Prepp
Your Personal Exams Guide

UPSC CSE 2018 MAINS PAPER 7 OCTOBER 07, 2018 ELECTRICAL ENGINEERING OPTIONAL PAPER - II QUESTION PAPER

इलेक्ट्रिकल इंजीनियरिंग (प्रश्न-पत्र–II)

समय : तीन घण्टे | अधिकतम अंक : 250

प्रश्न-पत्र के लिए विशिष्ट अनुदेश

(कृपया प्रश्नों के उत्तर देने से पूर्व निम्नलिखित प्रत्येक अनुदेश को ध्यानपूर्वक पढ़ें)

इसमें आठ प्रश्न हैं जो दो खण्डों में विभाजित हैं तथा हिन्दी एवं अंग्रेजी दोनों में छपे हैं।

परीक्षार्थी को कुल पाँच प्रश्नों के उत्तर देने हैं।

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

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

प्रश्नों के उत्तर उसी माध्यम में लिखे जाने चाहिए जिसका उल्लेख आपके प्रवेश-पत्र में किया गया है, और इस माध्यम का स्पष्ट उल्लेख प्रश्न-सह-उत्तर (क्यू॰ सी॰ ए॰) पुस्तिका के मुखपृष्ठ पर अंकित निर्दिष्ट स्थान पर किया जाना चाहिए। उल्लिखित 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 निर्दिष्ट कीजिए।

जब तक उल्लिखित न हो, संकेत तथा शब्दावली प्रचलित मानक अर्थों में प्रयुक्त हैं।

प्रश्नों के प्रयासों की गणना क्रमानुसार की जाएगी। यदि काटा नहीं हो, तो प्रश्न के उत्तर की गणना की जाएगी चाहे वह उत्तर अंशतः दिया गया हो। प्रश्न-सह-उत्तर पुस्तिका में खाली छोड़ा गया कोई पृष्ठ या उसके अंश को स्पष्ट रूप से काटा जाना चाहिए।

ELECTRICAL ENGINEERING (PAPER-II)

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 a medium other than the authorized one.

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

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

Attempts of questions shall be counted in sequential 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.

www.prepp.in

Prepp
Your Personal Exams Guide

खण्ड—A / SECTION—A

1\. (a) एक संकेत, जिसका प्रायिकता घनत्व फलन

$$f(x) = \begin{cases} ke^{-|x|}; & -4 < x < 4 \\ 0 \; ; & \text{अन्यत्र} \end{cases}$$

है, को चार क्वांटाइज़ेशन स्तरों पर क्वांटाइज़ किया जाता है।

(i) k के मान का निर्धारण कीजिए।

(ii) स्टेप साइज़ δ का निर्धारण कीजिए।

(iii) चार क्वांटाइज़ेशन स्तरों का निर्धारण कीजिए।

A signal having probability density function

$$f(x) = \begin{cases} ke^{-|x|}; & -4 < x < 4 \\ 0 \; ; & \text{elsewhere} \end{cases}$$

is quantized with four quantization levels.

(i) Determine the value of k. 6

(ii) Determine step size δ. 2

(iii) Determine the four quantization levels. 2

(b) एक जनित्र (जेनरेटर) अनन्त बस से, चित्र में दिखाए अनुसार, जुड़ा है। जनित्र के द्वारा अनन्त बस को आपूर्ति की गई वास्तविक शक्ति व प्रतिघाती शक्ति हेतु व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए :

A generator is connected to an infinite bus as shown in the figure. Derive the expressions for real power and reactive power supplied by the generator to the infinite bus :

10

(c) खुला-लूप अन्तरण फलन $G(s)H(s) = \dfrac{K}{s(s-4)(s+5)}$ के लिए निम्नलिखित का निर्धारण कीजिए :

(i) अनन्तस्पर्शियों का वास्तविक अक्ष से प्रतिच्छेदन बिन्दु

(ii) मूल बिन्दुपथ का काल्पनिक अक्ष से प्रतिच्छेदन बिन्दु और इस बिन्दु पर K का मान

www.prepp.in

Prepp
Your Personal Exams Guide

For the open-loop transfer function $G(s)H(s) = \dfrac{K}{s(s-4)(s-5)}$, determine the following :

(i) Point of intersection of asymptotes with real axis

(ii) Point of intersection of root locus with imaginary axis and the value of K at this point 10

(d) एक धारा ट्रांसफॉर्मर, जो 1000/5 A पर निर्धारित है, की उत्तेजक धारा के चुम्बकन और क्षति घटक क्रमशः 15 A और 9 A हैं। द्वितीयक कुंडली के प्रेरित वोल्टता व धारा के बीच फेज़ कोण 40 डिग्री है। ट्रांसफॉर्मर के फेज़ कोण की त्रुटि का निर्धारण कीजिए।

The magnetizing and loss component of exciting current of a current transformer rated 1000/5 A, are 15 A and 9 A respectively. The phase angle between secondary winding induced voltage and current is 40 degree. Determine the phase angle error of the transformer. 10

(e) एक 8 बिट एनालॉग से डिजिटल परिवर्तक को 8085 माइक्रोप्रोसेसर से 8255 PPI का प्रयोग कर अन्तरापृष्ठ करने के लिए व्यवस्था चित्र बनाइए।

Draw the schematic diagram for interfacing an 8 bit analog to digital converter to 8085 microprocessor using 8255 PPI. 10

2. *(a)* एक 3-फेज़, 11 kV संचरण लाइन 2395 kVA भार को 0·8 p.f. (लैग) पर 25 km की दूरी पर वितरित करती है। संचरण लाइन की प्रति फेज़ प्रतिबाधा (3·25 + j7·55) ohms है। प्रेषित सिरा की वोल्टता व प्रेषित सिरा के शक्ति गुणक का निर्धारण कीजिए।

A 3 phase, 11 kV transmission line delivers a load of 2395 kVA at 0·8 p.f. (lag) over a distance of 25 km. The transmission line has an impedance per phase of (3·25 + j7·55) ohms. Determine the sending end voltage and sending-end power factor. 20

(b) *(i)* एक ऊर्जा-मापी के डिस्क की प्रति यूनिट ऊर्जा खपत के लिए 80 परिक्रमण की अभिकल्पना की गई है। एक भार, जो 230 V और 0·6 शक्ति गुणक पर 30 A की धारा वहन करता है, की ऊर्जा खपत को मापने के लिए डिस्क के परिक्रमण की संख्या की गणना कीजिए। यदि ऊर्जा-मापी वास्तव में 330 परिक्रमण करता है, तो प्रतिशत त्रुटि को ज्ञात कीजिए। यह भी बताइए कि ऊर्जा-मापी की चाल धीमी है या तेज़।

An energy meter is designed to have 80 revolutions of the disc per unit of energy consumed. Calculate the number of revolutions made by the disc when measuring the energy consumed by the load carrying 30 A at 230 V and 0·6 power factor. Find the percentage error if the meter actually makes 330 revolutions. Also specify whether the meter runs slower or faster. 10

(ii) एक स्पेक्ट्रम विश्लेषक पर आयाम-मॉडुलित सिग्नल की स्पेक्ट्रा कैसे प्रदर्शित की जाती है, समझाइए।

Explain how the spectra of amplitude-modulated signal are displayed on a spectrum analyzer. 10

www.prepp.in

Prepp
Your Personal Exams Guide

(c) एक 8085 माइक्रोप्रोसेसर का प्रोग्राम असेम्बली भाषा में लिखिए जो एक LED, जो कि 8155 I/O पोर्ट B के बिट 4 से जुड़ा है, को ऑन कर दे। पोर्ट B का पता 22_{16} इस्तेमाल कीजिए।

Write an 8085 microprocessor assembly language program to turn ON an LED connected to bit 4 of the 8155 I/O port B. Use address of port B as 22_{16} 10

3. (a) एक पी० सी० एम० तंत्र की अभिकल्पना कीजिए जो तीन संकेतों m_1, m_2 और m_3, जिनकी बैंड-चौड़ाइयाँ क्रमशः 5 kHz, 10 kHz और 5 kHz हैं, को बहुसंकेतन करता है। प्रत्येक संकेत को उसकी नाइक्विस्ट दर पर प्रतिदर्शित किया जाता है और 256 स्तरों पर क्वान्टाइज़ किया जाता है।

(i) तंत्र का ब्लॉक आरेख खींचिए।

(ii) बिट की अधिकतम अवधि क्या है, जिसका इस्तेमाल किया जा सकता है?

(iii) पी० सी० एम० संकेत को निकालने के लिए चैनल की आवश्यक बैंड-चौड़ाई क्या होगी?

(iv) कम्यूटेटर की चाल, परिक्रमण प्रति सेकन्ड में, क्या होगी?

Design a PCM system that multiplexes three signals m_1, m_2 and m_3 having bandwidths 5 kHz, 10 kHz and 5 kHz respectively. Each signal is sampled at its Nyquist rate and quantized to 256 levels.

(i) Sketch the block diagram of the system. 6

(ii) What is the maximum bit duration that can be used? 8

(iii) What is the channel bandwidth required to pass the PCM signal? 4

(iv) What is the commutator speed in revolutions per second? 2

(b) तंत्र, जिसका खुला-लूप अन्तरण फलन $G(s)H(s) = \frac{K}{(s+2)^2(s+3)}$ है, के लिए K का निर्धारण कीजिए, जो निम्नलिखित विनिर्देशों को संतुष्ट करता है :

(i) पोज़िशन त्रुटि स्थिरांक $K_p \geq 2$

(ii) लब्धि सीमा ≥ 3

For the system, whose open loop transfer function is $G(s)H(s) = \frac{K}{(s+2)^2(s+3)}$, determine K which satisfies the following specifications :

(i) Position error constant $K_p \geq 2$

(ii) Gain margin ≥ 3 20

(c) एक 11 kV, 100 MVA आल्टरनेटर का संरक्षण भेदात्मक रूप से है। फेज़-टु-ग्राउंड दोष के लिए कुंडली का सुरक्षा प्रतिशत 85% है। जब धारा संतुलन में 20% अन्तर है, तब रिले प्रचालित होने के लिए सेट किया गया है। प्रतिरोधक के मान का निर्धारण कीजिए, जो न्यूट्रल-टु-ग्राउंड संयोजन में स्थापित किया जाए।

An 11 kV, 100 MVA alternator is provided with differential protection. The percentage of winding to be protected against phase-to-ground fault is 85%. The relay is set to operate when there is 20% out of balance current. Determine the value of the resistance to be placed in the neutral to ground connection. 10

www.prepp.in

4. (a) एक इकाई पुनर्निवेश नियंत्रण तंत्र पर विचार कीजिए, जिसका अग्र पथ अंतरण फलन $G(s) = \frac{9}{s(s+1)}$ द्वारा दिया गया है; निर्धारण कीजिए

(i) इकाई स्टेप इन्पुट लगाने के फलस्वरूप प्रतिशत ओवरशूट;

(ii) इकाई स्टेप और इकाई रैंप इन्पुट लगाने के फलस्वरूप स्थायी-दशा त्रुटि।

Consider a unity feedback control system whose forward path transfer function is given by $G(s) = \frac{9}{s(s+1)}$. Determine—

(i) percentage overshoot resulting from application of unit step input; 10

(ii) steady-state error resulting from application of unit step and unit ramp input. 10

(b) एक तीन फेज शक्ति तंत्र में एक तुल्यकालिक मशीन है जो एक हानिरहित संचरण लाइन के द्वारा एक अनन्त बस से जुड़ा है। संचरण लाइन में एक दोष हो जाता है। जब कोई दोष नहीं है, इस तंत्र का अधिकतम शक्ति स्थानान्तरण 5 p.u. और शक्ति स्थानान्तरण 2·5 p.u. है। शक्ति कोण वक्रों के शिखर मान दोष के दौरान और दोष के उपरान्त क्रमशः 2 p.u. और 4 p.u. हैं। इस तंत्र के दोनों सिरों की वोल्टता के बीच कोणीय विस्थापन में अनुज्ञेय वृद्धि का निर्धारण कीजिए, जिसके बाद परिपथ वियोजक दोष को समय पर मुक्त नहीं कर सकता जिससे तंत्र की तुल्यकालिकता बनी रहे।

A three-phase power system consists of a synchronous machine connected through a lossless transmission line to an infinite bus. A fault occurs on the transmission line. The maximum power transfer of this system when there is no fault is 5 p.u. and the power transfer is 2·5 p.u. The power angle curves during the fault and post-fault conditions have peak values of 2 p.u. and 4 p.u. respectively. Determine the permissible increase in the angular displacement between the voltages at the two ends of the system beyond which the circuit breakers could not clear the fault in time for the system to remain in synchronism. 20

(c) निर्देशों की निम्नलिखित जोड़ियों में विभेदन कीजिए :

(i) LDA addr और STA addr

(ii) LDAX rp और SHLD addr

(iii) LDAX rp और STAX rp

(iv) RLC और RAL

(v) PCHL और SPHL

Differentiate between the following pairs of instructions :

(i) LDA addr and STA addr

(ii) LDAX rp and SHLD addr

(iii) LDAX rp and STAX rp

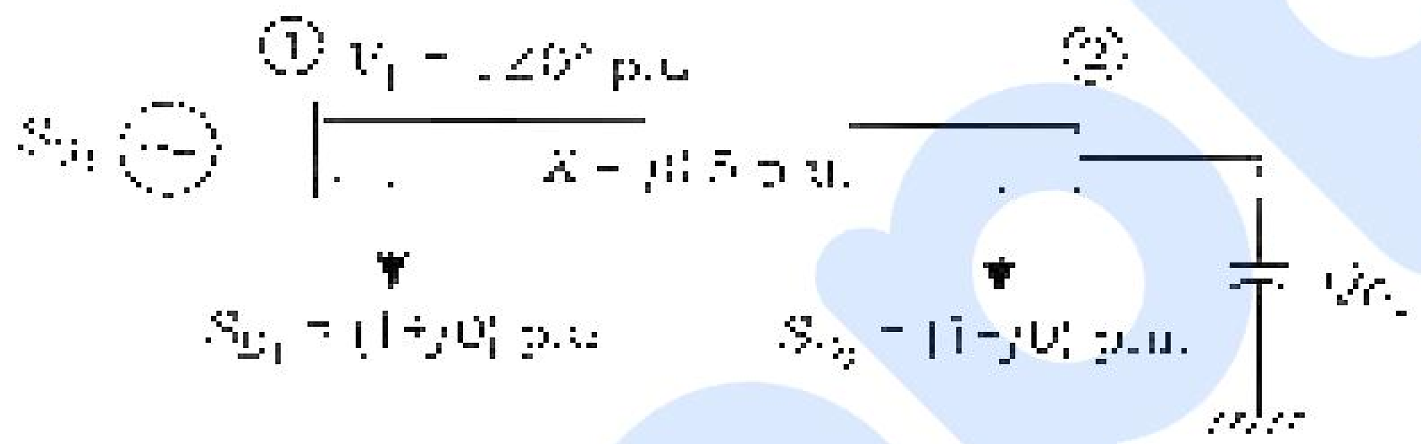
(iv) RLC and RAL

(v) PCHL and SPHL 10

खण्ड—B / SECTION—B

5\. *(a)* चित्र में दिखाए गए तंत्र के लिए सम्मिश्र शक्ति की माँग बस-1 और बस-2 पर क्रमशः S_{D_1} और S_{D_2} है। यदि $|V_2| = 1$ p.u. है, तो बस-2 से संयोजित कैपेसिटर (Q_{G_2}) के VAR रेटिंग का MVAr में अभिकलन कीजिए :

For the system shown in the figure, S_{D_1} and S_{D_2} are complex power demands at bus-1 and bus-2 respectively. If $|V_2| = 1$ p.u., compute VAR rating of the capacitor (Q_{G_2}) connected at bus 2 in MVAr :

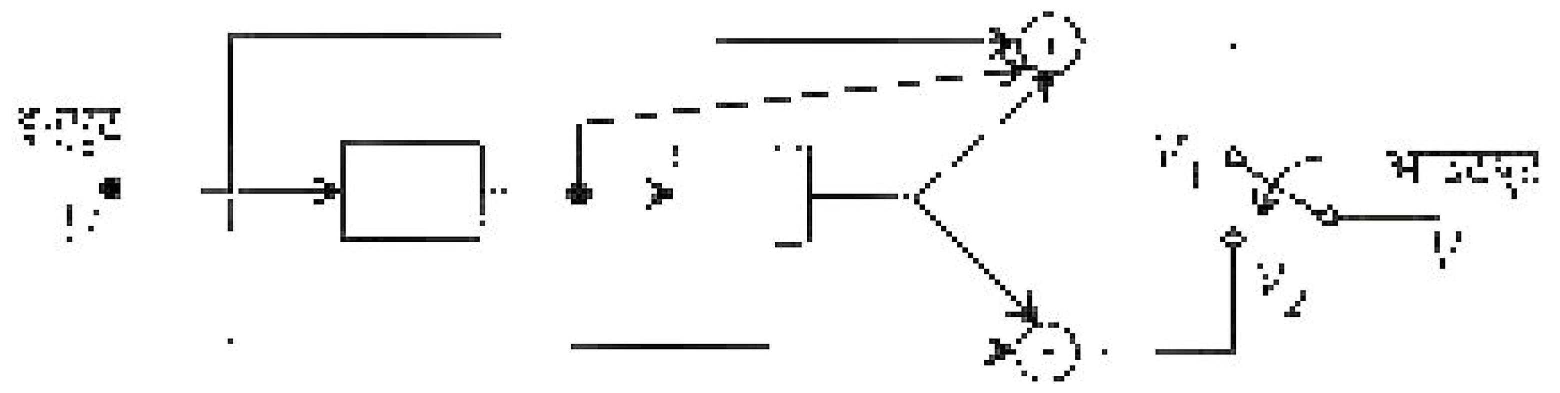


10

(b) एक वाटमापी 5 kW की रीडिंग पढ़ता है, जब इसकी धारा कुंडली एक सममित तीन-फेज तारा संयोजित तंत्र, जो कि 440 V पर 25 A के एक संतुलित तीन-फेज प्रेरणिक भार को सप्लाई कर रहा है, के रेड फेज में जुड़ी हो तथा वोल्टेज कुंडली न्यूट्रल एवं रेड फेज के बीच में लगी हो। वाटमापी की रीडिंग क्या होगी जब धारा कुंडली के संयोजन को अपरिवर्तित रखते हुए वोल्टेज कुंडली को ब्लू एवं येलो फेज के बीच में जोड़ दिया जाए। ऐसी परिस्थिति में परिपथ में कुल प्रतिघाती शक्ति का निर्धारण कीजिए।

A wattmeter reads 5 kW when its current coil is connected in red phase and its voltage coil is connected between neutral and red phase of a symmetrical three-phase star connected system supplying a balanced three-phase inductive load of 25 A at 440 V. What will be the reading of the wattmeter if the connection of the current coil remains unchanged and voltage coil is connected between blue and yellow phase? Hence determine the total reactive power in the circuit. 10

(c) एक सर्किट नीचे दिखाया गया है :



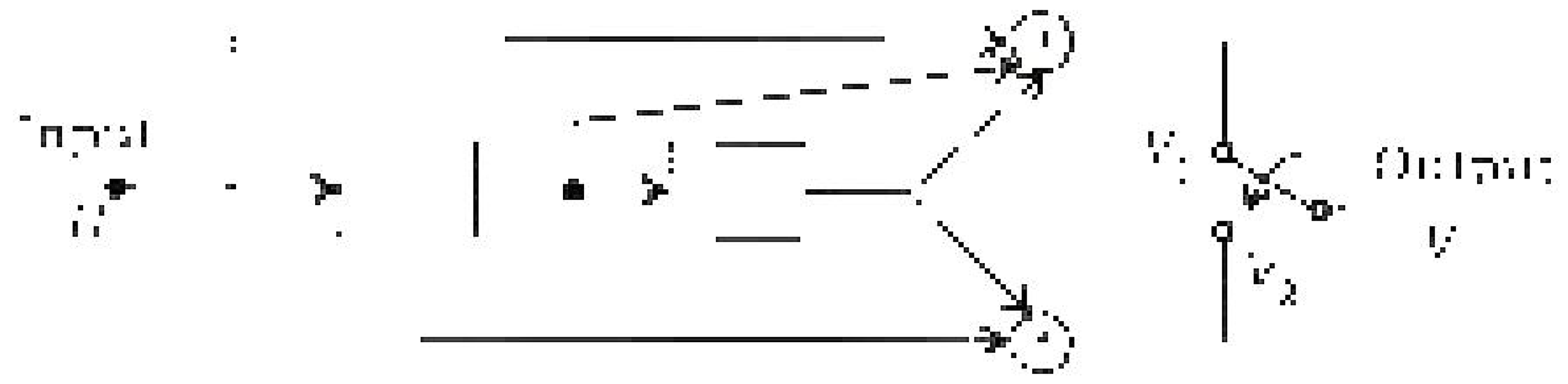
(i) स्टेट के सभी अनुक्रमों और संगत जेनरेटर आउटपुट को लिखिए।

(ii) यदि इनपुट अनुक्रम $U = (1\ 0\ 0\ 1\ 1)$ है, तो आउटपुट अनुक्रम V का निर्धारण कीजिए।

www.prepp.in

Prepp
Your Personal Exams Guide

A convolutional encoder is shown below :



(i) Write down all the generator sequences and corresponding generator polynomial 4

(ii) Determine the output sequence V, if the input sequence is $U = (1\ 0\ 0\ 1\ 1)$. 6

(b) (i) मास्केबल अंतरायनों से आपका क्या तात्पर्य है? कौन-सा अंतरायन आच्छादित नहीं किया जा सकता है?

What do you mean by maskable interrupts? Which interrupt cannot be masked? 5

(ii) RST 6·5 अंतरायन को संचालित करने के लिए एक असेम्बली भाषा प्रोग्राम लिखिए।

Write an assembly language program to enable RST 6·5 interrupt. 5

(c) एक तंत्र का अभिलाक्षणिक समीकरण

$$s^5 - 3s^3 - 10s^2 + 20s - 100 = 0$$

द्वारा दिया गया है। राउथ-हर्विट्ज़ कसौटी के द्वारा तंत्र के धनात्मक वास्तविक भाग वाले ध्रुवों की संख्या का निर्धारण कीजिए।

The characteristic equation of a system is given by

$$s^5 - 3s^3 - 10s^2 + 20s - 100 = 0$$

By Routh-Hurwitz criterion, determine the number of poles of the system with positive real parts 10

6. (a) (i) तंत्र वोल्टता के विभिन्न परासों के लिए विविध परिपथ विच्छेदक के चयन के बारे में लिखिए। परिपथ विच्छेदक के प्रकार का उल्लेख कीजिए, जिसकी संस्तुति यूटिलिटीज़ द्वारा विशेष परास की वोल्टता के लिए की जाती है।

Write about the selection of various circuit breakers for different ranges of system voltage. Mention the type of circuit breaker to be recommended by the utilities for a particular range of voltage. 10

(ii) उच्च वोल्टता डी० सी० (एच० वी० डी० सी०) परिपथ विच्छेदक के विकास में कठिनाई पर चर्चा कीजिए। इसके निर्माण का और संक्रिया के सिद्धान्त का वर्णन कीजिए।

Discuss the difficulty in the development of high voltage DC (HVDC) circuit breaker. Describe its construction and principle of operation. 10

(b) (i) शैनन फैनो की क्रियाविधि (एल्गोरिथ्म) का इस्तेमाल करते हुए स्रोत कोड प्राप्त करने की क्रमिक प्रक्रिया को लिखिए।

Write the step by step procedure to obtain source code by using Shannon Fano algorithm 10

www.prepp.in

(ii) ऐसे स्रोत के लिए स्रोत कोड प्राप्त कीजिए, जो संदेशों को निम्नलिखित प्रायिकताओं के साथ उत्पन्न करता है :

$m_1 \quad p_1 = 1/4$

$m_2 \quad p_2 = 1/4$

$m_3 \quad p_3 = 1/8$

$m_4 \quad p_4 = 1/8$

$m_5 \quad p_5 = 1/16$

$m_6 \quad p_6 = 1/16$

$m_7 \quad p_7 = 1/16$

$m_8 \quad p_8 = 1/16$

इसके साथ कोड की दक्षता का परिकलन भी कीजिए।

Obtain the source code for a source that generates messages with the following probabilities :

$m_1 \quad p_1 = 1/4$

$m_2 \quad p_2 = 1/4$

$m_3 \quad p_3 = 1/8$

$m_4 \quad p_4 = 1/8$

$m_5 \quad p_5 = 1/16$

$m_6 \quad p_6 = 1/16$

$m_7 \quad p_7 = 1/16$

$m_8 \quad p_8 = 1/16$

Also calculate the efficiency of the code. 10

(c) 8085 माइक्रोप्रोसेसर की पाँच सम्बोधन (ऐड्रेसिंग) विधाओं को स्पष्ट कीजिए।

Explain five addressing modes of 8085 microprocessor. 10

7. (a) खुला-लूप अन्तरण फलन

$$G(s)H(s) = \frac{1}{(s+p_1)(s-p_2)}; \quad p_1, p_2 > 0$$

के लिए नाइक्विस्ट आलेख का चित्र खींचिए। बंद-लूप तंत्र के स्थायित्व पर टिप्पणी कीजिए।

For the open-loop transfer function

$$G(s)H(s) = \frac{1}{(s+p_1)(s+p_2)}; \quad p_1, p_2 > 0$$

sketch Nyquist plot. Comment on the stability of the closed loop system. 20

(b) चार भुजा वाले एक ए० सी० सेतु में अवांछित धारिताओं के प्रभाव को हटाने के लिए किस विधि का प्रयोग होता है? परिपथ आरेख के साथ वर्णन कीजिए।

Which method is used to eliminate the effect of stray capacitances in a four-arm AC bridge? Describe with circuit diagram. 20

www.prepp.in

Prepp
Your Personal Exams Guide

(c) 11 kV, 20 MVA के एक तीन-फेज़ जनित्र (जेनरेटर) में ठोस रूप से भू-सम्पर्कित न्यूट्रल है। इसकी धनात्मक, ऋणात्मक व शून्य अनुक्रम प्रतिघात क्रमश: 60%, 25% और 15% है। जनित्र के न्यूट्रल में लगने वाले ऐसे प्रतिघात के मान का परिकलन कीजिए, जिससे कि एकल लाइन टु ग्राउंड दोष के लिए धारा, निर्धारित धारा से अधिक न हो।

A three phase generator rated 11 kV, 20 MVA has a solidly grounded neutral. Its positive, negative and zero sequence reactances are 60%, 25% and 15% respectively. Calculate the value of the reactance that should be placed in generator neutral such that the current for single line-to ground fault does not exceed the rated current. 10

8. (a) (i) डी० पी० एस० के० संचार तंत्र का एक ब्लॉक आरेख खींचिए।

Draw the block diagram of a DPSK communication system. 8

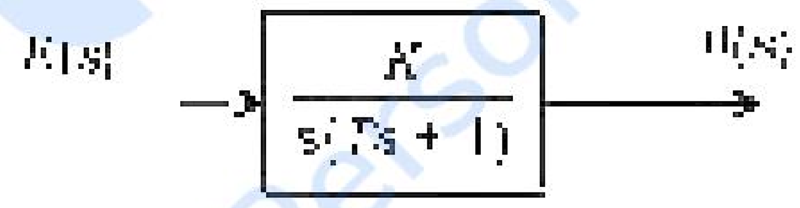
(ii) डी० पी० एस० के० के माध्यम से प्रेषित की जाने वाली आँकड़ों की धारा है $d(t) = 0010011001110$. डी० पी० एस० के० के बिट धारा का निर्धारण कीजिए।

The data stream to be transmitted by means of DPSK is $d(t) = 0010011001110$. Determine the DPSK bit stream. 6

(iii) अगर प्रेषित डाटा धारा 101000 है और वाहक आवृत्ति f_c है, तो बी० पी० एस० के० तरंगरूप का चित्र खींचिए।

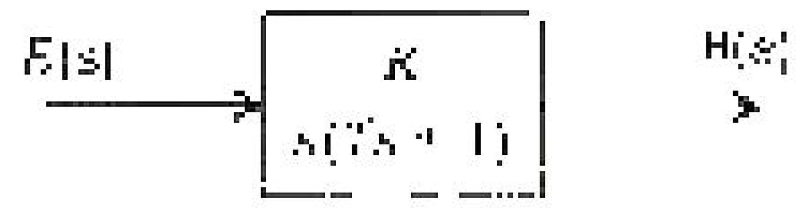
Sketch BPSK waveform if the transmitted data stream is 101000 and carrier frequency is f_c. 6

(b) (i) नीचे दिए गए तंत्र के ब्लॉक आरेख को विचारिए :



θ को e से संबंध स्थापित करते हुए अवकल समीकरण लिखिए तथा इस तरह θ(t) एवं $\dot{\theta}(t)$ को स्टेट वेरिएबल चुनते हुए तंत्र का स्टेट मॉडल बनाइए।

Consider the block diagram of a system shown below :



Write the differential equation relating θ to e and hence write the state model of the system choosing state variables as θ(t) and $\dot{\theta}(t)$. 10

(ii) एक अग्र क्षतिपूरक के लिए बोडे आलेख का चित्र खींचिए।

Sketch Bode plot of a lead compensator. 10

(c) दो सबस्टेशन नगण्य प्रतिबाधा वाली दो समानान्तर लाइनों के द्वारा जुड़े हुए हैं, लेकिन प्रत्येक में 0·18 p.u. प्रतिघात का टैप-परिवर्तनी ट्रांसफॉर्मर (परिणामित्र) है, 200 MVA की रेटिंग के आधार पर। प्रतिघाती शक्ति का शुद्ध अवशोषण MVAr में निकालिए जब परिणामित्र टैप क्रमशः (1 : 1·1) और (1 : 0·9) पर सेट हैं। सबस्टेशन के दोनों सिरों पर प्रति इकाई वोल्टता को बराबर मान लीजिए।

Two substations are connected by two lines in parallel with negligible impedance, but each containing a tap-changing transformer of reactance 0·18 p.u. on the basis of its rating of 200 MVA. Find the net absorption of reactive power in MVAr when the transformer taps are set to (1 : 1·1) and (1 : 0·9) respectively. Assume per unit voltages to be equal at two ends of the substation. 10

* * *