## वाटमीटर (Wattmeters)

**उद्देश्य :** इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **शक्ति के प्रत्यक्ष मापन के लाभों को व्यक्त करना**
- **एकल कला वाटमापियों के प्रकारों को स्पष्ट करना**
- **प्रेरक प्रकार एकल कला वाटमापी की रचना और कार्यान्वन को बताना ।**

पावर आपूर्ति को नापने से लाभ (Advantages of measuring power supply)

एकल कला AC परिपथ में शक्ति गणना एक एम्पियर मापी वोल्टमापी और एक शक्ति गुणक मापी द्वारा निम्न समीकरण की सहायता से की जा सकती है।

एक एकल कला परिपथ में शक्ति = EI Cos ø watts.

इसी प्रकार एक तीन कला संतुलित परिपथ में शक्ति मापन एक एम्पियर मापी वोल्टमापी और एक शक्ति गुणक मापी द्वारा निम्न समीकरण की सहायता से ज्ञात की जा सकती है।

एक संतुलित 3 कला परिपथ में शक्ति = $3E_PI_PCos\phi$

अथवा $\sqrt{3}\ E_LI_LCos\phi$

जहां $E_PI_P$ कला मान है और $E_LI_L$ शक्तिमान है।

एक AC परिपथ में शक्ति मापन की इस परोक्ष विधि में निम्न अवगुण है।

- अनेक मापियों के कारण लघु विशुद्धता
- अनेक मापी पाठों के कारण पाठ त्रुटि
- प्रत्येक बार भार परिवर्तित करने पर गणना आवश्यक इसलिये परिवर्ती भार के उपयुक्त नही होते है।

वास्तविक शक्ति को स्थल पर ही ज्ञात कर सकने के लिये एक वाट मापी प्रयुक्त किया जाता है परिपथ में ह्रास हुई शक्ति को सीधे मापी के पैमाने पर पढा जा सकता है। वाटमीटर परिपथ के शक्ति गुणक को सदैव ध्यान में रखते हुये वास्तव शक्ति संकेत करता है।

**वाट मीटर के प्रकार (Types of wattmeters)**

नीचे दिये गये तीन प्रकार के वाटमीटर प्रयोग में लाये जाते है।

- डायनमों वाटमापी (Dynamometer wattmeter)
- प्रेरक वाटमापी (Induction wattmeter)
- स्थैतिक वाटमापी (Electrostatic wattmeter)

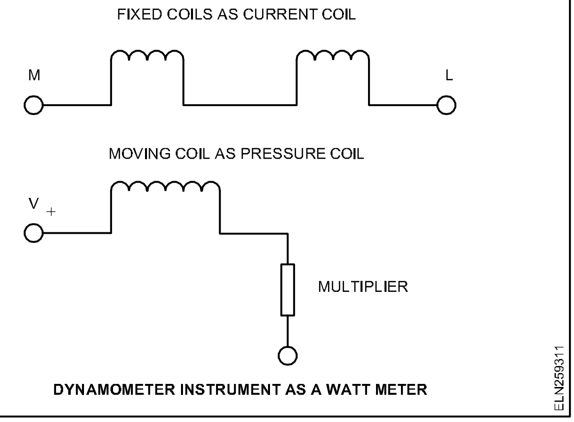
तीनों में से स्थैतिक वाटमापी बहुत कम प्रयोग में आता है। यहां केवल अन्य दो विषयों विवरण दिया जा रहा है।

**डायनमों मापी प्रकार एक कला वाटमापी (Dynamometer type, single phase wattmeter):** इसका प्रायः वाटमापी की भांति प्रयोग में लाते है इसका रचनात्मक विवरण और कार्यान्वन में पहले ही बताया जा चुका है इसलिये प्रशिक्षुओं को परामर्श दिया जाता है आगे बढने से पहले, उस विवरण का आकलन कर लें।

**प्रेरक प्रकार एकल कला वाटमापी (Induction type single phase wattmeter):** इस प्रकार के वाटमापी केवल परिपथों पर प्रयोग में लाये जा सकते हैं, जब डायनमों मापी प्रकार AC और DC दोनों में प्रयुक्त हो सकते हैं।

प्रेरक प्रकार के वाटमापी केवल उस समय प्रयुक्त होते है जब आपूर्ति वोल्टता और आवृत्ति लगभग स्थायी होते है। (Fig 1).

Fig 1



DYNAMOMETER INSTRUMENT AS A WATT METER

**लाभ (Advantages)**

- यह उपकरण AC या DC दोनों के लिए प्रयुक्त हो सकता है।
- यह एक वायु कोपड् उपकारण है इससे हिस्टरसिस और एडी करन्ट की हानि नहीं होती।
- इस उपकरण में अधिक परिशुद्धता है।
- वारमीटर के रूप में प्रयुक्त करते समय पैमाना समरूप होता है।

**हानियाँ (DIsadvantages)**

- PMMC और चल इस्पात उपकरण की तुलना में यह मँहगा है।
- वाल्टमीटर और एममीटर के रूप में प्रयुक्त करते समय पैमान समरूप नहीं होता।



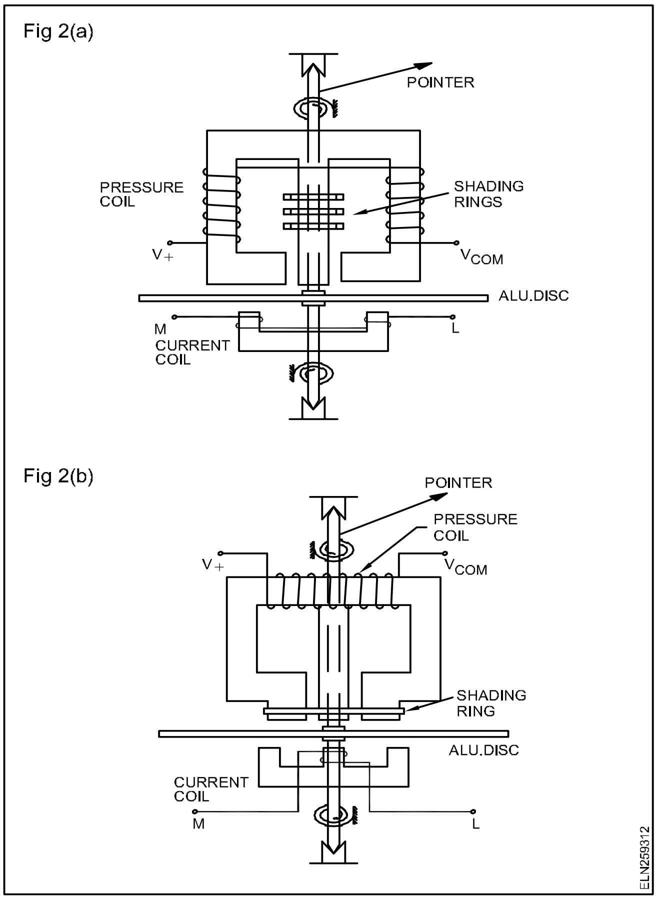
Copyright Free Under CC BY Licence

- इसमें कम टोर्क/भार अनुपात होता है और सेन्सेटिवीटी भी कम होती है।
- ओवर लोड के लिए सेन्सटिवीटी और मेकेनिकल इम्पाक्ट। अतः प्रयोग करते समय सावधानी का आवश्यकता।
- PMMC मीटरों से अधिक पावर की अधिक खपत।

**इन्डक्शन प्रकार सिंगल फेज वाटमीटर (Induction type single phase wattmeter):** हम प्रकार का वाटमीटर केवल सर्किट में प्रयुक्त हो सकता है डायनातमोमीटर प्रकार AC और DC दोनों प्रयुक्त हो सकता है।

इन्डक्शन प्रकार का वाटमीटर तभी प्रयुक्त हो सकता है जब वाल्टेज और फ्रिक्वेन्सी लगभग अविच्छिन्न हो।

**संरचना (Construction):** Fig 2a, and 2b विभिन्न प्रकार के दों चुम्बकीय क्रोण वाले प्रेरण वाटमीटर दिखाये गये है।




दोनों में एक भार कुण्डल, चुम्बक और एक धारा कुण्डल चुम्बक होता है। भार कुण्डल की धारा वोल्टता के समानुपात में और जबकि धारा कुण्डल भार धारा को ले जाता है।

चुम्बकों के बीच के स्थान में एक स्प्रिंग पर एक पतली एल्यूमिनियम चकती आरोहित होती है जिसकी गति स्प्रिंग द्वारा नियंत्रित होती है स्पिन्डल के एक किनारे पर एक भार रहित संकेतक होता है।

**कार्यान्वन (Working):** दाब और धारा कुण्डलों द्वारा उत्पन्न प्रत्यावर्ती चुम्बकीय फ्लक्स एल्यूमिनिमय चकती को काटता है चकती में भंवर धारायें उत्पन्न होती है। फ्लक्स और भंवर धाराओं की अर्न्तक्रिया के कारण चकती में एक घूर्णन आघूर्ण उत्पन्न होता है जिससे चकती चलने का प्रयत्न करती है। स्पिन्डल से जुडी दो नियन्त्रक स्प्रिंग संकेतक के विक्षेपण को नियन्त्रति करती है और संकेतक एक अंशाकित पैमाने पर वाट में शक्ति प्रदर्शित करता है।

दाब कुण्डल (शन्ट ) चुम्बक में प्रदत्त छायांकित अंगूठियों का समंजन चुम्बक में परिणमित फ्लक्स को आरोपित वोल्टता के ठीक 90° पश्च रखने से किया जा सकता है।

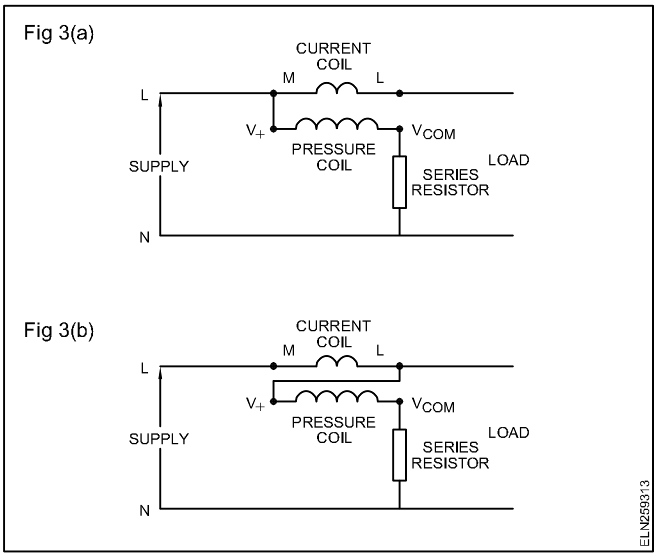
**त्रुटिपूर्ण मापन को कम करने के लिये वाटमापी को एकल कला प्रतिरोध दाब कुण्डल की सम्बन्ध विधि (Method of connecting wattmeter in single phase circuits - pressure coil connection to reduce erroneous measurement):**

Fig 3 के अनुसार वाटमापी के दाब कुण्डल को सम्बन्धित करने की दो विधियां है।

Fig 3a और b में प्रदर्शित दोनों विधियों में शक्ति मापन में संशोधन निम्न कारणों से आवश्यक होता है।

Fig 3a में प्रदर्शित सम्बन्धन विधि में दाब कुण्डल धारा कुण्डल की आपूर्ति भुजा में सम्बन्धित दिखाया गया है इसलिये शक्ति मापन में त्रुटि का कारण धारा कुण्डल वोल्टता पात के कारण आरोपित वोल्टता भार की तुलना में उच्च होती है। इसलिये वाटमापी दाब कुण्डल में भार कुण्डल में शक्ति के साथ भार शक्तिमापन करता है। यदि भार धारा कम है तो धारा कुण्डल में वोल्टता पात कम होगा इसलिये सम्बन्धन विधि अति लघु त्रुटि उत्पन्न करती है और श्रेयष्कर होती है।

इसके विपरीत यदि भार धारा अधिक है तो दाब कुण्डल में शक्ति Fig 3b में प्रदर्शित सम्बन्ध विधी में भार शक्ति की तुलना में नगण्य होगी इसलिये उत्पन्न त्रुटि बहुत कम होती है और इस सम्बन्धन को वरीयता दी जाती है।






Copyright Free Under CC BY Licence

## 3 फेज़ वाटमीटर (3-phase Wattmeter)

**उद्देश्य :** इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **मापी यन्त्र ट्रांसफार्मर सहित और रहित**
- **विभिन्न प्रकार के 3 फेज़ वाटमीटरों को जोड़ने की विधि बताना ।**

एकल फेज़ वाटमापियों में दाब और धारा कुण्डल का एक नियोजन होगा जो एकल एल्यूमिनियम चकती का प्रवर्तन करेगा जबकि दो घटक तीन कला वाटमापी में दाब और धारा कुण्डलों के दो नियोजन होते है जो Fig 1a के अनुसार एकल एल्यूमिनियम चकती का प्रवर्तन करेगें अथवा एक ही शैफ्ट पर आरोहित Fig 1b के अनुसार दो एल्यूमिनिमयम चकती का प्रवर्तन करेंगें और तीन फेज़ शक्ति के समानुपात में आघूर्ण प्रदत्त करेंगे।

Fig 1(a)

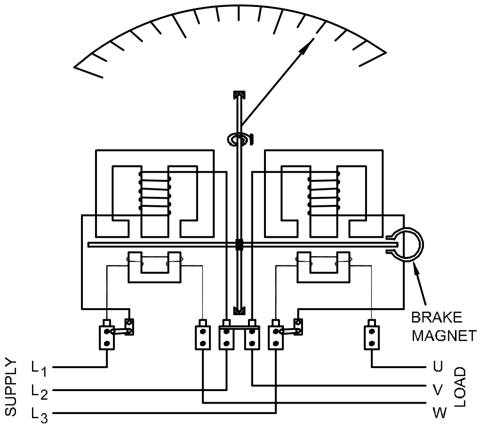
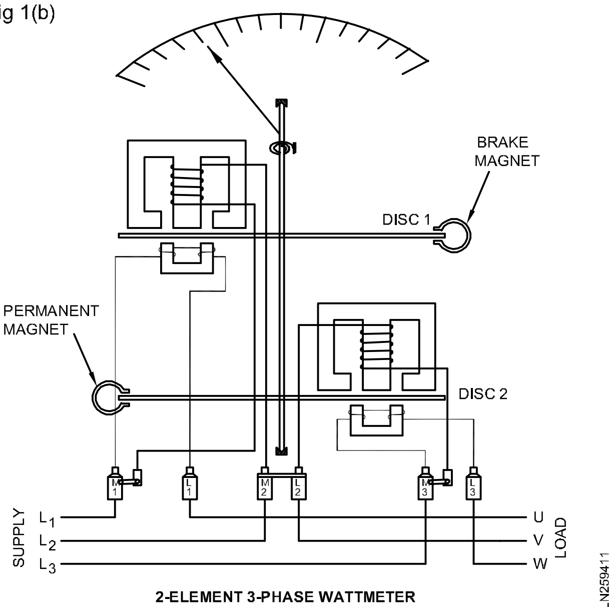



Fig 1(b)




2-ELEMENT 3-PHASE WATTMETER

अन्यथा तीन घटक तीन फेज़ वाट मापी में परस्पर 120° पर दाब और धारा कुण्डलो के तीन नियोजन होगें लेकिन Fig 2 के अनुसार एकल एल्यूमिनियम चकती प्रवर्तित करेंगे अथवा दाब और धारा कुण्डलों के तीन नियोजन होगें जो एक दूसरे के ऊपर तीन चकतियों पर लेकिन Fig 3 के अनुसार एकल स्पिन्डल पर ही आरोहित तीन चकतियों का प्रवर्तन करते है।

Fig 2

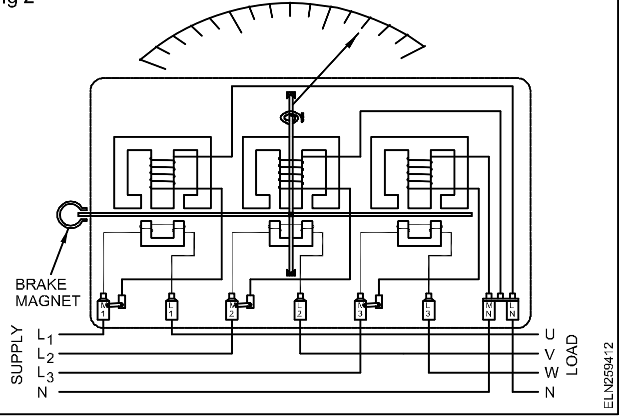
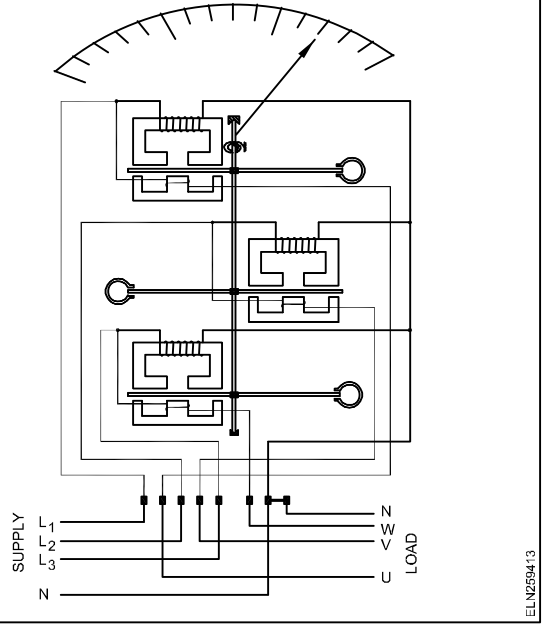



Fig 3



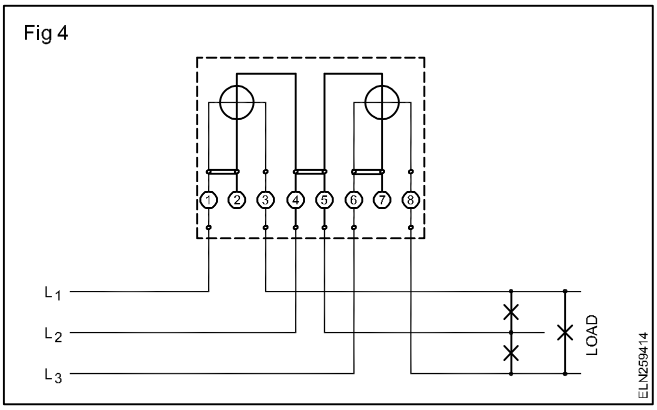
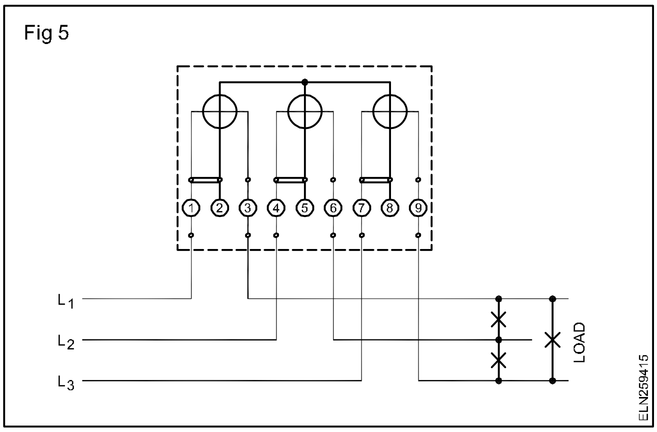
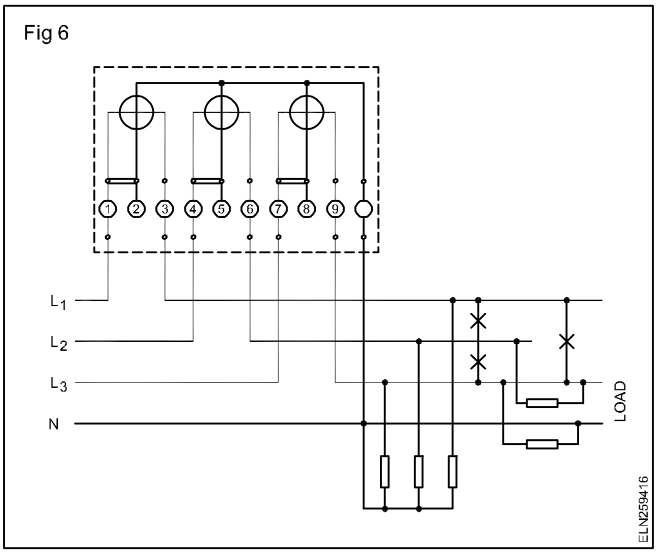

वाटमापी और ऊर्जा मापी की रचना में अन्तर केवल यह होता है कि वाटमापी कि स्पिन्डल स्प्रिंग नियत्रित होती है और एक संकेतक होता है। लेकिन गियर्स की श्रृखला नही होती ।

लेकिन जो पहले पढा गया है उसे संक्षेपित करने के लिये नीचे टेबल 1दिया गया है जो 3 फेज़ वाले सम्बन्ध चित्र को दर्शाता है। Fig 4, Fig 5 & Fig 6



Copyright Free Under CC BY Licence

## टेबल 1

| क्र.सं. | तीन फेज़ वाटमीटर के प्रकार | परिपथ आरेख | अनुप्रयोग |
|---|---|---|---|
| 1 | 2- घटक - तीन तार के प्रकार | Fig 4   | संतुलित और |
| 2 | 3- घटक - तीन तार | Fig 5   | असंतुलित भार<br>संतुलित भार |
| 3 | 3- घटक - चार तार | Fig 6   | असंतुलित भार. |



Copyright Free Under CC BY Licence

# डिजीटल वाटमीटर (Digital Wattmeter)

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

- **ब्लॉक डायग्राम का वर्णन करना**
- **एनॉलाग तथा डिजीटल वाटमीटर के बीच तुलना करना।**

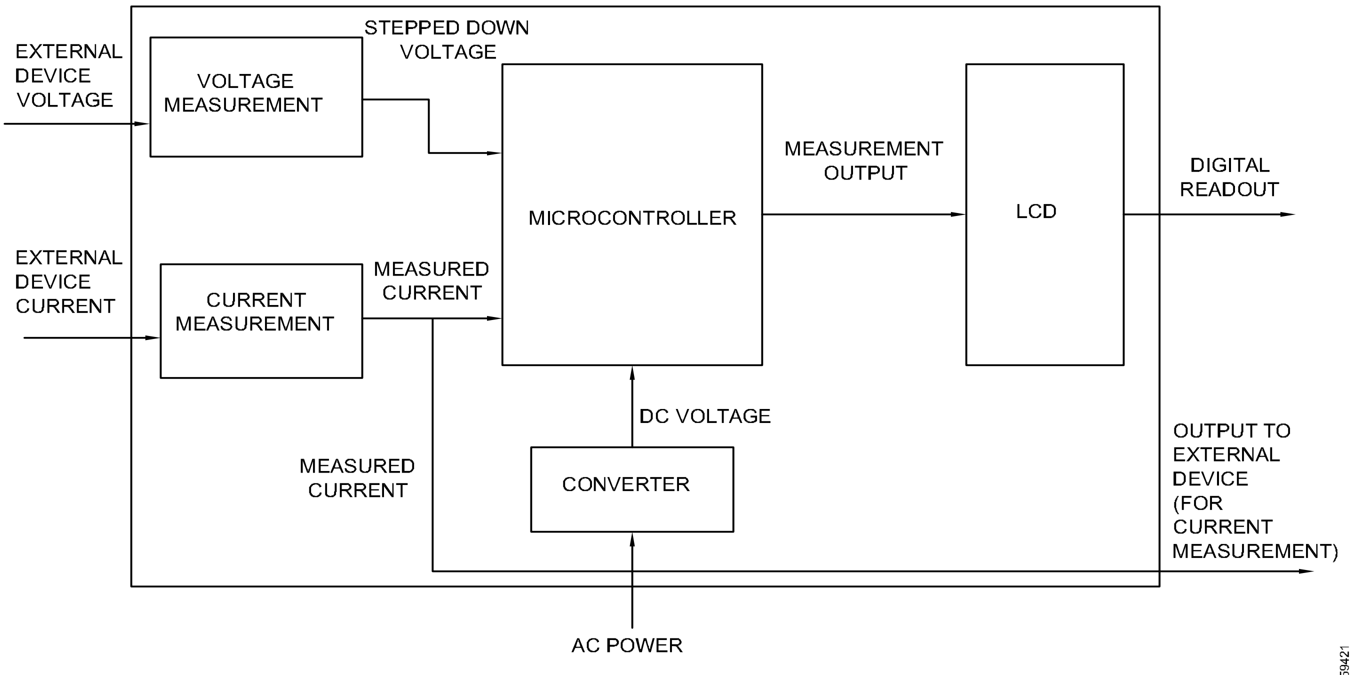
## डिजीटल वाटमीटर (Digital wattmeter)

किसी दिये गए परिपथ में विधुत पावर को मापने के लिये वाटमीटर यंत्र प्रयोग किया जाता है इलेक्ट्रोमैग्नेटीक वाटमीटर का प्रयोग फ्रीक्वेंसी और आडियो फ्रीक्वेंसी तथा ऑडियो फ्रीक्वेंसी पावर या अन्य प्रकार के रेडियो फ्रीक्वेंसी के मापन मे किया जाता है

डिजीटल वाटमीटर का ब्लॉक डायग्राम Fig 1 में दर्शाया गया है।

डिजीटल वाटमीटर हजारों बार इलेक्ट्रानिक रूप से करंट और वोल्टेज को मापते हे जिसे कम्प्यूटर के माइक्रोकंट्रोलर चिप में वाटों को निर्धारित करने के लिये गुणा करते हे कम्प्यूटर ऑकड़े जैसे उच्च औसत तथा उपयोग हुए कम वाट की गणना भी कर सकता हे वे सर्ज वोल्टेज तथा आउटेज की निगरानी भी कर सकते है डिजीटल इलेक्ट्रॉनिक वाटमीटर घरेलू उपकरणों में ऊर्जा और पैसे की बचल के साथ बिजली खपत को मापने के लिये लोकप्रिय हो गये हैं।

Fig 1




BLOCK DIAGRAM OF DIGITAL WATTMETER

**एनॉलाग वाटमीटर तथा डिजीटल वाटमीटर के मध्य तुलना**

| एनॉलाग वाटमीटर | डिजीटल वाटमीटर |
|---|---|
| घूमने वाले भाग के कारण हानियाँ होती है। | घूमने वाले भाग न हाने के कारण घर्षण यांत्रिक हानि कम होती है। |
| डिजीटल वाटमीटर की अपेक्षा यथार्थता कम है। | एनॉलाग वाटमीटर की अपेक्षा यथार्थता अधिक है। |
| पायांक लेते समय अपैखिक त्रुटि उत्पन्न हो सकती है। | डिजीटल प्रदर्शन में पैमाने पर पायांक घर्षण हाने पर भी सही होता है। |
| इसके लिये कोई सहायक सप्लाई की आवश्यकता नहीं होती है । | इसके लिये सहायक DC सप्लाई आवश्यक होती है। |
| इसके डिजाइन में जटिलता नही है तथा इसे आपूर्ति की आवश्यकता नहीं है। | कार्य करने के लिये एनॉलाग की तुलना में विश्सनीयता कम है। |
| मीटर को सप्लाई देने पर ट्रंजिस्टर के कार्य पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता है | कोई भी आपूर्ति ट्रांजिस्टर को नुकसान पहुँचा सकता है |
| कपंन और तापमान का मीटर पर काफी प्रभाव पड़ता है। | कंपन तथा मापमान में विविधता होने की इलेक्ट्रिक घटकों का स्थिर प्रदर्शन होता है। |



Copyright Free Under CC BY Licence

# ऊर्जा मीटर (एनलाग और डिजिटल) (Energy meter (analog and digital))

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

- **एकल फेज़ ऊर्जा मीटर की रचना और कार्यान्वन सिद्धान्त का वर्णन करना**
- **एनर्जी मीटर में आने वाली त्रुटियों का वर्णन करना।**

**ऊर्जा माटर की आवश्यकता (Necessity of energy meter):** विद्युत परिषद द्वारा आपूर्तित वैद्युत ऊर्जा के मूल्य का निर्धारण उपभोक्ता द्वारा वास्तव में उपभोगित ऊर्जा के आधार पर होना चाहिये। हमें उपभोक्ता को आपूर्तित ऊर्जा मापन की एक युक्ति की आवश्यकता होती है। व्यवहार में वैद्युत ऊर्जा को किलोवाट घंटे में मापा जाता है। इसके लिये प्रयुक्त मापी को ऊर्जा मापी कहते है।

घरेलू और व्यवसायिक परिपथों में ऊर्जा मापन के लिये Ac में एक प्रेरक प्रकार के ऊर्जा मापी को सर्वाधिक-प्रयोग होता है।

**एकल फेज़ प्रेरक प्रकार के ऊर्जा मीटर का सिद्धान्त (Principle of a sigle phase induction type energy meter):** इस मापी का प्रचालन प्रेरण सिद्धान्त पर निर्भर होता है। दो कुडलों से उत्पन्न दो प्रत्यावर्ती चुम्बकीय क्षेत्र एक चकती में धारा प्रेरित करते है जिससे उत्पन्न एक आघूर्ण उसे घूर्णित करता है। एक कुण्डल (विभव कुण्डल) में आपूर्ति वोल्टता के अनुपात में धारा (धारा कुण्डल) में भार धारा (Fig 1) होती है।

Fig 1

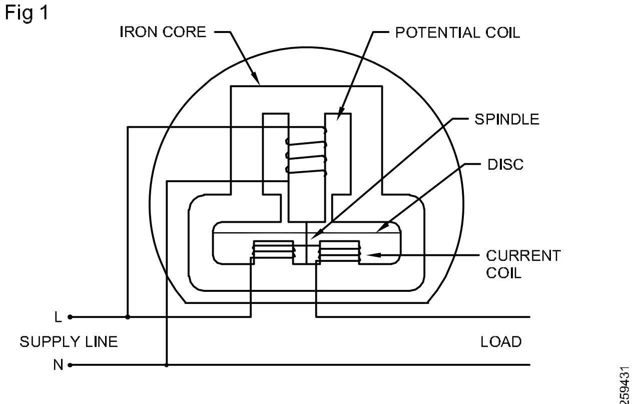



DIAGRAM OF AN INDUCTION TYPE WATT-HOUR METER

वाट मापी की भांति आघूर्ण शक्ति का समानुपाती होता है। वाट घण्टा मापी द्वारा शक्ति समय दोनों को विचाराधीन रखना चाहिये। तात्क्षणिक चाल इससे जाने वाली शक्ति के समानुपात में होना चाहिये।

एक दिये गये समय में चक्करो की संख्या उस समय में मापी से जाने वाली कुल ऊर्जा की समानुपाती होनी चाहिये।

**एक ऊर्जा मीटर के भाग और प्रकार्य (Parts and function of an energy meter):** Fig 1 में एक प्रेरण प्रकार के एकल कला ऊर्जा मापी के भाग प्रदर्शित किये गये है।

**लौह क्रोण (Iron core):** इस वांछित पथ में चुम्बकीय फ्लक्स को जाने देने के लिये विशेष रूप से आकृतित किया गया है। यह चुम्बकीय बल रेखाओं को मार्गित करता है और फल्क्स क्षरण तथा चुम्बकीय प्रतिष्ठम्भ को कम करता है।

**विभव कुण्डल (वोल्टता कुण्डल) (Potential coil (Voltage coil)):** भार के सिरों पर विभव कुण्डल जोडा दिया जाता है और महीन तार के अनेक चक्करों से वेष्ठित किया जाता है यह एल्यूमिनियम चकती में भंवर धारायें प्रेरित करता है।

**धारा कुण्डल (Current coil):** धारा कुण्डल भार के साथ श्रेणी में जुडे होते है और मोट तार के कुछ चक्करों से वेष्ठित होते है क्योंकि इन्हें पूर्ण धारा भार ले जाना होता है।

**चकती (Disc):** मापी में चकती घूर्णन घटक होता है और एक उर्ध्वाधर स्पिन्डल पर आरोहित होती है जिसके एक किनारे पर वार्म गियर होता है। चकती एल्यूमिनियम से बनी होती है और विभव तथा धारा कुण्डल चुम्बकों के बीच वायु अन्तराल में अब स्थिति रहती है।

**स्पिन्डल (Spindle):** स्पिन्डल के किनारों पर दृढ स्टील किलकन होते है किलकन एक रतनित बियेरिंग पर आधारित होता है। स्पिन्डल के एक सिरे पर वार्म गियर होता है। गियर द्वारा डायल को घुमाये जाने पर वे मापी द्वारा जाने वाली ऊर्जा का संकेत करते है।

**स्थायी चुम्बक/ ब्रेक चुम्बक (Permanent magnet / brake magnet):** स्थायी चुम्बक एल्यूमिनियम चकती को उच्च चाल से दौडने को रोकते है यह एक विपरीत आघूर्ण उत्पन्न करता है जो एल्यूमिनियम चकती के घूर्णन आघूर्ण का विरोध करता है।

**ऊर्जा मापियों का कार्यान्वन (Fuctioning of energy meters):** विभव कुण्डल और धारा कुण्डलों से निर्मित एक वैद्युत चुम्बक से एल्यूमिनियम चकती का घूर्णन प्राप्त होता है (Fig 2)। भार के सिरों पर विभव कुण्डल होता है जो एल्यूमिनियम चकती में भंवर धारा प्रेरित करता है भवर धारा एक चुम्बकीय क्षेत्र उत्पनन करती है जो धारा कुण्डलों द्वारा उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र के साथ प्रतिक्रिया करके चकती पर एक प्रर्वतन आघूर्ण उत्पन्न करती है।

एल्यूमिनियम चकती की घूर्णन चाल एम्पियर (धारा कुण्डलों में) और असम्बन्धित हो जाने पर वोल्ट (विभव कुण्डल) के साथ गुणनफल की समानुपाती होती है। भार द्वारा कुलउपभोगित वैद्युत ऊर्जा एक दिये गये समय अन्तराल में चक्करों की संख्या की समानुपाती होती है।

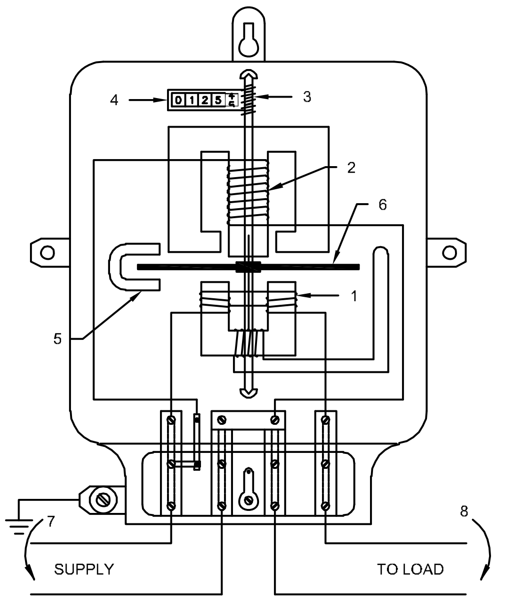
तांबें की एक छोटी अंगूठी (छायांकन अंगूठी ) अथवा कुण्डल (छायांकन कुण्डल) विभव कुण्डल के अन्दर वायु स्थान में रखा जाता है जो घूर्णित एल्यूमिनियम चकती द्वारा उत्पन्न किसी भी घर्षण का निरासन करने के लिये यथेष्ट बडा अग्र पश्च आघूर्ण उत्पनन कर सके ।

यह प्रतिआघूर्ण उस स्थिति में उत्पन्न होता है जब स्थायी चुम्बक द्वारा स्थापित चुम्बकीय क्षेत्र में एल्यूमिनियम चकती घूर्णित होती है इस कारण भंवर धारायें



Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 2




1. CURRENT COIL
2. VOLTAGE COIL
3. WORM GEAR
4. REGISTERING MECHANISM
5. PERMANENT MAGNET
6. ALUMINIUM DISC
7. SUPPLY TERMINALS
8. LOAD TERMINALS

INDUCTION TYPE ENERGY METER

ELN259432

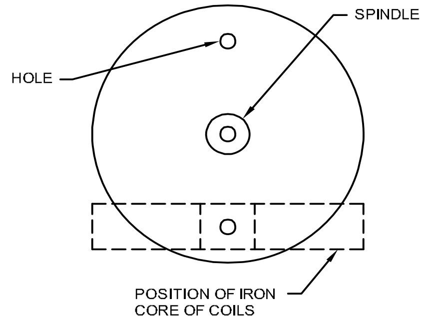
चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करती है जो स्थायी चुम्बक के क्षेत्र से प्रतिक्रिया करती है और एक प्रतिबन्धित क्रिया उत्पन्न होती है जो चकती की चाल की समानुपाती होती है।

जितना अधिक गति से चकती घूर्णित होती है उतनी ही अधिक प्रबल भंवर धारायें होती है और उतनी ही अधिक प्रतिबन्धन क्रिया होती है यह प्रतिबन्ध क्रिया घूर्णित चाल को भार द्वारा ली गई धारा के समानुपात में लाने के लिये आवश्यक होती है। साथ ही असम्बन्धित हो जाने पर चकती को जडत्व आघूर्ण के कारण आगे चले जाने से रोकती है।

**सर्पण त्रुटि और समंजन (Creeping error and adjustment):** कुछ मापियों में धारा कुण्डल में धारा प्रवाह न होने पर भी चकती निरन्तर घूर्णित होती रहती है अर्थात जब केवल दाब कुण्डल ऊर्जित किया जाता है इसे सर्पण कहते है। सर्पण का मुख्य कारण घर्षण की अति भरपायी होता है। सर्पण के अन्य कारण दाब कुण्डल के सिरों पर अत्यधिक वोल्टता दोलन और अवांछित चुम्बकीय क्षेत्र होते है।

सर्पण को रोकने के लिये चकती में दो व्यासीय विपरीत क्षेत्र (Fig 3) बना दिये जाते है। विभव कुण्डल चुम्बक के ध्रुव के किनारे दो में से एक छेद के अन्दर जाने पर चकती रूक जायेगी। और इस प्रकार घूर्णन अधिकतम अर्धचक्र तक सीमित हो जाता है।

Fig 3




ELN259433

## अंकीय ऊर्जा मीटर (Digital Meter)

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

- **डीजिटल प्रकार एनर्जी मीटर की तुलना में इलैक्ट्रोमेकेनिकल प्रकार के एनर्ली मीटर से करके इसके लाभ बताना**
- **ब्लाक डायग्राम से डिलिटल प्रकार के ऊर्जामापी के कार्य का वर्णन करना।**

### ऊर्जा मीटर (Energy meter)

एक विद्युत मीटर (electric meter) अथवा ऊर्जा मापी (energy meter) एक आवश्यक युक्ति (essential device) ऊर्जा कन्ज्यूम की एक एक उपभोक्ता द्वारा नियमित मूल्य निर्धारण प्राप्त करते हैं इसी प्रकार विद्युत ऊर्जा की राशि एक निवास स्थान उद्योग अथवा उपकरणों को अवशोषित को मापने में करते हैं ।

साधारणतया, ऊर्जामापी (energy meters) लगातार मापे गये तात्कालिक वोल्टेज और धारा को आपरेट करने में करते हैं तथा तात्कालिक विद्युत शक्ति (वॉट) में दिये गये प्रोडेक्ट (product) जिसे तब समाकलित (integrated) से अलग समय से दी ऊर्जा का प्रयोग जूल या किलोवॉट (kWh) में करते हैं ।

ऊर्जामापी को दो भागों में वर्गीकृत किया गया है । वे हैं -

- इलेक्ट्रोमैकेनिकल प्रकार (Electromechanical type)
- इलेक्ट्रानिक (अंकीय) प्रकार (Electronic (digital) type)

### इलेक्ट्रोमैकेनिक टाइप ऊर्जा मीटर (Electro mechanical type Energy meter)

इस मीटर को कताई डिस्क (spinning disc) और एक मैकेनिकल काउन्टर डिस्प्ले में किया है । इसमें एक मेटल डिस्क के चक्करों को गिनने के द्वारा ऑपरेट करते हैं मेटल डिस्क जब घूमती है तो मुख्य स्विच के द्वारा पावर उसकी चाल के अनुक्रमानुपाती (proportional) होती है । क्वाइल कताई डिस्क के पास उत्पन्न एड़ी धारा (eddy current) तथा एक बल तात्कालिक धारा और वोल्टेज के अनुक्रमानुपाती (proportional) होता है ।

एक परमानेन्ट मैग्नेट, डिस्क पर डैम्पिंग बल जोर लगा (exerts) कर करता है पावर हटाने के बाद स्पिन रुक जाता है ।



Copyright Free Under CC BY Licence

इस प्रकार के मीटर की निम्न सीमायें (limitation) हैं -

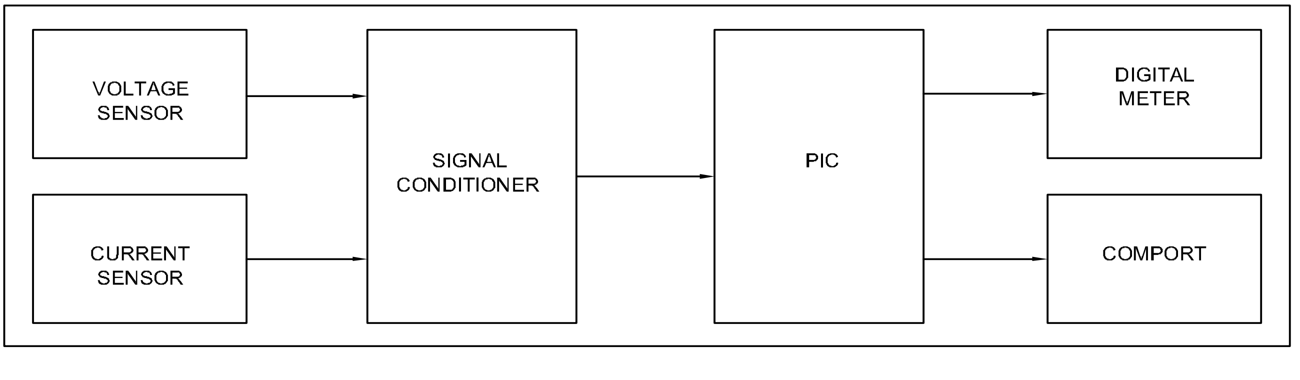
- कम यथार्थता होना (Less accuracy)
- एरर सही करते के कई तरीके (Many methods for error correction)
- प्रतिशतता एरर अधिक (Percentage error is more)
- स्थापन में कठिनाई (Installation is difficult)
- बाहरी युक्तियों से अंतरापृष्ठ की क्षमता ना होना

ऊपर दी गई हानियाँ अंकीय मापी (digital meter) में आती हैं जैसे कि अधिक निकटता (more accuracy) एरर सही करने के तरीके केवल एनॉलग/डिजिटल कन्वर्टर के द्वारा, प्रतिशतता एरर केवल 0 (Zero), स्थापन में सरल होता है । समय समय पर ली गयी ऊर्जा को डिस्प्ले कम करता जाता है ।

**इलेक्ट्रानिक (डिजिटल मीटर) (Electronic (Digital meter))**

इस मीटर का प्रयोग अधिक समाकलित पुर्जों में ऊर्जा को मापने के लिए करते हैं और तात्कालिक वोल्टेज और धारा को अंकीकरण करके एक अधिक दृढ़ता से सिग्मा-डेल्टा रेखीय से अंकीय कन्वर्टर (ADC) तात्कालिक शक्ति वॉट में देता है । समाकलित अधिक समय ऊर्जा का प्रयोग करने देता है, इसको किलोवॉटहावर में मापते हैं । डिजिटल मीटर का चित्र Fig 1 में दिखाया गया है । दो सेन्सरों धारा सेन्सर और वोल्टेज सेन्सर की नियुक्ति करते हैं ।

Fig 1




वोल्टेज सेन्सर एक स्टेप डाउन एलीमेन्ट के चारों ओर गठन और विभव डिवाइडर नेटवर्क सेन्सरों को दोनों फेज वोल्टेज और लोड वोल्टेज के चारों ओर लगाते हैं ।

दूसरा सेन्सर धारा सेन्सर होता है जिसे लोड के द्वारा किसी भी समय में किसी प्वाइंट पर धारा को सेन्स करते हैं ।

इसको एक धारा ट्रान्सफार्मर और दूसरे एक्टिवर युक्तियों (वोल्टेज कम्पैरटर) के चारों ओर बनाते हैं जिसको तरीके के लिए धारा से वोल्टेज में पहचान करते हैं । दोनों सेन्सरों का आउटपुट फेड से सिग्नल वोल्टेज स्थिति को कंट्रोल परिपथ जिसको वोल्टेज सिग्नल लेवल कन्ट्रोल परिपथ मल्टीप्लेक्सर कन्ट्रोल करता है ।

इसे दोनों सिग्नल से क्रमानुसार कुंजियों से प्राप्त रेखीय इनपुट परिधीय अंतरापृष्ठ नियन्त्रक (PIC - Peripheral Interface Controller) होता है ।

कन्ट्रोल परिपथ सेन्टर पीआईसी (PIC) परिपथ पर होता है । इसे 10 बिट रेखीय (analogue) नियन्त्रण से अंकीय कन्वर्टर (ADC) लचीले से प्रोग्राम और परिधीय अंतरापृष्ठ के लिए अच्छा नियन्त्रक होता है ।

रेखीय से अंकीय कन्वर्टर (ADC) रेखीय सिग्नल में बदलता है । ये अंकीय के बराबर होता है, दोनों सिग्नलों से वोल्टेज और धारा सेन्सरों को गुणक द्वारा इसका मतलब PIC में साफ्टवेयर में बैठ जाना होता है । एरर से सुधार करके निर्धारित मान के इनपुट क्वालिटी शार्ट सर्किट इनपुट के द्वारा सही करके तथा इस मान को मेमेरी में स्टोर सही मानयुक्ति नापने के लिए करते हैं ।

PIC का प्रोग्राम (PIC programmed) 'C' भाषा (language) में होता है इसे संतुलित रखकर (stimulates) डाया को लेने से (receive) पावर खपत (power consumption) प्रति घण्टे आदि की गणना करने में प्रयोग करते हैं । इनको लिक्विड क्रिस्टल डिस्प्ले (liquid crystal display - LCD) से परिपथ को जोड़कर प्रदर्शित किया जाता है ।

Fig 2 डिजीट एनर्जी मीटर दर्शाता है ।

**लाभ्र (Advantages)**

इलेक्ट्रोमेकेनिकल मीटरों की तुलना में डिजीटल इलेक्ट्रोनिक मीटर अधिक परिशुब्द्रता से काम करते हैं । उसमें कोई चलायमान भाग नहीं होता और इसलिए फिक्शन जैसे मेकेनिकल खराबियाँ नहीं आती ।

इसके अतिरिक्त इलेक्ट्रोनि एनर्जी मीटर फेस/न्यूट्रल आदि के लिए इन्डीकेटिंग LEDs ok, अर्थ/लीकेज लोस, किलोवाट अवर प्लस आदि के साथ आते हैं ।



Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 2

DIGITAL TYPE

## 3 कला ऊर्जा मापी (3-phase energy meter)

**उद्देश्य :** इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **विभिन्न प्रकार के तीन कला ऊर्जा मापियों को सूची बद्ध करना**
- **3 कला 3 तार प्रेरण प्रकार के ऊर्जा मापी की रचना और कार्यान्वन का वर्णिन करना**
- **3 कल 4 तार प्रेरण प्रकार के ऊर्जा मापी की रचना और कार्यान्वन का वर्णिन करना**
- **3 कला 3 तार और 3 कला 4 तार ऊर्जा मापी के अनुप्रयोगों को बताना ।**

**3 कला ऊर्जा मापी (3 - phase energy meters):** यद्यपि विभिन्न प्रकार के ऊर्जा मापी उपलब्ध है प्रेरण प्रकार के मापी अपनी सरल रचना, कम मूल्य और लघु अनुरक्षण आवश्यकता के कारण सर्वाधिक रूप में प्रयुक्तहोते है। एक 3 कला ऊर्जामापी का प्रकार्य एकल कला ऊर्जामापी के प्र कार्य की भांति होता है जो प्रथम वर्ष के अभ्यास 309 से सम्बन्धित सिद्धान्त में बताया गया है।

तीन कला ऊर्जामापी द्वारा संतुलित अथवा अंसतुलित 3 कला भागों में उपभोगित ऊर्जा माप सकने की अपेक्षा की जाती है तीन कला ऊर्जा का मापन तीन पृथक एकल कला ऊर्जा मापियों अथवा 3 कला ऊर्जामापियों द्वारा हो सकता है।

**3-फेस एनर्जी मीटरों के प्रकार (Types of 3-phase energy meters)**

3 कला ऊर्जा मापियों के मुख्य दो प्रकार है।

- 3 कला 3 तार ऊर्जा मापी (तीनकला – दो घटक ऊर्जा मापी)
- 3 कला 4 तार ऊर्जा मापी (तीन कला तीन घटक ऊर्जामापी)

**दो घटक तीन कला ऊर्जामापी (Two element 3 - phase energy meters):** यह ऊर्जामापी दो वाट मापी विधि द्वारा शक्तिमापन सिद्धान्त के आधार पर कार्य करता है। ऊर्जामापी में एक धारा कुण्डल के दो घटक और विभव कुण्डल के दो घटक उपयोग में आते है। Fig 1 के अनुसार क्षैतिज स्थिति में इस समुच्चयन की व्यवस्था विभिन्न खण्डों पर हो सकती है। जिसमें एक एल्यूमिनियम चकती होती है जो एक एकल रोधक चुम्बक के ध्रुवों के बीच घूर्णित होती है।

एक उभय स्पिन्डल पर दो घटकों के लिये व्यक्तिगत प्रवर्तन चकतियां भी हो सकती है। जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है। दूसरा प्रकार को निर्माताअें द्वारा रचना सरलता के कारण प्रायः वरीयता दी जाती है।

Fig 1

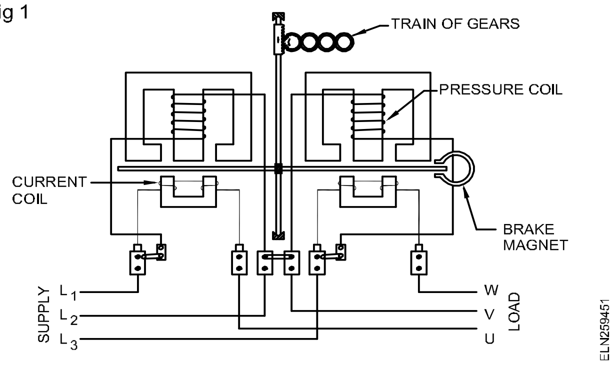
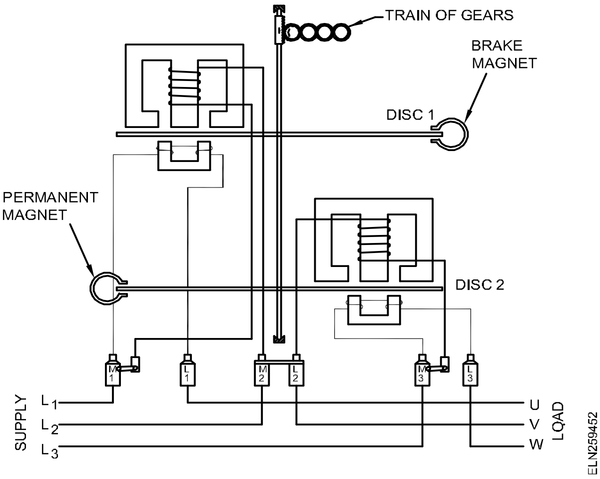



Fig 2




दोनों प्रकरणें में व्यक्तिगत घटकों द्वारा उत्पन्न प्रर्वतक आघूर्ण योगित हो जाते है। अनुलेखन यांत्रिकत्व जो गियरर्स की श्रृखला में जुडा होता है अर्थात साइकिलोमीटर अथवा गणक केवल एक तीन कला – तीन तार निकाय के लिये ही उपयुक्त होते है लेकिन संतुलित और असंतुलित दोनों के लिये प्रयुक्त होते है।

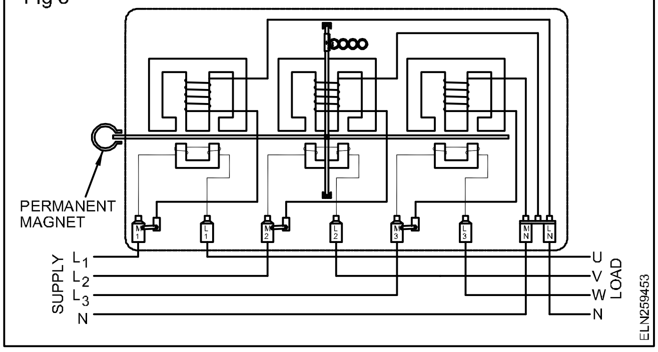


Copyright Free Under CC BY Licence

**तीन घटक तीन कला ऊर्जा मापी (3-element 3-phase energy meter):** यह भी तीन कला भार युक्त शक्तिमापन की तीन वाटमापी विधि के सिद्धान्त पर कार्य करता है। प्रत्येक धारा कुण्डल और विभव कुण्डल युक्त यहां तीन इकाइयां प्रयोग में आती है। स्टार में सम्बन्धित तीन घटकों के विभव कुण्डल आपूर्ति पंक्तियों से और उभय बिन्दु शक्ति आपूर्ति के उदासीन बिन्दुसे जुडे होते है।

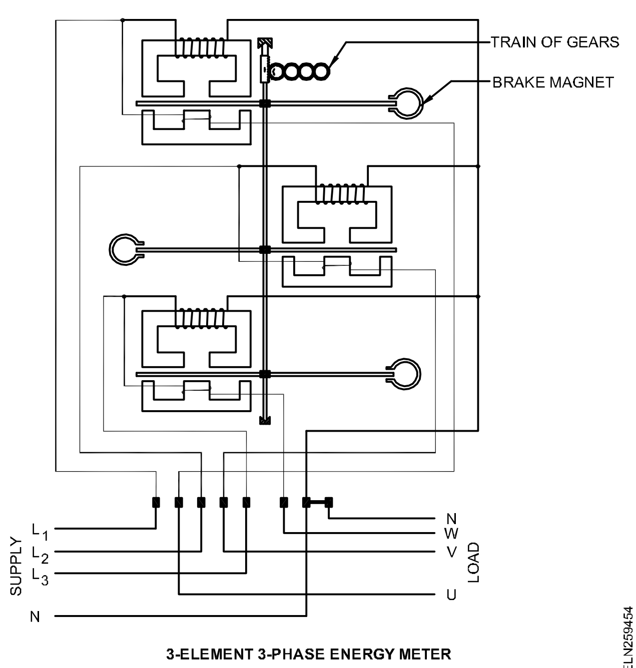
धारा कुण्डलो को श्रेणी में व्यक्तिगत पंक्तियों से जोडा जाता है। दो घटक ऊर्जा मापी की भांति इन तीन घटकों को एक उभय एकल एल्यूमिनियम चकती के विभिन्न खण्डों में व्यवस्थित किया जा सकता है जो Fig 3 के अनुसार डायल से जुडा एक घूर्णित भाग की भांति कार्य करती है।

Fig 3




तीन घटक तीन व्यक्तिगत चकतियों और रोधक चुम्बकों सहित Fig 4 के अनुसार उसमें एक उभय स्पिन्डल भी हो सकती है। यहां भी रचना की सरलता के कारण निर्माताओं द्वारा द्वितीय प्रकार को वरीयता दी जाती है। तीन व्यक्तिगत घटकों द्वारा उत्पन्न प्रर्वतन आघूर्ण् योगित हो जाते है और अनुलेखन यांत्रिकत्व व्यष्टि घटकों से प्रवाहित ऊर्जाओं का योग प्रदर्शित करता है। यह ऊर्जा मापी तीन कला चार तार निकाय के लिये उपयुक्त है।

Fig 4




3-ELEMENT 3-PHASE ENERGY METER

**तीन कला ऊर्जा मापी के अनुप्रयोग (Application of 3 - phase energy meter):** एक दो घटक तीनकला ऊर्जामापी तीन कला भारों जिसमें उदासीन प्रयुक्त नही होता है उपयोग किया जाता है जैसे एक उपयोग जो उद्योग अथवा सिंचाई प्रयोजन के लिये मोटर इत्यादि जिसमें केवल तीन कला भार है अथवा एक 11kv तीन कला तीन तार आपूर्ति लेता है ।

एक तीन कला चार तार घटक ऊर्जा मापी का प्रयोग तीन कला भार जिसमें संतुलन अथवा असंतुलित भार हो सकते है जो व्यष्टि कलाओं और उदासीन जैसे एक बडे घरेलू उपभोक्ता अथवा प्रकाश भार सहित एक उद्योग से सम्बन्धित होते है ।

## ऊर्जामापी में त्रुटिया (Errors in energy meter)

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

- **ऊर्जा मापी में चालन तन्त्र तथा ब्रेक तन्त्र द्वारा उत्पन्न त्रुटियाँ का वर्णन करना**
- **ऊर्जा मापी में त्रुटियों को सुधारने के लिए उपलब्ध विभिन्न समायोजन का वर्णन करना**
- **ऊर्जा मापी में प्रतिशत त्रुटियों को ज्ञात करने की विधि का वर्णन करना**
- **प्रतिशत त्रुटियाँ, भार प्रतिशत तथा शक्ति गुणक से सम्बंधित IS अनुशंसाओं को बताना ।**

**चालन तन्त्र द्वारा उत्पन्न त्रुटियाँ, (Error caused by the driving system):**

**फ्लक्सों का गलत परिमाण (Incorrect magnitude of fluxes):** यह धारा या वोल्टता के असाधारण मानों के कारण हो सकता है। कुंडली के प्रतिरोध में परिवर्तनों या असाधारण आवृत्तियों के कारण शंट चुम्बक फ्लक्स गलत हो सकता हैं।

**गलत कला कोण (Incorrect phase angles):** हो सकता है कि विभिन्न फेजरों (phasors) के बीच उचित सम्बंध न हो। यह अनुचित पश्च, समायोजन, असाधारण आवृत्तियों, ताप के साथ प्रतिरोध में परिवर्तन आदि के कारण हो सकता है।

**चुम्बकीय परिपथ में समरूपता का अभाव (Lack of symmetry in magnetic circuit):** यदि चुम्बकीय परिपथ समरूप न हो तो, एक चालन बल आघूर्ण उत्पन्न होता है जिससे मापी, विसर्पण (Creep) करता है।

**ब्रेकिंग तन्त्र के कारण त्रुटियां (Error caused by the braking system):**

ये निम्न है:



Copyright Free Under CC BY Licence

- ब्रेक चुम्बक के सामर्थ्य में परिवर्तन
- डिस्क प्रतिरोध में परिवर्तन
- स्वतः-ब्रेकन श्रेणी चुम्बक फ्लक्स का प्रभाव
- चल भागों का अपसमान्य घर्षण

ऊर्जा मापी में त्रुटियों को सुधारने के लिए समायोजन की व्यवस्था होती है, जिसस कि वे सही पाचांक दें तथा उनकी त्रुटियां स्वीकार्य सीमाओं के अन्दर हो।

**प्रारंभिक हल्के भार समायोजन (Preliminary light load adjustment):** धारा कुण्डल के माध्यम से शून्य धारा के विभव कुण्डल का निर्धार वोल्टता प्रयुक्त की जाती है तथा हल्के भार की युक्ति को समायोजित किया जाता है जब तक कि, डिस्क आरंभ होने को ीक विफल रहे। विद्युत चुम्बकों के ध्रुवों के बीच में स्थिति लेने के लिए डिस्क में छिद्र बनाने के लिए, विद्युत चुम्बक को कुछ समयोजित किया जाता है।

**पूर्णभार इकाई शक्ति गुणक समायोजन (Full load unity power factor adjustment):** दाब कुण्डल को निर्धारित आपूर्ति वोल्टता पर योजित किया जाता है तथा इकाई शक्ति गुणक पर निर्धार पूर्ण भार धारा कुण्डलों में से गुजारी जाती है। ब्रेकन बल आघूर्ण को परिवर्तित करने के लिए ब्रेक चुम्बक की स्थिति को समायोजित की जाती है, जिससे कि मोटर त्रुटि की आपेक्षित सीमा के अन्दर सही गति पर घूम सकें।

**पश्च समायोजन (कम शक्ति गुणक समायोजन) (LAG adjustments (Low power factor adjustments)):** दाब कुण्डल को निर्धार आपूर्ति वोल्टता के आरपार योजित किया जाता है तथा निर्धार पूर्ण भार धारा 0.5 P.F. पश्च पर धारा कुण्डल में से गुजरा जाता है। पश्च युक्ति को समायोजित किया जाता है जिससे कि मापी सही गति पर चल सकें।

**निर्धार आपूर्ति वोल्टता (Rated supply voltage):** निर्धार पूर्ण भार धारा तथा इकाई शक्ति गुणक के साथ निर्धारित आपूर्ति वोल्टता को समायोजित कर के मापी की गति की जाँच की जाता है तथा पूर्ण भार इकाई शक्ति गुणक तथा निम्न शक्ति गुणक समायोजन को दोहराया जाता है, जब तक कि दोनों स्थितियां के लिए वांच्छित परिशुद्धता की सीमा प्राप्त न हो जाए।

**हल्के भार का समायोजन (Light load adjustment):** निर्धार आपूर्ति वोल्टता दाब कुंडली पर प्रयुक्त की जाती है तथा मापी में से इकाई शक्ति गुणक पर एक बहुत निम्न धारा (पूर्ण धारा का लगभग 5%) को गुजारा जाता है। हल्के भार के समायोजन इस लिए किये जाते है जिससे कि मापी सही गति पर चल सकें।

**पूर्ण भार इकाई शक्ति गुणक (Full load unity power factor):** हल्के भार के समायोजन को पुनः किया जाता है, जब तक कि दोनों भारों, अर्थात पूर्ण भार तभा हल्का भार, के लिए गति सही न हो जाए।

**निष्पादन (The performance):** इसे 0.5 P.F. पश्चगामी पर पुनः जाँच किया जाता हैं।

**विसर्पण समायोजन (Creep adjustment):** हल्के भार के समायोजन पर अन्तिम जाँच के रूप में, शून्य भार धारा के साथ निर्धार वोल्टता के 110% से दाब कुण्डल को उत्तेजित की जाती है। यदि हल्के भार का समायोजन सही हो तो, मापी इन स्थितियों में मंद विसर्पित नहीं होना चाहिए।

**ऊर्जामापी में प्रतिशत त्रुटि ज्ञात करने की विधियां (Methods of determining the percentage error in the energy meters):** ऊर्जा मापी में प्रतिशत त्रुटि को ज्ञात करने की दो विधियाँ है।

- प्रथम विधि में वह प्रतिशत है जिससे अभिलेखित ऊर्जा, वास्तविक ऊर्जा से भिन्न होती है। परिक्रमणों की संख्या तथा मापी के आवरण पर दिये स्थिरांक से अभिलेखित ऊर्जा, परिकलित की जाती है। मापी स्थिरांक को सामान्यतः निर्धार वोल्टता पर प्रति kWh परिक्रमणों की निश्चित संख्या से दिया जाता है।

$$\text{अतः अभिलेखित ऊर्जा (kWh)} = \frac{\text{परिक्रमण}}{\text{परिक्रमण प्रति kWh}}$$

वास्तविक ऊर्जा को अमीटर, वोल्टमापी, शक्ति गुणक मापी तथा समय से परिकलन किया जाता है।

$$\text{अतः वास्तविक ऊर्जा} = \frac{E\,I \cos\theta \times t(\text{sec})}{1000 \times 3600}$$

जहां 't' सेकेण्डों में,

परिपथ में अमीटर, वोल्टमापी तथा शक्ति गुणकमापी केबदले उपमानक ऊर्जामापी जोड़कर उसकेपायांकसे वास्तविकऊर्जा भी प्राप्त की जा सकती है।

$$\% \text{ त्रुटि} = \frac{\text{अभिलेखित ऊर्जा} - \text{वास्तविक ऊर्जा}}{\text{वास्तविक ऊर्जा}} \times 100$$

दूसरी विधि में मापी के स्थिरांक को मानक मापी पायांक तथा समय (परीक्षण स्थिरांक) से परिकलित स्थिरांक से तुलना की जाती है। जब इस विधि से त्रुटि परिकलित की जाती है तो, सामान्यतः स्थिरांक को परिक्रमण प्रति kWh के बदले, वॉट सेकेंड प्रति परिक्रमण में व्यक्त किया जाता है।

$$\text{मापी स्थिरांक (वाट सेकेण्ड / परिक्रमण)} = \frac{3600 \times 1000}{\text{Rev. / KWH}}$$

$$\text{परीक्षण स्थिरांक} = \frac{E \times I \times T(\text{sec})}{\text{Rev.}}$$

$$\text{तथा } \% \text{ त्रुटि} = \frac{\text{मापी स्थिरांक} - \text{परीक्षण स्थिरांक}}{\text{वास्तविक स्थिरांक } (T_1)} \times 100$$

रोटर के किसी निश्चित परिक्रमणों के लिए समय से तुलना करने पर

$$\% \text{ त्रुटि} = \frac{T - T_1}{T_1} \times 100$$



Copyright Free Under CC BY Licence

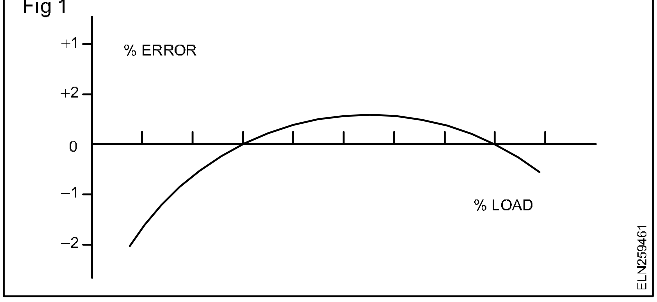
जहां T = परिक्रमणों की दिये गये संख्या के लिए सही समय है

$$= \frac{3600 \times 1000}{Rev.\ /\ KWH} \times \frac{Rev.}{Watts}$$

$T_1$ = समान संख्या परिक्रमणों के लिए वास्तविक समय, जैसा विरात घड़ी द्वारा पाया जाता हैं।

पायांकसे, प्रतिशत त्रुटि केलिए वक्रबनाम मापी पर प्रतिशत भार बनाया जाता है। यदि मापी, वास्तविक ऊर्जा से अधिक अभिलेखित करता है, (अर्थात शीघ्र चलता है) तो त्रुटि धनात्मक है तथा यदि वह कम पढ़ता है तो त्रुटि त्रणात्मक है। (Fig 1)

Fig 1




**IS 722 के अनुसार अनुशंसा (Recommendations as per IS 722)**: भारतीय मानक के ब्यूरो IS 722 (भाग II 1977), के अनुसार, एकल कला ऊर्जा मापी को निम्नलिखित निर्धार तथा शुद्धता होना चाहिए।

- मानक मूल धारा ($I_b$) 2.5, 5, 10, 20 तथा 30A
- निर्धारित अधिकतम धारा ($I_{max}$), निर्धारित मूल धारा का 200%
- इकाई शक्ति गुणक पर आरंभन धारा, मूल धारा का 0.5 होगी।
- त्रुटियाँ की सीमाएँ निम्नानुसार होगी।

| धारा का माना | शक्ति गुणक | % त्रुटि की सीमा |
|---|---|---|
| 5% $I_b$ | 1 | ± 2.5 |
| 10% $I_b$ से $I_{max}$ | 1 | ± 2 |
| 10% $I_b$ | 0.5 पश्चगामी | ± 2.5 |
| 20% $I_b$ से $I_{max}$ | 0.5 पश्चगामी | ± 2 |

## बहुमापी (Multimeters)

**उद्देश्य :** इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **बहुमीटर क्या है यह बताना**
- **बहुमापी के प्रकारों को बताना**
- **एनालॉग बहुमापी के कार्य सिद्धान्त का वर्णन करना**
- **बहुमापी द्वारा दिष्ट / प्रत्यावर्ती वोल्टताओं की मापन विधि का स्पष्टीकरण करना**
- **बहुमापी द्वारा प्रतिरोध मापन विधि का स्पष्टीकरण करना**
- **परिपथ में वोल्टता, धारा और प्रतिरोध मापते समय अपनायी गई सावधानियाँ का स्पष्टीकरण करना ।**

तीन मापीयन्त्र धारा, वोल्टेज और प्रतिरोध है । धारा, वोल्टता और प्रतिरोध मापन के लिए बहुमापी एक मापीयंत्र होता है जिसमें एक एम्पियर मापी वोल्ट मापी और ओम मापी के फलनों का समावेष होता है ।

धारा को एमीटर के द्वारा, वोल्टेज के वोल्टमीटर के द्वारा तथा प्रतिरोध को ओममीटर के द्वारा मापते हैं ।

इसकी फुल स्केल डिफ्लेक्शन निरन्तर ±1.5 % होता है । बहुमापी की संवेदनशीलता AC वोल्टेज रेंज 5 K ओम /वोल्ट से कम तथा DC वोल्टेज रेंज के लिए 20 K ओम / वोल्ट होती है । कम रेंज की DC दूसरों की तुलना में अधिक संवेदनशील होती है।

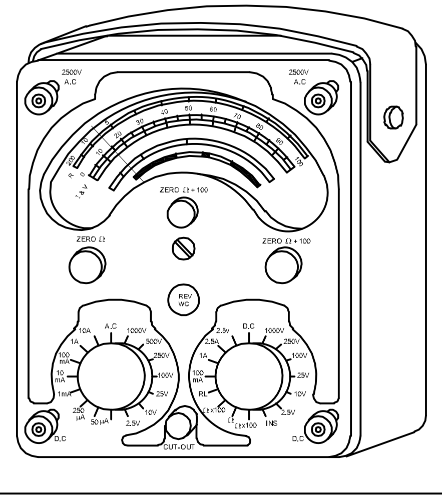
Figs 1a तथा 1b में बहुमीटर देखें ।

**बहुमापी की संरचना (Construction of a multimeter)**

Fig 2 में बहुमापी के एक एकीयमीटर का प्रयोग कैलीब्रेटेड स्केल के साथ वोल्ट में, ओम में तथा मिलीएम्पीयर में प्रयोग करते हैं । आवश्यक

Fig 1

(a)



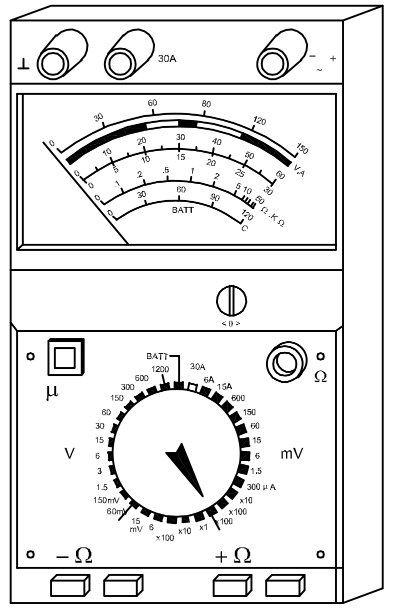

मल्टीप्लायर रजिस्टर तथा शंट रजिस्टर सभी इस केश में इकट्ठे होंगे । सामने के पैनल में चयन कुंजी एक अलग से मीटर तथा एक अलग रेंज फंक्शन के लिए उपलब्ध कराता है ।



Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 1

(b)



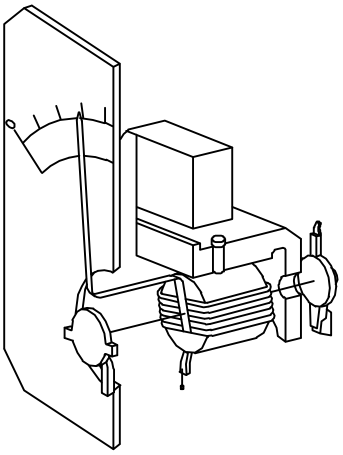
ELN259472

कुछ बहुमापी पर, दो कुंजियों का प्रयोग, एक फंक्शन से तथा दूसरी रेंज का चयन करते हैं । कुछ बहुमापी के पास इस कार्य के लिए कुंजी नहीं होती है । वे प्रत्येक कार्य तथा रेंज के लिए अलग जैक होता है ।

प्रतिरोध मापने के लिए बैटरी/सेलों के अन्दर जुड़ा हुआ मीटर पावर सप्लाई उपलब्ध कराता है ।

Fig 2 में डीसी एमीटर तथा वोल्टमीटर का प्रयोग मूविंग क्वाइल सिस्टम के लिए मीटर का प्रयोग करते हैं ।

Fig 2



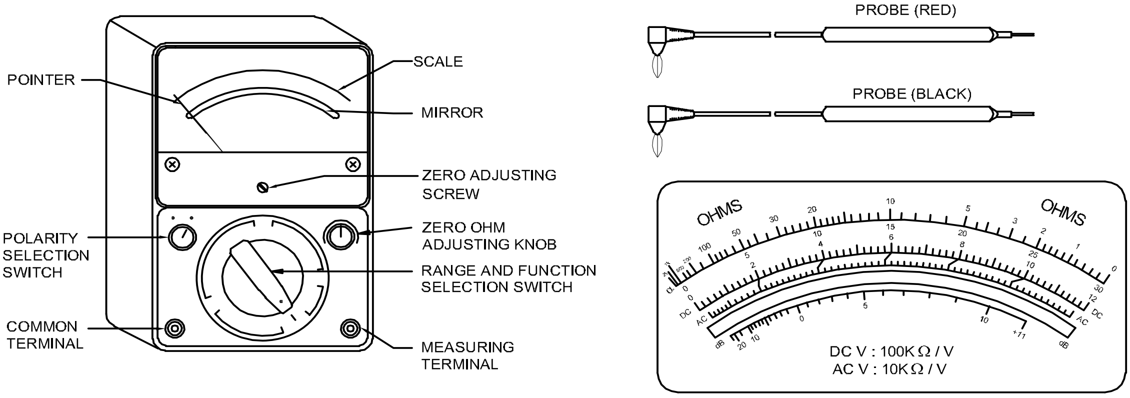
ELN259473

रेक्टीफायर मीटर के अन्दर AC से DC, AC मापीयंत्र परिपथ में उपलब्ध कराता है ।

**बहुमापी के भाग (Parts of a multimeter)**

Fig 3 में स्टैण्डर्ड बहुमापी के मुख्य भाग तथा कंट्रोल करना दिखाया गया है ।

Fig 3

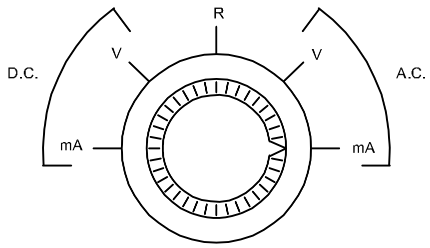



ELN259474

**कंट्रोल (Controls)**

कार्यकारी कुंजी स्विच के द्वारा मीटर को सेट करके धारा, वोल्टेज (AC तथा DC) अथवा प्रतिरोध मापते हैं । कुंजी को mA, AC में Fig 4 में दिये गये उदाहरण में सेट करें ।

Fig 4

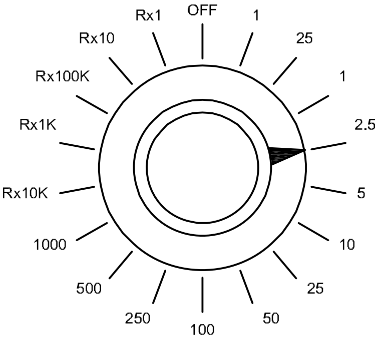



FUNCTION SWITCH

ELN259475

रेंज स्विच (कुंजी) के द्वारा मीटर को जरूरी धारा, वोल्टेज अथवा प्रतिरोध को सेट करें । Fig 5 में स्विच को 2.5 volts अथवा mA कार्यकारी स्विच की सेटिंग पर आधारित सेट करें ।

Fig 5




RANGE SWITH

ELN259476



Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 6 के उदाहरण में एक एकीय स्विच के द्वारा कार्यकारी मीटर को 25V DC और रेंज का चयन करना दिखाया गया है ।

Fig 6

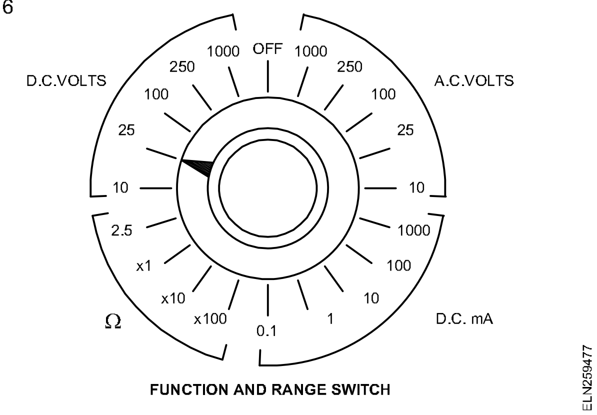
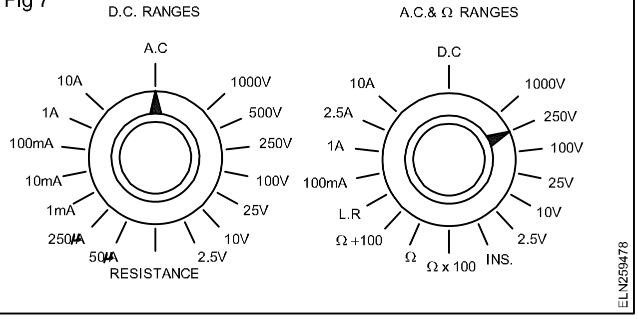


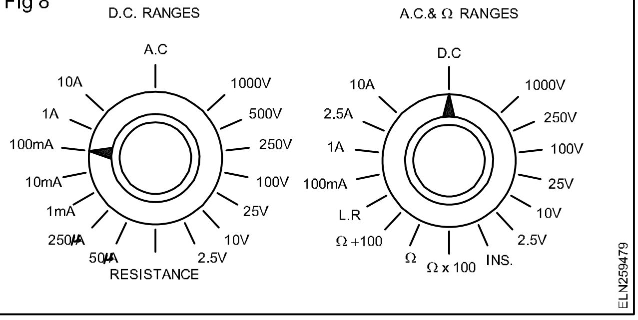

Fig 7 के उदाहरण में स्विच को 250V AC मीटर में दो कार्यकारी रेंज कुंजियों, एक DC रेंज के लिए तथा दूसरी AC और प्रतिरोध (ओम) रेंज के लिए दिखाया गया है ।

Fig 7



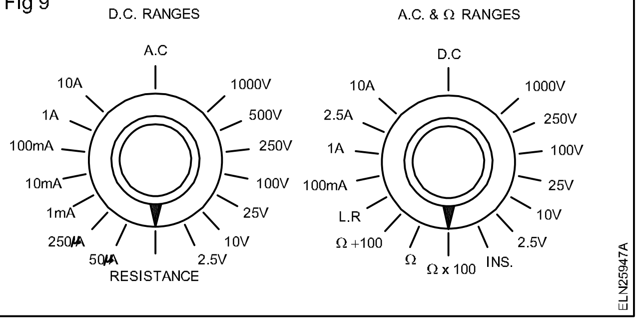

कुंजी को 100 mA DC से सेट करें (Fig 8)

Fig 8




(Fig 9) में कुंजियों को प्रतिरोध ओम x 100 रेंज में सेट करें ।

Fig 9



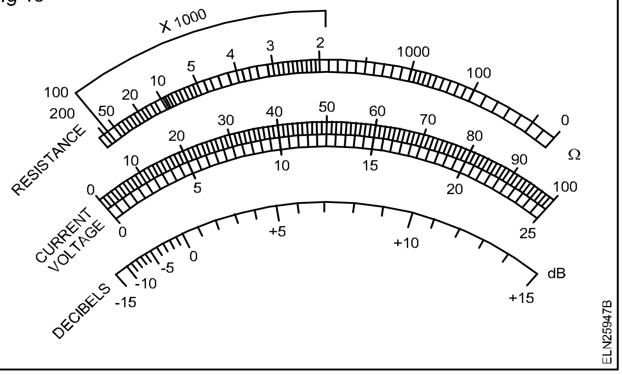

**बहुमापी का स्केल (Scale of multimeter)**

अलक स्केल के लिए उपलब्ध कराता है :

- प्रतिरोध (resistance)
- वोल्टेज तथा धारा (voltage and current ) (Fig 10)

धारा और वोल्टेज की स्केल यूनीफार्मली ग्रेजुएटेड होती है ।

Fig 10




ओममापी की स्केल नॉनलीनियर होती है जैसेकि जीरो और अनन्त (infinity - ∞) के बीच डिविजन में बराबर स्पेस्ड नहीं है । अगर जीरो से बायीं तरफ स्केल में अधिक है तो डिविजन उसके पास साथ में होगा ।

स्केल का प्रयोग जीरो से दायी तरफ पीछे की ओर होता है ।

**कार्य करने का सिद्धान्त (Principle of working)**

एक परिपथ जब कार्य करता है तो एमीटर की तरह जैसा कि Fig 11 में दिखाया गया है ।

शंट प्रतिरोध के एक्रास मीटर मूवमेन्ट बाएपास धारा 0.05 mA एक्सेस करती है । शंट प्रतिरोध का एक निश्चित मान रेंज स्विच के द्वारा जरूरी रेंज के धारा मापीयंत्र के लिए चयन करें ।

जब परिपथ एक वोल्टमीटर की तरह कार्य करता है Fig 12 में देखें ।

मीटर क्वाइल के एक्रास वोल्टेज ड्राप धारा और क्वाइल प्रतिरोध पर निर्भर करता है । परिपथ के हिसाब से 50 mV से ज्यादा वोल्टेज इंडीकेट करता है । बहुप्लायर प्रतिरोध के विभिन्न मानों को रेंज कुंजी के द्वारा जरूरी रेंज मापीयंत्र के लिए श्रेणी क्रम में जोड़ते हैं ।

जब परिपथ एक ओममीटर की तरह कार्य करता है Fig 13 में देखें ।

प्रतिरोध को मापें, लीड को बाहरी प्रतिरोध से जोड़कर मापें Fig 13 में देखें । यह कनेक्शन परिपथ में बैटरी के अन्दर मीटर क्वाइल के द्वारा धारा उत्पन्न करता है, प्वाइंटर को डिफ्लेक्ट करके मापे गये बाहरी प्रतिरोध के मान के अनुक्रमानुपाती होता है ।

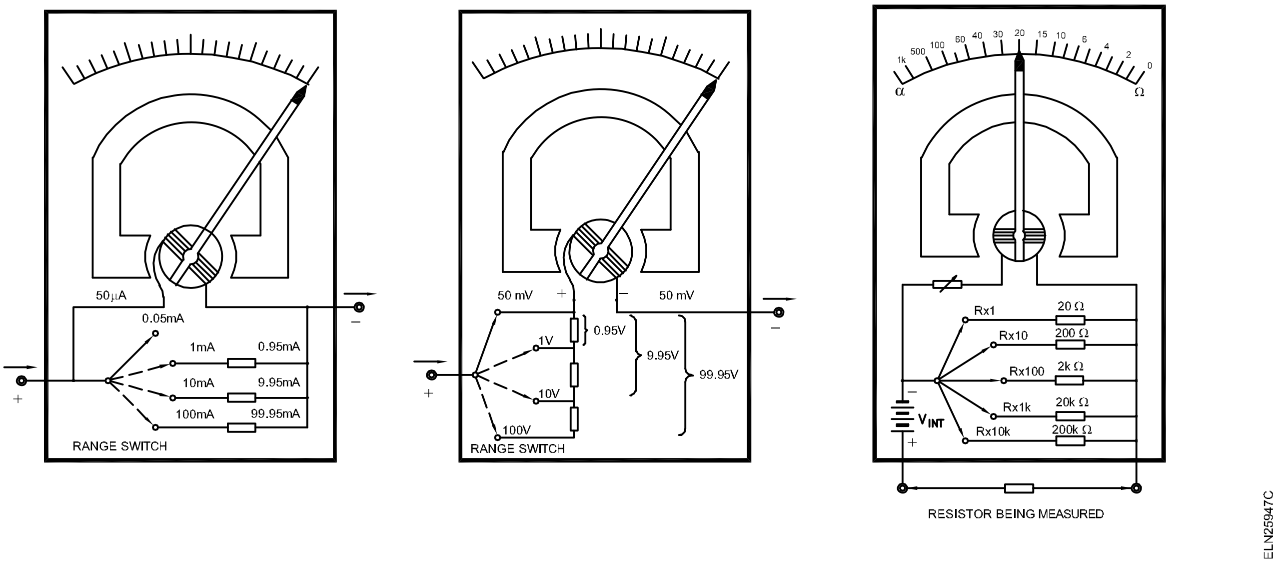
**जीरो अनुकूलन (Zero adjustment)**

जब ओममीटर की लीड खुली होती हैं, तो प्वाइंटर स्केल के बायीं ओर पूरी तरह से, अननन्त (infinite - ∞) प्रतिरोध (खुला परिपथ) को बताता है । जब लीड शार्ट (बंद) होती है, तो प्वाइंट स्केल के दायी ओर, जीरो प्रतिरोध को दर्शाता है ।



Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 11 Fig 12 Fig 13




वैरिएबल प्रतिरोध का कार्य धारा को एडजस्ट करना है इसलिए प्वाइंटर जीरो पर होता है जब लीड शार्ट होती है । इसका प्रयोग अन्दरूनी (internal) बैटरी के वोल्टेज में बदलाव के लिए करते हैं ।

**बहु रेंज (Multiple range)**

शंट (समान्तर) प्रतिरोधक का प्रयोग बहुरेंजों को उपलब्ध कराने के लिए करते हैं इसलिए मीटर प्रतिरोध मान की बहुत कम मान से बहुत अधिक मान तक को माप सकता है । प्रत्येक रेंज के लिए, एक विभिन्न मान का शंट प्रतिरोधक स्विच ऑन है । अधिक ओम रेंज के लिए शंट प्रतिरोध अधिक तथा सदैव सेन्टर स्केल रीडिंग की कोई रेंज पर बराबर होता है । इन रेजों की ओममीटर अथवा वोल्टमीटर से रुकी हुई अलग सटिंग होती है स्केल ओममीटर की रीडिंग पर रेंज सेटिंग के द्वारा फैक्टर इंडीकेट से गुणक है ।

**याद रखें, ओममीटर तब परिपथ से जुड़ा नहीं होता है जब परिपथ की पावर ऑन होती है । सदैव पावर को आफ (बन्द) करने से पहले ओममीटर को जोड़ते हैं ।**

## अंकीय बहुमीटर (Digital multimeters)

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

- **एनलोग (analogue) और अंकीय प्रकार के बहुमीटर के बीच विभेद करना**
- **अंकीय बहुमापी का प्रयोग करके वोल्टेज नापने की विधि स्पष्ट करना**
- **अंकीय बहुमापी के प्रकार बताकर उनकी सूची बनाना**
- **डिजिटल बहुमापी के अनुप्रयोगों को स्पष्ट करने में ।**

**बहुमापियों के प्रकार (Types of multimeters)**

**सम्यक प्रकार (Analogue types)**

- चयनक कुंजी प्रकार (Selector switch type)
- बहुप्लग प्रकार (Multi-plug type)

**अंकीय प्रकार (Digital types)**

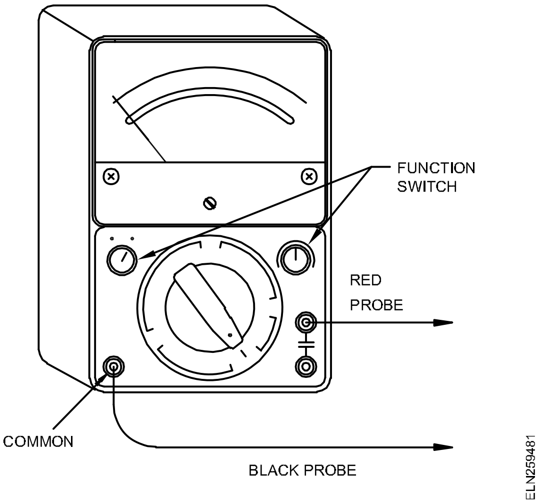
- चयनिक कुंजी प्रकार (Selector switch type)
- स्वपरासन प्रकार (Auto-ranging type)
- LCD प्रकार (LCD display)

**सम्यक प्रकार मापी (Analogue type multimeters)**

इनमें एक मापी संचालन यंत्र एक अशांकन पैमाना और संकेतक होता है। पैमाने पर संकेतक की स्थिति देख कर प्रेक्षण किया जाता है।

यह पहले वर्णित बहुमापी सदृश्य प्रकार का मापी है। (Fig 1)

Fig 1




अंकीय बहुमापी में मापी संचलन को एक अंकीय पठन अनुरूप से प्रतिस्थापित किया जाता है। (Fig 2 और 3) यह पठन अनुरूप इलेक्ट्रानिक



Copyright Free Under CC BY Licence

गणकों में प्रयुक्त जैसा होता है। अंकीय बहुमापी की आंतरिक परिपथिता अंकीय एकीकृत परिपथों से निर्मित होती है सम्यक प्रकार के बहुमापी की भांति अंकीय बहुमापीय में एक सम्मुख पैनेल कुंजीयन व्यवस्था होती है ।

Fig 2

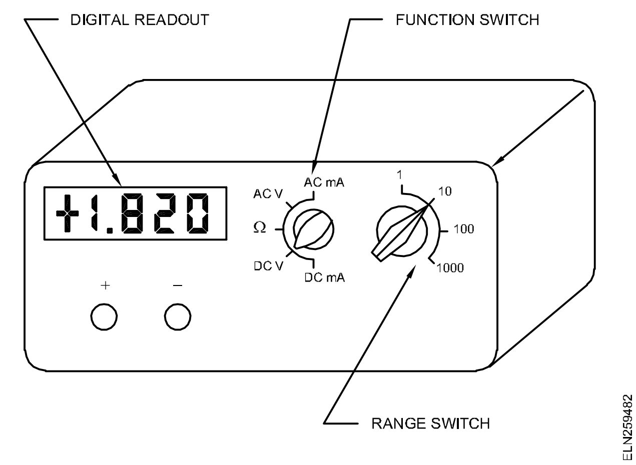
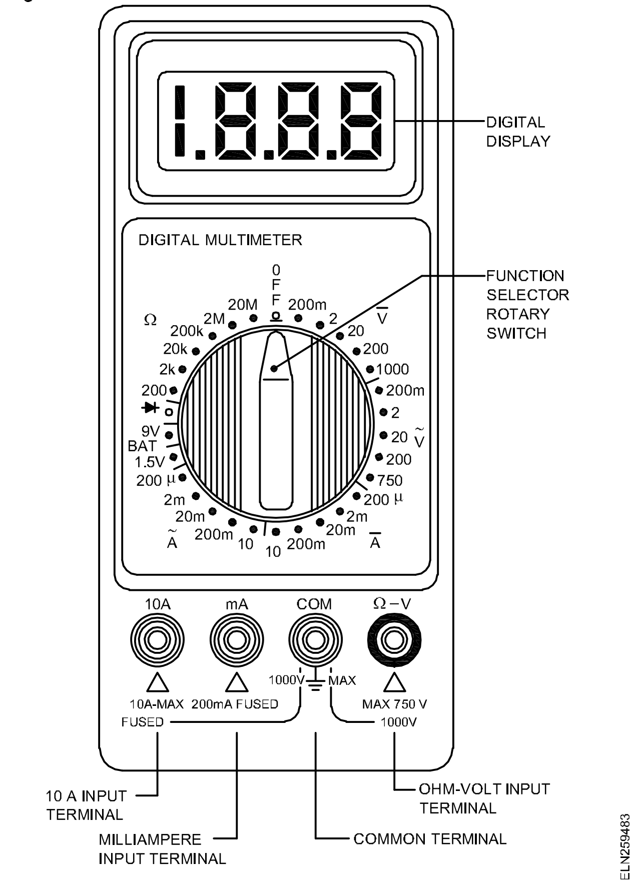



Fig 3




मापित की गई संख्या उचित दशमलव अव स्थिति बिन्दु सहित एक चार अंकीय संख्या के रूप में प्रदर्शित होती है जब DC संख्यायें मापी जाती है तेा ध्रुवता का अभिनिर्धारण प्रदिर्शत '+' अथवा '–' चिन्ह से संख्या के बायी ओर प्रदिर्शत होता है।

**DMM फलन (DMM Functions):** अधिकांश DMMS के मौलिक फलन सम्यक बहुमापियों की भांति ही है,जैसे :-

- ओम (ohms)
- DC वोल्टता और धारा
- AC वोल्टता और धारा

कुछ DMM विशेष फलन जैसे ट्रांजिस्टर, अथवा डायोड परीक्षण शक्ति मापन, और श्रृव्य प्रवर्धक पीरक्षणों के लिये डेसीबल मापन, युक्त होते हैं।

**DMM प्रदर्शन (DMM displays):** LCD (द्रव्य क्रिस्टल प्रदर्शन) अथवा LED (प्रकाश उत्सर्जक डायोड) पठन अनुरूप युक्त DMM उपलब्ध हैं बैटरी ऊर्जित मापी यंत्र में सामान्यतः सर्वाधिक प्रयुक्त पठन अनुरूप LCD है, क्योंकि यह बहुत कम धारा लेते हैं।

एक LCD पठन अनुरूप युक्त एक आदर्श बैटरी ऊर्जित, DMM एक 9V बैटरी जो कुछ सौ घंटे से लेकर 2000 घंटें से अधिक, पर प्रचालित होता है LCD पठन अनुरूप की हानियां (a) इनकों निर्बल प्रकाश परिस्थितियों में देख पाना केवल कठिन ही नही प्रत्युत असम्भव होता है और (b) मापन परिवर्तन अनुक्रिया के लिये अपेक्षाकृत मंद होते है ।

इसके विपरीत LED रात्रि में भी दृश्य होते है, और मापित मानों में परिवर्तन को शीघ्रता से प्रतिवादन (respond) करते हैं। LCD की तुलना में LED प्रदर्शन में कहीं अधिक धारा वांछित होती जाता है।

Fig 4 के अनुसार LCD और LED-DMM दोनों प्रदर्शन एक सात खंड कलेवर में होते है।

Fig 4

कई मापियों के प्रदर्शन में $3^1/_2$ अंक होते है स्पष्टीकरण के लिये हम एक प्रकरण प्रयुक्त करेंगें। एक $3^1/_2$ अंक बहुमापी में तीन अंक स्थितियां है जो 0 से 9 तक संकेत कर सकती है, और एक अंक स्थिति जो केवल 1 के मान का संकेत कर सकती है। अंत का यह अंक अर्ध अंक कहलाता है और प्रदर्शन में अधिकतम सार्थक अंक होता है।

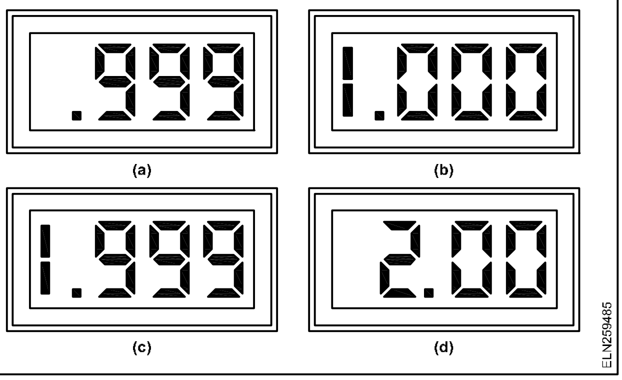
उदाहरण के लिये, माना एक DMM क पाठ 0.999V है जैसा कि Fig 5a में दिखाया गया है, यदि वोल्टता 0.001V से बढाकर 1V कर दिया जाता है तो प्रदर्शन यथार्थ 1.000Vप्रदर्शित करता है जैसा कि Fig 5b में दिखाया गया है। इसलिये $3^1/_2$ अंकों के साथ 0.001V का परिवर्तन देखा जा सकता है।

अब माना कि वोल्टता बढकर 1.999V हो जाती है यह मान Fig 5c के अनुसार मापी पर संकेतित होती है। यदि वोल्टता में 0.001V की वृद्धि से वोल्टता 2V हो जाती है, तो अर्ध अंक 2 प्रदर्शित नही कर सकता, इसलिये प्रदर्शन 2.00 प्रदर्शित करता है। अर्ध अंक रिक्तत हो जाता है और केवल तीन अंक सक्रिय रहते हैं, जैसा कि Fig 5d में दिखाया गया है। 8 अंकों से 4 का प्रदर्शन करने वाले DMM भी उपलब्ध है।



Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 5




**बहुमापी सुरक्षा - सावधानियां (Multimeter : Safety precautions):** बहुमापी के उपयोग में सुरक्षा एक महत्वपूर्ण तकनीकि कौशल है विद्युत मापन के समय आप एक अदृश्य और बहुधा प्राणघातक बल से व्यवहार करते है। 30V से अधिक वोल्टता स्तर जीवान्त कर सकते है। निम्नलिखित सुरक्षा सावधानियों का सदैव अनुपालन करना चाहिये।

- एक विद्युन्नमय परिपथ पर ओममापी खण्ड का कभी प्रयोग न करें ।
- एम्पियर मापी खण्ड का वोल्टता स्रोत से समान्तर में कभी सम्बन्ध न करें ।
- परास कुंजी नियोजन के अत्यधिक अतरिक्त धराओं अथवा वोल्टत्ताओं को मापने के लिये एम्पियार मापी और वोल्टमापी खणडों का अधिक भारण न करें।
- कार्य प्रारम्भ करने के पूर्व शोर युक्त और टूटे रोधन के लिये मापी परीक्षण अग्रणों की जांच कर लें ।
- परीक्षण ऐषणी प्राफ के टिप्स अथवा अरोधित धातु क्लिप को स्पर्श न करें।
- मापी परीक्षण ऐषणियों को परिपथ में सम्बन्धित करने से पहले यथा सम्भव वोल्टता हटा दें।
- विद्युन्नमय से मापी परीक्षण अग्रणों को सम्बन्धित करते समय एक हाथ को दुर्घटना आघात के संकट को कम करने के लिये अपनी ओर लटकाये रखे।
- दुर्घटना आघात के संकट को कम करने के लिये परीक्षण पूर्ण हो हाने के तुरन्त पश्चात मापी परीक्षण अग्रणों को विक्षेदित कर दें।

**अंकीय बहुमापी के अनुप्रयोग (Applications of Digital multimeter):** एक बहुमापी का उपयोग वैद्युता /इलेक्ट्रोनिक परिपथों वैद्युत उपसाधनों और मशीनों के परीक्षण और दोष ज्ञात करने में होता है। इसके उचित उपयोग के ज्ञान से उत्तम फल प्राप्त होने में सहायता मिलती है ।

- विद्युत कर्मियों द्वारा निम्न के लिये प्रयुक्त यह एक सुविधाजनक मापी यन्त्र है।
- परिपथों, उपसाधनों और युक्तियों के परिपथों की अविच्छिन्नता जांच के लिये,
- घटकों की स्थिति, जांच के लिये, तथा पंक्ति मापन में, सिरों पर वोल्टता पात के लिये, प्रतिरोध मापन करके।
- परिपथ द्वारा ली गई धारा मापन द्वारा उनकी स्थिति ज्ञात करने के लिये
- वैद्युत उपसाधनों युक्तियों के प्रतिरोध मापन द्वारा उनकी स्थिति ज्ञात करने में

**टिप्पणी : कुछ मीटरों में तापमान के लिए उपयुक्त संवेदी एषणियों की भी व्यवस्था होती है ।**

**अनुरूप और अंकीय बहुमीटरों की तुलना**

| अनुरूप टाइप | अंकीय टाइप |
|---|---|
| मापदंड में चल पुर्जे होते हैं मीटर के प्रयोग में सावधानी बरतनी चाहिए । | कोई चल पूर्जा नहीं होता । |
| प्रयोग की स्थिति स्थिर होती है और उसे बदलना नहीं चाहिए । | किसी भी स्थिति में प्रयोग किया जा सकता है । |
| पैरेलेक्स के कारम रीडिंग त्रुटियाँ सम्भव होती हैं । | रीडिंग त्रुटि नहीं होती क्योंकि उनके संख्यात्मक प्रदर्श होते हैं । |
| सूचना का वास्तविक मान संगणन से प्राप्त होता है । | संगणन की जरूरत नहीं होती क्योंकि मान प्रत्यक्षतः सूचित होते हैं । |
| प्रतिरोध मापन के लिए हस्त शून्य सैटिंग जरूरी होती है । | प्रतिरोध मापन के लिए शून्य सैटिंग स्वतः होती है । |
| आटोरेंज सैटिंग सम्भव नहीं होती । | आटोरेंजिंग मापयंत्र उपलब्ध है । |
| परिमित मात्रा में यह अल्पाविधि अन्तर और सज्ञान ढूंढ सकता है । | सम्भव नहीं क्योंकि अनुक्रिया धीमी होती है । |
| आशंकित स्केल के ऊपर संकेतक ही हरकत द्वारा परिमित मात्रा सूचित होती है । | अंकीय संख्यात्मक पठन । |
| मापन परिपथ पर भार होता है । | वास्तव में कोई भार नहीं होता है । |



Copyright Free Under CC BY Licence

## एनलॉग मल्टीमीटर का अंशाकन (Calibration of analog multimeter)

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

- **एनलॉग और डिजिटल मल्टीमीटर के प्रकार्य संक्षेप में बताना**
- **एनलॉग मल्टीमीटर के भागों के प्रकार्य बताना**
- **एनलॉग मल्टीमीटर के अंशाकन की प्रक्रिया स्पष्ट करना ।**

### एनलॉग मल्टीमीटर (Analog multimeter)

मल्टीमीटर वह उपकरण है जिससे रसिस्टान्स (ऑममीटर), वोल्टेज (वोल्टमीटर) और करन्ट (एम्मीटर) मापे जाते हैं । इन सभी को (ऑममीटर, वोल्टमीटर और एममीटर) को एक साथ एक मीटर के रूप में संकलित किया जाता है । जिसे मल्टीमीटर कहा जाता है जो कि मल्टिपल मीटर का लघुरूप है । कुछ लोग इसे VOM मीटर भी कहते हैं । (Fig 1)

Fig 1

मूलभूत मल्टीमीटर के प्रमुख प्रकार हैं - एनलॉग और डीजिटल मल्टीमीटर डीजिटल मल्टीमीटर नापे गये परिवर्तनों को अंकीय संकेतों में बदलता है और अंकीय मानों को परदे पर प्रदर्शित करता है । वहीं एनलॉग मल्टीमीटर एक सूई का प्रयोग करता है जो थिरकती है और मान प्रदर्शित करता है। इसका प्रयोग थोड़ा मुश्किल है क्योंकि वह अनेक प्रकार्यों का प्रयोग करता है और उसका पैमाना एक पक्षीय नहीं होता ।

### मल्टीमीटर के भाग (Multimeter parts)

### मल्टीमीटर का पैमा (Multimeter Scale)

- एप पैमाना जिस पर अंकीय मान हो उसका प्रयोग नापे गये चल मानों को पढ़ने के लिए होता है । ऊपर का पैमाना रसिस्टान्स नापने के लिए होता है और नीचे का पैमाना वोल्टेज और करन्ट नापने के लिये ।

### पाइन्टर (Pointer)

- यह नापी जा रही करन्ट की मात्रा का मान बताता है ।

### सेक्टर नॉब (Selector knob)

- यह प्रयुक्त होनेवाले प्रकार्यो के चयन हेतु सिलेक्टर स्वीट्च है ।

### टेस्ट प्रोब (Test probe)

- यह मल्टीमीटर का इनपुट भाग है । लाभ प्रोब पाज़ेटीव के लिए है और काला प्रोब सामान्य है ।

### शून्य ohm संयोजक (Zero ohm adjuster)

- यह मल्टी मीटर का वह भाग है जहाँ संयोजन किया जाता है जिससे पाइन्टर शून्य की ओर न सूके ।

### अंशांकन (Calibration)

- मल्टीमीटर के उसके ओममीटर प्रकार्य पर लगायें जो सिलेक्टर नोब के नीचेवाले दायें भाग पर लगा होता है ।

  **मल्टीप्लायरों का प्रयोग Ohm मीटर की स्केलिंग को बढ़ाने या बदलने के लिए होता है जिससे अच्छे परिणाम मिलें ।**

- सिलेक्टर नोब को मल्टीप्लायर पर रखें ।
- मल्टीमीटर के टेस्ट प्रोब को बन्द करें । पाइन्टर को शून्य का संकेत देना चाहिए क्योंकि वहाँ नापने के लिए कुछ भी नहीं है ।
- यदि वह शून्य की तरफ निर्देश नहीं कर रहा है तो उसको शून्य पर स्थित करें । ohm संयोजक पर शून्य को ढूँढे और नोब को तब तक घूमाएँ जब तक वह शून्य का निर्देश नहीं देता ।
- अब पाइन्टर शून्य पैमाने के निर्देश दे रहा है । इसका अर्थ है यह प्रयोग के लिए तैयार है ।

  **x10 (अथवा) x100, गुणांकों के लिए प्रक्रिया को दोहराएँ जिससे फिर से अंशाकन हो ।**

## कला अनुक्रम संकेतक (मापी) (Phase-sequence indicator (Meter))

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

- **कला अनुक्रम संकेतक द्वारा एक तीन कला आपूर्ती के कला अनुक्रम को ज्ञात करने की विधि का वर्णन करना**
- **चोक और लैम्प तथा कैपेसिटर और लैम्प से कला अनुक्रम संकेतक के प्रयोग की विधि बताना ।**



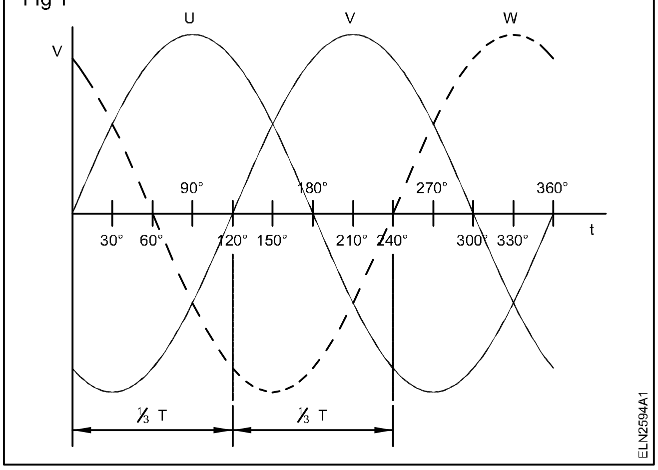
Copyright Free Under CC BY Licence

## पुनरीक्षण (Review)

एक तीन कला प्रत्यावर्तक में कुण्डलों के तीन नियोजन 120° के अन्तर पर रखे होते है। और उनका निर्गम एक तीन कला वोल्टता होता है। जिसे Fig 1 में प्रदर्शित किया गया है। एक तीन कला वोल्टता में तीन वोल्टता तरंगें होती है जो 120 वैद्युत अंश से अलग होती है।

प्रारम्भ में कला U शून्य वोल्ट से निकलता हुआ धनात्मक वृद्धित वोल्टता (Fig 1) V से अनुगमित होता है। इसका शून्य आवर्तकाल के एक तिहाई समय पश्चात पहुंचता है। यही V के सापेक्ष W के साथ होता है। जिस क्रम में तीन कलायें अपने अधिकतम और न्यूनतम मानों को प्राप्त करती है कला अनुक्रम कहलाता है। यहां दिये गये प्रदर्शन में कला अनुक्रम U,V,W है।

Fig 1



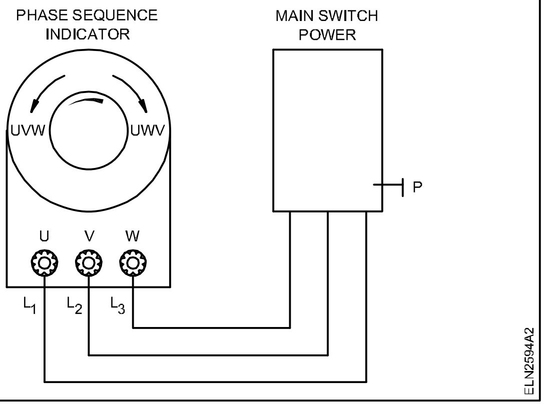

**सही कला अनुक्रम का महत्त्व (Importance of correct phase sequence) :** विभिन्न तीन कला निकायों के निर्माण और सम्बनधन मे सही कला अनुक्रम महत्व पूर्ण है। उदाहरण के लिये सही कला अनुक्रम उस समय महत्वपूर्ण होता है जब तीन प्रत्यावर्तकों के निर्गमों का एक उभय वोल्टता निकाय में समान्तरण करना आवश्यक होता है। एक प्रत्यावर्तक की कला 'U' दूसरे कला प्रत्यावर्तक की कला 'U' से सम्बन्धित होना चाहिये। कला 'V' का 'V' से और कला 'W' का 'W' से और इसी प्रकार सभी का एक दूसरे से सम्बन्ध होना चाहिये।

एक प्रेरक मोटर के लिये अनुक्रम के उत्क्रमण से मोटर घूर्णन में दिशा उत्क्रमण होता है और मशीनरी गलत दिशा में चलती है।

**कला अनुक्रम संकेतक (मापी) (Phase-sequence indicator** (meter)): एक तीन कला निकाय का कला अनुक्रम संकेतक (मापी) सही कला अनुक्रम को प्रदत्त कराना सुनिश्चित करता है। कला अनुक्रम संकेतक में तीन टर्मिनल्स 'UVW' होते है। जो आपूर्ती के तीन कलाओं से सम्बन्धित होते है। जब संकेतक में आपूर्ती भरण होता है संकेतक में एक चकती वामावर्त अथवा दक्षिणावर्त दिशा में घूमती है।

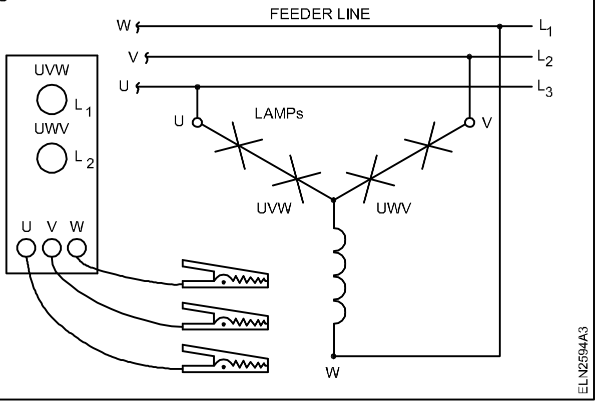
चकती गति की दिशा संकेतक पर बने वाणाग्र से चिन्हित की जाती है वाणाग्र के नीचे सही अनुक्रम चिन्हित होता है (Fig 2) । तीन कला निकाय का कला अनुक्रम तीन कलाओं में से किन्ही दो के सम्बन्ध उत्क्रमण द्वारा उत्क्रमित किया जा सकता है।

Fig 2



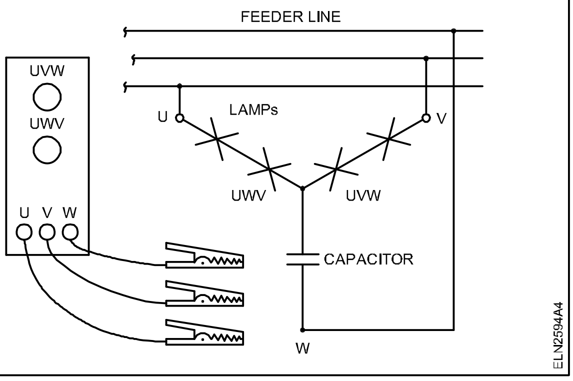

**चोक और लैम्पों के उपयोग से कला अनुक्रम संकेतक (Phase-sequence indicator using capacitor & lamps) :** कला अनुक्रम संकेतक में चार लैम्प और सितारा निर्माण स्तर (Y) से जुड़ा एक प्रेरक होता है। एक परीक्षक अग्रण को Y की प्रत्येंक टांग से जोड़ दिया जाता है एक लैम्प युगुल में U-V-W चिन्ह और दूसरे पर U-W-V चिन्ह होते है। जब तीन अग्रणों को एक तीन कला लाइन से जोडते है तो अधिक तीव्रता से प्रकाशित लैम्प कला अनुक्रम का संकेत देता है। (Fig 3)

Fig 3




संघारित्र और लैम्पों के उपयोग से कला अनुक्रम संकेतक : कला अनुक्रम संकेतक में चार लैम्प और सितारा निर्माण स्तर (Star formation) (Y) से जुड़ा एक संघारित्र होता है। एक परीक्षण अग्रण को Y की प्रत्येक टांग से की जोड़ दिया जाता है। लैम्पों का एक युगुल पर U-V-W चिन्ह और दूसरे पर U-W-V चिन्ह होते है। जब तीन अग्रणों को एक तीन कला लाइन से जोडते है तो अधिक तीव्रता से प्रकाशित लैम्प कला अनुक्रम का संकेत देता है। (Fig 4)

Fig 4






Copyright Free Under CC BY Licence

## आवृत्ति मापी (Frequency meter)

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

- **आवृत्ति मापियों के प्रकार बताना**
- **एक यांत्रिक अनुनाद (कम्पित रीड प्रकार के) आवृत्ति मापी के सिद्धान्त, रचना और कार्यान्वन का वर्णन करना**
- **एक वैद्युत अनुनाद प्रकार के आवृत्ति मापी की रचना और कार्यान्वन सिद्धान्त का वर्णन करना**
- **एक अनुपात मापी प्रकार के आवृत्ति मापी की रचना और कार्यान्वन सिद्धान्त स्पष्ट करना ।**

शक्ति आवृत्ति के मापन के लिये निम्न प्रकार के आवृत्ति मापी प्रयोग में लाये जातै हो ।

- यांत्रिक अनुनाद प्रकार (Mechanical resonance type)
- वैद्युत अनुनाद प्रकार (Electrical resonance type)
- विद्युत गतिज अनुनाद प्रकार (Electro-dynamic type)
- विद्युत डायनमोंमापी अनुनाद प्रकार (Electro-dynamometer type)
- वेष्ठन प्रकार (Weston type)
- अनुपात मापी प्रकार (Ratiometer type)
- संतृप्त क्रोण प्रकार (Saturable core type)

उपर्युक्त शक्ति आवृत्ति, उपरोक्त शक्ति मापियों के अतिरिक्त अन्य प्रकार के उपस्कर जैसे इलेक्ट्रानिक आवृत्ति गणक आवृत्ति सेतु, स्ट्रोबोस्कोप मापी और कम्पन्न दर्शी जिन्हें व्यापक परास की आवृत्तियों के मापन में प्रयुक्त किया जाता है, भी है।

जैसा कि नीचे संकेतक दिया गया है यह स्पष्टीकरण तीन प्रकार के आवृत्ति मापियों के लिये है

वे है :

- यांत्रिक अनुनाद प्रकार (mechanical resonance type)
- वैद्युत अनुनाद प्रकार (electrical resonance type)
- अनुपात मापी प्रकार (ratiometer type)

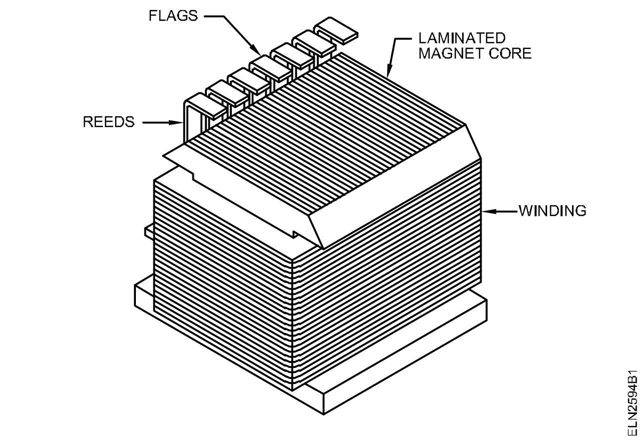
प्रशिक्षुओं को परामर्श दिया जाता है कि अन्य प्रकार के आवृत्ति मापियों के अध्ययन के लिये वे वैद्युत मापन माप यन्त्रों पर पुस्तकें देखें ।

### यांत्रिक अनुनाद प्रकार आवृत्ति मापी (कम्पन रीड प्रकार) (Mechanical resonance type frequency meter (vibration reed type))

**सिद्धान्त (Principle):** कम्पन रीड प्रकार के आवृत्ति मापी Fig 1 में प्रदर्शित प्राकृतिक आवृत्ति के सिद्धान्त पर कार्य करते है। विश्व में प्रत्येक वस्तु की प्राकृतिक आवृत्ति होती है जो भार और परिसीमाओं पर निर्भर करती है जब किसी वस्तु को एक कम्पन्न माध्य में रखा जाता है यह कम्पन्न करना प्रारम्भ कर देता है।

यदि माध्यम की आवृत्ति वस्तु की प्राकृतिक आवृत्ति के बराबर हो जाती है और कम्पन्नों को नियत्रित न किया जाय तो वस्तु का पूर्ण विनाश तक हो सकता है। इसका एक उत्तम उदाहरण खिडकी की कांच की पट्टियों का नीची उडान के वायुयानों के कारण कम्पन द्वारा टूट जाना है।

Fig 1




**रचना (Construction):** यात्रिक अनुनाद प्रकार के आवृत्ति मापी में एक वैद्युत चुम्बक विद्युत चुम्बक के सम्मुख व्यवस्थित धातीय रीड्स का एक नियोजन होता है। आवृत्ति मापी को आपूर्ति जैसे वोल्टता निर्धारण का ध्यान रखते हुये वोल्टता मापी से जोड दिया जाता है (Fig 2) ।

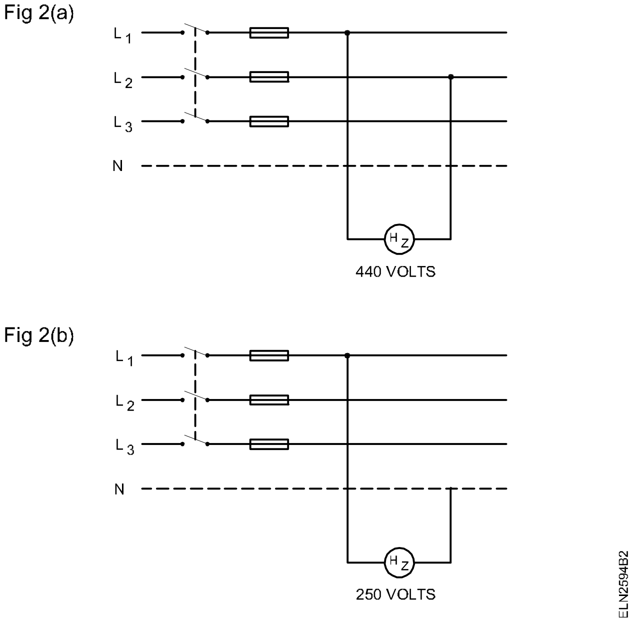



Fig 3 में रीड की आकृति दिखायी गई है जो लगभग 4mm चौडी ओर 0.5mm मोटी होती है। रीड का एक किनारा आधा पर लगा होता है और दूसरा श्वेत रंग की सतह वाला अति निलमबित किनारा होता है जिसे कभी कभी झण्डा कहते है।



Copyright Free Under CC BY Licence

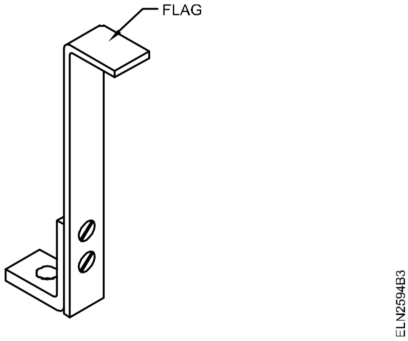


Fig 3

रीड्स एक पंक्ति में व्यवस्थित होती है और उनकी प्राकृतिक आवृत्तियों में आधे चक्कर का अन्तर होता है। आधे चक्र का अन्तर रीड्स के भार में अन्तर के कारण सम्भव होता है। Fig 4 के अनुसार रीड्स की व्यवस्था उनके आरोही क्रम में की जाती है और केंन्द्र रीड की प्राकृतिक आवृत्ति प्रायः आपूर्ति आवृत्ति (50Hz) के समान होती है।

**कार्यान्वन (Working):** जब आवृत्ति मापी को आपूर्ति से सम्बन्धित किया जाता है तो वैद्युत चुम्बक एक चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन करता है जो आपूर्ति आवृत्ति के अनुसार प्रत्यावर्तित होता है। वह रीड् जिसकी प्राकृतिक आवृत्ति प्रत्यावर्ती चुम्बकीय क्षेत्र आवृत्ति से सम्पाती होती है संलग्न रीडस की तुलना में Fig 4b के अनुसार अधिक कम्पित होती है।

कम्पित रीड का झण्डे द्वारा आवृत्ति मापी की पैमाने अंशाकन से आपूर्ति आवृत्ति का ज्ञात कर सकना सम्भव हो जाता है। Fig 4b के अनुसार यद्यपि अन्य रीड्स भी कम्पित होती है उनके परिमाण उस रीड की तुलना में जिसकी आवृत्ति आपूर्ति की सम्पाती होती है बहुत कम होते है।

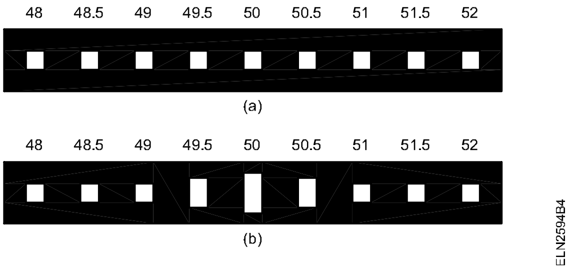


Fig 4

**गुण और अवगुण (Advanges and disadvantages):**

रीड प्रकार आवृत्ति मापी के निम्न गुण हैं।

संकेत, i) आरोपित वोल्टता के तरंग रूप, ii) आरोपित वोल्टता के परिमाण, यदि वोल्टता बहुत कम नही है के स्वतन्त्र होते है। लघु वोल्टता पर रीड के झण्डा संकेत विश्वनीय नही होगें।

अवगुण यह है कि मापी आसन्न रीड के बीच की आवृत्ति अन्तर के आधे से कम समीपता तक मापित नही कर सकता और विशुद्धता मुख्य रूप से रीड्स के उचित समस्वरण पर निर्भर करती है।

**वैद्युत अनुनाद आवृत्ति मापी - वैद्युत डायनमों मापी प्रकार (Electical resonance frequency meter - Electro dynameter type):**

**रचना (Construction):** यह मापी दो स्थिर कुण्डलों और Fig 5 केअनुसार आपूर्ती से जुडे एक चल कुण्डल से बना होता है। स्थिर कुण्डल (1) एक प्रेरक $L_1$ और संघारित्र $C_1$ से निर्मित अनुनाद परिपथ से होकर मेन्स से जुडा होता है। इसी प्रकार स्थिर कुण्डल () प्रेरक $L_2$ और संघारित्र $C_2$ से निर्मित अनुनाद परिपथ से जुडा होता है।

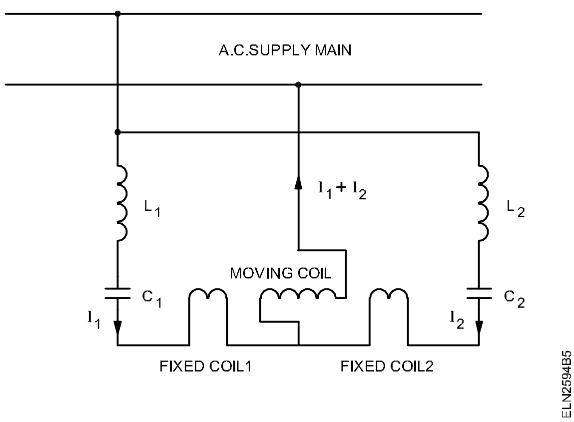


Fig 5

स्थिर कुण्डल का अनुनाद परिपथ (1) आवृत्ति $f_1$ माना 45Hz के समस्वरित किया जाता है जो स्थिर कुण्डल 2 की समस्वरित आवृत्ति $f_2$ माना 60Hz से कम होती है। चल कुण्डल दो स्थिर कुण्डलों की धारा $I_1$ और $I_2$ का सदिश योग होता है।

**कर्यान्वन (Working):** जब मापी को आपूर्ती जिसे मापना है से जोडते है स्थिर कुण्डल कला धारायें आवृत्ति के परिमाण के निर्भरता के अनुसार ले जाती है। उदाहरणार्थ 50Hz आपूर्ति आवृर्ति पर स्थिर कुण्डल (1) से धारा प्रेरित होगी। (पश्चित धारा क्योंकि इसकी अनुनाद आवृत्ति 50Hz से कम है) और स्थिर कुण्डल (2) धारा धारितीय होगी। (अग्रित धारा क्योंकि अनुनाद आवृत्ति 50Hz से अधिक है) ।

इस छड स्थिर कुडल (1) प्रेरित धारा और धारितीय धारा स्थिर कुण्डल (2) में समान परिमाण और विपरीत कलाओं में होगी । इसलिये एक दूसरे को निरस्त कर देगी और चल कुण्डल में कोई धारा नही होगी। फलस्वरूप आघूर्ण शून्य होगा।

इसलिये संकेतक केंन्द्रीय स्थिति जहां डायल पर 50Hz चिन्हित है। 50Hz से कम आवृत्तियों पर संकेतक संचलन स्थिर कुण्डल (1) की धारा से प्रभावित होगा। और तत्संगत कम आवृत्तियां प्रदर्शित करेगा। 50Hz से अधिक आवृत्तियों से संकेतक स्थिर कुण्डल (2) की धारा से प्रभावित होगा और संगत उच्च आवृत्तियां प्रदर्शित करेगा।

इस मापी में नियन्त्रण आघूर्ण को उत्पन्न करने के लिये चल निकाय में एक लघु लौह वेन आरोहित होती है।

**गुण (Advantages):** मापी यन्त्र का पैमाना लगभग 90° विस्तरित होता है और शक्ति आवृत्ति मापनों के लिये प्रयुक्त हो सकता है।

**अवगुण (Disadvantages):** L और C के कारण मापी यन्त्र का आवृत्ति परास सीमित होता है।



Copyright Free Under CC BY Licence

**अनुपात मापी प्रकार आवृत्ति मापी (Ratiometer type frequency meter):**

**रचना (Construction):** इस मापी में एक आवृत्ति डायल होता है जिस पर एक संकेतक आवृत्ति संकेत के लिये होता है। इसमें X,Y दो कुण्डल होते है जो एक दूसरे से समकोण पर जुडे होते है और एक स्पिन्डल पर आरोहित होते है जो Fig 6 के अनुसार एक स्थायी चुम्बक के प्रबल क्षेत्र के बीच रखे जाते है।

Fig 6

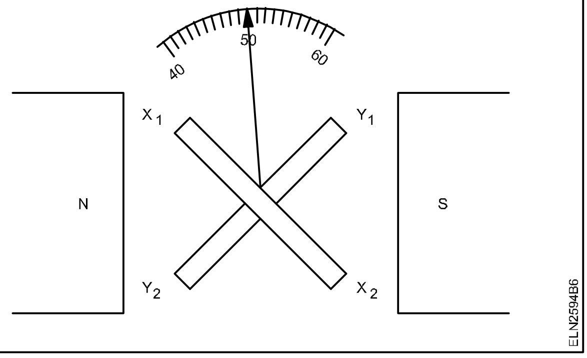
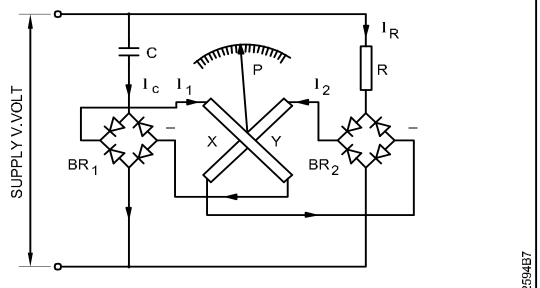



Fig 7 में अनुपात मापी प्रकार के आवृत्ति मापी का परिपथ सम्बन्ध दिखाया गया है।

चल कुण्डल X और Y अपने दिष्टकारियों और निष्क्रिय घटकों द्वारा आपूर्ती से जुडे रहते है जैसा कि Fig 7 में दिखाया गया है। दिष्टधारा $I_1$ जो X से प्रवाहित होती है संघारित्र धारा $I_c$ के rms मान को व्यक्त करती है जो $BR_1$ से दिष्टकारित की गई है इसी प्रकार Y से प्रवाहित धारा $I_2$ प्रतिरोध धारा $I_R$ के rms मान को व्यक्त करती है जो $BR_2$ से दिष्टकारित की गई है।

Fig 7




FREQUENCY METER - RATIO METER TYPE

**कार्यान्वन (Working):** कुण्डल से प्रवाहित धारा आपूर्ति आवृत्ति पर निर्भर होती है उच्च आवृत्ति कुण्डल X से धारा उच्च होती है जबकि कुण्डल Y की धारा आवृत्ति पर निर्भर नही करती है। कुण्डल में विकसित आघूर्ण स्थाई चुम्बकीय क्षेत्र और कुण्डल धाराओं के परिणमित क्षेत्र की अर्न्तक्क्रिया पर निर्भर होता है।

कुण्डल 'X' और 'Y' लगभग समान आघूर्ण, एक पूर्व अनुमानित आघूर्ण आवृत्ति के लिये आरोपित करते है जिससे संकेतक पैमाने के केन्द्र पर रहे। जहां आपूर्ती आवृत्ति चिन्हित है। दूसरी ओर उच्च आवृत्तियों पर कुडल 'X' में वृद्धित धारा अधिक आघूर्ण उत्पन्न करती है और डायल की उच्च आवृत्ति स्थिति में संकेतक को ले जाती है अथवा उत्क्रम।

**गुण (Advantages):**

इस मापी में निम्न गुण है

- इसका पैमाना रैखिक होता है
- मापी आपूर्ति वोल्टता से स्वतन्त्र होता है इसलिये यथेष्ट व्यापक परास के लिये प्रयुक्त होता है।

**अवगुण (Disadvantages):**

चूंकि मापी जाने वाली आवृत्ति का परास संघारित्र C और प्रतिरोधक R के मान से निर्धारित होता है यह व्यापक परास आवृत्तियों मापन के लिये प्रयुक्त नही हो सकता जब तक C और R मानों के नियोजन का चयन एक परास कुंजी द्वारा नही किया जाता।

## डिजीटल फ्रिक्वेन्सी मीटर (Digital Frequency Meter)

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

- **डिजिटल फ्रिक्वेन्सी मीटर के प्रकार्य बताना**
- **डिजिटल फ्रिक्वेन्सी के ब्लोक चित्र को स्पष्ट करना ।**

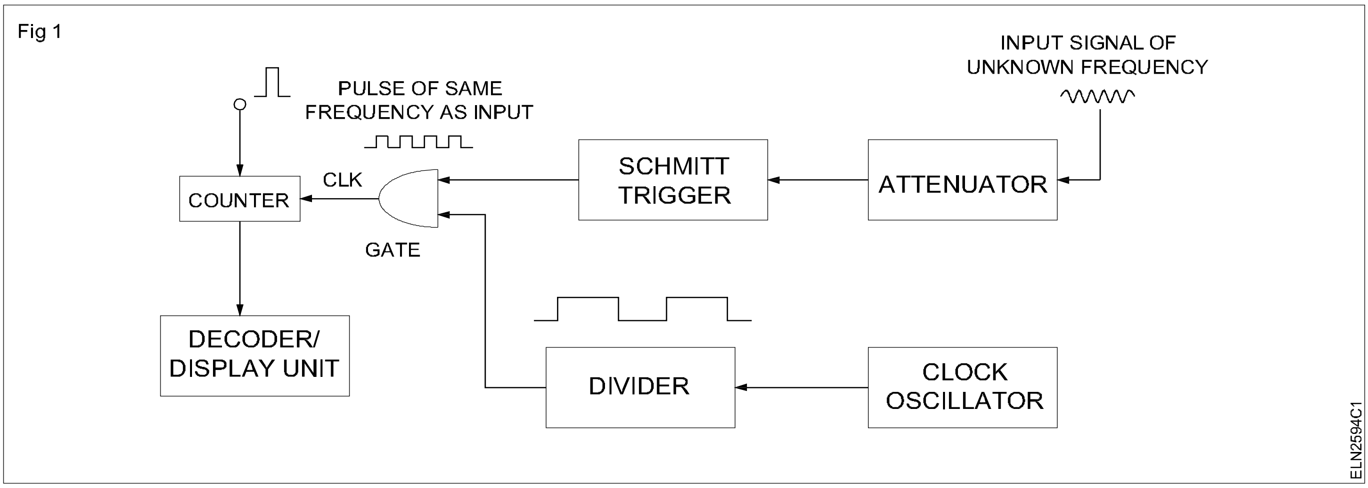
फ्रीक्वेन्सी काउन्टर एक डिजिटल उपकरण है जो किसी भी सावधिक वेबफार्म के आवर्तन को नाप कर प्रदर्शित कर सकता है । यह अनजान इनपुट सिग्नल को पूर्वनिर्धारित समय के लिए काउन्टर में गेट अन्दर भेजने के सिद्धान्त पर काम करता है ।

यदि अनजान इनपुट सिग्नलों को ठीक सेकन्ड के लिए काउन्टर में गेट किया जाए तो काउन्टर में प्रविष्ठ हुए काउन्टों की संख्या इनपुट सिग्नल की फ्रिक्वेन्सी होगी । 'गेटेड' शब्द उस तथ्य से आया है कि AND अथवा OR गेट का अनजान इनपुट सिग्नलों को प्रविष्ट एवं समाविष्ट करने के लिए उपयोग में लाया जाता है । (Fig 1)



Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 1




**ब्लोक आरेखन का वर्णन (Discription of block diagram) :**

फ्रिक्वेन्सी काउन्टर के ब्लोक आरेखन का सरल प्रारूप Fig 1 में है । इसमें अपने साथ की प्रदर्शन/डिकोर्डेड सर्क्यूट्रि, क्लाक ऑसिलेटर, एक डिवाइटुर और एक AND गेट वाला काउन्टर होता है । यह काउन्टर प्रायः केस्केडेट बाइनरी कोडेड डेसीमल (BCD) काउन्टरों से बना होता है और प्रदर्शन/डिकोर्डर यूनिट BCD आउटपुट को डेसीमल प्रदर्शन में परिवर्तित करती है जिससे अवलोकन आसान हो जाए ।

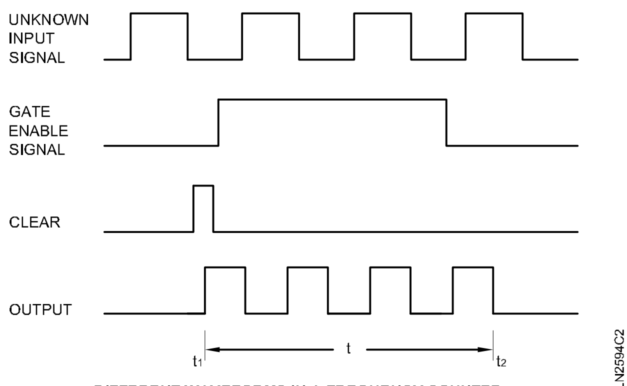
एक ज्ञात समय के लिए गेट सहायक सिग्नल एक घड़ी आसिलेटर और डिवाइटर सर्किट से उत्पन्न होता है और इसे AND गेट के एक लेग पर प्रतिचालित किया जाता है ।

अज्ञात सिग्नल को AND गेट के दूसरे लेग पर लगाया जाता है जो काउन्टर के लिए घड़ी के रूप में काम करता है । काउन्टर अज्ञात सिग्नल के लिए प्रत्येक स्थानांतरण के लिए एक काउन्ट आगे बढ़ता है और अज्ञात समय अन्तराल के बाद काउन्टर में उतनी ही मात्रा होगी जितनी संख्या के इनपुट सिग्नल उस अवधि में काउन्टर में बने होंगे । दूसरे शब्दों में काउन्टर के अंदर को सामग्री का सीधा सम्बन्ध अज्ञात इनपुट के अनुपात से है ।

उदाहरण के लिए यदि एक समय का गेट सिग्नल ठीक-ठीख । सेकन्ड को और अत्यन्त इन पुट सिग्नल 600-Hz स्कायर वेब है तो सेकन्ड के अन्त में काउन्टर 600 तक मिलेगा जो ठीक-ठीक फ्रिक्वेन्सी होगी अज्ञात इनपुट सिग्नल की ।

Fig 2 में वेब प्रारूप यह दिखाता है कि $t_0$ पर काउन्टर में क्लियर पल्स लागू की गई है जिससे शून्य सेट हो सकते, $t_1$ के पहले GATE ENABLE सिग्नल LOW है और इसलिए AND गेट का आउटपुट LOW होगा और काउन्टर गिनेगा नही । $t_1 t_0 t_2$ के दलिए GATE ENABLE HIGH हो जाता है और इस काल अवधि में $t=(t_2 - t_1)$ है और अज्ञात इनपुट सिग्नल की पल्से AND गेट में से पारित होगी और काउन्टर से गिनी जाएँगी ।

Fig 2




DIFFERENT WAVEFORMS IN A FREQUENCY COUNTER

$t_2$ के बाद AND गेट का आऊट पुट पिर से LOW होगा और काउन्टर गिनना बंद कर देगा । इस प्रकार काउन्टर ने उन पल्सस की संख्या को गिना होगा जो GATE ENABLE SIGNAL के समय अन्तराल t में बनी होंगी । परिणाम स्वरूप काउन्टर की सामग्री इनपुट सिग्नल का सीधा नाप होगी।

## शक्ति गुणक मापी (Power factor meter)

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

- **शक्ति गुणक मान की परोक्ष विधि की हानियां बताना**
- **विभिन्न प्रकार के शक्ति गुणक मापियों को बताना**
- **तीन कला डायनमो मीटर प्रकार के शक्ति गुणक मापी की रचना, और उसका सम्बन्ध बताना**
- **तीन कला चल लौह प्रकार के शक्ति गुणक मापी की रचना, सम्बन्ध और प्रचालन का स्पष्टीकरण करना**
- **एकल कला चल लौह प्रकार के शक्ति गुणक मापी की रचना, सम्बन्ध और प्रचालन का स्पष्टीकरण करना ।**

एकल कला AC परिपथ के शक्तिगुणक की गणना सूत्र से हो सकती है।

$$P.F. = \frac{Power}{EI}$$

यदि परिपथ में एम्पियर मापी वोल्टमापी और एक वाटमापी सम्बन्धित है।

अन्यथा शक्तिगुणक मापने के लिये एक संतुलित 3 कला परिपथ में निम्न सूत्र प्रयोग करना पडेगा।



Copyright Free Under CC BY Licence

$$P.F. = \frac{3\text{-phase power}}{3E_{PH}I_{PH}} \text{ or } \frac{3\text{-phase power}}{\sqrt{3}E_L I_L}$$

लेकिन 3 कला परिपथ के अंसतुलित होने पर उपर्युक्त सूत्र प्रयोग नही किया जा सकता

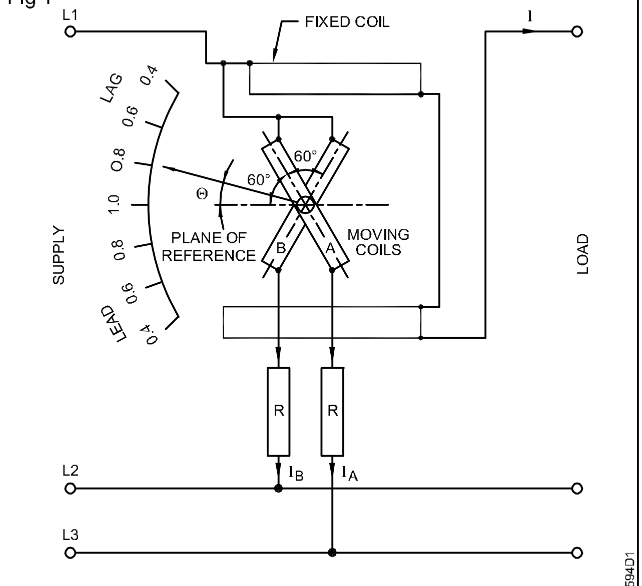
परोक्ष विधि में निम्न अवगुण है

- अनेक मापियों के कारण लघु विशुद्धता
- पठन त्रुटियां
- भद्दे सम्बन्ध
- शक्तिगुणक का तात्क्षणिक मान पाने के लिये प्रत्यक्ष घ्क्र मापी प्रयुक्त होते है जो विशेष यथार्थ होते है।

पावर फैक्टर की तत्काल रिडिंग प्राप्त करने के लिए डायरेक्ट रिडिंग P.F. मीटरों का प्रयोग किया जाता है, जो ठीक-ठीक परीशुद्धता वाले होते हैं।

**सन्तुलित भार के लिये 3 कला डायनमोंमापी प्रकार का शक्ति गुणक (3-phase dynamometer type power factor meter for balanced load) :** संतुलित भार के लिये Fig 1 में एक 3 कला शक्ति गुणक मापी की रचना और सम्बन्ध प्रदर्शित किये गये है।

Fig 1




DYNAMOMMETER TYPE THREE PHASE POWER FACTOR METER

इस मापी में क्षेत्र कुण्डलों को एक कला में भार के साथ श्रेणी में जोड दिया जाता है। दोनों चल कुण्डल एक दूसरे से 120° पर दृढता से सम्बन्धित होते है। यह कुण्डल दो विभिन्न कलाओं से सम्बन्धित होते है। प्रत्येक कुण्डल के साथ एक प्रतिरोध श्रेणी में जोड दिया जाता है।

प्रतिबाधा द्वारा कला विभाजन आवश्यक नही होता क्योंकि दो चल कुण्डलों में धाराओं के बीच वांछित कला विस्थापन स्वयं आपूर्ति से प्राप्त किया जा सकता है।

मापी का प्रचालन एकल कला मापी की भांति ही होता है। लेकिन यह मापी केवल संतुलित भारों के लिय ही उपयुक्त है।

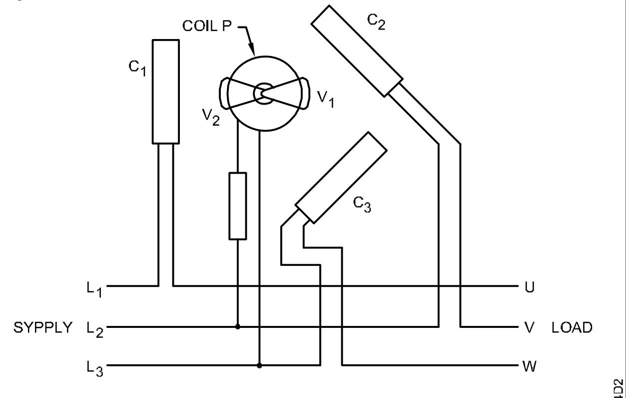
चूंकि किसी आवृत्ति अथवा तरंगरूप परिवर्तन से दोनों चल कुण्डलों में धारायें समान प्राकर से परिवर्तित होती है यह मापी आवृत्ति अथवा तरंगरूप के स्वन्तन्त्र होता है।

**चल लौह शक्तिगुणक मापी (Moving iron power factor meters):** इस प्रकार का शक्ति गुणक मापी डायनमों मीटर प्रकार कीतुलना में निम्नलिखित गुणों के कारण अधिक लोकप्रिय है।

- डायनमों मापी प्रकार के मापी की तुलना में आघूर्ण भार अनुपात (कार्यान्वन बल) अधिक होता है।
- चूंकि सभी कुण्डल स्थिर होते है इसलिये तंतु बन्धन आवश्यक नही होते है।
- पैमाने का विस्तारण 360° तक हो सकता है।
- रचना में यह मापी सरल और पुष्ट होता है ।
- अपेक्षा कृत कम मूल्य ।

संतुलित भारों में प्रयुक्त चल लौह प्रकार के शक्तिगुणक मापी की रचना और सम्बन्ध Fig 2 में प्रदर्शित किये गये है।

Fig 2




MOVING IRON TYPE POWER-FACTOR METER FOR A BALANCED 3-PHASE LOAD

Fig 2 के अनुसार तीन समान प्रकार के कुण्डल $C_1$, $C_2$ और $C_3$ 120° भिन्नता पर एक 3कला आपूर्ति से सीधे अथवा धारा ट्रांसफार्मर के द्वितीयक से Fig 2 के अनुसार सम्बन्धित है। कुण्डल P तीन कुण्डलों $C_1$, $C_2$ और $C_3$ के मध्य में रखा जाता है और दो पंक्तियों की आपूर्ति के सिरों पर श्रेणी में एक प्रतिरोध से जोडा जाता है कुण्डल B के अन्दर दो वेन्स $V_1$ और $V_2$ होती है जो एक स्वतन्त्रता पूर्वक संचलित स्पिन्डल पर आरोहित होती है लेकिन परस्पर 180° पर रखी जाती है। स्पिन्डल में अवमंदन वेन और संकेतक Fig 3 के अनुसार होता है।

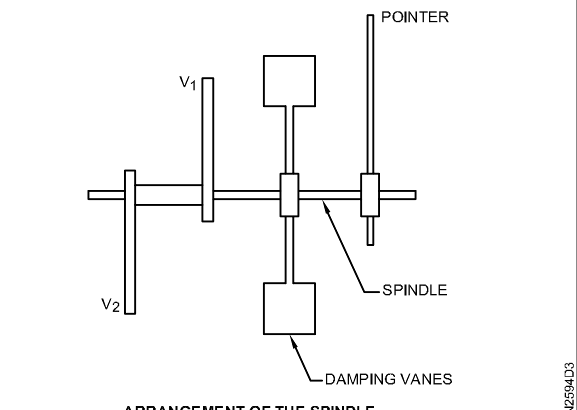
तीन कुण्डलों $C_1$, $C_2$ और $C_3$ से उत्पन्न घूर्णित चुम्बकीय क्षेत्र कुण्डल P से उत्पन्न फलक्स से अर्न्तक्रिया करता है इससे चलनिकाय धारा के कला कोण के अनुसार एक कोणीय स्थिति पर आ जाता है।

**एकल कला चल लौह शक्ति गुणक मापी (Single phase moving iron power factor meter):** Fig 4 में प्रदर्शित एक एकल कला चल लौह शक्ति गुणक में संघारित्रों के लिये प्रेरक और प्रतिरोध से निर्मित एक कला विभाजन जाल होता है।



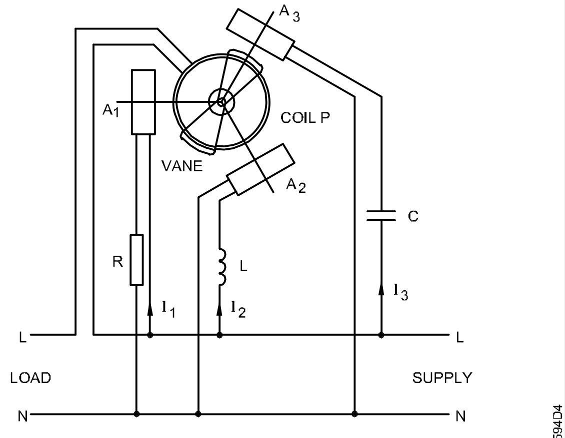
Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 3




ARRANGEMENT OF THE SPINDLE

Fig 4




SINGLE PHAGE MOVING IRON TYPE POWER FACTOR METER

**अंसतुलित भार के 3 कला शक्ति गुणक मापी (3 - phase factor meters for unbalanced load):** एक 3कला अंसतुलित निकायों में शक्ति गुणक मापन के लिये दो घटक अथवा 3घटक शक्ति गुणक मापी होते है जिनमें प्रत्येक धारा में एक धारा कुण्डल और एक दाब कुडल प्रयुक्त होता है। दाब कुण्डल (चल कुण्डल), एक कला PF मापियों के समान एक ही स्पिन्डल पर एक दूसरे के नीचे आरोहित होते है। संकेतक परिणामित शक्ति गुणक प्रदर्शित करता है ।

**लघु शक्ति गुणक मापी (Low power factor meter):** शक्ति गुणक मापी प्रायः 0.5 पश्च से एकांक - 0.5 अग्र तक शक्ति गुणक को पढने के लिये उपलब्ध है। विशेष रूप से निर्मित लघु शक्ति गुणक मापी 0.5 पश्च से एकांक शक्ति गुणक तक भी उपयोग में आते है।

## डिजीटल पावर फैक्टर मीटर (Digital Power Factor Meter)

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

- **पावर फैक्टर के ब्लॉक डायग्राम का वर्णन करना में।**

**डिजीटल पावर फैक्टर मीटर (Digital power factor meter) :**

Fig 1 में डिजीटल पावर फैक्टर मीटर का ब्लाकॅ डायग्राम दिखाया गया है ।

किसी प्रणाली में वर्तमान पावर फैक्टर को मापने के लिये पावर फैक्टर मीटर का प्रयोग किया जाता है वास्तविक पावर विधि का प्रयोग करके पावर फैक्टर को सुधारा जाता है प्राप्त पावर फैक्टर के मान को पिन TX एंव RX.से माइक्रोकंट्रोल से सूचित करते है।

पावर फैक्टर के विश्लेषण के लिये माइक्रोकंट्रोलर में प्रयोग फीड किये जाते है पावर फैक्टर माइक्रोकंट्रोलर से जुड़े सात सेग्मेंट डिस्प्ले पर प्रदर्शित होता है यदि पावर फैक्टर प्री-सेट से ऊपर है तो No तथा NC सामान्य स्थिति में रहेगी तथा माइक्रोकंट्रोलर व रिले कोई परिवर्तर न करें एक बार यदि पावर फैक्टर प्रीसेट मार्क से नीचे रहता है। तो सिग्नल करले कार्ड पर भेजा जाता है।

रिले कार्ड में रिले के प्रचालन के लिये LED के साथ रिले होते है रिले मे इनपुट एक ऑटो कप्लर के साथ भेजा जाता है और रिले में पहुँचने से पहले एम्प्लीफायर से करंट भेजा जाता है संबंधित कैपेसितर बैंक को जोड़कर प्रचालन करते है LED द्वारा रिले का संचालन किया जाता है जिससे LED में प्रकाश उत्सर्जन होता है।

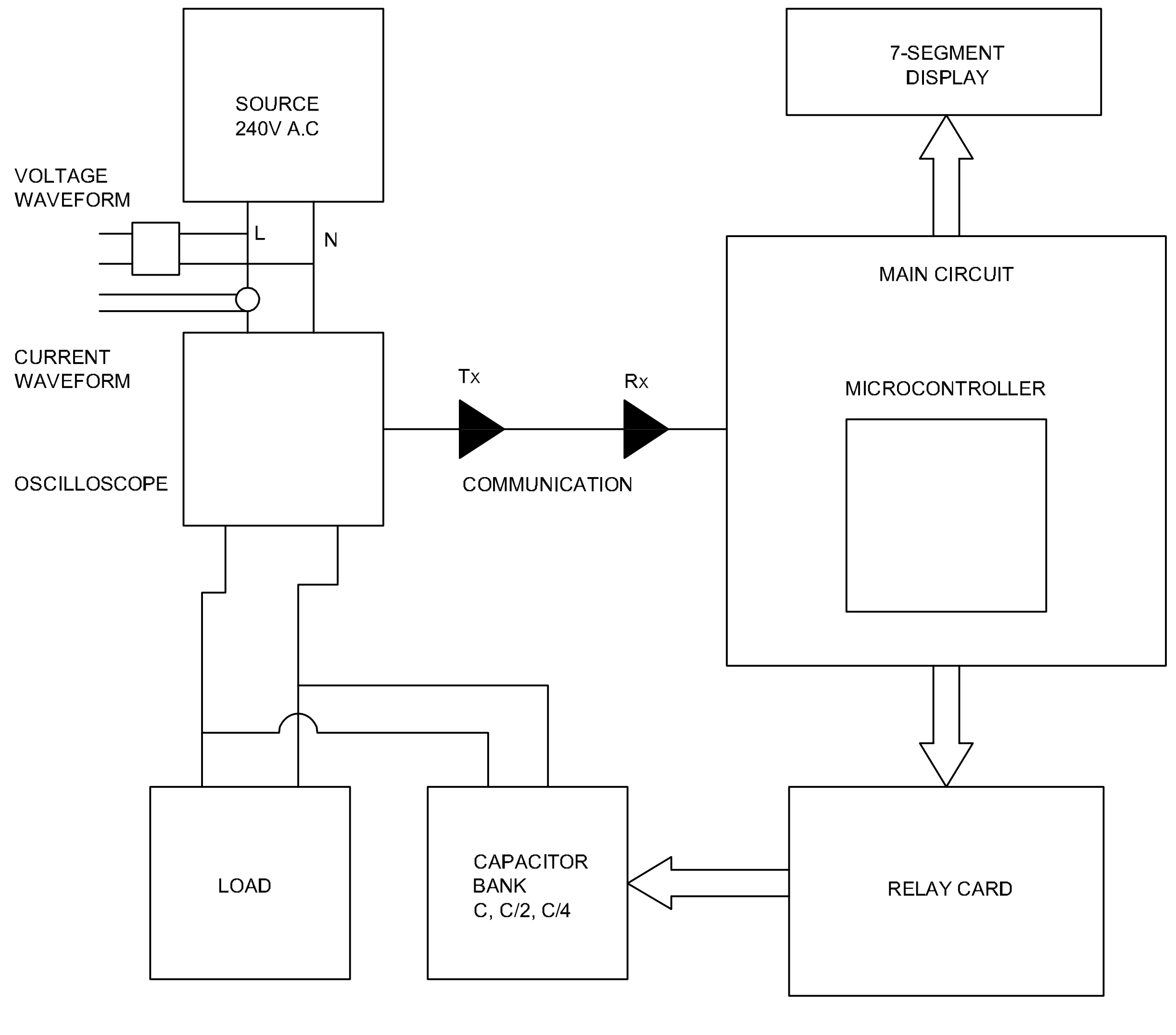
माइक्रोकंट्रोलर में प्रोग्राम को इस तरह से किया गया है कि तीन रिले में से वह रिले या रिले का संयोजन को कैपेसिटर बैंक में इस तरह सम्मिलित करेगा कि पावर फैक्टर के संभवतः सबसे अच्छे संभावित मान प्राप्त करेगा कैपेसिटर बैंक C,के रूप में C/2 तथा C/4,है। जिन्हे कैपेसिटरों के मान C.को श्रेणी संयोजन से बनाया गया है।

इसके साथ करंट ट्रांसफार्मर एंव वोल्टेज ट्रांसफार्मर भी प्रदान किया गया है ताकि विशेष वेव फार्म को विभिन्न समयों में विश्लेषण करके ऑसिलोस्कोप में प्राप्त किया जा सके डिजीटल PF मीटर का चित्र Fig 2 में दिशाया गया है।



Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 1




**BLOCK DIAGRAM OF APFC**

Fig 2

Copyright Free Under CC BY Licence

# एक और दो वाटमीटर विधि द्वारा 3 फेज पावर का मापन (Measurement of 3 phase power by single and two wattmeters)

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

- **एक वाटमीटर का प्रयोग कर 3 फेज पावर मापन का वर्णन करना**
- **दो वाटमीटर का प्रयोग कर 3 फेज पावर मापन का वर्णन करना**
- **पावर मापने की वाटमीटर विधि द्वारा पावर फैक्टर की गणना करना।**

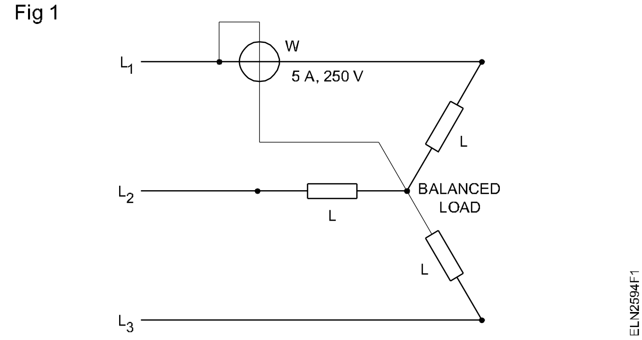
**पावर का मापन (The measurement of power) :** श्री फेज सिस्टम में पावर प्राप्त करने के लिये वाटमीटर की संख्या लोड़ के संतुलित होने या न होने और पर न्यूट्रल प्वाइंट निर्भर करती है यदि इनमें कोई एक है तो-

- सिंगल वाटमीटर विधि द्वारा लोड के स्टार कनेक्टडे होने एंव न्यूट्रल प्वांइट सतुंलित लोउ होने पर पावर मापन संभव है ।
- दो वाटमीटर विधि द्वारा लोड के स्टार या डेल्टा कनेक्टेड होने संतुलित या असंतुलित लोड (न्यूट्रल प्वाइंट के साथ एंव बिना) होने पर पावर मापन संभव है ।

**एक वाटमीटर विधि (Single wattmeter method)** सुतुलित लोड न्यूट्रल प्वाइंट के साथ स्टार कनेक्टेड श्री फेज में पावर मापने का परिपथ Fig 1 में दिखाया गया है जिसमें वाटमीटर का करंट क्वायल लाइन के श्रेणी में तथा वोल्टेज क्वायल लाइन एंव न्यूट्रल के मध्य में जोड़ा गया है प्रति फेज में पावर का पायांक वाटमीटर देता है इस प्रकार तीन बार लिया गया वाटमीटर पायांक कुल पावर है।

$P = 3E_PI_P \cos\varphi = 3P = 3W$

Fig 1



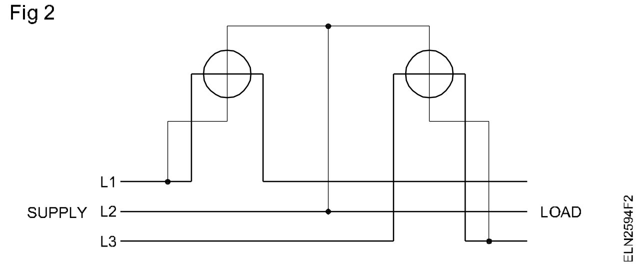

**पावर मापने की दो वाटमीटर विधि (The two wattmeter method of measuring power)**

सामान्यतः श्री फेज श्री वायर प्रणाली में पावर मापने के लिये दो वाटमीटर विधि प्रयोग किया जाता है इसे सुतुलित या असंतुलित लोड़ के साथ प्रयोग किया जा सकता है और अलग से फेज की आवश्यकता नहीं होती है इस विधि का प्रयोग चार तार प्रणाली में नहीं किया जा सकता क्येकिं करंट चार तार में प्रवाहित होगी यदि लोड असंतुलित होगा तो $I_U + I_V + I_W = 0$ जो कि वैध नहीं है।

(Fig 2) सप्लाई सिस्टम में दो वाटमीटर जोड़े गये हैं दोनों वाटमीटरों के करंट क्वायल दो लाइनों के साथ तथा दोनो वोल्टेज क्वायल तीसरे लाइन से जुड़ेहुए हैं दोनों पायांक को जोड़कर कुल पावर प्राप्त की जाती है:

$P_T = P_1 + P_2.$

Fig 2




सिस्टम $P_T = P_1 + P_2 + P_3$ में कुल तात्कालिक शक्ति पर विचार करें जहाँ $P_1$, $P_2$ तथा $P_3$ तीन फेजों के पावर के तात्कालिप मान हैं।

$$P_T = V_{UN}\, i_U + V_{VN}\, i_V + V_{WN}\, I_W$$

तब वहाँ चौथी वायर नहीं है, $i_U + i_V + i_W = 0$; $i_V = -(i_U + i_W)$.

$$P_T = V_{UN} i_U - V_{VN}(i_U + i_W) + V_{WN}\, i_W$$
$$= i_U(V_{UN} - V_{VN}) + i_W(V_{WN} - V_{UN})$$
$$= i_U V_{UV} + i_W V_{WV}$$

जहाँ $i_U V_{UV}$ पहले वाटमीटर का तात्कालिक पावर है तथा $i_W V_{WV}$ is दूसरे वाटमीटर का तात्कालिक पावर है तब कुल पावर का मान दोनों वाटमीटरों के पाटयांकों के योग्य के बराबर होता है ।

यह तभी संभव जब वाटमीटरों को सही जोड़ा जाता है इनमें से एक नेगेटिव मान देता है तो यंत्र में वोल्टेज और करंट के बीच अधिक फेज एंगल उत्पन्न होता है करंट क्वायल या वोल्टेज क्वायल को उल्टा जोड़ना चाहिए और कुल पावर प्राप्त करने के लिये अन्य वाटमीटर पायांक के साथ संयुक्त हाने पर नकगोटिव चिन्ह से दर्शाया जाता है।

यूनिटी पावर फैक्टरी पर दोनों वाटमीटरों का पायांक समान होगा कुल पावर = 2 x एक वाटमीटर पायांक

जब पावर फैक्टर का मान 0.5,है तब एक वाटमीटर नगैटिव इंडीकेट करेगा वाटमीटर के पाचांक शून्य तथा दूसरा कुल पायांक देता है

जब पावर फैक्टर का मान 0.5,से कम है तो एक वाटमीटर नैगेटिव इंडीकेट करेगा। वाटमीटर के पाचांक को पढ़ने के लिये प्रैशार क्वायल या करंट क्वायर के कनैक्शन को बदल दें वाटमीटर पॉजिटिव पाचांक देगा।

जब पावर फैक्टर का मान शून्य होता है तब दोनों बाटमीटरों के पाचांक बराबर होता है परंतु उल्टे चिन्ह से।



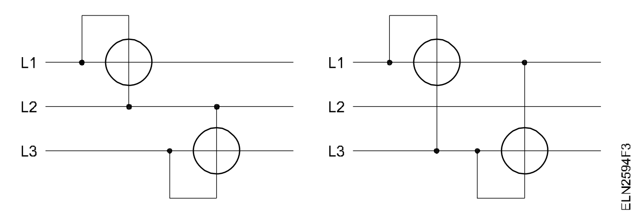
Copyright Free Under CC BY Licence

## स्व-मूल्यांकन परीक्षण (Self-evaluation test)

1 थ्री फेज पावर मापने की दो वाटमीटर विधि का साधारण वायरिंग डायग्राम बनायें।

2 अभ्यास में दो वाटमीटर विधि का उपयोग वांछनीय (Desiruble) क्यों है ? (Fig 3)

Fig 3




3 फेज तार तार प्रणाली असंतुलित लोड़ में दो वाटमीटर विधि का प्रयोग क्यों नहीं कर सकते ?

4 उपर्युक्त में कौन सी परिपथ दो वाटमीटर विधि द्वारा पावर मापने की है ?

### पावर मापने की दो वाटमीटर विधि में पावर फैक्टर की गणना (Power factor calculation in the two -wattmeter of measuring power)

पिछले अध्याय में आपने पढ़ा कि कुल पावर $P_T = P_1 + P_2$ थ्री फेज, थ्री वायर प्रणाली में पावर मापने की दो वाटमीटर विधि ।

दो वाटमीटर विधि से प्राप्त पाचांक से tan ϕ की गणना के लिये सूत्र दिया गया है

$$\tan\phi = \frac{\sqrt{3}(P_1 - P_2)}{(P_1 + P_2)} = \frac{\sqrt{3}(W_1 - W_2)}{(W_1 + W_2)}$$

जिससे ϕ और लोड के लिये पावर फैक्टर प्राप्त किया जा सकता है ।

**उदाहरण 1**:थ्री फेज परिपथ संतुलित लोड परिपथ में क्रमशः दो वाटमीटर्स क्रमशः4.5 KW तथा 3 KW पावर मापने के लिये जोड़े गये है परिपथ में पावर फैक्टर प्राप्त करें।

हल :

$$\tan\phi = \frac{\sqrt{3}(P_1 - P_2)}{(P_1 + P_2)}$$

$P_1 = 4.5$ KW
$P_2 = 3$ KW
$P_1 + P_2 = 4.5 + 3 = 7.5$ KW
$P_1 - P_2 = 4.5 - 3 = 1.5$ KW

$$\tan\phi = \frac{\sqrt{3}\times 1.5}{7.5} = \frac{\sqrt{3}}{5} = 0.3464$$

$\phi = \tan^{-1} 0.3464 = 19^0 6'$

पावर फैक्टर Cos $19^0 6'$ = 0.95

**उदाहरण 2**: संतुलित थ्री फेज परिपथ में पावर मापने के लिए दो वाटमीटर्स क्रमशः4.5 KW और3 KW जोड़े गये है उसके बाद वाटमीटर में पायांक के लिये वोल्टेज क्वायल को बदल दिया जाता है परिपथ में पावर फैक्टर प्राप्त करें।

**हलः**

$$\tan\phi = \frac{\sqrt{3}(P_1 - P_2)}{(P_1 + P_2)}$$

$$= \frac{\sqrt{3}(4.5 - (-3))}{(4.5 + (-3))}$$

$$= \frac{\sqrt{3}(4.5 + 3)}{(4.5 - 3)}$$

$$= \frac{\sqrt{3}\times 7.5}{1.5} = \sqrt{3} \times 5$$

$$= 1.732 \times 5 = 8.66.$$

$\phi = \tan^{-1} 8.66 = 83^o.27'$

तब पावर फैक्टर (Cos $83^o 27'$) = 0.114.

**उदाहरण 3:** संतुलित लोड थ्री फेज परिपथ में पावर मापने के लिये दो वाटमीटर क्रमशः600W व 300W जुड़े हुए है।

कुल पावर तथा पावर फैक्टर की गणना करें।

**हलः**

कुल पवर = $P_T = P_1 + P_2$

$P_1 = 600$W.

$P_2 = 300$W.

$P_T = 600 + 300 = 900$

$$\tan\phi = \frac{\sqrt{3}(P_1 - P_2)}{(P_1 + P_2)} = \frac{\sqrt{3}(600 - 300)}{600 + 300} = \frac{\sqrt{3}\times 300}{900}$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.5774$$

$\phi = \tan^{-1} 0.5774 = 30^o$

पावर फैक्टर = Cos $30^o$ = 0.866.

**उदाहरण 4**: थ्री फेज संतुलित लोड़ परिपथ में पावर मापने के लिये दो वाटमीटर 25KW व 5KW जुड़े हुए है

सर्किट में पावर फैक्टर प्राप्त करें जब (i) दोनो पायांक पाजिटिव है(ii)बाद में प्रैशर क्वायल के कनैक्शन को उल्टा करने पर वाटमीटर का पायांक प्राप्त करें।



Copyright Free Under CC BY Licence

हलः

a $P_1 = 25$ KW

$P_2 = 5$ KW

$$\tan\phi = \frac{\sqrt{3}(P_1 - P_2)}{(P_1 + P_2)} = \frac{\sqrt{3}(25 - 5)}{25+5}$$

$$= \frac{\sqrt{3}\times 20}{30} = \frac{\sqrt{3}\times 2}{3} = \frac{2}{\sqrt{3}} = 1.1547$$

$\phi$ $= \tan^{-1} 1.1547 = 49^{o}6'$

पावर फैक्टर ($\cos\phi$) $= \cos 49^{o}6' = 0.6547$

b $P_1 = 25$ KW

$P_2 = -5$ KW

$$\tan\phi = \frac{\sqrt{3}(P_1 - P_2)}{(P_1 + P_2)} = \frac{\sqrt{3}(25 - (-5))}{25+(-5)}$$

$$= \frac{\sqrt{3}\,(25+5)}{25-5} = \frac{\sqrt{3}\times 30}{20}$$

$$= \frac{\sqrt{3}\times 3}{2} = 2.5980$$

$\phi$ $= \tan^{-1} 2.5980 = 68^{o}57'$

पावर फैक्टर $= \cos 68^{o}57' = 0.3592$



Copyright Free Under CC BY Licence