

# ઇલેક્ટ્રિક એન્જિનિયરિંગના મૂળભૂત સિદ્ધાંતો (DI01000101) - શિયાળુ 2024 હલ

Milav Dabgar

January 13, 2025

## પ્રશ્ન 1(a) [3 ગુણ]

ઓહમના નિયમને તેની મર્યાદા અને ઉપયોગિતા સાથે સમજાવો.

### જવાબ

#### જવાબ:

ઓહમના નિયમનો સારાંશ:

કોષ્ટક 1. ઓહમના નિયમનો સારાંશ

પાસું	વર્ણન
વિધાન	વાહક દ્વારા પસાર થતો કરંટ વોલ્ટેજના સીધા પ્રમાણમાં હોય છે
સૂત્ર	$V = I \times R$
એકમો	V (વોલ્ટ), I (એમ્પિયર), R (ઓહ્મ)

#### મર્યાદાઓ:

- તાપમાન આધારિત: તાપમાન સાથે અવરોધ બદલાય છે
- બિન-એપીય પદાર્થો: સેમિકન્ડક્ટર, ડાયોડ પર લાગુ નઈં
- AC સર્કિટ: રિએક્ટિવ કોમ્પોનન્ટ્સ માટે બદલેલા સ્વરૂપની જરૂર

#### ઉપયોગિતા:

- સર્કિટ વિશ્લેષણ: અજાણા વોલ્ટેજ, કરંટ અથવા અવરોધની ગણતરી
- પાવર ગણતરી:  $P = V^2/R$ ,  $P = I^2R$

### મેમરી ટ્રીક

""વોલ્ટેજ ઇઝ રિયલી ઇમ્પોર્ટન્ટ" ( $V = I \times R$ )"

## પ્રશ્ન 1(b) [4 ગુણ]

ફેરાડેના ઇલેક્ટ્રોમેચેનિક ઇન્કશનના નિયમને જરૂરી આકૃતિ સાથે સમજાવો.

### જવાબ

#### જવાબ:

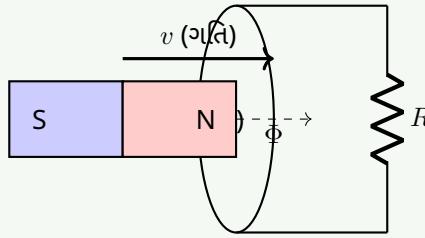
ફેરાડેના નિયમો:

- પ્રથમ નિયમ: જ્યારે વાહક દ્વારા મેચેનિક ફ્લક્સ બદલાય ત્યારે EMF પેદા થાય છે
- બીજો નિયમ: EMF નું મેચ્નિક્યુડ ફ્લક્સ ચેન્જના દર સમાન હોય છે

#### ગાણિતિક અભિવ્યક્તિ:

$$e = -N \times \frac{d\Phi}{dt}$$

#### આકૃતિ:



આકૃતિ 1. ફેરાડેના નિયમનું ચિત્રણ

ઉપયોગિતા:

- ટ્રાન્સફોર્મર: મ્યુચ્યુઅલ ઇન્ડક્શન સિદ્ધાંત
- જનરેટર: મિકેનિકલથી ઇલેક્ટ્રિક એનર્જી કન્વર્ઝન
- ઇન્ડક્ટર: સેલ્ફ-ઇન્ડક્ષુસ્ડ EMF કરણ ચેન્જનો વિરોધ કરે છે

મેમરી ટ્રીક

“ફલક્સ ચેન્જ જનરેટ્સ EMF” ( $d\Phi/dt = \text{EMF}$ )

## પ્રશ્ન 1(c) [7 ગુણ]

કિર્યહોફના વોલ્ટેજના નિયમ અને કિર્યહોફના કરંટના નિયમને જરૂરી આકૃતિ સાથે સમજાવો.

### જવાબ

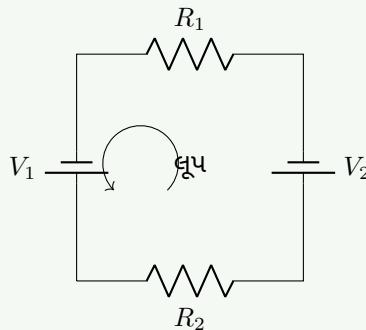
જવાબ:

કિર્યહોફના નિયમોની તુલના:

કોષ્ટક 2. કિર્યહોફના નિયમોની તુલના

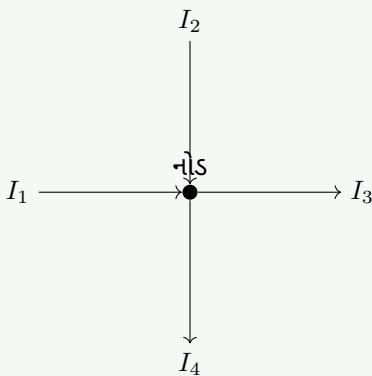
નિયમ	વિધાન	ગાણિતિક સ્વરૂપ	ઉપયોગ
KVL	બંધ લૂપમાં વોલ્ટેજનો સરવાળો = 0	$\sum V = 0$	સિરીઝ સર્કિટ
KCL	નોડ પર કરંટનો સરવાળો = 0	$\sum I = 0$	પેરલલ સર્કિટ

KVL આકૃતિ:



આકૃતિ 2. KVL બંધ લૂપ

KCL આકૃતિ:



આકૃતિ 3. KCL નોડ

મુખ્ય મુદ્દાઓ:

- KVL: બીજગાળિતીય સરવાળો વોલ્ટેજ પોલેરિટી ધ્યાનમાં રાખે છે
- KCL: કરંટની દિશાઓ ધ્યાનમાં રાખે છે (આવતો વિ જતો)
- ઉપયોગિતા: સર્કિટ વિશ્લેષણ, અજાણા મૂલ્યો શોધવા

## મેમરી ટ્રીક

""વોલ્ટેજ લૂપ્સ, કરંટ નોડ્સ" (KVL લૂપ માટે, KCL નોડ માટે)"

## પ્રશ્ન 1(C અથવા) [7 ગુણ]

સ્ટેટિકલી ઇન્ડ્યૂસ્ટ એમ્ફ અને ડાયનેમિકલી ઇન્ડ્યૂસ્ટ એમ્ફ વચ્ચેનો તફાવત સમજાવો.

## જવાબ

જવાબ:

સ્ટેટિક વિ ડાયનેમિક EMF:

કોષ્ટક 3. સ્ટેટિક વિ ડાયનેમિક EMF

પેરામીટર	સ્ટેટિકલી ઇન્ડ્યૂસ્ટ એમ્ફ	ડાયનેમિકલી ઇન્ડ્યૂસ્ટ એમ્ફ
કારણ	બદલાતું મેગ્નેટિક ફીલ્ડ	વાહક અને ફીલ્ડ વચ્ચે સંબંધિત ગતિ
ફીલ્ડ	સમય-બદલાતું, વાહક સ્થિર	સ્થિર ફીલ્ડ, વાહક ગતિશીલ
ઉદાહરણો	ટ્રાન્સફોર્મર, ઇન્ડક્ટર	જનરેટર, મોટર
સૂત્ર	$e = -N(d\Phi/dt)$	$e = BLv$
ઉપયોગિતા	AC સર્કિટ, પાવર સંપાદન	પાવર જનરેશન, મોટર્સ

સ્ટેટિક EMF ના પ્રકારો:

- સેલ્ફ-ઇન્ડ્યૂસ્ટ: એક જ કોઇલ ફલકસ ચેન્જ બનાવે અને અનુભવે છે
- મ્યૂલ્યુઅલી ઇન્ડ્યૂસ્ટ: એક કોઇલ બીજુ કોઇલને અસર કરે છે

ડાયનેમિક EMF ના પરિબળો:

- મેગ્નેટિક ફીલ્ડ સ્ટ્રોથ (B): ટેસ્લા
- કન્ડક્ટર લેન્થ (L): મીટર
- વેલોસિટી (V): m/s

## મેમરી ટ્રીક

""સ્ટેટિક સ્ટેજ, ડાયનેમિક ડાન્સ" (સ્ટેટિક = સ્થિર, ડાયનેમિક = ગતિ)"

## પ્રશ્ન 2(a) [3 ગુણ]

ટ્રાન્સફોર્મરમાં થતાં વિવિધ પ્રકારના લોસ સમજાવો.

### જવાબ

**જવાબ:**  
ટ્રાન્સફોર્મર લોસ:

કોષ્ટક 4. ટ્રાન્સફોર્મર લોસ

લોસનો પ્રકાર	કારણ	સ્થાન	લક્ષણો
આર્થર્ન લોસ	હિસ્ટેરેસિસ + એડી કરંટ	કોર	રિથર, ફિક્વન્સી આધારિત
કોપર લોસ	$I^2 R$ હીલ્ડિંગ	વાઇન્ડિંગ	લોડ સાથે બદલાતું
સ્ટ્રે લોસ	લીકેજ ફલક્સ	એક્સિસ	ન્યૂનતમ

આર્થર્ન લોસ:

- હિસ્ટેરેસિસ લોસ: મેગ્નેટિક ડોમેઇન રિવર્સલ એનર્જી
- એડી કરંટ લોસ: કોરમાં ફરતા કરંટ

કોપર લોસ:

- પ્રાઇમરી વાઇન્ડિંગ:  $I_1^2 R_1$
- સેકન્ડરી વાઇન્ડિંગ:  $I_2^2 R_2$

### મેમરી ટ્રીક

“આર્થર્ન કોર, કોપર કોઈલ” (મુખ્ય લોસનું સ્થાન)

## પ્રશ્ન 2(b) [4 ગુણ]

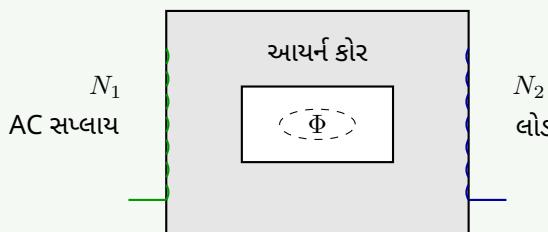
ટ્રાન્સફોર્મરનો કાર્ય સિદ્ધાંત સમજાવો.

### જવાબ

**જવાબ:**

કાર્ય સિદ્ધાંત: સામાન્ય મેગ્નેટિક કોર દ્વારા પ્રાઇમરી અને સેકન્ડરી વાઇન્ડિંગ વચ્ચે મુખ્યાભિન્યુઅલ ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક ઇન્ડક્શન.

આફ્ટિ:



આફ્ટિ 4. ટ્રાન્સફોર્મર સિદ્ધાંત

ઓપરેશન સ્ટેપ્સ:

- સ્ટેપ 1: પ્રાઇમરીમાં AC કરંટ બદલાતું ફલક્સ બનાવે છે
- સ્ટેપ 2: ફલક્સ કોર દ્વારા સેકન્ડરી સાથે લિંક થાય છે
- સ્ટેપ 3: બદલાતું ફલક્સ સેકન્ડરીમાં EMF ઇન્ડક્શન કરે છે
- સ્ટેપ 4: સેકન્ડરી EMF લોડ દ્વારા કરંટ ચલાવે છે

મુખ્ય સંબંધો:

- વોલ્ટેજ રેશિયો:  $V_2/V_1 = N_2/N_1$
- કરંટ રેશિયો:  $I_1/I_2 = N_2/N_1$

## મેમરી ટ્રીક

“પ્રાઇમરી પ્રોડ્યુસ, સેકન્ડરી સાલાય” (એનજી ટ્રાન્સફરની દિશા)“

## પ્રશ્ન 2(૮) [૭ ગુણ]

ટ્રાન્સફોર્મરનું EMF સૂત્ર તારવો.

## જવાબ

## જવાબ:

## આપેલા પેરામીટર:

- $N_1$ : પ્રાઇમરી ટન્સ,  $N_2$ : સેકન્ડરી ટન્સ
- $\Phi_m$ : મેક્સિમમ ફલકસ,  $f$ : ફ્રિક્વન્સી

## EMF ડેરિવેશન:

## સ્ટેપ 1: ફલકસ વેરિએશન

$$\Phi = \Phi_m \sin(2\pi ft)$$

## સ્ટેપ 2: ફલકસ ચેન્જનો દર

$$\frac{d\Phi}{dt} = 2\pi f \Phi_m \cos(2\pi ft)$$

## સ્ટેપ 3: મેક્સિમમ રેટ

$$\left(\frac{d\Phi}{dt}\right)_{max} = 2\pi f \Phi_m$$

## સ્ટેપ 4: RMS EMF સૂત્ર

$$E_1 = 4.44 \times f \times N_1 \times \Phi_m$$

$$E_2 = 4.44 \times f \times N_2 \times \Phi_m$$

## EMF સૂત્રના ભાગો:

કોષ્ટક 5. EMF સૂત્રના ભાગો

પ્રતીક	પેરામીટર	એકમો
$E$	RMS EMF	વોલ્ટ
$f$	ફ્રિક્વન્સી	Hz
$N$	ટન્સની સંખ્યા	-
$\Phi_m$	મેક્સિમમ ફલકસ	વેબર
4.44	ફોર્મ ફેક્ટર કોન્સટન્ટ	-

## ટ્રાન્સફોર્મેશન રેશિયો:

$$K = \frac{E_2}{E_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

## મેમરી ટ્રીક

“ફોર-ફોર્ટી-ફોર ફલકસ ફોર્મ્યુલા” (4.44 ફેક્ટર)“

## પ્રશ્ન 2(ગ અથવા) [૩ ગુણ]

ટ્રાન્સફોર્મરની ઉપયોગિતા સમજાવો.

**જવાબ**

**જવાબ:**  
ટ્રાન્સફોર્મર એપ્લિકેશન્સ:

કોષ્ટક 6. ટ્રાન્સફોર્મર એપ્લિકેશન્સ

ઉપયોગિતા	હેતુ	વોલ્ટેજ રેન્જ
પાવર ટ્રાન્સમિશન	ટ્રાન્સમિશન લોસ ઘટાડવા	સ્ટેપ-અપ (400kV)
ડિસ્ટ્રિબ્યુશન	ગ્રાહકો માટે સુરક્ષિત વોલ્ટેજ	સ્ટેપ-ડાઉન (230V)
આઇસોલેશન	ઇલેક્ટ્રિકલ આઇસોલેશન	1:1 રેશિયો
ઇલેક્ટ્રોનિક સર્કિટ	DC પાવર સપ્લાય	સ્ટેપ-ડાઉન

ઇન્ડસ્ટ્રિયલ એપ્લિકેશન્સ:

- વેલ્ડિંગ ટ્રાન્સફોર્મર: હાઇ કરંટ, લો વોલ્ટેજ
- ઇન્સ્ટ્રુમેન્ટ ટ્રાન્સફોર્મર: મેઝરમેન્ટ અને પ્રોટેક્શન
- ઓડિયો ટ્રાન્સફોર્મર: ઇમ્પીડન્સ મેયિંગ

**મેમરી ટ્રીક**

“પાવર ડિસ્ટ્રિબ્યુશન આઇસોલેશન ઇલેક્ટ્રોનિક્સ” (મુખ્ય એપ્લિકેશન વિસ્તારો)“

**પ્રશ્ન 2(b અથવા) [4 ગુણ]**

DC મોટર માટે બેક EMF અને ટોકનું સૂત્ર લખો.

**જવાબ**

**જવાબ:**  
બેક EMF સૂત્ર:

$$E_b = \frac{\phi Z N P}{60 A}$$

સરળ સ્વરૂપ:

$$E_b = K \phi N$$

ટોક સૂત્ર:

$$T = \frac{\phi Z I_a P}{2\pi A}$$

સરળ સ્વરૂપ:

$$T = K \phi I_a$$

પ્રતીકોની વ્યાખ્યા:

કોષ્ટક 7. પ્રતીકોની વ્યાખ્યા

પ્રતીક	પેરામીટર	એકમો
$E_b$	બેક EMF	વોલ્ટ
$T$	ટોક	N-m
$\phi$	ફલક્સ પર પોલ	વેબર
$N$	સ્પીડ	RPM
$I_a$	આર્મ્ચર કરંટ	એમ્પિયર
$K$	મોટર કોન્સ્ટન્ટ	-

## મેમરી ટ્રીક

““બેક EMF વિરોધ કરે, ટોક પ્રસ્તાવિત કરે” (EMF સપ્લાયનો વિરોધ, ટોક રોટેશન ચલાવે)“

## પ્રશ્ન 2(c અથવા) [7 ગુણ]

DC મોટરની રચના અને કાર્ય પદ્ધતિ આફ્ટિ સાથે સમજાવો.

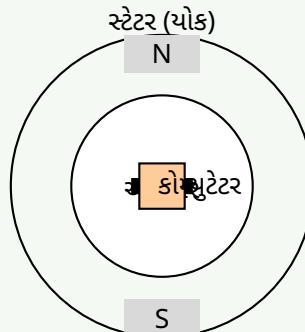
## જવાબ

જવાબ:  
રચનાના ભાગો:

કોષ્ટક 8. DC મોટરના પાર્ટ્સ

કોમ્પોનન્ટ	કાર્ય	મટીરિયલ
સ્ટેટર	મેગ્નેટિક ફીલ્ડ પ્રદાન કરે છે	કાર્ટ આર્ક/રસ્ટીલ
રોટર/આર્મ્ચર	ફરતો ભાગ	સિલિકોન સ્ટીલ લેમિનેશન્સ
કોમ્પ્યુટેર	કરંટ દિશા બદલવા	કોપર સેગમેન્ટ્સ
બ્રેશેસ	કરંટ સંગ્રહ	કાર્બન
ફીલ્ડ વાઇન્ડિંગ	ઇલેક્ટ્રોમેશેટ	કોપર વાયર

રચના આફ્ટિ:



આફ્ટિ 5. DC મોટર રચના

## કાર્ય સિદ્ધાંત:

- સ્ટેપ 1: આર્મ્ચર કન્ડક્ટર દ્વારા કરંટ પસાર થાય છે
- સ્ટેપ 2: મેગ્નેટિક ફીલ્ડ કરંટ સાથે ઇન્ટરેક્શન થાય છે
- સ્ટેપ 3: ફ્લેમિંગના ડાબા હથના નિયમ દ્વારા બળ પેદા થાય છે
- સ્ટેપ 4: કોમ્પ્યુટેર કરંટની દિશા બદલે છે
- સ્ટેપ 5: સતત રોટેશન જાળવાય છે

## બળનું સૂત્ર:

$$F = B \times I \times L$$

## મેમરી ટ્રીક

““કરંટ કિએટ્સ સક્રૂલર મોશન” (કરંટ ઇન્ટરેક્શન રોટેશન પેદા કરે છે)”

## પ્રશ્ન 3(a) [3 ગુણ]

ટ્રાન્સફોર્મરની રચના સમજાવો.

## જવાબ

**જવાબ:**  
ટ્રાન્સફોર્મર કન્સ્ટ્રક્શન:

કોષ્ટક 9. ટ્રાન્સફોર્મર કન્સ્ટ્રક્શન

કોમ્પોનેન્ટ	મટીરિયલ	કાર્ય
કોર	સિલિકોન સ્ટીલ લેમિનેશન્સ	મેગ્નેટિક ફલક્સ પાથ
પ્રાઇમરી વાઇન્ડિંગ	કોપર/એલ્યુમિનિયમ	ઇનપુટ એનર્જી
સેક્ન્ડરી વાઇન્ડિંગ	કોપર/એલ્યુમિનિયમ	આઉટપુટ એનર્જી
ઇન્સ્યુલેશન	વાર્નિશ/પેપર	ઇલેક્ટ્રિકલ આઇસોલેશન
ટાંકી	સ્ટીલ	ઓઇલ કન્ટેઇનમેન્ટ અને ફૂલિંગ

કોરના પ્રકારો:

- શેલ ટાઇપ: વાઇન્ડિંગ કોર દ્વારા ઘેરાયેલું
- કોર ટાઇપ: કોર વાઇન્ડિંગ દ્વારા ઘેરાયેલો

ફૂલિંગ મેથ્ડડ્સ:

- એર ફૂલિંગ: નાના ટ્રાન્સફોર્મર
- ઓઇલ ફૂલિંગ: મોટા ટ્રાન્સફોર્મર રેડિએટર સાથે

## મેમરી ટ્રીક

""કોર કેરીઝ કરેટ કેરકુલી"" (કોર ડિજાઇનનું મહત્વ)""

## પ્રશ્ન 3(b) [4 ગુણ]

DC મોટરની ઉપયોગિતા સમજાવો.

## જવાબ

**જવાબ:**  
DC મોટર એપ્લિકેશન્સ:

કોષ્ટક 10. DC મોટર એપ્લિકેશન્સ

મોટરનો પ્રકાર	સ્પીડ લક્ષણ	ઉપયોગિતા
શન્ટ	સ્થિર સ્પીડ	ફેન, પંપ, લેથ
સિરીઝ	બદલાતી સ્પીડ	ટ્રેકશન, કેન
કમ્પાઉન્ડ	મધ્યમ વેરિએશન	એલિવેટર, કોમ્પ્રેસર

ઇન્ડસ્ટ્રિયલ એપ્લિકેશન્સ:

- શન્ટ મોટર: મશીન ટૂલ્સ જેને સ્થિર સ્પીડ જોઈએ
- સિરીઝ મોટર: ઇલેક્ટ્રિક વાહનો, ભારે લોડ સ્ટાર્ટિંગ
- કમ્પાઉન્ડ મોટર: રોલિંગ મિલ્સ, પંચ પ્રેસ

ફાયદાઓ:

- સરળ સ્પીડ કન્ટ્રોલ: વોલ્ટેજ/ફીલ્ડ કન્ટ્રોલ
- ઉચ્ચ સ્ટાર્ટિંગ ટોક: સિરીઝ મોટર
- રિવર્સિબલ ઓપરેશન: ફીલ્ડ/આર્મ્ચર પોલેરિટી બદલો

## મેમરી ટ્રીક

""શન્ટ સ્ટેઝ, સિરીઝ સ્પીડસ"" (સ્પીડ લક્ષણો)""

## પ્રશ્ન 3(c) [7 ગુણ]

DC મોટરના વિવિધ પ્રકાર સમજાવો.

### જવાબ

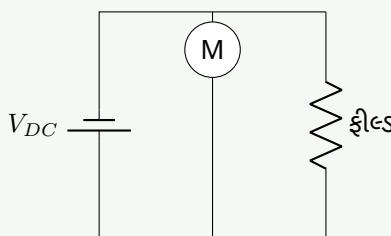
#### જવાબ:

DC મોટર વર્ગીકરણ:

કોષ્ટક 11. DC મોટર વર્ગીકરણ

પ્રકાર	ફીડ કનેક્શન	સ્પીડ-ટોક	ઉપયોગિતા
શન્ટ	આર્મેચરને સમાંતર	રિથર સ્પીડ, નીચો સ્ટાર્ટિંગ ટોક	ફેન, પંપ
સિરીઝ	આર્મેચર સાથે સિરીઝ	બદલાતી સ્પીડ, ઉચ્ચ સ્ટાર્ટિંગ ટોક	ટ્રેકશન
કમ્પાઉન્ડ	સિરીઝ અને શન્ટ બંને	મધ્યમ લક્ષણો	સામાન્ય હેતુ

શન્ટ મોટર આકૃતિ:



આકૃતિ 6. DC શન્ટ મોટર

#### લક્ષણો:

- શન્ટ: સ્પીડ  $\propto (V - I_a R_a)/\phi$
- સિરીઝ: ઉચ્ચ સ્ટાર્ટિંગ ટોક, સ્પીડ લોડ સાથે બદલાય છે
- કમ્પાઉન્ડ: બંને પ્રકારના ફાયદાઓ સંયોજિત

#### સ્પીડ કન્ટ્રોલ મેથ્ડ્સ:

- આર્મેચર કન્ટ્રોલ: આર્મેચર વોલ્ટેજ બદલો
- ફીડ કન્ટ્રોલ: ફીડ કરેટ બદલો
- રેજિસ્ટરન્સ કન્ટ્રોલ: બાધ્ય રેજિસ્ટરન્સ ઉમેરો

### મેમરી ટ્રીક

“શન્ટ સ્ટેડી, સિરીઝ સ્ટ્રોંગ, કમ્પાઉન્ડ કમ્પાઇન્ડ” (મુખ્ય લક્ષણો)

## પ્રશ્ન 3(a OR) [3 ગુણ]

ટ્રાન્સફોર્મરનો ટ્રાન્સફોર્મેશન રેશિયો સમજાવો.

### જવાબ

#### જવાબ:

વ્યાખ્યા: ટ્રાન્સફોર્મેશન રેશિયો (K) એ સેકન્ડરી અને પ્રાઇમરી વોલ્ટેજ અથવા ટન્સનો રેશિયો છે.

#### ગાણિતિક અભિવ્યક્તિ:

$$K = \frac{N_2}{N_1} = \frac{E_2}{E_1} = \frac{V_2}{V_1}$$

ટ્રાન્સફોર્મેશન રેશિયોના પ્રકારો:

કોષ્ટક 12. ટ્રાન્સફોર્મેશન રેશિયોના પ્રકારો

રેશિયો	પ્રકાર	વોલ્ટેજ રેન્જ	ઉપયોગિતા
$K > 1$	સ્ટેપ-અપ	વધારે છે	પાવર ટ્રાન્સમિશન
$K < 1$	સ્ટેપ-ડાઉન	ઘટાડે છે	ડિસ્ટ્રિબ્યુશન
$K = 1$	આઇસોલેશન	સમાન	સુરક્ષા આઇસોલેશન

કરંટ સંબંધ:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} = K$$

પાવર સંબંધ:

$$P_1 = P_2 \text{ (આદર્શ ટ્રાન્સફોર્મર)}$$

## મેમરી ટ્રીક

""ટર્સ ટેલ ટ્રાન્સફોર્મેશન" (ટર્સ રેશિયો વોલ્ટેજ રેશિયો નક્કી કરે છે)"

## પ્રશ્ન 3(b OR) [4 ગુણ]

આટો ટ્રાન્સફોર્મરની ઉપયોગિતા સમજાવો.

## જવાબ

જવાબ:

આટો ટ્રાન્સફોર્મર એલિક્શન્સ:

કોષ્ટક 13. આટો ટ્રાન્સફોર્મર એલિક્શન્સ

ઉપયોગિતા	ફાયદો	વોલ્ટેજ રેન્જ
મોટર સ્ટાર્ટિંગ	સ્ટાર્ટિંગ કરંટ ઘટાડે છે	રેટનો 50-80%
વોલ્ટેજ રેગ્યુલેશન	બારીક વોલ્ટેજ એડજસ્ટમેન્ટ	±10% વેરિએશન
લેબોરેટરી	વેરિએબલ વોલ્ટેજ સોર્સ	ઇનપુટનો 0-110%
પાવર સિસ્ટમ	ઇકોનોમિક ટ્રાન્સમિશન	નજીકના વોલ્ટેજ રેશિયો

ફાયદાઓ:

- ઇકોનોમી: ઓછું કોપર અને આયન જરૂરી
- એફિષિયન્સી: બે-વાઇન્ડિંગ ટ્રાન્સફોર્મર કરતાં વધારે
- સાઇઝ: કોમ્પેક્ટ ડિઝાઇન
- રેગ્યુલેશન: બેહતર વોલ્ટેજ રેગ્યુલેશન

મયદાઓ:

- આઇસોલેશન નથી: સામાન્ય ઇલેક્ટ્રિક કનેક્શન
- સુરક્ષા: વધારે ફોલ્ટ કરંટ

## મેમરી ટ્રીક

""આટો એડજસ્ટ્સ એડવાટેજિયસલી" (આટોમેટિક વોલ્ટેજ એડજસ્ટમેન્ટ ફાયદો)"

## પ્રશ્ન 3(c OR) [7 ગુણ]

DC શન્ટ મોટર માટે સ્પીડ કન્ટ્રોલ કરવાની રીતો સમજાવો.

## જવાબ

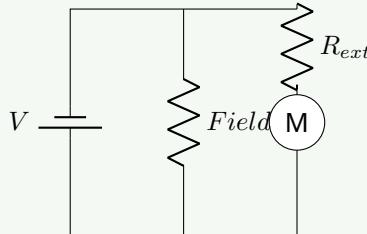
### જવાબ:

સ્પીડ કન્ટ્રોલ મેથ્ડ્સ:

કોષ્ટક 14. સ્પીડ કન્ટ્રોલ મેથ્ડ્સ

મેથ્ડ	રેઝ	એફિશિયન્સી	ઉપયોગિતા
આર્મેચર કન્ટ્રોલ	રેટેડ સ્પીડથી નીચે	ઉચ્ચ	પ્રિસાઇઝ સ્પીડ કન્ટ્રોલ
ફીલ્ડ કન્ટ્રોલ	રેટેડ સ્પીડથી ઉપર	ઉચ્ચ	કોન્સ્ટન્ટ પાવર ડ્રાઇવ્સ
રેઝિસ્ટર-સ કન્ટ્રોલ	રેટેડ સ્પીડથી નીચે	નીચી	સરળ એપ્લિકેશન્સ

આર્મેચર કન્ટ્રોલ આકૃતિ:



આકૃતિ 7. આર્મેચર કન્ટ્રોલ

### સ્પીડ સૂચી:

- આર્મેચર કન્ટ્રોલ:  $N \propto (V - I_a R_a) / \phi$
- ફીલ્ડ કન્ટ્રોલ:  $N \propto V / \phi$
- રેઝિસ્ટર-સ કન્ટ્રોલ:  $N \propto (V - I_a(R_a + R_{ext})) / \phi$

### આધુનિક મેથ્ડ્સ:

- ચોપર કન્ટ્રોલ: PWM વોલ્ટેજ કન્ટ્રોલ
- વોડ-લિયોનાઈડ સિસ્ટમ: મોટર-જનરેટર સેટ
- ઇલેક્ટ્રોનિક કન્ટ્રોલ: થાઇરિસ્ટર/IGBT ડ્રાઇવ્સ

## મેમરી ટ્રીક

"આર્મેચર એક્સ્ચુરેટ, ફીલ્ડ ફાસ્ટ, રેઝિસ્ટર-સ રૂફ" (કન્ટ્રોલ લક્ષણો)

## પ્રશ્ન 4(a) [3 ગુણા]

અલ્ટરનેટિંગ EMF નું વેક્ટર નિરૂપણ સમજાવો.

## જવાબ

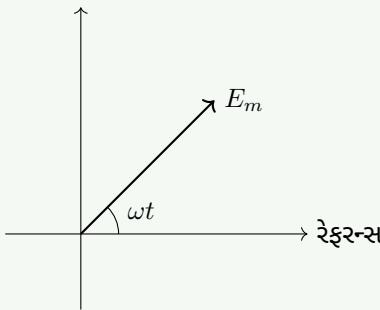
### જવાબ:

વેક્ટર રિપોઝન્ટેશન: અલ્ટરનેટિંગ EMF ને સ્થિર મેન્દ્રિયૂડ અને ઓંઘુલર વેલોસિટી સાથે ફરતા વેક્ટર (ફેઝ) તરીકે દર્શાવી શકાય છે.

### ગાણિતિક સ્વરૂપ:

$$e = E_m \sin(\omega t + \phi)$$

### આકૃતિ:



આકૃતિ 8. EMF ફેઝ દાયાગ્રામ

વેક્ટર પેરામીટર:

કોષ્ટક 15. વેક્ટર પેરામીટર

પેરામીટર	પ્રતીક	એકમો	વર્ણન
મેન્ઝિટ્યૂડ	$E_m$	વોલ્ટ	મેન્જિસમમ EMF
ઓર્ગ્યુલર વેલોસિટી	$\omega$	rad/s	રોટેશન સ્પીડ
ફેઝ ઓર્ગાલ	$\phi$	ડિગ્રી	પ્રારંભિક ફેઝ
ફિક્કવન્સી	$f = \omega/2\pi$	Hz	સાઇકલ પર સેકન્ડ

## મેમરી ટ્રીક

"વેક્ટર્સ વિજ્યુઅલાઇડ વોલ્ટેજ વેરિએશન" (ફેઝ રિપોઝન્ટેશન ફાયદાઓ)

## પ્રશ્ન 4(b) [4 ગુણ]

અલ્ટરનેટિંગ કરણના સંદર્ભમાં નીચેના પદોની વ્યાખ્યા આપો: RMS વેલ્યુ, એવરેજ વેલ્યુ, ફિક્કવન્સી, ટાઇમ પિરિયડ

## જવાબ

## જવાબ:

AC પેરામીટર વ્યાખ્યા:

કોષ્ટક 16. AC પેરામીટર વ્યાખ્યા

પે	વ્યાખ્યા	સૂત્ર	એકમો
RMS વેલ્યુ	સમાન હીટિંગ પેદા કરતો અસરકારક મૂલ્ય	$I_m/\sqrt{2}$	એમ્પિયર
એવરેજ વેલ્યુ	અર્ધ સાઇકલ પર સરેરાશ મૂલ્ય	$2I_m/\pi$	એમ્પિયર
ફિક્કવન્સી	સેકન્ડ દીઠ સાઇકલની સંખ્યા	$f = 1/T$	Hz
ટાઇમ પિરિયડ	એક સંપૂર્ણ સાઇકલ માટેનો સમય	$T = 1/f$	સેકન્ડ

## ગાણિતિક સંબંધો:

- ફિર્મ ફેક્કર:  $RMS/Average = \pi/2\sqrt{2} = 1.11$
- પીક ફેક્કર:  $Peak/RMS = \sqrt{2} = 1.414$
- ઓર્ગ્યુલર ફિક્કવન્સી:  $\omega = 2\pi f$

## મેમરી ટ્રીક

"રિયલી મીન સ્કવેર, એવરેજ ફિક્કવન્સી ટાઇમ" (મુખ્ય AC પેરામીટર)

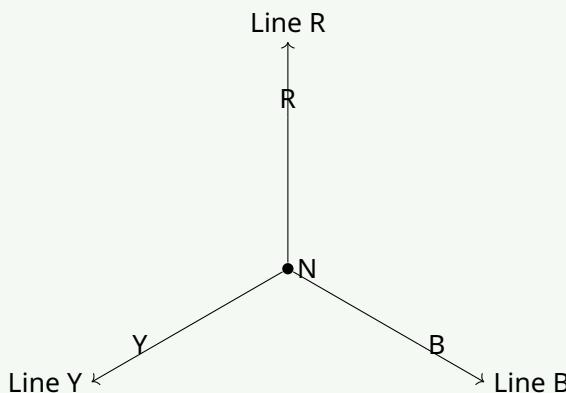
## પ્રશ્ન 4(c) [7 ગુણ]

સ્ટાર જોડાણમાં લાઇન વોલ્ટેજ અને ફેદીજ વોલ્ટેજ તથા લાઇન કરંટ અને ફેદીજ કરંટ વચ્ચેનો સંબંધ દર્શાવતા સૂત્ર તારવો.

### જવાબ

#### જવાબ:

સ્ટાર કનેક્શન આકૃતિ:



આકૃતિ 9. સ્ટાર કનેક્શન

#### વોલ્ટેજ સંબંધો:

- ફેદીજ વોલ્ટેજ:  $V_R, V_Y, V_B$  (ન્યુક્લેન સંદર્ભ)
- લાઇન વોલ્ટેજ:  $V_{RY}, V_{YB}, V_{BR}$  (લાઇન વચ્ચે)

#### ફેદીજ વિશ્લેષણ:

$$V_{RY} = V_R - V_Y$$

વેક્ટર એડિશન: કોસાઈન નિયમનો ઉપયોગ કરીને:

$$V_L = \sqrt{V_{ph}^2 + V_{ph}^2 - 2V_{ph}V_{ph} \cos(120^\circ)}$$

$$V_L = \sqrt{2V_{ph}^2} = \sqrt{3} \times V_{ph}$$

#### સ્ટાર કનેક્શન સંબંધો:

કોષ્ટક 17. સ્ટાર કનેક્શન સંબંધો

પૈરામીટર	સંબંધ
લાઇન વોલ્ટેજ	$V_L = \sqrt{3} \times V_{ph}$
લાઇન કરંટ	$I_L = I_{ph}$
પાવર	$P = \sqrt{3} \times V_L \times I_L \times \cos \phi$

### મેમરી ટ્રીક

““Star Scales Voltage, Same current” ( $\sqrt{3}$  factor for voltage, current unchanged)”

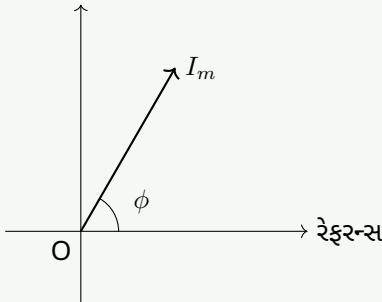
## પ્રશ્ન 4(a OR) [3 ગુણ]

અલ્ટરનેટિંગ કરંટનું વેક્ટર નિરૂપણ સમજાવો.

**જવાબ****જવાબ:**

વેક્ટર રિપોઝનેશન: AC કરંટને મેશિયુડ અને ફેઝ ઓંગલ સાથે ફરતા ફેઝર તરીકે દર્શાવાય છે.  
ગાણિતિક અભિવ્યક્તિ:

$$i = I_m \sin(\omega t + \phi)$$

**ફેઝર ડાયાગ્રામ:****આકૃતિ 10.** કરંટ ફેઝર**કરંટ વેક્ટર એલિમેન્ટ્સ:****કોષ્ટક 18.** કરંટ વેક્ટર એલિમેન્ટ્સ

એલિમેન્ટ	પ્રતીક	વર્ણન
મેશિયુડ	$I_m$	પીક કરંટ વેલ્યુ
ફેઝ	$\phi$	લીડિંગ/લેન્ડિંગ ઓંગલ
ઓંગ્યુલર વેલોસિટી	$\omega$	રોટેશન સ્પીડ
RMS વેલ્યુ	$I = I_m / \sqrt{2}$	અસરકારક કરંટ

**મેમરી ટ્રીક**

“કરંટ સર્કલ્સ કન્ટિન્યુઅસલી” (ફરતા ફેઝર કન્સેપ્ટ)

**પ્રશ્ન 4(b OR) [4 ગુણ]**

અલ્ટરનેટિંગ કરંટના સંદર્ભમાં નીચેના પદોની વ્યાખ્યા આપો: ફોર્મ ફેક્ટર, પીક ફેક્ટર, કોણીય વેગ, એમિલિયુડ

**જવાબ****જવાબ:**

AC કરંટ પેરામેટર:

**કોષ્ટક 19.** AC કરંટ પેરામેટર

પદ	વ્યાખ્યા	સૂત્ર	સામાન્ય મૂલ્ય
ફોર્મ ફેક્ટર	RMS/Average વેલ્યુ રેશિયો	$I_{rms}/I_{avg}$	1.11 (સાઇન વેવ)
પીક ફેક્ટર	Peak/RMS વેલ્યુ રેશિયો	$I_m/I_{rms}$	1.414 (સાઇન વેવ)
ઓંગ્યુલર વેલોસિટી	ફેઝ ચેન્જનો દર	$\omega = 2\pi f$	314 rad/s (50Hz)
એમિલિયુડ	મેન્ઝિસમમ ઇન્સ્ટાન્ટન્યુનિયસ વેલ્યુ	$I_m$	પીક કરંટ

**પ્રેક્ટિકલ મહત્વ:**

- ડિજાઇન વિચારણાઓ: ઇન્સ્યુલેશન માટે પીક ફેક્ટર
- વેવફોર્મ વિશ્લેષણ: ડિસ્ટોર્શન માટે ફોર્મ ફેક્ટર

## મેમરી ટ્રીક

““ડોમ્પ પીક એંગ્યુલર એમિલિટ્યુડ” (ચાર મુખ્ય ફેક્ટર)“

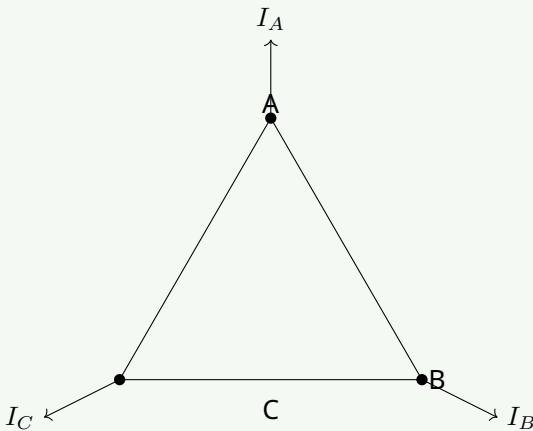
## પ્રશ્ન 4(c OR) [7 ગુણ]

ડેલ્ટા જોડાણમાં લાઇન વોલ્ટેજ અને ફેદ્ઝ વોલ્ટેજ તથા લાઇન કરંટ અને ફેદ્ઝ કરંટ વચ્ચેનો સંબંધ દર્શાવતા સૂત્ર તારવો.

## જવાબ

## જવાબ:

ડેલ્ટા કનેક્શન આકૃતિ:



આકૃતિ 11. ડેલ્ટા કનેક્શન

વોલ્ટેજ સંબંધો: ડેલ્ટા કનેક્શનમાં, લાઇન વોલ્ટેજ ફેદ્ઝ વોલ્ટેજ સમાન હોય છે:

$$V_L = V_{ph}$$

કરંટ વિશ્લેષણ: દરેક લાઇન કરંટ બે ફેદ્ઝ કરંટનો વેક્ટર સમ છે.

$$I_A = I_{AB} - I_{CA}$$

વેક્ટર સબટ્રેક્શન: ફેદ્ઝ ડાયાગ્રામનો ઉપયોગ કરીને:

$$I_L = \sqrt{I_{ph}^2 + I_{ph}^2 - 2I_{ph}I_{ph} \cos(60^\circ)}$$

$$I_L = \sqrt{2I_{ph}^2 - I_{ph}^2} = \sqrt{3} \times I_{ph}$$

ડેલ્ટા કનેક્શન સંબંધો:

કોષ્ટક 20. ડેલ્ટા કનેક્શન સંબંધો

પેરામીટર	સંબંધ
લાઇન વોલ્ટેજ	$V_L = V_{ph}$
લાઇન કરંટ	$I_L = \sqrt{3} \times I_{ph}$
પાવર	$P = \sqrt{3} \times V_L \times I_L \times \cos \phi$

## મેમરી ટ્રીક

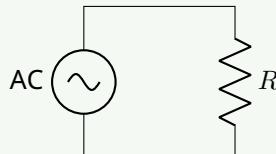
““Delta Doubles current, Same voltage” ( $\sqrt{3}$  factor for current, voltage unchanged)”

## પ્રશ્ન 5(a) [3 ગુણ]

શુદ્ધ અવરોધ ધરાવતા પરિપथ માંથી અલ્ટરનેટિંગ કરંટની વર્તણૂક જરૂરી આફ્ટિ અને વેવફોર્મ સાથે સમજાવો.

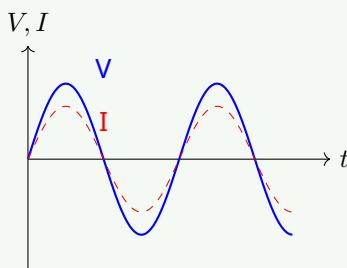
### જવાબ

**જવાબ:**  
સર્કિટ આફ્ટિ:



આફ્ટિ 12. AC રેઝિસ્ટ્રિવ સર્કિટ

**વેવફોર્મ:**



આફ્ટિ 13. V અને I સમાન ફેઝમાં

રેઝિસ્ટર દ્વારા AC:

કોષ્ટક 21. રેઝિસ્ટર દ્વારા AC

પેરામીટર	સંબંધ	ફેઝ
ઓહમનો નિયમ	$V = IR$	સમાન ફેઝ
પાવર	$P = VI = I^2R$	હર્મેશા પોર્ટિંગ
ઇમ્પીડન્સ	$Z = R$	શુદ્ધ રેઝિસ્ટ્રિવ

### મેરી ટ્રીક

““રેઝિસ્ટર રિફ્યુઝ ફેઝ શિફ્ટ” (કોઈ ફેઝ ડિફરન્સ નથી)”

## પ્રશ્ન 5(b) [4 ગુણ]

અલ્ટરનેટિંગ કરંટના સંદર્ભમાં નીચેના પદોની વ્યાખ્યા આપો: ઇમ્પીડન્સ, ફેઝ ઔંગલ, પાવર ફેક્ટર, રિએક્ટિવ પાવર

### જવાબ

**જવાબ:**  
AC સર્કિટ પેરામીટર:

કોષ્ટક 22. AC સર્કિટ પેરામીટર

પદ	વ્યાખ્યા	સૂત્ર	એકમો
ઇમ્પીડન્સ	AC કરંટનો ફુલ વિરોધ	$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$	ઓહ્મ
ફેઝ એંગલ	V અને I વર્યેનો કોણ	$\phi = \tan^{-1}(X/R)$	ડિગ્રી
પાવર ફેક્ટર	ફેઝ એંગલનો કોસાઇન	$PF = \cos \phi = R/Z$	-
રિએક્ટિવ પાવર	રિએક્ટિવ કોમ્પોનન્ટમાં પાવર	$Q = VI \sin \phi$	VAR

પાવર ત્રિકોણ સંબંધ:

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

મેમરી ટ્રીક

“ઇમ્પીડન્સ ફેઝ પાવર કવાડ્યેચર” (ચાર મુખ્ય AC પેરામીટર)

## પ્રશ્ન 5(c) [7 ગુણ]

જુદા જુદા પ્રકારના પ્રોટેક્ટિવ ડિવાઇસના નામ લખો અને કોઈ પણ એક પ્રોટેક્ટિવ ડિવાઇસની રૂચના તથા કાર્ય વિસ્તારથી સમજાવો.

### જવાબ

જવાબ:

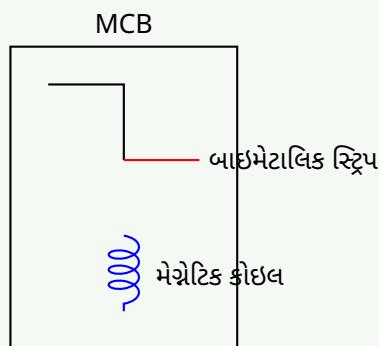
પ્રોટેક્ટિવ ડિવાઇસ:

કોષ્ટક 23. પ્રોટેક્ટિવ ડિવાઇસ

ડિવાઇસ	પ્રોટેક્શન વિરુદ્ધ	ઉપયોગિતા
ફ્લુઝ	ઓવરકરટ	લો/મિડિયમ વોલ્ટેજ
MCB	ઓવરલોડ, શૉર્ટ સર્કિટ	ધરેલું/કોમર્શિયલ
ELCB	અર્થ લીકેજ	સુરક્ષા પ્રોટેક્શન
રિલે	વિવિધ ફોલ્ટ	ઇન્ડસ્ટ્રિયલ સિસ્ટમ
સર્જ એરેસ્ટર	ઓવરવોલ્ટેજ	ટ્રાન્સમિશન લાઇન

MCB (મિનિએચર સર્કિટ બ્લેકર) - વિગતવાર સમજૂતી:

રૂચના:



આકૃતિ 14. MCB અંતરિક રૂચના

### કોમ્પોનન્ટ્સ:

- ફિક્સ્ડ અને મૂવિંગ કોન્ટેક્ટ્સ: કરંટ વહન કરતા ભાગો
- બાઇમેટાલિક સ્ટ્રેપ: થર્મિલ પ્રોટેક્શન
- ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક કોઇલ: મેગ્નેટિક પ્રોટેક્શન
- આર્ક કવેન્યિંગ એમ્બર: આર્ક એક્સ્ટન્ક્શન

### કાર્ય સિદ્ધાંત:

- ઓવરલોડ પ્રોટેક્શન: કરંટ બાઇમેટાલિક સ્ટ્રેપ ગરમ કરે છે, જે વળીને ટ્રિપ કરે છે.

• શૉટ સાંક્રાન્તિક પ્રોટેક્શન: ઉચ્ચ કર્ણ મજબૂત મેચેટિક ફીલ્ડ બનાવે છે જે ત્વરિત ટ્રિપ કરે છે.

ફાયદાઓ:

- પુનઃઉપયોગ: ફોલ્ટ કિલ્યરન્સ પણી રીસેટ
- વિશ્વસનીય ઓપરેશન: ડયુઅલ પ્રોટેક્શન મેકેનિઝમ

### મેમરી ટ્રીક

""MCB મેચેટિકલી કન્ટ્રોલ્સ બોથ" (થર્મલ અને મેચેટિક પ્રોટેક્શન)"

## પ્રશ્ન 5(a OR) [3 ગુણ]

શુદ્ધ ઈન્ડક્ટર ધરાવતા પરિપથ માંથી અદ્દરનેટિંગ કરંટની વર્તણૂક સમજાવો.

### જવાબ

જવાબ:

આપેલ: L ઈન્ડક્ટન્સ સાથે શુદ્ધ ઈન્ડક્ટર, લાગુ વોલ્ટેજ  $v = V_m \sin(\omega t)$

વોલ્ટેજ-કર્ણ સંબંધ:

$$v = L \times \frac{di}{dt}$$

ઇન્ટીગ્રેશન:

$$i = -\frac{V_m}{\omega L} \cos(\omega t) = \frac{V_m}{\omega L} \sin(\omega t - 90^\circ)$$

શુદ્ધ ઈન્ડક્ટર લક્ષણો:

કોષ્ટક 24. શુદ્ધ ઈન્ડક્ટર લક્ષણો

પેરામીટર	મૂલ્ય	ફેઝ સંબંધ
કરંટ એમ્પિલાટ્યુડ	$I_m = V_m / \omega L$	કરંટ વોલ્ટેજથી $90^\circ$ પાછળ
ઇન્ડક્ટિવ રિએક્ટન્સ	$X_L = \omega L = 2\pi f L$	હિકવન્સી આધારિત
પાવર	$P = 0$ (એવરેજ)	કોઈ નેટ પાવર વપરાશ નથી

### મેમરી ટ્રીક

""ઇન્ડક્ટર ઇમ્પોઇસ, કરંટ લેંગ્સ" (XL કરંટનો વિરોધ,  $90^\circ$  લેંગ)"

## પ્રશ્ન 5(b OR) [4 ગુણ]

AC સાર્કિટમાં પાવર અને પાવર ટ્રાયાંગ્લ સમજાવો.

### જવાબ

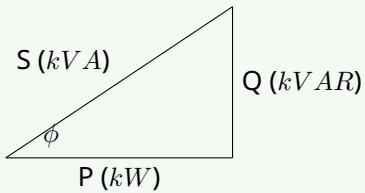
જવાબ:

AC પાવર કોમ્પોનન્ટ્સ:

કોષ્ટક 25. AC પાવર કોમ્પોનન્ટ્સ

પાવરનો પ્રકાર	પ્રતીક	સૂત્ર	એકમો	વર્ણન
એક્ટિવ પાવર	P	$VI \cos \phi$	વોટ	ઉપયોગી પાવર
રિએક્ટિવ પાવર	Q	$VI \sin \phi$	VAR	પરિભ્રમણ પાવર
એપેરન્ટ પાવર	S	$VI$	VA	કુલ પાવર

પાવર નિકોણ:



આકૃતિ 15. પાવર નિકોણ

ગાણિતિક સંબંધો:

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

$$\text{Power Factor} = P/S = \cos \phi$$

મેમરી ટ્રીક

""પાવર ટ્રાયાર્સેંગલ: પ્લીજ કવાલિફાય સ્ટુડન્ટ્સ" (P, Q, S કોમ્પોનન્ટ્સ)"

## પ્રશ્ન 5(c OR) [7 ગુણ]

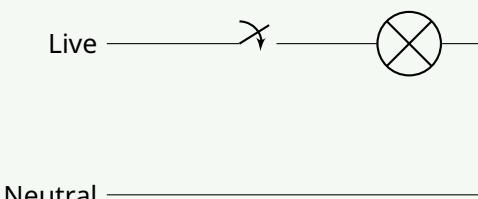
એક લેમ્પને એક જગ્યાએથી કન્ટ્રોલ કરવો તેમજ દાદર માટેનું વાયરિંગ ડાયાગ્રામ સાથે સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:

1. એક જગ્યાએથી લેમ્પ કન્ટ્રોલ:

સર્કિટ આકૃતિ:



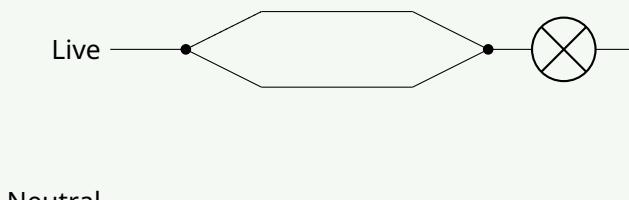
આકૃતિ 16. વન-વે કન્ટ્રોલ

કોમ્પોનન્ટ્સ:

- SPST સ્વિચ: સિંગલ પોલ, સિંગલ થ્રો
- લાઇટ વાયર કન્ટ્રોલ: સુરક્ષા માટે સ્વિચ લાઇટ વાયરમાં

2. સીડીનું વાયરિંગ (દુ-વે કન્ટ્રોલ):

સર્કિટ આકૃતિ:



આકૃતિ 17. દુ-વે કન્ટ્રોલ

સીડીના કન્ટ્રોલ માટે સ્વિચ પોઝિશન:

કોષ્ટક 26. સીડીના કન્ટ્રોલ માટે સ્વિચ પોઝિશન

S1 પોઝિશન	S2 પોઝિશન	લેમ્પ સ્ટેટ્સ
ઉપર	ઉપર	ચાલુ
ઉપર	નીચે	બંધ
નીચે	ઉપર	બંધ
નીચે	નીચે	ચાલુ

**ફાયદાઓ:**

- સુવિધા: અનેક સ્થળોએથી કન્ટ્રોલ
- સુરક્ષા: અંધારામાં ચાલવાની જરૂર નથી

**મેમરી ટ્રીક**

""ટુ-વે ટોગલ્સ, ટુ પ્લેસિસ" (બે સ્વિચ, બે સ્થળો)"