वैद्युत इन्जीनियरी (प्रश्न-पत्र–I)

समय : तीन घण्टे

अधिकतम अंक : 250

प्रश्न-पत्र सम्बन्धी विशेष अनुदेश

(उत्तर देने के पूर्व निम्नलिखित निर्देशों को कृपया सावधानीपूर्वक पढ़ें)

दो खण्डों में कुल आठ प्रश्न दिए गए हैं जो हिन्दी एवं अंग्रेजी दोनों में छपे हैं।

उम्मीदवार को कुल **पाँच** प्रश्नों के उत्तर देने हैं।

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

प्रत्येक प्रश्न/भाग के लिए नियत अंक उसके सामने दिए गए हैं।

प्रश्नों के उत्तर उसी प्राधिकृत माध्यम में लिखे जाने चाहिए, जिसका उल्लेख आपके प्रवेश-पत्र में किया गया है, और इस माध्यम का स्पष्ट उल्लेख प्रश्न-सह-उत्तर (क्यू० सी० ए०) पुस्तिका के मुखपृष्ठ पर निर्दिष्ट स्थान पर किया जाना चाहिए। प्राधिकृत माध्यम के अतिरिक्त अन्य किसी माध्यम में लिखे गए उत्तर पर कोई अंक नहीं मिलेंगे।

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

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

प्रश्नों के प्रयासों की गणना क्रमानुसार की जाएगी। आंशिक रूप से दिए गए प्रश्नों के उत्तर को भी मान्यता दी जाएगी यदि उसे काटा न गया हो। प्रश्न-सह-उत्तर पुस्तिका में खाली छोड़े गए कोई पृष्ठ अथवा पृष्ठ के भाग को पूर्णतः काट दीजिए।

ELECTRICAL ENGINEERING (PAPER–I)

Time Allowed : Three Hours

Maximum Marks : 250

QUESTION PAPER SPECIFIC INSTRUCTIONS

(Please read each of the following instructions carefully before attempting questions)

There are EIGHT questions divided in two Sections and printed both in HINDI and in ENGLISH.

Candidate has to attempt FIVE questions in all.

Question Nos. **1** and **5** are compulsory and out of the remaining, THREE are to be attempted choosing at least ONE question from each Section.

The number of marks carried by a question/part is indicated against it.

Answers must be written in the medium authorized in the Admission Certificate which must be stated clearly on the cover of this Question-cum-Answer (QCA) Booklet in the space provided. No marks will be given for answers written in medium other than the authorized one.

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

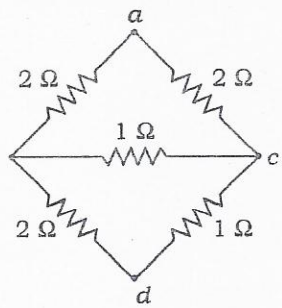
Unless otherwise mentioned, symbols and notations have their usual standard meanings.

Attempts of questions shall be counted in chronological order. Unless struck off, attempt of a question shall be counted even if attempted partly. Any page or portion of the page left blank in the Question-cum-Answer Booklet must be clearly struck off.

खण्ड—A / SECTION—A

1. (a) चित्र 1 में Δ-Y प्रतिस्थापन का प्रयोग करते हुए a तथा d के मध्य प्रतिरोध ज्ञात कीजिए।

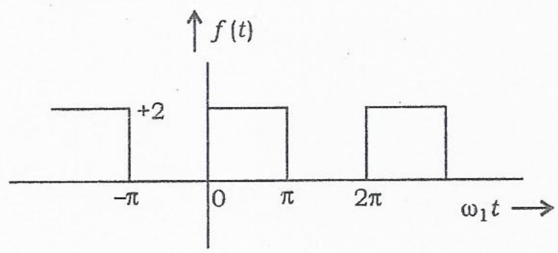
Using Δ-Y substitution, determine the resistance between a and d, in Fig. 1. 10



(चित्र) Fig. 1

(b) चित्र 2 में एक वर्ग तरंग को परास 0 से π के बीच व्यक्त किया गया है $f(t) = 2$ के द्वारा तथा परास π से 2π के बीच $f(t) = 0$ के द्वारा। चरघातांकी श्रेणी में इसके फुरिये घटकों को ज्ञात कीजिए।

Figure 2 shows a square wave that is described through the range from 0 to π by $f(t) = 2$, and through the range from π to 2π by $f(t) = 0$. Find its Fourier components in the exponential series. 10



(चित्र) Fig. 2

(c) किसी चालक को एक धातु प्लेट से पुनरावर्ती संपर्कों द्वारा आवेशित किया गया है, जिसे प्रत्येक संपर्क के पश्चात् एक स्थिर वोल्टता वाले स्रोत से जोड़कर आवेश Q से पुनःआवेशित कर दिया जाता है। यदि प्रथम संक्रिया के पश्चात् चालक का आवेश q है, तब दर्शाइए कि चालक में चरम आवेश $\dfrac{Q \cdot q}{Q - q}$ है।

A conductor is charged by repeated contacts with a metal plate which, after each contact, is recharged to a quantity of charge Q by connecting it to a constant voltage source. If q is the charge of the conductor after the first operation, show that the ultimate charge on the conductor is $\dfrac{Q \cdot q}{Q - q}$. 10

(d) एक संक्रियात्मक प्रवर्धक (OP-AMP) का प्रयोग करके किसी प्रवर्धक का अभिकल्पन कीजिए जिसकी लब्धि +5 हो। चयन कीजिए कि $R_i = 10 \text{ k}\Omega$.

Design an amplifier with a gain of +5 using one OP-AMP. Choose $R_i = 10 \text{ k}\Omega$. 10

(e) (i) सततता समीकरण को शामिल करते हुए काल-परिवर्ती क्षेत्रों के लिए सामान्य माध्यम में मैक्सवेल समीकरणों को उनके नाम बताते हुए सदिश रूप में लिखिए।

Write the Maxwell's equations including the continuity equation in vector form for time-varying fields in general medium naming each of them. 5

(ii) संक्रियात्मक प्रवर्धक (OP-AMP) के लिए निम्न प्राचलों की परिभाषा दीजिए :

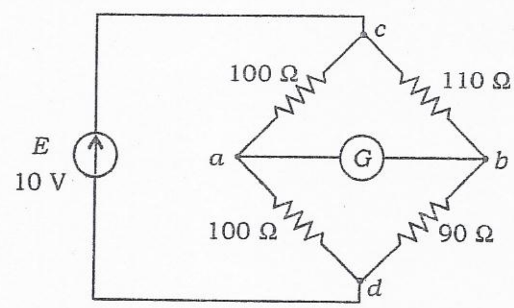
निवेशी ऑफसेट वोल्टता; बायस धारा; स्लू दर; निर्गत प्रतिबाधा; CMRR.

Define the following parameters for an OP-AMP : 5

Input offset voltage; Bias current; Slew rate; Output impedance; CMRR.

2. (a) चित्र 3 में दिखाए गए असंतुलित व्हीटस्टोन सेतु पर ध्यान दीजिए :

Consider the unbalanced Wheatstone bridge shown in Fig. 3 :



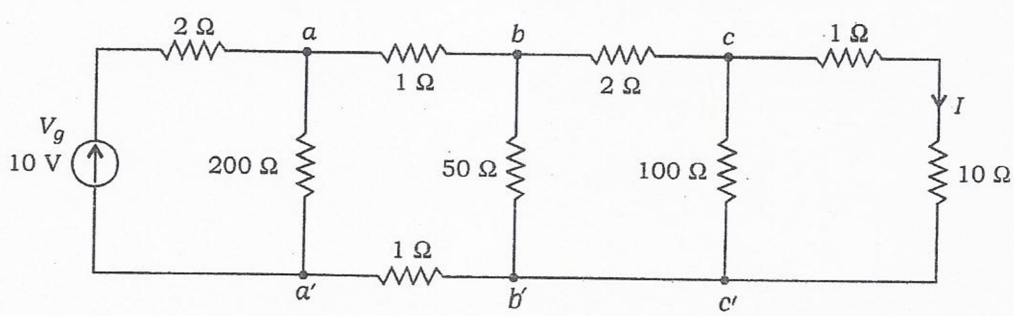
(चित्र) Fig. 3

गैल्वैनोमीटर का आंतरिक प्रतिरोध 1 ओम है। थेवेनिन प्रमेय का प्रयोग करते हुए गैल्वैनोमीटर धारा का मान ज्ञात कीजिए।

The internal resistance of the galvanometer is 1 ohm. Using Thevenin's theorem, determine the galvanometer current. 20

(b) सोपानी विधि का प्रयोग करते हुए चित्र 4 में धारा I का मान ज्ञात कीजिए।

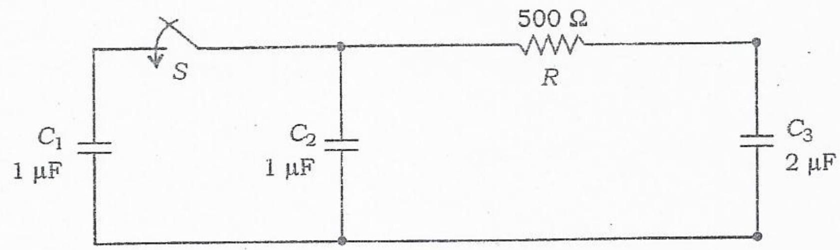
Determine the current I in Fig. 4 using the ladder method. 20



(चित्र) Fig. 4

(c) चित्र 5 में संधारित्र C_1 को आरंभ में 100 V पर आवेशित किया गया है तथा शेष दोनों संधारित्र आरंभ में आवेशित नहीं हैं। स्विच S को $t = 0$ समय पर बंद किया गया है। प्रतिरोध में से बहने वाली धारा को समय के फलन के रूप में ज्ञात कीजिए।

In Fig. 5, capacitor C_1 is initially charged at 100 V and the other two capacitors are initially uncharged. The switch S is closed at time $t = 0$. Find the current flowing through the resistor as a function of time. 10



(चित्र) Fig. 5

3. (a) समतल एकवर्णी तरंगें z-अक्ष के समांतर दोनों धनात्मक एवं ऋणात्मक दिशाओं में संचारित हो रही हैं। मूलबिन्दु पर क्षेत्र सामर्थ्य हैं

$$E_x = A\cos(\omega t \pm kz) \qquad E_y = 0$$
$$H_x = 0 \qquad H_y = B\cos(\omega t \pm kz)$$

दोनों ही दिशाओं में विकिरण की औसत तीव्रता को A, B तथा माध्यम स्थिरांकों के पदों में ज्ञात कीजिए।

Plane monochromatic waves are propagated parallel to the z-axis in both positive and negative directions. At the origin, the field strengths are given by

$$E_x = A\cos(\omega t \pm kz) \qquad E_y = 0$$
$$H_x = 0 \qquad H_y = B\cos(\omega t \pm kz)$$

Calculate the mean intensity of the radiation in each of the two directions in terms of A, B and the constants of the medium. 20

(b) यह दर्शाइए कि समतल विद्युत्-चुम्बकीय तरंग में संचित ऊर्जा, वैद्युत तथा चुम्बकीय क्षेत्रों में बराबर विभाजित रहती है।

Show that the energy stored in a plane electromagnetic wave is equally divided between the electric and magnetic fields. 20

(c) एक 12 मीटर लंबाई की वायु परावैद्युत वाली हानिरहित संचरण लाइन है। संचरण लाइन की लंबाई तरंगदैर्ध्य में कितनी है तथा 15 MHz पर कला स्थिरांक β का मान क्या है?

A lossless transmission line with air dielectric is 12 m long. What is the line length in wavelengths and what is the value of the phase constant β at 15 MHz? 10

4. *(a)* एक संक्रियात्मक प्रवर्धक (OP-AMP) का प्रयोग करते हुए एक हानियुक्त समाकलक का अभिकल्पन कीजिए जिसकी शिखर लब्धि 20 dB है तथा $\omega = 10000$ rad/sec होने पर उसकी लब्धि शिखर लब्धि से 3 dB कम हो जाती है। 0·01 μF के एक संधारित्र का प्रयोग कीजिए।

Using an OP-AMP, design a lossy integrator whose peak gain is 20 dB and the gain is 3 dB down from its peak when $\omega = 10000$ rad/sec. Use a capacitance of 0·01 μF. 20

(b) 8 V की निर्गम वोल्टता प्राप्त करने के लिए 7805 IC का प्रयोग करते हुए एक वोल्टता नियामक का अभिकल्पन कीजिए।

Design a voltage regulator using 7805 IC to get a voltage output of 8 V. 10

(c) एक द्विघाती निम्न-पारक बटरवर्थ फिल्टर का अभिकल्पन कीजिए जिसकी विच्छेदन आवृत्ति 1 kHz हो। कल्पना कीजिए $C = 0{\cdot}1$ μF. अवमंदन गुणांक $\alpha = 1{\cdot}414$ है। R_i को 10 kΩ मान लीजिए।

Design a second-order low-pass Butterworth filter having a cutoff frequency of 1 kHz. Choose $C = 0{\cdot}1$ μF. The damping factor α is given to be 1·414. Choose R_i as 10 kΩ. 20

खण्ड—B / SECTION—B

5. *(a)* मानक TTL द्वार के लिए शक्ति प्रदाय वोल्टता परास, निर्गम तर्क 1 स्तर वोल्टता एवं निर्गम तर्क 0 स्तर वोल्टता को विनिर्दिष्ट कीजिए।

Specify power supply voltage range, output logic 1 level voltage and output logic 0 level voltage for standard TTL gates. 10

(b) 'उच्च शक्ति से आकार अनुपात वाले यंत्रों', जैसे मिक्सर, दस्ती वेधनी, निर्वात मार्जक इत्यादि में दिष्ट धारा सार्वत्रिक (universal) मोटर का प्रयोग क्यों होता है?

Why are 'high power to size ratio machines' like mixer, hand drill, vacuum cleaner, etc., using DC universal motor? 10

(c) DC–DC परिवर्तित्र में किस प्रकार की क्रोड का प्रयोग होता है, विनिर्दिष्ट कीजिए। स्पष्ट कीजिए कि इसमें लौह क्रोड का प्रयोग क्यों नहीं होता है।

Specify the type of core used in DC–DC converter and explain why iron core is not used in it. 10

(d) एक सुपरहेटेरोडाइन अभिग्राही में अच्छी चयनशीलता कैसे प्राप्त की जाती है?

How is good selectivity achieved in a superheterodyne receiver? 10

(e) एक 4×1 मल्टीप्लेक्सर का उपयोग करके तर्क $F = A \cdot B$ को क्रियान्वित करने के लिए एक ब्लॉक आरेख खींचिए।

Draw a block diagram to implement logic $F = A \cdot B$ using a 4×1 multiplexer. 10

https://www.freshersnow.com/previous-year-question-papers/

6. *(a)* 6 चरों वाले कारनाफ मानचित्र का प्रयोग करते हुए निम्नलिखित स्विचन फलन का MSP प्रारूप ज्ञात कीजिए :

$F(uvwxyz) = \Sigma(0, 1, 4–6, 11, 14–17, 20–22, 30, 32, 33, 36, 37, 48, 49, 52, 53, 59, 63)$

Determine the MSP form of the switching function

$F(uvwxyz) = \Sigma(0, 1, 4–6, 11, 14–17, 20–22, 30, 32, 33, 36, 37, 48, 49, 52, 53, 59, 63)$

using 6-variable Karnaugh map. 20

(b) एक आनुक्रमिक मशीन केवल तभी निर्गम 1 उत्पन्न करती है जब ठीक दो 0 के पश्चात् एक बार 1 अथवा ठीक दो 1 के पश्चात् एक बार 0 होता है। इस मशीन की न्यूनीकृत अवस्था तालिका प्राप्त कीजिए।

A sequential machine produces an output of 1 only when exactly two 0's are followed by a 1 or exactly two 1's are followed by a 0. Determine the reduced state table of the machine. 20

(c) मान लीजिए कि तर्क शून्य (0) प्राप्य है। यह दिखाइए कि अंतर्वेशन (INCLUSION) द्वार एक सार्वभौमिक निर्माण खंडक है।

Assuming that logic 0 is available, show that the INCLUSION gate is a universal building block. 10

7. *(a)* किसी एक-कलीय परिणामित्र को, जिसमें कुंडली अनुपात 3 : 1 है, 110 V प्रत्यावर्ती धारा मेन्स से जोड़ा गया है। यह एकांक शक्ति गुणक पर 1 A प्राथमिक धारा लेता है जब यह 85% दक्षता से लोड को शक्ति प्रदान करता है। यदि परिणामित्र की शून्य-लोड धारा 0·43 A हो, तब शून्य लोड पर इसका शक्ति गुणक ज्ञात कीजिए।

A single-phase transformer of turns ratio 3 : 1 is connected to 110 V AC mains. It draws a primary current of 1 A at unity p.f. when delivering power to a load with an efficiency of 85%. If the no-load current of the transformer is 0·43 A, determine the p.f. at no load. 20

(b) एक शंट दिष्ट धारा मोटर, जिसमें दो SCR प्रयुक्त हों, के संपूर्ण परास चाल नियंत्रण के लिए SCR-आधारित नियंत्रण परिपथ का परिपथ आरेख बनाइए। मोटर को एक-कलीय प्रत्यावर्ती धारा मेन्स से चलाना है।

Draw the circuit diagram of SCR-based control circuit for full-range speed control of a shunt DC motor using two SCRs to run from single-phase AC mains. 20

(c) चालन परिपथ में MOSFET के द्वार संधारित्र का क्या प्रभाव है जब इसको उच्च आवृत्ति की शक्ति स्विचन प्रयोगों में प्रयोग किया जाता है, जैसे ज्या-वक्रीय प्रतीपक अथवा DC–DC परिवर्तित्र?

What is the effect of gate capacitance of MOSFET in driving circuit when it is used in high-frequency power switching applications like sine wave inverter or DC–DC converter? 10

8. *(a)* किसी एफ० एम० (FM) संकेत को व्यक्त किया गया है $V(t) = 10\sin(10^8 t + 15\sin 2000t)$ वोल्ट द्वारा, जहाँ t सेकेंड में है। एफ० एम० (FM) तरंग के प्राचलों को ज्ञात कीजिए।

A certain FM signal is represented by $V(t) = 10\sin(10^8 t + 15\sin 2000t)$ volts, where t is in seconds. Find the parameters of the FM wave. 20

(b) यह दर्शाइए कि वीनर-हॉफ (Wiener-Hopf) फिल्टर केवल तभी व्यावहारिक होता है जब अंतर्वेश एस० एन० आर० (SNR) न्यून हो।

Show that the Wiener-Hopf filter is practical only when the input SNR is small. 20

(c) स्पष्ट कीजिए कि एफ० एम० (FM) अभिग्राही में संकेत से रव अनुपात, ए० एम० (AM) की तुलना में अच्छा क्यों होता है। अपने स्पष्टीकरण के लिए उपयुक्त आरेख बनाइए।

Explain why signal to noise ratio is better in FM receiver as compared to AM. Draw suitable diagrams in support of your explanation. 10

★★★