



তড়িৎ চৌম্বক আবেশ (Electromagnetic Induction)

ভূমিকা

বিজ্ঞানী হ্যাস ক্রিস্টিয়ান ওয়েরস্টেড সর্বপ্রথম লক্ষ্য করেন যে, কোন পরিবাহীর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের সময় পরিবাহীর চারিদিকে চুম্বক ক্ষেত্রের উদ্ভব হয়। তিনি দেখান যে, তড়িৎ প্রবাহ দ্বারা চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি করা সম্ভব। এরপর বিজ্ঞানীরা চৌম্বক ক্ষেত্র থেকে তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টির দিকে মনোযোগ দেন। এদের মধ্যে মাইকেল ফ্যারাডে, বিজ্ঞানী লেনজ এবং বিজ্ঞানী জোসেফ হেনরি উল্লেখযোগ্য। বিজ্ঞানী মাইকেল ফ্যারাডে পরীক্ষালব্ধ ফলাফল থেকে প্রকাশ করেন যে, চৌম্বক ক্ষেত্র দ্বারা তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি করা সম্ভব। এটিই তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ। এই আবিষ্কারের ফলে তড়িৎ বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে নতুন ধারা উন্মোচিত হয়। বৈদ্যুতিক মোটর, জেনারেটর ও ট্রান্সফরমারের মূলনীতি এই আবিষ্কারের ফসল।



তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ



উদ্দেশ্য

এই পাঠ শেষে আপনি-

- তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশের সংজ্ঞা লিখতে পারবেন।
- তড়িৎ চৌম্বক আবেশজনিত তড়িৎ চালক বল প্রবাহচিত্র সহকারে ব্যাখ্যা করতে পারবেন।

৬.১.১ তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ

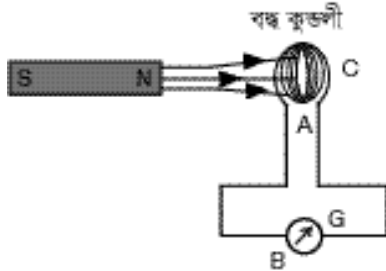
একটি গতিশীল চুম্বক বা তড়িৎ কুন্ডলীর প্রভাবে কোন বদ্ধ তার কুন্ডলীতে ক্ষণস্থায়ী তড়িৎ চালক বল এবং তড়িৎ প্রবাহ উৎপন্ন হওয়ার প্রক্রিয়াকে তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ বলে।

যদি চুম্বক কিংবা তড়িৎ বাহী কুন্ডলী এবং বদ্ধকুন্ডলী স্থির থাকে তবে বদ্ধ কুন্ডলীতে বিদ্যুচ্চালক বল বা তড়িৎ প্রবাহের উদ্ভব হবে না। কিন্তু যখন কোন বৈদ্যুতিক বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ শুরু হয় বা বন্ধ হয়। তখন এর আশেপাশে কোন বদ্ধ কুন্ডলী থাকলে তাতেও ক্ষণস্থায়ী তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি হয়।

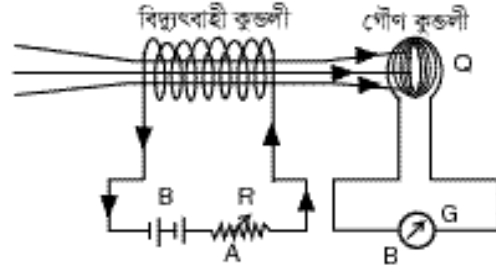
কোন চুম্বক বা তড়িৎবাহী কুন্ডলী এবং একটি বদ্ধ তার কুন্ডলীর আপেক্ষিক গতির ফলে বদ্ধ কুন্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি হয়।

কোন বদ্ধ কুন্ডলীতে তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশের ফলে সৃষ্ট ক্ষণস্থায়ী বিদ্যুচ্চালক বলকে অধিষ্ট তড়িৎচালক বল এবং প্রবাহকে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহ বলা হয়।

যে কুন্ডলীর প্রভাবে আবিষ্ট তড়িৎ চালক বল উৎপন্ন হয় তাকে মূখ্য কুন্ডলী এবং যে কুন্ডলীতে আবিষ্ট তড়িৎ চালক বল উৎপন্ন হয় তাকে গৌণ কুন্ডলী বলে।



চিত্র : ৬.১ক



চিত্র : ৬.১খ

৬.১.২ তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশের জন্য ফ্যারাডের পরীক্ষা :

আবিষ্ট বল এবং তড়িৎ প্রবাহ প্রদর্শনের জন্য ফ্যারাডের দুটি পরীক্ষা পরবর্তী অনুচ্ছেদে বর্ণিত হল।

চুম্বক দ্বারা তড়িৎ প্রবাহের উৎপত্তি :

ধরি A একটি বদ্ধ কুন্ডলী এবং NS একটি দণ্ড চুম্বক। A বদ্ধ কুন্ডলীর সাথে একটি গ্যালভানোমিটার, G যুক্ত আছে যা তড়িৎ প্রবাহের অস্তিত্ব প্রদর্শন করে (চিত্র-৬.১ ক)। এবার চুম্বকের উত্তর মেরুকে বদ্ধ কুন্ডলীর মধ্যে প্রবেশ করাতে থাকলে দেখা যাবে গ্যালভানোমিটারের কাঁটা বিক্ষিপ্ত হচ্ছে অর্থাৎ কুন্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ উৎপন্ন হচ্ছে।

চুম্বকটিকে স্থির রাখলে গ্যালভানোমিটারের কাঁটার কোন বিক্ষেপ থাকে না। অর্থাৎ কোন তড়িৎ প্রবাহিত হয় না।

এবার চুম্বকটিকে ধীরে ধীরে বাহিরের দিকে নিয়ে আসতে থাকলে দেখা যাবে গ্যালভানোমিটারের কাঁটা পূর্বের তুলনায় উল্টাদিকে বিক্ষিপ্ত হচ্ছে।

চুম্বকটিকে দ্রুত ভিতরে এবং বাহিরে আনানোয়া করলে বিদ্যুৎ প্রবাহ তীব্রতর হয়।

চুম্বকের উত্তর মেরুর পরিবর্তে দক্ষিন মেরু দ্বারা উপরোক্ত পরীক্ষাসমূহ পুনরাবৃত্তি করলে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের দিক প্রত্যেক ক্ষেত্রে বিপরীত হবে।

চুম্বক শক্তিশালী হলে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের মান বৃদ্ধি পায়।

তড়িৎ প্রবাহ দ্বারা আবিষ্ট তড়িৎ চালক বলের উৎপত্তি

ধরি P একটি তড়িৎবাহী মুখ্য কুন্ডলী এবং Q গ্যালভানোমিটার যুক্ত একটি গৌন তার কুন্ডলী। P কুন্ডলীর সাথে একটি বিদ্যুৎ কোষ A, পরিবর্তনশীল রোধ Ru এবং চাবি K সংযুক্ত আছে। [চিত্র ৬.১খ] এখন চাবি লাগিয়ে মুখ্য কুন্ডলীতে বিদ্যুৎ প্রবাহ শুরু করলে গৌন কুন্ডলীর সাথে যুক্ত গ্যালভানোমিটারে স্বল্প সময়ের জন্য বিক্ষেপ দেখা যায়। আবার চাবি খুলে মুখ্য কুন্ডলীর তড়িৎ প্রবাহ বন্ধ করলেও গ্যালভানোমিটারে বিক্ষেপ দেখা যায়। তবে এবারে বিক্ষেপ প্রথম বারের বিপরীত দিকে ঘটে। আবার তড়িৎ প্রবাহ চালু রেখে মুখ্য কুন্ডলীকে ধীরে ধীরে গৌন কুন্ডলীর মধ্যে প্রবেশ করালে গৌন কুন্ডলীর গ্যালভানোমিটারের কাঁটা বিক্ষিপ্ত হয় এবং মুখ্য কুন্ডলীকে স্থির রাখলে গ্যালভানোমিটারের কাঁটা শূন্য অবস্থানে ফিরে আসে। এবার মুখ্য কুন্ডলীকে গৌন কুন্ডলী হতে বাহিরের দিকে নিয়ে গেলে গ্যালভানোমিটার বিপরীত দিকে বিক্ষিপ্ত হয়। অর্থাৎ দুটি কুন্ডলীর মধ্যে আপেক্ষিক গতি থাকলে তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি হয়।

চৌম্বক ক্ষেত্র ও চৌম্বক ফ্লাক্স

আমরা জানি কোন চুম্বক তার চারপাশে চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি করে। একইভাবে কোন পরিবাহীর মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে তার চারপাশেও চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি হয়। এ সম্পর্কে অনুচ্ছেদ ৪.১, ৪.২ ও ৪.৩ এ বিস্তারিত আলোচনা রয়েছে। এই অনুচ্ছেদে আমরা চৌম্বক ফ্লাক্স সম্পর্কে জানব।

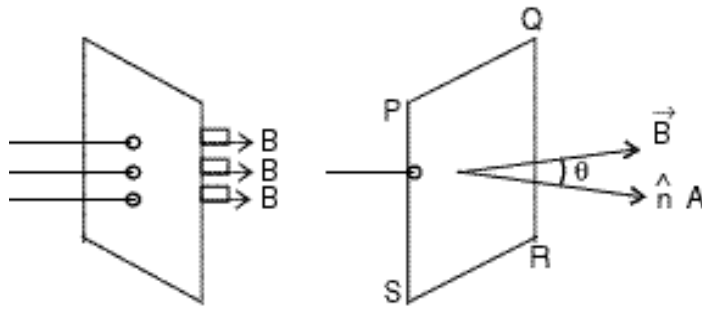
কোন তলের ক্ষেত্রফল এবং ঐ তলের ক্ষেত্রফলের লম্ব বরাবর চৌম্বক ক্ষেত্রের উপাংশের গুণফলকে ঐ তলের ভিতর দিয়ে প্রবাহিত চৌম্বক ফ্লাক্স বলে।

কোন তলের ক্ষেত্রফল A এবং ক্ষেত্রফলের সাথে লম্ব বরাবর চৌম্বক ক্ষেত্র B হলে (চিত্র ৬.২ক), চৌম্বক ফ্লাক্স $\phi = AB$ ।

আবার চৌম্বক ক্ষেত্র B তলের লম্ব বরাবর ক্রিয়া না করে লম্বের সাথে θ কোণে ক্রিয়া করলে লম্ব বরাবর এর উপাংশ হবে $B \cos \theta$ (চিত্র ৬.২ খ)। সুতরাং চৌম্বক ফ্লাক্সের মান, $\phi = AB \cos \theta$ ।

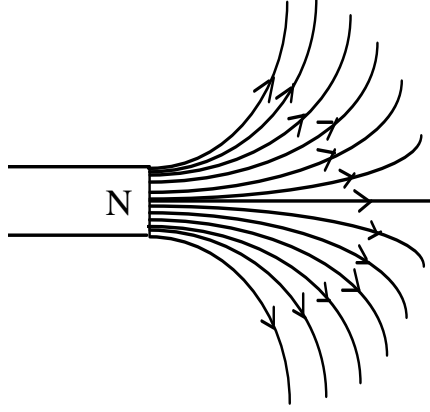
চৌম্বক ক্ষেত্র একটি ভেক্টর। আবার কোন তলের ক্ষেত্রফলকে ভেক্টর হিসাবে গণ্য করা হয় যার দিক ক্ষেত্রফলের সাথে লম্ব বরাবর বাহিরের দিকে। এই ভেক্টরদ্বয়ের মান যথাক্রমে হলে চৌম্বক ফ্লাক্স $\phi = A \cdot B$ ।

উপরের সমীকরণটি থেকে দেখা যায় চৌম্বক ফ্লাক্স একটি স্কেলার রাশি। চৌম্বক ফ্লাক্স এককের নাম ওয়েবার। অনুচ্ছেদ ৪.২ ও ৪.২ এর আলোচনা থেকে দেখা যায়, চৌম্বক ক্ষেত্র B কে চৌম্বক ক্ষেত্র রেখা দ্বারা নির্দেশ করা যায়। যেখানে চৌম্বক ক্ষেত্রপ্রাবল্য অধিক সেখানে চৌম্বক বলরেখাগুলো ঘন সন্নিবিষ্ট বলে ধরা হয় (চিত্র)।



চিত্র : ৬.২(ক)

চিত্র : ৬.২(খ)



চিত্র : ৬.৩

সারসংক্ষেপ

একটি চুম্বক বা তড়িৎবাহী কুন্ডলী ও একটি বদ্ধ তার কুন্ডলীর মধ্যে আপেক্ষিক গতি বজায় থাকলে বদ্ধ কুন্ডলীতে আবিষ্ট তড়িৎচালক বলের উদ্ভব ঘটে। এই ঘটনাকে তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশ বলে। বদ্ধ কুন্ডলীকে স্থির রেখে চুম্বকটিকে গতিশীল করলে অথবা চুম্বক বা তড়িৎবাহী কুন্ডলীকে স্থির রেখে বদ্ধ কুন্ডলীকে গতিশীল করলেও আবিষ্ট তড়িৎ চালক বলের উদ্ভব হয়। বদ্ধ কুন্ডলীর দিকে অগ্রসর হলে যে তড়িৎ চালক বল উৎপন্ন হয় তা কুন্ডলী থেকে দূরে নিয়ে গেলে যে তড়িৎচালক বল হয় তার বিপরীত। আবার তড়িৎবাহী কুন্ডলীতে যখন বিদ্যুৎ প্রবাহ শুরু হয় বা বন্ধ হয় তখনও নিকটবর্তী বদ্ধ কুন্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহিত হয়।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন

সংক্ষিপ্ত-উত্তর প্রশ্ন

১. তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ কাকে বলে বলুন। - অনুচ্ছেদ ৬-১-১
২. তড়িৎবাহী কুন্ডলীকে বদ্ধ কুন্ডলীর দিকে নিয়ে গেলে কি অবস্থা হয় লিখুন। - অনুচ্ছেদ ৬-১-২
৩. তড়িৎবাহী ও বদ্ধ দুটি কুন্ডলী স্থির রাখলে কি অবস্থা হয় লিখুন। - অনুচ্ছেদ ৬-১-৩



ফ্যারাডের সূত্র



উদ্দেশ্য

এই পাঠ শেষে আপনি-

- ফ্যারাডের সূত্র বর্ণনা ও ব্যাখ্যা করতে পারবেন
- লেনজের সূত্র চিত্র সহকারে বর্ণনা ও ব্যাখ্যা করতে পারবেন

৬.২.১ : ফ্যারাডের তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশের সূত্র (Faraday's Law of Electro-magnetic Induction)

১৮৩১ খ্রীস্টাব্দে বিজ্ঞানী ফ্যারাডে তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশের চারটি সূত্র আবিষ্কার করেন। তাঁর নাম অনুসারে সূত্রগুলো তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশের ক্ষেত্রে ফ্যারাডের সূত্র নামে অভিহিত করা হয়। সূত্রগুলো নিম্নে বিবৃত হল:

প্রথম সূত্র : যখনই কোন বদ্ধ তার কুন্ডলীর মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক বলরেখার পরিবর্তন ঘটে তখনই উক্ত কুন্ডলীতে একটি তড়িৎচালক বল আবিষ্ট হয়। যতক্ষণ এই পরিবর্তন চলতে থাকে, আবিষ্ট তড়িৎ চালক বল ততক্ষণ স্থায়ী হয়।

ব্যাখ্যা : একটি দৃঢ় চুম্বক বা একটি তড়িৎবাহী তারকুন্ডলী এবং একটি বদ্ধ কুন্ডলীর মধ্যে আপেক্ষিক গতি থাকলে অথবা তড়িৎবাহী কুন্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহমাত্রার পরিবর্তন হলে গৌন কুন্ডলীর মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক বলরেখার পরিবর্তন ঘটে এবং এর ফলে বদ্ধ কুন্ডলীতে তড়িৎচালক বল আবিষ্ট হয়। ফলে তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয়।

সময়ের সাথে বলরেখার পরিবর্তন না হলে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহ উৎপন্ন হয় না।

দ্বিতীয় সূত্র : কোন বদ্ধ বা গৌন তার কুন্ডলীতে আবিষ্ট তড়িৎচালক বলের মান সময়ের সাথে কুন্ডলী দিয়া অতিক্রান্ত চৌম্বক বলরেখার পরিবর্তনের হারের সমানুপাতিক।

ব্যাখ্যা : ধরি, কোন মুহূর্তে কুন্ডলীর মধ্য দিয়ে গমনকারী চৌম্বক বলরেখার সংখ্যা N_1 এবং t সময় পরে ঐ কুন্ডলীতে চৌম্বক বলরেখায় সংখ্যা N_2 , যদি E আবিষ্ট তড়িৎচালক বল হয়, তাহলে দ্বিতীয় সূত্র অনুসারে,

$$E \propto \frac{N_2 - N_1}{t} \text{ ----- (1)}$$

$$N_2 - N_1 = N \text{ হলে}$$

$$E \propto \frac{N}{t}$$

বা, $E = K \frac{N}{t}$, এখানে K একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। K এর মান রাশিগুলির এককের উপর নির্ভর করে। সি,জি, এস তড়িৎ চুম্বকীয় এককে $K = 1$ হয়।

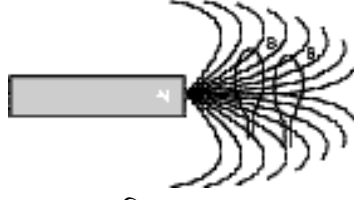
$$\therefore E = \frac{N}{t} \text{ ----- (2)}$$

যদি ক্ষুদ্র সময়ের বলরেখার পরিবর্তনের সংখ্যার মান dN হয় তবে

$$E = \frac{dN}{dt} \text{ ----- (3)}$$

কুন্ডলীতে n সংখ্যক পাক থাকলে

$$E = n \frac{dN}{dt} \text{ ----- (3)}$$



চিত্র ৬.৪ (ক)

তৃতীয় সূত্র : বদ্ধ তার কুন্ডলীর মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক বলরেখার বৃদ্ধি বিপরীত তড়িৎচালক বল ও এর ঘাটতি সমমুখী তড়িৎচালক বল উৎপন্ন করে। আবিষ্ট তড়িৎচালক বল ততক্ষণ স্থায়ী হয় যতক্ষণ বদ্ধ তার কুন্ডলীর মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক বলরেখার পরিবর্তন ঘটে।

ব্যাখ্যা : বদ্ধ কুন্ডলীর মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক বলরেখার বৃদ্ধির ক্ষেত্রে $N_2 > N_1$ অর্থাৎ $N_2 - N_1$ ধনাত্মক হবে এবং আবিষ্ট তড়িৎচালক বল বিপরীতমুখী অর্থাৎ ঋণ রাশি হবে। সুতরাং সমীকরণ (৩) থেকে পাই

$$-E = + \frac{dN}{dt}$$

কুন্ডলীতে n সংখ্যক পাক থাকলে

$$\text{or, } E = -n \frac{dN}{dt}$$

আবার অতিক্রান্ত চৌম্বক বলরেখার ঘাটতির ক্ষেত্রে $N_1 > N_2$ অর্থাৎ N ঋনাত্মক হবে এবং আবিষ্ট তড়িৎচালক বল সম্মুখীন অর্থাৎ ধনাত্মক হবে।

সমীকরণ (৩) থেকে পাই,

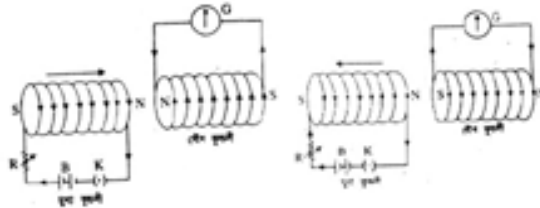
$$+E = n \left(\frac{-d}{dt} \right)$$

$$\text{or, } E = - \frac{ndn}{dt} \text{ অতএব আবিষ্ট তড়িৎচালক বলের সাধারণ সূত্র হবে } E = - \frac{nd}{dt}$$

চতুর্থ সূত্র : বদ্ধ বা গৌন তার কুন্ডলীতে আবিষ্ট তড়িৎচালক বলের মান কুন্ডলীর পাক সংখ্যার সমানুপাতিক।

ব্যাখ্যা : তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশের ক্ষেত্রে বদ্ধ কুন্ডলীর প্রত্যেক পাকেই চুম্বক বলরেখার সাথে জড়িত এবং প্রত্যেক পাকেই আবিষ্ট তড়িৎচালক বল সৃষ্টি হয়। সুতরাং পাক সংখ্যা বৃদ্ধি করা হলে আবিষ্ট তড়িৎচালক বল বৃদ্ধি পায় এবং পাক সংখ্যা হ্রাস করলে আবিষ্ট তড়িৎচালক বল হ্রাস পায়।

n পাকবিশিষ্ট কুন্ডলী দ্বারা বেষ্টিত ক্ষেত্রে চৌম্বক ফ্লাক্স F হলে $N = nF$,



চিত্র : ৬.৪ (খ)

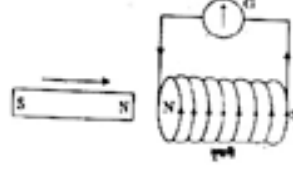
৬.২.২ লেনজ এর সূত্র :

বিজ্ঞানী লেনজ আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের দিক নির্ণয়ের জন্য একটি সূত্র প্রদান করে। তাঁর নাম অনুসারে এই সূত্রকে লেনজ এর সূত্র বলে।

সূত্র : আবিষ্ট তড়িৎচালক বল বা প্রবাহের দিক এমন হয় যে তা আবিষ্ট তড়িৎ চালক বল উৎপন্ন হওয়ার মূল কারণকে বাধা দেয়।

ব্যাখ্যা : ধরি, একটি দৃঢ় চুম্বকের উত্তর মেরুকে একটি বদ্ধ পরিবাহী কুন্ডলীর দিকে নেওয়া হচ্ছে [চিত্র-৬.৫] তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশের ফলে উক্ত কুন্ডলীতে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের উদ্ভব হবে। লেনজের সূত্র অনুসারে বদ্ধ কুন্ডলীতে আবিষ্ট

তড়িৎ প্রবাহের দিক এমন হবে যাতে এ আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের উৎপত্তির মূল কারণকে অর্থাৎ চুম্বকের উত্তর মেরুর কুন্ডলীর দিকে গতিশীল হওয়াকে বাধা দিবে। এটি তখনই সম্ভব যদি চুম্বকের উত্তর মেরুর দিকে অবস্থিত কুন্ডলীর তলে একটি চৌম্বক উত্তর মেরুর উদ্ভব হয়। কোন বৃত্তাকার পরিবাহীতে বিদ্যুৎ প্রবাহ ঘড়ির কাঁটার বিপরীতমুখী হলে তা উত্তর মেরুর মত আচরণ করে। সূত্রাং এক্ষেত্রে চুম্বকের দিক থেকে দেখা হলে কুন্ডলীর সম্মুখ তলে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের দিক ঘড়ির কাঁটার বিপরীতমুখী হবে।

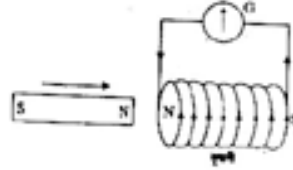


চিত্র-৬.৫

৬.২.৩ লেন্জ এর সূত্র এবং শক্তির নিত্যতা সূত্র :

তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশের ক্ষেত্রে গৌন কুন্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ উৎপন্ন করবার জন্য কোন শক্তির উৎস নাই। কিন্তু শক্তির নিত্যতা সূত্রানুসারে এক প্রকার শক্তির রূপান্তরের ফলে অন্য প্রকার শক্তি পাওয়া সম্ভব। সূত্রাং গৌন কুন্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ উৎপাদনের জন্য অন্য কোন শক্তির প্রয়োজন। লেন্জের সূত্র শক্তির নিত্যতা সূত্র মেনে চলে।

ধরি, একটি দণ্ড চুম্বকের উত্তর মেরুকে একটি বদ্ধ বা গৌণ কুন্ডলীর দিকে দিয়ে যাওয়া হচ্ছে। লেন্জ এর সূত্রানুযায়ী কুন্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহের উদ্ভব হবে যার দিক এমন হবে যে উহা উত্তর মেরুর অগ্রসর হওয়াকে বাধা দিবে। মেরুটির নিকটে কুন্ডলীর তলে সমজাতীয় উভয় মেরুর উদ্ভব হলেই ইহা সম্ভব। কাজেই কুন্ডলী দিয়ে ঘড়ির কাঁটা যে দিকে ঘুরে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহ তার বিপরীত দিকে হবে। আবার উত্তর মেরুটিকে কুন্ডলী থেকে দূরে সরাইবার সময় আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহ দেখা দিবে এবং আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের দিক এমন হবে যে, উহা চুম্বকের পশ্চাৎগমনকে বাধা দিবে। মেরুটির নিকটে কুন্ডলীতলে দক্ষিণ মেরুর উদ্ভব হলে উহা সম্ভব হবে। এ ক্ষেত্রে ঘড়ির কাঁটা যে দিকে ঘুরে আবিষ্ট তড়িৎও কুন্ডলী দিয়া সে দিকে প্রবাহিত হবে।



চিত্র-৬.৬

তড়িৎ কুন্ডলীর আবেশের ক্ষেত্রে লক্ষ্য করা যায় যে কোন একটি চুম্বক বা মূখ্য কুন্ডলীকে বদ্ধ বা গৌণ কুন্ডলীর নিকটে আনতে দুই সমমেরুর বিকর্ষণজনিত বাধার বিরুদ্ধে কাজ করতে হয়। আবার চুম্বক বা মূখ্য কুন্ডলীকে গৌণ কুন্ডলীর নিকট থেকে দূরে সরানোর সময় দুই বীকারীত মেরুর আকর্ষণজনিত বাধার বিরুদ্ধে কাজ করতে হয়। প্রত্যেক ক্ষেত্রেই ব্যয়িত যান্ত্রিক গতি শক্তি আবিষ্ট তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। সুতরাং লেন্জ এর সূত্র শক্তির নিত্যতা সূত্র মেনে চলে।

সারসংক্ষেপ

তড়িৎবাহী কোন কুন্ডলীতে বল রেখার পরিবর্তন হলে তখনই উক্ত তার কুন্ডলীতে একটি ক্ষণস্থায়ী তড়িৎচালক বলের উদ্ভব হয়। এ আবিষ্ট তড়িৎচালক বলের মান কুন্ডলীর পাক সংখ্যা এবং কুন্ডলীর মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক বলরেখার পরিবর্তনের হারের সমানুপাতিক। তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশের ক্ষেত্রে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের দিক এমন হয় যে, এটি ঐ কারণের বিরোধীতা করে যা একে উৎপন্ন করে।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর

১. তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশের ক্ষেত্রে ফ্যারাডের সূত্র গুলো কি কি লিখুন? -অনুচ্ছেদ ৬-২-১
২. তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশের ক্ষেত্রে লেন্জের সূত্রটি লিখ? -অনুচ্ছেদ ৬-২-২
৩. লেন্জের সূত্র কি শক্তির নিত্যতা সূত্র মেনে চলে? -অনুচ্ছেদ ৬-২-৩



স্বকীয় আবেশ ও পারস্পরিক আবেশ



উদ্দেশ্য

এই পাঠ শেষে আপনি-

- স্বকীয় আবেশ কি বলতে পারবেন
- স্বকীয় আবেশ গুণাংকের সংজ্ঞা বলতে পারবেন এবং একক লিখতে পারবেন
- পারস্পরিক আবেশ কি বলতে পারবেন
- পারস্পরিক আবেশ গুণাংকের সংজ্ঞা ও একক লিখতে পারবেন

৬.৩.১ তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশের প্রকারভেদ

তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ দুই প্রকার; যথা:

১. স্বকীয় আবেশ (Self induction)
২. পারস্পরিক আবেশ (Mutual induction)

মনে করি কোন তড়িৎ বর্তনীতে একটিমাত্র কোষ ও একটি চাবি আছে। এখন চাবি বন্দ করলে বর্তনীতে বিদ্যুৎ প্রবাহের মান শূন্য থেকে একটা স্থির মানে পৌঁছায়। এই স্থির মানে পৌঁছানোর জন্য কিছু সময়ের প্রয়োজন। তড়িৎ প্রবাহ পরিবর্তনের সময় বর্তনীর নিজস্ব চৌম্বক ক্ষেত্রেরও পরিবর্তন ঘটে। ফলে বর্তনীটি নিজ চৌম্বক ক্ষেত্রের পরিবর্তনের দ্বারা প্রভাবিত হয়। এ সময়ে বর্তনীতে একটি আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয় যার দিক মূল প্রবাহের বিপরীত। তড়িৎ প্রবাহ স্থির মানে পৌঁছে গেলে এই আবিষ্ট প্রবাহ আর থাকে না। আবার বর্তনীর চাবি উঠিয়ে ফেললে বিদ্যুৎ প্রবাহ সর্বোচ্চ স্থির মান থেকে শূন্যে নেমে আসে। ফলে বর্তনীর নিজস্ব চৌম্বক ক্ষেত্রের পরিবর্তন ঘটে এবং পূর্বেকার তুলনায় বিপরীত দিকে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয়।

কোন বদ্ধ কুন্ডলীতে প্রবাহ চালু বা বন্ধ করার সময় বা প্রবাহিত প্রবাহমাত্রার পরিবর্তনের মুহূর্তে নিজস্ব তড়িৎ ক্ষেত্রের পরিবর্তনের ফলে বিদ্যুৎচালক বল তথা তড়িৎ প্রবাহ আবিষ্ট হয় যা কুন্ডলীর মূল প্রবাহের পরিবর্তনে বাধা সৃষ্টি করে। একে স্বকীয় আবেশ বলা হয়।

সংজ্ঞাঃ একটি মাত্র বদ্ধ কুন্ডলীতে অসম তড়িৎ প্রবাহের দরুন চৌম্বক বলরেখা পরিবর্তনের ফলে অথবা কোন চৌম্বক ক্ষেত্রে বদ্ধ কুন্ডলীর গতির ফলে কুন্ডলীর সাথে সংশ্লিষ্ট চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন ঘটে। এই পরিবর্তনের জন্য যে তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ ঘটে তাকে স্বকীয় আবেশ বলে।

৬.৩.২ স্বকীয় আবেশ গুণাংক:

পরীক্ষার সাহায্যে দেখা গিয়েছে যে, কোন কুন্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহের জন্য উক্ত কুন্ডলীতে জড়িত চৌম্বক বলরেখা ঐ কুন্ডলীর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহমাত্রার সমানুপাতিক। মনে করি কোন কুন্ডলীতে i তড়িৎ প্রবাহমাত্রার জন্য সংযুক্ত বলরেখা N ,

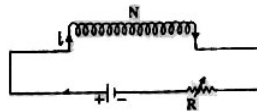
$$N \propto i$$

$$\text{বা, } N = Li \text{ ----- (1)}$$

এখানে L একটি ধ্রুবক। একে স্বকীয় আবেশগুণাংক বলে। যদি $i = 1$ একক হয়

$$\text{তবে } N = L$$

সুতরাং কোন কুন্ডলীর মধ্যে একক তড়িৎ প্রবাহ মাত্রা প্রবাহের জন্য উহার সাথে যত সংখ্যক বলরেখা যুক্ত যাকে তাকে ঐ কুন্ডলীর স্বকীয় আবেশগুণাংক বলে।



চিত্র ৬.৭

ফ্যারাডের সূত্র থেকে পাই

$$E = \frac{dN}{dt} \text{ (খন চিহ্ন বাদ দিয়ে)}$$

$$\text{বা, } E = \frac{d}{dt} (Li) = L \frac{di}{dt}$$

$$\text{সুতরাং } \frac{di}{dt} = 1 \text{ একক হলে } E = L$$

কোন একটি কুন্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহমাত্রা প্রতি সেকেন্ডে এক একক পরিবর্তিত হলে ঐ কুন্ডলীতে যে আবিষ্ট তড়িৎচালক বল উৎপন্ন হয় তাকে ঐ কুন্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুনাংক বলে।

স্বকীয় আবেশ গুনাংকের একক : স্বকীয় আবেশ গুনাংকের ব্যবহারিক একক হেনরি (Henry)

আমরা পাই

$$E = L \frac{di}{dt}$$

$$L = \frac{E}{\frac{di}{dt}} = \frac{1 \text{ ভোল্ট}}{1 \text{ অ্যাম্পিয়ার/সে:}} = 1 \text{ হেনরী}$$

অতএব কোন কুন্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহমাত্রা প্রতি সেকেন্ডে এক অ্যাম্পিয়ার হিসেবে পরিবর্তিত হলে যদি ঐ কুন্ডলীতে এক ভোল্ট তড়িৎচালক বল আবিষ্ট হয় তবে কুন্ডলীর আবেশ গুনাংককে 1 হেনরি বলে।

কোন বর্তনীর আবেশ গুনাংককে সাধারণত মিলি-হেনরিতে প্রকাশ করা হয়

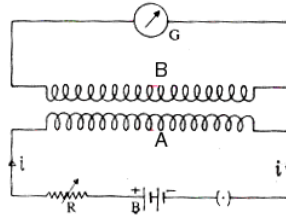
$$1 \text{ হেনরি} = 10^3 \text{ মিলি-হেনরি।}$$

৬.৩.৩ পারস্পারিক আবেশ ও আবেশ গুনাংক

পাশাপাশি স্থাপিত দুটি কুন্ডলীর মধ্যে একটিতে তড়িৎ প্রবাহ মাত্রার পরিবর্তনের ফলে অপর কুন্ডলীতে যে তড়িৎচালক বল আবিষ্ট হয় তাকে পারস্পারিক আবেশ বলে।

সংজ্ঞা : কোন এক কুন্ডলীতে অসম তড়িৎ প্রবাহের বদ্ধ কুন্ডলীতে যদি তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ হয় তবে ঐ আবেশকে পারস্পারিক আবেশ।

ব্যাখ্যা : ধরি, A ও B দুটি পাশাপাশি দুটি পরিবাহী কুন্ডলী (চিত্র-৬.৮)। এদের মধ্যে A মুখ্য এবং B গৌন কুন্ডলী। কুন্ডলী A এর তড়িৎ প্রবাহমাত্রা পরিবর্তন করা যায় পরিবর্তনশীল রোধের সাহায্যে। দেখা যায় যে, A কুন্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তনের সময় B কুন্ডলীতে আবিষ্ট তড়িৎচালক বল উৎপন্ন হয়। এই ঘটনাকেই পারস্পারিক আবেশ বলে।



চিত্র : ৬.৮

৬.৩.৪ পারস্পারিক আবেশ গুনাংক :

পরীক্ষায় দেখা গেছে যে, কোন গৌন কুন্ডলীর সাথে যুক্ত বলরেখা মুখ্য কুন্ডলীর তড়িৎ প্রবাহমাত্রার সমানুপাতিক।

ধরি, মুখ্য কুন্ডলীতে i তড়িৎ প্রবাহমাত্রার জন্য গৌন কুন্ডলীতে সংযুক্ত বলরেখার মান N [চিত্র ১.১.৬]

আমরা পাই,

$$N \propto i$$

$$\text{or, } N = Mi \text{ -----(১)}$$

এখানে একটি ধ্রুবক, ইহাকে পারস্পারিক আবেশ গুনাংক বলে।

$$\text{যদি } i = 1 \text{ (একক) হয়,}$$

তবে, (১) নং সমীকরণ থেকে পাই

$$N = M$$

সুতরাং কোন মুখ্য কুন্ডলীতে একক বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা চললে গৌন কুন্ডলীতে যত সংখ্যক বলরেখা যুক্ত হয় উহাকে পারস্পারিক আবেশ গুণাংক বলে।

ফ্যারাডের সূত্র থেকে পাই,

$$E = \frac{dN}{dt}$$

$$E = \frac{d(Mi)}{dt} = M \frac{di}{dt}$$

$$\text{এখন } \frac{di}{dt} = 1 \text{ একক হলে}$$

$$E = M$$

অতএব কোন মুখ্য কুন্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহমাত্রা প্রতি সেকেন্ডে এক একক পরিবর্তিত হলে গৌন কুন্ডলীতে যে আবিষ্ট তড়িৎচালক বল উৎপন্ন হয় তাকে পারস্পারিক আবেশ গুণাংক বলে। স্বকীয় আবেশ গুণাংকের ন্যায় পারস্পারিক আবেশ গুণাংককে হেনরি, মিলি হেনরি এবং মাইক্রো-হেনরিতে ব্যক্ত করা হয়।

সারসংক্ষেপ

কোন বদ্ধ তার কুন্ডলীতে অসম তড়িৎ প্রবাহের দরুন বা কোন চৌম্বক ক্ষেত্রে বদ্ধ কুন্ডলীযুক্ত বর্তনীর গতির ফলে কুন্ডলীতে জুড়ত চৌম্বক বলরেখার পরিবর্তনের জন্য যে তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ ঘটে তাকে স্বকীয় আবেশ বলে এবং কুন্ডলীর মধ্য দিয়ে একক মাত্রার তড়িৎ প্রবাহিত হলে কুন্ডলীর মধ্য দিয়ে যত সংখ্যক বলরেখা অতিক্রম করে তাকে ঐ কুন্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাংক বলে।

পাশাপাশি স্থাপিত দুটি কুন্ডলীর মধ্যে একটি তড়িৎ প্রবাহমাত্রার পরিবর্তনে অপর কুন্ডলীতে যে তড়িৎচালক বল আবিষ্ট হয় তাকে পারস্পারিক আবেশ বলে। মুখ্য কুন্ডলীতে একক মাত্রা তড়িৎ প্রবাহের জন্য গৌন কুন্ডলীতে যত সংখ্যক বলরেখা জড়িত হয় তাকে পারস্পারিক আবেশ গুণাংক বলে।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন

সংক্ষিপ্ত উত্তর-প্রশ্ন

১. স্বকীয় আবেশ ও পারস্পারিক আবেশের সংজ্ঞা লিখুন। - অনুচ্ছেদ ৬-৩-১
২. স্বকীয় আবেশ ও পারস্পারিক আবেশ গুণাংকের সংজ্ঞা লিখুন। - অনুচ্ছেদ ৬-৩-২
৩. স্বকীয় আবেশ গুণাংকের একক লিখুন। - অনুচ্ছেদ ৬-৩-২
৪. পারস্পারিক আবেশ গুণাংকের একক লিখুন। - অনুচ্ছেদ ৬-৩-৩
৫. এক হেনরি বলতে কি বুঝেন লিখুন। - অনুচ্ছেদ ৬-৩-৩



ডায়নামো



উদ্দেশ্য

এই পাঠ শেষে আপনি-

- তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশের ব্যবহার সম্পর্কে বলতে পারবেন
- জেনারেটর কিভাবে কাজ করে বলতে পারবেন
- মোটরের মূলনীতি ও কার্যাবলী বর্ণনা করতে পারবেন
- ট্রান্সফরমারের গঠন ও কার্যাবলী বর্ণনা করতে পারবেন

৬.৪.১ জেনারেটর বা ডায়নামো (Generator or dynamo)

যে যন্ত্রের সাহায্যে যান্ত্রিক শক্তিকে বৈদ্যুতিক শক্তিতে রূপান্তরিত করা যায় তাকে জেনারেটর বা ডায়নামো বলে।

ডায়নামো দু-প্রকার : যথা

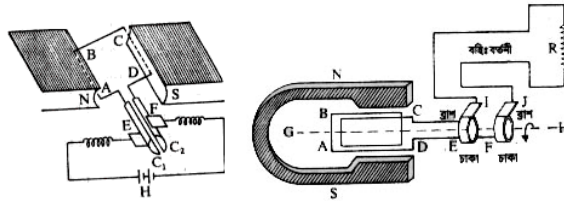
- i. পরিবর্তী প্রবাহ ডায়নামো বা এ.সি. ডায়নামো
- ii. একমুখী প্রবাহ ডায়নামো বা ডি. সি. ডায়নামো

৬.৪.১.১ পরিবর্তী প্রবাহ ডায়নামো

বাস্তব ক্ষেত্রে ফ্যারাডের তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশের সূত্রের প্রয়োগই এ যন্ত্রের মূলনীতি।

এ যন্ত্রে নিম্নলিখিত অংশগুলো বিদ্যমান,

- i. চুম্বক : এটি একটি স্থায়ী বা বৈদ্যুতিক চুম্বক (চিত্র)
- ii. ঘূর্ণমান কুন্ডলী বা আমেচার (Rotating Coil or Armature) : এটি একটি কাঁচা লোহার পাতের উপর।
বহু পাকে জড়ানো একটি অন্তরীন তামার তারের আয়তাকার কুন্ডলী ABCD [চিত্র ৬.৯]। চুম্বকের দুই বীপরীত মেরুর মধ্যবর্তী স্থানে কুন্ডলীটি বসানো থাকে।



চিত্র : ৬-৯

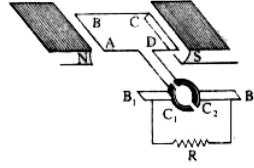
- (iii) দুটি স্লিপ রিং বা চাকা (two slip ring) : আয়তাকার কুন্ডলীর দুই প্রান্তের সাথে দুটি রিং আটকানো থাকে। রিং দুটি ধাতব পদার্থের তৈরি। এদেরকে পরস্পর হতে ভালভাবে করা থাকে।
- (iv) ব্রাশ (Brush) ব্রাশ দুটি কার্বনের তৈরি। এদেরকে স্পিং এর সাহায্যে রিং-এর উপর চেপে রাখার ব্যবস্থা আছে।

কার্যপ্রণালী : যান্ত্রিক ব্যবস্থায় যখন আমেচার বা কুন্ডলীটিকে ঘুরানো হয় তখন কুন্ডলীর মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক বলরেখা সমূহের পরিবর্তন ঘটে। ফলে ফ্যারাডের সূত্রানুসারে তড়িৎ প্রবাহের উদ্ভব হয়। ঘূর্ণমান কুন্ডলীর বিভিন্ন অবস্থানের দরুন এতে আবিষ্ট তড়িৎচালক বল তথা তড়িৎ প্রবাহের উদ্ভব হয়। কুন্ডলীর দুপ্রান্ত বহিবর্তনীর সাথে যুক্ত থাকায় আবিষ্ট প্রবাহ স্লিপ রিং ও ব্রাশের মধ্য দিয়ে উক্ত বর্তনীতে প্রবাহিত হয়। প্রত্যেকবার ঘূর্ণনের সময় কুন্ডলীর AD বা BC প্রান্ত একবার উত্তর মেরু ও একবার দক্ষিণ মেরুর দিকে অগ্রসর হয়। এ কারণে কুন্ডলীর একবার আবর্তনের ফলে এর মধ্য দিয়ে আবিষ্ট তড়িৎচালক বল তথা প্রবাহের অভিমুখ একবার পরিবর্তিত হয়। কোন মুহুর্তে আবিষ্ট তড়িৎচালক বলের মান কুন্ডলীর পাক সংখ্যা, ক্ষেত্রফল, চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্য ও কুন্ডলীর তলের অভিলম্ব ও চৌম্বক ক্ষেত্রের অভিমুখের মধ্যবর্তী কোনের কোসাইনের সমানুপাতিক হয়।

৬.৪.২ বৈদ্যুতিক মোটর (Electric Motor)

যে বৈদ্যুতিক যন্ত্র দ্বারা বৈদ্যুতিক শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত করা যায় তাকে বৈদ্যুতিক মোটর বলে। চৌম্বক ক্ষেত্রের মধ্যে স্থাপিত পরিবাহীর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ চালনা করলে পরিবাহী ঘুরতে থাকে। এই মূলনীতির উপর ভিত্তি করে বৈদ্যুতিক মোটর আবিষ্কৃত হয়েছে। নিম্নে একমুখী প্রবাহ মোটর বা ডিসি মোটরের গঠন ও কার্যাবলী বর্ণনা করা হল।

১. ক্ষেত্র চুম্বক (NS) : এটি একটি স্থায়ী অশ্বখুরাকৃতি বা বৈদ্যুতিক চুম্বক। চিত্র ৬.১০
২. ঘূর্ণমান কুন্ডলী বা আর্মেচার : এটি কাচা লোহার পাতের উপর বহু পাকে জড়ানো অন্তরীণ তামার তারের আয়তকার কুন্ডলী (চিত্র ৬.১০ ABCD)
৩. কমুটেটর (C_1, C_2) = কুন্ডলীর দুপ্রান্তের সাথে সমান দুভাগে বিভক্ত ধাতব আংটি অংশে অর্ধবৃত্তাকার দুটি ধাতব পাত C_1 ও C_2 আটকানো থাকে।
৪. ব্রাশ (B_1, B_2) : কার্বনের তৈরি দুটি ব্রাশের এক প্রান্ত স্পিঞ্জ এর সাহায্যে কমুটেটর এর উপর চেপে রাখার ব্যবস্থা করা থাকে। ব্রাশ দুটির অপর প্রান্ত একটি বহিবর্তনীর সাথে যুক্ত করা থাকে।



চিত্র ৬.১০

কার্যপ্রণালী : বহিবর্তনীতে যুক্ত ডি: সি: উৎস থেকে কার্বন দ্রবন দুটির মাধ্যমে আর্মেচার কুন্ডলী ABCD এর মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহ চালনা করলে কুন্ডলীটি ঘুরতে শুরু করে।

ধরি কোন মুহূর্তে কমুটেটরের C_1 ও C_2 অংশ যথাক্রমে কার্বন ব্রাশ B_1 ও B_2 স্পর্শ করে আছে। কুন্ডলীর AB ও CD বাহু চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপিত হওয়ায় প্রত্যেকেই একটি বল অনুভব করে। যেহেতু AB ও CD বাহুতে তড়িৎ প্রবাহের অভিমুখ বিপরীতমুখী সেহেতু ইঙ্গ বাহুর উপর যে মুখী বল ক্রিয়াশীল হয়। ফলে কুন্ডলীর উপ দ্বন্দ্বের ভ্রামক ক্রিয়া করে। ফলে কুন্ডলীতে ঘূর্ণন উৎপন্ন হয়। কুন্ডলীর AB ও BC বাহুতে তড়িৎ প্রবাহের অভিমুখ চৌম্বক ক্ষেত্রের সমান্তরাল হওয়ায় কোন বল প্রযুক্ত হয় না। ঘূর্ণমান কুন্ডলীর তল চৌম্বক ক্ষেত্রের অভিমুখের সমকোণে হলে ভ্রামক শূন্য হয়।

কুন্ডলীর স্টক বা ভ্রামক শূন্য অবস্থানে ব্রাশ B_1 ও B_2 ও B_1 ব্রাশের সংস্পর্শ আসে। ফলে কুন্ডলীর প্রবাহ উউঈই পথে প্রবাহিত হয়। কুন্ডলীর AB ও CD বাহুতে ক্রিয়াশীল বলের অভিমুখ পবিবর্তিত হয়। ফলে টর্ক একই দিকে করায় কুন্ডলীর ঘূর্ণন একই দিকে হয়। অর্থাৎ কুন্ডলীটি একই দিকে ঘুরতে থাকে।

ব্যবহার : বৈদ্যুতিক পাখা, পাম্প, রোলিং মিল, ট্রামগাড়ী প্রভৃতিতে মোটর ব্যবহার করা হয়।

৬.৪.৩ ট্রান্সফরমার (Transformer)

বৈদ্যুতিক যন্ত্র ব্যবহার করে বৈদ্যুতিক বিভব পার্থক্যের পরিবর্তন অর্থাৎ বিভবের উচ্চমান থেকে নিম্নমান বা নিম্নমান থেকে উচ্চমানে পরিবর্তন করা যায় তাকে ট্রান্সফরমার বলে। ট্রান্সফরমার দু প্রকারের

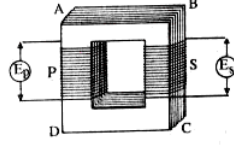
১. আরোহী বা স্টেপ আপ ট্রান্সফরমার
২. অবরোহী বা স্টেপ ডাউন ট্রান্সফরমার

১. আরোহী বা স্টেপ তাপ ট্রান্সফরমার :

যে ট্রান্সফরমার মুখ্য কুন্ডলীতে প্রয়োগকৃত নিম্ন বিভবের অধিক পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহকে গৌণ কুন্ডলীতে উচ্চ বিভবের অল্প পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহে রূপান্তর করে তাকে আরোহী ট্রান্সফরমার বলে।

২. অবরোহী ট্রান্সফরমার : যে ট্রান্সফরমার মুখ্য কুন্ডলীতে প্রয়োগকৃত উচ্চ বিভবের অল্পপরিমাণ তড়িৎ প্রবাহকে গৌণ কুন্ডলীতে নিম্ন বিভবের অধিক পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহে রূপান্তর করে তাকে অবরোহী ট্রান্সফরমার বলে।

ট্রান্সফরমারের গঠন : একটি কাঁচা লোহার মজ্জা বা কোবের দুই বিপরীত বাহুতে অন্তরীণ পরিবাহীর তারের বেশ কয়েক পাক জুড়িয়ে ট্রান্সফরমারে গঠন করা হয়। অনেকগুলো পাতলা কাঁচা লোহার পাতকে পরস্পর হতে অন্তরীণ অবস্থায় পর রেখে শক্তি করে বেধে মজ্জাটি তৈরি করা হয়।



চিত্র : ৬.১১

সাধারণত মজ্জা বা কোবের আকার আয়তাকার হয়ে থাকে। মজ্জার যে বাহুকুন্ডলীতে পরিবর্তী প্রবাহ বা বিভব প্রয়োগ করা হয় তাকে মুখ্য কুন্ডলী এবং যে বাহুর কুন্ডলীতে পরিবর্তী প্রবাহ বা বিভব আবিষ্ট হয় তাকে গৌণ কুন্ডলী বলে। মজ্জার উপর অন্তরিত পরিবাহী তার জড়িয়ে মুখ্য ও গৌণ কুন্ডলী গঠন করা হয়।

আরোহী ট্রান্স ফরমারে মুখ্য কুন্ডলীর তুলনায় গৌণ কুন্ডলীতে পাক সংখ্যা বেশি থাকে। আর অবরোহী ট্রান্সফরমারে মুখ্য কুন্ডলীর তুলনায় গৌণ কুন্ডলীতে পাক সংখ্যা কম থাকে।

ট্রান্সফরমারের কার্যপ্রণালী : ধরি মুখ্য কুন্ডলীতে \$V_p\$ পরিবর্তী বিভ প্রয়োগ করায় ঐ কুন্ডলীর তারে \$i_p\$ পরিবর্তী প্রবাহ পাওয়া যায়। এ প্রবাহ মজ্জাটিকে চুম্বকিত করে চৌম্বক বলরেখা উৎপন্ন করে এবং আবিষ্ট তড়িৎচালক বল উৎপন্ন হয়।

যদি মুখ্য কুন্ডলীর মোট পাকসংখ্যা \$n_p\$ এবং মোট ফ্লাক্স বা বল প্রবাহ \$\phi\$ হয় তবে \$V_p = - \frac{d\phi}{dt}\$

যদি প্রতি পার্শ্বে জড়িত বলরেখার সংখ্যা হয় তবে

$$\frac{dN}{dt} = \text{প্রতি পাকে বলরেখার পরিবর্তনের হার}$$

$$\therefore V_p = - \frac{d\phi}{dt} = -n_p \frac{dN}{dt} \text{----- (1)}$$

বলরেখার ক্ষরণ না হলে গৌণ কুন্ডলীর সাথে একই পরিমাণ বলরেখা জড়িত হবে।

গৌণ কুন্ডলীর পাকসংখ্যা হলে আবিষ্ট তড়িৎচালক বল,

$$V_s = -n_s \frac{dN}{dt} \text{----- (2)}$$

সমীকরণ (১) ও (২) থেকে পাই

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{n_s}{n_p} \text{----- (3)}$$

অর্থাৎ কুন্ডলী দুটির তড়িৎচালক বল এদের পাক সংখ্যার সমানুপাতিক।

\$\frac{n_s}{n_p}\$ কে ট্রান্সফরমারের পাকসংখ্যার অনুপাত বলে।

শক্তির নিত্যতা সূত্রানুসারে, উভয় কুন্ডলীর ক্ষমতা সমান হবে অর্থাৎ প্রতি সেকেন্ডে মুখ্য কুন্ডলীতে ব্যয়িত শক্তি ও গৌণ কুন্ডলীতে উৎপন্ন শক্তি সমান হবে।

$$\therefore V_p \times i_p = V_s \cdot i_s$$

$$\text{or, } \frac{V_s}{V_p} = \frac{I_p}{I_s} \text{----- (4)}$$

\$I_s\$ = গৌণ কুন্ডলীতে প্রবাহ মাত্রা

সমীকরণ (৩) ও (৪) থেকে পাই

$$\frac{n_s}{n_p} = \frac{I_p}{I_s} \text{----- (5)}$$

যদি $n_s > n_p$ হয় তবে $V_s > V_p$

তখন ট্রান্সফরমারকে বল হয় আরোহী যা স্টেপ আপ ট্রান্সফরমার এবং যখন $n_p > n_s$ হয় তবে তখন বল হবে অবরোহী বা স্টেপ ডাউন ট্রান্সফরমার।

- ব্যবহার : (i) বিদ্যুৎ শক্তি প্রেরণ ও বন্টন ব্যবস্থা,
(ii) টেলিভিশন, বেতার প্রেরক ও গ্রাহক যন্ত্র এবং
(iii) বৈদ্যুতিক চুল্লী, টেলিভিশন, টেলিগ্রাফ ইত্যাদিতে ট্রান্সফরমার ব্যবহৃত হয়।

সারসংক্ষেপ

মোটর, জেনারেটর এবং ট্রান্সফরমারের মূলনীতি তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশের উপর নির্ভরশীল। তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশকে কাজে লাগিয়ে এবং মোটরের সাহায্যে তড়িৎ শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে জেনারেটরের সাহায্যে যান্ত্রিক শক্তিকে তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তর করা হয়।

ট্রান্সফরমার ব্যবহার করা হয় বিভবের রূপান্তরের জন্য। দুই প্রকারের ট্রান্সফরমার ব্যবহার করা হয়। স্টেপ আপ বা আরোহী ট্রান্সফরমার এবং স্টেপ ডাউন বা অবরোহী ট্রান্সফরমার।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. জেনারেটরের মূলনীতি কি লিখুন। -অনুচ্ছেদ-৬-৪-১
২. এসি এবং ডি.সি জেনারেটর বলতে কি বুঝে? -অনুচ্ছেদ-৬-৪-১
৩. মোটরের মূলনীতি কি? -অনুচ্ছেদ-৬-৪-২
৪. এসি এবং ডি.সি মোটর বলতে কি বুঝে লিখুন? -অনুচ্ছেদ-৬-৪-২
৫. ট্রান্সফরমারের কাজ কি লিখুন? -অনুচ্ছেদ-৬-৪-৩
৬. স্টেপ আপ এবং স্টেপ ডাউন ট্রান্সফরমার বলতে কি বুঝে?

চূড়ান্ত মূল্যায়ন

রচনামূলক প্রশ্ন

১. তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ কাকে বলে ব্যাখ্যা করুন।
২. স্বকীয় আবেশ এবং পারস্পারিক আবেশ ব্যাখ্যা করুন। -অনুচ্ছেদ-৬-৩-২
৩. স্বকীয় আবেশ এবং পারস্পারিক আবেশ গুণাংক ব্যাখ্যা করুন। -অনুচ্ছেদ-৬-২-১
৪. তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশের ক্ষেত্রে ফ্যারাডের সূত্রগুলো ব্যাখ্যা করুন। -অনুচ্ছেদ-৬-২-২
৫. তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশের ক্ষেত্রে লেন্জের সূত্রটি ব্যাখ্যা করুন। -অনুচ্ছেদ-৬-২-১
৬. লেন্জের সূত্র শক্তির নিত্যতা সূত্র মেনে চলে, ব্যাখ্যা করুন। -অনুচ্ছেদ-৬-২-৩
৭. একটি জেনারেটরের গঠন ও কার্যাবলী লিখুন। -অনুচ্ছেদ-৬-৪-১
৮. একটি মোটরের কার্যাবলী বর্ণনা করুন। -অনুচ্ছেদ-৬-৪-২
৯. বৈদ্যুতিক ট্রান্সফরমারের মূলনীতি ব্যাখ্যা করুন। -অনুচ্ছেদ-৬-৪-৩