

ઇલેક્ટ્રિકલ 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-રેખીય પદાર્થો: સેમિકન્ડક્ટર, ડાયોડ પર લાગુ નહીં
- 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 ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક ઇન્ડક્શનના નિયમને જરૂરી આકૃતિ સાથે સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:

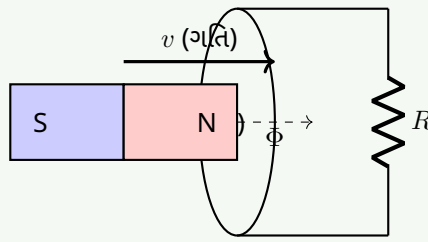
ફેરાડેના નિયમો:

- પ્રથમ નિયમ: જ્યારે વાહક દ્વારા મેગ્નેટિક ફ્લક્સ બદલાય ત્યારે EMF પેદા થાય છે
- બીજો નિયમ: EMF નું મેગ્નિટ્યૂડ 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 ઇલેક્ટ્રિકલ એનર્જી કન્વર્ઝન
- ઇન્ડક્ટર: સેલ્ફ-ઇન્ડ્યુસ્ડ EMF કરંટ એન્જનો વિરોધ કરે છે

મેમરી ટ્રીક

""ફ્લક્સ એન્જ જનરેટ્સ EMF" ($d\Phi/dt = EMF$)"

પ્રશ્ન 1(c) [7 ગુણ]

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

જવાબ

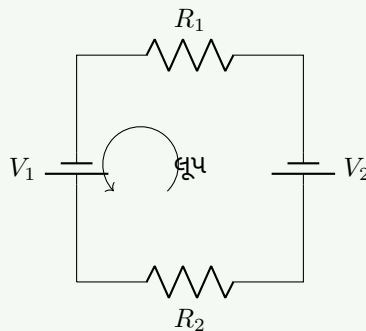
જવાબ:

કિર્યહોફના નિયમોની તુલના:

કોષ્ટક 2. કિર્યહોફના નિયમોની તુલના

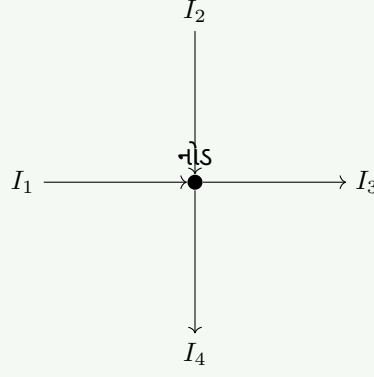
નિયમ	વિધાન	ગાણિતિક સ્વરૂપ	ઉપયોગ
KVL	બંધ લૂપમાં વોલ્ટેજનો સરવાળો = 0	$\sum V = 0$	સિરીઝ સર્કિટ
KCL	નોડ પર કરંટનો સરવાળો = 0	$\sum I = 0$	પેરેલલ સર્કિટ

KVL આકૃતિ:



આકૃતિ 2. KVL બંધ લૂપ

KCL આકૃતિ:



આકૃતિ ૩. KCL નોડ

મુખ્ય મુદ્દાઓ:

- KVL: બીજગણિતીય 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(૮ અથવા) [7 ગુણ]

સ્ટેટિકલી ઇન્ડ્યુસ્ડ EMF અને ડાયનેમિકલી ઇન્ડ્યુસ્ડ EMF વચ્ચેનો તફાવત સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:

સ્ટેટિક વિ ડાયનેમિક EMF:

કોષ્ટક ૩. સ્ટેટિક વિ ડાયનેમિક EMF

પેરામીટર	સ્ટેટિકલી ઇન્ડ્યુસ્ડ EMF	ડાયનેમિકલી ઇન્ડ્યુસ્ડ EMF
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 સપ્લાય	પાવર જનરેશન, મોટર્સ

સ્ટેટિક EMF ના પ્રકારો:

- સેલ્ફ-ઇન્ડ્યુસ્ડ: એક જ કોઇલ ફ્લક્સ ચેન્જ બનાવે અને અનુભવે છે
- મ્યુચ્યુઅલી ઇન્ડ્યુસ્ડ: એક કોઇલ બીજી કોઇલને અસર કરે છે

ડાયનેમિક EMF ના પરિબલો:

- મેગ્નેટિક ફીલ્ડ સ્ટ્રેન્થ (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
આયર્ન લોસ	હિસ્ટેરેસિસ + એડી કરંટ	કોર	સ્થિર, ફ્રિક્વન્સી આધારિત
કોપર લોસ	$I^2 R$ હીટિંગ	વાઇન્ડિંગ	લોડ સાથે બદલાતું
સ્ટ્રે લોસ	લીકેજ ફ્લક્સ	એકંદર	ન્યૂનતમ

આયર્ન 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

""આયર્ન કોર, કોપર કોઇલ" (મુખ્ય લોસનું સ્થાન)""

પ્રશ્ન 2(b) [4 ગુણ]

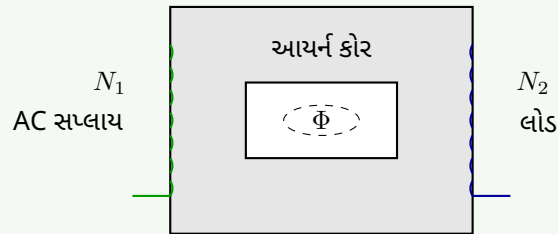
ટ્રાન્સફોર્મરનો કાર્ય સિદ્ધાંત સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:

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

આકૃતિ:



આકૃતિ 4. ટ્રાન્સફોર્મર સિદ્ધાંત

ઓપરેશન સ્ટેપ્સ:

- સ્ટેપ 1: પ્રાઇમરીમાં AC કરંટ બદલાતું ફ્લક્સ બનાવે છે
- સ્ટેપ 2: ફ્લક્સ કોર દ્વારા સેકન્ડરી સાથે લિંક થાય છે
- સ્ટેપ 3: બદલાતું ફ્લક્સ સેકન્ડરીમાં EMF ઇન્ડ્યુસ 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 સપ્લાય" (એનર્જી ટ્રાન્સફરની દિશા)"

પ્રશ્ન 2(c) [7 ગુણ]

ટ્રાન્સફોર્મરનું EMF સૂત્ર તારવો.

જવાબ

જવાબ:

આપેલા પેરામીટર:

- N_1 : પ્રાઇમરી ટર્ન્સ, N_2 : સેકન્ડરી ટર્ન્સ
- Φ_m : મેક્સિમમ ફ્લક્સ, f : ફ્રિક્વન્સી

EMF ડેરિવેશન:

સ્ટેપ 1: ફ્લક્સ વેરિએશન

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

સ્ટેપ 2: ફ્લક્સ 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	ટર્ન્સની સંખ્યા	-
Φ_m	મેક્સિમમ ફ્લક્સ	વેબર
4.44	ફોર્મ ફેક્ટર કોન્સ્ટન્ટ	-

ટ્રાન્સફોર્મેશન રેશિયો:

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

મેમરી ટ્રીક

""ફોર-ફોર્ટી-ફોર ફ્લક્સ ફોર્મ્યુલા" (4.44 ફેક્ટર)"

પ્રશ્ન 2(a 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 કરંટ, લો વોલ્ટેજ
- ઇન્સ્ટ્રુમેન્ટ ટ્રાન્સફોર્મર: મેઝરમેન્ટ અને પ્રોટેક્શન
- ઓડિયો ટ્રાન્સફોર્મર: ઇમ્પીડન્સ મેચિંગ

મેમરી ટ્રીક

""પાવર ડિસ્ટ્રિબ્યુશન આઇસોલેશન ઇલેક્ટ્રોનિક્સ" (મુખ્ય એપ્લિકેશન વિસ્તારો)"

પ્રશ્ન 2(b અથવા) [4 ગુણ]

DC મોટર માટે બેક EMF અને ટોર્કનું સૂત્ર લખો.

જવાબ

જવાબ:
બેક EMF સૂત્ર:

$$E_b = \frac{\phi ZNP}{60A}$$

સરળ સ્વરૂપ:

$$E_b = K \phi N$$

ટોર્ક સૂત્ર:

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

સરળ સ્વરૂપ:

$$T = K \phi I_a$$

પ્રતીકોની વ્યાખ્યા:

કોષ્ટક 7. પ્રતીકોની વ્યાખ્યા

પ્રતીક	પેરામીટર	એકમો
E_b	બેક EMF	વોલ્ટ
T	ટોર્ક	N-m
ϕ	ફ્લક્સ પર પોલ	વેબર
N	સ્પીડ	RPM
I_a	આર્મેચર કરંટ	એમ્પિયર
K	મોટર કોન્સ્ટન્ટ	-

મેમરી ટ્રીક

""બેક EMF વિરોધ કરે, ટોર્ક પ્રસ્તાવિત કરે" (EMF સપ્લાયનો વિરોધ, ટોર્ક રોટેશન ચલાવે)"

પ્રશ્ન 2(ક અથવા) [7 ગુણ]

DC મોટરની રચના અને કાર્ય પદ્ધતિ આકૃતિ સાથે સમજાવો.

જવાબ

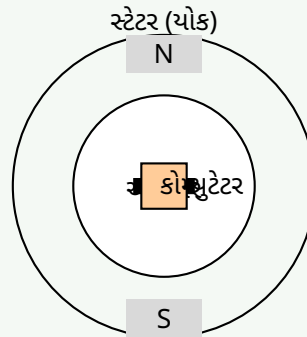
જવાબ:

રચનાના ભાગો:

કોષ્ટક 8. DC મોટરના પાર્ટ્સ

કોમ્પોનન્ટ	કાર્ય	મટીરિયલ
સ્ટેટર	મેગ્નેટિક ફીલ્ડ પ્રદાન કરે છે	કાસ્ટ આયર્ન/સ્ટીલ
રોટર/આર્મેચર	ફરતો ભાગ	સિલિકોન સ્ટીલ લેમિનેશન્સ
કોમ્યુટેટર	કરંટ દિશા બદલવા	કોપર સેગમેન્ટ્સ
બ્રશસ	કરંટ સંગ્રહ	કાર્બન
ફીલ્ડ વાઇન્ડિંગ	ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટ	કોપર વાયર

રચના આકૃતિ:



આકૃતિ 5. DC મોટર રચના

કાર્ય સિદ્ધાંત:

- સ્ટેપ 1: આર્મેચર કન્ડક્ટર દ્વારા કરંટ પસાર થાય છે
- સ્ટેપ 2: મેગ્નેટિક ફીલ્ડ કરંટ સાથે ઇન્ટરેક્ટ થાય છે
- સ્ટેપ 3: ફ્લેમિંગના ડાબા હાથના નિયમ દ્વારા બળ પેદા થાય છે
- સ્ટેપ 4: કોમ્યુટેટર કરંટની દિશા બદલે છે
- સ્ટેપ 5: સતત રોટેશન જાળવાય છે

બળનું સૂત્ર:

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

મેમરી ટ્રીક

""કરંટ ક્રિએટ્સ સર્ક્યુલર મોશન" (કરંટ ઇન્ટરેક્શન રોટેશન પેદા કરે છે)"

પ્રશ્ન 3(a) [3 ગુણ]

ટ્રાન્સફોર્મરની રચના સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:
ટ્રાન્સફોર્મર કન્સ્ટ્રક્શન:

કોષ્ટક 9. ટ્રાન્સફોર્મર કન્સ્ટ્રક્શન

કોમ્પોનન્ટ	મટીરિયલ	કાર્ય
કોર	સિલિકોન સ્ટીલ લેમિનેશન્સ	મેગ્નેટિક ફ્લક્સ પાથ
પ્રાઇમરી વાઇન્ડિંગ	કોપર/એલ્યુમિનિયમ	ઇનપુટ એનર્જી
સેકન્ડરી વાઇન્ડિંગ	કોપર/એલ્યુમિનિયમ	આઉટપુટ એનર્જી
ઇન્સ્યુલેશન	વાર્નિશ/પેપર	ઇલેક્ટ્રિકલ આઇસોલેશન
ટાંકી	સ્ટીલ	ઓઇલ કન્ટેઇનમેન્ટ અને કૂલિંગ

કોરના પ્રકારો:

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

કૂલિંગ મેથડ્સ:

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

મેમરી ટ્રીક

""કોર કેરીઝ કરંટ કેરકુલી" (કોર ડિઝાઇનનું 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	ટ્રેક્શન, કેન
કમ્પાઉન્ડ	મધ્યમ વેરિએશન	એલિવેટર, કોમ્પ્રેસર

ઇન્ડસ્ટ્રિયલ એપ્લિકેશન્સ:

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

ફાયદાઓ:

- સરળ સ્પીડ કન્ટ્રોલ: વોલ્ટેજ/ફીલ્ડ કન્ટ્રોલ
- ઉચ્ચ સ્ટાર્ટિંગ ટોર્ક: સિરીઝ મોટર
- રિવર્સિબલ ઓપરેશન: ફીલ્ડ/આર્મચર પોલારિટી બદલો

મેમરી ટ્રીક

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

પ્રશ્ન 3(c) [7 ગુણ]

DC મોટરના વિવિધ પ્રકાર સમજાવો.

જવાબ

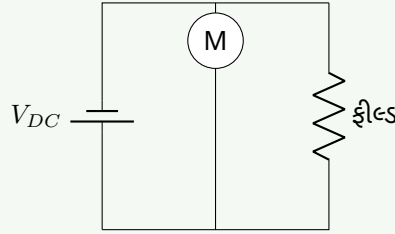
જવાબ:

DC મોટર વર્ગીકરણ:

કોષ્ટક 11. DC મોટર વર્ગીકરણ

પ્રકાર	ફીલ્ડ કનેક્શન	સ્પીડ-ટોર્ક	ઉપયોગિતા
શન્ટ	આર્મેચરને સમાંતર	સ્થિર સ્પીડ, નીચો સ્ટાર્ટિંગ ટોર્ક	ફેન, પંપ
સિરીઝ	આર્મેચર સાથે સિરીઝ	બદલાતી સ્પીડ, ઉચ્ચ સ્ટાર્ટિંગ ટોર્ક	ટ્રેક્શન
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 ટોર્ક, સ્પીડ લોડ સાથે બદલાય છે
- કમ્પાઉન્ડ: બંને પ્રકારના ફાયદાઓ સંયોજિત

સ્પીડ કન્ટ્રોલ મેથડ્સ:

- આર્મેચર કન્ટ્રોલ: આર્મેચર વોલ્ટેજ બદલો
- ફીલ્ડ કન્ટ્રોલ: ફીલ્ડ કરંટ બદલો
- રેઝિસ્ટન્સ કન્ટ્રોલ: બાહ્ય રેઝિસ્ટન્સ ઉમેરો

મેમરી ટ્રીક

""શન્ટ સ્ટેડી, સિરીઝ સ્ટ્રોંગ, કમ્પાઉન્ડ કમ્બાઇન્ડ"" (મુખ્ય લક્ષણો)"

પ્રશ્ન 3(a OR) [3 ગુણ]

ટ્રાન્સફોર્મરનો ટ્રાન્સફોર્મેશન રેશિયો સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:

વ્યાખ્યા: ટ્રાન્સફોર્મેશન રેશિયો (K) એ સેકન્ડરી અને પ્રાઇમરી વોલ્ટેજ અથવા ટર્ન્સનો 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

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

પ્રશ્ન 3(b OR) [4 ગુણ]

ઓટો ટ્રાન્સફોર્મરની ઉપયોગિતા સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:
ઓટો ટ્રાન્સફોર્મર એપ્લિકેશન્સ:

કોષ્ટક 13. ઓટો ટ્રાન્સફોર્મર એપ્લિકેશન્સ

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

ફાયદાઓ:

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

મર્યાદાઓ:

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

મેમરી ટ્રીક

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

પ્રશ્ન 3(c OR) [7 ગુણ]

DC શન્ટ મોટર માટે સ્પીડ કન્ટ્રોલ કરવાની રીતો સમજાવો.

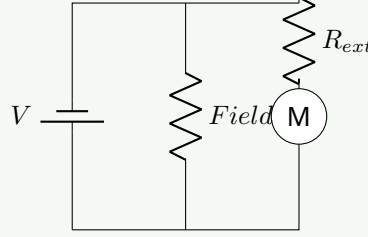
જવાબ

જવાબ:
સ્પીડ કન્ટ્રોલ મેથડ્સ:

કોષ્ટક 14. સ્પીડ કન્ટ્રોલ મેથડ્સ

મેથડ	રેન્જ	એફિશિયન્સી	ઉપયોગિતા
આર્મેચર કન્ટ્રોલ	રેટેડ સ્પીડથી નીચે	ઉચ્ચ	પ્રિસાઇઝ સ્પીડ કન્ટ્રોલ
ફીલ્ડ કન્ટ્રોલ	રેટેડ સ્પીડથી ઉપર	ઉચ્ચ	કોન્સ્ટન્ટ પાવર ડ્રાઇવ્સ
રેઝિસ્ટન્સ કન્ટ્રોલ	રેટેડ સ્પીડથી નીચે	નીચી	સરળ એપ્લિકેશન્સ

આર્મેચર કન્ટ્રોલ આકૃતિ:



આકૃતિ 7. આર્મેચર કન્ટ્રોલ

સ્પીડ સૂત્રો:

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

આધુનિક મેથડ્સ:

- ચોપર કન્ટ્રોલ: PWM વોલ્ટેજ કન્ટ્રોલ
- વોર્ડ-લિયોનાર્ડ સિસ્ટમ: મોટર-જનરેટર સેટ
- ઇલેક્ટ્રોનિક કન્ટ્રોલ: થાઇરિસ્ટર/IGBT ડ્રાઇવ્સ

મેમરી ટ્રીક

""આર્મેચર એક્યુરેટ, ફીલ્ડ ફાસ્ટ, રેઝિસ્ટન્સ સ્લો" (કન્ટ્રોલ લક્ષણો)""

પ્રશ્ન 4(a) [3 ગુણ]

અલ્ટરનેટિંગ EMF નું વેક્ટર નિરૂપણ સમજાવો.

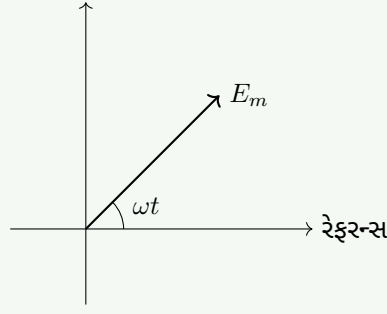
જવાબ

જવાબ:

વેક્ટર રિપ્રેઝન્ટેશન: અલ્ટરનેટિંગ EMF ને સ્થિર મેગ્નિટ્યૂડ અને એંગ્યુલર વેલોસિટી સાથે ફરતા વેક્ટર (ફેઝર) તરીકે દર્શાવી શકાય છે.
ગાણિતિક સ્વરૂપ:

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

આકૃતિ:



આકૃતિ 8. EMF ફેઝર ડાયાગ્રામ

વેક્ટર પેરામીટર:

કોષ્ટક 15. વેક્ટર પેરામીટર

પેરામીટર	પ્રતીક	એકમો	વર્ણન
મેગ્નિટ્યુડ	E_m	વોલ્ટ	મેક્સિમમ EMF
એંગ્યુલર વેલોસિટી	ω	rad/s	રોટેશન સ્પીડ
ફેઝ એંગલ	ϕ	ડિગ્રી	પ્રારંભિક ફેઝ
ફ્રિક્વન્સી	$f = \omega/2\pi$	Hz	સાઇકલ પર સેકન્ડ

મેમરી ટ્રીક

""વેક્ટર્સ વિઝ્યુઅલાઇઝ વોલ્ટેજ વેરિએશન" (ફેઝર રિપ્રેઝન્ટેશન ફાયદાઓ)""

પ્રશ્ન 4(b) [4 ગુણ]

અલ્ટરનેટિંગ કરંટના સંદર્ભમાં નીચેના પદોની વ્યાખ્યા આપો: RMS વેલ્યુ, એવરેજ વેલ્યુ, ફ્રિક્વન્સી, ટાઇમ પિરિયડ

જવાબ

જવાબ:

AC પેરામીટર વ્યાખ્યા:

કોષ્ટક 16. AC પેરામીટર વ્યાખ્યા

પદ	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
ફ્રિક્વન્સી	સેકન્ડ દીઠ સાઇકલની સંખ્યા	$f = 1/T$	Hz
ટાઇમ પિરિયડ	એક સંપૂર્ણ સાઇકલ માટેનો સમય	$T = 1/f$	સેકન્ડ

ગાણિતિક સંબંધો:

- ફોર્મ ફેક્ટર: $\text{RMS/Average} = \pi/2\sqrt{2} = 1.11$
- પીક ફેક્ટર: $\text{Peak/RMS} = \sqrt{2} = 1.414$
- એંગ્યુલર ફ્રિક્વન્સી: $\omega = 2\pi f$

મેમરી ટ્રીક

""રિયલી મીન સ્ક્વેર, એવરેજ ફ્રિક્વન્સી ટાઇમ" (મુખ્ય AC પેરામીટર)""

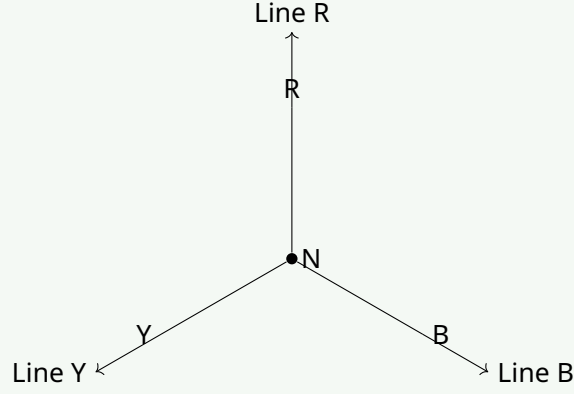
પ્રશ્ન 4(c) [7 ગુણ]

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

જવાબ

જવાબ:

સ્ટાર કનેક્શન આકૃતિ:



આકૃતિ 9. સ્ટાર કનેક્શન

વોલ્ટેજ સંબંધો:

- ફેઝ વોલ્ટેજ: V_R, V_Y, V_B (ન્યુટ્રલ સંદર્ભે)
- લાઇન વોલ્ટેજ: V_{RY}, V_{YB}, V_{BR} (લાઇન વચ્ચે)

ફેઝર વિશ્લેષણ:

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

વેક્ટર એડિશન: કોસાઇન નિયમનો ઉપયોગ કરીને:

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

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

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

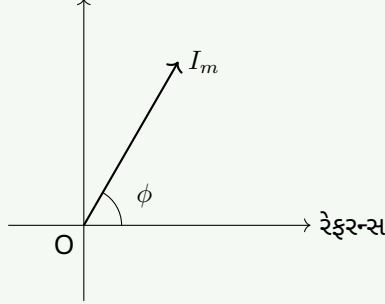
જવાબ:

વેક્ટર રિપ્રેઝન્ટેશન: AC કરંટને મેગ્નિટ્યૂડ અને ફેઝ એંગલ 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
મેગ્નિટ્યૂડ	I_m	પીક કરંટ વેલ્યુ
ફેઝ	ϕ	લીડિંગ/લેગિંગ એંગલ
એંગ્યુલર 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, એમ્પ્લિટ્યૂડ

જવાબ

જવાબ:

AC કરંટ પેરામીટર:

કોષ્ટક 19. AC કરંટ પેરામીટર

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)
એંગ્યુલર વેલોસિટી	ફેઝ ચેન્જનો દર	$\omega = 2\pi f$	314 rad/s (50Hz)
એમ્પ્લિટ્યૂડ	મેક્સિમમ ઇન્સ્ટન્ટેનિયસ વેલ્યુ	I_m	પીક કરંટ

પ્રેક્ટિકલ મહત્વ:

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

મેમરી ટ્રીક

""ફોર્મ પીક ઍંગ્યુલર એમ્પ્લિટ્યૂડ" (ચાર મુખ્ય ફેક્ટર)"

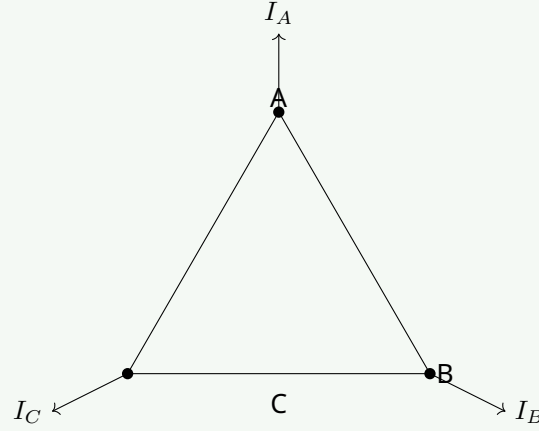
પ્રશ્ન 4(c OR) [7 ગુણ]

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

જવાબ

જવાબ:

ડેલ્ટા કનેક્શન આકૃતિ:



આકૃતિ 11. ડેલ્ટા કનેક્શન

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

$$V_L = V_{ph}$$

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

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

વેક્ટર સબટ્રેક્શન: ફેઝર 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)"

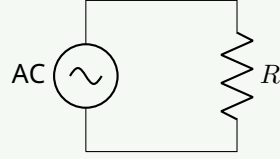
પ્રશ્ન 5(a) [3 ગુણ]

શુદ્ધ અવરોધ ધરાવતા પરિપથ માંથી અલ્ટરનેટિંગ કરંટની વર્તણૂક જરૂરી આકૃતિ અને વેવફોર્મ સાથે સમજાવો.

જવાબ

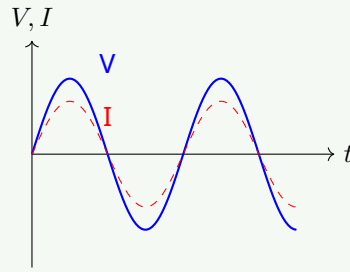
જવાબ:

સર્કિટ આકૃતિ:



આકૃતિ 12. AC રેઝિસ્ટિવ સર્કિટ

વેવફોર્મ:



આકૃતિ 13. V અને I સમાન ફેઝમાં

રેઝિસ્ટર દ્વારા AC:

કોષ્ટક 21. રેઝિસ્ટર દ્વારા AC

પેરામીટર	સંબંધ	ફેઝ
ઓહમનો નિયમ	$V = IR$	સમાન ફેઝ
પાવર	$P = VI = I^2R$	હંમેશા પોઝિટિવ
ઇમ્પીડન્સ	$Z = R$	શુદ્ધ રેઝિસ્ટિવ

મેમરી ટ્રીક

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

પ્રશ્ન 5(b) [4 ગુણ]

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

જવાબ

જવાબ:

AC સર્કિટ પેરામીટર:

કોષ્ટક 22. AC સર્કિટ પેરામીટર

પદ	વ્યાખ્યા	સૂત્ર	એકમો
ઇમ્પીડન્સ	AC કરંટનો કુલ વિરોધ	$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$	ઓહ્મ
ફેઝ એંગલ	V અને I વચ્ચેનો 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 ક્વાડ્રેયર” (ચાર મુખ્ય AC પેરામીટર)”

પ્રશ્ન 5(c) [7 ગુણ]

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

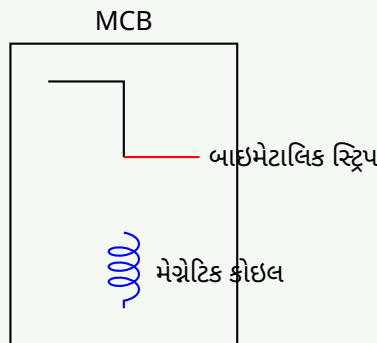
જવાબ

જવાબ:
પ્રોટેક્ટિવ ડિવાઇસ:

કોષ્ટક 23. પ્રોટેક્ટિવ ડિવાઇસ

ડિવાઇસ	પ્રોટેક્શન વિરુદ્ધ	ઉપયોગિતા
ફ્યુઝ	ઓવરકરંટ	લો/મિડિયમ વોલ્ટેજ
MCB	ઓવરલોડ, શોર્ટ સર્કિટ	ઘરેલું/કોમર્શિયલ
ELCB	અર્થ લીકેજ	સુરક્ષા પ્રોટેક્શન
રિલે	વિવિધ ફોલ્ટ	ઇન્ડસ્ટ્રિયલ સિસ્ટમ
સર્જ એરેસ્ટર	ઓવરવોલ્ટેજ	ટ્રાન્સમિશન લાઇન

MCB (મિનિએચર સર્કિટ બ્રેકર) - વિગતવાર સમજૂતી:
રચના:



આકૃતિ 14. MCB આંતરિક રચના

કોમ્પોનન્ટ્સ:

- ફિક્સ્ડ અને મૂવિંગ કોન્ટેક્ટ્સ: કરંટ વહન કરતા ભાગો
- બાઇમેટાલિક સ્ટ્રિપ: થર્મલ પ્રોટેક્શન
- ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક કોઇલ: મેગ્નેટિક પ્રોટેક્શન
- આર્ક ક્વેન્ચિંગ ચેમ્બર: આર્ક એક્સ્ટિન્ક્શન

કાર્ય સિદ્ધાંત:

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

- શોર્ટ સર્કિટ પ્રોટેક્શન: ઉચ્ચ કરંટ મજબૂત મેગ્નેટિક ફીલ્ડ બનાવે છે જે ત્વરિત ટ્રિપ કરે છે.
- ફાયદાઓ:
 - પુનઃઉપયોગ: ફોલ્ટ ક્લિયરન્સ પછી રીસેટ
 - વિશ્વસનીય ઓપરેશન: ડ્યુઅલ પ્રોટેક્શન મેકેનિઝમ

મેમરી ટ્રીક

""MCB મેગ્નેટિકલી કન્ટ્રોલ્ડ બોથ" (થર્મલ અને મેગ્નેટિક પ્રોટેક્શન)""

પ્રશ્ન 5(a OR) [3 ગુણ]

શુદ્ધ ઇન્ડક્ટર ધરાવતા પરિપથ માંથી અલ્ટરનેટિંગ કરંટની વર્તણૂક સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:

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

વોલ્ટેજ-કરંટ 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 ઇન્ડક્ટર લક્ષણો:

કોષ્ટક 24. શુદ્ધ ઇન્ડક્ટર લક્ષણો

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

મેમરી ટ્રીક

""ઇન્ડક્ટર ઇમ્પીડન્સ, કરંટ લેગ્સ" (XL કરંટનો વિરોધ, 90° લેગ)""

પ્રશ્ન 5(b OR) [4 ગુણ]

AC સર્કિટમાં પાવર અને પાવર ટ્રાયઅંગલ સમજાવો.

જવાબ

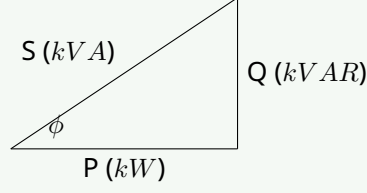
જવાબ:

AC પાવર કોમ્પોનન્ટ્સ:

કોષ્ટક 25. AC પાવર કોમ્પોનન્ટ્સ

પાવરનો પ્રકાર	પ્રતીક	સૂત્ર	એકમો	વર્ણન
એક્સિટવ 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 ત્રિકોણ:



આકૃતિ 15. પાવર ત્રિકોણ

ગાણિતિક સંબંધો:

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

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

મેમરી ટ્રીક

""પાવર ટ્રાયએંગલ: પ્લીઝ ક્વાલિફાય સ્ટુડન્ટ્સ" (P, Q, S કોમ્પોનન્ટ્સ)"

પ્રશ્ન 5(c OR) [7 ગુણ]

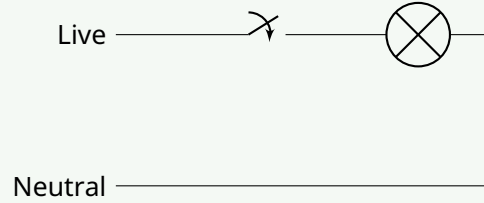
એક લેમ્પને એક જગ્યાએથી કન્ટ્રોલ કરવો તેમજ દાદર માટેનું વાયરિંગ ડાયાગ્રામ સાથે સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:

1. એક જગ્યાએથી લેમ્પ કન્ટ્રોલ:

સર્કિટ આકૃતિ:



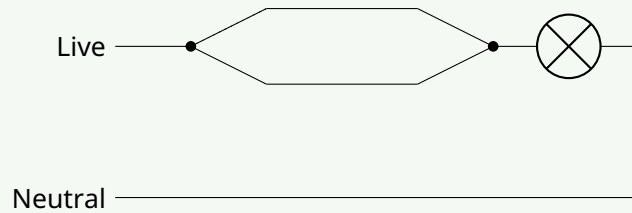
આકૃતિ 16. વન-વે કન્ટ્રોલ

કોમ્પોનન્ટ્સ:

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

2. સીડીનું વાયરિંગ (ટુ-વે કન્ટ્રોલ):

સર્કિટ આકૃતિ:



આકૃતિ 17. ટુ-વે કન્ટ્રોલ

સીડીના કન્ટ્રોલ માટે સ્વિચ પોઝિશન:

કોષ્ટક 26. સીડીના કન્ટ્રોલ માટે સ્વિચ પોઝિશન

S1 પોઝિશન	S2 પોઝિશન	લેમ્પ સ્ટેટસ
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)"