एकल फेज मोटरें प्रकार- कला विघटित प्रेरण मोटर - प्रेरण प्रारम्भ, प्रेरेण- चल मोटर (Single phase motors - Types - Split phase induction motor - Induction-start, induction-run motor)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे
- **AC एकल फेज मोटरों के प्रकारों का संक्षेप वर्णन करना**
- **एकल फेज को विघटित करने से रोटेटिंग मग्नेटिक फील्ड प्राप्तकरने की विधियाँ और आवश्यकता का वर्णन करना**
- **एकल फेज रेजिस्टेंस/प्रेरण स्टार्ट/प्रेरण-चल मोटरों के सिद्धांत, संरचना, प्रकार्यत्मक विशेषताएँ और अनुप्रयोग स्पष्ट करना।**

एक फेज मोटरों बहुत भिन्नता के साथ घरों में, कार्यालयों, कृषि, उद्योग और व्यापारिक प्रतिष्ठानों में उपयोग होती है। ये मोटरें सामान्यतया आंशिक अश्व शक्ति (fractional horsepower) मोटरों के रूप में जानी जाती है जो कि 1 H.P. से कम क्षमता की होती है। अधिकतर एक फेज मोटरें इस श्रेणी मेंआती है। एक फेज मोटरें 1.5,2,3 और 10 H.P. तक के लिए भी बनाई जाती है जो कि विशेष आवश्यकता के लिए होती है।

एक फेज मोटरें उनकी संरचना व प्रारम्भ करने की विधि के अनुसार विस्तृत रूप में कला विघटित (split-phase) प्रेरण मोटरें व कम्यूटेटर मोटरों के रूप में वर्गीकृत की गई है।

कला-विघटित प्रेरण मोटरें आगे निम्न प्रकार वर्गीकृत की गई है:

- प्रतिरोध-प्रारम्भ, प्रेरण-चल मोटरें (resistance-start, induction-run motors)
- प्रेरण-प्रारम्भ, प्रेरण-चल मोटरें (induction-start, induction-run motors)
- स्थायी संधारित्र मोटरें (permanent capacitor motors)
- संधारित्र-प्रारम्भ, प्रेरण-चल मोटरें (capacitor-start, induction-run motors)
- संधारित्र-प्रारम्भ, संधारित्र-चल मोटरें (capacitor-start, capacitor-run motors)
- शेडेड पोल मोटरें (shaded pole motors)
- स्टैप्पर मोटर (stepper motor)

कम्यूटेटर मोटरें निम्न प्रकार से वर्गीकृत की गई है:

- विकर्षण मोटरें (repulsion motors)
- श्रेणी मोटरें (series motors)

कला विघटित प्रेरण मोटर और बहु फेज प्रेरण मोटर के परिचालन को मौलिक सिद्धांत समान है। मुख्य अन्तर यह है कि एक फेज मोटर रोटेटिंग मेग्नेटिक फील्ड उत्पन्न नहीं करती है परन्तु यह केवल पलसेटिंग (pulsating) चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करती है। अतः रोटेटिंग मेग्नेटिक फील्ड उत्पन्न करने के लिए एक फेज को विघटित किया जाता है ताकि प्रारम्भ में मोटर दो फेज मोटर की तरह कार्य कर सके।

प्रथम हम एक फेज के क्षेत्र वाली वाइन्डिंग में AC धारा द्वारा स्थापित चुम्बकीय क्षेत्र के व्यवहार का परीक्षण करते है। Fig 1 के सन्दर्भ में, एक विशेष क्षण में, फिल्ड वाइन्डिंग मे प्रवाहित धारा Fig 1a की तरह का चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है। चूंकि उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र परिवर्तित प्रकार का है, यह रोटर छडों में धारा उत्पन्न करेगा जो कि रोटर फ्लक्स पैदा करेंगा। यह रोटर में उत्पन्न फ्लक्स लेन्ज के नियमानुसार उस मुख्य क्षेत्र का विरोध करता है जो इसे उत्पन्न करता है। इस सिद्धांत को उपयोग करते हुए रोटर छडों में धारा की दिशा Fig 1a में दर्शाये अनुसार ज्ञात की जा सकती है, इस प्रकार यह क्षेत्र व रोटर धारा के बीच टार्क उत्पन्न कर देती है। यह अनुमान लगाया जाता है कि रोटर के ऊपरी चालकों द्वारा नीचे की ओर टार्क उत्पन्न होता है और नीचे वाले रोटर चालक ऊपर की ओर टार्क उत्पन्नकरते है जिससे टार्क एक दूसरे को निरस्त करते है और परिणामस्वरूप कोई घुमाव उत्पन्न नहीं होता है। Fig 1b के अनुसार दूसरे क्षण मे इनपुट सप्लाई में वोल्टेज अपनी ध्रुवता बदलती है, जो कि दिशा बदलकर मुख्य क्षेत्र उत्पन करती है। इस मुख्य क्षेत्र के ऊपर वाले चालक नीचेकी ओर टार्क उत्पन्नकरती है और नीचे वाले चालक ऊपर की ओर टार्क उत्पन्न करती है, परिणामस्वरूप दोनों टार्क (torque) एक दूसरे को निरस्त कर देते है और इस स्थिति मेंभी रोटर में कोई गति उत्पन्न नहीं होती है। चूंकि क्षेत्र कम अधिक होने वाला पलसेटिंग (pulsating) प्रकार का है, इसलिए टार्क भी पलसेटिंग प्रकार का उत्पन्न कतरा है जिसके कारण सप्लाई के एक पूर्ण चक्र (full cycle) के दौरान भी टार्क उत्पन्न नहीं होता है।

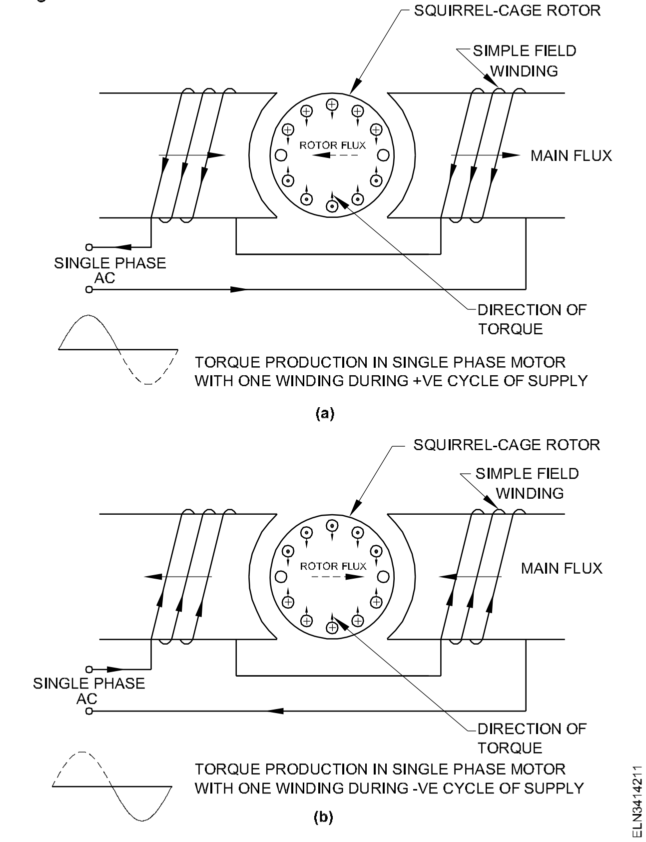
यदि उपरोक्त परिस्थिति में रोटर को एक ओर धक्का दे दिया जाये तो यह उसी दिशा मे घूमना प्रारम्भ कर देगा और रोटर व स्टेटर फ्लक्स की प्रतिक्रिया स्वरूप यह उसी दिशा में टार्क उत्पन्न करने लगेगा। क्योंकि इस प्रभाव द्वारा एक कला विघटित मोटर को एक बार स्टार्ट के बाद केवल एक वाइन्डिंग की आवश्यकता पडती है जो रनिंग के दौरान सप्लाई से जुडी रहती है। यह स्पष्ट हो जाता है कि जब एक फेज वाली मोटर मे केवल एक वाइन्डिंग होती है तो मोटर स्वचालित self-starting नहीं होती। यदि मुख्य क्षेत्र को पलसेटिंग की अपेक्षा घूर्णमान बना दिया जाये तो रोटर में घूर्णमान टार्क उत्पन्न किया जा सकता है।

दो 90° दूर फेज क्षेत्र द्वारा रोटेटिंग फील्ड उत्पन्न करता है (Producing a rotating field from two 90° out-of-phase fields): रोटेटिंग मेग्नेटिक फील्ड उत्पन्न करने की एक विधि फेज स्पिलिट करना है। यह स्टेटर वाइन्डिंग में एक अन्य वाइन्डिंग सैट डाल कर किया जा सकता है जिससे स्टार्टिंग वाइन्डिंग कहते है। इस वाइन्डिंग को मुख्य वाइन्डिंग से भौतिक रूप में 90° विद्युत डिग्री दूर रखा जाता है, और इसमें धारा को मुख्य वाइन्डिंग से 90 दूर रखा जाता है। इस वाइन्डिंग में धारा को मुख्य वाइन्डिंग की धारा की कला से दूर रखने के लिए स्टार्टिंग वाइन्डिंग का प्रतिघात reactance मुख्य वाइन्डिंग के प्रतिघात से भिन्न रखा जाता है। यदि दोनों

Copyright Free Under CC BY Licence

वाइन्डिंग व स्टार्टिंग वाइन्डिंग द्वारा उत्पन्न परिणामी क्षेत्र प्रत्यावर्ती तो होगा परन्तु घूमने वाला नहीं होगा और मोटर प्रारम्भ नहीं होगा।

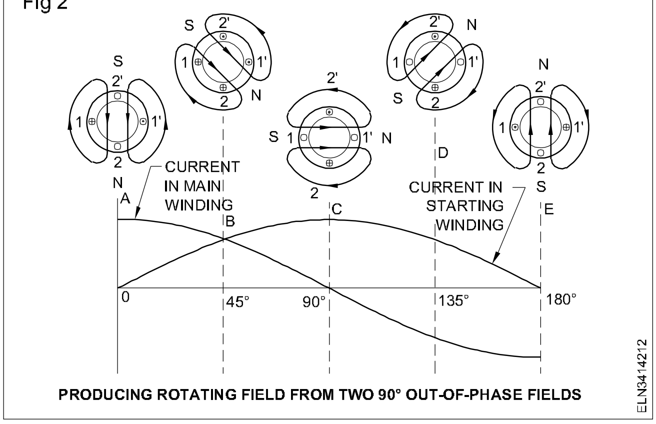
Fig 1



कला विघटन split-phasing, द्वारा दों क्षेत्र (मुख्य व एग्लीलरी) क्षेत्र मिलकर एक रोटेटिंग मेग्नेटिक फील्ड उत्पन्न करते है जैसा कि निम्न प्रकार वर्णित है।

Fig 2 में दर्शाया गया है कि मुख्य वाइंडिंग (1,1') और स्टार्टिंग वाइंडिंग (2,2') स्टेटर मे परस्पर 90° कोण पर रखी गई है। इसे समझने के लिए इसे केवल साईकल के आधे भाग में 45^0 की वृद्धि के साथ दर्शाया गया है।

Fig 2



PRODUCING ROTATING FIELD FROM TWO 90° OUT-OF-PHASE FIELDS

अवस्था `A', पर केवल मुख्य वाइंडिंग फ्लक्स पैदा कर रही है, और कुल फ्लक्स उर्ध्वाधर दिशा में स्थित है जैसा कि स्टेटर आरेख में दिखाया गया है। 45° बाद `B' स्थिति पर दोनों वाइंडिंग फ्लक्स उत्पन्न कर रही है और कुल फ्लक्स की दिशा 45° घूम गई है। स्थिति `C' पर अधिकतम फ्लक्स अब क्षेतिज दिशा में है क्योंकि अब केवल स्टार्टिंग वाइंडिंग दी फ्लक्स उत्पन्न कर रही है, परन्तु अब इसकी दिशा भिन्न है, जबकि स्टार्टिंग वाइंडिंग में अब फ्लक्स कम हो रहा है। इसलिए इस क्षण पर कुल फ्लक्स स्थिति `D', पर दिखाया गया है। स्थिति `E' पर उच्चतम फ्लक्स है परन्तु अब इसकी दिशा स्थिति `A' की अपेक्षा कला के out-of-phase के चुम्बकीय क्षेत्र मिलकर एक कुल रोटेटिंग मेग्नेटिक फील्ड का प्रभाव उत्पन्न करता है।

एकल विघटित मोटर की कार्य प्रणाली (Working of split-phase motor): प्रारम्भ के समय दोनों मुख्य वाइंडिंग व एग्लीलरी वाइंडिंग रोटेटिंग मेग्नेटिक फील्ड उत्पन्न करने के लिए आपूर्ति के साथ समानान्तर में जुड़ी होनी चाहिए। रोटर गिलहरी पिंजरा प्रकार का होता है और स्टेटर का रोटेटिंग मेग्नेटिक फील्ड स्थिर रोटर को चारों ओर से झाडता है और रोटर में वि० वा० बल पैदा कर देता है। चूंकि रोटर की छडें लघुपथित होती है, इसलिए इनमें धारा प्रवाह होने लगता है जो उनमें चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है। रोटर चालकों का यह चुम्बकीय क्षेत्र रोटेटिंग मेग्नेटिक फील्ड का विरोध करता है जिनकी सामुहिक क्रिया से रोटर पर एक दिशा में बल लगता है। इस क्रिया के कारण गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटरकी तरह रोटर रोटेटिंग मेग्नेटिक फील्ड की दिशा मे घूमना प्रारम्भ कर देता है, जिसका पूर्व में वर्णन किया जा चुका है।

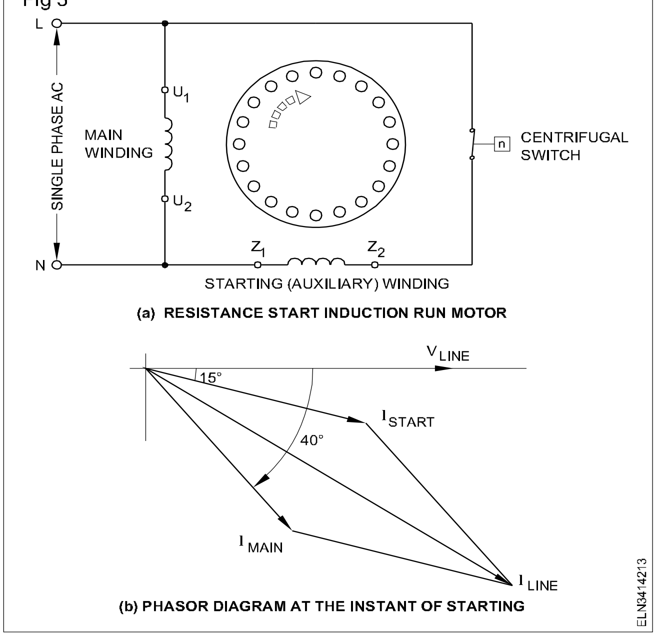
इस प्रकार रोटर घूमना शुरू कर देता है, अब जबकि रोटर व स्टेटर क्षेत्र रोटेटिंग मेग्नेटिक फील्ड उत्पन्न करने लगे तो एग्लीलरी वाइंडिंग (auxiliary winding) किसी यान्त्रिक साधन से सप्लाई से अलग हो जानी चाहिए।

प्रतिरोध स्टार्ट, प्रेरण-चल मोटर (Resistance-start, induction -run motor): चूंकि इस प्रकार की मोटर का स्टार्टिंग टार्क अपेक्षाकृत कम होता है। और इसकी स्टार्टिंग धारा उच्च होती है, इसलिए ये मोटरें अधिकतर 0.5 HP तक की क्षमता के लिए उपयोग की जाती है जहाँ पर लोड को आसानी से स्टार्ट किया जा सके।

Fig 3a इस मोटर के आवश्यक भाग दिखाये गये है।

- मुख्य वाइंडिंग या रनिंग वाइंडिंग (Main winding running winding)
- सहायक या स्टार्टिंग वाइंडिंग (auxiliary or starting winding)
- गिलहरी पिंजरा प्रकार रोटर (squirrel cage type rotor)
- अकेन्द्रीय स्विच (Centrifugal switch)

Fig 3

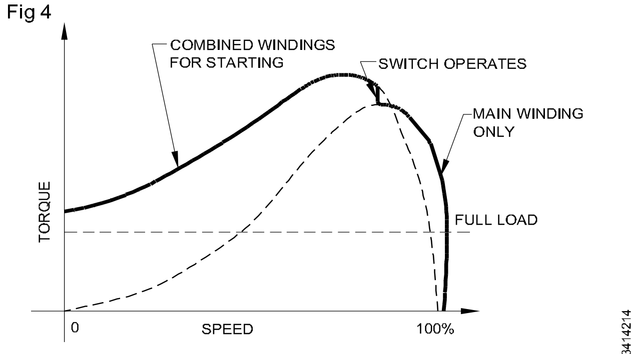


Copyright Free Under CC BY Licence

स्टार्टिंग वाइन्डिंग को इस प्रकार डिजाईन किया जाता है कि इसका प्रतिरोध उच्च और मुख्य वाइन्डिंग की अपेक्षा प्रतिघात निम्न हो। यह सहायक वाइंडिंग में पतले चालक को अपना कर किया जाता है जबकि मुख्य वाइंडिंग के चालक मोटे होते है। मुख्य कुण्डलन के चारों ओर लोहा अधिक होता है जिसके कारण इसका प्रेरकत्व अधिक होता है और यह वाइंडिंग को स्टेटर/खाँचों में गहराई में रख कर किया जाता है। इससे यह स्पष्ट हो जाता है कि धारा Fig 3b में दर्शाये अनुसार विघटित हो जाती है। प्रारम्भिक धारा `I start' सप्लाई वोल्टता `V' line' से 15° से पश्चगामी होती है और मुख्य वाइन्डिंग धारा `I main' मुख्य वोल्टेज लगभग 40° से पश्चगामी होती है। इस प्रकार ये धाराएँ समय अन्तराल में अलग अलग होती है और इनके चुम्बकीय क्षेत्र मिल कर रोटेटिंग मेग्नेटिक फील्ड उत्पन्न करता है।

जब मोटर अपनी तुल्यकाली चाल की लगभग 75 से 80% चाल प्राप्त कर लेती है, प्रारम्भन वाइंडिंग को एक अपकेन्द्रिय स्विच से खुल जाती है और मोटर लगातार एक फेज मोटर के रूप मे चलती रहती है। जिस बिन्दु पर जहाँ सहायक वाइंडिंग विच्छेदित होती है, मोटर अपना उच्चतम बलाघूर्ण मुख्य वाइंडिंग में दोनों वाइंडिंग की अपेक्षा अधिक विकसित करती है। यह विशेष रूप से Fig 4 में बलाघूर्ण चाल अभिलक्षणों से देखा जा सकता है।

Fig 4

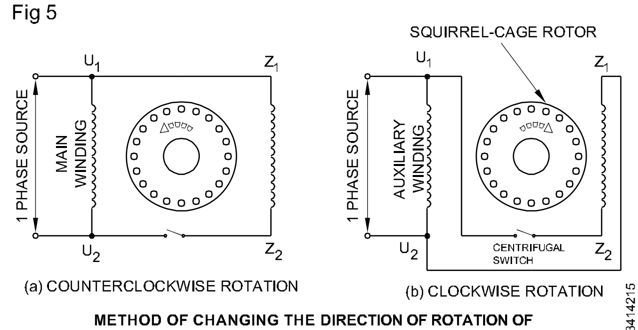


TORQUE SPEED CHARACTERISTIC OF SPLIT PHASE MOTOR

मुख्य वाइंडिंग व सहायक वाइंडिंग के संयोजन द्वारा कला विघटित मोटर की घूमने की दिशा निर्धारित की जा सकती है। अतः या तो मुख्य वाइंडिंग या एग्लीलरी वाइंडिंग के टर्मिनलो को बदल घूमने की बदली जा सकती है।

यदि Fig 5a के अनुसार Z_1 को U_1 के साथ जोड कर व Z_2 को U_2 के साथ जोड कर माना घूमने की दिशा वामावर्त है तो दक्षिणावर्त दिशा करने के लिए Fig 5b के अनुसार Z_1 को U_2 से व Z_2 को U_1 से जोड़ना होगा।

Fig 5



METHOD OF CHANGING THE DIRECTION OF ROTATION OF RESISTANCE START INDUCTION RUN MOTOR

प्रतिरोध-स्टार्ट-प्रेरकत्व चल मोटर का उपयोग (Application of resistance-start, induction-run motor): चूंकि इस प्रकार की मोटरों का स्टार्टिंग टॉर्क अपेक्षाकृत कम और स्टार्टिंग करंट अधिक होता है, ये मोटरें 0.5 HP तक की क्षमता के लिए बनाई जाती है, जहाँ पर स्टार्टिंग लोड हल्का होता है। ये मोटर पंखें चलाने के लिए, ग्राईंडर, वाशिंग मशीन व लकडी के वर्किंग औजारों को चलाने के लिए प्रयोग की जाती है।

प्रेरण-स्टार्ट, प्रेरण चल मोटर (Induction-start, induction-run motor): प्रतिरोध प्रारम्भ की अपेक्षा, उच्च प्रेरकत्व स्टार्टिंग वाइन्डिंग द्वारा मोटर को स्टार्ट किया जा सकता है। ऐसे मामले में स्टार्टिंग वाइन्डिंग अधिक टर्नों वाली बनाई जाती है और स्टेटर स्लॉटों में गहराई में रखी जाती है ताकि अधिक टर्नों के कारण प्रेरकत्व उच्च है और इसके चारों और लोह क्रोउ का क्षेत्रफल अधिक हो। अधिकतर इस प्रकार की मोटरों में स्टार्टिंग व रनिंग वाइन्डिग के तार का गेज समान रखा जाता है, वाइन्डिंग की पहचान करने के लिए प्रतिरोध को मापना पड़ता है। इन मोटरों का स्टार्टिंग टॉर्क कम व स्टार्टिंग करंट अधिक होता है और शक्ति गुणक भी कम करता है।

अपकेन्द्रिय स्विच (Centrifugal switch)

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

- **अपकेन्द्रिय स्विच की कार्य प्रणाली, अनुरक्षण विधि व टेस्ट को स्पष्ट करना**
- **हस्त चालित D.O.L. स्टार्टर की आवश्यकता और इसकी कार्य प्रणाली को स्पष्ट करना**
- **ओवरलोड रिले के परिचालन को स्पष्ट करना।**

अपकेन्द्रीय स्विच (The centrifugal switch): अपकेन्द्रीय स्विच मोटर के अन्दर स्थापित होता है और कैपेसिटर-स्टार्ट, इंडक्शन-रन मोटर के मामले में यह स्टार्टिंग वाइन्डिंग के श्रेणी में जुड़ा होता है। कैपेसिटर स्टार्ट, कैपेसिटर रन मोटर में दो कैपेसिटरों में से स्टार्टिंग कैपेसिटर को विलग करता है। जब मोटर का रोटर अपनी निर्धारित गति 75 से 80% प्राप्त कर लेता है तो अपकेन्द्रिय स्विच स्टार्टिंग वाइन्डिंग को विच्छेदित कर देता है। सामान्य प्रकार के अपकेन्द्रिय स्विच के दो मुख्य पार्ट होते है। एक स्थिर पार्ट Fig 1, में दिखाया गया है व दूसरा घूमने वाला भाग जो Fig 2. में दिखाया गया है। स्थिर भाग मोटर की सामने वाली एण्ड प्लेट के साथ जुडा होता है जिसके दों सम्पर्क होते है जो कि सिंगल पोल सिंगल थ्रो स्विच के तरह कार्य करते है। जबकि रोटेटिंग पार्ट रोटर के साथ फिट होते है, यह रोटर के साथ घूमता है। जब रोटर स्थिर होता है, तो घूमने वाले पार्ट का इन्सुलेटिड रिंग स्प्रिंग तनाव के कारण स्विच की ओर दबा रहता है। इन्सुलेटर रिंग के इस प्रकार अन्दर की ओर दबाने से स्थिर स्विच के सम्पर्क क्लोज्ड होते है, जो कि इसलिए होता है। क्योंकि चल लीवर का प्रैशर लीफ स्प्रिंग तनाव स्विच पर लगा रहता है।

Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 1

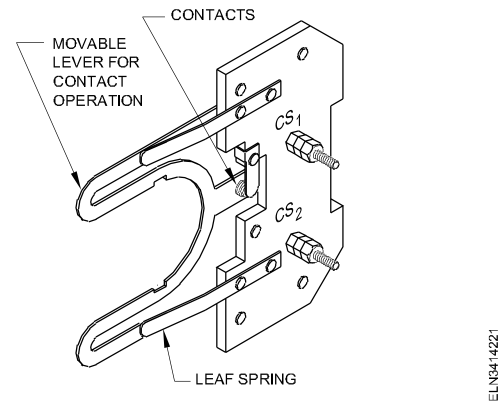
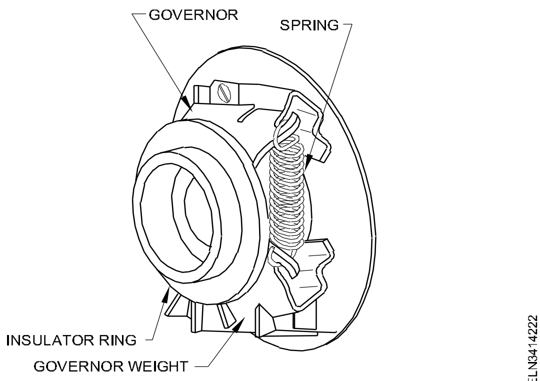


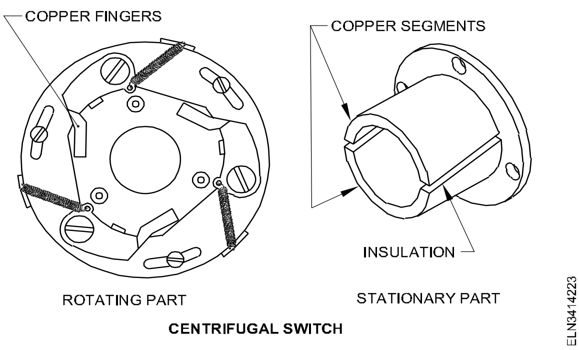
Fig 2



जब रोटर अपनी निर्धारित चाल का लगभग 75% प्राप्त कर लेता है तो अपकेन्द्रिय बल के कारण गवर्नर का लोड कम हो जाता है और इससे इन्सुलेटर रिंग स्विच से बाहर की ओर दब जाता है। इन्सुलेटर रिंग के इस फारवर्ड मूवमेन्ट के कारणचल लीव पर दबाव पड़ता है और टर्मिनल CS_1 व CS_2 के द्वारा जुड़े सम्पर्क स्टार्टिंग वाइन्डिंग को खोल देते है।

पुराने प्रकार के अपकेन्द्रिय स्विचों में, स्थिर भाग में दो प्राप्त अर्द्धवृत्तीय खण्ड होते है। ये दोनों परस्पर इन्सुलेटिड होते है और फ्रन्ट एण्ड प्लेट के अन्दर जुड़े होते है। इन खण्डों द्वारा अपकेन्द्रिय स्विच के संयोजन किये जाते है। घूमने वाला भाग तीन ताम्र फिगर द्वारा बना होता है, ये फिगर स्थिर खण्ड भाग के ऊपर चढी होती है, जब मोटर स्थिर होती है या 75% से कम चाल पर चल रही होती है। ये भाग Fig 3 में दर्शाये गये है।

Fig 3



CENTRIFUGAL SWITCH

प्रारम्भ के समय, ताम्र फिगरों द्वारा स्थिर भाग के खण्ड लघू पथ रहते है। इस कारण स्टार्टिंग वाइन्डिंग मोटर सर्किट मेजुडी रहती है। लगभग निर्धारित चाल की 75 प्रतिशत चाल पर अपकेन्द्रिय बल के कारण फिगर खण्डों से उठ जाती है, इस प्रकार स्टार्टिंग वाइन्डिंग सर्किट से अलग हो जाती है।

अपकेन्द्रिय स्विच का अनुरक्षण (Maintenance of centrifugal switch): मोटर के एण्ड स्विच के ऊपर लगी निरीक्षण प्लेट को हटा कर अपकेन्द्रिय स्विच को देखा जा सकता है। अधिकतर मामलों में केवल एण्ड प्लेट को हटा कर स्विच को देखा जाता है। इ न स्विचों को छः माह में एक बार आवश्यक रूप से देखा जाना चाहिए कि ये सही कार्य कर रहे है या नही। यह देखें कि कहीं स्प्रिंग टूट गया है या कमजोर हो गया है, या गन्दगी जंग, स्प्रिंग सम्पर्कों मे गड्ढे तो नही हो गये है। यह सुनिश्चित करें कि सभी पूर्जे बिना जाम हुए स्वतन्त्रता पूर्वक कार्य कर रहे। यदि स्विच में दोष पाया जाये तो इसे बदल दें।

अपकेन्द्रिय स्विच के कार्य का परीक्षण (Testing the operation of a centrifugal switch): यद्यपि अपकेन्द्रिय स्विच स्थिर अवस्था में टेस्ट किया जा सकता है,इसे गति अवस्था में टेस्ट करना बडा मुश्किल होगा। इस प्रकार के अधिकतर स्विच एण्ड प्लेट को खोले बिना चैक नही किये जा सकते है, चैकर करने की विधि लम्बी व कठिन हो जाती है। स्विच का गति परिचालन को चैक करने के लिए निम्नलिखित विधियाँ सुझाई जाती है। अपकेन्द्रियस्विच के अन्तर्संयोजी टर्मिनलों को स्टार्टिंग वाइन्डिंग व सप्लाई से अलग कर दें। Fig 4 के अनुसार स्टार्टिंग को 15 a सिंगल पोल टम्बलर स्विच के द्वारा निर्धारित सप्लाई से संयोजित कें और टम्बलर स्विच को ऑन अवस्था में रखें।

Fig 4

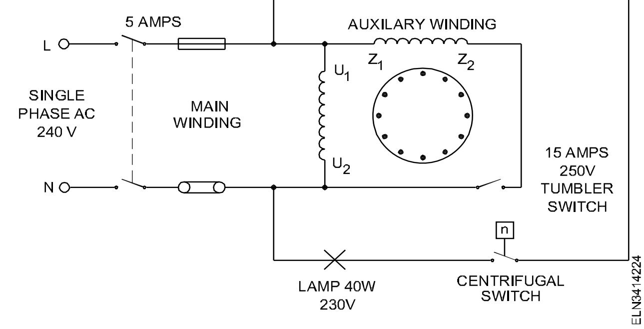


Fig 4 में दिखाये अनुसार अपकेन्द्रिय स्विच के टर्मिनलों को लैम्प के द्वारा संयोजित करें। मोटर का स्विच`ऑन' करें। जब अपकेन्द्रिय स्विच क्लोज्ड स्थिति में रहेगा तो लैम्प प्रकाशित होगा। जैसे ही मोटर लगभग 20 सैकिण्ड में चाल पकड़ती है तो सहायक वाइन्डिंग को अलग करने के लिए टम्बलर स्विच को ऑफ कर दें। जब मोटर अपनी निर्धारित गति की लगभग 75% गति प्रदान कर लेगी तो यदि अपकेन्द्रिय स्विच ठीक से कार्य करेगा तो यह अपने सम्पर्क खोल देगा, जिसे लैम्प के ऑफ होने से देखा जा सकता है। मुख्य सप्लाई के ऑन करने के शीघ्र बाद में यदि लैम्प प्रकाशित न हो, और 30-40 सैकिण्ड बाद लगभग 75 % गति पर भी प्रकाशित रहे तब यह मानना पडेगा कि अपकेन्द्रिय स्विच कार्य नही कर रहा है, इस मरम्मत करने या बदलने की आवश्यकता है।

हस्तचालित D.O.L. स्टार्टर (Manual D.O.L. starter): मोटर को स्टार्टर करने व रोकने तथा ओवरलोड सुरक्षा प्रदान करने के लिए स्टार्टर की आवश्यकता होती है।

Fig 5 में दिखाई दे रहा स्टार्टर हस्त चालित स्टार्टर है, जिसका Fig 6 में खुला हुआ रूप दिखाया गया है और Fig 7 में योजना बद्ध आरेख के रूप में इसके आन्तरिक भागों को दिखाया गया है। एक हस्त चालित स्टार्टर एक मोटर कन्ट्रोलर होता है, जिनके यान्त्रिक सम्पर्क हाथ से परिचालित होते

Copyright Free Under CC BY Licence

है। एक पुश बटन द्वारा यान्त्रिक सम्बन्धों को यान्त्रिक रूप मे परिचालित किया गया है। जैसा कि Figs 6 और 7 में दिखाया गया है, स्टार्टर में दोनों थर्मल ओवरलोड रिले और चुम्बकीय ओवर लोड रिले क्रमशः ओवरलोड सुरक्षा व शॉर्ट सर्किट सुरक्षा के लिए सुरक्षा व शॉर्ट सर्किट सुरक्षा के लिए लगाई गई है। दोनों रिले इस प्रकार से बनी है कि ये स्वतंत्रता पूर्वक कार्य कर सके। ओवरलोड या शॉर्ट सर्किट होने पर ये स्टार्ट बटन को छोड देती है और मोटर सप्लाई से अलग हो जाती है । वर्तमान में अधिकतर हस्तचालित स्टार्टरों में दोनो में से केवल एक प्रकार की रिले प्रयोग होती है। मूलतः एक हस्त चालित स्टार्टर केवल ओवरलोड रिले युक्त ऑन-ऑफ स्विच है।

हस्त चालित स्टार्टर सरल होते है और शान्त (quiet) परिचालन प्रदान करते है।

Fig 5

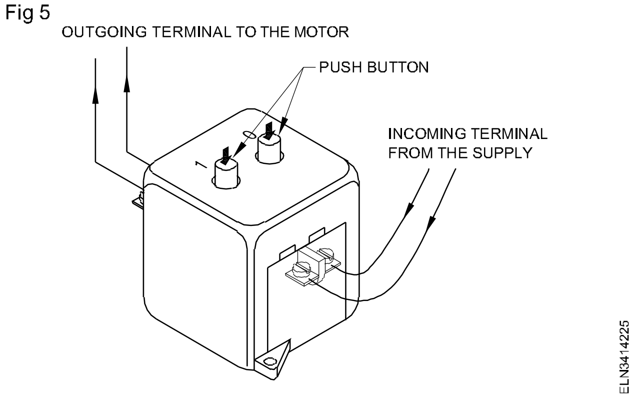
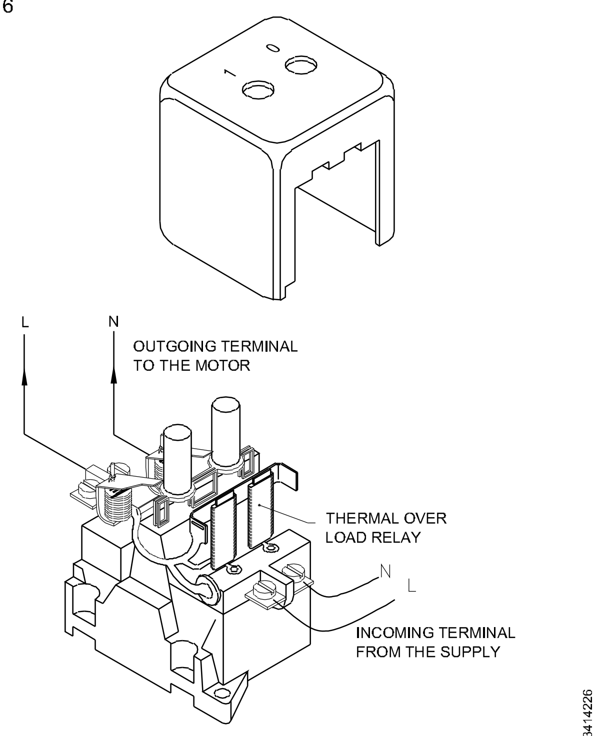


Fig 6

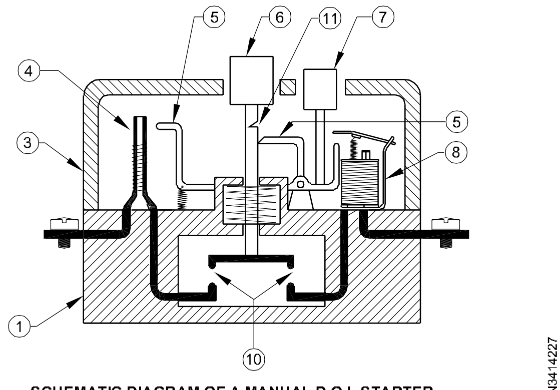


OPEN VIEW OF MANUAL D.O.L STARTER

परिचालन (Operation) : ऑन बटन कोदबाने से सम्पर्क क्लोज हो जाते है। जब तक स्टॉप बटन न दबाया जाये तब तक सम्पर्क क्लोज रहते है या ओवरलोड रिले या शार्ट सर्किट रिले स्टार्टर को ट्रिप न कर दें।

जैसा कि Fig 7 में दिखाया गया है कि जब `ऑन' पुश बटन (6) को दबाया जाता है तो स्विचिंग कॉन्टैक्ट (10) क्लोज्ड closed हो जाते है और तब तक क्लोज्ड स्थिति मे रहते जब तक यान्त्रिक लीवर प्रणाली (5) स्प्रिंग तनाव के विरूब्द्ध खांचा (11) में ऑन-ऑफ बटन की स्टैम को पकड़ कर रखती है। स्टॉप बटन (7) को ऑपरेट करने पर, यान्त्रिक लीवर प्रणाली (5) स्टैम खाँचे से मुक्त हो जाती है ऑन बटन का स्टैम स्प्रिंग द्वारा वापिस फैंक दिया जाता है और इस प्रकार स्विचिंग सम्पर्क (10) खुल जाते है।

Fig 7



SCHEMATIC DIAGRAM OF A MANUAL D.O.L STARTER

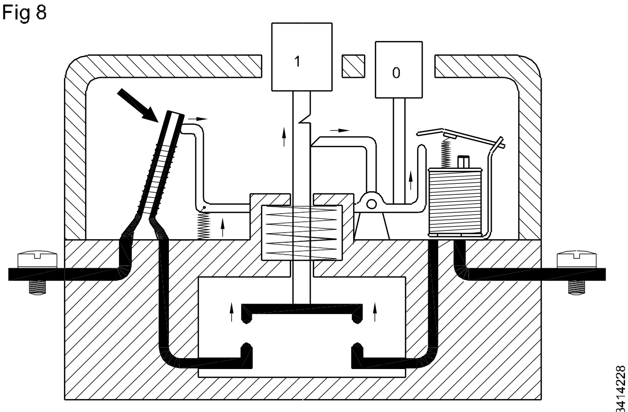
ओवरलोड रिले का परिचालन (Operation of overload relay): निश्चित ओवर लोड होने पर थर्मल ओवरलोड रिले का हीटिंग एलीमेन्ट में से उच्च धारा प्रवाहित होती है जो द्विधातु पत्ती को गर्म कर देती है, इस कारण यह इसे में तीर की दिशा में मोड देती है, इस प्रकार यान्त्रिक लीवर प्रणाली सक्रिय हो जाती है जो स्विचिंग कॉन्टैक्ट को खोल देती है।

सैटिंग पेच को एडजस्ट करने से थर्मल ओवरलोड रिले की करंट सैटिंग को बदला जा सकता है, जो इस कार्य के लिए स्टार्टर में लगा होता है। (चित्र में दिखाई नहीं हो रही है।)

शॉर्ट-सर्किट रिले का परिचालन (Operation of short-circuit relay): मोटर सर्किट में शॉर्ट सर्किट होने की दशा में शॉर्ट सर्किट करंट का मान विद्युत अधिक होता है। इस प्रकार के सर्किट करंट के श्रेणी में यद्यपि थर्मल ओवरलोड रिले जुडे होती है जोकि परिचालन में सुस्त होती हे और परिचालित होने में अधिक समय ले लेती है। दूसरी तरफ इस समय में हुई परिचालन में देरी से शॉर्ट सर्किट करंट, मोटर वाइन्डिंग, पावर केबल व संयोजित सप्लाई लाईन में पर्याप्त नुकसान कर चुका होगा। (Fig 8)

इस प्रकार की परिस्थिति में थर्मल ओवरलोड रिले की अपेक्षा चुम्बकीय ओवरलोड रिले शीघ्रता से परिचालित होता है।

Fig 8

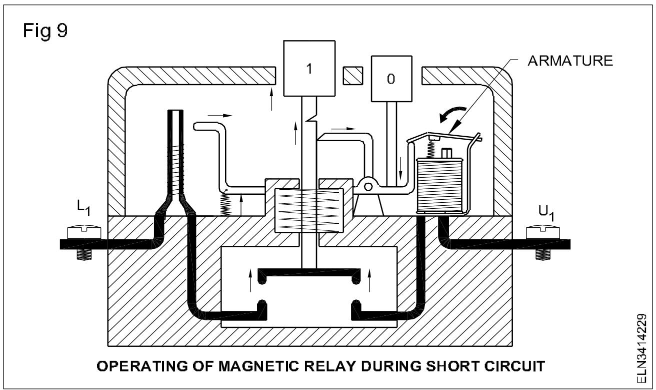


OPERATION OF O/L RELAY IN A MANUAL D.O.L. STARTER

Copyright Free Under CC BY Licence

सामान्य लोड धारा के कारण कुण्डली द्वारा बनने वाला चुम्बकीय क्षेत्र इतना सक्षम नही होता कि यह आर्मेचर को आकर्षित करके खींच सके। परन्तु शॉर्ट सर्किट होने की दशा में धारा का मान बहुत अधिक होगा और कुण्डली पर्याप्त चुम्बकत्व पैदा करती है जिससे आर्मेचर आकर्षित हो जाता है। आर्मेचर के नीचे की ओर जाने से यान्त्रिक लीवर का मैकेनिज्म सक्रिय हो जाता है जो कि Fig 9 में तीर से दिखाया गया है। इस कारण स्विचिंग कॉन्टैक्ट खुल जाते है। ये कॉन्टैक्ट जब तक पुनः बन्द नही किये जा सकते है जब तक कि स्टॉप बटन को दबाकर स्टार्टर मैकेनिज्म को पुनः सैट न किया जाए।

Fig 9

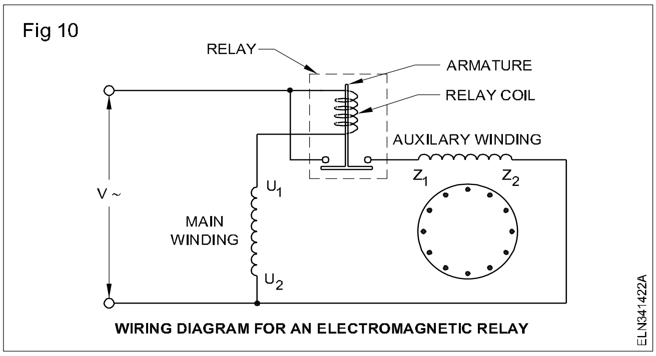


OPERATING OF MAGNETIC RELAY DURING SHORT CIRCUIT

हस्तचालित स्टार्टर आंशिक अश्व शक्ति वाली मोटरों के लिए प्रयोग की जाती है। ये प्रायः लाइन स्टार्टिंग के समानांतर में लगाये जाते है। हस्तचालित स्टार्टर निम्न वोल्टेज सुरक्षा प्रदान नहीं कर सकते और न ही ये नो-वोल्टेज सुरक्षा प्रदान नहीं कर सकते और न ही ये नो-वोल्ट रिलीज वाले होते है। यदि पावर फेज हो जाती है तो इसके कॉन्टैक्ट क्लोज हो रहते है और पावर वापिस आने पर मोटर पुनः स्टार्ट हो जाती है। पम्प पंखे, कम्प्रैशर और ऑयल बर्नर को चलाने में इसका फायदा होता है। परन्तु एक ऐसी मशीन में यह खतरनाक हो सकता है जिसके उपकरण मनुष्य परिचालित करता है और इसिलए इस प्रकार के हस्त चालित स्टार्टर की ऐसे स्थानों पर उपयोग करने की सलाह नहीं दी जाती है।

विद्युत चुम्बकीय रिले (Electromagnetic relay): सिंगल फेज मोटरें, तीन फेज मोटरों की तरह स्टार्टिंग में अधिक करंट लेती है यदि उन्हें लाईन के साथ सीधा जोड़ा जायें। विद्युत चुम्बकीय प्रकार की रिले को ऑपरेट करने के लिए इस प्रकार की उच्च स्टार्टिंग करंट का लाभ दिया जाता है, जो कि अपकेन्द्रिय युक्ति के जैसा कार्य करता है । इस प्रकार की रिले के संयोजन आरेख Fig 10 में दिखाये गये है।

Fig 10



WIRING DIAGRAM FOR AN ELECTROMAGNETIC RELAY

रिले में एक कुण्डली है जो कि मोटर की मुख्य वाइंडिंग के श्रेणी में जुडी है। सहायक वाइंडिंग रिले के नॉरमली ओपन कॉन्टैक्ट के माध्यम से सप्लाई के समानांतर में जुड़ी हुई है। चूंकि स्पिलिट फेज मोटरें प्रायः सीधे लाईन के साथ स्टार्ट की जाती है, इसलिए प्रारम्भिक धारा इतनी अधिक होती है कि यह निर्धारित करंट से पाँच से छः गुणा अधिक करंट लेती है। प्रारम्भ के समय जब मुख्य वाइंडिंग धारा अधिक होता है, तो रिले का आर्मेचर ऊपर क ओर उठेगा, इस प्रकार रिले का कॉन्टैक्ट क्लोज होता है। इस प्रकार सहायक वाइंडिंग सप्लाई के समानांतर में जुड जाती है, जिससे मोटर को घुमाने से स्टार्ट करने में सहायता मिलती है। जैसे ही मोटर घुमना शूरू करती है, लाईन धारा धीरे धीरे कम होने लगती है । जब मोटर अपनी उचित चाल प्राप्त कर लेती है मुख्य वाइंडिंग की धारा काफी कम हो जाती है जिसके कारण रिले का आर्मेचर नीचे की ओर गिर जाता है और सम्पर्क खुल जाते है, इस प्रकार सहायक वाइंडिंग सप्लाई से कट जाती है। इस प्रकार की रिले मोटर के बाहरी स्थापित की जाती है ताकि इनकी सर्विस करने में या बदलने में आसानी हो। चूंकि अपकेन्द्रीय स्विच अन्दर लगाए गए होते है, इसलिए उनकी सर्विस करना व बदलना इतना सरल नही होता जितना कि बाहर जुडी रिले का होता है।

एकल फेज, फेज विघटित प्रकार की मोटर वाइन्डिंग (सकेन्द्रित क्वाइल वाइन्डिंग) (Single phase, split phase type motor winding (concentric coil winding))

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

- **फेज विघटित मोटरो की वाइन्डिंग करते समय महत्वपूर्ण बिन्दुओं के पालन करने का महत्व बताना**
- **सकेन्द्रित वाइन्डिंग में कुण्डली के वितरण का वर्णन करना**
- **वाइन्डिंग सारणी बनाना, एक फेज, फेज विघटित मोटरों के लिए संयोजन व विकसित आरेख सकेन्द्रित क्वाइल वाइंडिंग मे बनाना।**

फेज विघटित प्रकार (Split phase type) : प्रायः एक फेज मोटरो में फेज को विघटित करने के लिए संधारित्र का उपयोग किया जाता है। कुछ मोटरों जैसा कि पंखे की मोटरों में संधारित्र स्थायी रूप से सप्लाई के साथ जोड़ा जाता है। कुछ मोटरों में, संधारित्र केवल स्टार्टिंग के समय ही उपयोग होता है, तब स्टार्टिंग वाइन्डिंग अपकेन्द्रिय स्विच यन्त्रावली के उपयोग से सप्लाई से अलग हो जाती है। कुछ अन्य प्रकार की मोटरों में दो संधारित्र होते है, एक स्टार्टिंग के लिए और दूसरा रनिंग के लिए। फिर भी मोटर की शक्ति, कार्य और मोटर के डिजाइन के अनुसार, संधारित्र का मान प्रत्येक स्थिति के लिए अलग अलग होगा। जब भी आप कला विघटित मोटर को देखें तो प्रत्येक बार इस बिन्दु पर गौर करें।

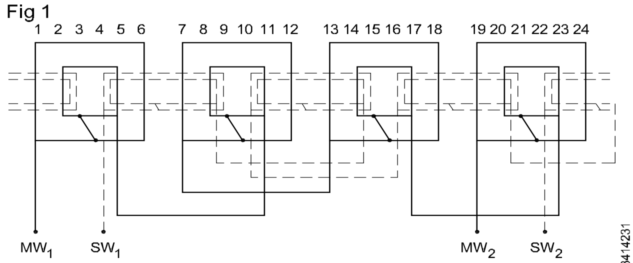
कला विघटित (split phase) मोटर की वाइंडिंग करते समय कुछ बिन्दु है जिनका पालन करना चाहिए।

Copyright Free Under CC BY Licence

1 एक फेज वाइन्डिंग में कुण्डलियों के विभिन्न आकार हो सकते है जो कि निम्नलिखित है।

a **सकेन्द्रित क्वाइल का वाइंडिंग (Concentric coil winding) (Fig 1):** इस वाइंडिंग (winding) में प्रति फेज प्रति पोल, समूह में विभिन्न आकार की क्वाइलों की आवश्यकता होती है, और दोनों मुख्य वाइंडिंग व स्टार्टिंग वाइंडिंग में, स्लॉटों में क्वाइलों को डालने के अनुरूप, फेजों के बीच भी क्वाइलों के साइज अलग अलग होते है। इसके अतिरिक्त, एक ही समूह की क्वाइलों में टर्नो की संख्या भी अलग-अलग हो सकती है।

Fig 1

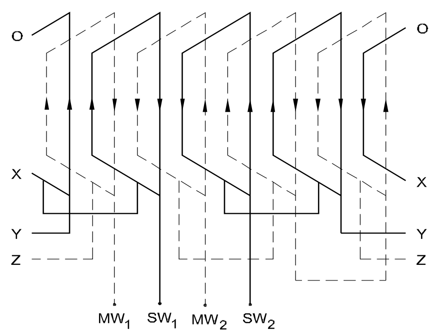


SINGLE PHASE CONCENTRIC WINDING 24SLOTS 4POLES

ELN3414231

b **असम जाल आकार की कुण्डलियाँ (True mesh shaped coils) (Fig 2):** ये कुण्डलियाँ साइज व आकार में समान होती है और वाइन्डिंग के सिरे बहुत सख्त रोल (tight roll) बनाते है।

Fig 2

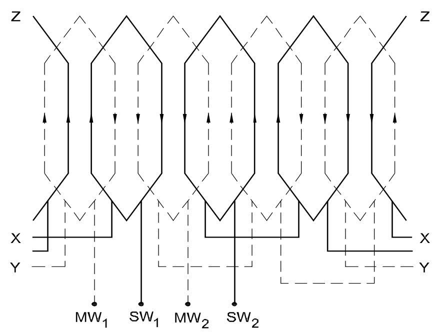


MESH SHAPED COILS

ELN3414232

c **डायमण्ड जाल आकार की कुण्डलियाँ (Diamond mesh shaped coils) (Fig 3):** ये क्वाइल साइज व आकार में समान होती हैं और सिरे वाली वाइंडिंग वास्तविक जाल वाली कुण्डली की अपेक्षा लम्बी व समतल होती है। क्वाइल के सिरे लूप, नक्कल (knuckle) व नॉक (nose) जैसा होता है।

Fig 3



DIAMOND MESH SHAPED COILS

ELN3414233

2 मुख्य व स्टार्टिंग वाइंडिंग एक दूसरे से 90 डिग्री विद्युत की दूरी पर रखी होती है।

3 सभी क्वाइल समूह, समान क्वाइल संख्या के हो सकते है या नहीं भी हो सकते है।

4 स्टेटर के खाँचों में मुख्य वाइंडिंग पहले रखी जाती है और स्टार्टिंग वाइंडिंग, मुख्य वाइंडिंग के ऊपर रखी जाती है।

5 सामान्यतया, मुख्य वाइंडिंग मोटी वाइन्डिंग तार वाली, और स्टार्टिंग वाइन्डिंग बारीक वाइन्डिंग तार वाली होती है। कुछ मोटरों में दोनों वाइन्डिंग में वाइन्डिंग का तार समान साइज का होता है।

6 मुख्य वाइंडिंग व स्टार्टिंग वाइंडिंग में टर्नों की संख्या समान भी हो सकती है या नही भी हो सकती है।

7 सकेनिद्रत कुण्डली वाइंडिंग में, एक ही समूह में सभी क्वाइलों में टर्नो की संख्या समान हो सकती है या नहीं भी हो सकती है।

8 प्रत्येक स्लॉट में एक या दो क्वाइल साइड (sides) हो सकती है।

9 क्वाइलों के ओवर हेन्ग समान, साइज के होने चाहिए। यदि ये छोटें होगें, तो क्वाइलों को स्लाटों में डालना मुश्किल हो जाता है और यदि इनका साइज बड़ा हो जाये, तो ये कुण्डलियां मोटर के आवरण सिरों (end covers) को फिट करने में बाधा डालती है।

10 जब सकेन्द्रित क्वाइल को डालना शुरू करें तो पहले छोटी पिच वाली कुण्डली सैट से शूरूआत करें।

11 स्टेटर में खाली रह सकते है। उनकी स्थिति को नोट करें अर्थात देखें कि इनके बीच स्लाटों का अन्तर कितना है।

सकेन्द्रित वाइंडिंग (Concentric winding): एक फेज आंशिक अश्व शक्ति मोटरों में सकेन्द्रित प्रकार की वाइंडिंग सबसे लोकप्रिय है। वाइंडिंग हस्त वाइंड या फर्मे पर कुण्डलित हो सकती है।

चूंकि स्टार्टिंग वाइंडिंग फेज विभक्त करने के लिए डिजाईन की जाती है, मुख्य वाइंडिंग की तुलना में इसे कम स्लॉटों में दिये गये है। उदाहरण के लिए यदि मुख्य वाइंडिंग को 8 कुण्डलियां दी गई है तो स्टार्टिंग वाइंडिंग को 4 क्वाइलों दी जाती है।

आगे सामान्य अभ्यास में, एक फेज मोटरों के कुल खाँचों का 70% भाग कुण्डलित किया जाता है,क्योंकि वितरण व विस्तार घटक (spread factor) के कारण एक फेज वाइंडिंग (winding) को अधिक चौडा करने के लिए कोई लाभ नही होता है। यहाँ तक कि यदि सम्पूर्ण खाँचों को कुण्डलित कर दिया जाये तो अतिरिक्त वाइंडिंग लाभदायक टॉर्क उत्पन्न करने में अनुपयोगी होगी।

इसी प्रकार, यदि प्रत्येक पोल के सभी खाँचों (slots) को कुण्डलित न किया जाये, तो भी यह पाया जाता है कि एक फेज मोटरों में अतिरिक्त हानि नही होती। इस प्रकार रनिंग वाइंडिंग की दक्षता में कोई क्षति नहीं होती, क्योंकि प्रत्येक पोल के कुछ खाँचे स्टार्टिंग वाइन्डिंग के लिए उपयोग कर लिये जाते है।

Copyright Free Under CC BY Licence

सकेन्द्रिय प्रकार की वाइंडिंग के लिए आरेख तथा वाइंडिंग की गणना (Winding calculation and diagrams for concentric type winding) : आओ हम निम्नलिखित उदाहरणों की चर्चा करें।

Example 1

एक, एक फेज, 4 पोल, सम्पूर्ण क्वाइल, संधारित्र संयोजित मोटर में 24 स्लॉट, 12 क्वाइलों (8 मुख्य वाइंडिंग के लिए व 4 क्वाइल स्टार्टिंग वाइंडिंग के लिए) है जिनकी मुख्य वाइंडिंग पिच 5,3 है और स्टार्टिंग वाइंडिंग की पिच 5 है के लिए वाइंडिंग तालिक, संयोजन आरेख व विकसित आरेख तैयार कीजिए।

Number of coils per pole in main winding =

$$\frac{\text{Total number of main winding coils}}{\text{Number of poles}} = \frac{8}{4} = 2 \text{ coils/pole}$$

दूसरे शब्दों में, मुख्य वाइंडिंग में 8 क्वाइले है जो 4 पोल समूह बनाती है। प्रत्येक पोल में प्रत्येक ग्रुप में दो क्वाइल होगी। प्रत्येक क्वाइल समूह की पिच 5 व 3 ली गई है।

स्टार्टिंग वाइंडिंग में प्रति पोल क्वाइलों की संख्या = 4/4

= 1 कुण्डली/पोल

स्टार्टिंग वाइंडिंग में चार समूह होगें जिनमें प्रत्येक समूह में केवल एक क्वाइल होगी। क्वाइल की निर्दिष्ट पिच 5 होगी।

परिणामों को संक्षेप में करने पर हमें सारणी 1 निम्नलिखित क्वाइल समूह प्राप्त होते है।

Table 1

Winding	Groups	Coil per pole	Pitches	Coil throw	Connection
Main	4	2	5,3	1-6,2-5	Whole coil-end and start to start
Starting	4	1	5	1-6	Whole coil-end to end start to start

फेज विघटन के लिए आवश्यक वैद्युत डिग्री की गणना (Calculation of electrical degrees required for phase splitting)

कुल वैद्युत डिग्री = 180 x कुल पोलों की संख्या

= 180x4= 720 वैद्युत डिग्री

डिग्री/स्लॉट = 720/24 = 30 वैद्युत

90 वैद्युत के विस्थापन के लिए स्लॉट की संख्या जो मुख्य व स्टार्टिंग वाइंडिंग के बीच होगा = 90/30 = 3 स्लॉट

अतः यदि मुख्य वाइंडिंग स्लॉट संख्या 1 से शुरू होगी, तो स्टार्टिंग वाइंडिंग 1+3 = 4th स्लॉट से शुरू होगी।

उपरोक्त सूचना को वाइंडिंग सारणी में रख कर सारणी 2 प्राप्त होगी।

सारणी 2

वाइंडिंग सारणी (Winding table)

	पोलों के लिए स्लॉट की स्थिति			
वाइंडिंग	**I पोल**	**II पोल**	**III पोल**	**IV पोल**
मुख्य	1 - 6	7 - 12	13 - 18	19 - 24
	2 - 5	8 - 11	14 - 17	20 - 23
स्टार्टिंग	4 - 9	10 - 15	16 - 21	22 - 3

सम्पूर्ण क्वाइल संयोजन को याद रखते हुए, संयोजन आरेख Fig 4 में दर्शाये अनुसार बनाना पडेगा।

याद रखें 'S' स्टार्टिंग के लिए और 'E' अन्त संयोजन के लिए रखा गया है।

वाइंडिंग तालिका को आधार मानते हुए Fig 5 के अनुसार विकसित आरेख बनाया गया है।

Fig 4

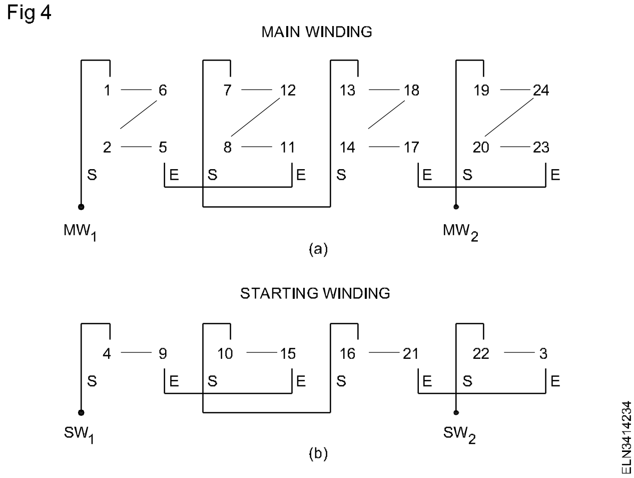
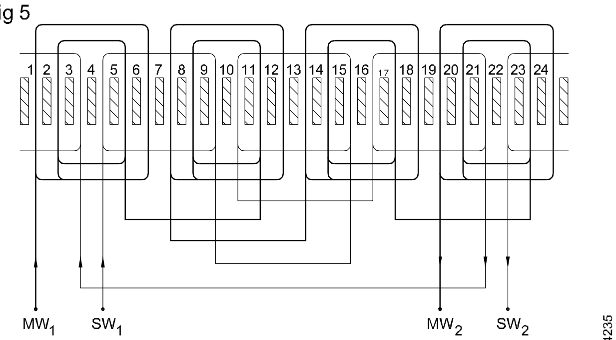


Fig 5



DEVELOPED DIAGRAM OF SINGLE PHASE INDUCTION MOTOR
(HAVING 24 SLOTS, 12 COILS, 4 POLES, BALANCED SINGLE LAYER WINDING)

उदाहरण (Example) 2

एक, एक फेज, 4 पोल, सम्पूर्ण क्वाइल, संधारित्र संयोजित मोटर में 36 स्लाट, 28 क्वाइलों (16 मुख्य के लिए व 12 क्वाइल स्टार्टिंग वाइंडिंग के लिए) है, इस स्टेटर के लिए वाइंडिंग सारणी, संयोजन आरेख व विकसित आरेख बनाइये।

Copyright Free Under CC BY Licence

मुख्य वाइंडिंग में प्रति ग्रुप क्वाइलों की संख्या 16/4=4 क्वाइलों/समूह/पोल

स्टार्टिंग वाइंडिंग में प्रति समूह क्वाइलों की संख्या 12/4 = 3 क्वाइल/समूह/पोल

$$\text{Pole pitch} = \frac{\text{Number of slots}}{\text{Number of poles}} - 1 = \frac{36}{4} - 1 = 9 - 1 = 8$$

मुख्य वाइंडिंग में क्वाइल प्रक्षेप coil throw 1 से 9 होगा और टेबल 3 की तरह वाइंडिंग सारणी होगी।

टेबल 3

मुख्य वाइंडिंग-वाइंडिंग टेबल

समान समूह के लिए	1st पोल	2nd पोल	3rd पोल	4th पोल
1st coil	1 - 9	10 - 18	19 - 27	28 - 36
2nd coil	2 - 8	11 - 17	20 - 26	29 - 35
3rd coil	3 - 7	12 - 16	21 - 25	30 - 34
4th coil	4 - 6	13 - 15	22 - 24	31 - 33

डिग्री/स्लॉट की गणना

कुल वैद्युत डिग्री = 180 x 4 = 720 वैद्युत डिग्री

डिग्री/स्लॉट = 720/36 = 20 वैद्युत डिग्री

90 वैद्युत डिग्री के फेज विस्थापन के लिए हमें 90/20 = 4.5 स्लॉट की आवश्यकता है। चूंकि 4.5 स्लॉट से शूरू करना असम्भव है, इसलिए हम स्टर्टिंग वाइंडिंग को स्लॉट संख्या 5 से शूरू करते है।

इस प्रकार स्टार्टिंग वाइंडिंग का वाइंडिंग प्रक्षेप भी 1 - 9 होगा, परन्तु यह पाँचवे स्लाट से शुरू होगी और इसकी वाइंडिंग सारणी 4 में दर्शाये अनुसार होगी।

टेबल 4

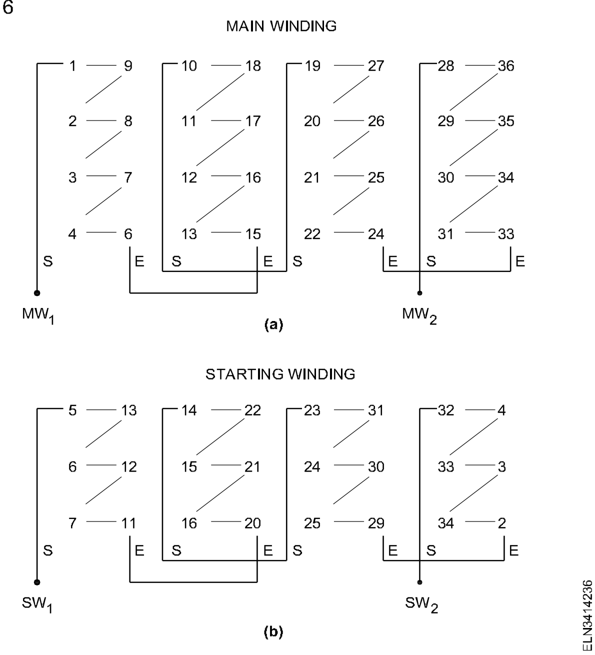
स्टार्टिंग वाइंडिंग - वाइंडिंग सारणी

समान समूह के लिए	1st पोल	2nd पोल	3rd पोल	4th पोल
1st coil	5 - 13	14 - 22	23 - 31	32 - 4
2nd coil	6 - 12	15 - 21	24 - 30	33 - 3
3rd coil	7 - 11	16 - 20	25 - 29	34 - 2

यहाँ कुछ खाँचों में 2 क्वाइल साइड व कुछ खाँचों में एक क्वाइल साइड आयेगी।

सम्पूर्ण क्वाइल संयोजन को याद करके, संयोजन आरेख Fig 6 में दिखाये अनुसार होगें।

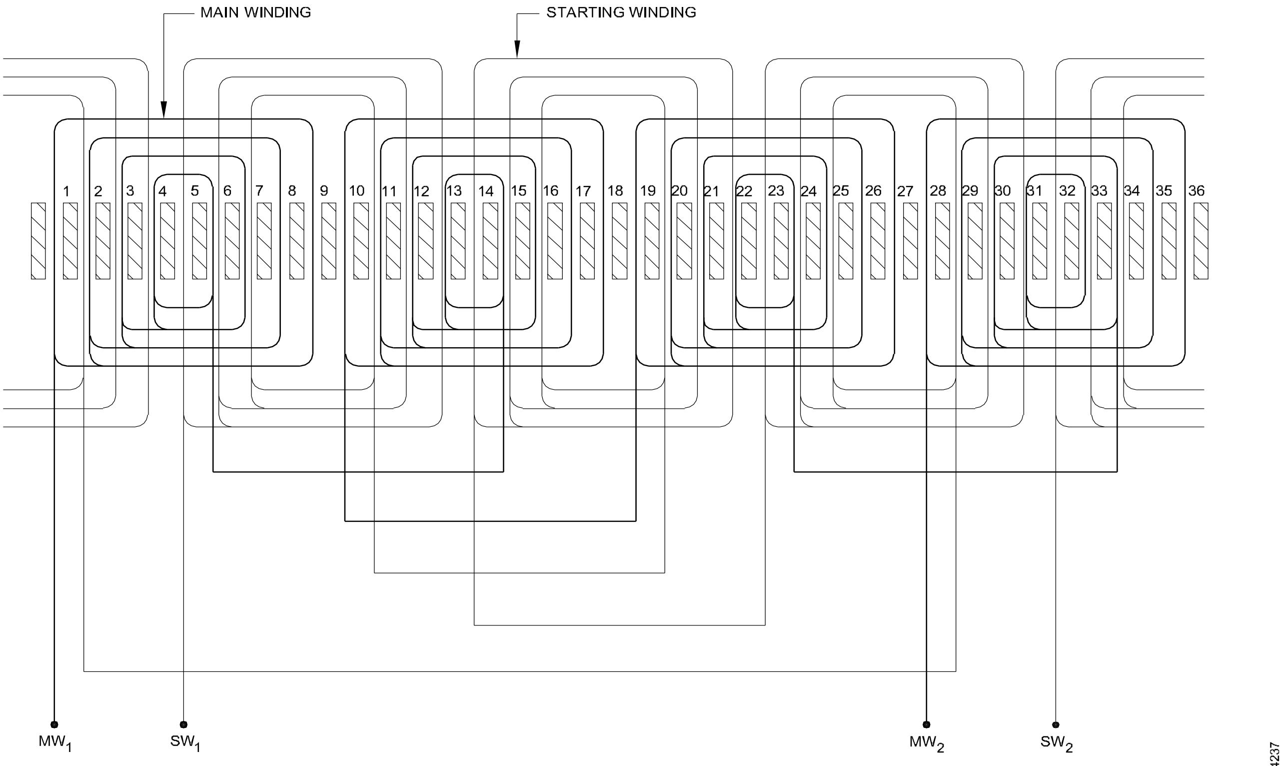
Fig 6



उपरोक्त विवरण के अनुसार, विकसित आरेख Fig 7 में दर्शाये अनुसार होगा।

Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 7



DEVELOPED DIAGRAM OF SINGLE PHASE 4POLE WHOLE COIL CONNECTED CAPACITOR MOTOR HAVING 36 SLOTS 16 COILS FOR MAIN WINDING 12 COILS FOR STARTING WINDING

संधारित्र-प्रारम्भ, प्रेरण-चल मोटर (Capacitor-start, induction-run motor)

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

- **एक AC एक फेज, संधारित्र-प्रारम्भ, प्रेरण-चल मोटर की संरचना व कार्य प्रणाली का वर्णन करना**
- **संधारित्र प्रारम्भ, प्रेरण-चल मोटर के अभिलक्षण व उपयोग का वर्णन करना।**

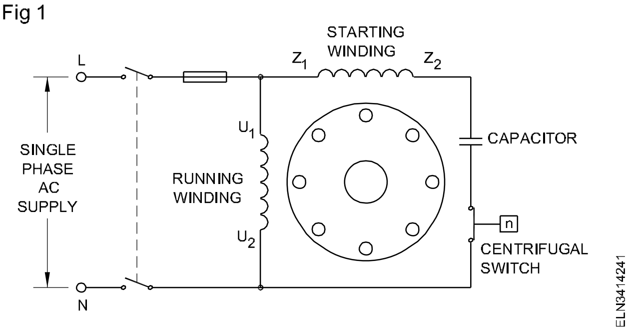
ऐसी चालित मशीन जिसके प्रारंभ बलाघूर्ण की अधिक आवश्यकता होती है उसके चलाने के लिए संधारित्र-प्रारम्भ, प्रेरण-चल मोटर को फिट करना पड़ता है क्योंकि इसका स्टार्टिंग टार्क प्रतिरोध-प्रारम्भ, प्रेरण-चल मोटर की अपेक्षा बहुत अच्छा होता है।

संरचना व कार्यशीलता (Construction and working): Fig 1 में एक संधारित्र-प्रारम्भ, प्रेरण-चल मोटर का योजनाबद्ध आरेख दिखाया गया है। जैसा कि दिखाया गया है, मुख्य वाइंडिंग मुख्य सप्लाई केपार्श्व में संयोजित है, स्टार्टिंग वाइंडिंग एक संधारित्र व अपकेन्द्रिय स्विच के माध्यम से मुख्य सप्लाई के साथ जुड़ी है। ये दोनों वाइंडिंग परस्पर 90° विद्युत दूरी पर स्टेटर के खाँचों में रखी गई है और स्टेटर के बीच स्किवअरल केज प्रकार को रोटर उपयोग किया गया है।

जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है, प्रारम्भन के समय, मुख्य वाइंडिंग में धारा सप्लाई वोल्टेज से लगभग 70° से पश्चगामी रहती है, जो इसके प्रतिघात व प्रतिरोध पर निर्भर करता है। दूसरी तरफ प्रारम्भन वाइंडिंग में इसके संधारित्र के कारण सप्लाई वोल्टेज लगभग 20° अग्रगामी रहती है।

इस प्रकार मुख्य वाइंडिंग व प्रारम्भन वाइंडिंग के बीच 90 डिग्री का फेज अन्तर बन जाता है। इसके कारण ही सप्लाई वोल्टेज के साथ धारा कम या अधिक होती है और शक्ति गुणक उच्च हो जाता है, फलस्वरूप शानदार स्टार्टिंग टार्क पैदा होता है।

Fig 1



इस प्रकार इसकी निर्धारित चाल का 75% प्राप्त हो जाने के बाद अपकेन्द्रिय स्विच परिचालित होता है जो प्रारम्भन वाइंडिंग को खोल देता है, और अब मोटर प्रेरण मोटर की तरह परिचालित होती है, अब केवल मुख्य वाइंडिंग ही सप्लाई के साथ जुडी होती है।

घूमने की दिशा बदलना (Reversing the direction of rotation): संधारित्र प्रारम्भ, प्रेरण चल मोटर की घूमने की दिशा बदलने के लिए या तो स्टार्टिंग या मुख्य वाइंडिंग में किसी एक के टर्मिनल आपस में बदल देने चाहिए। यह इस सच्चाई के कारण होता है कि घूमने की दिशा मुख्य क्षेत्र के फ्लक्स व आक्जीलरी वाइंडिंग द्वारा उत्पन्न फ्लक्स की क्षणिक ध्रुवता पर निर्भर करती है। अतः किसी एक क्षेत्र की ध्रुवता विपरीत करने से घूमने की दिशा भी बदल जाती है।

Copyright Free Under CC BY Licence

अभिलक्षण (Characteristic): जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है मुख्य व स्टार्टिंग वाइंडिंग के बीच विस्थापन लगभग 80/90 डिग्री का है, और शक्ति गुणक कोण सप्लाई वोल्टेज व लाइन धारा के बीच बहुत कम है। इसके परिणामस्वरूप उच्च शक्ति गुणक उत्पन्न होता है और शानदार टार्क उत्पन्न होता है। Fig 3 में दर्शाये अनुसार यह सामान्य रनिंग टार्क से कई गुणा अधिक होता है। चल टार्क अपने आप को लोड के अनुसार समायोजित (adjusts) कर लेता है जो कि चाल के साथ विलोमानुपाती परिवर्तित होता है जो कि Fig 3 में अभिलक्षण वक्र से दिखाया गया है।

Fig 2

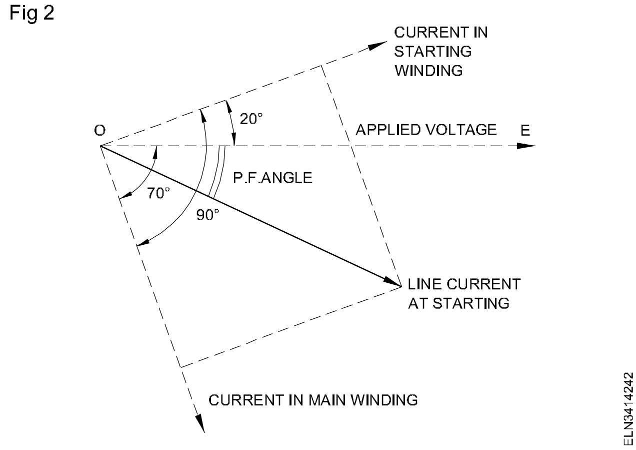
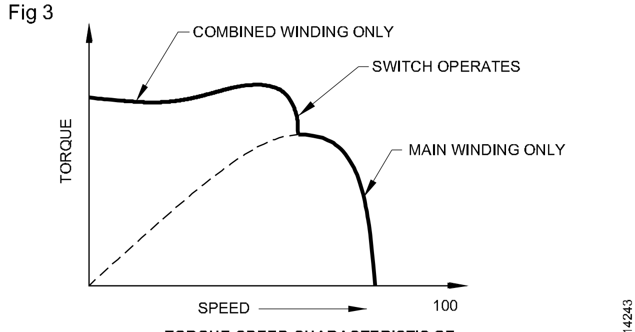


Fig 3



TORQUE-SPEED CHARACTERISTIC OF CAPACITOR START INDUCTION RUN MOTOR

उपयोग (Application): शॉनदार प्रारम्भन टार्क और घूमने की दिशा को सरलता से बदलने की विशेषता के कारण ये मोटरें बेल्ट वाले पंख, ब्लोअर, ड्रायर, वाशिंग मशीन, पम्प व कम्प्रैशरो में उपयोग की जाती है।

एक फेज संधारित्र मोटरों में अनुप्रयुक्त संधारित्र (Capacitors used in single phase capacitor motors)

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

- **एक फेज संधारित्र मोटर में संधारित्र का उपयोग करने समय अपनाने वाली सावधानियों का वर्णन करना**
- **संधारित्र का परीक्षण करने में विधियों का वर्णन करना।**

एक संधारित्र एक ऐसी युक्ति है जो विद्युत ऊर्जा को स्थैतिक विद्युत आवेश मे संचित कर सकती है। इस प्रकार एक फेज मोटरों में संधारित्र के उपयोग का मुख्य उद्देश्य फेज को विघटित करने का है जिससे रोटेटिंग मेग्नेटिक फील्ड उत्पन्न किया जाता है। इसके अतिरिक्त ये अग्रगामी धारा लेते हे, जिसके कारण शक्ति गुणक में सुधार होता है।

एक फेज संधारित्र मोटर में संधारित्र का प्रयोग करते समय अपनायी जानेयोग्य सावधानियाँ (Precautions to be followed while using a capacitor in a single phase capacitor motor): AC संधारित्र मोटरों को प्रारम्भ करने के लिए पेपर या इलैक्ट्रोलॉइटिक अध्रुवता युक्त संधारित्र प्रयोग किये जाते है। AC परिपथों में उपयोग करने के लिए इन संधारित्रों पर विशेष चिन्ह बने होते है, और इन पर ध्रुवता अंकित नही होती है। DC परिपथों में उपयोग होने वाले पेपर या इलैक्ट्रोलाइटिक संधारित्रों पर ध्रुवता अंकित होती है। इनका उपयोग AC परिपथों में नही किया जाता क्योंकि AC वोल्टेज के उत्क्रमण (reversal) होने से संधारित्र गर्म हो जाताहै, संधारित्र के अन्दर बहुत अधिक गैस उत्पन्न हो जाती है, जिसके कारण यह टूकडों में फट सकता है।

संधारित्र पर AC वोल्टेज का निर्धारण दो प्रकार से किया जाता है। एक कार्यशील वोल्टेज और दूसरी वोल्टेज अधिकतम मान के अनुरूप होती है। कार्यशील वोल्टेज का मान के अनुरूप होती है। कार्यशील वोल्टेज का मान मुख्य सप्लाई के R.M.S. मान के बराबर लिया जाता है जबकि उच्चतम वोल्टेज क निर्धारण AC उच्चतम वोल्टेज के बराबर लिया जाता है जो कि निर्धारित R.M.S. वोल्टेज से से गुणा अधिक होती है। अतः संधारित्र बदलते समय वोल्टेज निधार्रण का विशेष ध्यान रखना आवश्यक है, अन्यथा संधारित्र असफल हो सकता है या इसमें विस्फोट भी हो सकती है।

दूसरा बिन्दू जो परीक्षण करने योग्य है वह ड्यूटी साइकल है। अधिकतर संधारित्रों पर अंकित होता है कि यह थोडे-थोडे (short duty) समय के लिए है या निरन्तर (long duty) क्षमता के लिए है। यद्यपि निरन्तर क्षमता वाला संधारित्र रूक-रूक कर प्रयोग किया जा सकता है परन्तु लघु अवधि वाला संधारित्र कभी भी निरंतर क्षमता के लिए प्रयोग नही करना चाहिए। इसका अपकेन्द्रिय स्विच के परिचालन, स्टार्ट व स्टॉप करने की आवृत्ति व लोड के साथ कुछ सम्बन्ध होता है। जब लोड अधिक हो और अपकेन्द्रिय स्विच ठीक न हो तो स्टार्टिंग वाइन्डिंग में कुछ हो सकता है। इस प्रकार के संधारित्र का मुख्य परिपथ में देर तक बन से जो कि क्षणिक क्षमता का होता है, गर्म होने से नष्ट हो सकता है। एक विशिष्ट संधारित्र स्टार्टिंग मोटर में बार बार संधारित्र खराब होने से इस प्रकार का परीक्षण अवश्य करना चाहिए।

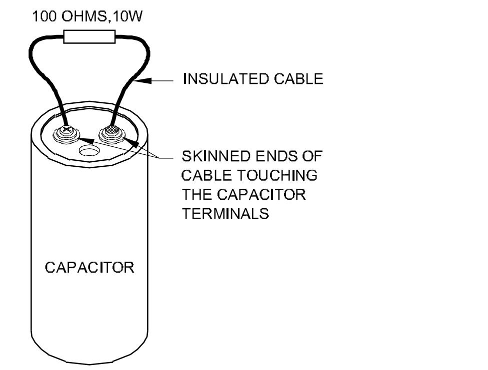
Copyright Free Under CC BY Licence

संधारित्र की क्षमता जो कि माइक्रो फैराड में दी हुई होती है, मोटर निर्माता के निर्धारण के अनुसार होनी चाहिए। यदि कम क्षमता उपयोग की जाये तो इससे कमजोर स्टार्टिंग टार्क प्राप्त होगा और स्टार्टिंग धारा अधिक होगी, जबकि उच्च क्षमता का संधारित्र प्रयोग करने से चाल निर्धारित मान पर नही पहुँच पाती है, जिसके परिणामस्वरूप स्टार्टिंग वाइंडिंग मुख्य लाइन के साथ लम्बे समय तक जुडी रहती है और अन्तराल में परिचालन व दक्षता भी कम प्राप्त होती है।

संधारित्र-प्रारम्भ, संधारित्र-चल मोटरों में दो संधारित्र प्रयोग किये जाते है। चूंकि प्रारम्भिक संधारित्र रनिंग संधारित्र से 5 से 15 गुणा अधिक क्षमता का होता है, और क्षणिक-क्षमता वाला इलैक्ट्रोलाइटिक प्रकार का होता है, जबकि तुलना करने पर रनिंग संधारत्रि निरन्तर क्षमता का तेल पूरित प्रकार का होता है। मोटर में संयोजित करते समय इस बात का ध्यान रखना चाहिए कि संधारित्र का चयन सही हो परिपथ में उचित प्रकार से जुड़ा हो

संधारित्र को कार्य में लेते समय, यह ध्यान रखना चाहिए कि झटका न लगे। एक अच्छा संधारित्र कई दिंनों तक अपना आवेश धारण करके रख सकता है, यदि इसे छू लिया जाये तो यह घातक झटका देता है। अतः संधारित्र के किसी टर्मिनल को छूने से पहले जा कार्य में हो, उसके विद्युत आवेश को टेस्ट लैम्प या 100 ओह्म 10 वाट के प्रतिरोधक द्वारा विसर्जित कर देना चाहिए जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया हैद्य। संधारित्र टर्मिनलों को सीधा विसर्जित करने से यथ सम्भव बचना चाहिए क्योंकि इसके परिणामस्वरूप संधारित्र के आन्तरिक भागों पर बहुत अधिक विकृति उत्पन्न होती है जिससे यह खराब भी हो सकता है।

Fig 1

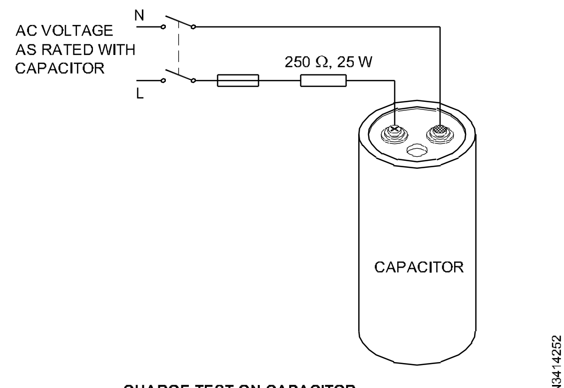


METHOD OD DISCHARGING A CAPACITOR

संधारित्र परीक्षण की विधि (Method of testing capacitors): संधारित्र को टेस्ट करने के लिए मोटर से खोलने से पूर्व इसे घातक झटके से बचने के लिए विसर्जित कर देना चाहिए। बड़ी क्षमता के पेपर, इलैक्ट्रानिक या तेल पूरित संधारित्रों को टेस्ट करने के लिए निम्नलिखित विधियाँ अपनाई जाती है।

आवेशन-विसर्जन परीक्षण (Charge-discharge test): संधारित्र पर अंकित कार्यशील वोल्टेज को चैक करें। यदि अंकित वोल्टेज, एक फेज वोल्टेज जो 240V AC 50 Hz के बराबर हो तो हम इसे Fig 2 में दर्शाये अनुसार एक 100 ओह्म, 25 वाट के प्रतिरोधक के माध्यम से सप्लाई से संयोजित को किसी गत के बॉक्स या लकड़ी के बॉक्स में ढक कर रखने की प्राथमिकता देनी चाहिए। कई बा संधारित्र के दोषित होने के कारण, यह फट सकता है और आपकों घायल कर सकता है। सर्किट को 3-4 सैकिण्ड के लिए ऑन रखें। तब सप्लाई का स्विच ऑफ कर दें, व इन्सुलेटिड प्लायर की सहायता से सप्लाई टर्मिनल को सावधानी से अलग करें, इस दौरान संधारित्र के टर्मिनलों को छूना नही है। अब एक पेचकस से संधारित्र के टर्मिनलों को शॉर्ट करें। यदि तेज स्पार्क बहुत कम हो या न हो तो संधारत्रि कमजोर या संधारित्र में खुला दोष होगा। दूसरे तरफ टर्मिनलों को शॉर्ट करने से यदि स्पार्क बिल्कुल न हो तो संधारित्र में खुला परिपथ दोष है। निम्न क्षमता के संधारित्रों में, बहुत कम स्पार्क उत्पन्न होता है जबकि संधारित्र ठीक अवस्था में होता है। इसे दोबारा चैक करें या आगे वर्णित अनुसार ओह्म मीटर द्वारा चैक करें। ऐसे में संधारित्र के मान में कमी को संकेत करता है। अतः ऐसे में आगे वर्णित अनुसार संधारित्र की धारिता को चैक करें।

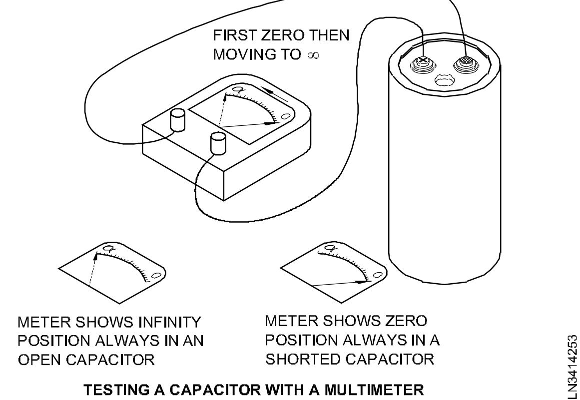
Fig 2



CHARGE TEST ON CAPACITOR

ओह्ममीटर परीक्षण (Ohmmeter test): ओह्म मीटर का उपयोग करने से पूर्व संधारित्र को पूर्ण रूप से विसर्जित कर देना चाहिए ताकि ओह्ममीटर खराब न हो जाये। ओह्म मीटर को शून्य पर सैट करके रेजिस्टेंस की परास range का चयन करें। ओह्म मीटर की लीड को संधारित्र के साथ संपर्क करायें मीटर पर विक्षेप को देखें। यदि सूई शून्य की और विक्षेप करके वापिस अनन्त की ओर विक्षेप करने लगे तो संधारित्र ठीक कार्यशील होगा। टेस्ट लीड को बदल कर पुनः टेस्ट करें। यदि सूई पूर्व की तरह व्यवहार करे तो माना जायेगा कि संधारित्र सही है। यदि संधारित्र में शार्ट-सर्किट दोष है तो सूई शून्य पर जाकर ठहर जायेगी और अनन्त की ओर नहीं आयेगी। यह परिणाम Fig 3 में दिखाया गया है।

Fig 3



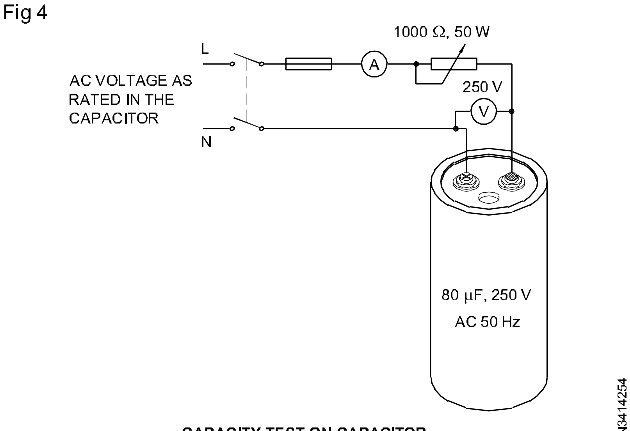
TESTING A CAPACITOR WITH A MULTIMETER

धारिता परीक्षण (Capacity test): Fig 4 के अनुसार संयोजन करें। एम्पियर मीटर की सुरक्षा के लिए आपूर्ति का स्विच ऑन करने से पूर्व प्रतिरोध को उच्च मान पर रखें। चोट से बचने के लिए संधारित्र को गत्ते के बॉक्स या लकड़ी के बॉक्स में रखें। जब प्रतिरोध पूर्ण रूप से परिपथ से हटा लिया

Copyright Free Under CC BY Licence

जाये जब वोल्टमीटर (V) व एम्पियर मीटर (I) का पाठ्यांक लेना चाहिए। मीटर के पाठ्यांक से संधारित्र की धारिता माइक्रोफैराड में ज्ञात की जा सकती है।

Fig 4



CAPACITY TEST ON CAPACITOR

संधारित्र की धारिता C_F फैराड में = $\frac{I}{2\pi FV}$

माइक्रोफैराड में धारिता $C_{mf} = \frac{I \times 10^6}{2\pi FV}$

$= \frac{3182 \times I}{V}$ microfarads.

यदि धारिता, अंकित धारिता से 20 प्रतिशत कम या अधिक गणना की जाती है तो संधारित्र को बदल देना चाहिए।

संधारित्र पर इन्सुलेशन परीक्षण (Insulation test on capacitors): BIS 1709-1984 की मान्यता के अनुसार, संधारित्र के शॉर्ट किये गये टर्मिनलों व धातु आवरण के बीच, जब 500V मैगर/इन्सुलेशन टेस्टर द्वारा परीक्षण किया जाता है, तो इन्सुलेशन प्रतिरोध 100 मेगाओह्म से कम नही होना चाहिए। यदि संधारित्र का आवरण इन्सुलेटिड पदार्थ का बना हो तो संधारित्र को पकड़ने वाले धातु क्लैम्प व संधारित्र टर्मिनलों के बीच इन्सुलेशन प्रतिरोध मापना चाहिए।

स्थायी संधारित्र मोटर, संधारित्र-प्रारम्भ, संधारित्र-चल मोटर और शेडेड पोल मोटर (Permanent capacitor motor - capacitor-start, capacitor-run motor and shaded pole motor)

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

- **एकल व द्वि मान की संधारित्र-प्रारम्भ, संधारित्र-चल मोटर में अंतर समझना**
- **स्थायी संधारित्र मोटर की कार्यप्रणाली, अभिलक्षण व इसके उपयोग का वर्णन करना**
- **संधारित्र-प्रारम्भ, संधारित्र-चल मोटर की कार्य प्रणाली, अभिलक्षण व उपयोग का वर्णन करना।**

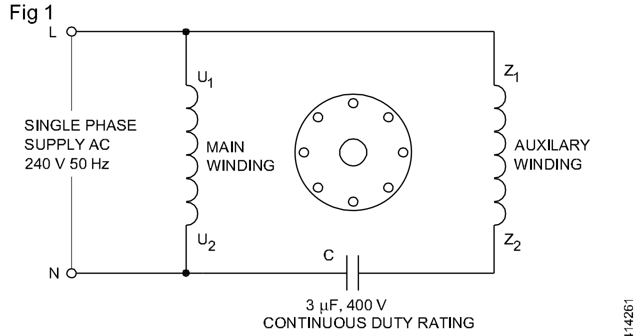
संधारित्र-प्रारम्भन, संधारित्र-चल मोटरें निम्नलिखित दो प्रकार की होती है।

- स्थायी संधारित्र मोटर (एकल मान संधारित्र मोटर) Permanent capacitor motor (Single value capacitor motor)
- संधारित्र-प्रारम्भ, संधारित्र-चल मोटर (दो मान संधारित्र मोटर) Capacitor-start, capacitor-run motor (Two-value capacitor motor)

स्थायी संधारित्र मोटर (Permanent capacitor motor): इस प्रकार की मोटर को Fig 1 में दर्शाया गया है जो अधिकतर पंखों मे उपयोग की जाती है। जहॉ पर प्रारम्भन टार्क अधिक नही चाहिए ऐसी मशीनें को चलाने के लिए इस प्रकार की मोटर की वरीयता दी जाती है, साथ साथ में मोटर का अनुरक्षण सरल बनाने के लिए अपकेन्द्रिय स्विच को भी हटाना आवश्यक हो जाता है । सहायक वाइंडिंग के श्रेणी में संधारित्र जोड़ा जाता है और यह समग्र परिचालन समय तक ऐसे ही बना रहता है। इस प्रकार के संधारित्र तेल प्रकार की संरचना के होने चाहिए और निरन्तर कार्यशील क्षमता के होने चाहिए।

संधारित्र की धारिता कम रखी जाती है जिससे निम्न दक्षता से बचा जा सकता है, इस कारण प्रारम्भन टार्क पूर्ण लोड का 50 से 80% रह जाता है।

Fig 1



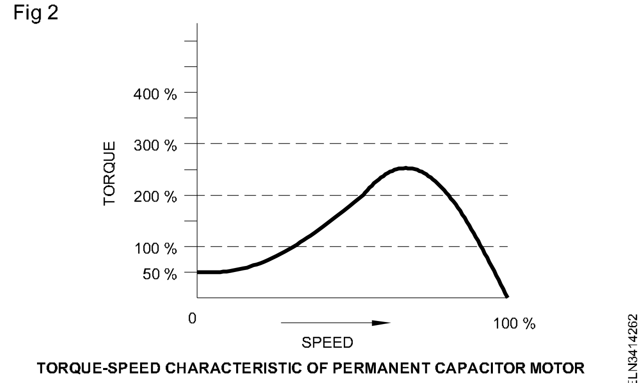
CIRCUIT DIAGRAM OF PERMANENT CAPACITOR MOTOR

मोटर की टार्क चाल अभिलक्षण Fig 2 में दर्शाये गये है। मोटर संधारित्र-प्रारम्भ, प्रेरण चल मोटरके सिद्धांत पर ही कार्य करती है जिसका प्रारम्भ टार्क कम होता है परन्तु इसका शक्ति गुणक प्रारम्भ में और चालन में उच्च रहता है।

ऐसे ड्राइव जिनको प्रारम्भ करने के लिए निम्न बलाघूर्ण की आवयकता होती है, धूमने की दिशा सरलता से बदली जा सके, स्थिर लोड परिचालन हो, चलाते समय में उच्च पावर फैक्टर कायम रहे, ऐसे कार्यो के लिए मोटरें उपयोग की जाती है। *उदाहरण* के लिए पंखे, परिवर्ती प्रतिरोध, प्रेरण रेगूलेटर, फर्नेश कंट्रोल और आर्क वैल्डिंग कंट्रोल में। समान क्षमता की संधारित्र- प्रारम्भन, प्रेरण चल मोटर की अपेक्षा ये मोटर सस्ती होती है।

Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 2

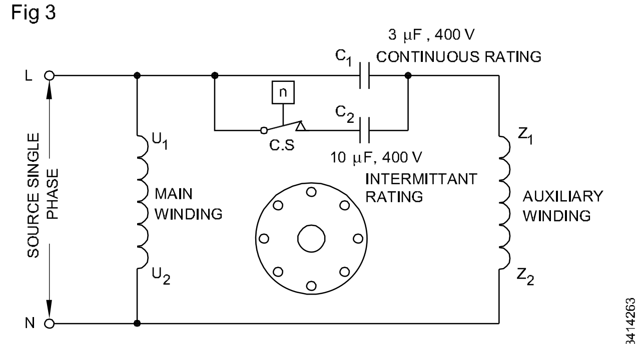


TORQUE-SPEED CHARACTERISTIC OF PERMANENT CAPACITOR MOTOR

संधारित्र-प्रारम्भन, संधारित्र-चल मोटरें (Capacitor-start, capacitor-run motors): जैसा कि पहले चर्चा पर चुकें है कि संधारित्र-प्रारम्भन, संधारित्र रन मोटरों प्रारम्भन बलाघूर्ण अधिक होता है, जो कि पूर्ण लोड बलाघूर्ण का लगभग 300% तक होता है, और प्रारम्भन के समय इनका शक्ति गुणक भी उच्च होता है। यद्यपि इनका रनिंग बलाघूर्ण अच्छा नही होता और रनिंग के दौरान इनका शक्ति गुणक कम हो जाता है। इनकी दक्षता कम होती है और ओवरलोड नही ले सकती है।

इन समस्याओं के निराकरण के लिए दो मान के संधारित्र मोटर मे प्रयोग किये जाते है, जिनमें एक इलैक्ट्रोलाइटिक (लघु अवधि) प्रकार का संधारित्र स्टॉर्टिंग में उपयोग किया जाता है, जबकि दूसरा कम मान वाला तेल पूरित (निरन्तर सेवा देने वाला) प्रकार का संधारित्र रनिंग के लिए उपयोग किया जाता है, ये स्टार्टिंग वाइंडिंग के साथ Fig 3 में दर्शाये अनुसार जोडे जाते है। एक दो मान वाले संधारित्र युक्त मोटर का सामान्य रूप Fig 4 में दिखाया गया है। यह मोटर भी उसी प्रकार से कार्य करती है जिसे प्रकार से संधारित्र-प्रारम्भ, प्रेरण-रन मोटर कार्य करती है, केवल यह अन्तर है कि इसमें संधारित्र C1 हमेशा परिपथ में रहता है, जिससे मोटर का रनिंग प्रदर्शन बहुत श्रेष्ठ हो जाता है।

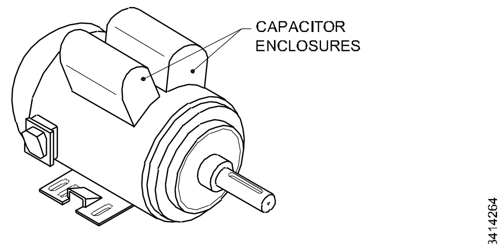
Fig 3



SCHEMATIC DIAGRAM OF A CAPACITOR-START CAPACITOR-RUN MOTOR

प्रारम्भिक संधारित्र जो कि लघु अवधि की क्षमता के लिए निर्धारित होता है, अपकेन्द्रिय स्विच की सहायता से स्टार्टिंग वाइंडिंग से विसंयोजित disconnected हो जाता है, जब प्रारम्भन गति अपनी निर्धारित गति को 75% प्राप्त कर लेती है।

Fig 4

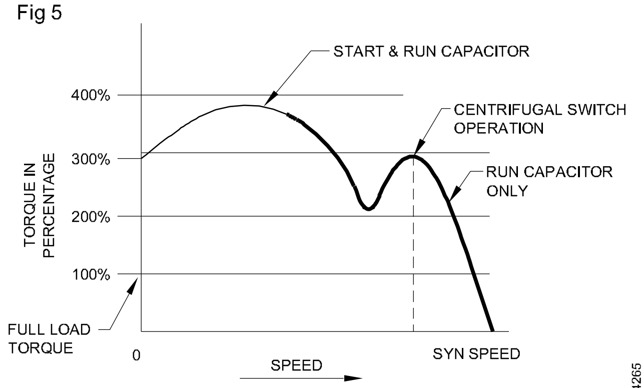


CAPACITOR-START CAPACITOR-RUN MOTOR

अभिलक्षण (Characteristic)

इस मोटर के बलाघूर्ण गति अभिलक्षण Fig 5 मे दिखाये गये है। इस मोटर के निम्नलिखित लाभ होते है।

Fig 5



TORQUE-SPEED CHARACTERSTIC OF CAPACITOR-START CAPACITOR-RUN MOTOR

- प्रारम्भन बलाघूर्ण (starting torque) पूर्ण लोड बलाघूर्ण का 300% होता है।
- प्रारम्भन धारा कम होता है जोकि रनिंग धारा से 2 से 3 गुणा होती है।
- प्रारम्भन व चलित शक्ति गुणक P.F. अच्छे होते है।
- रनिंग दक्षता उच्च होती है।
- परिचालन शोर हीन है।
- पूर्ण लोड क्षमता से125% तक ओवर लोड हो सकती है।

उपयोग (Application)

ये मोटरें कम्प्रैशर,एयर कंडीशनर इत्यादि के लिए प्रयोग की जाती है, जहाँ पर उच्च स्टार्टिंग टॉर्क, उच्च दक्षता, उच्च शक्ति गुणक व ओवरलोड सहन करने की आवश्यकता रहती है। समान क्षमता की संधारित्र प्रारम्भ, प्रेरण चाल मोटरों की अपेक्षा ये मोटरे महंगी होती है।

Copyright Free Under CC BY Licence

शेडेड पोल मोटर (The shaded pole motor)

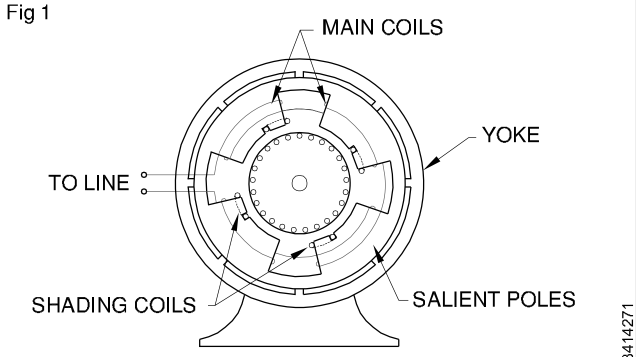
उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **शेडेड पोल मोटर की संरचना व उसके कार्य स्पष्ट करना**
- **शेडेड पोल मोटर के कार्य सिद्धांत की व्याख्या करना**
- **शेडेड पोल मोटर की अभिलक्षण व उपयोग स्पष्ट करना।**

छादित ध्रुव मोटर (Shaded pole motor((construction)

इस मोटर का योक सम्मुन्नत ध्रुव Fig 1 में दिखाया गया है और इसका रोटर स्विकअरल केज पिंजरा प्रकार का होता है।

Fig 1

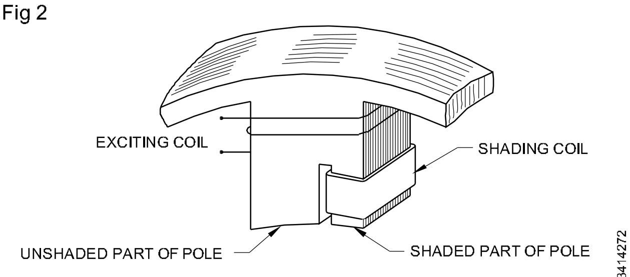


A SINGLE-PHASE MOTOR WITH SHADING COILS FOR STARTING

शेडेड पोल की संरचना (Construction of a shaded pole)

शेडेड पोल लेमिनेटेडकोर से बना होता है जिसके फेल के एक ओर से 1/3 हिस्से में खांचा कटा होता है। पोल के छोटे हिस्से केचारों ओर एक लघुपथित ताम्र का छल्ला डला होता है जिसको शेडेड क्वाइल (shading coil) कहा जाता है, और पोल का यही भाग शेडिड भाग कहा जाता है । पोल का शेष भाग अनशेडिड भाग कहलाता है जो कि Fig 2 में स्पष्ट रूप से दिखाई दे रहा है।

Fig 2



A TYPICAL SHADED-POLE CONSTRUCTION

पोल के चारों ओर उत्तेजनावली कुण्डली रखी जाती है जिसे AC आपूर्ति से जोड़ा जाता है। जब उत्तेजित होनेवाली को AC सप्लाई से जोड़ा जाता है तो उत्पन्न चुम्बकीय अक्ष (magnetic axis) अनशेडिड भाग से अगले पैराग्राफ में अनुसार होगा। अक्ष का आगे बढना उसी तरह होता है जैसा कि भौतिक रूप से पोल का चलाना। यह चलने वाला चुम्बकीय अक्ष रोटर चालकों को काटता है, और इस प्रकार रोटर में रोटेटिंग टार्क विकसित हो जाता है। इस बलाघूर्ण के कारण, रोटर चुम्बकीय अक्ष के शिफ्ट होने की दिशा में घूमना प्रारम्भ कर देता है जो कि अनशेडिड भाग से शेडिड भाग की ओर होता है।

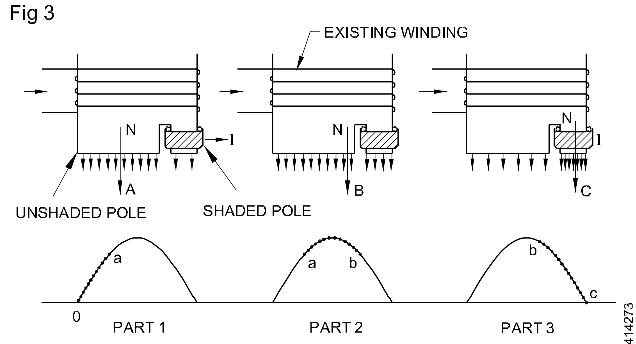
चुम्बकीय फ्लक्स का अनशेडिड भाग से शेडिड भाग की ओर शिफ्ट होना निम्न प्रकार से वर्णित किया जा सकता है।

चूंकि शेडिड कुण्डली मोटी ताम्र तार से बनी होती है, इसलिए इसका प्रतिरोध बहुत कम होता है,यह लोह क्रोड में अन्दर गहराई में होती है इसलिए इसका प्रेरकत्व उच्च होता है।

जब उत्तेजक वाइंडिंग को प्रत्यावर्ती धारा AC सप्लाई से जोड़ा जाता है तो इसमें से ज्या तरंग sine wave धारा प्रवाहित होती है। हम Fig 3 में दर्शाये हुए AC करंट के अर्द्धधनात्मक चक्र पर ध्यान देते है। जब धारा शून्य से बिन्दू 'a' तक बढती है तो धारा में परिवर्तन बडी शीघ्रता से होता है, जिसके कारण शेडिंग कुण्डली में विद्युत चुम्बकीय प्रेरण के सिंद्धांत अनुसार होता है। शेडिंग कुण्डली में पैदा emf उत्पन्न हो जाता है जो कि फैराडे के विद्युत चुम्बकीय प्रेरण के सिद्धांत अनुसार होता है। शेडिंग कुण्डली में पैदा emf धारा प्रवाहित करती है जो कि लैन्ज के नियमानुसार इस प्रकार का फ्लक्स उत्पन्न करती है जिसकी दिशा मुख्य फ्लक्स के विपरीत होती है। यह शेडिड भाग में मुख्य फ्लक्स का विरोध करती है और इस कारण इस क्षेत्र में कुल फ्लक्स को कम कर देती है जो कि Fig 3 में में दर्शाये अनुसार न्यूनतम मान तक हो जाता है जो कि समान दिशा में तीर द्वारा दर्शाया गया है। यह चुम्बकीय फ्लक्स को अनशेडिड भाग तक सीमित कर देता है जिसके चुम्बकी अक्ष को बड़े तीर से दशार्या गया है यह Fig 3 के भाग 1 में दर्शित है। दूसरी तरफ जब धारा बिन्दू 'a' से 'b' की ओर बढती है जो कि Fig 3 के भाग 2 में बड़े तीर से दर्शाया गया है।

अगले क्षण में, जैसा कि Fig 3 के भाग 3 में बडे तीर से दिखाया गया है, जब धारा 'b' से 'c' कीओर गिरती है तो धारा मेंपरिवर्तन शीघ्रता से होता है और इसका शेडिंग रिंग में उच्च धारा उत्पन्न होती है जो कि कम होने वाले मुख्य फ्लक्स को विरोध करती है, इसलिए शेडिड भाग के क्षेत्र में फ्लक्स घनत्व बढ जाता है। इस कारण चुम्बकीय अक्ष शेडिड भाग के केन्द्र की ओर अग्रसर हो जाता है, जो कि Fig 3 के भाग 3 में बड़े तीर से दिखाया गया है।

Fig 3

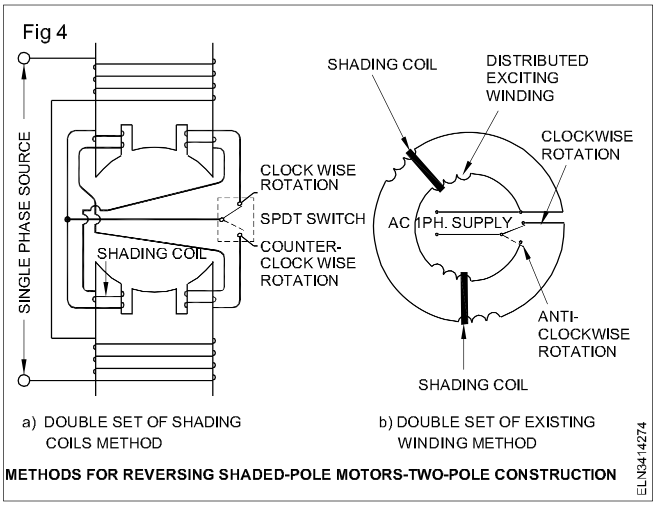


CHANGE OF MAGNETIC AXIS SHOWN FROM POSITION A TO C

उपरोक्त वर्णन अनुसार यह स्पष्ट हो जाता है कि चुम्बकीय अक्ष अनशेडिड भाग से शेडिड भाग की ओर अग्रसर होता है जो कि भौतिक रूप से गति के समरूप होता है।

Copyright Free Under CC BY Licence

इस प्रकार की सामान्य मोटर के घूमने की दिशा बदली नही जा सकती है। घूमने की दिशा बदलने वाली विशेष प्रकार की शेडिड मोटर डिजाईन की जाती है। इस प्रकार की दो मोटरों को Fig 4 में दिखाया गया है। Fig 4 के a) भाग में शेडिंग कुण्डलियों की दो सैट विधि को दिखाया गया है जबकि भाग b) में उत्तेजक वाइंडिंग की दो सैट विधि को दिखाया गया है।



METHODS FOR REVERSING SHADED-POLE MOTORS-TWO-POLE CONSTRUCTION

व्यावसायिक रूप में शेडिड पोल मोटरें बहुत छोटे साईज में बनाई जाती है, जो कि लगभग 1/250 HP से 1/6 HP के बीच होती है। यद्यपि येमोटरें संरचना मे सरल व सस्ती होती है, फिर भी कुछ हानियाँ होती है जो निम्नलिखित प्रकार हैः

- निम्न स्टार्टिंग टॉर्क (low starting torque)
- ओवरलोड क्षमता बहुत कम (very little overload capacity)
- कम दक्षता (low efficiency)

इन मोटरों की दक्षता 5% से 35% के बीच रहती है।

चूंकि इन मोटरों का स्टार्टिंग टॉर्क कम होता है, इसलिए शेडिड पोल मोटरें सामान्यतया छोटे पंखें, खिलोने, उपयन्त्रों, हेयर ड्रायर, विज्ञापन डिस्प्ले प्रणाली व विद्युत घडियों में उपयोग की जाती है।

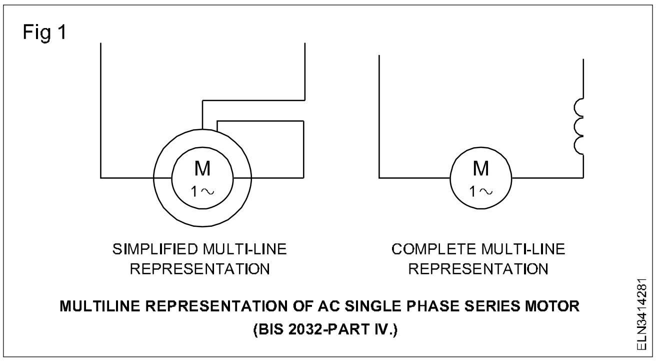
यूनिवर्सल मोटर (Universal motor)

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

- **संरचना के क्रम में यूनिवर्सल मोटर की तुलना DC श्रेणी मोटर के साथ करना**
- **यूनिवर्सल मोटर के उपयोग, अभिलक्षण व परिचालन की व्याख्या करना**
- **घूमने की दिशा बदलने की विधि की व्याख्या करना**
- **यूनिवर्सल मोटर की गति नियन्त्रण की विधि का वर्णन करना।**

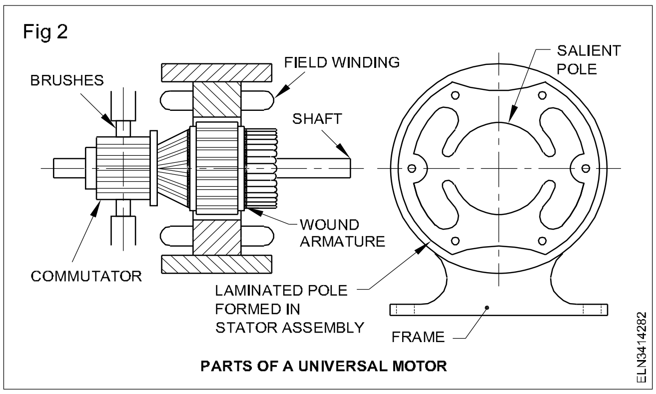
एक DC श्रेणी मोटर व यूनिवर्सल मोटर के बीच तुलना (Comparison between a universal motor and a DC series motor) : एक यूनिवर्सल मोटर ऐसी मोटर होती है जो AC व DC दोनों सप्लाई पर परिचालन होती है। यह अन्य AC मोटर की अपेक्षा प्रति Kg लोड मे अधिक अश्व शक्ति विकसित करती है, यह इसलिए होता है कि इसकी चाल अधिक होती है। इस मोटर का परिचालन सिद्धांत DC मोटर वाला ही होता है। यद्यपि एक यूनिवर्सल मोटर DC श्रेणी की तरह ही होती है, इसमें कुछ बदलाव करने आवश्यक हो जाते है क्योंकि जब AC सप्लाई पर प्रयोग किया जायेगा तो स्पार्क रहित कम्पयूटेशन व उत्पन्न ऊष्मा कम करने के लिए इसकी संरचना, वाइन्डिंग व ब्रुशों के ग्रेड में बदलाव करना आवश्यक हो जाता है, क्योंकि AC सप्लाई पर प्रेरकत्व व आर्मेचर प्रतिक्रिया बढ जाती है।

एक यूनिवर्सल मोटर की इसलिए श्रेणी मोटर या कम्पन्नसेटिड् श्रेणी मोटर के नाम से भी परिभाषित करते हे क्योंकि इसे उस DC वोल्टेज के समान गति व आउटपुट के लिए अभिकल्प (designed) किया जाता है जो एक फेज प्रत्यावर्ती धारा सप्लाई जिसकी आवृत्ति 50 Hz, से अधिक न हो, की समान RMS वोल्टेज पर कार्य कर सके। इसलिए यूनिवर्सल मोटर को AC एक फेज श्रेणी मोटर के नाम से भी जाना जाता है। Fig 1 में एक AC श्रेणी मोटर का B.I.S. 2032, Part IV के अनुसार मल्टी लाईन प्रदर्शित दिखाया गया है।



MULTILINE REPRESENTATION OF AC SINGLE PHASE SERIES MOTOR (BIS 2032-PART IV.)

यूनिवर्सल मोटर के मुख्य पार्ट एक आर्मेचर होता, फील्ड वाइंडिंग, स्टेटर स्टैम्पिंग, फ्रेम,एन्ड प्लेट व ब्रुश होते है जिन्हें Fig 2 में दर्शाया गया है।



PARTS OF A UNIVERSAL MOTOR

Copyright Free Under CC BY Licence

निम्नलिखित प्रकार से ब्रुश पॉजिशन पर AC परिचालन में होने वाली स्पार्किंग को कम किया जा सकता है।

- आर्मेचर वाइंडिंग द्वारा उत्पन्न M.M.F. को निरस्त करने के लिए कम्पन सैटिंग वाइन्डिंग या तो लघु-पथित वाइन्डिंग होती है या आर्मेचर के श्रेणी में जुडने वाली वाइन्डिंग होती है।
- स्टेटर में कम्यूटेटिंग इंटर-पोल्स का प्रावधान रख कर और इन्टर पोल वाइन्डिंग को आर्मेचर वाइन्डिंग के श्रेणी मे जोड़ कर स्पार्किंग कम की जा सकती है।
- ब्रुश पॉजिशन पर स्पार्किंग कम करने के लिए उच्च सम्पर्क प्रतिरोध ब्रुशों का उपयोग किया जा सकता है।

निम्न सारणी में यूनिवर्सल मोटर व DC श्रेणी में अन्तर दर्शाया गया है।

यूनिवर्सल मोटर	DC श्रेणी मोटर
यह AC व DC सप्लाई चला सकती है	DC सप्लाई में सरलता से चल सकती है यदि AC सप्लाई से जोड़ा जाये तो यह ब्रुश पॉजिशन पर अत्याधिक स्पार्क उत्पन्न करती है और खराब कम्पयूटेशन व आर्मेचर रिएक्शन के कारण गर्म हो जाती है।
बडी मशीनों में कम्पनसेटिंग वाइन्डिंग का उपयोग आवश्यक है।	इसमें कम्पनसेटिंग वाइन्डिंग की आवश्यकता नही होती।
बड़ी मशीनों में इन्टरपोलों का उपयोग किया जाता है	सामान्यतया इन्टरपोलों की आवश्यकता नहीं पडती।
उच्च प्रतिरोध ग्रेड वाले ब्रुश उपयोग करने आवश्यक हो जाते है।	सामान्य ग्रेड के ब्रुश पर्याप्त होते है।
एयर गैप न्यूनतम रखा जाता है।	सामान्य एयर गैप रखा जाता है।

परिचालन (Operation): एक यूनिवर्सल मोटर DC मोटर के समान ही सिध्दांत पर कार्य करती है जैसे कि आर्मेचर चालकों द्वारा धारा वहन करने पर उत्पन्न फ्लक्स की मुख्य फ्लक्स पर प्रतिक्रिया के कारण आर्मेचर चालकों पर बल उत्पन्न होता है। एक यूनिवर्सल मोटर जब AC या DC सप्लाई पर परिचलित होती है तो यह एक दिशिय टार्क उत्पन्न करती है। Fig 3 में AC सप्लाई पर यूनिवर्सल मोटर का परिचालन दर्शाया गया है, इसी समय तक दिशिय टार्क परिणामस्वरूप प्राप्त होता है।

अभिलक्षण व उपयोग (Characteristic and application): युनिवर्सल मोटर की चाल लोड के विलोमानूपाती होती है, अर्थात पूर्ण लोड पर कम चाल व शून्य लोड पर उच्च चाल। शून्य लोड पर फिल्ड फ्लक्स कम होने से इसकी चाल खतरनाक ... से बढ़ जाती है । हाँलांकि इसका नो लोड पर स्पीड केवल इसके घर्षण और वायु घर्षण हानि के द्वारा सिमित होता है । इस प्रकार ये मोटर स्थायी लोड या गिर द्वारा नो लोड पर प्रचालक टोकने के लिए जोड़े जाते है । ताकि उच्च स्पीड को रोका जा सके ।

Fig 3

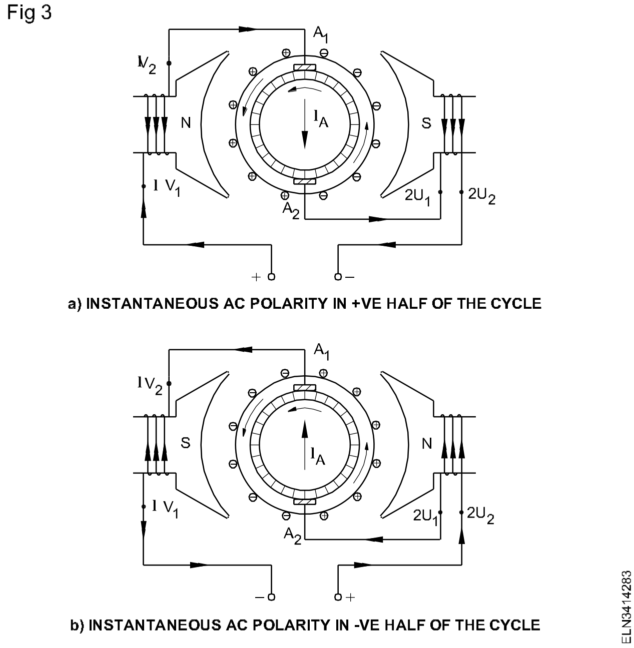
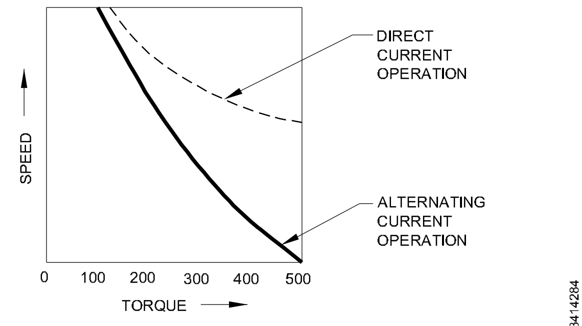


Fig 4 में एक यूनिवर्सल मोटर के दोनों AC व DC परिचालन पर टॉर्क व स्पीड के बीच के विशिष्ट सम्बन्ध दिखाये गये है। यह मोटर प्रारम्भ में पूर्ण लोड टॉर्क (full load torque) का लगभग 450 प्रतिशत टॉर्क विकसित करती है, जो कि किसी अन्य सिंगल फेज मोटर से कहीं अधिक है। युनिवर्सल मोटरें वैक्यूम क्लीनर, फूड मिक्सर, पोर्टेबल ड्रिल और घरेलू सिलाई मशीन में उपयोग की जाती है।

Fig 4



TORQUE-SPEED CHARACTERISTIC OF A UNIVERSAL MOTOR

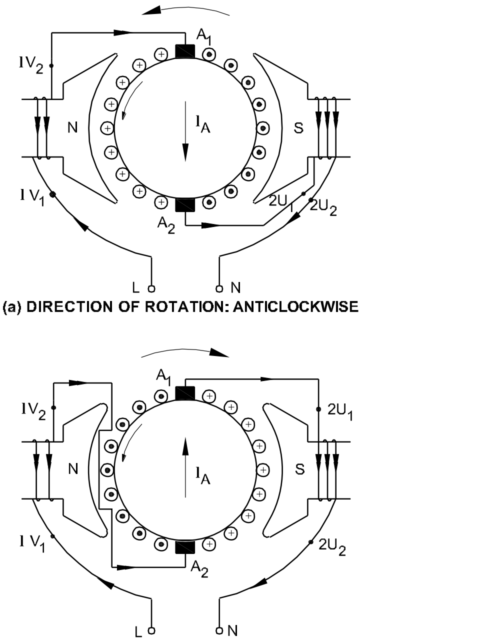
घूमने की दिशा बदलना (Change of rotation) : युनिवर्सल मोटरों के घूमने की दिशा, आर्मेचर या फिल्ड में से किसी एक में धारा प्रवाह की दिशा बदल कर, बदली जा सकती है। यह Fig 5 में दर्शाये अनुसार आसानी से ब्रुश होल्डरों की लीड बदल कर किया जा सकता है।

इस प्रकार यदि एक यूनिवर्सल मोटर में कम्पनसेटिंग वाइन्डिंग उपयोग की गई है तो उसमें यह ध्यान रखना चाहिए कि आर्मेचर में धारा की दिशा बदलने के साथ-साथ कम्पनसेटिंग वाइन्डिंग में भी धारा की दिशा बदल जानी चाहिए जिससे रनिंग अवस्था में लोडी स्पार्किंग से बचा जा सके।

यूनिवर्सल मोटरों की चाल नियन्त्रण (Speed control of universal motor): यूनिवर्सल मोटरों की चाल नियन्त्रण के लिए निम्नलिखित विधियाँ काम में ली जाती है।

Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 5

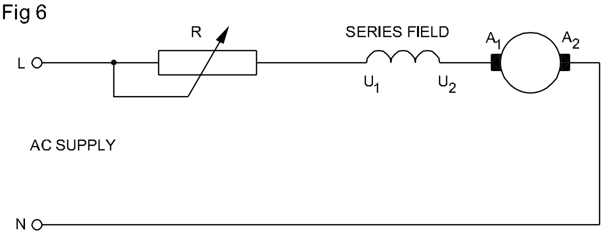


(a) DIRECTION OF ROTATION: ANTICLOCKWISE

b) DIRECTION OF ROTATION:CLOCKWISE BY CHANGING ARMATURE TERMINALS

श्रेणी प्रतिरोध या सप्लाई वोल्टेज नियन्त्रण विधि (Series resistance or applied voltage control method): मोटर के श्रेणी में परिवर्तित प्रतिरोध (Variable resistance) जोड कर चाल नियन्त्रित की जाती है। फुट पैडल द्वारा परिचालित सिलाई की मशीन मे इस प्रकार की विधि अपनाई जाती है। Fig 6 में इन संयोजनों को दर्शाया गया है।

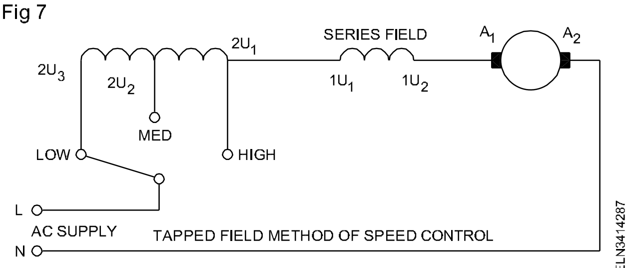
Fig 6



SPEED CONTROLS BY APPLIED VOLTAGE CONTROL

टैप्ड फिल्ड विधि (Tapped field method): इस विधि में फिल्ड वाइन्डिंग को 2 या 3 बिन्दूओं पर से टैप्ड किया जाता है और फिल्ड के चुम्बकीय वाहक बल MMF को परिवर्तित करके चाल नियन्त्रित की जाती है। इस प्रकार के संयोजन Fig 7 में दिखाये गये है। अधिकतर घरेलु खाद्य मिक्सर में चाल (speed) नियन्त्रण के लिए यह विधि अपनाई जाती है।

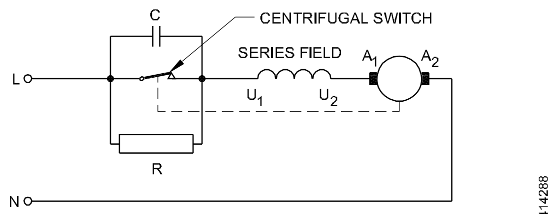
Fig 7



TAPPED FIELD METHOD OF SPEED CONTROL

अपकेन्द्रीय स्विच विधि (Centrifugal switch method): Fig 8 के अनुसार इस विधि में एक अपकेन्द्रीय (Centrifugal) प्रक्रिया को मोटर के श्रेणी में जोड कर एक बाहरी लीवर द्वारा समायोजित किया जाता है। यदि मोटर की चाल (speed) एक निश्चित सीमा से अधिक होती है, लीवर की सैटिंग अनुसार, अपकेन्द्रीय युक्ति सम्पर्कों को खोल देती है, और परिपथ के श्रेणी में प्रतिरोध R को प्रवेश करा देती है, जिसके कारण मोटर की चाल (Speed) घटने लगती है। जब मोटर की चाल कम हो जाती है और एक निश्चित मान तक पहुँच जाती है, तो अपकेन्द्रिय (centrifugal) स्विच के सम्पर्क बन्द हो जाते है, मोटर पुनः सप्लाई से जुड जाती है और चाल (speed) बढ जाती है। कुछ एडवांस प्रकार के खाद्य मिक्सरों (food mixers) में इस प्रकार की चाल नियन्त्रण विधि (speed control method) अपनाई जाती है। अपकेन्द्रि स्विच के आर पारमें एक संधारित्र (capacitor) जोडा जाता है जो स्विचिंग के कारण होने वाली स्पार्क को कम करता है और इस प्रकार रेडियो व्यावधान (Radio interference) भी नहीं होता। उपरोक्त चाल नियन्त्रण विधियों के अतिरिक्त भी कुछ विशेष खाद्य मिक्सरों (food mixers) में इलैक्ट्रॉनिक्स विधि से चाल नियंत्रित करने के लिए थायरिस्टर का उपयोग किया जाता है।

Fig 8



CENTRIFUGAL SWITCH MECHANISM FOR SPEED CONTROL

यूनिवर्सल मोटरों की समस्याओं को दूर करना (Troubleshooting of universal motor)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे
- **यूनिवर्सल मोटर के लाभ व हानियों का वर्णन करना**
- **यूनिवर्सल मोटर में होने वाली खराबियों को दूर करने के लिए विधियों का वर्णन करना।**

जैसा कि सुझाव है कि यूनिवर्सल मोटर AC या DC सप्लाई पर परिचालित हो सकती है। आंशिक अश्व शक्ति fractional horse power की मोटरें इस प्रकार डिजाईन की जाती है कि ये 240 V 50 Hz AC सप्लाई और संतोषजनक ढंग से कार्य कर सके और 240V DC सप्लाई पर भी कार्य कर सके। इस प्रकार की मोटरें यूनिवर्सल मोटरें कहलाती है।

यूनिवर्सल मोटरों के लाभ (Advantages of universal motors)

- ये मोटरें उच्च स्टार्टिंग टॉर्क विकसित करती है और इनमें लोड के समानुपाती टॉर्क व गति को एडजस्ट करने की योग्यता होती है।
- यूनिवर्सल मोटरें AC व DC सप्लाई पर कार्य कर सकती है।

Copyright Free Under CC BY Licence

- फिल्ड को टैप्ड करके इनकी चाल सरलता से नियन्त्रित की जा सकती है।

यूनिवर्सल मोटरों की हानियाँ (Disadvantages of universal motors)

- चूंकि ये मोटरें उच्च चाल लगभग 40,000 rpm तक चलती है इसलिए बहुत शोर उत्पन्न करती है।
- निश्चित स्थापित अवस्थाओं में ये अधिक इनपुट पावर लेती है और इसलिए ये मोटरें अधिक गर्म होती है, यदि इन पर थोड़ा अधिक लोड डाला जाता है तो ये थोड़े समय में ही जल जाती है।
- इन्हें केवल रूक-रूक कार्य में लिया जा सकता है।
- ये रेडियो या टेलीविजन में व्यवधान उत्पन्न करती है।

यूनिवर्सल मोटर का समस्या निवारण का चार्ट (Troubleshooting chart for universal motor): यूनिवर्सल मोटरों में होने वाली सम्भावित समस्या, उनके कारण, परीक्षण विधिव उनके निवारण के सुझाव सारणी 1 में दिये गये है। चूंकि यूनिवर्सल मोटर डिजाईन में DC मशीन की तरह होती है, इसलिए प्रशिक्षणार्थियों को सलाह दी जाती है कि वे DC मशीनों में होने वाली समस्याओं के चार्ट को भी अवलोकन करें।

टेबल 1

यूनिवर्सल मोटर की समस्याओं के निवारण का चार्ट

समस्या	कारण	परीक्षण विधि	निराकरण
मोटर स्टार्ट होने में असफल	a) फ्यूज उडने से वोल्टेज नही है	a) टेस्ट लैम्प या वोल्टमीटर द्वारा टेस्ट करें	a) पिघले हुए फ्यूज को बदल दें
	b) स्टार्टर की ओवरलोड रिले में खुला परिपथ	b) टेस्ट लैम्प या वोल्टमीटर से टेस्ट करें	b) ओवरलोड रिले के सम्पर्क को रिसैट करें या ठीक करें।
	c) अपर्याप्त सप्लाई के कारण निम्न वोल्टेज	c) वोल्टमीटर से टेस्ट करें	c) स्विच या फ्यूज में ढीले कनैक्शन को ठीक करें।
	d) फिल्ड या आर्मेचर में खुला परिपथ armature.	d) ओह्ममीटर या मैगर से टेस्ट करें	d) यदि सम्भव हो तो जोड दें या वाइन्डिंग करें।
	e) कार्बन ब्रुशों का कम्यूटेटर के साथ अपर्याप्त सम्पर्क	e) देख कर निरीक्षण करें और टेस्ट लैम्प से टेस्ट करें	e) कार्बन ब्रुश का कम्यूटेटर पर उचित सम्पर्क को एडजस्ट करें
	f) कम्यूटेटर का गन्दा होना	f) देखकर परीक्षण करें और टेस्ट लैम्प से परीक्षण करें	f) स्मूथ रेगमाल (sandpaper) द्वारा कम्यूटेटर को रगड कर साफ करें।
परिचालक को झटका लगता है	a) कमजोर इन्सुलेशन के कारण फिल्ड या आर्मेचर का ग्राउण्ड हो जाना	a) मैगर या टेस्ट लैम्प द्वारा टेस्ट करे	a) दोष को ढूंढ कर व दूर करके आर्मेचर व फिल्ड में शैलक वार्निश करें।
	b) अपर्याप्त अर्थ	b) टेस्ट लैम्प या मैगर द्वारा टेस्ट करें	b) मोटर को पर्याप्त अर्थ प्रदान करें
मोटर का अधिक गड़्डुड़ होना	a) फिल्ड या आर्मेचर में क्वाइल का लघुपथ होना	a) देखकर और रेजिस्टेंस माप कर टेस्ट करें	a) फिल्ड या आर्मेचर क्वाइल में लघुपथ होने पर पुनः कुण्डलित
	b) बियरिंग के जल जाना या जाम होना	b) शाफ्ट को घुमा कर चैक करें। अधिक गर्म होने पर शील्ड shield को चैक करें।	b) बियरिंग साफ करें और खराब होने पर चैक करें, आवश्यक होने पर बियरिंग बदल दें

Copyright Free Under CC BY Licence

समस्या	कारण	परीक्षण विधि	निराकरण
c) कम्यूटेटर	कम्यूटेटर पर गड्ढे होने पर लोडी स्पार्किंग का होना	c) देख कर चैक करें	c) कम्यूटेटर को साफ करें और कम्यूटेटर को सही ट्रयू करें ।
	d) कम्यूटेटर में शार्ट सर्किट होना	d) ग्राउलर द्वारा आर्मेचर को टेस्ट करें	d) कम्यूटेटर को मरम्मत करें या बदल दें।
	e) आर्मेचर या फिल्ड काको ग्राउण्ड करें।	e) मैगर से टेस्ट करें।	e) फिल्ड या आर्मेचर की मरम्मत करें या पुनः वाईडिंग करें
हमिंग की आवाज, अधिक गर्म होने पर टॉर्क उत्पन्न होना	a) फिल्ड में शार्ट सर्किट होना	a) ओह्ममीटर से टेस्ट करें	a) फिल्ड वाइन्डिंग को पुनः कुण्डलित करें।
	b) आर्मेचर क्वायल में शार्ट सर्किट	b) ग्राउलर द्वारा टेस्ट करें	b) शार्ट सर्किट आर्मेचर वाइन्डिंग को पुनः वाइंडिंग करें।

प्रतिकर्षण मोटर (Repulsion motor)

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

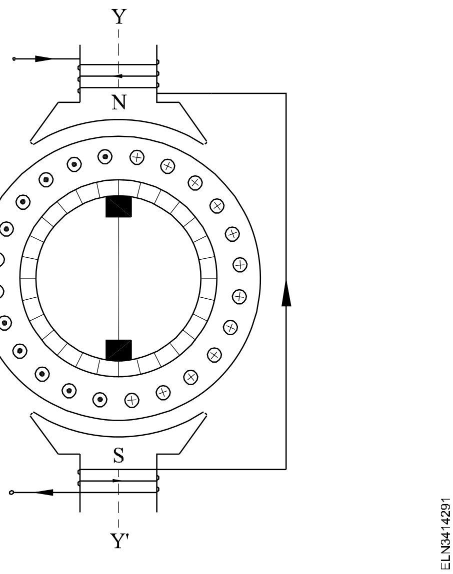
- **प्रतिकर्षण मोटर के सिद्धांत, कार्य, प्रकार व संरचना की व्याख्या करना**
- **प्रतिकर्षण मोटर के अभिलक्षण व उपयोग की व्याख्या करना।**

यद्यपि प्रतिकर्षण मोटरें संरचना मे जटिल, उच्च मूल्य वाली मोटरें होती है, परन्तु फिर भी उच्च स्टार्टिंग टॉर्क, निम्न स्टार्टिंग करंट के कारण ये कुछ विशेष उद्योगों में अब भी प्रयोग की जाती है। ये मोटरें स्टार्टिंग करंट को अधिक समय तक वहन कर सकती है, उच्च लोड को चला सकती है और इनके घूमने की दिशा आसानी से परिवर्तित की जा सकती है।

विकर्षण सिद्धांत (The repulsion principle) : Fig 1 में दर्शाए अनुसार प्रतिकर्षण मोटरों में टॉर्क उत्पन्न करने का सिद्धांत निम्न प्रकार से वर्णित किया जा सकता है। Fig 1 में ऊर्ध्वाधर चुम्बकीय अक्ष सहित एक दो पोल मोटर को दर्शाया गया है एक आर्मेचर है जिसका कम्प्यूटर ब्रुशों द्वारा लधुपथित है, यह चुम्बकीय-क्षेत्र में रखा गया है। जब स्टेटर वाइडिंग AC सप्लाई से जोडी जाती है, ता यह प्रत्यावर्ती चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करती है। माना कि एक क्षण में ऊपर की ओर उत्तरी ध्रुव और नीचे की ओर दक्षिणी ध्रुव हैं, जो इस प्रत्यावर्ती चुम्बकीय क्षेत्र द्वारा उत्पन्न किए गए हैं इसके कारण ट्रांसफार्मर क्रिया के द्वारा रोटर के सभी चालकों में वोल्टेज उत्पन्न करती है। चालकों में धारा की दिशा लेन्ज के नियमानुसार इस प्रकार की होती है कि स्टेटर के उत्तरी ध्रुव के नीचे रोटर के ऊपर वाले चालकों द्वारा उत्तरी ध्रुव बन जाता है, और नीचे के स्टेटर के दक्षिणी ध्रुव के ऊपर रोटर में दक्षिणी ध्रुव बनता है जो प्रेरण क्रिया का विरोध करता है। इस प्रकार एक दिशा में स्टेटर पोल व रोटर पोल एक दूसरे का विरोध करते हैं। इसलिए इस अवस्था मे किसी टॉर्क के स्पर्श ज्या अवयव की अनुपस्थिति के कारण कोई टॉर्क उत्पन्न नहीं होता है।

अब मान ले कि Fig 2 कि अनुसार लघु-पथित ब्रुश अक्ष को घुमाया गया है। इस नई अवस्था में आर्मेचर की चुम्बकीय अक्ष मुख्य पोलों की ऊर्ध्वाधर

Fig 1



अक्ष की सीध में नहीं है। अब यह अक्ष `KK' के साथ उत्तरी व दक्षिणी ध्रुव से कोण `A°' से आगे सरक गई है जो कि ब्रशों को अग्रसर करने पर निर्भर है। इस अवस्था में धारा की दिशा चालक 1,2,3 व 13,14,15 में विपरीत हो गई। इस प्रकार, आर्मेचर एक इलैक्ट्रोमैगनेट बन जाता है जिसके उत्तरी ध्रूव (N) व दक्षिणी ध्रुव (S) अक्ष `KK' में मुख्य चुम्बकीय अक्ष से `A°' से आगे हो जाता है। अब यह अवस्था बन जाती है कि रोटर का उत्तरी ध्रूव स्टेटर के उत्तरी ध्रुव से विकर्षित ध्रुव से विकर्षित हो जाता है। अब स्टेटर व रोटर के ध्रुवों में विकर्षण के कारण, रोटर क्लॉक वाइज दिशा में घूमना

Copyright Free Under CC BY Licence

प्रारम्भ कर देता है। चूंकि मोटर का टॉर्क प्रतिकर्षण या विकर्षण क्रिया के कारण उत्पन्न होता है, इसलिए मोटर का नाम भी प्रतिकर्षण मोटर प्रचलित हो गया है।

घूमने की दिशा (Direction of rotation) : इस मोटर की घूमने की दिशा बदलने के लिए, ब्रुश अक्ष को Fig 2 से दांयी तरुफ से Fig 3 के अनुसार बाईं तरुफ वामावृत दिशा में मुख्य अक्ष से बदलना पड़ता है। D.O.R.

Fig 2

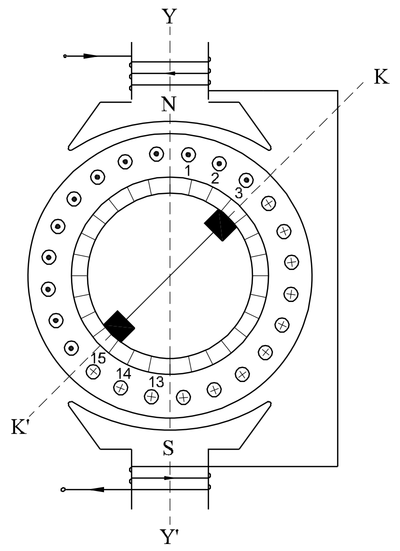
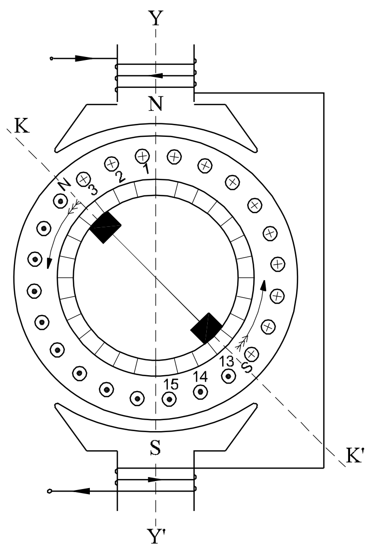


Fig 3



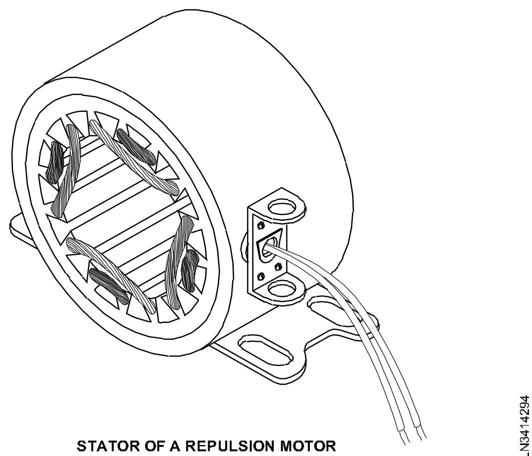
यह कार्य सिध्दांत लगभग सभी विकर्षण मोटरों में समान रूप से लागू होता है, जिनके स्टेटर में वितरित प्रकार की वाइंडिंग की हुई होती है।

विकर्षण मोटरों के प्रकार (Types of repulsion motors) : विकर्षण मोटरें निम्नलिखित चार प्रकार की होती है।

- विकर्षण मोटर (Repulsion motor)
- कम्पन्न सैटिड - विकर्षण मोटर (Compensated-repulsion motor)
- विकर्षण-प्रारम्भ, प्रेरण-चल मोटर (Repulsion-start, induction-run motor)
- विकर्षण-प्रेरण मोटर (Repulsion-induction motor)

संरचना (Construction): केवल विशेष प्रकार की कम्पन्नसैटिड रिप्पलशन मोटर को छोड़कर शेष अन्य सभी प्रकार की रिपल्शन मोटरों के स्टेटर की संरचना समान होती है। सामान्यतया सभी प्रकार की रिपल्शन मोटरों की स्टेटर वाइन्डिंग वितरण प्रकार की होती है, जो non-salient ध्रुव प्रकार की, स्टेटर के खांचों में रखी हुई होती है, और Fig 4 की तरह इसके दो टर्मिनल बाहर निकले हुए होते है। यह चार, छः व आठ ध्रुवों के लिए वाउण्ड होते है। प्रत्येक प्रकार की रिपल्शन मोटर का स्टेटर भिन्न-भिन्न होता है, और जो भिन्न भिन्न प्रकार से वर्णित होगा।

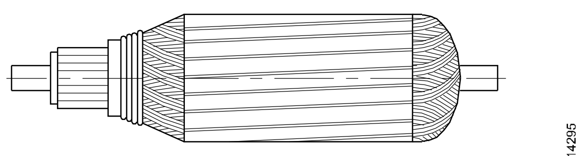
Fig 4



STATOR OF A REPULSION MOTOR

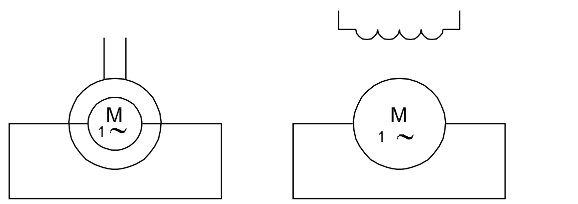
विकर्षण मोटर (Repulsion motor): रिपल्शन मोटर की सामान्य संरचना वर्णन की गई रिपल्शन सिध्दांत के समान होती है। अतः रिपल्शन मोटर का रोटर DC आर्मेचर की तरह होता है जो कि Fig 5 में दिखाया गया है। रोटर में वितरित लैप या वेव वाइन्डिंग होती है। कम्यूटेटर DC आर्मेचर की तरह का ही होता है, जो कि एक्सीयल प्रकार का होता है, जिसमें कम्यूटेटर बार शाफ्ट के समानांतर होती है व रेडियल अर्थात वर्टीकल बार पर ब्रुश क्षैतिज (horizontally) रूप मे चढे होते है। रॉकर आर्म के साथ जुडे लीवर से शार्ट सर्किट ब्रुश की पॉजिशन बदली जा सकती है। Fig 6 में रिपल्शन मोटर के B.I.S. संकेत दिखाये गये है।

Fig 5



ROTOR OF A REPULSION MOTOR

Fig 6



SIMPLIFIED MULTI LINE REPRESENTATION

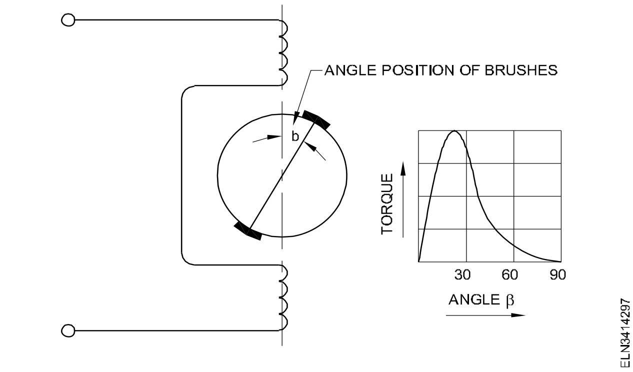
COMPLETE MULTI LINE REPRESENTATION

REPULSION MOTOR

Copyright Free Under CC BY Licence

जैसा कि पूर्व में वर्णन किया जा चुका है कि प्रतिकर्षण मोटर में विकसित होनेवाला टॉर्क, ब्रुश के अग्रसर (brush-shaft) होने पर निर्भर करता है जैसा कि Fig 7 में दर्शाया गया है, यहाँ पर ब्रुश अग्रसर होने की दिशा से ही मोटर के रोटर के घूमने की दिशा निर्धारित होती है।

Fig 7



आगे मोटर की चाल भी ब्रुश अग्रसर होने की मात्रा पर व लोड के परिमाण (magnitude) पर निर्भर करती है। मोटर की टॉर्क व चाल अभिलक्षण Fig 9 में दर्शाय गये है।

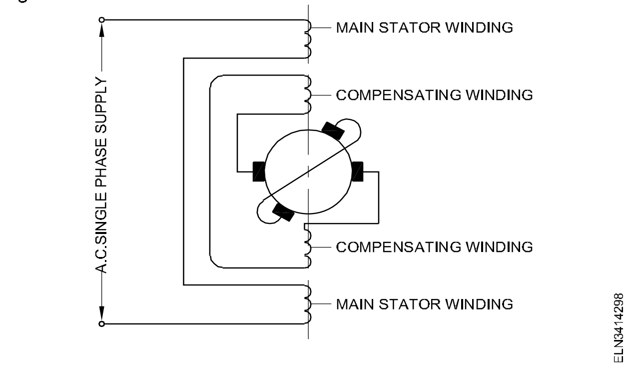
प्रतिकर्षण (Relationship between the torque & brush position angle in a repulsion motor)

यद्यपि रिपल्शन मोटर का स्टार्टिंग टॉर्क 250 से 400 प्रतिशत पूर्ण लोड टॉर्क से अधिक होता है, इसलिए हल्के लोड पर मोटर की चाल खतरनाक ढंग से उच्च होती जाती है। इसके पीछे यह सच्चाई है कि रिपल्शन मोटर की चाल फ्रिकुऐंसी व पोलों की संख्या पर निर्भर नहीं करती है, परन्तु यह रिपल्शन के सिद्धांत पर निर्भर करती है और लोडी लोड पर ब्रुशों पर स्पार्किंग होने की सम्भावना रहती है। निम्न (low) चालों पर मोटर का शक्ति गुणक कम होगा। इसलिए परम्परागत प्रकार की रिपल्शन मोटरें अधिक उपयोग नहीं की जाती है अपितु अन्य सुधारी हुई तीन प्रकार की रिपल्शन मोटरें लोकप्रिय है।

कम्पन्नसैटिड विकर्षण मोटर (Compensated repulsion motor) : कम्पन्न सैटिड विकर्षण मोटर का रोटर रिपल्शन मोटर जैसा ही होता है, केवल अन्तर इतना होता है कि, सामान्य लघुपथित ब्रुशों के अतिरिक्त ब्रुशों का एक सैट इनके बीच रखा जाता है। इसके अतिरिक्त स्टेटर मे एक ओर अतिरिक्त वाइन्डिंग होती है, जिसे कम्पनसेटिड वाइन्डिंग कहते है जिसे Fig 8 में दिखाया गया है।

कम्पन्न सैटिंग वाइन्डिंग का उद्देश्य शक्ति गुणक में सुधार करना और चाल नियमन (speed regulation) अच्छा रखना है। यह कम्पन्न सैटिंग वाइन्डिंग

Fig 8

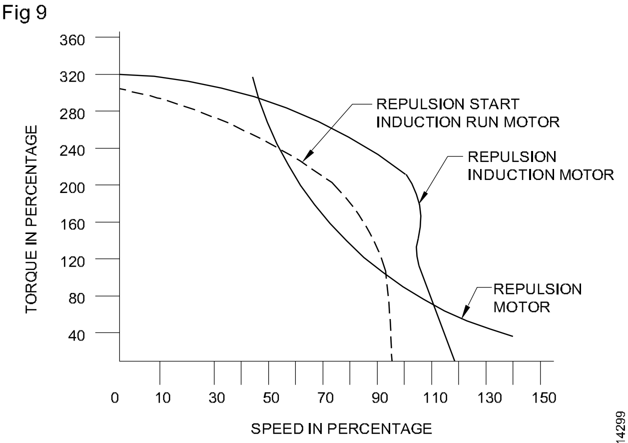


स्टेटर के आंतरिक खाँचों में रखी जाती है और आर्मेचर के श्रेणी में जोड़ी जाती है।

विकर्षण-प्रारम्भ, प्रेरण-चल मोटर (Repulsion-start, induction-run motor) : इस मोटर का रोटर, रिपल्शन मोटर की तरह का ही होता है, परन्तु कम्यूटेटर व ब्रुश यन्त्रावली (brush mechanism) पूरी तरह भिन्न होती है। यह मोटर रिपल्शन मोटर की तरह प्रारम्भ होती है, और अपनी निर्धारित गति का लगभग 75% गति प्राप्त करने के बाद एक हार जैसी necklace-type लघुपथ यन्त्रावली अपकेन्द्रिय बल से क्रियाशील होकर, पूरे कम्यूटेटर को लघुपथित कर देती है। इसके बाद आर्मेचर शार्ट सर्किट होने के पश्चात यह मोटर प्रेरण मोटर की तरह कार्य करने लगती है। कम्यूटेटर के लघुपथ हो जाने के बाद कुछ मशीनों में एक विशेष प्रकार की यन्त्रावली (mechanism) होती है जो ब्रुशों को उठा लेती है जिससे ब्रुशों और कम्यूटेटर के बीच टूट-फूट से बचा जा सकता है।

इस मोटर की टॉर्क,चाल अभिलक्षण Fig 9 में दर्शाये गये है।

Fig 9



SPEED LOAD CHARACTERISTIC OF REPULSION MOTOR

विकर्षण-प्रेरण मोटर (Repulsion-induction motor) : इस प्रकार की मोटर के रोटर में गिलहरी पिंजरा (squirrel cage) मोटर की तरह रोटर की गहराई में वाइंडिंग की जाती है। यह वाइन्डिंग सामान्य वाइन्डिंग के अतिरिक्त होती है। ब्रुश शार्ट सर्किट हो जाते है और वे पूरी तरह से कम्यूटेटर पर चढे होते है। सामान्यतया प्रारम्भिक बलाघूर्ण (starting torque) रोटर के कुण्डलित भाग में विकसित होता है, जबकि रनिंग अभिलक्षण Fig 9 में दर्शाये गये है। इससे थोड़ा कम टार्क, जो कि फुल लोड टार्क का 300% होता है, उत्पन्न होता है और यह लोड पर प्रारम्भ हो सकती है व लोड पर समरूपता से चल भी सकती है। इस मोटर के स्टार्टिंग अभिलक्षण DC कम्पाउण्ड मोटर जैसे होते है, और रनिंग अभिलक्षण प्रेरण मोटर के जैसे होते है।

अनुप्रयोग (APPLICATION): इन मोटरों में औसत स्टार्टिंग टार्क फुल लोड टार्क का 300-400 प्रतिशत तक होता है और ये मोटरें वहाँ पर पसन्द की जाती है जहाँ पर (starting period) तुलनात्मक रूप से लोडी लोड के कारण अधिक होता है। शानदार स्टार्टिंग टार्क, कुछ ओवर लोड को सहन करने की योग्यता, अच्छा स्पीड रेगुलेशन और घूमने की दिशा आसानी से परिवर्तन होने के, गुणों के कारण ये मोटरें रेफरीजरेटर एयर-कम्प्रैशर, क्वाइल वाईडर, पेट्रोल पम्पों, मशीनों टूल, मिक्सिंग मशीनों, लिफ्ट व होइ स्ट इत्यादि में प्रयोग की जाती है।

Copyright Free Under CC BY Licence

स्टैप्पर मोटर (Stepper motor)

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

- **स्टैप्पर मोटर की मौलिक सिद्धान्त व ओपन लूप ऑपरेशन का वर्णन करना**
- **प्रत्येक प्रकार की स्टैप्पर मोटर की सूची बनाना व वर्णन करना**
- **स्टैप्पर मोटर के लाभ, हानियाँ व अनुप्रयोग का वर्णन करना।**

मौलिक सिद्धांत (Basic Theory)

मूल रूप में एक स्टैप्पर मोटर सिन्क्रोनस (synchronous motor) होती है। इसमें कोई ब्रुश नहीं होते है। यह एक इलैक्ट्रोमेकैनिकल युक्ति है जो विद्युत स्पंदों (pulses) को लघु यान्त्रिक चालों (discrete mechanical) में बदलती है। स्टैप्पर मोटर की शाफ्ट या स्पिण्डल रूक-रूक कर घुमती है जब इसको उचित क्रमानुसार विद्युत स्पंदों का आदेश मिलता है। इस प्रकार की इनपुट स्पंदों के साथ कुछ सीधा सम्बन्ध होता है। मोटर की शाफ्ट के घूमने की दिशा का भी प्रदान की गई स्पंदो के साथ सीधा सम्बन्ध होता है। मोटर की शाफ्ट के घूमने की गति इनपुट स्पंदों की आवृत्ति के समानुपाती और घूमने की लम्बाई (length of rotation) सप्लाई स्पंदों की संख्या के समानुपाती होती है।

यह युक्ति लगातार नहीं घूमती है, परन्तु यह स्पंदो के रूप में घूमती है। विभिन्न प्रकार की स्टैप्पर मोटरें उपलब्ध है, जो कि प्रति चक्र 12,24,72,144,180 और 200 स्टैप के अनुसार बनाई जाती है। इन मोटरों में स्टैप्पिंग एंगल 300, 150, 50, 2.50, 20 और 1.80 प्रति स्टैप होता है।

खुला लुप परिचालन (Open loop opearation)

स्टैप्पर मोटर का सबसे उत्तम लाभ यह है कि इसमें खुला लूप पद्धति में यथार्थ (accurately) रूप में नियन्त्रित करने की योग्यता होती है। खुला लूप कन्ट्रोल का अर्थ है कि इसे इसकी स्थिति की सूचना की फीडबैक की आवश्यकता नहीं होती। इस प्रकार के कंट्रोल में महंगे संवेदनशील और फीड बैक युक्ति जैसे कि ऑप्टिकल एनकोडर (optical encoders) कीआवश्यकता नहीं होती। इनपुट स्टैप्प स्पंदो को निश्चित मार्ग (track) पर रखकर इसकी स्थिति सरलता से ज्ञात की जा सकती है।

स्टैप्पर मोटर के प्रकार (Stepper motor types): निम्नलिखित तीन प्रकार की मौलिक स्टैप्पर मोटरें होती है।

1 वेरियेबल-रिलैक्टैंस (Variable-reluctance) (Fig 1)

2 स्थायी-चुम्बक (Permanent-magnet) (Fig 2)

3 हाइब्रिड (Hybrid) (Fig 3)

1 वेरियेबल-रिलैक्टैंस (Variable-Reluctance) (VR): इस प्रकार की स्टैप्पर मोटर लम्बे समय से प्रचलन में है। Fig 1 में दर्शित एक विशेष VR स्टैप्पर मोटर को संरचना की दृष्टि से सरलता से समझा जा सकता है। इस प्रकार की मोटर में एक नरम लोह व कई दाँतो वाला रोटर व कुण्डलित स्टेटर होता है। जब स्टेटर वाइन्डिंग DC सप्लाई द्वारा अर्जित (energized) की जाती है, तो स्टेटर पोल चुम्बकित हो जाते है। जब रोटर दाँत ऊर्जित स्टेटर पोलों द्वारा आकर्षित किये जाते है तो रोटर घूमना प्रारम्भ कर देता है।

Fig 1

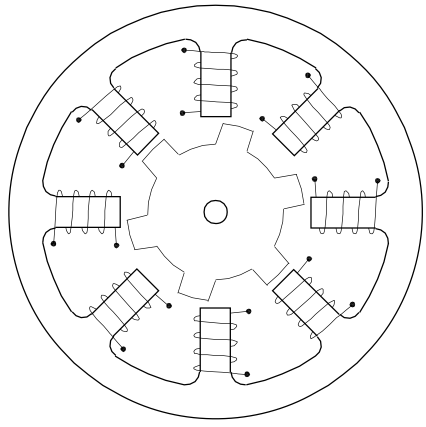


Fig 2

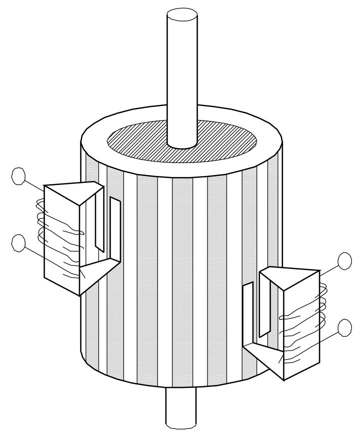
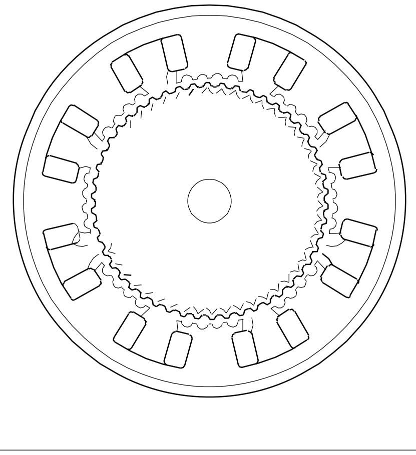


Fig 3



2 स्थायी चुम्बक (Permanent magnet) (PM): इस प्रायः टिन कैन ("tin can") या कैन स्टॉक ("can stock") मोटर के नाम से जाना जाता है जो कि स्थायी चुम्बक युक्त मोटर होती है, कम मूल्य

Copyright Free Under CC BY Licence

व निम्न रिजोल्यूशन प्रकार की मोटर होती है जिसमें स्टैप कोण 7.50 से 150 (48 - 24 स्टैप/प्रति चक्र) होते है। इस PM मोटर का स्थायी चुम्बक मोटर इसलिए रखा गया है क्योंकि Fig 2 के अनुसार इसकी संरचना में स्थायी चुम्बक जुड़े रहते है। रोटर पर VR मोटर की तरह दाँत नही होते, बल्कि रोटर प्रत्यावर्ती उत्तरी व दक्षिणी ध्रुवों द्वारा चुम्बकित होता है। ये रोटर शाफ्ट को चुम्बकित करते है। ये चुम्बकित रोटर पोल फ्लक्स तीव्रता को बढाने का कार्य करते है और इस कारण स्थायी चुम्बक PM मोटर में VR प्रकार की मोटर की अपेक्षा टॉर्क अभिलक्षणों में सुधार होता है।

3 **हाइब्रिड (Hybrid) (HB):** हाइब्रिड स्टैप्पर मोटर स्थायी चुम्बक PM स्टैप्पर मोटर से महंगी होती है, परन्तु स्टैप रैज्यूलोशन मोटर की अपेक्षा बेहतर टॉर्क व गति प्रदान करती है। HB स्टैप्पर मोटर में स्टैप कोण विशेष रूप से 3.60 से 0.90 की परास में (100 - 400 स्टैप प्रति चक्र) होते है। हाइब्रिड स्टैप्पर मोटर में PM मोटर व VR प्रकार की स्टैप्पर मोटर के दोनों के गुण सम्मिलित होते है। इसके रोटर पर VR स्टैप्पर मोटर की तरह कई दाँते होते है और इसकी शाफ्ट के के चारों और अक्षीय रूप में सकेन्द्रित (concentric) चुम्बक होते है जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है। रोटर पर दाँत एक समान अच्छा मार्ग प्रदान करते है जो चुम्बकीय फ्लक्स को वायु अन्तराल में उचित स्थान प्राप्त करनेमें सहायता करता है। इसके अतिरिक्त यह VR व PM प्रकार की मोटरों की अपेक्षा शानदार, होल्डिंग व डायनेमिक टॉर्क अभिलक्षण प्रदान करती है।

दो सबसे अधिक उपयोग होने वाली स्टैप्पर मोटरों में स्थायी चुम्बक व हाइब्रिड प्रकार की स्टैप्पर मोटरें है।

लाभ व हानियाँ (Advantages and Disadvantages)

लाभ (Advantages)

1 मोटर का घूर्णमान कोण (rotation angle) इनपुट पल्स (pulse) के समानुपाती होता है।

2 यदि वाइन्डिंग को ऊर्जित (energized) कर दिया जाए तो स्टार्टिंग की अवस्था से मोटर में फुल टार्क विकसित होता है।

3 अच्छी स्टैप्पर मोटर में शुद्धता की स्थिति (Preciese positioning) और दुबारा चलने पर प्रत्येक स्टैप में 3-5% शुद्धता के साथ चलने की योग्यता होती है और यह त्रुटि अगले स्टैप में जुडती नहीं है।

4 स्टार्टिंग/स्टॉपिंग/ रिवर्स करने में शानदार प्रदर्शन करती है।

5 चूंकि मोटर में ब्रुश सम्पर्क नही है, इसलिए बहुत विश्वसनीय है। इसलिए मोटर की आयु केवल बियरिंग की आयु पर ही निर्भर रह जाती है।

6 डिजीटल इनपुट पल्स के साथ मोटर ओपन लूप कन्ट्रोल प्रदान करती है, जिससे मोटर बनावट में सरल हो जाती है और नियन्त्रण सस्ता हो जाता है।

7 मोटर की शाफ्ट से सीधा जुडा लोड पर, मोटर से बहुत कम चाल पर भी सिन्क्रोनस चाल प्राप्त करना सम्भव है।

8 इनपुट पल्स की फ्रीक्वेंसी के समानुपाती घूमने की चाल को बडी रेंज में प्राप्त किया जा सकता है।

हानियाँ (Disadvantages)

1 उचित प्रकार से नियन्त्रित न करने पर अनुनाद (Resonances) उत्पन्न हो जाता है।

2 उच्च चाल पर परिचालन आसान नही है।

उपयोग (Application)

इसके कई उपयोग है जिनमें है प्रिन्टर, प्लॉटर, कार्यलयो के उपकरणों की कई प्रकार, हार्ड डिस्क ड्राइव, चिकित्सकीय उपकरण, फैक्स मशीन, ऑटोमोटिव व कई अन्य उपकरण।

हिस्टेरिसिस मोटर (Hysteresis motor)

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

- **हिस्टेरिसिस मोटर की संरचना का विवरण देना**
- **हिस्टेरिसिस मोटर के कार्य सिद्धांत का वर्णन करना**
- **टार्क-चाल (टार्क स्पीड) अभिलक्षण का वर्णन करना**
- **हिस्टेरेसिस मोटर के लाभ, हानियाँ व उपयोग की सूची बनाना।**

एक हिस्टेरिसिस मोटर, एक सिन्क्रोनस मोटर होती है जिसमें उभरे हुए पोल नही होते और न ही dc उत्तेजन होता है, जो इसके कठोर इस्पात द्वारा बने द्वितीयक भाग (secondary member) में उत्पन्न हिस्टेरेसिस हानियों द्वारा स्टार्ट होती है, इस भाग में प्राइमरी भाग द्वारा घूमता हुआ फ्लक्स उत्पन्न होता है और यह सामान्यतया सिन्क्रोनस चाल पर परिचालित होती है। द्वितीयक क्रोड secondary core की धारणशीलता के कारण हिस्टेरेसिस टॉर्क पर चलती रहती है।

यह एक एक फेज मोटर होती है, जिसका परिचालन हिस्टेरेसिस प्रभाव पर निर्भर करता है जैसे कि फैरोमैग्नेटिक पदार्थ में उत्पन्न चुम्बकत्व का चुम्बकीय बल से पीछे रह जाना।

सरंचना (Construction):

इसमें है: (i) स्टेटर

(ii) रोटर

Copyright Free Under CC BY Licence

i) स्टेटर(Stator): इसका स्टेटर इस प्रकार डिजाइन किया जाता है कि यह एक फेज पदार्थ पर तुल्यकालिक घुमता हुआ फिल्ड पैदा कर सकें। स्टेटर में मुख्य व एग्लीलरी वाइंडिंग होती हैं (जो कि स्पिलिट फेज हिस्टेरेसिस मोटर के रूप में जानी जाती है) जो कि Fig. 1.में दर्शाये अनुसार रोटेटिंग मेग्नेटिक फील्ड उत्पन्न करती है। (स्टेटर शेडिड मोटर कहलाती है) जो कि Fig. 2 में दिखाया गया हैं।

Fig 1

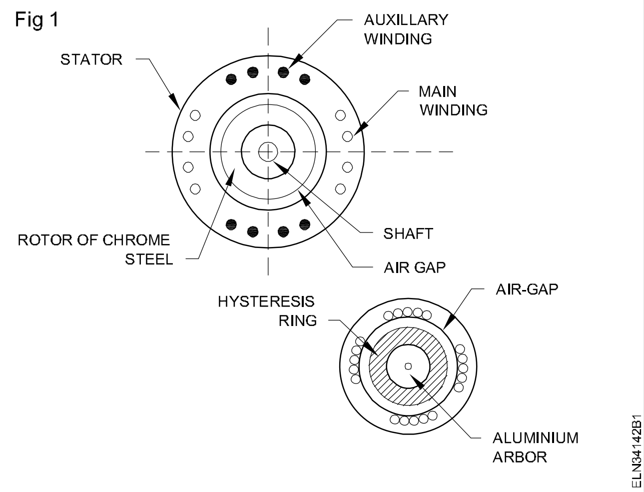
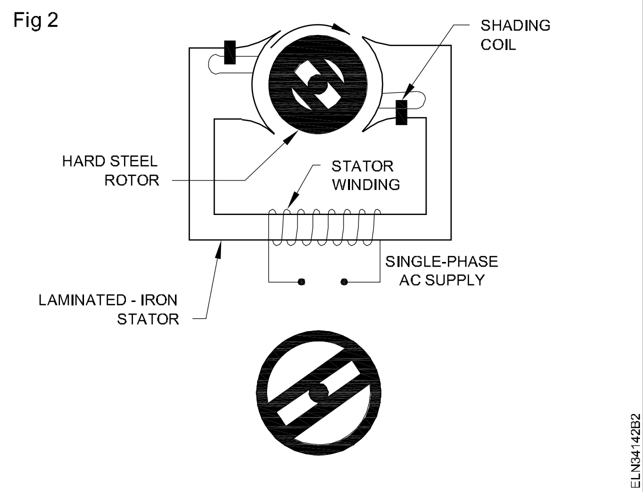
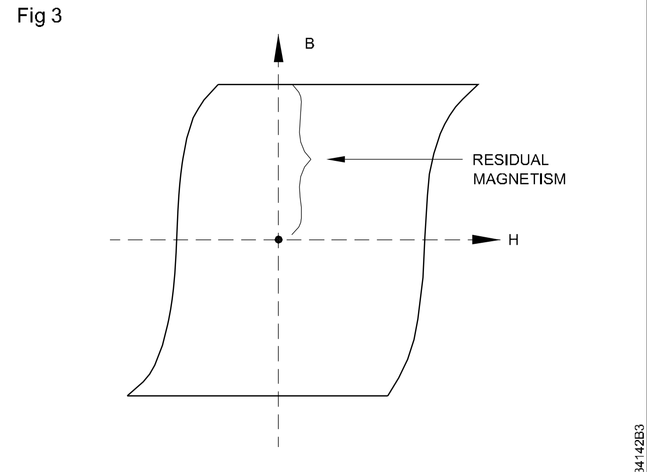


Fig 2



ii) रोटर (Rotor) : हिस्टेरेसिस मोटरों का रोटर उच्च हिस्टेरेसिस हानियों वाले चुम्बकीय पदार्थ से बना होता है, जिसका हिस्टेरेसिस लूप क्षेत्रफल Fig. 3 में दर्शाये अनुसार बहुत बड़ा होता है। रोटर पर कोई वाइडिंग या दांत नहीं होता है। इस प्रकार के रोटर पर दो या अधिक बाहरी छल्ले और क्रॉस बार होते हैं, ये सभी कठोर इस्पात का उष्मा उपचारित करके बनाए जाते है। इस्पात का चयन इस प्रकार किया जाता है कि इसका हिस्टेरिसिस लूप क्षेत्र बहुत बड़ा हो। जब घुमता हुआ फिल्ड रोटर के ऊपर से गुजरता है तो हिस्टेरिसिस प्रभाव से बलपूर्ण विकसित होता है और मोटर चलना प्रारम्भ कर देती है। जैसे ही गति बढ़कर सिन्क्रोनस गति के लगभग बराबर होने लगती है, तो फ्लक्स के मार्ग में क्रास बार निम्न प्रतिष्टम्भ (low reluctance) प्रदान करती है और इस प्रकार रोटर में एक स्थायी पोल स्थापित हो जाता है और इस कारण मोटर सिन्क्रोन्स गति से लगातार घूमती रहती है।

Fig 3



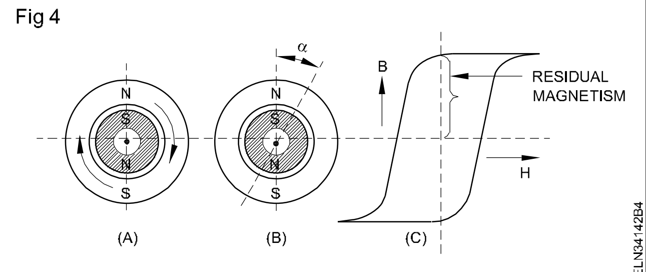
HYSTERESIS LOOP FOR ROTOR MATERIAL

कार्य सिद्धांत (Working Principle):

जब स्टेटा को उर्जित (energized), किया जाता है, तो यह घूमने वाला चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है। प्रारम्भ के समय मुख्य वाइडिंग व एग्लीलरी वाइडिंग सप्लाई से जुड़ी होनी चाहिए, ताकि रनिंग अवस्था में रोटेटिंग मेग्नेटिक फील्ड बना रहें। प्रारम्भ के क्षणों में रोटर भँवर धारा टार्क व हिस्टेरिसिस बलाघूर्ण द्वारा घूमना शुरू करता है। एक बार जब चाल तुल्यकालिक चाल के बराबर पहुंचती है तो स्टेटर, रोटर को तुल्यकालन की ओर खींच लेता है।

इस अवस्था में स्टेटर फिल्ड व रोटर फिल्ड के बीच सापेक्ष गति समाप्त हो जाती है, इसलिए भवर धाराओं के कारण उत्पन्न टार्क भी समाप्त हो जाता है। जब रोटर तुल्यकालिक चाल से घूमने लगता है, तो स्टेटर का रोटेटिंग फिल्ड फ्लक्स रोटर पर पोल उत्पन्न करने लगता है जैसा कि Fig. 4 में दिखाया गया है।

Fig 4



हिस्टेरेसिस प्रभाव के कारण रोटर पोल अक्ष रोटेटिंग मेग्नेटिक फील्ड के अक्ष से पीछे हो जाता है। इस कारण रोटर दके पाले घूमने वाले स्टेटर के पोलो की ओर आकर्षित हो जाते हैं। इस प्रकार रोटर जो टॉर्क प्राप्त करता है वह हिस्टेरेसिस टॉर्क कहलाता है। सभी चालों पर यह टॉर्क स्थिर रहता है।

जब स्टेटर फिल्ड अग्र दिशा में बढ़ता है, उच्च अवशिष्ट चुम्बकत्व के कारण (धारणशीलता) रोटर की पोल सामर्थ्य बनी रहती है। हिस्टेरिसिस टॉर्क रोटर गति से स्वतंत्र होता है। उच्च धारण शीलता स्टेटर व रोटर के बीच चुम्बकीय जकडन बनाए रखती है। केवल हिस्टेरेसिस टॉर्क उपस्थित रहता है जो रोटर को तुल्यकालिक गति पर चलाता रहता है।

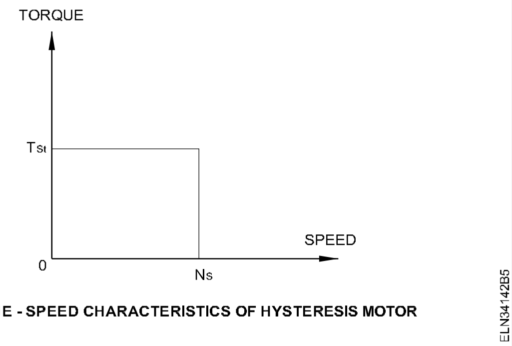
Copyright Free Under CC BY Licence

हिस्टेरेसिस मोटर के रोटर में उत्पन्न हिस्टेरेसिस हानियाँ हिस्टेरिसिस लूप क्षेत्रफल के समानुपाती होती है,। इन हानियों के कारण रोटर में ऊष्मा होती है।

टार्क चाल अभिलक्षण (Torque-Speed Characteristics)

इस प्रकार की मोटर में स्टार्टिंग व रनिंग टार्क लगभग समान रहता है। चूंकि स्टेटर में दो वाइडिंग होती है, इस कारण इसकी घूमने की दिशा मुख्य वाइडिंग या एग्लीलरी वाइडिंग के टर्मिनल बदल कर बदली जा सकती है। Fig. 5 में बलापूर्ण चाल अभिलक्षण दिखाए गए है।

Fig 5



TORQUE - SPEED CHARACTERISTICS OF HYSTERESIS MOTOR

लाभ (Advantages):

हिस्टेरेसिस मोटर के निम्नलिखित लाभ हैं:

1 चूंकि रोटर में कोई दाँते नही होते, कोई वाइडिंग नही होती, तो यात्रिंक कम्पन्न भी नहीं होते है।

2 कम्पन्न रहित होने के कारण, परिचालन शांत व शोर रहित होता है।

3 प्रारम्भिक लोड पर स्टार्ट होने में योग्य है।

4. गियर ट्रेन लगाने से कई स्पीड प्राप्त करने में योग्य है।

हानियाँ (Disadvantages):

हिस्टेरेसिस मोटर के निम्नलिखित लाभ है:

1 समान आकार की प्रेरण मोटर की अपेक्षा आऊटपुट एक चौथाई है।

2 दक्षता निम्न है।

3 शक्ति गुणक निम्न होता है।

4 टॉर्क कम होता है।

5 बहुत छोटे साईज में उपलब्ध है।

उपयोग (Applications):

शोर रहित परिचालन के कारण यह ध्वनि रिर्कोडिंग यन्त्रों में उपयोग की जाती है इसके अतिरिक्त ध्वनि उत्पन्न करने वाली उपकरणो में, उच्च गुणवत्ता वाले रिकार्ड प्लेयर, इलैक्ट्रिक क्लॉक, टेलिप्रिन्टर व टाइमिंग युक्तियो में उपयोग होती है।

रिलक्टैंस मोटर (Reluctance motor)

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

- **रिलक्टैंन्स मोटर के प्रकार की सूची बनाना**
- **रिलेक्टैंस मोटर के परिचालन का वर्णन करना**
- **रिलक्टैंस मोटर के उपयोग की सूची बनाना।**

रिलक्टैंस मोटर एक ऐसी विद्युत मोटर है जिसके फैरोमैग्नेटिक रोटर में अस्थायी चुम्बकीय पोल उत्पन्न होते है। मोटर में चुम्बकीय रिलक्टैंस की अवधारणा द्वारा टॉर्क उत्पन्न होता है।

रिलक्टैंस मोटर निम्न प्रकार की होती है:

- सिन्क्रोनस रिलक्टैंस मोटर (Synchronous reluctance motor)
- परिवर्तित रिलक्टैंस मोटर (Variable reluctance motor)
- स्विच्ड रिलक्टैंस मोटर (Switched reluctance motor)
- परिवर्तित रिलक्टैंस स्टैपिंग मोटर (Variable reluctance stepping motor)

रिलक्टैंस मोटरें कम मूल्य पर बहुत उच्च शक्ति घनत्व प्रदान कर सकती है, इसलिए बहुत सारे अनुप्रयोगों में आदर्श बन गई है। परन्तु हानियाँ यह है कि जब कम गति पर परिचालित होती है तो बलाघूर्ण में रिप्पल पैदा होते है जिसके कारण शोर भी उत्पन्न होता है। (एक घूमाव चक्र में उच्चतम व न्यूनतम बलाघूर्ण के अन्दर को टॉर्क रिप्पल कहते है।)

रिलक्टैंस मोटर का परिचालन (Operation of reluctance motor)'

स्टेटर में कई उभरे हुए (salient) इलैक्ट्रोमैग्नेट पोल होते है, जो कि ब्रुश युक्त DC मोटर की तरह कुण्डलित होते है। (Fig 1) रोटर नरम चुम्बकीय पदार्थ युक्त होता है, जैसे कि पट्टलित सिलीकॉन स्टील, जिसके कई सारे उभरे हुए होते है जो चुम्बकीय रिलक्टैंस के माध्यम से सेलीयेन्ट मैगनेटिक पोल की तरह कार्य करते है। रिलक्टैंस मोटर का स्विच ऑन करने पर, विशेषकर रोटर पोलों की संख्या स्टेटर पोलों की संख्या से कम होती है, जो टॉर्क रिप्पल को कम कर देती है और पोलों को उस एलाइनमेन्ट पॉजिशन से रोकती है जिस पर टॉर्क उत्पन्न नही होता है।

जब एक रोटर पोल दो पास पास वाले स्टेटर पोलों से बराबर दूरी पर होता है, तो रोटर पोल "पूर्णतया अनएलाइन्मैंन्ट पोजिशन" में कहा जाता है। रोटर पोल के लिए यह पोजिशन उच्चतम चुम्बकीय रिलक्टैंस वाली होती है। एलाईन पॉजिशन में, दो (या अधिक) रोटर पोल पूर्णतया दो (या अधिक) स्टेटर पोलों के साथ एलाईन में होते है, (जिसका अर्थ है कि

Copyright Free Under CC BY Licence

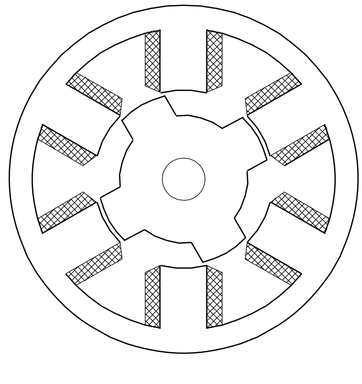
पूर्णतया स्टेटर पोलों के सामने स्थित है) और इस अवस्था मे न्यूनतम रिलक्टैंस प्राप्त होती है।

जब स्टेटर पोल को ऊर्जित (energized) किया जाता है, रोटर टॉर्क इस दिशा में होता है, कि यह रिलक्टैंस को कम कर देगा। इस प्रकार सबसे नजदीक वाला रोटर पोल एलाइनमेन्ट पॉजिशन की ओर खींच लिया जाता है जो कि स्टेटर फिल्ड की ओर होती है (यह वह पॉजीशन है जब रिलक्टैन्स कम होती है) (यह वही प्रभाव है जो सॉलिनाइड में उपयोग किया जाता है या जब चुम्बक द्वारा फैरामैगनेटिक धातु उठाई जाती है) लगातार घुमाव रखने के लिए, स्टेटर फिल्ड रोटर पोलों से आगे घुमना चाहिए, इस प्रकार रोटर लगातार स्टेटर की तरफ खींचा रहेगा।

उपयोग (Applications)

- एनालॉग इलैक्ट्रिक मोटर
- वाशिंग मशीन डिजाइन
- न्यूक्लीयर रिएक्टरों में कंट्रोल रोड ड्राइव मैकेनिज्म में
- हार्ड डिस्क ड्राइव मोटर में।

Fig 1



RELUCTANCE MOTOR 6 STATOR & 4 ROTOR

ELN34142C1

Copyright Free Under CC BY Licence