प्रत्यावर्तक - सिद्धांत - पोल, चाल व आवृत्ति में सम्बन्ध (Alternator - Principle - Relation between poles, speed and frequency)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे
- **प्रत्यावर्तक के कार्य सिद्धांत का वर्णन करना**
- **एकल लूप प्रत्यावर्तक द्वारा ज्या तरंग वोल्टेज उत्पन्न करने की विधि का वर्णन करना**
- **आवृत्ति, पोलों की संख्या व तुल्यकाली चाल में सम्बन्ध का वर्णन करना।**

प्रत्यावर्तक का सिद्धांत (Principle of an alternator): एक प्रत्यावर्तक (alternator) DC जनरेटर की तरह ही विद्युत चुम्बकीय प्रेरण के सिद्धांत कार्य करता है, जब चालक चुम्बकीय क्षेत्र में गति करता है, तो इससे बल रेखाएँ कटती है और उस चालक में वि० वा० बल उत्पन्न हो जाता है। परिवर्तनीय रूप में जब तक फिल्ड व चालक में सापेक्ष गति रहता है तो चालक में वि०वा० बल उत्पन्न होगा। पैदा हुई वि० वा० बल की मात्रा फ्लक्स लिंक में परिवर्तन या फ्लक्स कटने की दर के समानुपाती होती है।

DC जनरेटर के सन्दर्भ में, हम जानते है कि रोटेटिंग आर्मेचर कुण्डलियों में उत्पन्न वि०वा० बल प्रत्यावर्ती होता है, यह बाहरी परिपथ में कम्यूटेटर की सहायता से DC में परिवर्तित किया जाता है। परन्तु आल्टरनेटर के मामले में, आर्मेचर कुण्डलियों में उत्पन्न प्रत्यावर्ती धारा सीधे स्लिपरिंगों की सहायता से बाहरी परिपथ को प्राप्त हो जाती है। एक आल्टरनेटर में जब चुम्बकीय क्षेत्र को स्थिर, स्टेटर चालकों के बीच घुमाया जाता है तो भी स्टेटर चालकों में प्रत्यावर्ती धारा उत्पन्न होती है।

एकल लूप प्रत्यावर्तक द्वारा ज्यातरंग वोल्टेज का उत्पादन (Production of sine wave voltage by single loop alternator): Fig 2a में एक एकल लूप प्रत्यावर्तक दिखाया गया है। जैसे ही यह चुम्बकीय क्षेत्र मे घूमता है, इसमें उत्पन्न वोल्टेज निम्न प्रकार से अपनी दिशा व मान बदलती है।

AC जनरेटर के वायर लूप में उत्पन्न वोल्टेज के परिमाण व दिशा को ग्राफ में दर्शाने के लिए Fig 1 में दर्शाये अनुसार `X' अक्ष में 30 विद्युत डिग्री के अन्तर से विद्युत डिग्रीयो का लूप का विस्थापन दिखाया गया है। जैसा कि Fig 2c में दिखाया गया है। `X' अक्ष पर तीन डीविजन, लूप का एक चौथाई घुमाव प्रदर्शित करता है। छः डीविजन अर्द्ध घुमाव को प्रदर्शित करता है। पैदा हुई वोल्टेज का परिमाण `Y' अक्ष पर उचित स्केल द्वारा रखा गया है।

X-अक्ष से ऊपर का भाग धनात्मक वोल्टेज व x-अक्ष से नीचे का भाग ऋणात्मक वोल्टेज को दर्शाता है जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है।

Fig 1

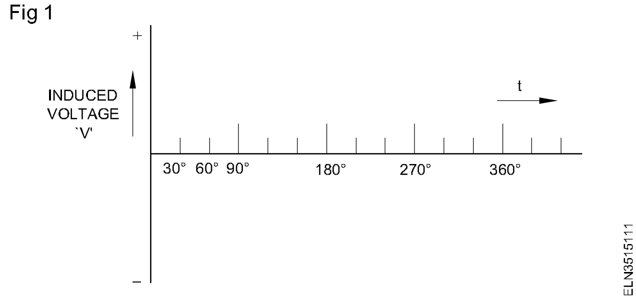
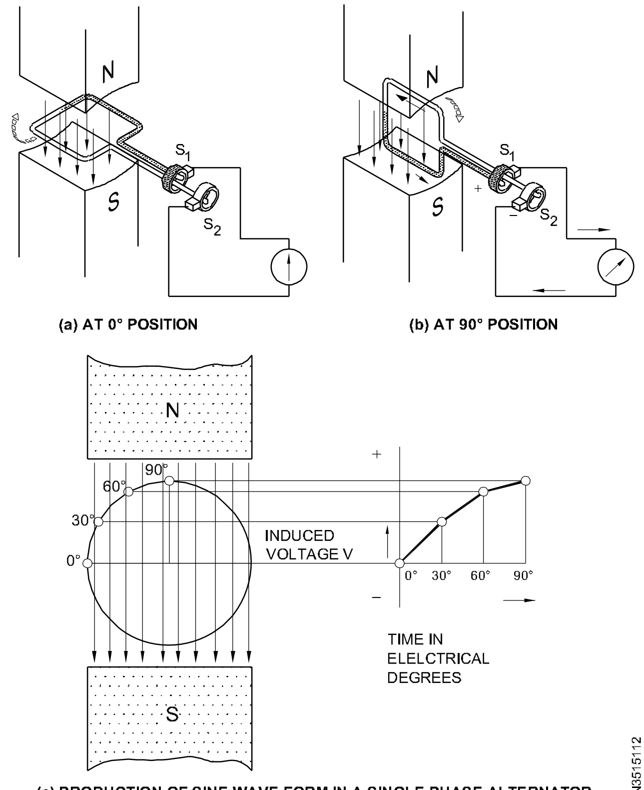


Fig 2a में लूप की प्रारम्भिक अवस्था दिखाई गई है और इसे Fig 2c में पॉजिशन `O' पर दिखाया गया है, इस पॉजिशन पर लूप मुख्य फ्लक्स के समानांतर चलता है, लूप कोई बल रेखा काट नहीं रहा है और इसलिए कोई वोल्टेज उत्पन्न नहीं होगा। ग्राफ में प्रारम्भ अवस्था में यह वोल्टेज शून्य वोल्टेज से दर्शाई गई है और Fig 2c में दर्शाये अनुसार वक्र की यह प्रारम्भ अवस्था है। उत्पन्न वि० वा० बल का परिमाण सूत्र $E_o = BLV \sin\theta$ से दर्शाया गया है।

Fig 2



(c) PRODUCTION OF SINE WAVE FORM IN A SINGLE PHASE ALTERNATOR

जहाँ

B फ्लक्स घनत्व वेबर प्रति वर्ग मीटर में

L चालक की लम्बाई मीटर में

V लूप के घूमने का गति मीटर/सैकिण्ड में

θ कोण जिस पर चालक बल रेखाओं को काट रहा है।

चूंकि $\sin\theta = 0$

Copyright Free Under CC BY Licence

शून्य पॉजिशन पर उत्पन्न E का मान भी शून्य है। जैसे ही लूप क्लॉकवाईज दिशा में 30° आगे बढता है जैसाकि Fig 2c,में दिखाया गया है, लूप बल रेखाओ को काटता है और लूप में (E_{30}) वि० वा० बल उत्पन्न होता है जिसका परिणाम BLV Sinθ के तुल्य होगा जब θ ,30° के तुल्य है।

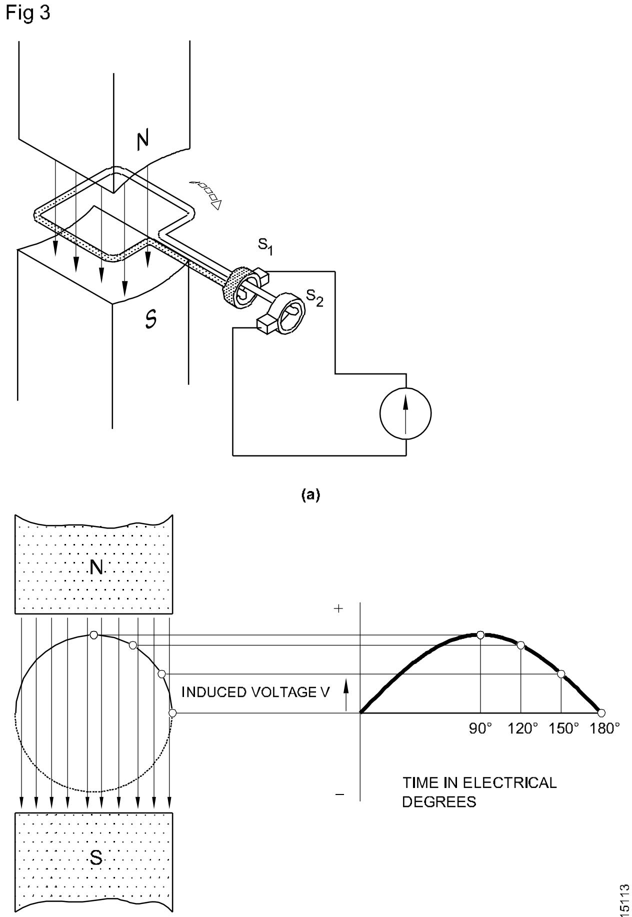
उपरोक्त सूत्र को लागू करते हुए हम लूप की 90° अवस्था पर Fig 2c में दर्शाये अनुसार उच्चतम मान प्राप्त करते है।

जैसे ही लूप आगे 180° की ओर अग्रसर होता हे तो यह प्राप्त होता है कि बल रेखाएँ कटते हुए शून्य तक कम हो जाती है । यदि प्रत्येक पॉजिशन पर उत्पन्न वि०वा० बल की मात्रा को एक बिन्दु द्वारा दर्शाया जाये और बिन्दु द्वारा वक्र खींचा जाए तो Fig 3b के अनुसार दिखाये गये आकार का वक्र प्राप्त होगा।

लूप के 0 से 180° तक घूमने के दौरान, स्लिप रिंग S_1 धनात्मक व स्लिप रिंग S_2 ऋणात्मक होगा।

इस प्रकार 180° की पॉजिशन पर, लूप बल रेखाओं के साथ समानांतर में घूम रहा है, इसलिए कोई बल रेखा नही कट रही है और Fig 3b में दर्शाये अनुसार लूप में कोई वि०वा बल उत्पन्न नही हो रहा है।

Fig 3



(b) VALUE OF INDUCED E.M.F. AT POSITION 180° FROM START

आगे 180° से 270° की पॉजिशन पर लूप के घूमने पर, पुनः वोल्टेज बढ जाती है परन्तु ध्रुवता polarity Fig 4b अनुसार विपरीत हो जाती है। लूप के 180 से 360° तक घूमने पर, स्पिलपरिंग S_2 धनात्मक होगा और S_1 ऋणात्मक हो जायेगा जैसा कि Fig 4a में दिखाया गया है। इस प्रकार 270° पर उत्पन्न वोल्टेज उच्चतम होगी और यह 360° पर घटर शून्य हो जायेगी। Fig 5b में लूप के एक पूर्ण चक्कर पूरा करने पर उत्पन्न वोल्टेज के दोनों परिमाण व दिशा परिवर्तन के साथ दिखाये गये है। इसे एक साइकल कहते है।

इस प्रकार की तरंग रूप, ज्या तरंग कहलाती है, क्योंकि उत्पन्न वि०वा० बल के परिमाण व दिशा साईन नियम का कठोरता से पालन करते है। एक सैकिण्ड मे पूर्ण किये गये साइकल की संख्या आवृत्ति कहलाती है। हमारे देश में हम AC सप्लाई में 50 साइकल की फ्रिक्वेन्सी उपयोग करते है जो कि 50 Hz से दर्शायी गई है।

Fig 4

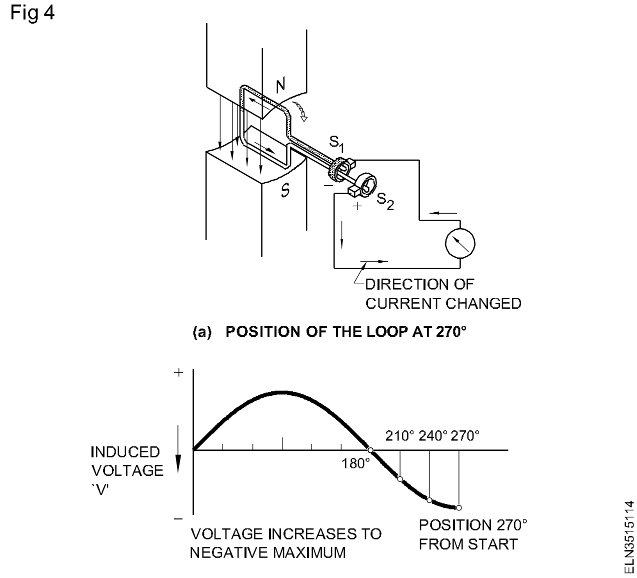
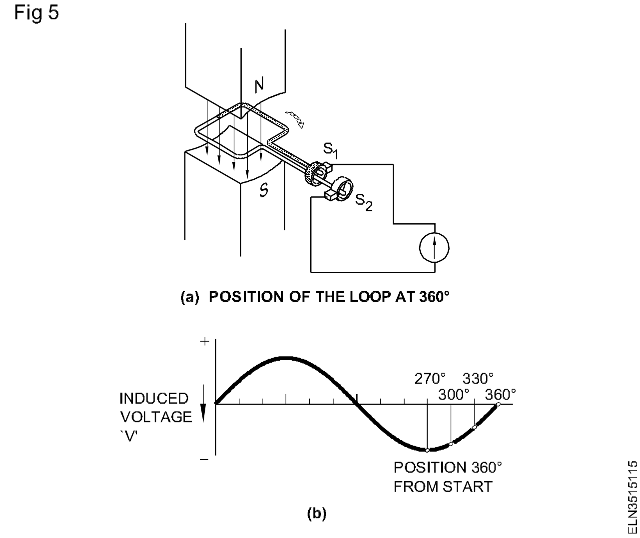


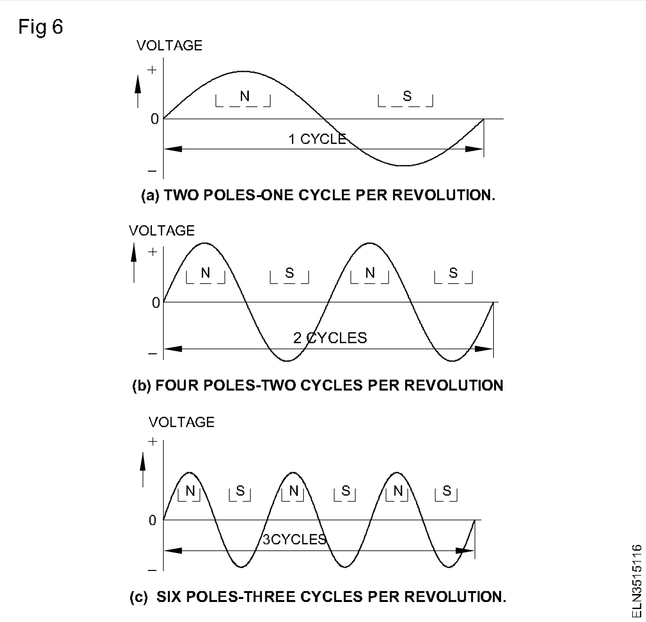
Fig 5



प्रत्यावर्तक के पोलों की संख्या, चाल व आवृत्ति में सम्बन्ध (Relation between frequency, speed and number of poles of alternator): यदि प्रत्यावर्तक के केवल दो पोल है, लूप के एक चक्कर घूमने मे उत्पन्न वोल्टेज का एक साइकल पूर्ण होता है। यदि इसके चार पोल है, तब कुण्डली द्वारा एक पूर्ण चक्कर में वोल्टेज के दो साइकल उत्पन्न होगें, अतः जब यह एक उत्तरी ध्रुव व दक्षिणी ध्रुव के एक सैट को क्रॉस करती है तो एक साईकल पूरा होता है।

Fig 6 में साइकलों की संख्या दिखाई गई है जो कि एक क्वायल द्वारा एक घुमाव चक्र में क्रमशः 2 पोल, 4 पोल व 6 पोल द्वारा उत्पन्न किये गये है। इससे यह स्पष्ट है कि प्रति घुमाव चक्र में उत्पन्न साइकलों की संख्या, पोलों

Copyright Free Under CC BY Licence



की संख्या के समानुपाती है। पोल `P' को दो से भाग किया गया है। इसलिए प्रति सैकण्ड उत्पन्न साइकल की संख्या P/2, पर निर्भर करती है, और मशीन की चाल चक्र प्रति सैकिण्ड है।

इसलिए आवृत्ति $F = \frac{P}{2} \times 'n'$

जहाँ `n' r.p.s. में

`P' पोलों की संख्या है।

सामान्यतया चाल को r.p.m. में दर्शाया जाता है।

तब हम आवृत्ति प्राप्त करेंगें $F = \frac{PN}{2 \times 60} = \frac{PN}{120}$

जहाँ P पोलों की संख्या है और r.p.m. में गति है।

इस प्रकार हम कह सकते है कि एक प्रत्यावर्तक की आवृत्ति पोलों की संख्या और चाल के समानुपाती होती है।

प्रत्यावर्तकों के प्रकार व सरंचना (Types and construction of alternators)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **विभिन्न प्रकार के प्रत्यावर्तकों की प्रकार व संरचना का वर्णन करना।**

प्रत्यावर्तकों के प्रकार (Types of alternators): एक महत्वपूर्ण दृष्टिकोण में DC व AC जनरेटर समान प्रकार के होते है, अर्थात ये दोनों आर्मेचर चालकों में प्रत्यावर्ती विद्युत वाहक बल उत्पन्न करते है। AC जनरेटर विद्युत ऊर्जा को समान रूप मे अर्थात प्रत्यावर्ती वि०वा० बल को ही स्लिप रिंगों की सहायता से बाहरी लोड परिपथ को भेजता है।

AC जनरेटर जिन्हें प्रत्यावर्तक (alternators) के नाम से भी जाना जाता है, इसे एक निश्चित स्थिर चाल पर चलाया जाता है जिसे तुल्यकाली चाल कहते है, क्योंकि उत्पन्न वि०वा० बल की आवृत्ति चाल से ज्ञात की जाती है। इस कारण से ये मशीनें सिन्क्रोनस आल्टरनेटर या सिन्क्रोनस जनरेटर के नाम से जानी जाती है।

घूर्णन भाग के प्रकार के अनुसार वर्गीकरण (Classification according to the type of rotating part): प्रत्यावर्तक में घूमने वला भाग कौन सा है, इस अनुसार भी प्रत्यावर्तक को वर्गीकृत किया जाता है। पिछले पाठों में हम चर्चा कर चुके है कि प्रत्यावर्तक में चुम्बकीय क्षेत्र ध्रुव स्थिर है या घूमने वाला है। जिन प्रत्यावर्तक में चुम्बकीय क्षेत्र स्थिर होता है। और आर्मेचर घूमने वाला होता है, वह **आर्मेचर घूर्णन प्रकार** का होता है, और जिन प्रत्यावर्तकों मे आर्मेचर स्थिर व चुम्बकीय क्षेत्र गतिमान होता है वह **क्षेत्र घूर्णन (rotating field type) प्रकार** का होता है। फिल्ड घूमने वाले प्रत्यावतर्कों के निश्चित लाभ होते है।

फिल्ड घूमने वाले प्रत्यावर्तकों के लाभ (Advantages of using rotating field type alternators)

फिल्ड घूमने वाले प्रत्यावर्तकों में केवल दो स्लिप रिंगों की आवश्यकता होती है, चाहें फेजों की संख्या कुछ भी हो।

चूंकि मुख्य वाइंडिंग स्टेटर में रखी जाती है, क्योंकि आन्तरिक परिधि क्षेत्रफल अधिक होने के कारण स्टेटर में अधिक चालक रखे जा सकते है। अधिक चालकों के परिणामस्वरूप उच्च वोल्टेज करंट का उत्पादन होता है।

चूंकि वह वाइन्डिंग जिसमें वि० वा० बल उत्पन्न होता है, स्थिर है इसलिए इसमें वाइन्डिंग के ढीला होने या टूटने की सम्भावना नहीं रहती है और घूर्णन बल के न होने के कारण जोड भी ढीले नहीं होते।

स्थिर आर्मेचर और बाहरी (load) सर्किट के बीच कोई sliding सम्पर्क नहीं होती, इससे सप्लाई सीधे ही ली जा सकती है। कम पावर व कम वोल्टेज वाले फिल्ड एक्साइटेंशन के लिए केवल दो स्लिप रिंग की आवश्यकता रोटर में पडती है। इस कारण स्पार्किंग व कम दोष (faults) उत्पन्न होने की सम्भावना होती है।

मुख्य वाइंडिंग (winding) स्थिर होती है, चालकों को सरलता से व प्रभाविक रूप से इन्सुलेट किया जा सकता है, और उच्च आउटपुट वोल्टेज के लिए, इन्सुलेटिंग कीमत कम हो जाती है। (कम परावैद्युत सामर्थ्य का इन्सुलेशन पर्याप्त है)।

स्थिर मुख्य चालकों को कम देखभाल की आवश्यकता होती है।

किसी दी हुई क्षमता के लिए रोटेटिंग आर्मेचर प्रकार की अपेक्षा रोटर पर फिल्ड वाइन्डिंग लोड में हल्की होती है, इससे प्रत्यावर्तक को उच्च चाल पर चलाया जा सकता है।

फेजों के संख्या के आधार पर वर्गीकरण (Classification according to the number of phases): प्रत्यावर्तको का वर्गीकरण का अन्य विधि है कि प्रत्यावर्तक एक फेज या 3-फेज में वोल्टेज उत्पन्न करता है जिनमें एक प्रकार है 1) एक फेज प्रत्यावर्तक 2) तीन फेज प्रत्यावर्तक।

Copyright Free Under CC BY Licence

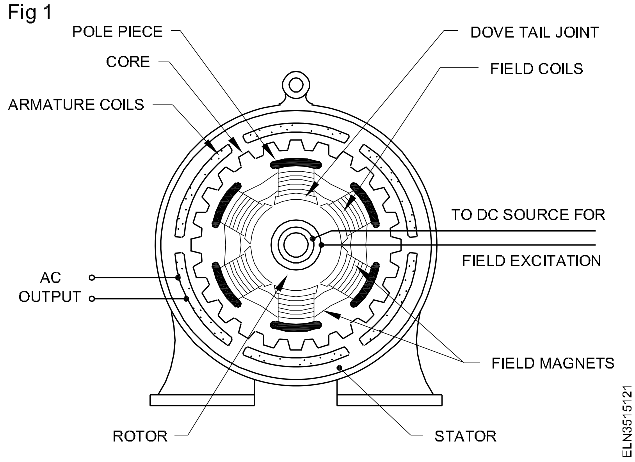
एक फेज प्रत्यावर्तक (Single-phase alternators): एकल कला single-phase प्रत्यावर्तक वह है जो केवल एक प्रकार की वोल्टेज प्रदान करता है। आर्मेचर कुण्डलियां श्रेणी में जुड कर वोल्टेज देती है, दुसरे शब्दों मे प्रत्येक कुण्डली में उत्पन्न वि० वा० बल का योग होकर कुल आउटपुट वोल्टेज प्राप्त होती है। एक फेज प्रत्यावर्तक केवल छोटे आकार में बनाये जाते है। ये निर्माणाधीन स्थानों पर अस्थाई विकल्प के रूप में पावर सप्लाई के लिए और सुदूर स्थानों पर स्थाई स्थापना में प्रयोग किये जाते है।

तीन-फेज प्रत्यावर्तक (Three-phase alternators): ये प्रत्यावर्तक दो प्रकार की वोल्टेज प्रदान करते है जिन्हें फेज व लाइन वोल्टेज कहते है। इनमें तीन वाइंडिंग परस्पर 120° पर रखी जाती है जो कि अधिकतर स्टार में जुडी होती है जिनसे तीन मुख्य टर्मिनल U,V,W व चौथा न्यूट्रल टर्मिनल `N' निकलता है।

ये प्रत्यावर्तक ऐसे प्राइम मूवर से चलाये जाते है जैसे डीजल ईंजन, भांप टरबाईन व वाटर व्हील इत्यादि जो कि उपलब्ध स्त्रोत पर निर्भर करती है।

प्रत्यावर्तकों की संरचना (Construction of alternators): एक फिल्ड घूमने वाले प्रत्यावर्तक का मुख्य भाग Fig 1 मे दिखाया गया है।

Fig 1



स्टेटर (Stator): इसमें मुख्यतया आर्मेचर क्रोड होता है जो कि स्टील एलॉय (सिलिकॉन स्टील) की पट्टलों से बना होता है, इसकी आन्तरिक परिधि में स्लॉट कटे होते है जिनमें आर्मेचर चालक रखे होते है। आर्मेचर क्रोड एक छल्ले केरूप में होती है जो एक फ्रेम में फिट होती है जोकि ढलवां लोहा या स्टील प्लेट को वैल्ड करके बनाया जाता है ताकि भंवर धारा हानियाँ कम की जा सके, जो कि स्टेटर क्रोड में उत्पन्नहोती है जब रोटेटिंग फिल्ड पोल द्वारा फ्लक्स उत्पन्न करता है। छोटी मशीनों में पट्टलें laminated एक पूरे रिंग में स्टैप्पड होती है और बड़ी मशीनों में ये खण्डों के रूप में होती है और ये पट्टलें एकदूसरे से इन्सुलेटिड होती है जिसके लिए कागज या वार्निश का उपयोग किया जाता है। पट्टलो में छिद्र भी रखे जाते है जो अक्षीय या रेडियल रूप में नाली (ducts) बनाते है जो प्रभाविक शीतलन (cooling) प्रदान करते है। एक स्टेटर का सामान्य रूप फ्रेम के साथ Fig 2 में दिखाया गया है।

आर्मेचर क्रोड में रखे स्टेटर क्रोड में मुख्यतया दो प्रकार के स्लाट बनाये जाते है जिनमें आर्मेचर कुण्डलियां रखी जाती है जो कि (i) खुला प्रकारऔर(ii) अर्द्ध खुला प्रकार के स्लाट होते है जो कि Fig 3(a) और (b) में क्रमशः दिखाये गये है।

Fig 2

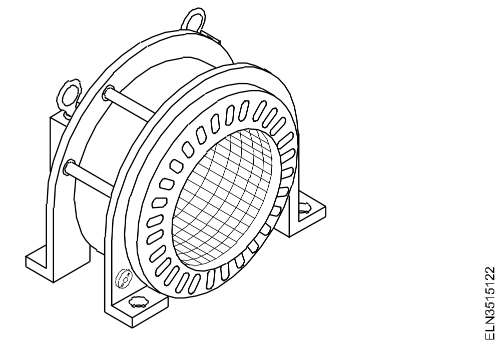
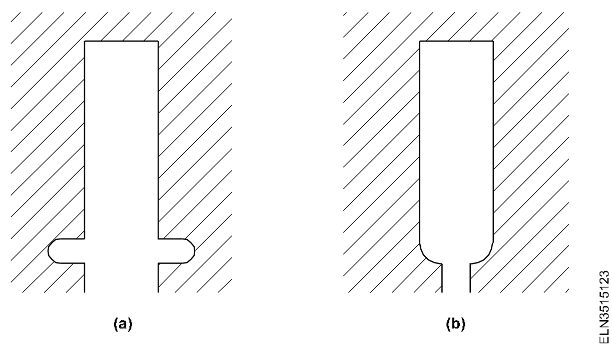


Fig 3



खुले प्रकार के स्लॉट अधिकतर प्रयोग किये जाते है, क्योंकि क्वाइलें फ्रेम पर बना कर और पहले ही इन्सुलेट करके स्लॉटों में रखी जाती है, इससे कार्य शीघ्रता से होता है, खर्चा कम होता है और इन्सुलेशन भी अच्छा होता है। इस प्रकार के स्लॉटों में खराब कुण्डलियों को आसानी से हटाने व बदलने की सुविधा होती है। परन्तु इस प्रकार के स्लॉट असमान रूप से फ्लक्स वितरण करते है, इस प्रकार वि०वा० बल की तरंग में रिप्पल (ripples) पैदा हो जाते है। इस सन्दर्भ में अर्द्ध खुले प्रकार के स्लॉट अच्छे होते है, परन्तु इनमें फर्मे पर बनी कुण्डलियां नहीं डाली जा सकती है, इस कारण वाइन्डिंग प्रक्रिया कठिन हो जाती है। पूर्णतया बन्द प्रकार के स्लॉट बहुत कम प्रयोग किये जाते है, परन्तु जब उपयोग किये जाते है तो इनमें वाइन्डिंग टर्नो (turns) को ब्रेंसिंग (Bracing) करने की आवश्यकता होती है।

रोटर (Rotor): यह फिल्ड प्रणाली को संगठित करता है और DC जनरेटर की तरह का होता है। सामान्यतया फिल्ड प्रणाली पृथक निम्न वोल्टेज DC प्रदाय से उत्तेजित (excited) की जाती है। उत्तेजक स्त्रोत एक DC शन्ट या कम्पाउण्ड जनित्र होता है जिसे एक्साईटर (Exciter) के नाम से जाना जाता है, जो कि उसी प्रत्यावर्तक की शाफ्ट से जुड़ा होता है। दो स्लिप रिंगों की सहायता से व ब्रुशों से रोटर को उत्तेजन (exciting) धारा प्रदान की जाती है। फिल्ड पोल उत्तेजन पैदा करते है और एक के बाद उत्तरी व दक्षिणी ध्रुव बनाते है।

फिल्ड घूमने वाले रोटर दो प्रकार के है, जिनके नाम है (i) समुन्नत ध्रव प्रकार (salient pole type) जो कि Fig 4 में दिखाया गया है और (ii) बेलनाकार (cylindrical) प्रकार या असमुन्नत (non-salient) ध्रुव प्रकार जो कि Fig 5 में दिखाया गया है।

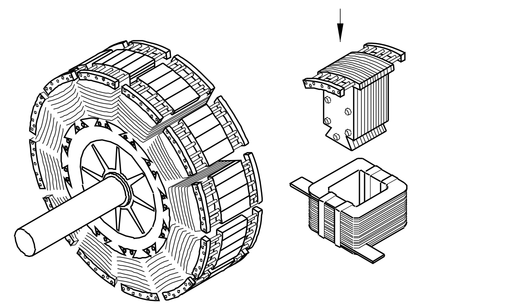
समुन्नत पोल प्रकार (Salient pole type): इस प्रकार का रोटर निम्न व मध्यम चाल वाले प्रत्यावर्तकों में उपयोग किया जाता है। इस प्रकार का रोटर कम खर्चीला, इस पर फिल्ड क्वाइलों के लिए अधिक जगह होती है

Copyright Free Under CC BY Licence

और ऊष्मा को बाहर निकालने के लिए विस्तृत क्षेत्रफल होता है। यह प्रकार उच्च चाल वाल प्रत्यावर्तकों के लिए उपयुक्त नही है क्योंकि उभरे हुए पोल्स अधिक शोर उत्पन्न करते है, इसके अतिरिक्त उच्च चाल पर पर्याप्त यान्त्रिक सामर्थ्य बनाये रखने में भी कठिनाई होती है।

Fig 4 में दिखाया गया है कि समुन्नत पोल प्रकार का रोटर में स्टील पट्टलोंको रिविट करके शाफ्ट फिटिंग में फिट किया गया है जो कि डावटेल जोड गये है। पोल के मुखों (Pole faces) को वक्राकार रखा गया है ताकि वायु अन्तराल में समान रूप से फ्लक्स का वितरण हो सके, जिससे उत्पन्न वि०वा० बल की तरंग रूप ज्या वक्रिय (sinusoidal) पैदा हो जाते है जिनमें डैम्पर (damper) वाइन्डिंग रखी जाती है। फिल्ड कुण्डलियां श्रेणी में जोडी जाती है, इनके संयोजन इस प्रकार होते है कि एकपोल उत्तरी पोल बने तो अगला दक्षिणी पोल बने और फिल्ड वाइन्डिंग के सिरे स्लिप रिंग के साथ जोडे जाते है। DC उत्तेजन स्त्रोत ब्रुशों से जोड़ा जाता है जो कि आवश्यक प्रेशर के साथ स्लिप रिंगों के साथ सम्पर्क में रहते है।

Fig 4



SALIENT POLE FIELD STRUCTURE

समुन्नत पोल प्रकार प्रत्यावर्तक अपने बड़े व्यास से पहचाने जाते है जिनकी अक्षीय लम्बाई कम व परिचालन गति निम्न व माध्यम होती है।

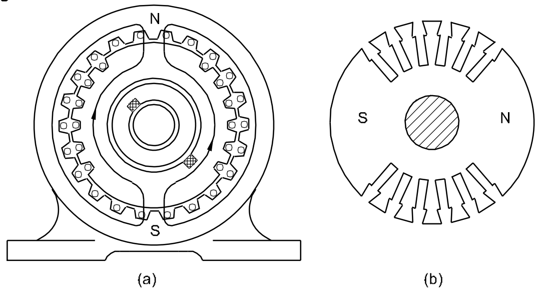
स्मूथ बेलनाकार या असमुन्नत पोल प्रकार रोटर (Smooth cylindrical or non-salient pole type rotor): इस प्रकार के रोटर उच्च चाल वालेप्रत्यावर्तकों में उपयोग किये जाते है, जो भाप टरबाईन से चलाये जाते है। अच्छी यान्त्रिक सामर्थ्य प्राप्त करने के लिए रोटर का बाहरी घेरा कम रखने के लिए व्यास को कम रखा जाता है और अक्षीय लम्बाई बढाई जाती है। इस प्रकार के रोटरों पर दो या चाल पोल बने होते है परन्तु ये रोटर उच्च गति पर चलते है।

इन उच्च चाल को सहन करने के लिए रोटर को फोर्ज करके ठोस स्टील से बनाया जाता है, जिसमें Fig 5a के अनुसार लम्बाई में स्लॉट कटे होते है जो छः स्लाटों द्वारा दो पोल बना रहा है। इन स्लाटों में इन्सुलेटिड कॉपर स्ट्रिप द्वारा वाइन्डिंग की जाती है, यह वाइन्डिंग उचित पच्चडों (wedges) द्वारा रोकी जाती है, और अन्त में स्टील के बन्धनों द्वारा बांधी जाती है।

रोटर की परिधि का वह भाग जिसमें स्लाट नहीं कटे है, यह पोलों के लिए उपयोग होता है जैसा कि Fig 5b में दिखाया गया है।

स्मूथ बेलनाकार पोल प्रकार प्रत्यावर्तक उनके छोटे व्यास, लम्बी अक्षीय लम्बाई और उच्च परिचालन गति से पहचाने जाते है।

Fig 5



NON-SALIENT POLE TYPE FIELD STRUCTURE

प्रत्यावर्तक का सामान्य परीक्षण व 3-फेज वोल्टेज का उत्पादन (Generation of 3-phase voltage and general test on alternator)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **3-फेज प्रत्यावर्तक द्वारा 3-फेज वोल्टेज की तरंग रूप-उत्पादन की विधि का वर्णन करना**
- **3ϕ फेज प्रदाय का फेज अनुक्रम का वर्णन करना**
- **प्रत्यावर्तक की कन्टीन्युटी, इन्सुलेशन टेस्ट व अर्थ संयोजन को टेस्ट करने की विधि का वर्णन करना**
- **प्रत्यावर्तक के लिए B.I.S. मान निर्धारण व I.E.E. के नियमों की व्याख्या करना।**

वर्तमान विश्व में सबसे अधिक काम आने वाली AC तीन फेज प्रणाली है। यह इसलिए है कि इसकी दक्षता उच्च है, उत्पादन में आवश्यक सामग्री की लागत कम आती है और एक निश्चित दी हुई क्षमता के लिए ट्रांसमिशन व वितरण भी सस्ता पड़ता है। उद्योगों में तीन फेज मोटरों को पावर सप्लाई के लिए और इसी प्रकार एक फेज मोटरों व प्रकाश लोडों को औद्योगिक और घरेलु कार्यों के लिए तीन फेज प्रणाली काम में ली जाती है। वर्तमान में इलैक्ट्रिशियन जनरेटिंग स्टेशन में या किसी विकल्प में पावर स्टेशन पर नियुक्त हो सकता है, जहाँ पर तीन फेज प्रत्यावर्तक उपयोग होते है। इसलिए 3-फेज वोल्टेज के उत्पादन उनके फेज अनुक्रम और प्रत्वावर्तकों की सामान्य टेस्टिंग की स्पष्ट अच्छी जानकारी इलैक्ट्रिशियन को होनी आवश्यक है।

तीन-फेज वोल्टेज का उत्पादन (Generation of three-phase voltage): मूलतः एक तीन फेज प्रत्यावर्तक का सिद्धांत, एक फेज प्रत्यावर्तक के समान ही होता है, केवल अन्तर यह है कि यहाँ तीन कुण्डलियाँ समान दूरी पर, परस्पर 120° की दूरी पर, चुम्बकीय क्षेत्र में रखी जाती है, जो तीन आउटपुट वोल्टेज उत्पन्न करती है, जिनके उच्चतम या न्यूनतम मान भी परस्पर 120^0 दूरी पर होते है।

Fig 1c में एक सरल घूर्णमान लूप, तीन फेज जनरेटर इसकी आउटपुट वोल्टेज की तरंग रूपों के साथ दिखाया गया है।

Copyright Free Under CC BY Licence

जैसा कि Fig 1a में दिखाया गया है, तीन स्वतन्त्र लूप परस्पर 120° के अन्तर पर एक चुम्बकीय क्षेत्र मे घूम रहे है, इसमें यह माना गया है कि दिखाया गया प्रत्यावर्तक आर्मेचर घूमने वाला है। जैसा कि Fig 1a में दिख रहा है कि तीन लूप जो विद्युतीय रूप में एक दूसरे से पृथक है और लूप के सिरे अलग-अलग स्लिप रिंगों से जुडे है। जैसे ही एक समरूप चुम्बकीय क्षेत्र में लूप घूमता है वे ज्या तरंग उत्पन्न करते है। व्यावहारिक प्रत्यावर्तकों में ये लूप कई टर्नों वाली वाइन्डिंग एलीमेन्ट से बदल दिये जाते है और रोटर स्लाटो में वितरित कर दिये जाते है, परन्तु तीन वाइन्डिंग परस्पर 120^0 विद्युत के अन्तर पर रखी जाती है। व्यावहारिक रूप में आगे, छः स्लिप रिंग कार्य में नही लिये जाते है जैसा कि Fig 1a में दर्शाया गया है परन्तु चार या तीन स्लिप रिंग होते है जो कि इस बात पर निर्भर करता है कि तीन वाइन्डिंग स्टार में जुडी है या डेल्टा में।

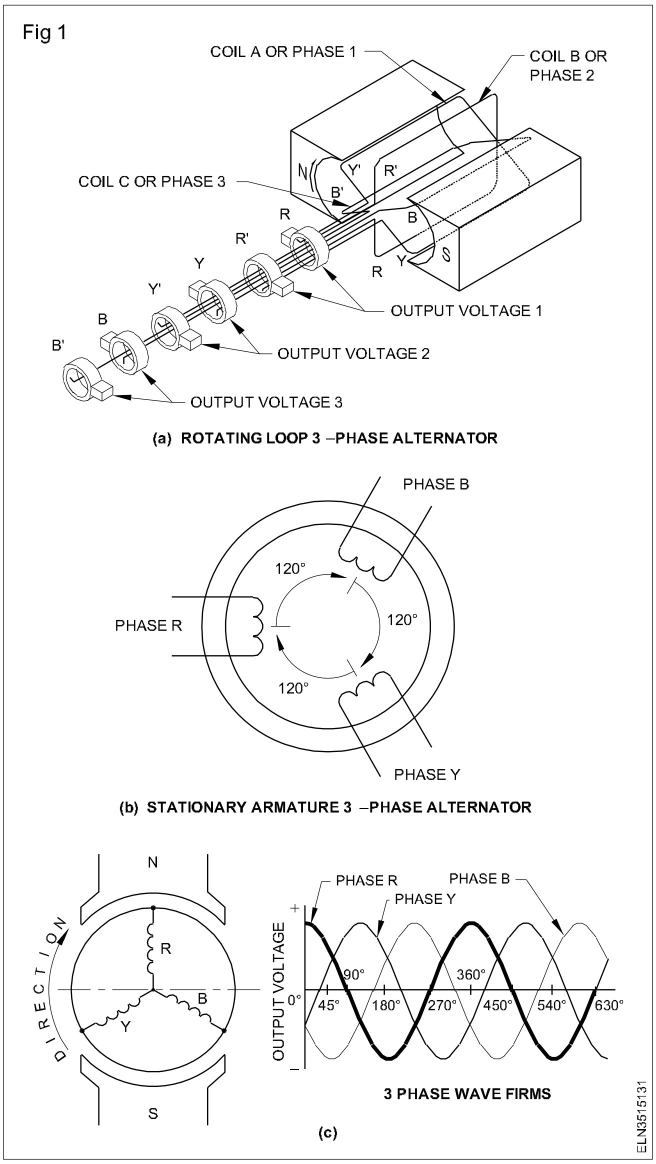
पूर्व में की गई चर्चा से हम यह भी जानते है कि अधिकतर रोटेटिंग मैग्नेटिक फील्ड प्रकार के प्रत्यावर्तक अधिक कार्य में लिये जाते है। इस प्रकार के मामले में केवल दो स्लिपरिंग कीआवश्यकता होती है जिनके माध्यम से फिल्ड पोलों को DC सप्लाई दी जाती है। Fig 1b में दर्शाया गया है कि एक स्थिर तीन फेज आर्मेचर में प्रत्येक वाइन्डिंग का पृथक लूप के स्थान पर तीन कुण्डलियां एक दूसरे से120 विद्युत डिग्री के अन्तर से रखी गई है। यद्यपि घूमने वाला भाग जिसमें चुम्बकीय ध्रुव होते है, में वह नही दिखाया गया है।

Fig 1c में आर्मेचर घूमने वाला प्रत्यावर्तक दिखाया गया है, जिसमें तीन फेज की 3 कुण्डलियाँ स्टार में जुड़ी है, ये दो-पोल चुम्बकीय क्षेत्र में घूमती है। Fig 1c के अनुसार कुण्डली `R' उत्तरी ध्रुव `N' के प्रभाव में है और समकोण पर फ्लक्स को काट रही है और पॉजिशन `O°' पर अधिकतम वोल्टेज पैदा करती है जैसा कि फैराडे के विद्युत चुम्बकीय प्रेरण के नियम से ग्राफ पर दिखाया गया है। जब कुण्डली `R' क्लाक वाइज दिशा में आगे बढती है, तो 90 डिग्री पर इसमें वोल्टेज कम होकर शून्य हो जाती है और 180 डिग्री पर, दक्षिणी ध्रुव के प्रभाव मे आकार -ve उच्चतम वोल्टेज पैदा करती है। इस प्रकार 270 डिग्री पर `R' फेज में उत्पन्न वि०वा० बल शून्य हो जाता है और 360 डिग्री पर पुनः +ve अधिकतम वोल्टेज प्राप्त होती है। इसी प्रकार कुण्डली `Y' व `B' द्वारा उत्पन्न वि०वा० बल को इसी ग्राफ पर प्लॉट (plot) किया जा सकता है। ज्या तरंग रूप जो तीन कुण्डलियों RYB द्वारा उत्पन्न किया गया है दर्शाता है कि कुण्डली `R' की वोल्टेज, कुण्डली `Y' की वोल्टेज से 120° आगे है और कुण्डली `Y' की वोल्टेज, कुण्डली `B' की वोल्टेज से 120° अग्रगामी है।

फेज अनुक्रम (Phase sequence): फेज अनुक्रम वह क्रम है जिसमें वोल्टेज एक दूसरे का अनुसरण करती है अर्थात अपने उच्चतम मान पर पहुँचती है। Fig 1c में तरंग रूप यह दर्शाता है कि कुण्डली R की वोल्टेज, इसकी उच्चतम धनात्मक मान पर पहले पहुँचती है, उसके बाद कुण्डली Y या फेज `Y', की वोल्टेज और उसके बाद कुण्डली B या फेज B की वोल्टेज अपने धनात्मक उच्चतम मान पर पहुँचती है। इसप्रकार फेज अनुक्रम RYB के नाम से प्रचलित है।

यदि प्रत्यावर्तक के घूमने की दिशा Fig 1c में दर्शाये अनुसार क्लॉक वाइज से एन्टीक्लॉक वाईज में बदल दी जाये, तो फेज अनुक्रम की दिशा भी RBY में बदल जायेगी। यह पोलीफेज आल्टरनेटरों के समानांतर संयोजन में बहुत महत्वपूर्ण फैक्टर (factor) होता है और पोलीफेज वाइन्डिंग में भी। इसके आगे 3-फेज प्रेरण मोटरों के घूमने की दिशा भी तीन फेज सप्लाई के फेज अनुक्रम पर निर्भर करती है। यदि प्रत्यावर्तक का फेज क्रम बदलती है तो आल्टरनेटर से .... सभी मोटरों की चाल विपरीत हो जायेगी, यद्यपि इसका प्रकाश व हीटिंग लोडों पर कोई प्रभाव नही पड़ता है।

एक फेज प्रत्यावर्तक और 3-फेज प्रत्यावर्तक की संरचना में मुख्य अन्तर मुख्य वाइन्डिंग का होता है। इसके अतिरिक्त दोनों प्रकार के प्रत्यावर्तकों की संरचना समान होती है।



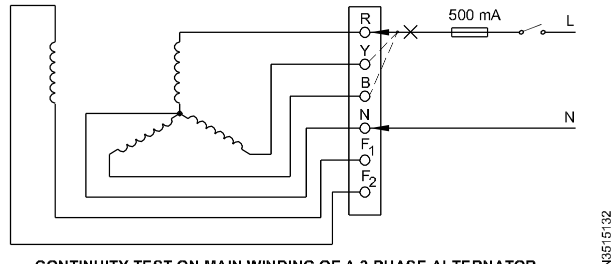
प्रत्यावर्तक की सामान्य जाँच (General testing of alternator): जो प्रत्यावर्तक लगातार सेवा में है उनकी सामान्य स्थिति को समय समय पर जाँच करने रहनाचाहिए। यह योजनाबद्ध रखरखाव के अन्तर्गत आता है और इससे मशीन में अनावश्यक क्षति व ब्रेक डाउन को रोका जा सकता है। प्रत्यावर्तक पर होने वाले अनावश्यक परीक्षण निम्नलिखित प्रकार के है:

- वाइन्डिंग का कॉन्टीन्यूटी परीक्षण
- वाइन्डिंग के बीच इन्सुलेशन प्रतिरोध का मान
- वाइन्डिंग व बॉडी के बीच इन्सुलेशन परीक्षण
- मशीन के अर्थ संयोजन की जाँच

Copyright Free Under CC BY Licence

कन्टीन्युटी परीक्षण (Continuity test): वाइन्डिंग की कॉन्टीन्यूटी की जाँच Fig 2 में दर्शाये अनुसार निम्नलिखित विधि से की जाती है।

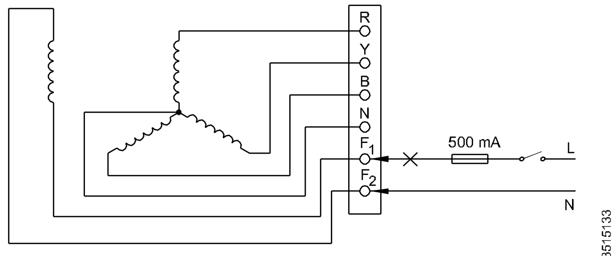
Fig 2



CONTINUITY TEST ON MAIN WINDING OF A 3-PHASE ALTERNATOR

टेस्ट लैम्प को न्यूट्रल (स्टार बिन्दू) के एक सिरे के श्रेणी में व टेस्ट लैम्प के दूसरे सिरे को वाइन्डिंग के एक सिरे टर्मिनल (R Y B) के साथ जोड़ा जाता है। यदि सभी टर्मिनलों RYB के साथ टेस्ट लैम्प बराबर प्रकाश देता है तो वाइन्डिंग की कॉन्टीन्यूटी सही है। इसी प्रकार Fig 3 में दर्शाये अनुसार, हम फिल्ड के सिरे F_1 व F_2 की कॉन्टीन्युटी की जाँच कर सकते है।

Fig 3



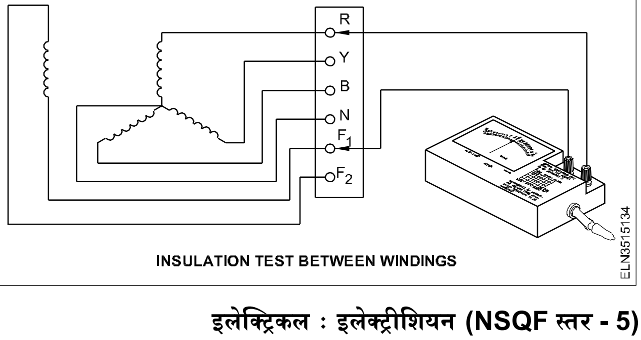
CONTINUITY TEST ON FIELD WINDING OF A 3-PHASE ALTERNATOR

टेस्ट लैम्प से कॉन्टीन्यूटी टेस्ट, केबल दो टर्मिनलों के बीच कॉन्टीनूयटी कोदर्शाता है परन्तु उसी वाइन्डिंग के बीच लघु परिपथ की जाँच नही की जा सकती है। किसी कुण्डली की अलग से रैजिस्टेंस को मापने की सबसे अधिक विश्वसनीये विधि ओह्म मीटर से जाँच विधि है। इस विधि में सभी कुण्डलियों की रेजिस्टैंस की तुलना की जाती है, सभी कुण्डलियों की रैजिस्टैंस समान होनी चाहिए। जो पाठ्यांक नोट किया जाता है वह भविष्य के सन्दर्भ में भी उपयोगी सिध्द होता है।

इन्सुलेशन प्रतिरोध परीक्षण के लिए (For insulation resistance test)

वाइन्डिंग के बीच (Between windings): जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है मैगर का एक सिरा RYB टर्मिनलो में से किसी एक टर्मिनल के साथ जोड़ा जाता है व दूसरा सिरा फिल्ड वाइन्डिंग टर्मिनल के F_1 या F_2 के साथ जोडा जाता है, यदि मैगर एक मेगा ओह्म या अधिक पाठ्यांक दर्शाता है, तब इन्सुलेशन प्रतिरोध स्वीकार करने योग्य ठीक होता है।

Fig 4

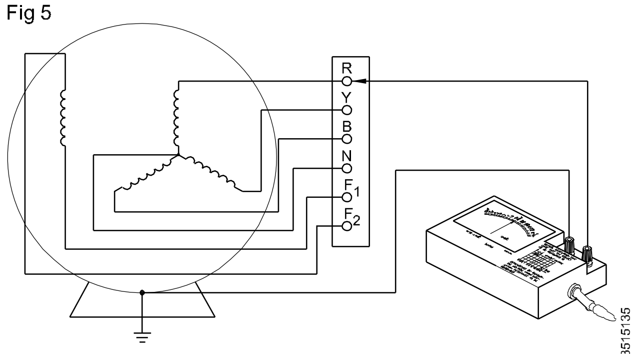


INSULATION TEST BETWEEN WINDINGS

यदि आर्मेचर व फिल्ड वाइन्डिंग के बीच लघुपथ है तो मैगर शून्य ओह्म का पाठ्यांक दर्शायेगा। यदि यह कमजोर हुआ तो मैगर एक मेगा ओह्म से कम प्रतिरोध दिखायेगा।

बॉडी व वाइन्डिंग के बीच इन्सुलेशन प्रतिरोध परीक्षण (Testing insulation resistance between body and windings): जैसा कि Fig 5 में दिखाया गया है, मैगर की एक लीड RYB, में से एक टर्मिनल के साथ जोड़ें और दूसरी लीड बॉडी के साथ जोड़े। यदि वाइन्डिंग व फ्रेम के बीच इन्सुलेशन ठीक होगा तो मैगर का पाठ्यांक एक मेगाओह्म से अधिक होगा।

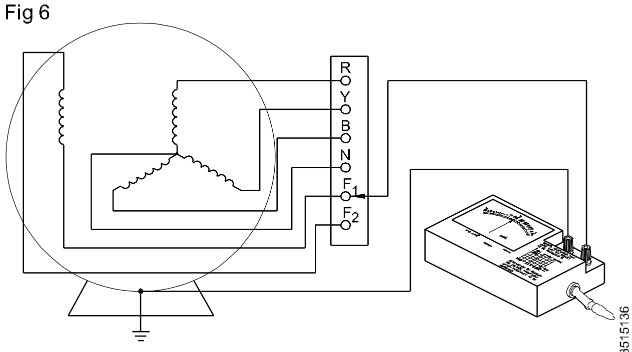
Fig 5



INSULATION TEST BETWEEN MAIN WINDING AND FRAME

मैगर का एक टर्मिनल F_1 या F_2 के साथ और दूसरा टर्मिनल बॉडी के साथ जोडा जाये जैसा कि Fig 6 में दिखाया गया है तो फिल्ड को टेस्ट किया जा सकता है। यदि फिल्ड व बॉडी के बीच इन्सुलेशन सही है तो मैगर एक मेगाओह्म से अधिक पाठ्यांक देगा। एक मेगा ओह्म से कम पाठ्यांक दर्शाता है तो कि इन्सुलेशन कमजोर है और ग्राउण्ड की ओर लीकेज होगा।

Fig 6



INSULATION TEST BETWEEN FIELD WINDING AND FRAME

सावधानी (Caution):

इन्सुलेशन परीक्षण करते समय, यदि मैगर शून्य पाठ्यांक दर्शाता है तब इसका निष्कर्ष निकलता है कि वाइन्डिंग का इन्सुलेशन पूर्णतया खराब है और अच्छी तरह से परीक्षण करने की आवश्यकता है।

इन्सुलेशन प्रतिरोध का मान किसी भी दशा में, 1 मेंगाओह्म से कम नही होना चाहिए।

प्रत्यावर्तकों की अर्थिंग (Earthing of alternators): यह दो महत्वपूर्ण आवश्यकताओं के लिए समान रूप से की जाती है जो कि निम्नलिखित है।

- प्रत्यावर्तक की न्यूट्रल को अर्थ करना।
- प्रत्यावर्तक के फ्रेम को अर्थ करना।

Copyright Free Under CC BY Licence

न्यूट्रल की अर्थिंग (Earthing of neutral): B.I.S. 3043-1966, के अनुसार, इसे निर्धारित कियागया है, प्रत्यावर्तक की न्यूट्रल को अर्थ करने के लिए निम्नलिखित में से एक विधि को अपनाया जाता है।

- ठोस अर्थिंग (solid earthing)
- प्रतिरोध अर्थिंग (resistnce earthing)
- प्रतिघात अर्थिंग (Reactance earthing)
- आर्क-अधिलंघन कुण्डली अर्थिंग (Arc-suppression coil earthing)

अर्थिंग का प्रकार व चयन यूनिट के साइज पर विस्तृत रूप से निर्भर करता है इसके साथ साथ, पद्धति में वोल्टेज सुरक्षा उपयोग, निर्माता के निर्देश और इलेक्ट्रिकल इन्सपैक्टरेट अथारिटी (electrical inspectorate authority) की स्वीकृति पर भी निर्भर करता है। प्रशिक्षणार्थियों को सलाह दी जाती है कि वे आगे की सन्दर्भ के लिए B.I.S.3043-1966 के नियमों की जानकारी लें। सुरक्षात्मक रिले के परिचालन के लिए न्यूट्रल की अर्थिंग करना आवश्यक होता है। पद्धति में उचित वोल्टेज बनाये रखने के लिए और सुरक्षा कारणो से, प्रशिक्षणार्थियों को सलाह दी जाती है कि, उपलब्ध प्रत्यावर्तक में जो अर्थिंग पद्धति अपनाई गई है उसकी पहचान करें, अर्थ संयोजनों की अविभंगता (continuity) बनाये रखें और अर्थ इलैक्ट्रोड प्रतिरोध को निर्धारित मान तक बनाये रखें।

प्रत्यावर्तक के फ्रेम की अर्थिंग (Earthing alternator frame): वर्करों की सुरक्षा के लिए और प्रत्यावर्तकों के फ्रेम को शून्य अर्थ विभव पर रखने के लिए यह अर्थिंग आवश्यक होती है। अर्थ फाल्ट रिले केपरिचालन के लिए व अर्थ फाल्ट होने पर फ्यूज द्वारा परिपथ खोलने के लिए निर्भरता पूर्ण रूप से फ्रेम की अर्थिंग करने से होती है।

I.E.नियम 61 के अनुसार, सभी विद्युत उपकरण, मशीनें दोहरी अर्थिंग के साथजुडी होनी चाहिए ताकि सुरक्षित परिचालन हो सके। अर्थ की दशा को समय समय पर चैक करते रहना चाहिए और अर्थ इलैक्ट्रोड व अर्थ चालक के प्रतिरोध को कुछ समय के अन्तराल में माप कर रिकॉर्ड करके रखना चाहिए। अर्थ इलैक्ट्रोड व अर्थिंग चालक को इसप्रकार देखभाल करनीचाहिए कि इनका प्रतिरोध, सिस्टम के डिजाईन के अनुरूप न्यूनतम रेटेड प्रतिरोध से अधिक न हो।

प्रत्यावर्तक का Emf समीकरण (Emf equation of the alternator)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **एक प्रत्यावर्तक में उत्पन्न emf की गणना करने के लिए समीकरण का व्रर्णन करने में।**

प्रेरित emf का समीकरण (Equation of induced emf): एक प्रत्यावर्तक में उत्पन्न emf फ्लक्स प्रति पोल, चालकों की संख्या व चाल पर निर्भर करती है। उत्पन्न emf का परिमाण निम्न प्रकार से उत्पादित होता है

माना Z = प्रत्यावर्तक के प्रति फेज में श्रेणी में जुडे चालकों या क्वायल साइडों की संख्या

P = पोलों की संख्या

F = उत्पन्न emf की आवृत्ति Hz में

Ø = प्रतिपोल फ्लक्स वेबर में

k_f = फॉर्म फैक्टर = 1.11 - यदि emf ज्या तरंग मानी जाये

N = रोटर की चाल r.p.m. में

फैराडे के विद्युत चुम्बकत्व प्रेरण के नियामानूसार प्रत्येक चालक में उत्पन्न औसत वि०वा० बल

= फ्लक्स लिंकेज में परिवर्तन की दर

रोटर के एक चक्कर पुरा करने पर (जैसे 60/N सैकिण्ड) प्रत्येक स्टेटर चालक द्वारा काटा गया फ्लक्स PØ वेबर के तुल्य है।

इस प्रकार कुल परिवर्तित फ्लक्स = dØ = PØ और इस फ्लक्स परिवर्तन में लगा समय

= dt = 60/N सैकिण्ड

अतः प्रतिचालक उत्पन्न emf का औसत मान $= \frac{dØ}{dt} = \frac{PØ}{\frac{60}{N}}$ volts ------- Eq 1

N का मान eqn 1 में रखने पर $N = \frac{120F}{P}$

हम प्रति चालक उत्पन्न emf का औसत मान प्राप्त करेंगे =

$= \frac{PØ120F}{P60}$ volts = 2ØF volts ------ Eq. 2

यदि प्रति फेज श्रेणी मे जुडे चालकों की संख्या Z है, तो प्राप्त औसल वि०वा० बल प्रति फेज = 2ØFZ volts.

तब प्रति फेज वि० वा० का r.m.s. मान = औसत मान x फार्म फैक्टर

$= V_{AV} \times K_F$

$= V_{AV} \times 1.11$

= 2ØFZ x 1.11

= 2.22ØFZ volts.

अतः प्रति फेज उत्पन्न emf का r.m.s. मान = 2.22ØF2T volts

= 4.44ØFT volts

यहाँ T प्रति फेज क्वाइल की टर्न की संख्या है और Z = 2T.

Copyright Free Under CC BY Licence

यह उत्पन्न वोल्टेज का वह वास्तविक मान है यदि सभी कुण्डलियां कला में है (i) पूर्ण पिच हो और (ii) सकेन्द्रित या एक स्लॉट में ही बंच की गई हो (वास्तविक व्यवहार में प्रत्येक फेज की कुण्डलियां सभी पोलों में कई स्लाटों में वितरित की जाती है) ऐसा नही करने से वास्तविक उपलब्ध वोल्टेज इन दो फैक्टर के अनुपात के अनुसार कम हो जाती है ये फैक्टर निम्न प्रकार से वर्णन किये गये है।

पिच फैक्टर (Pitch factor) (K_p or K_c.): आंशिक पिच वाइन्डिंग में पूर्ण पिच वाइन्डिंग की अपेक्षा उत्पन्न वोल्टेज थोडा कम हो जाती है। यह वह गुणक (factor) होता है जो लघु पिच वाइन्डिंग की ओर पूर्ण पिच वाइन्डिंग में उत्पन्न वि०वा० बलों का अनुपात बताता है। अतः प्रति वाइन्डिंग में उत्पन्न emf का अंक गणितीय योग पिच फैक्टर कहलाता है। अतः पिच फैक्टर पिच का मान सदैव इकाई से कम होता है और K_p या K_c से दर्शाया जाता है। सामान्यतया प्रश्नों में यह मान दिया हुआ होता है कभी कभी यह मान निम्न सूत्र से ज्ञात किया जाता है $K_p = K_c = \text{Cos } a/2$

जहाँ α वह विद्युत कोण है जिस कोण से कुण्डली विस्तार लघु पिच होता है।

उदाहरण : एक वाइन्डिंग का पिच गुणक ज्ञात करें जो 36 स्लाट, 4 पोल मे फैलाई गई है, वाइंडिंग विस्तार 1 से 8 है।

इस प्रकार वाइंडिंग स्लाट 1 से शुरू होकर 10 में पूर्ण होगी

वास्तविक अभ्यास में वाइंडिंग विस्तार 1 – 8.

अतः वास्तविक पिच = 8 – 1 = 7.

इसप्रकार वाइंडिंग विस्तार लघु पिच है = 9 – 7 = 2.

पूर्ण पिच के लिए 180° एक पूर्ण कोण है।

$$\text{Pitch factor } K_c = \text{Cos } \frac{\alpha}{2} = \text{Cos } \frac{40}{2} = \text{Cos } 20 = 0.94.$$

वितरण फेक्टर (Distribution factor) (K_d): एक ही फेज के चालक इस चालक एक स्लाट में न डालकर कई स्लाटों में वितरित करना आवश्यक हो जाता है। क्योंकि इसके कारण भिन्न-भिन्न चालकों में उत्पन्न वि०व० बल, एक दूसरे की कला में नहीहोती है, और इसलिए प्रति फेज में उत्पन्न वोल्टेज का सीधा योग नही होता ,अपितु सदिश (vector) योग होता है। प्रति फेज वोल्टेज ज्ञात करने के लिए इस बात का ध्यान रखा जाता है।

अतः एक फेज की एक पोल के नीचे सभी कुण्डलियों में उत्पन्न वि०वा० बल के सदिश योग और एक ही खाँचे में स्थित होने पर इन कुण्डलियों में प्रेरित वि०वा० बल के अंक गणितीय योग के अनुपात को वितरण गुणक कहते है अतः वितरण गुणक K_d परिणामी वि० वा० बल जब वाइंडिंग वितरित हो। वितरण गुण K_d का मान ज्ञात करने का सूत्र है।

$$K_d = \frac{\text{Sin } m\,\beta/2}{m \text{ Sin } \beta/2}$$

जहाँ m प्रति फेज प्रति पोल स्लॉट की संख्या है

$$\beta = \frac{180^\circ}{\text{No. of slots per pole}}$$

उदाहरण : एक छः-पोल प्रत्यावर्तक 1000 r.p.m. की चाल से चल रहा है, यह एक फेज वाइन्डिंग के साथ तीन स्लॉट प्रति पोल रखता है। तीन के ग्रुप में प्रत्येक स्लॉट 20° दूर है। वितरण गुणक ज्ञात करें।

$$K_d = \frac{\text{Sin } m\,\beta/2}{m \text{ Sin } \beta/2}$$

जहाँ m = 3 स्लाट प्रति फेज प्रति पोल

$\beta = 20^0$

$$K_d = \frac{\text{Sin } 3 \times 20/2}{3 \text{ Sin } 20/2} = \frac{\text{Sin } 30^\circ}{3 \text{ Sin } 10^\circ}$$

$$= \frac{0.5}{3 \times 0.1736} = 0.96$$

उदाहरण : एक 3-फेज, 12-पोल, स्टार संयोजित आल्टरनेटर में 180 स्लॉट है और प्रति स्लाट 10 चालक है, प्रत्येक फेज के चालक श्रेणी में जुडे है। कुण्डली विस्तार144° (विद्युत) है। वितरण गुणक व पिच गुणक K_p ज्ञात करें।

$$K_d = \frac{\text{Sin } m\beta/2}{m \text{ Sin } \beta/2}$$

$$m = \frac{180}{3 \times 12} = 5 \text{ slots per phase per pole.}$$

$$\beta = \frac{180^\circ}{\frac{180}{12}} = 12^\circ$$

$$K_d = \frac{\text{Sin } 5 \times \frac{12}{2}}{5 \text{ Sin } \frac{12}{2}} = \frac{\text{Sin } 30^\circ}{5 \text{ Sin } 6^\circ} = \frac{0.5}{5 \times 0.1045} = 0.957$$

$$K_p = \text{Cos } \frac{\alpha}{2}$$

$$= \text{Cos } (180-144)/2 = \text{Cos } 36/2 = \text{Cos } 18^\circ = 0.95.$$

उपरोक्त से यह स्पष्ट होता है कि पिच गुणक व वितरण गुणक का उपयोग उत्पन्न emf से गुणा करने के लिए व वास्तविक उत्पन्न वोल्टेज ज्ञात करने के लिए किया जाता है। इसलिए एक आल्टरनेटर में उत्पन्न E_o प्रति फेज $= 4.44\, K_p K_d F Ø T$ volts.

स्टार संयोजित आल्टरनेटर में लाइन वोल्टेज = $E_L = \sqrt{3}E_P = \sqrt{3}E_0$ और डेल्टा संयोजित आल्टरनेटर में लाइन वोल्टेज $E_L = E_p = E_o$. इस प्रकार यदि Kd और K_p में से किसी का भी मान ज्ञात न हो तो प्रश्न में इनका मान एक मान लेना चाहिए।

Copyright Free Under CC BY Licence

उदाहरण : एक, एक फेज आल्टरनेटर की प्रभाविक वोल्टेज ज्ञात करें, जिसके निम्नलिखित वर्णन दिये गये है, F=60 Hz, टर्न/फेज T = 240, प्रति पोल फ्लक्स Ø = 0.0208 वेबर।

हलः चूंकि K_c/K_p व K_d के मान नही दिये है इसलिए इनका मान 1 लेने पर

वोल्टेज/फेज E = 4.44 ØFT वोल्ट

= 4.44 x 60 x 0.0208 x 240 वोल्ट

= 1329.86 V or 1330 वोल्ट

उदाहरणः एक 3-फेज प्रत्यावर्तक के साथ निम्नलिखित सूचनायें दी गई है। स्लाट = 96, पोल = 4, r.p.m. = 1500, टर्न/क्वाइल = 16 एकल परत में, Ø = 2.58 x 10^6 लाइन। उत्पन्न वोल्टेज प्रति फेज ज्ञात करें।

इसलिए टर्न/फेज = 32 x 16 = 512

= 2.58 x 10^6 lines = 2.58 x 10^6 x 10^{-8} weber

V = 4.44 FØT

= 4.44 x 50 x 512 x 2.58 x 10^6 x 10^{-8} = 2932 volts.

उदाहरणः एक 3-फेज, 16-पोल वाले प्रत्यावर्तक में 144 स्लॉट है, और दो परतों में 4 चालक प्रति स्लॉट है और प्रत्येक फेज के चालक श्रेणी में जुडे है। यदि प्रत्यावर्तक की चाल 375 r.p.m. हो तो प्रति फेज उत्पन्न emf ज्ञात करें। वायु अन्तराल में परिणामी फ्लक्स 5 x 10^{-2} वेबर प्रति पोल है,जो ज्या तरंग रूप में वितरित है। कुण्डली विस्तार 150° विद्युत मान लें।

ज्या तरंग वितरण में, तरंग रूप ज्या तरंग है और उत्पन्न emf

$E_o = E_p = 4.44\ K_c K_d FØT$ volts

$K_c = \text{Cos}\ \frac{\alpha}{2} = \text{Cos}\ (180-150)/2 = \text{Cos}\ \frac{30}{2}$

$= \text{Cos}\ 15 = 0.966$

$$m = \frac{144}{3 \times 16} = 3$$

$$\beta = \frac{180^\circ}{\frac{144}{16}} = \frac{180}{9} = 20^\circ$$

$$K_d = \frac{\text{Sin}\ 3 \times \frac{20}{2}}{3\ \text{Sin}\ \frac{20}{2}} = 0.96.$$

प्रति फेज स्लाट की संख्या = $\frac{144}{3}$ = 48

प्रति स्लॉट चालकों की संख्या = 4

प्रति फेज श्रेणी में जुडे चालकों की संख्या = 48 x 4

प्रति फेज श्रेणी में जुडे चालकों की संख्या =

$E_{ph} = 4.44\ K_c K_d FØT$

$= 4.44 \times 0.966 \times 0.96 \times 50 \times 5 \times 10^{-2} \times 96$

= 988 volts.

Copyright Free Under CC BY Licence