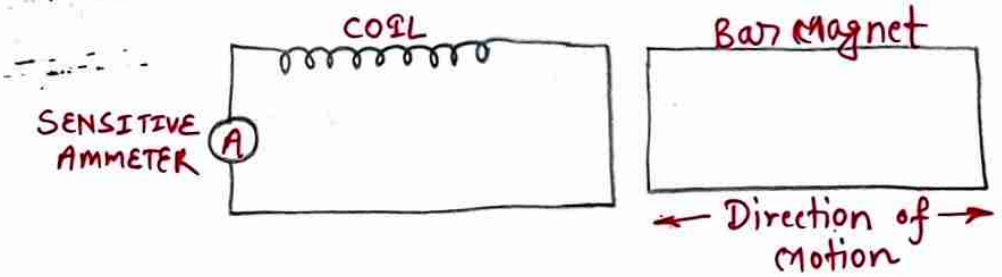
ईकाई - 1
डी॰ सी॰ मशीन की मूल बातें (Basics of DC Machines).

→ **फैराडे का विद्युत-चुम्बकीय सिद्धांत (Faraday's Law of Electromagnetic Induction) →** फैराडे का नियम विद्युतचुम्बकीय का मूल नियम है, जो हमें यह पूर्वानुमान में मदद करता है कि कैसे एक चुम्बकीय क्षेत्र एक विद्युत परिपथ के साथ परस्पर क्रिया के द्वारा विद्युत प्रभावन बल (electromotive force) उत्पन्न करेगा। इस प्रक्रिया को विद्युत-चुम्बकीय प्रेरण (electromagnetic induction) कहा जाता है।

फैराडे का विद्युत-चुम्बकीय प्रेरण नियम दो नियमों से बना है। प्रथम नियम में चालक में प्रेरित emf को समझाया गया है तथा द्वितीय नियम में चालक में प्रेरित emf की मात्रा निर्धारित की गई है।

प्रथम नियम के अनुसार, "जब एक चालक को परिवर्ती चुम्बकीय क्षेत्र में रखा जाता है, तो उसमें एक विद्युत वाहक बल (emf) प्रेरित होता है। यदि चालक परिपथ बंद हो, तो एक धारा प्रेरित होती है, जिसे प्रेरित धारा (induced current) कहते है।



द्वितीय नियम के अनुसार, "कुण्डली (coil) में प्रेरित emf, फ्लक्स लिंकेज की परिवर्तन दर के बराबर होता है।" फैराडे का नियम निम्नलिखित सूत्र द्वारा प्रदर्शित किया जाता है :-

$$e = -N\frac{d\phi}{dt}.$$

जहाँ, e = विद्युत वाहक बल (emf),
ϕ = चुम्बकीय flux,
N = टर्न की संख्या।

ऋणात्मक चिन्ह यह प्रदर्शित करता है कि प्रेरित emf की दिशा एवं चुम्बकीय क्षेत्र में परिवर्तन विपरीत होगी। यह लेंज नियम (Lenz's Law) के अनुसार होता है।

माना कि एक चुम्बक एक कुण्डली की ओर बढ़ रहा है। मान ले कि दो समय T_1 & T_2 है।

समय T_1 के दौरान कुण्डली का फ्लक्स लिंकेज,

$$T_1 = N\phi_1,$$

समय T_2 के दौरान कुण्डली का फ्लक्स लिंकेज,

$$T_2 = N\phi_2.$$

∵ फ्लक्स लिंकेज में परिवर्तन को, यदि,

$N(\phi_2 - \phi_1)$ कहे।

∵ मान ले कि फ्लक्स लिंकेज में परिवर्तन,

$\phi = \phi_2 - \phi_1$ है।

तब, फ्लक्स में बदलाव को $N\phi$ होगा।

∵ फ्लक्स लिंकेज परिवर्तन की दर को,

$\frac{N\phi}{t}$, से प्रदर्शित करेंगे। (इसका अवकलन लेने पर $N\,d\phi/dt$).

और हमें फैराडे के द्वितीय नियम से ज्ञात है कि फ्लक्स लिंकेज परिवर्तन की दर, कुण्डली में प्रेरित emf के बराबर होगी।

तो,

$$e = N\frac{d\phi}{dt}.$$

और, लेंज नियम के साथ,

$$\boxed{e = -N\frac{d\phi}{dt}.}$$

उपरोक्त सूत्र से यह ज्ञात होता है कि :

(i) कुण्डली के टर्न की संख्या बढ़ाने से प्रेरित emf का मान बढ़ेगा।

(ii) चुम्बकीय क्षेत्र सामर्थ्य को बढ़ाकर प्रेरित emf को बढ़ाया जा सकता है।

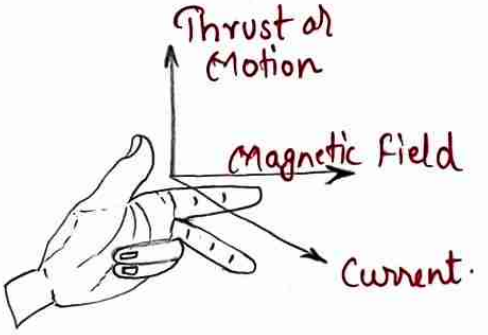
(iii)

→ **फ्लेमिंग के बांए हाथ का नियम (Fleming's Left Hand Rule) →**

फ्लेमिंग के बांए हाथ का नियम एक सरल एवं सटीक तरीका है किसी विद्युत मोटर में चालक के गति/बल की दिशा को ज्ञात करने का, जब चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा एवं धारा की दिशा ज्ञात हो।

इस नियम में बांए हाथ का दृश्य ममन (visual mnemonic) करके; अंगूठे, तर्जनी अंगली एवं मध्यमिका अंगली से प्रदर्शित किया जाता है। नियमानुसार- अंगूठा चालक के गति/बल की दिशा को दर्शाता है, तर्जनी अंगली चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा को प्रदर्शित करती है एवं मध्यमिका धारा की दिशा को इंगित करती है।

जब धारा का प्रवाह किसी चालक में होता है (मध्यमिका द्वारा प्रदर्शित), तब वह चालक के आसपास वेलनाकार चुम्बकीय क्षेत्र जनित करता है। यदि बाह्य चुम्बकीय क्षेत्र (तर्जनी द्वारा प्रदर्शित) उसके समीप लाया जाए, तब चुम्बकीय क्षेत्र एवं विद्युत-चुम्बकीय क्षेत्र आपस में प्रभाव डालेंगे। यह प्रभाव हमेशा एक भौतिक बल को (अंगूठे द्वारा प्रदर्शित) उत्पन्न करेगा, जो चुम्बकीय क्षेत्र एवं विद्युतचुम्बकीय क्षेत्र के लंबवत विपरीत (perpendicularly opposite) होगा।

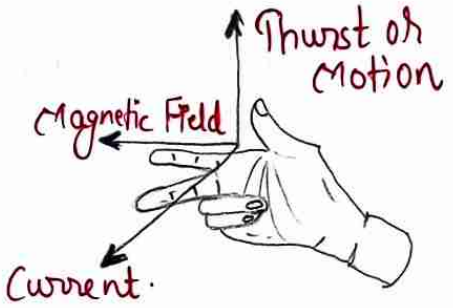


Fleming's Left Hand Rule

→ फ्लेमिंग के दांए हाथ का नियम (Fleming's Right Hand Rule) →

हमने फैराडे के विद्युत-चुम्बकीय प्रेरण नियम में पाया कि कुंडली तथा चुम्बक के आपस में गति करने से प्रेरित विद्युत वाहक बल (emf) उत्पन्न हो जाता है तथा इस वि.वा.बल के कारण प्रेरित विद्युत धारा भी उत्पन्न होती है। चुम्बकीय प्रेरण के द्वारा निर्मित/जनित इस प्रेरित विद्युत धारा की दिशा का मान ज्ञात करने के लिए फ्लेमिंग के दांए हाथ का निम्न प्रयुक्त किया जाता है।

फ्लेमिंग के दांए हाथ के नियम के अनुसार, "दांए हाथ की तर्जनी, मध्यमिका अंगुली एवं अंगूठे को इस प्रकार फैलाया जाए की ये तीनों एक दूसरे के लंबवत हो तथा तर्जनी अंगुली चुम्बकीय क्षेत्र की ओर हो, अंगूठा चालक की गति की दिशा को प्रदर्शित करें तथा मध्यमिका प्रेरित धारा को दर्शाए।



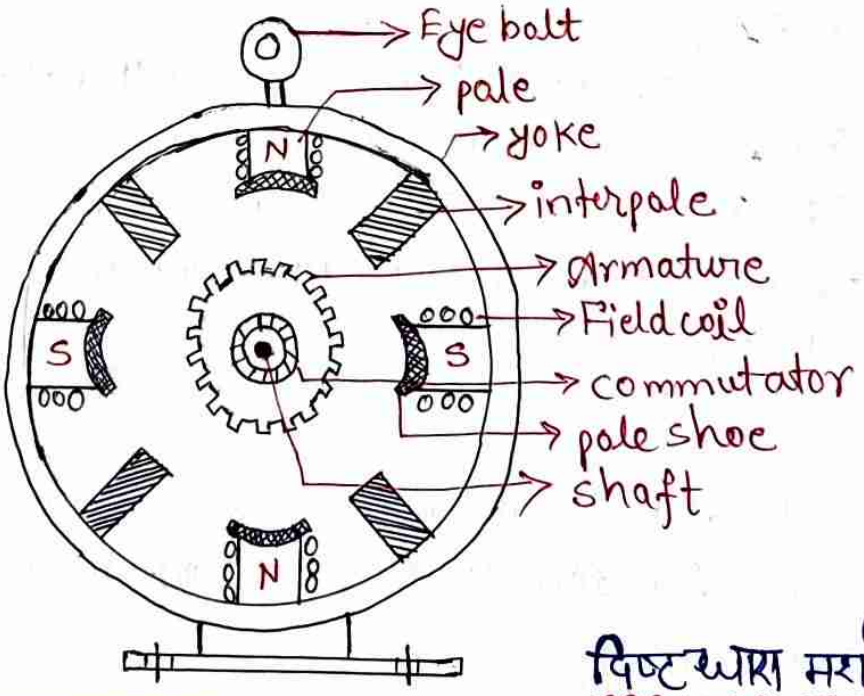
Fleming's Right Hand Rule

UNIT-1

Basic Concepts of D.C. Machines

→ आवश्यकता (Need) :- ऊर्जा रूपांतरण उपकरणों में दिष्ट धारा मशीन का बहुमुखी स्थान है। यह मशीन उच्च प्रारंभन बल आघूर्ण (High starting torque), उच्च त्वरण (high acceleration) तथा मन्दन बल आघूर्ण (damping torque) प्रकार के भारों के लिए उपयोगी है। इसके साथ दिष्ट धारा मशीन उन परिचालनों (drives) के लिए उपयोगी है जहाँ पर गति नियंत्रण परिसर का मान अधिक हो तथा शीघ्र विपरीतकरण (reversal) करना आवश्यक हो। पुनः निवेश परिपथों (feedback circuits) का उपयोग करके इस मशीन से संशोधित अभिलक्षण प्राप्त किये जा सकते हैं। इन कारणों से दिष्ट धारा मशीन का उपयोग अधिक लचीला हो जाता है तथा उद्योगों में इसका बहुप्रचलन है।

→ दिष्ट धारा मशीनों की संरचना (Construction of D.C. Machines) :-
दिष्ट धारा मशीन की संरचना चित्र में दिखाई गई है। इसमें भागों को दो मुख्य प्रकार से बाँटा जा सकता है :- ① स्टेटर ② आर्मेचर। स्टेटर में स्थित विभिन्न भाग स्थिर होते हैं, जबकि आर्मेचर के भाग गतिमान होते हैं।



दिष्ट धारा मशीन

इसके मुख्य भाग निम्नलिखित हैं:-

(i) योक (Yoke) :- योक सामान्यतः ढलवाँ लोहे (cast iron) या ढलवाँ इस्पात (cast steel) का बनाया जाता है। योक का मुख्य कार्य चुम्बकीय ध्रुवों को भीतर रोके रखना होता है तथा मशीन को ये यांत्रिक सुरक्षा प्रदान करता है। ध्रुवों द्वारा उत्पन्न चुम्बकीय फ्लक्स के लिए यह अपने में से मार्ग प्रशस्त करता है।

(ii) चुम्बकीय ध्रुव तथा क्षेत्र कुण्डलन (Magnetic Pole & Field coil) :- चुम्बकीय ध्रुव में पटलित ध्रुव क्रोड (laminated pole core) तथा पटलित ध्रुव नाल (laminated pole shoe) होते हैं। बड़ी मशीनों में ध्रुव क्रोड को पटलित सिलीकॉन इस्पात (laminated silicon steel) का बनाया जाता है। क्रोड के पटलनों के बीच में वार्निश की एक पतली पर्त चढ़ाई जाती है। यह वार्निश विद्युतरोधन का कार्य करती है। इससे क्रोड में होने वाली भंवर धारा हानि (eddy current loss) न्यूनतम हो जाती है। पटलित क्रोड को योक में बोल्टों द्वारा कसा जाता है। ध्रुव नाल को पेंचों द्वारा ध्रुव मुख (pole face) पर कस दिया जाता है।

क्षेत्र कुण्डलन या ध्रुव कुण्डलन (pole coil) को ध्रुव ढाँचे पर लगाया जाता है। क्षेत्र कुण्डलन में वर्तनों (turns) की संख्या तथा अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल का मान मशीन के प्रारूप पर निर्भर करता है।

चुम्बकीय ध्रुव के मुख्य कार्य निम्नलिखित होते हैं:-

(i) अवशिष्ट चुम्बकत्व को धारण करना।

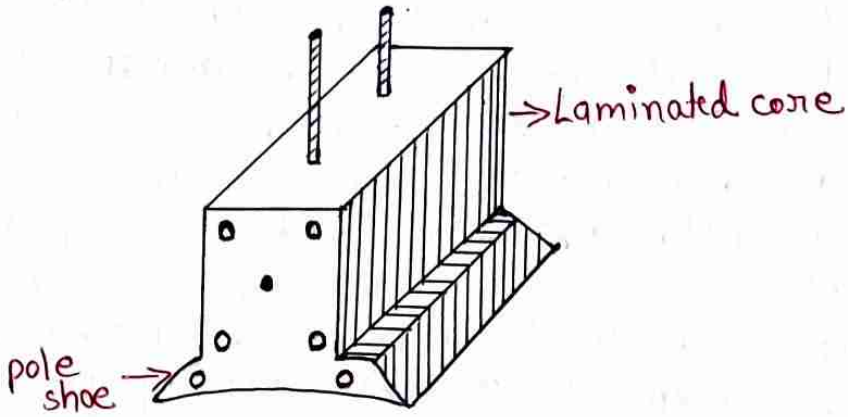
(ii) क्षेत्र कुण्डली को आधार प्रदान करना।

(iii) चुम्बकीय फ्लक्स के लिए निम्न प्रतिष्टम्भ (reluctance) पथ प्रदान करना।

ध्रुव क्रोड के नीचे ध्रुवीय नाल (pole shoe) लगाने के निम्नलिखित होते हैं:-

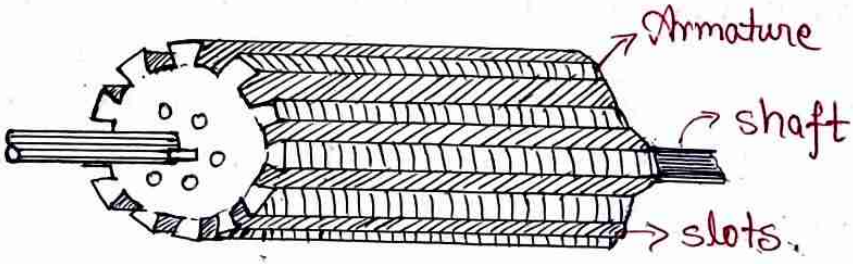
(i) ध्रुवीय नाल क्षेत्र कुण्डलन को रोके रखने का कार्य करती है,

(ii) ध्रुवीय नाल आर्मेचर की पूरी परिधि पर फ्लक्स को फैलाने का कार्य करती है।



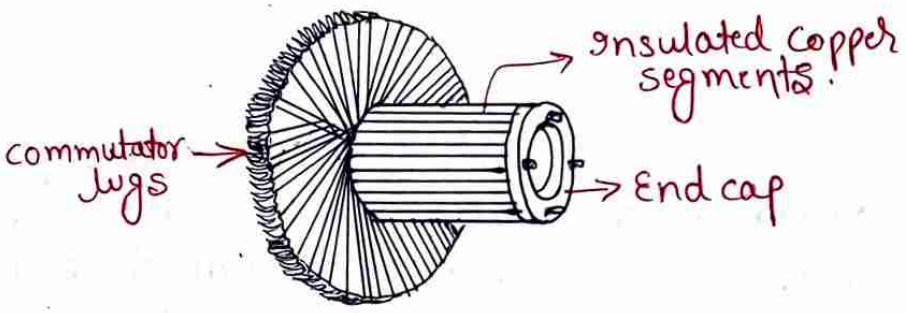
ध्रुव क्रोड

(iii) आर्मेचर क्रोड तथा आर्मेचर कुण्डलन (Armature core and Armature Winding) :- यह बेलनाकार या ड्रम (cylindrical or drum) आकृति का बनाया जाता है। इसे गोलाकार सिलीकॉन इस्पात पत्ती (round silicon steel sheet) की पर्तों से बनाया जाता है। प्रत्येक पर्त की मोटाई लगभग 0.35 mm होती है। प्रत्येक पर्त के केन्द्र पर शाफ्ट के लिए गोल छिद्र किया जाता है जिसमें कुंजी मार्ग (key way) भी कटा होता है ताकि क्रोड को शाफ्ट के साथ कसा जा सके। आर्मेचर कुण्डलन (armature winding) को क्रोड की परिधि पर बने खाँचों (slots) में रखा जाता है। छोटी मशीनों में कुण्डलन को डबल कॉटन ढकी (double cotton covering - DCC) तार का बनाया जाता है तथा बड़ी मशीनों में आयताकार ताम्र पट्टी का उपयोग किया जाता है।



आर्मेचर क्रोड

(iv) दिक्परिवर्तक (Commutator) :- आर्मेचर चालक में प्रेरित विद्युत-वाहक बल प्रत्यावर्ती होता है, इसे दिष्ट धारा में परिवर्तित करके दिक्परिवर्तक इसे बाहरी परिपथ में प्रवाहित करता है। आर्मेचर कुण्डलन को दिक्परिवर्तक के खण्डों (segments) पर जोड़ा जाता है। दिक्परिवर्तक कठोर कार्षित (hard drawn) ताम्र के खण्डों का बनाया जाता है। ताम्र के खण्ड एक-दूसरे से महीन अभ्रक (mica) के टुकड़ों द्वारा विद्युतरोधित (insulated) किए जाते हैं। दिक्परिवर्तक खण्डों के पिछले भाग को थोड़ा सा उभरा रखा जाता है। इस उभरे भाग पर आर्मेचर कुण्डलियों के सिरों को सोल्डर (solder) किया जाता है।

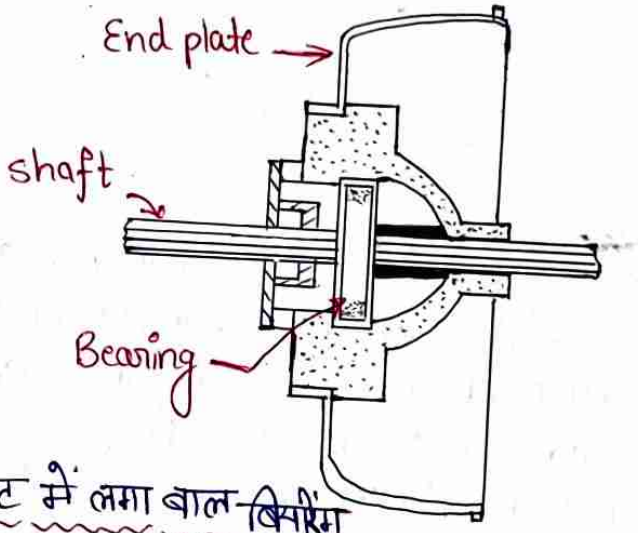


दिक्परिवर्तक

(v) ब्रुश तथा ब्रुश होल्डर (Brush & Brush Holder) :- ब्रुश के लिए कार्बन पदार्थ का उपयोग किया जाता है, क्योंकि कार्बन का प्रतिरोध ताम्र की अपेक्षा अधिक होता है। इस कारण स्पार्किंग कम होता है। कार्बन ब्रुश ताम्र की तुलना में नर्म होता है इसलिए ताम्र पर रगड़ खाने से कार्बन ही घिसता है, ताम्र नहीं घिसता। कार्बन ब्रुश दिक्परिवर्तक के लिए स्नेहक (lubricant) का कार्य भी करता है। ब्रुश को ब्रुश होल्डर में रखा जाता है। ब्रुश होल्डर में लगे स्प्रिंग द्वारा, ब्रुश को दिक्परिवर्तक पर दाब द्वारा सटाए रखा जाता है। ब्रुश का काम बाहरी परिपथ से उदाय लेना अथवा देना होता है।

(vi) शाफ्ट, बियरिंग, सिरा प्लेट, पंखा (Shaft, Bearing, End Plates, Cooling fan) :- मशीन के दोनों सिरों पर दो सिरा प्लेट लगाई जाती है। ये प्लेट यौक की ही धातु की बनाई जाती है। इन्हें बोल्ट द्वारा यौक से कस दिया जाता है। दोनों प्लेटों पर बाल बियरिंग (ball bearing) अथवा रोलर (roller) बियरिंग फिट किए जाते हैं ताकि आर्मेचर शाफ्ट सरलता से घूमती रहे। शाफ्ट के ऊपर विद्युतरोधी करके आर्मेचर लगाया जाता है।

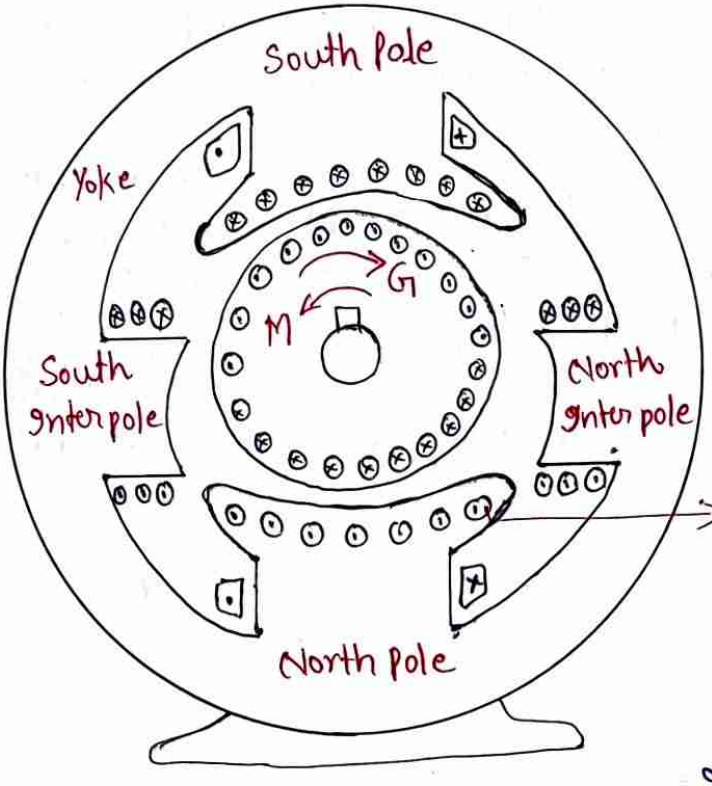
शाफ्ट पर एक पंखा भी लगाया जाता है, यह आर्मेचर में उत्पन्न ऊष्मा को बाहर निकालता है। इससे मशीन ठण्डी रहती है।



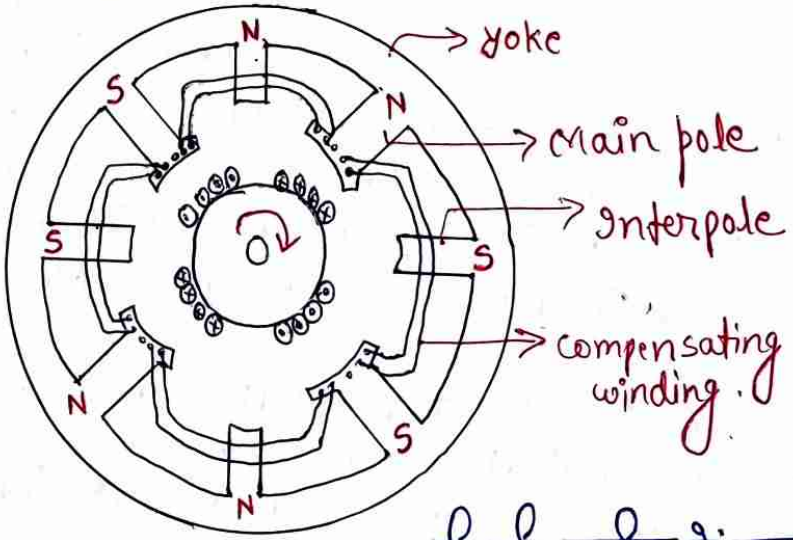
सिरा प्लेट में लगा बाल-बियरिंग

(vii) अंतरध्रुव (Interpole) :- मुख्य ध्रुवों के बीच में अंतर ध्रुव लगाए जाते हैं। इनकी ध्रुवता इस प्रकार रखी जाती है कि यह आर्मेचर क्षेत्र के प्रभाव के विपरीत हो तथा उस प्रभाव को उदासीन (neutralize) करें। उदासीन क्षेत्र में अंतरध्रुव का चुम्बकत्व वाहक बल (m.m.f) आर्मेचर चु.वा बल से अधिक होना चाहिए। अंतरध्रुव की चुम्बकन कुण्डली को आर्मेचर कुण्डली के साथ श्रेणीबद्ध किया जाता है ताकि सभी लोड पर अंतरध्रुव प्रभावी चलक्स उत्पन्न करें। दिष्ट धारा जनित्र में दिक्परिवर्तक ध्रुव (commutating pole) की ध्रुवता वही रखी जाती है, जो आर्मेचर के घूमने की दिशा में आगे आने पर मुख्य ध्रुव की होती है। जबकि दिष्ट धारा मोटर में दिक्परिवर्तक ध्रुव की

ध्रुवता आर्मेचर की दिशा में, इसके पहिये के मुख्य ध्रुव के समान होती है।



→ क्षतिपूरक कुण्डलन (Compensating Winding) :- आर्मेचर प्रतिक्रिया (armature reaction) से होने वाले क्षेत्र विरूपण (field distortion) के अवांछित प्रभाव को नगण्य करने के लिए क्षतिपूरक कुण्डलन का उपयोग किया जाता है। इस कुण्डलन को समकारी अथवा प्रतिकारी कुण्डलन भी कहा जाता है। यह कुण्डलन संकेन्द्री (concentric) प्रकार की होती है, जिसे ध्रुव की सतह के भीतरी ओर रखा जाता है।



डी. सी. मशीन में समकारी कुण्डलन