

# ઔદ્યોગિક ઇલેક્ટ્રોનિક્સ (4331103) - શિયાળો 2023 સોલ્યુશન

Milav Dabgar

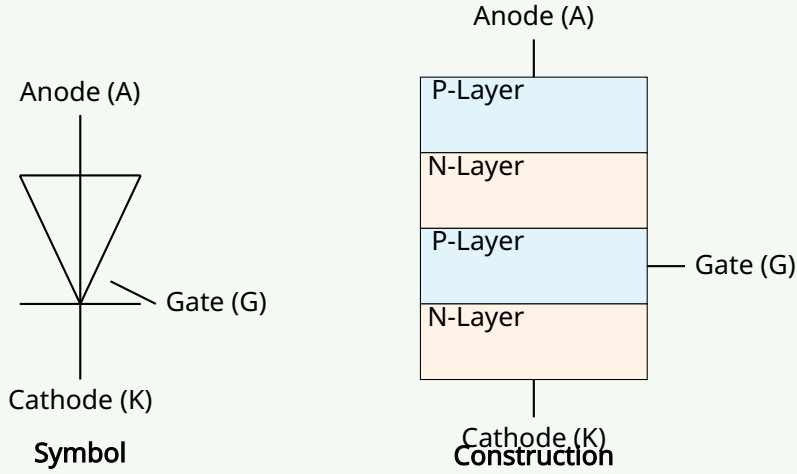
January 18, 2024

## પ્રશ્ન 1(a) [3 ગુણ]

SCRનો સિમ્બોલ અને રચના દોરો. તદ્દપરાંત SCRના ઉપયોગો લખો.

જવાબ

SCR સિમ્બોલ અને રચના:



આકૃતિ 1. SCR Symbol and Construction

SCRના ઉપયોગો:

- પાવર કંટ્રોલ: AC/DC પાવર રેગ્યુલેટર્સ
- મોટર ડ્રાઈવ્સ: મોટરની ગતિનું નિયંત્રણ
- લાઈટિંગ કંટ્રોલ: ડિમર સર્કિટ્સ
- ઈન્વર્ટર્સ: DC થી AC રૂપાંતરણ

મેમરી ટ્રીક

“PALS: પાવર કંટ્રોલ, એપ્લાયન્સ કંટ્રોલ, લાઈટિંગ સિસ્ટમ્સ, સ્પીડ રેગ્યુલેટર્સ”

## પ્રશ્ન 1(b) [4 ગુણ]

પુરા નામ જણાવો (૧) SCS (૨) LASCR (૩) MCT (૪) PUT.

## જવાબ

## કોષ્ટક 1. Full Forms of Devices

ડિવાઇસ	પૂરું નામ
SCS	Silicon Controlled Switch
LASCR	Light Activated Silicon Controlled Rectifier
MCT	MOS Controlled Thyristor
PUT	Programmable Unijunction Transistor

## મેમરી ટ્રીક

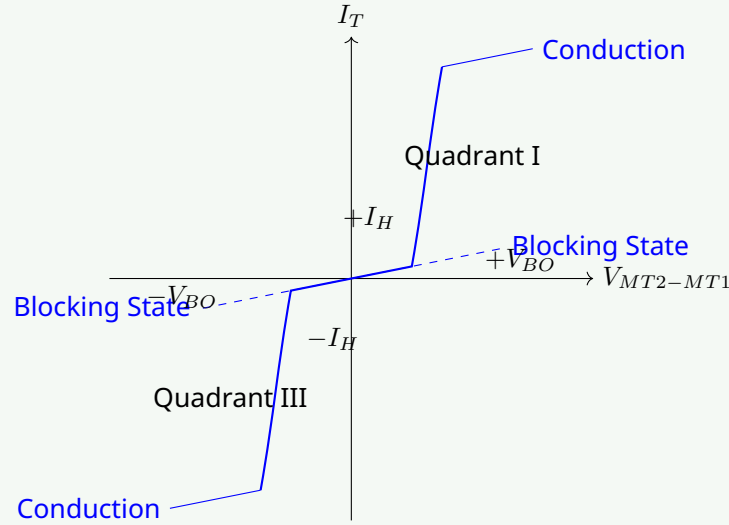
“SLaMP: Silicon controlled switch, Light activated SCR, MOS controlled thyristor, Programmable UJT”

## પ્રશ્ન 1(c) [7 ગુણ]

TRIACની V-I લાક્ષણિકતા દોરો અને સમજાવો. તદુપરાંત TRIACના ઉપયોગો લખો.

## જવાબ

TRIAC V-I લાક્ષણિકતા:



આકૃતિ 2. V-I Characteristics of TRIAC

TRIACની V-I લાક્ષણિકતા સમજૂતી:

- દ્વિદિશાત્મક ઉપકરણ: બંને દિશામાં વહન કરે છે.
- ક્વાડ્રન્ટ ઓપરેશન: પહેલા અને ત્રીજા ક્વાડ્રન્ટમાં કાર્ય કરે છે.
- બ્રેકઓવર વોલ્ટેજ: જ્યારે વોલ્ટેજ  $\pm V_{bo}$  કરતાં વધે ત્યારે વહન શરૂ થાય.
- હોલ્ડિંગ કરંટ: ન્યૂનતમ પ્રવાહ જે વહનની સ્થિતિ જાળવી રાખે છે.
- ગેટ ટ્રિગરિંગ: પોઝિટિવ/નેગેટિવ ગેટ વોલ્ટેજથી ટ્રિગર થઈ શકે છે.

TRIACના ઉપયોગો:

- AC પાવર કંટ્રોલ: લેમ્પ ડિમર્સ, હીટર કંટ્રોલ.
- મોટર સ્પીડ કંટ્રોલ: AC મોટર રેગ્યુલેટર્સ.
- ફેન રેગ્યુલેટર્સ: ઘરેલું પંખાની ગતિનું નિયંત્રણ.
- લાઈટ ડિમર્સ: એડજસ્ટેબલ લાઈટિંગ સિસ્ટમ્સ.

## મેમરી ટ્રીક

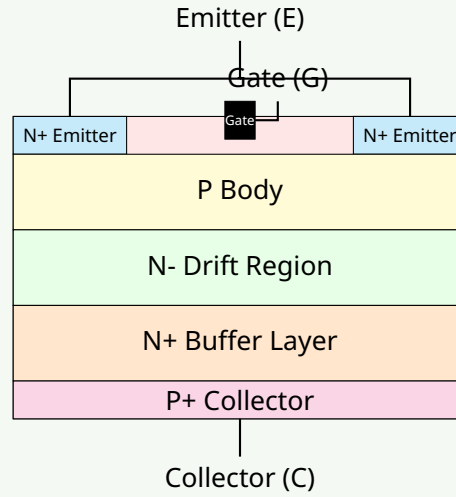
“HALF: હીટર્સ, AC કંટ્રોલ, લાઈટિંગ સિસ્ટમ્સ, ફ્રેન રેગ્યુલેટર્સ”

## પ્રશ્ન 1(c OR) [7 ગુણ]

IGBT નું કન્સ્ટ્રક્શન અને કાર્ય વિગતવાર સમજાવો.

## જવાબ

IGBT કન્સ્ટ્રક્શન અને કાર્ય:



આકૃતિ 3. Structure of IGBT

રચના વિગતો:

- ત્રણ-ટર્મિનલ ડિવાઈસ: ગેટ, એમિટર, કલેક્ટર.
- મલ્ટિલેયર સ્ટ્રક્ચર: N+, P, N-, N+ બ્લેક, P+ સબસ્ટ્રેટ.
- હાઈબ્રિડ ડિવાઈસ: MOSFET ઈનપુટ અને BJT આઉટપુટ લાક્ષણિકતાઓનું સંયોજન.

કાર્ય સિદ્ધાંત:

- ગેટ કંટ્રોલ: P-રીજનમાં ગેટ પર પોઝિટિવ વોલ્ટેજ ઇન્વર્ઝન લેયર બનાવે છે.
- ચેનલ ફોર્મેશન: ઇલેક્ટ્રોન્સ N+ એમિટરથી N- ડ્રિફ્ટ રીજન તરફ વહે છે.
- કન્ડક્ટિવિટી મોડ્યુલેશન: P-N- જંક્શન હોલ્સ ઇન્જેક્ટ કરે છે, રેઝિસ્ટન્સ ઘટાડે છે.
- ટર્ન-ઓફ પ્રક્રિયા: ગેટ વોલ્ટેજ દૂર કરવાથી ઇલેક્ટ્રોન ફ્લો બંધ થઈ જાય છે.

IGBTના ફાયદા:

- ઊંચી ઈનપુટ ઇમ્પીડન્સ: સરળ વોલ્ટેજ નિયંત્રણ.
- ઓછા કન્ડક્શન લોસ: કાર્યક્ષમ પાવર હેન્ડલિંગ.
- ઝડપી સ્વિચિંગ: ઉચ્ચ ફ્રીક્વન્સી એપ્લિકેશન્સ માટે યોગ્ય.

## મેમરી ટ્રીક

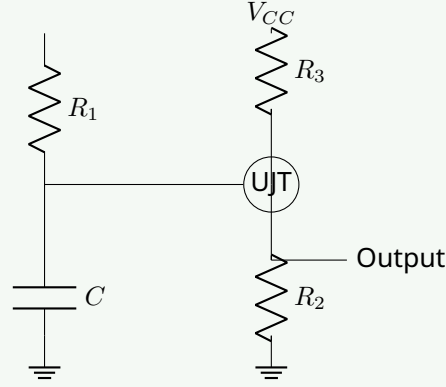
“GIVE: ગેટ કંટ્રોલ્સ, ઈનપુટ હાઈ ઇમ્પીડન્સ, વોલ્ટેજ ડ્રિવન, એક્ઝિસિટન્ટ કન્ડક્શન”

## પ્રશ્ન 2(a) [3 ગુણ]

UJTની મદદથી રિલેક્ષેશન ઓસિલેટર સર્કિટની ચર્ચા કરો.

## જવાબ

UJT રિલેક્ષેશન ઓસિલેટર:



આકૃતિ 4. UJT Relaxation Oscillator Circuit

કાર્ય સિદ્ધાંત:

- કેપેસિટર ચાર્જિંગ: C, R1 દ્વારા UJT ફાયરિંગ વોલ્ટેજ સુધી ચાર્જ થાય છે.
- UJT ફાયર: જ્યારે એમિટર વોલ્ટેજ પીક પોઈન્ટ વોલ્ટેજ સુધી પહોંચે ત્યારે.
- ડિસ્ચાર્જ સાયકલ: કેપેસિટર એમિટર-બેઝ 1 જંક્શન દ્વારા ડિસ્ચાર્જ થાય છે.
- ઓસિલેશન: પ્રક્રિયા પુનરાવર્તિત થાય છે અને સોટૂથ વેવફોર્મ બનાવે છે.

## મેમરી ટ્રીક

“CROP: કેપેસિટર ચાર્જ થાય, રીચ બ્રેશોલ્ડ, ઓસિલેટ થાય, પ્રોડ્યુસ સોટૂથ”

## પ્રશ્ન 2(b) [4 ગુણ]

SCRની ટ્રીગરિંગ પદ્ધતિઓની ચર્ચા કરો.

## જવાબ

## કોષ્ટક 2. SCR Triggering Methods

ટ્રીગરિંગ પદ્ધતિ	કાર્ય સિદ્ધાંત
ગેટ ટ્રીગરિંગ	ગેટ અને કેથોડ વચ્ચે પોઝિટિવ વોલ્ટેજ આપવામાં આવે છે
થર્મલ ટ્રીગરિંગ	તાપમાન વધારાથી બ્રેકઓવર વોલ્ટેજ ઘટે છે
લાઈટ ટ્રીગરિંગ	ફોટો-સ LASCER માં ઇલેક્ટ્રોન-હોલ જોડ બનાવે છે
dv/dt ટ્રીગરિંગ	SCR પર ઝડપી વોલ્ટેજ વધારો કેપેસિટિવ કરંટ ઉત્પન્ન કરે છે
બ્રેકઓવર ટ્રીગરિંગ	ગેટ સિગ્નલ વિના વોલ્ટેજ બ્રેકઓવર વોલ્ટેજને ઓળંગે છે

મુખ્ય મુદ્દાઓ:

- ગેટ ટ્રીગરિંગ: સૌથી સામાન્ય પદ્ધતિ.
- લાઈટ ટ્રીગરિંગ: ઓપ્ટો-આઇસોલેટર્સમાં વપરાય છે.
- dv/dt ટ્રીગરિંગ: ઘણી વખત અવાંછનીય, સ્પર્શ સર્કિટની જરૂર પડે છે.

## મેમરી ટ્રીક

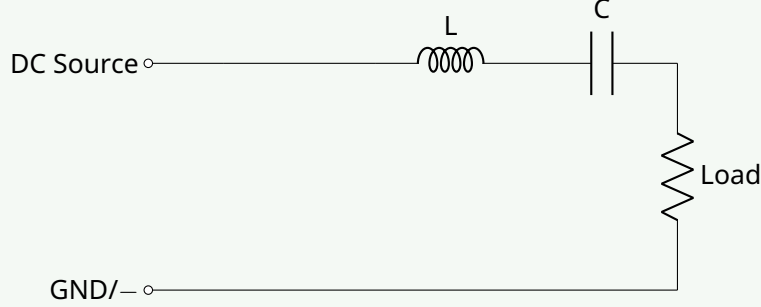
“GLTDB: ગેટ, લાઈટ, થર્મલ, dv/dt, બ્રેકઓવર”

## પ્રશ્ન 2(c) [7 ગુણ]

ક્લાસ એ પ્રકારની કોમ્યુટેશન પદ્ધતિ સમજાવો.

જવાબ

ક્લાસ A કોમ્યુટેશન (LC સર્કિટ દ્વારા સેલ્ફ-કોમ્યુટેશન):



આકૃતિ 5. Class A Commutation Circuit

કાર્ય સિદ્ધાંત:

- પ્રારંભિક સ્થિતિ: SCR વહન કરે છે, કેપેસિટર જમણી બાજુએ (+) પોલારિટી સાથે ચાર્જ થયેલ છે.
- કોમ્યુટેશન શરૂઆત: જ્યારે સ્વિચ SW બંધ થાય છે.
- રેઝોનન્ટ સર્કિટ: LC સર્કિટ રેઝોનન્ટ પાથ બનાવે છે.
- રિવર્સ કરંટ: કેપેસિટર ડિસ્ચાર્જ SCR મારફતે રિવર્સ કરંટ ઉત્પન્ન કરે છે.
- ટર્ન-ઓફ: જ્યારે કરંટ હોલ્ડિંગ કરંટથી નીચે પડે ત્યારે SCR બંધ થાય છે.
- રિચાર્જિંગ: કેપેસિટર વિપરીત પોલારિટી સાથે રિચાર્જ થાય છે.

એપ્લિકેશન:

- ઇન્વર્ટર સર્કિટ્સ: DC થી AC રૂપાંતરણ.
- ચોપર સર્કિટ્સ: DC થી DC રૂપાંતરણ.

મેમરી ટ્રીક

“SCCRRT: સ્વિચ કલોઝ થાય, કેપેસિટર ડિસ્ચાર્જ થાય, કરંટ રિવર્સ થાય, SCR ટર્ન ઓફ થાય, રિચાર્જિંગ શરૂ થાય, ટર્ન-ઓફ પૂર્ણ થાય”

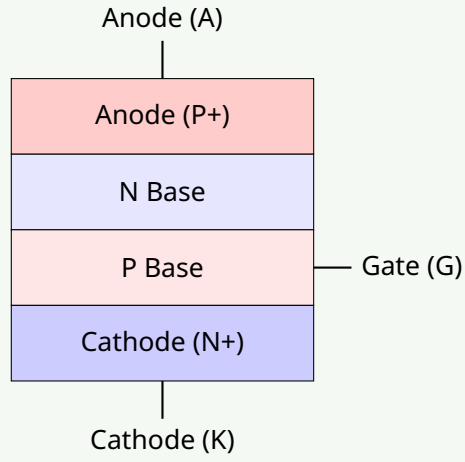
## પ્રશ્ન 2(a OR) [3 ગુણ]

GTOનું પૂરું નામ જણાવો અને GTOની રચના દોરો.

જવાબ

GTOનું પૂરું નામ: Gate Turn-Off Thyristor

GTOની રચના:



આકૃતિ 6. Structure of GTO

## મેમરી ટ્રીક

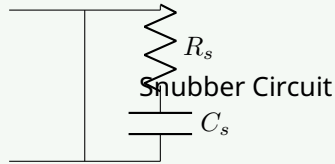
“PANG: P-એનોડ, એન્ડ, N-બેઝ, ગેટ-કંટ્રોલ્ડ થાયરિસ્ટર”

## પ્રશ્ન 2(b OR) [4 ગુણ]

SCR માટેની સ્નબર સર્કિટની રચના અને જરૂરિયાતની ચર્ચા કરો.

## જવાબ

SCR માટે સ્નબર સર્કિટ:



આકૃતિ 7. Snubber Circuit

ડિઝાઇન જરૂરિયાતો:

- રેઝિસ્ટર પસંદગી: કેપેસિટર ડિસ્ચાર્જ કરેટને મર્યાદિત કરે છે.
- કેપેસિટર પસંદગી: વોલ્ટેજ વૃદ્ધિના દર (dv/dt)ને નિયંત્રિત કરે છે.
- RC ટાઇમ કોન્સ્ટન્ટ: રિસ્પોન્સ ટાઇમ નક્કી કરે છે.

સ્નબર સર્કિટનો હેતુ:

- dv/dt પ્રોટેક્શન: ઝડપી વોલ્ટેજ પરિવર્તનને લીધે ખોટા ટ્રિગરિંગને અટકાવે છે.
- વોલ્ટેજ સ્પાઇક સપ્રેશન: ઇન્ડક્ટિવ લોડ વોલ્ટેજ સ્પાઇકસને શોષે છે.
- ટ્રાન્ઝિયન્ટ પ્રોટેક્શન: સ્વિચિંગ દરમિયાન SCRને રક્ષણ આપે છે.

## મેમરી ટ્રીક

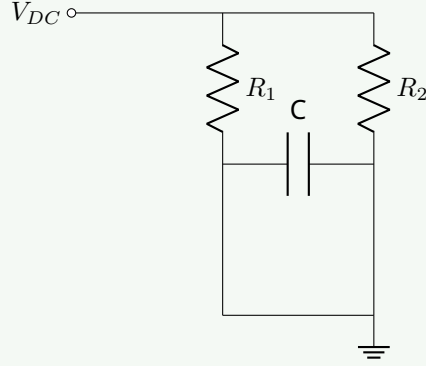
“RAPE: રેઝિસ્ટર એન્ડ કેપેસિટર પ્રોટેક્ટ અગેઇનસ્ટ એક્સેસિવ વોલ્ટેજ રાઇઝ”

## પ્રશ્ન 2(c OR) [7 ગુણ]

ક્લાસ સી પ્રકારની કોમ્પ્યુટેશન પદ્ધતિ સમજાવો.

## જવાબ

ક્લાસ C કોમ્યુટેશન (કોમ્પિલમેન્ટરી કોમ્યુટેશન):



આકૃતિ 8. Class C Commutation Circuit

કાર્ય સિદ્ધાંત:

- પ્રારંભિક સ્થિતિ: SCR1 વહન કરે છે, SCR2 બંધ છે.
- કોમ્યુટેશન શરૂઆત: SCR2 ટ્રિગર થાય છે.
- લોડ ટ્રાન્સફર: કરંટ SCR1 થી SCR2 માં ટ્રાન્સફર થાય છે.
- વોલ્ટેજ રિવર્સલ: SCR1 પર વોલ્ટેજ નેગેટિવ થાય છે.
- ટર્ન-ઓફ: જ્યારે કરંટ હોલ્ડિંગ કરંટથી નીચે પડે ત્યારે SCR1 બંધ થાય છે.
- વૈકલ્પિક ઓપરેશન: SCR1 અને SCR2 વૈકલ્પિક રીતે વહન કરે છે.

એપ્લિકેશન:

- ઇન્વર્ટર સર્કિટ્સ: બિજ ઇન્વર્ટરમાં વપરાય છે.
- ડ્યુઅલ લોડ સિસ્ટમ્સ: જ્યાં વૈકલ્પિક ઓપરેશનની જરૂર હોય.

## મેમરી ટ્રીક

“TACTOR: ટ્રિગરિંગ ઓલ્ટરનેટ SCRસ ક્રિએટ્સ ટર્ન-ઓફ એન્ડ રિવર્સલ”

## પ્રશ્ન 3(a) [3 ગુણ]

પોલીફેઝ રેક્ટિફાયરના ફાયદા વર્ણવો.

## જવાબ

કોષ્ટક 3. Advantages of Poly-phase Rectifier

ફાયદા	વર્ણન
ઉચ્ચ કાર્યક્ષમતા	ઓછું પાવર લોસ અને ટ્રાન્સફોર્મર વપરાશમાં સુધારો
ઓછો રિપલ ફેક્ટર	વધુ સારો DC આઉટપુટ જેથી નાના ફિલ્ટર કોમ્પોનન્ટ્સ જોઈએ
ઉચ્ચ પાવર હેન્ડલિંગ	સિંગલ ફેઝ કરતાં વધુ પાવર લેવલ હેન્ડલ કરી શકે છે
બેટર ટ્રાન્સફોર્મર ઉપયોગ	ઉચ્ચ ટ્રાન્સફોર્મર ઉપયોગિતા ફેક્ટર
ઓછી હાર્મોનિક સામગ્રી	આઉટપુટમાં ઘટેલા હાર્મોનિક ડિસ્ટોર્શન

## મેમરી ટ્રીક

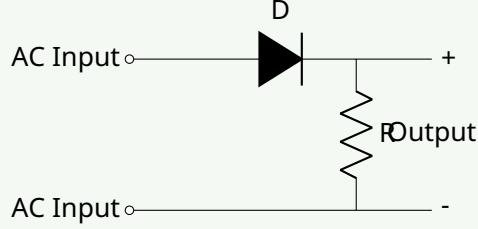
“HELPS: ઉચ્ચ કાર્યક્ષમતા, ઈવન આઉટપુટ, ઓછો રિપલ, પાવર હેન્ડલિંગ બેટર, નાના ફિલ્ટર”

### પ્રશ્ન 3(b) [4 ગુણ]

સિંગલ ફેઝ હાફવેવ રેક્ટીફાયર સર્કિટ દોરો અને સમજાવો. વેવફોર્મ્સ દોરો.

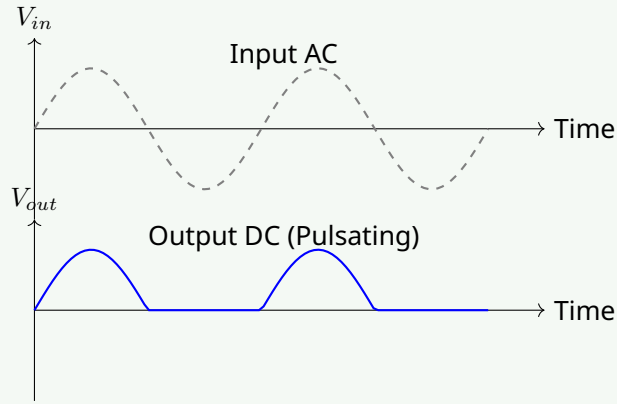
જવાબ

સિંગલ ફેઝ હાફ વેવ રેક્ટીફાયર:



આકૃતિ 9. Half Wave Rectifier Circuit

વેવફોર્મ:



આકૃતિ 10. Half Wave Rectifier Waveforms

કાર્ય સિદ્ધાંત:

- ફોરવર્ડ બાયસ: ડાયોડ પોઝિટિવ હાફ-સાયકલ દરમિયાન વહન કરે છે.
- રિવર્સ બાયસ: ડાયોડ નેગેટિવ હાફ-સાયકલ દરમિયાન કરંટને અવરોધે છે.
- આઉટપુટ: પલ્સેટિંગ DC જેનો રિપલ ફેક્ટર ઊંચો હોય છે.
- ફ્રિક્વન્સી: આઉટપુટ ફ્રિક્વન્સી ઇનપુટ ફ્રિક્વન્સી જેટલી જ રહે છે.

મેમરી ટ્રીક

“PROF: પોઝિટિવ હાફ કન્ડક્ટ્સ, રિવર્સ હાફ બ્લોક્સ, આઉટપુટ ઇઝ પલ્સેટિંગ, ફ્રિક્વન્સી અનચેન્જડ”

### પ્રશ્ન 3(c) [7 ગુણ]

બધાજ પ્રકારના ઇન્વર્ટરની યાદી બનાવો. તેમાંથી સિંગલફેઝ ફુલ બ્રિજ ઇન્વર્ટર સમજાવો.

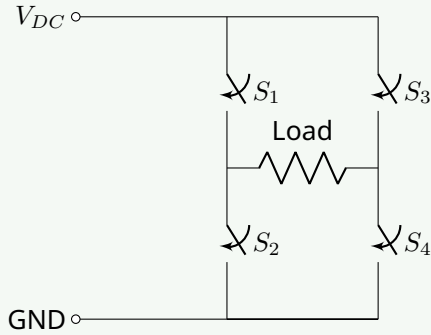
જવાબ

ઇન્વર્ટરના પ્રકારો:

1. સર્કિટના આધારે: સીરીઝ, પેરેલલ, બ્રિજ
2. ફેઝના આધારે: સિંગલ-ફેઝ, થ્રી-ફેઝ



3. આઉટપુટના આધારે: સ્કવેર વેવ, મોડિફાઇડ સાઇન વેવ, પ્યોર સાઇન વેવ  
 4. કોમ્યુટેશનના આધારે: SCR-બેઝડ, ટ્રાન્ઝિસ્ટર-બેઝડ  
 સિંગલ ફેઝ ફુલ બ્રિજ ઇન્વર્ટર:



આકૃતિ 11. Single Phase Full Bridge Inverter

કાર્ય સિદ્ધાંત:

- પ્રથમ અર્ધ-સાયકલ: S1 અને S4 ON, S2 અને S3 OFF.
- બીજો અર્ધ-સાયકલ: S2 અને S3 ON, S1 અને S4 OFF.
- આઉટપુટ વેવફોર્મ: લોડ પર AC સ્કવેર વેવ.
- કંટ્રોલ મેથડ: સ્વિચને 180° ફેઝ શિફ્ટ સાથે ગેટ સિગ્નલ આપવામાં આવે છે.

ફાયદાઓ:

- ઉચ્ચ આઉટપુટ પાવર: હાફ બ્રિજની તુલનામાં બમણો આઉટપુટ.
- બેટર વોલ્ટેજ ઉપયોગ: લોડ પર સંપૂર્ણ DC બસ વોલ્ટેજ.
- ઓછું કરંટ રેટિંગ: દરેક સ્વિચ માત્ર લોડ કરંટ જ વહન કરે છે.

મેમરી ટ્રીક

“SOAP: સ્વિચેસ ઓપરેટ ઓલ્ટરનેટલી ઇન પેર્સ”

### પ્રશ્ન 3(a OR) [3 ગુણ]

સરખાવો UPS અને SMPS.

જવાબ

કોષ્ટક 4. Comparison of UPS and SMPS

પેરામીટર	UPS	SMPS
મુખ્ય કાર્ય	પાવર ફેઇલ થાય ત્યારે બેકઅપ પાવર આપે છે	AC થી રેગ્યુલેટેડ DC માં રૂપાંતર કરે છે
બેટરી બેકઅપ	બેકઅપ માટે બેટરી ધરાવે છે	કોઈ બેટરી બેકઅપ નથી
આઉટપુટ	AC આઉટપુટ (મોટેભાગે)	DC આઉટપુટ (મોટેભાગે)
કાર્યક્ષમતા	ઓછી (70-80%)	ઉચ્ચ (80-95%)
સાઇઝ	મોટું અને ભારે	કોમ્પેક્ટ અને હલકું
એપ્લિકેશન	કોમ્પ્યુટર, સર્વર, ક્રિટિકલ ઇન્ફ્રાસ્ટ્રક્ચર	ઇલેક્ટ્રોનિક ડિવાઇસ, ચાર્જર

મેમરી ટ્રીક

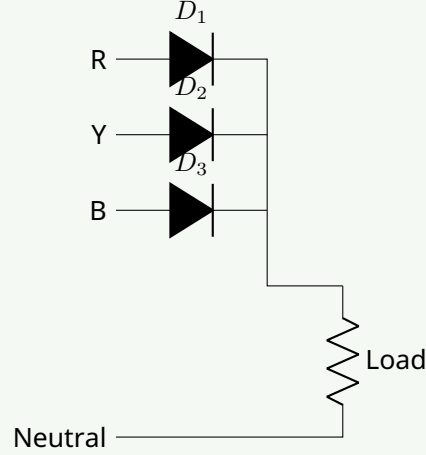
“BBOSS: બેકઅપ બેટરી ઓન્લી ઇન UPS, સ્મોલ સાઇઝ ઇન SMPS”

### પ્રશ્ન 3(b OR) [4 ગુણ]

ત્રી ફેઝ હાફ વેવ રેક્ટીફાયર સર્કિટ દોરો અને સમજાવો. વેવફોર્મ્સદોરો.

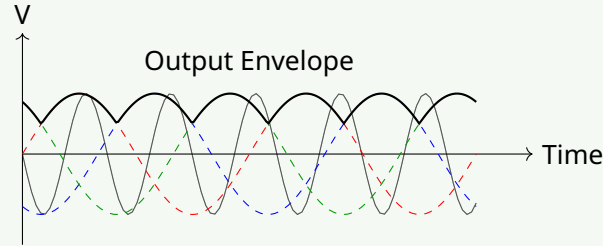
જવાબ

ત્રી ફેઝ હાફ વેવ રેક્ટીફાયર:



આકૃતિ 12. Three Phase Half Wave Rectifier Circuit

વેવફોર્મ:



આકૃતિ 13. Output Voltage Waveform

કાર્ય સિદ્ધાંત:

- કન્ડક્શન સિક્વન્સ: જ્યારે તેની ફેઝ વોલ્ટેજ સૌથી વધુ હોય ત્યારે દરેક ડાયોડ વહન કરે છે.
- કન્ડક્શન એંગલ: દરેક ડાયોડ  $120^\circ$  માટે વહન કરે છે.
- આઉટપુટ રિપલ: સાચકલ દીઠ 3 પલ્સ, સિંગલ ફેઝ કરતાં ઓછો રિપલ.
- રિપલ ફ્રીક્વન્સી: ઇનપુટ ફ્રીક્વન્સીથી 3 ગણી.

મેમરી ટ્રીક

“CROP: કન્ડક્શન એંગલ  $120^\circ$ , રિપલ રિડ્યુસ્ડ, આઉટપુટ સ્મૂધર, પલ્સ ટ્રિપલ્સ”

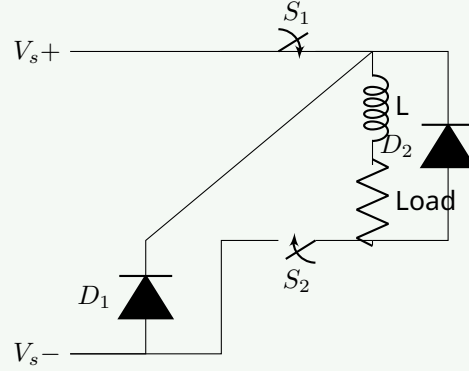
### પ્રશ્ન 3(c OR) [7 ગુણ]

ચોપરને વ્યાખ્યાયિત કરો. ક્લાસ ડી ચોપરનો પરિપથ દોરો અને સમજાવો.

## જવાબ

**ચોપરની વ્યાખ્યા:** ચોપર એ DC થી DC કન્વર્ટર છે જે ફિક્સ્ડ DC ઇનપુટ વોલ્ટેજને હાઈ-ફ્રિક્વન્સી સ્વિચિંગનો ઉપયોગ કરીને વેરિએબલ DC આઉટપુટ વોલ્ટેજમાં રૂપાંતરિત કરે છે.

**ક્લાસ D ચોપર (બે-ક્વાડ્રન્ટ ચોપર):**



આકૃતિ 14. Class D Chopper Circuit

**કાર્ય સિદ્ધાંત:**

- પ્રથમ ક્વાડ્રન્ટ ઓપરેશન (ફોરવર્ડ મોટરિંગ): S1 ON, S2 ON. ઊર્જા સ્ત્રોતથી લોડ તરફ વહે છે.
- બીજા ક્વાડ્રન્ટ ઓપરેશન (ફોરવર્ડ રિજનરેશન): S1 OFF, S2 OFF. કરંટ D2 દ્વારા ફીલ્ડીલ થાય છે. ઊર્જા લોડથી સ્ત્રોત તરફ વહે છે.

**એપ્લિકેશન:**

- DC મોટર ડ્રાઇવ: ફોરવર્ડ મોટરિંગ અને રિજનરેટિવ બ્રેકિંગ પ્રદાન કરે છે.
- બેટરી ચાર્જિંગ: ચાર્જિંગ કરંટનું નિયંત્રણ.
- રીન્યુએબલ એનર્જી: સોલાર પેનલ સાથે ઇન્ટરફેસિંગ.

## મેમરી ટ્રીક

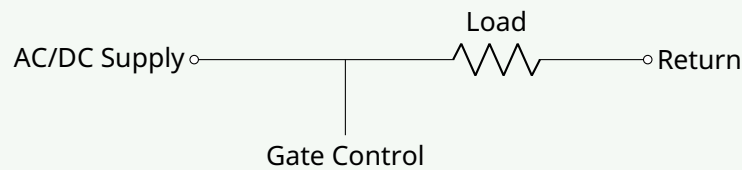
“FRED: ફોરવર્ડ મોટરિંગ, રિજનરેટિવ બ્રેકિંગ, એનર્જી ફ્લો કંટ્રોલ, ડ્યુઅલ ક્વાડ્રન્ટ ઓપરેશન”

## પ્રશ્ન 4(a) [3 ગુણ]

SCRનો સ્ટેટિક સ્વીચ તરીકેનો ઉપયોગ સમજાવો.

## જવાબ

**SCR એક સ્ટેટિક સ્વિચ:**



આકૃતિ 15. SCR Static Switch Application

**મુખ્ય વિશેષતાઓ:**

- કોઈ મૂવિંગ પાર્ટ્સ નહીં: શુદ્ધ ઇલેક્ટ્રોનિક સ્વિચિંગ.
- ઝડપી સ્વિચિંગ: માઇક્રોસેકન્ડ્સ રિસ્પોન્સ ટાઇમ.
- ઉચ્ચ વિશ્વસનીયતા: મિકેનિકલ સ્વિચ કરતાં લાંબું આયુષ્ય.
- નિયંત્રિત ટર્ન-ઓન: ગેટ સિગ્નલ દ્વારા ચોક્કસ નિયંત્રણ.

**મિકેનિકલ સ્વિચ કરતાં ફાયદા:**

- કોઈ આર્કિંગ નહીં: કોઈ કોન્ટેક્ટ બાઉન્સ કે ઘસારો નહીં.
- સાયલેન્ટ ઓપરેશન: કોઈ મિકેનિકલ અવાજ નહીં.

- EMI ઘટાડો: ઓછું ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક ઇન્ટરફેરન્સ.

### મેમરી ટ્રીક

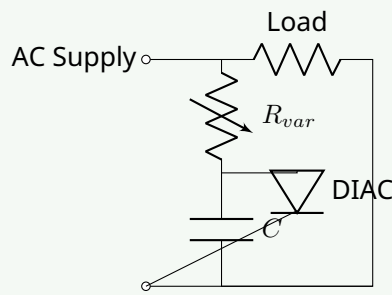
“FANS: ફાસ્ટ સ્વિચિંગ, આર્ક-ફ્રી ઓપરેશન, નો મિકેનિકલ વેર, સાયલેન્ટ ઓપરેશન”

## પ્રશ્ન 4(b) [4 ગુણ]

DIAC અને TRIACનો ઉપયોગ કરી A.C પાવર કંટ્રોલનો સર્કિટ ડાયાગ્રામ દોરો અને તેનું કાર્ય સમજાવો.

### જવાબ

DIAC અને TRIAC વડે AC પાવર કંટ્રોલ:



આકૃતિ 16. AC Power Control Circuit

કાર્ય સિદ્ધાંત:

- RC નેટવર્ક: ગેટ પલ્સને વિલંબિત કરીને ફાયરિંગ એંગલનું નિયંત્રણ કરે છે.
- કેપેસિટર ચાર્જિંગ: C દરેક હાફ-સાયકલ દરમિયાન R મારફતે ચાર્જ થાય છે.
- DIAC બ્રેકડાઉન: જ્યારે કેપેસિટર વોલ્ટેજ DIAC બ્રેકઓવર વોલ્ટેજ સુધી પહોંચે.
- TRIAC ટ્રિગરિંગ: DIAC વહન કરે છે અને TRIAC ટ્રિગર કરે છે.
- પાવર કંટ્રોલ: R ને બદલવાથી ફાયરિંગ એંગલ અને પાવર ડિલિવરી બદલાય છે.

એપ્લિકેશન:

- લાઈટ ડિમર્સ: લેમ્પની બ્રાઈટનેસ કંટ્રોલ.
- ફેન સ્પીડ કંટ્રોલ: પંખાની ગતિનું નિયંત્રણ.
- હીટર કંટ્રોલ: હીટિંગ એલિમેન્ટ્સ એડજસ્ટ કરવા.

### મેમરી ટ્રીક

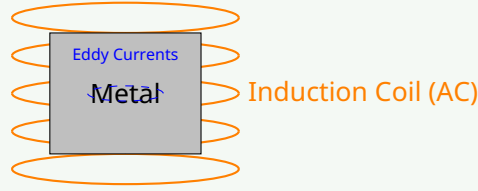
“CRAFT: કેપેસિટર ચાર્જેસ, રીચેસ બ્રેકઓવર, એક્ટિવેટ્સ DIAC, ફાયર્સ TRIAC, ટ્રાન્સફર્સ પાવર”

## પ્રશ્ન 4(c) [7 ગુણ]

ઇન્ડક્શન હીટિંગનો કાર્યકારી સિદ્ધાંત સમજાવો તદ્દપરાંત ઇન્ડક્શન હીટિંગના ઉપયોગો લખો.

### જવાબ

ઇન્ડક્શન હીટિંગનો કાર્યકારી સિદ્ધાંત:



આકૃતિ 17. Induction Heating Principle

કાર્ય સિદ્ધાંત:

- હાઈ-ફ્રિક્વન્સી કરંટ: ઇન્ડક્શન કોઈલમાંથી પસાર થાય છે.
- ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક ઇન્ડક્શન: ઓલ્ટરનેટિંગ મેગ્નેટિક ફિલ્ડ ઉત્પન્ન કરે છે.
- એડી કરંટ: વર્કપીસમાં પ્રેરિત થાય છે.
- રેઝિસ્ટન્સ હીટિંગ: એડી કરંટ રેઝિસ્ટન્સને કારણે ગરમી ઉત્પન્ન કરે છે.
- સ્ક્રિન ઇફેક્ટ: સપાટીની નજીક ગરમી કેન્દ્રિત થાય છે.
- નોન-કોન્ટેક્ટ હીટિંગ: કોઈલ અને વર્કપીસ વચ્ચે કોઈ શારીરિક સંપર્ક નથી.

ઇન્ડક્શન હીટિંગના ઉપયોગો:

- મેટલ હીટ ટ્રીટમેન્ટ: હાર્ડનિંગ, એનિલિંગ, ટેમ્પરિંગ.
- મેટલ મેલ્ટિંગ: ફાઉન્ડ્રી ઓપરેશન્સ.
- વેલ્ડિંગ અને બ્રેઝિંગ: મેટલ કોમ્પોનન્ટ્સની જોડાણ.
- ફોર્મિંગ: ફોર્મિંગ પહેલાં હીટિંગ.
- ઘરેલું રસોઈ: ઇન્ડક્શન કૂકટોપ.
- સેમિકન્ડક્ટર પ્રોસેસિંગ: ક્રિસ્ટલ ગ્રોથ.

મેમરી ટ્રીક

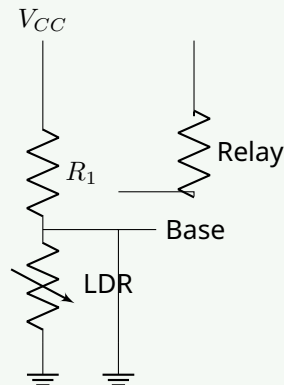
“MASTER: મેગ્નેટિક ફિલ્ડ, ઓલ્ટરનેટિંગ કરંટ, સરક્યુસ હીટિંગ, ટેમ્પરેચર કંટ્રોલ, એડી કરંટ્સ, રેઝિસ્ટન્સ હીટિંગ”

## પ્રશ્ન 4(a OR) [3 ગુણ]

એલડીઆરનો ઉપયોગ કરીને ફોટો રિલે સર્કિટનું કાર્ય સમજાવો.

જવાબ

LDR વાળો ફોટો રિલે સર્કિટ:



આકૃતિ 18. LDR Photo Relay Circuit

કાર્ય સિદ્ધાંત:

- લાઈટ-ડિપેન્ડન્ટ રેઝિસ્ટર: પ્રકાશ વધતાં રેઝિસ્ટન્સ ઘટે છે.
- વોલ્ટેજ ડિવાઈડર: LDR અને R1 વોલ્ટેજ ડિવાઈડર બનાવે છે.
- ટ્રાન્ઝિસ્ટર સ્વિચિંગ: બેઝ વોલ્ટેજ ટ્રાન્ઝિસ્ટર કન્ડક્શનને નિયંત્રિત કરે છે.
- રિલે ઓપરેશન: ટ્રાન્ઝિસ્ટર રિલે કોઈલને ડ્રાઈવ કરે છે.

- થ્રેશોલ્ડ એડજસ્ટમેન્ટ: વેરિએબલ રેજિસ્ટર વડે સેટ કરી શકાય છે.
- એપ્લિકેશન:
- ઓટોમેટિક સ્ટ્રીટ લાઈટિંગ: સાંજ પડતાં લાઈટ ચાલુ કરે છે.
  - ડે/નાઈટ સ્વિચિંગ: એમ્બિયન્ટ લાઈટના આધારે ડિવાઈસ કંટ્રોલ.
  - સિક્યોરિટી સિસ્ટમ: લાઈટ-એક્ટિવેટેડ અલાર્મ.

### મેમરી ટ્રીક

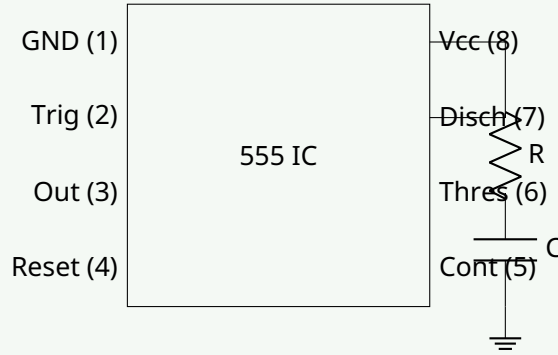
“LARK: લાઈટ કંટ્રોલ્સ, એક્ટિવેટેડ ટ્રાન્ઝિસ્ટર, રિલે સ્વિચેસ, કીપ્સ સર્કિટ ઓટોમેટેડ”

## પ્રશ્ન 4(b OR) [4 ગુણ]

555 ટાઈમર ICની મદદથી ટાઈમર સર્કિટનું કાર્ય સમજાવો.

### જવાબ

555 ટાઈમર સર્કિટ (મોનોસ્ટેબલ):



Standard Monostable Configuration

આકૃતિ 19. 555 Timer Block Diagram

કાર્ય સિદ્ધાંત:

- ટ્રિગર ઇનપુટ: પિન 2 પર એક્ટિવ લો ટ્રિગર.
- ટાઈમિંગ કોમ્પોનન્ટ્સ: R અને C ટાઈમિંગ પીરિયડ નક્કી કરે છે ( $T = 1.1RC$ ).
- આઉટપુટ હાઈ: ટ્રિગર થવા પર, આઉટપુટ હાઈ થાય છે.
- કેપેસિટર ચાર્જિંગ: C, R મારફતે ચાર્જ થાય છે.
- થ્રેશોલ્ડ ડિટેક્શન: જ્યારે વોલ્ટેજ  $2/3 V_{CC}$  સુધી પહોંચે, આઉટપુટ લો થાય છે.
- ટાઈમર રિસેટ: પિન 4 વડે સર્કિટ રિસેટ કરી શકાય છે.

એપ્લિકેશન:

- ડિલે સર્કિટ્સ: ટાઈમ ડિલે બનાવવા.
- પલ્સ જનરેશન: ચોક્કસ પલ્સ જનરેટ કરવા.
- ટાઈમિંગ કંટ્રોલ: સિક્વેન્શિયલ ટાઈમિંગ ઓપરેશન્સ.

### મેમરી ટ્રીક

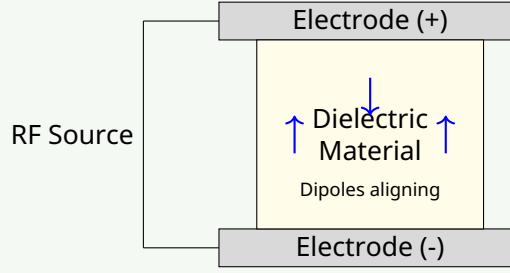
“TRACT: ટ્રિગર એક્ટિવેટેડ, રેજિસ્ટર-કેપેસિટર ટાઈમિંગ, એક્ચ્યુરેટ ડિલે, કેપેસિટર ચાર્જેસ, થ્રેશોલ્ડ ડિટેક્શન”

## પ્રશ્ન 4(c OR) [7 ગુણ]

ડાઈઇલેક્ટ્રીક હીટિંગનો કાર્યકારી સિદ્ધાંત સમજાવો તદુપરાંત ડાઈઇલેક્ટ્રીક હીટિંગના ઉપયોગો લખો.

## જવાબ

ડાઇઇલેક્ટ્રિક હીટિંગનો કાર્યકારી સિદ્ધાંત:



આકૃતિ 20. Dielectric Heating Principle

કાર્ય સિદ્ધાંત:

- ઉચ્ચ-ફ્રિક્વન્સી ઇલેક્ટ્રિક ફિલ્ડ: ઇલેક્ટ્રોડ્સ વચ્ચે લાગુ કરવામાં આવે છે.
- ડાઇઇલેક્ટ્રિક મટીરિયલ: ઇલેક્ટ્રોડ્સ વચ્ચે મૂકવામાં આવે છે.
- મોલેક્યુલર પોલરાઇઝેશન: ડાયપોલ્સ ઇલેક્ટ્રિક ફિલ્ડ સાથે એલાઇન થાય છે.
- ફિલ્ડ ઓસિલેશન: ફિલ્ડની દિશાનું ઝડપી રિવર્સલ.
- મોલેક્યુલર ફ્રિક્શન: ડાયપોલ્સ ઝડપથી રોટેટ થઈને ફ્રિક્શન ઉત્પન્ન કરે છે.
- વોલ્યુમેટ્રિક હીટિંગ: સમગ્ર મટીરિયલમાં ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે.
- ફ્રિક્વન્સી રેન્જ: સામાન્ય રીતે 10-100 MHz.

ડાઇઇલેક્ટ્રિક હીટિંગના ઉપયોગો:

- ફૂડ પ્રોસેસિંગ: બેકિંગ, ડ્રાઇઇંગ, પાશ્વરાઈઝેશન.
- વુડ ઇન્ડસ્ટ્રી: ગ્લુઇંગ, ટિમ્બર ડ્રાઇઇંગ.
- ટેક્સટાઇલ ડ્રાઇઇંગ: કાપડમાંથી ભેજ દૂર કરવો.
- પ્લાસ્ટિક વેલ્ડિંગ: થર્મોપ્લાસ્ટિક્સ જોડવા.
- મેડિકલ એપ્લિકેશન: થેરાપ્યુટિક ડાયથર્મી.
- પેપર ઇન્ડસ્ટ્રી: પેપર પ્રોડક્ટ્સ ડ્રાઇઇંગ.

## મેમરી ટ્રીક

“DIPOLE: ડાઇઇલેક્ટ્રિક મટીરિયલ, ઇન્ટેન્સ ઇલેક્ટ્રિક ફિલ્ડ, પોલરાઇઝેશન ઓફ મોલેક્યુલ્સ, ઓસિલેશન કોઝેસ, લિંકેજ ઓફ હીટ, ઈવન હીટિંગ થ્રુઆઉટ”

## પ્રશ્ન 5(a) [3 ગુણ]

AC ડ્રાઇવની વ્યાખ્યા આપો. AC ડ્રાઇવના ઉપયોગો જણાવો.

## જવાબ

**AC ડ્રાઇવની વ્યાખ્યા:** AC ડ્રાઇવ એ એક ઇલેક્ટ્રોનિક ઉપકરણ છે જે AC મોટરને સપ્લાય કરવામાં આવતા વોલ્ટેજ અને ફ્રિક્વન્સીમાં ફેરફાર કરીને મોટરની ગતિ, ટોર્ક અને દિશાનું નિયંત્રણ કરે છે.

**AC ડ્રાઇવના ઉપયોગો:**

કોષ્ટક 5. Applications of AC Drives

એપ્લિકેશન એરિયા	ઉદાહરણો
ઔદ્યોગિક	કન્વેયર સિસ્ટમ્સ, પમ્પ્સ, ફેન્સ, કોમ્પ્રેસર્સ
HVAC	બ્લોઅર્સ, ફુલિંગ ટાવર્સ, એર હેન્ડલિંગ યુનિટ્સ
વોટર ટ્રીટમેન્ટ	પમ્પ્સ, મિક્સર્સ, એરેટર્સ
માઇનિંગ	ક્રશર્સ, કન્વેયર્સ, પમ્પ્સ
ટેક્સટાઇલ	સ્પિનિંગ મશીન્સ, લૂમ્સ, વિન્ડર્સ
મટીરિયલ હેન્ડલિંગ	ક્રેન્સ, એલિવેટર્સ, એસ્કેલેટર્સ

### મેમરી ટ્રીક

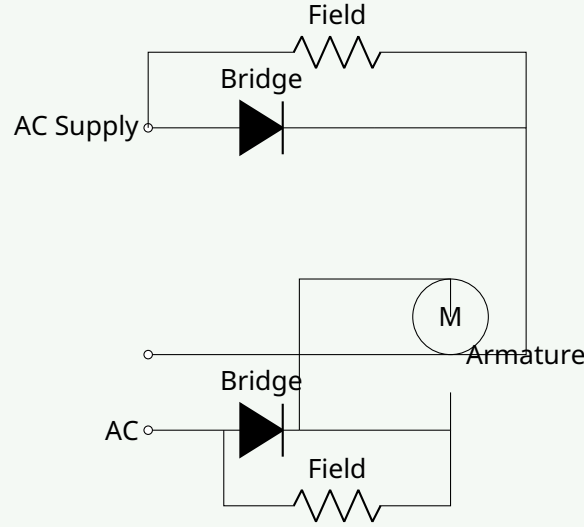
“PITCHW: પમ્પ્સ, ઇન્ડસ્ટ્રીયલ મશીનરી, ટેક્સટાઇલ મશીન્સ, કન્વેયર સિસ્ટમ્સ, HVAC સિસ્ટમ્સ, વોટર ટ્રીટમેન્ટ”

## પ્રશ્ન 5(b) [4 ગુણ]

ડીસી શંટ મોટરની સ્પીડ કંટ્રોલ માટેની કોઈ પણ એક રીત આકૃતિ દોરી સમજાવો.

### જવાબ

ડીસી શંટ મોટર માટે આર્મચર વોલ્ટેજ કંટ્રોલ મેથડ:



આકૃતિ 21. Armature Voltage Control Circuit

### કાર્ય સિદ્ધાંત:

- અચળ ફિલ્ડ કરંટ: ફિલ્ડ સપ્લાય અચળ રાખવામાં આવે છે.
- વેરિએબલ આર્મચર વોલ્ટેજ: SCR દ્વારા નિયંત્રિત.
- સ્પીડ ઇન્ક્રેશન:  $N \propto (V_a - I_a R_a) / \Phi$ .
- સ્પીડ કંટ્રોલ: આર્મચર વોલ્ટેજ  $V_a$  બદલીને.
- ટોર્ક કંટ્રોલ: આર્મચર કરંટ ટોર્કને નિયંત્રિત કરે છે.

### ફાયદાઓ:

- wide સ્પીડ રેન્જ: બેઝ સ્પીડની નીચે અને ઉપરની ઝડપ મેળવી શકાય છે.
- સ્પૂધ કંટ્રોલ: સતત સ્પીડ એડજસ્ટમેન્ટ.
- ઉચ્ચ કાર્યક્ષમતા: કંટ્રોલ સર્કિટમાં ઓછો પાવર લોસ.



## મેમરી ટ્રીક

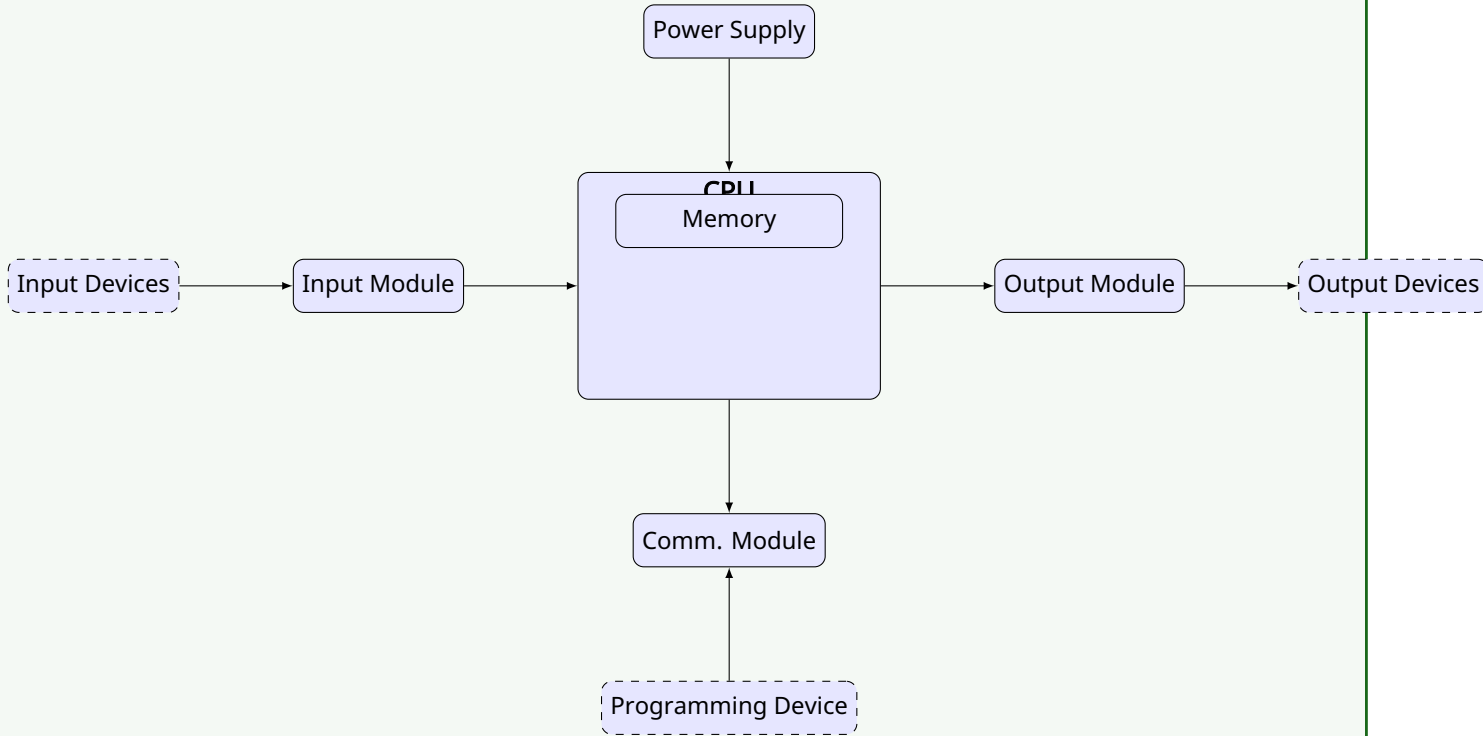
“SAVE: SCR કંટ્રોલ્સ, આર્મચર વોલ્ટેજ વેરિઝ, વેલોસિટી ચેન્જિસ, એક્ઝિશિયન્ટ ઓપરેશન”

## પ્રશ્ન 5(c) [7 ગુણ]

પી.એલ.સી ના બ્લોક ડાઈગ્રામ દોરો અને દરેક બ્લોકનું કાર્ય સમજાવો.

## જવાબ

PLC બ્લોક ડાઈગ્રામ:



આકૃતિ 22. Block Diagram of PLC

દરેક બ્લોકનું કાર્ય:

કોષ્ટક 6. Functions of PLC Blocks

બ્લોક	કાર્ય
પાવર સપ્લાય	મેઈન AC સપ્લાયને ઇન્ટરનલ સર્કિટ માટે જરૂરી DC માં રૂપાંતરિત કરે છે
CPU	પ્રોગ્રામ એક્ઝીક્યુટ કરે છે, I/O પ્રોસેસ કરે છે, કેલ્ક્યુલેશન કરે છે
મેમરી	પ્રોગ્રામ, ડેટા અને I/O સ્ટેટસ સ્ટોર કરે છે (RAM, ROM, EEPROM)
ઇનપુટ મોડ્યુલ	ઇનપુટ ડિવાઈસ સાથે ઇન્ટરફેસ કરે છે, આઇસોલેશન, સિગ્નલ કન્ડિશનિંગ આપે છે
આઉટપુટ મોડ્યુલ	આઉટપુટ ડિવાઈસને ડ્રાઈવ કરે છે, આઇસોલેશન અને પ્રોટેક્શન આપે છે
કોમ્યુનિકેશન મોડ્યુલ	PLC ને નેટવર્ક, અન્ય PLC અને પ્રોગ્રામિંગ ડિવાઈસ સાથે જોડે છે
પ્રોગ્રામિંગ ડિવાઈસ	PLC પ્રોગ્રામ ડેવલપ, એડિટ અને મોનિટર કરવા માટે વપરાય છે

PLCના ફાયદાઓ:

- રિલાયબિલિટી: સોલિડ-સ્ટેટ કોમ્પોનન્ટ્સ ઉચ્ચ MTBF સાથે.
- ફ્લેક્સિબિલિટી: વિવિધ એપ્લિકેશન્સ માટે સરળતાથી રીપ્રોગ્રામ થઈ શકે છે.
- કોમ્યુનિકેશન: ડિસ્ટ્રિબ્યુટેડ કંટ્રોલ માટે નેટવર્ક ક્ષમતાઓ.

- ડાયગ્નોસ્ટિક્સ: બિલ્ટ-ઇન ડાયગ્નોસ્ટિક્સ અને ટ્રબલશૂટિંગ.

### મેમરી ટ્રીક

“PRIME-C: પાવર સપ્લાય, RAM/ROM મેમરી, ઇનપુટ મોડ્યુલ, માઇક્રોપ્રોસેસર (CPU), એક્ઝિક્યુશન ઓફ પ્રોગ્રામ, કોમ્યુનિકેશન ઇન્ટરફેસ”

## પ્રશ્ન 5(a OR) [3 ગુણ]

સ્તેપર મોટરના ઉપયોગો જણાવો.

### જવાબ

#### કોષ્ટક 7. Applications of Stepper Motor

એપ્લિકેશન એરિયા	ઉદાહરણો
પ્રિસિઝન પોઝિશનિંગ	CNC મશીન્સ, 3D પ્રિન્ટર્સ, રોબોટિક આર્મ્સ
ઓફિસ ઇક્વિપમેન્ટ	પ્રિન્ટર્સ, સ્કેનર્સ, ફોટોકોપિયર્સ
મેડિકલ ડિવાઇસ	સર્જિકલ રોબોટ્સ, ફ્લુઇડ પમ્પ્સ, સેમ્પલ હેન્ડલર્સ
ઓટોમોટિવ	હેડલાઇટ એડજસ્ટમેન્ટ, આઈડલ કંટ્રોલ, મિરર કંટ્રોલ
એરોસ્પેસ	સેટેલાઇટ પોઝિશનિંગ, એન્ટેના કંટ્રોલ
કન્ઝ્યુમર ઇલેક્ટ્રોનિક્સ	કેમેરા (ફોકસ/ઝૂમ), ગેમિંગ કંટ્રોલર્સ

### મેમરી ટ્રીક

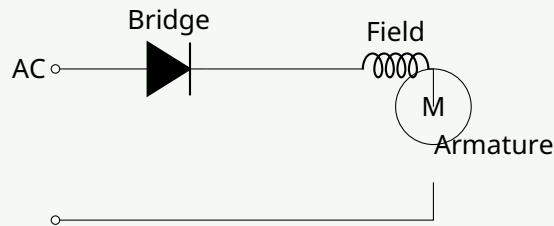
“POMAC: પોઝિશનિંગ સિસ્ટમ્સ, ઓફિસ ઇક્વિપમેન્ટ, મેડિકલ ડિવાઇસ, ઓટોમોટિવ કંટ્રોલ્સ, કન્ઝ્યુમર ઇલેક્ટ્રોનિક્સ”

## પ્રશ્ન 5(b OR) [4 ગુણ]

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

### જવાબ

SCR વડે DC સીરીઝ મોટર સ્પીડ કંટ્રોલ:



આકૃતિ 23. DC Series Motor Speed Control

કાર્ય સિદ્ધાંત:

- સીરીઝ કનેક્શન: ફિલ્ડ વાઇન્ડિંગ આર્મેચર સાથે સીરીઝમાં.
- SCR કંટ્રોલ: ફેઝ-કંટ્રોલ્ડ SCR એવરેજ વોલ્ટેજ રેગ્યુલેટ કરે છે.
- સ્પીડ ઇન્ક્રેશન:  $N \propto (V - I(R_a + R_f))/I\Phi$ .
- સ્પીડ-ટોર્ક રિલેશન: નોન-લિનિયર રિલેશનશિપ.
- એપ્લિકેશન: જ્યાં હાઈ સ્ટાર્ટિંગ ટોર્ક જરૂરી હોય ત્યાં વપરાય છે.

ફાયદાઓ:

- હાઈ સ્ટાર્ટિંગ ટોર્ક: ટ્રેક્શન એપ્લિકેશન્સ માટે આદર્શ.
- સિમ્પલ કંટ્રોલ: બેઝિક સર્કિટ ડિઝાઇન.
- કોસ્ટ-ઇફેક્ટિવ: અન્ય પદ્ધતિઓ કરતાં ઓછા કોમ્પોનન્ટ્સ.

### મેમરી ટ્રીક

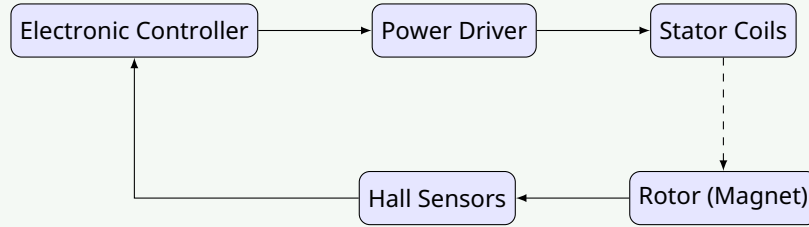
“SCAT: સીરીઝ કનેક્શન, કરંટ કંટ્રોલ્સ ફલક્સ, એવરેજ વોલ્ટેજ કંટ્રોલ્સ બાય SCR, ટોર્ક હાઈએસ્ટ એટ લો સ્પીડ્સ”

## પ્રશ્ન 5(c OR) [7 ગુણ]

BLDC મોટરની વિસ્તૃતમાં ચર્ચા કરો.

### જવાબ

BLDC મોટર (બ્રશલેસ DC મોટર):



આકૃતિ 24. BLDC Motor Control System

રચના:

- સ્ટેટર: વાઈન્ડિંગ્સ ધરાવે છે (સામાન્ય રીતે 3-ફેઝ).
- રોટર: રોટર પર પર્મેનન્ટ મેગ્નેટ્સ.
- પોઝિશન સેન્સિંગ: હોલ ઇફેક્ટ સેન્સર્સ અથવા એન્કોડર્સ.
- કંટ્રોલર: ઇલેક્ટ્રોનિક કોમ્પ્યુટેશન કંટ્રોલર.

કાર્ય સિદ્ધાંત:

- ઇલેક્ટ્રોનિક કોમ્પ્યુટેશન: મિકેનિકલ બ્રશની જગ્યાએ.
- સિક્વન્સિંગ: કંટ્રોલર સ્ટેટર કોઈલ્સને સિક્વન્સમાં એનર્જીઈજ કરે છે.
- પોઝિશન ફીડબેક: હોલ સેન્સર્સ રોટર પોઝિશન નક્કી કરે છે.
- ફેઝ એનર્જીઈજિંગ: રોટર પોઝિશનના આધારે યોગ્ય ફેઝ એનર્જીઈજ થાય છે.

ફાયદાઓ:

- હાઈ એફિશિયન્સી: કોઈ બ્રશ ફ્રિક્શન લોસ નહીં.
- લો મેઈન્ટેનન્સ: કોઈ બ્રશ વેર નહીં.
- લાંબુ આયુષ્ય: વિશ્વસનીય ઓપરેશન.
- બેટર સ્પીડ-ટોર્ક કેરેક્ટરિસ્ટિક્સ: ફ્લેટ કર્વ.
- લો નોઈઝ: શાંત ઓપરેશન.
- બેટર હીટ ડિસિપેશન: સ્ટેટર પર વાઈન્ડિંગ્સ.

એપ્લિકેશન:

- કોમ્પ્યુટર ક્લિંગ ફેન્સ: CPU/GPU ફૂલર્સ.
- હાર્ડ ડિસ્ક ડ્રાઈવ્સ: સ્પિન્ડલ મોટર્સ.
- ઇલેક્ટ્રિક વ્હીકલ્સ: પ્રોપલ્શન સિસ્ટમ્સ.
- ડ્રોન્સ: પ્રોપેલર મોટર્સ.
- હોમ એપ્લાયન્સેસ: વોશિંગ મશીન્સ, રેફ્રિજરેટર્સ.
- ઔદ્યોગિક ઓટોમેશન: પ્રિસિઝન કંટ્રોલ સિસ્ટમ્સ.

### મેમરી ટ્રીક

“COPPER: કોમ્પ્યુટેશન ઇલેક્ટ્રોનિક, ઓપરેશન એફિશિયન્ટ, પર્મેનન્ટ મેગ્નેટ્સ, પોઝિશન સેન્સર્સ, ઇલેક્ટ્રોનિક કંટ્રોલ, રિલાયબલ પરફોર્મન્સ”