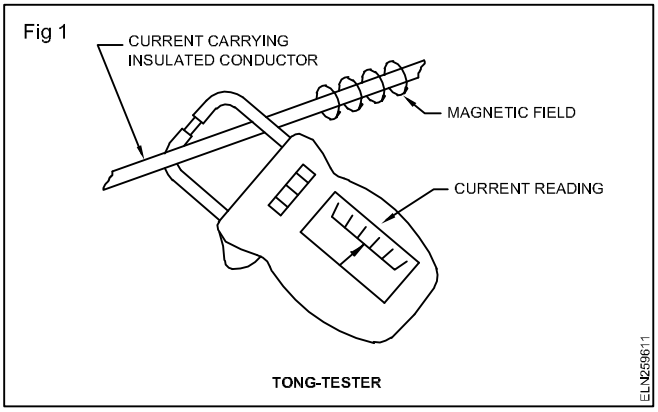
टॉन्ग - परीक्षक (क्लैम्प - अममीटर पर) (Tong - tester (clamp - on ammeter))

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

- **टॉन्ग परीक्षक की आवश्यकता स्पष्ट करना**
- **एक टॉन्ग परीक्षक का कार्यान्वन और रचना स्पष्ट करध्ना**
- **टॉन्ग परीक्षक का प्रयोग करते समय अपनायी जानेवाली सावधानियाँ।**

धारा के इस प्रकार मापन के लिये टॉग परीक्षक एक ऐसा मापी यन्त्र है। इसे एक क्लिप आन एम्पियर मापी अथवा कभी कभी क्लैम्प आन एम्पियर मापी भी कहता है। (Fig 1)

Fig 1

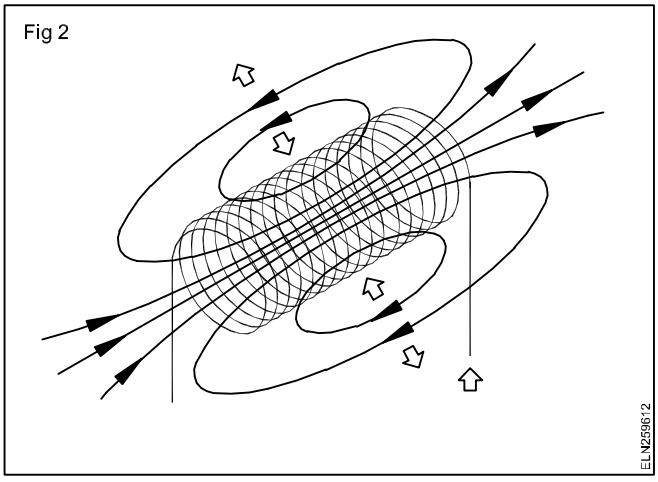


कार्य-सिद्धान्त (Working principle)

मापी यन्त्र केवल उस समय कार्य करता है जब धारा उसके विक्षेपण निकाय से प्रवाहित होती है। यह पारस्परिक प्रेरण सिद्धान्त पर कार्य करता है।

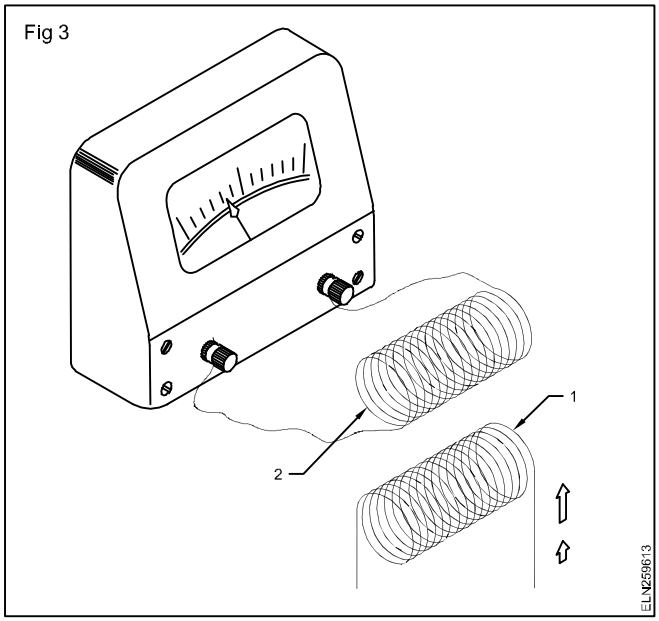
विद्युत चुम्बक प्रेरण (Electromagnetic induction): जब परिवर्ती फ्लक्स एक कुण्डल से बद्ध होता है तो कुण्डल में एक emf प्रेरित होता है। इस प्रकार कुण्डल में प्रेरित धारा चुम्बकीय फ्लक्स परिवर्तन के अनुसार परिवर्तित होती है यदि कुण्डल में एक प्रत्यावर्ती धारा है तो उत्पन्न चुम्बकीय फ्लक्स भी प्रत्यावर्ती अर्थात निरन्तर परिवर्ती Fig 2 होता है।

Fig 2



कुण्डल (1) के परिवर्ती फलक्स में एक अन्य कुण्डल (2) को रखने पर एक emf प्रेरित होता है (Fig 3)

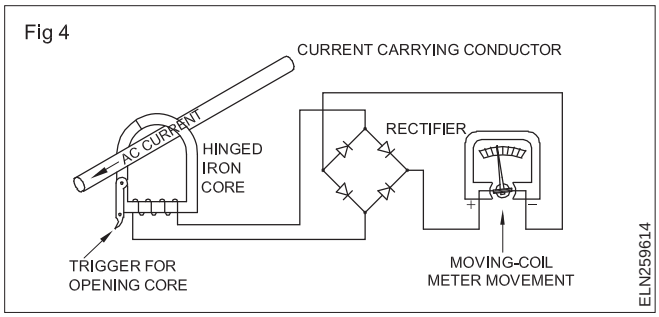
Fig 3



यह प्रेरित emf धारा भेजता है और मापी विक्षेपित होता है। कुण्डलों के बीच लौह क्रोण को ले आने पर प्रेरित emf में वृद्धि होती है कुण्डल 1 को प्राथमिक कुण्डल (2) को द्वितीयक कुण्डल कहते है।

रचना (Construction): Fig 4 में टॉग परीक्षक (क्लैम्प आन एम्पियर मापी) परिपथ दिखाया गया है। विभक्त क्रोण मापी में विभक्त क्रोण युक्त एक द्वितीयक और दिष्टकारी प्रकार का मापी यन्त्र द्वितीयक से जुडा होता है। चालक में मापी जाने वाली धारा एक टर्न कुण्डल प्राथमिक की भांति कार्य करती है यह द्वितीयक वेष्ठन में धारा प्रेरित करती है और जो मापी को विक्षेपित करती है।

Fig 4



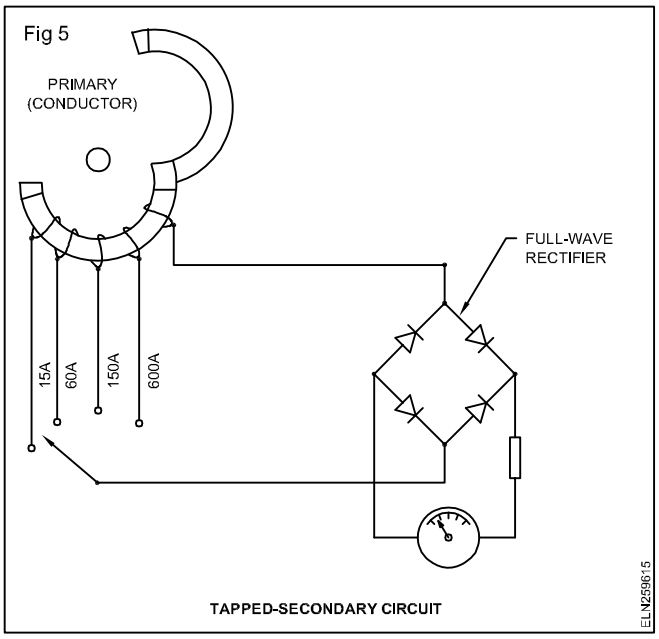
क्रोण को इस प्रकार डिजाइन किया जाता है कि चुम्बकीय पथ में केवल एक भंगता होती है। कब्जा और निर्गत दोनों चालक के चारों ओर मापी यन्त्र के बन्द होने पर दृढता से कस लेते है मापी यन्त्र की दृढ पकड चुम्बकीय परिपथ को अल्पतम अनुक्रिया परिवर्तन को सुनिश्चित करता है।

Copyright Free Under CC BY Licence

क्लैम्प आन मापी से धारा मापन के लिये मापी यन्त्र के जबडे खोले और उनको उस चालक के चारों आरे रखे जिसमें आप धारा मापना चाहते है। जबडों को स्थान पर लगा देने के पश्चात उनको दृढता से बन्द होने दें। अब पैमाने पर संकेतक स्थिति पढ लें।

जब क्रोण धारा वाहक चालक के चारों ओर शिकजिंत है तब क्रोण में प्रेरित प्रत्यावर्ती चुम्बकीय क्षेत्र द्वितीयक वेष्ठन में धारा उत्पन्न करता है।

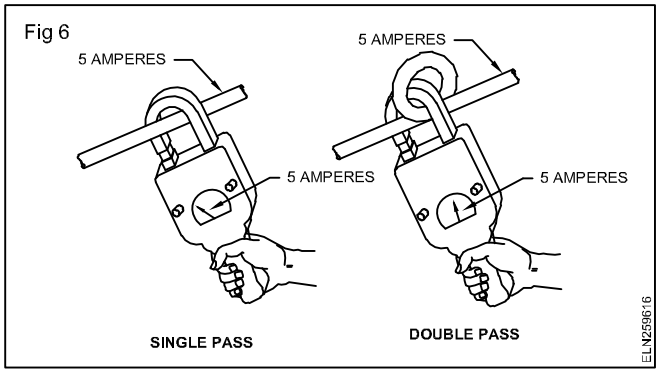
इस धारा से मापी संचलन का पैमाने पर विक्षेप होता है एक परास कुंजी से A परास परिवर्तित किया जा सकता है जो ट्रांसफार्मर द्वितीयक पर टैप्स परिवर्तित कर देता है। (Fig 5)



सुरक्षा (Safety): धारा ट्रांसफार्मर की द्वितीयक वेष्ठन सदैव लघु पथित होना चाहिये। अथवा एम्पियर मापी से जुडा होनाचाहिये अन्यथा खुले द्वितीयक के सिरों पर भयानक विभवान्तर हो सकते है।

किसी मापन को लेने से पहले सुनिश्चित कर ले कि संकेतक पैमाने के शून्य पर है। यह शून्य समंजन पेंच से पुनः नियोजित नही किया जा सकता ह। यह प्रायः मापी की तल के समीप अवस्थिति होता है।

परास की परिवर्तन करने के एक अन्य विधि क्रोण से चालक को एक से अधिक बार पाशित करना है। यदि धारा मापी की अधिकतम परास के अति नीचे है तो चालक की क्रोण पर Fig 6 के अनुसार दो अथवा अधिक पाश कर सकते है ।



अनुप्रयोग (Application):

1 मुख्य पैनल पर आने वाली धारा मापन के लिये

2 AC वेल्डिंग जनित्रों की प्राथमिक धारा

3 AC वेल्डिंग जनित्रों की द्वितीयक धारा

4 नई वेष्ठित AC मोटर कला धारा और लाइन धारा

5 सभी AC मशीनों की प्रवर्तन धारा

6 सभी AC मशीनों और केबल्स की मान धारा

7 असंतुलित अथवा संतुलित भारों के मापन के लिये

8 AC 3 कला प्रेरण मोटरों में दोष ज्ञात करने के लिये

सावधानियां (Precaution):

1 यदि मापा जाने वाला मान अज्ञात है तो एम्पियर के परास को उच्च से कम पर नियोजित करें।

2 क्लैम्प के बन्द हो जाने पर एम्पियर परास कुंजी को परिवर्तित नही करना चाहिये।

3 किसी मापन लेने से पूर्व सुनिश्चित कर ले कि संकेत पैमाने के शून्य पर है।

4 धारा मापन के लिये अरोधित चालक को क्लैम्प न करें ।

5 क्रोण की पीठिका पूर्ण होना चाहिये ।

Copyright Free Under CC BY Licence

MC वोल्टमापी का परास विस्तारण - भार का प्रभाव - वाल्टेज गिरावट का प्रभाव (Extension of range of MC voltmeters - loading effect - voltage drop effect)

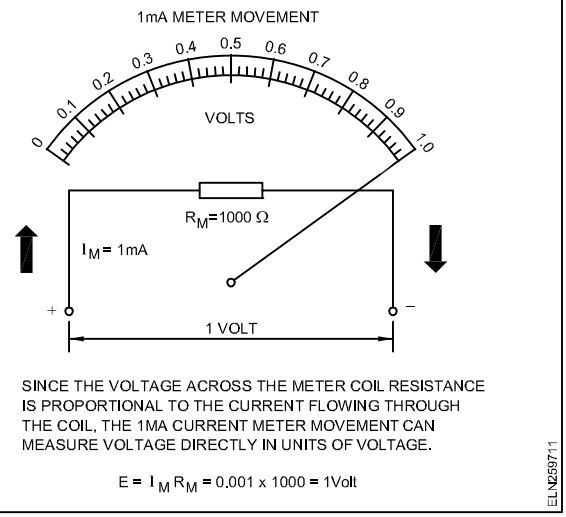
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **एक वोल्टमापी में अतिरिक्त श्रेणी प्रतिरोध का प्रकार्य बताना**
- **मापी के कुल प्रतिरोध की वोल्टता और पूर्ण पैमाना विक्षेपण धारा के सापेक्ष गणना करना**
- **एक वर्धक के प्रतिरोध को ज्ञात करना ।**

मापी संचलन (Meter movement): एक मौलिक धारा मापी संचलन का उपयोग वोल्टता मापन में हो सकता है। आपको ज्ञात है कि प्रत्येक मापी कुण्डल का एक प्रतिरोध होता है इसलिये जब धारा कुण्डल से जाती है तो प्रतिरोध के सिरों पर एक वोल्टता पात होता है। ओम के नियमानुसार वोल्टता पात (E) प्रतिरोध के कुण्डल R में प्रवाहित धारा का समानुपाती होता है (E = IR)।

उदाहरण के लिये Fig.1 मे 0-1mA मापी संचलन है और कुडल प्रतिरोध 1000 ohm है जब मापी कुण्डल में एक 1mA धारा प्रवाहित हो रही है पूर्ण पैमाना विक्षेपण हो रहा है तो कुण्डल प्रतिरोध के सिरों पर उत्पन्न वोल्टता :

Fig 1



$$E = I_M R_M = 0.001 \times 1000 = 1 \text{ volt.}$$

यदि उस धारा का केवल आधा (0.5mA) प्रवाहित हुई होती तो कुण्डल के सिरों पर वोल्टता :

$$E = I_M R_M = 0.0005 \times 1000 = 0.5 \text{ volt.}$$

यह देखा जा सकता है कि कुण्डल के सिरों पर उत्पन्न वोल्टता कुडल में प्रवाहित धारा के समानुपाती है। कुण्डल से प्रवाहित धारा कुण्डल पर आरोपित वोल्टता की भी समानुपाती है इसलिये मीटर पैमाने पर अंशाकन का धारा मात्रक में करने के स्थान पर वोल्टता मात्रक में किया जाय तो परिपथ के विभिन्न भागों में वोल्टता मापन किया जा सकता है। यद्यपि धारा मापी संचलन में वोल्टता का मापन अर्न्त निहित है लेकिन मापी कुण्डल द्वारा प्रवाहित धारा और कुडल प्रतिरोध बहुत कम होने के कारण इसकी उपयोगिता सीमित है। उदाहरण के लिये उपरोक्त उदाहरण से एक mA मापी संचालन से जो अधिकतम वोल्टता मापी जा सकती है एक वोल्ट है। वास्तविक व्यवहार में एक वोल्ट से अधिक वोल्टता मापन वांछित होगा ।

वर्धक प्रतिरोधक (Multiplier resistors): चूंकि एक मौलिक धारा मापी संचलन केवल बहुत कम वोल्टता माप सकता है तो यह कुडल प्रतिरोध के सिरों पर $I_M R_M$ वोल्टता पात से अधिक कैसे माप सकता है ? एक मापी संचलन से वोल्टता परास को श्रेणी में एक प्रतिरोध जोड देने से विस्तारित किया जा सकता है। इस प्रतिरोधक का मान ऐसा होना चाहिये कि यह मापी कुण्डल से जोड देने के पश्चात किसी भी आरोपित वोल्टता के लिये पूर्ण पैमाना धारा निर्धारण के लिये कुल प्रतिरोध धारा को सीमित कर देता है।

उदाहरण के लिये माना कि एक mA, 1000 ohm मापी संचलन, द्वारा कोई 10 वोल्ट तक की वोल्टता मापित करना चाहता है। ओम के नियम से यह देखा जा सकता है कि यदि संचलन एक 10 वोल्ट स्रोत से जोडा जाता है तो संचलन से 10m Amp धारा प्रवाहित होगी और कदाचित मापी को नष्ट कर देगी ($I = E/R = 10/1000 = 10mA$) ।

लेकिन मापी धारा को एक मिली एम्पियर तक सीमित किया जा सकता है यदि एक वर्धक प्रतिरोध (R_{MUIT}) श्रेणी में मापी प्रतिरोध (R_m) के साथ जोड दिया जाता है। चूंकि मापी से अधिकतम प्रवाहित धारा 1mA हो सकती है इसलिये कुल मापी और वर्धक प्रतिरोध ($R_{TOT} = R_{MULT} + R_M$) मापी धारा को एक मिली एम्पियर पर सीमित कर देगें। ओम के नियम केअनुसार कुल प्रतिरोध

$$R_{TOT} = E_{MAX}/I_M = 10 \text{ volts}/0.001 \text{ ampere}$$
$$= 10{,}000 \text{ ohms.}$$

लेकिन यह कुल आवश्यक प्रतिरोध है इसलिये वर्धक प्रतिरोध,

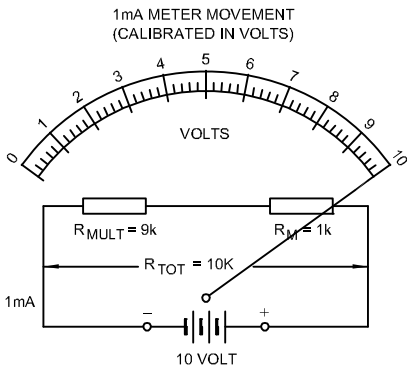
$$R_{MULT} = R_{TOT} - R_M = 10000 - 1000 = 9000 \text{ ohms.}$$

अब मौलिक 1mA, 1000 ohm मापी संचलन अब 0-10V माप सकता है क्योंकि पूर्ण पैमाना विक्षेप के लिये अब 10V आरोपित करना चाहिये।

Copyright Free Under CC BY Licence

लेकिन अब मापी का पुनः अंशाकन 0-10 वोल्ट से करना चाहिये अथवा यदि पूर्व पैमाना प्रयुक्त होता है तो सभी मापन को 10 से गुणा कर देना चाहिये। (Fig 2)

Fig 2



BY CONNECTING A MULTIPLIER RESISTOR IN SERIES WITH THE METER RESISTANCE, THE RANGE OF A BASIC METER MOVEMENT CAN BE EXTENDED TO MEASURE VOLTAGES HIGHER THAN THE $I_M R_M$ VOLTAGE DROP ACROSS THE METER COIL.

ELN259712

वर्धक गुणक (Multiplying factor - (MF))

$$MF = \frac{\text{Proposed voltmeter range (V)}}{\text{Voltage drop across MC at FSD}} = \frac{V}{v}$$

प्रस्तावित वोल्ट मापी परास M F

$$R_{MULT} = (MF - 1)\, R_M$$

जहां

R_{MULT} = वर्धक प्रतिरोध

M F = वर्धक गुणक

R_M = मापी प्रतिरोध

A 1mA पर कुण्डल प्रतिरोध 1000 ओम है । 100V मापने के लिये किस मान वर्धक प्रतिरोधक की आवश्यकता होगी।

$$MF = \frac{V}{v}$$

$$v = I_M \times R_M$$

$$= 1 \times 10^{-3} \times 1000 = 1V$$

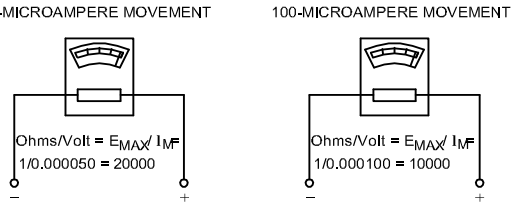
$$MF = \frac{V}{v} = \frac{100}{1} = 100$$

$$R_{MULT} = (MF - 1)R_M = (100 - 1)1000$$

$$= 99{,}000 \text{ ohms.}$$

वोल्टमापी की सुग्राहकता (Sensitivity of voltmeter): किसी वोल्टमापी का एक महत्वपूर्ण अभिलक्षणिक उसकी प्रतिबाधा अथवा ओम प्रति वोल्ट (ओम/वोल्ट) निर्धारण है। ओम / वोल्ट निर्धारण वोल्टमापी सुग्राहकता है। ओम / वोल्ट निर्धारण पूर्ण पैमाना विक्षेपण के लिये वांछित प्रतिरोध ($RM + R_{MULT}$) है। उदाहरण के लिये 1mA, 1000ohms मापी संचलन पूर्ण पैमाना विक्षेपण पर एक वोल्ट प्रदर्शित करता है इसलिये इसका ओम/ वोल्ट निर्धारण 1000/1 अथवा 1000 ohms/Volts (Fig 3) है। ओम/ वोल्ट $=E_{MAX}/I_M$ होगा।

Fig 3



THE VOLTMETER ON THE LEFT IS MORE SENSITIVE THAN THE ONE ON THE RIGHT BECAUSE IT OFFERS MORE RESISTANCE TO OBTAIN A DEFLECTION OF 1 VOLT; OR, TO PUT IT ANOTHER WAY, IT REQUIRES LESS CURRENT FROM THE CIRCUIT IT IS MEASURING FOR FULL-SCALE DEFLECTION.

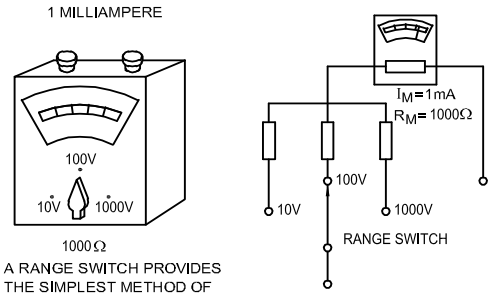
ELN259713

बहु परास वोल्टमापी (Multi - range voltmeters): अनेक प्रकार के उपस्करों में एक वोल्ट के कुछ दसवें भाग से लेकर सैकडों और हजारों वोल्ट तक मापना पडता है। इन प्रकरणो में एकल परास मापियों का उपयोग अवव्यवहारिक और मूल्यवान होगा। इसके स्थान पर बहु परास वोल्टमापी जो अनेक परासों की वोल्टताओं वाले होते है का उपयोग किया जा सकता है।

एक बहु परास वोल्टमापी में अनेक वर्धक प्रतिरोध होते है जिन्हें मापी संचलन के साथ श्रेणी में जोडा जा सकता है। एक परास कुंजी का उपयोग एक विशेष प्रतिरोध अथवा प्रतिरोधकों के वांछित परास के लिये किया जाता है (Fig 4)। कुछ प्रकरणों में प्रत्येक परास के लिये पृथक टर्मिनल्स मापी आवरण पर अरोहित किये जाते है (Fig 5) ।

Fig 4

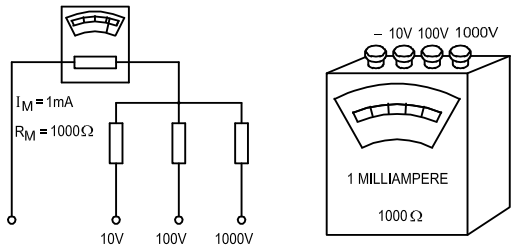
THE RANGE OF THIS 1mA, 1000 METER MOVEMENT, WHICH CAN MEASURE ONLY 0-1 VOLT, HAS BEEN EXTENDED TO MEASURE 0-10, 0-100, AND 0-1000 VOLTS BY USING MULTIPLIER RESISTORS FOR EACH RANGE.



A RANGE SWITCH PROVIDES THE SIMPLEST METHOD OF SETTING THE METER TO THE DESIRED RANGE.

ELN259714

Fig 5



SOME METERS HAVE SEPARATE TERMINALS FOR SETTING THE METER TO THE DESIRED RANGE.

ELN259715

वर्धक का प्रतिरोध ताप परिवर्तन के साथ नही होना चाहिये इसलिये वर्धक के लिये प्रयुक्त पदार्थ का प्रतिरोध ताप गुणांक अति लघु होना चाहिये। मैगानिन और कान्सटेनटन के प्रतिरोध ताप गुणांक क्रमशः 0.000015 और 0.00001 है। इसलिये मैगानिन और कान्सटेन्टन वर्धक के लिये प्रयुक्त होते है।

Copyright Free Under CC BY Licence

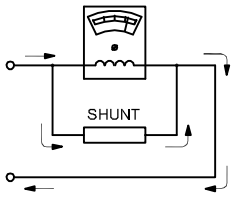
MC अमीटरों की परास का विस्तारण (Extension of range of MC ammeters)

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

- **एमीमीटर में प्रयुक्त शन्ट की परिभाषा देना**
- **एक एम्पियर मापी के परास विस्तार के लये एक शंट प्रतिरोध की गणना करना**
- **शंट के लिये प्रयुक्त पदार्थ का नाम बताना**
- **मानक शंटों में टर्मिनल का उपयोग करना ।**

शंट (Shunts): मौलिक मापियों के चल कुण्डल स्वयं अधिक धारा नही ले जा सकते, क्योंकि वे महीन तार के बने होते हैं। चल कुण्डल जितनी धारा ले सकते है उससे अधिक धारा मापन के लिये एक लघु प्रतिरोध जिसे शंट कहते है, मापी यन्त्र के टर्मिनल पर Fig 1 के अनुसार जोडा जाता है।

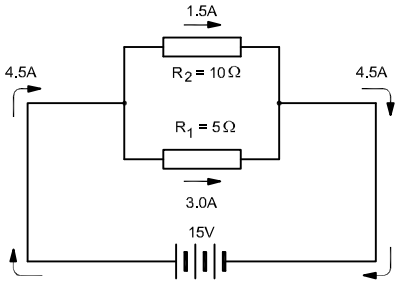
Fig 1



इसलिये शंट द्वारा केवल मौलिक माप से मापित की जाने वाली धारा से कही अधिक धारा मापन सम्भव हो जाता है।

यह भी स्पष्ट किया जा चुका है कि प्रत्यंके प्रतिरोधक में धारा उसके प्रतिरोध की विलोमानुपाती होती है, अर्थात यदि एक प्रतिरोधक का प्रतिरोध दूसरे की तुलना में दो गुना है तो बडे प्रतिरोधक की धारा कम प्रतिरोधक की धारा से आधी होगी (Fig 2) ।

Fig 2



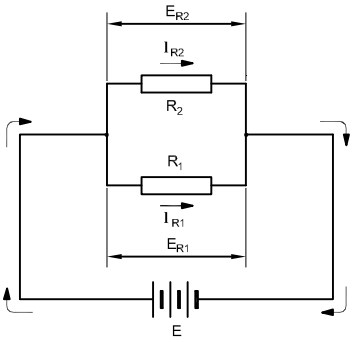
दो समान्तर प्रतिरोधकों के बीच धारा प्रवाह का विभाजन उनके प्रतिरोधों के व्यतुक्रमानुपात में होता है।

R_1 प्रतिरोधक का तुलना में प्रतिरोधक R_2 का मान दो गुना है। इसलिये R_2 से धारा R_1 की तुलना से आधी होगी।

प्रत्येक मापी कुडल की निश्चित DC प्रतिरोध होता है। जब एक कुडल के समान्तर में शंट जोडा जाता है तो धारा कुडल और शंट में विभाजित होगी, जैसे कि यह किन्ही दो समान्तर प्रतिरोधकों में होता है। उचित शंट प्रतिरोध के शंट का उपयोग करके मापी कुडल की धारा को उस मान तक सीमित किया जाता है, जो यह ले सकती है, और शेष धारा शंट से प्रवाहित होगी ।

समान्तर परिपथों में वोल्टता पात (Voltage drops in parallel circuits): Fig 3 में प्रदर्शिति समान्तर परिपथ का परीक्षण करें तो यह देखा जा सकता है कि दोनों प्रतिरोधकों के सिरों पर वोल्टतायें समान है। जैसा कि पहले स्पष्ट किया जा चुका है कि ओहम के नियम के अनुसर किसी प्रतिरोधक के सिरों पर वोल्टता, प्रतिरोध के प्रतिरोध मान और उसमें प्रवाहित धारा के गुणनफल के बराबर होती है।

Fig 3



चूंकि R_1 और R_2 के सिरों पर समान वोल्टत होती है इसलिये $E_{R1} = E_{R2}$ इससे $I_1 R_1 = I_{R2} R_2$ प्राप्त हाता है। इस समीकरण से एक विशेष धारा मापन के लये वांछित शंट की गणना की जा सकती है।

इसलिये R_1 के सिरों पर वोल्टता $E_{R1} = I_1 R_1$ और R_2 के सिरों पर वोल्टता

$$E_{R2} = I_2 R_2.$$

लेकिन R_2 और R_1 के सिरों पर समान वोल्टता है, इसलिये,

$E_{R1} = E_{R2}$, इसलिये,

$$I_{R1} R_1 = I_{R2} R_2.$$

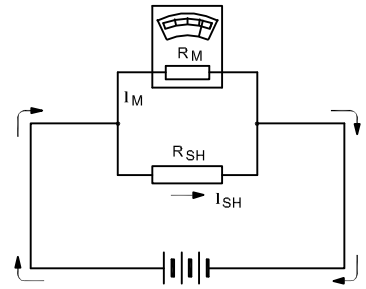
यह सरल समीकरण से अति लघु आशोधन के साथ किसी अनुप्रयोग के लिये एक धारा मापी के शट मान की गणना की जा सकती है।

शंट समीकरण (The shunt equation): एक मापी और शंट का संयोजन Fig 4 में प्रदर्शित समान्तर परिपथ के समरूप है। ऊमर के प्रतिरोधक R_2 का नाम देने के स्थान पर इसे R_M कह सकते है जो चल कुण्ड के प्रतिरोध को व्यक्त करता है। प्रतिरोधक R_1 और R_{SH} से व्यक्त कर सकते है जो शंट के प्रतिरोध को व्यक्त करता है। I_{R1} और I_{R2} तब I_{SH} और I_M होजाते है और क्रमशः शंट और मापी से जाने वाली धारा को व्यक्त करते है अर्थात समीकरण $I_{R1} R_1 = I_{R2} R_2$ को अब $I_{SH} R_{SH} = I_M R_M$ की भंति लिख सकते है।

इसलिये इनमें यदि तीन के मान ज्ञात है तो चौथे का मान ज्ञात हो सकता है। चूंकि शंट प्रतिरोध R_{SH} सदैव अज्ञात संख्या है मौलिक समीकरण

Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 4



THE METER AND SHUNT ACT LIKE R 1 AND R 2 IN PARALLEL. SO, $R_{SH} = \frac{I_M R_M}{I_{SH}}$

ELN259724

$I_{SH} R_{SH} = I_M R_M$ का रूप $R_{SH} = \frac{I_M R_M}{I_{SH}}$ हो जाता है।

इस समीकरण से धारा मापी के परास का विस्तार इसी मान तक करने के लिये शंट की गणना की जा सकती है,

जहां R_{SH} = शन्ट प्रतिरोध

I_M = मापी धारा

R_M = चल कुण्डल मापी यन्त्र का प्रतिरोध

I_{SH} = शन्ट से धारा प्रवाह

शन्ट से धारा मान (I_{SH}) कुल धारा जो आप मापना चाहते है और मापी का पूर्ण पैमाना विक्षेपण धारा मान के बीच का अन्तर होता है।

$I_{SH} = I - I_M$ जहां I = कुल धारा

मापी और शंट समान्तर में R_1 और R_2 की भाति कार्य करते है ।

इसलिये $R_{SH} = \frac{I_M R_M}{I_{SH}}$

शंट प्रतिरोध की गणना (Calculating shunt resistance): माना की एक मिली एम्पियर मापी संचलन को विस्तारित करके 10m mA करना है चल कुण्डल का प्रतिरोध 27 ohm है मापी के परास को 10mA तक विस्तारित करने का अर्थ है कि जब संकेतक पूर्ण पैमाना विक्षेपण देता है कुल परिपथ में 10mA की धारा प्रवाहित हो रही होगी (Fig 5) ।

I_M = 1 mA (0.001 A)

I = Current to be measured = 10mA

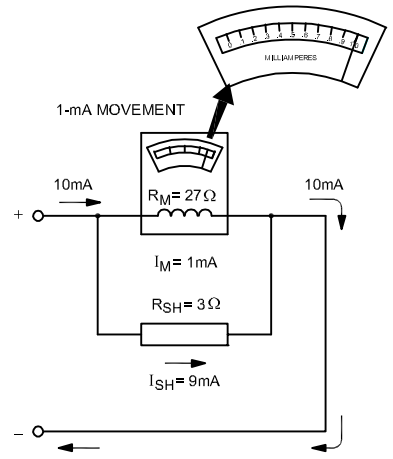
R_M = 27 Ohms

$I_{SH} = I - I_M$ = 10 mA – 1 mA

= 9 mA (0.009 A)

$$R_{SH} = \frac{I_M R_M}{I_{SH}} = \frac{0.001 \times 27}{0.009} = 3 \text{ ohms.}$$

Fig 5

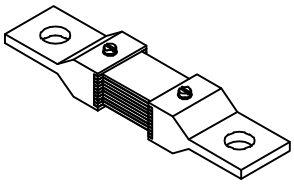


THE RANGE OF THIS 1-MILLIAMPERE METER MOVEMENT WAS EXTENDED TO 10 MILLIAMPERES BY USING THE SHUNT EQUATION $R_{SH} = \frac{I_M R_M}{I_{SH}}$

ELN259725

शन्ट पदार्थ (Shunt material): शन्ट प्रतिरोध ताप के कारण परिवर्तित नही होना चाहिये शन्ट प्रायः मैगानिन का बना होता है जिसका प्रतिरोध ताप गुणांक प्रायः नगण्य होता है। कुंजी पर मापी यन्त्र का एक उच्च धारा शन्ट Fig 6 में प्रदर्शित किया गया है।

Fig 6



HIGH CURRENT SHUNT FOR A SWITCHBOARD INSTRUMENT

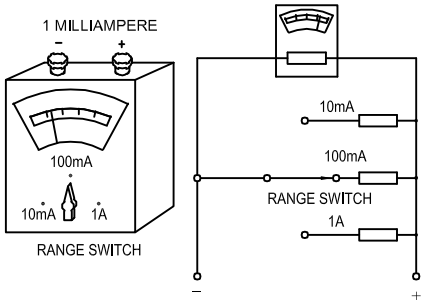
ELN259726

बहुपरास एम्पियर मापी (Multi - range ampere meters): केवल कुछ अनुप्रयोगों में एक परास वाले एम्पियर मापी का उपयोग व्यवहारिक होता है जैसे केवल 0-1 एम्पियर अथवा 0-100m mA, 0-10mA इत्यादि।

अनेक स्थानों विशेषकर दोष निवारण के समय अनेक पृथक एम्पियर मापियों का उपयोग उपस्कर घटक में सभी पायी जाने वाली धारा को मापने के लिये अव्यवहारिक होगा। इन प्रकरणों में एक बहु परास एम्पियर मापी प्रयुक्त होता है (Fig 7) ।

Fig 7

THE RANGE OF THIS 1mA METER MOVEMENT HAS BEEN EXTENDED TO MEASURE 0-10mA, 0-100mA, AND 0-1A BY USING MULTIPLE SHUNTS.



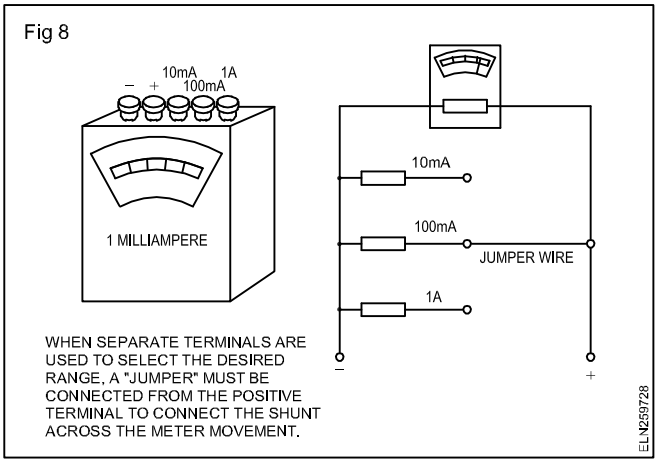
A RANGE SWITCH PROVIDES THE SIMPLEST WAY OF SETTING THE METER TO THE DESIRED RANGE.

ELN259728

Copyright Free Under CC BY Licence

एक बहुपरास एम्पियर मापी में एक मौलिक मापी संचलन और मापी संचलन के सिरों पर जोडें जा सकने वाले अनेक शंट होते है। वांछित धारा परास (Fig 7) के लिये एक परास कुंजी का प्रयोग एक विशेष शंन्ट के लिये चयनित किया जाता है। कभी कभी प्रत्येक परास के लिये मापी आवरण पर पृथक टर्मिनल आरोहित किये जाते है (Fig 8)।

Fig 8



अमीटर और वोल्टमीटर का अंशांकन (Calibration of MI Ammeter and Voltmeter)

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

- **अंशांकन, मानक सही परिशुद्धता, परिणाम तथा स्पन्दनशीलता की परिभाषा देना**
- **अमीटर और वोल्टमीटर के अंशांकन को समझाना**
- **वोटमीटर और अमीटर का उपयोग करते समय बरती जानेवाली सावधानियाँ बताना।**

औधोगिक क्षेत्रो में बहुतायत जो मापक यंत्र प्रयोग किया जाता है वह ओरिजनल डिजाइन और यह उत्पाद हमें किसी दूसरे मापक यंत्रो की कार्य प्रणाली को सत्यापन करने में सक्षम होते है इस प्रकार मानक मापक यंत्र से किसी दूसरे मापक यंत्र की जाँच करना सत्यापन कहलाता हैं।

मानक (Standards)

सत्यापन प्रारंभ करने से पूर्व जिस मापक यंत्र से सत्यापन किया जाना हे उनकी सुग्ताहिता जाँच कर ले ताकि उससे सत्यापित किए जाने वाले उपकरण की तुलना की तरह से कर सकें इस प्रकार कोई मापक यंत्र एक मापता है तो उनका मापक रेंज MA से कम नहीं होना चाहिए सिर्फ हम तभी कह सकते हे की उपकरण का कार्यप्रणाली संतोष प्रद है ।

अत्यधिक शुक्ष्मता के लिए जो मापक यंत्र प्रयोग किया जाता हे वह मानक कहलाता है ।

अंशांकन मानक

राशि	मानक
वोल्टेज	मानक सेल उच्च सूक्ष्मतामापी श्रोत
धारा	मानक प्रतिरोध मानक वोल्टेज, मिली वोल्ट श्रोत, गैस (मर्करी फील्ड) थर्मोमीटर
दाब	मानक मर्करो मोनोमीटर, उप मानक प्रशेर गेज, वायुचालित अंश शोधक डेड वेट हैस्टर,

शुद्धता (Accuracy)

दिये गए के संदर्भ में शुद्धता इस बात पर निर्भर करता है कि वह मापक यंत्र कितनी शुद्धता से वास्विक मान माप सकता है शुद्धता दिए गए माप के संदर्भ में माप की अनिश्चितता कके प्रतिशत को दर्शाता है ।

परिशुद्धता (Precision)

शूक्ष्मता मापी का शर्त इस बात पर निर्भर करता है कि वह शुद्ध मान को बार-बार प्रयोग करने पर भी परिवर्तित न करें।

विश्लेषण (Resolution)

माप के संदर्भ में विश्लेषण का अर्थ यह हैं कि मापे गर्ये मान में कितना परिवर्तन हुआ है, उसका समाधान करना।

सुग्राहीता (Sensitivity)

शुग्राहीता को आउटपुट और इनपुट परिवर्तन के अनुपात से परिभाषित किया जा सकता हैं।

DC और AC मीटर्स का अंशांकन (अमीटर और वोल्टमीटर) (CALIBRATING DC AND AC METERS (AMMETER & VOLTMETER)

DC और AC मीटर एक ही तरीके से सत्यापित किए जाते है एक DC मीटर को सत्यापित करने के लिए मीटर में बहुत ही शुद्ध DC करंट श्रोत सोंस परिवर्तनीय (variabie) प्रकार का हाना आवश्यक है। और श्रोत के आऊटपुट करंट की जांच करने के लिए कुछ और साधन भी होना चाहिए कई श्रोतो में इस उद्देश्य के लिए बिल्टईन मीटर होता है।

कम चरणों में परिवर्तित होता है और प्रत्येक चरण में जो मीटर सत्यापित किया जा रहा है उसका चिन्हांकन जाँच किए जाने वाले मशीन की पायांक के साथ किया जाता हे यह प्रक्रिया तब तक चलती रहती है जब तक कि मीटर के दिए गए सभी सत्यापित हो जाए।

Copyright Free Under CC BY Licence

उसी प्रकार की प्रक्रिया एक AC मीटर को सत्यापित करने के लिए प्रयोग किया जाता हे 50/60 CPS साईज वेव से ज्यादा ऊपयोग करने वाली मीटरों को छोड़कर हम यह भी जानते है कि एक AC मीटर साईज वेव के औसत मान को पढ़ता हे परंतु उसके ims वैल्यु दिखाने के लिए डिजाइन किया जाता है इसलिए मीटर की ims वैल्यू की गणना मार्किंग स्केल के बराबर होती है।

थर्मोकपल मीटर भी साईज वेव के आधार पर सत्यापित किया जाता है परुतु यह सत्यापन उसी आवृति के आधार पर किया जाता हे जो उस मीटर में ऊपयोग किया जाता है परंतु अत्यधिक आवृति पर जब सत्यापन किया जाता हे तो उसमें असाधारण स्कीन इफेक्ट होने लगता है ।

इस आवृति पर करंट वायर के सतह पर प्रवाहित होता है आवृति के उच्च होने के करंट वायर के सतह की और जाने लगता हे इस प्रभाव से थर्मोकपल के हिटिंग एलीमेंट का प्रतिरोध बढ़ता है इसकी तुलना में वायर का व्यास कम हो जाता है ।

इस प्रकार हीटर वायर का प्रतिरोध आवृति के साथ परिवर्तित होता है थर्मोकपल मीटर को विशेष आवृति से सत्यापित होना चाहिए।

मीटर परिशुद्धता

मीटर	वर्गगत परिशुद्धता
मूविंग क्वायल	0.1 से 2%
मूविंग आयरन	5%
मूविंगक्वायल रेक्टिफायर	5%
थर्मोकपल	1 से 3%

अमीटर का प्रयोग करते समय प्रयोग के साथ बरती जाने वाली सावधानियाँ (Precautions to be observed when using an ammeter in measurement work)

1 एक अमीटर को EMF.के समांतर में कभी न जोड़े क्योकि इसके कम प्रतिरोध में उच्च धारा प्रवाहित होने से मापन युक्ति खराब हो सकती है धारा की मान के अनुसार अमीटर को लोड के साथ श्रेणी में जोड़ना चाहिए।

2 सही ध्रुवता की जाँच करें गलत ध्रुवता के कारण मीटर का यांत्रिक विक्षेप दोष होता है जिसके कारण संकेतक (pointer) खराब हो सकता है ।

3 जब मल्टीमीटर का प्रयोग करते है तो पहले उच्चते रेंज का प्रयोग करें उचित विक्षेप प्राप्त होल तक करंट को धीरे धीरे घटाये अवलोकन की Accuracy को बढ़ाने के लिये उस रेंज का प्रयोग करे जो संभवतः पूर्ण पैमाने के पास पायांक देगा ।

वोल्टमीटर का प्रयोग करते समय निरीक्षण की जाने वाली सामान्य सावधानियाँ निम्न हैं (The following general precautions should be observed when using a Voltmeter)

1 उचित ध्रुवता की जाँच करें गलत ध्रुवता के कारण मीटर में विक्षेप दोष होता है और संकेतक (pointer) खराब हो सकता है ।

2 वह सर्किट जिसमें वोल्टेज मापन करना है के समांतर में वोल्टमीटर कनेक्ट करें ।

3 जब मल्टीमीटर का प्रयोग करते है हमेशा उच्चतम वोल्टेज रेंज का चयन करें पूर्ण स्केल पायांक प्राप्त होते तक धीरे-धीरे रेंज को घटाते है ।

4 हमेशा लोडिंग प्रभाव से अवगत रहें संभवतः उच्च वोलटेज रेंज का प्रयोग करके (उच्च संवेदनशील) इस प्रभाव को कम किया जा सकता हे पैमाने में कम पायांक प्राप्त होने से मापन की परिशुधता घट जाती है।

वोल्टमीटर का लोडिंग प्रभाव और सर्किट में अमीटर का वोल्टेज ड्रॉप प्रभाव (Loading effect of voltmeter and voltage drop effect of ammeter in circuits)

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

- **'मल्टीप्लायर' शब्द को परिभाषित करना**
- **प्रभाव की संदेवनशीलता का विश्लेषण करना/वोल्टेज ड्राप विधि से प्रतिरोध मापना,जब वोल्टमीटर के समांतर प्रतिरोध जुड़े हों (वोल्टमीटर का लोडिंग इफेक्ट)**
- **वोल्टमीटर के लोडिंग प्रभाव से संबंधित सामान्य समस्याएँ हल करना**
- **प्रतिरोध मापन में अमीटर के वोल्टेज ड्राप के प्रभाव का विश्लेषण करना।**

मल्टीप्लायर (Multipiler)

P.M.M.C.यंत्र में मुविंग क्वायल पतले गेज के कापर तार से बने होते हैं यह कापर वायर कम करंट जैसे मिली या माइक्रो एम्पीयर ही प्रवाहित कर सकता है ।

करंट की वह मात्रा जो यंत्र में पूर्ण पैमाना पायांक दर्शाता है फुल स्केल डिफ्लेक्शन या F.S.D.कहलाता हे जब इस प्रकार के यंत्र (P.M.M.C).को वोटलमीटर के रूप में परिवर्तित किया जाता है तो मुविंग क्वायल के सीरीज में उच्च प्रतिरोध जोड़ा जाता है ताकि करंट फुलस्केल डिफ्लेक्शन प्रदर्शित कर सके यह सीरीज में जोड़ा गया प्रतिरोध **मल्टीप्लायर** कहलाता है ।

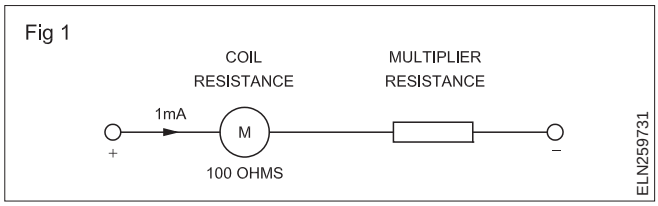
उदाहरण : एक (P.M.M.C). यंत्र जिसका आंतरिक प्रतिरोध(क्वायल प्रतिरोध)100 है तथा फुल स्केल करंट1mA.है इसे 10V मापने वाले वोल्टेमीटर में बदलना है तो मल्टीप्लायर के मान की गणना करें।

Copyright Free Under CC BY Licence

बहुगुणक प्रतिरोध के मान की गणना करें ।

Fig 1 के अनुसार 10V रेन्ज के लिए कायल में से करन्ट का सुरक्षित प्रचालन किया जा सकता है, वह है = 1mA.

Fig 1



10V वोल्टमीटर के टर्मीनलों के बीच कुल प्रतिरोध होगा

$$R_T = \frac{\text{Volts}}{\text{FSD current}} = \frac{10V}{\frac{1}{1000}} \text{ amps.}$$

$$= 10000 \text{ ohms.}$$

क्वायल प्रतिरोध का मान = 100 ohms

मल्टीप्लायर का मान

$$R_{Multiplier} = R_{Total} - R_{coil\ resistance}$$

$$= 10000 - 100 = 9900 \text{ ohms.}$$

उपर्युक्त से स्पष्ट है कि P.M.M.C. यंत्र में प्रवाहित करंट FSD करंट से अधिक नहीं हो सकता है यदि मीटर में करंट FSD करंट से ज्यादा हे तो मीटर जल सकता हे सेट वोल्टेज रेंज और वोल्टमीटर के प्रतिरोध के मध्य का अनुपात सुग्राहिता या वोल्टमीटर का प्रति ओम वोल्ट रेटिंग कहलाता है।

अत :

= दो के बीच का रसिस्टान्स

$$\text{स्पन्दनशीलत्य 'S'} = \frac{\text{terminals of the voltmeter}}{\text{Range of voltmeter}}$$

उपरोक्त उदाहरण में स्पन्दनशीलता होगी

$$= \frac{10000}{10} = 1000 \text{ ohms / volt.}$$

नोटः मीटर में विक्षेप के लिए सुग्राहिता करंट के विलोमायूपति होती है

$$S = \frac{1}{IFSD} = \frac{1}{1mA} = \frac{1}{\frac{1}{1000}} \text{ ohms/volt}$$

$$= 1000 \text{ ohms/volt.}$$

आओ अध्ययन करें कि- एक वोल्टमीटर की वोटमीटर सुग्राहिता के कारण परिपथ में लोडिंग प्रभाव होता है।

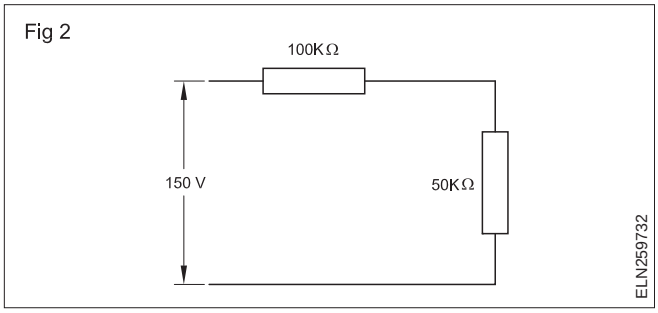
वोल्टमीटर का लोडिंग प्रभाव (Loading effect of a voltmeter) : (Loading effect of a volumeter) वोल्टमीटर की सुग्रहिता एक तहत्वपूर्ण कारक है जब मीटर में निश्चित वोल्टेज मापन का चयन करते है कम प्रतिरोध वाले परिपथ में वोल्टेज मापन करते है तो कम सुग्राहिता वाला वोल्टमीटर हमेशा सही पायांक दर्शाता है परंतु उच्च प्रतिरोध वाले परिपथ में निश्चित ही बहुत अधिक त्रुटि उत्पन्न करता है जब परिपथ में उच्च प्रतिरोध के समांतर वोल्टमीटर जोड़ा जाता है तो वह परिपथ में एक शंट की तरह कार्य करता है और परिपथ में रेजिस्टैंस के मान को घटाता है ।

इस प्रकार मीटर वोल्टेज ड्राप मान के कम पायांक को सूचित करता है जैसा कि वास्तविक वोल्टेज ड्राप पायांक वोल्टमीटर को जोड़ने कि पूर्व था यह प्रभाव वोल्टमीटर का लोडिंग प्रभाव कहलाता हे तथा यह वोल्टमीटर केकम सुग्राहिता के कारण होता है ।

वोल्टमीटर के लोडिंग प्रभव को निम्न उदाहरण से वर्णन किया जा सकता है-

उदाहरण: Fig 2.परिपध में 50-k प्रतिरोध पर चाही गई वोल्टेज का मापन करना है मापन के लिये दो वोल्टमीटर है वोल्टमीटर जिसकी सुग्राहिता 1,000 ohms/V और वोल्टमीटर-2जिसकी सुग्राहिता 20,000 ohms/V. है दोनो मीटरों का प्रयोग 50 V रेंज में किया गया है।

Fig 2



गणना करें- (i) मीटरों का पायांक (ii) प्रत्येक पायांक में त्रुटि वास्तविक मान के लिये प्रतिशत निकालिये।

हलः

50-k प्रतिरोध परिपध में वोल्टेज

यह 50-k प्रतिरोध के सिरो पर वोल्टेज का वास्तविक मान है।

वोल्टेज 1 (S=1,000 ohm/V) जिसका प्रतिरोध 50V x 1,000 ohm/V = 50-k (50V रेंज) 50-k प्रतिरोध के सिरों पर मीटर को (Fig 3) के अनुसार जोड़ने पर प्रतिरोधों का कुल मान पैरेलल (समांतर)में जुड़े होने से घटकर 25k हो जाता है तथा (Fig 4) के अनुसार परिपथ का कुल प्रतिरोध 125 k होगा मीटरों के संयोजन तथा 50 k प्रतिरोध के बीच पोटेंशियल डिफरेंस होगा।

$$V_1 = \frac{25k \text{ ohm}}{125k \text{ ohm}} \times 150V = 30V$$

इस प्रकार वोल्टमीटर वास्तविक वोल्टेज 50V के स्थान पर30V सूचित करेगा।

Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 3

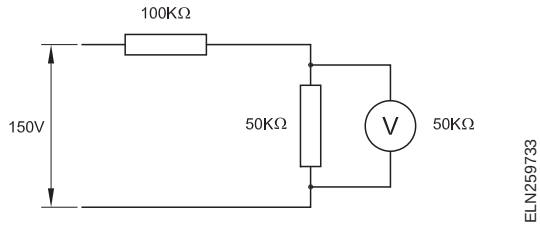
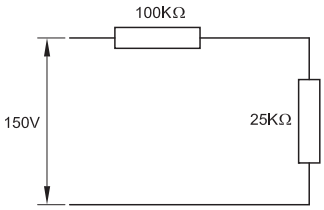
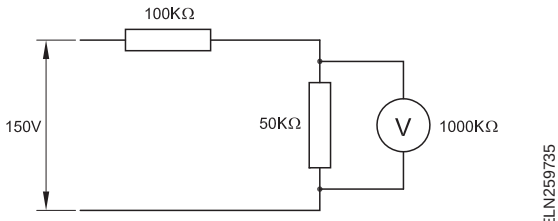


Fig 4



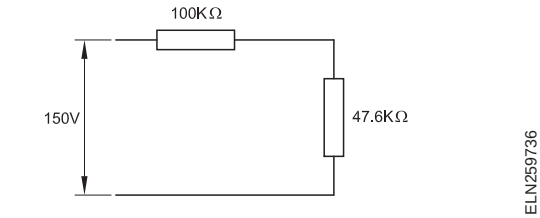
वोल्टमीटर 2 (S=20k ohm/V) का प्रतिरोध 50V x 20k ohm/V = जब मीटर को (Fig 5) के अनुसार 50V के सिरो पर जोड़ा जाता हे तो समांतर में जुड़े प्रतिरोध का कुल मान 47.6k ohm होगा।

Fig 5



परिपथ का कुल प्रतिरोध 147.6 होगा। (Fig 6)

Fig 6



इस संयोग से वोल्टेज होगा

$$V_2 = \frac{47.6k\ ohm}{147.6k\ ohm} \times 150V = 48.36V$$

जबकि वोल्टमीटर में वास्तविक इंडीकेंटिग वोल्टेज 50V.है।

वोल्टमीटर के पायांक में त्रुटि 1.64V

$$\%error = \frac{true\ voltage\ -\ apparent\ voltage}{true\ voltage} \times 100$$

$$= \frac{50V - 30V}{50V} \times 100 = 40\%$$

The error in the reading of voltmeter 2 is

$$= \frac{50V - 48.36V}{50V} \times 100 = 3.28\%.$$

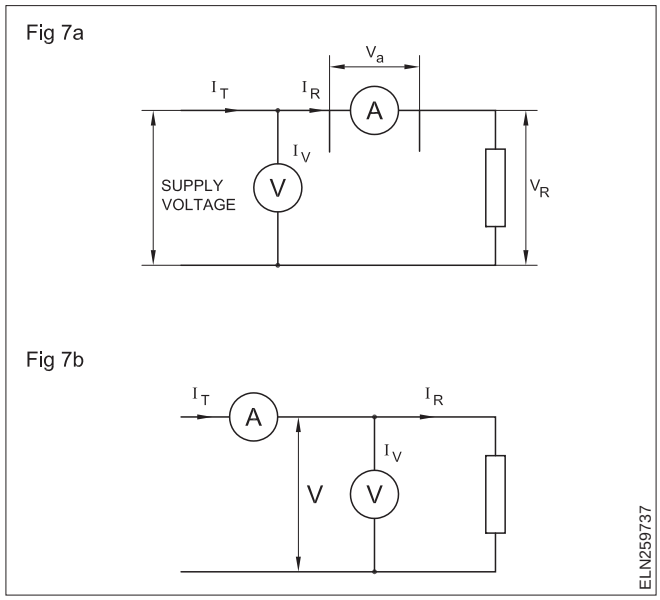
उदाहरण में त्रुटि के गणना से स्पष्ट होता है कि वाले मीटर की संवेदनशीलता अधिक विश्सनीय परिणाम देती है संवेदनशीलता का कारण महत्वपूर्ण है जब उच्च प्रतिरोध वाले परिपथ में वोल्टकज मापन करते है वोल्टेमीटर का प्रयोग करते समय निम्न बिंदऔ का पालन आवश्यक है

- जब मल्टी रेंज वोल्टमीटर का प्रयोग करते है हमेशा उच्च वोल्टेज रेंज का प्रयोग करें अच्छे पूर्ण स्केल (लगभग मध्य स्केल) पायांक होते तक रेंज को घटाते जायें।
- हमेशा लोडिंग प्रभाव से अवगत रहें। उच्च सुग्राहित वाले वोल्टमीटर या उच्च रेंज वोल्टमीटर का प्रयोग करके प्रभव को कम किया ला सकता है ।
- मीटर में पायांक लेने से पहले मल्टी स्केल इंल्ट्रमेंट में मध्य स्केल से ज्यादा रेंज का चयन करें यदि माप पैमाने के निकले स्तर पर हे तो मापन की सटीकता कम हो जाती है ।

प्रतिरोध मापन में अमीटर में वोल्टेज ड्राप का प्रभाव- प्रतिरोध मापने की अमीटर वोल्टमीटर विधि बहुत लोकप्रिय हे यह यंत्र की प्रयोग प्रयोगशालामें किया जाता है ।

इस विधि में मीटर के दो प्रकार के कनेक्शन होते हैं (Fig 7a and b).

Fig 7a



दोनो स्थितियों में यदि अमीटर और वोल्टमीटर का पाचांक लिया गया है तो मापा गया प्रतिरोध का मान होगा।

$$R_m \quad \frac{\text{वोल्टमीटर रीडिंग}}{\text{एममीटर रीडिंग}} = \frac{V}{I}$$

मापा गया प्रतिरोध R_m,वास्तविक प्रतिरोध R, के बराबर होगा यदि सर्किट में अमीटर का प्रतिरोध शून्य तथा वोल्टमीटर का प्रतिरोध अंनत हो।

जैसे कि वह यह प्रायोगिक में संभव नही है इस तरह दोनों विधि गलत परिणाम देते है परंतु मापन के त्रुटि को प्रतिरोध के अलग अलग मान लेकर कम किया जा सकता है जैसा कि नीचे वर्णन किया गया है।

Copyright Free Under CC BY Licence

परिपथ (Circuit) (Fig 7a) **:** - इस परिपथ में अमीटर प्रतिरोध में प्रवाहित होने वाली करंट के वास्तविक मान को मापता है परंतु वोल्टमीटर रेजिस्टैंस के वास्तविक वोल्टेज को नही दर्शाता दूसरे शब्दों में वोल्टमीटर रेजिस्टैंस और अमीटर के सिरो पर वोल्टेज ड्राप को मापता है ।

यदि R_a अमीटर का प्रतिरोध है।

तब अमीटर के सिरो पर वोल्टेज ड्राप $V_a = IR_a$

$$R_{mt} = \frac{V}{I} = \frac{V_R + V_a}{I_R} = \frac{IR + IR_a}{I_R}$$
$$= R + R_a \text{ .....Eqn.(1)}$$

प्रतिरोध का वास्तविक मान $R = R_{m1} R_a$ ... Eqn.(2)

समीकरण 2, से स्पष्ट है कि मापी गई प्रतिरोध का मान वास्तविक प्रतिरोध मान से अधिक है उपर्युक्त समीकरण के यह भी स्पष्ट है कि प्रतिरोध का वास्तविक मान मापी गई मान के बराबर होगा यदि अमीटर प्रतिरोध R_a शून्य है।

$$\text{Relavtive error } e_r = \frac{R_{m1} - R}{R}$$
$$e_r = \frac{R_{m1} - (R_{m1} - R_a)}{R}$$
$$= \frac{R_a}{R} \text{ .....Eqn.(3)}$$

निष्कर्ष (Conclusion) समीकरण 3,स्पष्ट है कि यदि अमीटर के आंतरिक प्रतिरोध की तुलना में मापी गई प्रतिरोध का मान अधिक है तो मापन की त्रुटि भी कम होगी तब Fig 7(a) में दिखाया गया परिपथ सिर्फ उच्च प्रतिरोध के मापन में सबसे अधिक उपयुक्त होगा।

परिपथ (Circuit) (Fig 7b) इस परिपथ में वोल्टमीटर रेजिस्टैंस के सिरो पर वोल्टेज के वास्तविक मान को मापन है परंतु अमीटर रेजिस्टैंस और वोल्टमीटर दोनों में प्रवाहित धाराओं के योग को मापता है।

यदि R_V वोल्टमीटर का प्रतिरोध है तब वोल्टमीटर के सिरो पर करंट

$$I_V = \frac{V}{R_V}$$

मापा गया रेजिस्टैंस का मान

$$R_{m2} = \frac{V}{I} = \frac{V}{I_R + I_V}$$
$$R_{m2} = \frac{V}{\frac{V}{R} + \frac{V}{R_V}} \text{ .....Eqn.(4)}$$

By multiplying the denominator and numerator by $\frac{R}{V}$, Eqn.(4) becomes

$$R_{m2} = \frac{R}{1 + \frac{R}{R_V}} \text{ .....Eqn.(4)}$$

समीकरण 4, से स्पष्ट है कि रेजिस्टैंस का वास्तविक का मान मापी रेजिस्टैंस के बराबर होगा यदि

- वोल्टमीटर R_V का प्रतिरोध अंनत है
- वोल्टमीटर के प्रतिरोध के तुलना में मापी गई प्रतिरोध R'का मान बहुत कम हो।

$$\text{Relative error } e_r = \frac{R_{m2} - R}{R}$$

विलोपन विधि से हमे प्राप्त होता है

...Eqn.(5)

R_{m2} का मान लगभग R. के बराबर है।

$$e_r = \frac{R_{m2} - R}{R}$$

तब $e_r = \frac{}{R_V}$ .....Eqn.(6)

निष्कर्ष (Conclusion) से स्पष्ट है कि वोल्टमीटर के प्रतिरोध की तुलना में यदि मापी गई प्रतिरोध का मान कम है तो मापन की त्रुटि भी कम होगी इस प्रकार Fig 7(b) का उपयोग तब किया जाता है जब प्रतिरोध का मान निम्न हो।

Copyright Free Under CC BY Licence