SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

Civil Services (Main) Examination- 2025

SLPM-P-ETE

वैद्युत इंजीनियरी / ELECTRICAL ENGINEERING

प्रश्न-पत्र I / Paper I

निर्धारित समय : तीन घंटे
Time Allowed : Three Hours

अधिकतम अंक : 250
Maximum Marks : 250

प्रश्न-पत्र सम्बन्धी विशेष 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** और **अंग्रेज़ी** 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 किन्हीं **तीन** प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

प्रत्येक प्रश्न/भाग के 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 (क्यू.सी.ए.) पुस्तिका के मुख-पृष्ठ 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 निर्दिष्ट कीजिए।

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

प्रश्नों के उत्तरों 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 (क्यू.सी.ए.) पुस्तिका में खाली छोड़ा हुआ पृष्ठ या उसके अंश को स्पष्ट रूप से काटा जाना चाहिए।

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

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.*

*Questions no. **1** and **5** are compulsory and out of the remaining, any **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.

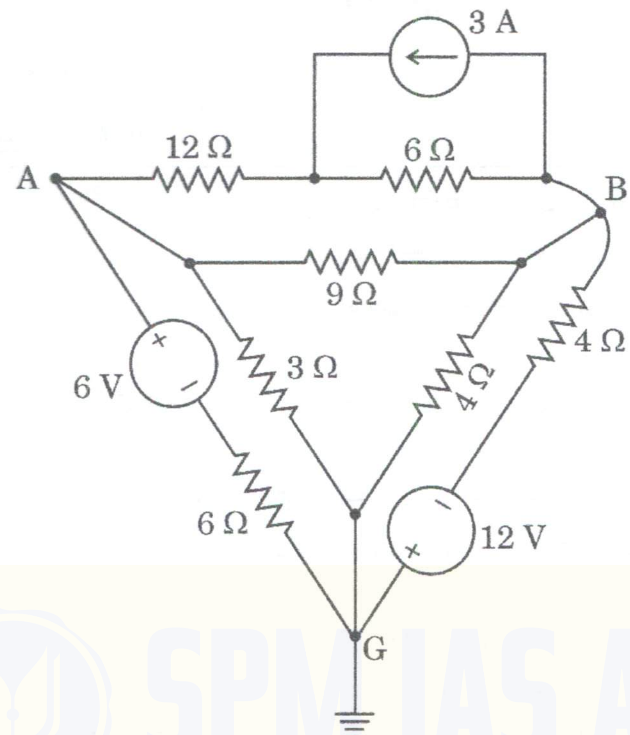
Attempts of questions shall be counted in sequential order. Unless struck off, attempt of a question shall be counted even if attempted partly. Any page or portion of the page left blank in the Question-cum-Answer (QCA) Booklet must be clearly struck off.

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

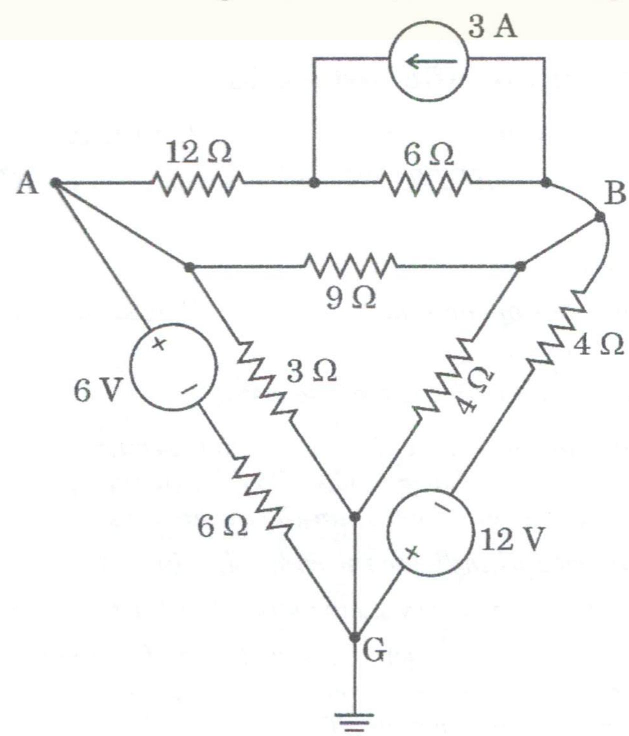
खण्ड A

SECTION A

Q1. (a) नीचे दिए गए परिपथ में, बिन्दु A तथा बिन्दु B पर वोल्टता ज्ञात कीजिए।



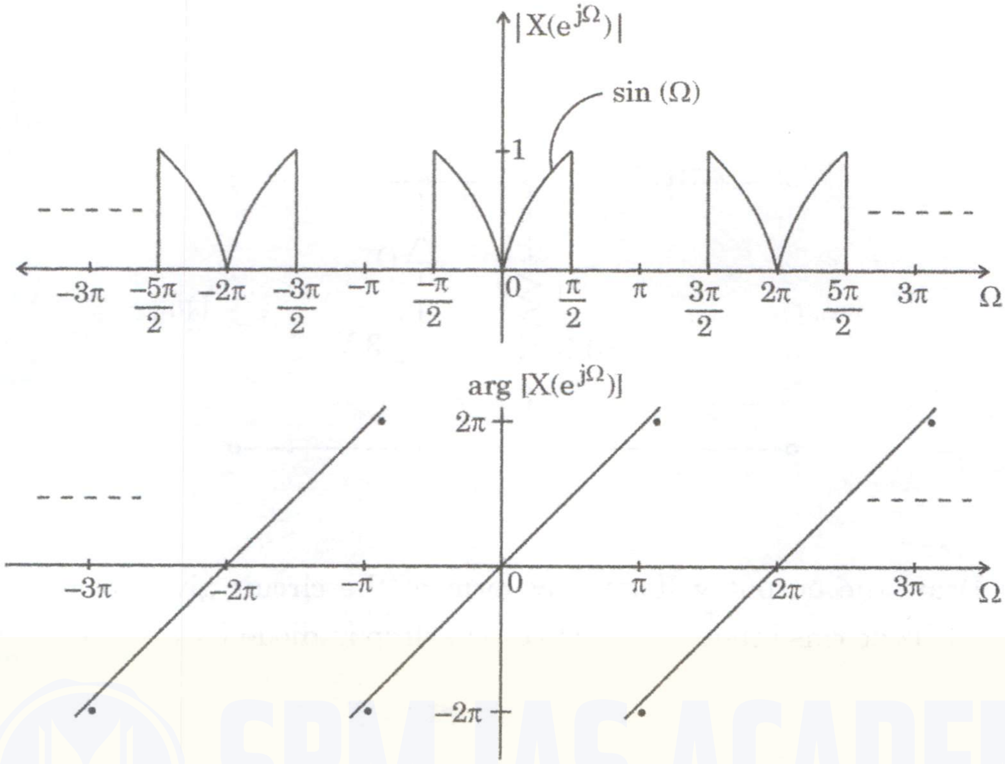
In the circuit given below, find the voltages at point A and point B. *10*



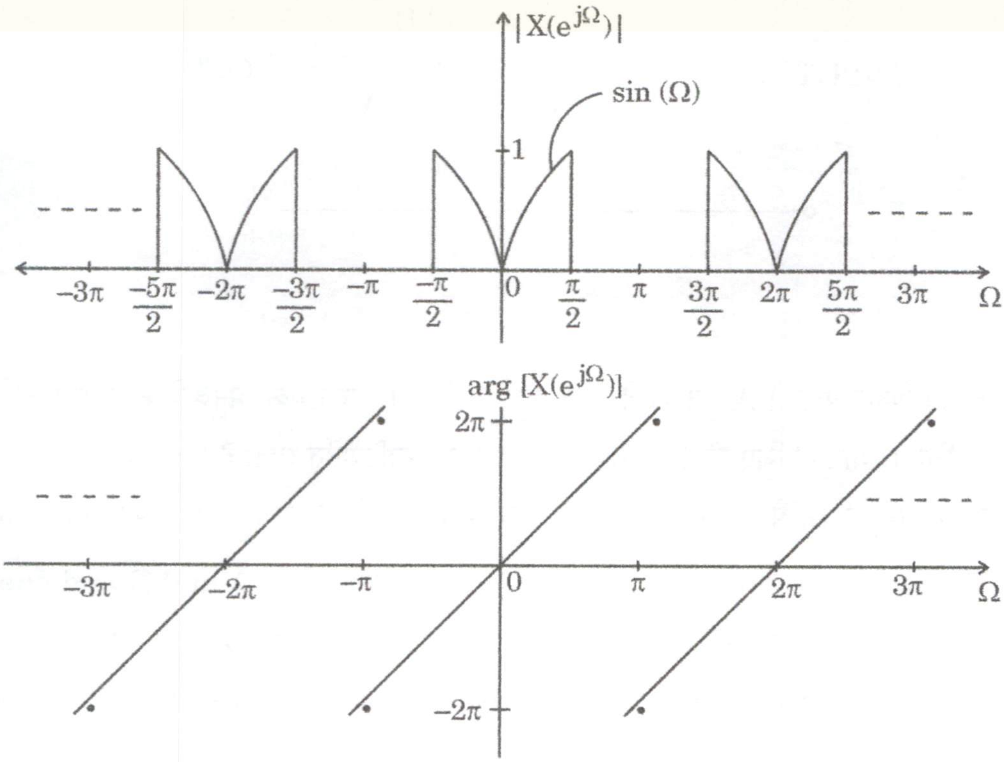
SPM IAS ACADEMY

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

(b) नीचे दिए गए DTFT के संगत समय-प्रक्षेत्र (डोमेन) संकेत x(t) को ज्ञात कीजिए।

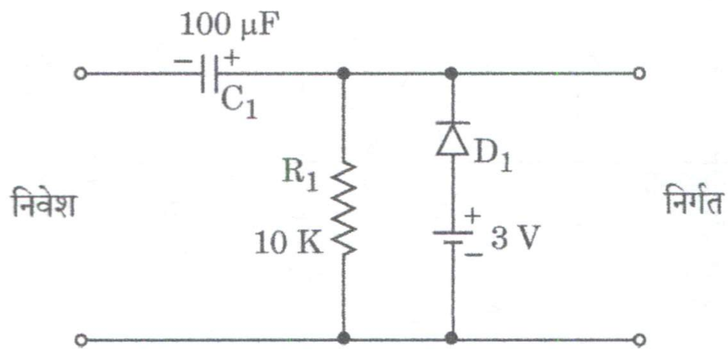


Determine the time domain signal x(t) corresponding to the DTFT given below : *10*

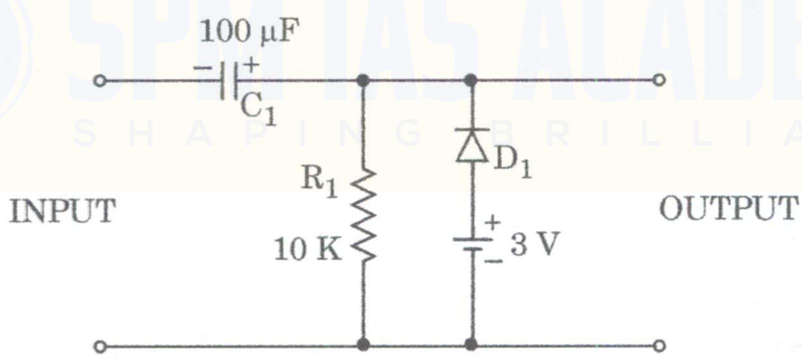


SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

(c) 5 V, 50 Hz ac rms निवेश के लिए नीचे दिए गए परिपथ का निर्गत वोल्टता तरंगरूप खींचिए। डायोड D_1 में अग्र वोल्टता अवपातन 0·6 V है।



Draw the output voltage waveform of the circuit given below for 5 V, 50 Hz ac rms input. Forward voltage drop in diode D_1 is 0·6 V. *10*

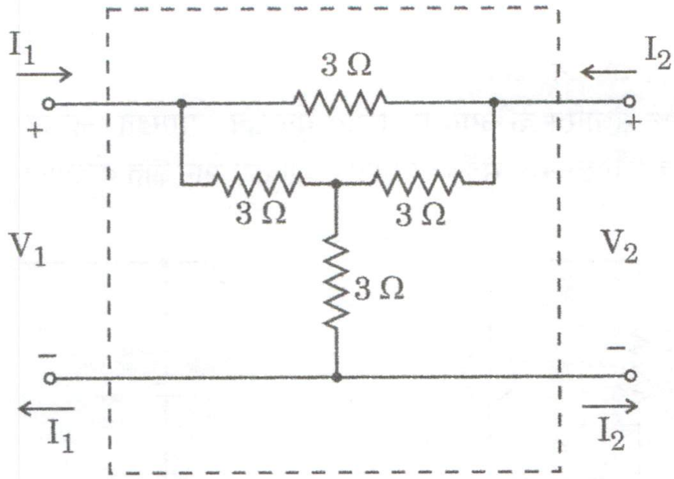


(d) दो D फ्लिप-फ्लापों A एवं B के साथ एक X निवेश वाला एक अनुक्रमिक परिपथ अभिकल्पित कीजिए। मान लीजिए कि X = 0 के लिए परिपथ अपरिवर्तित रहता है। तथापि जब X = 1 हो, तो परिपथ 00 से 10 से 11 से 01, पुन: 00 अवस्था संक्रमणों से गुजरता है तथा फिर यही दोहराता है।

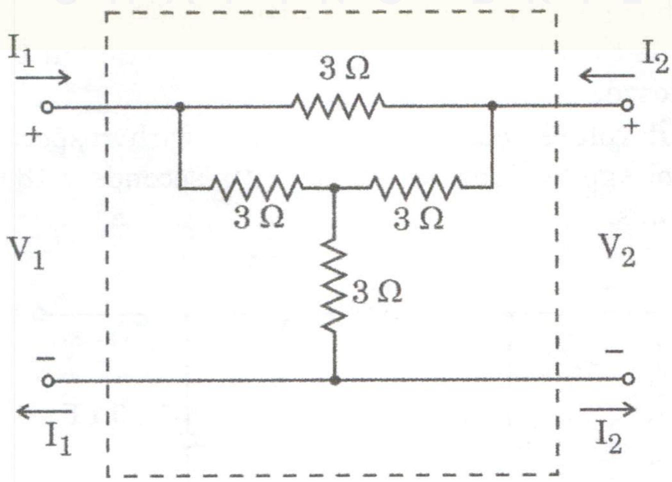
Design a sequential circuit with two D flip flops A and B and one input X. Let the state of the circuit remain the same for X = 0. However, when X = 1, the circuit goes through the state transitions from 00 to 10 to 11 to 01, back to 00 and then repeats. *10*

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

(e) परिपथ आरेख में दिए गए द्वि-पोर्ट जालक्रम के लिए Z-प्राचलों की गणना कीजिए।

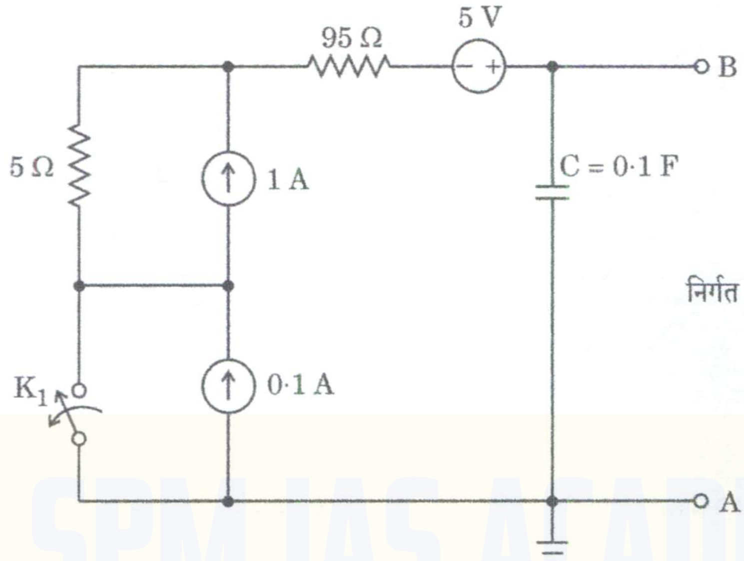


Calculate Z-parameters for the two-port network given in the circuit diagram. *10*

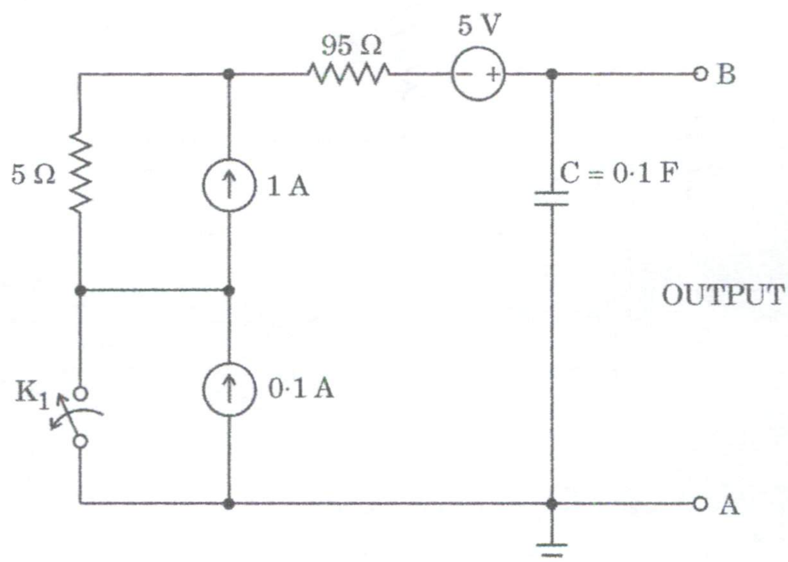


SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

Q2. (a) आरेख में प्रदर्शित परिपथ में, आरम्भ में कुंजी K_1 संयोजित है तथा संधारित्र में कोई आवेश नहीं है (समय t = 0 पर)।
अब समय t = 10 सेकण्ड पर कुंजी K_1 को वियोजित कर दिया जाता है और t = 18·68 सेकण्ड पर पुन: संयोजित कर दिया जाता है।
समय के सापेक्ष संधारित्र के आर-पार निर्गत वोल्टता आरेखित कीजिए तथा समय 10 सेकण्ड, 18·68 सेकण्ड और 28·68 सेकण्ड पर निर्गत वोल्टता मान ज्ञात कीजिए।



In the circuit shown in the diagram, initially key K_1 is closed and capacitor has no charge (at time t = 0).
Now at time t = 10 seconds, key K_1 is opened and at t = 18·68 seconds it is again closed.
Plot output voltage across the capacitor with respect to time and find output voltage values at time 10 seconds, 18·68 seconds and 28·68 seconds. *20*

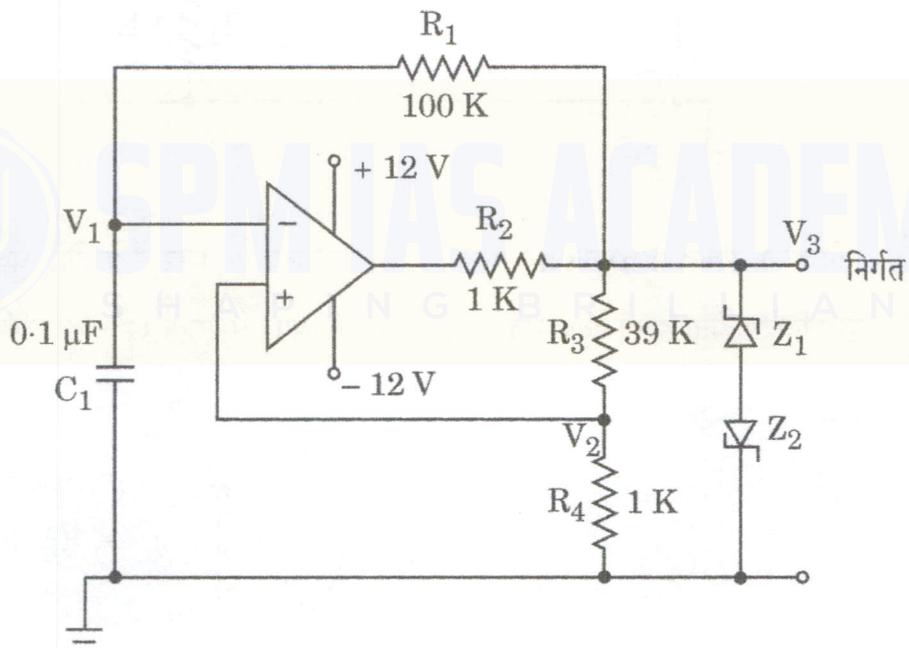


SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

(b) यहाँ दिए गए एक संक्रियात्मक प्रवर्धक के परिपथ पर विचार कीजिए, जिसमें जेनर डायोड Z_1 और Z_2 की प्रतीप भंजन (ब्रेकडाउन) वोल्टता = 7·4 V तथा अग्र वोल्टता अवपातन = 0·6 V है।

(i) समय के साथ वोल्टता का मान प्रदर्शित करते हुए, निर्गत वोल्टता तरंगरूप को आरेखित कीजिए तथा निर्गत तरंगरूप की आवृत्ति की गणना कीजिए।

(ii) R_1 को उपयुक्त प्रतिरोधों और डायोडों के संयोजन से बदल कर परिपथ को कर्म चक्र गुणक D = 0·25 के लिए इस प्रकार रूपान्तरित कीजिए ताकि निर्गत आवृत्ति अपरिवर्तित रहे।

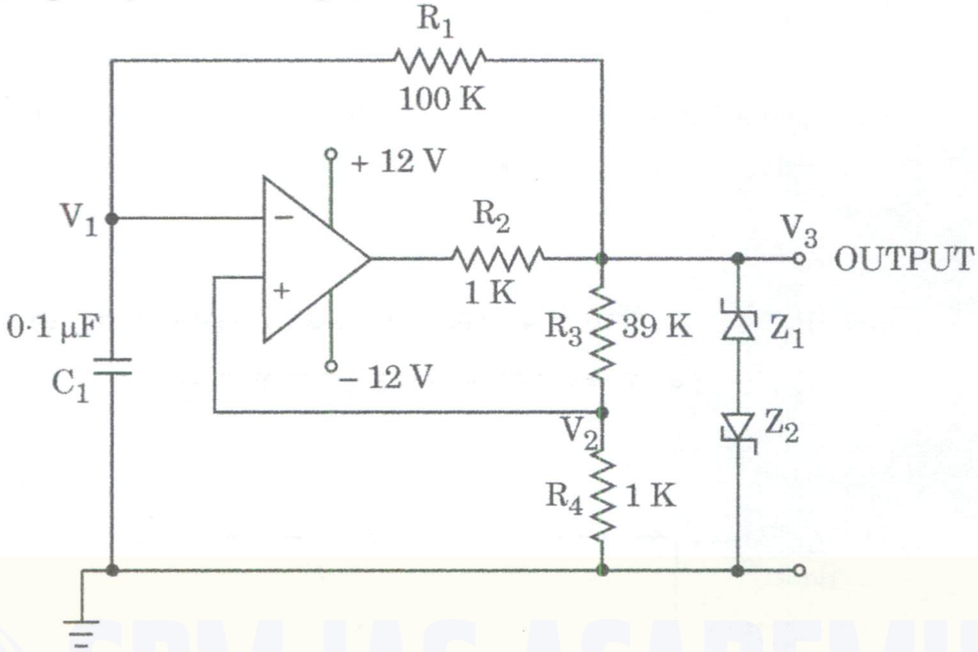


Consider the circuit of an operational amplifier given here in which Zener diodes Z_1 and Z_2 are having reverse breakdown voltage = 7·4 V and forward voltage drop = 0·6 V.

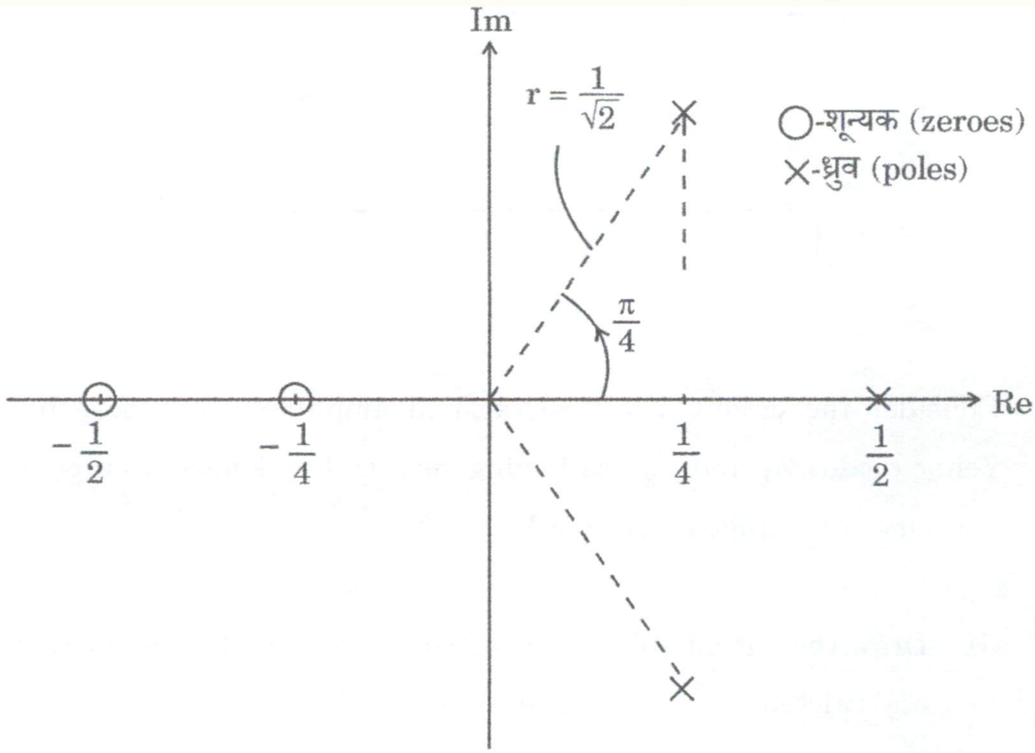
(i) Draw the output voltage waveform showing voltage value with time and calculate frequency of output waveform.

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

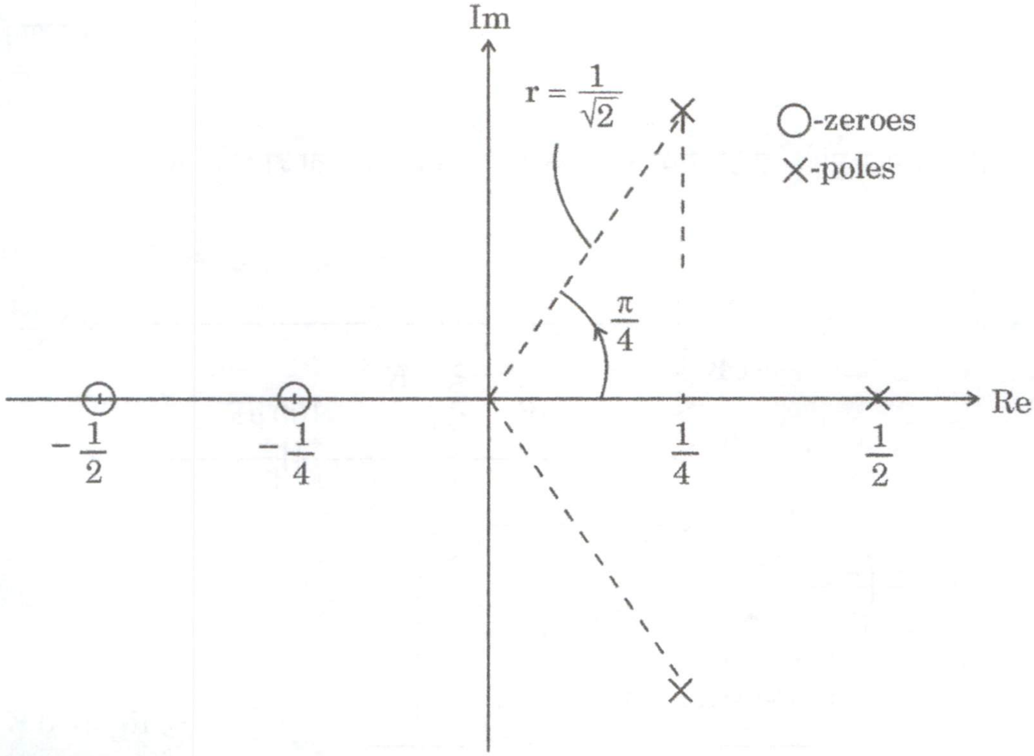
(ii) Modify the circuit for duty cycle factor D = 0·25 by replacing R_1 from combination of suitable resistances and diodes, so that output frequency is not changed. *20*



(c) यदि हेतुक संकेत x(n) का z-रूपान्तर X(z) नीचे दिए गए चित्र में प्रदर्शित ध्रुव-शून्यक प्रतिरूप के द्वारा निर्दिष्ट होता है, तो हेतुक संकेत x(n) ज्ञात कीजिए। स्थिरांक $G = \frac{1}{4}$ लीजिए।



Determine the causal signal x[n] if its z-transform X(z) is specified by a pole-zero pattern shown in the figure below. Take the constant $G = \frac{1}{4}$. *10*



Q3. (a) बूलीय फलन

$$F(A, B, C, D) = \sum m\,(1, 3, 4, 11, 12, 13, 14, 15)$$

पर विचार कीजिए।

इसका 4 से 1 बहुसंकेतक तथा बाह्य कपाटों (गेट्स) से कार्यान्वयन कीजिए। निवेश A तथा B को चयन पंक्तियों से संयोजित कीजिए। चारों आँकड़ा लाइनों में निवेश, चर C और D का फलन है जिसे प्रत्येक चारों परिस्थितियों AB = 00, 01, 10 तथा 11 में F को C और D के फलन के रूप में व्यक्त कर प्राप्त किया जाता है। फलन का कार्यान्वयन बाह्य कपाटों (गेटों) द्वारा करना है।

Consider the Boolean function :

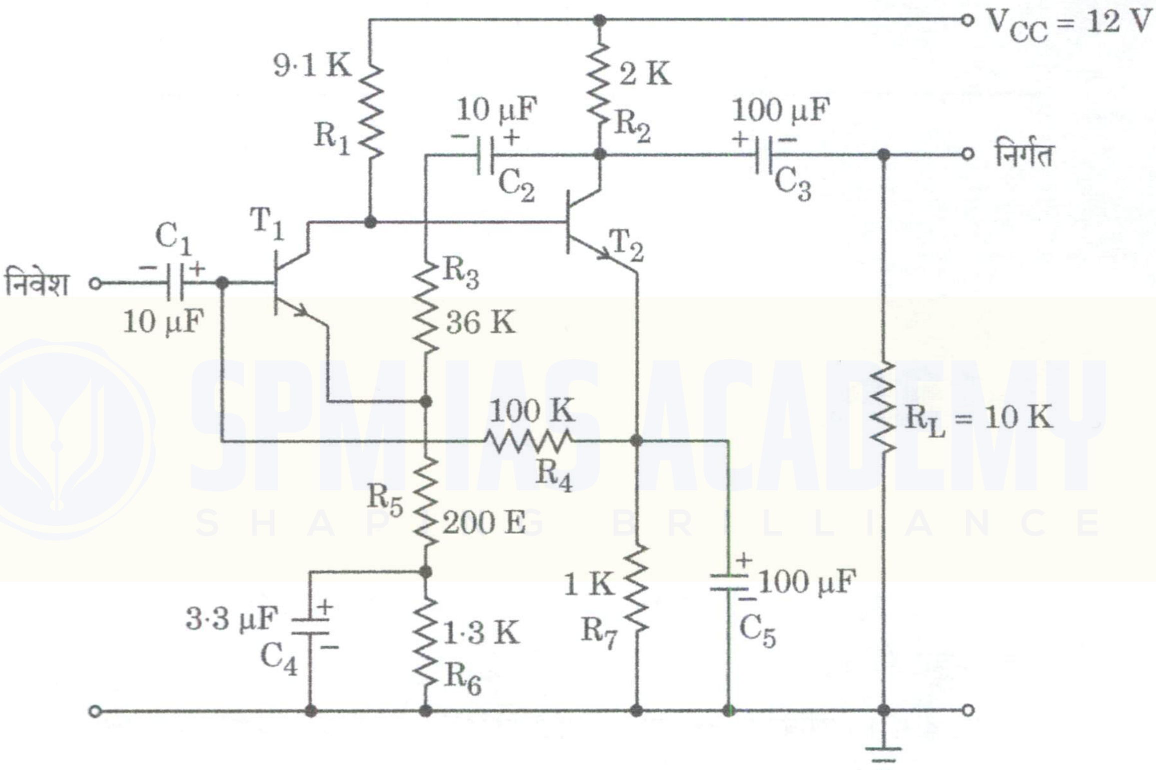
$$F(A, B, C, D) = \sum m\,(1, 3, 4, 11, 12, 13, 14, 15)$$

Implement it with a 4-to-1 multiplexer and external gates. Connect inputs A and B to the selection lines. Input to the four data lines is a function of the variables C and D which are obtained by expressing F as a function of C and D for each of the four cases when AB = 00, 01, 10 and 11. Functions are to be implemented with external gates. *20*

(b) नीचे दिए गए परिपथ में, ट्रांजिस्टर T_1 तथा T_2 के लिए $V_{BE} = 0{\cdot}6$ V और $\beta = 499$ हैं।

(i) प्रवर्धक की 20 Hz और 2 kHz पर लघु संकेत ac वोल्टता लब्धि संगणित कीजिए।

(ii) क्रमशः ट्रांजिस्टर T_1 तथा T_2 के कलेक्टरों पर dc वोल्टता ज्ञात कीजिए।

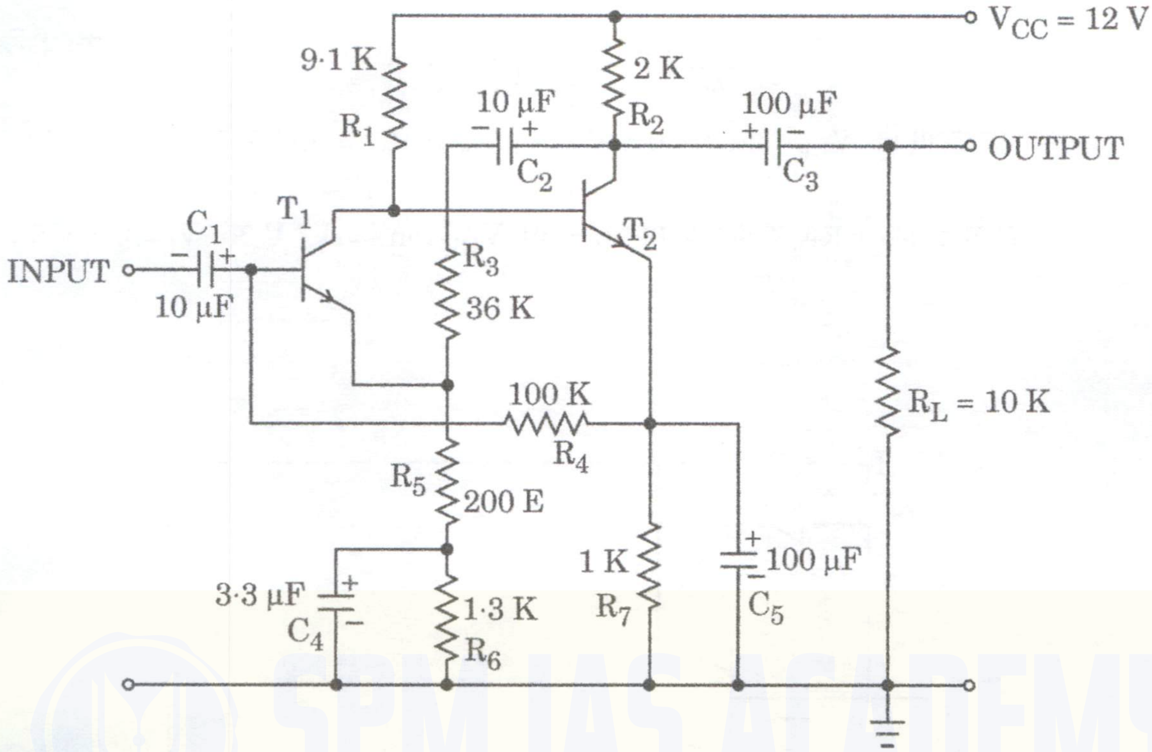


In the circuit given below, transistors T_1 and T_2 are having $V_{BE} = 0{\cdot}6$ V and $\beta = 499$.

(i) Calculate small signal ac voltage gain of the amplifier at 20 Hz and 2 kHz.

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

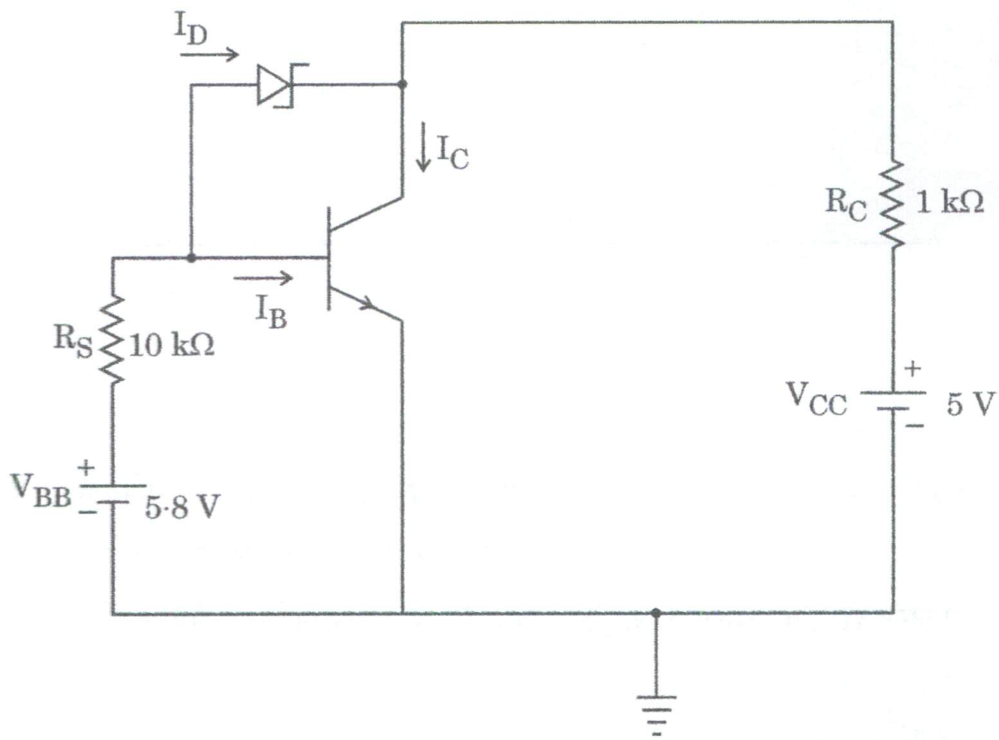
(ii) Find dc voltages on collectors of transistors T_1 and T_2 respectively. *20*



(c) एक LTI तंत्र की आवेग अनुक्रिया h(n), अन्तराल $N_0 \le n \le N_1$ में परिभाषित है। यदि अन्तराल $N_2 \le n \le N_3$ को छोड़कर LTI तंत्र में निवेश x(n) शून्य है, तो वह अन्तराल ज्ञात कीजिए जिसके लिए निर्गत y(n) का अस्तित्व N_0, N_1, N_2 और N_3 के फलन के रूप में है।

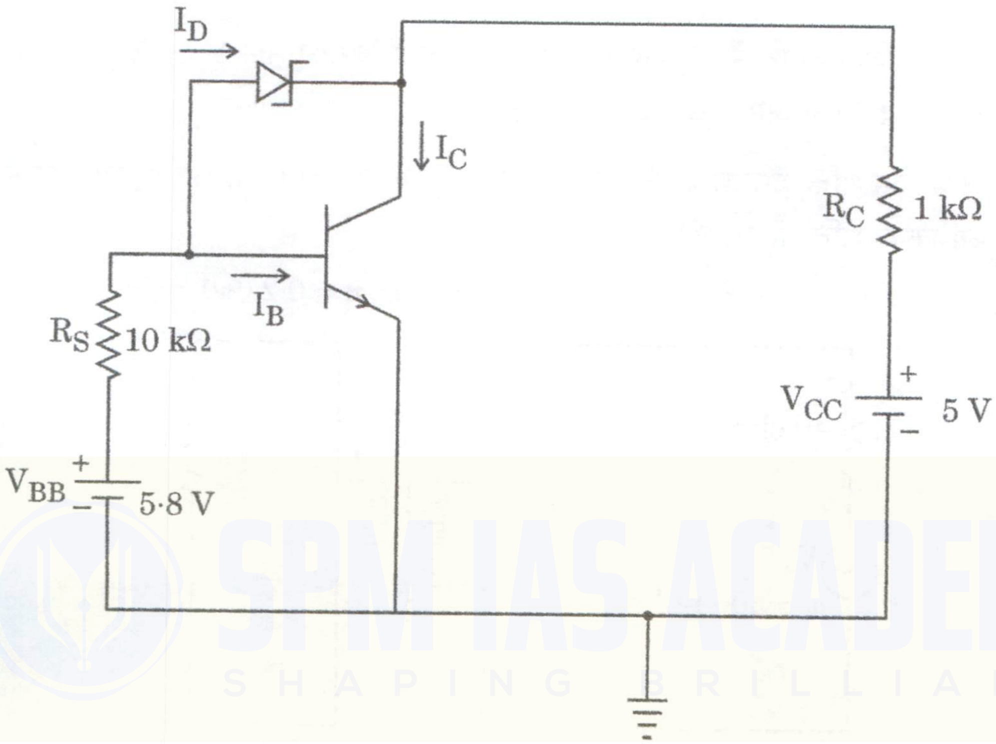
Impulse response of an LTI system, h(n) is defined in the interval $N_0 \le n \le N_1$. If the input x(n) to the LTI system is zero except in the interval $N_2 \le n \le N_3$, find the interval for which the output y(n) exists in forms of N_0, N_1, N_2 and N_3. *10*

Q4. (a) नीचे प्रदर्शित शॉटकी ट्रांजिस्टर परिपथ के लिए I_B, I_D, I_C तथा V_{CE} के मान निर्धारित कीजिए। फिर, परिपथ से शॉटकी डायोड निकाल कर पुन: I_B, I_D, I_C और V_{CE} के मान निर्धारित कीजिए। मान लीजिए कि V_{BE} (sat.) = 0·8 V और V_{CE} (sat.) = 0·1 V के अतिरिक्त मान हैं तथा शॉटकी डायोड के लिए प्राचलों के मान $\beta = 50$, V_{BE} (on) = 0·7 V और V_f = 0·3 V हैं।



SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

For the Schottky transistor circuit shown below, determine I_B, I_D, I_C and V_{CE}. Next, remove the Schottky diode and determine I_B, I_D, I_C and V_{CE} assuming additional values of V_{BE} (sat.) = 0·8 V and V_{CE} (sat.) = 0·1 V. Assume parameter values of $\beta = 50$, V_{BE} (on) = 0·7 V and V_f = 0·3 V for the Schottky diode. *20*



(b) निम्नलिखित संकेतों के फूरिये रूपान्तर ज्ञात कीजिए :

(i) $x(t) = \left[\dfrac{2\sin(3\pi t)}{\pi t}\right] \cdot \left[\dfrac{\sin(2\pi t)}{\pi t}\right]$

(ii) $x(t) = \displaystyle\int_{-\infty}^{t} \frac{\sin(2\pi t)}{\pi t}\, dt$

प्रयुक्त गुणधर्म निर्दिष्ट कीजिए।

Find the Fourier transform of the following signals : *20*

(i) $x(t) = \left[\dfrac{2\sin(3\pi t)}{\pi t}\right] \cdot \left[\dfrac{\sin(2\pi t)}{\pi t}\right]$

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

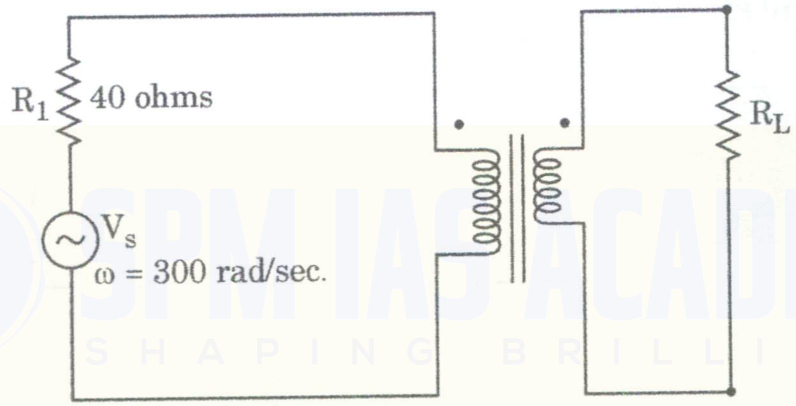
(ii) $x(t) = \int_{-\infty}^{t} \frac{\sin(2\pi t)}{\pi t} dt$

Specify the properties used.

(c) नीचे प्रदर्शित परिपथ में V_s एक ac वोल्टता स्रोत है जिसका मान $V_s = V_o \cos \omega t$ है, तथा $V_o = 14{\cdot}14$ V और $\omega = 300$ rad/sec. है।

अधिकतम शक्ति अन्तरण के लिए भार प्रतिरोध R_L के मान की गणना कीजिए और भार में अन्तरित अधिकतम शक्ति भी ज्ञात कीजिए।

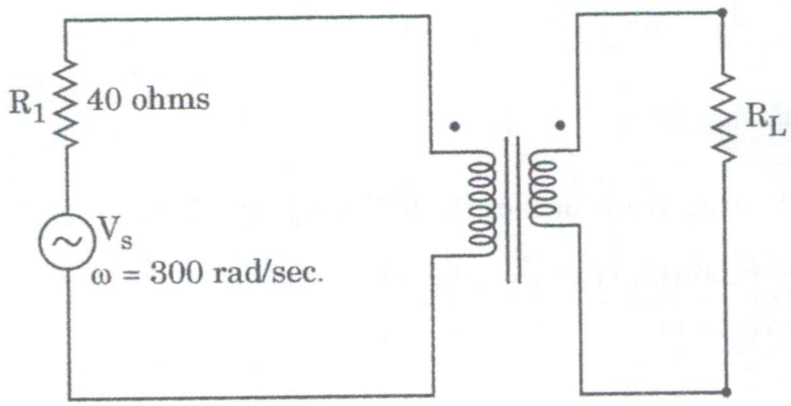
$k = 1 \quad n = 0{\cdot}2$ (फेरा अनुपात)



In the circuit shown below, V_s is the ac voltage source given by $V_s = V_o \cos \omega t$, with $V_o = 14{\cdot}14$ V and $\omega = 300$ rad/sec.

Calculate the value of load resistance R_L for maximum power transfer and also find out maximum power transferred to load. 10

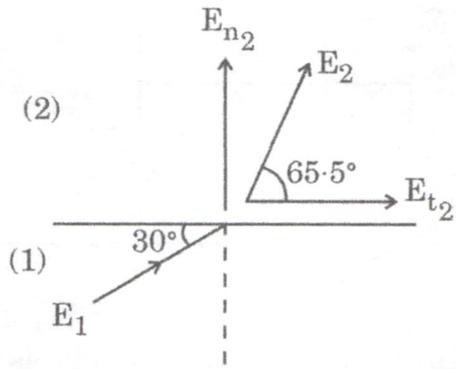
$k = 1 \quad n = 0{\cdot}2$ (Turns Ratio)



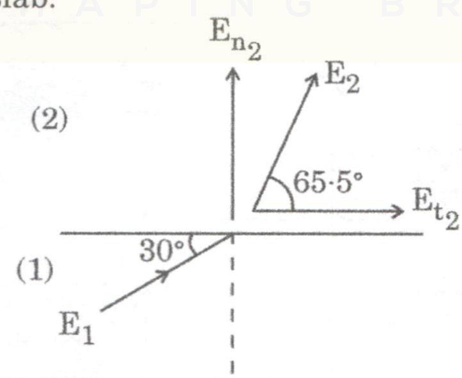
SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

खण्ड B
SECTION B

Q5. (a) जैसा कि यहाँ चित्र में प्रदर्शित है, एक परावैद्युत गुटके (स्लैब) की सतह के ठीक अन्दर विद्युत-क्षेत्र $E_1 = 15$ V/m है और यह सतह से 30° का कोण बनाता है। सतह के ठीक ऊपर विद्युत-क्षेत्र (E_2) सतह से 65·5° का कोण बनाता है। E_2 का परिमाण तथा गुटके (स्लैब) का परावैद्युतांक निर्धारित कीजिए।



As shown in the figure, just inside the surface of a dielectric slab, the electric field (E_1) is 15 V/m and it makes an angle of 30° with the surface. The electric field (E_2) makes 65·5° angle with the surface, just above the surface. Determine the magnitude of E_2 and the dielectric constant of the slab. *10*



(b) उपयुक्त व्युत्पत्तियों की सहायता से दर्शाइए कि एक परिणामित्र का वोल्टता नियमन भार के शक्ति गुणक के साथ बदलता है। किस शक्ति गुणक पर वोल्टता नियमन,

(i) शून्य होगा, एवं

(ii) अधिकतम होगा ?

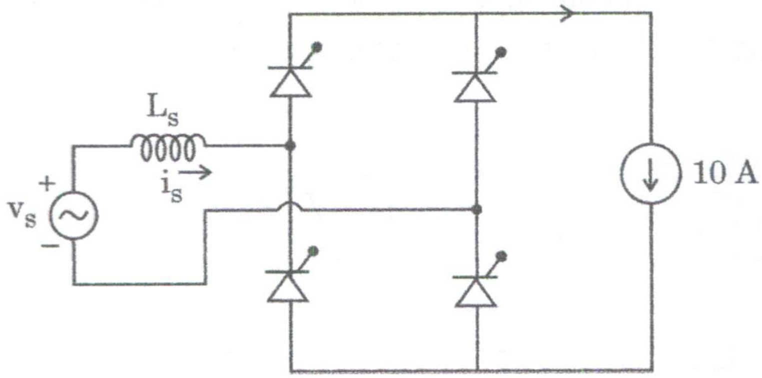
Show with the help of suitable derivations that the voltage regulation of a transformer varies with the power factor of the load. At what power factor will the voltage regulation be :

(i) zero, and

(ii) maximum ? *10*

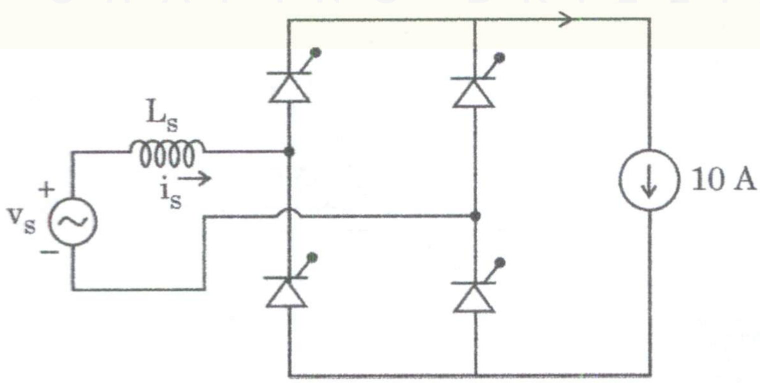
SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

(c) चित्र में दर्शाए गए अनुसार एक, एककलीय थाइरिस्टर परिवर्तित्र परिपथ एक 10 A के स्थिर धारा भार को पूरित करता है। प्रदाय वोल्टता 230 V, 50 Hz और स्रोत प्रेरकत्व 2 mH है। मान लीजिए कि थाइरिस्टर आदर्श हैं तथा ट्रिगरन कोण $\alpha = 30^\circ$ है, तो (i) अतिव्यापन कोण u, और (ii) निर्गत वोल्टता में अवपातन की गणना कीजिए।



A single-phase Thyristor converter circuit as shown in the figure is feeding to a constant current load of 10 A. The supply voltage is of 230 V, 50 Hz and source inductance of 2 mH. Assume the Thyristors are ideal and triggering angle $\alpha = 30^\circ$. Calculate (i) the overlap angle u, and (ii) the drop in output voltage. *10*

SPM IAS ACADEMY SHAPING BRILLIANCE



(d) दर्शाइए कि एक द्विपद यादृच्छिक चर के लिए माध्य np द्वारा तथा प्रसरण np (1 – p) द्वारा निर्धारित होता है, जहाँ n परीक्षणों की संख्या तथा p सफलताओं की संभावना (प्रायिकता) प्रदर्शित कर रहे हैं।

Show that for a binomial random variable, the mean is given by np and the variance is given by np (1 – p), where n gives the number of trials and p gives the probability of successes. *10*

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

(e) एक सुपरहेटेरोडाइन FM अभिग्राहित्र की कार्यशीलता का आवृत्ति परास 88 MHz – 108 MHz है। IF प्रवर्धक की मध्य आवृत्ति (f_{IF}) तथा स्थानीय दोलित्र की आवृत्ति (f_{LO}) इस प्रकार चयनित हैं कि $f_{IF} < f_{LO}$ है। अभिकल्पना इस प्रकार की जानी है ताकि प्रतिबिंब आवृत्ति f'_c, 88 MHz – 108 MHz क्षेत्र के बाहर हो। f_{IF} का न्यूनतम आवश्यक मान और उस चुने गए f_{IF} के मान के लिए f_{LO} के संबंधित बदलाव का परास निर्धारित कीजिए।

The frequency range of operation of a superheterodyne FM receiver is 88 MHz – 108 MHz. The centre frequency of the IF amplifier (f_{IF}) and the frequency of the local oscillator (f_{LO}) are so chosen that $f_{IF} < f_{LO}$. The design has to be so carried out that the image frequency f'_c falls outside of the 88 MHz – 108 MHz region. Determine the minimum required value of f_{IF} and the corresponding range of variations in f_{LO} for that chosen value of f_{IF}. *10*

Q6. (a) (i) डीसी मशीनों में आर्मेचर प्रतिक्रिया का क्या मतलब है ? आर्मेचर सुचालकों और ध्रुवों के विस्तृत दृश्य की सहायता से यह प्रदर्शित कीजिए कि आर्मेचर m.m.f. का मुख्य क्षेत्र पर प्रभाव पूर्णत: अनुप्रस्थ-चुम्बकीय (क्रॉस-मैग्नेटाइज़िंग) है।

What is meant by armature reaction in DC machines ? Show with the help of developed view of armature conductors and poles that the effect of armature m.m.f. on the main field is entirely cross-magnetizing. *10*

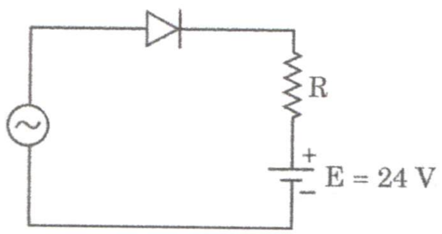
(ii) एक 10 kW, 220 V DC शंट मोटर भार-रहित 1200 rpm गति पर चलते हुए 5 A लाइन धारा लेती है। इसका आर्मेचर प्रतिरोध 0·2 Ω तथा क्षेत्र प्रतिरोध 200 Ω है। निर्दिष्ट भार प्रदाय करते समय इस मोटर की कार्य-दक्षता ज्ञात कीजिए।

A 10 kW, 220 V DC shunt motor draws a line current of 5 A while running at no-load speed of 1200 rpm. It has an armature resistance of 0·2 Ω and field resistance of 200 Ω. Determine the efficiency of the motor when it delivers rated load. *10*

(b) जैसा कि चित्र में दर्शाया गया है, एक परिवर्तित्र परिपथ, E = 24 V वोल्टता की एक बैटरी को चार्ज करने के लिए प्रयोग किया जा रहा है। औसत चार्जिंग धारा I_{dc} = 6 A, तथा प्रदाय वोल्टता V_s = 60 V, 50 Hz है, तो :

(i) सीमांत प्रतिरोधक 'R' का मान, और

(ii) निवेश शक्ति गुणांक ज्ञात कीजिए।

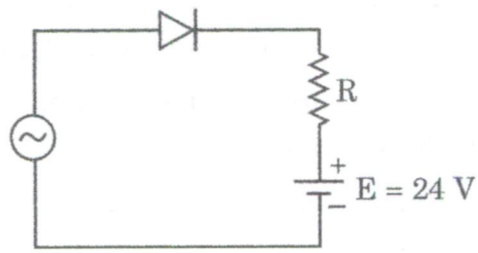


SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

A converter circuit as shown in the figure is being used to charge a battery of voltage E = 24 V. The average charging current I_{dc} = 6 A, and supply voltage V_s = 60 V, 50 Hz. Determine

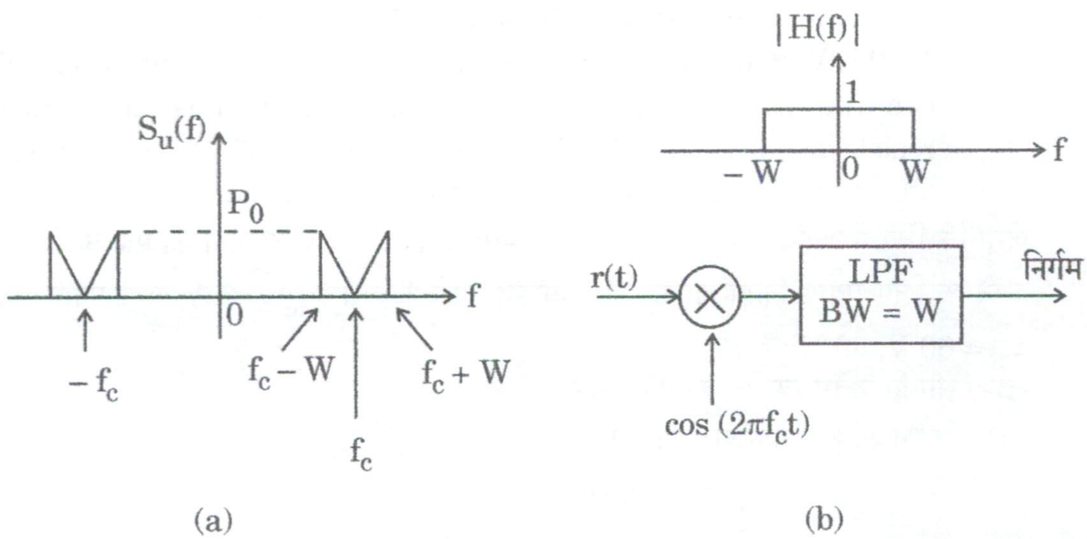
(i) the value of limiting resistor 'R', and

(ii) input power factor. *20*



(c) चित्र (a) में प्रदर्शित शक्ति स्पेक्ट्रमी घनत्व वाला एक DSB-SC आयाम-मॉडुलित संकेत एक ऐसे योज्य रव (नॉइस) द्वारा विकृत होता है जिसका इस संकेत के पास-बैण्ड क्षेत्र में शक्ति स्पेक्ट्रमी घनत्व $\left(\frac{N_0}{2}\right)$ है। प्राप्त संकेत-धन-रव को डिमॉडुलित और निम्न पारक छन्नित किया जाता है, जैसा कि चित्र (b) में प्रदर्शित है। LPF के निर्गम पर SNR ज्ञात कीजिए।

[BW : बैण्ड चौड़ाई]

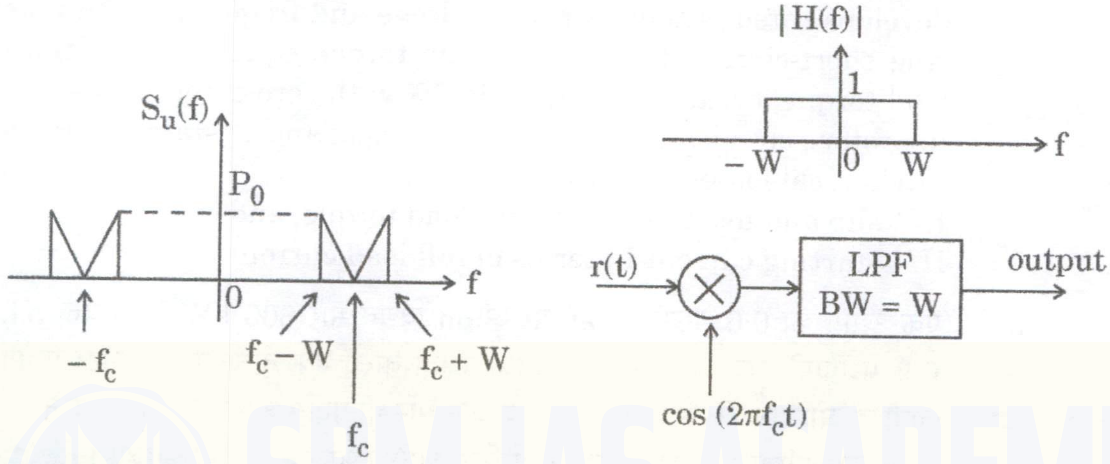


[दिया गया है : वाहक संकेत = cos $(2\pi f_c t)$]

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

A DSB-SC amplitude-modulated signal with power spectral density as shown in figure (a) is corrupted with additive noise that has a power spectral density $\left(\frac{N_0}{2}\right)$ within the passband region of the signal. The received signal-plus-noise is demodulated and low pass filtered as shown in figure (b). Determine the SNR at the output of the LPF.

[BW : bandwidth] *10*



(a) (b)

[Given : carrier signal = $\cos(2\pi f_c t)$]

Q7. (a) दिया गया है कि $\vec{E} = E_m \sin(\omega t - \alpha z)\, \hat{a}_y$ और मुक्त अन्तराल (फ्री-स्पेस) में $\alpha > 0$ है।

(i) $\vec{D}$, $\vec{B}$ और $\vec{H}$ ज्ञात कीजिए। $t = 0$ पर $\vec{E}$ और $\vec{H}$ का अंकन कीजिए। यदि कोई कल्पना है तो स्पष्ट उल्लेख कीजिए।

(ii) दर्शाइए कि यह $\vec{E}$ और $\vec{H}$ क्षेत्र, z-दिशा में सरण (गमन) करती हुई एक तरंग निर्मित करते हैं। यह भी दर्शाइए कि तरंग गति और E/H पूर्णत: मुक्त अन्तराल के गुणधर्मों पर आधारित हैं।

दिया गया है : $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m और $\varepsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9}$ F/m.

It is given that $\vec{E} = E_m \sin(\omega t - \alpha z)\, \hat{a}_y$ in free space $\alpha > 0$.

(i) Determine $\vec{D}$, $\vec{B}$ and $\vec{H}$. Plot $\vec{E}$ and $\vec{H}$ at $t = 0$. State clearly if any assumption is made. *10*

(ii) Show that these $\vec{E}$ and $\vec{H}$ fields constitute a wave travelling in the z-direction. Also demonstrate that the wave speed and E/H depend solely on the properties of free space. *10*

Given : $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m, and $\varepsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9}$ F/m.

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

(b) (i) एक 3-कला, 4-ध्रुव, 400 V, 10 kW, 50 Hz सर्पी वलय प्रेरण मोटर, सर्पी वलय लघुपथित होने की दशा में निर्धारित (रेटिड) वोल्टता और आवृत्ति पर निर्धारित (रेटिड) निर्गत विकसित करती है। अधिकतम बल-आघूर्ण जो निर्धारित पूर्ण भार बल-आघूर्ण से 2 गुना है, 12·5% सर्पण पर उत्पन्न होता है जब कि रोटर परिपथ में बाह्य प्रतिरोध शून्य है। स्टेटर प्रतिबाधा, स्टेटर क्रोड तथा यांत्रिक क्षतियाँ नगण्य मानते हुए,

I. पूर्ण भार बल-आघूर्ण पर सर्पण और मोटर की गति, तथा

II. पूर्ण भार धारा के पदों में प्रवर्तन धारा का मान ज्ञात कीजिए।

A 3-phase, 4-pole, 400 V, 10 kW, 50 Hz slip ring induction motor develops rated output at rated voltage and frequency with its slip ring short-circuited. The maximum torque equal to twice the full load torque, occurs at a slip of 12·5% with zero external resistance in rotor circuit. Neglect stator impedance, stator core and mechanical losses. Determine : *10*

I. slip and motor speed at full load torque, and

II. starting current in terms of full load current.

(ii) एक उद्योग का 0·6 पश्चगामी p.f. पर औसत विद्युत भार 600 kW है। संयुक्त p.f. को 0·9 पश्चगामी तक बढ़ाने के लिए 90% दक्षता वाली एक तुल्यकालिक मोटर प्रयोग की जाती है, जो साथ ही साथ 100 kW यांत्रिक भार भी प्रदाय करती है। तुल्यकालिक मोटर की kVA धारिता और कार्यकारी (ऑपरेटिंग) शक्ति गुणांक की गणना कीजिए।

An industry has an average electrical load of 600 kW at a p.f. of 0·6 lagging. A synchronous motor with an efficiency of 90% is used to raise the combined p.f. to 0·9 lagging and at the same time supply a mechanical load of 100 kW. Calculate kVA capacity of the synchronous motor and synchronous motor operating power factor. *10*

(c) एक बक-बूस्ट परिवर्तित्र में निवेश वोल्टता V_s = 12 V है। कर्म चक्र D = 0·25 तथा स्विचन आवृत्ति 20 kHz है। प्रेरकत्व L = 150 μH तथा छन्नक संधारित्र C = 250 μF और औसत भार धारा I_o = 1·25 A है, तो

(i) प्रेरक धारा में शिखर-से-शिखर ऊर्मिका का मान, और

(ii) CCM के लिए प्रेरक L और संधारित्र C के क्रांतिक मानों की गणना कीजिए।

The buck-boost converter has an input voltage of V_s = 12 V. The duty cycle D = 0·25 and the switching frequency is 20 kHz. The inductance L = 150 μH and filter capacitor C = 250 μF. The average load current I_o = 1·25 A. Determine : *10*

(i) the peak-to-peak ripple in the inductor current, and

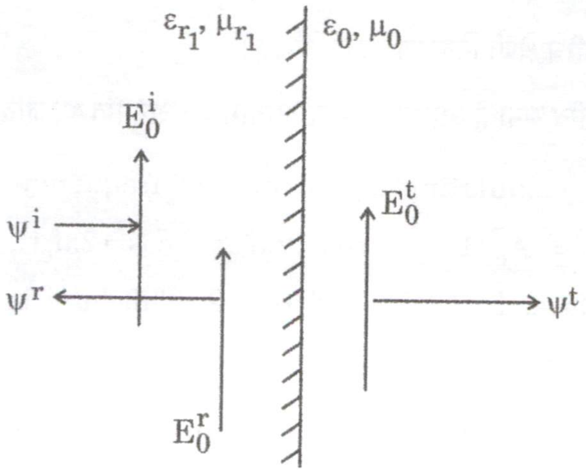
(ii) the critical values of inductor L and capacitor C for CCM.

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

Q8. (a) (i) दर्शाइए कि एक ह्रासरहित संचरण (पारेषण) लाइन के लिए निर्मित स्मिथ चार्ट $\frac{1}{(1+r)}$ त्रिज्या वाले r-वृत्तों का एक कुल देता है जिसमें प्रत्येक वृत्त का केन्द्र $\Gamma_r = \frac{r}{(1+r)}$ तथा $\Gamma_i = 0$ पर होता है। यहाँ r = भार प्रतिबाधा का प्रसामान्यीकृत प्रतिरोध तथा Γ_r और Γ_i क्रमशः भार प्रतिबाधा के वोल्टता परावर्तनांक के वास्तविक और काल्पनिक अंश हैं।

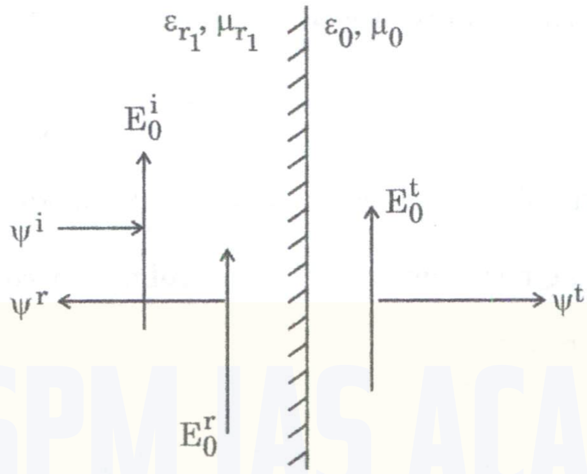
Show that the Smith chart constructed for a lossless transmission line gives a family of r-circles, having a radius of $\frac{1}{(1+r)}$ for each circle which is centred at $\Gamma_r = \frac{r}{(1+r)}$ and $\Gamma_i = 0$. Here, r = normalized resistance of the load impedance, Γ_r and Γ_i = real and imaginary parts of voltage reflection coefficient of the load impedance, respectively. *10*

(ii) नीचे दिए गए चित्र में, अन्तरापृष्ठ पर $\vec{E}$ तथा $\vec{H}$ के परावर्तित और संचरित आयाम ज्ञात कीजिए। यदि क्षेत्र 1 में, $E_0^i = 1{\cdot}2 \times 10^{-3}$ V/m है, जहाँ $\varepsilon_{r_1} = 7{\cdot}5$, $\mu_{r_1} = 1$ और $\sigma_1 = 0$ है। दिया गया है कि क्षेत्र 2 एक मुक्त अंतराल है और लम्बवत आपतन मान लीजिए तथा $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m और $\varepsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9}$ F/m है।



SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

In the figure given below, determine the amplitudes of the reflected and transmitted $\vec{E}$ and $\vec{H}$ at the interface, if $E_0^i = 1{\cdot}2 \times 10^{-3}$ V/m in region 1, where $\varepsilon_{r_1} = 7{\cdot}5$, $\mu_{r_1} = 1$ and $\sigma_1 = 0$. Given : Region 2 is a free space and assume normal incidence. Also, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m and $\varepsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9}$ F/m. *10*



(b) आवृत्ति f_m का एक ज्यावक्रीय मॉडुलन संकेत m(t) एक AM संकेत $u(t) = A_c [1 + \beta \cos (2\pi f_m t)] \cos (2\pi f_c t)$ उत्पन्न करता है, जहाँ f_c वाहक आवृत्ति है। यहाँ $f_c >> f_m$ और $\beta = 2$ है। यह u(t) एक आदर्श आवरण संसूचक पर आरोपित किया जाता है, जो एक निर्गत x(t) उत्पादित करता है।

(i) x(t) का फूरिये श्रेणी निरूपण ज्ञात कीजिए।

(ii) x(t) में द्वितीय संनादी आयाम से मूल आयाम का अनुपात भी ज्ञात कीजिए।

A sinusoidal modulating signal m(t) of frequency f_m produces an AM signal : $u(t) = A_c [1 + \beta \cos (2\pi f_m t)] \cos (2\pi f_c t)$, where f_c is carrier frequency. Here, $f_c >> f_m$ and $\beta = 2$. This u(t) is applied to an ideal envelope detector which produces an output x(t).

(i) Determine the Fourier series representation of x(t).

(ii) Also determine the ratio of second harmonic amplitude to fundamental amplitude in x(t). *20*

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

(c) 3-कला प्रतीपक (इन्वर्टर) में वोल्टता नियंत्रण की विभिन्न विधियों की संक्षेप में विवेचना कीजिए।

Discuss in brief various methods of voltage control within 3-phase inverters. *10*

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE