



FUNDAMENTALS OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERING

CHAPTER 4 SOLUTION

પ્રકરણ – 4 ઇલેક્ટ્રિક સર્કિટ

2 ગુણના પ્રશ્નો

1. શરતોને વ્યાખ્યાયિત કરો 1) વિદ્યુત પ્રવાહ 2) સંભવિત તફાવત.

વીજ પ્રવાહ: જો અણુ બંધારણની બાહ્ય ભ્રમણકક્ષામાં 4 કરતા ઓછા ઇલેક્ટ્રોન હોય તો તેઓ મુક્ત ઇલેક્ટ્રોન તરીકે ઓળખાય છે, આ મુક્ત ઇલેક્ટ્રોન જ્યારે કોઈ બાહ્ય બળ અનુભવે છે ત્યારે એક અણુમાંથી બીજા અણુમાં જવાની વૃત્તિ ધરાવે છે. મુક્ત ઇલેક્ટ્રોન ઇલેક્ટ્રિકલી ચાર્જ થાય છે. મુક્ત ઇલેક્ટ્રોનની આ હિલચાલને ઇલેક્ટ્રિક પ્રવાહ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

તે અક્ષર I દ્વારા રજૂ થાય છે, અને એકમ એમ્પીયર છે.

સંભવિત તફાવત: સર્કિટમાં એક બિંદુથી બીજા બિંદુ પર એકીકૃત હકારાત્મક ચાર્જને ખસેડવા માટે (અથવા ઊર્જાની જરૂર છે) કરવા માટે જરૂરી કાર્યને વોલ્ટેજ અથવા સંભવિત તફાવત કહેવામાં આવે છે.

વોલ્ટેજ = કાર્ય અથવા ઊર્જા/ચાર્જ. વોલ્ટેજ = W/Q

2. ઊર્જા રૂપાંતરનો રાજ્ય કાયદો.

ઊર્જા રૂપાંતરણ, જેને ઊર્જા પરિવર્તન તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે, તે ઊર્જાના એક સ્વરૂપને બીજામાં બદલવાની પ્રક્રિયા છે. ઊર્જા રૂપાંતરણ દરેક જગ્યાએ અને દિવસની દરેક મિનિટે થાય છે. ઊર્જાનાં અસંખ્ય સ્વરૂપો છે જેમ કે થર્મલ ઊર્જા, વિદ્યુત ઊર્જા, પરમાણુ ઊર્જા, ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક ઊર્જા, યાંત્રિક ઊર્જા, રાસાયણિક ઊર્જા, ધ્વનિ ઊર્જા, વગેરે. બીજી બાજુ, ઊર્જા પરિવર્તન શબ્દનો ઉપયોગ ત્યારે થાય છે જ્યારે ઊર્જા એક સ્વરૂપમાંથી બીજા સ્વરૂપમાં બદલાય છે. ઊર્જાનું સ્થાનાંતરણ થાય કે રૂપાંતર થાય, ઊર્જાનો કુલ જથ્થો બદલાતો નથી અને તેને ઊર્જા સંરક્ષણના કાયદા તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

થર્મોડાયનેમિક્સનો પ્રથમ નિયમ જણાવે છે કે

"ઊર્જા ન તો બનાવી શકાય છે કે ન તો નાશ કરી શકાય છે, તે માત્ર એક સ્વરૂપમાંથી બીજા સ્વરૂપમાં પરિવર્તિત થઈ શકે છે."

3. શરતોને વ્યાખ્યાયિત કરો 1) ઇન્ડક્ટર 2) કેપેસિટર.

ઇન્ડક્ટર: કંડક્ટર અને રેઝિસ્ટર જેવા ઇન્ડક્ટર એ સરળ ઘટકો છે જેનો ઉપયોગ ચોક્કસ કાર્યો કરવા માટે ઇલેક્ટ્રોનિક ઉપકરણોમાં થાય છે. સામાન્ય રીતે, ઇન્ડક્ટર્સ કોઇલ જેવી રચના હોય છે જે ઇલેક્ટ્રોનિક સર્કિટમાં જોવા મળે છે. કોઇલ એક ઇન્ડ્યુલેટેડ વાયર છે જે કેન્દ્રીય કોરની આસપાસ લૂપ કરવામાં આવે છે.

ઇન્ડક્ટર્સનો ઉપયોગ મોટે ભાગે ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક ફિલ્ડમાં અસ્થાયી રૂપે ઊર્જા સંગ્રહ કરીને અને પછી તેને સર્કિટમાં પાછું મુક્ત કરીને ઇલેક્ટ્રિક સ્પાઇક્સ ઘટાડવા અથવા નિયંત્રિત કરવા માટે થાય છે.

ઇન્ડક્ટન્સનું SI એકમ હેનરી (H) છે અને જ્યારે આપણે ચુંબકીય સર્કિટને માપીએ છીએ ત્યારે તે વેબર/એમ્પીયરની સમકક્ષ હોય છે. તે પ્રતીક એલ દ્વારા સૂચવવામાં આવે છે.

કેપેસિટર: કેપેસિટર થોડી બેટરી જેવું હોય છે પરંતુ તે સંપૂર્ણપણે અલગ રીતે કામ કરે છે. બેટરી એ ઇલેક્ટ્રોનિક ઉપકરણ છે જે રાસાયણિક ઊર્જાને વિદ્યુત ઊર્જામાં રૂપાંતરિત કરે છે જ્યારે કેપેસિટર એ ઇલેક્ટ્રોનિક ઘટક છે જે ઇલેક્ટ્રિક ક્ષેત્રમાં ઇલેક્ટ્રોસ્ટેટિક ઊર્જાનો સંગ્રહ કરે છે.

કેપેસિટર એ બે-ટર્મિનલ વિદ્યુત ઉપકરણ છે જે ઇલેક્ટ્રિક ચાર્જના સ્વરૂપમાં ઊર્જા સંગ્રહિત કરવાની ક્ષમતા ધરાવે છે. તે બે વિદ્યુત વાહક ધરાવે છે જે અંતર દ્વારા અલગ પડે છે. વાહક વચ્ચેની જગ્યા શૂન્યાવકાશ દ્વારા અથવા ડાઇલેક્ટ્રિક તરીકે ઓળખાતી ઇન્ડ્યુલેટીંગ સામગ્રીથી ભરી શકાય છે. ચાર્જ સ્ટોર કરવા માટે કેપેસિટરની ક્ષમતા કેપેસિટન્સ તરીકે ઓળખાય છે.

4. શરતોને વ્યાખ્યાયિત કરો 1) EMF 2) પ્રતિકાર.

EMF: વાહક દ્વારા પ્રવાહ વહેવા માટે ઇલેક્ટ્રિક ચાર્જનો પ્રવાહ આવશ્યક છે. તેથી, કામ કરવું જરૂરી છે. અને કામ કરવા માટે ઊર્જા જરૂરી છે. આ ઊર્જા બેટરી દ્વારા પૂરી પાડવામાં આવે છે. તેને ઇલેક્ટ્રો મોટિવ ફોર્સ કહેવામાં આવે છે.

ઇલેક્ટ્રોનને એક બિંદુથી બીજા બિંદુ પર ખસેડવા માટે જરૂરી બળને ઇલેક્ટ્રોન મોટિવ ફોર્સ કહે છે. તેનું એકમ વોલ્ટ છે અને અક્ષર E દ્વારા રજૂ થાય છે.

પ્રતિકાર: તેના દ્વારા વિદ્યુત પ્રવાહના પ્રવાહનો વિરોધ કરવા માટેની સામગ્રીની મિલકતને પ્રતિકાર કહેવામાં આવે છે. જ્યારે વાહકને ઇએમએફ આપવામાં આવે છે, ત્યારે મુક્ત ઇલેક્ટ્રોનના પ્રવાહને કારણે ઇલેક્ટ્રિક પ્રવાહ વહે છે. જ્યારે આ ઇલેક્ટ્રોન ખસેડે છે, ત્યારે તેઓ અણુઓ સાથે અથડાય છે. તેથી, વિદ્યુત પ્રવાહનો વિરોધ થાય છે. આ કોલિસનને કારણે, કેટલીક ગતિ ઊર્જા ઉષ્મા ઊર્જામાં રૂપાંતરિત થાય છે. વિવિધ સામગ્રીની સ્ફટિકીય રચનાઓ અલગ અલગ હોય છે. તેથી, બધી સામગ્રી ઇલેક્ટ્રિક પ્રવાહના પ્રવાહનો સમાન રીતે વિરોધ કરતી નથી. તેનો અર્થ એ કે વિવિધ સામગ્રીનો પ્રતિકાર અલગ છે.

તે અક્ષર R દ્વારા સૂચવવામાં આવે છે. તેનું એકમ ઓહ્મ (Ω) છે.

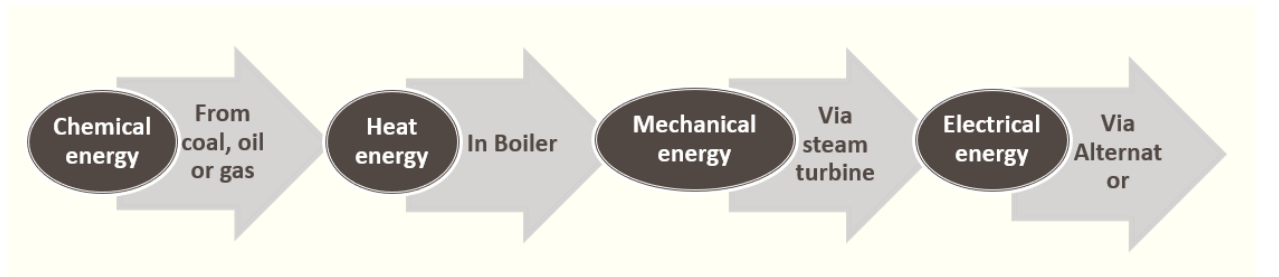
$$R = V/I$$

3 ગુણના પ્રશ્નો

1. થર્મલ પાવર અને ન્યુક્લિયર પ્લાન્ટમાં ઊર્જા પરિવર્તનનો ફ્લો ચાર્ટ દોરો અને સમજાવો.

થર્મલ પાવર પ્લાન્ટ

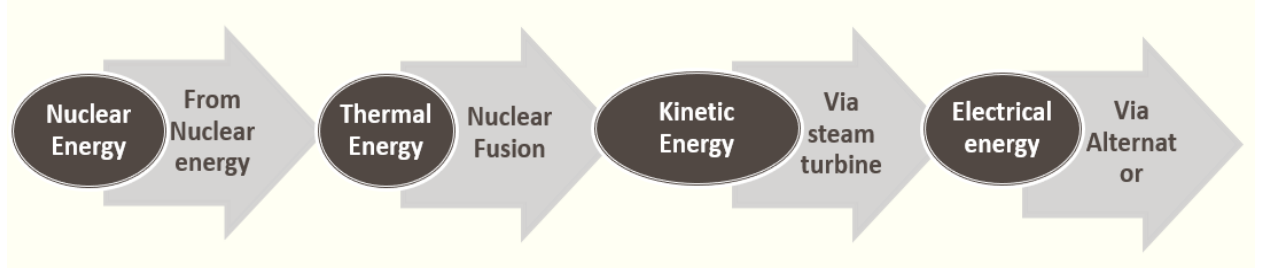
બોઇલરમાં પાણી ગરમ થાય છે. કોલસાને બાળવાથી બહાર પડતી થર્મલ ઊર્જાનો ઉપયોગ કરીને ખૂબ ઊંચા તાપમાન અને દબાણની વરાળ ઉત્પન્ન થાય છે. વરાળમાં રહેલી ઊર્જા ટર્બાઇનને ચલાવે છે. આમ, ટર્બાઇન સાથે જોડાયેલ જનરેટર ફરે છે અને વિદ્યુત ઊર્જા ઉત્પન્ન થાય છે.



થર્મલ પાવર પ્લાન્ટમાં ઊર્જા સંરક્ષણ

ન્યુક્લિયર પાવર પ્લાન્ટ

ન્યુક્લિયર પાવર પ્લાન્ટમાં પરમાણુ રિએક્ટર હોય છે. આ રિએક્ટર યુરેનિયમ સળિયાનો બળતણ તરીકે ઉપયોગ કરે છે અને પરમાણુ વિભાજનની પ્રક્રિયા દ્વારા ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે. ન્યુટ્રોન યુરેનિયમના અણુઓના ન્યુક્લિયસમાં તોડી નાખે છે, જે લગભગ અડધા ભાગમાં વિભાજિત થાય છે અને ગરમીના સ્વરૂપમાં ઊર્જા છોડે છે. ગરમી દૂર કરવા માટે કાર્બન ડાયોક્સાઇડ ગેસ રિએક્ટર દ્વારા પમ્પ કરવામાં આવે છે. ગરમ ગેસ પછી પાણીને ગરમ કરીને વરાળ બનાવે છે. આ વરાળ વીજળી ઉત્પન્ન કરવા માટે જનરેટરના ટર્બાઇનને ચલાવે છે. આમ, ઊર્જા રૂપાંતરણના પગલાં છે:



ન્યુક્લિયર પાવર પ્લાન્ટમાં ઊર્જા સંરક્ષણ

2. વીજળીના AC અને DC સ્વરૂપો વચ્ચે સરખામણી આપો.

વૈકલ્પિક વર્તમાન	સીધો પ્રવાહ
એસી બે શહેરો વચ્ચે પણ લાંબા અંતરને સ્થાનાંતરિત કરવા અને ઇલેક્ટ્રિક પાવર જાળવવા માટે સલામત છે.	ડીસી ખૂબ લાંબા અંતરની મુસાફરી કરી શકતા નથી. તે ઇલેક્ટ્રિક પાવર ગુમાવે છે.
ફરતા ચુંબક ઇલેક્ટ્રિક પ્રવાહની દિશામાં ફેરફારનું કારણ બને છે.	સ્થિર ચુંબકત્વ ડીસી પ્રવાહને એક દિશામાં બનાવે છે.
AC ની આવર્તન દેશ પર નિર્ભર છે. પરંતુ સામાન્ય રીતે, આવર્તન 50 Hz અથવા 60 Hz છે.	ડીસી પાસે શૂન્ય આવર્તનની કોઈ આવર્તન નથી.
AC માં વિદ્યુત પ્રવાહ સમયાંતરે તેની દિશા પાછળની તરફ બદલે છે.	તે એક જ દિશામાં સતત વહે છે.

AC માં ઇલેક્ટ્રોન તેની દિશાઓ બદલતા રહે છે - પાછળ અને આગળ

ઇલેક્ટ્રોન માત્ર એક જ દિશામાં આગળ વધે છે - તે આગળ છે.

3. EMF અને સંભવિત તફાવત વચ્ચે તફાવત આપો.

વાહક દ્વારા પ્રવાહ વહેવા માટે ઇલેક્ટ્રિક ચાર્જનો પ્રવાહ આવશ્યક છે. તેથી, કામ કરવું જરૂરી છે. અને કામ કરવા માટે ઊર્જા જરૂરી છે. આ ઊર્જા બેટરી દ્વારા પૂરી પાડવામાં આવે છે. તેને ઇલેક્ટ્રો મોટિવ ફોર્સ કહેવામાં આવે છે.

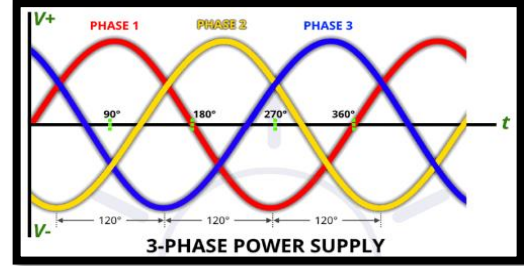
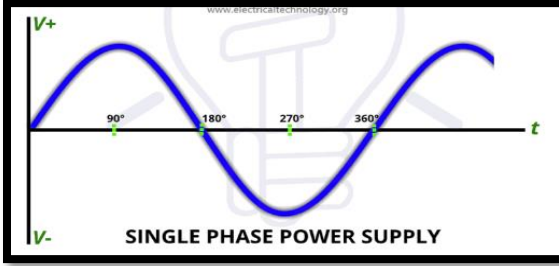
સર્કિટમાં એક બિંદુથી બીજા બિંદુ પર એકીકૃત હકારાત્મક ચાર્જને ખસેડવા માટે (અથવા ઊર્જાની જરૂર છે) કરવા માટે જરૂરી કાર્યને વોલ્ટેજ અથવા સંભવિત તફાવત કહેવામાં આવે છે.

EMF કારણ બતાવે છે જ્યારે સંભવિત તફાવત અસર દર્શાવે છે.

4. 1-તબક્કા અને 3-તબક્કાના પુરવઠા વચ્ચે સરખામણી આપો.

- સિંગલ-ફેઝ કનેક્શનમાં, વીજળીનો પ્રવાહ એક જ વાહક દ્વારા થાય છે. બીજી તરફ ત્રણ તબક્કાના જોડાણમાં ત્રણ અલગ-અલગ વાહક હોય છે જે વીજળીના પ્રસારણ માટે જરૂરી હોય છે.
- સિંગલ-ફેઝ પાવર સપ્લાય સિસ્ટમમાં, વોલ્ટેજ 230 વોલ્ટ સુધી પહોંચી શકે છે. પરંતુ ત્રણ તબક્કાના જોડાણ પર, તે 415 વોલ્ટ સુધીનું વોલ્ટેજ લઈ શકે છે.
- સિંગલ-ફેઝ કનેક્શન પર વીજળીના સરળ પ્રવાહ માટે, તેને બે અલગ વાયરની જરૂર છે. એક તટસ્થ વાયરનું પ્રતિનિધિત્વ કરે છે અને બીજો એક એક તબક્કાનું પ્રતિનિધિત્વ કરે છે. આ સર્કિટ પૂર્ણ કરવા માટે જરૂરી છે. ત્રણ-તબક્કાના જોડાણમાં, સર્કિટ પૂર્ણ કરવા માટે સિસ્ટમને એક તટસ્થ વાયર અને ત્રણ-તબક્કાના વાયરની જરૂર પડે છે.
- સિંગલ-ફેઝ પાવર સપ્લાયની તુલનામાં ત્રણ-તબક્કાના જોડાણ પર મહત્તમ શક્તિ પ્રસારિત થાય છે.
- સિંગલ-ફેઝ કનેક્શનમાં બે વાયર હોય છે જે એક સરળ નેટવર્ક બનાવે છે. પરંતુ ત્રણ-તબક્કાના જોડાણ પર નેટવર્ક જટિલ છે કારણ કે ત્યાં ચાર અલગ અલગ વાયર છે.

- કારણ કે સિંગલ-ફેઝ કનેક્શનમાં એક ફેઝ વાયર હોય છે, જો નેટવર્કને કંઈપણ થાય છે, તો સંપૂર્ણ વીજ પુરવઠો વિક્ષેપિત થાય છે. જો કે, ત્રણ-તબક્કાના વીજ પુરવઠામાં, જો એક તબક્કામાં કંઈપણ થાય તો અન્ય તબક્કાઓ હજુ પણ કામ કરે છે. જેમ કે, ત્યાં કોઈ પાવર વિક્ષેપ નથી.
- કાર્યક્ષમતાના સંદર્ભમાં, સિંગલ-ફેઝ કનેક્શન ત્રણ-તબક્કાના જોડાણની તુલનામાં ઓછું છે. આનું કારણ એ છે કે સમાન સર્કિટ માટે સિંગલ-ફેઝ પાવર સપ્લાયની તુલનામાં ત્રણ-તબક્કાના પુરવઠાને ઓછા વાહકની જરૂર છે.



4-માર્કસના પ્રશ્નો

1. ઓહ્મનો નિયમ તેની મર્યાદા સાથે જણાવો અને સમજાવો.

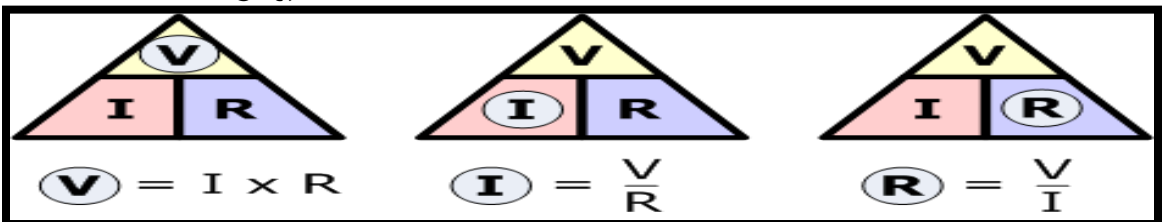
ઓહ્મનો નિયમ વાહક પર લાગુ વોલ્ટેજ V અને તેમાંથી પસાર થતો પ્રવાહ I વચ્ચેનો સંબંધ સ્થાપિત કરે છે. તે નીચે પ્રમાણે આપી શકાય છે:

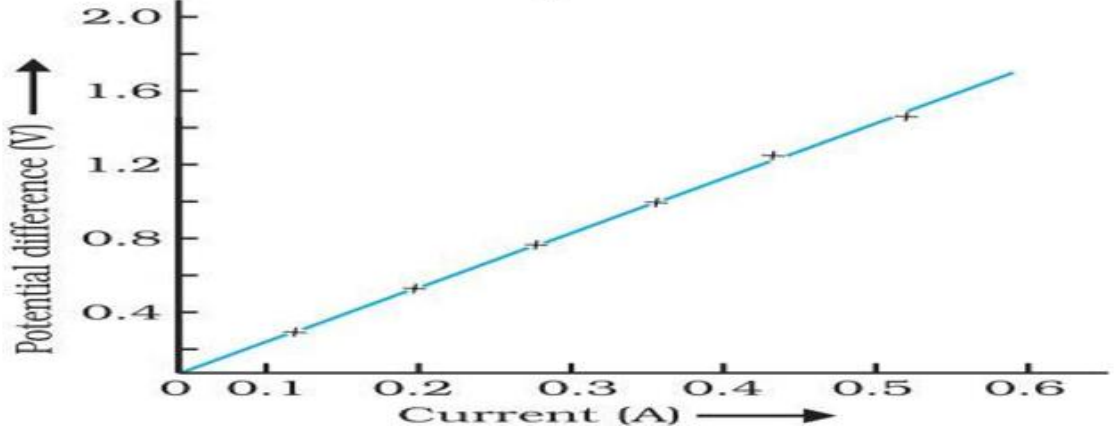
“જો તાપમાન સ્થિર રહે છે, તો સમગ્ર કંડક્ટર પર લાગુ વોલ્ટેજ V અને તેમાંથી વહેતો પ્રવાહ I નો ગુણોત્તર સ્થિર રહે છે.

તેથી, ગુણોત્તર $V/I =$ સ્થિર. (અચલને પ્રતિકાર R સાથે બદલવામાં આવે છે).

તેથી, $V/I = R$. (જ્યાં $V =$ વોલ્ટેજ, $I =$ વર્તમાન અને $R =$ પ્રતિકાર).

જો ઉપરના સમીકરણમાં જો વોલ્ટેજનું મૂલ્ય $V = 1$ વોલ્ટ, વર્તમાન $I = 1$ Amp., પ્રતિકાર $R = 1\text{ohm}$. તેથી, ઓહ્મના નિયમની મદદથી, આપણે વર્તમાન વોલ્ટેજ અથવા પ્રતિકારનું મૂલ્ય શોધી શકીએ છીએ.





ઓહ્મના કાયદાની મર્યાદાઓ

- જ્યારે તાપમાન સ્થિર હોય ત્યારે જ ઓહ્મનો નિયમ લાગુ કરી શકાય છે. કારણ કે જ્યારે તાપમાન બદલાય છે, ત્યારે પ્રતિકાર બદલાય છે.
- ઓહ્મનો નિયમ બધી સામગ્રીને લાગુ પડતો નથી. ઉદાહરણ તરીકે, સેમિકન્ડક્ટર, સિલિકોન કાર્બાઇડ વગેરેની લાક્ષણિકતાઓ રેખીય નથી.
- એસી સર્કિટમાં, ઓહ્મનો કાયદો માત્ર પ્રતિકાર માટે જ લાગુ કરી શકાય છે. આ કાયદો ઇન્ડક્ટર અથવા કેપેસિટર પર લાગુ કરી શકાતો નથી.

2. ઇલેક્ટ્રિકલ રેઝિસ્ટરના મૂલ્યને અસર કરતા પરિબળો જણાવો અને સમજાવો.

પ્રતિકાર R નીચે જણાવેલ પરિબળો પર આધાર રાખે છે.

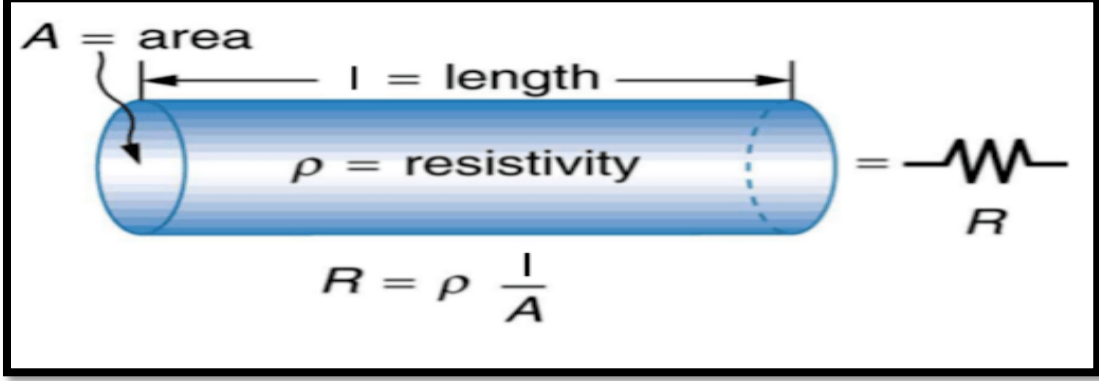
- સામગ્રીની લંબાઈ.
- ક્રોસ વિભાગીય વિસ્તાર.
- તાપમાન.
- સામગ્રીનો પ્રકાર.

સામગ્રીની લંબાઈ: લંબાઈ વધે તેમ સામગ્રીનો પ્રતિકાર વધે છે.

ક્રોસ-વિભાગીય વિસ્તાર: પ્રતિકાર ક્રોસ-વિભાગીય વિસ્તારના વિપરીત પ્રમાણમાં છે. જ્યારે વિસ્તાર વધે છે ત્યારે પ્રતિકાર ઘટે છે અને જ્યારે વિસ્તાર ઘટે છે ત્યારે પ્રતિકાર વધે છે.

તાપમાન: જેમ જેમ તાપમાન વધે છે તેમ પ્રતિકાર પણ વધે છે.

સામગ્રી: પ્રતિકાર સામગ્રીના પ્રકારો અનુસાર બદલાય છે જેમ કે, કંડકતર, સેમી-કંડકતર અને ઇન્સ્યુલેટર.



Resistance Equation

$$R = \rho \frac{\ell}{A}$$

Labels in the diagram:

- Resistance points to R
- Resistivity points to ρ
- Length of wire points to ℓ
- Area Cross-section points to A
- Geometry points to the fraction $\frac{\ell}{A}$

3. સમકક્ષ પ્રતિકારનું સમીકરણ મેળવો જ્યારે "n" રેઝિસ્ટરની સંખ્યા શ્રેણીમાં જોડાયેલ હોય.

- જ્યારે ત્રણ રેઝિસ્ટર શ્રેણીમાં જોડાયેલા હોય છે, ત્યારે દરેક રેઝિસ્ટરમાંથી સમાન પ્રવાહ પસાર થાય છે પરંતુ દરેક રેઝિસ્ટર માટે વોલ્ટેજ ડ્રોપ અલગ હોય છે.
- આપણે જાણીએ છીએ કે લાગુ થયેલ વોલ્ટેજ (V) છે

$$\therefore V = V_1 + V_2 + V_3$$

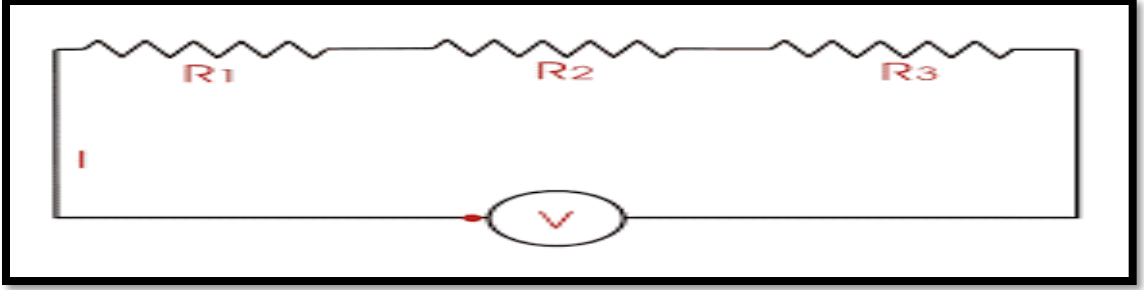
- આપણે એ પણ જાણીએ છીએ કે,
 $V = I \cdot R$ (ઓહ્મના નિયમમાંથી)

$$\therefore I \cdot R_{eq} = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + I \cdot R_3$$

$$\Rightarrow I \cdot R_{eq} = I \cdot (R_1 + R_2 + R_3)$$

$$\Rightarrow R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

- તે n રેઝિસ્ટર માટે વિસ્તૃત કરી શકાય છે
 $R_{eq}=R_1+R_2+\dots\dots\dots R_n$
- તેથી, સમકક્ષ પ્રતિકાર અથવા સર્કિટના કુલ પ્રતિકારને પ્રતિકારના એક મૂલ્ય તરીકે વ્યાખ્યાયિત કરી શકાય છે જે સર્કિટમાં વર્તમાન અથવા વોલ્ટેજના મૂલ્યોમાં ફેરફાર કર્યા વિના શ્રેણીમાં જોડાયેલા કોઈપણ પ્રતિરોધકોને બદલી શકે છે.



4. જ્યારે “ n ” પ્રતિરોધકોની સંખ્યા સમાંતર રીતે જોડાયેલ હોય ત્યારે સમકક્ષ પ્રતિકારનું સમીકરણ મેળવો.

- સમાંતર જોડાણમાં વોલ્ટેજ V સમગ્ર સર્કિટમાં સમાન છે.
- વર્તમાન I પ્રતિરોધકો વચ્ચે વિભાજિત થયેલ છે.
- તેથી, સમાંતર જોડાણમાં,
વર્તમાન $I =$ વિભાજિત
અને વોલ્ટેજ $V =$ સર્કિટમાં સમાન
- **SO, $I=I_1+I_2+I_3$**
- ઓહ્મના નિયમ મુજબ
 $I=V/R$.
- **SO, $V/R=V/R_1+V/R_2+V/R_3$**
- બંને બાજુથી સામાન્ય વોલ્ટેજ V લો, જે આપણને મળે છે,
 $1/R=1/R_1+1/R_2+1/R_3$
- તે n રેઝિસ્ટર માટે વિસ્તૃત કરી શકાય છે
 $1/R=1/R_1+1/R_2+1/R_3+\dots\dots\dots 1/R_n$

