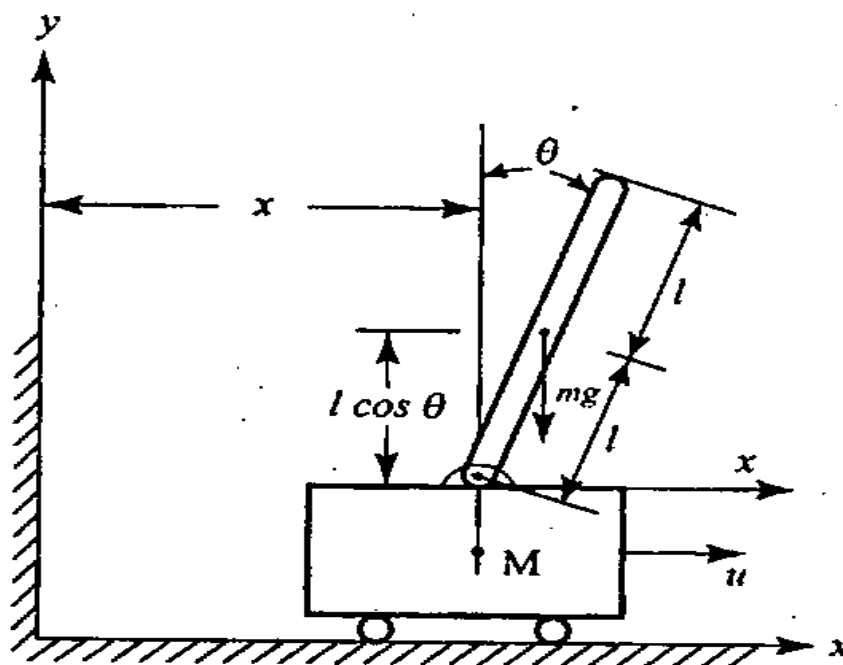
(i) जंप (जे यू एम पी) तथा काल (सी ए एल एल) अनुदेश

(ii) एस टी ए तथा एस टी ए एक्स अनुदेश 20

(स) डेल्टा मॉड्युलन (डी एम) तथा विभेदी स्पंद कोड मॉड्युलन (डी पी सी एम) में परस्पर संबंध के मुख्य बिन्दुओं पर प्रकाश डालिए। डेल्टा मॉड्युलक तथा विमॉड्युलक का खंडक आरेख बनाइए। डेल्टा मॉड्युलन में प्रभावसीमा तथा अधिभारण के प्रभाव को स्पष्ट कीजिए। प्रवण अधिभार रव को, जो प्रभाव सीमा तथा अधिभारण के कारण उत्पन्न होता है, किस प्रकार न्यून किया जा सकता है? 20

## Section 'B'

5. (a)

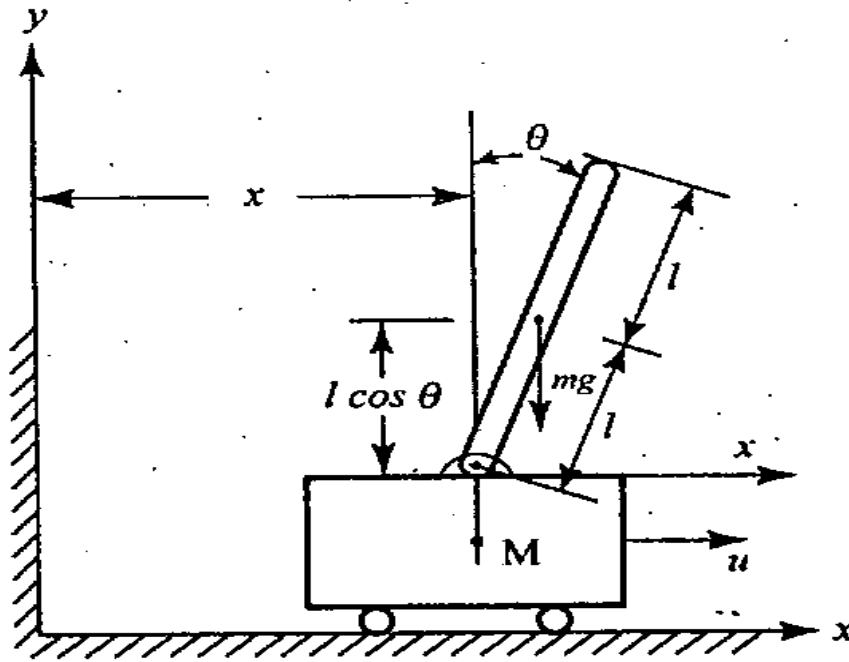


A model of the attitude control of a space booster on take off is represented by an inverted pendulum mounted on a motor driven cart shown in the above figure. The objective of the attitude control problem is to keep the pendulum in a vertical position. The pendulum can be assumed to move only in one plane (say the  $xy$  plane). The control force ' $u$ ' is applied to the cart. The centre of gravity of the pendulum is at its centre. The moment of inertia of the pendulum is ' $I$ '. The mass of the pendulum is ' $m$ ' and the cart is ' $M$ '. Obtain a mathematical model. 20

- (b) (i) What is "resistance switching" as applied to circuit breaker operation? Why is it resorted to? Derive an expression for the value of the resistance to be used in terms of system parameters. 10

खण्ड 'ख'

5. (अ)



ऊपर चित्र में एक अंतरिक्ष बूस्टर के उत्पत्तन पर एटीट्यूड नियंत्रण के मॉडल को एक मोटर यान पर आरोपित प्रतीप लोलक से निरूपित किया गया है। एटीट्यूड नियंत्रण का उद्देश्य लोलक को ऊर्ध्वाधर अवस्था में बनाए रखना है। यह माना जा सकता है कि लोलक केवल एक समतल (जैसे  $xy$  समतल) में गति करता है। यान पर नियंत्रण बल ' $u$ ' लगाया गया है। लोलक का गुरुत्व केन्द्र उसके केन्द्रक पर है। लोलक का जड़त्व आघूर्ण ' $I$ ' है। लोलक का द्रव्यमान ' $m$ ' है तथा यान का द्रव्यमान ' $M$ ' है। इसके लिए एक गणितीय मॉडल प्राप्त कीजिए। 20

- (ब) (i) परिपथ वियोजक प्रचालन में प्रयुक्त "प्रतिरोध स्विचन" क्या होता है? यह क्यों किया जाता है? तंत्र प्राचलों के रूप में, प्रयुक्त होने वाले प्रतिरोध का मान ज्ञात करने के लिए एक व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। 10

(ii) A transmission line is protected by a three zone plain Impedance. Draw the characteristics of this relay in the  $R-X$  diagram. If this relay is provided with a directional feature, what modification is to be made in the characteristics drawn on the  $R-X$  diagram. Also draw the contact diagram of the arrangement assuming directional feature. 10

(c) Pulse code modulation (PCM) is the most useful and widely used of all pulse modulations. How does an analog signal get converted to digital signal by the PCM? By which process non-uniform quantization is practically achieved? Draw a diagram of a model, which does this process. Explain its working. 20

6. (a) Explain the working principle of a "Harmonic Distortion Meter". State some of its typical technical specifications.

Also describe, how is the resistance measured with an electronic multimeter. 10+2+8=20

(b) The interrupt is a process of data transfer whereby a peripheral can inform the processor that it is ready for communication. How can interrupt be masked or unmasked using a program control? List the instructions used for control of interrupts. Explain any one by taking a suitable example. 20

(ii) एक संचरण लाइन की रक्षा एक तीन क्षेत्रीय सादा प्रतिबाधा से की गई है। रिले के अभिलक्षण को  $R-X$  आरेख में दिखाइये। यदि इस रिले में एक दिशात्मक लक्षण लगाया गया है तब बनाए गए  $R-X$  अभिलक्षण आरेख में क्या संशोधन करना पड़ेगा। इस व्यवस्था का संपर्क आरेख भी बनाइये यह मानते हुए कि दिशात्मक लक्षण विद्यमान है।

10

(स) सभी स्पंद मॉडुलनों में से स्पंद कोड मॉडुलन (पी सी एम) को व्यापक रूप में प्रयोग किया जाता है। पी सी एम में अनुरूप संकेत को अंकीय संकेत में कैसे बदल दिया जाता है? किस प्रक्रम द्वारा असमान क्वांटमन व्यावहारिक रूप से प्राप्त किया जाता है? एक मॉडल का आरेख बनाइये जो इस प्रक्रम को संपन्न करता है। इसकी कार्यविधि को समझाइये।

20

6. (अ) एक "हरात्मक विरूपण मापी" का कार्य-सिद्धांत स्पष्ट कीजिए। इसके कुछ तकनीकी विनिर्देशों का उल्लेख कीजिए। यह भी बताइये कि एक इलेक्ट्रॉनिक बहुमापी से प्रतिरोध का मापन कैसे किया जाता है?  $10+2+8=20$

(ब) अंतरायन एक आँकड़ा अंतरण की प्रक्रिया है जिसके द्वारा परिधीय युक्ति प्रक्रमक को सूचित कर सके कि वह संचार के लिए तैयार है। एक प्रोग्राम नियंत्रण के द्वारा अंतरायन का आच्छादन अथवा अनाच्छादन किस प्रकार किया जा सकता है? अंतरायन के नियंत्रण के लिए प्रयुक्त अनुदेशों को सूचीबद्ध कीजिए। एक समुचित उदाहरण लेते हुए इनमें से किसी एक की व्याख्या कीजिए।

20

- (c) Two important types of error-correcting codes are : (i) block codes and (ii) convolutional codes. Write the main difference between the block codes and convolutional codes. Explain the codes, which are a subclass of linear block codes. 20

7. (a) Why is a Schering bridge particularly suitable for measurement at high voltage ? Draw high voltage Schering bridge line diagram, showing the high voltage transformer.

The Wien bridge is used to measure the frequency of excitation voltage. Derive the frequency relation in terms of bridge elements.

4+8+8=20

- (b) What are the functions of DMA (Direct Memory Access) ? How are HOLD and  $\overline{HLDA}$  lines used in DMA operation ? List the data transfer modes of DMA controller. Describe each mode in brief. 20

- (c) The network layer of OSI (Open Systems Interconnection) has two major functions, namely (i) routing of packets through the network and (ii) a flow control. Explain each of these two functions taking suitable examples. Prove that the network layer is the most sophisticated of the layered architecture.

20



(स) दो महत्वपूर्ण प्ररूप के त्रुटि संशोधन कोड हैं : (i) खंडक कोड, तथा (ii) संचलनी कोड । खंडक कोड तथा संचलनी कोड में मुख्य अंतर को स्पष्ट कीजिए । उन कोडों का विवरण दीजिए जो रैखिक खंडक कोड के उपवर्ग होते हैं ।  
20

7. (अ) शेरिंग सेतु को उच्च वोल्टता पर मापन के लिए मुख्यतः क्यों उपयुक्त माना जाता है ? उच्च वोल्टता के परिणामित्रों को दिखाते हुए उच्च वोल्टता शेरिंग सेतु का रेखाचित्र बनाइये ।

वीन सेतु को उत्तेजन वोल्टता की आवृत्ति मापन के लिए प्रयोग किया जाता है । सेतु अवयवों के पदों में आवृत्ति संबंध को व्युत्पन्न कीजिए ।  
4+8+8=20

(ब) डी एम ए (प्रत्यक्ष स्मृति अभिगम) के प्रकार्य क्या हैं ? डी एम ए में एच ओ एल डी (होल्ड) तथा एच एल डी ए रेखायें कैसे प्रयोग होती हैं ? डी एम ए नियंत्रक के आंकड़ा अंतरण विधाओं की सूची बनाइये तथा प्रत्येक विधा का संक्षेप में वर्णन कीजिए ।  
20

(स) ओ एस आई (विवृत्त तंत्र परस्पर संबंधन) के दो प्रमुख प्रकार्य हैं, यथा (i) नेटवर्क से पैकेटों का अनुमार्गण, और (ii) प्रवाह नियंत्रण । समुचित उदाहरणों को लेते हुए इनमें से प्रत्येक प्रकार्य को स्पष्ट कीजिए । सिद्ध कीजिए कि नेटवर्क परत, परतदर स्थापत्य कलाओं में से सर्वाधिक उत्कृष्ट है ।  
20

8. (a) A system is described by the following state variable equation

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \\ \dot{x}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 1 & 3 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} u$$

- (i) Find its characteristic equation.
- (ii) Determine the controllability matrix.
- (iii) Is the system controllable? 8+7+5=20
- (b) (i) With the aid of a neat figure, state the main components of a converter station of HVDC transmission system and explain the function of each component.
- (ii) Differentiate between two-terminal point to point dc transmission link and back to back dc link with an example of these links existing in India. 12+8=20
- (c) (i) Why do you need the harmonic restraint in the application of differential protection to power transformers? With the help of relevant circuit diagram, explain how this harmonic restraint scheme operates?
- (ii) "Relays are comparators". Justify this statement. Show that an inherent two input amplitude comparator can work as a phase comparator and vice-versa. 10+10=20

8. (अ) एक तंत्र को निम्नलिखित अवस्था पर समीकरण द्वारा वर्णित किया गया है :

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \\ \dot{x}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 1 & 3 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} u$$

- (i) इसका अभिलाक्षणिक समीकरण ज्ञात कीजिए।
- (ii) नियंत्रणीयता मैट्रिक्स ज्ञात कीजिए।
- (iii) क्या तंत्र नियंत्रणीय है ? 8+7+5=20
- (ब) (i) एक स्वच्छ चित्र की सहायता से एच वी डी सी संचरण तंत्र के परिवर्तक केन्द्र के मुख्य घटकों का वर्णन कीजिए तथा प्रत्येक घटक के प्रकार्य बताइये।
- (ii) भारत में विद्यमान दो टर्मिनल वाले स्थल से स्थल तक डी.सी संचरणलिंक एवं अन्योन्य संपोष डीसी लिंक में, उदाहरण सहित अंतर को स्पष्ट कीजिए। 12+8=20
- (स) (i) शक्ति परिणामित्रों में विभेदी रक्षण के लिए आप हारमोनिक अवरोध को क्यों आवश्यक समझते हैं ? प्रासंगिक परिपथ आरेख की सहायता से स्पष्ट कीजिए कि यह हारमोनिक अवरोध योजना कैसे कार्य करती है ?
- (ii) "रिले तुलनित्र होते हैं" इस कथन का औचित्य बताइये। यह दिखाइये कि एक द्वि-निवेशी आयाम तुलनित्र एककला तुलनित्र के रूप में कार्य कर सकता है एवं इसका व्युत्क्रम भी सत्य है। 10+10=20

C-DTN-K-FFB

## वैद्युत इन्जीनियरी

प्रश्न-पत्र II

समय : तीन घण्टे

पूर्णांक : 300

### अनुदेश

प्रत्येक प्रश्न हिन्दी और अंग्रेजी दोनों में छपा है।

प्रश्नों के उत्तर उसी माध्यम में लिखे जाने चाहिए जिसका उल्लेख आपके प्रवेश-पत्र में किया गया है, और इस माध्यम का स्पष्ट उल्लेख उत्तर-पुस्तक के मुख-पृष्ठ पर अंकित निर्दिष्ट स्थान पर किया जाना चाहिए। प्रवेश-पत्र पर उल्लिखित माध्यम के अतिरिक्त अन्य किसी माध्यम में लिखे गए उत्तर पर कोई अंक नहीं दिये जाएंगे।

प्रश्न संख्या 1 और 5 अनिवार्य हैं। बाकी प्रश्नों में से प्रत्येक खण्ड से कम-से-कम एक प्रश्न चुनकर किन्हीं तीन प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

यदि आवश्यक हो तो उपयुक्त आँकड़ों का चयन कीजिए तथा उनको निर्दिष्ट कीजिए।

प्रतीकों और संकेतनों के प्रचलित अर्थ हैं, जब तक अन्यथा न कहा गया हो।

सभी प्रश्नों के अंक समान हैं।

प्रश्नों के प्रत्येक भाग के लिए आवंटित अंक, संबंधित भागों के अंत में दिए गए हैं।

---

*Note : English version of the Instructions is printed on the front cover of this question paper.*