

Fundamentals of Electronics (DI01000051) - Summer 2025 Solution

Milav Dabgar

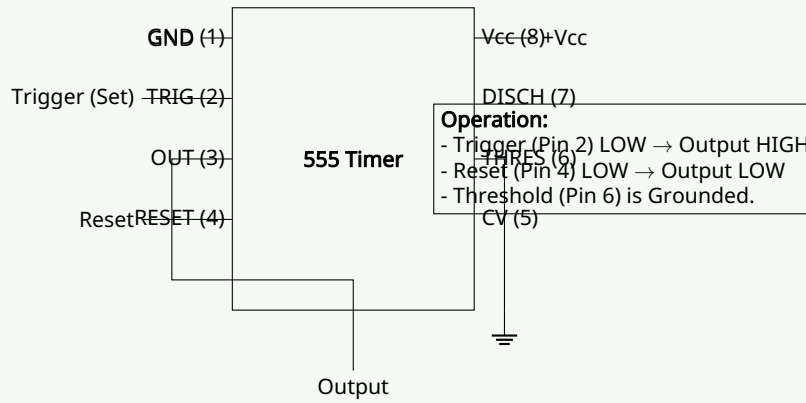
June 12, 2025

પ્રશ્ન 1(અ) [3 ગુણ]

555 ટાઈમર IC નો ઉપયોગ કરીને બાય-સ્ટેબલ મલ્ટીવાઈબ્રેટર દોરો.

જવાબ

બાય-સ્ટેબલ મલ્ટીવાઈબ્રેટર પાસે બે સ્થિર અવસ્થાઓ (HIGH અને LOW) છે. તે ટ્રિગર કરવામાં આવે ત્યાં સુધી એક સ્થિતિમાં રહે છે.
સર્કિટ ડાયાગ્રામ:



આકૃતિ 1. 555 IC નો ઉપયોગ કરીને બાય-સ્ટેબલ મલ્ટીવાઈબ્રેટર

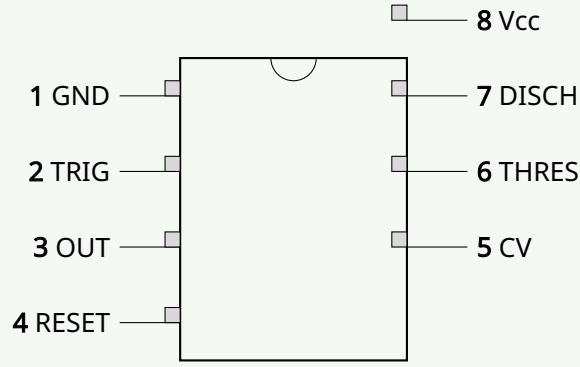
- તે મૂળભૂત Flip-Flop તરીકે કાર્ય કરે છે.
- **Set State:** જ્યારે Trigger pin (2) પર નેગેટિવ પલ્સ આપવામાં આવે છે, ત્યારે આઉટપુટ HIGH થાય છે.
- **Reset State:** જ્યારે Reset pin (4) પર નેગેટિવ પલ્સ આપવામાં આવે છે, ત્યારે આઉટપુટ LOW થાય છે.

પ્રશ્ન 1(બ) [4 ગુણ]

IC 555 ટાઈમર નો પિન ડાયાગ્રામ દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

IC 555 એ 8-પિન DIP (Dual Inline Package) ઇન્ટિગ્રેટેડ સર્કિટ છે.
પિન ડાયાગ્રામ:



આકૃતિ 2. 555 ટાઈમરનું પિન કોન્ફિગરેશન

પિન સમજૂતી:

1. **GND (Ground):** નેગેટિવ સપ્લાય રેલ (0V) સાથે જોડાયેલ છે.
2. **Trigger:** આ પિન પર નેગેટિવ પલ્સ (વોલ્ટેજ $< 1/3 V_{CC}$) આંતરિક Flip-Flop સેટ કરે છે, જેનાથી આઉટપુટ HIGH થાય છે.
3. **Output:** લોડ ચલાવવા માટે આ પિન કરંટ સોર્સ અથવા સિંક (200mA સુધી) કરી શકે છે.
4. **Reset:** એક્ટિવ લો પિન. તેને GND સાથે જોડવાથી ટાઈમર રિસેટ થાય છે (આઉટપુટ LOW). સામાન્ય રીતે V_{CC} સાથે જોડાયેલ હોય છે.
5. **Control Voltage (CV):** $2/3 V_{CC}$ આંતરિક ડિવાઈડર પોઈન્ટને એક્સેસ કરવાની મંજૂરી આપે છે. સામાન્ય રીતે નોઈઝ ઈમ્યુનિટી માટે $0.01 \mu F$ કેપેસિટર દ્વારા GND સાથે જોડાયેલ હોય છે.
6. **Threshold:** બાહ્ય કેપેસિટર પર વોલ્ટેજ તપાસે છે. જો વોલ્ટેજ $> 2/3 V_{CC}$ હોય, તો તે આંતરિક Flip-Flop રિસેટ કરે છે (આઉટપુટ LOW).
7. **Discharge:** આંતરિક NPN ટ્રાન્ઝિસ્ટરના ઓપન કલેક્ટર સાથે જોડાયેલ છે. જ્યારે આઉટપુટ LOW હોય ત્યારે બાહ્ય કેપેસિટરને ડિસ્ચાર્જ કરે છે.
8. **Vcc:** પાવર સપ્લાય પિન (+5V થી +15V).

મેમરી ટ્રીક

“Pins: G-T-O-R | C-T-D-V (Ground, Trigger, Out, Reset | Ctrl, Thres, Disch, Vcc)”

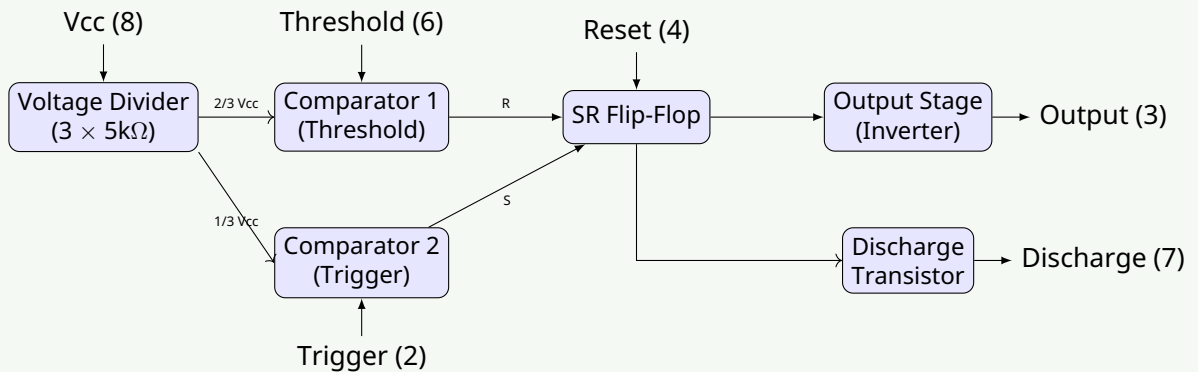
પ્રશ્ન 1(ક) [7 ગુણ]

IC 555 ટાઈમર નો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

આંતરિક બ્લોક ડાયાગ્રામમાં રજિસ્ટર, કમ્પેરેટર, SR ફ્લિપ-ફ્લોપ અને આઉટપુટ સ્ટેજનો સમાવેશ થાય છે.

બ્લોક ડાયાગ્રામ:



આકૃતિ 3. 555 ટાઈમરનો ફંક્શનલ બ્લોક ડાયાગ્રામ

બ્લોક્સની સમજૂતી:

1. વોલ્ટેજ ડિવાઈડર: ત્રણ $5k\Omega$ રેઝિસ્ટર V_{CC} ને $2/3 V_{CC}$ અને $1/3 V_{CC}$ રેફરન્સમાં વિભાજિત કરે છે.
2. કમ્પેરેટર:
 - અપર કમ્પેરેટર (Threshold): પિન 6 પરના ઈનપુટને $2/3 V_{CC}$ સાથે સરખાવે છે. જો પિન 6 $> 2/3 V_{CC}$ હોય, તો આઉટપુટ રિસેટ (LOW) થાય છે.
 - લોઅર કમ્પેરેટર (Trigger): પિન 2 પરના ઈનપુટને $1/3 V_{CC}$ સાથે સરખાવે છે. જો પિન 2 $< 1/3 V_{CC}$ હોય, તો આઉટપુટ સેટ (HIGH) થાય છે.
3. SR Flip-Flop: કમ્પેરેટર દ્વારા નક્કી કરાયેલ સ્ટેટને સ્ટોર કરે છે. રિસેટ પિન (4) તેને રિસેટ સ્ટેટમાં લઈ જઈ શકે છે.
4. આઉટપુટ સ્ટેજ: બાહ્ય લોડ ચલાવવા માટે પાવર એમ્પ્લીફાયર/ઈન્વર્ટર બફર (પિન 3).
5. ડિસ્ચાર્જ ટ્રાન્ઝિસ્ટર: NPN ટ્રાન્ઝિસ્ટર જે આઉટપુટ LOW હોય ત્યારે ON થાય છે, બાહ્ય કેપેસિટર માટે ડિસ્ચાર્જ પાથ પૂરો પાડે છે (પિન 7).

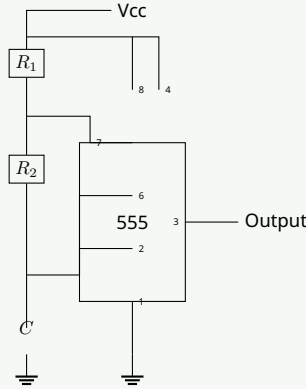
પ્રશ્ન 1(ક OR) [7 ગુણ]

555 ટાઈમર IC નો ઉપયોગ કરીને એ-સ્ટેબલ અને મોનો-સ્ટેબલ મલ્ટીવાઈબ્રેટર દોરો અને સમજાવો.

જવાબ

1. એ-સ્ટેબલ મલ્ટીવાઈબ્રેટર (Free Running Oscillator)

- કોઈ સ્થિર અવસ્થા નથી; HIGH અને LOW વચ્ચે ઓસિલેટ થાય છે.
- સર્કિટ: પિન 2 અને 6 એક સાથે કેપેસિટર C સાથે જોડાયેલ છે. બે રેઝિસ્ટર R_1 અને R_2 C ને ચાર્જ કરે છે, અને R_2 તેને ડિસ્ચાર્જ કરે છે.

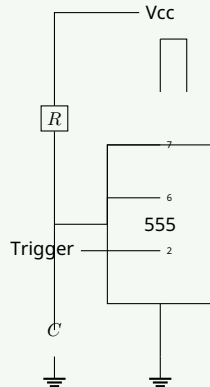


આકૃતિ 4. એ-સ્ટેબલ મલ્ટીવાઈબ્રેટર

કાર્ય: કેપેસિટર $R_1 + R_2$ (આઉટપુટ HIGH) દ્વારા ચાર્જ થાય છે અને R_2 (આઉટપુટ LOW) દ્વારા ડિસ્ચાર્જ થાય છે.

2. મોનો-સ્ટેબલ મલ્ટીવાઈબ્રેટર (One-Shot)

- એક સ્થિર અવસ્થા (LOW). Trigger (Pin 2) કામચલાઉ HIGH પલ્સ બનાવે છે.
- સર્કિટ: Trigger પિન 2 પર આપવામાં આવે છે. રેઝિસ્ટર R અને કેપેસિટર C પલ્સની પહોળાઈ નક્કી કરે છે $T = 1.1RC$.



આકૃતિ 5. મોનો-સ્ટેબલ મલ્ટીવાઈબ્રેટર

કાર્ય: આઉટપુટ સામાન્ય રીતે LOW હોય છે. નેગેટિવ ટ્રિગર આઉટપુટ HIGH કરે છે. કેપેસિટર R દ્વારા ચાર્જ થાય છે. જ્યારે $V_C = 2/3 V_{CC}$ થાય છે, ત્યારે આઉટપુટ LOW થાય છે અને C ડિસ્ચાર્જ થાય છે.

પ્રશ્ન 2(અ) [3 ગુણ]

સક્રિય અને નિષ્ક્રિય ઘટકો ઉપર ટૂંક નોંધ લખો.

જવાબ

ઊર્જા સંભાળવાની ક્ષમતાના આધારે ઇલેક્ટ્રોનિક ઘટકોને બે પ્રકારમાં વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે:

1. સક્રિય ઘટકો (Active Components):

- તે કમ્પોનન્ટ્સ જે કરંટના પ્રવાહને નિયંત્રિત કરી શકે છે અથવા સિગ્નલને એમ્પ્લીફાય કરી શકે છે.
- તેમને કાર્ય કરવા માટે બાહ્ય પાવર સ્ત્રોતની જરૂર પડે છે.
- ઉદાહરણો: Transistors (BJT, FET), Diodes (Zener, LED), ICs, Op-Amps.

2. નિષ્ક્રિય ઘટકો (Passive Components):

- તે કમ્પોનન્ટ્સ જે માત્ર ઊર્જાનો સંગ્રહ અથવા વ્યય કરી શકે છે. તેઓ કરંટને નિયંત્રિત કરી શકતા નથી કે સિગ્નલને એમ્પ્લીફાય કરી શકતા નથી.
- તેમને કાર્ય કરવા માટે બાહ્ય પાવર સ્ત્રોતની જરૂર હોતી નથી.
- ઉદાહરણો: Resistors (ઊર્જાનો વ્યય), Capacitors (ઇલેક્ટ્રિક ઊર્જાનો સંગ્રહ), Inductors (ચુંબકીય ઊર્જાનો સંગ્રહ).

કોષ્ટક 1. સક્રિય અને નિષ્ક્રિય ઘટકોની સરખામણી

પેરામીટર	સક્રિય ઘટકો	નિષ્ક્રિય ઘટકો
કાર્ય	એમ્પ્લીફાય/સ્વિચ સિગ્નલ	ઊર્જા સંગ્રહ/વ્યય
ગેઇન (Gain)	પાવર ગેઇન આપી શકે છે	પાવર ગેઇન નથી (ગેઇન < 1)
નિયંત્રણ	કરંટ પ્રવાહનું નિયંત્રણ	કરંટ નિયંત્રિત કરી શકતા નથી
ઉદાહરણ	Transistor, Diode	Resistor, Capacitor

પ્રશ્ન 2(બ) [4 ગુણ]

નીચેના રેઝિસ્ટન્સ માટે કલર બેંડ લખો. (1) $47 \Omega \pm 5\%$

જવાબ

$47 \Omega \pm 5\%$ માટે કલર કોડ શોધવા માટે:

- ક્રિમત: 47Ω
- અંક 1: 4 એટલે Yellow (પીળો).
- અંક 2: 7 એટલે Violet (જાંબલી).
- મલ્ટીપ્લાયર: 47 મેળવવા માટે, $47 \times 10^0 = 47$. તેથી મલ્ટીપ્લાયર 10^0 છે, જે Black (કાળો) છે.
- ટોલરન્સ: $\pm 5\%$ એટલે Gold (સોનેરી).

જવાબ:

Yellow - Violet - Black - Gold

મેમરી ટ્રીક

"BBROYGBVGW: Black Brown Red Orange Yellow Green Blue Violet Grey White"

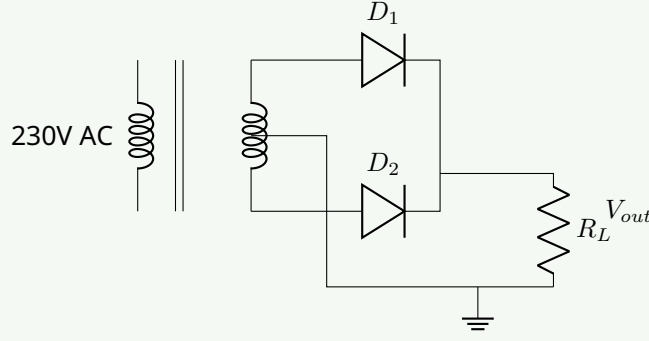
પ્રશ્ન 2(ક) [7 ગુણ]

કુલ વેવ સેન્ટર ટેપ રેક્ટિફાયરનું કાર્ય સર્કિટ ડાયાગ્રામ અને વેવફોર્મ સાથે સમજાવો.

જવાબ

કુલ વેવ સેન્ટર ટેપ રેક્ટિફાયર સંપૂર્ણ AC સાયકલને પલ્સેટિંગ DC માં રૂપાંતરિત કરવા માટે બે ડાયોડ અને સેન્ટર-ટેપ ટ્રાન્સફોર્મરનો ઉપયોગ કરે છે.

સર્કિટ ડાયાગ્રામ:

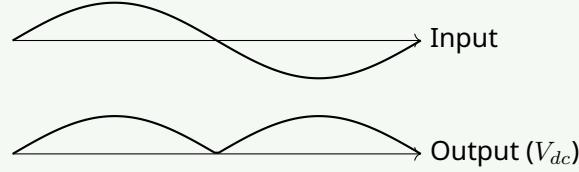


આકૃતિ 6. ફુલ વેવ સેન્ટર ટેપ રેક્ટિફાયર

કાર્ય પદ્ધતિ:

- **પોઝિટિવ હાફ સાયકલ:** પોઈન્ટ A (ઉપર) CT ની સાપેક્ષમાં પોઝિટિવ છે. D_1 ફોરવર્ડ બાયસ (ON) થાય છે, D_2 રિવર્સ બાયસ (OFF) થાય છે. કરંટ D_1 અને R_L માંથી વહે છે.
- **નેગેટિવ હાફ સાયકલ:** પોઈન્ટ B (નીચે) CT ની સાપેક્ષમાં પોઝિટિવ છે. D_2 ફોરવર્ડ બાયસ (ON) થાય છે, D_1 રિવર્સ બાયસ (OFF) થાય છે. કરંટ D_2 અને R_L માંથી વહે છે.
- બંને હાફ સાયકલ દરમિયાન R_L માંથી કરંટ એક જ દિશામાં વહે છે.

વેવફોર્મ્સ:



આકૃતિ 7. ઇનપુટ અને આઉટપુટ વેવફોર્મ્સ

પ્રશ્ન 2(અ OR) [3 ગુણ]

કેપેસિટન્સનો ખ્યાલ સમજાવો.

જવાબ

કેપેસિટર એ નિષ્ક્રિય (passive) ઘટક છે જે ઇલેક્ટ્રિક ફિલ્ડમાં વિદ્યુત ઊર્જાનો સંગ્રહ કરે છે.

- **રચના:** બે વાહક પ્લેટો હોય છે જે અવાહક સામગ્રી જેને ડાયલેક્ટ્રિક કહેવાય છે (હવા, કાગળ, માયકા, સિરામિક) દ્વારા અલગ પડે છે.
- **કાર્ય:** તે વોલ્ટેજમાં થતા ફેરફારનો વિરોધ કરે છે. તે DC ને બ્લોક કરે છે અને AC ને પસાર કરે છે.
- **કેપેસિટન્સ (C):** ચાર્જ સંગ્રહ કરવાની ક્ષમતા. $C = Q/V$. એકમ ફેરાડ (F) છે.
- **ચાર્જિંગ/ડિસ્ચાર્જિંગ:** જ્યારે વોલ્ટેજ આપવામાં આવે છે, ત્યારે તે સોર્સ વોલ્ટેજ સુધી ચાર્જ થાય છે. જ્યારે પાથ બંધ થાય છે, ત્યારે તે ડિસ્ચાર્જ થાય છે.

પ્રશ્ન 2(બ OR) [4 ગુણ]

નીચે આપેલ કલર બેંડ માટે રેઝિસ્ટર ની કિંમત તથા ટોલરન્સ શોધો. (1) Brown, Green, yellow, gold (2) Grey, blue, brown

જવાબ

1. Brown, Green, Yellow, Gold

- Brown (1st Band): 1
- Green (2nd Band): 5
- Yellow (Multiplier): $\times 10^4$ (10,000)

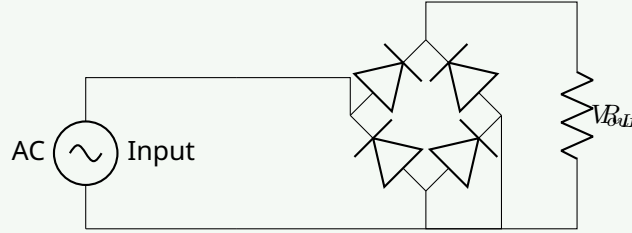
- Gold (Tolerance): $\pm 5\%$
 - ગણતરી: $15 \times 10,000 = 150,000\Omega$
 - જવાબ: $150\text{ k}\Omega \pm 5\%$
2. Grey, Blue, Brown
- Grey (1st Band): 8
 - Blue (2nd Band): 6
 - Brown (Multiplier): $\times 10^1$ (10)
 - Tolerance: 4થો બેન્ડ નથી એટલે $\pm 20\%$ (સ્ટાન્ડર્ડ).
 - ગણતરી: $86 \times 10 = 860\Omega$
 - જવાબ: $860\Omega \pm 20\%$

પ્રશ્ન 2(ક OR) [7 ગુણ]

કુલ વેવ બ્રિજ રેક્ટિફાયરનું કાર્ય સર્કિટ ડાયાગ્રામ અને વેવફોર્મ સાથે સમજાવો.

જવાબ

કુલ વેવ બ્રિજ રેક્ટિફાયર બ્રિજ કન્ફિગરેશનમાં ચાર ડાયોડ (D_1, D_2, D_3, D_4) નો ઉપયોગ કરે છે. તેને સેન્ટર-ટેપ ટ્રાન્સફોર્મરની જરૂર નથી. સર્કિટ ડાયાગ્રામ:



આકૃતિ 8. બ્રિજ રેક્ટિફાયર સર્કિટ

કાર્ય પદ્ધતિ:

- પોઝિટિવ હાફ સાયકલ: કરંટ $D_1 \rightarrow R_L \rightarrow D_3$ માર્ગે વહે છે. બે ડાયોડ કન્ડક્ટ કરે છે.
- નેગેટિવ હાફ સાયકલ: કરંટ $D_2 \rightarrow R_L \rightarrow D_4$ માર્ગે વહે છે. અન્ય બે ડાયોડ કન્ડક્ટ કરે છે.
- પરિણામે આઉટપુટમાં પલ્સેટિંગ DC મળે છે.

ફાયદા:

- સેન્ટર-ટેપ ટ્રાન્સફોર્મરની જરૂર નથી.
- સેન્ટર-ટેપની સરખામણીમાં ઉચ્ચ PIV કાર્યક્ષમતા ($PIV = V_m$ vs $2V_m$).

પ્રશ્ન 3(અ) [3 ગુણ]

લાઇટ ડિપેન્ડન્ટ રેઝિસ્ટર (LDR) સમજાવો.

જવાબ

LDR (Light Dependent Resistor) એક નિષ્ક્રિય ઘટક છે જેનો અવરોધ (resistance) તેના પર પડતા પ્રકાશની તીવ્રતા સાથે બદલાય છે.

- સિદ્ધાંત: ફોટોકન્ડક્ટિવિટી. જ્યારે સામગ્રી (Cadmium Sulfide - CdS) પર પ્રકાશ પડે છે, ત્યારે ઇલેક્ટ્રોન-હોલ જોડીઓ ઉત્પન્ન થાય છે, જેનાથી વાહકતા વધે છે (અવરોધ ઘટે છે).
- ડાર્ક રેઝિસ્ટન્સ: અંધારામાં ખૂબ જ વધારે ($M\Omega$ રેન્જ).
- લાઇટ રેઝિસ્ટન્સ: તેજસ્વી પ્રકાશમાં ઓછો ($k\Omega$ અથવા Ω રેન્જ).

- પ્રતીક:

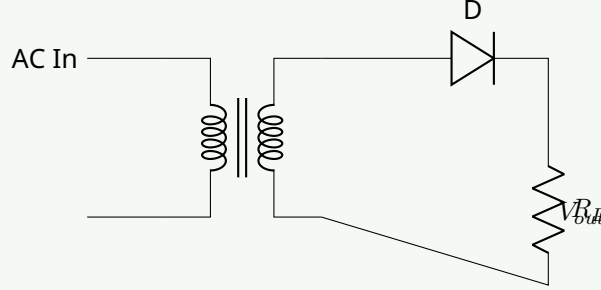
- ઉપયોગો: સ્ટ્રીટ લાઇટ કંટ્રોલ, બર્ગલર એલાર્મ, કેમેરા એક્સપોઝર કંટ્રોલ.

પ્રશ્ન 3(બ) [4 ગુણ]

હાલ્ફ વેવ રેક્ટિફાયર સર્કિટ વેવફોર્મ સાથે સમજાવો.

જવાબ

હાલ્ફ વેવ રેક્ટિફાયર AC સાયકલના માત્ર એક જ અડધા ભાગને DC માં રૂપાંતરિત કરે છે.
સર્કિટ ડાયાગ્રામ:



આકૃતિ 9. હાલ્ફ વેવ રેક્ટિફાયર

કાર્ય પદ્ધતિ:

- પોઝિટિવ હાફ સાયકલ દરમિયાન: ડાયોડ ફોરવર્ડ બાયસ (ON) થાય છે. કરંટ R_L માંથી વહે છે.
- નેગેટિવ હાફ સાયકલ દરમિયાન: ડાયોડ રિવર્સ બાયસ (OFF) થાય છે. કોઈ કરંટ વહેતો નથી.

વેવફોર્મ: આઉટપુટ વોલ્ટેજ માત્ર 0 થી π સુધી મળે છે, π થી 2π માટે શૂન્ય છે.

પ્રશ્ન 3(ક) [7 ગુણ]

વિવિધ પ્રકારના ક્લિપર સર્કિટોની યાદી બનાવો અને તે પૈકી કોઈ પણ બે પ્રકારની ક્લિપર સર્કિટો તેના વેવફોર્મસ સાથે દોરો.

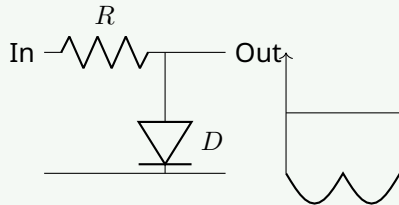
જવાબ

ક્લિપર સર્કિટના પ્રકારો:

1. સિરીઝ ક્લિપર (પોઝિટિવ/નેગેટિવ)
2. શંટ (પેરેલલ) ક્લિપર (પોઝિટિવ/નેગેટિવ)
3. બાયસડ ક્લિપર (પોઝિટિવ/નેગેટિવ)
4. કોમ્બિનેશન (ડ્યુઅલ) ક્લિપર

1. પોઝિટિવ શંટ ક્લિપર:

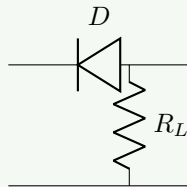
- પોઝિટિવ હાફ સાયકલને દૂર કરે છે.



પોઝિટિવ ઇનપુટ માટે: D ON (શોર્ટ) થાય છે, $V_{out} = 0$. નેગેટિવ ઇનપુટ માટે: D OFF (ઓપન) થાય છે, $V_{out} = V_{in}$.

2. પોઝિટિવ સિરીઝ ક્લિપર:

- ડાયોડ સિરીઝમાં, વિરુદ્ધ દિશામાં.



આકૃતિ 10. પોઝિટિવ સિરીઝ ક્લિપર

પ્રશ્ન 3(અ OR) [3 ગુણ]

સેલ્ફ અને મ્યુચ્યુઅલ ઇન્ડક્ટન્સ ટૂંકમાં સમજાવો.

જવાબ

સેલ્ફ ઇન્ડક્ટન્સ (L): કોઇલનો ગુણધર્મ જે પોતાનામાંથી વહેતા કરંટમાં થતા કોઈપણ ફેરફારનો EMF પ્રેરિત કરીને વિરોધ કરે છે. $e = -L \frac{di}{dt}$.
મ્યુચ્યુઅલ ઇન્ડક્ટન્સ (M): કોઇલનો ગુણધર્મ જે પડોશી કોઇલમાં કરંટના ફેરફારનો, ચુંબકીય કપલિંગને કારણે પોતાનામાં EMF પ્રેરિત કરીને વિરોધ કરે છે. $e_2 = -M \frac{di_1}{dt}$.

પ્રશ્ન 3(બ OR) [4 ગુણ]

નીચેના પદો ટૂંકમાં સમજાવો. (1) રિપલ ફેક્ટર (2) રિપલ ફ્રિક્વન્સી

જવાબ

- રિપલ ફેક્ટર (γ):**
 - તે આઉટપુટના AC ઘટકની RMS કિંમત અને આઉટપુટના DC ઘટકનો ગુણોત્તર છે.
 - $\gamma = \frac{V_{ac(rms)}}{V_{dc}}$. તે DC આઉટપુટની શુદ્ધતા દર્શાવે છે (જેટલું ઓછું તેટલું સારું).
- રિપલ ફ્રિક્વન્સી (f_r):**
 - DC આઉટપુટમાં રહેલા AC રિપલ્સની ફ્રિક્વન્સી.
 - હાલફ વેવ માટે: $f_r = f_{in}$ (દા.ત., 50 Hz).
 - ફુલ વેવ માટે: $f_r = 2f_{in}$ (દા.ત., 100 Hz).

પ્રશ્ન 3(ક OR) [7 ગુણ]

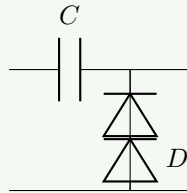
વિવિધ પ્રકારના ક્લેમ્પર સર્કિટોની યાદી બનાવો અને તે પૈકી કોઈ પણ બે પ્રકારની ક્લેમ્પર સર્કિટો તેના વેવફોર્મસ સાથે દોરો.

જવાબ

ક્લેમ્પર સર્કિટ્સ સિગ્નલનો આકાર બદલ્યા વિના તેનું DC સ્તર શિફ્ટ કરે છે. **પ્રકારો:** પોઝિટિવ ક્લેમ્પર, નેગેટિવ ક્લેમ્પર, બાયસડ ક્લેમ્પર.

1. પોઝિટિવ ક્લેમ્પર:

- વેવફોર્મને ઉપર શિફ્ટ કરે છે.



આકૃતિ 11. પોઝિટિવ ક્લેમ્પર

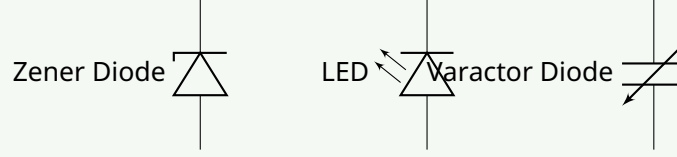
2. નેગેટિવ ક્લેમ્પર:

- વેવફોર્મને નીચે શિફ્ટ કરે છે.
- ડાયોડની દિશા ઉલટી (કેથોડ GND પર).

પ્રશ્ન 4(અ) [3 ગુણ]

ઝેનર ડાયોડ, LED અને વેરેક્ટર ડાયોડ ના સિમ્બોલ દોરો.

જવાબ



પ્રશ્ન 4(બસ) [4 ગુણ]

ફોટો ડાયોડ સમજાવો.

જવાબ

ફોટો ડાયોડ એ PN જંકશન ડાયોડ છે જે પ્રકાશ ઊર્જાને વિદ્યુત કરંટમાં રૂપાંતરિત કરે છે.

- **ઓપરેશન:** તે રિવર્સ બાયસમાં કાર્ય કરે છે.
- **કાર્ય:** જ્યારે જંકશન પર પ્રકાશ પડે છે, ત્યારે ઊર્જા સહસંયોજક બંધ તોડી નાખે છે, ઇલેક્ટ્રોન-હોલ જોડી બનાવે છે. આ કેરિયર્સ ઇલેક્ટ્રિક ફિલ્ડ દ્વારા સ્વીપ થાય છે, જે પ્રકાશની તીવ્રતાના પ્રમાણમાં રિવર્સ કરંટ બનાવે છે.
- **ડાર્ક કરંટ:** પ્રકાશ ન હોય ત્યારે પણ વહેતો નાનો લિકેજ કરંટ.
- **ઉપયોગો:** ઓપ્ટિકલ કોમ્યુનિકેશન, રિમોટ કંટ્રોલ, સ્મોક ડિટેક્ટર.

પ્રશ્ન 4(ક) [7 ગુણ]

ઝેનર ડાયોડના બાંધકામ, લાક્ષણિકતાઓ અને કાર્ય સમજાવો.

જવાબ

ઝેનર ડાયોડ: રિવર્સ બ્રેકડાઉન રિજનમાં કામ કરવા માટે રચાયેલ હેવી ડોપ્ડ PN જંકશન ડાયોડ.

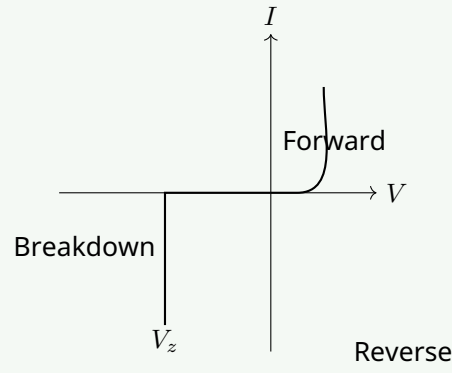
બાંધકામ:

- સાંકડો ડિપ્લેશન રિજન બનાવવા માટે હેવી ડોપ્ડ P અને N વિસ્તારો.
- ગ્લાસ અથવા પ્લાસ્ટિકમાં એનકેપ્સ્યુલેટેડ.

કાર્ય:

- **ફોરવર્ડ બાયસ:** સામાન્ય ડાયોડની જેમ કાર્ય કરે છે.
- **રિવર્સ બાયસ:**
- ઓછા વોલ્ટેજ પર, નહિવત કરંટ વહે છે.
- બ્રેકડાઉન વોલ્ટેજ (V_Z) પર, કરંટ ઝડપથી વધે છે (એવેલેન્ચ/ઝેનર બ્રેકડાઉન). કરંટમાં મોટા ફેરફારો હોવા છતાં તેની આસપાસનો વોલ્ટેજ અચળ (V_Z) રહે છે.

V-I લાક્ષણિકતાઓ:



આકૃતિ 12. ઝેનર ડાયોડની V-I લાક્ષણિકતાઓ

પ્રશ્ન 4(અ OR) [3 ગુણ]

LED અને વેરિક્ટર ડાયોડ ની એપ્લિકેશનો લખો.

જવાબ

LED (Light Emitting Diode):

- ઇન્ડિકેટર્સ અને ડિસ્પ્લે (7-સેગમેન્ટ).
- લાઇટિંગ (બલ્બ, ટોર્ચ).
- ઓપ્ટિકલ કોમ્યુનિકેશન (ફાઇબર ઓપ્ટિક્સ).
- રિમોટ કંટ્રોલ (IR LED).

વેરિક્ટર ડાયોડ (Varicap):

- ટ્યુનિંગ સર્કિટ (FM/TV રીસીવર).
- વોલ્ટેજ નિયંત્રિત ઓસિલેટર (VCO).
- ફ્રિક્વન્સી મલ્ટિપ્લાયર્સ.
- એડજસ્ટેબલ બેન્ડપાસ ફિલ્ટર.

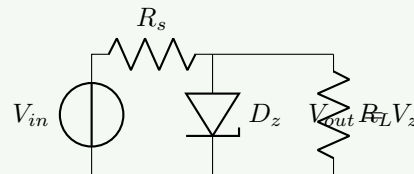
પ્રશ્ન 4(બ OR) [4 ગુણ]

ઝેનર ડાયોડને વોલ્ટેજ રેગ્યુલેટર તરીકે સમજાવો.

જવાબ

ઇનપુટ વોલ્ટેજ (V_{in}) અથવા લોડ કરંટ (I_L) માં ફેરફાર થાય તો પણ ઝેનર ડાયોડ અચળ આઉટપુટ વોલ્ટેજ (V_z) જાળવી રાખે છે.

સર્કિટ:



કાર્ય:

- જો V_{in} વધે છે, તો કરંટ વધે છે. ઝેનર વધારાનો કરંટ શોષી લે છે. સિરીઝ રજિસ્ટર (R_s) પર વોલ્ટેજ ડ્રોપ વધે છે. V_{out} અચળ (V_z) રહે છે.
- જો લોડ કરંટ (I_L) બદલાય છે, તો ઝેનર કરંટ (I_z) એ રીતે એડજસ્ટ થાય છે જેથી $I_s = I_z + I_L$ વોલ્ટેજ અચળ રાખે.

પ્રશ્ન 4(ક OR) [7 ગુણ]

વેરેક્ટર ડાયોડના બાંધકામ, લાક્ષણિકતાઓ અને કાર્ય સમજાવો.

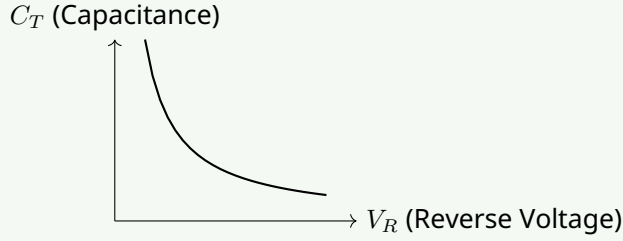
જવાબ

વેરેક્ટર ડાયોડ: એક વેરિયેબલ કેપેસિટન્સ ડાયોડ. તે વોલ્ટેજ-ડિપેન્ડન્ટ કેપેસિટર તરીકે કામ કરે છે.

કાર્ય સિદ્ધાંત:

- તે રિવર્સ બાયસમાં કાર્ય કરે છે.
- ડિપ્લેશન રિજન ડાઇલેક્ટ્રિક તરીકે કામ કરે છે. P અને N વિસ્તારો પ્લેટો તરીકે કામ કરે છે.
- કેપેસિટન્સ સૂત્ર:** $C_T = \frac{\epsilon A}{W}$.
- રિવર્સ વોલ્ટેજ (V_R) વધે \rightarrow ડિપ્લેશન રિજન પહોળાઈ (W) વધે \rightarrow કેપેસિટન્સ (C_T) ઘટે.
- $C \propto \frac{1}{\sqrt{V_R}}$.

લાક્ષણિકતાઓ:



આકૃતિ 13. વેરેક્ટર ડાયોડની C-V લાક્ષણિકતાઓ

પ્રશ્ન 5(અ) [3 ગુણ]

ટ્રાન્ઝિસ્ટરને સ્વીચ તરીકે સમજાવો.

જવાબ

ટ્રાન્ઝિસ્ટર કટ-ઓફ અને સેચ્યુરેશન રિજન વચ્ચે ફેરબદલ કરીને સ્વીચ તરીકે કાર્ય કરે છે.

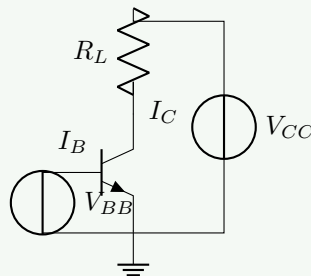
- OFF State (Open Switch):** કટ-ઓફ રિજનમાં કાર્ય કરે છે. $I_B = 0 \Rightarrow I_C = 0$. $V_{CE} = V_{CC}$.
- ON State (Closed Switch):** સેચ્યુરેશન રિજનમાં કાર્ય કરે છે. I_B એટલો ઊંચો હોય છે કે I_C મહત્તમ (V_{CC}/R_C) થાય છે. $V_{CE} \approx 0$ (Saturation voltage).

પ્રશ્ન 5(બ) [4 ગુણ]

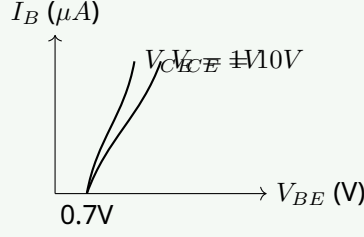
NPN ટ્રાન્ઝિસ્ટરનું સામાન્ય એમીટર (CE) રૂપરેખાંકન અને તેની ઇનપુટ લાક્ષણિકતા દોરો.

જવાબ

CE કન્ફિગરેશન: એમીટર ઇનપુટ અને આઉટપુટ બંને માટે સામાન્ય છે.



ઇનપુટ લાક્ષણિકતાઓ: અચળ V_{CE} પર I_B વિરુદ્ધ V_{BE} નો ગ્રાફ.

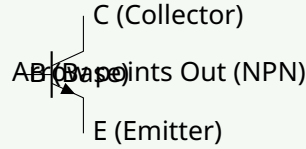


પ્રશ્ન 5(ક) [7 ગુણ]

NPN ટ્રાન્ઝિસ્ટરનું સિમ્બોલ અને બાંધકામ દોરો અને તેનું કાર્ય સમજાવો.

જવાબ

સિમ્બોલ:



બાંધકામ:

- ત્રણ સ્તરો ધરાવે છે: P-પ્રકારના પ્રદેશ દ્વારા અલગ પડેલા બે N-પ્રકારના પ્રદેશો.
- એમીટર:** હેવી ડોપ્ડ (કેરિયર્સ પૂરા પાડે છે).
- બેઝ:** લાઈટલી ડોપ્ડ અને ખૂબ પાતળું (કેરિયર્સને નિયંત્રિત કરે છે).
- કલેક્ટર:** મોડરેટ ડોપ્ડ અને ભૌતિક રીતે મોટું (કેરિયર્સ એકત્ર કરે છે).

કાર્ય (Active Mode):

- બાયસિંગ:** એમીટર-બેઝ જંકશન ફોરવર્ડ બાયસ (V_{BE}) છે. કલેક્ટર-બેઝ જંકશન રિવર્સ બાયસ (V_{CB}) છે.
- એમીટરમાંથી મેજોરિટી કેરિયર્સ (ઇલેક્ટ્રોન) બેઝમાં જાય છે.
- બેઝ પાતળું અને લાઈટલી ડોપ્ડ હોવાથી, માત્ર થોડા ($\approx 5\%$) હોલ્સ સાથે પુનઃસંયોજન પામે છે. I_B નાનો છે.
- બાકીના ($\approx 95\%$) કલેક્ટરના ઉચ્ચ પોઝિટિવ પોટેન્શિયલ દ્વારા આકર્ષાય છે.
- $I_E = I_B + I_C$.

પ્રશ્ન 5(અ OR) [3 ગુણ]

ટ્રાન્ઝિસ્ટરના CB, CE અને CC રૂપરેખાંકનની સરખામણી કરો.

જવાબ

કોષ્ટક 2. ટ્રાન્ઝિસ્ટર કન્ફિગરેશનની સરખામણી

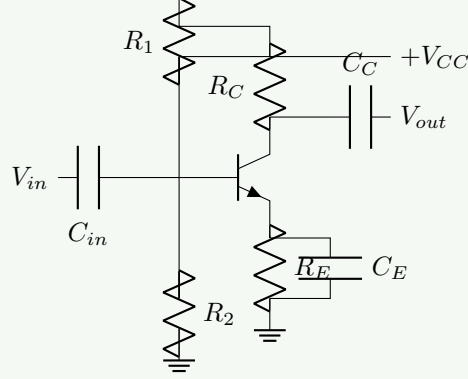
પેરામીટર	Common Base (CB)	Common Emitter (CE)	Common Collector (CC)
ઇનપુટ રેઝિ.	ઓછું	મધ્યમ	વધારે
આઉટપુટ રેઝિ.	વધારે	મધ્યમ	ઓછું
કરંટ ગેઇન	ઓછું ($\alpha < 1$)	વધારે (β)	વધારે (γ)
વોલ્ટેજ ગેઇન	વધારે	મધ્યમ	ઓછું (< 1)
ફેઝ શિફ્ટ	0°	180°	0°
ઉપયોગ	RF એમ્પ્લીફાયર	ઓડિયો એમ્પ્લીફાયર	ઇમ્પીડન્સ મેચિંગ

પ્રશ્ન 5(બ OR) [4 ગુણ]

ટ્રાન્ઝિસ્ટરને સિંગલ સ્ટેજ કોમન એમીટર એમ્પ્લીફાયર તરીકે સમજાવો.

જવાબ

સર્કિટ ડાયાગ્રામ:



આકૃતિ 14. સિંગલ સ્ટેજ CE એમ્પ્લીફાયર (વોલ્ટેજ ડિવાઈડર બાયસ)

કાર્ય:

- R_1, R_2 બેઝને બાયસ કરવા માટે વોલ્ટેજ ડિવાઈડર બનાવે છે.
- ઇનપુટ સિગ્નલ DC બાયસ પર સુપરઇમ્પોઝ થાય છે.
- ઇનપુટના પોઝિટિવ હાફ દરમિયાન, V_{BE} વધે છે $\rightarrow I_B$ વધે છે $\rightarrow I_C$ વધે છે $\rightarrow R_C$ પર વોલ્ટેજ ડ્રોપ વધે છે $\rightarrow V_{CE}$ ઘટે છે.
- પરિણામ: આઉટપુટ 180° ફેઝ શિફ્ટ (ઉલટું) અને એમ્પ્લીફાય થયેલું મળે છે.

પ્રશ્ન 5(ક OR) [7 ગુણ]

NPN ટ્રાન્ઝિસ્ટરનું સામાન્ય બેઝ (CB) રૂપરેખાંકન તેની ઇનપુટ-આઉટપુટ લાક્ષણિકતાઓ સાથે સમજાવો.

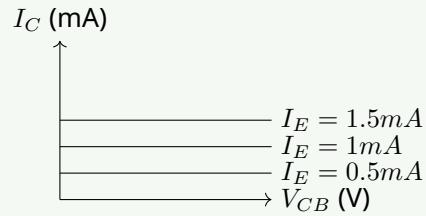
જવાબ

CB કન્ફિગરેશન: બેઝ કોમન (ગ્રાઉન્ડેડ) છે. એમીટર પર ઇનપુટ, કલેક્ટર પર આઉટપુટ.

ઇનપુટ લાક્ષણિકતાઓ (અચળ V_{CB} પર V_{EB} વિરુદ્ધ I_E):

- ફોરવર્ડ બાયસ ડાયોડ જેવું જ છે.
- જેમ V_{EB} વધે છે તેમ I_E ઝડપથી વધે છે.

આઉટપુટ લાક્ષણિકતાઓ (અચળ I_E પર V_{CB} વિરુદ્ધ I_C):



આકૃતિ 15. CB કન્ફિગરેશનની આઉટપુટ લાક્ષણિકતાઓ

- એક્ટિવ રિજન: I_C લગભગ V_{CB} થી સ્વતંત્ર છે અને માત્ર I_E પર આધાર રાખે છે. ($I_C \approx I_E$).
- સેચ્યુરેશન રિજન: $V_{CB} < 0$. I_C ઘટે છે.