प्रत्यावर्तक के अभिलक्षण व वोल्टेज विनियमन (Characteristic and voltage regulation of the alternator)

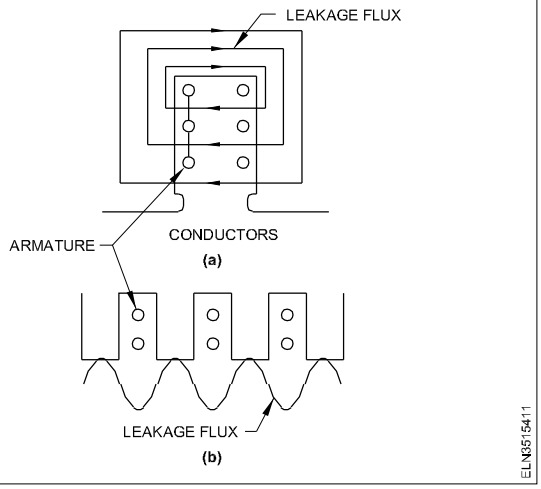
उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे
- **प्रत्यावर्तक के लोड अभिलक्षण व टर्मिनल वोल्टेज पर P.F. (शक्ति गुणक) के प्रभाव का वर्णन करना**
- **प्रत्यावर्तक के विनियमन का वर्णन और उसके प्रश्नों को हल करना।**

प्रत्यावर्तक के लोड अभिलक्षण (Load characteristic of an alternator): जैसे ही प्रत्यावर्तक पर लोड बदलता है तो इसकी टर्मिनल वोल्टेज भी बदल जाती है। इस परिवर्तन का कारण प्रत्यावर्तक में वोल्टेज ड्राप का होना है जिसके कारण है

- आर्मेचर प्रतिरोध R_a
- आर्मेचर लिकेज प्रतिघात X_L
- आर्मेचर प्रतिक्रया जो कि लोड के शक्ति गुणक पर निर्भर करती है।

आर्मेचर प्रतिरोध मे वोल्टेज ड्राप (Voltage drop in armature resistance): प्रत्यावर्तक के प्रत्येक फेज वाइन्डिंग के प्रतिरोध के कारण प्रत्यावर्तक में वोल्टेज ड्राप होते है और यह I_pR_a के तुल्य होते है जहाँ I_p फेज धारा है और R_a प्रति फेज का प्रतिरोध है।

आर्मेचर लिकेज प्रतिघात में वोल्टेज ड्राप (Voltage drop in armature leakage reactance): जब आर्मेचर चालकों में धारा प्रवाहित होने लगती है तब प्रत्यावर्तक मे फ्लक्स स्थापित हो जाता है, फ्लक्स की कुछ मात्रा वायु अन्तराल को पार करते हुए मुख्य मार्ग से विचलित हो जाता है। यह फ्लक्स लिकेज फ्लक्स कहलाता है। दो प्रकार के लिकेज फ्लक्स Figs 1a व b मे दिखाये गये है।



यद्यपि लिकेज फ्लक्स संतृप्तता (saturation) से स्वतन्त्र होते है, वे करंट और टर्मिनल वोल्टेज`V' व करंट के बीच फेज कोण पर निर्भर करती है। ये लिकेज फ्लक्स एक प्रतिकारी (reactance) वोल्टेज उत्पन्न करते है जो कि करंट से 90° आगे रहती है। सामान्यतया लिकेज फ्लक्स के प्रभाव को प्रेरणिक प्रतिघात (inductive reactance) X_L कहते है और यह परिवर्तनशील राशि होती है। कई बार X_L केमान को तुल्यकाली प्रतिघात (synchronous reactance) भी कहते है जो कार्य परिस्थिति के सन्दर्भ मे व्यक्त होती है।

आर्मेचर प्रतिक्रिया के कारण वोल्टेज ड्राप (Voltage drop due to armature reaction): प्रत्यावर्तक में आर्मेचर प्रतिक्रिया DC जनरेटर की तरह ही होती है। परन्तु प्रत्यावर्तकों में लोड का शक्ति गुणक आर्मेचर प्रतिक्रिया पर गहरा प्रभाव डालता है।

आर्मेचर प्रतिक्रिया का प्रभाव तीन प्रकार से समझा जा सकता है जैसे कुछ जब शक्ति गुणक होता है

- इकाई (unity)
- शून्य पश्चगामी (zero lagging)
- शून्य अग्रगामी (zero leading)

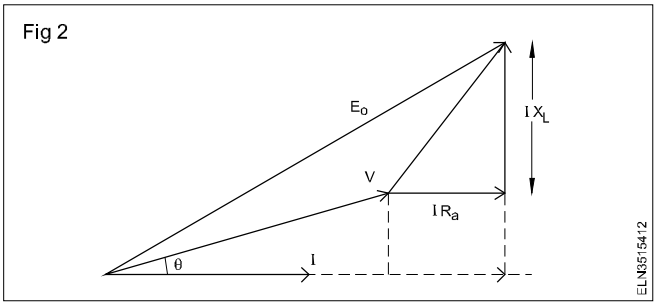
इकाई P.F. पर आर्मेचर प्रतिक्रिया का प्रभाव केवल क्रॉस मैग्नेटाइजिंग होता है। इसलिए चुम्बकीय क्षेत्र पर कुछ विरूपण होगा।

परन्तु जीरो लैगिंग P.F. पर आर्मेचर प्रतिक्रिया का प्रभाव विचुम्बकीय होता है। इस वि-चुम्बकीय प्रभाव की क्षति को पुरा करने के लिए फिल्ड एक्साइटेशन करंट को बढाने की आवश्यकता होती है।

दूसरे पक्ष में जीरो लोडिंग पर आर्मेचर प्रतिक्रिया का प्रभाव चुम्बकीयहोता है। बढी हुई ड्डध्ठ के उत्पादन में क्षतिपूर्ति के लिए और इस अतिरिक्त चुम्बकीय प्रभाव पर टर्मिनल वोल्टेज को स्थिर रखने के लिए फिल्ड एक्साइटेशन करंट को कम किया जाता है।

आर्मेचर प्रतिरोध और प्रतिघात का आलटरनेटर में प्रभाव (Effect of armature resistance and reactance in the alternator): प्रत्यावर्तक में प्रति फेज उत्पन्न emf, आर्मेचर प्रतिरोध के प्रभाव और प्रतिघात (reactance) ड्राप द्वारा कम हो जाती है जिसे Fig 2 में सदिश के रूप में दिखाया गया है जहाँ

Copyright Free Under CC BY Licence



V प्रति फेज टर्मिनल वोल्टेज है

I फेज धारा है

θ फेज करंट व टर्मिनल वोल्टेज के बीच शक्ति गुणक कोण है

E_o प्रति फेज उत्पन्न वि०वा० है।

R_a प्रति फेज आर्मेचर प्रतिरोध है

X_L प्रति फेज आर्मेचर रिएक्टैंस है।

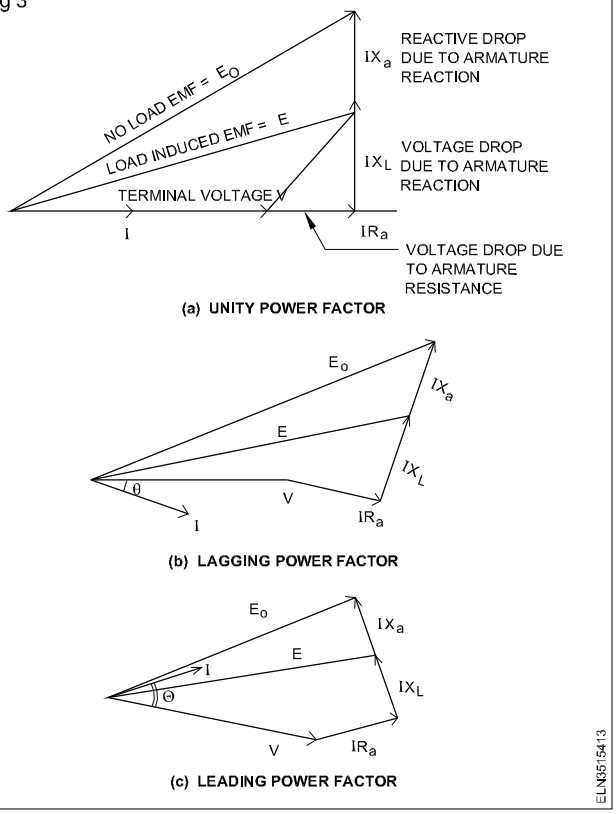
उत्पन्न emf की सदिश रूप से या अंक गणितीय रूप से गणना की जा सकती है।

अंक गणितीय रूप में उत्पन्न emf

$$E = \sqrt{(V\cos\theta + IR_a)^2 + (V\sin\theta + IX_L)^2}$$

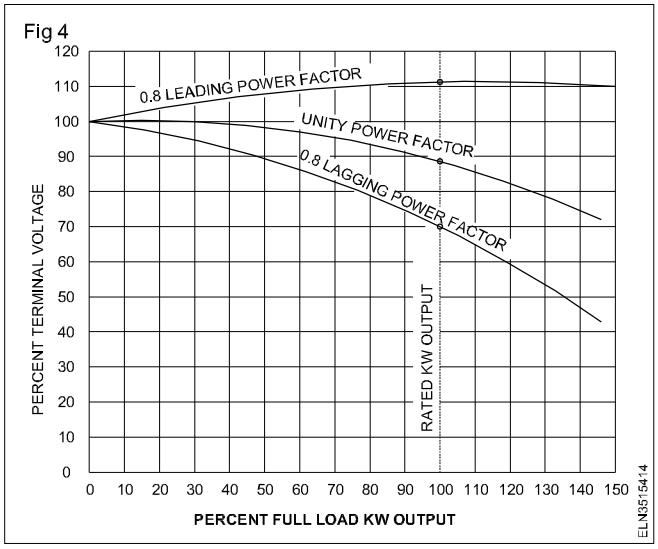
शक्ति गुणक के किसी भी मान पर चाहे पश्चगामी या अग्रगामी हो, का क्रॉस-मैग्नेटाइजेशन, डी-मैग्नेटाइजेशन या मैग्नेटाइजेशन मिश्रित प्रभाव होता हे। आर्मेचर प्रतिक्रिया के सभी प्रभावों में, यह सदिश रूप में Fig 3 में दिखाया गया है कि यह बल प्रतिघात ड्राप की लाइन में कार्य कर रहा है जो सदिश IX_a द्वारा दर्शित है। यद्यपि यह मान पाठ्यांक के रूप में नही मापा जा सकता है।

Fig 3



उपरोक्त सूचना के आधार पर, यह ज्ञात होता है कि आल्टरनेटर की टर्मिनल वोल्टेज, यूनिटी p.f. लोड पर Fig 4 के अनुसार थोडा सी गिरती है। यह भी ज्ञात होता है कि लैगिंग p.f. पर आल्टरनेटर की टर्मिनल वोल्टेज बहुत अधिक गिर जाती है। इसके विपरीत लीडिंग P.F. पर आल्टरनेटर की टर्मिनल वोल्टेज लोड पर बढ जाती है जो कि Fig 4 के अनुसार जीरो लोड टर्मिनल वोल्टेज से भी अधिक हो जाती है।

Fig 4



प्रत्यावर्तकों की क्षमता (Rating of alternators): किसी दिये हुए लोड की क्षमता पर, निश्चित शक्ति गुणक पर लोड धारा ज्ञात की जा सकती है और प्रत्यावर्तक की क्षमता लोड धारा पर निश्चित की जाती है, इसलिए प्रत्यावर्तक की क्षमता kVA और MVA में दी हुई होती है न कि kW या MW जिसमें वाटेज क्षमता के साथ शक्ति गुणक को भी दर्शाना पड़ता है।

उदाहरण: एक 3-फेज, स्टार संयोजित प्रत्यावर्तक 5 MW के लोड को 0.85 लैगिंग p.f. पर 11 kV वोल्टेज प्रदान कर रहा है। इसकी प्रति फेज रजिस्टैंस 0.2 ओह्म और सिन्क्रोनस प्रतिघात 0.4 ओह्म प्रति फेज है। उत्पन्न emf की लाइन वोल्टैज ज्ञात करें।

पूर्ण लोड धारा = $I_L = \dfrac{P}{\sqrt{3}E_L\cos\theta}$

$$\frac{5\times1000\times1000}{\sqrt{3}\times11000\times.85} = 309 \text{ Amps.}$$

स्टार में $I_L = I_P$

IR_a drop = 309x0.2=61.8 V

Ix_L drop = 309 x 0.4 = 123.6 V

टर्मिनल वोल्टेज (लाइन) =11000 V

टर्मिनल वोल्टेज (फेज) = $\dfrac{11000}{\sqrt{3}}$ = 6350V

शक्ति गुणक = 0.85

शक्ति गुणक कोण = θ = Cos^{-1}(.85)

= Cos 31.8°

Sin q = 0.527.

उपरोक्त डाटा अनुसार Fig 5 के अनुसार सदिश खींचने पर, हम प्राप्त करते है

Copyright Free Under CC BY Licence

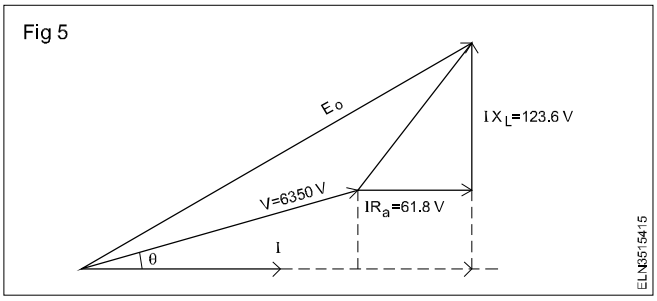
$$E_o = \sqrt{(V\cos\theta + IR_a)^2 + (V\sin\theta + IX_L)^2}$$

$$= \sqrt{(6350 \times 0.85 + 61.8)^2 + (6350 \times 0.527 + 123.6)^2}$$

= 6468.787 volts.

Line voltage = $\sqrt{3}E_P = \sqrt{3} \times 6469 = 11204V$

Fig 5



एक प्रत्यावर्तक का वोल्टेज रेगूलेशन (The voltage regulation of an alternator): एक प्रत्यावर्तक के वोल्टेज रेगूलेशन को इस प्रकार परिभाषित कर सकते है कि यह वह वोल्टेज में वृद्धि होती है जब पूर्ण क्षमता लोड को शून्य लोड तक कम किया जाता है, जब चाल व फिल्ड करंट स्थिर रखें जायें। सामान्यतया यह कुल लोड वोल्टेज के प्रतिशत में व्यक्त किया जाता है।

$$\text{% वोल्टेज रेगूलेशन} = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} \times 100$$

जहाँ V_{NL} - प्रत्यावर्तक की जीरो लोड वोल्टेज

V_{FL} - प्रत्यावर्तक की जीरो लोड वोल्टेज

प्रतिशत रेगूलेशन विशेष रूप से परिवर्तित होता है, जो लोड के शक्ति गुणक पर निर्भर करता है और जैसा कि हम जानते है कि लैगिंग p.f. पर, लोड पर वोल्टेज बढती है और लैगिंग p.f. पर लोड पर टर्मिनल वोल्टेज घटती है।

उदाहरण: जब एक जनित्र AC से लोड हटाया गया, इसकी टर्मिनल वोल्टेज 480V पूर्ण लोड से 660V शून्य पर बढ गई। वोल्टेज रेगूलेशन की गणना करें।

$$\text{% regulation} = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} \times 100$$

$$\frac{660 - 480}{480} \times 100 = 37.5\%$$

Copyright Free Under CC BY Licence

प्रत्यावर्तकों के समानांतर परिचालन की विधियाँ - ब्रुश रहित प्रत्यावर्तक (Parallel operation methods of alternators - Brushless alternator)

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

- **प्रत्यावर्तकों को समानान्तर में करने की शर्तें व आवश्यकता का वर्णन**
- **दो 3 प्रत्यावर्तकों को समानांतर जोड़ने की विधियाँ का वर्णन**
- **समानान्तर परिचालन में लोड को बंटवारा करते समय फिल्ड एक्साइटेशन व चाल में परिवर्तन से उत्पन्न प्रभाव को वर्णन करने में।**

दो प्रत्यावर्तकों के समानांतर करने की आवश्यकता (Necessity for paralleling of two alternators)

प्रत्यावर्तक द्वारा दी जाने वाली आउटपुट पावर से लोड सर्किट की मांग अधिक हो जाती है, तो दो प्रत्यावर्तकों को समानांतर में जोड़ा जाता है।

दो तीन फेज प्रत्यावर्तकों के समानांतर (सिन्क्रोनाइजिंग) करने के लिए शर्तें (Conditions for paralleling (synchronising) of two 3 phase alternators)

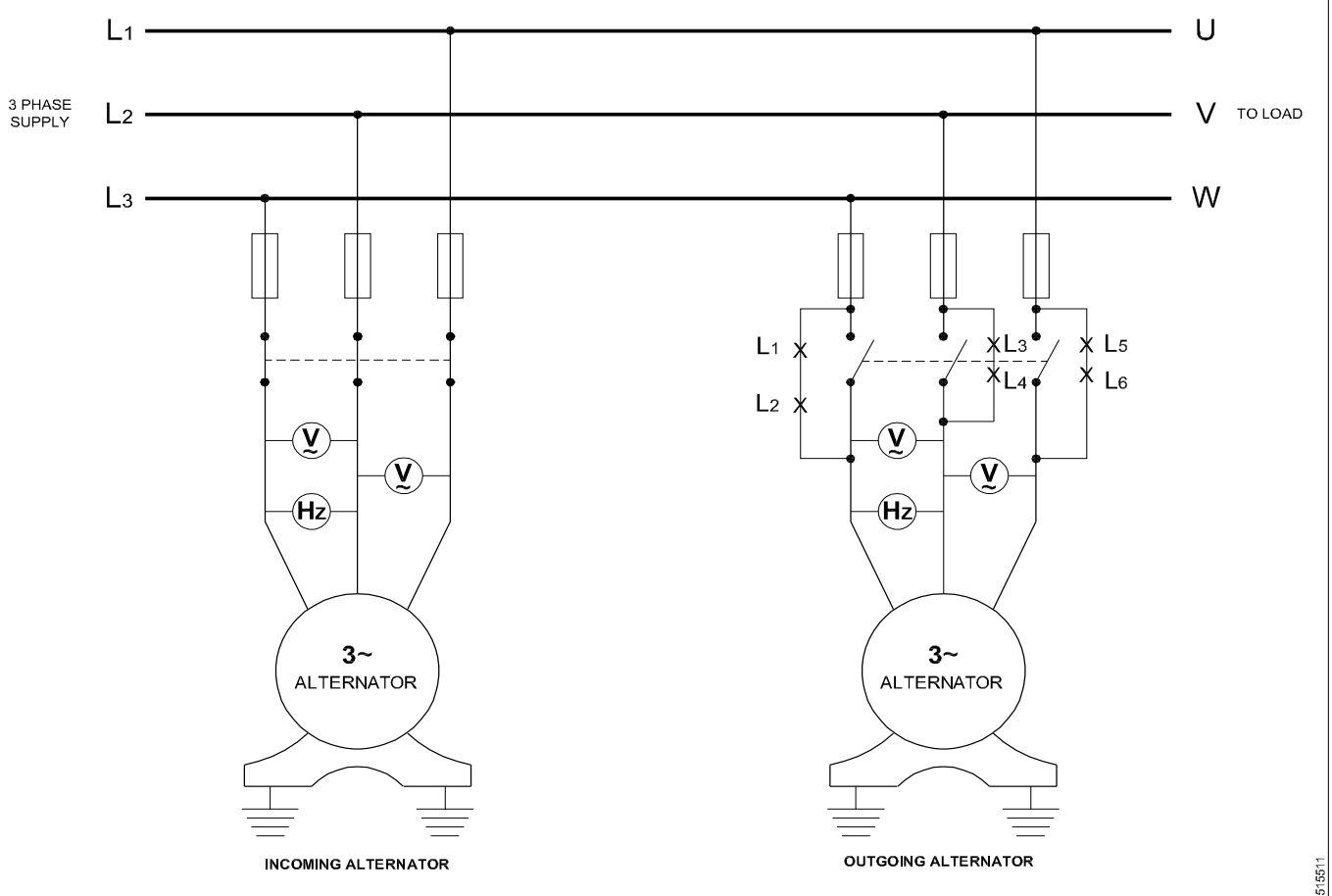
- दोनो 3 फेज प्रत्यावर्तकों का फेज अनुक्रम समान होना चाहिए, इसे फेज अनुक्रम मीटर द्वारा चेक किया जा सकता है।
- दोनों 3 फेज प्रत्यावर्तकों की आउटपुट वोल्टेज समान होनी चाहिए।
- समानांतर में जुडने वाले प्रत्यावर्तकों की आवृत्ति बस-बार आवृत्ति के बराबर होनी चाहिए।

डार्क लैम्प विधि (Dark lamp method)

डार्क लैम्प विधि से दो प्रत्यावर्तकों को निम्नलिखित प्रकार से सिन्क्रोनाइज किया जाता है।

दो तीन फेज प्रत्यावर्तकों को समानांतर में जोड़ने का Fig 1 में सर्किट दिखाया गया है। प्रत्यावर्तक 1 पहले ही लोड परिपथ के साथ जुडा हुआ है और प्रत्यावर्तक 2 प्रत्यावर्तक 1 के साथ समानान्तर में जोड़ा जाता है। तीन लैम्प के जोडे, लोड वोल्टेज से दो गूणी वोल्टेज क्षमता के, प्रत्यावर्तक 2 व लोड परिपथ के बीच जोडे गये है। जब दोनों मशीने परिचालित होती है, निम्न दोप्रभावों में एक पर ध्यान देने पर :

Fig 1



PARALLEL OPERATION OF 3 PHASE ALTERNATOR BY DARK LAMP METHOD

Copyright Free Under CC BY Licence

1 यदि दोनों प्रत्यावर्तकों की आवृत्ति में अन्तर है तो आवृत्ति के अन्तर की दर से तीनों लैम्पों के जोडे एक साथ जलेंगें व एक साथ बुझेंगें।

2 तीनों लैम्प के जोडे आगेपीछे जलेंगें व बुझेंगें जिनकी दर दो मशीनों की आवृत्ति के अन्तर के अनुसार होगी। इस अवस्था में मशीन उचित फेज अनुक्रम में नही जुडी है इसे आउट ऑफ फेज कहेंगें। इसे ठीक करने के लिए प्रत्यावर्तक 2 की दो लीड को आपस में बदलना आवश्यक है। मशीनों को तब तक समानांतर में नहीं जोड़ा जा सकता जब तक कि लैम्प के जोडे एक साथ जल व बुझ न जायें। मशीन के परिचालन में दिखाई गई लैम्प विधि बिल्कुल सरल होती है।

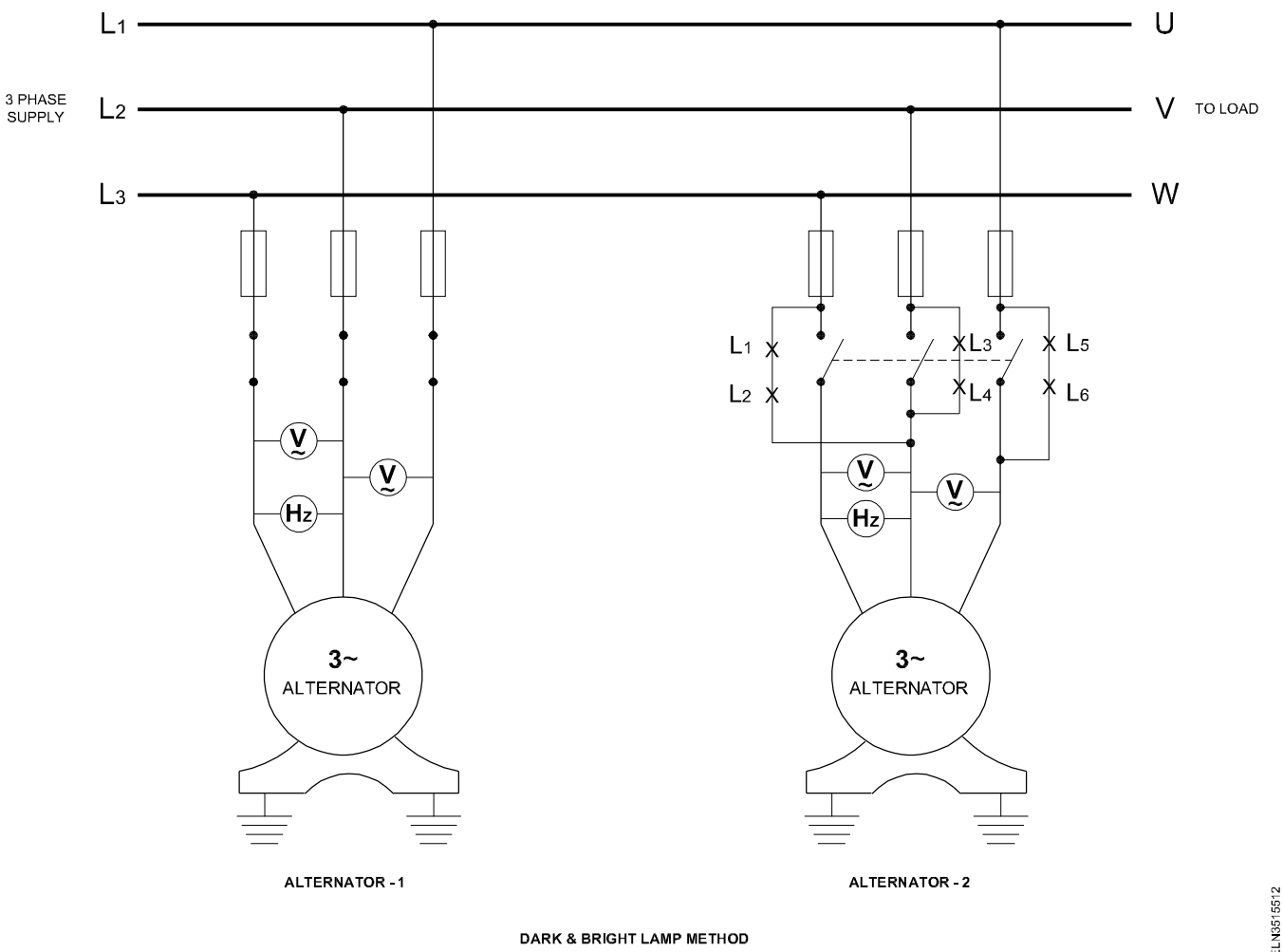
प्रम्यावर्तक 2 की चाल में थोड़ा सा एड्जस्टमेन्ट करके मशीन की आवृत्ति इस प्रकार बराबर की जाती है कि सिन्क्रोनाइजिंग लैम्प बहुत धीरे-धीरे प्रकाशित व बुझने लगें जब तीनों लैम्प के जोडे पूर्ण रूप से बुझ जायें तब मशीन 2 की तीनों सिरों की क्षणिक विद्युत ध्रुवता मशीन 1 के तुल्य हो जाती है, इस क्षण पर मशीन 2 की वोल्टेज मशीने 1 के तुल्य व कला में होती है, इस अवस्था में जब लैम्प डार्क अवस्था में है, सिन्क्रोनाइजिंग स्विच को ऑन करना चाहिए ताकि दोनों आल्टरनेटर लोड को शक्ति प्रदान कर सके।

तीन डार्क लैम्प विधि की कुछ हानियाँ है, इसलिए कभी कलोड ही उपयोग की जाती है। उद्दीप्त लैम्प (incandescent lamp) के पार्श्व में डार्क अवस्था में भी उच्च वोल्टेज आरोपित रहती है, परिणामस्वरूप यह सम्भव है कि समानांतर संयोजन को क्लोज किया जाये, जबकि मशीनों के बीच उच्च वोल्टेज व फेज अन्तर बना रहता है। छोटी क्षमता की मशीनें जो कम स्पीड पर चलती है, में फेज अन्तर मशीन के परिचालन में प्रभाव नही डाल सकता है। इस प्रकार बडे आकार वाली मशीनों में जब फेज अन्तर अधिक होता है और आर्मेचर प्रतिघात उच्च चाल पर बहुत कम होता है को समानांतर में जोडने पर बहुत बड़ी क्षति हो सकती है।

दो ब्राइट, एक डार्क लैम्प विधि (Two Bright, One Dark Method) (Dark and Bright lamp method)

प्रत्यावर्तकों को सिन्क्रोनस करने की अन्य विधि है दो ब्राइट व एक डार्क लैम्प विधि। इस विधि में सिन्क्रोनाइजिंग लैम्प के दो जोडे क्रॉस करके इनकमिंग मशीन व बार-बार के साथ जोडे जाते है। ये लैम्प उचित अवस्था बताते है जब समानान्तर स्विच ऑन करना होता है। Fig 2 में प्रत्यावर्तक को सिन्क्रोनस करने के लिए दो ब्राइट व एक डार्क लैम्प विधि के लिए आवश्यक संयोजन दिखाये गये है।

Fig 2



DARK & BRIGHT LAMP METHOD

Copyright Free Under CC BY Licence

जब प्रत्यावर्तक सिन्क्रोनाइज्ड हो जाते है लैम्प जोड़ा 1 और 2 ब्राइट होते है वे लैम्प जोड़ा 3 डार्क होता है। चूंकि दो लैम्प जोडें ब्राइट व एक लैम्प जोडा डिम होता है तो इसलिए वह क्षण ज्ञात करना सरल होता है जब सिन्क्रोनाइजिंग स्विच क्लोज किया जा सकता है। इसके आगे लैम्प की ब्राइटनेस के क्रम का निरीक्षण करके जो आल्टरनेटर सिन्क्रोनाइज्ड किया जाता है उसकी चाल धीरे है या उच्च है यह पता लगाना सम्भव हो जाता है और इसे ठीक भी किया जा सकता है।

वह क्षण जब दो लैम्प जोडे पूर्ण ब्राइट व एक लैम्प जोड़ा पूर्ण डार्क होता है, उस समय सिन्क्रोनाइजिंग स्विच क्लोज्ड किया जा सकता है।

अब दोनों आल्टरनेटर सिन्क्रोनाइज्ड हो गये है और अपनी क्षमता अनुसार लोड को वहन कर सकते है।

सिन्क्रोस्कोप विधि (Synchroscope method)

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

- **सिन्क्रोस्कोप के प्रकार का वर्णन करना**
- **सिन्क्रोस्कोप के कार्य सिद्धांत का वर्णन करना।**

सिन्क्रोनस्कोप (Synchroscope)

पावर स्टेशन बस-बार के साथ प्रत्यावर्तक को जोडने के लिए, जिस क्षण पर स्विच क्लोज्ड करना है उस सही क्षण का ज्ञात करने के लिए सिन्क्रोनस को प्रयोग किया जाता है। शून्य लोड वाली इनकमिंग मशीन को जब बस-बार के साथ लोड को बाँटने के लिए सही क्षणों पर जोड़ा जाता हैइस समय यह सिन्क्रोनाइजिंग प्रक्रिया आवश्यक होती है।

सिन्क्रोनाइजिंग को सही क्षण तब होगे जब बस-बार और इनकमिंग मशीन की वोल्टेज

a) परिमाण में समान हो,
b) कला में हो और
c) समान आवृत्ति वाली हों।

3-फेज मशीनों के लिए दोनों को फेज अनुक्रम समान होना चाहिए। इस स्थिति का ज्ञात फेज अनुक्रम इंडीकेटर द्वारा हो जाता है।

वोल्टेज को वोल्ट मीटर द्वारा चेक किया जा सकता है। बस-बार व इनकमिंग मशीन को वोल्टेज को फेज व आवृत्ति में अन्तर को दर्शाने के लिए सिन्क्रोनाइज कार्य करता है।

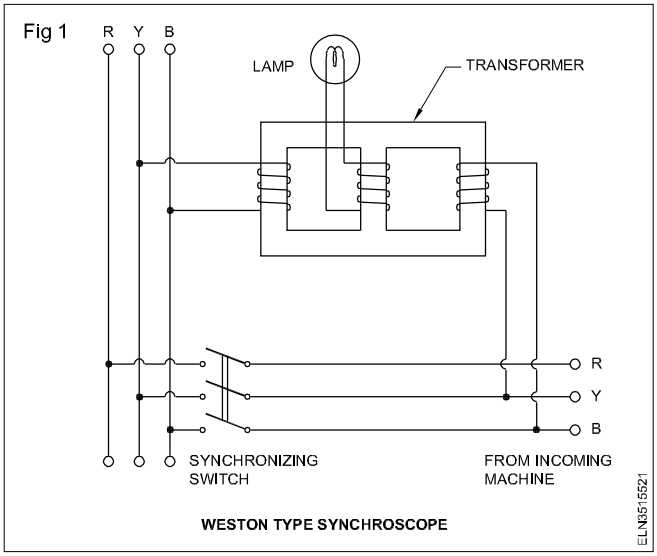
सिन्क्रोस्कोप या तो **इलैक्ट्रोडायनामो मीटर प्रकार या चल लोह प्रकार (moving iron type)** का हो सकता है।

इलैक्ट्रोडायनामोमीटर (वेस्टन) प्रकार सिन्क्रोस्कोप (Electro dynamo meter (Weston) type synchroscope)

वेस्टन प्रकार के सिन्क्रोस्कोप का एक सरल परिपथ Fig 1 में दिखाया गया है। इसमें तीन भुजाओं वाला ट्रांसफार्मर होता है। बाहर वाली भुजा की वाइन्डिंग बार द्वारा उत्तेजित की गई है और इसकी दूसरी बाहरी भुजा इनकमिंग मशीन से जोडी गई है, मध्य भुजा वाली वाइन्डिंग लैम्प से जोडी गई है।

बाहरी भुजा वाली वाइन्डिंग दो फ्लक्स उत्पन्न करती है जो केन्द्रिय भुजा की ओर प्रवाहित होते है। केन्द्रिय भुजा में परिणामी फ्लक्स इन दोनों फ्लक्सों के फेजर योग के तुल्य होता है। यह परिणामी फ्लक्स केन्द्रिय भुजा की वाइन्डिंग में emf उत्पन्न कर देता है। दो बाहरी भुजाओं मेंवाइन्डिंग इस प्रकार व्यवस्थित की जाती है कि जब बार और इनकमिंग मशीन की वोल्टताएँ कला में होती है, केन्द्रीय भुजा में दोनों फ्लक्स योगात्मक होते है और इस प्रकार केन्द्रिय भुजा में की वाइन्डिंग में उच्चतम emf पैदा हो जाती है। इसलिए इन परिस्थिति में लैम्प तेज रोशनी के साथ जलता है। जब दोनों वोल्टताएँ 180° के आउट ऑफ फेज पर आपस में होती है तो परिणामी फ्लक्स शून्य होता हे और केन्द्रिय भुजा वाइन्डिंग में कोई emf पैदा नही होती, और परिणाम स्वरूप लैम्प बिल्कुल नही जलता। यदि इनकमिंग मशीन की आवृत्ति बार की आवृत्ति से भिन्न होती है तो लैम्प बार बार जलता है व बुझता है या दूसरे शब्दों में टिमटिमाता है। टिमटिमाने की आवृत्ति बार व इनकमिंग मशीन की आवृत्ति के अन्तर के बराबर होती है।

Fig 1



WESTON TYPE SYNCHROSCOPE

सिन्क्रोनाइजिंग का सही क्षण वह होता है जब लैम्प बहुत धीरे धीरे उच्चतम रोशनी के साथ टिमटिमाने लगता है।

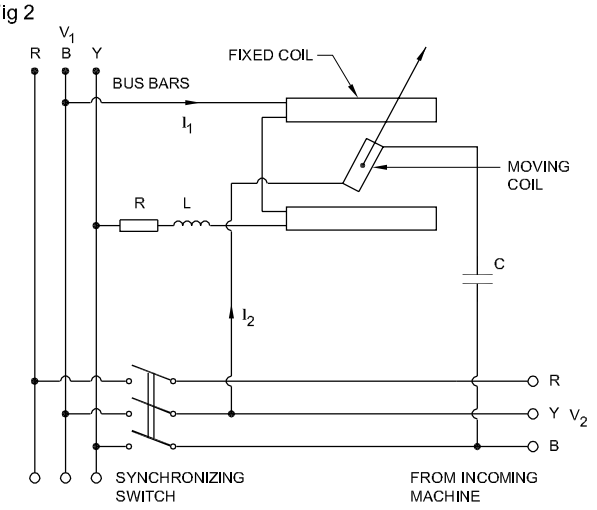
इस सरल परिपथ का एक दोष यह है कि इनकमिंग मशीनकी गति बहुत अधिक है या बहुत कम यह पता नहीं लगता है। इस दोष को दूर करने के लिए एकइलैक्ट्रोडायनामोमीटर प्रकार उपयन्त्र परिपथ में Fig 2 के अनुसार जोड़ा जाता है।

इलैक्ट्रो डायनोमीटर उपयन्त्र में स्थिर कुण्डली दो भागों में बंटी होती है। स्थिर कुण्डली इस प्रकार डिजाइन की जाती है कि इसमें बहुत कम धारा प्रवाहित हो सके और इसके लिए इसके श्रेणी में प्रतिरोध जोडकर इसे बराबर

Copyright Free Under CC BY Licence

के पार्श्व में जोडा जाता है। चल कुण्डली के श्रेणी में एक संधारित्र जोडकर इसे इनकमिंग मशीन के पार्श्व में जोड जाता है। उपयन्त्र में कंट्रोल स्प्रिंग लगाये जाते है जो कि चल कुण्डली में धारा ले जाने का कार्य करते है। संकेतक की छाया ऑपेल ग्लास (opal glass) पर पडती है।

Fig 2



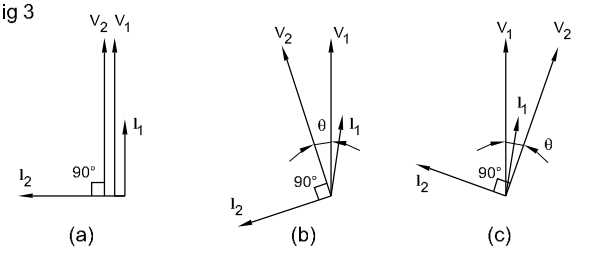
WESTON TYPE SYNCHROSCOPE

ELN3515522

जब दोनों मशीनों की वोल्टताएं एक दूसरे की कला में होती है, तो धारा I_1 और I_2 क्रमशः स्थित वाइंडिंग व चल कुण्डली में एक दूसरे केसमकोण पर (Fig 3a) के अनुसार होती है, और इसलिए उपयन्त्र में कोई टॉर्क उत्पन्न नहीं होता। इस अवस्था में कंट्रोल स्प्रिंग इस प्रकार व्यवस्थित होते है कि संकेतक ऊर्ध्वाधर (vertical) स्थिति मेंरहता है। लैम्प भी अपनी उच्चतम रोशनी के साथ जलता है और संकेतक की ऑपेल ग्लास (opal glass) पर छाया दिखती है।

यदि इनकमिंग मशीन की वोल्टेज V_2 बस बार वोल्टेज V_1 से आगे होती है, और इनकमिंग मशीन थोडा धीरे चल रही है, तो परिपथ की स्थितियाँ धीरे धीरे बदलती है जैसाकि Fig 3 (b) में व Fig 3(c) में दिखाया गया है। तब टॉर्क $KI_1I^2 \cos(90° + \theta)$ से अर्थात ऋणात्मक मान से शून्य और फिर धनात्मक मान की ओर बदलता है और इस दौरान लैम्प तेल रोशनी देता है। और संकेतक बांई तरफसे डायल की वर्टीकल स्थिति की, और फिर डायल की दांयी तरफचलता दिखाई देता है। इस डायल पर Fast व Slow की दिशा में चिन्ह लगा होता है जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है।

Fig 3



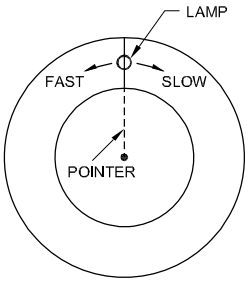
PHASOR DIAGRAMS

ELN3515523

। V_1 और V_2 180° पाइन्टर के फेस के बाहर हैं और पीछे जायेंगे । पर यह दिखाई नहीं देगा क्योंकि इन परिस्थितियों में लेम्ब गहरा है । अतः पाइन्टर की दिखाई देनेवाली हलचल डायल की एक ही दिशा में झुकती है । यदि इनकमिंग मशीन बहुत तेज है तो दिखाई देनेवाला झुकाव दूसरी दिशा में होगा । सही संयोजन तब होता है जब पाइन्टर अपनी केन्द्रीय स्थिति में दिखाई देता है और बहुत धीमी गति से चलता है ।

यह देखा सकते हैं कि कम्ट I_1 और I_2 के बीच सही क्वाड्रेचर सम्बन्ध प्राप्त तय होता है जब वोल्टेज V_1 और V_2 फेस में होते हैं और यह तब संभव है जब स्थिर काईल सर्किट में छोटा इन्डक्टैन्स L दिया जाता है ।

Fig 4



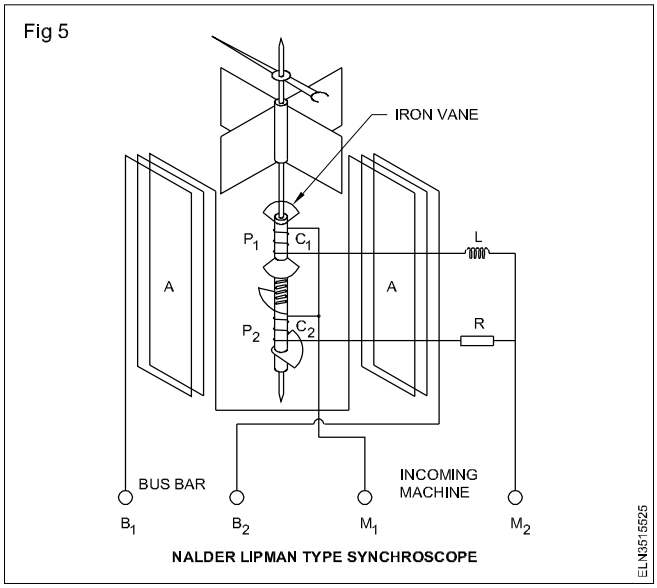
DIAL OF WESTON SYNCHROSCOPE

ELN3515524

मूविंग आयरन सिन्क्रोस्कोप (Moving Iron synchroscope):

Fig 5 में एक मूविंग आयन सिन्क्रोनस्कोप की संरचना दिखाई गई है जो कि लिपमेन (Lipman) से है। इसमें दो भागो में बंटी एक स्थिर वाइंडिंग है। यह स्थिर वाइंडिंग A बहुत कम धारा के लिए डिजाईन की गई होती है और एक प्रतिरोध के श्रेणी में जुड कर बस बार के दो फेजों के पार्श्व में जुडता है। एक स्पिण्डल पर दो लोहे के बेलन C_1 व C_2 जुडे हुए है। प्रत्येक लोह बेलन के साथ दो लोह वेन लगे होते है जिनके अक्ष एक दूसरे से 180° दूर है। ये लोह बेलन दो प्रैशर कुण्डलियां P_1 व P_2 से उत्तेजित होते है, जो कि इनकमिंग मशीन के दो फेजों के साथ जोडी जाती है। इनमें से एक वाइंडिंग के श्रेणी में प्रतिरोध व दूसरी वाइंडिंग के श्रेणी में प्रतिरोध व दूसरी कुण्डली के श्रेणी में प्रेरकत्व (inductance) जुडा है। यह दोप्रैशर कुण्डलियों के बीच 90° का कृत्रिम फेज अन्तर पैदा करने के लिए किया जाता है। यहाँ कोई कंट्रोल स्प्रिंग नहीं होता । उपयन्त्र के साथ संकेतक लगा होता है

Fig 5



NALDER LIPMAN TYPE SYNCHROSCOPE

ELN3515525

जो कि Fast और Slow चिन्ह लगे डायल पर घूमता है।

Copyright Free Under CC BY Licence

जब इनकमिंग मशीन की आवृत्ति बस बार की आवृत्ति के समान होती है, तब उपयन्त्र बिल्कुल पावर फैक्टर मीटर के रूप में ठीक वैसे ही व्यवहार करता है। दो वोल्टताओं के बीच फेज अंतर के तुल्य सन्दर्भ अक्ष से संकेतक का विक्षेप होता है।

इस प्रकार यदि दो वोल्टताओं की आवृतियाँ भिन्न भिन्न होती है तो आवृतियों के अन्तर के अनुसार संकेतक लगातार घूमता है। इनकमिंग मशीन की गति अधिक है या कम है, इस आधार पर संकेतक के घूमने की दिशा निर्भर करती है।

ब्रुश रहित प्रत्यावर्तक (Brushless Alternator)

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

- **ब्रुश रहित प्रत्यावर्तक के सिद्धांत और मौलिक थ्योरी बताना**
- **ब्रुश रहित प्रत्यावर्तक की संरचना का वर्णन करना**
- **3 फेज ब्रुश रहित प्रत्यावर्तक के कार्य का वर्णन करना।**

ब्रुश रहित प्रत्यावर्तक का सिद्धांत (Principle of brushless alternator)

सभी प्रत्यावर्तकों में चुम्बकीय क्षेत्र में वाइंडिंग को घुमा कर या स्थिर तार कुण्डली के बीच चुम्बकीय क्षेत्र को घुमा कर वोल्टेज उत्पन्न की जा सकती है। वोल्टेज उत्पन्न करने के लिए या तो वाइंडिंग को घुमाया जाता या चुम्बकीय क्षेत्र को घुमाया जाता है। दोनों रूप समान रूप से बराबर कार्य करते है और दोनों पृथक रूप से या मिश्रित रूप से यान्त्रिक, वैद्युत या अन्य उद्देश्य पर निर्भर करता है।

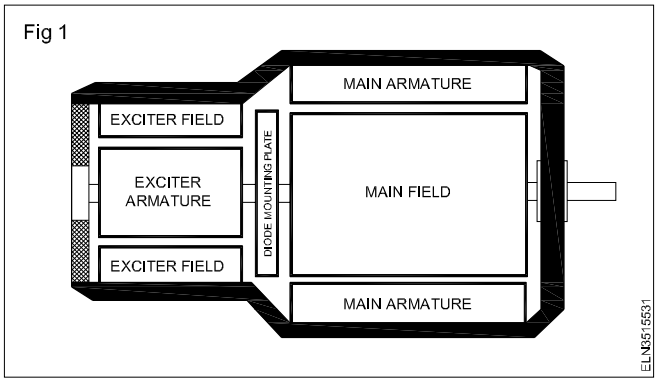
ब्रुश रहित प्रत्यावर्तक के मामले में दोनो संयोग एक ही मशीन में इकट्ठे प्रयोग की जाती है।

प्रत्यावर्तक का स्थिर भाग स्टेटर कहलाता है और घूमने वाला भाग रोटर कहलाता है। तारों की कुण्डली जो चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करने के लिए उपयोग होती है वह फिल्ड वाइन्डिंग कहलाती है और जो वाइंडिंग शक्ति उत्पन्न करती है वह आर्मेचर वाइन्डिंग कहलाती है। यहाँ दोनों आर्मेचर व फिल्ड वाइन्डिंग रोटर भी और स्टेटर के रूप में भी उपयोग होती है।

ब्रुश रहित प्रत्यावर्तक की कार्य प्रणाली (Working of brushless alternator)

ब्रुश रहित प्रत्यावर्तक के दो भाग होते है जिनमें एक उत्तेजक मुख्य प्रत्यावर्तक भाग कहलाता है जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है।

Fig 1



उत्तेजन प्रत्यावर्तक (Excitation alternator)

इसके रोटर भाग में आर्मेचर व मुख्य फिल्ड वाइन्डिंग है और उत्तेजक की फिल्ड वाइन्डिंग स्टेटर में है। जब यह घूमना प्रारम्भ करता है तो एक्साइडर आर्मेचर में वोल्टेज उत्पन्न हो जाती है जो मुख्य फिल्ड को करंट देती है जिससे मुख्य प्रत्यावर्तक के चुम्बकीय क्षेत्र को सप्लाई मिल जाती है।

मुख्य प्रत्यावर्तक (Main Alternator)

यहाँ मुख्य फिल्ड रोटर में और आर्मेचर वाइन्डिंग स्टेटर भाग में है, जिससे सप्लाई को सीधा बाहर लिया जा सकता है। इसमें कोई ब्रुश की आवश्यकता नही है। एकसाईटर आर्मेचर में उत्पन्न वोल्टेज, मुख्य प्रत्यावर्तक के रोटर के लिए चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करती है। जब यह चुम्बकीय क्षेत्र मुख्य आर्मेचर चालकों को काटता है तो विभवान्तर उत्पन्न होता है। यहाँ पर उत्पन्न हुई वोल्टेज को Fig 2 अनुसार एकसाईटर फिल्ड करंट से रेगूलेट किया जा सकता है।

मौलिक सिद्धांत (Basic theory)

जब एक वाइंडिंग की तार में विद्युत धारा गुजारी जाती है, एक चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न होता है (एक विद्युत चुम्बक) इसके विपरीत जब एक वाइंडिंग के तार के मध्य से चुम्बकीय क्षेत्र गुजारा जाये तो भी तार में एक वोल्टेज उत्पन्न हो जाती है। यह पैदा हुई वोल्टेज, करंट बनाती है जब इलैक्ट्रोन किसी बैटरी या लोड में एक स्थान से दूसरे स्थान की ओर जाती है। ये दोनों क्रियायें प्रत्यावर्तकों, मोटरों और जनरेटर या डायनमों में लागू होती है।

संरचना (Construction)

एक ब्रुश रहित प्रत्यावर्तक दो प्रत्यावर्तकों से मिल कर बना होता है जो एक ही शाफ्ट पर end-से-end प्रकार जुडे होते है। छोटे ब्रुश रहित प्रत्यावर्तक एक इकाई की तरह दिखाई देते है परन्तु बडे आकार वाले प्रत्यावर्तकों में दो भाग स्पष्ट रूप से दृष्टिगोचर होते है। दो भागों में से बड़ा भाग मुख्य प्रत्यावर्तक व छोटा भाग एकसाईटर होता है। एकसाईटर की फिल्ड कुण्डलियां स्थिर होती है और घूमने वाला भाग आर्मेचर (पावर कुण्डलियाँ) होता है। मुख्य प्रत्यावर्तक में इसका विपरीत है अर्थात घूर्णन फिल्ड व आर्मेचर स्थिर है।

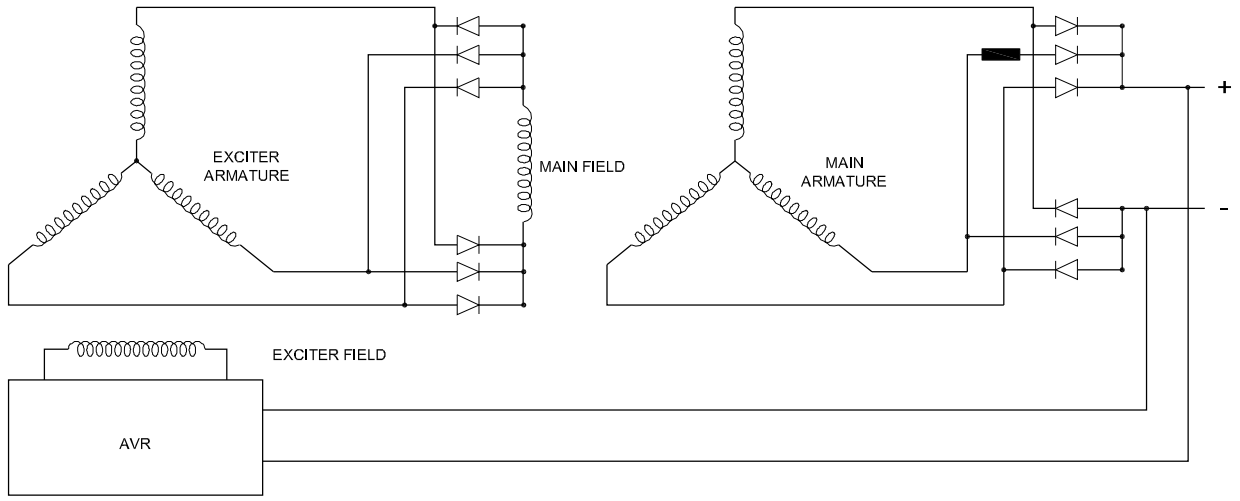
उत्तेजक (Exciter)

उत्तेजक की फिल्ड कुण्डलियां स्थिर भाग स्टेटर में स्थिर होती है और इसका आर्मेचर भाग स्टेटर पर होता है। एकसाईटर के आर्मेचर से प्राप्त AC आउटपुट एक डायोड के सैट की मिलती है जो कि रोटर के साथ जुडे होते है और DC वोल्टेज बना देते है। यह DC सीधा मुख्य प्रत्यावर्तक के

Copyright Free Under CC BY Licence

फिल्ड वाइंडिंगों को मिल जाती है, जो कि रोटर के साथ जुडा होता है। इस प्रबन्ध के साथ रोटेटिंग फिल्ड वाइंडिंग को धारा देने के लिए ब्रुशों व स्लिप रिंगों की आवश्यकता नही पड़ती। एक सरल ऑटोमोटिव प्रत्यावर्तक से इनमें यह भेद है, सरल प्रत्यावर्तकों में ब्रुशों व स्लिपरिंगों का उपयोग रोटेटिंग फिल्ड को सप्लाई देने के लिए किया जाता है।

Fig 2



3 PHASE BRUSHLESS ALTERNATOR CIRCUIT DIAGRAM

मुख्य प्रत्यावर्तक (Main Alternator)

जैसा कि उपरोक्त मे वर्णन किया गया है मुख्य प्रत्यावर्तक फिल्ड घूमने वाला व स्थिर आर्मेचर (शक्ति जनन वाइंडिंग) वाला है। यह वह भाग है जिसको समझने में कठिनाई होती है कि आर्मेचर स्ट्रेटर भाग में है और न कि रोटर।

आर्मेचर प्रत्यावर्तक के स्थिर भाग में है, आउटपुट उच्च धारा ब्रुशों व स्लिपरिंगों में से प्रवाहित नही होती है। यद्यपि विद्युत डिजाईन अधिक जटिल है फिर भी यह प्रत्यावर्तक परिणाम में बहुत विश्वसनीय है क्योंकि वे ही भाग घिसते है जो बियरिंग से सम्बन्धित है या बियरिंग है।

तीन फेज ब्रुश रहित प्रत्यावर्तक (Three-Phase brushless alternator)

एक तीन फेज प्रत्यावर्तक में वाइन्डिंग के 3 सैट होते है जो स्थिर आर्मेचर (स्टेटर) में 120^0 विद्युत दूर रखे गये है। परिणामस्वरूप प्रत्यावर्तक से 3 आउटपुट निकलती है जो विद्युतीय रूप से आपस में 120^0 के अन्तराल पर है। कई पोल वाले डिजाईन में 3 वाइन्डिंग के कई सैट होते है। वाइन्डिंग (पोल) के ये सैट मशीन की परिधि में समरूप (evenly) से रखे होते है। पोलों की अधिक संख्या होने पर प्रत्यावर्तक की चाल कम रखी जाती है जिसके फलस्वरूप दी हुई वोल्टेज पर आवृत्ति कम हो जाती है पोलों की संख्या अधिक होने पर प्रत्यावर्तकों की जटिलता बंद जाती है और यही कारण है कि कम चाल वाले प्रत्यावर्तकों का मूल्य अधिक होता है।

एक फेज पावर प्लांट के अतिरिक्त, अधिकतर प्रत्यावर्तक, ऑटोमेटिव प्रकार के प्रत्यावर्तक भी 3-फेज में पावर उत्पन्न करते है। एक तीन-फेज AC प्रत्यावर्तक में कोई डायोड नहीं होते। यदि इससे DC आउटपुट की आवश्यकता होने पर इसमें 6 डायोड उपयोग होंगें जो प्रत्यावर्तक में उत्पन्न DC में परिवर्तित कर देंगे। ऑटोमेटिव प्रत्यावर्तकों में इस रूप को उपयोग किया जाता है। एक तीन ब्रुश रहित प्रत्यावर्तक के रोटर पर एकसाइटर के लिए 4 या 6 डायोड होते है, ये डायोड स्टेटर में लगे डायोड के अतिरिक्त होते है।

3-फेज मशीनों की वायरिंग तीन तरह से की जाती है जिसमें एक डेल्टा (त्रिभुज) रूप है, जिसकी "त्रिभुज के बिन्दु" सिरे से एक तार बाहर आती है। दूसरी विधि वाई (Y) या स्टार विधि है। इस विधि में प्रत्येक वाइन्डिंग से तार का एक सिरा बाहर आता है और चतुर्थ 4" तार तीनों वाइन्डिंग के कॉमर सिरे (स्टार बिन्दु) से निकलता है। यह कॉमन बिन्दु न्यूट्रल बिन्दु और इससे निकली तार न्यूट्रल तार कहलाती है।

जिन मशीनों में कई वोल्टेज प्रस्तावित होती है, उनमें अतिरिक्त तार जोड़ी जाती है जो कि आवश्यकता अनुसार वोल्टेज के लिए लगाई जाती है।

Copyright Free Under CC BY Licence