ओह्म का सिद्धान्त - सरल इलेक्ट्रिकल सर्किटें और समस्याएँ (Ohm’s law - simple electrical circuits and problems)

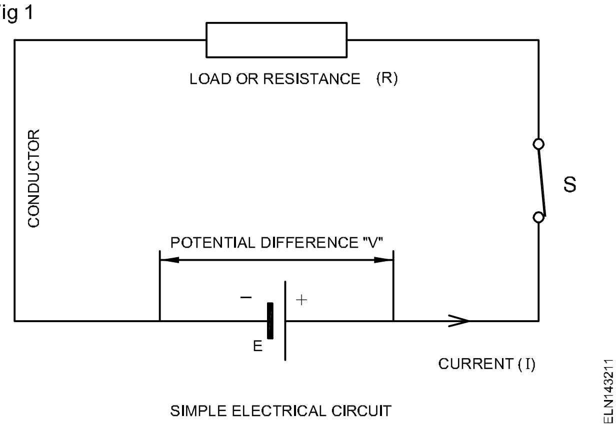
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **इलेक्ट्रिकल सर्किट के आधारभूत प्रकार्यों का काम करना**
- **ओह्म के सिद्धान्त के माध्यम से सर्किट प्रकार्यों के बीच का सम्बन्ध बताना**
- **इलेक्ट्रिक सर्किट में ओम्ह के सिद्धान्त का अनुप्रयोग करना**
- **इलेक्ट्रिक पावर एवं ऊर्जा को परिभाषित करना और सम्बन्धित प्रश्नों की गणना करना ।**

सरल विद्युत परिपथ (Simple electric circuit)

(Fig 1) में दिखाए सरल बिजली परिपथ में, धारा स्विच और लोड के रास्ते बैटरी के घनात्मक टर्मिनल से अपना पथ पूरा करती है और बैटरी के ऋणात्मक टर्मिनल मे वापस जाती है।

(Fig 1) में दिखाया परिपथ एक बन्द परिपथ होता है। एक परिपथ से समान्य काम लेने के लिए निम्नलिखित तीन तत्व जरूरी होते है।

Fig 1



SIMPLE ELECTRICAL CIRCUIT

- परिपथ में से इलैक्ट्रानों को चालित करने के लिए विद्युत-वाहक बल (EMF)
- धारा (I), इलैक्ट्रानों का बहाव (प्रवाह)
- प्रतिरोध (R) - विद्युत धारा के प्रवाह का विरोध

ओह्म का सिद्धान्त (Ohm’s law)

सन् 1826 में ज्योर्ज सियोन ओह्म ने पता लगाया कि धातु कन्डकटरों के लिए कन्डक्टरों के सिरों के बीच में मूलतः पोटेन्शियल अन्तर का स्थिर अनुपात है ।

परिपथ में विद्युत वाहक बल, धारा और प्रतिरोध के बीच सम्बन्ध ओम नियम द्वारा दिया जाता हैं।

ओम नियम बताता है कि प्रवाहित धारा (V) के अनुपात में परिपथ के दो बिन्दुओं के आर पार वोल्टता (I) स्थिर होती है बशर्ते कि भौतिक स्थिति यानी ताप आदि स्थिर रहे। इस स्थिर को परिपथ के प्रतिरोध के प्रतिरोध (R) के रूप में द्योतित किया जाता है।

(या)

साधारण रूप में

ओह्म सिद्धान्त कहता है कि किसी भी बन्द इलेक्ट्रिक सर्किट में करन्ट (I) सीधा वोल्टेज (V), के साथ अनुपात में है और स्थिर तापमान पर रसिस्टान्स 'R' के साथ व्यत्क्रमानुपात में है ।

(अर्थात्) $I \propto V$ (जब 'R' को स्थिर रखा जाता है)

$I \propto R$ (जब 'V' को स्थिर रखा जाता है)

$I \propto V/R$ (I,V और R के बीच का सम्बन्ध)

$$I \propto \frac{V}{R}$$

इस प्रकार V = IR

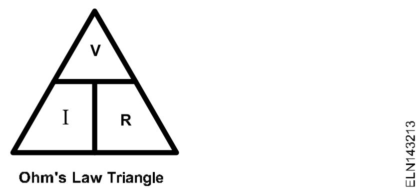
V = सर्किट में प्रयुक्त किया गया वोल्टाज ‘Volt’ में

I = सर्किट में बहुत हुआ करन्ट ‘Amp’ में

R = सर्किट का रसिस्टान्स Ohm में

(Fig 2) में दिखाए अनुसार उपर्युक्त संबंध को एक तिकोन के रूप में निर्दिष्ट कया जा सकता हैं। इस तिकोन में जो कुछ मान आप पढ़ना चाहते हैं, उसपर अपना अंगूठा रखें तब अन्य तत्वों की स्थिति आपको अपेक्षित मान देगी।

Fig 2



Ohm's Law Triangle

उदाहरणार्थ 'V' प्राप्त करने के लिए, 'V' मान बन्द करें तब पाठनीय मान है IR, इस प्रकार V = IR

इसी प्रकार 'R' प्राप्त करने के लिए 'R' मान बन्द करें तब पठनीय मान हैं V/I इस प्रकार R = V/I जैसे .

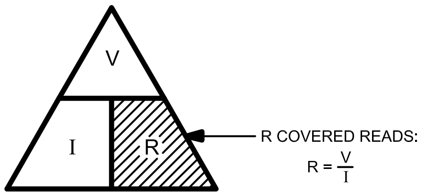
Copyright @ NIMI Not to be Republished

गणित पद्धति में लिखने पर ओह्म इस प्रकार व्यक्त किया जा सकता है ।

$$\text{Resistance} = \frac{\text{Voltage (V)}}{\text{Current (I)}} \text{ (Refer Fig 3)}$$

$$\text{(or) } R = \frac{V}{I} \text{ (Refer Fig 3)}$$

Fig 3



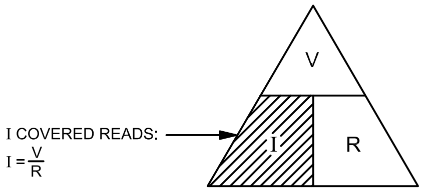
FINDING RESISTANCE

निश्चित कह सकते हैं कि उपरोक्त समीकरण नीचे प्रकार पुनः क्रमबद्ध किया जा सकता है :

$$\text{Current (I)} = \frac{\text{Voltage (V)}}{\text{Resistance (R)}}$$

$$\text{(or) } I = \frac{V}{R} \text{ (Refer Fig 4)}$$

Fig 4

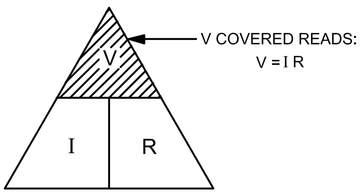


उसी प्रकार 'V' का मान 'V' को पाटकर ज्ञात किया जा सकता है

वोल्टेज (V) = धारा (I) x रेसिस्टान्स (R)

अथवा V - IR (Fig 5 में देखें)

Fig 5

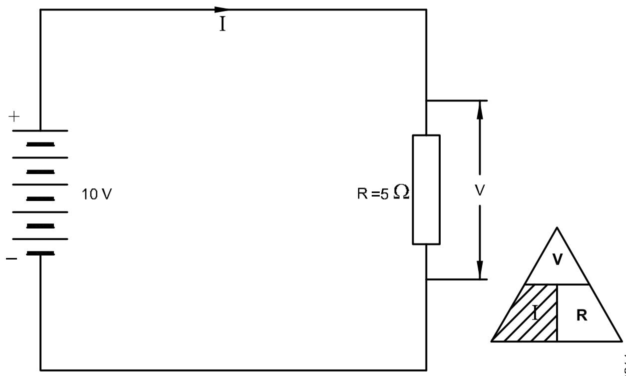


परिपथों मे ओम नियम का अनुप्रयोग (Application of Ohm's Law in circuits)

उदाहरण 1

आओ हम (Fig 6) में दिखाए परिपथ को लें जिसका 10V बैटरी स्रोत और 5 ओम प्रतिरोध का लोड है। अब हम चालक में से धारा प्राप्त कर सकतें हैं

Fig 6



$$I \propto \frac{V}{R}$$

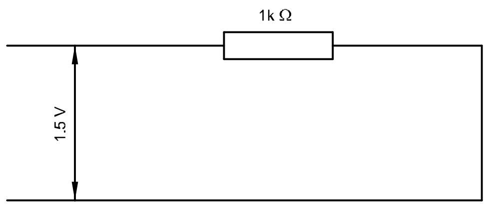
$$I = \frac{V}{R}$$

$$I = \frac{10}{5} = 2 \text{ amp}$$

उदाहरण 2

Fig 7 में दर्शाये सर्किट में कितना करन्ट (I) प्रवाहित होता है ।

Fig 7



दिया गया है :

वोल्टेज (V) = 1.5 Volts

प्रतिरोध (R) = 1 kOhm

= 1000 Ohms

ज्ञात करना है : धारा (I)

ज्ञात करें :

$$I = \frac{V}{R}$$

हल (Solution)

$$I = \frac{1.5 \text{ V}}{1000 \text{ Ohms}} = 0.0015 \text{ amp}$$

उत्तर (Answer)

सर्किट में करन्ट है 0.0015 A

अथवा

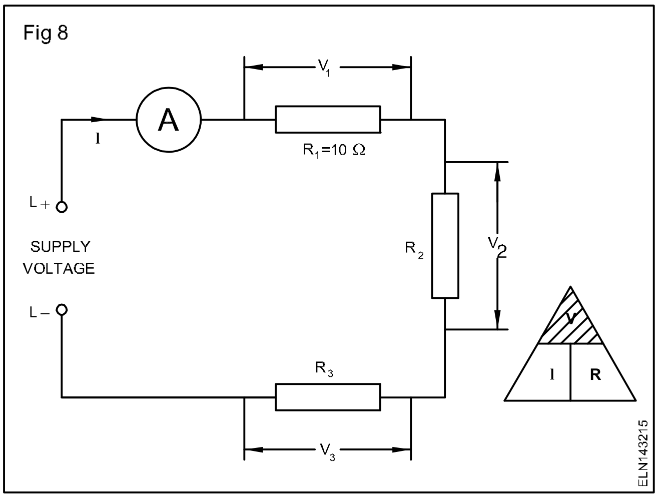
Copyright @ NIMI Not to be Republished

सर्किट में करन्ट 1.5 milliampere (mA) है

(1000 milliamps = 1 ampere)

समस्या (Problem)

(Fig 8 में) दिखाए परिपथ मे 10 ओम प्रतिरोध के आरपार वोल्टता का मान प्राप्त करें जब 2 एम्पस धारा 10 ओम प्रतिरोधक में से प्रवाहित होती हैं



हल (Solution)

वोल्टेज 10 ओम

V= I x R

= 2 x 10

= 20 Volt

इसी प्रकार यदि अन्य प्रतिरोध का मान ज्ञात है तो हम उनके आरपार वोल्टता प्राप्त कर सकते हैं।

आत्यन्तिक परिपथ स्थितियां (Extreme circuit conditions)

एक परिपथ में दो आत्यन्तिक स्थितियां उत्पन्न हो सकती हैं

खुला परिपथ (Open circuit)

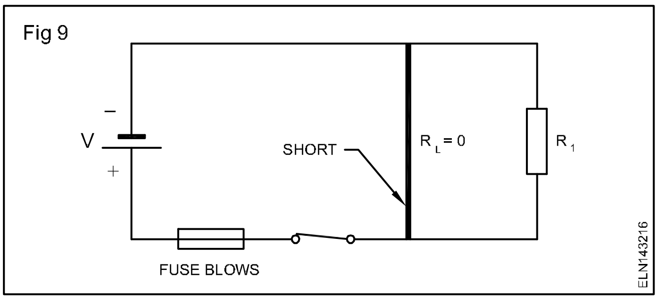
एक खुले परिपथ में, परिपथ में अत्यधिक उच्च प्रतिरोध होता हैं। परिपथ में ऐसी स्थिति घटित हो सकती है जब स्विच खुला हो। अतः कोई धारा प्रवाह नहीं।

उदाहरणार्थ, एक जनित्र को खुले परिपथ में कहा जाता है जब स्विच खुला हो और परिपथ को धारा सप्लाई किए बिना चालू हो। एक भित्ति साकेट भी, खुला परिपथ होता है यदि भित्ति साकेट का नियंत्रण स्विच 'आफ' या 'आन' स्थिति में हैं बशर्ते कि भित्ति साकेट में काई उपकरण प्लगा न किया गया हो

लधु परिपथ (Short circuit)

अन्य महत्वपूर्ण आत्यंतिक स्थिति लधु परिपथ होता है। एक लधु पथ, उदाहरणार्थ उत्पन्न होता हैं जब एक सेल के दो टर्मिनलों को जोड़ा जाता है (Fig 9) लधु परिपथन तब भी हो सकता है जब केबिल दो क्रोडों के बीच खराबी हो।

परिणामी निम्न प्रतिरोध बड़ी धाराएं उत्पन्न करेगा जो जोखिम बन सकता है। यदि (Fig 9) में दिखाए अनुसार परिपथ में फ्यूज उपलब्ध कराया गया है तब उड़ जाएगा और परिपथ स्वतः खुला हो जाएगा।



प्रैक्टीकल अनुप्रयोग (Practical application)

इस अभ्यास से प्राप्त ज्ञान का प्रयोग आप एक विशेष लोड प्रतिरोध से प्राप्त धारा को परिकलित करने के लिए कर सकते है जब सप्लाई वोल्टता ज्ञात हो। इससे वायरमैन को परिपथ के लिए उचित साइज का केबिल चुनने में सहायता मिलेगी।

Copyright @ NIMI Not to be Republished

वैद्युतिक शक्ति (P) और ऊर्जा (E) (Electrical Power (P) & Energy (E))

वोल्टेज (v) और धारा (I) के गुणन फल को वैधूतिक शक्ति कहते है वैधूतिक शक्ति (P) = वोल्टेज (v) x धारा (I) P=V x I

वैद्युतिक शक्ति की इकाई वाट 'Watt' है इसे 'P' से दर्शाते है इसे वाटमीटर में मापते है। वैधूतिक शक्ति के लिए निम्नलिखित फारमूला है

i) $P = V \times I$

$= IR \times I$

$P = I^2R$

ii) $P = V \times I$

$= V \times \frac{V}{R}$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

वैद्युतिक ऊर्जा (E) (Electrical Energy (E))

वैद्युतिक शक्ति (P) और समय (t) के गुणनफल को वैद्युतिक ऊर्जा (Electrical Enengy) (E) कहते है

वैद्युतिक ऊर्जा (E) = वैद्युतिक शक्ति x समय

$E = P \times t$

$= (V \times I) \times t$

$E = V \times I \times t$

वैद्युतिक ऊर्जा की इकाई "वाट घण्टा" (Watt hour) (Wh) है।

वैद्युतिक ऊर्जा की व्यवसायिक इकाई "किलो वाट आवर" (KWH) या यूनिट है।

B.O.T (बोर्ड आफ ट्रेड) यूनिट / KWH/यूनिट (B.O.T (Board of Trade) unit / KWH/Unit)

बी.ओ.टी. (बोर्ड आफ ट्रेड) यूनिट /कि.वा.आ./ यूनिट एक बी.ओ.टी. इकाई (Board of Trade) वह मात्रक है जिसमें 1 हजार वाट के लैम्प को 1घण्टा तक जलाने पर जितनी ऊर्जा की खपत होती है एक किलो वाट ऊर्जा खपत(1 KWH) करती है। इसे भी एक **"यूनिट"** कहते है।

ऊर्जा = 1000W x 1Hr = 1000WH (or) 1kWH

उदाहरण 1

एक वैद्युतिक इस्त्री (electric iron) 750W/250v की है जिसे 90 मिनट उपयोग करने पर कितनी वैद्युतिक ऊर्जा खपत होती है।

दिया है :

शक्ति (P)	=	750W
वोल्टेज (V)	=	250V
समय	=	90min (या) 1.5Hr

ज्ञात करना है :

वैद्युतिक ऊर्जा (E) = ?

प्रश्नानुसार :

वैद्युतिक ऊर्जा (E)	= P x t
	=750 w x 1.5Hr
	= 1125 WH (या)
E	= 1.125 kWH

उदाहरण 2

एक वैद्युतिक लैम्प का शक्ति (Power) की गणना करें जो 240 V वैद्युतिक सप्लाई पर 0.42 एम्पी धारा लेती है।

दिया है :

वोल्टेज (V)	= 240 V
धारा (I)	= 0.5 A

ज्ञात करना है :

शक्ति (P) = ?

प्रश्नानुसार :

P	= V X I
	= 240 x 0.42
	= 100.8W
जहाँ शक्ति लगभग (P)	= 100 W (लगभग)

उदाहरण 3:

लैम्प के गर्म प्रतिरोध (R) की गणना करें जिसका रेटिंग 200W/250 V है ?

दिया है :

शक्ति (P)	= 200 W
वोल्टेज (V)	= 250 V

ज्ञात करना है :

प्रतिरोध (R) = ?

प्रश्नानुसार :

$$P = \frac{V^2}{R}$$

$$R = \frac{V^2}{P} = \frac{250 \times 250}{200}$$

(R) प्रतिरोध = 312.5 Ohm (Ω)

Copyright @ NIMI Not to be Republished

उदाहरण 4

एक घर में निम्नलिखित वैद्युतिक लोड हमेशा उपयोग किया जाता है:

i) 40W का 5 Nos. ट्यूब लाइट 5 घण्टे/दिन

ii) 30W का 4No 5 फेन 3घण्टे/दिन

iii) 120W का 1 No टी.वी. 5 घण्टे/दिन

iv) 60W का 4Nos. लैम्प 4 घण्टे/दिन

कुल वैद्युतिक ऊर्जा की यूनिट में गणना करें और जानकारी महीने का बिजली का बिल का किराया ज्ञात करें यदि खपत मूल्य1.50/ यूनिट हो।

दिया है :

प्रति दिन के लोड का विवरण

	वैधूतिक उपकरण		शक्ति		नम्बर		घण्टा में समय
i)	ट्यूब लाइट	-	40W	-	5	-	5 घण्टा/दिन
ii)	पंखा	-	80W	-	4	-	8 घण्टा/दिन
iii)	टी.वी	-	120W	-	1	-	6 घण्टा/दिन
iv)	लैम्प	-	60W	-	4	-	4 घण्टा/दिन

ऊर्जा खपत की दर - Rs.1.50/यूनिट

ज्ञात करना है :

i) प्रतिदिन यूनिट में ऊर्जा खपत = ?

ii) जनवरी महीने के लिए ऊर्जा खपत = ?

प्रश्नानुसार :

ऊर्जा खपत प्रतिदिन

1 ट्यूब लाइट = 40W x 5 x 5 घण्टा/दिन

$$= \frac{1000\ wh}{1000} = 1Kwh/day$$

2 पंखा = 80W x 4x8 घण्टा/दिन

$$= \frac{2560}{1000} = 2.56Kwh/day$$

3 टी.वी. = 120W x 1x6 घण्टा/दिन

$$= \frac{720\ wh}{1000} = 0.72Kwh/day$$

4 लैम्प = 60W x 4x4 घण्टा/दिन

$$= \frac{960}{1000} = Kwh = \frac{0.96 kwh/day}{5.24 kwh/day}$$

i) प्रतिदिन कुल ऊर्जा खपत में यूनिट में = 5.24 यूनिट

ii) जनवरी महीने के लिए कुल ऊर्जा खपत या 31 दिन = 5.24 x 31
= 162.44 यूनिट

ऊर्जा कि दर = Rs. 1.50/यूनिट

जनवरी महीने का कुल बिजली का बिल = 162.44 x 1.50
= Rs.243.66

जनवरी महीने का कुल बिजली का बिल = Rs. 244/-

सौंपा गया कार्य (Assignment) :

नोट : अनुदेशक प्रशिक्षणार्थियों को किसी घर या बिल्डिंग के लिए समसमायिक महीने का बिजली का बिल तैयार करने के लिए कह सकते है।

कार्य, ऊर्जा और शक्ति (Work, Power and Energy)

यदि किसी पिण्ड पर बल (F) लगाने से वह पिण्ड एक स्थान (s) से दुसरे स्थान पर विस्थापित होती है तो उसे किया गया कार्य कहते है।

किया गया कार्य = बल x विस्थापन

w.d = F x S

इसे से ''W'' प्रदर्शित करते है

कार्य की इकाई है

i) फुट पाउंड सेकण्ड प्रणाली (F.P.S) में “फुट पाउंड (Foot Pound) (lb.ft)” है।

ii) सेन्टीमीटर ग्राम सेकण्ड पद्धति/प्रणाली में (C.G.S) “ग्राम सेन्टीमीटर (Gram Centimetre) (gm.cm)” है।

या

1 gm.cm = 1 dyne

1 dyne = 10^7 ergs

कार्य की सबसे छोटी इकाई **“अर्ग” (Erg)** है।

iii) Metre - Kilogram - Second (M.K.S.) पद्धति/प्रणाली में “Kilogram Metre (Kg-M)’

1 Kilogram = 9.81Newton

iv) अन्तर्राष्ट्रीय पद्धिति/ प्रणाली में (S.I. यूनिट) is ‘Joule’

1 Joule = 1 Newton Metre (Nw-M)

शक्ति (P) (Power (P))

कार्य करने कि दर को शक्ति (P) कहते है

शक्ति (P) = किया गया कार्य / समय

$$P = \frac{F \times S}{t}$$

इकाई Lb.ft/sec in FPS system

gm-cm/sec is in C.G.S. System

(या)

Dyne/sec

(या)

Copyright @ NIMI Not to be Republished

Kg-M/sec in M.K.S System (या) NW - M/ sec

(1kg = 9.81 Newton)

Joule/sec in (S.I)

1 Joule/Sec = 1 watt

वैद्यूतिक शक्ति = VI Watt

यांत्रिक शक्ति की इकाई "हार्स पावर (Horse Power) (H.P)" है

हार्स पावर का दो प्रकार वर्गीकरण कर सकते है :

ये है :-

इंडिकैटेड हार्स पावर (Indicated Horse Power) - (IHP)

ब्रेक हार्स पावर (Brake Horse Power) - (BHP)

इंडिकेट हॅास पावर (Indicated Horse Power) (IHP)

यदि शक्ति इंजिन (या) पम्प (या) मोटर के अंदर उत्पन्न होती है उसे इंडिकॅटेड हॉर्स पावर (Indicated Horse Power (IHP)) कहते है।

ब्रेक हॅास पावर (BHP) (Brake Horse Power (BHP))

किसी इंजन/मोटर/पम्प के शाफ्ट पर उपलब्ध उपयोगी शक्ति ब्रेक हॅास पावर (Brake Horse Power (BHP)) कहलाता है।

BHP में घर्षण हानि होती है

इसलिए BHP से IHP बड़ी होती है।

IHP > BHP

यांत्रिक और वैधूतिक शक्ति के मध्य संबध

(ie) 1 HP (British) = 746 Watt

1 HP (Metric) = 735.5 Watt

HP (मैट्रिक) (One HP (Metric))

किसी वस्तु पर 75 Kg का बल लगाने पर वह एक सेकण्ड में एक मीटर की दुरी तय करती है तो लगाया गया यांत्रिक शक्ति कहलाता है।

HP (Metric) = 75kg - M/Sec

HP (ब्रिटिश) (One HP (British))

किसी वस्तु पर 550lb का बल लगाने पर एक फीट की दूरी एक सेकण्ड में तय करती है तो लगाया गया यांत्रिक शक्ति कहलाता है।

1 HP (British) = 550 lb.ft/sec

ऊर्जा (Energy)

किसी कार्य के संपादित होने पर लगाया गया शक्ति और समय के गुणनफल को वैधूत ऊर्जा कहते हैं।

(या)

कार्य और ऊर्जा दोनों की इकाई समान (जूल) है।

(ie) उर्जा = शक्ति x समय

$$t = \frac{workdone}{time} xtime$$

I- ऊर्जा = शक्ति x समय

= VI x t

कार्य की S.I इकाई "जूल" (Joule) होती है ।

(अर्थात्) ऊर्जा = (जूल/सेकेण्ड) x सेकेण्ड

$$= \frac{Joulle}{Sec} \times Sec = \text{जूल}$$

कार्य और ऊर्जा दोनों की S.I इकाई समान (जूल) है ।

ऊर्जा को दो मुख्य भागों में विभाजित किया जा सकता है-

i) स्थितिज ऊर्जा (Potential energy) (जैसे लोडेड गन संचित ऊर्जा आदि)

ii) गतिज ऊर्जा (Kinetic energy) (जैसे चलती हुई कार पानी का गिरना आदि).

Copyright @ NIMI Not to be Republished

किरचॉफ का नियम और उसका अनुप्रयोग (Kirchhoff's law and its applications)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **किरचॉफ के प्रथम नियम को बताना**
- **परिपथ धारा ज्ञात करने के लिये किरचॉफ के प्रथम नियम का प्रयोग करना**
- **किरचॉफ के द्वितीय नियम को बताने तथा उसके द्वारा शाखाओं में वोल्टता पतन ज्ञात करना**
- **किरचॉफ के नियमों द्वारा प्रश्न को हल करना।**

किरचॉफ के नियमों का उपयोग एक जटिल तन्त्र के तुल्य प्रतिरोध तथा विभिन्न चालकों में प्रवाहित धारा के ज्ञात करने में किया जाता है।

किरचॉफ के नियम (Kirchhoff's laws)

किरचाफ का प्रथम नियम (Kirchhoff's first law) : धारकों की प्रत्येक सन्धि पर पहुंचने वाली धाराओं का योग बाहर आने वाली धाराओं के योग के बराबर होता है। (Fig 1 & Fig 2) (अथवा) करन्ट की सभी शाखाएँ जो एक स्थान/नोड पर मिलती हैं उनका बीजगणितीय योग शून्य है ।

Fig 1

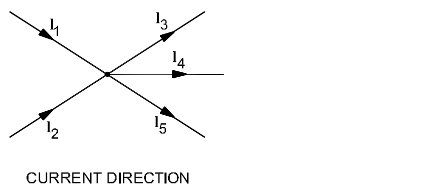
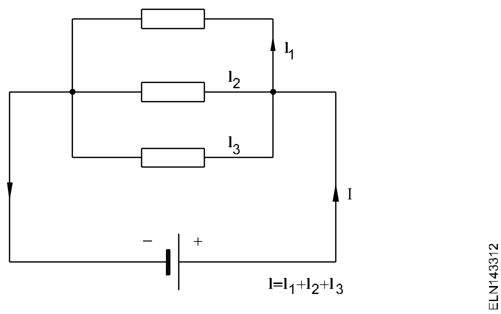


Fig 2



यदि सभी आने वाली धाराओं का धनात्मक चिन्ह और जाने वाली धाराओं का ऋणात्मक चिन्ह है तो हम कह सकते है कि

$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_5$$

$$+I_1 + I_2 - I_3 - I_4 - I_5 = 0$$

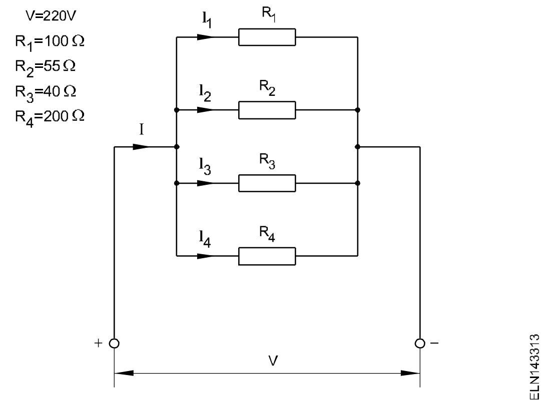
ऊपर के उदाहरण सन्धि में (नोड) पर प्रवाहित सभी धाराओं का योग शून्य के बराबर होता है।

$$\Sigma I = 0$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

उदाहरणः परिपथ में प्रदर्शित धारा को ज्ञात करने के लिये किरचॉफ के प्रथम नियम का उपयोग करें। (Fig 3)

Fig 3



धारा ज्ञात करें :

I, I_1, I_2, I_3, I_4

हलः

$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{220\text{ V}}{100\text{ ohms}} = 2.2\text{A}$$

$$I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{220\text{ V}}{55\text{ ohms}} = 4\text{A}$$

$$I_3 = \frac{V}{R_3} = \frac{220\text{ V}}{40\text{ ohms}} = 5.5\text{A}$$

$$I_4 = \frac{V}{R_4} = \frac{220\text{ V}}{200\text{ ohms}} = 1.1\text{A}$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$$

$$= 2.2\text{A} + 4\text{A} + 5.5\text{A} + 1.1\text{A} = 12.8\text{A}$$

गणना की जांच (Checking the calculation) :

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$$= \frac{1}{100} + \frac{1}{55} + \frac{1}{40} + \frac{1}{200}$$

$$= \frac{22 + 40 + 55 + 11}{2200} = \frac{128}{2200} = \frac{16}{275}$$

Copyright @ NIMI Not to be Republished

$$\frac{1}{R_{TOT}} = \frac{16}{275}$$

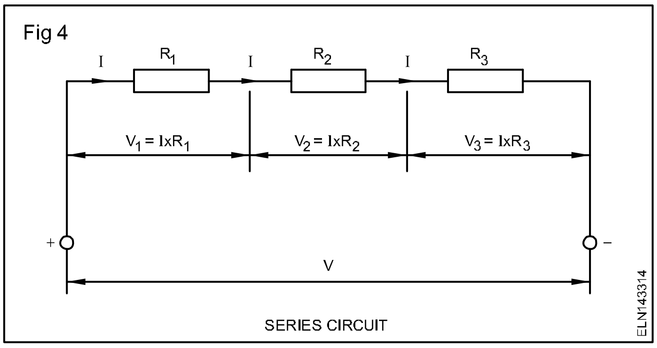
$$R_{TOT} = 17.19 \text{ ohms}$$

$$I = \frac{V}{R_{TOT}} = \frac{220V}{17.19 \text{ ohms}} = 12.798 \text{ A}$$

किरचाफ का द्वितीय नियम (Kirchhoff's second law)

एक सरल उदाहरणः बन्द परिपथों में टर्मिनल पर आरोपित वोल्टता V , वोल्टता पतनों V1 + V2 इत्यादि के योग के बराबर होती है । (Fig 4)

Fig 4



यदि सभी जनित वोल्टतायें धनात्मक ली जाती हैं और सभी प्रयुक्त वोल्टतायें ऋणात्मक ली जाती है तो यह कहा जा सकता है कि प्रत्येक बन्द परिपथ में सभी वोल्टताओं का योग शून्य होता है।

$$\Sigma V = 0$$

उदाहरणः

दिया हैः

$V = 220V$
$R_1 = 36 \text{ ohms}$
$R_2 = 40 \text{ ohms}$
$R_3 = 60 \text{ ohms}$
$R_4 = 50 \text{ ohms}$

ज्ञात करें।

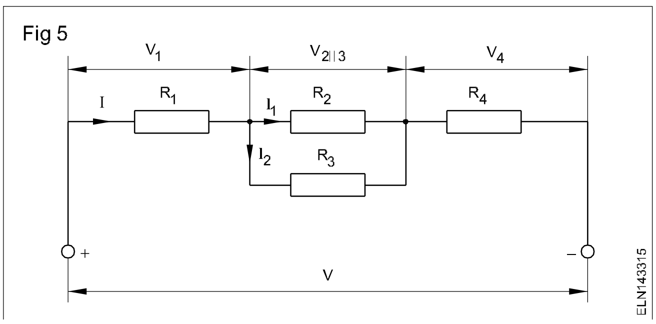
$R, I, I_1, I_2,$

$V_1, V_{2\|3}, V_4$

हल

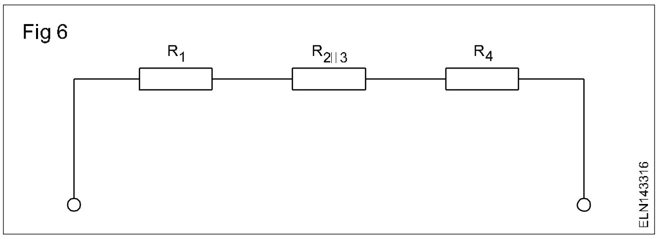
शखाओं में वोल्टता पतन ज्ञात करने के लिये किरचॉफ के प्रथम नियम का प्रयोग करें। (Fig 5)

Fig 5



किरचाफ के द्वितीय नियम के अनुसार श्रेणी परिपथ की कुल प्रतिरोध R की गणना करें। (Fig 6)

Fig 6



पहले किरचाफ के प्रथम नियम के अनुसार R_2, R_3 के लिये तुल्य प्रतिरोध की गणना करके सरलीकरण करें।

$$R_{2\|3} = \frac{R_2 \times R_3}{R_2 + R_3} = \frac{40 \text{ ohms} \times 60 \text{ ohms}}{(40 + 60) \text{ ohms}}$$

$$= 24 \text{ ohms}$$

$$R_{TOT} = R_1 + R_{2\|3} + R_4$$

$$= 36 \text{ ohms} + 24 \text{ ohms} + 50 \text{ ohms}$$

$$= 110 \text{ ohms}$$

अब ओम के नियम द्वारा कुल धारा I की गणना की जा सकती है :

$$I = \frac{V}{R_{TOT}} = \frac{220 \text{ V}}{110 \text{ ohms}} = 2A$$

तदनुसार आंशिक वोल्टतायें हैं :

$$V_1 = I \times R_1 = 2A \times 36 \text{ ohms} = 72 \text{ V}$$

$$V_{2\|3} = I \times R_{2\|3} = 2A \times 24 \text{ ohms} = 48 \text{ V}$$

$$V_4 = I \times R_4 = 2A \times 50 \text{ ohms} = 100 \text{ V}$$

गणना को जांचने पर :

$$V = V_1 + V_{2\|3} + V_4$$

$$220 \text{ V} = 72V + 48V + 100 \text{ V}$$

$$220 \text{ V} = 220 \text{ V}$$

प्रश्नों को हल करने के लिये किरचॉफ के नियमों के उपयोग पर प्रस्तावित पद

1 दिये गये तन्त्र में नोड्स (सन्धि बिन्दुओं) को चिन्हित करें

2 परिपथ में प्रत्येक घटक पर धारा दिशा को चिन्हित करें। धारा दिशा स्वैच्छिक होती है पर emf में ऋणात्मक से धनात्मक दिशा लेना बहुधा सुविधा जनक होता है।

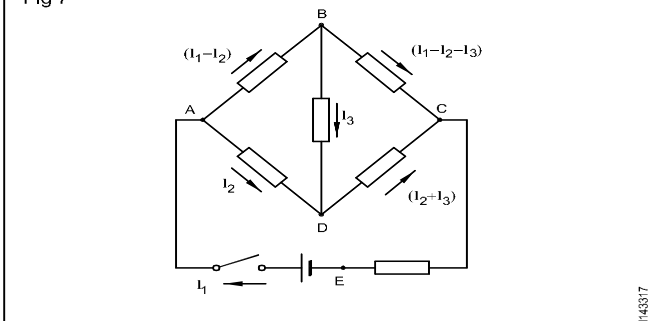
3 पार्श्व धाराओं को I_1, I_2, I_3 इत्यादि से प्रदर्शित करें। समीप की सन्धि के लिये किरचॉफ के प्रथम नियम का प्रयोग करें (Fig 7)

4 किसी घटक पर एक बार धारा और उसकी दिशा चिन्हित हो जाने के पश्चात प्रश्न के हल हो जाने तक उसे परिवर्तित न करें।

5 परिपथ में खिड़कियों (बन्द पाश) का चयन करें और उसे नामांकित करें जैसे (Fig 8)

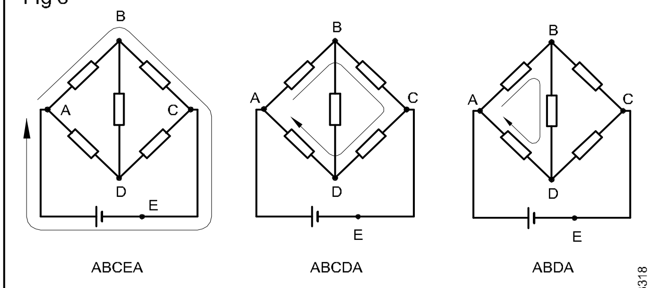
Copyright @ NIMI Not to be Republished

Fig 7



BRIDGE CIRCUIT

Fig 8



CLOSED LOOPS

6 ऊपर के पद में चयनित किसी एक बन्द पाश में प्रत्येक घटक कम से कम एक बार अवश्य सम्मिलित होना चाहिये।

7 विभव में वृद्धि धनात्मक ली जाती है। विभव में पतन (गिरावट को ऋणात्मक) माना जाता है।

8 प्रत्येक पाश के चारों ओर मार्गन करें। और किरचाफ के वोल्टता नियम समीकरण को लिखें। मार्गन के पूर्ण होने पर आपको प्रारम्भ बिन्दु पर ही वापस आना चाहिये।

9 मार्गन के समय गति की दिशा महत्वपूर्ण है।

emf स्रोत के लिये (For the source of emf)

स्रोत के ऋणात्मक से धनात्मक टर्मिनल की ओर **चलने पर विभव में वृद्धि होती है (raise in potential)** इसलिये मान धनात्मक होता है।

श्रोत के धनात्मक से ऋणात्मक टर्मिनल के **चलने पर विभव में पतन होता है (drop in potential)** इसलिये मान ऋणात्मक होता है।

emf के स्रोत पर विभव वृद्धि अथवा विभव पतन निश्चित करने के लिये धारा की दिशा पर ध्यान नही दिया जाता है।

प्रतिरोध के लिये (For the resistors)

प्रतिरोध में धारा की दिशा में ही प्रतिरोधक पर चलने से विभव पतन होता है इसलिये मान ऋणात्मक होता है।

प्रतिरोध में धारा की दिशा के विपरीत दिशा में प्रतिरोधक पर चलने से विभव वृद्धि हाती है इसलिये मान धनात्मक होता है।

पाश का मार्गन करते समय प्रत्येक घटक में धारा दिशा के सापेक्ष गति की दिशा महत्वपूर्ण है। प्रतिरोधक के सिरों पर विभव वृद्धि अथवा पतन को निश्चित समय emf स्रोत की ध्रुवता पर ध्यान नही दिया जाता।

10 प्रत्येक घटक में धारा ज्ञात करने के लिये समीकरणों को हल करें।

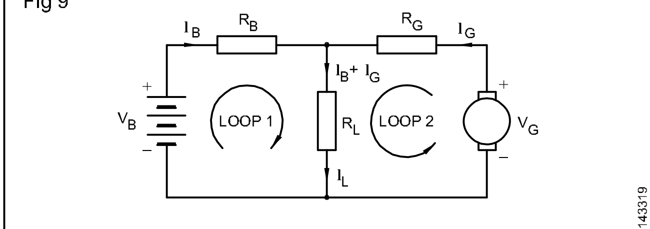
उदाहरण 1 : एक बैटरी जिसकी खुली परिपथ वोल्टता V_B और आन्तरिक प्रतिरोध R_B है एक जनित्र से जिसकी खुले परिपथ V_G वोल्टता और आन्तिरिक प्रतिरोध R_G है समान्तर क्रम में जोड़ा गया है इस संयोजन में R_L भार प्रतिरोध है। निम्न मानों के लिये बैटरी धारा जनित्र धारा भार धारा और भार वोल्टता ज्ञात करें।

V_B = 13.2 V, V_G = 14.5 V, $_{RB}$ = 0.5 Ω and R_L = 2 Ω, R_G = 0.1 - 2 Ω

हलः

1 एक परिपथ आरेख बनाइये (Fig 9)

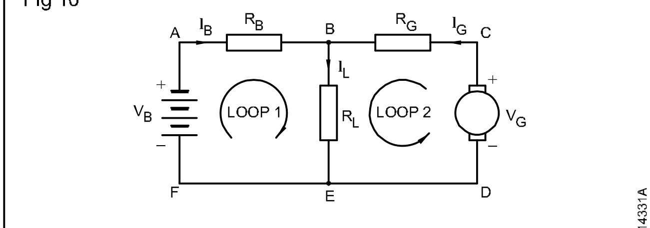
Fig 9



WINDOW LOOPS

2 (Fig 9) से देखा जा सकता है कि परिपथ में दो खिडकी पाश है इसका अर्थ है कि हमें प्रत्येक पाश में एक किसी भी स्वैच्छिक दिशा में दो धारायें प्रदर्शित करनी चाहिये। (हम धारायें IB और IG उस दिशा में प्रदर्शित करेगें जिसमें हम सोचते है कि धारा प्रवाहित हो सकती है) (Fig 10)

Fig 10



CURRENT DIRECTION

3 किरचाफ के धारा नियम का प्रयोग करके हम भार प्रतिरोधक से जाने वाली धारा का अभिनिर्धारण निम्न की भांति कर सकते हैं।

$I_L = I_B + I_G$

(Fig 10) से इस धारा को सूचित करें।

4 धारा की मानी गयी दिशाओं के प्रयोग से प्रत्येक प्रतिरोधक के सिरों पर वोल्टता पतन के ध्रुवता चिन्हों को प्रदर्शित करें। (Fig 10)

5 प्रत्येक खिडकी में एक धारा पाश सूचित करें जो पूर्ण परिपथ में जाता है। दिशा स्वैच्छिक है लेकिन emf के ऋण से धन की ओर जाने वाली धारा दिशा प्रायः सुविधा जनक होती है (Fig 8 में पाश 1 और 2 देखें।)

Copyright @ NIMI Not to be Republished

6 निम्न मौलिक सिद्धान्तों के प्रयोग से किरचाफ के वोल्टता नियम समीकरण को लिख कर प्रत्येक पाश का मार्गन करें

- एक पाश का मार्गन करते समय यदि वोल्टता श्रोत के $-V_C$ का और तत्पाश्चात और स्रोत के धनात्मक समना करते है तो स्रोत को धनात्मक माने
- एक पाश का मार्गन करते समय यदि स्रोत के धन का पहले और तत्पश्चात ऋण का सामना करते है तो स्रोत को ऋण माने।
- जब आप धारा की दिशा में वोल्टता पतन का मार्गन करते है तो वोल्टता पतन को ऋण माने
- जब आप धारा की दिशा की विपरीत वोल्टता पतन का मार्गन करते है तो वोल्टता पतन को धन माने
- अक्षर 'A' से प्रारम्भ करके मार्गन रेखा प्रदर्शित करते हुये स्पष्ट पाश निर्मित करे और पथ को पूर्ण कर लेने पर 'A' से अन्त करें।

(Fig 10) देखें हम प्रथम पाश का निर्माण 'A' से प्रारम्भ करके 'A' पर ही अन्त करते हैं।

i.e. ABEFA

ऊपर के सिद्यान्तों का प्रयोग करके (Applying the above principles)

A to B = – $I_B R_B$(धारा दिशा के अनुदिश वोल्टता पतन)

B to E = – $I_L R_L$ -do-

E to F = 0

F to A = $+V_B$ (पहले ऋणात्मक और ततपशचात धनात्मक धारा की दिशा में)

इसलिये प्रथम पाश में हम प्राप्त करते है

$-I_B R_b - I_L R_L + V_B = 0$ .... समीकरण (1)

अथवा

$= I_B R_B + (I_B + I_G) R_L$ .... समीकरण (2)

पाश दो के लिये हमारे पास CBEDC है

$-I_G R_G - I_L R_L + V_G = 0$ .... समीकरण (3)

$-I_G R_G - (I_B + I_G) R_L + V_G = 0$

$VG = I_G R_G + (I_B + I_G) R_L$ .... समीकरण (4)

हमारे पास की अंको को समीकरण (2) और (4) में लागू करें

$13.2 = 0.5I_B + 2(I_B + I_G)$ .... समीकरण (5)

$14.5 = 0.1I_B + 2(I_B + I_G)$ ... समीकरण (6)

समान पदों को एकत्रित करके I_G I_B के लिये हल करें।

$13.2 = 2.5I_B + 2I_G$ .... समीकरण (7)

$14.5 = 2I_B + 2.1I_G$ .... समीकरण (8)

समीकरण 7 को 2 से और समीकरण 8 को 2.5 से गुणा करने पर हमें प्राप्त होता है,

$26.4 = 5I_B + 4I_G$ ..... समीकरण (9)

$36.25 = 5I_B + 5.25I_G$ .....समीकरण (10)

समीकरण 9 से समीकरण 10 को घटाने पर हमे प्राप्त होता है,

$36.25 = 5I_B + 5.25I_G$

$26.4 = 5I_B + 4I_G$

$9.85 = 1.25 I_G$

$$I_G = \frac{9.85}{1.25} = 7.88 \text{ amps}$$

समीकरण 9 में $I_G = 7.88$ का (9) प्रतिस्थापन से हमें प्राप्त होता है

$26.4 = 5I_B + 4 \times 7.88$

$= 5I_B + 31.52$

$26.4 - 31.52 = 5I_B$

$-5.12 = 5 I_B$

$$I_B = \frac{-5.12}{5}$$

$= -1.024$ amps

उत्तर में ऋणात्मक चिन्ह यह प्रदर्शित करता है कि बैटरी कोई भी धारा भेज नही रही है प्रत्युत 1.024amps की आवेशन धारा प्राप्त कर रही है।

तदनुसार जनित्र द्वारा आपूर्तित धारा

I_G = 7.88 amps

बैटरी द्वारा ली गई धारा I_B (बैटरी को आवेशित करने में) = 1.024 amps

भार धारा I_L = $I_B + I_G$

जहां I_B = –1.024 amps

I_G = +7.88

I_L = (–1.024 + 7.88)

= 6.856 amps

भार के सिरों पर वोल्टता = $I_L R_L$

= 6.856 x 2

= 13.712 volts

उदाहरण 2: (Fig 11) में दी गई धारा के लिये निम्न को ज्ञात करें।

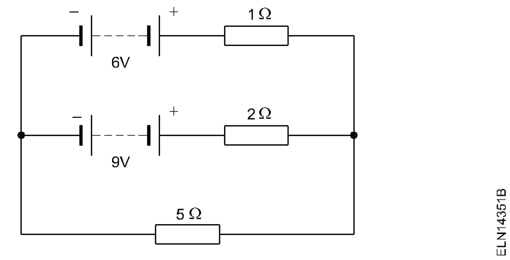
1 नोड को चिन्हित करें और बन्द पाशों को नामांकित करें।

2 घटक में किरचाफ के प्रथम नियम का अनुपालन करते हुये धारा की दिशा चिन्हित करें और नामांकित करें।

3 प्रत्येक पाश का मार्गन करें और किरचाफ के द्वितीय नियम को लिखें।

Copyright @ NIMI Not to be Republished

Fig 11



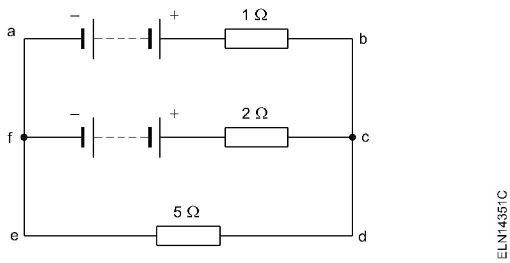
4 6V और 9V बैटरियों द्वारा दी अथवा ली गई धारा को ज्ञात करने के लिये युगपथ (Simultaneous) समीकरणों द्वारा प्रश्नों को हल करें।

5 5 ओम प्रतिरोधक से जाने वाली धारा ज्ञात करें।

6 अपने उत्तरों का प्रति परीक्षण करें (Cross checking)

i सन्धियों को चिन्हित करते है और बन्द पाशों का नामाकन करते हैं (Fig 12) से

Fig 12

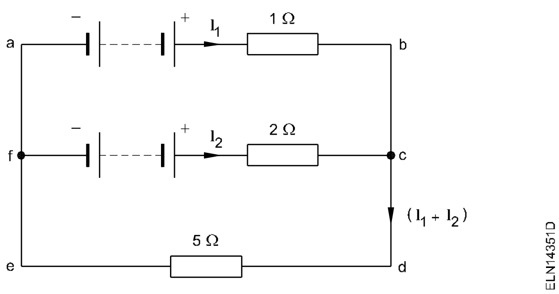


पाश 1 = a b c d e f a

पाश 2 = f c d e f

ii धारा की दिशा चिन्हित की जाती है। (Fig 13)

Fig 13



पाश 1 – a b c d e f a

$+6 - 1I_1 - 5(I_1 + I_2)$	$= 0$
$+6 - I_1 - 5I_1 - 5I_2$	$= 0$
$+6 - 6I_1 - 5I_2$	$= 0$
$6I_1 + 5I_2$	$= 6$ .... समीकरण (1)

पाश 2- f c d e f

$+9 - 2I_2 - 5(I_1 + I_2)$	$= 0$
$9 - 2I_2 - 5I_1 - 5I_2$	$= 0$
$9 - 5I_1 - 7I_2$	$= 0$
$5I_1 + 7I_2$	$= 9$ .... समीकरण (2)

iii समीरण (2) को 6 से और समीकरण (1) को 5 से गुणा करने पर हमें प्राप्त होता है।

$5I_1 + 7I_2$	$= 9 \times 6$
$6I_1 + 5I_2$	$= 6 \times 5$
$30I_1 + 42I_2$	$= 54$ .... समीकरण (3)
$30I_1 + 25I_2$	$= 30$ .... समीकरण (4)

iv समीरण (3) से समीकरण (4) को घटाने पर हमें प्राप्त होता है।

$17I_2$	$= 24$
I_2	$= \frac{24}{17} = 1.41$ amps
समीकरण 1 में I_2	= 1.41 का प्रतिस्थापन करने पर हमें प्राप्त होता है।
$6I_1 + 5(1.41)$	$= 6$
$6I_2 + 7.05$	$= 6$
$6I_1$	$= 6 - 7.05 = -1.05$
I_1	$= -0.175$ amps.

चूंकि I_1 धारा के मान में ऋणात्मक चिन्ह है इसलिये धारा मानी गई दिशा के विपरीत दिशा में प्रवाहित होती है।

केवल 9V बैटरी धारा देती है जबकि 6V बैटरी द्वारा प्राप्त धारा = 0.175 amps

9V बैटरी द्वारा दी गई धारा = 1.41amps

5 ohm प्रतिरोध से प्रवाहित धारा

$I_1 + I_2$	$= -0.175 + 1.41$
	$= 1.235$ amps
5 ohm प्रतिरोध के सिरों पर PD	$= 1.235 \times 5 = 6.175$ V.

प्रति जांच (Cross check)

पाश 3 abcfa को लेने पर

$+6 - I_1 + 2I_2 - 9 = 0$

$6 - (-0.175) + 2.82 - 9 = 0$

$8.995 - 9 = 0$

प्रति जांच से प्राप्त होता है कि मान लगभग समान है और सही पाये जाते है

Copyright @ NIMI Not to be Republished

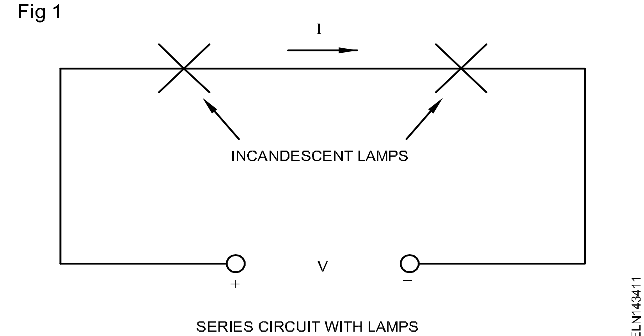
DC श्रेणी और समानांतर श्रेणी (DC series and parallel circuits)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **श्रेणी संबंध को पहचानने और श्रेणी परिपथ का अभिर्निधारण करना**
- **सीरीज सर्किट में कुल वोल्टज को ज्ञात करना**
- **EMF पोटेन्शियल अन्तर और टर्मिनल वोल्टाज के बीच का सम्बन्ध बताना**
- **भूमि के संदर्भ में वोल्टाज ड्रोप की पोलारीटी को ज्ञात करना ।**

श्रेणी परिपथ (The series circuit)

(Fig 1) में दर्शाये अनुसार दो तापदीप्ति लैम्पों को सम्बन्धित करना सम्भव है। यह सम्बन्ध श्रेणी सम्बन्ध कहा जाता है, जिसमें दोनों लैम्पों में समान धारा प्रवाहित होती है।

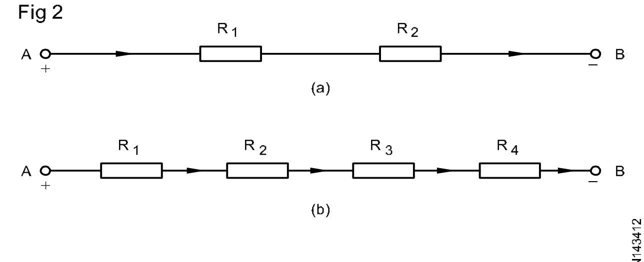
Fig 1



SERIES CIRCUIT WITH LAMPS

(Fig 2) में लैम्पों को प्रतिरोधकों से प्रतिस्थापित किया गया है। (Fig 2A) बिन्दु A और बिन्दु B के बीच श्रेणी में सम्बन्धित दो प्रतिरोधकों को प्रदर्शित करता है। (Fig 2B) घार को श्रेणी में प्रदर्शित करता है । वास्तव में श्रेणी सम्बन्धन में अनेक प्रतिरोधक हो सकते हैं। इस प्रकार के सम्बन्धन धारा के प्रवाह के लिये केवल एक मार्ग प्रदत्त करते हैं।

Fig 2



SERIES CIRCUIT WITH RESISTORS

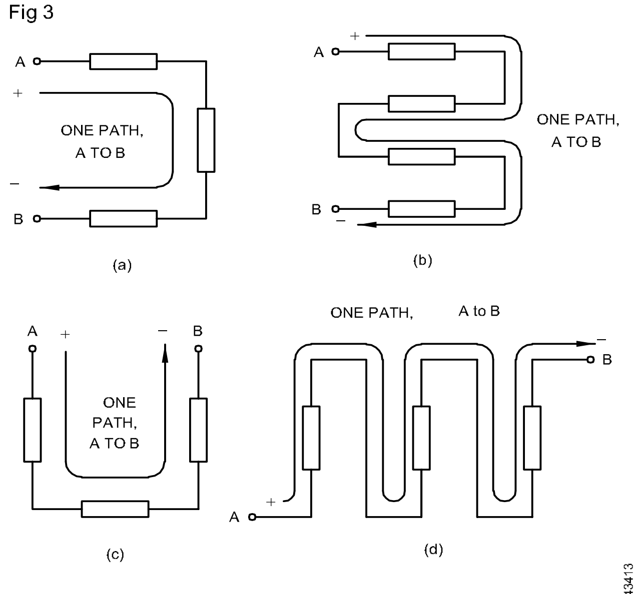
श्रेणी संबंधनों की पहचान (Identifying series connections)

एक वास्तविक परिपथ आरेख में, श्रेणी संबंधन की सदा पहचान उतनी आसान नहीं है जैसे आकृति में। उदाहरणार्थ Fig 3(a), 3(b), 3 (c), और 3(d) में विभिन्न तरीकों से खीचें श्रेणी प्रतिरोधक दिखाए गए हैं। उपर्युक्त सब परिपथों में; हम देखते है कि धारा के प्रवाह के लिए केवल एक पथ है।

श्रेणी परिपथों में धारा (Current in series circuits)

श्रेणी परिपथ में किसी भी बिन्दु पर धारा समान होगी। दत्त परिपथ में किसी भी बिन्दु पर धारा समान होगी। दत्त परिपथ मे किन्हीं दो बिन्दुओं

Fig 3



CURRENT IN SERIES CIRCUIT

पर धारा माप कर इसकी जांच की जा सकती है जैसा (Fig 4(a), 4 (b)) में दिखाया गया है। ऐमीटर वही रीडिंग दिखाएंगे।

श्रेणी परिपथ में धारा संबंध है

$$I = I_{R1} = I_{R2} = I_{R3}.$$ (4a & 4b देखें)

हम इस निष्कर्ष पर पहुंचते है कि एक श्रेणी परिपथ में प्रवाहित होने के लिए धारा के लिए एक ही पथ होता है। इसलिए सारे परिपथ में धारा समान होगी

श्रेणी परिपथ में कुल प्रतिरोध (Total resistance in series circuit)

आप जानते है कि यदि प्रतिरोध और वोल्टता ज्ञात हों तो ओम नियम द्वारा परिपथ में धारा कैसे परिकलित की जाती हैं। दो प्रतिरोधकों R_1 और R_2 वाले परिपथ में हम जानते है कि प्रतिरोध R_1 धारा प्रवाह में कुछ विरोध प्रस्तुत करता है। चूंकि श्रेणी में R_2 मे से वही धारा प्रवाहित होगी इसे भी R_2 द्वारा उत्पन्न विरोध पर काबू पाना होगा।

यदि श्रेणी में कई प्रतिरोध है, वे सब उनमें से धारा के प्रवाह का विरोध करेंगे।

DC श्रेणी परिपथ की दूसरी विशेषता निम्नानुसार (R) लिखी जा सकती हैं।

Copyright @ NIMI Not to be Republished

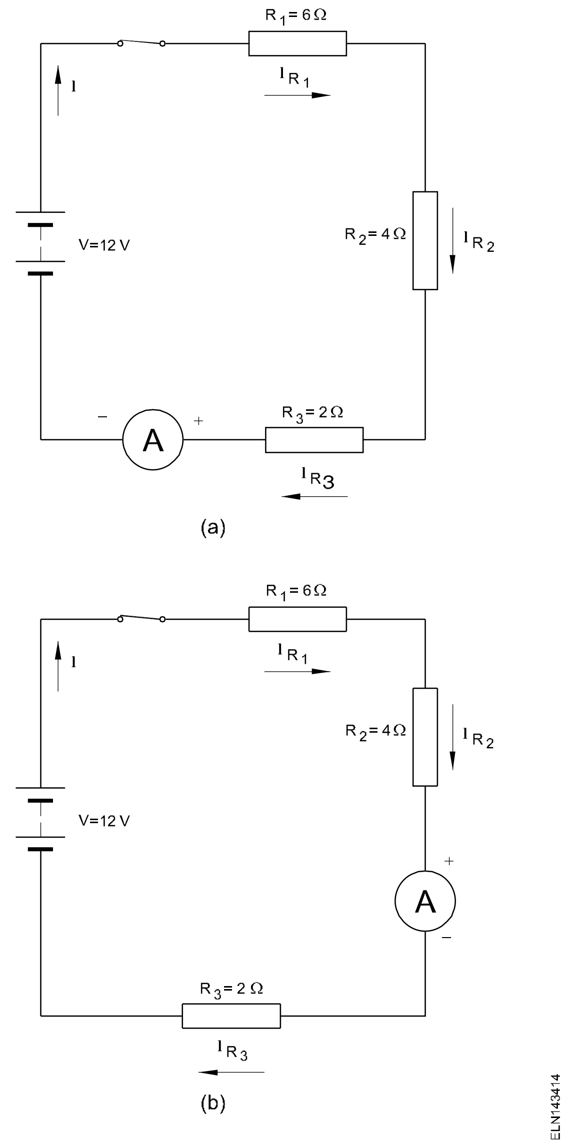
श्रेणी परिपथ में कुल प्रतिरोध श्रेणी परिपथ के इर्द-गिर्द व्यष्टि प्रतिरोधों के योग के बराबर होता है। इस कथन को निम्नानुसार लिखा जा सकता हैं

$R = R_1 + R_2 + R_3 + ...R_n$

जहां R कुल प्रतिरोध है

$R_1, R_2\ R_3$ .... R_n श्रेणी में योजित प्रतिरोध हैं जब श्रेणी में समान मान के एक परिपथ के एक से ज्यादा प्रतिरोधक हैं तो कुल प्रतिरोध R = r x N

Fig 4



जहां 'r' प्रत्यक प्रतिरोधक का मान है और N श्रेणी में प्रतिरोधकों की संख्या है।

सीरीज सर्किट में वोल्टाज (Voltage in series circuit)

रसिस्टार के मान के अनुसार DC सर्किट में वोल्टाज पूरे लोड रसिस्टारों में बाँट जाता है जिससे स्वतंत्र लोड वोल्टाजों का योग स्त्रोत वोल्टाज के बराबर होता है ।

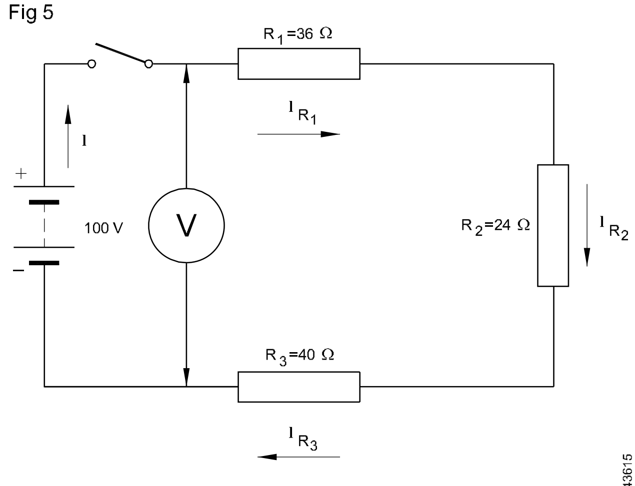
DC करन्ट का तीसरा (3rd) लक्षण नीचे प्रकार लिखा जा सकता है ।

लोड प्रतिरोधों के सिरों पर स्रोत वोल्टता विभाजित होती है यह सदैव इस प्रकार विभाजित होती है कि व्यक्तिगत भार वोल्टताओं का योग स्रोत वोल्टता के बराबर हो। अर्थात

$$V = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} + ...V_{RH}$$

श्रेणी परिपथ की कुल वोल्टता स्रोत वोल्टता पर मापी जाएगी जैसा Fig 5 में दिखाया गया हैं।

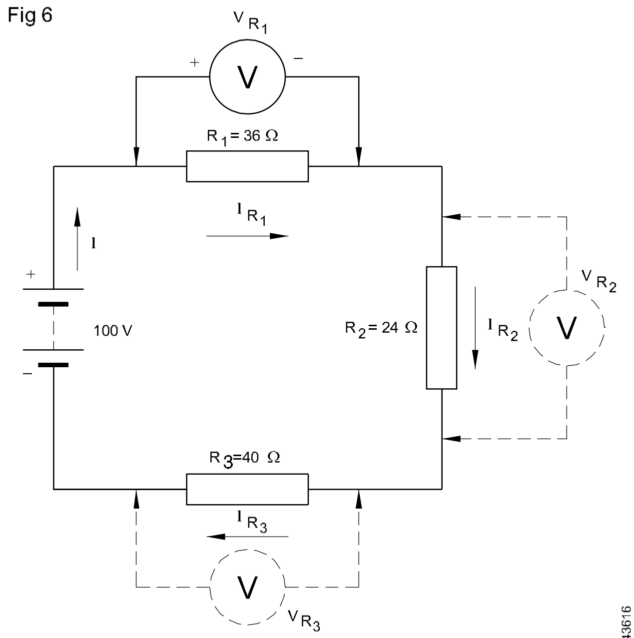
Fig 5



MEASURIING THE TOTAL VOLTAGE OF SERIES CIRCUIT

विभिन्न स्थितियों पर एक वोल्टमीटर का प्रयोग करते हुए श्रेणी प्रतिरोधकों पर वोल्टताएं मापी जा सकती है जैसा (Fig 6) में दिखाया गया हैं

Fig 6



VOLTAGE DROP IN A SERIES CIRCUIT

जब प्रयुक्त वोल्टता V और कुल प्रतिरोध ङ वाले पूरे परिपथ पर ओम यिम लागू किया जाता है, हम परिपथ में धारा प्राप्त करते हैं जैसे

$$I = \frac{V}{R}$$

Copyright @ NIMI Not to be Republished

डी सी परिपथों पर ओम नियम का अनुप्रयोग (Application of Ohm's law to DC series circuit)

श्रेणी परिपथ में ओम के नियम के अनुसार विभिन्न धाराओं के बीच के अनुपात को निम्न की भांति व्यक्त कर सकते है

$$I = I_{R1} = I_{R2} = I_{R3}$$

इसको निम्न क भांति लिख सकते हैं $\frac{V}{R} = \frac{V_{R1}}{R_1} = \frac{V_{R2}}{R_2} = \frac{V_{R3}}{R_3}$

श्रेणी परिपथ में धारा की गणना के लिये आप उपर्युक्त समीकरण में किसी एक का प्रयोग कर सकते है।

हमें कुल आपूर्ति वोल्टता ज्ञात है

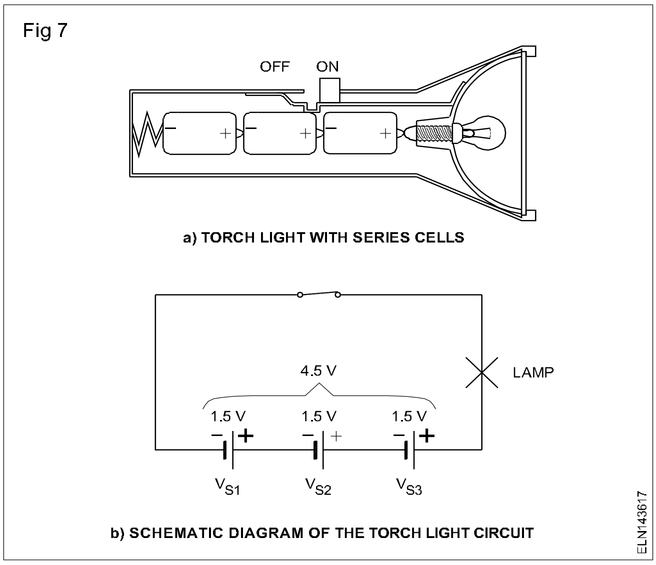
$V = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3}$

अभी $IR = R_1 I_{R1} + R_2 I_{R2} + R_3 I_{R3}$

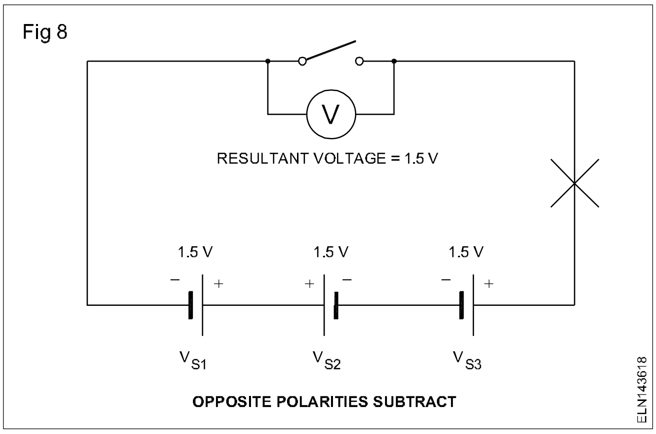
और कुल प्रतिरोध $R = R_1 + R_2 + R_3$.

श्रेणी में वोल्टता स्रोत (Voltage sources in series)

जब टार्च में सेलों रखा जाता है तो (Fig 7) के अनुसार अधिक वोल्टता प्राप्त करने के लिये उन्हें श्रेणी में जोड़ जाता है।



श्रेणी स्रोत वोल्टतायें जब उनकी ध्रुवतायें एक ही दिशा में होती है तो जुड़ जाते हैं और विपरीत दिशा होने में घट जाती है। उदाहरण के लिये यदि टार्च में एक सेल की वोल्टता को पलट दिया जाय जैसा कि योजना बद्ध (Fig 8) में दिखाया गया है तो उसकी वोल्टता निम्न की भांति कम हो जाती है।



$V_{Total} = V_{S1} - V_{S2} + V_{S3}$

$= 1.5 V - 1.5 V + 1.5 V$

$= 1.5 V$

श्रेणी सम्बन्धन के उपयोग (Use of a series connection)

1 प्रकाश टार्च, कार बैटरीज इत्यादी में सेल्स

2 सजावट क लिये मिनी लैम्पस का समूह

3 फ्यूजेस

4 अतिभारित कुण्डल

5 एक वोल्टमापी के गुणक

वोल्टता पात के विभवान्तर और ध्रुवतायें (Polarity of IR voltage drops)

परिभाषायें (Definitions)

विद्युदवाहक बल (ईएमएफ) (Electromotive force (emf))

हमने अभ्यास 1.07 के संबंधित सिद्धांत में देखा है कि सेल विद्युतवाहक बल (ईएमएफ) खुला परिपथ वोल्टता है और विभव अन्तर सेल के आर पार वोल्टता है जब यह एक धारा प्रदान करती है। विभव अन्तर सदा ईएमएफ से कम होता है।

विभव अन्तर (Potential difference)

PD = emf वोल्टता पात सेल में

विभव अन्तर को एक और नाम टर्मिनल वोल्टता से भी पुकारा जाता है जैसे नीचे स्पष्ट किया गया हैं।

Copyright @ NIMI Not to be Republished

टर्मिनल वोल्टता (Terminal Voltage)

यह आपूर्ति स्रोत के टर्मिनल पर उपलब्ध वोल्टता है इसका प्रतीक V_T इसका मात्रक भी वोल्ट है। इसको emf से आपूर्ति स्रोत में वोल्टता पतन घटा कर प्राप्त किया जाता है।

अर्थात V_T = emf –IR

जहां I धारा और R स्रोत का प्रतिरोध है।

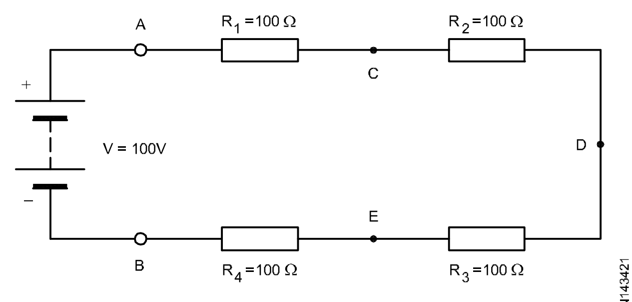
वोल्टता पतन (Voltage Drop) (IR drop)

किसी परिपथ में प्रतिरोध द्वारा व्यय वोल्टता को वोल्टत पतन अथवा IR Drop कहते हैं ।

उदाहरण 1

प्रतिरोध और वोल्टता ज्ञात है (Fig 1) तो वोल्टता पतन क्या हैं।

Fig 1



VOLTAGE DROP ACROSS RESISTORS

पद्यूरे रसिस्टारों में वोल्टाज गिरता है ।

(Fig 1) में परिपथ का कुल प्रतिरोध बराबर होगा,

R_T = 100 + 100 + 100 + 100 = 400 ohms.

परिपथ के सभी भागों में प्रवाहित धारा होगीः

I = 100/400 = 0.25 amps.

लेकिन बिन्दु A का विभव 100 वोल्टस और बिन्दु B का शून्य है। परिपथ में बिन्दु A अैर B के बीच में कहीं 100 वोल्टस का ह्रास हो गया है।

प्रत्येक प्रतिरोधक पर वोल्टता पतन ज्ञात करना सरल है। प्रथम धारा को ज्ञात करें जिसकी गणना है हमने 0.25Amps की है।

V_{R1} = 0.25 x 100 = 25 V
V_{R2} = 0.25 x 100 = 25 V
V_{R3} = 0.25 x 100 = 25 V
V_{R4} = 0.25 x 100 = 25 V.

इन सब वोल्टता पतनों का योग करने पर कुल 100 वोल्ट होगा जो परिपथ पर आरोपित वोल्टता है।

25 + 25 + 25 + 25 = 100 volts.

परिपथ में वोल्टता पतनों का योग आरोपित वोल्टता के बराबर होना चाहिये।

$$V_{Total} = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} + V_{R4}.$$

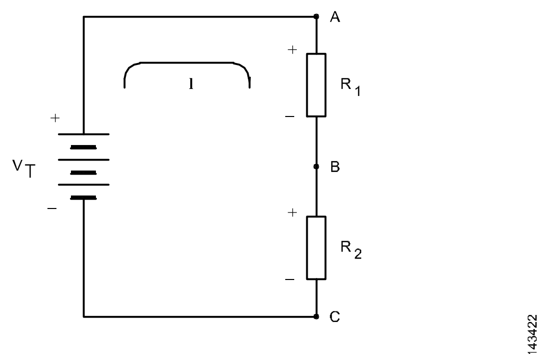
वोल्टता पतनों की ध्रुवतायें (Polarity of Voltage drops)

जब एक प्रतिरोध के सिरों पर वोल्टता पतन है तो एक सिरा अधिक दूसरे सिरे की तुलना में अधिकत धनात्मक अथवा अधिक ऋणात्मक होना चाहिये। वोल्टता पतन की ध्रुवता धनात्मक से अधिक ऋणात्मक की ओर रूढ़िवादी दिशा से ज्ञात की जाती है। बिन्दु A से B पर R_1 से होते हुये धारा दिशा होती है।

इसलिये बिन्दु B की तुलना में R_1 का वह सिरा जो बिन्दु A से जुडा है अधिक धनात्मक विभव पर है। हम यूं कहते है कि R_1 के सिरों पर वोल्टता इस प्रकार की है कि बिन्दु A की तुलना में अधिक धनात्मक है। इसी प्रकार बिन्दु B के सापेक्ष बिन्दु C की वोल्टता अधिक धनात्मक है।

दो बिन्दुओं के बीच ध्रुवता देखने की एक और विधि है कि वोल्टता स्रोत के धनात्मक टर्मिनल के पास वाला सिरा अधिक धनात्मक होता है, इसके अतिरिक्त आरोपित वोल्टता के ऋणात्मक टर्मिनल के अधिक समीप वाला बिन्दु अधिक ऋणात्मक होता है। इसलिये बिन्दु A बिन्दु B की तुलना में अधिक धनात्मक है जबकि C की तुलना B में अधिक ऋणात्मक है। (Fig 2)

Fig 2



POLARITY OF VOLTAGE SOURCE

उदाहरण 2

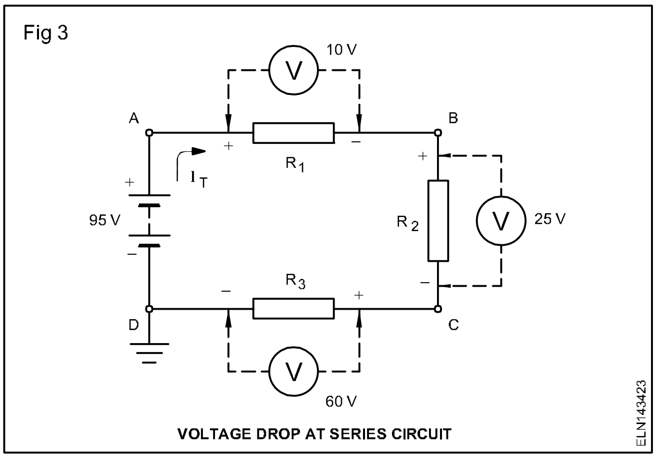
भूमि के सापेक्ष बिन्दुओं a, b, c और d पर वोल्टता ज्ञात करें।

परिपथ में (Fig 3) वोल्टता पतनों को चिन्हित करें और भूमि के सापेक्ष बिन्दुओं A, B, C और D के वोल्टता मानों को ज्ञात करें।

बैटरी के (+) टर्मिनल से धारा की दिशा में पूरे परिपथ का मार्गन A, A से B, B से C, C से D और ऋणात्मक टर्मिनल D से करें। प्रत्येक प्रतिरोध में जहां से धारा प्रवेश करती है धन का चिन्ह (+) लगायें। और प्रत्येक प्रतिरोध में जहां धारा छोड़ती है वहां पर ऋण का चिन्ह (–) लगायें।

(Fig 3) में वोल्टता पतनों को दर्शाया गया है। टर्मिनल वोल्टता की धनात्मक दिशा से बिन्दु A अधिकतम समीप है। A पर वोल्टता है V_A = +95 V.

Copyright @ NIMI Not to be Republished



VOLTAGE DROP AT SERIES CIRCUIT

R_1 के सिरों पर वोल्टता पतन 10V है। इसलिय B पर वोल्टता पर है

$$V_B = 95 - 10 = + 85 \text{ V}.$$

R_2 के सिरों पर वोल्टता पतन 25V है इसलिये C पर वोल्टता

$$V_C = 85 - 25 = + 60 \text{ V}.$$

R3 के सिरों पर वोल्टत पतन 60V है इसलिय D पर वोल्टत है,

$$V_D = 60 - 60 = 0 \text{ V}.$$

चूंकि D पर परिपथ को भूसम्पर्कित किया गया है। VD का मान 0V होना चाहिये।

धनात्मक और ऋणात्मक भूमि (Positive and Negative ground)

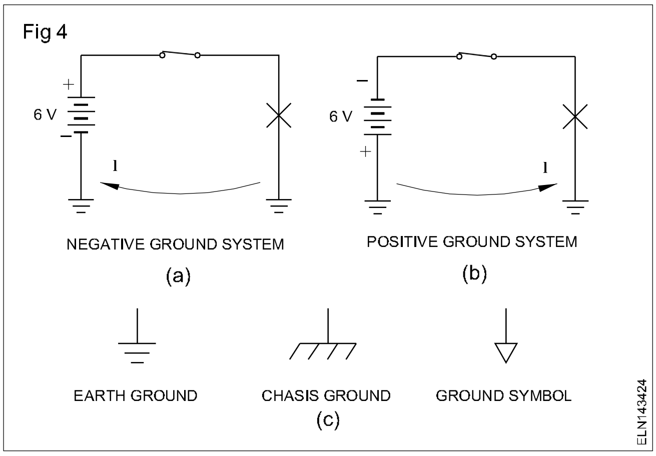
स्वचलित वाहनों के वैद्युत पद्धती में बैटरी की एक भुजा को वाहन के धातु चेसिस से जोड़ा जाता है। और इसको भुमि भुजा कहते है इस प्रकार धातु चेसिस का प्रयोग किसी भी धारा के वापसी पथ के लिये अतिरिक्त तार के बिना दिया जाता है।

यद्यपि अधिकतर वाहनों में ऋणात्मक भुमि भी होती है कुछ (यूरोपियन) वाहनों में धनात्मक भुमि पद्धद्धति है। दूसरी पद्धति में (संक्षरण करने में समस्यायें कम होती है) (Fig 4)

ऋणात्मक भूमि पद्धती में चेसिस के सापेक्ष सभी तारण धनात्मक विभव पर होता है जैसा कि (Fig 4a) में दिखाया गया है। जबकि एक धनात्मक भूमि पद्धति में (Fig 4b) सभी विभव ऋणात्मक होते है दो पद्धतियों में धारा प्रवाह की दिशा विपरीत होती हैं। पद्धती के किसी बिन्दु पर वोल्टता के मान को व्यक्त करने के लिये यद्यपि दोनों पद्धतियों में धातु चेसिस में एक उभय संदर्भ बिन्दु की भांति किया जाता है।

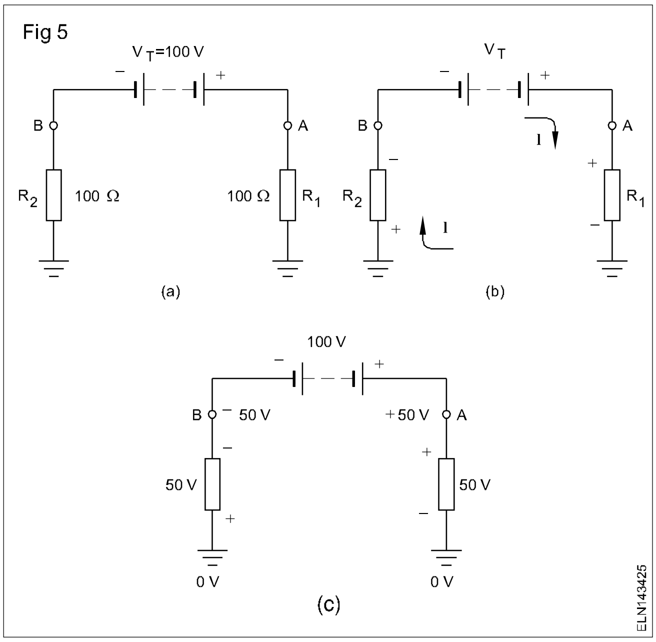
(Fig 4c) में चेसिस भूमि के लिये एक उत्तम प्रतीक प्रदर्शित किया गया है।

यह इसलिये है कि शब्द भूमि का अर्थ प्रायः **भू सम्पर्कन** होता है। (कार की चेसिस भूमि से रबर पहियों द्वारा रोधित होती है) उदाहरणार्थ घरेलू 240-V AC निर्गम का एक पार्श्व (Side) अर्थात उदासीन पृथ्वी (भूमि) सम्बन्धित होता है ।



पृथ्वी के सापेक्ष वोल्टता पतन की ध्रुवता को किस प्रकार चिन्हित करें ? (Marking the polarity of the voltage drop with respect to ground?)

प्रतिरोधों R_1 और R_2 के सिरों पर वोल्टता पतन की ध्रुवता चिन्हित करने के लिये (Fig 5a) में बिन्दुओं A, B पर वोल्टता पतन ज्ञात करें। और (Fig 5b, 5c) प्रदर्शित पदों का अनुकरण करें।



व्यावहारिक अनुप्रयोग (Practical application)

इस पाठ से अर्जित ज्ञान आपकी सहायता करेगा

- धारा को अपेक्षित स्तर तक रखने के लिए श्रेणी में प्रतिरोधक योजित करने में।
- जब पीडी और प्रतिरोध मान ज्ञात हैं तो श्रेणी परिपथ मे धारा निर्धारित करने में।
- उच्चतर वोल्टता प्राप्त करने के लिए उचित ढंग से सेलों जैसे वोल्टता स्रोतों को जोड़ने में
- ध्रुवीकृत मीटरों से IR पातों की ध्रुवता और इस प्रकार परिपथों की धारा दिशा निर्धारित करने में
- श्रेणी योजित सजावटी बत्ती परिपथ मे दोष ढूंढने में।

Copyright @ NIMI Not to be Republished

एक इलेक्ट्रिक सर्किट में यदि करन्ट के एक से अधिक पथ हो और प्रत्येक शाखा में समान वोल्टाज हो तो उसे समान्तर सर्किट कहते है ।

Fig 1 में दर्शाये अनुसार तीन इन्केन्डेन्स लैम्पों को जोड़ना संभव है । यह जोड़ समान्तर जोड़ कहलायेगा जिसमें तीनों लैम्पों में एक ही स्त्रोत वोल्टेज अनुप्रयुक्त किया जाता है ।

DC समान्तर परिपथ (DC Parallel circuit)

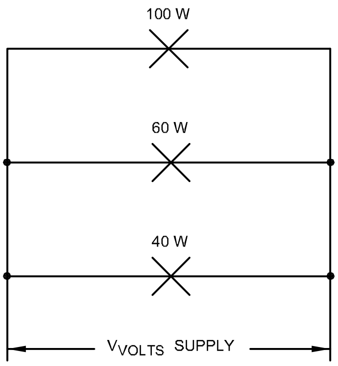
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **समानान्तर संबंधन की पहचान करना**
- **समानान्तर परिपथ में वोल्टता निर्धारित करना**
- **समानान्तर परिपथ में धारा निर्धारित करना**
- **समानान्तर परिपथ में कुल प्रतिरोध निर्धारित करना**
- **समानान्तर परिपथ का अनुप्रयोग बताना ।**

समानान्तर परिपथ में वोल्टता (Voltage in parallel circuit)

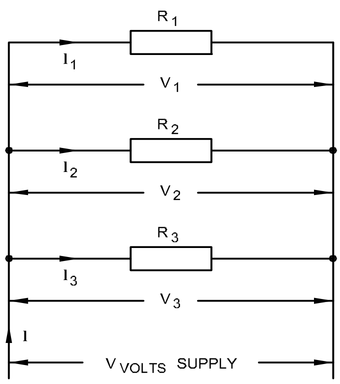
(Fig 1) में बत्तियों केा (Fig 2) में प्रतिरोधकों से बदला जाता है। पुनः प्रतिरोधकों के आर पार अनुप्रयुक्त वोल्टता समान होती है और सप्लाई वोल्टता के बराबर होती हैं।

Fig 1



PARALLEL CIRCUIT

Fig 2



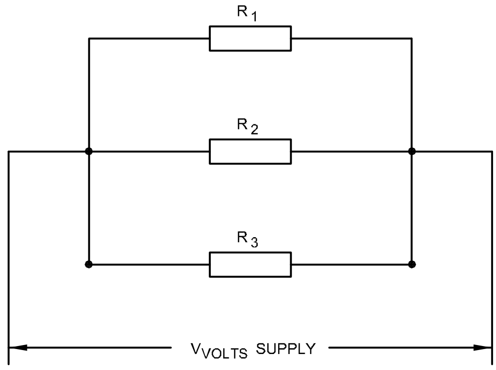
VOLTAGE IN PARALLEL CIRCUIT

हम इस नतीजे पर पहुंचते हैं कि समानान्तर परिपथ पर वोल्टता सप्लाई वोल्टता के समान होती है।

(Fig 3) में दिखाए अनुसार (Fig 2) बनायी जा सकती हैं।

गणितीय रूप से इसे व्यक्त किया जा सकता है $V = V_1 = V_2 = V_3$

Fig 3



PARALLEL CIRCUIT

समानान्तर परिपथ में धारा (Current in parallel circuit)

पुनः (Fig 2) को देखने और ओम नियम का प्रयोग करने पर पार्श्व परिपथ में व्यष्टि शाखा धाराएं निर्धारित की जा सकती हैdetermined.

प्रतिरोधक में धारा $R_1 = I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{V}{R_1}$.

प्रतिरोधक में धारा $R_2 = I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{V}{R_2}$.

प्रतिरोधक में धारा $R_3 = I_3 = \frac{V_3}{R_3} = \frac{V}{R_3}$

चूंकि $V_1 = V_2 = V_3$.

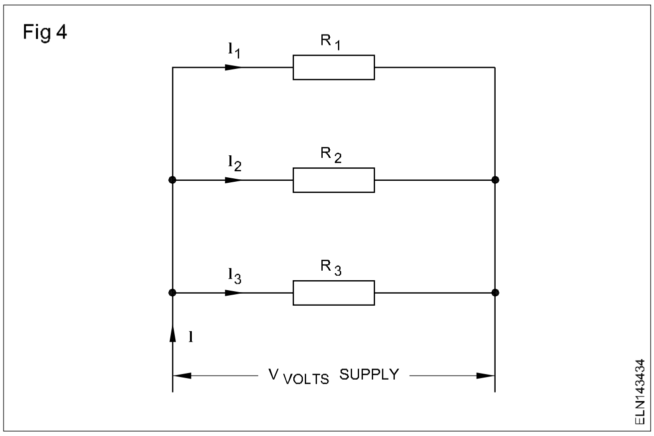
(Fig 4) देखें जिसमें शाखा धाराएं I_1, I_2 और I_3 दिखाई गई हैं जो क्रमशः प्रतिरोध शाखाओं R_1, R_2 और R_3 में प्रवाहित होती हैं।

समानान्तर परिपथ में कुल धारा I व्यष्टि शाखा धाराओं का योग होती है।

गणितीय रूप से इस व्यक्त किया जा सकता है

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \; ..... \; I_n.$$

Copyright @ NIMI Not to be Republished



समानान्तर परिपिथ में प्रतिरोध (Resistance in parallel circuit)

समानान्तर परिपथ मे चाहे शाखाओं के आर पार वोल्टता समान होगी, समानान्तर परिपथ में व्यष्टि शाखा प्रतिरोध धारा प्रवाह का विरोध करते हैं।

मान लें कि समानान्तर परिपथ मे कुल प्रतिरोध R ओम है

ओम नियम के अनुप्रयोग से हम लिख सकते हैं-

$$R = \frac{V}{I} \text{ ओम या } I = \frac{V}{R} \text{ एम्पस}$$

जहां

R समानान्तर परिपथ का ओम में कुल प्रतिरोध है

V वोल्टों में अनुप्रयुक्त स्रोत वोल्टता है और

I समानान्तर परिपथ में कुल धारा एम्पियर्स मे हैं हमने यह भी देखा है कि

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$\text{या } \frac{V}{R} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

चूंकि सारे समीकरण मे V समान है और उपर्युक्त समीकरण को V द्वारा भाग देने पर हम लिख सकते हैं।

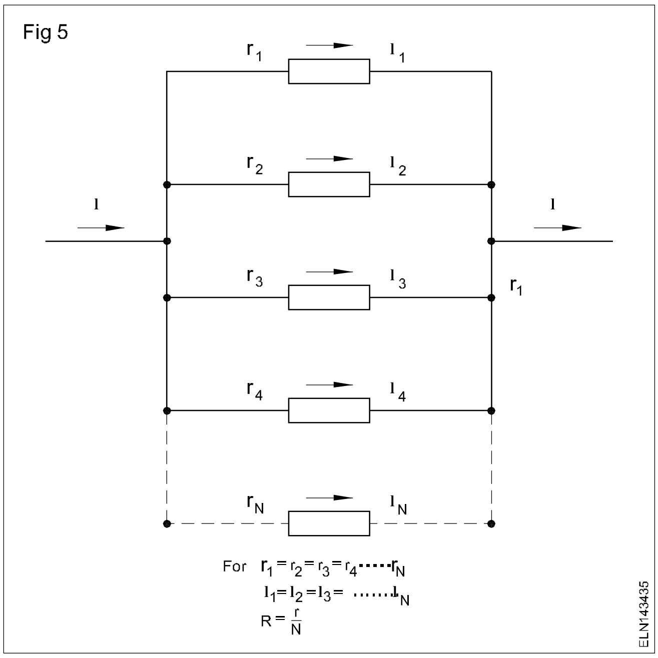
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

उपर्युक्त समीकरण बताता है कि एक समानान्तर परिपथ में, कुल प्रतिरोध का व्युत्क्रम व्यष्टि शाखा प्रतिरोधों के व्युत्क्रमों के योग के बराबर होते हैं।

विशेष मामलाः समानान्तर मे बराबर प्रतिरोध (Special case: Equal resistances in parallel)

N.P. समानान्तर मे बराबर प्रतिरोधकों का कुल प्रतिरोध R (Fig 5) एक प्रतिरोधक 'r' के प्रतिरोध को प्रतिरोधकों N की संख्या से भाग देने बराबर होता है।

$$R = \frac{r}{N}$$



समानान्तर परिपथों का अनुप्रयोग (Applications of parallel circuits)

विद्युत प्रणाली जिसमें एक खण्ड खराब हो जाता है और दूसरा खण्ड प्रचालित होता रहता है उसमें समानान्तर परिपथ होते हैं। जैसा पहले बताया गया है, घरों में प्रयुक्त बिजली प्रणाली में कई समानान्तर परिपथ होते हैं।

एक मोटरकार बिजली प्रणाली बत्तियों, हार्न, मोटर, रेडियों आदि के लिए समानान्तर परिपथों का प्रयोग करती हैं। इन युक्तियों से हर एक अन्यों से स्वतन्त्र रूप से प्रचालित होती हैं।

व्यष्टि टेलीविजन परिपथ बहुत जटिल होते हैं। तथापि जटिल परिपथों को मेन पावर सप्लाई से पार्श्वबद्ध किया जाता है। इसी कारण, वीडियो (पिक्चर) के अप्रचालित होने पर भी टेलीविजन रीसीवर का आडियो सेक्शन फिर भी काम करता है ।

Copyright @ NIMI Not to be Republished

सीरीज में खुला और शार्ट सर्किट तथा समान्तर नेटवर्क (Open and short circuit in series and parallel network)

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

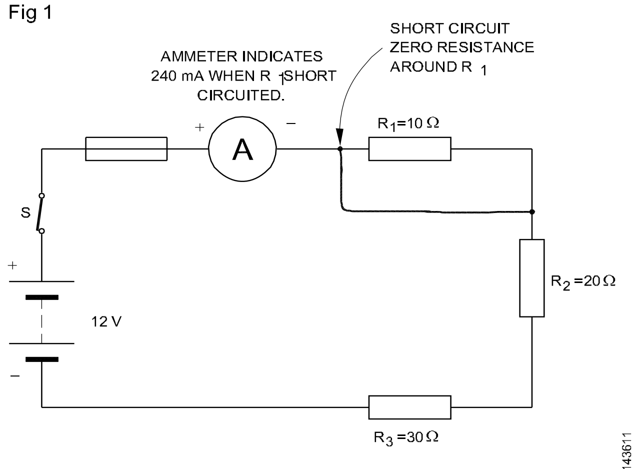
- **सीरीज सर्किट में शार्ट सर्किट का अर्थ बताना और सीरीज सर्किट में उसके प्रभाव को स्पष्ट करना**
- **सीरीज सर्किट में खुले सर्किट का प्रभाव बताना और उसके कारण बताना**
- **शार्ट और खुले समान्तर सर्किटों का प्रभाव बताना ।**

लघुपथित परिपथ (Short circuits)

सामान्य परिपथ प्रतिरोध की तुलना में एक ऐसा पथ जिसका प्रतिरोध शून्य अथवा अति लघु होता है एक लघु पथित परिपथ कहलाता है।

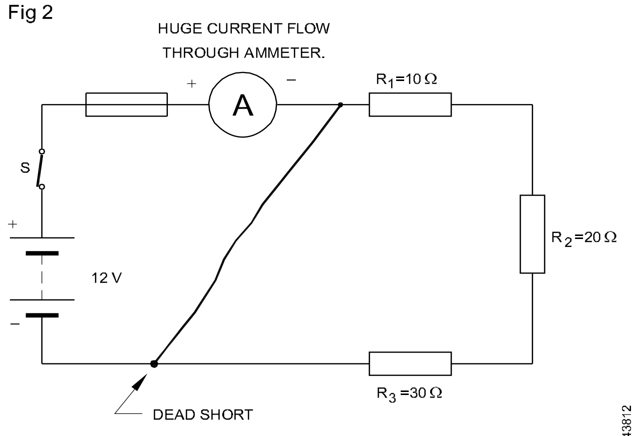
एक श्रेणी परिपथ में लघु पथन आंशिक अथवा पूर्ण (मृत लघु पथन) हो सकता है और (Fig 1) तथा (Fig 2) में क्रमशः प्रदर्शित किये गये है ।

Fig 1



PARTIAL SHORT AT R 1

Fig 2



DEAD SHORT ACROSS CIRCUIT

लघु पथित परिपथों के कारण धारा में वृद्धि होती है जिससे श्रेणी परिपथ क्षतिग्रस्त हो सकता है जो नही भी हो सकता है।

लघु पथित परिपथ के कारण त्रुटियाँ (Efects due to short circuit)

लघु पथित परिपथ के कारण उत्पन्न अधिक घारा परिपथ घटकों शक्ति स्रोतो को क्षति पूर्ण कर सकती है। अथवा सम्बन्धक तारों के रोधन को जला सकती है। चालको में अत्यधिक ऊष्मा उत्पन्न होने के कारण आग भी लग सकती है।

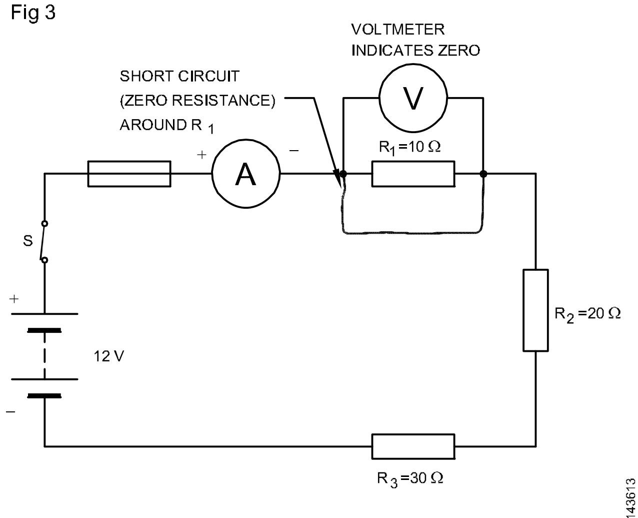
लघु पथित परिपथ से उत्पन्न संकटों से रक्षण (Protection against dangers of short circuit)

लघु पथित परिपथ से उत्पन्न संकटों को फ्यूज द्वारा और परिपथ में श्रेणी में जुड़े परिपथ भजंकों द्वारा रोका जा सकता है।

लघु पथित परिपथ का संसूचन (Detecting short circuit)

जब एम्पियर मापी परिपथ में अत्यधिक धारा प्रदर्शित करता है तो परिपथ में लघु पथित परिपथ प्रदर्शित होता है। परिपथ स्रोत प्रत्येक घटक के सिरों पर एक वोल्ट मापी को जोड् कर लघु पथित की स्थिति को ज्ञात किया जा सकता है। यदि वोल्टमापी शून्य वोल्ट प्रदर्शित करता है अथवा किसी घटक के सिरों पर कम हो जाता है तो उस घटक में लघु पथन है जैसा कि (Fig 3) में दिखाया गया है।

Fig 3



SHORT CIRCUIT IN ONE RESISTANCE

लधु पथ की स्थिति में परिपथ के बचाव की विधियां (Methods used to protect the circuit in case of a short circuit)

चूंकि लधु पथ में, परिपथ में से भारी धाराएं प्रवाहित होती है, बड़ी धाराओं से परिपथ केबिलों को बचाया जाना चाहिए। यदि लधुपथ धारा को परिपथ में से बहने दिया जाता है, केबिलें, जो समान्य परिपथ धारा के लिए निर्धारित है, गरम हो जाएंगी और विभव आग जोखिम बन जाएंगी।

Copyright @ NIMI Not to be Republished

लधुपथ की स्थिति मे परिपथ के स्वतः खुलने के लिए फ्यूज या परिपथ वियोजकों का प्रयोग किया जाता है। परिपथ में इस्तेमाल निम्नलिखित में से किसी एक के निम्नतम निर्धार पर निर्भर करते हुए परिपथ वियोजकों में अतिलोड रिले की सैटिंग या फ्यूज का निर्धार चुना जाएगा।

i परिपथ में लोड धारा

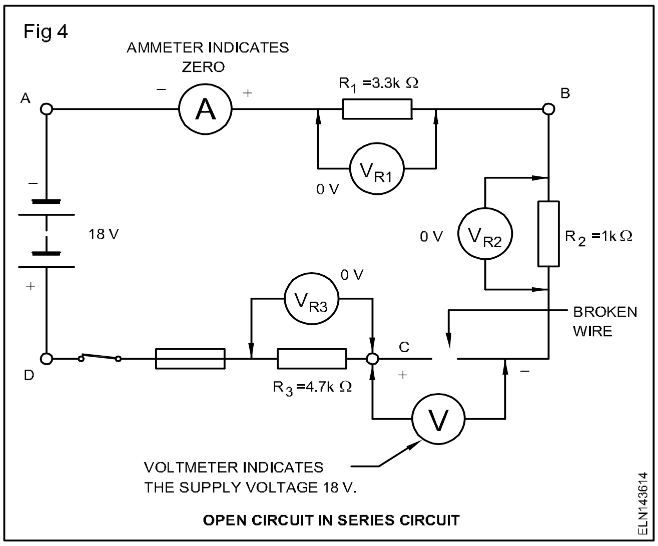
ii परिपथ का केबिल निर्धार

iii परिपथ का श्रेणी मीटर (ऐमीटर आदि) निर्धार

खुला परिपथ (Open circuit in series circuit)

जब कभी एक परिपथ टूट जाता है अथवा अपूर्ण है जिससे परिपथ में अविच्छिन्नता नही है तो इसका फल खुला परिपथ होता है।

श्रेणी परिपथ में खुले परिपथ का अर्थ यह होता है कि धारा के लिये कोई पथ नही है और परिपथ में कोई धारा प्रवाहित नही हो रही है। (Fig 4) की भांति परिपथ में कोई एम्पियर मापी धारा प्रदर्शित नही करेगा।



श्रेणी परिपथ में खुले परिपथ के कारण (Causes for open circuit in series circuit)

अनुपयुक्त कुजियों के सम्पर्क जले हुये फ्यूज टूटे हुये सम्बन्धक तार और जले हुये प्रतिरोधों इत्यादि के कारण सामान्य रूप से खुले परिपथ होते हैं।

श्रेणी परिपथ में खुले परिपथ का प्रभाव

a परिपथ में धारा प्रवाह नही होता है

b परिपथ में कोई भी युक्ति कार्य नही करेगी।

c कुल आपूर्ति वोल्टता/ स्रोत वोल्टता खुले बिन्दुओं के सिरों पर होती है।

परिपथ कहाँ टूटा है इसको ज्ञात करना (Determination the location of break in the circuit has occurred)

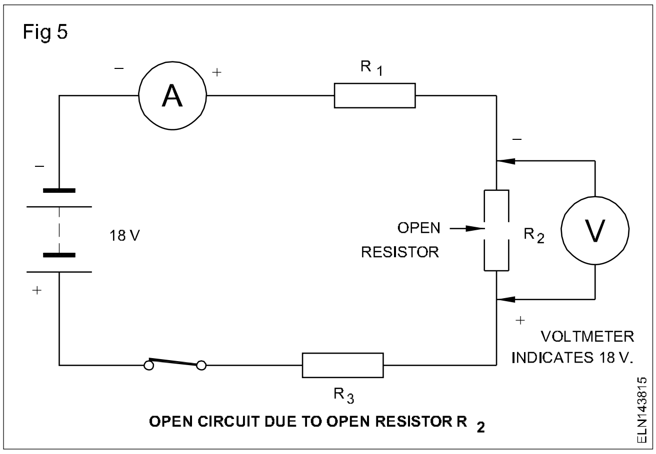
एक ऐसा वोल्टमापी प्रयोग करें जिसका परास आपूर्ति वोल्टता को ग्रहण कर सके। प्रत्येक सम्बन्धक तारों के सिरों पर बारी बारी से जोडें। यदि (Fig 4) के अनुसार तारों में से एक खुला है तो कुल आपूर्ति वोल्टता वोल्टमीटर के सिरों पर प्रदर्शित होती है। धारा की अनुपस्थिति में किसी भी प्रतिरोधकों के सिरों पर वोल्टता पतन नही होता इसलिये खुले परिपथ के सिरों पर वोल्टमापी पूर्ण आपूर्ति वोल्टता प्रदर्शित करेगा। अर्थात

वोल्टमापी पाठ

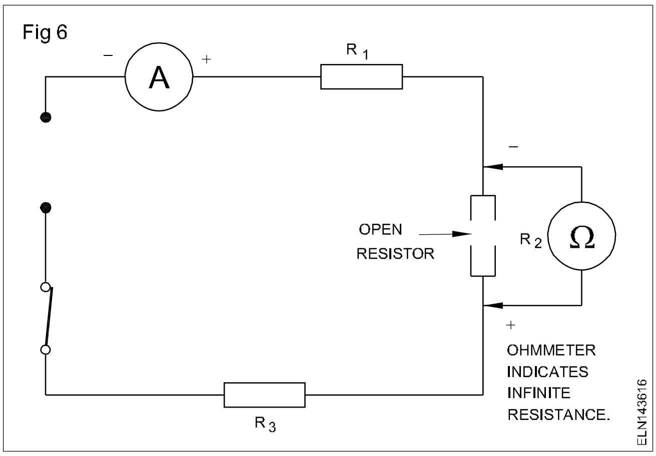
$= 18\text{ V} - V_{R1} - V_{R2} - V_{R3}$

$= 18\text{ V} - 0\text{ V} - 0\text{ V} - 0\text{ V} = 18\text{ V}.$

(Fig 5) (प्रतिरोधक जल जाने पर खुले होते है) के अनुसार यदि परिपथ त्रुटिपूर्ण प्रतिरोध के कारण है तो वोल्टमीटर R2 प्रतिरोध के सिरों पर जोड़ने से 18V प्रदर्शित करेगा।



अथवा एक ओम मापी के प्रयोग से भी खुले परिपथ को ज्ञात किया जा सकता है। वोल्टता को हटा कर ओम मापी कोई अविच्छिन्नता प्रदर्शित नही करेगा (अनन्त प्रतिरोध) जब उसे टूटे तार अथवा खुले प्रतिरोधक के सिरों पर जोडा जाता है (Fig 6)



व्यवहारिक अनुप्रयोग (Practical Application)

- इस अभ्यास से प्राप्त ज्ञान से:
- एक श्रेणी परिपथ में खुले और लघु पथित परिपथ को ज्ञात करें।
- श्रेणी सम्बन्धित सजावट बल्ब नियोजनों की मरम्मत करें।

Copyright @ NIMI Not to be Republished

समानान्तर परिपथ में लधुपथ और खुलेपथ (Shorts and opens in parallel circuits)

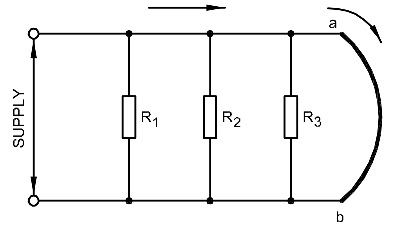
विद्युत परिपथों मे दो दोष संभवतः घटित हो सकते हैं :

- लधुपथ
- खुला पथ

समानान्तर परिपथ में लधुपथ (Shorts in parallel circuit)

(Fig 1) में एक समानान्तर परिपथ दिखाया गया है जिसमें बिन्दु 'a' और 'b' के बीच लधुपथन दिखाया गया है।

Fig 1



SHORT IN PARALLEL

इससे परिपथ प्रतिरोध घट कर लगभग शून्य हो जाएगा।

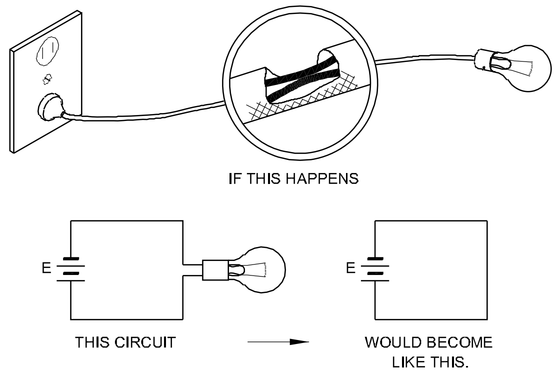
अतः 'ab' के आरपार वोल्टता पात लगभग शून्य होगा (ओम नियम द्वारा)

अतः प्रतिरोधक R_1, R_2, R_3 में से धारा नगण्य होगी और उनकी समान्य धारा नहीं होगी।

इसके फलस्वरूप, समान्य धारा के धारा का लगभग सौगुणा लधुपथ में से प्रवाहित होगा।

एक लधुपथ विद्यमान होता है जब धारा पावर स्रोत के धनात्मक टर्मिनल से योजक तारों में से होती हुई बिना किसी लोड में से गुजरती हुई पावर स्रोत के ऋणात्मक टर्मिनल में वापस प्रवाहित हो जाए (Fig 2)

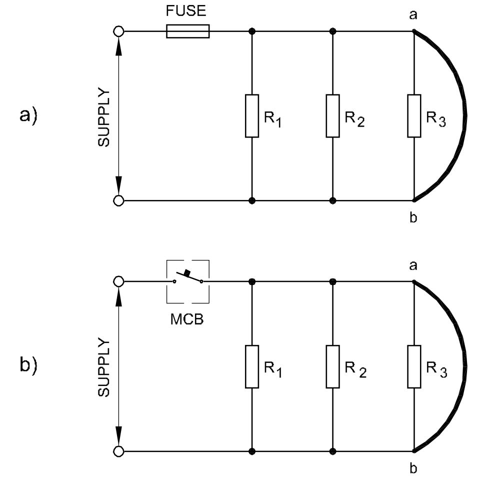
Fig 2



लधु परिपथ से परिपथ अवयव जैसे केबिल स्विच आदि जल सकते हैं ।

परिपथ घटकों के जलने से बचाव के लिए संरक्षा युक्तियां जैसे 'फ्यूज' परिपथ वियोजक आदि का प्रयोग परिपथ को खोलने के लिए किया जाता है (Figs 3a & 3b)

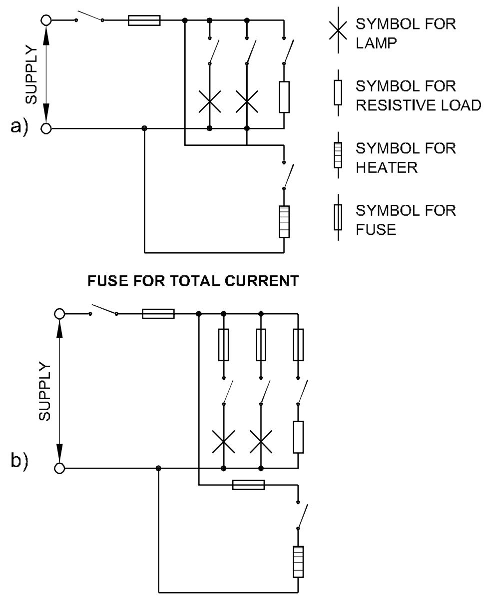
Fig 3



MCB - MINIATURE CIRCUIT BREAKER

पार्शव परिपथ को फ्यूज से बचाने के लिए इसे परिपथ में रखना चाहिए जहां कुल धारा प्रवाहित होती है या प्रत्येक शाखा का फ्यूज होना चाहिए (Figs 4 a & b)

Fig 4



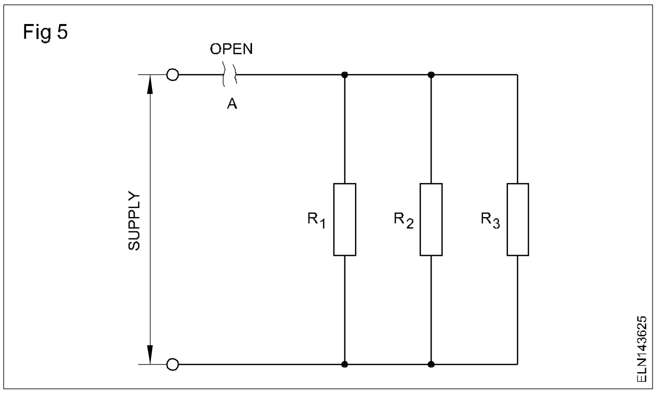
पार्श्व परिपथों में खुला पथ (Opens in parallel circuit)

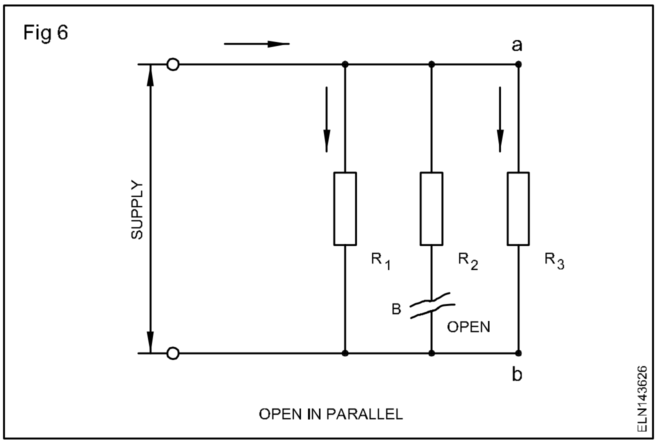
बिन्दु A पर साझी लाइन में एक खुला पथ, जैसा (Fig 5) में दिखाया गया है, उस परिपथ में शून्य B धारा प्रवाह उत्पतन्न होगी । (Fig 6)

तथापि शाखा R_1 और R_3 में धारा प्रवाहित होती रहेगी जब तक वे वोल्टता स्रोत के साथ योजित हैं।

स्रोत की पूर्ण वोल्टता खुला पथ टर्मिनलों पर उपलब्ध होगी। जो परिपथ खुले है उनसे छेड़छाड़ खतरनाक होती है।

Copyright @ NIMI Not to be Republished





व्यावहारिक अनुप्रयोग (Practical application)

इस अभ्यास में प्राप्त ज्ञान का प्रयोग वायरिंग स्थापनाओं में खुले परिपथों या लघुपथों की पहचान के लिए किया जा सकता हैं।

Copyright @ NIMI Not to be Republished

प्रतिरोध के सिद्धान्त और प्रतिरोधकों के प्रकार (Laws of resistance and various types of resistors)

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

- **प्रतिरोध के नियमों को बताने में तथा विभिन्न पदार्थो के प्रतिरोधों की तुलना करना**
- **प्रतिरोधों के बीच सम्बन्ध व्यक्त करने वाले सूत्र और एक चालक की विमाये बताना**
- **प्रतिरोध पर ताप का प्रभाव बताने में तथा प्रतिरोध के ताप गुणाकं का वर्णन करना**
- **दिये गये आंकडों से अर्थात विमायों इत्यादि से चालक के प्रतिरोध की गणना करना ।**

प्रतिरोध के निमय (Laws of resistance):

एक चालक द्वारा उत्पन्न प्रतिरोध R निम्न कारकों पर निर्भर करता है।

- चालक के प्रतिरोध में वृद्धि उसके लम्बाई के समानुपात में होती है
- चालक का प्रतिरोध उसके अनुप्रस्थ परिच्छेद क्षेत्रफल का विलोमानुपाती होता है
- चालक का प्रतिरोध उसके पदार्थ पर निर्भर करता है। जो कि बने होते हैं ।
- यह चालक के ताप पर भी निर्भर करता है।

अभी अन्तिम कारक को अनदेखा करके हम कह सकते है कि जहां

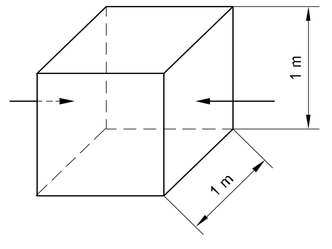
$$R = \frac{\rho L}{a}$$

जिसमें 'ρ' (rho - ग्रीक का वर्ण) - स्थिर है जो कन्डकटर के पदार्थ के गुण पर निर्भर है और उसके **विशिष्ट रसिस्टान्स (resistance)** अथवा **रसिस्विवीटी (resistivity)** के रूप में जाना जाता है ।

यदि लम्बाई 1 मीटर और क्षेत्रफल 'a' = $1m^2$ है तो R = r

इसलिये किसी पदार्थ का विशिष्ठ प्रतिरोध उस पदार्थ के 1 घन मीटर के विपरीत पार्श्वो के बीच प्रतिरोध के रूप में परिभाषित किया जा सकता है। (अथवा कभी एकांक घन को उस पदार्थ के घन cm में लेते हैं।) (Fig 1)

Fig 1



हमें ज्ञात है कि $\rho = \frac{aR}{L}$

मात्रकों की SI पद्धति में $\rho = \frac{a\,metre^2 \times R\,ohm}{L\,metre}$

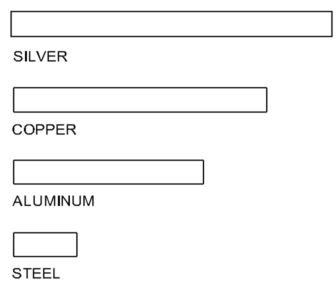
$$= \frac{aR}{L}\,ohm - metre$$

इसलिये विशिष्ठ प्रतिरोध का मात्रक Ohm meter (Ωm) में होता है।

विभिन्न पदार्थो की प्रतिरोध की तुलना (Comparison of the resistance of different materials) : वैद्युत के चालकों के रूप में अधिक महत्वपूर्ण पदार्थो के लिये (Fig 2) कुछ तुलनात्मक सूचना प्रदान करता है। सभी प्रदर्शित चालक समान अनुप्रस्थ परिच्छेद क्षेत्रफल तथा समान प्रतिरोध के हैं। चादीं का तार सबसे अधिक जबकि ताबें का कुछ कम और एल्यूमिनियम का और भी कम है। स्टील तार की तुलना में चांदी का तार पांच गुने से अधिक लम्बा है।

चूंकि विभिन्न धातुयें विभिन्न चालकता निर्धारण के होते है उनके प्रतिरोध निर्धारण भी भिन्न होना चहिये विभिन्न धातुओं के प्रतिरोध निर्धारण, वैद्युत परिपथ में प्रत्येक धातु के एक मानक टुकडे से प्रयोग करके ज्ञात किये जा सकते हैं। यदि आप अधिक साधारण धातुओं के एक मानक आकार के टुकडे को काट कर उन्हें एक बैटरी से एक एक करके जोडे तो आपको ज्ञात होगा कि उनमें विभिन्न मात्रा की धारा प्रवाहित होगी। (Fig 3)

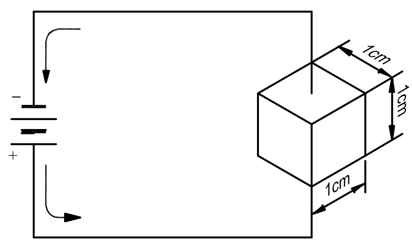
Fig 2



THE CONDUCTANCE OF DIFFERENT MATERIALS

ताबें की तुलना में कुछ साधारण धातुओं के प्रतिरोध (Fig 4) में छड़ ग्राफ द्वारा प्रदर्शित किये गये हैं। चांदी तांबे की तुलना में उत्तम चालक है।

Fig 3

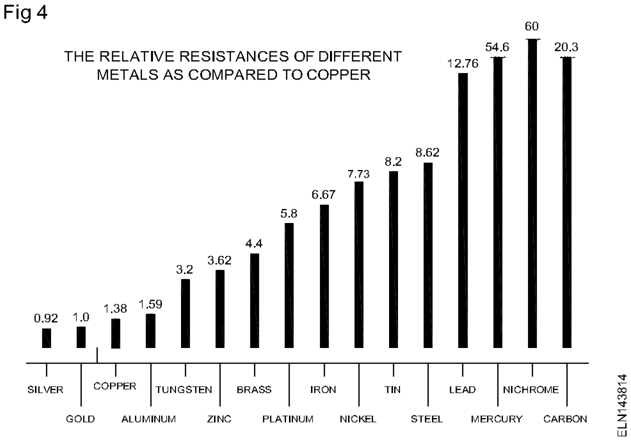


SPECIFIC RESISTANCE CIRCUIT

Copyright @ NIMI Not to be Republished

क्योंकि इसमें प्रतिरोध कम होता है । नाइक्रोम का प्रतिरोध ताबें की तुलना में 60 गुना है। इसलिये यदि इनको एक ही बैटरी से एक एक करके जोड़ा जाय तो नाइक्रोम की तुलना में ताबां 60 गुना अधिक धारा प्रवाहित करेगा।

Fig 4



प्रतिरोध और चालक की विमा के बीच सम्बन्ध (Relationship between the resistance and the dimensions of a conductor) : दिये गये पदार्थ के एक समरूप तार के किन्ही दो बिन्दुओं के बीच विभवान्तर को उनके बीच की धारा से भाग P.D. करने पर प्राप्त मान उन दो बिन्दुओं के बीच का प्रतिरोध होता है। और उनके बीच की दूरी का समानुपाती होता है।

साथ ही यदि दो प्रतिरोधक जिनमें से प्रत्येक का प्रतिरोध R है समान्तर में जोड़े जाते है तो इनका तुल्य R_T निम्न से प्राप्त होता है,

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$$

इसलिये $R_T = \frac{R}{2}$

इसलिये यदि समान लम्बाई, पदार्थ और व्यास के दो तार समान्तर में जोडें जाते है तो दो समान्तर तारों का प्रतिरोध एक का आधा होता है।

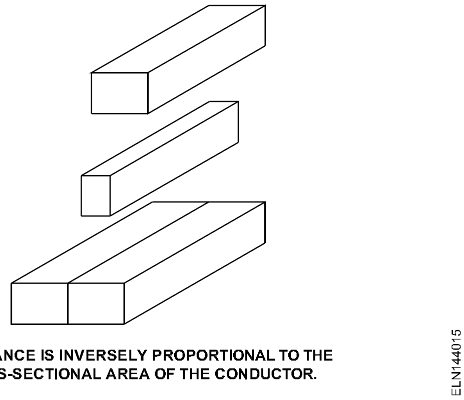
लेकिन समान्तर में दो तारों के जोडने का प्रभाव ठीक उसी प्रकार होता है जो चालक के परिच्छेद क्षेत्रफल को दो गुना कर देने से होता है, जो उसी प्रकार होता है जैसे समान्तर में पांच तारों अर्थात तार के क्षेत्रफल को पांच गुना करने से अथवा एक तार के प्रतिरोध को 1/5 कर देने से होता है।

साधारण तयः हम कह सकते है कि एक दी गई लम्बाई के चालक का प्रतिरोध उसके अनुप्रस्थ परिच्छेद क्षेत्रफल का विलोमानुपाती होता है।

दूसरा कारक जो प्रतिरोध को प्रभावित करता है पदार्थ की प्रकृति है इसलिये अब हम कह सकते है कि तार का प्रतिरोध, (Fig 5 & Fig 6)

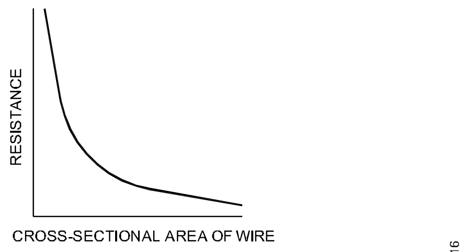
$$= \frac{\text{length}}{\text{area}} \times$$ लम्बाई /क्षेत्रफल x ρ (दिये गये पदार्थ)

Fig 5



RESISTANCE IS INVERSELY PROPORTIONAL TO THE CROSS-SECTIONAL AREA OF THE CONDUCTOR.

Fig 6



INCREASING THE CROSS-SECTIONAL AREA OF A WIRE DECREASES ITS RESISTANCE

$$R(\text{ohms}) = \frac{L\,(\text{metres})}{a\,\text{metre}^2} \times \rho$$

इससे $\rho = Ra \div L$ Ohm - meter

जहां ρ (ग्रीक अक्षर उच्चारण रो), एक स्थिरांक व्यक्त करता है।

L तार की मीटर में लम्बाई है

a वर्ग मीटर में क्षेत्रफल है

उदाहरणः 1.5mm व्यास वाले ताबें की तार की लम्बाई की गणना करो जिसका प्रतिरोध 0.3ohm हो, ताबें की प्रतिरोधकता 0.017 माइक्रोओम मीटर है।

हलः

तार का अनुप्रस्थ परिच्छेद क्षेत्रफल

$= (\pi/4) \times (1.5)^2 = 1.766\text{mm}^2$

$= 1.766 \times 10^{-6}\text{m}^2$

$$R = \frac{\rho L}{a}$$

$$= 0.3 = \frac{0.017 \times 10^{-6} \times L}{1.766 \times 10^{-6}}$$

उत्तरः लम्बाई = 31.2 m.

संक्षेप में इस सभी को हम एक सरल कथन से कह सकते है। तार की जितनी अधिक लम्बाई उतना ही अधिक प्रतिरोध, तार की जितनी कम लम्बाई उतना ही कम प्रतिरोध

Copyright @ NIMI Not to be Republished

इसको हम सार्वत्रिक नियम में संक्षेपित कर सकते है: किसी धातीय चालक का वैद्युत प्रतिरोध उसके अनुप्रस्थ परिच्छेद क्षेत्रफल का विलोमानुपाती होता है।

इससे हमे किसी भी प्रकार की वैद्युत चालकों से कार्य करने के लिये एक महत्वपूर्ण नियम प्राप्त होता है। किसी चालक का वैद्युत प्रतिरोध चालक की लम्बाई का समानुपाती होता है यदि पूरा चालक समान व्यास और समान पदार्थ से बना है (Fig 7 & 8)

इस प्रकार तार की लम्बाई उसकी वैद्युत चालन की योग्याता को यथेष्ठ प्रभावित करती है। जितना अधिक लम्बा तार होगा धारा के लिये उसमें प्रवाहित होना उतना ही कठिन होगा। अन्य शब्दों में जितना अधिक लम्बा तार उतना ही अधिक प्रतिरोध।

Fig 7

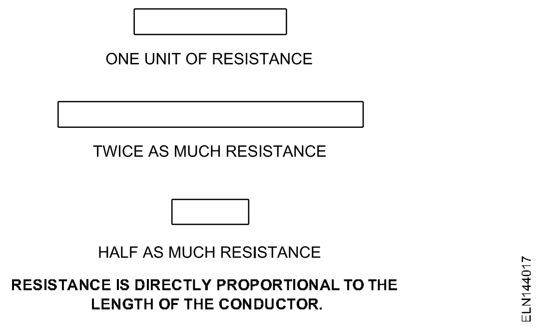
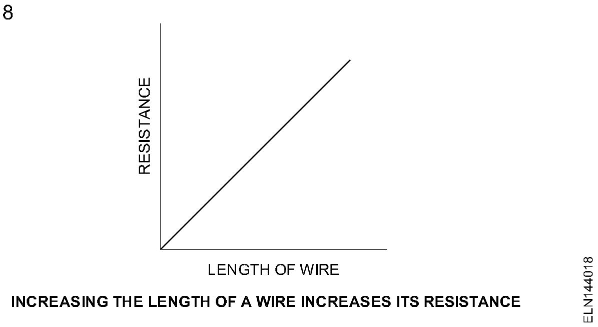


Fig 8



प्रतिरोध की गणना (Calculation of resistance)

उदाहरण 1: यदि 15m एक 0.14 व्यास के यूरेका तार का प्रतिरोध 3.75ohm है तो इसके पदार्थ का विशिष्ठ प्रतिरोध ज्ञात करें।

हल

तार की लम्बाई L = 15m = 15 x 100 = 1500 cm

तार का व्यास = 0.14cm

प्रतिरोध = 3.75 ohm

तार का अनुप्रस्थ परिच्छेद क्षेत्रफल

$$a = \pi r^2 = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$a = \frac{22}{7} \times \frac{(0.14)^2}{4}$$

हम जानते है कि $R = \frac{\rho L}{a}$

स्पेसिफिक रसिस्टान्स = $\rho = \frac{R \times a}{L}$

$$= \frac{3.75 \times 22 \times (0.14)^2}{15 \times 100 \times 7 \times 4} \text{ohm/cm}$$

$$= \frac{3.75 \times 22 \times (0.14)^2 \times 10^6}{15 \times 100 \times 7 \times 4} \text{micro ohm/cm}$$

= 38.5 micro ohm cm

= 38.5 μ ohm cm.

उदाहरण 2 : 2 किलोमीटर लम्बे तार के प्रतिरोध की गणना करें। तार ताबें के चालक के 19 क्रोण से निर्मित है, प्रत्येक क्रोण का व्यास 1.32mm है। ताँबे की प्रतिरोधकता 1.72 x 10^{-8} ओम-मी ली जाय । पूर्ण केबल के प्रत्येक कोण में ऐठन के लिये 5% वृध्दि की छूट है।

हल

छूट के साथ क्रोण की लम्बाई

= 2000 + 5% of 2000 metre

= 2100m

कापर चालक के 19 क्रोणों का परिच्छेद क्षेत्रफल

$$= 19 \text{ x } = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$= 19 \times \pi \frac{(1.32 \times 10^{-3})^2 m^2}{4}$$

$$\text{Now } R = \frac{\rho L}{a} = \frac{1.72 \times 10^{-8} \times 2100 \times 4}{19 \times (1.32)^2 \times 10^{-6} \times \pi}$$

$$= \frac{1.72 \times 10^{-8} \times 2100 \times 4 \times 7}{19 \times 22 \times (1.32)^2 \times 10^{-6}}$$

= 1.388 ohms.

उदाहरण 3 : तांबे के एक तार व्यास की गणना करें। जिसका प्रतिरोध 14.4 ohms और लम्बाई 3km है ताबें का विशिष्ट प्रतिरोध 1.7micro ohm प्रति घन cm॰ लिया जा सकता है।

हल

लम्बाई = 3km = 3 x 1000 x 100

= 300 000 cm

प्रतिरोध = 14.4 ohms

ρ = 1.7μΩ/cm

Copyright @ NIMI Not to be Republished

$$a = \frac{\rho L}{R}$$

$$= \frac{1.7 \times 300\,000}{10^{-6} \times 14.4}$$

$$= \frac{1.7 \times 3}{144} = \frac{5.1}{144} cm^2$$

$$= \frac{51}{1440} = cm^2 = 0.035\ cm^2$$

Now $a = \frac{\pi d^2}{4}$ or $d^2 = \frac{a \times 4}{\pi}$

$$d = \sqrt{\frac{a \times 4}{\pi}}$$

$$= \sqrt{\frac{0.035 \times 4 \times 7}{22}}$$

$$= \sqrt{0.0445}$$

= 0.21 cm

= 2.1 mm.

प्रतिरोधक (Resistors)

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

- **विभिन्न प्रकार के प्रतिरोधको की रचना तथा अभिलक्षण का वर्णन करना**
- **इलेक्ट्रानिक परिपथ में प्रतिरोधको के फलन तथा अनुप्रयोगों का वर्णन करना ।**

प्रतिरोधक (Resistors) : ये इलेक्टानिक परिपथ में उपयोग होने वाले सबसे सामान्य निष्क्रिय (Passive) घटक है। प्रतिरोधक को ओह्म (प्रतिरोध) के विशिष्ट मान के साथ बनाया जाता है। परिपथ में प्रतिरोधक उपयोग करने का उद्देश्य या तो धारा को विशिष्ट मान तक सीमित करना या वांछित वोल्टता पतन (IR) उपलब्ध कराना है। प्रतिरोधक का शक्ति निर्धारण (rating) 0.1W से सैंकडों वॉट तक हो सकता है।

प्रतिरोधक पाँच प्रकार के होते है :

1 तार-कुंडलित प्रतिरोधक (Wire-wound resistors)

2 कार्बन संयोजन प्रतिरोधक (Carbon composition resistors)

3 धातु फिल्म प्रतिरोधक (Metal film resistors)

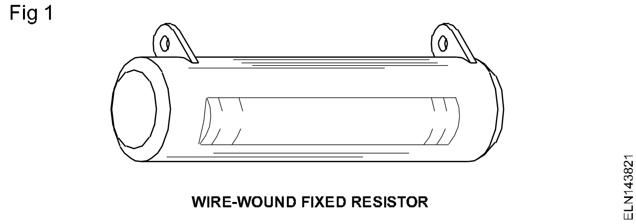
4 कार्बन फिल्म प्रतिरोधक (Carbon film resistors)

5 विशेष प्रतिरोधक (Special resistors)

1 तार-कुंडलित प्रतिरोधक (Wire-wound resistors)

तार-कुंडलित प्रतिरोधको को सिरेमिक पोर्सलेन, बैकेलाइट, दबे पेपर इत्यादि जैसे रोधित कोर केचारो तरफ प्रतिरोध तार (नाइक्रोम नामक निकल-क्रोम मिश्रण) को कुंडलित कर उपयोग करते हुए बनाए जाते है। Fig 1 में इस प्रकार का प्रतिरोधक दर्शाया गया है। इकाई में उपयोग किया गया अन आवर्णित (bare) तार सामान्यतः विद्युतरोधी पदार्थ में परिबद्ध रहता है। तार-कुंडलित प्रतिरोधकत उच्च धारा के अनुप्रयोगो के लिए उपयोग किए जाते है। ये एक वॉट से 100 वाट या अधिक तक के वॉटता निर्धारण में मिलते है। प्रतिरोध 1 ओह्म से कम या अनेक हजार ओह्म तक हो सकते है। ये वहां पर भी उपयोग होते है, जहॉ परिशुद्व प्रतिरोध के मान की आवश्यकता है।

Fig 1



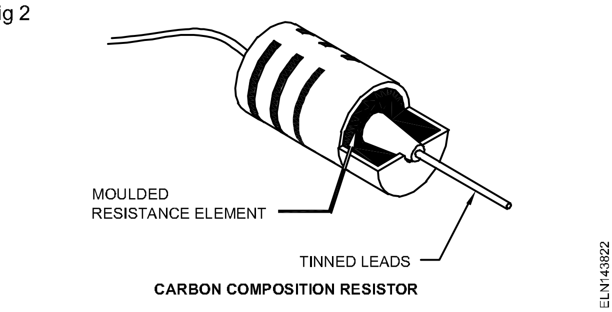
एक प्रकार के तार-कुंडलित प्रतिरोधक को गलनीय प्रतिरोधक कहते है, जो पोर्सलेन के आवरण में परिबद्ध होते है। प्रतिरोध को ऐसे डिजाइन किया जाता है जिससे कि उसमें निश्चित सीमा से अधिक धारा प्रवाह हो तो परिपथ खुल जाये।

2 कार्बन संयोजन प्रतिरोधक (Carbon composition resistors)

ये वांछित प्रतिरोध के मान के लिए आवश्यक अनुपात में सुक्ष्म कार्बन या बंधक के रूप में चूर्ण विद्युतरोधी सामग्री के साथ मिश्रित ग्रेफाइड से बनाए जाते है। कार्बन-प्रतिरोध घटको को परिपथ में सम्बंधन को सोल्डरन करने के लिए ताँबा के तार की कलईदार लीड के साथ धातु के आवरण (cap) के साथ स्थिर होते है। Fig 2 में कार्बन संयोजन प्रतिरोधक की रचना दर्शायी गई है।

Copyright @ NIMI Not to be Republished

Fig 2

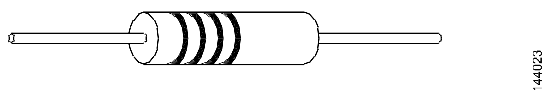


CARBON COMPOSITION RESISTOR

कार्बन प्रतिरोधक 1 ओह्म से 22 मेगओह्म के मानों में तथा सामान्यतः 0.1, 0.125, 0.25, 0.5 तथा 2 वॉट के विभिन्न शक्ति निर्धार (Power rating) में मिलते है।

3 धातु फिल्म के प्रतिरोधक (Metal film resistors) (Fig 3)

Fig 3



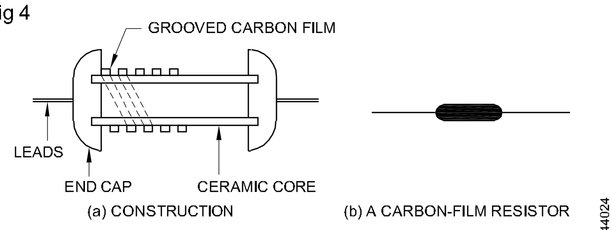
METAL FILM RESISTOR

धातु फिल्म प्रतिरोधक, दो प्रक्रमों से बनाये जाते है। मोटी फिल्म प्रतिरोधक, धातु मिश्र तथा चूर्ण काँच के साथ लेपित किए जाते है जो सिरेमिक आधार फैला कर पकाये जाते है।

पतले फिल्म के प्रतिरोधक को सिरेमिक आधार पर धातु के वाष्प को एकत्र कर के बनाया जाता है। धातु फिल्म प्रतिराधक 1 ओह्म से 10MΩ तक 1 W में मिलते है। धातु फिल्म प्रतिरोधक 120°C से 175°C तक कार्य कर सकते है।

4 कार्बन फिल्म प्रतिरोधक (Carbon film resistors) (Fig 4)

Fig 4



CARBON – FILM RESISTOR

इस प्रकार में, सिरेमिक आधार/ ट्यूब पर कार्बन की पतली परत को निक्षिप्त किया जाता है। पन्नी की लम्बाई को बढ़ाने के लिए पृष् क ऊपर विशिष्ट प्रक्रिया द्वारा एक सर्पिल खांचा काटा जाता है।

कार्बन फिल्म प्रतिरोधक 1 ओह्म से 10 मेगओह्म तथा 1W तक मिलते है, तथा 85°C से 155°C तक कार्य कर सकते है।

उपरोक्त सभी चार प्रकार के प्रतिरोधक को,यांत्रिक क्षति तथा जलवायु के प्रभाव के सापेक्ष उन्हे बचाव के लिये उन्हे कृत्रिम रेजिन से लेनित किये होते है, इसलिये उन्हे बाहर से देखते हुए प्रभेद करना कनि होता है।

प्रतिरोधकों के विर्निदेश (Specification of resistors): प्रतिरोधकों को सामान्यतः चार महत्वपूर्ण प्राचलों (पैरामीटर) से निर्दिष्ट किया जाता है।

1 प्रतिरोधक का प्रकार

2 प्रतिरोधक का अभिहित मान ओह्म (या) किलो ओह्म (या) मैगओह्म में।

3 प्रतिशत में प्रतिरोधक मान की सह्म (टालरेंस) सीमा

4 घटको की भारण क्षमता वॉटता में

उदाहरण

100 ± 10%, 1W जहाँ प्रतिरोध का अभिहित (nominal) मान 100Ω है।

प्रतिरोध का वास्तविक मान 90Ω से 110Ω के बीच तथा भारण क्षमता अधिकतम 1 वॉट हो सकती है।

प्रतिरोधकों को उनके कार्य के सापेक्ष भी वर्गीकृत किया जा सकता है जैसे

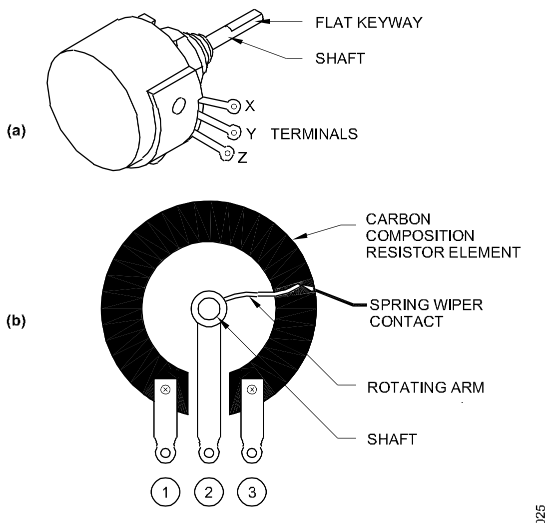
1 स्थिर प्रतिरोधक

2 परिवर्तीय प्रतिरोधक

स्थिर प्रतिरोधक (Fixed resistors): स्थिर प्रतिरोधक वे है जिसमें, प्रतिरोधक का अभिहित मान स्थिर होता है। इन प्रतिरोधकों में एक जोड़ा लीड़ की व्यवस्था रहती है। (Fig 1 से 4)

परिवर्तीय प्रतिरोधक (Variable resistors) (Fig 5): परिवर्तीय प्रतिरोधक वे है, जिनके मान को परिवर्तित किया जा सकता है। परिवर्ती प्रतिरोधक में वे घटक सम्मिलित होते है जिनमें सर्पी सम्पर्क की सहायता से प्रतिरोध मान को विभिन्न स्तरों पर सेट किया जा सकता है। इन्हें विभवमापी प्रतिरोधक या सरल रूप से विभवमापी कहते है।

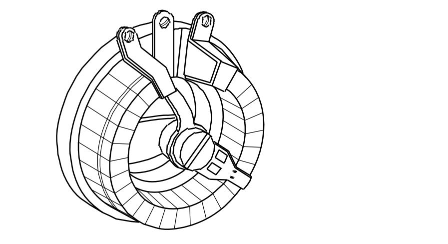
Fig 5

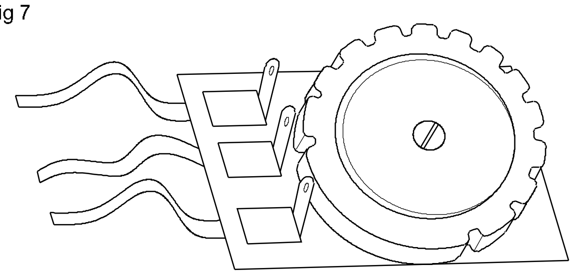


VARIABLE CARBON-RESISTANCE (a) EXTERNAL VIEW
(b) INTERNAL VIEW OF CIRCULAR RESISTANCE ELEMENT

इनमें Fig 5 तथा 6 में दर्शाये गये अनुसार, इनमें 3 टर्मिनल लगाए जाते है। ये कार्बन ट्रैक्स (Fig 5) तथा तार कुंडलित (Fig 6) प्रकार में मिलते है। कतरनी (Timmer) विभवमापी या प्रतिरोधकों को एक छोटे पेंचकस की सहायता से समायोजित किया जा सकता हैं। (Fig7)

Copyright @ NIMI Not to be Republished





5 विशेष रसिस्टार्स (Special resistors)

प्रतिरोध ताप, वोल्टता, प्रकाश पर निर्भर करता है (Resistance depends upon temperature, voltage light): विशेष प्रतिरोधक भी बनाए जाते है, जिनका प्रतिरोध ताप, वोल्टता तथा प्रकाश के साथ परिवर्तनीय होता है।

PTC प्रतिरोधक (ताप वर्धक प्ररिोध) PTC resistors (Sensistors): क्योकि विभिन्न पदार्थो का विभिन्न क्रिस्टलीय संरचना होती है, इसलिए प्रतिरोध की दर जिस से वह ताप के साथ बढ़ता है, वह विभिन्न पदार्थो में परिवर्तनीय होता हैं। PTC प्रतिरोधक (धनात्मक ताप गुणांक प्रतिरोधक) में जैसे ताप बढ़ता है तो प्रतिरोध रेखीय रूप से बढ़ता है। उदाहरण के लिए PTC का प्रतिरोध कमरे के ताप पर 100Ω के अभिहित (nominal) मान का हो सकता हैं। जब ताप माना 10°C बढ़ता है तो वह 150 Ω तक बढ सकता है, तथा ताप को और आगे 10°C बढ़ाने पर वह 500Ω तक बढ़ सकता हैं।

NTC रजिस्टर (तापी प्रतिरोधक) NTC Resistors (Thermistors): NTC प्रतिरोधक (ऋणात्मक ताप गुणांक प्रतिरोधक) की स्थिति में जैसे ताप बढ़ता है तो प्रतिरोध का मान रेखीय रूप से घटता है। उदाहरण के लिए NTC प्रतिरोधक, जिनका कमरे के ताप पर प्रतिरोधक का साधारण मान 500 Ω है, वे ताप के 10 °C बढने पर 400Ω घट सकते है तथा, और आगे 150 Ω तक घट सकते है, जब ताप को पुनः 10 °C बढ़ाया जायें।

PTC तथा NTC प्रतिरोधक विशिष्ट ताप पर स्विचन प्रचालन का कार्य कर सकते है। ये मापने तथा ताप प्रतिकारित (compensators) के लिये भी उपयोग होते है।

VDR (Varistors)(वैरिरस्टर/चर रोधक): VDR (Voltage Depeneded Resistor) प्रतिरोध, वोल्टता बढ़ने पर रेखीय रूप से कम होते हैं, उदाहरण के लिए एक VDR का 10V पर 100 Ω प्रतिरोध हो सकता हैं तथा वह 5V बढ़ने पर वह 90 Ω तक कम हो सकता है। वोल्टता को 5V पुनः बढाने पर प्रतिरोध 50 Ω तक कम हो सकता है। VDR का उपयोग वोल्टता स्थिरीकरण, आर्क शमन (क्विंचिंग) तथा अति वोल्टता रक्षण में उपयोग किया जाता है।

प्रकाश आश्रित प्रतिरोधक (LDR) (Light Dependent Resistor) (LDR): LDR को प्रकाश चालक भी कहते हैं। LDR में प्रदीप्ति की तीव्रता बढ़ने के साथ प्रतिरोध कम होता है। घटना का वर्णन, इस तरह से किया जाता है, कि प्रकाश उर्जा, प्रतिरोधक के पदार्थ में से कुछ इलेक्ट्रोन मुक्त करता है जो फिर अतिरिक्त संवाही इलेक्ट्रोन की तरह मिलते है। LDR का प्रकाश को संवेद करने के लिए खुली सतह हो सकती है। ये रिले (relays) के कार्य करने में प्रकाश के अवरोध लिये उपयोग किये जाते है। ये प्रकाश की तीव्रता को मापने के लिए भी उपयोग किये जाते है।

प्रतिरोधको के लिए चिन्हांकन कोड (Marking codes for resistors)

उद्देश्य : **इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :**
- **प्रतिरोधको पर रंगो क्ध्र चिन्हांकन के कोड की व्याख्यय करना**
- **प्रतिरोध के मान के लिए अक्षर तथा संख्या कोड की व्याख्या करना**
- **प्रतिरोधको के लिए वरीयता मान की सूची बनाना ।**

रंग कोड किये हुए प्रतिरोधको के प्रतिरोध तथा सहिष्णुता (टालरेंस) का मान (Resistance and tolerance value of colour coded resistors)

व्यापारिक रूप से प्रतिरोधों क्ध मान तथा सहिष्णुता (टालरेंस) का मान, रंगों के कोड या अक्षर तथा अंककीय कोड से प्रतिरोधको पर अंकित रहता है।

मान को संकेत करने के लिए रंगो के कोड को दो सार्थक अंको तथा टालरेंस को IS 8186 के अनुसार टेबल 1 में दिये गए है।

Copyright @ NIMI Not to be Republished

टेबल 1

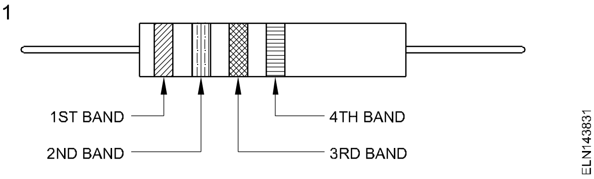
रंगो के संगत की सार्थकता अंको तथा टालरेंस का मान

रंग	प्रथम बैण्ड/ डाट	द्वितीय बैण्ड/ डाट	तृतीय बैण्ड/ डाट	चतुर्थ बैण्ड/ डाट
	प्रथम अंक	द्वितीय अंक	गुणक	टालरेंस
रजत	—	—	10^{-2}	± 10 %
स्वर्ण	—	—	10^{-1}	± 5 %
काला	—	0	1	—
भूरा	1	1	10	± 1 %
लाल	2	2	10^{2}	± 2 %
नारंगी	3	3	10^{3}	—
पीला	4	4	10^{4}	—
हारा	5	5	10^{5}	—
नीला	6	6	10^{6}	—
बेगंनी	7	7	10^{7}	—
धूसर	8	8	10^{8}	—
सफेद	9	9	10^{9}	—
कोइ नही	—	—	—	± 20 %

दो सार्थक अंक तथा टालरेंस रंग कोड प्रतिरोधकों में Fig 1 में दर्शाये गए अनुसार काय (बॉडी) पर रंगों का लेपन किये हुए 4 बेण्ड होते है।

प्रथम बेण्ड प्रतिरोधक घटक के एक सिरे के निकट हो सकता है। द्वितीय, तृतीय एवं चतुर्थ रंगो के बेण्ड Fig 1 में दर्शाये गऐ है।

Fig 1



प्रथम दो रंगो के बेण्ड, प्रतिरोध के आंकिक मान में प्रथम दो अंको को संकेत करते है। तीसरा रंग, बेण्ड गुणक को संकेत करता है। वास्तविक प्रतिरोध मान को ज्ञात करने के लिए प्रथम दो अंको को गुणक से गुणा किया जाता है। रंगो का चौथा बेण्ड टालरेंस को प्रतिशत में संकेत करता है।

उदाहरण

प्रतिरोध का मान (Resistance value) : यदि प्रतिरोधक में रंगो का बेण्ड, इस क्रम में हो तो लाल, हरा, संतरी तथा स्वर्ण हो तो

प्रथम रंग	द्वितीय रंग	तृतीय रंग	चतुर्थ रंग
लाल	बेंगनी	नारंगी	स्वर्ण
2	7	1000(10^{3})	±5%

प्रतिरोधक का मान 27,1000 ओह्म हैं, + 5% सहिष्णुता (टालरेंस) के साथ

टालरेंस (सहिष्णुता) **का मान (Tolerance value):** चौथा बैण्ड (टालरेंस), प्रतिरोध के परास को संकेत करता है, जो उसका वास्तविक मान है। उपरोक्त उदाहरण में टालरेंस (छूट) ± 5% है। 27000 का ±5% 1350 ओह्म है। इसलिए प्रतिरोधक का मान 25650 ओह्म तथा 28350 ओह्म के बीच किसी भी मान का होगा। सहिष्णुता (टालरेंस) के निम्न मान के प्रतिरोधक (सूक्ष्म) साधारण मान के प्रतिरोधको से मेंहगे होते है।

लघु और मध्यम प्रतिरोध का मापन (Methods of measuring low and medium resistance)

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

- **प्रतिरोध मापन की विभिन्न विधियों के नाम बताना**
- **एम्पियर मापी और वोल्ट मापी विधियाँ का वर्णन करना ।**

प्रतिरोध का वर्गीकरण (Classification of resistance) : प्रतिरोध के ओमिक मान पर आधारित इनके मान लघु मध्यम और उच्च प्रतिरोध रखे गये हैं।

एक प्रतिरोध का वर्गीकरण उसके ओमिक मान पर लघु मध्यम या उच्च रखा गया है।

परास (Ranges)

लघु प्रतिरोध - एक ओम और एक ओम से कम

मध्य प्रतिरोध - एक ओम से अधिक 100,000 ओम (100k Ohms) (100 kΩ)

उच्च प्रतिरोध - 100k Ohms से अधिक

उपरोक्त वर्गीकरण दृढ नही है।

उपयोग (Uses)

लघु प्रतिरोध (Low resistance) : आर्मेचर वेश्ठन, एम्पियर मापी शन्ट, केवल लम्बाई, सम्पर्क प्रतिरोध

मध्यम प्रतिरोध (Medium resistance) : सामान्य रूप से प्रयोग में आने वाले सभी वैद्युत उपकरण इस परास के प्रतिरोधों में आते हैं। जैसे बल्ब, ऊश्मक, रिले, मोटर प्रर्वतक।

उच्च प्रतिरोध (High resistance) : रोधन प्रतिरोध 100k से अधिक परिपथ में कार्बन मिश्रित प्रतिरोधक

Copyright @ NIMI Not to be Republished

निम्न खण्ड में वर्तमान में हम उन्ही विधियों तक सीमित रहेंगे जो लघु और मध्यम प्रतिरोध मापन के लिये हैं।

प्रश्न (Question)

1 1.5 वोल्ट से प्रचालित एक छोटी टार्च के लिये लैम्प का प्रतिरोध का वर्गीकरण .... प्रतिरोध है

लघु प्रतिरोध मापन की विधियां (Methods of measuring low resistance) : लघु प्रतिरोध को मापने में प्रयुक्त निम्न तीन विधियां लायी जाती हैं।

- वोल्टमापी और एम्पियर मापी विधि
- विभव मापी द्वारा मानक से अज्ञात की तुलना विधि
- कैलविन सेतु
- शन्ट प्रकार का ओममीटर

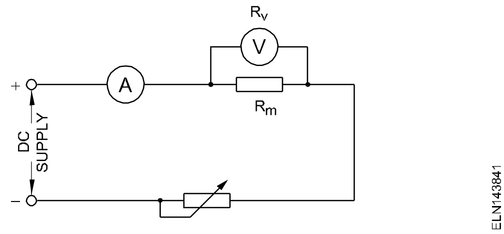
एम्पियर मापी और वोल्टमापी विधि (Ammeter and voltmeter method) : यह विधि सभी से सरल विधि है। और लघु प्रतिरोध को मापने के लिये अत्यधिक प्रयोग में लायी जाती है।

(Fig 1) में R_m मापे जाने वाला प्रतिरोध है और R_V प्रतिरोध का V एक उच्च वोल्टमापी है। स्थायी दिष्ट धारा आपूर्ति से एक धारा R से होती हुई श्रेणी में एक उपयुक्त एम्पियर मापी में जाती है। अब माना कि अज्ञात प्रतिरोध में वही धारा है जो कि एम्पियर मापी A के द्वारा मापी गई है। को निम्न सूत्र द्वारा

$$R_m = \frac{\text{Voltmeter reading}}{\text{Ammeter reading}}$$

R_m = Measured value

Fig 1



यदि वोल्टमापी प्रतिरोध अत्यधिक मापी जानेवाले प्रतिरोध की तुलना में अत्यधिक नही है तो वोल्टमापी की धारा I का एक बड़ा भाग होगी, जो कि एम्पियर मापी से मापी गई है और इस कारण एक गम्भीर त्रुटि हो सकती है।

मध्यम प्रतिरोध को मापने के लिये निम्न तीन विधियां प्रयुक्त होती है।

- सीरीज़ वर्ग का ओममीटर
- वोल्टमापी और एम्पियर मापी विधि
- प्रतिस्थापन विधि
- व्हीटस्टोन सेतु विधि

प्रथम विधि पर लघु प्रतिरोध मापन खण्ड में विचार किया जा चुका है। प्रतिस्थापन विधि का स्पष्टीकरण व्हीटस्टोन सेतु विधि का स्पष्टीकरण किया गया है।

ओम मीटर (Ohmmeter)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **परिमाण के पदों में प्रतिरोधों का वर्गीकरण करना**
- **श्रेणी प्रकार के ओम मापी के सिद्धान्त रचना, और उपयोग को बताना**
- **शन्ट प्रकार के ओम मापी के सिद्धान्त रचना, और उपयोग को बताना ।**

प्रतिरोधों का व्यापक रूप में वर्गीकरण उनके मान के रूप में हो सकता है।

लघु प्रतिरोध (Low resistance)

एक ओम और उससे कम स्तर के सभी लघु प्रतिरोध में वर्गीकृत किया जा सकता है।

उदाहरणः उदाहरण के लिये बडी DC मशीन एम्पियर मापी शन्ट केबिल प्रतिरोध सम्पर्क प्रतिरोध इत्यादि के आर्मेचर और श्रेणी क्षेत्र प्रतिरोध

मध्य प्रतिरोध (Medium resistances)

एक ओम से अधिक 100000 ओम तक के प्रतिरोधों का वर्गीकरण मध्य प्रतिरोध में होता है।

उदाहरणः ऊष्मक प्रतिरोध, शन्ट क्षेत्र प्रतिरोध, रिले कुण्डल प्रतिरोध इत्यादि

उच्च प्रतिरोध (High resistances)

100000 ओम के प्रतिरोंधों का वर्गीकरण उच्च प्रतिरोध में होता है।

उदाहरणः उपस्करों, केबिल्स इत्यादि का रोधन प्रतिरोध

प्रतिरोध का मापन (Measurement of resistances)

मध्यम प्रतिरोधों का मापन, उपस्करों जैसे केल्विन सेतु, व्हीट स्टोन सेतु, सर्पण तार सेतु, पोस्ट आफिस बाक्स, और ओम मापी से हो सकता है ऊपर के उपस्करों से विशेष डिजाइन से लघु प्रतिरोधों का मापन परिशुद्धता से हो सकता है।

Copyright @ NIMI Not to be Republished

लेकिन उच्च प्रतिरोधों को मापने के लिये मेग ओम मीटर अथवा मेगर जैसे उपस्कर प्रयोग में आते है।

ओममीटर (Ohmmeter)

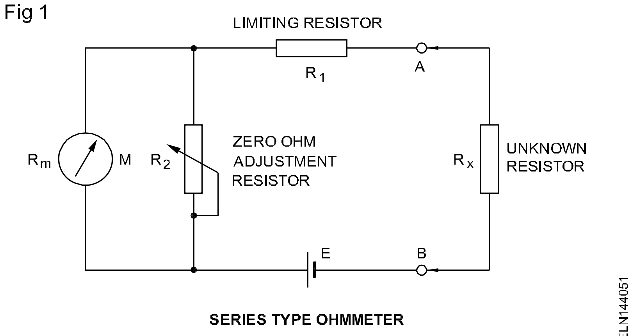
ओममीटर एक ऐसा उपस्कर है जो प्रतिरोध मापन करता है। ओम मापी दो प्रकार के है श्रेणी ओममीटर, मध्यम प्रतिरोध के मापने के लिये, और शन्ट प्रकार के ओम मापी जो लघु प्रतिरोधों को मापने में प्रयुक्त होते है। अपने मौलिक रूप में ओम मापी में यदि एक आन्तरिक शुष्क सेल है एक PMMC सेल मीटर और एक धारा सीमन प्रतिरोध होता है।

एक परिपथ में एक ओम मापी का प्रतिरोध मापन के लिये उपयोग करने से पहले परिपथ की धारा बन्द कर देनी चाहिये और किसी विद्युत अपघट्य संधारित्र को विसर्जित कर देना चाहिये क्योंकि ओम मापी ओर में अपना आपूर्ति स्रोत होता है।

श्रेणी प्रकार ओममीटर : संरचना (Series type ohmmeter: construction)

रचनाः एक श्रेणी प्रकार के ओम मापी में (Fig 1) के अनुसार मुख्य रूप से एक PMMC (डीआर्सनवाल) मापी M सीमन प्रतिरोध R1 एक बैटरी E और A तथा B के लिये एक युगुल टर्मिनल जिससे अज्ञात प्रतिरोध RX का सम्बन्ध होना है। और मापी R_2 के समान्तर एक शन्ट M प्रतिरोध होता है जिसे संकेतक की शून्य स्थिति समंजन के लिये उपयोग में लाया जाता है।

Fig 1



SERIES TYPE OHMMETER

कार्यान्वन (Working)

जब A और B टर्मिनल को लघु पथित (अज्ञात प्रतिरोध R_X = 0) कर दिया जाता है परिपथ में अधिकतम धारा प्रवाहित होती है। मीटर पूर्ण स्केल करेन्ट में बना होता है । शन्ट प्रतिरोध R_2 के समंजन द्वारा मापी को पूर्ण पैमाना धारा (Ifsd) मापन के लिये बनाया जाता है। संकेतक के पूर्ण पैमाना धारा स्थिति को पैमाने पर शून्य अंश चिन्हांकित किया जाता है।

जब ओम मापी के अग्रण (A और B टर्मिनल) खुले है तो डायल मापी से कोई धारा प्रवाहित नही होती। इस कारण मापी विक्षेपित नही होता और संकेतक डायल के बायी ओर रहता है। इसलिये डायल का बायां सिरा अनन्त (α) प्रतिरोध चिन्हांकित किया जाता है जिसका अर्थ यह होता है कि परीक्षण अग्रण के बीच अनन्त प्रतिरोध (खुला प्रतिरोध) है।

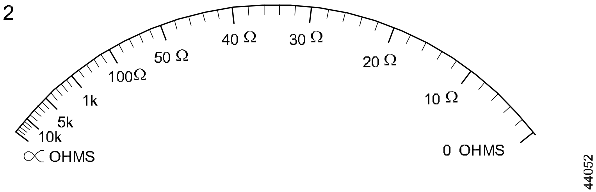
A और B टर्मिनल से ज्ञात प्रतिरोध RX के विभिन्न मानों को जोड कर डालय में माध्यमिक चिन्हांकन (पैमाना) किया जा सकता है।

ओम मापी की परिशुध्दता अधिकतर बैटरी की स्थिति पर निर्भर करती है। भण्डारन समय अथवा उपयोग से बैटरी का आन्तरिक प्रतिरोध धीरे धीरे कम हो सकता है। इस कारण पूर्ण पैमाना धारा कम हो जाती है और टर्मिनल A और B के लघु पथन होने पर मापी शून्य नही पढता ।

(Fig 1) में परिवर्ती शन्ट प्रतिरोध R_2 द्वारा एक समंजन प्राप्त होता है जो न्यूनित बैटरी वोल्टता प्रभाव का निरासन एक सीमा से अर्न्तगत कर सकता है। यदि बैटरी वोल्टता एक सीमा से भी कम हो जाती है R_2 के समंजन से शून्य संमजन संकेतक को शून्य स्थिति पर नही लाया जा सकता है। तब बैटरी का प्रतिस्थापन एक उत्तम बैटरी से होना चाहिये।

(Fig 2) के अनुसार मापी पैमाना दाहिनी सिरे पर शून्य और बायी ओर अनन्त ओम से होगा।

Fig 2



SERIES TYPE OHMMETER SCALE

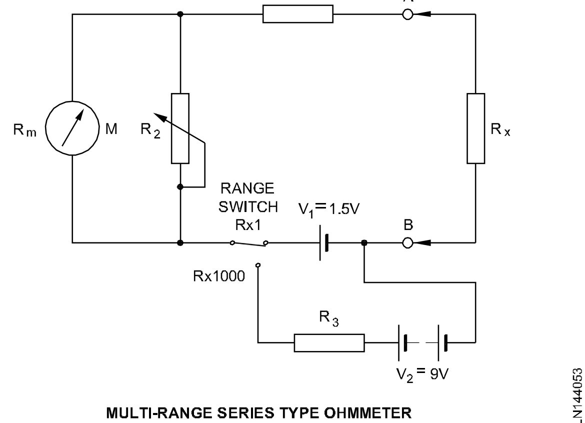
ओम मापी में एक अरैखिक पैमाना होता है। क्योंकि प्रतिरोध और धारा में व्यतुक्रम सम्बन्ध होता है फलस्वरूप शून्य के समीप वृध्दित पैमाना और अन्त सिरे पर घनित पैमाना होता है।

बहु ओम मीटर प्रसार (Multiple ohmmeter range)

अधिकांश ओम मापियों में व्यापक पसार एक ओम से 100000 ओम परास के प्रतिरोध मापन सुविधा के लिये एक परास कुंजी होती है। परास कुंजी ओम पैमाने के लिये एक वर्धक गुणक की भांति कार्य करती है। मापन का वास्तविक मापन प्राप्त करने के लिये पैमाने माप के परास कुंजी को R_X गुणक से गुणा करने की आवश्यकता होती है।

पसार कुंजी व्यवस्था 1.5V के एक सेल अथवा 9 अथवा 22.5V बैटरी से शक्ति प्रतिरोधों के संचालन से प्रदत्त कराया जाता है। (Fig 3) में बाद की व्यवस्था दिखाई गई है। R_3 का प्रतिरोध मान इस प्रकार चयनित किया जाता है कि मापी में पूर्ण पैमाना धारा मापी वृध्दित स्रोत वोल्टता पर होता है।

Fig 3



MULTI-RANGE SERIES TYPE OHMMETER

Copyright @ NIMI Not to be Republished

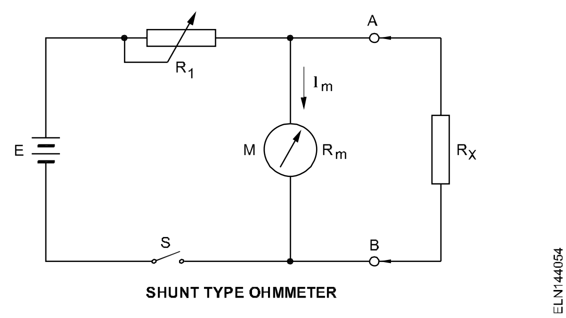
उपयोग (Use)

इस प्रकार का ओम मापी केवल मध्यमान प्रतिरोधों के मापन के लिये होता है और अति लघु तथा अति उच्च प्रतिरोध मापन के लिये परिशुद्धता कम होगी।

शन्ट प्रकार ओम मीटर (Shunt type ohmmeter)

(Fig 4) में एक शन्ट प्रकार ओम मापी का परिपथ आरेख दिखाया गया है। इस मापी में बैटरी E, PMMC मापी गति और शून्य समंजन के लिये संमजन प्रतिरोध R_1 के साथ श्रेणी में जोडी जाती है। अज्ञात प्रतिरोध R_X जो टर्मिनल A और B के टर्मिनल्स के सिरों पर जोडा जाता है मापी के साथ समान्तर परिपथ निर्मित करता है। भण्डारन समय बैटरी के निष्कासन को दूर करने के लिये कुंजी S स्प्रिंग भारित पुश बटन प्रकार की होती है।

Fig 4

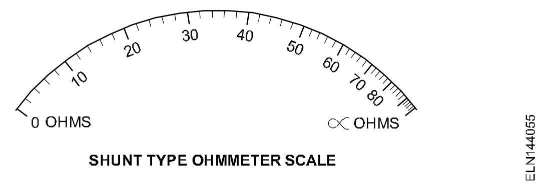


कार्यान्वन (Working)

जब A और B के टर्मिनल्स लघु पथित होते है (अज्ञात प्रतिरोध R_X = 0 ohms) मापी धारा शून्य होती है। दूसरी ओर यदि अज्ञात प्रतिरोध $R_X = \alpha$ = (A और B खुले) तो धारा केवल मापी से प्रवाहित होती है और R_1 मान के उचित चयन से संकेतक को पूर्ण पैमाने पर पहुंचाया जा सकता है।

इसलिये शन्ट प्रकार के ओम मापी का शून्य चिन्ह बायें हाथ की ओर (धारा शून्य) और अन्नत चिन्ह पैमाने के दाहिनी हाथ ओर होता है। पूर्ण पैमाना (विक्षेपण धारा) होता है। जैसा कि (Fig 5) में दिखाया गया है। मध्यम मान के प्रतिरोध मापन समय द्वारा प्रवाह मापी प्रतिरोध और अज्ञात प्रतिरोध के व्यतुक्रम अनुपात में विभाजित होता है और संकेतक मध्य मान स्थिति लेता है

Fig 5



उपयोग (Use)

इस प्रकार के ओम मापी लघु मान प्रतिरोधकों के मापन के लिये विशेषकर उपयुक्त होते है।

Copyright @ NIMI Not to be Republished