

তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশ ও দিক পরিবর্তী প্রবাহ

প্রশ্ন : তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশ বলতে কি বুঝ? ব্যাখ্যা কর।

তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশ (Electromagnetic Induction) : একটি গতিশীল চৌম্বক বা তড়িৎবাহী তার কুণ্ডলীর প্রভাবে একটি বদ্ধ তার কুণ্ডলীতে চৌম্বক বলরেখার সংখ্যা তথ্য চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন ঘটালে বদ্ধ তার কুণ্ডলীতে একটি তড়িৎচালক বল বা তড়িৎ প্রবাহমাত্রার সৃষ্টি হয়। এ ঘটনাকে তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশ বলে। বিখ্যাত বিজ্ঞানী মাইকেল ফ্যারাডে ১৮৩১ সালে তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশ আবিষ্কার করেন।

ব্যাখ্যা : কোন বদ্ধ তারকুণ্ডলীতে (বা গৌণ কুণ্ডলীতে) কোন উপায়ে চৌম্বক বলরেখার সংখ্যা বা চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন ঘটানো হলেই উহাতে একটি তড়িৎচালক বল বা তড়িৎ প্রবাহ মাত্রার সৃষ্টি হয়। একটি চুম্বক এবং একটি বদ্ধ তার কুণ্ডলীর মধ্যে অথবা -একটি তড়িৎবাহী কুণ্ডলী (বা মুখ্য কুণ্ডলী) ও একটি বদ্ধ তার কুণ্ডলীর মধ্যে আপেক্ষিক গতিবেগের ফলে তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশের সৃষ্টি হয়। আবার উভয় কুণ্ডলী কে স্থির রেখে মুখ্য কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহমাত্রার পরিবর্তন করলেও গৌণ কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহমাত্রা বা তড়িৎচালক বল আবিষ্ট হয়।

প্রশ্ন : তড়িৎ-চৌম্বকীয় আবেশ সম্পর্কিত ফ্যারাডের সূত্রগুলো বিবৃত ও ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশ সংক্রান্ত বিজ্ঞানী মাইকেল ফ্যারাডের দুটি সূত্র রয়েছে। নিম্নে সূত্রগুলো বিবৃত ও ব্যাখ্যা করা হলোঃ

প্রথম সূত্র : “যখনই কোন বদ্ধ তার কুণ্ডলীতে চৌম্বক বলরেখার সংখ্যা বা চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন হয় তখনই উক্ত কুণ্ডলীতে একটি তড়িৎ চালক বল তথা তড়িৎ প্রবাহ আবিষ্ট হয় এবং যতক্ষণ এ পরিবর্তন চলতে থাকে আবিষ্ট তড়িৎ চালক বলও ততক্ষণই থাকে।”

ব্যাখ্যাঃ একটি চুম্বক বা একটি মুখ্যকুণ্ডলী এবং একটি গৌণ তার কুণ্ডলীর মধ্যে আপেক্ষিক গতি থাকলে গৌণ কুণ্ডলীতে আবদ্ধ চৌম্বক বল রেখার সংখ্যা বা চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন হয়, ফলে গৌণ কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িৎ চালক বল বা তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয়। গৌণ কুণ্ডলীতে চৌম্বক বলরেখার সংখ্যা বৃদ্ধি পেলে তড়িৎ প্রবাহ যে দিকে হয়; চৌম্বক বলরেখার সংখ্যা হ্রাস পেলে তড়িৎ প্রবাহ তার বিপরীত দিকে হয়।

দ্বিতীয় সূত্র : “গৌণ কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িৎ চালক বলের মান, ঐ কুণ্ডলীর মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তনের হারের ঋণাত্মক মানের সমানুপাতিক।”

ব্যাখ্যাঃ মনেকরি, কোন একটি গৌণ কুণ্ডলীতে dt সময়ে চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন $= d\phi$ । অতএব, চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তনের হার $= \frac{d\phi}{dt}$ । এর ফলে গৌণ কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িৎ চালক বল $= E$ হলে, ফ্যারাডের দ্বিতীয় সূত্রানুসারে

$$\text{আমরা পাই, } E \propto -\frac{d\phi}{dt} \text{ বা, } E = -K \frac{d\phi}{dt}$$

এখানে K একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। এর মান পরিমাপের একক পদ্ধতির উপর নির্ভর করে। সমীকরণটির সকল রাশিকে এস.আই এককে (অর্থাৎ) K কে ভোল্টে, $d\phi$ কে ওয়েবারে এবং dt কে সেকেন্ডে প্রকাশ করা হলে $K=1$ হবে। অতএব,

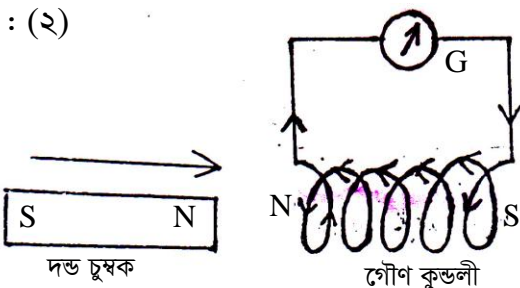
$$\text{আমরা পাই, } E = -\frac{d\phi}{dt}$$

এই সমীকরণটি গৌণ কুণ্ডলীর একটি মাত্র পাকের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য। গৌণ কুণ্ডলীর N সংখ্যক পাকের ক্ষেত্রে আমরা পাই, $E = -N \frac{d\phi}{dt}$ । ফ্যারাডের দ্বিতীয় সূত্রের এই গাণিতিক রূপ দেন বিজ্ঞানী নিউম্যান। তাই এই সমীকরণটি নিউম্যানের সমীকরণ নামেও পরিচিত।

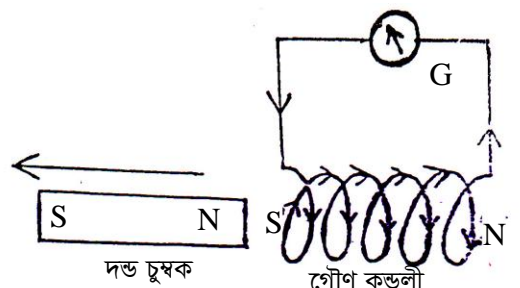
প্রশ্ন : লেন্জ এর সূত্রটি বিবৃত ও ব্যাখ্যা কর। দেখাও যে, লেন্জ এর সূত্রটি শক্তির নিত্যতা মেনে চলে।

উত্তরঃ লেন্জ এর সূত্রঃ “তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশের সময় আবিষ্ট তড়িৎ চালক শক্তি বা প্রবাহের দিক এমন হয় যে, এটি উৎপন্ন হবার মূল কারণের বিরুদ্ধে ক্রিয়া করে।”

ব্যাখ্যা : একটি দণ্ড চুম্বকের উত্তর মেরু N কে যদি গৌণ কুণ্ডলীর দিকে অগ্রসর করানো হয় তাহলে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের দরুন চুম্বকের সম্মুখে কুণ্ডলীতে উত্তর মেরুর সৃষ্টি হয়। অতএব গৌণ কুণ্ডলীটি চুম্বকটিকে সামনের দিকে অগ্রসর হতে বাধা দিবে। চিত্র (১)। আবার দণ্ড চুম্বকটির উত্তর মেরুকে কুণ্ডলী থেকে দূরে সরাতে থাকলে চুম্বকটির নিকটতম প্রান্তে কুণ্ডলীতে দক্ষিণ মেরুর সৃষ্টি হয়। অতএব কুণ্ডলীটির দক্ষিণ মেরু চুম্বকের উত্তর মেরুকে আকর্ষণ করবে এবং উহার দূরে সরে যাবার প্রবণতাকে বাধা দিবে। চিত্র : (২)



চিত্র: (১)



চিত্র: (২)

লেন্জের সূত্র ও শক্তির নিত্যতা : লেন্জের সূত্রটি শক্তির নিত্যতা সূত্র মেনে চলে। নিম্নের উদাহরণের মাধ্যমে তা হজেই ব্যাখ্যা করা যায়। ধরি একটি চুম্বকের উত্তর মেরু N কে কোন গৌণ কুণ্ডলীর দিকে অগ্রসর করানো হচ্ছে। চিত্র (১) ফলে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের দরশন কুণ্ডলীটির যে প্রান্ত চুম্বকের উত্তর মেরুর নিকটে, সেই প্রান্তে উত্তর মেরুই সৃষ্টি হয়। এতে সমধর্মী মেরুদ্বয়ের মধ্যে বিকর্ষণ ঘটে এবং চুম্বকটির অগ্রগতিকে বাধাদান করে।

আবার চুম্বকটির উত্তর মেরুকে কুণ্ডলীটির নিকট থেকে দূরে সরিয়ে নিয়ে যেতে থাকলে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহ মাত্রার দরশন চুম্বকটির নিকটতম প্রান্তে কুণ্ডলীটিতে দক্ষিণ মেরুর সৃষ্টি হবে। চিত্রঃ ২) এতে বিপরীত ধর্মী মেরুদ্বয়ের মধ্যে আকর্ষণ ঘটবে এবং চুম্বকটির দূরে সরে যাবার প্রবণতাকে বাধা দিবে।

অতএব দেখা যাচ্ছে যে, চুম্বকটিকে গৌণ কুণ্ডলীর কাছে আনতেও একটি বাধার সম্মুখীন হতে হয়; আবার দূরে সরিয়ে নিতেও একটি বাধার সম্মুখীন হতে হয়। এই বাধাকে অতিক্রম করতে যে কাজ সম্পন্ন হয়, সেই কাজই কুণ্ডলীটিতে আবিষ্ট তড়িৎ চালক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। অতএব, লেন্জের সূত্রটি শক্তির নিত্যতা মেনে চলে।

প্রশ্ন : সংজ্ঞা সহ ব্যাখ্যা করঃ (i) স্বকীয় আবেশ বা স্ব-আবেশ বা স্বাবেশ এবং (ii) পারস্পরিক আবেশ।

উত্তরঃ স্বকীয় আবেশ বা স্বাবেশ (Self Induction): একটি মাত্র বদ্ধ কুণ্ডলীতে অসম তড়িৎ প্রবাহের দরশন চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তনের ফলে অথবা কোন চৌম্বক ক্ষেত্রে বদ্ধ কুণ্ডলীর গতির ফলে যে তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ ঘটে তাকে স্বকীয় আবেশ বা স্বাবেশ বলে।

ব্যাখ্যাঃ যখন কোন তার কুণ্ডলীর মধ্যে দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ পাঠানো হয়, তখন এই প্রবাহ কুণ্ডলীতে একটি চৌম্বক ক্ষেত্র উৎপন্ন করে এবং এই বলরেখাগুলি কুণ্ডলীর বিভিন্ন পাকের সাথে জড়িয়ে পরে। এই চৌম্বক ক্ষেত্রের দরশন কুণ্ডলীতে একটি আবিষ্ট তড়িৎচালক বলের সৃষ্টি হয়, যা মূল তড়িৎচালক বলের বিপরীতমুখী। আবিষ্ট তড়িৎচালক বল মূল তড়িৎপ্রবাহের বৃদ্ধিকে বাধা দেয়। আবার কুণ্ডলীতে অসম তড়িৎ প্রবাহ চালনা করলে উদ্ভূত চৌম্বক ক্ষেত্রের ফ্লাক্সের পরিবর্তন হয় এবং মূল প্রবাহের পরিবর্তনকে বাধা দেয়। এই ঘটনাই হচ্ছে স্বকীয় আবেশ।

(ii) **পারস্পরিক আবেশ (Mutual Induction):** এক কুণ্ডলীতে অসম তড়িৎ প্রবাহে সৃষ্ট চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তনের ফলে, যদি কোন গৌণ কুণ্ডলীতে তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশ ঘটে তখন সেই আবেশকে পারস্পরিক আবেশ বলে।

ব্যাখ্যা : একটি কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহমাত্রার পরিবর্তন ঘটালে থাকলে যে চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন হয়, তারই প্রভাবে কাছাকাছি অবস্থিত অপর একটি কুণ্ডলীতেও তড়িৎচালক বলের উদ্ভব হতে পারে। এ ধরনের আবেশই হল পারস্পরিক আবেশ।

প্রশ্ন : স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক ও পারস্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক বলতে কি বুঝ? ব্যাখ্যা কর।

স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক (Co-efficient of self Induction): কোন কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে I পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহের দরশন উহাতে ϕ পরিমাণ চৌম্বক ফ্লাক্স আবদ্ধ হয় তাহলে, $\phi \propto I \therefore \phi = LI \dots\dots\dots(1)$

এখানে L একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। একে স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক বলে। (1) নং সমীকরণে যদি $I = 1A$ হয় তাহলে $\phi = L$ । অতএব, আমরা বলতে পারি, কোন কুণ্ডলীতে একক তড়িৎ প্রবাহিত হলে উহাতে যে পরিমাণ চৌম্বক ফ্লাক্স আবদ্ধ হয় তাকে উক্ত কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক বলে। এর একক হল হেনরী।

পারস্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক (Co-efficient of Mutual induction): যদি কোন মুখ্য কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে I পরিমাণ তড়িৎপ্রবাহের দরশন গৌণ কুণ্ডলীতে ϕ পরিমাণ চৌম্বক ফ্লাক্স আবদ্ধ হয় তাহলে, $\phi \propto I \therefore \phi = MI \dots\dots\dots(2)$

এখানে M একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। একে পারস্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক বলে। (2) নং সমীকরণে যদি $I = 1$ হয় তাহলে $\phi = M$ । অতএব, আমরা বলতে পারি,

কোন মুখ্য কুণ্ডলীতে একক তড়িৎ প্রবাহিত হলে গৌণ কুণ্ডলীতে যে পরিমাণ চৌম্বক ফ্লাক্স আবদ্ধ হয় তাকে পারস্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক বলে। এর একক হল হেনরী।

[বিঃদ্রঃ $\phi = LI$ এবং $\phi = MI$ সমীকরণদ্বয় কুণ্ডলীর একটি মাত্র পাকের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য। কুণ্ডলীর N সংখ্যক পাকের ক্ষেত্রে সমীকরণদ্বয়কে লেখা যাবে, $N\phi = LI$ এবং $N\phi = MI$]

প্রশ্ন : তড়িৎ আবেশ গুণাঙ্কের একক হেনরী এর সংজ্ঞা দাও।

উত্তর : হেনরীঃ কোন কুণ্ডলীতে (বা বর্তনীতে) এক সেকেন্ডে এক অ্যাম্পিয়ার হারে তড়িৎপ্রবাহমাত্রা পরিবর্তিত হলে যদি উহাতে এক ভোল্ট তড়িৎচালক বল আবিষ্ট হয়, তাহলে ঐ বর্তনীর আবেশ গুণাঙ্ককে এক হেনরী বলে। একে সাধারণত H দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

[বিঃদ্রঃ $E = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d}{dt}(LI) = -L\frac{dI}{dt} \therefore L = -\frac{E}{\frac{dI}{dt}}$ এখানে, $dt = -1s$, $dI = 1A$ এবং $E = 1volt$ হলে, $L = 1H$]

প্রশ্ন : বৈদ্যুতিক মোটর কি?

উত্তর : বৈদ্যুতিক মোটরঃ যে যন্ত্রের সাহায্যে বৈদ্যুতিক শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত করা হয় তাকে বৈদ্যুতিক মোটর বলে। আমরা জানি, কোন একটি পরিবাহী তারকে চৌম্বক ক্ষেত্রের মধ্যে রেখে উহার মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত করলে তারটি একটি যান্ত্রিক বল অনুভব করে। এই তত্ত্বকে কাজে লাগিয়ে বৈদ্যুতিক মোটর নির্মিত হয়েছে। ইহা দুই প্রকার। যথা ডি.সি মোটর ও এ.সি মোটর।

প্রশ্ন : জেনারেটর বা ডায়নামো বলতে কি বুঝ? ইহা কত প্রকার ও কি কি?

উত্তরঃ জেনারেটর বা ডায়নামোঃ যে যন্ত্রের সাহায্যে যান্ত্রিক শক্তিকে তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত করা হয় তাকে জেনারেটর বা ডায়নামো বলা হয়। কোন একটি তার কুণ্ডলীতে চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন ঘটালে উহাতে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহমাত্রার সৃষ্টি হয়। এই তত্ত্বকে কাজে লাগিয়ে ডায়নামো তৈরী করা হয়।

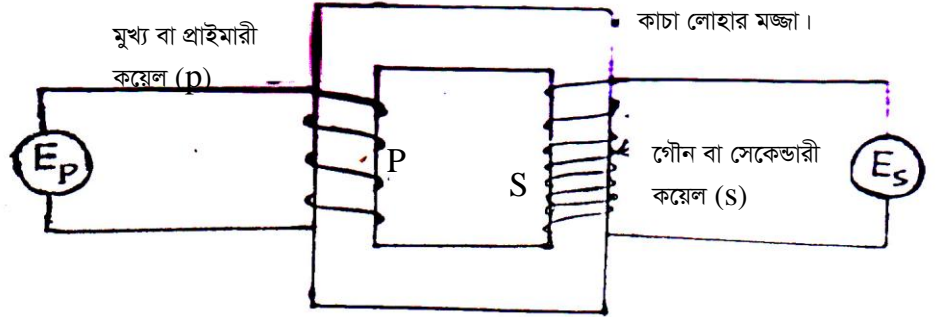
ডায়নামো দুই প্রকার। যথা (i) পরিবর্তী প্রবাহ (বা A.C.) ডায়নামো এবং (ii) একমুখী প্রবাহ (বা D.C.) ডায়নামো

প্রশ্ন : ট্রান্সফরমার বা রূপান্তরক বলতে কি বুঝ? ট্রান্সফরমার কত প্রকার ও কি কি ? একটি ট্রান্সফরমারের গঠন ও মূলনীতি ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ ট্রান্সফরমারঃ যে যন্ত্রের সাহায্যে কোন পরিবর্তী প্রবাহের বিভবকে উচ্চ হতে নিম্ন মানে অথবা নিম্ন হতে উচ্চমানে রূপান্তরিত করা যায় তাকে ট্রান্সফরমার বা রূপান্তরক বলে। ট্রান্সফরমার দুই প্রকার যথাঃ- (i) স্টেপ আপ (Step-up) বা আরোহী ট্রান্সফরমার বা উচ্চধাপী (ii) স্টেপ ডাউন (Step-down) বা অবরোহী ট্রান্সফরমার বা নিম্নধাপী।

যে ট্রান্সফরমার নিম্ন পরিবর্তী বিভবকে উচ্চ বিভবে পরিণত করে তাকে স্টেপ আপ বা আরোহী ট্রান্সফরমার বলে। আবার যে ট্রান্সফরমার উচ্চ পরিবর্তী বিভবকে নিম্ন বিভবে রূপান্তরিত করে তাকে স্টেপ ডাউন বা অবরোহী ট্রান্সফরমার বলে।

ট্রান্সফরমারের গঠনঃ এ যন্ত্রে একটি কাচা লোহার কোর বা মজ্জা থাকে। অনেকগুলো পাতলা লোহার পাতকে পরস্পর অন্তরীত অবস্থায় পাশাপাশি রেখে মজ্জাটি গঠন করা হয়। মজ্জাটির দুই বিপরীত পার্শ্বে অন্তরীত তার জড়িয়ে দুটি কয়েল বা কুন্ডলী গঠন করা হয়। এদের একটিকে বলা হয় মুখ্য কুন্ডলী (Primary coil) এবং অপরটিকে বলা হয় গৌণ কুন্ডলী (Secondary coil)। মুখ্য কুন্ডলীতে পরিবর্তী প্রবাহ বা বিভব প্রয়োগ করলে গৌণ কুন্ডলীতে উচ্চ বা নিম্ন বিভব আবিষ্ট হয়।



স্টেপ-আপ ট্রান্সফরমারের প্রাইমারী কয়েল P এর চেয়ে সেকেন্ডারী কয়েল S এর পাকসংখ্যা অনেক বেশী থাকে এবং প্রাইমারী কয়েলের তার, সেকেন্ডারী কয়েলের তার আপেক্ষা অনেক মোটা থাকে। স্টেপ ডাউন ট্রান্সফরমারে এর ঠিক উল্টো ব্যবস্থা থাকে।

ট্রান্সফরমারের মূলনীতিঃ ধরি, ট্রান্সফরমারটির প্রাইমারী কয়েলে (মুখ্য কুন্ডলীতে) E_p পরিবর্তী তড়িৎ চালক শক্তি প্রয়োগ করায় সৃষ্ট তড়িৎ প্রবাহমাত্রা $= I_p$ । এই পরিবর্তী প্রবাহমাত্রা এর মজ্জায় চৌম্বক বলরেখা উৎপন্ন করবে। ফলে প্রাইমারী কুন্ডলীতেই আবিষ্ট বিপরীতমুখী তড়িচ্চালক বলের সৃষ্টি হবে, আদর্শ অবস্থায় প্রযুক্ত তড়িচ্চালক শক্তি $= E_p$ এর সমান হবে। যদি প্রাইমারী কয়েলে পাকসংখ্যা $= n_p$ হয় এবং প্রতিটি পাকের মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্স $= \phi$ হয়, তাহলে আমরা পাই,

$$E_p = -n_p \frac{d\phi}{dt} \dots\dots\dots(1)$$

এখন, চৌম্বক বলরেখার যদি কোন ক্ষরণ না ঘটে, সেক্ষেত্রে সেকেন্ডারী কয়েলের (গৌণ কুন্ডলীর) প্রতিটি পাকে সমান সংখ্যক চৌম্বক ফ্লাক্স সংযুক্ত হবে। ধরি, সেকেন্ডারী কয়েলে আবিষ্ট তড়িৎ চালক বল $= E_s$ এবং উহার পাকসংখ্যা $= n_s$ । তাহলে আমরা পাই,

$$E_s = -n_s \frac{d\phi}{dt} \dots\dots\dots(2)$$

সমীকরণ (২) ÷ (১) করিয়া

$$\frac{E_s}{E_p} = \frac{n_s}{n_p} \dots\dots\dots(3)$$

অর্থাৎ, আবিষ্ট তড়িৎ চালক শক্তি এবং প্রযুক্ত তড়িৎ চালক শক্তির অনুপাত, সেকেন্ডারী ও প্রাইমারী কয়েলের পাকসংখ্যার অনুপাতের সমান। একে পাক সংখ্যা অনুপাত বলে।

আবার, শক্তির নিত্যতা সূত্রানুসারে, প্রাইমারী (মুখ্য) কয়েলে প্রতি সেকেন্ডে ব্যয়িত তড়িৎ শক্তি এবং সেকেন্ডারী (গৌণ) কয়েলে প্রতি সেকেন্ডে ব্যয়িত তড়িৎ শক্তি পরস্পর সমান হবে। অর্থাৎ প্রাইমারী ও সেকেন্ডারী কয়েলের ওয়াটমাত্রা সমান হবে। অর্থাৎ

$P_p = P_s$	P_p = প্রাইমারী কয়েলের ওয়াটমাত্রা P_s = সেকেন্ডারী কয়েলের ওয়াটমাত্রা (৩) হতে
বা, $E_p I_p = E_s I_s$	
বা, $\frac{I_p}{I_s} = \frac{E_s}{E_p} = \frac{n_s}{n_p}$	
বা, $\frac{I_p}{I_s} = \frac{n_s}{n_p} \dots\dots\dots(4)$	

অর্থাৎ, কুন্ডলীদ্বয়ের তড়িৎ প্রবাহমাত্রা উহাদের পাকসংখ্যার ব্যস্তানুপাতিক সমীকরণ (৪) হতে দেখা যায় যে, বিভব বৃদ্ধি পেলে প্রবাহমাত্রা হ্রাস পায়।

প্রশ্ন ট্রান্সফরমারের দক্ষতা বলতে কি বুঝ?

উত্তরঃ ট্রান্সফরমারের দক্ষতা : কোন ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারী কয়েলের প্রাপ্ত বৈদ্যুতিক ক্ষমতা এবং প্রাইমারী কয়েলের প্রাপ্ত প্রযুক্ত বৈদ্যুতিক ক্ষমতার অনুপাতকে এর দক্ষতা বলে। একে সাধারণত শতকরা হিসেবে প্রকাশ করা হয়। অর্থাৎ

$\frac{\text{প্রাপ্ত বৈদ্যুতিক ক্ষমতা}}{\text{প্রযুক্ত বৈদ্যুতিক ক্ষমতা}}$	$\frac{\text{প্রযুক্ত ক্ষমতা} - \text{নষ্ট ক্ষমতা}}{\text{প্রযুক্ত ক্ষমতা}}$
--	--

$$\text{ট্রান্সফরমারের ক্ষমতা} = \quad \quad \quad \times 100\%$$

[বিঃদ্র: ট্রান্সফরমারের আরও একটি সম্পর্ক আছে। মুখ্য কুন্ডলীর পাক সংখ্যা $= n_p$ গৌণ কুন্ডলীর পাক সংখ্যা $= n_s$ এরং মুখ্য ও

$$\text{গৌণ কুন্ডলীর রোধ যথাক্রমে } r_p \text{ ও } r_s \text{ হলে, } \frac{n_s^2}{n_p^2} = \frac{r_s}{r_p}]$$

প্রশ্ন : পরিবর্তী প্রবাহ ও পরিবর্তী তড়িৎ চালক বল বলতে কি বুঝ? ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ আমরা জানি, সাধারণ তড়িৎ কোষ বা ব্যাটারী থেকে যে তড়িৎ প্রবাহ পাওয়া যায় তার অভিমুখ সর্বদা একই থাকে। এ ধরনের প্রবাহকে সমপ্রবাহ বা একমুখী প্রবাহ (Direct current) বল। কিন্তু কোন বর্তনীতে প্রবাহমাত্রা সর্বদা একই দিকে না হয়ে একটি নির্দিষ্ট সময় পরপর বিপরীতমুখী হয়, তাহলে এ ধরনের প্রবাহকে পরিবর্তী প্রবাহ (Alternating current) বা প্রত্যাবর্তী প্রবাহ বা সংক্ষেপে A.C বলে।

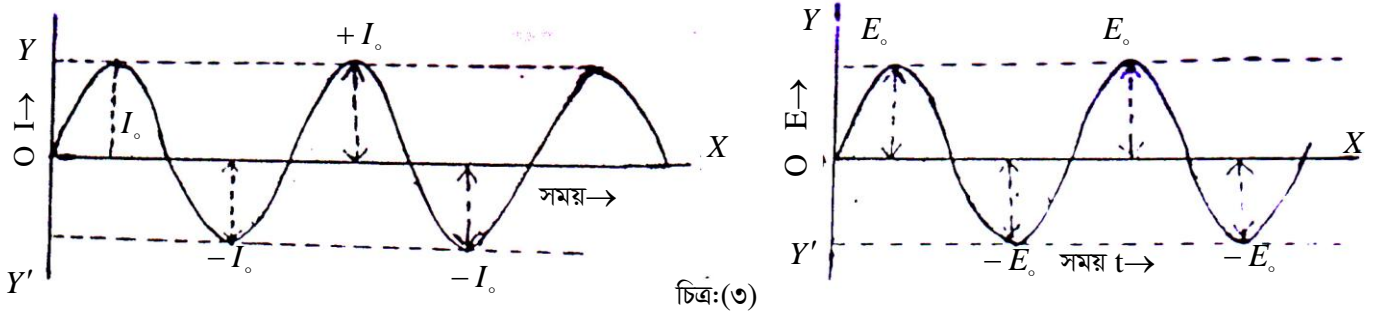
যে তড়িৎ বলের ক্রিয়ায় কোন বর্তনীতে পরিবর্তী প্রবাহের সৃষ্টি হয় সেই তড়িৎ চালক বলকে পরিবর্তী তড়িৎ চালক বল বলা হয়।

পরিবর্তী প্রবাহ ও পরিবর্তী তড়িৎচালক বলের মান একটি নির্দিষ্ট সময় পরপর সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন হয়। সর্বোচ্চ তড়িৎ প্রবাহকে $\pm I_0$ এবং সর্বোচ্চ পরিবর্তী তড়িৎচালক বলকে $\pm E_0$ দ্বারা প্রকাশ করা হয়। যে কোন মূহুর্তের পরিবর্তী প্রবাহ I এবং তড়িৎচালক বল E হলে, এদেরকে লেখা যায়,

$$I = I_0 \sin \omega t \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{এবং } E = E_0 \sin \omega t \dots \dots \dots (2)$$

এখানে $\omega =$ কৌণিক বেগ $= 2\pi n$ । যেখানে $n =$ কম্পাংক। ωt কে দশা বলা হয়। পরিবর্তী প্রবাহ ও তড়িৎচালক বলকে নিম্নের চিত্রের সাহায্যে দেখানো যায়।



প্রশ্ন : একমুখী (D.C) প্রবাহ ও পরিবর্তী (A.C) প্রবাহের মধ্যে পার্থক্য কর।

সমপ্রবাহ বা একমুখী প্রবাহ	পরিবর্তী প্রবাহ
১। সম প্রবাহের অভিমুখ সর্বদা স্থির থাকে	১। পরিবর্তী প্রবাহের অভিমুখ নির্দিষ্ট সময় পর পর বিপরীতমুখী হয়।
২। ইহার মান স্থির থাকতে পার আবার স্থির নাও থাকতে পারে।	২। ইহার মান নির্দিষ্ট সময় পরপর সর্বাধিক ও সর্বনিম্ন হয়।
৩। ইহা ও'মের সূত্র এবং কার্শফের সূত্র মেনে চলে	৩। ইহা ওমের ও কার্শফের সূত্র মেনে চলে না।

প্রশ্ন : পরিবর্তী প্রবাহ ও পরিবর্তী তড়িৎচালক শক্তির ক্ষেত্রে সংজ্ঞা লিখ:

(i) বিস্তার বা শীর্ষমান (ii) পরিবর্তন চক্র (iii) দোলনকাল এবং (iv) কম্পাঙ্ক

(i) বিস্তার বা শীর্ষমান (Amplitude): যে কোন অভিমুখে পরিবর্তী প্রবাহ বা পরিবর্তী তড়িৎচালক বলের সর্বোচ্চ মানকে ঐ প্রবাহ বা তড়িৎ চালক বলের বিস্তার বা শীর্ষমান বলে। আমরা জানি, $I = I_0 \sin \omega t$ এবং $E = E_0 \sin \omega t$

এই সমীকরণদ্বয়ে $\sin \omega t$ -এর মান সর্বোচ্চ হলে I ও E এর মানও সর্বোচ্চ হবে। $\sin \omega t$ এর সর্বোচ্চ মান $= 1$ । অতএব, $I_{\max} = I_0$ এবং $E_{\max} = E_0$ । অর্থাৎ পরিবর্তী প্রবাহের বিস্তার $= I_0$ এবং পরিবর্তী তড়িৎচালক বলের বিস্তার $= E_0$ ।

(ii) পরিবর্তন চক্র (Cycle of variation): পরিবর্তী তড়িৎ প্রবাহ বা তড়িৎচালক বলের মান শূন্য হতে বৃদ্ধি পেয়ে শীর্ষমান এরপর হ্রাসপ্রাপ্ত হয়ে শূন্যমানে এসে বিপরীত অভিমুখে পুনরায় বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হয়ে শীর্ষমানে যেয়ে আবার হ্রাস পেয়ে শূন্যমানে উপনীত হওয়াকে পরিবর্তন চক্র বলে। চিত্র-(৩)।

(iii) দোলনকাল (Time-period): পরিবর্তী তড়িৎ প্রবাহ বা তড়িৎচালক বলের একটি পরিবর্তন চক্র সম্পন্ন করতে যে সময় লাগে তাকে দোলনকাল বা পর্যায়কাল বলে। একে T দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

(iv) কম্পাঙ্ক বা কম্পনি (Frequency): পরিবর্তী প্রবাহ বা তড়িৎচালক বলের এক সেকেন্ড যতটি পরিবর্তন চক্র সম্পন্ন হয় তাকে কম্পাঙ্ক বা কম্পনি বলে। একে n বা f দ্বারা প্রকাশ করা হয়। পরিবর্তী প্রবাহ বা তড়িৎচালক বলের কৌণিক কম্পাঙ্ক

$$= \omega, \text{ আমরা পাই, } \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi n \text{ বা } 2\pi f \text{।}$$

প্রশ্ন : দেখাও যে, পরিবর্তী প্রবাহের গড়মান উহার শীর্ষমানের 0.637 গুণ।

অথবা : কোন পরিবর্তী প্রবাহের ক্ষেত্রে দেখাও যে, $\bar{I} = 0.637 I_0$ ।

আখরঃ দেখাও যে, পরিবর্তী প্রবাহের অর্ধচক্রের গড়মান উহার শীর্ষমানের 63.7%

উত্তরঃ পরিবর্তী তড়িৎ প্রবাহের যে কোন মূহুর্তের মান, $I = I_0 \sin \omega t$ । এই দিক পরিবর্তী তড়িৎ প্রবাহের প্রত্যেকটি পূর্ণ চক্রকে দুটি সমান ও বিপরীতমুখী অর্ধচক্রে বিভক্ত করা যায়। অতএব একটি পূর্ণচক্রের গড়মান শূন্য হয়। সুতরাং পরিবর্তী

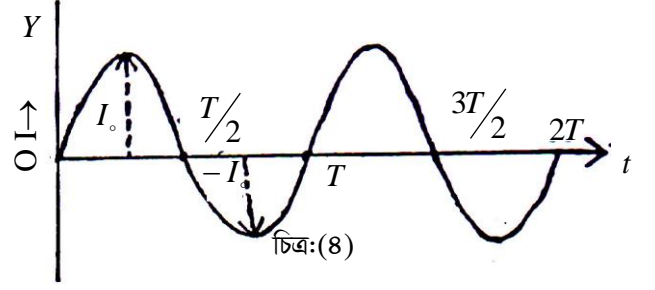
প্রবাহের গড়মান বলতে অর্ধচক্রের (বা অর্ধপর্যায়কালের) গড়মানকে বুঝায়। এই গড় মানকে \bar{I} দ্বারা প্রকাশ করা হয়। অতএব,

$$\bar{I} = \frac{\int_0^{T/2} I dt}{T/2} = \frac{\int_0^{T/2} I_0 \sin \omega t dt}{T/2} \text{ বা, } \bar{I} = \frac{2I_0}{T} \int_0^{T/2} \sin \omega t dt$$

$$\text{বা, } \bar{I} = \frac{2I_0}{T} \left[-\frac{\cos \omega t}{\omega} \right]_0^{T/2}$$

$$\text{বা, } \bar{I} = -\frac{2I_0}{T\omega} \left[\cos \omega \frac{T}{2} - \cos 0 \right]$$

$$\text{আমরা জানি, } \omega = \frac{2\pi}{T} \therefore \bar{I} = -\frac{2I_0}{T \cdot \frac{2\pi}{T}} \left[\cos \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{2} - 1 \right] = -\frac{I_0}{\pi} [\cos \pi - 1] = -\frac{I_0}{\pi} [-1 - 1] = \frac{2I_0}{\pi} = 0.637I_0 = 63.7\% I_0$$



অতএব, পরিবর্তী প্রবাহের গড়মান উহার শীর্ষমানের 0.637 গুন। (প্রমাণিত)

প্রশ্ন : দেখাও যে, পরিবর্তী তড়িৎচালক শক্তির অর্ধচক্রের গড়মান উহার শীর্ষমানের 63.7%।

অথবা: পরিবর্তী তড়িৎ চালক বলের ক্ষেত্রে দেখাও যে, $\bar{E} = 0.637E_0$ ।

উত্তর: আমরা জানি, পরিবর্তী তড়িৎচালক বলের যে কোন মুহূর্তের মান, $E = E_0 \sin \omega t$ । এই দিক পরিবর্তী তড়িৎ চালক বলের প্রত্যেকটি পূর্ণ চক্রকে দুটি সমান ও বিপরীতমুখী অর্ধ চক্রে বিভক্ত করা যায়। অতএব একটি পূর্ণ চক্রের গড়মান শূন্য হয়। সুতরাং পরিবর্তী তড়িৎ চালক বলের গড়মান বলতে অর্ধচক্রের (বা অর্ধপর্যায়কালের) গড়মানকে বুঝায়। এই গড় মানকে \bar{E} দ্বারা

$$\text{প্রকাশ করা হয়। অতএব, } \bar{E} = \frac{\int_0^{T/2} E dt}{T/2} = \frac{\int_0^{T/2} E_0 \sin \omega t dt}{T/2} \text{ বা, } \bar{E} = \frac{2E_0}{T} \int_0^{T/2} \sin \omega t dt \quad [\text{এরপর পূর্বের প্রশ্নের অনুরূপ}]$$

প্রশ্ন : পরিবর্তী তড়িৎ চালক বলের গড় বর্গের বর্গমূল মান কি? এর রাশিমালা বাহির কর।

অথবা: দেখাও যে, দিক পরিবর্তী তড়িৎ চালক শক্তির গড় বর্গের বর্গমূল মান উহার শীর্ষ মানের $\frac{1}{\sqrt{2}}$ গুন বা 0.707 গুন (বাসীর্ষ

মানের 70.7%) অথবা: দেখাও যে, $E_{rms} = \frac{E_0}{\sqrt{2}}$, যেখানে প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থে ব্যবহৃত।

উত্তর: পরিবর্তী তড়িৎ চালক বলের (বা শক্তির) যে কোন মুহূর্তের মানকে লেখা যায়, $E = E_0 \sin \omega t$ । এই দিক পরিবর্তী তড়িৎ চালক বলের প্রত্যেকটি পূর্ণ চক্রকে দুটি সমান ও বিপরীতমুখী অর্ধচক্রে বিভক্ত করা যায়। অতএব, একটি পূর্ণ চক্রের গড়মান শূন্য পাওয়া যায়। কিন্তু পরিবর্তী তড়িৎ চালক বলের বর্গ E^2 সর্বদা ধনাত্মক হবে। অতএব, পূর্ণচক্রের গড় নির্ণয় না করে বর্গের গড় মান বের করা হয়। একে পরিবর্তী তড়িৎ চালক শক্তির গড় বর্গ মান বলা হয়। এই গড় বর্গ মানের বর্গমূলকে গড় বর্গের বর্গমূল মান (Root mean square value) বলে। একে সংক্ষেপে E_{rms} দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

পরিবর্তী তড়িৎ চালক বলের গড় বর্গের বর্গমূল মানের রাশিমালা: প্রথমে আমরা পরিবর্তী তড়িৎ চালক বলের গড় বর্গমান নির্ণয় করব। ধরি পর্যায়কাল = T ।

$$\bar{E}^2 = \frac{\int_0^T E^2 dt}{T} = \frac{\int_0^T E_0^2 \sin^2 \omega t dt}{T} = \frac{E_0^2}{2T} \int_0^T 2 \sin^2 \omega t dt \text{ বা, } \bar{E}^2 = \frac{E_0^2}{2T} \int_0^T (1 - \cos 2\omega t) dt = \frac{E_0^2}{2T} \int_0^T (dt - \cos 2\omega t dt)$$

$$\text{বা, } \bar{E}^2 = \frac{E_0^2}{2T} \left[t - \frac{\sin 2\omega t}{2\omega} \right]_0^T = \frac{E_0^2}{2T} \left[T - \frac{\sin 2\omega T}{2\omega} \right] \text{ বা, } \bar{E}^2 = \frac{E_0^2}{2T} \left[T - \frac{\sin 4\pi}{4\pi/T} \right] \quad \begin{matrix} 2 \sin \omega t = 1 - \cos 2\omega t \\ \text{আবার, } \omega = \frac{2\pi}{T} \end{matrix}$$

$$\text{কিন্তু } \sin 4\pi = 0 \quad \text{বা, } \therefore \bar{E}^2 = \frac{E_0^2}{2T} [T - 0] = \frac{E_0^2}{2} \dots\dots\dots(1)$$

সমীকরণ (1) পরিবর্তী তড়িৎ চালক বলের গড় বর্গ নির্দেশ করে। অতএব পরিবর্তী তড়িৎ চালক বলের গড় বর্গমূল,

$$E_{rms} = \sqrt{\bar{E}^2} = \sqrt{\frac{E_0^2}{2}} \quad \text{অর্থাৎ } E_{rms} = \frac{E_0}{\sqrt{2}} = 0.707E_0 \quad (\text{প্রমাণিত}) \quad [\text{শতকরায় থাকিলে, } E_{rms} = 0.707E_0 \times 100\% = E_0 \text{ এর } 70.7\%]$$

প্রশ্ন : দেখাও যে, দিক পরিবর্তী প্রবাহের গড় বর্গের বর্গমূল মান এর শীর্ষমানের $\frac{1}{\sqrt{2}}$ গুন বা 0.707 গুন। অথবা-দেখাও যে, $I_{rms} = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = 0.707I_0$ ।

উত্তর: পরিবর্তী তড়িৎ প্রবাহের যে কোন মুহূর্তের মানকে লেখা যায়, $I = I_0 \sin \omega t$ এই দিক পরিবর্তী প্রবাহের প্রত্যেকটি পূর্ণ চক্রকে দুটি সমান ও বিপরীতমুখী অর্ধচক্রে বিভক্ত করা যায়। অতএব একটি পূর্ণ চক্রের গড়মান শূন্য পাওয়া যায়। কিন্তু পরিবর্তী প্রবাহের বর্গ I^2 সর্বদা ধনাত্মক হবে। অতএব, পূর্ণচক্রের গড় নির্ণয় না করে বর্গের গড়মান বের করা হয়। একে পরিবর্তী প্রবাহের গড় বর্গমান বলা হয়। এই গড় বর্গমানের বর্গমূলকে গড় বর্গবেগের বর্গমূল মান বলা হয়। একে সংক্ষেপে I_{rms} দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

I_{rms} এর রাশিমালা: প্রথমে আমরা পরিবর্তী প্রবাহের গড় বর্গমান নির্ণয় করব। ধরি পর্যায়কাল = T । তাহলে আমরা পাই,

$$\bar{I}^2 = \frac{\int_0^T I^2 dt}{T} = \frac{\int_0^T I_0^2 \sin^2 \omega t dt}{T} = \frac{I_0^2}{2T} \int_0^T 2 \sin^2 \omega t dt \quad [\text{এখন পূর্বের প্রশ্নের অনুরূপ}]$$

তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশ ও দিক পরিবর্তী প্রবাহ

“গাণিতিক সমস্যাবলী”

সমস্যা (১) : 600 পাকের একটি কুন্ডলীর মধ্যদিয়ে 3A বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে $1.5 \times 10^{-4} \text{ wb}$ চৌম্বক ফ্লাক্স আবিষ্ট হয়। যদি তড়িৎ প্রবাহের মান 0.06S এ শূন্যে নিয়ে আসা হয় তাহলে কুন্ডলীতে গড় আবিষ্ট তড়িৎচালক শক্তি কত? উ: 1.5Volt।

[সংকেত: এখানে পাক সংখ্যা, $N = 600$, তড়িৎ ফ্লাক্সের পরিবর্তন $d\phi = (1.5 \times 10^{-4} - 0) \text{ wb} = 1.5 \times 10^{-4} \text{ wb}$ সময়ের পরিবর্তন $dt = 0.06 \text{ S}$, আবিষ্ট তড়িৎচালক শক্তি $E = ?$ এরপর $E = N \frac{d\phi}{dt}$ সূত্র ব্যবহার কর]

সমস্যা (২) : 75 পাকের একটি কুন্ডলীকে দুটি চৌম্বক মেরুর মাঝে একস্থান হতে অন্য স্থানে 0.2S এ নিয়ে যাওয়া হলো। কুন্ডলী দ্বারা প্রথম স্থানে চৌম্বক ফ্লাক্স $5.6 \times 10^{-3} \text{ wb}$ ও দ্বিতীয় স্থানে, চৌম্বক ফ্লাক্স $0.6 \times 10^{-3} \text{ wb}$ হলে কুন্ডলীতে সৃষ্ট আবিষ্ট তড়িৎ চালক শক্তি নির্ণয় কর। উ: 1.875V।

[সংকেত: $N = 75$, $dt = 0.2 \text{ S}$, $d\phi = (5.6 \times 10^{-3} - 0.6 \times 10^{-3}) \text{ wb} = 5 \times 10^{-3} \text{ wb}$, $E = ?$ এখন, $E = N \frac{d\phi}{dt}$ সূত্র ব্যবহার কর]

সমস্যা (৩) : 200 পাক বিশিষ্ট একটি কুন্ডলীর নিকটে একটি দণ্ড চুম্বককে এক সেকেন্ডে কুন্ডলীর কেন্দ্র বরাবর সোজাসুজি এক স্থান হতে অন্য স্থানে নিলে চৌম্বক বলরেখার বা ফ্লাক্সের পরিবর্তন লক্ষ্য করা যায় $10 \times 10^{-6} \text{ wb}$ । কুন্ডলীতে কি পরিমাণ তড়িৎ চালক বল আবিষ্ট হবে? উ: $2 \times 10^{-3} \text{ Volt}$ ।

সমস্যা (৪) : একটি কুন্ডলীর পাক সংখ্যা 100। একে একটি চুম্বকের নিকট হতে 0.04S-এ সরিয়ে প্রতিটি পাকের চৌম্বক ফ্লাক্স $30 \times 10^{-5} \text{ wb}$ হতে $2 \times 10^{-5} \text{ wb}$ -এ পরিনত হয়। কুন্ডলীতে আবিষ্ট তড়িৎচালক শক্তি নির্ণয় কর। উ: 0.7 volt.

[সংকেত: $N = 100$, $dt = 0.04 \text{ s}$, $d\phi = (30 \times 10^{-5} - 2 \times 10^{-5}) \text{ wb} = 28 \times 10^{-5} \text{ wb}$, $E = N \frac{d\phi}{dt}$]

সমস্যা (৫) : একটি কুন্ডলীতে 1.015s সময়ে তড়িৎ প্রবাহ 0.1A থেকে 0.5A তে পরিবর্তিত হওয়ার দরুন ঐ কুন্ডলীতে 10V. তড়িৎচালক শক্তি আবিষ্ট হয়। কুন্ডলীটির স্বকীয় আবেশ গুনাংক (বা স্বকীয় আবেশাংক) নির্ণয় কর।

ধরি, কুন্ডলীতে আবিষ্ট চৌম্বক ফ্লাক্স $= \phi$

আমরা জানি, $E = \frac{d\phi}{dt} = \frac{d}{dt}(LI) = L \frac{dI}{dt}$

$$\therefore L = E \frac{dt}{dI} = 10 \times \frac{1.015}{0.4}$$

বা, $L = 25.375 \text{ henry (Ans)}$

এখানে, $dt = 1.015 \text{ S}$

তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন,

$$dI = (0.5 - 0.1) \text{ A} = 0.4 \text{ A}$$

$$E = 10 \text{ V}$$

স্বকীয় আবেশাংক, $L = ?$

সমস্যা (৬) : একটি আবেশকের স্বকীয় আবেশ গুনাংক 10H.। মধ্যদিয়ে $6.0 \times 10^{-2} \text{ S}$ এ তড়িৎ প্রবাহমাত্রা 10A থেকে 7A এ নেমে আসলে আবিষ্ট তড়িৎ চালক শক্তির মান নির্ণয় কর। উ: 500 volt.

[সংকেত: সমস্যা (৫) এর অনুরূপ]

সমস্যা (৭) : একটি আবেশকের স্বকীয় আবেশ গুনাংক 10H.। কিছু সময় ব্যবধানে তড়িৎ প্রবাহমাত্রা 10A থেকে 7A এ নেমে আসলে আবিষ্ট তড়িৎ চালক শক্তির মান 500V হয়। সময়ের ব্যবধান নির্ণয় কর। উ: 0.06S

সমস্যা (৮) : 10henry স্বাবেশ গুনাংক বিশিষ্ট একটি আবেশকের মধ্যে 2amp স্থির তড়িৎ প্রবাহ চালু আছে। আবেশকটিতে 100V আবিষ্ট তড়িৎ চালক বল কিভাবে উৎপন্ন করা যায়? উ: 10 ampS^{-1} হারে তড়িৎ প্রবাহ হ্রাস/বৃদ্ধি করতে হবে।

[সংকেত: $L = 10 \text{ henry}$, $E = 100 \text{ v}$, $\frac{dI}{dt} = ?$ $E = L \frac{dI}{dt}$ সূত্র ব্যবহার কর]

সমস্যা (৯) : 100 পাক বিশিষ্ট একটি কুন্ডলীতে 4A বিদ্যুৎ প্রবাহ চালালে 0.02 wb চৌম্বক ফ্লাক্স উৎপন্ন হয়। কুন্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুনাংক নির্ণয় কর।

আমরা জানি, $N\phi = LI$

$$\text{বা, } L = \frac{N\phi}{I} = \frac{100 \times 0.02}{4}$$

$$\therefore L = 0.5 \text{ henry (Ans)}$$

এখানে, $N = 100$

$$I = 4 \text{ A.}$$

$$\phi = 0.02 \text{ wb.}$$

$$L = ?$$

সমস্যা (১০) : কোন মুখ্য কুন্ডলীতে 0.05S এ তড়িৎ প্রবাহমাত্রা 6A হতে 1A তে আনলে গৌণ কুন্ডলীতে 5V তড়িৎচালক শক্তি আবিষ্ট হয়। কুন্ডলীদ্বয়ের পারস্পরিক আবেশ গুনাংক কত? উ: 0.05H

[সংকেত: $E = \frac{d\phi}{dt}$ বা, $E = \frac{d}{dt}(MI)$ বা, $E = M \frac{dI}{dt} \therefore M = E \frac{dt}{dI}$]

সমস্যা (১১) : পরস্পরের কাছাকাছি দুটি কুন্ডলী A ও B এর পাক সংখ্যা যথাক্রমে 200 ও 1000। কুন্ডলী A দিয়ে 2A তড়িৎ প্রবাহে A কুন্ডলীতে $2.4 \times 10^{-4} \text{ wb}$ এবং B কুন্ডলীতে $1.6 \times 10^{-4} \text{ wb}$ চৌম্বক ফ্লাক্স উৎপন্ন হয়। (i) A কুন্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুনাংক এবং সংশ্লিষ্ট শক্তি (ii) B কুন্ডলীর পারস্পরিক আবেশ গুনাংক এবং

(iii) A কুন্ডলীতে প্রবাহমাত্রা 0.4S এ থেমে গেলে B কুন্ডলীতে আবিষ্ট তড়িৎ চালক শক্তি নির্ণয় কর। উ:

(i) 0.024H ও 0.048J (ii) 0.08H (iii) 0.04Volt

[সংকেত: (i) $N_A \phi_A = LI$ এবং $E = \frac{1}{2} LI^2$ (ii) $N_B \phi_B = MI$ (iii) $E = M \frac{dI}{dt}$ ব্যবহার কর]

সমস্যা (১২) : ঘনিষ্ঠভাবে জড়ানো 400 পাক বিশিষ্ট একটি কুন্ডলীর স্বাবেশ $8mH$ কুন্ডলীটিতে $5mA$ প্রবাহমাত্রা চালনা করলে উহার মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাক্সের মান কত? উ: $10^{-7} wb$ ।

সমস্যা (১৩) : একটি ট্রান্সফরমারের মুখ্য কুন্ডলীর পাক সংখ্যা 50, বিভব 200V। এর গৌণ কুন্ডলীর পাক সংখ্যা 100 হলে ভোল্টেজ কত? উ: 400V

[সংকেত: $n_p = 50, E_p = 200V, n_s = 100, E_s = ? \frac{E_s}{E_p} = \frac{n_s}{n_p}$ সূত্র ব্যবহার কর]

সমস্যা (১৪) : একটি ট্রান্সফরমারের মুখ্য ও গৌণ কুন্ডলীর পাক সংখ্যার অনুপাত 1:25। মুখ্য কুন্ডলীতে 2A তড়িৎ প্রবাহিত হলে গৌণ কুন্ডলীতে কত তড়িৎ প্রবাহিত হবে? উ: 0.08A

[সংকেত: $n_p : n_s = 1 : 25 \therefore \frac{n_p}{n_s} = \frac{1}{25}, I_p = 2A, I_s = ?, \frac{n_p}{n_s} = \frac{I_s}{I_p}$ ব্যবহার কর]

সমস্যা (১৫) : একটি আরোহী ট্রান্সফরমার এ 220V সরবরাহ করে 2A প্রবাহ পাওয়া যায়। এর মুখ্য ও গৌণ কুন্ডলীর পাক সংখ্যার অনুপাত 1:25। গৌণ কুন্ডলীতে প্রাপ্ত ভোল্ট, মুখ্য কুন্ডলীর তড়িৎ প্রবাহমাত্রা এবং ট্রান্স ফরমারের বহিঃ ক্ষমতা নির্ণয় কর। উ: $E_s = 5500V, I_p = 50A$ এবং বহিঃ ক্ষমতা, $P_s = 11000watt$

[সংকেত: $E_p = 220V, I_p = 2A, n_p : n_s = 1 : 25 \therefore \frac{n_p}{n_s} = \frac{1}{25}; E_s ? I_p = ? P_s = ? \frac{E_s}{E_p} = \frac{n_s}{n_p} =; \frac{n_s}{n_p} = \frac{I_p}{I_s}; P_s = E_s I_s$ সূত্রগুলো ব্যবহার কর]

সমস্যা (১৬) : একটি ট্রান্সফরমারের মুখ্য কুন্ডলীর ভোল্টেজ 10V এবং তড়িৎ প্রবাহ 4amp, গৌণকুন্ডলীর ভোল্টেজ 20V হলে এতে তড়িৎ প্রবাহ কত হবে? উ: $I_s = 2amp$ ।

সমস্যা (১৭) : একটি দিক পরিবর্তী প্রবাহকে $I = 50 \sin 400\pi t$ এই সমীকরণ দ্বারা প্রকাশ করা যায়। প্রবাহের কম্পাঙ্ক ও শীর্ষমান কত? প্রবাহের গড় বর্গের বর্গমূল মান কত? উ: শীর্ষমান $I_o = 50amp$, কম্পাঙ্ক $n = 200Hz, I_{rms} = 35.36A$ ।

[সংকেত প্রদত্ত সমীকরণ $I = 50 \sin 400\pi t \dots (1)$ প্রমাণ সমীকরণ $I = I_o \sin \omega t = I_o \sin 2\pi n t \dots (2)$ সমীকরণ (1) ও (2)

তুলনা কর। এরপর প্রবাহের গড় বর্গের বর্গমূল মান $I_{rms} = \frac{I_o}{\sqrt{2}}$]

সমস্যা (১৮) : কোন পর্যাবৃত্ত প্রবাহের শীর্ষমান 7A এবং শীর্ষ তড়িৎচালক শক্তি 440Volt হলে এর কার্যকর প্রবাহমাত্রা ও কার্যকর তড়িৎ চালক শক্তি কত? উ: $I_{rms} = 4.95A, E_{rms} = 312.05Volt$ ।

সমস্যা (১৯) : একটি এ.সি উৎসের বিস্তার 160V. এবং কম্পাঙ্ক $60H_3$ । এর উৎসের সাথে 20Ω রোধ যুক্ত করা হলে, কার্যকর ভোল্টেজ, কার্যকর প্রবাহমাত্রা এবং উত্তাপ জনিত শক্তিক্ষয় নির্ণয় কর।

উ: $E_{rms} = 113.47V, I_{rms} = 5.67Amp$. উত্তাপজনিত শক্তিক্ষয় $= 643JS^{-1}$

[সংকেত: $I_o = \frac{E_o}{R}, I_{rms} = \frac{I_o}{\sqrt{2}}$ এবং উত্তাপ জনিত ক্ষয়ের হার $P = I_{rms}^2 R$]

সমস্যা (২০) : কোন পরিবর্তী প্রবাহের সর্বোচ্চ প্রবাহমাত্রা 20A এবং কম্পাঙ্ক $50Hz$ । প্রবাহমাত্রা ধনাত্মক হবার মূহূর্ত হতে $\frac{1}{300} S$ পর কত হবে? প্রবাহমাত্রা শূন্য হতে শীর্ষমানে পৌছাতে কত সময় লাগবে?

[সংকেত: $I = I_o \sin \omega t = I_o \sin 2\pi n t = 20 \sin(2 \times 180^\circ \times 50 \times \frac{1}{300}) = 20 \times 0.86666 = 17.333A. (Ans)$

প্রবাহমাত্রা শূন্য হতে শীর্ষমানে পৌছাতে সময়, $t' = \frac{T}{4} = \frac{1}{4n} = \frac{1}{4 \times 50} = 0.005S (Ans)]$