

ઔદ્યોગિક ઇલેક્ટ્રોનિક્સ (4331103) - શિયાળુ 2022 સોલ્યુશન

Milav Dabgar

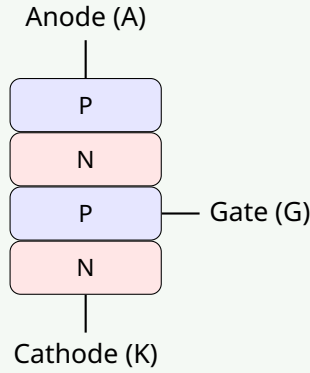
March 1, 2023

પ્રશ્ન 1(અ) [3 ગુણ]

SCR ની રચના દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

SCR (સિલિકોન કંટ્રોલ્ડ રેક્ટિફાયર) એ ચાર-લેયર PNPN સેમિકન્ડક્ટર ડિવાઇસ છે જેમાં ત્રણ ટર્મિનલ્સ છે: એનોડ, કેથોડ અને ગેટ.



આકૃતિ 1. SCR ની રચના

- **P-N-P-N લેયર્સ:** ચાર અલ્ટરનેટિંગ સેમિકન્ડક્ટર લેયર્સ.
- **ગેટ ટર્મિનલ:** ડિવાઇસના ટર્ન-ઓન ને નિયંત્રિત કરે છે.
- **કરંટ ફ્લો:** ટ્રિગર થવા પર એનોડથી કેથોડ તરફ.

મેમરી ટ્રીક

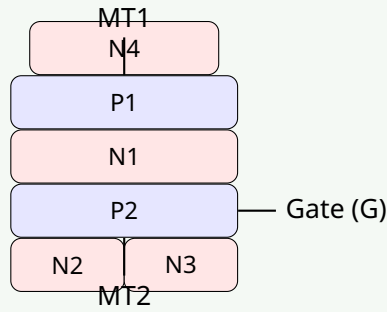
“Silicon Controls Rectification: SCR controls current flow in one direction only when triggered.”

પ્રશ્ન 1(બ) [4 ગુણ]

TRIAC ની રચના દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

TRIAC (ટ્રાયોડ ફોર અલ્ટરનેટિંગ કરંટ) એ બાયડાયરેક્શનલ ત્રણ-ટર્મિનલ સેમિકન્ડક્ટર ડિવાઇસ છે જે ટ્રિગર થતાં બંને દિશામાં કન્ડક્ટ કરે છે.



આકૃતિ 2. TRIAC ની રચના

- બાયડાયરેક્શનલ ઓપરેશન: ટ્રિગર થવા પર બંને દિશામાં કન્ડક્ટ કરે છે.
- ગેટ કંટ્રોલ: એક ગેટ બંને દિશામાં કન્ડકશન નિયંત્રિત કરે છે.
- ઇલિવેલન્ટ સર્કિટ: એન્ટિ-પેરેલલમાં જોડાયેલા બે SCR જેવું કાર્ય કરે છે.
- AC એપ્લિકેશન્સ: AC પાવર કંટ્રોલ એપ્લિકેશન્સમાં વ્યાપકપણે ઉપયોગ થાય છે.

મેમરી ટ્રીક

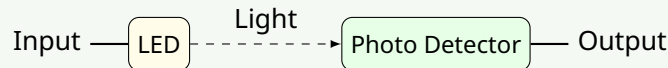
“TRI-direction AC controller: Controls current in both directions in AC circuits.”

પ્રશ્ન 1(ક) [7 ગુણ]

ઓપ્ટો-આઈસોલેટર, ઓપ્ટો-TRIAC, ઓપ્ટો-SCR, અને ઓપ્ટો-ટ્રાન્ઝિસ્ટરની રચના, કાર્યપદ્ધતિ વર્ણવો અને તેના ઉપયોગો લખો.

જવાબ

ઓપ્ટો-આઈસોલેટર્સ આઈસોલેટેડ સર્કિટ્સ વચ્ચે ઇલેક્ટ્રિકલ સિગ્નલ્સ ટ્રાન્સફર કરવા માટે પ્રકાશનો ઉપયોગ કરે છે.



આકૃતિ 3. બેઝિક ઓપ્ટો-આઈસોલેટર બ્લોક ડાયાગ્રામ

કોષ્ટક 1. ઓપ્ટો-આઈસોલેટરના પ્રકારો અને ઉપયોગો

ડિવાઇસ	રચના	કાર્યપદ્ધતિ	ઉપયોગો
ઓપ્ટો-આઈસોલેટર	LED + ફોટોડિટેક્ટર	જ્યારે ઇનપુટ કરંટ પ્રવાહિત થાય છે ત્યારે LED પ્રકાશ ઉત્સર્જિત કરે છે; ફોટોડિટેક્ટર આઉટપુટ સર્કિટને સક્રિય કરે છે	સિગ્નલ આઈસોલેશન, મેડિકલ ઉપકરણો, ઔદ્યોગિક નિયંત્રણો
ઓપ્ટો-TRIAC	LED + ફોટો-TRIAC	LED પ્રકાશ દ્વારા TRIAC ને ટ્રિગર કરે છે; ઇલેક્ટ્રિકલ આઈસોલેશન પ્રદાન કરે છે	AC પાવર કંટ્રોલ, સોલિડ સ્ટેટ રિલે, મોટર કંટ્રોલ
ઓપ્ટો-SCR	LED + ફોટો-SCR	LED SCR ને ટ્રિગર કરવા માટે પ્રકાશ ઉત્સર્જિત કરે છે; ઉચ્ચ આઈસોલેશન પ્રદાન કરે છે	DC સ્વિચિંગ, ઔદ્યોગિક નિયંત્રણો, ઉચ્ચ વોલ્ટેજ આઈસોલેશન
ઓપ્ટો-ટ્રાન્ઝિસ્ટર	LED + ફોટો-ટ્રાન્ઝિસ્ટર	LED પ્રકાશ ફોટોટ્રાન્ઝિસ્ટરના બેઝ કરંટને નિયંત્રિત કરે છે	એન્કોડર્સ, લેવલ ડિટેક્શન, પોઝિશન સેન્સિંગ

- ઇલેક્ટ્રિકલ આઈસોલેશન: ઇનપુટ અને આઉટપુટ વચ્ચે સંપૂર્ણ અલગતા.
- નોઇઝ ઇમ્યુનિટી: ઇલેક્ટ્રિકલ નોઇઝ પ્રત્યે ઉચ્ચ પ્રતિરોધ.
- સ્પીડ: માઇક્રોસેકન્ડ રેન્જમાં રિસ્પોન્સ ટાઇમ.

મેમરી ટ્રીક

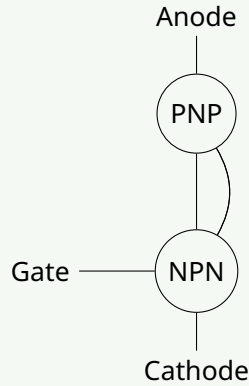
“LOST: Light Operates Semiconductor Terminals in all opto-devices.”

પ્રશ્ન 1(ક OR) [7 ગુણ]

બે ટ્રાન્ઝિસ્ટર એનાલોગી વડે SCRનું કાર્ય સમજાવો અને SCRનાં ઇન્ડસ્ટ્રીયલ ઉપયોગો લખો.

જવાબ

SCR ને બે ઇન્ટરકનેક્ટેડ ટ્રાન્ઝિસ્ટર તરીકે મોડેલ કરી શકાય છે: PNP (T1) અને NPN (T2).



આકૃતિ 4. SCR ની બે ટ્રાન્ઝિસ્ટર એનાલોગી

કાર્ય સિદ્ધાંત:

સ્ટેપ	ઓપરેશન
પ્રારંભિક સ્થિતિ	બંને ટ્રાન્ઝિસ્ટર OFF હોય છે
ગેટ ટ્રિગરિંગ	ગેટમાં (T2ના B2માં) કરંટ ઇન્જેક્ટ કરવામાં આવે છે
રિજનરેટિવ એક્શન	T2 ON થાય છે → T1 બેઝને કરંટ મળે છે → T1 ON થાય છે → T2 બેઝને વધુ કરંટ મળે છે
લેયિંગ	ગેટ સિગ્નલ દૂર કરવામાં આવે તો પણ સ્વ-ટકાઉ કરંટ પ્રવાહ ચાલુ રહે છે

SCRના ઔદ્યોગિક ઉપયોગો:

- પાવર કંટ્રોલ: AC/DC મોટર સ્પીડ કંટ્રોલ.
- સ્વિચિંગ: સ્ટેટિક સ્વિચ, સોલિડ-સ્ટેટ રિલે.
- ઇન્વર્ટર: DC થી AC રૂપાંતર.
- પ્રોટેક્શન: ઓવરવોલ્ટેજ પ્રોટેક્શન સર્કિટ.
- લાઇટિંગ: લાઇટ ડિમર, ઇલ્યુમિનેશન કંટ્રોલ.

મેમરી ટ્રીક

“POWER: Power control, Overvoltage protection, Welding machines, Electronic converters, Regulated supplies.”

પ્રશ્ન 2(અ) [3 ગુણ]

એસ.સી.આર માં ટ્રિગરિંગ વ્યાખ્યાયીત કરી.કોઈ પણ બે ટ્રિગરિંગ ટેકનિક સમજાવો.

જવાબ

ટ્રિગરિંગ એ SCRને તેના ગેટ ટર્મિનલ પર યોગ્ય સિગ્નલ લાગુ કરીને ON કરવાની પ્રક્રિયા છે.
બે ટ્રિગરિંગ ટેકનિક:

કોષ્ટક 2. ટ્રિગરિંગ ટેકનિક

ટેકનિક	વિગત
ગેટ ટ્રિગરિંગ	ગેટ-કેથોડ સર્કિટમાં ડાયરેક્ટ કરંટ પલ્સ આપવામાં આવે છે
લાઇટ ટ્રિગરિંગ	જંકશન પર અથડાતા ફોટોન્સ કન્ડક્શન માટે ઊર્જા આપે છે

- ગેટ ટ્રિગરિંગ: ઇલેક્ટ્રિકલ પલ્સનો ઉપયોગ કરતી સૌથી સામાન્ય પદ્ધતિ.
- લાઇટ ટ્રિગરિંગ: ફોટોસેન્સિટિવ સેમિકન્ડક્ટર ગુણધર્મોનો ઉપયોગ કરે છે.

મેમરી ટ્રીક

“GET: Gate Electrical Triggering is the most common method.”

પ્રશ્ન 2(બ) [4 ગુણ]

ફોર્સ્ડ કોમ્યુટેશન અને નેચરલ કોમ્યુટેશન વચ્ચેનો તફાવત લખો.

જવાબ

કોષ્ટક 3. ફોર્સ્ડ VS નેચરલ કોમ્યુટેશન

પેરામીટર	ફોર્સ્ડ કોમ્યુટેશન	નેચરલ કોમ્યુટેશન
વ્યાખ્યા	એક્સટર્નલ સર્કિટરી SCRને ફોર્સ કરીને OFF કરે છે	કરંટ હોલ્ડિંગ વેલ્યુથી નીચે જતાં SCR કુદરતી રીતે OFF થાય છે
એપ્લિકેશન	DC સર્કિટ્સ	AC સર્કિટ્સ
કોમ્પોનન્ટ્સ	વધારાના કોમ્પોનન્ટ્સની જરૂર પડે છે (કેપેસિટર, ઇન્ડક્ટર)	કોઈ વધારાના કોમ્પોનન્ટ્સની જરૂર નથી
જટિલતા	જટિલ સર્કિટ ડિઝાઇન	સરળ સર્કિટ ડિઝાઇન
ઊર્જા	ટર્ન-ઓફ માટે બાહ્ય ઊર્જાની જરૂર પડે છે	કોઈ બાહ્ય ઊર્જાની જરૂર નથી

- ફોર્સ્ડ કોમ્યુટેશન: બાહ્ય સર્કિટનો ઉપયોગ કરીને SCRને સક્રિયપણે બંધ કરે છે.
- નેચરલ કોમ્યુટેશન: જ્યારે AC કરંટ શૂન્ય થાય છે ત્યારે SCR બંધ થાય છે.

મેમરી ટ્રીક

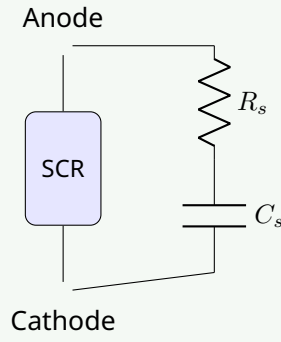
“FACE: Forced Active Commutation requires External components.”

પ્રશ્ન 2(ક) [7 ગુણ]

SCR માટે સ્નબર સર્કિટ ડીઝાઇન કરો.

જવાબ

સ્નબર સર્કિટ SCRને ઊંચા dV/dt થી રક્ષણ આપે છે અને વોલ્ટેજ વૃદ્ધિના દરને મર્યાદિત કરે છે.



આકૃતિ 5. RC સ્નબર સર્કિટ

ડિઝાઇન સ્ટેપ્સ:

સ્ટેપ	ગણતરી
1. dV/dt રેટિંગની ગણતરી કરો	ડેટાશીટમાંથી ($V/\mu s$)
2. R વેલ્યુ નક્કી કરો	$R = V_1/I_L$ જ્યાં V_1 એ સપ્લાય વોલ્ટેજ અને I_L એ લોડ કરંટ છે
3. C વેલ્યુ નક્કી કરો	$C = 1/(R \times (dV/dt)_{max})$
4. RC ટાઇમ કોન્સ્ટન્ટ	$\tau = R \times C$ (SCR ટર્ન-ઓફ ટાઇમ કરતાં વધારે હોવું જોઈએ)

- રેઝિસ્ટન્સ R: કેપેસિટરના ડિસ્ચાર્જ કરંટને મર્યાદિત કરે છે.
- કેપેસિટન્સ C: ટ્રાન્ઝિયન્ટ એનર્જીને શોષે છે અને dV/dt ને મર્યાદિત કરે છે.
- પ્રોટેક્શન: ખોટા ટ્રિગરિંગ અને નુકસાનને રોકે છે.

મેમરી ટ્રીક

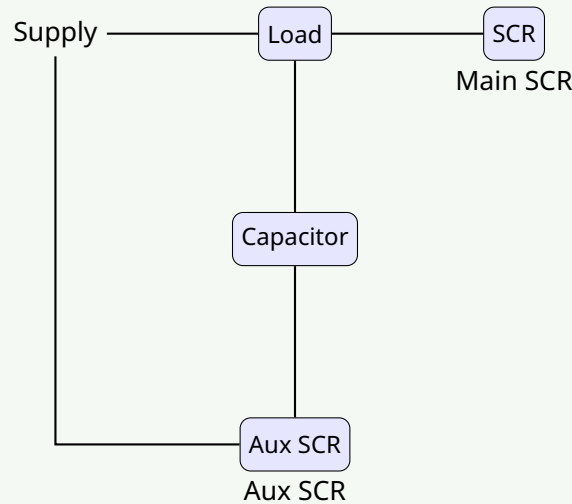
“RCSS: Resistance-Capacitance Saves Silicon from Stress.”

પ્રશ્ન 2(અ OR) [3 ગુણ]

એસ.સી.આર માટેનું ક્લાસ-ઈ કોમ્યુટેશન સમજાવો.

જવાબ

કોમ્યુટેશન એ SCRના એનોડ કરંટને હોલ્ડિંગ કરંટ લેવલથી નીચે ઘટાડીને તેને OFF કરવાની પ્રક્રિયા છે.
ક્લાસ-E કોમ્યુટેશન:



આકૃતિ 6. ક્લાસ-E કોમ્યુટેશન સર્કિટ (ખ્યાલ)

- ઓક્ઝિલરી SCR: કોમ્યુટેશન પ્રક્રિયાને નિયંત્રિત કરે છે.
- રેઝોનન્ટ સર્કિટ: LC રેઝોનન્ટ સર્કિટ બનાવે છે.
- ઓપરેશન: ઓક્ઝિલરી SCR મેઇન SCRને રિવર્સ-બાયસ કરવા માટે કેપેસિટર ડિસ્ચાર્જને ટ્રિગર કરે છે.
- એપ્લિકેશન: ઇન્વર્ટર અને ચોપરમાં ઉપયોગ થાય છે.

મેમરી ટ્રીક

“ACE: Auxiliary Capacitor Extinguishes conduction.”

પ્રશ્ન 2(બ OR) [4 ગુણ]

થાઇરિસ્ટરનું ટ્રિગરિંગ વિગતવાર સમજાવો.

જવાબ

કોષ્ટક 4. થાઇરિસ્ટર ટ્રિગરિંગ પદ્ધતિઓ

ટ્રિગરિંગ મેથડ	કાર્ય સિદ્ધાંત
ગેટ ટ્રિગરિંગ	ગેટ અને કેથોડ વચ્ચે ઇલેક્ટ્રિકલ પલ્સ આપવામાં આવે છે
તાપમાન ટ્રિગરિંગ	જંકશન તાપમાન ટર્ન-ઓન થવા માટે વધે છે
લાઇટ ટ્રિગરિંગ	ફોટોન-સ જંકશન પર ઇલેક્ટ્રોન-હોલ જોડી બનાવે છે
dV/dt ટ્રિગરિંગ	ઝડપી વોલ્ટેજ વૃદ્ધિ કેપેસિટિવ કરંટ પ્રવાહ થવા માટે કારણભૂત છે
ફોરવર્ડ વોલ્ટેજ ટ્રિગરિંગ	બ્રેકઓવર વોલ્ટેજને વટાવવાથી એવેલાન્ય કન્ડક્શન થાય છે

- ગેટ ટ્રિગરિંગ: સૌથી સામાન્ય અને નિયંત્રિત પદ્ધતિ.
- પેરામીટર કંટ્રોલ: પલ્સ પહોળાઈ, એમ્પ્લિટ્યુડ અને રાઈઝ ટાઈમ.
- ગેટ સેન્સિટિવિટી: તાપમાન સાથે બદલાય છે.

મેમરી ટ્રીક

“VITAL: Voltage, Illumination, Temperature And Level are all triggering methods.”

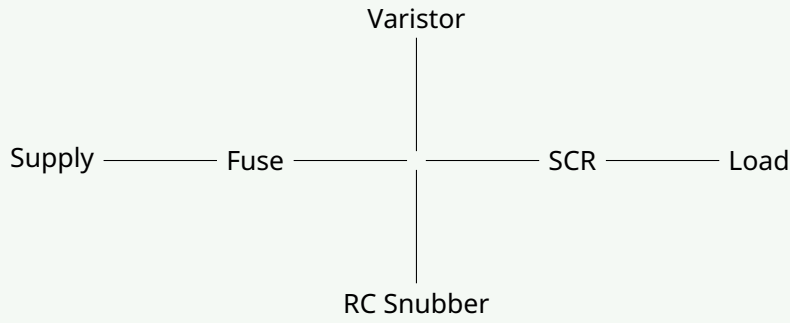
પ્રશ્ન 2(ક OR) [7 ગુણ]

એસ.સી.આર ને ઓવર વોલ્ટેજ અને ઓવર કરંટ થી બચાવવા માટેની મેથડ વિગતવાર સમજાવો.

જવાબ

ઓવરવોલ્ટેજ પ્રોટેક્શન:

આકૃતિ 7. ઓવરવોલ્ટેજ પ્રોટેક્શન સ્કીમ



કોષ્ટક 5. ઓવરવોલ્ટેજ પ્રોટેક્શન પદ્ધતિઓ

પ્રોટેક્શન મેથડ	કાર્ય સિદ્ધાંત
RC સ્નબર સર્કિટ	વોલ્ટેજના ઉછાળાનો દર (dV/dt) મર્યાદિત કરે છે
વોલ્ટેજ ક્લેમ્પિંગ	જેનર ડાયોડ અથવા MOVsનો ઉપયોગ કરીને મહત્તમ વોલ્ટેજ મર્યાદિત કરે છે
કોબાર પ્રોટેક્શન	વોલ્ટેજ થ્રેશોલ્ડને વટાવે ત્યારે જાણીજોઈને શોર્ટ-સર્કિટ કરે છે

ઓવરકરંટ પ્રોટેક્શન:

કોષ્ટક 6. ઓવરકરંટ પ્રોટેક્શન પદ્ધતિઓ

પ્રોટેક્શન મેથડ	કાર્ય સિદ્ધાંત
ફ્યુઝ/સર્કિટ બ્રેકર	ફોલ્ટ સ્થિતિઓ દરમિયાન સર્કિટને ડિસ્કનેક્ટ કરે છે
કરંટ લિમિટિંગ રિએક્ટર	ફોલ્ટ કરંટની માત્રા મર્યાદિત કરે છે
ઇલેક્ટ્રોનિક કરંટ લિમિટિંગ	સેન્સિંગ અને કંટ્રોલ સર્કિટ્સ કરંટને મર્યાદિત કરે છે

- કોઓર્ડિનેશન: પ્રોટેક્શન ડિવાઇસ સંકલનમાં કામ કરવી જોઈએ.
- રિસ્પોન્સ ટાઇમ: અસરકારક સુરક્ષા માટે મહત્વપૂર્ણ છે.

મેમરી ટ્રીક

“SCOPE: Snubbers, Clamps, Overload sensors, Protectors, and Electronic limiters.”

પ્રશ્ન 3(અ) [3 ગુણ]

સિંગલ ફેઝ રેક્ટિફાયર અને થ્રી ફેઝ રેક્ટિફાયર વચ્ચેનો તફાવત લખો.

જવાબ

કોષ્ટક 7. સિંગલ ફેઝ vs પોલી ફેઝ રેક્ટિફાયર

પેરામીટર	સિંગલ ફેઝ રેક્ટિફાયર	પોલી ફેઝ રેક્ટિફાયર
ઇનપુટ	સિંગલ ફેઝ AC સપ્લાય	મલ્ટીપલ ફેઝ (સામાન્ય રીતે 3-ફેઝ) AC સપ્લાય
આઉટપુટ રિપલ	ઊંચી રિપલ સામગ્રી	નીચી રિપલ સામગ્રી
કાર્યક્ષમતા	ઓછી કાર્યક્ષમતા	ઊંચી કાર્યક્ષમતા
પાવર રેટિંગ	ઓછા પાવર એપ્લિકેશન માટે યોગ્ય	ઊંચા પાવર એપ્લિકેશન માટે યોગ્ય
ટ્રાન્સફોર્મર ઉપયોગિતા	ઓછો ઉપયોગિતા ફેક્ટર	ઊંચો ઉપયોગિતા ફેક્ટર

- રિપલ ફેક્ટર: સિંગલ ફેઝમાં પોલી ફેઝની તુલનામાં ઊંચી રિપલ હોય છે.
- ફોર્મ ફેક્ટર: પોલી ફેઝ સિસ્ટમમાં વધુ સારો.
- સાઇઝ/વજન: પોલી ફેઝ સિસ્ટમમાં વધુ સારો પાવર/વજન રેશિયો હોય છે.

મેમરી ટ્રીક

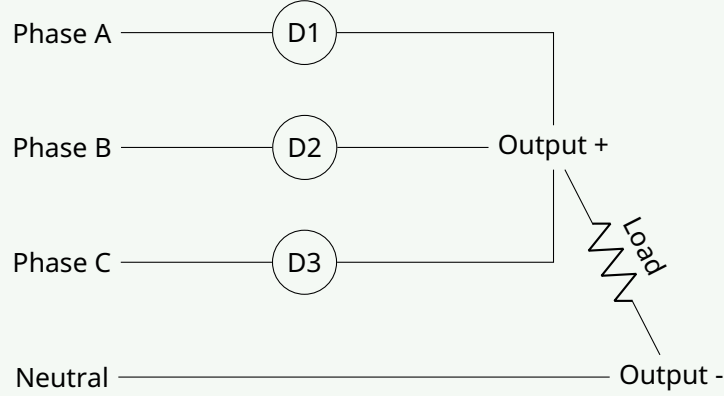
“PERCH: Poly phase has Efficiency, Ripple improvement, Capacity, and Higher ratings.”

પ્રશ્ન 3(બ) [4 ગુણ]

શ્રી ફેઝ હાફ વેવ રેક્ટિફાયર નો સર્કિટ ડાયગ્રામ દોરી તેની કાર્યપદ્ધતિ સમજાવો.

જવાબ

શ્રી-ફેઝ હાફ-વેવ રેક્ટિફાયર ત્રણ ડાયોડનો ઉપયોગ કરીને શ્રી-ફેઝ ACને પલ્સેટિંગ DCમાં રૂપાંતરિત કરે છે.



આકૃતિ 8. 3-ફેઝ હાફ વેવ રેક્ટિફાયર

કાર્યપદ્ધતિ:

- દરેક ડાયોડ ત્યારે કન્ડક્ટ કરે છે જ્યારે તેનું ફેઝ વોલ્ટેજ સૌથી વધુ પોઝિટિવ હોય છે.
- દરેક ડાયોડનો કન્ડક્શન એંગલ 120° છે.
- રિપલ ફ્રિક્વન્સી ઇનપુટ ફ્રિક્વન્સીની 3 ગણી છે.
- એવરેજ આઉટપુટ વોલ્ટેજ $= 3V_m/2\pi$.
- રિપલ ફેક્ટર $= 0.17$ (સિંગલ-ફેઝ હાફ-વેવ કરતાં ઘણો ઓછો).

મેમરી ટ્રીક

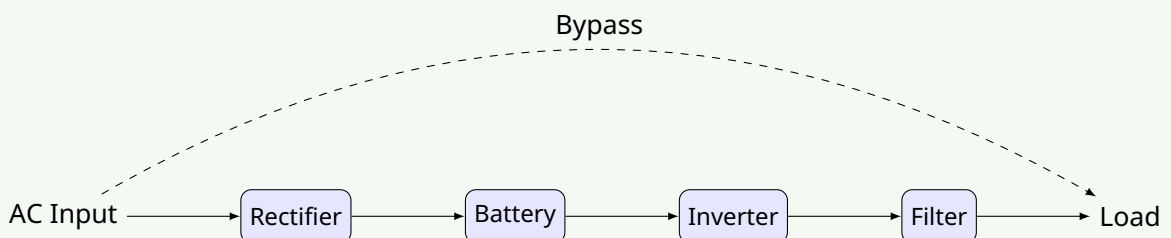
“THREE-D: THREE Diodes conducting sequentially.”

પ્રશ્ન 3(ક) [7 ગુણ]

બ્લોક ડાયગ્રામની મદદથી યુપીએસ અને એસએમપીએસની કામગીરીનું વર્ણન કરો.

જવાબ

UPS (અનઇન્ટરપ્ટેબલ પાવર સપ્લાય):

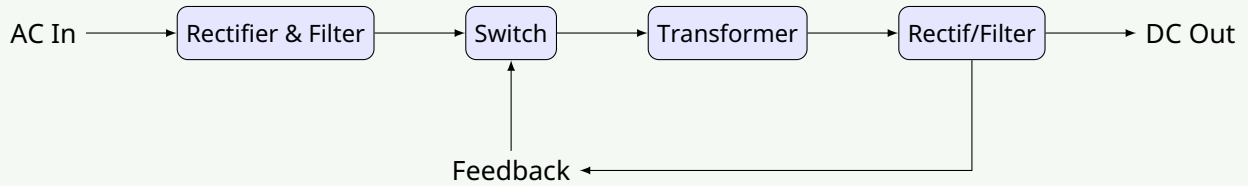


આકૃતિ 9. UPS બ્લોક ડાયાગ્રામ

કોષ્ટક 8. UPS બ્લોક અને કાર્યો

બ્લોક	કાર્ય
રેક્ટિફાયર	બેટરી ચાર્જિંગ અને ઇન્વર્ટર માટે ACને DCમાં રૂપાંતરિત કરે છે
બેટરી	પાવર ફેલ્યોર દરમિયાન બેકઅપ માટે ઊર્જા સંગ્રહ કરે છે
ઇન્વર્ટર	લોડને પાવર આપવા માટે DCને ACમાં રૂપાંતરિત કરે છે
ફિલ્ટર	આઉટપુટ વેવફોર્મને સુવ્યવસ્થિત કરે છે
બાયપાસ	મેઇન્ટેનન્સ દરમિયાન ડાયરેક્ટ AC પ્રદાન કરે છે

SMPS (સ્વિચ્ડ મોડ પાવર સપ્લાય):



આકૃતિ 10. SMPS બ્લોક ડાયાગ્રામ

- UPS કાર્યક્ષમતા: 80-90%, બેકઅપ પાવર પ્રદાન કરે છે.
- SMPS કાર્યક્ષમતા: 70-90%, લિનિયર સપ્લાય કરતાં ઘણી નાની.
- નિયમન: બંને નિયંત્રિત આઉટપુટ વોલ્ટેજ પ્રદાન કરે છે.

મેમરી ટ્રીક

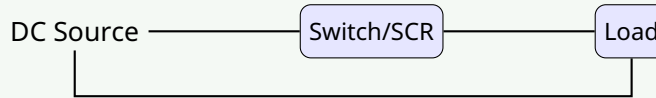
“BRIEF: Battery backup, Rectification, Inversion, Efficient switching, Feedback control.”

પ્રશ્ન 3(અ OR) [3 ગુણ]

ચોપર સર્કિટના સિદ્ધાંત અને કાર્યને સમજાવો.

જવાબ

ચોપર એ DC-થી-DC કન્વર્ટર છે જે ફિક્સ્ડ DC ઇનપુટ વોલ્ટેજને વેરિએબલ DC આઉટપુટ વોલ્ટેજમાં રૂપાંતરિત કરે છે.



આકૃતિ 11. બેઝિક ચોપર સર્કિટ

સિદ્ધાંત:

- સ્વિચ (સામાન્ય રીતે SCR, MOSFET, અથવા IGBT) ઝડપથી સ્રોતને લોડ સાથે જોડે છે અને અલગ કરે છે.
- આઉટપુટ વોલ્ટેજ ડ્યુટી સાયકલ દ્વારા નિયંત્રિત થાય છે (ON સમય / કુલ સમય).
- એવરેજ આઉટપુટ વોલ્ટેજ = ઇનપુટ વોલ્ટેજ × ડ્યુટી સાયકલ.
- ટાઇમ રેશિયો કંટ્રોલ: ફિક્સ્ડ-સી સ્થિર રાખીને ડ્યુટી સાયકલ બદલે છે.
- ફિક્સ્ડ-સી મોડ્યુલેશન: ON સમય સ્થિર રાખીને ફિક્સ્ડ-સી બદલે છે.

મેમરી ટ્રીક

“CHOP: Control High-speed Operation with Pulses.”

પ્રશ્ન 3(બ OR) [4 ગુણ]

સિંગલ-ફેઝ અને પોલી-ફેઝ રેક્ટિફાયર સર્કિટની તુલના કરો.

જવાબ

કોષ્ટક 9. સિંગલ-ફેઝ vs પોલી-ફેઝ રેક્ટિફાયર

પેરામીટર	સિંગલ-ફેઝ રેક્ટિફાયર	પોલી-ફેઝ રેક્ટિફાયર
સપ્લાય	સિંગલ-ફેઝ AC	ત્રણ અથવા વધુ ફેઝ AC
આઉટપુટ વેવફોર્મ	વધુ પલ્સેટિંગ	સ્મૂધર (ઓછું પલ્સેટિંગ)
રિપલ કન્ટેન્ટ	ઊંચી (કુલ વેવ માટે 0.48)	નીચી (3-ફેઝ કુલ વેવ માટે 0.042)
ફિલ્ટરિંગ	વધુ ફિલ્ટરિંગની જરૂર	ઓછા ફિલ્ટરિંગની જરૂર
પાવર હેન્ડલિંગ	મર્યાદિત પાવર હેન્ડલિંગ	ઊંચુ પાવર હેન્ડલિંગ
ટ્રાન્સફોર્મર ઉપયોગિતા	0.812 (કુલ વેવ)	0.955 (3-ફેઝ કુલ વેવ)
કાર્યક્ષમતા	નીચી	ઊંચી
સાઇઝ	સમાન પાવર માટે નાની	ઊંચા પાવર માટે વધુ કોમ્પેક્ટ

- **હાર્મોનિક કન્ટેન્ટ:** પોલી-ફેઝ સિસ્ટમમાં નીચી.
- **TUF:** પોલી-ફેઝ સિસ્ટમમાં ઊંચી.
- **કોસ્ટ-ઇફેક્ટિવનેસ:** ઊંચા પાવર માટે પોલી-ફેઝ વધુ આર્થિક.

મેમરી ટ્રીક

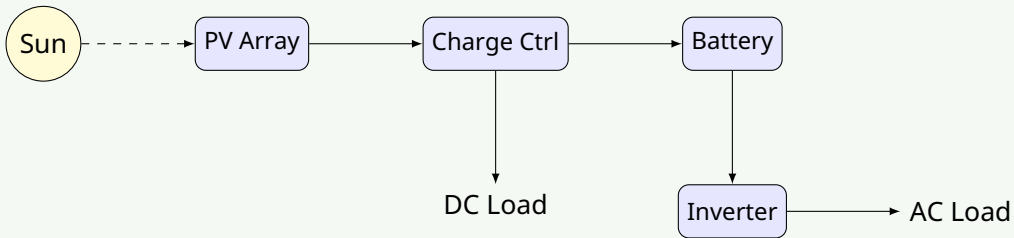
“PERIPHERY: Poly-phase Efficiency Ripple Improvement Power Handling Economy Rating Yield.”

પ્રશ્ન 3(ક OR) [7 ગુણ]

બ્લોક ડાયાગ્રામની મદદથી સૌર ફોટોવોલ્ટેઇક (PV) આધારિત પાવર જનરેશનની કામગીરીનું વર્ણન કરો.

જવાબ

સોલર PV પાવર જનરેશન સેમિકન્ડક્ટર મટીરિયલનો ઉપયોગ કરીને સૂર્યપ્રકાશને સીધો ઇલેક્ટ્રિસિટીમાં રૂપાંતરિત કરે છે.



આકૃતિ 12. સોલર PV પાવર જનરેશન બ્લોક ડાયાગ્રામ

કોષ્ટક 10. PV સિસ્ટમ કોમ્પોનન્ટ્સ

કોમ્પોનન્ટ	કાર્ય
PV એરે	ફોટોવોલ્ટેઇક ઇફેક્ટ દ્વારા સૌર ઊર્જાને DC ઇલેક્ટ્રિસિટીમાં રૂપાંતરિત કરે છે
ચાર્જ કંટ્રોલર	બેટરી ચાર્જિંગને નિયંત્રિત કરે છે અને ઓવરચાર્જિંગને રોકે છે
બેટરી બેંક	રાત્રે અથવા વાદળી સ્થિતિઓ દરમિયાન ઉપયોગ માટે ઊર્જા સંગ્રહિત કરે છે
ઇન્વર્ટર	AC લોડને પાવર આપવા માટે DCને ACમાં રૂપાંતરિત કરે છે
ગ્રિડ કનેક્શન	વધારાના પાવરને ગ્રિડમાં ફીડ કરવા માટે વૈકલ્પિક કનેક્શન

- ફોટોવોલ્ટેઇક ઇફેક્ટ: સૂર્યપ્રકાશના ફોટોન્સ સેમિકન્ડક્ટરમાં ઇલેક્ટ્રોન્સને મુક્ત કરે છે.
- કાર્યક્ષમતા: સામાન્ય રીતે કોમર્શિયલ પેનલ માટે 15-22%.

મેમરી ટ્રીક

“SOLAR: Semiconductors Oriented Light-to-electricity Array Regulation.”

પ્રશ્ન 4(અ) [3 ગુણ]

સ્ટેટિક સ્વીચના ફાયદા લખો.

જવાબ

કોષ્ટક 11. સ્ટેટિક સ્વિચના ફાયદા

ફીચર્સ
કોઈ મૂવિંગ પાર્ટ્સ નથી - ઊંચી વિશ્વસનીયતા
સાયલેન્ટ ઓપરેશન
ફાસ્ટ સ્વિચિંગ રિસ્પોન્સ (માઇક્રોસેકન્ડ)
લાંબી ઓપરેશનલ લાઇફ
કોઈ કોન્ટેક્ટ બાઉન્સ અથવા આર્કિંગ નથી
કોમ્પેક્ટ સાઇઝ
ડિજિટલ કંટ્રોલ સિસ્ટમ સાથે સુસંગત
ઓછી મેઇન્ટેનન્સ આવશ્યકતાઓ

- વિશ્વસનીયતા: કોઈ મિકેનિકલ ઘસારો નથી.
- સ્પીડ: મિકેનિકલ સ્વિચ કરતાં ઘણી ઝડપી.
- આઇસોલેશન: ઇલેક્ટ્રિકલ આઇસોલેશન પ્રદાન કરી શકે છે.

મેમરી ટ્રીક

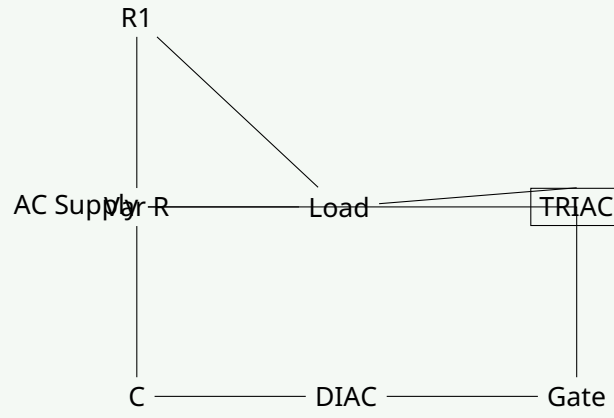
“SAFE: Speed, Arc-free, Fast response, Endurance.”

પ્રશ્ન 4(બ) [4 ગુણ]

DIAC-TRIAC નો ઉપયોગ કરીને A.C. પાવર કંટ્રોલનો સર્કિટ ડાયાગ્રામ દોરો અને તેને સમજાવો.

જવાબ

DIAC-TRIAC સર્કિટ રેઝિસ્ટિવ અને ઇન્ડક્ટિવ લોડ માટે સ્મૂથ AC પાવર કંટ્રોલ પ્રદાન કરે છે.



આકૃતિ 13. DIAC-TRIAC ફેઝ કંટ્રોલ

કાર્યપદ્ધતિ:

- વેરિએબલ રેઝિસ્ટર R2 કેપેસિટર Cના ચાર્જિંગ રેટને નિયંત્રિત કરે છે.
- જ્યારે કેપેસિટર વોલ્ટેજ DIAC બ્રેકઓવર વોલ્ટેજ પર પહોંચે છે, ત્યારે DIAC કન્ડક્ટ કરે છે.
- DIAC TRIAC ગેટને ટ્રિગર પલ્સ આપે છે.
- TRIAC બાકીના હાફ-સાયકલ માટે કન્ડક્ટ કરે છે.
- ફેઝ કંટ્રોલ: ફાયરિંગ એંગલ બદલીને પાવર નિયંત્રિત કરે છે.

મેમરી ટ્રીક

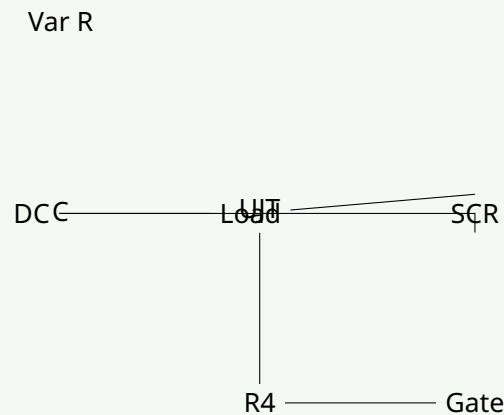
“DIRECT: DIAC Initiates Regulated Energy Control in TRIAC.”

પ્રશ્ન 4(ક) [7 ગુણ]

ટ્રિગરિંગ સર્કિટમાં UJT સાથે SCR નો ઉપયોગ કરીને DC પાવર કંટ્રોલ સર્કિટના કાર્યનું વર્ણન કરો

જવાબ

UJT-ટ્રિગર્ડ SCR સર્કિટ લોડમાં DC પાવરનું ચોક્કસ નિયંત્રણ પ્રદાન કરે છે.



આકૃતિ 14. UJT ટ્રિગરિંગ સર્કિટ (પ્રોટોટાઇપ)

નોંધ 12. UJT ટ્રિગરિંગ ઓપરેશન

સ્ટેજ	ઓપરેશન
ચાર્જિંગ	R1 અને R2 કેપેસિટર Cના ચાર્જિંગ રેટને નિયંત્રિત કરે છે
UJT ફાયરિંગ	જ્યારે કેપેસિટર વોલ્ટેજ UJT ફાયરિંગ લેવલ પર પહોંચે, ત્યારે UJT કન્ડક્ટ કરે છે
પલ્સ જનરેશન	UJT R4 પર શાર્પ ટ્રિગર પલ્સ જનરેટ કરે છે
SCR ટ્રિગરિંગ	પલ્સ SCR ગેટને ટ્રિગર કરે છે, SCRને ON કરી દે છે
પાવર કંટ્રોલ	વેરિએબલ રેઝિસ્ટર R2 ટાઈમિંગને એડજસ્ટ કરે છે, એવરેજ પાવરને કંટ્રોલ કરે છે

- ચોક્કસ કંટ્રોલ: UJT સ્થિર, અનુમાનિત ટ્રિગરિંગ પ્રદાન કરે છે.
- ફાયદા: ઓછી કિંમત, ઉચ્ચ વિશ્વસનીયતા, સારી તાપમાન સ્થિરતા.

મેમરી ટ્રીક

``SCRUP: SCR Using Pulse from UJT for Power control."`

પ્રશ્ન 4(અ OR) [3 ગુણ]

ડાઈ-ઇલેક્ટ્રિક હિટીંગના ઉપયોગો વર્ણવો.

જવાબ

કોષ્ટક 13. ડાઈ-ઇલેક્ટ્રિક હિટીંગના ઉપયોગો

ઉપયોગો
પ્લાસ્ટિક વેલ્ડિંગ અને સીલિંગ
લાકડાના ગ્લુઇંગ અને ક્યુરિંગ
ફૂડ પ્રોસેસિંગ (પ્રી-કુકિંગ, ડિફ્રોસ્ટિંગ)
ટેક્સટાઇલ ડ્રાઇઇંગ અને પ્રોસેસિંગ
પેપર અને બોર્ડ ડ્રાઇઇંગ
ફાર્માસ્યુટિકલ પ્રોડક્ટ્સ ડ્રાઇઇંગ
મેડિકલ એપ્લિકેશન (હાઇપરથર્મિયા ટ્રીટમેન્ટ)
રબર વલ્કેનાઇઝેશન

- મટીરિયલ રિક્વાયરમેન્ટ: પોલર મોલેક્યુલ્સ ધરાવતા નબળા કન્ડક્ટર્સ સાથે શ્રેષ્ઠ કામ કરે છે.
- ફ્રિક્વન્સી રેન્જ: સામાન્ય રીતે 10-100 MHz.

મેમરી ટ્રીક

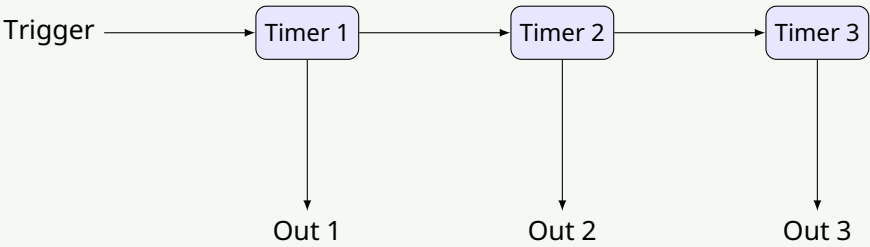
``POWER: Plastics, Organics, Wood, Edibles, and Rubber processing."`

પ્રશ્ન 4(બ OR) [4 ગુણ]

ત્રણ તબક્કાના IC555 ટાઈમર સર્કિટ દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

ત્રણ-સ્ટેજ IC555 ટાઈમર સર્કિટ સિક્વેન્શિયલ ટાઈમિંગ ઓપરેશન્સ પ્રદાન કરે છે.



આકૃતિ 15. સિક્વેન્શિયલ ટાઈમર બ્લોક ડાયાગ્રામ

કાર્યપદ્ધતિ:

- પ્રથમ ટાઈમર બાહ્ય ટ્રિગર દ્વારા સક્રિય થાય છે.
- પ્રથમ ટાઈમરનો આઉટપુટ બીજા ટાઈમરને ટ્રિગર કરે છે.
- બીજા ટાઈમરનો આઉટપુટ ત્રીજા ટાઈમરને ટ્રિગર કરે છે.
- દરેક ટાઈમર સ્વતંત્ર રીતે એડજસ્ટ કરી શકાય છે.
- એપ્લિકેશન: ઔદ્યોગિક સિક્વેન્સિંગ, પ્રોસેસ કંટ્રોલ, એનિમેશન ઇફેક્ટ્સ.

મેમરી ટ્રીક

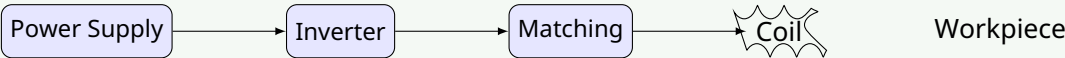
“THREE-SET: THREE Stage Electronic Timers in sequence.”

પ્રશ્ન 4(ક OR) [7 ગુણ]

ઇન્ડક્શન હીટિંગના કાર્ય સિદ્ધાંતનું વર્ણન કરો. અને ઇન્ડક્શન હીટિંગના ફાયદાઓ-ગેરફાયદાઓની યાદી બનાવો.

જવાબ

ઇન્ડક્શન હીટિંગ ઇલેક્ટ્રિકલી કન્ડક્ટિવ મટીરિયલ્સને ગરમ કરવા માટે ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક ઇન્ડક્શનનો ઉપયોગ કરે છે.



આકૃતિ 16. ઇન્ડક્શન હીટિંગ સિસ્ટમ

કોષ્ટક 14. ઇન્ડક્શન હીટિંગના ફાયદા અને ગેરફાયદા

ફાયદા	ગેરફાયદા
ઝડપી હીટિંગ	ઊંચી પ્રારંભિક ઉપકરણ કિંમત
ઊર્જા કાર્યક્ષમ (80-90%)	ઇલેક્ટ્રિકલી કન્ડક્ટિવ મટીરિયલ્સ પૂરતું મર્યાદિત
ચોક્કસ તાપમાન કંટ્રોલ	હાઇ-ફ્રિક્વન્સી પાવર સપ્લાયની જરૂર છે
કોઈ દહન વિના કલીન પ્રોસેસ	ચોક્કસ એપ્લિકેશન માટે જટિલ કોઇલ ડિઝાઇન
લોકેલાઇઝ્ડ હીટિંગ શક્ય	ઊંચી પાવર આવશ્યકતાઓ
સુસંગત, પુનરાવર્તનીય પરિણામો	વોટર ફૂલિંગ સિસ્ટમની જરૂર છે
પર્યાવરણને અનુકૂળ	ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક ઇન્ટરફરન્સ મુદ્દાઓ
સુધારેલી કાર્ય સ્થિતિઓ	મર્યાદિત પેનિટ્રેશન ડેપ્થ

મેમરી ટ્રીક

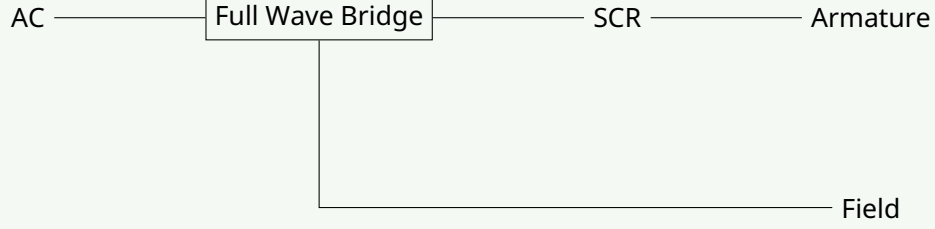
“EDDY: Electromagnetic Device Develops Yield of heat.”

પ્રશ્ન 5(અ) [3 ગુણ]

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

જવાબ

DC શન્ટ મોટર સ્પીડ કંટ્રોલ માટેની સોલિડ-સ્ટેટ સર્કિટ આર્મચર વોલ્ટેજને કંટ્રોલ કરવા માટે SCRનો ઉપયોગ કરે છે.



આકૃતિ 17. સોલિડ સ્ટેટ સ્પીડ કંટ્રોલ

- આર્મચર વોલ્ટેજ કંટ્રોલ: SCR આર્મચરને વોલ્ટેજ કંટ્રોલ કરે છે.
- ફિલ્ડ વાઇન્ડિંગ: સીધો DC સપ્લાયથી જોડાયેલ.
- સ્પીડ કંટ્રોલ: SCR ફાયરિંગ એંગલ બદલીને.

મેમરી ટ્રીક

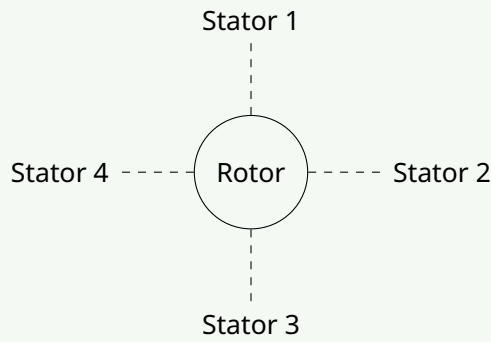
“SAFE: SCR Armature Firing for Efficient control.”

પ્રશ્ન 5(બ) [4 ગુણ]

સ્ટેપર મોટરના કાર્ય સિદ્ધાંતને સમજાવો.

જવાબ

સ્ટેપર મોટર ઇલેક્ટ્રિકલ પલ્સને ડિસ્ક્રીટ મિકેનિકલ મૂવમેન્ટમાં રૂપાંતરિત કરે છે.



આકૃતિ 18. સ્ટેપર મોટર કન્સેપ્ચ્યુઅલ ડાયાગ્રામ

કાર્ય સિદ્ધાંત:

- ક્રમમાં સ્ટેટર વાઇન્ડિંગ્સને એનર્જીઇઝ કરવાથી રોટેટિંગ મેગ્નેટિક ફિલ્ડ બને છે.
- પર્માનન્ટ મેગ્નેટ રોટર મેગ્નેટિક ફિલ્ડ સાથે એલાઇન થાય છે.
- દરેક પલ્સ "સ્ટેપ" એંગલ દ્વારા ચોક્કસ રોટેશન બનાવે છે.
- સ્ટેપ એંગલ મોટર કન્સ્ટ્રક્શન દ્વારા નિર્ધારિત થાય છે (સામાન્ય રીતે 1.8° અથવા 0.9°).

કોષ્ટક 15. સ્ટેપર મોટરના પ્રકાર

પ્રકાર	ખાસિયતો
વેરિએબલ રિલકેટન્સ	કોઈ પર્માનન્ટ મેગ્નેટ નથી, મેગ્નેટિક રિલકેટન્સ પર આધાર રાખે છે
પર્માનન્ટ મેગ્નેટ	પર્માનન્ટ મેગ્નેટ રોટરનો ઉપયોગ કરે છે
હાઇબ્રિડ	બંને પ્રકારની ખાસિયતો સંયોજિત કરે છે

મેમરી ટ્રીક

“STEP: Sequential Triggering Enables Precise positioning.”

પ્રશ્ન 5(ક) [7 ગુણ]

PLC નો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને દરેક બ્લોકની કામગીરી સમજાવો.

જવાબ

આકૃતિ 19. PLC બ્લોક ડાયાગ્રામ

કોષ્ટક 16. PLC બ્લોક કાર્યો

બ્લોક	કાર્ય
પાવર સપ્લાય	આંતરિક ઉપયોગ માટે મુખ્ય ACને DCમાં રૂપાંતરિત કરે છે
CPU	પ્રોગ્રામ એક્ઝિક્યુટ કરે છે, ડેટા પ્રોસેસ કરે છે, ઓપરેશન્સ મેનેજ કરે છે
ઇનપુટ મોડ્યુલ્સ	સેન્સર, સ્વિચ અને ફિલ્ડ ડિવાઇસ સાથે ઇન્ટરફેસ
આઉટપુટ મોડ્યુલ્સ	એક્ઝ્યુએટર, મોટર, વાલ્વ અને ઇન્ડિકેટર કંટ્રોલ કરે છે
મેમરી	પ્રોગ્રામ અને ડેટા સ્ટોર કરે છે (ROM, RAM, EEPROM)
પ્રોગ્રામિંગ ડિવાઇસ	પ્રોગ્રામિંગ માટે એક્સટર્નલ કમ્પ્યુટર અથવા ટર્મિનલ
કમ્યુનિકેશન મોડ્યુલ	અન્ય PLCs, SCADA, HMI સાથે ઇન્ટરફેસ

મેમરી ટ્રીક

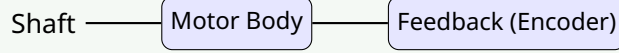
“PILOT: Processing Inputs and Logic for Outputs with Timing control.”

પ્રશ્ન 5(અ OR) [3 ગુણ]

ડીસી સર્વો મોટરનું બંધારણ દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

DC સર્વો મોટર ચોક્કસ પોઝિશન અને સ્પીડ કંટ્રોલ માટે ડિઝાઇન કરવામાં આવે છે.



આકૃતિ 20. DC સર્વો મોટર

કોમ્પોનન્ટ્સ:

- આર્મેચર: ઝડપી પ્રતિસાદ માટે લો ઇન્ડિયા.
- ફિલ્ડ સિસ્ટમ: મેગ્નેટિક ફિલ્ડ પ્રદાન કરે છે.
- ફીડબેક ડિવાઇસ: પોઝિશન સેન્સર (એન્કોડર/રિઝોલ્વર/ટેકોમીટર).
- હાઇ ટોર્ક-ટુ-ઇન્ડિયા રેશિયો: ઝડપી સ્ટાર્ટ અને સ્ટોપની મંજૂરી આપે છે.

મેમરી ટ્રીક

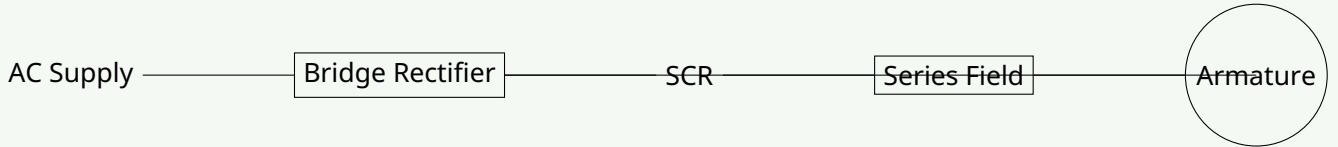
“SAFE: Sensitive Armature with Feedback for Exactness.”

પ્રશ્ન 5(બ OR) [4 ગુણ]

ડીસી સીરીઝ મોટરની ઝડપને નિયંત્રિત કરવા માટે સર્કિટ દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

SCRનો ઉપયોગ કરીને DC સીરીઝ મોટર સ્પીડ કંટ્રોલ સર્કિટ.



આકૃતિ 21. DC સીરીઝ મોટર સ્પીડ કંટ્રોલ

- બ્રિજ રેક્ટિફાયર ACને DCમાં રૂપાંતરિત કરે છે.
- SCR મોટરને એવરેજ વોલ્ટેજ કંટ્રોલ કરે છે.
- ફાયરિંગ એંગલ પોટેન્શિયોમીટર દ્વારા નિયંત્રિત થાય છે.
- સીરીઝ ફિલ્ડ અને આર્મેચર કરંટ સમાન છે.

મેમરી ટ્રીક

“SCRAM: SCR Controls Rectified Armature and Motor speed.”

પ્રશ્ન 5(ક OR) [7 ગુણ]

સ્ટેપર મોટર નું બંધારણ અને કાર્યપદ્ધતિ સમજાવી તેના ઉપયોગો જણાવો

જવાબ

સ્ટેપર મોટર એ ઇલેક્ટ્રોમેકેનિકલ ડિવાઇસ છે જે ઇલેક્ટ્રિકલ પલ્સને ડિસ્ક્રીટ મિકેનિકલ મૂવમેન્ટમાં રૂપાંતરિત કરે છે.

બંધારણ:

- સ્ટેટર: ફેઝમાં ગોઠવાયેલા મલ્ટિપલ કોઇલ વાઇન્ડિંગ્સ ધરાવે છે.
- રોટર: પર્માનન્ટ મેગ્નેટ અથવા સોફ્ટ આયર્ન (રિલક્ટન્સ પ્રકાર).

- બેરિંગ્સ: શાફ્ટને સપોર્ટ કરે છે અને રોટેશનની મંજૂરી આપે છે.

ઉપયોગો:

- CNC મશીન અને 3D પ્રિન્ટર્સ.
- રોબોટિક્સ અને ઓટોમેશન.
- મેડિકલ ઇક્વિપમેન્ટ.
- ઓફિસ ઇક્વિપમેન્ટ (પ્રિન્ટર, સ્કેનર).

મેમરી ટ્રીક

“REACT: Rotation Exactly At Controlled Timing.”