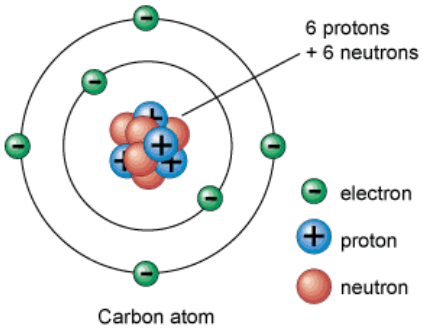
चैप्टर –1
विद्युत

विद्युत आज के युग में उर्जा का महत्वपूर्ण स्त्रोत है, यह हमारे घर, उद्योग व आवागमन में उपयोग की जा रही है। विद्युत आवेष दो प्रकार के होते है :– धनात्मक व ऋणात्मक।

परमाणु की संरचना :– परमाणु मुख्यतः तीन मूलभूत कणों का बना होता है – इलेक्ट्रॉन, प्रोटान, एवं न्यूट्रान। इलैक्ट्रॉन का ऋणात्मक आवेष $1.6X10^{-19}$ कूलम्ब होता है, प्रोटान पर इतनी ही मात्रा का धनात्मक आवेष होता है व न्यूट्रॉन पर कोई आवेष नहीं होता है।

प्रोटॉन एवं न्यूट्रॉन परमाणु के केन्द्र में स्थित रहते हैं एवं इलेक्ट्रॉन इस केन्द्र जिसे न्यूक्लियस कहते हैं, के चारों ओर निष्चित वृत्ताकार अथवा दीर्घवृत्ताकार कक्षों में चक्कर लगाते हैं, इस कक्षों को आर्बिट तथा षैल भी कहते हैं।



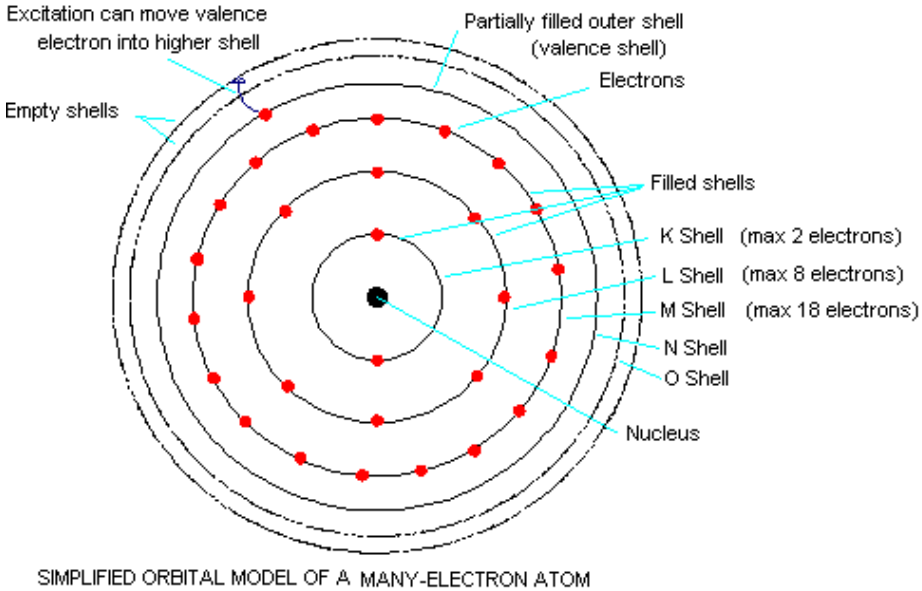
सामान्य परमाणु में इलेक्ट्रॉन व प्रोटॉन की संख्या बराबर होती है एवं परमाणु विद्युत उदासीन होता है। इलेक्ट्रॉन का भार $9.1X10^{-31}$kg होता है व प्रोटान एवं न्यूट्रॉन का भार इलेक्ट्रॉन से 1840 गुना होता है।

परमाणु क्रमांक (Atomic number) – किसी परमाणु का परमाणू क्रमांक उसमे विद्यमान प्रोटॉन अथवा इलेक्ट्रॉन की संख्या के बराबर होता है। उदाहरणार्थ हाईड्रोजन में एक प्रोटॉन न्यूक्लियस/केन्द्र में रहता है व एक ही इलेक्ट्रॉन होता है, इस प्रकार हाईड्रोजन का परमाणु क्रमांक–1 है। इसे Z द्वारा प्रदर्षित करते हैं।

परमाणु भार (Atomic weight) – किसी परमाणु में उपस्थित प्रोटॉन व न्यूट्रॉन की संख्या को परमाणु भार कहा जाता है। जैसे – कार्बन का परमाणु भार 12 है।

इलेक्ट्रॉन कक्षाः –

इलेक्ट्रॉन, न्यूक्लियस(नाभिक) के चारों ओर कक्षों में चक्कर लगाते हैं जिन्हें K,L,M,N अथवा 1,2,3,4 द्वारा प्रदर्षित करते हैं।

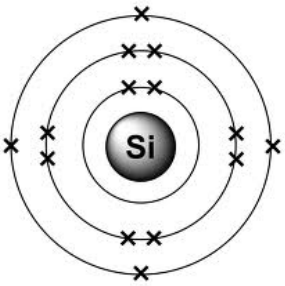


SIMPLIFIED ORBITAL MODEL OF A MANY-ELECTRON ATOM

किसी भी कक्ष में इलेक्ट्रॉन की अधिकतम संख्या $= 2n^2$ हो सकती है, इस प्रकार–
K–कक्ष हेतु n=1, इसलिए इस कक्ष में अधिकतम इलेक्ट्रॉन 2x1=2 हो सकते हैं।

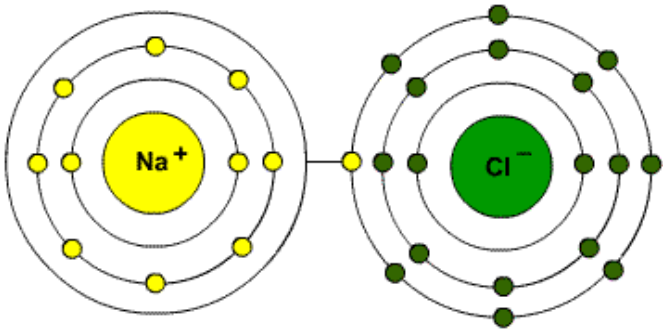
इसी प्रकार L–कक्ष में n=2, इलेक्ट्रान की अधिकतम संख्या $= 2(2)^2 = 8$ होगी व M एवं N कक्षों हेतु इलेक्ट्रॉन की अधिकतम संख्या क्रमषः 18 व 32 होगी।
किन्तु कक्षों में इलेक्ट्रॉन का वितरण निम्नलिखित नियम से होगा –

1. किसी परमाणु के बाह्यतम कक्ष में इलेक्ट्रॉन की अधिकतम संख्या 8 होगी।
2. परमाणू के बाह्यतम कक्ष से अंदर वाले कक्ष में इलेक्ट्रॉन की अधिकतम संख्या 18 होगी।

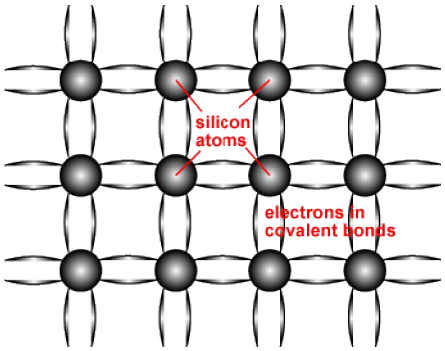


संयोजकता इलेक्ट्रान (Valancy electron) – परमाणू के बाह्यतम कक्ष में उपस्थित इलेक्ट्रॉन को संयोजकता इलेक्ट्रॉन कहते हैं। जैसे सिलिकॉन व जरमेनियम के वाह्यतम कक्ष में 4 इलेक्ट्रॉन होते हैं जो संयोजकता इलेक्ट्रॉन कहलाते हैं। यदि किसी परमाणू की बाह्यतम कक्ष पूर्ण है तब वह परमाणू स्थिर होगा।

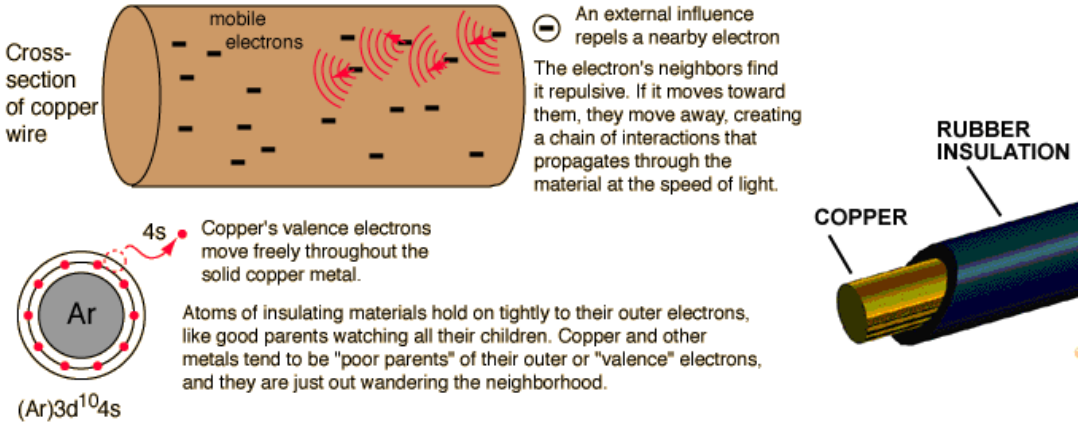
आयनिक बांडः–दो विपरीत आवेषित परमाणूओं के मध्य इलेक्ट्रॉन स्थानान्तरण द्वारा उत्पन्न बांड को आयनिक बांड कहते हैं। जैसे सोडियम व क्लोरिन के परमाणू मिलकर सोडियम क्लोराइड का निर्माण करते हैं।



सहसंयोजक बंध (Covalent Band):–दो परमाणूओं के मध्य इलैक्ट्रॉन षेयरिंग के परिणाम स्वरूप उत्पन्न हुए बंध को सहसंयोजक बंध कहते हैं।
जैसे – सिलिकॉन व जरमेनियम क्रिस्टल।



चालक (Conductor):– ऐसे पदार्थ जिनमें विद्युत धारा आसानी से प्रवाहित होती है चालक कहलाते है। इन पदार्थों में संवहन बंध व संयोजकता बंध आपस में ओवरलेप होते हैं जिससे विद्युत संवहन हेतु प्रचुर मात्रा में इलेक्ट्रॉन उपलब्ध रहते हैं। जैसे – तांबा, चांदी, लोहा।



अचालक (Insulator) :– ऐसे पदार्थ जिनमें विद्युत धारा प्रवाहित नहीं होती है,अचालक कहलाते हैं। इन पदार्थों में संवहन व संयोजकता बंध में आपस में बड़ा उर्जा गेप होता है, जिसके कारण संवहन हेतु इलेक्ट्रॉन उपलब्ध नहीं रहते हैं।

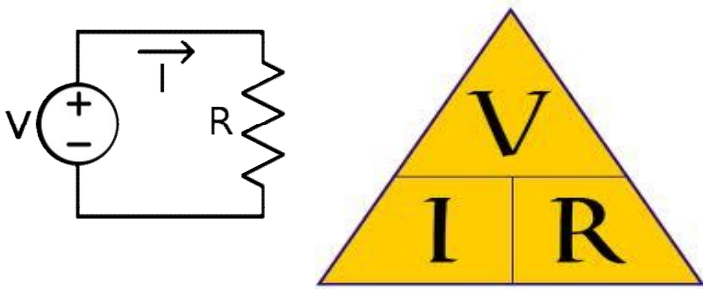
विद्युत विभव :–जब किसी धनावेष को किसी अन्य आवेष के विद्युत क्षेत्र में रखा जाता है तो धनावेष पर एक बल विद्युत क्षेत्र के कारण लगता है।

किसी विद्युत क्षेत्र में एक यूनिट धनावेष को अनन्त से एक बिन्दु पर लाने में किये गये कार्य को उस बिन्दु पर विद्युत विभव कहते हैं। इसका प्रतीक V है एवं इकाई वोल्ट है।

विभवान्तर(Potential difference):– किन्ही दो बिन्दुओं पर विद्युत विभव के अन्तर को विभवान्तर कहते हैं। इसका प्रतीक V तथा इकाई वोल्ट है। विभवान्तर को वोल्ट मीटर द्वारा नापा जाता है। वोल्टमीटर हमेंषा समानान्तर में जोड़ा जाता है। वोल्टमीटर का प्रतिरोध अधिक होता है, जिससे ये परिपथ से नगण्य मात्रा में विद्युत धारा लेता है।

विद्युत धारा (Current) को एमीटर से नापा जाता है, एमीटर को परिपथ की (series) श्रेणी में जोड़ा जाता है। चूंकि पूर्ण विद्युत धारा एमीटर से प्रवाहित होती है इसलिये एमीटर का प्रतिरोध कम होना चाहिये ताकि यह परिपथ से बहने वाली विद्युत धारा के मान को प्रवाहित न करे।

ओम का नियम – ओम के नियमानुसार किसी चालक से बहने वाली विद्युतधारा उसके सिरों पर विभवान्तर के समानुपाती होती है, बषर्ते तापक्रम स्थिर हो।



$I \alpha V$ (T- स्थिर)

या $V \alpha I$

या $V=R \times I$

प्रश्न 1 – एक सोल्डरिंग आयरन का प्रतिरोध 600 ओम् है, जब इसे 230 वोल्ट सप्लाई दी जावेगी तो यह कितना करेंट लेगा।

उत्तर – दिया है कि –

$R=600\ \Omega$, एवं $V=230$ volt

ओम् के नियमनानुसार– $V=I.R$

I=V/R
I=230/600
I=0.38 amp.

प्रश्न 2 – किसी लाउड स्पीकर की कॉइल का प्रतिरोध 8Ω है। कॉइल के लिये विद्युत धारा की सुरक्षित सीमा 2.5 A है, तो अधिकतम सुरक्षित वोल्टेज की गणना करो।

दिया है कि –

हल –R=8 Ω, एवं I=2.5 A

ओम् के नियमनानुसार – V=I R

V=2.5x8=20 volt

<u>प्रतिरोध को प्रभावित करने वाले कारक</u> –प्रतिरोध का मान चालक की प्रकृति, लम्बाई, अनुप्रस्थकाट के क्षेत्रफल एवं तापक्रम पर निर्भर रहता है। इसकी इकाई ओह्म है एवं प्रतीक Ω है।
चालक के प्रतिरोध को प्रभावित करने वाले कारक निम्न हैं: –

(1) **चालक की लम्बाई** – चालक का प्रतिरोध उसकी लम्बाई के समानुपाती होता है।

$R \alpha L$

यदि चालक की लम्बाई दोगुनी होगी तो उसका प्रतिरोध भी दोगुना हो जायेगा।

(2) **अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल** –चालक का प्रतिरोध उसके अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

$R \alpha 1/A$ (A-चालक का क्षेत्रफल)

$R \alpha 1/ d^2$ (d-चालक का व्यास)

यदि चालक का व्यास दोगुना किया जाता है तो प्रतिरोध 1/4 गुना हो जावेगा।
अतः –

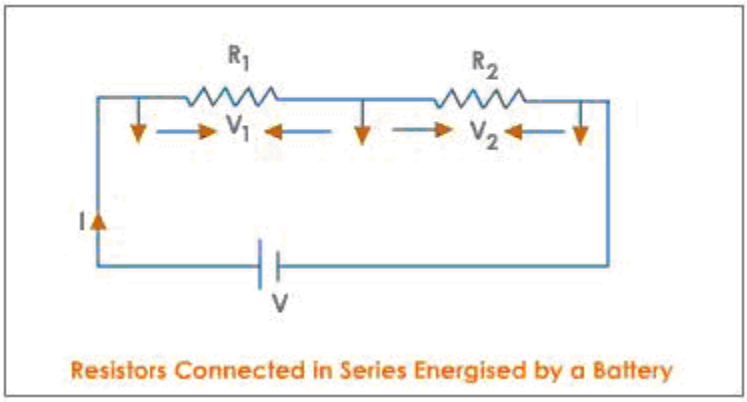
(1) कम प्रतिरोध हेतु मोटे वायर की छोटी लम्बाई प्रयोग की जाती है।
(2) अधिक प्रतिरोध के लिये पतले वायर की अधिक लम्बाई प्रयोग की जाती है।
(3) चालक के पदार्थ की प्रकृति – चालक का प्रतिरोध उसके पदार्थ की प्रकृति पर निर्भर करता है। नाइक्रोम का प्रतिरोध तांबे से 60 गुना अधिक होता है।

(4) **तापक्रम का प्रभाव** – चालक का प्रतिरोध षुद्व धातुओं में ताप बढ़ने पर बढ़ता है व कम होने पर कम होता है, किन्तु मिश्रित धातु जैसे – मेंगनिन, नाइक्रोम आदि में प्रतिरोध ताप से लगभग अप्रभावित रहता है।

प्रतिरोधों का संयोजन – प्रतिरोधों का संयोजन दो प्रकार से हो सकता है –

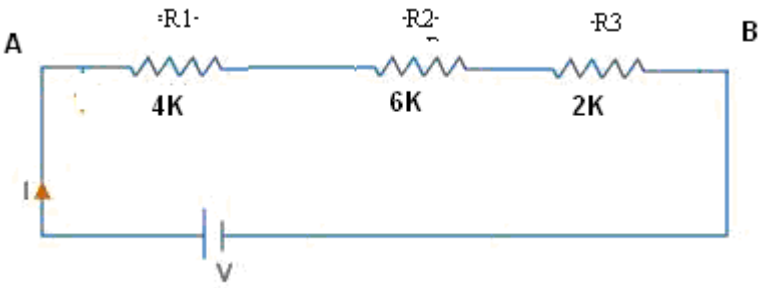
(1) श्रेणी संयोजन
(2) समानान्तर संयोजन

(1) <u>श्रेणी संयोजन</u> – जब दो या अधिक प्रतिरोध को क्रमषः एक सिरे से दूसरे सिरे द्वारा जोड़ा जाता है, उसे श्रेणी संयोजन कहते हैं। इस संयोजन में कुल प्रतिरोध, श्रेणी में जुड़े प्रतिरोधों के योग के बराबर होता है –



कुल प्रतिरोध = $R=R_1+R_2$

प्रष्न – निम्न चित्र में A एवं B के मध्य कुल प्रतिरोध ज्ञात कीजिये।



उत्तर – दिया है कि –

$R1=4k\ \Omega$, $R2=6\ k\ \Omega$, $R3= 2k\ \Omega$,

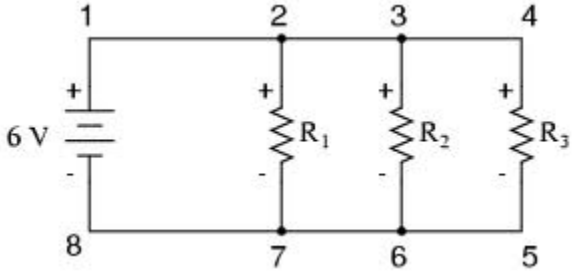
चित्र में जुड़े तीनों प्रतिरोध श्रेणी क्रम में लगे हुये हैं जिनका कुल प्रतिरोध इनके योग के बराबर होगा। इसलिये –

$R=R1+R2+R3$

$R=4+6+2$

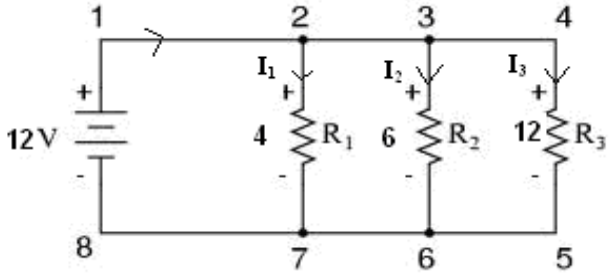
$R=12\ k\ \Omega$

(2) **समानान्तर संयोजन** – जब दो या अधिक प्रतिरोधों के सिरे दो निष्चित बिन्दुओं के मध्य जुड़े होते हैं तो उसे समानान्तर संयोजन कहते हैं। इस संयोजन में कुल प्रतिरोध का व्युत्क्रम, समानान्तर में जुड़े सभी प्रतिरोधों के व्युत्क्रमों के योग के बराबर होता है।



$1/R=1/R_1+1/R_2+1/R_3$

प्रश्न – निम्न परिपथ में कुल प्रतिरोध का मान ज्ञात करो।



उत्तर – चित्र के अनुसार

$V=12v,\ R_1=4\ \Omega,\ R_2=6\Omega,\ R_3=12\ \Omega$

उक्त तीनों प्रतिरोध परिपथ में समानान्तर क्रम में जोड़े गये हैं, जिनका कुल प्रतिरोध निम्न है–

$1/R=1/R_1+1/R_2+1/R_3$

$1/R=1/4+1/6+1/12$

$1/R=1/2$

$R=2\ \Omega$

Branch current –

$I_1= V/R_1=12/4=3$ A

$I_2= V/R_2=12/6=2$ A

$I_3= V/R_3=12/12=1$ A

प्रतिरोध वर्ण कोड

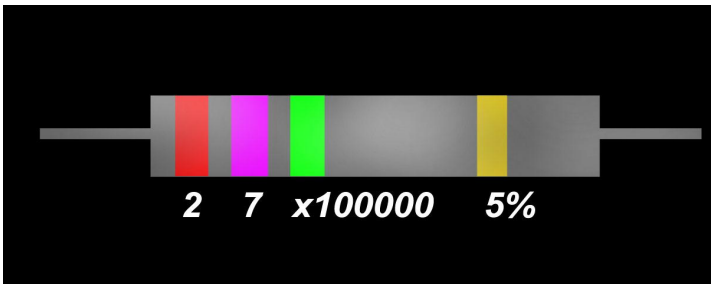
प्रतिरोधक मुख्यतः दो प्रकार के होते हैं – तार आबद्ध तथा कार्बन प्रतिरोधक। तार आबद्ध प्रतिरोधक किसी मिश्रधातु जैसे नाइक्रोम, मैंगनीज या इनके जैसे तारों को लपेटकर बनाये जाते हैं, इन प्रतिरोधों का मान एक ओम के किसी अंष से लेकर कुछ सौ ओम तक होता है।

उच्चतर मान के प्रतिरोधक मुख्यतः कार्बन से बनाये जाते हैं। कार्बन प्रतिरोधक सस्ते होते हैं इसलिये इनका व्यापक उपयोग इलेक्ट्रॉनिक परिपथों में होता है। कार्बन प्रतिरोधकों को वर्ण कोड निम्नानुसार होता है –

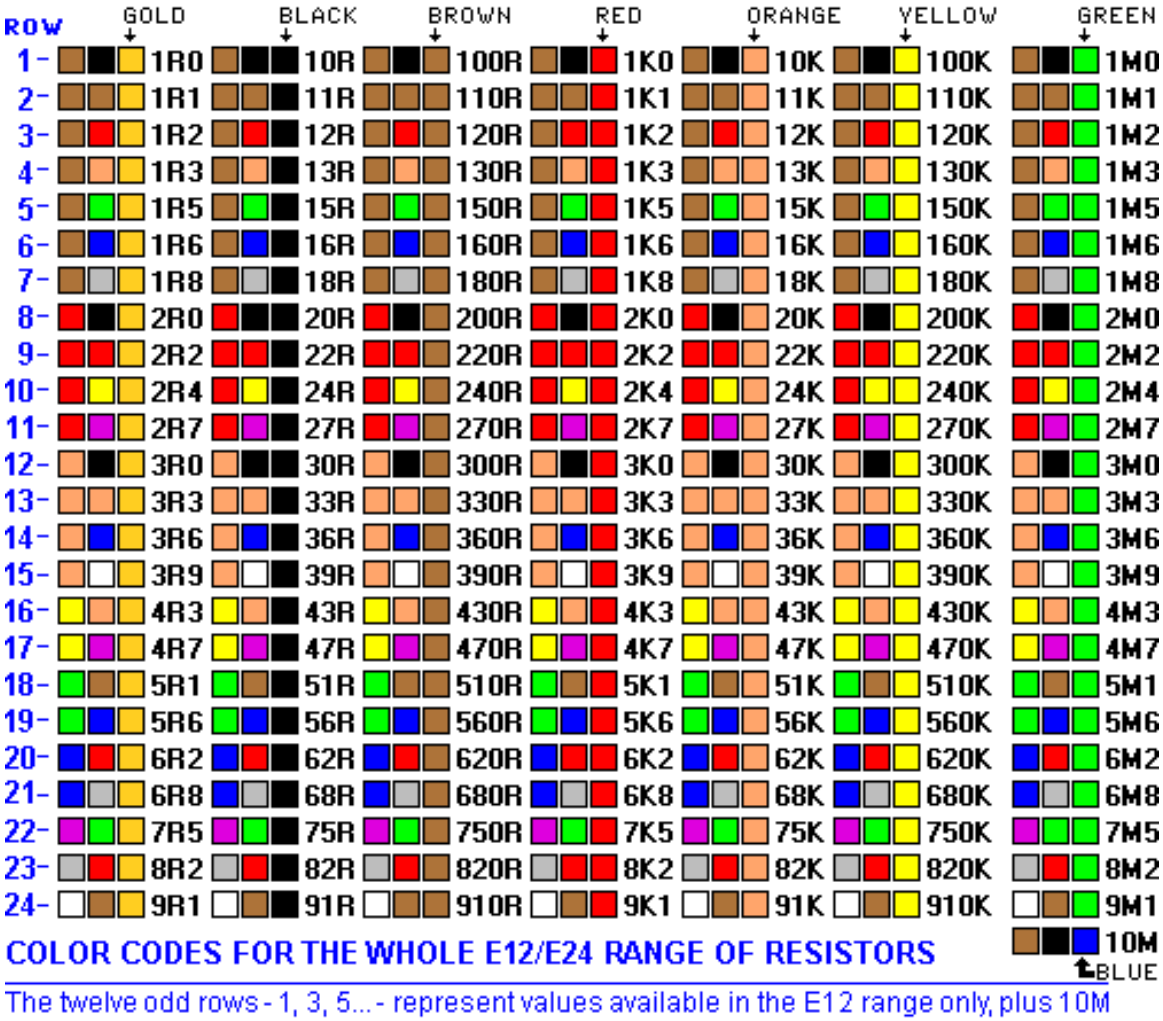
रंग	अंक	गुणांक	सहता
काला	0	1	....
भूरा	1	10^1	.....
लाल	2	10^2	.....
नारंगी	3	10^3	.....
पीला	4	10^4	.....
हरा	5	10^5	.....
नीला	6	10^6	.....
बैंगनी	7	10^7	.....
घूसर (ग्रे)	8	10^8	.....
सफेद	9	10^9	.....
सुनहरा	...	10^{-1}	5 प्रतिषत
सिलवर	...	10^{-2}	10 प्रतिषत
वर्णहीन	....	.....	20 प्रतिषत

प्रतिरोधक पर रंगीन वलयों (रिंग्स) का समूह होता है। सिरे से पहली दो धारियां ओम में प्रतिरोध के पहले दो अंको को प्रदर्षित करती है, तीसरी धारी दषमलव गुणांक बताती है, तथा अंतिम धारी संह्ता (टॉलरेन्स) के संभावित विचरण को प्रदर्षित करती है।

अंतिम धारी नहीं होने पर टॉलरेन्स 20 प्रतिषत होती है।



यदि चार रंग की धारियां नारंगी, नीली, पीली व सुनहरी है तो प्रतिरोध का मान 36X10 ओम् होगा व टॉलरेन्स 5 प्रतिषत होगी।



प्रश्न – 2.7 किलो ओम् + 10% प्रतिरोधकता वाले प्रतिरोध के कलर कोड लिखिये।

उत्तर – ज्ञात है कि 2.7 किलो ओम् = 2700 ओम् यहां 2 एवं 7 महत्तवपूर्ण अंक है, एवं गुणांक 100 है इसलिये –

2	7	x100	+10%
लाल	बैंगनी	लाल	सिल्वर

इस प्रकार कलर कोड है – लाल, बैंगनी, लाल व सिल्वर

प्रष्न – निम्न कलर कोड के लिये प्रतिरोध व टॉलरेन्स ज्ञात कीजिये।

हरा, नीला, भूरा एवं सिल्वर

उत्तर – हम जानते हैं कि –

हरा	नीला	भूरा	सिलवर
5	6	x10	+10%

इस प्रकार प्रतिरोध का मान = 56x10+10%

=560 Ω+ 10%

प्रष्न – 56 k Ω+20% के लिये कलर कोड लिखिये।

उत्तर – हम जानते हैं कि –

56 k Ω=56,000Ω . यहां 5 व 6 महत्तवपूर्ण अंक हैं व गुणांक 1000 है, इसलिये

5	6	x 1000	+ 20%
हरा	नीला	नारंगी	वर्णहीन

इस प्रकार कलर कोड है – हरा, नीला, एवं नारंगी।

रजिस्टर के प्रकार'

रजिस्टर दो प्रकार के होते हैं –**1-** Linear resistor **2-** Non-linear resistor.

1-Linear resistor – वे प्रतिरोधक जिसमें विद्युत धारा, वोल्टेज के समानुपाती होती है, इस प्रकार के प्रतिरोधक की प्रतिरोधकता लगाये गये वोल्टेज, तापक्रम बदलने पर परिवर्तित नहीं होती है, ये पुनःदो प्रकार के होते हैं – (A) Fixed resistor (B) Variable resistor.

(A) Fixed resistor- ऐसे रजिस्टर जिनकी प्रतिरोधकता लगाये गये वोल्टेज,तापक्रम अथवा प्रकाष की तीव्रता बदलने पर बदलती नहीं है fixed resistor कहलाते हैं।

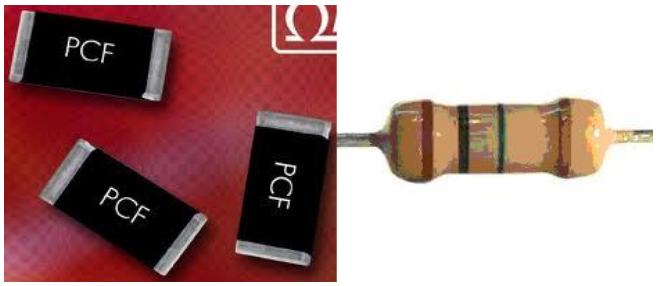
यह निम्न प्रकार के होते हैं –

i. Carbon composition resistor
ii. Thin film resistor
iii. Thick resistor
iv. Wire wound resistor

(i) **Carbon composition resistor** - इस प्रकार के रजिस्टर कार्बन पावडर को अचालक बाइंडर पदार्थ के साथ मिलाकर वांछित मान का बनाया जाता है।

इसकी परिवर्तनषीलता मान की 10 प्रतिषत होती है। यह रजिस्टर 1 Ω से 22 m Ω तक व पावर रेटिंग 1/8, 1/4, 1/3, 1/2, 1 व 2 वॉट में उपलब्ध होते हैं।

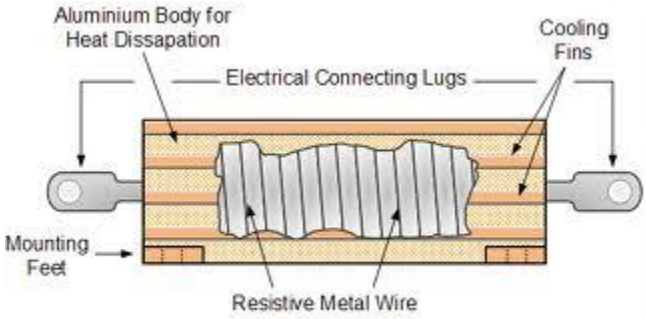
(ii) **Thin film resistor** - यह रजिस्टर चालक पदार्थ की पतली सतह (लेयर) किसी कुचालक पदार्थ (कांच, सेरामिक) की ट्यूब या प्लेट पर डिपॉजिट कर बनाये जाते हैं। यह दो प्रकार के होते हैं –



Carbonn film resistor- यह रजिस्टर, कार्बन कम्पोजिषन रजिस्टर से सस्ते होते हैं।

Metal film resistor- इन रजिस्टर को सेरमिक या कांच की छड़ पर मेटल की पतली तह चढ़ाकर बनाया जाता है।

(iii) **Thick resistor**- इन्हें भी Thin film resistor की भांति ही बनाया जाता है ये दो प्रकार के होते हैं –



Metal oxide film resistor- यह रजिस्टर, गर्म ग्लास सबट्रेट को टिन क्लोराइड द्वारा ऑक्सीडाइस कर बनाये जाते हैं। इनकी वोल्टेज रेटिंग व मान उच्च होते हैं ये 10 MΩ तक के बनाये जाते है, यह रजिस्टर उच्च फ्रिक्वेंसी पर कार्य कर सकते हैं व इनका तापक्रम स्थिरांक काफी कम होता है।

(iv)-**Wire wound resistor**- यह रजिस्टर प्रतिरोधक तार जैसे नाइक्रोम को सेरमिक पदार्थ पर लपेटकर बनाये जाते हैं एवं वायर के ऊपर Insulated पदार्थ का आवरण चढ़ाया जाता है।

यह अन्य प्रतिरोधकों की तुलना में मंहगे होते हैं किन्तु ये उच्च स्थायित्व व उच्च Current क्षमता वाले होते हैं इनमें उपस्थित इंडक्टेंस व केपेसिटेंस के कारण इन्हें उच्च फ्रिक्वेंसी उपकरणों में प्रयोग नहीं किया जाता है।

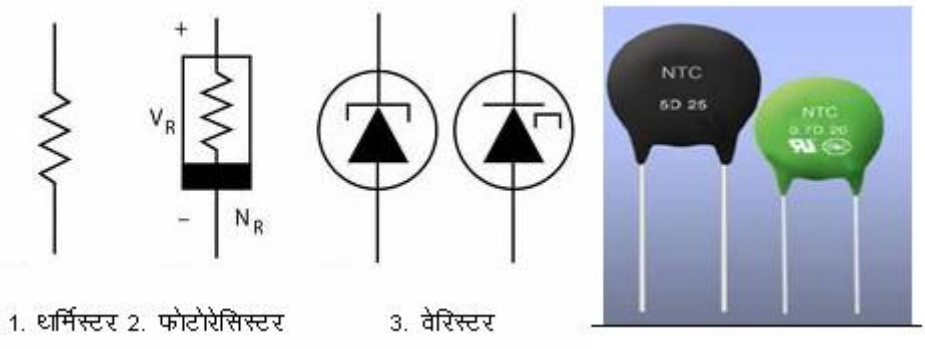
(B) Variable linear resistor –

यह रजिस्टर किसी विद्युत परिपथ में विद्युत धारा नियंत्रित करने व वांछित मात्रा में वोल्टेज प्रदान करने हेतु प्रयोग किये जाते हैं।

इनका मान 0 से एक निष्चित सीमा तक हो सकता है।

2-Non linear resistor–

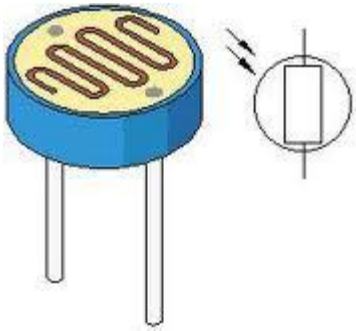
यह अर्द्धचालक पदार्थ से बनाये जाते हैं, इनका Non linear गुण अर्द्धचालक पदार्थ के कोवेलेंट बांड टूटने की प्रक्रिया पर आधिारित होते हैं। इनमें आवेष संवहन का ऊर्जा स्त्रोत वोल्टेज, तापक्रम या आपतित प्रकाष हो सकता है। यह तीन प्रकार के होते हैं।



1. थर्मिस्टर 2. फोटोरेसिस्टर 3. वेरिस्टर

I- **थर्मिस्टर** – थर्मिस्टर थर्मल व रजिस्टर का मिला हुआ संक्षिप्त रूप है। यह एक तापक्रम संवेदी रजिस्टर होता है, जिसे तापक्रम में हुये अल्प परिवर्तन को Detect करने हेतु उपयोग किया जाता है।

II- **फोटोरेसिस्टर** – इन्हें फोटो कंडक्टिव सैल भी कहा जाता है। यह ऐसे अर्द्धचालक पदार्थ से बने होते हैं जिनका प्रतिरोध, आपतित प्रकाष के अनुसार परिवर्तित होता है। जैसे–केडमियम सल्फाइड, केडमियम सेलेनाइड, लेड सल्फाइड आदि।



ये रजिस्टर 100Ω से 100kΩ तक मान के उपलब्ध होते हैं, इनका उपयोग लाइट मीटर व लाइट एक्टिवेटेड रिले सर्किट में होता है। इसका प्रतीक चिन्ह उपरोक्तानुसार होता है

III- **वेरिस्टर** – यह दो षब्दों वेरिस्टक व रेसिस्टर से मिलकर बना है, यह एक वोल्टेज पर निर्भर रेसिस्टर है, इनका उपयोग सर्किट को surge (सर्ज) वोल्टेज (अचानक बढ़ने वाले वोल्टेज) से सुरक्षित रखने में किया जाता है, ये रेसिस्टर 2000A तक करेंट व 12V से 660 V की क्षमता में उपलब्ध है।

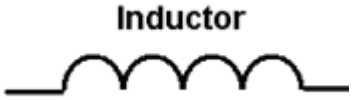
उपयोग –

1–सर्किट की सुरक्षा हेतु।

2–सर्ज वोल्टेज संप्रेषन हेतु।

इंडक्टर एवं इन्डक्टेंस

इन्डक्टेंस किसी कुण्डली का वह गुण है जो विद्युत धारा परिवर्तन का oppose करता है। जब कुण्डली से परिवर्तनषील विद्युत धारा बहती है, तो कुण्डली में मेग्नेटिक फ्लक्स परिवर्तित होता है जो विद्युत धारा का विरोध करता है।



यदि विद्युत धारा के मान मे परिवर्तन होता है तो प्रेरित होने वाले मेग्नेटिक फ्लक्स के मान में भी बदलाव होता है, जो कॉइल में अपोजिट वोल्टेज उत्पन्न करता है, जो विद्युत धारा में होने वाले परिवर्तन के समानुपाती होता है –

$V \alpha \ di/dt$

$V = L\,(di/dt)$

जहां V = प्रेरित वोल्टेज।

(di/dt) - विद्युत धारा में होने वाले परिवर्तन की दर।

L – इंडक्टेंस

इंडक्टेंस की इकाई हेनरी व प्रतीक H है, वास्तविकता में हेनरी बड़ी इकाई है इसलिये छोटी इकाइयों जैसे mH या μH का प्रयोग किया जाता है।

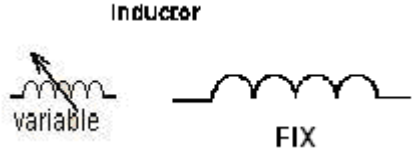
<u>कॉइल या इन्डक्टर</u>

कॉइल या इन्डक्टर एक विद्युत कम्पोनेंट है जिसे एक निष्चित इंडक्टेंस हेतु निर्मित किया जाता है। इसका प्रयोग ट्यूनिंग व फिल्टर सर्किट में किया जाता है, रेडियो रिसीवर में भी इनका उपयोग एण्टिना कॉइल के रूप में किया जाता है, साथ ही एक सर्किट से दूसरे में ऊर्जा स्थानान्तरण हेतु भी इनका प्रयोग होता है। इनका उपयोग AC को कम करने व DC को प्रवाहित करने हेतु किया जाता है, इस तरह के इन्डक्टर को चोक कहते हैं।

जो audio frequency (AFC) एवं Radio frequency (RFC) होते हैं।

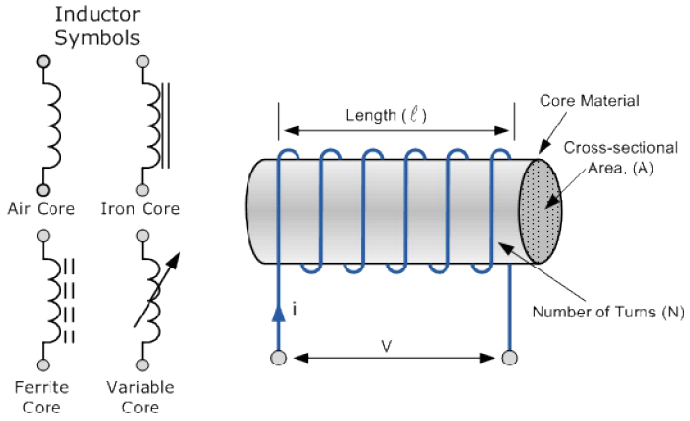
<u>इन्डक्टर का प्रकार</u> –

इंडक्टर दो प्रकार के होते हैं निष्चित या परिवर्तनषील जिनके प्रतीक निम्न हैं–



कॉइल का इंडक्टेंस

किसी कॉइल का इन्डक्टेंस उसके भौतिक परिमाप पर निर्भर करता है। भौतिक परिपाम में कोर की लम्बाई कोर का अनुप्रस्थ क्षेत्रफल व टर्नस् की संख्या होती है।



माना कि l – कोर की लम्बाई जिस पर कॉइल लपेटी गई है।

A– कोर के अनुप्रस्थ भार का क्षेत्रफल मीटर में।(m^2)

N– टर्न्स की संख्या।

μ_0– निर्वात की परमिएब्लिटी $(4\pi x10^{-7}$ H/m)।

μ_r– कोर के पदार्थ को सापेक्षिक परमिएब्लिटी।

कॉइल के इंडक्टेंस का मान निम्न सूत्र द्वारा ज्ञात किया जा सकता है–

$$L = \mu_0 \mu_r AN^2 / l$$

प्रष्न – एक उच्च परमिएब्लिटी कोर पर कॉइल के 150 कुण्डली लपेटी गई है, यदि $\mu_r = 3540$, $\mu_0 = 4\pi x10^{-7}$H/m कॉइल की लम्बाई 5 सेमी एवं अनुप्रस्थ भार का क्षेत्रफल 5 x $10^{-4}m^2$ हो तो कॉइल का इन्डक्टेंस ज्ञात कीजिये।

हल – दिया है– N=150, $\mu_r = 3540$, $\mu_0 = 4\pi x10^{-7}$ H/m

$L = 5$ c.m.$= 0.05$m, $A = 5x10^{-4}$ m^2

$$L = \mu_0 \mu_r AN^2 / l$$

$$L = (4\pi x10^{-7}) \times 3540 \times (5x10^{-4}) \times (150)^2 / 0.05$$

$L = 1$ H (answer)

इंडक्टिव रिएक्टेंस

जब किसी इंडक्टर (कॉइल) से प्रत्यावर्ती धारा बहती है, तो उसमें प्रेरित विभव उत्पन्न होता है जो उस धारा को रोकता है जिसके कारण यह विभव उत्पन्न होता है। यह अवरोध कॉइल का इन्डक्टिव रिएक्टेंस कहलाता है।

इसका मान इंडक्टर के आकार व प्रत्यावर्ती धारा की frequency पर निर्भर करता है। जो निम्न सूत्र द्वारा ज्ञात किया जा सकता है –

$$X_L = \omega L$$
$$X_L = 2\pi fL$$

ω–कोणीय frequency रेडियन/सेकण्ड में $(\omega = 2\pi f)$

L – इंडक्टर का इंडक्टेंस

उक्त सूत्र से स्पष्ट है कि यदि freq f=0 है तो $X = 0$ होगा अर्थात् इंडक्टर DC को कोई अवरोध उत्पन्न नहीं करता है।

"इम्पीडेंस (Z)"–

एक वास्तविक इन्डक्टर का कुछ ओहमिक प्रतिरोध अवष्य होता है। जिसे डी.सी. प्रतिरोध कहा जाता है। यह प्रतिराध एवं इन्डक्टिव रिएक्टेंस का योग इंडक्टर का इम्पीडेंस कहलाता है जिसका मान निम्न सूत्र से ज्ञात किया जा सकता है –

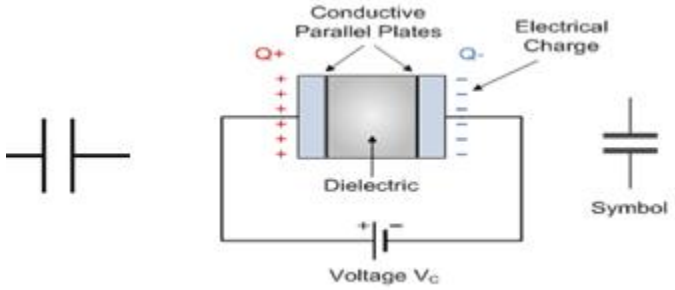
इम्पीडेंस $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$

क्वालिटी फेक्टर (Q):– इन्डक्टिव रिएक्टेंस और डी.सी. प्रतिरोध R का अनुपात, क्वालिटी फेक्टर (Q) कहलाता है।

क्वालिटी फेक्टर **(Q) = X_L/R**

संधारित्र एवं धारिता

संधारित्र किसी विद्युत रोधी पदार्थ द्वारा पृथक दो चालकों का एक निकाय होता है। एक सामान्य संधारित्र में दो समानान्तर पट्टिकाओं को एक परावैद्युत पदार्थ द्वारा पृथक रखा जाता है।



यदि संधारित्र को डी.सी. वोल्टेज स्त्रोत से स्विच के द्वारा जोड़ा जाता है। स्विच चालू करते ही संधारित्र चार्ज होना प्रारम्भ हो जाता है। जब प्लेट के मध्य वोल्टेज स्थिर रहता है तो प्लेट पर आवेष भी स्थिर रहता है। प्लेट पर चार्ज (Q) वोल्टेज (V) के समानुपाती होता है –

$$Q \alpha V$$

$$Q=CV$$

C एक स्थिरांक है, जिसे संधारित्र की धारिता कहते हैं जो संधारित द्वारा संग्रहित ऊर्जा का मापक है। धारिता की इकाई फैरड (F) है चूंकि फैरड बड़ी इकाई है अतः हम छोटी इकाईयों जैसे माइक्रो फैरड (μf) नैनो फैरड (nf) या पीको फैरड (pf) का उपयोग किया जाता है।

धारिता को प्रभावित करने वाल कारक–

संधारित की धारिता निम्न तीन बातों पर निर्भर करती है –

1. प्लेट का क्षेत्रफल (A)– प्लेट का क्षेत्रफल बढ़ने पर धारिता भी बढ़ती है।
2. प्लेट के मध्य दूरी (d) – प्लेटों के मध्य दूरी बढ़ने पर धारिता घटती है।
3. परावैद्युत पदार्थ का प्रकार – यह धारिता को सीधे प्रभावित करता है। परिमिटिविटी बढ़ने पर धारिता भी बढ़ती है।

उपरोक्त तीनों कारकों निम्न संबंध होता है–

धारिता $C \alpha \varepsilon r.A / d$

धारिता $C= \varepsilon o.\ \varepsilon r.A / d$

यहां εr – निरपेक्ष परमिटिविटी है जिसका मान $8.854x10^{-12}$ फैराड/मीटर होता है।

प्रश्न 1– समानान्तर प्लेट संधारित की धारिता ज्ञात करो यदि उसकी प्लेट का क्षेत्रफल 0.04 वर्ग मीटर हो एवं प्लेट के मध्य दूरी 0.02 मीटर। परवैद्युत पदार्थ माइका है जिसका स्थिरांक 5.0 है।

उत्तर – दिया है कि –

$A=0.04$ वर्ग मीटर, $d=0.02$ मीटर एवं $\varepsilon r=5.0$

हम जानते हैं कि समानान्तर प्लेट संधारित की धारिता –

$C= \varepsilon o. \varepsilon r.A / d$

$C=(8.85x10^{-12}) \times 5.0 \times 0.04 / 0.02$

$C=1.77x10^{-11}$

$C=17.7pF$

प्रश्न 2– किसी सिरामिक केपेसिटर का प्लेट एरिया 0.2 वर्ग मीटर है यदि उसकी धारिता 0.428μf हो एवं सिरामिक का परावैद्युत स्थिरांक 1200 हो तो परावैद्युत पदार्थ की मोटाई ज्ञात कीजिये।

उत्तर – दिया है कि –

$A=0.2$ वर्ग मीटर, $\varepsilon r=1200$, एवं $C=0.428\ \mu F = 0.428x10^{-6}\ F$, $d=?$

हम जानते हैं कि धारिता –

$C= \varepsilon o. \varepsilon r.A / d$

$0.428 \times 10^{-6} = (8.85 x10^{-12}) \times 1200 \times 0.2 / d$

$0.428 \times 10^{-6} = 2.124 \times 10^{-9} / d$

$d = 2.124 x10^{-9} / 0.428x10^{-6}$

$d = 4.96 \times 10^{-3}$ mtr

$d = 4.96$ mm

संधारित्र का वर्गीकरण

संधारित कई आधार पर वर्गीकृत किये जाते हैं जैसेः–

1. Fixed
2. Variable

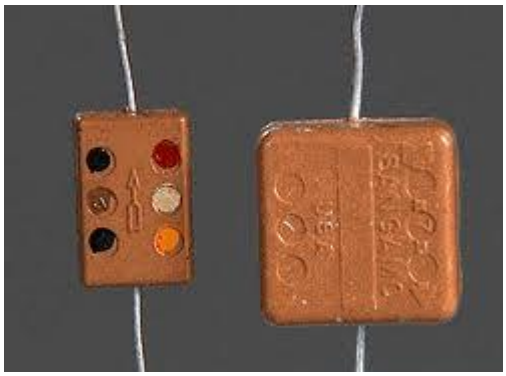
1. **Fixed संधारित्र** – इस प्रकार के संधारित्र की धारिता किसी भी तरह से परिवर्तित नहीं की जा सकती है। ये दो प्रकार के होते हैं – (1) इलेक्ट्रोस्टेटिक (2) इलेक्ट्रोलिटिक

(i) **इलेक्ट्रोस्टेटिक** – ये संधारित्र धातु के दो चालकों (plates) का बना होता है, जो डाइ इलेक्ट्रिक पदार्थ द्वारा पृथक रहती है। इसके प्रकार निम्न है –

(a) **सेरामिक केपेसिटर –** ये संधारित्र सेरामिक पदार्थ जैसे– बेरियम, स्ट्रान्टियम व टिटनेट के पावडर मिश्रण से बनाये जाते हैं। ये 10pf से 1μf तक धारिता में उपलब्ध होते हैं ये पेपर व माइका संधारित्र से सस्ते होते हैं।

(b) **माइका संधारित्र –**

ये संधारित्र 1 pf से 10000 pf मान में उपलब्ध होते हैं। ये महंगे होते हैं, किन्तु इनकी धारिता 200 mhz



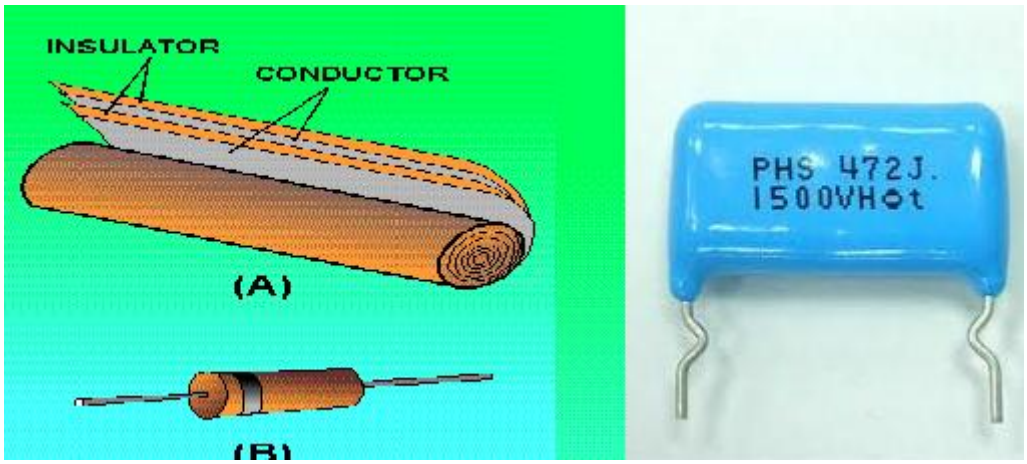
frequency तक सटीक होती है ये 500 वोल्ट तक वोल्टेज वहन क्षमता रखते हैं।

(c) **Plastic film capacitor-**

इन संधारित्रों में प्लास्टिक पदार्थ को इलेक्ट्रिक के रूप में उपयोग होता है। ये 5pf से 0.05μf तक मान में उपलब्ध रहते हैं।

(d) **Paper capacitor –**

यह संधारित्र एल्यूमीनियम के प्लेट के बने होते हैं जिनमें ट्रीटेड पेपर को डाइ–इलेक्ट्रिक के रूप में उपयोग किया जाता है।



foil व paper को रिबन के रूप में लपेटा जाता है। यह 0.001μf से 1μf तक मान में उपलब्ध होते हैं। इनका working voltage 2000 वोल्टेज तक हो सकता है।

Electrolytic capacitor-

ये संधारित्र धातु की प्लेट के बने होते हैं, जो पतली मेटल ऑक्साइड फिल्म द्वारा पृथक रहती है। मेटल ऑक्साइड चालक यौगिक रहता है। जिसका परावैद्युत स्थिरांक 8 से 25 होता है। यह पेस्ट या लिक्विड रूप में हो सकता है। ये संधारित्र उच्च धारिता वाले 1μf से 10000μf तक के हो सकते हैं।

प्रकार – 1. **एल्यूमीनियम इलेक्ट्रोलिटिक केपेसिटर –**

इन संधारित्रों का working voltage अधिक रहता है व कीमत कम होती है, यह केपेसिटर 500 वोल्ट तक

क्षमता में उपलब्ध रहते हैं।

2. **Tentalum electrolytic capacitor–**

ये एल्यूमीनियम इलेक्ट्रोलिटिक संधारितों से अच्छे होते हैं। इनकी Temperature range व लाइफ अधिक

होती है व यांत्रिक झटके सहन करने की क्षमता अधिक होती है।

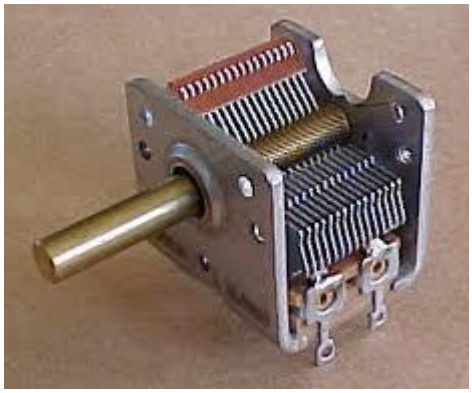
Disadvantages-

1. इनका working voltage इसी प्रकार के अन्य संधारित्रों की तुलना में कम होता है।
2. इनका लीकेज करेंट अधिक होता है।
3. इनकी भण्डार/स्टोरेज लाइफ कम होती है क्योंकि इनका डाइ–इलेक्ट्रिक लम्बी अवधि में अपना गुणधर्म खोने लगता है।

2. Variable capacitor-

(a) Variable capacitor with air as di-electric –

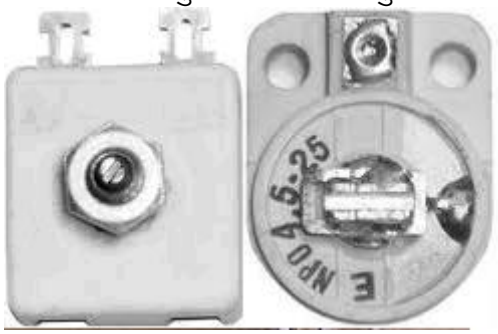
इन संधारित्रों में धातू की प्लेट्स के दो सेट होते हैं, जिनमें से एक स्थिर रहता है व दूसरा घूमने वाला होता है।



प्लेट के घूमने वाले सेट को नॉब के द्वारा घुमाकर अन्दर या बाहर किया जा सकता है, जिससे धारिता परिवर्तित होती है। जब प्लेट्स पूरी तरह से दूर रहती है, तो धारिता न्यूनतम होती है, व प्लेट्स पास होने पर धारिता अधिकतम होती है। विभिन्न रेडिया रिसीवर में अलग–अलग रेडियो स्टेषन ट्यून करने हेतु इनका प्रयोग किया जाता है।

(b) Trimmers & padders –

इन संधारित्रों का उपयोग किसी उपकरण की कुल धारिता में सूक्ष्म Adjustment करने हेतु उपयोग किया जाता है। इनमें दो छोटी फ्लेक्सिवल धातु की प्लेट परावैद्युत पदार्थ (माइका) द्वारा पृथक रहती हैं।



प्लेट के मध्य दूरी स्क्रू द्वारा परिवर्तित कर धारिता परिवर्तित की जाती है। स्क्रू को अंदर घुमाकर प्लेट पास कर धारिता बढ़ाई जाती है, इनकी धारिता 5 pf से 30 pf तक Adjust की जा सकती है।

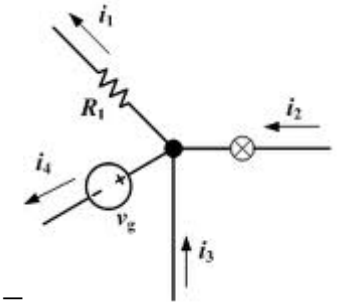
KIRCHOFF'S LAW

किरचॉफ के नियम – इन नियमों का उपयोग इलेक्ट्रिकल व इलेक्ट्रानिक्स सर्किट के विष्लेषण हेतु किया जाता है। यह नियम ए.सी. व डी.सी. दोनों सर्किट हेतु उपयोग किये जा सकते हैं। यह नियम निम्न हैं –

1. किरचॉफ का करेंट का नियम
2. किरचॉफ का वोल्टेज का नियम

1. **किरचॉफ का करेंट का नियम** – इन नियम के अनुसार किसी विद्युत परिपथ में किसी बिन्दु (जंक्षन) पर विद्युत धारा का बीजगणितीय योग षून्य होता है, दूसरे षब्दों में किसी जंक्षन में प्रवेष कर रही विद्युत धारा का योग जंक्षन से बाहर निकल रही विद्युतधारा के योग के बराबर होता है।

चित्र में परिपथ में एक डी.सी. वोल्टेज स्त्रोत व तीन प्रतिरोध जुड़े हैं। यदि किसी जंक्षन पर प्रवेष कर रही विद्युत धारा को धनात्मक व बाहर निकल रही धारा को ऋणात्मक माना जाये तो जंक्षन के लिये

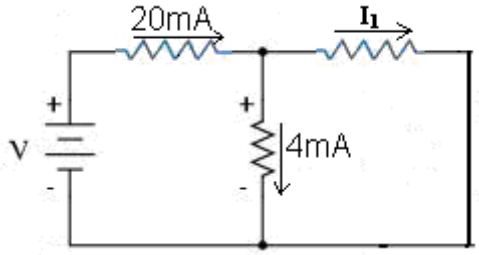


प्रवेष कर रही विद्युत धारा = i_2+i_3

बाहर निकल रही विद्युत धारा का योग = $-(i_1+i_4)$

किरचोफ करेंट नियम के अनुसार $+ i_2+i_3- i_1-i_4=0$ या $I_{in} = I_{out}$

प्रश्न – किसी पी.सी.वी. पर तीन प्रतिरोध लगे हैं, धारा I_1 का मान ज्ञात करो ।



उत्तर – जंक्षन ए में प्रवेष कर रही विद्युतधारा = I_T=20mA

जंक्षन ए से बाहर निकल रही विद्युत धारा = I_1+4 mA

किरचोफ करेंट नियम के अनुसार –

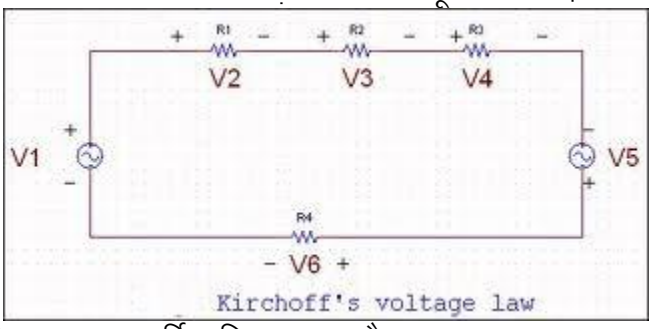
$20 = I_1 + 4$ mA

$I_1 = 20 - 4$

$I_1 = 16$ mA

2. **किरचॉफ का वोल्टेज का नियम –**

इस नियम के अनुसार किसी नेटवर्क मे किसी बन्द लूप (पाथ) में सभी वोल्टेज का योग सदैव षून्य होगा । दूसरे षब्दों में यदि परिपथ में एक बिन्दु से प्रारम्भ कर पूरे परिपथ की गणना करते हुये पुनः प्रारम्भिक बिन्दु पर आवें तो सभी वोल्टेज को जोड़ने पर योग षून्य आवेगा।



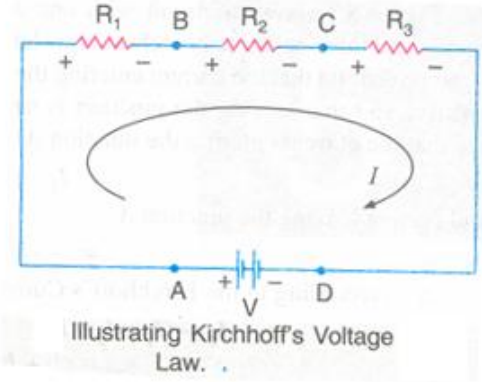
गणितीय भाषा में इसे निम्न प्रकार प्रदर्षित किया जाता है –

$\Sigma IR + \Sigma e.m.fs = 0$

ΣIR- प्रतिरोधों के Across वोल्टेज ड्रॉप का योग

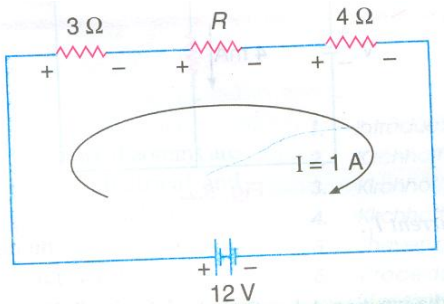
$\Sigma e.m.fs$ – battery voltages का योग

किसी परिपथ में किरचोफ का नियम उपयोग करने हेतु निम्न विधि अपनाई जाती है –



1. सर्वप्रथम परिपथ में प्रारम्भिव बिन्दु चुनना चाहिये (जैसे–ए) अब परिपथ में घड़ी की दिषा में आगे बढ़ते हुये पुनः बिन्दु ए पर आवें।
2. वोल्टेज स्त्रोत के वोल्टेज व प्रतिरोध के एक्रोस वोल्टेज ड्रॉप के बीजगणितीय योग की गणना करें। उक्त गणना में प्रथम चिन्ह (+ या -) लिखने का ध्यान अवष्य रखा जाना चाहिये।
3. प्रारम्भिव बिन्दु पर आने के पश्चात् परिपथ के सभी वोल्टेज के योग को षून्य के बराबर लिखें।

प्रश्न – निम्न परिपथ में किरचॉफ के नियम का उपयोग करते हुये प्रतिरोध R की गणना करें। विद्युत धारा I = 1A



हल– दिया है I=1A V=12V

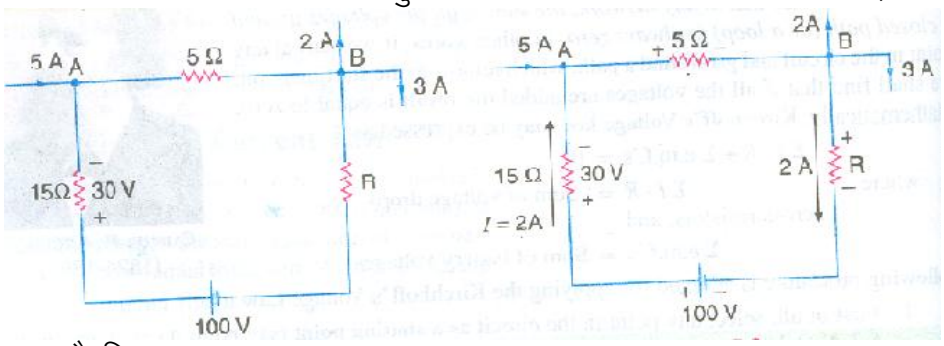
किरचाफ का नियम लगाने पर –

(1x3)+(1xR)+(1x4)-12=0

3+R+4-12=0

R=5 Ω

प्रश्न – किरचोफ के नियम का उपयोग करते हुये निम्न परिपथ में प्रतिरोध R का मान ज्ञात करो।



हल – दिया गया है कि –

15Ω प्रतिरोध के एक्रोस वोल्टेज = 30 V

माना कि – I_1 = 15Ω प्रतिरोध में विद्युत धारा का मान

ओम् के नियम के अनुसार –

$30=I_1 x 15$

$I_1=30/15=2A$

चित्र में दर्षाई ध्रुवीयता के आधार पर 15Ω प्रतिरोध से विद्युत धारा प्रवाहित होने की दिषा जंक्षन A की ओर होगी।

अब बिन्दु A पर प्रवेष कर रही विद्युत धारा = 5+2=7A

अब किरचोफ के करेंट के नियमानुसार – जंक्षन A से बाहर निकल रही विद्युतधारा का मान भी 7 A के बराबर होना चाहिये, यह विद्युतधारा जंक्षन A से B की ओर प्रवाहित होगी

इसलिये 5Ω प्रतिरोध में विद्युत धारा = 7A

अब जंक्षन B में प्रवेष कर रही विद्युतधारा का मान = 7A

किरचोफ करेंट नियम के अनुसार जंक्षन B पर

I in = I out

क्योंकि 2 A व 3 A विद्युत धारा जंक्षन B से बाहर जा रही है व 7 A प्रवेष कर रही है तो षेष 2 A (7A-5A) जंक्षन B से बाहर जावेगी, जो प्रतिरोध R से प्रवाहित होगी।

प्रतिरोध R से प्रवाहित हो रही विद्युत धारा = 2A

अब बन्द परिपथ में किरचोफ का वोल्टेज नियम लगाने पर –

(7x5)+(2xR)-100+30=0

35+2R-70=0

2R=70-35

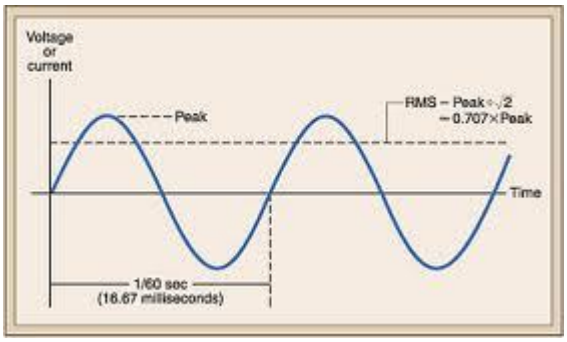
2R=35

R=35/2=17.5 Ω

AC Fundamental

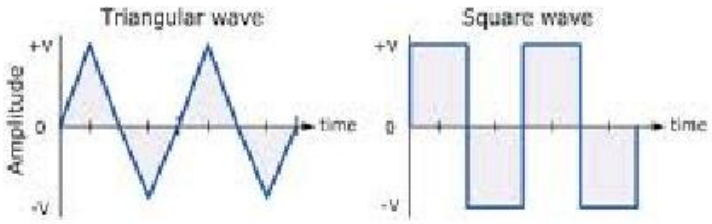
प्रत्यावर्ती विद्युत धारा वह विद्युत धारा है जो समय के साथ मान व दिषा दोनों परिवर्तित करती है। यह दो प्रकार की होती है।

(1)**Sinusoidal-** ऐसी प्रत्यावर्ती धारा जिसका मान sine या Cosine फलन के अनुरूप परिवर्तित होता है Sinusoidal विद्युत धारा कहलाती है। जिसका तरंग रूप निम्न है –



इलेक्ट्रानिक क्षेत्र में Sine wave form बहु उपयोगी Wave form है क्योंकि पूरे विष्व में रेडियो, टी.वी., टेलीफोन से ही wave form प्रेषित किये जाते है। पावर सप्लाई का wave form भी Sine wave ही होता है।

(2) **Non-Sinusoidal- Sine wave** के अतिरिक्त, दूसरे प्रत्यावर्ती धारा के wave form Square, त्रिकोणीय या Sawtooth weve form होते है।

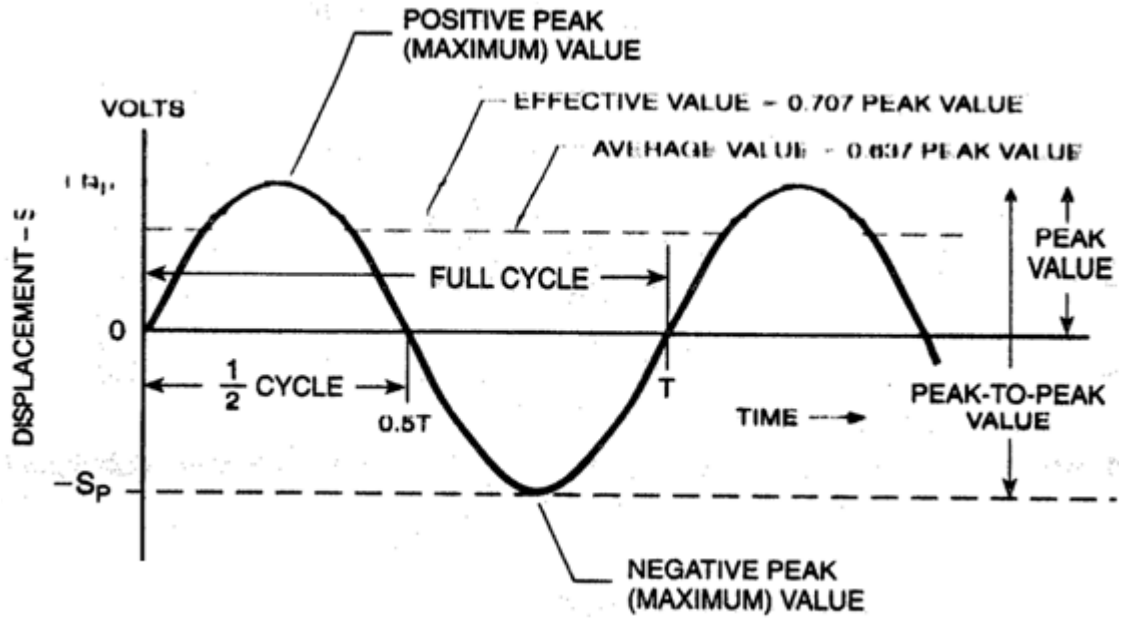


Square wave form का उपयोग कम्प्यूटर सर्किट में, त्रिकोणीय का उपयोग Industrial control system में एवं Sawtooth wave form का उपयोग Oscilloscope एवं TV Receiver में किया जाता है।

प्रत्यावर्ती धारा की महत्तवपूर्ण परिभाषायें –

1. Cycle
2- Time period
3- Frequency
4- Amplitude
5- Peak to peak value
6- Instantaneous value

7- Route mean square value
8- Average value
9- Phase
10- Phase difference



1- **Cycle -** धनात्मक व ऋणात्मक मानों के पूर्ण समूह को Cycle कहते हैं।

2- **Time period-** एक Cycle पूर्ण करने में लगने वाले समय को Time period कहा जाता है। इसे अक्षर T द्वारा प्रदर्षित किया जाता है। यह No. of Cycle का Reciprocal होता है।

3-**Frequency-** प्रत्यावर्ती धारा द्वारा एक सेकण्ड में पूर्ण किये गये Cycle की संख्या Frequency आवृत्ति कहलाती है।

$$f = \text{no. of cycles/time in sec.}$$

यह Time period का व्युत्क्रमानुपाती होता है, इसकी इकाई Hz होती है।

$$f = 1/T \text{ Hz}$$

4- **Amplitude-** किसी ए.सी. के धनात्मक या ऋणात्मक अर्द्धसायकल के अधिकतम मान को Amplitude या Peak value कहते हैं। इसे Ip,Ipeak से प्रदर्षित करते हैं।

5- **Peak to peak value-** धनात्मक या ऋणात्मक Peak value के योग को Peak to peak value कहते हैं।

6- **Instataneous value-** AC Current के किसी भी क्षण के मान को Instatenous value कहते हैं। इसे i से प्रदर्षित करते हैं।

7- **Route mean square value-** इसे प्रत्यावर्ती धारा की Effective value भी कहा जाता है, वे इसे Irms से प्रदर्षित किया जाता है, व्यावहारिक उपयोग हेतु इसे I लिखा जाता है। किसी Sinusoidal Ac की rms value उसके अधिकतम मान का 0.707 गुणा होता है। एमीटर व वोल्ट मीटर द्वारा दर्षाये जाने वाले मान rms मान ही होते हैं।

$$I_{rms} = 0.707 \times I_{max}$$

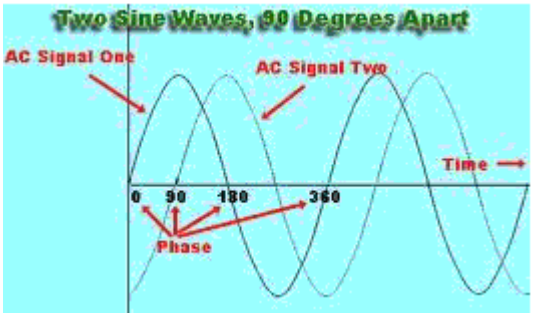
8- **Average value-** इसे डी.सी. मान भी कहा जाता है। जिस ए.सी. के धनात्मक व ऋणात्मक अर्द्ध सायकल दोनों बराबर हों उसका औसत मान षून्य होता है। इस स्थिति में औसत मान ज्ञात करने के लिये सिर्फ आधी सायकल के Instantaneous मानों का योग किया जाता है। यह ए.सी. के अधिकतम मान का 0.637 गुणा होता है।

$$I_{av} = 0.637 \times I_{max}$$

9- **Phase-** किसी ए.सी. के Reference (निष्चित) बिन्दु से प्रवाहित होने में बीत चुके समय अथवा सायकल के अंष को Phase कहते हैं। सामान्यतः निष्चित बिन्दु, मूल बिन्दु ही होता है। इसे तीन प्रकार से प्रदर्षित किया जाता है –

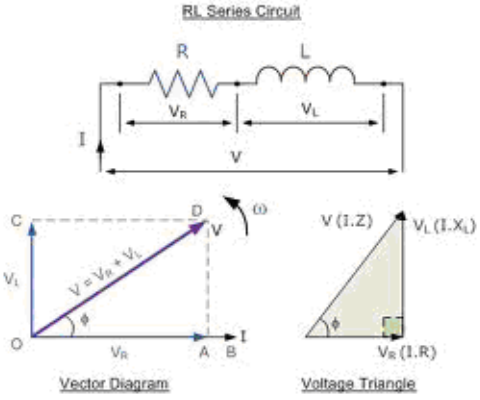
(1) कोण (रेडियन या डिग्री में)
(2) समय के अंष या भाग में
(3) समय सेकण्ड में

10- **Phase difference-** दो समान आवृत्ति वाले ए.सी. के Phase में विद्यमान अंतर को Phase difference कहते हैं। इसे अक्षर ϕ द्वारा प्रदर्षित करते हैं, इसे भी Phase की तरह तीन प्रकार से प्रदर्षित किया जा सकता है।



SERIES AC CIRCUIT

1. AC Through resistance & inductance -



रजिस्टेंस R एवं इंडक्टर L श्रेणी संयोजन में जोड़े गये हैं।
माना कि – V- वोल्टेज का r.m.s. मान
I- करेंट का r.m.s. मान

$V_R = I\ R$

$V_L = I\ X_L$ कॉइल में वोल्टेज ड्राप

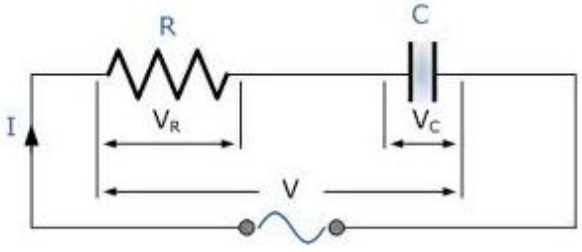
लगाया गया वोल्टेज V, V_R एवं V_L का सदिश योग होता है –

$$V = \sqrt{V_R^2 + V_L^2} = \sqrt{(I\ R)^2 + (I\ X_L)^2}$$

$$I = V/\sqrt{R^2 + X_L^2} \qquad V = I\sqrt{R^2 + X_L^2}$$

$\sqrt{R^2 + X_L^2}$ सर्किट का इम्पिडेंस (Z) कहलाता है।

2. AC Through resistance & capacitance-



चित्र के अनुसार रजिस्टेंस R व केपेसिटर C श्रेणी संयोजन में जुड़े हैं।

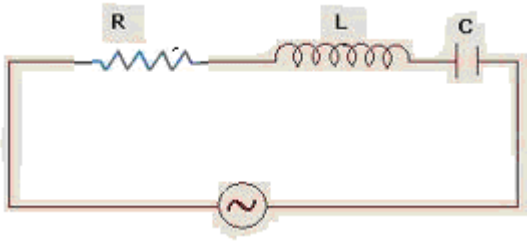
$V_R = I.R$ वोल्टेज ड्राप एकास R

$V_C = IX_C$ वोल्टेज ड्राप एकास केपेसिटर

$V = \sqrt{V_R^2 + V_C^2} = \sqrt{(I\ R)^2 + (-I\ X_C)^2}$ (ऋण चिन्ह केपेसिटर में वोल्टेज के करेंट से क्वाटंर सायकल पीछे होने से लगाया जाता है)

$$V = I\sqrt{R^2 + X_C^2} \qquad I = V/\sqrt{R^2 + X_C^2}$$

3.**Resistance, inductance, capacitance in series-**



चित्र के अनुसार उक्त तीनों श्रेणी संयोजन में सर्किट में लगे हैं।

$$V_R = I \cdot R$$

$$V_L = I \cdot X_L$$

$$V_c = I \, X_c$$

लगाया गया वोल्टेज V का मान निम्न है –

$$V = \sqrt{(IR)^2 + (IX_L - IX_c)^2}$$

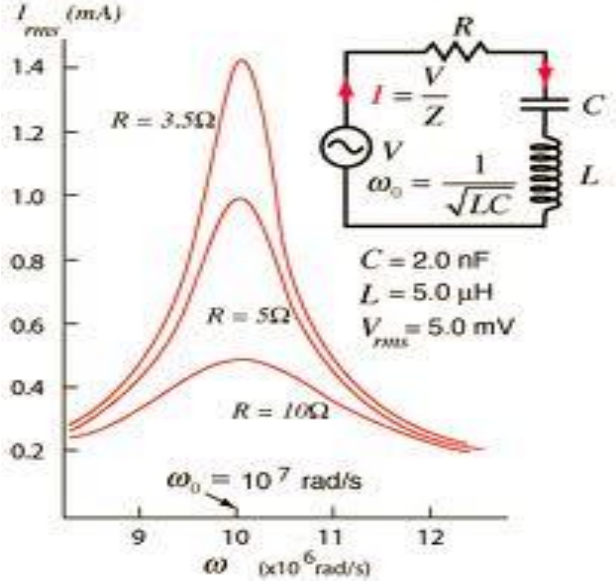
$$V = I\sqrt{R^2 + (X_L - X_c)^2}$$

$$I = V / \sqrt{R^2 + (X_L - X_c)^2}$$

$\sqrt{R^2 + (X_L - X_c)^2}$ को सर्किट का इम्पिडेंस कहते हैं व $X = (X_L - X_c)$ को नेट रिएक्टेंस कहा जाता है। करेंट लीड होने पर $(X_c > X_L)$ + चिन्ह उपयोग किया जाता है, एवं करेंट पीछे (Lag) होने पर $(X_L > X_c)$ – चिन्ह का प्रयोग किया जाता है।

4. **Resonance in RLC circuit –**

RLC श्रेणी सर्किट नेट रिएक्टेंस षून्य होने पर इलेक्ट्रिकल रेजोनेंस (अनुनाद) की स्थिति में होता है, इस स्थिति में आवृत्ति को रेजोनेंस आवृत्ति कहते हैं, जो f_0 से प्रदर्षित की जाती है।



नेट रिएक्टेंस $X = X_L - X_C$

रेजोनेंस की स्थिति में $X = 0$

$$X_L - X_C = 0$$

$$X_L = X_c$$

$$\omega L = 1/\omega C$$
$$\omega = 1/\sqrt{LC}$$
$$2\pi f_0 = 1/\sqrt{LC}$$
$$f0 = 1/2\pi\sqrt{LC}$$

यदि L हेनरी में व C फैराड में होगा तो आवृत्ति Hz में होगी । इस स्थिति में $X=0$ होगा इसलिये $Z=R$ जो कि इम्पीडेंस का न्यूनतम मान होगा। अतः सर्किट करेंट अधिकतम होगा जिसका मान –

I=V/Z K V/R

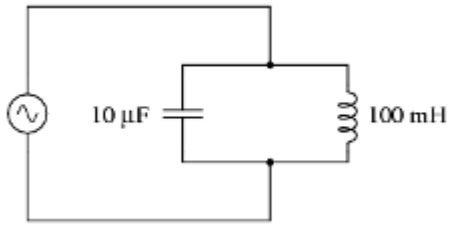
प्रश्न – एक 15 ओम् का प्रतिरोध, चार हेनरी का इंडक्टेंस व 25 माइक्रो फैराड का केपेसिटर श्रेणी संयोजन में 230 वोल्ट सप्लाई से जुड़े हैं, तो –
आवृत्ति ज्ञात करो जिस पर करेंट अधिकतम हो।

उत्तर – करेंट का मान रेजोनेंस की स्थिति में ही अधिकतम होता है, इस स्थिति में आवृत्ति–

$f=1/2\pi\sqrt{LC}$ or $1/2\pi\sqrt{4 \times 25 \times 10^{-6}} = 15.9$Hz answer

पेरेलल (समानान्तर) L-C सर्किट

जब इंडक्टर व केपेसिटर को वोल्टेज स्त्रोत के साथ समानान्तर क्रम में जोड़ा जाता है, तो यह समानन्तर L-C ckt. कहा जाता है। समानान्तर में होने से एल व सी के एक्रास वोल्टेज का मान समान होता है।



ब्रॉच करंट

चूकि ब्रॉच करंट एक दूसरे से 180^0 Phase shift में होते है, इसलिए नेट करंट दोनो करंट के सदिष (वेक्टर) योग से प्राप्त होता है। इंडक्टर में करंट वोल्टेज से 90^0 पीछे होता है (करंट लेग करता है) एवं केपेस्टिर में करंट वोल्टेज से 90^0 आगे होतो है।(करंट लीड करता है)

जो परिणामी करंट (I_L या I_C) अधिक होता है करंट व वोल्टेज उसी फेज में होते है अर्थात यदि I_C predominent current है तो परिणामी करंट भी वोल्टेज से 90^0 पीछे होगा।

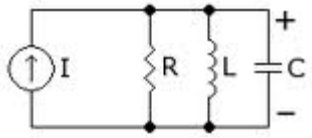
सर्किट का इंपीडेंस – कुल सर्किट इंपीडेंस (Z) का मान सर्किट वोल्टेज व कुल करंट का अनुपात होता है।

$$Z = V/I_T$$

सर्किट का इंपीडेंस, केपेसिटिव या इंडक्टिव हो सकता है जो मुख्य करंट द्वारा निर्धारित होता है (जब X_L व X_C के बराबर ना हो) यदि $X_L = X_C$ हो तो यह सर्किट रेजोरेंट सर्किट कहलाती है।

पेरेलल (समानान्तर) L-C-R सर्किट

जब समानान्तर L-C सर्किट के समानान्तर में R जोड़ दिया जाता है तो यह समानान्तर L-C-R सर्किट कहलाती है।



ब्रांच करंट :–

प्रतिरोध R में करंट व वोल्टेज एक ही फेज में होते है, जबकि इनडक्टर में वोल्टेज, करंट से 90^0 आगे(लीड) रहता है एवं केपेस्टिर में वोल्टेज, करंट से 90^0 पीछे(लेग) रहता है।

इस स्थिति में ब्रांच करंट निम्न होगें –

$$I_R = V/R \ , \ I_L = V/X_L, \ I_C = V/X_C$$

उक्त ब्रांच करंट के सीरिज योग करने पर लाईन करंट का मान ज्ञात किया जा सकता है।

सर्किट इंपीडेंस (Z) - ckt. का इंपीडेंस वोल्टेज व टोटल करंट का अनुपात होता है।

$$Z = V/I_T$$

Resonance - जब सर्किट का इंडक्टर रियक्टेंस X_L व केपेसिटिव रियक्टेंस X_C के बराबर होता है तो सर्किट इलेक्ट्रीकल में रेजोनेंस होता है।

$$XL = XC$$

$$2\pi fl = 1/2\pi fc$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

F= resonant frequency in hz
L= inductance in henry
C= capacitance in farad

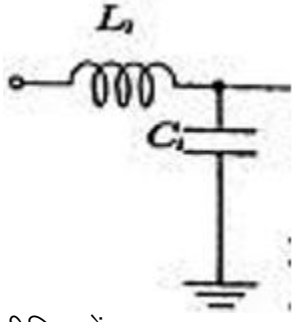
इस स्थिति में पेरेलल रेजोनेंट सर्किट का इंपीडेंस अधिकतम होता है।

Filters

फिल्टर वह सर्किट होता है जो वांछित फ्रिक्वेंसी को पास करता है व अन्य फिक्वेंसी को रोक देता है।

1-Low Pass Filter –

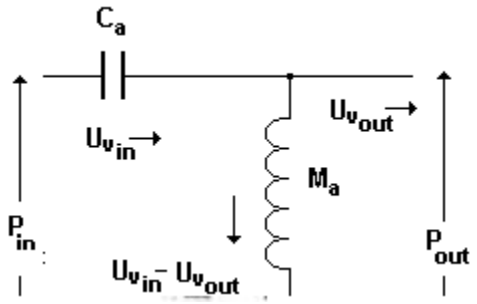
ऐसा फिल्टर सर्किट जो एक विषिष्ट फ्रिक्वेंसी के नीचे की फिक्वेंसी को पास करता है व उससे ऊपर की फिक्वेंसी को रोक देता है। उसे Low Pass Filter कहते है।



साधरणतः लो पास फिल्टर में लाईन में सीरिज में जुड़ा इन्डक्टर होता है अथवा समानान्तर में जुड़ा हुआ केपेस्टिर होता है। कम फिक्वेंसी पर इंडक्टर का इंडक्टीव रियक्टेंस X_L कम होता है एवं केपेस्टिर का केपेस्टिव रियक्टेंस अधिक होता है इस कारण इंडक्टर लो फिक्वेंसी को आसानी से पास कर देता है एवं केपेसिटर लो फिक्वेंसी को बायपास होने से बचाता है। इंडक्टर एवं कैपेसिटर दोनो लगाने पर अधिक प्रभावी लो पास फिल्टर बनता है।

2-High Pass Filter –

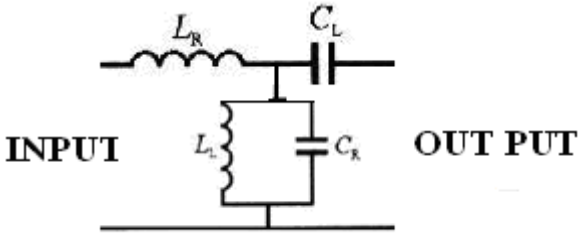
ऐसा फिल्टर सर्किट जो एक विषिष्ट फिक्वेंसी के ऊपर की फिक्वेंसी को पास करता है व उससे नीचे की फिक्वेंसी को रोक देता है। उसे High Pass Filter कहते है।



साधरणतः हाई पास फिल्टर में लाईन में सीरिज में जुड़ा केपेसिटर होता है अथवा समानान्तर में जुड़ा हुआ इंडक्टर होता है। अधिक फिक्वेंसी पर केपेस्टिर का केपेस्टिव रियक्टेंस कम होता है एवं इंडक्टर का इंडक्टिव रियक्टेंस अधिक होता है इस कारण केपेसिटर हाई फिक्वेंसी को आसानी से पास कर देता है एवं इंडक्टर अधिक फिक्वेंसी को बायपास होने से बचाता है। इंडक्टर एवं कैपेसिटर दोनो लगाने पर अधिक प्रभावी हाई पास फिल्टर बनता है।

3-Band Pass Filter-

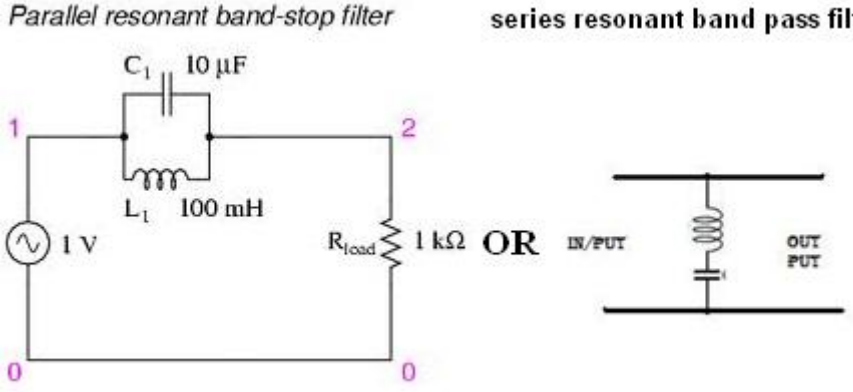
यह फिल्टर फिक्वेंसी के एक विषिष्ट बेंड को पास करता है एवं अन्य सभी आवांछित फिक्वेंसी को रिजेक्ट करता है।



एक साधारण बेंड पास फिल्टर लाईन में जुड़ा सीरिज रेजोरेंट सर्किट होता है अथवा लाईन में एक्रास जुड़ा पैरेलल रेजोरेंट सर्किट वांछित फिक्वेंसी के लिऐ न्यूनतम इंपीडेंस ऑफर करता है व इसे आसानी से पास होने देता है इसी तरह पेरेलल रेजोरेंट सर्किट डिजायर्ड फिक्वेंसी के लिए अधिकतम इंपीडेंस ऑफर करता है व इसे बायपास हाने से रोकता है। यदि उक्त दोनो सर्किट का उपयोग एक साथ किया जावे तो अधिक प्रभावी बेंड पास फिल्टर प्राप्त होता है।

4-Band Stop Filter-

यह फिल्टर फिक्वेंसी के एक विषिष्ट बेंड को रिजेक्ट करता है एवं अन्य सभी वांछित फिक्वेंसी



को पास करता है।

एक साधारण बेंड स्टाप फिल्टर लाईन में जुड़ा पैरेलल रेजोरेंट सर्किट होता है डिजायर्ड फिक्वेंसी के लिए अधिकतम इंपीडेंस आफर करता है व इसे पास होने से रोकता है। इसी तरह सीरिज रेजोनेंट सर्किट जो लाईन के एक्रास जुड़ा होता है सीरिज रेजोनेंट सर्किट वांछित फिक्वेंसी के लिए न्यूनतम इंपीडेंस ऑफर करता है व इसको आसानी से पास होने देता है यदि उक्त दोनो सर्किट का उपयोग एक साथ किया जावे तो अधिक प्रभावी बेंड स्टाप फिल्टर प्राप्त होता है।

000

लेखक – उ.नि. रे. संजय कुमार पौराणिक

बिषय सामग्री का संदर्भ –

1.बेसिक इलेक्ट्रानिक – आर.एस. सेधा

2. बेसिक रेडियो – एम. टेपर