Civil Services (Main)
Examination, 2026

KVMS–P–ETG

वैद्युत इंजीनियरी (प्रश्न-पत्र–I)

निर्धारित समय : तीन घण्टे	अधिकतम अंक : 250

प्रश्न-पत्र संबंधी विशेष अनुदेश

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

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

परीक्षार्थी 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।

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

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 a medium other than the authorized one.

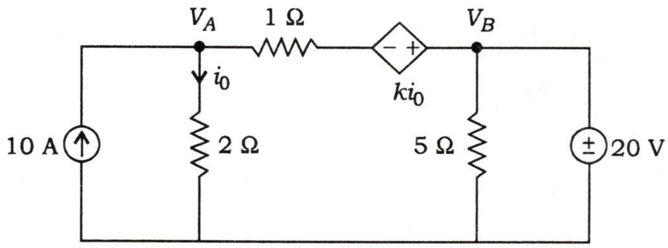
Assume suitable data, if considered necessary, and indicate the same clearly.

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

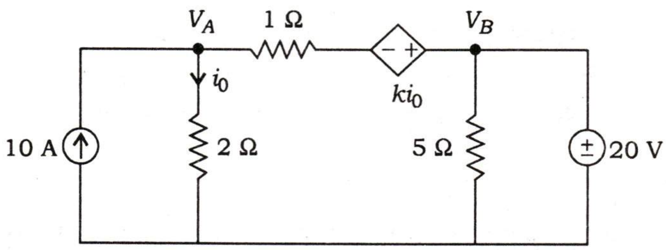
Attempts of questions shall be counted in sequential order. Unless struck off, attempt of a question shall be counted even if attempted partly. Any page or portion of the page left blank in the Question-cum-Answer Booklet must be clearly struck off.

खण्ड—A / SECTION—A

1. *(a)* नीचे प्रदर्शित परिपथ में यदि 1 Ω प्रतिरोध में शक्ति क्षय 16 W है, तो नोडल विधि का प्रयोग करते हुए आश्रित स्रोत में k का मान ज्ञात कीजिए :

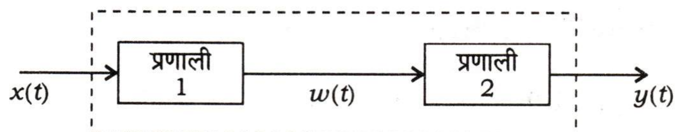


For the circuit shown below, if the power loss in 1 Ω resistor is 16 W, find the value of k in the dependent source using nodal method :



10

(b)



समग्र प्रणाली

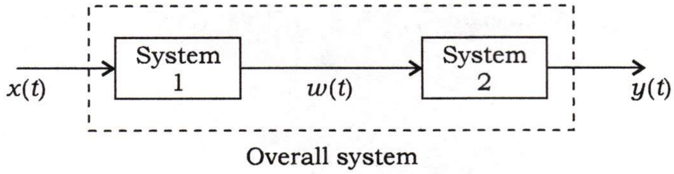
ऊपर प्रदर्शित चित्र में अनवरत-काल प्रणाली का विचार कीजिए, जो कि निम्नलिखित निवेश-निर्गत संबंध से परिलक्षित है :

प्रणाली 1 : $w(t) = \int_{t-3}^{t} x(T)\, dT$

प्रणाली 2 : $y(t) = \int_{t-6}^{t} w(T)\, dT$

(i) निर्धारण कीजिए कि क्या समग्र प्रणाली रैखिक और काल-अचर है।

(ii) समग्र प्रणाली की आवेग प्रतिक्रिया का निर्धारण कीजिए एवं उसका आरेख बनाइए।



Consider the continuous-time system shown in the figure above, which is characterized by the following input-output relationships :

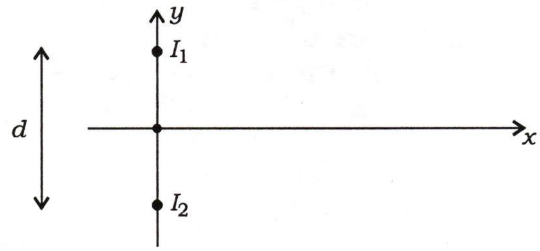
System 1 : $w(t) = \int_{t-3}^{t} x(T)\,dT$

System 2 : $y(t) = \int_{t-6}^{t} w(T)\,dT$

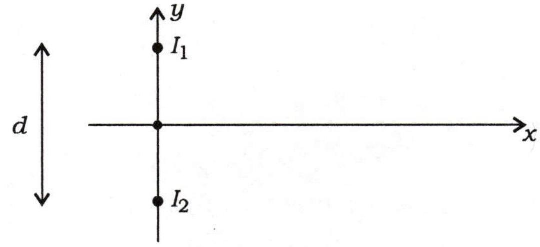
(i) Determine whether the overall system is linear and time-invariant.

(ii) Determine and plot impulse response of the overall system. 10

(c) z-दिशा में अनंत विस्तार की दो रेखीय धाराएँ एक-दूसरे से y-अक्ष में d दूरी पर हैं। धारा I_1, $y = \frac{d}{2}$ पर स्थित है तथा धारा I_2, $y = -\frac{d}{2}$ पर स्थित है, जैसा कि चित्र में प्रदर्शित है। $y = 0$ सतह (प्लेन) के किसी बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र ज्ञात कीजिए, जबकि दोनों धाराएँ समान हैं, यानि $I_1 = I_2 = I$:

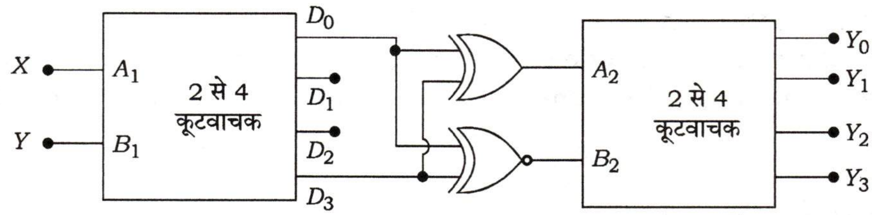


Two line currents of infinite extent in the z-direction are at distance d apart along the y-axis. The current I_1 is located at $y = \frac{d}{2}$ and the current I_2 is located at $y = -\frac{d}{2}$ as shown in the figure. Find the magnetic field at any point in the $y = 0$ plane, when the currents are equal, i.e., $I_1 = I_2 = I$:



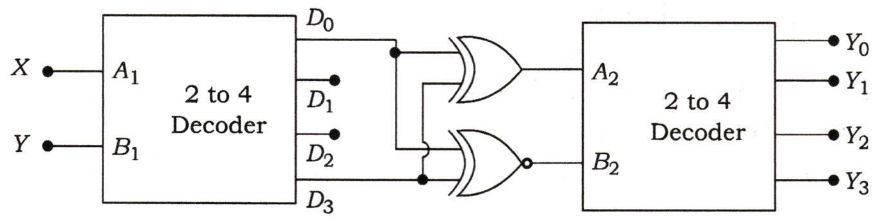
10

(d) एक संयोजनात्मक तार्किक परिपथ, जिसमें दो 2 से 4 कूटवाचक (डिकोडर) निहित हैं, नीचे के चित्र में प्रदर्शित है :



इस परिपथ में पहले कूटवाचक के निवेश (A_1, B_1) तथा निर्गत (D_0 से D_3) हैं, जबकि दूसरे कूटवाचक के निवेश (A_2, B_2) एवं निर्गत (Y_0 से Y_3) हैं। X और Y के पदों में, Y_1 और Y_2 के लिए तार्किक व्यंजकों का निर्धारण कीजिए।

A combinational logic circuit consisting of two numbers of 2 to 4 decoders is shown in the figure below :



In this circuit, (A_1, B_1) are the inputs and (D_0 to D_3) are the outputs of the first decoder, while (A_2, B_2) are the inputs and (Y_0 to Y_3) are the outputs of the second decoder. Determine the logic expressions for Y_1 and Y_2 in terms of X and Y. 10

(e) एक 1250 r.p.m., 220 V, 4·5 kW की DC शंट मशीन, निर्धारित गति एवं वोल्टता पर निर्धारित भार प्रदत्त करते हुए जनित्र की तरह कार्य कर रही है। इस मशीन का निर्धारित क्रोड क्षय 250 W, निर्धारित आर्मेचर ताम्र (कॉपर) क्षय 200 W एवं क्षेत्र (फील्ड) ताम्र क्षय 50 W है। अब, इस मशीन के मूल गति उत्पादक (प्राइम मूवर) की गति में 20% की वृद्धि की जाती है तथा उसी समय क्षेत्र परिपथ में एक बाहरी प्रतिरोध इस तरह संयोजित किया जाता है कि आर्मेचर में उत्पादित वोल्टता वैसी ही बनी रहती है तथा मशीन का भार भी स्थिर रहता है। ज्ञात कीजिए—

(i) संयोजित प्रतिरोध का मान;

(ii) बाहरी प्रतिरोध एवं क्षेत्र में हानि;

(iii) जनित्र में निवेशित शक्ति;

(iv) आर्मेचर में उत्पादित वोल्टता।

घर्षण और वायु प्रतिरोध के कारण हानियों को नगण्य मानिए। क्रोड हानि को नियत एवं चुम्बकीय परिपथ को रेखीय मान लीजिए।

A 1250 r.p.m., 220 V, 4·5 kW, DC shunt machine is running as a generator delivering rated load at rated speed and voltage. The machine has rated core loss of 250 W, rated armature copper loss of 200 W and field copper loss of 50 W. Now, the prime mover speed is increased by 20% and simultaneously an external resistance is added in the field circuit so that the developed voltage in armature remains the same and load remains unchanged. Find the—

(i) value of the added resistance;

(ii) loss in external resistance and field;

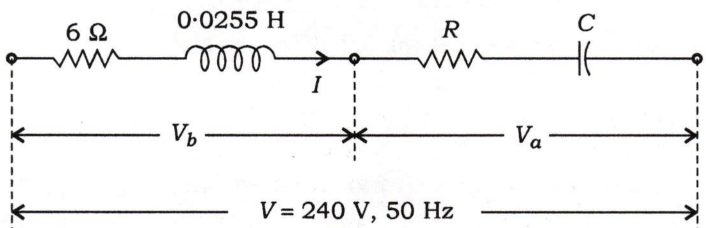
(iii) input power to the generator;

(iv) armature developed voltage.

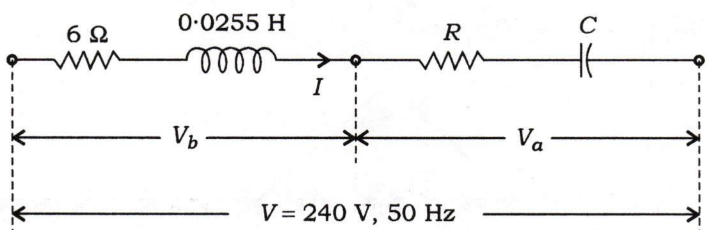
Neglect friction and windage losses. Assume constant core loss and linear magnetic circuit.

10

2. *(a)* *(i)* नीचे प्रदर्शित चित्र में R और C के मान ज्ञात कीजिए, जबकि $V_b = 3V_a$ और $\overline{V_b}$ तथा $\overline{V_a}$ लम्बवत् हैं। V एवं V_b, तथा V_a एवं I के बीच कला संबंध भी ज्ञात कीजिए :

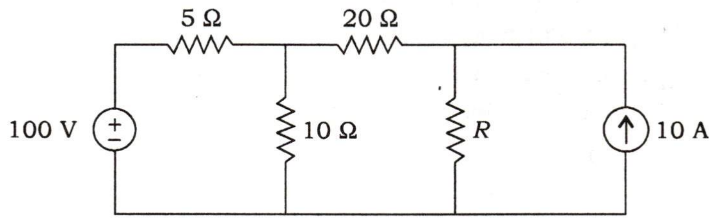


Find the values of R and C in the figure shown below, so that $V_b = 3V_a$, also $\overline{V_b}$ and $\overline{V_a}$ are in quadrature. Find also the phase relation between V and V_b, and V_a and I :

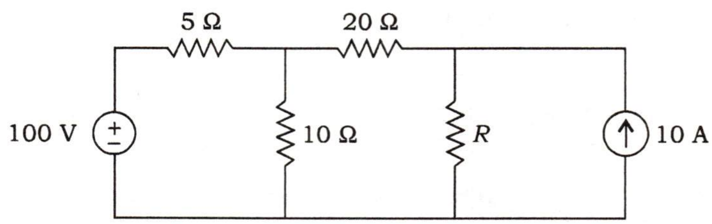


10

(ii) निम्न प्रदर्शित परिपथ में, यदि दोनों स्रोतों द्वारा आपूर्ति की गयी शक्ति समान हो, तो R का मान ज्ञात कीजिए :



For the circuit shown below, find the value of R, if the power supplied by both the sources is equal :



10

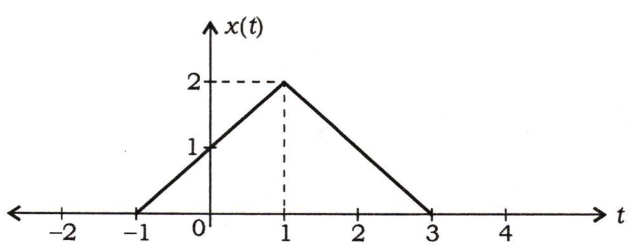
(b) *(i)* नीचे प्रदर्शित चित्र में, एक अनवरत-काल संकेत $x(t)$ का फूरियर रूपांतरण $X(\omega)$ है। $X(\omega)$ का स्पष्ट रूप से निर्धारण किए बिना, निम्न राशियों को ज्ञात कीजिए :

1. $X(0)$ का मान

2. समाकलन $\int_{-\infty}^{\infty} X(\omega)\, d\omega$ का मान

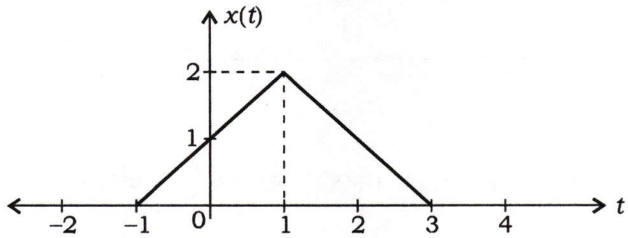
3. समाकलन $\int_{-\infty}^{\infty} |X(\omega)|^2\, d\omega$ का मान

4. $X(\omega)$ का कला (चरण) कोण



A continuous-time signal $x(t)$, shown in the figure below, has a Fourier transform $X(\omega)$. Without explicitly determining $X(\omega)$, compute the following quantities :

1. The value of $X(0)$
2. The value of the integral $\int_{-\infty}^{\infty} X(\omega)\, d\omega$
3. The value of the integral $\int_{-\infty}^{\infty} |X(\omega)|^2\, d\omega$
4. The phase angle of $X(\omega)$



10

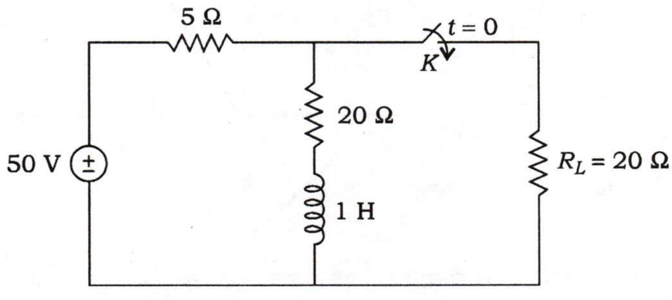
(ii) असतत-काल अनुक्रम $x(n) = |n| \left(\frac{1}{2}\right)^{|n|}$ के लिए Z-रूपांतरण तथा संबंधित (संगत) अभिसरण-क्षेत्र (ROC) का निर्धारण कीजिए।

Determine the Z-transform and the corresponding region of convergence (ROC) for the discrete-time sequence $x(n) = |n| \left(\frac{1}{2}\right)^{|n|}$. 10

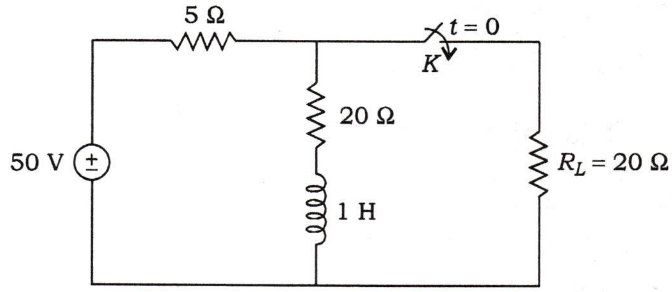
(c) वायु में एकसमान समतल तरंग, एक क्षयहीन परावैद्युत प्लेट पर, जिसकी मोटाई $\frac{\lambda}{8}$ और आंतरिक प्रतिबाधा $\eta = 260\ \Omega$ है, लम्बवत् आपतित है। प्लेट के समक्ष अप्रगामी तरंग अनुपात (स्टैंडिंग वेव रेशियो) का निर्धारण कीजिए।

A uniform plane wave in air is normally incident onto a lossless dielectric plate of thickness $\frac{\lambda}{8}$ and intrinsic impedance $\eta = 260\ \Omega$. Determine the standing wave ratio in front of the plate. 10

3. *(a)* *(i)* नीचे प्रदर्शित परिपथ, कुंजी K की वियोजित दशा में, स्थिर अवस्था प्राप्त करता है। समय $t = 0$ पर कुंजी K संयोजित (बंद) की जाती है। R_L में धारा का काल-व्यंजक ज्ञात कीजिए। धारा का प्रारम्भिक एवं अंतिम मान भी ज्ञात कीजिए :

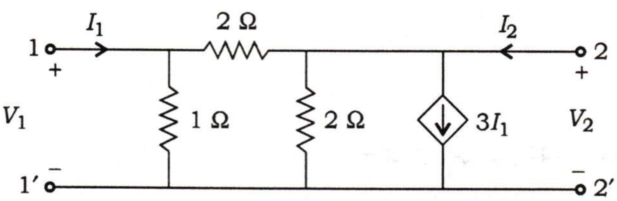


For the circuit shown below, steady state is achieved with switch K open. At $t = 0$, switch K is closed. Find the time expression of current in R_L. Also find its initial and final values :

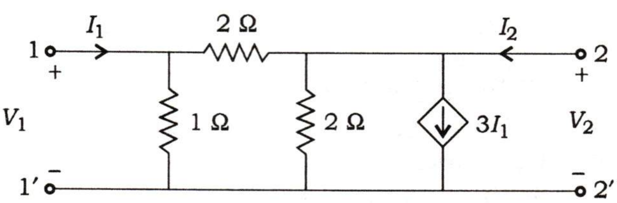


10

(ii) नीचे प्रदर्शित द्वि-द्वार (पोर्ट) जालक्रम (नेटवर्क) के लिए y-प्राचलों को ज्ञात कीजिए :

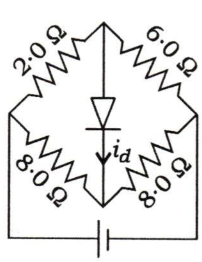


Find the y-parameters of the two-port network shown below :

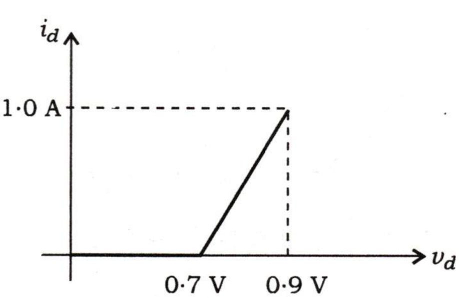


10

(b) नीचे चित्र (1) में प्रदर्शित परिपथ के लिए डायोड का अग्रगामी दिशा में I-V अभिलक्षण चित्र (2) में दर्शाया गया है :



चित्र (1)



चित्र (2)

ज्ञात कीजिए *(i)* डायोड में धारा, *(ii)* डायोड में शक्ति क्षय तथा *(iii)* स्रोत द्वारा शक्ति आपूर्ति।

For the following circuit given in Fig. (1) below, the diode has the *I-V* characteristic in forward direction as shown in Fig. (2) :

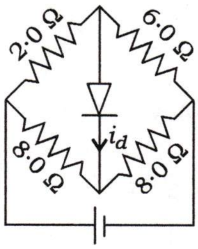


Fig. (1)

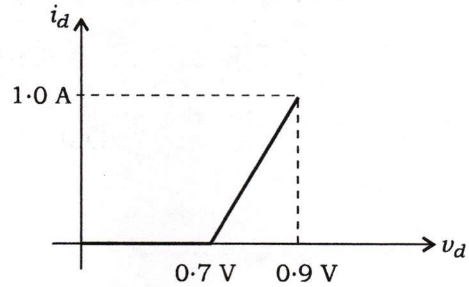


Fig. (2)

Find the *(i)* diode current, *(ii)* diode power loss and *(iii)* power supplied by the source. 20

(c) एक समाक्ष ताम्र संचरण (प्रेषण) लाइन के आंतरिक चालक का बाह्य व्यास तथा बाह्य चालक का आंतरिक व्यास क्रमशः 2 mm तथा 7 mm हैं। दोनों चालकों की मोटाई, त्वचा की गहराई से बहुत अधिक है। परावैद्युत क्षयहीन है, और 400 MHz की आवृत्ति पर संचालित है। संचरण लाइन की प्रति मीटर लम्बाई के लिए प्रतिरोध की गणना कीजिए। ताम्र की प्रतिरोधकता एवं सापेक्ष पारगम्यता क्रमशः लगभग $\rho = 1 \cdot 724 \times 10^{-8}$ Ω-m और 1 हैं।

The outer diameter of the inner conductor and the inner diameter of the outer conductor of a coaxial copper transmission line are 2 mm and 7 mm, respectively. Both the conductors have thickness much greater than the skin depth. The dielectric is lossless and the operating frequency is 400 MHz. Calculate the resistance per meter length of the transmission line. The resistivity and relative permeability of the copper are approximately $\rho = 1 \cdot 724 \times 10^{-8}$ Ω-m and 1, respectively. 10

4. *(a)* *(i)* एक अनवरत-काल संकेत, $x(t) = \cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$, आदर्श रूप से, 30 प्रतिदर्श प्रति सेकंड की दर से प्रतिचयनित है। परिणामी प्रतिचयनित संकेत को एक छन्नक (फिल्टर) से गुजारा जाता है, जिसकी आवेग प्रतिक्रिया

$$h(t) = \frac{\sin(\pi t)}{\pi t} \cdot \cos\left(80\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$$

है। छन्नक से निर्गत संकेत का व्यंजक ज्ञात कीजिए।

The continuous-time signal $x(t) = \cos\left(20\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ is ideally sampled at a rate of 30 samples per second. The resulting sampled signal is then passed through a filter whose impulse response is $h(t) = \frac{\sin(\pi t)}{\pi t} \cdot \cos\left(80\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$. Find the expression for the output signal of the filter. 15

(ii) एक 9 लम्बाई का असतत-काल अनुक्रम $x(n) = \{3, 5, 1, 4, -3, 5, -2, -2, 4\}$, का 9-बिन्दु DFT है, जो $X(k)$ द्वारा प्रदर्शित है, जहाँ $k = 0, 1, 2, ..., 8$. एक दूसरे असतत-काल अनुक्रम $y(n)$, का 9-बिन्दु DFT है, जो

$$Y(k) = e^{j\frac{4\pi k}{3}} X(k), \; k = 0, 1, 2, ..., 8$$

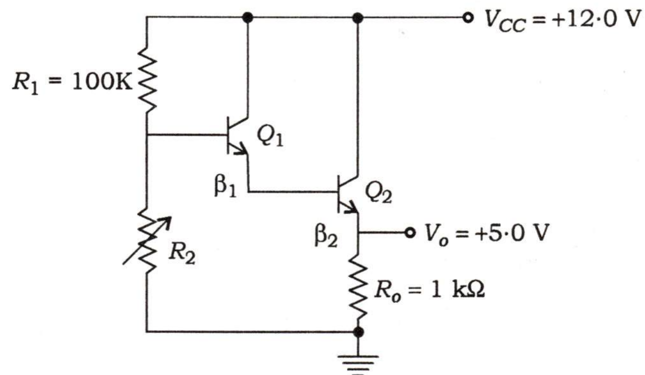
द्वारा प्रदर्शित है। स्पष्ट रूप से DFT या व्युत्क्रम DFT की गणना किए बिना अनुक्रम $y(n)$ का निर्धारण कीजिए।

A discrete-time sequence $x(n) = \{3, 5, 1, 4, -3, 5, -2, -2, 4\}$ of length 9 has a 9-point DFT denoted by $X(k)$, where $k = 0, 1, 2, ..., 8$. Another discrete-time sequence $y(n)$ has a 9-point DFT given by

$$Y(k) = e^{j\frac{4\pi k}{3}} X(k), \; k = 0, 1, 2, ..., 8$$

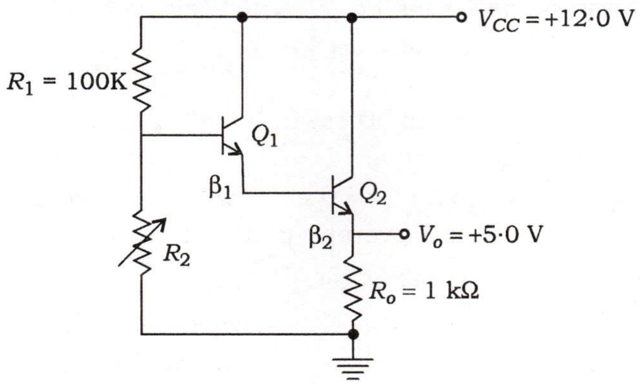
Without explicitly computing DFT or inverse DFT, determine the sequence $y(n)$. 5

(b) *(i)* निम्नांकित चित्र में प्रदर्शित परिपथ में दो ट्रांजिस्टरों, Q_1 और Q_2 के लिए $\beta_1 = 35$ और $\beta_2 = 30$ हैं। प्रतिरोध R_2 परिवर्तनीय है। R_o प्रतिरोध के आर-पार निर्गत वोल्टता $V_o = +5 \cdot 0$ V है। यदि V_{CC} वोल्टता को + 12·0 V पर रखा जाता है, तो R_2 का मान ज्ञात कीजिए। उपयोग किए गए किसी भी सूत्र (नियम) को व्युत्पन्न कीजिए। दोनों ट्रांजिस्टरों के लिए $V_{BE} = 0 \cdot 7$ V मान लीजिए :



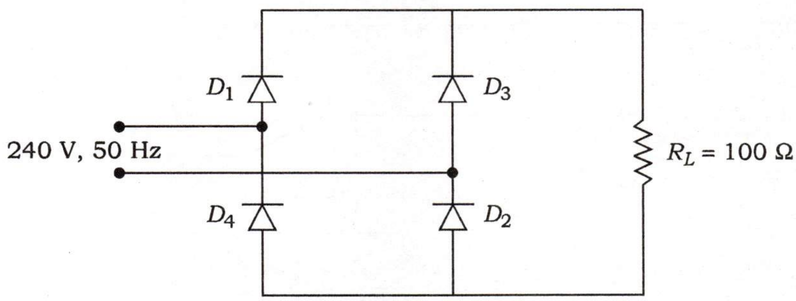
For the circuit shown in the figure below, the two transistors Q_1 and Q_2 have $\beta_1 = 35$ and $\beta_2 = 30$. The resistance R_2 is variable. The output voltage V_o across resistance R_o is $+5 \cdot 0$ V. If the voltage V_{CC} is kept at +12·0 V, find

the value of R_2. Derive any formula used. Assume $V_{BE} = 0 \cdot 7$ V for both the transistors :

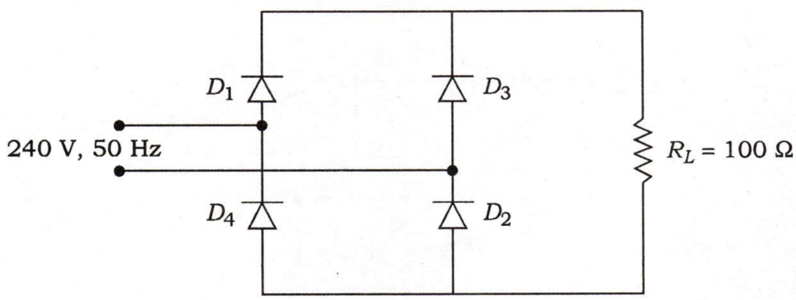


10

(ii) निम्नांकित चित्र में प्रदर्शित एक 240 V, 50 Hz AC स्रोत से आपूर्तित एक एकल-कला, पूर्ण-तरंग सेतु डायोड दिष्टकारी (रेक्टिफायर), एक प्रतिरोधक भार $R_L = 100\,\Omega$ को पोषित करता है। डायोड D_2 में दोष के कारण यह एक 1 kΩ के प्रतिरोध की तरह व्यवहार करता है। दोष की स्थिति में भार वोल्टता, भार धारा एवं स्रोत धारा के तरंगरूप को आरेखित कीजिए। इसी स्थिति में भार की औसत वोल्टता एवं r.m.s. स्रोत धारा की भी गणना कीजिए :



A single-phase, full-wave bridge diode rectifier supplied from 240 V, 50 Hz AC source is feeding a resistive load $R_L = 100\,\Omega$ as shown in the figure below. Due to fault in the diode D_2, it behaves like a resistance of 1 kΩ. Sketch the load voltage, load current and source current waveforms under faulty condition. Also calculate the load average voltage and r.m.s. source current under this situation :



10

(c) एक 50 cm लम्बाई की क्षयहीन संचरण लाइन 100 MHz की आवृत्ति पर संचालित है। लाइन के प्राचल $L = 0 \cdot 2\ \mu H/m$ और $C = 80\ pF/m$ हैं। $z = 0$ पर लाइन लघु परिपथ (SC) पर समाप्त होती है, तथा $z = -20$ cm पर लाइन के आर-पार एक भार $Z_L = 50 + j20\ \Omega$ है। यदि निवेश वोल्टता 100 V है, तो Z_L भार में आपूर्ति होने वाली औसत शक्ति क्या है?

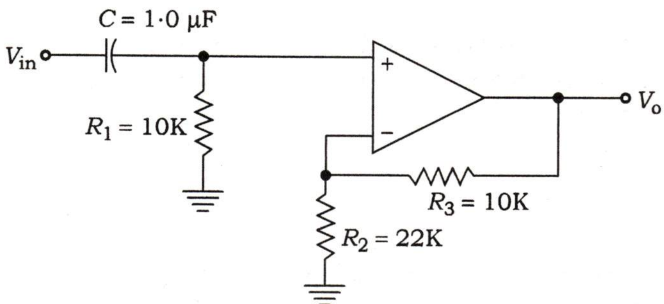
A lossless transmission line is 50 cm in length and operating at a frequency of 100 MHz. The line parameters are $L = 0 \cdot 2\ \mu H/m$ and $C = 80\ pF/m$. The line is terminated in a short circuit at $z = 0$ and there is a load $Z_L = 50 + j20\ \Omega$ across the line at $z = -20$ cm. What average power is delivered to the load Z_L, if the input voltage is 100 V? 10

खण्ड—B / SECTION—B

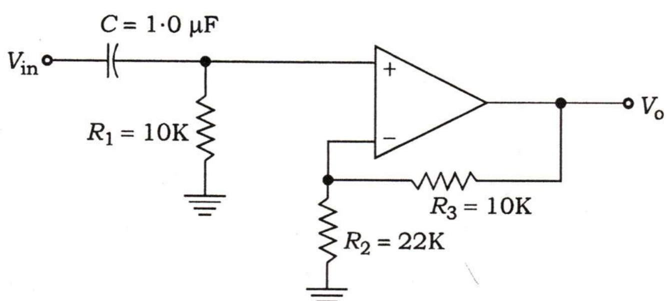
5. (a) नीचे चित्र में प्रदर्शित परिपथ के लिए निवेश वोल्टता सिग्नल

$$V_{in} = 1 \cdot 5 \sin 62 \cdot 8t + 0 \cdot 5 \sin 188 \cdot 4t \text{ volts}$$

है। निवेश के प्रत्येक घटक के लिए निर्गत वोल्टता व्यंजक का, उसके आयाम और कला को दर्शाते हुए, निर्धारण कीजिए। निर्गत वोल्टता के लिए आवृत्ति प्रक्षेत्र का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए :



For the circuit given in the figure below, the input voltage signal is given by $V_{in} = 1 \cdot 5 \sin 62 \cdot 8t + 0 \cdot 5 \sin 188 \cdot 4t$ volts. Determine the output voltage expression for each input component indicating their magnitude and phases. Derive the frequency domain expression for the output voltage :



10

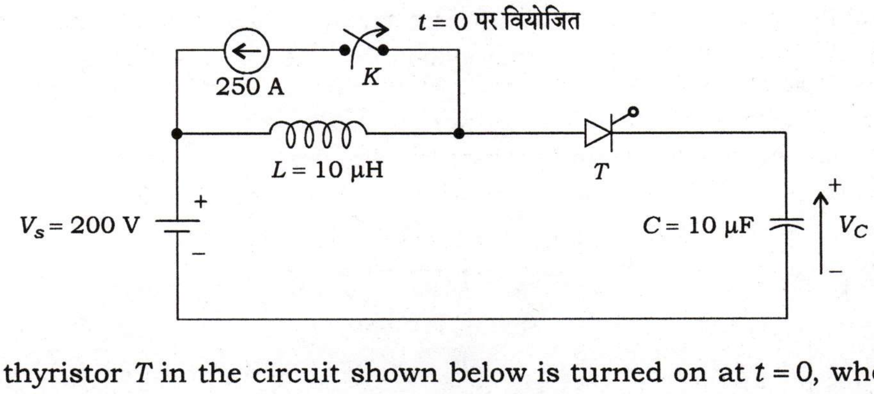
(b) एक 110/220 V, 1·5 kVA, 50 Hz, एकल-कला परिणामित्र के HV छोर को लघुपथन (shorted) करते हुए इसके LV छोर को जब 10 V DC स्रोत से आपूर्ति करते हैं, तो यह 150 W की शक्ति अवशोषित करता है। HV छोर को लघुपथन रखते हुए जब LV छोर की स्रोत वोल्टता को 10 V, 50 Hz AC में परिवर्तित कर दिया जाता है, तो यह 10 W की शक्ति, 0·4 पश्च शक्ति गुणक के साथ अवशोषित करता है। जब HV छोर को खुला रखते हैं, तो LV छोर पर निर्धारित वोल्टता के साथ यह 50 W की शक्ति, 0·2 पश्च शक्ति गुणक पर अवशोषित करता है। अब यदि इस परिणामित्र को 60 Hz की आवृत्ति पर निर्धारित वोल्टता एवं kVA पर उपयोग करना है, तो ज्ञात कीजिए *(i)* एकल शक्ति गुणक भार पर अधिकतम दक्षता तथा *(ii)* निर्धारित वोल्टता के साथ, LV छोर पर शून्य-भार धारा, निवेशित शक्ति और शक्ति गुणक।

मान लीजिए कि त्वचा प्रभाव एवं अनपेक्षित हानियाँ नगण्य हैं, चुम्बकीय परिपथ रेखीय है, क्रोड हानि बिना हिस्टेरेसिस घटक के है तथा LV और HV दोनों छोरों पर R/X अनुपात समान है।

A 110/220 V, 1·5 kVA, 50 Hz, single-phase transformer absorbs 150 W power when supplied from a 10 V DC source to its LV side with HV side shorted. It absorbs 10 W at 0·4 p.f. lag when the source voltage is changed to 10 V, 50 Hz AC at the LV side and HV side shorted. It takes 50 W power at 0·2 p.f. lag with rated voltage at LV side and HV side open. Now, if the transformer is to be used at 60 Hz frequency at rated voltage and kVA, then find *(i)* the maximum efficiency at unity power factor load and *(ii)* the no-load current, input power and power factor at the LV side with rated voltage.

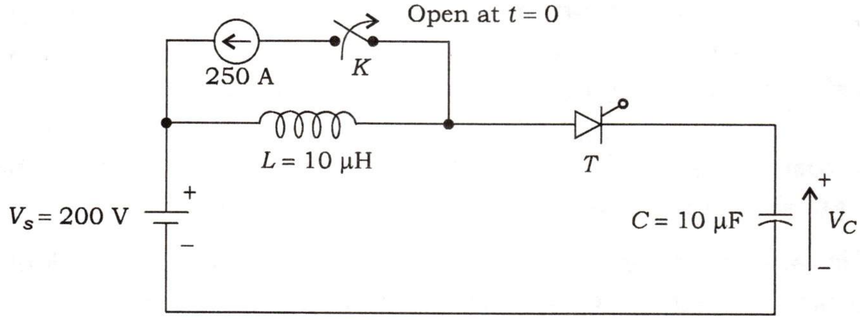
Neglect skin effect and stray losses. Assume linear magnetic circuit, core loss without hysteresis component and same R/X ratio at both LV and HV side. 10

(c) नीचे प्रदर्शित परिपथ में थाइरिस्टर T, $t = 0$ पर संयोजित हो जाता है, जब कुंजी K को वियोजित किया जाता है। T के चालन काल का निर्धारण कीजिए तथा T के वियोजित (turned off) होने पर संधारित्र की वोल्टता ज्ञात कीजिए। दिया गया है कि प्रेरक में 250 A की प्रारम्भिक धारा प्रवाहित हो रही है तथा संधारित्र की प्रारम्भिक वोल्टता शून्य है :



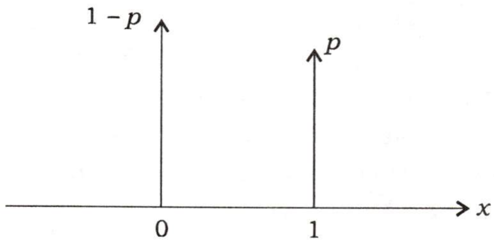
The thyristor T in the circuit shown below is turned on at $t = 0$, when key K is switched off. Determine the conduction time of T and the capacitor voltage

after T is turned off. Given that the inductor carries an initial current of 250 A and initial capacitor voltage is zero :



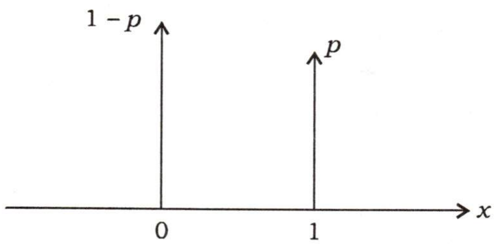
10

(d) एक असतत यादृच्छिक चर के दो संभावित मान $X = 1$ या $X = 0$ के लिए प्रायिकताएँ क्रमशः p और $1 - p$ हैं। X का प्रायिकता घनत्व फलन नीचे चित्र में प्रदर्शित है :



यदि $Y = \sum_{i=1}^{n} X_i$, जहाँ X_i, $i = 1, 2, \ldots, n$ सांख्यिकीय रूप से स्वतंत्र और एकसमान रूप से वितरित यादृच्छिक चर हैं, Y का प्रायिकता वितरण फलन क्या है?

A discrete random variable has two possible values $X = 1$ or $X = 0$ with probabilities p and $1 - p$, respectively. The probability density function of X is shown in the figure :



If $Y = \sum_{i=1}^{n} X_i$, where X_i, $i = 1, 2, \ldots, n$ are statistically independent and identically distributed random variables, what is the probability distribution function of Y? 10

(e) श्रेणी क्रम में संयोजित एक परिपथ एक प्रतिरोध, एक परिवर्तनीय प्रेरक तथा एक संधारित्र से बना है। जब परिपथ को 300 V, 50 Hz स्रोत के आर-पार संयोजित किया जाता है, तो प्रेरक को परिवर्तित करने पर परिपथ में अधिकतम 0·3 A की धारा अभिलिखित होती है। उसी समय संधारित्र के आर-पार 900 V की वोल्टता अभिलिखित की जाती है। परिपथ में प्रतिरोध, प्रेरकत्व तथा संधारिता का निर्धारण कीजिए।

A circuit consists of a resistor, a variable inductor and a capacitor, all in series. When the circuit is connected across a 300 V, 50 Hz supply, the maximum current is recorded as 0·3 A by varying the inductor. The voltage across the capacitor is then recorded as 900 V. Determine the resistance, inductance and capacitance of the circuit. 10

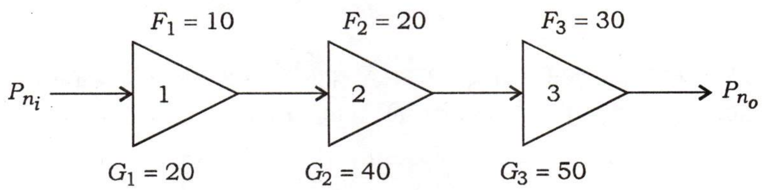
6. *(a)* *J-K* फ्लिप-फ्लॉप का उपयोग करते हुए एक मॉड-6 तुल्यकालिक अवरोह गणित्र (सिंक्रोनस डाउन काउंटर) की रचना कीजिए।

Design a MOD-6 synchronous DOWN counter using *J-K* flip-flops. 20

(b) एक त्रि-कला, तारा-संयोजित, 415 V, 50 Hz, पिंजरा-टाइप प्रेरण मोटर की निर्धारित परिस्थितियों में प्रवर्तन (शुरुआती) धारा, शून्य-भार धारा के परिमाण की 10 गुना है तथा प्रवर्तन बल-आघूर्ण इसके अधिकतम बल-आघूर्ण (POT) का एक-तिहाई ($\frac{1}{3}$ गुना) है। निर्धारित स्रोत वोल्टता और आवृत्ति पर मोटर 300 W की निवेश शक्ति, 0·2 पश्च शक्ति गुणक पर अवशोषित करती है। इसके क्रोड क्षय में शैथिल्य (हिस्टेरेसिस) घटक नहीं है। निर्धारित V/f अनुपात बनाए रखते हुए 5 Hz की स्रोत वोल्टता पर मोटर की प्रवर्तन धारा तथा निवेश शक्ति गुणक ज्ञात कीजिए। स्थिर भाग (स्टेटर) की रिसाव (लीकेज) प्रतिबाधा एवं शून्य भार पर घूर्णक (रोटर) धारा को नगण्य मान लीजिए। चुम्बकीय परिपथ को रेखीय मान लीजिए।

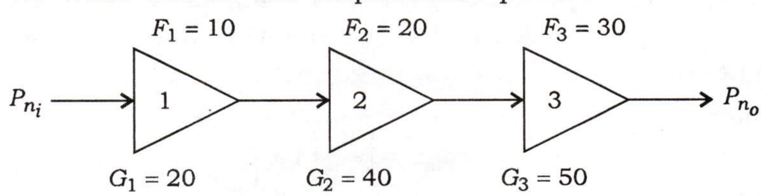
A three-phase, star-connected, 415 V, 50 Hz, cage-type induction motor takes a starting current equal to 10 times of its no-load current magnitude. The starting torque is one-third ($\frac{1}{3}$ times) of its pull-out torque (POT), all under rated conditions. The motor takes 300 W input power at 0·2 p.f. lag with rated supply voltage and frequency. Its core loss has no hysteresis component. Find the starting current and input p.f. of the motor at 5 Hz supply voltage maintaining rated V/f ratio. Neglect stator leakage impedance and rotor current at no load. Assume linear magnetic circuit. 20

(c) नीचे प्रदर्शित एक तीन-चरण सोपान (कैस्केड) प्रवर्धक (ऐम्प्लिफायर) 1×10^{-16} W की रव शक्ति प्राप्त करता है। निर्गत रव शक्ति क्या होगी?



जहाँ F_i और G_i, iवें प्रवर्धक के रव अंक और लाभांक हैं।

A three-stage cascade amplifier given below receives a noise power of 1×10^{-16} W. What will be the output noise power?



where F_i and G_i are the noise figure and gain of the i^{th} amplifier. 10

7. *(a)* एक संयोजनात्मक (कॉम्बिनेशनल) तार्किक परिपथ के लिए एक क्रमादेश्य (प्रोग्रामयोग्य) तार्किक व्यूह (सरणी) [PLA] की रचना कीजिए, जो कि 3-बिट बाइनरी अंकों के वर्ग की गणना करता है। आवश्यक गुणनपदों (प्रोडक्ट टर्म) की न्यूनतम संख्या निर्धारित कीजिए और इसके कार्यान्वयन के लिए संबंधित PLA प्रोग्रामिंग सारणी की रचना कीजिए।

Design a Programmable Logic Array (PLA) for a combinational logic circuit that computes the square of 3-bit binary numbers. Determine the minimum number of product terms required and construct the corresponding PLA programming table for the implementation. 20

(b) *(i)* *R-L-E* भार के साथ एक एकल-कला, एकल-स्पंद (पल्स), SCR-नियंत्रित परिवर्तक के आँकड़े निम्नलिखित हैं :

स्रोत वोल्टता $V_s = 230$ V, 50 Hz, $R = 2\ \Omega$, $L = 1$ mH, $E = 120$ V, उत्प्रेरण (फायरिंग) कोण $\alpha = 25°$ और विलुप्त कोण $\beta = 220°$

1. उत्प्रेरण के समय SCR के आर-पार वोल्टता की गणना कीजिए।
2. जब SCR की धारा शून्य हो जाती है, तो इसके आर-पार वोल्टता ज्ञात कीजिए।
3. SCR की शिखर व्युत्क्रम वोल्टता (पीक इन्वर्स वोल्टेज) ज्ञात कीजिए।

A single-phase, one-pulse, SCR-controlled converter with *R-L-E* load has the following data :

Supply voltage $V_s = 230$ V at 50 Hz, $R = 2\ \Omega$, $L = 1$ mH, $E = 120$ V, firing angle $\alpha = 25°$ and extinction angle $\beta = 220°$

1. Calculate the voltage across the SCR at the instant SCR is triggered.
2. Find the voltage that appears across the SCR when current decays to zero.
3. Find the peak inverse voltage for the SCR. 10

(ii) *R-L-E* भार का पोषण करने वाले एक टाइप-A चॉपर की भार धारा यदि अनवरत रहती है, तो दर्शाइए कि इसके फ्रीह्वीलिंग डायोड की औसत धारा की अनुमत सीमा का अधिकतम मान

$$I_{fd\,\max} = \left[\frac{V_s}{4R}\left(1 - \frac{E}{V_s}\right)^2\right]$$

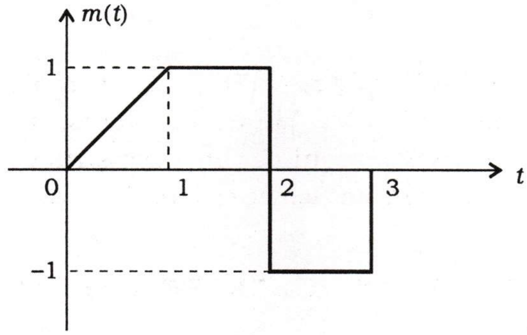
से दिया जाता है, जहाँ पर V_s, चॉपर की निवेश वोल्टता है।

For a type-A chopper feeding an *R-L-E* load, show that the maximum value of average current rating for the freewheeling diode, in case the load current remains continuous, is given by

$$I_{fd\,\max} = \left[\frac{V_s}{4R}\left(1 - \frac{E}{V_s}\right)^2\right]$$

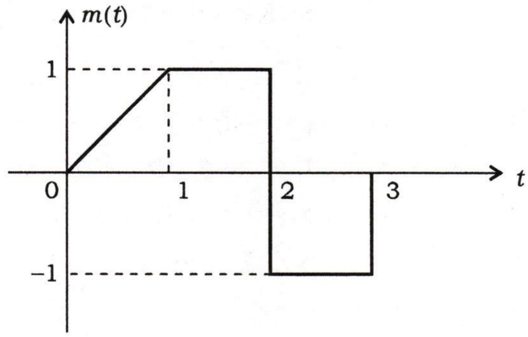
where V_s is the input voltage to the chopper. 10

(c) नीचे प्रदर्शित चित्र में, संकेत $m(t)$ को एक बार किसी वाहक (कैरियर) को आवृत्ति मॉडुलित करने के लिए तथा एक बार उसी वाहक को कला मॉडुलित करने के लिए प्रयोग किया जाता है :



k_p और k_f के बीच संबंध ज्ञात कीजिए, जबकि मॉडुलित संकेत की अधिकतम कला दोनों ही दशाओं में समान है, जहाँ k_p और k_f क्रमशः मॉडुलक की कला एवं आवृत्ति संवेदनशीलताएँ हैं।

The signal $m(t)$ shown in the following figure is used once to frequency modulate a carrier and once to phase modulate the same carrier :



Find the relation between k_p and k_f such that the maximum phase of the modulated signal in both the cases is equal, where k_p and k_f are phase and frequency sensitivities, respectively of the modulator. 10

8. (a) एक 6·6 kV, त्रि-कला, तारा-संयोजित, वर्तुल (बेलनाकार) घूर्णक (रोटर) प्रत्यावर्तित्र खुले परिपथ पर 5 A क्षेत्र धारा के साथ निर्धारित वोल्टता विकसित करता है। इसके आर्मेचर को समान रूप से लघुपथन (शॉर्ट) करने पर यह 1·0 A की क्षेत्र धारा के साथ 100 A की आर्मेचर धारा, 0·2 पश्च शक्ति गुणक पर लेता है। ये सब निर्धारित गति पर होता है। प्रत्यावर्तित्र अपनी निर्धारित गति पर 6·6 kV बस को, 4·5 A की क्षेत्र धारा के साथ, अधिकतम शक्ति प्रदान करता है।

ज्ञात कीजिए *(i)* प्रत्यावर्तित्र द्वारा उत्पादित एवं प्रदत्त शक्तियाँ, *(ii)* भार कोण तथा *(iii)* शक्ति गुणक और प्रत्यावर्तित्र की प्रतिघाती शक्ति।

चुम्बकीय परिपथ को रेखीय मान लीजिए।

A 6·6 kV, three-phase, star-connected, cylindrical rotor alternator develops rated voltage with field current of 5 A on open circuit. It takes 100 A armature current at 0·2 p.f. lag for 1·0 A field current with its armature symmetrically shorted, all at rated speed. The alternator is delivering maximum power at rated speed to 6·6 kV bus with a field current of 4·5 A.

Find the *(i)* power generated and delivered by the alternator, *(ii)* load angle and *(iii)* power factor and reactive power of the alternator.

Assume linear magnetic circuit. 20

(b) *(i)* एक 240 V, 1200 r.p.m., 15 A, पृथक् रूप से उत्तेजित DC मोटर का आर्मेचर प्रतिरोध 1·0 Ω है। यह मोटर, एक चॉपर द्वारा नियंत्रित गतिशील (डाइनैमिक) ब्रेकिंग के तहत संचालित है। ब्रेकिंग प्रतिरोध का मान 20 Ω है।

1. 1000 r.p.m. की गति एवं मोटर के निर्धारित बल-आघूर्ण का 1·5 गुना ब्रेकिंग बल-आघूर्ण के लिए चॉपर के कर्मचक्र अनुपात की गणना कीजिए।
2. 0·5 कर्मचक्र अनुपात एवं मोटर के निर्धारित बल-आघूर्ण के लिए मोटर की गति क्या होगी?

A 240 V, 1200 r.p.m., 15 A, separately excited DC motor has armature resistance of 1·0 Ω. The motor is operated under dynamic braking with chopper control. The braking resistance has a value of 20 Ω.

1. Calculate the duty ratio of the chopper for the motor speed of 1000 r.p.m. and braking torque equal to 1·5 times the rated motor torque.
2. What will be the motor speed for the duty ratio of 0·5 and motor torque equal to its rated torque? 10

(ii) एक 200 V, 875 r.p.m., 150 A, पृथक् रूप से उत्तेजित DC मोटर का आर्मेचर प्रतिरोध 0·06 Ω है। यह एक एकल-कला पूर्ण नियंत्रित दिष्टकारी (रेक्टिफायर) द्वारा पोषित है, जिसकी AC स्रोत वोल्टता 230 V, 50 Hz है। अनवरत चालन मानते हुए गणना कीजिए—

1. निर्धारित मोटर बल-आघूर्ण एवं 750 r.p.m. की गति के लिए उत्प्रेरण (फायरिंग) कोण (α);
2. निर्धारित मोटर बल-आघूर्ण एवं (–500) r.p.m. गति के लिए उत्प्रेरण कोण;
3. निर्धारित मोटर बल-आघूर्ण एवं उत्प्रेरण कोण $\alpha = 160°$ के लिए मोटर की गति।

A 200 V, 875 r.p.m., 150 A, separately excited DC motor has an armature resistance of 0·06 Ω. It is fed from a single-phase fully controlled rectifier with an AC source voltage of 230 V, 50 Hz. Assuming the continuous conduction, calculate the—

1. firing angle (α) for rated motor torque and 750 r.p.m.;
2. firing angle for rated motor torque and (–500) r.p.m.;
3. motor speed for $\alpha = 160°$ and rated torque. 10

(c) सोपान (कैस्केड) में संयोजित दो आवृत्ति गुणकों पर 5 kHz मॉडुलन आवृत्ति और 15 kHz आवृत्ति विचलन का एक FM संकेत निवेशित है। पहला आवृत्ति गुणक आवृत्ति को 1·5 से, और दूसरा आवृत्ति गुणक आवृत्ति को 4 से गुणा करता है। दूसरे गुणक के निर्गम से प्राप्त FM संकेत का आवृत्ति विचलन एवं मॉडुलन सूचकांक (इंडेक्स) का निर्धारण कीजिए। FM संकेत की बैंड चौड़ाई (बैंडविड्थ) की भी सन्निकट गणना कीजिए।

An FM signal with a frequency deviation of 15 kHz at a modulation frequency of 5 kHz is applied to two frequency multipliers connected in cascade. The first multiplier multiplies the frequency by 1·5 times and the second multiplier multiplies it by 4 times. Determine the frequency deviation and the modulation index of the FM signal obtained at second multiplier output. Also compute the approximate bandwidth of the FM signal. 10

★★★