DC circuit

প্রশ্ন: DC circuit বলতে কি বোঝ?

উত্তরঃ

DC means direct current. DC source এর মাধ্যমে যে সকল সার্কিট কার্য সম্পাদন করে তাদেরকে DC circuit বলে।

প্রশ্ন: Voltage source & current source বলতে কি বোঝ?

উত্তরঃ

Voltage source:

Voltage source এমন একটি source যাহার মাধ্যমে load resistance এর মানের উপর নির্ভর না করেই উহার প্রান্তদ্বয়ের মাধ্যমে নির্দিষ্ট পরিমান Voltage পাওয়া যায়। সাধারণত voltage source এর internal resistance approximately zero।

Note: দুইটি ভিন্ন rating এর voltage source parallel এ লাগানো যায় না।

Current source:

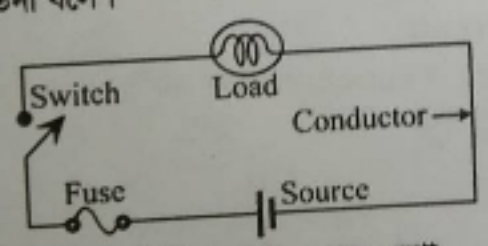
Current source এমন একটি source যাহা load resistance এর পরিবর্তন যাহাই হোক না কেন উহার প্রান্তদ্বয়ের মাধ্যমে নির্দিষ্ট পরিমান Current বিতরণ করে। সাধারণত current source এর internal resistance infinite ।

Note: দুইটি ভিন্ন rating এর current source series এ লাগানো যায় না

প্রশ্ন: Circuit কাকে বলে? একটি আদর্শ সার্কিটের উপাদান কয়টি ও কি কি?

উত্তরঃ

যে কোন পথ যার মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হতে পারে তাকে circuit বা বর্তনী বলে।



একটি আদর্শ সার্কিটের পাচঁটি উপাদান রয়েছে। যথা-

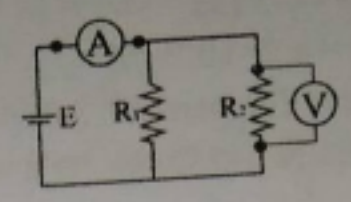
i) Source (Voltage/current)
ii) Conductor
iii) Protection device (Fuse)
iv) Controlling device (Switch)
v) Cosuming device or Load

প্রশ্ন: Voltmeter & Ammeter বলতে কি বুঝ?

উত্তরঃ

Voltmeter:

Voltmeter দ্বারা কোন Load এর অথবা কোন Line এর voltage পরিমাপ করা হয় এবং Voltmeter কে লোড এর সাথে parallel এ সংযোগ করতে হয়। কেননা internal resistance এর মান অত্যন্ত বেশি।



Ammeter:

Ammeter দ্বারা কোন লোড এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট অথবা কোন বৈদ্যুতিক লাইন এর কারেন্ট পরিমাপ করা হয়। Ammeter এর internal resistance খুবই কম (approximately zero)। তাই Ammeter কে লোড এর সাথে Series এ সংযোগ করা হয়।

প্রশ্ন: ওহমিক রেজিস্ট্যান্স এবং এসি বা কার্যকরী রেজিস্ট্যান্স বলতে কি বুঝ?

উত্তর:

Ohmic resistance:

কোন পরিবাহী ডিসি কারেন্ট প্রবাহে যে বাধা প্রদান করে, তাহাকে ওহমিক রেজিস্ট্যান্স বা ডিসি রেজিস্ট্যান্স বলে।

AC or effective resistance:

এসি সার্কিটে কোন পরিবাহীর ওহমিক রোধ, স্কিন ইফেক্ট, এডি কারেন্ট লস, ডাই-ইলেকট্রিক জনিত কারণে সম্মিলিত বাধাকে এসি বা কার্যকরী রেজিস্ট্যান্স বলে।

প্রশ্ন: বিভিন্ন প্রকার Resistor এর নাম লিখ।

উত্তরঃ

(i) Carbon composition,
(ii) Deposited carbon,
(iii) High voltage Ink film,
(iv) Metal film,
(v) Metal Glaze,
(vi)Wire wound and
(vii) Ceramic metal.

Classification of resistance in measuring purpose:

i) Low resistance ($R \leq 1\Omega$)
ii) Medium resistance ($1\Omega < R < 0.1M\Omega$)
iii) High resistance ($0.1M\Omega \leq R$)

Resistivity with resistance:

$R = \rho \times \frac{L}{A}$ - - - - - (1)

Here, R= resistance (Ω)

ρ= Specific resistance (Ω m)

L= Length (m), A= Area (m^2)

Conductivity:

$\sigma = G \times \frac{L}{A}$ - - - - - (2)

Where, G = Conductance (mho)

σ = Conductivity

Resistance এর উপর তাপমাত্রার প্রভাব:

$R_T = R_0 (1+\alpha \Delta t)$ - - - - - (3)

Here, $\alpha = 1/234.5 = 4.2\times10^{-3}$ /°C

α = তাপমাত্রা সহগ, Δt = Temperature difference.

প্রশ্ন: তাপমাত্রা সহগ বলতে কি বুঝ? ইহা কত প্রকার ও কি কি?

উত্তরঃ

Temperature coefficient/ তাপমাত্রা সহগঃ

কোন পদার্থের রেজিস্ট্যান্স প্রতি ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রা পরিবর্তনে প্রতি একক ওহমে যতটুকু বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়, উহাকে উক্ত পদার্থের রেজিস্ট্যান্স এর তাপমাত্রা সহগ বলে। এর প্রতীক α। ইহা দুই প্রকার যথা (i) Positive temperature coefficient এবং

(ii) Negative temperature coefficient।

(i) সকল বিশুদ্ধ ধাতুর তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে রেজিস্ট্যান্স বৃদ্ধি পায়। যেমনঃ তামা, রূপা, লোহা, টাংস্টেন ইত্যাদি। এই পদার্থ গুলোর Temperature coefficient positive ধরা হয়।

(ii) কিছু কিছু পদার্থের তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে রেজিস্ট্যান্স হ্রাস পায়। যেমনঃ কার্বন, সেমিকন্ডাক্টর, মাইকা, রাবার, electrolytic insulator ইত্যাদি। এই পদার্থ গুলোর Temperature coefficient negative ধরা হয়।

প্রশ্ন: Ohm's law টি লিখ এবং উহার সীমাবদ্ধতা কি কি লিখ?

উত্তরঃ

Ohm's law:

কোন নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোন পরিবাহীর মধ্যদিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট পরিবাহীর দু'প্রান্তের বিভব পার্থক্যের সমানুপাতিক এবং Resistance এর ব্যস্তানুপাতিক। অর্থাৎ ব্যাস্তা

$I \alpha V_A - V_B$

$\therefore I \alpha V$

And $I \alpha \frac{1}{R}$

Now,

$I = \frac{V}{R}$

Ohm's law এর সীমাবদ্ধতাসমূহঃ

১) Ohm's law DC এর ক্ষেত্র প্রযোজ্য, AC ক্ষেত্রে প্রযোজ্য নয়।

২) তাপমাত্রা পরিবর্তন হলে ওহমের সূত্র প্রযোজ্য নয়।

৩) জটিল সার্কিট সমূহ ওহমের সূত্রের সাহায্যে সমাধান করা যায় না।

প্রশ্ন: DC component কি কি?

উত্তরঃ

DC component দুই প্রকার।

(i) Active component

(Switch, Source, FET and Transistor etc.)

(ii) Passive component

(Resistor, Inductor and Capacitor)

Note: Electrical circuit এ তিনটি parameter ব্যবহৃত হয়। যথা: Resistor, Inductor and Capacitor.

প্রশ্ন: DC circuit এ Inductance কে Short হিসেবে ও Capacitance কে Open হিসেবে বিবেচনা করা হয় কেন ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ

একটি সার্কিটে Inductive reactance জনিত বাধা নির্ভর করে ঐ circuit এর Inductance ও Frequency এর মানের উপর। যেমন- Inductive reactance, $X_L = 2\pi fL$। যেহেতু DC circuit এ frequency এর কোন প্রভাব বিদ্যমান থাকে না তাই f= 0 হয়। অর্থাৎ

$X_L = 2\pi f\times0 = 0$ হয় যার কারণে ডিসি সার্কিটে Inductor short circuit এর ন্যায় আচরণ করে।

অপরপক্ষে Capacitive reactance ও নির্ভর করে capacitance ও frequency এর উপর। যেহেতু DC circuit এ f = 0।

$$\therefore X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi \times 0 \times C} = \propto$$

হয়। যাহা অসীম বাধা প্রদর্শন করে। যার কারণে DC circuit এ Capacitance কে open হিসেবে বিবেচনা করা হয়।

প্রশ্ন: Circuit এর প্রকারভেদ লিখ এবং এদের বৈশিষ্ট্য লিখ।

উত্তরঃ

Circuit প্রধানত তিন প্রকার। যথা-

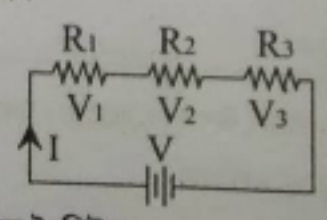
1) Series circuit [DUET: 07~08]

2) Parallel circuit &

3) Series-parallel or mix circuit

1) Series circuit:

যে সকল circuit এ current প্রবাহের একটি মাত্র পথ থাকে তাকে series circuit বলে।



Series circuit এর বৈশিষ্ট্যঃ

১) Series circuit এ সংযুক্ত বিভিন্ন Load এর মধ্য দিয়ে একই পরিমান কারেন্ট প্রবাহিত হয়। অর্থাৎ

$I = I_1 = I_2 = I_3 = I_4$ - - - - - - - - - - $= I_n$

2) Series circuit এ সংযুক্ত প্রতিটি Load এর Voltage drop এর যোগফল প্রয়োগকৃত voltage এর সমান। অর্থাৎ

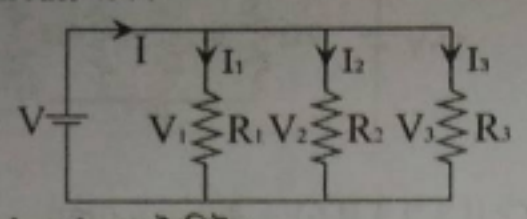
$V_T = V_1 + V_2 + V_3 +$ - - - - - - - - - - - $+V_n$

3) Series circuit এর সমতুল্য resistance, উহার সকল resistance এর যোগফলের সমান। অর্থাৎ

$R_T = R_1 + R_2 + R_3 +$ - - - - - - - - - - - - - $+R_n$

2) Parallel circuit:

যে সকল সার্কিটে কারেন্ট প্রবাহের দুই বা ততোধিক পথ থাকে তাহাকে parallel circuit বলে।



Parallel circuit এর বৈশিষ্ট্যঃ

১) Parallel circuit এ সংযুক্ত প্রতিটি Load এর আড়াআড়িতে Voltage drop সার্কিটে প্রয়োগকৃত voltage এর সমান। অর্থাৎ

$V_T = V_1 = V_2 = V_3 = - - - - - - - - - - - - = V_n$

২) Parallel circuit এ সংযুক্ত বিভিন্ন Load এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্টের যোগফল সার্কিটে প্রবাহিত মোট কারেন্টের সমান। অর্থাৎ

$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 - - - - - - - - - - - + I_n$

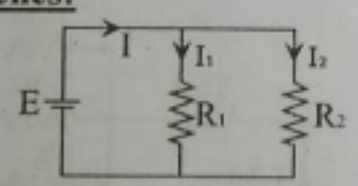
3) Parallel circuit এ সংযুক্ত প্রতিটি resistance এর মান উল্টিয়ে যোগ করলে যোগফল সমতূল্য resistance এর উল্টানো মানের সমান। অর্থাৎ

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + - - - - - - - + \frac{1}{R_n}$$

$$\therefore R_e = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + - - - - - - - + \frac{1}{R_n}}$$

Current divider rule

For two branches:



⇒ Brunch current

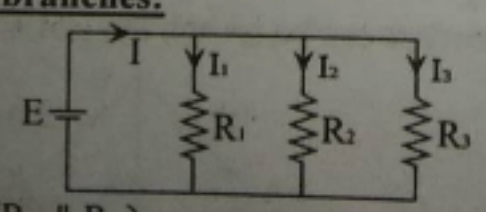
$$= \frac{\text{Total current} \times \text{opposite branch resistance}}{\text{total resistance of two brunch}}$$

⇒ শাখা কারেন্ট = (মোট কারেন্ট × বিপরীত শাখার রেজিস্ট্যান্স)/ উভয় রেজিস্ট্যান্সের যোগফল

$$I_1 = \frac{I \times R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_2 = \frac{I \times R_1}{R_1 + R_2}$$

For three branches:

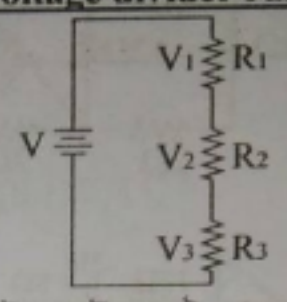


$$I_1 = \frac{I \times (R_2 \parallel R_3)}{R_1 + (R_2 \parallel R_3)}$$

$$I_2 = \frac{I \times (R_1 \parallel R_3)}{R_2 + (R_1 \parallel R_3)}$$

$$I_3 = \frac{I \times (R_1 \parallel R_2)}{R_3 + (R_1 \parallel R_2)}$$

Voltage divider rule



⇒ ড্রপ ভোল্টেজ = মোট ভোল্টেজ× ঐ রোধের মান / সবগুলো রেজিস্ট্যান্স এর সিরিজ যোগফল।

$$V_1 = \frac{V \times R_1}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$V_2 = \frac{V \times R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$V_2 = \frac{V \times R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

Star / Delta Transformation

⇒ Star to delta:

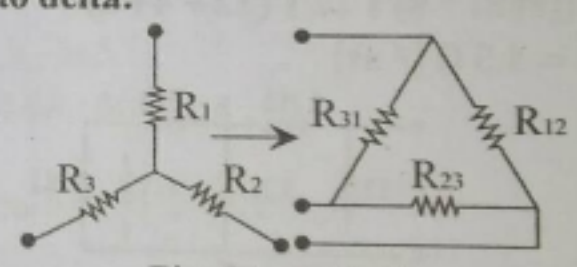


Fig: Star to Delta

$$R_{12} = \frac{R_1R_2 + R_2R_3 + R_3R_1}{R_3}$$

$$R_{23} = \frac{R_1R_2 + R_2R_3 + R_3R_1}{R_1}$$

$$R_{31} = \frac{R_1R_2 + R_2R_3 + R_3R_1}{R_2}$$

⇒ Delta to star:

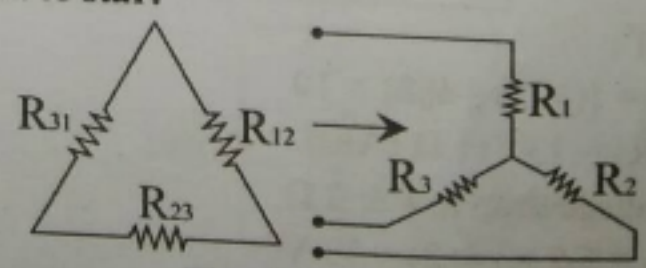


Fig: Delta to star

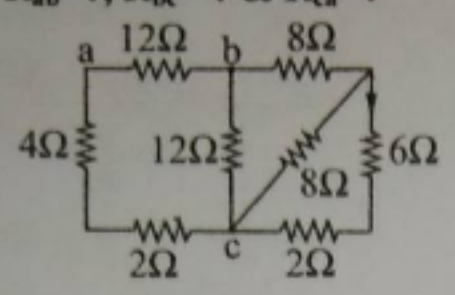
$$\Rightarrow R_1 = \frac{R_{12} \times R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

$$\Rightarrow R_2 = \frac{R_{12} \times R_{23}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

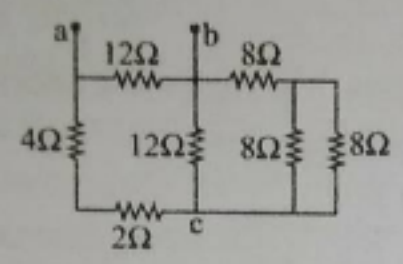
$$\Rightarrow R_3 = \frac{R_{23} \times R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

Series & Parallel

1) Find out R_{ab}=?, R_{bc}= ? & R_{ca}=?

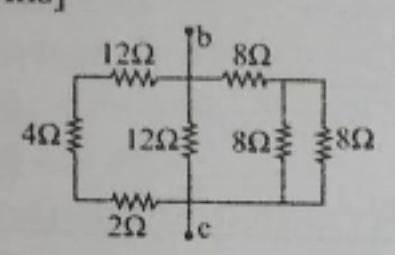


Sol^n:



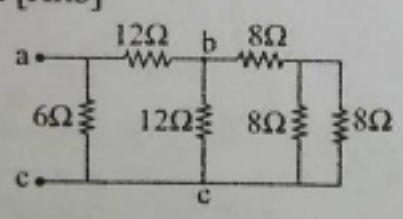
R_{ab}= {((8‖8) +8) ‖ 12) + 2+4} ‖ 12

∴ R_{ab} = 6 Ω [Ans]



R_{bc}= ((8‖8) + 8) ‖ 12 ‖ (12+ 4+2)

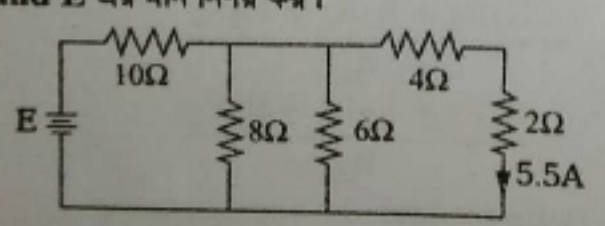
∴ R_{bc} = 4.5 Ω [Ans]



R_{ca}= {((((8‖8) + 8) ‖ 12) + 12} ‖ 6

∴ R_{ca} = 4.5 Ω [Ans]

2) R_T and E এর মান নির্ণয় কর।



Sol^n:

R_T= {(4+2) ‖ 6‖8} + 10

∴ R_T = 134/11 Ω [Ans]

Voltage drop in 4 & 2 Ω,

V_2 = 5.5 × (4+2) = 33 V

I_6 = 33/6 = 5.5 A

I_8 = 33/8 = 4.125 A

Total current,

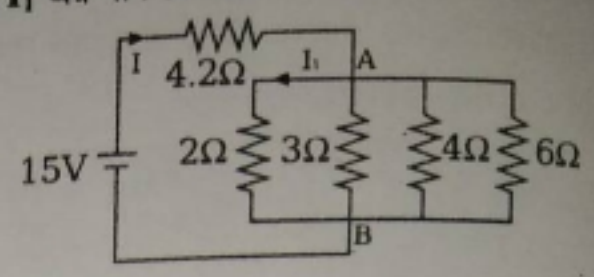
I = 4.125+5.5+5.5 = 15.125 A

Total voltage,

E = IR_T = 15.125×134/11

∴ E = 184.25 Volt [Ans]

3) I and I_1 এর মান বের কর।



Sol^n:

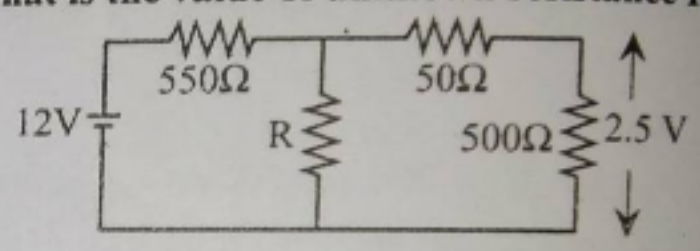
R_T = (2 ‖ 3 ‖ 4 ‖ 6) + 4.2 = 5 ohm

∴I = 15/5 = 3A [Ans.]

V_{AB}= 15 – (3×4.2) = 2.4V

∴I_1= 2.4/2 = 1.2 A [Ans.]

4) What is the value of unknown resistance R?



Sol^n:

I_{500}= 2.5/500= 0.005 A

∴V_R = 50×0.005+2.5 = 2.75V

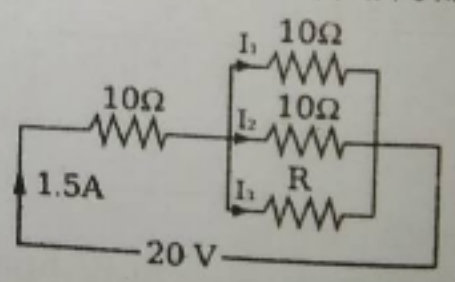
V_{550}= 12 – 2.75 = 9.25 V

∴I_{550}=9.25/550 = 0.0168 A

∴I_R=0.0168 – 0.005 = 0.0118 A

∴R = 2.75/0.0118 = 233 Ω [Ans.]

5) নিম্নোক্ত সার্কিটের Resistance R এর মান বের কর।



Sol^n:

Now, V_{10}=10×1.5 = 15V

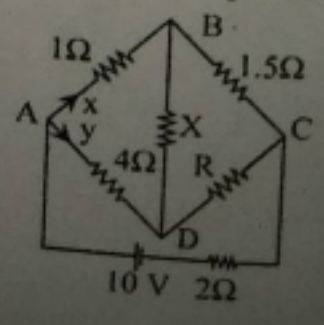
∴V_R= 20 – 15= 5V

∴I_1= I_2= 5/10 = 0.5 A

∴I_3= 1.5 – 0.5 – 0.5 = 0.5 A

∴R= 5/0.5 = 10 Ω [Ans.]

6) নিম্নোক্ত সার্কিটের রেজিস্ট্যান্স R এবং এর কারেন্ট বের কর যদি x এর আড়াআড়িতে ভোল্টেজ ড্রপ শূন্য হয়? [DUET:07~08]

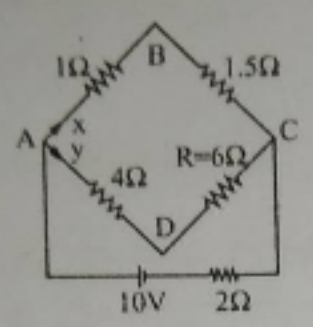


Sol^n:

Now we know, $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$

$\Rightarrow \frac{4}{1} = \frac{R}{1.5}$

$\Rightarrow R = 6\,\Omega$



Again,

$R_T = (10||2.5) + 2$

$\therefore R_T = 4\Omega$

$I_T = 10/4 = 2.5A$

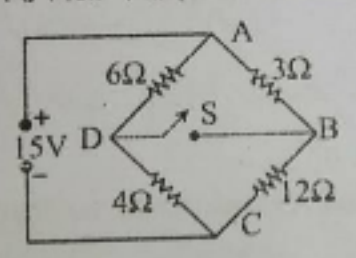
$I_R = 2.5 \times \frac{2.5}{2.5 + 10}$

$\therefore I_R = 0.5$ A [Ans.]

7) চিত্রের আনব্যালান্সড সার্কিট হতে নির্ণয় কর

(ক) ওপেন সুইচ 'S'এর আড়াআড়িতে potential difference,

(খ) সুইচ 'S' এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট যখন সুইচ বন্ধ থাকে?

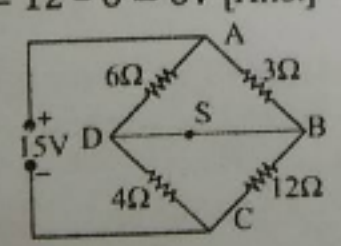


Sol^n:

$V_B = 15 \times \frac{12}{12 + 3} = 12$ V

$V_D = 15 \times \frac{4}{6 + 4} = 6$ V

$V_{BD} = V_B - V_D = 12 - 6 = 6V$ [Ans.]



Again,

$R_T = (3 \,||\, 6) + (4 \,||\, 12)$

$\therefore R_T = 5\,\Omega$

$I_T = 15/5 = 3A$

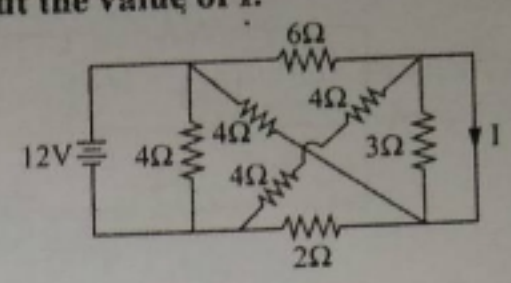
$I_3 = 3 \times \frac{6}{6 + 3} = 2A$

$I_{12} = 3 \times \frac{4}{12 + 4} = 0.75A$

$\therefore I_{BD} = 2 - 0.75$

$\therefore I_{BD} = 1.25$ A [Ans.]

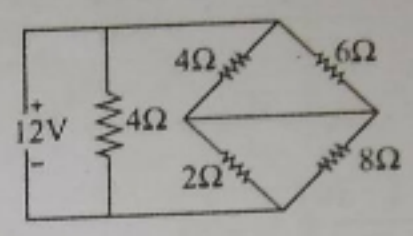
8) Find out the value of I.



Sol^n:

$R_T = \{(6||4) + (8||12)\} \,||\, 4$

$\therefore R_T = 2\Omega$



Total current,

$I_T = 12/2 = 6A$

$\therefore I_4 = 12/4 = 3A$

$\therefore I_6 = 3 \times \frac{4}{4 + 6}$

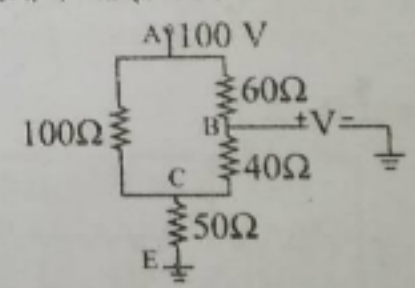
$\therefore I_6 = 1.2A$

$I_8 = 3 \times \frac{2}{8 + 2} = 0.6A$

$\therefore I = 1.2 - 0.6$

$\therefore I = 0.6A$ [Ans.]

9) নিম্নোক্ত সার্কিটের V বাহির কর।

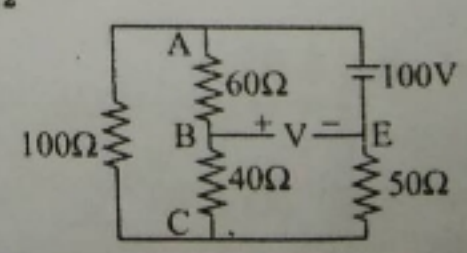


Sol^n:

Total Resistance,

$R_T = 100 \,||\, (60+40) + 50$

$\therefore R_T = 100\,\Omega$



Total current,

$\therefore I = 100/100 = 1A$

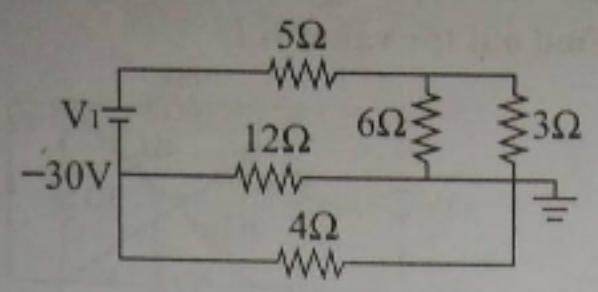
$\therefore I_{60} = 1 \times \frac{100}{100 + 60 + 40} = 0.5A$

Applying KVL in ABEA,

$100 - 60 \times 0.5 - V = 0$

$\therefore V = 70V$ [Ans.]

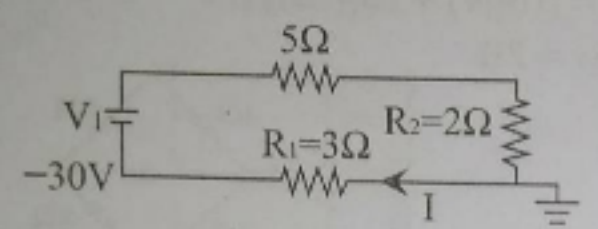
10) V_1 এবং 5Ω এর Power বের কর।



Sol^n:

$R_1 = 4 \| 12 = 3\ \Omega$

$R_2 = 6 \| 3 = 2\ \Omega$



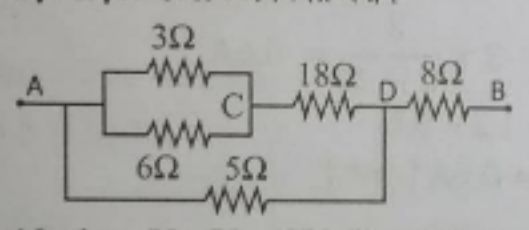
$$I = \frac{0-(-30)}{3} = 10A$$

$V_1 = 10 \times (5+3+2) = 100$ Volt [Ans]

Power, $P = I^2 R = 10^2 \times 5 = 500$ Watt [Ans]

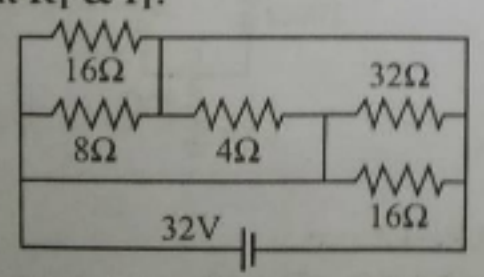
Exercise

1) যদি V_{AB} =60 V তবে মোট রেজিস্ট্যান্স R_T এবং প্রত্যেক রেজিস্টরের আড়াআড়িতে ভোল্টেজ নির্ণয় কর।



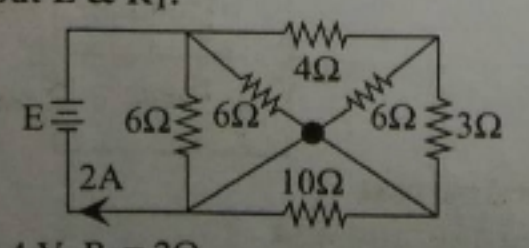
Ans: R_T= 12 ohm, V_3=V_6= 2V, V_5= 20V, V_{18}= 18V, V_8= 40V

2) Find out R_T & I_T.



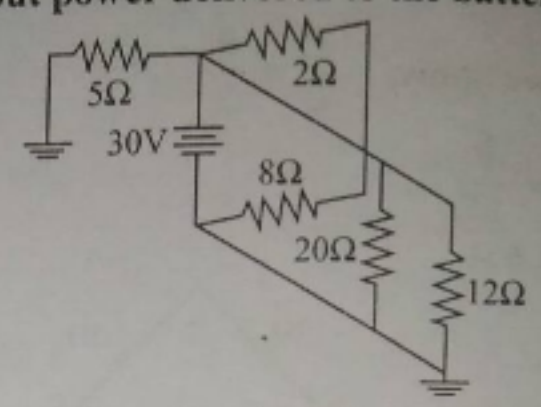
Ans:R_T= 1.88Ω, I_T= 17 A

3) Find out E & R_T.



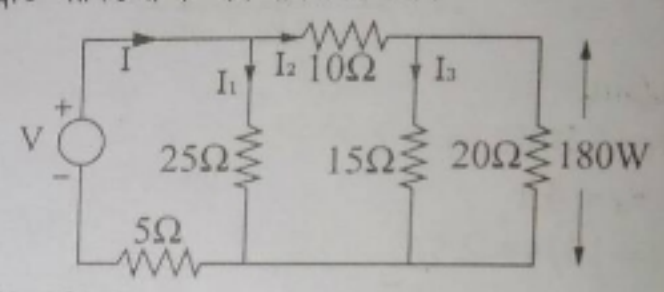
Ans: E = 4 V, R_T= 2Ω

4) Find out power delivered to the battery.



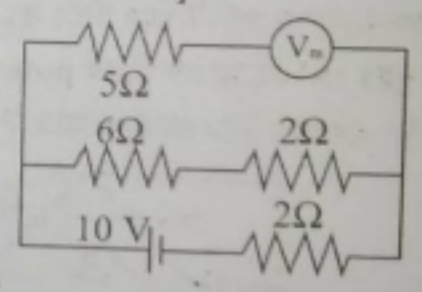
Ans: Power delivered to the battery = 390 Watt

5) নিম্নোক্ত সার্কিটের V এর মান বের কর।



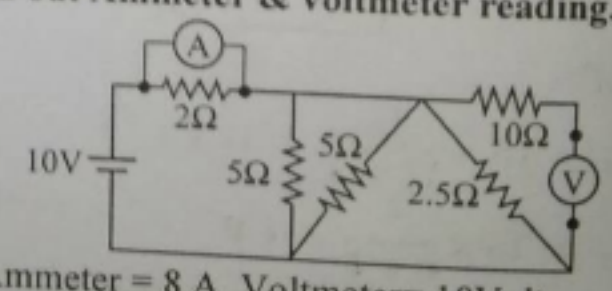
Ans: V=191V.

6) নিম্নোক্ত সার্কিটের V_m বাহির কর, যদি ভোল্টমিটারটির রেজিস্ট্যান্স অসীম হয়। [DUET:01~02]



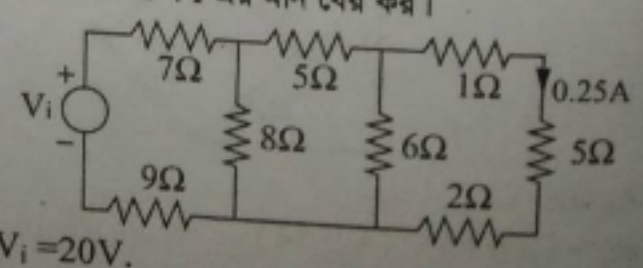
Ans: V_m= 8V

7) Find out Ammeter & voltmeter reading.



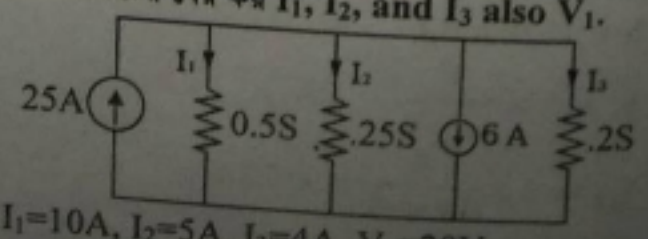
Ans: Ammeter = 8 A, Voltmeter= 10Volt

8) নিম্নোক্ত সার্কিটের Vi এর মান বের কর।



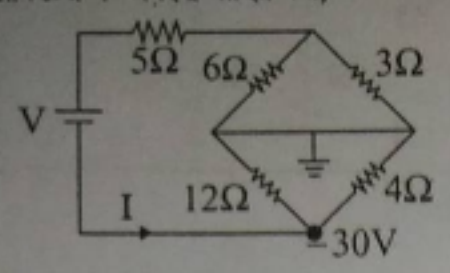
Ans: V_i =20V.

9) নিম্নোক্ত সার্কিটের বের কর I_1, I_2, and I_3 also V_1.



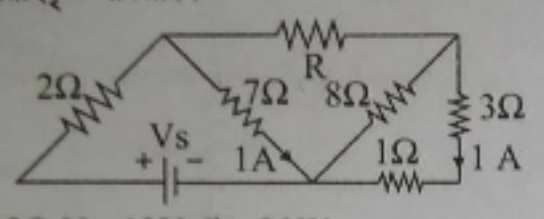
Ans: I_1=10A, I_2=5A, I_3=4A, V_1=20V.

10) নিম্নোক্ত সার্কিটের V এবং I বাহির কর,



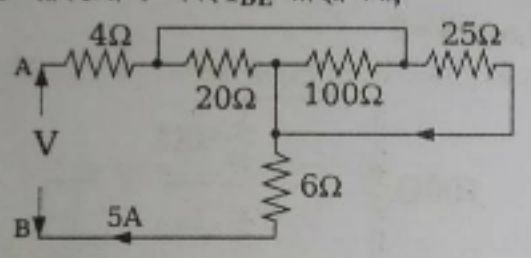
Ans: V = 100V, I=10A.

11) নিম্নোক্ত সার্কিটের R এবং V_S বের কর । এছাড়াও বের কর V_S কর্তৃক সরবরাহকৃত পাওয়ার।



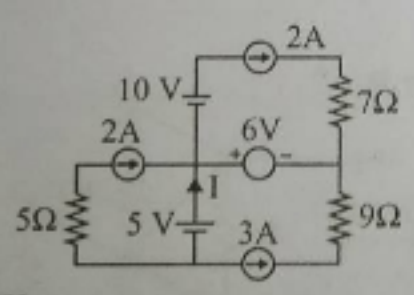
Ans: R=2Ω V_S=12V, P_S=30W.

12) নিম্নোক্ত সার্কিটের V এবং I_{DE} বাহির কর,



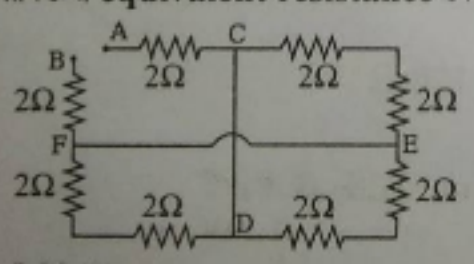
Ans: V=100V, I_{DE}=2A.

13) নিম্নোক্ত সার্কিটে 5V battery কত পাওয়ার গ্রহন করবে বের কর।



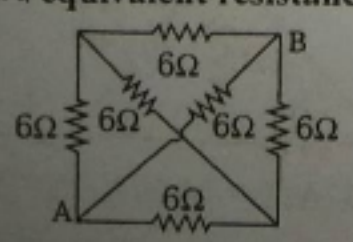
Ans: P_b= 25Watt

14) নিম্নোক্ত সার্কিটের equivalent resistance বের কর।



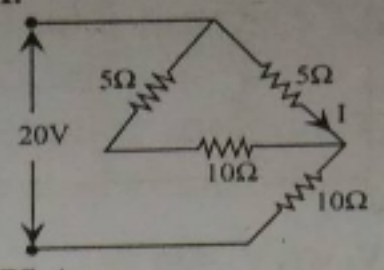
Ans: R_{AB}= 5.33 Ω

15) নিম্নোক্ত সার্কিটের equivalent resistance বের কর।



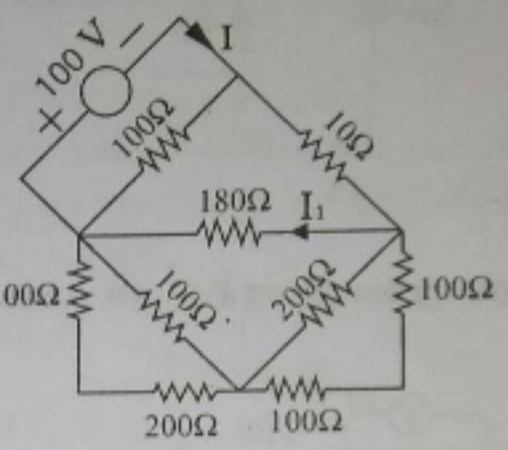
Ans: R_{AB}= 3Ω.

16) Find out I.



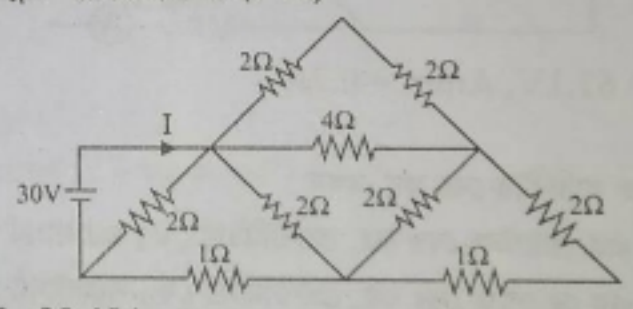
Ans: I = 1.0875 Amp

17) নিম্নোক্ত সার্কিটের I এবং I_1 বাহির কর,



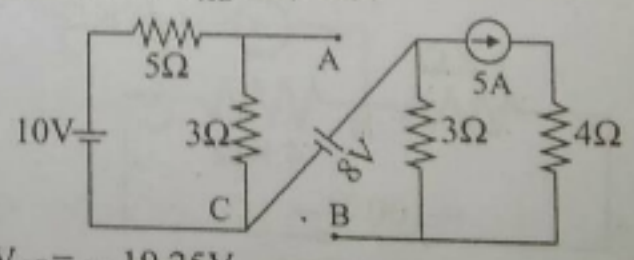
Ans: I=2.01A এবং I_1=0.5A

18) নিম্নোক্ত সার্কিটের I বাহির কর,



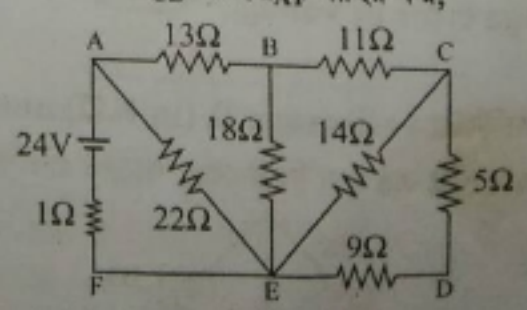
Ans: I =28.45A

19) নিম্নোক্ত সার্কিটের V_{AB} বাহির কর।



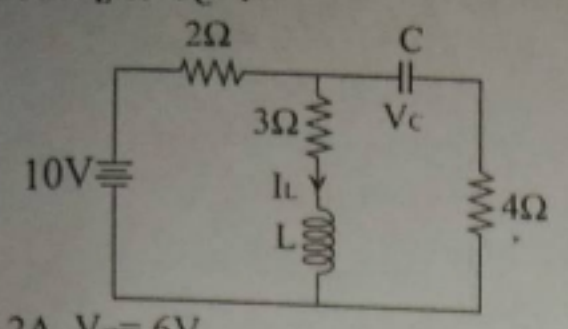
Ans: V_{AB}= − 19.25V

20) নিম্নোক্ত সার্কিটের V_{CD} এবং I_{AF} বাহির কর,



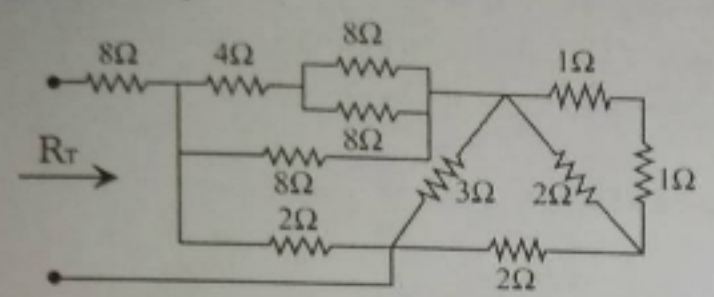
Ans: V_{CD}=1.25V এবং I_{AF}=2A.

31) Find out I_L & V_C=?



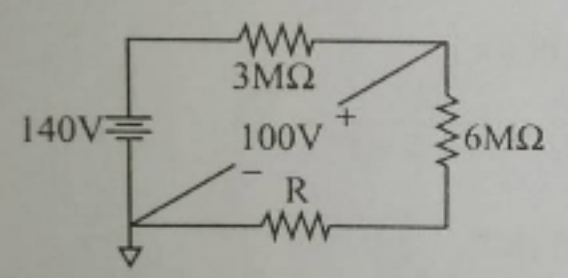
Ans: I_L= 2A, V_C= 6V

32) Find out R_T=?



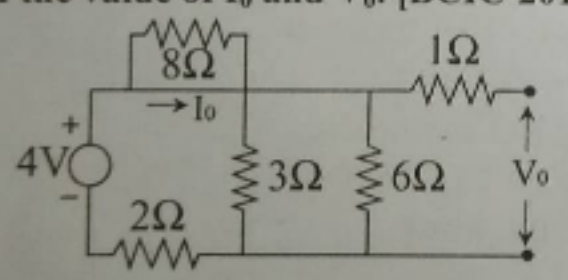
Ans: R_T= 9.47 Ω [Ans]

33) Using voltage divider rule, find out the value of R.



Ans: R = 1.5MΩ

34) Find the value of I_0 and V_0. [BCIC-2016]



Ans: I_0= 1A, V_0= 2 Volt

Kirchhoff's law (KVL & KCL)

Kirchhoff's law দুইটি। যথা-

1) Kirchhoff's current law (KCL)
2) Kirchhoff's voltage law (KVL)

1) Kirchhoff's current law (KCL):

কোন ইলেকট্রিক্যাল নেটওয়ার্ক এর যে কোন নোড বা জাংশনে মিলিত কারেন্ট সমূহের বীজগাণিতিক যোগফল শূন্য। অর্থাৎ

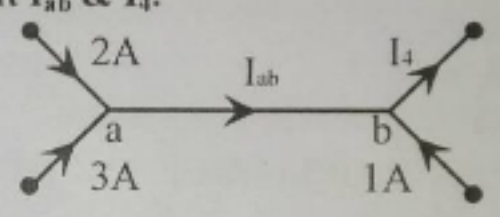
আগত কারেন্ট = নির্গত কারেন্ট।

2) Kirchhoff's voltage law (KVL):

কোন Electrical network এর যে কোন closed circuit বা mesh বা loop এর সকল E.M.F ও Voltage drop সমূহের বীজগাণিতিক যোগফল শূন্য।

Example

1) Find out I_{ab} & I_4.



Sol^n:

At node a,

আগত কারেন্ট = নির্গত কারেন্ট

$2 + 3 = I_{ab}$

$\therefore I_{ab} = 5$ A [Ans]

At node b,

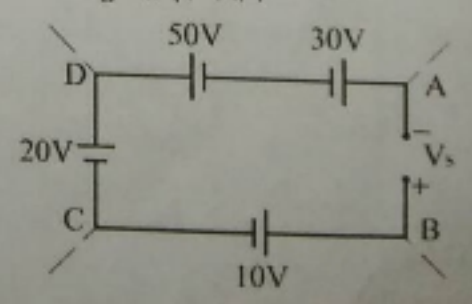
আগত কারেন্ট = নির্গত কারেন্ট

$I_{ab} + 1 = I_4$

$\Rightarrow 5 + 1 = I_4$

$\therefore I_4 = 6$ A [Ans]

2) নিম্নোক্ত সার্কিটের V_S বাহির কর।



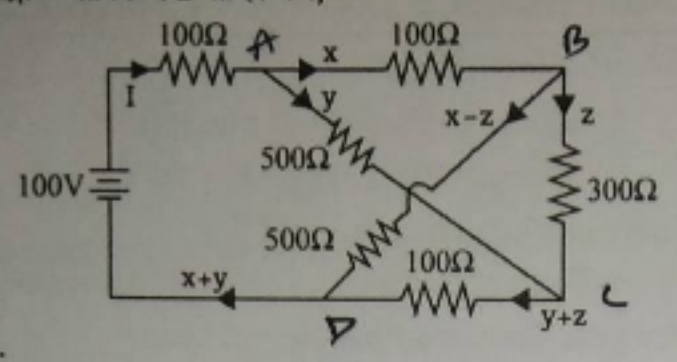
Sol^n:

Applying KVL in loop ABCDA,

$+V_S - 10 + 20 - 50 + 30 = 0$

$\therefore V_S = 10$V [Ans.]

3) নিম্নোক্ত সার্কিটের I বাহির কর,



Sol^n:

Applying KVL in loop ABCA,

$100x + 300z - 500y = 0$ - - - - - - (1)

KVL in loop BDCB,

$500(x - z) - 100(y + z) - 300z = 0$

$\Rightarrow 500x - 100y - 900z = 0$ - - - - - - (2)

KVL in loop ACDEA,

$100(x + y) + 500y + 100(y + z) - 100 = 0$

$\Rightarrow 100x + 700y + 100z = 0$ - - - - - - (3)

Now equations 1, 2& 3 we get,

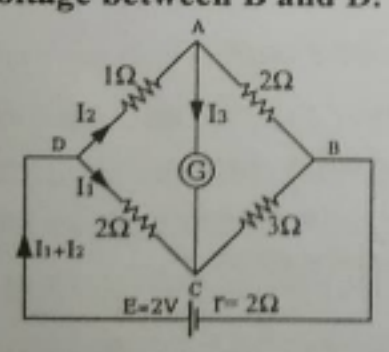
$x = 1/5$ A,

$y = 1/10$A and

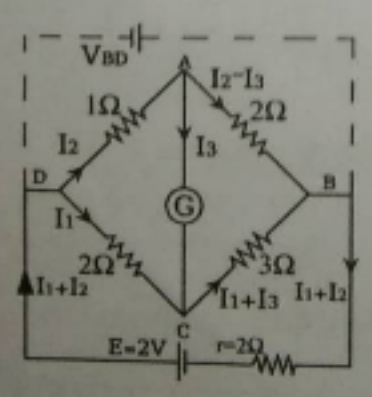
$z = 1/10$ A

$\therefore I = x+y = 3/10 = 0.3$A [Ans.]

4) Find the voltage between B and D.



Sol^n:



Loop ACDA,

$I_2+4I_3-2I_1 = 0$

$\Rightarrow -2I_1 + I_2+4I_3 = 0$ - - - - - - (1)

Loop ABCDA,

$2(I_2-I_3) - 3(I_1+I_3) - 4I_3 = 0$

$\Rightarrow 2I_2 - 2I_3 - 3I_1 - 3I_3 - 4I_3 = 0$

$\Rightarrow -3I_1 + 2I_2 - 9I_3 = 0$ - - - - - - - (2)

Loop DCBD,

$2I_1 + 3(I_1+I_3) + 2(I_1+I_2) - 2 = 0$

$\Rightarrow 2I_1+3I_1+3I_3+2I_1+2I_2 = 2$

$\Rightarrow 7I_1+2I_2+3I_3 = 2$ - - - - - - - - - - - (3)

From (1), (2)& (3) we get,

$I_1 = 17/91$ Amp

$I_2 = 30/91$ Amp

$I_3 = 1/91$ Amp

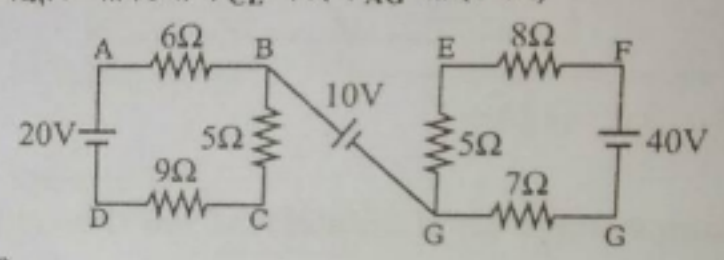
Now,

$V_{BD} + 2(I_2 - I_3) + I_2 = 0$

$\Rightarrow V_{BD} + 2(30/91 - 1/91) + 30/91 = 0$

$\therefore V_{BD} = -88/91$ volt [Ans]

5) নিম্নোক্ত সার্কিটের V_{CE} এবং V_{AG} বাহির কর,



Sol^n:

In loop ABCDA,

$$I_1 = \frac{V_1}{R_{T1}} = \frac{20}{6+5+9} = 1A$$

In loop FEHGF,

$$I_2 = \frac{V_2}{R_{T2}} = \frac{20}{6+5+9} = 2A$$

Applying KVL in CBHEC,

$V_{CE} + 5\times1 - 10 + 5\times2 = 0$

$\therefore V_{CE} = -5V$ [Ans.]

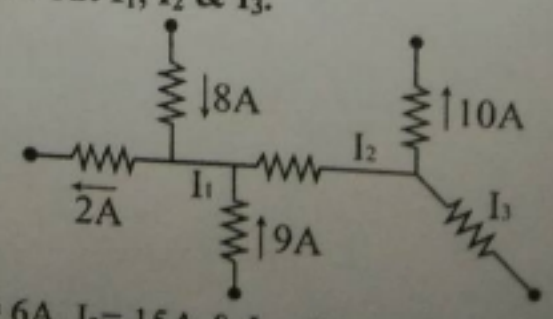
Applying KVL in ABHGA,

$V_{AG} - 6\times1 - 10 - 7\times2 = 0$

$\therefore V_{CE} = 30V$ [Ans.]

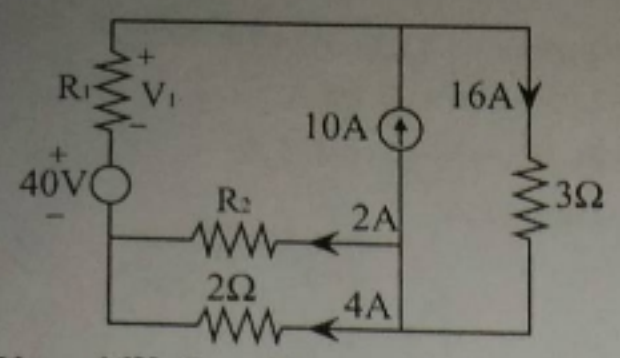
Exercise

Ex1) Find out I_1, I_2 & I_3.



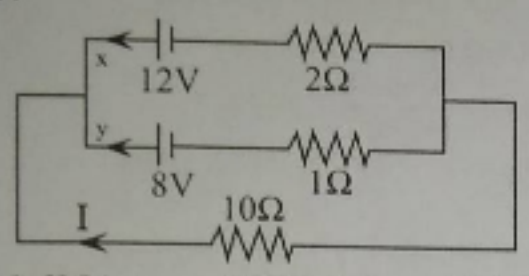
Ans: $I_1 = 6A$, $I_2 = 15A$ & $I_3 = 5A$

K1) নিম্নোক্ত সার্কিটের V_1 এবং R_2 বাহির কর,



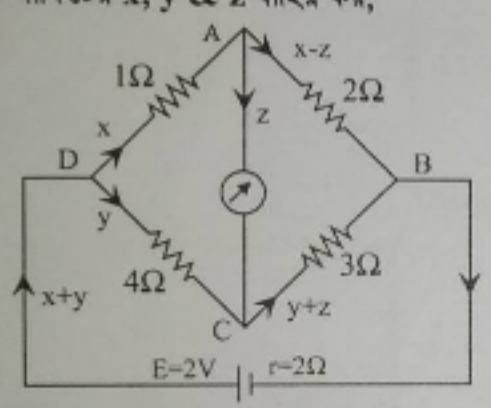
Ans: $V_1 = -16V$, $R_2 = 4\Omega$

K2) নিম্নোক্ত সার্কিটের 2Ω and 1Ω মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট নির্ণয় কর।



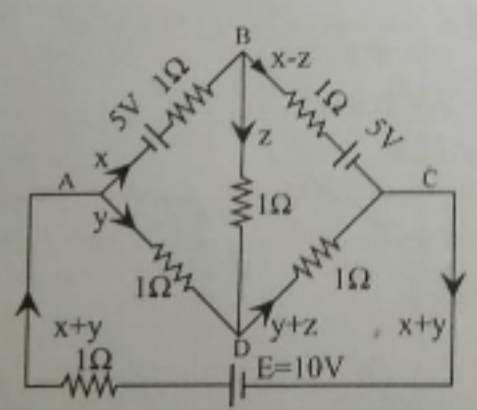
Ans: x = 1.625A, y = −0.75A & I = 0.875 A

K3) নিম্নোক্ত সার্কিটের x, y & z বাহির কর,



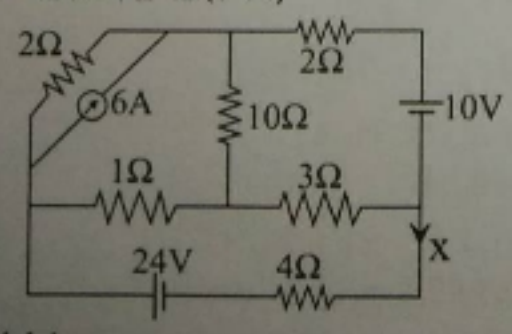
Ans: x= 30/91A, y= 17/91A, z= 1/91A

K4) Find the branch current x, y, z, x+y, x−z, y+z.



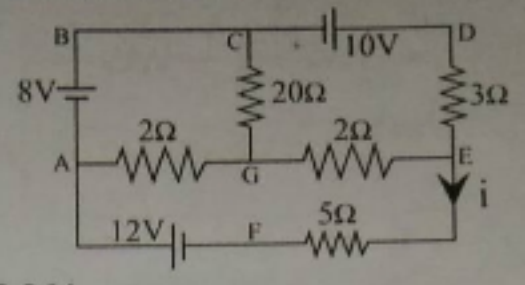
Ans: x=6.25, y=1.25, z=0, x+y=7.5, x−z=6.25, y+z= 1.25

K5) নিম্নোক্ত সার্কিটের x বাহির কর,



Ans: X= 4.1A

K6) নিম্নোক্ত সার্কিটের i বাহির কর,



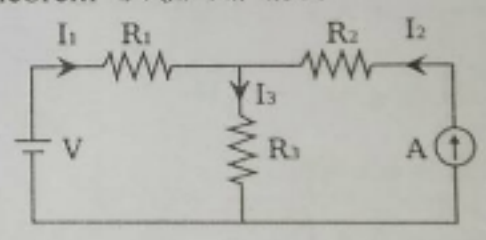
Ans: i= 3.26A

Super Position theorem

Theorem:

একাধিক source বিশিষ্ট কোন linear bilateral network এর একটি বিন্দুতে প্রবাহিত current অথবা দুইটি বিন্দুতে potential difference অথবা EMF এর একাধিক source এর কারণে এই বিন্দু অথবা বিন্দুগুলোতে প্রবাহিত পৃথক পৃথক current সমূহের অথবা EMF পার্থক্য সমূহের বীজগাণিতিক যোগফল সমান হইবে, যদি প্রত্যেকটি source কে পৃথকভাবে বিবেচনা করা হয় এবং অন্য source গুলোর প্রত্যেকটি সমমানের অভ্যন্তরীন resistance এ রূপান্তরিত করা হয়।

⇒ শর্তঃ যদি একের অধিক Source থাকে তাহলে super position theorem ব্যবহার করা যাবে।



নিয়মাবলীঃ-

১) ইচ্ছেমত মূল সার্কিটের current direction ধরব।

২) প্রত্যেক source এর জন্য আলাদা আলাদা circuit consider করব।

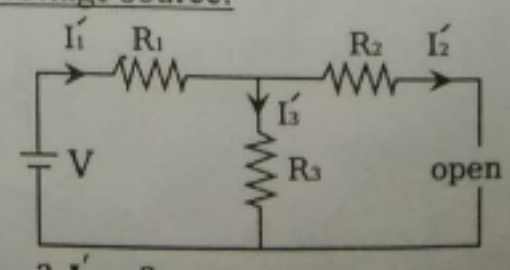
→ যে Source টি বিবেচনা করব তা রেখে বাকী source গুলোর ক্ষেত্রে নিম্নলিখিত শর্ত প্রযোজ্য হবে-

i) Voltage source হলে source টি short করে দেব,

ii) Current source হলে open করে দেব।

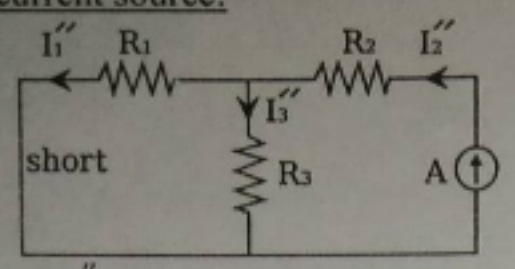
৩) শাখা current গুলো বের করব এবং এদের যথাক্রমে (′ ও ″) দ্বারা সনাক্ত করব।

Consider voltage source:



$I_1' = ?$ $I_2' = ?$ $I_3' = ?$

Consider current source:



$I_1'' = ?\ \ I_2'' = ?\ \ I_3'' = ?$

৪) অর্থাৎ মূল সার্কিটের সাথে আলাদা আলাদা Source বিবেচনায় প্রাপ্ত current গুলো direction অনুযায়ী বীজগাণিতিক উপায়ে যোগ করব।

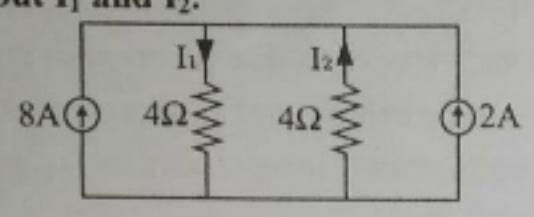
$I_1 = I_1' - I_1''$

$I_2 = -I_2' + I_2''$

$I_3 = I_3' + I_3''$

Example

1) Find out I_1 and I_2.



Sol^n:

Consider 8A source,

$$I_1' = \frac{8\times 4}{4+4} = 4\text{ A}\downarrow$$

$$I_2' = \frac{8\times 4}{4+4} = 4\text{ A}\downarrow$$

Consider 2 A source,

$$I_1'' = \frac{2\times 4}{4+4} = 1\text{ A}\downarrow$$

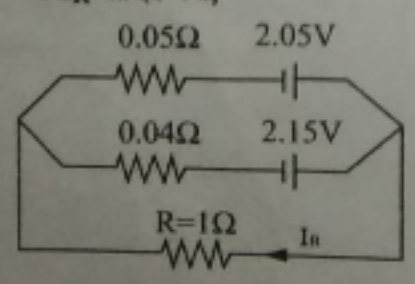
$$I_2'' = \frac{2\times 4}{4+4} = 1\text{ A}\downarrow$$

Resultant current,

$I_1 = 4+1 = 5A$ [Ans]

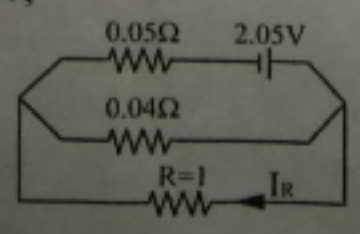
$I_2 = -4-1 = -5A$ [Ans]

2) নিম্নোক্ত সার্কিটের I_R বাহির কর,



Sol^n:

Consider 2.05V,

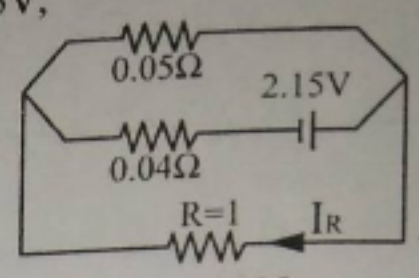


$R_T' = (1\|0.04) + 0.05 = 0.088\Omega$

$I_T' = 2.05/0.088 = 23.295A$

$I_R' = 23.295\times\frac{0.04}{1+0.04} = 0.895\text{ A}$

Consider 2.15V,



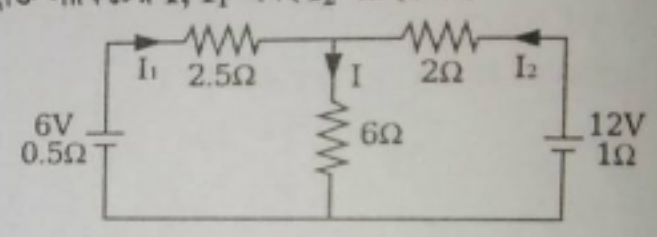
$R_T'' = (1\|0.05) + 0.04 = 0.0876\Omega$

$I_T'' = 2.15/0.0876 = 24.43A$

$I_R'' = 24.43\times\frac{0.05}{1+0.05} = 1.149A$

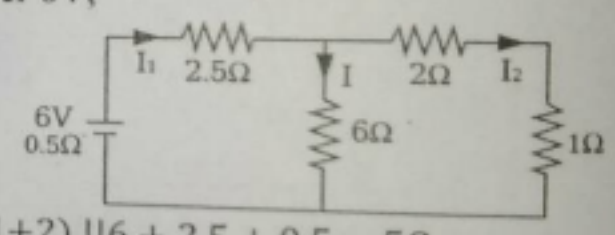
$\therefore I_R = 0.895+1.149 = 2.044A$ [Ans.]

3) নিম্নোক্ত সার্কিটের I, I_1 এবং I_2 বাহির কর-



Sol^n:

Consider 6V,



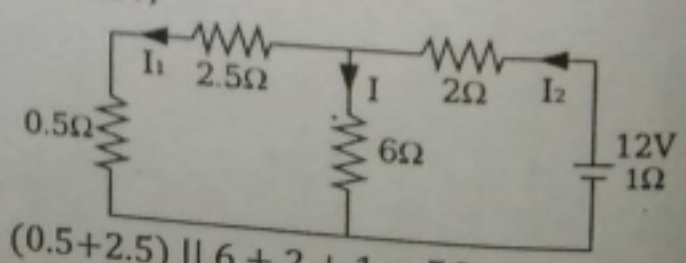
$R_T' = (1+2)\|6 + 2.5 + 0.5 = 5\Omega$

$I_1' = 6/5 = 1.2A \rightarrow$

$$I_2' = 1.2\times\frac{6}{6+(1+2)} = 0.8A \rightarrow$$

$I' = 1.2 - 0.8 = 0.4\text{ A}\downarrow$

Consider 12V,



$R_T'' = (0.5+2.5)\|6 + 2 + 1 = 5\Omega$

$I_2'' = 12/5 = 2.4A \leftarrow$

$$I'' = 2.4\times\frac{3}{6+3} = 0.8A\downarrow$$

$I_1'' = 2.4\times\frac{3}{6+3} = 1.6A \leftarrow$

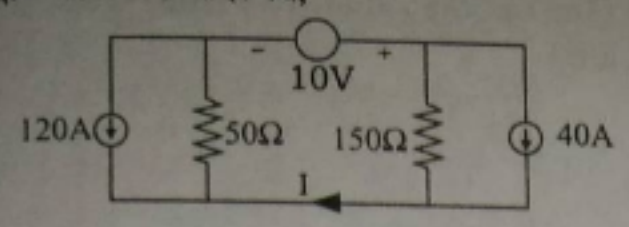
Now final currents,

$I = 0.4+0.8 = 1.2A$ [Ans.]

$I_1 = 1.2 - 1.6 = -0.4A$ [Ans.]

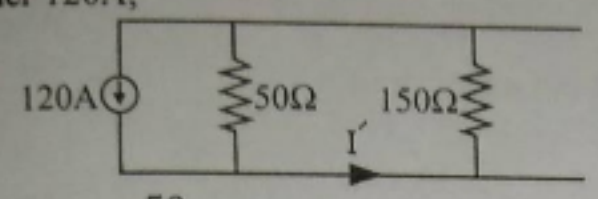
$I_2 = -0.8+2.4 = 1.6A$ [Ans.]

4) নিম্নোক্ত সার্কিটের I বাহির কর,



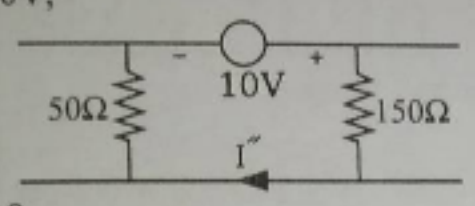
Sol^n:

Consider 120A,



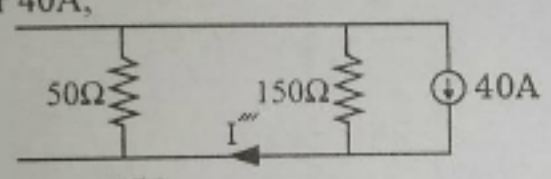
$$I' = 120 \times \frac{50}{50+150} = 30A \rightarrow$$

Consider 10V,



$$I'' = \frac{10}{150+50} = 0.05A \leftarrow$$

Consider 40A,



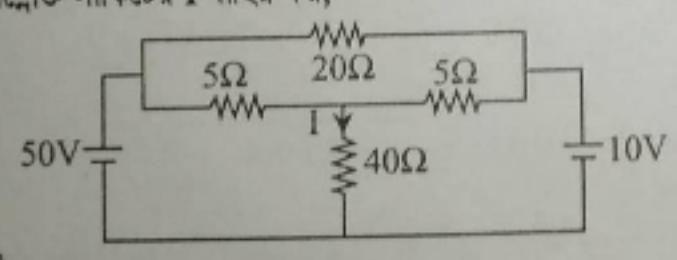
$$I''' = 40 \times \frac{150}{150+50} = 30A \leftarrow$$

Now, $I = -I' + I'' + I'''$

$= -30 + 0.05 + 30$

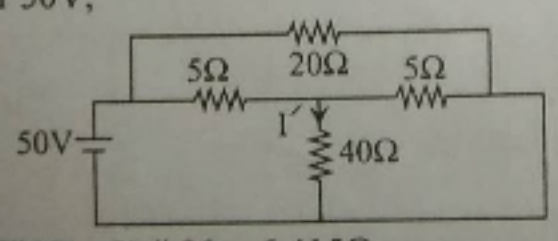
$\therefore I = 0.05A$ [Ans.]

5) নিম্নোক্ত সার্কিটের I বাহির কর,



Sol^n:

Consider 50V,



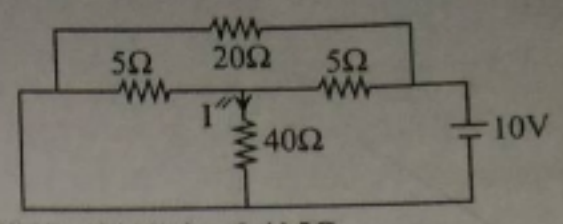
$R'_T = \{(5\|40) + 5\} \| 20 = 6.415\Omega$

$I'_T = 50/6.415 = 7.794A$

$$I'_1 = 7.794 \times \frac{20}{29.444} = 5.263A$$

$$I' = 5.263 \times \frac{5}{5+40} = 0.585A$$

Consider 10V,



$R''_T = 20\|\{5+(5\|40)\} = 6.415\Omega$

$I''_T = 10/6.415 = 1.559A$

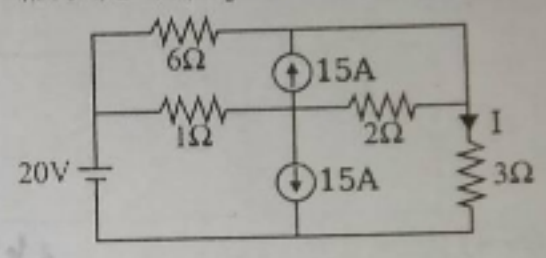
$$I''_1 = 1.559 \times \frac{20}{(40\|5)+5+20} = 1.086A$$

$$I'' = 1.086 \times \frac{5}{5+40} = 0.12A$$

Now, $I = I' + I'' = 0.585 + 0.12 = 0.706A$

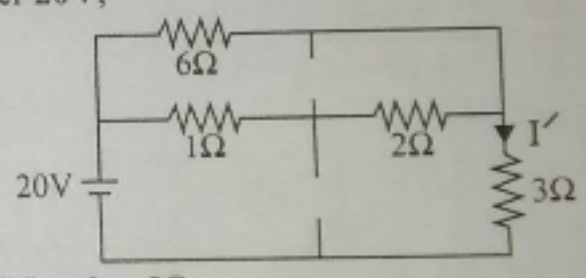
$\therefore I = 0.706A$ [Ans.]

6) নিম্নোক্ত সার্কিটের I এবং V_3 এর মান বাহির কর,



Sol^n:

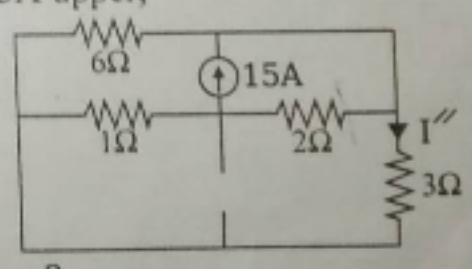
Consider 20V,



$R_T = (3\|6) + 3 = 5\Omega$

$I' = 20/5 = 4A$

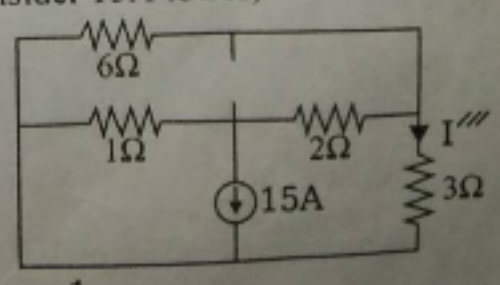
Consider 15A upper,



$$I''_1 = 15 \times \frac{2}{2+3} = 6A$$

$$I'' = 6 \times \frac{6}{6+3} = 4A$$

Again consider 15A lower,



$$I'''_1 = 15 \times \frac{1}{1+4} = 3A$$

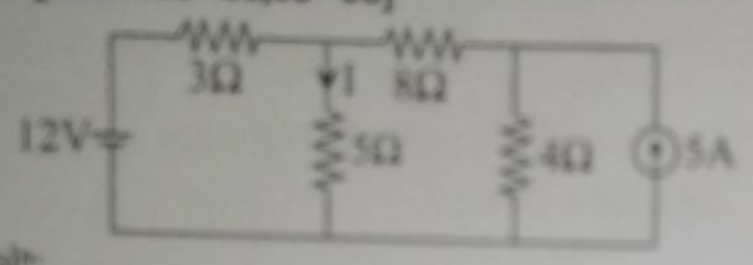
$I''' = 3 \times \frac{6}{6+3} = 2A$

Now, $I = I' + I'' - I''' = 4 + 4 - 2$

$\therefore I = 6A$ [Ans.]

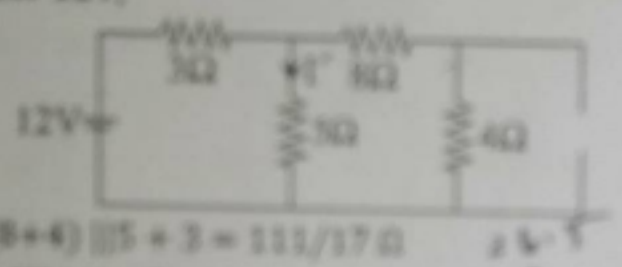
$\therefore V_3 = I \times R_3 = 3 \times 6 = 18V$ [Ans.]

7) Super position theorem এর সাহায্যে I এর মান বের কর : [DUET:02~03,05~06]



Sol^n:

Consider 12V,

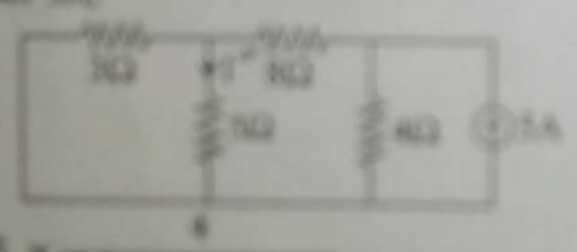


$R_T' = (8+4) \| 5 + 3 = 111/17\ \Omega$

$I_s' = 12/(111/17) = 68/37A$

$I' = \frac{68}{37} \times \frac{8+4}{5+(8+4)} = \frac{68}{37} A \downarrow$

Consider 5A,



$I_s'' = 5 \times \frac{4}{4 + [(3 \| 5) + 8]}$

$\therefore I_s'' = 160/111\ A$

$I'' = \frac{160}{111} \times \frac{3}{5+3} = \frac{20}{37} A \downarrow$

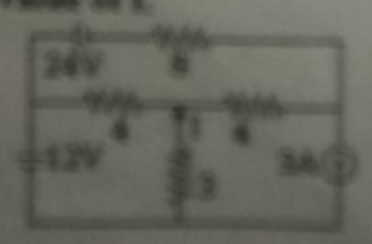
Resultant current,

$I = I' + I'' = \frac{68}{37} + \frac{20}{37}$

$\therefore I = 1.84\ A$ [Ans]

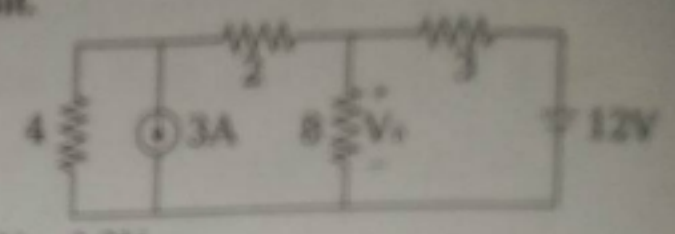
Exercise

S1) Find the value of I.



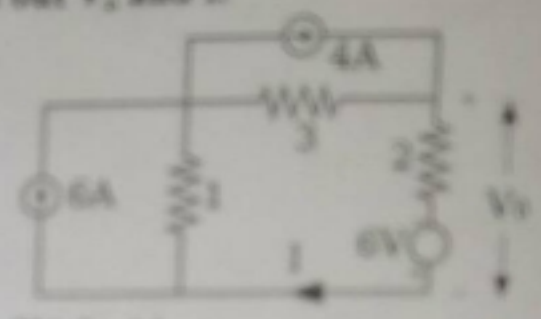
Ans: I = 2A

S2) Find out the value of V_0 from below the circuit.



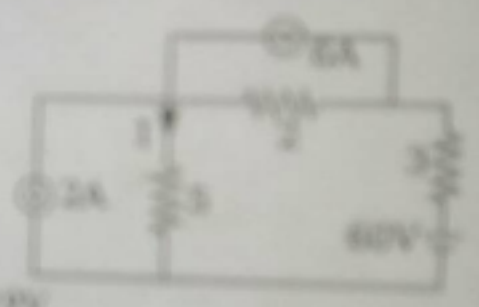
Ans: V_0= 3.2V

S3) Find out V_x and I.



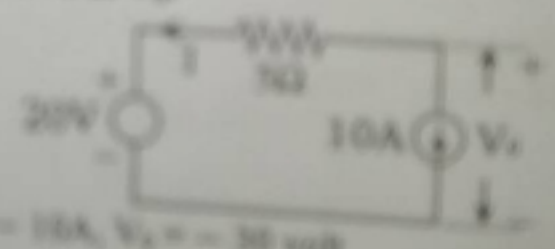
Ans: V_x = 2V, I= 4A

S4) নিম্ন শাখায় হতে 5Ω এর মাধ্যমেপ্রিত কেরেন্ট কত হিসাব কর :



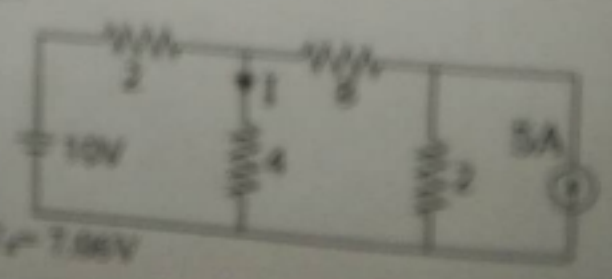
Ans: V_x = 19V

5) Find out I & V_x



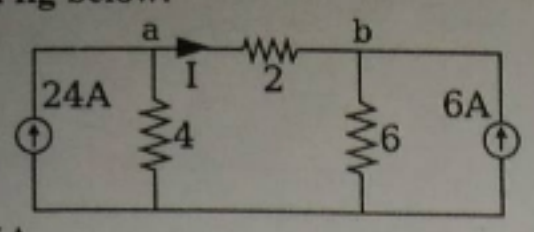
Ans: I= – 10A, V_x = – 30 volt

S6) নিম্ন শাখায় হতে 4Ω এর মাধ্যমেপ্রিত voltage drop হিসাব কর :



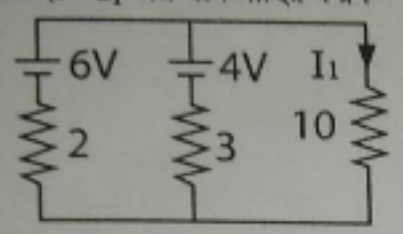
Ans: V_4= 7.06V

S6) Find out current I from the circuit which are shown in fig below.



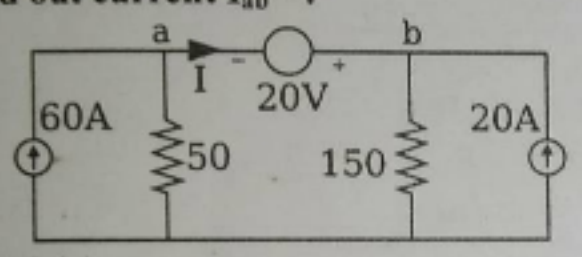
Ans: I= 5A

S7) নিম্নোক্ত সার্কিট হতে I_1 এর মান বাহির কর।



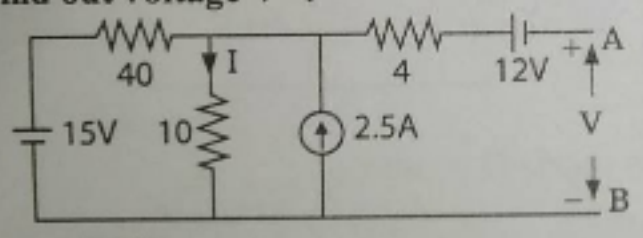
Ans: I_1= 0.464A

S8) Find out current I_{ab} =?



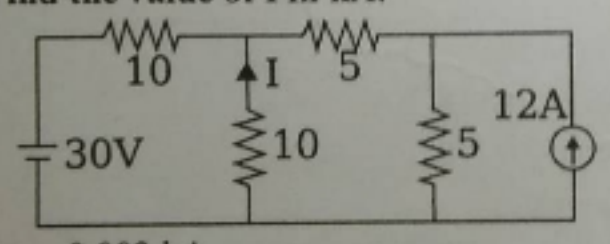
Ans: I_{ab}=0.1A

S9) Find out voltage V=?



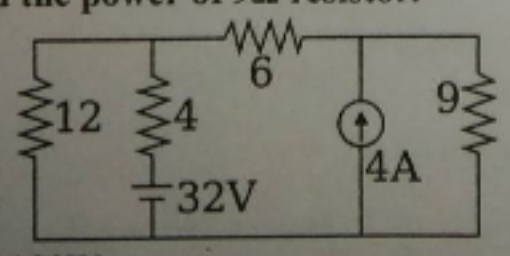
Ans: V=11Volt

S10) Find the value of I in kA.



Ans: I= – 0.003 kA

S11) Find the power of 9Ω resistor.



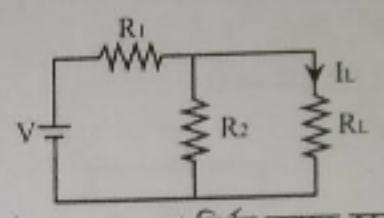
Ans: P_9 = 100W

Thevenin Theorem

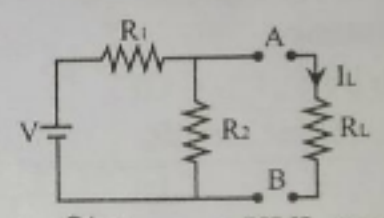
Statement:

EMF এর একাধিক উৎস এবং resistance এর সমন্বয়ে গঠিত জটিল network এর দুইটি বিন্দুতে সংযুক্ত একটি Load resistance এর current একই হবে, যদি Load টি EMF এর একটি মাত্র স্থির উৎস এর সহিত সংযুক্ত থাকে। যাহার EMF load এর আড়াআড়িতে open circuit voltage এর সমান এবং যাহার internal resistance দুইটি প্রান্ত হইতে পশ্চাৎ দিকের Network এর resistance এর সমান। EMF এর উৎসগুলো উহাদের সমতুল্য internal resistance দ্বারা স্থলাভিষিক্ত হয়।

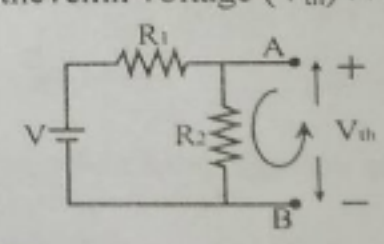
⇒নিয়মাবলীঃ



১) প্রথমে যে Load এর current নির্ণয় করতে হবে, সেই Load টি খুলে নিতে হবে।

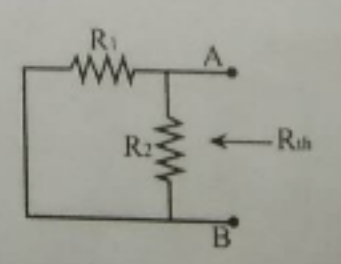


২) Load টির সাথে সংশ্লিষ্ট Loop এ KVL প্রয়োগ করে Load টির আড়াআড়িতে thevenin voltage (V_{th}) নির্ণয় করতে হবে।



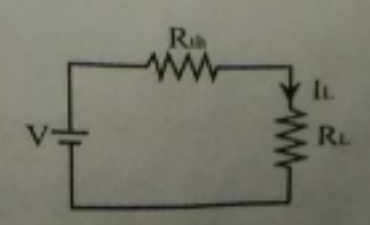
৩) অতঃপর সার্কিটের voltage source গুলো short এবং current source গুলো open করে, ঐ খোলা প্রান্ত হতে thevenin equivalent resistance (R_{th}) বের করতে হবে।

$$R_{th} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$



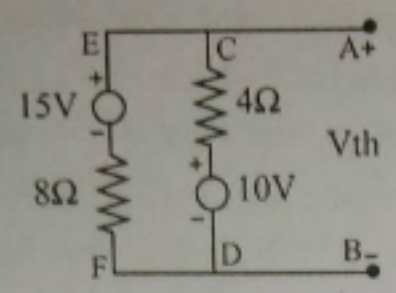
৪) সর্বশেষ V_{th}, R_{th} এবং R_L এর সমন্বয়ে thevenin equivalent circuit অংকন করে, ইহা হতে Load current (I_L) এর মান বের করতে হবে।

$$I_L = \frac{V_{th}}{R_{th} + R_L}$$



Example

1) নিম্নের সার্কিটের Thevenin equivalent circuit অংকন কর।



Sol^n:

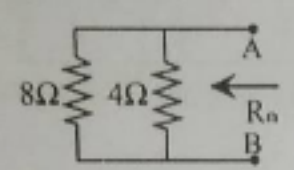
Total Voltage, V= 15 – 10 = 5V

$\therefore I = I_{CD} = 5/(8+4) = 5/12$ A

Now loop in ACDBA,

$V_{th} - 4\times(5/12) - 10 = 0$

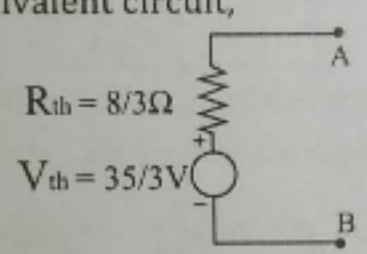
$\Rightarrow V_{th} = 35/3$ V



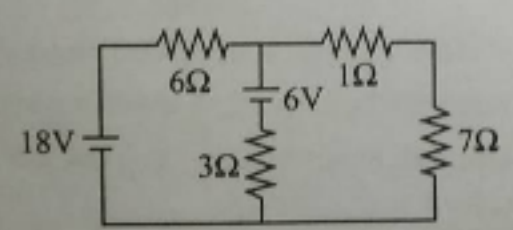
Thevenin resistance,

$R_{th} = 8||4 = 8/3\ \Omega$

Thevenin equivalent circuit,

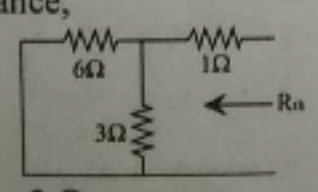


2) Find out the voltage drop and power of 7Ω resistor.



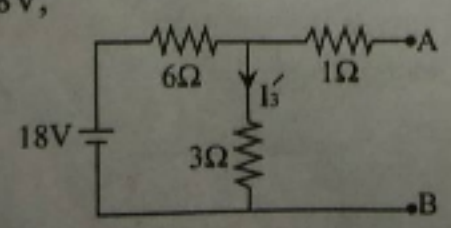
Sol^n:

Thevenin resistance,



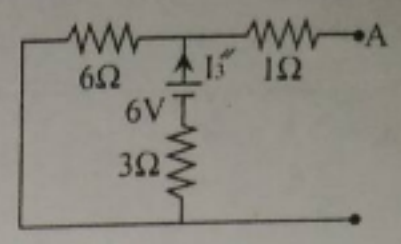
$R_{th} = (6||3) + 1 = 3\ \Omega$

Consider 18V,



$I_3' = \dfrac{18}{6+3} = 2$ amp ↓

Consider 6V,

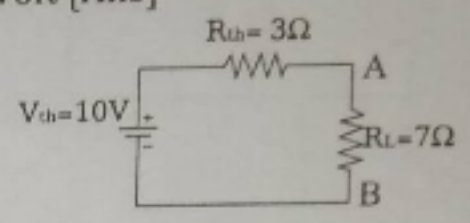


$I_3'' = \dfrac{6}{6+3} = 2$ amp ↑

Thevenin voltage,

$V_{th} - 6 - 3\times\frac{4}{3} = 0$

$\therefore V_{th} = 10$ volt [Ans]



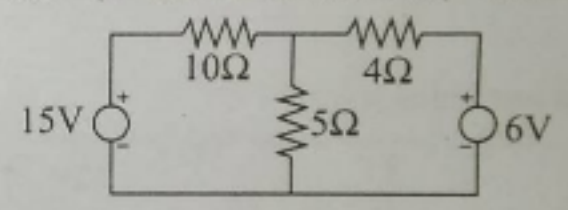
$I_L = \dfrac{V_{th}}{R_{th} + R_L} = \dfrac{10}{3+7}$

$\therefore I_L = 1$ Amp [Ans]

Power, $P = I_L^2 R_L = 1^2 \times 7$

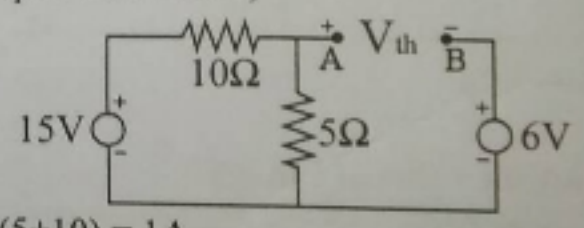
$\therefore P = 7$ Watt [Ans]

3) নিম্নের সার্কিট হতে 4Ω এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট নির্ণয় কর।



Sol^n:

Firstly open 4Ω resistor,

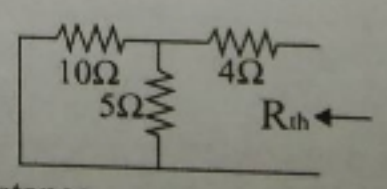


I = 15/ (5+10) = 1A

Now in loop ADCBA,

$V_{th} - 5\times1 + 6 = 0$

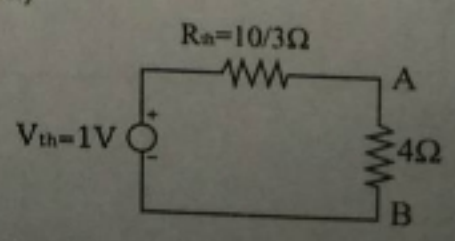
$\therefore V_{th} = -1$V



Thevenin resistance,

$\therefore R_{th} = 10/3\ \Omega$

Thevenin ckt,

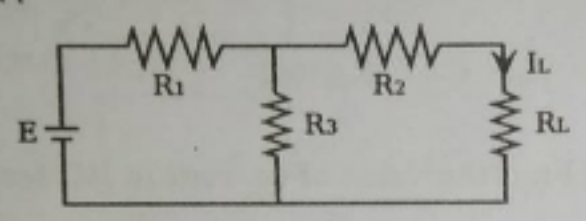


Norton Theorem

Theorem:

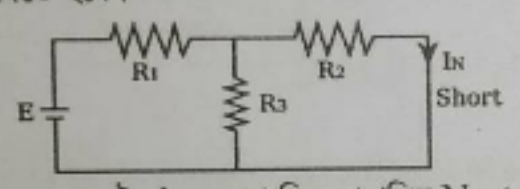
স্বতন্ত্র Voltage এবং current source বিশিষ্ট কোন Linear network এর দুই প্রান্ত একটি Norton resistance (R_N) এর সহিত parallel এ একটি Norton current (I_N) দ্বারা প্রতিস্থাপন করা হয়। যেখানে I_N হল প্রান্তদ্বয়ের short circuit current এবং R_N হল প্রান্তদ্বয় হতে পিছনদিকে network এর equivalent resistance কিন্তু শর্ত হল voltage source গুলো short এবং current source গুলো open থাকতে হবে অথবা উহাদের internal resistance দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইতে হবে।

⇒ Norton's theorem এর সাহায্যে R_L এর মধ্যে কারেন্ট বের করতে হবে।



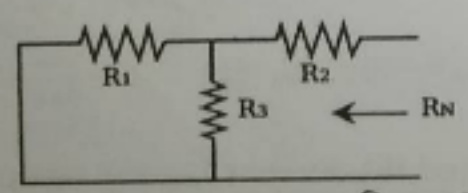
নিয়মাবলীঃ

১) যে Load এর মধ্যে current বের করতে হবে সেই Load টি short করে দিতে হবে।

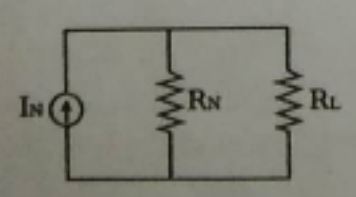


২) Short করার পর ঐ short পথ দিয়ে প্রবাহিত Norton's current (I_N) বের করতে হবে।

৩) এরপর ঐ short পথটি খুলে ফেলতে হবে এবং circuit এ voltage source থাকলে short এবং current source থাকলে open করতে হবে। তারপর equivalent resistance (R_N) নির্ণয় করতে হবে।

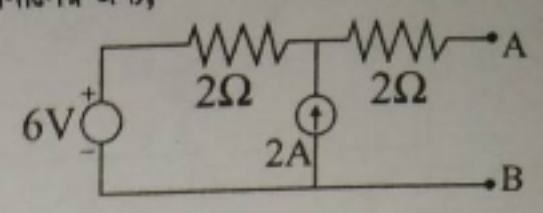


৪) সবশেষে I_N, R_N, R_L ও I_L এর সমন্বয়ে নিম্নরূপে Norton's equivalent circuit অংকন করতে হবে এবং I_L এর মান বের করতে হবে।



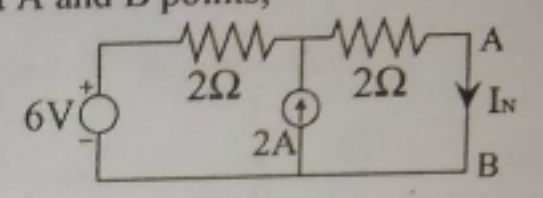
Example

1) Norton theorem ব্যবহার করে সমতুল্য সার্কিট অংকন কর A ও B টার্মিনালের জন্য,



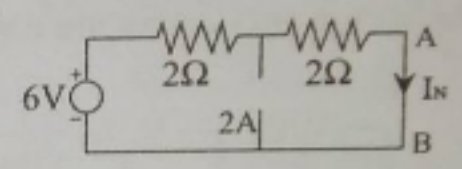
Sol^n:

First short A and B points,



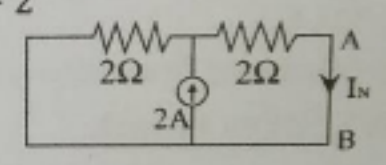
Consider 6V,

$$I_N' = \frac{6}{2+2} = 1.5A$$



Consider 2A,

$$I_N'' = 2 \times \frac{2}{2+2} = 1A$$

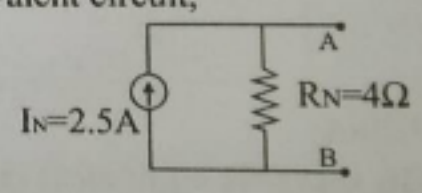


$\therefore I_N = 1.5+1 = 2.5A$

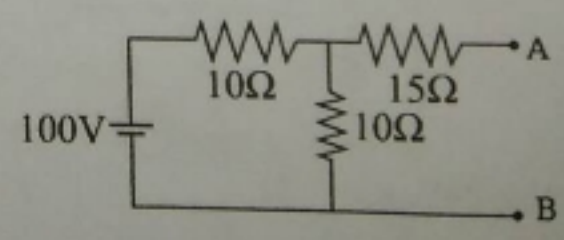
Norton Resistance,

$R_N = 2+2 = 4\Omega$

Norton equivalent circuit,

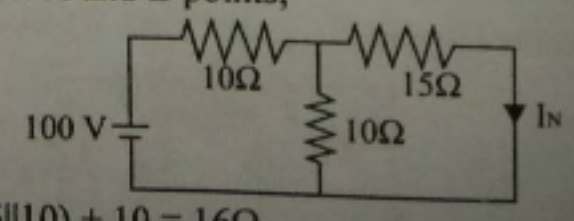


2) নিম্নোক্ত সার্কিটের A ও B এর মধ্যে প্রবাহিত কারেন্ট এর মান বাহির কর।



Sol^n:

First short A and B points,

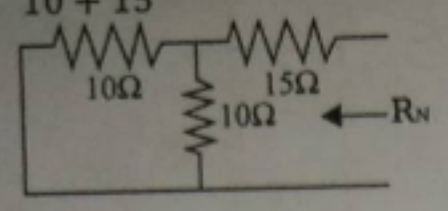


$R_T = (15||10) + 10 = 16\Omega$

$I = 100/16 = 6.25A$

Norton current,

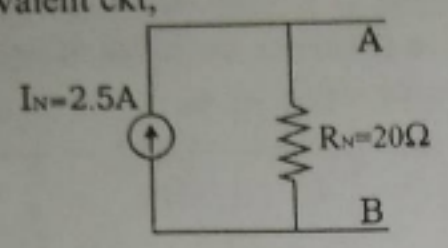
$$I_N = 6.25 \times \frac{10}{10+15} = 2.5A$$



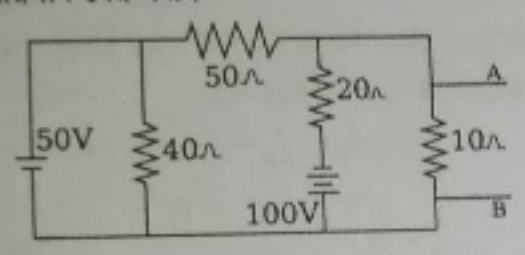
Norton resistance,

$R_N = (10\|10) + 15 = 20\Omega$

Norton equivalent ckt,

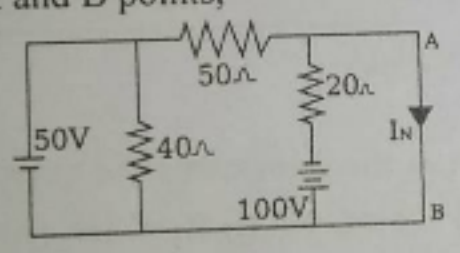


3) Norton theorem ব্যবহার করে 10Ω এর আড়াআড়িতে ভোল্টেজের পরিমাণ বের কর।



Sol^n:

First short A and B points,

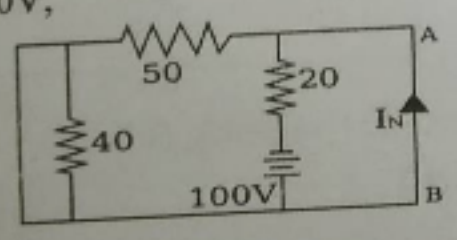


Consider 50V,

$I = \frac{50}{40+50} = 2.25A$

$I_N' = 2.25 \times \frac{40}{40+50} = 1A\downarrow$

Consider 100V,

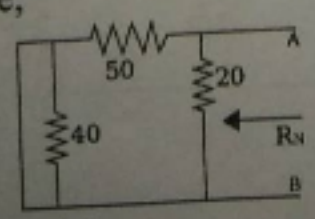


$I_N'' = \frac{100}{20} = 5A\uparrow$

Norton current,

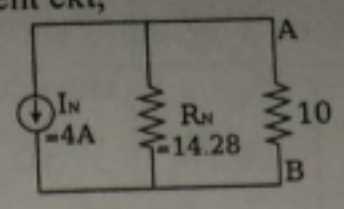
$\therefore I_N = I_N' - I_N'' = 1 - 5 = -4A$

Norton resistance,



$R_N = (50\|20) = 14.28\Omega$

Norton equivalent ckt,

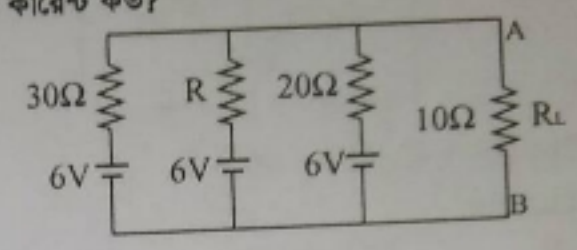


$I_{BA} = 4 \times \frac{14.28}{14.28+10} = 2.352A$

$\therefore V_{BA} = 10 \times 2.352 = 23.52V$ [Ans.]

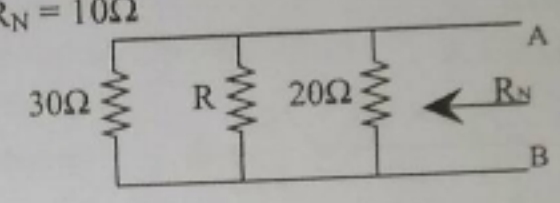
Ans: $V_{BA} = 23.52$ V

4) নিম্নের সার্কিটটির Norton resistanc এর মান $R_N = 10\Omega$ হলে লোড কারেন্ট কত?



Sol^n:

Given, $R_N = 10\Omega$



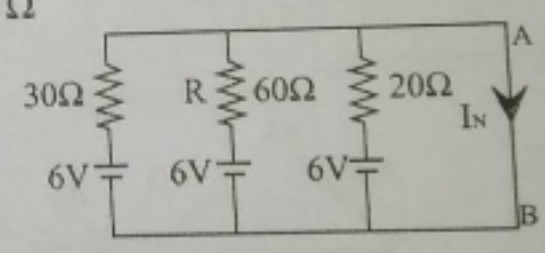
Now,

$R_N = 30 \| R \| 20$

$\Rightarrow 10 = 30 \| R \| 20$

$\Rightarrow \frac{1}{10} = \frac{1}{30} + \frac{1}{R} + \frac{1}{20}$

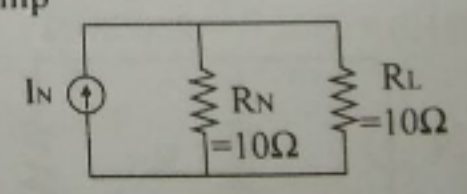
$\therefore R = 60\ \Omega$



Norton's current,

$$I_N = \frac{6}{30} + \frac{6}{60} + \frac{6}{20}$$

$\therefore I_N = 0.6$ Amp



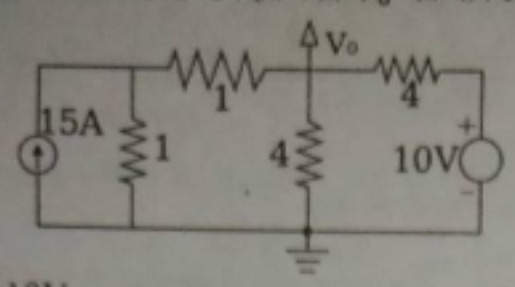
Load current,

$$I_L = \frac{0.6 \times 10}{10+10}$$

$\therefore I_L = 0.3$ Amp [Ans]

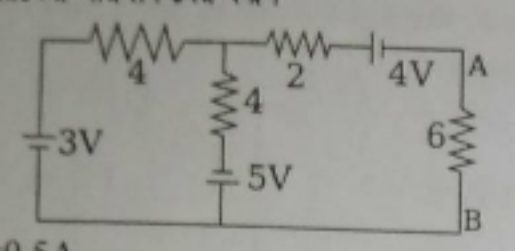
5) Norton theorem ব্যবহার করে Galvanometer এর কারেন্টের মান বের কর।

N6) Norton theorem ব্যবহার করে V_o এর মান বের কর।



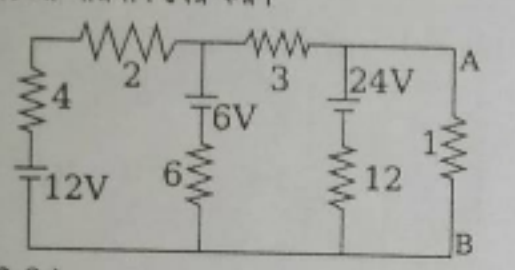
Ans: V_o=10V

N7) Norton theorem ব্যবহার করে 6Ω এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্টের পরিমাণ বের কর।



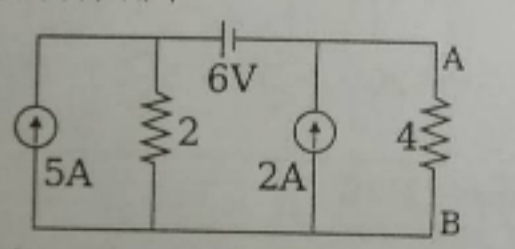
Ans: I_{BA}=0.5A

N8) Norton theorem ব্যবহার করে 1Ω এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্টের পরিমাণ বের কর।



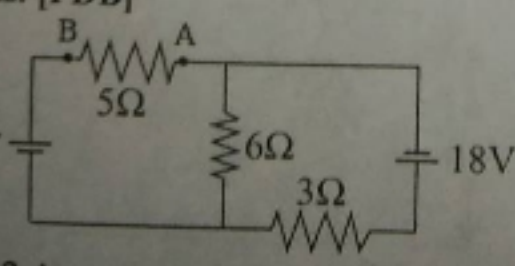
Ans: I_{AB}=2.8A

N9) তিনটি পদ্ধতি ব্যবহার করে 4Ω এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্টের পরিমাণ বের কর ।



Ans: (a) Using super position theorem I_4=1.34A
(b) Using Thevenin theorem I_4=1.33A
(c) Using Norton theorem I_4=1.33A

N10) Using Norton theorem find out the current through 5Ω. [PDB]



Ans: I_{BA}= 12 A

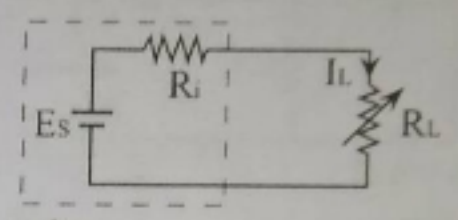
Maximum Power Transfer

Theorem:

"কোন DC source হতে কোন resistive load এ সর্বোচ্চ power transfer হবে তখনই যখন load resistance source এর সাথে সংযুক্ত series resistance বা source এর internal resistance এর সমান হবে।" ইহাই Maximum power transfer theorem.

প্রশ্ন: প্রমাণ কর যে, Maximum power transfer এর ক্ষেত্রে R_i= R_S.

প্রমাণঃ



V_S= Source voltage
R_S=R_i= Internal Source resistance
R_L= Load resistance
I_L= Load current
Now

$$I_L = \frac{V_S}{R_i + R_L}$$

Load power,

$$P_L = I_L^2 R_L$$

$$\therefore P_L = \left(\frac{V_S}{R_i + R_L}\right)^2 \times R_L$$

Maximu power transfer হবে যখন,

$$\frac{dP_L}{dR_L} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{d}{dR_L}\left(\frac{V_i^2 R_L}{(R_i + R_L)^2}\right) = 0$$

$$\Rightarrow V_S^2\left(\frac{(R_i + R_L)^2 \times 1 - R_L.2(R_i + R_L)}{(R_i + R_L)^4}\right) = 0$$

$$\Rightarrow (R_i + R_L)^2 \times 1 - R_L.2(R_i + R_L) = 0$$

$$\Rightarrow R_i + R_L - 2R_L = 0$$

$$\therefore R_i = R_L$$

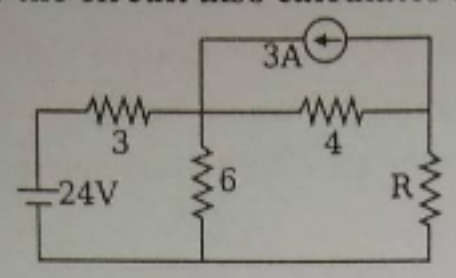
অতএব, Maximum power transfer এর জন্য Load resistance অবশ্যই internal resistance এর সমান হতে হবে।

Maximum power transfer condition:

1) R_i= R_L (When R_L is variable).
2) R_i have to minimum (when R_i is variable).

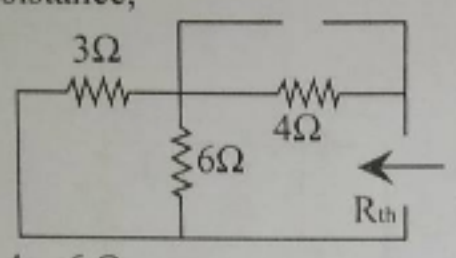
Example

1) Find out resistance R when maximum power delivered to the circuit also calculates its power.



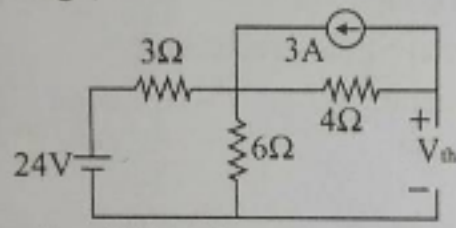
Sol^n:

Thevenin resistance,



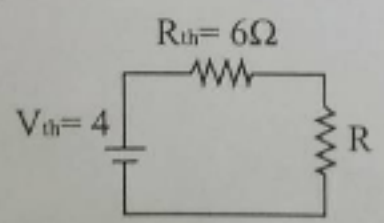
$R_N = 3\|6 + 4 = 6\ \Omega$

Thevenin voltage,



$V_{th} + 4\times3 - 6 \times (8/3) = 0$

$\therefore$ Vth = 4 volt



At maximum power transfer,

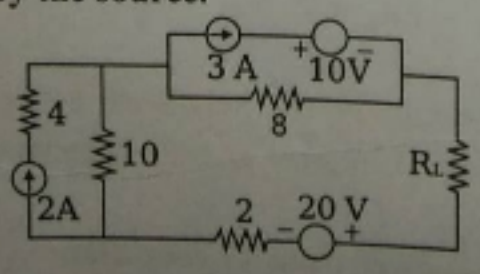
$R_{th} = R = 6\ \Omega$

Maximum power,

$$P_{Lmax} = \frac{V_{th}^2}{4 \times R_{th}} = \frac{4^2}{4 \times 6}$$

$\therefore P_{Lmax} = 0.67$ watt [Ans]

2) Find max^m power of load and max^m power supplied by the source.



Sol^n:

$V_{th} - 8 \times 3 - 10\times2 + 20 = 0$

$V_{th} = 24$ volt

$R_{th} = 8+10+2 = 20\ \Omega$

Maximum power transferred,

$$P_{Lmax} = \frac{V_{th}^2}{4 \times R_{th}} = \frac{24^2}{4 \times 20}$$

$\therefore P_{Lmax} = 7.2$ watt

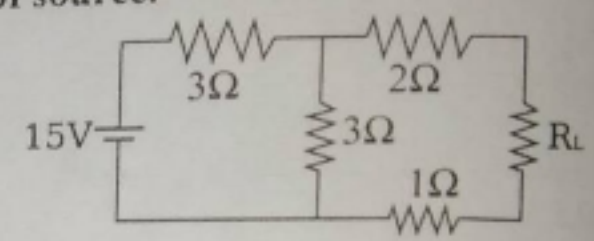
Source maximum power,

Power = $2\times P_{Lmax} = 2 \times 7.2$

Max^m power = 14.4 watt [Ans]

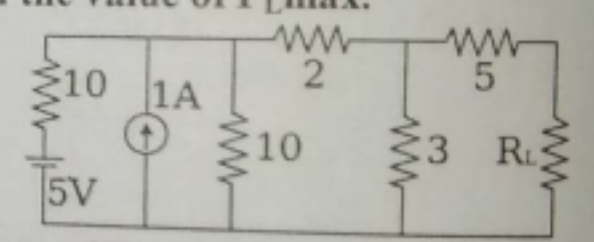
Exercise

P1) Find out the values are P_L max and Max^m power of source.



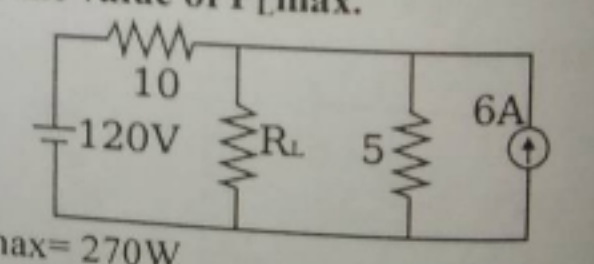
Ans: P_L(max)=3.125W and P_{Max} of source power= 6.25W

P2) Find the value of $P_L$max.



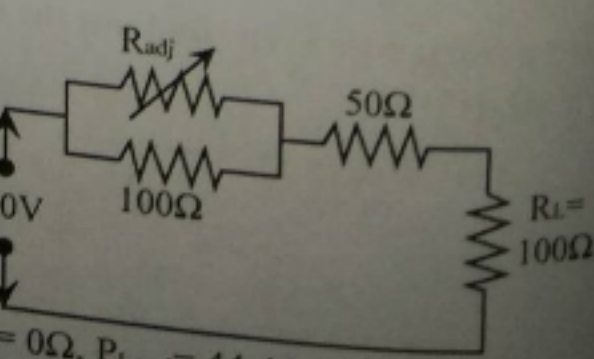
Ans: $P_L$max= 178mW

P3) Find the value of $P_L$max.



Ans: $P_L$max= 270W

P4) Calculate the value of R_{adj}. Also find the value of power transmitted to the load at the condition of maximum power transfer. [BCIC-2016]



Ans: R_{adj}= 0Ω, P_{Load}= 44.44 Watt

Note: R_S have to minimum when R_s variable.

Nodal Analysis

Node:

যখন দুই বা ততোধিক শাখা একটি point এ মিলিত হয়, তখন উক্ত point টিকে Node বলা হয়।

Nodal analysis এ মূলত KCL প্রয়োগ করে সমাধান করা হয়।

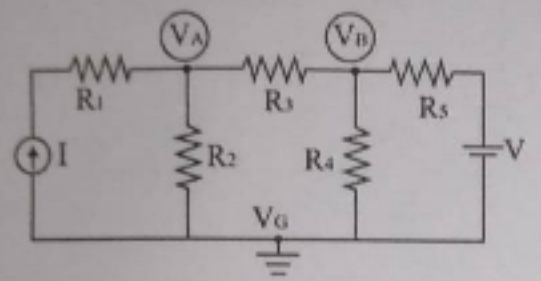
⇒ নিয়মাবলীঃ

1) প্রথমে সার্কিটের Node গুলো নির্ধারণ করতে হবে। এই প্রত্যেকটি নোডকে ভোল্টেজ সোর্স হিসেবে বিবেচনা করতে হবে।

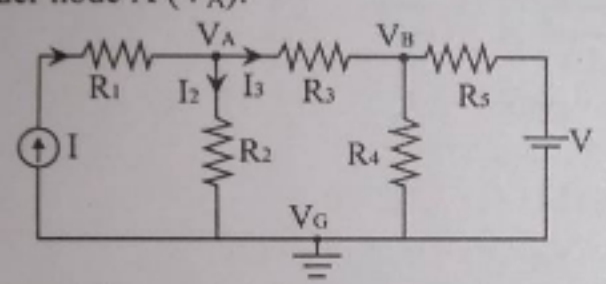
2) যেই নোডটিকে consider করা হবে উক্ত নোডকে বড় (Node to node) হিসেবে ধরতে হবে।

3) প্রত্যেকটি নোডে KCL প্রয়োগ করতে হবে।

যেমন নিম্নোক্ত সার্কিটে নোডাল প্রয়োগ করা হলঃ-



Consider node A (V_A):



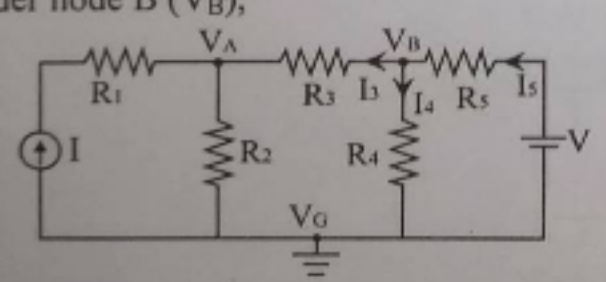
Applying KCL at point A,

$I_2 + I_3 = I$

$\Rightarrow \frac{V_A - V_G}{R_2} + \frac{V_A - V_B}{R_3} = I$

$\therefore \frac{V_A}{R_2} + \frac{V_A - V_B}{R_3} = I$

Consider node B (V_B),



Applying KCL at point B,

$I_3 + I_4 = I_5$

$\Rightarrow \frac{V_B - V_A}{R_3} + \frac{V_B - V_G}{R_4} = \frac{V - V_B}{R_5}$

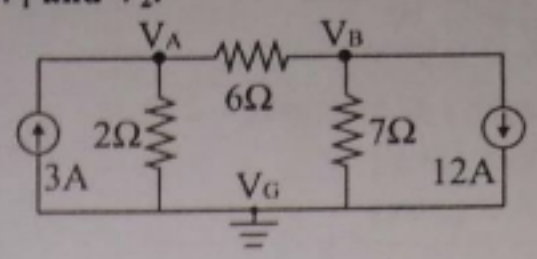
$\Rightarrow \frac{V_B - V_A}{R_3} + \frac{V_B}{R_4} = \frac{V - V_B}{R_5}$

$\Rightarrow \frac{V_B}{R_3} + \frac{V_B}{R_4} + \frac{V_B}{R_5} - \frac{V_A}{R_5} = \frac{V}{R_5}$

$\Rightarrow V_B\left(\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}\right) - \frac{V_A}{R_5} = \frac{V}{R_5}$

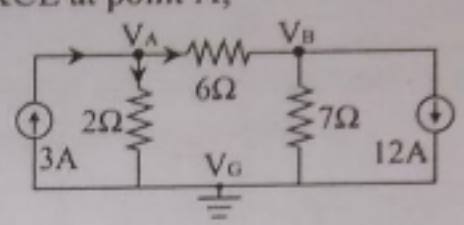
Example

1) Find V_1 and V_2.



Sol^n:

Applying KCL at point A,



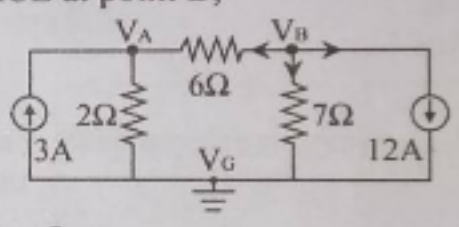
$I_2 + I_6 = 3$

$\Rightarrow \frac{V_A - V_G}{2} + \frac{V_A - V_B}{6} = 3$

$\Rightarrow \frac{V_A}{2} + \frac{V_A}{6} - \frac{V_B}{6} = 3$

$\therefore V_A\frac{2}{3} - V_B\frac{1}{6} = 3$ - - - - - - -(1)

Applying KCL at point B,



$I_7 + I_6 + 12 = 0$

$\Rightarrow \frac{V_B - V_G}{7} + \frac{V_B - V_A}{6} = -12$

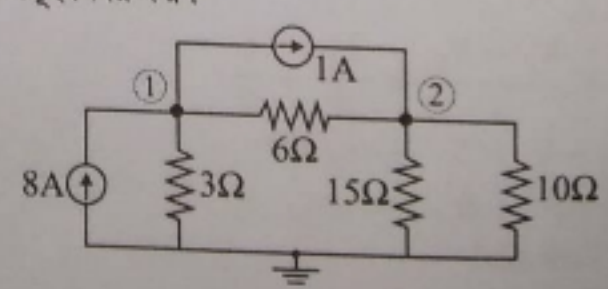
$\therefore -V_A\frac{1}{6} + V_B\frac{13}{42} = -12$ - - - - - - -(2)

From eqution (1) & (2) we get,

$V_A = -6$ volt

$V_B = -42$ volt

2) Nodal analysis ব্যবহার করে নিম্নোক্ত সার্কিট হতে নোড ভোল্টেজ সমূহ নির্ণয় কর।



Sol^n:

For node 1,

$\frac{V_1}{3} + \frac{V_1 - V_2}{6} + 1 = 8$

$\Rightarrow 0.5V_1 - 0.167V_2 = 7$ - - - - (1)

Node 2,

$$\frac{V_2 - V_1}{6} + \frac{V_2}{15} + \frac{V_2}{10} = 1$$

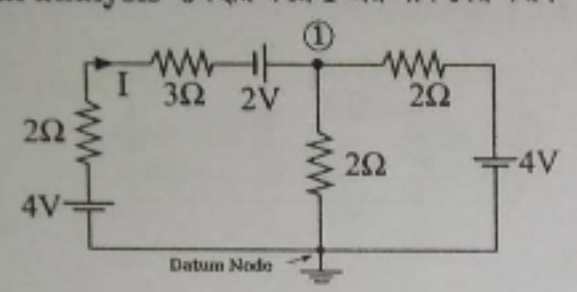
$\Rightarrow -0.167V_1 + 0.333V_2 = 1$ ----(2)

Now from equ^n 1 & 2 we get,

$V_1 = 18.02$ Volt [Ans.]

$V_2 = 12.04$ Volt [Ans.]

3) Nodal analysis ব্যবহার করে I এর মান বের কর।



Sol^n:

At node 1,

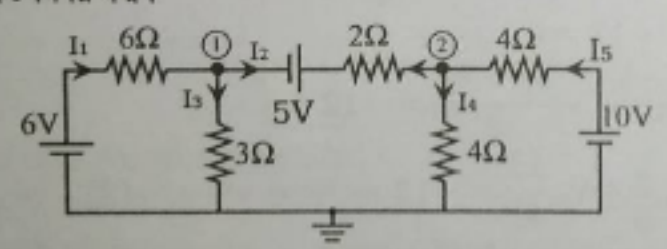
$$\frac{V_1}{3+2} + \frac{V_1}{2} + \frac{V_1}{2} = \frac{8+2}{3+2} + \frac{4}{2}$$

$\Rightarrow V_1 = 2.67$ Volt

$$\therefore I = \frac{4+2-2.67}{3+2}$$

$\therefore I = 0.67A$ [Ans.]

4) Nodal analysis ব্যবহার করে নিম্নোক্ত সার্কিট হতে ব্রাঞ্চ কারেন্ট নির্ণয় কর।



Sol^n:

At node 1,

$$\frac{V_1}{6} + \frac{V_1}{3} + \frac{V_1 - V_2}{2} = \frac{6}{6} - \frac{5}{2}$$

$\Rightarrow V_1 - 0.5V_2 = -1.5$ ----(1)

And node 2,

$$\frac{V_2}{4} + \frac{V_2}{4} + \frac{V_2 - V_1}{2} = \frac{10}{4} + \frac{5}{2}$$

$\Rightarrow -0.5V_1 + V_2 = 5$ ----(2)

Now from equ^n 1 & 2 we get,

$V_1 = 1.33$ Volt and

$V_2 = 5.67$ Volt

$$\therefore I_1 = \frac{6 - V_1}{6} = \frac{6 - 1.33}{6} = 0.78A$$

$$\therefore I_2 = \frac{V_1 - V_2 + 5}{2} = \frac{1.33 - 5.67 + 5}{2}$$

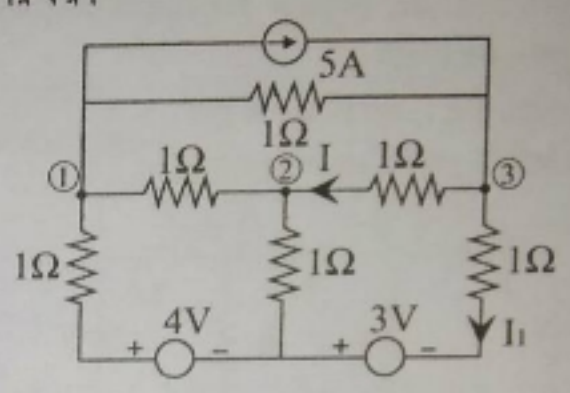
$\therefore I_2 = 0.33A$

$$\therefore I_3 = \frac{V_1 - 0}{3} = \frac{1.33 - 0}{3} = 0.44A$$

$$\therefore I_4 = \frac{V_2 - 0}{4} = \frac{5.67 - 0}{4} = 1.42A$$

$$\therefore I_5 = \frac{10 - V_2}{4} = \frac{10 - 5.67}{4} = 1.08A$$

5) Nodal analysis ব্যবহার করে নিম্নোক্ত সার্কিট হতে I এবং I_1 কারেন্ট নির্ণয় কর।



Sol^n:

At node 1,

$$\frac{V_1}{1} + \frac{V_1 - V_2}{1} + \frac{V_1 - V_3}{1} = \frac{4}{1} - 5$$

$\Rightarrow 3V_1 - V_2 - V_3 = -1$ ----(1)

For node 2,

$-V_1 + V_2(1+1+1) - V_3 = 0$

$\Rightarrow -V_1 + 3V_2 - V_3 = 0$ ----(2)

For node 3,

$-V_1 - V_2(1+1+1) - V_3 = 5 - \frac{4}{1}$

$\Rightarrow -V_1 - V_2 + 3V_3 = 2$ ----(3)

From equation 1, 2& 3 we get,

$V_1 = 0$Volt,

$V_2 = 0.25$Volt

$V_3 = 0.75$ Volt

$$\therefore I = \frac{V_3 - V_2}{1} = 0.75 - 0.25$$

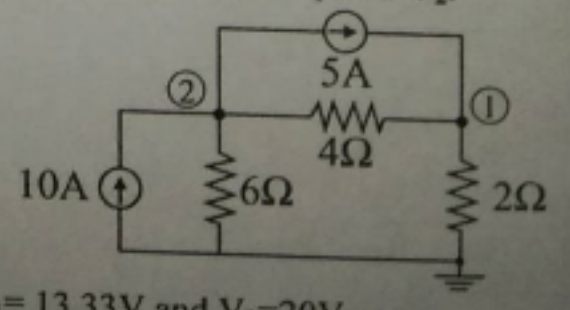
$\therefore I = 0.5A$

$$\therefore I_1 = \frac{V_3 + 3}{1} = 0.75 + 3$$

$\therefore I_1 = 03.75A$

Exercise

No1) Find the values are V_1 and V_2.



Ans: $V_1 = 13.33$V and $V_2 = 20$V

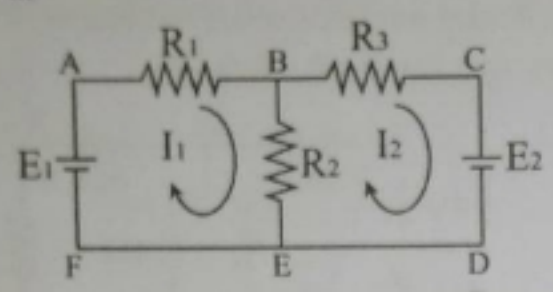
Maxwell Method

Theorem:

"যে কোন Mesh বা Loop এ ভোল্টেজ সমূহের বীজগাণিতিক যোগফল শূন্য।"

Kirchhoff's এর voltage law এবং Maxwell theorem এর মধ্যে কোন পার্থক্য নেই। তবে প্রত্যেকটি মেসে পৃথক পৃথক কারেন্ট বিবেচনা করতে হবে এবং কারেন্টের দিক একই হতে হবে।

⇒ নিয়মাবলীঃ



১) প্রথমেই KVL প্রয়োগ করার মাধ্যমে Mesh সমীকরণ লিখতে হবে। যেমন-

Mesh ABEFA, $E_1 - I_1 R_1 - (I_1 - I_2) = 0$

২) যদি দুইটি Mesh current একই লোডের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয় তবে লোড কারেন্ট হবে উক্ত কারেন্টদ্বয়ের বীজগাণিতিক যোগফলের সমান। অর্থাৎ

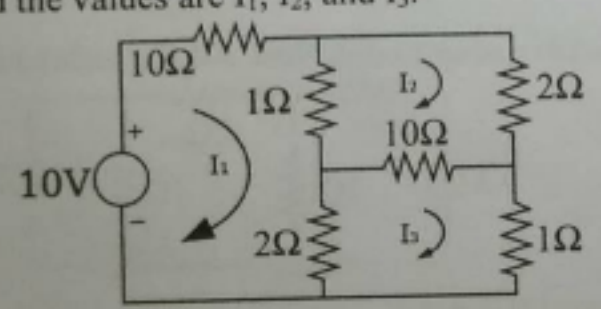
For mesh 1: $(I_1 - I_2)$

For mesh 2: $(I_2 - I_1)$

৩) যদি নির্ণেয় mesh current এর মান negative হয় তবে কারেন্ট এর দিক anticlockwise হবে।

Example

1) Find the values are I_1, I_2, and I_3.



Sol^n:

$10 - 10 I_1 - 1 (I_1 - I_2) - 2 (I_1 - I_3) = 0$

$\Rightarrow -13 I_1 + I_2 + 2I_3 = -10$ - - - - - - - - - (1)

Loop- 2:

$I_2 - I_1 + 2I_2 + 10(I_2 - I_3) = 0$

$\Rightarrow -I_1 + 13I_2 - 10 I_3 = 0$ - - - - - - - - - - - - (2)

Loop-3:

$2 (I_3 - I_1) + 10(I_3 - I_2) + I_3 = 0$

$\Rightarrow -2 I_1 - 10 I_2 + 13 I_3 = 0$ - - - - - - - - - - - - (3)

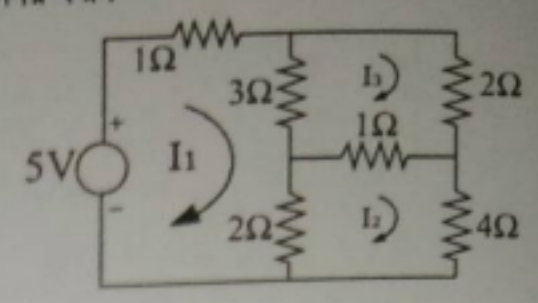
From equation (1), (2) & (3) we get,

$I_1 = 0.87$ amp [Ans]

$I_2 = 0.416$ amp [Ans]

$I_3 = 0.454$ amp [Ans]

2) Maxwell theorem ব্যবহার করে নিম্নোক্ত সার্কিট হতে কারেন্ট I_3 নির্ণয় কর।



Sol^n:

In loop I_1,

$-5 + I_1 + 3(I_1 - I_3) + 2(I_1 - I_2) = 0$

$\Rightarrow I_1 + 3 I_1 - 3I_3 + 2I_1 - 2I_2 = 5$

$\Rightarrow 6I_1 - 2I_2 - 3I_3 = 5$ - - - - (1)

In loop I_2,

$+ 2(I_2 - I_1) + (I_2 - I_3) + 4I_2 = 0$

$\Rightarrow -2I_1 + 7I_2 - I_3 = 0$ - - - - (2)

In loop I_3,

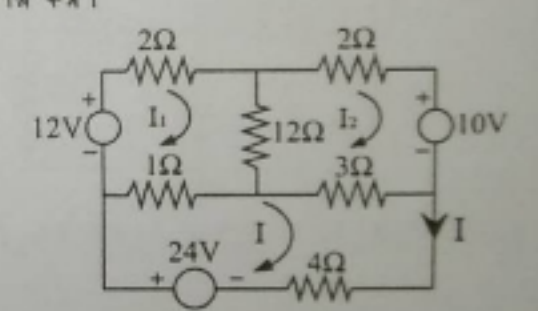
$+ 2I_3 + (I_3 - I_2) + 3(I_3 - I_1) = 0$

$\Rightarrow -3I_1 - I_2 + 6I_3 = 0$ - - - - (3)

From equ^n 1,2& 3 we get,

$\therefore I_3 = 0.782$A [Ans.]

3) Maxwell theorem ব্যবহার করে নিম্নোক্ত সার্কিট হতে কারেন্ট I নির্ণয় কর।



Sol^n:

In loop current I,

$-24 + (I - I_1) + 3(I - I_2) + 4I = 0$

$\Rightarrow 8I - I_1 - 3I_2 = 24$ - - - - (1)

In loop current I_1,

$-12 + 2I_1 + 12(I_1 - I_2) + (I_1 - I) = 0$

$\Rightarrow -I + 15I_1 - 12I_2 = 12$ - - - - (2)

In loop current I_2,

$+ 10 + 3(I_2 - I) + 12(I_2 - I_1) + 2I_2 = 0$

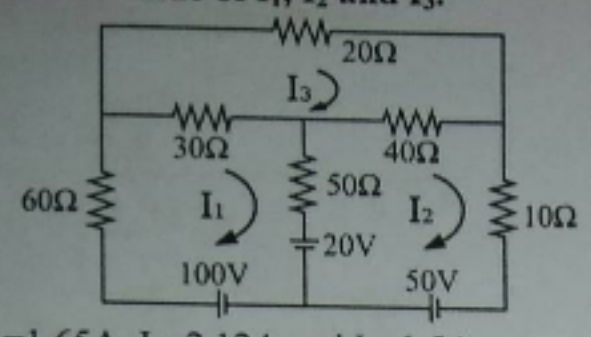
$\Rightarrow 3I + 12I_1 - 17I_2 = 10$ - - - - (3)

From equ^n 1,2& 3 we get,

$\therefore I = 4.11$A [Ans.]

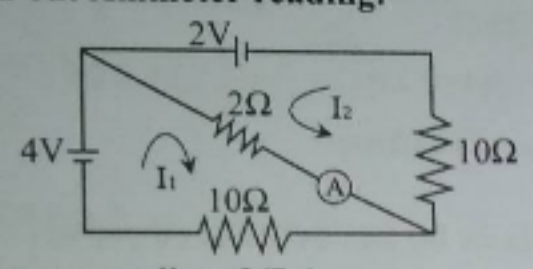
Exercise

M1) Find the value of I_1, I_2 and I_3.



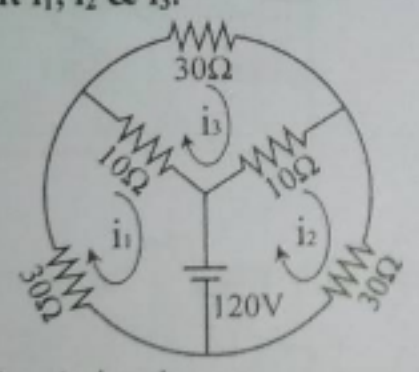
Ans: I_1=1.65A, I_2=2.12A and I_3=1.5A

M2) Find out Ammeter reading.



Ans: Ammeter reading=3/7 A

M3) Find out i_1, i_2 & i_3.



Ans: i_1= A, i_2= A, i_3= A

Star / Delta Transformation

⇒ Star to delta:

একসাথে দুইটি করে নিয়ে Star এ সংযুক্ত resistance গুলোর গুণফলকে বিপরীত বাহুর resistance দিয়ে ভাগ করলে ভাগফল সংযুক্ত প্রতিটি Resistance এর মানের সমান হবে।

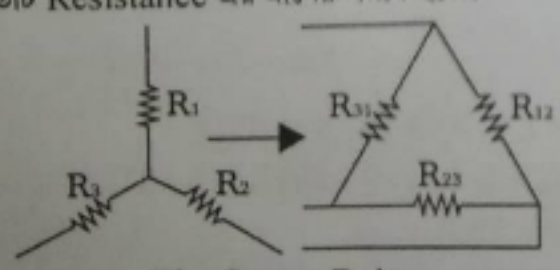


Fig: Star to Delta

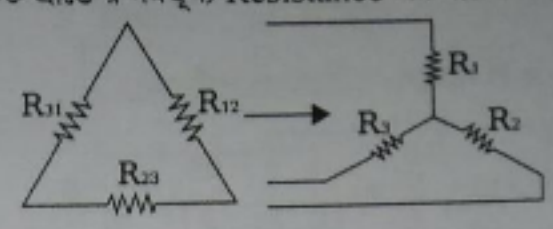
$$\Rightarrow R_{12} = \frac{R_1R_2 + R_2R_3 + R_3R_1}{R_3}$$

$$\Rightarrow R_{23} = \frac{R_1R_2 + R_2R_3 + R_3R_1}{R_1}$$

$$\Rightarrow R_{31} = \frac{R_1R_2 + R_2R_3 + R_3R_1}{R_2}$$

⇒ Delta to star:

কোন একটি নির্দিষ্ট প্রান্তে সংযুক্ত Delta resistance দ্বয়ের গুণফলকে Delta resistance ত্রয়ের যোগফল দ্বারা ভাগ করলে ভাগফল উক্ত প্রান্তে র সমতুল্য Resistance এর মানের সমান হবে।

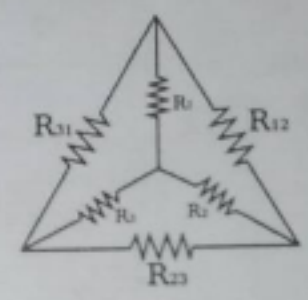


$$\Rightarrow R_1 = \frac{R_{12} \times R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

$$\Rightarrow R_2 = \frac{R_{12} \times R_{23}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

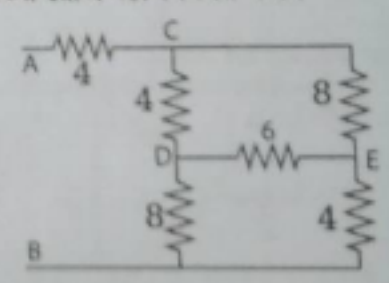
$$\Rightarrow R_3 = \frac{R_{23} \times R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

In one view:

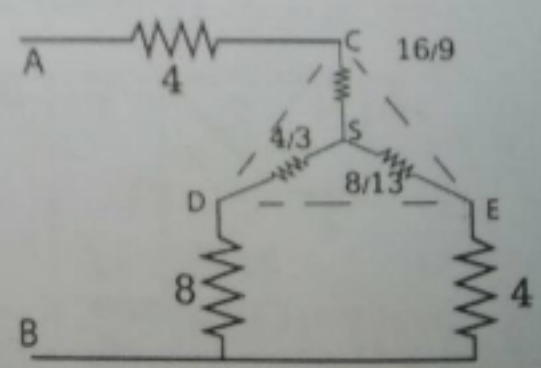


Example

1) A ও B পয়েন্টের রেজিস্ট্যান্স নির্ণয় কর।



Sol^n:



Sol^n:

$$R_{CS} = \frac{8 \times 4}{4 + 6 + 8} = \frac{16}{9}$$

$$R_{DS} = \frac{4 \times 6}{4 + 6 + 8} = \frac{4}{3}$$

$$R_{ES} = \frac{8 \times 6}{4 + 6 + 8} = \frac{8}{3}$$

Now, R_{SB} = (4/3+8) || (8/3+4)

Transient

প্রশ্ন: Transient কি?

উত্তরঃ

কোন সার্কিট এর সুইচিং এর কারণে তাৎক্ষণিকভাবে কোন উৎসের ভোল্টেজ এবং কারেন্ট এর মানের যে পরিবর্তন হয় তাকে Transient বলে।

প্রশ্ন: Transient period কি? কি কি কারণে ট্রানজিয়েন্ট হয়?

উত্তরঃ

কোন উৎসের ভোল্টেজ ও কারেন্ট একটি নির্দিষ্ট মানের স্থির লেভেলে আসতে যে সময়ের প্রয়োজন হয় তাকে Transient period বলে।

এর কারণঃ

ক) হঠাৎ কোন সার্কিট বা সার্কিট উপাদান সংযোগ বা বিচ্ছিন্ন করলে।

খ) শর্ট সার্কিটের সৃষ্টি হলে।

গ) প্রয়োগকৃত ভোল্টেজের মান হঠাৎ বৃদ্ধি বা হ্রাস পেলে

প্রশ্ন: Time constant কি?

উত্তরঃ

Time constant বলতে কোন একটি সার্কিটের সম্পূর্ন চার্জিত মানের $1/\tau$ অথবা 36.8% ক্ষয় বা হ্রাস পেতে যে সময়ের প্রয়োজন হয় তাকে Time constant বলে। ইহাকে τ দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

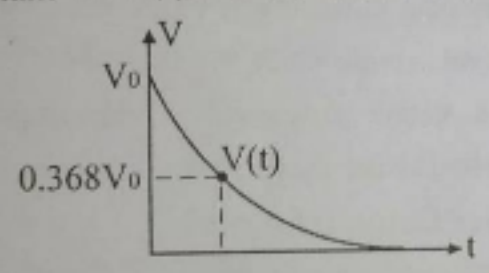


fig: RC circuit এর voltage response

For RC circuit,

$V(t) = V_0 e^{-t/\tau}$

where, time constant, $\tau = RC$

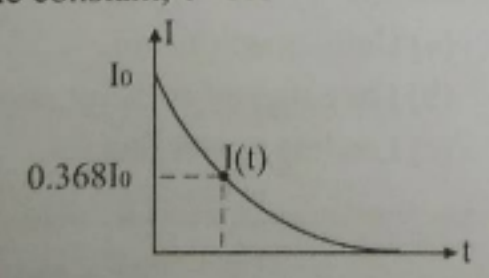


fig: RL circuit এর current response

For RL circuit,

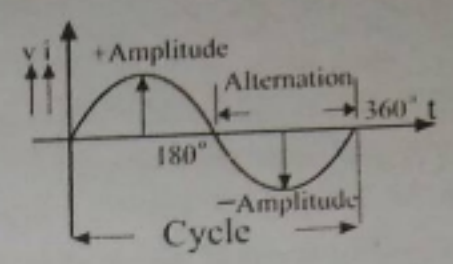
$I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$

where, time constant, $\tau = L/R$

AC Fundamental

প্রশ্ন: টিকা লিখ- Cycle, amplitude, frequency, period, phase, phase angle, alternation, instantaneous value (তাৎক্ষণিক মান)।

উত্তরঃ



Cycleঃ

পরিবর্তনশীল তড়িৎ প্রবাহ কোন একদিকে প্রবাহিত হইয়া শূন্য হতে সর্বোচ্চ এবং পরে সর্বোচ্চ হইতে শূন্য এবং বিপরীতক্রমেও যদি শূন্য হতে সর্বোচ্চ হয়ে পুনরায় শূন্যতে ফিরে আসে তখন যে তরঙ্গের সৃষ্টি হয় তাকে Cycle বলে।

Frequencyঃ

কোন পরিবর্তনশীল রাশির প্রতি সেকেন্ডে যতগুলি সাইকেল সম্পন্ন হয় তাকে ফ্রিকুয়েন্সী বলে। ইহাকে f দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$\therefore f = \frac{1}{T}$ Hz or C/S

Period ঃ

কোন পরিবর্তনশীল রাশির এক সাইকেল সম্পন্ন হইতে যে সময়ের প্রয়োজন হয় তাকে পিরিয়ড বলে। ইহাকে T দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$\therefore T = \frac{1}{f}$ Second

Alternation ঃ

পরিবর্তনশীল রাশির অর্ধসাইকেল বা তরঙ্গের অর্ধাংশকে অল্টারনেশন বলে।

Amplitudeঃ

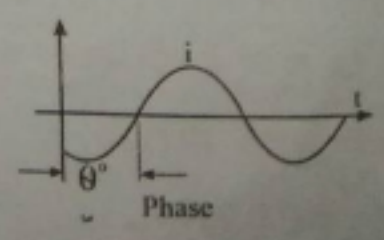
কোন পরিবর্তনশীল রাশির ধনাত্মক বা ঋণাত্মক অর্ধসাইকেলের সর্বোচ্চ মানকে Amplitude বলে।

Instantaneous value ঃ

একটি পরিবর্তনশীল রাশির যে কোন মুহূর্তের মানকে তাৎক্ষণিক মান বলে। ইহাকে ভোল্টেজ ও কারেন্ট এর যথাক্রমে ছোট হাতের v ও i দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

Phase ঃ

পরিবর্তনশীল রাশির কোন নির্দিষ্ট সময়ে উহার কৌণিক অবস্থানকে ফেজ বলে।



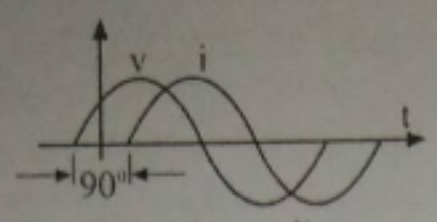


Fig: Wave/time diagram

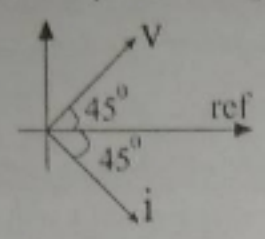


Fig: Vector/phasor diagram

3) যদি পজেটিভ মান অতিক্রম করার সময় t=0.005 sec হয় এবং I_{rms}= 30A হয়; তবে তাৎক্ষণিক কারেন্ট এর মান কত? যখন ফ্রিকুয়েন্সী 60Hz হয়।

Sol^n:

$I_{max}= \sqrt{2}\, I_{rms}= \sqrt{2}\times 30$

I_{max}= 42.42 A

Instantaneous current,

$i = I_{max} \sin(\omega t) = I_{max} \sin(2\pi ft)$

$= 42.42 \sin(2\times180\times60\times0.005)$

$\therefore i = 40.34$ Amp [Ans]

4) যদি $v = 300 \sin (377t+30)$ বাহির করঃ (i) সর্বোচ্চ মান, (ii) গড় মান, (iii) কার্যকরী মান, (iv) form factor, (v) peak factor, (vi) phase, (vii) frequency, (viii) time period, (ix) সর্বোচ্চ মানে পৌঁছাতে কত সময় লাগবে? (x) কত সময় পর তাৎক্ষণিক ভোল্টেজ 200V হবে? (xi) সর্বোচ্চ মান অতিক্রম করার কত সময় পর তাৎক্ষণিক মান 150V হবে? (xii) সর্বোচ্চ মান অতিক্রম করার 0.001 sec পর তাৎক্ষণিক মান কত হবে? (xiii) wave diagram আঁক, (xiv) vector diagram আঁক?

Sol^n:

Given, $v = 300 \sin (377t+30)$

(i) Maximum value = 300V [Ans]

(ii) গড় মান $= \frac{2}{\pi}\times$সর্বোচ্চ মান $= \frac{2}{\pi}\times300$

Average value = 190.9 V [Ans]

(iii) কার্যকরী মান $= \frac{1}{\sqrt{2}}\times$সর্বোচ্চ মান

$\Rightarrow$ কার্যকরী মান $= \frac{1}{\sqrt{2}}\times300$

$\therefore$ RMS value = 212.13 V [Ans]

(iv) Form factor, $K_f = \frac{\text{R.M.S value}}{\text{Average Value}}$

$\Rightarrow K_f = \frac{212.13}{190.9}$

$\therefore K_f$= 1.11 [Ans]

(v) Peak factor, $K_a = \frac{\text{Maximum value}}{\text{R.M.S value}}$

$\Rightarrow K_a = \frac{\text{Maximum value}}{0.707\times\text{Maximum value}}$

$\therefore K_a$= 1.414 [Ans]

(vi) Phase angle, $\theta = 30^0$

(vii) $\omega = 377 = 2\pi f$

$\therefore$ f = 60 Hz [Ans]

(viii) T = 1/f = 1/60

$\therefore$ T = 0.0166 sec [Ans]

(ix) v = 300V; t=?

$\therefore v = 300 \sin (\omega t+30)$

$\Rightarrow 300 = 300 \sin (2\times180\times60\, t+30)$

$\therefore$ t = 2.77 mSec [Ans]

(x) v = 200V; t=?

$\therefore v = 300 \sin (\omega t+30)$

$\Rightarrow 200 = 300 \sin (2\times180\times60\, t+30)$

$\therefore$ t = 0.546 mSec [Ans]

(xi) v = 150V; t=?

$\therefore v = 300 \cos (\omega t+30)$

$\Rightarrow 150 = 300 \cos (2\times180\times60\, t+30)$

$\therefore$ t = 1.38 mSec [Ans]

(xii) t= 0.01 sec, v=?

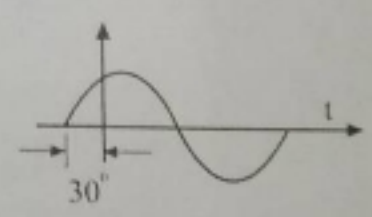
v = 300V; t=?

$\therefore v = 300 \cos (\omega t+30)$

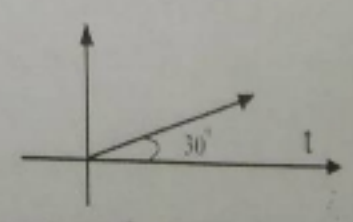
$\Rightarrow v = 300 \sin (2\times180\times60\times0.01+30)$

$\therefore v$ = 186.34 Volt [Ans]

(xiii) Wave:



(xiv) Vector:



5) একটি ac current এর f=60Hz এবং I_m= 120A। ইহার তাৎক্ষণিক মানের সমীকরণ নির্ণয় কর। যখন কারেন্ট শূণ্য এবং পজেটিভ নির্ণয় করঃ

(i) 1/ 360 sec এ কারেন্টের তাৎক্ষণিক মান,

(ii) প্রথম 96Amp এ পৌঁছাতে কত সময় লাগবে?

Sol^n:

(i) we know,

$\therefore i = I_m \sin (\omega t)$

$\Rightarrow i = I_m \sin (2\pi ft)$

$\Rightarrow i = 120 \sin (2\times180\times60\times (1/360))$

$\therefore i$ = 103.9 Amp [Ans]

(ii) i = 96A; t=?
$\therefore\therefore i = I_m \sin(\omega t)$
$\Rightarrow 96 = 120 \sin(2\times180\times60\times t)$
$\therefore t = 2.459$ mSec [Ans]

6) একটি সাইনওয়েভের f=50Hz এবং I_{rms}= 20A এর তাৎক্ষণিক মানের সমীকরণ নির্ণয় কর এবং মান বের কর; (i) যখন (a) সময় 0.0025 sec (b) positive maximum মানের 0.0125 sec পর মান কত? (ii) কোন সময়ে positive maximum মানে কারেন্টের তাৎক্ষণিক মান 14.14 হবে?

Sol^n: Given,
f= 50Hz, I_{rms}= 20A
(i);
(a) t = 0.0025 sec
$\therefore i = I_m \sin(\omega t)$
$\Rightarrow i = 20\sqrt{2} \sin(2\times180\times50\times0.0025)$
$\therefore i = 20$ Amp [Ans]
(b) t = 0.0025 sec
$\therefore i = I_m \sin(\omega t)$
$\Rightarrow i = 20\sqrt{2} \sin(2\times180\times50\times0.0125)$
$\therefore i = -20$ Amp [Ans]
(ii) i = 14.14A; t=?
$\therefore\therefore i = I_m \sin(\omega t)$
$\Rightarrow 14.14 = 20\sqrt{2} \sin(2\times180\times50\times t)$
$\therefore t = 1.66$ mSec [Ans]

7) AC current এর frequency, f=50Hz, I_m= 100A হলে, নির্ণয় কর। (i) যখন কারেন্ট শূণ্য হতে দ্রুত কমছে তার 1/600 sec পর কারেন্টের মান কত? (ii) যখন কারেন্ট শূণ্য হতে দ্রুত কমছে তার কারেন্ট এর 86.6A এ পৌছাতে কত সময় লাগবে?

Sol^n:
Given, f= 50Hz, I_m= 100A
(i)
$\therefore i = I_m \sin(\omega t)$
$= 100 \sin(2\times180\times1/600)$
$\therefore i = 1.047$ amp [Ans]

(ii) i = 86.6 A; t=?
$\therefore i = I_m \sin(\omega t)$
$\Rightarrow 86.6 = 100 \sin(2\times180\times50\times t)$
$\therefore t = 3.33$ mSec [Ans]

8) তিনটি voltage, e_1= 20 sin ωt; e_2= 30 sin (ωt− $\frac{\pi}{4}$); e_3= 40 cos (ωt+ $\frac{4\pi}{6}$) একত্রে একটি সার্কিটে প্রয়োগ করা হলে resultant voltage বাহির কর?

Sol^n: Given,
$e_1 = 20 \sin\omega t = 20\angle0^0$ Volt
$e_2 = 30 \sin(\omega t - \frac{\pi}{4}) = 30\angle-45^0$ Volt
$e_3 = 40 \cos(\omega t + \frac{4\pi}{6}) = 40\angle120^0$ Volt
Resultant voltage,
$e = e_1 + e_2 + e_3$
$\Rightarrow e = 20\angle0^0 + 30\angle-45^0 + 40\angle120^0$
$\Rightarrow e = 25.10\angle32.33^0$ Volt
$\therefore e = 25.10 \sin(\omega t + 32.33^0)$ V [Ans]

9) একটি প্যারালাল সার্কিটের কারেন্টের তাৎক্ষণিক মান i_1= 5 sin346t, i_2= 10sin (346t+$\frac{\pi}{4}$), i_3=7.5sin (346t+ $\frac{\pi}{2}$), i_4=8sin (346t− $\frac{\pi}{3}$) Resultant line current এর সমীকরণ নির্ণয় কর এবং সার্কিটের rms কারেন্ট এবং frequency নির্ণয় কর। [DUET:02-03]

Sol^n: Given,
$i_1 = 5 \sin 346t = 5\angle0^0$ Volt
$i_2 = 10\sin(346t + \frac{\pi}{4}) = 10\angle45^0$ Volt
$i_3 = 7.5 \sin(346t + \frac{\pi}{2}) = 7.5\angle90^0$ Volt
$i_4 = 8\sin(346t - \frac{\pi}{3}) = 8\angle-60^0$ Volt
Resultant current,
$i = i_1 + i_2 + i_3 + i_4$
$\Rightarrow i = 5\angle0 + 10\angle45 + 7.5\angle90 + 8\angle-60$
$\Rightarrow i = 17.79\angle25.43^0$ A
$\therefore i = 17.19 \sin(\omega t + 25.43^0)$ V [Ans].
rms current,
$I_{rms} = I_m/\sqrt{2} = 17.79/\sqrt{2}$
$\therefore I_{rms} = 12.58$ A [Ans]
Frequency,
$$f = \frac{346}{2\pi}$$
$\therefore f = 55$Hz [Ans]

10) যদি একটি voltmeter, Generator টার্মিনালের আড়াআড়িতে সংযোগ করা হয় জেনারেটর এর voltage wave ফরমটি হয়; v= 200sinωt+100sin3ωt +50sin5ωt তবে voltmeter এর পাঠ কত হবে?

AC Series Circuit

প্রশ্ন: What is inductor and types of inductor?

উত্তরঃ

Inductor:

Inductor বা আবেশক হচ্ছে পরিবাহী তারের একটি সাধারণ কুন্ডলী বা কয়েল, যা এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট এর যে কোন পরিবর্তনকে বাধা প্রদান করে। অর্থাৎ যে ডিভাইস বা কম্পোনেন্ট কারেন্ট প্রবাহের পরিবর্তনকে বাধা প্রদান করে, তাকে ইন্ডাক্টর বলে।

$$V_L = L\frac{di}{dt} \text{ or } i = \frac{1}{L}\int V_L dt$$

ইন্ডাক্টর দুই প্রকার, যথাঃ

(i) Fixed inductor,
(ii) Variable inductor

প্রশ্ন: What is inductance and types of inductance?

উত্তরঃ

ইন্ডাক্টর এর যে বৈশিষ্ট বা ধর্মের কারণে এটির মধ্যদিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট বা ফ্লাক্স এ যে কোন ধরণের পরিবর্তনকে বাধা প্রদান করে, তাকে ইন্ডাক্ট্যান্স বলে। দুই প্রকার, যথাঃ

(i) Self inductance:

কোন কয়েলের মধ্য দিয়ে প্রতি অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট প্রবাহের ফলে উহাতে যে ওয়েবার টার্ন এর সৃষ্টি হয়, তাকে সেল্ফ ইন্ডাক্ট্যান্স বলে।

$$\text{Self inductance, } L = \frac{N\emptyset}{I} \text{ Henry}$$

N=Turn number, Ø= flux (Weber),
I= current (A)
Inductances store energy in a magnetic field.
Energy, $E_L = \frac{1}{2}LI^2$

(ii) Mutual inductance:

পাশাপাশি অবস্থিত দুইটি কয়েলের একটি প্রতি একক কারেন্ট পরিবর্তনের ফলে যে ওয়েবার টার্নের সৃষ্টি হয়, তাকে মিউচুয়াল ইন্ড্যাক্ট্যান্স বলে। ইহাকে M দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

প্রশ্ন: What is Capacitor and types of capacitor?

উত্তরঃ

ক্যাপাসিটর একটি প্যাসিভ কম্পোনেন্ট যাহা দুইটি পরিবাহী প্লেটকে ডাই-ইলেকট্রিক বা অপরিবাহী দ্বারা পৃথক করে তৈরী করা হয়। ইহা ইলেকট্রোস্ট্যাটিক ফিল্ড এর মাধ্যমে এনার্জী সঞ্চয় করে। সাধারণত ক্যাপাসিটর ভোল্টেজের পরিবর্তনকে বাধা প্রদান করে।

$$\therefore i = C\frac{dV_C}{dt} \text{ or } V_C = \frac{1}{C}\int i\,dt$$

ক্যাপাসিটর দুই প্রকার, যথাঃ

(i) Fixed capacitor (Ceramic, Mica, Teflon, Glass, Aluminum, Polyester)
(ii) Variable capacitor.

প্রশ্ন: Capacitance কি এবং ক্যাপাসিট্যান্স কি কি বিষয়ের উপর নির্ভর করে?

উত্তরঃ

ক্যাপসিটর এর চার্জ সঞ্চয় করে রাখার বৈশিষ্ট্য বা ধর্মকে ক্যাপাসিট্যান্স বলে। প্রতি একক ভোল্টে কোন ক্যাপাসিটর যে পরিমাণ চার্জ সঞ্চয় করতে পারে, তার পরিমাণ দ্বারা ক্যাপাসিটর এর ক্যাপাসিট্যান্স নির্ধারণ করা হয়।

$$\therefore \text{Capacitance, } C = \frac{Q}{V} = \frac{\epsilon_0 A}{d} \text{ Farad}$$

Q= চার্জ, V= ভোল্টেজ, A= ক্ষেত্রফল, d= প্লেটের মধ্যবর্তী দুরত্ব, ϵ_0= absolute permittivity।
Capacitances store energy in an electric field.
Energy, $E_C = \frac{1}{2}CV^2$

ক্যাপাসিট্যান্স নিম্নোক্ত বিষয়ের উপর নির্ভর করে,

ক) ব্যাসার্ধের উপর,
খ) প্লেটদ্বয়ের দুরত্বের উপর,
গ) প্লেটের ক্ষেত্রফলের উপর এবং
ঘ) মাধ্যমের রিলেটিভ পারমিটিভিটির উপর।

প্রশ্ন: AC circuit ও DC circuit এর মধ্যে পার্থক্য লিখ?

উত্তরঃ

AC Circuit	DC Circuit
যে সকল সার্কিট এর মধ্য দিয়ে এসি কারেন্ট প্রবাহিত হয় সেই সার্কিট গুলোকে এসি সার্কিট বলে।	যে সকল সার্কিট এর মধ্য দিয়ে Direct current (DC) প্রবাহিত হয় সেই সার্কিট গুলোকে DC circuit বলে।
এসি সার্কিটে উপাদান হিসেবে Resistor, Inductor ও Capacitor ব্যবহার করা হয়।	ডিসি সার্কিটে উপাদান হিসেবে Resistor, Diode, Transistor ইত্যাদি ব্যবহার করা হয়।
এসি সার্কিটে frequency বিদ্যমান।	ডিসি সার্কিটে কোন frequency থাকে না।
এসি সার্কিটে Resistance ব্যতীত Inductance ও Capacitance এর আড়াআড়িতে Voltage ও Current এর মধ্যে 90^0 phase পার্থক্য থাকে।	DC circuit এ Voltage ও Current এর মধ্যে কোন phase পার্থক্য থাকে না।
AC circuit এ current ও Voltage এর Vector যোগ বা বিয়োগ হয়।	DC circuit এ current ও Voltage এর গাণিতিক যোগ বা বিয়োগ হয়।

প্রশ্ন: AC circuit এর সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লিখ?

উত্তরঃ

সুবিধা সমূহ হল-

১) Generation এর ক্ষেত্রে 90% AC, কাজেই এর ব্যবহার সর্বদিক।

২) এসি সার্কিটে ট্রান্সফরমার ব্যবহার করা যায়। এই ট্রান্সফরমারের সাহায্যে ভোল্টেজের মান বৃদ্ধি করে দূরদূরান্তে প্রেরণ করা যায় এবং ভোল্টেজের মান প্রয়োজনীয় মানে কমিয়েও ব্যবহার করা যায়।

৩) এসি সার্কিটে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতির গঠনাকৃতি সহজ। দামে সস্তা ও দক্ষতা বেশি।

অসুবিধা সমূহ-

১) এসি সার্কিট এর সাহায্যে ব্যাটারী চার্জিং করা যায় না।

২) ইলেকট্রোপ্লেটিং এ এসি সার্কিট ব্যবহৃত হয় না।

প্রশ্ন: Pure inductive সার্কিটের vector ও phasor diagram অংকন কর এবং প্রমাণ কর যে, বিশুদ্ধ ইন্ডাকটিভ সার্কিটে পাওয়ার অপচয় শূন্য?

প্রমাণঃ

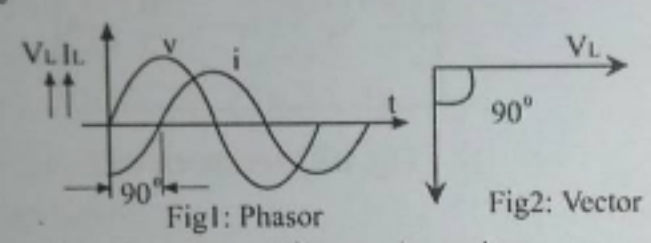


Fig1: Phasor Fig2: Vector

মনেকরি, বিশুদ্ধ ইন্ডাকটিভ সার্কিটের সাপ্লাই ভোল্টেজ,

$v = V_m \sin\omega t$

এবং কারেন্ট, $i = I_m \sin(\omega t - 90^0)$

তাৎক্ষনিক পাওয়ার, $P = vi$

$P = V_m \sin\omega t \times I_m \sin(\omega t - 90^0)$

$= \frac{1}{2} V_m I_m 2 \sin\omega t \times \sin(\omega t - 90^0)$

$= \frac{1}{2} V_m I_m \{\cos(\omega t - \omega t + 90^0) - \cos(2\omega t - 90^0)\}$

$= -\frac{1}{2} V_m I_m \cos(2\omega t - 90^0)$

$= -\frac{1}{2} V_m I_m (\cos 2\omega t \cos 90 + \sin 2\omega t \sin 90)$

$= -\frac{1}{2} V_m I_m \sin 2\omega t$

$= -VI \sin 2\omega t$

[যেখানে $V = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$; $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$]

পূর্ণ সাইকেলের জন্য গড় পাওয়ার,

$P = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}(-VI\sin 2\omega t)d\omega$

$\Rightarrow P = \frac{VI}{2\pi}\left[\frac{\cos 2\omega t}{2}\right]_0^{2\pi}$

$\Rightarrow P = \frac{VI}{4\pi}[\cos 4\pi - 1]$

$\therefore P = 0$ [Proved]

প্রশ্ন: Pure Capacitive সার্কিটের vector ও phasor diagram অংকন কর এবং প্রমাণ কর যে, বিশুদ্ধ ক্যাপাসিটিভ সার্কিটে পাওয়ার অপচয় শূন্য?

প্রমাণঃ

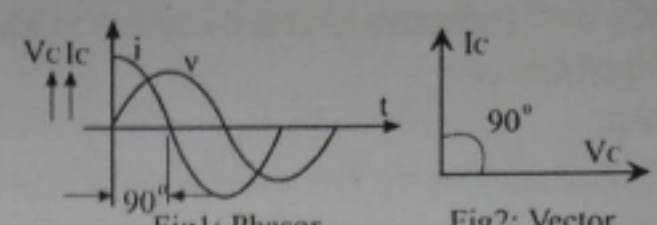


Fig1: Phasor Fig2: Vector

মনেকরি, বিশুদ্ধ ক্যাপাসিটিভ সার্কিটের সাপ্লাই ভোল্টেজ,

$v = V_m \sin\omega t$

এবং কারেন্ট, $i = I_m \sin(\omega t + 90^0) = \cos\omega t$

তাৎক্ষনিক পাওয়ার, $P = vi$

$P = V_m \sin\omega t \times I_m \cos\omega t$

$= \frac{1}{2} V_m I_m 2 \sin\omega t \times \cos\omega t$

$= \frac{1}{2} V_m I_m \{\sin(\omega t + \omega t) + \sin(\omega t - \omega t)\}$

$= \frac{1}{2} V_m I_m \sin 2\omega t$

$= VI \sin 2\omega t$

পূর্ণ সাইকেলের জন্য গড় পাওয়ার,

$P = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}(VI\sin 2\omega t)d\omega$

$\Rightarrow P = \frac{VI}{2\pi}\left[\frac{-\cos 2\omega t}{2}\right]_0^{2\pi}$

$\Rightarrow P = \frac{VI}{4\pi}[-\cos 4\pi + 1]$

$\therefore P = 0$ [Proved]

প্রশ্ন: Pure resistive সার্কিটের vector ও phasor diagram অংকন কর এবং প্রমাণ কর যে, বিশুদ্ধ রোধের পাওয়ার অপচয় VI ?

প্রমাণঃ

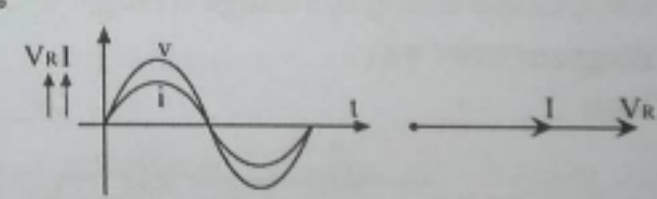


Fig1: Phasor Fig2: Vector

মনেকরি, বিশুদ্ধ রোধের সাপ্লাই ভোল্টেজ, $v = V_m \sin\omega t$

এবং কারেন্ট, $i = I_m \sin\omega t$

তাৎক্ষনিক পাওয়ার, $P = vi$

$P = V_m \sin\omega t \times I_m \sin\omega t$

$= V_m I_m \sin\omega t^2$

$= V_m I_m \times \frac{1}{2}(1 - \cos 2\omega t)$

$= V I (1 - \cos 2\omega t)$

পূর্ণ সাইকেলের জন্য গড় পাওয়ার,

$P = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} VI(1 - \cos 2\omega t)d\omega$

$\Rightarrow P = \frac{VI}{2\pi}\left[\omega t - \frac{\sin 2\omega t}{2}\right]_0^{2\pi}$

$\Rightarrow P = \frac{VI}{2\pi}\left[(2\pi - 0) - \left(\frac{\sin 4\pi - \sin 0}{2}\right)\right]$

$\therefore P = VI$ [Proved]

প্রশ্ন: একটি Inductive circuit এ current voltage এর পিছনে থাকে কেন?

উত্তরঃ

Inductance এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্টের যে কোন পরিবর্তনে বাধা প্রদান করে অর্থাৎ কারেন্ট বৃদ্ধি পেতে থাকলেও বাধা প্রদান করে এবং কমতে থাকলেও বাধা প্রদান করে। সেই কারণে কারেন্ট প্রয়োগকৃত ভোল্টেজ এর পিছনে থাকে।

প্রশ্ন: একটি Capacitve circuit এ current voltage এর অগ্রগামী থাকে কেন?

উত্তরঃ

Capacitor এর আড়াআড়িতে voltage প্রয়োগ করা হলে ইহা এর যে কোন পরিবর্তনে বাধা প্রদান করে অর্থাৎ ভোল্টেজ বৃদ্ধি পেতে থাকলেও বাধা প্রদান করে এবং কমতে থাকলেও বাধা দেয়। সেই কারণে কারেন্ট প্রয়োগকৃত ভোল্টেজ এর অগ্রগামী থাকে।

প্রশ্ন: j operator কি?

উত্তরঃ

j operator এর মান $\sqrt{-1}$। ইহা কোন ভেক্টরের সাথে মাল্টিপ্লায়িং ফ্যাক্টর হিসেবে ব্যবহৃত হয়ে উক্ত ভেক্টরের 90^0 বামাবর্তে ঘূর্ণন নির্দেশ করে তাকে j operator বলে। Calculator এ ইহাকে i দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

প্রশ্ন: একটি R-L series circuit অংকন করে ইহার Impedance triangle, Voltage triangle এবং Power diagram অংকন কর।

উত্তরঃ

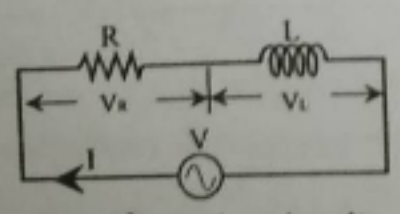


Fig: R-L series circuit

এখানে,

I= Total circuit current

V= Applied voltage,

V_R= Resistive voltage,

V_L= Inductor voltage.

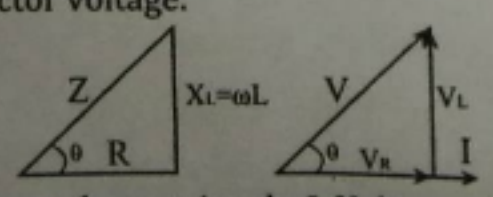


Fig1: Impedance triangle & Voltage triangle

From vector diagram,

$V^2 = V_R^2 + V_L^2$

$\Rightarrow (IZ)^2 = (IR)^2 + (IX_L)^2$

$\Rightarrow Z^2 = R^2 + X_L{}^2$

$\therefore Z = \sqrt{R^2 + X_L{}^2}$

Rectangular form, $Z = R + jX_L$

Polar form, $Z\angle\theta = \sqrt{R^2 + X_L{}^2}\,\angle \tan^{-1}\left(\frac{X_L}{R}\right)$

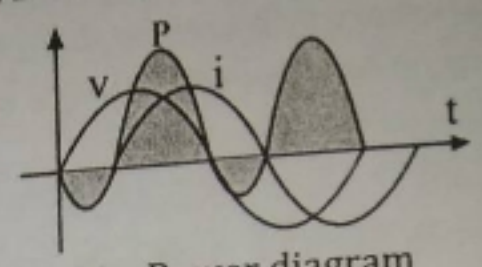


Fig: Power diagram

প্রশ্ন: একটি R-C series circuit অংকন করে ইহার Impedance triangle, Voltage triangle এবং Power diagram অংকন কর।

উত্তরঃ

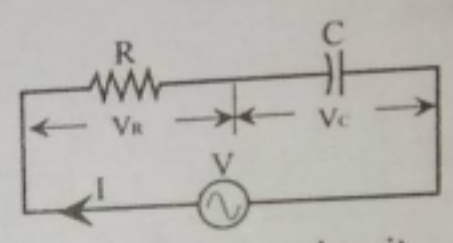


Fig: R-C series circuit

এখানে,

I= Total circuit current

V= Applied voltage,

V_R= Resistive voltage,

V_C= Capacitor voltage.

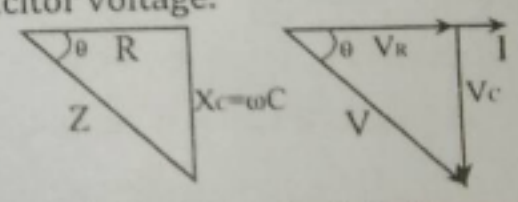


Fig1: Impedance triangle & Voltage triangle

From vector diagram,

$V^2 = V_R^2 + V_C^2$

$\Rightarrow (IZ)^2 = (IR)^2 + (IX_C)^2$

$\Rightarrow Z^2 = R^2 + X_C{}^2$

$\therefore Z = \sqrt{R^2 + X_C{}^2}$

Rectangular form, $Z = R - jX_C$

Polar form, $Z\angle\theta = \sqrt{R^2 + X_C{}^2}\,\angle \tan^{-1}\left(\frac{X_C}{R}\right)$

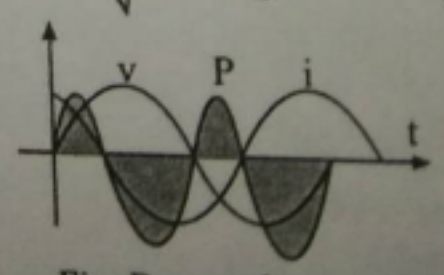


Fig: Power diagram

প্রশ্ন: একটি R-L-C series circuit অংকন করে ইহার Impedance triangle এবং Voltage triangle অংকন কর।

উত্তরঃ

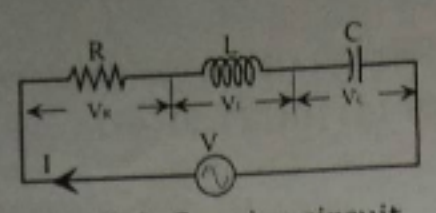


Fig: R-L-C series circuit

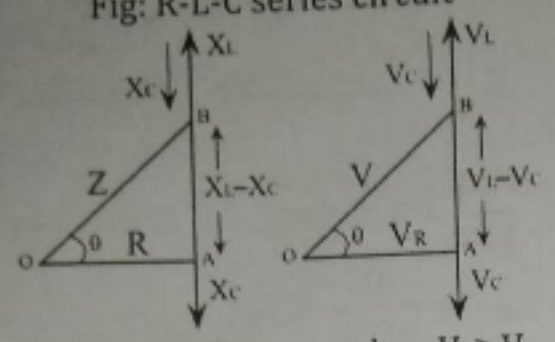


Fig: Vector diagram when $V_L > V_C$

From vector diagram,

$V^2 = V_R^2 + (V_L - V_C)^2$

$\Rightarrow (IZ)^2 = (IR)^2 + (IX_L - IX_C)^2$

$\Rightarrow Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2$

$\therefore Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

Rectangular form, $Z = R + j(X_L - X_C)$

Polar form,

$$Z\angle\theta = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}\,\angle \tan^{-1}\left(\frac{X_L - X_C}{R}\right)$$

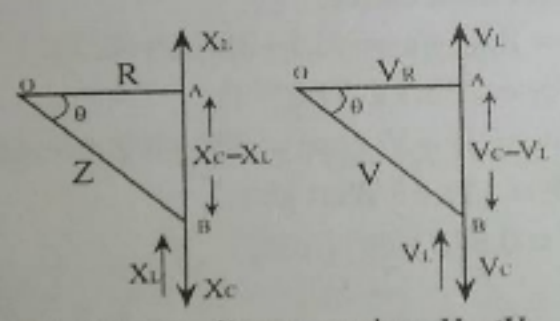


Fig: Vector diagram when $V_L < V_C$

AC Series Circuit example

1) একটি সিরিজ সার্কিটের R= 20Ω, L=0.2H, C= 150μF এবং সাপ্লাই ভোল্টেজ 230V, 50Hz হলে, নির্ণয় কর X_L, X_C, Z, Y, p.f, active power?

Sol^n: Given,

R=20Ω, L= 0.2H, C= 150μF

Inductive reactance,

$X_L = 2\pi fL = 2\pi \times 50 \times 0.2$

$\therefore X_L = 62.83\Omega$ [Ans]

Capacitive reactance,

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$\Rightarrow X_C = \frac{1}{2\pi \times 50 \times 150 \times 10^{-6}}$$

$\therefore X_C = 21.22\ \Omega$ [Ans]

Impedance,

$Z = R + jX_L - jX_C$

$\Rightarrow Z = R + j(X_L - X_C)$

$\Rightarrow Z = 20 + j(62.83 - 21.22)$

$\Rightarrow Z = 20 + j41.61$

$\therefore Z = 46.16\angle 64.32\ \Omega$ [Ans]

Admittance,

$$Y = \frac{1}{Z}$$

$\therefore Y = 0.02166\angle -64.32$ mho [Ans]

Power factor, $\cos\theta = R/Z = 20/46.16$

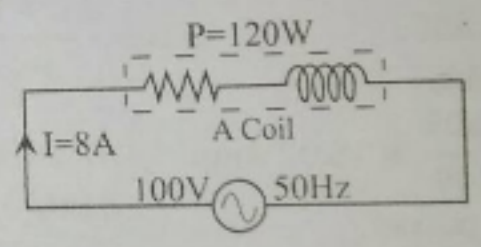
Power= $VI\cos\theta$

$\therefore P = 496.18$ Watt [Ans]

2) যখন 'A' চোক কয়েল 100V এ 50Hz প্রয়োগ করা হয়, তখন 'A' কয়েল 8A এবং 120W নেয় এবং 'B' কয়েলে 10A, 500W নেয়। দুইটি কয়েল সিরিজে সংযোগ করে 100V প্রয়োগ করলে এর কারেন্ট এবং পাওয়ার কত হবে?

Sol^n:

For A coil;



$P = VI\cos\theta$

$\Rightarrow 120 = 100 \times 8 \times \cos\theta$

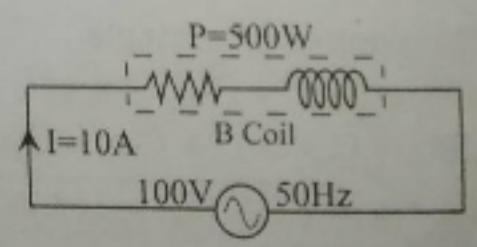
$\therefore \theta = 81.37^0$

A coil impedance,

$Z_A = \frac{V}{I} = \frac{100}{8} = 12.5\Omega$

$\therefore Z_A = 12.5\angle 81.37^0\ \Omega$

For B coil;



$P = VI\cos\theta$

$\Rightarrow 500 = 100 \times 10 \times \cos\theta$

$\therefore \theta = 60^0$

B coil impedance, $Z_B = \frac{V}{I} = \frac{100}{10} = 10\ \Omega$

$\therefore Z_B = 10\angle 60^0\ \Omega$

যখন কয়েল দুইটি সিরিজে সংযোগ করে 100V প্রয়োগ করা হল,

$Z_T = Z_A + Z_B = 12.5\angle 81.37^0 + 10\angle 60^0$

$\therefore Z_T = 22.11\angle 71.88^0\ \Omega$

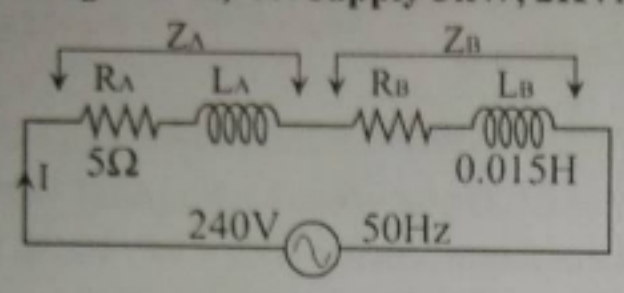
Current, $I = \frac{V}{Z_T} = \frac{100}{22.11\angle 71.88}$

$\therefore I = 4.52 \angle -71.88^0$ Amp [Ans]

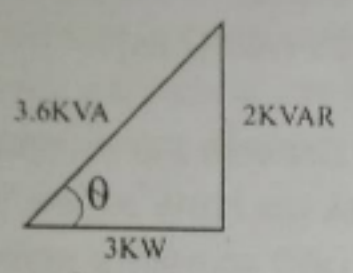
$P = VI\cos\theta = 99.687\times 20\times\cos(71.88)$

$\therefore P = 140.6$ Watt [Ans]

3) L_A এবং R_B নির্ণয় কর, যখন supply 3kW, 2KVAR.



Sol^n:



$KVA^2 = (3)^2 + (2)^2$

$\Rightarrow KVA = \sqrt{(3)^2 + (2)^2}$

$\therefore KVA = 3.605$

$VA = 3605$

Current,

$I = \frac{3605}{240} = 15.02$ Amp

Total power,

$P = I^2 (R_A + R_B)$

$3000 = 15.02^2 \times (5 + R_B)$

$R_B = 8.29\ \Omega$

Impedance,

$Z = V/I = 240/15.02 = 15.98\ \Omega$

If $L_B = 0.015$, $X_{LB} = 2\pi f L_B$

$\therefore X_{LB} = 4.71\ \Omega$

Now from impedance tringle,

$Z^2 = (R_A + R_B)^2 + (X_{LA} + X_{LB})^2$

$\Rightarrow 15.98^2 = (13.26)^2 + (X_{LA} + X_{LB})^2$

$\Rightarrow X_{LA} + X_{LB} = \sqrt{(15.98)^2 - (13.26)^2}$

$\Rightarrow X_{LA} + X_{LB} = 8.87$

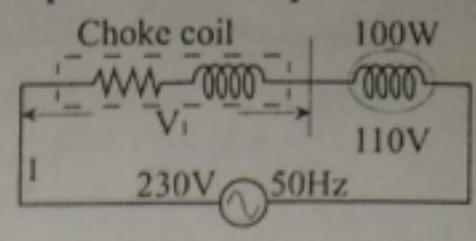
$\Rightarrow X_{LA} + 4.71 = 8.87$

$\Rightarrow X_{LA} = 4.16\ \Omega$

$\Rightarrow 2\pi f L_A = 4.16\ \Omega$

$\therefore L_A = 0.0132$ H [Ans]

4) 100W এবং 110V rated একটি electric bulb একটি chock coil এর সাথে series এ সংযোগ করে উহাতে 230V ac supply দেওয়া হল। Circuit এর total power & power factor নির্ণয় কর। Chock coil reactance ও resistance এর অনুপাত 10। [DUET:01~02]



Sol^n:

$I = \frac{100}{110} = 0.909$ A

$\therefore R_{bulb} = \frac{100}{0.909} = 121$ A

Now,

$230^2 = V_1^2 + 110^2$

$\therefore V_1 = 202$ volt

Coil impedance,

$\therefore Z_1 = \frac{202}{0.909} = 222.2\ \Omega$

Now,

$tan\theta = \frac{X_L}{R} = 10$

$\therefore \theta = 84.24^0$

$\therefore Z_1 = 222.2\angle 84.24 = 22.146 + j221\ \Omega$

Total impedance,

$Z_T = R_{bulb} + Z_1 = 121 + 22.146 + j221$

$\therefore Z_T = 263.3 \angle 57.07^0\ \Omega$

Power, $P = VI\cos\theta = 230\times 0.909\times\cos(57.07)$

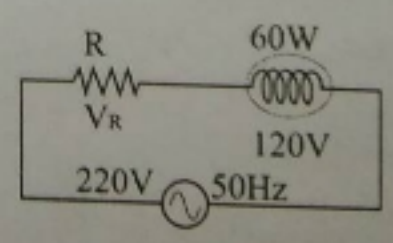
$\therefore P = 113.65$ Watt [Ans]

pf = 0.543 (lag) [Ans]

5) 120V, 60W এর একটি lamp 220V, 50Hz supply এর সাহিত সংযুক্ত আছে। যদি উহার সহিত সিরিজে i) Resistance অথবা ii) Inductance যুক্ত করে একই সরবরাহ দেওয়া হয়, উভয় ক্ষেত্রে পাওয়ার নির্ণয় কর এবং এতে কোন পদ্ধতিটি বেশ উপযোগী মনে হয়?

Sol^n:

১ম ক্ষেত্রে,



$I = P/V$

$\Rightarrow I = 60/120$

$\therefore I = 0.5$ amp

Resistive drop,

$V_R = 220 - 120$

$\therefore V_R = 100$ V

Resistance,

$R = V_R/I$

$\Rightarrow R = 100/0.5$

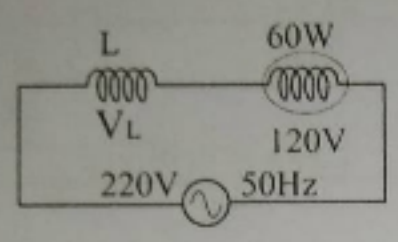
$\therefore R = 200\Omega$

Power loss for resistor,

$P = I^2R = 0.5^2 \times 200$

$\therefore P = 50$ Watt [Ans]

২য় ক্ষেত্রে,



$I = P/V$

$\Rightarrow I = 60/120$

$\therefore I = 0.5$ amp

Voltage across inductor,

$\Rightarrow V_L = \sqrt{220^2 - 120^2}$

$\Rightarrow V_L = 184.39$ volt

$\Rightarrow IX_L = 189.39$

$\Rightarrow X_L = 368.78$

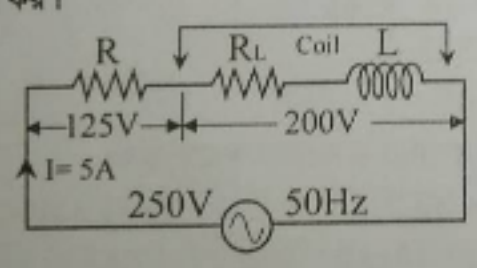
$\therefore L = 1.17$ H

Pure inductor এর power loss zero (0),

$\therefore P_L = 0$ Watt

২য় ক্ষেত্রটি বেশি উপযোগী কারণ লস কম হবে এবং সাশ্রয়ী হবে।

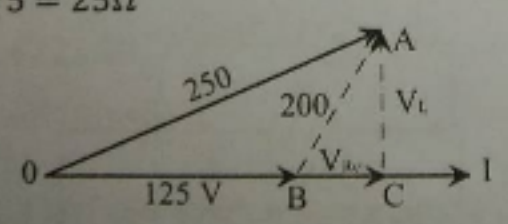
6) নিম্নোক্ত সার্কিট হতে Z_{Coil}, X_L, R_{Coil}, P_{Coil}, এবং Toltal power বের কর।



Sol^n:

$Z_{coil} = 200/5 = 40\Omega$

$R = 125/5 = 25\Omega$



Now from the vector diagram ΔABC,

$200^2 = V_L^2 + V_{Rc}^2$

$\Rightarrow V_L^2 = 200^2 - V_{Rc}^2$

Again from ΔAOC,

$\therefore 250^2 = (125 + V_{Rc})^2 + V_L^2$

$250^2 = 125^2 + 250V_{Rc} + V_{Rc}^2 + 200^2 - V_{Rc}^2$

$\Rightarrow 250^2 = 125^2 + 250V_{Rc} + 200^2$

$\therefore V_{Rc} = 27.5$ V

Again ΔABC,

$\Rightarrow V_L^2 = 200^2 - V_{Rc}^2$

$\Rightarrow V_L = \sqrt{200^2 - 27.5^2}$

$\therefore V_L = 198.1$ Volt

Inductive reactance,

$X_L = \frac{V_L}{I} = \frac{198.1}{5}$

$\therefore X_L = 39.62\ \Omega$ [Ans]

Coil resistance,

$R_C = \frac{V_{Rc}}{I} = \frac{27.5}{5}$

$\therefore R_C = 5.5\ \Omega$ [Ans]

Coil power,

$P_{coil} = I^2R_C = 5^2 \times 5.5$

$\therefore P_{coil} = 137.5$ Watt [Ans]

Now,

$Z = V/I = 250/5 = 50\ \Omega$

Power factor,

$\cos\theta = \frac{R_T}{Z} = \frac{25 + 5.5}{50} = 0.61$

Total power,

$P = VI\cos\theta = 250 \times 5 \times 0.61$

$\therefore P = 762.5$ Watt [Ans]

7) নিচের চিত্রে V= 0+j10 এবং I= 0.8+j0.6, R এবং X এর মান নির্ণয় কর। ইহা ক্যাপাসিটিভ না ইন্ডাকটিভ বের কর।

Sol^n: Given,

$V = 0+j10$

$I = 0.8+j0.6$

$Z = \frac{V}{I} = \frac{0 + j10}{0.8 + j0.6}$

$\therefore Z = 6+j8\ \Omega$

$\therefore R = 6\ \Omega$ [Ans]

$\therefore X = 8\ \Omega$ [Ans]

ইহা Inductive circuit. [Ans]

8) যখন R-L series circuit এ 10V, 50Hz সরবরাহ দেওয়া হয়। তখন circuit এ 700mA current প্রবাহিত হয়। যখন উক্ত সার্কিটে 10V, 75Hz সরবরাহ দেওয়া হয়, তখন 500mA current সার্কিটে প্রবাহিত হয়। তবে resistance ও inductance এর মান কত হবে বের কর?

Sol^n:

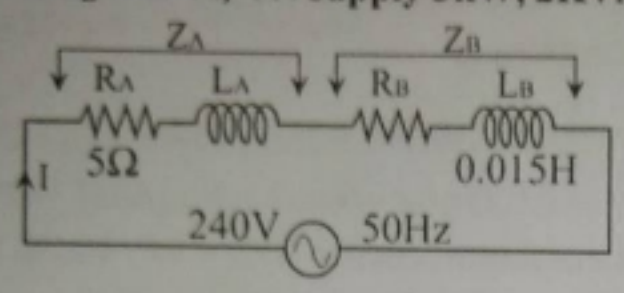
Current, $I = \frac{V}{Z_T} = \frac{100}{22.11\angle 71.88}$

$\therefore I = 4.52 \angle -71.88^0$ Amp [Ans]

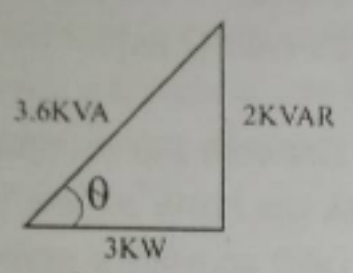
$P = VI\cos\theta = 99.687\times 20\times\cos(71.88)$

$\therefore P = 140.6$ Watt [Ans]

3) L_A এবং R_B নির্ণয় কর, যখন supply 3kW, 2KVAR.



Sol^n:



$KVA^2 = (3)^2 + (2)^2$

$\Rightarrow KVA = \sqrt{(3)^2 + (2)^2}$

$\therefore KVA = 3.605$

$VA = 3605$

Current,

$I = \frac{3605}{240} = 15.02$ Amp

Total power,

$P = I^2 (R_A + R_B)$

$3000 = 15.02^2 \times (5 + R_B)$

$R_B = 8.29\ \Omega$

Impedance,

$Z = V/I = 240/15.02 = 15.98\ \Omega$

If $L_B = 0.015$, $X_{LB} = 2\pi f L_B$

$\therefore X_{LB} = 4.71\ \Omega$

Now from impedance tringle,

$Z^2 = (R_A + R_B)^2 + (X_{LA} + X_{LB})^2$

$\Rightarrow 15.98^2 = (13.26)^2 + (X_{LA} + X_{LB})^2$

$\Rightarrow X_{LA} + X_{LB} = \sqrt{(15.98)^2 - (13.26)^2}$

$\Rightarrow X_{LA} + X_{LB} = 8.87$

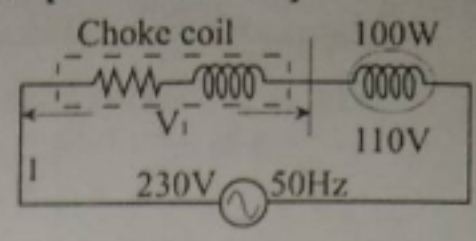
$\Rightarrow X_{LA} + 4.71 = 8.87$

$\Rightarrow X_{LA} = 4.16\ \Omega$

$\Rightarrow 2\pi f L_A = 4.16\ \Omega$

$\therefore L_A = 0.0132$ H [Ans]

4) 100W এবং 110V rated একটি electric bulb একটি chock coil এর সাথে series এ সংযোগ করে উহাতে 230V ac supply দেওয়া হল। Circuit এর total power & power factor নির্ণয় কর। Chock coil reactance ও resistance এর অনুপাত 10। [DUET:01~02]



Sol^n:

$I = \frac{100}{110} = 0.909$ A

$\therefore R_{bulb} = \frac{100}{0.909} = 121$ A

Now,

$230^2 = V_1^2 + 110^2$

$\therefore V_1 = 202$ volt

Coil impedance,

$\therefore Z_1 = \frac{202}{0.909} = 222.2\ \Omega$

Now,

$tan\theta = \frac{X_L}{R} = 10$

$\therefore \theta = 84.24^0$

$\therefore Z_1 = 222.2\angle 84.24 = 22.146 + j221\ \Omega$

Total impedance,

$Z_T = R_{bulb} + Z_1 = 121 + 22.146 + j221$

$\therefore Z_T = 263.3 \angle 57.07^0\ \Omega$

Power, $P = VI\cos\theta = 230\times 0.909\times\cos(57.07)$

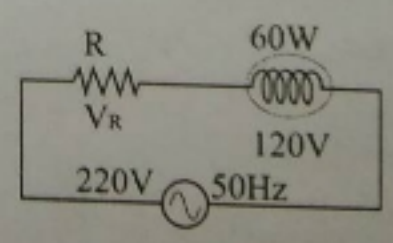
$\therefore P = 113.65$ Watt [Ans]

pf = 0.543 (lag) [Ans]

5) 120V, 60W এর একটি lamp 220V, 50Hz supply এর সাহিত সংযুক্ত আছে। যদি উহার সহিত সিরিজে i) Resistance অথবা ii) Inductance যুক্ত করে একই সরবরাহ দেওয়া হয়, উভয় ক্ষেত্রে পাওয়ার নির্ণয় কর এবং এতে কোন পদ্ধতিটি বেশ উপযোগী মনে হয়?

Sol^n:

১ম ক্ষেত্রে,



$I = P/V$

$\Rightarrow I = 60/120$

$\therefore I = 0.5$ amp

Resistive drop,

$V_R = 220 - 120$

$\therefore V_R = 100$ V

Resistance,

$R = V_R/I$

$\Rightarrow R = 100/0.5$

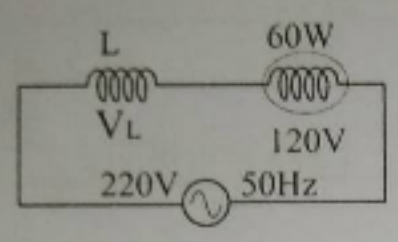
$\therefore R = 200\Omega$

Power loss for resistor,

$P = I^2R = 0.5^2 \times 200$

$\therefore P = 50$ Watt [Ans]

২য় ক্ষেত্রে,



$I = P/V$

$\Rightarrow I = 60/120$

$\therefore I = 0.5$ amp

Voltage across inductor,

$\Rightarrow V_L = \sqrt{220^2 - 120^2}$

$\Rightarrow V_L = 184.39$ volt

$\Rightarrow IX_L = 189.39$

$\Rightarrow X_L = 368.78$

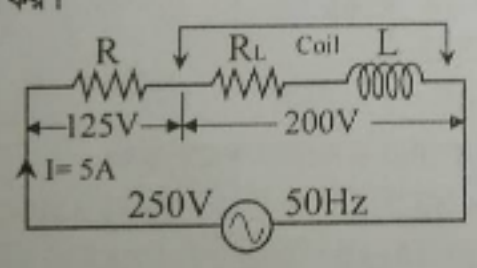
$\therefore L = 1.17$ H

Pure inductor এর power loss zero (0),

$\therefore P_L = 0$ Watt

২য় ক্ষেত্রটি বেশি উপযোগী কারণ লস কম হবে এবং সাশ্রয়ী হবে।

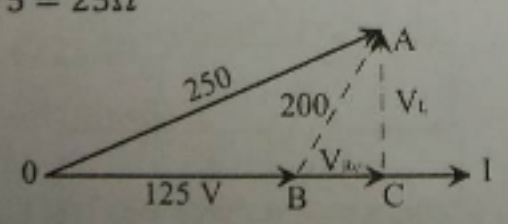
6) নিম্নোক্ত সার্কিট হতে Z_{Coil}, X_L, R_{Coil}, P_{Coil}, এবং Toltal power বের কর।



Sol^n:

$Z_{coil} = 200/5 = 40\Omega$

$R = 125/5 = 25\Omega$



Now from the vector diagram ΔABC,

$200^2 = V_L^2 + V_{Rc}^2$

$\Rightarrow V_L^2 = 200^2 - V_{Rc}^2$

Again from ΔAOC,

$\therefore 250^2 = (125 + V_{Rc})^2 + V_L^2$

$250^2 = 125^2 + 250V_{Rc} + V_{Rc}^2 + 200^2 - V_{Rc}^2$

$\Rightarrow 250^2 = 125^2 + 250V_{Rc} + 200^2$

$\therefore V_{Rc} = 27.5$ V

Again ΔABC,

$\Rightarrow V_L^2 = 200^2 - V_{Rc}^2$

$\Rightarrow V_L = \sqrt{200^2 - 27.5^2}$

$\therefore V_L = 198.1$ Volt

Inductive reactance,

$X_L = \frac{V_L}{I} = \frac{198.1}{5}$

$\therefore X_L = 39.62\ \Omega$ [Ans]

Coil resistance,

$R_C = \frac{V_{Rc}}{I} = \frac{27.5}{5}$

$\therefore R_C = 5.5\ \Omega$ [Ans]

Coil power,

$P_{coil} = I^2R_C = 5^2 \times 5.5$

$\therefore P_{coil} = 137.5$ Watt [Ans]

Now,

$Z = V/I = 250/5 = 50\ \Omega$

Power factor,

$\cos\theta = \frac{R_T}{Z} = \frac{25 + 5.5}{50} = 0.61$

Total power,

$P = VI\cos\theta = 250 \times 5 \times 0.61$

$\therefore P = 762.5$ Watt [Ans]

7) নিচের চিত্রে V= 0+j10 এবং I= 0.8+j0.6, R এবং X এর মান নির্ণয় কর। ইহা ক্যাপাসিটিভ না ইন্ডাকটিভ বের কর।

Sol^n: Given,

$V = 0+j10$

$I = 0.8+j0.6$

$Z = \frac{V}{I} = \frac{0 + j10}{0.8 + j0.6}$

$\therefore Z = 6+j8\ \Omega$

$\therefore R = 6\ \Omega$ [Ans]

$\therefore X = 8\ \Omega$ [Ans]

ইহা Inductive circuit. [Ans]

8) যখন R-L series circuit এ 10V, 50Hz সরবরাহ দেওয়া হয়। তখন circuit এ 700mA current প্রবাহিত হয়। যখন উক্ত সার্কিটে 10V, 75Hz সরবরাহ দেওয়া হয়, তখন 500mA current সার্কিটে প্রবাহিত হয়। তবে resistance ও inductance এর মান কত হবে বের কর?

Sol^n:

For 50Hz,

$$Z_1 = \frac{V}{I} = \frac{10}{700 \times 10^{-3}} = 14.28\ \Omega$$

Now,

$Z_1^2 = R^2 + X_1^2$

$\Rightarrow Z_1^2 = R^2 + \omega_1^2 L^2$

$\therefore 14.28^2 = R^2 + 98696\ L^2 - - - - - - (1)$

Again for 75HZ

$$Z_2 = \frac{V}{I} = \frac{10}{500 \times 10^{-3}} = 20\ \Omega$$

Now,

$Z_2^2 = R^2 + X_2^2$

$\Rightarrow Z_2^2 = R^2 + \omega_2^2 L^2$

$\therefore 20^2 = R^2 + 222066\ L^2 - - - - - - (2)$

From (1) & (2) we get,

$R^2 = 47.05$

$\therefore R = 6.85\ \Omega$ [Ans]

$L^2 = 0.001589$

$\therefore L = 0.039$ H [Ans]

9) 60Hz সাইন ওয়েভের $v = 141 \sin\omega t$, একটি R-L সিরিজ সার্কিটে প্রয়োগ করা হল। যার রেজিস্ট্যান্স 3Ω এবং ইন্ড্যাক্ট্যান্স 0.0106H নির্ণয় কর। (i) I_{rms}, (ii) Current wave equation, (iii) Resistance and inductance voltage, (iv) Power and power factor.

Sol^n:

Given,

$V_m = 141$ Volt

$X_L = 2\pi fL = 2\pi \times 50 \times 0.0106$

$\therefore X_L = 3.996\Omega$

$Z = R + jX_L = 3 + j3.996$

$\therefore Z = 4.996 \angle 53.13\ \Omega$

$\therefore V_{rms} = V_m/\sqrt{2} = 99.68$ Volt [Ans]

$\therefore I_{rms} = \frac{V_{rms}}{Z} = \frac{99.68}{4.996 \angle 53.13}$

$\therefore I_{rms} = 20\angle -53.13$ Amp

ii) $I_m = \sqrt{2} \times I_{rms}$

$= \sqrt{2} \times 20\angle -53.13$

$\therefore I_m = 28.28\angle -53.13$

Current wave equation,

$i = I_m \sin \omega t$

$\therefore i = 28.28 \sin(\omega t - 53.13)$ **[Ans]**

$\therefore V_R = IR = 20\angle -53.13 \times 3$

$\therefore V_R = 60\angle -53.103$ Volt **[Ans]**

$\therefore V_L = IX_L = 20\angle -53.13 \times 3.996$

$\therefore V_L = 80\angle -53.13$ Volt [Ans]

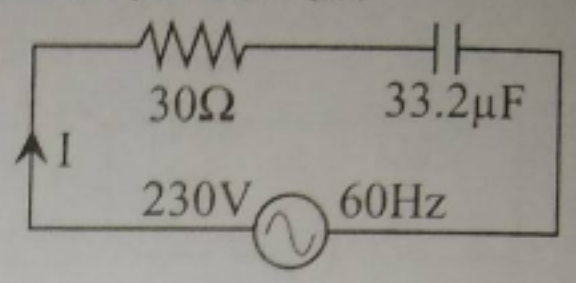
Power factor= cos (53.13)

p.f = 0.6 (lag) [Ans]

Power = VI cosθ = 99.687×20×0.6

∴ P= 1196.24 Watt **[Ans]**

10) নিম্নোক্ত সার্কিটে 2I পরিমান কারেন্ট প্রবাহিত করতে কত মানের ক্যাপাসিটর কিভাবে সংযোগ করতে হবে।



Sol^n:

$$X_C = \frac{1}{2\pi \times 60 \times 33.2 \times 10^{-6}}$$

$\therefore X_C = 79.89\ \Omega$

Impedance,

$Z = 30 - j\,79.89$

Current,

$I = V/Z = 2.7\angle 69.42$ Amp

Now current increase 2I,

$I_1 = 5.4\ \angle 69.42$

Voltage, V = 230 volt

Impedance,

$Z_1 = V/I_1 = 42.69\ \angle -69.42\ \Omega$

Hence,

$Z_1^2 = R^2 + X_1^2$

$\Rightarrow 42.69^2 = 30^2 + X_1^2$

$\Rightarrow X_1 = 30.25\ \Omega$

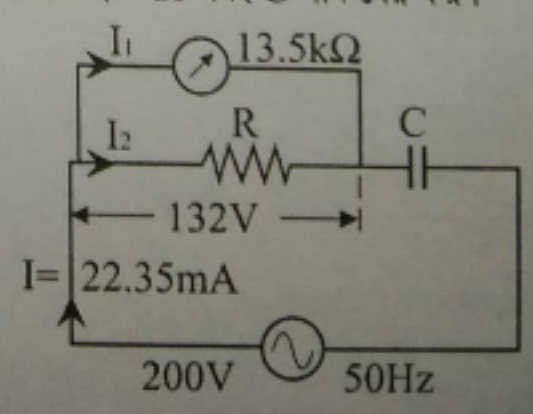
$\therefore C_1 = 87.6\ \mu F$

Capacitor parallel এ সংযোগ করতে হবে।

$C_P = (87.6 - 33.2)\mu F$

$\therefore C_P = 54.6\ \mu F$ [Ans]

11) নিম্নোক্ত সার্কিট হতে R এবং C মান বের কর।



Sol^n:

$I_1 = \frac{132}{13500} = 9.78$ mA

$I_2 = 22.35 - 9.78 = 12.57$ mA

Resistance,

Voltmeter reading,

$V_m = V_L + V_C$

$\therefore V_m = 40\angle -6.87$ Volt [Ans]

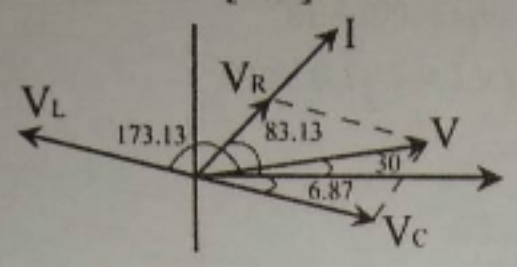
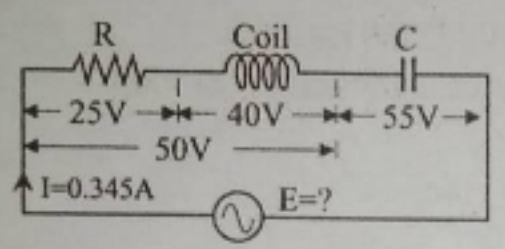
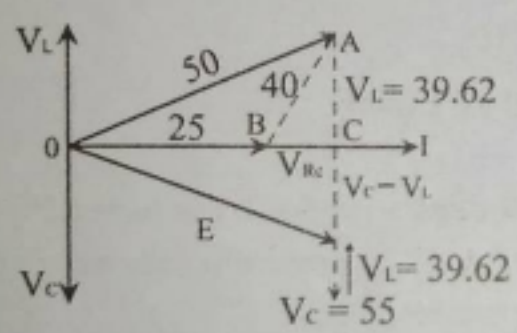


Fig: Vector diagram

15) নিম্নোক্ত সার্কিটে প্রয়োগকৃত ভোল্টেজ এবং Coil এর পাওয়ার লস বের কর।



Sol^n:



Now from the vector diagram ΔABC,

$40^2 = V_{Rc}^2 + V_L^2$

$\Rightarrow V_L^2 = 40^2 - V_{Rc}^2$

Again from ΔAOC,

$50^2 = (25 + V_{Rc})^2 + V_L^2$

$\Rightarrow 50^2 = (25 + V_{Rc})^2 + 40^2 - V_{Rc}^2$

$\Rightarrow 50^2 - 40^2 + V_{Rc}^2 = (25 + V_{Rc})^2$

$\Rightarrow 900 + V_{Rc}^2 = 25^2 + 50V_{Rc} + V_{Rc}^2$

$\Rightarrow 900 = 25^2 + 50V_{Rc}$

$\therefore V_{Rc} = 5.5$ Volt

Again ΔABC,

$\Rightarrow V_L^2 = 40^2 - V_{Rc}^2$

$\Rightarrow V_L = \sqrt{40^2 - 5.5^2}$

$\therefore V_L = 39.62$ Volt

Coil resistance,

$IR_C = V_{Rc} = 5.5$

$R_C = 5.5/0.345 = 15.94\Omega$

Coil power,

$P_{coil} = I^2R_C = 0.345^2 \times 15.94$

$\therefore P_{coil} = 1.89$ Watt [Ans]

Now supply voltage,

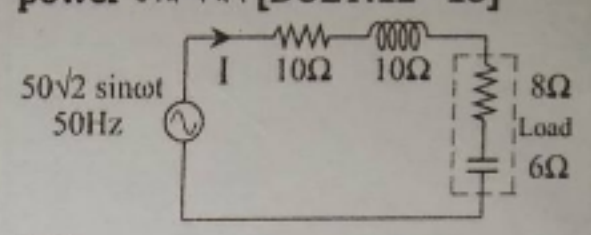
$E^2 = (V_R + V_{Rc})^2 + (V_C - V_L)^2$

$\Rightarrow E^2 = (25 + 5.5)^2 + (55 - 39.62)^2$

$\Rightarrow E = \sqrt{(25 + 5.5)^2 + (55 - 39.62)^2}$

$\therefore E = 34.16$ Volt [Ans]

16) Load এবং circuit এর absorber & complex power বের কর। [DUET:12~13]



Sol^n:

$v = 50\sqrt{2}\sin\omega t$

$\therefore V = 50\angle 0^0$ volt

$Z_1 = 10 + j10$

$Z_L = 8 - j6$

Total impedance,

$Z_T = Z_1 + Z_T$

$\therefore Z_T = 18.44\angle 12.52\ \Omega$

Total current,

$$I_T = \frac{50\angle 0}{18.44\angle 12.52} = 2.71\angle -12.52$$

For load,

i) Absorbed power, $P = I^2R$

$= 2.71^2 \times 8$

$\therefore P = 58.75$ Watt [Ans]

ii) Complex power, $S = I^2Z_L$

$= 2.71^2 \times 10$

$\therefore S = 73.44$ VA

For circuit,

i) Absorbed power, $P = VI\cos\theta$

$= 50 \times 2.71 \times \cos(12.52)$

$\therefore P = 132.27$ Watt [Ans]

ii) Complex power, $S = VI$

$= 2.71 \times 50$

$\therefore S = 135.5$ VA **[Ans]**

17) একটি ক্যাপাসিটরের ক্যাপাসিট্যান্স 10μF এবং phase difference 10^0 । ইহা 220V, 50Hz এবং 100Ω resistor এর সাথে সিরিজে সংযুক্ত; নির্ণয় কর।

(i) Capacitor দ্বারা সৃষ্ট resistance,

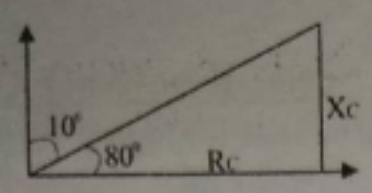
(ii) Capacitor এর power dissipated,

(iii) p.f.

Sol^n:

Phase difference,

$\theta_C = (90 - 10) = 80^0$



Capacitive reactance,

$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$

$\Rightarrow X_C = \frac{1}{2\pi \times 50 \times 10 \times 10^{-6}}$

$\therefore X_C = 318.30\ \Omega$

আমরা জানি,

$\tan\theta = \frac{X_C}{R_C}$

$\Rightarrow \tan 80^0 = 318.30/R_C$

$\therefore R_C = 56.12\ \Omega$

Circuit impedance,

$Z = (100+56.12) - j318.30$

Current, $I = V/Z$

$\Rightarrow I = \frac{220}{(100+56.12) - j318.30}$

$\Rightarrow I = 0.62\ \angle 63.87$

Capacitor power, $P_C = I^2 R_C$

$= (0.62)^2 \times 56.12$

$\therefore P_C = 21.57$ Watt [Ans]

Power factor, p.f= cos (63.87)

$\therefore$p.f = 0.44 [Ans]

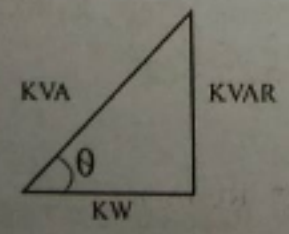
18) একটি 1-φ, 7.46kW মোটরের সাপ্লাই 400V, 50Hz। যদি উহার দক্ষতা 85% হয় এবং p.f 0.8 lagging হয় তবে বের করঃ (i) KVA input, (ii) Reactive current, (iii) KVAR.

Sol^n: আমরা জানি,

$\eta = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$

$\Rightarrow \text{Input} = \frac{7.46}{0.85}$

$\therefore$ Input = 8.776 kW



(i) Now,

KW = KVA×0.8

KVA = KW/0.8 = 8.776/0.8

$\therefore$ KVA = 10.97 [Ans]

(ii) $P_{in} = VI\cos\theta$

$\Rightarrow 8776 = 400 \times I \times 0.8$

$\therefore I = 27.42$ A

And, $\sin\theta = \sin(\cos^{-1} 0.8) = 0.6$

Reactive current,

$I_{reactive} = I\sin\theta = 27.42 \times 0.6$

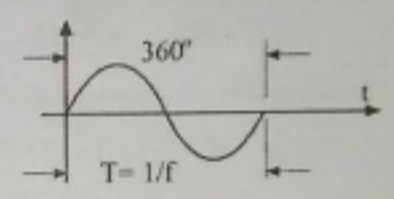
$\therefore I_{reactive} = 16.45$ Amp [Ans]

(iii) $P_{VAR} = VI\sin\theta = 400 \times 27.42 \times 0.6$

$\therefore P_{VAR} = 6.58$ KVAR [Ans]

19) একটি 240V, 50Hz R-C series circuit এ 20A rms current প্রবাহিত হয়। যদি voltage সর্বোচ্চ মানে পৌছানোর 1/900 sec পূর্বে কারেন্ট সর্বোচ্চ মানে পৌছায় তাহলে সার্কিটের i) power factor, ii) average power & iii) parameters গুলো বের কর।

Sol^n:

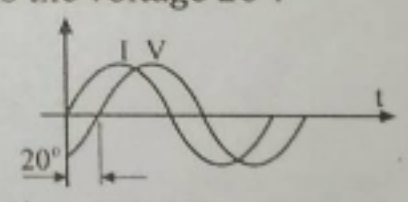


1/50 sec এ যায় = 360^0

1/900 sec এ যায় = 360×50/900

= 20^0

Current leads the voltage 20^0.



i) pf = cos(20) = 0.939 (lead) [Ans]

ii) Average power, $P = VI\cos\theta$

$= 240 \times 20 \times 0.939$

$\therefore P = 4507.2$ Watt [Ans]

iii) Parameters,

$Z = V/I = 240/20 = 12\Omega$

Resistance,

$R = Z\cos\theta = 12 \times 0.939$

$\therefore R = 11.27\ \Omega$ [Ans]

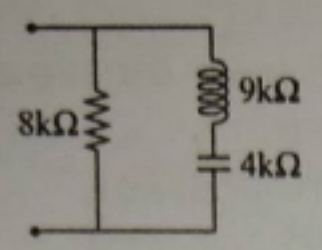
Capacitive reactance,

$X_C = Z\sin\theta = 12 \times \sin(20)$

$\Rightarrow X_C = 4.1\ \Omega$

$\therefore C = 776.32\ \mu F$ [Ans]

20) নিম্নোক্ত circuit হতে series equivalent circuit অংকন কর।



Sol^n:

$R_P = 8\ k\Omega$

$X_C = 4\ k\Omega$

$X_L = 9\ k\Omega$

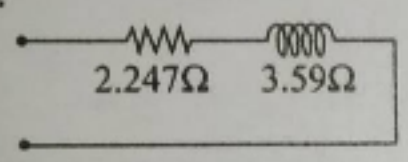
Total impedance,

$Z_T = 8 \parallel j(9-4)$

$= 2.247 + j\,3.59$

$\therefore R_S = 2.247\ \Omega$

$\therefore X_S = 3.59\ \Omega$



AC Series Resonance Circuit

প্রশ্ন: Series resonance কি? কি কি উপায়ে সংঘটিত করা যায়?

উত্তরঃ

AC series circuit এ যখন Inductive reactance (X_L) এবং Capacitive reactance (X_C) এর মান সমান হয় অর্থাৎ $X_L = X_C$ হয়, তখন উক্ত সার্কিটটিকে Resonance circuit বলে।

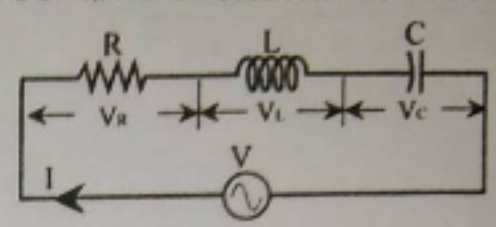


Fig: R-L-C series circuit

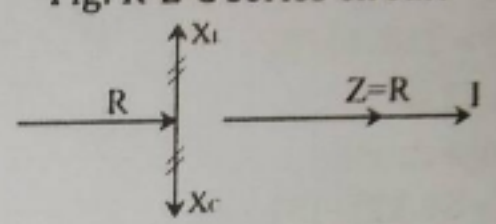


Fig: R-L-C Vector diagram

সিরিজ সার্কিটে সংঘঠিত করার উপায়-

১) R-L-C series circuit এর Inductance (L) পরিবর্তন করে।

২) R-L-C series circuit এর Capacitance (c) পরিবর্তন করে।

৩) Circuit এর frequency পরিবর্তন করে।

প্রশ্ন: Series resonance চেনার উপায় কি?

উত্তরঃ

i) Maximum current প্রবাহিত হবে।

ii) Voltage এবং current একই phase এ অর্থাৎ inphase এ থাকবে।

iii) Circuit impedance minimum হবে।

iv) Circuit এর net reactance শূন্য হবে।

v) Power factor unity (একক) হবে।

প্রশ্ন: Series resonance এর ক্ষেত্রে দেখাও যে Z=R & θ = 0^0?

উত্তরঃ

আমরা জানি Resonance অবস্থায়, $X_L = X_C$

$\Rightarrow Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2$

$\Rightarrow Z^2 = R^2$

$\Rightarrow Z = R$

ইহা দ্বারা বুঝা যায় যে, Resonance অবস্থায় সার্কিটটি minimum impedance প্রদর্শন করে।

আবার Circuit এর power factor,

$$p.f = \cos\theta = \frac{R}{Z} = \frac{R}{R}$$

$\Rightarrow \cos\theta = 1$

$\therefore \theta = 0^0$

ইহা দ্বারা বুঝা যায় যে, Resonance অবস্থায় সার্কিটটির power factor unity হয় এবং voltage ও current inphase এ থাকে অর্থাৎ এদের ফেজ শূন্য হয়।

প্রশ্ন: Series resonance এর ক্ষেত্রে প্রমাণ কর যে

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}?$$

উত্তরঃ

আমরা জানি Resonance অবস্থায়,

$$X_L = X_C$$

$$\Rightarrow 2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$\Rightarrow f^2 = \frac{1}{4\pi^2 LC}$$

$$\Rightarrow f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

ইহাই Resonance সার্কিটের resonance frequency।

$$\therefore f_0 = f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \text{[Proved]}$$

প্রশ্ন: Series resonance এর ক্ষেত্রে প্রমাণ কর যে $Q_0 = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$?

উত্তরঃ

Series resonace এর সময় inductor (L) এবং capacitance (c) এর আড়াআড়িতে ভোল্টেজ এর পরিমান প্রয়োগকৃত ভোল্টেজ এর চাইতে বহুগুণে বৃদ্ধি পায়। Resonance এর কারণে সৃষ্ট বিবর্ধণকে Quality factor বা Q-factor সংক্ষেপে বলে।

$$\text{Quality factor, } Q = \frac{\text{Voltage across L or C}}{\text{Supply voltage}}$$

$$= \frac{IX_L}{IR}$$

$$= \frac{2\pi fL}{R}$$

$$= \frac{2\pi L}{R} f_0$$

$$= \frac{2\pi L}{R} \times \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$\therefore \text{Q factor} = \frac{1}{R}\sqrt{L/C} \qquad [Proved]$$

প্রশ্ন: Bandwidth কাকে বলে?

উত্তরঃ Series resonance curve এর Resonance এর পূর্বে ও পরে যে দুইটি বিন্দুতে কারেন্ট Resonance কারেন্টের 70.7% হয়, সে দুইটি বিন্দুর ফ্রিকুয়েন্সির পার্থক্যকে Bandwidth বলে।

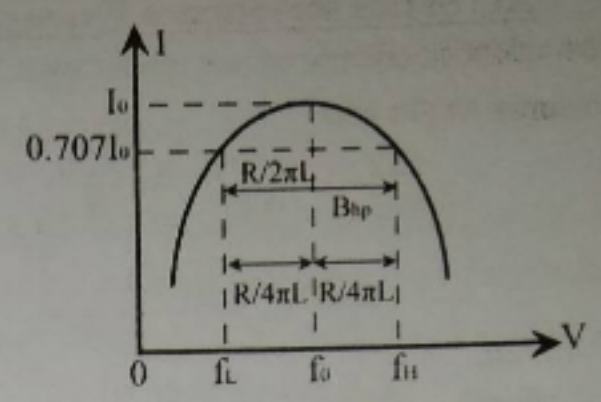
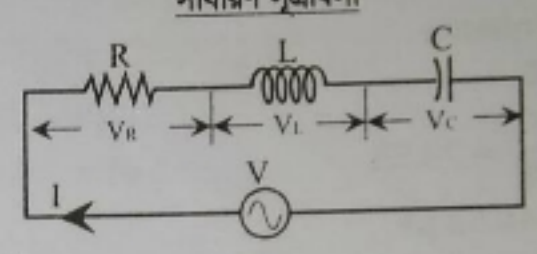


Fig: Series resonance curve

R-L-C series সার্কিটের ফ্রিকুয়েন্সি পরিবর্তনের সাথে কারেন্টের যে পরিবর্তন হয়, তার গ্রাফচিত্রকে Series resonance curve বলে।

<u>সাধারণ সূত্রাবলী</u>



$\Rightarrow X_L = X_C$

$\Rightarrow$ Net reactance, $X = X_L - X_C = 0$

$\Rightarrow$ Minimum impedance, $Z = R$

$\Rightarrow$ Maximum current, $I = I_m$

$$\therefore I_M = \frac{V}{Z} = \frac{V}{R}$$

$\Rightarrow$ Power factor, $\cos\theta = 1$

$\Rightarrow$ Power, $P = I^2R = V^2/R$

$\Rightarrow V_L = V_C$

$\Rightarrow$ Resonance freauency f_0,

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$\Rightarrow Q - \text{factor} = \frac{V_L}{V_R} = \frac{V_C}{V_R}$$

$$\Rightarrow Q - \text{factor} = \frac{X_L}{R} = \frac{2\pi fL}{R}$$

$$\Rightarrow Q - \text{factor} = \frac{X_C}{R} = \frac{1}{2\pi fC\,R}$$

$$\Rightarrow Q_0 = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$$

$\Rightarrow$ Lower cut off frequency,

$$f_1 = \left(f_0 - \frac{R}{4\pi L}\right)$$

$\Rightarrow$ Upper cut off frequency,

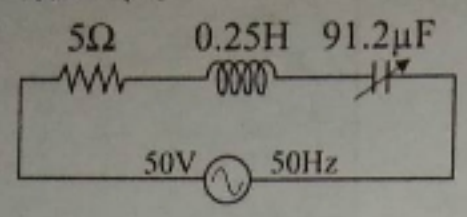
$$f_2 = \left(f_0 + \frac{R}{4\pi L}\right)$$

$\Rightarrow$ Bandwidth, $\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1 = f_2 - f_1$

$$\text{Or, } \Delta\omega = \frac{R}{2\pi L} = \frac{f_0}{Q}$$

AC Series Resonance Example

1) উক্ত সার্কিটে ক্যাপাসিটরের মান কত পরিবর্তন করলে, সার্কিটটিতে resonance সংঘঠিত হবে?



Solⁿ: Given,

$L = 0.25$ mH

Inductiv reactance, $X_L = 2\pi fL$

$= 2\pi \times 50 \times 0.25$

$\therefore X_L = 78.53\ \Omega$

At resonance,

$X_C = X_L$

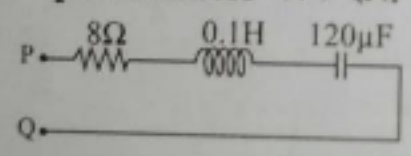
$\Rightarrow \frac{1}{2\pi fC} = 78.53$

$\therefore C = 40.53\ \mu F$

∴ Capacitance কমাতে হবে,

$C_1 = 91.2 - 40.53 = 50.67\ \mu F$ [Ans]

2) নিম্নের P ও Q এর মধ্যে কি পরিমাণ capacitor সংযোগ করিলে সম্পূর্ণ circuit এর power factor একক হবে?



Solⁿ: Given,

$L = 0.1$ H

Inductive reactance, $X_L = 2\pi fL$

$= 2\pi \times 50 \times 0.1$

$\therefore X_L = 31.4\ \Omega$

Capacitive reactance,

$X_{C1} = \frac{1}{2\pi fC_1} = \frac{1}{2\pi \times 50 \times 120 \times 10^{-6}}$

$\therefore X_{C1} = 26.52\ \Omega$

At resonance,

$X_L = X_{C1} + X_C$

$\Rightarrow 31.4 = 26.52 + X_C$

$\Rightarrow X_C = 4.87$

$\Rightarrow \frac{1}{2\pi fC} = 4.87$

$\therefore C = 653.6\ \mu F$

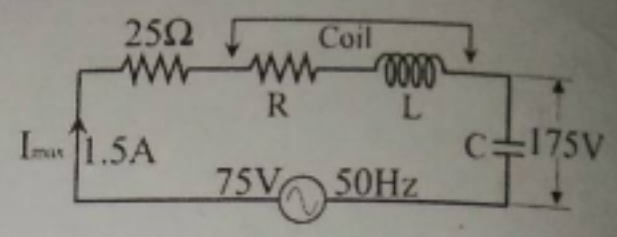
অতএব, 653.6 μF মানের capacitor series এ সংযোগ করতে হবে। [Ans]

(Note: $X_L = X_C = 31.4$

$C_T = 101.37\ \mu F$

N.B: $C_T < C$; ক্যাপাসিটরের মান কমাতে হবে। ক্যাপাসিটর সিরিজে সংযুক্ত করলে মান কমে, প্যারালালে সংযোগ করলে বাড়ে।)

3) নিম্নের সার্কিটে সর্বোচ্চ 1.5A কারেন্ট প্রবাহিত হলে R, L ও C এর মান বের কর।



Solⁿ: Given,

$V_C = IX_C$

$\Rightarrow 175 = 1.5X_C$

$\Rightarrow X_C = 116.66\ \Omega$

$\Rightarrow \frac{1}{2\pi fC} = 116.66$

$\therefore C = 27.29\ \mu F$ [Ans]

When maxᵐ current flow then,

$X_L = X_C$

$\Rightarrow 2\pi fL = 116.66$

$\therefore L = 0.37$ H [Ans]

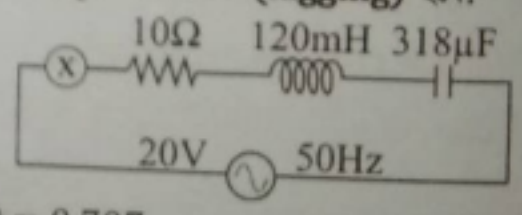
Impedance, $Z = 75/1.5 = 50\Omega$

$\therefore Z = R + R_{coil}$

$\Rightarrow 50 = 25 + R_{coil}$

$\therefore R_{coil} = 25\Omega$ [Ans]

4) X এর মান কোন ধরণের রিয়্যাকট্যান্স হলে Power factor, pf= 0.707 (lagging) হবে?



Solⁿ: $\cos\theta = 0.707$

$\therefore \theta = 45^0$

Now,

$\tan\theta = \frac{X}{R}$

$\Rightarrow \tan 45 = \frac{X}{10}$

$\therefore X = 10\ \Omega$

Inductive reactance, $X_L = 2\pi fL$

$= 2\pi \times 50 \times 120 \times 10^{-3}$

$\therefore X_L = 37.7\ \Omega$

Capacitive reactance, $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$

$= \frac{1}{2\pi \times 50 \times 318 \times 10^{-6}}$

$\therefore X_C = 10\ \Omega$

Circuit reactance,

$X_1 = X_L - X_C = 37.7 - 10 = 27.7\ \Omega$

Net reactance, $X = X_1 + X_2$

$\Rightarrow 10 = 27.7 + X_2$

$\therefore X_2 = -17.7\ \Omega$

অর্থাৎ 17.7 Ω মানের capacitive reactance যুক্ত করলে pf = 0.707 lagging হবে। [Ans]

5) একটি R-L-C series circuit 200V, 50Hz supply এর সহিত সংযুক্ত অবস্থায় inductor এর মান পরিবর্তন করে সর্বোচ্চ 314mA current পাওয়া যায়। যদি Capacitor এর আড়াআড়ি voltage 300V হয় তবে R ও L এর মান কত হবে? [DUET:00~01]

Sol^n:

যেহেতু সার্কিটে সর্বোচ্চ কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তাই সার্কিটে Resonance সংঘঠিত হবে।

$\therefore Z = R = \dfrac{200}{314 \times 10^{-3}}$

$\therefore R = 636.94\Omega$ [Ans]

Now,

$V_C = IX_C$

$\Rightarrow 300 = 314 \times 10^{-3} \times X_C$

$\therefore X_C = 955.41\ \Omega$

At resonance,

$X_L = X_C$

$\Rightarrow 2\pi fL = 955.41$

$\therefore L = 3.042$ H [Ans]

6) R-L-C series circuit এ $200\sqrt{2}\sin 100\pi t$ volt supply দিলে, inductor এর মধ্য দিয়ে maximum 0.314 Amp current প্রবাহিত হয়। যদি capacitive voltage V_C= 300V হয়, তবে circuit parameter গুলো বের কর?

Sol^n:

V = 200 Volt

$V_C = I X_C$

$\Rightarrow 300 = 0.314 X_C$

$\Rightarrow X_C = 955.41\ \Omega$

$\Rightarrow \dfrac{1}{100\pi C} = 955.41$

$\therefore C = 3.33\ \mu F$ [Ans]

When max^m current flow then,

$X_L = X_C$

$\Rightarrow 100\pi L = 955.41$

$\therefore L = 3.04$ H [Ans]

Resistance,

$R = V/I = 200/0.314$

$\therefore R = 636.94\ \Omega$ [Ans]

7) একটি কয়েলের রোধ 5Ω এবং ইন্ড্যাকট্যান্স 100mH এর সাথে সিরিজে 50μF এর একটি ক্যাপাসিটর সংযুক্ত করে সরবরাহের সাথে সংযোগ করা হল। নির্ণয় করঃ (a) f_r, (b) I_r, (c) V_C, (d) V_{coil}, (e) Q_0, (f) BW, (g) Half power point.

Sol^n:

$(a)\ f_r = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

$\Rightarrow f_r = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{100 \times 10^{-3} \times 50 \times 10^{-6}}}$

$\therefore f_r = 71.2$ Hz [Ans]

(b) $I_r = \dfrac{V}{R} = \dfrac{200}{5} = 40$ Amp [Ans]

(c) $X_C = \dfrac{1}{2\pi fC} = \dfrac{1}{2\pi \times 71.2 \times 50 \times 10^{-6}}$

$\therefore X_C = 44.7\Omega$

$V_C = I_0 X_C = 40 \times 44.7 = 1788\ \Omega$ [Ans]

(d) $V_R = I_0 R = 40 \times 5 = 200V$

$X_L = 2\pi fL = 44.74$

$\therefore V_L = I_0 X_L = 40 \times 44.74 = 1789.45\ \Omega$

$\therefore V_{coil} = \sqrt{V_R^2 + V_L^2}$

$= \sqrt{200^2 + 1789.45^2}$

$\therefore V_{coil} = 1800$ Volt [Ans]

(e) Q factor,

$Q_0 = \dfrac{1}{R}\sqrt{\dfrac{L}{C}} = \dfrac{1}{5}\sqrt{\dfrac{100 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}}}$

$\therefore Q_0 = 8.94$ [Ans]

(f) Band width (BW),

$\Delta\omega = \dfrac{R}{L} = \dfrac{5}{100 \times 10^{-3}}$.

$\therefore \Delta\omega = 50$ [Ans]

(g)

$\omega_0 = 2\pi f_0 = 2\pi \times 71.2 = 447.36$ Hz

Lower cut off frequency,

$\Rightarrow \omega_1 = \omega_0\left(1 - \dfrac{1}{2Q_0}\right)$

$= 447.36\left(1 - \dfrac{1}{2 \times 8.94}\right)$

$\Rightarrow \omega_1 = 422.34$

$\Rightarrow 2\pi f_1 = 422.34$

$\therefore f_1 = 67.3$ Hz [Ans]

Upper cut off frequency,

$$\Rightarrow \omega_2 = \omega_0\left(1+\frac{1}{2Q_0}\right)$$

$$= 447.36\left(1+\frac{1}{2\times 8.94}\right)$$

$\Rightarrow \omega_1 = 472.3$

$\Rightarrow 2\pi f_2 = 472.3$

$\therefore f_2 = 75.26$ Hz [Ans]

8) 1Ω resistance, 0.1H inductance, 100μF capacitance সম্পন্ন একটি series circuit এ সরবরাহ দিলে, কত ফ্রিকুয়েন্সীতে সার্কিটে সর্বোচ্চ কারেন্ট প্রবাহিত হবে? রেজোন্যান্স অবস্থায় সার্কিটের power, power factor, প্রত্যেকটি parameter এর voltage, Q-factor এবং Band width কত?

Sol^n:

Given,

$R = 1\Omega$, $L = 0.1H$, $C = 100\times 10^{-6}F$

(a) $f_r = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

$$\Rightarrow f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{0.1\times 100\times 10^{-6}}}$$

$\therefore f_r = 50.4$ Hz [Ans]

(b) $I = V/R = 100$ A [Ans]

(c) $P = I^2R = 100^2\times 1 = 10$ kW [Ans]

(d) p.f $= \cos\theta = 1$ unity [Ans]

(e) $V_L = IX_L$

$= 100\times 2\pi\times 50.4\times 0.1$

$\therefore V_L = 3166$ Volt [Ans]

(f) $V_C = IX_C$

$$= 100\times\frac{1}{2\pi\times 50.1\times 100\times 10^{-6}}$$

$\therefore V_C = 3157$ V [Ans]

(g) Q factor,

$$Q_0 = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{1}\sqrt{\frac{0.1}{100\times 10^{-6}}}$$

$\therefore Q_0 = 31.62$ [Ans]

(h) Band width (BW),

$$\Delta f = \frac{f_0}{Q} = \frac{50.4}{31.62}$$

$\therefore \Delta f = 1.594$ Hz [Ans]

9) একটি সিরিজ রেজোন্যান্স সার্কিটের ব্যান্ড উইডথ 400Hz এবং রেজোন্যান্স ফ্রিকুয়েন্সী 4000 Hz। যদি রোধ 10Ω হয়, তবে নির্ণয় কর: (a) Q-factor, (b) X_L, (c) X_C, (d) Half power frequency.

Sol^n: Given,

$\Delta f = 400$ Hz, $f_0 = 4000$ Hz, $R = 10\Omega$

(a) Q factor,

$$Q_0 = \frac{f_0}{\Delta f} = \frac{4000}{400}$$

$\therefore Q_0 = 10$ [Ans]

(b) Inductive reactance,

$$Q_0 = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{X_L}{R}$$

$$\Rightarrow 10 = \frac{X_L}{10}$$

$\therefore X_L = 100\ \Omega$ [Ans]

(c) At resonance,

$X_C = X_L = 100$

$\therefore X_C = 100\ \Omega$ [Ans]

(d) Half power frequency,

Lower cut off frequency,

$$\Rightarrow f_1 = \left(f_0 - \frac{R}{4\pi L}\right)$$

$$\Rightarrow f_1 = \left(4000 - \frac{10}{4\pi\times 3.97\times 10^{-3}}\right)$$

$\therefore f_1 = 3800$ Hz [Ans]

Upper cut off frequency,

$$\Rightarrow f_2 = \left(f_0 + \frac{R}{4\pi L}\right)$$

$$\Rightarrow f_2 = \left(4000 + \frac{10}{4\pi\times 3.97\times 10^{-3}}\right)$$

$\therefore f_2 = 4200$ Hz [Ans]

10) একটি রোধ, 10mH এর একটি inductor এবং একটি ক্যাপাসিটর সিরিজে যুক্ত করে সরবরাহ দিলে 80kHz frequency তে 0.1A current প্রবাহিত হয় এবং রোধে 10V drop হয়। নির্ণয় কর:- (a) সার্কিটে সরবরাহ voltage, (b) রোধের মান, (c) ক্যাপাসিটরের ক্যাপাসিটেন্স, (d) Q-factor, (e) Band width, (f) Half power frequency.

Sol^n:

Given,

$L = 10$mH, $I = 0.1$A

$V_R = 10$ Volt

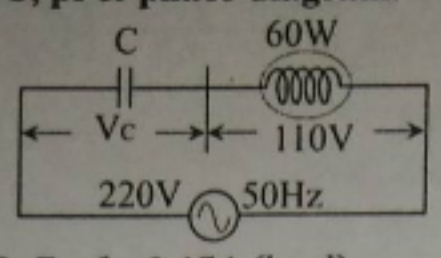
(b) $V_R = IR$

$\Rightarrow 10 = 0.1R$

$\therefore R = 100\Omega$ [Ans]

(a) $V = IR = 0.1\times 100 = 10$ Volt [Ans]

5) Find out C, pf & phaor diagram.



Ans: C= 81.2μF, pf= 0.454 (lead)

6) একটি AC সার্কিটের $e = 200\sqrt{2}\sin(314t+20)$ Volt এবং $i = 10\sqrt{2}\cos(314t-25)$ হলে, সার্কিটের উপাদান গুলো বের কর।

Ans: R= 14.14Ω, C=225μF

7) 25Hz frequency তে coil impedance পরিমাপ করে পাওয়া গেল $48\angle 26^0\ \Omega$ । তবে 60Hz এ coil impedance বের কর।

Ans: $Z_{coil} = 66.41\angle 50^0\ \Omega$

8) একটি R-L-C series circuit এ প্রয়োগকৃত voltage $v = 400\sin(3000t-10)$ volts এবং প্রবাহিত কারেন্ট $i = 10\sqrt{2}\sin(3000t-55)$ amp। ঐ সার্কিটের resistance (R), inductance L= 0.01H এবং capacitance (C) হয় তবে সার্কিটের উপাদানগুলো কত?

Ans: R = 20Ω, C= 33μF

9) একটি কয়েলে 9A dc কারেন্ট প্রবাহিত হয় এবং কয়েলের আড়াআড়িতে voltage 4.5V হয়। একই কয়েলে 9A, 25Hz সরবরাহ করা হলে কয়েলের আড়াআড়িতে 24V হয়। নির্ণয় কর current, power, power factor; যখন কয়েলে 50V এবং 50Hz সরবরাহ দেওয়া হয়।

Ans: $I = 9.5\angle -84.5$ A, P= 45.125 Watt, pf= 0.094 (lagging)

Series resonance

1) Supply voltage $v = 50\sqrt{2}\sin\omega t$ হলে সার্কিটের সর্বনিম্ন impedance বের কর এবং এই অবস্থায় Capacitance এর মান কত?

Ans: C = 132.63 μF

2) একটি 25Ω বিশিষ্ট একটি রোধ এবং Inductor এর কোয়ালিটি ফ্যাক্টর $Q_0=10$ এবং f_r= 10kHz, $100\angle 0$ volt সরবরাহের সাথে সংযুক্ত হলে resonance উৎপন্ন করতে কি পরিমাণ capacitance এর প্রয়োজন হবে? L এর মান কত? Q_0 কত হবে R/L ব্যবহার করে এবং C ও L এর আড়াআড়িতে ভোল্টেজ কত?

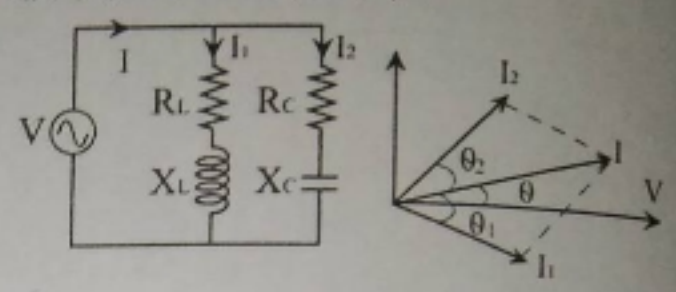
Ans: C= 63.6 nF, Q_0= 10, V_C = 1000V, V_L= 1000V

AC Parallel Circuit

প্রশ্ন: AC parallel circuit কাকে বলে?

উত্তরঃ

যে সকল সার্কিটের ভোল্টেজ সমান থাকে এবং বিভিন্ন শাখায় কারেন্ট ভিন্ন ভিন্ন ভাবে প্রবাহিত হয় তাকে AC parallel circuit বলে। ইহাতে এসি ভোল্টেজ সরবরাহ দেয়া হয়।



প্রশ্ন: টিকা লিখঃ এ্যাডমিট্যান্স, কন্ডাকট্যান্স ও সাসসেপ্ট্যান্স।

উত্তর:

Admittance ঃ

একটি এসি সার্কিটে প্রতি একক ভোল্টেজ এর কারেন্ট কে Admittance বলে। ইহাকে Y দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$Y = \frac{1}{Z}\mho = G + jB\mho$

Conductance ঃ

এসি সার্কিটে প্রতি একক ভোল্টেজ এর কারেন্টের আনুভূমিক উপাদানকে Conductance বলে। ইহাকে দ্বারা G প্রকাশ করা হয়।

$G = Y\cos\theta = \frac{1}{R}\mho$

Susceptance ঃ

এসি সার্কিটের প্রতি একক ভোল্টেজ এর কারেন্ট এর উলম্ব উপাদানকে বলে। ইহার প্রতীক B এবং একক মোহ ($\mho$ mho)।

$B = Y\sin\theta = \frac{1}{X}\mho$

প্রশ্ন: AC parallel circuit সমাধানের পদ্ধতি গুলো লিখ।

উত্তরঃ

(i) Vector/Phasor,
(ii) Vector বীজগণিত পদ্ধতি,
(iii) সমতূল্য Impedance পদ্ধতি এবং
(iv) Admittance পদ্ধতি।

বি.দ্র.ঃ ইম্পিড্যান্স পদ্ধতি বেশী ব্যবহৃত হয়।

প্রশ্ন: এসি প্যারালাল সার্কিটের সিরিজ সমতূল্য ইম্পিড্যান্স কি?

উত্তরঃ

একটি প্যারালাল সার্কিট কোন উৎসের সহিত সংযোগ করলে যে নির্দিষ্ট ফেজ এঙ্গেল এ নির্দিষ্ট পরিমান কারেন্ট গ্রহণ করে, যদি কোন সিরিজ সার্কিটে ঐ একই ভোল্টেজে একই ফেজ কোণে ঐ একই পরিমান কারেন্ট গ্রহণ করে তাহলে উক্ত সিরিজ সার্কিটের ঐ প্যারালাল সার্কিটের সিরিজ সমতূল্য ইম্পিড্যান্স বলে।

প্রশ্ন: AC parallel circuit এ dynamic impedance কিভাবে গণনা করা হয়। [DUET:06~07]

উত্তরঃ

Parallel circuit এর ডাইনামিক ইম্পিড্যান্স এর জন্য,

$$Z^2 = X_L \times X_C$$

$$\Rightarrow Z^2 = \frac{\omega L}{\omega C}$$

$$\therefore Z^2 = \frac{L}{C}$$

At resonance,

$$I = I\cos\emptyset$$

$$\Rightarrow I = \frac{V}{Z} \times \frac{R}{Z}$$

$$\therefore I = \frac{V}{L/CR}$$

উপরোক্ত সমীকরনের হর L/CR কে ডাইনামিক ইম্পিড্যান্স বলা হয়।

প্রশ্ন: এসি সিরিজ সার্কিট এবং এসি প্যারালাল সার্কিট এর পাওয়ার ফ্যাক্টর কিভাবে গণনা করা হয়? [DUET: 06~07]

উত্তরঃ

সিরিজ সার্কিটেঃ

$$pf = \cos\theta = \frac{R}{Z}$$

$$\therefore \cos\theta = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$$

প্যারালাল সার্কিটেঃ

Total impedance,

$$Z = \frac{Z_1 \times Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

$$\therefore \cos\theta = \frac{R}{Z}$$

<u>সাধারণ সূত্রাবলী</u>

$$\Rightarrow Z = R + j(X_L - X_C)$$

$$\Rightarrow Y = \frac{1}{Z} = G + jB$$

$$\Rightarrow I = VY$$

$$\Rightarrow Y_T = Y_1 + Y_2 + Y_3 - - - + Y_n$$

$$\Rightarrow \text{Conductance, } G = Y\cos\theta$$

$$\therefore G = \frac{1}{Z} \times \frac{R}{Z} = \frac{R}{Z^2} = \frac{R}{R^2 + X^2}$$

$$\Rightarrow \text{Susceptance, } B = Y\sin\theta$$

$$\therefore B = \frac{1}{Z} \times \frac{X}{Z} = \frac{X}{Z^2} = \frac{X}{R^2 + X^2}$$

AC Parallel Circuit Example

1) দুইটি সিরিজ ও প্যারালাল সার্কিটের ইম্পিড্যান্স এবং পাওয়ার সমান। 5Ω এর রেজিস্ট্যান্স এবং 6Ω এর ইন্ডাকট্যান্স সিরিজে সংযুক্ত করলে প্যারালাল এ ধ্রুবক গুলোর মান, ইম্পিড্যান্স ও পাওয়ার ফ্যাক্টর নির্ণয় কর।

Sol^n:

$$R_P = R_1 + \frac{X^2}{R}$$

$$R_P = 5 + \frac{6^2}{5}$$

$$\therefore R_P = 12.2\ \Omega \text{ [Ans]}$$

$$X_1 = X + \frac{R^2}{X}$$

$$X_1 = 6 + \frac{5^2}{6}$$

$$\therefore X_1 = 10.16\ \Omega \text{ [Ans]}$$

$$Z = 12.2 + j10.16$$

$$= 15.87\angle 39.79\ \Omega \text{ [Ans]}$$

$$p.f = \cos(39.79) = 0.76 \text{ (lag) [Ans]}$$

2) একটি সার্কিটের Admittance, $Y = (0.03 - j0.04)\mho$ হলে; নির্ণয় কর resistance এবং reactance। যদি সার্কিটটি (i) series connection অথবা (ii) parallel connection এ থাকে। [DUET: 01-02; 06-07]

Sol^n:

$$Z = \frac{1}{Y} = \frac{1}{0.03 - j0.04}$$

$$\therefore Z = 12 + j16\ \Omega$$

$$R = 12\Omega;\ X_L = 16\Omega \text{ [Ans]}$$

(ii) Given,

$$Y = (0.03 - j0.04)\mho$$

$$G = 0.03\ \mho;\ B = 0.04\ \mho;$$

$$R_P = \frac{1}{G} = \frac{1}{0.03}$$

$$\therefore R_P = 33.33\ \Omega \text{ [Ans]}$$

$$X_P = \frac{1}{B} = \frac{1}{0.04}$$

$$\therefore X_P = 25\ \Omega \text{ [Ans]}$$

3) R-L-C parallel circuit এর তিনটি শাখার current যথাক্রমে $i_1 = 20\sin 314t$, $i_2 = 30\sin(314t - \frac{\pi}{4})$ এবং $i_3 = 18\sin(314t + \frac{\pi}{2})$ হয় তবে সার্কিটের মোট কারেন্ট কত? যদি সার্কিটে $v = 200\sin 314t$ V সরবরাহ দেওয়া হয়, তাহলে সার্কিট অংকন করে প্রতিটি শাখার resistance, reactance & impedance নির্ণয় কর?

Sol^n:

Net capacitive reactance,

$X_3 = X_C \parallel X_C$

$\therefore X_3 = 2.65\ \Omega$

$Z_T = Z_1 \parallel Z_2 \parallel Z_3)$

$\Rightarrow Z_T = (2+j0) \parallel (0+j3.77) \parallel (0-j2.65)$

$\therefore Z_T = 1.95\ \angle -12.63\ \Omega$

Supply voltage,

$e = I\,Z_T = 20\times 1.95\ \angle -12.63$

$\therefore e = 39.0\angle -12.63$ volt [Ans]

$$I_R = \frac{39.0\angle -12.63}{2} = 19.52\angle -12.63 \text{ A [Ans]}$$

$$I_L = \frac{39.0\angle -12.63}{0+j3.77} = 10.35\angle -102.63 \text{ A [Ans]}$$

$$I_C = \frac{39.0\angle -12.63}{0-j2.65} = 14.73\angle 77.37 \text{ A [Ans]}$$

Power factor = cos (12.63) =0.976 (lag) [Ans]

Power, $P = VI\cos\theta$

$= 39.0\times 20\times 0.976$

$\therefore P = 761.28$ Watt [Ans]

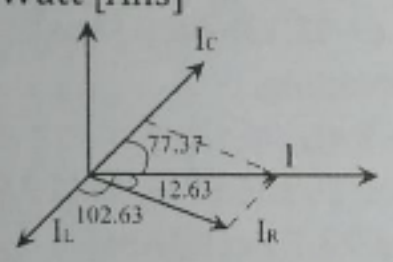
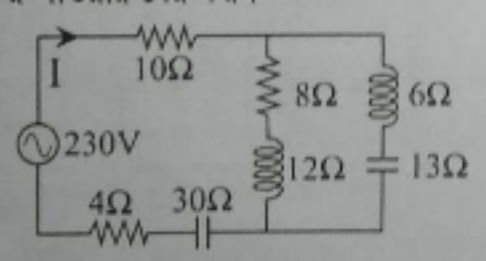


Fig: Vector diagram

10) নিম্নোক্ত সার্কিট হতে pf, KVAR বাহির কর। নিম্নোক্ত সার্কিটের পাওয়ার বের কর।



Sol^n:

Given,

$Z_1 = 10\ \Omega$

$Z_2 = 8+j12\ \Omega$

$Z_3 = j6-j12\ \Omega$

$Z_4 = j4-j30\ \Omega$

Total impedance,

$Z_T = Z_1 + (Z_2 \parallel Z_3) + Z_4$

$\therefore Z_T = 14.4-j35.74 = 38.54\ \angle -68.05\ \Omega$

Total current,

$$I = \frac{V}{Z_T} = \frac{230\angle 0}{38.54\ \angle -68.05}$$

$\therefore I = 5.96\angle 68.05$ amp [Ans]

Power factor = cos (68.05)

$\therefore$ pf = 0.373 (lead) [Ans]

Power, $P = I^2R_T$

$= 5.96^2\times 14.4$

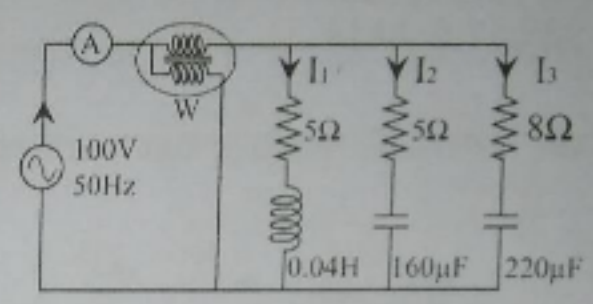
$\therefore P = 512$ Watt [Ans]

Reactive power, $Q = VI\sin\theta$

$= 230\times 5.96\times \sin(68.06)$

$\therefore Q = 1.27$ KVAR [Ans]

11) নিম্নোক্ত সার্কিট হতে Ammeter এবং Wattmeter পাঠ বের কর।



Sol^n:

Given,

Inductive reactanc,

$X_L = 2\pi fL = 2\pi\times 50\times 0.04$

$\therefore X_L = 12.56\ \Omega$

Capacitive reactance,

$$X_{C1} = \frac{1}{2\pi fC_1} = \frac{1}{2\pi\times 50\times 160\times 10^{-6}}$$

$\therefore X_{C1} = 19.89\ \Omega$

$$X_{C2} = \frac{1}{2\pi fC_2} = \frac{1}{2\pi\times 50\times 220\times 10^{-6}}$$

$\therefore X_{C1} = 14.47\ \Omega$

Total impedance,

$Z = Z_1 \parallel Z_2 \parallel Z_3$

$\Rightarrow Z = (5+j12.56) \parallel (5-j19.89) \parallel (8-j14.47)$

$\therefore Z = 13.26\angle -24.68\ \Omega$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{100\angle 0}{13.26\angle -24.68}$$

$\therefore I = 7.54\angle 24.68$ amp [Ans]

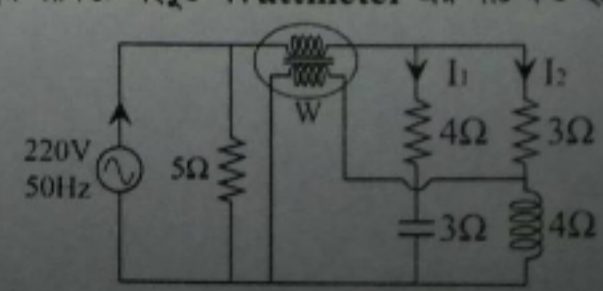
Wattmeter reading,

$W = VI\cos\theta$

$= 100\times 7.54\times\cos(24.68)$

$\therefore W = 685.125$ Watt [Ans]

12) নিম্নের সার্কিটে সংযুক্ত Wattmeter এর পাঠ কত হবে?



Sol^n:

Current coil এর current,

$I_{CC} = I_1 + I_2$

$I_{CC} = \frac{220}{4-j3} + \frac{220}{3+j4}$

$\therefore I_{CC} = 62.26 \angle -8.13$ A

Inductor এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত current,

$I_2 = 44 \angle -53.13$ amp

Pressure coil এর voltage,

$V_4 = V_{PC} = (44 \angle -53.13) \times (0+j4)$

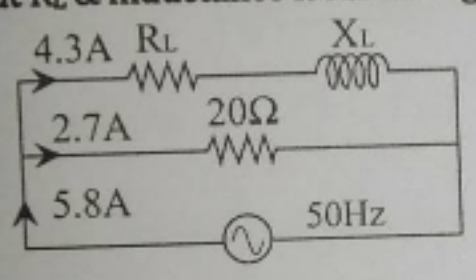
$\therefore V_{PC} = 176 \angle 36.87$ Volt

Wattmeter reading,

$W = 176 \times 62.26 \times \cos(36.87+8.13)$

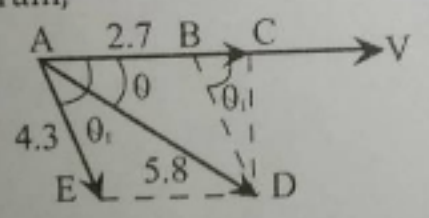
$\therefore W = 7744.6$ Watt [Ans]

13) Find out R_L & inductance from the figure.



Sol^n:

Phasor diagram,



ABDE

$5.8^2 = 2.7^2 + 4.3^2 + 2 \times 2.7 \times 4.3 \times \cos\theta_1$

$\Rightarrow \cos\theta_1 = 0.338$

$\therefore \theta_1 = 70.2$

Now ΔBCD,

$\cos\theta_1 = \frac{BC}{BD}$

$\Rightarrow 0.338 = \frac{BC}{4.3}$

$\therefore BC = 1.45$ A

Now ΔACD,

$\cos\theta = \frac{2.7+1.45}{5.8}$

$\therefore \cos\theta = 0.715$ A [Ans]

Supply voltage,

$V = 2.7 \times 20$

$\therefore V = 54$ volt

Impedance,

$Z = \frac{54}{4.3}$

$\therefore Z = 12.56\ \Omega$

Resistance,

$R_L = Z\cos\theta_1$

$= 12.56 \times \cos(70.2)$

$\therefore R_L = 4.25\ \Omega$ [Ans]

Inductive reactance,

$X_L = Z\sin\theta_1$

$= 12.56 \times \sin(70.2)$

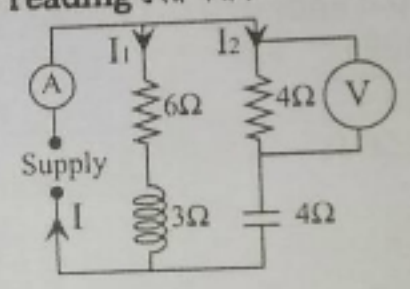
$\therefore X_L = 11.82\ \Omega$ [Ans]

Inductance,

$X_L = 11.82$

$\therefore L = 0.0376$ H [Ans]

14) যদি Voltmeter reading 60V হয়, তবে নিম্নোক্ত সার্কিট হতে ammeter reading বের কর।



Sol^n:

$I_2 = 60/4 = 15$ A

$Z_1 = 6+j3$

$Z_2 = 4-j4$

Now, $V_2 = V_1 = V$

$\therefore V = I_2 \times Z_2 = 15\angle 0 \times (4-j4)$

$\therefore V = 84.85 \angle -45$ Volt

$I_1 = V/Z_1$

$\therefore I_1 = 12.65\angle -71.56$ Amp

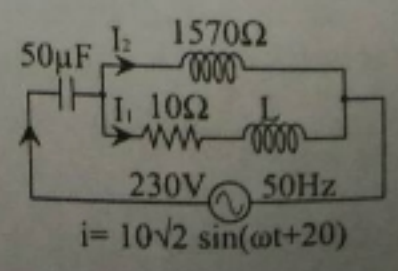
Ammeter reading,

$A = I_1 + I_2$

$= 15\angle 0 \times 12.65\angle -71.56$

$\therefore A = 22.47\angle -32.27$ amp [Ans]

15) নিম্নোক্ত সার্কিট হতে L এর মান এবং power factor বের কর।



Sol^n:

AC Parallel resonance Circuit

প্রশ্ন: Parallel resonance কাকে বলে?

উত্তরঃ

দুই বা ততোধিক ইন্ডাকটিভ বা ক্যাপাসিটিভ শাখা বিশিষ্ট এসি প্যারালাল সার্কিটের শাখা কারেন্ট সমূহের রিয়্যাকটিভ উপাংশ গুলোর বীজগাণিতিক যোগফল শূণ্য হলে সার্কিটের এই অবস্থাকে প্যারালাল রেজোন্যান্স বলে।

প্রশ্ন: Parallel resonance এর বৈশিষ্ট্য লিখ।

উত্তরঃ

১) Parallel resonance এর সময় শাখা কারেন্ট সমূহের উলম্ব উপাংশের বীজগাণিতিক যোগফল শূন্য হবে।

২) Parallel resonance সার্কিটের Admittance সর্বনিম্ন এবং Impedance সর্বোচ্চ হবে।

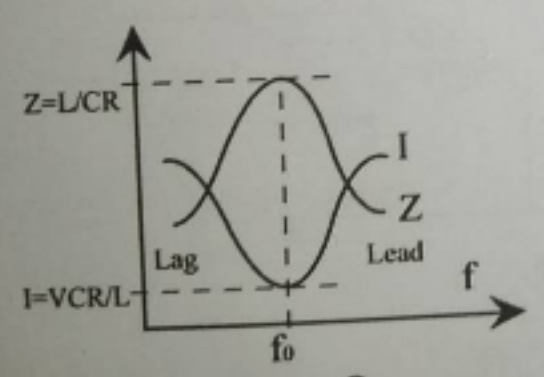
৩) কারেন্ট সর্বনিম্ন হবে।

৪) Inductive ও Capacitive susceptance ($B_L = B_C$) এর মান সমান হবে।

৫) Power factor unity হবে।

প্রশ্ন: Parallel resonance এর Resonance curve অংকন কর।

উত্তরঃ



সাধারণ সূত্রাবলী

$\Rightarrow$ Dynamic impedance, $Z = L/RC$

L ও C শাখার জন্য,

$$\Rightarrow f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

R-L ও R-C শাখার জন্য,

$$\Rightarrow f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

R-L ও C শাখার জন্য,

$$\Rightarrow f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{L^2}}$$

R-C ও L শাখার জন্য,

$$\Rightarrow f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC - R^2C^2}}$$

1) একটি Air cored coil কে 100V সরবরাহের সাথে যুক্ত করলে 0.2 pf এবং 50Hz frequency তে 0.1Amp কারেন্ট গ্রহণ করছে। উক্ত কয়েলের সাথে কত মানের capacitance parallel এ যুক্ত করলে সার্কিটের input current সর্বনিম্ন হবে? এছাড়াও সার্কিটের ডাইনামিক ইম্পিড্যান্স নির্ণয় কর।

Sol^n:

ধরি C মানের capacitance parallel এ যুক্ত করতে হবে,

Power factor, $pf = \cos\theta = 0.2$

$\therefore \theta = 78.46^0$

f=50 Hz

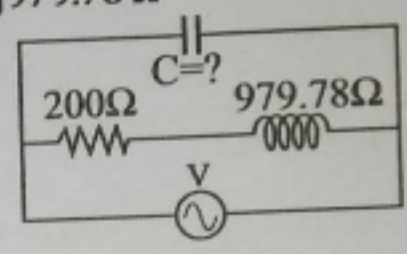
I = 0.1 A

Impedance,

$Z = R = V/I = 100/0.1 = 1000\ \Omega$

$\Rightarrow Z\angle\theta = 1000\angle 78.46^0$

$\therefore Z = 200 + j979.78\ \Omega$



For parallel resonance,

$$\therefore \frac{X_L}{X_L^2 + R_L^2} = \frac{X_C}{X_C^2}$$

$$\Rightarrow \frac{979.78}{979.78^2 + 200^2} = \frac{1}{X_C}$$

$\Rightarrow X_C = 1020.6\ \Omega$

$\therefore C = 3.12\ \mu F$ [Ans]

$X_L = 979.78$

$\therefore L = 3.12\ H$ [Ans]

Dynamic impedance,

$$Z_0 = \frac{L}{CR} = \frac{3.12}{3.12 \times 10^{-6} \times 200}$$

$\therefore Z_0 = 5000\ \Omega$ [Ans]

2) একটি parallel resonance circuit এর dynamic impedance 400kΩ। যদি সার্কিটে 200μF এর একটি capacitor ও 100Ω এর একটি কয়েল parallel যুক্ত থাকে। তাহলে কয়েলের ইন্ড্যাক্ট্যান্স কত?

Sol^n: Given,

$Z_0 = 400k\Omega$; $C = 200\mu F$; $R = 100\Omega$

Dynamic impedance,

$$Z_0 = \frac{L}{CR}$$

$$\Rightarrow 400 \times 10^3 = \frac{L}{200 \times 10^{-6} \times 100}$$

$\therefore L = 8000\ H$ [Ans]

Poly phase Circuit

প্রশ্ন: Polyphas ac system বলতে কি বুঝ?

উত্তরঃ

যে power system এ দুই বা ততোধিক অনুরূপ phase এর সমন্বয়ে গঠিত হয় তাকে Polyphase system বলে। পলিফেজ সিস্টেমে ভোল্টেজ গুলোর মধ্যে একটি নির্দিষ্ট ফেজ পার্থক্য থাকে। সাধারণত ফেজ গুলোর মধ্যে phase difference হল $\theta = \frac{360}{n}$। যেখানে হল n phase সংখ্যা। পলিফেজ সিস্টেমে 2-Ø, 3-Ø, 6-Ø, 12-Ø পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়ে থাকে তবে 3-Ø পদ্ধতি বহুল ব্যবহৃত হয়।

প্রশ্ন: Phase sequence কি? ইহা কিভাবে চিহ্নিত করা হয়?

উত্তরঃ

Poly phase system এর phase voltage সমূহ যে ক্রমানুসারে উহাদের positive (+ve) maximum value এবং অন্যান্য অনুরূপ তাৎক্ষণিক মান অতিক্রম করে উহাকে system এর phase sequenc বলে।

Phase sequenc are two types:

i) Clock wise sequence (⇒R⇒Y⇒B⇒)

ii) Anti Clock wise sequence (⇒R⇒B⇒Y⇒)

Polyphase system এ phase গুলিকে সাধারনত নম্বর, বর্ণ বা রং দ্বারা প্রকাশ করা হয়। যেমন- 3-Ø system এ 1, 2, 3 বা a, b, c বা R, Y, B রং দ্বারা প্রকারশ করা হয়।

প্রশ্ন: Single phase এর তুলনায় Poly phase এর সুবিধ গুলো লিখ।

উত্তরঃ

১) তার কম প্রয়োজন হয়।

২) Poly phase যন্ত্র সমূহের দক্ষতা বেশি।

৩) লস কম হয়।

৪) Poly phase ব্যবস্থা হতে খুব সহজেই 1-Ø supply দেওয়া সম্ভব কিন্তু 1-Ø হতে poly phase এ supply দেওয়া যায় না।

৫) Poly phase system এ দুই ধরনের ভোল্টেজ পাওয়া যায়। ইহা থেকে 1-Ø এবং 3-Ø লোডে সরবরাহ দেওয়া যায়।

৬) একই ক্ষমতা সম্পন্ন 1-Ø transformer এর তুলনায় 3-Ø transformer আকারে ছোট ও ওজনে হাল্কা এবং খরচ কম হয়।

৭) Single phase motor নিজে নিজে start নিতে পারে না কিন্তু poly phase motor নিজে নিজে start নিতে পারে।

৮) Armature reaction জনিত কারনে 1-Ø alternator কে synchronous করা difficult কিন্তু poly phase alternator খুব সহজেই synchronous করা সম্ভব।

প্রশ্ন: Poly phase এর inter connection গুলো লিখ।

উত্তরঃ

Poly phase inter connection প্রধানত দুই প্রকার। যথা-

1) Star or 'Y' connection

2) Delta or 'Δ' connection.

1) Y connection আবার দুই প্রকার

i) 3-φ, 3-wire connection

ii) 3-φ, 4-wire connection.

প্রশ্ন: Star connection কাকে বলে? একটি Balance star system এর vector diagram অংকন করে line ও phase voltage এবং line ও phase current এর সম্পর্ক দেখাও?

উত্তরঃ

যদি তিনটি কয়েল বা ওয়াইন্ডিং পরস্পর 120^0 দূরে অবস্থান করে এবং প্রতিটির একটি প্রান্ত একটি বিন্দুতে যুক্ত হয় তবে তাদের ঐ সংযোগ ব্যবস্থাকে Star বা 'Y' connection বলে।

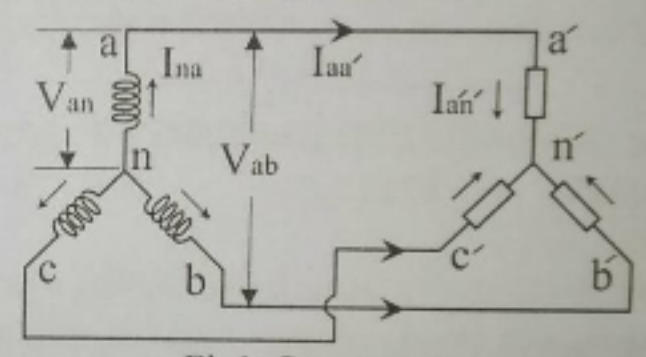


Fig1: Star system

Line voltage:

যে কোন দুইটি লাইনের মাঝখানের ভোল্টেজকে Line voltage বলে। যেমন:

Line voltage, $V_L = V_{ab}, V_{bc}, V_{ca}$

Phase voltage:

Neutral তার এবং প্রতিটি লাইনের মধ্যকার ভোল্টেজকে phase voltage বলে। যেমন:

Phase voltage, $V_P = V_{an}, V_{bn}, V_{cn}$

Now form the fig1 we get,

$V_{ab} = V_{an} + V_{nb}$

$V_{bc} = V_{bn} + V_{nc}$

$V_{ca} = V_{cn} + V_{na}$

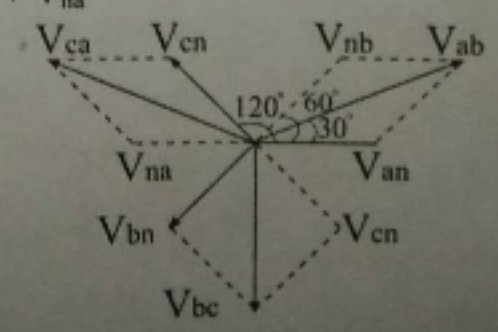


Fig2: Vector diagram

Again from vector,

$\therefore V_{ab}^2 = V_{an}^2 + V_{bn}^2 + 2\,V_{an}V_{nb}\cos\theta$

$\Rightarrow V_L^2 = V_P^2 + V_P^2 + 2\,V_P V_P \cos 60^0$

$\Rightarrow V_L^2 = 3\,V_P^2$

$\Rightarrow V_L = \sqrt{3}\,V_P$

ইহাই Line ও phase voltage এর মধ্যে নির্ণেয় সম্পর্ক।

Relation between line & phase current:

Again from fig1,

$I_{na} = I_{aa'} = I_{a'n'}$

$\therefore I_P = I_L = I_P$

And,

$I_{nb} = I_{bb'} = I_{b'n'}$

$\therefore I_P = I_L = I_P$

Again

$I_{nc} = I_{bc'} = I_{c'n'}$

$\therefore I_P = I_L = I_P$

অর্থাৎ সকল ক্ষেত্রে, $\therefore I_L = I_P$

ইহাই Line ও phase current এর মধ্যে নির্ণেয় সম্পর্ক।

প্রশ্ন: Star system এর সুবিধা গুলো লিখ।

উত্তরঃ

Star system এর সুবিধা গুলো নিম্নরূপ-

১) একই Line voltage তৈরি করতে Delta এর তুলনায় Star এ কম পরিমান তার প্রয়োজন হয়।

২) Star system এ Neutral point কে Earth করা যায় বিধায় Earth fault এর সময় ইহা system কে রক্ষা করে।

৩) সমপরিমান Line voltage এর জন্য star সংযোগে Alternator এ কম Insulation লাগে।

৪) Star সংযুক্ত Alternator এর তৃতীয় এবং উহার গুণিতক Harmonics গুলো দূর করা যায়।

প্রশ্ন: Delta connection কাকে বলে? একটি Balance delta system এর vector diagram অংকন করে line ও phase voltage এবং line ও phase current এর সম্পর্ক দেখাও?

উত্তরঃ

যখন 120^0 ব্যবধানে অবস্থিত তিনটি কয়েল এমনভাবে সংযোগ করা হয় যেন প্রথমটির শেষ প্রান্ত দ্বিতীয়টির প্রথম প্রান্ত , দ্বিতীয়টির শেষ প্রান্ত তৃতীয়টির প্রথম প্রান্তে এবং তৃতীয়টির শেষ প্রান্ত প্রথমটির প্রথম প্রান্তের সাথে সংযোগ করা হয়। ফলে ইহার আকৃতি গ্রীক 'Δ' অক্ষর এর মত দেখায় তবে তাকে Delta connection বলে।

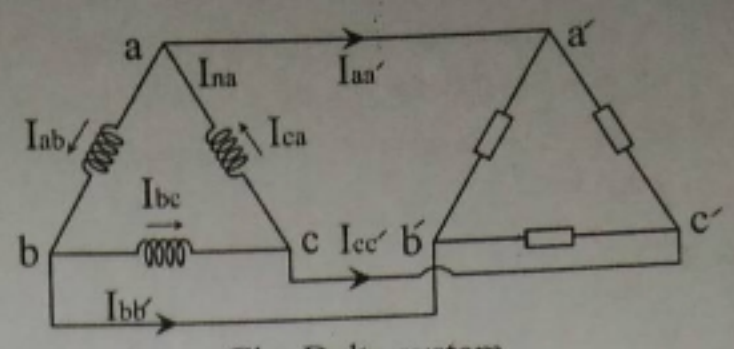


Fig: Delta system

Line current, $I_L = I_{aa'}, I_{bb'}, I_{cc'}$

Phase current, $I_P = I_{ab}, I_{bc}, I_{ca}$

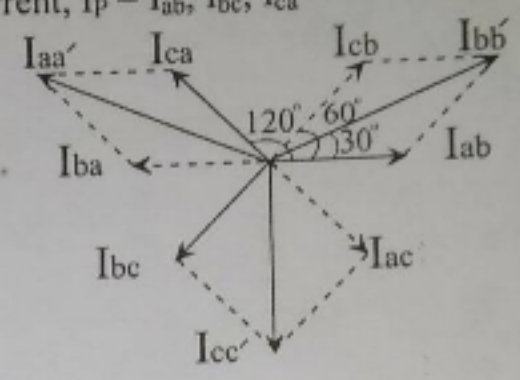


Fig: vector diagram

From vector,

$\therefore I_{aa'}^2 = I_{ba}^2 + I_{ca}^2 + 2\,I_{ba}I_{ca}\cos\theta$

$\Rightarrow I_L^2 = I_P^2 + I_P^2 + 2\,I_P I_P \cos\,60^0$

$\Rightarrow I_L^2 = 3\,I_P^2$

$\Rightarrow I_L = \sqrt{3}\,I_P$

Relation between line & phase current:

$V_L = V_{ab} = V_{a'b'} = V_P$

i.e. Line voltage = Phase voltage

$\therefore V_L = V_P$

প্রশ্ন: Delta system এর সুবিধা গুলো লিখ।

উত্তরঃ

Delta system এর সুবিধা গুলো নিম্নরূপ-

১) Rotary converter এর জন্য ভাল সংযোগ।

২) 3-φ Induction motor এর জন্য ভাল সংযোগ।

৩) প্রেরন প্রান্তে Transformer এর secondary তে Delta সংযোগ সুবিধাজনক।

প্রশ্ন: দেখাও যে, Delta system এ প্রয়োগকৃত পাওয়ার, স্টারের তিনগুণ।

উত্তরঃ

যতি উভয় ক্ষেত্রে

For 'Y' star system,

$V_L = \sqrt{3}\,V_P$

Now power,

$P_Y = 3I_P^2R_p$

$$= 3\frac{V_P^2}{R_P^2}R_p$$

$$= 3\frac{\left(\frac{V_P}{\sqrt{3}}\right)^2}{R_P}$$

$$\therefore P_Y = \frac{V_L^2}{R_P}$$

For 'Δ' star system,

$V_L = V_P$

Now power,

$$P_\Delta = 3I_P^2R_p$$

$$= 3\frac{V_P^2}{R_P^2}R_p$$

$$\therefore P_\Delta = 3 \times \frac{V_L^2}{R_P}$$

$$\therefore P_\Delta = 3 \times P_Y \qquad [Showed]$$

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী

For Y connetion:

$\Rightarrow I_L = I_P$

$\Rightarrow V_L = \sqrt{3}\, V_P$

$\Rightarrow P = \sqrt{3}\, V_L I_L \cos\theta = 3\, V_P I_P \cos\theta$ Watt

$\Rightarrow Q = \sqrt{3}\, V_P I_P \sin\theta = 3\, V_P I_P \sin\theta$ VAR

$\Rightarrow S = \sqrt{3}\, V_L I_L = 3\, V_P I_P$ VA

⇒ একটি বাহু খোলা থাকলে সাধারন সিরিজ সার্কিট হবে।

For Δ connetion:

$\Rightarrow I_L = \sqrt{3}\, I_P$

$\Rightarrow V_L = V_P$

$\Rightarrow P = \sqrt{3}\, V_L I_L \cos\theta = 3\, V_P I_P \cos\theta$ Watt

$\Rightarrow Q = \sqrt{3}\, V_P I_P \sin\theta = 3\, V_P I_P \sin\theta$ VAR

$\Rightarrow S = \sqrt{3}\, V_L I_L = 3\, V_P I_P$ VA

⇒ একটি বাহু খোলা থাকলে হবে, $P = 2\, V_P I_P \cos\theta$ Watt

(NB: Delta connection এ কখনোই এক প্রান্ত short করা যাবে না।

Example

1) একটি 3-φ লোডের প্রতিফেজে 100 Ω resistance এবং 173.2Ω inductive reactance সিরিজে সংযুক্ত। ইহাকে 2300V supply এর সহিত সংযুক্ত করিলে বাহির কর, Line এবং phase current, average power; যখন (i) স্টার অবস্থায় সংযুক্ত থাকে।

Sol^n:

(i) Star (Y);

$V_L = 2300V$

$V_p = \frac{V_L}{\sqrt{3}} = \frac{2300}{\sqrt{3}} = 1327.9$ Volt

$Z_P = (100+j173.2)\ \Omega$

$I_P = \frac{V_P}{Z_P} = \frac{1327.9}{100 + j\,173.2}$

$I_P = 6.639 \angle -60^0\ \Omega$

$I_L = 6.639 \angle -60^0\ \Omega$

$P_{avg} = 3V_PI_P\cos\theta$

$= 3\times1327.9\times6.639\times\cos(60)$

$\therefore P_{avg} = 13.22kW$ [Ans]

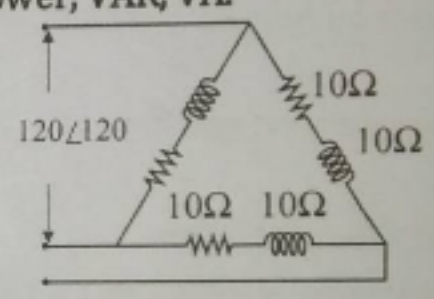
2) নিম্নোক্ত সার্কিট হতে

(i) প্রতি ফেজ এর ভোল্টেজ এবং কারেন্ট,

(ii) লাইন কারেন্ট,

(iii) প্রতি ফেজের পাওয়ার এবং **VA,**

(iv) **Total power, VAR, VA.**



Sol^n:

Given,

$V_L = V_P = 120V$

$Z_P = 10+j10 = 14.14\angle45^0$

(i) $I_P = \frac{V_P}{Z_P} = \frac{120}{14.14\angle45} = 8.48 \angle -45$ A [Ans]

(ii) $I_L = \sqrt{3}I_P = 14.7$ A [Ans]

(iii) $P_P = V_P I_P\cos\theta$

$= 120\times8.48\times\cos(45)$

$P_P = 719.55$ Watt [Ans]

Apparent power,

$S = V_P I_P = 120\times8.48$

$\therefore S = 1017.6$ VA [Ans]

(iv) $P_T = 3\, V_P I_P \cos\theta$

$= 3\times719.55$

$= 2158.6$ Watt [Ans]

$P_{VAR} = 3\, V_P I_P \sin\theta$

$= 3\times120\times8.48\times\sin(45)$

$= 2158.6$ VAR [Ans]

$P_{VA} = 3\, V_P I_P$

$= 3\times120\times8.48$

$= 3052.8$ VA [Ans]

3) একটি 3-φ, 400V ব্যালেন্স 'Y' সিস্টেমে ইন্ডাকটিভ লোডে 24W সাপ্লাই দেয়। যদি ফেজ কারেন্ট 2A হয়, তবে লোডের পাওয়ার ফ্যাক্টর এবং উহার ইন্ডাকটিভ রিয়্যাকট্যান্স/ফেজ কত?

Solⁿ:

Given,

$V_L = 400V$

$P = 24W$

$I_P = 2A$

$$V_P = \frac{V_L}{\sqrt{3}} = \frac{400}{\sqrt{3}} = 231 \text{ Volt}$$

Power, $P = 3V_P I_P \cos\theta$

$\Rightarrow 24 = 3\times231\times2\times \cos\theta$

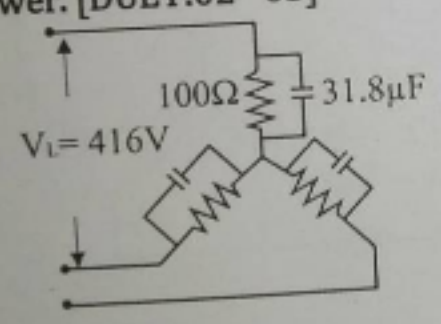
$\therefore \cos\theta = 0.0173$ (laggint) [Ans]

$$Z_P = \frac{V_P}{I_P} = \frac{231}{2} = 115.5\ \Omega$$

$X_{L/P} = Z_P \sin\theta = 115.4 \times \sin(89)$

$\therefore X_{L/P} = 115.45\ \Omega$ [Ans]

4) একটি 3-φ, 416V ব্যালেন্স 'Y' সিস্টেমে 50Hz supply বাহির করঃ (i) Line current, (ii) Absorbed power, (iii) Complex power. [DUET:02~03]



Solⁿ:

$V_L = 416$

$V_P = \frac{V_L}{\sqrt{3}} = \frac{416}{\sqrt{3}} = 240$ Volt

$R_P = 100\Omega$

$X_C = 100\Omega$

Ipedance,

$Z_P = R_P \| (-j X_C) = 100 \| (-j\,100)$

$\therefore Z_P = 50-j50 = 70.7\angle-45^0\ \Omega$

(i) $I_L = I_P = \frac{V_P}{Z}$

$$\therefore I_P = \frac{240}{70.7\angle-45} = 3.39\angle450 \text{ A}$$

(ii) $P_{absorbed} = 3\,V_P I_P \cos\theta$

$= 3\times240\times3.39\times\cos(45)$

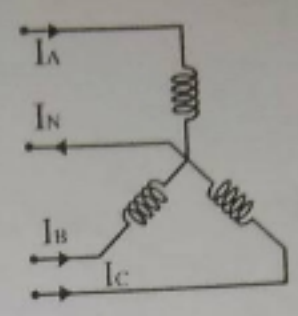
$\therefore P_{absorbed} = 1.727$ kWatt [Ans]

(iii) $P_{complex} = 3\,V_P I_P$

$= 3\times240\times3.39$

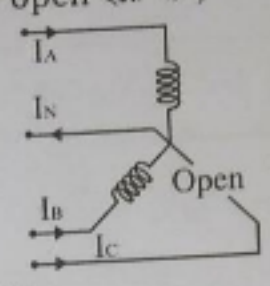
$\therefore P_{complex} = 2.44$ kVA [Ans]

5) একটি 4wire; 3-φ এর দুইটি phase এর current ও power factor যথাক্রমে 10A; 6A এবং 0.8 ও 0.6 lag. যখন তৃতীয় Phase টি open হয়ে যায়; তখন neutral current বের কর।



Solⁿ:

যখন তৃতীয় Phase টি open হয়ে যায়,



$I_a = 10\angle-36.87^0$ A

$I_b = 6\angle-53.13^0 = 6\angle-173.13^0$A

Neutral current,

$I_N = I_a + I_b$

$= 10\angle-36.87+6\angle-173.13$

$\therefore I_N = 7.02\angle-73.08$ A [Ans]

6) 100Ω, j10 এবং –j10 impedance সম্পন্ন একটি 3-φ ; 4wire এ সংযোগ পদ্ধতির নিউট্রাল কারেন্ট নির্ণয় কর। যখন লোডে 400V সরবরাহ করে।

Solⁿ:

$V_L = 400$ V

$$V_P = \frac{V_L}{\sqrt{3}} = \frac{400}{\sqrt{3}} = 216 \text{ Volt}$$

$I_R = \frac{231\angle0}{100} = 2.31$ A

$I_L = \frac{231\angle120}{10\angle90} = 23.1\angle30^0$ A

$I_C = \frac{231\angle-120}{10\angle-90} = 23.1\angle-30^0$ A

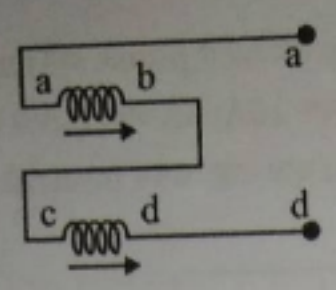
Neutral current,

$I_N = I_R + I_L + I_C$

$= 2.31\angle0^0+23.1\angle30^0+23.1\angle-30^0$

$\therefore I_N = 42.3$ Amp [Ans]

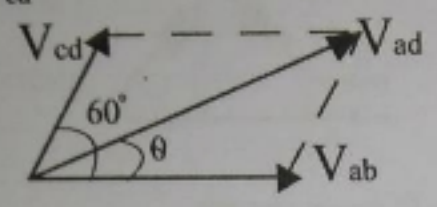
7) নিম্নোক্ত coil দ্বয়ের terminal voltage নির্ণয় কর। যেখানে phase angle 60^0.



Sol^n:

$V_{ad} - V_{ab} - V_{cd} = 0$

$V_{ad} = V_{ab} + V_{cd}$



From the vector,

$$\therefore V_{ad} = \sqrt{V_{ab}^2 + V_{cd}^2 + 2\,V_{ab}V_{cd}\cos 60}$$

$$\Rightarrow V_L = \sqrt{V_P^2 + V_P^2 + 2\,V_P V_P \times \frac{1}{2}}$$

$$\Rightarrow V_L = \sqrt{3V_P^2}$$

$\therefore V_L = \sqrt{3}\,V_P$ [Ans]

Phase angle,

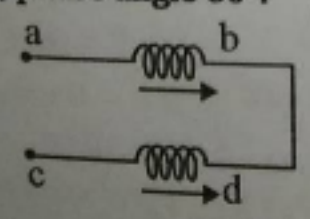
$$\tan\theta = \frac{V\sin 60}{V + V\cos 60}$$

$$\Rightarrow \tan\theta = \frac{V \times \frac{\sqrt{3}}{2}}{V(1+\frac{1}{2})}$$

$\Rightarrow \tan\theta = \frac{1}{\sqrt{3}}$

$\therefore \theta = 30^0$ [Ans]

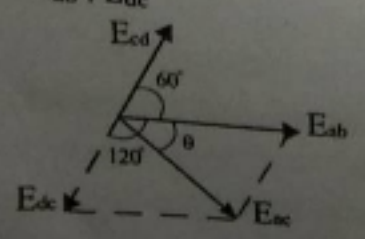
8) নিম্নোক্ত coil দ্বয়ের terminal voltage নির্ণয় কর। যেখানে $E_{ab} = 100V = E_{cd}$; phase angle 60^0.



Sol^n:

$E_{ac} - E_{ab} + E_{cd} = 0$

$E_{ac} = E_{ab} - E_{cd} = E_{ab} + E_{dc}$



From the vector,

$$\therefore E_{ac} = \sqrt{E_{ab}^2 + E_{cd}^2 + 2E_{ab}E_{cd}\cos 120}$$

$$\Rightarrow E_{ac} = \sqrt{E_P^2 + E_P^2 + 2\,E_P E_P \times (-\frac{1}{2})}$$

$$\Rightarrow E_{ac} = \sqrt{E_P^2}$$

$\therefore E_{ac} = E_P = 100$ V [Ans]

Now,

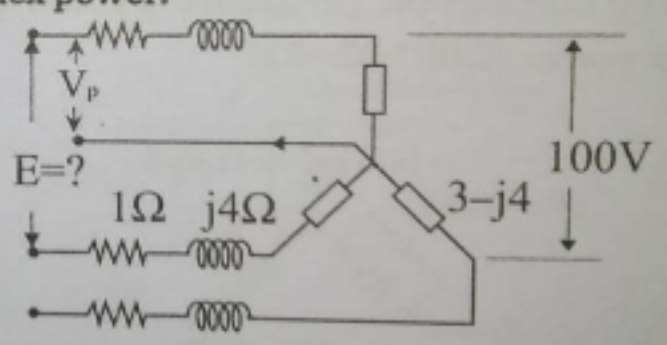
$$\tan\theta = \frac{E\sin 120}{E + E\cos 120}$$

$$\Rightarrow \tan\theta = \frac{100 \times \frac{\sqrt{3}}{2}}{100(1-\frac{1}{2})}$$

$\Rightarrow \tan\theta = \sqrt{3}$

$\therefore \theta = 60^0$ [Ans]

9) নিম্নোক্ত সার্কিট হতে বের করঃ (i) E, (ii) total power consumed, (iii) total reactive power, (iv) total complex power.



Sol^n:

$Z_S = 1 + j4$

$Z_P = 3 - j4$

$Z_T = Z_S + Z_P = 4\Omega$

$I_L = I_P = \frac{100/\sqrt{3}}{3-j4} = 11.54\angle 53.13^0$ A

$V_P = I_P \times Z_P = 11.53\angle 53.13 \times 4$

$V_P = 46.18\angle 53.13$ Volt

(i) $E = \sqrt{3}V_P = 80$ Volt [Ans]

(ii) $P_{ac} = 3\,V_P\,I_P\cos\theta$

$= 3\times(80/\sqrt{3})\times 11.54\times\cos 0$

$\therefore P_{ac} = 1.6$ kWatt [Ans]

(iii) $P_{VAR} = 3\,V_P\,I_P\sin\theta$

$= 3\times(80/\sqrt{3})\times 11.54\times\sin 0$

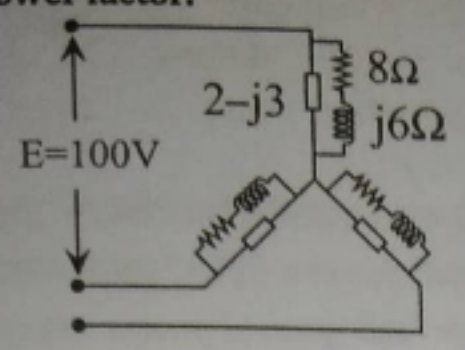
$\therefore P_{VAR} = 0$ VAR [Ans]

(iv) $P_{VA} = 3\,V_P\,I_P$

$= 3\times(80/\sqrt{3})\times 11.54$

$\therefore P_{VA} = 1.6$ kVA [Ans]

10) নিম্নোক্ত সার্কিট হতে রেব করঃ (i) total power loss, (ii) VAR, (iii) power factor.



Sol^n:

$Z_P = (8+j6) \parallel (2-j3)$

$= 2.78-j2.03$

$\therefore Z_P = 3.45\angle-36.14^0\ \Omega$

$V_L = 100V$

$V_P = 100/\sqrt{3} = 57.73$ Volt

$I_L = I_P = \frac{57.73}{3.45\angle-36.14} = 16.73\angle 36.14$ A

(i) $P = 3\ V_P\ I_P \cos\theta$

$= 3\times57.73\times16.73\times\cos 36.14$

$\therefore P = 2339$ Watt [Ans]

(ii) $P_{VAR} = 3\ V_P\ I_P \sin\theta$

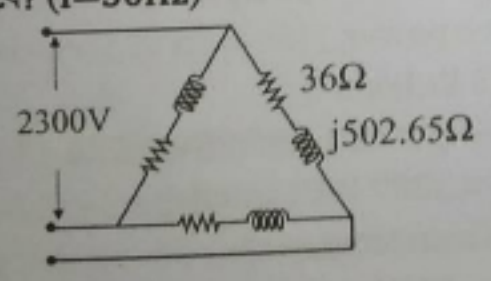
$= 3\times 57.73 \times16.73\times\sin 36.14$

$\therefore P_{VAR} = 1708$ VAR [Ans]

(iii) $\cos\theta = \cos(36.14)$

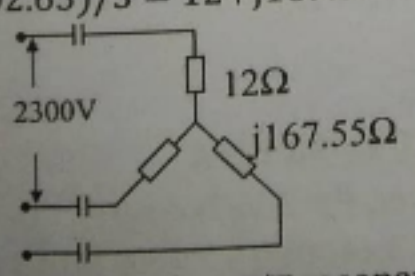
$\therefore$ pf = 0.807 (lead) [Ans]

11) কি মানের ক্যাপাসিটর সিরিজে সংযুক্ত করলে সর্কিটটি pure resistive হবে? (f=50Hz)



Sol^n:

$Z_P = (36+j502.65)/3 = 12+j167.55\ \Omega$



Pure resistive হবে circuit এ যখন resonance সংঘঠিত হবে,

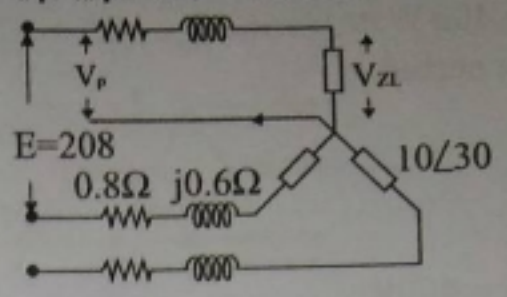
$X_L = X_C$

$\Rightarrow \frac{1}{2\pi fC} = 167.55$

$\Rightarrow \frac{1}{2\pi \times 50 \times 167.55} = C$

$\therefore C = 18.99\ \mu$□[Ans]

12) Z_L এর আড়াআড়িতে ভোল্টেজ রেব কর?



Sol^n:

$V_L = 208V$

$V_P = 208/\sqrt{3} = 120$Volt

$Z_P = (0.8+j0.6) + 10\angle30^0$

$Z_P = 11\ \angle30.62^0\ \Omega$

$\therefore I_L = I_P = \frac{120}{11\angle30.62} = 10.9\ \angle-30.62^0$ A

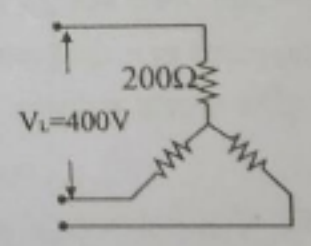
$\therefore V_{ZL} = (10.9\ \angle-30.62^0)\times(10\ \angle30^0)$

$\therefore V_{ZL} = 109\ \angle-0.62^0$ Volt [Ans]

13) একটি 400V, 3-φ supply এর সাথে তিনটি 200Ω Resistance (i) Star, (ii) Delta আকারে যোগ করা হল, প্রতিক্ষেত্রে সাপ্লাই হতে গৃহীত পাওয়ার বের কর। যদি যে কোন একটি রেজিস্ট্যান্স খুলে যায় তবে প্রতিক্ষেত্রে সাপ্লাই হতে গৃহীত মোট পাওয়ার কত?

Sol^n:

'Y' Connected,



$V_L = 400V$

$V_P = 400/\sqrt{3} = 231$Volt

$Z_P = 200\ \Omega$

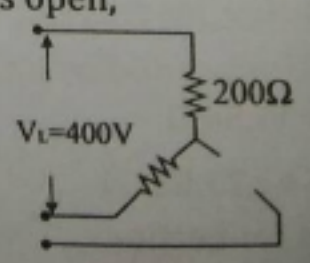
$\therefore I_P = \frac{231}{200} = 1.154$ A

$P = 3\ V_P\ I_P \cos\theta$

$= 3\times231\times1.154\times1$

$= 800$ Watt [Ans]

When one arm is open,



$Z_T = 400\Omega$

$V_T = 400V$

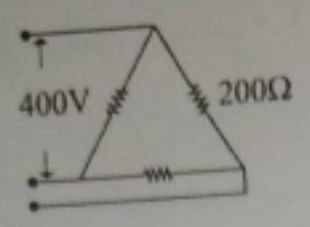
$I_T = 400/400 = 1A$

$P = V\ I \cos\theta$

$= 400\times1\times1$

$\therefore P = 400$ Watt [Ans]

'Δ' connected,



$V_L = V_P = 400V$

$Z_P = 200\ \Omega$

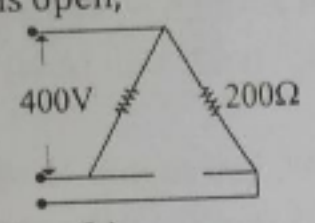
$\therefore I_P = \frac{400}{200} = 2$ A

$P = 3\ V_P\ I_P \cos\theta$

$= 3\times400\times2\times1$

$\therefore P = 2400$ Watt [Ans]

When one arm is open,



$I_1 = I_2 = 400/200 = 2A$

Power, $P = 2\ I^2R$

$= 2\times2^2\times200$

$\therefore P = 1600$ Watt [Ans]

14) একটি Star 'Y' আকারে সংযুক্ত ব্যালেন্স 400V, 50Hz সাপ্লাই এর সাথে সংযোগ দেওয়া হলে 2A line current প্রবাহ হয় এবং 3kW power গ্রহণ করে, একই লোডকে Delta 'Δ' আকারে সংযুক্ত করা হলে গৃহীত পাওয়ার কত হবে?

Sol^n:

'Y' Connected,

$V_L = 400V$

$I_L = 20$ A

$P = 3kW$

$P = \sqrt{3} V_L I_L \cos\theta$

$\Rightarrow 3000 = \sqrt{3}\times400\times20\times\cos\theta$

$\therefore \cos\theta = 0.216$

$V_P = 400/\sqrt{3} = 231$Volt

$\therefore Z_P = \frac{V_P}{I_P}$

$Z_P = \frac{400/\sqrt{3}}{20} = 11.54\ \Omega$

$\therefore Z\angle\theta = 11.54\angle77.52^0\ \Omega$

Now in Delta connection,

$V_L = V_P = 400V$

$Z_P = 11.54\angle77.52\ \Omega$

$\therefore I_P = \frac{V_P}{Z_P}$

$\therefore I_P = \frac{400}{11.54\angle77.52} = 34.66\angle-77.52$ A

Power, $P = 3\ V_P\ I_P \cos\theta$

$= 3\times400\times34.66\times\cos 77.52$

$\therefore P = 8.99$ kWatt [Ans]

15) তিনটি কয়েলের প্রত্যেকটির রেজিস্ট্যান্স 20Ω এবং ইন্ডাকট্যান্স 0.05H, একটি তিন ফেজ 50Hz, 400V লাইন উৎসের সহিত যুক্ত আছে। কয়েল তিনটি কত real power এবং reactive power গ্রহণ করবে; যখন তারা (i) Star অথবা (ii) delta সংযুক্ত থাকবে।

Sol^n:

(i) **'Y' Connected,**

$V_L = 400V$

$V_P = 400/\sqrt{3} = 231$Volt

$X_L = 2\pi fL = 15.7\ \Omega$

Impedance,

$Z_P = 20+j15.7\ \Omega$

Line current,

$\therefore I_L = I_P = \frac{V_P}{Z_P}$

$\therefore I_P = 9.085\angle-38.13^0$ A

Real power,

$P = 3\ V_P\ I_P \cos\theta$

$= 3\times231\times9.085\times\cos 38.13$

$\therefore P = 4952$ Watt [Ans]

Reactive power,

$P_{VAR} = 3\ V_P\ I_P \sin\theta$

$= 3\times 231\times9.085\times\sin 38.13$

$\therefore P_{VAR} = 3887$ VAR [Ans]

(ii) **'Δ' Connected,**

$V_L = V_P = 400V$

$Z_P = 20+j15.7\ \Omega$

$\therefore I_P = \frac{V_P}{Z_P}$

$\therefore I_P = 15.7\angle-38.13^0$ A

Real power, $P = 3\ V_P\ I_P \cos\theta$

$= 3\times400\times15.7\times\cos 38.13$

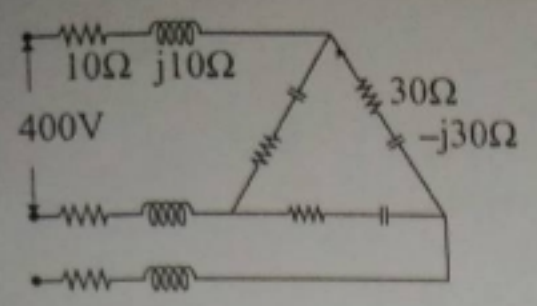
$\therefore P = 14.81$ kWatt [Ans]

Reactiv power, $P_{VAR} = 3\ V_P\ I_P \sin\theta$

$= 3\times 400\times15.7\times\sin 38.13$

$\therefore P_{VAR} = 11.6$ kVAR [Ans]

16) তিন ফেজ সার্কিট দ্বারা গৃহীত লোডের পাওয়ার এর মান বের কর।



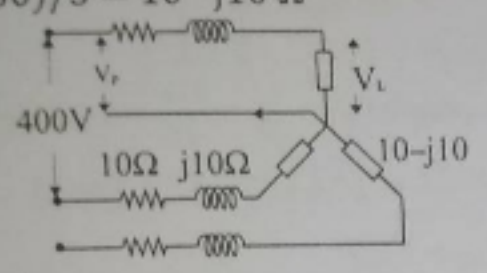
Sol^n:

$V_L = 400V$

$V_P = 400/\sqrt{3} = 231$Volt

Load impedance in Y connection,

$Z_L = (30-j30)/3 = 10-j10\ \Omega$



Total impedance,

$\therefore Z_P = 10+j10+10-j10 = 20\ \Omega$

$\therefore I_L = I_P = \frac{V_P}{Z_P}$

$\therefore I_P = 11.55$ A

Load voltage,

$V_{Load} = 11.55 \times (10-j10)$

$\therefore V_{Load} = 163.34\angle -45^0$ Volt

Load power, $P_{Load} = 3\ V_{Load}\ I_{Load} \cos\theta$

$= 3\times163.34\times11.55\times\cos 45$

$\therefore P_{Load} = 4002$ Watt [Ans]

17) 3Ø; 3 wires 460V, 0.8p.f, 8kW power. Star connected inductive circuit এ সাপ্লাই দেওয়া হলে **line current** নির্ণয় কর, যদি একটি ইন্ডাক্টর শর্ট থাকে।

Sol^n:

Given,

$P = 8kW$

$\cos\theta = 0.8$

$V_L = 460V$

$V_P = \frac{V_L}{\sqrt{3}} = \frac{460}{\sqrt{3}} = 265.6$ Volt

Power, $P = \sqrt{3} V_L I_L \cos\theta$

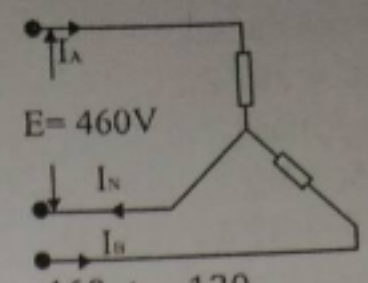
$\Rightarrow 8000 = \sqrt{3}\times460\times I_L\times0.8)$

$\therefore I_L = I_P = 12.55$ Amp

$\therefore Z_P = \frac{V_P}{I_P} = \frac{265.6}{12.55} = 21.16\Omega$

$\therefore Z_P\angle\theta = 21.16\angle36.87^0$

যদি একটি ইন্ডাক্টর শর্ট হয়,



$\therefore I_a = \frac{V_{ac}}{Z_P} = \frac{-460\angle-120}{21.16\angle36.87}$

$\therefore I_a = -21.74\angle73.13^0$ A

$\therefore I_b = \frac{V_{bc}}{Z_P} = \frac{460\angle-120}{21.16\angle36.87}$

$\therefore I_b = 21.74\angle-156.7^0$ A

Line current,

$I_L = I_a + I_b$

$= -21.74\angle73.13^0 + 21.74\angle-156.7^0$

$\therefore I_L = 37.7\angle-126.8^0$ Amp [Ans]

(Note: a-b-c phase sequence,

$V_{ca} = 460\angle120^0$; $V_{ac} = -460\angle120^0$)

18) একটি স্টার সংযুক্ত অল্টারনেটরের ফেজ ভোল্টেজ সমূহ $E_R = 231\angle0^0$V, $E_Y = 231\angle-120^0$, $E_B = 231\angle120^0$। এই সিস্টেমে ফেজ সিকুয়েন্স কি হবে? লাইন ভোল্টেজ E_{RY} এবং E_{YB} নির্ণয় কর।

Sol^n:

Given,

$E_R = 231\angle0^0$

$E_Y = 231\angle-120^0$

$E_B = 231\angle120^0$

এই সিস্টেমে ফেজ সিকুয়েন্স হবে, R-Y-B। [Ans]

লাইন ভোল্টেজ,

$E_{RY} = E_{YB} = \sqrt{3}E_Y = \sqrt{3}\times231$

$E_{RY} = E_{YB} = 400$ Volt [Ans]

19) একটি ডেল্টা কানেকটেড প্রতিটি লোডে **resistance 25Ω, inductance 0.15H** এবং **capacitance 120 μF** । সিরিজে সংযুক্ত অবস্থায় **400V, 50Hz; 3-Ø** সরবরাহের সাথে কানেকটেড আছে। নির্ণয় করঃ **line current, volt-ampere, active power, reactive volt-ampere.**

Sol^n: Given,

$R_P = 25\Omega$

$L = 0.15H$

$C = 120\ \mu$□

$V_P = V_L = 400V$

Inductive reactance,

$X_L = 2\pi fL = 47.12\Omega$

Capacitive reactance,

$X_C = 1/2\pi fC = 26.52\Omega$

Impedance/phase,

$Z_P = R_P + j(X_L - X_C)$

$= 25 + j(47.12 - 26.52)$

$\therefore Z_P = 25 + j20.6 = 32.4 \angle 39.5^0$

$\therefore I_P = \frac{V_P}{Z_P} = \frac{400}{32.4 \angle 39.5} = 12.34 \angle -39.5$ A

Line current, $I_L = \sqrt{3}\, I_P = \sqrt{3} \times 12.34$

$\therefore I_L = 21.37$ A [Ans]

$P_{VA} = 3V_P\, I_P = 3 \times 400 \times 12.34$

$\therefore P_{VA} = 14808$ VA [Ans]

$P_{active} = \sqrt{3} V_L\, I_L \cos\theta$

$= \sqrt{3} \times 400 \times 21.4 \times \cos(39.5)$

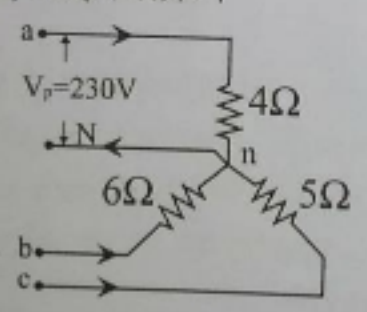
$\therefore P_{active} = 11440$ Watt [Ans]

$P_{reactive} = \sqrt{3} V_L\, I_L \sin\theta$

$= \sqrt{3} \times 400 \times 21.4 \times \sin(39.5)$

$\therefore P_{reactive} = 9426$ Watt [Ans]

20) একটি 3-Ø স্টার সংযুক্ত লোডে রেজিস্ট্যান্স সমূহ যথাক্রমে 4Ω, 5Ω, 6Ω। যাহারা 230V সরবরাহের সাথে যুক্ত আছে। নির্ণয় কর: প্রতিফেজের কারেন্ট, নিউট্রাল কারেন্ট।



Sol^n:

Given,

$V_P = 230$V

$I_a = \frac{V_P}{4} = \frac{230}{4} = 57.5 \angle -0^0$ Amp

$I_b = \frac{230 \angle -120}{5} = 46 \angle -120^0$ A

$I_C = \frac{230 \angle -240}{6} = 38.33 \angle -240^0$ A

Neutral current,

$I_N = I_a + I_b + I_c$

$= 57.5 \angle -0^0 + 46 \angle -120^0 + 38.33 \angle -240^0$

$\therefore I_N = 16.735 \angle -23.48^0$ [Ans]

21) একটি 3-Ø, 3 wires system একই সাথে দুটি লোডে (একটি স্টার, অপরটি ডেল্টা সংযোগ) সরবরাহ দিচ্ছে। যাদের ইম্পিডেন্স যথাক্রমে 6+j8 Ω ও 18+j24 Ω; লাইন ভোল্টেজ 173V হলে নির্ণয় কর। (i) প্রতিক্ষেত্রে শাখা কারেন্ট, (ii) মোট লাইন কারেন্ট, (iii) লোডের p.f, (iv) দুই লোডের জন্য phasor diagram আঁক।

Sol^n:

Given,

$Z_{Y1} = 6 + j8\ \Omega$

$Z_\Delta = 18 + j24\ \Omega$

$V_L = 173$V

Now, Δ To Y

$Z_{Y2} = Z_\Delta/3 = \frac{18+j24}{3} = 6 + j8$

Total impedance,

$\therefore Z_T = Z_{Y1} \| Z_{Y2}$

$= (6+j8) \| (6+j8)$

$\therefore Z_T = 3 + j4 = 5 \angle 53.13^0\ \Omega$

Phase voltage, $V_P = \frac{V_L}{\sqrt{3}} = \frac{173}{\sqrt{3}} = 100$ Volt

$\therefore I_L = I_P = \frac{V_P}{Z_T} = 20 \angle -53.13^0$ A [Ans]

$\therefore I_{ph1} = I_{ph2} = I_L/2$

$\therefore I_{ph1} = I_{ph2} = 10 \angle -53.13^0$ A [Ans]

pf = cos(53.13) = 0.6 (lag) [Ans]

22) তিনটি অনুরূপ লোড Δ সংযোগে 208V, 3-Ø, 3 wire systemএ যুক্ত আছে। লোডের ইম্পিড্যান্স 30∠30⁰ Ω এবং সংযুক্ত কন্ডাক্টরের ইম্পিড্যান্স 0.8+j0.63 Ω হলে; লোডের শেষ প্রান্তে লাইন ভোল্টেজ নির্ণয় কর।

Sol^n:

$V_L = 208$V

$V_P = \frac{V_L}{\sqrt{3}} = \frac{208}{\sqrt{3}} = 120$ Volt

Total impedance,

$Z_T = 0.8 + j0.6 + 10 \angle 30^0$

$\therefore Z_T = 11 \angle 30.62^0\ \Omega$

$I_L = I_P = \frac{V_P}{Z_T} = \frac{120}{11 \angle 30.62^0}$

$\therefore I_L = 10.91 \angle -30.62^0$ A

Phase voltage, $V_P = V_{a'n} = I_P \times 10 \angle 30^0$

$\therefore V_P = 109.15 \angle -0.62$

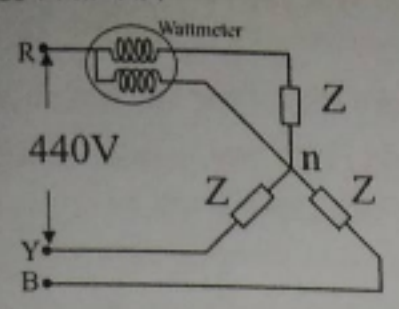
Line voltage, $V_L = \sqrt{3}\, V_P$

$= \sqrt{3} \times 109.15$

$\therefore V_L = 189$ Volt [Ans]

23) একটি সুষম স্টারে সংযুক্ত তিনটি একইরূপ লোড 440V, 50Hz; 3-Ø সরবরাহের সাথে সংযুক্ত আছে। একটি 1-Ø wattmeter; current coil R phase এর সাথে এবং pressure coil Rএবং neutral এর মধ্যে সংযোগ দিলে ইহা 6kW পাঠ দেয় এবং সংযুক্ত ammeter 30 A পাঠ দিলে (i)

কয়েলের রেজিস্ট্যান্স এবং রিয়্যাকট্যান্স, (ii) লোডের pf, (iii) reactive power নির্ণয় কর।



Sol^n:

Given, 'Y' connected,

$V_L = 440V$

Phase voltage,

$$V_P = \frac{V_L}{\sqrt{3}}$$

$\therefore V_P = \frac{440}{\sqrt{3}} = 254$ V

$\therefore I_P = I_L = 30$ A

$\therefore P_P = 6$ kW

$\Rightarrow P_P = V_P I_P \cos\theta$

$\Rightarrow 6\times10^3 = 254\times30\times \cos\theta$

$\Rightarrow \cos\theta = 0.787$

$\therefore \theta = 38.05^0$

$$\therefore Z_P = \frac{V_P}{I_P} = \frac{254}{30}$$

$\therefore Z_P = 8.46\ \Omega$

Impedance/phase,

$\therefore Z_P\angle\theta = 8.46\angle38.05^0$

$Z_P = 6.66 + j5.21\ \Omega$

$\therefore R_P = 6.66\ \Omega$ [Ans]

$\therefore X_P = 5.21\ \Omega$ [Ans]

(ii) pf = $\cos\theta$ = 0.787 (lag) [Ans]

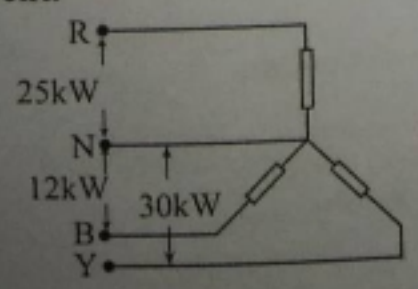
(iii) Reactive power,

$P_{VAR} = 3\ V_P I_P \sin\theta$

$= 3\times254\times30\times \sin(38.05)$

$\therefore P_{VAR} = 14.08$ KVAR [Ans]

24) 415V, 3-φ, 4 wires system load are noninductive. Calculate I_P current in each line & neutral current.



Sol^n:

Phase voltage,

$$V_P = \frac{V_L}{\sqrt{3}}$$

$\therefore V_P = \frac{415}{\sqrt{3}} = 239.6$ V

For R-N,

$P = V_P I_P \cos\theta$

$\Rightarrow 25\times10^3 = 239.6\times I_R\times 1$

$\therefore I_R = 104.34\ \angle0^0$ A [Ans]

For Y-N,

$P = V_P I_P \cos\theta$

$\Rightarrow 30\times10^3 = 239.6\times I_Y\times 1$

$\therefore I_Y = 125.20\ \angle-120^0$ A [Ans]

For B-N,

$P = V_P I_P \cos\theta$

$\Rightarrow 12\times10^3 = 239.6\times I_B\times 1$

$\therefore I_B = 50.08\ \angle-240^0$ A [Ans]

Neutral current,

$I_N = I_R + I_Y + I_B$

$= 104.34\angle0 + 125.20\angle-120 + 50.08\angle-240$

$\therefore I_N = 67.16\angle-75.60$ A [Ans]

Exercise

1) একটি 3-φ, 400V system একটি delta connected load এ 14.4 kW সরবরাহ দেয়। যদি line current 34.65A হয়; তবে load এর reactance/phase বের কর।

Ans: $X_P = 16\Omega$

2) একটি 400V, 3-φ বিশিষ্ট AC supply এর সাথে তিনটি impedance যার মান $(15-j20)\Omega$ আকারে delta সংযুক্ত আছে। এমন একটি সার্কিটের active ও reactive power বের কর।

Ans: P= 11.52 kW, P_{rea}= 15.36 kVAR

3) একটি 3-φ induction motor এর input power 76.2 kW, Motor টির line প্রান্তের আড়াআড়িতে 2250V এবং 26.1A কারেন্ট পাওয়া যায়। এ অবস্থায় motor টির power factor বাহির কর।

Ans: pf = 0.75 (lag)

4) একটি 3-φ 460V, 0.8 pf 8kW power star connected inductive circuit এ supply দেওয়া হলে নির্ণয় কর line current, যদি inductor short থাকে।

Ans: $I_L = 37.7\angle-126.8$ amp

5) 3-φ star connected load 400V, 50Hz সরবরাহের সহিত যুক্ত থেকে line voltage এর 66.86⁰ lagging 10 amp current গ্রহণ করে। তবে নির্ণয় করঃ- i) impedance, ii) parameter iii) pf, iv) active power, v) vector diagram.

Ans: i) Z_P= 23.1Ω, ii) R_P= 18.48Ω, X_P= 13.86Ω, iii) pf= 0.8 (lag), iv) P= 5.544kW

6) একটি স্টারে সংযুক্ত লোডে R= 42.6 Ω/ph এবং X_L= 32Ω/ph; 3-φ 400V সরবরাহের সাথে যুক্ত আছে। নির্ণয় কর- i) line current, reactive power, power loss; ii) line current যখন একটি load open থাকে।

Ans: I_P= 4.33∠−36.9 amp, P_{rea}= 1.8kVAR, P= 2.4 kW; ii) I= 3.75 A

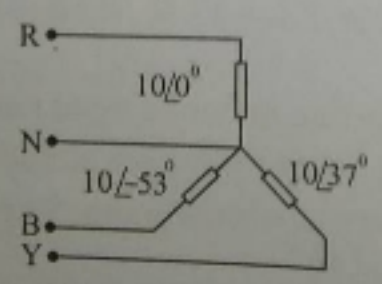
7) একটি 3-φ Y-connected load এর power 100kW; leading current 80 A এবং ইহা 1100V, 50Hz সরবরাহের সাথে যুকত আছে। তবে প্রতি ফেজের লোডের ধ্রুবকগুলোর মান নির্ণয় কর।

Ans: R_P= 5.2Ω, X_P= 56Ω, C= 531μF

8) একটি 3-φ, 10000V alternator এ 0.8pf এ 5000kW সরবরাহ করে। তবে active ও reactive component বের কর। আবার যদি মোট কারেন্ট একই থাকে এবং লোডের pf 0.9 এ উন্নীত হয়; তবে নতুন output বের কর।

Ans: Active = 288.8 amp, reactive= 216.6 amp, P= 5627kW

9) 3φ, 4wire system each line to neutral voltage 245V. Calculate each phase current and neutral current.



Ans: $I_R = 25.4\angle 0^0$ A, $I_Y = 25.4\angle -156.9^0$ A, $I_B = 25.4\angle 173^0$ A, $I_N = 24.46\angle 16.25^0$ A

Meter connection

প্রশ্নঃ Ammeter কি? ইহার রেঞ্জ কিভাবে বৃদ্ধি করা হয়।

উত্তরঃ

Ammeter দ্বারা কারেন্ট পরিমাপ করা হয়। ইহা লোডের সাথে সিরিজে সংযোগ করা হয়। ইহার সাথে parallel এ নিম্ন মানের রেজিস্ট্যান্স যোগ করে ইহার রেঞ্জ বৃদ্ধি করা হয়।

প্রশ্নঃ Voltmeter কি? ইহার রেঞ্জ কিভাবে বৃদ্ধি করা হয়।

উত্তরঃ

Voltmeter দ্বারা Voltage পরিমাপ করা হয়। ইহা লোডের সাথে parallel এ সংযোগ করা হয়। ইহার সাথে series এ উচ্চ মানের রেজিস্ট্যান্স যোগ করে ইহার রেঞ্জ বৃদ্ধি করা হয়।

প্রশ্নঃ লোডিং ইফেক্ট কি?

উত্তরঃ

ভোল্টমিটারকে যখন লোডের প্যারালালে সংযোগ করা হয় তখন লোডের কারেন্ট বিভক্ত হয়ে ভোল্ট মিটারের মধ্যদিয়েও প্রবাহিত হয়, (যেহেতু ভোল্ট মিটার রেজিস্ট্যান্স অসীম নয়) ফলে ভোল্ট মিটার দ্বারা প্রকৃত ভোল্টেজ পরিমাপ করা যায় না অর্থাৎ ভোল্ট মিটার নিজেই লোডের ন্যায় কারেন্ট গ্রহণ করে, ইহাই লোডিং ইফেক্ট।

প্রশ্নঃ মল্টিপ্লায়ার কাকে বলে? মাল্টিপ্লায়ার

উত্তরঃ

ভোল্ট মিটারের রেঞ্জ বৃদ্ধি করতে একটি নন ইন্ডাকটিভ রেজিস্ট্যান্স ইন্সট্রুমেন্টের সাথে সিরিজে সংযুক্ত করা হয়। এই সিরিজ রেজিস্ট্যান্সকেই মাল্টিপ্লায়ার বলে।

প্রশ্নঃ কোন সার্কিটের সাথে যদি অ্যামিটারকে প্যারালালে এবং ভোল্টমিটারকে সিরিজে সংযুক্ত করা হয় তবে কি অসুবিধা হবে?

উত্তরঃ

যেহেতু অ্যামিটারের অভ্যন্তরীণ রেজিস্ট্যান্স অত্যন্ত কম মানের হয়। ফলে একে কোন লোডের প্যারালালে সংযুক্ত করলে ইহার মধ্যদিয়ে অত্যন্ত উচ্চ মানের কারেন্ট প্রবাহিত হয়ে অ্যামিটারটির রেজিস্ট্যান্স পুড়ে যাবে।

আবার যেহেতু ভোল্ট মিটারের অভ্যন্তরীণ রেজিস্ট্যান্স অত্যন্ত উচ্চ মানের হয়। ফলে একে কোন লোডের সাথে সিরিজে সংযুক্ত করলে ইহা লোডের রেজিস্ট্যান্স এর সাথে যোগ হয়ে সিরিজ রেজিস্ট্যান্স অনেক গুন বেড়ে যাবে। ফলে ভোল্টমিটারের মধ্য দিয়ে খুবই কম পরিমানে কারেন্ট প্রবাহিত হবে, যার ফলে ভোল্ট মিটার কোন পাঠ দিবে না।

প্রশ্নঃ Wattmeter গঠন দেখাও?

উত্তরঃ

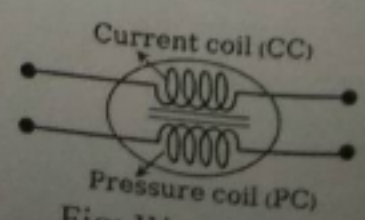


Fig: Wattmeter

প্রশ্ন: Techometer কি?

উত্তরঃ

Techometer একটি পরিমাপ যন্ত্র। ইহার সাহায্যে মেশিনের ঘূর্ণন Speed পরিমাপ করা হয়।

প্রশ্ন: Megger কি?

উত্তরঃ

Megger একটি পরিমাপ যন্ত্র। ইহার সাহায্যে insulation test করা হয়।

প্রশ্ন: Two wattmeter method ব্যবহার করে star ও delta লোডের পাওয়ার নির্ণয় করতে wattmeter দুইটির connection diagram অংকন কর।

উত্তরঃ

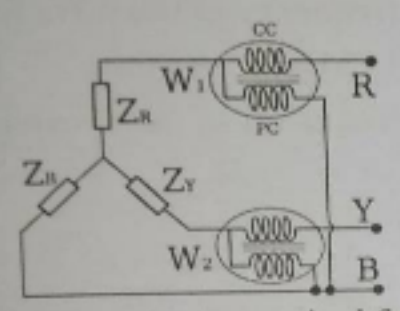


Fig1: Two wattmeter method for Star

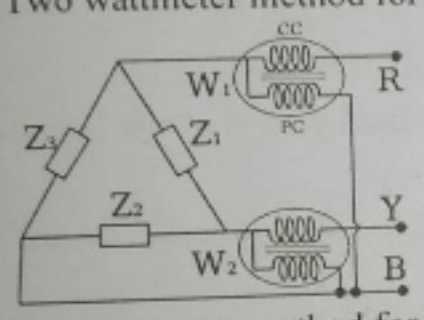


Fig2: Two wattmeter method for Delta

For lagging power factor:

$$\tan\theta = \frac{\sqrt{3}(W_1 - W_2)}{(W_1 + W_2)}$$

For leading power factor:

$$\tan\theta = \frac{-\sqrt{3}(W_1 - W_2)}{(W_1 + W_2)}$$

প্রশ্ন: Three wattmeter method ব্যবহার করে star ও delta লোডের পাওয়ার নির্ণয় করতে wattmeter দুইটির connection diagram অংকন কর।

উত্তরঃ

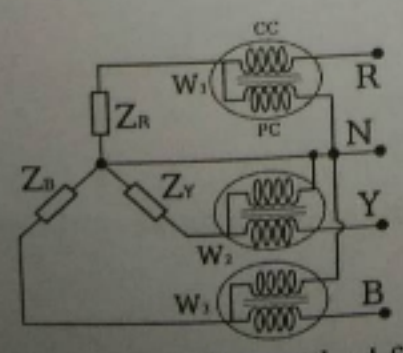


Fig1: Three wattmeter method for star

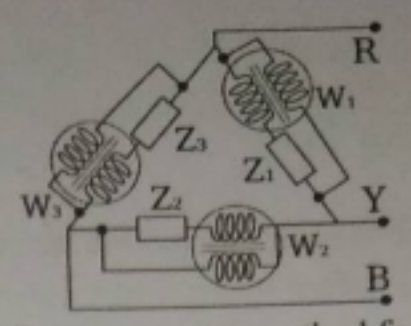


Fig2: Three wattmeter method for delta

1) একটি স্টার কানেকটেড ইন্ডাকটিভ লোডের ফেজ ভোল্টেজ ও কারেন্ট যথাক্রমে **150V, 25A** এবং লোডের **pf 0.707**। সার্কিটটিতে **3 wire two wattmeter method** ব্যবহার করে পাওয়ার নির্ণয় করা হয়েছে। সুতারাং ওয়াটমিটার রিডিং বের কর।

Sol^n: Given,

$V_{Ph} = 150V$

$I_L = I_{Ph} = 25A$

$V_L = \sqrt{3}\, V_P = \sqrt{3} \times 150 = 259.8$ Volt

Total power,

$W_1 + W_2 = \sqrt{3}\, V_L I_L \cos\theta$

$= \sqrt{3} \times 259.8 \times 25 \times 0.707$

$\therefore P_T = 79.53$ Watt [Ans]

2) একটি **balanced, 3 phase, 400V** সার্কিটে লাইন কারেন্ট **115.5A**। উহার পাওয়ার **Two wattmeter** পদ্ধতিতে পরিমাপ করা হল। যদি একটি ওয়াটমিটার পাঠ **40kW** এবং অপরটির পাঠ শূণ্য হয়। তবে লোডের **p.f** নির্ণয় কর। যদি **pf unity** হয় এবং **line current** একই হয়, তবে প্রতিটি ওয়াটমিটারের রিডিং নির্ণয় কর।

Sol^n:

Given,

$V_L = 440V$

$I_L = 115.5$ A

$W_1 = 40$ kW

$W_2 = 0$ W

$\therefore W_1 + W_2 = \sqrt{3}\, V_L I_L \cos\theta$

$\Rightarrow 40 \times 10^3 = \sqrt{3} \times 400 \times 115.5 \times \cos\theta$

$\therefore \cos\theta = 0.5$ [Ans]

If $\cos\theta = 1$; $\theta = 0^0$;

$I_L = 115.5$ A

$$\therefore \tan\theta = \frac{\sqrt{3}(W_1 - W_2)}{W_1 + W_2}$$

$\Rightarrow 0 = \sqrt{3}(W_1 - W_2)$

$\therefore W_1 = W_2$ ---------- (1)

Again,

$W_1 + W_2 = \sqrt{3}\, V_L I_L \cos\theta$

$\Rightarrow 2W_1 = \sqrt{3}\times400\times115.5\times 1$

$\therefore W_1 = W_2 = 40kW$ [Ans]

3) একটি 0.4 pf বিশিষ্ট 500V motor লোড হিসেবে আছে। Two wattmeter পদ্ধতিতে পাওয়ার পরিমাপ করে মোট ইনপুট পাওয়ার পাওয়া গেল 30kW। তবে প্রতি Wattmeter এর পাঠ কত?

Solⁿ

$P_1 + P_2 = 30$ kW - - - - - - - - - - - - - - (1)

$pf = \cos\emptyset = 0.4$

$\therefore \emptyset = 66.42^0$

Now, $\tan\emptyset = 2.291$

We know,

$$\tan\emptyset = \frac{\sqrt{3}(P_1 - P_2)}{(P_1 + P_2)}$$

$$2.291 = \frac{\sqrt{3}(P_1 - P_2)}{30}$$

$\therefore P_1 - P_2 = 39.681$ kW - - - - - - - - (2)

From (1) & (2) we get,

$P_1 = 34.54$ kW [Ans]

$P_2 = -4.84$ kW [Ans]

4) Two wattmeter পদ্ধতিতে পাওয়ার পরিমাপ করে উভয় মিটার পাঠ 150W পাওয়া গেল। লোড পাওয়ার এবং পাওয়ার ফ্যাক্টর নির্ণয় কর। [PGCB-2016]

Solⁿ:

Given, $W_1 = W_2 = 150W$

$\therefore$ Total power, $W_T = 150+150 = 300W$ [Ans]

$\therefore$ Power factor, pf= 1 [Ans]

5) একটি তিন ফেজ মোটরের পাওয়ার ফ্যাক্টর 0.8 পরিমাপের জন্য দুইটি ওয়াট মিটারের মোট পাঠ 300kW হলে, মিটার দুটির পাঠ কত? [NWPGCL-2016]

Solⁿ: $P_1+P_2 = 300$ kW ---- (1)

$\cos\theta = 0.8 \Rightarrow \theta = 36.86^0$

We know, $\tan\emptyset = \frac{\sqrt{3}(P_1-P_2)}{(P_1+P_2)}$

$\Rightarrow P_1 - P_2 = \{\tan(36.86)\times300\}/\sqrt{3} = 129.86$ --(2)

সমীকরণ (1)ও (2)নং হতে পাই,

$P_1 = 214.93$ kW; $P_2 = 85.07$ kW

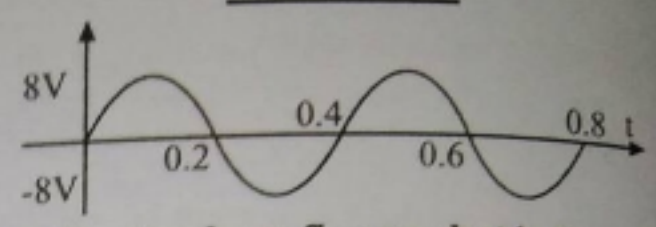
Exercise

1) Two wattmeters পদ্ধতিতে 3-Ø balance load এর পাঠ পাওয়া গেল 500W এবং 2000W। লোডের পাওয়ার ফ্যাক্টর নির্ণয় কর যদি-ক) প্রতিটি Instrument এর reading Positive হয়। খ) যদি প্রথম Instrument এর current coil এর সংযোগ Reverse করে দেয়া হয়।

Ans: ক) pf = 0.696, খ) pf = 0.324

2) একটি 30V ব্যাটারী এর অভ্যান্তরীণ রেজিস্ট্যান্স 2Ω। যদি ইহা 10 Ω রেজিটরের সাথে প্যারালালে সংযুক্ত করা হয়। তবে ভোল্টেজ রেগুলেশন নির্ণয় কর।

AC Circuit



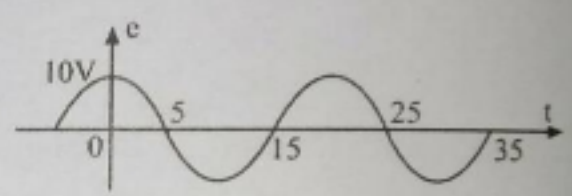
১) According to above figure what is the instantaneous value of the wave form?

ক) 8 V খ) -8 V গ) 0 V ঘ) 16 V

২) What is the frequency of the wave form?

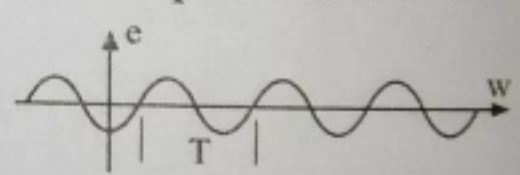
ক) 2.5 cps খ) 25 Hz গ) 4 cps ঘ) 3.5 Hz

৩) What is the frequency of the above wave form?



ক) 5 Hz খ) 25 Hz গ) 15 Hz ঘ) 50 Hz

৪) What is the time period of the below cos wave?



ক) 12.57 ms খ) $\frac{2}{500}$ ms গ) $\frac{\pi}{500}$ ms ঘ) $\frac{2\pi}{500}$ ms

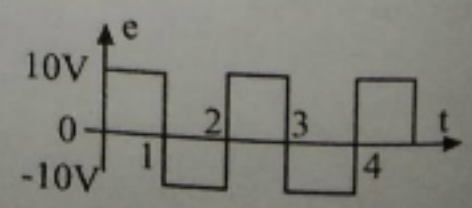
৫) Given =200 rad/sec. Determine how long it will take the sinusoidal wave form to pass through an angle of 90°.

ক) 7.85 Sec খ) $\frac{\pi}{400}$ Sec গ) $\frac{2\pi}{200}$ Sec ঘ) 400 Sec

৬) Find the angle through which a sinusoidal wave form of 60 Hz will pass in a period of 5 ms.

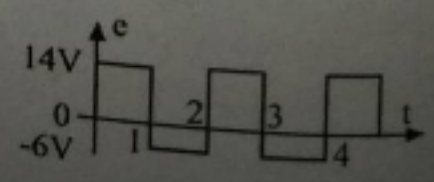
ক) 1.885 rad খ) 108° গ) 180 rad ঘ) 109°

৭) Determine the average value of the wave form below figure.



ক) 5 v খ) -5 v গ) 10 v ঘ) 0 v

৮) Determine the average value of the wave form below figure.



গ) 1/2πfC ঘ) L/2πfC

৩২) একটি বিশুদ্ধ ------ কারেন্ট ভোল্টেজের 90^0পিছনে থাকে। ক) ইম্পিডেন্সে খ) রেজিস্ট্যান্সে

গ) ক্যাপাসিট্যান্সে ঘ) ইন্ডাকট্যান্সে

৩৩) একটি বিশুদ্ধ ------ কারেন্ট ভোল্টেজের 90^0 অগ্রগামী থাকে।

ক) ইম্পিডেন্সে খ) রেজিস্ট্যান্সে

গ) ক্যাপাসিট্যান্সে ঘ) ইন্ডাকট্যান্সে

৩৪) ------ মধ্য দিয়া প্রবাহিত কারেন্টের যে কোন পরিবর্তনে বাধা দেয়।

ক) ইম্পিডেন্স খ) রেজিস্ট্যান্স

গ) ক্যাপাসিট্যান্স ঘ) ইন্ডাকট্যান্স

৩৫) ------ ভোল্টেজের যে কোন পরিবর্তনে বাধা দেয়।

ক) ইম্পিডেন্স খ) রেজিস্ট্যান্স

গ) ক্যাপাসিট্যান্স ঘ) ইন্ডাকট্যান্স

৩৬) একটি ইন্ডাকটরে প্রয়োগকৃত ভোল্টেজের ফ্রিকুয়েন্সি যদি হ্রাস পায়, তবে-

ক) ইহার রিয়্যাকট্যান্স হ্রাস পায়

খ) ইন্ডাকটরের মধ্য দিয়া প্রবাহিত কারেন্ট বৃদ্ধি পায়,

গ) রিয়্যাকট্যান্স বৃদ্ধি পায়

ঘ) ইন্ডাকটরের মধ্য দিয়া প্রবাহিত কারেন্ট অপরিবর্তিত থাকে।

৩৭) একটি ক্যাপসিটরে প্রয়োগকৃত ভোল্টেজের ফ্রিকুয়েন্সি যদি হ্রাস পায়, তবে-

ক) ইহার রিয়্যাকট্যান্স হ্রাস পায়

খ) ইন্ডাকটরের মধ্য দিয়া প্রবাহিত কারেন্ট বৃদ্ধি পায়,

গ) রিয়্যাকট্যান্স বৃদ্ধি পায়

ঘ) ইন্ডাকটরের মধ্য দিয়া প্রবাহিত কারেন্ট অপরিবর্তিত থাকে।

৩৮) একটি বিশুদ্ধ ক্যাপাসিটওে পাওয়ার অপচয় কত?

ক) VIcosθ খ) 0 গ) VI sinθ ঘ) VI tanθ

Answers:

১) খ	২) ক	৩) ঘ	৪) ক	৫) খ	৬)ক	৭)ঘ
৮) ঘ	৯) গ	১০)খ	১১) গ	১২) গ	১৩)ক	১৪)ক
১৫) ক	১৬) ক	১৭)খ	১৮) গ	১৯) খ	২০)ঘ	২১) খ
২২) ক	২৩) খ	২৪)ঘ	২৫)খ	২৬)গ	২৭)ক	২৮)গ
২৯)গ	৩০)খ	৩১)গ	৩২)গ	৩৩)ঘ	৩৪)ঘ	৩৫)গ
৩৬)ক	৩৭)গ	৩৮)খ				

DC Machines

প্রশ্ন: Fleming এর Right hand rule টি লিখ।

উত্তরঃ

দক্ষিণ/ডান হস্তের বৃদ্ধাঙ্গুলি, তর্জনী এবং মধ্যমাকে পরস্পর সমকোণে রেখে বিস্তৃত করলে যদি তর্জনী চৌম্বক বলরেখা, বৃদ্ধাঙ্গুলি পরিবাহীর গতির অভিমুখ নির্দেশ করে, তাহলে মধ্যমা পরিবাহীতে প্রবাহিত কারেন্টের দিক নির্দেশ করবে।

প্রশ্ন: Fleming এর Left hand rule টি লিখ।

উত্তরঃ

বাম হস্তের তর্জনী, মধ্যমা এবং বৃদ্ধাঙ্গুলিকে পরস্পর সমকোণে স্থাপন করলে যদি তর্জনী চৌম্বকক্ষেত্র ও মধ্যমা বিদ্যুৎ প্রবাহের দিক নির্দেশ করে তাহলে বৃদ্ধাঙ্গুলি পরিবাহীর গতিমুখ নির্দেশ করবে।

প্রশ্ন: ফ্যারাডের ইলেক্ট্রোম্যাগনেটিক সূত্র লিখ।

উত্তরঃ

১ম সূত্রঃ

একটি পরিবাহীর বা কয়েলে emf induced হয়, তখনই যখন উক্ত তার বা কয়েলের সাথে সংশ্লিষ্ট flux এর পরিবর্তন ঘটে।

২য় সূত্রঃ

আবেশিত বিদ্যুৎচালক বল বা induced emf এর পরিমান সংশ্লিষ্ট flux বা চৌম্বক বলরেখার পরিবর্তনের হারের সমানুপাতিক।

$$E_{ind} = N\frac{d\varphi}{dt}$$

প্রশ্ন: Lenz's law টি লিখ।

উত্তরঃ

আবেশিত বিদ্যুৎচালক বলের কারণে পরিবাহী তারে প্রবাহিত আবেশিত কারেন্ট পরিবাহী তারের চারদিকে একটি চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি করে, যা দিয়ে আবেশিত কারেন্টের উৎপত্তি উহাকেই ইহা বাধা প্রদান করে।

$$E_{ind} = -N\frac{d\varphi}{dt}$$

প্রশ্ন: Cell কি।

উত্তরঃ

যে যন্ত্রের সাহায্যে রাসায়নিক শক্তিকে বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরিত করা হয় তাকে সেল বলে। বিখ্যাত বিজ্ঞানী আলেসান্দ্রো ভোল্টা সর্বপ্রথম সেল আবিষ্কার করেন।

প্রশ্ন: Battery কি?

উত্তরঃ

সেল হল একটি একক ইউনিট যার মধ্যে একটি ধনাত্মক ও একটি ঋণাত্মক প্রান্ত থাকে এবং ব্যাটারি হল কতগুলো সেলের সমষ্টি অর্থাৎ একাধিক সেল বৈদ্যুতিকভাবে সিরিজে সংযোগ করলে তাকে ব্যাটারি বলে।

DC-Generator

প্রশ্ন: DC Generator কি?

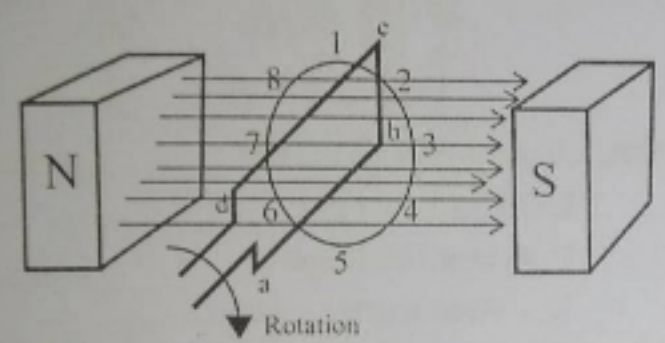
উত্তরঃ

Generator এমন একটি ইলেকট্রিক্যাল মেশিন যাহা যান্ত্রিক শক্তিকে বৈদ্যুতিক শক্তিতে রূপান্তরিত করে। প্রাথমিক অবস্থায় জেনারেটর এসি ভোল্টেজ উৎপন্ন করে পরে এই ভোল্টেজকে বিশেষ ডিভাইসের সাহায্যে ডিসি ভোল্টেজে রূপান্তর করা হয়।ডিসি জেনারেটর মূলত Fleming`s Right hand rule অনুযায়ী কাজ করে।

প্রশ্ন: DC Generator এর কার্যপ্রনালী বর্ণনা কর?

উত্তরঃ

কার্যপ্রণালী: যখন কোন পরিবাহী চুম্বক বল রেখাকে কর্তন করে তখন ঐ পরিবাহীতে ফ্যারাডের ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইন্ডাকশন নীতি অনুযায়ী ই.এম.এফ উৎপন্ন হয়।

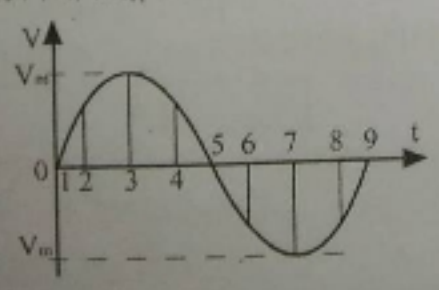


চিত্রে একটি সিংগেল টার্ন কপার কয়েল চুম্বক ক্ষেত্রের মাঝে ঘুরন্ত অবস্থায় দেখানো হয়েছে।

যখন কয়েলটি 1নং অবস্থানে তখন কয়েলের সাথে সর্বোচ্চ ফ্লাক্স লিংকড হয়। কিন্তু রেট অব্ চেঞ্জ অব্ ফ্লাক্স সর্বনিম্ন ফলে এই অবস্থায় কয়েলের কোন ই.এম.এফ উৎপন্ন হয় না।

যখন কয়েলটি 2নং অবস্থানে আসে তখন কয়েলটি অল্প পরিমান ফ্লাক্সকে কর্তন করে এবং অল্প পরিমাণ ই.এম.এফ কয়েলে উৎপন্ন হয়। যখন কয়েলটি 3নং অবস্থানে আসে তখন কয়েলর সাথে সর্বনিম্ন ফ্লাক্স লিংকড হয় কিন্তু রেট অব্ চেঞ্জ অব্ ফ্লাক্স সর্বোচ্চ হয়। ফলে এই অবস্থায় সর্বোচ্চ পরিমাণ ই.এম.এফ উৎপন্ন হয়।

এইভাবে 5নং অবস্থানে কয়েলে শূন্য এবং 7নং অবস্থানে সর্বোচ্চ ঋণাত্মক ই.এম.এফ উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন ভোল্টেজের প্রতিটি তাৎক্ষণিক মানকে যদি একটি গ্রাফে দেখানো হয় তবে একটি সাইনোসয়ডাল ওয়েভ পাওয়া যাবে। যা নিম্নে দেখানো হল:



প্রশ্ন: DC Generator বিভিন্ন অংশের নাম বা গঠন সম্পর্কে লিখ।

উত্তরঃ

ডিসি জেনারেটরের দুইটি সার্কিট দ্বারা গঠিত, যথা-

ক) ম্যাগনেটিক সার্কিট এবং

খ) ইলেকট্রিক্যাল সার্কিট

ক) ম্যাগনেটিক সার্কিট: বিভিন্ন অংশের নাম

1. Yoke or frame, (ইয়োক)
2. Pole core or shoe, (পোল কোর বা সু)
3. Armature core, (আর্মেচার কয়েল)
4. Air gap etc

খ) ইলেকট্রিক্যাল সার্কিট: বিভিন্ন অংশের নাম

1. Pole coil or field coil (ফিল্ড কয়েল)
2. Armature winding (আর্মেচারওয়াভিং)
3. Commutator (কম্যুটেটর)
4. Brush and bearing. (ব্রাশ)

প্রশ্ন: Commutator বলতে কি বুঝ?

উত্তরঃ

জেনারেটরের আর্মেচার ওয়াইন্ডিং এ যে ভোল্টেজ উৎপন্ন হয় তা হল এসি। এই এসিকে ডিসিতে পরিণত করার জন্য যে ডিভাইস ব্যবহার করা হয় তাকে কম্যুটেটর বলে।

ইহা তামার মোটা পাত পর পর সাজিয়ে সিলিন্ডার আকৃতিতে কম্যুটেটর তৈরি করা হয়। কমুটেটরের এক একটি পাতকে সেগমেন্ট বলে। দুইটি সেগমেন্টকে পৃথক করার জন্য দুই পাতের মাঝখানে মাইকা সিটের ইনসুলেশন ও ইনসুলেশন ভার্নিস দেয়া হয় যাতে এক সেগমেন্টের কারেন্ট অন্য সেগমেন্টে যেতে না পারে।

প্রশ্ন: কি কি কারণে কম্যুটেটরে অগ্নি স্ফুলিংগ দেখা দেয়? এটি উন্নয়নের উপায় কি?

উত্তরঃ

দুইটি কারণে কম্যুটেটরে অগ্নি স্ফুলিংগ দেখা দেয়।

ক) আর্মেচার রিয়্যাকশনের জন্য চৌম্বক বল রেখা বেকেঁ গিয়ে।

খ) কম্যুটেশন এর সময় আর্মেচার কয়েলে রিয়্যাকটেন্স ভোল্টেজ উৎপন্ন হয়।

উপায়:

ক) ব্রাশ এর অবস্থান পরিবর্তন করে।

খ) ইন্টারপোল ব্যবহার করে।

প্রশ্ন: DC Generator এর Brush কি ? এর ব্যবহারের কারন কি?

উত্তরঃ

ঘুরন্ত Commutator হতে current কে outer circuit এ পাঠানোই হল Brush এর কাজ । এই Brush সাধারনত কার্বন এর তৈরী । তবে মাঝে মধ্যে কার্বনের সাথে কিছু ধাতব চূর্ন ব্যবহার করা হয়।

কার্বন ব্যবহার এর কারন বা সুবিধা গুলো হল ঃ-

1) Commutator এর সঙ্গে ঘর্ষণের ফলে কার্বনের ক্ষয় কম হয়।

2) কার্বনের temperature co-efficient negative বিধায় ঘর্ষনের ফলে যে তাপ উৎপন্ন হয় তাতে কার্বনের resistance কমে যায় ।

প্রশ্ন: Air gap বলতে কি বুঝ?

উত্তরঃ

এয়ার গ্যাপ: পোল সু ও আর্মেচারের মাঝে যে সামান্য ফাঁক থাকে তাকে এয়ার গ্যাপ বলে। এয়্যার গ্যাপ থাকায় আর্মেচারটি পোলের সাথে ঘর্ষণ ছাড়াই ঘুরতে পারে। আর্মেচার ঘুরবার জন্য এয়ার গ্যাপ দরকার তবে এ গ্যাপের পরিমাণ বেশি হলে বাতাসের পারমিয়্যাবিলিটি কম হওয়ায় ফ্লাক্স চলাচলে বাধার সৃষ্টি হয়। ফলে পোল হতে কম ফ্লাক্স আর্মেচারে আসতে পারে এবং আর্মেচারে ভোল্টেজ কম উৎপন্ন হয়। তাই এই এয়্যার গ্যাপ সব জায়গায় সমান থাকা দরকার।

15/12/19

প্রশ্ন: DC generator এর E.M.F. সমীকরণ নির্ণয় কর?

উত্তরঃ

Let, $\emptyset$ = flux per pole

P = Number of pole

N = Speed/Revulation per min.(rpm)

Z = Total no. of armature conductor

A = No. of armature parallel path

Faraday`s electromagnetic induction থেকে আমরা জানি, উৎপন্ন ই.এম.এফ = রেট অব্ চেঞ্জ অব্ ফ্লাক্স অর্থাৎ

প্রতি পরিবাহীতে উৎপন্ন E.M.F. $= \frac{d\emptyset}{dt}$ volt - - (1)

∴ প্রতি ঘূর্ণনে ফ্লাক্স এর পরিবর্তন, $d\varphi = \varphi P$ Weber

আবার প্রতি সেকেন্ডে ঘূর্ণন সংখ্যা $= \frac{N}{60}$

প্রতি ঘূর্ণনে প্রয়োজনীয় সময়, $dt = \frac{60}{N}$

(1) নং সমীকরণে মান বসিয়ে,

∴প্রতি ঘূর্ণনের জন্য প্রতি পরিবাহীতে উৎপন্ন

$$E.M.F. = \frac{\varphi P}{60/N} = \frac{\emptyset PN}{60}$$

আবার, প্রতি প্যারালাল পথে পরিবাহী সংখ্যা = Z/A

∴Generator armature এ induced e.m.f

$$= \frac{\emptyset PNZ}{60 \times A} \text{ Volt [Proved]}$$

For Lap winding A=P এবং

Wave winding A=2,

$\rightarrow E_g = \frac{\emptyset NZ}{60}$ volt [for Lap]

$\rightarrow E_g = \frac{\emptyset NZP}{120}$ volt [for Wave]

প্রশ্ন: DC generator এর প্রকারভেদ লিখ।

উত্তরঃ

DC generator প্রধানত দুই প্রকার।যথা:

1. Separately excited generator,
2. Self-excited generator

2. Self-excited generator আবার তিন প্রকার

i) Series generator,

ii) Shunt generator and

iii) Compound generator

iii) Compound generator আবার দুই প্রকার

a) Short shunt generator and

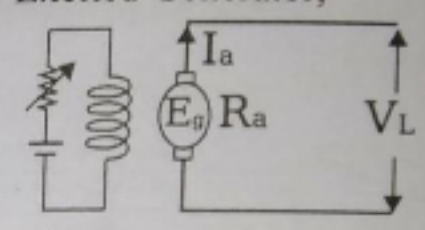
b) Long shunt generator

(***Generator-এ field coil এর সাথে resistance series সংযুক্ত করলে তাকে regulator বলে আবার parallel-এ সংযোগ করলে তাকে diverter বলে।)

প্রশ্ন: DC generator এর চিত্রসহ emf সমীকরণ লিখ?

উত্তরঃ

১) Seperately Excited Generator,



এখানে, I_a= Armature current

I_L= Load current

V_L= Load Voltage

R_a= Armature resitance

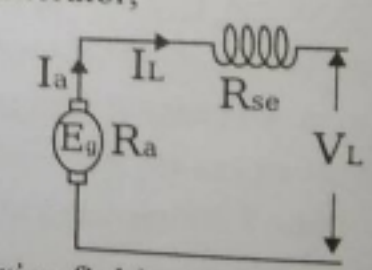
V_b= Brush drop

$I_a = I_L$

$\therefore E_g = V_L + I_aR_a + V_b$

2. Self-excited generator আবার তিন প্রকার

i) Series generator,

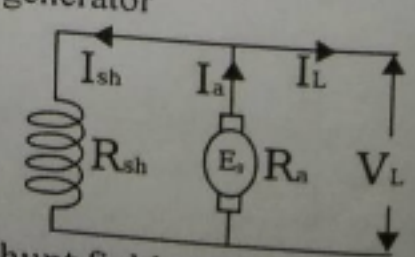


এখানে, R_{se}= Series field resitance

$I_a = I_L$

$\therefore E_g = V_L + I_aR_{se} + I_aR_a + V_b$

ii) Shunt generator



এখানে, R_{sh}= Shunt field resitance

I_{sh}= Shunt field current

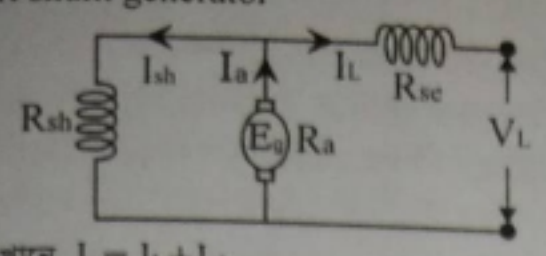
$I_a = I_L + I_{sh}$

$\Rightarrow I_{sh} = \frac{V_L}{R_{sh}}$

$\therefore E_g = V_L + I_aR_a + V_b$

iii) Compound generator আবার দুই প্রকার-

a) Short shunt generator

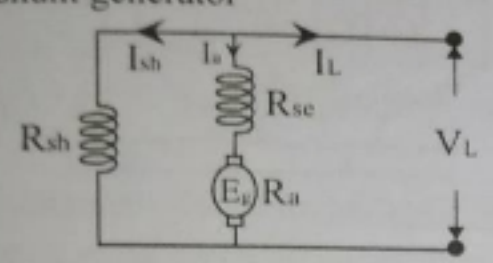


এখানে, $I_a = I_L + I_{sh}$

$$\Rightarrow I_{sh} = \frac{V_L + I_a R_{se}}{R_{sh}}$$

$$\therefore E_g = V_L + I_a R_a + I_L R_{se} + V_b$$

b) Long shunt generator



এখানে, R_{sh}= Shunt field resitance

I_{sh}= Shunt field current

$I_a = I_L + I_{sh}$

$$\Rightarrow I_{sh} = \frac{V_L}{R_{sh}}$$

$$\therefore E_g = V_L + I_a R_a + I_a R_{se} + V_b$$

প্রশ্ন: DC generator এর loss সমূহ লিখ এবং loss সমূহ কোথায় ঘটে?

উত্তরঃ DC generator -এ সাধারণত তিন ধরনের loss হয়। যথা:

1. Copper loss: (Armature এর series ও shunt field winding-এ হয়ে থাকে।)
   - (i) Armature copper loss ($I_a^2 R_a$)
   - (ii) Shunt field copper loss ($I_{sh}^2 R_{sh}$)
   - (iii) Series field copper loss ($I_a^2 R_{se}$)
   - (iv) Brush contact resistance copper loss($I_a^2 R_b$)
2. Magnetic loss or core loss: (Core-এ হয়ে থাকে।)
   - (i) Hysteresis loss
   - (ii) Eddy current loss
3. Mechanical loss (Bearing and commutator -এ হয়ে থাকে।)
   - (i) Brush and bearing -এ ঘর্ষণ জনিত loss.
   - (ii) Air friction loss of rotating armature

এছাড়াও আরো বিভিন্ন প্রকার Loss সমূহ হল-

(i) Stray loss = Iron and friction loss (Mechanical and Magnetic loss)

(ii) Constant loss = Stray loss + Shunt field loss

(iii) Variable loss = Series copper loss+Armature copper loss

(iv) Total losses = Constant loss + Variable loss

প্রশ্ন: Eddy current loss and Hysteresis loss বলতে কি বুঝায়?

উত্তরঃ

Eddy current loss:

কোন কন্ডাক্টরকে কোন ম্যাগনেটিক ফিল্ড এ ঘুরানো হলে এতে ভোল্টেজ ইন্ডিউসড হয়। যেহেতু কোর ম্যাটেরিয়ালে এক ধরনের কন্ডাক্টর, এই কারণে কোরেও অল্প পরিমানে কারেন্ট প্রবাহিত হয়। এর জন্য যে লস হয় অর্থাৎ কোরে কারেন্টে প্রবাহের ফলে যে পাওয়ার অপচয় হয় তাকে Eddy current loss বলে এবং কোরে প্রবাহিত কারেন্টেকে Eddy current বলে।

$$W_e = k B_{max}^2 f^2 t^2 v^2 \text{ watt}$$

কমানোর উপায়:

আমরা জানি $R = \frac{\rho L}{A}$। কোরের ক্ষেত্রফল কমানোর জন্য পাতলা পাতলা শীট বসিয়ে কোর তৈরী করা হয়। ফলে কোরের ক্ষেত্রফল কমে যায় অপরপক্ষে রেজিস্ট্যান্স বেড়ে যায়। এই রেজিস্ট্যান্স বেড়ে গেলে কোরের কারেন্ট প্রবাহ কমে যায়।

তাই কোর হিসেবে সিলিকন স্টিল এর পাতলা পাতলা ল্যামিনেটেড শীট ব্যবহার করলে Eddy current loss অনেকাংশে কমে যাবে।

Hysteresis loss:

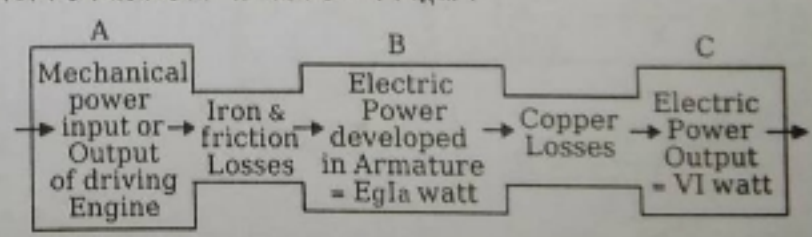
Core material কে যখন কোন ম্যাগনেটিক ফিল্ড এ ঘুরানো হয় তখন কোরের চুম্বক বা অনুচুম্বক গুলো নিজের অবস্থানে থেকে বার বার দিক পরিবর্তন করতে থাকে। ফলে এদের মধ্যে সংঘর্ষের ফলে এক ধরনের তাপ উৎপন্ন হয়ে পাওয়ার অপচয় হয়ে থাকে, যাকে Hysteresis loss বলে।

Hysteresis loss, $W_H = \eta B_{max}^{1.6} f V$ watt

প্রশ্ন: DC generator power stage অংকন কর।

উত্তরঃ

ডিসি জেনারেটরের পাওয়ার স্টেজ নিম্নরূপ-



প্রশ্ন: DC generator এর কর্মদক্ষতা বলতে কি বুঝায়? বিভিন্ন প্রকার কর্মদক্ষতা আলোচনা কর।

উত্তরঃ

কর্মদক্ষতা: ডিসি জেনারেটরের উৎপাদিত পাওয়ার এবং গৃহীত পাওয়ারের অনুপাতকে কর্মদক্ষতা বলে।

কর্মদক্ষতার প্রকারভেদঃ

1) Mechanical efficiency,

$$\eta_m = B/A = \frac{E_g I_a}{\text{mechanical input}} \times 100$$

2) Electrical efficiency,

$$\eta_e = C/B = \frac{VI}{E_g I_a} \times 100$$

3) Overall or Commercial efficiency,

$$\eta_c = \frac{C}{A} = \frac{VI}{HP} \times 100$$

$$\eta_c = \frac{\text{Electric power output}}{\text{Mechanical power input}} \times 100$$

Overall efficiency কে commercial বা generator efficiency ও বলা হয়।

প্রশ্ন: DC generator এর সর্বোচ্চ দক্ষতা পাওয়ার শর্ত লিখ?

উত্তর:

We know, W_c= constant loss

$$\text{Efficiency}, \eta = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

∴ Generator output = VI_L watt

∴ Generator input = Output + losses

$= VI_L$+ Variable loss+constant loss

$= VI_L + I_a^2 R_a + W_{core}$

$= VI_L + (I_L + I_{sh})^2 R_a + W_{core}$

$= VI_L + I_L^2 R_a + W_c$

[Since $I_{sh} << I_L$ hence I_{sh} is negligible.]

$$\therefore \eta = \frac{VI_L}{VI_L + I_L^2 Ra + Wc}$$

$$= \frac{VI_L}{1 + \frac{I_L Ra}{V} + \frac{W_c}{VI_L}}$$

Now for maximum efficiency,

$$\therefore \frac{d\left(1 + \frac{I_L Ra}{V} + \frac{W_c}{VI_L}\right)}{dI_L} = 0$$

$$\Rightarrow 0 + \frac{Ra}{V} - \frac{W_c}{VI_L^2} = 0$$

$$\Rightarrow W_c = I_L^2 R_a$$

∴ Constant loss = Variable loss.

প্রশ্ন: Winding কি ?Winding এর শ্রেণীবিভাগ লিখ।

উত্তরঃ

Winding শব্দের অর্থ হল জড়ানো বা প্যাঁচানো। Electrical Machine, যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জামাদির বিভিন্ন অংশে সুনির্দিষ্ট নিয়মানুযায়ী সুশৃঙ্খলভাবে বৈদ্যুতিক তার বা coil জড়ানোকে electric winding বলে।

Winding কে প্রাথমিক ভাবে দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

(i) Coil winding

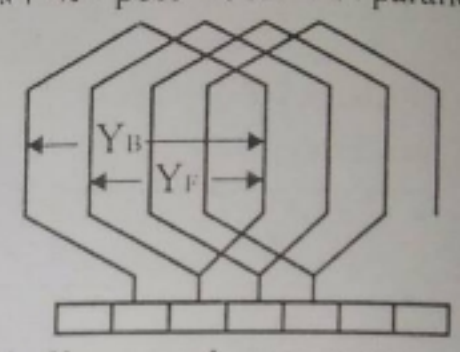
(ii) Armature winding

আবার DC Generator এর Armature কে প্রধানত দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

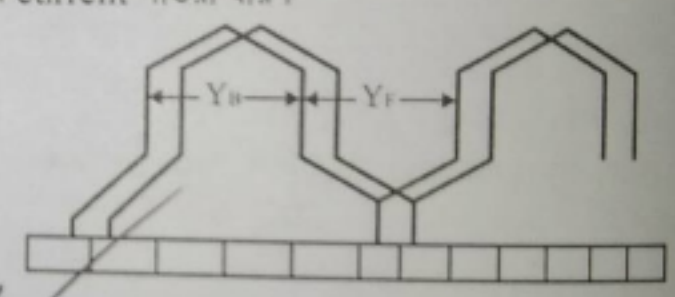
(i) Lap winding

(ii) Wave winding

(i) **Lap winding**: যে winding এর সময় Coil Armature এর পশ্চাৎ দিক এগিয়ে যায় কিন্তু সামনের দিক পিছিয়ে আসে তাকে Lap winding বলে। Lap winding High current পাওয়ার জন্য ব্যবহৃত হয়। এতে pole সংখ্যার সমান parallel path থাকে।



(ii) **Wave winding**: conductor এর যে connection এ Armature এর সম্মুখ ও পিছন উভয় দিকই অগ্রসর হয় তাকে Wave winding বলে। এখানে সবসময় pole গুলোকে দুটি মাত্র parallel path এ বসানো হয়। তাই এই সংযোগে বেশি voltage ও কম current পাওয়া যায়।



প্রশ্ন: ল্যাপ ওয়াভিং ও ওয়েভ ওয়াভিং মধ্যে পার্থক্য লিখ।

উত্তরঃ ল্যাপ ওয়াভিং ও ওয়েভ ওয়াভিং এর পার্থক্য নিম্নে দেওয়া হল-

Lap	Wave
(1) পরিবাহীর যে সংযোগ পশ্চাৎ দিক আগাইয়া যায় এবং সম্মুখ দিক পিছাইয়া আসে তাকে ল্যাপ ওয়াইন্ডিং বলে।	(1) পরিবাহীর যে সংযোগ আর্মেচারের পশ্চাৎ ও সম্মুখ উভয় দিকই অগ্রসর হয় তাকে ওয়েভ ওয়াইন্ডিং বলে।
(2) ব্যাক পিচ ও ফ্রন্ট পিচ সমান হতে পারে না।	(2) ব্যাক পিচ ও ফ্রন্ট পিচ সমান হতে পারে।
(3) প্যারালাল পথের সংখ্যা পোলের সংখ্যার সমান অর্থাৎ A=P।	(3) প্যারালাল পথের সংখ্যা দুই অর্থাৎ ২।
(4) ব্রাশ সংখ্যা পোল সংখ্যার সমান।	(4) ব্রাশ সংখ্যা পোল সংখ্যার সমান হতেও পারে বা সমান নাও হতে পারে।
(5) বেশি কারেন্ট কম ভোল্টেজের জন্য ল্যাপ ওয়াইন্ডিং ব্যবহৃত হয়।	(5) বেশি ভোল্টেজ ও কম কারেন্টের জন্য ওয়েভ ওয়াইন্ডিং ব্যবহৃত হয়।

প্রশ্ন: ল্যাপ ওয়াইন্ডিং এ বেশি কারেন্ট উৎপন্ন হওয়ার কারণ কি?

উত্তরঃ

ল্যাপ ওয়াইন্ডিং এ অনেক গুলো প্যারালাল পাথ (রাস্তা) থাকায় প্যারালাল রাস্তাগুলোতে উৎপন্ন কারেন্ট একত্রিত হয়ে কারেন্টের পরিমান বেশি হয়। এজন্য ল্যাপ ওয়াইন্ডিং এ বেশি কারেন্ট উৎপন্ন হয়।

প্রশ্ন: ওয়েভ ওয়াইন্ডিং এ বেশি ভোল্টেজ উৎপন্ন হওয়ার কারণ কি?

উত্তরঃ

ওয়েভ ওয়াইন্ডিং এ বেশি ভোল্টেজ উৎপন্ন হওয়ার কারণ ওয়েভ ওয়াইন্ডিং এ কন্ডারগুলো দুইটি প্যারালাল পথে সিরিজ সংযোগ করা থাকে। সেজন্য নির্দিষ্ট পোলে এবং আর্মেচার কন্ডাক্টরে ল্যাপ ওয়াইন্ডিং এর তুলনায় ওয়েভ ওয়াইন্ডিং এ বেশি ভোল্টেজ উৎপন্ন হয়।

প্রশ্ন: টীকা লিখ- পোল পিচ, কয়েল পিচ, কমুটেটর পিচ, ফ্রন্ট পিচ, ব্যাক পিচ, গড় পিচ, ক্রিটিক্যাল রোধ, ক্রিটিক্যাল স্পীড।

উত্তরঃ

পোল পিচ: পাশাপাশি দুটি পোলের মধ্যবিন্দু হতে মধ্যবিন্দু পর্যন্ত দূরত্বকে পোল পিচ বলে।

কয়েল পিচ: পাশাপাশি দুইটি কয়েলের ব্যবধানকে কয়েল পিচ বলে।

কমুটেটর পিচ: কমুটেটরের দুইটি সেগমেন্টের দূরত্বকে কমুটেটর পিচ বলে।

ফ্রন্ট পিচ: আর্মেচারের যে দিকে কমুটেটর থাকে সেই দিকে একটি কয়েল যতগুলো কন্ডাক্টরকে অর্ন্তভুক্ত করে তাকে ফ্রন্ট পিচ বলে। এর প্রতীক Y_f।

ব্যাক পিচ: কমুটেটরের বিপরীত দিকে আর্মেচারের একটি কয়েল যতগুলো কন্ডারকে অর্ন্তভুক্ত করে তাকে ব্যাক পিচ বলে। একে Y_b দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

গড় পিচ: আর্মেচার ওয়াভিং এর ফ্রন্ট পিচ (Y_f) এবং ব্যাক পিচ (Y_b)এর গড়কে অ্যাভারেজ বা গড় পিচ বলে। একে Y_A দ্বারা প্রকাশ করা হয়। যথা-

$$\therefore Y_A = \frac{Y_f + Y_b}{2}$$

Critical Resistanc: ক্রিটিক্যাল রেজিস্ট্যান্স, ফিল্ড রেজিস্ট্যান্সের এমন একটি মান যে মান অপেক্ষা বেশি হলে আর্মেচারে প্রয়োজনীয় ই.এম.এফ উৎপন্ন হতে পারে না।

Critical speed: ফিল্ড রেজিস্ট্যান্স ক্রিটিক্যাল মানে থাকা অবস্থায় আর্মেচারের গতিবেগকে ক্রিটিক্যাল স্পীড বলে।

প্রশ্ন: DC Generator এর Armature Reaction বলতে কি বুঝ? ইহার প্রভাব লিখ। Armature Reaction কমানোর উপায় কি?

উত্তরঃ

Armature Reaction: DC Generator এর Armature কে Magnetic field এ ঘুরানো হলে তখন Armature conductor কর্তৃক flux cut হওয়ার কারণে Armature এ voltage induce হয়। ফলে Armature conductor এর মধ্য দিয়ে current flow হবার কারণে Armature এর চারিদিকে অন্য একটি Magnetic field সৃষ্টি হয় যা প্রধান বা Main magnetic field এর উপর প্রভাব বিস্তার করে। মূলতঃ এই প্রভাবকেই Armature Reaction বলে।

Armature Reaction এর জন্য মূলতঃ দুটি প্রভাব পরিলক্ষিত হয়।

(i) এটি Main magnetic field কে সরাসরি বাঁধা প্রদান করে দূর্বল করে ফেলে। ফলে Resultant flux কমে যাওয়ার দরুণ Terminal voltage কমে যেতে পারে।

(ii) Main field flux এর সাথে friction এর দরুণ commutator ও brush এ spark হতে পারে।

Armature Reaction কমানোর উপায় :

(i) Air gap বৃদ্ধি করে।

(ii) Inter pole ব্যবহার করে।

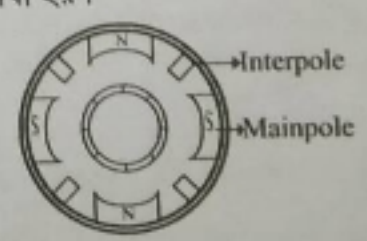
(iii) Compensating winding করে।

(ii) Brush এর অবস্থান পরিবর্তন করে।

প্রশ্ন: Interpole এর কাজ কি?

উত্তরঃ

Interpole গুলো প্রধান পোল এর তুলনায় চিকন এবং মেইন পোল গুলোর মাঝখানে বসানো হয়। Interpole flux আর্মেচার রিয়্যাকশনের কারণে আর্মেচারে ফিল্ড পোলের চৌম্বক বলরেখা আড়াআড়ি ভাবে উৎপন্ন চৌম্বক বলরেখাকে বিনষ্ট করে। যার ফলে ফিল্ড পোলের চৌম্বক বলরেখাও বিকৃত হয় না। অর্থাৎ এই পোল ব্যবহার করলে লোডের যে কোন অবস্থাতেই ব্রাশকে জ্যামিতিক ভাবে নিরেপক্ষ অবস্থায় রাখা হয়।



প্রশ্ন: Shunt generator -এ voltage উৎপাদন ব্যার্থ হওয়ার কারণ কি?

উত্তরঃ

ক) রেসিডুয়্যাল ম্যাগনেটিজম না থাকলে।

খ) শান্ট ফিল্ড রেজিস্ট্যান্স অত্যন্ত বেশি হলে।

গ) শান্ট ফিল্ড বিপরীত পোলারিটিতে সংযোগ দেওয়া থাকলে।

ঘ) শান্ট ফিল্ড সার্কিট ওপেন হয়ে গেলে।

ঙ) শান্ট ফিল্ড সার্কিট শর্ট হয়ে গেলে।

চ) ব্রাশ ঠিকমতো বসানো না থাকলে।

ছ) আর্মেচারকে সঠিক দিকে ঘুরাতে হবে।

প্রশ্ন: কম্যুটেশন বলতে কি বুঝায়?

উত্তরঃ

যে প্রক্রিয়ায় খুব অল্প সময়ের মধ্যে প্রতিটি কয়েলে কারেন্ট দিক পরিবর্তন করে এবং আর্মেচারে উৎপন্ন সমস্ত কারেন্ট বহিঃসার্কিটে প্রেরিত হয় তাকে কম্যুটেশন বলে। ইহার অর্থ হল দিক পরিবর্তন।

প্রশ্ন: ডিসি এক্সাইটেশন কি? ইহার প্রয়োজনীয়তা কি?

উত্তরঃ

এক্সাইটেশন: জেনারেটরের ফিল্ড পোলে ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স তৈরির জন্য ফিল্ড কয়েল বা পোল কয়েলে ডিসি সরবরাহ করে একে ইলেকট্রোম্যাগনেটে পরিণত করা হয়। এই ফিল্ড কয়েলে ডিসি সরবরাহ করাকেই এক্সাইটেশন বলে।

<u>এক্সাইটেশনের প্রয়োজনীতাঃ</u>

ডিসি মেশিনের ক্ষেত্রে পোল কোরের চারদিকে একটি কয়েল থাকে যাকে ফিল্ড কয়েল বা ওয়াভিং বলা হয়। এই ফিল্ড কয়েলের মধ্যদিয়ে ডাইরেক্ট কারেন্ট (ডিসি) প্রবাহিত করালে, যতক্ষণ কারেন্ট প্রবাহিত হতে থাকবে ততক্ষণ পর্যন্ত এটা চুম্বক হিসেবে কাজ করবে। সেই সাথে কারেন্টের মান বৃদ্ধি করলে পোলের শক্তিও বৃদ্ধি পাবে অর্থাৎ পোল হতে নির্গত চৌম্বক বলরেখা বা ফ্লাক্স ছাড়া ডিসি মেশিনের আর্মেচারে কোন ভোল্টেজ উৎপন্ন হবে না। এজন্যই এক্সাইটেশনের প্রয়োজন পড়ে।

প্রশ্ন: ডিসি জেনারেটরের এক্সাইটেশনের শর্ত সমূহ কি কি?

উত্তর:

এক্সাইটেশরের শর্ত সমূহ নিম্নরূপ-

১) প্রতি পোলের এক্সাইটেশনের জন্য অনেক প্যাঁচের একটি কয়েল হলে তার খুব চিকন হতে হবে।

২) কিছু প্যাঁচের একটি কয়েল তার খুব মোটা হতে হবে।

৩) তারের দুটি কয়েল হলে একটি তার চিকন এবং অপরটি মোটা হতে হবে।

৪) এক্সাইটেশনের জন্য অবশ্যই ডিসি সরবরাহ দিতে হবে।

প্রশ্ন: রিয়্যাকটেন্স ভোল্টেজ কাকে বলে?

উত্তরঃ

কম্যুটেশন এর সময় আর্মেচার কয়েলের কারেন্ট দিক পরিবর্তন করে, ফলে ঐ কয়েলে একটি সেল্ফ ইন্ডিউসড ই.এম.এফ উৎপন্ন হয়। এই self induced emf কে রিয়্যাকটেন্স ভোল্টেজ বলে।

Reactance voltage = Co-efficient of self inductance $= L\times\frac{dI}{dt} = 2LI/T_c$

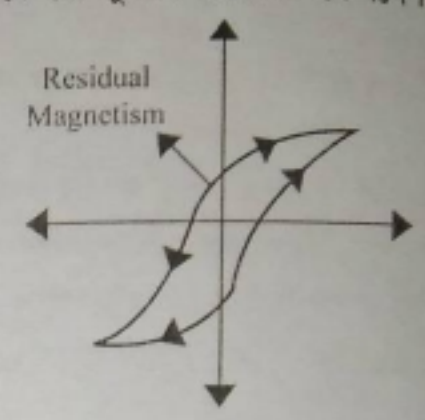
[T_c = commutation period]

T_c= যে স্বল্প সময়ে coil short circuit অবস্থায় থাকে, তাকে commutation period বলে।

প্রশ্ন: রেসিডুয়্যাল ম্যাগনেটিজম কি? এটি কিভাবে নষ্ট হয় এবং ফিরিয়ে আনার উপায় লিখ।

উত্তরঃ

<u>রেসিডুয়্যাল ম্যাগনেটিজম</u>: Residual Magnetism হল অবশিষ্ট চুম্বকত্ব। ডিসি জেনারেটরের ফিল্ডে আগে থেকেই কিছু চুম্বকত্ব বিদ্যমান থাকে। এ চুম্বকত্বকে রেসিডুয়্যাল ম্যাগনেটিজম বলে।



নষ্ট হওয়ার কারণঃ

ক) বহুদিন যাবৎ মেশিন অব্যবহৃত থাকলে,

খ) মেশিনে ঝাঁকুনি লাগলে,

গ) ফিল্ড কারেন্ট উল্টা দিকে প্রবাহিত হলে রেসিডুয়্যাল ম্যাগনেটিজম নষ্ট হয়ে যায়।

ফিরিয়ে আনার উপায়:

বাহির হতে ডিসি সরবরাহ দিয়ে হারিয়ে যাওয়া রেসিডুয়্যাল ম্যাগনেটিজম ফিরিয়ে আনা যায়।

প্রশ্ন: DC Generator এ Generating Voltage কি কি বিষয়ের উপর নির্ভর করে?

উত্তরঃ

$$Eg = \left(\frac{\varphi ZN}{60} \times \frac{P}{A}\right) \text{ voltage}$$

এখানে P, A, Z constant থাকে।

অর্থাৎ $E_g \ \alpha \ \varphi N$

উৎপাদিত voltage নিম্নলিখিত বিষয়ের উপর নির্ভরশীলঃ

(i) চুম্বক flux অর্থাৎ চুম্বক ক্ষেত্রের শক্তির উপর।

(ii) Armature এর ঘূর্ণন গতির উপর।

(iii) Armature conductor এর length ও coil turn সংখ্যার উপর।

প্রশ্ন: লোড বৃদ্ধির সাথে সাথে টার্মিনাল ভোল্টেজ পতনের কারণ কি কি?

উত্তরঃ

ক) আর্মেচার রিয়্যাকশনে ফিল্ড দুর্বল হয়ে পড়ে।

খ) আর্মেচার রেজিস্ট্যান্সের জন্য ভোল্টেজ ড্রপ হয়।

গ) ফিল্ড দুর্বল হয়ে ফ্লাক্স কমে যায় এবং সেই সাথে আবিষ্ট ই.এম.এফ কমে যায়।

প্রশ্ন: Series generator ও shunt generator এর ব্যবহার লিখ?

উত্তরঃ

ক) সিরিজ জেনারেটরের ব্যবহার নিম্নরূপ-

১) যেখানে এর variable speed প্রয়োজন হয়।

২) বিশেষ কাজ যেমন: বুশটার হিসেবে ব্যবহৃত হয়। ইহা ব্যতীত এর ব্যবহার কদাচিৎ।

খ) শান্ট জেনারেটরের ব্যবহার নিম্নরূপ-

১) যেখানে constant speed এর প্রয়োজন হয়।

২) এসি জেনারেটরে এক্সাইটেশন সরবরাহ কাজে

৩) জেনারেটর হতে যেখানে লোড এর দুরত্ব কম, সেখানে সরবরাহ কাজে।

৪) স্টোরেজ ব্যাটারি চার্জ করার কাজে শান্ট জেনারেটর ব্যবহৃত হয়।

প্রশ্ন: সিরিজ জেনারেটরকে উর্ধমূখী বৈশিষ্ট্যের জেনারেটর বলা হয় কেন?

উত্তরঃ

সিরিজ জেনারেটরের বৈশিষ্ট্য হল লোড সংযোগ করলে এর টার্মিনাল ভোল্টেজ বৃদ্ধি পায়। এই জন্য একে উর্ধমূখী বৈশিষ্ট্যের জেনারেটর বলা হয়।

প্রশ্ন: কোন জেনারেটরকে নিম্নমূখী বৈশিষ্ট্যের জেনারেটর বলা হয়?

উত্তরঃ

শান্ট জেনারেটরকে বলে। কারণ এতে লোড সংযোগ করলে টারমিনাল ভোল্টেজ কমে যায়।

প্রশ্ন: সকল জেনারেটরই এসি ভোল্টেজ উৎপন্ন করে, ইহাকে ডিসি করতে হলে কি করতে হবে?

উত্তরঃ

যদি এসি কে ডিসি হিসেবে আউটপুটে আনতে হয় তাবে আর্মেচার কয়েলের সাথে কম্যুটেটর সংযোগ করত হবে। আর যদি এসি কে আউটপুটে আনতে হয় তবে কয়েলের সাথে স্লিপ রিং সংযোগ করতে হবে।

প্রশ্ন: Break down voltage/point কি?

উত্তরঃ

ব্রেক ডাউন ভোল্টেজ: সর্বোচ্চ যে ভোল্টেজ পর্যন্ত generator load নিতে পারে তাকে break down point বলে।

প্রশ্ন: DC Generator এর Voltage Regulation বলতে কি বুঝায়?

উত্তরঃ

No load voltage ও full load voltage এর পার্থক্যকে voltage regulation বলে। ইহাকে সাধারণত full load এর শতকরা হারে প্রকাশ করা হয়।

$$\%V_{reg} = \left(\frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} \times 100\right)\%$$

প্রশ্ন: DC Generator এর Parallel Operation শর্ত সমূহ লিখ?

উত্তরঃ

DC Generator এর Parallel Operation শর্তঃ

(i) প্রত্যেক Generator এর terminal voltage সমান হতে হবে।

(ii) এদের Polarity একই হতে হবে।

(iii) প্রত্যেক Generator এর বৈশিষ্ট্য একই হতে হবে।

প্রশ্ন: DC Generator এর Parallel এ পরিচালনার সুবিধা সমূহ লিখ?

উত্তরঃ

DC Generator এর Parallel Operation সুবিধা সমূহ ঃ

(i) Efficiency maximum হয়।

(ii) গ্রাহকদের Supply সার্বক্ষনিক দেয়া যায়।

(iii) মেরামত ও রক্ষনাবেক্ষন (over holing) করা সহজ।

(iv) ভবিষ্যতে load সম্প্রসারন করা যায়।

প্রশ্ন: প্যারালালে পরিচালিত ডিসি জেনারেটরের কিভাবে বাসবার হতে বিচ্ছিন্ন করা যায় লিখ।

উত্তরঃ

কোন জেনারেটরকে বাসবার হতে বিচ্ছিন্ন করতে হলে প্রথমেই তার ফিল্ড কারেন্ট ধীরে ধীরে কমাতে হবে এবং সঙ্গে সঙ্গে অপর জেনারেটরটির ফিল্ড কারেন্ট ধীরে ধীরে বাড়াতে হবে। এতে করে প্রথম জেনারেটরটির লোড কারেন্ট কমে এবং দ্বিতীয়টির লোড কারেন্ট বাড়তে থাকবে ও এক সময় সমস্ত লোড কারেন্ট দ্বিতীয় জেনারেটরটি বহন করবে। তখন প্রথম জেনারেটরের লোড কারেন্ট শূণ্যতে আসলে সুইচ খুলে দিয়ে তাকে বাসবার হতে বিচ্ছিন্ন করতে হবে।

প্রশ্ন: DC generator এর Name plate কি কি নির্দেশ করে?

উত্তর:

(1) Output in KW,
(2) Output voltage,
(3) Speed and
(4) Permissible temperature rise.

প্রশ্ন: একটি DC machine কি Name plate এর দেওয়া শর্তের ভিন্ন উপায়ে চালানো যাবে?

উত্তরঃ

জেনারেটরের নেম প্লেট দেওয়া মানগুলো দ্বারা বুঝানো হয় যে, সেই মান গুলোর মধ্যে সীমাবদ্ধ রেখে মেশিন চালানো হলে মেশিনটি দীর্ঘ সময় পর্যন্ত চালানো যাবে। এটা অনুমান করা যাবে না যে মেশিনটি নেমপ্লেটে দেওয়া শর্তেও ভিন্ন মানে চালানো যাবে না। তারপরও, নেমপ্লেটের দেওয়া মানগুলোর যে কোন একটির মান বেশি হলে তখন মেশিনটি উপযুক্ত সময়ের পূর্বেই ব্রেক ডাউন হওয়ার সম্ভবনা থাকে।

প্রশ্ন: GNA এবং MNA এর পূর্ণরূপ লিখ।

উত্তরঃ

GNA এবং MNA এর পূর্ণরূপ হল

GNA= Geomterical Neutral Axis

MNA= Magnetic Neutral Axis

প্রশ্ন: DC machine এর armature silicon steel এর তৈরি করা হয় কেন?

উত্তরঃ

একটি আর্মেচারের জন্য গুরুত্বপূর্ন ফাংশন হল ফ্লাক্সের জন্য low reluctanc পাথ (N pole to S pole) তৈরি করা, যাতে আর্মেচারের মধ্যে দিয়ে সহজেই ফ্লাক্স যাতায়াত করতে পারে। আর এজন্য আর্মেচারের উপাদান উচ্চ পারমিয়্যাবিলিটি যেমন silicon steel এর হওয়া প্রয়োজন। এছাড়াও সিলিকন স্টিল এর আরেকটি গুরুত্বপূর্ণ সুবিধা হল এর হিসটেরেসিস লস কম।

প্রশ্ন: জেনারেটরের ভাসমান বা floating অবস্থা কাকে বলে?

উত্তরঃ

প্যারালাল অপারেশনের জন্য আগত বা নতুন জেনারেটরের উৎপন্ন ভোল্টেজ এবং বাস বার ভোল্টেজ সমান হলে আগত জেনারেটর কোন কারেন্ট নিবে না। একে জেনারেটরের ভাসমান অবস্থা বলে।

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী

→ $E_g = V_L + I_aR_a + V_b$

[For dc shunt and excited gen.]

→ $E_g = V_L + I_aR_{se} + I_aR_a + V_b$

[For series gen.]

→ $E_g = V_L + I_aR_{se} + I_aR_a + V_b$

[For long shunt gen.]

→ $E_g = V_L + I_LR_{se} + I_aR_a + V_b$

[For short shunt gen.]

→ $I_{sh} = \frac{V_L + I_LR_{se}}{R_{sh}}$

→ $E_g = V_L + I_LR_p + I_aR_a + V_b$

[Long shunt diverter gen.]

→ $R_p = R_{se} \parallel R_d$

→ $E_g = \frac{\emptyset NZ}{60} \times \frac{P}{A}$

→ $\emptyset = B_m \times A$

→ $Z = 2T$

→ $Z = \text{Slot} \times \text{conductor/slot}$

→ $R_a = \frac{\text{No of turn} \times \text{resistance in a turn}}{\text{No of pole} \times \text{No of parallel path}} = \frac{T \times R_T}{P \times A}$

$R_a = \frac{\text{No of conductor} \times \text{resistance in a conductor}}{\text{No of pole} \times \text{No of parallel path}}$

$= \frac{Z \times Z_T}{P \times A}$

→ Leakage co-efficient,

$\lambda = \frac{\text{Total flux /Pole}}{\text{Working flux /Pole}}$

→ For maximum efficiency,

$KVA_{max} = KVA_{rated} \times \sqrt{\frac{\text{Core loss}}{\text{Full load Cu loss}}}$

→ Variable loss = Constant loss

Notation:

E_g= Generated E.M.F.

V_L= Load voltage

R_a= Armature resistance

R_{se}= Series resistance

R_d = Diverter resistance

V_b = Brush voltage drop

I_a = Armature current

I_{sh}= Shunt current

$\emptyset$ = Flux per pole

N = Rotor speed

Z = No. of conductor

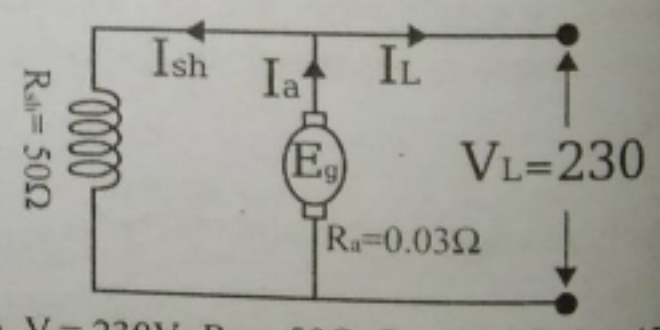
P = No. of pole

A = No of parallel path

Mathematical problem

1) 230V এবং 450A একটি শান্ট জেনারেটরের শান্ট এবং আর্মেচার রেজিস্ট্যান্স যথাক্রমে 50Ω এবং 0.03Ω হলে, জেনারেটরের উৎপন্ন e.m.f নির্ণয় কর।

Sol^n:



Given, V_t= 230V, R_{sh}= 50Ω, R_a= 0.03Ω, I_L= 450A

$\therefore I_{sh} = \frac{V_t}{R_{sh}} = \frac{230}{50} = 4.6A$

$\therefore I_a = I_L + I_{sh} = 450 + 4.6 = 454.6A$

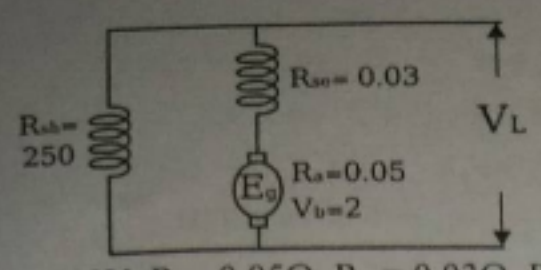
$\therefore E_g = V_t + I_a R_a$

$= 230 + 454.6 \times 0.03$

$\therefore E_g = 243.64V$ [Ans]

2) একটি 500V লং-শান্ট জেনারেটর লোডে 50A কারেন্ট সরবরাহ করে। যদি আর্মেচার, সিরিজ ফিল্ড, শান্ট ফিল্ড রেজিস্ট্যান্স যথাক্রমে 0.05Ω, 0.03Ω এবং 250Ω হয়। যদি প্রতি ব্রাশে 1V drop হয়, তবে আর্মেচারে উৎপন্ন ভোল্টেজ এবং কারেন্ট নির্ণয় কর।

Sol^n:



Given, V_t= 500V, R_a= 0.05Ω, R_{se}= 0.03Ω, R_{sh}= 250Ω, I_L= 50A

$\therefore I_{sh}=\frac{V_t}{R_{sh}}=\frac{500}{250}=2A$

$\therefore I_a= I_L + I_{sh}= 50+2 = 52A$

$\therefore E_g= V_t+I_a (R_a+ R_{se})+V_b$

$= 500+52\times(0.05+0.03)+2$

$\therefore E_g = 506.16V$ [Ans]

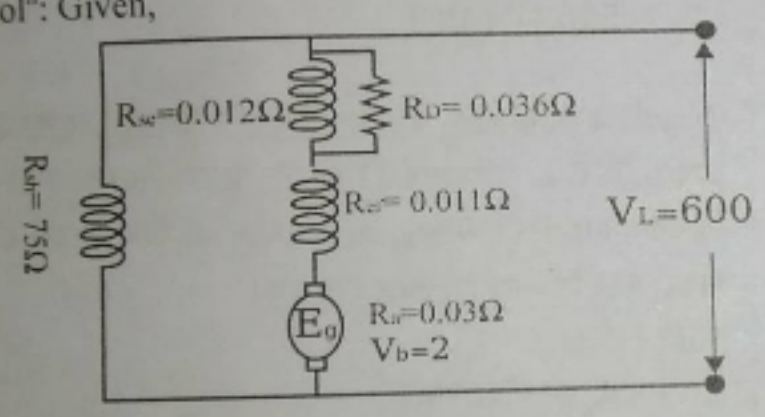
3) একটি 300kW, 600V লং-শান্ট কম্পাউন্ড জেনারেটরের তথ্য সমূহঃ-

R_{sh}= 75Ω, R_a= 0.03Ω,

$R_{commutating}$= 0.011Ω, R_{se}= 0.012Ω,

R_D= 0.036Ω এই অবস্থায় মেশিনটি যখন ফুল লোডে চলে তখন আর্মেচারে উৎপাদিত ভোল্টেজ এবং পাওয়ার বের কর।

Sol^n: Given,



V_t= 600V,

R_{sh}= 75Ω

R_a= 0.03Ω,

$R_{commutating}$= 0.011Ω

R_{se}= 0.012Ω

R_D= 0.036Ω

$\therefore I_L=\frac{P_{out}}{V_t}=\frac{300\times1000}{600}=500A$

$\therefore I_{sh}=\frac{V_t}{R_{sh}}=\frac{600}{75}=8A$

$\therefore I_a= I_L + I_{sh}= 500+8 = 508A$

$R_T= (0.036\|0.012) + 0.011 + 0.03$

$\therefore R_T = 0.05\Omega$

Now,

$\therefore E_g= V_t+I_a R_T$

$= 600+508\times0.05$

$\therefore E_g = 625.4V$ [Ans]

Power, $P = E_g I_a = 625.4\times508$

$\therefore P = 317.7kW$ [Ans]

4) একটি DC shunt generator এর emf 520V. ইহার armature এ 2000 conductor আছে এবং flux/pole 0.013Wb, speed 1000 rpm এবং armature winding এ 4 টি parallel path আছে। উহার pole সংখ্যা নির্ণয় কর?

Sol^n: Given,

E_g= 520V, Z= 2000, Ø = 0.013Wb, N = 1000 rpm, A=4

We know, $E_g=\frac{ØNZ}{60}\times\frac{P}{A}$

$\Rightarrow 520 = \frac{0.013\times1000\times2000}{60}\times\frac{P}{4}$

$\Rightarrow P= 4.8$ (ভগ্নাংশ হবে না)

$\therefore P \approx 4$ [Ans]

5) যখন একটি lap winding DC generator এর emf 200V, 0.02Wb flux এ 1000 rpm এ চলে তখন ইহার ঘূর্ণন হয় 1100 rpm এবং একই সময়ে flux 0.019Wb হয়। তবে induced emf কত হবে?

Sol^n:

Given, E_{g1}= 200V, E_{g2}=?

$Ø_1$ = 0.02Wb, N_1 = 1000 rpm,

$Ø_2$ = 0.019Wb, N_2 = 1100 rpm

Now,

$\frac{E_{g1}}{E_{g2}}=\frac{Ø_1N_1}{Ø_2N_2}$

$\Rightarrow \frac{200}{E_{g2}}=\frac{0.02\times1000}{0.019\times1100}$

$\therefore E_{g2}$= 209V [Ans]

6) 10kW, 250V, 6 pole বিশিষ্ট dc shunt generator এর full load এ 1000 rpm এ চলে। armature lap connected যাতে 534 টি conductor আছে। Generator এর full load এ copper loss 0.64kw এবং মোট brush drop 1V, শান্ট কারেন্ট উপেক্ষা করিয়া প্রতি পোলের ফ্লাক্স বের কর।

Sol^n:

Given,

P_{out}= 10kW,

V_t= 250V,

N= 1000rpm,

Z=534,

P_{cu}= 0.64kW = 640W,

V_b= 1V, A=P=6

$\therefore I_L=\frac{P_{out}}{V_t}=\frac{10\times1000}{250}=40A$

Now, $E_g = V_t + I_a R_a$

$\Rightarrow 462 = V_T + 50\times0.055$

$\therefore V_T = 459.25V$ [Ans]

10) একটি 4 pole DC shunt generator এর শান্ট ফিল্ড রেজিস্ট্যান্স 100Ω, আর্মেচার রেজিস্ট্যান্স 1Ω এবং আর্মেচারে 378টি wave connected conductor আছে। প্রতি পোলে 0.02Wb flux আছে। Conductor 1000rpm এ ঘুরিলে এবং লোডে 10Ω রেজিস্ট্যান্স থাকলে লোড কর্তৃক গৃহীত পাওয়ার কত?

Sol^n: Given,

A=2, P= 4, Ø = 0.02Wb,

N= 1000 rpm, Z= 378, R_a= 1Ω, R_{sh}= 100Ω, R_L= 10Ω, V=?

We know,

$$E_g = \frac{\phi NZ}{60} \times \frac{P}{A}$$

$$\Rightarrow E_g = \frac{0.02 \times 1000 \times 378 \times 4}{60 \times 2}$$

$\Rightarrow E_g = 252V$

Now, $E_g = V + I_a R_a$

$\Rightarrow E_g = V + (I_L + I_{sh}) R_a$

$\Rightarrow E_g = V + \left(\frac{V}{R_L} + \frac{V}{R_{sh}}\right) R_a$

$\Rightarrow 252 = V + \left(\frac{V}{10} + \frac{V}{100}\right) \times 1$

$\therefore V = 227.02V$

Power,

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{227.02^2}{10}$$

$\therefore P = 5154.13$ Watt [Ans]

11) একটি সিরিজ জেনারেটরের ফিল্ড এবং আর্মেচার রেজিস্ট্যান্স একত্রে 1Ω যদি উহা 250V এ 8kW সরবরাহ করে তবে, (i) আর্মেচারের উৎপন্ন তড়িৎ চাপ, (ii) জেনারেটরের মোট তড়িৎ শক্তি এবং (iii) যদি full load এ চলিবার সময় উহার কর্মক্ষমতা শতকরা 90 ভাগ হয়, তবে prime mover এর হর্স পাওয়ার কত হওয়া প্রয়োজন?

Sol^n: Given,

R_t= 1Ω, V_t= 250V,

P_{out}= 8kW

$\therefore I_L = I_a = \frac{P_{out}}{V_t} = \frac{8\times1000}{250} = 32A$

(i) Now, $E_g = V_t + I_a R_a$

$= 250 + 32\times1$

$\therefore E_g = 282V$ [Ans]

(ii) $P_g = E_g I_a = 282\times32$

$\therefore P_g = 9.024$ kW [Ans]

(iii) η= 90% = 0.9

$\therefore \eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100$

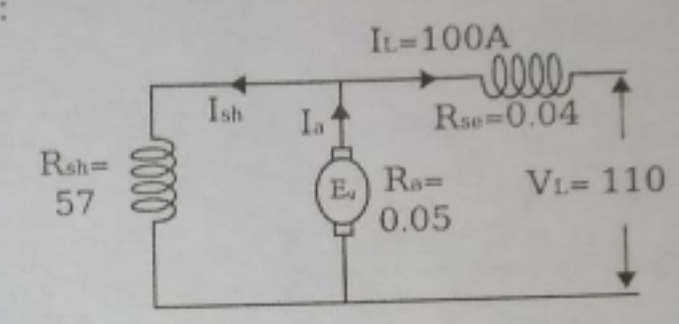
$\Rightarrow P_{in} = \frac{8\times1000}{0.9}$

$\Rightarrow P_{in} = 8888.89/746$

$\therefore P_{in} = 11.9154$ HP [Ans]

12) একটি short shunt compound generator বাহিরের সার্কিটে 110V এ 100A সরবরাহে থাকে। যেখানে R_a= 0.05Ω, R_{sh}= 57Ω, R_{se}= 0.04Ω যদি mechanical loss 852 watt হয়, তবে বের করঃ- (i) E_g, (ii) Armature cu loss, (iii) Series field cu loss, (iv) Shunt field cu loss and (v) Overall efficiency.

Sol^n:



V_t= 110V,

I_L= 100A, R_a= 0.05Ω,

R_{sh}= 57Ω, R_{se}= 0.04Ω,

P_{loss}= 852W

Shunt voltage, $V_{sh} = V_t + I_L R_{se}$

$= 110 + 100\times0.04$

$\therefore V_{sh} = 114V$

$\therefore I_{sh} = \frac{V_{sh}}{R_{sh}} = \frac{114}{57} = 2A$

$\therefore I_a = I_L + I_{sh} = 100+2 = 102A$

(i) Generated emf,

$E_g = V_t + I_a R_a + I_L R_{se}$

$= 110+102\times0.05+100\times0.04$

$\therefore E_g = 119.1$ Volt [Ans]

(ii) Armature copper loss,

$P_a = I_a^2 R_a = 102^2\times0.05$

$\therefore P_a = 520.2$ watt [Ans]

(iii) Series field copper loss,

$P_{se} = I_L^2 R_{se} = 100^2\times0.04$

$\therefore P_{se} = 400$ Watt [Ans]

(iv) Shunt field copper loss,

$P_{sh} = I_{sh}^2 R_{sh} = 2^2\times57$

$\therefore P_{sh} = 228$ Watt [Ans]

(v) Overall efficiency,

$\therefore \eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100$

গ) $\frac{1}{2}$ ×কনস্ট্যান্ট লস ঘ) কোনটিই নয়

৩৪) কনস্ট্যান্ট লস Wc, আর্মেচার রেজিস্ট্যান্স Ra, জেনারেটরের ম্যাক্সিমাম কর্মদক্ষতায় I_L=?

ক) $I_L = \sqrt{\frac{Ra}{Wc}}$ খ) $I_L = \frac{Wc}{\sqrt{Ra}}$

গ) $I_L = \frac{Ra}{\sqrt{Wc}}$ ঘ) $I_L = \sqrt{\frac{Wc}{Ra}}$

35) 30KW, 300V d.c শান্ট জেনারেটরের আর্মেচার এবং ফীল্ড রেজিস্ট্যান্স যথাক্রমে 0.5Ω এবং100Ω। জেনারেটেড ভোল্টেজ কত?

ক) 295.25V খ) 311.25V গ) 305.15V ঘ) কোনটিই নয়

৩৬) জেনারেটরের কর্মদক্ষতা বলতে কি বুঝায়?

ক) ইলেকট্রিক্যাল কর্মদক্ষতা খ) ওভার-অল কর্মদক্ষতা

গ) মেকানিক্যাল কর্মদক্ষতা ঘ) কোনটিই নয়

৩৭) ওয়েভ উন্ড জেনারেটর প্রদান করে-

ক) কম কারেন্ট কিন্তু বেশী ভোল্টেজ

খ) বেশী কারেন্ট কিন্তু কম ভোল্টেজ

গ) বেশী কারেন্ট কিন্তু বেশী ভোল্টেজ ঘ)কোনটিই নয়

৩৮) কম্যুটেটর কিসের ন্যায় কাজ করে?

ক) অ্যামপ্লিফায়ার খ) রেক্টিফায়ার গ) লোড ঘ) কোনটিই নয়

৩৯) কপার লস কোন কোন জেনারেটরের ক্ষেত্রে কনস্ট্যান্ট?

ক) সিরিজ জেনারেটর খ) শান্ট জেনারেটর

গ) শান্ট এবং কম্পাউন্ড উভয়ই ঘ) কোনটিই নয়

৪০) ডিসি জেনারেটরের আর্মেচার কপার লস-

ক) কনস্ট্যান্ট লস খ) ভেরিয়েবল লস

গ) স্ট্রে লস ঘ) কোনটিই নয়

৪১) আর্মেচার রিয়্যাকশন কিসের জন্য বৃদ্ধি পায়?

ক) ফীল্ড কারেন্ট খ) আর্মেচার কারেন্ট

গ) ডাটা ইনসাফিসিয়েন্ট ঘ) কোনটিই নয়

42) O.C.C কে ডিসি জেনারেটরের কোন ক্যারেক্টারিস্টিক বলা হয়?

ক) ম্যাগনেটিক খ) ইন্টারনাল

গ) এক্সটারনাল ঘ) পারফরমেন্স

৪৩) শান্ট জেনারেটর সর্বাধিক ভোল্টেজ প্রদান করে-

ক) নো লোড খ) ফুল লোড

গ) হাফ লোড ঘ) কোনটিই নয়

৪৪) সবচেয়ে কম ভোল্টেজ প্রদান করে কোন জেনারেটর?

ক) শান্ট জেনারেটর খ) ওভার-কম্পাউন্ড জেনারেটর

গ) ফ্ল্যাট-কম্পাউন্ড জেনারেটর ঘ) সিরিজ জেনারেটর

Answers:

১) ক	২) ক	৩) ক	৪) খ	৫) খ	৬) ক	৭) খ
৮) ক	৯) ক	১০) ক	১১) ক	১২) খ	১৩) গ	১৪) ক
১৫) খ	১৬) খ	১৭) ক	১৮) গ	১৯) গ	২০) ক	২১) খ
২২) ঘ	২৩) ঘ	২৪) ক	২৫) গ	২৬) ঘ	২৭) ক	২৮) গ
২৯) খ	৩০) ক	৩১) খ	৩২) ঘ	৩৩) ক	৩৪)ঘ	৩৫) গ
৩৬) খ	৩৭) ক	৩৮) খ	৩৯) গ	৪০) খ	৪১) খ	৪২) ক
৪৩) ক	৪৪) খ					

DC Motor

প্রশ্ন: ডিসি মোটর কি?

উত্তরঃ

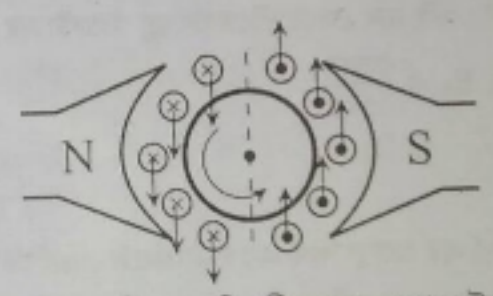
যে ইল্যাকট্রিক্যাল মেশিন ডিসি শক্তি গ্রহণ করে উহাকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্ত রিত করে তাহাকে ডিসি মোটর বলে। ডিসি মোটর ও ডিসি জেনারেটরের গঠন একই রকম। যদি ডিসি মেশিনের আর্মেচারকে প্রাইম মুভার এর সাহায্যে ঘুরানো হয় তবে মেশিনটি জেনারেটর হিসেবে কাজ করবে এবং যদি আর্মেচার পরিবাহীতে ডিসি সরবরাহ দেওয়া হয় তবে মেশিনটি মোটর হিসাবে কাজ করবে। ডিসি মোটরের অপর নাম ফ্রি-ওয়ে মিটার।

প্রশ্ন: ডিসি মোটরের মূলনীতি ও কার্যপ্রণালী বর্ণনা কর।

উত্তরঃ

মূলনীতি: যদি চুম্বক ক্ষেত্রের মধ্যে কোন পরিবাহী কারেন্ট বহন করে। তবে ঐ পরিবাহীতে একটি লব্ধি বল তৈরি হয় যার মান এবং যার দিক ফ্লেমিং এর বাম হস্ত নিয়ম থেকে পাওয়া যায়। এই বলের প্রভাবে মোটর ঘুরতে শুরু করে।

কার্যপ্রণালীঃ



মনেকরি, N পোলের অধীনের পরিবাহী গুলোতে কারেন্ট ভিতরে (ক্রস) যাচ্ছে এবং S পোলের অধীনের পরিবাহী গুলোতে কারেন্ট বাহিরে (ডট) আসছে। ফলে প্রতিটি পরিবাহীতে একটি লব্ধি বল উৎপন্ন হয়। ফ্লেমিং এর বাম হস্ত নিয়ম প্রয়োগ করে এই বলের দিক পাওয়া যায় (যাহা তীর চিহ্ন দ্বারা চিত্রে দেখানো হয়েছে)। যেহেতু আর্মেচারে উপর পরিবাহী গুলো বসানো থাকে। ফলে পরিবাহীর উপর উৎপন্ন বলের প্রভাবে আর্মেচার সহ পরিবাহী গুলো ঘুরতে শুরু করে (ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে)। যাহা বড় তীর চিহ্ন দ্বারা চিত্রে দেখানো হয়েছে।

প্রশ্ন: ডিসি মোটরের ব্যাক ই.এম.এফ. সমীকরণ নির্ণয় কর।

উত্তর:

মনেকরি,

$\emptyset$ = flux per pole

P = Number of pole

N = Speed per min.(rpm)

Z = Total no. of armature conductor

A = No. of armature parallel path

E_b= Back emf

Faraday`s এর electromagnetic induction সূত্র অনুযায়ী, আমরা জানি,

প্রতি পরিবাহীতে উৎপন্ন E.M.F. = $\frac{d\emptyset}{dt}$ volt

∴ প্রতি ঘূর্ণনে ফ্লাক্স এর পরিবর্তন, $d\varphi = \varphi P$ Weber

আবার প্রতি সেকেন্ডে ঘূর্ণন সংখ্যা= $\frac{N}{60}$

প্রতি ঘূর্ণনে প্রয়োজনীয় সময়, $dt = \frac{60}{N}$

(1) নং সমীকরণে মান বসিয়ে,

∴প্রতি পরিবাহীতে উৎপন্ন E.M.F.= $\frac{\varphi P}{60/N} = \frac{\varnothing PN}{60}$

আবার, প্রতি প্যারালাল পথে পরিবাহী সংখ্যা = Z/A

∴Back e.m.f, $E_b = \frac{\varnothing PNZ}{60 \times A}$ Volt [Proved]

প্রশ্ন: ডিসি মোটরের ব্যাক ই.এম. এফ বা কাউন্টার ই.এম.এফ বলতে কি বুঝ?

উত্তর:

ডিসি মোটরে সাপ্লাই দেয়া হলে ফ্লাক্স এর কারণে এবং কান্ডাক্টরে কারেন্ট আগত হওয়া ও নির্গত হওয়ার উপর ভিত্তি করে আর্মেচার কন্ডাক্টর ঘুরতে শুরু করে। ফলশ্রুতিতে ম্যাগনেটিক ফিল্ডের ফ্লাক্স কন্ডাক্টর দ্বারা কর্তন হয়। এতে কন্ডাক্টর এ ই.এম.এফ. ইন্ডিউসড হয় যা মূল সাপ্লাই এর বিপরীত হয়। একেই ব্যাক ই.এম.এফ বা কাউন্টার ই.এম. এফ বলে। এই মান জেনারেটরে উৎপন্ন ভোল্টেজের সমান।

∴Back e.m.f, $E_b = \frac{\varnothing PNZ}{60 \times A}$

এছাড়াও $E_b = V - I_a R_a$

প্রশ্ন: Back emf এর গুরুত্ব লিখ অথবা "Back emf মোটরের গর্ভনর হিসেবে কাজ করে" বুঝিয়ে লিখ? অথবা Back emf মোটরের self regulator হিসেবে কাজ করে।

উত্তর:

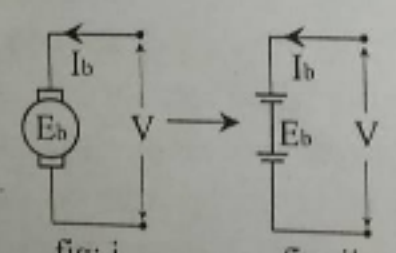


fig: i fig: ii

মোটরের সমতুল্য সার্কিট (Fig:ii) হতে আমরা দেখতে পাই যে E_b একটি ব্যাটারির মত কাজ করে যা সরবরাহ ভোল্টেজ V এর বিপরীত পোলারিটির। আমরা লিখতে পারি,

$$I_a = \frac{V - E_b}{R_a}$$

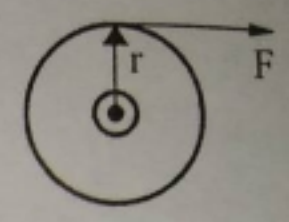
আবার, $E_b = \frac{\varnothing PNZ}{60 \times A}$

$\Rightarrow E_b \propto \varphi$

অর্থাৎ speed বাড়লে E_b বাড়ে ফলে armature current (I_a) কমে এবং speed কমলে E_b কমে ফলে armature current বাড়ে, যার ফলে torque বাড়ে। এ থেকে বুঝা যায় যে, back emf মোটরের গভর্ণর হিসেবে কাজ করে মোটরকে self regulate করতে সাহায্য করে।

প্রশ্ন: ডিসি মোটরের টর্ক সমীকরণ লিখ?

উত্তর: যখন পরিবাহীর ভিতর দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট, বল উৎপন্ন করবে এবং পরিবাহী যে কোন একদিকে ঘুরিতে চেষ্টা করিবে, এই ঘূর্ণন প্রবণতাকে টর্ক বলে।



∴Torque, T=Fr

Here,

T = Torque, F= Force, r = radius

মনেকরি, T_a= আর্মেচার কর্তৃক উৎপন্ন টর্ক

∴ উৎপন্ন পাওয়ার= $F \times 2\pi r \times N$

$= T_a \times 2\pi N$ ----(1)

এখানে N rps এ।

আর্মেচারের মেকানিক্যাল পাওয়ার,

$= E_b I_a$ ----(2)

সমীকরণ (1) & (2) হতে পাই,

$T_a \times 2\pi N = E_b I_a$

$\Rightarrow T_a \times 2\pi N = \varnothing NZ \frac{P}{A} I_a$ $[E_b = \varnothing NZ \frac{P}{A}]$

$\Rightarrow T_a = \frac{1}{2\pi} \varnothing Z \frac{P}{A} I_a$

$\therefore T_a = 0.159 \varnothing Z \frac{P}{A} I_a$ N-m

যখন N = r.p.m এ হবে,

$E_b I_a = T_a \times \frac{2\pi N}{60}$

$\therefore T_a = \frac{60}{2\pi} \times \frac{E_b I_a}{N}$

$\therefore T_a = 9.55 \times \frac{E_b I_a}{N}$

ইহাক আর্মেচারে উৎপন্ন টর্ক বলে।

প্রশ্ন: Shaft torque কি?

উত্তর:

মোটরের শ্যাফটে যে টর্ক পাওয়া যায় তাকে শ্যাফট টর্ক বলে।

$$T_{Sh} = 9.55 \times \frac{\text{Shaft power}}{N}$$

$$\Rightarrow T_{Sh} = 9.55 \times \frac{\text{Motor output}}{N}$$

$$\Rightarrow T_{Sh} = 9.55 \times \frac{\text{Break power}}{N}$$

প্রশ্ন: Break horse power (B.H.P) কি?

উত্তরঃ

B.H.P: মোটরের শ্যাফট টর্ক ধরে হিসাব করলে যে অশ্ব ক্ষমতা পাওয়া যায়, উহাকে ব্রেক হর্স পাওয়ার বলে।

প্রশ্ন: Break down torque কাকে বলে?

উত্তরঃ

যখন কোন মোটরে লোড দেওয়া হয়, তখনই এর রোটর কিছুটা পিছনে পড়ে যায় এবং এ অবস্থায় শ্যাফট হতে লোড অপসারন করলে রোটর সামনে চলে আসে। অর্থাৎ লোড বাড়লে বা কমলে মোটরের গতিবেগ ক্রমান্বয়ে কমে যাবে বা বেড়ে যায়। ফলে রোটর ঘুরন্ত ম্যাগনেটিক ফিল্ড রোটরকে পিছনে টেনে রাখে। যে পরিমান টর্ক মোটরকে পিছনের দিকে টেনে রাখে তাকে ব্রেক ডাউন টর্ক বলে।

প্রশ্ন: বিভিন্ন প্রকার DC motor এর জন্য স্পীড, ফ্লাক্স ও কারেন্ট সম্পর্কিত সম্পর্ক স্থাপন কর।

উত্তরঃ আমরা জানি,

$$E_b = V_T - I_aR_a$$

$$\text{or, } \frac{\emptyset ZN}{60} \times \frac{P}{A} = V_T - I_aR_a$$

$$\text{or, } N = \frac{V_T - I_aR_a}{\emptyset} \times \frac{60A}{ZP}$$

$$\text{or, } N = \frac{E_b}{\emptyset} \times \text{Constant}$$

$$\therefore N \,\alpha\, \frac{E_b}{\emptyset}$$

<u>For series motor,</u>

Let,

$$\therefore N_1 \,\alpha\, \frac{E_{b1}}{\emptyset_1}$$

$$\therefore N_2 \,\alpha\, \frac{E_{b2}}{\emptyset_2}$$

উপরোক্ত সমীকরন্বয় হতে পাই,

$$\therefore \frac{N_1}{N_2} = \frac{E_{b1}\emptyset_2}{E_{b2}\emptyset_1}$$

যদি series motor এ $I_a \,\alpha\, \emptyset$ হয়,

$$\therefore \frac{N_1}{N_2} = \frac{E_{b1}I_{a2}}{E_{b2}I_{a1}}$$

<u>For shunt motor,</u>

যদি shunt motor এ flux constant থাকে,

$$\therefore \frac{N_1}{N_2} = \frac{E_{b1}}{E_{b2}}$$

<u>টর্ক এবং কারেন্টের সম্পর্কঃ</u>

আবার torque,

$$\therefore T_a = \frac{60}{2\pi} \times \frac{E_bI_a}{N}$$

$$\Rightarrow T_a = \frac{60}{2\pi} \times \frac{\emptyset ZN}{60} \times \frac{P}{A} \times \frac{I_a}{N}$$

$$\Rightarrow T_a = \frac{1}{2\pi}\, \emptyset Z I_a \frac{P}{A}$$

$$\Rightarrow T_a = \text{Constant} \times \emptyset I_a$$

$$\therefore T_a \,\alpha\, \emptyset I_a$$

<u>For series motor $I_a \,\alpha\, \emptyset$,</u>

$$T_a \,\alpha\, I_a^2$$

$$\therefore \frac{T_{a1}}{T_{a2}} = \frac{I_{a1}^2}{I_{a2}^2}$$

<u>For shunt motor $\emptyset$ = constant,</u>

$$\therefore \frac{T_{a1}}{T_{a2}} = \frac{I_{a1}}{I_{a2}}$$

প্রশ্ন: ডিসি মোটরের সর্বোচ্চ মেক্যানিক্যাল পাওয়ারের শর্ত লিখ।

উত্তরঃ

মোটর দ্বারা উৎপন্ন মেকানিক্যাল পাওয়ার,

$$P_m = E_b I_a$$

এখন, $P_m = V I_a - I_a^2 R_a$

যেহেতু supply voltage V এবং armature resistance R_a constant, সেহেতু মোটরে উৎপন্ন পাওয়ার আর্মেচার কারেন্টের উপর নির্ভর করে।

For maximum power, $\frac{d P_m}{d I_a} = 0$

$$\Rightarrow \frac{d}{dI_a}(VI_a - I_a^2R_a) = 0$$

$$\Rightarrow V - 2I_a R_a = 0$$

$$\therefore I_a R_a = V/2$$

Now again, $V = E_b + I_a R_a$

$$\Rightarrow V = E_b + V/2$$

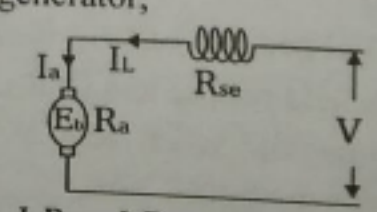
$$\therefore E_b = \frac{V}{2}$$

অর্থাৎ যখন ব্যাক ই.এম.এফ, সরবরাহ ভোল্টেজের অর্ধেক হবে তখন সর্বোচ্চ পাওয়ার উৎপন্ন হবে।

প্রশ্ন: DC motor এর চিত্রসহ back emf সমীকরণ লিখ?

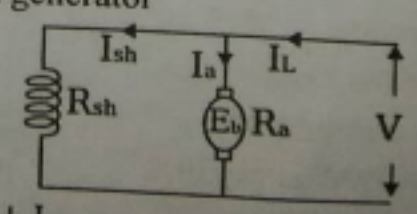
উত্তরঃ

1) Series generator,



এখানে, $E_b = V - I_aR_{se} - I_aR_a$

ii) Shunt generator

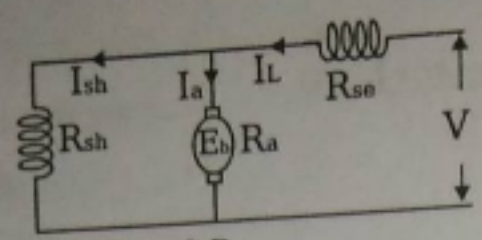


এখানে, $I_L = I_a + I_{sh}$

$\therefore E_b = V - I_aR_a$

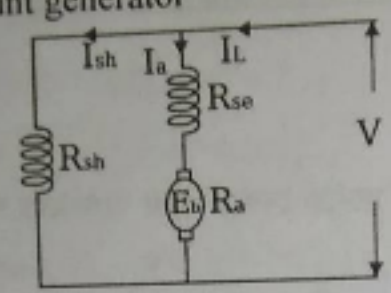
iii) Compound generator আবার দুই প্রকার

b) Short shunt generator



এখানে, $E_g = V - I_aR_a - I_LR_{se}$

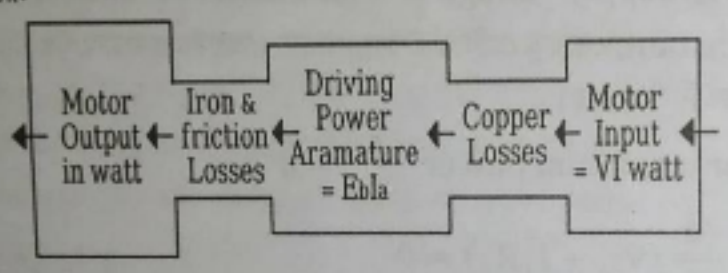
b) Long shunt generator



এখানে, $E_g = V - I_aR_a - I_aR_{se}$

প্রশ্ন: ডিসি মোটরের পাওয়ার স্টেজ অংকন কর।

উত্তর:



প্রশ্ন: ডিসিমোটরের লস সমূহের তালিকা লিখ।

উত্তরঃ

ডিসি মোটরের লসকে জেনারেটরের ন্যায় তিন ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

ক) কপার লস,
খ) আয়রণ লস ও
গ) মেকানিক্যাল লস।

1) Copper loss:
(i) Armature copper loss ($I_a^2R_a$)
ফুল লোড লসের 30%~40%
(ii) Field cu loss
a) Shunt field copper loss ($I_{sh}^2R_{sh}$)
(b) Series field copper loss ($I_a^2R_{se}$)
(c) Interpole field loss ($I_a^2R_{ip}$)
এই লস ফুল লোড লসের 20%~30%
(iii) Brush contact resistance copper loss($I_a^2R_b$)

2) Iron or core loss:
(i) Hysteresis loss
(ii) Eddy current loss
এই লস ফুল লোড লসের 20%~30%

3) Mechanical loss:
(i) Brush and bearing -এ ঘর্ষণ জনিত loss.
(ii) Air friction loss of rotating armature.
এই লস ফুল লোড লসের 10%~20%

প্রশ্ন: ডিসি মোটরের বিভিন্ন ধরনের বৈশিষ্ট্য রেখা অংকন কর।

উত্তরঃ

ডিসি মোটরের তিন ধরনের বৈশিষ্ট্য রেখা আছে। যথা-

১) টর্ক এবং আর্মেচার কারেন্ট বৈশিষ্ট্য রেখা:

T_a/I_a এই বৈশিষ্ট রেখাটি মোটরের ইলেকট্রিক্যাল ক্যারেক্টারিস্টিক নামেও পরিচিত।

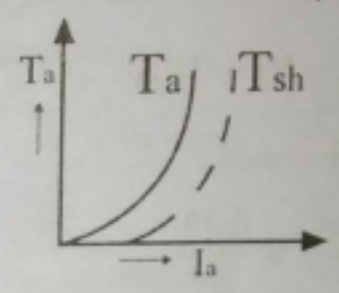
২) স্পীড এবং আর্মেচার কারেন্ট বৈশিষ্ট্য রেখা: N/I_a

৩) স্পীড এবং টর্ক বৈশিষ্ট্য রেখা: N/T_a

ইহা মেকানিক্যাল ক্যারেক্টারিস্টিক নামেও পরিচিত।

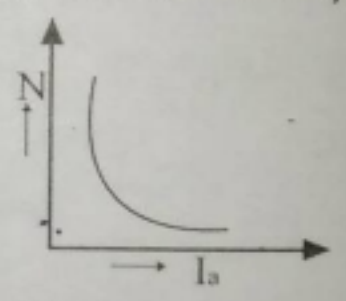
<u>সিরিজ মোটরের জন্য:</u>

১) টর্ক এবং আর্মেচার কারেন্ট বৈশিষ্ট রেখা T_a/I_a:



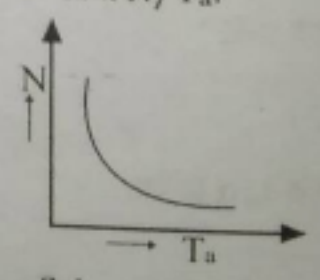
এখানে, $T_a \propto \emptyset I_a \therefore T_a \propto I_a^2$

২) স্পীড এবং আর্মেচার কারেন্ট বৈশিষ্ট রেখা N/I_a:



এখানে, $N \propto \frac{E_b}{\emptyset}$ এবং $N \propto \frac{1}{I_a}$

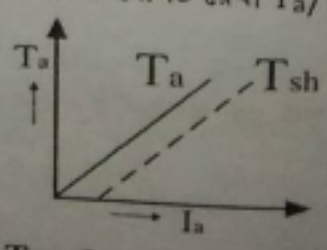
৩) স্পীড এবং টর্ক বৈশিষ্ট রেখা N/T_a:



এখানে, $\therefore T_a = 9.55 \times \frac{E_b I_a}{N}$ এবং $T_a \propto \frac{1}{N}$

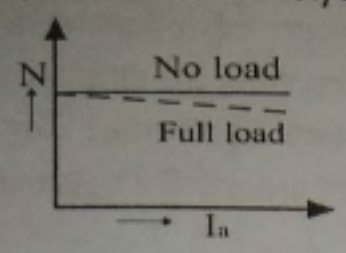
<u>শান্ট মোটরের জন্য:</u>

1) টর্ক এবং আর্মেচার কারেন্ট বৈশিষ্ট রেখা T_a/I_a:



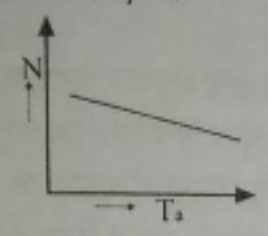
এখানে, $T_a \propto \emptyset I_a \therefore T_a \propto I_a$

২) স্পীড এবং আর্মেচার কারেন্ট বৈশিষ্ট রেখা N/I_a:



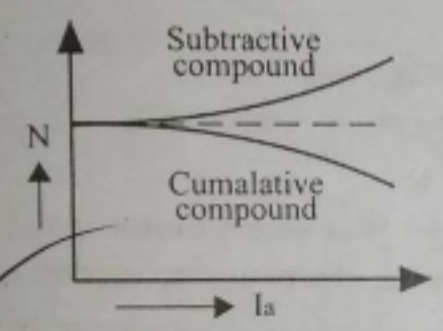
এখানে, $N \alpha \frac{E_b}{\emptyset}$

৩) স্পীড এবং টর্ক বৈশিষ্ট রেখা N/T_a:



প্রশ্ন: Compound মোটরের Speed Vs armature current curve অংকন কর।

উত্তরঃ



প্রশ্ন: DC motor এর গতি কিভাবে নিয়ন্ত্রণ করা হয়? কয়েকটি প্লতির নাম লিখ?

উত্তরঃ

ডিসি মোটরের ক্ষেত্রে আমরা জানি,

$$N \alpha \frac{V_T - I_a R_a}{\emptyset}$$

অতএব দেখা যায় যে, নিম্নোক্ত উপাদান নিয়ন্ত্রনের মাধ্যমে ডিসি মোটরের স্পিড নিয়ন্ত্রণ করা যায়। যথাঃ-

(i) Terminal voltage পরিবর্তন করে,
(ii) Armature current or resistance ও
(iii) Field flux পরিবর্তন করে।

প্রশ্ন: ডিসি মোটরের জন্য স্টার্টারের প্রয়োজনীতা লিখ।

উত্তরঃ

স্টার্টারের প্রয়োজনীয়তা: প্রথম পর্যায়ে মোটর যখন স্টার্ট বা চালু করা হয় তখন মোটরে কোন back emf থাকে না। তাই সুইচ চালু করলে সম্পূর্ন লাইন ভোল্টেজ আর্মেচারের মধ্য দিয়ে খুব বেশি কারেন্ট প্রবাহিত হয়। এই অতিরিক্ত কারেন্টের ফলে ব্রাশ, কম্যুটেটর এবং কয়েল পুড়ে যেতে পারে অথবা কম্যুটেটরে স্পার্কিং হতে পারে। এই সমস্যা দূর করে মোটরকে নিরাপদে চালু করার জন্য আর্মেচারের সাথে সিরিজে স্টার্টার ব্যবহার করার প্রয়োজন হয়। মোটর স্টার্ট হওয়ার সময় আর্মেচার কারেন্টকে স্টার্টার এর মাধ্যমে নিরাপদ মানে কমিয়ে আনা হয়। যখন মোটরটি সম্পূর্নভাবে চালু হয়ে যায়। তখন স্টার্টারকে মোটর থেকে বিচ্ছিন্ন করা হয়।

প্রশ্নঃ ডিসি মোটরের স্টার্টারের রেটিং কিভাবে নির্ধারন করা হয়।

উত্তরঃ

ডিসি মোটরের স্টার্টারের রেটিং মোটরের রেটিং এর উপর নির্ভর করে। যেমন- 10HP, 230Vমোটরের জন্য 10Hp, 230V এর স্টার্টার ডিজাইন করা হবে। স্টার্টারের রেজিস্ট্যান্স নির্ভর করে আর্মেচার কারেন্টের 100% থেকে 200% স্টার্টিং কারেন্ট প্রবাহের মানের উপর।

প্রশ্ন: Magnetic saturation কি?

উত্তরঃ

ম্যাগনেটিক স্যাচুরেশন:

সিরিজ মোটরের ফিল্ডে কারেন্ট প্রবাহ বৃদ্ধি করলে কোরে উৎপন্ন চুম্বক ফ্লাক্সও বৃদ্ধি পায়। এইভাবে ফিল্ডে কারেন্টের পরিমান আস্তে-আস্তে বৃদ্ধি করতে থাকলে উৎপন্ন চুম্বক ফ্লাক্সের পরিমানও বৃদ্ধি পেতে থাকে। এভাবে ফিল্ড কারেন্ট বৃদ্ধি করতে থাকলে দেখা যায় এক সময় চৌম্বক ফ্লাক্স আর বৃদ্ধি পায় না। ফিল্ড সার্কিটের এই অবস্থাকে Magnetic saturation বলে।

এতে করে দুইটি সম্পর্ক প্রতিষ্ঠা হয়,

১) ম্যাগনেটিক স্যাচুরেশনের পূর্বে: $\emptyset \alpha I_f$

২) ম্যাগনেটি স্যাচুরেশনের পরে: $\emptyset = constant$

ম্যাগনেটিক স্যাচুরেশন অবস্থায় সিরিজ মোটর শান্ট মোটরের ন্যায় আচরন করে। সুতারাং

সিরিজ মোটরের জন্যঃ

১) ম্যাগনেটিক স্যাচুরেশনের পূর্বে: $\emptyset \alpha I_f$

a) $T_a \alpha \emptyset I_a$
b) $T_a \alpha I_a^2$
c) $N \alpha \frac{E_b}{\emptyset}$

২) ম্যাগনেটি স্যাচুরেশনের পরে: $\emptyset = constant$

a) $T_a \alpha I_a$
b) $N \alpha E$

প্রশ্ন: ডিসি মোটরের গতিবেগ নিয়ন্ত্রনের (speed contorl) পদ্ধতি সমূহের নাম লিখ।

উত্তরঃ

শান্ট মোটরের গতিবেগ নিয়ন্ত্রন পদ্ধতি সমূহ:

1) Flux control method,
2) Armature or rheostat method
3) Voltage control method
4) Word Leonard system
5) Series parallel system
6) Multiple systems.

Series motor এর গতিবেগ নিয়ন্ত্রন পদ্ধতি হলঃ

1) Flux control
   a. Field diverter
   b. Armature diverter

৩) ব্লোয়ার ও পাখায়,
৪) মেশিনারী যন্ত্রপাতিতে।

প্রশ্ন: Generator ও Motor এর পার্থক্য লিখ।

উত্তরঃ

Generator ও Motor এর পার্থক্য নিচে দেওয়া হল ঃ

Generator	Motor
(1) এটি Mechanical power কে Electrical power এ convert করে।	(1) এটি Electrical power কে Mechanical power এ convert করে।
(2) এটি Mechanical Fleming's Right hand rule অনুযায়ী চলে।	(2) এটি Mechanical Fleming's Left hand rule অনুযায়ী চলে।
(3) এতে Exciter ব্যবহৃত হয়।	(3) এতে Exciter ব্যবহৃত হয় না।
(4) Prime mover দ্বারা ঘুরাতে হয়।	(4) Prime mover দ্বারা ঘুরাতে হয় না।
(5) Starter এর দরকার পড়ে না।	(5) Starter এর দরকার পড়ে।

সাধারণ সূত্রাবলী

$\rightarrow E_b = \frac{\emptyset NZ}{60} \times \frac{P}{A}$

$\rightarrow T_a = 0.159 \emptyset Z I_a \frac{P}{A}$

$\rightarrow T_a = \frac{60}{2\pi} \times \frac{E_b I_a}{N}$

$\rightarrow T_{sh} = \frac{60}{2\pi} \times \frac{P_{out}}{N}$

For series motor:

$\rightarrow \frac{T_{a1}}{T_{a2}} = \frac{I_{a1}^2}{I_{a2}^2}$

$\rightarrow \frac{E_{b1}}{E_{b2}} = \frac{\emptyset_1 N_1}{\emptyset_2 N_2}$

$\rightarrow \frac{E_{b1}}{E_{b2}} = \frac{N_1}{N_2}$ [$\emptyset$ is constant]

For shunt motor:

$\rightarrow \frac{\emptyset_1}{\emptyset_2} = \frac{I_{a2}}{I_{a1}}$ [T_a is constant]

$\rightarrow \frac{T_{a1}}{T_{a2}} = \frac{I_{a1}}{I_{a2}}$

$\rightarrow \frac{E_{b1}}{E_{b2}} = \frac{\emptyset_1 N_1}{\emptyset_2 N_2}$

Notation:

→ 1 Weber = 10^8 Lines

→ % change of torque= $\frac{T_1 - T_2}{T_1} \times 100$

→ B.H.P = $P_{out}/746$

→ Generated power= $E_b I_a/746$

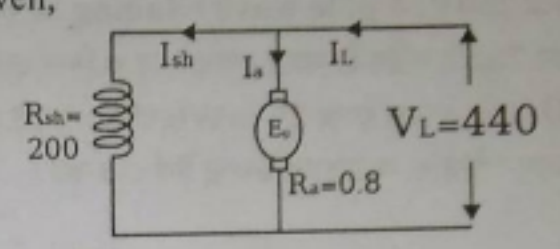
→লোড বিহীন অবস্থায় আর্মেচারে কপার লস হয় না বললেই চলে, এতে শুধুমাত্র ফ্রিকশন লস হয়।

$\therefore$Stray loss = $E_b I_a$

Mathematical problem

1) একটি 440V শান্ট মোটরের আর্মেচার ও ফিল্ড রেজিস্ট্যান্স যথাক্রমে 0.8Ω এবং 200Ω. উহার ব্যাক ই.এম.এফ নির্ণয় কর। যখন মোটরটি আউটপুটে 85% দক্ষতায় 7.46kW সরবরাহ করে।

Sol^n: Given,



$\eta = 85\% = 0.85$

$P_{out} = 7.46kW$

$\therefore \eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$

$\Rightarrow 0.85 = \frac{7.46}{P_{in}}$

$\Rightarrow P_{in} = 8.776$ kW

$\therefore I_L = \frac{P_{in}}{V_t} = \frac{8.776 \times 10^3}{440} = 19.95A$

$\therefore I_{sh} = \frac{V_t}{R_{sh}} = \frac{440}{200} = 2.2A$

$\therefore I_a = I_L - I_{sh} = 19.95 - 2.2 = 17.75A$

$\therefore E_b = V_t - I_a R_a$

$\Rightarrow E_b = 440 - 17.75 \times 0.8$

$\therefore E_b = 425.8V$ [Ans]

2) একটি 25kW, 250V ডিসি শান্ট মেশিন $R_a = 0.06\Omega$, $R_{sh} = 100\Omega$ আর্মেচারে উৎপন্ন শক্তি নির্ণয় কর: যখন (i) মেশিনটি জেনারেটর হিসেবে 25kW সরবরাহ করে, (ii) মেশিনটি মোটর হিসেবে 25kW ইনপুট নেয়।

Sol^n: For generator:

Given, $P_t = 25kW$,

$I_L = 25 \times 1000/250 = 100A$

$I_{sh} = \frac{V_t}{R_{sh}} = \frac{250}{100} = 2.5A$

$\therefore I_a = I_L + I_{sh} = 100 + 2.5 = 102.5A$

$\therefore E_g = V_t + I_a R_a$

$= 250 + 102.5 \times 0.06$

$\therefore E_g = 256.15V$

উৎপন্ন শক্তি = $E_g I_a = 256.15 \times 102.5$

$= 26.25$ kW [Ans]

For motor:

Given, $P_{in} = 25kW$,

$I_L = 25 \times 1000/250 = 100A$

$I_{sh} = \frac{V_t}{R_{sh}} = \frac{250}{100} = 2.5A$

$\therefore I_a = I_L - I_{sh} = 100 - 2.5 = 97.5A$

$\therefore E_b = V_t - I_a R_a$

$= 250 - 97.5 \times 0.06$

$\therefore E_b = 244.15V$

উৎপন্ন শক্তি $= E_b I_a = 244.15 \times 97.5$

$= 23.8$ kW [Ans]

3) একটি 250V, 4 pole wave winding বিশিষ্ট ডিসি সিরিজ মোটরের 782টি পরিবাহী আছে। আর্মেচার ও ফিল্ড রেজিস্ট্যান্স একত্রে 0.75Ω. প্রতি পোলে ফ্লাক্স 25 mWb.যদি মোটরটি 40A কারেন্ট নেয়, তবে স্পীড ও আর্মেচারে উৎপন্ন টর্ক বের কর।

Sol^n:

Given, $V_t = 250V$, $P = 4$, $A = 2$, $Z = 782$, $R_t = 0.75\Omega$,

$\emptyset = 25mWb = 0.025$ Wb,

$I_a = 40A$

$N = ?$, $T_a = ?$

$\therefore E_b = V_t - I_a R_a$

$= 250 - 40 \times 0.75$

$\therefore E_b = 220V$

আমরা জানি ব্যাক ই.এম.এফ,

$$\therefore E_b = \frac{\emptyset NZ}{60} \times \frac{P}{A}$$

$$\Rightarrow 220 = \frac{0.025 \times N \times 782}{60} \times \frac{4}{2}$$

$\therefore N = 337.6$ rpm

এখন টর্ক, $T_a = 0.159 \emptyset Z I_a \frac{P}{A}$

$\Rightarrow T_a = 0.159 \times 0.025 \times 782 \times 40 \times \frac{4}{2}$

$\therefore T_a = 248.9$ N-m

4) একটি ডিসি শান্ট মোটর 500rpm ও 50A আর্মেচার কারেন্ট গ্রহণ করে। যদি টর্ক দ্বিগুণ হয়ে যায়, তবে স্পীড কত? ($R_a = 0.2\Omega$, $V_t = 220V$)

Sol^n: Given, $V_t = 220V$, $R_a = 0.2\Omega$,

$N = 500$rpm, $I_{a1} = 50A$

$T_{a1} = T$

$T_{a1} = 2T$

যেহেতু ফ্লাক্স স্থির ($\emptyset$=Constant)

$\therefore T_a \propto I_a$

Now,

$$\therefore \frac{T_{a1}}{T_{a2}} = \frac{I_{a1}}{I_{a2}}$$

$$\Rightarrow \frac{T}{2T} = \frac{50}{I_{a2}}$$

$\therefore I_{a2} = 100A$

$\therefore E_{b1} = V_t - I_{a1} R_a$

$= 220 - 50 \times 0.2$

$\therefore E_{b1} = 210V$

Again,

$\therefore E_{b2} = V_t - I_{a2} R_a$

$= 220 - 100 \times 0.2$

$\therefore E_{b2} = 200V$

$\because \emptyset =$ constant,

We know,

$$\therefore \frac{E_{b1}}{E_{b2}} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$\Rightarrow \frac{210}{200} = \frac{500}{N_2}$$

$\therefore N_2 = 476$ rpm [Ans]

5) একটি 8 পোল 650 ল্যাপ কানেক্টেড আর্মেচার কন্ডাক্টর বিশিষ্ট ডিসি শান্ট মোটরের নো-লোড ফ্লাক্স 25mWb। যদি আর্মেচার কারেন্ট 30A হয়, এই কারেন্টের প্রভাবে air gap এ flux 5% কমে যায়। তবে উৎপন্ন টর্ক বাহির কর।

Sol^n: Given, $A = P = 8$

$Z = 650$, No lad flux= 25mWb

Air gap flux reduced to 5%,

কার্যকরী ফ্লাক্স, $\emptyset_m = 25 \times 10^{-3} \times 95\%$ Wb

$= 23.75 \times 10^{-3}$ Wb

$I_a = 30$ Amp

$\therefore$ টর্ক, $T_a = 0.159 \emptyset Z I_a \frac{P}{A}$

$= 0.159 \times 23.75 \times 10^{-3} \times 650 \times 350 \times (8/8)$

$\therefore T_a = 73.64$ N-m [Ans]

6) একটি 4 pole বিশিষ্ট ডিসি মোটরের আর্মেচার ল্যাপ ওয়াভিং এ যুক্ত। আর্মেচারে 60টি স্লট আছে। প্রতি স্লটে 20টি করে কন্ডাক্টর আছে। যদি ফিল্ডের প্রতি পোল 23mWb চুম্বক বলরেখা উৎপন্ন করে এবং আর্মেচার দিয়ে 50A কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তবে মোটরে কত ঘূর্ণক উৎপন্ন হবে?

Sol^n:

Given, $A = P = 4$

$Z = 60 \times 20 = 1200$

$\emptyset = 23mWb$, $I_a = 50A$, $T_a = ?$

$\therefore$ টর্ক, $T_a = 0.159 \emptyset Z I_a \frac{P}{A}$

$= 0.159 \times 23 \times 10^{-3} \times 1200 \times 50 \times (4/4)$

$\therefore$ টর্ক, $T_a = 219.42$ N-m [Ans]

7) 220V, 100A series motor প্রতি মিনিটে 800 পাক ঘুরে। উহার $R_a = 0.25\Omega$, $R_{se} = 0.15\Omega$ সেচ্ছাতে ঘর্ষণের অপচয় একত্রে 1600W হলে H.P এবং আর্মেচারের উৎপন্ন টর্ক কত?

Sol^n:

Given, $V_t = 220V$, $R_a = 0.25\Omega$,

$I_a = 100A$, $N = 800rpm$, $R_{se} = 0.15\Omega$,

$W_{stray} = 1600W$

We know,

$\therefore E_b = V_t - I_a(R_a + R_{se})$

$= 220 - 100\times(0.25+0.15)$

$\therefore E_b = 180V$

Now, $P_b = E_b I_a = 180\times100$

$\therefore P_b = 18000\ W$

Again, $P_{out} = P_b - W_{stray}$

$= 18000 - 1600$

$= 16400\ W$

$= 16400/746$

$\therefore P_{out} = 21.98HP$

We know,

$T_a = \frac{60}{2\pi}\times\frac{E_b I_a}{N}$

$= 9.55\times\frac{180\times100}{800}$

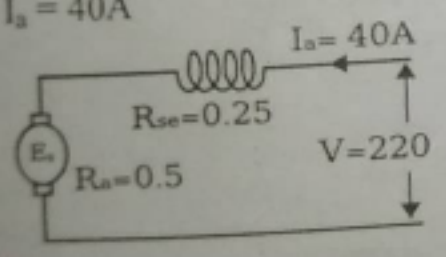
$\therefore T_a = 214.8N\text{-}m$ [Ans]

8) একটি Series motor 220V, 40A এ চলে, যার $R_a = 0.5\Omega$, $R_{se} = 0.25\Omega$ হলে, (i) দুই ব্রাশের মধ্যে তড়িৎ চাপ কত? (ii) Back emf কত?

Sol^n: Given,

$V_t = 220V$, $R_a = 0.5\Omega$,

$R_{se} = 0.25\Omega$, $I_a = 40A$



(ii) We know,

$\therefore E_b = V_t - I_a(R_a + R_{se})$

$= 220 - 400\times(0.5+0.25)$

$\therefore E_b = 190V$ [Ans]

(i) তড়িৎচাপ, $V = E_b + I_a R_a$

$= 190 + 40\times0.5$

$\therefore V = 210V$ [Ans]

9) একটি 4 pole series motor 944টি conductor, wave connected, flux 34.6mWb এবং total mechanical torque developed 209 N-m. নির্ণয় কর মোটরের line current & speed, যখন 500V এ ঘূর্ণন শুরু করে। Total motor resistance 3Ω.

Sol^n: Given, $A = 2$, $P = 4$, $Z = 944$, $\phi = 34.6mWb$. $V_t = 500V$, $R_t = 3\Omega$

We know,

$\therefore$ টর্ক, $T_a = 0.159\phi Z I_a \frac{P}{A}$

$\Rightarrow 209 = 0.159\times34.6\times10^{-3}\times944\times I_a\times\frac{4}{2}$

$\therefore I_a = 20.12A$ [Ans]

Now, $\therefore E_b = V_t - I_a R_a$

$= 500 - 20.12\times3$

$\therefore E_b = 439.64V$

We know,

$T_a = \frac{60}{2\pi}\times\frac{E_b I_a}{N}$

$\Rightarrow 209 = 9.55\times\frac{439.64\times20.12}{N}$

$\therefore N = 404$ rpm [Ans]

10) একটি 460V সিরিজ মোটর 500rpm এ 40A গ্রহণ করে। যদি মোটরটি 30A গ্রহণ করে, তবে টর্কের শতকরা পরিবর্তন ও স্পীড বাহির কর। আর্মেচার ও ফিল্ড রেজিস্ট্যান্স 0.8Ω.

Sol^n:

Given, $V_t = 460V$, $N_1 = 500rpm$,

$I_{a1} = 40A$, $I_{a1} = 30A$, $R_t = 0.8\Omega$

We know,

$\therefore \frac{T_{a1}}{T_{a2}} = \frac{I_{a1}^2}{I_{a2}^2}$

$\Rightarrow \frac{T_{a1}}{T_{a2}} = \frac{40^2}{30^2}$

$\therefore \frac{T_{a1}}{T_{a2}} = \frac{16}{9}$

$\therefore$ টর্কের শতকরা পরিবর্তন $= \frac{T_{a1}-T_{a2}}{T_{a1}}\times100$

$= \frac{16-9}{16}\times100$

$= 43.75\%$ [Ans]

Now,

$\therefore E_{b1} = V_t - I_{a1}R_t = 460 - 40\times0.8$

$\therefore E_{b1} = 428V$

Again,

$\therefore E_{b2} = V_t - I_{a2}R_t = 460 - 30\times0.8$

$\therefore E_{b2} = 436V$

We know,

$\frac{E_{b1}}{E_{b2}} = \frac{I_{a1}N_1}{I_{a2}N_2}$

$\Rightarrow \frac{428}{436} = \frac{40\times500}{30\times N_2}$

$$\Rightarrow \frac{474.6}{250} = \frac{82.9^2}{I_{a2}^2}$$

$\therefore I_{a2} = 60.2A$

Again we know,

$$\frac{E_{b1}}{E_{b2}} = \frac{I_{a1}N_1}{I_{a2}N_2}$$

$$\Rightarrow \frac{500 - 82.9 \times 0.5}{500 - 60.2(0.5+5)} = \frac{82.9 \times 750}{60.2 \times N_2}$$

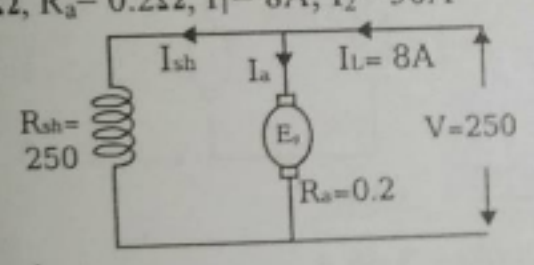
$\therefore N_2 = 381$ rpm [Ans]

20) একটি 250V শান্ট মোটর নো-লোডে ঘুরার সময় 8A কারেন্ট গ্রহণ করে। আর্মেচার ও শান্ট ফিল্ড রেজিস্ট্যান্স যথাক্রমে 0.2Ω, 250Ω. মোটরটি যখন লোডেড অবস্থায় 50A কারেন্ট নেয়, তখন উহার স্পীড বের কর। (ফ্লাক্স স্থির ধরে নাও)

Sol^n: Given,

$V_t = 250V$,

$R_{sh} = 250\Omega$, $R_a = 0.2\Omega$, $I_1 = 8A$, $I_2 = 50A$



For no load:

$I_1 = 8A$

$I_{sh} = 250/250 = 1A$

$I_{a1} = 8 - 1 = 7A$

Now,

$\therefore E_{b1} = V_t - I_{a1} R_a = 250 - 7 \times 0.2$

$\therefore E_{b1} = 248.6V$

For loded,

$I_2 = 50A$

$I_{a2} = 50 - 1 = 49A$

$\therefore E_{b2} = V_t - I_{a2} R_a$

$= 250 - 49 \times 0.2$

$\therefore E_{b2} = 240.2$ V

We know,

$$\frac{E_{b1}}{E_{b2}} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$\Rightarrow \frac{248.6}{240.2} = \frac{1000}{N_2}$$

$\therefore N_2 = 966.2$ rpm [Ans]

21) একটি 4 pole 220V সিরিজ মোটরে 800 টি পরিবাহী ওয়েভে সংযুক্ত আছে। মোটরটি 45A গ্রহণ করে লোডে 8.2KW সরবরাহ করে। যদি প্রতি পোলে ফ্লাক্স 25mWb, আর্মেচার ও ফিল্ড রেজিস্ট্যান্স একত্রে 0.6Ω হয়, তবে আর্মেচারে উৎপন্ন টর্ক ও শ্যাফট টর্ক বের কর।

Sol^n:

A=2; P=4; V = 220 volt

Z = 800

$I_a = 45A$

$P_{out} = 8.2kW = 8200$ W

$\emptyset = 25$ mWb

$R_t = 0.6\Omega$

Now, $E_b = V_t - I_a R_t$

$= 220 - 45 \times 0.6$

$\therefore E_b = 193$ volt

Back emf, $E_b = \frac{\emptyset NZ}{60} \times \frac{P}{A}$

$$\Rightarrow 193 = \frac{25 \times 10^{-3} \times 800 \times N}{60} \times \frac{4}{2}$$

$\therefore N = 289.5$ rpm

Torque,

$$T_a = \frac{60}{2\pi} \times \frac{E_b I_a}{N}$$

$$\Rightarrow T_a = \frac{60}{2\pi} \times \frac{193 \times 45}{289.5}$$

$\therefore T_a = 286.5$ N-m

Shaft torque,

$$T_{sh} = \frac{60}{2\pi} \times \frac{P_{out}}{N}$$

$$\Rightarrow T_{sh} = \frac{60}{2\pi} \times \frac{8200}{289.5}$$

$\therefore T_{sh} = 270.5$ N-m

22) একটি armature winding 200V, 4 pole series motor lap connected, no. of slot 280, প্রতি স্লটে conductor 4টি, current 45A, flux 18mWb, R_{se}= 0.3Ω, R_a= 0.5Ω, iron & friction loss 800W, pulley ব্যাস 0.41m হলে, উহার উপর প্রযুক্ত বল কত?

Sol^n:

Given, $V_t = 200V$, A=P =4,

$Z = 280 \times 4 = 1120$, $R_{se} = 0.3\Omega$, $R_a = 0.5\Omega$,

$I_a = I_L = 45A$, $\emptyset = 0.018$ Wb

$W_{stray} = 800W$, D = 0.41 m

Now, $E_b = V_t - I_a (R_a + R_{se})$

$= 200 - 45 \times (0.5+0.3)$

$\therefore E_b = 164V$

Output, $P = E_b I_a - W_{stray}$

$= 164 \times 45 - 800$

$\therefore P = 6580W$

AC Machines

Transformer

প্রশ্নঃ Transformer কি? শ্রেণীবিভাগ ও ব্যবহার সমূহ লিখ?

উত্তরঃ

Transformer একটি electrostatic device, যার সাহায্যে frequency এবং power (apparant) পরিবর্তন না করে কয়েলদ্বয়ের মধ্যে কোন রূপ বৈদ্যুতিক সংযোগ ছাড়াই electromagnetic induction পদ্ধতিতে বৈদ্যুতিক শক্তিকে স্থানান্তর করা হয়।

প্রকারভেদ:

(১)কার্যপ্রণালী অনুযায়ী –

(ক) Step up x-former,

(খ) Step down x-former.

(২) কোরের গঠণ অনুযায়ী–

(ক) Core type,

(খ) Shell type

(গ) Spiral core type

(৩) ব্যবহার অনুযায়ী –

(i) Power x-former,

(ii) Distribution x-former,

(iii)Auto X-former,

(iv) Instrument x-former,

(v) Current x-former,

(vi) Potential x-former

(৪) স্থাপন প্রণালীর উপর ভিত্তি করে-

(i) Indoor type,

(ii) Outdoor type,

(iii) Pole mounted,

(iii) Underground x-former.

(৫) ফ্রিকোয়েন্সি অনুযায়ী –

(i) Audio

(ii) Radio frequency X-former

(৬) ফেজ সংখ্যার উপর ভিত্তি করে

(i) Single phase

(ii) Poly phase

ব্যবহারঃ

১) ট্রান্সমিশন এবং ডিস্ট্রিবিউশনে।

২) বৈদ্যুতিক কমিউনেকেশন সার্কিটে।

৩) টেলিফোন ও কন্ট্রোল সার্কিটে।

৪) রেডিও, টেলিভিশন, টেপ রেকর্ডার, ভি.সি.আর. প্রভৃতিতে।

প্রশ্নঃ Core type এবং Shell type transformer এর মধ্যে পার্থক্য লিখ?

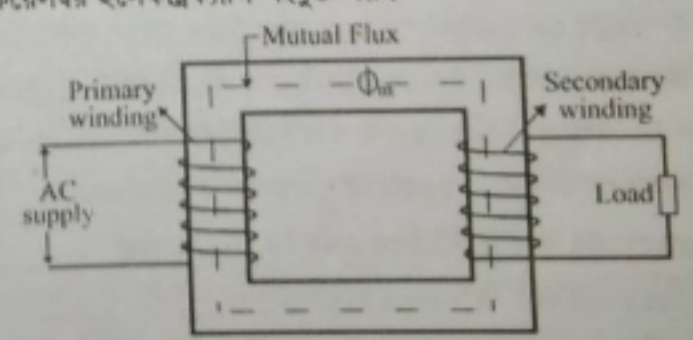
উত্তরঃ

Core type	Shell type
কোরের মধ্যে কেবলমাত্র একটি ম্যাগনেটিক সার্কিট তৈরি হয়।	কোরের মধ্যে সমান দুইটি ম্যাগনেটিক সার্কিট তৈরি হয়।
লেমিনেটেড সিটগুলো সাধারণত U বা L আকৃতির হয়।	লেমিনেটেড সিটগুলো সাধারণত E আকৃতির হয়।
দুই পার্শ্বের দুই বাহুতে হাই ভোল্টেজ ও লো ভোল্টেজ ওয়াইন্ডিং জড়ানো হয়।	মাঝের বাহুতে প্রথমে লো ভোল্টেজ ও পরে হাই ভোল্টেজ ওয়াইন্ডিং জড়ানো হয়।
লিকেজ ফ্লাক্স বেশি।	লিকেজ ফ্লাক্স কম।
ওয়ান্ডিং সমূহকে সহজেই ইনসুলেট এবং রিপেয়ার করা যায়।	ওয়ান্ডিং সমূহকে রিপেয়ার করা কঠিন।
সিঙ্গেল ফেজের জন্য কোরের বাহু দুটি থাকে এবং থ্রি ফেজের জন্য বাহুর সংখ্যা তিনটি।	সিঙ্গেল ফেজের জন্য কোরের বাহু তিনটি থাকে এবং থ্রি ফেজের জন্য বাহুর সংখ্যা পাচঁটি।
কোর হিসেবে হট রোল্ড কোর ব্যবহৃত হয়।	কোর হিসেবে কোল্ড রোল্ড কোর ব্যবহৃত হয়।

প্রশ্নঃ Transformer এর মূলনীতি বর্ণনা কর/ ট্রান্সফরমার অ্যাকশন কি?

উত্তরঃ

বর্তমান বিশ্বে Transmission এবং Distribution system এ ট্রান্সফরমারের অবদান অপরিসীম। এই ডিভাইসটি সাধারণত voltage step up বা step down করার কাজে ব্যবহৃত হয়। এতে একটি সিলিকন স্টীলের তৈরি অভিন্ন কোরের দুই বাহুতে কয়েল জড়ানো হয়। এই কয়েলদ্বয় ইলেকট্রিক্যালি সংযুক্ত নয়।



যে কয়েলে বাহির থেকে এসি পাওয়ার সরবরাহ করা হয় তাকে Primary winding এবং যে winding এর সাথে লোড সংযুক্ত থাকে তাকে Secondary winding বলে। Primary winding এ এসি সরবরাহ প্রয়োগ করলে এতে ম্যাগনেটিক ফ্লাক্সের সৃষ্টি হয়। উৎপন্ন ফ্লাক্স কোরের মাধ্যমে সেকেন্ডারীতে যায় এবং সেকেন্ডারী ওয়ান্ডিং এই ফ্লাক্সকে কর্তন করে। ফলে উক্ত কয়েলে ফ্যারাডের ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইন্ডাকশন নীতি অনুযায়ী মিউচুয়ালী ভোল্টেজ আবিষ্ট হয়। এই আবিষ্ট ভোল্টেজই ট্রান্সফরমার ভোল্টেজ। এ ভোল্টেজ উৎপাদনের প্রক্রিয়াকে ট্রান্সফরমার অ্যাকশন বলে।

ট্রান্সফরমার প্রধানত তিনটি কাজ করে। যথা-

১) বৈদ্যুতিক পাওয়ার সমান থাকে,

২) ফ্রিকুয়েন্সী অপরিবর্তিত থাকে এবং

৩) সরবরাহ ভোল্টেজ কমায় কিংবা বাড়ায়।

প্রশ্ন: Transformer এর উভয় কয়েলের frequency একই থাকে কেন?

উত্তর:

চুম্বকক্ষেত্র উৎপাদনের জন্য ট্রান্সফরমারের একটি কয়েলে এসি প্রয়োগ করলে অন্য কয়েলেও এসি ভোল্টেজ আবিষ্ট হয়। যে কোন একটি কয়েলে এসি সোর্স সংযুক্ত করার সঙ্গে সঙ্গে কয়েলে পরিবর্তনশীল চুম্বকীয় বলরেখা সৃষ্টি করে। যা পার্শ্ববর্তী কয়েলকে কর্তন করে। ফলে উক্ত কয়েলে ফ্যারাডের সূত্র অনুযায়ী ভোল্টেজ আবিষ্ট হয়। একই সরবরাহ দ্বারা সেকেন্ডারিতে ভোল্টেজ উৎপন্ন হয় বলে ট্রান্সফরমারের উভয় কয়েলের ফ্রিকুয়েন্সী একই থাকে।

প্রশ্ন: Transformer এর গঠন বা এর প্রধান বা মূল অংশ সমূহের নাম লিখ।

উত্তর:

যে সকল অংশ নিয়ে ট্রান্সফরমার গঠিত:

১) কোর, ২) প্রাইমারী ওয়াভিং, ৩) সেকেন্ডারী ওয়াভিং,
৪) কনজারভেটর, ৫) ব্রীদার, ৫) ইনসুলেটর,
৬) ইনসুলেশন অয়েল, ৭) বুখলছ রিলে, ৮) ট্যাংক,
৯) বুশিং, ১০) ভেন্ট পাইপ, ১১) আর্থ-পয়েন্ট,
১২) ট্রান্সফরমার অয়েল, ১৩) রেডিয়েটর টিউবস এবং
১৪)তাপমাত্রা পরিমাপক।

প্রশ্ন: টীকা লিখঃ কোর, কনজারভেটর, ব্রীদার, বুখলজ রিলে।

উত্তর:

কোর:

ওয়ভিংগুলো যে ইস্পাতের ফ্রেমের উপর জড়ানো হয় ঐ ফ্রেমকে কোর বলে। ইস্পাতের কোর ব্যবহারের ফলে প্রাইমারিতে উৎপন্ন ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স অনায়াসে সেকেন্ডারির সাথে সংশ্লিষ্ট হতে পারে। কোর ব্যবহারের ফলে কোরে সাধারণত এডি কারেন্ট ও হিসটেরেসিস লস সংঘটিত হয়। যা কোর লস নামে পরিচিত। কোরের পুরুত্ব 50 cycle/sec frequency এর জন্য 0.35mm এবং 25 cycle/sec frequency এর জন্য 0.5 mm হয়ে থাকে।

কনজারভেটর:

ট্রান্সফরমার তেল গরম হলে আয়তনে বৃদ্ধি পায়, ঠান্ডা হলে আয়তনে কমে যায়। আয়তনে বৃদ্ধি পেলে তেল ট্যাঙ্ক হতে বেরিয়ে আসতে চায়। তাই ট্যাঙ্কের সাথে পাইপ দ্বারা সংযুক্ত করে ট্যাঙ্কের উপরের দিকে একটি ড্রাম আকৃতির ছোট ট্যাঙ্ক বসানো হয়। একে কনজারভেটর বলে। তেলের আয়তন বৃদ্ধি পেলে তেল পাইপের মাধ্যমে কনজারভেটরে গিয়ে জমা হয়। আবার ঠান্ডা হয়ে তেলের আয়তন কমে গেলে কনজারভেটর হতে তেল ট্যাঙ্কে ফিরে আসে।

ব্রীদার:

তেলের সংকোচন প্রসারনের ফলে বাহিরে থেকে বাতাস ট্রান্সফরমার ট্যাঙ্কে প্রবেশ করে এবং বাহিরে বের হয়ে যায়। ট্যাঙ্কের ভেতর বাতাস প্রবেশের সময় জলীয়বাষ্প বাতাস হতে জলীয়বাষ্প শোষনের মাধ্যমে বাতাস শুষ্ক করা হয়। ট্রান্সফরমারের যে অংশের মাধ্যমে বাতাস ভিতরে যায় এবং ভিতর থেকে বাইরে বের হয়ে যায় এবং প্রবেশের সময় জলীয়বাষ্প মুক্ত করে শুষ্ক করে ঐ অংশকে ব্রীদার বলে।

বুখলজ রিলে:

হাই রেটিং ট্রান্সফরমার এর আরক্ষ ব্যবস্থাদির মধ্যে বুখলজ রিলে অন্যতম। বুখলজ রিলে ট্রান্সফরমার ট্যাঙ্ক ও কনজারভেটরের সংযোগকারী পাইপের মধ্যে লাগানো থাকে। ট্রান্সফরমারে কোন কারণে গ্যাস জমলে যাতে স্বয়ংক্রিয়ভাবে বন্ধ হয়ে যায় ঐ রিলেতে সে রকম ব্যবস্থা থাকে। গ্যাসে অত্যাধিক চাপ সৃষ্টি হলে ঐ কাচ ফেটে গ্যাস বের হয়ে যায়।

সিলিকা জেল:

সিলিকা জেল ব্রীদারের মধ্যে একটি তারজালির উপর রাখা হয় যা দানাদার এক প্রকার রাসায়নিক দ্রব্য বাতাসের জলীয় কণাকে চুষে নিয়ে বাতাস শুষ্ক করে। ফলে ট্রান্সফরমারের ট্যাংকের ভিতর তেলের সাতে পানি মিশতে পারে না। ফলে তেলে গাদ বা তলানি জমে না এবং দীর্ঘদিন ব্যবহারের ফলে বাদামি বা হালকা ধূসর বর্ণ ধারণ করে তখন এগুলো পরিবর্তন করে নতুন স্বচ্ছ সিলিকা জেল দেয়া হয়।

প্রশ্ন: একটি আদর্শ Transformer কি এবং বৈশিষ্ট্য লিখ?

উত্তর:

আদর্শ Transformer এমন একটি Transformer যার মধ্যে কোন প্রকার পাওয়ার অপচয় নাই। এত যে দুইটি কয়েল ব্যবহৃত হয় তাদের মধ্যে কোন ওহমিক রেজিস্ট্যান্স থাকবে না এবং কোন ম্যাগনেটিক লিকেজ হবে না অর্থাৎ খাঁটি ইন্ডাকটিভ কয়েল, বাস্তবে এই প্রকার কয়েল পাওয়া সম্ভব নয়।

বৈশিষ্ট্য:

১) ওয়ান্ডিং রেজিস্ট্যান্স নাই বা খুবই নগন্য।
২) উৎপন্ন সমস্ত ফ্লাক্সই কোরে সীমাবদ্ধ থাকে এবং উভয় ওয়ান্ডিং-এ জড়িত হয়।
৩) এত কোন লিকেজ ফ্লাক্স নাই।
৪) হিসটেরেসিস এবং এডি কারেন্ট লস অর্থাৎ কোন লস নাই।

প্রশ্ন: Transformer এর E.M.F সমীকরণটি লিখ।

উত্তর:

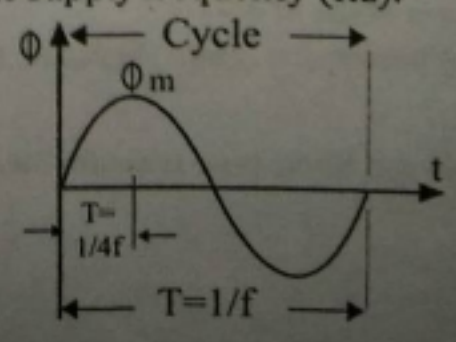
N_1 = No. of turns in primary

N_2 = No. of turns in secondary

ϕ_m = Maximum flux in core in Weber's

$\therefore \phi_m = B_m \times A$

f = Input ac supply frequency (Hz).



চিত্রে, অল্টারনেটিং কারেন্ট বা এসি এর একটি সাইকেল দেখানো হয়েছে। এখানে ফ্লাক্স শূন্য হতে সর্বোচ্চ ($\emptyset_m$) এ পৌছাতে সময় লাগে $^1/_{4f}$ sec.

ফ্লাক্সের পরিবর্তন, $d\emptyset = \emptyset_m - 0 = \emptyset_m$

সময়ের পরিবর্তন, $dt = {}^1/_{4f} - 0 = {}^1/_{4f}$

এখন Faraday`s electromagnetic induction law অনুসারে,

ফ্লাক্স পরিবর্তনের হার, $E_{avg} = N\frac{d\emptyset}{dt}$

$\Rightarrow E_{avg} = N\frac{\emptyset_m}{{}^1/_{4f}}$

$\therefore E_{avg} = 4\,f\,N\,\emptyset_m$ Volt

We know, form factor $= \frac{\text{r.m.s value}}{\text{average value}}$

$\Rightarrow 1.11 = \frac{\text{r.m.s value}}{4f\,N\,\emptyset_m}$

$\therefore E_{rms} = 4.44\,f\,N\,\emptyset_m$ volt

Effective induce emf, $E_{eff} = 4.44\,f\,N\,\emptyset_m$ volt

∴Primary induced voltage,

$E_P = 4.44\,f\,\emptyset_m N_P$ volt

Secondary induced emf,

$E_S = 4.44\,f\,\emptyset_m N_S$ volt

প্রশ্নঃ Two winding transformer এর ক্ষেত্রে দেখাও যে,

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1}$ or $\Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$

উত্তরঃ

An ideal transformer,

Input VA= Output VA

$\Rightarrow E_1I_1 = E_2I_2$

$\Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{I_2}{I_1}$ [Showed] ----(1)

Again,

$E_p = E_1 = 4.44\,f\,\emptyset_m\,N_p$ volt - - - (2)

$E_s = E_2 = 4.44\,f\,\emptyset_m\,N_s$ volt - - - (3)

Now equation (3) divided by (2),

$\Rightarrow \frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s}$

$\Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2}$ ---(4)

From (1) & (4),

$\therefore \frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1}$ [Showed]

প্রশ্নঃ Transformation ratio (a) বা টার্ন রেশিও বলতে কি বুঝ?

উত্তরঃ

ট্রান্সফরমারের উভয় দিকের ইনডিউসড ভোল্টেজ, কারেন্ট এবং টার্ন সংখ্যা এর সাথে একটি নির্দিষ্ট অনুপাত মেনে চলে, একেই Transformation ratio (a) বলে। একে 'a' দ্বারা নির্দেশ করা হয়।

$\Rightarrow a = \frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{1}{K}$

$\Rightarrow K = \frac{1}{a} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{E_2}{E_1} = \frac{N_2}{N_1}$

এই Transformation ratio (a) এর উপর ভিত্তি করে বিভিন্ন ধরনের ট্রান্সফরমার ডিজাইন করা হয়ে থাকে।

প্রশ্নঃ Mutual and leakage flux বলতে কি বুঝ?

উত্তরঃ

Mutual flux: Transformer এর প্রথমায় এসি ভোল্টেজ প্রয়োগ করলে প্রথমায় যে ফ্লাক্স উৎপন্ন হয়, তা কোরের মাধ্যমে দ্বিতীয়ায় যায়, ইহাকে মিউচুয়াল ফ্লাক্স বলে।

Leakage flux: Transformer এর প্রাইমারী ওয়াভিংকে এসি সরবরাহের সাথে যুক্ত করলে যে ফ্লাক্স এর সৃষ্টি হয় সম্পূর্ণ অংশ কোরের ভিতর দিয়ে প্রবাহিত হয়ে সেকেন্ডারী এর সাথে সংশ্লিষ্ট হয় না বরং কিছু ফ্লাক্স বাতাসের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয় এবং ম্যাগনেটিক সার্কিট সম্পূর্ণ করে, এই ধরণের ফ্লাক্সকে লিকেজ ফ্লাক্স বলে।

প্রশ্নঃ লীকেজ ফ্লাক্স এর সুবিধা, অসুবিধা এবং কমানোর উপায় লিখ?

উত্তরঃ

সুবিধা: ইহা Transformer এর শর্ট সার্কিট কারেন্টকে সীমিত করে।

অসুবিধা:

১) যত বেশী লীকেজ ফ্লাক্স হবে তত বেশী রিসিভারে পাওয়ার গ্রহন কমে যায়।

২) এর ফলে এডি কারেন্ট লস ও হিসটেরিসিস লসের পরিমান বৃদ্ধি পাবে।

৩) এর ফলে ট্রান্সফরমারের দক্ষতা ও কার্যকারিতা কমে যাবে।

কমানোর উপায়ঃ

১) উন্নতমানের গুনাগুন বিশিষ্ট সিলিকন স্টিলের কোর ব্যবহার করে কমানো যায়।

২) প্রাইমারী ও সেকেন্ডারী ওয়াভিং কে নিয়ম অনুযায়ী সেকশনালাইজিং ও ইন্টারলিভিং করে লিকেজ ফ্লাক্স কমানো যায়।

প্রশ্নঃ ট্রান্সফরমারের লস সমূহ কি কি?

উত্তরঃ

ট্রান্সফরমারের লস সমূহ হয়:-

(ক) কোর লস:

১) এডি কারেন্ট লস,

২) হিসটেরেসিস্ লস।

(খ) কপার লস:

১) প্রাইমারী ওয়াভিং-এ কপার লস,

২) সেকেন্ডারী ওয়াভিং-এ কপার লস।

প্রশ্নঃ এডি কারেন্ট লস ও হিসটেরেসিস কারেন্ট লস বলতে কি বুঝায়? লস সমূহ কমানোর উপায় কি কি?

উত্তরঃ

এডি-কারেন্ট লস: যখন একটি বৈদ্যুতিক চুম্বকের কয়েলের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট পরিবর্তিত হতে থাকে, তখন এর চর্তুপার্শ্বস্থ চৌম্বক ক্ষেত্রও পরিবর্তিত হয়। এই পরিবর্তনশীল ফ্লাক্স কয়েলের তারকে কর্তন করে, ফলে কয়েলে ভোল্টেজের সৃষ্টি হয়।এই ফ্লাক্স একই কোরকেও কর্তন করে। ফলে এই কোরেও একটি কারেন্ট আবর্তিত হয়, তাকে এডি কারেন্ট বলে। এডি কারেন্ট কোর পদার্থের ভেতর দিয়ে প্রবাহিত হওয়ার সময় কোর রেজিস্ট্যান্স কর্তৃক বাধাগ্রস্থ হয়ে, যে অপচয়ের সৃষ্টি করে , তাকেই এডি কারেন্ট লস বলে।

কমানোর উপায়: উচ্চ রেজিস্টিভিটির (সিলিকন স্টীল) চৌম্বক পদার্থের পাতলা পাতলা কোর ব্যবহার করে এই লস কমানো যায়।

হিসটেরেসিস্ লস: পরিবর্তনশীল কারেন্ট প্রতি অর্ধ-সাইকেল অন্ত র অন্ত র দিক পরিবর্তন করে। ফলে চুম্বকীয় ফ্লাক্স একবার সর্বোচ্চ পজেটিভ মানে ও অন্যবার সর্বোচ্চ নেগেটিভ মানে পর্যায়ক্রমিক পরিবর্তিত হয়। এই পর্যায়ক্রমিক চুম্বকীকরণ ও বিচুম্বকীকরণের ফলে কোরের অনুচুম্বকগুলো বার বার দিক বদলাতে থাকে। এত সংঘর্ষের ফলে পাওয়ার ব্যায়িত হয়। এই ব্যায়িত শক্তি তাপ হিসেবে দেখা দেয়, একে হিসটেরেসিস্ লস বলে।

কমানোর উপায়: উচ্চগুন সম্পন্ন ম্যাগনেটিক স্টীলের কোর (যেমন ম্যাঙ্গানিজ বা সিলিকন স্টিল) ব্যবহার করে এই লস কমানো যায়।

হিসটেরেসিস্ লসের প্রভাব: হিসটেরেসিস লস যত বেশি হবে তত বেশি তাপ উৎপন্ন হবে। ফলে পাওয়ার লস বৃদ্ধি পাবে ও ইনসুলেশন বেশি ক্ষতিগ্রস্থ হবে।

প্রশ্নঃ ট্রান্সফরমারের কোর লস নো লোড থেকে ফুল লোডের যে কোন অবস্থায় একই থাকে কেন?

উত্তরঃ

কোর লস বা আয়রণ লস হল হিসটেরেরসিস লস এবং এডি কারেন্ট লসের যোগফল অর্থাৎ $W_{core}= W_h+W_{eddy}$। এই লস যে কোন ট্রান্সফরমারে নির্দিষ্ট থাকে। কারণ হিসটেরেসিস লস ফ্রিকুয়েন্সির উপর এবং এডি কারেন্ট লস সাপ্লাই ভোল্টেজের উপর নির্ভর করে কিন্তু লোডের পরিবর্তনে এর কোন পরিবর্তন হয় না বিধায় ট্রান্সফরমারের কোর লস নো লোড হতে ফুল লোড পর্যন্ত কোন অবস্থাতেই পরিবর্তন হয় না।

প্রশ্নঃ ট্রান্সফরমারের সমতূল্য সার্কিট অংকন কর?

উত্তরঃ

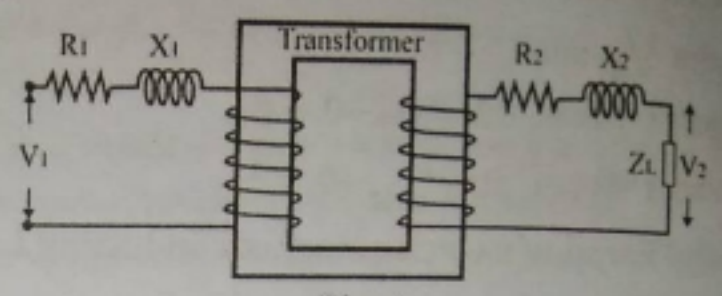


Fig: 1

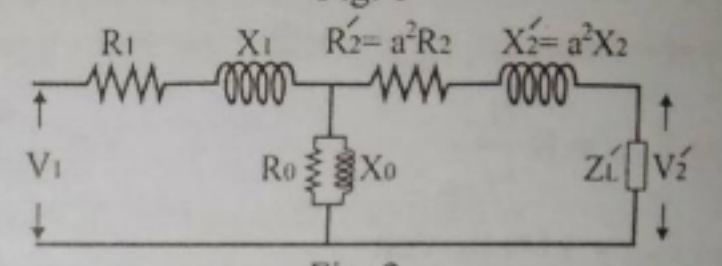


Fig: 2

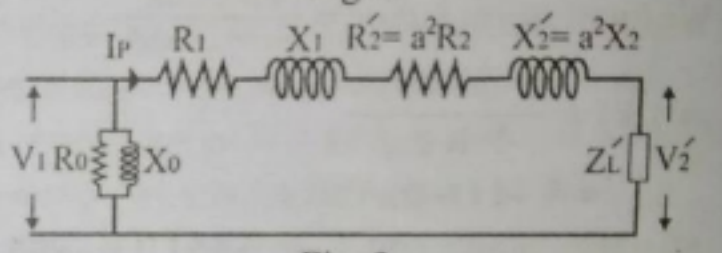


Fig: 3

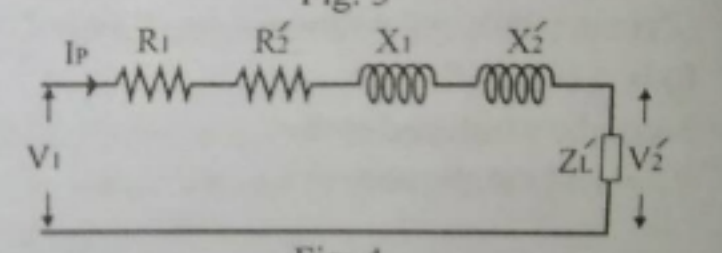


Fig: 4

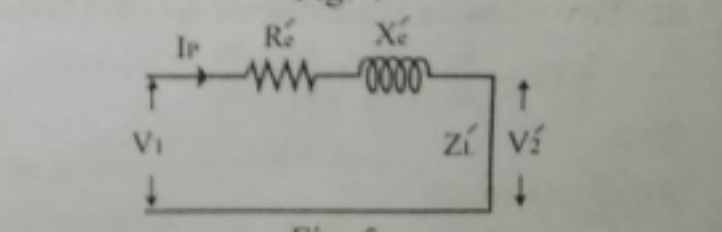


Fig: 5

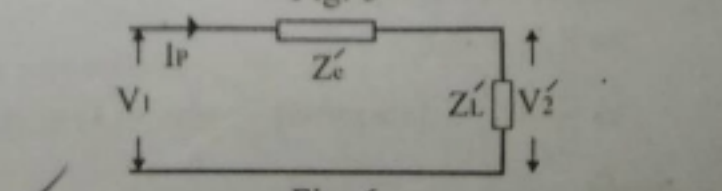


Fig: 6

প্রশ্নঃ ট্রান্সফরমারের নো লোড ভোল্টেজ ও নো লোড কারেন্ট বলতে কি বুঝায়?

উত্তরঃ

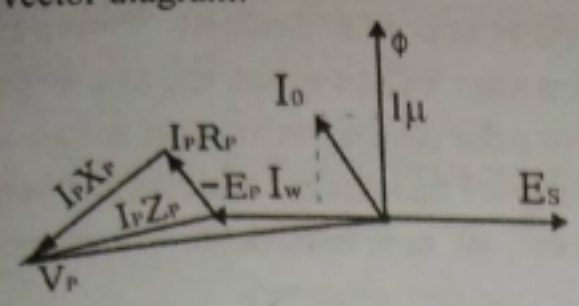
নো লোড ভোল্টেজ (V_{NL}): নো লোড ভোল্টেজ বলতে ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারি সার্কিট লোডবিহীন অবস্থায় খোলা রেখে প্রাইমারিতে যে রেটেড ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয় সে পরিমান ভোল্টেজকেই নো লোড ভোল্টেজ বলে।

নো লোড কারেন্ট: ট্রান্সফরমারের নো লোড অবস্থায় প্রাইমারি ওয়াইন্ডিং এ যে সামান্য পরিমান কারেন্ট প্রবাহিত হয় তাকেই নো লোড কারেন্ট বলে। ফুল লোড অবস্থায় ট্রান্সফরমারের প্রাইমারিতে যে কারেন্ট প্রবাহিত হয় নো লোড অবস্থায় তার প্রায় 2%~5% কারেন্ট প্রবাহিত হয়। নো লোড কারেন্টকে I_0 বা I_N দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

প্রশ্নঃ No load vector diagram টি অংকন কর।

উত্তরঃ

No load vector diagram:



প্রশ্নঃ No load current এর উপাংশগুলো নাম লিখ।

উত্তরঃ

No load current এর উপাংশ দুইটি। যথা-

1) Working component (I_W)
2) Magnetizing component (I_μ)

প্রশ্নঃ Transformer এর working component (I_W) কে active component বলা হয় কেন?

উত্তরঃ

Working component (I_W) supply voltage এর সাথে একই ফেজে অবস্থান করে কোর লস (এডি কারেন্ট লস ও হিসটেরেসিস্ লস) করে থাকে বলে, একে একটিভ কম্পোনেন্ট বলে।

প্রশ্নঃ Transformer এর magnetic component (I_M) কে watt less component বলা হয় কেন?

উত্তরঃ

Magnetizing component ($I\mu$) supply voltage এর 90^0 পিছনে থেকে কোরে মিউচুয়াল ফ্লাক্স কে প্রতিষ্ঠা করে বলে একে ওয়াটলেস কম্পোনেন্ট বলে।

প্রশ্নঃ নো লোড অবস্থায় কারেন্ট এর পরিমান এত কম হয় কেন?

উত্তরঃ

ডিজাইনের সময় এর ওয়াভিং -এ প্রয়োজনীয় টার্ন থাকে। ফলে ইহা উচ্চমানের ইন্ডাকটিভ সার্কিট-এ পরিণত হয়। এখন উচ্চমানের ইম্পিড্যান্স বিশিষ্ট সার্কিট এ যখন ভোল্টেজ আরোপ করা হয়, তখন সেল্ফ ইন্ডাকশন এর কারণে কাউন্টার ই.এম.এফ. এর সৃষ্টি হয়ে প্রাইমারী কারেন্টকে সীমিত রাখে। এজন্যই নো-লোড অবস্থায় নো-লোড কারেন্ট এর পরিমাণ খুব কম হয়।

প্রশ্নঃ Unity power factor/ resistive load এ transformer এর vector diagram অংকন কর?

উত্তরঃ

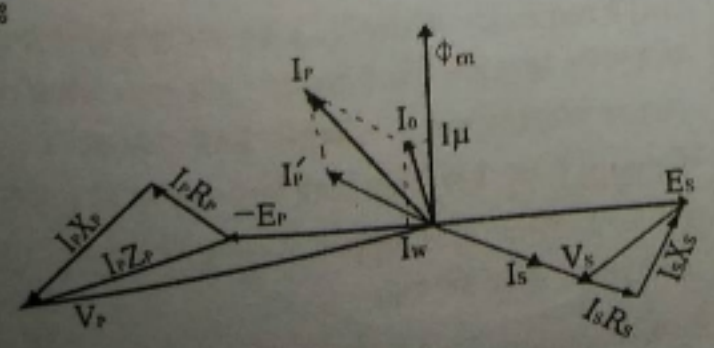


Fig: Vector diagram for resistive load

প্রশ্নঃ Lagging power factor/ inductive load এ transformer এর vector diagram অংকন কর?

উত্তরঃ

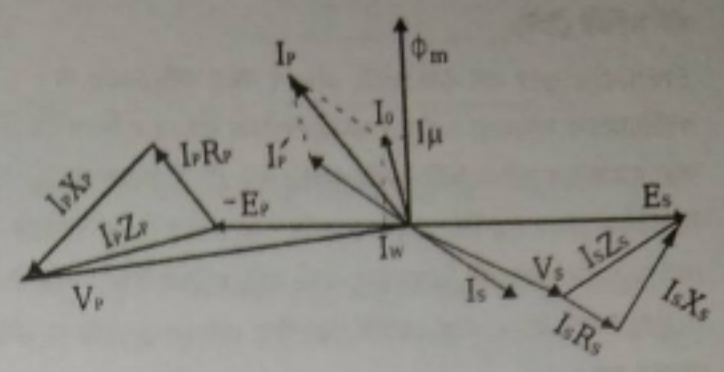


Fig: Lagging pf vector diagram

প্রশ্নঃ Leading power factor/ capacitive load এ transformer এর vector diagram অংকন কর?

উত্তরঃ

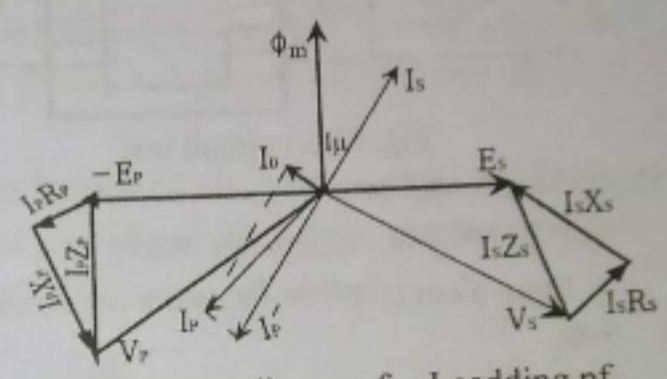


Fig: Vector diagram for Leadding pf

প্রশ্নঃ ট্রান্সফরমার টেস্ট কেন করা হয়?

উত্তরঃ

ট্রান্সফরমারের কর্মদক্ষতা বের করার জন্য কোর লস এবং কপার লসের পরিমান জানা একান্ত প্রয়োজন। ট্রান্সফরমারের কোর লস বের করার জন্য ওপেন সার্কিট টেস্ট করা হয় এবং কপার লস বের করার জন্য শর্ট সার্কিট টেস্ট করা হয়।

প্রশ্নঃ ওপেন ও শর্ট সার্কিট টেস্ট করার নিয়মাবলী।

উত্তর:

ওপেন সার্কিট টেস্ট:

Transformer এর সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিংকে খোলা রেখে প্রাইমারি সাইডে measuring instrument লাগিয়ে যে test করা হয় তাকে open circuit test বলে। এক্ষেত্রে High voltage (HV) open রাখা হয় এবং Low voltage (LV) এ instrument লাগানো হয়।

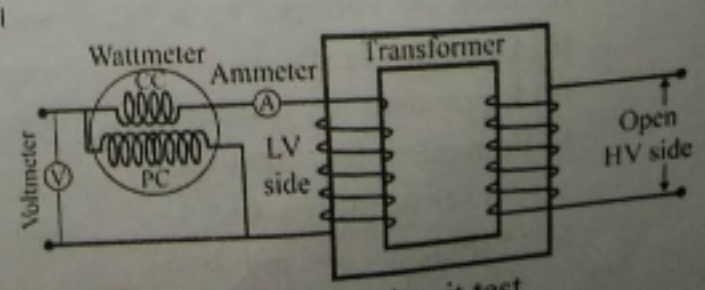


Fig: Opent circuit test

Opent ckt test করার মূল উদ্দেশ্য দুইটি।যথাঃ

ক) নো-লোড (I_0) কারেন্ট নির্ণয়। [Ammeter সাহায্যে]

খ) কোর লস নির্ণয়। [Wattmeter সাহায্যে]

এই টেস্ট করার সময় রেটেড ভোল্টেজ সাপ্লাই দিতে হয়।

শর্ট সার্কিট টেস্ট:

Transformer এর এক side short করে অন্য side এ ভ্যারিয়েকের সাহায্যে এর খুব কম ভোল্টেজ সরবরাহ দিয়ে যে টেস্ট করা হয় তাকে শর্ট সার্কিট টেস্ট বলে। এই টেস্ট করার সময় সাধারণত লো-ভোল্টেজ সাইড কে শর্ট করতে হয়। এই সার্কিটে রেটেড কারেন্ট সাপ্লাই দিতে হয়, এবং হাই সাইডে ইকুয়েপমেন্ট সংযুক্ত করতে হয়। এতে রেটেড ভোল্টেজ এর (৫-১০)% সারবরাহ দেওয়া হয়।

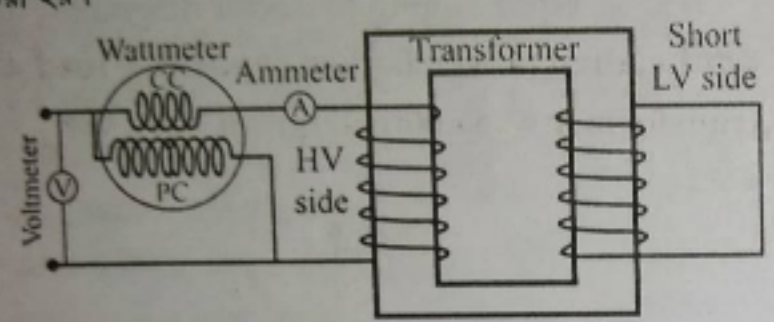


Fig: Short circuit test

Short ckt test এর উদ্দেশ্য-

ক) কপার লস নির্ণয়, [Wattmeter সাহায্যে]

খ) Equivalent রেজিস্ট্যান্স, রিয়্যাকট্যান্স এবং এ্যাডমিট্যান্স নির্ণয়,

গ) Efficiency এবং ভোল্টেজ রেগুলেশন নির্ণয়।

প্রশ্নঃ Open circuit test হতে কি কি পাওয়া যায়?

উত্তর:

Open ckt test থেকে নিম্নলিখিত তথ্য পাওয়া যায়। যথা-

i) Core loss,
ii) No load current (I_0),
iii) Magnetizing current (I_μ),
iv) Working current (I_W),
v) Core loss resistance (R_0),
vi) Core loss reactance (X_0).

প্রশ্নঃ Short circuit test হতে কি কি পাওয়া যায়?

উত্তর:

Short ckt test থেকে নিম্নলিখিত তথ্য পাওয়া যায়। যথা-

i) Short ckt current (I_{SC}),
ii) Short ckt voltage (V_{SC}),
iii) Copper loss (P_{SC}),
iv) Equivalent resistance (R_{eq}),
v) Equivalent reactance (X_{eq}),
vi) Power factor ($\cos\theta$),
vii) Efficiency and regulation.

প্রশ্নঃ Open circuit test এর সময় হাই সাইড খোলা রাখা হয় কেন?

উত্তরঃ

ট্রান্সফরমারের ওপেন সার্কিট টেস্টের সময় সাধারণত হাই সাইড খোলা রেখে লো সাইডে ইন্সট্রুমেন্ট লাগানো হয়। কোর লস বের করার জন্য সাধারণত রেটেড ভোল্টেজ সরবরাহ দেওয়া প্রয়োজন। সেক্ষেত্রে হাই সাইডের তুলনায় লো সাইডে লো রেঞ্জের ইন্সট্রুমেন্ট ব্যবহারে সুবিধা পাওয়া যায়। তাই ওপেন সার্কিট টেস্টের সময় সাধারণত হাই সাইড ওপেন বা খোলা রাখা সুবিধাজনক।

প্রশ্নঃ Transformer এর short circuit test এর সময় Low side short রাখা হয় কেন?

উত্তরঃ

লো সাইড শর্ট করার কারণ নিম্নরূপ-

১) Low range এর instrument high side এ সংযোগ করার সুবিধা পাওয়া যায়।

২) Low voltage side এ full load current এর তুলনায় High voltage side এ full load current এর পরিমান কম থাকে।

৩) এ অবস্থায় আরোপিত voltage rated voltage এর 5% সরবরাহ দেয়া হয়।

প্রশ্নঃ Transformer এর core loss এবং copper loss কে প্রভাবিত করে এরূপ বিবেচ্যবিষয় সমূহ লিখ?

উত্তরঃ

ট্রান্সফরমার এর কোর এবং কপার লসকে প্রভাবিত করে এরূপ বিবেচ্য বিয়য় সমূহ নিম্নরূপ-

<u>Copper loss</u>: ইহা হিসটেরেসিস ও এডি কারেন্ট লসের সমন্বয়ে গঠিত। এই লস নো লোড অবস্থায় 1%~3% পরিবর্তন হয়। উহা বিভিন্ন বিষয় দ্বারা প্রভাবিত হয়। যথা-

(i) Power factor: কোর লস পাওয়ার ফ্যাক্টরের সাথে সমানুপাতি হারে পরিবর্তিত হয়।

Core loss, $W_0 = V_0 I_0 \cos\theta$

$\therefore W_0 \alpha \cos\theta$

(ii) Voltage: Voltage পরিবর্তন করলে কোর লস পরিবর্তিত হয়। যেমন- core loss, $W_0 \alpha V^2$ অর্থাৎ এর বর্গানুপাতে পরিবর্তিত হয়।

(iii) Frequency: Core loss এর মান ফ্রিকুয়েন্সির উপরও নির্ভর করে অর্থাৎ ফ্রিকুয়েন্সি বৃদ্ধি পেলে লসও বৃদ্ধি পায়। এছাড়া কোর লস, কোরের আয়রণের ধরণ ও পরিমানের উপর নির্ভর করে।

<u>Copper loss</u>: ইহা বিভিন্ন বিষয় দ্বারা প্রভাবিত হয়। যেমন-

(i) Power factor: Copper loss power factor এর সাথে উল্টানুপাতে পরিবর্তিত হয়।

অর্থাৎ copper loss $\alpha \frac{1}{\cos\theta}$

(iii) Voltage: Copper loss αV^2 কিন্তু constant KVA পাওয়ার জন্য ভোল্টেজ বৃদ্ধি করলে কপার লস কমবে।

(iii) Load: লোডের উপর কপার লস নির্ভরশীল। লোড বাড়ালে কপার লস বাড়বে এবং লোড কমলে কপার লস কমবে।

প্রশ্নঃ সিঙ্গেল ফেজ ট্রান্সফরমারের ক্ষেত্রে সর্বোচ্চ দক্ষতার শর্ত বের কর?

উত্তরঃ

সর্বোচ্চ দক্ষতার শর্ত:

Copper loss = $I_P^2 R_e'$ or $I_s^2 R_e''$

Here, core loss Wcore = $W_H + W_E$

We know, $\eta = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$

$$\Rightarrow \eta = \frac{\text{Output} - \text{losses}}{\text{Input}}$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{V_P I_P \cos\theta - W_{cu} - W_{core}}{V_P I_P \cos\theta}$$

$$\Rightarrow \eta = 1 - \frac{I_P^2 R_e'}{V_P I_P \cos\theta} - \frac{W_{core}}{V_P I_P \cos\theta}$$

For maximum efficiency, $\frac{d\eta}{dI_P} = 0$

$$\Rightarrow \frac{d\eta}{dI_P} = -\frac{R_e'}{V_P I_P \cos\theta} + \frac{W_{core}}{V_P I_P^2 \cos\theta}$$

$$\Rightarrow \frac{W_{core}}{V_P I_P^2 \cos\theta} = \frac{R_e'}{V_P I_P \cos\theta}$$

$$\Rightarrow W_{core} = I_P^2 R_e'$$

$$\Rightarrow W_{core} = W_{cu}$$

∴ If core loss = copper loss; transformer work maximum efficiency.

প্রশ্নঃ সর্বোচ্চ দক্ষতায় KVA লোডের সমীকরণটি বের কর?

$$KVA_{max} = KVA_{rated}\sqrt{\frac{W_{core}}{I_{FL}^2 R_e''}}$$

উত্তরঃ

For maximum efficiency,

$$\Rightarrow I_s^2 R_e'' = W_{core}$$

$$\Rightarrow I_s = \sqrt{\frac{W_{core}}{R_e''}}$$

$$\Rightarrow I_s = \frac{I_{FL}}{I_{FL}}\sqrt{\frac{W_{core}}{R_e''}}$$

$$\Rightarrow I_s = I_{FL}\sqrt{\frac{W_{core}}{I_{FL}^2 R_e''}}$$

$$\Rightarrow I_s = I_{FL}\sqrt{\frac{W_{core}}{\text{Full-load cu loss}}}$$

$$\Rightarrow \frac{V_s I_s}{1000} = \frac{V_s I_{FL}}{1000}\sqrt{\frac{W_{core}}{\text{Full-load cu loss}}}$$

$$\Rightarrow KVA_{max} = KVA_{rated}\sqrt{\frac{W_{core}}{I_{FL}^2 R_e''}}$$

$$\therefore KVA_{max} = KVA_{rated}\sqrt{\frac{W_{core}}{\text{Full load cu loss}}}$$

প্রশ্নঃ Transformer cooling এর প্রয়োজনীয়তা লিখ?

উত্তরঃ

যে কোন বৈদ্যুতিক মেশিন চলার সময় উহার বিভিন্ন প্রকার লস তাপ আকারে প্রকাশ পেতে থাকে। এই লসগুলো হচ্ছে ওয়াইন্ডিং এর কপার লস, ফ্রিকশন লস ও বিভিন্ন ধরনের যান্ত্রিক অংশে ঘর্ষনজনিত লস। এ লসজনিত উত্তাপ স্বাভাবিক তাপমাত্রায় না থাকলে মেশিনের কর্মদক্ষতা কমে যায় এবং পর্যায়ক্রমে তা মেশিনের জন্য ক্ষতিকর হয়ে দাড়ায়। ট্রান্সফরমারের ক্ষেত্রেও এ উত্তাপকে যথাযথভাবে প্রতিহত করে স্বাভাবিক মাত্রায় রাখা আবশ্যক। এজন্য বিভিন্ন পদ্ধতিতে ট্রান্সফরমার শীতলীকরণ করা হয়। এর ফলে ট্রান্সফরমার ইফিসিয়েন্সি বৃদ্ধি পায়।

প্রশ্নঃ Transformer এর air blast cooling বলতে কি বুঝায়? ট্রান্সফরমারের emf সমীকরণ ফ্লাক্স ঘনত্বের মাধ্যমে লিখ? [DUET: 06-07]

উত্তরঃ

Air blast cooling: Winding section এবং core এর মধ্য দিয়ে ventilation ducts ভেতরের তাপকে কমানোর জন্য air blast cooling ব্যবহার করা হয়।

আমরা জানি ট্রান্সফরমারের emf সমীকরণ,

$E = 4.44\, f\, \emptyset_m N$ volt

$\therefore E = 4.44\, f\, (B_m \times A)\, N$ volt

এখানে, B_m= flux density, A=Cross section area.

প্রশ্নঃ Transformer oil কি? Transformer oil এর গুনাবলী লিখ?

উত্তরঃ

Transformer oil ঃ ট্রান্সফরমারকে insulate এবং cooling রাখার জন্য উহার মধ্যে যে তেল ব্যবহার করা হয় তাকেই ট্রান্সফরমার তেল বা oil বলে।

ট্রান্সফরমার অয়েল:

১) পাইরানল আপেক্ষিক গুরুত্ব 0.85

২) সিলিকন (ট্রান্সফরমারের কোরের পুরুত্ব 0.35 mm 50 Hz জন্য)।

Transformer oil এর নিম্নলিখিত গুণাবলী থাকা আবশ্যক,

(i) High resistance থাকতে হবে।

(ii) জলীয় বাস্প মুক্ত হতে হবে।

(iii) তৈলে কোন প্রকার ভাসমান পদার্থ থাকতে পারবে না।

(iv) অম্ল-ক্ষার বা সালফার জাতীয় পদার্থ মুক্ত হতে হবে।

(v) তৈলের viscosity বা জমে যাওয়া প্রবণতা কম থাকতে হবে।

(vi) অদাহ্য ও হাই ডাই-ইলেকট্রিক সম্পন্ন হতে হবে।

(vii) এতে কোন প্রকার খাদ বা স্লাজ থাকতে পারবে না।
(viii) কোনরূপ তলানী জমতে পারবে না।
(ix) সহজে বাষ্পীভূত হতে পারবে না।

প্রশ্নঃ টীকা লিখ- ফ্লাশ পয়েন্ট, ফায়ার পয়েন্ট, স্লাজিং।
উত্তরঃ
ফ্লাশ পয়েন্ট: যে তাপমাত্রায় তৈলের বাষ্পে আগুন ধরে যায় তাকে ফ্লাশ পয়েন্ট বলে। (temperature $t > 160^0C$)
ফায়ার পয়েন্ট: যে তাপমাত্রায় ট্রান্সফরমারের তৈলে আগুন ধরে তাকে ফায়ার পয়েন্ট বলে। (temperature $t > 200^0C$)
স্লাজিং: ট্রান্সফরমারের তেল বাতসের সংস্পর্শে আসলে অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে তেলের অণু ভেঙ্গে গিয়ে গার্দ সৃষ্টি হয়। একে স্লাজিং বলে।

প্রশ্নঃ পূর্ণরূপ লিখ- ONAN, ONAF, OFAF, ONFW.
উত্তরঃ
ONAN- Oil Natural air natural
ONAF- Oil Natural air forced
OFAF- Oil Forced Air Forced
ONFW- Oil Natural Forced Water.

প্রশ্নঃ Transformer এর বুশিং কি?
উত্তরঃ
বৈদ্যুতিক পাওয়ার এর ক্ষেত্রে বুশিং হচ্ছে একটি ইনসুলেটেড ডিভাইস যেটি একটি বৈদ্যুতিক পরিবাহী ধারন করে নিরাপদে grounded conduction barrier pass করে।
গঠন অনুসারে দুই প্রকার-
1) Solid type
2) Capacitance graded bushing
এছাড়াও আরো বিভিন্ন প্রকার বুশিং আছে যেমন:-
i) Oil to oil bushing.
ii) Ait to air bushing,
iii) Air to oil bushing,
iv) Air to SF_6 bushing,
v) SF_6 to oil bushing.

প্রশ্নঃ Transformer এর primary তে DC supply দিলে কি ঘটবে? [DUET: 15-16]
উত্তরঃ
যদি ট্রান্সফরমারের প্রাইমারিতে ডিসি সরবরাহ দেওয়া হয়। তখন প্রাইমারিতে স্থির কারেন্ট প্রবাহিত হওয়ার ফলে স্থির ফ্লাক্স তৈরি হয়। সুতরাং secondary তে কোন induced emf উৎপন্ন হবে না। প্রাইমারি ওয়াভিং প্রচুর পরিমান কারেন্ট প্রবাহিত হবে প্রাইমারির লো রেজিস্ট্যান্স এর জন্য। যার ফলে অতিরিক্ত গরম হয়ে যাবে এবং কিছু সময় পর পুড়ে যাবে। তাই খেয়াল রাখতে হবে যেন ট্রান্সফরমার এর প্রাইমারিতে যেন ডিসি সরবরাহ সংযুক্ত না হয়।

প্রশ্নঃ কি হবে যদি Power Transformer কে 50Hz এ অপারেট করা হয় যা 500 Hz sypply এর সাথে একই ভোল্টেজে সংযুক্ত থাকে।
উত্তরঃ
Power transformer তৈরি করা হয় একই frequency তে operate করার জন্য সাধারণত 50Hz। যদি frequency অনেক বেশি হয়, তাহলে primary winding এর inductive reactance, primary তে পর্যাপ্ত power উৎপন্ন হতে বাধা দিবে। যার ফলে Hysteresis এবং eddy current loss অনেক পরিমান বেড়ে যাবে।

প্রশ্নঃ Transformer এ rating KWএ না লিখে KVA or MVA লেখা হয় কেন?
উত্তরঃ
ট্রান্সফরমারের মোট লস = কোর লস + কপার লস। কোর লস নির্ভর করে ভোল্টেজের উপর এবং কপার লস নির্ভর করে কারেন্টের উপর, কিন্তু উহাদের মধ্যবর্তী phase angle এর উপর নয়। পাওয়ার ফ্যাক্টর পরিবর্তনের সাথে ট্রান্সফরমারের মোট লসের কোন সম্পর্ক নাই। এজন্য Transformer এ rating KWএ না লিখে KVA or MVA লেখা হয়।

প্রশ্নঃ Transformer এর rating এর তালিকা গুলোর নাম লিখ।
উত্তরঃ
ট্রান্সফরমার রেটিং এ যে সকল তথ্য উল্লে করা হয় সেগুলো হল-
১) Voltage rating,
২) Rated circuit voltage,
৩) সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন rated KVA,
৪) ট্যাপ পরিবর্তনে rated KVA,
৫) বিভিন্ন ধরনের কুলিং প্রক্রিয়ায় rated capacity এর পরিমান,
৬) Low voltage winding এর rated voltage ইত্যাদি।

প্রশ্নঃ Percent impedance কি?
উত্তরঃ
Percent impedance: ট্রান্সফরমারের রেটেড লোড অপেক্ষা বেশি লোডে পাওয়ার সরবরাহ করার জন্য ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারিতে শর্ট করে প্রাইমারিতে রেটেডে ভোল্টেজ প্রয়োগ করলে স্বাভাবিক লোড কারেন্ট প্রবাহিত হয়; এই ভোল্টেজ ও কারেন্ট এর অনুপাতকে পারসেন্ট ইম্পিড্যান্স বলে।

$X_e' = X_P + a^2X_S = 3.2 + 10^2 \times 0.03$

$\therefore X_e' = 6.2\Omega$

$Z_e' = \sqrt{R_e'^2 + X_e'^2} = \sqrt{1.7^2 + 6.2^2}$

$\therefore Z_e' = 6.42\Omega$

(i) p.f = 1

$V.d = I_P(R_e' \cos\theta) = 10.87 \times (1.7 \times 1)$

$= 18.48$ Volt

$\therefore$%Voltage regulation$= \frac{V_{d.p}}{V_P} \times 100$

$\Rightarrow$%V.R $= \frac{18.48}{2300} \times 100$

$\therefore$%V.R = 0.803% [Ans]

(ii) p.f = 0.8 (lag)

Voltage drop in primary side,

$\therefore V_{d.P} = I_P(R_e' \cos\theta + X_e' \sin\theta)$

$= 10.87 \times (1.7 \times 0.8 + 6.2 \times 0.6)$

$= 55.219$ V

$\therefore$%V.R $= \frac{V_{d.p}}{V_P} \times 100$

$\Rightarrow$%V.R $= \frac{55.219}{2300} \times 100$

$\therefore$%V.R = 2.4% [Ans]

(iii) p.f = 0.866 (lagging)

Voltage drop in primary side,

$\therefore V_{d.P} = I_P(R_e' \cos\theta + X_e' \sin\theta)$

$= 10.87 \times (1.7 \times 0.866 + 6.2 \times 0.5)$

$= 49.7$ V

$\therefore$%V.R $= \frac{V_{d.p}}{V_P} \times 100$

$\Rightarrow$%V.R $= \frac{49.7}{2300} \times 100$

$\therefore$%V.R = 2.16% [Ans]

(iv) p.f = 0.866 (leading)

Voltage drop in primary side,

$\therefore V_{d.P} = I_P(R_e' \cos\theta - X_e' \sin\theta)$

$= 10.87 \times (1.7 \times 0.866 - 6.2 \times 0.5)$

$= -17.7$ V

$\therefore$%V.R $= \frac{V_{d.p}}{V_P} \times 100$

$\Rightarrow$%V.R $= \frac{-17.7}{2300} \times 100$

$\therefore$%V.R = − 0.769% [Ans]

7) একটি 1-Ø, 10KVA, 500/250V, 50Hz, X-former এর primary ও secondary resistance 0.2 ও 0.5Ω and primary ও secondary reactance 0.4 ও 0.2Ω হলে, short circuit অবস্থায় পরিমাপক যন্ত্রপাতির পাঠ কত?

Sol^n: Given,

10KVA, 500/250V,

$R_P = 0.2\Omega$, $R_S = 0.5\Omega$,

$X_P = 0.4\Omega$, $X_S = 0.2\Omega$

a = 500/250 = 2

প্রাইমারী সাপেক্ষে সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স,

$R_e' = R_P + a^2R_S = 0.2 + 2^2 \times 0.5$

$\therefore R_e' = 2.2\Omega$

প্রাইমারী সাপেক্ষে সমতুল্য রিয়্যাক্ট্যান্স,

$X_e' = X_P + a^2X_S = 0.4 + 2^2 \times 0.2$

$\therefore X_e' = 1.2\Omega$

প্রাইমারী সাপেক্ষে সমতুল্য ইম্পিড্যান্স,

$Z_e' = \sqrt{R_e'^2 + X_e'^2} = \sqrt{2.2^2 + 1.2^2}$

$\therefore Z_e' = 2.51\Omega$

Short circuit current,

$I_{SC} = 10 \times 1000/500$

$\therefore I_{SC} = 20$A [Ans]

Short circuit voltage,

$V_{SC} = I_{SC} \times Z_e' = 20 \times 2.51$

$\therefore V_{SC} = 50.2$ Volt [Ans]

Copper loss/Short circuit loss,

$P_{SC} = I_{SC}^2 \times R_e' = 20^2 \times 2.2$

$\therefore P_{SC} = 880$ W [Ans]

8) একটি 25KVA ট্রান্সফরমারের প্রাইমারিতে 500 ও সেকেন্ডারিতে 50 প্যাঁচ আছে। প্রাইমারি 3000V, 50Hz সাপ্লাইয়ের সাথে সংযুক্ত থাকলে। প্রাইমারী ও সেকেন্ডারী কারেন্ট, সেকেন্ডারী emf এবং কোরে সর্বোচ্চ ফ্লাক্স বের কর।

Sol^n: Given,

25KVA, f=50 Hz

$N_P = 500$, $N_S = 50$, $E_P = 3000$V

a= 500/50 = 10

Primary current, $I_P = 25 \times 1000/3000$

$\therefore I_P = 8.33$A [Ans]

Secondary current, $I_S = a \times I_P = 10 \times 8.33$

$\therefore I_S = 83.3$A [Ans.]

Secondary voltage,

$E_S = E_P/a = 3000/10 = 300$V

$\therefore E_S = 300$V [Ans]

We know,

$E_s = 4.44\, f\, \phi_m N_s$

$\Rightarrow 300 = 4.44 \times 50 \times \phi_m \times 50$

$\therefore \phi_m = 27$ mWb [Ans]

9) একটি 300KVA, 11000/550V, 50Hz Δ-Y core type ট্রান্সফরমারের flux 0.05Wb বের করঃ (i) হাই ও লো ভোল্টেজ সাইডের প্রতি ফেজে প্যাঁচ সংখ্যা। (ii) প্রতি প্যাঁচে emf; (iii) হাই ও লো ভোল্টেজ সাইডের ফেজ কারেন্ট।

Solⁿ: Given,

300 KVA, f= 50Hz, Ø= 0.05 Wb

Input Δ connection,

$V_L = V_P = 11000$ V

Output side Y connection,

$V_L = 550$V

$$V_P = \frac{V_L}{\sqrt{3}} = \frac{550}{\sqrt{3}} = 317.54\ Volt$$

(i) $E_P = 4.44\ Ø\ f\ N_P$

$\Rightarrow 11000 = 4.44 \times 0.05 \times 50 \times N_P$

$\therefore N_P = 990$ turns [Ans]

Now secondary emf,

$E_S = 4.44\ Ø\ f\ N_S$

$\Rightarrow 317.51 = 4.44 \times 0.05 \times 50 \times N_S$

$\therefore N_S = 28.6$ turns [Ans]

(ii) emf/phase $= \frac{11000}{990}$

emf / phase = 11.1 Volt [Ans]

(iii) Phase current input for Δ connection,

$$I_{P\Delta} = \frac{300 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 11000 \times \sqrt{3}}$$

$\therefore I_{P\Delta} = 9.1$ Amp [Ans]

Output phase current in Y connection,

$$I_{PY} = \frac{300 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 550}$$

$\therefore I_{PY} = 315$ Amp [Ans]

10) একটি 25KVA, 1-Ø যার 250 টার্ন প্রাইমারীতে এবং 40 টার্ন সেকেন্ডারীতে আছে। প্রাইমারীতে 1500 volt এবং 50 Hz সাপ্লাই দেয়া হলে বের করঃ (i) Full load I_P and I_S, (ii) E_S and (iii) $Ø_m$.

Solⁿ: Given,

250 KVA, $N_P = 250$, $N_S = 40$

$$a = \frac{N_P}{N_S} = \frac{250}{40} = 6.25$$

$E_P = V_P = 1500$ Volt

f = 50Hz

(i) Full load current,

$$I_P = \frac{25 \times 10^3}{1500}$$

$\therefore I_P = 16.67$ Amp [Ans]

Again, $I_S = aI_a = 6.25 \times 16.67$

$\therefore I_S = 104.167$ Amp [Ans]

(ii) Secondary voltage,

$$a = \frac{E_P}{E_S}$$

$$\Rightarrow 6.25 = \frac{1500}{E_S}$$

$\therefore E_S = 240$ Volt [Ans]

(iii) $E_S = 4.44\ Ø_m\ f\ N_S$

$\Rightarrow 240 = 4.44 \times Ø_m \times 50 \times 40$

$\therefore Ø_m = 27$ mWb [Ans]

11) একটি 3300/230V, 50Hz, 1-Ø ট্রান্সফরমারের সর্বোচ্চ ফ্লাক্সের ঘনত্ব 1.2 wb/m² । কোরের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 150 cm² । প্রাইমারী ও সেকেন্ডারী প্যাঁচ বের কর।

Solⁿ:

Given, $E_P = 3300$V, $E_S = 230$V

$\therefore a = 3300/230 = 14.34$

$\therefore B_m = 1.2$ wb/m²

$A = 150$ cm² $= 150 \times 10^{-4}$ m²

$\therefore E_p = 4.44\ f\ Ø_m N_p$ volt

$\Rightarrow 3300 = 4.44 \times 50 \times 1.2 \times 150 \times 10^{-4} \times N_p$

$\Rightarrow N_P = 826$ turns [Ans.]

Secondary turns, $N_S = 826/14.34$

$\therefore N_S = 58$ turns [Ans]

12) 400 primary and 1000 secondary turn বিশিষ্ট একটি 1-Ø ট্রান্সফরমারের A=60 cm² । যদি প্রাইমারী 520V, 50Hz মানের একটি সাপ্লাই এর সাথে যুক্ত থাকে তাহলে বের করঃ (i) ফ্লাক্স ডেনসিটির সর্বোচ্চ মান এবং (ii) সেকেন্ডারী ওয়াইন্ডিং এ আবিষ্ট ভোল্টেজ কত?

Solⁿ: Given,

$N_P = 400$, $N_S = 1000$

$$a = \frac{N_P}{N_S} = \frac{400}{1000} = 0.4$$

Area, A= 60 cm²

$E_P = 520$ Volt

f = 50Hz

(i) $E_P = 4.44\ Ø_m\ f\ N_P$

$\Rightarrow E_P = 4.44 \times B_m \times A \times f \times N_P$

$\Rightarrow 520 = 4.44 \times B_m \times 60 \times 50 \times 400$

$\therefore B_m = 9.76 \times 10^{-5}$ Wb/cm² [Ans]

(ii) Secondary voltage,

$$a = \frac{E_P}{E_S}$$

$\Rightarrow 0.4 = \frac{520}{E_S}$

$\therefore E_S = 1300$ Volt [Ans]

13) একটি সিঙ্গেল ফেজ ট্রান্সফরমারের প্রাইমারী টার্ন 400 ও সেকেন্ডারীতে 1000 টার্ন আছে। A=60cm², প্রাইমারীতে 50Hz এবং 440 Volt supply দেয়া হয়, তবে (i) E_S=? , (ii) $\emptyset_m$ =? and (iii) B_m=?

Sol^n: Given,

$N_P = 400$, $N_S = 1000$

$a = \frac{N_P}{N_S} = \frac{400}{1000} = 0.4$

Area, A= 60 cm²

$E_P = 440$ Volt

f = 50Hz

(i) Secondary voltage,

$a = \frac{E_P}{E_S}$

$\Rightarrow 0.4 = \frac{440}{E_S}$

$\therefore E_S = 1100$ Volt [Ans]

(ii) $E_P = 4.44\, \emptyset_m\, f\, N_P$

$\Rightarrow 440 = 4.44 \times \emptyset_m \times 50 \times 400$

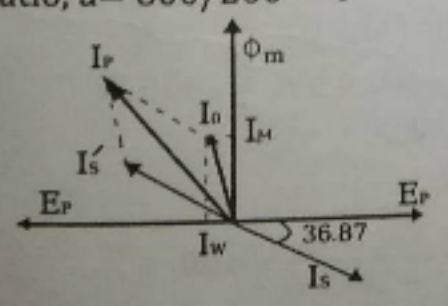
$\therefore \emptyset_m = 4.95\times10^{-3}$ Wb [Ans]

(iii) $B_m = \emptyset_m/A = 4.95\times10^{-3}/60$

$\therefore B_m = 8.258\times10^{-5}$ Wb/cm² [Ans]

14) একটি ট্রান্সফরমারের প্রাইমারী ও সেকেন্ডারীতে প্যাঁচ 800 ও 200। যখন 0.8 p.f. (lag) এ সেকেন্ডারী কারেন্ট 80A। তখন 0.707 p.f. (lag) এ প্রাইমারী কারেন্ট 25A। নো লোড প্রাইমারী কারেন্ট বের কর।

Sol^n: Turn ratio, a= 800/200 = 4



$\cos\theta_S = 0.8$

$\theta_S = 36.87^0$

$\sin\theta_p = 0.707$

$\theta_p = 45^0$

$\therefore I_S = 80$A

$I'_S = I_S/a = 80/4 = 20$A

Primary current, $I_P = 25$A

We know,

$I_P\angle\theta_P = I_0\angle\theta_0 + I'_S\angle\theta_S$

$\Rightarrow I_0\angle\theta_0 = I_P\angle\theta_P - I'_S\angle\theta_S$

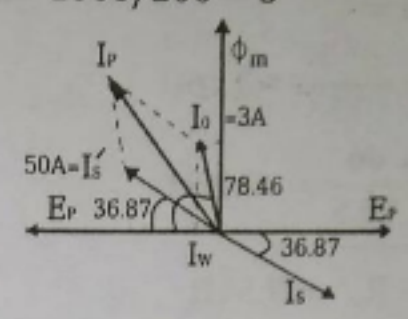
$\Rightarrow I_0\angle\theta_0 = 25\angle-45^0 - 20\angle-36.87^0$

$\therefore I_0\angle\theta_0 = 5.92\angle-73.4$ A [Ans.]

15) একটি 1-Ø ট্রান্সফরমারের প্রাইমারীতে 1000 টার্ন ও সেকেন্ডারীতে 200 টার্ন আছে। নো লোড কারেন্ট 3A, p.f 0.2 (lag) এ বের কর: প্রাইমারী কারেন্ট যখন সেকেন্ডারী কারেন্ট 280A, 0.8 (lag) p.f এ থাকে।

Sol^n:

Turn ratio, a= 1000/200 = 5



No load current, $I_0 = 3$ A

$\cos\theta_0 = 0.2$

$\theta_0 = 78.46^0$

$\sin\theta_S = 0.8$

$\theta_S = 36.87^0$

$\therefore I_S = 280$A

$I'_S = I_S/a = 280/5 = 56$ A

We know,

$I_P\angle\theta_P = I_0\angle\theta_0 + I'_S\angle\theta_S$

$\Rightarrow I_P\angle\theta_P = 3\angle-78.46^0 + 50\angle-36.87^0$

$\therefore I_P\angle\theta_P = 58.3\angle-38.8$ A [Ans.]

Power factor, pf = cos (38.8)

$\therefore$ pf = 0.778 (lag) [Ans]

16) একটি 1-Ø ট্রান্সফরমার যার রেশিও 440/110V, যা নো লোড কারেন্ট 0.2 (lag) p.f. এ 5Amp গ্রহণ করে। যদি সেকেন্ডারী 0.8 (lag) p.f. এ 120Amp দেয়; তবে প্রাইমারী কারেন্ট কত?

Sol^n: Turn ratio, a= 440/110 =4

No load current, $I_0\angle\theta_0 = 5\angle-78.46$ A

Secondary current reffered to primary,

$I'_S = I_S/a = 280/5 = 56$ A

$I'_S\angle\theta_S = 30\angle-36.87$

We know,

$I_P\angle\theta_P = I_0\angle\theta_0 + I'_S\angle\theta_S$

$\Rightarrow I_P\angle\theta_P = 5\angle-78.46^0 + 30\angle-36.87^0$

$\therefore I_P\angle\theta_P = 34\angle-42.51$ A [Ans.]

প্রশ্ন: Transformer parallel operation এর উদ্দেশ্য লিখ?

উত্তরঃ

Transformer parallel operation এর উদ্দেশ্য নিম্নরূপ-

১) একটি বড় ট্রান্সফরমারের তুলনায় দুটি ট্রান্সফরমারকে প্যারালাল অপারেশন করা বেশি নির্ভরশীল। কারণ একইট নষ্ট হলে অন্যটি দিয়ে সরবরাহ অক্ষুন্ন রাখা যায়।

২) কয়েকটি 1-Ø ট্রান্সফরমারের সাহায্যে 3-Ø সরবরাহ দেয়ার জন্য।

৩) ট্রান্সফরমারের কর্মদক্ষতা বেশি পাওয়া যায়।

৪) লোড শেয়ার করার নিশ্চয়তার জন্য।

৫) একটি ট্রান্সফরমারের rated load অপেক্ষা বেশি লোডে পাওয়ার সরবরাহ করার জন্য।

প্রশ্ন: ট্রান্সফরমারের সার্কুলেটিং কারেন্ট কি? এতে কি সমস্যা হয়?

উত্তর:

প্যারালাল অপারেশনের সময় যদি উভয় ট্রান্সফরমারের ট্রান্সফরমেশন রেশিও এক না হয় তাহলে ট্রান্সফরমাররের সেকেন্ডরিতে ইনডিউসড ই.এম.এফ এ অসমতা বিরাজ করে ও সঠিকভাবে ফেজ অপোজিশন হয় না। ফলে লোড অবস্থায় এমনকি নো লোড অবস্থাতেও ট্রান্সফমাররের উভয় ওয়াভিং এ কিছু কারেন্ট প্রবাহিত হয় । ইহাই সার্কুলেটিং কারেন্ট নামে পরিচিত।

এই সার্কুলেটিং কারেন্ট এর কারণে ট্রান্সফরমারে অসম লোড বহনের প্রবণতা সৃষ্টি হয় সম্পূর্ন KVA output পাওয়া যায় না এবং Transformer অতিরিক্ত গরম হয়।

প্রশ্ন: ট্রান্সফরমারের পোলারিটি কি?

উত্তর:

ট্রান্সফরমারের উভয় কয়েলে ইনডিউসড ই.এম.এম এর অভিমুখ নির্দেশ করে প্রান্ত সমূহ চিহ্নিতকরণের নামই পোলারিটি।

পোলারিটি দুই প্রকার। যথা-

(i) Additive polarity,
(ii) Subtractive polarity.

প্রশ্ন: ট্রান্সফরমারের পোলারিটি না দেখে সংযোগ করলে কি ঘটবে?

উত্তর:

ট্রান্সফরমারের পোলারিটি না দেখে সংযোগ করলে নিম্নলিখিত সমস্যা সৃষ্টি হতে পারে-

১) সার্কুলেটিং কারেন্ট প্রবাহিত হবে।

২) শর্ট সার্কিট অবস্থা দেখা দিবে।

৩) বাহিরের কোন লোডে কারেন্ট সরবরাহ করবে না।

Instrument Transformer

প্রশ্ন: Instrument Transformer কি? ইহা কত প্রাকার ও কি কি?

উত্তরঃ

এসি পদ্ধতিতে current, voltage, power এবং Energy পরিমাপের জন্য যে Transformer ব্যবহৃত হয় তাকে Instrument Transformer বলে। ইহা দুই প্রকার যথা-

(i) Potential Transformer (PT),
(ii) Current Transformer (CT)

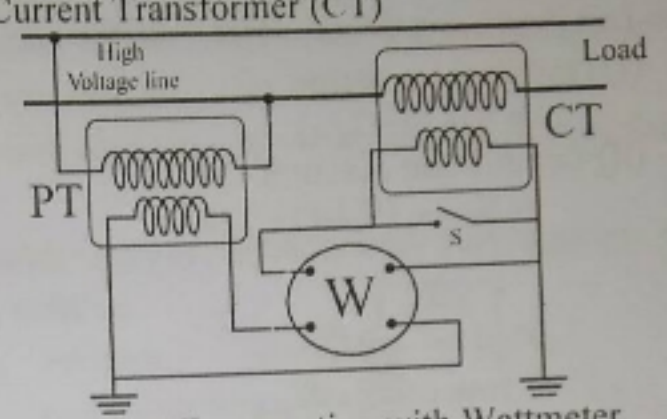
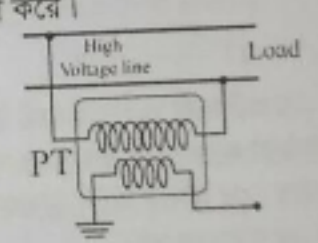
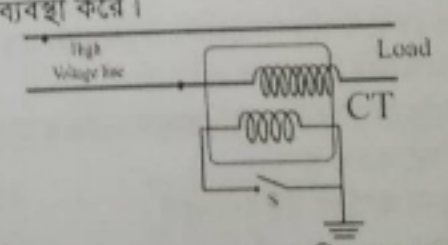


Fig: CT and PT connection with Wattmeter

(i) Potential Transformer (PT): PT হল উচ্চ ভোল্টেজ লাইনের ভোল্টেজকে কমিয়ে কম মানের ভোল্টমিটার দ্বারা ভোল্টেজ পরিমাপ করার ব্যবস্থা করে।



(i) Current Transformer (CT): CT হল উচ্চ ভোল্টেজ লাইনের কারেন্টকে কমিয়ে কম মানের Ammeter দ্বারা current পরিমাপ করার ব্যবস্থা করে।



প্রশ্ন: CT এর secondary খোলা রাখা বিপদজনক কেন বা সেকেন্ডারি আর্থ করা হয় কেন?

উত্তরঃ

যেহেতু সিটি এর সাহায্যে উচ্চ মাত্রার কারেন্টকে কমিয়ে পরিমাপ করা হয়। যেহেতু সেকেন্ডারিতে কারেন্ট কমানো হয় ফলে ভোল্টেজের পরিমান বেড়ে যায়, যা ইনসুলেশন নষ্ট করে সিটিকে নষ্ট করার জন্য যথেষ্ট। তাই সিটি এর সেকেন্ডারি আর্থ বা শর্ট করে রাখা হয়।

Transformer banking

প্রশ্ন: Transformer banking কি? ব্যাংকিং এর শর্তসমূহ কি কি?

উত্তর:

যে পদ্ধতিতে আলাদা আলাদা তিনটি সিঙ্গেল ফেজ ট্রান্সফরমার একত্রে জোড়া দিয়ে 3-Ø Transformer গঠন করা হয়, সে পদ্ধতিকে Transformer banking বলে।

ব্যাংকিং এর শর্ত সমূহ:

i) Transformer তিনটির KVA rating একই হতে হবে।
ii) প্রতিটির Voltage rating একই হতে হবে।
iii) প্রতিটির পোলারিটি দেখে সংযোগ করতে হবে।
iv) Transformer গুলো একই কোম্পানির তৈরি হলে ভাল হয়।

প্রশ্ন: 3-Ø Transformer সংযোগের বিভিন্ন পদ্ধতি গুলো উল্লেখ কর?

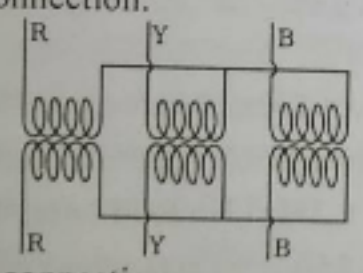
উত্তর:

(i) Star-Star connection
(ii) Star-Delta connection
(iii) Delta-Delta connection
(iv) Delta-Star connection.

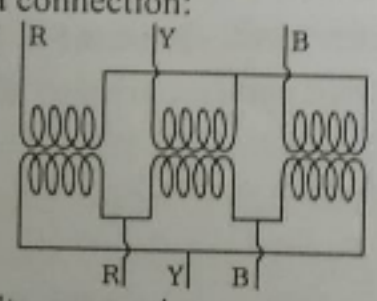
এছাড়াও আরও দুইটি সংযোগ আছে। যথা:

(v) Open delta / V-V connection
(vi) Scott / T-T connection

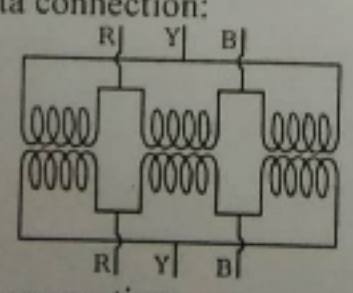
(i) Star-Star connection:



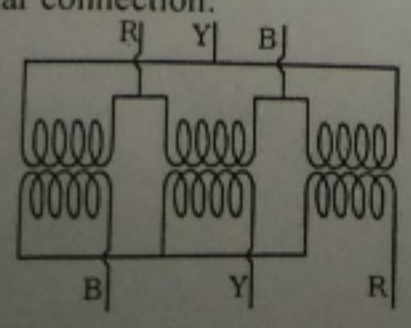
(ii) Star-Delta connection:



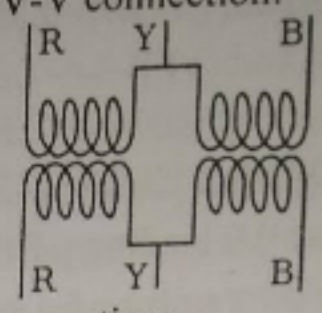
(iii) Delta-Delta connection:



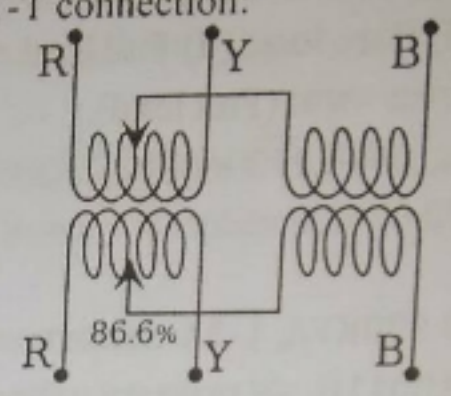
(iv) Delta-Star connection:



(v) Open delta / V-V connection:



(vi) Scott / T-T connection:



প্রশ্ন: ভাসমান নিউট্রাল বলতে কি বুঝায়?

উত্তরঃ ফ্লোটিং বা ভাসমান নিউট্রাল-

স্টার স্টার সংযোগ ব্যাল্যান্সড লোডে ভাল কাজ করে। আনব্যালেন্স লোডে এর সেকেন্ডারি নিউট্রাল আদি অবস্থান হতে কিছুটা সরে যায়। কারণ এখানে খুব কম মানের রেজিস্ট্যান্স অর্থাৎ প্রায় শর্ট সার্কিটের ন্যায় রেজিস্ট্যান্স। যা কোন একটি ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারী ও নিউট্রালের আড়াআড়িতে সংযোজন অবস্থার উদ্ভব হয়। এর ফলে খুব অল্প মাত্রায় কারেন্ট প্রবাহিত হয় ও নিউট্রাল আদি অবস্থান হতে সরে যায়। ফলে Line to neutral ভোল্টেজে অসমতা দেখা দেয়। ফলে 3-Ø এর RYB এর মধ্যে B ও নিউট্রাল এর ভোল্টেজ কম হয়। কিন্তু R ও Y এর সাথে N এর মধ্যকার ভোল্টেজ V_{RN} ও V_{YN} বৃদ্ধি পায়। এই ধরণের ত্রুটিকে ভাসমান নিউট্রাল বলে।

প্রশ্ন: Transformer parallel operation এর শর্তসমূহ লিখ?

উত্তরঃ

ট্রান্সফরমারকে প্যারালাল অপারেশন করতে হলে নিম্নলিখিত শর্তসমূহ অবশ্যই পূরণ করতে হয়। যথা-

১) সবগুলো ট্রান্সফরমার এর High side এবং Low side এর voltage rating একই হতে হবে।
২) Transformer সমূহকে পোলারিটি অনুযায়ী সংযোগ দিতে হবে।
৩) প্রতিটি Transformer এর নিজস্ব সমতুল্য Resistance ও Reactance এর অনুপাত একই হতে হবে।
৪) প্রতিটি Transformer এর সমতুল্য Impedance অবশ্যই নিজস্ব KVA rating এর সাথে উল্টানুপাতিক হতে হবে।
৫) 3-Ø Transfomer এর ক্ষেত্রে প্রতিটি ট্রান্সফরমার এর primary এবং secondary voltage এর মধ্যে phase displacement একই হতে হবে।
৬) 3-Ø Transformer এর ক্ষেত্রে প্রতিটি Transformer এর phase sequence একই হতে হবে।

Auto Transformer

প্রশ্ন: Auto-transformer কাকে বলে?

উত্তর:

Auto-transformer একটি বিশেষ ধরণের ট্রান্সফরমার যার শুধু মাত্র একটি ওয়াণ্ডিং থাকে। যার কিছু অংশ প্রাইমারী ও কিছু অংশ সেকেন্ডারী হিসেবে ব্যবহৃত হয়। অর্থাৎ উভয় ওয়াণ্ডিং ইলেকট্রিক্যালি ও ম্যাগনেটিক্যালি কানেকটেড থাকে। কার্যপ্রণালী দুই ওয়াইণ্ডিং ট্রান্সফরমারের মত।

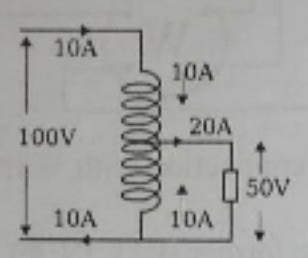
≫Auto-transformer -এ দুইভাবে পাওয়ার স্থানান্ত রিত হয়:

(i)Transformer action,

$= V_pI_p(1-1/a)$

(ii) Conduction reaction

$= V_pI_p - \{V_pI_p(1-1/a)\}$



প্রশ্ন: Auto-transformer কে কেন distribution line -এ ব্যবহার করা হয় না।

উত্তর:

Auto-transformer এর প্রাইমারী ও সেকেন্ডারী উভয় কয়েলে ইলেকট্রিক্যালি কানেকশন করা থাকে। যা কনজুমার সাইডে বিপজ্জনক পরিস্থিতির সৃষ্টি করতে পারে। সে জন্যই অটো-ট্রান্সফরমারকে সাধরনত ডিস্ট্রিবিউশন লাইনে ব্যবহার করা হয় না।

প্রশ্ন: Auto-transformer এর প্রয়োগ ক্ষেত্র উল্লেখ কর?

উত্তর:

বৃহৎ আকারের তিন-ফেজ ইন্ডাকশন মোটর ও সিনক্রোনাস মোটর স্টার্ট দেওয়ার জন্য অটো-স্টার্টার হিসেবে।

১) ফার্নেস ট্রান্সফরমার হিসেবে মিল কারখানায় ব্যবহৃত হয়।

২) রাজপথ আলোকিত করার জন্য।

৩) ইলেকট্রনিক ট্রেনের কন্ট্রোল ইকুইপমেন্টে।

৪) ভেরিয়াক হিসেবে।

৫) রেডিও ইলেকট্রনিকসে এটি ব্যবহৃত হয়।

Mathematical Problem

1) একটি Auto x-former 116/80V এবং 4KW load এ একক p.f. সরবরাহ করে। বের করঃ

(i) Transformed power, (ii) Conducted power.

Sol^n: Given,

$E_P = 116$ V, $E_S = 80$ V, $P_T = 4$ kW

$$a = \frac{E_P}{E_S} = \frac{116}{80} = 1.45$$

(i) Transformed power,

$= P_T(1-1/a)$

$= 4\times1000(1-1/1.45)$

$= 1241.38$ Watt [Ans]

(ii) Conduction reaction

$= P_T - P_{transfomed}$

$= 4000 - 1241.38$

$= 2758.62$ Watt [Ans]

Transformer

১) একটি ট্রান্সফরমার কাজ করবে-

ক) শুধুমাত্র এ.সি তে, খ) শুধুমাত্র ডি.সি তে

গ) এ.সি এবং ডি.সি তে ঘ) কোনটিই নয়

২) একটি ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি কিভাবে সংযুক্ত থাকে?

ক)বৈদ্যুতিকভাবে, খ) যান্ত্রিকভাবে,

গ) চৌম্বকভাবে ঘ) বৈদ্যুতিক ও চৌম্বকভাবে

৩) একটি ট্রান্সফরমার একটি দক্ষ যন্ত্র, কারণ এটি-

ক) একটি স্থির যন্ত্র

খ) ক্যাপাসিটিভ কাপলিং ব্যবহার করে

গ) ইন্ডাকটিভ কাপলিং ব্যবহার করে

ঘ) বৈদ্যুতিক কাপলিং ব্যবহার করে

৪) ট্রান্সফরমার কোন ধরনের ডিভাইস?

ক)ইলেকট্রো-স্ট্যাটিক খ) ইলেকট্রো-ম্যাগনেটিক

গ) যান্ত্রিক ঘ) সবকয়টি

৫) একটি ট্রান্সফরমার প্রাইমারি হতে সেকেন্ডারিতে ইলেকট্রিক্যাল এনার্জি কোনটির পরিবর্তনের মাধ্যমে হয়?

ক) ফ্রিকুয়েন্সি খ) ভোল্টেজ

গ) কারেন্ট ঘ) পাওয়ার

৬) নিচের কোনটি একটি ট্রান্সফরমারের মৌলিক উপাদান নয়?

ক) কোর খ) প্রাইমারি ওয়াইন্ডিং

গ) সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং ঘ) মিউচুয়্যাল ফ্লাক্স

৭) একটি ট্রান্সফরমারের মধ্যে-

ক) ওয়াইন্ডিং এ কোন রেজিস্ট্যান্স থাকবে না

খ) কোরে কোন লস হবে না

গ) কোরের ভেদ্যতা হবে অসীম

ঘ) সবকয়টি

৮) একটি ট্রান্সফরমারে কি স্থানান্ত রিত হয়?

ক) ফ্রিকুয়েন্সি খ) ভোল্টেজ

গ) কারেন্ট ঘ) ভোল্টেজ ও কারেন্ট

৯) একটি ট্রান্সফরমারে কোর ব্যবহারের প্রদান উদ্দেশ্য কি?

ক) আয়রণ লস কমানো খ) এডি কারেন্ট লস কমানো

গ) হিসটেরেসিস লস কমানো

ঘ) ম্যাগনেটিক সার্কিটের রিল্যাকট্যান্স কমানো

১০) কি উদ্দেশ্যে ট্রান্সফরমারের কোর ল্যামিনেট করা হয়?

ক) নির্মাণ প্রক্রিয়া সহজ করার জন্য

খ) এডি কারেন্ট লস কমানোর জন্য

গ) হিসটেরেসিস লস কমানোর জন্য

ঘ) খরচ কমানোর জন্য

১০৫) ব্যবহৃত ফ্লাক্স সামান্য পরিমানে কিসের উপর নির্ভর করে?

ক) লোডের উপর খ) ম্যাগনেটোমোটিভ ফোর্সের উপর

গ) ভোল্টেজের উপর ঘ) সব কয়টি

১০৬) নিম্নের কোন ট্রান্সফরমারটির প্রাইমারি ওয়াইন্ডিং একই সাথে সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং হিসেবে কাজ করে?

ক) পটেনশিয়াল ট্রান্সফমার খ) অটো-ট্রান্সফরমার

গ) স্টেপ আপ ট্রান্সফরমার ঘ) কারেন্ট ট্রান্সফরমার

১০৭) একটি ট্রান্সফরমারের লিকেজ ফ্লাক্স নির্ভর করে -

ক) লোড কারেন্টের উপর খ) লোড কারেন্ট ও ভোল্টেজের উপর

গ) লোড কারেন্ট, ভোল্টেজ ও ফ্রিকুয়েন্সির উপর

ঘ) ভোল্টেজ ও পাওয়ার ফ্যাক্টরের উপর

১০৮) একটি ট্রান্সফরমারের নয়েজ লেভেল টেষ্ট হল -

ক) Special test খ) Routine test

গ) Type test ঘ) None of above

১০৯) ল্যামিনেশনের জন্য সিলিকন স্টীল প্রধানত ব্যবহার করা হয় কি কমানোর জন্য?

ক) হিসটেরেসিস লস খ) এডি কারেন্ট লস

গ) কপার লস ঘ) কোনটি নয়

Answers:

১) ক	২) গ	৩) ক	৪) ক	৫) খ	৬) ঘ	৭) ঘ
৮) ঘ	৯) ঘ	১০) খ	১১) ক	১২) গ	১৩) গ	১৪) খ
১৫)ক	১৬) খ	১৭) খ	১৮) খ	১৯) ক	২০) খ	২১) ক
২২) গ	২৩) ঘ	২৪) গ	২৫) গ	২৬) ঘ	২৭) গ	২৮) ঘ
২৯) খ	৩০) খ	৩১) গ	৩২) গ	৩৩) ক	৩৪)খ	৩৫) গ
৩৬)খ	৩৭) ঘ	৩৮) ঘ	৩৯) ক	৪০) গ	৪১) খ	৪২) ক
৪৩) ঘ	৪৪) খ	৪৫) ক	৪৬) ক	৪৭) ক	৪৮)গ	৪৯) ক
৫০) গ	৫১) গ	৫২) গ	৫৩) গ	৫৪) ক	৫৫) খ	৫৬) ক
৫৭) গ	৫৮) গ	৫৯) গ	৬০) ক	৬১) ঘ	৬২) গ	৬৩) খ
৬৪)ক	৬৫) খ	৬৬) গ	৬৭) ক	৬৮) খ	৬৯) গ	৭০) ক
৭১) খ	৭২) ক	৭৩) ক	৭৪) গ	৭৫) ঘ	৭৬) ঘ	৭৭) গ
৭৮)ক	৭৯) খ	৮০) গ	৮১) ঘ	৮২) গ	৮৩)ক	৮৪) গ
৮৫) ঘ	৮৬) ক	৮৭) ক	৮৮) খ	৮৯) গ	৯০) ক	৯১) ঘ
৯২)ক	৯৩) ঘ	৯৪) ঘ	৯৫) ক	৯৬) খ	৯৭) খ	৯৮) গ
৯৯) গ	১০০)গ	১০১) ঘ	১০২)গ	১০৩)ক	১০৪)গ	১০৫)ক
১০৬)খ	১০৭)ক	১০৮)ক	১০৯)ক			

A.C Motor

প্রশ্নঃ এ.সি মোটরের শ্রেণি বিভাগ লিখ। [DUET: 06-07]

উত্তরঃ

1) According to principle of operation
   - i) Synchronous Motor.
   - ii) Asynchronous Motor.

Asynchronous Motor কে দুই ভাগে ভাগ করা যায়।

   - a) Induction Motor
     - ক) Squirrel Case Motor
     - খ) Slipring Motor
   - b) Commutator Motor:
     - ক) Series
     - খ) Shunt
     - গ) Compensated
     - ঘ) Repulsion.

2) According to types of current flow:
   - i) Single Phase
   - ii) Poly Phase.

3) According to speed.
   - i) Constant speed motor.
   - ii) Variable speed motor.
   - iii) Adjustable speed motor.

Induction motor

প্রশ্নঃ **Induction motor** কাকে বলে? ইহার প্রকারভেদ লিখ।

উত্তরঃ

যে মোটর ইন্ডাকশন নীতির উপর ভিত্তি করে ঘুরে তাকে ইন্ডাকশন মোটর বলে। সাধারণত কন্ডাকশন মোটরে বৈদ্যুতিক পাওয়ার ব্রাশ ও কম্যুটেটরের মাধ্যমে রোটরে প্রদান করা হয়। কিন্তু ইন্ডাকশন মোটরের স্টেটরকে এসি সরবরাহ দেয়া হয়। ফলে এতে রোটেটিং ম্যাগনেটিক ফিল্ডের সৃষ্টি হয়। রোটর কন্ডাক্টর এই রোটেটিং ফ্লাক্সকে কর্তন করে। ফলে ফ্যারাডের ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইন্ডাকশন নীতি অনুসারে রোটরে ভোল্টেজ আবিষ্ট হয়। রোটরের দুই প্রান্ত শর্ট করা থাকে বিধায় ইনডিউসড ভোল্টেজের জন্য কারেন্ট প্রবাহিত হয় এবং রোটরে টর্ক উৎপন্ন হয়। ফলে স্টেটরে চুম্বক বলরেখা যেদিকে ঘুরে রোটরেও সেইদিকে ঘুরতে আরম্ভ করে। ইন্ডাকশন নীতির উপর ভিত্তি করে ঘুরে বলে একে ইন্ডাকশন মোটর বলে। এ মোটরের রোটরের গতিবেগ সিনক্রোনাস গতি অপেক্ষা সব সময় কিছুটা কম থাকে। এজন্য এ মোটরের আরেক নাম Asynchronous মোটর। এই মোটরে দুইটি ওয়াভিং থাকে, যা স্টেটর ও রোটর নামে পরিচিত। 1888 সালে বিজ্ঞানী নিকোলা টেসলা ইন্ডাকশন মোটর আবিস্কার করেন।

Induction motor এর প্রকারভেদ:

সরবরাহ দেওয়ার পদ্ধতি অনুসারে ইন্ডাকশন মোটর দুই প্রকার। যথা-

(i) Single phase (1-Ø) induction motor

(ii) Three phase (3-Ø) induction motor.

3-Ø induction motor গঠনের উপর ভিত্তি করে তিন প্রকার। যথা-

(a) Squirrel Cage type,
(b) Slip ring or phase wound type,
(c) Double squirrel cage type.

গঠন গত দিক থেকে 1-Ø ও 3-Ø ইন্ডাকশন মোটরের মধ্যে কোন পার্থক্য নেই। 1-Ø ও 3-Ø ইন্ডাকশন মোটরের মধ্যে যে সকল পার্থক্য লক্ষ্য করা যায়। তা নিম্নে দেয়া হলো-

১। 1-Ø ইন্ডাকশন মোটরের স্টেটরে সিঙ্গেল ফেজ সাপ্লাই দেয়া হয়।
২। মাঝে মাঝে, স্টার্টিং এর কাজে ব্যবহৃত ওয়াভিংকে বিচ্ছিন্ন করার জন্য একটি সেন্ট্রিফিউগাল সুইচ ব্যবহৃত হয়।

প্রশ্ন: Single phase induction motor এর ব্যবহার লিখ।
উত্তরঃ

1-Ø ইন্ডাকশন মোটরের ব্যবহার নিম্ন রূপঃ
১) গৃহস্থালির কাজ যেমন- সেলাই কল, পাখা, কাপড় কাটার মেশিন প্রভৃতি।
২) মেশিন টুলস পরিচালনায় যেমন- ড্রিল মেশিন, ভ্যাকুয়াম ক্লিনারে।
৩) বাসা বাড়ির পানি তোলার পাম্প মেশিনে।
৪) ফুড/ড্রিনক্স ফিক্চার মেশিনে।
৫) ক্রেন পরিচালনা, লিফট পরিচালনায়।

প্রশ্ন: Induction motor এর সুবিধা ও অসুবিধা লিখ?
উত্তরঃ সুবিধা:

১) ইন্ডাকশন মোটরের গঠনপ্রণালি অতিশয় সহজ ও সরল বলে এটি খুব মজবুত এবং দীর্ঘস্থায়ী হয়।
২) এর কর্মদক্ষতা বেশি এবং স্বাভাবিক রানিং কন্ডিশনে এতে ব্রাশের প্রয়োজন হয় না।
৩) এর ফ্রিকশন লস কম এবং উন্নত পাওয়ার ফ্যাক্টরে ভাল দক্ষতায় কাজ করে।
৪) একে স্টার্ট দেয়া খুবই সহজ এবং সরল।
৫) এতে কোন ডিসি এক্সাইটারের প্রয়োজন হয় না।

প্রশ্নঃ দেখাও যে, (i) $f_r = S \times f$ এবং (ii) $N_r = \frac{120f}{P}(1-S)$.
উত্তরঃ

আমরা জানি
f_r = Rotor frequency
f = Supply frequency
S = Slip

স্থির অবস্থায়, $N_s = \frac{120f}{P}$

চলন্ত অবস্থায়, $N_s - N_r = \frac{120f_r}{P}$

আমরা জানি স্লিপ,

$$S = \frac{N_s - N_r}{N_s}$$

$$\Rightarrow S = \frac{120f_r/P}{120f/P}$$

$$\Rightarrow S = \frac{f_r}{f}$$

$$\Rightarrow f_r = S \times f$$

অর্থাৎ Rotor frequency = Slip × supply frequency

(ii) আমরা জানি স্লিপ,

$$S = \frac{N_s - N_r}{N_s}$$

$$\Rightarrow N_s - N_r = S \times N_s$$

$$\Rightarrow N_r = N_s(1-S)$$

$$\Rightarrow N_r = \frac{120f}{P}(1-S) \quad \text{[Showed]}$$

প্রশ্ন: কি কি উপায়ে Induction motor এর গতি নিয়ন্ত্রন করা যায়? ★★★
উত্তরঃ

i) Motor এর supply voltage কম বেশি করে।
ii) Frequency পরিবর্তন করে।
iii) Stator এর পোল সংখ্যা পরিবর্তন করে।
iv) Rotor circuit এর Resistance পরিবর্তন করে।
iv) Cascade control method.

প্রশ্নঃ Induction motor এর Slip কি? [DUET: 09-10]
উত্তরঃ

Induction motor এর Rotor সর্বদা Synchronous speed এর চেয়ে কম গতিতে ঘুরে। কারণ যদি Rotor Synchronous speed এ ঘুরে তবে ফ্লাক্স তার Conductor গুলিকে কর্তন করতে পারে না। ফলে Rotor circuit এ Current এবং ফলস্বরূপ Torque উৎপন্ন হয় না। এবং Motor টি থেমে যাবে। Motor এর Synchronous speed এবং Rotor speed এর পার্থক্যকে Synchronous speed এর অনুপাতে প্রকাশ করলে তাকে Slip বলে। উহাকে শতকরায় প্রকাশ করা হয়।

$$\% \text{ Slip } (s) = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100$$

এখানে, S = Slip
N_s = Synchronous Speed
N_r = Rotor Speed.

প্রশ্ন: Induction motor এ কি কি ধরণের test করা হয়?
উত্তর ঃ

(1) No load test,
(2) Block rotor test or load test,
(3) Stator resistance test.

প্রশ্নঃ নো লোড অবস্থায় ইন্ডাকশন মোটরের পাওয়ার ফ্যাক্টর নিম্ন মানের হওয়ার কারণ কি?
উত্তরঃ কারণঃ

No load এ induction motor প্রধানত magnetizing current উৎপন্ন করে যা air gap এ প্রয়োজনীয় ফ্ল্যাক্সের সৃষ্টি করে। এ magnetizing কারেন্টের কারনেই পাওয়ার ফ্যাক্টর নিম্ন মানের হয়। যখন মোটর লোডগ্রস্থ হয় তখনও এ ম্যাগনেটাইজিং কারেন্টের পরিমান প্রায় একই থাকে এবং এ কারেন্ট আবার ফুল লোড অবস্থায় মোটরের ইনপুট কারেন্টের তুলনায় কম হয়,যার ফলে পাওয়ার ফ্যাক্টর আগের তুলনায় উন্নত হতে থাকে। এ জন্য নো লোড অবস্থায় মোটরের power factor নিম্ন মানের হয়।

প্রশ্ন: Circuit Breaker rating এর গুলো কি কি?

উত্তর:

C.B Rating: C.B প্রধান তিনটি Rating হচ্ছে।

(i) Breaking capacity:

যে পরিমান current প্রবাহের ফলে Recovery ও Restriking voltage Circuit Breaker বর্তনীকে বিচ্ছিন্ন করতে পারে তাকে Breaking Capacity বলে। Breaking Capacity

$B.C = \sqrt{3} \times V \times I \times 10^{-6}$ MVA

(ii) Making capacity:

Rated voltage এ circuit breaker close বা বন্ধ করার মূহুর্তে ১ম cycle এর current wave এর সর্বোচ্চ মান (D.C. Wave সহ) C.B এর Making capacity বলে।

Making capacity $=1.8\times \sqrt{2}$ Breaking current = $2.55 \times$ Breaking current (I)

(iii) Short time capacity:

ইহা একটি সময় যে সময়ে Circuit Breaker Circuit কে বিচ্ছিন্ন না করে Fault current প্রবাহিত করে দেয়ার ক্ষমতা রাখে।

Types of circuit breaker:

a) Oil full circuit breaker.
b) Oil free ckt Breaker.
c) Minimum oil Circuit breaker.
d) Water circuit breaker.
e) Air circuit breaker.
f) Supher Hexafloride circuit breaker (SF_6).
g) Vacuam Ckt Breaker.
h) Small oil ckt Breaker.

প্রশ্ন: Circuit Breaker Mountings

উত্তরঃ

এটি একটি বিশেষ ধরনের structure বা frame যার উপর circuit breaker ও সাহায্যকারী যন্ত্রসমূহ Breaker এর Normal operation এর জন্য বসানো হয়।

Types of Mounting:

a) Cubicle বা Celluler type
b) Metel cled type
c) Open type
d) Tnuck type

Types of C.B. Test:

a) Development test
b) Type test
c) Routine test
d) Reliability test
e) Commissioning test

প্রশ্ন: SF_6 সার্কিট ব্রেকারের সুবিধা ও অসুবিধা গুলো কি কি?

উত্তরঃ

SF_6সার্কিট ব্রেকারের সুবিধা:

ক) SF_6 গ্যাসের আর্ক নির্বাপন ক্ষমতা উন্নত।
খ) অপারেশনের সময় কম ।
গ) বেশি কারেন্টের ক্ষেত্রেও ইহা কার্য উপযোগী।
ঘ) কোন কার্বন জমা হয় না।
ঙ) মেরামত খরচ কম।

SF_6সার্কিট ব্রেকারের অসুবিধা:

ক) রিজারভারে পর্যাপ্ত গ্যাস জমা রাখতে হয়।
খ) এই গ্যাসের দাম বেশী।
গ) অতিরিক্ত যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয়।

প্রশ্ন: Relay কি? বিভিন্ন প্রকার রিলের নাম লিখ।

উত্তর:

Relay:

ইহা এমন একটি স্বয়ংক্রিয় ডিভাইস, যা বৈদ্যুতিক বর্তনীতে পূর্বনির্ধারিত কোন বৈদ্যুতিক শর্তের পরিবর্তনে সাড়া দেয় এবং প্রতিরক্ষার জন্য বর্তনীতে সংযুক্ত অন্যান্য রক্ষাপদ Device গুলোকে কাজ করতে সাহায্য করে। বৈদ্যুতিক শর্তের পরিবর্তন বলতে নির্ধারিত voltage, current , Phase, frequency, Temperature, Direction of current flow ইত্যাদি পরিবর্তনকে বুঝায়। ইহাকে সংক্ষেপে electromagnet ও বলে। ইহাকে অতন্দ্রপ্রহরী ও বলা হয়ে থাকে। কারন যখনই সিস্টেমে কোন প্রকার দোষ ত্রুটি দেখা দেয় তখনই স্বয়ংক্রিয়ভাবে ইহা সরবরাহ হতে সিস্টেমকে বিচ্ছিন্ন করে তাই একে নীরব প্রহরী ও বলে।

বিভিন্ন প্রকার রিলের নাম-

1) Solenoid and plunger type relay.
2) Induction Relay.
3) Reverse power relay.
4) Reverse power relay.
5) Directional over load Relay.
6) Thermal Relay.
7) Buchhloz Relay.
8) Differential Relay.

প্রশ্ন: Protective Relay এর গুনাবলী গুলো লিখ।

উত্তরঃ

1) Selectivity, discrimination,
2) Speed, Time.
3) Sensitivity, Power consumption.
4) Stability
5) Reliability.
6) Simplicity
7) Economy.

প্রশ্ন: Fuse কি? এর প্রকারভেদ লিখ।

উত্তরঃ

Fuse একটি স্বল্পদৈর্ঘ্য ও সরু ও কম গলনাঙ্ক বিশিষ্ট পরিবাহী তার যা বৈদ্যুতিক বর্তনীতে সংযুক্ত থেকে কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ Current অনির্দিষ্টকাল ধরে বহন করতে পারে। কিন্তু নির্ধারিত মানের অতিরিক্ত Current প্রবাহিত হলেই নিজে গলে গিয়ে বর্তনীর ত্রুটি পূর্ণ অংশ উৎস হতে বিচ্ছিন্ন করে দেয়। ফিউজ হিসেবে সাধারনত টিন, লেড, জিংক, কপার ও এ্যালুমিনিয়াম ইত্যাদি ব্যবহার করা হয়।

Voltage Rating অনুসারে Fuse কে প্রধানত দুই ভাগে ভাগ করা যায়:

(i) Low voltage Fuse:
(ii) High voltage Fuse

(i) Low voltage Fuse তিন প্রকার।

(a) Semi enclosed re-wireable Fuse (আংশিক ঢাকা),

(b) High rupturing capacity cartridge fuse (উচ্চ বিকিরণ ক্ষমতা সম্পন্ন).

(c) H.R.C. Fuse with tripping device.

(ii) High voltage Fuse:

a) Cartridge fuse.
b) Liquid fuse.
c) Metal clod fuse.
d) Expulsion fuse.
e) Drop out fuse.
f) Horn gap fuse.
g) Striker fuse.

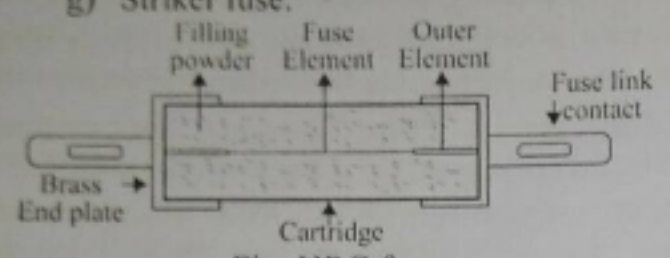


Fig: HRC fuse

প্রশ্ন: ফিউজিং Current কি?

উত্তরঃ

সর্বনিম্ন যে পরিমান current প্রবাহিত হলে Fuse তার গলে যায়, তাকে ঐ Fuse এর Fusing current বলে।

প্রশ্ন: সার্কিট ব্রেকার ও ফিউজের মধ্যে পার্থক্য লিখ।

উত্তরঃ

সার্কিট ব্রেকার ও ফিউজের মধ্যে পার্থক্য হল:

সার্কিট ব্রেকার	ফিউজ
1) ইহা বর্তনীর অস্বাভাবিক অবস্থায় স্বয়ংক্রিয় ভাবে বর্তনীকে বিচ্ছিন্ন করতে পারে।	1) ইহা বর্তনীর অস্বাভাবিক অবস্থায় স্বয়ংক্রিয়ভাবে বর্তনীকে বিচ্ছিন্ন করতে পারে।
2) স্বাভাবিক অবস্থায় circuit এ সংযোগ বা বিচ্ছিন্ন করার জন্য সুইচের মত কাজ করতে পারে।	2)পুলার খুলে বন্ধ করে স্বাভাবিক অবস্থায় এর সব কাজ করা যায়, তবে বিপদজনক।
3) আর্ক নির্বাপনের জন্য বিশেষ ব্যবস্থা থাকে।	3) এতে আর্ক নির্বাপনের জন্য কোন ব্যবস্থা নেই।
4) Operating time fuse এর চেয়ে অনেক বেশি।	4) Operating time অনেক কম।
5) ইহার গঠন বেশ জটিল ও দাম বেশী।	5) গঠন সহজ ও দাম কম।

প্রশ্ন: Bus Bar কি? ইহার বৈশিষ্ট্য ও প্রকারভেদ লিখ।

উত্তরঃ

Busbar এক ধরনের তামা বা অ্যালুমিনিয়ামের পরিবাহী পাত বা রড, যা এক বা একাধিক সার্কিট হতে বৈদ্যুতিক এনার্জি সংগ্রহ ও বিতরণ করে। ইহা এক বা একাধিক Unit হতে উৎপন্ন বিদ্যুৎ শক্তি এক জায়গায় একত্রিত করে বিভিন্ন circuit ও Feeder এ transmit করার লক্ষ্যে যে system পরিচালিত করা হয় তাকে Bus Bar system বলে।

এটি সাধারনত Copper বা Aluminium এর Sheet বা Rod হয়ে থাকে।

বাসবারের বৈশিষ্ট্যঃ

1) Low Resistive material হতে হবে।
2) সময়ের সাথে Resistance পরিবর্তন হবে না।
3) তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে Resistance পরিবর্তন হবে না।
4) উচ্চ যান্ত্রিক শক্তি গুণ সম্পন্ন হতে হবে।

Bar bar এর প্রকারভেদ হল:

1) Indoor Bus bar,
2) Outdoor Bus Bar,
3) Open Bas Bar,
4) Enclosed Bus Bar,
5) তৈলে নিমজ্জিত Bus bar,
6) Isoleted Base Bus bar.

প্রশ্ন: Bus Bar কে সেকশনালাইজড করা হয় কেন?

উত্তর:

বাসবারের কোন অংশে ত্রুটি সংঘটিত হলে সমগ্র বাসবার সিস্টেমের কার্যক্রম বন্ধ হয়ে যায় না। এতে বিভিন্ন সেকশনের আন্ত ঃসংযোগ ও আউটগোয়িং সার্কিটে সুষ্ঠ বন্টন ইত্যাদির উপরে সিস্টেমের সর্বোচ্চ সাফল্য পাওয়া যায়।

প্রশ্ন: Bus Coupler কি?

উত্তরঃ Bus coupler মূলত: Circuit Breaker ও isoleter এর সমন্বয়। যা দুটি Bus কে Connect করতে পারে। এর চারপার্শ্বে Fire Proof wall থাকে।

প্রশ্ন: Auto Recloser বলতে কি বুঝ?

উত্তরঃ

Electric Supply ও distribution system এ যে সমস্ত fault হয় তা সাধারনত Transient types এর। অধিকাংশ ত্রুটি প্রায় (90%) যেমন, বজ্রপাত, পাখি, গাছের শাখাপ্রশাখা ইত্যাদির কারনে Transient fault হয় এবং কয়েক second এর ভিতর আপনাআপনি সেরেও যায়। কিন্তু Circuit Breaker fault হওয়া মাত্রই ckt Open করে দেয় কিন্ত আর আপনা আপনি close করে দেয় না। এই সমস্যা দূর করার জন্য অর্থ্যাৎ Autometically ckt Close করা জন্য যে যন্ত্র ব্যবহার করা হয় তাকে Auto Recloser বলে।

এটি খুব কম সময়ের মধ্যে ckt Close ও open করতে পাবে। পরপর তিন বারের প্রচেষ্টায় যদি ত্রুটি স্থায়ী হয় তাবে এটি line কে একেবারে বিচ্ছিন্ন করে দেয়।

L.T line এ দুই ধরনের Recloser দেখা যায়:

a) Single Phase Auto Recloser,
b) Three Phase Auto Recloser.

প্রশ্ন: Ckt Breaker এর উভয় পার্শ্বে Isolator use করা হয় কেন?

উত্তরঃ

Ckt Breaker maintenance করার সময় ভুল বশত: Ckt Breaker on হয়ে গিয়ে দূর্ঘটনা ঘটতে পারে। এ ধরনের দূর্ঘটনা যাতে না ঘটে সে লক্ষ্যে C.B এর উভয় পার্শ্বে Isolator use করা হয়। অর্থ্যাৎ Ckt Breaker remote controlled হলে ভুল বশত:

On হয়ে গেলেও Isolatator circuit breaker এ Power Supply হতে দেয় না।

প্রশ্ন: Line এ Current limiting Reactor কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তরঃ

Current limiting Reactor একটি বিশেষ ধরনের Inductive coil যা প্রয়োজনের সময় Short Ckt. Current কে Inductive Reactor প্রদানের মাধ্যমে limit করে রাখে।

যদি Inductor Reactime এর মান বৃদ্ধি পায় তবে Short ckt current হ্রাস পায়।

প্রশ্ন: Surge কি? Transmission line আর্থ করার সুবিধা লিখ?

উত্তরঃ

Transmission line এ হঠাৎ করে voltage বৃদ্ধি পাওয়াকে surge বলে। যেমন: বজ্রপাতের কারণে voltage বৃদ্ধি পায়।

Transmission line earth করার সুবিধা:

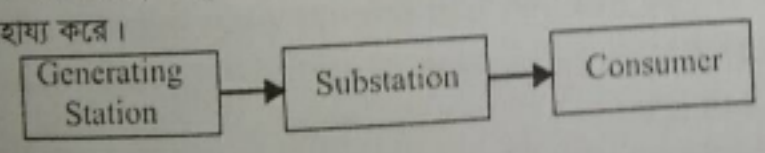
বজ্রপাতের ফলে বা অন্য কোন অস্বাভাবিক পরিস্থিতিতে insulation Break down হতে পারে। এই সম্ভাব্য দূর্ঘটনা থেকে line কে রক্ষা করার জন্য Overhead line এর শীর্ষে একটি অবিচ্ছিন্ন আর্থ তার ব্যবহার করা হয়, যার মাধ্যমে অতিরিক্ত voltage সার্কিটে সহজে Dis-charge হতে পারে। এতে করে Transmission line বিশাল দূর্ঘটনা ও ক্ষতি হতে রক্ষা পায়।

Substation

প্রশ্ন: Substation কাকে বলে?

উত্তরঃ

বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্র এবং গ্রাহকের মধ্যে সাবস্টেশন নির্মিত হয়। যেখানে বিভিন্ন বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতির সাহায্যে একাধিক ফিডারের মাধ্যমে বিদ্যুৎ শক্তিকে গ্রহণ করে ট্রান্সফরমারের সাহায্যে বিভিন্ন মানের ভোল্টেজে রূপান্ত রিত করা হয়। এছাড়াও সাবস্টেশনের সাহায্যে পাওয়ার ফ্যাক্টর, ফ্রিকুয়েন্সী, এসি থেকে ডিসিতে পরিবর্তন করতে সাহায্য করে।



প্রশ্ন: Substation এর প্রকারভেদ লিখ।

উত্তরঃ substation কে সাধারণত দুই ভাগে ভাগ করা হয়। যথা:

১) সার্ভিস অনুযায়ী,
২) গঠন অনুযায়ী।

১) সার্ভিস অনুযায়ী:

ক) সুইচিং সাবস্টেশন,
খ) পাওয়ার ফ্যাক্টর করেকশন সাবস্টেশন,
গ) ফ্রিকুয়েন্সী সাবস্টেশন,
ঘ) কনভার্টিং সাবস্টেশন,
ঙ) ইন্ডাস্ট্রিয়াল সাবস্টেশন।

২) গঠন অনুযায়ী:

ক) ইনডোর সাবস্টেশন,
খ) আউটডোর সাবস্টেশন,
গ) আন্ডারগ্রাউন্ড সাবস্টেশন,
ঘ) পোল মাউন্টেড সাবস্টেশন।

প্রশ্ন:একটি Indoor Substation এর বিভিন্ন উপাদান সমূহের তালিকা তৈরি কর বা LT/HT সাবস্টেশনের উপাদন সমূহ লিখ। [DUET13-14]

উত্তরঃ

সাবস্টেশনের উপাদান সমূহ হলঃ

i) Busbar, ii) Isolator, iii) Current transformer (C.T), iv) Potential transformer (P.T). v) Power transformer, vi) Insulator, vii) Fuse, viii) Lightning arrestor, ix) Oil circuit breaker, x) DC supply, xi) Air filter.

প্রশ্ন: Substation এর গুরুত্ব লিখ।

উত্তরঃ

Substation এর গুরুত্ব হল:

১) ইহা ভোল্টেজের লেভেলকে বিভিন্ন ভোল্টেজে রূপান্ত রিত করে প্রেরণ করে।
২) ইহা পাওয়ার ফ্যাক্টরকে উন্নীত করে।
৩) ইহা ফ্রিকুয়েন্সীকেও পরিবর্তন করে।
৪) ইনকামিং এবং আউটগোয়িং লাইনের মধ্যে আইসোলেশন এবং সুইচিং কার্য সম্পাদন করে।

প্রশ্ন: Grid system কি?

উত্তর:

একাধিক পাওয়ার প্লান্টের উৎপাদিত বিদ্যুৎ শক্তিকে একটি নেটওয়ার্কের আওতায় এনে ট্রান্সমিশন লাইনের মাধ্যমে সরবরাহ করার ব্যবস্থাকে গ্রীড সিস্টেম বলে।

প্রশ্ন: Inter connected system কি?

উত্তর:

ইহা এমন একটি electrical network, যার মাধ্যমে প্রত্যেক ফিডার দুই বা ততোধিক জেনারেটিং স্টেশন থেকে সরবরাহ পায়। একে grid sypply system বলে।

সিস্টেমের দক্ষতা ও বিশ্বস্ততা বৃদ্ধিতে এবং সরবরাহের নিরবিচ্ছিন্নতা বজায় রাখতে inter connected system এর বিকল্প নেই।

অনুশীলনী

1) Smart Grid বলতে কি বুঝ?
2) ক্যাচমেন্ট এরিয়া কি?

Electrical Faults

প্রশ্ন: Electrical Fault কি? ইহার প্রকারভেদ ও কারণ লিখ।

উত্তরঃ

কোন কারনে Circuit এ flowing current disturbance হলে অর্থাৎ Current স্বাভাবিক পথে না গিয়ে কোন Short path দিয়ে flow হয় তখন একে Electrical এর ভাষায় Fault বলা হয়।

Types of fault:-

a) Symmetrical faults:

যে ফল্টের কারনে $3-\phi$ সমপরিমান fault কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তাকে সিমেট্রিক্যাল ফল্ট বলে।

b) Unsymmetrical faults:

যে ফল্টের কারনে $3-\phi$ সমপরিমান কারেন্ট প্রবাহিত হয় না অর্থাৎ অসম কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তাকে আনসিমেট্রিক্যাল ফল্ট বলে।

Fault এর কারণ সমূহ: Power system এ নিম্নলিখিত কারনে fault হয়ে থাকেঃ

1) Insulation Breakdown.
2) Mechanical আঘাত।
3) Lighting Surge.
4) Voltage drop (abnormal)
5) Stability Break হলে।

প্রশ্ন: বিভিন্ন প্রকার Short circuit fault এর চিত্র সমূহ অংকন কর। উত্তরঃ

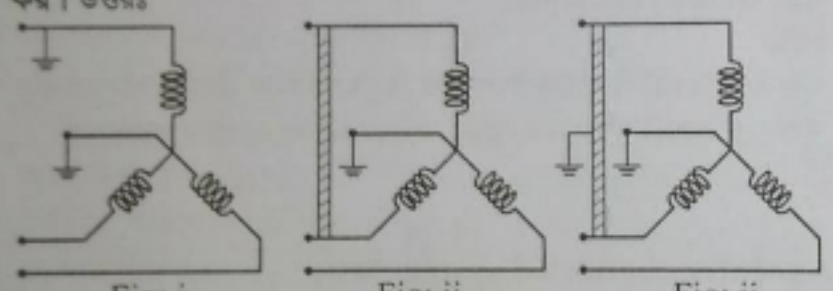


Fig: i Fig: ii Fig: ii

Figi: একটি ফেজ ও আর্থের মধ্যে শর্ট-সার্কিট

Figii: দুইটি ফেজের মধ্যে শর্ট-সার্কিট

Figiii: দুই ফেজ ও আর্থের মধ্যে শর্ট-সার্কিট

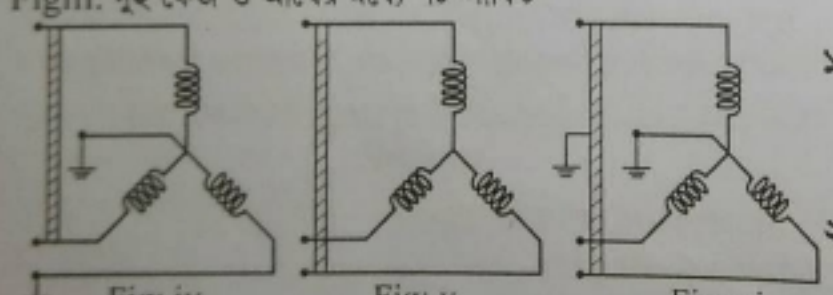


Fig: iv Fig: v Fig: vi

Figiv: দুই ফেজ একত্রে শর্ট ও তৃতীয় ফেজটি আর্থের সাথে শর্ট-সার্কিট

Figv: তিনটি ফেজ একত্রে শর্ট-সার্কিট

Figvi: তিনটি ফেজ একত্রে আর্থের সাথে শর্ট-সার্কিট

প্রশ্ন: Short circuit fault নিরূপন পদ্ধতি সমূহ লিখ।

উত্তরঃ

শর্ট সার্কিট এবং শর্ট সার্কিট KVA এর পরিমান প্রধানত তিনটি পদ্ধতিতে নির্ণয় করা হয়। যথা-

১) Ohmic value method
২) Pecentage reactance method এবং
৩) Per unit system.

System loss

প্রশ্ন: System loss এর প্রকার ভেদগুলো লিখ।

উত্তরঃ

আমাদের দেশে আর্থ সামাজিক প্রেক্ষাপটে যে সকল কারণে System loss হয়, সে গুলোকে দুই ক্যাটাগরিতে ভাগ করা যায়। যথাঃ

কারিগরি	অকারিগরি
ক) পরিবহন লাইনের ওহমিক অপচয়।	ক) কনজ্যাম্পশন লস : (অকেজো)
খ) ব্যবহার্য যন্ত্রপাতির ওহমিক অপচয়।	খ) বিলিং লস।
গ) উন্টার কানেকটেড নেটওয়ার্ক অপচয়।	গ) কানেকশন লস হয়।
ঘ) ফিডিং ব্যবস্থাপনার জনিত অপচয়।	
ঙ) বিদ্যুৎ কেন্দ্রের নিজস্ব ব্যবহার জনিত অপচয়।	

প্রশ্ন: System loss কি?

উত্তরঃ

% System loss = মোট উৎপাদিত শক্তি-মোট ব্যবহৃত শক্তি/মোট উৎপাদিত শক্তি × 100

প্রশ্ন: System loss কমানোর উপায় গুলো কি?

উত্তরঃ

ক) উৎপাদন কেন্দ্রে নষ্ট Unit গুলো মেরামত করতে হবে।

খ) Transmission line এ বুষ্টার x – former বা Voltage regulator এর মানোন্নয়ন করে।

গ) Grid substation এর পুরাতন Transformer, Switch gear অন্যান্য Controlling Unit পরিবর্তন করে।

ঘ) ছোট ছোট plant এর মাধ্যমে স্থানীয় চাহিদা পূরন করে।

Insulator

১) **কত ভোল্টেজ পর্যন্ত পিন টাইপ ইনসুলেটর ব্যবহার করা যায়?**

ক) 11 KV খ) 33 KV
গ) 440 KV ঘ) 66 KV

২) **কত ভোল্টেজের বেশি হলে সাসপেনশন টাইপ ইনসুলেটর ব্যবহার করা প্রয়োজন?**

ক) 33 KV খ) 11 KV
গ) 66 KV ঘ) 132 KV

৩) **কোন উপাদানের তৈরি ইনসুলেটর সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়?**

ক) Glass খ) Steatite
গ) Porcelain ঘ) Pyrex

৪) **Flash over Test কিসে করা হয়?**

ক) মোটরে খ) জেনারেটরে
গ) ট্রান্সফরমারে ঘ) ইনসুলেটরে

৫) **Low voltage line (<11 KV)এর জন্য কোন ধরনের Strain insulator ব্যবহৃত হয়?**

S= Slip
f= Supply frequency
P= Pole
f_r= Rotor frequency
n= Slots per pole per phase

Mathematical Problem

1) একটি স্লিপ রিং ইন্ডাকশন মোটর ফুল লোড অবস্থায় 290 r.p.m এ ঘুরে যখন supply frequency 50 Hz হয়। মোটরের পোল সংখ্যা এবং স্লিপ নির্ণয় কর।

Sol^n: Given,
N_r = 290 rpm, f= 50Hz,
Let, N_S = 300 rpm

$\therefore N_S = \frac{120f}{P}$

$\Rightarrow 300 = \frac{120 \times 50}{P}$

$\therefore$P = 20 [Ans]

$\therefore$ Slip, $S = \frac{N_s - N_r}{N_s} = \frac{300 - 290}{300}$

$\therefore$S = 0.033 [Ans]

2) একটি 10 pole মেশিনের স্পীড গণনা কর। যাহা e = 500 Sin 314t ভোল্টেজ তরঙ্গ উৎপন্ন করে। [DUET: 06-07]

Sol^n: Given,
e = 500 Sin 314t
P = 10, N_S =?
$\therefore\omega = 314$
$\Rightarrow 2\pi f = 314$
$\therefore$f = 50 Hz

$\therefore$ Speed, $N_S = \frac{120f}{P} = \frac{120 \times 50}{10}$

$\therefore N_s$= 600 rpm [Ans]

3) একটি 3-Ø ইন্ডাকশন মোটরের স্টেটরের প্রতি ফেজের প্রতি পোলে 3 টি করে স্লট আছে। Supply frequency 50 Hz হলে, নির্ণয় করঃ (i) স্টেটর এ পোল সংখ্যা এবং মোট স্লট সংখ্যা। (ii) স্টেটর এর গতিবেগ।

Sol^n: Given, 3-Ø, f= 50Hz,
(i) n=3 Slot/pole/phase
Pole, P= 2n = 6 [Ans]
Total slot no. = 3×3×6 = 54 [Ans]

(ii) $N_S = \frac{120f}{P} = \frac{120 \times 50}{6}$

$\therefore N_S$ = 1000 rpm [Ans]

4) একটি 3-Ø; 4 pole ইন্ডাকশন মোটরে 4% slip এ চলে। রোটর এর স্পীড এবং induced current এর ফ্রিকুয়েন্সী নির্ণয় কর। [DUET: 07~08]

Sol^n: Given,
3-Ø, f= 50Hz,
P= 4, S = 0.04

$\therefore$ Speed, $N_S = \frac{120f}{P} = \frac{120 \times 50}{4}$

$\therefore N_S$ = 1500 rpm

$\therefore$ Slip, $S = \frac{N_s - N_r}{N_s}$

$\Rightarrow 0.04 = \frac{1500 - N_r}{1500}$

$\therefore N_r$ = 1440 rpm

$\therefore$rotor frequency, $f_r = S \times f = 0.04 \times 50$

$\therefore f_r$ = 2 Hz [Ans]

5) একটি 4 pole, 3-Ø ইন্ডকশন মোটরকে সাপ্লাই এর সাথে যুক্ত করা হয়; যার Supply frequency 50 Hz, নির্ণয় করঃ (i) স্টেটর এর গতিবেগ (N_S)
(ii) N_r [When S = 0.04]
(iii) f_r [When S = 0.03]
(iv) f_r যখন রোটর স্থির থাকে।

Sol^n: Given,
3-Ø, f= 50Hz, P= 4

(i) $N_S = \frac{120f}{P} = \frac{120 \times 50}{4}$

$\therefore N_S$ = 1500 rpm [Ans]

(ii) When S= 0.04

Slip, $S = \frac{N_s - N_r}{N_s}$

$\Rightarrow 0.04 = \frac{1500 - N_r}{1500}$

$\therefore N_r$ = 1440 rpm [Ans]

(iii)When, S=0.03
Rotor frequency, $f_r = S \times f = 0.03 \times 50$
$\therefore f_r$ = 1.5 Hz [Ans]

(iv)At rotor standstill S=1
Rotor frequency, $f_r = S \times f = 1 \times 50$
$\therefore f_r$ = 150 Hz [Ans]

6) একটি ইন্ডকশন মোটরের নেমপ্লেটে স্পীড 720 r.p.m. ও 25 c/s লেখা আছে। এর No load speed 745 r.p.m. বের করঃ- (i) Slip, (iii) % regulation.

Sol^n: Given,
N_r = 720 rpm, f= 25 Hz,
N_0 = 745 rpm,

$\therefore N_S' = \frac{120 \times 25}{P}$

$\Rightarrow 720 = \frac{120 \times 25}{P}$

এটি দূর করার জন্য রোটর খাঁজের সংখ্যা স্টেটর খাঁজের চেয়ে বেশি ধরা হয়।

প্রশ্নঃ ইন্ডাকশন মোটরের ক্রলিং কি?

উত্তরঃ

অনেক সময় দেখা যায় স্কুইরেল কেজ ইন্ডাকশন মোটর সিনক্রোনাস স্পীডের 1/7 ভাগ হারে কম গতিতে সাম্যভাবে ঘুরতে থাকে। এ ঘটনাকে Crawling বলে।

প্রশ্নঃ স্কুইরেল কেজ ইন্ডাকশন মোটর এর ব্যবহার লিখ?

উত্তরঃ

ব্যবহার ঃ

১) পানির পাম্পে।
২) কাঠের কাজের কারখানায়।
৩) সিমেন্টের কারখানায়।
৪) বস্ত্র শিল্পের কারখানায়।
৫) আটা বা ধানের মেশিনে।
৫) মেশিন শপে বিভিন্ন প্রকার মেশিন পরিচালনায়।

প্রশ্নঃ ফেজ উন্ড বা স্লিপ রিং ইন্ডাকশন মোটর এর গঠন এবং ইহার সুবিধা, অসুবিধা ও ব্যবহার লিখ ?

উত্তরঃ

ফেজ উন্ড ইন্ডাকশন মোটরঃ স্কুইরেল কেজ ইন্ডাকশন মোটরের রোটরের ইন্ডাকট্যান্স বেশি এবং রেজিষ্ট্যান্স কম থাকায় এর Starting torque কম। এ Starting torque বর্ধিত করার জন্য ফেজ উন্ড টাইপ রোটর ব্যবহার করা হয়। এ রোটরের রেজিষ্ট্যান্স অধিক পরিমাণে বাড়ানোর জন্য রোটরের তিন ফেজ ওয়াইন্ডিং (সুপার এনামেল কপার ওয়ার দ্বারা) করা হয়। স্টেটরের সম সংখ্যক পোল রোটরে থাকে। রোটরে এ তিনফেজ ওয়ান্ডিং স্টার কানেকশনে থাকে।

সুবিধাঃ

ক) রোটর সার্কিটের রেজিষ্ট্যান্স ইচ্ছামত বাড়ানো যায় বলে মোটরের Starting torque খুব বেশী।
খ) রোটর সার্কিটের রেজিষ্ট্যান্স প্রয়োজনমত বাড়িয়ে বা কমিয়ে এর গতিবেগ নিয়ন্ত্রন করা যায়।
গ) অধিক পরিমাণ লোড নিয়ে স্টার্ট করার পক্ষে এ মোটর উপযোগী।
ঘ) রোটর রেজিষ্ট্যান্স প্রয়োজনমত বৃদ্ধি করে স্টার্টার ছাড়াই চালানো যায়।

অসুবিধা ঃ

ক) ইহা স্কুইরেল কেজ ইন্ডাকশন মোটরের তুলনায় দাম বেশী।
খ) অতিরিক্ত এক্সটার্নাল রেজিস্ট্যান্স হওয়ায় রোটর সার্কিটের রেজিষ্ট্যান্স বৃদ্ধি পায় ফলে মোটরের পাওয়ার লস বেশি হয়।
গ) এ মোটরের efficiency তুলনামূলক কম।

প্রশ্নঃ Slip ring induction motor অধিক লোড নিয়ে চালু করা সম্ভব হয় কেন?

উত্তরঃ

স্লিপ রিং মোটরের রোটরের রেজিস্ট্যান্স তুলনামূলক অনেক বেশি থাকে। তাছাড়া রোটর সার্কিটের রেজিস্ট্যান্স ইচ্ছামত বাড়ানো যায় বলে, মোটরের স্টার্টিং টর্ক খুব বেশি হয়। এমনকি রোটরের প্রতি ফেজের রেজিস্ট্যান্স তার স্থির অবস্থার রিয়্যাকট্যান্স এর সমান হয়। এ টর্কের মান পুল আউট টর্কের সমান বলা চলে। তাই বেশি লোড নিয়ে চালু করার জন্য স্লিপ রিং ইন্ডাকশন মোটর খুবই উপযোগী।

প্রশ্নঃ ফেজ উন্ড বা স্লিপ রিং ইন্ডাকশন মোটর এর ব্যবহার লিখ?

উত্তরঃ ব্যবহার ঃ

১) পাম্প, ২) লিফট, ৩) ক্রেন
৪) রেলওয়ে, ৫) রোলিং মিলস্
৬) লাইন শ্যাফট, ৭) জাহাজের ক্যাপস্টান।

প্রশ্নঃ মোটরের স্ট্যার্টারের প্রয়োজনীয়তা উল্লে কর?

উত্তর ঃ

যে কোন বৈদ্যুতিক মোটর চালু করার মুহুর্তে এর রোটর স্থির থাকে। ফলে ইহার ষ্টেটর লাইন হতে স্বাভাবিক কারেন্টের 5 হতে 7 গুন বেশী কারেন্ট প্রবাহিত হয়।

বড় বড় মোটরের ক্ষেত্র এ কারেন্ট এত বেশী হয় যে, তা মোটরে প্রবেশ করতে দিলে সঙ্গে সঙ্গে স্টেটরের কয়েল পুড়ে যাবে এবং সরবরাহ লাইনের ভোল্টেজে এক বিরাট বিপর্যয় অবস্থার সৃষ্টি হবে। সে জন্য 7.5 অশ্বশক্তির বেশি ক্ষমতা সম্পন্ন প্রতিটি মোটর চালু করার সময় উপযুক্ত ষ্টার্টারের সাহায্যে লাইন ভোল্টেজকে কমিয়ে মোটর টার্মিনালে প্রয়োগ করা হয়। ষ্টার্টিং কারেন্টকে একটি নিরাপদ সীমার মধ্যে রাখার জন্য ষ্টার্টিং এর সময় আরোপিত ভোল্টেজকে কমাতে হয় এবং ইহা ষ্টার্টারের মাধ্যমেই করা হয়।

প্রশ্নঃ স্কুইরেল কেজ ও স্লিপ রিং ইন্ডাকশন মোটরের পার্থক্য বা তুলনা করা।

উত্তর ঃ নিম্নে স্কুইরেল কেজ ও স্লিপ রিং ইন্ডাকশন মোটরের পার্থক্য দেয়া হলো।

স্কুইরেল কেজ	স্লিপরিং মোটর
১) ষ্টার্টিং টর্ক কম।	১) ষ্টার্টিং টর্ক বেশী।
২) পাওয়ার ফ্যাক্টরের মান কম।	২) পাওয়ার ফ্যাক্টরের মান তুলনামূলক ভাল।
৩) ইহা অপেক্ষাকৃত মজবুত, তাই খরচ কম।	৩) তুলনামূলক খরচ বেশী।
৪) কর্মদক্ষতা বেশী।	৪) কর্মদক্ষতা কম।
৫) ইহা চালাইতে এক্সইটার এর প্রয়োজন হয়।	৫) এক্সাইটারের প্রয়োজন হয় না।
৬) অধিক পরিমান লোড নিয়ে ষ্টার্ট করার পক্ষে এ মোটর উপযোগী।	৬) এ মেটর অধিক পরিমান লোড নিয়ে ষ্টার্ট নিতে পারে না।

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী

$\rightarrow N_s = \frac{120f}{P}$

$\rightarrow N_r = N_s(1-S)$

$\rightarrow S = \frac{N_s - N_r}{N_s}$

$\rightarrow \%S = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100$

$\rightarrow f_r = S \times f$

$\rightarrow$ Speed regulation $= \frac{N_o - N_r}{N_r} \times 100$

$\rightarrow$ At rotor stand still, $S=1$

$\rightarrow P=2n$

Notation:

N_s=Synchronous speed = stator speed

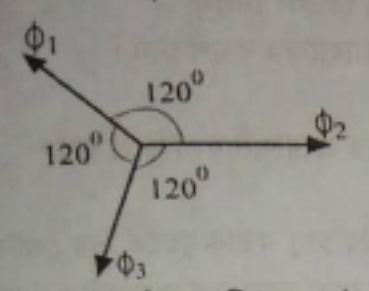
N_r=Rotor speed

Induction motor এ সৃষ্ট ফ্লাক্সের তিনটি বৈশিষ্ট্য হল। যথা:

ক. নির্দিষ্ট মান।

খ. নির্দিষ্ট গতি $N_s = \frac{120f}{P}$।

গ. নির্দিষ্ট দিক।



প্রশ্ন: একটি 3-Ø ইন্ডাকশন মোটরের স্পিড কন্ট্রোলের পদ্ধতি গুলো লিখ। [DUET: 09-10]

উত্তর ঃ

১। স্টেটর দিক হতে নিয়ন্ত্রনঃ

ক) প্রয়োগকৃত ভোল্টেজ পরিবর্তন করে।

খ) প্রয়োগকৃত ভোল্টেজের ফ্রিকুয়েন্সী পরিবর্তন করে।

গ) স্টেটরের পোল সংখ্যা পরিবর্তন করে।

২। রোটরের দিক হতে নিয়ন্ত্রণঃ

ক) রোটর রিওস্ট্যাট নিয়ন্ত্রণ করে।

খ) কেসকেড বা কনকেটেশন করে দুটি মোটর চালিয়ে।

গ) রোটর সার্কিটে ই.এম.এফ প্রয়োগ করে।

প্রশ্ন: 3-Ø ইন্ডাকশন মোটরের কয়েকটি স্টার্টিং পদ্ধতির নাম লিখ।

উত্তরঃ 3-Ø Induction motor পদ্ধতি সমূহ হল-

1) Squirrel cases motor:
   (a) Direct Starting.
   (b) Reduced Voltage Starting.

Reduced Voltage Starting আবার তিন প্রকার-

(i) Primary Resistance- Reactance Method

(ii) Auto Transformer method.

(iii) Star-delta method.

প্রশ্নঃ Squirrel cage induction motor এর গঠন ও ইহার সুবিধা অসুবিধা লিখ?

উত্তরঃ

স্কুইরেল কেজ ইন্ডাকশন মোটরঃ এ মোটরের রোটর উন্নত মানের ল্যামিনেটেড ইস্পাত কোরের তৈরী। ইহা মোটরের শ্যাফটের সাথে প্রয়োজনীয় চাবির সাহায্যে মজবুতভাবে সংযুক্ত থাকে। এ কোরে শ্যাফটের সমান্ত রাল লম্বালম্বিভাবে খাঁজ কাটা থাকে। এ খাঁজে মোটা মোটা কপারের বার স্থাপন করা হয় এবং বার সমূহের উভয় প্রান্ত কপার রিং দ্বারা শর্ট সার্কিট করা হয়। ইহা তখন দেখতে অনেকটা কাঠ বিড়ালীর খাঁচার মত দেখায়। এ জন্যই এর নাম Squirrel cage induction motor ।

সুবিধাঃ

ক) এর গঠনপ্রণালী অতিশয় সহজ ও মজবুত।

খ) এর উপাদান খরচ অন্যান্য মোটরের তুলনায় কম।

গ) এই মোটর দীর্ঘদিন যাবৎ সচল থাকে বলে এর মেরামত ও রক্ষণাবেক্ষণ খরচ অনেক কম।

ঘ) মোটরের গতিবেগ বিভিন্ন লোডে প্রায় একই থাকে।

ঙ) এ মোটরের efficiency উচ্চ মানের।

চ) Running performance ভাল।

অসুবিধা সমূহঃ

ক) চালু করার সময় এ মোটর লাইন হতে অধিক পরিমান কারেন্ট গ্রহন করে।

খ) এ মোটরের পাওয়ার ফ্যাক্টর অতিশয় নিম্নমানের থাকে।

গ) মোটরের Starting torque খুব কম।

ঘ) এ মোটরের গতিবেগ প্রয়োজন মত নিয়ন্ত্রন করা যায় না।

প্রশ্ন: Squirrel case rotor কি?

উত্তরঃ

Induction motor এর এই ধরনের Rotor এ, প্রতি খাঁজে একটি করে মোটা তামার বা অ্যালুমিনিয়ামের কন্ডাক্টর বসানো থাকে। আর সেই কন্ডাক্টর গুলিকে উহাদের দুই প্রান্তে পরস্পরের সংগে দুইটি ধাতু নির্মিত বৃত্তাকার End ring দিয়ে Short করা থাকে। Conductor বেশ মোটা থাকে এবং Rotor এর গঠন ও বেশ সরল। সে জন্য এ ধরনের Rotor মজবুত ও দীর্ঘস্থায়ী হয়। অতিরিক্ত লোডের জন্য তেমন কোন ক্ষতি হয়না এবং ব্যবহার সবচেয়ে বেশী।

প্রশ্নঃ Squirrel cage induction motor অধিক লোড নিয়ে চালু করা সম্ভব হয় না, এর কারণ কি?

উত্তরঃ

এর রোটর রেজিস্ট্যান্স খুব কম থাকে এবং বাহির হতে অতিরিক্ত রেজিস্ট্যান্স এতে সংযোগ করে মোটরের রোটর রেজিস্ট্যান্স বৃদ্ধি করার কোন উপায় নেই, যার ফলে স্টার্টি টর্ক অত্যন্ত নিম্নমানের হয়। এছাড়াও স্টার্টিং কারেন্ট বৃদ্ধি পায় এবং পাওয়ার ফ্যাক্টরও নিম্ন হয়। এছাড়া স্টাটিং এর সময় স্টার্টারের সাহায্যে লাইন ভোল্টেজ কমিয়ে মোটরের টার্মিনালে প্রয়োগ করতে হয়। যেহেতু রোটর এর টর্ক স্টাটিং এর সময় সরবরাহ ভোল্টেজের বর্গানুপাতে পরিবর্তন হয়, ফলে সরবরাহ ভোল্টেজের সামান্য কমালে টর্কের মান অনেক কমে যায়। উপরে উল্লেখিত কারণে অধিক লোড নিয়ে স্কুইরেল কেজ মোটর স্টার্ট নিতে পারে না।

প্রশ্নঃ স্কিউয়িং কি। স্কুইরেল কেজ রোটরে স্কিউ করা হয় কেন?

উত্তরঃ

স্কিউয়িংঃ স্কুইরেল কেজ রোটরের স্লটগুলো শ্যাফট বারের সাথে সম্পূর্ণ সমান্ত রাল অবস্থায় থাকে না। সমান্য কৌণিক অবস্থানে থাকে, শ্যাফটের সাথে রোটর স্লটগুলো কৌণিকভাবে স্থাপন করাকে স্কিউয়িং বলে।

স্কিউয়িং করার উদ্দেশ্য:

১) এটি রোটরের গতির চুম্বকীয় হামিং কমিয়ে মোটরকে সঠিকভাবে চলতে সহায়তা করে।

২) এটি রোটরের ম্যাগনেটিক লকিং হওয়ার প্রবণতা দূর করে।

৩) রোটর কন্ডাক্টরের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়। ফলে স্টাটিং টর্ক বৃদ্ধি পায়।

৪) প্রদত্ত স্লিপের মানে মেশিনের ইম্পিড্যান্স বৃদ্ধি পায়।

৫) প্রদত্ত টর্কে স্লিপের মান বৃদ্ধি পায়।

প্রশ্নঃ ইন্ডাকশন মোটরের কগিং বা ম্যাগনেটিক লকিং কি? এটি কেন সৃষ্টি হয়?

উত্তরঃ ম্যাগনেটিক লকিং:

অনেক সময় স্কুইরেল কেজ মোটর স্টার্ট নিতে চায় না বিশেষ করে কম ভোল্টেজে এই ঘটনা দেখা দেয়। একে Cogging বা Magnetic locking বলে।

প্রশ্ন: ইন্ডাকশন মোটরকে রোটেটিং ট্রান্সফরমার বলা হয় কেন?

উত্তরঃ

ইন্ডাকশন মোটর একটি রোটেটিং টাইপ ট্রান্সফরমার। এটি মূলত ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারি শর্ট সার্কিটের অবস্থার ন্যায় কাজ করে। ট্রান্সফরমারে কোন ঘুরন্ত অংশ নেই। কিন্তু ইন্ডাকশন মোটরে ঘূর্ণায়মান অংশ আছে। ইন্ডাকশন মোটরের স্টেটর প্রাইমারি কয়েল এবং রোটর সেকেন্ডারি কয়েল হিসেবে করে।

ট্রান্সফরমারের ন্যায় স্টেটরে এসি সরবরাহ প্রয়োগ করলে এতে রোটেটিং ম্যাগনেটিক ফ্লাক্সের সৃষ্টি হয়। যা এয়ার গ্যাপকে অতিক্রম করে রোটর কন্ডাটরকে কর্তন করে।

প্রশ্ন: 1-Ø Induction motor চালু করার বিভিন্ন পদ্ধতির নাম লিখ।

উত্তর ঃ

সিঙ্গেল ফেজ ইন্ডাকশন মোটর চালু করার কয়েকটি পদ্ধতি হল-

১) মোটরের ফেজকে বিভক্ত করে চালু করা,

২) Capacitor মোটর হিসেবে চালু করা,

৩) Repulsion মোটর হিসেবে চালু করা।

প্রশ্ন: 1-Ø induction motor নিজে নিজে স্টার্ট নিতে পারে না কেন ব্যাখা কর?

উত্তরঃ

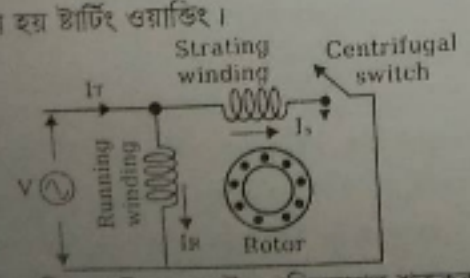
1-Ø induction motor এর স্টার্টিং টর্ক না থাকায় উহা নিজে নিজে স্টার্ট নিতে পারে না। ইহার প্রধান কারণ হল যখন 1-Ø সরবরাহ মোটরের ওয়াইন্ডিং এ দেওয়া হয় তখন মোটরে কারেন্ট চুম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি করে। এসি সিগন্যাল এর প্রথম অর্ধসাইকেলের জন্য স্টেটর কারেন্ট যে অভিমুখী হয় পরবর্তী অর্ধ সাইকেলের জন্য স্টেটর কারেন্ট বিপরীত মুখী হয়। ফলে একটি পূর্ণ সাইকেলের জন্য গড় টর্ক শূণ্য হয়। এজন্যই 1-Ø motor নিজে নিজে স্টার্ট নিতে পারে না। অর্থাৎ 1-Ø motor এ 3-Ø motor এর ন্যায় রোটেটিং ম্যাগনেটিক ফিল্ড সৃষ্টি হয় না, তাই নিজে নিজে স্টার্ট নিতে পারে না।

প্রশ্ন: 1-Ø induction motor নিজে নিজে কিভাবে স্টার্ট বা চালু হয়?

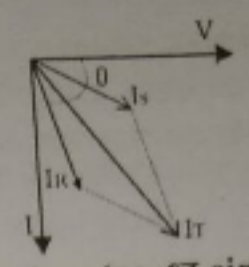
উত্তরঃ

<u>সিঙ্গেল ফেজ ইন্ডাকশন মোটর নিজে নিজে চালু হওয়ার পদ্ধতিঃ</u>

সিঙ্গেল ফেজ ইন্ডকশন মোটর কে যাতে নিজ নিজে চালু হতে পারে সে জন্য একটি অতিরিক্ত ওয়াইন্ডিং যুক্ত করে দুই ফেজ মোটরে পরিণত করা হয়। যাকে বলা হয় ষ্টার্টিং ওয়াইন্ডিং।



যখন মোটরের গতিবেগ ইহার রেটেড গতিবেগের শতকরা 70% থেকে 80% ভাগে পৌঁছে তখন স্বয়ংক্রিয়ভাবে ষ্টার্টিং বিচ্ছিন্ন হয়ে যায়।



প্রশ্ন: Capacitor start motor এর circuit diaram অংকন কর?

উত্তরঃ

এই প্রকারের motor এ দুইটি Winding থাকে । একটি main winding বা Running winding এবং অপরটি Starting winding, যার সাথে Capacitor সিরিজে সংযোগ করা থাকে। Capacitor সংযোগের ফলে Starting coil এর কারেন্ট I_S, Line voltage এর চেয়ে এগিয়ে থাকে।

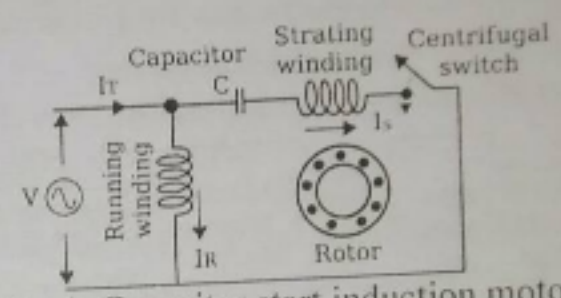


Fig-1: Capacitor start induction motor

অপরদিকে starting winding এর কারেন্ট I_S, Line voltage এর চেয়ে পিছিয়ে থাকে এবং এই কারেন্ট দুইয়ের মধ্যে প্রায় 90^0 কোণ থাকে। Phase পার্থক্য সৃষ্টির ফলে Torque তৈরী হয় এবং Motor ঘুরতে থাকে। Starting coil এর সাথে লাগানো Centrifugal switch টি স্টার্ট নেয়ার পর খুলে যায়।

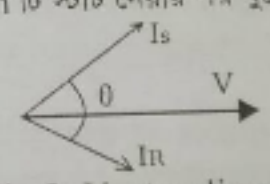


Fig-2: Vector diaram

প্রশ্ন: টীকা লিখ- Synchronous speed, rotor speed, Slip, Rotaional slip, synchronous watt কি?

উত্তরঃ

Synchronous speedঃ স্টেটরে রোটেটিং ম্যাগনেটিক ফিল্ডের যে গতি তাই সিনক্রোনাস স্পিড। একে N_S দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$N_s = \frac{120f}{p}$$

এখনে, N_S = সিনক্রোনাস স্পিড,

f = ফ্রিকোয়েন্সি, P = পোল সংখ্যা

Rotor speedঃ রোটর যে গতিতে ঘুরে তাই রোটর স্পিড। একে N_r দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

Slipঃ মোটরের সিনক্রোনাস স্পিড (N_s) এবং রোটর স্পিডের (N_r) পার্থক্য সিনক্রোনাস স্পিডের অনুপাতে প্রকাশ করাকে স্লিপ বলা হয়। ইন্ডাকশন মোটরের স্লিপ সাধারণত 4% থেকে 8% হয়ে থাকে। একে সাধারণত শতকরা হারে প্রকাশ করা হয়।

$$\%S = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100$$

(b) High rupturing capacity cartridge fuse (উচ্চ বিকিরণ ক্ষমতা সম্পন্ন).

(c) H.R.C. Fuse with tripping device.

(ii) High voltage Fuse:

a) Cartridge fuse.
b) Liquid fuse.
c) Metal clod fuse.
d) Expulsion fuse.
e) Drop out fuse.
f) Horn gap fuse.
g) Striker fuse.

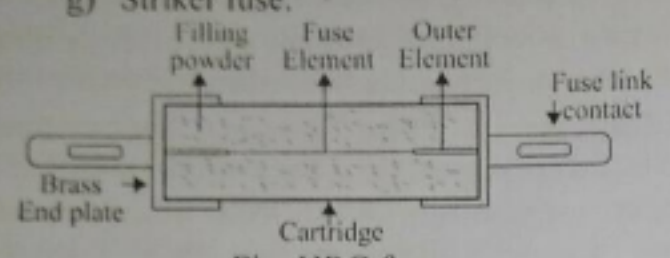


Fig: HRC fuse

প্রশ্ন: ফিউজিং Current কি?

উত্তরঃ

সর্বনিম্ন যে পরিমান current প্রবাহিত হলে Fuse তার গলে যায়, তাকে ঐ Fuse এর Fusing current বলে।

প্রশ্ন: সার্কিট ব্রেকার ও ফিউজের মধ্যে পার্থক্য লিখ।

উত্তরঃ

সার্কিট ব্রেকার ও ফিউজের মধ্যে পার্থক্য হল:

সার্কিট ব্রেকার	ফিউজ
1) ইহা বর্তনীর অস্বাভাবিক অবস্থায় স্বয়ংক্রিয় ভাবে বর্তনীকে বিচ্ছিন্ন করতে পারে।	1) ইহা বর্তনীর অস্বাভাবিক অবস্থায় স্বয়ংক্রিয়ভাবে বর্তনীকে বিচ্ছিন্ন করতে পারে।
2) স্বাভাবিক অবস্থায় circuit এ সংযোগ বা বিচ্ছিন্ন করার জন্য সুইচের মত কাজ করতে পারে।	2)পুলার খুলে বন্ধ করে স্বাভাবিক অবস্থায় এর সব কাজ করা যায়, তবে বিপদজনক।
3) আর্ক নির্বাপনের জন্য বিশেষ ব্যবস্থা থাকে।	3) এতে আর্ক নির্বাপনের জন্য কোন ব্যবস্থা নেই।
4) Operating time fuse এর চেয়ে অনেক বেশি।	4) Operating time অনেক কম।
5) ইহার গঠন বেশ জটিল ও দাম বেশী।	5) গঠন সহজ ও দাম কম।

প্রশ্ন: Bus Bar কি? ইহার বৈশিষ্ট্য ও প্রকারভেদ লিখ।

উত্তরঃ

Busbar এক ধরনের তামা বা অ্যালুমিনিয়ামের পরিবাহী পাত বা রড, যা এক বা একাধিক সার্কিট হতে বৈদ্যুতিক এনার্জি সংগ্রহ ও বিতরণ করে। ইহা এক বা একাধিক Unit হতে উৎপন্ন বিদ্যুৎ শক্তি এক জায়গায় একত্রিত করে বিভিন্ন circuit ও Feeder এ transmit করার লক্ষ্যে যে system পরিচালিত করা হয় তাকে Bus Bar system বলে।

এটি সাধারনত Copper বা Aluminium এর Sheet বা Rod হয়ে থাকে।

বাসবারের বৈশিষ্ট্যঃ

1) Low Resistive material হতে হবে।
2) সময়ের সাথে Resistance পরিবর্তন হবে না।
3) তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে Resistance পরিবর্তন হবে না।
4) উচ্চ যান্ত্রিক শক্তি গুণ সম্পন্ন হতে হবে।

Bar bar এর প্রকারভেদ হল:

1) Indoor Bus bar,
2) Outdoor Bus Bar,
3) Open Bas Bar,
4) Enclosed Bus Bar,
5) তৈলে নিমজ্জিত Bus bar,
6) Isoleted Base Bus bar.

প্রশ্ন: Bus Bar কে সেকশনালাইজড করা হয় কেন?

উত্তর:

বাসবারের কোন অংশে ত্রুটি সংঘটিত হলে সমগ্র বাসবার সিস্টেমের কার্যক্রম বন্ধ হয়ে যায় না। এতে বিভিন্ন সেকশনের আন্ত ঃসংযোগ ও আউটগোয়িং সার্কিটে সুষ্ঠ বন্টন ইত্যাদির উপরে সিস্টেমের সর্বোচ্চ সাফল্য পাওয়া যায়।

প্রশ্ন: Bus Coupler কি?

উত্তরঃ Bus coupler মূলত: Circuit Breaker ও isoleter এর সমন্বয়। যা দুটি Bus কে Connect করতে পারে। এর চারপার্শ্বে Fire Proof wall থাকে।

প্রশ্ন: Auto Recloser বলতে কি বুঝ?

উত্তরঃ

Electric Supply ও distribution system এ যে সমস্ত fault হয় তা সাধারনত Transient types এর। অধিকাংশ ত্রুটি প্রায় (90%) যেমন, বজ্রপাত, পাখি, গাছের শাখাপ্রশাখা ইত্যাদির কারনে Transient fault হয় এবং কয়েক second এর ভিতর আপনাআপনি সেরেও যায়। কিন্তু Circuit Breaker fault হওয়া মাত্রই ckt Open করে দেয় কিন্ত আর আপনা আপনি close করে দেয় না। এই সমস্যা দূর করার জন্য অর্থ্যাৎ Autometically ckt Close করা জন্য যে যন্ত্র ব্যবহার করা হয় তাকে Auto Recloser বলে।

এটি খুব কম সময়ের মধ্যে ckt Close ও open করতে পাবে। পরপর তিন বারের প্রচেষ্টায় যদি ত্রুটি স্থায়ী হয় তাবে এটি line কে একেবারে বিচ্ছিন্ন করে দেয়।

L.T line এ দুই ধরনের Recloser দেখা যায়:

a) Single Phase Auto Recloser,
b) Three Phase Auto Recloser.

প্রশ্ন: Ckt Breaker এর উভয় পার্শ্বে Isolator use করা হয় কেন?

উত্তরঃ

Ckt Breaker maintenance করার সময় ভুল বশত: Ckt Breaker on হয়ে গিয়ে দূর্ঘটনা ঘটতে পারে। এ ধরনের দূর্ঘটনা যাতে না ঘটে সে লক্ষ্যে C.B এর উভয় পার্শ্বে Isolator use করা হয়। অর্থ্যাৎ Ckt Breaker remote controlled হলে ভুল বশত:

On হয়ে গেলেও Isolatator circuit breaker এ Power Supply হতে দেয় না।

প্রশ্ন: Line এ Current limiting Reactor কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তরঃ

Current limiting Reactor একটি বিশেষ ধরনের Inductive coil যা প্রয়োজনের সময় Short Ckt. Current কে Inductive Reactor প্রদানের মাধ্যমে limit করে রাখে।

যদি Inductor Reactime এর মান বৃদ্ধি পায় তবে Short ckt current হ্রাস পায়।

প্রশ্ন: Surge কি? Transmission line আর্থ করার সুবিধা লিখ?

উত্তরঃ

Transmission line এ হঠাৎ করে voltage বৃদ্ধি পাওয়াকে surge বলে। যেমন: বজ্রপাতের কারণে voltage বৃদ্ধি পায়।

Transmission line earth করার সুবিধা:

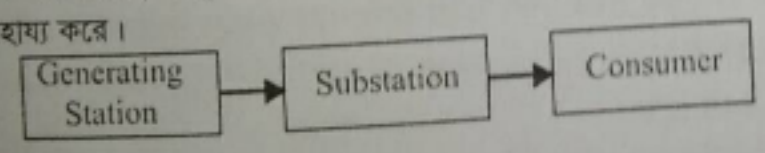
বজ্রপাতের ফলে বা অন্য কোন অস্বাভাবিক পরিস্থিতিতে insulation Break down হতে পারে। এই সম্ভাব্য দূর্ঘটনা থেকে line কে রক্ষা করার জন্য Overhead line এর শীর্ষে একটি অবিচ্ছিন্ন আর্থ তার ব্যবহার করা হয়, যার মাধ্যমে অতিরিক্ত voltage সার্কিটে সহজে Dis-charge হতে পারে। এতে করে Transmission line বিশাল দূর্ঘটনা ও ক্ষতি হতে রক্ষা পায়।

Substation

প্রশ্ন: Substation কাকে বলে?

উত্তরঃ

বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্র এবং গ্রাহকের মধ্যে সাবস্টেশন নির্মিত হয়। যেখানে বিভিন্ন বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতির সাহায্যে একাধিক ফিডারের মাধ্যমে বিদ্যুৎ শক্তিকে গ্রহণ করে ট্রান্সফরমারের সাহায্যে বিভিন্ন মানের ভোল্টেজে রূপান্ত রিত করা হয়। এছাড়াও সাবস্টেশনের সাহায্যে পাওয়ার ফ্যাক্টর, ফ্রিকুয়েন্সী, এসি থেকে ডিসিতে পরিবর্তন করতে সাহায্য করে।



প্রশ্ন: Substation এর প্রকারভেদ লিখ।

উত্তরঃ substation কে সাধারণত দুই ভাগে ভাগ করা হয়। যথা:

১) সার্ভিস অনুযায়ী,
২) গঠন অনুযায়ী।

১) সার্ভিস অনুযায়ী:

ক) সুইচিং সাবস্টেশন,
খ) পাওয়ার ফ্যাক্টর করেকশন সাবস্টেশন,
গ) ফ্রিকুয়েন্সী সাবস্টেশন,
ঘ) কনভার্টিং সাবস্টেশন,
ঙ) ইন্ডাস্ট্রিয়াল সাবস্টেশন।

২) গঠন অনুযায়ী:

ক) ইনডোর সাবস্টেশন,
খ) আউটডোর সাবস্টেশন,
গ) আন্ডারগ্রাউন্ড সাবস্টেশন,
ঘ) পোল মাউন্টেড সাবস্টেশন।

প্রশ্ন:একটি Indoor Substation এর বিভিন্ন উপাদান সমূহের তালিকা তৈরি কর বা LT/HT সাবস্টেশনের উপাদন সমূহ লিখ। [DUET13-14]

উত্তরঃ

সাবস্টেশনের উপাদান সমূহ হলঃ

i) Busbar, ii) Isolator, iii) Current transformer (C.T), iv) Potential transformer (P.T). v) Power transformer, vi) Insulator, vii) Fuse, viii) Lightning arrestor, ix) Oil circuit breaker, x) DC supply, xi) Air filter.

প্রশ্ন: Substation এর গুরুত্ব লিখ।

উত্তরঃ

Substation এর গুরুত্ব হল:

১) ইহা ভোল্টেজের লেভেলকে বিভিন্ন ভোল্টেজে রূপান্ত রিত করে প্রেরণ করে।
২) ইহা পাওয়ার ফ্যাক্টরকে উন্নীত করে।
৩) ইহা ফ্রিকুয়েন্সীকেও পরিবর্তন করে।
৪) ইনকামিং এবং আউটগোয়িং লাইনের মধ্যে আইসোলেশন এবং সুইচিং কার্য সম্পাদন করে।

প্রশ্ন: Grid system কি?

উত্তর:

একাধিক পাওয়ার প্লান্টের উৎপাদিত বিদ্যুৎ শক্তিকে একটি নেটওয়ার্কের আওতায় এনে ট্রান্সমিশন লাইনের মাধ্যমে সরবরাহ করার ব্যবস্থাকে গ্রীড সিস্টেম বলে।

প্রশ্ন: Inter connected system কি?

উত্তর:

ইহা এমন একটি electrical network, যার মাধ্যমে প্রত্যেক ফিডার দুই বা ততোধিক জেনারেটিং স্টেশন থেকে সরবরাহ পায়। একে grid sypply system বলে।

সিস্টেমের দক্ষতা ও বিশ্বস্ততা বৃদ্ধিতে এবং সরবরাহের নিরবিচ্ছিন্নতা বজায় রাখতে inter connected system এর বিকল্প নেই।

অনুশীলনী

1) Smart Grid বলতে কি বুঝ?
2) ক্যাচমেন্ট এরিয়া কি?

Electrical Faults

প্রশ্ন: Electrical Fault কি? ইহার প্রকারভেদ ও কারণ লিখ।

উত্তরঃ

কোন কারনে Circuit এ flowing current disturbance হলে অর্থাৎ Current স্বাভাবিক পথে না গিয়ে কোন Short path দিয়ে flow হয় তখন একে Electrical এর ভাষায় Fault বলা হয়।

Types of fault:-

a) Symmetrical faults:

যে ফল্টের কারনে $3-\phi$ সমপরিমান fault কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তাকে সিমেট্রিক্যাল ফল্ট বলে।

b) Unsymmetrical faults:

যে ফল্টের কারনে $3-\phi$ সমপরিমান কারেন্ট প্রবাহিত হয় না অর্থাৎ অসম কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তাকে আনসিমেট্রিক্যাল ফল্ট বলে।

Fault এর কারণ সমূহ: Power system এ নিম্নলিখিত কারনে fault হয়ে থাকেঃ

1) Insulation Breakdown.
2) Mechanical আঘাত।
3) Lighting Surge.
4) Voltage drop (abnormal)
5) Stability Break হলে।

প্রশ্ন: বিভিন্ন প্রকার Short circuit fault এর চিত্র সমূহ অংকন কর। উত্তরঃ

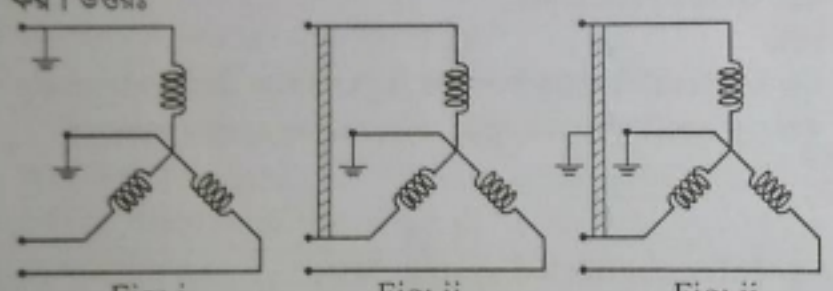


Fig: i Fig: ii Fig: ii

Figi: একটি ফেজ ও আর্থের মধ্যে শর্ট-সার্কিট

Figii: দুইটি ফেজের মধ্যে শর্ট-সার্কিট

Figiii: দুই ফেজ ও আর্থের মধ্যে শর্ট-সার্কিট

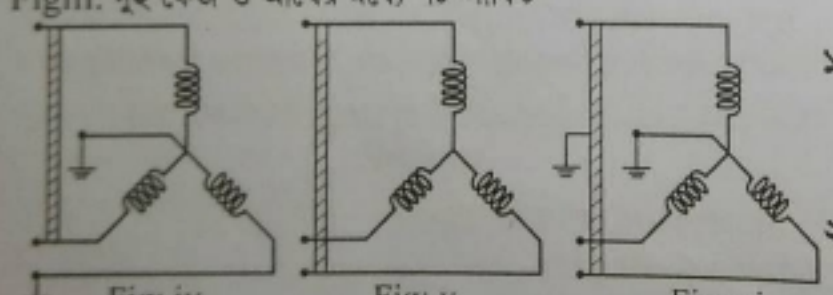


Fig: iv Fig: v Fig: vi

Figiv: দুই ফেজ একত্রে শর্ট ও তৃতীয় ফেজটি আর্থের সাথে শর্ট-সার্কিট

Figv: তিনটি ফেজ একত্রে শর্ট-সার্কিট

Figvi: তিনটি ফেজ একত্রে আর্থের সাথে শর্ট-সার্কিট

প্রশ্ন: Short circuit fault নিরূপন পদ্ধতি সমূহ লিখ।

উত্তরঃ

শর্ট সার্কিট এবং শর্ট সার্কিট KVA এর পরিমান প্রধানত তিনটি পদ্ধতিতে নির্ণয় করা হয়। যথা-

১) Ohmic value method
২) Pecentage reactance method এবং
৩) Per unit system.

System loss

প্রশ্ন: System loss এর প্রকার ভেদগুলো লিখ।

উত্তরঃ

আমাদের দেশে আর্থ সামাজিক প্রেক্ষাপটে যে সকল কারণে System loss হয়, সে গুলোকে দুই ক্যাটাগরিতে ভাগ করা যায়। যথাঃ

কারিগরি	অকারিগরি
ক) পরিবহন লাইনের ওহমিক অপচয়।	ক) কনজ্যাম্পশন লস : (অকেজো)
খ) ব্যবহার্য যন্ত্রপাতির ওহমিক অপচয়।	খ) বিলিং লস।
গ) উন্টার কানেকটেড নেটওয়ার্ক অপচয়।	গ) কানেকশন লস হয়।
ঘ) ফিডিং ব্যবস্থাপনার জনিত অপচয়।	
ঙ) বিদ্যুৎ কেন্দ্রের নিজস্ব ব্যবহার জনিত অপচয়।	

প্রশ্ন: System loss কি?

উত্তরঃ

% System loss = মোট উৎপাদিত শক্তি-মোট ব্যবহৃত শক্তি/মোট উৎপাদিত শক্তি × 100

প্রশ্ন: System loss কমানোর উপায় গুলো কি?

উত্তরঃ

ক) উৎপাদন কেন্দ্রে নষ্ট Unit গুলো মেরামত করতে হবে।

খ) Transmission line এ বুষ্টার x – former বা Voltage regulator এর মানোন্নয়ন করে।

গ) Grid substation এর পুরাতন Transformer, Switch gear অন্যান্য Controlling Unit পরিবর্তন করে।

ঘ) ছোট ছোট plant এর মাধ্যমে স্থানীয় চাহিদা পূরন করে।

Insulator

১) **কত ভোল্টেজ পর্যন্ত পিন টাইপ ইনসুলেটর ব্যবহার করা যায়?**

ক) 11 KV খ) 33 KV
গ) 440 KV ঘ) 66 KV

২) **কত ভোল্টেজের বেশি হলে সাসপেনশন টাইপ ইনসুলেটর ব্যবহার করা প্রয়োজন?**

ক) 33 KV খ) 11 KV
গ) 66 KV ঘ) 132 KV

৩) **কোন উপাদানের তৈরি ইনসুলেটর সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়?**

ক) Glass খ) Steatite
গ) Porcelain ঘ) Pyrex

৪) **Flash over Test কিসে করা হয়?**

ক) মোটরে খ) জেনারেটরে
গ) ট্রান্সফরমারে ঘ) ইনসুলেটরে

৫) **Low voltage line (<11 KV)এর জন্য কোন ধরনের Strain insulator ব্যবহৃত হয়?**

S= Slip
f= Supply frequency
P= Pole
f_r= Rotor frequency
n= Slots per pole per phase

Mathematical Problem

1) একটি স্লিপ রিং ইন্ডাকশন মোটর ফুল লোড অবস্থায় 290 r.p.m এ ঘুরে যখন supply frequency 50 Hz হয়। মোটরের পোল সংখ্যা এবং স্লিপ নির্ণয় কর।

Sol^n: Given,
N_r = 290 rpm, f= 50Hz,
Let, N_S = 300 rpm

$\therefore N_S = \frac{120f}{P}$

$\Rightarrow 300 = \frac{120 \times 50}{P}$

$\therefore$P = 20 [Ans]

$\therefore$ Slip, $S = \frac{N_s - N_r}{N_s} = \frac{300 - 290}{300}$

$\therefore$S = 0.033 [Ans]

2) একটি 10 pole মেশিনের স্পীড গণনা কর। যাহা e = 500 Sin 314t ভোল্টেজ তরঙ্গ উৎপন্ন করে। [DUET: 06-07]

Sol^n: Given,
e = 500 Sin 314t
P = 10, N_S =?
$\therefore\omega = 314$
$\Rightarrow 2\pi f = 314$
$\therefore$f = 50 Hz

$\therefore$ Speed, $N_S = \frac{120f}{P} = \frac{120 \times 50}{10}$

$\therefore N_s$= 600 rpm [Ans]

3) একটি 3-Ø ইন্ডাকশন মোটরের স্টেটরের প্রতি ফেজের প্রতি পোলে 3 টি করে স্লট আছে। Supply frequency 50 Hz হলে, নির্ণয় করঃ (i) স্টেটর এ পোল সংখ্যা এবং মোট স্লট সংখ্যা। (ii) স্টেটর এর গতিবেগ।

Sol^n: Given, 3-Ø, f= 50Hz,
(i) n=3 Slot/pole/phase
Pole, P= 2n = 6 [Ans]
Total slot no. = 3×3×6 = 54 [Ans]

(ii) $N_S = \frac{120f}{P} = \frac{120 \times 50}{6}$

$\therefore N_S$ = 1000 rpm [Ans]

4) একটি 3-Ø; 4 pole ইন্ডাকশন মোটরে 4% slip এ চলে। রোটর এর স্পীড এবং induced current এর ফ্রিকুয়েন্সী নির্ণয় কর। [DUET: 07~08]

Sol^n: Given,
3-Ø, f= 50Hz,
P= 4, S = 0.04

$\therefore$ Speed, $N_S = \frac{120f}{P} = \frac{120 \times 50}{4}$

$\therefore N_S$ = 1500 rpm

$\therefore$ Slip, $S = \frac{N_s - N_r}{N_s}$

$\Rightarrow 0.04 = \frac{1500 - N_r}{1500}$

$\therefore N_r$ = 1440 rpm

$\therefore$rotor frequency, $f_r = S \times f = 0.04 \times 50$

$\therefore f_r$ = 2 Hz [Ans]

5) একটি 4 pole, 3-Ø ইন্ডকশন মোটরকে সাপ্লাই এর সাথে যুক্ত করা হয়; যার Supply frequency 50 Hz, নির্ণয় করঃ (i) স্টেটর এর গতিবেগ (N_S)
(ii) N_r [When S = 0.04]
(iii) f_r [When S = 0.03]
(iv) f_r যখন রোটর স্থির থাকে।

Sol^n: Given,
3-Ø, f= 50Hz, P= 4

(i) $N_S = \frac{120f}{P} = \frac{120 \times 50}{4}$

$\therefore N_S$ = 1500 rpm [Ans]

(ii) When S= 0.04

Slip, $S = \frac{N_s - N_r}{N_s}$

$\Rightarrow 0.04 = \frac{1500 - N_r}{1500}$

$\therefore N_r$ = 1440 rpm [Ans]

(iii)When, S=0.03
Rotor frequency, $f_r = S \times f = 0.03 \times 50$
$\therefore f_r$ = 1.5 Hz [Ans]

(iv)At rotor standstill S=1
Rotor frequency, $f_r = S \times f = 1 \times 50$
$\therefore f_r$ = 150 Hz [Ans]

6) একটি ইন্ডকশন মোটরের নেমপ্লেটে স্পীড 720 r.p.m. ও 25 c/s লেখা আছে। এর No load speed 745 r.p.m. বের করঃ- (i) Slip, (iii) % regulation.

Sol^n: Given,
N_r = 720 rpm, f= 25 Hz,
N_0 = 745 rpm,

$\therefore N_S' = \frac{120 \times 25}{P}$

$\Rightarrow 720 = \frac{120 \times 25}{P}$

এটি দূর করার জন্য রোটর খাঁজের সংখ্যা স্টেটর খাঁজের চেয়ে বেশি ধরা হয়।

প্রশ্নঃ ইন্ডাকশন মোটরের ক্রলিং কি?

উত্তরঃ

অনেক সময় দেখা যায় স্কুইরেল কেজ ইন্ডাকশন মোটর সিনক্রোনাস স্পীডের 1/7 ভাগ হারে কম গতিতে সাম্যভাবে ঘুরতে থাকে। এ ঘটনাকে Crawling বলে।

প্রশ্নঃ স্কুইরেল কেজ ইন্ডাকশন মোটর এর ব্যবহার লিখ?

উত্তরঃ

ব্যবহার ঃ

১) পানির পাম্পে।
২) কাঠের কাজের কারখানায়।
৩) সিমেন্টের কারখানায়।
৪) বস্ত্র শিল্পের কারখানায়।
৫) আটা বা ধানের মেশিনে।
৫) মেশিন শপে বিভিন্ন প্রকার মেশিন পরিচালনায়।

প্রশ্নঃ ফেজ উন্ড বা স্লিপ রিং ইন্ডাকশন মোটর এর গঠন এবং ইহার সুবিধা, অসুবিধা ও ব্যবহার লিখ ?

উত্তরঃ

ফেজ উন্ড ইন্ডাকশন মোটরঃ স্কুইরেল কেজ ইন্ডাকশন মোটরের রোটরের ইন্ডাকট্যান্স বেশি এবং রেজিষ্ট্যান্স কম থাকায় এর Starting torque কম। এ Starting torque বর্ধিত করার জন্য ফেজ উন্ড টাইপ রোটর ব্যবহার করা হয়। এ রোটরের রেজিষ্ট্যান্স অধিক পরিমাণে বাড়ানোর জন্য রোটরের তিন ফেজ ওয়াইন্ডিং (সুপার এনামেল কপার ওয়ার দ্বারা) করা হয়। স্টেটরের সম সংখ্যক পোল রোটরে থাকে। রোটরে এ তিনফেজ ওয়ান্ডিং স্টার কানেকশনে থাকে।

সুবিধাঃ

ক) রোটর সার্কিটের রেজিষ্ট্যান্স ইচ্ছামত বাড়ানো যায় বলে মোটরের Starting torque খুব বেশী।
খ) রোটর সার্কিটের রেজিষ্ট্যান্স প্রয়োজনমত বাড়িয়ে বা কমিয়ে এর গতিবেগ নিয়ন্ত্রন করা যায়।
গ) অধিক পরিমাণ লোড নিয়ে স্টার্ট করার পক্ষে এ মোটর উপযোগী।
ঘ) রোটর রেজিষ্ট্যান্স প্রয়োজনমত বৃদ্ধি করে স্টার্টার ছাড়াই চালানো যায়।

অসুবিধা ঃ

ক) ইহা স্কুইরেল কেজ ইন্ডাকশন মোটরের তুলনায় দাম বেশী।
খ) অতিরিক্ত এক্সটার্নাল রেজিস্ট্যান্স হওয়ায় রোটর সার্কিটের রেজিষ্ট্যান্স বৃদ্ধি পায় ফলে মোটরের পাওয়ার লস বেশি হয়।
গ) এ মোটরের efficiency তুলনামূলক কম।

প্রশ্নঃ Slip ring induction motor অধিক লোড নিয়ে চালু করা সম্ভব হয় কেন?

উত্তরঃ

স্লিপ রিং মোটরের রোটরের রেজিস্ট্যান্স তুলনামূলক অনেক বেশি থাকে। তাছাড়া রোটর সার্কিটের রেজিস্ট্যান্স ইচ্ছামত বাড়ানো যায় বলে, মোটরের স্টার্টিং টর্ক খুব বেশি হয়। এমনকি রোটরের প্রতি ফেজের রেজিস্ট্যান্স তার স্থির অবস্থার রিয়্যাকট্যান্স এর সমান হয়। এ টর্কের মান পুল আউট টর্কের সমান বলা চলে। তাই বেশি লোড নিয়ে চালু করার জন্য স্লিপ রিং ইন্ডাকশন মোটর খুবই উপযোগী।

প্রশ্নঃ ফেজ উন্ড বা স্লিপ রিং ইন্ডাকশন মোটর এর ব্যবহার লিখ?

উত্তরঃ ব্যবহার ঃ

১) পাম্প, ২) লিফট, ৩) ক্রেন
৪) রেলওয়ে, ৫) রোলিং মিলস্
৬) লাইন শ্যাফট, ৭) জাহাজের ক্যাপস্টান।

প্রশ্নঃ মোটরের স্ট্যার্টারের প্রয়োজনীয়তা উল্লে কর?

উত্তর ঃ

যে কোন বৈদ্যুতিক মোটর চালু করার মুহুর্তে এর রোটর স্থির থাকে। ফলে ইহার ষ্টেটর লাইন হতে স্বাভাবিক কারেন্টের 5 হতে 7 গুন বেশী কারেন্ট প্রবাহিত হয়।

বড় বড় মোটরের ক্ষেত্র এ কারেন্ট এত বেশী হয় যে, তা মোটরে প্রবেশ করতে দিলে সঙ্গে সঙ্গে স্টেটরের কয়েল পুড়ে যাবে এবং সরবরাহ লাইনের ভোল্টেজে এক বিরাট বিপর্যয় অবস্থার সৃষ্টি হবে। সে জন্য 7.5 অশ্বশক্তির বেশি ক্ষমতা সম্পন্ন প্রতিটি মোটর চালু করার সময় উপযুক্ত ষ্টার্টারের সাহায্যে লাইন ভোল্টেজকে কমিয়ে মোটর টার্মিনালে প্রয়োগ করা হয়। ষ্টার্টিং কারেন্টকে একটি নিরাপদ সীমার মধ্যে রাখার জন্য ষ্টার্টিং এর সময় আরোপিত ভোল্টেজকে কমাতে হয় এবং ইহা ষ্টার্টারের মাধ্যমেই করা হয়।

প্রশ্নঃ স্কুইরেল কেজ ও স্লিপ রিং ইন্ডাকশন মোটরের পার্থক্য বা তুলনা করা।

উত্তর ঃ নিম্নে স্কুইরেল কেজ ও স্লিপ রিং ইন্ডাকশন মোটরের পার্থক্য দেয়া হলো।

স্কুইরেল কেজ	স্লিপরিং মোটর
১) ষ্টার্টিং টর্ক কম।	১) ষ্টার্টিং টর্ক বেশী।
২) পাওয়ার ফ্যাক্টরের মান কম।	২) পাওয়ার ফ্যাক্টরের মান তুলনামূলক ভাল।
৩) ইহা অপেক্ষাকৃত মজবুত, তাই খরচ কম।	৩) তুলনামূলক খরচ বেশী।
৪) কর্মদক্ষতা বেশী।	৪) কর্মদক্ষতা কম।
৫) ইহা চালাইতে এক্সইটার এর প্রয়োজন হয়।	৫) এক্সাইটারের প্রয়োজন হয় না।
৬) অধিক পরিমান লোড নিয়ে ষ্টার্ট করার পক্ষে এ মোটর উপযোগী।	৬) এ মেটর অধিক পরিমান লোড নিয়ে ষ্টার্ট নিতে পারে না।

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী

$\rightarrow N_s = \frac{120f}{P}$

$\rightarrow N_r = N_s(1-S)$

$\rightarrow S = \frac{N_s - N_r}{N_s}$

$\rightarrow \%S = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100$

$\rightarrow f_r = S \times f$

$\rightarrow$ Speed regulation $= \frac{N_o - N_r}{N_r} \times 100$

$\rightarrow$ At rotor stand still, $S=1$

$\rightarrow P=2n$

Notation:

N_s=Synchronous speed = stator speed

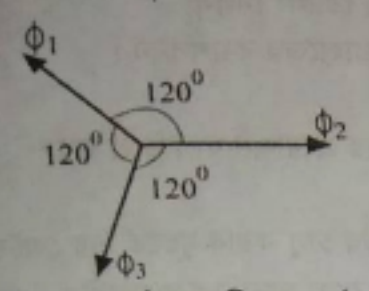
N_r=Rotor speed

Induction motor এ সৃষ্ট ফ্লাক্সের তিনটি বৈশিষ্ট্য হল। যথা:

ক. নির্দিষ্ট মান।

খ. নির্দিষ্ট গতি $N_s = \frac{120f}{P}$।

গ. নির্দিষ্ট দিক।



প্রশ্ন: একটি 3-Ø ইন্ডাকশন মোটরের স্পিড কন্ট্রোলের পদ্ধতি গুলো লিখ। [DUET: 09-10]

উত্তর ঃ

১। স্টেটর দিক হতে নিয়ন্ত্রনঃ

ক) প্রয়োগকৃত ভোল্টেজ পরিবর্তন করে।

খ) প্রয়োগকৃত ভোল্টেজের ফ্রিকুয়েন্সী পরিবর্তন করে।

গ) স্টেটরের পোল সংখ্যা পরিবর্তন করে।

২। রোটরের দিক হতে নিয়ন্ত্রণঃ

ক) রোটর রিওস্ট্যাট নিয়ন্ত্রণ করে।

খ) কেসকেড বা কনকেটেশন করে দুটি মোটর চালিয়ে।

গ) রোটর সার্কিটে ই.এম.এফ প্রয়োগ করে।

প্রশ্ন: 3-Ø ইন্ডাকশন মোটরের কয়েকটি স্টার্টিং পদ্ধতির নাম লিখ।

উত্তরঃ 3-Ø Induction motor পদ্ধতি সমূহ হল-

1) Squirrel cases motor:
   (a) Direct Starting.
   (b) Reduced Voltage Starting.

Reduced Voltage Starting আবার তিন প্রকার-

(i) Primary Resistance- Reactance Method

(ii) Auto Transformer method.

(iii) Star-delta method.

প্রশ্নঃ Squirrel cage induction motor এর গঠন ও ইহার সুবিধা অসুবিধা লিখ?

উত্তরঃ

স্কুইরেল কেজ ইন্ডাকশন মোটরঃ এ মোটরের রোটর উন্নত মানের ল্যামিনেটেড ইস্পাত কোরের তৈরী। ইহা মোটরের শ্যাফটের সাথে প্রয়োজনীয় চাবির সাহায্যে মজবুতভাবে সংযুক্ত থাকে। এ কোরে শ্যাফটের সমান্ত রাল লম্বালম্বিভাবে খাঁজ কাটা থাকে। এ খাঁজে মোটা মোটা কপারের বার স্থাপন করা হয় এবং বার সমূহের উভয় প্রান্ত কপার রিং দ্বারা শর্ট সার্কিট করা হয়। ইহা তখন দেখতে অনেকটা কাঠ বিড়ালীর খাঁচার মত দেখায়। এ জন্যই এর নাম Squirrel cage induction motor ।

সুবিধাঃ

ক) এর গঠনপ্রণালী অতিশয় সহজ ও মজবুত।

খ) এর উপাদান খরচ অন্যান্য মোটরের তুলনায় কম।

গ) এই মোটর দীর্ঘদিন যাবৎ সচল থাকে বলে এর মেরামত ও রক্ষণাবেক্ষণ খরচ অনেক কম।

ঘ) মোটরের গতিবেগ বিভিন্ন লোডে প্রায় একই থাকে।

ঙ) এ মোটরের efficiency উচ্চ মানের।

চ) Running performance ভাল।

অসুবিধা সমূহঃ

ক) চালু করার সময় এ মোটর লাইন হতে অধিক পরিমান কারেন্ট গ্রহন করে।

খ) এ মোটরের পাওয়ার ফ্যাক্টর অতিশয় নিম্নমানের থাকে।

গ) মোটরের Starting torque খুব কম।

ঘ) এ মোটরের গতিবেগ প্রয়োজন মত নিয়ন্ত্রন করা যায় না।

প্রশ্ন: Squirrel case rotor কি?

উত্তরঃ

Induction motor এর এই ধরনের Rotor এ, প্রতি খাঁজে একটি করে মোটা তামার বা অ্যালুমিনিয়ামের কন্ডাক্টর বসানো থাকে। আর সেই কন্ডাক্টর গুলিকে উহাদের দুই প্রান্তে পরস্পরের সংগে দুইটি ধাতু নির্মিত বৃত্তাকার End ring দিয়ে Short করা থাকে। Conductor বেশ মোটা থাকে এবং Rotor এর গঠন ও বেশ সরল। সে জন্য এ ধরনের Rotor মজবুত ও দীর্ঘস্থায়ী হয়। অতিরিক্ত লোডের জন্য তেমন কোন ক্ষতি হয়না এবং ব্যবহার সবচেয়ে বেশী।

প্রশ্নঃ Squirrel cage induction motor অধিক লোড নিয়ে চালু করা সম্ভব হয় না, এর কারণ কি?

উত্তরঃ

এর রোটর রেজিস্ট্যান্স খুব কম থাকে এবং বাহির হতে অতিরিক্ত রেজিস্ট্যান্স এতে সংযোগ করে মোটরের রোটর রেজিস্ট্যান্স বৃদ্ধি করার কোন উপায় নেই, যার ফলে স্টার্টি টর্ক অত্যন্ত নিম্নমানের হয়। এছাড়াও স্টার্টিং কারেন্ট বৃদ্ধি পায় এবং পাওয়ার ফ্যাক্টরও নিম্ন হয়। এছাড়া স্টাটিং এর সময় স্টার্টারের সাহায্যে লাইন ভোল্টেজ কমিয়ে মোটরের টার্মিনালে প্রয়োগ করতে হয়। যেহেতু রোটর এর টর্ক স্টাটিং এর সময় সরবরাহ ভোল্টেজের বর্গানুপাতে পরিবর্তন হয়, ফলে সরবরাহ ভোল্টেজের সামান্য কমালে টর্কের মান অনেক কমে যায়। উপরে উল্লেখিত কারণে অধিক লোড নিয়ে স্কুইরেল কেজ মোটর স্টার্ট নিতে পারে না।

প্রশ্নঃ স্কিউয়িং কি। স্কুইরেল কেজ রোটরে স্কিউ করা হয় কেন?

উত্তরঃ

স্কিউয়িংঃ স্কুইরেল কেজ রোটরের স্লটগুলো শ্যাফট বারের সাথে সম্পূর্ণ সমান্ত রাল অবস্থায় থাকে না। সমান্য কৌণিক অবস্থানে থাকে, শ্যাফটের সাথে রোটর স্লটগুলো কৌণিকভাবে স্থাপন করাকে স্কিউয়িং বলে।

স্কিউয়িং করার উদ্দেশ্য:

১) এটি রোটরের গতির চুম্বকীয় হামিং কমিয়ে মোটরকে সঠিকভাবে চলতে সহায়তা করে।

২) এটি রোটরের ম্যাগনেটিক লকিং হওয়ার প্রবণতা দূর করে।

৩) রোটর কন্ডাক্টরের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়। ফলে স্টাটিং টর্ক বৃদ্ধি পায়।

৪) প্রদত্ত স্লিপের মানে মেশিনের ইম্পিড্যান্স বৃদ্ধি পায়।

৫) প্রদত্ত টর্কে স্লিপের মান বৃদ্ধি পায়।

প্রশ্নঃ ইন্ডাকশন মোটরের কগিং বা ম্যাগনেটিক লকিং কি? এটি কেন সৃষ্টি হয়?

উত্তরঃ ম্যাগনেটিক লকিং:

অনেক সময় স্কুইরেল কেজ মোটর স্টার্ট নিতে চায় না বিশেষ করে কম ভোল্টেজে এই ঘটনা দেখা দেয়। একে Cogging বা Magnetic locking বলে।

প্রশ্ন: ইন্ডাকশন মোটরকে রোটেটিং ট্রান্সফরমার বলা হয় কেন?

উত্তরঃ

ইন্ডাকশন মোটর একটি রোটেটিং টাইপ ট্রান্সফরমার। এটি মূলত ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারি শর্ট সার্কিটের অবস্থার ন্যায় কাজ করে। ট্রান্সফরমারে কোন ঘুরন্ত অংশ নেই। কিন্তু ইন্ডাকশন মোটরে ঘূর্ণায়মান অংশ আছে। ইন্ডাকশন মোটরের স্টেটর প্রাইমারি কয়েল এবং রোটর সেকেন্ডারি কয়েল হিসেবে করে।

ট্রান্সফরমারের ন্যায় স্টেটরে এসি সরবরাহ প্রয়োগ করলে এতে রোটেটিং ম্যাগনেটিক ফ্লাক্সের সৃষ্টি হয়। যা এয়ার গ্যাপকে অতিক্রম করে রোটর কন্ডাটরকে কর্তন করে।

প্রশ্ন: 1-Ø Induction motor চালু করার বিভিন্ন পদ্ধতির নাম লিখ।

উত্তর ঃ

সিঙ্গেল ফেজ ইন্ডাকশন মোটর চালু করার কয়েকটি পদ্ধতি হল-

১) মোটরের ফেজকে বিভক্ত করে চালু করা,

২) Capacitor মোটর হিসেবে চালু করা,

৩) Repulsion মোটর হিসেবে চালু করা।

প্রশ্ন: 1-Ø induction motor নিজে নিজে স্টার্ট নিতে পারে না কেন ব্যাখা কর?

উত্তরঃ

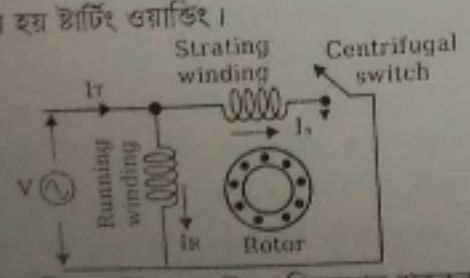
1-Ø induction motor এর স্টার্টিং টর্ক না থাকায় উহা নিজে নিজে স্টার্ট নিতে পারে না। ইহার প্রধান কারণ হল যখন 1-Ø সরবরাহ মোটরের ওয়াইন্ডিং এ দেওয়া হয় তখন মোটরে কারেন্ট চুম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি করে। এসি সিগন্যাল এর প্রথম অর্ধসাইকেলের জন্য স্টেটর কারেন্ট যে অভিমুখী হয় পরবর্তী অর্ধ সাইকেলের জন্য স্টেটর কারেন্ট বিপরীত মুখী হয়। ফলে একটি পূর্ণ সাইকেলের জন্য গড় টর্ক শূণ্য হয়। এজন্যই 1-Ø motor নিজে নিজে স্টার্ট নিতে পারে না। অর্থাৎ 1-Ø motor এ 3-Ø motor এর ন্যায় রোটেটিং ম্যাগনেটিক ফিল্ড সৃষ্টি হয় না, তাই নিজে নিজে স্টার্ট নিতে পারে না।

প্রশ্ন: 1-Ø induction motor নিজে নিজে কিভাবে স্টার্ট বা চালু হয়?

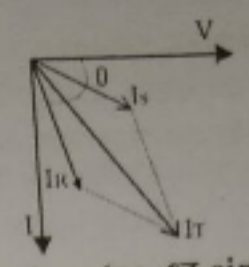
উত্তরঃ

<u>সিঙ্গেল ফেজ ইন্ডাকশন মোটর নিজে নিজে চালু হওয়ার পদ্ধতিঃ</u>

সিঙ্গেল ফেজ ইন্ডকশন মোটর কে যাতে নিজ নিজে চালু হতে পারে সে জন্য একটি অতিরিক্ত ওয়াইন্ডিং যুক্ত করে দুই ফেজ মোটরে পরিণত করা হয়। যাকে বলা হয় ষ্টার্টিং ওয়াইন্ডিং।



যখন মোটরের গতিবেগ ইহার রেটেড গতিবেগের শতকরা 70% থেকে 80% ভাগে পৌঁছে তখন স্বয়ংক্রিয়ভাবে ষ্টার্টিং বিচ্ছিন্ন হয়ে যায়।



প্রশ্ন: Capacitor start motor এর circuit diaram অংকন কর?

উত্তরঃ

এই প্রকারের motor এ দুইটি Winding থাকে । একটি main winding বা Running winding এবং অপরটি Starting winding, যার সাথে Capacitor সিরিজে সংযোগ করা থাকে। Capacitor সংযোগের ফলে Starting coil এর কারেন্ট I_S, Line voltage এর চেয়ে এগিয়ে থাকে।

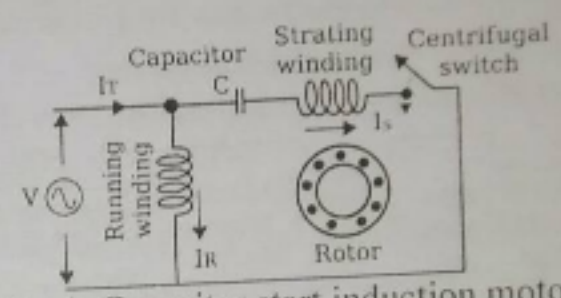


Fig-1: Capacitor start induction motor

অপরদিকে starting winding এর কারেন্ট I_S, Line voltage এর চেয়ে পিছিয়ে থাকে এবং এই কারেন্ট দুইয়ের মধ্যে প্রায় 90^0 কোণ থাকে। Phase পার্থক্য সৃষ্টির ফলে Torque তৈরী হয় এবং Motor ঘুরতে থাকে। Starting coil এর সাথে লাগানো Centrifugal switch টি স্টার্ট নেয়ার পর খুলে যায়।

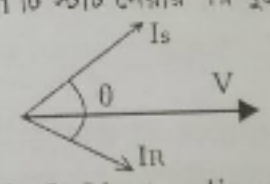


Fig-2: Vector diaram

প্রশ্ন: টীকা লিখ- Synchronous speed, rotor speed, Slip, Rotaional slip, synchronous watt কি?

উত্তরঃ

Synchronous speedঃ স্টেটরে রোটেটিং ম্যাগনেটিক ফিল্ডের যে গতি তাই সিনক্রোনাস স্পিড। একে N_S দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$N_s = \frac{120f}{p}$$

এখনে, N_S = সিনক্রোনাস স্পিড,

f = ফ্রিকোয়েন্সি, P = পোল সংখ্যা

Rotor speedঃ রোটর যে গতিতে ঘুরে তাই রোটর স্পিড। একে N_r দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

Slipঃ মোটরের সিনক্রোনাস স্পিড (N_s) এবং রোটর স্পিডের (N_r) পার্থক্য সিনক্রোনাস স্পিডের অনুপাতে প্রকাশ করাকে স্লিপ বলা হয়। ইন্ডাকশন মোটরের স্লিপ সাধারণত 4% থেকে 8% হয়ে থাকে। একে সাধারণত শতকরা হারে প্রকাশ করা হয়।

$$\%S = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100$$

প্রশ্ন: Insulator অকেজো হওয়ার কারন কি?

উত্তরঃ

i) Insulator এ ফাটল দেখা দিলে।
ii) Insulator পদার্থ ছিদ্র যুক্ত হলে।
iii) Insulator এ flas over voltage সংঘটিত হলে।
iv) Mechanical stress বেড়ে গেলে।
v) Insulator এ Leakage current বেশী flow হয়ে short হলে।
vi) উপরে ধূলাবালি বা ময়লা জমলে।
vii) বহিরাবরণ কম মসৃণ হলে।

প্রশ্ন: Insulator কে কি কি পদ্ধতিতে টেস্ট করা হয়।

উত্তরঃ ইনসুলেটরকে তিন ভাবে টেস্ট করা হয়, যথাঃ

ক) ফ্লাস ওভার টেস্ট,
খ) পারফরমেন্স টেস্ট এবং
গ) রুটিন টেস্ট।

প্রশ্ন: Flash over voltage এবং Puncture voltage কি?

উত্তরঃ

Flash over voltage: Insulator এর across এর Voltage বাড়তে বাড়তে যে সীমা অতিক্রম করলে এতে Spark সহকারে বিদ্যুৎ ঝলকানি সৃষ্টি হয় তাকে Flash over voltage বলে।

Puncture voltage: যে Voltage এর মানে Insulator কে সম্পূর্ণরূপে অকেজো করে ফেলতে পারে তাকে puncture voltage বলে। puncture voltage এর মান spark over voltage (s.v.o) এর কয়েকগুণ বেশী হয়।

$\therefore$ Safety factor $= \dfrac{\text{puncture voltage}}{\text{flash over voltage}}$

প্রশ্ন: String efficiency কি?

উত্তরঃ

String এর মোট voltage এবং Disk এর সংখ্যার গুণীতক ও পরিবাহীর সবচেয়ে নিকটবর্তী Disk এর আড়াআড়াতে voltage এর অনুপাতকে String efficiency বলা হয়।

String efficiency

$$= \frac{\text{voltage across the string}}{N \times \text{voltage across disc nearest to conductor}}$$

$$\therefore \eta = \frac{V_T}{N \times V_{max}} \times 100$$

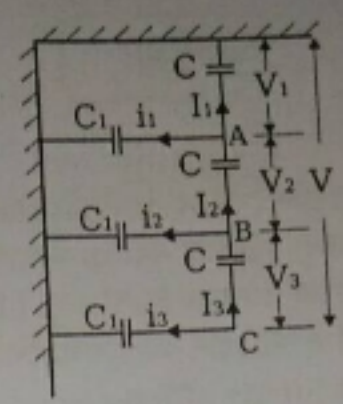
প্রশ্ন: String দক্ষতা উন্নয়নে উপায় কি কি?

উত্তর:

ক) দীর্ঘ cross arm use করে।
খ) Insullator grading করে।
গ) Guard ring use করে।
ঘ) Conducting glaze method এ

8) তিন Unit এর স্ট্রিং দক্ষতা নির্ণয় কর।

উত্তরঃ



Here,
C = Mutual capacitance
C_1= Shunt capacitance
$\therefore$ Ratio of capacitance,

$$k = \frac{\text{Shunt capacitance}}{\text{Mutual capcitane}}$$

$$\therefore k = \frac{C_1}{C} \quad [C > C1]$$

$\therefore$Total voltage, $V = V_1+V_2+V_3$

Apply KCL at point A ;

$I_2=I_1+i_1$

$\Rightarrow V_2\omega c=V_1\omega c+V_1\omega c_1$

$\Rightarrow V_2\omega c=V_1\omega c+V_1\omega ck$

$\Rightarrow V_2=V_1(1+k)$ ----------(1)

Apply KCL at point B;

$I_3= I_2+i_2$

$\Rightarrow V_3\omega c = V_2\omega c + (V_1+V_2)\,\omega c_1$

$\Rightarrow V_3\omega c = V_2\omega c+(V_1+V_2)\,\omega ck$

$\Rightarrow V_3 = V_2 + (V_1+V_2)\,k$

$\Rightarrow V_3 = V_2(1+k) + V_1k$

$\Rightarrow V_3 = V_1(1+k)(1+k) + V_1k$

$\Rightarrow V_3 = V_1(1+3k+k^2)$..... (ii)

$\therefore$Total voltage,

$V = V_1+V_2+V_3$

$\Rightarrow V = V_1 + V_1(1+k) + V_1(1+3k+k^2)$

$\therefore V = V_1(3+4k+k^2)$

$$\text{String efficiency} = \frac{V}{3 \times V_3} \times 100$$

$$\therefore S.E = \frac{3+4k+k^2}{3(1+3k+k^2)} \times 100$$

$\Rightarrow$ String নির্ণয়ে সূত্রাবলীঃ

$$\Rightarrow \%\eta_s = \frac{V}{N \times V_N} \times 100$$

$\Rightarrow V_2=V_1(1+k)$

$\Rightarrow V_3=V_1(1+3k+k^2)$

$\Rightarrow V_4=V_1(k^3+5k^2+6k+1)$

$\Rightarrow V_5=V_1(k_4+7k_3+15k_2+10k+1)$

$\Rightarrow V_2=V_1(1+k)=V_1(1+0.125)$
$V_2=1.125V_1$
$\Rightarrow V_3=V_1(1+3k+k^2)$
$=V_1(1+3\times0.125+0.125^2)$
$\therefore V_3= 1.39V_1$
$15 = 1.39V_1$
$V_1 = 10.79$ kV
$V_2= 1.125\times10.79= 12.13$ kV

(i) $V = V_1+ V_2+ V_3$
$= 10.79+12.13+15$
$V = 37.92$ kV [Ans]
(ii) String efficiency,

$$S.E = \frac{\text{voltage across string}}{\text{No. of insulator} \times V_3} \times 100$$

$$\Rightarrow S.E = \frac{37.92 \times 100}{3 \times 15}$$

$\therefore S.E = 84.26\%$ [Ans]

Tutorial problem:

1) তিনটি insulator দ্বারা ধারনকৃত একটি পরিবাহী লাইনের সবচেয়ে নিকটবর্তী insulator এর বিপরীত ভোল্টেজ 13.1 kV এবং তার পরেরটির বিপরীত ভোল্টেজ 11 kV হলে, line voltage এবং string efficiency নির্ণয় কর।
Ans: $V_L= 59$kV, $\eta= 86.76\%$

2) একটি 3-Ø ওভারহেড লাইন তিনটি insulator দ্বারা ঝুলানো আছে। যদি লাইন ইউনিটের বিপরীত voltage 17.5kV হয়, তবে line to neutral voltage নির্ণয় কর। শান্ট capacitance; mutual capacitance এর $\frac{1}{8}$ গুণ।
Ans: $V_{Ln}= 44.25$V,

3) একটি 3-Ø ওভারহেড লাইন 4-ইউনিট বিশিষ্ট ইনসুলেটরের সাহায্যে ঝুলানো আছে। যদি ২য় ও ৩য় ইউনিটের আড়াআড়িতে voltage যথাক্রমে 13.2kV ও 18kV হয়; তাহলে নির্ণয় কর:- (i) Line voltage, (ii) নিকটবর্তী ইনসুলেটর এর ভোল্টেজ।
Ans: (i) $V_L= 118.75$kV, (ii) $V_4= 26.49$ kV,

Sag

প্রশ্ন: Span কি?
উত্তরঃ
দুটি tower বা pole এর মধ্যবর্তী আনুভূমিক দুরত্বকে span বলা হয়।

প্রশ্ন: Sag বলতে কি বুঝ?
উত্তরঃ
দুইটি Tower বা pole এর যে বিন্দুতে তার টানা বা সংযোগ করা হয় সেই বিন্দু দুটির সংযোজনকারী আনুভূমিক কাল্পনিক রেখা হতে তারের সর্বোচ্চ ঝুলে পড়া বিন্দু পর্যন্ত দূরুত্বকে sag বলে।

প্রশ্ন: Sag এর উপর প্রভাব বিস্তারকারী উপাদান সমূহ কি কি?
উত্তরঃ
ক) পরিবাহীর ওজন, খ) স্প্যানের দৈর্ঘ্য,
গ) কার্যকরী টান, ঘ) তাপমাত্রা,
ঙ) Conductor ঝুললে ঝড় ও বরফের প্রভাব।

প্রশ্ন: Sag মাপার পদ্ধতি গুলো কি কি?
উত্তরঃ
Sag মাপার পদ্ধতি গুলো হলঃ
ক) Sag board এর সাহায্যে।
খ) Dynamo meter এর সাহায্যে।
গ) তরঙ্গের সময় মেপে।

প্রশ্ন: ট্রান্সমিশন লাইনে খুব কম বা বেশি ঝুল হওয়া বাঞ্ছনীয় নয় কেন?
উত্তরঃ
ট্রান্সমিশন লাইনে Sag থাকা উচিত তবে খুব কম বা বেশি থাকা বাঞ্ছনীয় নয়। কারণ খুব কম হলে কন্ডাক্টরের উপর টান বেশী থাকে এবং শীতকালে কন্ডাক্টরের সংকোচনের কারনে ছিঁড়ে যেতে পারে। আবার ঝুল বেশি হলে লাইন এর ওজন বেশি হয় ফলে এর জন্য শক্তিশালী সার্পোট লাগে। Sag বেশি হলে বাতাসের চাপ ও ঝড়ো হাওয়ার জন্যে দোল খেয়ে কন্ডাকটর ছিড়ে যেতে পারে বা শর্ট সার্কিট হতে পারে। এজন্য উভয় দিক বিবেচনা করে কন্ডাকটর ঝুল সুনির্দিষ্টমানে রাখা হয়।

প্রশ্ন: Working ও Breaking Tension বলতে কি বুঝ?
উত্তর:
Working Tension:
সর্বোচ্চ যে পরিমান বল প্রয়োগে কন্ডাকটর স্বাভাবিক অবস্থায় কাজ করতে পারে, Working Tension বলে।

$$W.T\ (T) = \frac{\text{Ultimate strength (kg)}}{\text{Safty factor}}$$

Breaking Tension:
সর্বনিম্ন যে পরিমান বল প্রয়োগে কন্ডাক্টর স্বাভাবিকভাবে কাজ করতে পারে না অর্থাৎ ছিড়ে যায় থাকে Breaking Tension বলে।

$$\therefore T = \frac{\text{Breaking stress}\left(\frac{kg}{cm^2}\right) \times \text{Area}(cm^2)}{\text{Safty factor}}$$

প্রশ্ন: সমউচ্চতার Support এর ক্ষেত্রে প্রমাণ কর, Sag

$S = \frac{WL^2}{8T}$

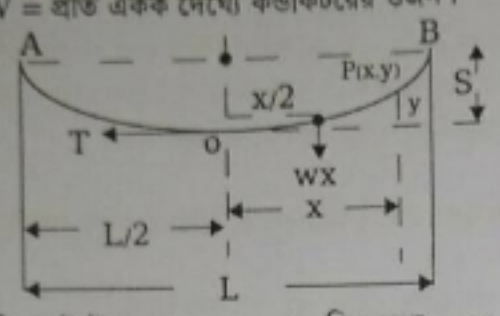
উত্তরঃ

মনেকরি, L= সাপোর্টদ্বয়ের দুরত্ব,

O = কন্ডাক্টরের সর্বনিম্ন বিন্দু,

T = কন্ডাক্টরের টান,

W = প্রতি একক দৈর্ঘ্যে কন্ডাকটরের ওজন।



A ও B দুটি একই উচ্চতার support o বিন্দু মধ্য span এ অবস্থান করে। মনেকরি, conductor এর উপর একটি বিন্দু P(x,y) : OP=x এই OP এর উপর দুইটি বল কাজ করবে।

ক) O বিন্দুতে x/2 দূরত্বে কার্যকর ওজন wx,

খ) O বিন্দুতে tension T কার্যকর।

এখন,

$T.y = Wx \times \frac{x}{2}$

$\Rightarrow y = \frac{Wx^2}{2T}$

যখন $y = d$ or S , তখন $x = \frac{L}{2}$ হয়, তাহলে

$\Rightarrow y = \frac{W\left(\frac{L}{2}\right)^2}{2T}$

$\therefore S = \frac{WL^2}{8T}$

প্রশ্ন: অসম উচ্চতার Support এর ক্ষেত্রে Sag হিসাব কর ।

উত্তরঃ

মনেকরি, দুইটি টাওয়ার অসম উচ্চতায় অবস্থিত। পরিবাহীর সর্বনিম্ন বিন্দু O,

L= সাপোর্টদ্বয়ের মধ্যবর্তী দুরত্ব বা স্প্যান,

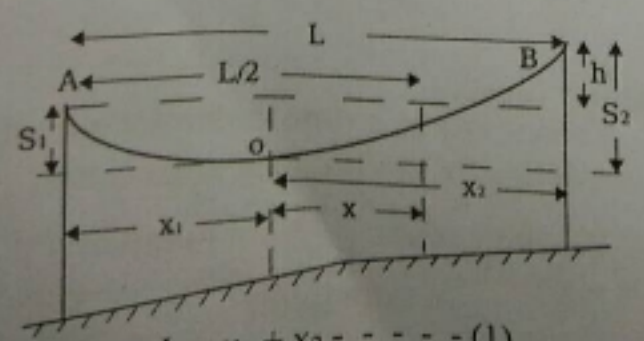
h = সাপোর্ট দুইটির উচ্চতার পার্থক্য,

T = পরিবাহীর টান,

W = একক দৈর্ঘ্যের পরিবাহীর ওজন,

x_1 =ছোট সাপোর্ট হতে O বিন্দু পর্যন্ত দুরত্ব,

x_2 =বড় সাপোর্ট হতে O বিন্দু পর্যন্ত দুরত্ব,



সার্পোটদ্বয়ের দুরত্ব, $L = x_1 + x_2$ - - - - - (1)

উচ্চতার পার্থক্য, $h = S_2 - S_1$

আমরা জানি, সেগ

$S = \frac{Wx^2}{2T}$

$\therefore S_1 = \frac{Wx_1^2}{2T}$ - - - - - - (2)

$\therefore S_2 = \frac{Wx_2^2}{2T}$ - - - - - - (3)

সমীকরণ (3)−(2) করে পাই,

$\therefore S_2 - S_1 = \frac{Wx_2^2}{2T} - \frac{Wx_1^2}{2T}$

$\Rightarrow h = \frac{W(x_2^2 - x_1^2)}{2T}$

$\Rightarrow \frac{2Th}{W} = (x_2 - x_1)(x_2 + x_1)$

$\Rightarrow x_2 - x_1 = \frac{2Th}{WL}$ - - - - - - (4)

সমীকরণ (1) এবং (4) হতে আমরা পাই,

$\therefore x_1 = \frac{L}{2} - \frac{Th}{WL}$

$\therefore x_2 = \frac{L}{2} + \frac{Th}{WL}$

আবার,

$\therefore x_1 + x_2 = \frac{L}{2}$

$\therefore x_2 = \frac{L}{2} - x_1$

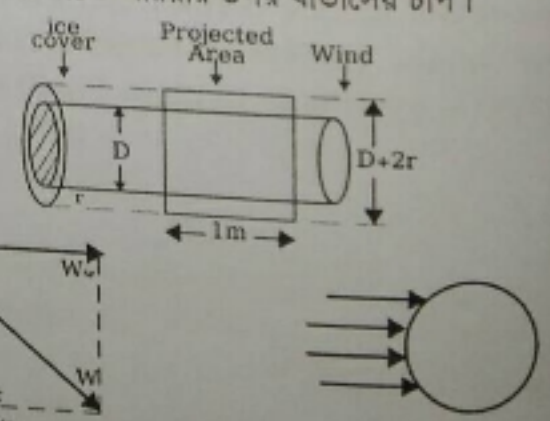
প্রশ্ন: স্যাগের হিসাব কর যখন পরিবাহীর উপর বরফ ,ঝড় ও বাতাসে একই সঙ্গে ক্রিয়া করে।

উত্তরঃ

W_i= প্রতি একক মিটার কন্ডাকটরের উপর বরফের ওজন,

W= প্রতি একক মিটার কন্ডাকটরের ওজন,

W_w= প্রজেক্টেড এরিয়ার উপর বাতাসের চাপ।



বাতাসের চাপ/মিটার,

$\Rightarrow \frac{W_w}{m} = p(D + 2r) \times 1m$

বরফের ওজন/মিটার,

$\Rightarrow \frac{W_i}{m} = \frac{\pi}{4\{(\theta + 2r)^2 - D^2\}} \times 1 \times \rho i$

$= \pi r(D + r)\rho i$

প্রশ্ন: Circuit Breaker rating এর গুলো কি কি?

উত্তর:

C.B Rating: C.B প্রধান তিনটি Rating হচ্ছে।

(i) Breaking capacity:

যে পরিমান current প্রবাহের ফলে Recovery ও Restriking voltage Circuit Breaker বর্তনীকে বিচ্ছিন্ন করতে পারে তাকে Breaking Capacity বলে। Breaking Capacity

$B.C = \sqrt{3} \times V \times I \times 10^{-6}$ MVA

(ii) Making capacity:

Rated voltage এ circuit breaker close বা বন্ধ করার মূহুর্তে ১ম cycle এর current wave এর সর্বোচ্চ মান (D.C. Wave সহ) C.B এর Making capacity বলে।

Making capacity $=1.8\times \sqrt{2}$ Breaking current = $2.55 \times$ Breaking current (I)

(iii) Short time capacity:

ইহা একটি সময় যে সময়ে Circuit Breaker Circuit কে বিচ্ছিন্ন না করে Fault current প্রবাহিত করে দেয়ার ক্ষমতা রাখে।

Types of circuit breaker:

a) Oil full circuit breaker.
b) Oil free ckt Breaker.
c) Minimum oil Circuit breaker.
d) Water circuit breaker.
e) Air circuit breaker.
f) Supher Hexafloride circuit breaker (SF_6).
g) Vacuam Ckt Breaker.
h) Small oil ckt Breaker.

প্রশ্ন: Circuit Breaker Mountings

উত্তরঃ

এটি একটি বিশেষ ধরনের structure বা frame যার উপর circuit breaker ও সাহায্যকারী যন্ত্রসমূহ Breaker এর Normal operation এর জন্য বসানো হয়।

Types of Mounting:

a) Cubicle বা Celluler type
b) Metel cled type
c) Open type
d) Tnuck type

Types of C.B. Test:

a) Development test
b) Type test
c) Routine test
d) Reliability test
e) Commissioning test

প্রশ্ন: SF_6 সার্কিট ব্রেকারের সুবিধা ও অসুবিধা গুলো কি কি?

উত্তরঃ

SF_6সার্কিট ব্রেকারের সুবিধা:

ক) SF_6 গ্যাসের আর্ক নির্বাপন ক্ষমতা উন্নত।
খ) অপারেশনের সময় কম ।
গ) বেশি কারেন্টের ক্ষেত্রেও ইহা কার্য উপযোগী।
ঘ) কোন কার্বন জমা হয় না।
ঙ) মেরামত খরচ কম।

SF_6সার্কিট ব্রেকারের অসুবিধা:

ক) রিজারভারে পর্যাপ্ত গ্যাস জমা রাখতে হয়।
খ) এই গ্যাসের দাম বেশী।
গ) অতিরিক্ত যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয়।

প্রশ্ন: Relay কি? বিভিন্ন প্রকার রিলের নাম লিখ।

উত্তর:

Relay:

ইহা এমন একটি স্বয়ংক্রিয় ডিভাইস, যা বৈদ্যুতিক বর্তনীতে পূর্বনির্ধারিত কোন বৈদ্যুতিক শর্তের পরিবর্তনে সাড়া দেয় এবং প্রতিরক্ষার জন্য বর্তনীতে সংযুক্ত অন্যান্য রক্ষাপদ Device গুলোকে কাজ করতে সাহায্য করে। বৈদ্যুতিক শর্তের পরিবর্তন বলতে নির্ধারিত voltage, current , Phase, frequency, Temperature, Direction of current flow ইত্যাদি পরিবর্তনকে বুঝায়। ইহাকে সংক্ষেপে electromagnet ও বলে। ইহাকে অতন্দ্রপ্রহরী ও বলা হয়ে থাকে। কারন যখনই সিস্টেমে কোন প্রকার দোষ ত্রুটি দেখা দেয় তখনই স্বয়ংক্রিয়ভাবে ইহা সরবরাহ হতে সিস্টেমকে বিচ্ছিন্ন করে তাই একে নীরব প্রহরী ও বলে।

বিভিন্ন প্রকার রিলের নাম-

1) Solenoid and plunger type relay.
2) Induction Relay.
3) Reverse power relay.
4) Reverse power relay.
5) Directional over load Relay.
6) Thermal Relay.
7) Buchhloz Relay.
8) Differential Relay.

প্রশ্ন: Protective Relay এর গুনাবলী গুলো লিখ।

উত্তরঃ

1) Selectivity, discrimination,
2) Speed, Time.
3) Sensitivity, Power consumption.
4) Stability
5) Reliability.
6) Simplicity
7) Economy.

প্রশ্ন: Fuse কি? এর প্রকারভেদ লিখ।

উত্তরঃ

Fuse একটি স্বল্পদৈর্ঘ্য ও সরু ও কম গলনাঙ্ক বিশিষ্ট পরিবাহী তার যা বৈদ্যুতিক বর্তনীতে সংযুক্ত থেকে কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ Current অনির্দিষ্টকাল ধরে বহন করতে পারে। কিন্তু নির্ধারিত মানের অতিরিক্ত Current প্রবাহিত হলেই নিজে গলে গিয়ে বর্তনীর ত্রুটি পূর্ণ অংশ উৎস হতে বিচ্ছিন্ন করে দেয়। ফিউজ হিসেবে সাধারনত টিন, লেড, জিংক, কপার ও এ্যালুমিনিয়াম ইত্যাদি ব্যবহার করা হয়।

Voltage Rating অনুসারে Fuse কে প্রধানত দুই ভাগে ভাগ করা যায়:

(i) Low voltage Fuse:
(ii) High voltage Fuse

(i) Low voltage Fuse তিন প্রকার।

(a) Semi enclosed re-wireable Fuse (আংশিক ঢাকা),

(b) High rupturing capacity cartridge fuse (উচ্চ বিকিরণ ক্ষমতা সম্পন্ন).

(c) H.R.C. Fuse with tripping device.

(ii) High voltage Fuse:

a) Cartridge fuse.
b) Liquid fuse.
c) Metal clod fuse.
d) Expulsion fuse.
e) Drop out fuse.
f) Horn gap fuse.
g) Striker fuse.

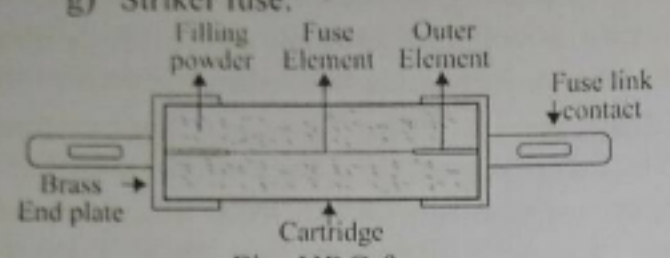


Fig: HRC fuse

প্রশ্ন: ফিউজিং Current কি?

উত্তরঃ

সর্বনিম্ন যে পরিমান current প্রবাহিত হলে Fuse তার গলে যায়, তাকে ঐ Fuse এর Fusing current বলে।

প্রশ্ন: সার্কিট ব্রেকার ও ফিউজের মধ্যে পার্থক্য লিখ।

উত্তরঃ

সার্কিট ব্রেকার ও ফিউজের মধ্যে পার্থক্য হল:

সার্কিট ব্রেকার	ফিউজ
1) ইহা বর্তনীর অস্বাভাবিক অবস্থায় স্বয়ংক্রিয় ভাবে বর্তনীকে বিচ্ছিন্ন করতে পারে।	1) ইহা বর্তনীর অস্বাভাবিক অবস্থায় স্বয়ংক্রিয়ভাবে বর্তনীকে বিচ্ছিন্ন করতে পারে।
2) স্বাভাবিক অবস্থায় circuit এ সংযোগ বা বিচ্ছিন্ন করার জন্য সুইচের মত কাজ করতে পারে।	2)পুলার খুলে বন্ধ করে স্বাভাবিক অবস্থায় এর সব কাজ করা যায়, তবে বিপদজনক।
3) আর্ক নির্বাপনের জন্য বিশেষ ব্যবস্থা থাকে।	3) এতে আর্ক নির্বাপনের জন্য কোন ব্যবস্থা নেই।
4) Operating time fuse এর চেয়ে অনেক বেশি।	4) Operating time অনেক কম।
5) ইহার গঠন বেশ জটিল ও দাম বেশী।	5) গঠন সহজ ও দাম কম।

প্রশ্ন: Bus Bar কি? ইহার বৈশিষ্ট্য ও প্রকারভেদ লিখ।

উত্তরঃ

Busbar এক ধরনের তামা বা অ্যালুমিনিয়ামের পরিবাহী পাত বা রড, যা এক বা একাধিক সার্কিট হতে বৈদ্যুতিক এনার্জি সংগ্রহ ও বিতরণ করে। ইহা এক বা একাধিক Unit হতে উৎপন্ন বিদ্যুৎ শক্তি এক জায়গায় একত্রিত করে বিভিন্ন circuit ও Feeder এ transmit করার লক্ষ্যে যে system পরিচালিত করা হয় তাকে Bus Bar system বলে।

এটি সাধারনত Copper বা Aluminium এর Sheet বা Rod হয়ে থাকে।

বাসবারের বৈশিষ্ট্যঃ

1) Low Resistive material হতে হবে।
2) সময়ের সাথে Resistance পরিবর্তন হবে না।
3) তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে Resistance পরিবর্তন হবে না।
4) উচ্চ যান্ত্রিক শক্তি গুণ সম্পন্ন হতে হবে।

Bar bar এর প্রকারভেদ হল:

1) Indoor Bus bar,
2) Outdoor Bus Bar,
3) Open Bas Bar,
4) Enclosed Bus Bar,
5) তৈলে নিমজ্জিত Bus bar,
6) Isoleted Base Bus bar.

প্রশ্ন: Bus Bar কে সেকশনালাইজড করা হয় কেন?

উত্তর:

বাসবারের কোন অংশে ত্রুটি সংঘটিত হলে সমগ্র বাসবার সিস্টেমের কার্যক্রম বন্ধ হয়ে যায় না। এতে বিভিন্ন সেকশনের আন্ত ঃসংযোগ ও আউটগোয়িং সার্কিটে সুষ্ঠ বন্টন ইত্যাদির উপরে সিস্টেমের সর্বোচ্চ সাফল্য পাওয়া যায়।

প্রশ্ন: Bus Coupler কি?

উত্তরঃ Bus coupler মূলত: Circuit Breaker ও isoleter এর সমন্বয়। যা দুটি Bus কে Connect করতে পারে। এর চারপার্শ্বে Fire Proof wall থাকে।

প্রশ্ন: Auto Recloser বলতে কি বুঝ?

উত্তরঃ

Electric Supply ও distribution system এ যে সমস্ত fault হয় তা সাধারনত Transient types এর। অধিকাংশ ত্রুটি প্রায় (90%) যেমন, বজ্রপাত, পাখি, গাছের শাখাপ্রশাখা ইত্যাদির কারনে Transient fault হয় এবং কয়েক second এর ভিতর আপনাআপনি সেরেও যায়। কিন্তু Circuit Breaker fault হওয়া মাত্রই ckt Open করে দেয় কিন্ত আর আপনা আপনি close করে দেয় না। এই সমস্যা দূর করার জন্য অর্থ্যাৎ Autometically ckt Close করা জন্য যে যন্ত্র ব্যবহার করা হয় তাকে Auto Recloser বলে।

এটি খুব কম সময়ের মধ্যে ckt Close ও open করতে পাবে। পরপর তিন বারের প্রচেষ্টায় যদি ত্রুটি স্থায়ী হয় তাবে এটি line কে একেবারে বিচ্ছিন্ন করে দেয়।

L.T line এ দুই ধরনের Recloser দেখা যায়:

a) Single Phase Auto Recloser,
b) Three Phase Auto Recloser.

প্রশ্ন: Ckt Breaker এর উভয় পার্শ্বে Isolator use করা হয় কেন?

উত্তরঃ

Ckt Breaker maintenance করার সময় ভুল বশত: Ckt Breaker on হয়ে গিয়ে দূর্ঘটনা ঘটতে পারে। এ ধরনের দূর্ঘটনা যাতে না ঘটে সে লক্ষ্যে C.B এর উভয় পার্শ্বে Isolator use করা হয়। অর্থ্যাৎ Ckt Breaker remote controlled হলে ভুল বশত:

$$\therefore S = \frac{W_T L^2}{8T}$$

$$\Rightarrow T = \frac{W_T L^2}{8 S}$$

$$\Rightarrow \frac{8191}{f} = \frac{1.875 \times (214)^2}{8 \times 3.92}$$

$\therefore f = 3$ [Ans]

4) নদীর দুই তীরে অবস্থিত দুইটি টাওয়ারের উচ্চতা যথাক্রমে 30m এবং 90m এর মাধ্যমে ট্রান্সমিশন লাইন টানা হয়েছে। টাওয়ারদ্বয়ের মধ্যে আনুভূমিক দুরত্ব 500 m। যদি টান 1600 kg, প্রতি মিটার পরিবাহীর ওজন 1.5 kg হয়, তবে নদীর মধ্যবর্তী স্থানে পানির তল হতে পরিবাহীর কত উপরে থাকবে?

Solⁿ: Here,

$L = 500$ m

$h = 90 - 30 = 60$ m

$W = 1.5$ kg/m

Now,

$X_1 + X_2 = 500$ ----------(1)

And,

$$\therefore S_1 = \frac{W x_1^2}{2T};$$

$$\therefore S_2 = \frac{W x_2^2}{2T}$$

উচ্চতার পার্থক্য,

$\therefore h = S_2 - S_1$

$$\Rightarrow h = \frac{W}{2T}(x_2^2 - x_1^2)$$

$$\Rightarrow h = \frac{W}{2T}(x_2 + x_1)(x_2 - x_1)$$

$$\Rightarrow 60 = \frac{1.5}{2 \times 1600}(500)(x_2 - x_1)$$

$\therefore X_2 - X_1 = 256$ m ---------- (2)

Solving equation (1) & (2) we get,

$X_1 = 122$m; $X_2 = 256$m

আবার,

$$\therefore S_1 = \frac{W x_1^2}{2T} = \frac{1.5 \times 122^2}{2 \times 1600}$$

$\therefore S_1 = 7$ m

Clearance of the lowest point

$= 30 - 7 = 23$ m

ধরি মধ্যবিন্দু P; সর্বনিম্ন বিন্দু O হতে X দূরে অবস্থিত,

$\therefore X = 250 - X_1 = 250 - 122 = 128$m

Sag,

$$\therefore S_{mid} = \frac{1.5 \times (128)^2}{8 \times 1600}$$

$S_{mid} = 7.68$ m

$\therefore$ পানির তল হতে পরিবাহীর $= 23 + 7.68 = 30.68$ m উপরে থাকবে [Ans]

Switchgear and protection

প্রশ্ন: Switchgear কি এবং উপাদান কয়টি ও কি কি?

উত্তরঃ

Switch gear একটি switching ব্যবস্থা এবং নিয়ন্ত্রণকারী যন্ত্র। কোন Electrical system এর Connecting, Disconnecting, Controlling balance রক্ষাকারী ও Reading প্রদানকারী যন্ত্রপাতির Combination কে একত্রে Switch gear বলা হয়।

এটি মূলতঃ দুই ধরনের উপাদান সমন্বয়ে গঠিত-

a) Circuit Breaker b) Relay এছাড়াও এতে C.T, P.T, Bus bar, Conduction, Measuring Equipment ও tripping device থাকে।

প্রশ্ন: Switchgear এর গুনাবলী গুলো লিখ?

Ans:

a) Selectivity, b) Sensitivity,
c) Reliability, d) High speed,
e) Stability, f) simplicity.

প্রশ্ন: Circuit breaker বলতে কি বুঝ? কয়েকটি সার্কিট ব্রেকার এর নাম লিখ।

উত্তরঃ

Circuit breaker: ইহা একটি switching Device যা দ্বারা বৈদ্যুতিক Circuit কে Supply এর সাথে সংযুক্ত ও বিচ্ছিন্ন করা যায়। তবে circuit Breaker এর সবচেয়ে বড় কাজ হল, ইহা ত্রুটিপূর্ণ Circuit কে Automatically বিচ্ছিন্ন করে কিন্তু Automatically সংযোগ করে না।

Working principle:-

Circuit Normal Condition এ Circuit Breaker close থাকে এবং C.T Normal current reading Show করে। কিন্তু Fault condition ও Overload current flow হতে থাকলে Relay coil ও Trip coil energiged হয়। যার ফলশ্রুতিতে link mechanijom এর মাধ্যমে C.B open হয়ে যায়। ফলে System অনাকাঙ্খিত দূর্ঘটনা হতে রক্ষা পায়।

বিভিন্ন Circuit Breaker এর নামঃ

a) Plain break oil circuit breaker
b) Double break oil C.B
c) Single break oil C.B
d) Low or Small oil C.B.
e) Air Circuit Breaker
f) Gas Circuit Breaker
g) Vacuum Circuit Breaker.

প্রশ্ন: একটি এর circuit breaker চিত্র অংকন কর।

উত্তরঃ

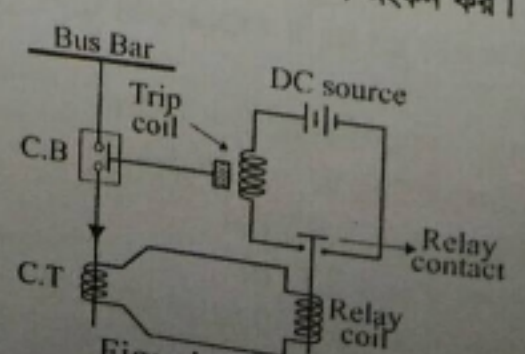


Fig: circuit breaker

On হয়ে গেলেও Isolatator circuit breaker এ Power Supply হতে দেয় না।

প্রশ্ন: Line এ Current limiting Reactor কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তরঃ

Current limiting Reactor একটি বিশেষ ধরনের Inductive coil যা প্রয়োজনের সময় Short Ckt. Current কে Inductive Reactor প্রদানের মাধ্যমে limit করে রাখে।

যদি Inductor Reactime এর মান বৃদ্ধি পায় তবে Short ckt current হ্রাস পায়।

প্রশ্ন: Surge কি? Transmission line আর্থ করার সুবিধা লিখ?

উত্তরঃ

Transmission line এ হঠাৎ করে voltage বৃদ্ধি পাওয়াকে surge বলে। যেমন: বজ্রপাতের কারণে voltage বৃদ্ধি পায়।

Transmission line earth করার সুবিধা:

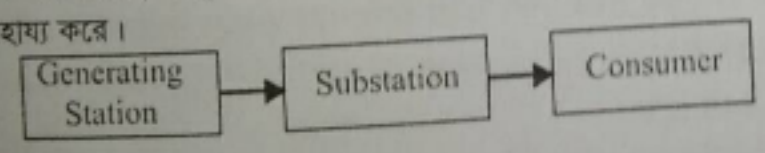
বজ্রপাতের ফলে বা অন্য কোন অস্বাভাবিক পরিস্থিতিতে insulation Break down হতে পারে। এই সম্ভাব্য দূর্ঘটনা থেকে line কে রক্ষা করার জন্য Overhead line এর শীর্ষে একটি অবিচ্ছিন্ন আর্থ তার ব্যবহার করা হয়, যার মাধ্যমে অতিরিক্ত voltage সার্কিটে সহজে Dis-charge হতে পারে। এতে করে Transmission line বিশাল দূর্ঘটনা ও ক্ষতি হতে রক্ষা পায়।

Substation

প্রশ্ন: Substation কাকে বলে?

উত্তরঃ

বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্র এবং গ্রাহকের মধ্যে সাবস্টেশন নির্মিত হয়। যেখানে বিভিন্ন বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতির সাহায্যে একাধিক ফিডারের মাধ্যমে বিদ্যুৎ শক্তিকে গ্রহণ করে ট্রান্সফরমারের সাহায্যে বিভিন্ন মানের ভোল্টেজে রূপান্ত রিত করা হয়। এছাড়াও সাবস্টেশনের সাহায্যে পাওয়ার ফ্যাক্টর, ফ্রিকুয়েন্সী, এসি থেকে ডিসিতে পরিবর্তন করতে সাহায্য করে।



প্রশ্ন: Substation এর প্রকারভেদ লিখ।

উত্তরঃ substation কে সাধারণত দুই ভাগে ভাগ করা হয়। যথা:

১) সার্ভিস অনুযায়ী,
২) গঠন অনুযায়ী।

১) সার্ভিস অনুযায়ী:

ক) সুইচিং সাবস্টেশন,
খ) পাওয়ার ফ্যাক্টর করেকশন সাবস্টেশন,
গ) ফ্রিকুয়েন্সী সাবস্টেশন,
ঘ) কনভার্টিং সাবস্টেশন,
ঙ) ইন্ডাস্ট্রিয়াল সাবস্টেশন।

২) গঠন অনুযায়ী:

ক) ইনডোর সাবস্টেশন,
খ) আউটডোর সাবস্টেশন,
গ) আন্ডারগ্রাউন্ড সাবস্টেশন,
ঘ) পোল মাউন্টেড সাবস্টেশন।

প্রশ্ন:একটি Indoor Substation এর বিভিন্ন উপাদান সমূহের তালিকা তৈরি কর বা LT/HT সাবস্টেশনের উপাদন সমূহ লিখ। [DUET13-14]

উত্তরঃ

সাবস্টেশনের উপাদান সমূহ হলঃ

i) Busbar, ii) Isolator, iii) Current transformer (C.T), iv) Potential transformer (P.T). v) Power transformer, vi) Insulator, vii) Fuse, viii) Lightning arrestor, ix) Oil circuit breaker, x) DC supply, xi) Air filter.

প্রশ্ন: Substation এর গুরুত্ব লিখ।

উত্তরঃ

Substation এর গুরুত্ব হল:

১) ইহা ভোল্টেজের লেভেলকে বিভিন্ন ভোল্টেজে রূপান্ত রিত করে প্রেরণ করে।
২) ইহা পাওয়ার ফ্যাক্টরকে উন্নীত করে।
৩) ইহা ফ্রিকুয়েন্সীকেও পরিবর্তন করে।
৪) ইনকামিং এবং আউটগোয়িং লাইনের মধ্যে আইসোলেশন এবং সুইচিং কার্য সম্পাদন করে।

প্রশ্ন: Grid system কি?

উত্তর:

একাধিক পাওয়ার প্লান্টের উৎপাদিত বিদ্যুৎ শক্তিকে একটি নেটওয়ার্কের আওতায় এনে ট্রান্সমিশন লাইনের মাধ্যমে সরবরাহ করার ব্যবস্থাকে গ্রীড সিস্টেম বলে।

প্রশ্ন: Inter connected system কি?

উত্তর:

ইহা এমন একটি electrical network, যার মাধ্যমে প্রত্যেক ফিডার দুই বা ততোধিক জেনারেটিং স্টেশন থেকে সরবরাহ পায়। একে grid sypply system বলে।

সিস্টেমের দক্ষতা ও বিশ্বস্ততা বৃদ্ধিতে এবং সরবরাহের নিরবিচ্ছিন্নতা বজায় রাখতে inter connected system এর বিকল্প নেই।

অনুশীলনী

1) Smart Grid বলতে কি বুঝ?
2) ক্যাচমেন্ট এরিয়া কি?

Electrical Faults

প্রশ্ন: Electrical Fault কি? ইহার প্রকারভেদ ও কারণ লিখ।

উত্তরঃ

কোন কারনে Circuit এ flowing current disturbance হলে অর্থাৎ Current স্বাভাবিক পথে না গিয়ে কোন Short path দিয়ে flow হয় তখন একে Electrical এর ভাষায় Fault বলা হয়।

Types of fault:-

a) Symmetrical faults:

যে ফল্টের কারনে $3-\phi$ সমপরিমান fault কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তাকে সিমেট্রিক্যাল ফল্ট বলে।

b) Unsymmetrical faults:

যে ফল্টের কারনে $3-\phi$ সমপরিমান কারেন্ট প্রবাহিত হয় না অর্থাৎ অসম কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তাকে আনসিমেট্রিক্যাল ফল্ট বলে।

Fault এর কারণ সমূহ: Power system এ নিম্নলিখিত কারনে fault হয়ে থাকেঃ

1) Insulation Breakdown.
2) Mechanical আঘাত।
3) Lighting Surge.
4) Voltage drop (abnormal)
5) Stability Break হলে।

প্রশ্ন: বিভিন্ন প্রকার Short circuit fault এর চিত্র সমূহ অংকন কর। উত্তরঃ

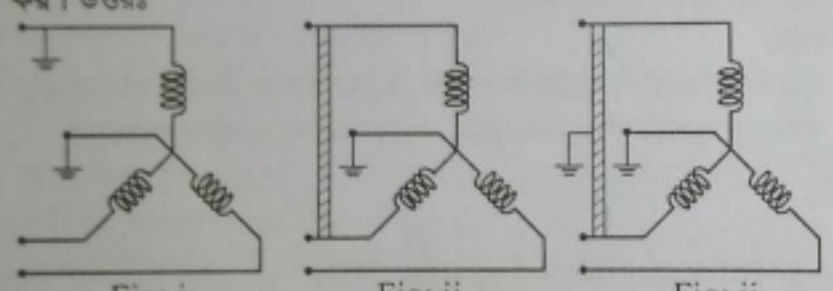


Fig: i Fig: ii Fig: ii

Figi: একটি ফেজ ও আর্থের মধ্যে শর্ট-সার্কিট

Figii: দুইটি ফেজের মধ্যে শর্ট-সার্কিট

Figiii: দুই ফেজ ও আর্থের মধ্যে শর্ট-সার্কিট

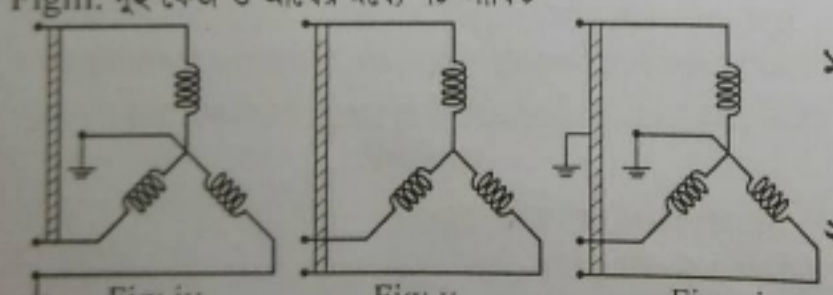


Fig: iv Fig: v Fig: vi

Figiv: দুই ফেজ একত্রে শর্ট ও তৃতীয় ফেজটি আর্থের সাথে শর্ট-সার্কিট

Figv: তিনটি ফেজ একত্রে শর্ট-সার্কিট

Figvi: তিনটি ফেজ একত্রে আর্থের সাথে শর্ট-সার্কিট

প্রশ্ন: Short circuit fault নিরূপন পদ্ধতি সমূহ লিখ।

উত্তরঃ

শর্ট সার্কিট এবং শর্ট সার্কিট KVA এর পরিমান প্রধানত তিনটি পদ্ধতিতে নির্ণয় করা হয়। যথা-

১) Ohmic value method
২) Pecentage reactance method এবং
৩) Per unit system.

System loss

প্রশ্ন: System loss এর প্রকার ভেদগুলো লিখ।

উত্তরঃ

আমাদের দেশে আর্থ সামাজিক প্রেক্ষাপটে যে সকল কারণে System loss হয়, সে গুলোকে দুই ক্যাটাগরিতে ভাগ করা যায়। যথাঃ

কারিগরি	অকারিগরি
ক) পরিবহন লাইনের ওহমিক অপচয়।	ক) কনজ্যাম্পশন লস : (অকেজো)
খ) ব্যবহার্য যন্ত্রপাতির ওহমিক অপচয়।	খ) বিলিং লস।
গ) উন্টার কানেকটেড নেটওয়ার্ক অপচয়।	গ) কানেকশন লস হয়।
ঘ) ফিডিং ব্যবস্থাপনার জনিত অপচয়।	
ঙ) বিদ্যুৎ কেন্দ্রের নিজস্ব ব্যবহার জনিত অপচয়।	

প্রশ্ন: System loss কি?

উত্তরঃ

% System loss = মোট উৎপাদিত শক্তি-মোট ব্যবহৃত শক্তি/মোট উৎপাদিত শক্তি × 100

প্রশ্ন: System loss কমানোর উপায় গুলো কি?

উত্তরঃ

ক) উৎপাদন কেন্দ্রে নষ্ট Unit গুলো মেরামত করতে হবে।

খ) Transmission line এ বুষ্টার x – former বা Voltage regulator এর মানোন্নয়ন করে।

গ) Grid substation এর পুরাতন Transformer, Switch gear অন্যান্য Controlling Unit পরিবর্তন করে।

ঘ) ছোট ছোট plant এর মাধ্যমে স্থানীয় চাহিদা পূরন করে।

Insulator

১) **কত ভোল্টেজ পর্যন্ত পিন টাইপ ইনসুলেটর ব্যবহার করা যায়?**

ক) 11 KV খ) 33 KV
গ) 440 KV ঘ) 66 KV

২) **কত ভোল্টেজের বেশি হলে সাসপেনশন টাইপ ইনসুলেটর ব্যবহার করা প্রয়োজন?**

ক) 33 KV খ) 11 KV
গ) 66 KV ঘ) 132 KV

৩) **কোন উপাদানের তৈরি ইনসুলেটর সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়?**

ক) Glass খ) Steatite
গ) Porcelain ঘ) Pyrex

৪) **Flash over Test কিসে করা হয়?**

ক) মোটরে খ) জেনারেটরে
গ) ট্রান্সফরমারে ঘ) ইনসুলেটরে

৫) **Low voltage line (<11 KV)এর জন্য কোন ধরনের Strain insulator ব্যবহৃত হয়?**

Electrical Faults

প্রশ্ন: Electrical Fault কি? ইহার প্রকারভেদ ও কারণ লিখ।

উত্তরঃ

কোন কারনে Circuit এ flowing current disturbance হলে অর্থাৎ Current স্বাভাবিক পথে না গিয়ে কোন Short path দিয়ে flow হয় তখন একে Electrical এর ভাষায় Fault বলা হয়।

Types of fault:-

a) Symmetrical faults:

যে ফল্টের কারনে $3-\phi$ সমপরিমান fault কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তাকে সিমেট্রিক্যাল ফল্ট বলে।

b) Unsymmetrical faults:

যে ফল্টের কারনে $3-\phi$ সমপরিমান কারেন্ট প্রবাহিত হয় না অর্থাৎ অসম কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তাকে আনসিমেট্রিক্যাল ফল্ট বলে।

Fault এর কারণ সমূহ: Power system এ নিম্নলিখিত কারনে fault হয়ে থাকেঃ

1) Insulation Breakdown.
2) Mechanical আঘাত।
3) Lighting Surge.
4) Voltage drop (abnormal)
5) Stability Break হলে।

প্রশ্ন: বিভিন্ন প্রকার Short circuit fault এর চিত্র সমূহ অংকন কর। উত্তরঃ

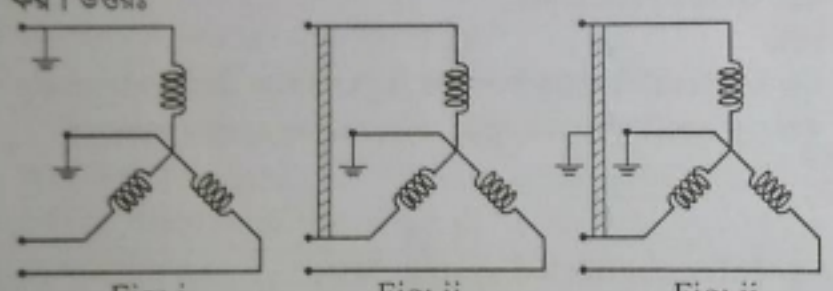


Fig: i Fig: ii Fig: ii

Figi: একটি ফেজ ও আর্থের মধ্যে শর্ট-সার্কিট

Figii: দুইটি ফেজের মধ্যে শর্ট-সার্কিট

Figiii: দুই ফেজ ও আর্থের মধ্যে শর্ট-সার্কিট

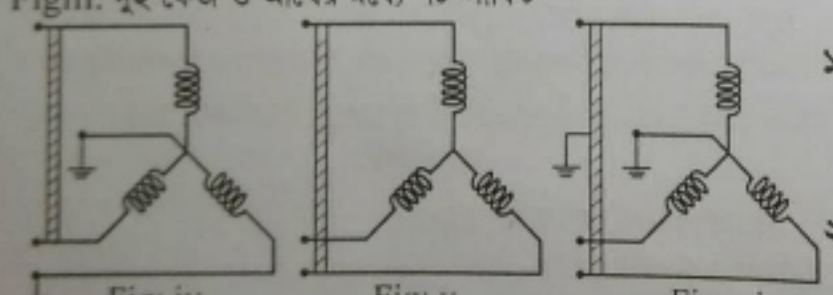


Fig: iv Fig: v Fig: vi

Figiv: দুই ফেজ একত্রে শর্ট ও তৃতীয় ফেজটি আর্থের সাথে শর্ট-সার্কিট

Figv: তিনটি ফেজ একত্রে শর্ট-সার্কিট

Figvi: তিনটি ফেজ একত্রে আর্থের সাথে শর্ট-সার্কিট

প্রশ্ন: Short circuit fault নিরূপন পদ্ধতি সমূহ লিখ।

উত্তরঃ

শর্ট সার্কিট এবং শর্ট সার্কিট KVA এর পরিমান প্রধানত তিনটি পদ্ধতিতে নির্ণয় করা হয়। যথা-

১) Ohmic value method
২) Pecentage reactance method এবং
৩) Per unit system.

System loss

প্রশ্ন: System loss এর প্রকার ভেদগুলো লিখ।

উত্তরঃ

আমাদের দেশে আর্থ সামাজিক প্রেক্ষাপটে যে সকল কারণে System loss হয়, সে গুলোকে দুই ক্যাটাগরিতে ভাগ করা যায়। যথাঃ

কারিগরি	অকারিগরি
ক) পরিবহন লাইনের ওহমিক অপচয়।	ক) কনজ্যাম্পশন লস : (অকেজো)
খ) ব্যবহার্য যন্ত্রপাতির ওহমিক অপচয়।	খ) বিলিং লস।
গ) উন্টার কানেকটেড নেটওয়ার্ক অপচয়।	গ) কানেকশন লস হয়।
ঘ) ফিডিং ব্যবস্থাপনার জনিত অপচয়।	
ঙ) বিদ্যুৎ কেন্দ্রের নিজস্ব ব্যবহার জনিত অপচয়।	

প্রশ্ন: System loss কি?

উত্তরঃ

% System loss = মোট উৎপাদিত শক্তি-মোট ব্যবহৃত শক্তি/মোট উৎপাদিত শক্তি × 100

প্রশ্ন: System loss কমানোর উপায় গুলো কি?

উত্তরঃ

ক) উৎপাদন কেন্দ্রে নষ্ট Unit গুলো মেরামত করতে হবে।

খ) Transmission line এ বুষ্টার x – former বা Voltage regulator এর মানোন্নয়ন করে।

গ) Grid substation এর পুরাতন Transformer, Switch gear অন্যান্য Controlling Unit পরিবর্তন করে।

ঘ) ছোট ছোট plant এর মাধ্যমে স্থানীয় চাহিদা পূরন করে।

Insulator

১) **কত ভোল্টেজ পর্যন্ত পিন টাইপ ইনসুলেটর ব্যবহার করা যায়?**

ক) 11 KV খ) 33 KV
গ) 440 KV ঘ) 66 KV

২) **কত ভোল্টেজের বেশি হলে সাসপেনশন টাইপ ইনসুলেটর ব্যবহার করা প্রয়োজন?**

ক) 33 KV খ) 11 KV
গ) 66 KV ঘ) 132 KV

৩) **কোন উপাদানের তৈরি ইনসুলেটর সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়?**

ক) Glass খ) Steatite
গ) Porcelain ঘ) Pyrex

৪) **Flash over Test কিসে করা হয়?**

ক) মোটরে খ) জেনারেটরে
গ) ট্রান্সফরমারে ঘ) ইনসুলেটরে

৫) **Low voltage line (<11 KV)এর জন্য কোন ধরনের Strain insulator ব্যবহৃত হয়?**

প্রশ্ন: Circuit Breaker rating এর গুলো কি কি?

উত্তর:

C.B Rating: C.B প্রধান তিনটি Rating হচ্ছে।

(i) Breaking capacity:

যে পরিমান current প্রবাহের ফলে Recovery ও Restriking voltage Circuit Breaker বর্তনীকে বিচ্ছিন্ন করতে পারে তাকে Breaking Capacity বলে। Breaking Capacity

$B.C = \sqrt{3} \times V \times I \times 10^{-6}$ MVA

(ii) Making capacity:

Rated voltage এ circuit breaker close বা বন্ধ করার মূহুর্তে ১ম cycle এর current wave এর সর্বোচ্চ মান (D.C. Wave সহ) C.B এর Making capacity বলে।

Making capacity $= 1.8 \times \sqrt{2}$ Breaking current = $2.55 \times$ Breaking current (I)

(iii) Short time capacity:

ইহা একটি সময় যে সময়ে Circuit Breaker Circuit কে বিচ্ছিন্ন না করে Fault current প্রবাহিত করে দেয়ার ক্ষমতা রাখে।

Types of circuit breaker:

a) Oil full circuit breaker.
b) Oil free ckt Breaker.
c) Minimum oil Circuit breaker.
d) Water circuit breaker.
e) Air circuit breaker.
f) Supher Hexafloride circuit breaker (SF_6).
g) Vacuam Ckt Breaker.
h) Small oil ckt Breaker.

প্রশ্ন: Circuit Breaker Mountings

উত্তরঃ

এটি একটি বিশেষ ধরনের structure বা frame যার উপর circuit breaker ও সাহায্যকারী যন্ত্রসমূহ Breaker এর Normal operation এর জন্য বসানো হয়।

Types of Mounting:

a) Cubicle বা Celluler type
b) Metel cled type
c) Open type
d) Tnuck type

Types of C.B. Test:

a) Development test
b) Type test
c) Routine test
d) Reliability test
e) Commissioning test

প্রশ্ন: SF_6 সার্কিট ব্রেকারের সুবিধা ও অসুবিধা গুলো কি কি?

উত্তরঃ

SF_6সার্কিট ব্রেকারের সুবিধা:

ক) SF_6 গ্যাসের আর্ক নির্বাপন ক্ষমতা উন্নত।
খ) অপারেশনের সময় কম ।
[illegible] উপযোগী।
ঙ) মেরামত খরচ কম।

SF_6সার্কিট ব্রেকারের অসুবিধা:

ক) রিজারভারে পর্যাপ্ত গ্যাস জমা রাখতে হয়।
খ) এই গ্যাসের দাম বেশী।
গ) অতিরিক্ত যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয়।

প্রশ্ন: Relay কি? বিভিন্ন প্রকার রিলের নাম লিখ।

উত্তর:

Relay:

ইহা এমন একটি স্বয়ংক্রিয় ডিভাইস, যা বৈদ্যুতিক বর্তনীতে পূর্বনির্ধারিত কোন বৈদ্যুতিক শর্তের পরিবর্তনে সাড়া দেয় এবং প্রতিরক্ষার জন্য বর্তনীতে সংযুক্ত অন্যান্য রক্ষাপদ Device গুলোকে কাজ করতে সাহায্য করে। বৈদ্যুতিক শর্তের পরিবর্তন বলতে নির্ধারিত voltage, current , Phase, frequency, Temperature, Direction of current flow ইত্যাদি পরিবর্তনকে বুঝায়। ইহাকে সংক্ষেপে electromagnet ও বলে। ইহাকে অতন্দ্রপ্রহরী ও বলা হয়ে থাকে। কারন যখনই সিস্টেমে কোন প্রকার দোষ ত্রুটি দেখা দেয় তখনই স্বয়ংক্রিয়ভাবে ইহা সরবরাহ হতে সিস্টেমকে বিচ্ছিন্ন করে তাই একে নীরব প্রহরী ও বলে।

বিভিন্ন প্রকার রিলের নাম-

1) Solenoid and plunger type relay.
2) Induction Relay.
3) Reverse power relay.
4) Reverse power relay.
5) Directional over load Relay.
6) Thermal Relay.
7) Buchhloz Relay.
8) Differential Relay.

প্রশ্ন: Protective Relay এর গুনাবলী গুলো লিখ।

উত্তরঃ

1) Selectivity, discrimination,
2) Speed, Time.
3) Sensitivity, Power consumption.
4) Stability
5) Reliability.
6) Simplicity
7) Economy.

প্রশ্ন: Fuse কি? এর প্রকারভেদ লিখ।

উত্তরঃ

Fuse একটি স্বল্পদৈর্ঘ্য ও সরু ও কম গলনাঙ্ক বিশিষ্ট পরিবাহী তা[illegible] বৈদ্যুতিক বর্তনীতে সংযুক্ত থেকে কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ Current অনির্দিষ্টকাল ধরে বহন করতে পারে। কিন্তু নির্ধারিত মানের অতি[illegible] Current প্রবাহিত হলেই নিজে গলে গিয়ে বর্তনীর ত্রুটি পূর্ণ অ[illegible] উৎস হতে বিচ্ছিন্ন করে দেয়। ফিউজ হিসেবে সাধারনত টিন, লে[illegible] জিংক, কপার ও এ্যালুমিনিয়াম ইত্যাদি ব্যবহার করা হয়।

Voltage Rating অনুসারে Fuse কে প্রধানত দুই ভাগে ভাগ [illegible] যায়:

(i) Low voltage Fuse:
(ii) High voltage Fuse

প্রশ্ন: Circuit Breaker rating এর গুলো কি কি?

উত্তর:

C.B Rating: C.B প্রধান তিনটি Rating হচ্ছে।

(i) Breaking capacity:

যে পরিমান current প্রবাহের ফলে Recovery ও Restriking voltage Circuit Breaker বর্তনীকে বিচ্ছিন্ন করতে পারে তাকে Breaking Capacity বলে। Breaking Capacity

$B.C = \sqrt{3} \times V \times I \times 10^{-6}$ MVA

(ii) Making capacity:

Rated voltage এ circuit breaker close বা বন্ধ করার মূহুর্তে ১ম cycle এর current wave এর সর্বোচ্চ মান (D.C. Wave সহ) C.B এর Making capacity বলে।

Making capacity $= 1.8 \times \sqrt{2}$ Breaking current = $2.55 \times$ Breaking current (I)

(iii) Short time capacity:

ইহা একটি সময় যে সময়ে Circuit Breaker Circuit কে বিচ্ছিন্ন না করে Fault current প্রবাহিত করে দেয়ার ক্ষমতা রাখে।

Types of circuit breaker:

a) Oil full circuit breaker.
b) Oil free ckt Breaker.
c) Minimum oil Circuit breaker.
d) Water circuit breaker.
e) Air circuit breaker.
f) Supher Hexafloride circuit breaker (SF_6).
g) Vacuam Ckt Breaker.
h) Small oil ckt Breaker.

প্রশ্ন: Circuit Breaker Mountings

উত্তরঃ

এটি একটি বিশেষ ধরনের structure বা frame যার উপর circuit breaker ও সাহায্যকারী যন্ত্রসমূহ Breaker এর Normal operation এর জন্য বসানো হয়।

Types of Mounting:

a) Cubicle বা Celluler type
b) Metel cled type
c) Open type
d) Tnuck type

Types of C.B. Test:

a) Development test
b) Type test
c) Routine test
d) Reliability test
e) Commissioning test

প্রশ্ন: SF_6 সার্কিট ব্রেকারের সুবিধা ও অসুবিধা গুলো কি কি?

উত্তরঃ

SF_6সার্কিট ব্রেকারের সুবিধা:

ক) SF_6 গ্যাসের আর্ক নির্বাপন ক্ষমতা উন্নত।
খ) অপারেশনের সময় কম ।
[illegible] উপযোগী।
ঙ) মেরামত খরচ কম।

SF_6সার্কিট ব্রেকারের অসুবিধা:

ক) রিজারভারে পর্যাপ্ত গ্যাস জমা রাখতে হয়।
খ) এই গ্যাসের দাম বেশী।
গ) অতিরিক্ত যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয়।

প্রশ্ন: Relay কি? বিভিন্ন প্রকার রিলের নাম লিখ।

উত্তর:

Relay:

ইহা এমন একটি স্বয়ংক্রিয় ডিভাইস, যা বৈদ্যুতিক বর্তনীতে পূর্বনির্ধারিত কোন বৈদ্যুতিক শর্তের পরিবর্তনে সাড়া দেয় এবং প্রতিরক্ষার জন্য বর্তনীতে সংযুক্ত অন্যান্য রক্ষাপদ Device গুলোকে কাজ করতে সাহায্য করে। বৈদ্যুতিক শর্তের পরিবর্তন বলতে নির্ধারিত voltage, current , Phase, frequency, Temperature, Direction of current flow ইত্যাদি পরিবর্তনকে বুঝায়। ইহাকে সংক্ষেপে electromagnet ও বলে। ইহাকে অতন্দ্রপ্রহরী ও বলা হয়ে থাকে। কারন যখনই সিস্টেমে কোন প্রকার দোষ ত্রুটি দেখা দেয় তখনই স্বয়ংক্রিয়ভাবে ইহা সরবরাহ হতে সিস্টেমকে বিচ্ছিন্ন করে তাই একে নীরব প্রহরী ও বলে।

বিভিন্ন প্রকার রিলের নাম-

1) Solenoid and plunger type relay.
2) Induction Relay.
3) Reverse power relay.
4) Reverse power relay.
5) Directional over load Relay.
6) Thermal Relay.
7) Buchhloz Relay.
8) Differential Relay.

প্রশ্ন: Protective Relay এর গুনাবলী গুলো লিখ।

উত্তরঃ

1) Selectivity, discrimination,
2) Speed, Time.
3) Sensitivity, Power consumption.
4) Stability
5) Reliability.
6) Simplicity
7) Economy.

প্রশ্ন: Fuse কি? এর প্রকারভেদ লিখ।

উত্তরঃ

Fuse একটি স্বল্পদৈর্ঘ্য ও সরু ও কম গলনাঙ্ক বিশিষ্ট পরিবাহী তা[illegible] বৈদ্যুতিক বর্তনীতে সংযুক্ত থেকে কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ Current অনির্দিষ্টকাল ধরে বহন করতে পারে। কিন্তু নির্ধারিত মানের অতি[illegible] Current প্রবাহিত হলেই নিজে গলে গিয়ে বর্তনীর ত্রুটি পূর্ণ অ[illegible] উৎস হতে বিচ্ছিন্ন করে দেয়। ফিউজ হিসেবে সাধারনত টিন, লে[illegible] জিংক, কপার ও এ্যালুমিনিয়াম ইত্যাদি ব্যবহার করা হয়।

Voltage Rating অনুসারে Fuse কে প্রধানত দুই ভাগে ভাগ [illegible] যায়:

(i) Low voltage Fuse:
(ii) High voltage Fuse

$\Rightarrow V_2=V_1(1+k)=V_1(1+0.125)$
$V_2=1.125V_1$
$\Rightarrow V_3=V_1(1+3k+k^2)$
$=V_1(1+3\times0.125+0.125^2)$
$\therefore V_3= 1.39V_1$
$15 = 1.39V_1$
$V_1 = 10.79$ kV
$V_2= 1.125\times10.79= 12.13$ kV

(i) $V = V_1+ V_2+ V_3$
$= 10.79+12.13+15$
$V = 37.92$ kV [Ans]
(ii) String efficiency,

$$S.E = \frac{\text{voltage across string}}{\text{No. of insulator} \times V_3} \times 100$$

$$\Rightarrow S.E = \frac{37.92 \times 100}{3 \times 15}$$

$\therefore S.E = 84.26\%$ [Ans]

Tutorial problem:

1) তিনটি insulator দ্বারা ধারনকৃত একটি পরিবাহী লাইনের সবচেয়ে নিকটবর্তী insulator এর বিপরীত ভোল্টেজ 13.1 kV এবং তার পরেরটির বিপরীত ভোল্টেজ 11 kV হলে, line voltage এবং string efficiency নির্ণয় কর।
Ans: $V_L= 59$kV, $\eta= 86.76\%$

2) একটি 3-Ø ওভারহেড লাইন তিনটি insulator দ্বারা ঝুলানো আছে। যদি লাইন ইউনিটের বিপরীত voltage 17.5kV হয়, তবে line to neutral voltage নির্ণয় কর। শান্ট capacitance; mutual capacitance এর $\frac{1}{8}$ গুণ।
Ans: $V_{Ln}= 44.25$V,

3) একটি 3-Ø ওভারহেড লাইন 4-ইউনিট বিশিষ্ট ইনসুলেটরের সাহায্যে ঝুলানো আছে। যদি ২য় ও ৩য় ইউনিটের আড়াআড়িতে voltage যথাক্রমে 13.2kV ও 18kV হয়; তাহলে নির্ণয় কর:- (i) Line voltage, (ii) নিকটবর্তী ইনসুলেটর এর ভোল্টেজ।
Ans: (i) $V_L= 118.75$kV, (ii) $V_4= 26.49$ kV,

Sag

প্রশ্ন: Span কি?
উত্তরঃ
দুটি tower বা pole এর মধ্যবর্তী আনুভূমিক দুরত্বকে span বলা হয়।

প্রশ্ন: Sag বলতে কি বুঝ?
উত্তরঃ
দুইটি Tower বা pole এর যে বিন্দুতে তার টানা বা সংযোগ করা হয় সেই বিন্দু দুটির সংযোজনকারী আনুভূমিক কাল্পনিক রেখা হতে তারের সর্বোচ্চ ঝুলে পড়া বিন্দু পর্যন্ত দূরুত্বকে sag বলে।

প্রশ্ন: Sag এর উপর প্রভাব বিস্তারকারী উপাদান সমূহ কি কি?
উত্তরঃ
ক) পরিবাহীর ওজন, খ) স্প্যানের দৈর্ঘ্য,
গ) কার্যকরী টান, ঘ) তাপমাত্রা,
ঙ) Conductor ঝুললে ঝড় ও বরফের প্রভাব।

প্রশ্ন: Sag মাপার পদ্ধতি গুলো কি কি?
উত্তরঃ
Sag মাপার পদ্ধতি গুলো হলঃ
ক) Sag board এর সাহায্যে।
খ) Dynamo meter এর সাহায্যে।
গ) তরঙ্গের সময় মেপে।

প্রশ্ন: ট্রান্সমিশন লাইনে খুব কম বা বেশি ঝুল হওয়া বাঞ্ছনীয় নয় কেন?
উত্তরঃ
ট্রান্সমিশন লাইনে Sag থাকা উচিত তবে খুব কম বা বেশি থাকা বাঞ্ছনীয় নয়। কারণ খুব কম হলে কন্ডাক্টরের উপর টান বেশী থাকে এবং শীতকালে কন্ডাক্টরের সংকোচনের কারনে ছিঁড়ে যেতে পারে। আবার ঝুল বেশি হলে লাইন এর ওজন বেশি হয় ফলে এর জন্য শক্তিশালী সার্পোট লাগে। Sag বেশি হলে বাতাসের চাপ ও ঝড়ো হাওয়ার জন্যে দোল খেয়ে কন্ডাকটর ছিড়ে যেতে পারে বা শর্ট সার্কিট হতে পারে। এজন্য উভয় দিক বিবেচনা করে কন্ডাকটর ঝুল সুনির্দিষ্টমানে রাখা হয়।

প্রশ্ন: Working ও Breaking Tension বলতে কি বুঝ?
উত্তর:
Working Tension:
সর্বোচ্চ যে পরিমান বল প্রয়োগে কন্ডাকটর স্বাভাবিক অবস্থায় কাজ করতে পারে, Working Tension বলে।

$$W.T\ (T) = \frac{\text{Ultimate strength (kg)}}{\text{Safty factor}}$$

Breaking Tension:
সর্বনিম্ন যে পরিমান বল প্রয়োগে কন্ডাক্টর স্বাভাবিকভাবে কাজ করতে পারে না অর্থাৎ ছিড়ে যায় থাকে Breaking Tension বলে।

$$\therefore T = \frac{\text{Breaking stress}\left(\frac{kg}{cm^2}\right) \times \text{Area}(cm^2)}{\text{Safty factor}}$$

প্রশ্ন: সমউচ্চতার Support এর ক্ষেত্রে প্রমাণ কর, Sag

$S = \frac{WL^2}{8T}$

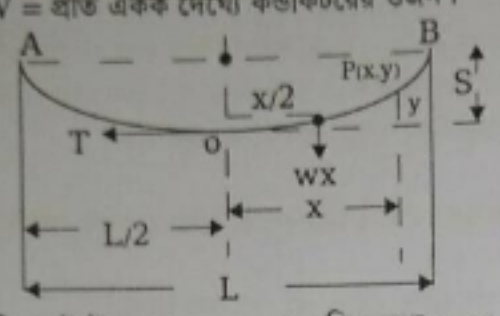
উত্তরঃ

মনেকরি, L= সাপোর্টদ্বয়ের দুরত্ব,

O = কন্ডাক্টরের সর্বনিম্ন বিন্দু,

T = কন্ডাক্টরের টান,

W = প্রতি একক দৈর্ঘ্যে কন্ডাকটরের ওজন।



A ও B দুটি একই উচ্চতার support o বিন্দু মধ্য span এ অবস্থান করে। মনেকরি, conductor এর উপর একটি বিন্দু P(x,y) : OP=x এই OP এর উপর দুইটি বল কাজ করবে।

ক) O বিন্দুতে x/2 দূরত্বে কার্যকর ওজন wx,

খ) O বিন্দুতে tension T কার্যকর।

এখন,

$T.y = Wx \times \frac{x}{2}$

$\Rightarrow y = \frac{Wx^2}{2T}$

যখন $y = d$ or S , তখন $x = \frac{L}{2}$ হয়, তাহলে

$\Rightarrow y = \frac{W\left(\frac{L}{2}\right)^2}{2T}$

$\therefore S = \frac{WL^2}{8T}$

প্রশ্ন: অসম উচ্চতার Support এর ক্ষেত্রে Sag হিসাব কর ।

উত্তরঃ

মনেকরি, দুইটি টাওয়ার অসম উচ্চতায় অবস্থিত। পরিবাহীর সর্বনিম্ন বিন্দু O,

L= সাপোর্টদ্বয়ের মধ্যবর্তী দুরত্ব বা স্প্যান,

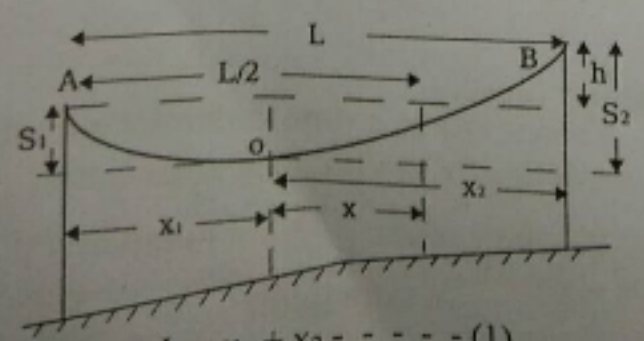
h = সাপোর্ট দুইটির উচ্চতার পার্থক্য,

T = পরিবাহীর টান,

W = একক দৈর্ঘ্যের পরিবাহীর ওজন,

x_1 =ছোট সাপোর্ট হতে O বিন্দু পর্যন্ত দুরত্ব,

x_2 =বড় সাপোর্ট হতে O বিন্দু পর্যন্ত দুরত্ব,



সার্পোটদ্বয়ের দুরত্ব, $L = x_1 + x_2$ - - - - - (1)

উচ্চতার পার্থক্য, $h = S_2 - S_1$

আমরা জানি, সেগ

$S = \frac{Wx^2}{2T}$

$\therefore S_1 = \frac{Wx_1^2}{2T}$ - - - - - - (2)

$\therefore S_2 = \frac{Wx_2^2}{2T}$ - - - - - - (3)

সমীকরণ (3)−(2) করে পাই,

$\therefore S_2 - S_1 = \frac{Wx_2^2}{2T} - \frac{Wx_1^2}{2T}$

$\Rightarrow h = \frac{W(x_2^2 - x_1^2)}{2T}$

$\Rightarrow \frac{2Th}{W} = (x_2 - x_1)(x_2 + x_1)$

$\Rightarrow x_2 - x_1 = \frac{2Th}{WL}$ - - - - - - (4)

সমীকরণ (1) এবং (4) হতে আমরা পাই,

$\therefore x_1 = \frac{L}{2} - \frac{Th}{WL}$

$\therefore x_2 = \frac{L}{2} + \frac{Th}{WL}$

আবার,

$\therefore x_1 + x_2 = \frac{L}{2}$

$\therefore x_2 = \frac{L}{2} - x_1$

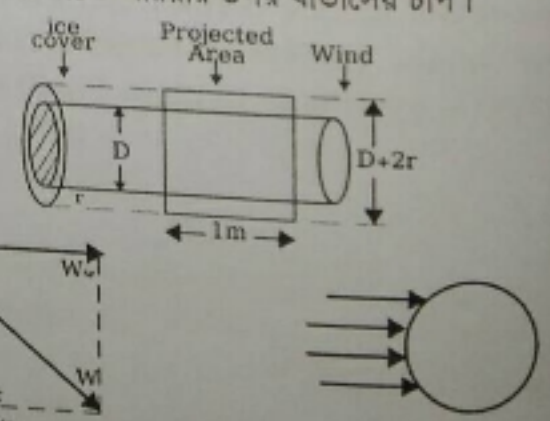
প্রশ্ন: স্যাগের হিসাব কর যখন পরিবাহীর উপর বরফ ,ঝড় ও বাতাসে একই সঙ্গে ক্রিয়া করে।

উত্তরঃ

W_i= প্রতি একক মিটার কন্ডাকটরের উপর বরফের ওজন,

W= প্রতি একক মিটার কন্ডাকটরের ওজন,

W_w= প্রজেক্টেড এরিয়ার উপর বাতাসের চাপ।



বাতাসের চাপ/মিটার,

$\Rightarrow \frac{W_w}{m} = p(D + 2r) \times 1m$

বরফের ওজন/মিটার,

$\Rightarrow \frac{W_i}{m} = \frac{\pi}{4\{(\theta + 2r)^2 - D^2\}} \times 1 \times \rho i$

$= \pi r(D + r)\rho i$

$$\therefore S = \frac{W_T L^2}{8T}$$

$$\Rightarrow T = \frac{W_T L^2}{8 S}$$

$$\Rightarrow \frac{8191}{f} = \frac{1.875 \times (214)^2}{8 \times 3.92}$$

$\therefore f = 3$ [Ans]

4) নদীর দুই তীরে অবস্থিত দুইটি টাওয়ারের উচ্চতা যথাক্রমে 30m এবং 90m এর মাধ্যমে ট্রান্সমিশন লাইন টানা হয়েছে। টাওয়ারদ্বয়ের মধ্যে আনুভূমিক দুরত্ব 500 m। যদি টান 1600 kg, প্রতি মিটার পরিবাহীর ওজন 1.5 kg হয়, তবে নদীর মধ্যবর্তী স্থানে পানির তল হতে পরিবাহীর কত উপরে থাকবে?

Solⁿ: Here,

$L = 500$ m

$h = 90 - 30 = 60$ m

$W = 1.5$ kg/m

Now,

$X_1 + X_2 = 500$ ----------(1)

And,

$$\therefore S_1 = \frac{W x_1^2}{2T};$$

$$\therefore S_2 = \frac{W x_2^2}{2T}$$

উচ্চতার পার্থক্য,

$\therefore h = S_2 - S_1$

$$\Rightarrow h = \frac{W}{2T}(x_2^2 - x_1^2)$$

$$\Rightarrow h = \frac{W}{2T}(x_2 + x_1)(x_2 - x_1)$$

$$\Rightarrow 60 = \frac{1.5}{2 \times 1600}(500)(x_2 - x_1)$$

$\therefore X_2 - X_1 = 256$ m ---------- (2)

Solving equation (1) & (2) we get,

$X_1 = 122$m; $X_2 = 256$m

আবার,

$$\therefore S_1 = \frac{W x_1^2}{2T} = \frac{1.5 \times 122^2}{2 \times 1600}$$

$\therefore S_1 = 7$ m

Clearance of the lowest point

$= 30 - 7 = 23$ m

ধরি মধ্যবিন্দু P; সর্বনিম্ন বিন্দু O হতে X দূরে অবস্থিত,

$\therefore X = 250 - X_1 = 250 - 122 = 128$m

Sag,

$$\therefore S_{mid} = \frac{1.5 \times (128)^2}{8 \times 1600}$$

$S_{mid} = 7.68$ m

$\therefore$ পানির তল হতে পরিবাহীর $= 23 + 7.68 = 30.68$ m উপরে থাকবে [Ans]

Switchgear and protection

প্রশ্ন: Switchgear কি এবং উপাদান কয়টি ও কি কি?

উত্তরঃ

Switch gear একটি switching ব্যবস্থা এবং নিয়ন্ত্রণকারী যন্ত্র। কোন Electrical system এর Connecting, Disconnecting, Controlling balance রক্ষাকারী ও Reading প্রদানকারী যন্ত্রপাতির Combination কে একত্রে Switch gear বলা হয়।

এটি মূলতঃ দুই ধরনের উপাদান সমন্বয়ে গঠিত-

a) Circuit Breaker b) Relay এছাড়াও এতে C.T, P.T, Bus bar, Conduction, Measuring Equipment ও tripping device থাকে।

প্রশ্ন: Switchgear এর গুনাবলী গুলো লিখ?

Ans:

a) Selectivity, b) Sensitivity,
c) Reliability, d) High speed,
e) Stability, f) simplicity.

প্রশ্ন: Circuit breaker বলতে কি বুঝ? কয়েকটি সার্কিট ব্রেকার এর নাম লিখ।

উত্তরঃ

Circuit breaker: ইহা একটি switching Device যা দ্বারা বৈদ্যুতিক Circuit কে Supply এর সাথে সংযুক্ত ও বিচ্ছিন্ন করা যায়। তবে circuit Breaker এর সবচেয়ে বড় কাজ হল, ইহা ত্রুটিপূর্ণ Circuit কে Automatically বিচ্ছিন্ন করে কিন্তু Automatically সংযোগ করে না।

Working principle:-

Circuit Normal Condition এ Circuit Breaker close থাকে এবং C.T Normal current reading Show করে। কিন্তু Fault condition ও Overload current flow হতে থাকলে Relay coil ও Trip coil energiged হয়। যার ফলশ্রুতিতে link mechanijom এর মাধ্যমে C.B open হয়ে যায়। ফলে System অনাকাঙ্খিত দূর্ঘটনা হতে রক্ষা পায়।

বিভিন্ন Circuit Breaker এর নামঃ

a) Plain break oil circuit breaker
b) Double break oil C.B
c) Single break oil C.B
d) Low or Small oil C.B.
e) Air Circuit Breaker
f) Gas Circuit Breaker
g) Vacuum Circuit Breaker.

প্রশ্ন: একটি এর circuit breaker চিত্র অংকন কর।

উত্তরঃ

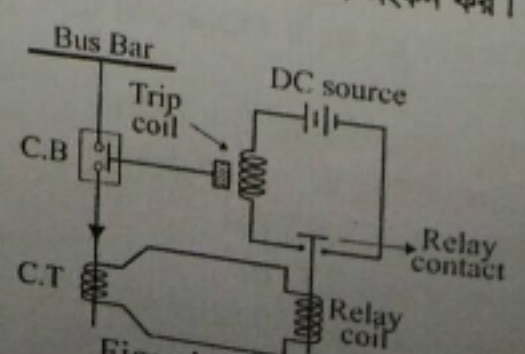


Fig: circuit breaker

প্রশ্ন: Circuit Breaker rating এর গুলো কি কি?

উত্তর:

C.B Rating: C.B প্রধান তিনটি Rating হচ্ছে।

(i) Breaking capacity:

যে পরিমান current প্রবাহের ফলে Recovery ও Restriking voltage Circuit Breaker বর্তনীকে বিচ্ছিন্ন করতে পারে তাকে Breaking Capacity বলে। Breaking Capacity

$B.C = \sqrt{3} \times V \times I \times 10^{-6}$ MVA

(ii) Making capacity:

Rated voltage এ circuit breaker close বা বন্ধ করার মূহুর্তে ১ম cycle এর current wave এর সর্বোচ্চ মান (D.C. Wave সহ) C.B এর Making capacity বলে।

Making capacity $=1.8\times \sqrt{2}$ Breaking current = $2.55 \times$ Breaking current (I)

(iii) Short time capacity:

ইহা একটি সময় যে সময়ে Circuit Breaker Circuit কে বিচ্ছিন্ন না করে Fault current প্রবাহিত করে দেয়ার ক্ষমতা রাখে।

Types of circuit breaker:

a) Oil full circuit breaker.
b) Oil free ckt Breaker.
c) Minimum oil Circuit breaker.
d) Water circuit breaker.
e) Air circuit breaker.
f) Supher Hexafloride circuit breaker (SF_6).
g) Vacuam Ckt Breaker.
h) Small oil ckt Breaker.

প্রশ্ন: Circuit Breaker Mountings

উত্তরঃ

এটি একটি বিশেষ ধরনের structure বা frame যার উপর circuit breaker ও সাহায্যকারী যন্ত্রসমূহ Breaker এর Normal operation এর জন্য বসানো হয়।

Types of Mounting:

a) Cubicle বা Celluler type
b) Metel cled type
c) Open type
d) Tnuck type

Types of C.B. Test:

a) Development test
b) Type test
c) Routine test
d) Reliability test
e) Commissioning test

প্রশ্ন: SF_6 সার্কিট ব্রেকারের সুবিধা ও অসুবিধা গুলো কি কি?

উত্তরঃ

SF_6সার্কিট ব্রেকারের সুবিধা:

ক) SF_6 গ্যাসের আর্ক নির্বাপন ক্ষমতা উন্নত।
খ) অপারেশনের সময় কম ।
গ) বেশি কারেন্টের ক্ষেত্রেও ইহা কার্য উপযোগী।
ঘ) কোন কার্বন জমা হয় না।
ঙ) মেরামত খরচ কম।

SF_6সার্কিট ব্রেকারের অসুবিধা:

ক) রিজারভারে পর্যাপ্ত গ্যাস জমা রাখতে হয়।
খ) এই গ্যাসের দাম বেশী।
গ) অতিরিক্ত যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয়।

প্রশ্ন: Relay কি? বিভিন্ন প্রকার রিলের নাম লিখ।

উত্তর:

Relay:

ইহা এমন একটি স্বয়ংক্রিয় ডিভাইস, যা বৈদ্যুতিক বর্তনীতে পূর্বনির্ধারিত কোন বৈদ্যুতিক শর্তের পরিবর্তনে সাড়া দেয় এবং প্রতিরক্ষার জন্য বর্তনীতে সংযুক্ত অন্যান্য রক্ষাপদ Device গুলোকে কাজ করতে সাহায্য করে। বৈদ্যুতিক শর্তের পরিবর্তন বলতে নির্ধারিত voltage, current , Phase, frequency, Temperature, Direction of current flow ইত্যাদি পরিবর্তনকে বুঝায়। ইহাকে সংক্ষেপে electromagnet ও বলে। ইহাকে অতন্দ্রপ্রহরী ও বলা হয়ে থাকে। কারন যখনই সিস্টেমে কোন প্রকার দোষ ত্রুটি দেখা দেয় তখনই স্বয়ংক্রিয়ভাবে ইহা সরবরাহ হতে সিস্টেমকে বিচ্ছিন্ন করে তাই একে নীরব প্রহরী ও বলে।

বিভিন্ন প্রকার রিলের নাম-

1) Solenoid and plunger type relay.
2) Induction Relay.
3) Reverse power relay.
4) Reverse power relay.
5) Directional over load Relay.
6) Thermal Relay.
7) Buchhloz Relay.
8) Differential Relay.

প্রশ্ন: Protective Relay এর গুনাবলী গুলো লিখ।

উত্তরঃ

1) Selectivity, discrimination,
2) Speed, Time.
3) Sensitivity, Power consumption.
4) Stability
5) Reliability.
6) Simplicity
7) Economy.

প্রশ্ন: Fuse কি? এর প্রকারভেদ লিখ।

উত্তরঃ

Fuse একটি স্বল্পদৈর্ঘ্য ও সরু ও কম গলনাঙ্ক বিশিষ্ট পরিবাহী তার যা বৈদ্যুতিক বর্তনীতে সংযুক্ত থেকে কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ Current অনির্দিষ্টকাল ধরে বহন করতে পারে। কিন্তু নির্ধারিত মানের অতিরিক্ত Current প্রবাহিত হলেই নিজে গলে গিয়ে বর্তনীর ত্রুটি পূর্ণ অংশ উৎস হতে বিচ্ছিন্ন করে দেয়। ফিউজ হিসেবে সাধারনত টিন, লেড, জিংক, কপার ও এ্যালুমিনিয়াম ইত্যাদি ব্যবহার করা হয়।

Voltage Rating অনুসারে Fuse কে প্রধানত দুই ভাগে ভাগ করা যায়:

(i) Low voltage Fuse:
(ii) High voltage Fuse

(i) Low voltage Fuse তিন প্রকার।

(a) Semi enclosed re-wireable Fuse (আংশিক ঢাকা),

(b) High rupturing capacity cartridge fuse (উচ্চ বিকিরণ ক্ষমতা সম্পন্ন).

(c) H.R.C. Fuse with tripping device.

(ii) High voltage Fuse:

a) Cartridge fuse.
b) Liquid fuse.
c) Metal clod fuse.
d) Expulsion fuse.
e) Drop out fuse.
f) Horn gap fuse.
g) Striker fuse.

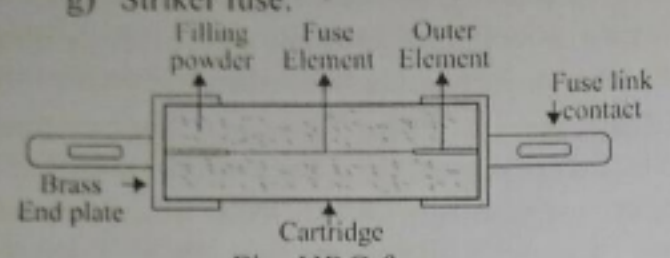


Fig: HRC fuse

প্রশ্ন: ফিউজিং Current কি?

উত্তরঃ

সর্বনিম্ন যে পরিমান current প্রবাহিত হলে Fuse তার গলে যায়, তাকে ঐ Fuse এর Fusing current বলে।

প্রশ্ন: সার্কিট ব্রেকার ও ফিউজের মধ্যে পার্থক্য লিখ।

উত্তরঃ

সার্কিট ব্রেকার ও ফিউজের মধ্যে পার্থক্য হল:

সার্কিট ব্রেকার	ফিউজ
1) ইহা বর্তনীর অস্বাভাবিক অবস্থায় স্বয়ংক্রিয় ভাবে বর্তনীকে বিচ্ছিন্ন করতে পারে।	1) ইহা বর্তনীর অস্বাভাবিক অবস্থায় স্বয়ংক্রিয়ভাবে বর্তনীকে বিচ্ছিন্ন করতে পারে।
2) স্বাভাবিক অবস্থায় circuit এ সংযোগ বা বিচ্ছিন্ন করার জন্য সুইচের মত কাজ করতে পারে।	2)পুলার খুলে বন্ধ করে স্বাভাবিক অবস্থায় এর সব কাজ করা যায়, তবে বিপদজনক।
3) আর্ক নির্বাপনের জন্য বিশেষ ব্যবস্থা থাকে।	3) এতে আর্ক নির্বাপনের জন্য কোন ব্যবস্থা নেই।
4) Operating time fuse এর চেয়ে অনেক বেশি।	4) Operating time অনেক কম।
5) ইহার গঠন বেশ জটিল ও দাম বেশী।	5) গঠন সহজ ও দাম কম।

প্রশ্ন: Bus Bar কি? ইহার বৈশিষ্ট্য ও প্রকারভেদ লিখ।

উত্তরঃ

Busbar এক ধরনের তামা বা অ্যালুমিনিয়ামের পরিবাহী পাত বা রড, যা এক বা একাধিক সার্কিট হতে বৈদ্যুতিক এনার্জি সংগ্রহ ও বিতরণ করে। ইহা এক বা একাধিক Unit হতে উৎপন্ন বিদ্যুৎ শক্তি এক জায়গায় একত্রিত করে বিভিন্ন circuit ও Feeder এ transmit করার লক্ষ্যে যে system পরিচালিত করা হয় তাকে Bus Bar system বলে।

এটি সাধারনত Copper বা Aluminium এর Sheet বা Rod হয়ে থাকে।

বাসবারের বৈশিষ্ট্যঃ

1) Low Resistive material হতে হবে।
2) সময়ের সাথে Resistance পরিবর্তন হবে না।
3) তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে Resistance পরিবর্তন হবে না।
4) উচ্চ যান্ত্রিক শক্তি গুণ সম্পন্ন হতে হবে।

Bar bar এর প্রকারভেদ হল:

1) Indoor Bus bar,
2) Outdoor Bus Bar,
3) Open Bas Bar,
4) Enclosed Bus Bar,
5) তৈলে নিমজ্জিত Bus bar,
6) Isoleted Base Bus bar.

প্রশ্ন: Bus Bar কে সেকশনালাইজড করা হয় কেন?

উত্তর:

বাসবারের কোন অংশে ত্রুটি সংঘটিত হলে সমগ্র বাসবার সিস্টেমের কার্যক্রম বন্ধ হয়ে যায় না। এতে বিভিন্ন সেকশনের আন্ত ঃসংযোগ ও আউটগোয়িং সার্কিটে সুষ্ঠ বন্টন ইত্যাদির উপরে সিস্টেমের সর্বোচ্চ সাফল্য পাওয়া যায়।

প্রশ্ন: Bus Coupler কি?

উত্তরঃ Bus coupler মূলত: Circuit Breaker ও isoleter এর সমন্বয়। যা দুটি Bus কে Connect করতে পারে। এর চারপার্শ্বে Fire Proof wall থাকে।

প্রশ্ন: Auto Recloser বলতে কি বুঝ?

উত্তরঃ

Electric Supply ও distribution system এ যে সমস্ত fault হয় তা সাধারনত Transient types এর। অধিকাংশ ত্রুটি প্রায় (90%) যেমন, বজ্রপাত, পাখি, গাছের শাখাপ্রশাখা ইত্যাদির কারনে Transient fault হয় এবং কয়েক second এর ভিতর আপনাআপনি সেরেও যায়। কিন্তু Circuit Breaker fault হওয়া মাত্রই ckt Open করে দেয় কিন্ত আর আপনা আপনি close করে দেয় না। এই সমস্যা দূর করার জন্য অর্থ্যাৎ Autometically ckt Close করা জন্য যে যন্ত্র ব্যবহার করা হয় তাকে Auto Recloser বলে।

এটি খুব কম সময়ের মধ্যে ckt Close ও open করতে পাবে। পরপর তিন বারের প্রচেষ্টায় যদি ত্রুটি স্থায়ী হয় তাবে এটি line কে একেবারে বিচ্ছিন্ন করে দেয়।

L.T line এ দুই ধরনের Recloser দেখা যায়:

a) Single Phase Auto Recloser,
b) Three Phase Auto Recloser.

প্রশ্ন: Ckt Breaker এর উভয় পার্শ্বে Isolator use করা হয় কেন?

উত্তরঃ

Ckt Breaker maintenance করার সময় ভুল বশত: Ckt Breaker on হয়ে গিয়ে দূর্ঘটনা ঘটতে পারে। এ ধরনের দূর্ঘটনা যাতে না ঘটে সে লক্ষ্যে C.B এর উভয় পার্শ্বে Isolator use করা হয়। অর্থ্যাৎ Ckt Breaker remote controlled হলে ভুল বশত:

On হয়ে গেলেও Isolatator circuit breaker এ Power Supply হতে দেয় না।

প্রশ্ন: Line এ Current limiting Reactor কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তরঃ

Current limiting Reactor একটি বিশেষ ধরনের Inductive coil যা প্রয়োজনের সময় Short Ckt. Current কে Inductive Reactor প্রদানের মাধ্যমে limit করে রাখে।

যদি Inductor Reactime এর মান বৃদ্ধি পায় তবে Short ckt current হ্রাস পায়।

প্রশ্ন: Surge কি? Transmission line আর্থ করার সুবিধা লিখ?

উত্তরঃ

Transmission line এ হঠাৎ করে voltage বৃদ্ধি পাওয়াকে surge বলে। যেমন: বজ্রপাতের কারণে voltage বৃদ্ধি পায়।

Transmission line earth করার সুবিধা:

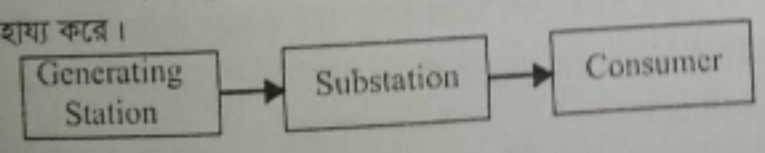
বজ্রপাতের ফলে বা অন্য কোন অস্বাভাবিক পরিস্থিতিতে insulation Break down হতে পারে। এই সম্ভাব্য দূর্ঘটনা থেকে line কে রক্ষা করার জন্য Overhead line এর শীর্ষে একটি অবিচ্ছিন্ন আর্থ তার ব্যবহার করা হয়, যার মাধ্যমে অতিরিক্ত voltage সার্কিটে সহজে Dis-charge হতে পারে। এতে করে Transmission line বিশাল দূর্ঘটনা ও ক্ষতি হতে রক্ষা পায়।

Substation

প্রশ্ন: Substation কাকে বলে?

উত্তরঃ

বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্র এবং গ্রাহকের মধ্যে সাবস্টেশন নির্মিত হয়। যেখানে বিভিন্ন বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতির সাহায্যে একাধিক ফিডারের মাধ্যমে বিদ্যুৎ শক্তিকে গ্রহণ করে ট্রান্সফরমারের সাহায্যে বিভিন্ন মানের ভোল্টেজে রূপান্ত রিত করা হয়। এছাড়াও সাবস্টেশনের সাহায্যে পাওয়ার ফ্যাক্টর, ফ্রিকুয়েন্সী, এসি থেকে ডিসিতে পরিবর্তন করতে সাহায্য করে।



প্রশ্ন: Substation এর প্রকারভেদ লিখ।

উত্তরঃ substation কে সাধারণত দুই ভাগে ভাগ করা হয়। যথা:

১) সার্ভিস অনুযায়ী,
২) গঠন অনুযায়ী।

১) সার্ভিস অনুযায়ী:

ক) সুইচিং সাবস্টেশন,
খ) পাওয়ার ফ্যাক্টর করেকশন সাবস্টেশন,
গ) ফ্রিকুয়েন্সী সাবস্টেশন,
ঘ) কনভার্টিং সাবস্টেশন,
ঙ) ইন্ডাস্ট্রিয়াল সাবস্টেশন।

২) গঠন অনুযায়ী:

ক) ইনডোর সাবস্টেশন,
খ) আউটডোর সাবস্টেশন,
গ) আন্ডারগ্রাউন্ড সাবস্টেশন,
ঘ) পোল মাউন্টেড সাবস্টেশন।

প্রশ্ন:একটি Indoor Substation এর বিভিন্ন উপাদান সমূহের তালিকা তৈরি কর বা LT/HT সাবস্টেশনের উপাদন সমূহ লিখ। [DUET13-14]

উত্তরঃ

সাবস্টেশনের উপাদান সমূহ হলঃ

i) Busbar, ii) Isolator, iii) Current transformer (C.T), iv) Potential transformer (P.T). v) Power transformer, vi) Insulator, vii) Fuse, viii) Lightning arrestor, ix) Oil circuit breaker, x) DC supply, xi) Air filter.

প্রশ্ন: Substation এর গুরুত্ব লিখ।

উত্তরঃ

Substation এর গুরুত্ব হল:

১) ইহা ভোল্টেজের লেভেলকে বিভিন্ন ভোল্টেজে রূপান্ত রিত করে প্রেরণ করে।
২) ইহা পাওয়ার ফ্যাক্টরকে উন্নীত করে।
৩) ইহা ফ্রিকুয়েন্সীকেও পরিবর্তন করে।
৪) ইনকামিং এবং আউটগোয়িং লাইনের মধ্যে আইসোলেশন এবং সুইচিং কার্য সম্পাদন করে।

প্রশ্ন: Grid system কি?

উত্তর:

একাধিক পাওয়ার প্লান্টের উৎপাদিত বিদ্যুৎ শক্তিকে একটি নেটওয়ার্কের আওতায় এনে ট্রান্সমিশন লাইনের মাধ্যমে সরবরাহ করার ব্যবস্থাকে গ্রীড সিস্টেম বলে।

প্রশ্ন: Inter connected system কি?

উত্তর:

ইহা এমন একটি electrical network, যার মাধ্যমে প্রত্যেক ফিডার দুই বা ততোধিক জেনারেটিং স্টেশন থেকে সরবরাহ পায়। একে grid sypply system বলে।

সিস্টেমের দক্ষতা ও বিশ্বস্ততা বৃদ্ধিতে এবং সরবরাহের নিরবিচ্ছিন্নতা বজায় রাখতে inter connected system এর বিকল্প নেই।

অনুশীলনী

1) Smart Grid বলতে কি বুঝ?
2) ক্যাচমেন্ট এরিয়া কি?

Electrical Faults

প্রশ্ন: Electrical Fault কি? ইহার প্রকারভেদ ও কারণ লিখ।

উত্তরঃ

কোন কারনে Circuit এ flowing current disturbance হলে অর্থাৎ Current স্বাভাবিক পথে না গিয়ে কোন Short path দিয়ে flow হয় তখন একে Electrical এর ভাষায় Fault বলা হয়।

Types of fault:-

a) Symmetrical faults:

যে ফল্টের কারনে $3-\phi$ সমপরিমান fault কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তাকে সিমেট্রিক্যাল ফল্ট বলে।

b) Unsymmetrical faults:

যে ফল্টের কারনে $3-\phi$ সমপরিমান কারেন্ট প্রবাহিত হয় না অর্থাৎ অসম কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তাকে আনসিমেট্রিক্যাল ফল্ট বলে।

Fault এর কারণ সমূহ: Power system এ নিম্নলিখিত কারনে fault হয়ে থাকেঃ

1) Insulation Breakdown.
2) Mechanical আঘাত।
3) Lighting Surge.
4) Voltage drop (abnormal)
5) Stability Break হলে।

প্রশ্ন: বিভিন্ন প্রকার Short circuit fault এর চিত্র সমূহ অংকন কর। উত্তরঃ

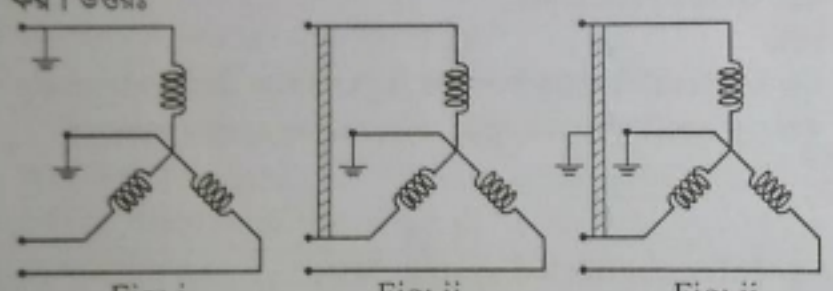


Fig: i Fig: ii Fig: ii

Figi: একটি ফেজ ও আর্থের মধ্যে শর্ট-সার্কিট

Figii: দুইটি ফেজের মধ্যে শর্ট-সার্কিট

Figiii: দুই ফেজ ও আর্থের মধ্যে শর্ট-সার্কিট

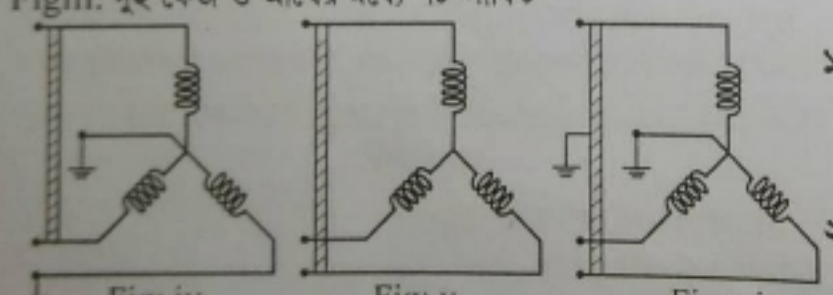


Fig: iv Fig: v Fig: vi

Figiv: দুই ফেজ একত্রে শর্ট ও তৃতীয় ফেজটি আর্থের সাথে শর্ট-সার্কিট

Figv: তিনটি ফেজ একত্রে শর্ট-সার্কিট

Figvi: তিনটি ফেজ একত্রে আর্থের সাথে শর্ট-সার্কিট

প্রশ্ন: Short circuit fault নিরূপন পদ্ধতি সমূহ লিখ।

উত্তরঃ

শর্ট সার্কিট এবং শর্ট সার্কিট KVA এর পরিমান প্রধানত তিনটি পদ্ধতিতে নির্ণয় করা হয়। যথা-

১) Ohmic value method
২) Pecentage reactance method এবং
৩) Per unit system.

System loss

প্রশ্ন: System loss এর প্রকার ভেদগুলো লিখ।

উত্তরঃ

আমাদের দেশে আর্থ সামাজিক প্রেক্ষাপটে যে সকল কারণে System loss হয়, সে গুলোকে দুই ক্যাটাগরিতে ভাগ করা যায়। যথাঃ

কারিগরি	অকারিগরি
ক) পরিবহন লাইনের ওহমিক অপচয়।	ক) কনজ্যাম্পশন লস : (অকেজো)
খ) ব্যবহার্য যন্ত্রপাতির ওহমিক অপচয়।	খ) বিলিং লস।
গ) উন্টার কানেকটেড নেটওয়ার্ক অপচয়।	গ) কানেকশন লস হয়।
ঘ) ফিডিং ব্যবস্থাপনার জনিত অপচয়।	
ঙ) বিদ্যুৎ কেন্দ্রের নিজস্ব ব্যবহার জনিত অপচয়।	

প্রশ্ন: System loss কি?

উত্তরঃ

% System loss = মোট উৎপাদিত শক্তি-মোট ব্যবহৃত শক্তি/মোট উৎপাদিত শক্তি × 100

প্রশ্ন: System loss কমানোর উপায় গুলো কি?

উত্তরঃ

ক) উৎপাদন কেন্দ্রে নষ্ট Unit গুলো মেরামত করতে হবে।

খ) Transmission line এ বুষ্টার x – former বা Voltage regulator এর মানোন্নয়ন করে।

গ) Grid substation এর পুরাতন Transformer, Switch gear অন্যান্য Controlling Unit পরিবর্তন করে।

ঘ) ছোট ছোট plant এর মাধ্যমে স্থানীয় চাহিদা পূরন করে।

Insulator

১) **কত ভোল্টেজ পর্যন্ত পিন টাইপ ইনসুলেটর ব্যবহার করা যায়?**

ক) 11 KV খ) 33 KV
গ) 440 KV ঘ) 66 KV

২) **কত ভোল্টেজের বেশি হলে সাসপেনশন টাইপ ইনসুলেটর ব্যবহার করা প্রয়োজন?**

ক) 33 KV খ) 11 KV
গ) 66 KV ঘ) 132 KV

৩) **কোন উপাদানের তৈরি ইনসুলেটর সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়?**

ক) Glass খ) Steatite
গ) Porcelain ঘ) Pyrex

৪) **Flash over Test কিসে করা হয়?**

ক) মোটরে খ) জেনারেটরে
গ) ট্রান্সফরমারে ঘ) ইনসুলেটরে

৫) **Low voltage line (<11 KV)এর জন্য কোন ধরনের Strain insulator ব্যবহৃত হয়?**

On হয়ে গেলেও Isolatator circuit breaker এ Power Supply হতে দেয় না।

প্রশ্ন: Line এ Current limiting Reactor কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তরঃ

Current limiting Reactor একটি বিশেষ ধরনের Inductive coil যা প্রয়োজনের সময় Short Ckt. Current কে Inductive Reactor প্রদানের মাধ্যমে limit করে রাখে।

যদি Inductor Reactime এর মান বৃদ্ধি পায় তবে Short ckt current হ্রাস পায়।

প্রশ্ন: Surge কি? Transmission line আর্থ করার সুবিধা লিখ?

উত্তরঃ

Transmission line এ হঠাৎ করে voltage বৃদ্ধি পাওয়াকে surge বলে। যেমন: বজ্রপাতের কারণে voltage বৃদ্ধি পায়।

Transmission line earth করার সুবিধা:

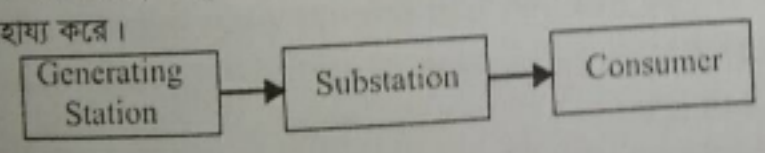
বজ্রপাতের ফলে বা অন্য কোন অস্বাভাবিক পরিস্থিতিতে insulation Break down হতে পারে। এই সম্ভাব্য দূর্ঘটনা থেকে line কে রক্ষা করার জন্য Overhead line এর শীর্ষে একটি অবিচ্ছিন্ন আর্থ তার ব্যবহার করা হয়, যার মাধ্যমে অতিরিক্ত voltage সার্কিটে সহজে Dis-charge হতে পারে। এতে করে Transmission line বিশাল দূর্ঘটনা ও ক্ষতি হতে রক্ষা পায়।

Substation

প্রশ্ন: Substation কাকে বলে?

উত্তরঃ

বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্র এবং গ্রাহকের মধ্যে সাবস্টেশন নির্মিত হয়। যেখানে বিভিন্ন বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতির সাহায্যে একাধিক ফিডারের মাধ্যমে বিদ্যুৎ শক্তিকে গ্রহণ করে ট্রান্সফরমারের সাহায্যে বিভিন্ন মানের ভোল্টেজে রূপান্ত রিত করা হয়। এছাড়াও সাবস্টেশনের সাহায্যে পাওয়ার ফ্যাক্টর, ফ্রিকুয়েন্সী, এসি থেকে ডিসিতে পরিবর্তন করতে সাহায্য করে।



প্রশ্ন: Substation এর প্রকারভেদ লিখ।

উত্তরঃ substation কে সাধারণত দুই ভাগে ভাগ করা হয়। যথা:

১) সার্ভিস অনুযায়ী,
২) গঠন অনুযায়ী।

১) সার্ভিস অনুযায়ী:

ক) সুইচিং সাবস্টেশন,
খ) পাওয়ার ফ্যাক্টর করেকশন সাবস্টেশন,
গ) ফ্রিকুয়েন্সী সাবস্টেশন,
ঘ) কনভার্টিং সাবস্টেশন,
ঙ) ইন্ডাস্ট্রিয়াল সাবস্টেশন।

২) গঠন অনুযায়ী:

ক) ইনডোর সাবস্টেশন,
খ) আউটডোর সাবস্টেশন,
গ) আন্ডারগ্রাউন্ড সাবস্টেশন,
ঘ) পোল মাউন্টেড সাবস্টেশন।

প্রশ্ন:একটি Indoor Substation এর বিভিন্ন উপাদান সমূহের তালিকা তৈরি কর বা LT/HT সাবস্টেশনের উপাদন সমূহ লিখ। [DUET13-14]

উত্তরঃ

সাবস্টেশনের উপাদান সমূহ হলঃ

i) Busbar, ii) Isolator, iii) Current transformer (C.T), iv) Potential transformer (P.T). v) Power transformer, vi) Insulator, vii) Fuse, viii) Lightning arrestor, ix) Oil circuit breaker, x) DC supply, xi) Air filter.

প্রশ্ন: Substation এর গুরুত্ব লিখ।

উত্তরঃ

Substation এর গুরুত্ব হল:

১) ইহা ভোল্টেজের লেভেলকে বিভিন্ন ভোল্টেজে রূপান্ত রিত করে প্রেরণ করে।
২) ইহা পাওয়ার ফ্যাক্টরকে উন্নীত করে।
৩) ইহা ফ্রিকুয়েন্সীকেও পরিবর্তন করে।
৪) ইনকামিং এবং আউটগোয়িং লাইনের মধ্যে আইসোলেশন এবং সুইচিং কার্য সম্পাদন করে।

প্রশ্ন: Grid system কি?

উত্তর:

একাধিক পাওয়ার প্লান্টের উৎপাদিত বিদ্যুৎ শক্তিকে একটি নেটওয়ার্কের আওতায় এনে ট্রান্সমিশন লাইনের মাধ্যমে সরবরাহ করার ব্যবস্থাকে গ্রীড সিস্টেম বলে।

প্রশ্ন: Inter connected system কি?

উত্তর:

ইহা এমন একটি electrical network, যার মাধ্যমে প্রত্যেক ফিডার দুই বা ততোধিক জেনারেটিং স্টেশন থেকে সরবরাহ পায়। একে grid sypply system বলে।

সিস্টেমের দক্ষতা ও বিশ্বস্ততা বৃদ্ধিতে এবং সরবরাহের নিরবিচ্ছিন্নতা বজায় রাখতে inter connected system এর বিকল্প নেই।

অনুশীলনী

1) Smart Grid বলতে কি বুঝ?
2) ক্যাচমেন্ট এরিয়া কি?

(b) High rupturing capacity cartridge fuse (উচ্চ বিকিরণ ক্ষমতা সম্পন্ন).

(c) H.R.C. Fuse with tripping device.

(ii) High voltage Fuse:

a) Cartridge fuse.
b) Liquid fuse.
c) Metal clod fuse.
d) Expulsion fuse.
e) Drop out fuse.
f) Horn gap fuse.
g) Striker fuse.

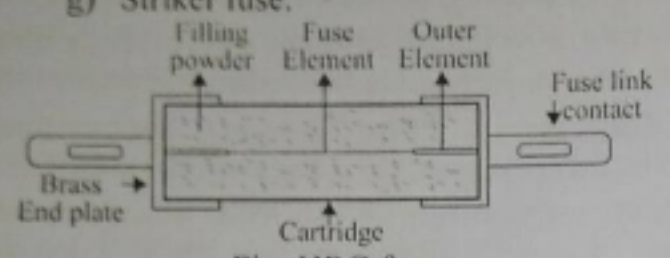


Fig: HRC fuse

প্রশ্ন: ফিউজিং Current কি?

উত্তরঃ

সর্বনিম্ন যে পরিমান current প্রবাহিত হলে Fuse তার গলে যায়, তাকে ঐ Fuse এর Fusing current বলে।

প্রশ্ন: সার্কিট ব্রেকার ও ফিউজের মধ্যে পার্থক্য লিখ।

উত্তরঃ

সার্কিট ব্রেকার ও ফিউজের মধ্যে পার্থক্য হল:

সার্কিট ব্রেকার	ফিউজ
1) ইহা বর্তনীর অস্বাভাবিক অবস্থায় স্বয়ংক্রিয় ভাবে বর্তনীকে বিচ্ছিন্ন করতে পারে।	1) ইহা বর্তনীর অস্বাভাবিক অবস্থায় স্বয়ংক্রিয়ভাবে বর্তনীকে বিচ্ছিন্ন করতে পারে।
2) স্বাভাবিক অবস্থায় circuit এ সংযোগ বা বিচ্ছিন্ন করার জন্য সুইচের মত কাজ করতে পারে।	2)পুলার খুলে বন্ধ করে স্বাভাবিক অবস্থায় এর সব কাজ করা যায়, তবে বিপদজনক।
3) আর্ক নির্বাপনের জন্য বিশেষ ব্যবস্থা থাকে।	3) এতে আর্ক নির্বাপনের জন্য কোন ব্যবস্থা নেই।
4) Operating time fuse এর চেয়ে অনেক বেশি।	4) Operating time অনেক কম।
5) ইহার গঠন বেশ জটিল ও দাম বেশী।	5) গঠন সহজ ও দাম কম।

প্রশ্ন: Bus Bar কি? ইহার বৈশিষ্ট্য ও প্রকারভেদ লিখ।

উত্তরঃ

Busbar এক ধরনের তামা বা অ্যালুমিনিয়ামের পরিবাহী পাত বা রড, যা এক বা একাধিক সার্কিট হতে বৈদ্যুতিক এনার্জি সংগ্রহ ও বিতরণ করে। ইহা এক বা একাধিক Unit হতে উৎপন্ন বিদ্যুৎ শক্তি এক জায়গায় একত্রিত করে বিভিন্ন circuit ও Feeder এ transmit করার লক্ষ্যে যে system পরিচালিত করা হয় তাকে Bus Bar system বলে।

এটি সাধারনত Copper বা Aluminium এর Sheet বা Rod হয়ে থাকে।

বাসবারের বৈশিষ্ট্যঃ

1) Low Resistive material হতে হবে।
2) সময়ের সাথে Resistance পরিবর্তন হবে না।
3) তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে Resistance পরিবর্তন হবে না।
4) উচ্চ যান্ত্রিক শক্তি গুণ সম্পন্ন হতে হবে।

Bar bar এর প্রকারভেদ হল:

1) Indoor Bus bar,
2) Outdoor Bus Bar,
3) Open Bas Bar,
4) Enclosed Bus Bar,
5) তৈলে নিমজ্জিত Bus bar,
6) Isoleted Base Bus bar.

প্রশ্ন: Bus Bar কে সেকশনালাইজড করা হয় কেন?

উত্তর:

বাসবারের কোন অংশে ত্রুটি সংঘটিত হলে সমগ্র বাসবার সিস্টেমের কার্যক্রম বন্ধ হয়ে যায় না। এতে বিভিন্ন সেকশনের আন্ত ঃসংযোগ ও আউটগোয়িং সার্কিটে সুষ্ঠ বন্টন ইত্যাদির উপরে সিস্টেমের সর্বোচ্চ সাফল্য পাওয়া যায়।

প্রশ্ন: Bus Coupler কি?

উত্তরঃ Bus coupler মূলত: Circuit Breaker ও isoleter এর সমন্বয়। যা দুটি Bus কে Connect করতে পারে। এর চারপার্শ্বে Fire Proof wall থাকে।

প্রশ্ন: Auto Recloser বলতে কি বুঝ?

উত্তরঃ

Electric Supply ও distribution system এ যে সমস্ত fault হয় তা সাধারনত Transient types এর। অধিকাংশ ত্রুটি প্রায় (90%) যেমন, বজ্রপাত, পাখি, গাছের শাখাপ্রশাখা ইত্যাদির কারনে Transient fault হয় এবং কয়েক second এর ভিতর আপনাআপনি সেরেও যায়। কিন্তু Circuit Breaker fault হওয়া মাত্রই ckt Open করে দেয় কিন্ত আর আপনা আপনি close করে দেয় না। এই সমস্যা দূর করার জন্য অর্থ্যাৎ Autometically ckt Close করা জন্য যে যন্ত্র ব্যবহার করা হয় তাকে Auto Recloser বলে।

এটি খুব কম সময়ের মধ্যে ckt Close ও open করতে পাবে। পরপর তিন বারের প্রচেষ্টায় যদি ত্রুটি স্থায়ী হয় তাবে এটি line কে একেবারে বিচ্ছিন্ন করে দেয়।

L.T line এ দুই ধরনের Recloser দেখা যায়:

a) Single Phase Auto Recloser,
b) Three Phase Auto Recloser.

প্রশ্ন: Ckt Breaker এর উভয় পার্শ্বে Isolator use করা হয় কেন?

উত্তরঃ

Ckt Breaker maintenance করার সময় ভুল বশত: Ckt Breaker on হয়ে গিয়ে দূর্ঘটনা ঘটতে পারে। এ ধরনের দূর্ঘটনা যাতে না ঘটে সে লক্ষ্যে C.B এর উভয় পার্শ্বে Isolator use করা হয়। অর্থ্যাৎ Ckt Breaker remote controlled হলে ভুল বশত:

প্রশ্ন: Circuit Breaker rating এর গুলো কি কি?

উত্তর:

C.B Rating: C.B প্রধান তিনটি Rating হচ্ছে।

(i) Breaking capacity:

যে পরিমান current প্রবাহের ফলে Recovery ও Restriking voltage Circuit Breaker বর্তনীকে বিচ্ছিন্ন করতে পারে তাকে Breaking Capacity বলে। Breaking Capacity

$B.C = \sqrt{3} \times V \times I \times 10^{-6}$ MVA

(ii) Making capacity:

Rated voltage এ circuit breaker close বা বন্ধ করার মূহুর্তে ১ম cycle এর current wave এর সর্বোচ্চ মান (D.C. Wave সহ) C.B এর Making capacity বলে।

Making capacity $=1.8\times \sqrt{2}$ Breaking current = $2.55 \times$ Breaking current (I)

(iii) Short time capacity:

ইহা একটি সময় যে সময়ে Circuit Breaker Circuit কে বিচ্ছিন্ন না করে Fault current প্রবাহিত করে দেয়ার ক্ষমতা রাখে।

Types of circuit breaker:

a) Oil full circuit breaker.
b) Oil free ckt Breaker.
c) Minimum oil Circuit breaker.
d) Water circuit breaker.
e) Air circuit breaker.
f) Supher Hexafloride circuit breaker (SF_6).
g) Vacuam Ckt Breaker.
h) Small oil ckt Breaker.

প্রশ্ন: Circuit Breaker Mountings

উত্তরঃ

এটি একটি বিশেষ ধরনের structure বা frame যার উপর circuit breaker ও সাহায্যকারী যন্ত্রসমূহ Breaker এর Normal operation এর জন্য বসানো হয়।

Types of Mounting:

a) Cubicle বা Celluler type
b) Metel cled type
c) Open type
d) Tnuck type

Types of C.B. Test:

a) Development test
b) Type test
c) Routine test
d) Reliability test
e) Commissioning test

প্রশ্ন: SF_6 সার্কিট ব্রেকারের সুবিধা ও অসুবিধা গুলো কি কি?

উত্তরঃ

SF_6সার্কিট ব্রেকারের সুবিধা:

ক) SF_6 গ্যাসের আর্ক নির্বাপন ক্ষমতা উন্নত।
খ) অপারেশনের সময় কম ।
গ) বেশি কারেন্টের ক্ষেত্রেও ইহা কার্য উপযোগী।
ঘ) কোন কার্বন জমা হয় না।
ঙ) মেরামত খরচ কম।

SF_6সার্কিট ব্রেকারের অসুবিধা:

ক) রিজারভারে পর্যাপ্ত গ্যাস জমা রাখতে হয়।
খ) এই গ্যাসের দাম বেশী।
গ) অতিরিক্ত যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয়।

প্রশ্ন: Relay কি? বিভিন্ন প্রকার রিলের নাম লিখ।

উত্তর:

Relay:

ইহা এমন একটি স্বয়ংক্রিয় ডিভাইস, যা বৈদ্যুতিক বর্তনীতে পূর্বনির্ধারিত কোন বৈদ্যুতিক শর্তের পরিবর্তনে সাড়া দেয় এবং প্রতিরক্ষার জন্য বর্তনীতে সংযুক্ত অন্যান্য রক্ষাপদ Device গুলোকে কাজ করতে সাহায্য করে। বৈদ্যুতিক শর্তের পরিবর্তন বলতে নির্ধারিত voltage, current , Phase, frequency, Temperature, Direction of current flow ইত্যাদি পরিবর্তনকে বুঝায়। ইহাকে সংক্ষেপে electromagnet ও বলে। ইহাকে অতন্দ্রপ্রহরী ও বলা হয়ে থাকে। কারন যখনই সিস্টেমে কোন প্রকার দোষ ত্রুটি দেখা দেয় তখনই স্বয়ংক্রিয়ভাবে ইহা সরবরাহ হতে সিস্টেমকে বিচ্ছিন্ন করে তাই একে নীরব প্রহরী ও বলে।

বিভিন্ন প্রকার রিলের নাম-

1) Solenoid and plunger type relay.
2) Induction Relay.
3) Reverse power relay.
4) Reverse power relay.
5) Directional over load Relay.
6) Thermal Relay.
7) Buchhloz Relay.
8) Differential Relay.

প্রশ্ন: Protective Relay এর গুনাবলী গুলো লিখ।

উত্তরঃ

1) Selectivity, discrimination,
2) Speed, Time.
3) Sensitivity, Power consumption.
4) Stability
5) Reliability.
6) Simplicity
7) Economy.

প্রশ্ন: Fuse কি? এর প্রকারভেদ লিখ।

উত্তরঃ

Fuse একটি স্বল্পদৈর্ঘ্য ও সরু ও কম গলনাঙ্ক বিশিষ্ট পরিবাহী তার যা বৈদ্যুতিক বর্তনীতে সংযুক্ত থেকে কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ Current অনির্দিষ্টকাল ধরে বহন করতে পারে। কিন্তু নির্ধারিত মানের অতিরিক্ত Current প্রবাহিত হলেই নিজে গলে গিয়ে বর্তনীর ত্রুটি পূর্ণ অংশ উৎস হতে বিচ্ছিন্ন করে দেয়। ফিউজ হিসেবে সাধারনত টিন, লেড, জিংক, কপার ও এ্যালুমিনিয়াম ইত্যাদি ব্যবহার করা হয়।

Voltage Rating অনুসারে Fuse কে প্রধানত দুই ভাগে ভাগ করা যায়:

(i) Low voltage Fuse:
(ii) High voltage Fuse

(i) Low voltage Fuse তিন প্রকার।

(a) Semi enclosed re-wireable Fuse (আংশিক ঢাকা),

$$\therefore S = \frac{W_T L^2}{8T}$$

$$\Rightarrow T = \frac{W_T L^2}{8 S}$$

$$\Rightarrow \frac{8191}{f} = \frac{1.875 \times (214)^2}{8 \times 3.92}$$

$\therefore f = 3$ [Ans]

4) নদীর দুই তীরে অবস্থিত দুইটি টাওয়ারের উচ্চতা যথাক্রমে 30m এবং 90m এর মাধ্যমে ট্রান্সমিশন লাইন টানা হয়েছে। টাওয়ারদ্বয়ের মধ্যে আনুভূমিক দুরত্ব 500 m। যদি টান 1600 kg, প্রতি মিটার পরিবাহীর ওজন 1.5 kg হয়, তবে নদীর মধ্যবর্তী স্থানে পানির তল হতে পরিবাহীর কত উপরে থাকবে?

Solⁿ: Here,

$L = 500$ m

$h = 90 - 30 = 60$ m

$W = 1.5$ kg/m

Now,

$X_1 + X_2 = 500$ ----------(1)

And,

$$\therefore S_1 = \frac{W x_1^2}{2T};$$

$$\therefore S_2 = \frac{W x_2^2}{2T}$$

উচ্চতার পার্থক্য,

$\therefore h = S_2 - S_1$

$$\Rightarrow h = \frac{W}{2T}(x_2^2 - x_1^2)$$

$$\Rightarrow h = \frac{W}{2T}(x_2 + x_1)(x_2 - x_1)$$

$$\Rightarrow 60 = \frac{1.5}{2 \times 1600}(500)(x_2 - x_1)$$

$\therefore X_2 - X_1 = 256$ m ---------- (2)

Solving equation (1) & (2) we get,

$X_1 = 122$m; $X_2 = 256$m

আবার,

$$\therefore S_1 = \frac{W x_1^2}{2T} = \frac{1.5 \times 122^2}{2 \times 1600}$$

$\therefore S_1 = 7$ m

Clearance of the lowest point

$= 30 - 7 = 23$ m

ধরি মধ্যবিন্দু P; সর্বনিম্ন বিন্দু O হতে X দূরে অবস্থিত,

$\therefore X = 250 - X_1 = 250 - 122 = 128$m

Sag,

$$\therefore S_{mid} = \frac{1.5 \times (128)^2}{8 \times 1600}$$

$S_{mid} = 7.68$ m

$\therefore$ পানির তল হতে পরিবাহীর $= 23 + 7.68 = 30.68$ m উপরে থাকবে [Ans]

Switchgear and protection

প্রশ্ন: Switchgear কি এবং উপাদান কয়টি ও কি কি?

উত্তরঃ

Switch gear একটি switching ব্যবস্থা এবং নিয়ন্ত্রণকারী যন্ত্র। কোন Electrical system এর Connecting, Disconnecting, Controlling balance রক্ষাকারী ও Reading প্রদানকারী যন্ত্রপাতির Combination কে একত্রে Switch gear বলা হয়।

এটি মূলতঃ দুই ধরনের উপাদান সমন্বয়ে গঠিত-

a) Circuit Breaker b) Relay এছাড়াও এতে C.T, P.T, Bus bar, Conduction, Measuring Equipment ও tripping device থাকে।

প্রশ্ন: Switchgear এর গুনাবলী গুলো লিখ?

Ans:

a) Selectivity, b) Sensitivity,
c) Reliability, d) High speed,
e) Stability, f) simplicity.

প্রশ্ন: Circuit breaker বলতে কি বুঝ? কয়েকটি সার্কিট ব্রেকার এর নাম লিখ।

উত্তরঃ

Circuit breaker: ইহা একটি switching Device যা দ্বারা বৈদ্যুতিক Circuit কে Supply এর সাথে সংযুক্ত ও বিচ্ছিন্ন করা যায়। তবে circuit Breaker এর সবচেয়ে বড় কাজ হল, ইহা ত্রুটিপূর্ণ Circuit কে Automatically বিচ্ছিন্ন করে কিন্তু Automatically সংযোগ করে না।

Working principle:-

Circuit Normal Condition এ Circuit Breaker close থাকে এবং C.T Normal current reading Show করে। কিন্তু Fault condition ও Overload current flow হতে থাকলে Relay coil ও Trip coil energiged হয়। যার ফলশ্রুতিতে link mechanijom এর মাধ্যমে C.B open হয়ে যায়। ফলে System অনাকাঙ্খিত দূর্ঘটনা হতে রক্ষা পায়।

বিভিন্ন Circuit Breaker এর নামঃ

a) Plain break oil circuit breaker
b) Double break oil C.B
c) Single break oil C.B
d) Low or Small oil C.B.
e) Air Circuit Breaker
f) Gas Circuit Breaker
g) Vacuum Circuit Breaker.

প্রশ্ন: একটি এর circuit breaker চিত্র অংকন কর।

উত্তরঃ

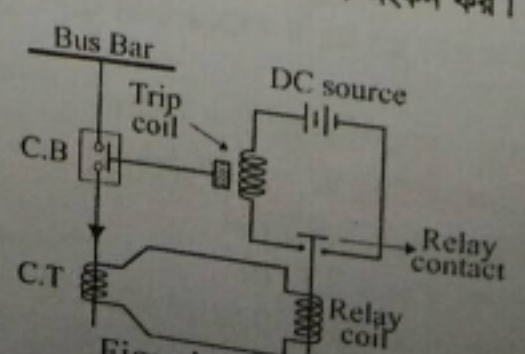


Fig: circuit breaker

প্রশ্ন: সমউচ্চতার Support এর ক্ষেত্রে প্রমাণ কর, Sag

$S = \frac{WL^2}{8T}$

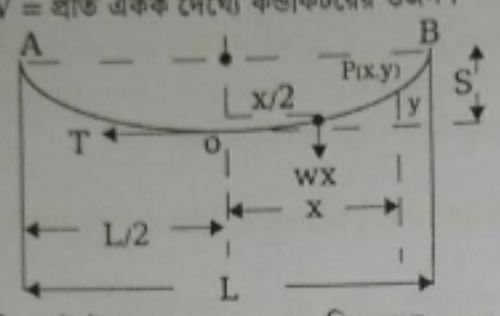
উত্তরঃ

মনেকরি, L= সাপোর্টদ্বয়ের দুরত্ব,

O = কন্ডাক্টরের সর্বনিম্ন বিন্দু,

T = কন্ডাক্টরের টান,

W = প্রতি একক দৈর্ঘ্যে কন্ডাকটরের ওজন।



A ও B দুটি একই উচ্চতার support o বিন্দু মধ্য span এ অবস্থান করে। মনেকরি, conductor এর উপর একটি বিন্দু P(x,y) : OP=x এই OP এর উপর দুইটি বল কাজ করবে।

ক) O বিন্দুতে x/2 দূরত্বে কার্যকর ওজন wx,

খ) O বিন্দুতে tension T কার্যকর।

এখন,

$T.y = Wx \times \frac{x}{2}$

$\Rightarrow y = \frac{Wx^2}{2T}$

যখন $y = d$ or S , তখন $x = \frac{L}{2}$ হয়, তাহলে

$\Rightarrow y = \frac{W\left(\frac{L}{2}\right)^2}{2T}$

$\therefore S = \frac{WL^2}{8T}$

প্রশ্ন: অসম উচ্চতার Support এর ক্ষেত্রে Sag হিসাব কর ।

উত্তরঃ

মনেকরি, দুইটি টাওয়ার অসম উচ্চতায় অবস্থিত। পরিবাহীর সর্বনিম্ন বিন্দু O,

L= সাপোর্টদ্বয়ের মধ্যবর্তী দুরত্ব বা স্প্যান,

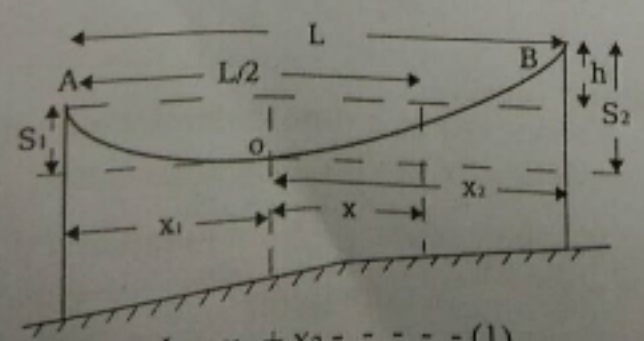
h = সাপোর্ট দুইটির উচ্চতার পার্থক্য,

T = পরিবাহীর টান,

W = একক দৈর্ঘ্যের পরিবাহীর ওজন,

x_1 =ছোট সাপোর্ট হতে O বিন্দু পর্যন্ত দুরত্ব,

x_2 =বড় সাপোর্ট হতে O বিন্দু পর্যন্ত দুরত্ব,



সার্পোটদ্বয়ের দুরত্ব, $L = x_1 + x_2$ - - - - - (1)

উচ্চতার পার্থক্য, $h = S_2 - S_1$

আমরা জানি, সেগ

$S = \frac{Wx^2}{2T}$

$\therefore S_1 = \frac{Wx_1^2}{2T}$ - - - - - - (2)

$\therefore S_2 = \frac{Wx_2^2}{2T}$ - - - - - - (3)

সমীকরণ (3)−(2) করে পাই,

$\therefore S_2 - S_1 = \frac{Wx_2^2}{2T} - \frac{Wx_1^2}{2T}$

$\Rightarrow h = \frac{W(x_2^2 - x_1^2)}{2T}$

$\Rightarrow \frac{2Th}{W} = (x_2 - x_1)(x_2 + x_1)$

$\Rightarrow x_2 - x_1 = \frac{2Th}{WL}$ - - - - - - (4)

সমীকরণ (1) এবং (4) হতে আমরা পাই,

$\therefore x_1 = \frac{L}{2} - \frac{Th}{WL}$

$\therefore x_2 = \frac{L}{2} + \frac{Th}{WL}$

আবার,

$\therefore x_1 + x_2 = \frac{L}{2}$

$\therefore x_2 = \frac{L}{2} - x_1$

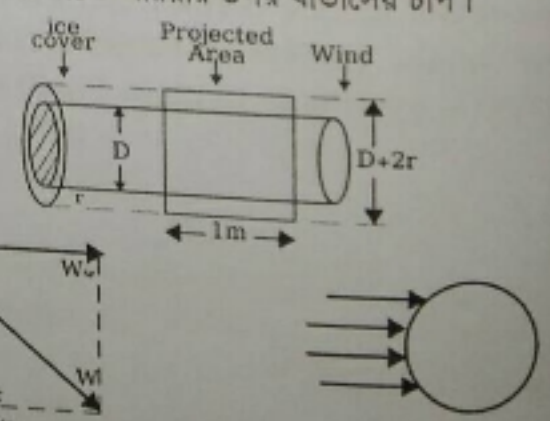
প্রশ্ন: স্যাগের হিসাব কর যখন পরিবাহীর উপর বরফ ,ঝড় ও বাতাসে একই সঙ্গে ক্রিয়া করে।

উত্তরঃ

W_i= প্রতি একক মিটার কন্ডাকটরের উপর বরফের ওজন,

W= প্রতি একক মিটার কন্ডাকটরের ওজন,

W_w= প্রজেক্টেড এরিয়ার উপর বাতাসের চাপ।



বাতাসের চাপ/মিটার,

$\Rightarrow \frac{W_w}{m} = p(D + 2r) \times 1m$

বরফের ওজন/মিটার,

$\Rightarrow \frac{W_i}{m} = \frac{\pi}{4\{(\theta + 2r)^2 - D^2\}} \times 1 \times \rho i$

$= \pi r(D + r)\rho i$

$\Rightarrow V_2=V_1(1+k)=V_1(1+0.125)$
$V_2=1.125V_1$
$\Rightarrow V_3=V_1(1+3k+k^2)$
$=V_1(1+3\times0.125+0.125^2)$
$\therefore V_3= 1.39V_1$
$15 = 1.39V_1$
$V_1 = 10.79$ kV
$V_2= 1.125\times10.79= 12.13$ kV

(i) $V = V_1+ V_2+ V_3$
$= 10.79+12.13+15$
$V = 37.92$ kV [Ans]
(ii) String efficiency,

$$S.E = \frac{\text{voltage across string}}{\text{No. of insulator} \times V_3} \times 100$$

$$\Rightarrow S.E = \frac{37.92 \times 100}{3 \times 15}$$

$\therefore S.E = 84.26\%$ [Ans]

Tutorial problem:

1) তিনটি insulator দ্বারা ধারনকৃত একটি পরিবাহী লাইনের সবচেয়ে নিকটবর্তী insulator এর বিপরীত ভোল্টেজ 13.1 kV এবং তার পরেরটির বিপরীত ভোল্টেজ 11 kV হলে, line voltage এবং string efficiency নির্ণয় কর।
Ans: $V_L= 59$kV, $\eta= 86.76\%$

2) একটি 3-Ø ওভারহেড লাইন তিনটি insulator দ্বারা ঝুলানো আছে। যদি লাইন ইউনিটের বিপরীত voltage 17.5kV হয়, তবে line to neutral voltage নির্ণয় কর। শান্ট capacitance; mutual capacitance এর $\frac{1}{8}$ গুণ।
Ans: $V_{Ln}= 44.25$V,

3) একটি 3-Ø ওভারহেড লাইন 4-ইউনিট বিশিষ্ট ইনসুলেটরের সাহায্যে ঝুলানো আছে। যদি ২য় ও ৩য় ইউনিটের আড়াআড়িতে voltage যথাক্রমে 13.2kV ও 18kV হয়; তাহলে নির্ণয় কর:- (i) Line voltage, (ii) নিকটবর্তী ইনসুলেটর এর ভোল্টেজ।
Ans: (i) $V_L= 118.75$kV, (ii) $V_4= 26.49$ kV,

Sag

প্রশ্ন: Span কি?
উত্তরঃ
দুটি tower বা pole এর মধ্যবর্তী আনুভূমিক দুরত্বকে span বলা হয়।

প্রশ্ন: Sag বলতে কি বুঝ?
উত্তরঃ
দুইটি Tower বা pole এর যে বিন্দুতে তার টানা বা সংযোগ করা হয় সেই বিন্দু দুটির সংযোজনকারী আনুভূমিক কাল্পনিক রেখা হতে তারের সর্বোচ্চ ঝুলে পড়া বিন্দু পর্যন্ত দূরুত্বকে sag বলে।

প্রশ্ন: Sag এর উপর প্রভাব বিস্তারকারী উপাদান সমূহ কি কি?
উত্তরঃ
ক) পরিবাহীর ওজন, খ) স্প্যানের দৈর্ঘ্য,
গ) কার্যকরী টান, ঘ) তাপমাত্রা,
ঙ) Conductor ঝুললে ঝড় ও বরফের প্রভাব।

প্রশ্ন: Sag মাপার পদ্ধতি গুলো কি কি?
উত্তরঃ
Sag মাপার পদ্ধতি গুলো হলঃ
ক) Sag board এর সাহায্যে।
খ) Dynamo meter এর সাহায্যে।
গ) তরঙ্গের সময় মেপে।

প্রশ্ন: ট্রান্সমিশন লাইনে খুব কম বা বেশি ঝুল হওয়া বাঞ্ছনীয় নয় কেন?
উত্তরঃ
ট্রান্সমিশন লাইনে Sag থাকা উচিত তবে খুব কম বা বেশি থাকা বাঞ্ছনীয় নয়। কারণ খুব কম হলে কন্ডাক্টরের উপর টান বেশী থাকে এবং শীতকালে কন্ডাক্টরের সংকোচনের কারনে ছিঁড়ে যেতে পারে। আবার ঝুল বেশি হলে লাইন এর ওজন বেশি হয় ফলে এর জন্য শক্তিশালী সার্পোট লাগে। Sag বেশি হলে বাতাসের চাপ ও ঝড়ো হাওয়ার জন্যে দোল খেয়ে কন্ডাকটর ছিড়ে যেতে পারে বা শর্ট সার্কিট হতে পারে। এজন্য উভয় দিক বিবেচনা করে কন্ডাকটর ঝুল সুনির্দিষ্টমানে রাখা হয়।

প্রশ্ন: Working ও Breaking Tension বলতে কি বুঝ?
উত্তর:
Working Tension:
সর্বোচ্চ যে পরিমান বল প্রয়োগে কন্ডাকটর স্বাভাবিক অবস্থায় কাজ করতে পারে, Working Tension বলে।

$$W.T\ (T) = \frac{\text{Ultimate strength (kg)}}{\text{Safty factor}}$$

Breaking Tension:
সর্বনিম্ন যে পরিমান বল প্রয়োগে কন্ডাক্টর স্বাভাবিকভাবে কাজ করতে পারে না অর্থাৎ ছিড়ে যায় থাকে Breaking Tension বলে।

$$\therefore T = \frac{\text{Breaking stress}\left(\frac{kg}{cm^2}\right) \times \text{Area}(cm^2)}{\text{Safty factor}}$$

প্রশ্ন: Circuit Breaker rating এর গুলো কি কি?

উত্তর:

C.B Rating: C.B প্রধান তিনটি Rating হচ্ছে।

(i) Breaking capacity:

যে পরিমান current প্রবাহের ফলে Recovery ও Restriking voltage Circuit Breaker বর্তনীকে বিচ্ছিন্ন করতে পারে তাকে Breaking Capacity বলে। Breaking Capacity

$B.C = \sqrt{3} \times V \times I \times 10^{-6}$ MVA

(ii) Making capacity:

Rated voltage এ circuit breaker close বা বন্ধ করার মূহুর্তে ১ম cycle এর current wave এর সর্বোচ্চ মান (D.C. Wave সহ) C.B এর Making capacity বলে।

Making capacity $= 1.8 \times \sqrt{2}$ Breaking current = $2.55 \times$ Breaking current (I)

(iii) Short time capacity:

ইহা একটি সময় যে সময়ে Circuit Breaker Circuit কে বিচ্ছিন্ন না করে Fault current প্রবাহিত করে দেয়ার ক্ষমতা রাখে।

Types of circuit breaker:

a) Oil full circuit breaker.
b) Oil free ckt Breaker.
c) Minimum oil Circuit breaker.
d) Water circuit breaker.
e) Air circuit breaker.
f) Supher Hexafloride circuit breaker (SF_6).
g) Vacuam Ckt Breaker.
h) Small oil ckt Breaker.

প্রশ্ন: Circuit Breaker Mountings

উত্তরঃ

এটি একটি বিশেষ ধরনের structure বা frame যার উপর circuit breaker ও সাহায্যকারী যন্ত্রসমূহ Breaker এর Normal operation এর জন্য বসানো হয়।

Types of Mounting:

a) Cubicle বা Celluler type
b) Metel cled type
c) Open type
d) Tnuck type

Types of C.B. Test:

a) Development test
b) Type test
c) Routine test
d) Reliability test
e) Commissioning test

প্রশ্ন: SF_6 সার্কিট ব্রেকারের সুবিধা ও অসুবিধা গুলো কি কি?

উত্তরঃ

SF_6সার্কিট ব্রেকারের সুবিধা:

ক) SF_6 গ্যাসের আর্ক নির্বাপন ক্ষমতা উন্নত।
খ) অপারেশনের সময় কম ।
[illegible] উপযোগী।
ঙ) মেরামত খরচ কম।

SF_6সার্কিট ব্রেকারের অসুবিধা:

ক) রিজারভারে পর্যাপ্ত গ্যাস জমা রাখতে হয়।
খ) এই গ্যাসের দাম বেশী।
গ) অতিরিক্ত যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয়।

প্রশ্ন: Relay কি? বিভিন্ন প্রকার রিলের নাম লিখ।

উত্তর:

Relay:

ইহা এমন একটি স্বয়ংক্রিয় ডিভাইস, যা বৈদ্যুতিক বর্তনীতে পূর্বনির্ধারিত কোন বৈদ্যুতিক শর্তের পরিবর্তনে সাড়া দেয় এবং প্রতিরক্ষার জন্য বর্তনীতে সংযুক্ত অন্যান্য রক্ষাপদ Device গুলোকে কাজ করতে সাহায্য করে। বৈদ্যুতিক শর্তের পরিবর্তন বলতে নির্ধারিত voltage, current , Phase, frequency, Temperature, Direction of current flow ইত্যাদি পরিবর্তনকে বুঝায়। ইহাকে সংক্ষেপে electromagnet ও বলে। ইহাকে অতন্দ্রপ্রহরী ও বলা হয়ে থাকে। কারন যখনই সিস্টেমে কোন প্রকার দোষ ত্রুটি দেখা দেয় তখনই স্বয়ংক্রিয়ভাবে ইহা সরবরাহ হতে সিস্টেমকে বিচ্ছিন্ন করে তাই একে নীরব প্রহরী ও বলে।

বিভিন্ন প্রকার রিলের নাম-

1) Solenoid and plunger type relay.
2) Induction Relay.
3) Reverse power relay.
4) Reverse power relay.
5) Directional over load Relay.
6) Thermal Relay.
7) Buchhloz Relay.
8) Differential Relay.

প্রশ্ন: Protective Relay এর গুনাবলী গুলো লিখ।

উত্তরঃ

1) Selectivity, discrimination,
2) Speed, Time.
3) Sensitivity, Power consumption.
4) Stability
5) Reliability.
6) Simplicity
7) Economy.

প্রশ্ন: Fuse কি? এর প্রকারভেদ লিখ।

উত্তরঃ

Fuse একটি স্বল্পদৈর্ঘ্য ও সরু ও কম গলনাঙ্ক বিশিষ্ট পরিবাহী তা[illegible] বৈদ্যুতিক বর্তনীতে সংযুক্ত থেকে কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ Current অনির্দিষ্টকাল ধরে বহন করতে পারে। কিন্তু নির্ধারিত মানের অতি[illegible] Current প্রবাহিত হলেই নিজে গলে গিয়ে বর্তনীর ত্রুটি পূর্ণ অ[illegible] উৎস হতে বিচ্ছিন্ন করে দেয়। ফিউজ হিসেবে সাধারনত টিন, লে[illegible] জিংক, কপার ও এ্যালুমিনিয়াম ইত্যাদি ব্যবহার করা হয়।

Voltage Rating অনুসারে Fuse কে প্রধানত দুই ভাগে ভাগ [illegible] যায়:

(i) Low voltage Fuse:
(ii) High voltage Fuse

প্রশ্ন: Circuit Breaker rating এর গুলো কি কি?

উত্তর:

C.B Rating: C.B প্রধান তিনটি Rating হচ্ছে।

(i) Breaking capacity:

যে পরিমান current প্রবাহের ফলে Recovery ও Restriking voltage Circuit Breaker বর্তনীকে বিচ্ছিন্ন করতে পারে তাকে Breaking Capacity বলে। Breaking Capacity

$B.C = \sqrt{3} \times V \times I \times 10^{-6}$ MVA

(ii) Making capacity:

Rated voltage এ circuit breaker close বা বন্ধ করার মূহুর্তে ১ম cycle এর current wave এর সর্বোচ্চ মান (D.C. Wave সহ) C.B এর Making capacity বলে।

Making capacity $= 1.8 \times \sqrt{2}$ Breaking current = $2.55 \times$ Breaking current (I)

(iii) Short time capacity:

ইহা একটি সময় যে সময়ে Circuit Breaker Circuit কে বিচ্ছিন্ন না করে Fault current প্রবাহিত করে দেয়ার ক্ষমতা রাখে।

Types of circuit breaker:

a) Oil full circuit breaker.
b) Oil free ckt Breaker.
c) Minimum oil Circuit breaker.
d) Water circuit breaker.
e) Air circuit breaker.
f) Supher Hexafloride circuit breaker (SF_6).
g) Vacuam Ckt Breaker.
h) Small oil ckt Breaker.

প্রশ্ন: Circuit Breaker Mountings

উত্তরঃ

এটি একটি বিশেষ ধরনের structure বা frame যার উপর circuit breaker ও সাহায্যকারী যন্ত্রসমূহ Breaker এর Normal operation এর জন্য বসানো হয়।

Types of Mounting:

a) Cubicle বা Celluler type
b) Metel cled type
c) Open type
d) Tnuck type

Types of C.B. Test:

a) Development test
b) Type test
c) Routine test
d) Reliability test
e) Commissioning test

প্রশ্ন: SF_6 সার্কিট ব্রেকারের সুবিধা ও অসুবিধা গুলো কি কি?

উত্তরঃ

SF_6সার্কিট ব্রেকারের সুবিধা:

ক) SF_6 গ্যাসের আর্ক নির্বাপন ক্ষমতা উন্নত।
খ) অপারেশনের সময় কম ।
[illegible] উপযোগী।
ঙ) মেরামত খরচ কম।

SF_6সার্কিট ব্রেকারের অসুবিধা:

ক) রিজারভারে পর্যাপ্ত গ্যাস জমা রাখতে হয়।
খ) এই গ্যাসের দাম বেশী।
গ) অতিরিক্ত যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয়।

প্রশ্ন: Relay কি? বিভিন্ন প্রকার রিলের নাম লিখ।

উত্তর:

Relay:

ইহা এমন একটি স্বয়ংক্রিয় ডিভাইস, যা বৈদ্যুতিক বর্তনীতে পূর্বনির্ধারিত কোন বৈদ্যুতিক শর্তের পরিবর্তনে সাড়া দেয় এবং প্রতিরক্ষার জন্য বর্তনীতে সংযুক্ত অন্যান্য রক্ষাপদ Device গুলোকে কাজ করতে সাহায্য করে। বৈদ্যুতিক শর্তের পরিবর্তন বলতে নির্ধারিত voltage, current , Phase, frequency, Temperature, Direction of current flow ইত্যাদি পরিবর্তনকে বুঝায়। ইহাকে সংক্ষেপে electromagnet ও বলে। ইহাকে অতন্দ্রপ্রহরী ও বলা হয়ে থাকে। কারন যখনই সিস্টেমে কোন প্রকার দোষ ত্রুটি দেখা দেয় তখনই স্বয়ংক্রিয়ভাবে ইহা সরবরাহ হতে সিস্টেমকে বিচ্ছিন্ন করে তাই একে নীরব প্রহরী ও বলে।

বিভিন্ন প্রকার রিলের নাম-

1) Solenoid and plunger type relay.
2) Induction Relay.
3) Reverse power relay.
4) Reverse power relay.
5) Directional over load Relay.
6) Thermal Relay.
7) Buchhloz Relay.
8) Differential Relay.

প্রশ্ন: Protective Relay এর গুনাবলী গুলো লিখ।

উত্তরঃ

1) Selectivity, discrimination,
2) Speed, Time.
3) Sensitivity, Power consumption.
4) Stability
5) Reliability.
6) Simplicity
7) Economy.

প্রশ্ন: Fuse কি? এর প্রকারভেদ লিখ।

উত্তরঃ

Fuse একটি স্বল্পদৈর্ঘ্য ও সরু ও কম গলনাঙ্ক বিশিষ্ট পরিবাহী তা[illegible] বৈদ্যুতিক বর্তনীতে সংযুক্ত থেকে কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ Current অনির্দিষ্টকাল ধরে বহন করতে পারে। কিন্তু নির্ধারিত মানের অতি[illegible] Current প্রবাহিত হলেই নিজে গলে গিয়ে বর্তনীর ত্রুটি পূর্ণ অ[illegible] উৎস হতে বিচ্ছিন্ন করে দেয়। ফিউজ হিসেবে সাধারনত টিন, লে[illegible] জিংক, কপার ও এ্যালুমিনিয়াম ইত্যাদি ব্যবহার করা হয়।

Voltage Rating অনুসারে Fuse কে প্রধানত দুই ভাগে ভাগ [illegible] যায়:

(i) Low voltage Fuse:
(ii) High voltage Fuse