लाइन - प्रोटेक्टिव रिले - प्रकार - प्रचानल (Line protective relays - types - operation)

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

- **रिले के वर्गीकरण की व्याख्या करना**
- **रिले के प्रकारों तथा उनके उपयोगों की सूची तैयार करना**
- **ओवर करंट, डिफरेंशियल, अर्थ फाल्ट, दूरी और अदिशीश रिले के प्राचानल के सिद्धांत का वणर्न करना**
- **रिले के विशेषताओं का व्यख्या करना**
- **ओवर वोल्टेज और अडंर वोल्टेज रिले के प्रचालन के सिद्धांतों का वणर्न करना**
- **रिले के टाइम मल्टीप्लायर सेटिंग की आवश्यकता का वर्णन करना।**

प्रस्तावना (Introduction)

रिले वह अवयव है ,जो सर्किट में असामान्य स्थिति पैदा होने पर ब्रेकर को संचालित करता है, यह दोष की मात्रा (कारण) जैसे CT की आउटपुट कंरट व PT आउटपुट वोल्टेज की गणना करता है और ब्रेकर के प्रचालन के लिये ट्रिपिंग सर्किट को सूचित करता है, जो कि टाइम मल्टीप्लायर सेटिंग के मान तथा विशेषता के अनुसार कार्य करता है।

रिले का वर्गीकरण (Classification of Relays

रिले को मुख्यतः तीन भागों में वर्गीकृत किया गया है, जो निम्नानुसार है:

1 **मान के आधार पर (Quantity sensed) :** विद्युत धारा, वोल्टेज,एक्टिव पावर, रिएक्टिव पावर तथा इम्पीडेंस।

2 **ट्रिपिंग (Tripping) :** क्षणिक ट्रिप, निर्धारित समय में और निधार्रित समय पश्चात ट्रिप।

3 **प्रचालन सिद्धांत (Operating principle) :** विद्युत चुम्बकीय रिले, इंडक्शन रिले, थर्मल रिले और स्थैतिक या डिजीटल रिले।

रिले के प्रकार (Types or relays) : आवश्यकता के अनुसार विभिन्न प्रकार के रिले प्रयोग किये जाते है जो निम्न है -

1 ओवर करंट रिले (Over current relay)

2 ओवर वोल्टेज रिले (Over voltage relay)

3 अडंर वोल्टेज रिले (Under voltage relay)

4 डिफ्रेशिंयल रिले (Differential relay)

5 अर्थ फाल्ट रिले (Earth fault relay)

6 डिस्टेंस रिले (Distance relay)

7 इम्पीडेंस रिले (Impedance relay)

8 एडमीटेंस रिले (Admittance relay)

9 रिएक्टेंस रिले (Reactance relay)

रिले ट्रांसमिशन लाइन के उपकरणों और उपकेंद्ररों की सुरक्षा के लिये उपयोग किये जाने वाले मुख्य उपकरणों में से एक है, ट्रांसमिशन और उपकेंद्रो में वितरण के लिये उपयोग किये जाने वाले उपकरण जैसे- ट्रांसफार्मर, लाइटिंग अरेस्टर (तड़ित चालक) अर्ध स्विच, आइसोलेटर, CT PT इत्यादि बहुत महंगे होते हैं और इन्हें क्षति से निरंतर बचाने की आवश्यकता होती है। उपभोक्ताओं को आपूर्ति बाधित किये बिना इन उपकरणों को बदलना या मरम्मत करना आसान कार्य नही है। अतः उपकरणों की सुरक्षा अतिआवश्यक है।

ओवर करंट, ओवर और अंडर वोल्टेज या अर्थ दोष के कई कारण :

ओवर करंट ओवर अडंर वोल्टेज या अर्थ दोष के कई कारण होते है, दोष के प्रकार कारण और उनसे होने वाले प्रभाव की सूची Table 1में दर्शाई गई है।

सारणी 1

क्रं. सं.	दोष का प्रकार	कारण	प्रभाव
1	फेज से न्यूट्रल का शार्ट हो जाना	- कमजोर आवरण - कमजोर अवयव - मानव त्रुटि	- लाइन में अधिक धार प्रवाह - आग लग जाना
2	टांसमिशन लाइन में फेजों का परस्पर शार्ट हो जाना	- लाइन में पेड़ की शाखाओं का गिरना - टॉवर लाइन में साँप के गुजरने - तेज हवाएँ - प्राकृतिक आपदाओं से - मानव निर्मित दोष अव्यवस्था से	- बहूत अधिक धारा का प्रवाह होना - आग लग जाना - उपकरणों का व्यापक कप से क्षति पहुँचाना

क्रं. स.	दोष का प्रकार	कारण	प्रभाव
3	फेज और अर्थ का संयोजन	- कमजोर आवरण - कमजोर अवयव - लो वोल्टेज हो जाना।	- लाइन में अधिक प्रवाह होना - आग लग जाना
4	बिजली आँधी-तुफान आदि	- प्राकृतिक आपदाएँ	- लाइन में अत्याधिक धारा प्रवाह होना - आग लग जाना - वोल्टेज में वृद्धि
5	अत्याधिक भार को अचानक विसंयोजित	- फ्यूज का टूट जाना	- वोल्टेज में वृद्धि
6	निर्धारित स्तर से लोड का बढ़ना	- मानव त्रुटि	- लाइन में वोल्टेज की कमी - लाइन में ओवरलोड हो जाना

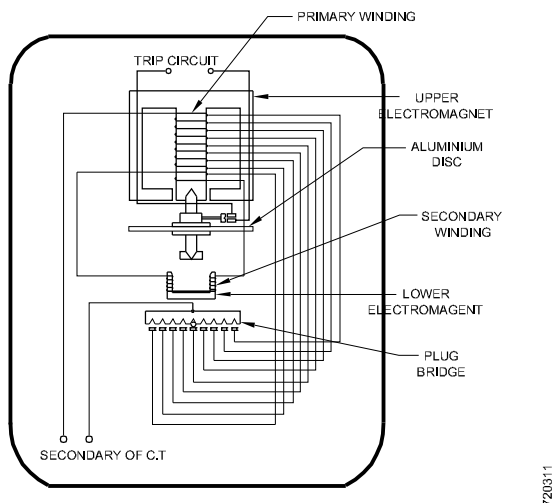
रिले के लिये प्रयोग किये जाने सेंसर (Sensors used for Relays)

रिले के कुल लाइन वोल्टेज या लोड करंट को स्वीकार नही कर सकता। विद्युत की एक अल्प मात्रा सेंसर के द्वारा रिले तक पहुँचती है, करंट ट्रांसफर्मर CT के नाम से तथा पोटेंशियल ट्रांसफर्मर PT के नाम से प्रचलित है, जो कि करंट रिले और वोल्टेज रिले के लिये सेंसर का कार्य करते हैं। लोड के आधार पर रिले को अपूर्ति की जाने वाली सेंसिंग क्वांटिटी (संवेदी मात्रा) विभिन्न इनपुट और आउटपुट अनुपात अभ्यास में दिया गया है।

करंट रिले का कार्य सिद्धांत (Working principle of current relay)

आपदाओं की स्थितियों से सुरक्षा प्रदान के लिये ट्रांसमिशन लाइनों और सबस्टेशन में व्यापक रूप से विद्युत चुम्बकीय रिले का प्रयोग किया जाता है। आधुनिक स्थैतिक (modern static) या डिजीटल रिले का नवीनतम प्रकार आजकल प्रचलन में है, प्रारंपरिक विद्युत चुम्बकीय रिले अब प्रचलन में नहीं है, क्योंकि उन्नति की दृष्टि से विद्युत चुम्बकीय रिले की कुल तुलना में डिजीटल रिले की उपयोगिता अधिक है। (Fig 1)

Fig 1



INDUCTION TYPE NON-DIRECTIONAL OVERCURRENT RELAY

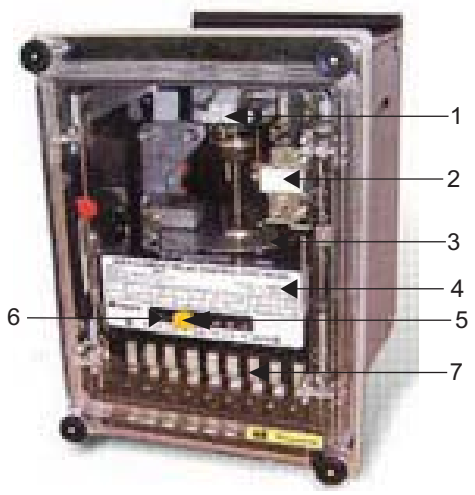
Fig में 2 विद्युत चुम्बकीय रिले के सामने (front) पैनल सेटिंग दृश्य को दर्शाता है।

1 टाइम मल्टीप्लायर सेटिंग (TMS)

2 ट्रिप फ्लैग (Trip flag)

3 एल्युमिनीयम रोटेटिंग डिस्क (Aluminium rotating disc)

Fig 2



4 टाइम रिफरेंस डायल में दोष की मात्रा का प्रतिशत (Percentage fault quantity time reference dial)

5 टैप सेटिंग प्लग (Tap setting plug)

6 इनपुट फाल्ट क्वांटिटी (Input fault quantity) (V_{ONI})

7 कांटेक्ट प्लग टर्मिनल (Contact plug terminals)

एक इंडक्शन प्रकार का आवर लोड करंट रिले एक निश्चित न्यूनतम समय विशेषता के साथ विपरीत समय प्रचालन दे रहा है (Fig 1) , आवश्यक विशेषताओं हेतू एक ए.सी. एनर्जी मीटर कुछ संसोधित कर लगाया गया है। रिले में दो विद्युत चुम्बक होते है, उपर के इलेक्ट्रोमैग्नेट में दो दो बाइंडिग होती है। इसमें एक प्रायमरी वाइंडिंग होती है और यह अंतराल पर टेप की जाती है।

टेपिंग एक प्लग सेटिंग ब्रिज से जुड़ी रहती है, जिसके, द्वारा टर्न की संख्या का उपयोग किया जा सके। प्लग, ब्रिज उपयोग की दृष्टि से टेपिंग के साल मान को 25% स्टेप में 50% से 200% तक के ओवर करंट रेंज में व्यवस्थित (arranged) होता है। यदि अर्थ फाल्ट की स्थिति रिले हेतू यह आवश्यक होता है कि 10% स्टेप में 10% से 70% या 20 से 80% तक रेंज में कार्य करें। प्रत्येक टेपिंग हेतू निर्धारित मूल्यों को CT के फूल लोड प्रतिशत के संदर्भ में व्यकत किया जाता है। जिसके साथ रिले जुड़ा हुआ है और ऊपर दिये गये मान का प्रतिनिधित्व करता है जिससे डिस्क घूमने लगती है और अंत में सर्किट को ट्रिच कर देता है।

इस प्रकार पिक-अप करंट CT के निर्धारित सेकण्ड्री धारा के बराबर होता है उदाहरण के माना कि एक ओवर करंट रिले 150% करंट सेटिंग और CT 500/5A के साथ एक सप्लाई परिपथ से जुड़े है। CT का निधारित करंट (secondary) 5A है। अतः पिक अंप वोल्टेज 1.5 x 5 = 7.5 A होगा। उपरोक्त करंट सेटिंग के अनुसार रिले का प्रचालन वाल्टेज 7.5 A से अधिक या इसके बराबर होगा।

उसी तरह 50, 100 और 200% करंट सेटिंग के लिए क्रमशः रिले के लिए प्रचालन करंट 2.5A, 5 A और 10A होगा। निर्धारित करंट मान को अलग-अलग प्राप्त करनें हेतू टेपिंग वैल्यू पर एक पिन स्प्रिंग लोडेड जबडे के मध्यम (ब्रिज सॉकेट के) (insert) दिया जाता है जब सेटिंग मान को बदलने के उद्देश्य से पिन को निकाला जाता है,तो रिले स्वचालित रूप में उच्च मान पर सेट हो जाता है। इस प्रकार CT की सेक्ण्ड्री खुली नहीं है।

चलते हुए (moving) कॉटेक्ट (काँटा) डिस्क स्पिंडल में लगा रहता है। जग डिस्क को पूर्ण निर्धारित कोण पर घुमाया जाता है जो ब्रिज में दो स्थायी संपर्को (contact) को जोड़ता है वांछनीय (desired) समय देकर कोण को 0° और 360° के मध्य किसी भी मान पर सेट कर सकते हैं। आमतौर पर एक समायोजन बैक-स्टॉप को रूप में होती है जो चाप (arc) की लम्बाई को निधार्रित करती है जब डिस्क कम लम्बाई पर घूमता है। तब प्रचालन समय भी कम होगा।

गुणक की समय सीमा 0.05 के चरणों में 0 से 1 तक सत्यापित की जाती है। ये आँकड़े वास्तविक प्रचालन समय को नहीं दर्शाते परंतु ज्ञात समय को वास्तविक समय में परिवर्तन करने हेतु गुणकों का उपयोग किया जाता है। इस प्रकार यदि टाइम सेटिंग 0.2, और दिया गया प्रचालन समय (PSM कर्व से) रिले के लिए 5 सेकण्ड है, तब वास्तविक प्रचालन समय 0.2 x 5 = (1 सेकण्ड) के बराबर होगा।

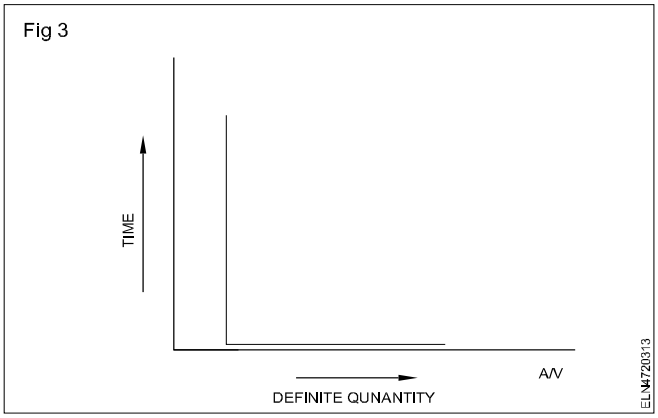
चूँकि डिस्क को निर्धारित कोण पर घूमने के लिए एक टार्क (समय के साथ)आवश्यक है जो प्रायमरी परिपथ में करंट के रूप में भिन्न होता है। अतः अधिक टॉर्क होने पर समय का मान कम होगा। इसलिए रिले का समय के साथ उल्टा विशेषता होता है।

रिले टाइम सेटिंग विशेषताएँ (Relay Time setting characteristics)

1 तत्कालिक ओव्हर करंट वोल्टेज रिले (Instsntaneous over current/voltage relay) -

दोष की स्थिति में या पूर्ण निर्धारित मान (ओव्हर/अडंर) करंट /वोल्टेज में पहँचने पर रिले तत्कालिक कार्य करता है। (Fig 3)

Fig 3

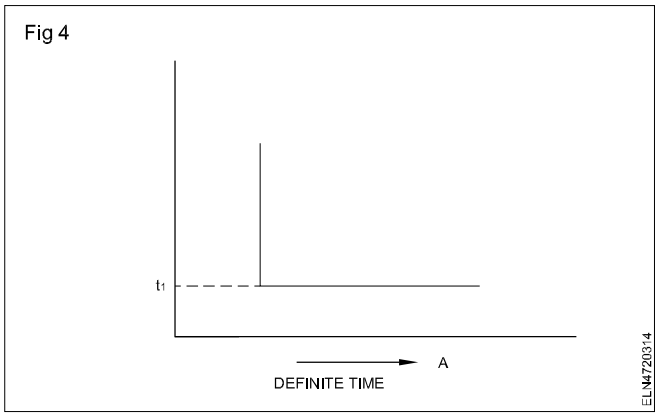


- जब फॉल्ट उनके चरम /अधिकतम मान तक पहुँच जाता है तक रिले निर्धारित समय में कार्य करता है।
- यह केवल दोष की मात्रा/मान पर कार्य करता है।
- प्रचालन/कार्य समय स्थिर (constant) रहता है।
- प्राचनल समय में निर्धारित समय से अतिरिक्त समय नहीं लेता
- यह दोष के अनुसार भिन्न होती है क्योंकि दोष और स्त्रोत के मध्य इंपीडेंस का अंतर होता है।
- यह 0.1 सेकंण्ड या उससे कम में कार्य कर सकता है।

2 निर्धारित समय (Definite time)

रिले की कार्य करनें की समयवधि को बनाए रखनें के लिए दो शर्तो को सुंतष्ट करना चाहिए। (Fig 4)

Fig 4

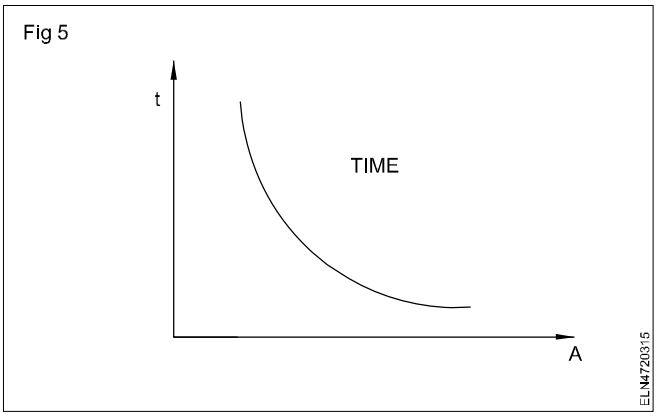


- इसका प्रचालन समय स्थिर (constant) होना चाहिए।
- फाल्ट की मात्रा का प्रचालन पर कोई प्रभाव नहीं पड़ना चाहिए।
- इसमें समय को निर्धारित करने हेतू डायल होता है प्रचालन समय को सेट किया जा सकता है।
- फाल्ट/दोष कहाँ पर हुआ है अर्थात फाल्ट जगह का रिले को ट्रिपिंग सिस्टम से स्वतंत्र होना चाहिए।

3 इनवर्स टाइम (Inverse time)

प्रचालन समय - दोष की मात्रा के विपरीत होता है। इसलिए जब दोष अधिक मात्रा में होगा उतना ही फास्ट रिले काम करेगा मतलब प्रचालन में कम समय लगेगा (Fig 5) यहाँ अभ्यास के लिए कुछ सेटिंग है।

Fig 5



- स्टेडर्ड इनवर्स (Standard inverse)
- बेरी इनवर्स (Very inverse)
- एक्सट्रिमली इनवर्स (Extremely inverse)

दोष और समय में अंतर रिले का प्रचालन समय दोष (fault) मात्रा के विपरीत होता है।

इनवर्स टाइम रिले भी प्रचानल के लिए न्यूनतम रिवर्स समय (IDMT) चाहिए।

समय (time) डायल को सेट करके रिले के प्रचालन समय को बढ़ा सकते है। यदि रिले तेजी से काम करता है तब समय सेंटिग 0.5 सेकेंड और धीमा कार्य करने हेतू 10 सेकण्ड का समय होता है।

इनवर्स टाइम सेटिंग की अप्रत्यक्ष विशेषताएँ (Silent features of inverse time settings)

- दोष की मात्रा चरम सीमा में पहुंचते ही प्रचालन होता है।
- प्रचालन समय दोष की मात्रा पर निर्भर करता है।
- यह दोष में कमी होने पर करंट की विपरीत समय विशेषताएँ को बताता है और निर्धारित समय का मान बढ़ जाता है।
- यदि प्लग सेटिंग गुणक 10 के नीचे है तब विपरीत विशेषताएँ प्राप्त होती है,10 और 20 के माध्य मान निर्धारित समय विशेषताएँ को बताता है। Fig 6 विभिन्न इनवर्स टाइप को दिखाता है।

इनवर्स पर आधारित तीन विभिन्न कर्व चित्र 6 में दिखाता है-

सामान्य इनवर्स विशेषताएँ (Normal Inverse Characteristics)

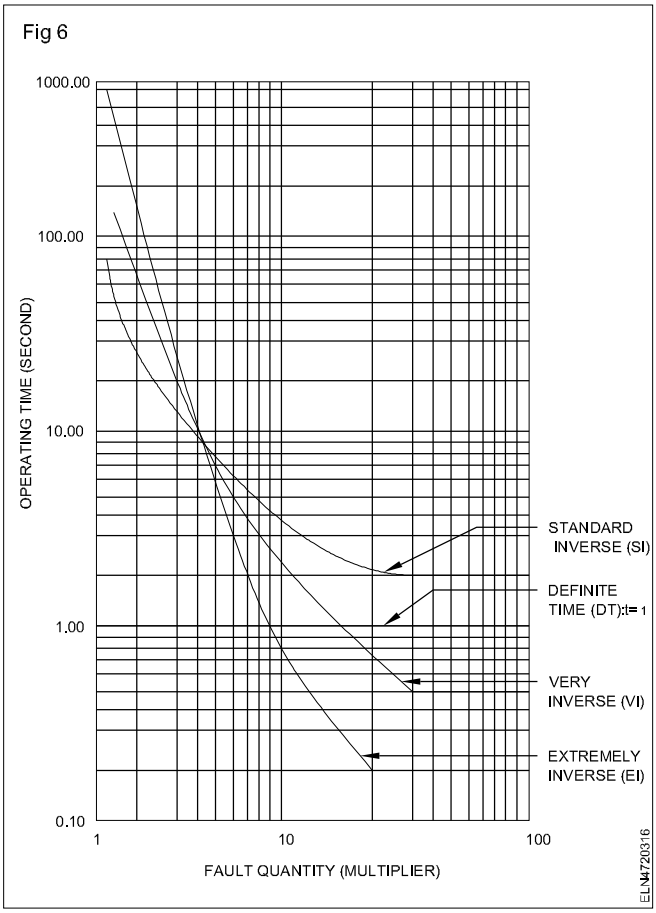
प्रचालन समय की सटीकता नामित/ दिये हुए प्रचालन समय से कुछ प्रतिशत का अंतर हो सकता है। प्रचालन (operating) समय की अनिश्चिता और प्रचालन समय प्राप्त करने के लिए एक सेकण्ड से भी कम समय के ग्रडिंग मार्जिन की आवश्यकता होती है।

सामान्य आवर करंट रिले समय के साथ प्रचालन में बहूत कम बदलाव रखते है।

अत्यधिक -विपरीत समय विशेषताएँ (Very inverse time characteristics)

- IDMT की तुलना में अधिक विपरीत लक्षण देता है।
- दोष की मात्रा में कमी होने पर इसका इस्तेमाल होता है क्योंकि स्त्रोत से दूरी बढ़ जाती है।

Fig 6



- अर्थ दोष के साथ प्रभावी है क्योकि वहाँ खड़ी विशेषताएँ है।
- उस जगह के लिए उपयुक्त है जब जहाँ पावर स्त्रोत दोष (fault)जगह से दूर है।
- खास कर उसके लिए उपयुक्त है जब सब स्टेशन से दूर शार्ट सर्किट दोष लगसतार हो रही है।
- इन विशेषताओं के कारण ग्रेडिंग मार्जिन का टाइमत बहुत कम 0.1 सेकेण्ड हो सकता है।
- जब दोष की मात्रा दोष क्षेत्र (fault location) निर्भर हो वहाँ उपयोग किया जाता है।

अत्याधिक विपरीत समय विशेषताएँ (Extremely inverse time characteristics)

- IDMT की तुलना में यह बहुत विपरीत विशेषताएँ रखता है।
- उच्च ताप होनें की स्थिति में सूरक्षा की दृष्टि से उचित होता है।
- प्रचालन समय लगभग दोष (fault) की मात्रा के वर्ग के व्यत्कमानुपाती होती है।
- करंट की मात्रा दोष की जगह में निर्भर हो तब इसका उपयोग कर सकते है।
- उच्च करंट की स्थिति जैसे फ्रीज,पम्प, वाटर हीटर इत्यादि के नियंत्रण के समय फीडर के सुरक्षा के लिए उचित है। और मंहगे केवल, ट्रांसफार्मर, जनरेटर के लिए भी उपयोगी है।

- फिडरों की सुरक्षा के लिए उपयुक्त, स्विटिचंग में पीक करन्ट (रेफ्रिजरेशन, पम्प वाटर हीटर आदि) और आवत्ति ट्रान्सफर्मर और मँहगे केबल।

अधिक समय व्युतकुम अभिलाक्षणिक (Long time inverse characteristics)

यह अभिलाक्षणिक बैक अप अथ दोष सुरक्षा के रूप में उपयोग किया जाता है जब समय दोष की मात्रा की तीव्रता के व्यतकमानुपाती होता है।

अधिक वोल्टेज और निम्न वोल्टेज रिले (Over voltage and under voltage relays)

यह इलेक्ट्रोमैग्नेटिक रिले इंडक्शन टाइप डिस्क टाइप रिले के सिद्धात पर कार्य करता है। इस रिले में उपयोग हुए संवेदक (sensor) इनपुट PT (potential transformer) से है जहाँ आउटपुट सामान्यतः AC 110v.

जब दोष (fault) उत्पन्न सब PT आउपुट में वोल्टेज उत्पन्न होता है जो डिस्क मशीन को घूमाने के लिए उत्तेजित करता है। जगब दोष लगातार बना रहता है और ट्रिप का समय सेट रहता है, रिले का डिस्क घूमता है और ब्रेकर में ट्रिप क्वाइल को ट्रिपिंग प्रक्रिया का सक्रिय करता है। ट्रिपिंग का समय चयन किए गए अभिलाक्षणिक के आधार पर पर सेट किया जाता है। रिले के पिक अप वोल्टेज का दोष वोल्टेज का दोष वोल्टेज के प्लग सेटिंग मान के साथ सत्यापित किया जाना चाहिए जो कि अधिक वोल्टेज/ निम्न वोल्टेज रिले के लिए अलग-अलग चयनित किए जाते है। टाइम मल्टीप्लायर सेटिंग (TMS) को कम किया जा सकता है यदि स्थिति के अनुसार दोष की मात्रा अधिक हो।

टाइम मल्टीपलायर सेटिंग (Time multiplier setting)

यह वह सेटिंग है जो रिले के चयनित समय को रिले के किसी अन्य सेटिंग में परिवर्तन किए बिना, कम कर सकते है। टाइम मल्टीप्लायर रिले को उस स्थिति में तेजी से सक्रिय करने में मदद करता है जब दोष की मात्रा टेपिंग पर चयनित दोष मात्रा से 50% अधिक हो।

विभेदक सुरक्षा रिले (Differential protection relay)

विभेदक सुरक्षा जनरेटर, ट्रांसफार्मर, बस बार और ट्रांसमिशन लाइन को आंतरिक दोष के प्रभाव से बचाने के लिए बहुत विश्वयनीय विधि है। सामान्य प्रचालन अवस्था में CT में से प्रवाहित होने वाली धारा समान होती है अतः रिले कोइग यह बाह्य दोषों के लिए भी एक स्थिति है। विभेद सुरक्षा जनरेटर के भूसंपर्क (ground) जुड़े दोष के लिए प्रत्येक इनकमिंग लाइन में एक CT का उपयोग किया जाता है सभी इनकमिंब (अनेवाली) धाराओं के योग से तंलना की जाती है।

विभेदक सुरक्षा रिले का सामान्य योजना आरेख Fig 7 में है।

ट्रांसमिशन लाइम में पावर टांसफार्मर के लिए विभेदक रिले की स्थापना Fig 8.

दूरस्थ रिले/ एडमिटेन्स रिले (Distance relays / Admittance relay)

एक ट्रांसमिशन लाइन का इम्पीडेंस इसकी लंबाई के समानुपाती होता है। पूर्व निर्धारित बिंदु से दूरी की माप के लिए लाइन का इम्पीडेस मापी रिले

Fig 7

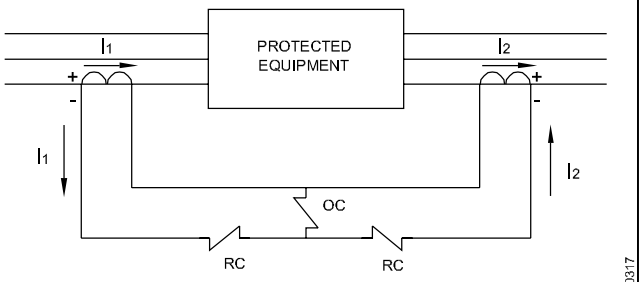
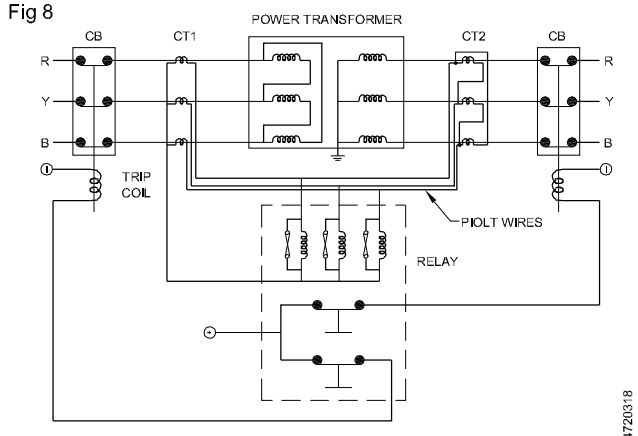


Fig 8



का उपयोग उचित है। इस प्रकार के रिले का वर्णन दूरस्थ (distance)रिले के रूप में किया गया है और इसे केवल रिले स्थान और चयनित पहुँच बिंदु के बीच प्रचालित करने के लिए तैयार किया जाता गया है। इस प्रकार विभिन्न अलग दिया जा स्कता है।

रिएम्टेंस रिले या शेडेड पोल टाइप मान डारेक्शनल रिले (Reactance relays (or) Shaded pole type non directional relay)

रिएक्टेस रिले का अभिलाक्षणिक सीधी रेखा होती है जोकि सुरक्षित लाइन के केवल रिएम्टेंस (X_L) से व्यहार करता है यह अदिशात्मक है और संपूर्ण संपूर्ण सुरक्षा को प्रतिरोध से स्वतंत्र बनाने के लिए ट्रिपिंग रिले के रूप में एडमिटेन्स रिले का पूरक है। यह विशेष रूप से छोटे लाइन लिए उपयोगी है जहाँ पर दोष आर्क प्रतिरोध के समान परिमाण के क्रम का हो।

रिले स्विच-गियर सुरक्षा में महत्वपूर्ण भागीदारी निभाता है। (विधुत चुम्बकीय) इलेक्ट्रोमेगनेटिक रिले सूरक्षा रिले की प्रथम पीढ़ी है और इसके कई गतिशील भाग होते है और प्रेरण के सिद्धान्त पर कार्य करते है। इलेक्ट्रोमेग्नेटिक रिले एक समय में एक ही कार्य जैसे अत्याधिक घारा, अत्याधिक वोल्टेज या डिजीटल रिले के उपयोग से दूर कर ली गई जोकि कई कार्य कर सकता है और साथ ही इलेक्ट्रोमेग्नेटिक रिले से अधिक शुद्ध/ यर्थाथ होता है।

सर्किट ब्रेकर्स - भाग - कार्य - ट्रिपिंग तंत्र (Circuit breakers - parts - functions- tripping mechanism)

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

- **सर्किट ब्रेकर (circuit breaker) के संबंध में बताना**
- **विभिन्न प्रकार के सर्किट ब्रेकरों की सूची बनाना**
- **प्रत्येक सर्किट ब्रेकरों के भागों को स्पष्ट करना**
- **सर्किट ब्रेकरों के प्रचालन सिद्धांत को स्पष्ट करना**
- **सर्किट ब्रेकरों के अनुप्रयोग तथा उपयोग को स्पष्ट करना।**

सर्किट ब्रेकर (Circuit breaker)

परिपथ वियोजक (Circuit breakers), उपकरण या तंत्र है जो विद्युत परिपथ को पूर्ण करता है या अलग करता है। 240 वोल्ट सिंगल फेज सप्लाई हेतु सिंगल पोल स्विच का उपयोग परिपथ जोडने एवं अलग करने हेतू किया जा सकता है लो वोल्टेज (240) की स्थिति में चिंगारी (spark) नगण्य होता है और इससे आग नहीं लगती, क्योकि परिपथ या कांटेक्ट स्थानों में करंट का मान बहुत कम होता है।

लेकिन जग लोड एम्पियर का मान सैकडों में हो तब कांटेकटर्स में परिणामी चिंगारी अधिक होता है और यह विद्युत आग का कारण बनता है। इस समस्या के निदान के लिए कांटेक्टर्स पर चिंगारी को नियंत्रित या समाप्त करना होता है जिस उपकरण या यत्र का उपयोग विद्युत को तोड़ने और जोड़ने हेतू किया जाता है और उस समय स्पार्किंग भी समाप्त हो जाना चाहिए। ऐसा उपकरण परिपथ वियोजक (circuit breaker) कहलाता है।

परिपथ वियोजक (circuit breaker) का नामकरण उनके कांटेक्टर्स पर आग बुझाने/ चिंगारी नियंत्रित करने के आधार पर किया गया है- (1) एयर सर्किट ब्रेकर, (2) ऑयल सर्किट ब्रेकर, (3) बैक्कूम सर्किट ब्रेकर, (4) सल्फर हेक्साफ्लोराइड (SF_6) सर्किट ब्रेकर

एयर सर्किट ब्रेकर (Air circuit breaker) (ACB)

एयर ब्रेकर परिपथ वियोजक (circuit breaker) में प्राकृतिक हवा से या हवा के बौछार (blast) का उपयोग किया जाता है, चुँकि चिंगारी बंझाने के माध्यम पर ही इसका एयर सर्किट ब्रेकर्स है।

आयल सर्किट ब्रेकर्स के स्थान पर 15KV तक एयर सर्किट ब्रेकर का व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है और शमन (quenching) के कारण आग लगनें की सभावना नहीं होती है।

उद्योग में व्यापक रूप सें एयर सर्किट ब्रेकर का उपयोग होता है, साथ ही ट्रांसफार्मर्स, मोर्ब्स जनरेटर्स/ आल्टरलनेटर इत्यादि के अलग-अलग सेक्शन के नियंत्रण और सुरक्षा के लिए पावर सिस्टम का उपयोग होता है और सिस्टम को स्थिर और विश्वनीय बनता है। जैसे फ्यूज, रिले , स्विच इत्यादि।

एयर सर्किट ब्रेकर की संरचना (Construction of air - circuit breaker)

बाह्य हिस्से/ ACB के भाग (Fig 1)

1 ऑफ बटन (OFF button) (O)

2 ऑन बटन (ON button) (I)

3 मुख्य संपर्कक इंडीकेटर (Main contact position indicator)

4 ऊर्जा भंडारण यंत्र स्थिति इंडीकेटर (Energy storage mechanism status indicator)

5 रिसेट बटन (Reset button)

6 एल ई. डी. संकेतक (LED indicators)

7 नियंत्रक (Controller)

8 संयोजन परीक्षण - अलग होना और लॉक होने की यंत्र व्यवस्था ("Connection" "Test" and "isolated" position latching /locking mechanism)

9 यूजर पैडलॉक (User padlock)

10 संयोजन जॉच और परिपथ अलग होने की स्थिति में संकेतक (Connection, "Test", and isolated position indication)

11 कनेक्शन परीक्षण और पृथक स्थिति संकेत संपर्क (Connection test and isolated position indication contacts)

12 नाम पट्टिका (Name plate)

13 आंकिक पट्ट (Digital displays)

14 ऊर्जा संचायक हैंडल (Energy storage handle)

15 ड्रा आंऊट/ इन होल (Draw out /in hole)

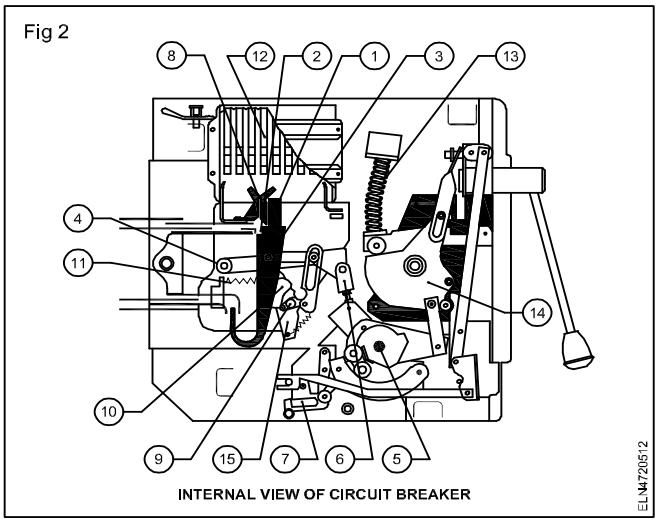
16 रॉकर रिपोजिट्री (Rocker repository)

17 ट्रिप रिसेट बटन (Trip reset button)

एयर सर्किट ब्रेकर की आतंरिक बनावट (Internal construction of air circuit breaker)

एयर सर्किट ब्रेकर के आंतरिक भाग (Fig 2)

Fig 2



1 शीट स्टील सर्पोटिंग स्ट्रक्चर (Sheet steel supporting structure)

2 प्रोटेक्शन ट्रिप इकाई हेतू करंट ट्रांसफार्मर (Current transformer for protection trip unit)

3 पोल ग्रुप इंसुलेटिंग बॉक्स (Pole group insulating box)

4 होरीजेंटल रेयर टर्मिनल (Horizontal rare terminals)

5 स्थायी मुख्य संपर्कक हेतू प्लेट (Plate for fixed main contacts)

6 स्थायी आर्किंग संपर्कक हेतू प्लेट (Plates for fixed arcing contacts)

7 मुख्य मूविंग संपर्कक हेतू प्लेट (Plate for main moving contacts)

8 अस्थाई आर्किंग संपर्कक हेतू प्लेट (Plates for moving arcing contacts)

9 आर्किंग चैम्बर (Arcing chamber)

10 स्थायी प्रारूप/भाग हेतू टर्मिनल बाक्स- अस्थाई प्रारूप हेतू स्लाईडिंग सपंर्कक (Terminal box for fixed version - sliding contacts for withdrawable version)

11 प्रोटेक्शन ट्रिप यूनिट (Protection trip unit)

12 सर्किट ब्रेकर क्लोजिंग अज़ैर आपनिंग कंट्रोल (Circuit breaker closing and opening control)

13 क्लोजिंग स्प्रिंग (Closing springs)

14 स्प्रिंग लोडिंग व्यवस्था (Spring loading arrangement)

15 हस्तचलित रिलीजिंग लीवर (Manual releasing lever)

एयर सर्किट ब्रेकर के परिचालन सिद्धांत (Principle of operation of air circuit breaker)

- जब परिपथ वियोजक के द्वारा परिपथ खुलता है (opens) तब या तो परिपथ की स्थिति सामान्य होती है या परिपथ में कोई दोष होता है। कुछ चिंगारी मुख्य सपंर्कक (contact) में उत्पन्न होता है और कुछ करंट लोड की ओर प्रवाहित होता है जिसे आर्क द्वारा ट्राजिशन करंट कहा जाता है।
- परिपथ तोड़ते समय पैदा हुए चिंगारी को दबाया/ समाप्त जाना चाहिए दोष (fault) के दौरान चिंगारी समाप्त नहीं होने पर विद्युत आग को कारण बनेगा जिससे परिपथ लल सकता है या भारी नुकसान हो सकता है।
- आर्किंग के समय मुख्य संर्पकीकों को मध्य वोल्टेज उत्पन्न होती है जो रेटेड सप्लाई वोल्टेज से अधिक होगी जिसे ट्रांसजिशन वोल्टेज **(transition voltage)** कहते है।
- आर्क को बुझाने/समाप्त करने के लिए यह ट्रांजिशन वोल्टेज संक्रमण वोल्टेज को कम करना चाहिए। आर्कको मेंटेन करने के लिए जिस न्यूनतम वोल्टेज की आवश्यकता होती है उसे आर्क वोल्टेज कहते है। एयर सर्किट ब्रेकर में आर्क वोल्टेज को निम्नलिखत तीन तरीकों से बढ़ाया जा सकता है-
- आर्क प्लाजा को ठण्डा करके आर्क वोल्टेज को बढ़ाया जा सकता है। आर्क प्लाजा का मान कम होने पर, आर्क को बनाए रखनें के लिए अधिक वोल्टेज का आवश्यकता होती है।
- आर्क को कई श्रृंखलाओं में बाँटने पर भी आर्क वोल्टेज को बढ़ाया जा सकता है।
- आर्क पाथ की लम्बाई बढ़कर आर्क वोल्टेज को बढ़ाया जा सकता है। जैसे ही पाथ की लंबाई बढ़ाती है, पाथ की प्रतिरोध भी बढ़ती है। अतः आर्क वोल्टेज बढ़ जाता है।

कुछ ACB में संपर्क के दो जोड़े होते है। मुख्य जोड़े करंट को बढ़ाती है और कॉपर की बनी होती है। एक अतिरिक्त जोड़े (एयर कांटेक्ट) कार्बन का बना होता है जब ब्रेकर खोला जाता है, तो मुख्य संपर्क (contact) पहले खुलता है और आर्क कांटेक्टर्स चिपके रहते है। आर्क कांटेक्टर्स के अलग होने पर कुछ देर के लिए स्पार्किंग होती है।

अतः ट्रांजिशन वोल्टेज का मान कम होगा।

एयर सर्किट ब्रेकर के अनुप्रयोग एवं उपयोग (Application and uses of air circuit breaker)

- उद्योगों की सुरक्षा के लिए उपयोग किया जाता है।
- वैद्युतिक मशीनों की सामान्य सुरक्षा के लिए उपयोग किया जाता है।
- 15KV किला वोल्ट KVतक की विद्युत वितरण पद्धित में भी एयर सर्किट ब्रेकर का उपयोग किया जाता है।

- उच्च वोल्टेज तथा करंट एप्लीकेशनों की भाँति कम वोल्टेज तथा करंट एप्लीकेशनों में भी उपयोग किया जाता है।
- टांसफार्मर कैपीसिटर तर जनरेटरों की सुरक्षा के लिए इसका उपयोग किया जाता है।

एयर सर्किट ब्रेकर के प्रकार (Types of air circuit breaker)

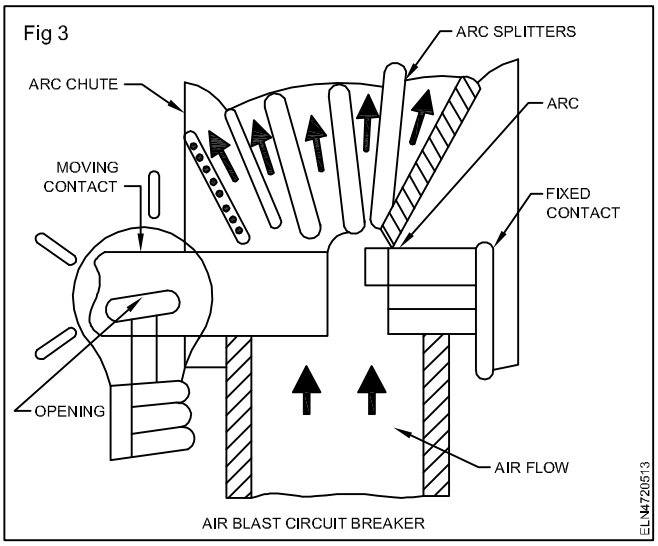
- प्लेन एयर सर्किट ब्रेकर (Plain air circuit breaker)
- एयर ब्लास्ट सर्किट ब्रेकर (Air blast circuit breaker)

प्लेन एयर सर्किट ब्रकेर (Plain air circuit breaker)

सर्किट ब्रेकर में संयोजक (contact) के आप पास चारों ओर एक कक्ष स्थापित होता है। इस कक्ष को आर्क चट **("arc chute")** कहा जाता है। यह आर्क चट ठण्डा (cool) करने में सहायता करता है आर्क चट (refractory) से बने होते हैं।

आर्क चट पृथक धात्विक प्लेटों की सहायता से छोटे छोटे कई भागों में विभक्त होते हैं जिन्हें आर्क स्प्लिटंस कहते है और जो छोटे आर्क चट की तरह कार्य करते है जैसा कि Fig 3 में दर्शाया गया है। प्रारंभ में आर्क श्रेणी क्रम में विभक्त हो जाती है और आर्क वोल्टेज का मान सिस्टम वोलटेज से अधिक कर देता है कम वोल्टेज एप्लीकेशन में इन्हें प्राथमिकता दी जाती है।

Fig 3



AIR BLAST CIRCUIT BREAKER

एयर लास्ट सर्किट ब्रेकर (Air blast circuit breaker)

ACB जो आर्क विलोपन माध्यम के रूप में उच्च दबाव युक्ता हवा का उपयोग करता है, एयर ब्लास्ट सर्किट ब्रेकर कहलाता है।

इस प्रकार के सर्किट ब्रेकरि का उपयोग उच्च वोल्टेज एप्लीकेशन हेतू किया जाता है और जिसे अग्रलिखित तीन वर्गो में विभाजित किया जा सकता है।

- अक्षीय ब्लास्ट एयर सर्किट ब्रेकर (Axial blast air circuit breaker)
- तियंक ब्लास्ट एयर सर्किट ब्रेकर (Cross blast air circuit breaker)
- त्रिज्यीय ब्लास्ट एयर सर्किट ब्रेकर (Radial blast air circuit breaker)

एयर ब्लास्ट सर्किट ब्रेकर के लाभ (Advantages of air - blast circuit breaker)

- एयर ब्लास्ट सर्किट ब्रेकर का उपयोग वहाँ होता है जहाँ तुरन्त प्रचालन (operation) आवश्यक्ता होती है कारण है इसकी कम आर्क ऊर्जा।
- एयर ब्लास्ट सर्किट ब्रेकर के उपयोग से तेल के कारण आग लगने का खतरा टल जाता है।
- आर्क विलोपन की क्रिया अधिक तेज होती है।
- तेज आर्क विलोपन के कारण एयर ब्लास्ट सर्किट ब्रेकर का आकार छोटा होता है।
- धारा के सभी मान के लिए आर्क की समय अविध समान छोटी है।
- सर्किट ब्रेकर की प्रचालन गति (Operating speed) अधिक तेज होती है।
- प्रचालन की गति के कारण प्रचालन की स्थिरता उच्च होती है।
- इसे रखरखाव की आवश्यकता कम होती है।

एयर ब्लास्ट सर्किट ब्रेकर की हानियाँ (Disadvantages of air -blast circuit breaker)

- अतिरिक्त वायु आपूर्ति संयत्र (air supply plant) के लिए अतिरिक्त रखरखाव की आवश्यकता होती है।
- इसके लिए उच्च धारिता एयर कम्प्रेसर की आश्यकता होती है।
- वायु दाब रिसाव (air pressure leakage) की सम्भावना रहती है।
- उच्च दर पुनः आधाती (re - striking) वोल्टेज और धारा अवरूद्ध (current chopping) सभावना होती है।
- वायु की आर्क विलोपन (arc extinguishing) विशेषता अपेक्षाकृत तेल से कम होती है।

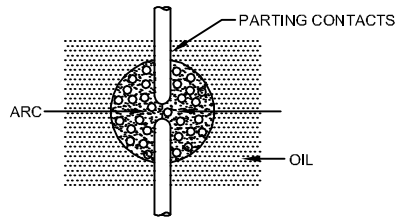
ऑयल सर्किट ब्रेकर Oil circuit breakers (OCB)

वे सर्किट ब्रेकर जो आर्क अवशोपित करने हेतू माध्यम के रूप में अनालक तेल जैसे ट्रांसफार्मर आयॅल का उपयोग करते है, ऑयल सर्किट ब्रेकर कहलाते है। OCB के मुख्य संयोजक (Contact) तेल के अन्दर खुली अवस्था में होते है और आर्क उनके बीच समाप्त हो जाती है। आर्क की ऊष्मा आसपास के तेल को वाष्पित कर देती है तथा उच्च दाब पर हाइड्रोजन गैस के रूप में अलग कर देती है।

हाइड्रोजन गैय का आयतन तेल के विघटित होने की मात्रा से हजार गुना अधिक होती है। परिणामस्वरूप तेल आर्क से दूर चला जाता है और यंयोजक के आर्क क्षेत्र के चारों ओर हाइड्रोजन गैस के बुलबुले फैल जाते है। आर्क विलोनप दो प्रक्रियाओं में पूर्ण होती है। पहले हाइड्रोजन गैंस उच्च ताप चालन करता है और आर्क को ठण्डा करता है इस प्रकार संयोजन के बीच माध्यम के निरावेषण (de-ionization) सहायता करता है।

दूसरा यह है कि गैस तेल में विक्षोभ पैदा करता है और संयोक बीच की जगह पर इसे मजबूती देता है इस प्रकार आर्क समाप्त हो है जैसा कि Fig 4 में दर्शाया गया है। परिणाम स्वरूप आर्क शान्त जाता है और परिपथ की धारा बाधित हो जाती है।

Fig 4



CIRCUIT BREAKER

ELN4720514

आर्क शमन माध्यम के रूप में तेल के लाभ (The advantages of oil as an arc quenching medium)

i यह आर्क ऊर्जा शमन कर के तेल को गैंस में अपघटित कर देता है ,जो कि उत्कृष्ट शीतलन गुण होता है।

ii यह आचलक के रूप में कार्य करता है और मुख्य संयोजकों के बीच एक छोटे निकासी के रूप में कार्य करता है।

iii आसपास का तेल आर्क के करीब की सतह को ठण्डस करता है।

आर्क शमन माध्यम के रूप में तेल की हानियाँ (The disadvantages of oil as an arc quenching medium)

i यह ज्वलनशील है और इसमें आग लगने का खतरा है।

ii यह वायु के साथ विस्फोटक (explosive) मिश्रण का सकता है।

iii आर्किंग उत्पाद (जैसे-कार्बन) तेल में बने रहते है और अचालक तेल की गुणवत्ता को दूषित करता है।

iv अचालक तेल को नियतकालिक निरीक्षण और प्रतिसथापन की आवश्यकता होती है।

ऑयल सर्किट ब्रेकर के प्रकार (Types of oil circuit breakers)

a) प्लेन ब्रेक ऑयल सर्किट ब्रेकर (Plain break oil circuit breakers)

b) आर्क नियंत्रण ऑयल सर्किट ब्रेकर (Arc control oil circuit breakers)

ii लो आयॅल सर्किट ब्रेकर (Low oil circuit breakers)

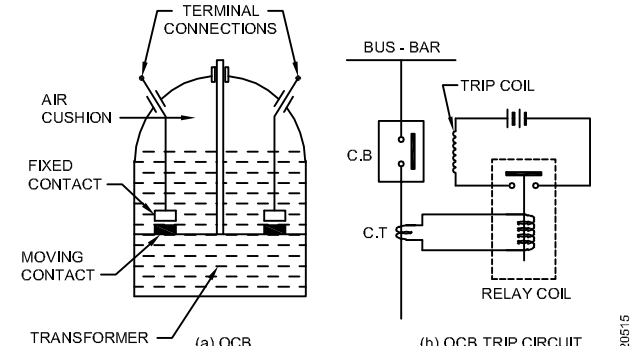
प्लेन ब्रेक ऑयल सर्किट ब्रेकर (Plain break oil circuit breakers)

प्लेन ब्रेक आयॅल सर्किट ब्रेकर में मुख्य यंयोजक (contacts) टैंक के पूरे तेल के नीचे व्यवस्थित होता है। संयोजको के पृथक्करण की लंबाई में बृद्धि के अतिरिक्त आर्क नियत्रंण की अन्य कोई विशेष प्रणाली नहीं है। आर्क का विलोपन तब छोटा है जब संयोजको के बीच विशेष गैस पहुचँ जाती है।

प्लेन ब्रेकक ऑयल सर्किट ब्रेकर सबसे पुरानी एवं सरल संरचना वाली ब्रेकर है। इसमे कड़े मौसम में भी स्थिर और अस्थिर संयोजक होते है । निश्चित स्तर तक भरी हुई अर्थ कसी टैंक तथा तेल स्तरत्त के उपर गद्देदार (cushion) वायु।

गद्देदार वायु (air cushion) असुरक्षित दबाव उत्पन्न किए बिना ही आर्क गैसों को पर्याप्त स्थान प्रदान करता है। यह उपर के तेल की गति भी अवशापित करता है Fig 5 डबल ब्रेक प्लेन ऑयल सर्किट ब्रेकर को दर्शाता है। इसे डबल ब्रेक इसलिए कहा जाता है, क्योंकि यह श्रेणी में दो ब्रेक उपलब्ध करता है।

Fig 5



ELN4720515

कार्य सिद्धांत (Principle of working)

सामान्य प्रचालन परिस्थितियों में स्थिर तथा अस्थिर संयोजक बंद अवस्था में रहते है और सामान्य और सामान्य परिपथ धारा ले जाती है। जब दोष उत्पन्न होती है तो अस्थिर संयोजककों को ट्रिपिंग यंत्र द्वारा खींच लिया जाता है और एक आर्क उत्पन्न होता है जो तेल को हाइड्रोजन गैस में वाष्पीकृत करता है। आर्क विलापन निम्नखिति प्रक्रियाओं द्वारा पूर्ण होती है।

i आर्क के चारों ओर उत्पन्न हाइड्रोजन गैस के बुलबुलें चाप को ठण्डा करते है।

ii गैंस तेल में विक्षोभ उत्पन्न करता है तथा आर्क को विलोपित करने में सहायता करता है।

iii संयोजकों के पृथक्करण के कारण आर्क की लंबाई बढ़ जाती है आर्क वोल्टेज में वृद्धि हो जाती है।

परिणाम स्वरूप कुछ ही अंतराल में आर्क विलोपित हो जाता है और परिपथ की धारा बाधित हो जाती है।

हानियाँ (Disadvantages)

i अतंराल लंबाई के अतिरिक्त आर्क पर काई विशेष नियंत्रण नहीं है।

ii इन ब्रेकरों की आर्किंग समय असंगत और लंबी होती है।

iii अवरोध की गति कम होती है।

इन हानियों के कारण प्लेन-ब्रेक ऑयल सर्किट ब्रेकर का उपयोग कम वोल्टेज में किया जाता है। 11 KV से अधिक वोल्टेज के वोल्टेज के अनुप्रयोगों में नहीं जहाँ उच्च ब्रेकिंग क्षमता की आवश्यकता नहीं है।

आर्क नियंत्रण, ऑयल सर्किट ब्रेकर (Arc control oil circuit breakers)

प्लेन ब्रेक आयल सर्किट ब्रेकर में आर्क पर बहुत कम कृत्रिम नियंत्रण होता है। इसलिए आर्क को विलोपित करने के लिए आर्क का लंबा होना आवश्यक है। यदि अभी भी कुछ आर्कनियंत्रण को कम सम्पर्क अंतर (short contact gap) पर स्थापित किया जाता है, तो उसे आर्क नियंत्रण ऑयल सर्किट ब्रेकर कहते है।

ये 2 प्रकार के होते है

a सेल्फ-ब्लास्ट ऑयल सर्किट ब्रेकर (Self - blast OCB)

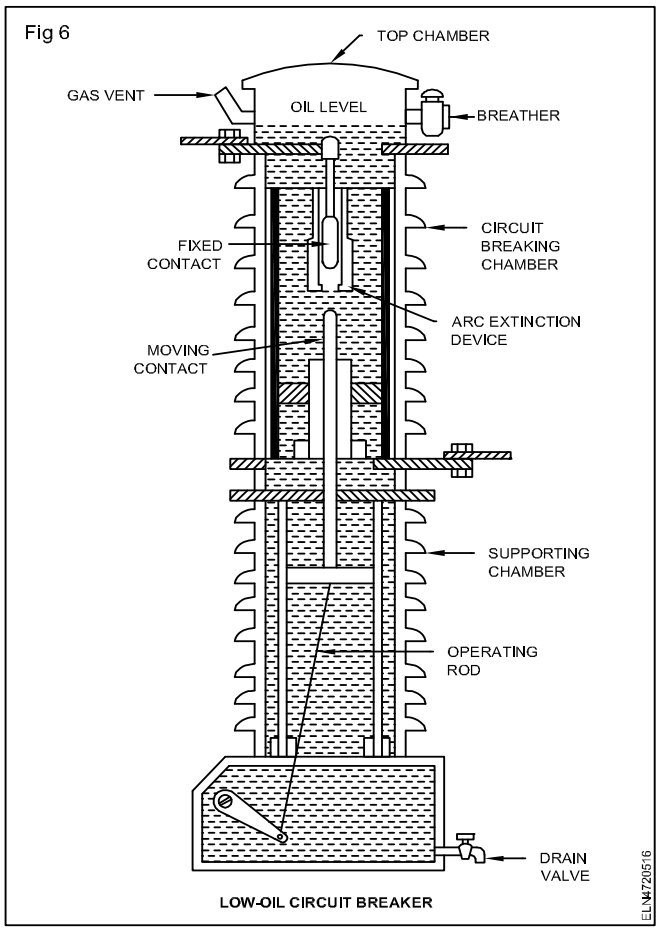
b फोर्सड्-ब्लास्ट ऑयल सर्किट ब्रेकर (Forced - blast OCB)

लो ऑयल सर्किट ब्रेकर (Low oil circuit breakers)

बल्क (bulk) ऑयल सर्किट ब्रेकर में कुछ प्रतिशत तेल (कुछ तेल का लगभग 10%) का ही उपयोग वास्तव में आर्क विलोपन हेतु किया जाता है। लेकिन बल्क ऑयल सर्किट ब्रेकर में भारी आयतन में उपयोग किए जाने वाले तेल, से टैंक का आकार, ब्रेकर का वजन, आग लगने का खतरा तथा रखरखाव की समस्या बढ़ जाती है।

उपरोक्त हानियों को दूर करने के लिए लो ऑयल सर्किट ब्रेकर को प्रचलन में लाया गया जिसमें अचालकता की दृष्टि से ठोस पदार्थों का उपयोग किया गया तथा कम मात्रा में तेल का उपयोग करता है, जो आर्क को विलोपित करने के लिए पर्याप्त है। उपयुक्त आर्क नियंत्रण युक्तियों (devices) का उपयोग करके, लो ऑयल सर्किट ब्रेकर में आर्क विलोपन को और सरल बनाया जा सकता है।

संरचना (Construction) : (Fig 6) सिंगल फेज लो ऑयल सर्किट ब्रेकर को दर्शाता है। जहाँ दो कक्ष है, जो एक दूसरे से अलग एंव तेल से भरे है। उसकी कक्ष परिपथ वियोजन कक्ष **(circuit breaking chamber)** है जहाँ निचला कक्ष सहायक कक्ष **(supporting chamber)** है। दोनों कक्षों को अलग कर दिया जाता है और तेल को एक कक्ष से दूसरे कक्ष में मिलने से रोका जाता है।



इस व्यवस्था के तीन लाभ है।

1 परिपथ वियोजक कक्ष (circuit breaking chamber) को अल्प आयतन में तेल की आवश्यकता होती है, जो आर्क विलोपन के लिए पर्याप्त है।

2 प्रतिस्थापित होने वाले तेल की माँग काफी कम हो जाती है।

3 सहायक कक्ष (supporting chamber) में तेल आर्क द्वारा दूषित नहीं होता।

i **सहायक कक्ष (Supporting chamber) :** यह तेल से भरा हुआ चीनी मिट्टी का एक कक्ष होता है, जो परिपथ विजोजक कक्ष (circuit breaking chamber) के तेल से भौतिक रूप से अलग होता है। तेल सहायक कक्ष के अन्दर होता है। तथा चीनी मिट्टी केवल अचालक प्रायोजन हेतु रखा जाता है।

ii **परिपथ वियोजक कक्ष (Circuit breaking chamber) :** यह सहायक कक्ष के ऊपर लगा चिनी मिट्टी का बना कक्ष होता है। और तेल से भरा होता है। इसके निम्नलिखित भाग है।

a) स्थिर संयोजक (Fixed contacts)

b) अस्थिर संयोजक (Moving contacts)

c) टर्युलेटर (Turbulator)

मूविंग कान्टैक्ट एक निश्चित पिस्टन के माध्यम से उपरी कक्ष में प्रवेश करता है। टर्ब्युलेटर एक आर्क नियंत्रक युक्ति है और इसमें अक्षीय तथा त्रिज्यीय दोनों प्रकार के मार्ग (vents) होते है। कम धाराओं के लिए अक्षीय वेंट जबकि अधिक धारा रेटिंग की ब्रेकर के लिए त्रिज्यीय वेंट।

iii **ऊपरी कक्ष (Top chamber) :** यह परिपथ वियोजक कक्ष के ऊपरी में लगा एक धात्विक कक्ष होता है। यह परिपथ वियोजक कक्ष में तेल के प्रसार को स्थान देता है। ऊपरी कक्ष में भी एक गैंस वेंट पाइप तथा ब्रीदर होता है जिसके द्वारा बाहर जाने वाली गैंस तथा अन्दर प्रवेश करने वाली वायु दोषयुक्त धारा (fault current) के बेक्रिंग के दौरान परिपथ वियोजक कक्ष (circuit breaking chamber) से गुजर सकता है।

प्रचालन (Operation) : सामान्य प्रचालन की स्थिति में मूविंग कन्टैक्ट् स्थिर (Fixed) कान्टैक्ट के साथ जुड़ा होता है। जब दोष (fault) घटित होता है, तो ट्रिपिंग यंत्र के द्वारा मूविंग कान्टैक्ट को नीचे खींच लिया जाता है और आर्क उत्पन्न होता है। आर्क तेल को वाष्पित कर गैंस पैदा करता है, जो गैंस वेंट से बाहर निकल जाता है।

इस क्रिया के फलस्वरूप तेल, मूविंग कान्टैक्ट के केन्द्रीय छेद से होकर गुजरता है और तेल पर टर्ब्युलेटर से संबंधित वेंट की ओर बल लगाता है। गैंस जब वेंट से गुजरता है, तब तेल (oil) द्वारा आर्क पूर्ण रूप से बुझ जाता है।

लाभ (Advantages) : बल्क ऑयल सर्किट ब्रेकर की तुलना में एक लोआयल सर्किट ब्रेकर के लाभ निम्न है।

i इसके लिए ऑयल की आवश्यकता बहुत कम होती है

ii ब्रेकर की कीमत कम है

iii स्थान कम घेरता है।

iv इस ब्रेकर का वजन कम है।

iv आग लगने की संभावना कम है।

vi रखरखाव और समस्या कम है।

हानियाँ (Disadvantages) : बल्क ऑयल सार्किट ब्रेकर की तुलना में एक लो ऑयल सर्किट ब्रेकर की निम्न हानियाँ है।

i सम्पर्क जगह से गैंस के निकलने में परेशानी होती है।

ii तेल की कम लागत होने से कार्बन का प्रभाव बढ़ जाता है।

iii उच्च कार्बनीकरण की अधिकता से तेल का हाइलैक्टिव स्टैन्थ तेजी से घटता है।

बैक्यूम सर्किट ब्रेकर (Vacuum circuit breaker) (VCB)

जिस सर्किट ब्रेकर में आग बुझाने हेतु निर्वात (vacuum) माध्यम का उपयोग किया जाता है वैक्युम सर्किट ब्रेकर कहलाता है।

निर्वात में अन्य माध्यम की अपेक्षा उच्च कुचालक एंव आग बुझाने का गुण अकिध होता है, जब ब्रेकर का कान्टैक्ट निर्वाता (वैक्यूम) में खुलता है, तो आर्क के विरूद्ध तत्काल हाइलैक्ट्रिक स्टैन्थ अन्य सर्किट ब्रेकरी की तुलना में अत्याधिक होता है।

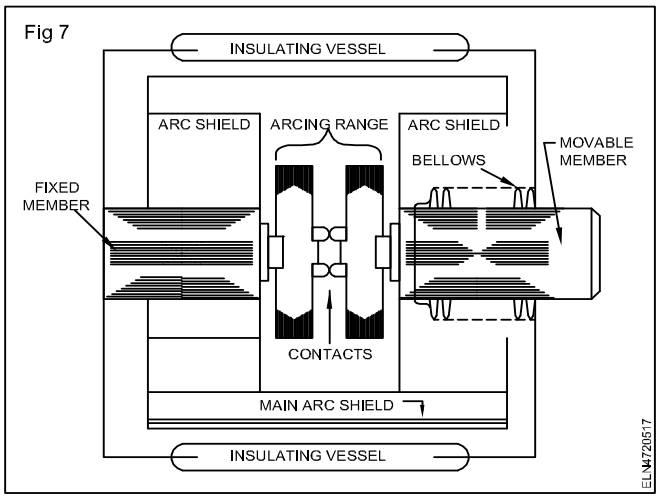
यह तकनीक केवल माध्यम वोल्टेज के लिए उचित है। उच्च वोल्टेज में उपयोग करने हेतु वैक्यूम तकनीक को विकसित किया जा रहा है।

वैक्यूम सर्किट ब्रेकर का सिद्धान्त (Principle of vacuum circuit breaker)

- जब सर्किट ब्रेकर के कान्टैक्ट वैक्यूम (10^7 to 10^5 torr), में खोले जाते है धातु वाष्पों के आयनीकरण से कान्टैन्ट के मध्य आर्क उत्पन्न होता है। (जैसे इलेक्ट्रान और आयन्स के संयोग से) हाँलाकि आर्क जल्दी से बुझ जाता है, क्योंकि धातु वाष्प के कारण हाइलैक्टिक स्ट्रैंथ उच्च होती है।
- वैक्यूम की अप्रत्यक्ष विशेषता यह है, कि जैसे ही वैक्यूम में अधिक उत्पन्न होता है, वह वैक्यूम के उच्च हाइलैक्ट्रिक स्ट्रैन्थ के कारण शीघ्र बुझ जाता है।

वैक्यूम सर्किट ब्रेकर की संरचना (Construction of vacuum circuit breaker)

Fig 7 में वैक्यूम सर्किट ब्रेकर के विशिष्ट भाग को दर्शाया गया है।



- फिक्स कांन्टैक्ट, मूविंग कांन्टैक्ट और वैक्यूम चेम्बर के अन्दर बंद आर्क कक्ष।
- चलित कांन्टैक्ट को स्टेनलेस स्टील द्वारा बंद कर दिया जाता है जो निंयत्रण यंत्र से जुड़ा होता है। यह रिसाव की संभावना को समाप्त करने के लिए वैक्यूम की स्थायी सिलिंग को मजबूत बनाता है ।
- बाहरी आवरण हेतु कॉच या सिरेमिक का बर्तन उपयोग होता है।
- आर्क सील्ड, बाहरी कुचालक आवरण के अन्दर धातु के वाष्प गिरने के समय रक्षा करता है।

वैक्यूम सर्किट ब्रेकर के कार्य (Working of vacuum circuit breaker)

- जब ब्रेकर खुलता है, तो मूविंग कांन्टैक्ट्स फिल्म कान्टैक्ट्स से अलग हो जाता है और कांन्टैक्ट्स के मध्य आर्क उत्पन्न होता है। आर्क का उत्पन्न होना कान्टैक्ट्स के पदार्थ और धातु के आयन्स में आयनीकरण के कारण है।
- आर्क शीघ्रता से बुझता है, क्योंकि धातु के वाष्प कम समय में ही विपरित हो जाते है ओर मूविंग तथा फिक्स कान्टैक्ट्स पर आर्क शीघ्र वापस आ जाता है।
- चूँकि वैक्यूम आर्क को तीव्रता से ढ़कने की हाइलैक्ट्रिक स्ट्रैन्थ करता है वेक्यूम ब्रेकर में आर्क बुझाने हेतु अलग से छोटा कान्टैक्ट्स (0.625 cm) लगा होता है।

VCB के अनुप्रयोग (Application of VCB)

- वैक्यूम सर्किट ब्रेकर का उपयोग 22KV से 66KV तक आउटडोर हेतु किया जाता है।
- ये बहुतायत ग्रामीण क्षेत्रों हेतु उपयोगी है।

सल्फर हेक्सा फ्लोराइड सर्किट ब्रेकर (Sulphur hexafluoride (SF_6) circuit breaker)

जिस सर्किट ब्रेकर में आग बुझाने हेतु सल्फर हेक्सा फ्लुराइड गैंस (SF_6) माध्यम का उपयोग होता है, उसे SF_6 सर्किट ब्रेकर कहा जाता है।

सल्फर हेक्सा फ्लुराइड गैंस (SF_6) एक इलेक्ट्रोनगेटिव गैंस है, जो इलेक्ट्रॉन को अवशोषित करने की मजबूत प्रवृत्ति रखता है। जब ब्रेकर के कान्टैक्यूस उच्च दाब के SF_6 गैंस माध्यम में खोले जाते है, तब उनके बीच आर्क उत्पन्न होता है।

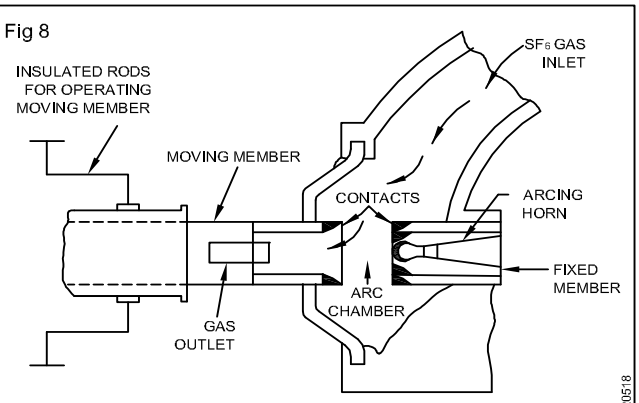
SF_6 गैंस, आर्क के मुक्त इलेक्ट्रॉन को अवशोषित कर नेगेटिव आयन्स बनाते है। नेगेटिव आयन्स इन्सुलेशन स्ट्रैन्थ को बढ़ाकर आर्क को बुझा देता है।

सल्फर हेक्सा फ्लोराइड (SF_6) सर्किट ब्रेकर उच्च शाक्ति और उच्च वोल्टेज में प्रयोग हेतु बहुत प्रभावी है।

SF6 सर्किट ब्रेकर की संरचना (Construction of SF6 circuit breaker)

सर्किट ब्रेकर के बंद कक्ष में स्थिर और अस्थिर (moving) कान्टैक्ट्स होते है। (Fig 8) कक्ष को आर्क बाधित कक्ष (arc interruption chamber) कहा जाता है, जिसमें (SF_6) गैंस भरा होता है, जो (SF_6) गैंस के टैंक से जुड़ा होता है।

Fig 8



TYPICAL INTERNAL VIEW OF SF_6 - CB

जब ब्रेकर के कांस्टैक्ट्स खुलते है तो वाल्व यंत्र एक उच्च दबाव से हेक्सा फ्यूराइड गैंस को आर्क, वाधित कक्ष की ओर प्रवाहित करता है।

फिक्स, (fix) मूविंग और आर्किंग हार्न की युक्तियों को कॉपर टंगस्टन या आर्क प्रतिरोधी पदार्थ से लेपित किया जाता है। SF_6 गैंस महंगा होता है, अतः ब्रेकर के प्रत्येक बार उपयोग के पश्चात पुनः उपयोग हेतु उनके सहायक युक्तियों का नवीनीकरण किया जाता है।

SF_6 सर्किट ब्रेकर के कार्य (Working of SF_6 circuit breaker)

ब्रेकर के बंद स्थिति में कान्टैक्ट्स के चारों ओर SF_6 गैंस का दबाव 2.8 kg/cm^2 होता है। जब ब्रेकर खुलता है। मूविंग कान्टैक्ट्स अलग हो जाता है कान्टैक्ट्स के मध्य आर्क उत्पन्न होता है। मूविंग कान्टैक्ट्स की गति एक वाल्व की अतः क्रिया के साथ देती है, जो SF_6 गैंस को 14kg /cm^2 दबाव के साथ SF_6 टैंक से आर्क बाधित कक्ष तक पहुँचाती है।

SF_6 गैंस का उच्च दबाव चार्ज इलेक्ट्रान्स के प्रभाव को समाप्त करता है जिससे कान्टैक्ट्स की हाइलैक्ट्रिक स्ट्रैन्थ तीव्रता से बढ़ती है। ब्रेकर प्रचालन के बाद वाल्व यंत्र स्प्रिंग सेट-अप से बंद हो जाता है।

SF_6 सर्किट ब्रेकर के लाभ (Advantage of SF_6 circuit breaker)

ऑयल तथा एयर सर्किट ब्रेकर की तुलना में SF_6 गैंस के बेहतर आर्क विलोयन (quenching) गुणों के कारण इस सर्किट ब्रेकर के कई लाभ है। कुछ लाभ नीचे दिए गए है।

1 इस प्रकार के सर्किट ब्रेकर की आर्किंग टाइम बहुत कम होती है।

2 SF_6 गैंस की हाइलैक्ट्रिक स्ट्रैन्थ हवा की तुलना में 2 से 3 गुना होती है, इस प्रकार के ब्रेकर धारा के अत्याधिक मान को रोक सकता है।

3 एयर ब्लास्ट सर्किट ब्रेकर की तरह SF_6 सर्किट ब्रेकर के प्रचालन (operation) के समय आवाज नहीं आती,न ही वातावरण में प्रदुषण होता है।

सर्किट ब्रेकर का ट्रिपिंग तंत्र (Tripping mechanism of circuit breakers)

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

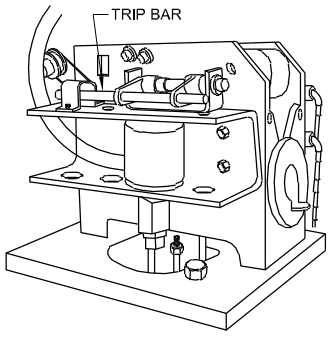
- **ट्रिपिंग तंत्र की आवश्यकता का वर्णन करना**
- **ट्रिपिंग तंत्र (mechanism) के प्रकार का वर्णन करना।**

सर्किट ब्रेकर का ट्रिपिंग तंत्र (Tripping mechanism of circuit breakers)

ट्रिप यंत्र (Trip mechanism) : ट्रिप यत्र को परिपथ की दोषपूर्ण स्थिति में चाही गयी समय में (स्वाचलित या हस्तचलित manually) परिपथ को तोड़ने हेतू लगया जाता है।

Fig 1 व्यवसथा (arrangement) दिखाता है जब सर्किट ब्रेकर ब्रद हो जाता है तब ट्रिप यंत्र एक लिंकेज पद्धित से लॉक हो जाता है। ट्रिप बार को उठाकर लॉक को स्वतंत्र (released) कर दिया जाता है।

Fig 1



ट्रिप बार एक ट्रिपिंग लीवर से जुड़ा रहता है जिसको हाथ से आपरेट/ चलाया जा सकता है। ट्रिपिंग लीवर सामान्य तौर पर लॉक स्थिति में रहता है। जब ट्रिप बार को उठाता जाता है तब सर्किट ब्रकेर के कॉटेक्ट खुल जाते है।

ट्रिप क्वॉयलें (Trip coils) : जब रिमोट प्रचालन वांछित हो (desired) ट्रिप क्वॉयल का उपयोग होता है। ट्रिप क्वायल एक छोटा सोलोनाइड होता है जो AC या DC से प्रचालित (Oprate) होता है। Fig 2 में ट्रिपिंग यंत्र का सामान्य व्यवस्था (arrangement) दिखाया गया है। एक प्लंजर सोलोनाइड में स्वतंत्र घूम सकता है जब सोलोनाइड एनरजाइज/चुम्बकित होता है तब ट्रिप स्विच का प्लंजर ऊपर उठता है और लॉक स्विच को स्वतंत्र करता है जो ट्रिप बार पकड़ उठता है। शॉर्ट सर्किट/ ओवर लोड और अडंर वोल्टेज के समय रिले कार्य करता है जैसे कि निम्न पैराग्रॉ में वर्णित है।

शंट ट्रिप क्वॉयलें (Shunt trip coils) : शंट ट्रिप क्वॉयल के लिए एक सहायक सप्लाई, C.T और रिले की आवश्यकता होती है रिले को समय-समय पर सुरक्षा देनें हेतू सेट किया जा सकता है। जब लोड करंट निर्धारित मान से अधिक हो जाती है तब रिले ट्रिप क्वॉयल परिपथ को बंद कर देती है यह रिले Fig 3 में दिखाया गया है।

Fig 2

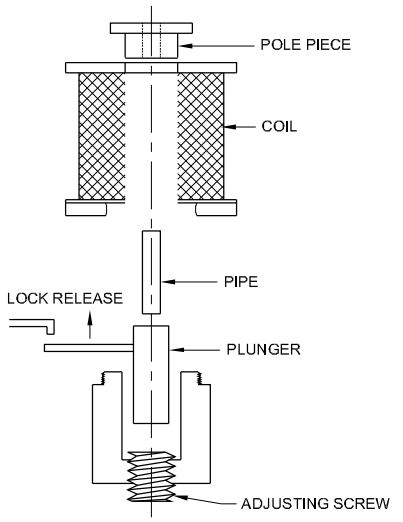
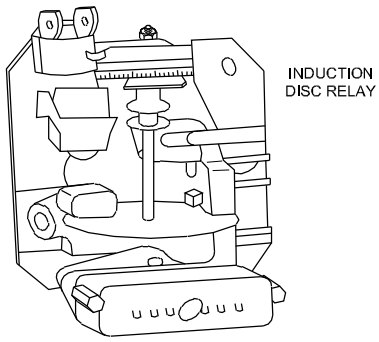
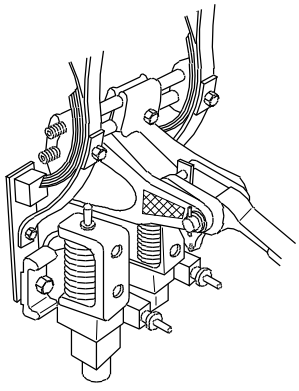


Fig 3



सीरीज ट्रिप कायल (Series trip coil) : Fig 4 में एक सीरीज ट्रिप क्वॉयल यंत्र सीरीज सोलोनायड स्प्रिंग के द्वारा नियंत्रित प्लंजर के साथ दिखाया गया है। जब लोड करंट रेटेड से अधिक होता है, तब प्लंजर के खीचाव द्वारा यंत्र ट्रिप हो जाता है।

Fig 4

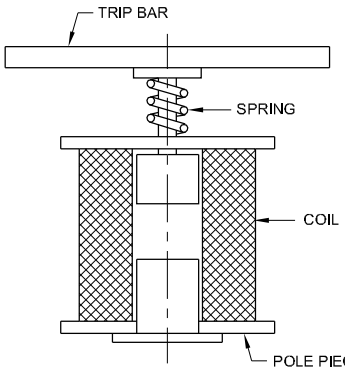


सर्किट ब्रेकर की प्रचालन के लिए जो आवश्यक करंट चाहिए वह उस स्क्रू के द्वारा सेट किया जाता है, जो प्लंजर के स्प्रिंग तनाव को नियंत्रित करता है। टाइम-लैग (प्रचालन समय धीमी) को डेस-पॉट की स्थिति को समायोजित कर सैट कर सकते है। जो ऑयल बांथ में प्लंजर के पिस्टल को जकड़ा होता है।

थ्री फेज सर्किट ब्रेकर में तीन सीरीज ट्रिप क्वॉयल होते हैं और थ्री पॉट, थ्री प्लंजर भी होता है। वे ट्रिपिंग यंत्र को एक साथ या अलग-अलग चला (Operate) सकते है।

अडंर वोल्टेज रिलीज कायल (Under voltage release coils) : वोल्टेज रिलीज क्वॉयल उन प्रतिष्ठानों/ स्थापनों में उपयोग किया जाता है जहॉ असमान्य लो वोल्टेज से परिपथ को अलग करने में की आवश्यकता होती है। अडंर वोल्टेज ट्रिप क्वॉयल की बनावट Fig 5 में, ट्रिप क्वायल के समान स्प्रिंग टेंशन से प्लंजर को दूर ले जाने वाला दिया गया है। समान्य प्रचालन स्थिति में सोलोनाइड चुम्बकत्व के कारण हैंडल स्प्रिंग तनाव के विपरीत नीचे खीचा हुआ रहता है।

Fig 5



जब सप्लाई वोल्टेज कम होता है तब अडंर वोल्टेज क्वायल की स्थिति ऐसी नहीं रहती है कि वह स्प्रिंग तनाव के विपरीत प्लंजर को पकड़ कर रख सकें। इस प्रकार प्लंजर ऊपर उठता है और ट्रिपिंग बार को सर्किट ब्रेकर को बंद (Trip) करने हेतू धकेल देता है।