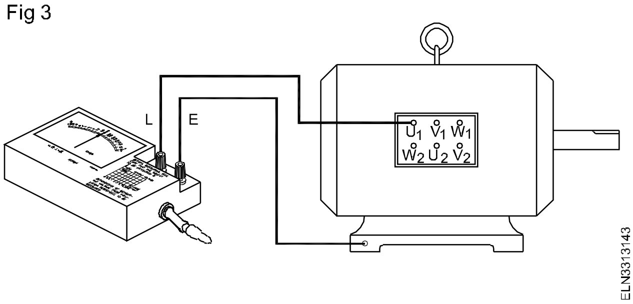
वाइंडिग व फ्रेम के बीच इन्सुलेशन प्रतिरोध (Insulation resistance between windings and frame): जैसा कि Fig 3 में दर्शाया गया है कि मैगर का एक टर्मिनल वाइंडिंग के एक फेज के साथ जोड़ा गया है और मैगर का दूसरा टर्मिनल फ्रेम के अर्थिंग टर्मिनल के साथ जोड़ा गया है। जब मैगर हैण्डल को निर्धारित गति से घूमाया जाता है, तो प्राप्त पाठ्यांक

Fig 3



एक मेगा ओह्म से अधिक होना चाहिए। एक मेगा ओह्म से कम पाठयांक वाइंडिंग व फ्रेम के बीच इन्सुलेशन प्रतिरोध को कमजोर बताता है। इस अवस्था में वाइंडिंग इंसुलेशन बढाया जा सकता है।

इसी प्रकार अन्य वाइंडिंग के साथ परीक्षण पुरा करें।

फ्रेम को अर्थ करने की आवश्यकता (Necessity of frame earthing:) विद्युत उपकरण व मशीन के फ्रेम को इसलिए अर्थ करना चाहिएः

- अर्थिंग प्रणाली व्यक्तियों व उपरकणों को अर्थ दोष होने पर सुरक्षा प्रदान करती है।
- फ्रेम को अर्थिंग करने का उद्देश्य यह है कि यह यथा सम्भव मोटर के नीचे या चारों तरफ एक ऐसा सतह प्रदान करता है जिसका विभव एक समान होता है, जो शून्य के लगभग होता है या यथा सम्भव परम अर्थ विभव प्रदान करता है।

I.E.नियमों के अनुसार सुरक्षा कारणों से मोटर का फ्रेम दो विभिन्न अर्थ कनेक्शन से जुडा होना चाहिए जो दो अर्थ इलैक्ट्रोड से जुडे हो। ये संयोजन उचित साईज के अर्थ कॉन्टीन्युटी चालक से जुड़ें होने चाहिए। (यदि विशेष रूप न दर्शाया गया हो तो अर्थ इलैक्ट्रोड का प्रतिरोध 5 ओह्म व अर्थ कॉन्टीन्यूटी चालक का प्रतिरोध एक ओह्म होना चाहिए) अतः अर्थिंग प्रणाली का प्रतिरोध पर्याप्त रूप से न्यून होना चाहिए ताकि मोटर सर्किट की सुरक्षा प्रणाली परिचालित होकर अर्थ फाल्ट की दशा में मोटर को प्रदाय से अलग कर सके।

3-फेज प्रेरण मोटर के स्टार्टर - पावर कन्ट्रोल सर्किट - D.O.L स्टार्टर (Starter for 3-phase induction motor - Power control circuits - D.O.L starter)

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

- **3-फेज प्रेरण मोटर के लिए स्टार्टर की आवश्यकता और स्टार्टरों के नाम बताना**
- **सिंगल पुश बटन स्टेशन स्टार्ट व स्टॉप करने के लिए मूलभूत कान्टैक्टर सर्किट को स्पष्ट करना**
- **ओवरलोड रिले के कार्य की व्याख्या और ओवरलोड रिले के प्रकार का वर्णन करना**
- **नो-वोल्ट क्वाइल के प्रकार्य उसका निर्धारित वोल्टेज, परिचालन अवस्था, इसके सामान्य खराबियाँ, उनके कारण व उपाय को स्पष्ट करना।**

स्टार्टर की आवश्यकता (Necessity of starter): एक गिलहरी प्रेरण मोटर स्टार्टिंग से पूर्व एक लघु परिपथ द्वितीयक वाइंडिंग वाले पोलीफेज ट्रांसफार्मर की तरह की जाती है। यदि स्थिर मोटर को सामान्य वोल्टेज दिये जाये तो ट्रांसफार्मर की तरह प्रारंम्भिक करंट बहुत अधिक प्रवाहित होगा जो कि सामान्य लोड करंट से 5 से 6 गुणा तक होता है जो कि मुख्य सप्लाई से लेगी। यह प्रारम्भिक अत्यधिक धारा आपत्तिजनक है, क्योंकि यह लाइन में अधिक वोल्टेज ड्राप करा देती है, जिसके कारण अन्य विद्युत उपकरणों व उसी लाइन सेजुड़े प्रकाश परिपथ के परिचालन पर प्रभाव पड़ता है।

स्टार्टिंग के समय स्टेटर वाइंडिंग को दी जाने वाली वोल्टेज को कम करके इस अत्यधिक प्रारम्भिक धारा को नियंत्रित किया जा सकता है, और जब मोटर अपनी पूर्ण गति के लगभग प्राप्त कर लेती है तब सामान्य फुल वोल्टेज स्टेटर वाइंडिंग को प्रदान किये जाते है। तीन अश्व शक्ति 3 Hp तक की छोटी क्षमता की मोटरों को प्रारम्भ में सामान्य फुल वोल्टेज दिये जा सकते है। इसलिए मोटर को स्टार्ट व स्टॉप करने के लिए और मोटर को ओवर लोड करंट व कम वोल्टेज से सुरक्षा प्रदान करने के लिए मोटर सर्किट मे स्टार्टर की आवश्यकता पड़ती है । इसके अतिरिक्त स्टार्टिंग के समय स्टार्टर, सप्लाई (supply) वोल्टेज को भी कम कर सकता है।

स्टार्टरों के प्रकार (Types of starters) : गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटरों को स्टार्ट करने के लिए निम्नलिखित विभिन्न प्रकार के स्टार्टर उपयोग किये जाते है।

- डायरेक्ट ऑन-लाइन स्टार्टर (Direct on-line starter)
- स्टार डेल्टा स्टार्टर (Star-delta starter)
- स्टेप डाऊन ट्रांसफार्मर स्टार्टर (Step-down transformer starter)
- ऑटों ट्रांसफार्मर स्टार्टर (Auto-transformer starter)

उपरोक्त स्टार्टरों में dol स्टार्टर के अतिरिक्त स्टार्टिंग के समय गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर के स्टेटर वाइंडिंग को कम की हुई वोल्टेज दी जाती है और जब मोटर पूर्ण गति प्राप्त कर लेती है, तो सामान्य पूर्ण वोल्टेज दे दी जाती है।

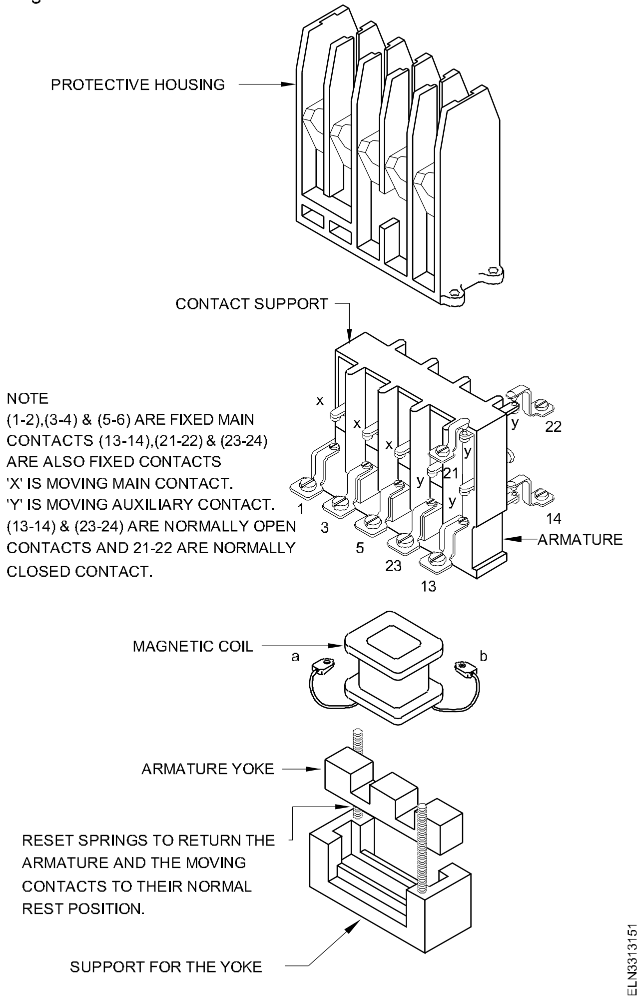
स्टार्टर का चयन (Selection of starter): जब प्रारम्भिक उपकरण का चयन किया जाता है तो कई तथ्यों पर विचार किया जाता है । इन तथ्यों में स्टार्टिंग करंट, फुल लोड करंट, मोटर की निर्धारित वोल्टेज, वोल्टेज ड्राप, परिचालन अवधि, लोड का प्रकार, मोटर की सुरक्षा व परिचालक की सुरक्षा सम्मिलित है।

कॉन्टैक्टर (Contactors): सभी स्टार्टरों में कॉन्टैक्टर मुख्य भाग होता है। कॉन्टैक्टर को इस प्रकार परिभाषित किया जाता है कि यह एक ऐसी स्विचिंग डिवाईस है जो लोड परिपथ को जोड़ सकती है, वहन करती है और प्रति घण्टा में 60 या अधिक बार की आवृत्ति के साथ सर्किट को तोड़ सकती है। इसे हाथ से (यान्त्रिक रूप से) विद्युत चुम्बकत्व, वायु या विद्युत वायु रिले (electro-pneumatic relays) द्वारा परिचालित किया जा सकता है।

Copyright Free Under CC BY Licence

कान्टैक्टर जैसा कि Fig 1 में दर्शाया गया है, में मैन कांटेक्टर, एक्पीलरी कांटेक्ट व नो वोल्ट क्वाइल है। Fig 1 के अनुसार यहाँ नार्मली open के तीन सैट है जिनमें 1 और 2, 3 और 4, 5 और 6, मैन कांटेक्टर है और दो सैट नार्मली open के एग्लीलरी करंट है जो 23 और 24, 13 और 14, और एक सैट नारमली क्लोज्ड का एग्लीलरी सम्पर्क हैं, जो 21 और 22 टर्मिनल की बीच बनता है। एग्लीलरी सम्पर्क मुख्य सम्पर्को की अपेक्षा कम करंट वहन कर सकते है। सामान्य कॉन्टैक्टरों में पुश बटन स्टेशन व ओवर लोड रिले नहीं होते जो मुख्य भाग है परन्तु ये अतिरिक्त सामग्री के रूप में कान्टैक्टरों के साथ उपयोग होकर एक स्टार्टर का कार्य करते है।

Fig 1



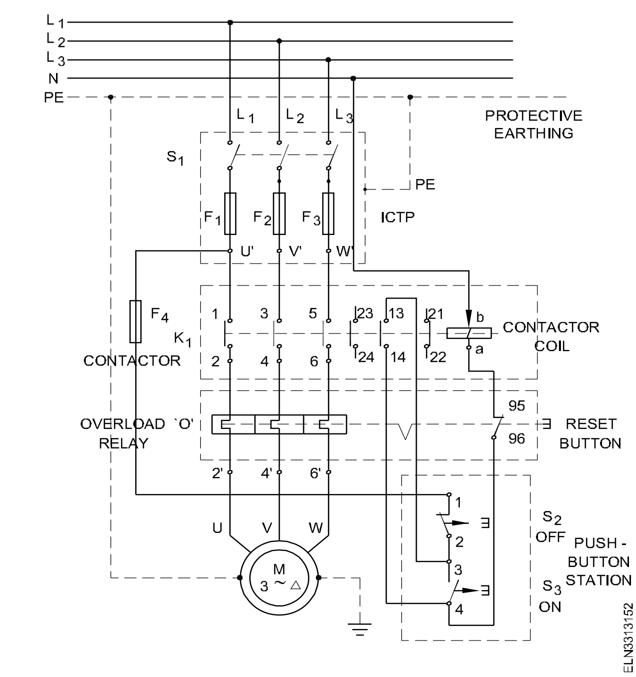
एक चुम्बकीय कान्टैक्टर के मुख्य भाग Fig 1 में दिखाये गये है। Fig 2 कान्टैक्टर का schematic डायग्राम दिखा रहा है जिसमें यह फ्युज स्विच (ICTP) पुश बटन, स्टेशन और ओवरलोड रिले के साथ है जो गिलहरी पिंजरा मोटर को मुख्य सप्लाई के साथ सीधा प्रारम्भ (start) करने के लिए जोड़ता है । इसी प्रकार DOL स्टार्टर में कान्टैक्टर, ओवर लोड रिले व पुश बटन स्टेशन एक ही आवरण में स्थिर होते है।

कार्य वर्णन (Functional description)

पावर परिपथ (Power circuit): जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है कि जब मुख्य ICTP स्विच को ऑन किया जाता है तो कान्टेक्टर K_1 परिचालित हो जाता है। मोटर की सभी तीनों वाइंडिंग U V & W मुख्य स्विच ICTP के माध्यम से सप्लाई टर्मिनल R Y B व कान्टैक्टर व ओवर लोड रिले के साथ जुड जाती है।

मोटर की ओवरलोड होने पर ओवर लोड करंट रिले (द्विधातु रिले) सुरक्षा प्रदान करती है, जबकि फ्युज F1/F2/F3 फेज से फ्रेम के बीच होने वाले लघू परिपथ दोष से मोटर परिपथ की सुरक्षा प्रदान करते है।

Fig 2

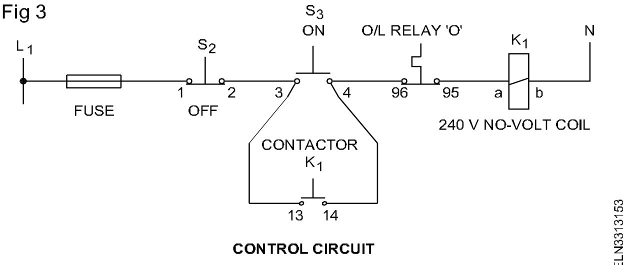


नियंत्रण परिपथ (Control circuits)

एक स्थान से परिचालित पुश बटन क्रिया (Push-button actuation from one operating location): जैसा कि Fig 2 मे स्टार्टर का सम्पूर्ण परिपथ दिखाया गया है, और Fig 3 में कन्ट्रोल परिपथ दिखाया गया है। जब ऑन पुशन बटन S_3 को दबाया जाता है तो कन्ट्रोल परिपथ क्लोज्ड हो जाता है, कान्टैक्टर क्वाईल उर्जित हो जाती है और कान्टैक्टर K_1 क्लोज हो जाता है। एक नार्मली ओपन एग्लीलरी सम्पर्क13,14 भी K_1 के साथ साथ क्रियाशील हो जाता है। यदि यह नारमली ओपन सम्पर्क स्विच S_3 के समान्तर जोड दिया जाता है, तो यह सेल्फ होल्डिंग एग्लीलरी सम्पर्क कहलाता है।

S_3 से जब दबाव हटाया जाता है, तब करंट सेल्फ होल्डिंग सम्पर्क 13,14, के माध्यम से प्रवाहित होता है और कॉन्टैक्टर लगातार क्लोज्ड रहता है। कॉन्टैक्टर को खोलने के लिए स्विच S_2 को दबाया जाता है। यदि स्विच S_3 और S_2 को एक साथ दबाया जाये तो कॉन्टैक्टर अप्रभावित रहेगा।

Fig 3



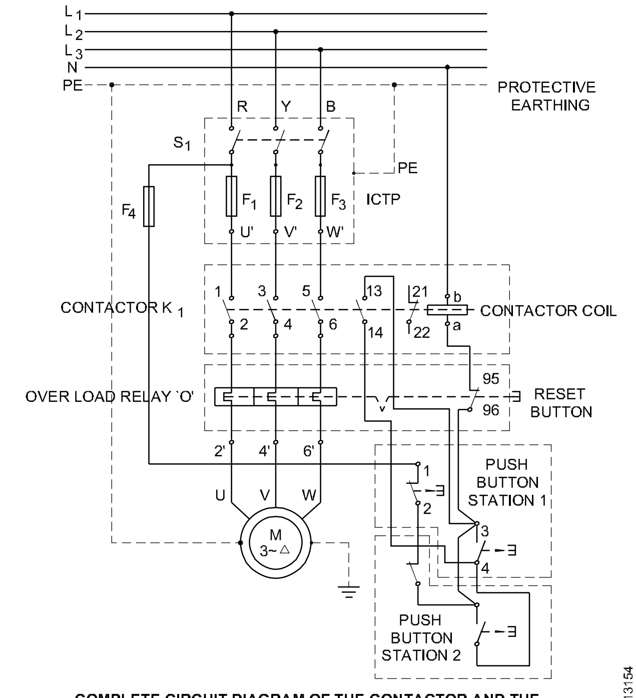
जब पावर सर्किट में ओवर लोड हो जाता है तो नारमली क्लोज्ड कॉन्टैक्ट 95 और 96 जो ओवर लोड रिले `O' के कॉन्टैक्ट है, खुल जोते है ओर ये कन्ट्रोल सर्किट को स्विच ऑफ कर देते है। इस प्रकार K_1 मोटर सर्किट को स्विच ऑफ कर देता है।

Copyright Free Under CC BY Licence

एक बार ओवर लोड रिले `O' के क्रियाशील होने पर जब कॉन्टैक्ट 95 व 96 के बीच खुला परिपथ हो जाये तो ये कॉन्टैक्ट खुले ही रहेंगे और ऑन बटन S_3 कोदबाने से मोटर पुनः स्टार्ट नही होगी। अब रिसैट बटन को दबाने से नारमली क्लोज्ड अवस्था पुनः प्राप्त की जा सकती है। कुछ विशेष स्टार्टरों में ऑफ बटन को दबाने सेभी रिसैट किया जा सकता है क्योंकि यह बटन ओवरलोड रिले की लाईन में जुडा होता है।

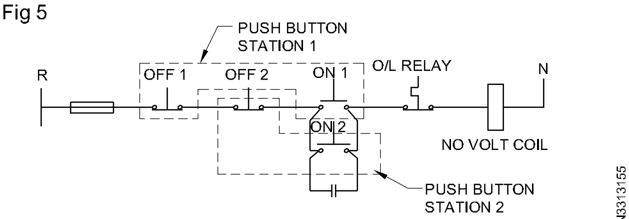
दों स्थानों से परिचालित पुश बटन क्रिया (Push-button actuation from two operating locations): यदि किसी कॉन्टैक्टर को दो स्थानों से ऑन या ऑफ करने की आवश्यकता हो, तो इसके लिए दोनों स्थानों के ऑफ पुश बटन श्रेणी में जोडे जाते है और ऑन पुश बटन समानांतर में जिनका सम्पूर्ण आरेख Fig 4 में व नियन्त्रण आरेख Fig 5 में दिखाया गया है।

Fig 4



COMPLETE CIRCUIT DIAGRAM OF THE CONTACTOR AND THE 3 PHASE SQUIRREL CAGE INDUCTION MOTOR

Fig 5



यदि दो ऑन पुश बटन में से किसी एक को क्रियाशील किया जाये तो K_1 ऊर्जित हो जाता है और नारमली ओपन कान्टैक्ट 13 व 14 की सहायता से क्लोज्ड हो कर होल्ड रहता है यदि दो ऑफ पुश बटन में से किसी एक को दबाया जाता है, तो कॉन्टैक्टर खुल जाता है।

ओवर लोड रिले का प्रयोजन (Purpose of overload relays): बार बार क्षणिक उच्च धारा से बचाव के लिए लम्बे समय तक सामान्य ओवर लोड से बचाव के लिए व सिंगल फेजिंग के कारण दो फेजों में अत्यधिक धारा से बचाव के लिए ओवर लोड रिले का उपयोग किया जाता है। इन रिले में ऐसा गुण होता है कि यदि पूर्ण लोड करंट से मोटर 500 प्रतिशत अधिक करंट लेती है तो यह 10 सेकिण्ड में कॉन्टैक्ट परिपथ को खोल देती है। यदि मोटर फुल लोड करंट से 150 प्रतिशत अधिक करंट लेती है तो यह 4 मिनट में कॉन्टैक्ट परिपथ को खोलती है।

ओवर लोड रिले के प्रकार (Types of overload relay)

ओवरलोड रिले के निम्नलिखित दो प्रकार की होती है। वे है:

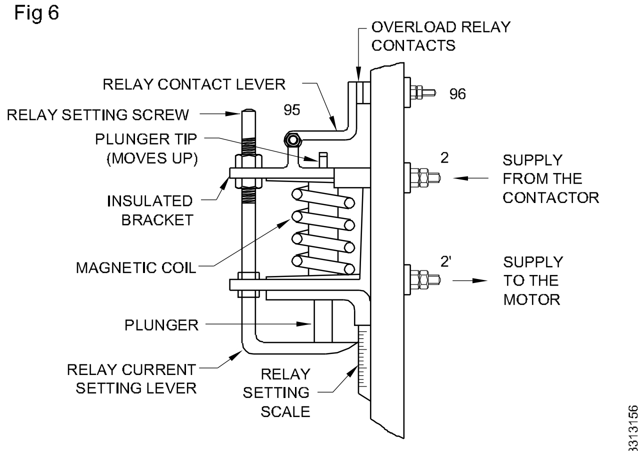
- चुम्बकीय ओवर लोड रिले (magnetic overload relay)
- ऊष्मीय द्विधातु ओवरलोड रिले। (thermal (bimetallic) overload relay)

चुम्बकीय रिले में सामान्यतया तीन कुण्डलियाँ और द्विधातु रिले में हीटर क्वाइल के तीन सेट होते है। इस प्रकार सिंगल फेजिंग होने पर दो कुण्डलियाँ परिचालित होकर मोटर को जलने से बचा लेती है।

चुम्बकीय ओवर लोड रिले (Magnetic overload relay): जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है चुम्बकीय ओवरलोड रिले क्वाइल मोटर परिपथ के श्रेणी क्रम में जोडी गई है। मोटर करंट को वहन करने के लिए चुम्बकीय रिले की क्वाइल को मोटे तार से कुण्डलित किया जाता है। चूंकि ये रिले करंट की तीव्रता से परिचालित होती है न कि ऊष्मा से इसलिए ये द्विधातु रिले की अपेक्षा शीघ्र परिचालित होती है।

जैसा कि Fig 6 में दिखाया गया है चुम्बकीय कुण्डली टर्मिनल 2 व 2' के द्वारा मोटर करंट वहन करती है जो कि पावर सर्किट के श्रेणी क्रम में जुड़े है। रिले संपर्क 95 व 96, कन्ट्रोल परिपथ के श्रेणी में जुडे है। जब मोटर करंट नियत मान से अधिक होता है, जैसा कि रिले की सेट स्केल पर सेट होता है, ये अधिक करंट जैसे ही पावर सर्किट में से प्रवाहित होता है तो रिले की क्वाइल द्वारा चुम्बकीय फ्लक्स उत्पन्न होता है जो प्लंजर को ऊपर की ओर उठाता है। प्लंजर के ऊपर उठने पर प्लंजर ट्रिप रिले के सम्पर्क लीवर को पुश करती है और फलस्वरूप टर्मिनल 95 व 96 खुल जाते है। इससे नो वोल्ट क्वाईल सर्किट टूट जाता है और कॉन्टैक्ट मोटर के पावर सर्किट को खोल देता है। टर्मिनल 95 व 96 के बीच रिले कॉन्टैक्ट तब तक खुले रहते हैं, जब तक कि रि-सैट बटन को न दबाया जाये। यह रिसेट बटन fig में नही दिखाया गया है।

Fig 6



MAGNETIC OVERLOAD RELAY

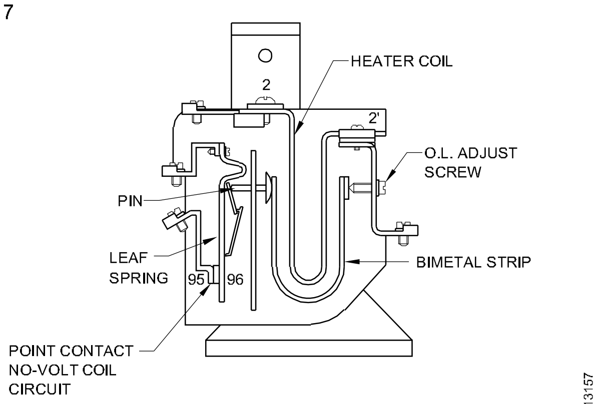
Copyright Free Under CC BY Licence

द्विधातु ओवर लोड रिले (Bimetallic overload relays): अधिकतर द्विधातु रिले हीटर इकाई की सामान्य क्षमता की 85 से 115 प्रतिशत पर समायोजित की जाती है। रिले का यह प्रकार वहाँ उपयोगी है, जहाँ पर निर्धारित हीटर का आकार ऐसा है कि जो अनावश्यक ट्रिपिंग करता है और यह तब तक ट्रिपिंग करता है जब तक कि अगला बडा साईज की रिले उपयोग न की जाये। वातावरण का तापमान ऊष्मीय परिचालित ओवरलोड रिले को प्रभावित करता है।

द्विधातु रिले द्वारा कन्ट्रोल सर्किट को ट्रिप करना इस बात से सम्भव होता है कि जब दो विभिन्न धातु को एक साथ पिघला कर एक बनाया जाता है, गर्म करने पर ऊष्मा प्रसार अलग अलग होने से द्विधातु पत्ती में विस्थापन हो जाता है। Fig 7 में दिखाया गया है कि इसमें एक U-आकार वाली द्विधातु पत्ती उपयोग हुई है। U-आकार के कक्ष के मध्य में एक U आकार पत्ती व हीटर एलीमेन्ट रखे गये है। हीटर एलीमेन्ट को फिटिंग स्थान मे उतार चढाव होने से उत्पन्न ऊष्मा असमान न हो इसलिए हीटर क्वाइल व द्विधातु पत्ती साथ साथ रखे गये है।

जैसा कि Fig 7 में दिखाया गया है, सामान्य अवस्था में द्विधातु पत्ती लीफ-स्प्रिंग के तनाव के विपरीत दिशा में पिन को दबाये रखती है, और सम्पर्क बिन्दु 95 व 96 बन्द अवस्था में रहते है और इस प्रकार नो वोल्ट क्वाइल सर्किट मोटर की रनिंग अवस्था में चालु रहता है। टर्मिनल 2 व 2' से जुड़ी हीटर क्वाइल में जब उच्च धारा प्रवाहित होती है तो क्वाइल में उत्पन्न ऊष्मा द्विधातु पत्ती को गर्म करती है जो कक्ष के अन्दर की ओर मुड़ जाती है। इस प्रकार पिन दायें हाथ की दिशा की ओर चलती है और पत्ती स्प्रिंग 95 व 96 के बीच सम्पर्क को खोल कर कान्टैक्टर को खोल देता है। रिले को तुरन्त पुनः सैट नही किया जा सकता है क्योंकि द्विधातु पत्ती ठण्डा होने से कुछ समय लती है।

Fig 7



BIMETALLIC OVERLOAD RELAY

रिले सेटिंग (Relay setting): ओवरलोड रिले यूनिट मोटर स्टार्टर की सुरक्षा को केन्द्र होती है। रिले कई परास में आती है, स्टार्टर रिले का चयन मोटर की प्रकार, क्षमता व ड्यूटी पर निर्भर करता है।

सभी डायरेक्ट आन लाइन स्टार्टरों में रिले को मोटर के वास्तविकलोड करंट के अनुसार सेट करना चाहिए। रिले करंट का यह मान मोटर की नेम प्लेट पर अंकित फुल लोड करंट के बराबर या कम होना चाहिए। यहाँ वास्तविक लोड करंट के अनुसार रिले को सेट करने की सरल विधि कावर्णन दिया गया है।

रिले को फुल लोड के 80% पर सेट करें। यदि यह ट्रिप करती है, तो सेटिंग को 85% तक बढ़ायें या अधिक करें, जब तक होल्ड नही होती। मोटर द्वारा ली गई करंट के मान से अधिक करंट पर रिले को कभी भी सेट नहीं करना चाहिए। (मोटर द्वारा ली गई वास्तविक करंट अधिकतर फुल लोड करंट से कम होती है क्योंकि मोटर पर क्षमता अनुसार लोड नहीं डाला जाता)।

स्टार्टरों के प्रकार (Tripping of starters): निम्नलिखित कारणों से स्टार्टर ट्रिप कर सकते है।

- कम वोल्टेज या पावर सप्लाई का न होना
- मोटर पर अधिक लोड का आ जाना।

प्रथम कारण में नो वोल्ट क्वाइल के कारण ट्रिपिंग होती है जिसके कारण वोल्टेज निश्चित मान से कम होने पर सम्पर्क खुल जाते है। जैसे ही सप्लाई सामान्य होती है स्टार्टर को पुनः स्टार्ट किया जा सकता है।

ओवर लोड होने पर रिले स्टार्टर को ट्रिप कर देती है, यह तब पुनः स्टार्ट किया जा सकता है जब रिले को पुनः सेट किया जाये और लोड सामान्य हो जाये।

नो-वोल्ट क्वाइल (No-volt coil): नो वोल्ट क्वाइल पतले तार व अधिक टर्नों से कुण्डलित होती है।

कॉईल वोल्टेज (Coil voltages): वास्तविक सप्लाई वोल्टेज के उपलब्ध अनुसार कॉईल का चयन किया जाता है। क्वाइल वोल्टेज की परास काफी है जैसे 24V, 40V, 110V, 220 V 230/250 V, 380V 400/440V AC या DC मानक उपलब्ध है जो कान्टैक्टर और स्टार्टर के लिए उपयोगी है।

कान्टैक्टरों में होने वाली खराबियाँ (Troubleshooting in contactor): टेबल 1 में सामान्य होने वाली खराबी के लक्षण, कारण व उपचार दिया गया है।

Copyright Free Under CC BY Licence

टेबल 1

लक्षण	कारण	उपचार
स्टार्ट बटन दबाने पर मोटर स्टार्ट नही होती है। परन्तु कान्टैक्टर के आर्मेचर को हाथ से दबाने से मोटर स्टार्ट होती है और रन करती है।	नो वोल्ट क्वाइल सर्किट में खुला दोष होना	मुख्य प्रदाय वोल्टेज के स्वीकार्य मान से कम होने पर चैक करें। मुख्य वोल्टेज कोठीक करें ढीले कनैक्शन के लिए कन्ट्रोल सर्किट को चेक करें नो वोल्ट क्वाइल वाइंडिंग को प्रतिरोध टेस्ट करें यदि गलत हो तो क्वाइल को बदल दें।
ऑन बटन दबाने से मोटर स्टार्ट होती है ऑन बटन को छोडने से यह तुरन्त रूक जाती है	स्टार्ट बटन के समानांतर में जुड़ा एग्लीलरी सम्पर्क क्लोज्ड नही हो रहा है।	आन बटन के समानांतर में जुडे एग्लीलरी सम्पर्क के संयोजन का परीक्षण करें। कॉन्टैक्ट के इस दोष को दूर करें। कॉन्टैक्ट के एग्लीलरी सम्पर्क पर जंग या गड्ढों का निरीक्षण करें। यदि ये खराब हो तो बदल दें।
स्टार्ट बटन दबाने पर मोटर स्टार्ट नहीं हो रही है फिर भी स्टार्टर से हमिंग और चटरिंग का शोर सुनाई दे रहा है।	इलैक्ट्रोमैग्नेट के चल आर्मेचर व स्थिर भाग मजबूती से आकर्षित नही हुये है।	इलैक्ट्रोमैग्नेट की दो मिलने वाली सतहों के बीच धूल व गन्दगी को साफ करें। प्रदाय वोल्टेज कम है । इसका कारण का पता लगाये व दोष को दूर करें। AC मैग्नेट होने पर शेडिंग रिंग टूट सकता है तब कॉन्टैक्टर के आर्मेचर को बदल दें।
नो वोल्ट क्वाइल के अधिक गर्म होने पर कॉन्टैक्टर का खराब हो जाना	आने वाली प्रदाय वोल्टेज में वृध्दि होना नो वोल्ट क्वाईल की क्षमता अधिक नही है।	सामान्य वोल्टेज से अधिक वोल्टेज आने पर इनपुट वोल्टेज को कम करें। नो वोल्ट क्वाइल की वोल्टेज क्षमता कम है, मानक वोल्टेज के अनुसार बदल दें।
OL के ट्रिप होने के बाद OL रिले को रिसेट करने के बाद भी मोटर तुरन्त स्टार्ट नही होती	ऊष्मीय द्विधातु पत्ती ठण्डा होने में व रिसैट होने में थोड़ा समय लेती है।	पुनः स्टार्ट करने में 2 से 4 मिनट का इन्तजार करें
नो वोल्ट क्वाइल के टर्मिनलों के पार्श्व में सप्लाई वोल्टेज उपलब्ध होने पर भी क्वाइल ऊर्जित नही हो रही है।	NVC सर्किट में खुला परिपथ दोष NVC क्वाइल जल सकती है	खुले दोष के लिए कन्ट्रोल सर्किट को चैक करें। स्टार्ट बटन के नीचे नाइलोन बटन को चैक करें। ओवर लोड रिले रिसेट नही हुई है।
रिले क्वाइल को बदला गया फिर भी स्टार्ट बटन दबाने पर मोटर स्टार्ट नही हो रही।	रिले के कन्ट्रोल सर्किट में दोष है।	खुले दोष के लिए कन्ट्रोल सर्किट को चैक करें। कन्ट्रोल स्टेशन से सम्पर्कों को साफ करें। ओवर लोड रिले रिसैट नही हुई है।
हमिंग व चैटरिंग का शोर	कम वोल्टेज योक व आर्मेचर के बीच चुम्बकीय सतह साफ न होना। लोह क्रोड पर शेडिंग रिंग न होना	उचित वोल्टेज का प्रबन्ध करें योक व आर्मेचर के बीच सतह को साफ करें लोह क्रोड पर शेडिंग रिंग लगायें।

Copyright Free Under CC BY Licence

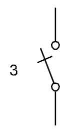
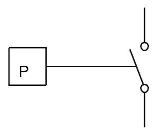
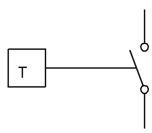
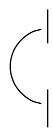
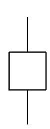
कान्टैक्टर व मशीन से सम्बन्धित B.I.S. चिह्न (B.I.S. symbols pertaining to contactor and machines)

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

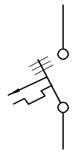
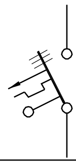
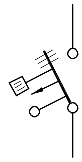
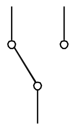
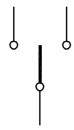
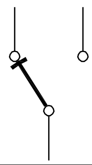
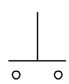
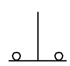
- **घूर्णन मशीन व ट्रांसफार्मर से सम्बन्धित B.I.S. चिह्नों की पहचान करना (BIS 2032 Part IV), कान्टैक्टर, स्विच गियर और यान्त्रिक कन्ट्रोल (BIS 2032 Part VII, 2032 Part XXV और XXVII).**

एक इलेक्ट्रिशयन द्वारा उपयोग होने वाले महत्वपूर्ण चिह्न नीचे दी गई टेबल में दिये गये है। अतः आपको सलाह दी जाती है कि आगे की अतिरिक्त सूचना B.I.S. मानक का सन्दर्भ देखें।

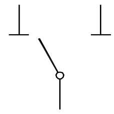
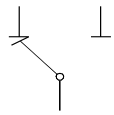
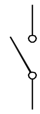
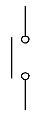
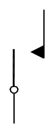
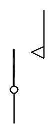
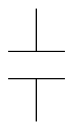
टेबल

क्र. स.	BIS कोड नं०	वर्णन	चिह्न	टिप्पणी
1	BIS 2032 (Part XXV)-1980 9 9.1	स्विच गियर, सामग्री सामान्य संकेत, स्विच		
2	9.1.1	एकल लाइन से प्रदर्शित एक पोल स्विच		
3	9.2	एकल लाइन से प्रदर्शित तीन पोल स्विच		
4	9.2.1	एकल लाइन से प्रदर्शित तीन पोल स्विच का वैकल्पिक संकेत		
5	9.3	प्रैशर स्विच		
6	9.4	थर्मोस्टेट		
7	9.5	सर्किट ब्रेकर		
8	9.5.1	सर्किट ब्रेकर का वैकल्पिक संकेत **नोटः 9.5 संख्या वाले संकेत में आयत कुछ संकेत देता है जो सर्किट ब्रेकर से सम्बन्धित होते है।**		
9	9.5.2	सर्किट ब्रेकर का वैकल्पिक संकेत		

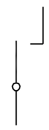
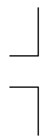
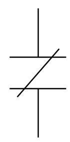
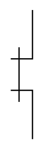
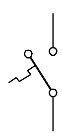
Copyright Free Under CC BY Licence

क्र. स.	BIS कोड नं०	वर्णन	चिह्न	टिप्पणी
10	9.5.3	लघु परिपथ, अण्डर वोल्टेज और थर्मल ओवर लोड रिलिज के साथ सर्किट ब्रेकर		
11	9.5.4	लघु परिपथ, थर्मल ओवरलोड सुरक्षा और नो वोल्ट ट्रिपिंग के साथ हस्त परिचालित सर्किट ब्रेकर		
12	9.5.5	लघु परिपथ और नो वोल्ट ट्रिपिंग (तीन पोल) के साथ मोटर-सोलिनायड परिचालित वायु परिपथ वियोजक		
13	9.6	मेक से पूर्व ब्रेक होने वाला चेंज ओवर कान्टैक्ट नोटः स्थिर सम्पर्क 60° के अतिरिक्त किसी भी कोण पर रखे जाते है ताकि ड्राफ्टसमैन के कार्य में सुविधा हो, सम्पर्को का अलग से प्रबन्ध हो सके।		
14	9.7	न्यूट्रल स्थिति के साथ ट्र वे सम्पर्क		
15	9.8	ब्रेक से पूर्व बने सम्पर्क		
16	9.9	नारमली ओपन कान्टैक्ट		
17	9.9.1	नारमली क्लोज्ड कान्टैक्ट		
18	9.10	नारमली ओपन कान्टैक्ट के साथ पुश बटन		
19	9.10.1	नारमली क्लोज्ड कान्टैक्ट पुश बटन		

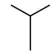
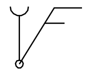
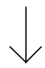
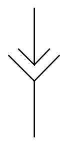
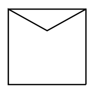
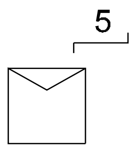
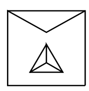
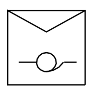
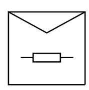
Copyright Free Under CC BY Licence

क्र. स.	BIS कोड नं०	वर्णन	चिह्न	टिप्पणी
20	9.11	आइसोलेटर		
21	9.12	परिपथ में बाधा के साथ दो मार्गी आइसोलेटर		
22	9.13	परिपथ में बाधा रहित द्वि मार्गी आइसोलेटर		
23	9.14	सामान्य बनने वाला सम्पर्क का संकेत		
24	9.14.1	सामान्य बनने वाला सम्पर्क का वैकल्पिक संकेत		
25	9.14.2	निर्मित सम्पर्क का वैकल्पिक संकेत		
26	9.14.3	निर्मित सम्पर्क का वैकल्पिक संकेत		
27	9.14.4	निर्मित सम्पर्क का वैकल्पिक संकेत		
28	9.14.5	निर्मित सम्पर्क का वैकल्पिक संकेत		
29	9.14.6	निर्मित-सम्पर्क को वैकल्पिक संकेत		
30	9.14.7	निर्मित-सम्पर्क का वैकल्पिक संकेत		

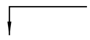
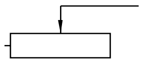
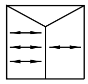
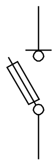
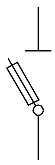
Copyright Free Under CC BY Licence

क्र. स.	BIS कोड नं०	वर्णन	चिह्न	टिप्पणी
31	9.14.8	निर्मित-सम्पर्क का वैकल्पिक संकेत		
32	9.14.9	निर्मित-सम्पर्क का वैकल्पिक संकेत		
33	9.15	विच्छेद-सम्पर्क का सामान्य संकेत		
34	9.15.1	विच्छेद-सम्पर्क का वैकल्पिक संकेत		
35	9.15.2	विच्छेद-सम्पर्क का वैकल्पिक संकेत		
36	9.15.3	विच्छेद-सम्पर्क का वैकल्पिक संकेत		
37	9.15.4	विच्छेद-सम्पर्क का वैकल्पिक संकेत		
38	9.15.5	विच्छेद-सम्पर्क का वैकल्पिक संकेत		
39	9.16	थर्मल ओवर लोड सम्पर्क		
40	9.17	मादा साकेट		

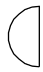
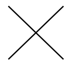
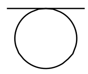
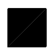
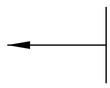
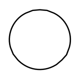
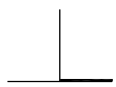
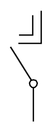
Copyright Free Under CC BY Licence

क्र. स.	BIS कोड नं०	वर्णन	चिह्न	टिप्पणी
41	9.17.1	मादा साकेट का वैकल्पिक संकेत		
42	9.17.2	स्विच सहित सॉकेट		
43	9.18	(नर) प्लग		
44	9.18.1	(नर) प्लग का वैकल्पिक संकेत		
45	9.19	प्लग और सॉकेट (नर और मादा)		
46	9.19.1	प्लग और सॉकेट (नर व मादा) का वैकल्पिक संकेत		
47	9.20	स्टार्टर का सामान्य संकेत		
48	9.21	पदो से स्टार्टर (उदाहरण ५ पद)		
49	9.22	स्टार-डेल्टा स्टार्टर		
50	9.23	ऑटो ट्रांसफार्मर स्टार्टर		
51	9.24	पोल परिवर्तक स्टार्टर (उदाहरण, 8/4 पोल)		
52	9.25	रिओस्टेटिक स्टार्टर		

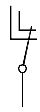
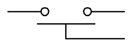
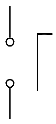
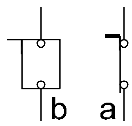
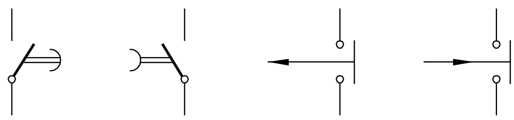
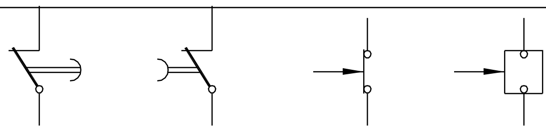
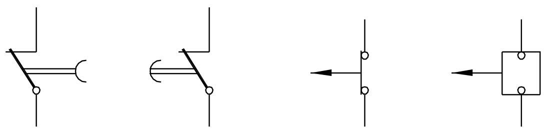
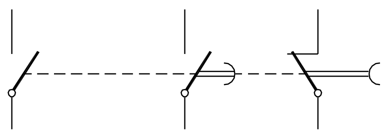
Copyright Free Under CC BY Licence

क्र. स.	BIS कोड नं०	वर्णन	चिह्न	टिप्पणी
53	9.26	डायरेक्ट आन लाईन स्टार्टर		
54	9.27	सरकनी सम्पर्क, सामान्य संकेत		
55	9.27.1	प्रतिरोधक चल सम्पर्क सहित सामान्य-संकेत		
56	9.28	दो मोटरों के लिए संयुक्त कन्ट्रोल पैनल (बहुचाल व परिवर्ती)		
57	9.29	फ्यूज		
58	9.29.1	फ्यूज का वैकल्पिक संकेत		
59	9.29.2	फ्यूज का वैकल्पिक संकेत जहाँ प्रदाय भाग को मोटी रेखा से दर्शाया गया है।		
60	9.29.3	फ्यूज को वैकल्पिक संकेत जहाँ प्रदाय भाग को गहरा रंग करके दर्शाया गया है।		
61	9.30	लोड पर स्विच ऑन होने वाला पृथककारी फ्यूज स्विच		
62	9.31	पृथककारी फ्यूज स्विच		

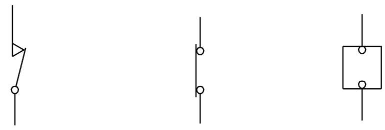
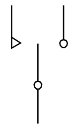
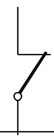
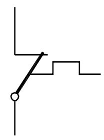
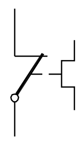
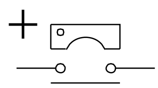
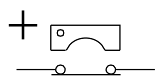
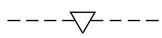
Copyright Free Under CC BY Licence

क्र. स.	BIS कोड नं०	वर्णन	चिह्न	टिप्पणी
	BIS 2032 Part(XXV11) 1932	कान्टैक्टर		
	3.2	योग्य संकेत		
63	3.2.1	कान्टैक्टर का कार्य सम्पादन		
64	3.2.2	परिपथ वियोजन का कार्य सम्पादन		
65	3.2.3	विच्छेदक (पृथककारी) का कार्य		
66	3.2.4	स्विच विच्छेदक (आइसोलेटर स्विच) का कार्य		
67	3.2.5	स्वचालित विमुक्ति कार्य		
68	3.2.6	धीमी क्रिया मान्यता- आर्क से इसके केन्द्र की ओर चलने की धीमी क्रिया		
		नोटः जिस युक्ति के लिए यह धीमी क्रिया अपनाई जाती है उसके संकेत को दोहरी रेखा से जुड़ा हुआ होना चाहिए।		
69	3.2.6.1	धीमी क्रिया मान्यता- तीर के चिन्ह की दिशा में चलने की विलम्ब क्रिया		
70	3.2.7	स्प्रिंग रहित वापसी (चालू रहना) नोटः उपरोक्त दिखाये गये संकेत में दर्शाया गया है कि स्प्रिंग वापसी में सम्पर्क चालू रहते है। जब यह मान्यता मानी जाती है तो इसका उपयोग उचित सन्दर्भ के साथ होना चाहिए। इन संकेतों का उपयोग योग्यता, धारी संकेत 3.1 से 3.4 के साथ नही करना चाहिए।		
71	3.2.8	हस्त द्वारा पुनः सेट		
72	3.3.7	दो निर्मित के साथ सम्पर्क		

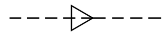
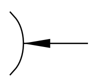
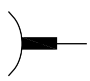
Copyright Free Under CC BY Licence

क्र. स.	BIS कोड नं०	वर्णन	चिह्न	टिप्पणी
73	3.3.8	दो विच्छेद के साथ सम्पर्क		
74	3.3.9	तीन बिन्दु सम्पर्क		
75	3.3.10	हस्त द्वारा पुनः सेट निर्मित सम्पर्क		IR
76	3.3.11	हस्त द्वारा पुनः सेट विच्छेद सम्पर्क		IR
77	3.3.19	परिचालक के समय देर से बनने वाला सम्पर्क		
78	3.3.20	परिचालन के समय देर से विच्छेद होने वाला सम्पर्क		
79	3.3.21	छोड़ते समय देर से विच्छेद होने वाला सम्पर्क		
80	3.3.22	परिचालन व छूटते समय देर से निर्मित सम्पर्क		
81	3.3.23	सम्पर्क समुच्च्य जिसमें एक देरी रहित निर्मित सम्पर्क है। परिचालन के समय एक निर्मित विलम्ब क्रिया सम्पर्क और जब छुलने की क्रिया होगी तो एक विच्छेद विलम्ब किया सम्पर्क		
82	3.3.24	स्प्रिंग वापसी के साथ निर्मित सम्पर्क		

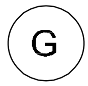
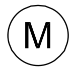
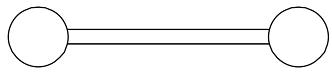
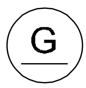
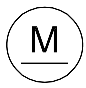
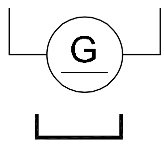
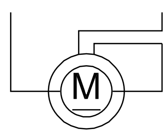
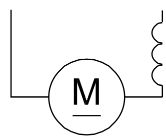
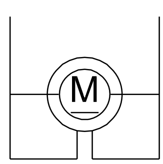
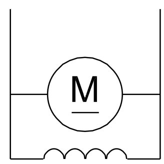
Copyright Free Under CC BY Licence

क्र. स.	BIS कोड नं०	वर्णन	चिह्न	टिप्पणी
83	3.3.25	स्पिंग्र वापसी रहित (ऑन रहना) निर्मित सम्पर्क		SR
84	3.3.26	स्प्रिंग वापसी सहित विच्छेद-सम्पर्क		SR
85	3.3.27	स्प्रिंग सहित सेन्टर ऑफ स्थिति के साथ दो मार्गी सम्पर्क। बांये हाथ की स्थिति से वापस परन्तु दांये हाथ से नहीं		
86	3.3.28	ताप सुग्राही निर्मित-सम्पर्क **नोटः परिचालित ताप स्थिति के साथ बदला जा सकता है।**		
87	3.3.29	ताप सुग्राही विच्छेद सम्पर्क नोटः परिचालित ताप स्थिति के साथ बदला जा सकता है।		
88	3.3.30	स्व-प्रचालित थर्मल- विच्छेद सम्पर्क नोटः यहाँ थर्मल रिले के सम्पर्क व दर्शाये गये सम्पर्क में भेद करना महत्व पूर्ण है जो कि नीचे दिये गये उदाहरण से भिन्न रूप से प्रदर्शित है		
		उदाहरणः थर्मल रिले का विच्छेद सम्पर्क		
89	3.3.32	जला हुआ चुम्बकीय निर्मित सम्पर्क		
90	3.3.33 BIS:2032 (PARTVII) 1974	जला हुआ चुम्बकीय विच्छेद सम्पर्क **यान्त्रिक नियन्त्रण**		
91	8.4	**यान्त्रिक इन्टर लॉक**		

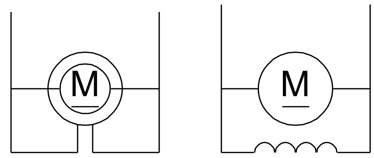
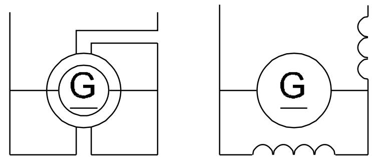
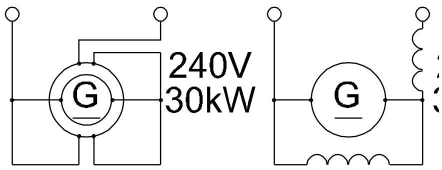
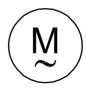
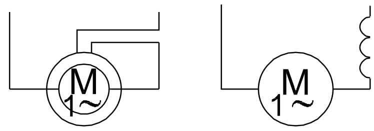
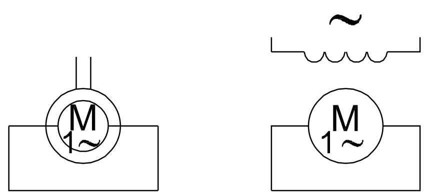
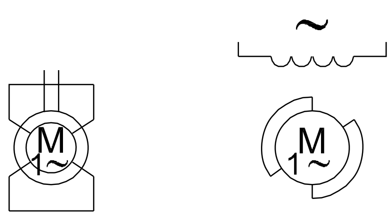
Copyright Free Under CC BY Licence

क्र. स.	BIS कोड नं०	वर्णन	चिह्न	टिप्पणी
92	8.5	रिसेट a **स्वचालित रिसैट**		
		b **अस्वचालित रिसैट** **नोटः यदि रिसैट का प्रकार को प्रदर्शित करना आवश्यक हो तो ये संकेत प्रयोग होने चाहिए।**		
	BIS:2032 (Part IV) 1964	**वर्गीकरण** इस मानक में समान प्रकार की घूमने वाली मशीन या ट्रांसफार्मर के लिए एक से अधिक संकेत उपयोग किये गये है जो उनके पद के अनुरूप है। ये संकेत ड्राइंग के वर्ग व प्रकार पर निर्भर करते है समान प्रकार की घूर्णन मशीन के लिए सरलीकृत व सम्पूर्ण व मल्टी लाईन संकेत वर्गीकृत किये गये है। ट्रांसफार्मर के सन्दर्भ में एकल लाइन व मल्टी लाइन संकेत अलग अलग प्रदर्शित किये गये है। जबकि घूर्णन मशीनों के लिए एकल लाईन प्रदर्शन किया गया है जो कि IS:2032(Part II)-1962 से सन्दर्भित है। संकेतो के घटक		
93	3.14	वाइन्डिंग नोटः अर्द्धवृत की संख्या निर्धारित नहीं है परन्तु विभिन्न वाइंडिंगों के बीच भेद दिखाने के लिए किसी मशीन को 3.2,3.3 व 3.4 के अनुरूप वर्गीकृत किया जाता है।		
94	3.24	कम्यूटेटिंग व कम्पनसेटिंग वाइंडिंग		
95	3.34	श्रेणी वाइंडिंग		
96	3.44	शन्ट वाइंडिंग या पृथक वाइंडिंग		
97	3.54	स्लिप रिंग पर ब्रुश		
98	3.64	कम्यूटेटर पर ब्रुश		
99	3.74 4 4.1	**पूरक संकेत, न्यूमेरीकल डाटा** **पूरक संकेत जैसे (वाइंडिंग को संयोजित करने की विधि M, G व C अक्षर और न्यूमेरीकल डाटा) मशीन के प्रत्येक वर्ग पर एक संकेत द्वारा दर्शाये जाते है, उदारहण के लिए** **घूर्णन मशीनें** **सामान्य संकेत**		

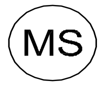
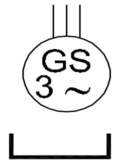
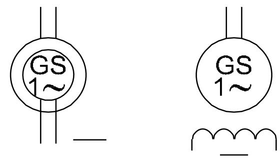
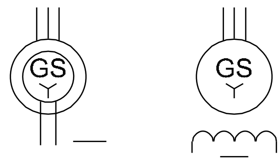
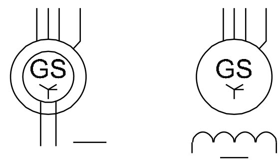
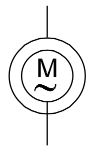
Copyright Free Under CC BY Licence

क्र. स.	BIS कोड नं०	वर्णन	चिह्न	टिप्पणी
100	4.1.14	जनित्र		
101	4.1.2	मोटर		
102	4.1.3	मशीन जो जनित्र व मोटर के अनुरूप उपयोग योग्य है		
103	4.1.4 **4.2**	यांत्रिक रूप से जुडी मशीनें **नोटः अन्य विशेष प्रकार के युग्मन जिनकी संरचना मोनो ब्लॉक जैसी है, को जहाँ कहीं आवश्यकता हो उसे उचित प्रकार से इंगित किया जा सकता है।** **दिष्ट धारा मशीनें**		
104	4.2.1	सामान्य संकेत दिष्ट धारा जनित्र		
105	4.2.2	सामान्य संकेत दिष्ट धारा मोटर		
106	4.2.3	DC 2-तार स्थाई चुम्बक जनित्र (G) और मोटर (M).	 **Simplified multiline representation** **Complete multiline representation**	
107	4.2.4	DC 2-तार श्रेणी जनित्र (G) और मोटर (M).	 	
108	4.2.5	DC 2-तार पृथक उत्तेजित जनित्र या मोटर (G) (M)	 	

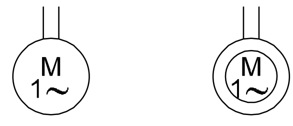
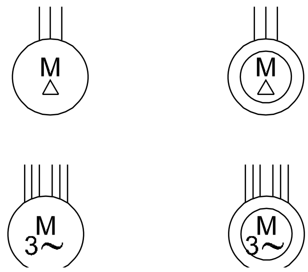
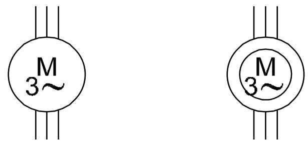
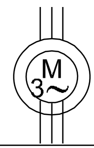
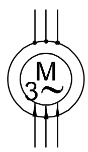
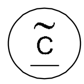
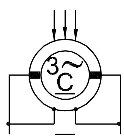
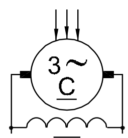
Copyright Free Under CC BY Licence

क्र. स.	BIS कोड नं०	वर्णन	चिह्न टिप्पणी
109	4.2.6	DC 2-तार शून्ट जनित्र (G) या मोटर (M).	
110	4.2.7	DC 2-तार कम्पाउण्ड उत्तेजित लघू शन्ट जनित्र (G) या मोटर (M)	
111	4.2.8	टर्मिनल प्रदर्शित संकेत, ब्रुश व न्यूमेरिकल डाटा उदाहरण : DC 2-तार जनित्र लघु शन्ट कम्पाउण्ड उत्तेजित, 240 V, 30 KW.	
112	**4.3** 4.3.1	**प्रत्यावर्ती धारा मशीनें** सामान्य संकेत AC जनित्र	
113	4.3.2 **4.4**	सामान्य संकेत AC मोटर **प्रत्यावर्ती धारा कम्यूटेटर मशीनें**	 **Simplified multiline representation** **Complete multiline representation**
114	4.4.1	एक फेज, AC श्रेणी मोटर	
115	4.4.2	एक फेज, रिपल्शन मोटर	
116	4.4.3	एक फेज, AC श्रेणी मोटर, डेरी प्रकार	
117	4.5 4.5.1	**सिन्क्रोनस मशीनें** सामान्य संकेत - सिन्क्रोनस जनित्र	

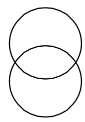
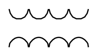
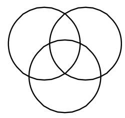
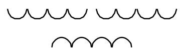
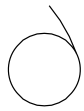
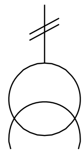
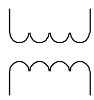
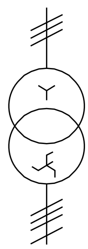
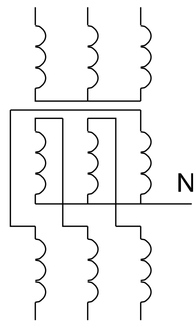
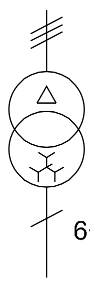
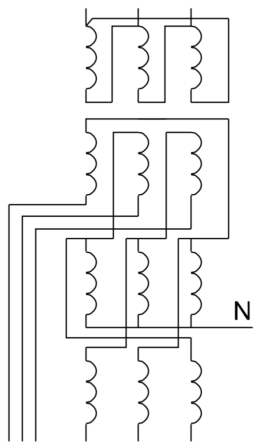
Copyright Free Under CC BY Licence

क्र. स.	BIS कोड नं०	वर्णन	चिह्न	टिप्पणी
118	4.5.2	सामान्य संकेत - सिन्क्रोनस मोटर		
119	4.5.3	तीन फेज स्थायी चुम्बक सिन्क्रोनस जनित्र (GS) या सिन्क्रोनस मोटर (MS)		
120	4.5.4	एक फेज सिन्क्रोनस जनरेटर (GS) एवं सिन्क्रोनस मोटर (MS)	**Simplified multiline representation** **Complete multiline representation** 	
121	4.5.5	तीन फेज, स्टार संयोजित, न्यूट्रल रहित सिन्क्रोनस जनित्र (GS) सिन्क्रोनस मोटर (MS)		
122	4.5.6 **4.6**	तीन फेज स्टार संयोजित न्यूट्रल सहित सिन्क्रोनस जनित्र (GS) या सिन्क्रोनस मोटर (MS) **प्रेरण मोटरें** **नोटः संकेत 4.6.1 से 4.6.9 तक के समूहों में दिखाये गये संकेतों के चालक सामान्य है जो अन्य प्रकार से भी दर्शाये जा सकते है। उदाहरण के लिए संकेत 4.6.6.**		
123	4.6.1	लघु परिपथ रोटर सहित प्रेरण मोटर सामान्य संकेत		
124	4.6.2	कुण्डलित रोटर सहित प्रेरण मोटर सामान्य संकेत		
125	4.6.3	प्रेरण मोटर, एक फेज, गिलहरी पिंजरा		

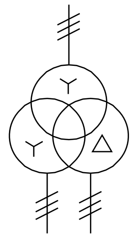
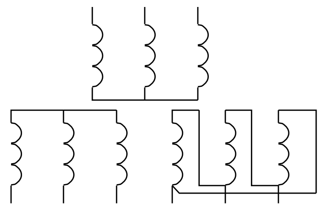
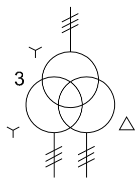
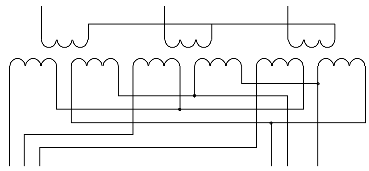
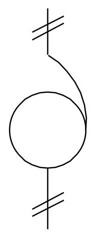
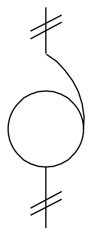
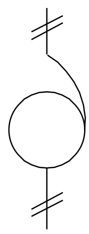
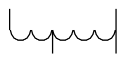
Copyright Free Under CC BY Licence

क्र. स.	BIS कोड नं०	वर्णन	चिह्न	टिप्पणी
126	4.6.4	एक फेज, गिलहरी पिंजरा जिसकी स्पिलिट फेज की लीड्स बाहरी निकली हुई है, प्रेरण मोटर		
127	4.6.5	तीन फेज के सिरे बाहर निकले हुए तीन फेज गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर	**Simplified multiline representation** **Complete multiline representation** 	
128	4.6.6	प्रत्येक फेज के सिरे बाहर निकले हुए तीन फेज गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर		
129	4.6.7	कुण्डलित रोटर सहित तीन फेज प्रेरण मोटर		
130	4.6.8	रोटर में स्वचालित स्टार्टर सहित तीन फेज स्टार संयोजित प्रेरण मोटर		
131	4.6.9	ब्रुश और न्यूमेरिकल डाटा व टर्मिनल दर्शाता संकेत उदाहरणः कुण्डलित रोटर सहित तीन फेज प्रेरण मोटर 415V, 22 kW, 50 c/s.	 415V 22kW 50c/s	
132	4.7 4.7.1	**तुल्यकालिक परिवर्तक** सामान्य संकेत सिन्क्रोनस कनवर्टर		
133	4.7.2	शन्ट उत्तेजित तीन फेज सिन्क्रोनस कनवर्टर 72		
134	4.7.3	टर्मिनल,ब्रुश और न्यूमेटिकल डाटा दर्शाता संकेत। उदाहरणः तीन फेज शन्ट उत्तेजित उदाहरणः तीन फेज शन्ट उत्तेजित सिन्क्रोनस कनवर्टर 600 V, 1000 kW, 50 c/s.	 415V △ 1000kW 50c/s 600V-  415V △ 1000kW 50c/s 600V-	

Copyright Free Under CC BY Licence

क्र. स.	BIS कोड नं०	वर्णन	चिह्न	टिप्पणी
	5	**ट्रांसफार्मर**		
	5.1	**सामान्य संकेत**		
135	5.1.1	दो पृथक वाइंडिंग सहित ट्रांसफार्मर	 **Simplified multiline representation**	 **Complete multiline representation**
136	5.1.2	दो पृथक वाइंडिंग सहित ट्रांसफार्मर		
137	5.1.3	ऑटो ट्रांसफार्मर		
	5.2	**दो या तीन वाइंडिंग सहित ट्रांसफार्मर**		
138	5.2.1	दो पृथक वाइंडिंग सहित एक फेज ट्रांसफार्मर	 11000V 250kVA 50c/s 4%	 11000V 250kVA 50c/s 4% 415V
139	5.2.4	दो पृथक वाइंडिंग सहित तीन फेज ट्रांसफार्मर संयोजनः स्टार zig-zag.		
140	5.2.5	दो पृथक वाइंडिंग वाला तीन फेज ट्रांसफार्मर संयोजन : डेल्टा 6-फेज फॉर्क		

Copyright Free Under CC BY Licence

क्र. स.	BIS कोड नं०	वर्णन	चिह्न	टिप्पणी
141	5.2.6	तीन पृथक वाइंडिंग वाला तीन फेज ट्रांसफार्मर Connection: star, star-delta.		
142	5.2.7	तीन पृथक वाइंडिंग सहित एक फेज ट्रांसफार्मरों का तीन फेज बैंक संयोजनः स्टार, स्टार डेल्टा	**Simplified multiline representation** 	**Complete multiline representation** 
	5.3	**ऑटो ट्रांसफार्मर**		
143	5.3.1	एक फेज, ऑटो ट्रांसफार्मर		
144	5.3.2	तीन फेज ऑटो ट्रांसफार्मर संयोजनः स्टार		
145	5.3.3	लगातार वोल्टेज रेगूलेशन सहित एक फेज ऑटो ट्रांसफार्मर		

Copyright Free Under CC BY Licence

D.O.L.स्टार्टर (D.O.L. starter)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे
- **D.O.L. स्टार्टर की संरचना, परिचालन व उपयोग व इसकी विशिष्टतायें का वर्णन करना**
- **मोटर क्षमता अनुसार बैक-अप फ्यूज की क्षमता व आवश्यकता का वर्णन करना।**

D.O.L. स्टार्टर एक ऐसा स्टार्टर है जिसमें एक नो-वोल्ट क्वाइल सहित एक कान्टैक्टर, ऑन व ऑफ बटन और ओवरलोड रिले एक ही आवरण में बन्द होते है।

संरचना व प्रचालन (Construction and operation): एक समान्यतया उपयोग होने वाला डायरेक्ट ऑन लाईन पुश बटन प्रकार का स्टार्टर Fig 1 में दर्शाया गया है। यह एक सरल स्टार्टर है जो सस्ता है और स्थापित करने व देखभाल करने में आसान है।

अभ्यास 3.1.04 के सम्पूर्ण कान्टैक्टर परिपथ जिसका पूर्व में वर्णन किया जा चुका है में ओर D.O.L.स्टार्टर में कोई अन्तर नही है, केवल इतना अन्तर है कि D.O.L.स्टार्टर एक धातु या PVC के आवरण में बध्द होता है, अधिकतर स्थितियों में D.O.L. स्टार्टर की नो-वोल्ट क्वाइल 415V के लिए निर्धारित होती है और Fig 1 के अनुसार दो फेजों के पार्श्व में संयोजित होती है। आगे ओवर लोड रिले ICTP स्विच व कॉन्टैक्टर के बीच स्थित होती है या कॉन्टैक्टर व मोटर के बीच जैसा Fig 1 में दर्शाया गया है, यह स्टार्टर के डिजाईन पर निर्भर करता है। प्रशिक्षणार्थियों को सलाह दी जाती है कि अभ्यास 3.1.04 में किये गये वर्णन अनुसार जो एक कान्टैक्टर परिपथ है का अध्ययन करके स्वयं D.O.L. स्टार्टर की कार्यप्रणाली लिखें।

D.O.L. स्टार्टर की विशिष्टतायें (Specification of D.O.L. starters): विशिष्टतायें देते समय निम्नलिखित डाटा देने है।

D.O.L. स्टार्टर

फेज - एक फेज या तीन फेज

वोल्टेज 240 या 415V.

धारा क्षमता 10, 16, 32, 40, 63, 125 or 300 amps.

नो वोल्ट क्वाइल वोल्टेज क्षमता AC या DC 12, 24, 36, 48, 110, 230/250, 360, 380 or 400/440 volts.

मैन कांटेक्ट की संख्या 2, 3 या 4 जो सामान्य खुले है।

एग्लीलरी कांटेक्ट की संख्या 2 या 3. 1 NC + 1 NO or 2 NC + 1 NO क्रमशः

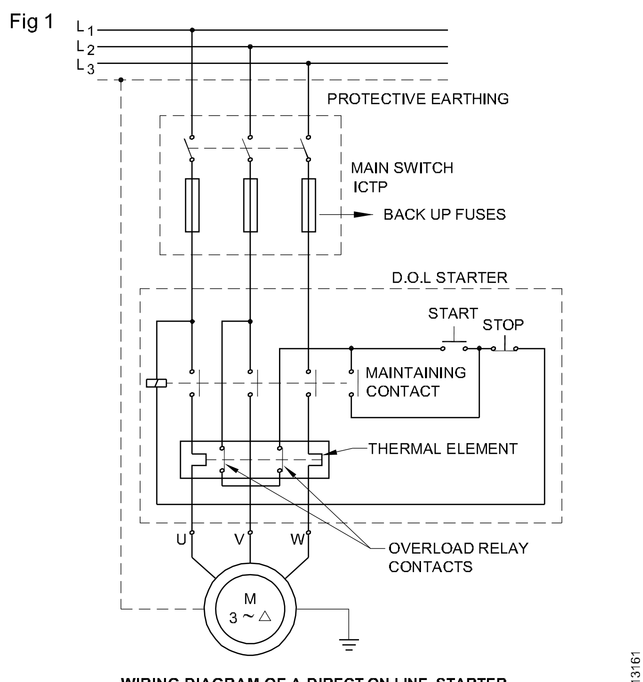
पुश-बटन - एक ऑन और एक ऑफ बटन

ओवरल लोड सैटिंग– एम्पियर-टू-एम्पियर। आवरण- धातु चादर या PVC

अनुप्रयोग (Applications): एक D.O.L. स्टार्टर युक्त प्रेरण मोटर में स्टार्टिंग करंट फुल लोड करंट का 6 से 7 गुणा होता है। इसलिए यह अनुशंसा की जाती है कि D.O.L. स्टार्टर को केवल 3 HP गिलहरी पिंजरा मोटरों व 1.5 kW दोहरी पिंजरा रोटर वाली मोटरों तक उपयोग करें।

बैक-अप फ्यूज की आवश्यकता (Necessity of back-up fuses): मोटर स्टार्टरों को कभी भी बैक-अप फ्यूज के बिना उपयोग नहीं करना चाहिए। संवेदी थर्मल रिले की यन्त्रावली का डिजाइन व अंशाकन केवलओवरलोड से बचने के लिए प्रभाविक सुरक्षा के लिए किया जाता है। जब अचानक मोटर सर्किट में शॉर्ट सर्किट होता है, तो ओवरलोड रिले, अपनी आन्तरिक परिचालन यन्त्रावली के कारण, परिपथ खोलने में परिचालन में अधिक समय लेती है। शॉर्ट सर्किट के कारण बहुत अधिक करंट प्रवाहित होने पर ये रिले मोटर व स्टार्टर को हानि पहुँचाने के लिए पर्याप्त होंगे। त्वरित क्रिया, उच्च विदारण (high-rupturing) क्षमता वाले फ्यूजों से इसे रोका जा सकता है, जब ये मोटर सर्किट उपयोग में लाये जाते है तो ये शीघ्रता से परिचालित होते है और सर्किट को खोल देते है। अतः लघु परिपथ से बचने के लिए मोटर स्टार्टर व थर्मल ओवर लोड रिले की सुरक्षा व स्थापना के लिए H.R.C. डायज्ड (DZ) प्रकार के फ्यूजों की अनुशंसा की जाती है। शॉर्ट सर्किट होने पर, बैकअप फ्यूज पिघल जाते है और शीघ्रता से परिपथ को खोल देता है। विभिन्न क्षमता वाले मोटरों के लिए फ्यूज क्षमता दर्शाने के वाली एक सन्दर्भ सारणी दी गई है।

Fig 1



WIRING DIAGRAM OF A DIRECT ON-LINE STARTER WITH PROTECTIVE DEVICES

यह अनुशंसा की जाती है कि यथा संभव अर्द्ध-बध्द, रिवायेरेबल टिन किये हुए ताँबे के फ्यूजों का उपयोग न किया जायें।

दी गई सारणी मे पूर्ण लोड करंट एक फेज कैपेसिटर स्टार्ट मोटरों में और तीन फेज गिलहरी पिंजरा प्रकार प्रेरण मोटरों में लागू होता है। जो पूर्ण लोड, औसत शक्ति गुणक व दक्षता पर लागू है। मोटरों की गति 750 r.p.m. से कम नही होनी चाहिए।

63 A तक के फ्यूज DZ प्रकार के हैं 100 A या इससे अधिक के लिए उपयोग होने वाले फ्यूज IS प्रकार फ्यूज होते है। (HM प्रकार)

Copyright Free Under CC BY Licence

मोटर सुरक्षा के लिए रिले की रेंज व बैक-अप फ्यूज का टेबल

Sl. No.	Motor ratings 240V 1-phase			Motor ratings 415V 3-phase			Relay range A	Nominal back-up fuse recommended
	hp	kW	Full load current	hp	kW	Full load current	a	c
1				0.05	0.04	0.175	0.15 - 0.5	1A
2	0.05	0.04		0.1	0.075	0.28	0.25 - 0.4	2A
3				0.25	0.19	0.70	0.6 - 1.0	6A
4	0.125	0.11		0.50	0.37	1.2	1.0 - 1.6	6A
5	0.5	0.18	2.0	1.0	0.75	1.8	1.5 - 2.5	6A
6	0.5	0.4	3.6	1.5	1.1	2.6	2.5 - 4.0	10A
7				2.0	1.5	3.5	2.5 - 4.0	15A
8	0.75	0.55		2.5	1.8	4.8	4.0 - 6.5	15A
9				3.0	2.2	5.0	4.0 - 6.5	15A
10	1.0	0.75	7.5	5.0	3.7	7.5	6.0 - 10	20A
11	2.0	1.5	9.5	7.5	5.5	11.0	9.0 - 14.0	25A
12	3.0	2.25	14	10.0	7.5	14	10.0 - 16.0	35A

AC 3-फेज प्रेरण मोटर में अंकीय प्रश्न (Numerical problems in AC 3-phase induction motors)

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

- **तीन फेज प्ररेण मोटर में अंकीय प्रश्न हल करना।**

अधिकांश अवसरों पर, एक इलैक्ट्रिशयन से कहा जाता है कि प्रस्तावित मशीन की स्थापना से पूर्व कार्यशाला मेंवायरिंग अधिष्ठापन करनी है। इस कार्य से सम्बन्धित केवल विद्युत मोटर की अश्वशक्ति व वोल्टेज क्षमता की जानकारी उपलब्ध होती है।

वायरिंग की योजना बनाते समय, मोटर की पूर्ण लोड धारा पर आधारित केबल के साइज में चयन करना आवश्यक है, इसे तब ज्ञात किया जा सकता है, जब पर्याप्त आंकडे उपलब्ध हो। जब अन्य आंकड़े उपलब्धहो तो नीचे दिए गए उदाहरण द्वारापूर्ण धारा ज्ञात करने की विधि बताई गई है या इसके विलोमतः।

जैसे देखिए

मोटर का निर्गत मैट्रिक अश्व शक्ति में दिया गया है।

मोटर की निर्गत = मैट्रिक HP x 735.6 वाट

मोटर की निविष्ट = $E_L I_L \cos\theta$ वाट

जहाँ E_L लाइन वोल्टेज

I_L लाइन करंट है और

$\cos\theta$ शक्ति गुणक है।

निविष्ट = निर्गत + हानियाँ

= निर्गत + ताँबा हानि + लौह हानि + यान्त्रिक हानियाँ जैसे वायु घर्षण व घर्षण हानियाँ

$$\text{Efficiency of the motor} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100$$

$$= \frac{\text{Metric horsepower} \times 735.5}{\sqrt{3} E_L I_L \cos\theta}$$

Copyright Free Under CC BY Licence

उदाहरण 1

एक 3-फेज, 6000 volts, स्टार संयोजित प्रेरण मोटर 200 HP (मैट्रिक) शक्ति विकसित करती है। यदि मोटर की दक्षता 85% व शक्ति गुणक 0.8 हो तो पूर्ण लोड पर प्रति फेज धारा की गणना कीजिए।

$$\text{इनपुट} = \frac{\text{Output x 100}}{\text{Efficiency}}$$

$$= E_L I_L \text{Cos}\theta$$

$$\text{लाइन करंट } I_L = \frac{\text{Output x 100}}{\text{Efficiency x } E_L \text{ Cos}\theta}$$

$$= \frac{200 \times 735.6 \times 100}{\frac{85}{100} \times \sqrt{3} \times 6000 \times 0.8}$$

= 2081.9 A.

चूंकि स्टार में लाइन करंट फेज करंट के बराबर होता है इसलिए पूर्ण लोड करंट- 20.9 amps.

उदाहरण *2*

एक 3-फेज प्रेरण मोटर 400V 50 HZ प्रदाय से 100 एम्पियर करंट ले रही है। यदि मोटर का निर्गत 70 HP (मैट्रिक) व दक्षता 90% हो तो शक्ति गुणक ज्ञात करें।

$$\text{इनपुट} = \frac{\text{Output}}{\text{Efficiency}}$$

$$\sqrt{3} E_L I_L \text{Cos}\theta = \frac{70 \times 735.6}{\frac{90}{100}}$$

$$\text{Cos}\theta = \frac{70 \times 735.6 \times 100}{90 \times \sqrt{3} \times 400 \times 100}$$

शक्ति गुणक = 0.82.

उदाहरण 3

एक 3-phase, 400V, 50 HZ, डेल्टा संयोजित प्रेरण मोटर लाइन से 0.85 शक्ति गुणक पर 150 एम्पियर करंट ले रही है और 100 (मैट्रिक) HP का निर्गत दे रही है। दक्षता की गणना करें।

$$\text{\% दक्षता} = \frac{\text{Output x 100}}{\text{Input}}$$

$$= \frac{100 \times 735.6 \times 100}{\sqrt{3} \times 400 \times 150 \times 0.85}$$

= 83.3 %

उदाहरण 4

एक 3-फेज, 400 V, प्रेरण मोटर 0.9 शक्ति गुणक पर 30 एम्पियर का लाइन करंट ले रही है। मोटर की दक्षता 80% है। मैट्रिक अश्व शक्ति में निर्गत की गणना करें।

वाट में निर्गत = निविष्ट x दक्षता

$$= \frac{400 \times 30 \times 0.9 \times 80}{100}$$

$$\text{मैट्रिक HP में निर्गत} = \frac{\text{Output in watts}}{735.6}$$

$$= \frac{\sqrt{3} \times 400 \times 30 \times 0.9 \times 80}{100 \times 735.6}$$

= 20.3 HP.

मोटर के लिए जॉगिंग (इंचिंग) नियंत्रण परिपथ (Jogging (inching) control circuits for motors)

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

- **जागिंग/इंचिंग नियन्त्रण प्रक्रिया को परिभाषित करना**
- **जागिंग/इंचिंग नियन्त्रण के उद्देश्य का वर्णन करना**
- **सलैक्टर स्विच का उपयोग करते हुए जागिंग नियन्त्रण के परिचालन का वर्णन करना**
- **पुश बटन स्टेशन का उपयोग करते हुए जागिंग परिचालन का वर्णन करना**
- **कन्ट्रोल रिले का उपयोग करते हुए जागिंग परिचालन का वर्णन करना।**

Copyright Free Under CC BY Licence

जागिंग (इंचिंग) (Jogging) (inching): कुछ औद्योगिक कार्यों में मशीन के घूमने वाले भाग को थोडा थोड़ा चलाना पड़ता है। इसे जिस नियन्त्रण प्रणाली से किया जाता है उसे जागिंग या इचिंग कहते है। मोटर को विरामअवस्था से बार बार चलाने के लिए परिपथ क्लोज्ड करने को जागिंग के रूप में परिभाषित किया जाता है। इसके द्वारा मशीन को थोडा थोडा चलाया जाता है। जॉग पुश बटन को दबाने से चुम्बकीय स्टार्टर ऊर्जित हो जाता है और मोटर चलने लगती है; जब जॉग पुश बटन को छोड़ा जाता है तो मोटर रूक जाती है।

जब जागिंग सर्किट का उपयोग किया जाता है तो मोटर को तब तक ऊर्जित रखा जा सकता है जब तक कि जॉग बटन को दबा कर रखा जाये। इसका अर्थ है ऑपरेटर का मोटर ड्राइव पर क्षणिक नियन्त्रण होता है।

जागिंग/इंचिंग नियंत्रण का उद्देश्य (Purpose of jogging/inching controls): सामान्यतः जागिंग (इंचिंग) नियन्त्रण से निम्नलिखित मशीनों में उनके सामने दर्शायी गई परिचालन सुविधा के लिए उपयोग किया जाता है।

- खराद मशीन नियन्त्रण- जॉब की trueness जाँचने के लिए और आरम्भ में टूल की सैटिंग के लिए।
- मीलिंग मशीन का नियंत्रण - आरम्भन सेटिंग में कटर की कान्सेट्रिक चाल को चैक करने में और कटर के फीड की गहराई के लिए अंशाकित कालर को सैट करने के लिए ।
- ग्राइंडिंग मशीन नियंत्रण- व्हील की उचित माउन्टिंग की जाँच करने के लिए।
- पेपर कटिंग मशीन - कट को समायोजित करने के लिए।

उपरोक्त के अतिरिक्त, इंच कंट्रोल का उपयोग क्रेन में, hoists और कनवेयर (conveyor) बेल्ट की यंत्रावली में प्रमुख रूप से किया जाता है । ताकि थोडा-थोडा विस्थापन चलित मशीनरी में उर्ध्वाधर या क्षैतिज रूप में किया जा सके।

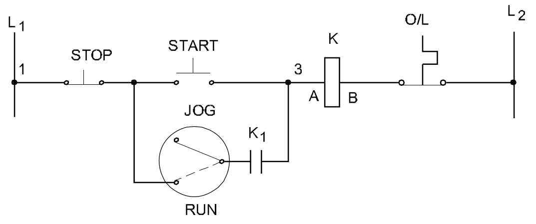
जागिंग निम्नलिखित विधियों द्वारा पूरी की जा सकती है।

- सलैक्टर स्विच
- पुश बटन
- जॉग रिले सहित पुश बटन

सेलेक्टर स्विच के उपयोग से जागिंग नियन्त्रण (Jogging control using a selector switch): सेलेक्टर स्विच का उपयोग करते हुए, स्टार्ट बटन का उपयोग, इसके स्टार्टिंग पुश बटन कार्य के साथ साथ जागिंग पुश बटन के रूप में भी किया जा सकता है। कॉन्टैक्टर के होल्डिंग सम्पर्क जो स्टार्ट बटन के समानांतर में होते है, को विच्छेदित कर दिया जाता है और सलैक्टर स्विच को जॉग स्थिति में रखा जाता है जो कि Fig 1 में परिपथ में दर्शाया गया है और Fig 2 में इसका पैनल लेआउट दर्शाया गया है।

मोटर को जागिंग/इंचिंग स्टार्ट बटन द्वारा स्टार्ट व स्टाप किया जा सकता है। जब तक स्टार्ट बटन दबा रहेगा तब तक मोटर परिचालित रहेगी।

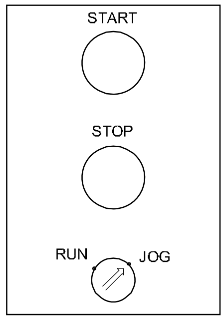
Fig 1



CONTROL CIRCUITS WITH JOG-RUN SELECTOR SWITCH.

ELN3313171

Fig 2

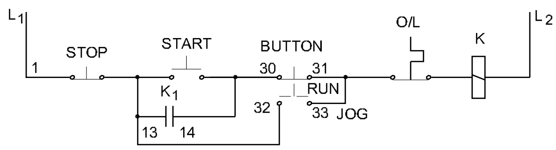


A PANEL OF A STATION IN WHICH THE START BUTTON CAN BE USED FOR INCHING OR JOGGING.

ELN3313172

पुश-बटन के उपयोग से जागिंग (Jogging control using a push-button): Fig 3 में एक D.O.L. स्टार्टर का कन्ट्रोल सर्किट दर्शाया गया है जो स्टार्ट -स्टॉप पुश बटन स्टेशन से जुड़ा हुआ है। जब ऑन पुश-बटन को दबाया जाता है, कुण्डली K ऊर्जित हो जाती है क्योंकि सामान्यतया बन्द जाग बटन के सम्पर्क 30 & 31 द्वारा नो वोल्ट क्वाइल सर्किट पूर्ण हो जाता है। इसलिए मुख्य कान्टैक्टर के ऑन होने पर मोटर चलने लगती है। सेल्फ-होल्डिंग एग्लीलरी सम्पर्क K_1 टर्मिनल 13 व 14 के बीच क्लोज्ड हो जाता है और ऑन बटन को छोड़ने के बाद भी नो-वोल्ट क्वाइल सर्किट कार्य करता रहता है। जैसे ही जॉग पुश बटन को दबाया जाता है, क्षणिक रूप में नो- वोल्ट क्वाईल सर्किट खुल जाता है, कॉन्टैक्टर ऊर्जा विहित हो जाता है और यदि मोटर चल रही हो तो रूक जाती है। तब जॉग बटन नीचे वाले सम्पर्क 32 & 33 को क्लोज करते है तब नो-वोल्ट क्वाईल परिपथ क्लोज हो जाते है और मोटर तब तक चलने लगती है जब तक जॉग-बटन को दबाये रखा जाता है। बार बार जॉग-बटन को दबाने या छोडने से मोटर स्टार्टर होती है और रूकती है जिसके कारण चलित मशीनरी आवश्यक दिशा में इंच-इंच आगे बढती है। दूसरी तरह स्टार्ट बटन को दबाने पर मोटर सामान्य रूप में चलती है।

Fig 3



CONTROL CIRCUIT WITH JOG PUSH-BUTTON

ELN3313173

रिले के उपयोग से जागिंग नियंत्रण (Jogging control using a relay): Fig 4 में D.O.L. स्टार्टर का नियंत्रण परिपथ दिखाया गया है जो अन्य उपयोगी पुर्जो के साथ कंट्रोल रिले से जुड़ा है। जब स्टार्ट बटन को दबाया जाता है तो कन्ट्रोल रिले की क्वाइल CR ऊर्जित हो जाती है और

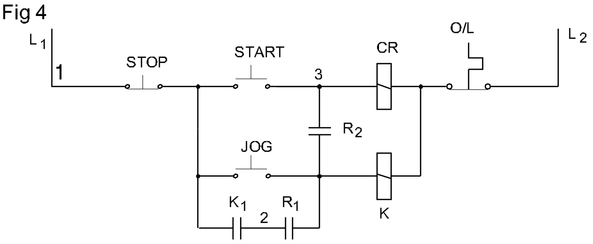
Copyright Free Under CC BY Licence

कॉन्टैक्टर R_1 और R_2 क्लोज हो जाते है। इस प्रकार थोड़े समय के लिए रिले के R_2 सम्पर्क द्वारा नो वोल्ट क्वाईल `K' का सर्किट पूर्ण हो जाता है इसके फलस्वरूप नो वोल्ट क्वाईल रिले K का K_1 एग्लीलरी सम्पर्क स्वतः होल्ड हो जाता है और मोटर लगातार चलती रहती है जबकि स्टार्ट बटन से दबाव हटा लिया जाये।

जब मोटर नही चल रही होती है तब यदि जॉग बटन दबा दिया जाये तो नो-वोल्ट क्वाइल K का सर्किट पूर्ण हो जाता है और मोटर तब तक चलती रहती है जब तक कि जॉग बटन को दबाये रखा जाये क्योंकि होल्डिंग सर्किट R_1 के द्वारा पूर्ण नही होता और कंट्रोल रिले (CR) के ऊर्जित न होने से स्टार्टर क्वाइल सर्किट पूर्ण नही होता है।

एक 3-फेज, मोटर के लिए D.O.L. स्टार्टर जिसमें रिले द्वारा जॉग कन्ट्रोल होता है, में चार नारमली ओपन कॉन्टैक्ट (3 मुख्य व 1 एग्लीलरी) की आवश्यकता होती है और कंट्रोल रिले में दो नारमली ओपन कॉन्टैक्ट होने चाहिए जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है।

Fig 4



LINE DIAGRAMS USING CONTROL RELAYS IN TYPICAL INSTALLATIONS

ELN3313174

रोटरी प्रकार के स्विच (Rotary type switches)

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

- **रोटरी प्रकार के स्विचों की विशिष्टताओं की व्याख्या जैसे वोल्टेज क्षमता, धारा क्षमता, पोल, कार्य, स्थिति, आरोहण के प्रकार, हैण्डल का प्रकार, प्रति घण्टा परिचालन संख्या और विशेष आवश्यकता**
- **मोटर की संयोजन आरेख के साथ रोटरी स्विचों के schematic आरेख का वर्णन जिसमें तीन पोल स्विच को ऑन/ऑफ करना, फारवर्ड, स्टॉप व तीन पोल स्विच को रिवर्स करना, स्टार डेल्टा स्विच और पोल परिवर्ती स्विच हैं।**

रोटरी स्विचों का उपयोग लेथ, मिलिंग मशीनों में सामान्यतया अधिक किया जाता है क्योंकि इनकी स्थिति स्पष्ट दिखाई देता है और ये परिचालन में सरल है। ये स्विच लीवर या नॉब द्वारा परिचालित होते है जो आन्तरिक कैम को घुमाते है जिसके द्वारा ब्लॉक के अन्दर विभिन्न टर्मिनल क्रम से सम्पर्क करते है। ये कैम या ब्लॉक कठोर P.V.C. से बने होते है और इस प्रकार डिजाईन किये हुए होते है जो बहुत अधिक परिचालन को सह सकते है। कई प्रकार की कैम और सम्पर्क ब्लॉकों से कई प्रकार के मिश्रित सर्किट बनाये जा सकते है। चूंकि सम्पर्क ब्लॉक, टर्मिनल और कैम स्प्रिंग से भारित होते है, इसलिए इन स्विचों की मरम्मत के लिए अनुभव हीन व्यक्तियों द्वारा इन्हें नही खोलना चाहिए।

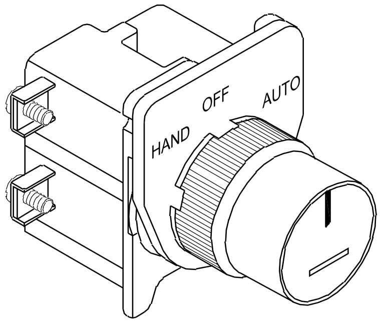
निम्नानुसार इन रोटरी स्विचों को वर्गीकृत किया जाता है

- पोल
- फंक्शन
- पोजीशन
- आरोहण प्रकार
- हैण्डल का डिजाईन और
- परिचालन की आवृत्ति

पोल (Poles): स्वतंत्र सम्पर्क टर्मिनल व परिचालन की संख्या के अनुसार ये 2-पोल (एक फेज सन्दर्भ Fig 1) और 3-पोल (3-फेज, सन्दर्भ Fig 2) स्विच होते है।

कार्य (Function): कैम और कॉन्टैक्ट ब्लॉक के संयोजन पर निर्भर करते हुए रोटरी स्विच अनेक कार्य कर सकती है। इनके अनुसार ये निम्न प्रकार का सूत्र हो सकती है।

Fig 1



250 V AC 15 AMPS 2-POLE THREE POSITION
FLUSH MOUNTING COIN-SLOT OPERATOR

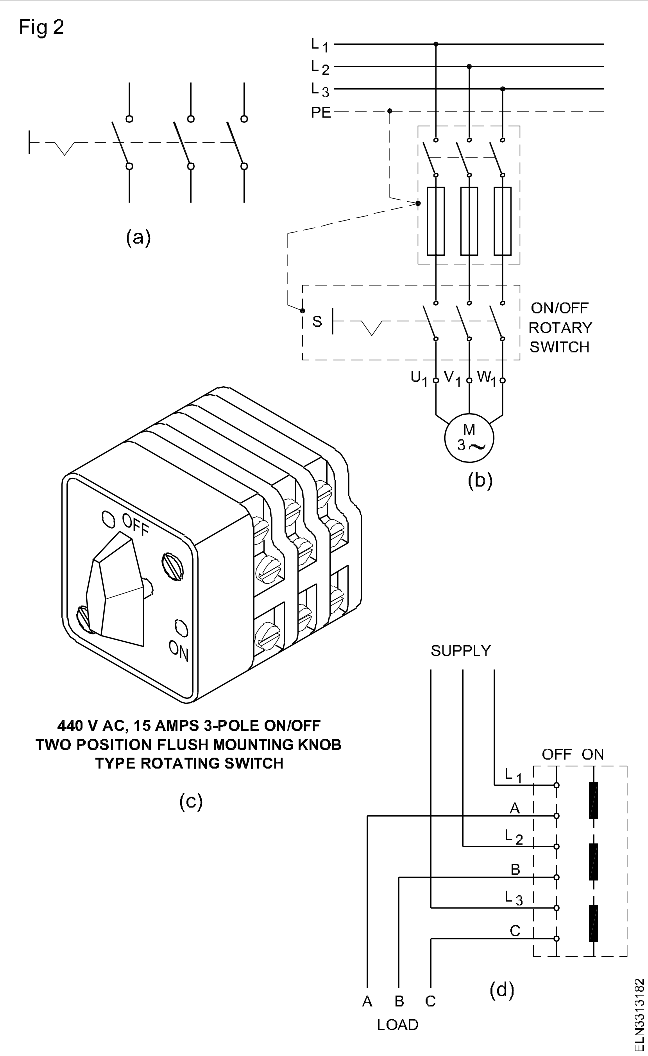
ELN3313181

- ON/OFF स्विच (Fig 2)
- मैनुअली फारवर्ड/रिवर्सिंग स्विच (Fig 3)
- मैनुअल स्टार-डेल्टा स्विच (Fig 4)
- गति नियंत्रण के लिए पोल पविर्तीत स्विच (Fig 5)

उपरोक्त वोल्टमीटर/एमीटर सैलेक्टर के अतिरिक्त, 4-स्थिति वातानुकुलित स्विच भी उपलब्ध है।

स्थिति (Position): रोटरी प्रकार के सेलैक्टर स्विच दो (Fig 2) तीन (Figs 1, 3 and 4) और चार स्थितियों में उपलब्ध है। ये (क्षणिक) स्प्रिंग रिटर्न व बनाए रखे हुए कंट्रोल ऑपरेशन उपलब्ध कराते है। दो स्थिति व तीन स्थिति स्विच या तो बने रहते है या स्प्रिंग रिटर्न प्रकार की हो सकती है जबकि चार स्थिति वाले स्विच सभी चारों अवस्थाओं में बने रहते है।

Copyright Free Under CC BY Licence



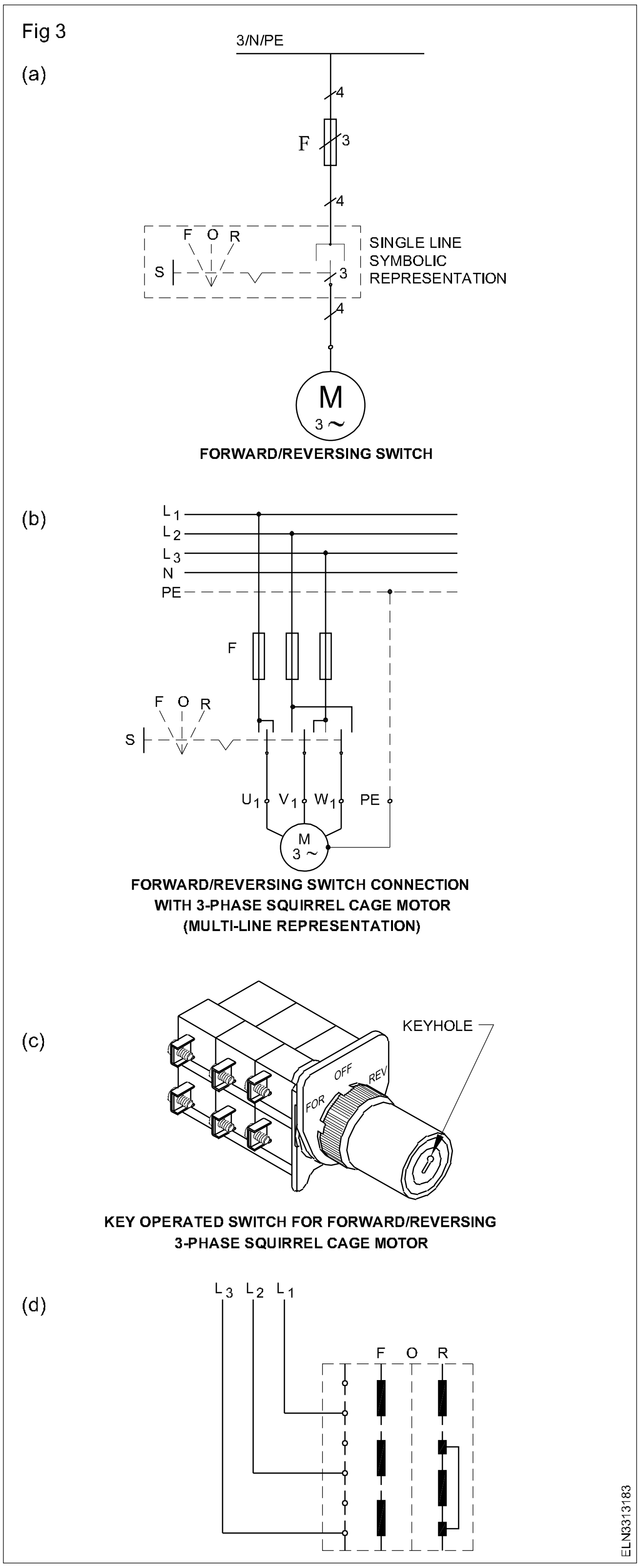
आरोहण प्रकार (Mounting type): निम्नलिखित आरोहरण प्रकार मे से हम किसी एक को आवश्यकता अनुसार चुन सकते है।

- सतही आरोहण प्रकार (Surface mounting type)
- फ्लश आरोहण प्रकार (Flush mounting type) (Fig 1)
- बॉक्स आरोहण प्रकार (Box mounting type) (Fig 4)

हैण्डल का डिजाइन (Handle design): परिचालन प्रकृति के अनुसार इसे निम्नलिखित द्वारा किया जा सकता है

- नॉब (Fig 2c)
- लीवर (Fig 5d)
- सिक्के का खांचा (Fig 1)
- चाबी परिचालन (Fig 3c)

परिचालन आवृत्ति (Frequency of operation): इन स्विचों का प्रति घण्टा प्रचालन की संख्या को B.I.S. 10118 (Part II) 1982 में निर्दिष्ट किया गया है। नीचे दी गई जानकारी को B.I.S. के सन्दर्भ से लिया गया है।



क्र. सं.	विवरण	प्रति घण्टा प्रचालन
1	ऑन-ऑफ और सैलेक्टर पद्धति	150 बार तक
2	पोल परिवर्ती स्विच	150 बार तक
3	मैनुअल स्टार-डेल्टा स्विच	30 बार तक
4	गति नियंत्रण स्विच	150 बार तक

Copyright Free Under CC BY Licence

विशिष्टताएं (Specification): बाजार से उपलब्ध करने के लिए रोटरी स्विच की विशिष्टताएं निम्नलिखित सूचना देती है।

- कार्यकारी वोल्टता और प्रचालन का प्रकार - AC अथवा DC
- लोड धारा
- पोल
- फंक्शन
- ऑपरेशन की स्थिति
- आरोहण का प्रकार
- वांछित हैण्डल का प्रकार
- प्रचालन की आवृत्ति
- स्वीकार्य अधिकतम माप
- आवरण का प्रकार

रोटरी स्विचों का schematic आरेख (Schematic diagram of rotary switches)

ऑन/ऑफ स्विच (ON/OFF switch): ये स्विच 3-फेज गिलहरी पिंजरा मोटर को डायरेक्ट स्टार्ट करने के लिए उपयोग किये जाते है, जिसे Fig 2a में संकेतात्मक रूप में दर्शाया गया है। Fig 2b और Fig 2c में पूर्ण संयोजन आरेखा दिखाया गया है। इन चित्रों में इस प्रकार के स्विच का सामान्य प्रदर्शित आकार है, के साथ नॉब प्रकार हैण्डल है जो एक आरोहरण प्रकार की काय के साथ है।

Fig 2d में ऑन/आफ स्विच को निर्माता के सूची पत्र (catalogue) के अनुसार दर्शाया गया है।

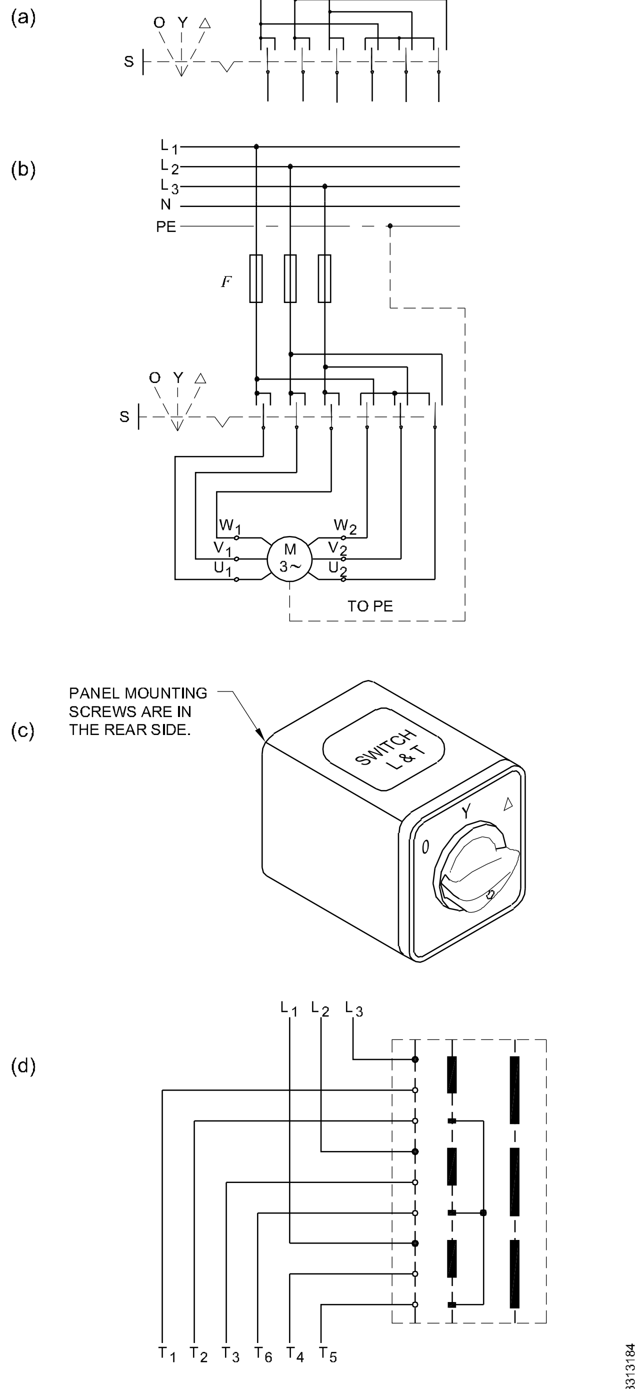
मैनुअल फारवर्ड/रिवर्सिंग स्विच (Manual forward/reversing switch): ये स्विच गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर को सीधी व ऊल्टी दिशा में चलाने के परिचालन में उपयोग किये जाते है। Fig 3a में इसे लाक्षणिक संकेत रूप में प्रदर्शित किया गया है। Fig 3b और Fig 3c में इस प्रकार के स्विच का समान्य रूप दिखाया गया है जो कि चाबी द्वारा परिचालित प्रकार का स्विच है, यह बॉक्स प्रकार आरोहण द्वारा आवेशित है।

Fig 3d निर्माता को केटेलॉग प्रदर्शन है जिसमें फारवर्ड/रिवर्सिंग रोटरी प्रकार का स्विच है।

मैनुअल स्टार डेल्टा स्टार्टर स्विच (Manual star-delta starter switch): इन स्विचों का उपयोग 3-फेज गिलहरी पिंजरा मोटर को स्टार में आरम्भ करने व डेल्टा स्थिति में चालू रखने के लिए किया जाता है।

Fig 4a में स्टार डेल्टा मैनुअल स्विच का लाक्षणिक संकेत दर्शाया गया है। Fig 4b में 3-फेज प्रेरण मोटर का सम्पूर्ण संयोजन आरेख दर्शाया गया है और Fig 4c मे इस प्रकार के स्टार्टर स्विच का सामान्य रूप दिखाया गया है जो कि एक बॉक्स प्रकार की काय में नॉब द्वारा परिचालित है। Fig 4d में निर्माता के सूची पत्र द्वारा प्रदर्शित मैनुअल स्टार-डेल्टा रोटरी स्विच को दिखाया गया है।

Fig 4



STAR-DELTA ROTATING SWITCH TERMINAL REPRESENTATION

ध्रुव-परिवर्तित रोटरी स्विच (Pole-changing rotary switch): इस का उपयोग तीन फेज गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर की गति बदलने के लिए किया जाता है। इसमें गति का परिवर्तन एक गति से दूसरी गति मे करने के लिए या तो दो पृथक वाइंडिंग या श्रेणी में जुड़ी छः वाइन्डिंग की सहायता से किया जाता है। इन वाइन्डिंग मे श्रेणी डेल्टा (निम्न चाल) या समानांतर स्टार (उच्च चाल) के लिए प्रबन्ध किया हुआ होता है। (Fig 5)

Copyright Free Under CC BY Licence

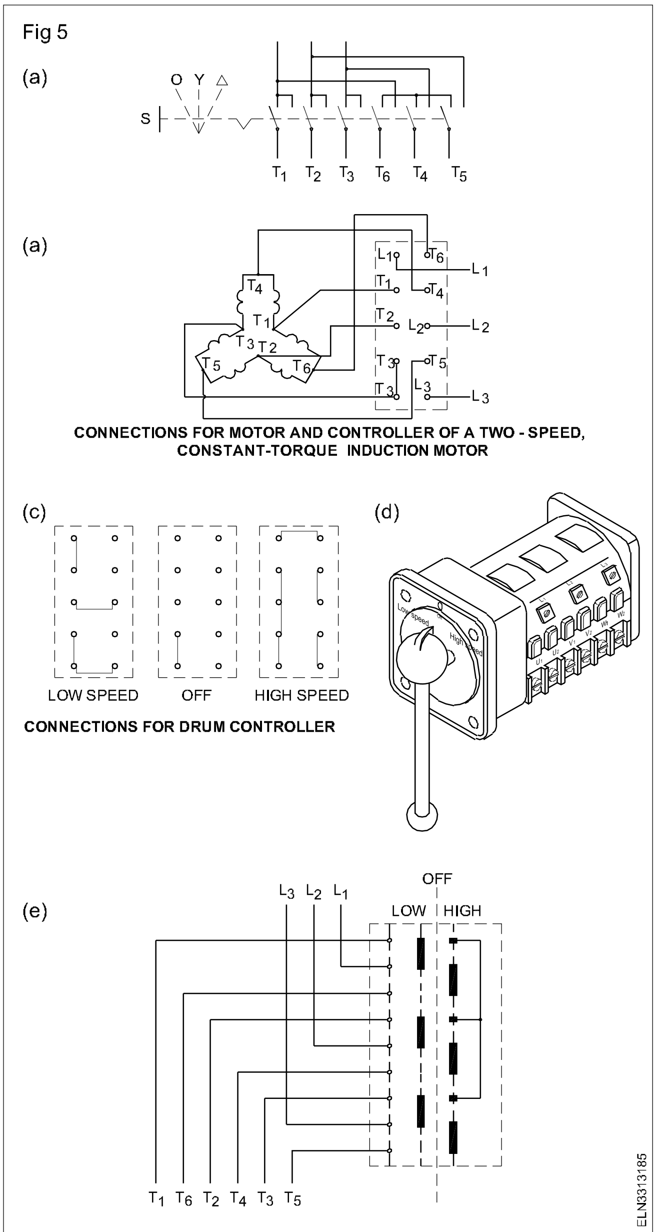


Fig 5a में ध्रुव परिवर्तित रोटरी स्विच का लाक्षणिक प्रदर्शन है। Figs 5b और 5c मोटर संयोजन के साथ ध्रुव परिवर्तन स्विच का सम्पूर्ण आरेख दिखाया गया है और Fig 5d में इस प्रकार के स्विच का लीवर के साथ परिचालन का सामान्य प्रदर्शन दिखाया गया है।

Fig 5e में निर्माता केटेलॉग का प्रदर्शन दिखाया गया है जिसमें पोल परिवर्ती रोटरी स्विच को Figs 5a,b और c में दिखाया गया है।

हस्त-प्रचालित स्टार-डेल्टा स्टार्टर (Manual star-delta starter)

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

- **3-फेज गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर के लिए स्टार डेल्टा स्टार्टर की आवश्यकता बताना**
- **स्टार डेल्टा स्विच व स्टार्टर की संरचना, संयोजन व कार्य प्रणाली का वर्णन करना**
- **मोटर सर्किट में फ्यूज की बैक-अप क्षमता की विशिष्टता बताना।**

Copyright Free Under CC BY Licence

3-फेज गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर के लिए स्टार डेल्टा स्टार्टर की आवश्यकता (Necessity of star-delta starter for 3-phase squirrel cage motor): यदि 3-फेज गिलहरी पिंजरा मोटर को सीधा स्टार्ट किया जाये तो यह कुछ सैकिण्ड तक अपनी पूर्णलोड धारा से 5-6 गुणा अधिक करंट लेती है और जब मोटर अपनी सामान्य मान की गति प्राप्त कर लेती है तब धारा सामान्य मान तक कम हो जाती है। चूंकि मोटर की संरचना रूक्ष (rugged) प्रकार की होती है और आरम्भन धारा कुछ सैकण्ड तक रहती है, इसलिए इस उच्च धारा के कारण गिलहरी पिंजरा मोटर क्षतिग्रस्त नही होती।

फिर भी उच्च क्षमता की मोटरों में प्रारम्भिक धारा पावर लाइन में बहूत अधिक उतार-चढाव उत्पन्न करगी और अन्य लोड में विघन (disturb) पैदा करेगी। दूसरी और पावर लाइन से जुड़ी गिलहरी पिंजरा मोटरों को एक साथ स्टार्ट किया जाये तो ये पावर लाइन, ट्रांसफार्मर और यहाँ तक कि आल्टरनाटरों को भी क्षणिक रूप में ओवर लोड कर देगी।

इन कारणों की वजह से गिलहरी पिंजरा मोटर को स्टार्ट करते समय प्रदाय वोल्टेज को कम करने की आवश्यकता होती है और मोटर जब अपनी गति प्राप्त कर लेती है तब सामान्य वोल्टेज देनी पड़ती है।

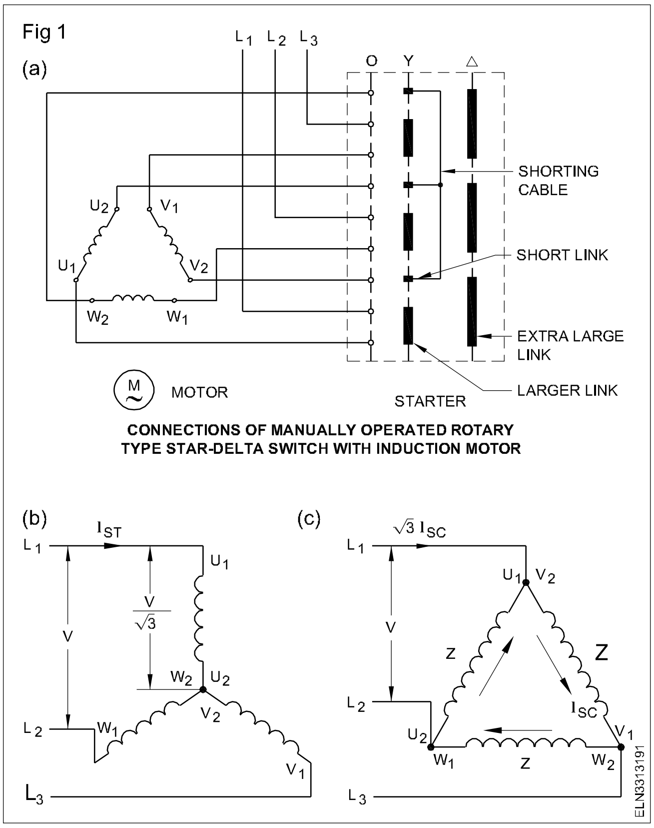
प्रारम्भन के समय गिलहरी पिंजरा मोटरों मे प्रदाय वोल्टेज कम करने के लिए निम्नलिखित विधियाँ है।

- स्टार डेल्टा स्विच व स्टार्टर
- ऑटो ट्रांसफार्मर स्टार्टर
- स्टैप डाउन ट्रांसफार्मर स्टार्टर

स्टार-डेल्टा स्विच (star-delta starter): स्टार डेल्टा स्विच एक कैम स्विच की सरल व्यवस्था है जिसमें कोई अतिरिक्त सुरक्षात्मक युक्ति जैसे ओवरलोड याअण्डर वोल्टेज रिले नहीं होती, केवल फ्यूज परिपथ में फ्यूज सुरक्षा होती है। जबकि स्टार डेल्टा स्टार्टर मे फ्यूज सुरक्षा के अतिरिक्त ओवरलोड रिले और अण्डर वोल्टेज सुरक्षा होती है। स्टार डेल्टा स्टार्टर/स्विच में आरम्भन के समय गिलहरी पिंजरा मोटर में संयोजित होती है जिससे केज वोल्टेज लाइन वोल्टेज से $1/\sqrt{3}$ गुणा कम हो जाती है, और जब मोटर अपनी गति पकड़ती है, तो वाइंडिंग डेल्टा में जुड़ जाती है। स्टार डेल्टा स्टार्टर/स्विच को 3-फेज गिलहरी पिंजरा मोटर से संयोजित करने के लिए तीन केज वाइंडिंग के सभी छः टर्मिनल उपलब्ध होने चाहिए।

जैसा कि Fig 1a, में दर्शाया गया है स्टार डेल्टा स्विच संयोजन गिलहरी पिंजरा मोटर की 3 वाइंडिंग को स्टार में और फिर डेल्टा में संयोजित करने में सक्षम है। स्टार स्थिति में लाइन प्रदाय L_1, L_2 और L_3 वाइन्डिंग के शुरू के सिरों क्रमशः U_1, W_1 और V_1 के साथ बड़े लिंक के साथ जुड़ते है। लघु लिंक जैसे V_2 U_2 और W_2 से जुड़े है जो लघु पथित केबल से लघुपथित shorted होते है और स्टार बिन्दू बनाते हैं। यह संयोजन schematic आरेख (Fig 1b) में दर्शाये गये है।

जब स्विच हैण्डल को डेल्टा स्थिति में बदला जाता है तब लाइन प्रदाय L_1, L_2 और L_3 क्रमशः U_1 V_2, W_1 U_2 और V_1 W_2 टर्मिनलों से संयोजित होती है जो अतिरिक्त बडे लिंक से डेल्टा संयोजन बनाते है। (Fig 1c)



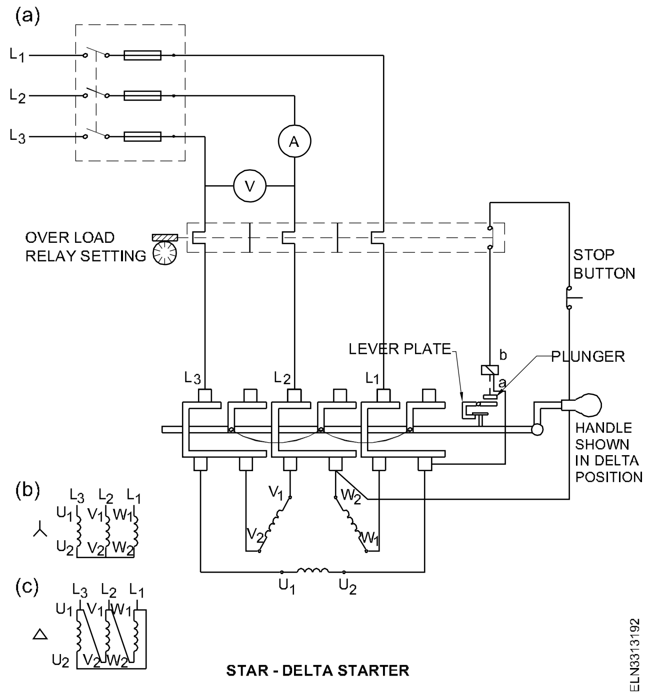
हस्त-प्रचालित स्टार-डेल्टा स्टार्टर (Manual star-delta starter): Fig 2 में एक परम्परागत मैनुअल स्टार डेल्टा स्टार्टर दिखाया गया है जैसा कि इन्सुलेटिड हैण्डल स्प्रिंग द्वारा भारित है, यह जब तक नो वोल्ट क्वाइल ऊर्जित नही होती है तब तक यह हैण्डल को किसी भी स्थिति से ऑफ स्थिति मे रखता है। जब U_2 व W_2 से प्रदाय ले कर होल्ड ऑन क्वाइल सर्किट पूरा होता है तो कुण्डली ऊर्जित हो जाती है और प्लंजर को पकड़ लेती है और इस स्थिति में हैण्डल लीवर प्लेट यन्त्रावली द्वारा स्प्रिंग तनाव की विपरीत डेल्टा स्थिति मे रूका रहता है। जब होल्ड ऑन क्वाइल ऊर्जा हीन होती है प्लंजर गिर जाता है और लीवर प्लेट यन्त्रावली इस प्रकार परिचालित होती है कि यह हैण्डल को ऑफ स्थिति की ओर फैंक देती है जो स्प्रिंग तनाव के कारण होता है। हैण्डल के साथ एक यन्त्रावली होती है। (Fig में दिखाई नही गई है) जो ऑपरेटर को प्रथम बार मे हैण्डल को डेल्टा स्थिति में करने से असम्भव बना देती है। यह तभी होगा जब हैण्डल को प्रथम स्थिति में स्टार स्थिति में लाया जाये, और जब मोटर गति प्राप्त कर लेती है तो हैण्डल डेल्टा स्थिति में धकेला जाता है।

हैण्डल के साथ चल संपर्क टुकडे होते है जो आपस में व हैण्डल से इन्सुलेटिड होते है। जब हैण्डल को स्टार स्थिति में फेंका जाता है तो चल सम्पर्क टुकडे प्रदाय लाइन L_1, L_2 और L_3 को क्रमशः 3-फेज वाइंडिंग के शुरू के सिरे W_1, V_1 व U1 से जोड देते है। इसी समय छोटे चल भाग V_2, W_2 व U_2 से जुड़ जाते है जो लघुपथित केबल से जुडे होते है ये स्टार बिन्दु बनाते है। (Fig 2b)

Copyright Free Under CC BY Licence

जब हैण्डल डेल्टा स्थिति की ओर फेंका जाता है तो बडे चल भाग के सिरे मुख्य प्रदाय लाइन L_1, L_2 व L_3 से जुड़ जाते है जो क्रमशः वाइन्डिंग टर्मिनल W_1U_2, V_1W_2 और U_1V_2 को जोड़ कर डेल्टा संयोजन बनाते है।(Fig 2c)

Fig 2



STAR - DELTA STARTER

इन्सुलेटिड रॉड के वर्म गियर यन्त्रावली द्वारा ओवर लोड रिले की करंट सेटिंग का समायोजन किया जाता है। जब लोड धारा निर्धारित मान से अधिक होती है तो रिले के हीटर एलीमेन्ट मे ऊष्मा उत्पन्न होती है जो रॉड को दबाकर होल्ड ऑनक्वाइल का सर्किट खोल देती है, इस प्रकार क्वाइल ऊर्जा हीन हो जाती है और स्प्रिंग तनाव के कारण हैण्डल ऑफ स्थिति में वापिस आ जाती है।

बैक-अप फ्यूज सुरक्षा (Back-up fuse protection): लघु पथन से बचने के लिए स्टार डेल्टा स्टार्टर मोटर सर्किट में फ्यूज सुरक्षा आवश्यक है। सामान्य व्यवहार के नियम अनुसार 415V, 3-फेज गिलहरी पिंजरा मोटरें अपनी H.P. क्षमता से पूर्ण लोड का 1.5 गुणा करंट लेती है। उदहारण के लिए एक 10 HP 3-फेज 415V मोटर का पूर्ण लोड करंट लगभग 15 एम्पियर होता है।

बार बार फ्यूज के पिघलने को रोकने के लिए और उचित सुरक्षा के लिए फ्यूज तार की क्षमता मोटर के पूर्ण लोड करंट क्षमता से 1.5 गुणा होनी चाहिए। इस प्रकार 10 HP, 15 एम्पियर पूर्ण लोड करंट लेती है, की फ्यूज क्षमता 23 एम्पियर होगी या 25 एम्पियर कहलायेगी।

स्टार और डेल्टा संबंधों की सघन तुलना (Comparison of impact of star and delta connections) बैक-अप फ्यूज सुरक्षा (Back-up fuse protection): लघु पथन से बचने के लिए स्टार डेल्टा स्टार्टर मोटर सर्किट में फ्यूज सुरक्षा आवश्यक है। सामान्य व्यवहार के नियम अनुसार 415V, 3-फेज गिलहरी पिंजरा मोटरें अपनी H.P. क्षमता से पूर्ण लोड का 1.5 गुणा करंट लेती है। उदाहरण के लिए एक 10 HP 3-फेज 415V मोटर का पूर्ण लोड करंट लगभग 15 एम्पियर होता है।

बार बार फ्यूज के पिघलने को रोकने के लिए और उचित सुरक्षा के लिए फ्यूज तार की क्षमता मोटर के पूर्ण लोड करंट क्षमता से 1.5 गुणा होनी चाहिए। इस प्रकार 10 HP, 15 एम्पियर पूर्ण लोड करंट लेती है, की फ्यूज क्षमता 23 एम्पियर होगी या 25 एम्पियर कहलायेगी।

प्रेरण मोटर की आरम्भन धारा और बलघूर्ण की स्टार-डेल्टा संयोजन के संघट की तुलना (Comparison of impact of star and delta connections on starting current and torque of the induction motor): गिलहरी पिंजरा मोटर की तीन फेज कुण्डलें, स्टार्टर द्वारा स्टार में संयोजित होती है, प्रत्येक वाइंडिंग के पार्श्व में फेज वोल्टता लाईन वोल्टता की $1/\sqrt{3}$ या (58%), हो जाती है, और इस कारण आरम्भन धारा 1/3 गुणा कम हो जाती है यह उस धारा का 1/3 वां भाग है जब मोटर को सीधा डेल्टा में जोड़ा जाये। आरम्भन धारा का इस प्रकार कम होने से आरम्भिक बलघूर्ण (starting torque) भी 1/3 गुणा कम हो जाता है यह 1/3 वां भाग उस आरम्भिक टार्क का है जब मोटर को सीधा डेल्टा मे प्रारम्भ किया जाता ।

उपरोक्त कथन को निम्न उदाहरण से वर्णन समझा जा सकता है।

उदाहरण

एक गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर की तीन समान कुण्डलियाँ प्रत्येक 20 ओह्म और प्रारम्भिक प्रतिघात15 ओह्म है, ये (a) स्टार (b) डेल्टा में स्टार डेल्टा स्टार्टर द्वारा 3-फेज 400V 50 Hz प्रदाय मुख्य से संयोजित की गई।

प्रत्येक स्थिति में लाइन करंट व खर्च की गई शक्ति की गणना कीजिए। प्रत्येक स्थिति में विकसित बलघूर्ण की तुलना कीजिए।

हल

प्रति फेज प्रतिबाधा

$$Z_{ph} = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$= \sqrt{20^2 + 15^2}$$

स्टार संयोजन में

$$E_{Ph} = \frac{E_L}{\sqrt{3}} = \frac{400}{\sqrt{3}} = 231 \text{ volts}$$

$$I_{Ph} = \frac{E_{ph}}{Z_{ph}} = \frac{231}{25} = 9.24 \text{amps}$$

$$I_L = I_{sh} = 9.24 \text{amps.}$$

$$\text{खर्च हुई शक्ति} = \sqrt{3}\, E_L I_L \text{Cos}\theta$$

Copyright Free Under CC BY Licence

$$= \sqrt{3} \times 400 \times 9.24 \times 1$$

Assuming PF = 1, we have = 6401 watts.

डेल्टा संयोजन में

$$E_{ph} = E_L = 400V$$

$$I_{Ph} = \frac{E_{ph}}{Z_{ph}} = \frac{400}{25} = 16A$$

$$I_L = \sqrt{3}\, I_{ph} = 1.732 \times 16 = 27.7\ A$$

$$\text{खर्च हुई शक्ति} = \sqrt{3}\, E_L I_L \cos\theta$$

(assume PF = 1)

$$= \sqrt{3} \times 400 \times 27.7 \times 1$$

$$= 19190\ W.$$

विकसित होनेवाला बलघूर्ण वाइंडिंग के पार्श्व में आरोपित वोल्टेज के वर्ग के समानुपाती होता है।

स्टार स्थिति में, वाइंडिंग के पार्श्व में वोल्टता E_{ph}

$$E_{ph} = \frac{E_L}{\sqrt{3}}$$

$$= \frac{E^2_L}{\sqrt{3}} K \text{ in star}$$

डेल्टा स्थिति में वाइंडिंग केपार्श्व में वोल्टता E_{ph}

$$E_{ph} = E_L.$$

अतः बलघूर्ण

$$(E_L)^2K = E^2_L K.$$

तुलना करने पर स्टार संयोजन में विकसित होने वाला बलघूर्ण प्रारम्भन के समय, रनिंग में डेल्टा संयोजन की अपेक्षा 1/3 गुणा कम होता है।

स्टार संयोजन के कारण आरम्भन में बलघूर्ण 3 गुणा कम होता है, यदि इस प्रकार की मोटर को हेवी लोड के साथ आरम्भ किया जाये तो स्टार डेल्टा स्टार्टर का उपयोग नहीं किया जाता है। इसकी अपेक्षा ऑटो-ट्रांसफार्मर या स्टैप-डाउन ट्रांसफार्मर स्टार्टर का उपयोग होना चाहिए। चूंकि इन स्टार्टर मेंवोल्टता टेपिंग लाइन वोल्टता का 58% से अधिक ले सकते है जो बलघूर्ण की आवश्यकता के लिए उपयुक्त रहती है।

सेमी-ऑटोमैटिक स्टार-डेल्टा स्टार्टर (Semi-automatic star-delta starter)

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

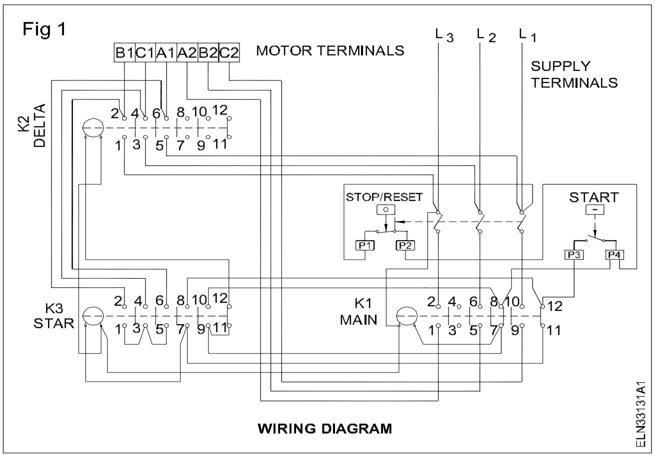
- **सेमी-ऑटोमैटिक स्टार डेल्टा स्टार्टर की वायरिंग का वर्णन करना**
- **सेमी-ऑटोमैटिक स्टार डेल्टर स्टार्टर के परिचालन की व्याख्या करना।**

मानक गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर जिसकी तीनों वाइन्डिंग में प्रत्येक के दोनो सिरे (छः टर्मिनल) बाहर निकले होते है, स्टार डेल्टा मोटरें कहलाती है। यदि आवश्यक संख्या व उचित प्रकार से वायरिंग युक्त कॉन्टैक्टर स्टार्टर्र उपयोग किया जाये तो मोटर को स्टार में आरम्भ करके डेल्टा में चालू रख सकते है।

मैनुअल स्टार डेल्टा स्टार्टर के उचित उपयोग के लिए व रखरखाव के लिए विशेष कौशल की जरूरत पड़ती है । मैनुअल लीव को धीमा ऑपरेट करने से कई बार चल व स्थिर सम्पर्क, मैनुअल स्टार डेल्टा स्टार्टर्र में क्षतिग्रस्त हो जाते है।

मुख्य लाइन के साथ संयोजन बनाने व विच्छेदन के लिए कॉन्टैक्टरों का उपयोग किया जाता है। Fig 1 में वायरिंग आरेख व Fig 2 पावर सर्किट व कंट्रोल सर्किट का लाइन आरेख दर्शा रहे है।

परिचालक **Operation:** Fig 2 में पावर सर्किट औरकंट्रोल सर्किट को ध्यान से देखें। जब स्टार्ट बटन S_2 को दबाते है तो कॉटैक्टर K_3 की क्वाइल P_4, P_3 के माध्यम से व नारमली क्लोज्ड कॉन्टैक्ट K_1 के 12 व 11 के माध्यम



से ऊर्जित हो जाती है। जब कॉन्टैक्टर K_3 का सर्किट क्लोज्ड होता है तो इसके एग्लीलरी सम्पर्क K_3 ,11 व 12 के बीच नारमली क्लोज्ड से खुल जाते है व K_3 के सम्पर्क 10 व 9 के बीच निर्मित हो जाते है। मुख्य कॉन्टैक्टर K_1 बिन्दू P_4 K_3 के 10 व 9 के माध्यम से ऊर्जित हो जाता है। जब एक बार कॉन्टैक्टर K_1 ऊर्जित हो जाता है तो K_1 के नो सम्पर्क, बिन्दु 8 व 7 एग्लीलरी सम्पर्क K_3 के 10 व 9 टर्मिनल के समानांतर में स्थापित हो जाते है।

Copyright Free Under CC BY Licence

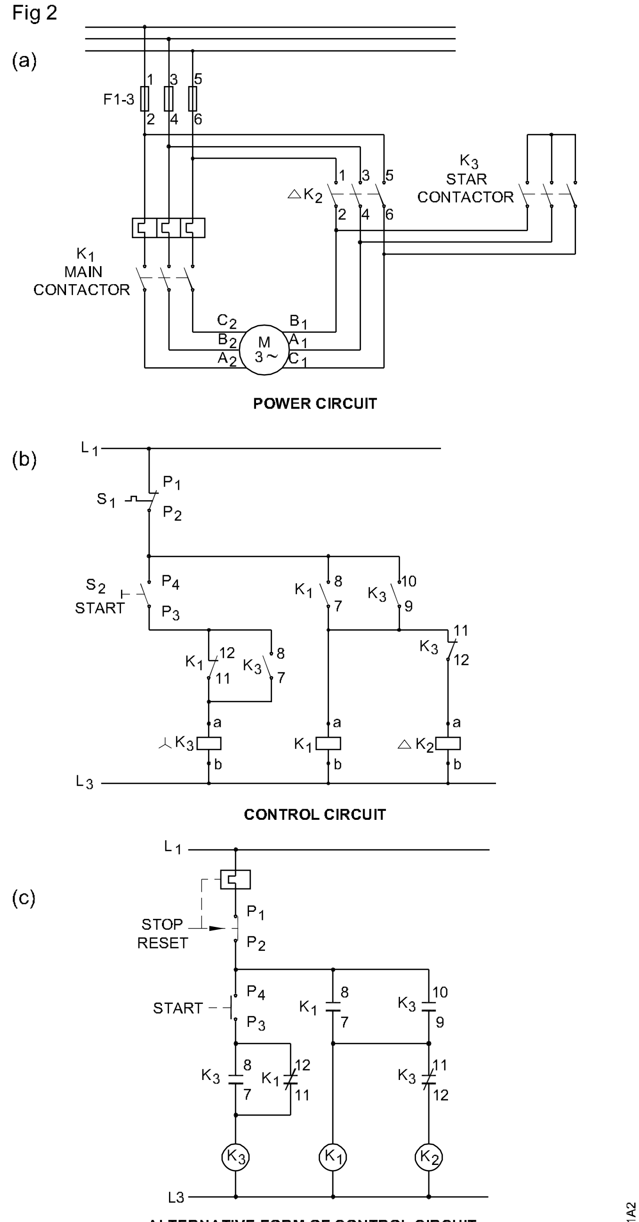
जब तक स्टार्ट बटन को दबाये रखेंगे तब तक स्टार कॉन्टैक्टर K_3 ऊर्जित रहेगा। एक बार स्टार्ट बटन को छोड़ देने से K_3 की कुण्डली ऊर्जा हीन हो जायेगी। K_3 सम्पर्क परिचालित नही हो सकता क्योंकि नारमली क्लोज्ड कॉन्टैक्ट टर्मिनल 12 व 11 बीच इलैक्ट्रिकल इन्टरलॉक है।

जब कॉन्टैक्टर K_3 ऊर्जा हीन हो जाता है तो सम्पर्क K_3 टर्मिनल 11 व 12 के बीच नारमली क्लोज्ड रूप में स्थापित होता है और कॉन्टेक्टर K_2 - की कुण्डली परिपथ भी स्थापित हो जाता है। डेल्टा कॉन्टैक्टर K_2 क्लोज हो जाता है।

प्रेरण मोटर के संतोषजनक आरम्भन औरचलने के लिए ऑपरेटर को मोटर के आरम्भ और तुल्यकालिक गति के 70% तक पहुँचने तक अवलोकन करना चाहिए।

Fig 2(c) में कंट्रोल सर्किट को बताने के लिए विकल्प दिया गया है।

Fig 2



ALTERNATIVE FORM OF CONTROL CIRCUIT
LINE DIAGRAM OF SEMI - AUTOMATIC STAR - DELTA STARTER

स्वचालित स्टार-डेल्टा स्टार्टर (Automatic star-delta starter)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे
- **स्वचालित स्टार-डेल्टा स्टार्टर व ओवर लोड रिले की सेटिंग के अनुप्रयोगों को बताना**
- **स्वचालित स्टार-डेल्टा स्टार्टर के परिचालन का वर्णन करना।**

अनुप्रयोग (Applications) : स्टार डेल्टा मोटरे प्राथमिक रूप से बड़े केन्द्रीय वातानुकुलित इकाई को चलाने वाले अपकेन्द्री चिलर (entrifugal chillers) पंखे, बलोअर व पम्प का चलाने के लिए उपयोग में लाई जाती है, और ऐसी परिस्थिति जहाँ पर कम प्रारम्भन बलघूर्ण की आवश्यकता पड़ती है। जहाँ पर कम आरम्भन धारा चाहिए वहाँ परभी स्टार डेल्टा संयोजित मोटरें उपयोग में लाई जाती है।

स्टार डेल्टा मोटरों में सारी वाइंडिंग उपयोग होती है और प्रतिरोधक या ऑटो ट्रांसफार्मर जैसे नियन्त्रक युक्तियाँ नही होते है। स्टार-डेल्टा मोटरें इस प्रकार के लोडों पर अधिक की जाती है जहाँ पर उच्च जडत्व और लम्बी त्वरण अवधि होती है।

ओवरलोड रिले की सेटिंग (Overload relay settings) : स्टार डेल्टा स्टार्टर में तीन अधिलोड रिले उपलब्ध रहते है। ये रिले इसलिए लगाई जाती है कि ये मोटर वाइन्डिंग धारा को वहन कर सके। इसका अर्थ यह है कि रिले यूनिट का चयन इस प्रकार होता है कि यह वाइन्डिंग धारा वहन कर सके, और न कि डेल्टा संयोजित पूर्ण लोड धारा। मोटर पर अंकित नेम प्लेट में डेल्टा संयोजित पूर्ण लोड धारा होती है, वाइन्डिंग धारा ज्ञात करने के लिए इसे 1.73 से भाग दें। इस वाइन्डिंग धारा को आधार बना कर मोटर वाइन्डिंग सुरक्षा रिले की सेटिंग व चयन करना चाहिए।

Copyright Free Under CC BY Licence

परिचालन (Operation) : Fig 1 में स्वचालित स्टार डेल्टा स्टार्टर का पावर व कन्ट्रोल सर्किट का लाइन आरेख दिखाया गया है। स्टार्ट बटन S- को दबाने से स्टार कान्टैक्टर K_3 ऊर्जित हो जाता है (करंट K_4 T NC के टर्मिनल 15 & 16 और K_2 और NC टर्मिनल 11 & 12 के माध्यम से प्रवाहित होती है।) एक बार K_3 के ऊर्जित होने K_3 के NO कॉन्टैक्ट बन्द हो जाते है। (टर्मिनल 23 & 24) और कॉन्टैक्टर K_1 को बन्द करने के लिए धारा के लिए मार्ग प्रदान करते है। K_1 के बन्द होने पर स्टार्ट बटन के समानांतर में लगे K_1 के NO टर्मिनल्स 23 & 24 के द्वारा मार्ग स्थापित हो जाता है।

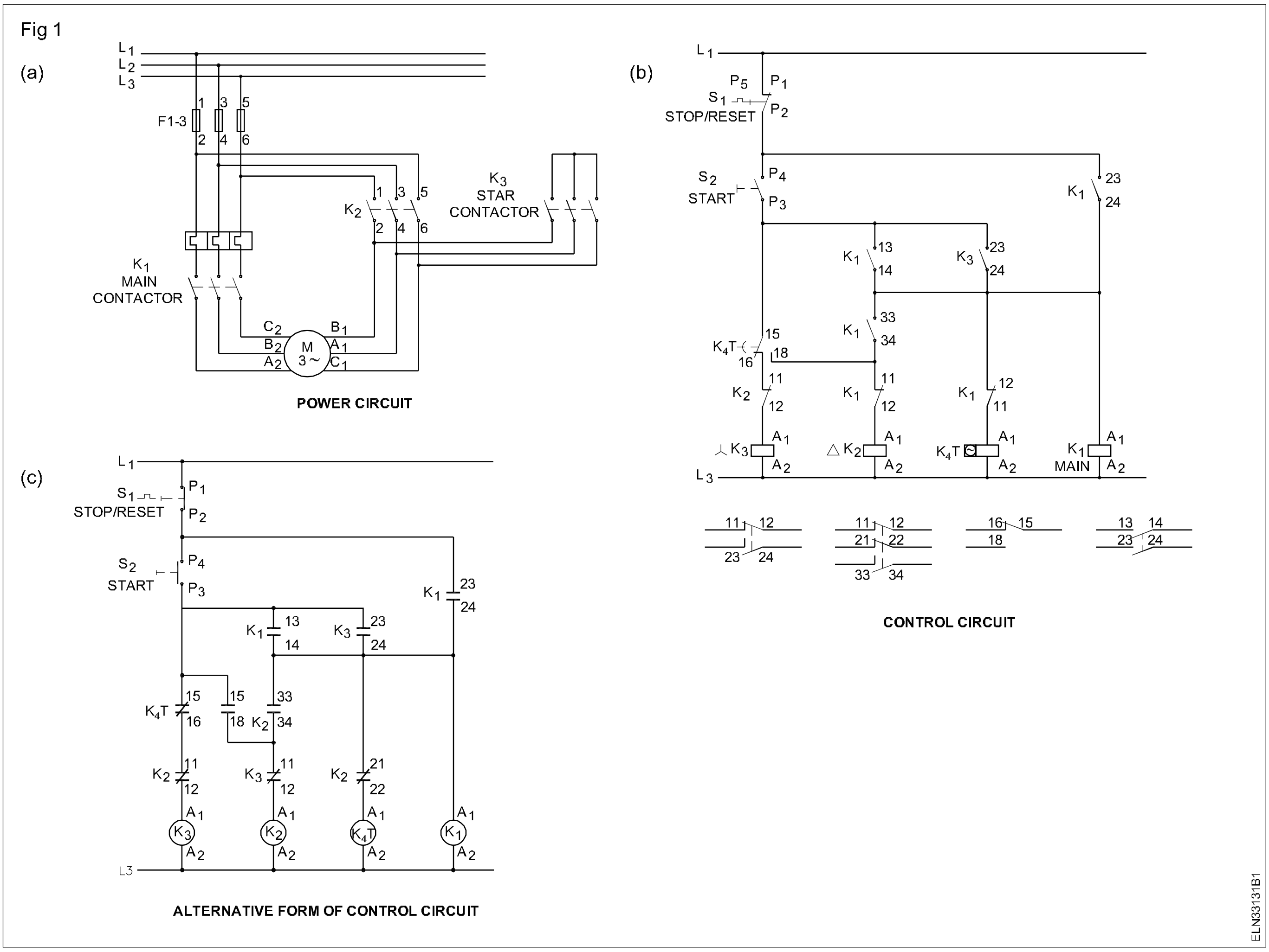
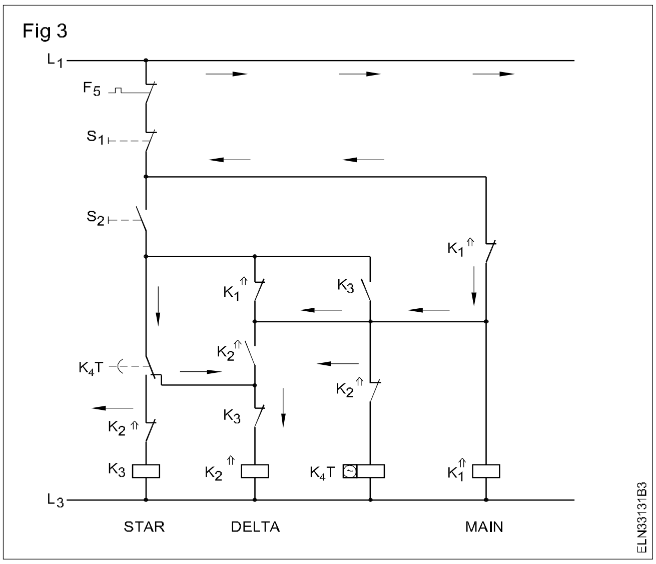


Fig 2 में उपरोक्त वर्णन अनुसार धारा की दिशा व कॉन्टैक्ट के बन्द होने का वर्णन दर्शाया गया है।

इसी प्रकार Fig 3 में टाइमर रिले द्वारा परिचालित कॉन्टैक्ट K_4T की क्रिया दर्शायी गई है।

टाइम रिले कॉन्टैक्ट बदल कर स्टार कॉन्टैक्ट को खोल देते है।

Fig 4 में दर्शाया गया है कि कॉन्टैक्टर K_1 और K_2 क्लोज्ड होने पर संयोजन बनने के बाद मोटर डेल्टा में चल रही है।



Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 2

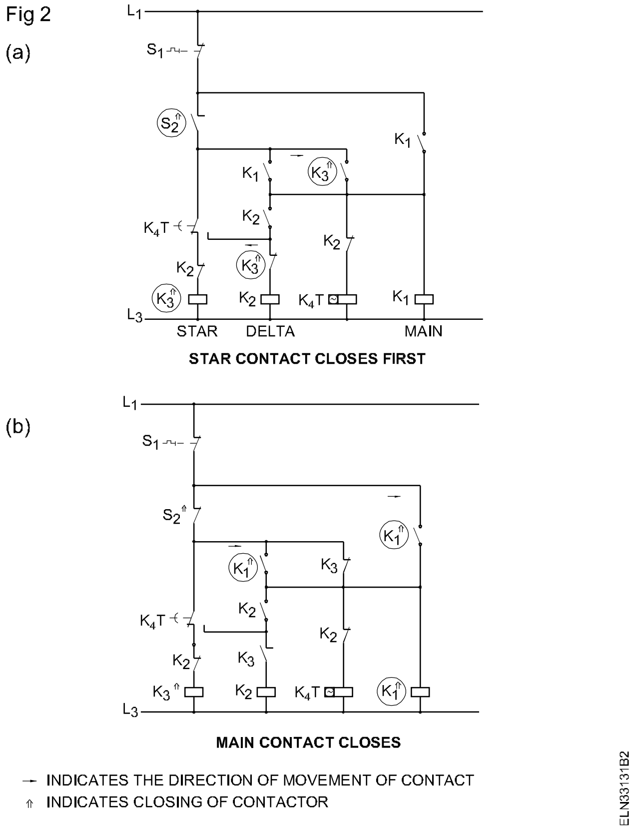
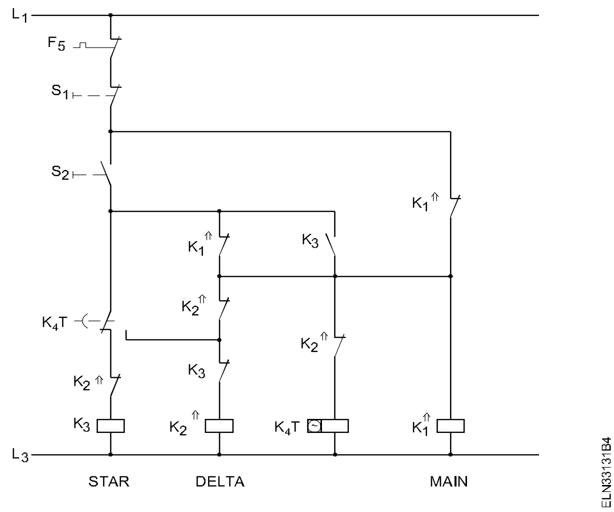


Fig 4



तीन-फेज, स्लिप-रिंग प्रेरण मोटर (Three-phase, slip-ring induction motor)

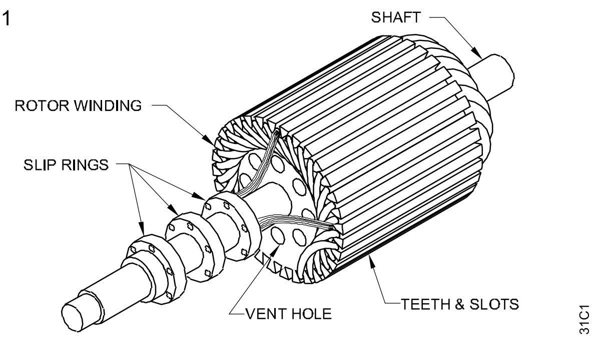
उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **तीन फेज, स्लिप-रिंग प्रेरण मोटर की संरचना और कार्य प्रणाली का वर्णन करना**
- **रोटर प्रतिरोध को लगाने से किस प्रकार स्टार्टिंग टार्क उच्च हो जाता है इसका वर्णन करना**
- **स्लिप रिंग प्रेरण मोटर के अभिलक्षणों को बताना**
- **स्लिप रिंग प्रेरण मोटर की गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर से तुलना करना।**

संरचना (Construction) : स्लिप रिंग प्रेरण मोटरें उन औद्योगिक प्रचालन में उपयोग हो सकती है जहाँ पर पविर्तित चाल व स्टार्टिंग टॉर्क की आवश्यकता अधिक होती है। स्लिप रिंग प्रेरण मोटर का स्टेटर, गिलहरी पिंजरा मोटर के जैसा ही होता है, परन्तु इसके रोटर की बनावट में बहुत अंतर होता है। स्टेटर वाइन्डिंग डिजाइन पर निर्भर होती है जो स्टार या डेल्टा संयोजित होती है। रोटर में तीन फेज वाइन्डिंग इस प्रकार होती है कि यह स्टेटर से समान ही ध्रुवों की संख्या बनाती है। रोटर वाइन्डिंग स्टार में जुड़ी होती है और इसके खुले सिरे तीन स्लिप रिंगों के साथ जुड़े रहते है जो कि Fig 1 के अनुसार रोटर शाफ्ट के साथ जुड़े होते है।Fig 2 में दर्शाये अनुसार रोटर सर्किट बाद में बाहरी स्टार संयोजित प्रतिरोधों से ब्रुशों द्वारा जुड़ा होता है।

कार्य प्रणाली (Working) : जब स्लिप रिंग मोटर की स्टेटर वाइन्डिंग तीन फेज प्रदाय से जोड़ी होती है, तो यह गिलहरी पिजंरा मोटर की तरह रोटेटिंग चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करती है। यह रोटेटिंग चुम्बकीय क्षेत्र रोटर वाइन्डिंग में वोल्टेज उत्पन्न कर देता है और रोटर करंट,रोटर वाइन्डिंग द्वारा बने क्लोज्ड परिपथ में, स्लिप रिंग में, ब्रुशों में और स्टार संयोजित बाहरी प्रतिरोधकों में प्रवाहित होता है।

Fig 1

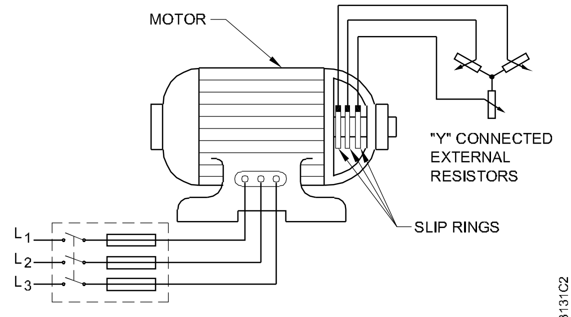


WOUND ROTOR FOR SLIP RING INDUCTION MOTOR

प्रारम्भ के समय बाहरी प्रतिरोध इनके उच्चतम मान पर सेट किये जाते है इससे रोटर प्रतिरोध उच्च होता है जो आरम्भन धारा को कम करने में योग्य होता है। इसके साथ ही रोटर सर्किट का उच्च प्रतिरोध, रोटर शक्ति गुणक को भ बढ़ाता है और इस कारण प्रारम्भ में विकसित होने वाला बलाघूर्ण भी अधिक होता है जो कि गिलहरी पिंजरा मोटरों से अधिक होता है।

Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 2



CIRCUIT FOR A WOUND - ROTOR INDUCTION MOTOR

जैसे ही मोटर की चाल बढ़ती है तो बाहरी प्रतिरोध का धीरे धीरे कम किया जाता है और स्लिपरिंगों के सिरों पर रोटर वाइन्डिंग लघु पथित हो जाती है रोटर प्रतिरोध कम होने पर मोटर निम्न सरकन (low slip) व उच्च दक्षता पर परिचालित होती है। मोटर उच्च लोड पर उच्च प्रतिरोध के साथ स्टार्ट होनी चाहिए या इसके विपरीत अर्थात (निम्न लोड निम्न प्रतिरोध पर)इस प्रकार जहॉ रोटर प्रतिरोध बढता है, मोटर की स्लिप अधिक होगी, गति नियमन कमजोर होता है जो इसकी दक्षता घटा देगा। बाहरी परिपथ में प्रतिरोध इस प्रकार से डिजाइन किये जाते है कि इनके द्वारा स्लिपरिंग मोटर की गति को निर्धारित गति से 50 से 100 प्रतिशत तक परिवर्तित किया जा सके। इसलिए प्रतिरोध बढने से मोटर में ताम्र हानियाँ I^2R अवश्य होती है।

प्रारम्भिक बलघूर्ण (Starting torque) : आरम्भन के क्षणों में मोटर द्वारा विकसित किया गय बलघूर्ण, प्रारम्भिक बलघूर्ण कहलाता है। कुछ स्थितियों में यह सामान्य रनिंग बलघूर्ण से अधिक होता है और कुछ स्थितियों मेंयह कुछ कम होता है।

माना E_2 स्थिर अवस्था में प्रतिरोध रोटर emf बल है

X_2 स्थिर अवस्था में प्रति फेजरोटर का प्रतिघात है

और R_2 प्रतिफेज रोटर प्रतिरोध है

इसलिए $Z_2 = \sqrt{(R_2)^2 + (X_2)^2}$ = स्थिर अवस्था में प्रतिरोध रोटर प्रतिबाधा

$$\text{Then } I_2 = \frac{E_2}{Z_2}, \cos\theta_2 = \frac{R_2}{Z_2}$$

स्थिर अवस्था में आरम्भन बलघूर्ण $T_{st} = K_1 E_2 I_2 \cos\theta_2$ or

$$T_{st} = K_1 E_2 = \frac{E_2}{\sqrt{(R_2)^2 + (X_2)^2}} \text{ x } \frac{R_2}{\sqrt{(R_2)^2 + (X_2)^2}}$$

यदि प्रदाय वोल्टता V स्थिर है तब फ्लक्स ϕ और E_2 भी स्थिर रहेंगें,

इसलिए $T_{st} = K_2 \frac{R_2}{Z_2}$ जहाँ K_2 अन्य स्थिरांक है।

इस प्रकार की मोटर का प्रारम्भिक बलघूर्ण रोटर परिपथ में प्रतिरोध जोड कर बढाया जाता है ।जैसे जैसे मोटर अपनी गति प्राप्त कर लेती है, प्रतिरोध का क्रम से काटते जाते है।

चालू स्थिति में रोटर वि०वा० बल व प्रतिघात जब रोटर स्थिर अवस्था में होता है अर्थात S = 1, है, रोटर वि० वा० बल की आवृत्ति स्टेटर प्रदाय आवृत्ति वि० वा० बल का मान उच्चतम होता है क्योंकि रोटर और घूर्णमान स्टेटर फ्लक्स के मध्य सापेक्ष गति उच्चतम होता है।

जब रोटर घूमना शूरू करता है तो रोटर व घूर्णमान स्टेटर फ्लक्स के बी सापेक्ष गति घटने लगता है और इसलिए रोटर मे उत्पन्न वि० वा० बल भी घटने लगता है। यदि रोटर की गति स्टेटर के घूर्णमान फ्लक्स के बराबर हो जाये तो रोटर वि०वा० बल शून्य हो जायेगी।

इसलिए स्लिप (s) के लिए, प्रारम्भिक स्थिर स्थिति में रोटर मेंउत्पन्न वि० वा० बल s गुणा होगा।

इसलिए चालू स्थिति में $E_r = sE_2$.

इसी प्रकार उत्पन्न वि० वा० बल की आवृत्ति $f_r = sf_2$ होगी जहाँ f_2 स्थिर स्थिति में रोटर धारा आवृत्ति है।

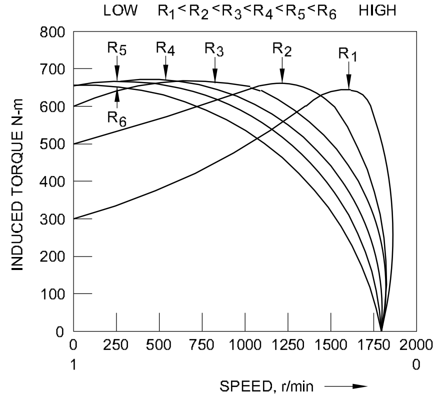
रोटर वि०वा० बल की आवृत्ति कम होने से रोटर प्रतिघात भी कम होने लगेगा

इसलिए $X_r = sX_2$.

स्लिपरिंग प्रेरण मोटर के अनुप्रयोग व अभिलक्षण (Characteristic and application of slip-ring induction motor): बलघूर्ण चाल अभिलक्षण को Fig 3 में दर्शाया गया है, कि बाहरी प्रतिरोध को जोडकर प्रारम्भिक बलाघूर्ण को बदला जाता है।

रोटर प्रतिरोध का उचित मान प्रवेश करा कर, प्रतिरोध में शक्ति शून्य होने पर भी स्लिपरिंग मोटर की चाल को नियन्त्रित किया जा सकता है।

Fig 3



THE TORQUE-SPEED CHARACTERISTIC FOR A WOUND - ROTOR INDUCTION MOTOR

Copyright Free Under CC BY Licence

जैसा कि वक्र में दिखाया गया है कि उच्च बाहरी प्रतिरोध प्रारम्भिक बलघूर्ण को उच्चतर मान तक सुधार होता है। फिर भी रोटर प्रतिरोध में परिवर्तन से उच्चतम बलघूर्ण स्थिर रहता है।

इनवक्रों के अनुसार यह स्पष्ट होता है कि स्लिपरिंग मोटर काउपयोग लोडी लोड को स्टार्ट करने के लिए इसके रोटर में उच्च प्रतिरोध प्रवेश करा कर उच्च स्टार्ट बलघूर्ण प्राप्त करने की सुविधा होती है। इसी समय जब मोटर अपनी उच्चतम चाल प्राप्त कर लेती है तो चालू स्थिति में उच्च दक्षता प्राप्त करने के लिए बाहरी प्रतिरोध को लघुपथत कर दिया जाता है।

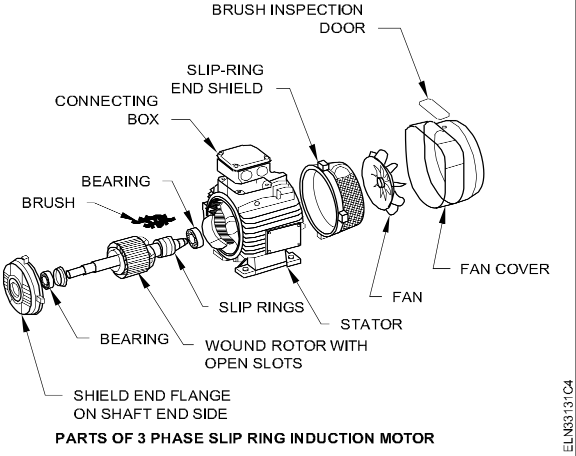
इस मोटर का उपयोग उच्च आरम्भिक बलघूर्ण प्राप्त करने के लिए व परिवर्तित चाल नियंत्रण के लिए किया जाता है जैसे कम्प्रेशर, कनवेयर, क्रेन, hoist, स्टील मिल और प्रिंटिग प्रैस में किया जाता है।

गिलहरी पिंजरा और स्लिपरिंग प्रेरण मोटर के बीच की तुलना की तालिका निम्न प्रकार हैः

क्र० सं०	विशेषता	गिलहरी पिंजरा	स्लिप-रिंग मोटर
1	रोटर संरचना	रोटर में छड़ें उपयोग है। रोटर बहुत सरल, रूक्ष व दीर्घ कालिक होते है। इनमें स्लिप रिंग नहीं होते।	वाइन्डिंग तार उपयोग होती है कुण्डलित कीआवश्यकता होती है। स्लिप रिंग और ब्रुश गियर को बार बार देखभाल करनी पड़ती है
2	प्रारम्भन	यह DOL,स्टार डेल्टा व ऑटो ट्रांसफार्मर स्टार्टर से स्टार्ट की जाती है।	रोटर प्रतिरोध स्टार्टर की आवश्यकता होती है।
3	प्रारम्भिक बलाघूर्ण	निम्न	बहुत उच्च
4	प्रारम्भिक धारा	उच्च	निम्न
5	चाल परिवर्तन	आसान नही है परन्तु पोल परिवर्तित करके बडे पर्दों व थाइरेस्टर से या आवृत्ति परिवर्तक से छोटे क्रमिक पदों में में चाल परिवर्तित की जा सकती है।	चाल परिवर्ति करना आसान है परन्त पोल परवर्तित करके चाल बदलना सम्भव नहीं है।
6	लोड पर त्वरण	बस संतोषजनक	बहुत अच्छा
7	अनुरक्षण	नगण्य	बार बार अनुरक्षण की आवश्यकता पड़ती है।
8	मूल्य	निम्न	तुल्नात्मक उच्च

निम्न Fig 4 मे स्लिप रिंग प्रेरण मोटर का खुला हुआ रूप दिखाया गया है।

Fig 4



PARTS OF 3 PHASE SLIP RING INDUCTION MOTOR

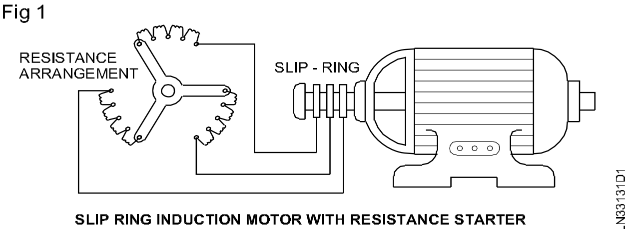
3-फेज स्लिप रिंग प्रेरण मोटर के लिए प्रतिरोध स्टार्टर (Resistance starter for 3-phase, slip-ring induction motor)

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

- **3-फेज, स्लिप रिंग प्रेरण मोटर के लिए रोटर प्रतिरोध स्टार्टर का वर्णन करना।**

स्लिप रिंग प्रेरण मोटरें, स्टेटर वाइन्डिंग के आर पार पूर्ण लाइन वोल्टेज के साथ प्रारम्भ होती है। फिर भी प्रारम्भ में अत्यधिक धारा को कम करने के लिए एक स्टार संयोजित बाहरी प्रतिरोध Fig 1 के अनुसार रोटर प्रतिरोध में जोड़ा जाता है, और जब मोटर अपनी पूर्ण चाल प्राप्त कर लेती है तो रोटर वाइन्डिंग के सिरे लघुपथित हो जाते है।

Fig 1



SLIP RING INDUCTION MOTOR WITH RESISTANCE STARTER

Copyright Free Under CC BY Licence

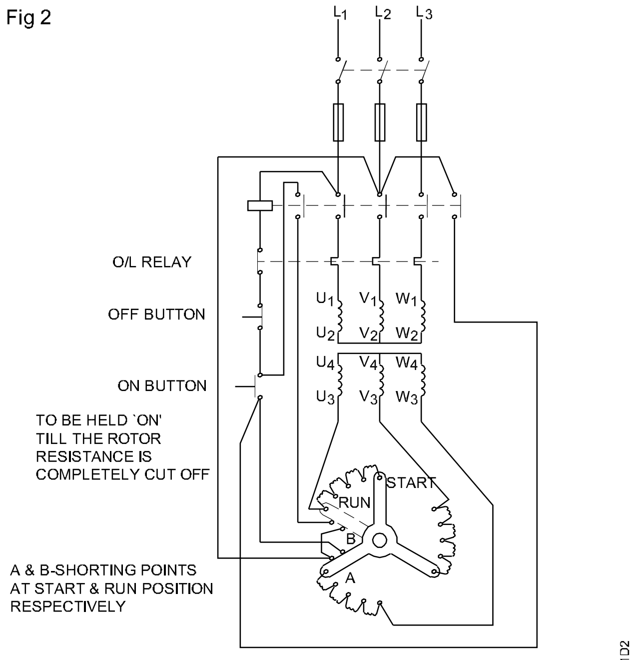
यदि इस प्रकार के हस्त परिचालित स्टार्टर उपयोग किये जायें, तब यह सम्भावना रहती है कि कोई व्यक्ति जब रोटर प्रतिरोध पूर्णतया कटी हुई अवस्था में होता है तो स्टेटर को पूर्ण वोल्टेज दे सकता है जिसके परिणामस्वरूप प्रारम्भ में उच्च धारा प्रवाहित होती है और प्रारम्भन बलघूर्ण कम हो जाता है। इससे बचने के लिए प्रतिरोध स्टार्टर में एक सुरक्षात्मक परिपथ का उपयोग किया जाता है। इससे मोटर को तब तक प्रारम्भ नही किया जा सकता जब तक कि रोटर वाइन्डिंग मे पूर्ण प्रतिरोध जुड़ न जायें। इस प्रकार का अर्द्ध स्वचालित स्टार्टर Fig 2 में दिखाया गया है।

'ऑन' बटन को दबाने पर, कॉन्टैक्टर क्लोज हो जाता है, यह केवल तभी होगा जब रोटर प्रतिरोध का बिन्दु 'A' लघु पथ होकर क्लोज स्थिति में होगा। यह केवल तभी सम्भव है जब हैण्डल प्रारम्भ की स्थिति में है। एक बार मोटर चलना शूरू करती है तो रोटर प्रतिरोध का हैण्डल run स्थिति में आ जाना चाहिए जिससे रोटर प्रतिरोध कट जाये।

प्रारम्भ स्थिति में हैण्डल की स्थिति से स्पष्ट होता है कि सम्पर्क 'A' क्लोज्ड स्थिति में है और चालू स्थिति में सम्पर्क 'B' क्लोज्ड स्थिति में है, परन्तु दोनों एक समय में एक साथ क्लोज नही हो सकते। 'ऑन' पुश बटन को तब तक दबाये रखने की आवश्यकता होती है जब तक कि हैण्डल रन स्थिति में न आ जायें। रन स्थिति में हैण्डल सम्पर्क 'B' को दबा कर नो वोल्ट क्वाइल सर्किट को क्लोज कर देता है और अब 'ऑन' बटन से दबाव हटाया जा सकता है।

सामान्यतया, छोटी मशीनों में, रोटर प्रतिरोध वायु द्वारा ठण्डा होने वाला होता है जो प्रारम्भन के समय उत्पन्न होने वाले ताप को कम करता है। बड़ी मशीनों में रोटर प्रतिरोध को ठण्डा करने के लिए इसे इन्सुलेटिंग तेल के टैंक में रखा जाता है। Fig 2 में दिखाया गया स्टार्टर केवल मोटर को स्टार्ट करने के लिए उपयोग होता है। रोटर प्रतिरोध द्वारा चाल नियंत्रण के लिए माध्य में सम्पर्क स्थिति चाहिए इसके के लिए विशेष प्रकार के डिजाईन होते हे जो हमेंशा तेल द्वारा शीतलित होते है।

Fig 2



ROTOR RESISTANCE STARTER FOR SLIP RING INDUCTION MOTOR

प्रेरण मोटर की सरकन मापने की विधि (Method of measurement of slip in induction motor)

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

- **वास्तविक मोटर की गति द्वारा सरकन मापने की विधि का वर्णन करना**
- **मोटर और प्रवर्तक आवृत्तियों की तुलना द्वारा सरकन मापने की विधि का वर्णन करना**
- **स्ट्रोबोस्कोप विधि (stroboscope method) द्वारा सरकन मापने की विधि का वर्णन करना।**

सरकन का माप (Measurement of slip)

एक प्रेरण मोटर की सरकन ज्ञात करने के लिए निम्नलिखित विधियाँ उपयोग होती है।

(i) मोटर की वास्स्विक गति माप कर (By actual measurement of motor speed): इस विधि में मोटर की वास्तविक गति N गणना को मापने की आवश्यकता होती है और तुल्यकालिक गति N_s गणना द्वारा ज्ञात की जाती है। N को मापने के लिए स्पिडोमीटर की सहायता ली जाती है और N_s की प्रदाय आवृत्ति और ज्ञात मोटर पोल की संख्या से गणना की जा सकती है (चूंकि प्रेरण मोटर के पोल सेलियन्ट प्रकार के नहीं होते हैं, इसलिए शून्य लोड गति से पोलों की संख्या का अनुमान लगाया जाता है या मोटर की निर्धारित गति से) तब निम्न समीकरण का उपयोग करके सरकन की गणना की जाती है।

$S = (N_s - N) \times 100 / N_s$

(ii) रोटर व स्टेट प्रदाय आवृत्तियों की तुलना करके (By comparing rotor and stator supply frequencies): यह विधि इस तथ्य पर आधारित है कि $s = f_r/f$ चूंकि f सामान्यतया ज्ञात होती है। यदि किसी विधि द्वारा रोटर करंट आवृत्ति ज्ञात हो जाये तो s की गणना की सकती है। किसी विशेष परिस्थिति में जहाँ f का मान 50 Hz, है वहाँ f_r का मान इतना कम होगा कि विशष साइकल को आसानी से गिना जा सकता है। इस उद्देश्य के लिए एक DC मूविंग क्वाईल मिली-वोल्टमीटर, यदि सेन्टर जाये हो तो उसे वरीयता दी जाती है, को निम्न प्रकार से कार्य में लिया जाता है।

(a) स्लिप रिंग मोटर की स्थिति में, सेन्टर जीरों मिली-एमीटर के सिरे पास-पास के स्लिपरिंगों से जोड दिये जाते हे। जैसा कि (Fig 1) में दिखाया गया है। सामान्यतया ब्रुशों में पर्याप्त वोल्टेज ड्राप होता है और उनके लघुपथ स्ट्रैप (strap) मिलि-एमीटर में विक्षेप प्रदान कर देते है। मिलि एमीटर में धारा रोटर धारा में परिवर्तन का अनुसरण करती है, इस कारण मीटर की सुई इसकी सैकण्ड में पूर्ण किये गये साईकल की संख्या को आसानी से गिना जा सकता है। (यह ध्यान में रखना चाहिए कि सुई द्वारा शून्य से उच्चतम वापिस शून्य और बाईं तरफ शून्य से उच्चतम और वापिस शून्य होने पर एक साइकल बनता है।)

Copyright Free Under CC BY Licence