

# ઓર્ગેનિક ઇલેક્ટ્રોનિક્સ (4331103) - શિયાળો 2023 સોલ્યુશન

Milav Dabgar

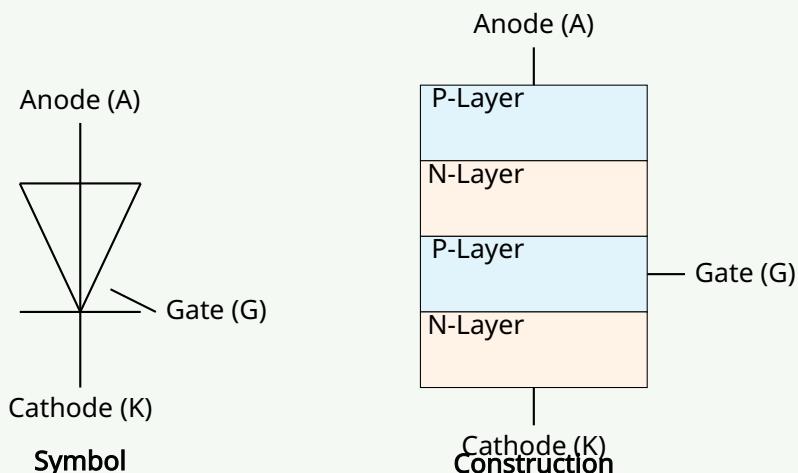
January 18, 2024

## પ્રશ્ન 1(a) [3 ગુણ]

SCRનો સિમ્બોલ અને રચના દોરો. તદ્વપરાંત SCRના ઉપયોગો લખો.

### જવાબ

SCR સિમ્બોલ અને રચના:



આકૃતિ 1. SCR Symbol and Construction

SCRના ઉપયોગો:

- પાવર કંટ્રોલ: AC/DC પાવર રેગ્યુલેટર્સ
- મોટર ડ્રાઇવ્સ: મોટરની ગતિનું નિયંત્રણ
- લાઈટિંગ કંટ્રોલ: ડિમર સર્કિટ્સ
- ઇન્વર્ટર્સ: 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

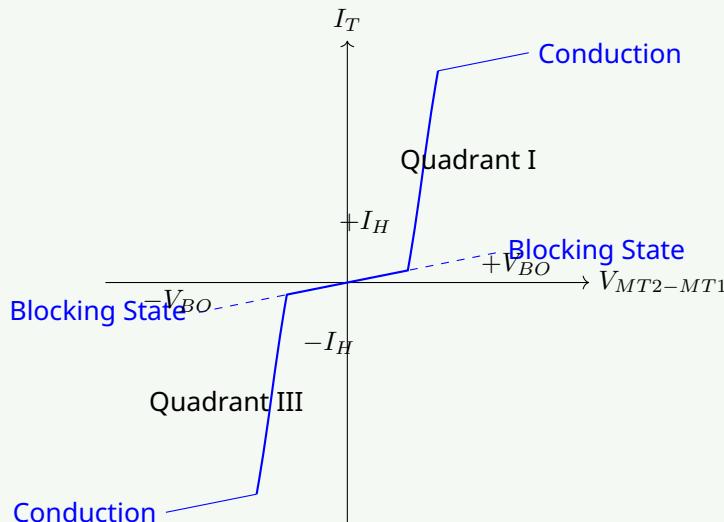
“SLAMP: Silicon controlled switch, Light activated SCR, MOS controlled thyristor, Programmable UJT”

## 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:

- દ્રિદ્ધિશાન્તક ઉપકરણ: બંને દિશામાં વહન કરે છે.
- કવાફ્ફન ઓપરેશન: પહેલા અને ગીજા કવાફ્ફનમાં કાર્ય કરે છે.
- બ્લેકઓવર વોલ્ટેજ: જ્યારે વોલ્ટેજ  $\pm V_{bo}$  કરતાં વધે ત્યારે વહન શરૂ થાય.
- હોલ્ડિંગ કરેટ: ન્યનતમ પ્રવાહ જે વહનની સ્થિતિ જાળવી રાખે છે.
- ગેટ ટ્રિગરિંગ: પોઝિટિવ/નેગેટિવ ગેટ વોલ્ટેજથી ટ્રિગાર થઈ શકે છે.

### TRIACના ઉપયોગો:

- AC પાવર કંટ્રોલ: લેમ્પ ડિમર્સ, હીટર કંટ્રોલ.
- મોટર સ્પીડ કંટ્રોલ: AC મોટર રેગ્યુલેટર્સ.
- ફેન રેગ્યુલેટર્સ: ઘરેલું પંખાની ગતિનું નિયંત્રણ.
- લાઇટ ડિમર્સ: એડજરટેબલ લાઇટિંગ સિસ્ટમ્સ.

## મેમરી ટ્રીક

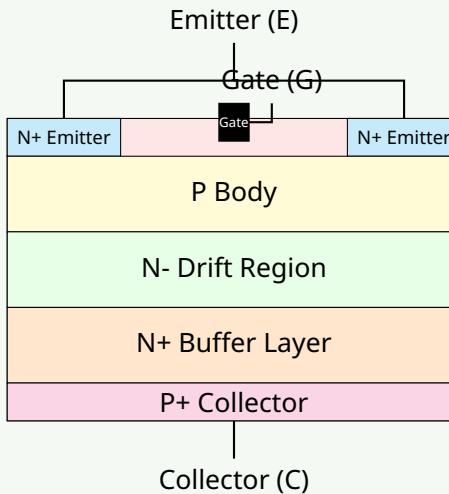
“HALF: હીટર્સ, AC કંટ્રોલ, લાઈટિંગ સિસ્ટમ્સ, ફેન રેગ્યુલેટર્સ”

## 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:

- ત્રાણ-ટમ્ભિનલ ડિવાઈસ: ગેટ, એમિટર, કલેક્ટર.
- મદિલેયર સ્ટ્રક્ચર: N+, P, N-, N+ બફર, P+ સબસ્ટ્રેટ.
- હાઇબિડ ડિવાઈસ: MOSFET ઇનપુટ અને BJT આઉટપુટ લાક્ષણિકતાઓનું સંયોજન.

કાર્ય સિદ્ધાંત:

- ગેટ કંટ્રોલ: P-રીજનમાં ગેટ પર પોઝિટિવ વોલ્ટેજ ઇન્વર્જન લેયર બનાવે છે.
- ચેનલ ફોર્મેશન: ઇલેક્ટ્રોન નિયંત્રણ અને મોન્ડિન્ગ રીજન તરફ વહે છે.
- કન્ડક્ટિવિટી મોડ્યુલેશન: P-N- જેક્શન હોલ્ડ ઇન્જેક્ટ કરે છે, રેજિસ્ટરન્સ ઘટાડે છે.
- ટર્ન-ઓફ પ્રક્રિયા: ગેટ વોલ્ટેજ દૂર કરવાથી ઇલેક્ટ્રોન ફ્લો બંધ થઈ જાય છે.

IGBTના ફાયદા:

- ઓચી ઇનપુટ ઇમ્પીડન્સ: સરળ વોલ્ટેજ નિયંત્રણ.
- ઓછા કન્ડક્શન લોસ: કાર્યક્ષમ પાવર હેન્ડલિંગ.
- ઝડપી સ્વચંખણ: ઉચ્ચ ફીકવન્સી એપ્લિકેશન્સ માટે યોગ્ય.

## મેમરી ટ્રીક

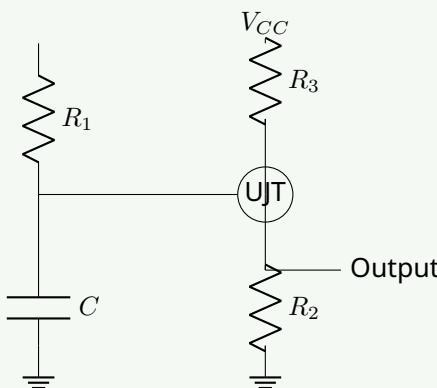
“GIVE: ગેટ કંટ્રોલ, ઇનપુટ હાઈ ઇમ્પીડન્સ, વોલ્ટેજ ડ્રિવન, એફિશિયન્ટ કન્ડક્શન”

## 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, R<sub>1</sub> દ્વારા UJT ફાયરિંગ વોલ્ટેજ સુધી ચાર્જ થાય છે.
- UJT ફાયર: જ્યારે એમિટર વોલ્ટેજ પીક પોઇન્ટ વોલ્ટેજ સુધી પહોંચે ત્યારે.
- ડિસ્ચાર્જ સાયકલ: કેપેસિટર એમિટર-બેઝી જંક્શન દ્વારા ડિસ્ચાર્જ થાય છે.
- ઓસિલેશન: પ્રક્રિયા પુનરાવર્તિત થાય છે અને સોટૂથ વેવફોર્મ બનાવે છે.

## મેમરી ટ્રીક

"CROP: કેપેસિટર ચાર્જ થાય, રીચ થ્રેશોલ્ડ, ઓસિલેટ થાય, પ્રોડ્યુસ સોટૂથ"

## પ્રશ્ન 2(b) [4 ગુણ]

SCRની ટ્રીગાર્સિંગ પદ્ધતિઓની ચર્ચા કરો.

## જવાબ

### કોષ્ટક 2. SCR Triggering Methods

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

### મુખ્ય મુદ્દાઓ:

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

## મેમરી ટ્રીક

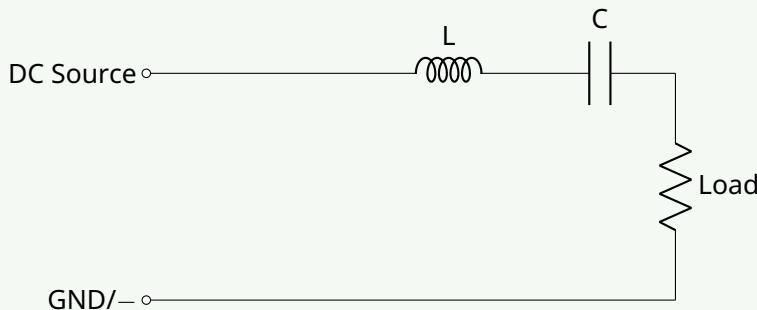
"GLTDB: ગેટ, લાઈટ, થર્મલ, dv/dt, બ્રેકઓવર"

## પ્રશ્ન 2(c) [7 ગુણ]

કલાસ એ પ્રકારની કોમ્પ્યુટેશન પદ્ધતિ સમજાવો.

### જવાબ

કલાસ A કોમ્પ્યુટેશન (LC સર્કિટ દ્વારા સેંક્ફ-કોમ્પ્યુટેશન):



આકૃતિ 5. Class A Commutation Circuit

#### કાર્ય સિદ્ધાંત:

- પ્રારંભિક સ્થિતિ: SCR વહન કરે છે, કેપેસિટર જમણી બાજુએ (+) પોલારિટી સાથે ચાર્જ થયેલ છે.
- કોમ્પ્યુટેશન શરૂઆત: જ્યારે સ્વિચ SW બંધ થાય છે.
- ઝોનન્ટ સર્કિટ: LC સર્કિટ ઝોનન્ટ પાથ બનાવે છે.
- રિવર્સ કરંટ: કેપેસિટર ડિસ્ચાર્જ SCR મારફત રિવર્સ કરંટ ઉત્પન્ત 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

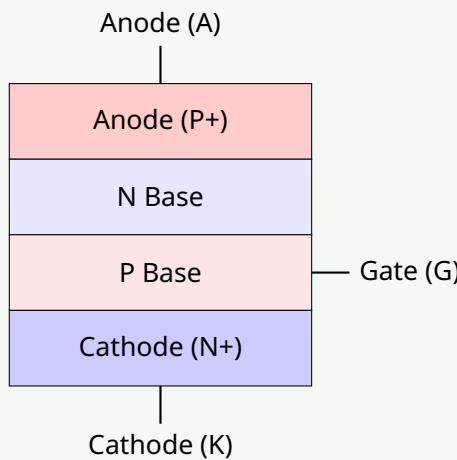
"SCCRRT: સ્વિચ કલોજ થાય, કેપેસિટર ડિસ્ચાર્જ થાય, કરંટ રિવર્સ થાય, SCR ટર્ન ઓફ થાય, રિચાર્જિંગ શરૂ થાય, ટર્ન-ઓફ પૂર્ણ થાય"

## 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

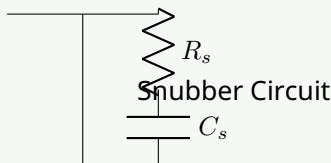
“PANG: P-એનોડ, એન્ડ, N-બેઝ, ગેટ-કંટ્રોલ થાયરિસ્ટર”

## પ્રશ્ન 2(b OR) [4 ગુણ]

SCR માટે સ્નબર સર્કિટની રચના અને જરૂરિયાતની ચર્ચા કરો.

## જવાબ

SCR માટે સ્નબર સર્કિટ:



આકૃતિ 7. Snubber Circuit

## ડિઝાઇન જરૂરિયાતો:

- રેજિસ્ટર પસંદગી: કેપેસિટર ડિસ્ચાર્જ કરુંને મધ્યરીદિત કરે છે.
- કેપેસિટર પસંદગી: વોલ્ટેજ વૃદ્ધિના દર ( $dv/dt$ )ને નિયંત્રિત કરે છે.
- RC ટાઈમ કોન્સ્ટન્ટ: રિસ્પોન્સ ટાઈમ નક્કી કરે છે.

## સ્નબર સર્કિટનો હેતુ:

- $dv/dt$  પ્રોટેક્શન: જડપી વોલ્ટેજ પરિવર્તનને લીધે ખોટા ટ્રિગરિંગને અટકાવે છે.
- વોલ્ટેજ સ્પાઇક સ્પેશન: ઈન્ડક્ટિવ વોલ્ટેજ સ્પાઇક્સને શોષે છે.
- ટ્રાન્ઝિન્ટ પ્રોટેક્શન: સ્વિચિંગ દરમિયાન SCRને રક્ષણ આપે છે.

## મેમરી ટ્રીક

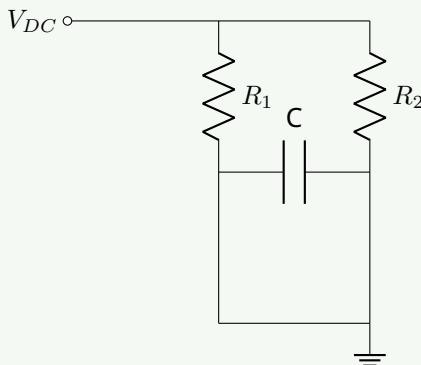
“RAPE: રેજિસ્ટર એન્ડ કેપેસિટર પ્રોટેક્ટ અગેન્સ્ટ એક્સોસિવ વોલ્ટેજ રાઇઝ”

## પ્રશ્ન 2(c OR) [7 ગુણ]

કલાસ સી પ્રકારની કોમ્પ્યુટેશન પદ્ધતિ સમજાવો.

### જવાબ

કલાસ C કોમ્પુટેશન (કોમ્પ્લિમેન્ટરી કોમ્પુટેશન):



આકૃતિ 8. Class C Commutation Circuit

#### કાર્ય સિદ્ધાંત:

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

#### એપ્લિકેશન:

- ઇન્વર્ટર સર્કિટ્સ: બ્રિજ ઇન્વર્ટરમાં વપરાય છે.
- જ્યુઅલ લોડ સિસ્ટમ્સ: જ્યાં વૈકલ્પિક ઓપરેશનની જરૂર હોય.

### મેમરી ટ્રીક

"TACTOR: ટ્રિગરિંગ ઓલ્ટરનેટ SCRs કિએટ્ર્સ ટર્ન-ઓફ એન્ડ રિવર્સલ"

### પ્રશ્ન 3(a) [3 ગુણ]

પોલીફ્ઝ રેક્ટિફિયરના ફાયદા વર્ણવો.

### જવાબ

કોષ્ટક 3. Advantages of Poly-phase Rectifier

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

### મેમરી ટ્રીક

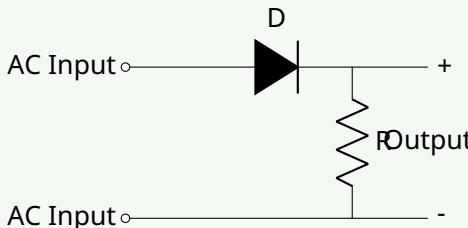
"HELPS: ઉચ્ચ કાર્યક્ષમતા, ઈવન આઉટપુટ, ઓછો રિપલ, પાવર હેન્ડલિંગ બેટર, નાના ફિલ્ટર"

## પ્રશ્ન 3(b) [4 ગુણ]

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

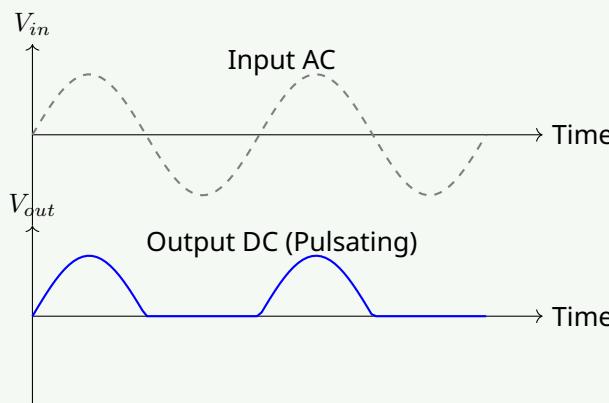
### જવાબ

સિંગલ ફેઝ હાફ વેવ રેકટિફિયર:



આકૃતિ 9. Half Wave Rectifier Circuit

### વેવફોર્મ:



આકૃતિ 10. Half Wave Rectifier Waveforms

### કાર્ય સિદ્ધાંત:

- ફોર્વર્ડ 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 બીચો હોય છે.
- ફિક્વન્સી: આઉટપુટ ફિક્વન્સી ઇનપુટ ફિક્વન્સી જેટલી જ રહે છે.

### મેમરી ટ્રીક

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

## પ્રશ્ન 3(c) [7 ગુણ]

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

### જવાબ

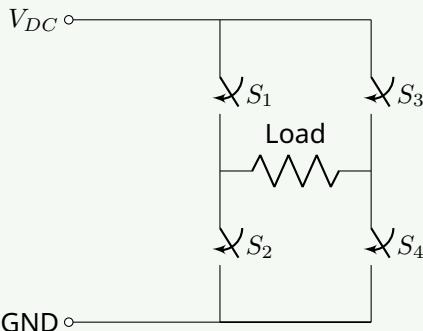
#### ઇન્વર્ટરના પ્રકારો:

- સર્કિટના આધારે: સીરીઝ, પેરેલલ, બ્રિજ
- ફેના આધારે: સિંગલ-ફેઝ, થ્રી-ફેઝ

3. આઉટપુટના આધારે: સ્કવેર વેવ, મોડિફિકેડ સાઇન વેવ, પ્યોર સાઇન વેવ

4. કોમ્પ્યુટેશનના આધારે: SCR-બેગડ, ટ્રાન્ઝિસ્ટર-બેગડ

સિંગલ ફેઝ કૂલ બિજ ઇનવર્ટર:



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 સિશલ આપવામાં આવે છે.

#### ફાયદાઓ:

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

#### મેમરી ટ્રીક

“SOAP: સ્વિચેસ ઓપરેટ ઓલટરનેટલી 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 ફેંચલ થાય ત્યારે બેકઅપ પાવર આપે છે	AC થી રેન્યુલેટેડ DC માં રૂપાંતર કરે છે
બેટરી બેકઅપ	બેકઅપ માટે બેટરી ધરાવે છે	કોઈ બેટરી બેકઅપ નથી
આઉટપુટ	AC આઉટપુટ (મોટેભાગો)	DC આઉટપુટ (મોટેભાગો)
કાર્યક્ષમતા	ઓછી (70-80%)	ઉચ્ચ (80-95%)
સાઇઝ	મોટું અને ભારે	કોષ્ટકટ અને હલ્કું
અપ્લિકેશન	કોમ્પ્યુટર, સર્વર, કિટિકલ ઇન્ડિવિપ્મેન્ટ	ઇલેક્ટ્રોનિક ડિવાઇસ, ચાર્જર

#### મેમરી ટ્રીક

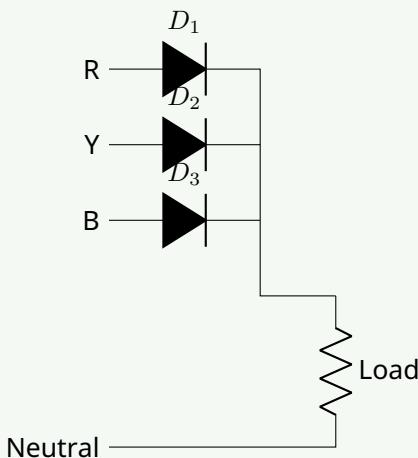
“BBOSS: બેકઅપ બેટરી ઓન્લી ઇન UPS, સ્મોલ સાઇઝ ઇન SMPS”

## પ્રશ્ન 3(b OR) [4 ગુણ]

શ્રી ફેઝ હાફ વેવ રેકટિફિયર સર્કિટ દોરો અને સમજાવો. વેવફોર્મ્સ દોરો.

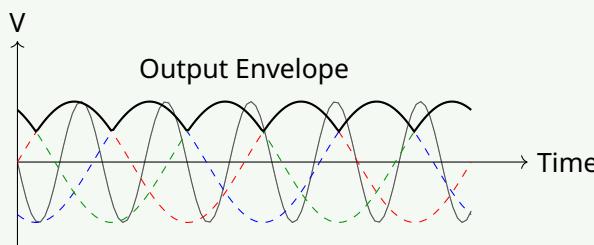
### જવાબ

શ્રી ફેઝ હાફ વેવ રેકટિફિયર:



આકૃતિ 12. Three Phase Half Wave Rectifier Circuit

વેવફોર્મ:



આકૃતિ 13. Output Voltage Waveform

કાર્ય સિલ્હાંત:

- કન્ડક્ષન સિકવન્સ: જ્યારે તેની ફેઝ વોલ્ટેજ સૌથી વધુ હોય ત્યારે દરેક ડાયોડ વહન કરે છે.
- કન્ડક્ષન ઔગલ: દરેક ડાયોડ  $120^\circ$  માટે વહન કરે છે.
- આઉટપુટ રિપલ: સાયકલ દીઠ 3 પલ્સ, સિંગલ ફેઝ કરતાં ઓછો રિપલ.
- રિપલ ફ્િકવન્સી: ઇનપુટ ફ્િકવન્સીથી 3 ગણી.

### મેમરી ટ્રીક

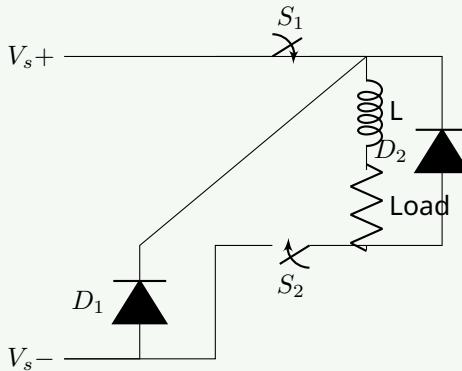
“CROP: કન્ડક્ષન ઓફ  $120^\circ$ , રિપલ રિઝ્યુર્ડ, આઉટપુટ સ્મૂધર, પલ્સ ટ્રિપલ”

## પ્રશ્ન 3(c OR) [7 ગુણ]

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

### જવાબ

**ચોપસી વ્યાખ્યા:** ચોપર એ DC થી DC કન્વર્ટર છે જે ફિક્સેડ DC ઇનપુટ વોલ્ટેજને હાઇ-ફિક્વન્સી સ્વિચિંગનો ઉપયોગ કરીને વેરિએબલ DC આઉટપુટ વોલ્ટેજમાં રૂપાંતરિત કરે છે.  
**કલાસ D ચોપર (બે-કવાડ્ન્ટ ચોપર):**



આકૃતિ 14. Class D Chopper Circuit

#### કાર્ય સિદ્ધાંત:

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

#### એપ્લિકેશન:

- DC મોટર દ્રોધિવાં: ફોરવર્ડ મોટરિંગ અને રિજનરેટિવ બ્રેકિંગ પ્રદાન કરે છે.
- બેટરી ચાર્જિંગ: ચાર્જિંગ કરણનું નિયંત્રણ.
- રીન્યુએબલ એનજી: સોલાર પેનલ સાથે ઇન્ટરફેસિંગ.

### મેમરી ટ્રીક

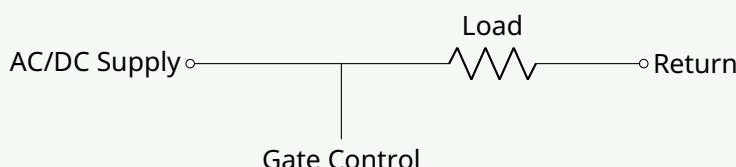
“FRED: ફોરવર્ડ મોટરિંગ, રિજનરેટિવ બ્રેકિંગ, એનજી ફલો કંટ્રોલ, ડ્યુઅલ કવાડ્ન્ટ ઓપરેશન”

### પ્રશ્ન 4(a) [3 ગુણ]

SCRનો સ્ટેટિક સ્વીચ તરીકેનો ઉપયોગ સમજાવો.

### જવાબ

#### SCR એઝ સ્ટેટિક સ્વીચ:



આકૃતિ 15. SCR Static Switch Application

#### મુખ્ય વિશેષતાઓ:

- કોઈ મૂલ્યિંગ પાર્ટ્સ નહીં: શુદ્ધ ઇલેક્ટ્રોનિક સ્વિચિંગ.
- ઝડપી સ્વિચિંગ: માઇકોરોકોન્ડ રિસ્પોન્સ ટાઈમ.
- ઉચ્ચ વિશ્વસનીયતા: મિકેનિકલ સ્વિચ કરતાં લાંબું આયુષ્ય.
- નિયંત્રિત ટર્ન-ઓન: ગેટ સિશ્મલ દ્વારા ચોક્કસ નિયંત્રણ.

#### મિકેનિકલ સ્વિચ કરતાં ફાયદા:

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

- EMI ઘટાડો: ઓછું ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક ઇન્ટરફેરન્સ.

### મેમરી ટ્રીક

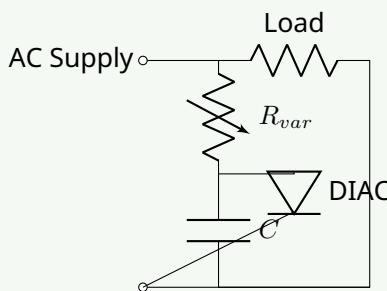
“FANS: ફાસ્ટ સ્વચ્છિંગ, આર્ક-ફી ઓપરેશન, નો મિકેનિકલ વેર, સાયલેન્ટ ઓપરેશન”

## પ્રશ્ન 4(b) [4 ગુણ]

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

### જવાબ

DIAC અને TRIAC વડે AC પાવર કંટ્રોલ:



આકૃતિ 16. AC Power Control Circuit

#### કાર્ય સિદ્ધાંત:

- RC નેટવર્ક: ગેટ પદ્સને વિલંબિત કરીને ફાયરિંગ અંગલનું નિયંત્રણ કરે છે.
- કેપેસિટર ચાર્જિંગ: C દરેક હાફ-સાયકલ દરમિયાન R મારફતે ચાર્જ થાય છે.
- DIAC બ્લેકડાઉન: જ્યારે કેપેસિટર વોલ્ટેજ DIAC બ્લેકઓવર વોલ્ટેજ સુધી પહોંચે.
- TRIAC ટ્રિગરિંગ: DIAC વહેન કરે છે અને TRIAC ટ્રિગર કરે છે.
- પાવર કંટ્રોલ: R ને બદલવાથી ફાયરિંગ અંગલ અને પાવર ડિલિવરી બદલાય છે.

#### એપ્લિકેશન:

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

### મેમરી ટ્રીક

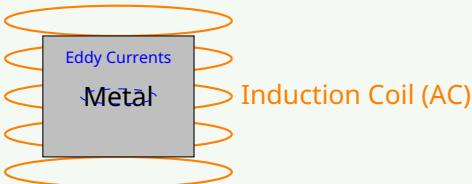
“CRAFT: કેપેસિટર ચાર્જિંગ, રીચેસ બ્લેકઓવર, એક્ટિવેટ્સ DIAC, ફાર્સ્ટ TRIAC, ટ્રાન્સફર્સ પાવર”

## પ્રશ્ન 4(c) [7 ગુણ]

ઇન્ડક્શન હીટિંગનો કાર્યકારી સિદ્ધાંત સમજાવો તદુપરાંત ઇન્ડક્શન હીટિંગના ઉપયોગો લખો.

### જવાબ

ઇન્ડક્શન હીટિંગનો કાર્યકારી સિદ્ધાંત:



આકૃતિ 17. Induction Heating Principle

## કાર્ય સિદ્ધાંત:

- હાઇ-ફિકવન્સી કરણ: ઇન્ડક્શન કોઈલમાંથી પસાર થાય છે.
- ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક ઇન્ડક્શન: ઓલટરનેટિંગ મેગ્નેટિક ફિલ્ડ ઉત્પન્ન કરે છે.
- એડી કરણ: વર્કપીસમાં પ્રેરિત થાય છે.
- રેજિસ્ટન્સ હીટિંગ: એડી કરણ રેજિસ્ટન્સને કારણે ગરમી ઉત્પન્ન કરે છે.
- સિકન ઇફ્કુટ: સપાઠીની નજીક ગરમી કેન્દ્રિત થાય છે.
- નોન-કોન્ટૈક્ટ હીટિંગ: કોઈલ અને વર્કપીસ વચ્ચે કોઈ શારીરિક સંપર્ક નથી.

## ઇન્ડક્શન હીટિંગના ઉપયોગો:

- મેટલ હીટ ટ્રીટમેન્ટ: હાર્ડનિંગ, ઓનિલિંગ, ટેમ્પરિંગ.
- મેટલ મેલિંગ: ફાઉન્ડ્રી ઓપરેશન્સ.
- વેલિંગ અને બ્રેઝિંગ: મેટલ કોમ્પોનન્ટ્સની જોડાણ.
- ફોન્જિંગ: ફોર્મિંગ પહેલાં હીટિંગ.
- ઘરેલું રૂસોઈ: ઇન્ડક્શન ફૂકટોપ.
- સેમિકન્કટર પ્રોસેસિંગ: ક્રિસ્ટલ ગ્રોથ.

## મેમરી ટ્રીક

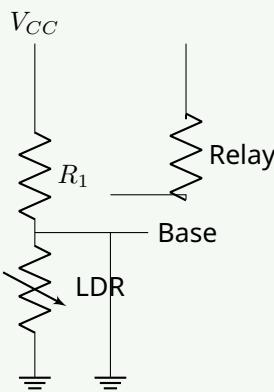
“MASTER: મેગ્નેટિક ફિલ્ડ, ઓલટરનેટિંગ કરણ, સરફેસ હીટિંગ, ટેમ્પરેચર કંટ્રોલ, એડી કરણટ્સ, રેજિસ્ટન્સ હીટિંગ”

## 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:

- લાઇટ-ડિપેન્ન રેજિસ્ટર: પ્રકાશ વધતાં રેજિસ્ટન્સ ઘટે છે.
- વોલ્ટેજ ડિવાઈડર: LDR અને R1 વોલ્ટેજ ડિવાઈડર બનાવે છે.
- ટ્રાન્ઝિસ્ટર સિવિલિંગ: બેઝ વોલ્ટેજ ટ્રાન્ઝિસ્ટર કન્ડક્શનને નિયંત્રિત કરે છે.
- રિલે ઓપરેશન: ટ્રાન્ઝિસ્ટર રિલે કોઈલને ડ્રાઇવ કરે છે.

- થ્રેશોલ્ડ એડજસ્ટમેન્ટ: વેરિએબલ રેજિસ્ટર વડે સેટ કરી શકાય છે.

#### એપ્લિકેશન:

- ઓટોમેટિક સ્ટ્રીટ લાઇટિંગ: સાંજ પડતાં લાઇટ ચાલુ કરે છે.
- ડે/નાઇટ સ્વિચિંગ: એપ્લિયન્ટ લાઇટના આધારે ડિવાઈસ કંટ્રોલ.
- સિક્યુરિટી સિસ્ટમ: લાઇટ-એક્ટિવેટેડ અલાર્મ.

#### મેમરી ટ્રીક

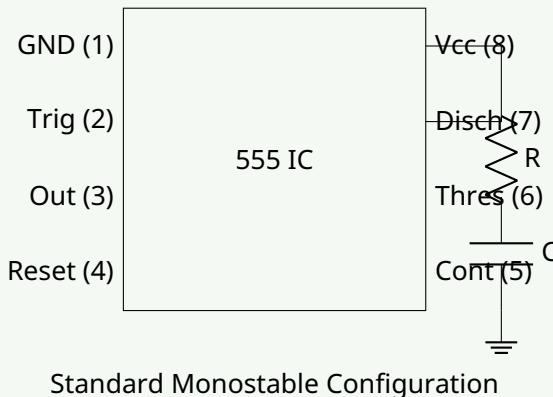
"LARK: લાઇટ કંટ્રોલ્સ, એક્ટિવેટ્સ ટ્રાન્ઝિસ્ટર, રિલે સ્વિચેસ, કીપ્સ સર્કિટ ઓટોમેટેડ"

## પ્રશ્ન 4(b OR) [4 ગુણ]

555 ટાઈમર ICની મદદથી ટાઈમર સર્કિટનું કાર્ય સમજાવો.

#### જવાબ

555 ટાઈમર સર્કિટ (મોનોસ્ટેબલ):



Standard Monostable Configuration

આફ્ટિ 19. 555 Timer Block Diagram

#### કાર્ય સિદ્ધાંત:

- ટ્રિગાર ઇનપુટ: પિન 2 પર એક્ટિવ લો ટ્રિગાર.
- ટાઇમિંગ કોષ્ટનાંદુસ: R અને C ટાઇમિંગ પીરિયડ નક્કી કરે છે ( $T = 1.1RC$ ).
- આઉટપુટ હાઈ: ટ્રિગાર થવા પર, આઉટપુટ હાઈ થાય છે.
- કેપેસિટર ચાર્જિંગ: C, R માર્કૃતે ચાર્જ થાય છે.
- થ્રેશોલ્ડ ડિટેક્શન: જ્યારે વોલ્ટેજ 2/3 VCC સુધી પહોંચે, આઉટપુટ લો થાય છે.
- ટાઈમર રિસોટ: પિન 4 વડે સર્કિટ રિસોટ કરી શકાય છે.

#### એપ્લિકેશન:

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

#### મેમરી ટ્રીક

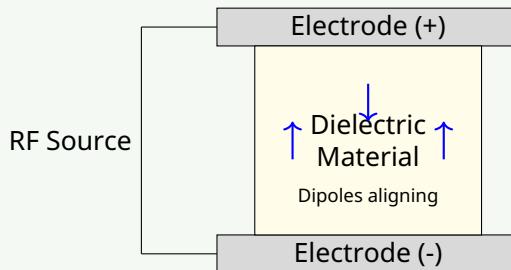
"TRACT: ટ્રિગાર એક્ટિવેટ્સ, રેજિસ્ટર-કેપેસિટર ટાઇમિંગ, એક્યુરેટ ડિલે, કેપેસિટર ચાર્જિંગ, થ્રેશોલ્ડ ડિટેક્શન"

## પ્રશ્ન 4(c OR) [7 ગુણ]

ડાઈલેક્ટ્રીક હીટિંગનો કાર્યકારી સિદ્ધાંત સમજાવો તદુપરાંત ડાઈલેક્ટ્રીક હીટિંગના ઉપયોગો લખો.

## જવાબ

ડાઈલેક્ટ્રિક હીટિંગનો કાર્યકારી સિદ્ધાંત:



આકૃતિ 20. Dielectric Heating Principle

કાર્ય સિદ્ધાંત:

- ઉચ્ચ-ફ્લુક્વાન્સી ઇલેક્ટ્રોડિક ફિલ્ડ: ઇલેક્ટ્રોડિક વર્ચ્યુની લાગુ કરવામાં આવે છે.
- ડાઈલેક્ટ્રિક મટીરિયલ: ઇલેક્ટ્રોડિક વર્ચ્યુની મૂકવામાં આવે છે.
- મોલેક્યુલર પોલરાઇઝેશન: ડાયપોલ્સ ઇલેક્ટ્રોડિક ફિલ્ડ સાથે એલાઇન થાય છે.
- ફિલ્ડ ઓસિલેશન: ફિલ્ડની દિશાનું જડપી રિવર્સલ.
- મોલેક્યુલર ફિક્ષન: ડાયપોલ્સ જડપથી રોટેટ થઈને ફિક્ષન ઉત્પન્ન કરે છે.
- વોલ્યુમેટ્રિક હીટિંગ: સમગ્ર મટીરિયલમાં ગરસી ઉત્પન્ન થાય છે.
- ફિક્વાન્સી રેન્જ: સામાન્ય રીતે 10-100 MHz.

ડાઈલેક્ટ્રિક હીટિંગના ઉપયોગો:

- કૂડ પ્રોસેસિંગ: બેંકિંગ, ડ્રાયિંગ, પાશ્વરાઇઝેશન.
- વુડ ઇન્ડસ્ટ્રી: ગલુરીંગ, ટિમ્બર ડ્રાઇંગ.
- ટેક્સટાઇલ ડ્રાઇંગ: કાપડમાંથી ભેજ દૂર કરવો.
- ખાસ્ટિક વેલ્ડિંગ: થર્મોપ્લાસ્ટિક્સ જોડવા.
- મેડિકલ એપ્લિકેશન: થેરાપ્યુટિક ડાયપથમી.
- પેપર ઇન્ડસ્ટ્રી: પેપર પ્રોડક્ટ્સ ડ્રાઇંગ.

## મેમરી ટ્રીક

“DIPOLE: ડાઈલેક્ટ્રિક મટીરિયલ, ઇન્ટેન્સ ઇલેક્ટ્રોડિક ફિલ્ડ, પોલરાઇઝેશન ઓફ મોલેક્યુલ્સ, ઓસિલેશન કોર્ઝેસ, લિંકેજ ઓફ હીટ, ઈવન હીટિંગ શુઆઉટ”

## 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 ફિક્વાન્સીમાં ફેરફાર કરીને મોટરની ગતિ, ટોર્ક અને દિશાનું નિયંત્રણ કરે છે.

AC ડ્રાઇવના ઉપયોગો:

કોષ્ટક 5. Applications of AC Drives

એલિક્ષન અરિયા	ઉદાહરણો
આંગ્નિક	કન્વેયર સિસ્ટમ્સ, પમ્પ્સ, ફેન્સ, કોમ્પ્રેસર્સ
HVAC	બ્લોઅર્સ, કુલિંગ ટાવર્સ, એર હેન્ડલિંગ યુનિટ્સ
વોટર ટ્રીટમેન્ટ	પમ્પ્સ, મિક્સર્સ, એરેટર્સ
માઇનિંગ	કશાર્સ, કન્વેયર્સ, પમ્પ્સ
ટેક્સટાઈલ	સ્પિનિંગ મશીન્સ, લૂમ્સ, વિન્ડર્સ
મટીરિયલ હેન્ડલિંગ	ફેન્સ, એલિવેટર્સ, એસ્કેલેટર્સ

### મેમરી ટ્રીક

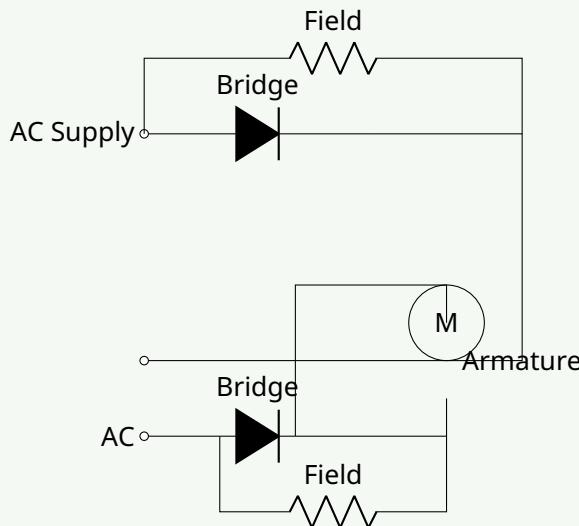
"PITCHW: પમ્પ્સ, ઇન્ડસ્ટ્રીયલ મશીનરી, ટેક્સટાઈલ મશીન્સ, કન્વેયર સિસ્ટમ્સ, HVAC સિસ્ટમ્સ, વોટર ટ્રીટમેન્ટ"

### પ્રશ્ન 5(b) [4 ગુણ]

ડિસી શાંટ મોટરની સ્પીડ કંટ્રોલ માટેની કોઈ પણ એક રીત આફુતિ દોરી સમજાવો.

#### જવાબ

ડિસી શાંટ મોટર માટે આર્મેચર વોલ્ટેજ કંટ્રોલ મેથડ:



આફુતિ 21. Armature Voltage Control Circuit

#### કાર્ય સિદ્ધાંત:

- અચળ ફિલ્ડ કર્ટન: ફિલ્ડ સપ્લાય અચળ રાખવામાં આવે છે.
- વરિએબલ આર્મેચર વોલ્ટેજ: SCR દ્વારા નિયંત્રિત.
- સ્પીડ ઇંકવેનન:  $N \propto (V_a - I_a R_a)/\Phi$ .
- સ્પીડ કંટ્રોલ: આર્મેચર વોલ્ટેજ  $V_a$  બદલીને.
- ટોક કંટ્રોલ: આર્મેચર કરંટ ટોકને નિયંત્રિત કરે છે.

#### ફાયદાઓ:

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

## મેમરી ટ્રીક

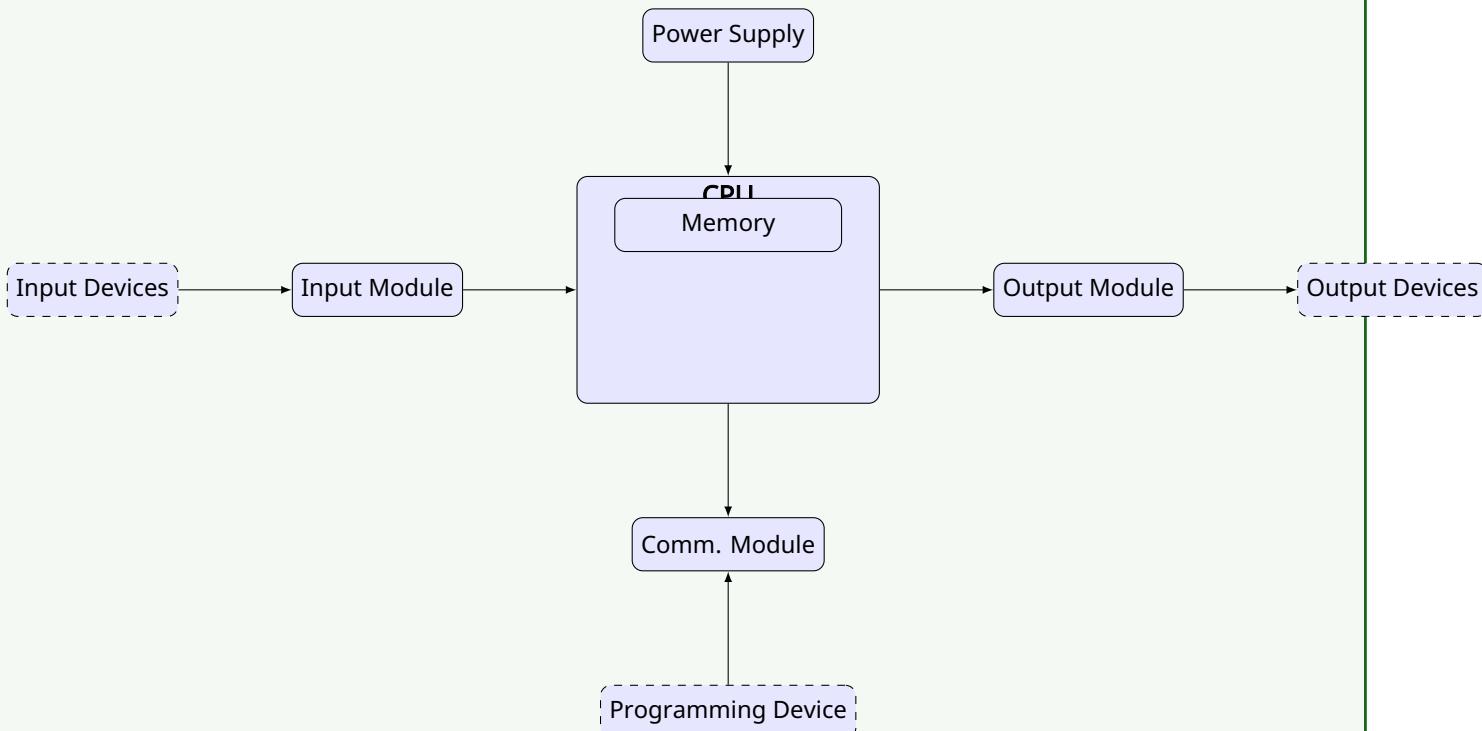
“SAVE: SCR કંટ્રોલ્સ, આર્મેચર વોલ્ટેજ વેરિઝ, વેલોસિટી ચેન્જિસ, એફિશિયન્ટ ઓપરેશન”

## પ્રશ્ન 5(c) [7 ગુણ]

પી.એલ.સી ના બ્લોક ડાઇગ્રામ દીરો અને દરેક બ્લોકનું કાર્ય સમજાવો.

## જવાબ

PLC બ્લોક ડાયગ્રામ:



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 એક્ઝિક્યુટ કરે છે, I/O પ્રોસેસ કરે છે, કેલ્ક્યુલેશન કરે છે
મેમરી	પ્રોગ્રામ, ડેટા અને I/O સ્ટેટ્સ સ્ટોર કરે છે (RAM, ROM, EEPROM)
ઇનપુટ મોડ્યુલ	ઇનપુટ ડિવાઈસ સાથે ઇન્ટરફેસ કરે છે, આઇસોલેશન, સિગલ કન્ડિશનિંગ આપે છે
આઉટપુટ મોડ્યુલ	આઉટપુટ ડિવાઈસને ડ્રાઇવ કરે છે, આઇસોલેશન અને પ્રોટોક્ષન આપે છે
કોમ્પ્યુનિકેશન 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 કોમ્પોન્ટ્સ ઉચ્ચ MTBF સાથે.
- ફ્લોક્સબિલિટી: વિવિધ એપ્લિકેશન્સ માટે સરળતાથી રીપ્રોગ્રામ થઈ શકે છે.
- કોમ્પ્યુનિકેશન: ડિસ્ટ્રિબ્યુટેડ કંટ્રોલ માટે નેટવર્ક ક્ષમતાઓ.

- ડાયલોસ્ટિક્સ: બિલ્ટ-ઇન ડાયલોસ્ટિક્સ અને ટ્રબલશૂટિંગ.

### મેમરી ટ્રીક

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

## પ્રશ્ન 5(a OR) [3 ગુણ]

સ્ટેપર 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 ડિવાઈસ	સર્જિકલ રોબોટ્સ, ફલુઈંડ પમ્પ્સ, સેમ્પલ હેન્ડલર્સ
ઓટોમોટિવ	હેડલાઇટ એડજસ્ટમેન્ટ, આઇલ કંટ્રોલ, મિરર કંટ્રોલ
એરોસ્પેસ	સેટેલાઇટ પોઝિશનિંગ, એટેના કંટ્રોલ
કન્યુમર ઇલેક્ટ્રોનિક્સ	કેમેરા (ફોકસ/ગ્રૂમ), ગેમિંગ કંટ્રોલર્સ

### મેમરી ટ્રીક

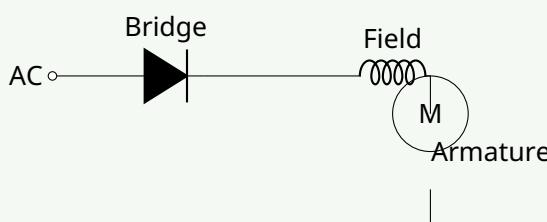
“POMAC: પોઝિશનિંગ સિસ્ટમ્સ, ઓફિસ ઇક્વિપમેન્ટ, મેડિકલ ડિવાઈસ, ઓટોમોટિવ કંટ્રોલ્સ, કન્યુમર ઇલેક્ટ્રોનિક્સ”

## 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 વાઈન્ડિંગ આર્મ્ચર સાથે સીરીઝમાં.
- SCR કંટ્રોલ: ફેઝ-કંટ્રોલ �SCR એવરેજ વોલ્ટેજ રેગ્યુલેટ કરે છે.
- સ્પીડ ઇક્વેશન:  $N \propto (V - I(R_a + R_f))/I\Phi$ .
- સ્પીડ-ટોક રિલેશન: નોન-લિનિયર રિલેશનશિપ.
- એપ્લિકેશન: જ્યાં હાઇ સ્ટાર્ટિંગ ટોક જરૂરી હોય ત્યાં વપરાય છે.

### ફાયદાઓ:

- હાઈ સ્ટાર્ટિંગ ટોર્ક: ટ્રેકશન એપ્લિકેશન્સ માટે આદર્શ.
- સિમ્પલ કંટોલ: બોજિક સર્કિટ ડિઝાઇન.
- કોરટ-ઇફેક્ટિવ: અન્ય પદ્ધતિઓ કરતાં ઓછા કોમ્પોનન્ટ્સ.

### મેમરી ટ્રીક

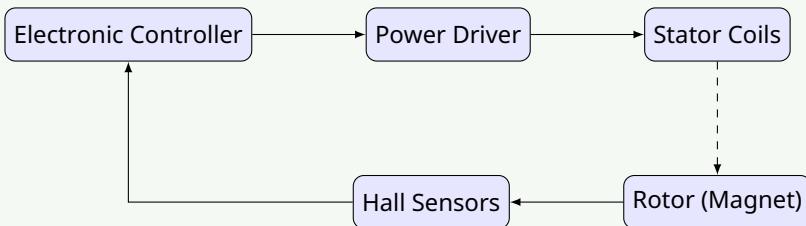
"SCAT: સીરીઝ કનેક્શન, કરેટ કંટ્રોલ્સ ફલક્સ, એવરેજ વોલ્ટેજ કંટ્રોલ બાય SCR, ટોર્ક હાઇએસ્ટ એટ લો સ્પીડ્સ"

## પ્રશ્ન 5(c OR) [7 ગુણ]

BLDC મોટરની વિસ્તૃતમાં ચર્ચા કરો.

### જવાબ

**BLDC મોટર (બ્રાશલેસ DC મોટર):**



આકૃતિ 24. BLDC Motor Control System

### રચના:

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

### કાર્ય સિદ્ધાંત:

- ઇલેક્ટ્રોનિક કોમ્પ્યુટેશન: મિક્રોનિક બ્રાશની જગ્યાએ.
- સિકવન્સિંગ: કંટ્રોલર સ્ટેટર કોઈલસને સિકવન્સમાં એન્જાઈડ કરે છે.
- પોઝિશન ફીડબેક: હોલ સેન્સર્સ રોટર પોઝિશન નક્કી કરે છે.
- ફેઝ એન્જાઈડિંગ: રોટર પોઝિશનના આધારે યોગ્ય ફેઝ એન્જાઈડ થાય છે.

### ફાયદાઓ:

- હાઈ એફિષિયન્સી: કોઈ બ્રાશ હિક્કશન લોસ નહીં.
- લો મેર્ચ-ટેનન્સ: કોઈ બ્રાશ વેર નહીં.
- લાંબુ આયુધ્ય: વિભસનીય ઓપરેશન.
- બેટર સ્પીડ-ટોર્ક ક્રેક્ટરિસ્ટિક્સ: ફ્લેટ કર્વ.
- લો નોઈજા: શાંત ઓપરેશન.
- બેટર હીટ ડિસિપેશન: સ્ટેટર પર વાઈન્ડિંગ્સ.

### એપ્લિકેશન:

- કોમ્પ્યુટર ક્લૉબિંગ ફેન્સ: CPU/GPU કૂલર્સ.
- હાઈ ડિસ્ક ડ્રાઇવ્સ: સ્પિન-ડલ મોટર્સ.
- ઇલેક્ટ્રિક વહીકલ્સ: પ્રોપલ્શન સિસ્ટમ્સ.
- ફ્રોન્સ: પ્રોપેલર મોટર્સ.
- હોમ એપ્લાયન્સેસ: વોશિંગ મશીન્સ, રેફિઝરેટર્સ.
- ઔદ્યોગિક ઓટોમેશન: પ્રિસિઝન કંટ્રોલ સિસ્ટમ્સ.

### મેમરી ટ્રીક

"COPPER: કોમ્પ્યુટેશન ઇલેક્ટ્રોનિક, ઓપરેશન એફિષિયન્ટ, પર્મેનાન્ટ મેગ્નેટ્સ, પોઝિશન સેન્સર્સ, ઇલેક્ટ્રોનિક કંટ્રોલ, રિલાયબલ પરફોર્માન્સ"