

# Subject Name (Gujarati)

4331103 -- Winter 2024

Semester 1 Study Material

*Detailed Solutions and Explanations*

## પ્રશ્ન 1(અ) [3 માક્સ]

IGBT ની રૂચના દોરો અને તેને સમજાવો.

### જવાબ

IGBT MOSFET ના ઇનપુટ અને BJT ના આઉટપુટ લાક્ષણિકતાઓને જોડે છે.

### Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A[Gate] --- B[Oxide Layer]
    C[Emitter] --- D[N+]
    D --- E[P Body]
    E --- F[N- Drift Region]
    F --- G[P+ Substrate]
    G --- H[Collector]
{Highlighting}
{Shaded}
```

- ગેટ-ઓક્સાઇડ લેથર: ડિવાઇસ સ્થિરિંગને નિયંત્રિત કરે છે
- N+ એમિટર: ઇલેક્ટ્રોનસનો સ્રોત
- P+ કલેક્ટર: BJT વિભાગ રચે છે

### મેમરી ટ્રીક

"MOSFET ઇનપુટ, BJT આઉટપુટ, IGBT થૂઆઉટ"

## પ્રશ્ન 1(બ) [4 માક્સ]

SCR નું રૂચના દોરો અને સમજાવો. તેની લાક્ષણિકતા પણ દોરો.

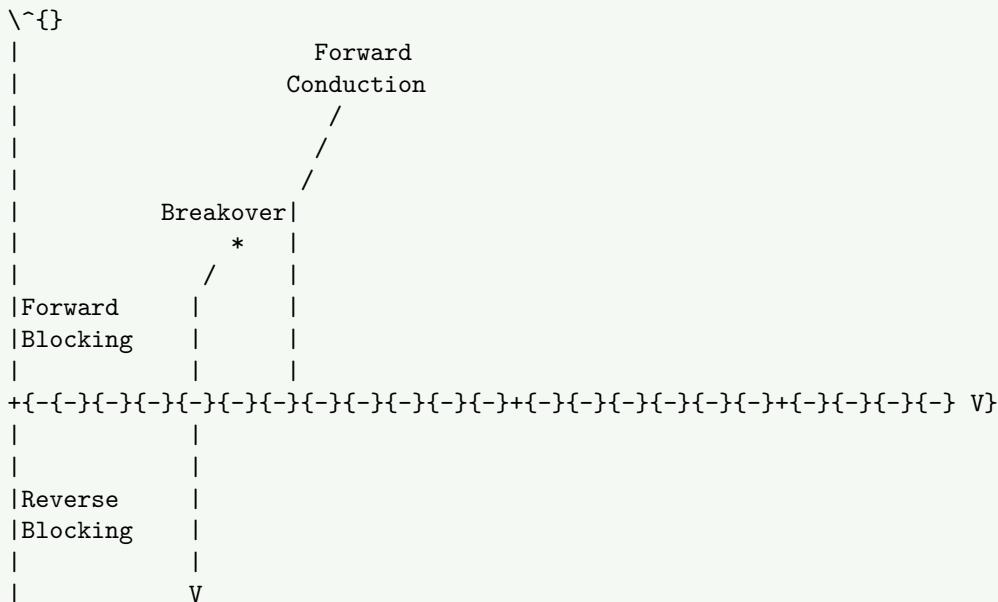
### જવાબ

SCR એ ચાર-સ્તરીય PNPN અર્દ્વાહક ઉપકરણ છે જેમાં ગ્રાનિટ ટર્મિનલ છે.

### Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A[Anode] --- B[P Layer]
    B --- C[N Layer]
    C --- D[P Layer]
    D --- E[N Layer]
    E --- F[Cathode]
    G[Gate] --- D
{Highlighting}
{Shaded}
```

### લાક્ષણિકતા વક:



- P-N-P-N સતરો: બે ટ્રાન્ઝિસ્ટર્સ (PNP, NPN) બનાવે છે
- ગેટ ટર્મિનલ: કન્ડક્શન ટ્રાન્ઝિસ્ટર કરે છે
- હોલ્ડિંગ કર્ટેન: કન્ડક્શન જાળવવા માટે લઘુત્તમ

### મેમરી ટ્રીક

“PNPN લેયર્સ બે BJT જોડી બનાવે”

### પ્રશ્ન 1(ક) [7 માંકર્સ]

Opto-TRIAC, Opto-SCR અને Opto-ટ્રાન્ઝિસ્ટરનો ઉપયોગ કરીને સર્કિટ ડાયાગ્રામની મદદથી સોલિડ સ્ટેટ રિલેની કામગીરી સમજાવો.

#### જવાબ

સોલિડ સ્ટેટ રિલે ઓપ્ટોકપલર્સનો ઉપયોગ કન્ટ્રોલ અને લોડ સર્કિટ વચ્ચે વિદ્યુત અલગતા માટે કરે છે.

#### Mermaid Diagram (Code)

```

{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A[Control Circuit] --> B[LED]
    B --> C[Opto{-}isolator]
    C --> D[Power Switching Element]
    D --> E[Load Circuit]

    subgraph "Types"
        F[Opto{-}TRIAC]
        G[Opto{-}SCR]
        H[Opto{-}Transistor]
    end

```

```

{Highlighting}
{Shaded}

```

SSR પ્રકાર	ઇનપુટ સર્કિટ	આઉટપુટ સર્કિટ	ઉપયોગો
Opto-TRIAC	DC કંટ્રોલ સિગ્નલ	LED + TRIAC ડિટેક્ટર	TRIAC પાવર સ્વિચ AC લોડ
Opto-SCR	DC કંટ્રોલ સિગ્નલ	LED + ફોટો-SCR	SCR પાવર સ્વિચ DC લોડ
Opto- Transistor	DC કંટ્રોલ સિગ્નલ	LED + ફોટોટ્રાન્ઝિસ્ટર	પાવર ટ્રાન્ઝિસ્ટર ઓછી પાવર DC

- કાર્ય સિદ્ધાંત: કંટ્રોલ સિગ્નલ LED સંકિય કરે → — →
- ઝીરો-કોસિંગ ડિટેક્શન: ઝીરો વોલ્ટેજ પર સ્વચ્છિંગ કરીને EMI ઘટાડે
- કોઈ મિકેનિકલ પાઢ્ટસ નથી: વિશ્વસનીયતા અને આયુષ્ય વધારે છે

### મેમરી ટ્રીક

"LED પ્રકાશો, ફોટો-ડિવાઇસ કન્ડક્ટ કરે, પાવર વહે"

### પ્રશ્ન 1(ક OR) [7 માકર્સ]

લાક્ષણિકતા આલોખની મદદથી SCR, GTO અને પાવર MOSFET નું કાર્ય અને રચનાની લાક્ષણિકતાઓ વર્ણન કરો.

#### જવાબ

ડિવાઇસ	રચના	લાક્ષણિકતા વક્ત	કાર્ય સિદ્ધાંત
SCR	PNPN 4-લેયર ગેટ સાથે	લેન્થિંગ - એકવાર ON થયા પછી ON રહે	ગેટ પદ્સ ટ્રિગર કરે, બંધ કરવા માટે બાહ્ય કોમ્પ્યુટેશન જરૂરી
GTO	સુધારેલ SCR વધુ સારા ગેટ કંટ્રોલ સાથે	SCR જેવું પરંતુ ગેટ દ્વારા બંધ કરી શકાય	નેગેટિવ ગેટ પદ્સ કરિયર્સ બહાર કાઢે, બંધ કરે
Power MOSFET	ધણા સેલ્સ સાથે વર્ટિકલ સ્ટ્રક્ચર	નોન-લેન્થિંગ - ગેટ બાયસની જરૂર	ગેટ વોલ્ટેજ ચેનલ બનાવે, વોલ્ટેજ દૂર કરવાથી બંધ થાય

### Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph TD
    subgraph "SCR"
        A1[Anode] --- P1[P Layer]
        P1 --- N1[N Layer]
        N1 --- P2[P Layer]
        P2 --- N2[N Layer]
        N2 --- K1[Cathode]
        G1[Gate] --- P2
    end

    subgraph "GTO"
        A2[Anode] --- P3[P Layer]
        P3 --- N3[N Layer]
        N3 --- P4[P Layer]
        P4 --- N4[N Layer]
        N4 --- K2[Cathode]
        G2[Gate] --- P4
    end

    subgraph "Power MOSFET"
        S[Source] --- N5[N+ Source]
        N5 --- P5[P Body]
        P5 --- N6[N{-} Drift]
        N6 --- N7[N+ Substrate]
        N7 --- D[Drain]
        G3[Gate] --- P5
    end

{Highlighting}
{Shaded}
```

- **SCR:** ઉચ્ચ કરંટ ક્ષમતા, લેયિંગ વર્તન
- **GTO:** સ્વયં બંધ થવાની ક્ષમતા, ઉચ્ચ સ્વિચિંગ સ્પીડ
- **MOSFET:** વોલ્ટેજ-નિયંત્રિત, ફાસ્ટ સ્વિચિંગ, કોઈ સેકન્ડરી બ્લેકડાઉન નહીં

### મેમરી ટ્રીક

“SCR લેય કરે, GTO સ્વયં બંધ થાય, MOSFET ચેનલ બનાવે”

### પ્રશ્ન 2(અ) [૩ માંકર્સ]

એસ આર.સી.ને ઓવર કરંટ થી બચાવવા માટેની પદ્ધતિઓ વિગતવાર સમજાવો.

#### જવાબ

SCR ઓવર-કરંટ પ્રોટેક્શન વધુ પડતા કરંટને કારણે ડિવાઇસ નુકસાનને રોકે છે.

પ્રોટેક્શન પદ્ધતિ	કાર્ય સિદ્ધાંત	અમલીકરણ
ફાસ્ટ-એક્ટિંગ ફ્યુઝ	ફોલ્ટ દરમિયાન જડપથી પિગળે	SCR સાથે શ્રેણીમાં
સર્કિટ બ્લેકર્સ	કરંટ થ્રેશોલ્ડથી વધે ત્યારે ટ્રિપ થાય	મુખ્ય સર્કિટ પ્રોટેક્શન
કરંટ-લિમિટિંગ રિએક્ટર્સ	di/dt અને પીક કરંટ મર્યાદિત કરે	SCR સાથે શ્રેણીમાં

- **હીટ સિંક:** વધારાની ગરમીને વેડફ્લામાં મદદ કરે
- **સનબર સર્કિટ:** સ્વિચિંગ દરમિયાન કરંટ ર્સ્પાઇક્સ ઘટાડે

## મેમરી ટ્રીક

“ફ્યુઝ ફાસ્ટ, રિએક્ટર્સ રોકે, બ્રેકર્સ તોડે”

## પ્રશ્ન 2(બ) [4 માક્સ્]

SCRને ચાલુ કરવા માટે કોઈપણ બે પદ્ધતિઓ સમજાવો.

### જવાબ

SCR ને વિવિધ ટ્રિગાર્સિંગ પદ્ધતિઓ દ્વારા ચાલુ કરી શકાય છે.

ટ્રિગાર્સિંગ પદ્ધતિ	સર્કિટ અમલીકરણ	લાક્ષણિકતાઓ
ગેટ ટ્રિગાર્સિંગ	ગેટ-કેથોડ વચ્ચે પદ્સ લાગુ	સૌથી સામાન્ય, નિયંત્રિત
વોલ્ટેજ ટ્રિગાર્સિંગ	એનોડ વોલ્ટેજ બ્રેકઓવર વોલ્ટેજથી વધે	ગેટ કંટ્રોલ નહીં, ઈમરજન્સી

### Mermaid Diagram (Code)

```

{Shaded}
{Highlighting} []
graph TD
    subgraph "Gate Triggering"
        DC[DC Source] --> R1[Resistor]
        R1 --> SW[Switch]
        SW --> G[Gate]
        G --> K[Cathode]
        K --> GND[Ground]
    end

    subgraph "Voltage Triggering"
        VS[Voltage Source] --> SCR[SCR Anode]
        SCR --> RL[Load]
        RL --> GND2[Ground]
    end

{Highlighting}
{Shaded}

    • ગેટ ટ્રિગાર્સિંગ: ફાયરિંગ એંગલ ચોક્કસપણે નિયંત્રિત કરે છે
    • વોલ્ટેજ ટ્રિગાર્સિંગ: ફોરવર્ડ વોલ્ટેજ બ્રેકઓવર વોલ્ટેજથી વધે ત્યારે થાય છે

```

## મેમરી ટ્રીક

“ગેટ કંટ્રોલ લાવે, વોલ્ટેજ આપોઆપ વધે”

## પ્રશ્ન 2(ક) [7 માક્સ્]

SCRને બંધ કરવા માટે વિવિધ પદ્ધતિઓની સૂચિ બનાવો અને સર્કિટનો ઉપયોગ કરીને તેમાંથી દરેકને સંસ્કૃતમાં સમજાવો.

### જવાબ

SCR કોમ્યુટેશન પદ્ધતિઓ એ ચાલુ SCR ને બંધ કરવાની તકનીકો છે.

કોમ્યુટેશન પદ્ધતિ	સર્કિટ સિદ્ધાંત	ઉપયોગો
નેચરલ કોમ્યુટેશન	AC સ્ત્રોત જીરો પાર કરે	AC સર્કિટ
ફીરાર્ડ કોમ્યુટેશન	બાહ્ય કોમ્પોનન્ટ્સ કરેટને જીરો કરવા દબાણ કરે	DC સર્કિટ
કલાસ A (સેલ્ફ)	સમાંતર LC ઓસિલેટર	સરળ સર્કિટ
કલાસ B (રેઝોનન્ટ)	LC સર્કિટ SCR સાથે શ્રેણીમાં	મધ્યમ પાવર
કલાસ C (કોમલીમેન્ટરી)	કરેટ ડાયવર્ટ કરવા બીજો SCR	હાઈ પાવર
કલાસ D (ઓક્ઝિલરી)	ઓક્ઝિલરી SCR + LC	નિયંત્રિત ટાઇમિંગ

**Mermaid Diagram (Code)**

```

{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    subgraph "Natural Commutation"
        direction LR
        AC[AC Source] {-{-}{}} SCR1[SCR]
        SCR1 {-{-}{}} L1[Load]
        L1 {-{-}{}} AC
        end

    subgraph "Class B Commutation"
        direction LR
        DC[DC Source] {-{-}{}} SCR2[SCR]
        SCR2 {-{-}{}} L2[Load]
        C[Capacitor] {-{-}{-}{}} SCR2
        L[Inductor] {-{-}{-}{}} C
        SW[Switch] {-{-}{-}{}} L
        end
    {Highlighting}
    {Shaded}

```

- નેગરલ કોમ્પ્યુટેશન: AC સાયકલમાં કરંટ ફુદરતી રીતે શૂન્ય થાય છે
- ફોર્સ્કર્ડ કોમ્પ્યુટેશન: DC સર્કિટમાં ફૃત્રિમ રીતે કરંટને શૂન્ય લાવે છે
- કોમ્પ્યુનિકેશન કલાસ: A થી E ક્રમશાળ વધુ જટિલ અને વિશ્વસનીય

**મેમરી ટ્રીક**

“ફુદરતી શૂન્યતા, ફોર્સ્કર્ડ ઘટકો, કલાસ વિશ્વસનીયતા વધારે”

**પ્રશ્ન 2(અ OR) [3 માફર્સ]**

એસ આર.સી.ને ઓવર વોલ્ટેજ થી બચાવવા માટેની પદ્ધતિઓ વિગતવાર સમજાવો.

**જવાબ**

ઓવર-વોલ્ટેજ પ્રોટેક્શન વોલ્ટેજ ક્ષણિકથી થતા નુકસાનને રોકે છે.

પ્રોટેક્શન પદ્ધતિ	કાર્ય સિદ્ધાંત	અમલીકરણ
સન્બર સર્કિટ	RC નેટવર્ક $dv/dt$ મર્યાદિત કરે	SCR સાથે સમાંતર
મેટલ ઓક્સાઇડ વેરિસ્ટર્સ	વોલ્ટેજ સ્પાઇક્સ રોકે	SCR સાથે સમાંતર
ઝેનર ડાયોડ	સેટ વોલ્ટેજ પર બ્રેકડાઉન થાય	એનોડ-કેથોડ પ્રોટેક્શન

### Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}  
{Highlighting} []  
graph LR  
    subgraph "Snubber Circuit"  
        direction LR  
        A1[Anode] --- R[Resistor]  
        R --- C[Capacitor]  
        C --- K1[Cathode]  
    end  
{Highlighting}  
{Shaded}
```

- સનબર સર્કિટ: વોલ્ટેજ વૃદ્ધિ દર ( $dv/dt$ ) મર્યાદિત કરે છે
- MOV: વોલ્ટેજ સ્પાઇક્સમાંથી ઊર્જા શોષે છે
- થાયરિસ્ટર રેટિંગ: હંમેશા સર્કિટ વોલ્ટેજ કરતાં ઉપર માર્જિન સાથે કોમ્પોનન્ટ્સનો ઉપયોગ કરો

### મેમરી ટ્રીક

"સનબર્સ ધીમા કરે, વેરિસ્ટર્સ રોકે, ઝેનર માર્ચ્ય!"

### પ્રશ્ન 2(બ OR) [4 માકર્સ]

થાઈરિસ્ટરનું ટ્રિગરિંગ વિગતવાર સમજાવો.

#### જવાબ

થાઈરિસ્ટર ટ્રિગરિંગમાં ડિવાઇસને બ્લોકિંગથી કન્ડક્શન સ્ટેટમાં સર્કિય કરવાનો સમાવેશ થાય છે.

ટ્રિગરિંગ પદ્ધતિ	કાર્ય પદ્ધતિ	ફાયદા
ગેટ ટ્રિગરિંગ	ગેટ-કેથોડ પર લો પાવર પલ્સ	ચોક્કસ નિયંત્રણ
R-C ફેઝ શિફ્ટ	નિયંત્રણ માટે ફેઝ ઔંગલ બદલે	સરળ સર્કિટ
UJT ટ્રિગરિંગ	રિલેક્સેશન ઓસિલેટર પલ્સ ઉત્પન્ન કરે	સ્થિર ટાઇમિંગ
લાઇટ ટ્રિગરિંગ	ફોટોન્સ કેરિઅર્સ ઉત્પન્ન કરે (LASCR)	વિદ્યુત અલગતા

### Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}  
{Highlighting} []  
graph TD  
    subgraph "UJT Triggering Circuit"  
        direction LR  
        DC[DC Source] --- R1[Resistor]  
        R1 --- UJT[UJT Emitter]  
        UJT --- C[Capacitor]  
        C --- GND[Ground]  
        UJT --- "Base 1" --- R2[Resistor]  
        R2 --- GND  
        UJT --- "Base 2" --- R3[Resistor]  
        R3 --- DC  
        UJT --- "Pulse Output" --- T[Transformer]  
        T --- G[SCR Gate]  
    end  
{Highlighting}  
{Shaded}
```

- ગેટ કરણ: લેચિંગ કરણથી વધારે હોવો જોઈએ
- ગેટ પલ્સ: વિશ્વસનીય ટ્રિગરિંગ માટે વિન્દુ અને એમ્પિલાયુડ મહત્વપૂર્ણ છે
- ટ્રિગરિંગ ઔંગલ: લોડ પર આપવામાં આવતી પાવરને નિયંત્રિત કરે છે

## મેમરી ટ્રીક

"ગેટ ચાલુ કરે, RC લયબદ્ધ, UJT એક્સરખું, લાઇટ મુક્ત કરે"

### પ્રશ્ન 2(ક) OR) [7 માકર્સ]

SCR માટે સનબર સર્કિટની રૂચના કરો સમજાવો. તેનું મહત્વ પણ સમજાવો.

#### જવાબ

સનબર સર્કિટ SCR ને વોલ્ટેજ જાણકાથી રક્ષણા આપે છે અને સ્વિચિંગ વર્તનને નિયંત્રિત કરે છે.

#### Mermaid Diagram (Code)

```

{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A[Anode] --- R[Resistor]
    R --- C[Capacitor]
    C --- K[Cathode]
    A --- SCR[SCR]
    SCR --- K
    A --- L[Inductor]
    L --- Load[Load]
    Load --- K
{Highlighting}
{Shaded}
  
```

ઘટક	કાર્ય	પસંદગી માપદંડ
રેઝિસ્ટર (R)	ડિસ્ચાર્જ કરેંટ મય્યાદિત કરે	$R > E/I_{max}$
કેપેસિટર (C)	વોલ્ટેજ ક્ષણિકને શોષે	$C = I_{load}/(dv/dt)$
વૈકલ્પિક ડાયોડ	ડિસ્ચાર્જ પાથ પ્રદાન કરે	ફાસ્ટ રિકવરી પ્રકાર

#### ડિઝાઇન સ્ટેપ્સ:

1. SCR ડેટાશીટમાંથી મહત્તમ  $dv/dt$  ગણો
2. લોડ કરેંટ અને સર્કિટ વોલ્ટેજ નક્કી કરો
3. SCR રેટિંગ નીચે  $dv/dt$  મય્યાદિત કરવા માટે C પસંદ કરો
4. ડિસ્ચાર્જ કરેંટ મય્યાદિત કરવા અને ડેમ્પિંગ પ્રદાન કરવા માટે R પસંદ કરો

#### મહત્વ:

- $dv/dt$  પ્રોટેક્શન: ખોટા ટ્રિગાર્નિંગને રોકે છે
- ટર્ન-ઓફ સપોર્ટ: કોમ્પ્યુટેશન સુધારે છે
- સ્વિચિંગ લોસ ઘટાડો: પાવર ડિસિપેશન ઘટાડે છે
- EMI ઘટાડો: વોલ્ટેજ ટ્રાન્ઝિશન સરળ બનાવે

## મેમરી ટ્રીક

"રેઝિસ્ટર રોકે, કેપેસિટર પકડે, ડાયોડ દિશા આપે"

### પ્રશ્ન 3(અ) [3 માકર્સ]

સર્કિટ ડાયાગ્રામનો ઉપયોગ કરીને શ્રી ફેઝ ફુલ વેવ રેક્ટિફિયરનું કાર્ય સમજાવો.

#### જવાબ

શ્રી-ફેઝ ફુલ-વેવ રેક્ટિફિયર છ ડાયોડ સાથે શ્રી-ફેઝ AC ને DC માં રૂપાંતરિત કરે છે.

#### Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
```

```

{Highlighting} []
graph LR
    subgraph "Three{-Phase Source}"
        A[Phase A]
        B[Phase B]
        C[Phase C]
    end

    subgraph "Bridge Rectifier"
        D1[D1]
        D2[D2]
        D3[D3]
        D4[D4]
        D5[D5]
        D6[D6]
    end

    A {"-{-}{}} D1
    B {"-{-}{}} D3
    C {"-{-}{}} D5
    D1 {"-{-}{}} P["{}+{}"]
    D3 {"-{-}{}} P
    D5 {"-{-}{}} P
    N["{}-{}"] {"-{-}{}} D2
    N {"-{-}{}} D4
    N {"-{-}{}} D6
    D2 {"-{-}{}} A
    D4 {"-{-}{}} B
    D6 {"-{-}{}} C

    P {"-{-}{}} RL[Load]
    RL {"-{-}{}} N

```

{Highlighting}  
{Shaded}

- છ ડાયોડ: ત્રણ પોઝિટિવ, ત્રણ નેગેટિવ હાફ-સાયકલ માટે
- કન્ડક્ષન: દરેક ડાયોડ સાયકલ દીઠ 120°
- આઉટપુટ: સિંગલ-ફેઝી સરખામણીએ ઓછો રિપલ (4.2%)

### મેમરી ટ્રીક

"છ ડાયોડ, ત્રણ ફેઝ, સરળ DC"

### પ્રશ્ન 3(બ) [4 માંકસ]

સિંગલ ફેઝ અને પોલી ફેઝ રેકિટફાયર સર્કિટમાં તફાવત કરો.

#### જવાબ

પેરામીટર	સિંગલ ફેઝ રેકિટફાયર	પોલી ફેઝ રેકિટફાયર
ઇનપુટ	સિંગલ AC સ્ત્રોત	મલિટપલ AC સ્ત્રોત (3 કે વધુ)
જરૂરી ડાયોડ	2 (હાફ-વેવ), 4 (કુલ-વેવ)	3 (હાફ-વેવ), 6 (કુલ-વેવ)
રિપલ ફેક્ટર	0.482 (કુલ-વેવ)	0.042 (3-ફેઝ કુલ-વેવ)
ટ્રાન્સફોર્મર ઉપયોગિતા	નીચી (0.812)	ઉચ્ચ (0.955)
આઉટપુટ વેવફોર્મ	પલ્લિસંગ	ઘણું વધારે સરળ
એફિશિયન્સી	નીચી	ઉચ્ચ
ઉપયોગો	ઓછા પાવર એપ્લિકેશન્સ	ઔદ્યોગિક પાવર સપ્લાય

- ફોર્મ ફેક્ટર: પોલી-ફેઝમાં નીચો (વધુ સારી ગુણવત્તાનો DC)
- પાવર હેન્ડલિંગ: પોલીફેઝ વધુ કાર્યક્ષમતાથી ઉચ્ચ પાવર હેન્ડલ કરે છે
- સર્કિટ જટિલતા: પોલીફેઝ વધુ જટિલ પરંતુ વધુ સારી કામગીરી

### મેમરી ટ્રીક

"સિંગલ ભારે પલ્સ કરે, પોલી સરળ આપે"

### પ્રશ્ન 3(ક) [7 માક્સ્]

શ્રેણી, સમાંતર અને બ્રિજ પ્રકારના ઇન્વર્ટરના ઉપયોગનું વર્ણન કરો.

#### જવાબ

ઇન્વર્ટર પ્રકાર	સર્કિટ ટોપોલોજી	ઉપયોગો	લાક્ષણિકતાઓ
શ્રેણી ઇન્વર્ટર	રેજોનન્ટ LC સાથે લોડ શ્રેણીમાં	ઇન્ડક્શન હિટિંગ, અલ્ટ્રાસોનિક જનરેટર્સ	• ઉચ્ચ ફ્રિક્વેન્ચીસ્ન્સી• વોલટેજ સ્ત્રોત• સેલ્ફ-કોમ્પ્યુટેટિંગ
સમાંતર ઇન્વર્ટર	રેજોનન્ટ LC સાથે લોડ સમાંતર	અનિન્ટરપિબલ પાવર સપ્લાય, સોલાર ઇન્વર્ટર્સ	• કરંટ સ્ત્રોત• બેહતર કાર્યક્ષમતા• વાઇડર લોડ રેન્જ
બ્રિજ ઇન્વર્ટર	4 સ્વિચ સાથે H-બ્રિજ	મોટર ડ્રાઇવ્સ, ગ્રિડ-ટાઇડ સિસ્ટમ્સ, સામાન્ય હેતુ	• વોલટેજ/કરંટ સ્ત્રોત• સૌથી વર્સટાઇલ• વિવિધ કંટ્રોલ પદ્ધતિઓ

### Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph TD
    subgraph "Series Inverter"
        DC1[DC Source] {"-{-}{}} S1[SCR]
        S1 {"-{-}{}} L1[Inductor]
        L1 {"-{-}{}} C1[Capacitor]
        C1 {"-{-}{}} RL1[Load]
        RL1 {"-{-}{}} DC1
    end

    subgraph "Parallel Inverter"
        DC2[DC Source] {"-{-}{}} L2[Inductor]
        L2 {"-{-}{}} S2[SCR]
        S2 {"-{-}{}} RL2[Load]
        C2[Capacitor] {"-{-}{}} RL2
        RL2 {"-{-}{}} DC2
    end

    subgraph "Bridge Inverter"
        DC3[DC Source] {"-{-}{}} Q1[Q1]
        DC3 {"-{-}{}} Q3[Q3]
        Q1 {"-{-}{}} Q2[Q2]
        Q3 {"-{-}{}} Q4[Q4]
        Q2 {"-{-}{}} DC3
        Q4 {"-{-}{}} DC3
        Q1 {"-{-}{}} "Load" {"-{-}{}} Q4
        Q3 {"-{-}{}} "Load" {"-{-}{}} Q2
    end
{Highlighting}
{Shaded}
```

- શ્રેણી ઇન્વર્ટર: ફિક્સ્ડ-ફિક્વન્સી, ફિક્સ્ડ-લોડ એપ્લિકેશન માટે શ્રેષ્ઠ
- સમાંતર ઇન્વર્ટર: લોડ વેરિએશન્સ વધુ સારી રીતે હેન્ડલ કરે છે
- બ્રિજ ઇન્વર્ટર: સામાન્ય એપ્લિકેશન્સ માટે સૌથી વધુ વપરાય છે

### મેમરી ટ્રીક

“શ્રેણી ઉચ્ચ ફિક્વન્સી પર ગાય, સમાંતર વિવિધતા સાથે કાર્ય કરે, બ્રિજ બહુમુખી પ્રતિભા લાવે”

### પ્રશ્ન 3(અ OR) [3 માર્ક્સ]

સંક્રિત ડાયાગ્રામનો ઉપયોગ કરીને શ્રી ફેઝ હાફ વેવ રેકિટફાયરનું કાર્ય સમજવો.

#### જવાબ

શ્રી-ફેઝ હાફ-વેવ રેકિટફાયર ત્રણ ડાયોડનો ઉપયોગ કરીને શ્રી-ફેઝ AC ને DC માં રૂપાંતરિત કરે છે.

### Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph TD
    subgraph "Three-Phase Source"
        A[Phase A]
        B[Phase B]
        C[Phase C]
        N[Neutral]
    end
```

```

subgraph "Half{-Wave Rectifier}"
D1 [D1]
D2 [D2]
D3 [D3]
end

A {-{-}{}} D1
B {-{-}{}} D2
C {-{-}{}} D3
D1 {-{-}{}} P [{"{}"}+"]
D2 {-{-}{}} P
D3 {-{-}{}} P
P {-{-}{}} RL[Load]
RL {-{-}{}} N
{Highlighting}
{Shaded}

```

- ત્રણ ડાયોડ: દરેક તેના ફેઝના પોઝિટિવ હાફ-સાયકલ દરમિયાન કન્ડક્ટ કરે છે
- કન્ડક્શન: દરેક ડાયોડ સાયકલ દીઠ 120°
- આઉટપુટ: 13.4% રિપલ (કુલ-વેવ કરતાં વધારે)

### મેમરી ટ્રીક

"ત્રણ ડાયોડ, ત્રણ ફેઝ, એક દિશા"

### પ્રશ્ન 3(બ OR) [4 માકર્સ]

વિવિધ પ્રકારની ચાર્જિંગ ટેકનોલોજીની યાદી બનાવો અને તેની સરખામણી કરો.

#### જવાબ

ચાર્જિંગ ટેકનોલોજી	કાર્ય સિદ્ધાંત	ફાયદા	ગેરફાયદા
કોન્સ્ટન્ટ કરંટ (CC)	વોલ્ટેજ થ્રેશોલ્ડ સુધી ફિક્સ્ડ કરંટ	સરળ, ઓછી કિંમત	લાંબો ચાર્જિંગ સમય
કોન્સ્ટન્ટ વોલ્ટેજ (CV)	ઘટાતા કરંટ સાથે ફિક્સ્ડ વોલ્ટેજ	જડપી પ્રારંભિક ચાર્જ	શરૂઆતમાં કરંટ મયર્યાદિત નથી
CC-CV	CC થી શરૂ કરે, CV માં સ્વિચ કરે	ઓપિટમલ ચાર્જિંગ પ્રોફાઇલ	કંટ્રોલર સર્કિટની જરૂર
પલ્સ ચાર્જિંગ	આરામ સમય સાથે કરંટ પલ્સ	ગરમી ઘટાડે, બેટરી આયુષ્ય વધારે	જટિલ કંટ્રોલ સર્કિટ
ટ્રિકલ ચાર્જિંગ	ખૂબ ઓછો નિરંતર કરંટ	ચાર્જ જાળવે છે	મુખ્ય ચાર્જિંગ માટે યોગ્ય નથી
ફાસ્ટ ચાર્જિંગ	ઇન્ટેલિજન્ટ કંટ્રોલ સાથે હાઇ કરંટ	નોંધપાત્ર ઘટાડેલો	ગરમી ઉત્પત્તિ, બેટરી તણાવ
વાયરલેસ ચાર્જિંગ	ઇન્ડક્ટિવ કપલિંગ	ચાર્જિંગ સમય સગવડભર્યું, કેબલ્સ નહીં	ઓછી કાર્યક્ષમતા, એલાઇનમેન્ટ સમસ્યાઓ

- બેટરી પ્રકાર: વિવિધ ટેકનોલોજીઓ વિવિધ બેટરી કેમિસ્ટ્રી માટે યોગ્ય છે
- ચાર્જિંગ પ્રોફાઇલ: નુકસાન ટાળવા માટે બેટરી સ્પેસિફિકેશન સાથે મેળ ખાવો જોઈએ
- તાપમાન મેનેજમેન્ટ: ચાર્જિંગ કાર્યક્ષમતા અને સુરક્ષામાં મહત્વપૂર્ણ પરિબળ

### મેમરી ટ્રીક

"કરંટ સતત, વોલ્ટેજ બદલાય, પલ્સ થોબે, ટ્રિકલ ટોચે, ફાસ્ટ ફિટાફટ"

### પ્રશ્ન 3(ક OR) [7 માકર્સ]

બ્લોક ડાયાગ્રામની મદદથી સોલાર ફોટોવોલ્ટેટિક (પીવી) આધારિત વીજ ઉત્પાદનની કામગીરી સમજાવો.

## જવાબ

સોલાર PV સિસ્ટમ ફોટોવોલ્ટેઇક ઇફેક્ટ દ્વારા સૂર્યપ્રકાશને સીધો વીજળીમાં રૂપાંતરિત કરે છે.

### Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    S[Sunlight] --> PV[Solar PV Panels]
    PV --> C[Charge Controller]
    C --> B[Battery Bank]
    C --> I[Inverter]
    B --> I
    I --> L[AC Loads]
    C --> DC[DC Loads]
{Highlighting}
{Shaded}
```

ઘટક	કાર્ય	પ્રકાર
સોલાર પેનલ્સ	પ્રકાશને DC વીજળીમાં રૂપાંતરિત કરે	મોનોક્રિસ્ટલાઇન, પોલીક્રિસ્ટલાઇન, થીન-ફિલ્મ
ચાર્જ કંટ્રોલર બેટરી બેક	બેટરી ચાર્જિંગ નિયંત્રિત કરે ઉર્જા સંગ્રહિત કરે	PWM, MPPT લેડ-એર્સિડ, લિથિયમ-ચાયન, ફલો
ઇન્વર્ટર	DC ને AC માં રૂપાંતરિત કરે	ઘોર સાઇન વેવ, મોડિફાઇડ સાઇન વેવ
ડિસ્ટ્રિબ્યુશન સિસ્ટમ	લોડ્સને પાવર પહોંચાડે	ઓફ-ગ્રિડ, ગ્રિડ-ટાઇડ, હાઇબ્રિડ

- ફોટોવોલ્ટેઇક ઇફેક્ટ: પ્રકાશ ઉર્જા અર્ધવાહક સામગ્રીમાં ઇલેક્ટ્રોન ફલો બનાવે છે
- મેક્સિમમ પાવર પોઇન્ટ ટ્રેક્ચિંગ: બદલાતી પરિસ્થિતિઓ હેઠળ પાવર એક્સ્ટ્રેક્શન ઓપ્ટિમાઇઝ કરે છે
- ગ્રિડ ઇન્ટિગ્રેશન: સ્ટેન્ડઅલોન અથવા યુટિલિટી ગ્રિડ સાથે જોડાયેલા કાર્ય કરી શકે છે

## મેમરી ટ્રીક

"સૂર્ય અર્ધવાહકો પર પડે, કંટ્રોલર ચાર્જ કરે, બેટરી સંગ્રહ કરે, ઇન્વર્ટર ઇન્ટરફેસ કરે"

## પ્રશ્ન 4(અ) [3 માકર્સ]

ઇન્ડક્શન હીટિંગના ફાયદા અને ગેરફાયદા જણાવો.

## જવાબ

ઇન્ડક્શન હીટિંગના ફાયદા	ઇન્ડક્શન હીટિંગના ગેરફાયદા
સીધા સંપર્ક વિના જડપી હીટિંગ	ઉચ્ચ પ્રારંભિક સ્થાપના ખર્ચ
ચોક્કસ તાપમાન નિયંત્રણ	વિદ્યુત ઉર્જા સ્પોતની જરૂર
ઉર્જા કાર્યક્ષમ (80-90%)	વિદ્યુત વાહક સામગ્રી સુધી મર્યાદિત
કલીન અને પ્રદૂષણ-મુક્ત	યોગ્ય ફૂલિંગ સિસ્ટમની જરૂર
સ્થાનિક હીટિંગ શક્ય	EMI ઉત્પાદન નજીકની ઇલેક્ટ્રોનિક્સને અસર કરી શકે
સામગ્રીમાં યુનિફોર્મ હીટિંગ	સ્પેશયલાઇઝડ કોઇલ ડિઝાઇનની જરૂર પડી શકે

- કાર્ય સિદ્ધાંત: વર્કપીસમાં પ્રેરિત એડી કરંટ ગરમી ઉત્પન્ન કરે છે
- ઉપયોગો: મેલ્ટિંગ, હાર્ડનિંગ, ઓનિલિંગ, વેલિંગ

## મેમરી ટ્રીક

"જડપી, ફોકસ્ડ, કાર્યક્ષમ પરંતુ ખર્ચાળ, કન્ડક્ટિવ, જટિલ"

## પ્રશ્ન 4(બ) [4 માક્સ]

IC-555 નો ઉપયોગ કરીને સિકવન્સીયલ ટાઈમરની સર્કિટ દોરો અને તેનું કાર્ય સમજાવો.

### જવાબ

સિકવન્સીયલ ટાઈમર ક્રમમાં મલ્ટિપલ ટાઈમ આઉટપુટ પ્રદાન કરે છે.

#### Mermaid Diagram (Code)

```

{Shaded}
{Highlighting} []
graph TD
    VCC[+VCC] --> R1[R1]
    R1 --> RST1[Reset IC1]
    VCC --> R2[R2]
    R2 --> TR1[Trigger IC1]
    VCC --> R3[R3]
    R3 --> THR1[Threshold IC1]

    IC1[555 Timer 1] --> "Output"
    "Output" --> C1[C1]
    C1 --> TR2[Trigger IC2]
    IC2[555 Timer 2] --> "Output"
    "Output" --> C2[C2]
    C2 --> TR3[Trigger IC3]
    IC3[555 Timer 3] --> "Output"
    "Output" --> LOAD[Load]
{Highlighting}
{Shaded}

```

#### કાર્યપદ્ધતિ:

- પ્રથમ 555 ટાઈમર મોનોસ્ટેબલ મોડમાં કાર્ય કરે
- પ્રથમ ટાઈમિંગ સાચકલ પૂર્ણ થાય ત્યારે આઉટપુટ બીજા ટાઈમરને ટ્રિગાર કરે
- બીજો ટાઈમર ત્રીજા ટાઈમરને ટ્રિગાર કરે
- દરેક ટાઈમરનો સમયગાળો તેના RC ટાઈમ કોન્સ્ટન્ટ દ્વારા નક્કી થાય
  - RC વેલ્યુઝન:**  $T = 1.1 \times R \times C$
  - કેસ્કેડિંગ:** મલ્ટિપલ સ્ટેજ કમિક ટાઈમિંગ ઇવેન્ટ્સ પ્રદાન કરે છે
  - ઉપયોગો:** પ્રોસેસ કંટ્રોલ, ઔદ્યોગિક સિકવન્સિંગ

### મેમરી ટ્રીક

“એક ટાઈમર બીજાને ક્રમશાસન દ્વારા નિયંત્રિત કરો”

## પ્રશ્ન 4(ક) [7 માક્સ]

TRIAC નો ઉપયોગ કરીને સિંગલ ફેઝ AC પાવર કંટ્રોલની સર્કિટ દોરો અને તેને વિગતવાર સમજાવો.

### જવાબ

TRIAC-આધારિત AC પાવર કંટ્રોલ ફેઝ એંગલ કંટ્રોલ દ્વારા લોડ્સ પર પાવર નિયંત્રિત કરે છે.

#### Mermaid Diagram (Code)

```

{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    AC[AC Supply] --> F[Fuse]
    F --> T[TRIAC]
    T --> L[Load]
    L --> AC

    AC --> ZC[Zero{-}Crossing Detector]
    ZC --> TC[Timing Circuit]

```

```

TC {-{-}{}} G[Gate Drive]
G {-{-}{}} T
{Highlighting}
{Shaded}

```

ઘટક	કાર્ય	પસંદગી માપદંડ
TRIAC	બાયડાયરેક્શનલ પાવર સ્વિચ	કરંટ રેટિંગ > લોડ કરંટ
DIAC	સિમેટ્રિકલી TRIAC ટ્રિગાર કરે	બેકઓવર વોલ્ટેજ < ટ્રિગાર વોલ્ટેજ
RC નેટવર્ક સનબર સર્કિટ	ફાયરિંગ અેંગલ માટે ફેઝ શિફ્ટિંગ dv/dt પ્રોટેક્શન	R ફાયરિંગ અેંગલ રેન્જ નક્કી કરે TRIAC સ્પેસિફિકેશન પર આધારિત

#### ઓપરેશન સિલ્ફાંત:

1. RC નેટવર્ક AC ઇનપુટથી ફેઝ શિફ્ટ બનાવે
2. કેપેસિટર વોલ્ટેજ થેશોલ પર પહોંચે ત્યારે DIAC બેક ઓવર થાય
3. DIAC ચોક્કસ ફેઝ અેંગલ પર TRIAC ટ્રિગાર કરે
4. R બદલવાથી ફેઝ અેંગલ બદલાય, પાવર કંટ્રોલ થાય
  - ફાયરિંગ અેંગલ:  $0^\circ$  to  $180^\circ$
  - ઉપયોગો: લાઇટ ડિમર, હિટર કંટ્રોલ, મોટર સ્પીડ કંટ્રોલ
  - ફાયદાઓ: સ્મૃધ કંટ્રોલ, કોઈ મૂલ્યિંગ પાર્ટ્સ નથી, ઉચ્ચ વિશ્વસનીયતા

#### મેમરી ટ્રીક

"રેઝિસ્ટન્સ ફેઝ બદલે, DIAC પલ્સ આપે, TRIAC પાવર ટ્રાન્સમિટ કરે"

#### પ્રશ્ન 4(અ OR) [3 માક્સ]

ડાયલેક્ટ્રીક હીટિંગના ફાયદા અને ગેરફાયદા જણાવો.

#### જવાબ

ડાયલેક્ટ્રીક હીટિંગના ફાયદા	ડાયલેક્ટ્રીક હીટિંગના ગેરફાયદા
સમગ્ર સામગ્રીમાં યુનિફોર્મ હીટિંગ	ઉચ્ચ પ્રારંભિક ઉપકરણ ખર્ચ
જડપી હીટિંગ (ઇન્સુલેટર્સ માટે પણ)	ઉચ્ચ ફુકવન્સી પાવર સ્ત્રોતની જરૂર
સિલેક્ટિવ હીટિંગ શક્ય	કન્ડક્ટિવ સામગ્રી માટે અસરકારક નથી
ચોક્કસ સામગ્રી માટે ઊર્જા કાર્યક્ષમ	RF રેડિએશન સુરક્ષા ચિંતાઓ
કલીન અને પ્રદૂષણ-મુક્ત	જટિલ ઇમ્પિન્સ મેચિંગ આવશ્યકતાઓ
નોન-કન્ડક્ટિવ સામગ્રી સાથે કામ કરે	ટ્રાન્સમિશન લાઇનમાં પાવર નુકસાન
• કાર્ય સિલ્ફાંત: ઉચ્ચ-ફુકવન્સી ઇલેક્ટ્રિક ફીલ્ડમાં ડાયપોલ રોટેશન ગરમી ઉત્પન્ન કરે છે	
• ઉપયોગો: લાસ્ટિક વેલિંગ, લાકડા સૂક્કવણી, ફૂડ પ્રોસેસિંગ	

#### મેમરી ટ્રીક

"યુનિફોર્મ, જડપી, ઇન્સુલેટર-ફેન્ડલી પરંતુ ખર્ચાળ, જટિલ, RF-તીવ્ર"

#### પ્રશ્ન 4(બ OR) [4 માક્સ]

LDR નો ઉપયોગ કરીને ફોટો-ઇલેક્ટ્રિક રિલેનો સર્કિટ ડાયાગ્રામ દોરો અને તેનું કાર્ય સમજાવો.

#### જવાબ

ફોટો-ઇલેક્ટ્રિક રિલે લાઇટ-ડિપેન્ન રેઝિસ્ટરનો ઉપયોગ પ્રકાશ શોધવા અને રિલે નિયંત્રિત કરવા માટે કરે છે.

#### Mermaid Diagram (Code)

{Shaded}

```

{Highlighting} []
graph LR
    VCC[+VCC] {"-{-}{}} R1[Load Resistor]
    R1 {"-{-}{}} C[Collector]
    VCC {"-{-}{}} RL[Relay Coil]
    RL {"-{-}{}} C
    C {"-{-}{}} Q[Transistor]
    Q {"-{-}{}} GND[Ground]
    B[Base] {"-{-}{}} Q
    R2[Base Resistor] {"-{-}{}} B
    VCC {"-{-}{}} LDR[LDR]
    LDR {"-{-}{}} R2
    RL {"-{-}{}} "Diode" {"-{-}{}} VCC
{Highlighting}
{Shaded}

```

#### કાર્યપદ્ધતિ:

- જ્યારે પ્રકાશ LDR પર પડે ત્યારે LDR રેજિસ્ટરનું ઘટે
- વોલ્ટેજ ડિવાયડર (LDR + R2) ટ્રાન્ઝિસ્ટરને બેઝ કરંટ પ્રદાન કરે
- પૂરતો બેઝ કરંટ વહે ત્યારે ટ્રાન્ઝિસ્ટર ON થાય
- ટ્રાન્ઝિસ્ટર કન્ડક્ટ કરે ત્યારે રિલે સર્કિય થાય
  - લાઇટ ફ્રેશોલ્ડ: પોટેન્શિયોમીટર દ્વારા સમાયોજિત
  - ઉપયોગો: ઓટોમેટિક લાઇટિંગ, કાઉન્ટિંગ સિસ્ટમ, અલાર્મ સિસ્ટમ
  - LDR લાક્ષણિકતાઓ: રેજિસ્ટરનું પ્રકાશની તીવ્રતાના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં

#### મેમરી ટ્રીક

“પ્રકાશ રેજિસ્ટરનું ઘટાડે, ટ્રાન્ઝિસ્ટર ચાલુ થાય, રિલે પ્રતિસાદ આપે”

### પ્રશ્ન 4(ક) OR [7 માંકર્સ]

ટ્રીગરીંગ સર્કિટમાં UJT સાથે SCR નો ઉપયોગ કરીને ડીસી.પાવર કંટ્રોલની સર્કિટ દોરો અને વિગતવાર સમજાવો.

#### જવાબ

UJT-ટ્રીગર્ડ SCR સર્કિટ લોડ્સ પર DC પાવરનું ચોક્કસ નિયંત્રણ પ્રદાન કરે છે.

#### Mermaid Diagram (Code)

```

{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    DC[DC Source] {"-{-}{}} F[Fuse]
    F {"-{-}{}} SCR[SCR]
    SCR {"-{-}{}} L[Load]
    L {"-{-}{}} DC

    DC {"-{-}{}} R1[R1]
    R1 {"-{-}{}} P[Potentiometer]
    P {"-{-}{}} C1[Timing Capacitor]
    C1 {"-{-}{}} E[UJT Emitter]
    E {"-{-}{}} UJT[UJT]
    UJT {"-{-}{}} "Base 1" {"-{-}{}} R2[R2]
    R2 {"-{-}{}} GND[Ground]
    UJT {"-{-}{}} "Base 2" {"-{-}{}} R3[R3]
    R3 {"-{-}{}} DC
    UJT {"-{-}{}} "Pulse Output" {"-{-}{}} T[Transformer]
    T {"-{-}{}} G[SCR Gate]
    G {"-{-}{}} K[SCR Cathode]
{Highlighting}
{Shaded}

```

ઘટક	કાર્ય	પસંદગી માપદંડ
UJT	ટ્રિગર પદ્ધસ જનરેટ કરે	□ (ઇન્ટ્રિન્સિક સ્ટેન્ડઓફ રેશિયો) = 0.5-0.8
$R_1 + P$	ટાઇમિંગ રેજિસ્ટર	$C_1$
$C_1$	ટાઇમિંગ કેપેસિટર	પદ્ધસ ફિક્વન્સી નક્કી કરે
ટ્રાન્સફોર્મર	UJT સર્કિટને SCR થી અલગ કરે	પદ્ધસ ટ્રાન્સમિશન ક્ષમતા
SCR	મુખ્ય પાવર કંટ્રોલ	કરંટ રેટિંગ > લોડ કરંટ

#### કાર્ય સિદ્ધાંત:

1. UJT રિલેક્સેશન ઓસિલેટર પદ્ધસ જનરેટ કરે છે
2. પોટેન્શિયોમીટર ચાર્જિંગ રેટ બદલે, પદ્ધસ ફિક્વન્સી બદલે
3. પદ્ધસ ટ્રાન્સફોર્મર મારફતે SCR ગેટ પર કપલ થાય
4. SCR ટ્રિગર ટાઇમિંગના આધારે સાયકલના ભાગ માટે કન્ડક્ટ કરે
  - કંટ્રોલ રેઝ: મેન્યુમથી મેક્સિમમ પાવર
  - ફાયદાઓ: ચોક્કસ નિયંત્રણ, ઉચ્ચ કાર્યક્ષમતા
  - ઉપયોગો: DC મોટર કંટ્રોલ, હિટિંગ એલિમેન્ટ્સ, બેટરી ચાર્જર

#### મેમરી ટ્રીક

"રેજિસ્ટર રેટ નિયંત્રિત કરે, UJT પદ્ધસ છોડે, SCR કરંટ સ્વિચ કરે"

#### પ્રશ્ન 5(અ) [3 માંકર્સ]

BLDC ડ્રાઈવર સર્કિટમાં હોલ ઇફ્ફેક્ટ સેન્સર સમજાવો.

#### જવાબ

હોલ ઇફ્ફેક્ટ સેન્સર્સ BLDC મોટર્સમાં રોટર પોઝિશન ચોક્કસ કોમ્પ્યુટેશન ટાઇમિંગ માટે શોધે છે.

#### Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    subgraph "BLDC Motor"
        R[Rotor with Magnets]
        S[Stator Windings]
        H1[Hall Sensor 1]
        H2[Hall Sensor 2]
        H3[Hall Sensor 3]
    end

    H1 {"-{-} "Position Signal" {-}{-}{-} C[Controller]}
    H2 {"-{-} "Position Signal" {-}{-}{-} C}
    H3 {"-{-} "Position Signal" {-}{-}{-} C}
    C {"-{-} "Commutation Signal" {-}{-}{-} D[Driver Circuit]}
    D {"-{-} "Phase Current" {-}{-}{-} S}

{Highlighting}
{Shaded}
```

હોલ સેન્સર	કાર્ય	આઉટપુટ
પોઝિશન ડિટેક્શન	રોટરના ચુંબકીય ક્ષેત્રને સેન્સ કરે	ડિજિટલ (ON/OFF)
પ્લેસમેન્ટ	3-ફેઝ મોટર્સ માટે 120°	6 અન્ય સ્ટેટ્સ પ્રદાન કરે
સિંઘલ પ્રોસેસિંગ	માઇક્રોલરમાં ઇનપુટ	સ્વિચિંગ સિક્વન્સ નક્કી કરે

- કાર્ય સિદ્ધાંત: કરંટ અને ચુંબકીય ક્ષેત્રને લંબરૂપે વોલ્ટેજ ઉત્પન્ત થાય
- કોમ્પ્યુટેશન સિક્વન્સ: દરેક સેન્સર પેર્ટન ચોક્કસ સ્વિચિંગ સંયોજનને અનુરૂપ હોય

## મેમરી ટ્રીક

“ચુંબક ખસે, હોલ સેન્સ કરે, કંટ્રોલર કોમ્પ્યુટેટ કરે”

### પ્રશ્ન 5(બ) [4 માક્સ્]

TRIAC નો ઉપયોગ કરીને સિંગલ ફેઝ ઇન્ડક્શન મોટરની જડપને નિયંત્રિત કરવા માટે સોલિડ સ્ટેટ સર્કિટ દોરો અને સમજાવો.

#### જવાબ

ઇન્ડક્શન મોટર માટે TRIAC-આધારિત સ્પીડ કંટ્રોલ ફેઝ કંટ્રોલ સિદ્ધાંતોનો ઉપયોગ કરે છે.

#### Mermaid Diagram (Code)

```

{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    AC[AC Supply] --> F[Fuse]
    F --> T[TRIAC]
    T --> M[Induction Motor]
    M --> AC

    AC -- "Zero Crossing" --> ZC[Zero-Crossing Detector]
    ZC --> MC[Microcontroller]
    MC --> OI[Opto-Isolator]
    OI --> T
    S[Speed Control] --> MC
{Highlighting}
{Shaded}

```

#### કાર્ય સિદ્ધાંત:

- જીરો-કોસિંગ ડિટેક્ટર વોલ્ટેજ જીરો-કોસિંગસ ઓળખે
- માઇક્રોકોલર સ્પીડ સેટિંગના આધારે ડિલે ગણે
- ડિલે પછી, ઓપ્ટો-આઇસોલેટર દ્વારા TRIAC ને ગેટ પલ્સ મોકલવામાં આવે
- TRIAC હફ્ફ-સાયકલના બાઢીના ભાગ માટે કાંકડ્ટ કરે
- ફાયરિંગ એંગલ બદલવાથી મોટરનું વોલ્ટેજ નિયંત્રિત થાય, જડપ સમાયોજિત થાય
  - TRIAC રેટિંગ:** સ્ટાર્ટિંગ કરેટ હેન્ડલ કરવું જોઈએ (5-7×)
  - સ્પીડ રેન્જ:** મોટર લાક્ષણિકતાઓને કારણે નીચલા છેડે મર્યાદિત
  - ઉપયોગો:** ફિન, પ્પ, નાના મશીન ટૂલ્સ

## મેમરી ટ્રીક

“જીરો શોધાયું, ડિલે નક્કી થયું, TRIAC ટ્રાંગ થયું”

### પ્રશ્ન 5(ક) [7 માક્સ્]

આફ્ટિનો ઉપયોગ કરીને બી.એલ.ડી.રી. મોટરની રચના અને કાર્યને સમજાવો. તેની ઉપયોગીતાની પણ સૂચી બનાવો.

#### જવાબ

બ્રશલેસ DC મોટર્સ મિકેનિકલ બ્રશની જગ્યાએ ઇલેક્ટ્રોનિક કોમ્પ્યુટેશનનો ઉપયોગ કરે છે.

#### Mermaid Diagram (Code)

```

{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    subgraph "BLDC Motor Construction"
        S[Stator with Windings]
        R[Rotor with Permanent Magnets]
        H[Hall Effect Sensors]
    end

```

```

end

subgraph "Control System"
HS[Hall Sensor Signals] {-{-}{}} C[Controller]
C {-{-}{}} D[Driver Circuit]
D {-{-}{}} S
end
{Highlighting}
{Shaded}

```

ઘટક	કાર્ય	પ્રકાર/વેરિએશન
સ્ટેટર	કોપર વાઇન્ડિંગસ ધરાવે	સ્લોટેડ/સ્લોટલેસ ડિઝાઇન
રોટર	પરમેનાન્ટ મેથ્રેટ્સ	સરફેસ/ઇન્ટીરિયર માઉન્ડે
હોલ સેન્સર	પોઝિશન ડિટેક્શન	60°/120°
કંટ્રોલર	કોમ્પ્યુટેશન લોજિક	માઇક્રોકંટ્રોલર-બેઝ
ડ્રાઇવર	પાવર સ્વિચિંગ	MOSFET/IGBT-આધારિત

#### કાર્ય સિદ્ધાંત:

- હોલ સેન્સર રોટર પોઝિશન શોધે
- કંટ્રોલર યોગ્ય એનજાઇઝિંગ સિક્વન્સ નક્કી કરે
- ડ્રાઇવર યોગ્ય સ્ટેટર વાઇન્ડિંગને પાવર આપે
- ચુંબકીય ઇન્ટરેક્શન રોટેશન ઉત્પત્ત કરે
- પ્રક્રિયા સતત ચાલુ રહે

#### ઉપયોગ:

- કમ્પ્યુટર ફૂલિંગ ફેન અને હાર્ડ ડ્રાઇવ્સ
- ઇલેક્ટ્રોલાયન્સ અને હાઇબ્રિડ કાર
- ઓદ્ઘોગિક ઓટોમેશન અને રોબોટિક્સ
- મેડિકલ ઉપકરણો (પંપ, વેન્ટિલેટર)
- ડ્રોન અને RC મોડેલ્સ
- હોમ એપ્લાયન્સેસ (વોશાર, રેફિઝરેટર)
- પ્રિસિજન ઇન્સ્ટ્રુમેન્ટ્સ

#### મેમરી ટ્રીક

“ચુંબકો ખસે, સેન્સર જુએ, ઇલેક્ટ્રોનિક્સ ઊર્જા આપે”

## પ્રશ્ન 5(અ OR) [3 માર્ક્સ]

વેરિએબલ ફ્િક્વન્સી ડ્રાઇવ (VFD) નું કાર્ય સમજાવો.

#### જવાબ

વેરિએબલ ફ્િક્વન્સી ડ્રાઇવ્સ ફ્િક્વન્સી અને વોલ્ટેજ બદલીને મોટર સ્પીડ નિયંત્રિત કરે છે.

#### Mermaid Diagram (Code)

```

{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
AC[AC Supply] {-{-}{}} R[Rectifier]
R {-{-}{}} DC[DC Bus]
DC {-{-}{}} I[Inverter]
I {-{-}{}} M[Motor]

C[Controller] {-{-}{}} I
S[Speed Reference] {-{-}{}} C
F[Feedback] {-{-}{}} C
{Highlighting}
{Shaded}

```

VFD सेक्शन	कार्य	घटको
रेकिफ़ायर	AC ने DC मां रुपांतरित करे	डायोड्स अथवा SCRs
DC बस	फ़िल्टर अने एनर्जी स्टोर करे	केपेसिटर्स, इन्डक्टर्स
इन्वर्टर	DC ने वेरिएबल AC मां रुपांतरित करे	IGBTs अथवा MOSFETs
कंट्रोलर	फ़िक्कवन्सी/वोल्टेज मेनेज करे	माइक्रोप्रोसेसर

- V/f कंट्रोल: स्थिर टोर्क माटे कोन्स्टन्ट V/f रेशियो जागवे
- ओपरेटिंग रेन्ज: सामान्य रीते रेटेड स्पीडना 10-200%
- कार्यक्षमता: विशाल स्पीड रेन्ज पर उच्च कार्यक्षमता

### मेरमी ट्रीक

"AC ने DC करे, DC ने AC करे, फ़िक्कवन्सी बदले"

### प्रश्न 5(ब OR) [4 मार्क्स]

युनिवर्सल मोटर्स ने ऊपर नियंत्रित करवा माटे सर्किट दोरो अने समजावो.

#### जवाब

युनिवर्सल मोटर्स AC अथवा DC पर चाली शके छे अने सरण स्पीड कंट्रोल पद्धतिओनी मंजूरी आपे छे.

#### Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    AC[AC Supply] --> F[Fuse]
    F --> T[TRIAC]
    T --> M[Universal Motor]
    M --> AC

    AC --> R1[R1]
    R1 --> DIAC[DIAC]
    DIAC --> G[TRIAC Gate]
    R1 --> C1[C1]
    C1 --> P[Potentiometer]
    P --> F

{Highlighting}
{Shaded}
```

#### कार्य सिद्धांत:

1. RC नेटवर्क इनपुट वोल्टेजथी फ़ेज शिफ्ट बनावे
2. पोटेन्शियोमीटर फ़ेज शिफ्टनी मात्रा समायोजित करे
3. वोल्टेज ब्रेकओवर पर पहँचे त्यारे DIAC ट्रिगर थाय
4. TRIAC हाई-सायक्लना बाकीना भाग माटे कन्डक्ट करे
5. पोटेन्शियोमीटर समायोजित करवाथी फ़ायरिंग अंगल अने मोटर स्पीड बदलाय
  - स्पीड रेन्ज: विशाल कंट्रोल रेन्ज (10-100%)
  - टोर्क लाक्षणिकताओ: नीचो स्पीड पर थोडी घटे छे
  - उपयोगो: पावर टूल्स, धरेलुं उपकरणो, सिलाई मशीन

### मेरमी ट्रीक

"रेसिस्टन्स फ़ेज बदले, DIAC आपे, TRIAC कन्डक्ट करे"

### प्रश्न 5(क OR) [7 मार्क्स]

PLC नो ब्लोक डायाग्राम दोरो अने दरेक ब्लोकनी कामगीरीने संक्षिप्तमां समजावो. अने तेना फ़ायदाओ अने उपयोगीताओनी सूची बनवो.

## જવાબ

પ્રોગ્રામેબલ લોજિક કંટ્રોલર્સ (PLCs) ઓટોમેશન કંટ્રોલ માટેના ઔદ્યોગિક કોમ્પ્યુટર છે.

### Mermaid Diagram (Code)

```

{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    subgraph "PLC System"
        PS[Power Supply]
        CPU[Central Processing Unit]
        IM[Input Modules]
        OM[Output Modules]
        MEM[Memory]
        COM[Communication Interface]
    end

    PS {-{-}{}} CPU
    PS {-{-}{}} IM
    PS {-{-}{}} OM
    PS {-{-}{}} COM

    IM {-{-}{}} CPU
    CPU {-{-}{}} OM
    CPU {{-}{-}{}} MEM
    CPU {{-}{-}{}} COM

    FS[Field Sensors] {-{-}{}} IM
    OM {-{-}{}} ACT[Actuators]
    COM {{-}{-}{}} HMI[HMI/SCADA]
    COM {{-}{-}{}} NET[Network]
    
```

{Highlighting}

{Shaded}

PLC બ્લોક	કાર્ય	પ્રકાર/લાક્ષણિકતાઓ
પાવર સપ્લાય	રેઝ્યુલેટેડ પાવર પ્રદાન કરે	સામાન્ય રીતે 24VDC અથવા 110/220VAC
CPU	પ્રોગ્રામ એક્ઝિક્યુટ કરે, I/O પ્રોસેસ કરે	સ્કેન-બેઝ ઓપરેશન
ઇનપુટ મોડ્યુલ્સ	ફિલ્ડ સેન્સર સાથે ઇન્ટરફેસ	ડિજિટલ, એનાલોગ, સ્પેશિયલ
આઉટપુટ મોડ્યુલ્સ	ફિલ્ડ ડિવાઇસ કંટ્રોલ કરે	રિલે, ટ્રાન્ઝિસ્ટર, ટ્રાયક
મેમરી	પ્રોગ્રામ અને ડેટા સ્ટોર કરે	RAM, EEPROM, ફ્લેશ
કોમ્પ્યુનિકેશન	નેટવર્ક કનેક્ટિવિટી	ઇથરનેટ, પ્રોફિલ્સ, મૌંડબસ

#### ફાયદાઓ:

- કઠોર ઔદ્યોગિક વાતાવરણમાં વિશ્વસનીયતા
- રીપોગ્રામિંગ માટે લચીલાપણું
- રિલે-એધારિત સિસ્ટમોની તુલનામાં કોમ્પ્યુટર સાઇઝ
- બિલ્ટ-ઇન ડાયગ્રોસ્ટિક્સ અને ટ્રાબલશૂટિંગ
- મોડ્યુલર એક્સપેન્ડબિલિટી
- હાઇ-સ્પીડ ઓપરેશન
- જાટિલ કંટ્રોલ સિસ્ટમ માટે કોર્સ-ઇફેક્ટિવ

#### ઉપયોગો:

- મેન્યુફેક્ચરિંગ પ્રોડક્શન લાઇન્સ
- પ્લાન્ટ્સમાં પ્રોસેસ કંટ્રોલ
- મટીરિયલ હેન્ડલિંગ સિસ્ટમ્સ
- બિલ્ડિંગ ઓટોમેશન
- પાવર જનરેશન અને ડિસ્ટ્રિબ્યુશન
- વોટર/વેસ્ટવોટર ટ્રીટમેન્ટ
- પેકેજિંગ મશીનરી
- કૂડ પ્રોસેસિંગ

## મેમરી ટ્રીક

“પાવર આપે, CPU ગણે, ઇનપુટ જાણો, આઉટપુટ કરો, મેમરી જાળવો”