ગુજરાત રાજ્યના શિક્ષણવિભાગના પત્ર-ક્રમાંક
મશબ/1212/481/છ, તા. 21-05-2012-થી-મંજૂર

એલિમેન્ટ્સ ઑફ એન્જિનિયરિંગ

ધોરણ 10

પ્રતિજ્ઞાપત્ર

ભારત મારો દેશ છે.
બધાં ભારતીયો મારાં ભાઈબહેન છે.
હું મારા દેશને ચાહું છું અને તેના સમૃદ્ધ અને
વૈવિધ્યપૂર્ણ વારસાનો મને ગર્વ છે.
હું સદાય તેને લાયક બનવા પ્રયત્ન કરીશ.
હું મારાં માતાપિતા, શિક્ષકો અને વડીલો પ્રત્યે આદર રાખીશ
અને દરેક જણ સાથે સભ્યતાથી વર્તીશ.
હું મારા દેશ અને દેશબાંધવોને મારી નિષ્ઠા અર્પું છું.
તેમનાં કલ્યાણ અને સમૃદ્ધિમાં જ મારું સુખ રહ્યું છે.

રાજ્ય સરકારની વિનામૂલ્યે યોજના હેઠળનું પુસ્તક

ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ
'વિદ્યાયન', સેક્ટર 10-એ, ગાંધીનગર-382010

© ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ, ગાંધીનગર
આ પાઠ્યપુસ્તકના સર્વ હક ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળને હસ્તક છે.
આ પાઠ્યપુસ્તકનો કોઈ પણ ભાગ કોઈ પણ રૂપમાં ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળના નિયામકની લેખિત પરવાનગી વગર પ્રકાશિત કરી શકાશે નહિ.

લેખન-સંપાદન (સંવર્ધિત આવૃત્તિ)
શ્રી આર. એસ. લેઊવા (કન્વીનર)
શ્રી એસ. એમ. ઓઝા
શ્રી જે. જે. ખત્રી
શ્રીમતી ડી. એ. રાવલ

સમીક્ષા (સંવર્ધિત આવૃત્તિ)
શ્રી ડી. પી. ત્રિવેદી
શ્રી બી. એમ. રાજ્યગુરુ
શ્રી એ. એમ. તલસાણિયા
શ્રી જે. સી. ગદાણી
શ્રી જે. પી. પટેલ
શ્રી એ. કે. પોપટ
શ્રી એસ. વી. દેશકર

ભાષાશુદ્ધિ
ડૉ. ભૂપેન્દ્ર એન. જોષી

ચિત્રાંકન
શ્રી આઇ. એચ. ઠક્કર
શ્રી એચ. એસ. ચૌહાણ

સંયોજન
શ્રી આશિષ એચ. બોરીસાગર
(વિષય-સંયોજક : ગણિત)

નિર્માણ-સંયોજન
ડૉ. કમલેશ એન.પરમાર
(નાયબ નિયામક : શૈક્ષણિક)

મુદ્રણ-આયોજન
શ્રી મનીષ એચ. બધેકા
(નાયબ નિયામક : ઉત્પાદન)

વિતરણ-આયોજન
શ્રી હર્ષદ એચ. ચૌધરી
(નાયબ નિયામક : વહીવટ-વિતરણ)

વિષય-સલાહકાર (મૂળ આવૃત્તિ)
શ્રી એ. એમ. તલસાણિયા

લેખન-સંપાદન (મૂળ આવૃત્તિ)
શ્રી ડી. પી. ત્રિવેદી (કન્વીનર)
શ્રી એ. કે. પોપટ
શ્રી એમ. પી. જાખણિયા
શ્રી એ. કે. પટેલ
શ્રીમતી ડી. એ. રાવળ
શ્રીમતી જે. આર. ત્રિવેદી
શ્રી એસ. વી. દેશકર

સમીક્ષા (મૂળ આવૃત્તિ)
શ્રી આર. એસ. લેઊવા
શ્રી એસ. એમ. ઓઝા
શ્રી એચ. બી. પંચાલ
શ્રી વી. એ. પટેલ
શ્રી આર. આર. મંચીગંટી
શ્રીમતી એસ. એન. શાહ
શ્રી બી. સી. પટેલ
શ્રી ડી. કે. પટેલ
શ્રી જે. સી. ગદાણી
શ્રી પી. બી. પ્રજાપતિ
શ્રી એચ. બી. દીક્ષિત
શ્રી શ્યામ વર્ગીસ
શ્રી જે. કે. ઠક્કર
શ્રી એન. સી. મેવાડા
શ્રીમતી વી. કે. ભટ્ટ
શ્રી આર. કે. પટેલ
શ્રી બી. પી. પટેલ

પ્રસ્તાવના

એન.સી.ઈ.આર.ટી. દ્વારા તૈયાર કરવામાં આવેલા નવા રાષ્ટ્રીય અભ્યાસક્રમોના અનુસંધાનમાં ગુજરાત રાજ્ય માધ્યમિક અને ઉચ્ચતર માધ્યમિક શિક્ષણ બોર્ડે નવા અભ્યાસક્રમો તૈયાર કર્યા છે. આ અભ્યાસક્રમો ગુજરાત સરકાર દ્વારા મંજૂર કરવામાં આવ્યા છે.

ગુજરાત સરકાર દ્વારા મંજૂર થયેલા **ધોરણ 10ના એલિમેન્ટ્સ ઑફ એન્જિનિયરિંગ** વિષયના સંવર્ધિત અભ્યાસક્રમ અનુસાર તૈયાર કરવામાં આવેલા આ પાઠ્યપુસ્તકની સંવર્ધિત આવૃત્તિ વિદ્યાર્થીઓ સમક્ષ મૂકતાં મંડળ આનંદ અનુભવે છે.

આ પાઠ્યપુસ્તકની સંવર્ધિત આવૃત્તિ પ્રસિદ્ધ કરતાં પહેલાં એની હસ્તપ્રતની આ સ્તરે શિક્ષણકાર્ય કરતા શિક્ષકો અને તજજ્ઞો દ્વારા સર્વાંગી સમીક્ષા કરાવવામાં આવી છે. શિક્ષકો તથા તજજ્ઞોનાં સૂચનો અનુસાર હસ્તપ્રમાં યોગ્ય સુધારાવધારા કર્યા પછી આ પાઠ્યપુસ્તક પ્રસિદ્ધ કરવામાં આવ્યું છે.

આ પાઠ્યપુસ્તક તૈયાર કરવામાં ટેક્નિકલ શિક્ષણ કમિશનરશ્રીની કચેરી, ગાંધીનગર તથા વૉકેશનલ ટીચર્સ ટ્રેનિંગ ઇન્સ્ટિટ્યૂટ, અમદાવાદનો સહયોગ મંડળને પ્રાપ્ત થયો છે. મંડળ તેમનું આભારી છે.

પ્રસ્તુત પાઠ્યપુસ્તકને રસપ્રદ, ઉપયોગી અને ક્ષતિરહિત બનાવવા માટે મંડળે પૂરતી કાળજી લીધી છે. તેમ છતાં શિક્ષણમાં રસ ધરાવનાર વ્યક્તિઓ પાસેથી પાઠ્યપુસ્તકની ગુણવત્તા વધારે તેવાં સૂચનો આવકાર્ય છે.

વિનયગિરિ ગોસાઈ	**ડૉ. વિનોદ રામચંદ્ર રાવ**
નિયામક	કાર્યવાહક પ્રમુખ
તા. 30-12-2023	ગાંધીનગર

પ્રથમ આવૃત્તિ : 2012, પુનઃ મુદ્રણ : 2021, 2023, 2024

પ્રકાશક : ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ, 'વિદ્યાયન', સેક્ટર 10-એ, ગાંધીનગર વતી વિનયગિરિ ગોસાઈ, નિયામક

મુદ્રક :

મૂળભૂત ફરજો

ભારતના દરેક નાગરિકની ફરજ નીચે પ્રમાણે રહેશે :*

(ક) સંવિધાનને વફાદાર રહેવાની અને તેના આદર્શો અને સંસ્થાઓનો, રાષ્ટ્રધ્વજનો અને રાષ્ટ્રગીતનો આદર કરવાની;

(ખ) આઝાદી માટેની આપણી રાષ્ટ્રીય લડતને પ્રેરણા આપનારા ઉમદા આદર્શોને હૃદયમાં પ્રતિષ્ઠિત કરવાની અને અનુસરવાની;

(ગ) ભારતનાં સાર્વભૌમત્વ, એકતા અને અખંડિતતાનું સમર્થન કરવાની અને તેમનું રક્ષણ કરવાની;

(ઘ) દેશનું રક્ષણ કરવાની અને રાષ્ટ્રીય સેવા બજાવવાની હાકલ થતાં, તેમ કરવાની;

(ચ) ધાર્મિક, ભાષાકીય, પ્રાદેશિક અથવા સાંપ્રદાયિક ભેદોથી પર રહીને, ભારતના તમામ લોકોમાં સુમેળ અને સમાન બંધુત્વની ભાવનાની વૃદ્ધિ કરવાની, સ્ત્રીઓના ગૌરવને અપમાનિત કરે તેવા વ્યવહારો ત્યજી દેવાની;

(છ) આપણી સમન્વિત સંસ્કૃતિના સમૃદ્ધ વારસાનું મૂલ્ય સમજી તે જાળવી રાખવાની;

(જ) જંગલો, તળાવો, નદીઓ અને વન્ય પશુપક્ષીઓ સહિત કુદરતી પર્યાવરણનું જતન કરવાની અને તેની સુધારણા કરવાની અને જીવો પ્રત્યે અનુકંપા રાખવાની;

(ઝ) વૈજ્ઞાનિક માનસ, માનવતાવાદ અને જિજ્ઞાસા તથા સુધારણાની ભાવના કેળવવાની;

(ટ) જાહેર મિલકતનું રક્ષણ કરવાની અને હિંસાનો ત્યાગ કરવાની;

(ઠ) રાષ્ટ્ર પુરુષાર્થ અને સિદ્ધિનાં વધુ ને વધુ ઉન્નત સોપાનો ભણી સતત પ્રગતિ કરતું રહે એ માટે વૈયક્તિક અને સામૂહિક પ્રવૃત્તિનાં તમામ ક્ષેત્રે શ્રેષ્ઠતા હાંસલ કરવાનો પ્રયત્ન કરવાની.

* ભારતનું સંવિધાન : કલમ 51-क

અનુક્રમણિકા

1.	ઑટો એન્જિન	1
2.	એ. સી. સર્કિટ	12
3.	ઇલેક્ટ્રૉનિક્સ કમ્પૉનન્ટ્સ	24
4.	શીયર ફોર્સ એન્ડ બેન્ડિંગ મોમેન્ટ	36
5.	જનરેશન, ટ્રાન્સમિશન એન્ડ ડિસ્ટ્રિબ્યુશન ઓફ ઇલેક્ટ્રિસિટી	50
6.	પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગ	59
•	પ્રેક્ટિકલ વિભાગ	64

1 ઑટો એન્જિન

પ્રાસ્તાવિક

અગાઉ આપણે શક્તિ-સંરક્ષણ નિયમ પ્રમાણે અભ્યાસ કરી ગયાં કે, ઊર્જાને ઉત્પન્ન કરી શકાતી નથી કે તેનો નાશ કરી શકાતો નથી, પરંતુ ઊર્જાના એક સ્વરૂપનું ઊર્જાના બીજા સ્વરૂપમાં રૂપાંતર કરી શકાય છે.

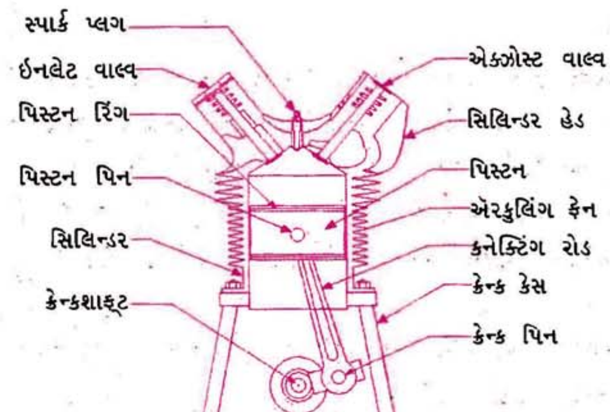
રસ્તા પર દોડતાં નાનાંમોટાં વાહનો જેવાં કે સ્કૂટર, મોટરકાર, બસ વગેરેમાં ઊર્જાનું રૂપાંતર કરવા માટે ઑટો એન્જિનનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. જે પેટ્રોલ, ડીઝલ અથવા ગૅસ જેવાં બળતણોમાં રહેલી રાસાયણિક ઊર્જાનું ઉષ્મા ઊર્જામાં અને ઉષ્મા ઊર્જાનું યાંત્રિક ઊર્જામાં રૂપાંતર કરે છે.

1.1 ઑટો એન્જિન અને તેના ભાગોનાં નામ, કાર્ય અને ઉપયોગ

એન્જિનના મુખ્ય બે પ્રકાર છે : (1) આંતરદહન એન્જિન (2) બાહ્ય દહન એન્જિન.

જે એન્જિનમાં ચાર્જનું દહન એન્જિનના અંદરના ભાગમાં થતું હોય તે એન્જિનને આંતરદહન એન્જિન કહેવામાં આવે છે અને જે એન્જિનમાં ચાર્જનું દહન એન્જિનના બહારના ભાગમાં થતું હોય તે એન્જિનને બાહ્ય દહન એન્જિન કહેવામાં આવે છે. સ્ટીમ એન્જિન એ બાહ્ય દહન એન્જિનનું ઉદાહરણ છે.

આંતરદહન એન્જિનના મુખ્ય પ્રકાર તેનાં બળતણ અને સ્ટ્રોક આધારિત છે. બળતણ આધારિત એન્જિન જેવાં કે પેટ્રોલ એન્જિન, ડીઝલ એન્જિન અને ગૅસ એન્જિન. જ્યારે સ્ટ્રોક આધારિત એન્જિન જેવાં કે ટુ-સ્ટ્રોક એન્જિન અને ફોર સ્ટ્રોક એન્જિન.



આકૃતિ 1.1 ફોર સ્ટ્રોક આઇ.સી. એન્જિન

આંતરદહન એન્જિનમાં સૌપ્રથમ ચાર્જ સિલિન્ડરમાં દાખલ થાય છે. આ ચાર્જને પિસ્ટન દ્વારા દબાણ આપવામાં આવે છે. ત્યાર બાદ ચાર્જનું સિલિન્ડરમાં દહન કરવામાં આવે છે. જેથી સિલિન્ડરમાં ઉષ્માઊર્જા ઉત્પન્ન થઈ પિસ્ટન પર દબાણ કરે છે. પિસ્ટન ઉષ્મા ઊર્જામાંથી મળતી યાંત્રિક ઊર્જાને કનેક્ટિંગ રોડની મદદથી ક્રેન્કશાફ્ટ સુધી પહોંચાડે છે. આમ, પિસ્ટનની રેખીયગતિ ક્રેન્કશાફ્ટ પર વર્તુળાકાર ગતિમાં પરિવર્તિત થાય છે.

પેટ્રોલ એન્જિનમાં ચાર્જ તરીકે પેટ્રોલ અને હવાનું મિશ્રણ વપરાય છે અને ચાર્જનું દહન સ્પાર્ક પ્લગ દ્વારા સ્પાર્ક આપીને કરવામાં આવે છે. માટે તે સ્પાર્ક ઇગ્નિશન એન્જિન (S. I. Engine) તરીકે ઓળખાય છે.

જ્યારે ડીઝલ એન્જિનમાં ચાર્જ તરીકે ફક્ત હવાનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે અને આ એન્જિનમાં બળતણને દબાયેલ હવાની ગરમીથી દહન કરવામાં આવે છે માટે તેને કોમ્પ્રેસન ઇગ્નિશન એન્જિન (C. I. Engine) કહે છે.

આકૃતિ 1.1માં આંતરદહન એન્જિનનું ભાગો સાથેનું રેખાચિત્ર દર્શાવેલ છે.

ઇન્ટરનલ કમ્બશન એન્જિન (Internal Combuction Engine – આંતરદહન એન્જિન)ના ભાગો, તેનાં કાર્ય અને ઉપયોગ આગળ મુજબ છે, જેને ટૂંકમાં આઇ.સી. એન્જિન કહે છે :

નામ	ભાગનું નામ	કાર્ય-ઉપયોગ
1.	સિલિન્ડર બ્લૉક	આ એન્જિનની બૉડીનો સ્થિર ભાગ છે. જે એન્જિનના ભાગો જેવા કે સિલિન્ડર, પિસ્ટન, કનેક્ટિંગ રોડ, ક્રેન્કશાફ્ટ, કેમશાફ્ટને આધાર આપવાનું કાર્ય કરે છે.
2.	સિલિન્ડર હેડ	એન્જિનના આ ભાગમાં સ્પાર્ક પ્લગ (પેટ્રોલ એન્જિનમાં) અથવા ફ્યુલ ઈન્જેક્ટર (ડીઝલ એન્જિનમાં) તથા વાલ્વને આધાર આપે છે. આ ભાગની અંદર ચાર્જનું દહન થાય છે અને આ ભાગ સિલિન્ડર બ્લૉકના ઉપરના ભાગે હોવાથી તે સિલિન્ડરને ઉપરથી બંધ કરે છે.
3.	ક્રેન્ક કેસ	સિલિન્ડર બ્લૉકના નીચેના ભાગે ક્રેન્ક કેસ આવેલું હોય છે. તેનું કાર્ય ક્રેન્કશાફ્ટ, કેમશાફ્ટ તથા ઑઈલ પમ્પને આધાર આપવાનું છે. તેના નીચેના ભાગે ઑઈલ ચેમ્બર આવેલી હોય છે.
4.	સિલિન્ડર	સિલિન્ડર બ્લૉકમાં સિલિન્ડરની રચના હોય છે. જે પિસ્ટનને ઉપર-નીચે ગતિ કરવા પથ પૂરો પાડે છે અને એન્જિનમાં થતી ચારે ક્રિયાઓ સક્શન, કોમ્પ્રેસન, એક્સપાન્સન અને એક્ઝોસ્ટ માટે જગ્યા પૂરી પાડે છે.
5.	પિસ્ટન	ચાર્જ પર દબાણ આપવા માટે ચાર્જના દહનથી ઉત્પન્ન થતી ઉષ્મા ઊર્જા દ્વારા મળતી ઊર્જાને કનેક્ટિંગ રોડ દ્વારા ક્રેન્કશાફ્ટને પહોંચાડવાનું કાર્ય કરે છે તથા દહન બાદ ઉત્પન્ન થતા નિષ્કાસ વાયુઓને એક્ઝોસ્ટ વાલ્વ દ્વારા બહાર કાઢે છે.
6.	પિસ્ટન રિંગ	પિસ્ટનના ઉપરના ભાગે તેની નળાકાર સપાટી પર આવેલ ખાંચમાં પિસ્ટનરિંગ બેસાડવામાં આવે છે. તેનું કાર્ય પિસ્ટન અને સિલિન્ડર વચ્ચેની જગ્યા પૂરવાનું તથા ચાર્જના દહનથી ઉત્પન્ન થતા વાયુઓને સિલિન્ડરમાંથી ક્રેન્કકેસમાં લીક ન થવા દેવાનું છે.
7.	પિસ્ટન પિન (ગજ્જન પિન)	પિસ્ટન અને કનેક્ટિંગ રોડના નાના છેડાને જોડવાનું કાર્ય કરે છે.
8.	કનેક્ટિંગ રોડ	પિસ્ટન દ્વારા મળતી રૈખિક ગતિને ક્રેન્કશાફ્ટ પર વર્તુળાકાર ગતિ મેળવવા વચ્ચે લિંક (Link – કડી) તરીકે કાર્ય કરે છે.
9.	ક્રેન્કશાફ્ટ	કનેક્ટિંગ રોડ દ્વારા પિસ્ટનની મળતી રેખીયગતિને વર્તુળાકાર ગતિમાં રૂપાંતર કરવા વપરાય છે તથા કેમશાફ્ટને ગતિ આપે છે.
10.	ફ્લાય વ્હીલ	એક્સપાન્સન સ્ટ્રોક દરમિયાન ઉત્પન્ન થતી વધારે યાંત્રિક ઊર્જાને ફ્લાય વ્હીલ દ્વારા સંગ્રહ કરવામાં આવે છે અને જરૂર પડે ત્યારે બીજા ત્રણ સ્ટ્રોક દરમિયાન ઊર્જાને પુરી પાડે છે અને ટ્રાન્સમિશન સિસ્ટમ દ્વારા પૈડાંને ગતિ મોકલે છે.
11.	કેમશાફ્ટ	ફોરસ્ટ્રોક એન્જિનમાં ચોક્કસ ક્રમમાં દરેક આવર્તન દરમિયાન વાલ્વ ખોલવા અને બંધ કરવા માટે કેમશાફ્ટ આપેલી હોય છે.
12.	વાલ્વ	ફોરસ્ટ્રોક એન્જિનના સિલિન્ડરમાં ચાર્જને દાખલ કરવા ઈનલેટ વાલ્વ તથા નિષ્કાસ વાયુઓને બહાર કાઢવા એક્ઝોસ્ટ વાલ્વનો ઉપયોગ થાય છે.

1.2 ટુ સ્ટ્રોક અને ફોર સ્ટ્રોક એન્જિનનો પ્રાથમિક પરિચય

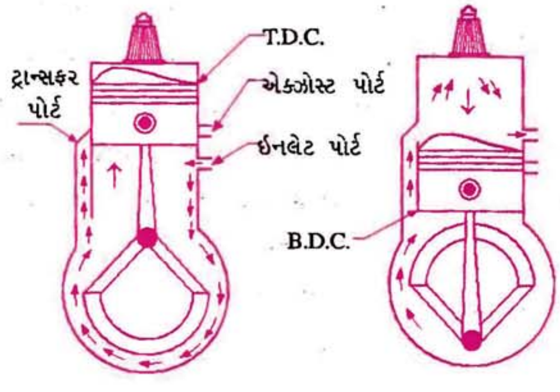
ટુ સ્ટ્રોક એન્જિન : સામાન્ય રીતે નાનાં દ્વિચક્રી વાહનો જેવાં કે, સ્કૂટર, મોપેડ વગેરેમાં ટુ સ્ટ્રોક એન્જિનનો ઉપયોગ થાય છે. આ એન્જિનમાં ચાર ક્રિયાઓ થાય છે, જે આકૃતિ 1.2માં દર્શાવેલ છે.

(1) સક્શન (Suction – ચૂસણ)

(2) કોમ્પ્રેશન (Compression – સંકોચન)

(3) એક્સપાન્સન (Expansion – વિસ્તરણ)

(4) એક્ઝોસ્ટ (Exhaust – નિષ્કાસન)



સક્શન-કોમ્પ્રેસન ક્રિયા — એક્સપાન્સન એક્ઝોસ્ટ ક્રિયા

આકૃતિ 1.2 ટુ સ્ટ્રોક પેટ્રોલ એન્જિન

આ ચારે ક્રિયાઓ પિસ્ટનના બે સ્ટ્રોક એટલે કે, ક્રેન્કશાફ્ટના એક આંટામાં પૂર્ણ થાય છે. સિલિન્ડરમાં પિસ્ટન ઉપરના બિંદુ (Top Dead Centre – (T.D.C.)) અને નીચેના બિંદુ (Bottam Dead Centre (B.D.C.) સુધી ગતિ કરે છે. આ બે બિંદુઓના વચ્ચેના અંતરને સ્ટ્રોક કહેવામાં આવે છે. આમ, ટુ સ્ટ્રોક એન્જિનમાં મુખ્ય બે સ્ટ્રોક હોય છે : (1) અપવર્ડ સ્ટ્રોક (2) ડાઉનવર્ડ સ્ટ્રોક. આ સ્ટ્રોક દરમિયાન થતી ક્રિયાઓ નીચે મુજબ છે :

(1) સક્શન ક્રિયા : અપવર્ડ સ્ટ્રોક દરમિયાન વર્ટિકલ પ્રકારના એન્જિનમાં જ્યારે પિસ્ટન સિલિન્ડરમાં B.D.C.થી T.D.C. તરફ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ ગતિ કરે છે તે દરમિયાન ઈનલેટ પોર્ટ ખૂલે છે અને ઈનલેટ પોર્ટ દ્વારા ચાર્જ એન્જિનના ક્રેન્કકેસમાં ભરાય છે. તે દરમિયાન એક્ઝોસ્ટ પોર્ટ અને ટ્રાન્સફર પોર્ટ બંધ હોય છે. આમ, આ ક્રિયા પિસ્ટન સિલિન્ડરમાં B.D.C.થી T.D.C. તરફ અડધે સુધી પહોંચે ત્યારે પૂર્ણ થાય છે.

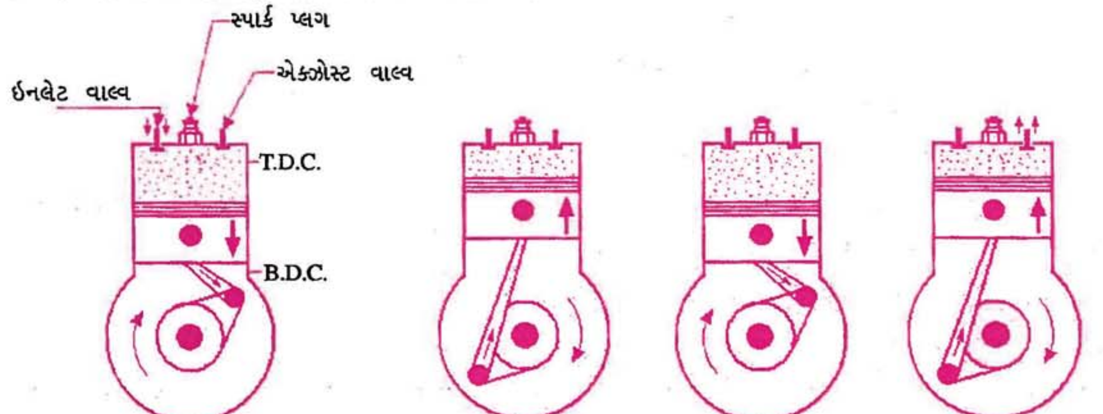
(2) કોમ્પ્રેસન ક્રિયા : અપવર્ડ સ્ટ્રોક દરમિયાન સક્શન ક્રિયા પૂર્ણ થાય છે. ત્યાર બાદ પિસ્ટન દ્વારા સિલિન્ડરમાં કોમ્પ્રેસન ક્રિયાની શરૂઆત થાય છે અને પિસ્ટન સિલિન્ડરમાં અડધેથી આગળ T.D.C. તરફ ગતિ કરે છે ત્યારે અગાઉ સિલિન્ડરમાં દાખલ થયેલ ચાર્જ પિસ્ટન દ્વારા દબાય છે. આ ક્રિયા વખતે ટ્રાન્સફર પોર્ટ અને એક્ઝોસ્ટ પોર્ટ બંને બંધ હોય છે.

(3) એક્સપાન્સન ક્રિયા : આ ક્રિયા ડાઉનવર્ડ સ્ટ્રોક દરમિયાન થાય છે. કોમ્પેસન ક્રિયા વખતે પિસ્ટન T.D.C. પર પહોંચે તે પહેલાં ચાર્જનું પેટ્રોલ એન્જિનમાં સ્પાર્ક આપીને દહન કરવામાં આવે છે. જ્યારે ડીઝલ એન્જિનમાં દબાણ પામેલ ચાર્જ પર ડીઝલનો સ્પ્રે કરી દહન કરવામાં આવે છે. જેથી પિસ્ટન T.D.C.થી B.D.C. તરફ ગતિ કરે છે. આ ક્રિયા દરમિયાન ઉષ્મા ઊર્જાનું યાંત્રિક ઊર્જામાં રૂપાંતર થાય છે.

(4) એક્ઝોસ્ટ ક્રિયા : આ ક્રિયા પણ પિસ્ટનના ડાઉનવર્ડ સ્ટ્રોક દરમિયાન થાય છે. પિસ્ટન જ્યારે B.D.C. પર પહોંચે છે ત્યારે ઈનલેટ પોર્ટ બંધ થાય છે અને એક્ઝોસ્ટ પોર્ટ ખૂલે છે જેના દ્વારા નિષ્કાસ વાયુઓ એન્જિનની બહાર જાય છે અને આ જ સ્ટ્રોક દરમિયાન ટ્રાન્સફર પોર્ટ ખૂલતાં ક્રેન્કકેસમાં દાખલ થયેલ ચાર્જ સિલિન્ડરમાં દાખલ થાય છે, પરંતુ પિસ્ટનના ઉપરના ભાગનો આકાર આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે ઢાળવાળો હોવાથી સિલિન્ડરમાં દાખલ થયેલ ચાર્જ એક્ઝોસ્ટ પોર્ટ દ્વારા બહાર નીકળતો નથી.

આમ, ક્રેન્કશાફ્ટના અડધા આંટામાં સક્શન અને કોમ્પ્રેસન અને બીજા અડધા આંટામાં એક્સપાન્સન અને એક્ઝોસ્ટ ક્રિયાઓ થાય છે. આ ચારે ક્રિયાઓ પિસ્ટનના બે સ્ટ્રોકમાં થતી હોવાથી આ એન્જિન ટુ સ્ટ્રોક એન્જિન તરીકે ઓળખાય છે.

ફોર સ્ટ્રોક એન્જિન : આ એન્જિન દ્વિચક્રી વાહન દા.ત., મોટરસાયકલ અને વધારે પ્રમાણમાં મોટાં વાહનો જેવાં કે મોટરકાર, જીપ, ટ્રક વગેરેમાં વાપરવામાં આવે છે. આ પ્રકારના એન્જિનમાં વાલ્વ આપેલા હોય છે. ચાર્જને સિલિન્ડરમાં દાખલ કરવા માટે ઇનલેટ વાલ્વ અને ચાર્જના દહનથી ઉત્પન્ન થયેલા નિષ્કાસ વાયુઓને બહાર કાઢવા માટે એક્ઝોસ્ટ વાલ્વ હોય છે. ફોરસ્ટ્રોક એન્જિનમાં સક્શન, કોમ્પ્રેસન, એક્સપાન્સન અને એક્ઝોસ્ટ આ ચારે ક્રિયાઓ નીચે પ્રમાણે થાય છે, જેને આકૃતિ 1.3માં દર્શાવેલ છે. આ એન્જિનમાં દરેક ક્રિયા સ્વતંત્ર સ્ટ્રોક દરમિયાન થાય છે માટે ક્રિયા પ્રમાણે સ્ટ્રોકનાં નામ આપવામાં આવે છે.



આકૃતિ 1.3 ફોર સ્ટ્રોક પેટ્રોલ એન્જિન (વર્ટિકલ ટાઇપ)

(1) સક્શન સ્ટ્રોક : આ સ્ટ્રોક દરમિયાન સિલિન્ડરમાં પિસ્ટન T.D.C.થી B.D.C. તરફ ગતિ કરે છે તે દરમિયાન સિલિન્ડરમાં શૂન્યાવકાશ ઉત્પન્ન થાય છે અને ઇનલેટ વાલ્વ ખૂલે છે. ઇનલેટ વાલ્વ દ્વારા સિલિન્ડરમાં ચાર્જ દાખલ થાય છે. આ સ્ટ્રોકના અંતમાં પિસ્ટન B.D.C. પર પહોંચે છે અને સિલિન્ડરમાં ચાર્જ ભરાય છે.

(2) કોમ્પ્રેસન સ્ટ્રોક : આ સ્ટ્રોક દરમિયાન ઇનલેટ વાલ્વ અને એક્ઝોસ્ટ વાલ્વ બંધ હોય છે અને પિસ્ટન B.D.C.થી T.D.C. તરફ ગતિ કરે છે. જેથી સિલિન્ડરમાં અગાઉ દાખલ થયેલ ચાર્જને પિસ્ટન દબાવે છે. આ સ્ટ્રોકના અંતે પિસ્ટન T.D.C. પર પહોંચે છે.

(3) એક્સપાન્સન સ્ટ્રોક : કોમ્પ્રેસન સ્ટ્રોકમાં પિસ્ટન T.D.C. પર પહોંચે તેના પહેલાં જ પેટ્રોલ એન્જિનમાં ચાર્જ પર સ્પાર્ક પ્લગ દ્વારા સ્પાર્ક આપવામાં આવે છે અને ડીઝલ એન્જિનમાં ચાર્જ પર ઇન્જેક્ટર દ્વારા ડીઝલનો સ્પ્રે કરવામાં આવે છે. જેના કારણે આ ચાર્જનું દહન થાય છે. જેનાથી ઉષ્મા ઊર્જા ઉત્પન્ન થાય છે. જે પિસ્ટનને દબાણથી નીચે તરફ ધકેલે છે. આ સ્ટ્રોકના અંતે પિસ્ટન B.D.C. પર પહોંચે છે અને આ સ્ટ્રોક દરમિયાન ઇનલેટ વાલ્વ અને એક્ઝોસ્ટ વાલ્વ બંધ હોય છે. આ સ્ટ્રોકમાં પાવર ઉત્પન્ન થતો હોવાથી આ સ્ટ્રોકને પાવર સ્ટ્રોક અથવા વર્કિંગ સ્ટ્રોક પણ કહેવામાં આવે છે.

(4) એક્ઝોસ્ટ સ્ટ્રોક : આ સ્ટ્રોકમાં પિસ્ટન B.D.C.થી T.D.C. તરફ ગતિ કરે છે તે દરમિયાન એક્ઝોસ્ટ વાલ્વ ખૂલે છે અને ઇનલેટ વાલ્વ બંધ હોય છે. એક્ઝોસ્ટ વાલ્વ ખૂલતાં સિલિન્ડરમાં દહન થયેલા ચાર્જના નિષ્કાસ વાયુઓ આ વાલ્વમાંથી બહાર નીકળે છે. આ ક્રિયાના અંતમાં પિસ્ટન T.D.C. પર પહોંચે છે.

આમ, ફોર સ્ટ્રોક એન્જિનમાં દરેક સ્ટ્રોક ક્રેન્કશાફ્ટના અડધા આંટામાં પૂર્ણ થાય છે અને એન્જિનમાં ચારે ક્રિયાઓ સક્શન, કોમ્પ્રેસન, એક્સપાન્સન અને એક્ઝોસ્ટ એ પિસ્ટનના ચાર સ્ટ્રોકમાં પૂર્ણ થતી હોવાથી આ એન્જિન ફોર સ્ટ્રોક એન્જિન તરીકે ઓળખાય છે.

ટુ સ્ટ્રોક એન્જિન અને ફોર સ્ટ્રોક એન્જિનનો તફાવત :

નંબર	ટુ સ્ટ્રોક એન્જિન	ફોર સ્ટ્રોક એન્જિન
1.	સક્શન, કોમ્પ્રેસન, એક્સપાન્સન અને એક્ઝોસ્ટ આ ચારે ક્રેન્કશાફ્ટના એક આંટામાં થાય છે.	સક્શન, કોમ્પ્રેસન, એક્સપાન્સન અને એક્ઝોસ્ટ આ ચારે ક્રિયા ક્રેન્કશાફ્ટના બે આંટામાં થાય છે.
2.	આ એન્જિનમાં પોર્ટ હોય છે.	આ એન્જિનમાં સિલિન્ડર દીઠ બે વાલ્વ હોય છે.
3.	આ એન્જિનમાં પિસ્ટનનો ઉપરનો ભાગ ઢાળવાળો હોય છે.	આ એન્જિનમાં પિસ્ટનનો ઉપરનો ભાગ સપાટ હોય છે.
4.	આ એન્જિનમાં એક સ્ટ્રોકમાં સક્શન અને કોમ્પ્રેસન તથા બીજા સ્ટ્રોકમાં એક્સપાન્સન અને એક્ઝોસ્ટ ક્રિયા થાય છે.	આ એન્જિનમાં ચાર સ્ટ્રોકમાં ચાર પ્રક્રિયા થાય છે. દા.ત., સક્શન સ્ટ્રોક, કોમ્પ્રેસન સ્ટ્રોક, એક્સપાન્સન સ્ટ્રોક, એક્ઝોસ્ટ સ્ટ્રોક.
5.	આ પ્રકારનું એન્જિન ખાસ કરીને સિંગલ સિલિન્ડરવાળા વાહનમાં હોય છે. દા.ત., સ્કૂટર, મોપેડ વગેરે.	આ પ્રકારનું એન્જિન સિંગલ સિલિન્ડર અને મલ્ટિ સિલિન્ડરવાળાં વાહનોમાં હોય છે. દા.ત., મોટરસાયકલ, મોટરકાર, ટ્રક વગેરે.
6.	આ એન્જિનનાં સિલિન્ડરમાં ચાર્જ ટ્રાન્સફર પોર્ટ દ્વારા દાખલ થાય છે.	આ એન્જિનમાં સિલિન્ડરમાં ચાર્જ ઇનલેટ વાલ્વ દ્વારા દાખલ થાય છે.
7.	સામાન્ય રીતે આ એન્જિનને ઠંડું કરવા ઍરકુલિંગ સિસ્ટમ વપરાય છે. દા.ત., સ્કૂટર, મોપેડમાં ઍરકુલિંગ સિસ્ટમ વપરાય છે.	આ એન્જિનને ઠંડું કરવા ઍરકુલિંગ તથા વૉટરકુલિંગ બંને સિસ્ટમ વપરાય છે. દા.ત., મોટરસાયકલમાં ઍરકુલિંગ સિસ્ટમનો ઉપયોગ થાય છે, જ્યારે મોટરકાર, ટ્રક વગેરેમાં વૉટરકુલિંગ સિસ્ટમ વપરાય છે.
8.	આ એન્જિન વજનમાં હલકું હોય છે, તે દ્વિચકી વાહનોમાં વપરાય છે.	આ એન્જિન વજનમાં ભારે હોય છે, જે દ્વિચકી અને મોટાં વાહનોમાં વપરાય છે.
9.	આ એન્જિન ઓછો લોડ વહન કરે છે.	આ એન્જિન વધારે લોડ વહન કરે છે.
10.	આ એન્જિનમાં લુબ્રિકેશન માટે લુબ્રિકેટિંગ ઑઇલને બળતણ સાથે મિશ્ર કરવામાં આવે છે.	આ એન્જિનમાં લુબ્રિકેટિંગ ઑઇલને બળતણ સાથે મિશ્ર કરવામાં આવતું નથી. તેની અલગ વ્યવસ્થા હોય છે.
11.	આ એન્જિનમાં ક્રેન્કશાફ્ટના એક આંટામાં એક પાવર સ્ટ્રોક મળે છે.	આ એન્જિનમાં ક્રેન્કશાફ્ટના બે આંટામાં એક પાવર સ્ટ્રોક મળે છે.
12.	આ એન્જિનમાં પોર્ટને ઉઘાડ-બંધ કરવાનું કાર્ય પિસ્ટનની દીવાલ કરે છે.	આ એન્જિનમાં વાલ્વને ખોલવા તેમજ બંધ કરવા માટે અલગ યાંત્રિક રચના હોય છે.

1.3 ઑટો એન્જિનની સહાયક સિસ્ટમ

ઑટોમોબાઇલ એન્જિન લાંબા સમય સુધી કાર્યક્ષમ રહે, એન્જિન દ્વારા ઉત્પન્ન થયેલ ઊર્જાનો વધારેમાં વધારે ઉપયોગ થઈ શકે તથા ઉત્પન્ન થયેલ ઊર્જાથી મહત્તમ કાર્યદક્ષતા પર વાહન ચલાવી શકાય તે માટે વાહનમાં સહાયક સિસ્ટમ આપેલી હોય છે, જે નીચે પ્રમાણે છે :

(1) લુબ્રિકેશન સિસ્ટમ (ઊંજણ પદ્ધતિ) : એન્જિનમાં સિલિન્ડર, સિલિન્ડર હેડ, ક્રેન્કકેસ વગેરે જેવા સ્થિર ભાગો તથા પિસ્ટન, કનેક્ટિંગ રોડ, ક્રેન્કશાફ્ટ વગેરે જેવા ચલિત ભાગો આવેલા હોય છે. આ ભાગમાં વચ્ચે સાપેક્ષ ગતિના કારણે ઘર્ષણ થાય છે. દા.ત., પિસ્ટન રિંગ અને સિલિન્ડર વચ્ચે ઉત્પન્ન થતું ઘર્ષણ. આમ, આ ઘર્ષણ

ઓછું કરવા માટે લુબ્રિકેશન સિસ્ટમનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. દ્વિચક્રી વાહનો જેવાં કે સ્કૂટર, મોપેડ વગેરેમાં લુબ્રિકેશન માટે બળતણની સાથે જ લુબ્રિકેટિંગ ઑઇલ મિશ્ર કરવામાં આવે છે. જ્યારે મોટાં વાહનો જેવાં કે, મોટરકાર, જીપ, ટ્રક વગેરેમાં સ્પ્લેશ સિસ્ટમ અને હાઇપ્રેશર લુબ્રિકેશન સિસ્ટમનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. એન્જિનના નીચેના ભાગમાં ઑઇલ ભરવા માટે ઑઇલ સમ્પ આપેલો હોય છે અને આ સમ્પમાં રહેલા ઑઇલને ઑઇલ પમ્પ દ્વારા એન્જિનના ફરતા ભાગો સુધી પહોંચાડવામાં આવે છે.

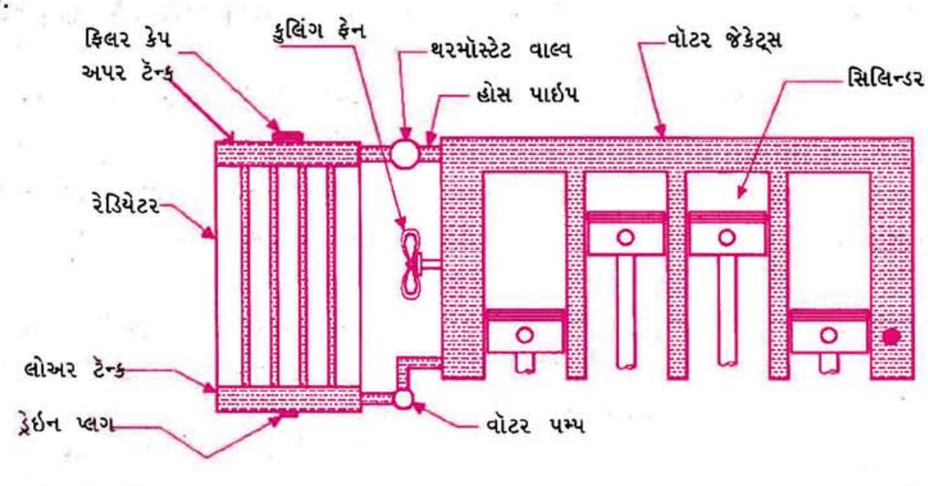
હાઇપ્રેશર લુબ્રિકેશન સિસ્ટમના મુખ્ય ભાગો અને કાર્ય નીચે પ્રમાણે છે :

નંબર	ભાગ	કાર્ય-ઉપયોગ
1.	ઑઇલ સમ્પ	એન્જિનના નીચેના ભાગે ઑઇલ સમ્પ આવેલો હોય છે જેનો ઉપયોગ લુબ્રિકેટિંગ ઑઇલના સંગ્રહ માટે થાય છે.
2.	ઑઇલ પમ્પ	એન્જિનના ક્રેન્કકેસમાં ઑઇલ પમ્પ આવેલો હોય છે. જેનો ઉપયોગ દબાણથી લુબ્રિકેટિંગ ઑઇલને એન્જિનના બધા ભાગો સુધી પહોંચાડવાનો હોય છે.
3.	ઑઇલ પ્રેસર ગેજ	એન્જિનમાં લુબ્રિકેટિંગ ઑઇલનું દબાણ માપવા આ ગેજનો ઉપયોગ થાય છે.
4.	ઑઇલ ફિલ્ટર	એન્જિનમાં ઑઇલને ગાળવા માટે ઑઇલ ફિલ્ટર વાપરવામાં આવે છે.
5.	ઑઇલ લેવલ ઇન્ડિકેટર	ક્રેન્કકેસની અંદર પૂરતા પ્રમાણમાં ઑઇલ છે કે નહિ તે ચેક કરવા ઑઇલ લેવલ ઇન્ડિકેટરનો ઉપયોગ થાય છે.

(2) કુલિંગ સિસ્ટમ : આંતરદહન એન્જિનમાં ચાર્જના દહનથી તથા એન્જિનના ભાગોમાં થતા ઘર્ષણથી ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે. જેના કારણે એન્જિનના ભાગો ગરમ થાય છે અને તે ભાગોનું આયુષ્ય ઓછું થાય છે અને એન્જિનની કાર્યદક્ષતા ઘટે છે. આ ભાગોને ઠંડા કરવા માટે કુલિંગ સિસ્ટમનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

સામાન્ય રીતે દ્વિચક્રી વાહનો જેવાં કે સ્કૂટર, મોપેડ, મોટરસાયકલ વગેરેમાં એન્જિનની બહારની બાજુમાં ફીન્સ લગાવેલી હોય છે. આ ફીન્સની આજુબાજુથી હવા પસાર થઈ એન્જિનને ઠંડું પાડે છે. આમ, આ સિસ્ટમમાં એન્જિનને ઠંડું કરવા હવાનો ઉપયોગ થતો હોવાથી તેને એરકુલિંગ સિસ્ટમ કહે છે.

જ્યારે મોટાં વાહનો જેવાં કે કાર, જીપ, બસ વગેરેમાં એન્જિનને ઠંડું કરવા માટે પાણીનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આથી આ પદ્ધતિ વૉટર કુલિંગ સિસ્ટમ તરીકે ઓળખાય છે, જે આકૃતિ 1.4માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે કાર્ય કરે છે.



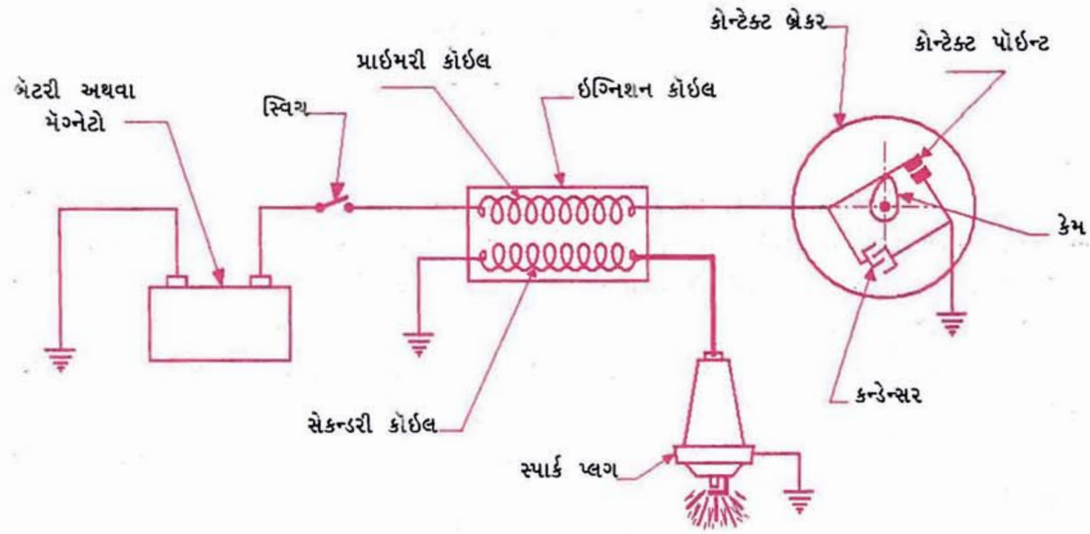
આકૃતિ 1.4 વૉટર કુલિંગ સિસ્ટમ

વૉટર કુલીંગ સિસ્ટમના ભાગો અને કાર્ય-ઉપયોગ નીચે પ્રમાણે છે :

નંબર	ભાગ	કાર્ય-ઉપયોગ
1.	રેડિયેટર	એન્જિનના આગળના ભાગે આવેલું હોય છે. જેમાં અપર ટૅન્ક અને લોઅર ટૅન્ક તથા વચ્ચેના ભાગમાં ટ્યૂબ અને ફીન્સ આવેલી હોય છે. તેનું કાર્ય એન્જિન વૉટર જૅકેટમાં ગરમ થયેલ પાણીને ઠંડું કરવાનું છે.
2.	વૉટર પમ્પ	વૉટર જૅકેટ અને રેડિયેટરની લોઅર ટૅન્ક વચ્ચે જોડેલો હોય છે. લોઅર ટૅન્કમાં ઠંડા થયેલા પાણીને વૉટર જૅકેટમાં મોકલવા માટે વૉટર પમ્પ વપરાય છે. વૉટર પમ્પને ગતિ ફેનની શાફ્ટ પરથી મળે છે.
3.	હોસ પાઇપ	રેડિયેટર, વૉટર પમ્પ અને સિલિન્ડર બ્લૉકને એકબીજા સાથે જોડી પાણીનું વહન કરવા માટે વપરાય છે.
4.	વૉટર જૅકેટ	એન્જિનમાં આવેલા સિલિન્ડરનાં બહારના ભાગે પાણી સંપર્કમાં રહી શકે તે માટે પોલાણ રાખવામાં આવે છે. વૉટર જૅકેટમાં પાણી સિલિન્ડરની આજુબાજુથી પસાર થઈ એન્જિનના ભાગોની ગરમી શોષે છે.
5.	થરમૉસ્ટેટ વાલ્વ	વૉટર જૅકેટ અને અપર ટૅન્ક વચ્ચે આ વાલ્વ જોડેલો હોય છે. પાણીના ઉંચા ઉષ્ણતામાનથી આ વાલ્વ ખૂલે છે અને પાણી રેડિયેટરની અપરટૅન્કમાં દાખલ થાય છે.
6.	કુલિંગ ફેન	આ ફેન બહારથી હવા ખેંચે છે. આ હવા રેડિયેટરની ટ્યૂબની આજુબાજુથી પસાર થઈ ટ્યૂબમાં રહેલા પાણીને ઠંડું કરે છે જેથી લોઅર ટૅન્કમાં ઠંડું પાણી પ્રાપ્ત થાય છે.

(3) ઇગ્નિશન સિસ્ટમ : પેટ્રોલ એન્જિનમાં ઇગ્નિશન સિસ્ટમનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. કોમ્પ્રેસન સ્ટ્રોકના અંતમાં ચાર્જનું દહન કરવા માટે સ્પાર્કની જરૂર પડે છે. આમ, ઇગ્નિશન સિસ્ટમ એ એન્જિનમાં સમયસર અને યોગ્ય પ્રમાણમાં સ્પાર્ક કરવા માટે વપરાય છે.

આકૃતિ 1.5માં એક સિલિન્ડર પેટ્રોલ એન્જિનની ઇગ્નિશન સિસ્ટમ દર્શાવેલ છે.

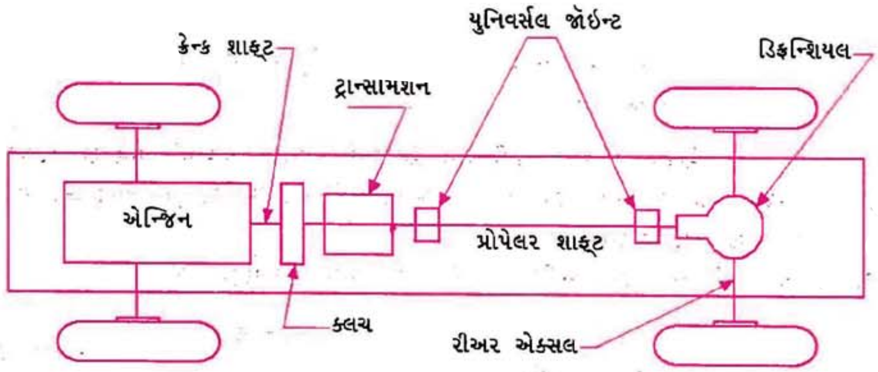


આકૃતિ 1.5 પેટ્રોલ એન્જિનમાં સ્પાર્ક માટે વિદ્યુતપરિપથ

ઈગ્નિશન સિસ્ટમના ભાગો અને કાર્ય નીચે પ્રમાણે છે :

નંબર	ભાગ	કાર્ય-ઉપયોગ
1.	બૅટરી	એન્જિનને સેલ્ફ સ્ટાર્ટરની મદદથી ચાલુ કરવા બૅટરીનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.
2.	ઇગ્નિશન કૉઇલ	ઓછા દબાણવાળા વીજપ્રવાહને ભારે દબાણવાળા વીજપ્રવાહમાં રૂપાંતર કરે છે.
3.	સી.બી. પૉઇન્ટ (કોન્ટેક્ટ બ્રેકર પૉઇન્ટ)	પ્રાયમરી સર્કિટને જોડવાનું તથા તોડવાનું કાર્ય કરે છે.
4.	કન્ડેન્સર	વધારાના કરન્ટને શોષી લઈ સી.બી. પૉઇન્ટ પર નુકસાન થતું અટકાવે છે.
5.	ડિસ્ટ્રિબ્યુટર	મલ્ટિ સિલિન્ડર એન્જિન હોય ત્યારે દરેક સિલિન્ડરમાં આવેલ સ્પાર્ક પ્લગ પર ચોક્કસ ક્રમ અનુસાર હાઇ ટેન્શન કરન્ટ પૂરું પાડવાનું કાર્ય કરે છે.
6.	સ્પાર્ક પ્લગ	એન્જિનમાં કોમ્પ્રેસન સ્ટ્રોકના અંતે સ્પાર્ક કરી ચાર્જનું દહન કરવાનું કાર્ય કરે છે. જેટલા સિલિન્ડરનું એન્જિન હોય તેટલા સ્પાર્ક પ્લગ એન્જિનમાં હોય છે.

(4) ટ્રાન્સમિશન સિસ્ટમ : એન્જિનમાં ઉત્પન્ન થતી ઊર્જાને વાહનનાં પૈડાં સુધી પહોંચાડવા માટે ટ્રાન્સમિશન સિસ્ટમનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. એન્જિનમાંથી ઉત્પન્ન થતી ઊર્જા ટ્રાન્સમિશન સિસ્ટમના અલગ અલગ ભાગો મારફત વાહનના પાછળના પૈડા સુધી પહોંચી વાહનને ગતિ આપે છે. જે રીઅર ટ્રાન્સમિશન સિસ્ટમ તરીકે ઓળખાય છે. આકૃતિ 1.6માં ટ્રાન્સમિશન સિસ્ટમની રેખાકૃતિ દર્શાવેલ છે.



આકૃતિ 1.6 ટ્રાન્સમિશન સિસ્ટમ

રીઅર ટ્રાન્સમિશન સિસ્ટમનાં ભાગો અને કાર્યો :

(1) ક્લચ : એન્જિન અને ગિયર બૉક્સની વચ્ચે ક્લચ આવેલો હોય છે. એન્જિનમાં ઉત્પન્ન થતી ઊર્જાને ગિયર બૉક્સ સુધી મોકલવાનું તથા નહિ મોકલવાનું કાર્ય કરે છે. જ્યારે વાહન ચાલતું હોય ત્યારે ક્લચ ઍંગેજ હોય છે. જેથી એન્જિનમાંથી ઊર્જા ગિયર બૉક્સને મળે છે અને ક્લચ ડિસ ઍંગેજ હોય ત્યારે એન્જિનમાંથી ઊર્જા ગિયર બૉક્સને મળતી નથી.

(2) ગિયર બૉક્સ : વાહનની જરૂરિયાત પ્રમાણે ગતિ અને તાકાત ઓછી અને વધારે કરવા માટે ગિયર બૉક્સ વપરાય છે.

(3) યુનિવર્સલ જૉઇન્ટ : ગિયર બૉક્સ તથા પ્રોપેલર શાફ્ટને અને પ્રોપેલર શાફ્ટ અને ડિફ્રન્શિયલને જોડવાનું કાર્ય કરે છે.

(4) પ્રોપેલર શાફ્ટ : ગિયર બૉક્સમાંથી મળતી ગતિને ડિફ્રન્શિયલ સુધી પહોંચાડવાનું કાર્ય કરે છે.

(5) ડિફન્શિયલ : પ્રોપેલર શાફ્ટમાંથી આવતી ગતિ ડિફન્શિયલ દ્વારા વાહનના પાછળના પૈડાને મળે છે. જ્યારે વાહન રસ્તા પર જતું હોય ત્યારે વાહનનાં બંને પૈડાં સમાન ગતિએ હોય છે, પરંતુ જ્યારે વાહન વળાંક લે છે ત્યારે વળાંકની બાજુનું પૈડું ઓછું ફરે છે અને દૂરનું પૈડું વધારે ફરે છે. આમ, આ બે પૈડાંને જરૂરિયાત પ્રમાણે અલગ-અલગ ગતિ આપવાનું કાર્ય ડિફન્શિયલ કરે છે.

આપણે નીચેની બાબતો શીખી ગયાં

- એન્જિન એ ચાર્જના દહનમાંથી ઉત્પન્ન થતી ઉષ્મા ઊર્જાનું યાંત્રિક ઊર્જામાં રૂપાંતર કરે છે.
- જે એન્જિનમાં ચાર્જનું દહન એન્જિનના અંદરના ભાગમાં થાય તો તે એન્જિનને આંતરદહન એન્જિન કહેવાય છે અને ચાર્જનું દહન એન્જિનના બહારના ભાગમાં થાય તો તે એન્જિનને બાહ્ય દહન એન્જિન કહેવાય છે.
- આંતરદહન એન્જિનના મુખ્ય પ્રકાર બળપણ આધારિત અને સ્ટ્રોક આધારિત છે. બળતણ આધારિત એન્જિન જેવાં કે પેટ્રોલ એન્જિન, ડીઝલ એન્જિન, ગૅસ એન્જિન જ્યારે સ્ટ્રોક આધારિત એન્જિન જેવાં કે ટુ-સ્ટ્રોક એન્જિન, ફોર સ્ટ્રોક એન્જિન.
- ટુ સ્ટ્રોક એન્જિનમાં પિસ્ટનના બે સ્ટ્રોકમાં અને ક્રેન્કશાફ્ટના એક આંટામાં સક્શન, કોમ્પ્રેસન, એક્સપાન્સન તથા એક્ઝોસ્ટ આ ચાર પ્રક્રિયા થાય છે.
- ફોર સ્ટ્રોક એન્જિનમાં પિસ્ટનના ચાર સ્ટ્રોકમાં અને ક્રેન્કશાફ્ટના બે આંટામાં સક્શન, કોમ્પ્રેસન, એક્સપાન્સન તથા એક્ઝોસ્ટ આ ચાર પ્રક્રિયા થાય છે.
- એન્જિનના ભાગોને લુબ્રિકેશન કરવા લુબ્રિકેશન સિસ્ટમનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.
- એન્જિનના ગરમ થતા ભાગોને ઠંડા કરવા કુલિંગ સિસ્ટમનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.
- પેટ્રોલ એન્જિનમાં પેટ્રોલનું દહન કરવા સ્પાર્કનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આથી તે સ્પાર્ક ઇગ્નિશન એન્જિન તરીકે ઓળખાય છે. જ્યારે ડીઝલ એન્જિનમાં દબાયેલ હવા પર ઈન્જેક્ટર દ્વારા ડીઝલનો સ્પ્રે કરવામાં આવે છે. આથી ડીઝલ એન્જિન કોમ્પ્રેસન ઇગ્નિશન એન્જિન તરીકે ઓળખાય છે.
- પેટ્રોલ એન્જિનમાં દાખલ થયેલા ચાર્જને સમયસર દહન કરવા ઇગ્નિશન સિસ્ટમનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.
- ટ્રાન્સમિશન સિસ્ટમ એ એન્જિનમાં ઉત્પન્ન થતી ઊર્જાને વાહનનાં પાછળનાં પૈડાં સુધી પહોંચાડી વાહનને ગતિ આપવાનું કાર્ય કરે છે.

સ્વાધ્યાય

નીચેનાં વિધાનો માટે યોગ્ય વિકલ્પ પસંદ કરો :

(1) પેટ્રોલ એન્જિનમાં ચાર્જનું દહન .... દ્વારા થાય છે.
(A) સ્પાર્ક પ્લગ (B) ઈન્જેક્ટર (C) પમ્પ (D) ઇનલેટ વાલ્વ

(2) એન્જિનમાં ઉત્પન્ન થતી યાંત્રિક ઊર્જાનો સંગ્રહ .... કરે છે.
(A) ફ્લાય વ્હીલ (B) ક્રેન્ક શાફ્ટ (C) પિસ્ટન રિંગ (D) ગજ્જન પિન

(3) સ્કૂટર, મોપેડ જેવાં નાનાં દ્વિચક્રી વાહનોમાં .... એન્જિન હોય છે.
(A) ટુ સ્ટ્રોક (B) ફોર સ્ટ્રોક (C) થ્રી સ્ટ્રોક (D) એક પણ નહિ

(4) ચાર્જનું દહન એન્જિનના .... ભાગમાં થાય છે.
(A) સિલિન્ડર હેડ (B) પિસ્ટન (C) કનેક્ટિંગ રોડ (D) ઇનલેટ વાલ્વ

(5) એન્જિનના .... સ્ટ્રોકમાં ઉષ્મા-ઊર્જા ઉત્પન્ન થાય છે.
(A) સક્શન (B) કોમ્પ્રેશન (C) એક્સપાન્સન (D) એક્ઝોસ્ટ

(6) ચાર્જનું દહન એન્જિનના અંદરના ભાગમાં થાય તેવા એન્જિનને .... કહે છે.
(A) આંતરદહન એન્જિન (B) બાહ્ય દહન એન્જિન
(C) પેટ્રોલ એન્જિન (D) ડીઝલ એન્જિન

(7) પિસ્ટન અને કનેક્ટિંગ રોડના નાના છેડાને જોડવાનું કાર્ય .... કરે છે.
(A) કનેક્ટિંગ રોડ (B) પિસ્ટન પિન (C) ફ્લાય વ્હીલ (D) વાલ્વ

(8) I.C. એન્જિનમાં સકશન, કોમ્પ્રેસન, એક્સ્પાન્શન અને એક્ઝોસ્ટ આ ચાર પ્રક્રિયાઓ ક્રેન્ક શાફ્ટના બે આંટામાં પૂરી થતી હોય તેવા એન્જિનને .... છે.
(A) ટુ સ્ટ્રોક (B) ફોર સ્ટ્રોક (C) સ્ટીમ એન્જિન (D) બાહ્ય દહન

(9) .... એન્જિનમાં ચાર્જને દાખલ થવા માટે પોર્ટ આવેલા હોય છે.
(A) ટુ સ્ટ્રોક (B) ફોર સ્ટ્રોક (C) સ્ટીમ એન્જિન (D) બાહ્ય દહન

(10) ક્લચ એ એન્જિનની .... સહાયક સિસ્ટમનો ભાગ છે.
(A) લુબ્રિકેશન (B) ટ્રાન્સમિશન (C) કુલિંગ (D) ઇગ્નિશન

(11) જ્યારે ચાર્જનું દહન એન્જિનના બહારના ભાગમાં થાય છે તેને .... કહે છે.
(A) આંતરદહન એન્જિન (B) બાહ્ય દહન એન્જિન
(C) પેટ્રોલ એન્જિન (D) ડીઝલ એન્જિન

(12) એન્જિનમાં ઉષ્મા-ઊર્જાનું .... ઊર્જામાં રૂપાંતર થાય છે.
(A) રાસાયણિક ઊર્જા (B) વિદ્યુત ઊર્જા (C) પવન ઊર્જા (D) યાંત્રિક ઊર્જા

(13) ઑઇલ પંપ એ .... સિસ્ટમનો ભાગ છે.
(A) કુલિંગ (B) ઇગ્નિશન (C) ટ્રાન્સમિશન (D) લુબ્રિકેશન

(14) ફોર સ્ટ્રોક એન્જિનમાં .... સ્ટ્રોકમાં ચાર્જ સિલિન્ડરમાં દાખલ થાય છે.
(A) કોમ્પ્રેસન (B) સક્શન (C) એક્સ્પાન્સન (D) એક્ઝોસ્ટ

(15) થર્મોસ્ટેટ વાલ્વ .... સિસ્ટમનો ભાગ છે.
(A) ટ્રાન્સમિશન (B) કુલિંગ (C) ઇગ્નિશન (D) લુબ્રિકેશન

(16) એન્જિનમાં ઉત્પન્ન થયેલ યાંત્રિક ઊર્જાને ગિયરબૉક્સ સુધી મોકલવાનું કાર્ય .... ભાગ દ્વારા થાય છે.
(A) યુનિવર્સલ જોઇન્ટ (B) ક્લચ (C) પ્રોપેલર શાફ્ટ (D) ડિફ્રન્શિયલ

(17) એન્જિનમાં ઑઇલ ચેમ્બર .... માં આવેલું હોય છે.
(A) કનેક્ટિંગ રોડ (B) ક્રેન્કકેસના નીચેના ભાગ
(C) સિલિન્ડર હેડ (D) પિસ્ટનના ઉપરના ભાગ

(18) .... સ્ટ્રોકને પાવર સ્ટ્રોક અથવા વર્કિંગ સ્ટ્રોક પણ કહે છે.
(A) સક્શન (B) કોમ્પ્રેસન (C) એક્સપાન્શન (D) એક્ઝોસ્ટ

(19) પિસ્ટન પિનનું બીજું નામ .... છે.
(A) પિસ્ટન રિંગ (B) ક્રેન્ક પિન (C) કેમ પિન (D) ગજજન પિન

(20) રેડિએટર એ એન્જિનની .... સિસ્ટમનો ભાગ છે.
(A) લુબ્રિકેશન (B) કુલિંગ (C) ઇગ્નિશન (D) ટ્રાન્સમિશન

વિદ્યાર્થી-પ્રવૃત્તિ

- દ્વિચક્રી વાહનના એન્જિનમાં આવતા ભાગોની યાદી બનાવશે.
- ટ્રાન્સમિશન સિસ્ટમના ભાગો વિશે નોંધપોથીમાં લખશે.
- ટુ સ્ટ્રોક એન્જિનની આકૃતિ નોંધપોથીમાં દોરશે.
- ટ્રાન્સમિશન સિસ્ટમની આકૃતિ તેમની સમજ મુજબ દોરશે.

શિક્ષક-પ્રવૃત્તિ

- ટુ સ્ટ્રોક અને ફોર સ્ટ્રોક એન્જિનની વિગતવાર સમજ મૉડેલ
- કોઈપણ વાહનની ટ્રાન્સમિશન સિસ્ટમનું નિદર્શન કરી સંપૂર્ણ સમજ આપશે.
- કોઈપણ વાહનમાં કાર્ય કરતી કુલિંગ સિસ્ટમનું નિદર્શન કરી સમજ આપશે.
- એન્જિનની સહાયક સિસ્ટમની વિગતવાર માહિતી વાહન અથવા મૉડેલની મદદથી આપશે.

પારિભાષિક શબ્દો

Stroke	સ્ટ્રોક	પ્રહાર
Cylinder	સિલિન્ડર	નળાકાર
Spark	સ્પાર્ક	તણખો

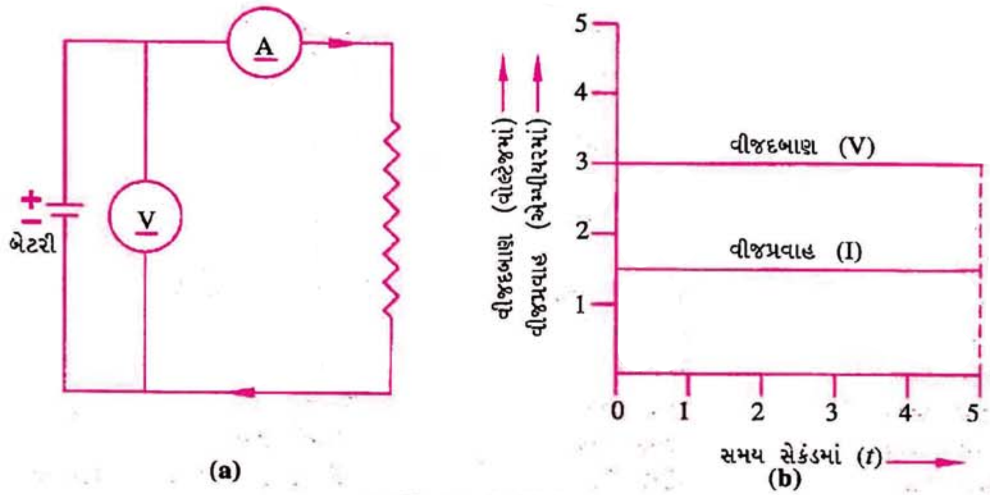
Oil Sump	ઑઇલ સમ્પ	ઑઇલ ભરવાની ટાંકી
Suction	સક્શન	ચૂસણ
Compression	કોમ્પ્રેસન	સંકોચન
Expansion	એક્સપાન્સન	વિસ્તરણ
Exhaust	એક્ઝોસ્ટ	નિષ્કાસન
Top Dead Centre	ટોપ ડેડ સેંન્ટર	સિલિન્ડરમાં પિસ્ટન જ્યાં સુધા ઉપર જઈ શકે તે બિંદુ
Bottam Dead Centre	બોટમ ડેડ સેન્ટર	સિલિન્ડરમાં પિસ્ટન જ્યાં સુધી નીચે જઈ શકે તે બિંદુ
Water Cooling System	વૉટર કુલિંગ સિસ્ટમ	પાણી દ્વારા ઠંડું કરવાની પદ્ધતિ
Air Cooling System	ઍર કુલિંગ સિસ્ટમ	હવા દ્વારા ઠંડું કરવાની પદ્ધતિ
Lubrication	લુબ્રિકેશન	ઊંજણ
Pressure Gauge	પ્રેસર ગેજ	દબાણમાપક
High Pressure-	હાઇ પ્રેસર	ઊંચું દબાણ
Lubrication System	લુબ્રિકેશન સિસ્ટમ	ઊંજણ પદ્ધતિ
Fuel Injector	ફ્યુઅલ ઇન્જેક્ટર	બળતણનો છંટકાવ કરનાર
Two Wheeler	ટુ વ્હીલર	દ્વિચક્રી
Port	પોર્ટ	બારી, દ્વાર
Inlet Port	ઇનલેટ પોર્ટ	પ્રવેશદ્વાર
Exhasut Port	એક્ઝોસ્ટ પોર્ટ	નિષ્કાસદ્વાર
Transfer Port	ટ્રાન્સફર પોર્ટ	વહનદ્વાર
System	સિસ્ટમ	પદ્ધતિ
Ignition Coil	ઇગ્નિશલ કોઇલ	દહન માટેનું ગૂંચળું
Distributor	ડિસ્ટ્રિબ્યુટર	વિભાજક
Condenser	કન્ડેન્સર	ઠારક, સંઘનક
Upper Tank	અપર ટેન્ક	ઉપરની ટાંકી
Lower Tank	લોઅર ટૅન્ક	નીચેની ટાંકી
Water Jacket	વૉટર જૅકેટ	સિલિન્ડરની આજુબાજુની પોલાણવાળી જગ્યા
Thermostate Valve	થર્મોસ્ટેટ વાલ્વ	તાપસ્થાપ પ્રવાહ-નિયંત્રક
Fan	ફેન	પંખો
Radiator	રેડિયેટર	વિકિરક
Hose pipe	હોસ પાઇપ	રબરની નળી
Oil Filter	ઑઇલ ફિલ્ટર	તેલ ગળણું
Valve	વાલ્વ	પ્રવાહનિયંત્રક
Gear Box	ગિયર બૉક્સ	દંતચક્ર પેટી
Battery	બૅટરી	સંગ્રાહક કોષ
Spray	સ્પ્રે	છંટકાવ
Tank	ટૅન્ક	ટાંકી
Oil Pump	ઑઇલ પમ્પ	તેલ પમ્પ
Leak	લીક	ગળણ થવું, ક્ષરણ
Vertical	વર્ટિકલ	ઊભું
Link	લિંક	કડી
Fly Wheel	ફ્લાય વ્હીલ	ગતિપાલક ચક્ર

2 એ. સી. સર્કિટ

2.1 એ.સી./ડી.સી.ની સરખામણી

એ.સી. અને ડી.સી. વિશેની કેટલીક માહિતી ધોરણ 9માં આપણે જોઈ ગયાં; પરંતુ તેમના તરંગરૂપ, ઉત્પાદન, ટ્રાન્સમિશન અને ડિસ્ટ્રિબ્યુશન તથા તેનાથી સર્કિટ (Circuit-પરિપથ)માં થતી અસરો વગેરે બાબતો અંગેની વધુ માહિતી એ.સી./ડી.સી.ની સરખામણી પરથી મેળવીશું.

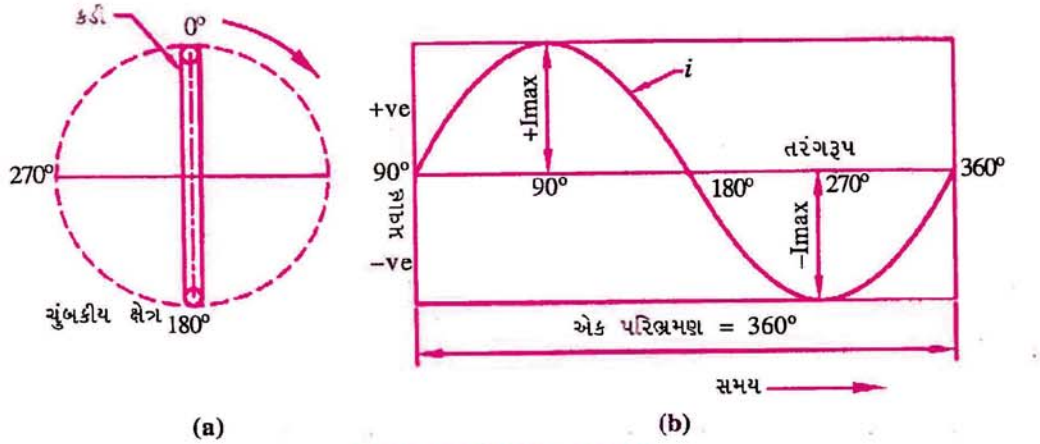
ડાયરેક્ટ કરંટ (Direct Current – એકદિશ વીજપ્રવાહ) : શુદ્ધ ડી.સી. બૅટરીમાંથી મળે છે. તેની ધ્રુવિતા બદલાતી નથી એટલે કે તે એક જ દિશામાં વહે છે અને તેની કિંમત દરેક સમયે એકસરખી રહે છે. તે સમજવા આકૃતિ 2.1(a)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે બૅટરીના બે ધ્રુવો વચ્ચે અવરોધ (રેઝિસ્ટન્સ) જોડી તેમાંથી પસાર થતો વીજપ્રવાહ (કરંટ) અને અવરોધના બે છેડા વચ્ચે મળતું વીજદબાણ (વૉલ્ટેજ) નિયત સમયાંતરે માપી તેમનો સમય સાથે આલેખ દોરવામાં આવે તો આકૃતિ 2.1(b)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે એક સીધી રેખા મળે છે. તે પરથી કહી શકાય કે તેમની કિંમત દરેક સમયે એકસરખી (અચળ) રહે છે.



આકૃતિ 2.1 ડી.સી.નું તરંગરૂપ

ઓલ્ટરનેટિંગ કરંટ (Alternating Current – પ્રત્યાવર્તી વીજપ્રવાહ) : વીજઉત્પાદન માટે વીજચુંબકીય પ્રેરણના સિદ્ધાંત પર કાર્ય કરતા મૂળભૂત જનરેટરમાં વાહકની કૉઇલને ચુંબકીય ક્ષેત્રની મધ્યમાં ગોઠવી, ધરી પર ક્લોકવાઇઝ દિશામાં ફેરવતાં ચુંબકીય બળરેખાઓ કપાવાથી કૉઇલમાં વીજચાલક બળ ઉત્પન્ન થાય છે. જેને લીધે કૉઇલમાં વીજપ્રવાહ વહે છે. કૉઇલના એક પરિભ્રમણ દરમિયાન વીજપ્રવાહનું મૂલ્ય સમયની સાથે બદલાય છે. કૉઇલના પરિભ્રમણ દરમિયાન શરૂઆતમાં પ્રવાહનું મૂલ્ય શૂન્ય અને કૉઇલના 0^{o}થી 90^{o} પરિભ્રમણ દરમિયાન ધન બાજુ તરફ ક્રમશઃ વધીને મહત્તમ થાય છે તથા કૉઇલના 90^{o}થી 180^{o} પરિભ્રમણ દરમિયાન ધન (પોઝિટીવ) બાજુ તરફ ક્રમશઃ ઘટીને પ્રવાહનું મૂલ્ય શૂન્ય થાય છે.

કૉઇલના 180^{o}થી 270^{o} પરિભ્રમણ દરમિયાન ઋણ (નેગેટીવ) બાજુ તરફ ક્રમશઃ વધીને પ્રવાહનું મૂલ્ય મહત્તમ થાય છે. આગળ 270^{o}થી 360^{o} દરમ્યાન પ્રવાહનું મૂલ્ય ઘટીને પાછું શૂન્ય થાય છે. આ રીતે કૉઇલના એક પરિભ્રમણના 0^{o}થી 360^{o} દરમિયાન કૉઇલના વાહકોની જુદી જુદી સ્થિતિ વખતે તેમાં ઉત્પન્ન થયેલા વીજપ્રવાહનું મૂલ્ય માપી સમય સાથે આલેખ દોરવામાં આવે તો આકૃતિ 2.2(b)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે એક કર્વ મળે છે. તેનો આકાર એક તરંગ જેવો હોવાથી તેને એ.સી.નું વેવફૉર્મ (તરંગરૂપ) કહેવામાં આવે છે. આ રીતે ''એ.સી. ઊલટસૂલટ દિશામાં વહે છે અને તેનું મૂલ્ય સમયની સાથે ચોક્કસ રીતે બદલાય છે.''



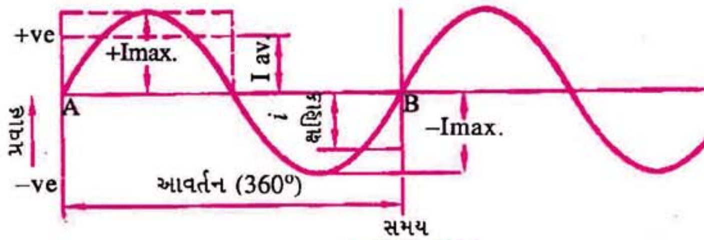
આકૃતિ 2.2 એ.સી.નું તરંગરૂપ

એ.સી./ડી.સી.ની સરખામણી :

નંબર	એ.સી.	ડી.સી.
1.	તે ઊલટસૂલટ દિશામાં વહે છે અને સમયની સાથે તેના મૂલ્યમાં નિયમિત રીતે ફેરફાર થાય છે.	તે એક જ દિશામાં વહે છે અને તેનું મૂલ્ય હંમેશાં એકસરખું (અચળ) રહે છે.
2.	તેના વડે સીધેસીધી બૅટરી ચાર્જ કરી શકાતી નથી.	તેના વડે સીધેસીધી બૅટરી ચાર્જ કરી શકાય છે.
3.	એ.સી. ઉત્પન્ન કરતા યંત્રને ઓલ્ટરનેટર કહે છે.	ડી.સી. ઉત્પન્ન કરતા યંત્રને ડી.સી. જનરેટર કહે છે.
4.	પ્રેરણની અસર થાય છે. એ.સી. વીજપુરવઠા પર ચૉક, ટ્રાન્સફૉર્મર વાપરી શકાય છે.	પ્રેરણની અસર થતી નથી. ડી.સી. વીજપુરવઠા પર ચૉક, ટ્રાન્સફૉર્મર વાપરી શકાતાં નથી.
5.	વધુ વીજદબાણ (આશરે 11,000 કે 33,000 વોલ્ટ) ઉત્પન્ન કરી શકાય છે.	વધુમાં વધુ 3300 વોલ્ટનું વીજદબાણ ઉત્પન્ન કરી શકાય છે
6.	મોટા ભાગે દરેક કાર્યો જેવાં કે ગૃહઉપયોગી વીજઉપકરણો અને કારખાનાઓમાં યંત્રો ચલાવવા માટે વપરાતી વીજમોટરો ચલાવવા એ.સી.નો જ ઉપયોગ થાય છે.	બૅટરી ચાર્જિંગ, ઇલેક્ટ્રોપ્લેટિંગ, રાસાયણિક પૃથક્કરણ, ઇલેક્ટ્રોનિક સર્કિટ વગેરે જેવા ખાસ કામમાં ડી.સી.નો ઉપયોગ થાય છે.
7.	એ.સી.નું ડી.સી.માં રૂપાંતર કરવું સહેલું અને સસ્તું છે.	ડી.સી.નું એ.સી.માં રૂપાંતર કરવું ખર્ચાળ અને અઘરું છે.

2.2 એ.સી. સંબંધિત પારિભાષિક શબ્દોની સમજ

સાયકલ (Cycle – આવર્તન) : આકૃતિ 2.3 જોતાં જણાઈ આવે છે કે, એ.સી.નું મૂલ્ય સમયની સાથે ચોક્કસ રીતે બદલાય છે. શરૂઆતમાં શૂન્ય અને ત્યાર બાદ ધન બાજુ પર મહત્તમ થઈ પાછું શૂન્ય થાય છે. ફરીથી ઋણ બાજુ પર મહત્તમ થઈ પાછું શૂન્ય થાય છે. એટલે કે "વાહકના એક પરિભ્રમણ (0° થી 360° – A થી B) દરમિયાન વીજપ્રવાહના મૂલ્યમાં જે ફેરફાર થાય છે તે આખા ફેરફારને એક સાઇકલ કહે છે."



આકૃતિ 2.3 આવર્તન (સાઇકલ)

પિરિયોડિક ટાઇમ (Periodic Time – આવર્તનકાળ) : એક સાઇકલ પૂર્ણ કરવામાં જે સમય લાગે તે સમયને પિરિયોડિક ટાઇમ કહે છે. તેની સંજ્ઞા T છે. સમય સેકંડમાં લેવામાં આવે છે.

ફ્રિકવન્સી (Frequency – આવૃત્તિ) : "એક સેકંડમાં પૂર્ણ થતી સાઇકલની સંખ્યાને ફ્રિકવન્સી કહે છે." તેની સંજ્ઞા f છે. ઉદાહરણ તરીકે જો એક સેકંડમાં આવી 50 સાયકલ થાય તો ફ્રિકવન્સી 50 સાઇકલ/સેકંડ ગણાય છે. હવેથી ફ્રિકવન્સીને સાઇકલ/સેકંડ (ટૂંકમાં C/s)ને બદલે Hz (હર્ટ્ઝ)થી દર્શાવાય છે. આપણા દેશમાં વપરાતા એ.સી. સપ્લાયની આવૃત્તિ 50 Hz છે.

$$f = \frac{1}{T}$$

ઇન્સ્ટનટેનિયસ વેલ્યુ (Instantaneous Value – તત્ક્ષણ મૂલ્ય) : આકૃતિ 2.3માં જોતાં જુદા જુદા સમયે કરંટની કિંમત જુદી જુદી મળે છે. "કોઈ એક ક્ષણે કરંટનું જે મૂલ્ય હોય છે, તેને તે સમયની ઇન્સ્ટનટેનિયસ વેલ્યુ કહે છે." તેની સંજ્ઞા i છે.

મેક્ઝિમમ વેલ્યુ (Maximum Value – મહત્તમ મૂલ્ય) : આકૃતિ 2.3માં જોતાં એક સાઇકલ દરમિયાન કરંટનું મૂલ્ય બે વખત સૌથી વધુ થાય છે. સાઇકલની ધન બાજુ પરના કરંટના સૌથી વધુ મૂલ્યને ધન મહત્તમ (+ Imax) અને ઋણ બાજુ પરના કરંટના સૌથી વધુ મૂલ્યને ઋણ મહત્તમ (– Imax) કહે છે. આ બંનેનું મૂલ્ય એકસરખું જ હોય છે. તેને કરંટની મેક્ઝિમમ વેલ્યુ કહે છે. તેને ટોચ મૂલ્ય કે પીક વેલ્યુ પણ કહે છે. તેની સંજ્ઞા Imax છે.

એવરેજ વેલ્યુ (Average Value – સરેરાશ મૂલ્ય) : એ.સી.ને કારણે સર્કિટના કોઈ એક બિંદુ આગળથી ચોક્કસ સમયમાં પસાર થતા ચાર્જની કિંમત જેટલો જ ચાર્જ તે જ સર્કિટના તે જ બિંદુથી તેટલા જ સમયમાં પસાર કરવા માટે જરૂરી ડી.સી.ના મૂલ્યને તે એ.સી.ની એવરેજ વેલ્યુ કહે છે. તેની સંજ્ઞા Iav છે. એ.સી.ની એવરેજ વેલ્યુ તેની મેક્ઝિમમ વેલ્યુની 0.637 જેટલી હોય છે. જે આકૃતિ 2.3માં દર્શાવેલ છે.

$$Iav = 0.637\ Imax$$

રૂટ મીન સ્કવેર વેલ્યુ (Root Mean Square Value – વર્ગ-માધ્ય મૂળ મૂલ્ય) : પ્રતિરોધમાં એ.સી. કરંટ પસાર થતાં અમુક સમયમાં જેટલી ઉષ્ણતા ઉત્પન્ન થાય તેટલી જ ઉષ્ણતા તેટલા જ સમયમાં ઉત્પન્ન કરવા પસાર કરવા પડતા ડી.સી. કરંટની કિંમતને તે એ.સી. કરંટની રૂટ મીન સ્કવેર વેલ્યુ (આર.એમ.એસ. મૂલ્ય) કહે છે. તેને અસરકારક કે સાર્થક મૂલ્ય પણ કહેવામાં આવે છે. તેની સંજ્ઞા I_{RMS} છે.

$$I_{RMS} = \frac{1}{\sqrt{2}}\ Imax = 0.707\ Imax$$

જ્યાં ઉલ્લેખ કરવામાં આવ્યો હોય તે સિવાય વ્યવહારમાં વીજરાશિ (કરંટ અને વૉલ્ટેજ)ની કિંમતને આર.એમ.એસ. મૂલ્ય ગણવામાં આવે છે. તેને સામાન્ય રીતે ફક્ત I કે Vથી દર્શાવાય છે.

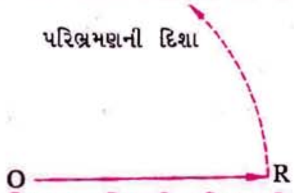
ફૉર્મ ફેક્ટર (Form Facter – આકૃતિગુણક) : એ.સી.ની આર.એમ.અંસ. વેલ્યુ અને એવરેજ વેલ્યુના ગુણોત્તરને ફૉર્મ ફેક્ટર અથવા આકૃતિગુણક કહેવામાં આવે છે. તે એક અચળાંક છે. તેનો કોઈ એકમ નથી.

$$\text{ફૉર્મ ફેક્ટર} = \frac{\text{આર.એમ.એસ.વેલ્યુ}}{\text{એવરેજ વેલ્યુ}} = \frac{0.707\ \text{મેક્ઝિમમ વેલ્યુ}}{0.637\ \text{મેક્ઝિમમ વેલ્યુ}} = 1.11$$

પીક ફેક્ટર (Peak Factor - ટોચગુણક) : એ.સી.ની મેક્ઝિમમ વેલ્યુ અને આર.એમ.એસ. વેલ્યુના ગુણોત્તરને પીક ફેક્ટર અથવા ટોચગુણક કહે છે. તે એક અચળાંક છે. તેનો કોઈ એકમ નથી.

$$\text{પીક ફેક્ટર} = \frac{\text{મેક્ઝિમમ વેલ્યુ}}{\text{આર.એમ.એસ.વેલ્યુ}} = \frac{\text{મેક્ઝિમમ વેલ્યુ}}{\frac{1}{\sqrt{2}}\text{મેક્ઝિમમ વેલ્યુ}} = \sqrt{2} = 1.414$$

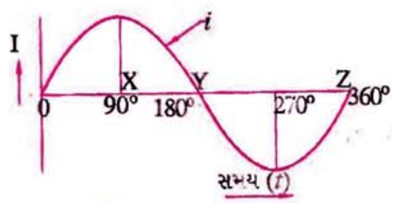
વેક્ટર ક્વૉન્ટિટી (Vector Quantity – સદિશ રાશિ) : જે રાશિને દર્શાવવા માટે તેના મૂલ્ય સાથે દિશા પણ દર્શાવવી પડે તેને વેક્ટર ક્વૉન્ટિટી કહે છે. બળ, ગતિ/વેગ, પ્રવેગ વગેરે સદિશ રાશિઓ છે. તે જ રીતે એ.સી. વૉલ્ટેજ અને કરંટ પણ વેક્ટર ક્વૉન્ટિટી છે. જેને આકૃતિ 2.4 પ્રમાણે પરિભ્રામી સદિશની રીતે દર્શાવવામાં આવે છે.



આકૃતિ 2.4 પરિભ્રામી સદિશ રાશિ

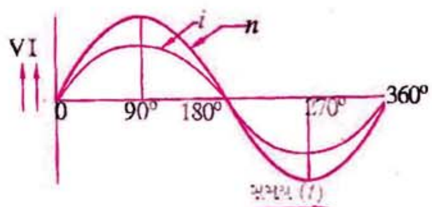
એ.સી. વૉલ્ટેજ અને કરંટ સાઇનવેવ પ્રમાણે બદલાય છે અને તેથી તેનાં ગણિતીય સમીકરણો એટલે કે સરવાળા, બાદબાકી, ગુણાકાર, ભાગાકાર કરવા માટે તેમના મૂલ્ય સાથે દિશાને પણ ધ્યાનમાં લેવામાં આવે છે.

ફેઝ (Phase – પ્રાવસ્થા) : પ્રત્યાવર્તી વીજરાશિની શરૂઆતના શૂન્ય પછીની કોઈ એક કિંમતે પહોંચવા માટેના સમયને તે કિંમતનો ફેઝ કહે છે. ફેઝને રેડિયન કે ડિગ્રીમાં દર્શાવાય છે. આકૃતિ 2.5(a)માં એ.સી. કરંટનો X બિંદુ પાસેનો ફેઝ $\frac{\pi}{2}$ રેડિયન (90°) અને Y પાસેનો ફેઝ π રેડિયન (180°) છે.



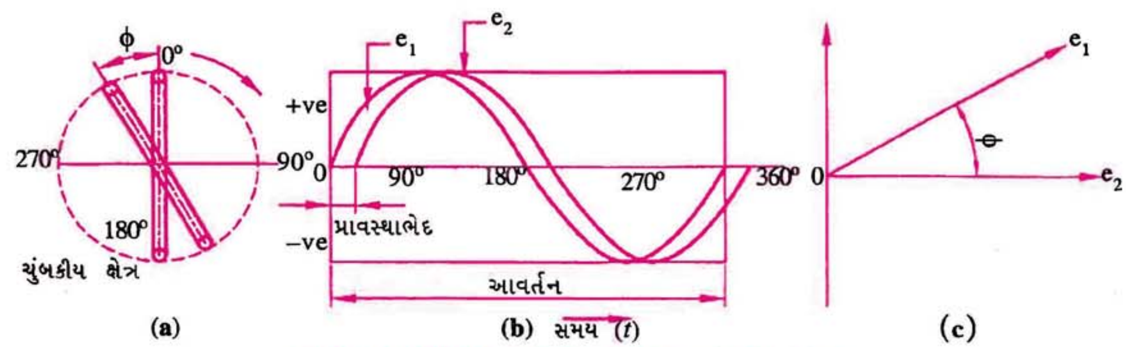
આકૃતિ 2.5 (a) પ્રાવસ્થા

આકૃતિ 2.5(b)માં દર્શાવ્યા મુજબ બે સરખી ફ્રિક્વન્સીની વીજરાશિ એક જ સમયે તેમના ધન અને ઋણ મેક્ઝિમમ વેલ્યુ પર પહોંચે તો તે બંને ફેઝમાં છે. એ.સી. સર્કિટમાં માત્ર સાદો અવરોધ એટલે કે બલ્બ અને ઉષ્મીય સાધનો જોડેલા હોય તો જ વૉલ્ટેજ અને કરંટ ફેઝમાં હોય છે.



આકૃતિ 2.5 (b) પ્રાવસ્થાભેદ અને પ્રાવસ્થાકોણ

ફેઝ ડિફરન્સ એન્ડ ફેઝ ઍંગલ (Phase Difference and Phase Angle – પ્રાવસ્થા ભેદ અને પ્રાવસ્થા કોણ) : આકૃતિ 2.6(a)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે બે સરખી કૉઇલ વચ્ચે ϕ ખૂણો કાયમ રહે તે રીતે ગોઠવી કોણીય ગતિથી સમાન ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં પરિભ્રમણ કરતી બંને કોઇલમાં પ્રેરિત થતા વીજચાલકબળ (emf)નું મૂલ્ય એકસરખું હોય છે, પરંતુ તેમના શૂન્ય અને મેક્ઝિમમ વેલ્યુ એક જ સમયે પ્રાપ્ત થતા નથી. બંને કૉઇલ વચ્ચે ϕ ખૂણાનો તફાવત કાયમ રહેતો હોવાથી આમ બને છે. આ પરથી કહી શકાય કે "સમાન ફ્રિક્વન્સી ધરાવતી પ્રત્યાવર્તી વીજરાશિ તેમના સંબંધિત શૂન્ય અને મહત્તમ મૂલ્યો પર એક જ સમયે પહોંચતા ન હોવાથી તે બંને વચ્ચે ϕ ખૂણાનો ફેઝ ડિફરન્સ (પ્રાવસ્થા ભેદ) કહેવાય." આકૃતિ 2.6 (b) અને આકૃતિ 2.6 (c) જોતાં તેમના સદિશો વચ્ચે ϕ ખૂણો રહે છે. તેને ફેઝ ઍંગલ (પ્રાવસ્થા કોણ) કહે છે. આ સિદ્ધાંતને આધારે ત્રણ કૉઇલને એકબીજાથી 120°ના ખૂણે ગોઠવી થ્રીફેઝ સપ્લાય ઉત્પન્ન કરવામાં આવે છે.

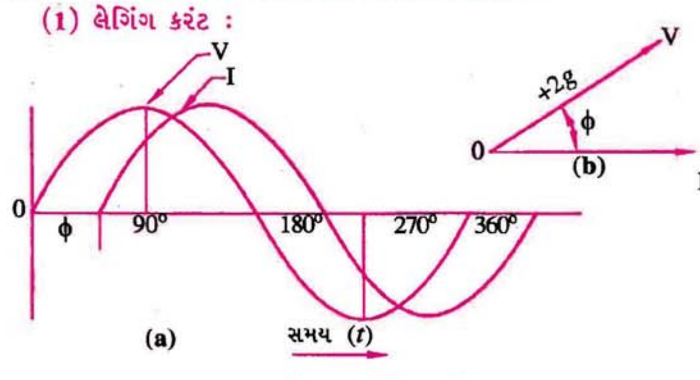


આકૃતિ 2.6 વીજરાશિ વચ્ચે ફેઝ ડિફરન્સ અને ફેઝ ઍંગલ

ઉપર્યુક્ત બાબત બે પ્રત્યાવર્તી વીજરાશિ એટલે કે બે કરંટ, બે વૉલ્ટેજ અથવા કરંટ અને વૉલ્ટેજને લાગુ પડે છે.

લેગિંગ-લીડિંગ કરંટ અને વૉલ્ટેજની ગ્રાફ સાથે સમજ :

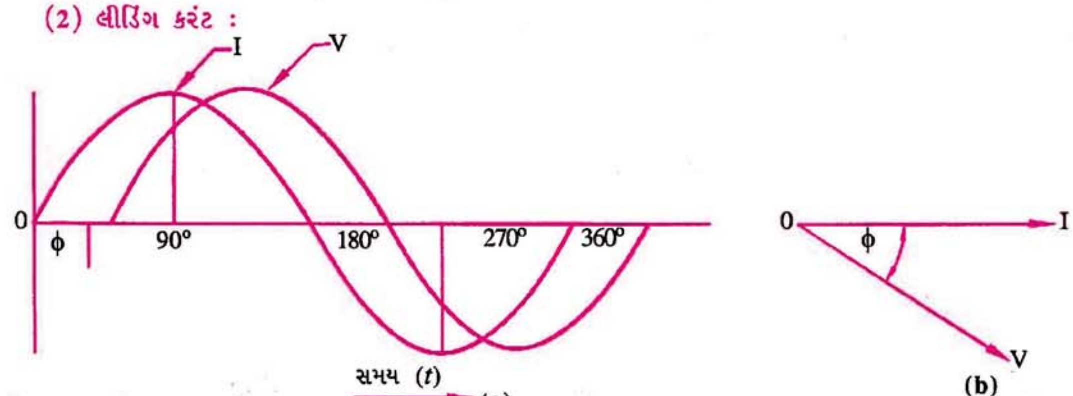
(1) લેગિંગ કરંટ :



આકૃતિ 2.7 લેગિંગ કરંટ

એ.સી. સર્કિટમાં લોડની અસરને કારણે વૉલ્ટેજ અને કરંટ વચ્ચે ફેઝ ડિફરન્સ પડે છે. આકૃતિ 2.7માં બતાવ્યા પ્રમાણે વૉલ્ટેજના સંદર્ભમાં કરંટ ϕ° પાછળ હોવાથી તેને ϕ° એ લેગિંગ કરંટ (અનુગામી વીજપ્રવાહ) કહે છે. આકૃતિ 2.7(a)માં બતાવ્યા પ્રમાણે વૉલ્ટેજ અને કરંટની સાયકલ વચ્ચે ϕ°નો ફેઝ ડિફરન્સ પડે છે. એટલે કે વૉલ્ટેજ તેની ધન મેક્સિમમ વેલ્યુ પ્રાપ્ત કરે છે તેનાથી ϕ° પછીથી કરંટ તેની ધન મેક્ઝિમમ વેલ્યુ પ્રાપ્ત કરે છે. તેને સદિશની રીતે આકૃતિ 2.7 (b)માં દર્શાવેલ છે.

(2) લીડિંગ કરંટ :



આકૃતિ 2.8 લીડિંગ કરંટ

એ.સી. સર્કિટમાં લોડની અસરને કારણે વૉલ્ટેજ અને કરંટ વચ્ચે ફેઝ ડિફરન્સ પડે છે. આકૃતિ 2.8માં બતાવ્યા પ્રમાણે વૉલ્ટેજના સંદર્ભમાં કરંટ ϕ° આગળ હોવાથી તેને ϕ° એ લીડિંગ કરંટ (અગ્રિત વીજપ્રવાહ) કહે છે. આકૃતિ 2.8(a)માં બતાવ્યા પ્રમાણે વૉલ્ટેજ અને કરંટની સાઇકલ વચ્ચે ϕ°નો ફેઝ ડિફરન્સ પડે છે. એટલે કે કરંટ તેની ધન મેક્ઝિમમ વેલ્યુ પ્રાપ્ત કરે છે. તેનાથી ϕ° પછીથી વૉલ્ટેજ તેની ધન મેક્ઝિમમ વેલ્યુ પ્રાપ્ત કરે છે. જેને સદિશની રીતે આકૃતિ 2.8(b)માં દર્શાવેલ છે.

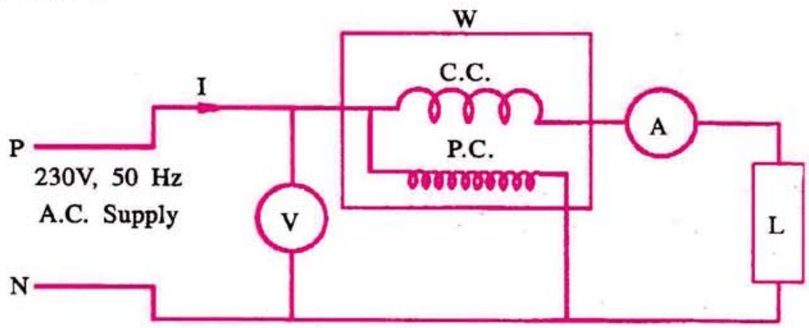
પાવર ફેક્ટર (Power Factor – શક્તિગુણક) :

આકૃતિ 2.7 અને 2.8માં બતાવ્યા પ્રમાણે એ.સી. સર્કિટમાં જોડેલ લોડની અસરને કારણે વૉલ્ટેજ અને કરંટ વચ્ચે ϕ^o ફેઝ ડિફરન્સ રહે છે. આ ϕ^o ફેઝ એંગલના કોસાઇન (કોજ્યા)ને પાવર ફેક્ટર કહે છે. તેને $\cos\phi^o$થી દર્શાવાય છે.

પાવર ફેક્ટર (શક્તિગુણક) = $\cos\phi$

પાવર ફેક્ટરને બીજી રીતે સમજીએ.

P – ફેઇઝ
N – ન્યુટ્રલ
I – કરંટ
W – વૉટમીટર
C.C. – કરંટ કૉઇલ
P.C. – પ્રેસર કૉઇલ
V – વોલ્ટ મીટર
A – એમીટર
L – વીજભાર



આકૃતિ 2.9 પાવર ફેક્ટર (શક્તિગુણક)

આકૃતિ 2.9માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે એ.સી. સર્કિટમાં જોડેલ લોડના વૉલ્ટેજ અને કરંટ માપી તેનો ગુણાકાર કરી પાવર શોધવામાં આવે અને આ જ લોડને વૉટમીટર સાથે જોડી પાવર માપવામાં આવે છે. તો બંને કિંમતો વચ્ચે તફાવત જણાય છે.

વોલ્ટમીટર અને એમીટર વડે શોધેલો પાવર (V × I)ને એપરન્ટ પાવર (Apparent Power – આભાસી અથવા દેખીતી વીજશક્તિ) કહેવામાં આવે છે. વૉટમીટર વડે માપેલા પાવરને ટ્રુ પાવર (True-power – સાચી અથવા યથાર્થ વીજશક્તિ) કહેવામાં આવે છે. ટ્રુ પાવર અને એપરન્ટ પાવરના ગુણોત્તરને પાવર ફેક્ટર (શક્તિગુણક) કહેવામાં આવે છે.

$$\text{જેથી પાવરફેક્ટર} = \frac{\text{ટ્રુ પાવર}}{\text{એપરન્ટ પાવર}} = \frac{\text{વોટમીટરનું વાંચન}}{\text{વોલ્ટમીટરનું વાંચન} \times \text{એમીટરનું વાંચન}}$$

$$\text{પાવર ફેક્ટર} = \frac{\text{વોટ}}{\text{વોલ્ટ} \times \text{એમ્પિયર}}$$

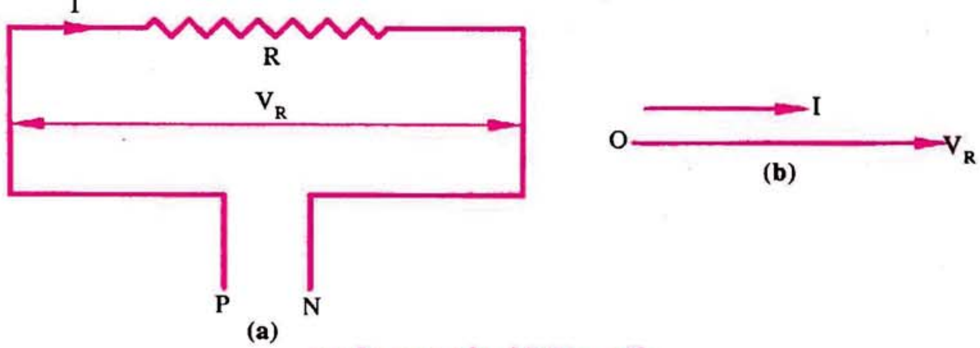
$$\cos\phi = \frac{P}{V \times I}$$

પાવરફેક્ટરનો કોઈ એકમ નથી. (V અને I ની આર.એમ.એસ. વેલ્યુ લેવામાં આવે છે.)

2.3 એ.સી. પરિપથમાં ઈન્ડકટન્સ અને કૅપેસિટન્સની અસરો અને તેથી ઉદ્‌ભવતા પ્રતિબાધની સમજ

ડી.સી. સર્કિટમાં માત્ર રેઝિસ્ટન્સની એક જ અસર હોય છે, પરંતુ એ.સી. સર્કિટમાં રેઝિસ્ટન્સ ઉપરાંત ઇન્ડકટન્સ અને કેપેસિટન્સની એમ ત્રણ અસરો હોય છે.

(1) પ્યોર રેઝિસ્ટિવ સર્કિટ (Pure Resistive Circuit – શુદ્ધ પ્રતિરોધક પરિપથ) :



આકૃતિ 2.10 પ્યોર રેઝિસ્ટિવ સર્કિટ

જ્યારે શુદ્ધ પ્રતિરોધને એ.સી. સર્કિટમાં જોડવામાં આવે છે ત્યારે વૉલ્ટેજ અને કરંટ બંને એક જ ફેઝમાં હોય છે. એટલે કે વૉલ્ટેજ જ્યારે ધન દિશામાં મહત્તમ થાય છે ત્યારે કરંટ પણ ધન દિશામાં તે જ સમયે મહત્તમ બને છે.

આ કારણે જ્યારે શુદ્ધ પ્રતિરોધક્ને એ.સી. વૉલ્ટેજ આપવામાં આવે છે ત્યારે (આકૃતિ 2.10(b) જોતાં)

(i) કરંટનો સદિશ અને વૉલ્ટેજનો સદિશ એક જ ફેઝમાં હોય છે.

(ii) કરંટ (I) = $\frac{V_R}{R}$

(iii) સર્કિટનો પાવર નીચેના સૂત્રથી મેળવી શકાય છે :

$P = V \times I$ આ સર્કિટમાં પાવર ડી.સી. સર્કિટની જેમ $P = V \times I$ સૂત્રથી મળે છે.

(iv) આ સર્કિટમાં પાવર ફેક્ટર 1 (યુનિટી) હોય છે.

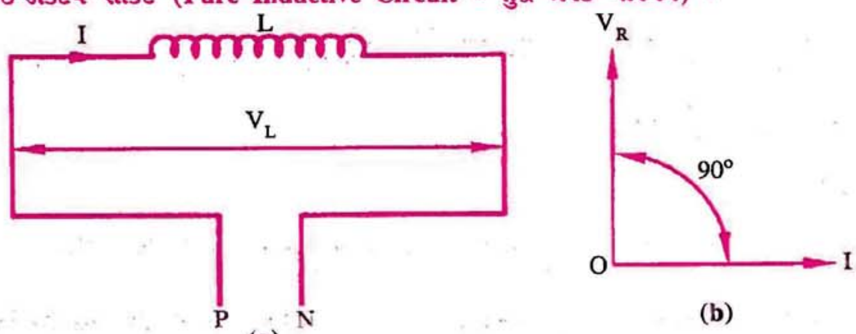
(2) ઈન્ડકટન્સ (Inductance – પ્રેરકતા) : એ.સી. સર્કિટમાં જ્યારે કોઈ કૉઇલમાંથી કરંટ વહે છે ત્યારે તેની આજુબાજુ ચુંબકીયક્ષેત્ર ઉત્પન્ન થાય છે. કરંટની કિંમતમાં ફેરફાર (વધઘટ) કરવામાં આવે છે તો ચુંબકીયક્ષેત્રમાં ફેરફાર થવાથી કૉઇલમાં પ્રતિવીજ ચાલક બળ (બેક ઇ.એમ.એફ.) ઉત્પન્ન થાય છે. તેને કારણે પ્રેરિત થતો કરંટ સર્કિટમાં કરંટની વિરુદ્ધ દિશામાં વહીને થતા ફેરફારનો વિરોધ કરે છે. આ પ્રકારનું પ્રતિ વીજચાલકબળ બે પ્રકારે ઉત્પન્ન થાય છે. સર્કિટના પોતાના જ કરંટમાં ફેરફાર થવાથી થતા પ્રેરણને સ્વયંપ્રેરણ કહે છે અને સર્કિટની બાજુની સર્કિટ કે તે સર્કિટના કોઈ ઘટક (ભાગ)માં વહેતા કરંટમાં ફેરફાર થવાથી થતા પ્રેરણને અન્યોન્ય પ્રેરણ કહે છે. આ પ્રકારના પ્રેરણને લીધે સર્કિટના કરંટમાં થતા ફેરફારોનો વિરોધ કરવાના સર્કિટના ગુણને "પ્રેરકતા" (ઈન્ડકટન્સ) કહે છે. પ્રેરકતાનો એકમ હેન્રી (H) અને સંજ્ઞા L છે.

ઈન્ડક્ટિવ રીએક્ટન્સ (Inductive Reactance – પ્રેરક પ્રતિકારિતા) : પ્રેરકતાના ગુણને લીધે સર્કિટમાં વહેતા કરંટને નડતા અવરોધને ઈન્ડક્ટિવ રીએક્ટન્સ કહેવામાં આવે છે. ઈન્ડક્ટિવ રીએક્ટન્સની સંજ્ઞા X_L છે અને તેનો એકમ ઓહ્‌મ છે તે નીચેના સૂત્રથી શોધી શકાય છે :

ઈન્ડક્ટિવ રીએક્ટન્સ $(X_L) = 2\pi fL$, જ્યાં f = ફ્રિકવન્સી Hzમાં

L = ઈન્ડકટન્સ હેન્રીમાં

પ્યોર ઈન્ડક્ટિવ સર્કિટ (Pure Inductive Circuit – શુદ્ધ પ્રેરક પરિપથ) :



આકૃતિ 2.11 ઈન્ડક્ટિવ સર્કિટ

પ્યોર ઈન્ડક્ટિવ સર્કિટમાં કરંટ વૉલ્ટેજ કરતાં 90° લેગીંગ હોય છે.

આ કારણે જ્યારે જ્યારે ઈન્ડક્ટિવ સર્કિટને એ.સી. સપ્લાય આપવામાં આવે છે, ત્યારે (આકૃતિ 2.11 (b) જોતાં)

(i) કરંટનો વેક્ટર (Vector – સદિશ) વૉલ્ટેજના વેક્ટર કરતાં 90° પાછળ હોય છે, એટલે કરંટ અનુગામી (લેગિંગ) હોય છે.

(ii) કરંટ (I) = $\frac{V_L}{X_L}$, જ્યાં X_L = ઈન્ડક્ટિવ રીએક્ટન્સ ઓહમમાં

V_L = વીજદબાણ વોલ્ટમાં

(iii) સર્કિટમાં પાવર નીચેના સૂત્રથી શોધી શકાય છે :

$P = V \times I \times \cos\phi$

(iv) આ સર્કિટનો પાવર ફેક્ટર 0 (શૂન્ય) હોય છે. આ સર્કિટમાં પાવરનો વ્યય થતો નથી.

ઉદાહરણ 1 : એક કોઈલને 220V, 50Hzના સપ્લાય સાથે જોડતાં તેમાંથી 1 એમ્પિયરનો કરંટ પસાર થાય છે, તો કોઈલનો ઈન્ડક્ટિવ રીએક્ટન્સ અને ઈન્ડક્ટન્સ શોધો.

વિગત : $V_L = 220$ વોલ્ટ, $f = 50$ Hz, I = 1 A, $X_L = ?$, L = ?

$$I = \frac{V_L}{X_L}, \therefore X_L = \frac{V_L}{I} = \frac{220}{1} = 220\Omega$$

હવે $X_L = 2\pi fL \therefore L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{220}{2\times\frac{22}{7}\times 50} = \frac{220\times 7}{2200} = \frac{7}{10} = 0.7$ H

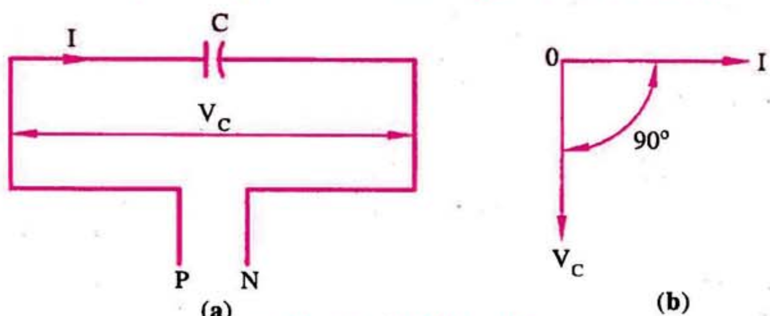
જવાબ : $X_L = 220\Omega$, L = 0.7 H

(3) કેપેસિટન્સ (Capacitance – વીજધારિતા) : ઈન્ડક્ટન્સના ગુણને લીધે સર્કિટના કરંટમાં થતા ફેરફારનો વિરોધ થાય છે તેમ એ.સી. સર્કિટમાં કેપેસિટર (Capacitor – વીજધારિત્ર) જોડતાં વીજરાશિનું મૂલ્ય સતત ઊલટસૂલટ થતું હોવાથી કેપેસિટરની ચાર્જિંગ-ડિસચાર્જિંગની પ્રક્રિયા સતત ચાલુ રહે છે. તેનાથી ઉત્પન્ન થતી અસર સર્કિટના વૉલ્ટેજમાં થતા ફેરફારનો વિરોધ કરે છે. આ પ્રકારે વૉલ્ટેજમાં થતા ફેરફારનો વિરોધ કરવાના ગુણને કેપેસિટન્સ કહે છે. કેપેસિટન્સને સમાવેશન પણ કહે છે. તેનો એકમ ફેરાડે (F) છે. કેપેસિટન્સની સંજ્ઞા C છે. ફેરાડેના નાના એકમ માઈક્રો ફેરાડે (μF)માં તેનું મૂલ્ય લેવામાં આવે છે.

કેપેસિટિવ રીએક્ટન્સ (Capacitive Reactance – વીજધારિતા પ્રતિકારિતા) : કેપેસિટન્સની અસરને લીધે સર્કિટના કરંટને વહેવામાં નડતાં રેઝિસ્ટન્સને કેપેસિટિવ રીએક્ટન્સ કહેવામાં આવે છે. તેની સંજ્ઞા X_C છે. તેનો એકમ ઓહમ છે, તે નીચેના સૂત્રથી શોધી શકાય છે :

કેપેસિટિવ રીએક્ટન્સ $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$ જ્યાં, f = ફ્રિકવન્સી Hzમાં, C = કેપેસિટન્સ ફેરાડેમાં

પ્યોર કેપેસિટિવ સર્કિટ (Pure Capacitive Circuit – શુદ્ધ વીજધારિત્ર પરિપથ) :



આકૃતિ 2.12 કેપેસિટિવ સર્કિટ

જ્યારે શુદ્ધ વીજધારિત્ર (કેપેસિટર)ને એ.સી. સપ્લાય સાથે જોડવામાં આવે છે ત્યારે વૉલ્ટેજ અને કરંટ વચ્ચે ફેઝ ડિફરન્સ હોય છે અને તેમાં કરંટની કિંમતમાં થતો ફેરફાર વૉલ્ટેજની કિંમતમાં થતા ફેરફાર કરતાં આગળ હોય છે એટલે કે કેપેસિટીવ સર્કિટમાં વહેતો કરંટ લીડિંગ (અગ્રિત) હોય છે.

આ કારણે જ્યારે પ્યોર કેપેસિટીવ સર્કિટને એ.સી. સપ્લાય આપવામાં આવે છે ત્યારે (આકૃતિ 2.12 (b) જોતાં)

(i) કરંટનો વેક્ટર વૉલ્ટેજના વેક્ટર કરતાં 90° આગળ હોય છે એટલે કે કરંટ લીડિંગ (અગ્રિત) હોય છે.

(ii) કરંટ (I) = $\frac{V_C}{X_C}$ જ્યાં, X_C = કેપેસિટીવ રીએક્ટન્સ ઓહમમાં, V_C = વૉલ્ટેજ વોલ્ટમાં

(iii) આ સર્કિટમાં પાવર નીચેના સૂત્રથી શોધી શકાય છે :

$P = V \times I \times \cos\phi$

(iv) આ સર્કિટનો પાવર ફેક્ટર 0 (શૂન્ય) હોય છે. આ સર્કિટમાં પાવરનો વ્યય થતો નથી.

વ્યવહારમાં શુદ્ધ વીજધારિતા ધરાવતી સર્કિટની શક્યતા હોતી નથી. ફક્ત અભ્યાસની દૃષ્ટિએ આવી સર્કિટનું મહત્ત્વ હોય છે. કેપેસિટરની બનાવટમાં વપરાયેલ ધાતુને લીધે કરંટને થોડો ઘણો રેઝિસ્ટન્સ નડે છે, જેથી ફેઝ ડિફરન્સ 90^o કરતાં ઓછો રહે છે.

ઉદાહરણ 2 : એક કેપેસિટરને 220V, 50 Hzના સપ્લાય સાથે જોડતાં તેમાંથી 1.32 Aનો કરંટ પસાર થાય છે, તો સર્કિટનો કેપેસિટીવ રિએક્ટન્સ અને કેપેસિટન્સ શોધો.

વિગત : $V_C = 220$ V, $f = 50$ Hz, $I = 1.32$ A, $X_C = ?$, $C = ?$

$$I = \frac{V_C}{X_C} \quad \therefore X_C = \frac{V_C}{I} = \frac{220}{1.32} = 166.7\Omega$$

હવે $X_C = \frac{1}{2\pi fC} \quad \therefore C = \frac{1}{2\pi f \times X_C} = \frac{1}{2\times3.14\times50\times166.7} = \frac{1}{52343.8} = 19.1 \times 10^{-6}$

$= 19.1\mu F$

જવાબ : $X_C = 166.7\Omega$, $C = 19.1\mu F$

ઇમ્પિડન્સ (Impedance – પ્રતિબાધ) : એ.સી. સર્કિટમાં ત્રણ પ્રકારની અસરો જેવી કે રેઝિસ્ટન્સ, ઇન્ડકટન્સ અને કેપેસિટન્સ હોય ત્યારે સર્કિટમાં વહેતા કરંટને નડતા અસરકારક અવરોધને ઇમ્પિડન્સ કહેવામાં આવે છે. તેની સંજ્ઞા 'Z' છે અને તેનું માપ ઓહમમાં લેવામાં આવે છે.

આપણે નીચેની બાબતો શીખી ગયાં

- **એકદિશ વીજપ્રવાહ (ડી.સી.) :** જે વીજપ્રવાહ એક જ દિશામાં વહેતો હોય અને તેની કિંમત અચળ રહેતી હોય તેવા વીજપ્રવાહને એકદિશ વીજપ્રવાહ કહે છે.
- **પ્રત્યાવર્તી વીજપ્રવાહ (એ.સી.) :** જે વીજપ્રવાહ ઊલટસૂલટ દિશામાં વહેતો હોય અને તેની કિંમત સમયની સાથે ચોક્કસ રીતે બદલાતી હોય તેવા વીજપ્રવાહને પ્રત્યાવર્તી વીજપ્રવાહ કહે છે.
- **સાયકલ :** ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં પરિભ્રમણ કરતા વાહકના એક પરિભ્રમણ દરમિયાન તેમાં ઉત્પન્ન થતી વીજરાશિ (V અને I)ની કિંમતમાં જે ફેરફાર થાય છે, તે આખા ફેરફારને સાયકલ કહે છે.
- **ફ્રિકવન્સી :** એક સેકંડમાં થતી સાયકલ્સની સંખ્યાને ફ્રિકવન્સી કહે છે. તેનો એકમ Hz (હર્ટ્ઝ) છે.
- **આર.એમ.એસ. કિંમત :** જો કોઈ રેઝિસ્ટન્સમાં એ.સી. પસાર થતાં અમુક સમયમાં જેટલી ઉષ્ણતા પેદા થાય તેટલી જ ઉષ્ણતા તેટલા જ સમયમાં પેદા કરવા માટે પસાર કરવા પડતા ડી.સી. પ્રવાહની કિંમતને એ.સી.ની આર.એમ.એસ. વેલ્યુ કહે છે. આર.એમ.એસ. વેલ્યુ (V અથવા I) = 0.707 × મેક્ઝિમમ વેલ્યુ.
- **ફૉર્મ ફેક્ટર :** પ્રત્યાવર્તી વીજરાશિ (V અથવા I)ની આર.એમ.એસ. વેલ્યુ અને સરેરાશ (એવરેજ) વેલ્યુના ગુણોત્તરને ફૉર્મ ફેક્ટર કહે છે. તેની કિંમત 1.11 છે. તેનો કોઈ એકમ નથી.
- **ફેઝ ડિફરન્સ :** એ.સી. સર્કિટમાં સાદા રેઝિસ્ટન્સ ઉપરાંત ઇન્ડકટન્સ અને કેપેસિટન્સની અસરને લીધે સર્કિટના વૉલ્ટેજ અને કરંટ તેની સાયકલ દરમિયાન તેમના સંબંધિત શૂન્ય અને મેક્ઝિમમ વેલ્યુ પર એક જ સમયે પહોંચતા ન હોવાથી બંને (V અને I) વચ્ચે પડતા ϕ^o ખૂણાના તફાવતને ફેઝ ડિફરન્સ કહે છે.
- **લેગિંગ કરંટ :** એ.સી. સર્કિટમાં ઇન્ડકટન્સની અસરને લીધે કરંટની સાયકલનો વિરોધ થતો હોવાથી વૉલ્ટેજની સાયકલ તેની મેક્ઝિમમ વેલ્યુ પ્રાપ્ત કરે તેના પછીથી કરંટની સાયકલ તેની મેક્ઝિમમ વેલ્યુ પ્રાપ્ત કરે છે તેથી આવા કરંટને લેગિંગ કરંટ કહે છે.
- **લીડિંગ કરંટ :** એ.સી. સર્કિટમાં કેપેસિટન્સની અસરને લીધે વૉલ્ટેજની સાયકલનો વિરોધ થતો હોવાથી કરંટની સાયકલ તેની મેક્ઝિમમ વેલ્યુ પ્રાપ્ત કરે છે. તેના પછીથી વૉલ્ટેજની સાયકલ તેની મેક્ઝિમમ વેલ્યુ પ્રાપ્ત કરે છે તેથી આવા કરંટને લીડિંગ કરંટ કહે છે.
- **ઇન્ડકટન્સ :** એ.સી. સર્કિટમાં કોઇલ (ઇન્ડક્ટર) જોડવાથી ઇન્ડકટન્સને લીધે ઉત્પન્ન થતી અસર સર્કિટના પોતાના જ કરંટમાં થતા ફેરફારનો વિરોધ કરે છે. આ ગુણને ઇન્ડકટન્સ કહે છે. તેનો એકમ હેન્રી છે અને સંજ્ઞા L છે.
- **ઇન્ડક્ટિવ રીએક્ટન્સ :** એ.સી. સર્કિટમાં ઇન્ડક્ટન્સની અસરથી સર્કિટમાં વહેતા કરંટને નડતા રેઝિસ્ટન્સને ઇન્ડક્ટિવ રિએક્ટન્સ કહે છે. તેની સંજ્ઞા X_L છે. તેનું માપ ઓહમમાં લેવામાં આવે છે.
  સૂત્ર : $X_L = 2\pi fL$

- **કેપેસિટન્સ :** એ.સી. સર્કિટમાં વીજધારિત્ર (કેપેસિટર) જોડવાથી ઉત્પન્ન થતી અસર સર્કિટના વૉલ્ટેજના ફેરફારનો વિરોધ કરે છે. આ પ્રકારની અસરને કેપેસિટન્સ કહે છે. તેનું માપ ફેરાડેમાં લેવામાં આવે છે. તેની સંજ્ઞા C છે.
- **કેપેસિટીવ રીએક્ટન્સ :** એ.સી. સર્કિટમાં કેપેસિટન્સની અસરથી સર્કિટમાં વહેતા કરંટને નડતા રેઝિસ્ટન્સને કેપેસિટીવ રિએક્ટન્સ કહે છે. તેનું માપ ઓહમમાં લેવામાં આવે છે. તેની સંજ્ઞા X_C છે.

  સૂત્ર $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$
- **ઇમ્પિડન્સ :** એ.સી. સર્કિટમાં રેઝિસ્ટન્સ, ઇન્ડક્ટન્સ અને કેપેસિટન્સની અસર હોય ત્યારે આ ત્રણેયની કે કોઈ પણ બેની ભેગી અસરને લીધે સર્કિટમાં વહેતા કરંટને નડતા અવરોધને ઇમ્પિડન્સ કહે છે. તેનું માપ ઓહમમાં લેવામાં આવે છે. તેની સંજ્ઞા Z છે.
- **પાવર ફેક્ટર :** (i) એ.સી. સર્કિટના ટ્રુ પાવર (P) અને એપેરન્ટ પાવર (V × I)ના ગુણોત્તરને પાવર ફેક્ટર કહે છે.

  અથવા

  (ii) એ.સી. સર્કિટના વૉલ્ટેજ અને કરંટ વચ્ચે પડતા ફેઝ ડિફરન્સના ϕ^o ખૂણાની cosineને પાવર ફેક્ટર કહે છે.

  (iii) પાવર ફેક્ટર $\cos\phi = \frac{P}{VI}$
- માત્ર સાદો રેઝિસ્ટન્સ (વીજદીવાઓ) ધરાવતી એ.સી. સર્કિટનો પાવરફેક્ટર એકમ (યુનિટી) હોય છે.
- માત્ર ઇન્ડક્ટન્સનો ગુણ ધરાવતી એ.સી. સર્કિટનો પાવર ફેક્ટર હંમેશાં લેગિંગ હોય છે.
- માત્ર કેપેસિટન્સનો ગુણ ધરાવતી એ.સી. સર્કિટનો પાવર ફેક્ટર હંમેશાં લીડિંગ હોય છે.
- **એ.સી. સર્કિટનો પાવર :** એ.સી. સર્કિટનો પાવર સર્કિટના વૉલ્ટેજ અને કરંટના ગુણાકારને પાવર ફેક્ટર વડે ગુણવાથી મળે છે.

  સૂત્ર $P = V \times I \times \cos\phi$

સ્વાધ્યાય

નીચેનાં વિધાનો માટે યોગ્ય વિકલ્પ પસંદ કરો :

(1) શુદ્ધ ડી.સી. શામાંથી મળે છે ?
(A) ઓલ્ટરનેટર (B) સ્ટાર્ટર (C) ટ્રાન્સફોર્મર (D) બૅટરી

(2) એ.સી. પ્રવાહનું મૂલ્ય ધન બાજુ પર કેટલી ડિગ્રીએ મહત્તમ હોય છે ?
(A) 0° (B) 180° (C) 270° (D) 90°

(3) ડી.સી. જનરેટરમાં વધુમાં વધુ કેટલા વોલ્ટનું વીજદબાણ ઉત્પન્ન કરી શકાય ?
(A) 3300 (B) 36000 (C) 11000 (D) 33000

(4) ઓલ્ટરનેટરમાં વાહકના એક પરિભ્રમણ દરમિયાન પ્રેરિત થતા કરંટના મૂલ્યમાં થતા ફેરફારને શું કહે છે ?
(A) ફ્રિકવન્સી (B) ઇન્સ્ટન્ટેનીયસ વેલ્યુ (C) સાયકલ (D) એવરેજ વેલ્યુ

(5) એક સેકન્ડમાં થતી સાઇકલ્સની સંખ્યાને શું કહે છે ?
(A) ફોર્મ ફેક્ટર (B) ફ્રિકવન્સી (C) પાવર ફેક્ટર (D) પીક ફેક્ટર

(6) આપણા દેશમાં વપરાતા એ.સી. સપ્લાયની ફ્રિકવન્સી કેટલી છે ?
(A) 100 Hz (B) 50 Hz (C) 75 Hz (D) 25 Hz

(7) એ.સી. રૂટ-મિન-સ્કવેર વેલ્યુની સંજ્ઞા શું છે ?
(A) I_{max} (B) I_{RMS} (C) I_{PV} (D) I_{av}

(8) એ.સી. વીજરાશિની આર.એમ.એસ. વેલ્યુ કેટલી હોય છે ?
(A) $\frac{1}{\sqrt{2}}$ મેક્ઝિમમ વેલ્યુ (B) $\sqrt{2}$ મેક્ઝિમમ વેલ્યુ
(C) 0.637 મેક્ઝિમમ વેલ્યુ (D) એક

(9) એ.સી. વીજરાશિની આર.એમ.એસ. વેલ્યુ અને એવરેજ વેલ્યુના ગુણોત્તરને શું કહે છે ?
(A) પીક ફેક્ટર (B) પાવર ફેક્ટર (C) ફોર્મ ફેક્ટર (D) લોડ ફેક્ટર

(10) પીક ફેક્ટરનું મૂલ્ય શું છે ?
(A) $\sqrt{2}$ (B) $\sqrt{3}$ (C) $\sqrt{4}$ (D) $\sqrt{5}$

(11) ટ્રુ પાવર અને એપરન્ટ પાવરના ગુણોત્તરને શું કહે છે ?
(A) પાવર ફેક્ટર (B) ફોર્મ ફેક્ટર (C) પીક ફેક્ટર (D) લોડ ફેક્ટર

(12) પાવર ફેક્ટરને કઈ સંજ્ઞાથી દર્શાવાય છે ?
(A) $\sin\phi$ (B) $\cos\phi$ (C) $\tan\phi$ (D) $\sec\phi$

(13) સર્કિટનો પાવરફેક્ટર લીડિંગ હોય ત્યારે Vનો સદિશ Iના સદિશથી કેવો હોય છે ?
(A) અનુગામી (B) વિરુદ્ધ દિશામાં (C) એક જ દિશામાં (D) અગ્રિત

(14) પ્યોર રેઝિસ્ટીવ સર્કિટનો પાવર ફેક્ટર કેવો હોય છે ?
(A) શૂન્ય (B) લેગિંગ (C) એક (D) લીડિંગ

(15) ઈન્ડક્ટન્સનો એકમ શું છે ?
(A) ફેરાડે (B) ઓહમ (C) હેન્રી (D) હર્ટ્ઝ

(16) ઈન્ડક્ટિવ રીએક્ટન્સની સંજ્ઞા શું છે ?
(A) L_X (B) X_L (C) X_C (D) C_X

(17) ઈન્ડક્ટિવ રીએક્ટન્સ શોધવાનું સૂત્ર કયું છે ?
(A) $X_L = \frac{1}{2\pi fC}$ (B) $X_L = 2\pi fL$ (C) $X_L = \frac{\pi}{2fC}$ (D) $X_L = 2\pi fC$

(18) ઈન્ડક્ટિવ સર્કિટનો પાવરફેક્ટર કેવો હોય છે ?
(A) શૂન્ય (B) લેગિંગ (C) એક (D) એક યુનિટ

(19) વીજરાશિના ફેઝને કયા એકમમાં દર્શાવવામાં આવે છે ?
(A) વોલ્ટ (B) રેડિયન (C) હર્ટ્ઝ (D) એમ્પિયર

(20) થ્રી ફેઝ પાવર ઉત્પન્ન કરવા માટે ઓલ્ટરનેટરમાં ત્રણ કૉઇલ એકબીજાથી કેટલા કોણીય અંતરે ગોઠવવામાં આવે છે ?
(A) 90° (B) 270° (C) 120° (D) 150°

(21) એ.સી. સર્કિટમાં $\cos\phi$ એ શાની સંજ્ઞા છે ?
(A) ફોર્મફેક્ટર (B) લોડફેક્ટર (C) પીકફેક્ટર (D) પાવરફેક્ટર

(22) એ.સી. સર્કિટમાં એકમ પાવરફેક્ટર હોય તો શેની અસર હોય છે ?
(A) ઈન્ડક્ટન્સ (B) કેપેસિટન્સ (C) રેઝિસ્ટન્સ (D) ઈમ્પિડન્સ

(23) કેપસિટન્સનો એકમ શું છે ?
(A) ઓહમ (B) હેન્રી (C) ફેરાડે (D) હર્ટ્ઝ

(24) કેપેસિટીવ રીએક્ટન્સ શોધવાનું સૂત્ર શું છે ?
(A) $X_L = 2\pi fL$ (B) $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$
(C) $W = V \times I \times \cos\phi$ (D) $f = \frac{1}{\pi}$

(25) કેપેસિટીવ સર્કિટનો કરંટ કેવો હોય છે ?
(A) શૂન્ય (B) લેગિંગ (C) લીડિંગ (D) મહત્તમ

(26) ઈમ્પિડન્સનો એકમ શું છે ?
(A) એમ્પિયર (B) વોલ્ટ (C) ઓહમ (D) વૉટ

(27) $\cos\phi$ = ... ?
(A) $\frac{W}{V \times I}$ (B) $\frac{Z}{R}$ (C) $R \times Z$ (D) $V \times Z$

વિદ્યાર્થી-પ્રવૃત્તિ

રોજિંદા વપરાશમાં લેવામાં આવતાં ઘરગથ્થુ વીજઉપકરણો જેવાં કે, ઇલેક્ટ્રિક આયર્ન, ગિઝર, મિક્સર, ગ્રાઇન્ડર, ડોમેસ્ટિક વૉટરપંપ, સ્યુઇંગ મશીન મોટર, સિલિંગ ફેન, ટ્યૂબલાઇટ અને તેના જેવાં અન્ય વીજઉપકરણોની યાદી બનાવી તેનો અભ્યાસ કરી તે ઉપકરણ કયા પ્રકારની સર્કિટ ધરાવે છે તેની નોંધ તૈયાર કરો.

શિક્ષક-પ્રવૃત્તિ

ડોમેસ્ટિક (ઘરગથ્થુ) વીજઉપકરણો દ્વારા વિવિધ સર્કિટનો ખ્યાલ આપી નિદર્શન કરવું, વ્યવહારિક દાખલા આપી સમજાવવું.

પારિભાષિક શબ્દો

Alternator	ઑલ્ટરનેટર	પ્રત્યાવર્તી
Alternating	ઑલ્ટરનેટિંગ	ઊલટસૂલટ/પ્રત્યાવર્તી
Apparent	એપરન્ટ	દેખીતો/આભાસી
Back e.m.f.	બેક ઇ.એમ.એફ.	પ્રતિવીજચાલક બળ
Battery	બૅટરી	સંગ્રાહક કોષ
Capacitance	કૅપેસિટન્સ	વીજધારિત્રા
Capacitor	કૅપેસિટર	વીજધારિત્ર
Charging	ચાર્જિંગ	સંગ્રહ કરવો/વીજભારણ
Circuit	સર્કિટ	પરિપથ
Coil	કૉઇલ	ગૂંચળું
Connection	કનેક્શન	જોડાણ
Cycle	સાઇકલ	આવર્તન
Discharge	ડિસ્ચાર્જ	વીજવિભાર
Electro Motive Force	ઇલેક્ટ્રો મોટિવ ફોર્સ	વીજચાલક બળ
Electro Plating	ઇલેક્ટ્રો પ્લેટિંગ	વીજઢોળ
Energy	એનર્જી	ઊર્જા
Form Factor	ફૉર્મ ફેક્ટર	આકૃતિગુણક
Frequency	ફ્રિક્વન્સી	આવૃત્તિ
Generator	જનરેટર	જનિત્ર/વીજળી ઉત્પન્ન ક
Generation	જનરેશન	ઉત્પાદન/જનન ઉત્પાદન
Inductance	ઇન્ડક્ટન્સ	પ્રેરણ/ઉપપાદન
Inductor	ઇન્ડક્ટર	પ્રેરક
Inductive	ઇન્ડક્ટિવ	પ્રેરિત/ઉપપાદિત
Power	પાવર	શક્તિ
Transformer	ટ્રાન્સફોર્મ	પરાવર્તક

•

3 ઈલેક્ટ્રૉનિક્સ કમ્પોનન્ટ્સ

પ્રાસ્તાવિક

ઈલેક્ટ્રૉનિક્સ સાધનોમાં જુદા જુદા કંપોનન્ટ્સ (ઘટકો) જેવા કે રેઝિસ્ટર, કેપેસિટર, ઈન્ડક્ટર, ડાયોડ, ટ્રાન્ઝિસ્ટર વગેરેનો ઉપયોગ થાય છે.

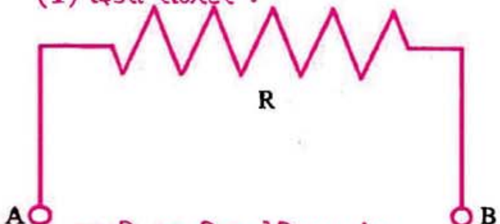
આગળનાં ધોરણમાં આપણે જુદા જુદા ઘટકોની સંજ્ઞા તથા ઉપયોગ જોઈ ગયાં. આ પ્રકરણમાં આપણે રેઝિસ્ટર, કેપેસિટર, ઈન્ડક્ટરનો વિગતવાર અભ્યાસ કરીશું.

3.1 રેઝિસ્ટર અને તેના પ્રકાર

રેઝિસ્ટર : જ્યારે કોઈ પણ વાહકમાંથી વીજપ્રવાહ પસાર થાય ત્યારે જે વીજપ્રવાહના માર્ગમાં અવરોધ કરે તેને રેઝિસ્ટર કહેવાય છે. રેઝિસ્ટરને **R** વડે દર્શાવવામાં આવે છે અને એકમ ઓહમ (Ω) છે.

રેઝિસ્ટરના ઉપયોગની દૃષ્ટિએ મુખ્ય બે પ્રકાર છે : (1) ફિક્સ રેઝિસ્ટર (2) વેરીએબલ રેઝિસ્ટર.

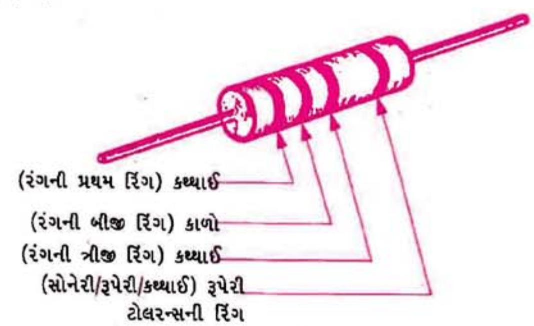
(1) ફિક્સ રેઝિસ્ટર :



આકૃતિ 3.1 ફિક્સ રેઝિસ્ટર સંજ્ઞા

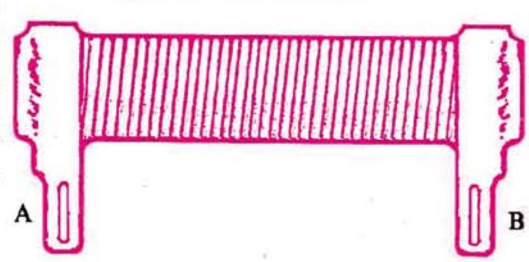
જે રેઝિસ્ટરના મૂલ્યમાં ફેરફાર કરી શકાય નહિ તેવા રેઝિસ્ટરને ફિક્સ રેઝિસ્ટર કહે છે. તેના અમુક પ્રકાર નીચે મુજબ છે :

(A) કાર્બન ફિક્સ રેઝિસ્ટર : કાર્બનમાંથી વીજપ્રવાહને પસાર થતાં વધુ અવરોધ નડે છે. આ રેઝિસ્ટર 1Ω થી 22MΩ કે તેથી વધુ મૂલ્યના મળે છે. સામાન્યતઃ તે 1/8W થી 2W સુધીના હોય છે. તે કદમાં નાના અને કિંમતમાં સસ્તા હોય છે. તે જુદી જુદી ઈલેક્ટ્રૉનિક્સ સર્કિટમાં ખૂબ ઉપયોગી છે.



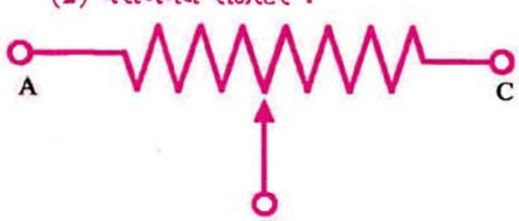
આકૃતિ 3.2 કાર્બન રેઝિસ્ટર

(B) વાયરવાઉન્ડ ફિક્સ રેઝિસ્ટર : આ પ્રકારનાં રેઝિસ્ટર ઊંચા અવરોધ ધરાવતા ધાતુના (જેવી કે ટંગસ્ટન, નિક્રોમ વગેરે) વાયરમાંથી બનાવવામાં આવે છે. તે 1Ω થી 50,000Ω સુધીના મૂલ્યમાં મળે છે. તે 1W થી 400W સુધીનાં વોટેજ રેટિંગમાં મળે છે.



આકૃતિ 3.3 વાયરવાઉન્ડ ફિક્સ રેઝિસ્ટર

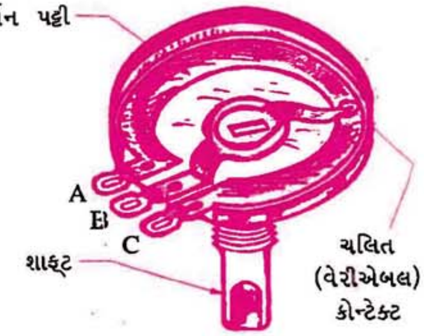
(2) વેરીએબલ રેઝિસ્ટર :



આકૃતિ 3.4 વેરીએબલ રેઝિસ્ટર

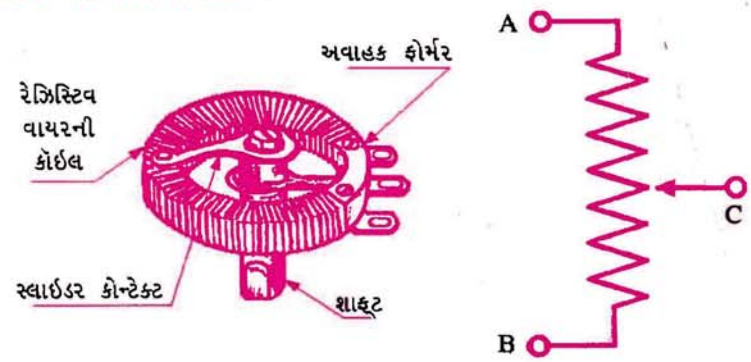
જે રેઝિસ્ટરના મૂલ્યમાં ફેરફાર કરી શકાય તેવા રેઝિસ્ટરને વેરીએબલ રેઝિસ્ટર કહે છે. તેના અમુક પ્રકાર નીચે મુજબ છે :

(A) કાર્બન વેરીએબલ રેઝિસ્ટર : આમાં ગોળાકાર કાર્બનની પટ્ટી પર બે છેડા ફિક્સ હોય છે. આ ગોળાકાર પટ્ટીના સંપર્કમાં રહીને ફરતો ચલિત કોન્ટેક્ટનો છેડો શાફ્ટ સાથે જોડેલો હોય છે. આ શાફ્ટને ફેરવવાથી અવરોધનું મૂલ્ય બદલી શકાય છે. ટેપ, ટી.વી., વી.સી.આર. વગેરે સાધનોમાં ઉપયોગ થાય છે.



આકૃતિ 3.5 કાર્બન વેરીએબલ રેઝિસ્ટર

(B) વાયર વાઉન્ડ વેરીએબલ રેઝિસ્ટર :



આકૃતિ 3.6 વેરીએબલ વાયરવાઉન્ડ રેઝિસ્ટરની આંતરિક રચના

તેમાં અવાહક ફોર્મરના આધાર પર વાયર વીંટાળીને બનાવવામાં આવે છે. તેની રચનામાં પણ ચલિત કોન્ટેક્ટ શાફ્ટ સાથે જોડેલો હોય છે, તેને ફેરવવાથી અવરોધનું મૂલ્ય બદલાય છે.

રેઝિસ્ટરના સ્પેશિફિકેશન(રેટિંગ) તથા ઉપયોગ : સામાન્યતઃ રેઝિસ્ટરનાં સ્પેશિફિકેશન (રેટિંગ) નીચેની ત્રણ બાબતો વડે દર્શાવવામાં આવે છે :

(1) રેઝિસ્ટરનાં મૂલ્ય (2) વૉટેજ કેપેસિટી (3) ટોલરન્સ

ઉદાહરણ તરીકે 330Ω 1W એટલે કે રેઝિસ્ટરની કિંમત 330Ω અને વૉટ કેપેસિટી 1W છે. સામાન્યતઃ ટોલરન્સનું મૂલ્ય 1 ટકાથી 20 % સુધીનું હોય છે. જે કાર્બન રેઝિસ્ટર પરના ચોથી રીંગના કલર પરથી નક્કી થાય છે.

રેઝિસ્ટરના ઉપયોગ :

(1) વૉલ્ટેજ ડ્રોપિંગ : જ્યારે કોઈ પણ બે ઇલેક્ટ્રિક સર્કિટનું જોડાણ કરવાનું હોય, જેમાં એક વધારે વૉલ્ટેજવાળી સર્કિટમાંથી બીજી ઓછા વૉલ્ટેજવાળી સર્કિટમાં જોડાણ કરવું હોય ત્યારે વચ્ચે રેઝિસ્ટર જોડવામાં આવે છે. આથી વૉલ્ટેજ ઘટશે અને બીજી સર્કિટને જરૂરી વૉલ્ટેજ મળશે આને વૉલ્ટેજ ડ્રોપિંગ કહેવામાં આવે છે.

(2) વૉલ્ટેજ ડિવાઇડર : વૉલ્ટેજ ડિવાઇડર એટલે બે કે તેથી વધારે રેઝિસ્ટરનું શ્રેણી જોડાણ. જ્યારે આપણી પાસે અમુક ચોક્કસ પ્રમાણમાં વૉલ્ટેજ હોય અને તેને જુદા જુદા મૂલ્યના વૉલ્ટેજમાં વિભાજન કરી ઉપયોગ કરવાનો હોય ત્યારે આ વૉલ્ટેજ ડિવાઇડર સર્કિટનો ઉપયોગ થાય છે.

(3) કરંટ એડજેસ્ટમેન્ટ : કોઈ વાર અલગ અલગ કરંટ કેપેસિટી ધરાવતા જુદા જુદા ઘટકોને સર્કિટમાં જોડવા પડે છે. આવા જુદા જુદા ઘટકોના કરંટને એડજેસ્ટ કરવા માટે વધારે કરંટ લેતા ઘટકોની સમાંતરમાં (શંટ) રેઝિસ્ટર જોડવામાં આવે છે.

(4) વૉલ્ટેજ ડેવલપિંગ : જ્યારે કોઈ પણ સર્કિટમાં વહેતા કરંટને સિગ્નલ વૉલ્ટેજમાં ફેરવવાની જરૂર પડે છે. જેમકે, ટ્રાન્ઝિસ્ટરના કલેક્ટર સાથે રેઝિસ્ટર જોડવામાં આવે છે. આવા રેઝિસ્ટરનો ઉપયોગ ટી.વી., રેડિયો વગેરેની એમ્પ્લિફાયર સર્કિટમાં સિગ્નલ વૉલ્ટેજને વિકસાવવા માટે થાય છે.

(5) બ્લીડર તરીકે : અમુક ટી.વી. રીસિવર કે બીજી કોઈ સર્કિટમાં વધારે વર્કિંગ વૉલ્ટેજવાળા કેપેસિટર્સ જોડવામાં આવે છે. જે વધુ વીજભારનો સંગ્રહ કરે છે. હવે ટી.વી. કે જે-તે સર્કિટ બંધ કરીએ ત્યારે પણ આ કેપેસિટરમાં વીજભારનો સંગ્રહ થયેલો જ હોય છે. જેથી બંધ રીસિવરમાં પણ શોક લાગવાનો ભય રહે છે. આમ ન થાય તે માટે, આ કેપેસિટરનો વીજભાર દૂર કરવા માટે એક રેઝિસ્ટર મૂકવામાં આવે છે, જેને બ્લીડર કહે છે. આ બ્લીડર રેઝિસ્ટર દ્વારા કેપેસિટરનો વીજભાર દૂર થઈ જાય છે.

(6) વૉલ્યુમ કંટ્રોલ કે ટોન કંટ્રોલ તરીકે : રેડિયોમાં વોલ્યુમ કંટ્રોલ દ્વારા અવાજ વધુ કે ઓછો તેમજ ટોન કંટ્રોલ દ્વારા અવાજ તીણો કે ઘેરો કરવા માટે વપરાય છે. આ રેઝિસ્ટર "પોટ" તરીકે પણ ઓળખાય છે.

(7) લોડ રેઝિસ્ટર તરીકે : ટ્રાન્ઝિસ્ટર સર્કિટમાં કલેક્ટર સાથે જરૂરી વૉલ્ટેજ તેમજ સિગ્નલ મેળવવા માટે રેઝિસ્ટર ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે.

રેઝિસ્ટરના કલરકોડ પરથી તેની કિંમતની પરખ : સામાન્યતઃ રેઝિસ્ટર કદમાં નાના હોવાથી તેના પર તેની કિંમત છાપવી શક્ય નથી. તેથી જુદા જુદા ઉત્પાદકો દ્વારા બનાવવામાં આવતા રેઝિસ્ટરની કિંમત દર્શાવવામાં સરળતા અને એકસૂત્રતા જળવાય તે માટે રેઝિસ્ટરની ઉપર જુદા જુદા રંગની રિંગ દોરીને તેની કિંમત અને ટોલરન્સ દર્શાવવા કલરકોડનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. અમુક રેઝિસ્ટર જેમકે વાયરવાઉન્ડ રેઝિસ્ટર પર તેની કિંમત અને વૉટેજ લખેલા હોય છે. કલરકોડ મુજબ જુદા જુદા રંગ માટે એક ચાર્ટ નક્કી કરવામાં આવેલ છે. જે ભારતીય માનક સંસ્થા (ISI) દ્વારા પ્રમાણિત કરવામાં આવેલ છે. આ ચાર્ટ પરથી રેઝિસ્ટરની કિંમત સરળતાથી શોધી શકાય છે.

કલર કોડ ચાર્ટ

રંગ (કલર)	પ્રથમ નંબર (દશક)	બીજો નંબર (એકમ)	સહગુણક
કાળો (બ્લેક)	–	0	10^0
કથ્થઈ (બ્રાઉન)	1	1	10^1
લાલ (રેડ)	2	2	10^2
નારંગી (ઓરેંજ)	3	3	10^3
પીળો (યલો)	4	4	10^4
લીલો (ગ્રીન)	5	5	10^5
વાદળી (બ્લુ)	6	6	10^6
જાંબલી (વાયોલેટ)	7	7	10^7
રાખોડી (ગ્રે)	8	8	10^8
સફેદ (વ્હાઇટ)	9	9	10^9
સોનેરી (ગોલ્ડન)	–	–	10^{-1}
રૂપેરી (સિલ્વર)	–	–	10^{-2}

ટોલરન્સ ટકામાં ચોથી રિંગ માટે

કથ્થઈ ± 1 %

સોનેરી ± 5 %

રૂપેરી ± 10 %

રિંગ ન હોય ± 20 %

રેઝિસ્ટરનું મૂલ્ય રંગસંકેતનાં કોષ્ટકથી નીચે પ્રમાણે શોધવું :

(1) રંગસંકેતનું કોષ્ટક ધ્યાનમાં રાખી રેઝિસ્ટરના છેડાની નજીકથી રિંગ પ્રથમ ગણીને પ્રથમ અને બીજો રંગ હોય તે પ્રમાણે આંકડાઓ કોષ્ટકમાં જોઈને મૂકવામાં આવે છે.

(2) ત્રીજો રંગ હોય તેટલા મીંડા મૂકવામાં આવે છે.

(3) ચોથો રંગ કથ્થઈ હોય તો ±1 %, સોનેરી હોય તો ±5 % ટોલરન્સ, રૂપેરી રંગ હોય તો ±10 % ટોલરન્સ અને ચોથો રંગ અથવા પટ્ટો ન આપેલ હોય તો ±20 % ટોલરન્સ સમજવો.

ઉદાહરણ 1 : એક રેઝિસ્ટર પર પ્રથમ રંગ લાલ, બીજો રંગ લાલ, ત્રીજો રંગ કાળો અને ચોથો રંગ સોનેરી છે, તો કલરકોડથી રેઝિસ્ટરની કિંમત શોધો.

પ્રથમ રંગ લાલ = 2

બીજો રંગ લાલ = 2

ત્રીજો રંગ કાળો = 10^0 (ગુણક)

ચોથો રંગ સોનેરી = ±5 % ટોલરન્સ

રેઝિસ્ટરની કિંમત = પ્રથમ બે રંગથી બનતી સંખ્યા × સહગુણક (ત્રીજો રંગ ± ટોલરન્સ).

$22 \times 10^0 \pm 5$ % ટોલરન્સ એટલે કે

22 + (22ના 5 %)

22 − (22ના 5 %)

= 22 + 1.1 થી 22 − 1.1 = 23.1 થી 20.9 Ω સુધીની કોઈપણ કિંમત હોઈ શકે.

ઉદાહરણ 2 : એક રેઝિસ્ટર પર પ્રથમ રંગ પીળો, બીજો રંગ જાંબલી, ત્રીજો રંગ કથ્થઈ, ચોથો રંગ રૂપેરી છે, તો કલરકોડથી કિંમત શોધો.

પ્રથમ રંગ પીળો = 4

બીજો રંગ જાંબલી = 7

ત્રીજો રંગ કથ્થાઈ = 10^1 સહગુણક

ચોથો રંગ રૂપેરી = ±10 % ટોલરન્સ

પ્રથમ બે રંગથી બનતી સંખ્યા × સહગુણક (ત્રીજો રંગ ± ટોલરન્સ)

રેઝિસ્ટરની કિંમત = $47 \times 10^1 \pm 10$ %Ω

રેઝિસ્ટરની કિંમત = 470Ω ±10 % = 423 થી 517Ω

ઉદાહરણ 3 : એક રેઝિસ્ટર પર પ્રથમ રંગ નારંગી, બીજો રંગ નારંગી, ત્રીજો રંગ સોનેરી હોય તો કલરકોડથી કિંમત શોધો.

પ્રથમ રંગ નારંગી = 3

બીજો રંગ નારંગી = 3

ત્રીજો રંગ સોનેરી = 10^{-1} = 0.1

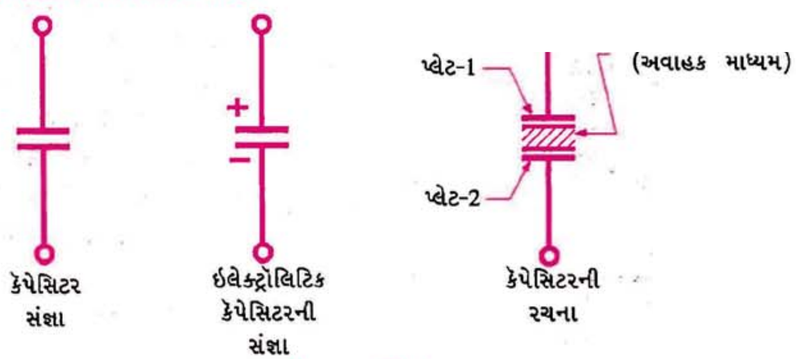
ચોથો રંગ નથી = ±20 %

પ્રથમ બે રંગથી બનતી સંખ્યા × સહગુણક (ત્રાજા રગ ± ટાલરન્સ)

રેઝિસ્ટરની કિંમત = 33 × 0.1 ± 20 %

રેઝિસ્ટરની કિંમત = 3.3Ω ±20 %

3.2 કેપેસિટર તથા કેપેસિટન્સ અને તેનો એકમ



આકૃતિ 3.7 કેપેસિટર

જે ઘટક વીજભારનો સંગ્રહ કરે છે તેને કેપેસિટર કહેવામાં આવે છે. બે વાહક ધાતુની પડ મૂકવાથી બનતી રચનાને કેપેસિટર કહે છે. બે વાહક ધાતુને ઇલેક્ટ્રોડ અથવા પ્લેટ પણ કહે છે. વચ્ચેના અવાહક પડને ડાઇઇલેક્ટ્રિક મટીરિયલ કહે છે. કેપેસિટર એ.સી. તેમજ ડી.સી. બંને સપ્લાયમાં વાપરવામાં આવે છે.

જ્યારે કેપેસિટરની પ્લેટ વચ્ચે વૉલ્ટેજ આપવામાં આવે ત્યારે તે વીજભાર ધારણ કરે છે. વીજભાર ધારણ અને સંગ્રહ થવાના ગુણને કેપેસિટન્સ કહે છે. તેને કુલંબમાં માપવામાં આવે છે.

જો એક કુલંબ વીજભાર ભેગો થવાથી તેમાં એક વોલ્ટનું દબાણ ઉત્પન્ન થાય તો તે કેપેસિટરનું કેપેસિટન્સ એક ફેરાડે કહેવાય છે.

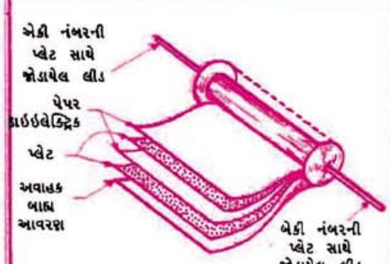
કેપેસિટન્સનો એકમ ફેરાડે (F) છે. ફેરાડે એ મોટું માપ હોવાથી તેના નાના એકમો માઇક્રોફેરાડે (μF) અને તેનાથી નાનો પીકાફેરાડે (*p*F) વ્યવહારમાં વધુ વપરાય છે. નાનામોટા એકમોનો પરસ્પર સંબંધ નીચે મુજબ છે :

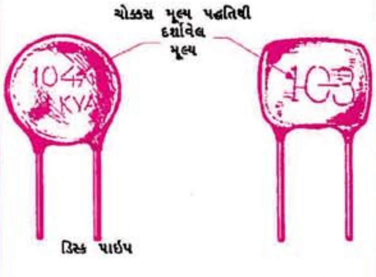
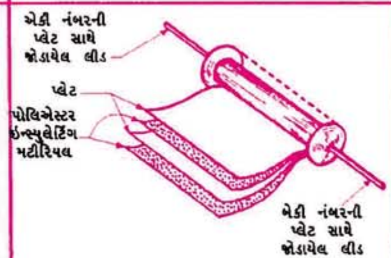
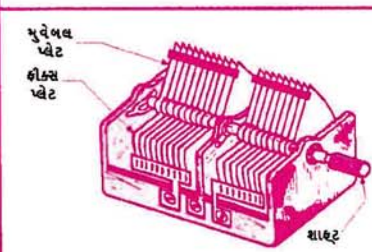
$1F = 10^6 \mu F \qquad 1F = 10^{12} pF$

કેપેસિટરના મુખ્ય પ્રકાર

- ફિક્સ કેપેસિટર
  - પેપર કેપેસિટર
  - પોલીસ્ટર કેપેસિટર
  - માઇકા કેપેસિટર
  - સિરેમિક કેપેસિટર
  - ઇલેક્ટ્રોલિટિક કેપેસિટર
- વેરીએબલ કેપેસિટર
  - ગેંગ કેપેસિટર
    - ઍરગેંગ અથવા ટ્યુનીંગ ગેંગ કેપેસિટર
    - સોલિડ ડાઇઇલેક્ટ્રિક અથવા પી.વી.સી. ગેંગ કેપેસિટર
  - ટ્રીમર કેપેસિટર
    - ઍર ટ્રીમર
    - માઇકાટ્રીમર
    - સિરેમિક ટ્રીમર
    - વાયર ટ્રીમર
    - ફિલ્મ ડાઇઇલેક્ટ્રિક ટ્રીમર

કેપેસિટરના મુખ્ય પ્રકાર

ક્રમ	કેપેસિટરના પ્રકાર	સંજ્ઞા/આકૃતિ	વિગત
(અ)	ફિક્સ કેપેસિટર	સંજ્ઞા	જે કેપેસિટરના કેપેસિટન્સના મૂલ્યમાં કોઈ ફેરફાર કરી શકાય નહિ તેવા કેપેસિટરને ફિક્સ કેપેસિટર કહે છે. તેના પેટા પ્રકાર નીચે મુજબ છે :
1.	પેપર કેપેસિટર		તેમાં ડાઇઇલેક્ટ્રિક તરીકે પેપર કાર્ય કરે છે. તેની પ્લેટ ઍલ્યુમિનિયમની બનેલી હોય છે. તેને ટ્યૂબ જેવા આકારમાં રોલ (વીંટાળવામાં) કરવામાં આવે છે. પછી તેને અવાહકના બાહ્ય આવરણમાં સીલ કરવામાં આવે છે. તે સામાન્યતઃ 250*p*Fથી 15μF સુધીનો બનાવવામાં આવે છે. તેના વર્કિંગ વૉલ્ટેજ 600V સુધીના હોય છે.
2.	માઇકા કેપેસિટર		તેમાં ડાઇઇલેક્ટ્રિક તરીકે માઇકા (અબરખ) વાપરવામાં આવે છે. તેની પ્લેટ ચાંદી, તાંબું અથવા ઍલ્યુમિનિયમની બનેલી હોય છે. તેની પ્લેટો ઘણી વખત મેટલ અથવા પ્લાસ્ટિકના કેસમાં ફિટ કરવામાં આવે છે. તે 25*p*F થી 0.25μF અને 2*k*V સુધીના વર્કિંગ વૉલ્ટેજના બનાવવામાં આવે છે.

3.	સિરેમિક કેપેસિટર		તેમાં ડાઇઇલેક્ટ્રિક તરીકે સિરેમિક મટીરિયલ હોય છે. તેની પ્લેટ ઍલ્યુમિનિયમની બનેલી હોય છે. ડિસ્કટાઇપ, ટ્યુબ્યુલર ટાઇપ, પીનઅપ બૉક્સ ટાઇપ (પ્લેટ ટાઇપ ફિડ થ્રૂ) વગેરે કેપેસિટર સિરેમિક કેપેસિટરના જ પ્રકાર છે. આ કૅપેસિટર 0.5*p*Fથી 0.001F સુધીનાં મળે છે. તે 500 V.D.C. સુધીના વર્કિંગ વૉલ્ટેજના હોય છે.
4.	પોલિએસ્ટર કેપેસિટર		તેમાં ડાઇઇલેક્ટ્રિક તરીકે પોલિયેસ્ટર (એક પ્રકારનું પ્લાસ્ટિક) હોય છે. તેની પ્લેટ ઍલ્યુમિનિયમની બનેલી હોય છે. કિંમતમાં તે થોડા મોંઘા હોય છે, પરંતુ તેનું લીકેજ રેઝિસ્ટન્સ ઓછું હોય છે. તે 10*p*Fથી 0.1μF અને 2*k*V વર્કિંગ વૉલ્ટેજના બનાવવામાં આવે છે.
5.	ઇલેક્ટ્રૉલિટિક કેપેસિટર		આ કેપેસિટરમાં ડાઇઇલેક્ટ્રિક તરીકે ઍલ્યુમિનિયમ ઑક્સાઇડ નામનું કેમીકલ (રસાયણ) વપરાય છે. તેની એક પ્લેટ ઍલ્યુમિનિયમની અને બીજી પ્લેટ ઇલેક્ટ્રોલીટિક પદાર્થની બનાવવામાં આવે છે. આ કેપેસિટરના એક છેડે ધન અને બીજા છેડાને ઋણ નિશાની હોય છે. 1μF થી વધુ મૂલ્યના બનાવવાના હોય તે વખતે બીજા પ્રકારના કેપેસિટરમાં કદ વધી જાય છે. આ ખામી નિવારવા ઇલેક્ટ્રોલીટિક કેપેસિટર બનાવવામાં આવે છે. તેના બે પ્રકાર છે : (અ) વેટટાઇપ (બ) ડ્રાયટાઇપમાં કેપેસિટર 1μF થી 10,000μF અને 6V થી 500V વર્કિંગ વૉલ્ટેજના આવે છે. આકૃતિમાં એક જ કેન/આવરણમાં બે ઇલેક્ટ્રૉલિટિક કેપેસિટરનો સમાવેશ થાય છે.
(બ)	વેરીએબલ કેપેસિટર	 સંજ્ઞા	જે કેપેસિટરના કેપેસિટન્સના મૂલ્યમાં ફેરફાર કરી શકાતો હોય તેવા કેપેસિટરને વેરીએબલ કેપેસિટર કહે છે. તેના પ્રકાર નીચે મુજબ છે :
1.	ગેંગ કેપેસિટર		એક શાફ્ટ સાથે જોડેલા બે કે તેથી વધુ કેપેસિટરના મૂલ્યમાં આ શાફ્ટ ફેરવવાથી એક સાથે, એકસરખો ફેરફાર કરી શકાય તેવી રચનાને ગેંગ કેપેસિટર કહે છે. તેમાં એકબાજુની પ્લેટ સ્થિર રહે છે. તેને સ્ટેટર પ્લેટ કહે છે અને બીજી ફરતી પ્લેટને ફેરવીને કેપેસિટરના માપમાં ફેરફાર

			કરી શકાય તેને રોટર પ્લેટ કહેવાય છે. તેનો ઉપયોગ ટ્યૂનિંગ કેપેસિટર તરીકે થાય છે. આ કેપેસિટર 50*p*Fથી 500*p*F સુધીના હોય છે. તેના પેટા પ્રકાર આ મુજબ છે : (A) એરગેંગ–ડાઇઇલેક્ટ્રિક તરીકે હવા હોય. (B) પી.વી.સી. ગેંગ ડાઇઇલેક્ટ્રિક તરીકે પ્લાસ્ટિકનો ઉપયોગ થાય છે.
2.	ટ્રીમર કેપેસિટર		તે હાઈફ્રિક્વન્સીની ટ્યૂનિંગ સર્કિટ બનાવવા માટે ઉપયોગી છે અને રેડિયો ટ્રેકિંગ માટે વપરાય છે. તેના પેટા પ્રકાર નીચે મુજબ છે : (A) માઇકાટ્રીમર-ડાઇઇલેક્ટ્રિક તરીકે માઇકા વપરાય છે. (B) એરટ્રીમર-ડાઇઇલેક્ટ્રિક તરીકે હવા હોય છે. (C) વાયરટ્રીમર-ડાઇઇલેક્ટ્રિક તરીકે સિરેમિક હોય છે. (D) સિરેમિક ટ્રીમર-ડાઇઇલેક્ટ્રિક તરીકે સિરેમિક ભૂંગળી હોય છે. (E) ફિલ્મ ડાઇઇલેક્ટ્રિક ટ્રીમર-પોલિથિન પોલીપ્રોપીલીન કે પોલીકાર્બોનેટ ડાઇઇલેક્ટ્રિક તરીકે હોય છે.

કેપેસિટરના સ્પેસિફિકેશન (રેટિંગ) : કેપેસિટરનું કેપેસિટન્સ તેની પ્લેટોનું ક્ષેત્રફળ અને ડાઇઇલેક્ટ્રિક અચળાંક આંકના સમપ્રમાણમાં અને કેપેસિટરની બે પ્લેટ વચ્ચેના અંતરના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોય છે.

કેપેસિટરની વીજભાર સંગ્રહ કરવાની શક્તિ કેપેસિટરની કેપેસિટીના સમપ્રમાણમાં અને તેને અપાતા વૉલ્ટેજ પર આધાર રાખે છે.

દરેક કેપેસિટર ઉપર તેના વર્કિંગ વૉલ્ટેજ લખવામાં આવે છે તેનાથી વધારે વૉલ્ટેજ અપાય નહિ. વર્કિંગ વૉલ્ટેજ કરતાં વધારે વૉલ્ટેજ આપવાથી કેપેસિટરનું ડાઇઇલેક્ટ્રિક મટીરિયલ બળી જાય અને કેપેસિટર નકામું થઈ જાય છે.

ઉદાહરણ તરીકે 100μF/12V એટલે કે કેપેસિટરની કિંમત 100μF છે અને 12V સુધી તે કામ કરી શકે છે.

કેપેસિટરના ઉપયોગો :

(1) ફિલ્ટર કેપેસિટર તરીકે : રેક્ટિફાયર સર્કિટમાં એ.સી. વૉલ્ટેજનું ડી.સી. વૉલ્ટેજમાં રૂપાંતર થાય ત્યારે આઉટપુટમાં મળતો ડી.સી. સ્પંદનવાળો હોય છે. જેને સ્પંદિત (અશુદ્ધ) ડી.સી. (પલ્સેટિંગ – Pulsating) કહે છે. તે ખામી દૂર કરી શુદ્ધ ડી.સી. (પ્યોર ડી.સી.) મેળવવા માટે કેપેસિટરનો ઉપયોગ કરી શકાય છે તેને ફિલ્ટર કેપેસિટર કહે છે.

(2) કપલિંગ કેપેસિટર તરીકે : એમ્પ્લીફાયરના એક સ્ટેજનું આઉટપુટ બીજા સ્ટેજને આપવા માટે કેપેસિટરનો ઉપયોગ થાય છે તેને કપલિંગ (જોડવા માટે) કેપેસિટર કહેવામાં આવે છે.

(3) બાયપાસ કેપેસિટર તરીકે : ટ્રાન્ઝિસ્ટરના એમીટરમાંથી સિગ્નલને બાયપાસ કરી સર્કિટમાંના ચોક્કસ બિંદુ પર લઈ જવા માટે જે કેપેસિટરનો ઉપયોગ થાય છે તેને બાયપાસ કેપેસિટર કહે છે.

(4) બ્લૉકિંગ કેપેસિટર તરીકે : ડી.સી. પ્રવાહને કોઈ ચોક્કસ સર્કિટ કે ભાગ તરફ જતો અટકાવવા માટે જે કેપેસિટર વપરાય છે તેને બ્લૉકિંગ કેપેસિટર કહે છે.

(5) ટ્યુનિંગ કૅપેસિટર તરીકે : કૉઇલ અને વેરીએબલ કૅપેસિટરની મદદથી યોગ્ય આવૃત્તિ પસંદ કરવા માટે તેમજ ટ્રેકિંગ માટે વાપરવામાં આવે છે.

(6) ટોન કરેક્ટિવ કૅપેસિટર તરીકે : રેઝિસ્ટર અને કૅપેસિટરની મદદથી ઓડિયો સર્કિટમાં નિશ્ચિત આવૃત્તિના કરંટનો નાશ કરી અવાજને તીણો ઘેરો બનાવી શકાય છે. આ માટે વપરાતા કૅપેસિટરને ટોન કરેક્ટિવ કૅપેસિટર કહે છે.

3.3 ઈન્ડક્ટર, ઈન્ડક્ટન્સ અને તેના એકમ

ભૂંગળાના આકાર કે અન્ય આકારના અવાહક ફૉર્મર પર ધાતુના તારને વીંટાળતા ઈન્ડક્ટર બને છે.

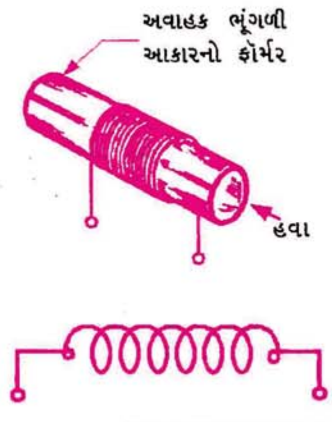
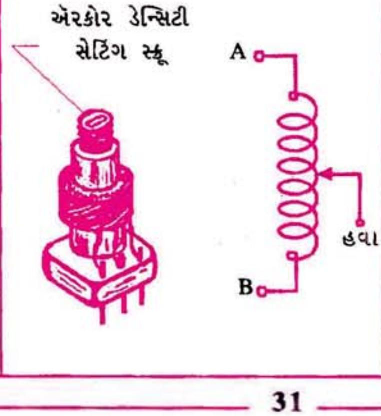
આ કૉઇલમાંથી એ.સી. પ્રવાહ પસાર કરવાથી ઉત્પન્ન થતી અસરને ઈન્ડક્ટન્સ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

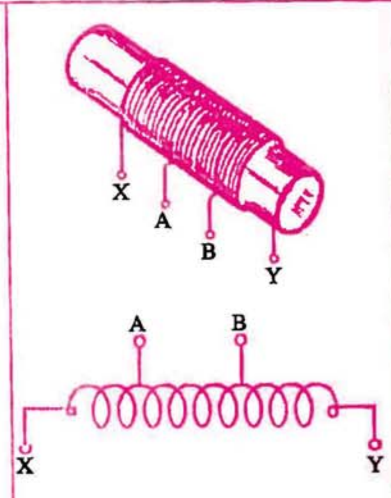
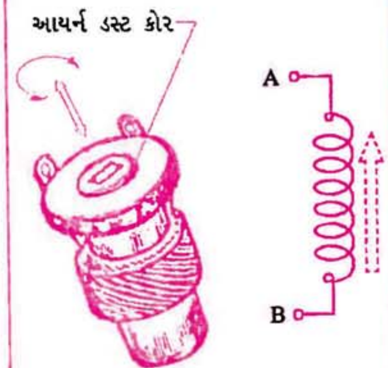
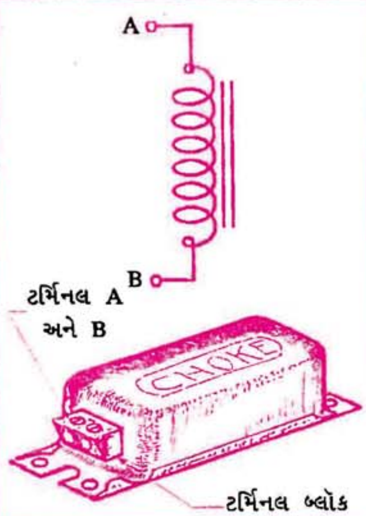
ઈન્ડક્ટર એ.સી. પ્રવાહમાં થતા ફેરફારનો વિરોધ કરે છે. તેની સંજ્ઞા L છે અને એકમ હેન્રી (H) છે. હેન્રીથી નાનો એકમ મિલિહેન્રી (mH) અને તેનાથી પણ નાનો એકમ માઇક્રોહેન્રી (μH) છે.

ઈન્ડક્ટરના પ્રકાર

- ઍરકોર ફિક્સ ઈન્ડક્ટર
- ઍરકોર વેરીએબલ ઈન્ડક્ટર
- ઍરકોર ટેપ ઈન્ડક્ટર
- આયર્ન ડસ્ટકોર ઈન્ડક્ટર
- આયર્નકોર ઈન્ડક્ટર

ઈન્ડક્ટરના મુખ્ય પ્રકાર

નંબર	ઈન્ડક્ટરના પ્રકાર	સંજ્ઞા/આકૃતિ	વિગત
1.	ઍરકોર ફિક્સ ઈન્ડક્ટર		તેના ઈન્ડક્ટન્સમાં ફેરફાર થઈ શકતો નથી. તેમાં કોર તરીકે હવા કાર્ય કરે છે. ભૂંગળી આકારના અવાહક પદાર્થ જેવા કે પૂઠું, ફાઇબર, પ્લાસ્ટિક અથવા લાકડાંના ફૉર્મર ઉપર એનેમલ કૉપર વાયર કૉઇલની જેમ વીંટાળવામાં આવે છે.
2.	ઍરકોર વેરીએબલ ઈન્ડક્ટર		અવાહક ભૂંગળી આકારના ફૉર્મર ઉપર ધાતુના તારને કૉઇલ રૂપે વીંટાળી વાર્નિસ કરવામાં આવે છે તેમજ જે ભાગ ઉપર સ્લાઇડર કોન્ટેક્ટ ફરવાનો હોય ત્યાંનું વાર્નિશ સાફ કરી સ્લાઇડર કોન્ટેક્ટ વડે ઈન્ડક્ટરનું જુદું જુદું મૂલ્ય મેળવવામાં આવે છે.

3.	એરકોર ટેપ્ડ ઈન્ડક્ટર (મલ્ટિટેપ ઈન્ડક્ટર)		આ ઈન્ડક્ટરમાં અમુક ફિક્સ છેડા કાઢેલા હોય છે. જેની સંખ્યા એક કરતાં વધારે હોય છે. તેમાં અમુક હેન્રીનો તફાવત રાખેલ હોય છે. તેથી જુદા જુદા છેડા વચ્ચે જુદું જુદું ઈન્ડક્ટન્સ મળે છે.
4.	આયર્ન ડસ્ટકોર (એડજેસ્ટેબલ) ઈન્ડક્ટર		આ ઈન્ડક્ટરમાં નળાકાર ફૉર્મર ઉપર કોઈલ વીંટાળી તેની વચ્ચે આયર્ન ડસ્ટમાંથી બનાવેલ કોર સળિયા આકારમાં રાખવામાં આવે છે. કોર ઉપરની તરફ ફેરવવાથી ઈન્ડક્ટ્ન્સ ઘટે છે. કોર નીચેની તરફ ફેરવવાથી ઈન્ડક્ટ્ન્સ વધે છે.
5.	આયર્ન કોર ઈન્ડક્ટર		આ ઈન્ડક્ટરમાં ચોરસ ફૉર્મર ઉપર કોઈલ વીંટાળી તેની વચ્ચે ખાસ પ્રકારની બનાવેલી પતરાની પટ્ટીઓ (લેમિનેશન/કોર) બેસાડવામાં આવે છે. તે E અને I આકારમાં હોય છે. આ પતરાની પટ્ટીઓ કોર તરીકે કાર્ય કરે છે.

સ્પેસિફિકેશન (રેટિંગ) : ઈલેક્ટ્રૉનિક્સ સર્કિટમાં માઈક્રોહેન્રી μHથી સામાન્યતઃ 20 હેન્રી (20H) સુધીના ઈન્ડક્ટર વપરાય છે.

ઈન્ડક્ટરનાં સ્પેસિફિકેશનમાં (1) ઈન્ડક્ટ્ન્સ (2) જરૂરી પ્રવાહ વહન કરવાની ક્ષમતા (કરંટ કેરિંગ કેપેસિટી) (3) ક્વોલિટી ફેક્ટર Q ધ્યાનમાં રાખવામાં આવે છે.

ઈન્ડક્ટરના ઉપયોગો :

(1) ઈન્ડક્ટરનો ઉપયોગ ફિલ્ટર ચૉક તરીકે થાય છે. રેક્ટિફાયરનાં આઉટપુટમાં અશુદ્ધ ડી.સી. (સ્પંદિત) મળે છે. તેને શુદ્ધ ડી.સી. કરવા માટે ઈન્ડક્ટર અને કેપેસિટરની મદદથી પાઈ ફિલ્ટર બનાવવામાં આવે છે. ઈન્ડક્ટર એ.સી.ને તેની આવૃત્તિના સમપ્રમાણમાં અવરોધે છે.

(2) કોઈ ફ્રિકવન્સીનો પ્રવાહ દૂર કરવા કે પછી પસાર કરવા દેવા માટે અન્ય ઘટકોની સાથે ઈન્ડક્ટર ઉપયોગમાં લેવાય છે.

(3) એમ્પ્લિફાયરના જુદા જુદા સ્ટેજને જોડવા માટે ઈન્ડક્ટરનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

(4) ઈન્ડક્ટરનો ઉપયોગ હાઈવૉલ્ટેજ ઉત્પન્ન કરવા માટે થાય છે.

ઈન્ડક્ટરના ઈન્ડક્ટન્સનો આધાર નીચેની બાબતો પર છે :

(1) આંટાની સંખ્યા (2) બે આંટા વચ્ચેનું અંતર (3) કોરનું ક્ષેત્રફળ (4) કોરની ધાતુ (5) કોઈલના તારનો વ્યાસ

આપણે નીચેની બાબતો શીખી ગયાં

- જે વીજપ્રવાહના માર્ગમાં અવરોધ કરે તેને રેઝિસ્ટર કહેવાય છે.
- રેઝિસ્ટરના મુખ્ય પ્રકાર ફિક્સ રેઝિસ્ટર અને વેરીએબલ રેઝિસ્ટર છે.
- કલરકોડના ચાર્ટનાં કોષ્ટક પરથી રેઝિસ્ટરની કિંમત જાણી શકાય છે.
- બે વાહક ધાતુની પ્લેટ વચ્ચે પાતળું અવાહક પડ મૂકવાથી બનતી રચનાને કેપેસિટર કહે છે અને તેનો ઉપયોગ વીજભારનો સંગ્રહ કરવા થાય છે.
- કેપેસિટરના મુખ્ય બે પ્રકાર છે : (1) ફિક્સ (2) વેરીએબલ.
- ફિક્સ કેપેસિટરના પેટા પ્રકાર : પેપર કેપેસિટર, માઈકા કેપેસિટર, સિરેમિક કેપેસિટર, પોલિએસ્ટર કેપેસિટર અને ઇલેક્ટ્રૉલિટિક કેપેસિટર છે.
- વેરીએબલ કેપેસિટરના પેટા પ્રકાર ગૅંગ અને ટ્રીમર કેપેસિટર છે.
- તારનું ગૂંચળું એટલે ઈન્ડક્ટર ભૂંગળીના આકાર પર કે બીજા અન્ય આકારમાં તેની ઉપર ગૂંચળાંના આકારમાં એકસરખી રીતે ગોળ ગોળ વીંટાળવામાં આવે તેને ઈન્ડક્ટર કહે છે.
- ઈન્ડક્ટરના મુખ્ય પ્રકાર : ઍરકોર ફિક્સ ઈન્ડક્ટર, ઍરકોર વેરીએબલ ઈન્ડક્ટર, ઍરકોર ટેપ ઈન્ડક્ટર, આયર્ન ડસ્ટકોર ઈન્ડક્ટર અને આયર્નકોર ઈન્ડક્ટર છે.

સ્વાધ્યાય

નીચેનાં વિધાનો માટે યોગ્ય વિકલ્પ પસંદ કરો :

(1) .... રેઝિસ્ટરના મૂલ્યમાં ફેરફાર થઈ શકતો નથી.
(A) વેરીએબલ (B) ફિક્સ (C) એડજેસ્ટેબલ (D) એક પણ નહિ.

(2) કેપેસિટરનો એકમ .... છે.
(A) ફેરાડે (B) ઓહમ (C) હેન્રી (D) વોલ્ટ

(3) .... કેપેસિટરમાં ધન અને ઋણ નિશાનીઓ આવેલી હોય.
(A) પેપર (B) ઇલેક્ટ્રૉલિટિક (C) માઇકા (D) એક પણ નહિ.

(4) માઇકા કેપેસિટરમાં ડાઇઇલેક્ટ્રિક તરીકે .... હોય.
(A) અબરખ (B) પેપર (C) પોલિએસ્ટર (D) હવા

(5) રેઝિસ્ટરનો એકમ જણાવો.
(A) હેન્રી (B) ઓહ્‌મ (C) ફેરાડે (D) એક પણ નહિ.

(6) કેપેસિટરનો એકમ જણાવો.
(A) હેન્રી (B) ઓહ્‌મ (C) ફેરાડે (D) એક પણ નહિ.

(7) ઇન્ડક્ટરનો એકમ જણાવો.

(A) હેન્રી (B) ઓહ્મ (C) ફેરાડે (D) એક પણ નહિ

(8) કયા પ્રકારના ઇન્ડક્ટરના મૂલ્યમાં ફેરફાર થઈ શકતો નથી.

(A) વેરીએબલ (B) ફિક્સ (C) એડજેસ્ટેબલ (D) એક પણ નહિ

(9) કયા પ્રકારના કૅપેસિટરના મૂલ્યમાં ફેરફાર થઈ શકતો નથી ?

(A) વેરીએબલ (B) ફિક્સ (C) એડજેસ્ટેબલ (D) એક પણ નહિ

(10) કલરકોડ ચાર્ટમાં ચોથી રિંગ શું દર્શાવે છે ?

(A) ગુણક (B) ટોલરન્સ (C) સરવાળો (D) એક પણ નહિ

(11) રેઝિસ્ટરમાં ચોથી રિંગ સોનેરી હોય તો ટોલરન્સની કિંમત કેટલી થાય ?

(A) 5 % (B) 20 % (C) 10 % (D) 15 %

(12) રેઝિસ્ટરમાં ચોથી રિંગ રૂપેરી હોય તો ટોલરન્સની કિંમત કેટલી થાય ?

(A) 5 % (B) 20 % (C) 10 % (D) 15 %

(13) રેઝિસ્ટરમાં ચોથી રિંગ આપેલી ન હોય તો ટોલરન્સની કિંમત કેટલી થાય ?

(A) 5 % (B) 10 % (C) 20 % (D) 1 %

(14) પોલિએસ્ટર કૅપેસિટરમાં ડાઇઇલેક્ટ્રિક તરીકે શું હોય ?

(A) પેપર (B) અબરખ (C) પોલિએસ્ટર (D) એક પણ નહિ.

(15) ઇલેક્ટ્રોલીટિક કૅપેસિટરમાં ડાઇઇલેક્ટ્રિક તરીકે શું હોય ?

(A) ઍલ્યુમિનિયમ ઑક્સાઇડ (B) હાઇડ્રોજન (C) કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ (D) એક પણ નહિ.

(16) એમ્પ્લિફાયરના જુદા જુદા સ્ટેજને જોડવા માટે શેનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે ?

(A) કૅપેસિટર (B) ડાયોડ (C) અવાહક (D) એક પણ નહિ.

(17) જેમ કૅપેસિટરની પ્લેટનું ક્ષેત્રફળ વધારે તેમ તેનું કૅપેસિટન્સમાં શું થાય ?

(A) ઘટાડો (B) વધારો (C) તટસ્થ રહે (D) એક પણ નહિ.

(18) જેમ કૅપેસિટરની પ્લેટનું ક્ષેત્રફળ ઓછું તેમ તેના કૅપેસિટન્સમાં શું થાય ?

(A) ઘટાડો (B) વધારો (C) અચળ રહે (D) એક પણ નહિ.

(19) નીચેનામાંથી કયું ઘટક અવાજને તીણો ઘેરો બનાવે છે ?

(A) ઇન્ડક્ટર (B) કૅપેસિટર (C) ટ્રાન્સફૉર્મર (D) એક પણ નહિ.

(20) વાયર વાઉન્ડ રેઝિસ્ટરનો વાયર શામાંથી બનાવવામાં આવે છે ?

(A) ઍલ્યુમિનિયમ (B) તાંબું (C) નિક્રોમ (D) ચાંદી

(21) રીઓસ્ટેટએ કેવા પ્રકારનો રેઝિસ્ટર છે ?

(A) એડજેસ્ટેબલ (B) વેરીએબલ (C) ફિક્સ (D) એક પણ નહિ.

(22) કયું ઘટક વૉલ્ટેજ ડિવાઇડર તરીકે કાર્ય કરે છે ?

(A) ઇન્ડક્ટર (B) કૅપેસિટર (C) રેઝિસ્ટર (D) ટ્રાન્સફૉર્મર

(23) કૅપેસિટરનો વીજભાર દૂર કરવા માટે વપરાતા રેઝિસ્ટરને શું કહે છે ?

(A) પૉટ (B) બ્લીડર (C) રેક્ટિફાયર (D) ફિલ્ટર

(24) વોલ્યુમ કંટ્રોલર તરીકે વપરાતા રેઝિસ્ટરને શું કહે છે ?

(A) પૉટ (B) બ્લીડર (C) રેક્ટિફાયર (D) ફિલ્ટર

(25) અવાજને તીણો ઘેરો બનાવતા કૅપેસિટરને શું કહે છે ?

(A) બ્લૉકિંગ કૅપેસિટર (B) ટોન કરેક્ટિવ કૅપેસિટર

(C) બાયપાસ કૅપેસિટર (D) કપલિંગ કૅપેસિટર

(26) અવાહક ફૉર્મર પર ધાતુના તાર વિંટાળીને તૈયાર થતી રચનાને શું કહે છે ?

(A) રેઝિસ્ટર (B) કૅપેસિટર (C) ઇન્ડક્ટર (D) એક પણ નહિ.

(27) ઇન્ડક્ટરના ઇન્ડક્ટન્સનો આધાર નીચેની કઈ બાબત ઉપર નથી ?
(A) કોરનું ક્ષેત્રફળ (B) કોરની ધાતુ (C) કોરની લંબાઈ (D) આંટાની સંખ્યા

(28) કેપેસિટરમાં બે ઇલેક્ટ્રોડ વચ્ચેના પડને શું કહે છે ?
(A) ડાઇઇલેક્ટ્રિક મટીરિયલ (B) કંડક્ટિંગ મટીરિયલ
(C) સેમીકંડક્ટિંગ મટીરિયલ (D) એક પણ નહિ

(29) એક ફેરાડેના માઇક્રોફેરાડે કેટલા થાય ?
(A) 10^3 (B) 10^{-6} (C) 10^6 (D) 10^{12}

(30) વેરિએબલ કેપેસિટરની સંજ્ઞા કઈ છે ?
(A) (B) (C) (D)

(31) 470 ± 10 %ની કિંમતના રેઝિસ્ટર ઉપર પ્રથમ રિંગનો કલર કયો હોય છે ?
(A) પીળો (B) જાંબલી (C) લાલ (D) કથ્થાઈ

(32) 210 ± 20 %ની કિંમતમાં રેઝિસ્ટર ઉપર બીજી રિંગનો કલર કયો હોય છે ?
(A) પીળો (B) જાંબલી (C) લાલ (D) કથ્થાઈ

વિદ્યાર્થી-પ્રવૃત્તિ

- ઘરમાં પડેલ બિનઉપયોગી રેડિયો, ટેપરેકોર્ડર વગેરેની સર્કિટમાંથી જુદા જુદા ઘટકોની યાદી તૈયાર કરશે.

શિક્ષક-પ્રવૃત્તિ

- વિદ્યાર્થીઓને ઇલેક્ટ્રોનિક્સ લેબોરેટરીમાં લઈ જઈ દરેક પ્રકારના ઘટકોનું નિદર્શન કરશે.

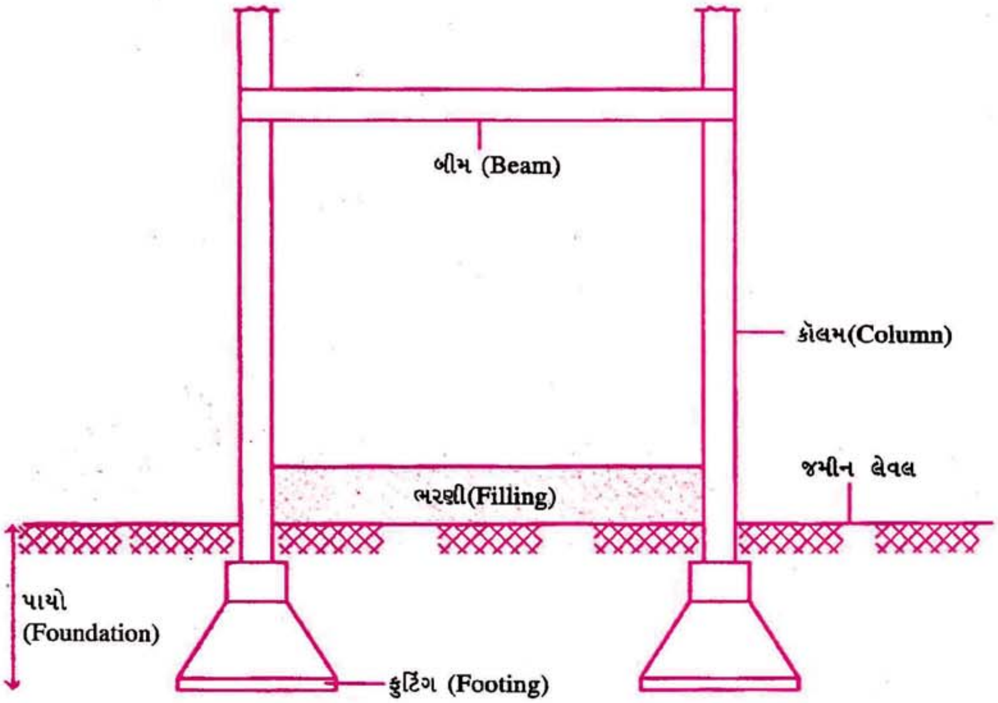
પારિભાષિક શબ્દો

Electronics	ઇલેક્ટ્રોનિક્સ	વિજાણુશાસ્ત્ર
Component	કંપોનન્ટ	ઘટક
Resistor	રેઝિસ્ટર	અવરોધ
Capacitor	કેપેસિટર	વીજધારિત્ર
Inductor	ઇન્ડક્ટર	પ્રેરક ગૂંચળું
Colour Code	કલર કોડ	રંગસંકેત
Voltage dropping	વૉલ્ટેજ ડ્રોપિંગ	દબાણમાં ઘટાડો
Voltage deviding	વૉલ્ટેજ ડિવાઇડિંગ	દબાણના વિભાજન
Current adjustment	કરંટ એડજસ્ટમેન્ટ	જરૂરી પ્રવાહ માટે જ
Voltage developing	વૉલ્ટેજ ડેવલપિંગ	દબાણનો વિકાસ
Volume control	વોલ્યુમ કંટ્રોલ	અવાજનું નિયંત્રણ
Load resistor	લોડ રેઝિસ્ટર	ભાર અવરોધ
Coupling	કપલિંગ	જોડવું
Blocking	બ્લૉકિંગ	રોકવું
Tone corrective	ટોન કરેક્ટિવ	અવાજ-સુધારણા
Bypass	બાયપાસ	મુખ્ય માર્ગથી અન્ય
Dielectric	ડાઇઇલેક્ટ્રિક	અવાહક માધ્યમ
Standard value	સ્ટાન્ડર્ડ વેલ્યુ	પ્રમાણિત કિંમત, પ્રમાણભૂત કિંમત
Pulsating	પલ્સેટિંગ	સ્પંદિત

4 શીયર ફોર્સ એન્ડ બેન્ડિંગ મોમેન્ટ

પ્રાસ્તાવિક

સિવિલ ઇજનેરી બાંધકામો જેવાં કે મકાનો, પુલ, કેંચી (Truss – ટ્રસ), ધાબાં, બાલ્કની, ત્રાંસા સ્લેબ, પાણીની ટાંકી વગેરેની રચનામાં બીમ (Beam - પાટડો) અગત્યનો અવયવ છે. બીમ સામાન્ય રીતે સિવિલ ઇજનેરી સ્ટ્રક્ચરના બાંધકામમાં હોરિઝોન્ટલ (Horizontal - ક્ષૈતિજ) ગોઠવવામાં આવે છે અને બીમ ઉપર લાગતા તમામ લોડ (Load - ભાર)ને તે સહીસલામત રીતે દીવાલ, ટેકા કે થાંભલા દ્વારા મકાનના પાયા સુધી વિતરીત કરે છે.



આકૃતિ 4.1

આમ, બીમની વ્યાખ્યા નીચે મુજબ આપી શકાય :

"બાંધકામમાં સમક્ષિતિજ દિશામાં એક કે વધુ સપોર્ટ (Support - ટેકો) પર ગોઠવેલ એવો અવયવ છે કે જે તેની લંબાઈના કાટખૂણે આવેલી લોન્જિટ્યુડિનલ એક્ષિસ (Longitudinal Axis - લંબ અક્ષ) ઉપર લાગતા ટ્રાન્સવર્સ લોડ (Transverse Load - અનુપ્રસ્થ ભાર)ને સહન કરી ટેકા ઉપર સલામત રીતે યોગ્ય પ્રમાણમાં વહેંચી આપે છે." - આવા અવયવને બીમ કહે છે.

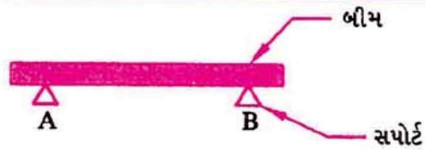
બીમના ટેકાની જુદી જુદી સ્થિતિ તેમજ તેના પર લાગતા અલગ અલગ પ્રકારના ભારને અનુરૂપ બીમમાં શીયર ફોર્સ (Shear Force - કર્તન બળ) તથા બેન્ડિંગ મોમેન્ટ (Bending Moment - નમન ઘૂર્ણ) ઉત્પન્ન થાય છે. આ પરિસ્થિતિને અનુરૂપ બીમનાં માપ નક્કી કરવા જરૂરી છે.

હવે આપણે સપોર્ટના, લોડના તેમજ બીમના વિવિધ પ્રકારો વિશે વિગતવાર જાણીએ અને સમજીએ.

ટાઈપ્સ ઓફ સપોર્ટ (Types of support - ટેકાના પ્રકાર)

સપોર્ટના પ્રકાર નીચે મુજબ છે :

(1) સિમ્પલ સપોર્ટ (Simple Support - સરળ ટેકો)
(2) હિન્જ્ડ સપોર્ટ (Hinged Support - મિજાગરેલ ટેકો)
(3) ફિક્સ સપોર્ટ (Fixed Support - આબદ્ધ ટેકો)
(4) રોલર સપોર્ટ (Roller Support - રોલર સપોર્ટ)

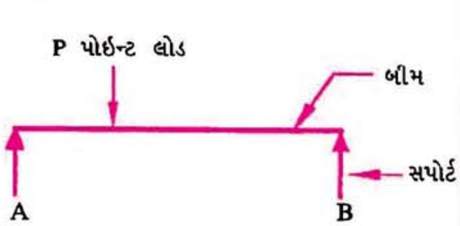
અનુ.	ટાઈપ્સ ઓફ સપોર્ટસ્	સમજૂતી
1.	 આકૃતિ 4.2 સિમ્પલ સપોર્ટ	- આ પ્રકારના બીમને છેડા પર સરળ રીતે ટેકવવામાં આવે છે, પરંતુ સપોર્ટ સાથે બીમનું કોઈ પણ પ્રકારનું જોડાણ કરવામાં આવતું નથી. (આકૃતિ 4.2)માં A અને B સિમ્પલ સપોર્ટ છે.
2.	આકૃતિ 4.3 હિન્જડ સપોર્ટ	- આ પ્રકારના બીમના છેડાને તેના સપોર્ટ સાથે હિન્જડ જોઈન્ટ જોડવામાં આવે છે. - બીમ સપોર્ટની આજુબાજુ કોઈ પણ દિશામાં ફરી શકે છે, પણ ખસી શકતો નથી. ઉદાહરણ તરીકે આકૃતિ 4.3માં છેડો A હિન્જડ સપોર્ટ છે.
3.	આકૃતિ 4.4 ફિક્સ સપોર્ટ	- બીમના છેડાને દીવાલ કે કૉલમમાં જડી (ચણી દેવામાં/વેલ્ડિંગ કરવામાં) દેવામાં આવે છે. - બીમનો છેડો કોઈ પણ દિશામાં ફરી શકતો નથી. ઉદાહરણ તરીકે આકૃતિ 4.4માં છેડો A ફિક્સ સપોર્ટ છે.
4.	આકૃતિ 4.5 રોલર સપોર્ટ	- બીમના છેડાને રોલર સપોર્ટ પર ટેકવવામાં આવે છે. (આકૃતિ 4.5) - બીમ ટેકવેલ રોલરની સપાટીની સમાંતર દિશામાં ખસી શકે છે. ઉદાહરણ તરીકે આકૃતિ 4.5માં છેડો A રોલર સપોર્ટ છે.

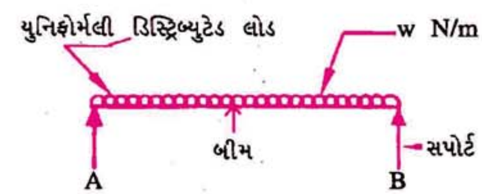
ટાઈપ્સ ઓફ લોડ (Types of Loads – ભારના પ્રકાર)

બીમ ઉપર લાગતા જુદા જુદા પ્રકારના ભારને નીચે મુજબ વર્ગીકૃત કરી શકાય :

(1) પૉઈન્ટ લોડ (Point Load – બિંદુ ભાર)

(2) યુનિફોર્મલી ડિસ્ટ્રિબ્યુટેડ લોડ (Uniformaly Distributed Load – સમવિતરીત ભાર)

અનુ.	ટાઈપ્સ ઓફ લોડ	સમજૂતી
1.	 આકૃતિ 4.6 પોઈન્ટ લોડ	- જ્યારે બીમ ઉપર કોઈ એક જ પૉઈન્ટ (બિંદુ) પર લોડ લાગતો હોય તેવા લોડને પૉઈન્ટ લોડ કહે છે. આકૃતિ 4.6માં બીમ AB ના પૉઈન્ટ 'C' ઉપર લાગતો પૉઈન્ટ લોડ 'p' છે. - પૉઈન્ટ લોડ ખરેખર કોઈ એક પૉઈન્ટ પર લાગતો નથી, પરંતુ બીમની સપાટીના ક્ષેત્રફળ કરતાં લોડની સંપર્ક સપાટીનું ક્ષેત્રફળ ઓછું હોઈ તેને પૉઈન્ટ લોડ તરીકે લેવાય છે.

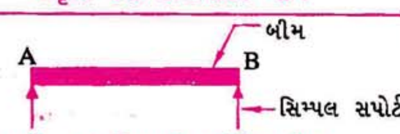
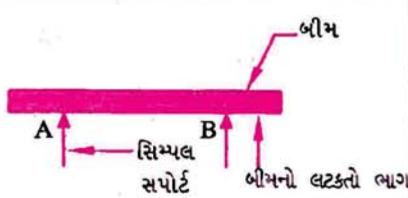
		- તેનો એકમ N કે 'kN' લેવામાં આવે છે. - દા.ત., બીમ પર ઊભા કરેલા કૉલમ (Column - સ્તંભ)નો લોડ.
2.	 આકૃતિ 4.7 યુનિફોર્મલી ડિસ્ટ્રિબ્યુટેડ લોડ	- બીમની લંબાઈમાં દરેક પૉઇન્ટ પર એકસમાન લોડ લાગે તેને યુનિફોર્મલી ડિસ્ટ્રિબ્યુટેડ લોડ (આકૃતિ 4.7) કહે છે. - તેનો એકમ N/m કે kN/m છે. - દા.ત., બીમ ઉપર એકસરખી ઊંચાઈની ચણેલી દીવાલનો લોડ. - સામાન્ય રીતે તેને *u.d.l.* તરીકે લખવામાં આવે છે અને હવે પછી તેનો ઉલ્લેખ *u.d.l.*તરીકે કરીશું.

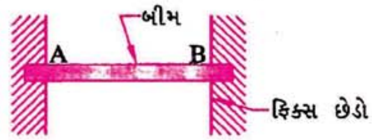
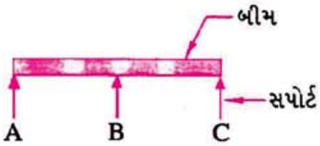
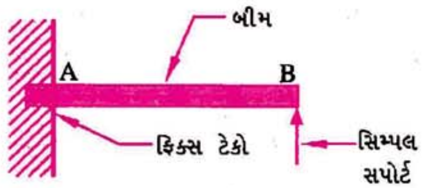
આમ, બીમ ઉપર ઉપર્યુક્ત વિવિધ પ્રકારના લોડ પૈકી કોઈ પણ એક અથવા એક સાથે એક કરતાં વધુ પ્રકારના લોડ પણ લાગી શકે છે.

ટાઇપ્સ ઓફ બીમ અને તેની સમજ

બીમના પ્રકાર નીચે મુજબ છે :

(1) કેન્ટિલીવર બીમ (Cantilever Beam - બાહુધારણ બીમ)
(2) સિમ્પલી સપોર્ટેડ બીમ (Simply Supported Beam - સરળ ટેકવેલ બીમ)
(3) ઓવર હેંગ બીમ (Over Hang Beam - લટકતો બીમ)
(4) ફિક્સ્ડ બીમ (Fixed Beam - આબદ્ધ બીમ)
(5) કન્ટિન્યુઅસ બીમ (Continuous Beam - સતત બીમ)
(6) બીમ વીથ હિન્જ સપોર્ટ (Beam with Hinge Support - મિજાગરેલ બીમ)
(7) પ્રોપ્ડ કેન્ટિલીવર બીમ (Propped Cantilever Beam - છેડા ઉપર ટેકવેલ બાહુધારણ બીમ)

અનુ.	બીમના પ્રકાર	સમજૂતી
1.	 આકૃતિ 4.8 કેન્ટિલીવર બીમ	- બીમનો એક છેડો દીવાલમાં કે કૉલમમાં ચણીને ફિક્સ કરાય છે તથા બીજો છેડો મુક્ત રખાય છે. ઉદાહરણ તરીકે આકૃતિ 4.8માં છેડો 'A' ફિક્સ તથા છેડો 'B' મુક્ત છે. - દા.ત., બાલ્કનીની નીચે મૂકેલ બીમ.
2.	 આકૃતિ 4.9 સિમ્પલી સપોર્ટેડ બીમ	- બીમને બંને છેડે સિમ્પલ સપોર્ટ પર જોડાણ કર્યા વિના ટેકવવામાં આવે છે. આકૃતિ 4.9માં બીમના બંને છેડા 'A' તથા 'B' સરળ રીતે ટેકવેલા છે.
3.	 આકૃતિ 4.10 ઓવરહેંગ બીમ	- બીમના સપોર્ટને છેડા ઉપર ન મૂકતાં સપોર્ટને બીમમાં વચ્ચે કોઈ જગ્યાએ મૂકવામાં આવે છે. (આકૃતિ 4.10) - જો બીમનો એક જ બાજુનો છેડો લટકતો હોય તો તેને એક બાજુ ઓવર હેંગ બીમ તથા બંને બાજુ લટકતો હોય તો બે બાજુ ઓવર હેંગ બીમ કહે છે.

4.	 આકૃતિ 4.11 ફિક્સ્ડ બીમ	- બીમના બંને છેડાને દીવાલમાં કે કૉલમમાં ચણીને ફિક્સ કરાય છે. આકૃતિ 4.11માં બીમના બંને છેડા 'A' તથા 'B' દીવાલમાં ફિક્સ કરેલ છે.
5.	 આકૃતિ 4.12 કન્ટિન્યુઅસ બીમ	- આવા બીમને બે કરતાં વધુ સપોર્ટ ઉપર ટેકવવામાં આવે છે. આકૃતિ 4.12માં બીમને A, B, C ટેકા પર ટેકવેલ છે. - આ બીમ એક કરતાં વધુ ગાળા (Span - સ્પાન) ધરાવે છે.
6.	 આકૃતિ 4.13 બીમ વીથ હિન્જ્ડ સપોર્ટ	- આ પ્રકારના બીમમાં બંને છેડે હિન્જ્ડ સપોર્ટ ઉપર બીમ ટેકવાય છે. આકૃતિ 4.13માં બીમના બંને છેડા A અને B હિન્જ્ડ સપોર્ટ છે.
7.	 આકૃતિ 4.14 પ્રોપ્ડ કેન્ટિલીવર બીમ	- આ પ્રકારના બીમનો એક છેડો ફિક્સ તથા બીજો મુક્ત છેડો સિમ્પલ સપોર્ટ પર ટેકવેલ હોય છે. - આકૃતિ 4.14માં બીમનો 'A' છેડો ફિક્સ તથા 'B' છેડો સરળ રીતે ટેકવેલ છે.

શીયર ફોર્સ તથા શીયર ફોર્સ ડાયાગ્રામ વિશે સમજ

બીમ ઉપર લાગતા એક્સટર્નલ લોડ (External Load - બાહ્ય બળ)ને લીધે બીમની લંબાઈમાં લીધેલા કોઈ પણ આડછેદ આગળ, તે સંલગ્ન આડછેદની જમણી કે ડાબી બાજુ અસંતુલિત વર્ટિકલ ફોર્સ ઉદ્‌ભવે છે જેને શીયર ફોર્સ (S.F.) કહે છે.

શીયર ફોર્સની અસર હેઠળ બીમના આડછેદની બંને બાજુનો બીમનો ભાગ એકબીજાની વિરુદ્ધ દિશામાં સરકી બીમનું શીયર (Shear - કર્તન) કરવાનો પ્રયત્ન કરતો હોવાથી તેને શીયર ફોર્સ (Shear Force - કર્તન બળ) પણ કહે છે.

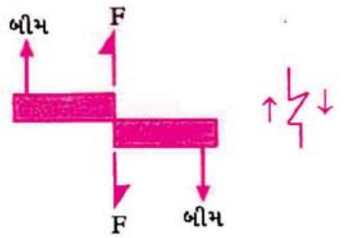
S.I. પદ્ધતિમાં શીયર ફોર્સનો એકમ N અથવા kN છે.

ગાણિતીક રીતે, શીયર ફોર્સ એટલે જે-તે આડછેદની ડાબી અથવા જમણી બાજુનાં બધાં બળોનો બૈજિક સરવાળો. સામાન્ય રીતે શીયર ફોર્સ બે મૂલ્યના હોય છે :

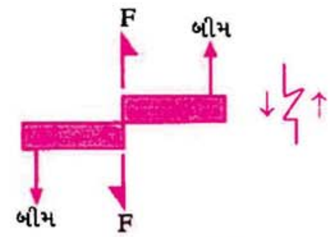
(1) પોઝિટિવ શીયર ફોર્સ (+Ve) (2) નેગેટિવ શીયર ફોર્સ (–Ve)

જ્યારે બીમના આડછેદની ડાબી બાજુનો ભાગ શીયર ફોર્સના કારણે બેઇઝ લાઇન (Baseline - આધાર રેખા)ની ઉપર જવાનો પ્રયત્ન કરે અને જમણી બાજુનો ભાગ બેઇઝ લાઇનની નીચે જવાનો પ્રયત્ન કરે ત્યારે શીયર ફોર્સના મૂલ્યને (+Ve) પોઝિટિવ શીયર ફોર્સ કહે છે. (આકૃતિ 4.15(i))

જ્યારે તેનાથી વિરુદ્ધ એટલે કે શીયર ફોર્સના કારણે આડછેદની ડાબી બાજુનો ભાગ બેઇઝ લાઇનની નીચે જવાનો પ્રયત્ન કરે અને જમણી બાજુનો ભાગ બેઇઝ લાઇનની ઉપર જવાનો પ્રયત્ન કરે ત્યારે શીયર ફોર્સના મૂલ્યને (–Ve) નેગેટિવ શીયર ફોર્સ કહે છે. (આકૃતિ 4.15(ii))



આકૃતિ 4.15 (i) પોઝિટિવ શીયર ફોર્સ



આકૃતિ 4.15 (ii) નેગેટિવ શીયર ફોર્સ

ગણતરીમાં સરળતા માટે આડછેદની જમણી બાજુએ નીચે તરફ લાગતાં બળોને પોઝિટિવ તથા ઉપર તરફ લાગતાં બળોને નેગેટીવ અને આડછેદની ડાબી બાજુએ નીચે તરફ લાગતા બળને નેગેટિવ તથા ઉપર તરફ લાગતા બળોને પોઝિટિવ લેવામાં આવે છે.

શીયર ફોર્સ ડાયાગ્રામ (Shear Force Diagram - કર્તન બળ આલેખ)

બીમની લંબાઈના માપ જેટલી લંબાઈનું માપ યોગ્ય સ્કેલ વડે બેઇઝ લાઇન પર રાખી બીમના જુદા જુદા આડછેદ પર લાગતા શીયર ફોર્સના મૂલ્યને ઊભી ધરી પર નક્કી કરી શીયર ફોર્સના મૂલ્યના યામોને જોડતી રેખા અથવા વક્રથી મળતા ડાયાગ્રામને શીયર ફોર્સ ડાયાગ્રામ કહે છે.

બેન્ડિંગ મોમેન્ટ અને બેન્ડિંગ મોમેન્ટ ડાયાગ્રામ વિશે સમજ

બીમ ઉપર લાગતા બાહ્યબળને લીધે બીમની લંબાઈમાં લીધેલા કોઈ પણ આડછેદ આગળ સમાન મૂલ્યના તથા વિરુદ્ધ પ્રકારના મોમેન્ટ લાગે છે જે બીમને વાળવાનો પ્રયત્ન કરે છે, તેને બેન્ડિંગ મોમેન્ટ (B.M.) કહે છે.

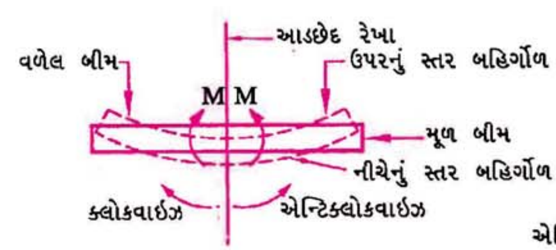
S.I. પદ્ધતિમાં બેન્ડિંગ મોમેન્ટનો એકમ N.m અથવા kN.m છે.

ગાણિતીય રીતે, બેન્ડિંગ મોમેન્ટ એટલે જે-તે સંલગ્ન આડછેદની ડાબી બાજુ કે જમણી બાજુએ આવેલા દરેક ઊર્ધ્વ બળોના લીધે લાગતા મોમેન્ટનો બૈજિક સરવાળો.

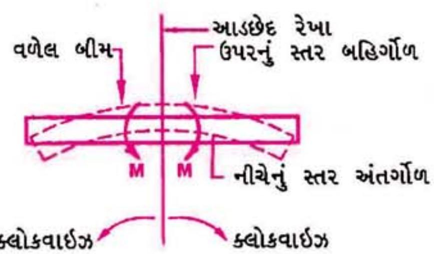
બેન્ડિંગ મોમેન્ટના મુખ્યત્વે બે ભાગ પાડી શકાય :

(1) સેગિંગ બેન્ડિંગ મોમેન્ટ (Sagging Bending Moment - અવતલન નમન ઘૂર્ણ)

(2) હોગિંગ બેન્ડિંગ મોમેન્ટ (Hogging Bending Moment - ઉત્તલન નમન ઘૂર્ણ)



આકૃતિ 4.16 (i) સેગિંગ બેન્ડિંગ મોમેન્ટ



આકૃતિ 4.16 (ii) હોગિંગ બેન્ડિંગ મોમેન્ટ

(1) સેગિંગ બેન્ડિંગ મોમેન્ટ : જ્યારે બીમના કોઈ પણ આડછેદ પાસે બેન્ડિંગ મોમેન્ટ એવી રીતે લાગે કે જેથી બીમ આડછેદ રેખાની જમણી બાજુએ એન્ટિક્લોકવાઇઝ ડાયરેક્શન (Anticlockwise Direction - ઘડિયાળના કાંટાની વિરુદ્ધ દિશામાં) તથા ડાબી બાજુએ ક્લોકવાઇઝ ડાયરેક્શન (Clockwise Direction - ઘડિયાળના કાંટાની દિશામાં) વળવાનો પ્રયત્ન કરે તે પ્રકારના મોમેન્ટને સેગિંગ બેન્ડિંગ મોમેન્ટ કહે છે. (આકૃતિ 4.16 (i)). આ પ્રકારના બેન્ડિંગ મોમેન્ટના કિસ્સામાં આડછેદ રેખા પાસે બીમનું ઉપરનું સ્તર કોન્કેવ (Concave - અંતર્ગોળ) આકારમાં તથા નીચેનું સ્તર કોન્વેક્ષ (Convex - બહિર્ગોળ) આકારમાં વળે છે.

(2) હોગિંગ બેન્ડિંગ મોમેન્ટ : જ્યારે બીમના કોઈ પણ આડછેદ પાસે બેન્ડિંગ મોમેન્ટ એવી રીતે લાગે કે જેથી બીજા આડછેદ રેખાની જમણી બાજુએ ક્લોકવાઇઝ તથા ડાબી બાજુએ એન્ટિક્લોકવાઇઝ વળવાનો પ્રયત્ન કરે તે પ્રકારના મોમેન્ટને હોગિંગ બેન્ડિંગ મોમેન્ટ કહે છે. (આકૃતિ 4.16 (ii)) આ પ્રકારના બેન્ડિંગ મોમેન્ટના કિસ્સામાં આડછેદ રેખા પાસે બીમનું ઉપરનું સ્તર બહિર્ગોળ આકારમાં તથા નીચેનું સ્તર અંતર્ગોળ આકારમાં વળે છે.

બેન્ડિંગ મોમેન્ટ ડાયાગ્રામ (Bending Moment Diagram - નમન ઘૂર્ણ આલેખ)

બીમની લંબાઈના માપ જેટલી લંબાઈનું માપ યોગ્ય સ્કેલ વડે બેઇઝ લાઇન ઉપર રાખી બીમના જુદા જુદા આડછેદ પર લાગતા બેન્ડિંગ મોમેન્ટના મૂલ્યને ઊભી ધરી ઉપર નક્કી કરી બેન્ડિંગ મોમેન્ટના મૂલ્યના યામોને જોડતી રેખા અથવા વક્રથી મળતા ડાયાગ્રામને બેન્ડિંગ મોમેન્ટ ડાયાગ્રામ કહે છે.

શીયર ફોર્સ તથા બેન્ડિંગ મોમેન્ટ ડાયાગ્રામની અગત્યતા

શીયર ફોર્સ તથા બેન્ડિંગ મોમેન્ટ ડાયાગ્રામની અગત્યતા નીચે મુજબ છે :

(1) ડાયાગ્રામની મદદથી બીમના કોઈ પણ આડછેદ પાસે શીયર ફોર્સ તથા બેન્ડિંગ મોમેન્ટનાં મૂલ્યો મેળવી શકાય છે.

(2) બીમની સમગ્ર લંબાઈ દરમિયાન બીમ ઉપર લાગતા લોડના સાપેક્ષમાં શીયર ફોર્સ તથા બેન્ડિંગ મોમેન્ટની કિંમતોમાં થતો ફેરફાર જાણી શકાય છે

(3) બીમના કયા આડછેદ પાસે શીયર ફોર્સ તથા બેન્ડિંગ મોમેન્ટની કિંમતો મહત્તમ તેમજ ન્યૂનતમ હશે તે ડાયાગ્રામની મદદથી ઝડપી, સરળતાથી શોધી શકાય છે.

શીયર ફોર્સ તથા બેન્ડિંગ મોમેન્ટની કિંમતોમાં થતા ફેરફારને અનુલક્ષીને બીમના માપમાં ફેરફાર કરી બાંધકામ સલામત તથા ન્યૂનતમ ખર્ચે કરી શકાય છે.

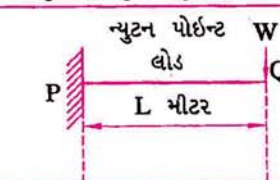
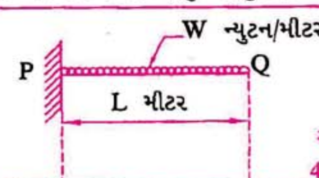
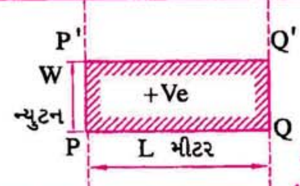
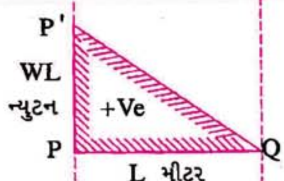
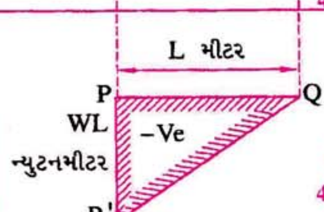
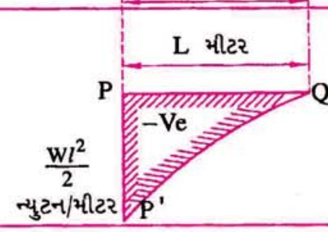
શીયર ફોર્સ તથા બેન્ડિંગ મોમેન્ટ વચ્ચેનો સંબંધ

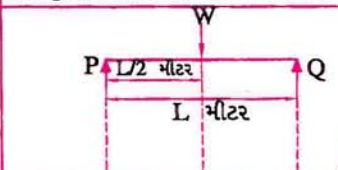
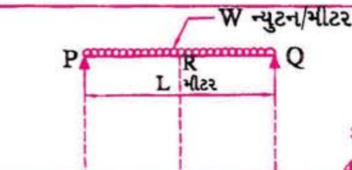
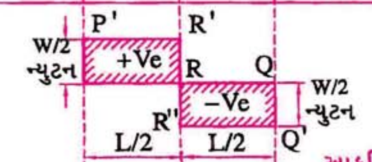
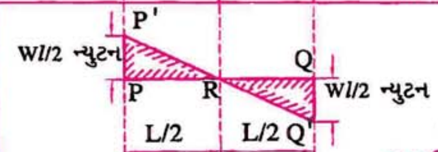
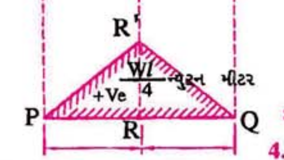
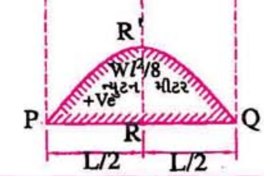
(1) શીયર ફોર્સના મૂલ્યમાં થતા ફેરફારનો દર (શીયર ફોર્સ ડાયાગ્રામનો ઢાળ) લોડની તીવ્રતા બરાબર હોય છે.

(2) બેન્ડિંગ મોમેન્ટના મૂલ્યમાં થતા ફેરફારનો દર (બેન્ડિંગ મોમેન્ટ ડાયાગ્રામનો ઢાળ) સંલગ્ન આડછેદના શીયર ફોર્સ જેટલો હોય છે.

(3) બીમના જે આડછેદ પાસે શીયર ફોર્સનું મૂલ્ય શૂન્ય હોય ત્યાં બેન્ડિંગ મોમેન્ટ ડાયાગ્રામનો ઢાળ શૂન્ય હોય છે.

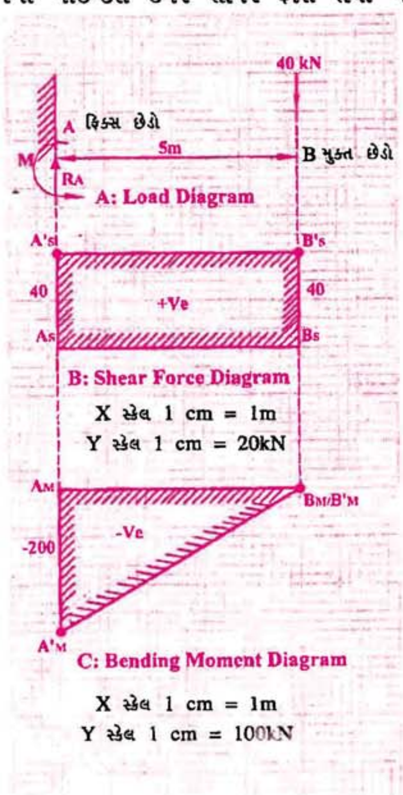
સિમ્પલી સપોર્ટેડ કેન્ટિલીવર બીમ માટેના શીયર ફોર્સ તથા બેન્ડિંગ મોમેન્ટ ડાયાગ્રામ :

	Cantilever Beam with point load at free end - મુક્ત છેડા પર બિંદુભારવાળું બાહુધરણ બીમ	Cantilever Beam with *u.d.l.* Over entire span - બીમની સમગ્ર લંબાઈ પર *u.d.l.* લાગતો હોય તેવું બાહુધરણ બીમ
Load Diagram	 આકૃતિ 4.17 (i)	 આકૃતિ 4.18 (i)
Shear Force Diagram	 આકૃતિ 4.17 (ii)	 આકૃતિ 4.18 (ii)
Bending Moment Diagram	 આકૃતિ 4.17 (iii)	 આકૃતિ 4.18 (iii)

	simply supported beam with central point load - મધ્યમાં ટેકવેલ બિંદુભાર સાથે સિમ્પલી સપોર્ટેડ બીમ	simply supported beam with *u.d.l.* on entire span - સંપૂર્ણ લંબાઈ પર *udl* લાગતો હોય તેવો સિમ્પલી સપોર્ટ બીમ
Load Diagram	 આકૃતિ 4.19 (i)	 આકૃતિ 4.20 (i)
Shear Force Diagram	 આકૃતિ 4.19 (ii)	 આકૃતિ 4.20 (ii)
Bending Moment Diagram	 આકૃતિ 4.19 (iii)	 આકૃતિ 4.20 (iii)

હવે આપણે ઉપરોક્ત કિસ્સા મૂલ્ય સાથેના ઉદાહરણ સમજીએ.

ઉદાહરણ 1 : 5m લંબાઈના કેન્ટિલીવર બીમ ABના મુક્ત છેડા B પર 40kNનો પોઇન્ટ લોડ લાગે છે. અગત્યનાં પોઇન્ટસ ઉપર શીયર ફોર્સ તથા બેન્ડિંગ મોમેન્ટની ગણતરી કરી તેમના ડાયાગ્રામ દોરો.



આકૃતિ 4.21

ભાગ 1 : લોડ ડાયાગ્રામ બનાવવો :

ગ્રાફ પેપર ઉપર 1cm = 1mનો સ્કેલ લઈ આકૃતિ Aમાં દર્શાવ્યા મુજબ 5 cmના આડા રેખાખંડને બીમ AB તરીકે લઈ તેના મુક્ત છેડા B ઉપર 40kNનો પોઇન્ટ લોડ દર્શાવો.

ભાગ 2 : રીએક્શન શોધવા :

આપેલા બીમ માટે સમતોલનની શરત $\Sigma V = 0$નો ઉપયોગ કરતાં,

$R_A = 40 = 0$

$\therefore R_A = 40kN$ (1)

ભાગ 3 : શીયર ફોર્સના મૂલ્યની ગણતરી કરવી :

કેન્ટિલીવર બીમના જમણી બાજુના મુક્ત છેડાથી ગણતરી શરૂ કરતાં

B આગળ $SF_B = 40kN$ +Ve ↑|↓

પોઇન્ટ B તથા પોઇન્ટ A વચ્ચે અન્ય કોઈ પોઇન્ટ લોડ ન હોઈ A આગળ $SF_A = 40kN$

ભાગ 4 : શીયર ફોર્સ ડાયાગ્રામ દોરવો :

આકૃતિ Bમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે, શીયર ફોર્સ ડાયાગ્રામ માટે, બીમની લંબાઈના માપ જેટલો જ સ્કેલ (1cm = 1cm) લઈ 5 cmનો આડો રેખાખંડ A_SB_S આ રેખા (બેઇઝલાઇન) રૂપે દોરો. શીયર ફોર્સના મૂલ્યને અનુરૂપ (અહીં 1cm = 20kN) સ્કેલ લો.

પોઈન્ટ A_S તથા પોઈન્ટ B_S આગળ શીયર ફોર્સનું મૂલ્ય 40kN હોવાથી 2 cmની ઊભી રેખા ઉપરની બાજુ દોરો જેથી પોઇન્ટસ A'_S તથા B'_S મળશે. આમ $A_SA'_SB'_SB_SA_S$ને જોડી શીયર ફોર્સ ડાયાગ્રામ બનાવો.

ભાગ 5 : બેન્ડિંગ મોમેન્ટના મૂલ્યની ગણતરી કરવી :

આડછેદની જમણી બાજુએ ક્લોકવાઈઝ બેન્ડિંગ મોમેન્ટને નેગેટીવ લઈ, જમણી બાજુના મુક્ત છેડાથી ગણતરી કરતાં

પોઈન્ટ B આગળ, મોમેન્ટ $M_B = 40 \times 0 = 0kN.m$

પોઈન્ટ A આગળ, મોમેન્ટ $M_A = -40 \times 5 = -200kN.m$

ભાગ 6 : બેન્ડિંગ મોમેન્ટ ડાયાગ્રામ દોરવો :

આકૃતિ Cમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે

બેન્ડિંગ મોમેન્ટ ડાયાગ્રામ માટે, બીમની લંબાઈના માપ જેટલો જ સ્કેલ (1cm = 1cm) લઈ 5 cmનો આડો રેખાખંડ A_MB_M દોરો.

આ રીતે દોરેલ રેખાને બેઇઝ લાઈન તરીકે લો.

બેન્ડિંગ મોમેન્ટના મૂલ્યને અનુરૂપ (અહીં 1cm = 100kN.m) સ્કેલ લો.

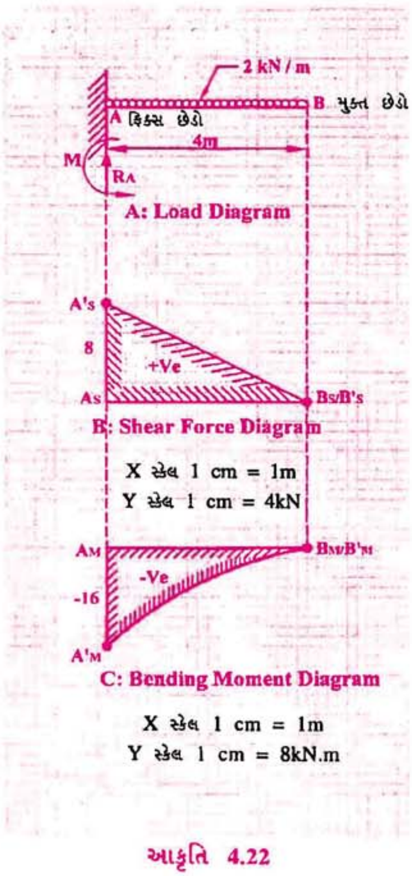
પોઈન્ટ B આગળ $M_B = 0$ હોઈ પોઈન્ટ B'_M બેઇઝ લાઈન પર જ આવશે.

પોઈન્ટ A આગળ, $M_A = 200kN.m$ હોઈ સ્કેલ મુજબ ઊર્ધ્વાધર રેખા બેઇઝલાઈનની નીચે (ઋણ મૂલ્ય હોઈ) 2 cmની દોરો. જેથી પોઈન્ટ A'_M મળશે.

પોઈન્ટ A'_M તથા B'_M જોડો.

આમ $A_MA'_MB'_MB_MA'_M$ બેન્ડિંગ મોમેન્ટ ડાયાગ્રામ દર્શાવે છે.

ઉદાહરણ 2 : 4m લંબાઈના કેન્ટિલીવર બીમ ABની સમગ્ર લંબાઈ ઉપર 2kN/mનો *udl* લાગે છે. અગત્યના પોઈન્ટસ ઉપર શીયર ફોર્સ તથા બેન્ડિંગ મોમેન્ટની ગણતરી કરી તેમના ડાયાગ્રામ દોરો.



આકૃતિ 4.22

ભાગ 1 : લોડ ડાયાગ્રામ બનાવવો :

ગ્રાફ પેપર ઉપર 1cm = 1m નો સ્કેલ લઈ, આકૃતિ Aમાં દર્શાવ્યા મુજબ 4 cmના આડા રેખાખંડને બીમ AB તરીકે લઈ તેની સમગ્ર લંબાઈ ઉપર 2kN/mનો *udl* દર્શાવવો.

ભાગ 2 : રીએક્શન શોધવા :

આપેલા બીમ માટે સમતોલનની શરત $\Sigma V = 0$નો ઉપયોગ કરતાં

$R_A = 2 \times 4 = 0$

$\therefore R_A = 8kN \qquad (1)$

ભાગ 3 : શીયર ફોર્સના મૂલ્યની ગણતરી કરવી :

કેન્ટિલીવર બીમના જમણી બાજુના મુક્ત છેડાથી ગણતરી શરૂ કરતાં

B આગળ $SF_B = 0kN \qquad +Ve \uparrow|\downarrow$

પોઈન્ટ B તથા બિંદુ A વચ્ચે સમવિતરીત ભાર લાગતો હોઈ A આગળ $SF_A = 2 \times 4 = 8kN$

ભાગ 4 : શીયર ફોર્સ ડાયાગ્રામ દોરવો :

આકૃતિ Bમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે, શીયર ફોર્સ ડાયાગ્રામ માટે, બીમની લંબાઈના માપ જેટલો જ સ્કેલ (1cm = 1m) લઈ 4 cmનો આડો રેખાખંડ A_SB_S દોરો. આ રીતે દોરેલ રેખાને બેઇઝલાઈન તરીકે લો. શીયર ફોર્સના મૂલ્યને અનુરૂપ (અહીં 1cm = 4kN) સ્કેલ લો.

પોઇન્ટ A_S તથા પોઇન્ટ B_S આગળ શીયર ફોર્સના મૂલ્યને સ્કેલના અનુરૂપ ગણતરી કરો. શીયર ફોર્સનું મૂલ્ય પોઝીટીવ હોઈ તથા પોઇન્ટ B આગળ $F_B = 0$ તથા પોઇન્ટ A આગળ $F_A = 8kN$ હોઈ B આગળ B'_S આધારરેખા પર તેમજ A આગળ A'_S પર 2cm ઊભી રેખા ઉપરની બાજુ દોરો જેથી પોઇન્ટ્સ A'_S તથા B'_S મળશે. AB ગાળામાં *u.d.l.* લાગતો હોવાથી કેન્ટિલીવર બીમના આ ભાગના શીયર ફોર્સ ડાયાગ્રામમાં ત્રાંસી રેખા મળશે. આમ $A_SA'_SB'_SB_SA_S$ને જોડી શીયર ફોર્સ ડાયાગ્રામ બનાવો.

ભાગ 5 : બેન્ડિંગ મોમેન્ટના મૂલ્યની ગણતરી કરવી :

આડછેદની જમણી બાજુએ ક્લોકવાઇઝ બેન્ડિંગ મોમેન્ટને નેગેટીવ લઈ જમણી બાજુના મુક્ત છેડાથી ગણતરી કરતાં

પોઇન્ટ B આગળ, મોમેન્ટ $M_B = -wl^2/2 = -2 \times 0^2/2 = 0kN.m$

પોઇન્ટ A આગળ, મોમેન્ટ $M_A = -wl^2/2 = -2 \times 4^2/2 = -16kN.m$

ભાગ 6 : બેન્ડિંગ મોમેન્ટ ડાયાગ્રામ દોરવો :

આકૃતિ Cમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે

બેન્ડિંગ મોમેન્ટ ડાયાગ્રામ માટે, બીમની લંબાઈના માપ જેટલો જ સ્કેલ (1cm = 1cm) લઈ 4 cmનો આડો રેખાખંડ A_MB_M દોરો.

આ રીતે દોરેલ રેખાને બેઇઝ લાઇન તરીકે લો.

બેન્ડિંગ મોમેન્ટના મૂલ્યને અનુરૂપ (અહીં 1cm = 8kN.m) સ્કેલ લો.

પોઇન્ટ B આગળ $M_B = 0$ હોઈ પોઇન્ટ B'_M બેઇઝ લાઇન પર જ આવશે.

પોઇન્ટ A આગળ, $M_A = 16$ kN.m હોઈ સ્કેલ મુજબ ઊર્ધ્વાધર રેખા બેઇઝ લાઇનની નીચે (નેગેટીવ મૂલ્ય હોઈ) 2 cmની દોરો. જેથી પોઇન્ટ A'_M મળશે.

બીમની સમગ્ર લંબાઈમાં *u.d.l.* લાગતો હોવાથી મોમેન્ટ ડાયાગ્રામ પરવલય આકાર આવશે.

આમ $A_MA'_MB'_MB_MA_M$ બેન્ડિંગ મોમેન્ટ ડાયાગ્રામ દર્શાવે છે.

ઉદાહરણ 3 : સપોર્ટ A તથા સપોર્ટ B ઉપર સરળ રીતે ટેકવેલ બીમ ABની લંબાઈ 5m છે. બીમ ABના મધ્યમાં પોઇન્ટ C પર 12 kNનો પોઇન્ટલોડ લાગે છે. મહત્ત્વના પોઇન્ટ્સ્ ઉપર શીયર ફોર્સ તથા બેન્ડિંગ ગણતરી કરી તેમના ડાયાગ્રામ દોરો.

ભાગ 1 : લોડ ડાયાગ્રામ બનાવવો :

ગ્રાફ પેપર ઉપર 1cm = 1mનો સ્કેલ લઈ, આકૃતિ Aમાં દર્શાવ્યા મુજબ 5cm ના આડા રેખાખંડને બીમ AB તરીકે લઈ તેના ઉપર A થી 2.5 cm અંતરે આવેલા પોઇન્ટ C ઉપર 12 kNનો પોઇન્ટલોડ દર્શાવો.

ભાગ 2 : રીએક્શન શોધવા :

આપેલા બીમ માટે સમતોલનની શરત $\Sigma V = 0$નો ઉપયોગ કરતાં

$R_A + R_B - 12 = 0$

$R_A + R_B = 12kN$ (1)

પોઇન્ટલોડ બીમના મધ્યમાં લાગતો હોવાથી

$R_A + R_B$ થશે. (2)

સમીકરણ (1) તથા (2) ઉપરથી

$R_A + R_B = 6kN$

ભાગ 3 : શીયર ફોર્સના મૂલ્યની ગણતરી કરવી :

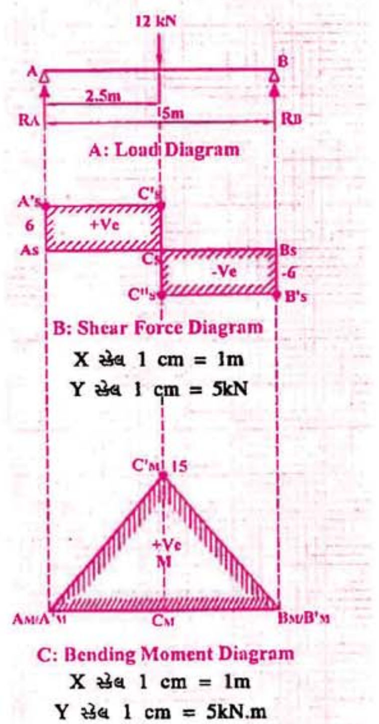
સપોર્ટ B આગળ $SF_B = -6kN$ +Ve ↑|↓

પોઇન્ટ Cની જમણી બાજુએ $SF_C = -6kN$

પોઇન્ટ Cની ડાબી બાજુએ $SF_C = -6kN$

પોઇન્ટ Cની બાજુએ $SF_C = -6 + 12 = 6kN$

સપોર્ટ A આગળ $SF_A = 6kN$



આકૃતિ 4.23

ભાગ 4 : શીયર ફોર્સ ડાયાગ્રામ દોરવો :

આકૃતિ Bમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે, શીયર ફોર્સ ડાયાગ્રામ માટે, બીમની લંબાઈના માપ જેટલો જ સ્કેલ (1cm = 1cm) લઈ 5 cmનો આડો રેખાખંડ A_AB_S આધારરેખા રૂપે દોરો. તેના પોઈન્ટલોડ C_Sનું સ્થાનનિર્ધારીત કરો. શીયર ફોર્સના મૂલ્યને અનુરૂપ (અહીં 1cm = 5kN) સ્કેલ લો. શીયર ફોર્સ ડાયાગ્રામ દોરવા માટે સપોર્ટ B, સપોર્ટ A, તથા પોઈન્ટલોડ C પાસે પોઝીટીવ કે નેગેટીવ મૂલ્ય અનુસાર આધારરેખા A_SB_Sની ઉપર કે નીચે સ્કેલ મુજબ પોઈન્ટસ B'_S A'_S C'_S C''_Sને સ્થાનનિર્ધારીત કરો.

આમ $A_SA'_SC'_SC''_SB_SA_S$ને જોડી શીયર ફોર્સ ડાયાગ્રામ બનાવો.

ભાગ 5 : બેન્ડિંગ મોમેન્ટના મૂલ્યની ગણતરી કરવી :

સરળ રીતે ટેકવેલ બીમના છેડા પરના સપોર્ટ બેન્ડિંગ મોમેન્ટ શૂન્ય હોય છે. આથી $M_A = 0$ અને $M_B = 0$

પોઈન્ટ C મધ્યમાં હોઈ, મોમેન્ટ $M_C = WL/4 = (12 \times 5) / 4 = 15kN.m$

ભાગ 6 : બેન્ડિંગ મોમેન્ટ ડાયાગ્રામ દોરવો :

આકૃતિ Cમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે

બેન્ડિંગ મોમેન્ટ ડાયાગ્રામ માટે, બીમની લંબાઈના માપ જેટલો જ સ્કેલ (1cm = 1m) લઈ 5 cmનો આડો રેખાખંડ A_MB_M આધારરેખા રૂપે દોરો. તેના પર પોઈન્ટલોડ C_Mને સ્કેલ મુજબ સ્થાનનિર્ધારીત કરો.

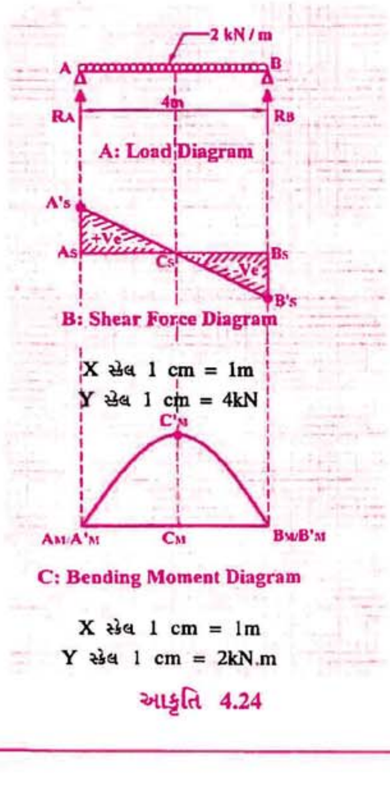
બેન્ડિંગ મોમેન્ટના મૂલ્યને અનુરૂપ (અહીં 1cm = 5kN.m) સ્કેલ લો.

બેન્ડિંગ મોમેન્ટ ડાયાગ્રામ દોરવા માટે સપોર્ટ A તથા સપોર્ટ B આગળ બેન્ડિંગ મોમેન્ટ શૂન્ય હોઈ, પોઈન્ટસ A'_M અને B'_M આધારરેખા (બેઇઝલાઇન) પર જ આવશે.

પોઈન્ટલોડ C આગળ, $M_C = 15$ kN.m હોઈ સ્કેલ મુજબ બેઇઝલાઇનથી 3cm ઉપર પોઈન્ટ C'_M સ્થાનનિર્ધારીત કરો. બીમના ભાગો AC અને CB ઉપર કોઈ લોડ ના લાગતો હોઈ તે ભાગોમાં બેન્ડિંગ મોમેન્ટ ડાયાગ્રામ ત્રાંસા રેખાખંડો વડે દર્શાવાય છે.

$A'_MC'_MB'_MA'_M$નો ત્રિકોણ બેન્ડિંગ મોમેન્ટ ડાયાગ્રામ દર્શાવે છે.

ઉદાહરણ 4 : સપોર્ટ A અને સપોર્ટ B ઉપર 4m લંબાઈના સરળ રીતે ટેકવેલ બીમની સમગ્ર લંબાઈ ઉપર 2kN/m નો *u.d.l.* લાગે છે. અગત્યના પોઈન્ટસ ઉપર શીયર ફોર્સ તથા બેન્ડિંગ મોમેન્ટની ગણતરી કરી તેમના ડાયગ્રામ દોરો.



આકૃતિ 4.24

ભાગ 1 : લોડ ડાયાગ્રામ બનાવવો :

ગ્રાફ પેપર ઉપર 1cm = 1mનો સ્કેલ લઈ આકૃતિ Aમાં દર્શાવ્યા મુજબ 4 cmના આડા રેખાખંડને બીમ AB તરીકે લઈ તેની સમગ્ર લંબાઈ ઉપર 2 kN/mનો *u.d.l.* ભાર દર્શાવો.

ભાગ 2 : રીએક્શન શોધવા :

બીમની સમગ્ર લંબાઈ પર સમાન દરે *u.d.l.* લાગતો હોઈ સીમેટ્રીના લીધે સપોર્ટ A તથા સપોર્ટ B આગળ રીએક્શનનું મૂલ્ય સમાન થશે.

$R_A = R_B$ = કુલ લોડ/2 = લોડ પ્રતિ મીટર × ગાળો/2 = W1/2 = 2 × 4/2 = 4kN

ભાગ 3 : શીયર ફોર્સના મૂલ્યની ગણતરી કરવી :

બીમના જમણી બાજુના છેડાથી ગણતરી શરૂ કરતાં છેડા B આગળ $SF_B = -4kN$ +Ve ↑|↓

સેન્ટરપોઈન્ટ C આગળ $SF_C = -4 + (2 \times 2) = 0kN$

છેડા A આગળ $SF_A = -4 + (2 \times 4) = 4kN$

ભાગ 4 : શીયર ફોર્સ ડાયાગ્રામ દોરવો :

આકૃતિ Bમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે, શીયર ફોર્સ ડાયાગ્રામ માટે, બીમની લંબાઈના માપ જેટલો જ સ્કેલ (1cm = 1m) લઈ 4 cmનો આડો રેખાખંડ A_SB_S દોરો. તેના પર A_S થી 2cm દૂર સેન્ટરપોઈન્ટ C_S નિર્ધારીત કરો. આ રીતે દોરેલ રેખાને બેઇઝ લાઇન તરીકે લો. શીયર ફોર્સના મૂલ્યને અનુરૂપ (અહીં 1cm = 4kN) સ્કેલ લો.

પોઈન્ટ B_S આગળ શીયર ફોર્સના મૂલ્યને −4kN અને સ્કેલને અનુરૂપ 1cm ઊભી રેખા આધારરેખાની નીચે તરફ (ઋણ મૂલ્ય હોઈ) દોરો જે પોઈન્ટ B'_S આપશે.

પોઈન્ટ C_S આગળ શીયર ફોર્સનું મૂલ્ય શૂન્ય હોઈ C'_S આધારરેખા પર મળશે.

પોઈન્ટ A_S આગળ શીયર ફોર્સના મૂલ્ય 4 kNને સ્કેલને અનુરૂપ 1cm ઊભી રેખા આધારરેખાની ઉપરની તરફ (પોઝીટીવ મૂલ્ય હોઈ) દોરો જે બિંદુ A'_S આપશે.

બીમના સમગ્ર ગાળામાં *u.d.l.* લાગતો હોવાથી શીયર ફોર્સ ડાયાગ્રામમાં ત્રાંસી રેખા મળશે.

આમ $A_SA'_SB'_SB_SA_S$ને જોડી શીયર ફોર્સ ડાયાગ્રામ બનાવો.

ભાગ 5 : બેન્ડિંગ મોમેન્ટના મૂલ્યની ગણતરી કરવી :

સિમ્પલી સપોર્ટેડ બીમના સપોર્ટ પાસે બેન્ડિંગ મોમેન્ટનું મૂલ્ય શૂન્ય થાય, આથી $M_A = M_B = 0$ પોઈન્ટ C આગળ, મોમેન્ટ $M_C = wl^2/8 = 2 \times 4^2/8 = 4kN.m$

ભાગ 6 : બેન્ડિંગ મોમેન્ટ ડાયાગ્રામ દોરવો :

આકૃતિ Cમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે

બેન્ડિંગ મોમેન્ટ ડાયાગ્રામ માટે, બીમની લંબાઈના માપ જેટલો જ સ્કેલ (1cm = 1m) લઈ, 4 cmનો આડો રેખાખંડ A_MB_M દોરો.

આ રીતે દોરેલ રેખાને આધારરેખા (બેઇઝ લાઇન) તરીકે લો.

બેન્ડિંગ મોમેન્ટના મૂલ્યને અનુરૂપ (અહીં 1cm = 2kN.m) સ્કેલ લો.

પોઈન્ટ A તેમજ પોઈન્ટ B આગળ બેન્ડિંગ મોમેન્ટનું શૂન્ય હોઈ પોઈન્ટ A'_M તેમજ બિંદુ B'_M આધારરેખા પર જ આવશે.

સેન્ટર પોઈન્ટ C આગળ $M_C = 4kN.m$ હોઈ સ્કેલ મુજબ C_M થી 2cm ઉપર C'_M સ્થાનનિર્ધારીત કરો. સિમ્પલી સપોર્ટેડ બીમની સમગ્ર લંબાઈમાં *u.d.l.* લાગતો હોવાથી બેન્ડિંગ મોમેન્ટ ડાયાગ્રામ પરવલય આકાર આવશે.

આમ $A_MC'_MB'_MA'_M$ બેન્ડિંગ મોમેન્ટ ડાયાગ્રામ દર્શાવે છે.

આપણે નીચેની બાબતો શીખી ગયાં

- **બીમ :** બાંધકામમાં સમક્ષિતિજ દિશામાં એક કે વધુ સપોર્ટ પર ગોઠવેલ એવો અવયવ છે કે જે તેની લંબાઈના કાટખૂણે આવેલી લંબ અક્ષ પર લાગતા ટ્રાન્સવર્સ લોડને સહન કરી સપોર્ટ ઉપર સલામત રીતે યોગ્ય પ્રમાણમાં વહેંચી આપતા અવયવને બીમ કહે છે.
- બીમને વિવિધ રીતે સપોર્ટ પર ટેકવી શકાય છે :

  (અ) સિમ્પલ સપોર્ટ (બ) હિન્જડ સપોર્ટ (ક) રોલર સપોર્ટ (ડ) ફિક્સ્ડ સપોર્ટ
- બીમ પર લાગતા લોડને મુખ્યત્વે નીચે મુજબ વર્ગીકૃત કરી શકાય :

  (અ) પૉઈન્ટ લોડ (બ) યુનિફૉર્મલી ડિસ્ટ્રિબ્યુટેડ લોડ
- **ટાઈપ્સ ઓફ બીમ :** બીમના પ્રકાર નીચે મુજબ વર્ગીકૃત કરી શકાય :

બીમના પ્રકાર

- કેન્ટિલીવર બીમ
- સિમ્પલી સપોર્ટેડ બીમ
- ઓવરહેંગ બીમ
- ફિક્સ બીમ
- કન્ટિન્યુઅસ બીમ
- હિન્જ સપોર્ટ બીમ
- પ્રોપ્ડ કેન્ટિલીવર બીમ

- **શીયરફોર્સ :** બીમના કોઈ પણ આડછેદ આગળ સંલગ્ન આડછેદની ડાબી અથવા જમણી બાજુનાં બધાં બળોના બૈજિક સરવાળાને શીયર ફોર્સ કહે છે. S.I. પદ્ધતિમાં શીયર ફોર્સનો એકમ N અથવા kN છે.
- **બેન્ડિંગ મોમેન્ટ :** બીમના કોઈ પણ આડછેદ આગળ સંલગ્ન આડછેદની ડાબી અથવા જમણી બાજુએ આવેલાં દરેક ઊર્ધ્વબળોને લીધે લાગતા મોમેન્ટના બૈજિક સરવાળાને બેન્ડિંગ મોમેન્ટ કહે છે.
  S.I. પદ્ધતિમાં બેન્ડિંગ મોમેન્ટનો એકમ N.m/kNm અથવા kN–m છે.
- શીયર ફોર્સ તથા બેન્ડિંગ મોમેન્ટ વચ્ચેનો સંબંધ
- ખાસ કિસ્સા માટેના શીયર ફોર્સ અને બેન્ડિંગ મોમેન્ટ ડાયાગ્રામ

સ્વાધ્યાય

નીચેનાં વિધાનો માટે યોગ્ય વિકલ્પ પસંદ કરો :

(1) .... પ્રકારના સપોર્ટમાં, સપોર્ટ સાથે બીમનું કોઈ પણ પ્રકારનું જોડાણ કરવામાં આવતું નથી.
(A) સિમ્પલ (B) હિન્જડ (C) ફિક્સ્ડ (D) રોલર

(2) .... પ્રકારના સપોર્ટમાં બીમને હિન્જડ જોઈન્ટથી જોડેલ હોય છે.
(A) સિમ્પલ (B) હિન્જડ (C) ફિક્સ (D) રોલર

(3) .... પ્રકારના બીમમાં તેનો એક છેડો ફિક્સ કરેલો હોય છે અને બીજો છેડો મુક્ત હોય છે.
(A) કેન્ટિલીવર (B) સિમ્પલી સપોર્ટેડ (C) ઓવર હેન્ગ (D) ફિક્સ્ડ

(4) પોઇન્ટ લોડનો એકમ .... છે.
(A) N (B) N.m (C) N/m (D) m

(5) સમવિપરીત ભાર (*u.d.l.*)નો એકમ .... છે.
(A) N (B) N.m (C) N/m (D) km/s

(6) સેગિંગ પ્રકારના બેન્ડિંગ મોમેન્ટ વખતે બીમના નીચેના ભાગનો આકાર .... હોય છે.
(A) અંતર્ગોળ (B) બહિર્ગોળ (C) સપાટ (D) ચપટો

(7) કન્ટિન્યુઅસ બીમ .... ગાળા ધરાવે છે.
(A) એક (B) શૂન્ય (C) એક કરતાં ઓછા (D) એક કરતાં વધારે

(8) *u.d.l.*નું આખું નામ .... છે.
(A) યુનિફોર્મલી ડાયરેક્ટ લોડ (B) અંડર ડાયરેક્ટ લોડ
(C) યુનિફોર્મલી ડિસ્ટ્રિબ્યુટેડ લોડ (D) અંડર ડિસ્ટ્રિબ્યુટેડ લોડ

(9) બીમના આડછેદની ડાબી અથવા જમણી બાજુના બધા બળોનો બૈજિક સરવાળો એટલે ....
(A) શીયર ફોર્સ ડાયાગ્રામ (B) બેન્ડિંગ મોમેન્ટ ડાયાગ્રામ
(C) શીયર ફોર્સ (D) બેન્ડિંગ મોમેન્ટ

(10) બેન્ડિંગ મોમેન્ટનો એકમ .... છે.
(A) N (B) N/m (C) m (D) N.m

(11) કેન્ટિલીવર બીમની સંપૂર્ણ લંબાઈમાં આવતા *u.d.l.* માટે મહત્તમ બેન્ડિંગ મોમેન્ટનું મૂલ્ય .... હોય.
(A) $\frac{Wl}{2}$ (B) $\frac{WL^3}{8}$ (C) $\frac{WL}{4}$ (D) $\frac{WL^2}{2}$

(12) કેન્ટિલીવર બીમની સંપૂર્ણ લંબાઈમાં આવતા *u.d.l.* માટે મહત્તમ શિયર ફોર્સનું મૂલ્ય .... હોય.
(A) $\frac{WL}{2}$ (B) $\frac{WL}{4}$ (C) W.L. (D) $\frac{Wl}{8}$

(13) .... પ્રકારના બીમમાં બીમ કોઈ પણ દિશામાં આગળ-પાછળ ફરી કે ખસી શકતો નથી.
(A) ફિક્સ ટેકાવાળો બીમ (B) રોલર ટેકવેલ બીમ
(C) મિજાગરેલ બીમ (D) સિમ્પલી સપોર્ટેડ બીમ

(14) બીમ ઉપર લાગતા બાહ્ય બળને લીધે બીમની લંબાઈમાં લીધેલા કોઈ પણ આડછેદ આગળ તે સંલગ્ન આડછેદની જમણી કે ડાબી બાજુ અસંરક્ષિત વર્ટિકલ ફોર્સ ઉદ્ભવે છે, તેને .... કહે છે.
(A) ટેન્સાઇલ ફોર્સ (B) કોમ્પ્રેસિવ ફોર્સ (C) શીયર ફોર્સ (C) બેન્ડિંગ મોમેન્ટ

(15) જ્યારે બીમના આડછેદની ડાબી બાજુનો ભાગ શીયર ફોર્સના કારણે આધારરેખાની ઉપર જવાનો પ્રયત્ન કરે અને જમણી બાજુનો ભાગ બેઇઝલાઇનની નીચે જવાનો પ્રયત્ન કરે ત્યારે શીયર ફોર્સનું મૂલ્ય .... હોય છે.

(A) પોઝિટિવ (B) નેગેટિવ (C) પોઝિટિવ અને નેગેટિવ (D) એક પણ નહિ.

(16) બીમ ઉપર લાગતા બાહ્ય બળને લીધે બીમની લંબાઈમાં લીધેલા કોઈ પણ આડછેદ આગળ સમાન મૂલ્યના તથા વિરુદ્ધ પ્રકારના મોમેન્ટ લાગે છે, જે બીમને વાળવાનો પ્રયત્ન કરે છે તેને .... કહે છે.

(A) શીયર ફોર્સ (B) બેન્ડિંગ મોમેન્ટ

(C) શીયર ફોર્સ ડાયાગ્રામ (D) બેન્ડિંગ મોમેન્ટ ડાયાગ્રામ

(17) બીમને સામાન્ય રીતે સિવિલ ઇજનેરી સ્ટ્રક્ચરના બાંધકામમાં .... રીતે ગોઠવવામાં આવે છે.

(A) આડું (B) ઊભું (C) ત્રાંસું (D) ઊંડું

(18) બીમના ટેકાની જુદી જુદી સ્થિતિ તેમજ તેના ઉપર લાગતા લોડને અનુરૂપ તેમાં .... બળ ઉત્પન્ન થાય છે.

(A) ઘર્ષણ (B) ખેંચાણ (C) દબાણ (D) શીયર

(19) .... પ્રકારના ટેકામાં બીમના છેડાને દીવાલ કે કૉલમમાં જડી દેવામાં આવે છે.

(A) સિમ્પલ (B) હિન્જ્ડ (C) ફિક્સ્ડ (D) રોલર

(20) .... પૉઇન્ટ લોડનું ઉદાહરણ છે.

(A) બીમ ઉપર ઊભો કરેલ કૉલમ (B) એક પણ નહિ.

(C) બીમ ઉપર ભરેલું ધાબું (D) બીમ ઉપર ચણેલી દીવાલ

(21) કેન્ટિલીવર બીમના મુક્ત છેડા પર 10 kNનો પોઇન્ટલોડ લાગે તો શીયર ફોર્સનું મૂલ્ય .... થાય. બીમની લંબાઈ 4 મીટર છે.

(A) 40 kN (B) 10 kN (C) 2.5 kN (D) 400 kN

(22) કેન્ટિલીવર બીમની લંબાઈ 3 મીટર છે. સમગ્ર બીમ પર 5 kN/meterનો ***u.d.l.*** લાગે છે તો મહત્તમ શીયર ફોર્સનું મૂલ્ય .... થાય.

(A) 15 kN (B) 45 kN (C) 75 kN (D) શૂન્ય

(23) કેન્ટિલીવર બીમની લંબાઈ 5 મીટર છે. તેના મુક્ત છેડા પર 15 kNનો પોઇન્ટલોડ લાગે છે તો બેન્ડિંગ મોમેન્ટનું મૂલ્ય .... થાય.

(A) 5 kNm (B) 75 kNm (C) 3 kNm (D) 25 kNm

(24) કેન્ટિલીવર બીમની લંબાઈ 3 મીટર છે. સમગ્રી બીમ પર 4 kN/mનો *u.d.l.* લાગે તો બેન્ડિંગ મોમેન્ટનું મૂલ્ય .... થાય.

(A) 12 kNm (B) 18 kNm (C) 24 kNm (D) 48 kNm

(25) એક સિમ્પલી સપોર્ટેડ બીમની લંબાઈ 6 મીટર છે. તેના મધ્યબિંદુમાં 20 kNનો પોઇન્ટલોડ લાગે તો મહત્તમ શીયર ફોર્સનું મૂલ્ય .... થાય.

(A) 120 kN (B) 10 kN (C) 20 kN (D) 15 kN

(26) સિમ્પલી સપોર્ટેડ બીમમાં મધ્યમાં પોઇન્ટલોડ લાગે તો બેન્ડિંગ મોમેન્ટ ડાયાગ્રામનો આકાર .... હોય.

(A) ચોરસ (B) પરવલય (C) ત્રિકોણ (D) લંબચોરસ

(27) સિમ્પલી સપોર્ટેડ બીમમાં સમગ્ર બીમ પર *u.d.l.* લાગે તો બેન્ડિંગ મોમેન્ટ ડાયાગ્રામનો આકાર .... હોય.

(A) ઢાળ (B) ત્રિકોણ (C) ચોરસ (D) લંબચોરસ

(28) સિમ્પલી સપોર્ટેડ બીમમાં સમગ્ર બીમ પર *u.d.l.* હોય તો બેન્ડિંગ મોમેન્ટ શોધવાનું સૂત્ર .... થાય.

(A) WXL (B) $\frac{WL^2}{2}$ (C) $\frac{WL}{4}$ (D) $\frac{WL^2}{8}$

વિદ્યાર્થી-પ્રવૃત્તિ

- સપોર્ટ, લોડ તેમજ બીમના વિવિધ પ્રકારો વિશે જાણી નોંધ કરશે.
- બીમ માટે દોરેલા શીયર ફોર્સ તથા બેન્ડિંગ મોમેન્ટ ડાયાગ્રામની અગત્યતા સમજી સિવિલ ઇજનેરી સ્ટ્રક્ચરના બાંધકામમાં તેની અગત્યતા અંગેના પ્રશ્નો શિક્ષકને પૂછશે.
- મકાન તથા ઔદ્યોગિક શેડ જેવા સિવિલ ઇજનેરી સ્ટ્રક્ચરના બાંધકામ દરમિયાન બીમના અલગ અલગ આડછેદ પાસે બીમનો શીયર ફોર્સ તથા બેન્ડિંગ મોમેન્ટ જાણશે તથા બીમની સલામતી જાણશે.

શિક્ષક-પ્રવૃત્તિ

- શીયર ફોર્સ તથા બેન્ડિંગ મોમેન્ટ ડાયાગ્રામની માહિતી આપી વ્યવહારિક દાખલા આપી સમજાવશે.
- બીમના વિવિધ પ્રકાર વર્ગખંડમાં ત્રિપરિમાણીય આકૃતિ દ્વારા અથવા ફિલ્ડ વિઝિટ દ્વારા સમજાવશે.
- બીમની સલામત ડિઝાઇનમાં શીયર ફોર્સ તેમજ બેન્ડિંગ મોમેન્ટ ડાયાગ્રામનું મહત્ત્વ ઉદાહરણ આપી સમજાવશે.

પારિભાષિક શબ્દો

Beam	બીમ	પાટડો, ધરણ
Truss	ટ્રસ	કેંચી
Horizontal	હોરિઝોન્ટલ	ક્ષૈતિજ, આડું
Vertical	વર્ટિકલ	ઊર્ધ્વાધર, ઊભું
Longitudinal Axis	લોન્જિટ્યુડિનલ એક્ષિસ	લંબઅક્ષ
Transverse Load	ટ્રાન્સવર્સ લોડ	અનુપ્રસ્થ ભાર
Shear Force	શીયર ફોર્સ	કર્તનબળ
Bending Moment	બેન્ડિંગ મોમેન્ટ	નમન ઘૂર્ણ
Reaction	રિએક્શન	પ્રતિક્રિયા
Support	સપોર્ટ	ટેકો
Simple Support	સિમ્પલ સપોર્ટ	સાદો ટેકો
Hinged Support	હિન્જ્ડ સપોર્ટ	મિજાગરેલ ટેકો
Fixed Support	ફિક્સ્ડ સપોર્ટ	આબદ્ધ ટેકો
Load	લોડ	ભાર
Point Load	પૉઇન્ટ લોડ	બિંદુભાર
Uniformaly Distributed Load	યુનિફૉર્મલી ડિસ્ટ્રિબ્યુટેડ લોડ	સમવિતરીત ભાર
Slab	સ્લેબ	ધાબું
Cnatilever	કેન્ટિલીવર	બાહુધરણ
Overhang	ઓવરહેન્ગ	ઝૂલતો
Continuous	કન્ટિન્યુઅસ	સતત, સળંગ
Propped Cantilever	પ્રોપ્ડ કેન્ટિલીવર	છેડા પર ટેકવેલ બાહુધરણ
Hinged	હિન્જ્ડ	મિજાગરેલ
Section	સેક્શન	આડછેદ
Sagging	સેગિંગ	અવતલન
Hogging	હોગિંગ	ઉત્તલન
Concave	કોન્કેવ	અંતર્ગોળ
Convex	કોન્વેક્ષ	બહિર્ગોળ
Clockwise	ક્લોકવાઇઝ	સમઘડી
Anticlockwise	એન્ટિક્લોકવાઇઝ	વિષમઘડી
Diagram	ડાયાગ્રામ	આલેખ

•

5 જનરેશન, ટ્રાન્સમિશન ઍન્ડ ડિસ્ટ્રિબ્યુશન ઑફ ઇલેક્ટ્રિસિટી

પ્રાસ્તાવિક

પ્રાચીન સમયમાં જુદાં જુદાં રાષ્ટ્રમાં વસવાટ કરતી માનવ-જાતિમાં વિશેષ પ્રગતિ થઈ નહોતી. સમયાંતરે માણસની જરૂરિયાત જેમ વધતી ગઈ તેમ ઉત્તરોત્તર નવીન શોધો થવા લાગી, તેના પરિણામરૂપે રાષ્ટ્રની ઔદ્યોગિક પ્રગતિ થતાં જે-તે રાષ્ટ્રના માપદંડ નક્કી થવા લાગ્યા. અર્વાચીન યુગમાં કોઈ પણ રાષ્ટ્રની પ્રગતિનો માપદંડ તે રાષ્ટ્રના ઔદ્યોગિક વિકાસને આધારે ગણવામાં આવે છે. રાષ્ટ્રમાં વિકસતા ઉદ્યોગોને કાર્યાન્વિત કરવા વિવિધ પ્રકારનાં યંત્ર ચલાવવા વીજળીની જરૂરિયાત રહે છે. ઉદ્યોગોની પ્રગતિ રાષ્ટ્રમાં ઉત્પન્ન કરાતી વીજળીના પુરવઠા અને યોગ્ય વપરાશ પર અવલંબે છે. આજના પ્રગતિશીલ જમાનામાં વીજળી માનવજાત માટે એક અનિવાર્ય અંગ બની ગયું છે.

વીજળીના ઉત્પાદન માટે કુદરતે બક્ષેલા પદાર્થો (જેવાં કે હવા, પાણી, ખનિજ વગેરે)નો ઉપયોગ કરી વિવિધ પ્રયુક્તિઓ અને પ્રક્રિયાઓ દ્વારા "ઊર્જા અવિનાશિતાના નિયમ" અનુસાર વિવિધ ઊર્જાઓનું રૂપાંતર કરી વીજઊર્જા મેળવવામાં આવે છે. તે માટે જરૂરી કુદરતી પદાર્થો ઉપલબ્ધ હોય અથવા તે પદાર્થો વાહનમાર્ગે ઓછા ખર્ચે નિયમિત મળી રહે તેવાં સ્થળોએ વિવિધ પ્રકારનાં વીજઉત્પાદન કેન્દ્રો (ઇલેક્ટ્રિકલ પાવરસ્ટેશન) સ્થાપિત કરી જરૂરિયાતવાળાં સ્થળોએ પાવરનું ટ્રાન્સમિશન અને ડિસ્ટ્રિબ્યુશન કરવામાં આવે છે.

5.1 ઇલેક્ટ્રિકલ પાવર જનરેશન, ટ્રાન્સમિશન અને ડિસ્ટ્રિબ્યુશનના અર્થની સમજ અને ઉપયોગ

ઇલેક્ટ્રિકલ પાવર જનરેશન : કુદરતી સંપત્તિ જેવી કે હવા, પાણી અને ખનીજ તત્ત્વોમાં રહેલ ઊર્જાનું યાંત્રિક ઊર્જામાં રૂપાંતર કરી ઓલ્ટરનેટર (એ.સી. જનરેટર) દ્વારા વીજઊર્જા મેળવવાની પ્રક્રિયાને વીજઉત્પાદન અથવા ઇલેક્ટ્રિકલ પાવર જનરેશન કે જનરેશન ઑફ ઇલેક્ટ્રિસિટી કહે છે.

જનરેટર/ઓલ્ટરનેટરને ચલાવવા માટે યાંત્રિક ઊર્જા આપતા યંત્રને પ્રાઇમ મુવર (Prime Mover - મૂળ ચાલક) કહે છે. પ્રાઇમ મુવર તરીકે પવનચક્કી, પેટ્રોલ કે ડીઝલ એન્જિન, સ્ટીમ ટર્બાઇન, ગૅસ ટર્બાઇન કે વૉટર ટર્બાઇનનો ઉપયોગ થાય છે. જે સ્થાન અથવા જગ્યા પર વીજઉત્પાદન થાય છે તે જગ્યાને પાવર જનરેટિંગ સ્ટેશન/પાવરહાઉસ કહેવામાં આવે છે.

ઇલેક્ટ્રિકલ પાવર જનરેશન એ.સી. અને ડી.સી. એમ બે પ્રકારે કરવામાં આવે છે. અગાઉનાં વર્ષોમાં ડી.સી. પાવરનું જનરેશન કરવામાં આવતું હતું, પરંતુ તેની કેટલીક મર્યાદાઓને કારણે હવે દુનિયાના મોટા ભાગનાં રાષ્ટ્રોમાં એ.સી. પાવરનું જનરેશન કરવામાં આવે છે. અપવાદરૂપે જ્યાં ડી.સી. પાવરની જરૂરિયાત અનિવાર્ય હોય ત્યાં રેક્ટિફાયરની મદદથી એ.સી.માંથી ડી.સી.માં રૂપાંતર કરીને કે ડી.સી. જનરેટિંગ સેટ દ્વારા ડી.સી. મેળવવામાં આવે છે.

ટ્રાન્સમિશન : પાવર જનરેટિંગ સ્ટેશન (પાવરહાઉસ)માં 11,000 વોલ્ટના દબાણે ઉત્પન્ન કરેલા પાવરને ટ્રાન્સફૉર્મર દ્વારા હાઇવૉલ્ટેજ (220 કે 440kV)માં ફેરવી દૂરના અંતરે આવેલા રીસિવીંગ સ્ટેશન સુધી હાઇટેન્શન ઓવરહેડ લાઇન દ્વારા પહોંચાડવામાં આવે છે. તેને ટ્રાન્સમિશન ઑફ ઇલેક્ટ્રિસિટી કહે છે.

ટ્રાન્સમિશન ઑફ ઇલેક્ટ્રિસિટી બે ભાગમાં કરવામાં આવે છે : (1) પ્રાઇમરી ટ્રાન્સમિશન (2) સેકન્ડરી ટ્રાન્સમિશન. પાવર સ્ટેશનથી રીસિવિંગ સબસ્ટેશન સુધી અતિ ઊંચા (132, 220 કે 400kV) વીજદબાણે કરવામાં આવતા ટ્રાન્સમિશનને પ્રાઇમરી ટ્રાન્સમિશન કહે છે. દરેક રીસિવિંગ સ્ટેશનથી વપરાશના સ્થળે આવેલ સબસ્ટેશન સુધી 11, 33 કે 66kVના વીજદબાણે કરવામાં આવતા ટ્રાન્સમિશનને સેકન્ડરી ટ્રાન્સમિશન કહે છે.

ડિસ્ટ્રિબ્યુશન : વપરાશના સ્થળે આવેલ ડિસ્ટ્રિબ્યુશન સબસ્ટેશનથી રહેણાંકનાં મકાનો અને ઉદ્યોગોને ટ્રાન્સફૉર્મર દ્વારા વીજદબાણમાં ઘટાડો (440/230V) કરી પાવરનું વિતરણ અથા ડિસ્ટ્રિબ્યુશન કરવામાં આવે છે. તેને ડિસ્ટ્રિબ્યુશન ઑફ ઇલેક્ટ્રિસિટી કહે છે.

ડિસ્ટ્રિબ્યુશન ઑફ ઇલેક્ટ્રિસિટી પણ બે ભાગમાં કરવામાં આવે છે : (1) પ્રાઇમરી ડિસ્ટ્રિબ્યુશન (2) સેકન્ડરી ડિસ્ટ્રિબ્યુશન. ડિસ્ટ્રિબ્યુશન સબસ્ટેશનથી શહેરના વિસ્તાર (શેરી) અને ઔદ્યોગિક વસાહતના ટ્રાન્સફૉર્મર સુધી 11kVના વીજદબાણે કરવામાં આવતા ડિસ્ટ્રિબ્યુશનને પ્રાઇમરી ડિસ્ટ્રિબ્યુશન અને ડિસ્ટ્રિબ્યુટિંગ ટ્રાન્સફૉર્મરથી ગ્રાહક સુધી 440/230Vના વીજદબાણે કરવામાં આવતા ડિસ્ટ્રિબ્યુશનને સેકન્ડરી ડિસ્ટ્રિબ્યુશન કહે છે.

5.2 પાવર સ્ટેશનના પ્રકારો

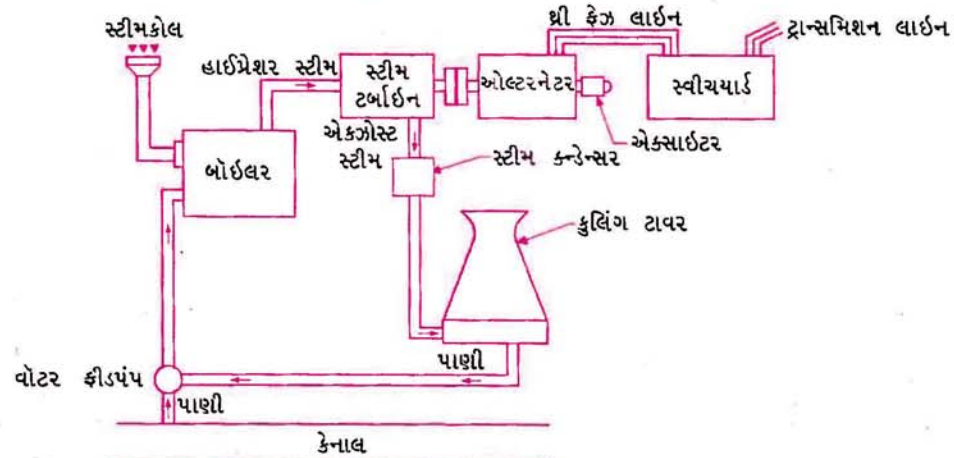
જનરેટરને ચલાવવા માટેના પ્રાઇમમુવરને ફેરવવા કઈ કુદરતી સંપત્તિનો ઉપયોગ થાય છે, તેના આધારે પાવર સ્ટેશનના મુખ્ય ચાર પ્રકાર પાડવામાં આવ્યા છે : (1) થર્મલ પાવર સ્ટેશન (2) હાઇડ્રો પાવર સ્ટેશન (3) ન્યુક્લિયર પાવર સ્ટેશન (4) ડીઝલ પાવર સ્ટેશન.

(1) થર્મલ પાવર સ્ટેશન : થર્મલ પાવર સ્ટેશનમાં બળતણ તરીકે સ્ટીમ કોલ વાપરીને બૉઇલરમાં પાણીને ઊંચા દબાણ અને ઉષ્ણતામાનવાળી વરાળમાં રૂપાંતર કરવામાં આવે છે. જે વરાળ પ્રાઇમમુવર તરીકે વપરાતા સ્ટીમ ટર્બાઇનમાંથી પસાર થતાં સ્ટીમ ટર્બાઇન ફરે છે. જે તેની સાથે જોડેલા ઑલ્ટરનેટરને ફેરવે છે. એક્સાઇટરની મદદથી ઓલ્ટરનેટર ચાલુ કરી 11kV જેવા ઉચ્ચ વીજદબાણે એ.સી. ઉત્પન્ન થાય છે.

સ્ટીમ ટર્બાઇનમાંથી બહાર નીકળતી વરાળને સ્ટીમ કન્ડેન્સરમાંથી પસાર કરી ઠંડી પાડવામાં આવે છે. આ ઠંડી પડેલી વરાળને કુલિંગ ટાવરમાંથી પસાર કરતાં તેનું ફરી પાણીમાં રૂપાંતર થાય છે. જેને ફીડ વૉટર પંપ દ્વારા ફરી બૉઇલરમાં મોકલવામાં આવે છે.

ઓલ્ટરનેટર દ્વારા ઉત્પન્ન થયેલા એ.સી.ને સ્વિચયાર્ડમાં ટ્રાન્સફૉર્મરની મદદથી અતિ ઉચ્ચ વીજદબાણમાં ફેરવી ટ્રાન્સમિશન લાઇન મારફતે રીસિવિંગ સબ સ્ટેશન સુધી પહોંચાડવામાં આવે છે.

થર્મલ પાવર સ્ટેશનમાં બળતણ તરીકે સ્ટીમકોલનો વધુ વપરાશ થતો હોવાથી કોલસાની ખાણ નજીકમાં અથવા રેલવેમાર્ગ દ્વારા ઝડપથી સસ્તા દરે કોલસો નિયમિત મળી રહે તેવા સ્થળે આ પાવર-સ્ટેશન સ્થાપિત કરવામાં આવે છે તથા સ્ટીમ ટર્બાઇન ચલાવવા માટે જરૂરી વરાળ ઉત્પન્ન કરવા પાણીનો વધુ જથ્થો પણ જરૂરી હોઈ તે માટે મોટા ભાગે નદીને કિનારે કે નદી પર બાંધેલ ડેમથી નહેર દ્વારા પાણીનો પૂરતો પુરવઠો સતત મળતો રહે તેવા સ્થળની પાવર-સ્ટેશન તરીકે પસંદગી કરવામાં આવે છે.



આકૃતિ 5.1 થર્મલ પાવર સ્ટેશન

ગુજરાતમાં આવાં થર્મલ પાવર સ્ટેશન ધુવારણ, સાબરમતી-અમદાવાદ, ગાંધીનગર, ઉકાઈ, સિક્કા, વણાકબોરી ખાતે આવેલાં છે.

ફાયદા : (1) તેને સ્થાપિત કરવાનો શરૂઆતનો ખર્ચ હાઇડ્રોપાવર સ્ટેશન કરતાં ઓછો છે.
(2) તેને લોડ સેન્ટરની નજીક સ્થાપિત કરવાથી ટ્રાન્સમિશન અને ડિસ્ટ્રિબ્યુશનનો ખર્ચ ઘટાડી શકાય છે.
(3) તેને સ્થાપન કરવાનો સમય ઓછો હોય છે.

ગેરફાયદા : (1) તેનો નિભાવણીનો ખર્ચ વધારે હોય છે.
(2) તેમાં બળતણ તરીકે વપરાતો કોલસો, ઑઇલ કે ગૅસ જેવા કુદરતી સ્રોતોનો જથ્થો મર્યાદિત છે અને કિંમત વધારે થાય છે.
(3) બળતણ તરીકે વપરાતા કોલસાના ધુમાડાથી વાતાવરણ પ્રદૂષિત થાય છે.
(4) તેની કાર્યક્ષમતા ઓછી હોય છે.

(2) હાઈડ્રો પાવર સ્ટેશન : પાણીનો અવિરત પ્રવાહ ધરાવતી નદીના સાંકડા ભાગ પર જરૂરિયાત મુજબની ઊંચાઈનો ડેમ બાંધી પાણીનો સંગ્રહ કરવામાં આવે છે. આ સંગ્રહાયેલ પાણીને યોગ્ય પહોળાઈની પાઇપ દ્વારા નીચે વહેવડાવી પાઇપના બીજા છેડે ગોઠવેલ વૉટર ટર્બાઇનને ફેરવવામાં આવે છે. વૉટર ટર્બાઇનને ફેરવવાથી તેની સાથે જોડેલ ઑલ્ટરનેટરમાંથી વિદ્યુતઊર્જા મેળવવામાં આવે છે. જેને સ્વિચયાર્ડમાંના ટ્રાન્સફૉર્મર દ્વારા અતિઉચ્ચ વીજદબાણે ટ્રાન્સમિશન લાઇન મારફતે રીસિવિંગ સબ સ્ટેશન સુધી પહોંચાડવામાં આવે છે.

આવાં હાઇડ્રો પાવર સ્ટેશન ગુજરાતમાં કડાણા, ઉકાઈ, સરદાર સરોવર ખાતે આવેલાં છે.

ફાયદા : (1) આમાં બળતણનો ઉપયોગ કરવામાં આવતો નથી તેથી કીમતી કોલસો, ખનીજતેલ વગેરેની બચત થાય છે.

(2) તેમાં ઊંચા સ્તરે સંગ્રહ કરાયેલ પાણીની મદદથી ટર્બાઇન ચલાવવામાં આવે છે. જેથી તેને ચલાવવાનો ખર્ચ (ઑપરેટિંગ કોસ્ટ) ઓછો હોય છે.

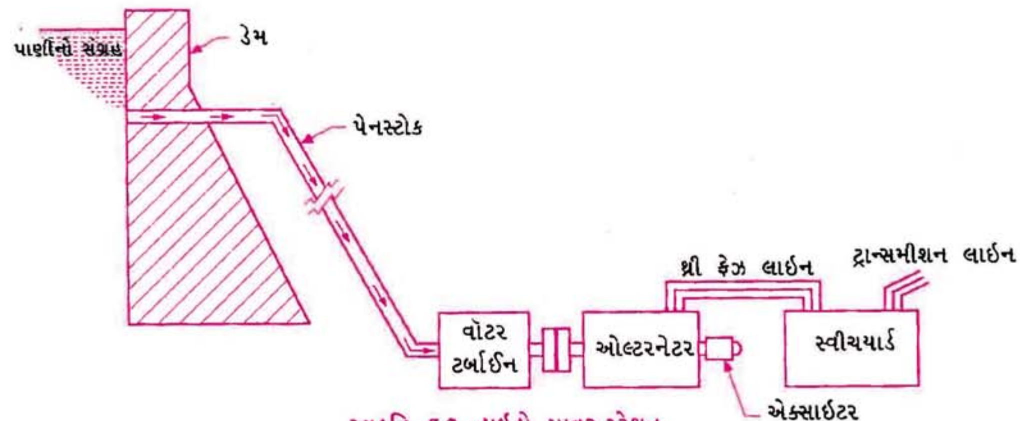
(3) તેની કાર્યદક્ષતા 80 ટકાથી 90 % જેટલી વધારે હોય છે.

(4) તેનો નિભાવખર્ચ ઓછો હોય છે.

ગેરફાયદા : (1) જ્યાં પાણીનો જથ્થો પૂરતા પ્રમાણમાં મળતો હોય અને ભવિષ્યમાં સતત મળતો રહેવાની શક્યતા હોય ત્યાં જ પાવર સ્ટેશન સ્થાપિત કરવું પડે છે.

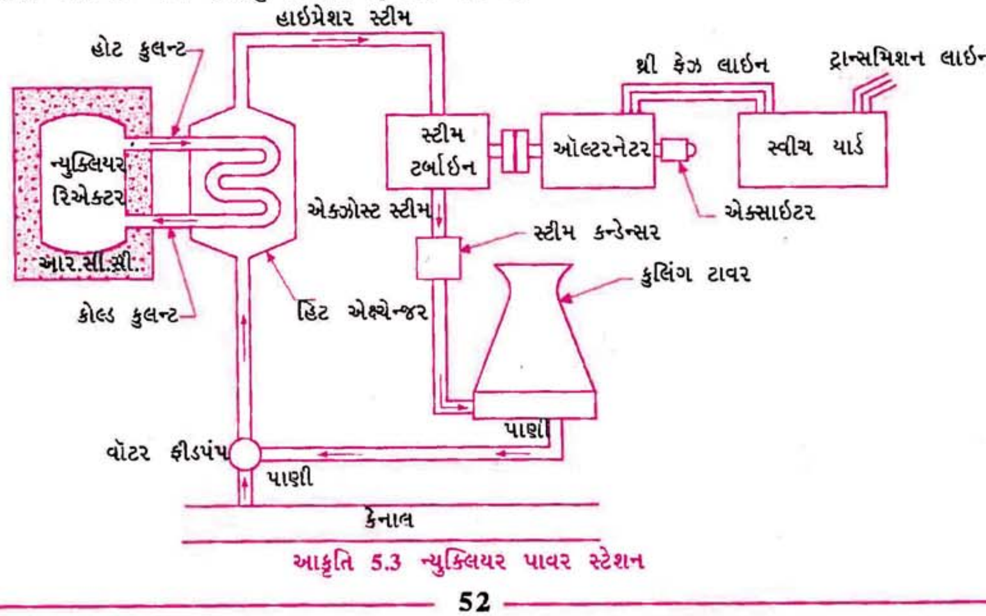
(2) તેની સ્થાપના કરવા માટે બાંધવામાં આવતા બંધની આસપાસના લોકોનું સ્થળાંતર કરવું પડે છે તેમજ આજુબાજુની કુદરતી સંપત્તિ જેવી કે, વૃક્ષો, પહાડી વિસ્તાર, રસ્તા, મકાનો વગેરેનો નાશ કરવો પડે છે.

(3) શરૂઆતમાં સ્થાપન ખર્ચ વધુ થાય છે.



આકૃતિ 5.2 હાઇડ્રો પાવર-સ્ટેશન

(3) ન્યુક્લિયર પાવર સ્ટેશન : ન્યુક્લિયર પાવર સ્ટેશનમાં બળતણ તરીકે કુદરતી સંપત્તિ યુરેનિયમને વાપરીને રિએક્ટરમાં તેનું વિખંડન કરવામાં આવે છે. જેને કારણે પુષ્કળ ઉષ્મા ઉત્પન્ન થાય છે. આ ઉષ્માને ઉપયોગમાં લેવા માટે કુલન્ટનો ઉપયોગ થાય છે. કુલન્ટ ઓછા તાપમાને રિએક્ટરમાંથી પસાર થાય છે અને રિએક્ટરમાં પેદા થતી ઉષ્મા શોષી લઈને ઊંચા તાપમાને બહાર આવે છે. કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ, હાઇડ્રોજન, હેલીયમ, લિક્વિડ સોડિયમ, લિક્વિડ પોટેશિયમ વગેરેનો ઉપયોગ કુલન્ટ તરીકે થાય છે. આ ગરમ કુલન્ટને હીટ એક્ષ્ચેન્જરમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે. હીટ એક્ષ્ચેન્જરમાંથી પાણી પણ પસાર કરવામાં આવે છે. બંને વચ્ચે ઇન્ડાયરેક્ટ કોન્ટેક્ટ થાય છે. ગરમ કુલન્ટ પોતાની ઉષ્મા પાણીને આપે છે અને પાણીનું વરાળમાં રૂપાંતર થાય છે.



આકૃતિ 5.3 ન્યુક્લિયર પાવર સ્ટેશન

હીટ એક્ષ્ચેન્જરમાં બનેલી સ્ટીમ ટર્બાઇનને આપવામાં આવે છે. આ ટર્બાઇન ફરે છે અને તેની સાથે જોડેલ ઓલ્ટરનેટર દ્વારા વીજઉત્પાદન કરવામાં આવે છે. ભારતમાં ન્યુક્લિયર પાવર-સ્ટેશન મહારાષ્ટ્રમાં તારાપુર અને ગુજરાતમાં કાકરાપાર ખાતે આવેલું છે.

વિખંડનની પ્રક્રિયા ખુલ્લામાં કરવામાં આવે તો રેડિએશનની અસર ઉત્પન્ન થાય છે. જે સજીવસૃષ્ટિના અસ્તિત્વ માટે ખતરારૂપ છે. તેથી આકૃતિ 5.3માં બતાવ્યા પ્રમાણે સ્ટીલબોડીમાંથી બનાવેલ રિએક્ટરમાં તે પ્રક્રિયા કરવામાં આવે છે અને રિએક્ટરની ફરતે ક્રૉંકિટની ઘણી જાડી દીવાલ રચવામાં આવે છે.

વિખંડનની પ્રક્રિયા ધીમી કરવા મોડરેટર તરીકે રિએક્ટરમાં ગ્રૅફાઇટની ઈંટોનું ચણતર કરવામાં આવે છે. આ ચણતરમાં રાખેલ પોલાણમાં ઍલ્યુમિનિયમ કોટેડ યુરેનિયમ રોડને બળતણ તરીકે દાખલ કરવામાં આવે છે. પ્રક્રિયાનું નિયમન કરવા કેડમિયમ કે બોરોનના બનેલા કન્ટ્રોલ રોડ જરૂરિયાત મુજબ ઓછા-વધતા દાખલ કરવામાં આવે છે. વારંવાર આ પ્રક્રિયા થતાં ગૌણ પેદાશ તરીકે પ્લુટોનિયમ મળે છે.

ફાયદા :

(1) ન્યુક્લિયર પાવર સ્ટેશનનો નિભાવણીનો ખર્ચ ઘણો જ ઓછો છે. જેથી સસ્તા દરે વીજળી મળે છે.

(2) 100 ગ્રામ યુરેનિયમ વાપરીને 100 મેગાવૉટ જેટલી ઊર્જા ઉત્પન્ન કરી શકાય છે. જેથી કોલસો અને ખનીજ તેલની બચત થાય છે.

(3) તેની ગૌણ પેદાશ તરીકે મળતું પ્લુટોનિયમ અન્ય પરમાણુ કાર્યક્રમો માટે વાપરી શકાય છે. જે કિંમતમાં ઘણું મોંઘું હોય છે.

ગેરફાયદા :

(1) તેનું સ્થાપન કરવામાં શરૂઆતમાં પુષ્કળ ખર્ચ થાય છે.

(2) બળતણ તરીકે વપરાતા યુરેનિયમ માટે અન્ય દેશો પર આધાર રાખવો પડે છે અને તેની કિંમત પણ વધારે હોય છે.

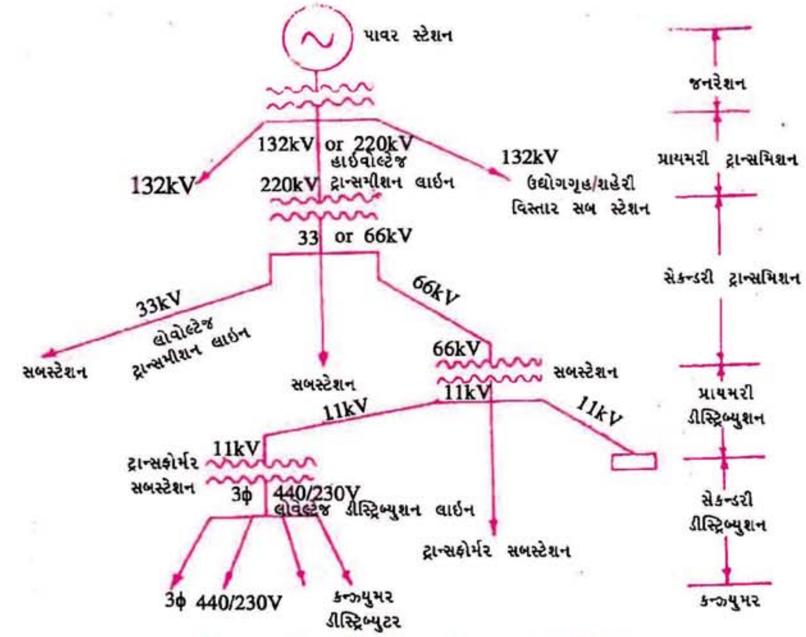
(3) સંચાલન દરમિયાન કાળજી લેવામાં ન આવે તો લીકેજને કારણે રેડિએશનની અસર થાય અથવા રિએક્ટર ફાટવાથી બૉમ્બ જેટલો વિનાશ સર્જે છે.

(4) તેમાં વધારે કુલિંગ વૉટરની જરૂર પડે છે.

5.3 ટ્રાન્સમિશન ઑફ ઈલેક્ટ્રિસિટીની સમજ

આપણા દેશમાં મોટા ભાગે એ. સી પાવરનું જનરેશન કરવામાં આવે છે. વિવિધ પ્રકારના એ. સી. પાવર જનરેટિંગ સ્ટેશનમાં 11kVના વીજદબાણે વીજશક્તિ ઉત્પન્ન કરવામાં આવે છે. આ વીજશક્તિને વધુ કિંમતના પ્રવાહથી દૂરના અંતરે પહોંચાડવામાં લાઇન લૉસ વધુ થાય છે. જેથી સ્ટેપ-અપ ટ્રાન્સફૉર્મર દ્વારા વીજદબાણમાં વધારો કરી પ્રવાહની કિંમત ઘટાડીને વીજશક્તિ પહોંચાડવામાં આવે છે. પાવર સ્ટેશનથી રીસિવિંગ સબ-સ્ટેશનના અંતર મુજબ વીજદબાણ 132, 220 કે 400kV જેટલું વધારીને થ્રીફેઝ, થ્રી વાયરની ઓવર હેડ લાઇન મારફત રીસિવિંગ સબ-સ્ટેશન તથા નજીકમાં આવેલ ઔદ્યોગિક વસાહત, ઉદ્યોગગૃહ કે શહેરને પાવર પહોંચાડવામાં આવે છે. તેને હાઇવૉલ્ટેજ પ્રાઈમરી ટ્રાન્સમિશન કહે છે.

આવી લાઇનને હાઇટેન્શન લાઇન કહે છે. રીસિવિંગ સ્ટેશનેથી તેની આજુબાજુ આવેલ ભાર કેન્દ્રોને તેમના વિભાગ મુજબ 33/66kVના વીજદબાણે થ્રી ફેઝ ઓવરહેડ લાઇન મારફત સબ સ્ટેશન સુધી પાવર પહોંચાડવામાં આવે છે. તેને લો-વૉલ્ટેજ સેકન્ડરી ટ્રાન્સમિશન કહે છે. ટ્રાન્સમિશન લાઇનના ફીડરની વચ્ચેથી ક્યાંય પણ ટેપિંગ આપવામાં આવતું નથી. આવા ફીડરની સાઇઝ એવી રીતે નક્કી કરવામાં આવે છે કે જેથી અવરોધ ઓછો નડે અને વીજશક્તિનો શક્ય તેટલો ઓછો વ્યય થાય તે માટે ફીડરમાંથી કેટલા એમ્પિયરનો પ્રવાહ પસાર કરવાનો છે તેને ધ્યાનમાં રાખી વાયરની સાઇઝ નક્કી કરવામાં આવે છે.



આકૃતિ 5.4 વીજશક્તિનું ટ્રાન્સમિશન અને ડિસ્ટ્રિબ્યુશન

દેશનો વિસ્તાર વધારે હોય ત્યારે જરૂરિયાતવાળા દરેક વિસ્તારમાં અલગ પાવરહાઉસ સ્થાપી પાવર પૂરો પાડવામાં આવતો નથી, પરંતુ પાવરહાઉસ સ્થાપવા માટે જરૂરી એવાં પરિબળો અનુકૂળ હોય તેવાં સ્થળોની પસંદગી કરવામાં આવે છે. આવા એક કે બેથી ત્રણ સ્થળે પાવરહાઉસ ઊભાં કરી વધુ જથ્થામાં વીજઉત્પાદન કરી દરેક પાવરહાઉસને એકબીજા સાથે જોડી જુદા જુદા વિસ્તારમાં વીજશક્તિ પહોંચાડવામાં આવે છે. તેને ગ્રીડ પદ્ધતિ કહેવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિ રાજ્ય પૂરતી કે આખા દેશ માટે અપનાવવામાં આવે છે. જેથી દરેક ગ્રાહકને પૂરતો વીજપુરવઠો સતત ઉપલબ્ધ કરી શકાય.

5.4 ડિસ્ટ્રિબ્યુશન ઑફ ઇલેક્ટ્રિસિટીની સમજ

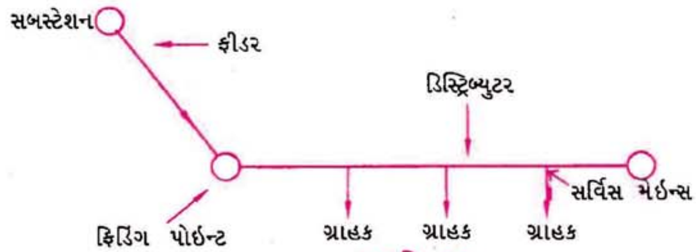
ડિસ્ટ્રિબ્યુશન સિસ્ટમનું મુખ્ય અંગ કન્ઝ્યુમર (Consumer - ગ્રાહક) છે અને તેના માટે પાવર સિસ્ટમ બનાવવામાં આવી છે. લોડ સેન્ટરના રીસિવિંગ સ્ટેશનથી જુદાં જુદાં શહેર કે ઔદ્યોગિક વિસ્તારના સબ-સ્ટેશનોને 11/33 કે 66kV વીજદબાણે 3ϕ 3 વાયર પદ્ધતિથી વીજશક્તિ આપવામાં આવે છે. ઘણી વાર કોઈ એક સબ-સ્ટેશનને પાવર પૂરો પાડતા ફીડરમાં કોઈ કારણસર ખામી ઉત્પન્ન થાય તો તે સબ-સ્ટેશનને મળતો પાવર બંધ થાય છે અને ખામી દૂર ન થાય ત્યાં સુધી તે વિસ્તારના ગ્રાહકોને સપ્લાય ન મળતાં મુશ્કેલી વેઠવી પડે છે. આવું ન થાય તે માટે બધાં સબ-સ્ટેશનોને એકબીજાં સાથે જોડી દેવામાં આવે છે. જેથી જે સબ-સ્ટેશનના ફીડરમાં ખામી થઈ હોય તેને તરત જ બીજા સબ-સસ્ટેશનમાંથી સપ્લાય મળી રહે છે. આ પ્રકારની ડિસ્ટ્રિબ્યુશનની પદ્ધતિને રિંગ મેઇન ડિસ્ટ્રિબ્યુશન કહેવામાં આવે છે.

ડિસ્ટ્રિબ્યુશન સિસ્ટમને બે ભાગમાં વહેંચવામાં આવે છે : (1) પ્રાઈમરી ડિસ્ટ્રિબ્યુશન (2) સેકન્ડરી ડિસ્ટ્રિબ્યુશન

સબ-સ્ટેશનમાંથી નીકળતી જે લાઇન મારફતે મોટી ફૅક્ટરી જેવા કન્ઝ્યુમરને સપ્લાય આપવામાં આવે તેને પ્રાઈમરી ડિસ્ટ્રિબ્યુટશન સિસ્ટમ કહે છે. આ સિસ્ટમમાં ડિસ્ટ્રિબ્યુટરના વૉલ્ટેજ 3300, 6600 કે 11,000V હોય છે. આ ડિસ્ટ્રિબ્યુટરમાં ટેપિંગ હોતા નથી.

સેકન્ડરી ડિસ્ટ્રિબ્યુશન સિસ્ટમમાં પોલ માઉન્ટેડ ટ્રાન્સફૉર્મરમાંથી સપ્લાય મેળવવામાં આવે છે. ટ્રાન્સફૉર્મર દ્વારા વૉલ્ટેજ 440V સુધી ઘટાડી દેવામાં આવે છે. ટ્રાન્સફૉર્મરમાંથી મળતો 440V સપ્લાય 3ϕનો હોય છે. જે કન્ઝ્યુમરને થ્રી ફેઈઝ સપ્લાયની જરૂર હોય તેને 3ϕ સપ્લાય મારફતે 440V આપવામાં આવે છે. જો આ ગ્રાહકને સિંગલ ફેઈઝ સપ્લાયની જરૂર હોય તો ન્યુટ્રલ પણ આપવામાં આવે છે. ઘરગથ્થુ વપરાશવાળા કન્ઝ્યુમરને એક ફેઈઝ અને ન્યુટ્રલ મારફતે 1ϕ સપ્લાય સર્વિસ મેઇન્સ મારફતે આપવામાં આવે છે.

ડિસ્ટ્રિબ્યુશન સિસ્ટમનાં ત્રણ અંગો છે : (1) ફીડર (2) ડિસ્ટ્રિબ્યુટર (3) સર્વિસ મેઇન્સ.



આકૃતિ 5.5

(1) ફીડર : જુદા જુદા વિસ્તારને પાવર સપ્લાય સબ-સ્ટેશનમાંથી આપવામાં આવે છે. આ વાહકને ફીડર કહે છે. તેમાંથી ટેપિંગ લેવામાં આવતા નથી આથી ફીડરમાં એકસરખો પ્રવાહ હોય છે.

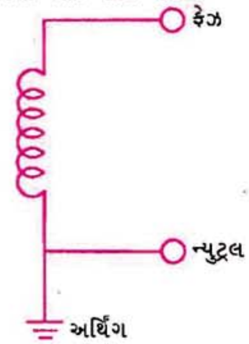
(2) ડિસ્ટ્રિબ્યુટર : ડિસ્ટ્રિબ્યુટર એ પણ વાહક છે. જેમાંથી ટેપિંગ લઈને સર્વિસ મેઇન્સ મારફતે કન્ઝ્યુમર્સને સપ્લાય આપવામાં આવે છે.

(3) સર્વિસ મેઇન્સ અથવા સર્વિસ લાઇન : ડિસ્ટ્રિબ્યુટરમાંથી ટેપિંગ લઈને જુદા જુદા ગ્રાહકોને સપ્લાય આપવામાં આવે છે. ડિસ્ટ્રિબ્યુટરમાંથી ગ્રાહકના મીટર સુધીના વાહકને સર્વિસ મેઇન્સ કહેવામાં આવે છે. સર્વિસ લાઇન ઓવરહેડ કે અંડરગ્રાઉન્ડ પ્રકારની હોય છે, જેમાં સિંગલ ફેઈઝ અને થ્રી ફેઈઝ એમ બે પ્રકારના લોડ હોઈ શકે :

ગ્રાહકને વીજ પુરવઠો નીચેની બે રીતોથી આપવામાં આવે છે :

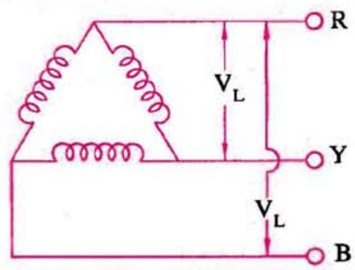
(1) સિંગલ ફેઝની રીત (2) ત્રણ ફેઝની રીત.

(1) સિંગલ ફેઝની રીત : આકૃતિ 5.6 માં બતાવ્યા પ્રમાણે ફેઝ અને ન્યુટ્રલ વાયરથી લાઇટિંગ લોડ અને સિંગલ ફેઝ ઇન્ડસ્ટ્રિયલ લોડના વીજગ્રાહકોને વીજશક્તિનું વિતરણ (ડિસ્ટ્રિબ્યુશન) કરવામાં આવે છે. બધા જ ગ્રાહકો સિંગલ ફેઝ લોડના હોઈ શકે નહિ. વ્યવહારમાં આ પ્રકારે સિંગલ ફેઝથી વીજશક્તિ પૂરી પડાતી નથી.



આકૃતિ 5.6 સિંગલ ફેઝની રીત

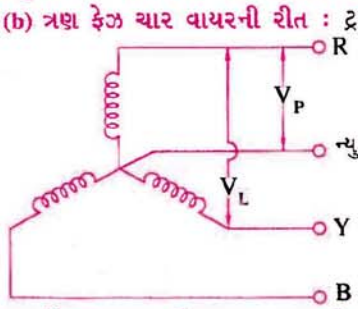
(2) ત્રણ ફેઝની રીત : આ રીતમાં (a) ત્રણ ફેઝ ત્રણ વાયર (3ϕ, 3 વાયર) અને (b) ત્રણ ફેઝ ચાર (3ϕ, 4 વાયર) વાયરની રીતે વીજશક્તિનું ડિસ્ટ્રિબ્યુશન કરાય છે.



આકૃતિ 5.7 ત્રણ ફેઝ ત્રણ વાયરની રીત

(a) ત્રણ ફેઝ ત્રણ વાયરની રીત : પાવર ટ્રાન્સમિશન અને પ્રાઇમરી ડિસ્ટ્રિબ્યુશનમાં મોટા ભાગે ત્રણ ફેઝ ત્રણ વાયરની રીત વપરાય છે. ઓલ્ટરનેટરમાંથી નીકળતા ત્રણ ફેઝના છેડાઓને આકૃતિ 5.7માં બતાવ્યા પ્રમાણે જોડીને ટ્રાન્સમિશન કરવામાં આવે છે. તેના છેડાઓને R, Y અને Bથી ઓળખવામાં આવે છે. બે ફેઝ વચ્ચે મળતા વીજદબાણને લાઇન વૉલ્ટેજ કહે છે. R, Y અને B વાયર અનુક્રમે Red (લાલ), Yellow (પીળો) અને Blue (વાદળી)ના કલરકોડથી ઓળખવામાં આવે છે.

(b) ત્રણ ફેઝ ચાર વાયરની રીત : ટ્રાન્સફોર્મર સબસ્ટેશનથી વીજગ્રાહકોને વીજશક્તિનું વિતરણ આ રીતે કરવામાં આવે છે.



આકૃતિ 5.8 ત્રણ ફેઝ ચાર વાયરની રીત

આકૃતિ 5.8માં બતાવ્યા પ્રમાણે ત્રણેય ફેઝના જંક્શનમાંથી ન્યુટ્રલ વાયર લેવાય છે અને બાકીના છેડા ફેઝ તરીકે લેવાય છે. આ રીતમાં બે ફેઝ વચ્ચે 440 વોલ્ટનું દબાણ અને કોઈપણ એક ફેઝ અને ન્યુટ્રલ વચ્ચે 230 વોલ્ટનું દબાણ મળે છે. જેથી રહેણાંકનાં મકાનોમાં લાઇટિંગ લોડ માટે સિંગલ ફેઝથી અને ઇન્ડ્રસ્ટ્રિયલ લોડને ત્રણ ફેઝથી વીજશક્તિનું સહેલાઈથી વિતરણ કરી શકાય છે.

આપણે નીચેની બાબતો શીખી ગયાં

- **ઈલેક્ટ્રિકલ પાવર જનરેશન :** કુદરતી સંપત્તિ જેવી કે પાણી અને ખનીજ તત્ત્વોમાં રહેલ ઊર્જાનું યાંત્રિક ઊર્જામાં રૂપાંતર કરી જનરેટર/ઓલ્ટરનેટર દ્વારા વીજળી મેળવવાની પ્રક્રિયાને ઈલેક્ટ્રિકલ પાવર જનરેશન કહે છે.
- **ટ્રાન્સમિશન :** પાવર-સ્ટેશન દ્વારા ઉત્પન્ન કરેલ વીજશક્તિને હાઈવૉલ્ટેજમાં રૂપાંતર કરી રીસિવિંગ સ્ટેશન અને રીસિવિંગ સબ-સ્ટેશનથી વીજવપરાશનાં જુદાં જુદાં સ્થળોના સબ-સ્ટેશનને પહોંચાડવાની પદ્ધતિને ટ્રાન્સમિશન કહે છે.
- **ડિસ્ટ્રિબ્યુશન :** સબ-સ્ટેશનથી શહેરના જુદા જુદા વિસ્તારને વીજદબાણમાં ઘટાડો કરી 440/230V 3ϕ 4 વાયર પદ્ધતિથી સપ્લાય પૂરો પાડવાની પદ્ધતિને ડિસ્ટ્રિબ્યુશન કહે છે.
- **પાવર-સ્ટેશનના પ્રકાર :** (1) થર્મલ પાવર-સ્ટેશન (2) હાઈડ્રો પાવર-સ્ટેશન (3) ન્યુક્લિયર પાવર-સ્ટેશન.

  (1) થર્મલ પાવર-સ્ટેશન : બળતણ તરીકે સ્ટીમ કોલસાનો ઉપયોગ કરી પાણીને ગરમ કરી ઊંચા દબાણે અને તાપમાને વરાળ બનાવી સ્ટીમ ટર્બાઈન ચલાવી ઑલ્ટરનેટરને ચલાવી વીજશક્તિ ઉત્પન્ન કરતા સ્ટેશનને થર્મલ પાવર-સ્ટેશન કહે છે. આવા પાવર સ્ટેશનનો શરૂઆતનો ખર્ચ ઓછો હોય છે, પરંતુ નિભાવણી ખર્ચ વધુ થાય છે. વીજઉત્પાદન ખર્ચ વધુ થતાં વીજળીનો દર ઊંચો રહે છે.

  (2) હાઈડ્રો પાવર-સ્ટેશન : નદી પર ડેમ બાંધી વધુ ઊંચાઈએથી પાણી છોડી નીચેના ભાગે ગોઠવેલ વૉટર ટર્બાઈન ચલાવી ઓલ્ટરનેટરને ચલાવીને વીજશક્તિ ઉત્પન્ન કરતા સ્ટેશનને હાઈડ્રો પાવર સ્ટેશન કહે છે. આવા પાવર-સ્ટેશન બનાવવા નદી પર બંધ(ડેમ) બાંધવા શરૂઆતનો ખર્ચ ખૂબ જ થાય છે. નિભાવણી ખર્ચ ઘણો ઓછો આવે છે. વીજઉત્પાદન ખર્ચ ઓછો થતાં સસ્તા દરે વીજળી મળે છે. પ્રદૂષણ થતું નથી. ખેતીવાડીનો વિકાસ કરી શકાય છે.

  (3) ન્યુક્લિયર પાવર-સ્ટેશન : બળતણ તરીકે વધુ એટોમિક નંબર ધરાવતા તત્ત્વ એવા કુદરતી યુરેનિયમનો ઉપયોગ કરી રિએક્ટર દ્વારા તેનું વિખંડન કરી ગરમી ઉત્પન્ન કરીને પાણીની વરાળ બનાવી સ્ટીમ ટર્બાઈન ચલાવી ઑલ્ટરનેટર દ્વારા વીજશક્તિ ઉત્પન્ન કરતા સ્ટેશનને ન્યુક્લિયર પાવર-સ્ટેશન કહે છે. તેનો શરૂઆતનો ખર્ચ પુષ્કળ થાય છે, પરંતુ નિભાવણી ખર્ચ બિલકુલ ઓછો હોય છે. વીજઉત્પાદન ખર્ચ ઓછો થતો હોવાથી સસ્તા દરે વીજળી મળી રહે છે.

  (4) ટ્રાન્સમિશન ઓફ ઈલેક્ટ્રિસિટી : પાવર સ્ટેશન ખાતે ઉત્પાદિત કરાતી વીજઊર્જા સામાન્ય રીતે 11kVના વીજદબાણની હોય છે. દૂરદૂરના સ્થળે લઈ જવામાં લાઇન લોસ ઓછો થાય તે માટે અતિ ઊંચા વીજદબાણે બે સ્ટેજમાં પાવર ટ્રાન્સમિશન કરવામાં આવે છે. પ્રથમ સ્ટેજમાં પાવર-સ્ટેશનથી ભારકેન્દ્ર/રીસિવિંગ સબ-સ્ટેશન સુધી, રીસિવિંગ સબ-સ્ટેશનના અંતર મુજબ 11kV થી 132kV, 220kV કે વધુ અંતર માટે 400kVના ઊંચા દબાણમાં ફેરવી રીસિવિંગ સબ-સ્ટેશનને પાવર પૂરો પાડવામાં આવે તેને પ્રાઇમરી ટ્રાન્સમિશન કહે છે. રીસિવિંગ સ્ટેશનથી જુદા જુદા વિસ્તાર, શહેર, ઔદ્યોગિક વસાહતને પાવર પૂરો પાડવાની રીતને સેકન્ડરી ટ્રાન્સમિશન કહે છે. તેમાં વૉલ્ટેજમાં ઘટાડો કરી 66kV કે 33kVના દબાણે સબ-સ્ટેશનને પાવર પૂરો પાડવામાં આવે છે. તે માટે થ્રી ફેઝ થ્રી વાયર પદ્ધતિ વપરાય છે.

  (5) ડિસ્ટ્રિબ્યુશન ઓફ ઈલેક્ટ્રિસિટી : શહેર કે ઔદ્યોગિક વિસ્તાર ખાતે આવેલ સબ-સ્ટેશનથી લાઈટિંગ લોડ અને ઈન્ડસ્ટ્રિયલ લોડના ગ્રાહકોને પાવર પહોંચાડવાની રીતને ડિસ્ટ્રિબ્યુશન ઓફ ઈલેક્ટ્રિસિટી કહે છે તે પણ બે સ્ટેજમાં કરવામાં આવે છે. શહેર ખાતે આવેલ સબ-સ્ટેશનથી જુદા જુદા રહેણાંક વિસ્તારના ગ્રાહકોને તે ગલી કે શેરી ખાતે થાંભલા પર ગોઠવેલ ટ્રાન્સફૉર્મર સબ-સ્ટેશનને 11kVથી પાવર પહોંચાડાય તેને પ્રાઇમરી ડિસ્ટ્રિબ્યુશન કહે છે અને ટ્રાન્સફૉર્મર સબ-સ્ટેશનથી ગ્રાહકના ઘર સુધી સપ્લાય પૂરો પાડવાની રીતને સેકન્ડરી ડિસ્ટ્રિબ્યુશન કહે છે. સેકન્ડરી ડિસ્ટ્રિબ્યુશન 440/230Vના દબાણે 3 ફેઝ 4 વાયર પદ્ધતિથી કરવામાં આવે છે. જેથી બંને પ્રકારના વીજગ્રાહકોને સપ્લાય પૂરો પાડી શકાય. શેરી કે ગલીમાં પસાર થતા થાંભલા પરથી ગ્રાહકના મીટર સુધી ટેપિંગથી અપાતા વાયરને સર્વિસ મેઈન્સ કહે છે.

સ્વાધ્યાય

નીચેનાં વિધાનો માટે યોગ્ય વિકલ્પ પસંદ કરો :

(1) પાવરહાઉસમાં કેટલા દબાણે પાવર ઉત્પન્ન કરવામાં આવે છે ?

(A) 230V (B) 440V (C) 1100V (D) 11,000V

(2) કયા દબાણે થતા પાવર ટ્રાન્સમિશનને સેકંડરી ટ્રાન્સમિશન કહે છે ?

(A) 33, 66kV (B) 132, 220, 400kV

(C) 230, 440kV (D) એક પણ નહિ.

(3) જનરેટરને ચલાવવા નીચેનામાંથી કયું સાધન મૂળ ચાલક તરીકે વપરાતું નથી ?
(A) પવનચક્કી (B) સ્ટીમ ટર્બાઇન (C) ટ્રાન્સફૉર્મર (D) ડીઝલ એન્જિન

(4) સબસ્ટેશનથી રહેણાંક વિસ્તારના ટ્રાન્સફૉર્મર સુધી થતાં પાવરના વહનને શું કહે છે ?
(A) પ્રાયમરી ટ્રાન્સમિશન (B) સેકંડરી ટ્રાન્સમિશન
(C) પ્રાયમરી ડિસ્ટ્રિબ્યુશન (D) સેકંડરી ડિસ્ટ્રિબ્યુશન

(5) સેકંડરી ડિસ્ટ્રિબ્યુશનમાં કેટલા દબાણે પ્રવાહનું વહન થાય છે ?
(A) 11kV (B) 132kV (C) 230/440V (D) 1000V

(6) જુદાં-જુદાં બે-ત્રણ પાવરહાઉસોને એકબીજા સાથે જોડી દેવાની પદ્ધતિને શું કહે છે ?
(A) રીંગ મેઇન ડિસ્ટ્રિબ્યુશન (B) ગ્રીડ પદ્ધતિ (C) ટ્રાન્સમિશન પદ્ધતિ (D) એક પણ નહિ

(7) ડિસ્ટ્રિબ્યુશન સિસ્ટમનું મુખ્ય અંગ કયું છે ?
(A) ફીડર (B) ડિસ્ટ્રિબ્યુટર (C) મેઇન સર્વિસ (D) ગ્રાહક (કન્ઝ્યુમર)

(8) એ.સી.માંથી ડી.સી. મેળવવા કયું સાધન વપરાય છે ?
(A) જનરેટર (B) મોટર (C) રેક્ટિફાયર (D) ટ્રાન્સફૉર્મર

(9) સબ-સ્ટેશનના ટ્રાન્સફૉર્મરથી ગ્રાહક સુધી પાવર પહોંચાડતી વીજલાઇનને શું કહે છે ?
(A) ટ્રાન્સમિશન લાઇન (B) ડિસ્ટ્રિબ્યુશન લાઇન
(C) સર્વિસ મેઇન્સ (D) એલ.ટી. લાઇન

(10) સબ-સ્ટેશનમાંથી જુદા જુદા વિસ્તાર સુધી 11kVના દબાણે પાવર લઈ જતાં વાહકને શું કહે છે ?
(A) ડિસ્ટ્રિબ્યુટર (B) ફીડર (C) સર્વિસ લાઇન (D) બસબાર

(11) ડિસ્ટ્રિબ્યુશનમાંથી કેટલા દબાણે પાવર વહે છે ?
(A) 230/440V (B) 1000V (C) 132kV (D) 66kV

(12) ડિસ્ટ્રિબ્યુટરમાંથી ગ્રાહકના મીટર સુધી પાવર આપવા માટેની લાઇનને શું કહે છે ?
(A) સર્વિસ મેઇન્સ (B) ડિસ્ટ્રિબ્યુટર (C) ફીડર (D) ગ્રીડ

(13) ઓલ્ટેરનેટરમાંથી નીકળતા ત્રણ ફેઝના છેડાઓને કઈ સંજ્ઞાથી ઓળખવામાં આવે છે ?
(A) X, Y, Z (B) P, Q, R (C) A, B, C (D) R, Y, B

(14) વીજગ્રાહકોને વીજશક્તિનું ડિસ્ટ્રિબ્યુશન કઈ પદ્ધતિથી કરવામાં આવે છે ?
(A) 3ϕ – 3 વાયર (B) 2ϕ – 3 વાયર (C) 3ϕ – 4 વાયર (D) 1ϕ – 2 વાયર

(15) થર્મલ પાવર-સ્ટેશનમાં ઑલ્ટરનેટરને ચલાવવા કયું સાધન વપરાય છે ?
(A) વૉટર ટર્બાઇન (B) સ્ટીમ ટર્બાઇન (C) બૉઇલર (D) ડીઝલ એન્જિન

(16) થર્મલ પાવર-સ્ટેશનમાં બળતણ તરીકે શું વપરાય છે ?
(A) યુરેનિયમ (B) કોલસો (C) પ્લુટોનિયમ (D) ઍલ્યુમિનિયમ

(17) થર્મલ પાવર-સ્ટેશનમાં સ્ટીમ ટર્બાઇનમાંથી ગરમ સ્ટીમ શામાંથી પસાર કરતાં ઠંડી પડે છે ?
(A) બૉઇલર (B) કુલિંગ ટાવર (C) સ્ટીમ કંડેન્સર (D) રિએક્ટર

(18) સેકંડરી ડિસ્ટ્રિબ્યુશન ટ્રાન્સફૉર્મરના આઉટપુટ વૉલ્ટેજની કિંમત કેટલી હોય છે ?
(A) 220kV (B) 66kV (C) 11kV (D) 440V

(19) ગુજરાતમાં થર્મલ પાવર-સ્ટેશન નીચેનામાંથી કયા સ્થળે આવેલું નથી ?
(A) ગાંધીનગર (B) વણાકબોરી (C) ઉકાઈ (D) કાકરાપાર

(20) હાઇડ્રો પાવર-સ્ટેશનમાં ઓલ્ટરનેટરને ચલાવવા માટે કયા સાધનનો ઉપયોગ થાય છે ?
(A) બૉઇલર (B) પેટ્રોલ એન્જિન (C) સ્ટીમ ટર્બાઇન (D) વૉટર ટર્બાઇન

(21) ન્યુક્લિઅર પાવર-સ્ટેશનમાં બળતણ તરીકે શું વપરાય છે ?
(A) ખનિજ કોલસો (B) નેચરલ ગૅસ (C) યુરેનિયમ (D) લિગ્નાઇટ

(22) ન્યુક્લિઅર પાવર-સ્ટેશનમાં પ્રક્રિયા દરમિયાન ગૌણ પેદાશ તરીકે શું મળે છે ?
(A) ઍલ્યુમિનિયમ (B) પ્લુટોનિયમ (C) યુરેનિયમ (D) કેડમિયમ

(23) ગુજરાતમાં ન્યુક્લિઅર પાવર-સ્ટેશન ક્યાં આવેલું છે ?
(A) હિંમતનગર (B) તારાપુર (C) અમદાવાદ (D) કાકરાપાર

વિદ્યાર્થી-પ્રવૃત્તિ

- નજીકના કયા પાવરહાઉસમાંથી અને કયા રિસીવિંગ સબસ્ટેશન થઈને પાવર તમારા રહેઠાણને મળે છે તે જાણો તથા તમારા રહેઠાણની નજીક આવેલ ટ્રાન્સફૉર્મરથી ગ્રાહકોને કઈ રીતે પાવર ડિસ્ટ્રિબ્યુશન કરવામાં આવ્યું છે તેનો વિગતવાર અહેવાલ તૈયાર કરો.

શિક્ષક-પ્રવૃત્તિ

- પાવર જનરેશનની યોગ્ય સમજ માટે નજીકના પાવરહાઉસની મુલાકાત ગોઠવવી. કોઈ પણ એક સબ-સ્ટેશનની મુલાકાત ગોઠવી પાવર ડિસ્ટ્રિબ્યુશન કેવી રીતે કરવામાં આવે છે તેની સમજ આપવી.

પારિભાષિક શબ્દો

Boiler	બૉઇલર	બાષ્પીત્ર
By Product	બાય પ્રોડક્ટ	ઉપ-પેદાશ
Capacity	કૅપેસિટી	ક્ષમતા, સામર્થ્ય
Circulating	સરક્યુલેટિંગ	પરીવાહી
Condensor	કન્ડેન્સર	ઠારક
Consumer	કન્ઝ્યુમર	ગ્રાહક, ઉપભોક્તા
Cooling Tower	કુલિંગ ટાવર	શીતક મિનારો
Dam	ડેમ	બંધ
Distributor	ડિસ્ટ્રિબ્યુટર	વિતરક
Distribution	ડિસ્ટ્રિબ્યુશન	વિતરણ
Exciter	એક્સાઇટર	ઉત્તેજક
Exhaust	એક્ઝોસ્ટ	નિષ્કારપ
Feeder	ફીડર	પ્રાશક
Water Feed Pump	વૉટરફીડ પંપ	જલપ્રવરણ પંપ
Fission	ફિઝન	વિખંડન, ભંજન
Fusion	ફ્યુઝન	એકીકરણ
Generation	જનરેશન	જનન
Heat Exchanger	હીટ એક્સચેન્જર	ઉષ્મા વિનિમયયંત્ર
Hydro Electric Power	હાઇડ્રો ઇલેક્ટ્રિક પાવર	જળ વિદ્યુતશક્તિ
Inverter	ઇન્વર્ટર	પ્રતિપક
Operating Cost	ઑપરેટિંગ કોસ્ટ	ચાલક ખર્ચ
Prime Mover	પ્રાઇમ મુવર	મૂળભૂત ચાલક
Potential Energy	પોટેન્શિયલ એનર્જી	સ્થિતિમાન શક્તિ
Receiving Sub Station	રીસિવિંગ સબ-સ્ટેશન	અભિગ્રાહિ કેન્દ્ર
Reactor	રિએક્ટર	પ્રક્રિયક
Thermal Energy	થર્મલ એનર્જી	ઉષ્માશક્તિ, ઉષ્મા-ઊર્જા
Nuclear	ન્યુક્લિયર	નાભિકીય
Transmission	ટ્રાન્સમિશન	સંચાલન, પારેષણ
Turbine	ટર્બાઇન	પંખચક્ર
Secondary	સેકન્ડરી	ગૌણ
Service Mains	સર્વિસ મેઇન્સ	મુખ્ય વિતરક
Sub Station	સબ-સ્ટેશન	પેટા મથક

6 પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગ

6.1 પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગની સમજ

જે સ્થળે સર્વેઇંગ કાર્ય કરવાનું હોય તે સ્થળે જો ચેઇન સર્વેઇંગમાં અવરોધ નડતો હોય, નકશાનો સ્કેલ નાનો હોય, કામ ઝડપથી કરવાનું હોય અને ચોકસાઈની જરૂરિયાત ઓછી હોય ત્યાં પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગ (Plane Table Surveying – સમપાટ સર્વેક્ષણ) કરવામાં આવે છે. પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગ એ સર્વેક્ષણની આલેખીય રીત છે. આ પ્રકારના સર્વેઇંગમાં ફિલ્ડવર્ક(ક્ષેત્રકાર્ય) તથા ડ્રૉઇંગ વર્ક (આલેખનકાર્ય) સ્થળ ઉપર સાથે કરવામાં આવતાં હોવાથી ઑફિસ-વર્ક કરવાનું રહેતું નથી.

ટ્રાયએન્ગ્યુલેશન સર્વેઇંગથી નક્કી કરેલા સ્થાન વચ્ચેની વિગતોના ડ્રૉઇંગ માટે, વાંકાચૂંકા રસ્તાઓ, નદી, નાળાં, ખેતરોની હદ વગેરેના ડ્રૉઇંગ માટે અને શહેરના વિકાસને લીધે થયેલાં નવાં બાંધકામો દર્શાવવા પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગ વપરાય છે.

6.2 પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગના ફાયદા અને ગેરફાયદા

પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગના ફાયદા નીચે મુજબ છે :

(1) ફિલ્ડબુક (ક્ષેત્રનોંધપોથી) લખવાની ન હોવાથી માપની નોંધણીમાં ભૂલો થવાનો સંભવ રહેતો નથી.

(2) નકશાનું ડ્રૉઇંગ (આલેખન) ફિલ્ડવર્કની સાથે જ થતું હોવાથી કોઈ પણ માપ ભૂલાઈ જવાની શક્યતા રહેતી નથી.

(3) ડ્રૉઇંગવર્કની સ્થળ ઉપર ચકાસણી કરી શકાય છે. તેથી ડ્રૉઇંગવર્કમાં થયેલ ભૂલ તરત સુધારી શકાય છે.

(4) વિગતો સરળતાથી દોરી શકાતી હોવાથી નકશાઓ ઓછા સમયમાં અને યોગ્ય ચોકસાઈવાળા બનાવી શકાય છે.

(5) સ્થાનિક (ચુંબકીય) આકર્ષણને લીધે જ્યાં ચુંબકીય કંપાસનો ઉપયોગ શક્ય ન હોય કે રૈખિક માપ લેવાનાં અશક્ય હોય ત્યાં પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગ વધુ અનુકૂળ છે.

(6) રસ્તાની ગોળાઈ, હદ, કન્ટુર (Contour – સમોચ્ચ રેખાઓ) જેવી વિગતો સર્વેયરની નજર સમક્ષ હોવાથી તેનું ડ્રૉઇંગ ચોકસાઈપૂર્વક કરી શકે છે.

(7) આ પ્રકારનું સર્વેઇંગ કરવા માટે વધુ કુશળ કર્મચારીની જરૂરત ન હોવાથી ગૌણ કર્મચારી પાસે પણ કરાવી શકાય છે.

(8) નાના સ્કેલવાળા નકશા ઓછા ખર્ચે અને વધુ ઝડપથી બનાવી શકાય છે.

પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગના મુખ્ય ગેરફાયદા નીચે મુજબ છે :

(1) સામાન્ય રીતે ઉષ્ણ કટિબંધના પ્રદેશોમાં ચોમાસામાં અને વાવાઝોડા કે તેવી પરિસ્થિતિમાં ઋતુ કે હવામાનનાં કારણોસર પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગ શક્ય નથી.

(2) ગીચ ઝાડીવાળા પ્રદેશમાં પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગ અતિ મુશ્કેલભર્યું કે અશક્ય બને છે.

(3) સાધનને તેમજ અસંખ્ય નાના ઉપસાધનોને એક સ્થળેથી બીજા સ્થળે ફેરવવાનું કામ બહુ કંટાળાજનક છે તથા ઉપસાધનો ખોવાઈ જવાનો ભય રહે છે.

(4) આ પ્રકારના સર્વેઇંગમાં ફિલ્ડબુક ન હોવાથી એકવાર દોરેલ નકશાનું બીજા સ્કેલ પર ફરીથી ડ્રૉઇંગવર્ક કરી શકાતું નથી.

(5) તાપમાં આલેખનકાર્ય કરવાનું હોવાથી છત્રીનો ઉપયોગ કરવામાં ન આવે, તો આંખોને નુકસાન થવાનો સંભવ રહે છે.

6.3 પ્લેઇન ટેબલ માટેનાં સાધનો અને ઉપસાધનો

પ્લેઇન ટેબલ માટેનાં સાધનો તથા ઉપસાધનોની યાદી નીચે મુજબ છે :

(અ) સાધનો : (1) પ્લેઇન ટેબલ (Plane Table – સમપાટ) (2) ટ્રીપોડ (Tripod – ઘોડી) (3) એલિડેડ (Alidade – એલિડેડ)

(બ) ઉપસાધનો (Acessories – એસેસરિઝ)

(1) ટ્રફ કંપાસ (Trough Compass – પેટીકંપાસ)

(2) સ્પિરિટ લેવલ (Spirit Level – સ્પિરિટ લેવલ)

(3) યુ ફોર્ક વિથ પ્લમ્બ-બોબ ઓર પ્લમ્બિંગ ફોર્ક (U-Fork with Plumb-bob or Plumbing Fork – યુ ચીપિયો અને ઓળંબો)

(4) વૉટરપ્રૂફ કવર (Water Proof Cover – જલાભેદ્ય ઢાંકણ)

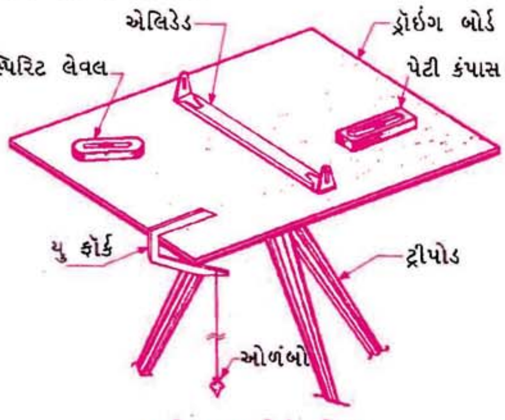
(5) ડ્રૉઇંગ પેપર (Drawing Paper)

(6) પિન (Pin – ટાંકણી)

(7) ડ્રૉઇંગ એસેસરિઝ (Drawing Accessories – ડ્રૉઇંગ માટેનાં સાધનો)

પ્લેઇન ટેબલ માટેનાં સાધનો

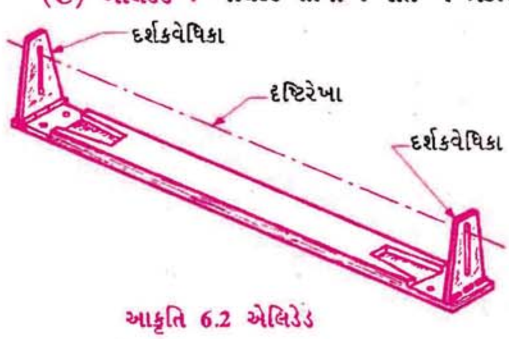
(A) પ્લેઇન ટેબલ : પ્લેઇન ટેબલ માટેનું ડ્રૉઇંગ બોર્ડ સારા અને પકવેલ લાકડામાંથી બનાવવામાં આવે છે. તેની સપાટી લીસી અને સમતલ હોય છે. ડ્રૉઇંગ પેપર મૂકવા માટે તેનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. ટ્રીપોડ ઉપર લેવલીંગ કરી શકાય, ફેરવી શકાય અને ગમે તે ઇચ્છિત સ્થિતિમાં સ્થિર કરી શકાય તેવી વ્યવસ્થા તેમાં કરેલી હોય છે. (આકૃતિ 6.1)



આકૃતિ 6.1 પ્લેઇન ટેબલ

(B) ટ્રીપોડ (Tripod – ઘોડી) : ડ્રૉઇંગ બોર્ડને ટેકવવા માટે બોર્ડ મુક્ત રીતે હોરિઝોન્ટલ (Horizontal – ક્ષૈતિજ) તલમાં ફરી શકે અને કોઈ પણ દિશામાં સ્થિર કરી શકાય તેવી ટ્રીપોડ પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગ માટે વપરાય છે. (આકૃતિ 6.1)

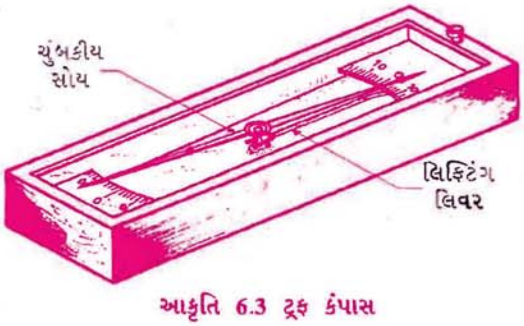
(C) એલિડેડ : એલિડેડ સામાન્ય રીતે બે પ્રકારનાં હોય છે : (1) સાદું એલિડેડ (2) ટેલિસ્કોપિક એલિડેડ. એલિડેડ ગનમેટલ, પિત્તળ કે લાકડાની સીધી પટ્ટીનું બનેલું હોય છે. તેના એક છેડે દર્શનવેધિકા અને બીજા છેડે દર્શકવેધિકા હોય છે. દર્શનવેધિકામાં ઊભી ફાટ હોય છે, જ્યારે દર્શકવેધિકામાં વચ્ચે પાતળો તાર રાખવામાં આવે છે. (આકૃતિ 6.2) ડ્રૉઇંગ પેપર ઉપર દર્શકવેધિકા વડે વસ્તુની સીધી રેખામાં દૃષ્ટિરેખા દોરવા માટે એલિડેડનો ઉપયોગ થાય છે. દૂર આવેલી વિગતો ચોકસાઈપૂર્વક આલેખવા માટે ટેલિસ્કોપિક એલિડેડ વપરાય છે.



આકૃતિ 6.2 એલિડેડ

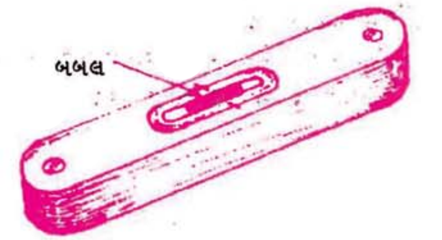
ઉપસાધનો :

(1) ટ્રફ કંપાસ (Trough Compass – પેટી કંપાસ) : પેટીકંપાસ એક લાંબી અને સાંકડી લંબચોરસ પેટી જેવો હોય છે. (આકૃતિ 6.3) તેના કેન્દ્રમાં આવેલી પિવોટ (Pivot – ખીલી) ઉપર પાતળી ચુંબકીય સોય ટેકવવામાં આવેલી હોય છે. મુક્ત રીતે ફરતી સોય જ્યારે બંને છેડે સ્કેલ ઉપર 0^o બતાવે ત્યારે આ પેટીની લાંબી ધાર વડે દોરવામાં આવેલી રેખા ચુંબકીય ઉત્તર રેખા બતાવે છે. પેટીકંપાસ ઉત્તર રેખા બતાવવા માટે અને દિક્સ્થાપન (Orientation) કરવા માટે વપરાય છે.



આકૃતિ 6.3 ટ્રફ કંપાસ

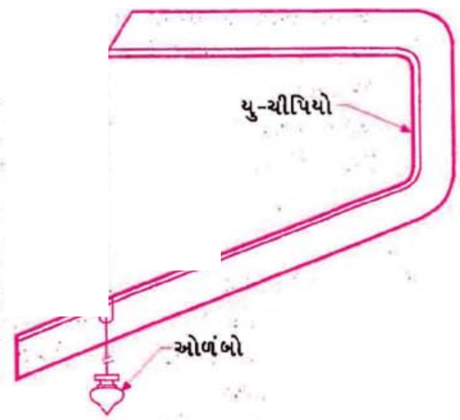
(2) સ્પિરિટ લેવલ



પ્લેઇન ટેબલનું સમતલીકરણ કરવા માટે સ્પિરિટ લેવલ વપરાય છે. (આકૃતિ 6.4) સ્પિરિટ લેવલ બબલ જ્યારે કેન્દ્રમાં આવે ત્યારે પ્લેઇન ટેબલનું સમતલીકરણ થયું છે તેમ કહી શકાય.

આકૃતિ 6.4 સ્પિરિટ લેવલ

(3) યુ-ચીપિયો અને ઓળંબો : પ્લેઇન ટેબલ ઉપર ગોઠવેલ ડ્રૉઇંગ શીટ ઉપરના સર્વેક્ષણ સ્થાનબિંદુને જમીન ઉપરના સર્વેક્ષણ સ્થાનની બરાબર ઉપર ઓળંબે લાવવા U–ચીપિયો વપરાય છે. યુ-ચીપિયાનો એક છેડો અણીદાર અને બીજા છેડે ઓળંબો લટકાવવા માટે હૂક અથવા ખાંચ પાડેલી હોય છે. (આકૃતિ 6.5) ઓળંબો જમીન પરના સર્વેઇંગ સ્થાન પર લટકતો રહે ત્યારે કાગળ પરનું સર્વેઇંગ સ્થાન તથા જમીન પરનું સર્વેઇંગ સ્થાન એકાકાર થાય છે. આમ યુ-ચીપિયો તથા ઓળંબો પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગમાં કેન્દ્રિકરણ કરવા માટે વપરાય છે.



આકૃતિ 6.5 યુ ચીપિયો

(4) વૉટરપ્રૂફ કવર : વરસાદથી ડ્રૉઇંગ પેપરનું રક્ષણ કરવા માટે વૉટરપ્રૂફ કવર તરીકે છત્રી વપરાય છે.

(5) અન્ય ગૌણ ઉપસાધનો : ઉપર્યુક્ત ઉપસાધનો સિવાય અન્ય ગૌણ ઉપસાધનો તરીકે ડ્રૉઇંગ પેપર, ટાંકણી પેન્સિલ, રબર તથા સ્કેલ જેવાં ડ્રૉઇંગનાં સાધનોનો પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગમાં ઉપયોગ થાય છે.

6.4 પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગની રીતો

પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગ કરવાની વિવિધ રીતો નીચે મુજબ છે : (1) રેડિયેશન મેથડ (Radiation Method – વિકિરણની રીત) (2) ઇન્ટરસેક્શન મેથડ (Intersection Method – પરસ્પર છેદનની રીત) (3) ટ્રાવર્સિંગ મેથડ (Traversing Method – માલારેખણની રીત) (4) રીસેક્શન મેથડ (Resection Method – પશ્ચપરિચ્છેદનની રીત)

(1) રેડિયેશન મેથડ (Radiation Method – વિકિરણની રીત) : જ્યારે સર્વેક્ષણ કરવાનો પ્રદેશ નાનો હોય અને સર્વે વિસ્તારના વચ્ચેના કોઈ પણ એક બિંદુ પરથી તમામ વિગતો આવરી શકાતી હોય ત્યારે આ રીત વાપરી શકાય છે. મોટે ભાગે આ રીત અન્ય બીજી રીતોની સાથે વપરાય છે.

(2) ઇન્ટરસેક્શન મેથડ (Intersection Method – પરસ્પર છેદનની રીત) : સર્વેક્ષણ કાર્ય કરવાના વિસ્તારમાં સ્થાનનિર્ધારણ કરવાનાં બે બિંદુ વચ્ચેનું અંતર માપી શકાય તેમ ન હોય તથા દોરેલા નકશામાં બીજી વિગતો પૂરવી હોય તેવા સંજોગોમાં મુખ્ય સર્વે સ્ટેશન તરીકે ઉપયોગ કરવાનાં બિંદુના સ્થાનનિર્ધારણ માટે આ રીત વપરાય છે.

(3) ટ્રાવર્સિંગ મેથડ (Traversing Method – માલારેખણની રીત) : જો બધાં સર્વે સ્થાન પ્રવેશગમ્ય હોય તથા કરેલાં કામની ચોકસાઈ ઝડપથી જાણવી હોય તો આ રીત વપરાય છે.

(4) રીસેક્શન મેથડ (Resection Method – પશ્ચ પરિચ્છેદનની રીત) : આ રીત સર્વે સ્ટેશનના સ્થાનનિર્ધારણ માટે વપરાય છે. દ્વિ-બિંદુ તથા ત્રિ-બિંદુ કોયડો આ રીતના ઉપયોગનું ઉદાહરણ છે.

આપણે નીચેની બાબતો શીખી ગયાં

- સર્વેક્ષણકાર્યમાં અવરોધ નડતો હોય, નકશાનો સ્કેલ નાનો હોય, સર્વેક્ષણ ઝડપથી કરવાનું હોય તથા ચોકસાઈની જરૂરિયાત ઓછી હોય ત્યાં પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગ વપરાય છે.
- પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગમાં ડ્રૉઇંગવર્ક ફિલ્ડ ઉપર થતું હોઈ ડ્રૉઇંગવર્કમાં થયેલ ભૂલ તુરત સુધારી શકાય છે.
- પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગમાં ફિલ્ડબુકમાં અવલોકનો નોંધવામાં આવતા ન હોવાથી બીજા સ્કેલ પર ડ્રૉઇંગવર્ક ફરી કરી શકાતું નથી.
- પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગમાં નીચેનાં સાધનો વપરાય છે :
  (અ) ડ્રૉઇંગ બૉર્ડ (બ) ટ્રીપોડ (ક) એલિડેડ
- પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગમાં નીચેનાં ઉપસાધનો વપરાય છે :
  (અ) ટ્રફ કંપાસ (બ) સ્પિરિટ લેવલ (ક) યુ-ચીપિયો અને ઓળંબો (ડ) વૉટરપ્રૂફ કવર (ઈ) અન્ય ગૌણ ઉપસાધનો
- પ્લેઇન ટેબલ સર્વેક્ષણ કરવાની રીતો નીચે મુજબ છે :
  (અ) રેડિયેશન મેથડ (બ) ઇન્ટરસેક્શન મેથડ (ક) ટ્રાવર્સિંગ મેથડ (ડ) રીસેક્શન મેથડ

સ્વાધ્યાય

નીચેનાં વિધાનો માટે યોગ્ય વિકલ્પ પસંદ કરો :

(1) .... પ્રકારના સર્વેક્ષણમાં ફિલ્ડવર્ક અને ડ્રૉઇંગવર્ક સ્થળ ઉપર સાથે કરવામાં આવે છે.
(A) પ્લેઇન ટેબલ (B) ચેઇન (C) ક્રોસ સ્ટાફ (D) ઈ.ડી.એમ.

(2) નીચેનાં સાધનોમાંથી પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગ માટે .... સાધન જરૂરી છે.
(A) એલિડેડ (B) ચેઇન (C) તીર (D) પ્રકાશીય ગુણીયો

(3) પ્લેઇન ટેબલ સર્વેક્ષણ દરમિયાન વસ્તુની સીધી રેખામાં દષ્ટિરેખા દોરવા માટે .... વપરાય છે.
(A) એલિડેડ (B) પેટીકંપાસ (C) સ્પિરિટ લેવલ (D) યુ-ચીપિયો

(4) પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગમાં ડ્રૉઇંગ બોર્ડને હોરીઝોન્ટલ તલમાં ગમે તે દિશામાં ફરી શકે તે રીતે ટેકવવા માટે ....નો ઉપયોગ થાય છે.
(A) એલિડેડ (B) ટ્રીપોડ (C) પેટી કંપાસ (D) ઓળંબો

(5) પેટી કંપાસ .... રેખા દર્શાવવા માટે વપરાય છે.
(A) ઈશાન (B) દક્ષિણ (C) ઉત્તર (D) નૈર્ઋત્ય

(6) પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગમાં વપરાતી ટ્રીપોડ પર ડ્રૉઇંગ બોર્ડ મુક્ત રીતે .... તલમાં ફરી શકે છે.
(A) વર્ટીકલ (B) હોરીઝોન્ટલ (C) ખરબચડા (D) શંકુ

(7) પ્લેઇન ટેબલનું સમતલીકરણ કરવા માટે .... વપરાય છે.
(A) યુ-ચીપિયો (B) ઓળંબો (C) સ્પિરિટ લેવલ (D) પેટી કંપાસ

(8) સામાન્ય રીતે નકશાના .... સ્કેલ માટે પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગ કરવામાં આવે છે.
(A) નાના (B) મોટા (C) પહોળા (D) ઊંડા

(9) પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગમાં કેન્દ્રિકરણ કરવા માટે યુ-ચીપિયો તથા .... નો ઉપયોગ થાય છે.
(A) સ્પિરિટ લેવલ (B) ઓળંબો (C) પેટીકંપાસ (D) એલિડેડ

(10) પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગમાં કેન્દ્રિકરણ કરવા માટે .... નો ઉપયોગ થાય છે.
(A) એલિડેડ (B) સ્પિરિટ લેવલ (C) ઓળંબો (D) પેટી કંપાસ

(11) દ્વિ-બિન્દુ તથા ત્રિ-બિન્દુ કોયડો .... રીતના સર્વેક્ષણનું ઉદાહરણ છે.
(A) રીસેક્શન (B) ટ્રાવર્સિંગ (C) ઇન્ટરસેક્શન (D) રેડિયેશન

(12) પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગમાં સર્વે વિસ્તારના વચ્ચેના કોઈ પણ એક બિન્દુ પરથી તમામ વિગતો આવરી શકાતી હોય ત્યારે .... મેથડ વપરાય છે.
(A) રેડિયેશન (B) ઇન્ટરસેક્શન (C) રીસેક્શન (D) ટ્રાવર્સિંગ

(13) સામાન્ય રીતે નકશાના .... સ્કેલ માટે પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગ કરવામાં આવે છે.
(A) નાના (B) મોટા (C) સરખા (D) ખૂબ જ મોટા

(14) પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગમાં .... ની જરૂર પડતી નથી.
(A) ફિલ્ડબુક (B) પ્લેઇન ટેબલ (C) ટ્રીપોડ (D) એલિડેડ

(15) પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગ માટે વપરાતા એલિડેડના એક છેડે ………. અને બીજા છેડે દર્શક વેધિકા હોય છે.
(A) ટેલિસ્કોપ (B) આઈ-પીસ (C) બબલ ટ્યૂબ (D) દર્શકવેધિકા

(16) પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગમાં ………. ની રીત સર્વે સ્ટેશનના સ્થાન નિર્ધારણ માટે વપરાય છે.
(A) માલારેખણ (B) વિકિરણ (C) પશ્ચ પરિચ્છેદન (D) પરસ્પર છેદન

(17) દરેક સર્વે સ્થાન પ્રવેશગમ્ય હોય તથા કામની ચોકસાઈ ઝડપથી જણાવી હોય તો ………. ની રીતનો ઉપયોગ થાય છે.
(A) માલારેખણ (B) પશ્ચ પરિચ્છેદ (C) વિકિરણ (D) પરસ્પર છેદન

(18) દૂરની વિગતોનું ચોકસાઈપૂર્વક આલેખન કરવા માટે ………. વપરાય છે.
(A) એલિડેડ (B) ટેલિસ્કોપિક એલિડેડ (C) પેટીકંપાસ (D) સ્પિરિટ લેવલ

(19) પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગમાં કામની ચોકસાઈ ………. મળે છે.
(A) ઓછી (B) વધારે (C) સારી (D) નિમ્ન કક્ષાની

વિદ્યાર્થી-પ્રવૃત્તિ

- પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગની સમજ અને ઉપયોગ નોંધપોથીમાં લખશે.
- પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગના ફાયદા અને ગેરફાયદા નોંધપોથીમાં લખશે.
- પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગમાં વપરાતાં સાધનો અને ઉપસાધનોની ઓળખ અને ઉપયોગ નોંધપોથીમાં લખશે.
- પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગ કરવાની વિવિધ રીતોની યાદી નોંધપોથીમાં લખશે.

શિક્ષક-પ્રવૃત્તિ

- પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગ કયા સંજોગોમાં કરવામાં આવે છે તે સમજાવશે.
- પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગના ફાયદા અને ગેરફાયદા સમજાવશે.
- પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગ માટે વપરાતાં સાધનોની ઓળખ આપી દરેકનો ઉપયોગ જણાવશે.

પારિભાષિક શબ્દો

Plane Table	પ્લેઇન ટેબલ	સમપાટ
Surveying	સર્વેઇંગ	સર્વેક્ષણ
Field Work	ફિલ્ડ વર્ક	ક્ષેત્રકાર્ય
Drawing Work	ડ્રૉઇંગ વર્ક	આલેખન કાર્ય
Office Work	ઑફિસ વર્ક	કચેરી કાર્ય
Field Book	ફિલ્ડ બુક	ક્ષેત્રનોંધપોથી
Contour	કન્ટુર	સમોચ્ચ રેખા
Tripod	ટ્રીપોડ	ઘોડી
Alidade	એલિડેડ	એલિડેડ
Trough Compass	ટ્રફ કંપાસ	પેટીકંપાસ
Spirit Level	સ્પિરિટ લેવલ	સ્પિરિટ લેવલ
U-Fork	યુ ફૉર્ક	યુ-ચીપિયો
Plumbing Fork	પ્લમ્બિંગ ફૉર્ક	ઓળંબો
Water Proof Cover	વૉટરપ્રૂફ કવર	જલાભેદ્ય ઢાંકણ
Pin	પિન	ટાંકણી
Drawing Accessories	ડ્રૉઇંગ એસેસરિઝ	ડ્રૉઇંગ માટેનાં સાધનો
Radiation Method	રેડિયેશન મેથડ	વિકિરણની રીત
Intersection Method	ઇન્ટરસેક્શન મેથડ	પરસ્પર છેદનની રીત
Traversing Method	ટ્રાવર્સિંગ મેથડ	માલારેખણની રીત
Resection Method	રીસેક્શન મેથડ	પશ્ચ પરિચ્છેદનની રીત

પ્રૅક્ટિકલ વિભાગ

પ્રૅક્ટિકલ 1 તારીખ :

હેતુ : આપેલા ઑટો એન્જિનના વિવિધ ભાગોનો અભ્યાસ કરવો.

સાધનો : ઑટો એન્જિન

સમજૂતી : વિદ્યાર્થી જાતે લખશે.

વિદ્યાર્થી-પ્રવૃત્તિ :

(1) આપેલા ઑટો એન્જિનના બધા ભાગોની ઓળખ કરશે.
(2) દરેક ભાગોનાં નામ અને કાર્યની નોંધ કરશે.
(3) દરેક ભાગની રેખાકૃતિ દોરશે.
(4) એન્જિનની લુબ્રિકેશન સિસ્ટમ નિહાળી તેના ભાગોનું કાર્ય સમજી નોંધ કરશે.
(5) એન્જિનની કુલિંગ સિસ્ટમ નિહાળી તેના ભાગોનું કાર્ય સમજી નોંધ કરશે.
(6) ક્રેન્કશાફ્ટ, કેમશાફ્ટ અને ફ્લાયવ્હીલના કાર્યની નોંધ કરશે.

સિદ્ધિ : વિદ્યાર્થી જાતે લખશે.

પ્રૅક્ટિકલ 2 તારીખ :

હેતુ : બે પ્રહારવાળા (ટુ સ્ટ્રોક) એન્જિનનો અભ્યાસ કરવો.

સાધનો : ટુ સ્ટ્રોક પેટ્રોલ એન્જિન

સમજૂતી : વિદ્યાર્થી જાતે લખશે.

વિદ્યાર્થી-પ્રવૃત્તિ :

(1) ટુ સ્ટ્રોક પેટ્રોલ એન્જિનના ભાગોનો અભ્યાસ કરશે.

(2) એન્જિનમાં પિસ્ટન દ્વારા થતા સ્ટ્રોકનો અભ્યાસ કરશે તથા તેની રેખાકૃતિ સાથે નોંધ કરશે.

(3) એન્જિનમાં પોર્ટની કાર્યપદ્ધતિ નિહાળશે.

(4) ટુ સ્ટ્રોક એન્જિનના ઉપયોગ નોંધશે.

(5) ટુ સ્ટ્રોક એન્જિન વપરાતું હોય તેવાં વાહનોની યાદી બનાવશે.

સિદ્ધિ : વિદ્યાર્થી જાતે લખશે.

પ્રૅક્ટિકલ 3

તારીખ :

હેતુ : આપેલા ફોરસ્ટ્રોક આંતરદહન એન્જિનનો અભ્યાસ કરવો.

સાધનો : ચાર પ્રહાર (ફોર સ્ટ્રોક) આંતરદહન એન્જિન

સમજૂતી : વિદ્યાર્થી જાતે લખશે.

વિદ્યાર્થી-પ્રવૃત્તિ :

(1) આપેલ ફોર સ્ટ્રોક એન્જિનના ભાગોની ચકાસણી કરશે.

(2) ફોર સ્ટ્રોક એન્જિનમાં પિસ્ટન દ્વારા થતા સ્ટ્રોકનો અભ્યાસ કરશે તથા તેની નોંધ કરશે.

(3) વાલ્વ સિસ્ટમ નિહાળી તેનો અભ્યાસ કરશે અને નોંધ લખશે.

(4) ફોર સ્ટ્રોક એન્જિનની ઉપયોગિતા જાણશે અને નોંધ લખશે.

(5) ફોર સ્ટ્રોક એન્જિન વપરાતું હોય તેવાં વાહનોની યાદી બનાવશે.

સિદ્ધિ : વિદ્યાર્થી જાતે લખશે.

પ્રૅક્ટિકલ 4 તારીખ :

હેતુ : લાઈટિંગ લોડ, ઈન્ડક્ટિવ લોડ અને મિશ્ર લોડવાળા જુદા જુદા એ.સી. પરિપથનો પાવર, પાવર ફેક્ટરની મદદથી શોધવો.

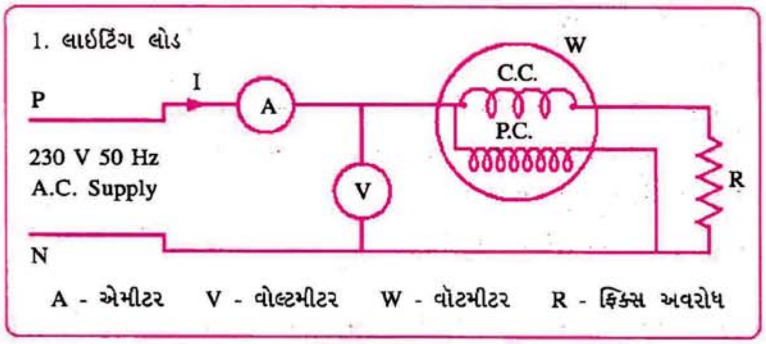
સાધન-ઓજારો :

(1) ઈન્ડક્ટર (ચોક કૉઇલ)		1 No.
(2) કૅપેસિટર		1 No.
(3) એમીટર	0-5A	1 No.
(4) વોલ્ટમીટર	0-250V	4 No.
(5) રેઝિસ્ટર	(લૅમ્પ લોડ)	1 No.

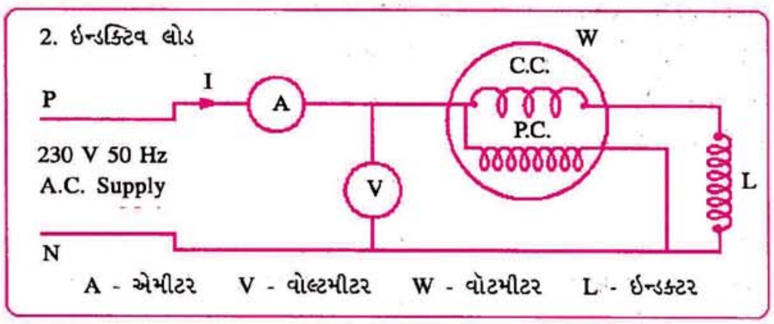
વીજસામગ્રી : 1 sq. mm પી.વી.સી. અને 23/0.193 ફ્લેક્સિબલ વાયર જરૂરિયાત મુજબ

આકૃતિ :

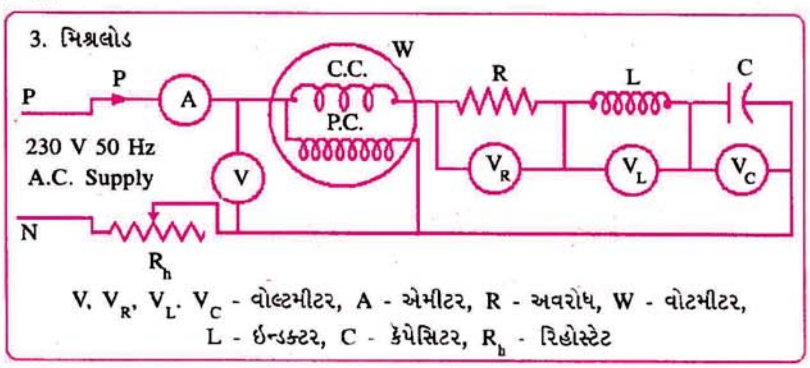
(1) લાઈટિંગ લોડ :



(2) ઈન્ડક્ટિવ લોડ :



(3) મિશ્ર લોડ :



એ.સી. સર્કિટમાં પ્રતિરોધકતા, પ્રેરકતા અને વીજધારિતા એમ ત્રણ પ્રકારના ગુણો હોય છે. માત્ર વીજદીવાઓનો લોડ હોય ત્યારે સર્કિટમાં માત્ર પ્રતિરોધકતાનો ગુણ હોય છે. તેમાં વપરાતો પાવર $P = V \times I$થી મળે છે. માત્ર પ્રેરકતા કે માત્ર વીજધારિતાનો ગુણ હોય ત્યારે વીજદબાણ અને વીજપ્રવાહનાં આવર્તનો વચ્ચે 90 અંશનો પ્રાવસ્થાભેદ પડે છે. બંનેમાં પડતો પ્રાવસ્થાભેદ એકબીજાથી વિરુદ્ધ દિશામાં હોય કે બંને પ્રકારના પરિપથનો પાવર ફેક્ટર શૂન્ય હોય છે. જેથી આવા પરિપથમાં શક્તિનો વ્યય શૂન્ય હોય છે. વ્યવહારમાં આવા પરિપથ મળવા અશક્ય છે. ઈન્ડક્ટર અને કેપેસિટરમાં વપરાતી ધાતુના કારણે થોડો ઘણો અવરોધ તો નડે છે. મિશ્ર લોડવાળો પરિપથ કે જેમાં ઉપર્યુક્ત ત્રણ પ્રકારના ગુણ હોય ત્યારે ઈન્ડક્ટન્સ અને કેપેસિટન્સને લીધે પડતો પ્રાવસ્થાભેદ એકબીજાની તદન વિરુદ્ધ દિશામાં હોઈ એકબીજાની અસર નાબૂદ કરે છે. જો ઈન્ડક્ટન્સને લીધે ઉત્પન્ન થતા રિએક્ટન્સની કિંમત કેપેસિટરને લીધે ઉત્પન્ન થતા રિએક્ટન્સની કિંમત કરતાં વધારે હોય તો પરિણામી અસર પ્રેરકતાવાળી રહે છે જેથી પાવરફેક્ટર લેગિંગ હોય છે. પરિપથમાં પ્રેરકતાનો ગુણ અવરોધ અને વીજધારિતા કરતાં પ્રમાણમાં વધુ હોય તો પાવરફેક્ટર ઘણો જ ઓછો રહે છે જેને લીધે વીજળી કંપનીને નુકસાન થાય છે, જેથી પાવર ફેક્ટર સુધારવા માટે પરિપથમાં કેપેસિટર જોડવામાં આવે છે. સામાન્ય સંજોગોમાં પાવર ફેક્ટર 0.7 થી 1ની વચ્ચે રહેવો જોઈએ. મિશ્ર લોડવાળા પરિપથનો પાવર નીચેના સૂત્રથી મળે છે :

$P = V \times I \times \cos\phi$

સાવચેતી : (1) પ્રયોગ માટેનાં તમામ મીટરો B.I.S. પ્રમાણિત વાપરવાં.

(2) સંબંધિત મીટરનો કાંટો સ્થિર થાય ત્યારે વાંચન લેવું.

કાર્યપદ્ધતિ : પ્રયોગની પદ્ધતિ વિદ્યાર્થી જાતે લખશે.

(1) લાઈટિંગ લોડ (2) ઈન્ડક્ટિવ લોડ (3) મિશ્ર લોડ

નીચે જણાવેલ પ્રશ્નોના જવાબ આપો :

(1) R સર્કિટનો પાવર ફેક્ટર એકમ હોય છે તે માટેનું કારણ જણાવો.

(2) શુદ્ધ પ્રેરકતા અને શુદ્ધ વીજધારિતાવાળા પરિપથનો પાવર ફેક્ટર કેટલો [illegible]

(3) ઈન્ડક્ટર અને કેપેસિટરવાળા પરિપથની લાક્ષણિકતા જણાવો.

(4) કયા સંજોગોમાં પરિપથનો પાવર ફેક્ટર લેગિંગ અથવા લીડિંગ હોય છે ?

નિર્ણય : વિદ્યાર્થી જાતે લખશે.

સિદ્ધિઓ : વિદ્યાર્થી જાતે લખશે.

અવલોકન :

(1) લાઈટિંગ લોડ :

અનુ. નં.	એમીટરનું વાચન I (એમ્પી)	વોલ્ટમીટરનું વાચન V(વોલ્ટ)	વૉટમીટરનું વાંચન P(વૉટ)	પાવર ફેક્ટર $\cos\phi = \frac{P}{V \times I}$	પાવર $P = V \times I \times \cos\phi$
1	2	3	4	5	6

ગણતરી :

(2) ઈન્ડક્ટિવ લોડ :

અનુ. નં.	એમીટરનું વાચન I (એમ્પી)	વોલ્ટમીટરનું વાચન V(વોલ્ટ)	શક્તિગુણક $\cos\phi = \frac{P}{V \times I}$	પાવર $P = V \times I \times \cos\phi$	વૉટમીટરનું વાંચન P
1	2	3	4	5	6

(3) મિશ્ર લોડ :

અનુ. નં.	એમીટરનું વાંચન I	પરિપથના વોલ્ટેજ V	અવરોધના વોલ્ટેજ V_R	ઈન્ડક્ટરના વોલ્ટેજ V_L	કેપેસિટરના વોલ્ટેજ V_C	અવરોધની કિંમત $R = \frac{V_R}{I}$	ઈન્ડક્ટિવ રીએક્ટન્સની કિંમત $X_L = \frac{V_L}{I}$	કેપેસિટિવ રીએક્ટન્સની કિંમત $X_C = \frac{V_C}{I}$	પ્રતિબાધ $Z = \frac{V}{I}$	પ્રતિબાધ $Z = \sqrt{R^2+(X_L-X_C)^2}$ OR $Z = \sqrt{R^2+(X_C-X_L)^2}$	પાવર ફેક્ટર $\cos\phi = \frac{R}{Z}$	પાવર $P = V \times I \times \cos\phi$	વોટ-મીટરનું વાચન P
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

પ્રેક્ટિકલ 5 તારીખ :

હેતુ : આપેલા તૈયાર વાયરિંગ સાથે એમ.સી.બી./ઈ.એલ.સી.બી. અને એનર્જી મીટરનું જોડાણ કરી તે દરેકનું કાર્ય ચકાસી નોંધ કરવી.

સાધન-ઓજારો :

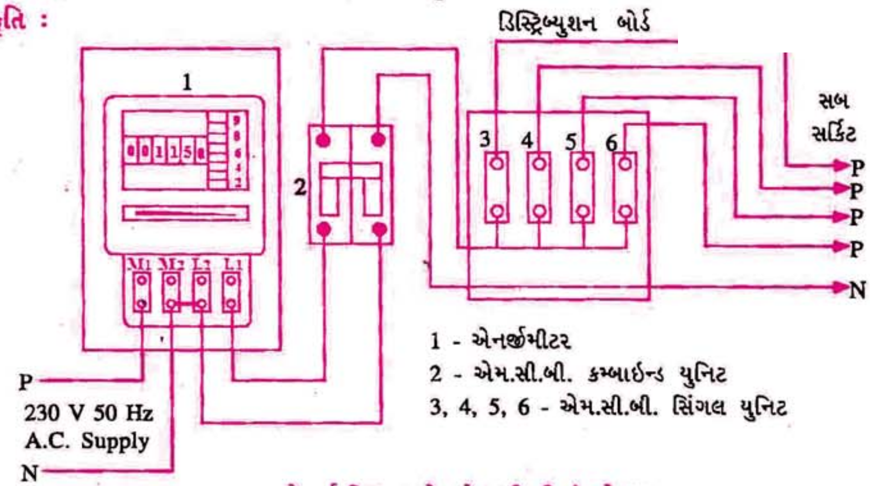
(1) 1–*f* એનર્જીમીટર	250V, 10A	1 No.
(2) એમ.સી.બી. કમ્બાઇન્ડ યુનિટ	230V, 10A	1 No.
(3) ઇ.એલ.સી.બી.	230V, 10A	1 No.
(4) ઇન્સ્યુલેટેડ પક્કડ	150થી 200mm	1 No.
(5) ઇન્સ્યુલેટેડ સ્ક્રૂ ડ્રાઈવર	200mm	1 No.
(6) હેન્ડ ડ્રિલ	6mm કૅપેસિટી	1 No.
(7) કી હોલ સૉ	150થી 200mm	1 No.

વીજસામગ્રી :

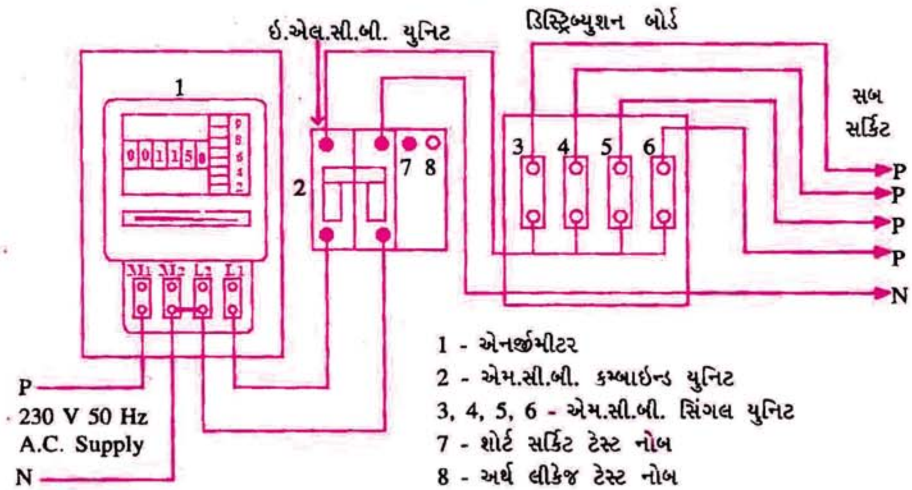
(1) સબસર્કિટ સાથેનું મેઇન સ્વિચ બોર્ડ 1 No.

(2) 1 sq. mm પી.વી.સી. વાયર જરૂરિયાત મુજબ

આકૃતિ :



એનર્જીમીટર અને એમ.સી.બી.નું જોડાણ



એનર્જીમીટર અને ઇ.એલ.સી.બી.નું જોડાણ

સમજૂતી : ગૃહવીજ જોડાણમાં એનર્જી મીટરમાંથી સપ્લાય મેઇન સ્વિચમાં લઈ જવાય છે. મેઇન સ્વિચમાંથી જુદી જુદી શાખાઓ (સબ સર્કિટ)માં વહેંચવામાં આવે છે. નિયંત્રણ માટે મેઇન સ્વિચનો ઉપયોગ થાય છે. વાયરિંગ અને તેની સાથે જોડવામાં આવેલ વીજસાધનોને ઓવરલોડ અને શોર્ટ સર્કિટથી રક્ષણ મેળવવા માટે સબ સર્કિટ પર સામાન્ય રીતે ફ્યુઝનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. લોડ પ્રમાણે ફ્યુઝનો વાયર યોગ્ય સાઇઝ અને કરંટ કૅપેસિટીનો હોવો જરૂરી છે. ઓવરલોડ કે શોર્ટ સર્કિટ થાય ત્યારે ફ્યુઝ વાયર પીગળી જતાં સર્કિટ બંધ થાય છે જેથી વાયરિંગ અને વીજસાધનનું રક્ષણ થાય છે. ફ્યુઝ વાયર પાતળો બાંધવામાં આવે તો વારંવાર ફ્યુઝ વાયર પીગળી જાય છે અને વધુ જાડો બાંધ્યો હોય તો વીજસાધન અને વાયરિંગને નુકસાન થાય છે. ફ્યુઝની આ ખામી નિવારવા માટે વધુ સગવડ અને સુરક્ષા મળે તે માટે એમ.સી.બી. (મીનીએચર સર્કિટ બ્રેકર)નો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. જે મેઇન સ્વિચ અને ફ્યુઝ બંનેની સંયુક્ત કામગીરી કરે છે.

એમ.સી.બી. ઉપર્યુક્ત બંને પ્રકારની સુરક્ષા આપે છે, પરંતુ ઇન્સ્યુલેશન નબળું પડવાથી તથા લોખંડની બૉડીવાળા વીજસાધનમાં ઉદ્‌ભવતી ખામીને કારણે અર્થ લીકેજ થવાથી વપરાશ કરનાર વ્યક્તિને શોક લાગી શકે છે. જેથી આવા લીકેજ કરંટથી ઊભા થતા ભયને નિવારવા માટે વધુ અસરકારક ઇ.એલ.સી.બી. (અર્થ લીકેજ સર્કિટ બ્રેકર) વાપરવામાં આવે છે. જેને જે-તે વીજસાધન સાથે કે મેઇન સ્વિચ બોર્ડ પર જોડવામાં આવે છે. હવે મોટે ભાગે એમ.સી.બી. અને ઇ.એલ.સી.બી.નું કમ્પાઇન્ડ યુનિટ મેઇન સ્વિચ તરીકે વાપરવામાં આવે છે. ઉદ્યોગગૃહોમાં દરેક વીજસાધન (મોટરથી ચાલતા) સાથે અલગ રીતે પણ ઇ.એલ.સી.બી. જોડવામાં આવે છે. જેથી કારીગરને લીકેજ કરંટથી શોક સામે સુરક્ષા મળે છે.

સાવચેતી :

(1) એમ.સી.બી./ઇ.એલ.સી.બી. સર્કિટના લોડ પ્રમાણેની B.I.S. પ્રમાણિત હોય તે જ વાપરવી જરૂરી છે.

(2) એમ.સી.બી./ઇ.એલ.સી.બી.ને સર્કિટમાં સાચી રીતે જોડ્યા બાદ તે યોગ્ય રીતે કામ આપે છે કે નહિ તેની ચકાસણી કરી લેવી જરૂરી છે.

(3) સબ સર્કિટ માટે યુનિટ તરીકે યોગ્ય કરંટ કૅપેસિટીવાળા એમ.સી.બી. ફેઝ વાયર પર જોડવા.

કાર્યપદ્ધતિ : વિદ્યાર્થી જાતે લખશે.

નીચેના પ્રશ્નોના જવાબ આપો :

(1) ઇ.એલ.સી.બી. અને એમ.સી.બી.નું આખું નામ લખો.

(2) ઇ.એલ.સી.બી. અને એમ.સી.બી.નું કાર્ય ફ્યુઝના કાર્યથી કઈ રીતે અલગ પડે છે તે લખો.

નિર્ણય : વિદ્યાર્થી જાતે લખશે.

સિદ્ધિઓ : વિદ્યાર્થી જાતે લખશે.

•

પ્રૅક્ટિકલ 6 તારીખ :

હેતુ : પાંચ રેઝિસ્ટરની કિંમત કલરકોડની મદદથી શોધવી અને મલ્ટિમીટરના ઉપયોગથી રેઝિસ્ટરની કિંમત ચકાસવી.

સાધનો : જુદા જુદા કલરકોડવાળા રેઝિસ્ટર-5 નંગ, મલ્ટિમીટર (પ્રોબ સાથે)

સમજૂતી : રેઝિસ્ટર કદમાં નાનાં હોવાથી તેના પર તેનું મૂલ્ય છાપવું શક્ય નથી, તેથી જુદા જુદા ઉત્પાદકો દ્વારા બનાવવામાં આવતા રેઝિસ્ટરનું મૂલ્ય દર્શાવવામાં સરળતા અને એકસૂત્રતા જળવાય તે માટે રેઝિસ્ટર ઉપર વિવિધ રંગના પટ્ટા (રિંગ) દોરીને તેનું મૂલ્ય અને ટોલરન્સ દર્શાવવા કલરકોડનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. મલ્ટિમીટર વડે પણ રેઝિસ્ટરની કિંમત માપી શકાય છે.

સાવચેતી : મલ્ટિમીટરના દરેક માપન વખતે કાંટો શૂન્ય આંક પર લાવી અવલોકન લેવાં.

કાર્યપદ્ધતિ : વિદ્યાર્થી જાતે લખશે.

અવલોકન-કોષ્ટક :

ક્રમ	કલરકોડ				કલરકોડની મદદથી મેળવેલ રેઝિસ્ટરની કિંમત (Ωમાં)	મલ્ટિમીટરની મદદથી મેળવેલ રેઝિસ્ટરની કિંમત (Ω માં)	તફાવત
	પ્રથમ રિંગ	બીજી રિંગ	ત્રીજી રિંગ	ચોથી રિંગ			
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							

ગણતરી : પ્રથમ બે રિંગથી બનતી સંખ્યા × ત્રીજી રિંગ મુજબ ગુણક = ... Ω.

ચોથી રિંગ મુજબ ટોલરન્સ = ... Ω ± ....

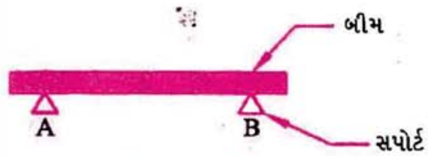
નિર્ણય : વિદ્યાર્થી જાતે લખશે.

સિદ્ધિ : વિદ્યાર્થી જાતે લખશે.

પ્રૅક્ટિકલ 7 તારીખ :

હેતુ : સપોર્ટના પ્રકાર અને લોડના પ્રકારની ડ્રોઈંગ શીટ તૈયાર કરવી.

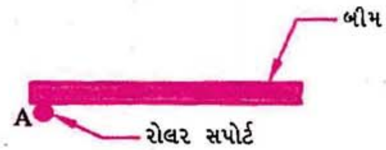
નોંધ : વિદ્યાર્થી સપોર્ટ તથા લોડના પ્રકારની ડ્રોઈંગ શીટ તૈયાર કરી. તેના ઉપયોગ ઉદાહરણ સહિત જણાવશે.



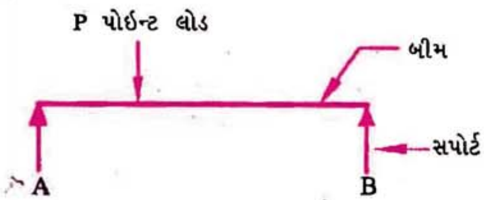
સિમ્પલ સપોર્ટ

હિન્જડ સપોર્ટ

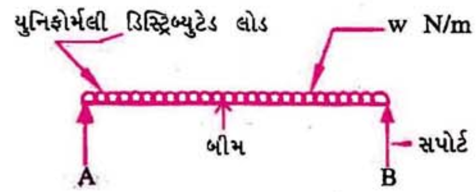
ફિક્સ સપોર્ટ



રોલર સપોર્ટ



પોઈન્ટ લોડ



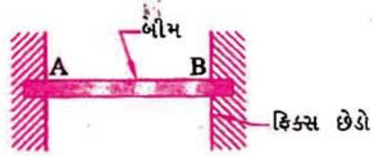
યુનિફોર્મલી ડિસ્ટ્રિબ્યુટેડ લોડ .

પ્રેક્ટિકલ 8 તારીખ :

હેતુ : બીમના પ્રકારની ડ્રોઈંગશીટ તૈયાર કરવી.

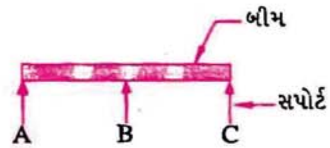
નોંધ : વિદ્યાર્થી બીમના પ્રકારની ડ્રોઈંગશીટ તૈયાર કરી તેના ઉપયોગ ઉદાહરણ સહિત જણાવશે.

કેન્ટિલીવર બીમ

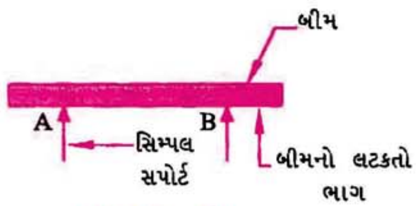


ફિકસ્ડ બીમ

સિમ્પલી સપોર્ટેડ બીમ

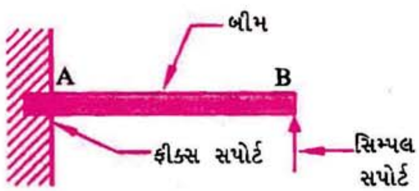


કન્ટિન્યુઅસ બીમ



ઓવરહેંગ બીમ

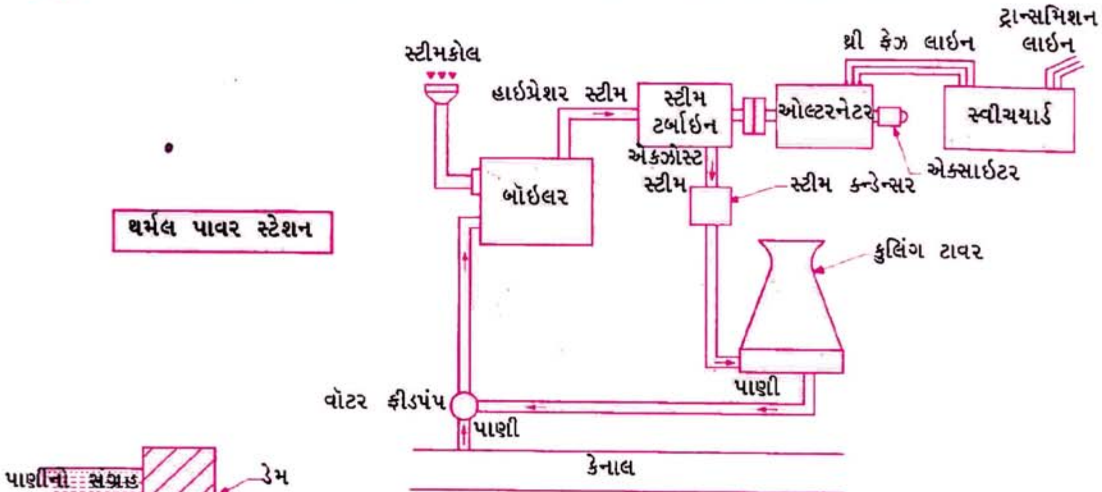
બીમ વીથ હિન્જ સપોર્ટ

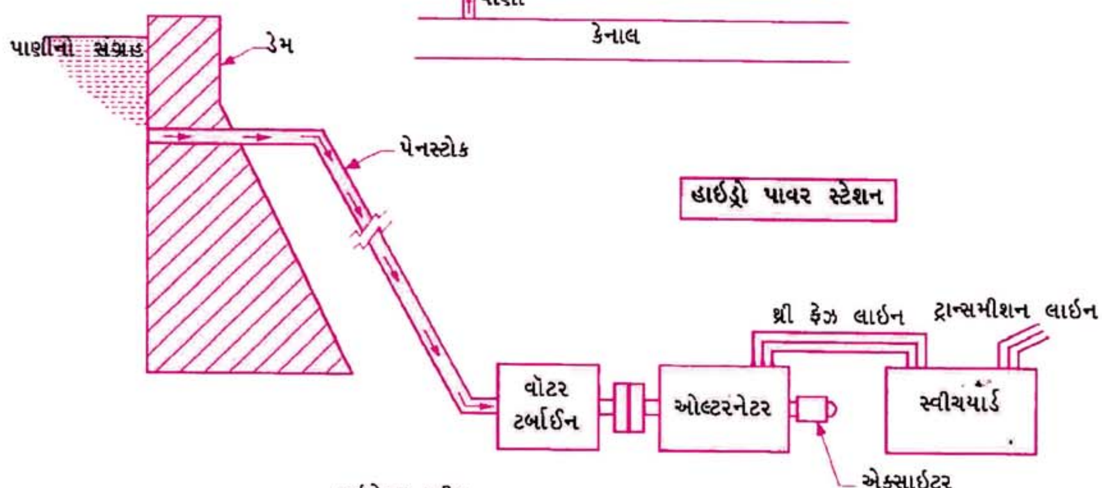


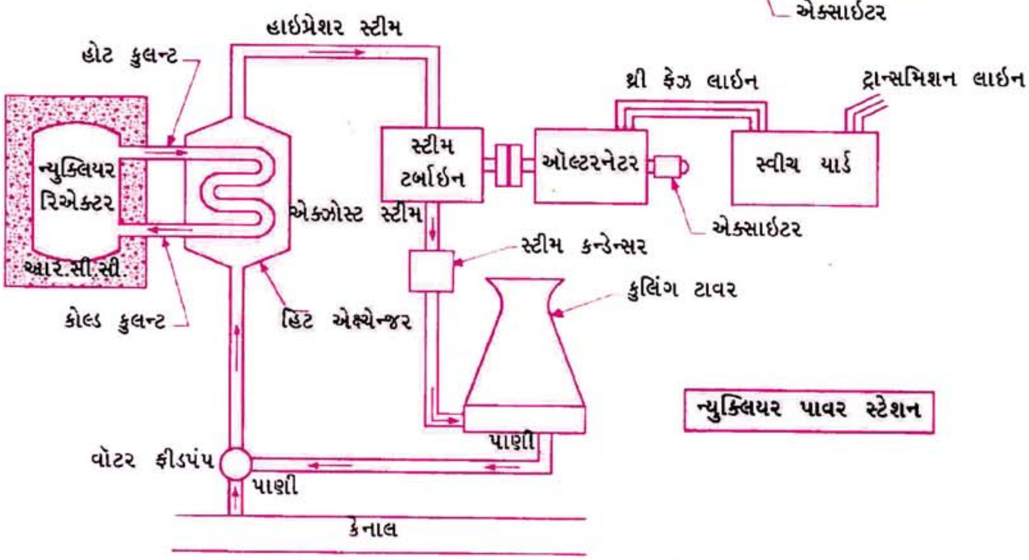
પ્રોપ્ડ કેન્ટિલીવર બીમ

પ્રૅક્ટિકલ 9 તારીખ :

હેતુ : થર્મલ, હાઇડ્રો તથા ન્યુક્લિયર પાવર-સ્ટેશનના બ્લૉક ડાયાગ્રામનો અભ્યાસ કરવો.







નોંધ : વિદ્યાર્થી બોઇલર, સ્ટીમ ટર્બાઇન, સ્વિચયાર્ડ, સ્ટીમ કન્ડેન્સર, પેન સ્ટૉક, વૉટર ટર્બાઇન, ન્યુક્લિયર રિએક્ટર, હીટ એક્ષ્ચેન્જર વગેરેનાં કાર્યોની નોંધ કરશે.

પ્રૅક્ટિકલ 10 તારીખ :

હેતુ : પ્લેઇન ટેબલ સર્વેઇંગ માટેનાં સાધનો, ઉપસાધનોની ઓળખ અને અભ્યાસ કરવો.

નોંધ : વિદ્યાર્થી નીચે જણાવેલ સાધનોની આકૃતિ ડ્રૉઇંગ શીટમાં દોરી તેનું કાર્ય અને ઉપયોગ જણાવશે.

(1) પ્લેઇન ટેબલ

(2) ટ્રીપોડ

(3) એલિડેડ

વિદ્યાર્થી નીચે જણાવેલ ઉપસાધનોની આકૃતિ ડ્રૉઇંગ શીટમાં દોરી તેનું કાર્ય અને ઉપયોગ જણાવશે.

(1) ટ્રફ કંપાસ

(2) સ્પિરિટ લેવલ

(3) યુ-ફોર્ક અને પ્લમ્બિંગ ફોર્ક

• • •