SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

Civil Services (Main)
Examination- 2025

SLPM–B–ETE

इलेक्ट्रिकल इंजीनियरी (प्रश्न-पत्र–II)

निर्धारित समय : तीन घण्टे

अधिकतम अंक : 250

प्रश्न-पत्र संबंधी विशेष अनुदेश

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

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 दीजिये।

प्रत्येक प्रश्न/भाग के लिये नियत अंक उसके सामने दिये गये हैं।

प्रश्नों के उत्तर उसी प्राधिकृत माध्यम में लिखे जाने चाहिये, 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 चाहिये। प्राधिकृत माध्यम के अतिरिक्त अन्य किसी माध्यम में लिखे गये उत्तर पर कोई अंक नहीं मिलेंगे।

यदि आवश्यक हो, तो उपयुक्त आँकड़ों का चयन कीजिये तथा उनको स्पष्टतया विनिर्दिष्ट कीजिये।

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

प्रश्नों के उत्तरों की गणना क्रमानुसार की जायेगी। यदि काटा नहीं हो, तो प्रश्न के उत्तर की गणना की जायेगी चाहे वह उत्तर अंशतः दिया गया हो। प्रश्न-सह-उत्तर पुस्तिका में खाली छोड़े गये कोई पृष्ठ अथवा उसके अंश को स्पष्ट रूप से काटा जाना चाहिये।

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.

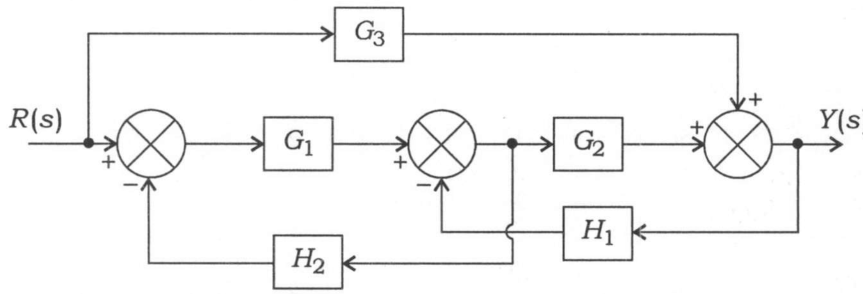
Unless otherwise mentioned, symbols and notations carry their usual standard meanings.

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.

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

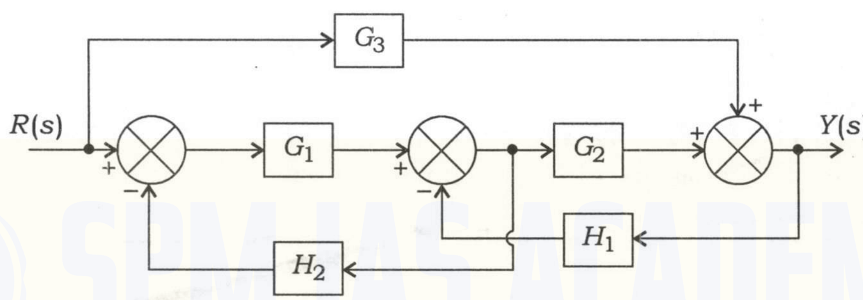
खण्ड—A / SECTION—A

1. *(a)* एक तंत्र का खंड आरेख नीचे दर्शाया गया है :



खंड आरेख लघुकरण विधि का उपयोग करते हुए समग्र अन्तरण फलन $\frac{Y(s)}{R(s)}$ का मान निकालिये।

The block diagram of a system is as shown below :



Evaluate the overall transfer function $\frac{Y(s)}{R(s)}$ using block diagram reduction technique. 10

(b) 8085 सूक्ष्म-संसाधित्र (माइक्रोप्रोसेसर) द्वारा की जाने वाली क्रियाविधि की व्याख्या कीजिये, जब निम्नलिखित निर्देशों का निष्पादन होता है :

(i) JMP अप्रतिबंधित (अनकंडिशनली)

(ii) POP

(iii) PUSH

(iv) RET

(v) STC

Explain the operation performed by 8085 microprocessor when the following instructions are executed :

(i) JMP unconditionally

(ii) POP

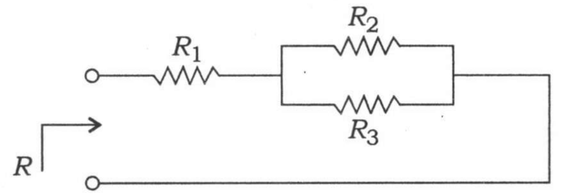
(iii) PUSH

(iv) RET

(v) STC 2×5=10

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

(c) नीचे चित्र में दर्शाये गये परिपथ के लिये



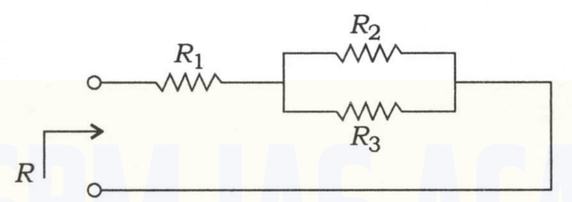
इसके संयुक्त प्रतिरोध R के मान में समग्र अनिश्चितता के लिये व्यंजक दीजिये। इसके आगे, संयुक्त प्रतिरोध R के मान में समग्र अनिश्चितता का मान निकालिये, जब अन्य प्रतिरोधों के वैयक्तिक मान हैं

$$R_1 = 50 \pm 0{\cdot}1 \ \Omega$$

$$R_2 = 100 \pm 0{\cdot}2 \ \Omega$$

$$R_3 = 100 \pm 0{\cdot}2 \ \Omega$$

For the circuit shown in the figure below



SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

give expression for the overall uncertainty in the value of combined resistance R. Further, evaluate the overall uncertainty in the value of combined resistance R, when individual values of the resistors are as

$$R_1 = 50 \pm 0{\cdot}1 \ \Omega$$

$$R_2 = 100 \pm 0{\cdot}2 \ \Omega$$

$$R_3 = 100 \pm 0{\cdot}2 \ \Omega$$

10

(d) एक कारखाने का नियत भार 860 kW है और यह 0·85 के शक्ति गुणक पर कार्य करता है। विद्युत् उपयोगिता कम्पनी इसे ऊर्जा प्रदान करने के लिये निम्नलिखित दो वैकल्पिक दरें प्रस्तावित करती है :

(i) LV आपूर्ति ₹ 30/kVA अधिकतम माँग/वर्ष + 12 पैसे/kWh पर

(ii) HV आपूर्ति ₹ 25/kVA अधिकतम माँग/वर्ष + 10 पैसे/kWh पर

HV स्विचगियर की कीमत ₹ 50/kVA और पूर्ण भार पर इसकी हानि 4% है। स्विचगियर का ब्याज और मूल्यह्रास शुल्क इसकी पूँजी लागत का 10% है। यदि कारखाना एक हफ्ते में 48 घंटे चलता है, तो अधिक किफायती ऊर्जा की वैकल्पिक दर का निर्धारण कीजिये।

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

A factory has a fixed load of 860 kW and is operating at 0·85 power factor. The electric utility company offers to supply energy at the following two alternate rates :

(i) LV supply at ₹ 30/kVA max demand/annum + 12 paise/kWh

(ii) HV supply at ₹ 25/kVA max demand/annum + 10 paise/kWh

The HV switchgear costs ₹ 50/kVA and switchgear losses at full load amount to 4%. Interest and depreciation charges for switchgear are 10% of the capital cost. If the factory is to work 48 hours/week, then determine the more economical tariff option. 10

(e) यदि जनित्र (जनरेटर) बहुपद $(x^4 + x + 1)$ है और संदेश बिट 1101101 हैं, तो CRC कूट (कोड) प्राप्त कीजिये।

If the generator polynomial is $(x^4 + x + 1)$ and the message bits are 1101101, then obtain the CRC code. 10

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

2. (a) एक रेखीय समय-अपरिवर्ती प्रणाली निम्न अवस्था-समष्टि (स्टेट-स्पेस) निरूपण द्वारा प्रदर्शित है :

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & -0\cdot5 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ k \end{bmatrix} u$$

$$y = [1 \quad 0]\, x$$

एक ऐसे कला अग्रगामी क्षतिपूरक (फेज लीड कम्पन्सेटर) की रचना कीजिये, जिससे प्रणाली के 2% सहिष्णुता (टॉलरेंस) बैंड में स्थिरण काल 2 सेकंड हो और इसकी अवमंदित प्राकृतिक आवृत्ति 2 rad/s हो। निष्क्रिय घटकों (पैसिव कम्पोनेन्ट) का उपयोग करते हुए रचित क्षतिपूरक को साकार भी कीजिये।

An LTI system with the following state-space representation is given :

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & -0\cdot5 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ k \end{bmatrix} u$$

$$y = [1 \quad 0]\, x$$

Design a phase lead compensator so that the system achieves a settling time of 2 seconds for a 2% tolerance band and has a damped natural frequency of 2 rad/s. Also realize the designed compensator using passive components. 20

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

(b) निम्नलिखित कार्यों के संपादन हेतु, 8085 सूक्ष्म-संसाधित्र (माइक्रोप्रोसेसर) के लिये निर्देशों को लिखिये :

(i) जीरो फ्लैग सेट कीजिये, जब एक पंजी जोड़े (रजिस्टर पेयर) का उपयोग अधोगणित्र (डाउन काउंटर) की तरह होता है

(ii) यदि स्मृति स्थान 2050H में F8H बाइट समाविष्ट होती है, तो संचायक (ऐक्यूमुलेटर) को स्थान 2050H की अंतर्वस्तु (सामग्री) से भरण (लोड) कीजिये

(iii) यदि पंजी H और L में 20H और 50H हैं, तो स्मृति स्थान 2050H में 3AH का भरण कीजिये

(iv) यदि संचायक में 37H है और बॉरो फ्लैग सेट है, तो संचायक से 25H को बॉरो के साथ घटाइये

(v) संचायक को, जिसमें डाटा बाइट 89H है, पूरक (कॉम्प्लिमेंट) कीजिये

For 8085 microprocessor, write the instructions to perform the following :

(i) Set the zero flag when a register pair is used as a down counter

(ii) Load the accumulator with the contents of location 2050H, if memory location 2050H contains byte F8H

(iii) Load 3AH in memory location 2050H, if registers H and L contain 20H and 50H

(iv) Subtract 25H with borrow from accumulator, if the accumulator contains 37H and the borrow flag is set

(v) Complement the accumulator, which has data byte 89H 4×5=20

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

(c) एक चल-कुण्डली यंत्र 10 Ω प्रतिरोध के साथ 1 mA धारा के लिये पूर्ण पैमाने पर विक्षेपण देता है। एक मैंगनिन शंट का उपयोग इसकी परास (रेंज) को 1 A तक बढ़ाने के लिये किया जाता है। तापमान में 5 °C कम होने के कारण उत्पन्न त्रुटि की गणना कीजिये, जब—

(i) मैंगनिन शंट सीधे चल-कुण्डली के आर-पार जोड़ा जाता है;

(ii) मैंगनिन शंट लगाने के पहले एक 90 Ω के मैंगनिन प्रतिरोध का उपयोग चल-कुण्डली के साथ श्रेणीक्रम में किया जाता है।

मान लीजिये कि ताँबे (कॉपर) का तापमान गुणांक 0·004/°C तथा मैंगनिन का 0·00015/°C है।

A moving-coil instrument with a resistance of 10 Ω gives full-scale deflection for a current of 1 mA. A manganin shunt is used to extend its range to 1 A. Calculate the error caused by a 5 °C fall in temperature, when—

(i) the manganin shunt is directly connected across the moving coil;

(ii) a 90 Ω manganin resistance is used in series with the moving coil, before applying manganin shunt.

Assume temperature coefficient of copper as 0·004/°C and that of manganin as 0·00015/°C. 10

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

3. *(a)* *(i)* एक काल-विलम्ब (टाइम-डिले) तंत्र, जो कि निम्नांकित अंतरण फलन द्वारा अनुमानित है, के लिये अनुमानित मूल बिन्दुपथ (रूट लोकस) आलेख खींचिये :

$$G(s) = \frac{K\left(1-\frac{s}{2}\right)}{s(s+1)\left(1+\frac{s}{2}\right)}$$

K के उस अधिकतम मान की भी गणना कीजिये, जिसके लिये तंत्र, इकाई पुनर्निवेश के तहत स्थिर हो। इस मान की पुष्टि मूल बिन्दुपथ आलेख से भी कीजिये।

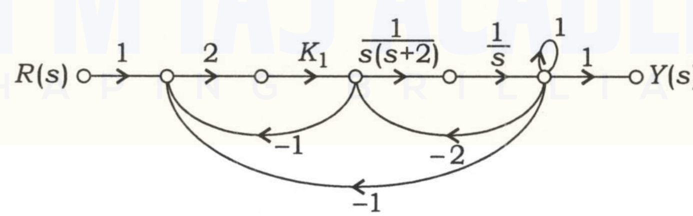
Sketch the approximate root locus plot for a time-delay system approximated by the transfer function

$$G(s) = \frac{K\left(1-\frac{s}{2}\right)}{s(s+1)\left(1+\frac{s}{2}\right)}$$

Also compute the largest value of K for which the system is stable under unity feedback. Verify this value from the root locus plot. 10

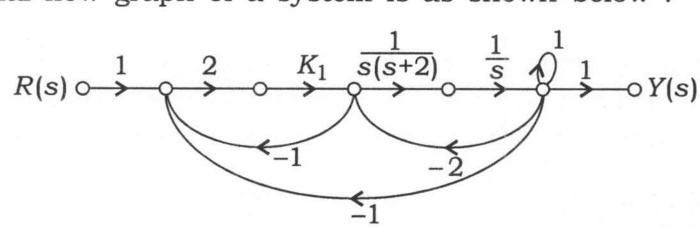
SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

(ii) एक तंत्र का संकेत प्रवाह आलेख (सिग्नल फ्लो ग्राफ) नीचे दर्शाया गया है :



समग्र अंतरण $\frac{R(s)}{Y(s)}$ का निर्धारण कीजिये, और $s = 10$ पर K_1 में उतार-चढ़ाव के लिये उत्पादन (आउटपुट) की संवेदनशीलता का मान निकालिये। दिष्ट धारा (डी० सी०) स्थिति (यानि $s = 0$) के तहत संवेदनशीलता का क्या मान प्राप्त होगा?

The signal flow graph of a system is as shown below :



Determine the overall transmission $\frac{R(s)}{Y(s)}$, and evaluate the sensitivity of the output to variations in K_1 at $s = 10$. What would be the value of sensitivity obtained under DC condition, i.e., $s = 0$? 10

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

(b) एक सेतु के निम्नलिखित विन्यास हैं :

भुजा AB : एक चोक कुण्डली, जिसके प्रतिरोध R_1 एवं प्रेरकत्व L_1 अज्ञात हैं

भुजा BC : एक गैर-प्रेरणिक प्रतिरोध R_3

भुजा DA : एक गैर-प्रेरणिक प्रतिरोध R_2

भुजा CD : एक माइका संधारित्र, जिसकी धारिता C_4 है, के श्रेणीक्रम में एक गैर-प्रेरणिक प्रतिरोध R_4

सेतु का संतुलन 400 Hz पर, घटकों के निम्नांकित मानों के लिये प्राप्त होता है :

$$R_2 = 2000\ \Omega,\quad R_3 = 500\ \Omega,\quad C_4 = 0\cdot 2\ \mu\text{F},\quad R_4 = 70\cdot 9\ \Omega$$

मान लीजिये कि संधारित्र का श्रेणीक्रम प्रतिरोध $0\cdot 1\ \Omega$ है। चोक कुण्डली के प्रतिरोध एवं प्रेरकत्व की गणना कीजिये। संतुलन की अवस्था में सेतु का कला (फेज़र) आरेख भी रेखांकित कीजिये तथा चोक कुण्डली के Q गुणांक का मान निकालिये।

A bridge consists of the following configurations :

Arm AB : A choke coil of unknown resistance R_1 and unknown inductance L_1

Arm BC : A non-inductive resistance R_3

Arm DA : A non-inductive resistance R_2

Arm CD : A mica condenser with capacitance C_4 in series with a non-inductive resistance R_4

Bridge balance is obtained at 400 Hz with the following component values :

$$R_2 = 2000\ \Omega,\quad R_3 = 500\ \Omega,\quad C_4 = 0\cdot 2\ \mu\text{F},\quad R_4 = 70\cdot 9\ \Omega$$

Assume that capacitor has a series resistance of $0\cdot 1\ \Omega$. Calculate the resistance and inductance of the choke coil. Also sketch the phasor diagram for the bridge under balanced conditions, and evaluate Q factor of the choke coil. 20

(c) नकाबपोश क्रमभंजक (मास्केबल इंटरप्ट) की व्याख्या कीजिये। नकाबपोश क्रमभंजक के पावती चक्र के लिए काल-आरेख आरेखित कीजिये। प्रत्येक घटिका चक्र में गतिविधियों को क्रमबद्ध कीजिये।

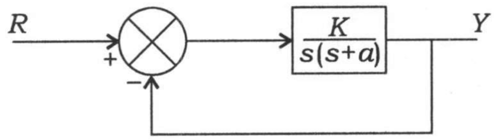
Explain maskable interrupt. Draw the timing diagram for the maskable interrupt acknowledgement cycle. List the activities in each clock cycle. 10

4. (a) (i) एक द्वितीय क्रम (ऑर्डर) प्रकार-1 (टाइप-1) तंत्र जिसमें कोई शून्य नहीं है, दिया गया है। यह तंत्र इकाई पुनर्निवेश के तहत $8\cdot 2$ rad/s की अनुनाद आवृत्ति पर अनुनाद शिखर का मान $1\cdot 36$ देता है। तंत्र के अन्तरण फलन $G(s)$ की गणना कीजिये, एवं इकाई पुनर्निवेश के तहत निवेश (इनपुट) सिग्नल $x(t) = 2u(t) + 3t \cdot u(t)$ के लिये इसकी स्थायी-दशा त्रुटि की गणना कीजिये।

Consider a second-order type-1 system with no zeros. The system under unity feedback admits a resonant peak of $1\cdot 36$ at resonant frequency $8\cdot 2$ rad/s. Compute the transfer function $G(s)$, and its steady-state error due to input signal $x(t) = 2u(t) + 3t \cdot u(t)$ under unity feedback. 10

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

(ii) नीचे चित्र में दर्शाये गये तंत्र के लिये

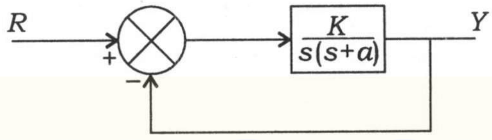


इकाई पद अनुक्रिया (रेस्पॉन्स)

$$y(t) = 1 - 1 \cdot 15 e^{-2t} \sin\left(3 \cdot 464t + \frac{\pi}{3}\right)$$

द्वारा दी गई है। तंत्र का अवस्था-समष्टि (स्टेट-स्पेस) निरूपण, प्रेक्षणीय (आब्जर्वेबल) विहित (कैनोनिकल) रूप में प्राप्त कीजिये।

For the system shown in the figure below



the unit step response is given by

$$y(t) = 1 - 1 \cdot 15 e^{-2t} \sin\left(3 \cdot 464t + \frac{\pi}{3}\right)$$

Obtain the state-space representation of the system in observable canonical form. 10

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

(b) *(i)* 8085 सूक्ष्म-संसाधित्र (माइक्रोप्रोसेसर) में निम्नलिखित कार्य करने के लिये एक प्रोग्राम लिखिये :

1. संचायक (ऐक्यूमुलेटर) को खाली (क्लीयर) कीजिये
2. 47H को जोड़िये (ADI निर्देश का उपयोग करते हुए)
3. 92H को घटाइये
4. 64H को जोड़िये
5. 92H को घटाने और 64H को जोड़ने के पश्चात् परिणाम प्रदर्शित कीजिये

आप जिस उत्तर की आशा करते हैं उसे निर्गत पोर्ट पर निर्दिष्ट कीजिये। संचायक में सीधे अंक 47H जोड़ने के पहले संचायक को खाली करने का कारण भी बताइये।

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

For 8085 microprocessor, write a program to do the following :

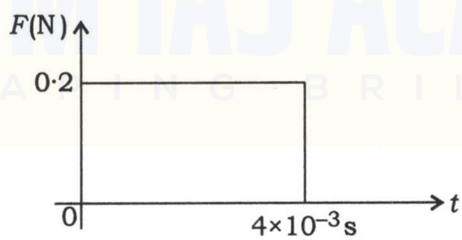
1. Clear the accumulator
2. Add 47H (using ADI instruction)
3. Subtract 92H
4. Add 64H
5. Display the results after subtracting 92H and after adding 64H

Specify the answer you would expect at the output port. Also give the reason for clearing the accumulator before adding the number 47H directly to the accumulator. 10

(ii) CY फ्लैग को खाली (क्लीयर) करने और FFH को पंजी (रजिस्टर) B में भरण करने तथा पंजी B में वृद्धि के लिये निर्देश लिखिये। यदि CY फ्लैग सेट है, तो निर्गत पोर्ट पर 1 प्रदर्शित कीजिये अन्यथा पंजी B की अन्तर्वस्तुओं (कॉन्टेन्ट) को प्रदर्शित कीजिये। अपने परिणाम की व्याख्या कीजिये।

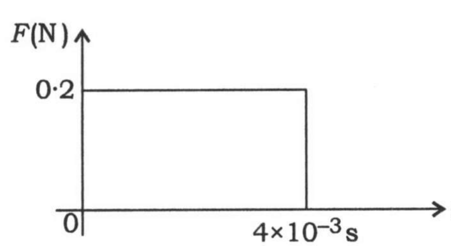
Write the instruction to clear the CY flag to load FFH in register B and increment (B). If the CY flag is set, display 1 at the output port; otherwise, display the contents of register B. Explain your result. 10

(c) एक कार्ट्ज दाब-विद्युत् (पीज़ोइलेक्ट्रिक) पारांतक (ट्रांसड्युसर) की संधारिता 3000 pF, वोल्टेज संवेदनशीलता (सुग्राहिता) $0{\cdot}06$ V-m/N तथा प्रतिरोध 10^7 MΩ है। मापन तंत्र (प्रणाली) की प्रतिबाधा में संधारिता 300 pF तथा इसके समानान्तर में 1 MΩ का प्रतिरोध संयोजित है। एक बल, जैसा चित्र में दर्शाया गया है, ट्रांसड्युसर के आर-पार आरोपित किया जाता है :



$t = 4$ ms के तुरन्त पहले एवं बाद में वोल्टता ज्ञात कीजिये। [क्वार्ट्ज की पारगम्यता (परमिटिविटी) $40{\cdot}6 \times 10^{-12}$ F/m है]

A quartz piezoelectric transducer having a capacitance of 3000 pF and voltage sensitivity of $0{\cdot}06$ V-m/N has a resistance of 10^7 MΩ. The impedance of the measuring system has a capacitance of 300 pF in parallel with a 1 MΩ resistance. A force as shown in the figure is applied across the transducer :



Find the voltages just before and after $t = 4$ ms. [Permittivity of quartz is $40{\cdot}6 \times 10^{-12}$ F/m] 10

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

खण्ड—B / SECTION—B

5. *(a)* एक द्वितीय क्रम (ऑर्डर) का रेखीय समय-अपरिवर्ती तंत्र $G(s)$ दिया गया है, जिसकी सापेक्ष डिग्री 2 है। इकाई पुनर्निवेश विन्यास के तहत $G(s)$ के इकाई पद निवेश (यूनिट स्टेप इनपुट) के लिये स्थायी-दशा त्रुटि शून्य है, तथा इकाई प्रवण (रैंप) निवेश के लिये स्थायी-दशा त्रुटि 0·1 है। पुनः यह तंत्र इकाई पुनर्निवेश के तहत, इकाई पद अनुक्रिया (रेस्पॉन्स) में, 2% सहिष्णुता (टॉलरेंस) बैंड में स्थिरण काल 4 सेकंड प्राप्त करता है। अब $G(s)$ के साथ T सेकंड का एक विलम्बन (डिले) सोपानित (कैस्केड) किया जाता है। T के उस मान की गणना सेकंड में कीजिये, जो कि विलम्बित (डिलेड) तंत्र को इकाई पुनर्निवेश विन्यास के तहत दोलित करेगा।

Given a second-order linear time-invariant system $G(s)$ with a relative degree of 2. $G(s)$ admits a zero steady-state error for unit step input and steady-state error of 0·1 for unit ramp input under unity feedback configuration. Further, it admits a settling time of 4 seconds for 2% tolerance band in its unit step response under unity feedback. A delay of T seconds is now placed in cascade with $G(s)$. Calculate the value of T in seconds that will make the delayed system oscillate under unity feedback configuration. 10

(b) एक आवृत्ति गणित्र (फ्रीक्वेंसी काउंटर), जिसकी परिशुद्धता (ऐक्युरेसी) $\pm 1\text{LSD} \pm (1 \times 10^{-6})$ है, को 100 Hz, 1 MHz और 100 MHz आवृत्तियों के मापन हेतु लगाया जाता है। प्रत्येक दशा के लिये मापन त्रुटि के प्रतिशत की गणना कीजिये। त्रुटि पर समय आधार (टाइम बेस) का क्या प्रभाव है?

A frequency counter with an accuracy of $\pm 1\text{LSD} \pm (1 \times 10^{-6})$ is employed to measure frequencies of 100 Hz, 1 MHz and 100 MHz. Calculate the percentage measurement error in each case. What is the effect of time base on error? 10

(c) एक 11 kV, 50 Hz प्रत्यावर्ती धारा जनित्र (आल्टरनेटर) एक ऐसे तंत्र से संयोजित है जिसका प्रतिकला प्रेरकत्व (इंडक्टेन्स) एवं धारिता क्रमशः 10 mH और 0·01 μF है। निर्धारण कीजिये *(i)* परिपथ वियोजक (सर्किट ब्रेकर) के संपर्क बिंदुओं के आर-पार अधिकतम वोल्टता, *(ii)* अल्पकालिक (ट्रांजियेंट) दोलन आवृत्ति, *(iii)* औसत RRRV और *(iv)* अधिकतम RRRV.

An 11 kV, 50 Hz alternator is connected to a system which has inductance and capacitance per phase of 10 mH and 0·01 μF respectively. Determine *(i)* the maximum voltage across circuit breaker contacts, *(ii)* the frequency of transient oscillation, *(iii)* the average RRRV and *(iv)* the maximum RRRV. 10

(d) 50 MVA के चार प्रत्यावर्ती धारा जनित्रों को, जिनमें प्रत्येक का प्रतिघात 15% है, 35 MVA के चार रियेक्टरों के साथ एक साझे बस बार में संयोजित किया गया है। प्रत्येक रियेक्टर का प्रतिघात 10% है। प्रत्येक प्रत्यावर्ती धारा जनित्र एवं उसके रियेक्टर की संधि (जंक्शन) पर फीडर संयोजित हैं। प्रत्येक फीडर के परिपथ वियोजक (सर्किट ब्रेकर) की रेटिंग का निर्धारण कीजिये।

Four 50 MVA alternators of 15% reactance each are connected via four 35 MVA reactors each of 10% reactance to a common bus bar. The feeders are connected to the junction of each alternator and its reactor. Determine the rating of each feeder circuit breaker. 10

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

(e) एक कूट (कोड) 'डॉट्स' एवं 'डैशेज' से निर्मित है। मान लीजिये कि एक डैश, एक डॉट से तीन गुना लम्बा है, तथा इसके उपस्थित होने की प्रायिकता, डॉट के उपस्थित होने की प्रायिकता से एक-तिहाई है। गणना कीजिये—

(i) एक डॉट एवं एक डैश में सूचना;

(ii) डॉट-डैश कूट की एन्ट्रॉपी;

(iii) सूचना की औसत दर, यदि एक डॉट 10 ms तक रहता है और यह समय प्रतीकों के मध्य अनुमत है।

A code is made up of 'dots' and 'dashes'. Assuming that a dash is three times as long as a dot with one-third the probability of occurrence of a dot, calculate—

(i) the information in a dot and a dash;

(ii) the entropy of the dot-dash code;

(iii) the average rate of information, if a dot lasts for 10 ms and this time is allowed between symbols. 10

6. *(a)* एक एकल-कला, 50 Hz, 76·2 kV संचरण लाइन के प्रेषण-छोर पर वोल्टता, धारा तथा शक्ति गुणक का निर्धारण कीजिये, जबकि संचरण लाइन 12 MW का भार, 0·8 पश्चगामी शक्ति गुणक पर प्रदान करती है। संचरण लाइन के नियतांक $R = 25\ \Omega$, प्रेरकत्व 200 mH तथा लाइनों के मध्य धारिता 2·5 μF है। संचरण की विनियमता (रेगुलेशन) एवं दक्षता का भी निर्धारण कीजिये। सांकेतिक-π विधि का प्रयोग कीजिये। कला आरेख (फेज़र डायग्राम) को आरेखित कीजिये।

Determine the sending-end voltage, current, power factor of a single-phase, 50 Hz, 76·2 kV transmission line delivering a load of 12 MW at 0·8 p.f. lagging. The line constants are $R = 25\ \Omega$, inductance 200 mH and capacitance between lines is 2·5 μF. Also determine the regulation and efficiency of the transmission. Use nominal-π method. Draw the phasor diagram. 20

(b) 24 ध्वनि संकेतों को एकसमान रूप से पहले प्रतिचयनित (सैम्पल्ड) किया जाता है, उसके उपरान्त उन्हें काल-विभाजन (टाइम-डिविजन) से बहुल (मल्टीप्लेक्स्ड) किया जाता है। एक माइक्रोसेकंड अवधि के सपाट-शीर्ष (फ्लैट-टॉप) प्रतिचयन का उपयोग किया जाता है। बहुल संचालन, पर्याप्त आयाम एवं एक माइक्रोसेकंड अवधि की एक अतिरिक्त पल्स संयोजित कर तुल्यकालन (सिंक्रोनाइजेशन) प्रदान करता है। प्रत्येक ध्वनि संकेत का उच्चतम आवृत्ति घटक 3·4 kHz है।

(i) प्रतिचयन दर को 8 kHz मानते हुए बहुल संकेत के उत्तरोत्तर पल्स के मध्य अन्तराल प्राप्त कीजिये।

(ii) नाइक्विस्ट प्रतिचयन दर का उपयोग मानते हुए अपनी गणना को दोहराइये।

24 voice signals are sampled uniformly and then time-division multiplexed. Flat-top sampling is used with one microsecond duration. Multiplexing operation provides for synchronization by adding an extra pulse of sufficient amplitude and also one microsecond duration. The highest frequency component of each voice signal is 3·4 kHz.

(i) Assuming a sampling rate of 8 kHz, find the spacing between successive pulses of the multiplexed signal.

(ii) Repeat your calculations by assuming the use of Nyquist rate sampling. 20

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

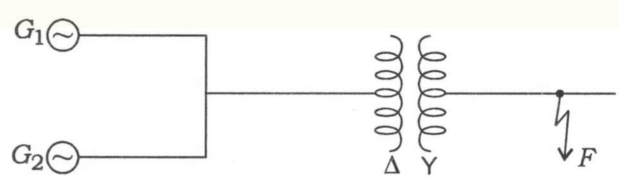
(c) एक 3-कला, 33 kV, तारा (स्टार)-संयोजित प्रत्यावर्ती धारा जनित्र को परिसंचारी धारा संरक्षण का उपयोग कर संरक्षित किया जाता है। सूचक तारों (पाइलट वायर) को 100/5 अनुपात के धारा परिणामित्र (करेन्ट ट्रांसफॉर्मर) की द्वितीयक कुण्डली से संयोजित किया गया है। संरक्षी रिले का संचालन, सूचक तारों में 1 A की असंतुलित धारा के लिये समायोजित किया गया है। निर्धारण कीजिये *(i)* भूसंपर्कन प्रतिरोध (अर्थिंग रेजिस्टेंस) का मान, जो कि 90% कुण्डली को संरक्षित करेगा और *(ii)* संरक्षित कुण्डली का प्रतिशत, यदि भूसंपर्कन प्रतिरोध 15 Ω है।

A 3-phase, 33 kV, star-connected alternator is to be protected using circulating current protection. The pilot wires are connected to the secondary windings of 100/5 ratio current transformer. The protective relay is adjusted to operate with an out of balance current of 1 A in the pilot wires. Determine *(i)* the earthing resistance which will protect 90% of the winding and *(ii)* the percent of the winding which would be protected, if the earthing resistance is 15 Ω. 10

7. *(a)* जैसा कि निम्न चित्र में दर्शाया गया है, दो जनित्र, एक 3-कला, Δ-Y परिणामित्र की निम्न-वोल्टता की ओर समानान्तर में जुड़े हैं :

जनित्र 1 की अनुमत क्षमता (रेटिंग) 60 MVA, 13·8 kV है
जनित्र 2 की अनुमत क्षमता 30 MVA, 13·8 kV है

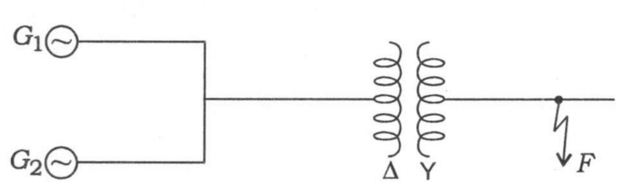
प्रत्येक जनित्र का उपक्षणिक प्रतिघात 20% है। परिणामित्र की अनुमत क्षमता (रेटिंग) 90 MVA, 13·8 Δ/69 Y kV, 10% प्रतिघात के साथ है। दोष (फॉल्ट) के पहले उच्च-वोल्टता की ओर परिणामित्र की वोल्टता 66 kV है। परिणामित्र पर कोई भार नहीं है, और जनित्रों के मध्य कोई भी परिसंचरण धारा नहीं है। प्रत्येक जनित्र की उपक्षणिक धारा का मान ज्ञात कीजिये, जबकि एक 3-कला लघु परिपथन (शॉर्ट सर्किट) दोष, परिणामित्र की उच्च-वोल्टता की ओर घटित होता है :



Two generators are connected in parallel to the low-voltage side of a 3-phase, Δ-Y transformer as shown below :

Generator 1 is rated 60 MVA, 13·8 kV
Generator 2 is rated 30 MVA, 13·8 kV

Each generator has a subtransient reactance of 20%. The transformer is rated 90 MVA, 13·8 Δ/69 Y kV with a reactance of 10%. Before the fault occurs, the voltage on the high-tension side of the transformer is 66 kV. The transformer is unloaded, and there is no circulating current between the generators. Find the subtransient current in each generator, when a 3-phase short circuit occurs on the high-tension side of the transformer :



20

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

(b) (i) लाइन कोडिंग क्या है? डाटा अनुक्रम 10101110 के लिये निम्नलिखित लाइन कोडिंग योजनाओं के तहत तरंगरूपों (वेवफॉर्म) को आरेखित कीजिये :

1. ध्रुवीय NRZ योजना
2. द्वि-ध्रुवीय NRZ योजना
3. विभेदक (डिफरेंशियल) मैनचेस्टर योजना
4. RZ ध्रुवीय योजना

What is line coding? For the data sequence 10101110, draw the waveforms for the following line coding schemes :

1. Polar NRZ scheme
2. Bipolar NRZ scheme
3. Differential Manchester scheme
4. RZ polar scheme 10

(ii) एक PCM तंत्र 4096 क्वांटमन स्तरों (क्वांटाइजेशन लेवल) का प्रयोग करते हुए 40 dB आयतन परास (वॉल्यूम रेंज) के टेलीफोन संकेतों को संभालता है।

1. उच्चतम ज्यावक्रीय संकेत स्तर के लिये SNR क्या है?
2. निम्नतम ज्यावक्रीय संकेत स्तर के लिये SNR स्तर क्या है?
3. 10 dB का संपीडन (कम्प्रेशन) देने के साथ नया SNR क्या होगा?

A PCM system uses 4096 quantization levels to handle telephone signals with a volume range of 40 dB.

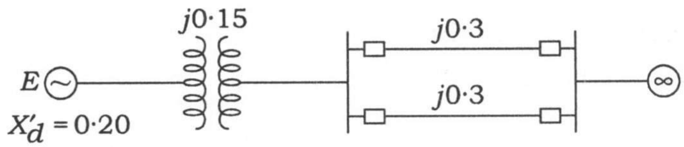
1. What is the SNR for maximum sinusoidal signal level?
2. What is the SNR level for the smallest sinusoidal signal level?
3. With a 10 dB compression provided, what will be the new SNR? 10

(c) योजनाबद्ध एवं परिपथ आरेखों की सहायता से दिष्टकारी (रेक्टिफायर) सेतु आयाम तुलनित्र (कॉम्परेटर) का प्रयोग करते हुए एक स्थिर (स्टैटिक) विभेदीय संरक्षण रिले की क्रियाविधि का वर्णन कीजिये।

With the help of schematic and circuit diagrams, describe the operation of a static differential protection relay, using the rectifier bridge amplitude comparator. 10

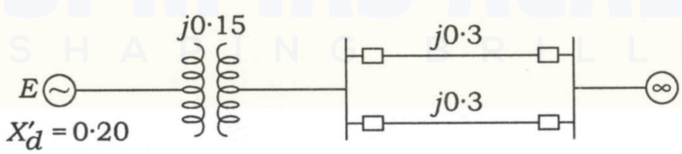
SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

8. *(a)* नीचे दर्शाये गये चित्र के एकल-लाइन आरेखं में एक जनित्र, समानान्तर संचरण लाइन के द्वारा एक अनन्त बस से जुड़ा है। मशीन 1 pu की शक्ति प्रदान करती है, एवं टर्मिनल की वोल्टता तथा अनन्त बस की वोल्टता, दोनों ही 1 pu हैं। आरेख पर दर्शाये गये अंक, एक सामान्य (साझे) आधार प्रणाली पर प्रतिघातों के मान को दर्शाते हैं। जैसा दर्शाया गया है, जनित्र का क्षणिक प्रतिघात 0·20 pu है। प्रचालन दशा में तंत्र के लिये अनुप्रयोज्य होने वाले शक्ति-कोण (पावर-ऐंगल) समीकरण का निर्धारण कीजिये। मशीन के लिये स्विंग समीकरण को भी व्युत्पन्न कीजिये :



$H = 4$ MJ/MVA दिया गया है।

The figure below shows the single-line diagram of a generator connected through parallel transmission lines to an infinite bus. The machine is delivering 1 pu power, and both the terminal voltage and the infinite bus voltage are 1 pu. The numbers on the diagram indicate the values of the reactances on a common system base. The transient reactance of the generator is 0·20 pu as indicated. Determine the power-angle equation for the system applicable to the operating conditions. Also develop the swing equation of the machine :



Given $H = 4$ MJ/MVA. 20

(b) 1/3 दर संवलन कूटत्र (कॉन्वोल्यूशन एन्कोडर) का आरेख आरेखित कीजिये। 1/3 दर संवलन कूटत्र के लिये तत्संगत कूट (कोड) वृक्ष (ट्री) लिखिये।

Draw the diagram of a 1/3 rate convolution encoder. Write the corresponding code tree for the 1/3 rate convolution encoder. 20

(c) पट्टित (बेल्टेड) प्रकार के एक 3-कोर केबिल की धारितायें मापित होने पर निम्नवत् पायी जाती हैं :

(i) तीनों कोरों को एक-दूसरे से गुच्छित (बन्चूड) करके उनके और कोष (आवरण) के बीच, 8 μF

(ii) एक चालक और कोष के बीच, जबकि अन्य दो चालक कोष के साथ जुड़े हैं, 5 μF

न्यूट्रल के साथ केबिल की धारिता एवं सम्पूर्ण आवेशन kVA की गणना कीजिये, जबकि केबिल 11 kV, 50 Hz, 3-कला स्रोत (सप्लाई) से संयोजित है।

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

The capacitances of a 3-core cable of belted type are measured and found to be as follows :

(i) Between 3 cores bunched together and the sheath, 8 μF

(ii) Between one conductor and the other two connected together to the sheath, 5 μF

Calculate the capacitance to the neutral and the total charging kVA, when the cable is connected to an 11 kV, 50 Hz, 3-phase supply. 10

★★★

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE

SPM IAS ACADEMY
SHAPING BRILLIANCE