অধ্যায়-৯ এনার্জি মিটারের অপারেশন এবং টেস্টিং

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১। মিটার কনস্ট্যান্ট কী? এবং এনার্জি মিটার পরীক্ষার স্ট্যান্ডার্ড যন্ত্রপাতির নাম লেখ।** বাকাশিবো- ২০০৫, ১০, ১৯, ২৪'পরি

উত্তর ঃ একটি বৈদ্যুতিক মিটারের প্রতি কিলোওয়াট-ঘন্টা (kWh) বিদ্যুৎ খরচের জন্য মিটারের ডায়ালার যতবার ঘুরবে তাকে মিটার কনস্ট্যান্ট বলে। মিটার কনস্ট্যান্ট হলো মূলত একটি সংখ্যা।

এনার্জি মিটার পরীক্ষার স্ট্যান্ডার্ড যন্ত্রপাতির নাম ঃ

১) পেন্ডুলাম টাইপ ঘড়ি
২) ডিসি পটেনশিওমিটার এবং
৩) জাহাজের ক্রোনোমিটার।

***** ২। এনার্জি মিটার কোন ধরনের ইনস্ট্রুমেন্ট এবং এর ক্রিপিং কীভাবে বুঝা যায়?** বাকাশিবো- ২০০৫, ০৭, ১০, ১১, ১৪, ১৫, ১৬

উত্তর ঃ এনার্জি মিটার হলো মূলত ইন্টিগ্রেটিং ইনস্ট্রুমেন্ট এবং লোড বিচ্ছিন্ন হওয়ার পরেও যদি মিটার পূর্বের ন্যায় চলমান থাকে তাহলে বুঝতে হবে উক্ত মিটার ক্রিপিং ত্রুটি আছে।

**** ৩। এনার্জি মিটার ও ওয়াটারমিটারের মধ্যে গঠন প্রক্রিয়ায় মৌলিক পার্থক্য লেখ।** বাকাশিবো- ২০০৭, ১৩, ১৭'পরি

উত্তর ঃ সাধারণত এনার্জি মিটারের রেকর্ডিং মেকানিজম থাকে যা এনার্জি ও ওয়াটমিটারের মধ্যে প্রধান পার্থক্য তৈরি করে।

*** ৪। ইন্ডাকশন মোটর মিটারের ব্রেকিং সিস্টেম কীসের সাহায্যে গঠিত এবং মার্কারি মোটর মিটারে ব্রেকিং ম্যাগনেটের কাজ কী?**

বাকাশিবো- ২০০৮, ১০, ১৪, ১৮, ১৯, ২৩

উত্তর ঃ ইন্ডাকশন মোটর মিটারে একটি স্থায়ী চুম্বক গোলাকার অ্যালুমিনিয়াম চাকতির একপার্শ্বে যুক্ত করে ব্রেকিং সিস্টেম গঠন করা হয় এবং মার্কারি মোটর মিটারে ব্রেকিং টর্ক সৃষ্টি করে চাকতির গতিরোধ করাই হলো ব্রেকিং ম্যাগনেটের কাজ।

৫। এনার্জি মিটারের 'ক্রিপিং' (Creeping) কাকে বলে?

বাকাশিবো-২০০৩, ০৫, ০৮, ০৯, ১০, ১১, ১৩, ১৪, ১৫, ২৩, ২৩'পরি, ২৪, ২৪'পরি

উত্তর ঃ কোনো মিটারের কারেন্ট কয়েলে প্রবাহিত না হয়ে শুধু ভোল্টেজ কয়েলে কারেন্ট প্রবাহিত হওয়ার দরুন চাকতিটি ধীরে ধীরে কিন্তু অনবরত আবর্তিত হয়, তাকে এনার্জি মিটারের ক্রিপিং বলে।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। এনার্জি মিটার প্রধানত কত প্রকার ও কী কী?**

বাকাশিবো- ২০০৫, ০৮, ১০, ১৯'পরি, ২০'পরি, ২২

উত্তর ঃ এনার্জি মিটার প্রধানত ৩ (তিন) প্রকার। যথা ঃ

১) ইলেকট্রোলাইটিক মিটার

২) মোটর মিটার এবং

৩) ক্লক মিটার।

তাছাড়া আরো ৩ (তিন) ধরনের মিটার এনার্জি পরিমাপে ব্যবহৃত হয়। যথা ঃ

১) ইন্ডাকশন মোটর মিটার

২) মার্কারি মোটর মিটার এবং

৩) কম্যুটেটর মোটর মিটার।

**** ২। এনার্জি মিটার পরীক্ষার জন্য কী কী যন্ত্রপাতি প্রয়োজন?**

বাকাশিবো- ২০১০, ১১, ১৩, ১৩'পরি, ১৪'পরি, ১৯'পরি, ২০'পরি, ২১

উত্তর ঃ এনার্জি মিটার পরীক্ষার জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতির তালিকা নিচে উল্লেখ করা হলো-

সাধারণত দুই ধরনের যন্ত্রপাতি মিটার টেস্টের জন্য ব্যবহৃত হয়।

১) স্ট্যান্ডার্ড অ্যাপারেটাস

i) ডিসি পটেনশিওমিটার

ii) জাহাজের ক্রোনোমিটার।

২) সাবস্ট্যান্ডার্ড অ্যাপারেটাস

i) অ্যামিটার

ii) ওয়াটমিটার

iii) ভোল্টমিটার

iv) রোটেটিং মিটার

**** ৩। এনার্জি মিটার কীভাবে পরীক্ষা করা হয়।**

বাকাশিবো- ২০১০, ১৫, ১৭, ১৮, ২৪, ২৪'পরি

উত্তর ঃ নিম্নলিখিত পদ্ধতিতে এনার্জি মিটার পরীক্ষা করা হয়-

i) মিটারের সাথে নির্দিষ্ট পরিমাণ লোড প্রয়োগ করে মিটারের লোড অ্যাকুরেসি পরীক্ষা করা হয়।

ii) একটি নির্দিষ্ট সময়ের জন্য মিটারের ডিস্কের ঘূর্ণন পর্যবেক্ষণ করা হয়।

iii) একটি স্ট্যান্ডার্ড মিটারের সাথে তুলনা করেও মিটার এর ত্রুটি পরীক্ষা করা হয়।

iv) বিদ্যুৎ সরবরাহ আইনের দ্বারা-অনুযায়ী কারেন্টের সর্বোচ্চ পরিমাণ শতকরায় প্রকাশ করে মিটার পরীক্ষা করা হয়।

**** ৪। এনার্জি মিটারের ক্রিপিং কীভাবে দূর করা যায়?**

বাকাশিবো- ২০০৭, ১০, ১১'পরি, ১৮, ২১

উত্তর ঃ নিম্নে উল্লেখিত পদ্ধতি অবলম্বন করে এনার্জি মিটারের ক্রিপিং করা যায়-

i) মিটারের মুভেবল অংশ অর্থাৎ ডিস্কের সাথে ক্ষুদ্র লোহার টুকরা যুক্ত করে ক্রিপিং দূর করা হয়।

ii) মিটারে স্পিন্ডল এর উল্টাদিকে দুটি ছিদ্র করে ক্রিপিং দূর করা সম্ভব।

**** ৫। মার্কারি মোটর মিটারে কী কী ভ্রম বা ত্রুটি দেখা যায়?**

বাকাশিবো- ২০০৫,১০,১১'পরি, ১৩, ১৩'পরি, ১৪'পরি, ১৯'পরি, ২০, ২০'পরি, ২১, ২৩

উত্তর ঃ মার্কারি মোটর মিটারে যে ভ্রম বা ত্রুটি দেখা যায় তা নিম্নরূপ ঃ

(i) তাপমাত্রায় পরিবর্তন

(ii) ঘর্ষণ চৌম্বক

(iii) ফ্লাক্সে পরিবর্তন

(iv) সরবরাহ ভোল্টেজ পরিবর্তন

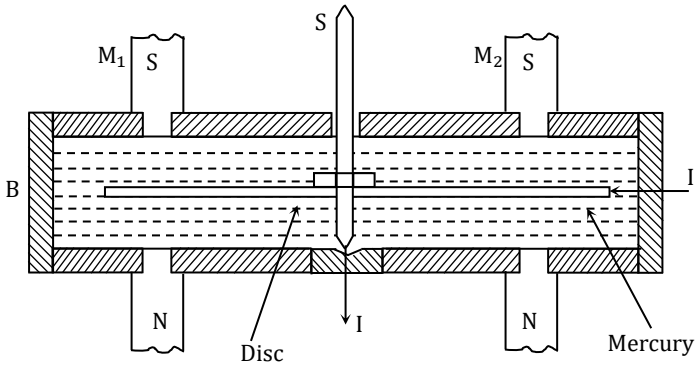
SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। মার্কারি মোটর মিটারের গঠন ও কার্যনীতি চিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর।** বাকাশিবো- ২০০৫, ০৭, ১০, ১৫'পরি, ১৯, ২৪

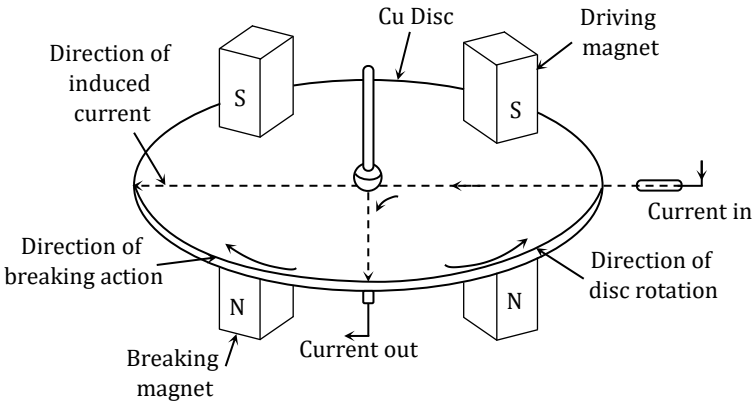
সমাধান ঃ যে মিটার বিদ্যুৎ খরচ পরিমাপের জন্য বিদ্যুৎ বিভাগে প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয় তাকে মার্কারি মোটর বলে। নিচের মার্কারি মোটর মিটারের চিত্রসহ বর্ণনা উল্লেখ করা হলো-

গঠন প্রণালী ঃ এই মিটারে একটি ফাঁপা বৃত্তাকার বাক্সে স্পিন্ডলের সাথে তামার ডিস্ক সেট করে বাক্সটি পারদ দ্বারা পরিপূর্ণ করা হয়। এতে দুইটি ম্যাগনেট M_1 ও M_2 থাকে যাদের কপার প্লেটের আড়াআড়িতে সেট করা হয়। ম্যাগনেটদ্বয় যথাক্রমে ড্রাইভিং ও ব্রেকিং ম্যাগনেট হিসেবে পরিচিত।

নিম্নে এর গাঠনিক চিত্র দেখানো হলো ঃ



কার্যপ্রণালী ঃ



যখন মিটারটিকে সক্রিয় করা হয় অর্থাৎ লোডের সাথে যুক্ত করা হয় তখন কারেন্ট মিটার ডিস্কের পরিধির সাথে প্রবাহিত হয়ে কেন্দ্রে প্রবেশ করে। কেন্দ্র হতে স্পিন্ডল হয়ে পুনরায় লোডে ফিরে যায়। এই ক্ষেত্রে কারেন্ট প্রবাহিত হওয়ার সময় ড্রাইভিং ম্যাগনেটের ফিল্ড একটি বল প্রয়োগ করে যা ফ্লেমিং-এর বাম হস্ত বিধি অনুসারে ডিস্ককে ঘুরাতে থাকে। এই বলের পরিমাণ নির্ভর করে ফ্লাক্স ডেনসিটি (B), কারেন্ট (I) এবং স্পিন্ডল হতে ক্রিয়ারত বলের দূরত্বের (L) উপর।

অর্থাৎ $F = BIL$.

উপরোক্ত বলের প্রভাবে ঘুরতে থাকা ডিস্ক সাথের ব্রেকিং ম্যাগনেটের ফিল্ডকে কর্তন করে। যার ফলে এডি কারেন্ট প্রবাহিত হয় এবং উক্ত কারেন্ট ডিস্কের ঘূর্ণন নিয়ন্ত্রণ করে। এভাবেই মার্কারি মোটর মিটার কাজ করে।

***** ২। দেখাও যে, মার্কারি মোটর মিটারে চাকতির গতি প্রবাহিত কারেন্টের সমানুপাতিক।**

অথবা, দেখাও যে, মার্কারি মোটর মিটারের চাকতির গতি, $N \propto \int Idt$.

বাকাশিবো- ২০০৫, ১০, ১১'পরি, ১৪, ১৬

সমাধান ঃ আমরা জানি, মার্কারি মোটর মিটার ড্রাইভিং টর্ক (T_d), ড্রাইভিং ম্যাগনেটের ফ্লাক্স ডেনসিটি (B) ও এতে প্রবাহিত কারেন্টের সমানুপাতিক।

অর্থাৎ, ড্রাইভিং টর্ক $T_d \propto B \cdot I$

কিন্তু ম্যাগনেটের ফ্লাক্স ডেনসিটি স্থির থাকলে, টর্ক $T_d \propto I$..... (i)

আবার ব্রেকিং টর্ক (T_b), ব্রেকিং ম্যাগনেটের ফ্লাক্স (ϕ) এবং ব্রেকিং ম্যাগনেটের ফিল্ডের মাঝে ঘূর্ণায়মান ডিস্কে আবিষ্ট এডি কারেন্ট (i) এর সাথে সমানুপাতিক।

এখানে, $i = \frac{e}{R}$
e = আবিষ্ট ই.এম.এফ
R = এডি কারেন্ট পথের রেজিস্ট্যান্স

$\therefore$ ব্রেকিং টর্ক $T_b \propto \phi \cdot i$

আমরা জানি, আবিষ্ট ই.এম.এফ $e \propto \phi n$ [n হলো ডিস্কের গতি]

সুতরাং লেখা যায়, $T_b \propto \phi \cdot \frac{e}{R}$

$$\Rightarrow T_b \propto \phi \cdot \frac{\phi n}{R}$$

$$\Rightarrow T_b \propto \frac{\phi^2 n}{R} \text{ ..... (ii)}$$

যখন ড্রাইভিং ও ব্রেকিং টর্ক সমান হয় তখন ডিস্ক একটি স্থির মানের ঘূর্ণন (N) উৎপন্ন করে,

$$T_b = T_d$$

$$\Rightarrow \frac{\phi^2 N}{R} = I$$

$$\Rightarrow N = \frac{R}{\phi^2} \cdot I$$

এখানে, ফ্লাক্স (ϕ) ও রেজিস্ট্যান্স (R) স্থির মানের হলে

$$N \propto I$$

সুতরাং বলা যায়, ডিস্কের গতি কারেন্টের সমানুপাতিক অর্থাৎ উক্ত সময়ে ঘূর্ণনের সংখ্যা মিটারে প্রবাহিত বিদ্যুতের পরিমাণের সমানুপাতিক।

$$\therefore N \propto \int I\,dt$$ **(Showed)**

SOS গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

**** ১। একটি এক ফেজ 240 V ওয়াট আওয়ার মিটারের ধ্রুবক 600 rev/kWh হলে 0.8 ল্যাগিং পাওয়ার ফ্যাক্টরে এবং 4.6 অ্যাম্পিয়ার কারেন্টে মিটার ডিস্কের ঘূর্ণন সংখ্যা কত হবে?**

বাকাশিবো- ২০১০, ২০'পরি

সমাধান ঃ প্রতি মিনিটে এনার্জি খরচ, $E = P \times t$

$$= \frac{VI\cos\theta}{1000} \times \frac{1}{60}$$

$$= \frac{240 \times 4.6 \times 0.8}{1000} \times \frac{1}{60}$$

$$= 0.01472 \text{ kWh}$$

দেওয়া আছে, ভোল্টেজ V = 240 V
কারেন্ট, I = 4.6 Amp
মিটার কনস্ট্যান্ট = 600 rev/kWh
পাওয়ার ফ্যাক্টর $\cos\theta = 0.8$
ঘূর্ণন সংখ্যা =?

ডিস্কের ঘূর্ণন সংখ্যা = প্রকৃত এনার্জি × মিটার কনস্ট্যান্ট

$$= 0.01472 \times 600$$

$$= 8.832 \text{ R.P.M}$$ **(Ans.)**

***** ২। 230 ভোল্ট, 12 অ্যাম্পিয়ার একটি ওয়াট-আওয়ার মিটারের মিটার কনস্ট্যান্ট 2000 rev/kWh. মিটারটি অর্ধ লোডে নির্ধারিত ভোল্টেজ ও একক পাওয়ার ফ্যাক্টর পরীক্ষা করলে 150 সেকেন্ডে 90 পাক দেখায়। মিটারটির % (শতকরা) ভ্রম নির্ণয় কর।** বাকাশিবো- ২০১৭'পরি

সমাধান ঃ আমরা জানি,

$$\text{লিপিবদ্ধ এনার্জি} = \frac{\text{আবর্তন সংখ্যা}}{\text{মিটার কনস্ট্যান্ট}}$$

$$= \frac{90}{2000}$$

$$= 0.045\ \text{k.W.h}$$

দেওয়া আছে, ভোল্টেজ $V = 230\ V$
কারেন্ট, $I = 12\ Amp$
মিটার কনস্ট্যান্ট $= 2000\ rev/kWh$
পাওয়ার ফ্যাক্টর $\cos\theta = 1$
ঘূর্ণন সংখ্যা $N = 90$ পাক
সময় $t = 150\ sec$
$= \frac{150}{3600}\ hr$
$= 0.0417\ hr$

$$\text{অর্ধ লোডে প্রকৃত এনার্জি ব্যয়} = \frac{VI\cos\theta \times t}{1000}$$

$$= \frac{230\times12\times1\times0.0417}{1000}$$

$$= 0.115\ \text{k.W.h}$$

$$\text{সুতরাং \% ভ্রম} = \frac{0.045-0.115}{0.115} \times 100$$

$$= -60.87\%$$

$$= 60.87\%\ (\text{ধীরে})\ \textbf{(Ans.)}$$

*** ৩। একটি 230 V সিঙ্গেল ফেজ 4 অ্যাম্পিয়ার ইউনিট পাওয়ার ফ্যাক্টরে 5 ঘন্টা চলে। এ সময়ে যদি মিটারটি 1840 বার আবর্তিত হয়, তবে মিটার কনস্ট্যান্ট কত? যদি মিটারটি 230 V, 5 A-এ 4 ঘন্টা চলে এবং মিটারটি 1472 বার আবর্তিত হয়, তবে লোডের পাওয়ার ফ্যাক্টর নির্ণয় কর। বাকাশিবো- ২০১৪

সমাধান ঃ (i) প্রকৃত এনার্জি $= \frac{V_1 I_1 \cos\theta_1 t_1}{1000}$

$= \frac{230\times4\times1\times5}{1000}$

$= 4.6\ \text{k.W.h}$

দেওয়া আছে, ভোল্টেজ $V_1 = 230$ V
কারেন্ট, $I_1 = 4$ Amp
সময় $t_1 = 5$ hour
পাওয়ার ফ্যাক্টর $\cos\theta = 1$
ঘূর্ণন সংখ্যা $N_1 = 1800$
মিটার কনস্ট্যান্ট =?

$\therefore$ মিটার কনস্ট্যান্ট $= \frac{\text{আবর্তন সংখ্যা}}{\text{এনার্জি}}$

$= \frac{1840}{4.6}$

$= 400$ rev/kWh **(Ans.)**

আবার, ভোল্টেজ $V_2 = 230$ V
কারেন্ট, $I_2 = 5$ Amp
সময় $t_2 = 4$ hour
ঘূর্ণন সংখ্যা $N_1 = 1472$
মিটার কনস্ট্যান্ট $N_2 = 400$
পাওয়ার ফ্যাক্টর $\cos\theta_2$ =?

(ii) যখন মিটারটি 1472 বার ঘুরে এনার্জি $= \frac{1472}{400} = 3.68$ kWh

$\therefore$ এনার্জি $= \frac{V_2 I_2 \cos\theta_2 \times t_2}{1000}$

$\Rightarrow \cos\theta_2 = \frac{\text{এনার্জি} \times 1000}{V_2 \times I_2 \times t_2}$

$= \frac{3.68\times1000}{230\times5\times4}$

$= 0.8$

$\therefore$ পাওয়ার ফ্যাক্টর $\cos\theta_2 = 0.8$ **(Ans.)**