

ઇન્ડસ્ટ્રિયલ ઇલેક્ટ્રોનિક્સ (4331103) - ગ્રીષ્મ 2023 સોલ્યુશન

Milav Dabgar

જુલાઈ 21, 2023

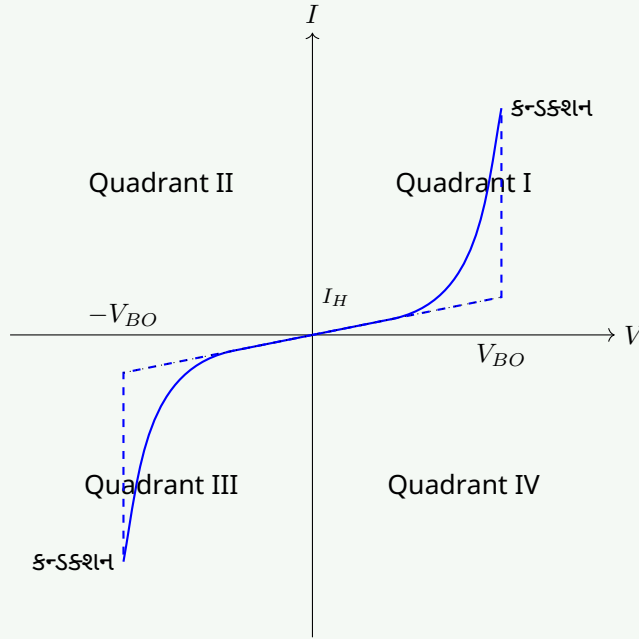
પ્રશ્ન 1(a) [3 ગુણ]

TRIAC ની V-I લાક્ષણિકતા દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

TRIAC (ટ્રાયોડ ફોર ઓલ્ટરનેટિંગ કરંટ) એ દ્વિદિશાત્મક ત્રણ-ટર્મિનલ સેમિકન્ડક્ટર ઉપકરણ છે જે ટ્રિગર થાય ત્યારે કોઈપણ દિશામાં વિદ્યુત પ્રવાહ પસાર કરી શકે છે.

આકૃતિ:



આકૃતિ 1. TRIAC ની V-I લાક્ષણિકતા

- દ્વિદિશાત્મક કાર્યપદ્ધતિ: TRIAC બંને દિશામાં વીજપ્રવાહ પસાર કરે છે (પોઝિટિવ અને નેગેટિવ હાફ સાયકલ્સ)
- ક્વોફ્ટ ઓપરેશન: MT2 અને ગેટની ધ્રુવતા પર આધારિત તમામ ચાર ક્વોફ્ટમાં કામ કરે છે
- ટ્રિગરિંગ વોલ્ટેજ: કોઈપણ દિશામાં $\pm V_{BO}$ ખાતે બ્રેકડાઉન થાય છે
- હોલ્ડિંગ કરંટ: કન્ડક્શન જાળવી રાખવા માટે ન્યૂનતમ વિદ્યુત પ્રવાહ

મેમરી ટ્રીક

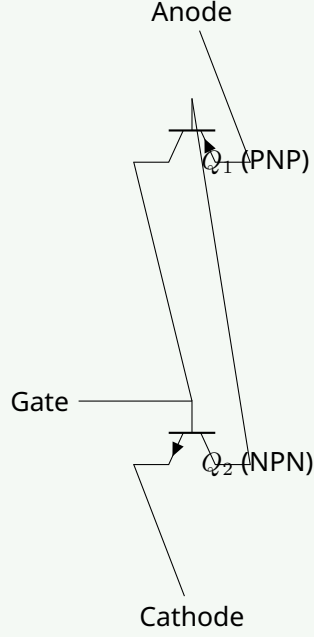
દુ રેકિટફાયર્સ ઇન અ કેસ

પ્રશ્ન 1(b) [4 ગુણ]

બે ટ્રાન્ઝિસ્ટ્ર સામ્યતાનો ઉપયોગ કરીને SCR નું કાર્ય સમજાવો.

જવાબ

SCR (સિલિકોન કંટ્રોલ્ડ રેક્ટિફાયર) ને ઇન્ટરકનેક્ટેડ PNP અને NPN ટ્રાન્ઝિસ્ટર તરીકે રજૂ કરી શકાય છે.
આકૃતિ:



આકૃતિ 2. SCR ની બે ટ્રાન્ઝિસ્ટર સામ્યતા

- બે-ટ્રાન્ઝિસ્ટર સ્ટ્રક્ચર: PNP (Q_1) અને NPN (Q_2) એવી રીતે જોડાયેલા છે કે દરેક ટ્રાન્ઝિસ્ટરનો કલેક્ટર બીજાના બેઝને ડ્રાઇવ કરે છે
- રિજનરેટિવ ફીડબેક: એકવાર બંને ટ્રાન્ઝિસ્ટર કન્ડક્ટ કરવાનું શરૂ કરે, તેઓ એકબીજાને સેચુરેશનમાં રાખે છે
- ટ્રિગરિંગ: Q_2 બેઝમાં ગેટ કરંટ લાગુ કરવાથી રિજનરેટિવ પ્રક્રિયા શરૂ થાય છે
- લેથિંગ: એકવાર ટ્રિગર થયા પછી, ગેટ સિગ્નલ દૂર કરવામાં આવે તો પણ SCR ON રહે છે

મેમરી ટ્રીક

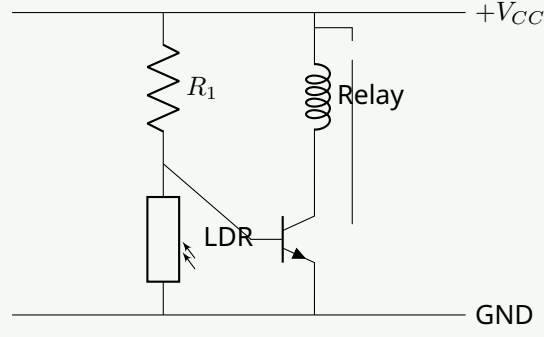
પુલ નીટ પાથ

પ્રશ્ન 1(c) [7 ગુણ]

LDR નો ઉપયોગ કરીને ફોટો ઇલેક્ટ્રિક રિલેનો સર્કિટ ડાયાગ્રામ દોરો અને તેને કાર્યકારી સમજાવો.

જવાબ

LDR (લાઇટ ડિપેન્ડન્ટ રેઝિસ્ટર)નો ઉપયોગ કરતું ફોટોઇલેક્ટ્રિક રિલે એ પ્રકાશ-સક્રિય સ્વિચિંગ સર્કિટ છે.
સર્કિટ ડાયાગ્રામ:



આકૃતિ 3. ફોટો ઇલેક્ટ્રિક રિલે સર્કિટ

- પ્રકાશ સેન્સિંગ: પ્રકાશની હાજરીમાં LDR રેઝિસ્ટન્સ ઘટે છે
- ટ્રાન્ઝિસ્ટર ઓપરેશન: જ્યારે LDR પર પ્રકાશ પડે છે, ત્યારે ટ્રાન્ઝિસ્ટર બેઝ પરનું વોલ્ટેજ બદલાય છે
- રિલે સ્વિચિંગ: ટ્રાન્ઝિસ્ટર પ્રકાશના આધારે કન્ડક્ટ/કટ ઓફ થાય છે, જેથી રિલે સક્રિય/નિષ્ક્રિય થાય છે
- થ્રેશોલ્ડ એડજસ્ટમેન્ટ: પોટેન્શિયોમીટર R_1 પ્રકાશ સંવેદનશીલતા સેટ કરે છે
- એપ્લિકેશન્સ: ઓટોમેટિક સ્ટ્રીટ લાઇટ્સ, ચોર-અલાર્મ, ઓટોમેટિક ડોર ઓપનર

મેમરી ટ્રીક

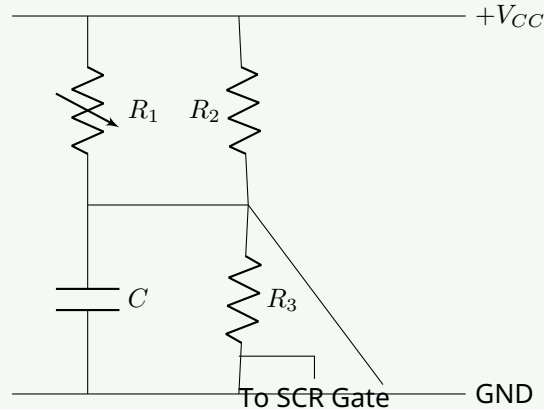
લાઇટ ડિટેક્ટર્સ રેડિલી

પ્રશ્ન 1(c OR) [7 ગુણ]

SCR માટે UJT નો ઉપયોગ કરીને ગેટ પલ્સ ટ્રિગર સર્કિટ દોરો અને તેનું કાર્ય સમજાવો.

જવાબ

UJT (યુનિજંક્શન ટ્રાન્ઝિસ્ટર) SCR માટે વિશ્વસનીય ટ્રિગર પલ્સ પ્રદાન કરે છે.
સર્કિટ ડાયાગ્રામ:



આકૃતિ 4. SCR માટે UJT ટ્રિગર સર્કિટ

- RC ટાઇમિંગ: R_1 અને C ચાર્જિંગ સર્કિટ બનાવે છે જે પલ્સ ફ્રિક્વન્સી નક્કી કરે છે
- UJT ઓપરેશન: કેપેસિટર વોલ્ટેજ પીક પોઇન્ટ વોલ્ટેજમાં પહોંચે ત્યારે UJT ફાયર થાય છે
- પલ્સ જનરેશન: UJT કેપેસિટરને ડિસ્ચાર્જ કરે છે જેથી તીવ્ર ટ્રિગર પલ્સ પેદા થાય છે
- SCR ટ્રિગરિંગ: AC સાયકલમાં ચોક્કસ બિંદુઓએ SCR ચાલુ કરવા માટે પલ્સ ગેટ પર લાગુ કરવામાં આવે છે
- ફ્રિક્વન્સી કંટ્રોલ: ફેઝ કંટ્રોલ માટે R_1 બદલવાથી પલ્સ ફ્રિક્વન્સી બદલાય છે

મેમરી ટ્રીક

યુનિકોર્મ જંકશન્સ ટ્રિગર

પ્રશ્ન 2(a) [3 ગુણ]

SCR ની ટ્રિગરિંગ પદ્ધતિઓ સમજાવો.

જવાબ

ટ્રિગરિંગ પદ્ધતિ	કાર્ય સિદ્ધાંત	ફાયદા
ગેટ ટ્રિગરિંગ	ગેટ ટર્મિનલ પર વિદ્યુત પ્રવાહ લાગુ	સૌથી સામાન્ય, ચોક્કસ નિયંત્રણ
થર્મલ ટ્રિગરિંગ	તાપમાન વધવાથી લીકેજ થાય છે	સરળ, કોઈ બાહ્ય સર્કિટ નથી
લાઇટ ટ્રિગરિંગ	ફોટોન્સ ઇલેક્ટ્રોન-હોલ જોડી બનાવે છે	ઇલેક્ટ્રિકલ આઇસોલેશન, LASCR માં વપરાય છે
dv/dt ટ્રિગરિંગ	ઝડપી વોલ્ટેજ વૃદ્ધિ ટર્ન-ઓન થવાનું કારણ બને છે	પ્રોટેક્શન સર્કિટ માટે ઉપયોગી
ફોરવર્ડ વોલ્ટેજ ટ્રિગરિંગ	બેકવોલ્ટ વોલ્ટેજ વટાવવાથી	કોઈ ગેટ કનેક્શનની જરૂર નથી

કોષ્ટક 1. SCR ટ્રિગરિંગ પદ્ધતિઓ

મેમરી ટ્રીક

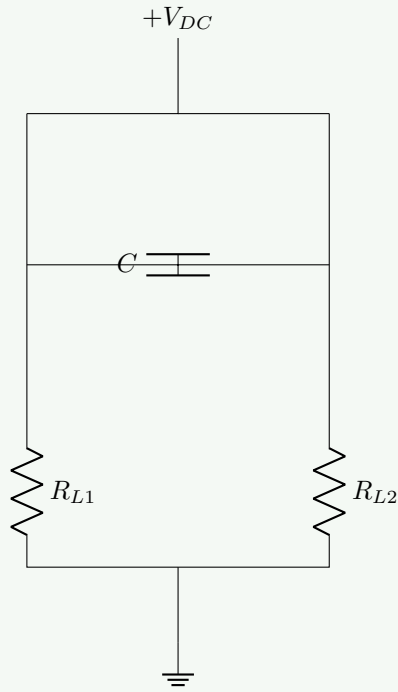
ગુડ ટ્રિગર્સ લેટ ડિવાઇસેસ ફાયર

પ્રશ્ન 2(b) [4 ગુણ]

SCR નું કમ્યુટેશન શું છે? વર્ગ-E કમ્યુટેશન સમજાવો.

જવાબ

કમ્યુટેશન એ SCR ના એનોડ કરંટને હોલ્ડિંગ કરંટથી નીચે ઘટાડીને તેને બંધ કરવાની પ્રક્રિયા છે.
ક્લાસ-E કમ્યુટેશન (કોમ્પિલમેન્ટરી કમ્યુટેશન):



આકૃતિ 5. ક્લાસ-E કમ્યુટેશન સર્કિટ

- કોમ્પિલમેન્ટરી સ્વિચિંગ: વિરુદ્ધ હાફ-સાયકલમાં બીજા SCR નો ઉપયોગ કરે છે
- નેચરલ કમ્યુટેશન: AC સ્ત્રોત ઝીરો ક્રોસ કરે ત્યારે, એનોડ કરંટ હોલ્ડિંગ કરંટ કરતાં નીચે પડે છે
- એપ્લિકેશન: AC પાવર કંટ્રોલ સર્કિટ્સ, સાયકલોકન્વર્ટર્સ
- ફાયદો: કોઈ વધારાના કમ્યુટેશન ઘટકોની આવશ્યકતા નથી

મેમરી ટ્રીક

કોમ્પિલમેન્ટરી એલિમેન્ટ્સ

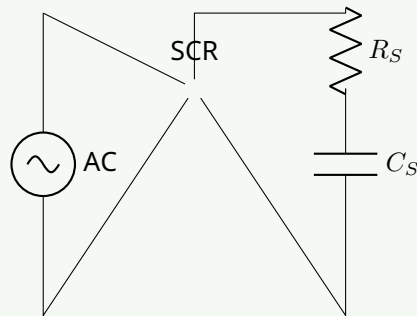
પ્રશ્ન 2(c) [7 ગુણ]

SCR માટે સ્નબર સર્કિટ દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

સ્નબર સર્કિટ SCR ને વોલ્ટેજ ટ્રાન્ઝિયન્ટ્સ અને dv/dt ટર્ન-ઓનથી રક્ષણ આપે છે.

સર્કિટ ડાયાગ્રામ:



આકૃતિ 6. SCR માટે સ્નબર સર્કિટ

- RC નેટવર્ક: SCR પર શ્રેણીબદ્ધ રેસિસ્ટર (R_S) અને કેપેસિટર (C_S) જોડાયેલા છે

- ટ્રાન્ઝિયન્ટ સપ્રેશન: કેપેસિટર વોલ્ટેજ સ્પાઇક્સને અવશોષિત કરે છે જે SCR ને નુકસાન પહોંચાડી શકે છે
- dv/dt પ્રોટેક્શન: ઝડપી વોલ્ટેજ વધારાને કારણે ખોટા ટ્રિગરિંગને અટકાવે છે
- ટર્ન-ઓફ આસિસ્ટન્સ: વૈકલ્પિક કરંટ પાથ પ્રદાન કરીને કમ્યુટેશનમાં મદદ કરે છે
- કમ્પોનન્ટ પસંદગી: C_S લોડ કરંટ પર આધારિત, R_S ડિસ્ચાર્જ કરંટને મર્યાદિત કરે છે

મેમરી ટ્રીક

સેફલી ન્યુટ્રલાઇઝીસ અનવોન્ટેડ બ્રેકઓવર

પ્રશ્ન 2(a OR) [3 ગુણ]

SCR ની વર્તમાન સંરક્ષણ પદ્ધતિ વિશે સમજાવો.

જવાબ

સંરક્ષણ પદ્ધતિ	કાર્ય સિદ્ધાંત	એપ્લિકેશન્સ
ફ્યુઝ સર્કિટ બ્રેકર કરંટ લિમિટિંગ રિએક્ટર ઇલેક્ટ્રોનિક કરંટ લિમિટિંગ કોબાર સર્કિટ	કરંટ રેટિંગ વટાવે ત્યારે પીગળે છે ઓવરલોડ પર ટ્રિપ થાય છે, રીસેટ કરી શકાય છે ફ્લોટ કરંટ મેગ્નિટ્યુડને મર્યાદિત કરે છે કરંટને સેન્સ કરે છે અને ગેટને નિયંત્રિત કરે છે ઓવરલોડ પર પાવર સપ્લાય શોર્ટ કરે છે	સરળ, આર્થિક સંરક્ષણ ફરીથી ઉપયોગ કરી શકાય તેવું સંરક્ષણ ઔદ્યોગિક પાવર કંટ્રોલ ચોક્કસ સંરક્ષણ સંવેદનશીલ લોડ્સનું રક્ષણ કરે છે

કોષ્ટક 2. SCR સંરક્ષણ પદ્ધતિઓ

મેમરી ટ્રીક

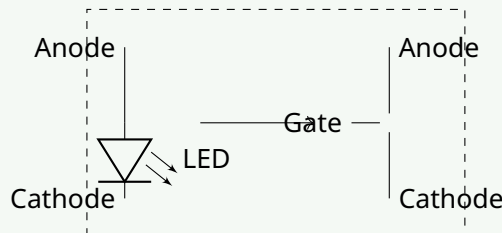
ફ્લોટ કરંટ કોઝીસ ઇન્ક્રિપમેન્ટ ડેમેજ

પ્રશ્ન 2(b OR) [4 ગુણ]

ઓપ્ટો-એસસીઆરની કામગીરી સમજાવો.

જવાબ

ઓપ્ટો-SCR (અથવા લાઇટ એક્ટિવેટેડ SCR) એક આઇસોલેટેડ પેકેજમાં લાઇટ સોર્સ અને SCR ને જોડે છે.
આકૃતિ:



આકૃતિ 7. ઓપ્ટો-SCR સ્ટ્રક્ચર

- ઇલેક્ટ્રિકલ આઇસોલેશન: LED ઇલેક્ટ્રિકલ કનેક્શન વિના ઓપ્ટિકલી SCR ને ટ્રિગર કરે છે
- નોઇઝ ઇમ્યુનિટી: ઇલેક્ટ્રિકલ નોઇઝ અને ઇન્ટરફેરન્સથી રક્ષિત
- હાઇ-વોલ્ટેજ આઇસોલેશન: કંટ્રોલ અને પાવર સર્કિટ્સને અલગ કરે છે
- એપ્લિકેશન્સ: ઔદ્યોગિક નિયંત્રણ, હાઇ-વોલ્ટેજ સ્વિચિંગ

મેમરી ટ્રીક

લાઇટ એક્ટિવેટ્ડ સિલિકોન કંટ્રોલ

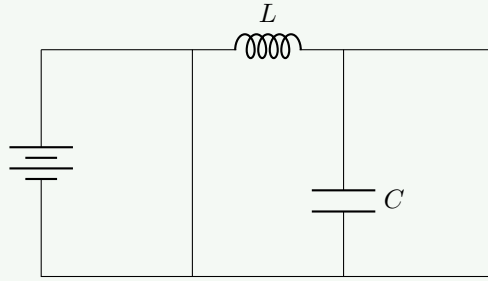
પ્રશ્ન 2(c OR) [7 ગુણ]

ફોર્સ કમ્યુટેશન શું છે? કોઈપણ બે સમજાવો.

જવાબ

ફોર્સ કમ્યુટેશન એ SCR ના એનોડ કરંટને હોલ્ડિંગ લેવલથી નીચે ઘટાડીને કૃત્રિમ રીતે બંધ કરવાની પ્રક્રિયા છે.

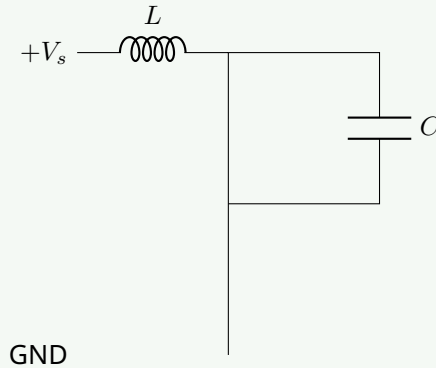
1. ક્લાસ A કમ્યુટેશન (સેલ્ફ-કમ્યુટેશન):



આકૃતિ 8. ક્લાસ A કમ્યુટેશન

- LC રેઝોનન્ટ સર્કિટ: SCR ની આસપાસ સમાંતર L-C દોલનો પેદા કરે છે
- રિવર્સ કરંટ: L-C સર્કિટ SCR દ્વારા રિવર્સ કરંટને દબાવે આપે છે
- એપ્લિકેશન્સ: ઇન્વર્ટર્સ, ચોપર્સ

2. ક્લાસ B કમ્યુટેશન (રેઝોનન્ટ પલ્સ કમ્યુટેશન):



આકૃતિ 9. ક્લાસ B કમ્યુટેશન

- એક્સર્ટર્નલ સ્વિચ: વધારાનો SCR અથવા સ્વિચ કમ્યુટેશનને ટ્રિગર કરે છે
- એનર્જી સ્ટોરેજ: L-C સર્કિટ ઊર્જાને સંગ્રહિત કરે છે પછી SCR કરંટને રિવર્સ કરે છે
- એપ્લિકેશન્સ: DC ચોપર્સ, કંટ્રોલ્ડ રેક્ટિફાયર્સ

મેમરી ટ્રીક

ફોર્સ સર્કિટ રિવર્સલ

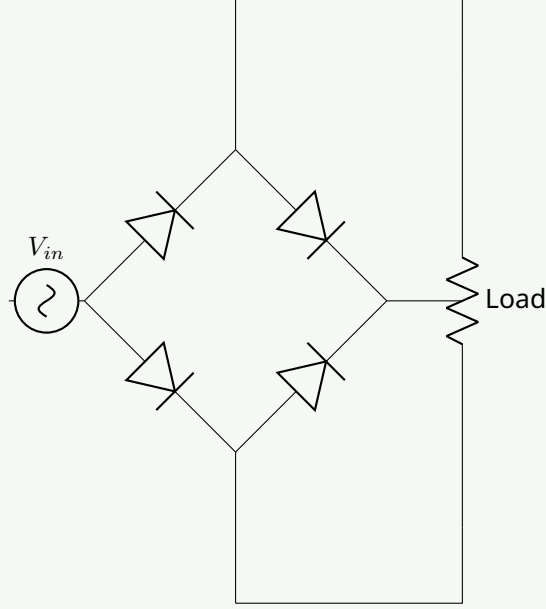
પ્રશ્ન 3(a) [3 ગુણ]

ચાર ડાયોડનો ઉપયોગ કરીને 1-Phase ફુલ વેવ બ્રિજ કોન્ટ્રોલએડ રેક્ટિફાયર સમજાવો.

જવાબ

આ સર્કિટ કંટ્રોલ્ડ સિંગલ-ફેઝ ફુલ-વેવ રેક્ટિફિકેશન માટે ડાયોડ્સ અને SCR ને જોડે છે.

સર્કિટ ડાયાગ્રામ:



આકૃતિ 10. 1-Phase ફુલ વેવ રેક્ટિફાયર (4 ડાયોડ્સ અને 1 SCR)

- **બ્રિજ કોન્ટ્રોલરેશન:** ચાર ડાયોડ્સ બ્રિજમાં ગોઠવવામાં આવ્યા છે જેમાંથી એક SCR દ્વારા બદલાયેલ છે અથવા શ્રેણીમાં છે
- **વેરિએબલ આઉટપુટ:** SCR કન્ડક્શન એંગલ અને તેથી આઉટપુટ વોલ્ટેજને નિયંત્રિત કરે છે
- **આર્થિક ડિઝાઇન:** બે અથવા ચારને બદલે માત્ર એક SCR વાપરે છે
- **કાર્યક્ષમતા:** હાફ-વેવ કંટ્રોલ્ડ રેક્ટિફાયર કરતાં વધુ

મેમરી ટ્રીક

બ્લેન્ડ ડાયોડ્સ સ્માર્ટલી

પ્રશ્ન 3(b) [4 ગુણ]

ચોપર શું છે? તેની ઉપયોગો જણાવો.

જવાબ

પાસા	વર્ણન
વ્યાખ્યા	DC-DC કન્વર્ટર જે ફિક્સ્ડ DC ઇનપુટને વેરિએબલ DC આઉટપુટમાં રૂપાંતરિત કરે છે
કાર્ય સિદ્ધાંત	પીરિયોડિકલી ઉચ્ચ આવૃત્તિએ DC ઇનપુટને ચાલુ/બંધ કરે છે
પ્રકારો	સ્ટેપ-ડાઉન (બક), સ્ટેપ-અપ (બૂસ્ટ), બક-બૂસ્ટ, ક્યુક
કંટ્રોલ મેથડ્સ	PWM, ફ્રિક્વન્સી મોડ્યુલેશન, કરંટ-લિમિટ કંટ્રોલ
એપ્લિકેશન્સ	DC મોટર સ્પીડ કંટ્રોલ, બેટરી ચાર્જર્સ, UPS, સોલાર સિસ્ટમ્સ, ઇલેક્ટ્રિક વાહનો

કોષ્ટક 3. ચોપરના મૂળભૂત સિદ્ધાંતો અને ઉપયોગો

મેમરી ટ્રીક

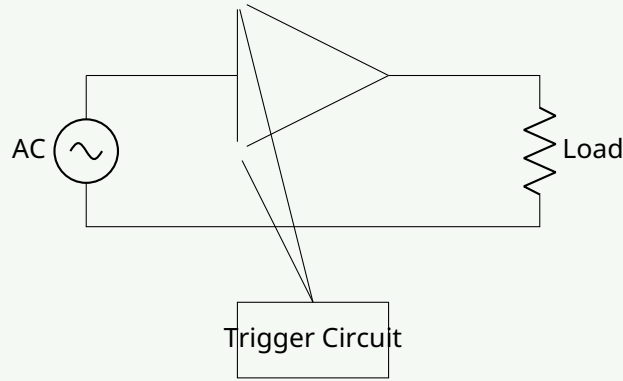
ચોપ્સ કરંટ પરફેક્ટલી

પ્રશ્ન 3(c) [7 ગુણ]

1-Phase A.C. લોડ માટે SCR નો ઉપયોગ કરીને સ્ટેટિક સ્વીચના સર્કિટ ડાયાગ્રામ દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

SCR નો ઉપયોગ કરતું સ્ટેટિક સ્વિચ AC લોડ્સ માટે નોન-મિકેનિકલ સ્વિચિંગ પ્રદાન કરે છે.
સર્કિટ ડાયાગ્રામ:



આકૃતિ 11. SCRs નો ઉપયોગ કરીને સ્ટેટિક AC સ્વિચ

- એન્ટિપેરેલલ SCRs: બાઇડરેક્શનલ કન્ડક્શન માટે ત્રણ SCRs ઇન્વર્સ પેરેલલમાં જોડાયેલા છે
- ગેટ કંટ્રોલ: યોગ્ય સમયના ગેટ સિગ્નલ્સ લોડને પાવર નિયંત્રિત કરે છે
- ઝીરો-ફોસિંગ સ્વિચિંગ: SCRs કુદરતી રીતે ઝીરો ફોસિંગ પર બંધ થાય છે
- એપ્લિકેશન્સ: હીટર કંટ્રોલ, મોટર સોફ્ટ-સ્ટાર્ટિંગ, લાઇટિંગ કંટ્રોલ
- ફાયદા: કોઈ મૂવિંગ પાર્ટ્સ નહીં, સાયલેન્ટ ઓપરેશન, લોંગ લાઇફ

મેમરી ટ્રીક

સોલિડ સ્વિચિંગ ટેકનોલોજી

પ્રશ્ન 3(a OR) [3 ગુણ]

ડીસી ચોપરનો મૂળ સિદ્ધાંત સમજાવો.

જવાબ

ઘટક	કાર્ય
સ્વિચિંગ ડિવાઇસ	SCR, MOSFET, IGBT ઉચ્ચ આવૃત્તિએ DC સ્વિચ કરે છે
કંટ્રોલ સર્કિટ	ON/OFF સમયને નિયંત્રિત કરવા માટે PWM ગેટ સિગ્નલ્સ જનરેટ કરે છે
ડ્યુટી સાયકલ	કુલ સમયગાળા પર ON સમયનો ગુણોત્તર આઉટપુટ નક્કી કરે છે
આઉટપુટ ફિલ્ટર	રિપલ ઘટાડવા માટે ચોપ્ડ આઉટપુટને સ્મૂથ કરે છે
કાર્ય સિદ્ધાંત	સરેરાશ વોલ્ટેજ = ઇનપુટ વોલ્ટેજ \times ડ્યુટી સાયકલ

કોષ્ટક 4. DC ચોપરનો સિદ્ધાંત

મેમરી ટ્રીક

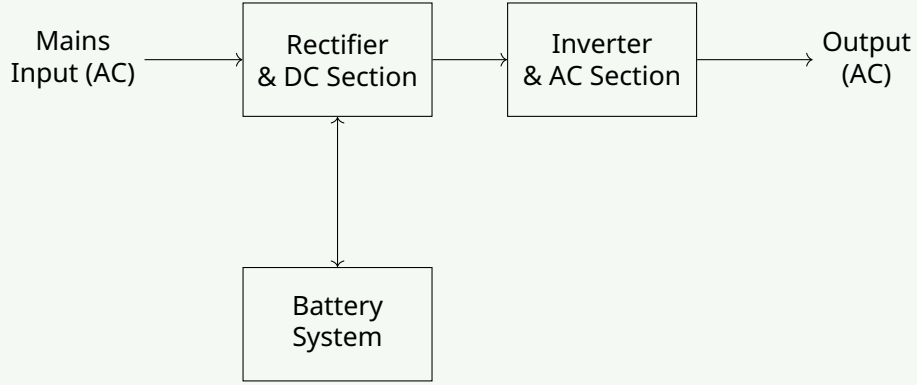
ડાયરેક્ટ કરંટ કંટ્રોલ

પ્રશ્ન 3(b OR) [4 ગુણ]

આના પર ટૂંકી નોંધ લખો: અન-ઇન્ટરપ્ટેડ પાવર સપ્લાય (UPS).

જવાબ

UPS મુખ્ય સપ્લાય નિષ્ફળ જાય ત્યારે ઇમરજન્સી પાવર પ્રદાન કરે છે.
બ્લોક ડાયાગ્રામ:



આકૃતિ 12. UPS બ્લોક ડાયાગ્રામ

- બેકઅપ પાવર: આઉટેજ દરમિયાન સતત પાવર પ્રદાન કરે છે
- પ્રકારો: ઓનલાઇન, ઓફલાઇન, લાઇન-ઇન્ટરેક્ટિવ UPS
- સુરક્ષા: પાવર સર્જ, સોર્સ અને ફ્રિક્વન્સી વેરિએશન્સ સામે
- એપ્લિકેશન્સ: કોમ્પ્યુટર્સ, મેડિકલ ઇક્વિપમેન્ટ, ટેલિકોમ્યુનિકેશન્સ

મેમરી ટ્રીક

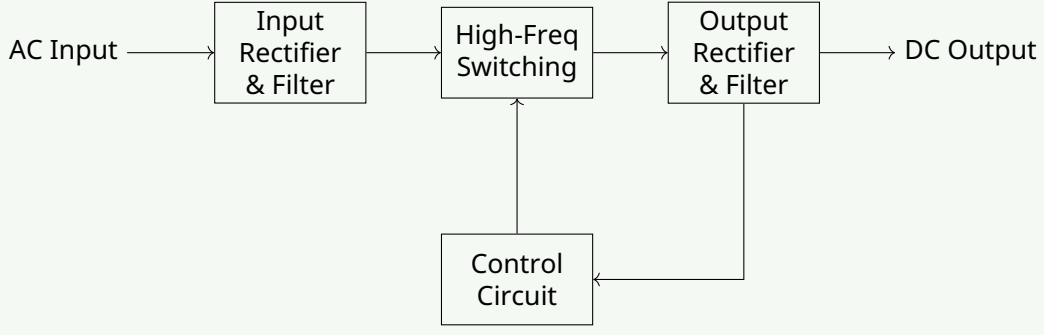
અનઇન્ટરપ્ટેડ પાવર સિંક્યોરલી

પ્રશ્ન 3(c OR) [7 ગુણ]

SMPS ના બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને દરેક બ્લોકનું કાર્ય સમજાવો.

જવાબ

સ્વિચ્ડ-મોડ પાવર સપ્લાય કુશળતાથી AC ને રેગ્યુલેટેડ DC માં રૂપાંતરિત કરે છે.
બ્લોક ડાયાગ્રામ:



આકૃતિ 13. SMPS બ્લોક ડાયાગ્રામ

- ઇનપુટ રેક્ટિફાયર: AC ને અનરેગ્યુલેટેડ DC માં રૂપાંતરિત કરે છે
- હાઇ-ફ્રિક્વન્સી સ્વિચિંગ: ટ્રાન્ઝિસ્ટરનો ઉપયોગ કરીને DC ને હાઇ-ફ્રિક્વન્સી AC માં રૂપાંતરિત કરે છે
- ટ્રાન્સફોર્મર: આઇસોલેશન અને વોલ્ટેજ સ્કેલિંગ પ્રદાન કરે છે
- આઉટપુટ રેક્ટિફાયર: હાઇ-ફ્રિક્વન્સી AC ને DC માં રૂપાંતરિત કરે છે
- ફિલ્ટર: રિપલ ઘટાડવા માટે DC આઉટપુટને સ્મૂથ કરે છે
- કંટ્રોલ સર્કિટ: ફીડબેક દ્વારા આઉટપુટને રેગ્યુલેટ કરે છે

મેમરી ટ્રીક

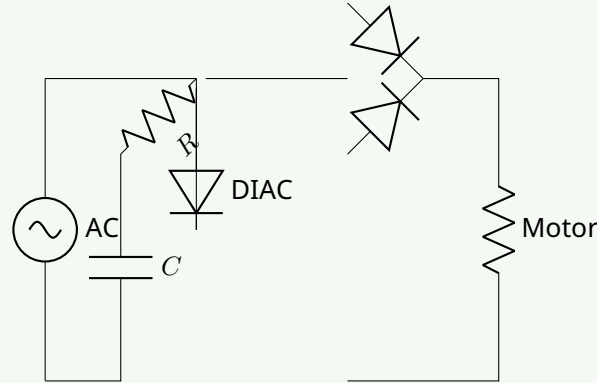
સ્વિચ મોડ પાવર સિસ્ટમ

પ્રશ્ન 4(a) [3 ગુણ]

1-Phase DC શન્ટ મોટરના ગતિ નિયંત્રણ માટે TRIAC નો ઉપયોગ કરીને સર્કિટ ડાયાગ્રામ દોરો અને તેની કામગીરી સમજાવો.

જવાબ

TRIAC-આધારિત સ્પીડ કંટ્રોલ DC શન્ટ મોટર માટે કાર્યક્ષમ વેરિએબલ સ્પીડ પ્રદાન કરે છે.
સર્કિટ ડાયાગ્રામ:



આકૃતિ 14. DC મોટર માટે TRIAC સ્પીડ કંટ્રોલ

- ફેઝ કંટ્રોલ: TRIAC ફેઝ ઍંગલ કંટ્રોલ દ્વારા અસરકારક વોલ્ટેજ બદલે છે
- રેક્ટિફિકેશન: બ્રિજ રેક્ટિફાયર AC ને DC માં મોટર માટે રૂપાંતરિત કરે છે
- સ્પીડ વેરિએશન: લાગુ કરેલા વોલ્ટેજના પ્રમાણમાં મોટર સ્પીડ
- RC ટાઇમિંગ: RC નેટવર્ક TRIAC ના ફાયરિંગ ઍંગલને નક્કી કરે છે

મેમરી ટ્રીક

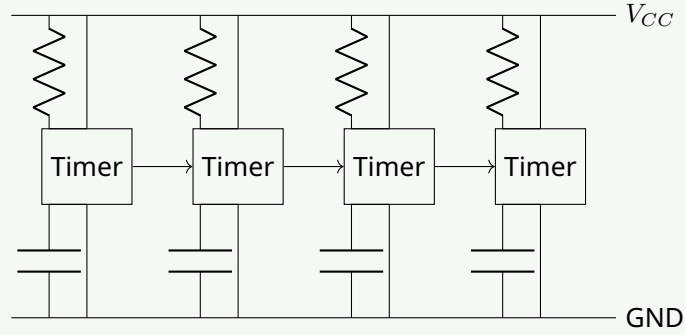
TRIAC રેગ્યુલેટર્સ સ્પીડ

પ્રશ્ન 4(b) [4 ગુણ]

IC-556 નો ઉપયોગ કરીને ચાર તબક્કાના ક્રમિક ટાઇમર સર્કિટ ડાયાગ્રામ દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

IC-556 ડ્યુઅલ ટાઇમરને મલ્ટી-સ્ટેજ સિક્વેન્શિયલ ટાઇમર તરીકે કોન્ફિગર કરી શકાય છે.
સર્કિટ ડાયાગ્રામ:



આકૃતિ 15. ક્રમિક ટાઇમર સ્કીમેટિક કન્સેપ્ટ

- ડ્યુઅલ ટાઇમર IC: IC-556 બે 555 ટાઇમર સર્કિટ્સ ધરાવે છે
- કેસ્કેડેડ કોન્ફિગરેશન: એક સ્ટેજનો આઉટપુટ આગલાને ટ્રિગર કરે છે
- ટાઇમિંગ કંટ્રોલ: RC ટાઇમ કોન્સ્ટન્ટ્સ દરેક સ્ટેજની અવધિ નક્કી કરે છે
- એપ્લિકેશન્સ: ઔદ્યોગિક સિક્વેન્સિંગ, પ્રક્રિયા નિયંત્રણ, ઓટોમેશન

મેમરી ટ્રીક

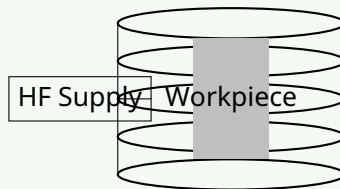
સિક્વેન્શિયલ સ્ટેપ્સ ટાઇમ્ડ પ્રિસાઇઝલી

પ્રશ્ન 4(c) [7 ગુણ]

ઇન્ડક્શન હીટિંગ સમજાવો.

જવાબ

ઇન્ડક્શન હીટિંગ ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક ઇન્ડક્શનનો ઉપયોગ કરીને નોન-કોન્ટેક્ટ હીટિંગ પ્રક્રિયા છે.
આકૃતિ:



આકૃતિ 16. ઇન્ડક્શન હીટિંગ સેટઅપ

સિદ્ધાંત	વર્ણન
ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક ઇન્ડક્શન એડી કરંટ્સ રેસિસ્ટિવ હીટિંગ સ્ક્રિન ઇફેક્ટ એપ્લિકેશન્સ	કોઇલમાં AC પરિવર્તનશીલ ચુંબકીય ક્ષેત્ર બનાવે છે ચુંબકીય ક્ષેત્ર વર્કપીસમાં કરંટ પ્રેરિત કરે છે મટિરિયલ રેસિસ્ટન્સને કારણે એડી કરંટ ગરમી પેદા કરે છે ઉચ્ચ આવૃત્તિઓ પર કરંટ સપાટીની નજીક કેન્દ્રિત થાય છે હીટ ટ્રીટમેન્ટ, મેલ્ડિંગ, ફોર્જિંગ, બ્રેઝિંગ, કુકિંગ

કોષ્ટક 5. ઇન્ડક્શન હીટિંગ સિદ્ધાંતો

મેમરી ટ્રીક

ઇન્ડ્યુસ્ડ હીટિંગ ઇફિશિયન્ટલી

પ્રશ્ન 4(a OR) [3 ગુણ]

ત્રણ તબક્કાના IC555 ટાઇમર સર્કિટ દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

IC555 નો ઉપયોગ કરતો ત્રણ-સ્ટેજ ટાઇમર ક્રમિક ટાઇમિંગ ઓપરેશન્સ પ્રદાન કરે છે.
સર્કિટ ડાયાગ્રામ:

આકૃતિ 17. ત્રણ તબક્કાનું IC555 ટાઇમર

- મોનોસ્ટેબલ મોડ: દરેક સ્ટેજ ફિક્સ્ડ ટાઇમર ડિલે સાથે મોનોસ્ટેબલ મોડમાં કામ કરે છે
- કેસ્કેડેડ કનેક્શન: પ્રથમ ટાઇમરનો આઉટપુટ બીજાને ટ્રિગર કરે છે, વગેરે
- ટાઇમિંગ કોમ્પોનન્ટ્સ: R-C નેટવર્ક દરેક સ્ટેજનો ટાઇમર ડિલે નક્કી કરે છે
- એપ્લિકેશન્સ: ઓટોમેટિક સ્કવન્સિંગ, પ્રોસેસ ટાઇમિંગ, ઔદ્યોગિક નિયંત્રણ

મેમરી ટ્રીક

ટાઇમ ઇન્ટરવલ્સ ક્રિએટેડ

પ્રશ્ન 4(b OR) [4 ગુણ]

ડાઇલેક્ટ્રિક હીટિંગનો સિદ્ધાંત સમજાવો.

જવાબ

સિદ્ધાંત	વર્ણન
હાઇ-ફ્રિક્વન્સી ઇલેક્ટ્રિક ફિલ્ડ મોલેક્યુલર ફિક્શન	મટિરિયલ RF વોલ્ટેજ (1-100 MHz) સાથે ઇલેક્ટ્રોડ્સ વચ્ચે મૂકવામાં આવે છે ડિપોલ આણુઓ અલ્ટરનેટિંગ ફિલ્ડ સાથે એલાઇન થવાનો પ્રયાસ કરતી વખતે કંપન/ફરતા રહે છે
હીટ જનરેશન	આણુઓ વચ્ચે આંતરિક ઘર્ષણથી સમાન રીતે ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે
નોન-કન્ડક્ટિવ મટિરિયલ્સ એપ્લિકેશન્સ	નોન-કન્ડક્ટિવ મટિરિયલ્સ (પ્લાસ્ટિક, લાકડું, ખોરાક) ગરમ કરવા માટે અસરકારક પ્લાસ્ટિક વેલ્ડિંગ, લાકડું સૂકવવું, ફૂડ પ્રોસેસિંગ (માઇક્રોવેવ ઓવન)

કોષ્ટક 6. ડાઇલેક્ટ્રિક હીટિંગ સિદ્ધાંતો

મેમરી ટ્રીક

ડાઇલેક્ટ્રિક એનર્જી હીટ્સ

પ્રશ્ન 4(c OR) [7 ગુણ]

ઇન્ડક્શન હીટિંગ અને ડાઇલેક્ટ્રિક હીટિંગ વચ્ચે સરખામણી કરો.

જવાબ

પેરામીટર	ઇન્ડક્શન હીટિંગ	ડાઇલેક્ટ્રિક હીટિંગ
મૂળભૂત સિદ્ધાંત	ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક ઇન્ડક્શન	હાઇ-ફ્રિક્વન્સી ઇલેક્ટ્રિક ફિલ્ડ
યોગ્ય મટિરિયલ્સ	કન્ડક્ટિવ મટિરિયલ્સ (મેટલ્સ)	નોન-કન્ડક્ટિવ મટિરિયલ્સ (પ્લાસ્ટિક, લાકડું)
ફ્રિક્વન્સી રેન્જ	1 kHz થી 1 MHz	1 MHz થી 1 GHz
હીટિંગ મિકેનિઝમ	એડી કરંટ્સ અને હિસ્ટેરિસિસ	મોલેક્યુલર ફિક્શન (ડિપોલ રોટેશન)
હીટ ડિસ્ટ્રિબ્યુશન	સર્ફેસ હીટિંગ (સ્કિન ઇફેક્ટ)	વોલ્યુમેટ્રિક (સમગ્ર સમાન)
કાર્યક્ષમતા	મેગ્નેટિક મટિરિયલ્સ માટે 80-90%	મટિરિયલ પર આધારિત 50-70%
એપ્લિકેશન્સ	મેટલ મેલ્ડિંગ, ફોર્જિંગ, હીટ ટ્રીટમેન્ટ	પ્લાસ્ટિક વેલ્ડિંગ, ફૂડ પ્રોસેસિંગ, ડ્રાયિંગ
ઇક્વિપમેન્ટ	ઇન્ડક્શન કોઇલ, વર્ક પીસ	ઇલેક્ટ્રોડ્સ, ડાઇલેક્ટ્રિક મટિરિયલ

કોષ્ટક 7. ઇન્ડક્શન vs ડાઇલેક્ટ્રિક હીટિંગ સરખામણી

મેમરી ટ્રીક

ICED

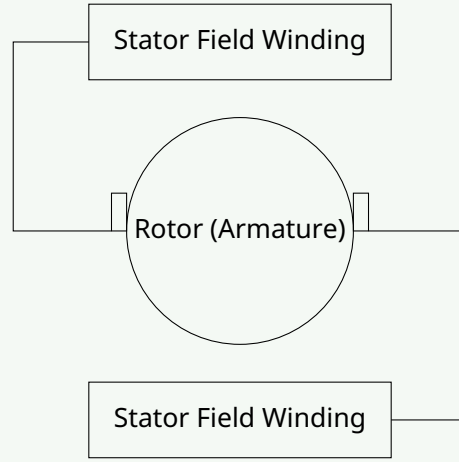
પ્રશ્ન 5(a) [3 ગુણ]

યુનિવર્સલ મોટરનું બાંધકામ અને કાર્ય સમજાવો.

જવાબ

યુનિવર્સલ મોટર AC અને DC બંને પાવર સોર્સ પર કામ કરે છે.

આકૃતિ:



આકૃતિ 18. યુનિવર્સલ મોટર બાંધકામ

- સીરીઝ કનેક્શન: ફિલ્ડ વાઇન્ડિંગ આર્મેચર વાઇન્ડિંગ સાથે શ્રેણીમાં
- બાંધકામ: ફિલ્ડ વાઇન્ડિંગ સાથે સ્ટેટર, કોમ્યુટેટર અને બ્રશ સાથે રોટર
- કાર્ય સિદ્ધાંત: AC અને DC બંને પર સમાન દિશા ટોર્ક
- લાક્ષણિકતાઓ: ઉચ્ચ સ્ટાર્ટિંગ ટોર્ક, ઓછા લોડ પર ઉચ્ચ ગતિ
- એપ્લિકેશન્સ: પોર્ટેબલ ટૂલ્સ, ઘરેલું ઉપકરણો, બ્લેન્ડર્સ

મેમરી ટ્રીક

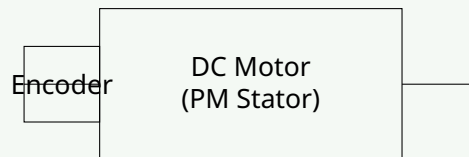
યુનિવર્સલ મોટરાઇઝડ

પ્રશ્ન 5(b) [4 ગુણ]

ડીસી સર્વો મોટરનું બાંધકામ દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

DC સર્વો મોટર ચોક્કસ પોઝિશન અથવા સ્પીડ કંટ્રોલ પ્રદાન કરે છે.
આકૃતિ:



આકૃતિ 19. DC સર્વો મોટર

- બાંધકામ: પરમેનન્ટ મેગ્નેટ સ્ટેટર, હળવા રોટર, ફીડબેક ડિવાઇસ
- કંટ્રોલ સિસ્ટમ: પોઝિશન/વેલોસિટી ફીડબેક સાથે ક્લોઝડ-લૂપ કંટ્રોલ
- લો ઇનર્શિયા: ઝડપી પ્રતિસાદ અને ચોક્કસ પોઝિશનિંગની મંજૂરી આપે છે
- એપ્લિકેશન્સ: રોબોટિક્સ, CNC મશીન્સ, પોઝિશનિંગ સિસ્ટમ્સ
- ફીચર્સ: ઉચ્ચ ટોર્ક-ટુ-ઇનર્શિયા રેશિયો, ફાસ્ટ રિસ્પોન્સ, એક્ચ્યુરસી

મેમરી ટ્રીક

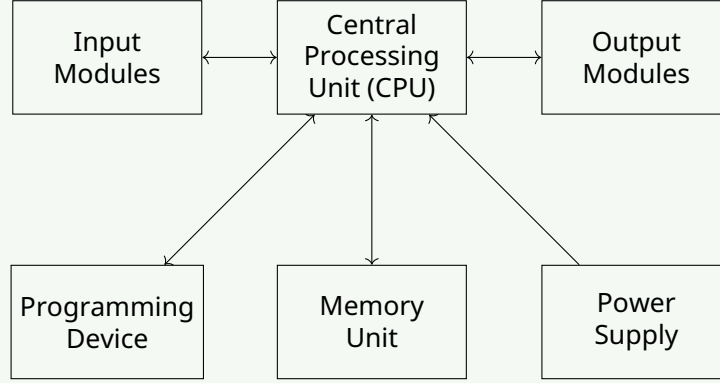
સર્વો સિસ્ટમ કંટ્રોલ

પ્રશ્ન 5(c) [7 ગુણ]

પ્રોગ્રામેબલ લોજિક કંટ્રોલ (PLC) નો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને દરેક બ્લોકની કામગીરી સમજાવો.

જવાબ

PLC ઓટોમેશન કંટ્રોલ માટે ઔદ્યોગિક ડિજિટલ કોમ્પ્યુટર છે.
બ્લોક ડાયાગ્રામ:



આકૃતિ 20. PLC બ્લોક ડાયાગ્રામ

- **CPU:** પ્રોગ્રામ એક્ઝિક્યુટ કરે છે, I/O ડેટા પ્રોસેસ કરે છે, નિર્ણયો લે છે
- **ઇનપુટ મોડ્યુલ્સ:** ફિલ્ડ સિગ્નલ્સ (સેન્સર્સ, સ્વિચેસ) ને CPU માટે ડિજિટલ સિગ્નલ્સમાં રૂપાંતરિત કરે છે
- **આઉટપુટ મોડ્યુલ્સ:** CPU કમાન્ડ્સને એક્ઝ્યુએટર સિગ્નલ્સ (મોટર્સ, વાલ્વ્સ) માં રૂપાંતરિત કરે છે
- **મેમોરી યુનિટ:** પ્રોગ્રામ અને ડેટા સ્ટોર કરે છે (OS માટે ROM, યુઝર પ્રોગ્રામ માટે RAM)
- **પ્રોગ્રામિંગ ડિવાઇસ:** પ્રોગ્રામ ડેવલપમેન્ટ અને મોનિટરિંગ માટે PC અથવા કન્સોલ
- **પાવર સપ્લાય:** PLC કોમ્પોનન્ટ્સને રેગ્યુલેટેડ પાવર પ્રદાન કરે છે

મેમરી ટ્રીક

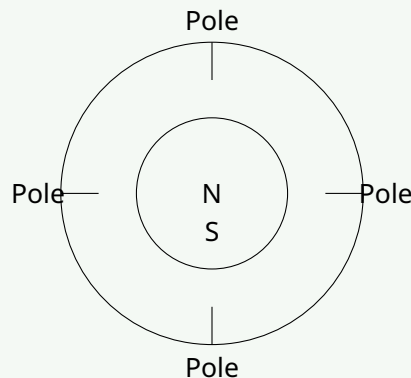
પ્રોગ્રામ્સ લોજિક કમ્પીટલી

પ્રશ્ન 5(a OR) [3 ગુણ]

સ્ટેપર મોટરનું બાંધકામ દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

સ્ટેપર મોટર ચોક્કસ પોઝિશનિંગ માટે ડિસ્ક્રીટ સ્ટેપ્સમાં ફરે છે.
આકૃતિ:



આકૃતિ 21. સ્ટેપર મોટર બાંધકામ

- સ્ટેટર: મલ્ટિપલ કોઇલ વાઇન્ડિંગ્સ (ફેઝીસ) ધરાવે છે
- રોટર: પરમેનન્ટ મેગ્નેટ અથવા વેરિએબલ રિલક્ટન્સ પ્રકાર
- પ્રકારો: પરમેનન્ટ મેગ્નેટ, વેરિએબલ રિલક્ટન્સ, હાઇબ્રિડ
- સ્ટેપ એંગલ: સામાન્ય રીતે 1.8° (200 સ્ટેપ્સ/રેવ) અથવા 0.9° (400 સ્ટેપ્સ/રેવ)
- એપ્લિકેશન્સ: પ્રિન્ટર્સ, ડિસ્ક ડ્રાઇવ્સ, રોબોટિક્સ, CNC મશીન્સ

મેમરી ટ્રીક

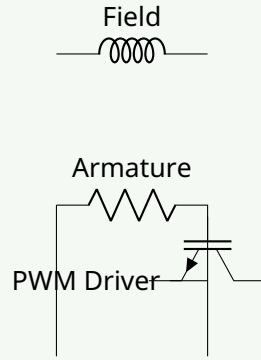
સ્ટેપ્સ પ્રિસાઇઝલી મૂલ્ય

પ્રશ્ન 5(b OR) [4 ગુણ]

ડીસી શન્ટ મોટર સ્પીડને નિયંત્રિત કરવા માટે સોલિડ સ્ટેટ સર્કિટ સમજાવો.

જવાબ

સોલિડ-સ્ટેટ સર્કિટ DC મોટર સ્પીડ કંટ્રોલ માટે કાર્યક્ષમ અને સ્મૂથ કંટ્રોલ પ્રદાન કરે છે.
સર્કિટ ડાયાગ્રામ:



આકૃતિ 22. સોલિડ સ્ટેટ DC મોટર કંટ્રોલ

- PWM કંટ્રોલર: ગતિ નિયંત્રિત કરવા માટે વેરિએબલ ડ્યુટી સાયકલ પલ્સ જનરેટ કરે છે
- MOSFET ડ્રાઇવર: પાવર MOSFET માટે ગેટ ડ્રાઇવ પ્રદાન કરે છે
- પાવર MOSFET: આર્મેચર વાઇન્ડિંગમાં કરંટ નિયંત્રિત કરે છે
- ફીડબેક: ટેકોજનરેટર અથવા એન્કોડર સ્પીડ ફીડબેક પ્રદાન કરે છે
- ફાયદા: કાર્યક્ષમ, સરળ નિયંત્રણ, વિશાળ ગતિ રેન્જ

મેમરી ટ્રીક

પાવર વિથ MOSFET

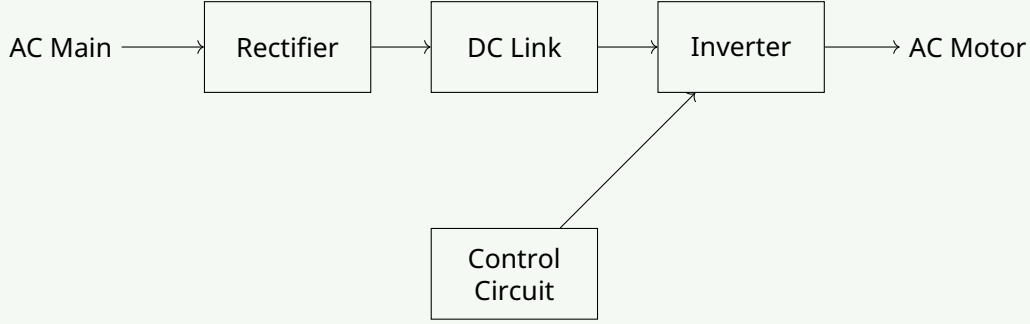
પ્રશ્ન 5(c OR) [7 ગુણ]

VFD (વેરિએબલ ફ્રીક્વન્સી ડ્રાઇવ) ની કામગીરી સમજાવો.

જવાબ

VFD ફ્રિક્વન્સી અને વોલ્ટેજમાં ફેરફાર કરીને AC મોટર સ્પીડ નિયંત્રિત કરે છે.

બ્લોક ડાયાગ્રામ:



આકૃતિ 23. VFD બ્લોક ડાયાગ્રામ

ઘટક	કાર્ય
રેક્ટિફાયર	AC ઇનપુટને DC માં રૂપાંતરિત કરે છે (ડાયોડ બ્રિજ અથવા એક્ટિવ ફ્રન્ટ એન્ડ)
DC લિંક	DC ને ફિલ્ટર કરે છે અને ઊર્જા સંગ્રહિત કરે છે (કેપેસિટર્સ, ક્યારેક ઇન્ડક્ટર્સ)
ઇન્વર્ટર	DC ને વેરિએબલ ફ્રિક્વન્સી AC માં રૂપાંતરિત કરે છે (PWM સાથે IGBTs)
કંટ્રોલ સર્કિટ	સ્પીડ જરૂરિયાત આધારિત ફ્રિક્વન્સી/વોલ્ટેજને રેગ્યુલેટ કરે છે
બ્રેકિંગ સર્કિટ	ડિસેલરેશન દરમિયાન રિજનરેટિવ ઊર્જાને વેડફે છે

કોષ્ટક 8. VFD ઘટકો

- સ્પીડ કંટ્રોલ: મોટર સ્પીડ ફ્રિક્વન્સીના પ્રમાણમાં ($RPM = 120f/P$)
- ટોર્ક કંટ્રોલ: કોન્સ્ટન્ટ ટોર્ક માટે V/f રેશિયો જાળવે છે
- એનર્જી સર્વિસ: ઓછી ગતિએ ઊર્જા વપરાશ ઘટાડે છે
- એપ્લિકેશન્સ: પંપ્સ, ફેન્સ, કન્વેયર્સ, પ્રોસેસ કંટ્રોલ
- ફીચર્સ: સોફ્ટ સ્ટાર્ટ, ઓવરકરન્ટ પ્રોટેક્શન, રિજનરેટિવ બ્રેકિંગ

મેમરી ટ્રીક

વેરી ફ્રિક્વન્સી, ડ્રાઇવ મોટર