

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:

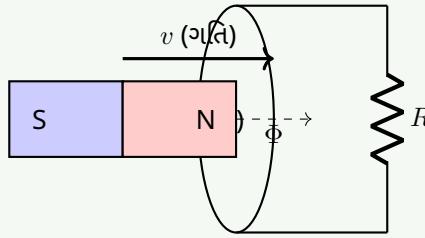
ફેરાડેના નિયમો:

- 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

“ફલકસ 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

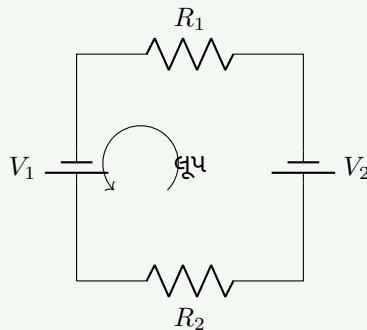
જવાબ:

કિર્યહોફના નિયમોની તુલના:

કોષ્ટક 2. કિર્યહોફના નિયમોની તુલના

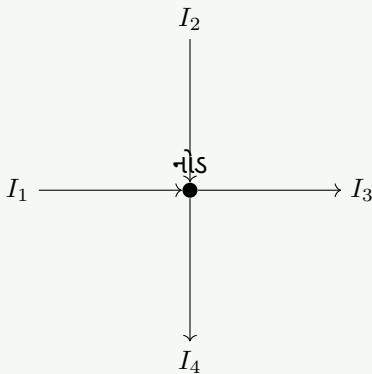
| નિયમ | વિધાન | ગાણિતિક સ્વરૂપ | ઉપયોગ |
|------|---------------------------------|----------------|--------------|
| KVL | બંધ લૂપમાં વોલ્ટેજનો સરવાળો = 0 | $\sum V = 0$ | સિરીઝ સર્કિટ |
| KCL | નોડ પર કરંટનો સરવાળો = 0 | $\sum I = 0$ | પેરલલ સર્કિટ |

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 સંપાદણ | પાવર જનરેશન, મોટર્સ |

સ્ટેટિક EMF ના પ્રકારો:

- સેલ્ફ-ઇન્ડ્યૂસ્ટ: એક જ કોઇલ ફલકસ ચેન્જ બનાવે અને અનુભવે છે
- મ્યુન્યુઅલી 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]

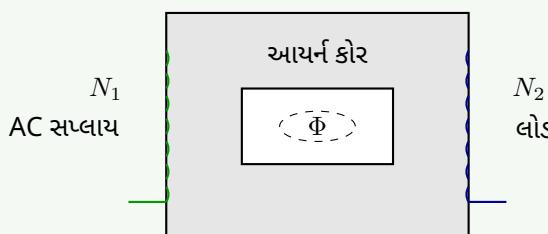
ટ્રાન્સફોર્મરનો કાર્ય સિદ્ધાંત સમજાવો.

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(ચ) [7 ગુણ]

ટ્રાન્સફોર્મરનું EMF સૂત્ર તારવો.

જવાબ

જવાબ:

આપેલા પેરામીટર:

- N_1 : પ્રાઇમરી ટન્સ, N_2 : સેકન્ડરી ટન્સ
- Φ_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 | - |
| Φ_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) [3 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 કરટ, 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 |
| ϕ | ફલક્સ પર પોલ | વેબર |
| N | સ્પીડ | RPM |
| I_a | આર્મ્ચર કરટ | 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.

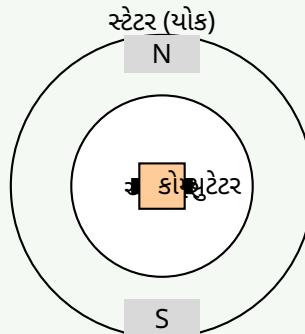
જવાબ

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 મેથડ્સ:

- 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/ફિલ્ડ કન્ટ્રોલ
- ઉચ્ચ સ્ટાર્ટિંગ ટોક્ક: સિરીઝ મોટર
- રિવર્સિબલ ઓપરેશન: ફિલ્ડ/આર્મ્ચર પોલેરિટી બદલો

મેમરી ટ્રીક

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

પ્રશ્ન 3(c) [7 ગુણ]

DC મોટરના વિવિધ પ્રકાર સમજાવો.

જવાબ

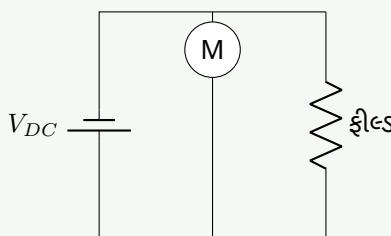
જવાબ:

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: બાહ્ય રેજિસ્ટરન્સ ઉમેરો

મેમરી ટ્રીક

“શન્ટ સ્ટેડી, સિરીઝ સ્ટ્રોંગ, કમ્પાઉન્ડ કમ્પાઉન્ડ” (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]

ઓટો ટ્રાન્સફોર્મરની ઉપયોગિતા સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:

ઓટો ટ્રાન્સફોર્મર એલિક્શન્સ:

કોષ્ટક 13. ઓટો 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

""ઓટો એડજસ્ટ્સ એડવાટેજિયસલી" (ઓટોમેટિક વોલ્ટેજ એડજસ્ટમેન્ટ ફાયદો)"

પ્રશ્ન 3(c OR) [7 ગુણ]

DC શન્ટ મોટર માટે સ્પીડ કન્ટ્રોલ કરવાની રીતો સમજાવો.

જવાબ

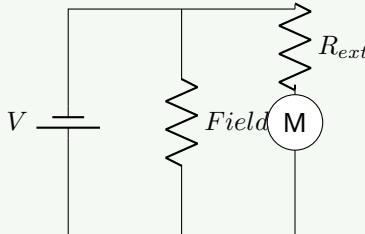
જવાબ:

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

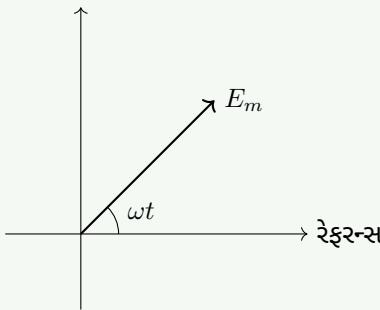
જવાબ:

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 |
|--------------------|-------------------|--------|-----------------|
| મેન્ઝિટ્યુડ | E_m | વોલ્ટ | મેન્જિસમમ EMF |
| ઓર્ગ્યુલર વેલોસિટી | ω | rad/s | રોટેશન સ્પીડ |
| ફેઝ ઓર્ગાલ | ϕ | 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 ફેક્કટર: $RMS/Average = \pi/2\sqrt{2} = 1.11$
- પીક ફેક્કટર: $Peak/RMS = \sqrt{2} = 1.414$
- ઓર્ગ્યુલર ફિક્કવન્સી: $\omega = 2\pi f$

મેમરી ટ્રીક

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

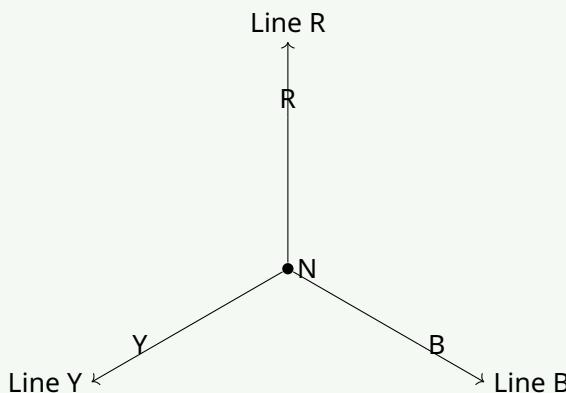
પ્રશ્ન 4(c) [7 ગુણ]

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

| પેરામીટર | 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]

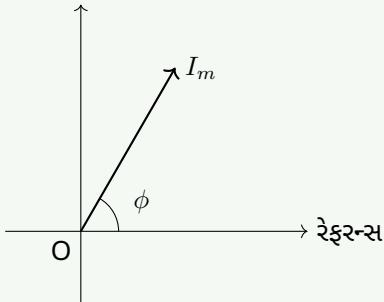
અલ્ટરનેટિંગ કરંટનું વેક્ટર નિરૂપણ સમજાવો.

જવાબ**જવાબ:**

વેક્ટર રિપોઝનેશન: AC કરંટને મેશિયુડ અને ફેઝ અંગલ 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 | ϕ | લીડિંગ/લેન્ડિંગ અંગલ |
| ઓંઘ્યુલર વેલોસિટી | ω | 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) |
| ઓંઘ્યુલર વેલોસિટી | ફેઝ ચેન્જનો દર | $\omega = 2\pi f$ | 314 rad/s (50Hz) |
| એમિલિયુડ | મેન્ઝિસમમ ઇન્સ્ટાન્ટનેન્યસ 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)“

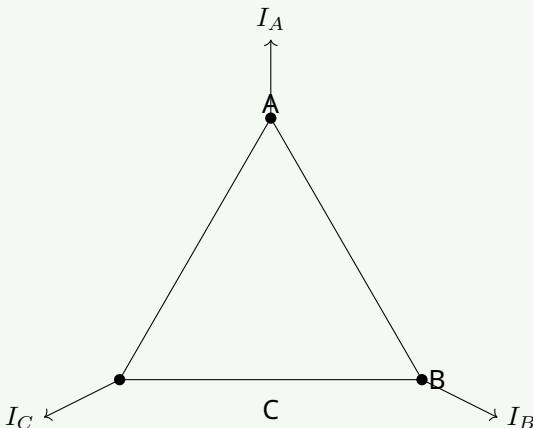
પ્રશ્ન 4(c OR) [7 ગુણ]

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

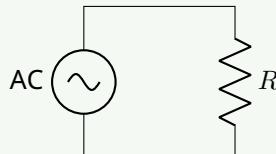
““Delta Doubles current, Same voltage” ($\sqrt{3}$ factor for current, voltage unchanged)“

પ્રશ્ન 5(a) [3 ગુણ]

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

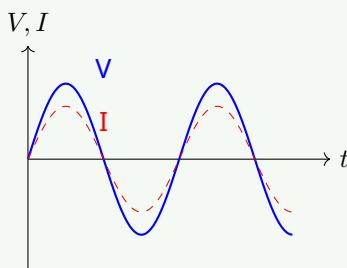
જવાબ

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:

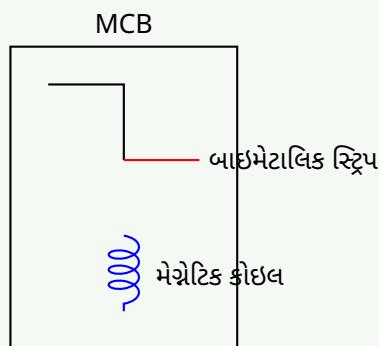
પ્રોટેક્ટિવ ડિવાઇસ:

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:

- ફિક્સડ 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 એમ્પિલાય્ડ | $I_m = V_m / \omega L$ | કરંટ વોલ્ટેજથી 90° પાછળ |
| ઇન્ડક્ટિવ રિએક્ટન્સ | $X_L = \omega L = 2\pi f L$ | ફિક્સેડ આધારિત |
| પાવર | $P = 0$ (એવરેજ) | કોઈ નેટ પાવર વપરાશ નથી |

મેમરી ટ્રીક

""ઇન્ડક્ટર ઇમ્પોઇસ, કરંટ લેંગ્સ" (XL કરંટનો વિરોધ, 90° લેંગ)"

પ્રશ્ન 5(b OR) [4 ગુણ]

AC સાંક્રાન્તમાં પાવર અને પાવર ટ્રાયાંગ્લ સમજાવો.

જવાબ

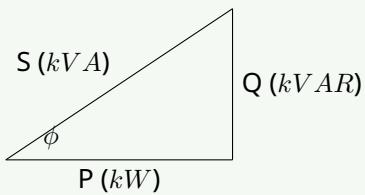
જવાબ:

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]

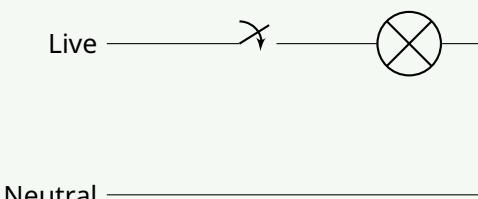
એક લેમ્પને એક જગ્યાએથી કન્ટ્રોલ કરવો તેમજ દાદર માટેનું વાયરિંગ ડાયાગ્રામ સાથે સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:

1. એક જગ્યાએથી લેમ્પ કન્ટ્રોલ:

સર્કિટ આકૃતિ:



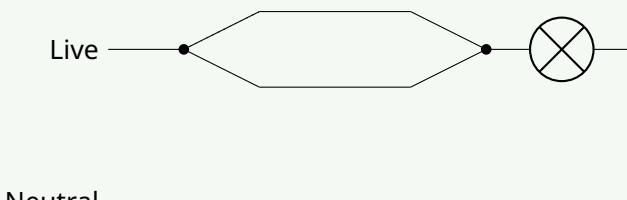
આકૃતિ 16. વન-વે કન્ટ્રોલ

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)"