

# Electronics Devices & Circuits (1323202) - Winter 2023 Solution

Milav Dabgar

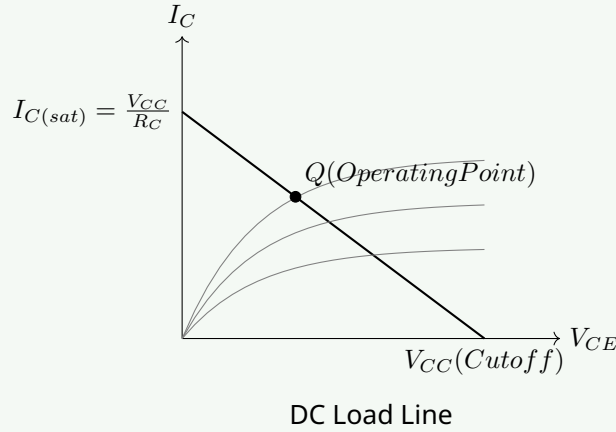
January 24, 2024

## પ્રશ્ન 1(a) [3 ગુણ]

સ્વચ્છ આકૃતિ સાથે ડીસી લોડ લાઈન વિષે સમજાવો.

જવાબ

DC લોડ લાઈન ટ્રાન્ઝિસ્ટરના આઉટપુટ ખાસિયતો પર એક સીધી રેખા છે જે બધા સંભવિત ઓપરેટિંગ પોઇન્ટ્સ બતાવે છે.  
આકૃતિ:



- કલેક્ટર સેચુરેશન કરંટ: જ્યારે  $V_{CE} = 0$ , ત્યારે  $I_C = V_{CC}/R_C$
- કટઓફ વોલ્ટેજ: જ્યારે  $I_C = 0$ , ત્યારે  $V_{CE} = V_{CC}$
- Q-પોઇન્ટ: લોડ લાઈન પર ઓપરેટિંગ પોઇન્ટ

મેમરી ટ્રીક

"LEVEL" - "Load line Establishes Voltage and current for Every Load condition"

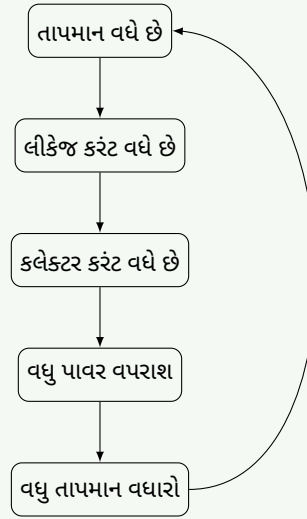
## પ્રશ્ન 1(b) [4 ગુણ]

થર્મલ રનઅવે વિગતવાર સમજાવો.

જવાબ

થર્મલ રનઅવે એક એવી સ્થિતિ છે જ્યાં ગરમી ટ્રાન્ઝિસ્ટરના કલેક્ટર કરંટમાં વધારો કરે છે, જે વધુ ગરમી ઉત્પન્ન કરે છે, જે ટ્રાન્ઝિસ્ટરને નુકસાન તરફ દોરી જાય છે.

આકૃતિ:



- ગરમી ઉત્પાદન: પાવર વપરાશ =  $V_{CE} \times I_C$
- મહત્વપૂર્ણ અસર: વધારેલ જંકશન તાપમાન  $V_{BE}$  ઘટાડે છે
- નિવારણ: હીટ સિંક, થર્મલ સ્ટેબલાઇઝેશન સર્કિટ્સ, યોગ્ય બાયસિંગ
- ખતરો: નિયંત્રિત ન કરવામાં આવે તો ટ્રાન્ઝિસ્ટરને નષ્ટ કરી શકે છે

#### મેમરી ટ્રીક

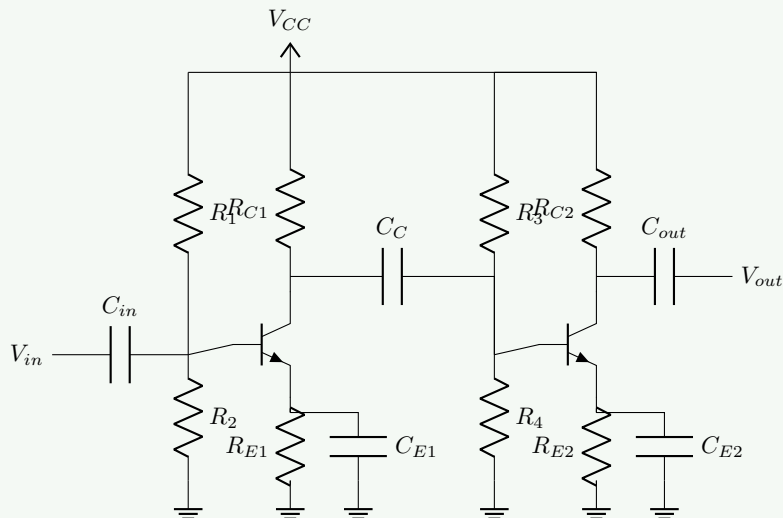
"HEAT" - "Higher Emission Amplifies Temperature"

## પ્રશ્ન 1(c) [7 ગુણ]

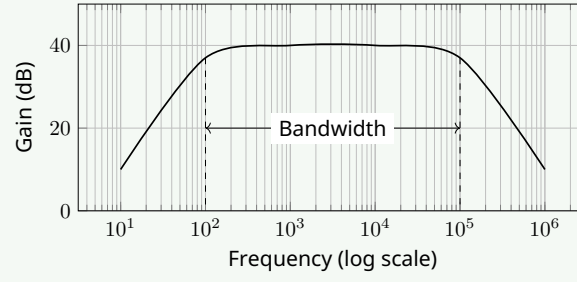
દુ સ્ટેજ R-C કપલ્ડ એમ્પ્લીફાયરનો સર્કિટ ડાયાગ્રામ અને ફ્રીક્વન્સી રિસ્પોન્સ દોરો. દરેક કમ્પોનન્ટનું મહત્વ સમજાવો.

#### જવાબ

R-C કપલ્ડ એમ્પ્લીફાયર મલ્ટીપલ ટ્રાન્ઝિસ્ટર સ્ટેજસને જોડવા માટે કેપેસિટર્સનો ઉપયોગ કરે છે.  
સર્કિટ ડાયાગ્રામ:



ફ્રીક્વન્સી રિસ્પોન્સ:



- કપલિંગ કેપેસિટર્સ ( $C_C$ ): DC બ્લોક કરે છે, સ્ટેજ્સ વચ્ચે AC સિગ્નલ ટ્રાન્સફર કરે છે
- બાયસિંગ રેસિસ્ટર્સ ( $R_1, R_2$ ): ટ્રાન્ઝિસ્ટર ઓપરેશન માટે યોગ્ય Q-પોઇન્ટ સ્થાપિત કરે છે
- બાયપાસ કેપેસિટર્સ ( $C_E$ ):  $R_E$  પર નેગેટિવ ફીડબેકથી ગેઇન ઘટાડો રોકે છે
- બેન્ડવિડ્થ: લો ( $f_L$ ) અને હાઈ ( $f_H$ ) કટઓફ ફ્રીક્વન્સી વચ્ચેનો રેન્જ

#### મેમરી ટ્રીક

"CARS" - "Coupling capacitors Allow Resistance Separation"

OR

### પ્રશ્ન 1(c) [7 ગુણ]

એમ્પ્લીફાયરમાં નેગેટીવ અને પોઝિટીવ ફીડબેક સરખાવો.

#### જવાબ

ફીડબેક સિસ્ટમ્સ આઉટપુટના એક ભાગને ઇનપુટ પર પાછો મોકલે છે.

કોષ્ટક 1. ફીડબેક પ્રકારોની સરખામણી

પેરામીટર	નેગેટિવ ફીડબેક	પોઝિટિવ ફીડબેક
ગેઇન	ઘટાડે છે	વધારે છે
બેન્ડવિડ્થ	વધારે છે	ઘટાડે છે
સ્ટેબિલિટી	સુધારે છે	ઘટાડે છે
ડિસ્ટોર્શન	ઘટાડે છે	વધારે છે
નોઇઝ	ઘટાડે છે	વધારે છે
ઇનપુટ/આઉટપુટ ઇમ્પીડન્સ	નિયંત્રિત કરી શકાય છે	અનિશ્ચિત
એપ્લિકેશન્સ	એમ્પ્લીફાયર, રેગ્યુલેટર	ઓસિલેટર, સ્મિટ ટ્રિગર

- નેગેટિવ ફીડબેક: આઉટપુટ ઇનપુટથી  $180^\circ$  શિફ્ટ હોય છે
- પોઝિટિવ ફીડબેક: આઉટપુટ ઇનપુટથી  $0^\circ$  શિફ્ટ હોય છે
- બાર્ખાઉસન ક્રાઇટેરિયા: યુનિટી ગેઇન સાથે પોઝિટિવ ફીડબેક ઓસિલેશન ઉત્પન્ન કરે છે

#### મેમરી ટ્રીક

"SIGN" - "Stability Increases with Gain Negation"

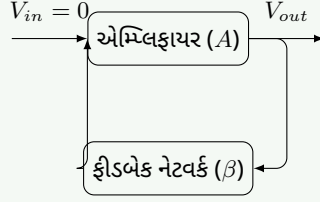
### પ્રશ્ન 2(a) [3 ગુણ]

ઓસિલેશન માટે બારખાઉસન ક્રાઇટેરીયા (Barkhausen's criteria) જણાવો અને સમજાવો.

## જવાબ

બાર્ખાઉસન કાઇટેરિયા ફીડબેક સિસ્ટમમાં સતત ઓસિલેશન માટેની શરતો નિર્ધારિત કરે છે.

આકૃતિ:



શરતો:

1. લૂપ ગેઇન  $|A\beta| = 1$
2. ફેઝ શિફ્ટ  $\angle A\beta = 0^\circ$  કે  $360^\circ$

- ગેઇન શરત: લૂપ ગેઇન  $(A \times \beta)$  1 (યુનિટી) હોવી જોઈએ
- ફેઝ શરત: લૂપની આસપાસ કુલ ફેઝ શિફ્ટ  $0^\circ$  અથવા  $360^\circ$  હોવી જોઈએ
- વ્યવહારિક અમલીકરણ: શરૂઆતમાં લૂપ ગેઇન  $> 1$  હોય છે જેથી ઓસિલેશન શરૂ થાય, પછી નોન-લિનિયારિટીના કારણે 1 પર સ્થિર થાય છે

## મેમરી ટ્રીક

"LOOP" - "Loop's Overall Output Phase"

## પ્રશ્ન 2(b) [4 ગુણ]

ફિક્સ્ડ બાયસ, કલેક્ટર ટુ બેઝ બાયસ અને વોલ્ટેજ ડિવાઇડર બાયસ પદ્ધતિઓની સરખામણી કરો.

## જવાબ

વિવિધ બાયસિંગ તકનીકો સ્થિરતા અને તાપમાન ક્ષતિપૂર્તિના વિવિધ સ્તરો પ્રદાન કરે છે.

કોષ્ટક 2. બાયસિંગ પદ્ધતિઓની સરખામણી

પેરામીટર	ફિક્સ્ડ બાયસ	કલેક્ટર-બેઝ બાયસ	વોલ્ટેજ ડિવાઇડર બાયસ
સ્ટેબિલિટી	નબળી	વધુ સારી	ઉત્તમ
સર્કિટ જટિલતા	સરળ	મધ્યમ	જટિલ
તાપમાન સ્ટેબિલિટી	નબળી	મધ્યમ	સારી
કોમ્પોનેન્ટ્સ	1 રેસિસ્ટર	1 રેસિસ્ટર	3-4 રેસિસ્ટર
સ્ટેબિલિટી ફેક્ટર (S)	ઉચ્ચ (અસ્થિર)	મધ્યમ	નીચો (સ્થિર)

- ફિક્સ્ડ બાયસ: બેઝથી  $V_{CC}$  સુધી એક રેસિસ્ટર
- કલેક્ટર-બેઝ બાયસ: કલેક્ટરથી બેઝ સુધી ફીડબેક રેસિસ્ટર નેગેટિવ ફીડબેક આપે છે
- વોલ્ટેજ ડિવાઇડર: બે રેસિસ્ટર  $\beta$  થી સ્વતંત્ર સ્થિર રેફરન્સ વોલ્ટેજ બનાવે છે

## મેમરી ટ્રીક

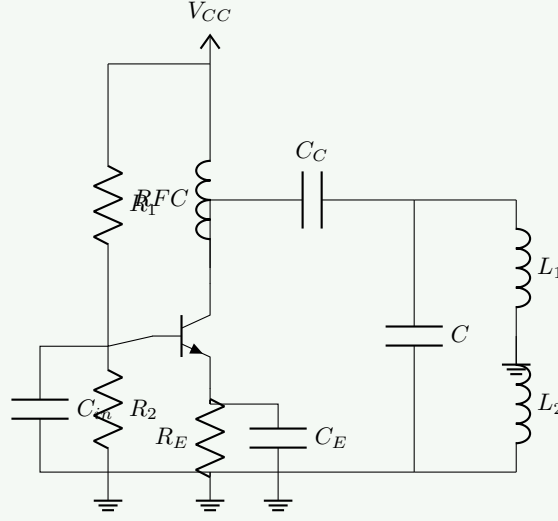
"STORM" - "Stability Through Optimized Resistor Methods"

## પ્રશ્ન 2(c) [7 ગુણ]

હાર્ટલી ઓસીલેટર પર ટૂંક નોંધ લખો.

## જવાબ

હાર્ટલી ઓસિલેટર એક LC ઓસિલેટર છે જેમાં ફીડબેક માટે ટેપ્ડ ઇન્ડક્ટર હોય છે.  
સર્કિટ ડાયાગ્રામ:



- સર્કિટ કોમ્પોનેન્ટ્સ: એમ્પ્લિફાયર (CE મોડ), ટેપ્ડ સર્કિટ ( $L_1, L_2, C$ )
- ફીડબેક ફ્રીક્વન્સી:  $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{eq}C}}$  જ્યાં  $L_{eq} = L_1 + L_2$
- ફીડબેક:  $L_2$  પર વોલ્ટેજ બેઝ પર પાછો આપવામાં આવે છે (ટેપ્ડ દ્વારા  $180^\circ$  ફેઝ શિફ્ટ + એમ્પ્લિફાયર દ્વારા  $180^\circ = 360^\circ$ )
- એપ્લિકેશન્સ: RF સિગ્નલ જનરેટર, રેડિયો રિસીવર

## મેમરી ટ્રીક

"TILC" - "Tapped Inductor with LC Circuit"

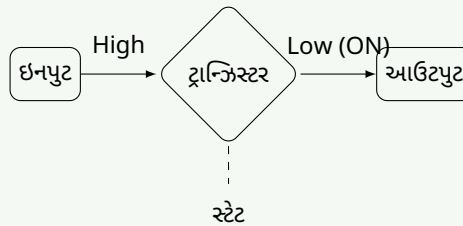
OR

## પ્રશ્ન 2(a) [3 ગુણ]

ટ્રાન્ઝિસ્ટરનું સ્વિચ તરીકે કાર્ય સમજાવો.

## જવાબ

ટ્રાન્ઝિસ્ટર ડિજિટલ એપ્લિકેશન્સ માટે કટઓફ (OFF) અને સેચુરેશન (ON) રીજન્સ વચ્ચે સ્વિચ કરે છે.  
આકૃતિ:



- કટઓફ રીજન:  $V_{BE} < 0.7V$ , ઓપન સ્વિચ તરીકે કાર્ય કરે છે,  $V_{CE} \approx V_{CC}$  (આઉટપુટ High)
- સેચુરેશન રીજન:  $V_{BE} > 0.7V$ , ક્લોઝ્ડ સ્વિચ તરીકે કાર્ય કરે છે,  $V_{CE} \approx 0.2V$  (આઉટપુટ Low)
- સ્વિચિંગ ટાઇમ: જંકશન કેપેસિટન્સ દ્વારા મર્યાદિત થાય છે

## મેમરી ટ્રીક

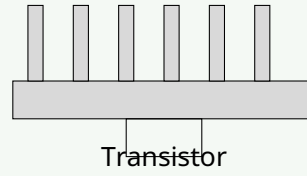
"COPS" - "Cutoff-On-Produces Switching"

## પ્રશ્ન 2(b) [4 ગુણ]

હીટ સિંક વ્યાખ્યાયિત કરો. હીટ સિંકના પ્રકારોની યાદી બનાવો અને તેની એપ્લિકેશન લખો.

## જવાબ

હીટ સિંક એક થર્મલ કન્ડક્ટર છે જે ઓવરહીટિંગ અટકાવવા ઇલેક્ટ્રોનિક કોમ્પોનેન્ટ્સમાંથી ગરમી દૂર કરે છે.  
આકૃતિ:



હીટ સિંકના પ્રકારો:

કોષ્ટક 3. હીટ સિંક પ્રકાર અને એપ્લિકેશન

પ્રકાર	વર્ણન	એપ્લિકેશન
પેસિવ	કોઈ ચલિત ભાગો નહીં, કુદરતી કન્વેક્શન	ઓછી પાવર ડિવાઇસીસ
એક્ટિવ	ફેન અથવા પંપ સાથે	હાઈ પાવર એમ્બલિક્સાયર, CPU
લિક્વિડ-ફૂલ્ડ	હીટ ટ્રાન્સફર માટે પ્રવાહી વાપરે છે	સુપરકોમ્પ્યુટર્સ
ફિન્ડ	મલ્ટીપલ ફિન્સ સરફેસ એરિયા વધારે છે	પાવર ટ્રાન્ઝિસ્ટર

## મેમરી ટ્રીક

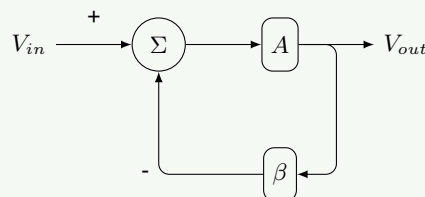
"COOL" - "Conducting Out Of Local heat"

## પ્રશ્ન 2(c) [7 ગુણ]

એમ્બલિક્સાયરમાં નેગેટીવ ફીડબેક ના ફાયદા અને ગેરફાયદાને વિગતવાર સમજાવો.

## જવાબ

નેગેટિવ ફીડબેક આઉટપુટ સિગ્નલના એક ભાગને વિરુદ્ધ ફેઝમાં ઇનપુટ પર પાછો મોકલે છે જેથી સ્ટેબિલિટી સુધરે.  
ફીડબેક બ્લોક ડાયાગ્રામ:



કોષ્ટક 4. નેગેટિવ ફીડબેકના ફાયદા અને ગેરફાયદા

ફાયદા	ગેરફાયદા
ગેઇન સ્ટેબિલાઇઝ કરે છે	સમગ્ર ગેઇન ઘટાડે છે
બેન્ડવિડ્થ વધારે છે	વધુ કોમ્પોનેન્ટ્સની જરૂર પડે છે
નોન-લિનિયર ડિસ્ટોર્શન ઘટાડે છે	ફ્રીક્વેન્સી સર્કિટમાં પાવર વપરાશ
નોઇઝ ઘટાડે છે	જટિલ ડિઝાઇન
ઇનપુટ/આઉટપુટ ઇમ્પીડન્સ નિયંત્રિત કરે છે	અયોગ્ય ડિઝાઇન હોય તો ઓસિલેશનની શક્યતા

## મેમરી ટ્રીક

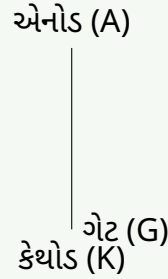
"STABLE" - "Stabilized Transmission And Bandwidth with Less Error"

## પ્રશ્ન 3(a) [3 ગુણ]

SCR નો સિમ્બોલ દોરો અને SCR નું કાર્ય સમજાવો.

## જવાબ

સિલિકોન કંટ્રોલ્ડ રેક્ટિફાયર (SCR) એ ત્રણ ટર્મિનલ વાળું PNPN ચાર-લેયર ડિવાઇસ છે.  
સિમ્બોલ:



- **સ્ટ્રક્ચર:** P-N-P-N ચાર-લેયર સેમિકન્ડક્ટર ડિવાઇસ
- **ઓપરેશન:** ગેટ ટ્રિગર ન થાય ત્યાં સુધી OFF રહે છે, ત્યારબાદ કરંટ હોલ્ડિંગ વેલ્યુથી નીચે ન જાય ત્યાં સુધી કન્ડક્ટ કરે છે
- **ટર્મિનલ્સ:** એનોડ (A), કેથોડ (K), ગેટ (G)

## મેમરી ટ્રીક

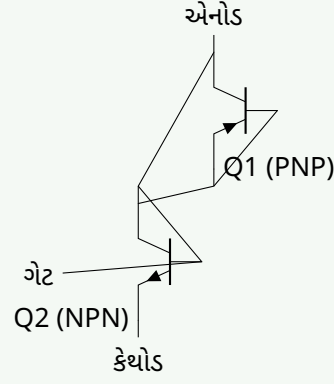
"AGK" - "Anode-Gate controls Kathode current"

## પ્રશ્ન 3(b) [4 ગુણ]

સર્કિટ ડાયાગ્રામ સાથે SCR ની ટુ ટ્રાન્ઝિસ્ટર એનાલોજી સમજાવો.

## જવાબ

SCRને સેમિકન્ડક્ટર લેયર્સ શેર કરતા ઇન્ટરકનેક્ટેડ PNP અને NPN ટ્રાન્ઝિસ્ટર તરીકે રજૂ કરી શકાય છે.  
સર્કિટ ડાયાગ્રામ:



- **PNP સેક્શન:** ઉપરનો ટ્રાન્ઝિસ્ટર જેનો કલેક્ટર NPN બેઝ સાથે જોડાયેલો છે
- **NPN સેક્શન:** નીચેનો ટ્રાન્ઝિસ્ટર જેનો કલેક્ટર PNP બેઝ સાથે જોડાયેલો છે
- **રિજનરેટિવ ફીડબેક:** Q1 નો કલેક્ટર કરંટ Q2 ના બેઝને આપે છે; Q2 નો કલેક્ટર કરંટ Q1 ના બેઝને આપે છે. એકવાર ટ્રિગર થયા પછી, લૂપ કન્ડક્શન જાળવી રાખે છે.

#### મેમરી ટ્રીક

"PNPN" - "Positive-Negative-Positive-Negative layers"

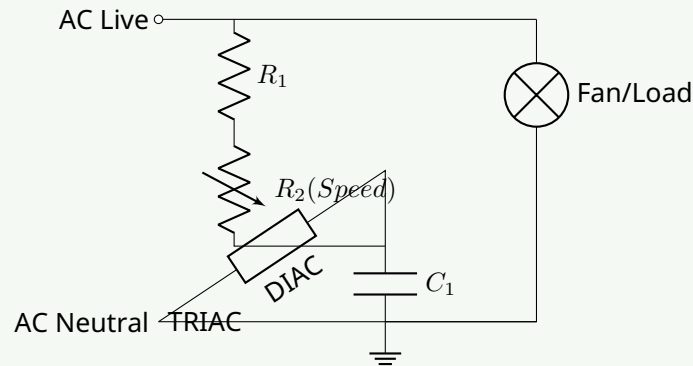
### પ્રશ્ન 3(c) [7 ગુણ]

સર્કિટ ડાયાગ્રામ સાથે TRIAC આધારિત ફેન રેગ્યુલેટરનું કાર્ય સમજાવો.

#### જવાબ

TRIAC-આધારિત ફેન રેગ્યુલેટર ફેઝ કંટ્રોલ દ્વારા લોડને અપાતા AC પાવરને નિયંત્રિત કરે છે.

સર્કિટ ડાયાગ્રામ:



- **ફેઝ કંટ્રોલ:** અસરકારક RMS વોલ્ટેજ નિયંત્રિત કરવા માટે TRIAC ના ફાયરિંગ એંગલ બદલે છે
- **ડાયક:** TRIAC માટે બાયડાયરેક્શનલ ટ્રિગરિંગ પલ્સ આપે છે
- **RC ટાઇમિંગ સર્કિટ:**  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $C_1$  ડિલે એંગલ નક્કી કરે છે;  $R_2$  બદલવાથી સ્પીડ બદલાય છે
- **ઓપરેશન:** જ્યારે કેપેસિટર વોલ્ટેજ DIAC બ્રેકઓવર સુધી પહોંચે છે, ત્યારે TRIAC ફાયર થાય છે

#### મેમરી ટ્રીક

"TRIAC" - "Triggered Response In AC Circuits"

OR



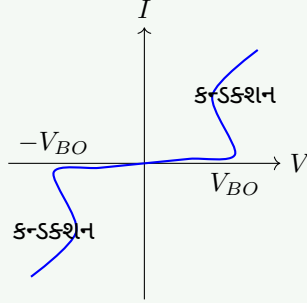
### પ્રશ્ન 3(a) [3 ગુણ]

DIAC અને TRIAC ની V-I લાક્ષણિકતાઓ દોરો.

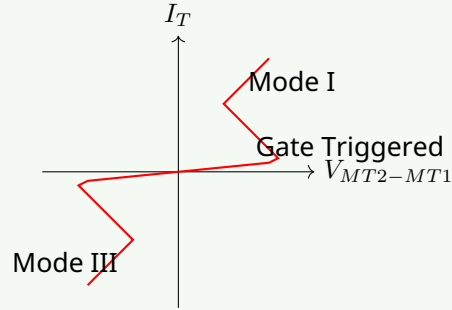
**જવાબ**

DIACs અને TRIACs સિમેટ્રિકલ ફોરવર્ડ અને રિવર્સ લાક્ષણિકતાઓ ધરાવતા બાયડાયરેક્શનલ ડિવાઇસ છે.

**DIAC ખાસિયતો:**



**TRIAC ખાસિયતો:**



**મેમરી ટ્રીક**

"BIBO" - "Bidirectional In, Bidirectional Out"

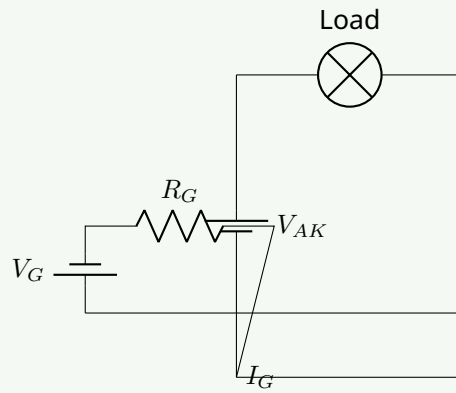
### પ્રશ્ન 3(b) [4 ગુણ]

SCR ની ગેટ ટ્રિગરિંગ પદ્ધતિ સમજાવો.

**જવાબ**

ગેટ ટ્રિગરિંગ ચોક્કસ સમયે SCR ચાલુ કરવા માટે ગેટ ટર્મિનલ પર કંટ્રોલ સિગ્નલ લાગુ કરે છે.

**આકૃતિ:**



- ગેટ પલ્સ: ગેટ અને કેથોડ વચ્ચે પોઝિટિવ કરંટ લાગુ કરવામાં આવે છે
- ટાઇમિંગ: AC સર્કિટ્સમાં ફાયરિંગ એંગલ ( $\alpha$ ) ને નિયંત્રિત કરે છે
- જરૂરિયાત: એનોડ કરંટ લેવિંગ કરંટ સુધી પહોંચે ત્યાં સુધી ગેટ કરંટ ચાલુ રહેવો જોઈએ

#### મેમરી ટ્રીક

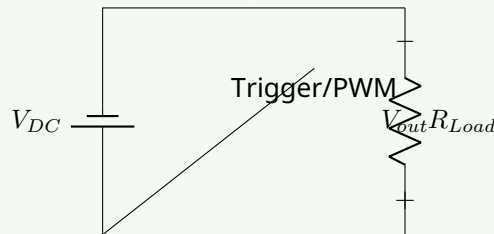
"GATE" - "Gain Activation Through Electron flow"

### પ્રશ્ન 3(c) [7 ગુણ]

ડીસી પાવર કંટ્રોલ માટે SCRની એપ્લિકેશન સમજાવો.

#### જવાબ

SCR PWM અથવા ફેઝ કંટ્રોલ તકનીકોનો ઉપયોગ કરીને સપ્લાય વોલ્ટેજને ચોપિંગ (Chopping) કરીને DC પાવરને નિયંત્રિત કરે છે. સર્કિટ ડાયાગ્રામ:



- ચોપિંગ: SCR સ્વીચ તરીકે કાર્ય કરે છે, જે ઝડપથી ON અને OFF થાય છે
- પાવર કંટ્રોલ: સરેરાશ આઉટપુટ વોલ્ટેજ  $V_{avg} = V_{in} \times \text{Duty Cycle}$
- કોમ્પ્યુટેશન: DC સર્કિટ્સમાં, SCR ને OFF કરવા માટે ફોર્સ કોમ્પ્યુટેશન સર્કિટની જરૂર પડે છે

#### મેમરી ટ્રીક

"POWER" - "Pulse Operation With Electronic Regulation"

### પ્રશ્ન 4(a) [3 ગુણ]

Ideal OP-AMP ની લાક્ષણિકતાઓની સૂચિ બનાવો.

## જવાબ

આદર્શ ઓપરેશનલ એમ્પ્લિફાયર્સ સંપૂર્ણ લાક્ષણિકતાઓ ધરાવતા સૈદ્ધાંતિક ઉપકરણો છે.

કોષ્ટક 5. આદર્શ Op-Amp લાક્ષણિકતાઓ

લાક્ષણિકતા	આદર્શ મૂલ્ય
ઓપન લૂપ ગેઇન ( $A_{OL}$ )	અનંત ( $\infty$ )
ઇનપુટ ઇમ્પીડન્સ ( $Z_{in}$ )	અનંત ( $\infty$ )
આઉટપુટ ઇમ્પીડન્સ ( $Z_{out}$ )	શૂન્ય ( $0\Omega$ )
બેન્ડવિડ્થ ( $BW$ )	અનંત ( $\infty$ )
CMRR	અનંત ( $\infty$ )
સ્લેવુ રેટ	અનંત ( $\infty$ )
ઓફસેટ વોલ્ટેજ	શૂન્ય ( $0V$ )

## મેમરી ટ્રીક

"IBOCSS" - "Infinite Bandwidth, Open-loop gain, CMRR, Slew rate, and Sensitivity"

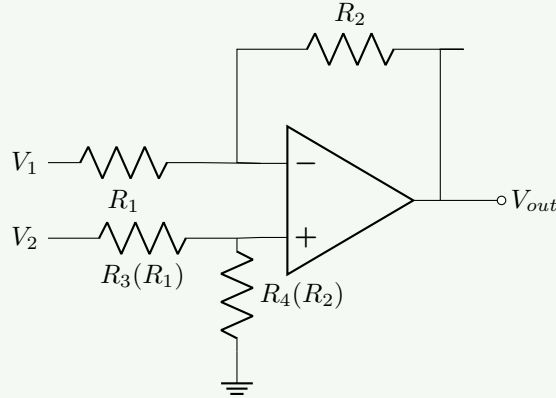
## પ્રશ્ન 4(b) [4 ગુણ]

સર્કિટ ડાયાગ્રામ સાથે OP-AMP નો ઉપયોગ કરીને ડીફરન્સિયલ એમ્પ્લિફાયરનું કાર્ય સમજાવો.

## જવાબ

ડિફરેન્સિયલ એમ્પ્લિફાયર કોમન સિગ્નલ્સને રિજેક્ટ કરતી વખતે બે ઇનપુટ્સ વચ્ચેના વોલ્ટેજ તફાવતને એમ્પ્લિફાય કરે છે.

સર્કિટ ડાયાગ્રામ:



- ગેઇન ફોર્મ્યુલા:  $V_{out} = \frac{R_2}{R_1}(V_2 - V_1)$  (જ્યારે  $R_3 = R_1, R_4 = R_2$ )
- કોમન મોડ રિજેક્શન: બંને ઇનપુટ્સમાં સામાન્ય હોય તેવા સિગ્નલ્સ (નોઇઝ) ને દૂર કરે છે
- એપ્લિકેશન્સ: ઇન્સ્ટ્રુમેન્ટેશન, મેડિકલ ઇલેક્ટ્રોનિક્સ

## મેમરી ટ્રીક

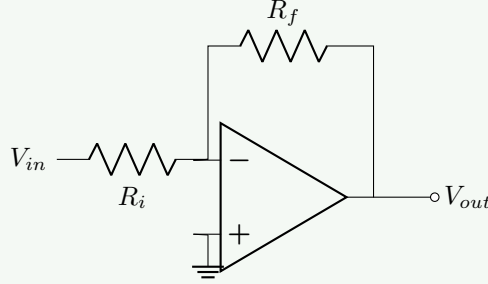
"DIFF" - "Dual Input For Feedback"

### પ્રશ્ન 4(c) [7 ગુણ]

OP-AMP ને ઇન્વર્ટિંગ એમ્પ્લીફાયર (ક્લોઝ્ડ લૂપ) તરીકે સમજાવો અને વોલ્ટેજ ગેઇન નું સમીકરણ મેળવો.

#### જવાબ

ઇન્વર્ટિંગ એમ્પ્લીફાયર ઇનપુટ સિગ્નલને ઇન્વર્ટ (180° ફેઝ શિફ્ટ) અને એમ્પ્લીફાય કરે છે.  
સર્કિટ ડાયાગ્રામ:



#### ગેઇન ડેરિવેશન:

- ઇન્વર્ટિંગ ઇનપુટ (વર્ચ્યુઅલ ગ્રાઉન્ડ નોડ  $V^-$ ) પર KCL લાગુ કરો:

$$I_1 + I_2 = 0$$

- ઓપ-એમ્પ ઇનપુટ ઇમ્પીડન્સ અનંત હોવાથી, અંદર જતો કરંટ શૂન્ય છે.

$$I_1 = \frac{V_{in} - V^-}{R_i}, \quad I_2 = \frac{V_{out} - V^-}{R_f}$$

- વર્ચ્યુઅલ ગ્રાઉન્ડ કન્સેપ્ટ ( $V^+ = 0$ ) મુજબ,  $V^- \approx 0$ .

$$\frac{V_{in}}{R_i} + \frac{V_{out}}{R_f} = 0$$

$$\frac{V_{out}}{R_f} = -\frac{V_{in}}{R_i}$$

$$A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}} = -\frac{R_f}{R_i}$$

#### મેમરી ટ્રીક

"VAIN" - "Virtual ground Amplification Inverts Negative"

OR

### પ્રશ્ન 4(a) [3 ગુણ]

OPAMP ના નીચેના પેરામીટર્સ વ્યાખ્યાયિત કરો: 1) CMRR, 2) સ્લૂ રેટ, 3) ગેઇન બેન્ડવિડ્થ પ્રોડક્ટ

#### જવાબ

આ પેરામીટર્સ ઓપરેશનલ એમ્પ્લીફાયર્સની કીપરફોર્મન્સ લાક્ષણિકતાઓ નક્કી કરે છે.

કોષ્ટક 6. Op-Amp પેરામીટર્સ

પેરામીટર	વ્યાખ્યા	મહત્વ
CMRR	ડિફરેન્શિયલ ગેઇનનો કોમન-મોડ ગેઇન સાથેનો ગુણોત્તર ( $A_d/A_{cm}$ )	ઊંચું CMRR નોંધઝ રિજેક્શન માટે સારું
સ્લ્યુ રેટ	આઉટપુટ વોલ્ટેજમાં થતા ફેરફારનો મહત્તમ દર ( $dV/dt$ )	હાઈ-ફ્રીક્વન્સી પરફોર્મન્સ નક્કી કરે છે
ગેઇન-બેન્ડવિડ્થ	ઓપન લૂપ ગેઇન અને ફ્રીક્વન્સીનો ગુણાકાર	આપેલ ઓપ-એમ્પ માટે અચળ રહે છે

### મેમરી ટ્રીક

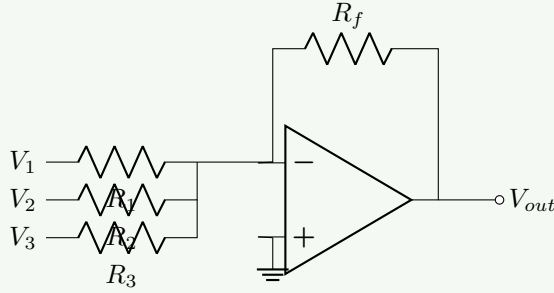
"CSG" - "Common-mode rejection, Speed, and Gain"

## પ્રશ્ન 4(b) [4 ગુણ]

OPAMP નો ઉપયોગ કરી સર્મિંગ એમ્પ્લીફાયર દોરો અને સમજાવો.

### જવાબ

સર્મિંગ એમ્પ્લીફાયર ઇનપુટ વોલ્ટેજના વેઇટેડ સરવાળાના પ્રમાણમાં આઉટપુટ ઉત્પન્ન કરે છે.  
સર્કિટ ડાયાગ્રામ:



- આઉટપુટ ફોર્મ્યુલા:  $V_{out} = -R_f \left( \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3} \right)$
- એવરેજિંગ: જો  $R_1 = R_2 = R_3 = R$  અને  $R_f = R/3$ , તો આઉટપુટ નેગેટિવ એવરેજ છે
- એપ્લિકેશન્સ: ઓડિયો મિક્સર, એનાલોગ એડિશન

### મેમરી ટ્રીક

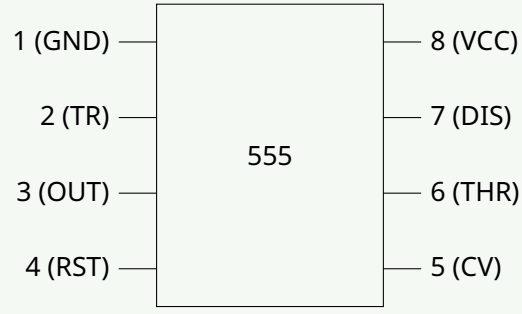
"SUM" - "Several Unified Multipliers"

## પ્રશ્ન 4(c) [7 ગુણ]

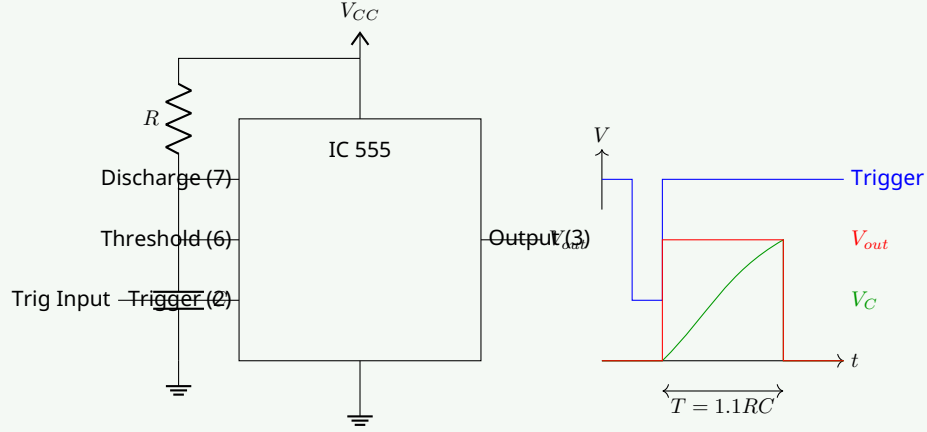
IC 555 નો પિન ડાયાગ્રામ દોરો અને વેવફોર્મ સાથે IC555 નો ઉપયોગ કરીને મોનોસ્ટેબલ મલ્ટિવાઇબ્રેટર સમજાવો.

### જવાબ

IC 555 ટાઇમર મોનોસ્ટેબલ મોડમાં ટ્રિગર થાય ત્યારે ફિક્સ્ડ સમયગાળા ( $T$ ) નો સિંગલ પલ્સ ઉત્પન્ન કરે છે.  
પિન ડાયાગ્રામ:



મોનોસ્ટેબલ સર્કિટ અને વેવફોર્મ્સ:



- **ઓપરેશન:** ટ્રિગર (પિન 2) લો પલ્સ ટાઇમિંગ સાયકલ શરૂ કરે છે. આઉટપુટ હાઈ થાય છે. કેપેસિટર R મારફતે ચાર્જ થાય છે.
- **સાયકલનો અંત:** જ્યારે  $V_C = 2/3 V_{CC}$  થાય, ત્યારે આઉટપુટ લો થાય છે, કેપેસિટર ડિસ્ચાર્જ થાય છે.
- **પલ્સ સમય:**  $T = 1.1 \times R \times C$  સેકન્ડ.

મેમરી ટ્રીક

"TIMER" - "Triggered Input Makes Extended Response"

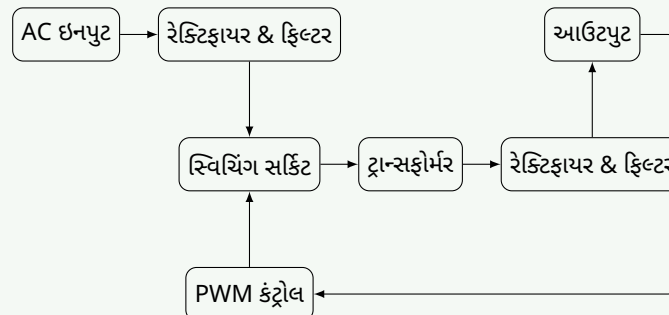
## પ્રશ્ન 5(a) [3 ગુણ]

SMPS નો બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરો અને તેની એપ્લિકેશન લખો.

જવાબ

સ્વિચ મોડ પાવર સપ્લાય (SMPS) કાર્યક્ષમ પાવર રૂપાંતરણ માટે સ્વિચિંગ એલિમેન્ટ્સનો ઉપયોગ કરે છે.

બ્લોક ડાયાગ્રામ:



એપ્લિકેશન્સ:

- કોમ્પ્યુટર પાવર સપ્લાય (ATX)
- મોબાઇલ ફોન ચાર્જર
- TV પાવર સપ્લાય
- LED લાઇટિંગ ડ્રાઇવર્સ

### મેમરી ટ્રીક

"SAFE" - "Switching Achieves Filtered Energy"

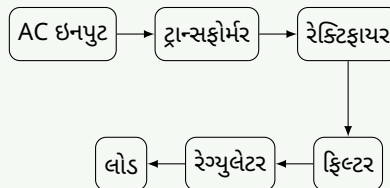
## પ્રશ્ન 5(b) [4 ગુણ]

ડાયાગ્રામ સાથે રેગ્યુલેટેડ પાવર સપ્લાયનું કાર્ય સમજાવો.

### જવાબ

રેગ્યુલેટેડ પાવર સપ્લાય ઇનપુટ અથવા લોડમાં ફેરફાર થવા છતાં સ્થિર આઉટપુટ જાળવે છે.

બ્લોક ડાયાગ્રામ:



- ટ્રાન્સફોર્મર: AC વોલ્ટેજને જરૂરી લેવલ સુધી ઘટાડે છે
- રેક્ટિફાયર: AC ને પલ્સેટિંગ DC માં રૂપાંતરિત કરે છે (ડાયોડ બ્રિજ)
- ફિલ્ટર: કેપેસિટર્સ સાથે DC રિપલને સ્મૂથ કરે છે
- રેગ્યુલેટર: સ્થિર DC વોલ્ટેજ જાળવે છે (દા.ત., 7805, LM317)

### મેમરી ટ્રીક

"TRFRO" - "Transform, Rectify, Filter, Regulate, Output"

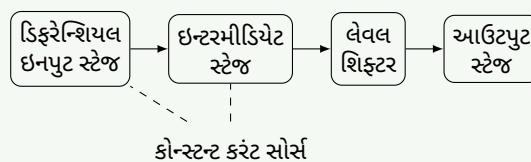
## પ્રશ્ન 5(c) [7 ગુણ]

OP-AMP નો મૂળભૂત બ્લોક ડાયાગ્રામ દોરી સમજાવો.

### જવાબ

ઓપરેશનલ એમ્પ્લિફાયર ચોક્કસ કાર્યો કરતા ચાર કેસ્કેડેડ તબક્કાઓ ધરાવે છે.

બ્લોક ડાયાગ્રામ:



- ડિફરેન્શિયલ ઇનપુટ સ્ટેજ: ઉચ્ચ ઇનપુટ ઇમ્પીડન્સ અને CMRR પ્રદાન કરે છે (ડ્યુઅલ ઇનપુટ બેલેન્સ્ડ આઉટપુટ)
- ઇન્ટરમીડિયેટ સ્ટેજ: ઉચ્ચ વોલ્ટેજ ગેઇન પ્રદાન કરે છે (ડ્યુઅલ ઇનપુટ અનબેલેન્સ્ડ આઉટપુટ)
- લેવલ શિફ્ટર: DC લેવલને શૂન્ય વોલ્ટેજ પર શિફ્ટ કરે છે (એમીટર ફોલોઅર)
- આઉટપુટ સ્ટેજ: લો આઉટપુટ ઇમ્પીડન્સ અને કરંટ ડ્રાઇવ આપે છે (પુશ-પુલ એમ્પ્લિફાયર)

## મેમરી ટ્રીક

"DILO" - "Differential Input, Level shift, Output"

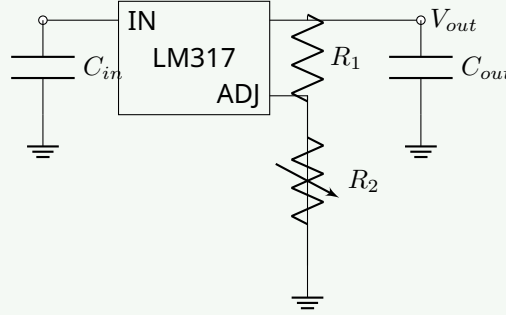
OR

## પ્રશ્ન 5(a) [3 ગુણ]

LM317 નો ઉપયોગ કરીને એડજસ્ટેબલ વોલ્ટેજ રેગ્યુલેટર ડાયાગ્રામ સાથે સમજાવો.

## જવાબ

LM317 એક વેરિયેબલ પોઝિટિવ વોલ્ટેજ રેગ્યુલેટર છે જે 1.25V થી 37V સુધી આઉટપુટ એડજસ્ટ કરે છે.  
સર્કિટ ડાયાગ્રામ:



- ફોર્મ્યુલા:  $V_{out} = 1.25V \times (1 + \frac{R_2}{R_1}) + I_{adj} R_2$  જ્યાં 1.25V રેફરન્સ વોલ્ટેજ ( $V_{ref}$ ) છે
- રેસિસ્ટર્સ:  $R_1$  રેફરન્સ કરંટ સેટ કરે છે,  $R_2$  આઉટપુટ વોલ્ટેજ એડજસ્ટ કરે છે
- પ્રોટેક્શન: આંતરિક થર્મલ ઓવરલોડ અને શોર્ટ સર્કિટ પ્રોટેક્શન

## મેમરી ટ્રીક

"AVR" - "Adjustable Voltage Regulation"

## પ્રશ્ન 5(b) [4 ગુણ]

ફિક્સ્ડ વોલ્ટેજ રેગ્યુલેટર IC અને વેરિયેબલ વોલ્ટેજ રેગ્યુલેટર IC વચ્ચેનો તફાવત આપો.

## જવાબ

ફિક્સ્ડ આઉટપુટ રેગ્યુલેટર્સ (જેમ કે 78XX) અને એડજસ્ટેબલ રેગ્યુલેટર્સ (જેમ કે LM317) વચ્ચેની સરખામણી.

કોષ્ટક 7. ફિક્સ્ડ vs વેરિયેબલ રેગ્યુલેટર્સ

પેરામીટર	ફિક્સ્ડ રેગ્યુલેટર	વેરિયેબલ રેગ્યુલેટર
આઉટપુટ વોલ્ટેજ	પ્રીસેટ (દા.ત., 5V, 12V)	એડજસ્ટેબલ રેન્જ (દા.ત., 1.2V-37V)
કોમ્પોનેન્ટ્સ	ઓછા (2 કેપેસિટર્સ)	વધુ (રેસિસ્ટર્સ + કેપેસિટર્સ)
સુગમતા (Flexibility)	ઓછી (નિશ્ચિત એપ્લિકેશન)	ઉચ્ચ (સાર્વત્રિક એપ્લિકેશન)
ઉદાહરણો	7805, 7812, 7905	LM317, LM337, LM723
કિંમત	સામાન્ય રીતે સસ્તા	થોડી વધારે
પિન કોન્ફિગ	In, Ground, Out	In, Adjust, Out



## મેમરી ટ્રીક

"FOCUS" - "Fixed Output Compared to User-Set"

## પ્રશ્ન 5(c) [7 ગુણ]

OP-AMP ની એપ્લિકેશનની યાદી બનાવો. OP-AMP નો ઉપયોગ કરીને D to A કન્વર્ટરનું કાર્ય સર્કિટ ડાયાગ્રામ સાથે સમજાવો.

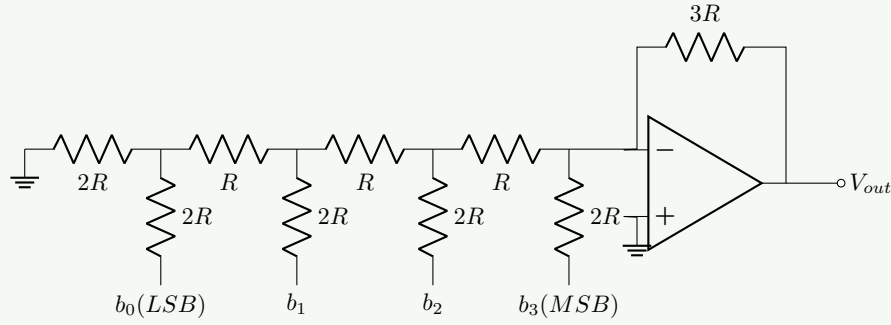
## જવાબ

DAC ડિજિટલ બાઈનરી ઇનપુટનું સમકક્ષ એનાલોગ વોલ્ટેજમાં રૂપાંતર કરે છે.

## OP-AMP ની એપ્લિકેશન્સ:

1. એમ્પ્લિફાયર (ઇન્વર્ટિંગ, નોન-ઇન્વર્ટિંગ, ડિફરેન્શિયલ)
2. ફિલ્ટર્સ (એક્ટિવ લો પાસ, હાઈ પાસ)
3. ઓસિલેટર (વેઈન બ્રિજ, ફ્રીક્વેન્સી શિફ્ટ)
4. કમ્પેરેટર અને સ્મિટ ટ્રિગર
5. ગાણિતિક ક્રિયાઓ (સર્મિંગ, ઇન્ટિગ્રેટર, ડિફરેન્શિયેટર)

## R-2R Ladder DAC સર્કિટ:



- સિદ્ધાંત: લેડર નેટવર્ક બાઈનરી વેઇટ્સ કરેટ બનાવે છે
- આઉટપુટ:  $V_{out} \propto -(b_3 2^{-1} + b_2 2^{-2} + b_1 2^{-3} + b_0 2^{-4}) V_{ref}$
- ફાયદા: માત્ર બે રેસિસ્ટર મૂલ્યો ( $R, 2R$ ) ની જરૂર છે, સ્કેલેબલ છે

## મેમરી ટ્રીક

"DART" - "Digital to Analog Resistor Translation"