

CSM—29/22
ELECTRICAL ENGINEERING
ଇଲେକ୍ଟ୍ରିକାଲ୍ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ
PAPER—II

Candidate
must not
write on
this margin.

Time : 3 Hours

ସମୟ : ୩ ଘଣ୍ଟା

Full Marks : 250

ପୂର୍ଣ୍ଣ ସଂଖ୍ୟା : ୨୫୦

The figures in the right-hand margin indicate marks.

ପ୍ରଶ୍ନପତ୍ରର ଡାହାଣ ପଟେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ପ୍ରଶ୍ନର ମାର୍କ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।

*Candidates should attempt **any 10 (ten)** questions of **GROUP—A** with word limit of 250 words and should attempt **any 5 (five)** questions from **GROUP—B** with word limit of 300 words.*

ପରୀକ୍ଷାର୍ଥୀମାନେ **GROUP—A** ରୁ ଯେକୌଣସି ୧୦ଟି ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର ୨୫୦ ଶବ୍ଦ ମଧ୍ୟରେ ଏବଂ **GROUP—B** ରୁ ଯେକୌଣସି ୫ଟି ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର ୩୦୦ ଶବ୍ଦ ମଧ୍ୟରେ ସୀମିତ ରଖିବେ ।

GROUP—A

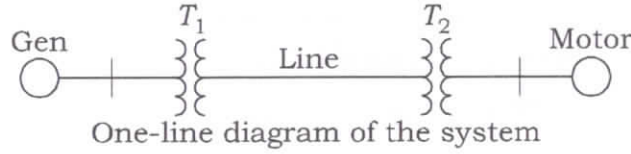
Answer **any ten** of the following :

1. (a) A synchronous generator and a synchronous motor each rated 25 MVA, 11 kV having 15% sub-transient reactance are connected through transformer and a line as shown in the figure. The transformers are rated 25 MVA, 11 kV/66 kV and 66 kV/11 kV with leakage reactance of 10% each. The line has a reactance of 10% on a base of 25 MVA, 66 kV. The motor is drawing 15 MW at 0.8 pf. leading and a terminal voltage of 10.6 kV. When a symmetrical three-phase fault occurs at the motor terminal, find the sub-transient current in the generators, motor and fault current. 10

ଏକ ସିଞ୍ଚୋନସ୍ (synchronous) ଜେନେରେଟର ଏବଂ ସିଞ୍ଚୋନସ୍ ମୋଟର ପ୍ରତ୍ୟେକ 25 MVA, 11 kV ରେ 15% ସବ୍-ଟ୍ରାନ୍ସିଏଣ୍ଟ୍ ରିଆକ୍ଟାନ୍ସ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଥିବା ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ଏବଂ ଚିତ୍ରରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ରେଖା ମାଧ୍ୟମରେ ସଂଯୁକ୍ତ । ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ଗୁଡ଼ିକ 25 MVA, 11 kV/66 kV ଏବଂ 66 kV/11 kV ରେଟ୍ ହୋଇଛି ଯାହା ପ୍ରତ୍ୟେକରେ 10%

Candidate
must not
write on
this margin.

ଲିକେଜ୍ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଅଛି । 25 MVA, 66 kV ଆଧାରରେ ଏକ ଲାଇନରେ 10% ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଅଛି । ମୋଟରଟି 0.8 pf ଅଗ୍ରଣୀରେ 15 ମେଗାଓ୍ଵାଟ୍ ଏବଂ 10.6 kV ର ଟର୍ମିନାଲ ଭୋଲଟେଜ୍ ଚିତ୍ର କରୁଛି । ଯେତେବେଳେ ମୋଟର ଟର୍ମିନାଲରେ ଏକ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ତିନି-ପର୍ଯ୍ୟାୟ ଡ୍ରୁଟି ଘଟେ, ଜେନେରେଟର, ମୋଟର ଏବଂ ଫଲ୍ଲୁ କରେଣ୍ଟରେ ଉପକ୍ଷଣ ସ୍ଥାୟୀ କରେଣ୍ଟକୁ ଖୋଜି ବାହାର କର ।

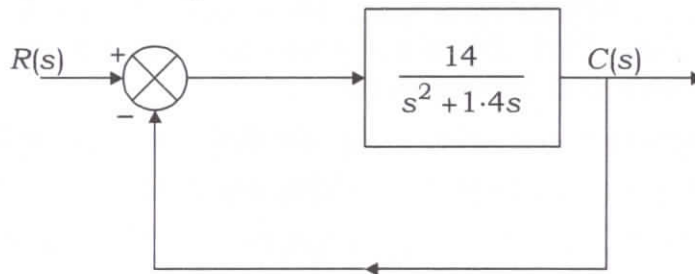


- (b) A coil is tuned to resonance at 1.5 MHz with a resonating capacitance of 450 pF. At 2.5 MHz, the resonance is obtained with a resonating capacitance of 100 pF. Determine the self-capacitance of the coil, true and indicated value of Q when $R = 15 \Omega$ for both the measurements. 5

450 pF ରିଜୋନେଟିଂ କ୍ୟାପିଟାନ୍ସ (resonating capacitance) ସହିତ 1.5 MHz ରେ ଏକ କୋଇଲ୍ ରେଜୋନନ୍ସରେ ପରିଣତ ହୋଇଛି । ପ୍ରତିକ୍ଷେପ 2.5 MHz ରେ 100 pF ରେସୋନାନ୍ସ capacitance ସହ ପ୍ରାପ୍ତ ହେଉଛି । ଉଭୟମାପ ପାଇଁ $R = 15 \Omega$ ଯେତେବେଳେ କଏଲର ସୂକ୍ଷ୍ମମତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର, Q ର ସତ୍ୟ ଏବଂ ସୂଚିତ ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରନ୍ତୁ ।

2. (a) A closed-loop control system with unity feedback is shown in the figure. By using derivative control, the damping ratio is to be made 0.7. Determine the derivative rate feedback $-K_t$. Also determine peak time, steady state error, rise time and maximum overshoot with and without feedback for unit ramp input. 10

ଏକ ଫିଡବ୍ୟାକ୍ ସହିତ ଏକ କ୍ଲୋଜଡ୍-ଲୁପ୍ (closed-loop) କଣ୍ଟ୍ରୋଲ ସିଷ୍ଟମ ଏକ ଚିତ୍ରରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । ଡେରିଭେଟିଭ (derivative) କଣ୍ଟ୍ରୋଲ ବ୍ୟବହାର କରି, ଡମ୍ପିଂ ଅନୁପାତ 0.7 କରିବାକୁ ହେବ । $-K_t$ ର ଡେରିଭେଟିଭ ରେଟ୍ ଫିଡବ୍ୟାକ୍ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରନ୍ତୁ । ସ୍ଥିତି, ରାମ୍ପ ଇନପୁଟ ପାଇଁ ମତାମତ ବିନା ଏବଂ ଶିଖର ସମୟ ସ୍ଥିରସ୍ଥିତି ଡ୍ରୁଟି, ବୃଦ୍ଧି ସମୟ ଏବଂ ସର୍ବାଧିକ ଓଭରଶୁଟ୍ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରନ୍ତୁ ।



(b) What are the types of lithography used in IC manufacturing? What is optical lithography? Write the processing steps of optical lithography in detail. 5

ଆଇ. ସି. ଉତ୍ପାଦନ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବ୍ୟବହୃତ ଲିଥୋଗ୍ରାଫିର ପ୍ରକାରଗୁଡ଼ିକ କ'ଣ? ଅପ୍ଟିକାଲ ଲିଥୋଗ୍ରାଫି କ'ଣ? ଅପ୍ଟିକାଲ ଲିଥୋଗ୍ରାଫିର ପ୍ରକ୍ରିୟାକରଣର ପଦକ୍ଷେପଗୁଡ଼ିକୁ ବିଷ୍ଣୁତଭାବେ ଲେଖନ୍ତୁ ।

**Candidate
must not
write on
this margin.**

3. (a) The I - J - K range vector components for a certain satellite, at $GST = 240^\circ$, are as given below. Calculate the corresponding range and the look angles for an earth station the coordinates for which are — latitude 48.42° N, longitude 89.26° W, height above mean sea level 200 m. $\rho_I = -1280$ km, $\rho_J = -1278$ km, $\rho_K = 66$ km. 10

$GST = 240^\circ$ ରେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଉପଗ୍ରହ ପାଇଁ I - J - K ପରିସର ଭେକ୍ଟର ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ ନିମ୍ନରେ ଦିଆଯାଇଛି । ଏକ ପୃଥିବୀ କ୍ଷେତ୍ର ପାଇଁ ସମ୍ପୃକ୍ତ ପରିସର ଏବଂ look angles ଗଣନା କର, ଯେଉଁ ଗୁଡ଼ିକ ପାଇଁ ଅକ୍ଷାଂଶ 48.42° N, ଦ୍ରାଘିମା 89.26° ୱ (W) ସମୁଦ୍ର ପତ୍ତନଠାରୁ ଉଚ୍ଚତା 200 ମିଟର, ପି.ଆଇ $\rho_I = -1280$ କି.ମି., $\rho_J = -1278$ କି.ମି., $\rho_K = 66$ କି.ମି. ।

(b) The X-deflecting plates in a cathode ray tube are 10 mm apart and 30 mm long. The center of the plates is 20 cm from the screen. The accelerating voltage is 3000 V. Find the r.m.s. value of the sinusoidal voltage applied to X-deflecting plates if the length of the trace obtained on the screen is 12 cm. Find also the electrostatic deflection sensitivity of the above CRT. 5

କ୍ୟାଥୋଡ୍ ରଶ୍ମିରେ ଥିବା ଏକ୍ସ-ଡିଫ୍ଲେକ୍ଟିଂ ପ୍ଲେଟଗୁଡ଼ିକ 10 mm ଅଲଗା ଏବଂ 30 mm ଲମ୍ବ ଅଟେ । ପ୍ଲେଟଗୁଡ଼ିକର କେନ୍ଦ୍ର ପରଦାଠାରୁ 20 cm ଅଟେ । ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ଭୋଲଟେଜ୍ ହେଉଛି 3000 V । ଏକ୍ସ-ଡିଫ୍ଲେକ୍ଟିଂ ପ୍ଲେଟରେ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଉଥିବା ସାଇନୋସଏଡାଲ୍ (sinusoidal) ଭୋଲଟେଜ୍‌ର r.m.s. ମୂଲ୍ୟ ଖୋଜ । ଯଦି ପରଦାରେ ମିଳିଥିବା ଚିହ୍ନର ଦୈର୍ଘ୍ୟ 12 cm ଥାଏ । ଉପରୋକ୍ତ CRT ର ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଷ୍ଟାଟିକ୍ ଡିଫ୍ଲେକ୍ସନ୍ ସଂବେଦନଶୀଳତା ମଧ୍ୟ ଖୋଜି ବାହାର କର ।

4. Dynamic response of uncontrolled two-area system : 15

Assumption-1 : Consider the case of two equal areas.

Assumption-2 : Consider the turbine controller *fast* relative to the rest of system, so that we can set $T_G = T_T = 0$ and therefore use $G_{GT_1} = G_{GT_2} = 1$.

Assumption-3 : Neglect the system damping. This means that we assume the loads not to vary with frequency; i.e. we set $D_1 = D_2 = 0$.

Prove that
$$\Delta P_{tie1}(s) = \frac{\Delta P_{D2}(s) - \Delta P_{D1}(s)}{s^2 + \left(\frac{f^0}{2RH}\right)s + \left(\frac{2\pi f^0 T_{12}^0}{H}\right)} \left(\frac{\pi f^0 T_{12}^0}{H}\right)$$

ଅନିୟନ୍ତ୍ରିତ (uncontrolled) ଦୁଇ-କ୍ଷେତ୍ର ଅବସ୍ଥାର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା :

ଅନୁମାନ-୧ : ଦୁଇଟି ସମାନ କ୍ଷେତ୍ରର case କୁ ବିଚାରକୁ ନେବା ।

ଅନୁମାନ-୨ : ବାକି ଅବସ୍ଥା ସହିତ ଚର୍ଚ୍ଚାଜନ ନିୟନ୍ତ୍ରକକୁ ଶୀଘ୍ର ବିଚାର କରନ୍ତୁ ଯାହାଫଳରେ ଆମେ $T_G = T_T = 0$ ସେଇ କରିପାରିବା ଏବଂ ସେଥିପାଇଁ $GG_{GT1} = GG_{GT2} = 1$ ବ୍ୟବହାର କରିପାରିବା ।

ଅନୁମାନ-୩ : ସିଷ୍ଟମ ତୃପ୍ତିକୁ ଅବହେଳା କରନ୍ତୁ । ଏହାର ଅର୍ଥ ହେଉଛି ଯେ ଆମେ ଅନୁମାନ କରୁ ଯେ ଭାରଗୁଡ଼ିକ ଫ୍ରିକ୍ୱେନ୍ସି ସହିତ ଭିନ୍ନ ହେବ ନାହିଁ; ଅର୍ଥାତ ଆମେ $D_1 = D_2 = 0$ । ପ୍ରମାଣ କର

$$\Delta P_{tie1}(s) = \frac{\Delta P_{D2}(s) - \Delta P_{D1}(s)}{s^2 + \left(\frac{f^0}{2RH}\right)s + \left(\frac{2\pi f^0 T_{12}^0}{H}\right)} \left(\frac{\pi f^0 T_{12}^0}{H}\right)$$

5. (a) For the control system shown in the figure — 10

କଣ୍ଟ୍ରୋଲ ସିଷ୍ଟମ ପାଇଁ ଚିତ୍ରରେ ଦେଖାଯାଇଛି, ନିମ୍ନ ନିଅନ୍ତୁ

(i) determine peak overshoot, M_p for unit ramp input;

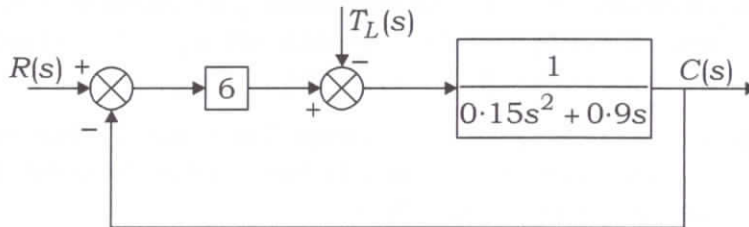
ପିକ୍ ଓଭରଶୁଟ୍, ଯୁନିଟ୍ ରାମ୍ପ ଇନ୍ପୁଟ ପାଇଁ M_p ;

(ii) determine steady state error, e_{ss} for unit ramp input;

ସ୍ଟେଡି ସ୍ଟେଟ୍ ତ୍ରୁଟି, ଯୁନିଟ୍ ରାମ୍ପ ଇନ୍ପୁଟ ପାଇଁ e_{ss} ;

(iii) calculate the steady state value of the output when the input shaft is held fixed and a sudden torque $T_L = 1$ Nm is applied.

ଯେତେବେଳେ ଇନ୍ପୁଟ ଶାଫ୍ଟ ଛିର ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ହଠାତ୍ ଟର୍କ $T_L = 1$ Nm ପ୍ରୟୋଗ ହୁଏ, ସେତେବେଳେ ଆଉଟପୁଟ୍ ଛିରଛିତି ମୂଲ୍ୟ ଗଣନା କର ।



Candidate
must not
write on
this margin.

- (b) Determine the output voltages caused by each bit in a 6-bit ladder if the input levels are $0 = 0\text{ V}$ and $1 = +20\text{ V}$. Determine the resolution and full-scale output of this circuit. Find out the voltage from the above ladder for a digital input of 110101. 5

6-ବିଟ୍ ସିଡିରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ବିଟ୍ ଦ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା ହୋଇଗପୁଟ ଭୋଲଟେଜ୍ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରନ୍ତୁ ଯଦି ଇନପୁଟ୍ ସ୍ତର $0 = 0\text{ V}$ ଏବଂ $1 = +20\text{ V}$ ଅଟେ । ଏହି ସର୍କିଟ୍ ରେଜୋଲ୍ୟୁସନ (resolution) ଏବଂ ଫୁଲ୍‌ସ୍କେଲ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରନ୍ତୁ । 110101 ର ଡିଜିଟାଲ୍ ଇନପୁଟ୍ ପାଇଁ ଉପରୋକ୍ତ ସିଡିରୁ ଭୋଲଟେଜ୍ ଖୋଜ ।

6. (a) Explain the working principle of dual slope integrating type DVM with a block diagram and other relevant diagrams. 10

ଏକ ବ୍ଲକ୍‌ଡିଆଗ୍ରାମ୍ ଏବଂ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ପ୍ରାସଙ୍ଗିକ ଚିତ୍ର ସହିତ ଦ୍ୱି-ସ୍ଲୋପ୍ ଇଣ୍ଟେଗ୍ରିଟିଭ୍ ପ୍ରକାର DVM ର କାର୍ଯ୍ୟନୀତି ବ୍ୟାଖ୍ୟା କର ।

- (b) The base of an $n-p-n$ transistor has a doping of $N_A = 10^{17} / \text{cm}^3$, where N_A is the number of acceptor ions in the base. Phosphorus is to be diffused to form emitter. How long will the necessary diffusion take at $1100\text{ }^\circ\text{C}$ if the emitter-base junction is to be at depth of $1\text{ }\mu\text{m}$. Given : the solid solubility limit of phosphorus = $10^{21} / \text{cm}^3$ and the diffusion coefficient of phosphorus at $1100\text{ }^\circ\text{C} = 2 \times 10^{-13}\text{ cm}^2/\text{s}$ and $\alpha = 2.75$. 5

ଏକ $n-p-n$ ଟ୍ରାନ୍ସିଷ୍ଟରର ଆଧାରରେ $N_A = 10^{17} / \text{cm}^3$ ର ଡୋପିଂ (doping) ଅଛି, ଯେଉଁଥିରେ N_A ହେଉଛି ଆଧାରରେ ଗ୍ରହଣକାରୀ ଆୟନ ସଂଖ୍ୟା । ଫସଫରସ୍ ନିର୍ଗତ ହେବା ପାଇଁ ବିସ୍ତାର କରାଯାଏ । $1100\text{ }^\circ\text{C}$ ରେ ଆବଶ୍ୟକ ବିସ୍ତାର କେତେ ସମୟ ଲାଗିବ ଯଦି emitter-base ଜଙ୍କସନ୍ $1\text{ }\mu\text{m}$ ଗଭୀରତାରେ ରହିବ । ପ୍ରତିପାଦନ କରନ୍ତୁ ଫସଫରସ୍ କଠିନ ଦ୍ରବଣ ସୀମା = $10^{21} / \text{cm}^3$ ଏବଂ diffusion coefficient ଫସଫରସ୍ $1100\text{ }^\circ\text{C} = 2 \times 10^{-13}\text{ cm}^2/\text{s}$ ଏବଂ $\alpha = 2.75$ ।

7. (a) Wind at 1 standard atmospheric pressure and $15\text{ }^\circ\text{C}$ has velocity of 15 m/s . Calculate — 10

- (i) the total power density in the wind stream;
(ii) the maximum obtainable power density;
(iii) a reasonably obtainable power density;
(iv) the total power;
(v) the torque and axial thrust.

Given : turbine diameter = 120 m and turbine operating speed = 40 r.p.m. at maximum efficiency. (Propeller type wind turbine)

Candidate must not write on this margin.

1 ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ ତାପରେ ପବନ ଏବଂ 15 °C ର ବେଗ 15 m/s ଡେବେ ଗଣନା କରନ୍ତୁ —

- ପବନ ପ୍ରବାହରେ ସମୁଦାୟ ଶକ୍ତିର ଘନତା;
- ସର୍ବାଧିକ ଉପଲବ୍ଧି ଶକ୍ତି ସାନ୍ଦ୍ରତା;
- ଏକ ଯୁକ୍ତିସଙ୍ଗତ ଭାବରେ ପ୍ରାପ୍ତଶକ୍ତି ସାନ୍ଦ୍ରତା;
- ସମୁଦାୟ ଶକ୍ତି;
- ଟର୍କ (torque) ଏବଂ ଅକ୍ଷୀୟ ଥ୍ରଷ୍ଟ ।

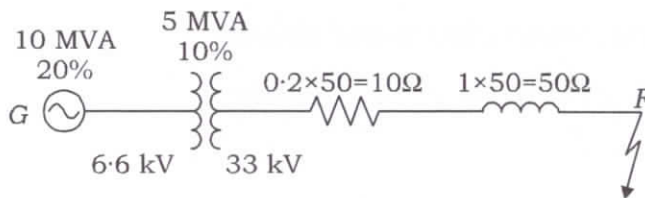
ଦେଖାଅ : ଟର୍ବାଇନ୍ ବ୍ୟାସ = 120 m ଏବଂ ଟର୍ବାଇନ୍ ଅପରେଟିଂ ସ୍ପିଡ୍ = 40 r.p.m. ସର୍ବାଧିକ ଦକ୍ଷତା । (ପ୍ରୋପେଲର ପ୍ରକାର ପବନ ଟର୍ବାଇନ୍)

- (b) Sketch the polar plot for the types '0' system : 5
'0' system ପାଇଁ ଏକ ପୋଲାର ପ୍ଲଟ୍ ଚିତ୍ରଣ କର ।

$$G(s) = \frac{6}{(s+1)(s+2)}$$

8. (a) A 10 MVA, 6.6 kV, 3 ϕ star-connected alternator having a reactance of 20% is connected through a 5 MVA, 6.6/33 kV transformer of 10% reactance to a transmission line having a resistance and reactance per conductor per kilometer of 0.2 Ω and 1 Ω respectively. 50 km along the line, a short circuit occurs between the three conductors. Find the current fed to the fault by the alternator. 5

ଗୋଟିଏ 10 MVA, 6.6 kV, 3 ϕ ସ୍ତାର-ସଂଯୋଜିତ alternator, 20% ର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଥିବା 5 MVA, 6.6/33 kV ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ମାଧ୍ୟମରେ 10% ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ଟ୍ରାନ୍ସମିସନ୍ ଲାଇନ୍ ସହିତ 0.2 Ω କିଲୋମିଟର ପ୍ରତି କଣ୍ଡକ୍ଟର ପ୍ରତି ପ୍ରତିରୋଧ ଏବଂ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ରହିଥାଏ । ରେଖା ସହିତ 1 Ω ସହିତ 50 କିଲୋମିଟର, ତିନୋଟି କଣ୍ଡକ୍ଟର ମଧ୍ୟରେ ଏକ ସର୍ତ୍ତ ସର୍କିଟ୍ ହୁଏ । Alternator ମାଧ୍ୟମରେ ଏହି ତ୍ରୁଟି ପାଇଁ ସାମ୍ପ୍ରତିକ ଫିଡ୍ ଖୋଜ ।



**Candidate
must not
write on
this margin.**

- (b) What are electrical transducers? What are the advantages and what are the characteristics that should be considered during transducer selection? 10

ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଟ୍ରାନ୍ସଡ୍ୟୁସର (transducer) ଗୁଣିତ କ'ଣ? କ'ଣ ସୁବିଧା ଏବଂ କେଉଁ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟଗୁଣିତ ଏଥିରେ ରହିଛି ଯାହା ଟ୍ରାନ୍ସଡ୍ୟୁସର (transducers) ର ଚୟନ ସମୟରେ ବିଚାର କରାଯିବା ଉଚିତ ।

9. (a) What are the main binary modulation methods? Draw the binary digital modulation formats of a binary input of 101001 for OOK, FSK, BPSK and DSB with baseband pulse shaping. 5

ମୁଖ୍ୟ ବାଇନାରୀ ମୋଡ୍ୟୁଲେସନ (binary modulation) ପଦ୍ଧତି କ'ଣ? ବେସବ୍ୟାଣ୍ଡ ଆକୃତି ସହିତ OOK, FSK, BPSK ଏବଂ DSB ପାଇଁ 101001 ର ବାଇନାରୀ ଇନ୍ପୁଟ ର ବାଇନାରୀ ଡିଜିଟାଲ ମୋଡ୍ୟୁଲେସନ୍ ଫର୍ମାଟ ଅଙ୍କନ କରନ୍ତୁ ।

- (b) Explain BPSK and QPSK with the required diagrams. 10

ଆବଶ୍ୟକ ଚିତ୍ର ସହିତ BPSK ଏବଂ QPSK କୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କର ।

10. Draw the timing diagram of the following instructions : 15

ନିମ୍ନଲିଖିତ ନିର୍ଦ୍ଦେଶ ଅନୁସାରେ ଟାଇମିଂ ଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କରନ୍ତୁ :

(a) INRM

(b) IN 80H

11. (a) The carrier concentration in a material of conductivity $0.018/\Omega\text{m}$ is 10^{19} electrons/ m^3 . A voltage of 0.16 V is applied across the 0.29 mm thick material. Determine the drift velocity of the carriers. Take standard values of the mass of an electron and electronic charge. 10

କଣ୍ଠକ୍ଷେତ୍ର $0.018/\Omega\text{m}$ ର ପଦାର୍ଥରେ ବାହକ ଏକାଗ୍ରତା ହେଉଛି 10^{19} ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍/ m^3 । 0.29 mm ମୋଟା ପଦାର୍ଥରେ 0.16 V ର ଏକ ଭୋଲଟେଜ୍ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଇଥାଏ । ବାହକ ମାନଙ୍କର ଡ୍ରିଫ୍ଟ ଭେଲୋସିଟି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରନ୍ତୁ । ଏକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ର mass ଏବଂ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ୍ ଚାର୍ଜର ମାନକ ମୂଲ୍ୟ ନିଅନ୍ତୁ ।

- (b) Using the Nyquist stability criterion, determine the stability of the system with 5

Nyquist ସ୍ଥିରତା ମାନଦଣ୍ଡ ବ୍ୟବହାର କରି, ସିଷ୍ଟମର ସ୍ଥିରତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରନ୍ତୁ

$$G(s)H(s) = \frac{10(s+3)}{s(s-1)}$$

12. A 3 ϕ star-connected alternator is rated 30 MVA, 13.8 kV and has the following sequence reactance values

$$X_1 = 0.25 \text{ p.u.}, X_2 = 0.35 \text{ p.u. and } X_0 = 0.10 \text{ p.u.}$$

The neutral of the alternator is solidly grounded. Determine the alternator line currents when a double line to ground fault occurs on the terminals. Assume that the alternator is unloaded and is operating at rated voltage when the fault occurs. 15

ଏକ 3 ϕ ଷ୍ଟାର-ସଂଯୋଜିତ ବିକଳୁକୁ 30 MVA, 13.8 kV ରେଟିଂ କରାଯାଇଛି । ଏହାର ନିମ୍ନଲିଖିତ କ୍ରମରେ ପ୍ରତିକ୍ରମିୟାର ମୂଲ୍ୟ $X_1 = 0.25 \text{ p.u.}$, $X_2 = 0.35 \text{ p.u.}$ ଏବଂ $X_0 = 0.10 \text{ p.u.}$ ରହିଛି । ବିକଳର ନିରପେକ୍ଷତା ଦୃଢ଼ଭାବେ ସ୍ଥାପିତ ହୋଇଛି । ଚର୍ମିନାଲ ଗୁଡ଼ିକରେ ତ୍ରୁଟି ଖୋଜିବାକୁ ଏକ ତରଳ ଲାଇନ୍ ଆବଶ୍ୟକ ପଡେ ସେତେବେଳେ ବିକଳ ଲାଇନ୍ ତ୍ରୁଟି ସୁଧାରିବାକୁ ଚେଷ୍ଟାକରେ । ମନେକର ଯେ ବିକଳଟି ଅନଲୋଡ୍ ହୋଇଛି ଏବଂ ତ୍ରୁଟି ଘଟିଲେ ଭୋଲଟେଜ୍ ରେଟ୍ ହୋଇଛି, ତେବେ ତ୍ରୁଟିଟି କେଉଁଠି ହୋଇଛି ।

GROUP—B

Answer any **five** of the following :

13. (a) An LFC control system has the following parameters —

$$T_T = 0.5 \text{ sec}$$

$$T_H = 0.25 \text{ sec}$$

$$H = 8 \text{ sec}$$

Governor speed regulation = R per unit

The load varies by 1.6 percent for a 1 percent change in frequency, i.e., $D = 1.6$. Use the Routh-Hurwitz array to find the range of R for control system stability. 10

ଏକ LFC ନିୟନ୍ତ୍ରଣ ସିଷ୍ଟମରେ ନିମ୍ନଲିଖିତ ପାରାମିଟର ଗୁଡ଼ିକ ଅଛି —

$$T_T = 0.5 \text{ sec}$$

$$T_H = 0.25 \text{ sec}$$

$$H = 8 \text{ sec}$$

ଗଭରନର୍ ସ୍ପିଡ୍ ନିୟମାବଳୀ = R per unit

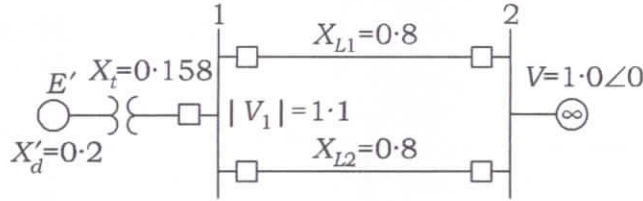
ଫ୍ରିକ୍ୱେନ୍ସିରେ 1 ପ୍ରତିଶତ ପରିବର୍ତ୍ତନ ପାଇଁ ଲୋଡ୍ 1.6 ପ୍ରତିଶତ ବଦଳି ଥାଏ, ଅର୍ଥାତ୍ $D = 1.6$ । କଣ୍ଟ୍ରୋଲ ସିଷ୍ଟମ୍ ସ୍ଥିରତା ପାଇଁ R ପରିସର ଖୋଜିବା ପାଇଁ ରାଉଥ୍-ହୁର୍ଡ୍ୱିଜ୍ ଆରେ (Routh-Hurwitz array) ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ ।

**Candidate
must not
write on
this margin.**

**Candidate
must not
write on
this margin.**

(b) A 60 Hz synchronous generator has a transient reactance of 0.2 per unit and an inertia constant of 5.66 MJ/MVA. The generator is connected to an infinite bus through a transformer and a double-circuit transmission line, as shown in the figure. Resistances are neglected and reactances are expressed on a common MVA base and are marked on the diagram. The generator is delivering a real power of 0.77 per unit to bus bar 1. Voltage magnitude at bus bar 1 is $V = 1.1$. The infinite bus bar voltage $V = 1.0 \angle 0^\circ$ p.u. Determine the generator excitation voltage and obtain the swing equation. 10

ଏକ 60 Hz ସିଙ୍କ୍ରେନସ୍ ଜେନେରେଟରରେ ଯୁନିଟ ପିଛା 0.2 ର କ୍ଷଣସ୍ଥାୟୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଏବଂ 5.66 MJ/MVA ର ଏକ ନିର୍ଣ୍ଣୟତା ସ୍ଥିରତା ଅଛି । ଚିତ୍ରରେ ଦେଖାଯାଇଥିବା ପରି ଜେନେରେଟର ଏକ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର ଏବଂ ଡବଲ୍ ସର୍କିଟ୍ ଟ୍ରାନ୍ସମିସନ୍ ଲାଇନ୍ ମାଧ୍ୟମରେ ଏକ ଅସୀମ ବସ୍ ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ । ପ୍ରତିରୋଧ ଗୁଡିକ ଅବହେଳିତ ଏବଂ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଏକ ସାଧାରଣ MVA ଆଧାରରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇଥାଏ ଏବଂ ଚିତ୍ରରେ ଚିହ୍ନିତ ହୋଇଥାଏ । ଜେନେରେଟର ପ୍ରକୃତ ଯୁନିଟ ପିଛା 0.77 ବିତରଣ କରୁଛି 1 ବସ୍ ବାର 1 ରେ ଭୋଲଟେଜ୍ ମ୍ୟାଗ୍ନିଚୁଡ୍ (magnitude) ହେଉଛି $V = 1.1$ । ଅସୀମ ବସ୍ ବାର ଭୋଲଟେଜ୍ $V = 1.0 \angle 0^\circ$ p.u. ଜେନେରେଟର ଉତ୍ତେଜନା ଭୋଲଟେଜ୍ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ସ୍ୱଇଙ୍ଗ ସମୀକରଣ ପ୍ରାପ୍ତ କରନ୍ତୁ ।



14. (a) Sketch the root locus of the system whose open loop transfer function is given by 10

ସିଷ୍ଟମର ମୂଳ ସ୍ଥାନକୁ ସ୍କେଚ୍ କରନ୍ତୁ ଯାହାର ଖୋଲା ଲୁପ୍ ଟ୍ରାନ୍ସଫର ଫଙ୍କ୍ସନ୍ ଦିଆଯାଇଛି

$$G(s)H(s) = \frac{K(s+7)}{(s+2)(s+6)}$$

(b) Determine the average value of solar radiation (both in SI and MKS units) on a horizontal surface for June 22 (172 days), at the latitude of 10° N, if constants a and b are given as equal to

0.30 and 0.51 respectively and the ratio $\frac{\bar{n}}{N} = 0.55$. (Given

declination for June 22 = $+23.5^\circ$, $I_{SC} = 4871 \text{ kJ/m}^2\text{hr}$) 10

10° N ଅକ୍ଷାଂଶରେ ଜୁନ 22 (172 ଦିନ) ପାଇଁ ଏକ ଭୂସମାନ୍ତରାଳ ପୃଷ୍ଠରେ ବିକରଣ ହାରାହାରି ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରନ୍ତୁ (ଉଭୟ SI ଏବଂ MKS ଯୁନିଟ୍), ଯଦି a ଏବଂ b ର ସ୍ଥିରତା 0.30 ଏବଂ

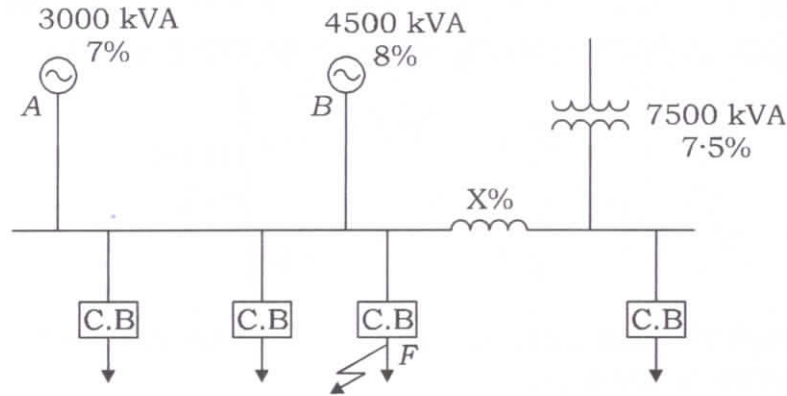
0.51 ସମାନ ଭାବରେ ଦିଆଯାଏ ଏବଂ ରେସନ୍ $\frac{\bar{n}}{N} = 0.55$ । (ଜୁନ 22 = $+23.5^\circ$, $I_{SC} = 4871 \text{ kJ/m}^2\text{hr}$)

15. (a) A small generating station has two alternators of 3000 kVA and 4500 kVA and percentage reactance of 7% and 8% respectively. The circuit breakers have a breaking capacity of 150 MVA. It is desired to extend the system by a supply from the grid via a transformer of 7500 kVA and 7.5% reactance. Find the reactance of the reactor connected in the bus bar section to prevent the circuit breaker being overloaded, if a short circuit occurs on an outgoing feeder connected to it. Assume bus voltage = 3300 V.

Candidate must not write on this margin.

10

ଏକ ଛୋଟ ଉତ୍ପାଦନକାରୀ ଷ୍ଟେସନରେ 3000 kVA ଏବଂ 4500 kVA ର ଦୁଇଟି ବିକଳ୍ପ ଏବଂ ଯଥାକ୍ରମେ 7% ଏବଂ 8% ର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଅଛି । ସର୍କିଟ୍ ବ୍ରେକର 150 MVA ର ବ୍ରେକିଙ୍ଗ କ୍ଷମତା ଅଛି । 7500 kVA ର ଟ୍ରାନ୍ସଫରମର ଏବଂ 7.5 ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ମାଧ୍ୟମରେ ଗ୍ରୀଡ଼ରୁ ଯୋଗାଣ ଦ୍ୱାରା ସିଷ୍ଟମକୁ ବିସ୍ତାର କରିବାକୁ ଇଚ୍ଛା କରାଯାଏ । ସର୍କିଟ୍କୁ ରୋକିବା ପାଇଁ ବସ୍-ବାର ବିଭାଗରେ ସଂଯୁକ୍ତ ରିଆକ୍ଟରର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଖୋଜ । ବ୍ରେକର ଅତ୍ୟଧିକ ଲୋଡ୍ ହେଉଛି, ଯଦି ଏହା ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ ଏକ ଯାଉଥିବା ଫିଡ଼ର ଉପରେ ଏକ ସର୍କ୍ ସର୍କିଟ୍ ହୁଏ । ବସ୍ ଭୋଲଟେଜ୍ = 3300 V ଅନୁମାନ କରନ୍ତୁ ।



(b) (i) Obtain Miller indices of a plane whose intercepts are a , $b/2$ and $3c$ on x , y and z axes respectively in a simple cubic unit cell. 4

ମିଲର ଏକ ପ୍ଲେନ (plane) ସୂଚାଇ ଥାଏ ଯାହାର ବାଧାଗୁଡ଼ିକ ଯଥାକ୍ରମେ ଏକ ସରଳ ଘନ ଯୁନିଟ୍ କକ୍ଷରେ ଯଥାକ୍ରମେ x , y ଏବଂ z ଅକ୍ଷରେ a , $b/2$ ଏବଂ $3c$ ଅଟେ ।

(ii) Determine the Miller indices of a plane that makes intercepts of $2A$, $3A$ and $4A$ on the coordinate axes of an orthorhombic crystal with $a : b : c = 4 : 3 : 2$. 3

ଏକ ପ୍ଲେନ (plane) ର ମିଲର ଇଣ୍ଡିକ୍ସ (indices) ଗୁଡ଼ିକ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ଯାହା $a : b : c = 4 : 3 : 2$ ସହିତ ଏକ ଆର୍ଥୋରୋମ୍ବିକ୍ କ୍ଷତିକର ସଂଯୋଜନା ଅକ୍ଷରେ $2A$, $3A$ ଏବଂ $4A$ ର ବାଧା ସୃଷ୍ଟି କରେ ।

Candidate
must not
write on
this margin.

- (c) Calculate the energy levels between $n_x = n_y = n_z = 1$ and next higher level $n_x = 2, n_y = n_z = 1$ for free electrons in a solid cube of 20 mm side and show that the successive energy levels are so close to one another that assuming E to be varying continuously with k is justified. Take standard values of h and m . 3

20 ମିଲିମିଟର ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଥିବା ଏକ କଠିନ କ୍ୟୁବରେ ଫ୍ରି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ପାଇଁ $n_x = n_y = n_z = 1$ ଏବଂ ପରବର୍ତ୍ତୀ ଉଚ୍ଚତରରେ $n_x = 2, n_y = n_z = 1$ ମଧ୍ୟରେ ଶକ୍ତିସ୍ତର ଗଣନା କରନ୍ତୁ, ଏବଂ ଦର୍ଶାନ୍ତୁ ଯେ କ୍ରମାଗତ ଶକ୍ତିସ୍ତର ଅନ୍ୟ ଏକ ନିକଟତର ଅଟେ ଯେ E ସହିତ k ସହିତ କ୍ରମାଗତ ଭାବରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେବା ଅନୁମାନ କରାଯାଏ h ଏବଂ m ମାନକ ମୂଲ୍ୟ ନିଅନ୍ତୁ ।

16. (a) What is Direct Broadcast Satellite (DBS) service? Draw the block diagram for a home terminal for DBS TV/FM reception. 10

ସିଧାସଳଖ ପ୍ରସାରଣ (DBS) ସେବା କ'ଣ? DBS TV/FM ରିସେପ୍ସନ୍ ପାଇଁ ଏକ ହୋମ ଟର୍ମିନାଲ ପାଇଁ ବ୍ଲକ୍ ଡାଇଗ୍ରାମ୍ ଆଙ୍କନ୍ତୁ ।

- (b) The open loop transfer function of the unity feedback control system is given by 10

ଗୋଟିଏ ଫିଡ୍‌ବ୍ୟାକ୍ କଣ୍ଟ୍ରୋଲ ସିଷ୍ଟମର ଓପନ୍ ଲୁପ୍ ଟ୍ରାନ୍ସଫର ଫଙ୍କ୍ସନ୍ ଦିଆଯାଇଛି ।

$$G(s)H(s) = \frac{K}{s(1+0.1s)(1+s)}$$

Using a Bode plot with $K = 1$ —

$K = 1$ ସହିତ ଏକ ବୋଡ଼ ପ୍ଲଟ୍ (Bode plot) ବ୍ୟବହାର କରି —

- (i) find gain margin and phase margin;

ଲାଭ ମାର୍ଜିନ୍ ଏବଂ ଫେଜ ମାର୍ଜିନ୍ ଖୋଜ;

- (ii) determine the value of K , so that the gain margin is 20 Db;

K ର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର, ଯାହା ଫଳରେ ଗେନ୍ ମାର୍ଜିନ୍ 20 Db ଅଟେ ;

- (iii) determine the value of K , so that the phase margin is 60° .

K ର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର, ଯାହା ଫଳରେ ଫେଜ ମାର୍ଜିନ୍ 60° ଅଟେ ।

**Candidate
must not
write on
this margin.**

17. (a) In a short circuit test on a 3-pole, 110 kV circuit breaker, the power factor of the fault was 0.4, the recovery voltage was 0.95 times the full line value. The frequency of oscillation of restriking voltage was 15000 cycles/second. Estimate the average rate of rise of restriking voltage. The neutral is grounded and fault involves the earth. 5

ଗୋଟିଏ 3-pole, 110 kV circuit breaker ରେ short circuit test ରେ power factor of the fault was 0.4, the recovery voltage was 0.95 times of the full line value. Restriking voltage ର oscillation ର frequency ଥିଲା 15000 cycles/second. Restriking voltage ର ହାରାହାରି ବୃଦ୍ଧିହାର ଆକଳନ କର । The neutral is grounded ଏବଂ fault involves the earth.

(b) What is an interrupt? Explain the types of interrupts. Write all the software and hardware interrupts in detail. 10

Interrupt କ'ଣ? Interrupts ର ପ୍ରକାରକୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କର । ସମସ୍ତ software ଏବଂ hardware interruption ଗୁଡ଼ିକ ବିଷ୍ଣୁତ ଭାବେ ଲେଖ ।

(c) A two-area system connected by a tie line has the following parameters on a 1000 MVA common base : 5

ଏକ tie line ଦ୍ୱାରା ସଂଯୁକ୍ତ ଦୁଇ-କ୍ଷେତ୍ର ସିଷ୍ଟମରେ 1000 MVA ସାଧାରଣ ଆଧାରରେ ନିମ୍ନଲିଖିତ ପାରାମିଟର ଗୁଡ଼ିକ ଅଛି :

Area	1	2
Speed Regulation	$R_1 = 0.05$	$R_2 = 0.0625$
Frequency-sens. Load coeff.	$D_1 = 0.6$	$D_2 = 0.9$
Inertia constant	$H_1 = 5$	$H_2 = 4$
Base power	1000 MVA	1000 MVA
Governor time constant	$T_{g1} = 0.2 \text{ sec}$	$T_{g2} = 0.3 \text{ sec}$
Turbine time constant	$T_{T1} = 0.5 \text{ sec}$	$T_{T2} = 0.6 \text{ sec}$

The units are operating in parallel at the nominal frequency of 60 Hz. The synchronizing power coefficient is computed from the initial operating condition and is given to be $P_s = 2.0$ per unit. A load change of 200 MW and 150 MW simultaneously occurs in area 1 and area 2 of two two-area systems. Determine the new steady state frequency and the change in tie line flow.

ୟୁନିଟ୍ ଗୁଡ଼ିକ ସମାନ୍ତରାଳ ଭାବରେ 60 Hz ର ନୋମିନାଲ ଫ୍ରିକ୍ୱେନ୍ସି (nominal frequency) ରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଛନ୍ତି । Synchronizing power coefficient ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଅପରେଟିଂ ସ୍ଥିତିକୁ ଗଣନା କରାଯାଏ ଏବଂ ଯୁନିଟ୍ ପିଛା $P_s = 2.0$ ହେବାକୁ ଦିଆଯାଏ । 200 MW ଏବଂ 150 MW ର ଏକ ଭାର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଏକସାଙ୍ଗରେ ଦୁଇଟି କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏବଂ 2 ଘଟିଥାଏ । ନୂତନ ସ୍ଥିର-ସ୍ଥିତି ଫ୍ରିକ୍ୱେନ୍ସି ଏବଂ ଟାଇ-ଲାଇନ୍ ପ୍ରବାହର ପରିବର୍ତ୍ତନ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

Candidate
must not
write on
this margin.

18. (a) Find the components of the radius vector to the earth station at Thunder Bay, given that the latitude is 48.42° , the height above sea level is 200 m and the LST is 167.475° . 5

ଅକ୍ଷାଂଶ 48.42° , ସମୁଦ୍ର ପତ୍ତନଠାରୁ ଉଚ୍ଚତା 200 m ଏବଂ LST 167.475° ଦିଆଯାଇଛି, Thunder Bay ରେ ପୃଥିବୀର ଛିଡିକୁ radius vector ର ଉପାଦାନ ଗୁଡ଼ିକ ଖୋଜ ।

- (b) A silicon sample is doped with 10^{17} arsenic atoms per cubic centimeter. Calculate the hole concentration at 300 K. What will be the location of the Fermi energy level relating to the intrinsic energy level? Take intrinsic carrier concentration as $1.5 \times 10^{10}/\text{cm}^3$ at room temperature. 5

ଏକ silicon sample 10^{17} ସହିତ ଘନ ସେଣ୍ଟିମିଟରରେ arsenic atoms dope କରାଯାଇଛି । 300 K ରେ hole concentration ଗଣନ କର । Intrinsic energy level ସହିତ Fermi energy level ର location କ'ଣ ହେବ? Room temperature ରେ $1.5 \times 10^{10}/\text{cm}^3$ ଭାବେ intrinsic carrier concentration କୁ ନିଅନ୍ତୁ ।

- (c) The Seebeck coefficient of a junction is $55 \mu\text{V}/\text{K}$ at 373 K and $50 \mu\text{V}/\text{K}$ at 273 K. Find the Peltier heats absorbed and rejected when the thermocouple is operating between these heat reservoirs and is supplying a current of 10 mA. 5

ଏକ junction ରେ Seebeck coefficient ହେଉଛି 373 K ରେ $55 \mu\text{V}/\text{K}$ ଏବଂ 273 K ରେ $50 \mu\text{V}/\text{K}$ ଯେତେବେଳେ ଏହି ଉତ୍ତାପ ଜଳଭଣ୍ଡାର ମଧ୍ୟରେ ଥର୍ମୋକୁଲ୍ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ ଏବଂ 10 mA current ଯୋଗାଏ ସେତେବେଳେ Peltier heat ଅବଶୋଷିତ ଏବଂ ପ୍ରତ୍ୟାଖ୍ୟାନ କରେ ।

- (d) For a thermoelectric power generator following parameters are given : 5

Thermoelectric power generator ପାଇଁ ନିମ୍ନଲିଖିତ parameters ଗୁଡ଼ିକ ଦିଆଯାଇଛି :

Temperature of the hot reservoir of source = 600 K

Temperature of the sink = 300 K

Figure of merit for the material $Z = 2 \times 10^{-3}\text{K}^{-1}$

Determine the efficiency of the thermoelectric generation. What will be its Carnot efficiency?

★ ★ ★