

# Subject Name (Gujarati)

4331103 -- Summer 2024

Semester 1 Study Material

Detailed Solutions and Explanations

## પ્રશ્ન 1(a) [3 ગુણ]

SCR ની બે ટ્રાન્ઝિસ્ટર સામ્યતા સમજાવો.

જવાબ

SCR એ પરસ્પર જોડાયેલા PNP અને NPN ટ્રાન્ઝિસ્ટર તરીકે રજૂ કરી શકાય છે.

આકૃતિ:

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A[Anode] --{-}{-} B1[PNP Base]}
    B1 --{-}{-} C1[PNP Collector]}
    C1 --{-}{-} E2[NPN Emitter]}
    E2 --{-}{-} B2[NPN Base]}
    B2 --{-}{-} C2[NPN Collector]}
    C2 --{-}{-} K[Cathode]}
    G[Gate] --{-}{-} B2}
    E1[PNP Emitter] --{-}{-} A}
    E1 --{-}{-} B2}
    C2 --{-}{-} B1}
{Highlighting}
{Shaded}
```

- પુનઃઉત્પાદક ક્રિયા: જ્યારે ગેટ પ્રવાહ NPN ને ટ્રિગર કરે છે, તે PNP ને વહન કરવા માટે કારણભૂત બને છે, જે સ્વ-ટકાઉ પ્રવાહ બનાવે છે
  - લેચિંગ મિકેનિઝમ: એકવાર બંને ટ્રાન્ઝિસ્ટર ચાલુ થઈ જાય, ગેટ નિયંત્રણ ગુમાવે છે કારણ કે ફીડબેક પાથ વહન જાળવી રાખે છે
- યાદ રાખવા માટે સૂત્ર: "પુશ-પુલ નેટવર્ક સતત વહન ટ્રિગર કરે છે"

## પ્રશ્ન 1(b) [4 ગુણ]

IGBT ની કામગીરી અને લાક્ષણિકતા સમજાવો.

જવાબ

IGBT (ઇન્સુલેટેડ ગેટ બાયપોલર ટ્રાન્ઝિસ્ટર) MOSFET ઇનપુટ લાક્ષણિકતાઓને BJT આઉટપુટ ક્ષમતાઓ સાથે જોડે છે.

આકૃતિ:

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    G[Gate] --{-}{-} MOS[MOSFET Section]}
    MOS --{-}{-} BJT[BJT Section]}
    BJT --{-}{-} C[Collector]}
    E[Emitter] --{-}{-} BJT}
{Highlighting}
{Shaded}
```

લાક્ષણિકતા કોષ્ટક:

| વિશેષતા  | લાક્ષણિકતા                           |
|----------|--------------------------------------|
| સ્વિચિંગ | ઝડપી ચાલુ થવું, મધ્યમ બંધ થવું       |
| નિયંત્રણ | MOSFET જેવું વોલ્ટેજ-નિયંત્રિત       |
| વહન      | BJT જેવું ઓછું ફોરવર્ડ વોલ્ટેજ ડ્રોપ |
| ઉપયોગો   | ઉચ્ચ વોલ્ટેજ, મધ્યમ આવૃત્તિ સ્વિચિંગ |

- **ઇનપુટ ફાયદો:** ઉચ્ચ અવરોધ સાથે વોલ્ટેજ-નિયંત્રિત ગેટ જેને લઘુત્તમ ડ્રાઇવ પાવરની જરૂર છે
  - **આઉટપુટ ફાયદો:** ઉચ્ચ વિદ્યુત ઘનતા પર પણ ઓછો ઓન-સ્ટેટ વોલ્ટેજ ડ્રોપ
- યાદ રાખવા માટે સૂત્ર: "MOSFET ઇનપુટ, BJT આઉટપુટ, સંપૂર્ણ પાવર સ્વિચ બનાવે છે"

## પ્રશ્ન 1(c) [7 ગુણ]

DIAC નું બાંધકામ, કાર્ય અને લાક્ષણિકતા સમજાવો.

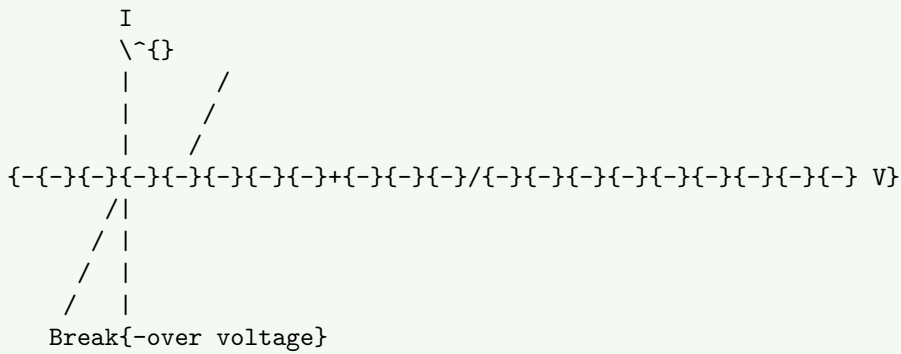
### જવાબ

DIAC (ડાયોડ ફોર ઓલ્ટરનેટિંગ કરંટ) એ દ્વિદિશ ટ્રિગરિંગ ઉપકરણ છે જે થાઇરિસ્ટર નિયંત્રણ સર્કિટોમાં વપરાય છે.  
આકૃતિ:

### Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting}[]
graph LR
    A[Terminal A] --{-}{-}{-} P1[P{-}region]}
    P1 --{-}{-}{-} N1[N{-}region]}
    N1 --{-}{-}{-} P2[P{-}region]}
    P2 --{-}{-}{-} N2[N{-}region]}
    N2 --{-}{-}{-} B[Terminal B]}
{Highlighting}
{Shaded}
```

### લાક્ષણિકતા વક્ર:



### બાંધકામ અને કાર્ય કોષ્ટક:

| વિશેષતા   | વર્ણન   |
|-----------|---|
| સ્ટ્રક્ચર | ગેટ ટર્મિનલ વગરનું પાંચ સ્તરીય P-N-P-N            |
| કાર્ય     | બ્રેક-ઓવર વોલ્ટેજ પહોંચતા સુધી પ્રવાહને અવરોધે છે |
| બ્રેકઓવર  | સામાન્ય રીતે બંને દિશામાં 30-40V                  |
| સમમિતિ    | બંને દિશાઓમાં સમાન પ્રતિક્રિયા                    |
| ઉપયોગ     | AC સર્કિટમાં TRIAC માટે ટ્રિગર ઉપકરણ              |

- **અવરોધ અવસ્થા:** બ્રેકઓવર વોલ્ટેજથી નીચે, ઉચ્ચ અવરોધ પ્રવાહને રોકે છે
  - **વહન અવસ્થા:** બ્રેકઓવર વોલ્ટેજથી ઉપર, નકારાત્મક અવરોધ વિસ્તાર અચાનક વહન સક્ષમ કરે છે
  - **દ્વિદિશીય:** હકારાત્મક અને નકારાત્મક વોલ્ટેજ માટે સમાન રીતે કાર્ય કરે છે
- યાદ રાખવા માટે સૂત્ર: "બંને દિશામાં બ્રેક વોલ્ટેજ, પછી પ્રવાહ વહે છે"

પ્રશ્ન 1(c) OR [7 ગુણ]

ઓપ્ટો-આઇસોલેટર અને ઓપ્ટો-એસસીઆરનું બાંધકામ અને કાર્ય સમજાવો.

જવાબ

ઓપ્ટો-ઉપકરણો સર્કિટો વચ્ચે વિદ્યુત અલગાવ જાળવતા સિગ્નલો ટ્રાન્સફર કરવા માટે પ્રકાશનો ઉપયોગ કરે છે.  
ઓપ્ટો-આઇસોલેટર આકૃતિ:

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A[Input] --{-}{-} L[LED]}
    L --{-}{-} G[Glass/Plastic]}
    G --{-}{-} D[Phototransistor]}
    D --{-}{-} O[Output]}
{Highlighting}
{Shaded}
```

ઓપ્ટો-SCR આકૃતિ:

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A[Input] --{-}{-} L[LED]}
    L --{-}{-} G[Glass/Plastic]}
    G --{-}{-} S[Light{-}sensitive SCR]}
    S --{-}{-} O[Output]}
{Highlighting}
{Shaded}
```

તુલના કોષ્ટક:

| વિશેષતા        | ઓપ્ટો-આઇસોલેટર             | ઓપ્ટો-SCR                  |
|----------------|----------------------------|----------------------------|
| ઇનપુટ          | LED                        | LED                        |
| આઉટપુટ ઉપકરણ   | ફોટોટ્રાન્ઝિસ્ટર/ફોટોડાયોડ | પ્રકાશ-સંવેદનશીલ SCR       |
| અલગાવ          | 2-5 kV                     | 2-5 kV                     |
| વિદ્યુત પ્રવાહ | ઓછો-મધ્યમ (100mA)          | ઉચ્ચ (ઘણા એમ્પિયર)         |
| ઉપયોગો         | ડિજિટલ સિગ્નલ આઇસોલેશન     | પાવર નિયંત્રણ, AC સ્વિચિંગ |

- વિદ્યુત આઇસોલેશન: સંપૂર્ણ વિદ્યુત અલગતા અવાજ પ્રતિરક્ષા અને સુરક્ષા પ્રદાન કરે છે
- સિગ્નલ ટ્રાન્સફર: પ્રકાશ કપલિંગ ગ્રાઉન્ડ લૂપ્સ અને વોલ્ટેજ સ્તરના મુદ્દાઓને દૂર કરે છે
- ટ્રિગરિંગ: ઓપ્ટો-SCRમાં પ્રકાશ ગેટ વિદ્યુત પ્રવાહને SCR સક્રિયકરણ માટે બદલે છે

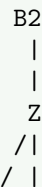
યાદ રાખવા માટે સૂત્ર: ``પ્રકાશ અંતર કૂદે છે જ્યારે વિદ્યુત ઘરે રહે છે``

પ્રશ્ન 2(a) [3 ગુણ]

1) UJT 2) SCS 3) MCT નું પ્રતીક દોરો અને ઉપયોગ આપો.

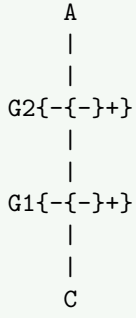
જવાબ

UJT (યુનિજંક્શન ટ્રાન્ઝિસ્ટર):

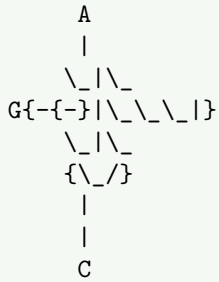


B1{-{-}{-}{-}+{-}{-}{-}{-}E}

SCS (સિલિકોન કંટ્રોલ્ડ સ્વિચ):



MCT (MOS-કંટ્રોલ્ડ થાઇરિસ્ટર):



ઉપયોગ કોષ્ટક:

| ઉપકરણ | ઉપયોગો  |
|-------|---|
| UJT   | રિલેક્સેશન ઓસિલેટર, ટાઇમિંગ સર્કિટ, SCR ટ્રિગરિંગ |
| SCS   | ઓછી પાવર સ્વિચિંગ, લેવલ ડિટેક્શન, પલ્સ જનરેશન     |
| MCT   | ઉચ્ચ પાવર સ્વિચિંગ, મોટર નિયંત્રણ, ઇન્વર્ટર       |

યાદ રાખવા માટે સૂત્ર: "અનોખી ટાઇમિંગ, નિયંત્રિત સ્વિચિંગ, મુખ્ય પાવર"

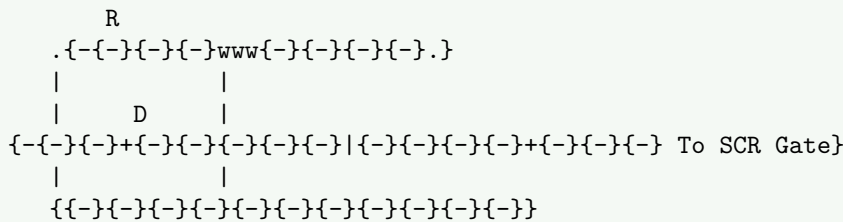
## પ્રશ્ન 2(b) [4 ગુણ]

SCR માટે ગેટ પ્રોટેક્શનનું મહત્વ સમજાવો.

જવાબ

ગેટ પ્રોટેક્શન સર્કિટ SCRને નકલી ટ્રિગરિંગ અને વોલ્ટેજ સ્પાઇક્સથી સુરક્ષિત રાખે છે.

ગેટ પ્રોટેક્શન સર્કિટ:



સુરક્ષા કોષ્ટક:

| સમસ્યા              | સુરક્ષા પદ્ધતિ | હેતુ  |
|---------------------|----------------|---|
| રિવર્સ વોલ્ટેજ નોઇઝ | ગેટમાં ડાયોડ   | ગેટ-કેથોડ જંકશન નુકસાન અટકાવે છે                      |
| dV/dt ટ્રિગરિંગ     | RC ફિલ્ટર      | ઉચ્ચ-આવૃત્તિ ક્ષણિક અવરોધે છે                         |
| ખોટું ટ્રિગરિંગ     | RC સ્નબર       | વોલ્ટેજ વધારાનો દર નિયંત્રિત કરે છે                   |
|                     | ગેટ રેસિસ્ટર   | ગેટ કરંટને મર્યાદિત કરે છે અને નોઇઝ ટ્રિગરિંગ ટાળે છે |

- જંકશન સુરક્ષા: ગેટ-કેથોડ જંકશનને રિવર્સ વોલ્ટેજ નુકસાનથી બચાવે છે
  - નોઇઝ પ્રતિરક્ષા: વિદ્યુત ઘોંઘાટને ફિલ્ટર કરે છે જે અનિચ્છનીય ટ્રિગરિંગનું કારણ બની શકે છે
- યાદ રાખવા માટે સૂત્ર: "ગેટની રક્ષા કરો સમસ્યાઓ અટકાવવા માટે"

## પ્રશ્ન 2(c) [7 ગુણ]

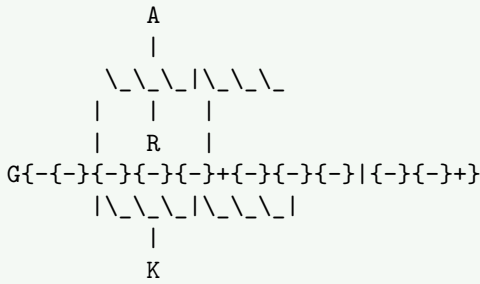
SCR ને ટ્રિગર કરવાની વિવિધ પદ્ધતિઓની યાદી બનાવો અને તેમાંથી કોઈપણ ત્રણ સમજાવો.

### જવાબ

SCR ટ્રિગરિંગ પદ્ધતિઓ ગેટ સક્રિયકરણ દ્વારા ઉપકરણને અવરોધનથી વહન અવસ્થામાં રૂપાંતરિત કરે છે.  
ટ્રિગરિંગ પદ્ધતિઓ કોષ્ટક:

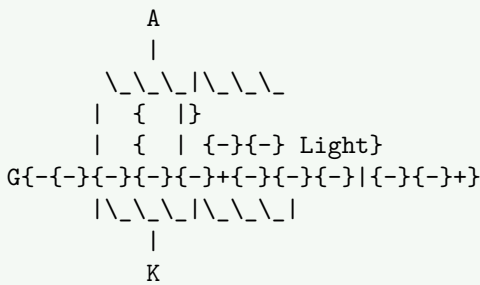
| પદ્ધતિ            | સિદ્ધાંત                  | ઉપયોગો                     |
|-------------------|---------------------------|----------------------------|
| ગેટ ટ્રિગરિંગ     | ગેટમાં સીધો પ્રવાહ        | સૌથી સામાન્ય પદ્ધતિ        |
| થર્મલ ટ્રિગરિંગ   | તાપમાન વધારો              | થર્મલ પ્રોટેક્શન           |
| પ્રકાશ ટ્રિગરિંગ  | જંકશન પર ફોટોન            | રિમોટ સક્રિયકરણ            |
| $dV/dt$ ટ્રિગરિંગ | ઝડપી વોલ્ટેજ વધારો        | ઘણીવાર અનિચ્છનીય ટ્રિગરિંગ |
| વોલ્ટેજ ટ્રિગરિંગ | બ્રેકઓવર વોલ્ટેજ ઓળંગવું  | પ્રોટેક્શન સર્કિટ          |
| RF ટ્રિગરિંગ      | રેડિયો ફ્રિક્વન્સી સિગ્નલ | વાયરલેસ કંટ્રોલ            |

### 1. ગેટ કરંટ ટ્રિગરિંગ:



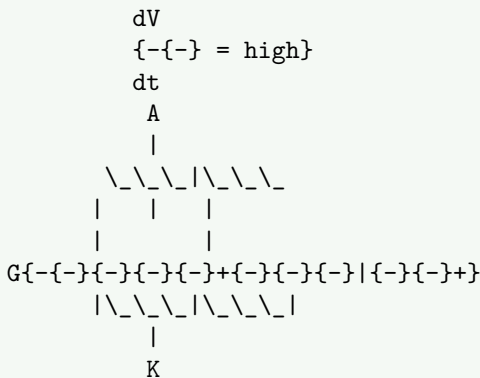
- સીધું નિયંત્રણ: નાનો ગેટ પ્રવાહ મોટા એનોડ પ્રવાહને શરૂ કરે છે
- પ્રવાહ રેન્જ: SCR રેટિંગ પર આધાર રાખીને સામાન્ય રીતે 10-100mA જરૂરી

### 2. પ્રકાશ ટ્રિગરિંગ (LASCR):



- ઓપ્ટિકલ કંટ્રોલ: ફોટોન્સ જંક્શન પર કેરિયર્સ ઉત્પન્ન કરે છે
- અલગાવ: કંટ્રોલ અને પાવર સર્કિટ વચ્ચે વિદ્યુત અલગાવ પ્રદાન કરે છે

### 3. $dV/dt$ ટ્રિગરિંગ:



- રેટ સંવેદનશીલતા: ઝડપી વોલ્ટેજ વધારો જંક્શન કેપેસિટન્સ ચાર્જિંગનું કારણ બને છે
- નિવારણ: સ્વચાલુ સર્કિટ (RC નેટવર્ક) વોલ્ટેજ વધારાના દરને નિયંત્રિત કરે છે

યાદ રાખવા માટે સૂત્ર: "ગેટ, પ્રકાશ, અને વોલ્ટેજ પરિવર્તન SCRને ચાલુ કરે છે"

## પ્રશ્ન 2(a) OR [3 ગુણ]

ઓપ્ટો-એસસીઆરનો ઉપયોગ કરીને સોલિડ સ્ટેટ રિલેનું કાર્ય સમજાવો.

### જવાબ

સોલિડ સ્ટેટ રિલે (SSRs) વિદ્યુત અલગાવ સાથે સંપર્ક વગરના સ્વિચિંગ માટે ઓપ્ટો-SCRનો ઉપયોગ કરે છે.

**SSR બ્લોક ડાયાગ્રામ:**

### Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting}[]
graph LR
    I[Control Input] --> LED[LED]
```

```

LED {-{-}{-}{-} OSCR[Opto{-}SCR]}
OSCR {-{-}{-}{-} ZC[Zero Crossing Circuit]}
ZC {-{-}{-}{-} TS[Thyristor Switch]}
TS {-{-}{-}{-} O[Output Load]}
{Highlighting}
{Shaded}

```

#### ઓપરેશન કોષ્ટક:

| સ્ટેજ       | કાર્ય                                     | લાભ                         |
|-------------|---|-----------------------------|
| ઇનપુટ સ્ટેજ | કંટ્રોલ સિગ્નલનો ઉપયોગ કરીને LED ચલાવે છે | ઓછી શક્તિ નિયંત્રણ          |
| અલગાવ       | પ્રકાશ વિદ્યુત અંતર પુલ કરે છે            | સુરક્ષા અને અવાજ પ્રતિરક્ષા |
| ટ્રિગરિંગ   | પ્રકાશ SCRને સક્રિય કરે છે                | યાંત્રિક સંપર્કો નથી        |
| સ્વિચિંગ    | થાઇરિસ્ટર લોડ કરેટનું વહન કરે છે          | આર્કિંગ કે સંપર્ક ઘસારો નથી |

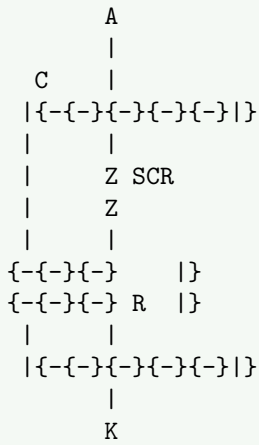
- **મૌન ઓપરેશન:** સ્વિચિંગ દરમિયાન કોઈ યાંત્રિક અવાજ નથી
  - **લાંબુ આયુષ્ય:** ઇલેક્ટ્રોમેકેનિકલ રિલેની જેમ સંપર્ક અવનતિ નથી
- યાદ રાખવા માટે સૂત્ર: "પ્રકાશ લોજિકને લોડ સાથે જોડે છે"

## પ્રશ્ન 2(b) OR [4 ગુણ]

સ્નબર સર્કિટ વ્યાખ્યાયિત કરો અને સ્નબર સર્કિટનું મહત્વ સમજાવો.

#### જવાબ

સ્નબર સર્કિટ એ સુરક્ષાત્મક નેટવર્ક છે જે સ્વિચિંગ ઉપકરણોમાં વોલ્ટેજ અને કરંટ ક્ષણિકોને દબાવે છે.  
**બેઝિક RC સ્નબર:**



#### મહત્વ કોષ્ટક:

| કાર્ય                | લાભ                      | અમલીકરણ                         |
|----------------------|--------------------------|---------------------------------|
| dV/dt દમન            | ખોટા ટ્રિગરિંગને રોકે છે | SCR આસપાસ RC સર્કિટ             |
| વોલ્ટેજ સ્પાઇક ઘટાડો | ઓવરવોલ્ટેજથી રક્ષણ       | કેપેસિટર ઊર્જા શોષે છે          |
| ઓસિલેશન ડેમ્પિંગ     | EMI ઘટાડે છે             | રેસિસ્ટર ડેમ્પિંગ પ્રદાન કરે છે |
| ટર્ન-ઓફ સહાય         | કોમ્યુટેશન સુધારે છે     | ટર્ન-ઓફ દરમિયાન પ્રવાહ વાળે છે  |

- **સર્કિટ સુરક્ષા:** ઉપકરણ પર તણાવને મર્યાદિત કરીને થાઇરિસ્ટરનું આયુષ્ય વધારે છે
  - **અવાજ ઘટાડો:** આસપાસની સર્કિટોમાં ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક ઇન્ટરફરન્સ ઘટાડે છે
- યાદ રાખવા માટે સૂત્ર: "અવાજ દબાવો, સંતુલિત વર્તન સરળતાથી પુનઃસ્થાપિત થાય"

## પ્રશ્ન 2(c) OR [7 ગુણ]

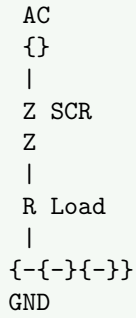
SCR ની વિવિધ કોમ્યુટેશન પદ્ધતિઓની યાદી બનાવો અને તેમાંથી કોઈપણ બે સમજાવો

## જવાબ

કોમ્યુટેશન એ એનોડ પ્રવાહને હોલ્ડિંગ વેલ્યુ નીચે ઘટાડીને SCRને બંધ કરવાની પ્રક્રિયા છે.  
કોમ્યુટેશન પદ્ધતિઓ કોષ્ટક:

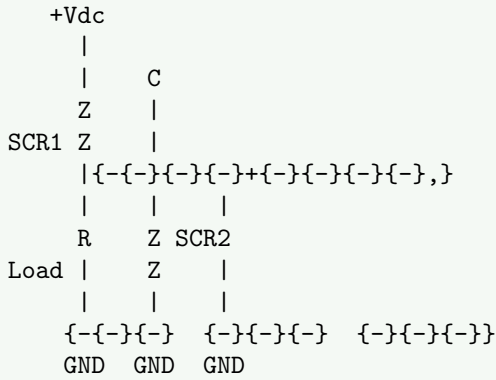
| પદ્ધતિ         | સિદ્ધાંત                       | ઉપયોગો                       |
|----------------|--------------------------------|------------------------------|
| નૈસર્ગિક ફોર્સ | AC શૂન્ય ક્રોસિંગ બાહ્ય સર્કિટ | AC પાવર કંટ્રોલ DC એપ્લિકેશન |
| વર્ગ A         | LC રેઝોનન્સ                    | ઇન્વર્ટર                     |
| વર્ગ B         | ઓકિઝલરી SCR                    | DC ચોપર                      |
| વર્ગ C         | લોડ સાથે LC                    | વેરિએબલ ફ્રિક્વન્સી          |
| વર્ગ D         | ઓકિઝલરી સ્ત્રોત                | મોટર કંટ્રોલ                 |
| વર્ગ E         | બાહ્ય પલ્સ                     | ઇલેક્ટ્રોનિક સર્કિટ          |

### 1. નૈસર્ગિક કોમ્યુટેશન:



- **શૂન્ય ક્રોસિંગ:** જ્યારે AC શૂન્ય પાર કરે છે અને એનોડ કરંટ હોલ્ડિંગથી નીચે પડે છે ત્યારે SCR બંધ થાય છે
- **સરળતા:** કોમ્યુટેશન માટે કોઈ વધારાના ઘટકોની જરૂર નથી
- **મર્યાદા:** ફક્ત AC સર્કિટમાં નિશ્ચિત આવૃત્તિ પર કામ કરે છે

### 2. ફોર્સ કોમ્યુટેશન (વર્ગ B):



- **ઓકિઝલરી SCR:** બીજું SCR (SCR2) મુખ્ય SCRને રિવર્સ બાયસ કરવા કેપેસિટર ડિસ્ચાર્જ કરે છે
  - **ટાઇમિંગ કંટ્રોલ:** SCR ક્યારે બંધ થાય તેના પર ચોક્કસ નિયંત્રણ
  - **એપ્લિકેશન:** DC સર્કિટમાં વપરાય છે જ્યાં નૈસર્ગિક કોમ્યુટેશન શક્ય નથી
- યાદ રાખવા માટે સૂત્ર: "પ્રકૃતિ પ્રવાહને અનુસરે છે, ફોર્સ પ્રવાહ કોલ્પ્સ બનાવે છે"

## પ્રશ્ન 3(a) [3 ગુણ]

સિંગલ ફેઝ રેક્ટિફાયર કરતાં પોલિફેઝ રેક્ટિફાયરના ફાયદા સમજાવો.

## જવાબ

પોલિફેઝ રેક્ટિફાયર પાવર એપ્લિકેશનમાં સિંગલ-ફેઝ ડિઝાઇન કરતાં નોંધપાત્ર સુધારા આપે છે.  
ફાયદા કોષ્ટક:



| પેરામીટર           | સિંગલ ફેઝ            | પોલિફેઝ                                     |
|--------------------|----------------------|---|
| રિપલ ફેક્ટર        | ઊંચો (FW માટે 0.482) | નીચો (3-ફેઝ માટે 0.042)                     |
| ફોર્મ ફેક્ટર       | ઊંચો                 | નીચો  |
| કાર્યક્ષમતા        | ઓછી                  | ઊંચી (ટ્રાન્સફોર્મર વધુ સારી રીતે વપરાય છે) |
| પાવર રેટિંગ        | મર્યાદિત             | ઊંચું પાવર હેન્ડલિંગ                        |
| હાર્મોનિક કન્ટેન્ટ | વધુ                  | ઓછું (વધુ સરળ DC)                           |

- **આઉટપુટ સ્મૂથનેસ:** નોંધપાત્ર રીતે ઓછો રિપલ જેને નાના ફિલ્ટરિંગ ઘટકોની જરૂર પડે છે
  - **ટ્રાન્સફોર્મર ઉપયોગ:** વધુ સારો ઉપયોગ ફેક્ટર (0.955 vs 0.812) ટ્રાન્સફોર્મર કદ ઘટાડે છે
- યાદ રાખવા માટે સૂત્ર: "વધુ ફેઝ એટલે વધુ સરળ પાવર"

### પ્રશ્ન 3(b) [4 ગુણ]

UPS પર ટૂંકી નોંધ લખો.

**જવાબ**

UPS (અનઇન્ટરપ્રિટિબલ પાવર સપ્લાય) મુખ્ય પાવર સપ્લાય નિષ્ફળ થાય ત્યારે સતત પાવર પ્રદાન કરે છે.  
**UPS બ્લોક ડાયાગ્રામ:**

**Mermaid Diagram (Code)**

```
{Shaded}
{Highlighting}[]
graph LR
    A[AC Input] --> R[Rectifier]
    R --> C[DC Bus]
    C --> I[Inverter]
    I --> O[AC Output]
    C --> B[Battery Bank]
    S[Static Switch] --> O
    A --> S
{Highlighting}
{Shaded}
```

**UPS પ્રકાર કોષ્ટક:**

| પ્રકાર           | ઓપરેશન                       | એપ્લિકેશન                       |
|------------------|------------------------------|---------------------------------|
| ઓનલાઇન           | હંમેશા બેટરી/ઇન્વર્ટર દ્વારા | ક્રિટિકલ સિસ્ટમ, મેડિકલ         |
| ઓફલાઇન           | નિષ્ફળતા પર બેટરી પર સ્વિચ   | પર્સનલ કમ્પ્યુટર, નાના ઓફિસ     |
| લાઇન-ઇન્ટરેક્ટિવ | વોલ્ટેજ રેગ્યુલેશન + બેકઅપ   | સર્વર, નેટવર્ક ઇન્ફ્રાસ્ટ્રક્ચર |

- **બેકઅપ સમય:** બેટરી ક્ષમતા પર આધાર રાખીને સામાન્ય રીતે 5-30 મિનિટ
  - **સુરક્ષા:** સર્જ પ્રોટેક્શન, વોલ્ટેજ રેગ્યુલેશન, અને ફ્રિક્વન્સી સ્ટેબિલાઇઝેશન
- યાદ રાખવા માટે સૂત્ર: "પાવર સતત સ્વિચ હેઠળ સુરક્ષિત"

### પ્રશ્ન 3(c) [7 ગુણ]

ઇન્વર્ટરનું કાર્ય આપો અને ઇન્વર્ટરના મૂળભૂત સિદ્ધાંતને સમજાવો પણ સુધ્ધ ડાયાગ્રામ અને વેવફોર્મ સાથે શ્રેણી ઇન્વર્ટર સમજાવો.

**જવાબ**

ઇન્વર્ટર ડીસી પાવરને એસી પાવરમાં રૂપાંતરિત કરે છે, ડીસીને ટ્રાન્સફોર્મર દ્વારા કે સીધા જ સ્વિચ કરીને વૈકલ્પિક તરંગ બનાવે છે.  
**કાર્ય કોષ્ટક:**

| કાર્ય             | વર્ણન  |
|-------------------|--|
| DC થી AC રૂપાંતરણ | સ્થિર DC ને વૈકલ્પિક AC માં રૂપાંતરિત કરે છે |
| આવૃત્તિ નિયંત્રણ  | ચલિત આવૃત્તિ આઉટપુટ ઉત્પન્ન કરે છે           |

વોલ્ટેજ નિયંત્રણ  
વેવ શેપિંગ

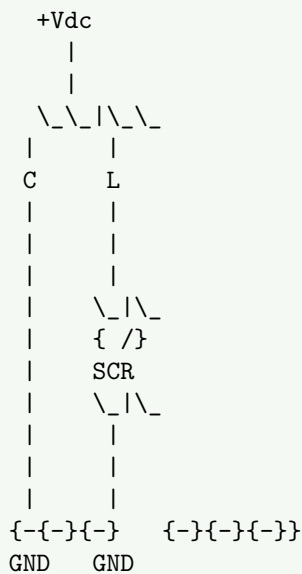
લોડ વેરિએશન છતાં સ્થિર આઉટપુટ જાળવે છે  
સાઇન, સ્કવેર, કે મોડિફાઇડ સાઇન વેવ્સ ઉત્પન્ન કરે છે

### બેઝિક સિદ્ધાંત ડાયાગ્રામ:

### Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting}[]
graph LR
    D[DC Source] --{} S[Switching Circuit]}
    S --{} T[Transformer/Filter]}
    T --{} A[AC Output]}
    C[Control Circuit] --{} S}
{Highlighting}
{Shaded}
```

### શ્રેણી ઇન્વર્ટર સર્કિટ:



वेवङ्गोर्मः

[illegible][illegible]

- **ઓસીલેશન:** SCR ટ્રિગર થતાં શ્રેણી LC સર્કિટ રેઝોનન્ટ ઓસીલેશન બનાવે છે
- **કોમ્યુટેશન:** રેઝોનન્સ દ્વારા કરંટ રિવર્સ થાય ત્યારે SCR આપમેળે બંધ થાય છે
- **આવૃત્તિ:** LC વેલ્યુ દ્વારા નક્કી થાય છે:  $f = 1/(2\pi)$

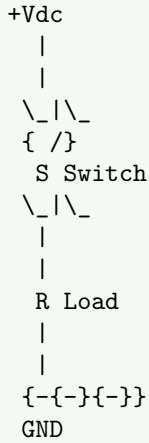
યાદ રાખવા માટે સુત્ર: "ડાયરેક્ટ કરંટ સ્વિચ થઈને રેઝોનન્ટ સર્કિટ દ્વારા ઓલ્ટરનેટિંગ કરંટ બને છે"

### પ્રશ્ન 3(a) OR [3 ગુણ]

ચોપરના મૂળ સિદ્ધાંતને સમજાવો.

#### જવાબ

ચોપર એ DC-થી-DC કન્વર્ટર છે જે નિયંત્રિત સરેરાશ DC આઉટપુટ ઉત્પન્ન કરવા માટે DC ઇનપુટને ચાલુ/બંધ કરે છે.  
બેઝિક ચોપર સર્કિટ:



સિદ્ધાંત કોષ્ટક:

| પેરામીટર           | સંબંધ                            | નિયંત્રણ                                  |
|--------------------|----------------------------------|---|
| આઉટપુટ વોલ્ટેજ     | $V_o = V_{dc} \times (T_{on}/T)$ | ડ્યુટી સાયકલ એડજસ્ટમેન્ટ                  |
| ડ્યુટી સાયકલ       | $k = T_{on}/T$                   | આઉટપુટ વોલ્ટેજ નિયંત્રિત કરે છે           |
| આવૃત્તિ            | $f = 1/T$                        | રિપલ પર અસર કરે છે                        |
| વોલ્ટેજ રેગ્યુલેશન | લોડ સાથે બદલાય છે                | ફીડબેક કંટ્રોલ ડ્યુટી સાયકલ એડજસ્ટ કરે છે |

- **સ્વિચિંગ એક્શન:** DC ઇનપુટને ચોપ કરવા માટે ઝડપથી ON/OFF થાય છે
  - **પલ્સ વિડ્થ મોડ્યુલેશન:** ON-ટાઇમ રેશિયોને બદલીને વોલ્ટેજ નિયંત્રિત કરે છે
- યાદ રાખવા માટે સૂત્ર: "ચોપિંગ નિયંત્રિત DC બનાવે છે"

### પ્રશ્ન 3(b) OR [4 ગુણ]

SMPS ના બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને દરેક બ્લોક્નું કાર્ય સમજાવો.

#### જવાબ

SMPS (સ્વિચ્ડ મોડ પાવર સપ્લાય) ઉચ્ચ-આવૃત્તિ સ્વિચિંગનો ઉપયોગ કરીને ઇનપુટ પાવરને નિયંત્રિત આઉટપુટમાં રૂપાંતરિત કરે છે.  
SMPS બ્લોક ડાયાગ્રામ:

#### Mermaid Diagram (Code)

```

graph LR
    A[AC Input] --> F[EMI Filter]
    F --> R[Rectifier & Filter]
    R --> S[Switching Circuit]
    S --> T[Transformer]
    T --> O[Output Rectifier]
    O --> OF[Output Filter]
    OF --> OUT[DC Output]
    FB[Feedback Control] --> S
    OUT --> FB
  
```

બ્લોક્સ કાર્ય કોષ્ટક:

| બ્લોક                 | કાર્ય   |
|-----------------------|---|
| EMI ફિલ્ટર            | SMPSમાં પ્રવેશતા/છોડતા અવાજને દબાવે છે            |
| રેક્ટિફાયર અને ફિલ્ટર | ACને અનિયમિત DCમાં રૂપાંતરિત કરે છે               |
| સ્વિચિંગ સર્કિટ       | ઉચ્ચ આવૃત્તિ (20-200kHz) પર DC ચોપ કરે છે         |
| ટ્રાન્સફોર્મર         | અલગાવ અને વોલ્ટેજ ટ્રાન્સફોર્મેશન પ્રદાન કરે છે   |
| આઉટપુટ રેક્ટિફાયર     | ઉચ્ચ-આવૃત્તિ ACને પાછો DCમાં રૂપાંતરિત કરે છે     |
| આઉટપુટ ફિલ્ટર         | DC આઉટપુટને સ્મૂથ કરે છે અને રિપલ દૂર કરે છે      |
| ફીડબેક કંટ્રોલ        | ડ્યુટી સાયકલ એડજસ્ટ કરીને આઉટપુટ નિયંત્રિત કરે છે |

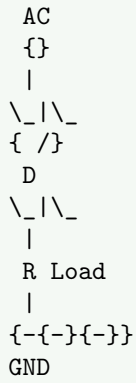
- **ઉચ્ચ કાર્યક્ષમતા:** લિનિયર સપ્લાય માટે 30-60% ની સરખામણીએ 70-90%
  - **નાનું કદ:** ઉચ્ચ આવૃત્તિ નાના ટ્રાન્સફોર્મર અને ઘટકોની મંજૂરી આપે છે
- યાદ રાખવા માટે સૂત્ર: "ફિલ્ટર, રેક્ટિફાય, ટ્રાન્સફોર્મર મારફતે સ્વિચ, રેક્ટિફાય, ફિલ્ટર"

### પ્રશ્ન 3(c) OR [7 ગુણ]

વેવફોર્મ સાથે 1 ફેઝ હાફ વેવ રેક્ટિફાયર સમજાવો પણ વેવફોર્મ સાથે 3 ફેઝ ફુલ વેવ રેક્ટિફાયર સમજાવો.

#### જવાબ

રેક્ટિફાયર એક દિશામાં પ્રવાહની મંજૂરી આપીને અને રિવર્સ ફ્લોને અવરોધીને AC થી DC માં રૂપાંતરિત કરે છે.  
**1-ફેઝ હાફ વેવ રેક્ટિફાયર:**



#### 1-ફેઝ હાફ વેવ વેવફોર્મ:



#### 3-ફેઝ ફુલ વેવ રેક્ટિફાયર:



### Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting}[]
graph LR
    S[Solar Panel Array] --{} C[Charge Controller]
    C --{} B[Battery Bank]
    B --{} I[Inverter]
    I --{} L[AC Loads]
    C --{} D[DC Loads]
{Highlighting}
{Shaded}
```

#### ઘટક કોષ્ટક:

| ઘટક                 | કાર્ય  |
|---------------------|--|
| સોલર પેનલ           | સૂર્યપ્રકાશને DC વિદ્યુતમાં રૂપાંતરિત કરે છે     |
| ચાર્જ કંટ્રોલર      | ચાર્જિંગને નિયંત્રિત કરે છે, ઓવરચાર્જ અટકાવે છે  |
| બેટરી બેંક          | પછીના ઉપયોગ માટે ઊર્જા સંગ્રહિત કરે છે           |
| ઇન્વર્ટર            | ઘરેલું ઉપકરણો માટે DC ને AC માં રૂપાંતરિત કરે છે |
| ડિસ્ટ્રિબ્યુશન પેનલ | વિદ્યુતને લોડ તરફ રૂટ કરે છે                     |

- **ઊર્જા રૂપાંતરણ:** ફોટોવોલ્ટેઇક સામગ્રીમાં ઇલેક્ટ્રોનને ઉત્તેજિત કરીને પ્રવાહ બનાવે છે
  - **સ્કેલેબિલિટી:** પાવર જરૂરિયાતો અનુસાર સિસ્ટમનું કદ સમાયોજિત કરી શકાય છે
- યાદ રાખવા માટે સૂત્ર: "સૂર્યપ્રકાશ વોલ્ટેજ ઉત્પન્ન કરે છે, બેટરી લોડને મદદ કરે છે"

### પ્રશ્ન 4(b) [4 ગુણ]

સ્ટેટિક સ્વીચ તરીકે SCR નો ઉપયોગ સમજાવો.

#### જવાબ

SCR વિશ્વસનીય અને ઝડપી સ્વિચિંગ માટે કોઈ હલનચલન ભાગો વગરના સોલિડ-સ્ટેટ સ્વિચ તરીકે કાર્ય કરે છે.  
**SCR સ્ટેટિક સ્વિચ સર્કિટ:**

```
+Vdc
|
|
\_|/_
{ /}
SCR
\_|/_
|
{-}{-} Trigger
| Circuit
R |
Load | |
|{-}{-}{-}|
|
{-}{-}{-}
GND
```

#### એપ્લિકેશન કોષ્ટક:

| એપ્લિકેશન         | ફાયદો                             | અમલીકરણ               |
|-------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| પાવર કંટ્રોલ      | ચોકસાઈપૂર્ણ નિયંત્રણ, આર્કિંગ નથી | ફેઝ એંગલ કંટ્રોલ      |
| મોટર સ્ટાર્ટિંગ   | સરળ એક્સેલરેશન                    | ક્રમશઃ વોલ્ટેજ વધારો  |
| સર્કિટ પ્રોટેક્શન | ઝડપી પ્રતિસાદ                     | કરંટ સેન્સિંગ ટ્રિગર  |
| લીટિંગ કંટ્રોલ    | ઊર્જા કાર્યક્ષમ                   | શૂન્ય-ફોસિંગ સ્વિચિંગ |

- લેચિંગ એક્શન: એકવાર ટ્રિગર થયા પછી, પ્રવાહ હોલ્ડિંગ વેલ્યુથી નીચે પડે ત્યાં સુધી વહન ચાલુ રાખે છે
  - ઉચ્ચ વિશ્વસનીયતા: હલનચલન ભાગોની ગેરહાજરીને કારણે કોઈ યાંત્રિક ઘસારો નથી
- યાદ રાખવા માટે સૂત્ર: "સેમિકન્ડક્ટર સ્વિચિંગ ચાલતા લોડને નિયંત્રિત કરે છે"

#### પ્રશ્ન 4(c) [7 ગુણ]

ઇન્ડક્શન હીટિંગ અને ડાઇલેક્ટ્રિક હીટિંગના કાર્ય સિદ્ધાંતનું વર્ણન કરો પણ ઇન્ડક્શન હીટિંગ અને ડાઇલેક્ટ્રિક હીટિંગની તુલના આપો.

##### જવાબ

બંને હીટિંગ પદ્ધતિઓ સીધા સંપર્ક વિના ગરમી ઉત્પન્ન કરવા માટે વિદ્યુતચુંબકીય સિદ્ધાંતોનો ઉપયોગ કરે છે.

**ઇન્ડક્શન હીટિંગ ડાયાગ્રામ:**

##### Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting}[]
graph LR
    A[AC Power] --> B[High Frequency Generator]
    B --> C[Work Coil]
    C --> D[Magnetic Field]
    D --> E[Eddy Currents in Workpiece]
    E --> F[Heat Generation]
{Highlighting}
{Shaded}
```

**ડાઇલેક્ટ્રિક હીટિંગ ડાયાગ્રામ:**

##### Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting}[]
graph LR
    A[RF Generator] --> B[Applicator Plates]
    B --> C[Electric Field]
    C --> D[Molecular Friction in Material]
    D --> E[Heat Generation]
{Highlighting}
{Shaded}
```

**તુલના કોષ્ટક:**

| પેરામીટર    | ઇન્ડક્શન હીટિંગ                   | ડાઇલેક્ટ્રિક હીટિંગ                         |
|-------------|-----------------------------------|---|
| સિદ્ધાંત    | એડી કરંટ અને હિસ્ટેરેસિસ          | દોલન ક્ષેત્રથી આણુ ઘર્ષણ                    |
| સામગ્રી     | વાહક ધાતુઓ                        | અવાહક સામગ્રી (પ્લાસ્ટિક, લાકડું)           |
| આવૃત્તિ     | 1-100 kHz                         | 10-100 MHz                                  |
| પ્રવેશ      | સપાટી અને છીછરી ઊંડાઈ             | સામગ્રી દ્વારા એક્સરખું                     |
| કાર્યક્ષમતા | 80-90%                            | 50-70%                                      |
| ઉપયોગો      | ઘાતુ હાર્ડનિંગ, ઓગાળવું, ફોર્જિંગ | પ્લાસ્ટિક વેલ્ડિંગ, ફૂડ પ્રોસેસિંગ, સૂકવવું |

- ઇન્ડક્શન હીટિંગ: વાહક સામગ્રીમાં એડી કરંટ બનાવતા વિદ્યુતચુંબકીય પ્રેરણ દ્વારા કાર્ય કરે છે
  - ડાઇલેક્ટ્રિક હીટિંગ: પોલર આણુઓના ઝડપી દોલનનું કારણ બને છે જે આંતરિક ઘર્ષણ અને ગરમી પેદા કરે છે
- યાદ રાખવા માટે સૂત્ર: "ઇન્ડક્શન ધાતુઓને ગરમ કરે છે, ડાઇલેક્ટ્રિક બિન-ધાતુઓને ગરમ કરે છે"

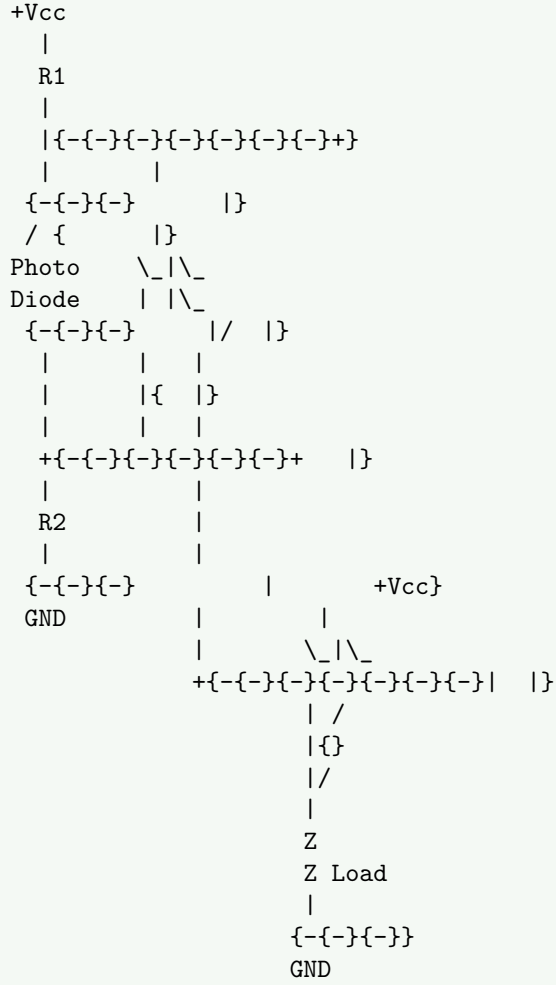
#### પ્રશ્ન 4(a) OR [3 ગુણ]

ફોટો ડાયાઇનો ઉપયોગ કરીને ફોટો ઇલેક્ટ્રિક રિલેના સર્કિટ ડાયાગ્રામ દોરો અને સમજાવો.



## જવાબ

ફોટો-ઇલેક્ટ્રિક રિલે આપમેળે સ્વિચિંગ ઓપરેશન નિયંત્રિત કરવા માટે પ્રકાશ શોધનો ઉપયોગ કરે છે.  
સર્કિટ ડાયાગ્રામ:



ઓપરેશન કોષ્ટક:

| પ્રકાશ સ્થિતિ | ફોટોડાયોડ સ્થિતિ       | ટ્રાન્ઝિસ્ટર સ્થિતિ | રિલે એક્શન   |
|---------------|------------------------|---------------------|--------------|
| અંધારું       | ઉચ્ચ અવરોધ             | બંધ                 | ડી-એનર્જાઇઝડ |
| પ્રકાશ        | ઓછો અવરોધ (વહન કરે છે) | ચાલુ                | એનર્જાઇઝડ    |

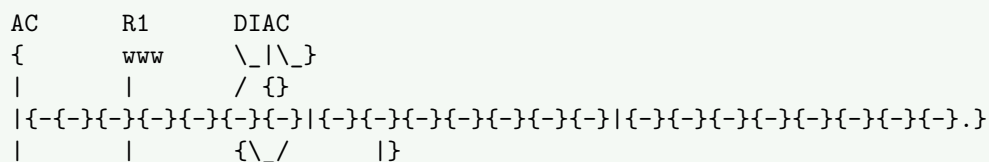
- પ્રકાશ શોધ: પ્રકાશિત થયેલ ફોટોડાયોડ વહન કરે છે, ટ્રાન્ઝિસ્ટર પર બાયસ બદલે છે
  - સ્વિચિંગ: ટ્રાન્ઝિસ્ટર રિલે કોઇલ ચલાવવા માટે નાના ફોટોડાયોડ પ્રવાહને વધારે છે
- યાદ રાખવા માટે સૂત્ર: "પ્રકાશ ડાયોડને ચલાવે છે, ડાયોડ ટ્રાન્ઝિસ્ટરને ચલાવે છે, ટ્રાન્ઝિસ્ટર રિલેને ચલાવે છે"

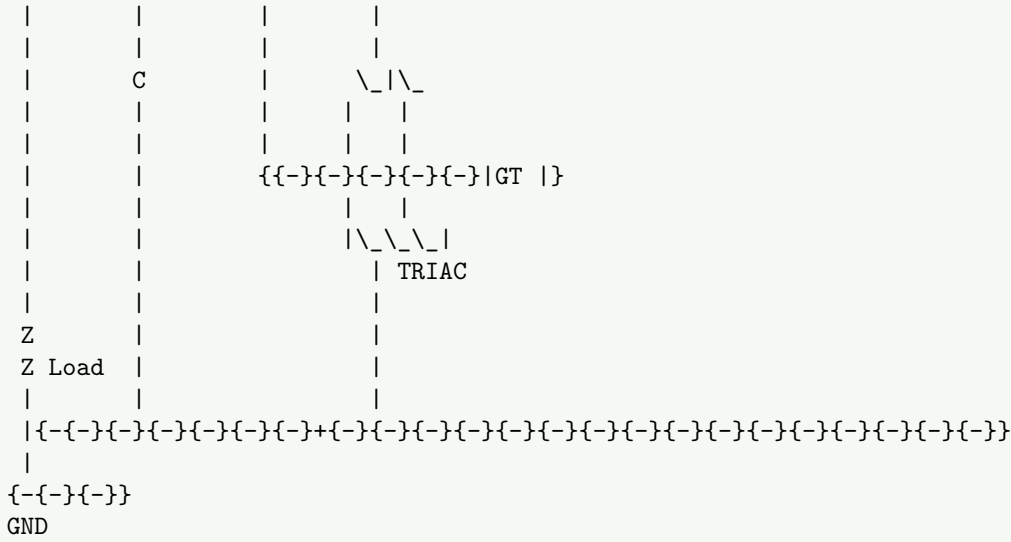
## પ્રશ્ન 4(b) OR [4 ગુણ]

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

## જવાબ

DIAC-TRIAC સર્કિટ ફેઝ ઍંગલ એડજસ્ટમેન્ટ દ્વારા AC પાવરને સરળ રીતે નિયંત્રિત કરવા દે છે.  
સર્કિટ ડાયાગ્રામ:





#### ઓપરેશન કોષ્ટક:

| ઘટક   | કાર્ય   |
|-------|---|
| R1-C  | ફેઝ વિલંબ માટે વેરિએબલ ટાઇમ કોન્સ્ટન્ટ                      |
| DIAC  | કેપેસિટર વોલ્ટેજ બ્રેકઓવર પહોંચે ત્યારે TRIAC ટ્રિગર કરે છે |
| TRIAC | ટ્રિગરિંગ પોઇન્ટ પર આધારિત લોડ કરંટ નિયંત્રિત કરે છે        |
| લોડ   | ફેઝ કંટ્રોલ પર આધારિત આંશિક AC વેવફોર્મ પ્રાપ્ત કરે છે      |

- ફેઝ કંટ્રોલ: RC નેટવર્ક AC સાયકલની અંદર ટ્રિગરિંગ પોઇન્ટમાં વિલંબ બનાવે છે
  - દ્વિદિશીય ઓપરેશન: AC સાયકલના બંને અર્ધ પર કામ કરે છે
- યાદ રાખવા માટે સૂત્ર: "વિલંબ કેપેસિટર પર શરૂ થાય છે, વિશ્વસનીય સ્વતંત્ર AC કંટ્રોલ ટ્રિગર કરે છે"

#### પ્રશ્ન 4(c) OR [7 ગુણ]

વેવફોર્મ સાથે કામ કરતા IC555 ત્રણ તબક્કાના ક્રમિક ટાઇમરને સમજાવો.

#### જવાબ

ત્રણ-તબક્કાનો ક્રમિક ટાઇમર પ્રક્રિયા નિયંત્રણ માટે સમયબદ્ધ ક્રમ બનાવવા માટે બહુવિધ 555 ICનો ઉપયોગ કરે છે.

સર્કિટ ડાયાગ્રામ:

#### Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting}[]
graph LR
    T[Trigger] --> IC1[555 Timer 1]
    IC1 --> O1[Output 1]
    IC1 --> D1[Delay]
    D1 --> IC2[555 Timer 2]
    IC2 --> O2[Output 2]
    IC2 --> D2[Delay]
    D2 --> IC3[555 Timer 3]
    IC3 --> O3[Output 3]
    IC3 --> R[Reset]
    R --> IC1
{Highlighting}
{Shaded}
```

#### વેવફોર્મ:

Trigger  
\\_



### કંટ્રોલ પદ્ધતિ કોષ્ટક:

| પદ્ધતિ       | ઓપરેશન                   | ફાયદો            |
|--------------|--------------------------|------------------|
| ફેઝ કંટ્રોલ  | SCR ફાયરિંગ એંગલ બદલે છે | સરળ ગતિ નિયંત્રણ |
| ચોપર કંટ્રોલ | પલ્સ વિડ્થ મોડ્યુલેશન    | ઉચ્ચ કાર્યક્ષમતા |
| ક્લોઝડ-લૂપ   | ટેકોમીટરથી ફીડબેક        | સચોટ ગતિ નિયમન   |

- ગતિ નિયમન: મોટરની ગતિ બદલવા માટે આર્મેચર વોલ્ટેજ નિયંત્રિત કરે છે
  - ટોર્ક કંટ્રોલ: કરંટ મર્યાદિત કરીને ઉચ્ચ સ્ટાર્ટિંગ ટોર્ક જાળવે છે
- યાદ રાખવા માટે સૂત્ર: "SCR પ્રવાહ નિયંત્રિત કરે છે મોટર પાવર વિતરણ માટે"

## પ્રશ્ન 5(b) [4 ગુણ]

સ્ટેપર મોટરના કામના સિદ્ધાંતને સમજાવો.

### જવાબ

સ્ટેપર મોટર્સ વિદ્યુતચુંબકીય સિદ્ધાંતો દ્વારા ડિજિટલ પલ્સને ચોક્કસ યાંત્રિક ફેરફારમાં રૂપાંતરિત કરે છે.  
સ્ટેપર મોટર સ્ટ્રક્ચર:

### Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    C[Controller] --{-}{-} D[Driver]}
    D --{-}{-} P[Phase Windings]}
    P --{-}{-} R[Rotor Movement]}
{Highlighting}
{Shaded}
```

### ઓપરેશન સિદ્ધાંત કોષ્ટક:

| સ્ટેપ પ્રકાર  | રોટેશન એંગલ                                 | કંટ્રોલ પદ્ધતિ   |
|---------------|---|------------------|
| ફુલ સ્ટેપ     | સામાન્ય રીતે $1.8^{\circ}$ to $0.9^{\circ}$ | એક સમયે એક ફેઝ   |
| હાફ સ્ટેપ     | ફુલ સ્ટેપનો અર્ધો                           | બે ફેઝ વૈકલ્પિક  |
| માઇક્રો-સ્ટેપ | ફુલ સ્ટેપનો અંશ                             | PWM કરંટ કંટ્રોલ |
| વેવ ડ્રાઇવ    | ફુલ સ્ટેપ એંગલ                              | એક ફેઝ એનર્જીઇઝડ |

- ડિજિટલ પોઝિશનિંગ: દરેક પલ્સ મોટરને ચોક્કસ ખૂણે ફેરવે છે
  - હોલ્ડિંગ ટોર્ક: ફેરફાર વિના સ્થિતિ જાળવે છે જ્યારે એનર્જીઇઝડ હોય
- યાદ રાખવા માટે સૂત્ર: "પલ્સ ચોક્કસ સ્થિતિગત સ્ટેપ્સ ઉત્પન્ન કરે છે"

## પ્રશ્ન 5(c) [7 ગુણ]

PLC ના બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને દરેક બ્લોકનું કાર્ય સમજાવો.

### જવાબ

પ્રોગ્રામેબલ લોજિક કંટ્રોલર (PLC) એ ઓટોમેશન કંટ્રોલ માટેનું ઔદ્યોગિક ડિજિટલ કમ્પ્યુટર છે.  
PLC બ્લોક ડાયાગ્રામ:

### Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph TD
    P[Power Supply] --{-}{-} CPU[Central Processing Unit]}
    CPU --{-}{-} M[Memory]}
```

```

CPU {-{-}{-} I[Input Module]}
CPU {-{-}{-} O[Output Module]}
I {-{-}{-} S[Input Sensors/Switches]}
O {-{-}{-} A[Actuators/Motors]}
CPU {-{-}{-} C[Communication Module]}
CPU {-{-}{-} P[Programming Device]}
{Highlighting}
{Shaded}

```

#### PLC ઘટકો કોષ્ટક:

| ઘટક                 | કાર્ય  |
|---------------------|--|
| પાવર સપ્લાય         | મુખ્ય પાવરને PLC માટે જરૂરી DC માં રૂપાંતરિત કરે છે      |
| CPU                 | પ્રોગ્રામ ચલાવે છે અને I/O પર આધારિત નિર્ણયો કરે છે      |
| મેમરી               | પ્રોગ્રામ અને ડેટા સંગ્રહિત કરે છે (ROM, RAM, EEPROM)    |
| ઇનપુટ મોડ્યુલ       | સેન્સર, સ્વિચ, એન્કોડર સાથે ઇન્ટરફેસ કરે છે              |
| આઉટપુટ મોડ્યુલ      | એક્ઝ્યુએટર, મોટર, વાલ્વ, ઇન્ડિકેટર નિયંત્રિત કરે છે      |
| કમ્યુનિકેશન મોડ્યુલ | અન્ય PLC, કમ્પ્યુટર, નેટવર્ક સાથે જોડાય છે               |
| પ્રોગ્રામિંગ ડિવાઇસ | PLC પ્રોગ્રામ લખવા, એડિટ કરવા, મોનિટર કરવા માટે વપરાય છે |

- **સ્કેન સાયકલ:** સતત ઇનપુટ વાંચે છે, પ્રોગ્રામ ચલાવે છે, આઉટપુટ અપડેટ કરે છે
- **પ્રોગ્રામિંગ ભાષાઓ:** લેડર લોજિક, ફંક્શન બ્લોક, સ્ટ્રક્ચર્ડ ટેક્સ્ટ, વગેરે
- **ફાયદાઓ:** વિશ્વસનીયતા, લચીલાપણું, વિસ્તરણશીલતા, નિદાન ક્ષમતાઓ

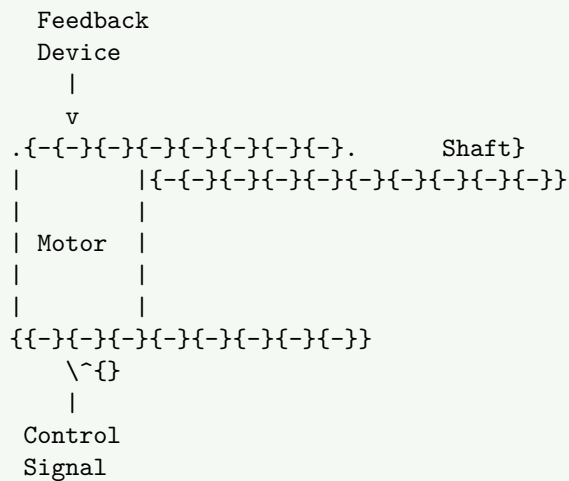
યાદ રાખવા માટે સૂત્ર: "પાવર પ્રોસેસિંગને કેન્દ્રિત કરે છે, ઇનપુટ/આઉટપુટ ઓટોમેશન બનાવે છે"

## પ્રશ્ન 5(a) OR [3 ગુણ]

ડીસી સર્વો મોટરનું બાંધકામ દોરો અને સમજાવો.

#### જવાબ

DC સર્વો મોટર્સ ઓટોમેશન અને રોબોટિક્સ માટે ફીડબેક સાથે ચોક્કસ પોઝિશન કંટ્રોલ પ્રદાન કરે છે.  
બાંધકામ ડાયાગ્રામ:



#### બાંધકામ કોષ્ટક:

| ઘટક             | કાર્ય   |
|-----------------|---|
| આર્મચર          | ચુંબકીય ક્ષેત્રની અંદર ફરે છે                 |
| ફીલ્ડ મેગ્નેટ્સ | ચુંબકીય ક્ષેત્ર બનાવે છે (ઘણીવાર કાયમી ચુંબક) |
| કમ્યુટેટર       | ફરતા આર્મચરને પાવર ટ્રાન્સફર કરે છે           |
| ફીડબેક ડિવાઇસ   | પોઝિશન/સ્પીડ ફીડબેક માટે એન્કોડર/ટેકોમીટર     |
| બ્રશ            | કમ્યુટેટરને પાવર કનેક્ટ કરે છે                |

- **ઓછી જડતા:** ખાસ ડિઝાઇન ઝડપી એક્સેલરેશન/ડિસેલરેશનની મંજૂરી આપે છે
  - **ઉચ્ચ ટોર્ક-ટુ-ઇનશિયા રેશિઓ:** કંટ્રોલ સિગ્નલનો ઝડપથી જવાબ આપે છે
- યાદ રાખવા માટે સૂત્ર: ``ચોકસાઈભર્યું પોઝિશન ફીડબેક સટીક નિયંત્રણ ચલાવે છે``

## પ્રશ્ન 5(b) OR [4 ગુણ]

BLDC મોટરની કામગીરી સમજાવો.

**જવાબ**

બ્રશલેસ DC (BLDC) મોટર્સ યાંત્રિક બ્રશ અને કમ્યુટેટરને બદલે ઇલેક્ટ્રોનિક કમ્યુટેશનનો ઉપયોગ કરે છે.  
**BLDC ઓપરેશન ડાયાગ્રામ:**

### Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    PS[Power Supply] --> C[Controller]
    C --> D[Driver Circuit]
    D --> W[Stator Windings]
    HS[Hall Sensors] --> C
    W --> R[Rotor Rotation]
    R --> HS
{Highlighting}
{Shaded}
```

**કામગીરી સિદ્ધાંત કોષ્ટક:**

| ઘટક                   | કાર્ય   |
|-----------------------|---|
| સ્ટેટર                | ફિક્સ્ડ વાઇન્ડિંગ્સ જે ફરતું ચુંબકીય ક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરે છે |
| રોટર                  | કાયમી ચુંબક જે ફરતા ક્ષેત્રને અનુસરે છે                     |
| ઇલેક્ટ્રોનિક કંટ્રોલર | યાંત્રિક કમ્યુટેશનનું સ્થાન લે છે                           |
| હોલ સેન્સર            | સિન્ક્રોનાઇઝ્ડ સ્વિચિંગ માટે રોટર પોઝિશન શોધે છે            |
| ડ્રાઇવર સર્કિટ        | સ્ટેટર કોઇલ્સમાં પ્રવાહનો ક્રમ પ્રદાન કરે છે                |

- **કમ્યુટેશન:** ઇલેક્ટ્રોનિક સ્વિચિંગ સિક્વન્સ સ્ટેટર વાઇન્ડિંગ્સમાં પાવર આપે છે
  - **કાર્યક્ષમતા:** બ્રશ લોસિસના નિર્મૂલનને કારણે ઉચ્ચ કાર્યક્ષમતા
  - **વિશ્વસનીયતા:** બ્રશનો ઘસારો કે સ્પાર્કિંગ નથી, લાંબુ આયુષ્ય
- યાદ રાખવા માટે સૂત્ર: ``ઇલેક્ટ્રોનિક સ્વિચિંગ બ્રશ વગર ફેરફાર બનાવે છે``

## પ્રશ્ન 5(c) OR [7 ગુણ]

VFD નું બાંધકામ અને કાર્ય સમજાવો.

**જવાબ**

વેરિએબલ ફ્રિક્વન્સી ડ્રાઇવ (VFD) આવૃત્તિ અને વોલ્ટેજમાં ફેરફાર કરીને AC મોટરની ગતિ નિયંત્રિત કરે છે.  
**VFD બાંધકામ ડાયાગ્રામ:**

### Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A[AC Input] --> R[Rectifier]
    R --> D[DC Bus/Filter]
    D --> I[Inverter]
    I --> M[Motor]
    C[Control Circuit] --> I
{Highlighting}
{Shaded}
```

F[Feedback] {-{-}{-} C}  
 {Highlighting}  
 {Shaded}

#### બાંધકામ અને કામગીરી કોષ્ટક:

| વિભાગ             | ઘટકો               | કાર્ય  |
|-------------------|--------------------|--|
| રેક્ટિફાયર        | ડાયોડ/SCRs         | AC ને DC માં રૂપાંતરિત કરે છે                  |
| DC બસ             | કેપેસિટર, ઇન્ડક્ટર | DC ને ફિલ્ટર અને સ્મૂથ કરે છે                  |
| ઇન્વર્ટર          | IGBTs/ટ્રાન્ઝિસ્ટર | DC ને ચલિત આવૃત્તિ AC માં રૂપાંતરિત કરે છે     |
| કંટ્રોલ સર્કિટ    | માઇક્રોપ્રોસેસર    | સ્વિચિંગ આવૃત્તિ અને પેટર્નને નિયંત્રિત કરે છે |
| ફૂલિંગ સિસ્ટમ     | ફેન, હીટ સિંક      | સુરક્ષિત ઓપરેટિંગ તાપમાન જાળવે છે              |
| પ્રોટેક્શન સર્કિટ | સેન્સર, રિલે       | ફોલ્ટથી નુકસાન અટકાવે છે                       |

- ગતિ નિયંત્રણ: સતત ટોર્ક પ્રદાન કરવા માટે V/f રેશિયો જાળવવામાં આવે છે
- ઊર્જા બચત: વાસ્તવિક લોડ જરૂરિયાતો અનુસાર પાવર સમાયોજિત કરે છે
- સોફ્ટ સ્ટાર્ટ: ક્રમશઃ એક્સેલરેશન યાંત્રિક આઘાતને અટકાવે છે

યાદ રાખવા માટે સૂત્ર: "રેક્ટિફાય, ફિલ્ટર, મોટર કંટ્રોલ માટે આવૃત્તિ બદલો"