

## પ્રશ્ન ૧(અ) [૩ ગુણ]

ગેઈન અને સ્ટેબિલિટી પર નેગેટિવ ફીડબેકની અસર સમજાવો.

જવાબ:

નેગેટિવ ફીડબેક એમ્પ્લીફાયરની કામગીરીને નોંધપાત્ર રીતે સુધારે છે.

ટેબલ:

પરિમાણ	નેગેટિવ ફીડબેકની અસર
ગેઈન	એકુલ ગેઈન ઘટાડે છે
સ્ટેબિલિટી	સ્થિરતા વધારે છે
બેન્ડવિડ્થ	બેન્ડવિડ્થ વધારે છે

- ગેઈન ઘટાડો: એમ્પ્લીફાયરને વધુ અનુમાનિત બનાવે છે
- સ્થિરતા સુધારો: ઓસિલેશન અને વિકૃતિ ઘટાડે છે
- સારું નિયંત્રણ: સતત કામગીરી પ્રદાન કરે છે

મેમરી ટ્રીક: "ગેઈન ઘટે, સ્ટેબિલિટી સારી"

## પ્રશ્ન ૧(બ) [૪ ગુણ]

ફીડબેક એમ્પ્લીફાયરના જુદા જુદા પ્રકારો અને નેગેટિવ ફીડબેકના એમ્પ્લીફાયરના ફાયદા જણાવો.

જવાબ:

ઇનપુટ અને આઉટપુટ કનેક્શનના આધારે ચાર મૂળભૂત ફીડબેક પ્રકારો છે.

ટેબલ:

પ્રકાર	ઇનપુટ કનેક્શન	આઉટપુટ કનેક્શન
વોલ્ટેજ સીરીઝ	સીરીઝ	વોલ્ટેજ
વોલ્ટેજ શન્ટ	શન્ટ	વોલ્ટેજ
કરંટ સીરીઝ	સીરીઝ	કરંટ
કરંટ શન્ટ	શન્ટ	કરંટ

ફાયદા:

- વિકૃતિ ઘટાડો: હાર્મોનિક કન્ટેન્ટ ઘટાડે છે
- બેન્ડવિડ્થ વૃદ્ધિ: સારી ફ્રીક્વન્સી રિસ્પોન્સ
- સુધારેલી સ્થિરતા: સતત ઓપરેશન

મેમરી ટ્રીક: "ખૂબ સ્માર્ટ કરંટ કંટ્રોલ"

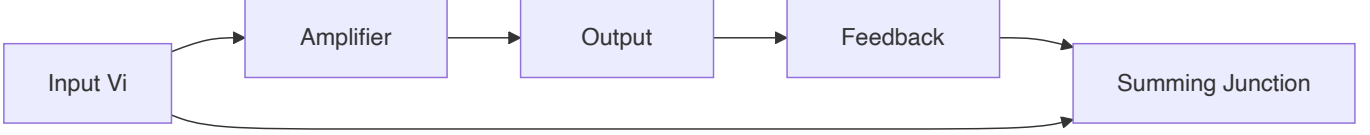
## પ્રશ્ન ૧(ક) [૭ ગુણ]

નેગેટીવ ફીડબેક વોલ્ટેજ એમ્પ્લીફાયરનું ઓવરઓલ ગેઈનનું સૂત્ર મેળવો.

**જવાબ:**

નેગેટિવ ફીડબેક એમ્પ્લીફાયરમાં આઉટપુટ ઇનપુટમાં વિપરીત ફેઝમાં ફીડ થાય છે.

**ડાયગ્રામ:**



**વ્યુત્પત્તિ:**

- એમ્પ્લીફાયરનું ઇનપુટ:  $V_i - \beta V_o$
- આઉટપુટ:  $V_o = A(V_i - \beta V_o)$
- $V_o = AV_i - A\beta V_o$
- $V_o + A\beta V_o = AV_i$
- $V_o(1 + A\beta) = AV_i$
- એકુલ ગેઈન:  $A_f = A/(1 + A\beta)$

**મુખ્ય મુદ્દા:**

- **હર (1 + Aβ):** લૂપ ગેઈન કહેવાય છે
- **સ્થિરતા ફેક્ટર:** સિસ્ટમ રિસ્પોન્સ નક્કી કરે છે
- **ગેઈન ઘટાડો:** સારી કામગીરી માટે ગેઈન આપવામાં આવે છે

**મેમરી ટ્રીક:** "હંમેશા (1 + લૂપ) થી ભાગો"

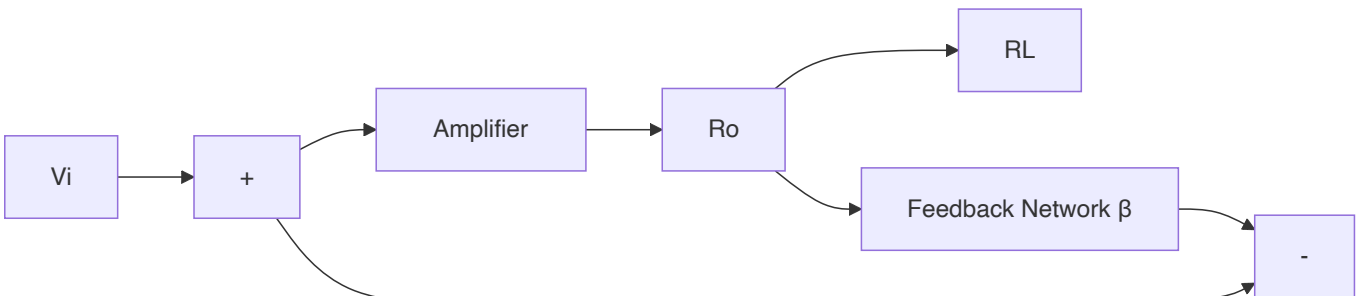
## પ્રશ્ન ૧(ક અથવા) [૭ ગુણ]

કરંટ શન્ટ પ્રકારના નેગેટીવ ફીડબેક એમ્પ્લીફાયર દોરો અને સમજાવો અને તેના ઇનપુટ અને આઉટપુટ ઇમ્પીડન્સના સૂત્ર મેળવો.

**જવાબ:**

કરંટ શન્ટ ફીડબેક આઉટપુટ કરંટ સેમ્પલ કરે છે અને ઇનપુટ સાથે શન્ટમાં વોલ્ટેજ ફીડ કરે છે.

**સર્કિટ ડાયગ્રામ:**



**વિશ્લેષણ:**

- ફીડબેક પ્રકાર: કરંટ સેમ્પલિંગ, વોલ્ટેજ મિક્સિંગ
- ઇનપુટ ઇમ્પીડન્સ: શન્ટ ફીડબેકને કારણે ઘટે છે
- આઉટપુટ ઇમ્પીડન્સ: કરંટ સેમ્પલિંગને કારણે ઘટે છે

**સૂત્રો:**

- ઇનપુટ ઇમ્પીડન્સ:  $Z_{if} = Z_i / (1 + A\beta)$
- આઉટપુટ ઇમ્પીડન્સ:  $Z_{of} = Z_o / (1 + A\beta)$

**લાક્ષણિકતાઓ:**

- નીચું ઇનપુટ ઇમ્પીડન્સ: કરંટ સોર્સ માટે સારું
- નીચું આઉટપુટ ઇમ્પીડન્સ: વોલ્ટેજ આઉટપુટ માટે સારું
- કરંટ-ટુ-વોલ્ટેજ કન્વર્ટર: એપ્લીકેશનમાં ઉપયોગી

મેમરી ટ્રીક: "કરંટ શન્ટ બંને ઇમ્પીડન્સ ઘટાડે"

**પ્રશ્ન ૨(અ) [૩ ગુણ]**

ઓસિલેટર માટે બારખૌસન ક્રાઇટરીયા સમજાવો.

**જવાબ:**

ફીડબેક સર્કિટમાં સતત ઓસિલેશન માટે બે શરતો એક સાથે પૂરી થવી જોઈએ.

**ટેબલ:**

ક્રાઇટરીયા	શરત	વર્ણન
મેગ્નિટ્યુડ	$ A\beta  = 1$	લૂપ ગેઇન એકમ
ફેઝ	$\angle A\beta = 0^\circ$ અથવા $360^\circ$	શૂન્ય ફેઝ શિફ્ટ

- એકમ લૂપ ગેઇન: સિગ્નલ એમ્પ્લિટ્યુડ જાળવે છે
- શૂન્ય ફેઝ શિફ્ટ: પોઝીટીવ ફીડબેક સુનિશ્ચિત કરે છે
- સતત ઓસિલેશન: બંને શરતો સ્વ-ટકાઉ સિગ્નલ બનાવે છે

મેમરી ટ્રીક: "એક મેગ્નિટ્યુડ, શૂન્ય ફેઝ"

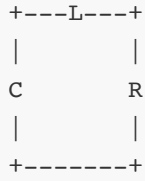
**પ્રશ્ન ૨(બ) [૪ ગુણ]**

સ્વચ્છ ડાયગ્રામની મદદથી ટેન્ક સર્કિટ સમજાવો.

**જવાબ:**

ટેન્ક સર્કિટ ઓસિલેટર સર્કિટ માટે ફીક્વન્સી સિલેક્ટિવ પોઝીટીવ ફીડબેક પ્રદાન કરે છે.

**સર્કિટ ડાયગ્રામ:**

**ઓપરેશન:**

રેઝોનન્ટ ફ્રીક્વન્સી પર, LC ટેન્ક સર્કિટ દર્શાવે છે:

**ટેબલ:**

પેરામીટર	મૂલ્ય	અસર
રીએક્ટન્સ	$X_L = X_C$	રેઝોનન્સ
ઇમ્પીડન્સ	મહત્તમ	ઉચ્ચ સિલેક્ટિવિટી
ફેઝ	$0^\circ$	એકમ ફીડબેક

- **ઊર્જા સંગ્રહ:** L અને C ઊર્જાની આપ-લે કરે છે
- **ફ્રીક્વન્સી પસંદગી:** તીક્ષ્ણ રેઝોનન્સ લાક્ષણિકતા
- **ઓસિલેશન ટકાવી રાખવું:** પોઝીટીવ ફીડબેક પ્રદાન કરે છે

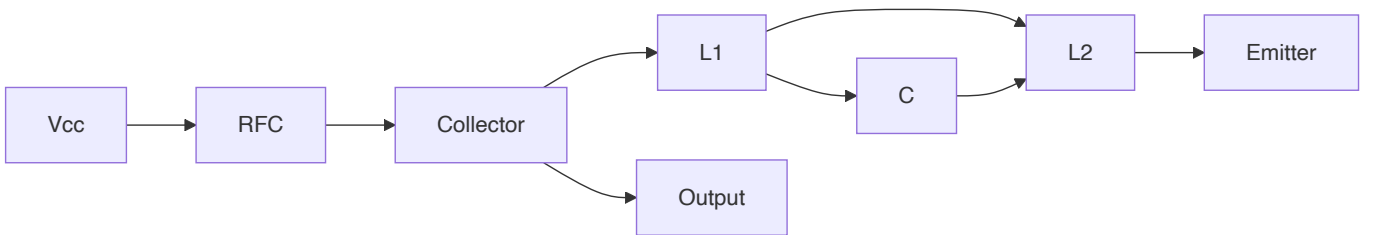
મેમરી ટ્રીક: "ટેન્ક ઊર્જા સંગ્રહ, ફ્રીક્વન્સી પસંદ કરે"

## પ્રશ્ન ૨(ક) [૭ ગુણ]

હાર્ટલી ઓસિલેટર દોરો અને સમજાવો. ઉપરાંત હાર્ટલી ઓસિલેટરની ઓસિલેશનની ફ્રીક્વન્સીનું સૂત્ર જણાવો.

**જવાબ:**

હાર્ટલી ઓસિલેટર ફ્રીક્વન્સી જનરેશન માટે ટેન્ક સર્કિટમાં ટેપ્ડ ઇન્ડક્ટરનો ઉપયોગ કરે છે.

**સર્કિટ ડાયગ્રામ:****ઓપરેશન:**

- **ટેપ્ડ ઇન્ડક્ટર:** L1 અને L2 ફીડબેક પ્રદાન કરે છે
- **ટેન્ક સર્કિટ:** L1+L2 સાથે C ફ્રીક્વન્સી નક્કી કરે છે
- **પોઝીટીવ ફીડબેક:** L1-L2 કપલિંગ દ્વારા ફેઝ શિફ્ટ

**ફ્રીક્વન્સી સૂત્ર:**

$$f = 1/[2\pi\sqrt{(L1+L2)C}]$$

**મુખ્ય લાક્ષણિકતાઓ:**

- સારી ફીક્વન્સી સ્થિરતા: ઇન્ડક્ટર-આધારિત ટ્યુનિંગ
- સરળ ટ્યુનિંગ: વેરિયેબલ ઇન્ડક્ટર અથવા કેપેસિટર
- RF એપ્લિકેશન: ઉચ્ચ ફીક્વન્સી માટે યોગ્ય

મેમરી ટ્રીક: "હાર્ટલીમાં ટેપ ઇન્ડક્ટર હોય છે"

**પ્રશ્ન ૨(અ અથવા) [૩ ગુણ]**

ઓસિલેટરના પદને પોઝીટીવ ફીડબેક એમ્પ્લીફાયર તરીકે સમજાવો.

**જવાબ:**

ઓસિલેટર બાહ્ય ઇનપુટ સિગ્નલ વિના પોઝીટીવ ફીડબેકનો ઉપયોગ કરીને AC સિગ્નલ ઉત્પન્ન કરે છે.

**ટેબલ:**

પેરામીટર	એમ્પ્લીફાયર	ઓસિલેટર
ઇનપુટ	બાહ્ય સિગ્નલ	બાહ્ય ઇનપુટ નહીં
ફીડબેક	નેગેટિવ ઉપયોગ કરી શકે	પોઝીટીવ ઉપયોગ કરે
આઉટપુટ	એમ્પ્લિફાઇડ ઇનપુટ	સ્વ-ઉત્પન્ન AC

- સ્વ-ટકાઉ: પોઝીટીવ ફીડબેક ઓસિલેશન જાળવે છે
- બારખૌસન ક્રાઇટરીયા: લૂપ ગેઇન = 1, ફેઝ = 0°
- સિગ્નલ જનરેશન: DC સપ્લાયમાંથી AC બનાવે છે

મેમરી ટ્રીક: "પોઝીટીવ ફીડબેક સતત સિગ્નલ ચલાવે"

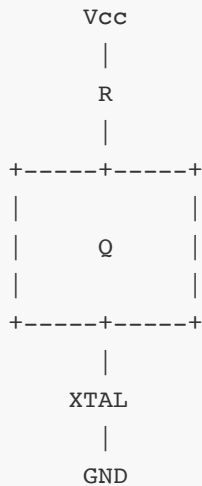
**પ્રશ્ન ૨(બ અથવા) [૪ ગુણ]**

ક્રિસ્ટલ ઓસિલેટર દોરો અને સમજાવો.

**જવાબ:**

ક્રિસ્ટલ ઓસિલેટર ઉચ્ચ સ્થિરતા માટે ક્વાર્ટ્ઝ ક્રિસ્ટલના પીઝોઇલેક્ટ્રિક ઇફેક્ટનો ઉપયોગ કરે છે.

**સર્કિટ ડાયગ્રામ:**



### લાક્ષણિકતાઓ:

#### ટેબલ:

ગુણધર્મ	મૂલ્ય	ફાયદો
સ્થિરતા	$\pm 0.01\%$	ખૂબ ઉચ્ચી
Q ફેક્ટર	$> 10,000$	તીક્ષ્ણ રેઝોનન્સ
તાપમાન	નીચું ડ્રિફ્ટ	સ્થિર ફ્રીક્વન્સી

- **પીઝોઇલેક્ટ્રિક ઇફેક્ટ:** મિકેનિકલ વાઇબ્રેશન ઇલેક્ટ્રિકલ સિગ્નલ બનાવે છે
- **ઉચ્ચ Q:** ખૂબ સ્થિર ફ્રીક્વન્સી જનરેશન
- **ક્લોક એપ્લીકેશન:** ડિજિટલ સિસ્ટમમાં ઉપયોગ

**મેમરી ટ્રીક:** "ક્રિસ્ટલ સતત ફ્રીક્વન્સી બનાવે"

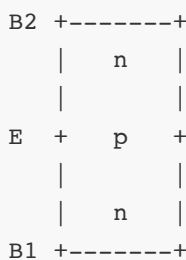
## પ્રશ્ન ૨(ક અથવા) [૭ ગુણ]

UJTની રચના, સિમ્બોલ તથા ઇક્વિવેલેન્ટ સર્કિટ દોરો અને તેને વિસ્તૃતમાં સમજાવો.

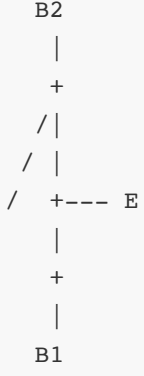
#### જવાબ:

UJT (Unijunction Transistor) અનોખી સ્વિચિંગ લાક્ષણિકતાઓ ધરાવતું ત્રણ-ટર્મિનલ ડિવાઇસ છે.

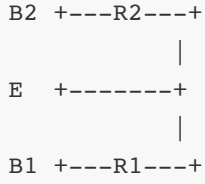
#### રચના:



#### સિમ્બોલ:



### ઇકિવેલેન્ટ સર્કિટ:



### ઓપરેશન:

- ઇન્ફ્રિન્સિક સ્ટેન્ડઓફ રેશિયો:  $\eta = R1/(R1+R2)$
- પીક પોઇન્ટ વોલ્ટેજ:  $VP = \eta VBB + VD$
- નેગેટિવ રેઝિસ્ટન્સ: પીક પોઇન્ટ પછી

### એપ્લીકેશન:

- રિલેક્સેશન ઓસિલેટર: સોટૂથ વેવ જનરેશન
- ટ્રિગર સર્કિટ: SCR ફાયરિંગ સર્કિટ
- ટાઇમિંગ એપ્લીકેશન: RC ચાર્જિંગ સર્કિટ

મેમરી ટ્રીક: "UJT અનોખી જંકશન ટેકનોલોજી વાપરે"

## પ્રશ્ન 3(અ) [3 ગુણ]

ઓપરેટિંગ પોઇન્ટના આધારે પાવર એમ્પ્લીફાયરને વર્ગીકૃત કરો.

### જવાબ:

પાવર એમ્પ્લીફાયર ટ્રાન્ઝિસ્ટર કન્ડક્શન એંગલ અને બાયસ પોઇન્ટના આધારે વર્ગીકૃત થાય છે.

### ટેબલ:

કલાસ	કન્ડક્શન એંગલ	કાર્યક્ષમતા	એપ્લીકેશન
કલાસ A	360°	25-50%	ઓડિયો, લો પાવર
કલાસ B	180°	78.5%	પુશ-પુલ
કલાસ AB	180°-360°	60-70%	ઓડિયો પાવર
કલાસ C	<180°	>90%	RF, ટ્યુન્ડ

- બાયસ પોઇન્ટ: ઓપરેટિંગ કલાસ નક્કી કરે છે
- કાર્યક્ષમતા ટ્રેડ-ઓફ: ઉચ્ચ કાર્યક્ષમતા, વધુ વિકૃતિ
- એપ્લીકેશન સ્પેસિફિક: જરૂરિયાત પ્રમાણે પસંદગી

મેમરી ટ્રીક: "બધા મોટા એમ્પ્લીફાયર પાવર આપી શકે"

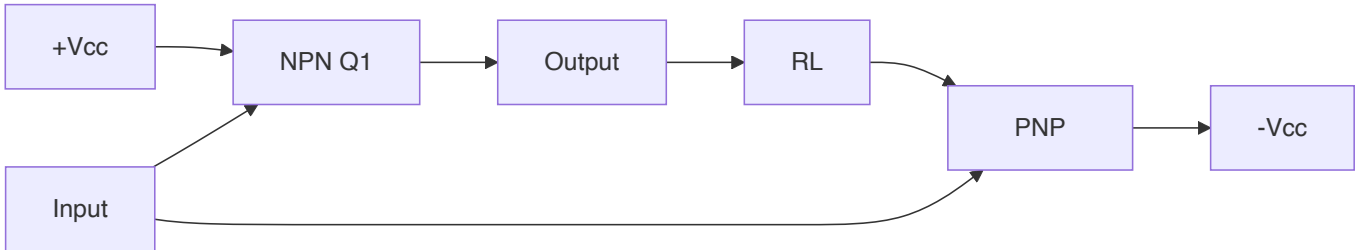
## પ્રશ્ન 3(બ) [૪ ગુણ]

કોમ્પ્લીમેન્ટરી સિમેટ્રી પુશ પુલ પાવર એમ્પ્લીફાયરને દોરો અને સમજાવો.

જવાબ:

સેન્ટર-ટેપ ટ્રાન્સફોર્મર વિના કાર્યક્ષમ પાવર એમ્પ્લિફિકેશન માટે NPN અને PNP ટ્રાન્ઝિસ્ટરનો ઉપયોગ કરે છે.

સર્કિટ ડાયગ્રામ:



ઓપરેશન:

- પોઝીટીવ હાફ-સાયકલ: NPN કન્ડક્ટ કરે, PNP બંધ
- નેગેટિવ હાફ-સાયકલ: PNP કન્ડક્ટ કરે, NPN બંધ
- કોમ્પ્લીમેન્ટરી એક્શન: બંને ટ્રાન્ઝિસ્ટર વૈકલ્પિક હાફ-સાયકલ હેન્ડલ કરે

ફાયદા:

- ટ્રાન્સફોર્મર નહીં: ડાયરેક્ટ કપલિંગ ટુ લોડ
- ઉચ્ચ કાર્યક્ષમતા: કલાસ B ઓપરેશન
- કોમ્પેક્ટ ડિઝાઇન: ઓછા કોમ્પોનન્ટ્સ
- સારું પાવર ટ્રાન્સફર: ડાયરેક્ટ કપલિંગ

મેમરી ટ્રીક: "કોમ્પ્લીમેન્ટરી ટ્રાન્ઝિસ્ટર સાયકલ પૂરું કરે"

## પ્રશ્ન 3(ક) [૭ ગુણ]



**કલાસ-B પુશ પુલ એમ્પ્લીફાયરની કાર્યક્ષમતાનું સૂત્ર મેળવો.****જવાબ:**

કલાસ B પુશ-પુલ એમ્પ્લીફાયરમાં દરેક ટ્રાન્ઝિસ્ટર ઇનપુટ સાયકલના  $180^\circ$  માટે કન્ડક્ટ કરે છે.

**વિશ્લેષણ:**

સાઇનુસોઇડલ ઇનપુટ માટે:  $V_i = V_m \sin \omega t$

**આઉટપુટ પાવર:**

- પીક આઉટપુટ વોલ્ટેજ:  $V_{om} = V_{cc}$
- RMS આઉટપુટ વોલ્ટેજ:  $V_{o(rms)} = V_{cc}/\sqrt{2}$
- **$P_o = V_{o(rms)}^2/RL = V_{cc}^2/2RL$**

**ઇનપુટ પાવર:**

- DC કરંટ (એવરેજ):  $I_{dc} = 2I_m/\pi$
- જ્યાં  $I_m = V_{cc}/RL$
- **$P_{in} = V_{cc} \times I_{dc} = 2V_{cc}I_m/\pi = 2V_{cc}^2/\pi RL$**

**કાર્યક્ષમતા ગણતરી:**

$$\eta = P_o/P_{in} = (V_{cc}^2/2RL)/(2V_{cc}^2/\pi RL)$$

$$\eta = \pi/4 = 0.785 = 78.5\%$$

**મુખ્ય મુદ્દા:**

- મહત્તમ સૈદ્ધાંતિક કાર્યક્ષમતા: 78.5%
- કલાસ B ફાયદો: કલાસ A (25%) કરતાં ખૂબ ઊંચી
- પ્રેક્ટિકલ કાર્યક્ષમતા: નુકસાનને કારણે થોડી ઓછી

મેમરી ટ્રીક: "પુશ-પુલ  $\pi/4$  કાર્યક્ષમતા આપે"

**પ્રશ્ન 3(અ અથવા) [3 ગુણ]**

વોલ્ટેજ અને પાવર એમ્પ્લીફાયર વચ્ચેનો તફાવત કરો.

**જવાબ:**

વોલ્ટેજ અને પાવર એમ્પ્લીફાયર ઇલેક્ટ્રોનિક સિસ્ટમમાં જુદા હેતુઓ સેવે છે.

**ટેબલ:**

પેરામીટર	વોલ્ટેજ એમ્પ્લીફાયર	પાવર એમ્પ્લીફાયર
હેતુ	વોલ્ટેજ વધારવું	પાવર વધારવું
લોડ	ઉચ્ચ ઇમ્પીડન્સ	નીચું ઇમ્પીડન્સ
કાર્યક્ષમતા	મહત્વપૂર્ણ નથી	ખૂબ મહત્વપૂર્ણ
વિકૃતિ	ઓછી હોવી જોઈએ	મધ્યમ સ્વીકાર્ય
કપલિંગ	RC/સાયરેક્ટ	ટ્રાન્સફોર્મર

- **ડિઝાઇન પ્રાથમિકતા:** વોલ્ટેજ ગેઇન વર્સીસ પાવર ડિલિવરી
- **એપ્લીકેશન:** સિગ્નલ પ્રોસેસિંગ વર્સીસ લોડ ડ્રાઇવિંગ
- **સર્કિટ જટિલતા:** સરળ વર્સીસ જટિલ પાવર સ્ટેજ

**મેમરી ટ્રીક:** "વોલ્ટેજ સિગ્નલ વધારે, પાવર લોડ ચલાવે"

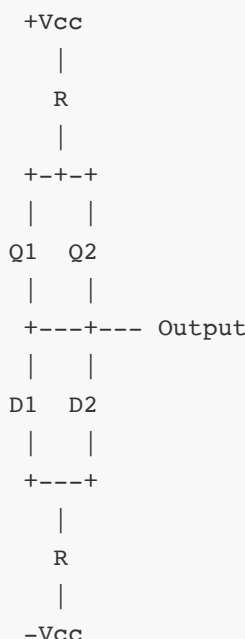
## પ્રશ્ન 3(બ અથવા) [૪ ગુણ]

**ક્લાસ AB પાવર એમ્પ્લીફાયર ડાયગ્રામ સાથે સમજાવો.**

**જવાબ:**

ક્લાસ AB ક્લાસ A અને ક્લાસ B વચ્ચે ઓપરેટ કરે છે, ક્રોસઓવર ડિસ્ટોર્શન ઘટાડે છે.

**સર્કિટ ડાયગ્રામ:**



**ઓપરેશન:**

- **થોડું ફોરવર્ડ બાયસ:** બંને ટ્રાન્ઝિસ્ટર થોડા ઓન
- **કન્ડક્શન એંગલ:**  $>180^\circ$  પણ  $<360^\circ$
- **ઓવરલેપ કન્ડક્શન:** ક્રોસઓવર ડિસ્ટોર્શન દૂર કરે છે

**લાક્ષણિકતાઓ:**

**ટેબલ:**

પેરામીટર	મૂલ્ય	ફાયદો
કાર્યક્ષમતા	60-70%	ક્લાસ A કરતાં સારી
વિકૃતિ	ઓછી	ક્લાસ B કરતાં સારી
બાયસ	થોડું ફોરવર્ડ	સમાધાનકારી ઉકેલ

મેમરી ટ્રીક: "AB ખરાબ ક્રોસઓવર ડિસ્ટોર્શન ટાળે"

## પ્રશ્ન ૩(ક અથવા) [૭ ગુણ]

સીરીજ ફેડ ક્લાસ-A પાવર એમ્પ્લીફાયરની કાર્યક્ષમતાનું સૂત્ર મેળવો.

જવાબ:

સીરીજ ફેડ ક્લાસ A એમ્પ્લીફાયરમાં DC સપ્લાય લોડ સાથે સીરીજમાં જોડાયેલું હોય છે.

સર્કિટ વિશ્લેષણ:

- DC સપ્લાય વોલ્ટેજ:  $V_{cc}$
- ક્વિસન્ટ કરંટ:  $I_{cq} = V_{cc}/2R_L$  (મહત્તમ પાવર માટે)
- ક્વિસન્ટ વોલ્ટેજ:  $V_{ceq} = V_{cc}/2$

AC વિશ્લેષણ:

- મહત્તમ આઉટપુટ વોલ્ટેજ સ્વિંગ:  $V_{om} = V_{cc}/2$
- આઉટપુટ પાવર:  $P_o = V_{om}^2/2R_L = V_{cc}^2/8R_L$

DC પાવર:

- DC કરંટ:  $I_{dc} = I_{cq} = V_{cc}/2R_L$
- ઇનપુટ પાવર:  $P_{in} = V_{cc} \times I_{dc} = V_{cc}^2/2R_L$

કાર્યક્ષમતા:

$$\eta = P_o/P_{in} = (V_{cc}^2/8R_L)/(V_{cc}^2/2R_L)$$

$$\eta = 1/4 = 0.25 = 25\%$$

મુખ્ય મુદ્દા:

- મહત્તમ સૈદ્ધાંતિક કાર્યક્ષમતા: 25%
- પાવર બર્નઅઉટ: 75% ગરમીમાં ખોવાય છે
- ડિઝાઇન મર્યાદા: નબળી કાર્યક્ષમતા પણ સારી લીનિયરિટી

મેમરી ટ્રીક: "ક્લાસ A ક્વાર્ટર કાર્યક્ષમતા મેળવે"

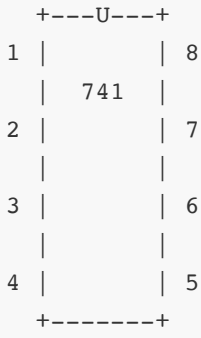
## પ્રશ્ન ૪(અ) [૩ ગુણ]

IC 741 OP-AMPનો પિન ડાયગ્રામ દોરો અને સમજાવો.

જવાબ:

IC 741 ઇન્સ્ટ્રી સ્ટાન્ડર્ડ પિનઆઉટ સાથે 8-પિન ડ્યુઅલ-ઇન-લાઇન પેકેજ ઓપરેશનલ એમ્પ્લીફાયર છે.

પિન ડાયગ્રામ:



### પિન કન્ફિગરેશન:

### ટેબલ:

પિન	ફંક્શન	વર્ણન
1	ઓફસેટ નલ	ઓફસેટ એડજસ્ટમેન્ટ
2	ઇન્વર્ટિંગ ઇનપુટ	નેગેટિવ ઇનપુટ
3	નોન-ઇન્વર્ટિંગ ઇનપુટ	પોઝિટિવ ઇનપુટ
4	-V <sub>CC</sub>	નેગેટિવ સપ્લાય
5	ઓફસેટ નલ	ઓફસેટ એડજસ્ટમેન્ટ
6	આઉટપુટ	એમ્પ્લીફાયર આઉટપુટ
7	+V <sub>CC</sub>	પોઝિટિવ સપ્લાય
8	NC	કોઈ કનેક્શન નહીં

**મેમરી ટ્રીક:** "નલ, નેગેટિવ, પોઝિટિવ, નેગેટિવ સપ્લાય, નલ, આઉટપુટ, પોઝિટિવ સપ્લાય, કંઈ નહીં"

## પ્રશ્ન ૪(બ) [૪ ગુણ]

**OP-AMPના નીચેના પરિમાણ વ્યાખ્યાયિત કરો. ૧. ઇનપુટ ઓફસેટ વોલ્ટેજ ૨. સી.એમ.આર.આર**

### જવાબ:

આ પેરામીટર્સ પ્રેક્ટિકલ ઓપરેશનલ એમ્પ્લીફાયરની નોન-આઈડીયલ લાક્ષણિકતાઓ વ્યાખ્યાયિત કરે છે.

### ૧. ઇનપુટ ઓફસેટ વોલ્ટેજ (V<sub>io</sub>):

- **વ્યાખ્યા:** આઉટપુટ શૂન્ય બનાવવા માટે ઇનપુટ્સ વચ્ચે લાગુ કરવામાં આવતું DC વોલ્ટેજ
- **સામાન્ય મૂલ્ય:** 741 માટે 1-5 mV
- **કારણ:** ઇનપુટ ટ્રાન્ઝિસ્ટરમાં મિસમેચ
- **અસર:** DC એપ્લીકેશનમાં આઉટપુટ એરર

### ૨. કોમન મોડ રિજેક્શન રેશિયો (CMRR):

- **વ્યાખ્યા:** બંને ઇનપુટ્સ પર કોમન સિગ્નલ રિજેક્ટ કરવાની ક્ષમતા

- સૂત્ર:  $CMRR = A_d/A_{cm}$
- સામાન્ય મૂલ્ય: 741 માટે 90 dB
- મહત્વ: નોઇઝ ઇમ્યુનિટી

ટેબલ:

પેરામીટર	સિમ્બોલ	એકમ	આઇડીયલ	741 સામાન્ય
ઇનપુટ ઓફસેટ વોલ્ટેજ	$V_{io}$	mV	0	2
CMRR	-	dB	$\infty$	90

મેમરી ટ્રીક: "ઓફસેટ આઉટપુટ એરર બનાવે, CMRR કોમન સિગ્નલ રિજેક્ટ કરે"

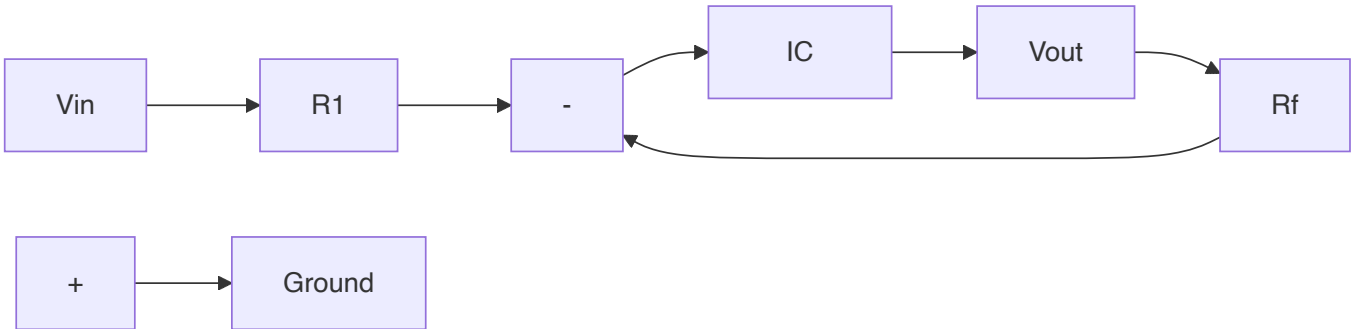
## પ્રશ્ન ૪(ક) [૭ ગુણ]

IC 741ની મદદથી ઇન્વર્ટિંગ એમ્પ્લીફાયર વિસ્તૃતમાં સમજાવો.

જવાબ:

ઇન્વર્ટિંગ એમ્પ્લીફાયર ઇન્વર્ટિંગ ટર્મિનલ પર લાગુ ઇનપુટ સાથે નેગેટિવ ફીડબેકનો ઉપયોગ કરે છે.

સર્કિટ ડાયાગ્રામ:



વિશ્લેષણ:

વર્ચ્યુઅલ શોર્ટ કોન્સેપ્ટનો ઉપયોગ કરીને:

- $V_+ = V_- = 0V$  (વર્ચ્યુઅલ ગ્રાઉન્ડ)
- ઇનપુટ કરંટ:  $I_1 = V_{in}/R_1$
- ફીડબેક કરંટ:  $I_f = V_{out}/R_f$
- કરંટ બેલેન્સ:  $I_1 = I_f$  (ઓપ-એમ્પમાં કોઈ કરંટ નહીં)

વ્યુત્પત્તિ:

- $V_{in}/R_1 = -V_{out}/R_f$
- વોલ્ટેજ ગેઇન:  $A_v = -R_f/R_1$

લાક્ષણિકતાઓ:

ટેબલ:

પેરામીટર	એક્સપ્રેશન	નોંધ
વોલ્ટેજ ગેઈન	$-R_f/R_1$	નેગેટિવ સાઇન
ઇનપુટ ઇમ્પીડન્સ	$R_1$	નીચું ઇમ્પીડન્સ
આઉટપુટ ઇમ્પીડન્સ	$\sim 0\Omega$	ખૂબ નીચું
બેન્ડવિડ્થ	$f = GBW/ Av $	ગેઈન-બેન્ડવિડ્થ પ્રોડક્ટ

એપ્લીકેશન:

- સિગ્નલ ઇન્વર્શન: ફેઝ રિવર્સલ
- સ્કેલ ફેક્ટર: પ્રોગ્રામેબલ ગેઈન
- AC એમ્પ્લિફિકેશન: કપલિંગ કેપેસિટર સાથે

મેમરી ટ્રીક: "ઇન્વર્ટિંગ ઇનપુટ ઇન્વર્ટેડ આઉટપુટ આપે"

## પ્રશ્ન ૪(અ અથવા) [૩ ગુણ]

Ideal OP-AMPની લાક્ષણિકતાની સૂચિ બનાવો.

જવાબ:

આઇડીયલ ઓપ-એમ્પ બધા પેરામીટર્સ માટે સૈદ્ધાંતિક મર્યાદા સાથે સંપૂર્ણ એમ્પ્લીફાયરનું પ્રતિનિધિત્વ કરે છે.

ટેબલ:

પેરામીટર	આઇડીયલ મૂલ્ય	પ્રેક્ટિકલ ઇમ્પેક્ટ
ઓપન લૂપ ગેઈન	$\infty$	સંપૂર્ણ એમ્પ્લિફિકેશન
ઇનપુટ ઇમ્પીડન્સ	$\infty$	કોઈ ઇનપુટ કરંટ નહીં
આઉટપુટ ઇમ્પીડન્સ	$0\Omega$	સંપૂર્ણ વોલ્ટેજ સોર્સ
બેન્ડવિડ્થ	$\infty$	કોઈ ફ્રીક્વન્સી મર્યાદા નહીં
CMRR	$\infty$	સંપૂર્ણ નોઇઝ રિજેક્શન
સ્લ્યુ રેટ	$\infty$	કોઈ સ્લ્યુ રેટ લિમિટિંગ નહીં
ઇનપુટ ઓફસેટ	$0V$	કોઈ DC એરર નહીં

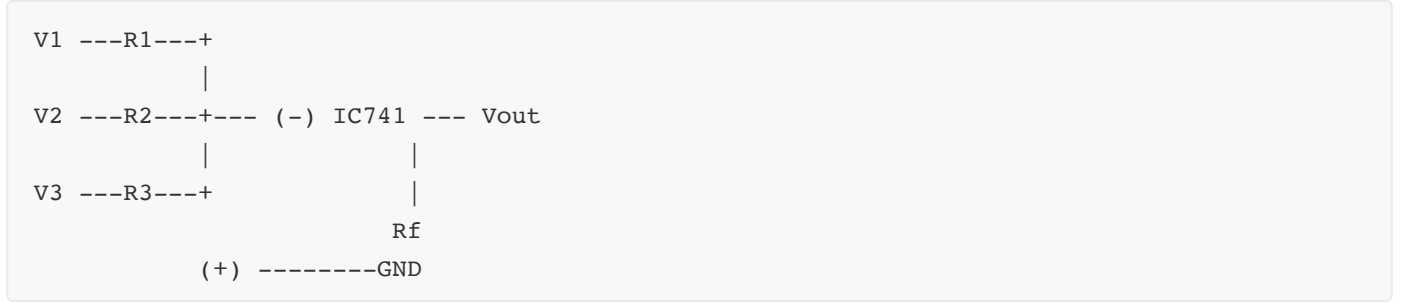
- સંપૂર્ણ કામગીરી: બધા પેરામીટર્સ ઓપ્ટિમાઇઝ્ડ
- ડિઝાઇન સરળીકરણ: વિશ્લેષણ સરળ બને છે
- પ્રેક્ટિકલ અપ્રોક્સિમેશન: ઘણી એપ્લીકેશનમાં આઇડીયલની નજીક

મેમરી ટ્રીક: "અનંત ઇનપુટ, શૂન્ય આઉટપુટ, સંપૂર્ણ કામગીરી"

## પ્રશ્ન ૪(બ અથવા) [૪ ગુણ]

**Op-ampની મદદથી સમિંગ એમ્પ્લીફાયર દોરો અને સમજાવો.****જવાબ:**

સમિંગ એમ્પ્લીફાયર દરેક ઇનપુટ માટે પ્રોગ્રામેબલ ગેઈન સાથે બહુવિધ ઇનપુટ વોલ્ટેજ ઉમેરે છે.

**સર્કિટ ડાયગ્રામ:****વિશ્લેષણ:**વર્ચ્યુઅલ ગ્રાઉન્ડ કોન્સેપ્ટનો ઉપયોગ કરીને ( $V_- = 0V$ ):

- **R1 દ્વારા કરંટ:**  $I_1 = V_1/R_1$
- **R2 દ્વારા કરંટ:**  $I_2 = V_2/R_2$
- **R3 દ્વારા કરંટ:**  $I_3 = V_3/R_3$
- **કુલ ઇનપુટ કરંટ:**  $I_{in} = I_1 + I_2 + I_3$

**આઉટપુટ સમીકરણ:**

$$V_{out} = -R_f(V_1/R_1 + V_2/R_2 + V_3/R_3)$$

**વિશેષ કેસો:**

- **સમાન રેઝિસ્ટર:**  $V_{out} = -(R_f/R)(V_1 + V_2 + V_3)$
- **યુનિટી ગેઈન:**  $R_f = R$ ,  $V_{out} = -(V_1 + V_2 + V_3)$

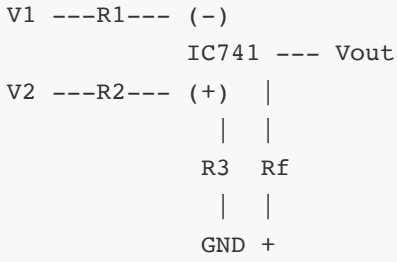
**એપ્લીકેશન:**

- **ઓડિયો મિક્સિંગ:** બહુવિધ સિગ્નલ કમ્બિનેશન
- **ડિજિટલ-ટુ-એનાલોગ:** વેઈટેડ રેઝિસ્ટર DAC
- **સિગ્નલ પ્રોસેસિંગ:** ગણિતીય ઓપરેશન

**મેમરી ટ્રીક:** "ઇનપુટ્સ સરવાળો, રેઝિસ્ટર રેશિયો દ્વારા સ્કેલ કરો"**પ્રશ્ન ૪(ક અથવા) [૭ ગુણ]****IC741ની મદદથી ડિફરેન્શિયલ એમ્પ્લીફાયર વિસ્તૃતમાં સમજાવો.****જવાબ:**

ડિફરેન્શિયલ એમ્પ્લીફાયર કોમન સિગ્નલ રિજેક્ટ કરતાં બે ઇનપુટ સિગ્નલ વચ્ચેનો તફાવત એમ્પ્લિફાઇ કરે છે.

**સર્કિટ ડાયગ્રામ:**

**વિશ્લેષણ:**

નોન-ઇન્વર્ટિંગ ઇનપુટ માટે:

- $V_+ = V_2 \times R_3 / (R_2 + R_3)$

ઇન્વર્ટિંગ ઇનપુટ માટે વર્ચ્યુઅલ શોર્ટનો ઉપયોગ કરીને:

- $V_- = V_+ = V_2 \times R_3 / (R_2 + R_3)$

કરંટ બેલેન્સનો ઉપયોગ કરીને:

- $(V_1 - V_-) / R_1 = (V_- - V_{out}) / R_f$

**આઉટપુટ સમીકરણ:**

જ્યારે  $R_1 = R_2$  અને  $R_3 = R_f$ :

$$V_{out} = (R_f / R_1)(V_2 - V_1)$$

**મુખ્ય લાક્ષણિકતાઓ:****ટેબલ:**

પેરામીટર	મૂલ્ય	ફાયદો
ડિફરેન્શિયલ ગેઇન	$R_f / R_1$	તફાવત એમ્પ્લિફાઇ કરે
કોમન મોડ ગેઇન	$\sim 0$	કોમન સિગ્નલ રિજેક્ટ કરે
CMRR	ખૂબ ઊંચું	શ્રેષ્ઠ નોઇઝ ઇમ્યુનિટી

**એપ્લીકેશન:**

- **ઇન્સ્ટ્રુમેન્ટેશન:** સેન્સર સિગ્નલ પ્રોસેસિંગ
- **નોઇઝ રિજેક્શન:** ડિફરેન્શિયલ સિગ્નલ ટ્રાન્સમિશન
- **બ્રિજ સર્કિટ:** સ્ટ્રેઇન ગેજ મેઝરમેન્ટ

**મેમરી ટ્રીક:** "તફાવત એમ્પ્લિફાઇડ, કોમન રિજેક્ટેડ"

**પ્રશ્ન પ(અ) [3 ગુણ]**

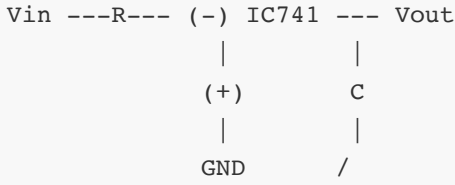
OP-AMPની મદદથી ઇન્ટીગ્રેટર સર્કિટ દોરો અને તેના ઇનપુટ અને આઉટપુટ વેવફોર્મ દોરો.

**જવાબ:**

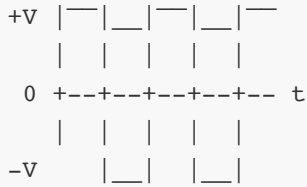
ઓપ-એમ્પ ઇન્ટીગ્રેટર RC ફીડબેકનો ઉપયોગ કરીને ઇનપુટ સિગ્નલનું ગાણિતિક ઇન્ટીગ્રેશન કરે છે.

**સર્કિટ ડાયાગ્રામ:**



**વેવફોર્મ:**

ઇનપુટ (સ્ક્વેર વેવ) :



આઉટપુટ (ત્રિકોણાકાર) :

**ઓપરેશન:**

- ઇન્ટીગ્રેશન ફંક્શન:  $V_{out} = -(1/RC) \int V_{in} dt$
- સ્ક્વેર વેવ ઇનપુટ: ત્રિકોણાકાર આઉટપુટ ઉત્પન્ન કરે છે
- રેમ્પ જનરેશન: કોન્સ્ટન્ટ ઇનપુટ લીનિયર રેમ્પ આપે છે

મેમરી ટ્રીક: "ઇન્ટીગ્રેશન સ્ક્વેરમાંથી ત્રિકોણાકાર બનાવે"

**પ્રશ્ન પ(બ) [૪ ગુણ]**

પુશ પુલ ઓરેન્જમેન્ટ પાવર એમ્પ્લીફાયરના ફાયદા તથા ગેરફાયદા જણાવો.

**જવાબ:**

પુશ-પુલ કન્ફિગરેશન પાવર એમ્પ્લિફિકેશન માટે કમ્પ્લીમેન્ટરી રીતે ઓપરેટ કરતા બે ટ્રાન્ઝિસ્ટરનો ઉપયોગ કરે છે.

**ફાયદા:**

**ટેબલ:**

ફાયદો	લાભ	એપ્લીકેશન
ઉચ્ચ કાર્યક્ષમતા	78.5% સુધી	બેટરી ઓપરેટેડ
ટ્રાન્સફોર્મર નહીં	કોમ્પેક્ટ ડિઝાઇન	પોર્ટેબલ ડિવાઇસ
ઓછી વિકૃતિ	સારી લીનિયરિટી	ઓડિયો સિસ્ટમ
ગરમીનું વિતરણ	ટ્રાન્ઝિસ્ટર વચ્ચે વહેંચાયેલું	થર્મલ મેનેજમેન્ટ

**ગેરફાયદા:**

ગોરફાયદો	સમસ્યા	ઉકેલ
ક્રોસઓવર ડિસ્ટોર્શન	શૂન્ય ક્રોસિંગ પર ડેડ ઝોન	ક્લાસ AB બાયસ
કોમ્પોનન્ટ મેચિંગ	મેચ ટ્રાન્ઝિસ્ટરની જરૂર	કાળજીપૂર્વક પસંદગી
થર્મલ રનઅવે	તાપમાન કોઈફિશન્ટ મિસમેચ	થર્મલ કપલિંગ

#### એપ્લીકેશન:

- ઓડિયો એમ્પ્લીફાયર: હાઈ ફિડેલિટી સિસ્ટમ
- મોટર ડ્રાઇવર: DC મોટર કંટ્રોલ
- RF એમ્પ્લીફાયર: કમ્યુનિકેશન સિસ્ટમ

મેમરી ટ્રીક: "પુશ-પુલ પાવર પ્રદાન કરે પણ સમસ્યાઓ છે"

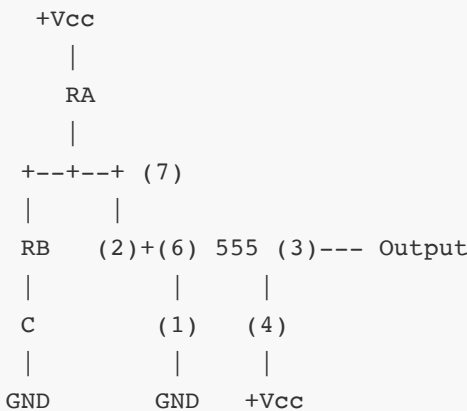
## પ્રશ્ન પ(ક) [૭ ગુણ]

555 ટાઇમર ICની મદદથી એસ્ટેબલ મલ્ટીવાઇબ્રેટર દોરો અને સમજાવો.

#### જવાબ:

એસ્ટેબલ મલ્ટીવાઇબ્રેટર 555 ટાઇમરનો ઉપયોગ કરીને બાહ્ય ટ્રિગર વિના સતત સ્ક્વેર વેવ આઉટપુટ ઉત્પન્ન કરે છે.

#### સર્કિટ ડાયગ્રામ:



#### પિન કનેક્શન:

- પિન 1: ગ્રાઉન્ડ
- પિન 2: ટ્રિગર (પિન 6 સાથે કનેક્ટેડ)
- પિન 3: આઉટપુટ
- પિન 4: રીસેટ (+Vcc)
- પિન 6: થ્રેશોલ્ડ
- પિન 7: ડિસચાર્જ
- પિન 8: +Vcc

#### ઓપરેશન:

1. ચાર્જિંગ ફેઝ: C એ RA + RB દ્વારા ચાર્જ થાય છે
2. થ્રેશોલ્ડ પહોંચ્યું:  $2/3 V_{CC}$  પર, આઉટપુટ LOW જાય છે
3. ડિસચાર્જિંગ ફેઝ: C એ RB દ્વારા ડિસચાર્જ થાય છે
4. ટ્રિગર પહોંચ્યું:  $1/3 V_{CC}$  પર, આઉટપુટ HIGH જાય છે
5. સાયકલ રિપીટ: સતત ઓસિલેશન

#### ટાઇમિંગ સમીકરણો:

- HIGH સમય:  $t_1 = 0.693(RA + RB)C$
- LOW સમય:  $t_2 = 0.693(RB)C$
- કુલ પીરિયડ:  $T = t_1 + t_2 = 0.693(RA + 2RB)C$
- ફ્રીક્વન્સી:  $f = 1.44/[(RA + 2RB)C]$
- ડ્યુટી સાયકલ:  $D = (RA + RB)/(RA + 2RB) \times 100\%$

#### એપ્લીકેશન:

- કલોક જનરેશન: ડિજિટલ સિસ્ટમ
- LED ફ્લેશર: બ્લિન્કિંગ સર્કિટ
- ટોન જનરેશન: ઓડિયો ઓસિલેટર
- PWM જનરેશન: મોટર સ્પીડ કંટ્રોલ

મેમરી ટ્રીક: "એસ્ટેબલ હંમેશા ઓટોમેટિક ઓસિલેટ કરે"

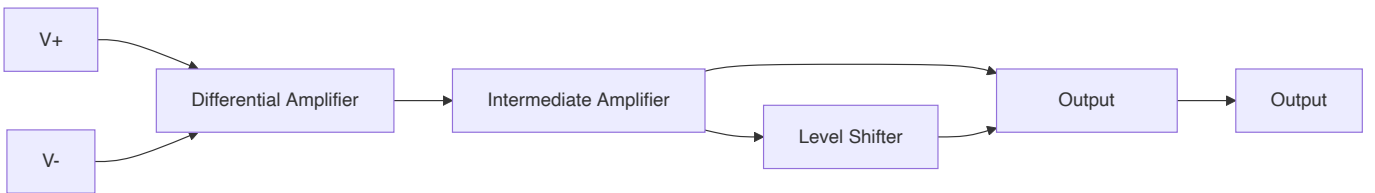
## પ્રશ્ન પ(અ અથવા) [3 ગુણ]

Op-ampનો બ્લોક ડાયગ્રામ દોરો અને તેને સમજાવો.

#### જવાબ:

ઓપ-એમ્પની આંતરિક રચના ઉચ્ચ ગેઈન અને કામગીરી માટે બહુવિધ સ્ટેજનો સમાવેશ કરે છે.

#### બ્લોક ડાયગ્રામ:



#### સ્ટેજ ફંક્શન:

#### ટેબલ:

સ્ટેજ	ફંક્શન	લાક્ષણિકતાઓ
ડિફરેન્શિયલ ઇનપુટ	ઉચ્ચ ઇનપુટ ઇમ્પીડન્સ	નીચું ઓફસેટ, ઉચ્ચ CMRR
ઇન્ટરમીડિયેટ એમ્પ્લીફાયર	ઉચ્ચ વોલ્ટેજ ગેઇન	મોટાભાગનું ગેઇન
લેવલ શિફ્ટર	DC લેવલ એડજસ્ટમેન્ટ	AC સ્ટેજ કપલ કરે છે
આઉટપુટ સ્ટેજ	નીચું આઉટપુટ ઇમ્પીડન્સ	કરંટ બફર

- ઉચ્ચ ગેઇન: સામાન્ય રીતે 100,000 અથવા વધુ
- વાઇડ બેન્ડવિડ્થ: MHz રેન્જ ક્ષમતા
- નીચું આઉટપુટ ઇમ્પીડન્સ: વિવિધ લોડ ડ્રાઇવ કરે છે

મેમરી ટ્રીક: "ડિફરેન્શિયલ ઇનપુટ, ઇન્ટરમીડિયેટ ગેઇન, લેવલ શિફ્ટ, આઉટપુટ બફર"

## પ્રશ્ન પ(બ અથવા) [૪ ગુણ]

પાવર એમ્પ્લીફાયરના સંદર્ભમાં પદો વિશે સમજાવો.i) કાર્યક્ષમતા ii) ડિસ્ટોર્શન.

જવાબ:

આ પેરામીટર્સ પાવર એમ્પ્લીફાયરની કામગીરી અને એપ્લીકેશન માટે યોગ્યતા નક્કી કરે છે.

i) કાર્યક્ષમતા ( $\eta$ ):

- વ્યાખ્યા: AC આઉટપુટ પાવર અને DC ઇનપુટ પાવરનો ગુણોત્તર
- સૂત્ર:  $\eta = P_o(AC)/P_{in}(DC) \times 100\%$
- મહત્વ: ગરમી વિસર્જન અને બેટરી લાઇફ નક્કી કરે છે

કાર્યક્ષમતા સરખામણી:

ટેબલ:

ક્લાસ	કાર્યક્ષમતા	એપ્લીકેશન
A	25%	લો પાવર, હાઇ ફ્રિક્વેન્સી
B	78.5%	પુશ-પુલ એમ્પ્લીફાયર
AB	60-70%	ઓડિયો એમ્પ્લીફાયર
C	>90%	RF એપ્લીકેશન

ii) ડિસ્ટોર્શન:

- વ્યાખ્યા: આઉટપુટ સિગ્નલ શોપમાં અનિચ્છનીય ફેરફારો
- પ્રકારો: હાર્મોનિક, ઇન્ટરમોડ્યુલેશન, ક્રોસઓવર
- મેઝરમેન્ટ: ટોટલ હાર્મોનિક ડિસ્ટોર્શન (THD)

ડિસ્ટોર્શન સોર્સ:

- નોનલીનિયરિટી: ટ્રાન્ઝિસ્ટર લાક્ષણિકતાઓ
- કોસઓવર: પુશ-પુલમાં ડેડ ઝોન
- થર્મલ ઇફેક્ટ: તાપમાન વેરિયેશન

મેમરી ટ્રીક: "કાર્યક્ષમતા ઊર્જા ઉપયોગ માપે, ડિસ્ટોર્શન સિગ્નલ ડિગ્રેડેશન દર્શાવે"

## પ્રશ્ન પ(ક અથવા) [૭ ગુણ]

555 ટાઇમર IC નો પિન સાયગ્રામ દોરો. ઉપરાંત 555 ટાઇમર ICની મદદથી બે સ્ટેજવાળું સિક્વન્સિયલ ટાઇમર દોરો.

જવાબ:

555 ટાઇમર સ્ટાન્ડર્ડ 8-પિન પેકેજ સાથે ટાઇમિંગ એપ્લીકેશન માટે વર્સટાઇલ IC છે.

પિન સાયગ્રામ:

+---U---+			
1		8	+Vcc
GND		7	Discharge
2		6	Threshold
Trig			
		5	Control
3			
Out		4	Reset
+-----+			

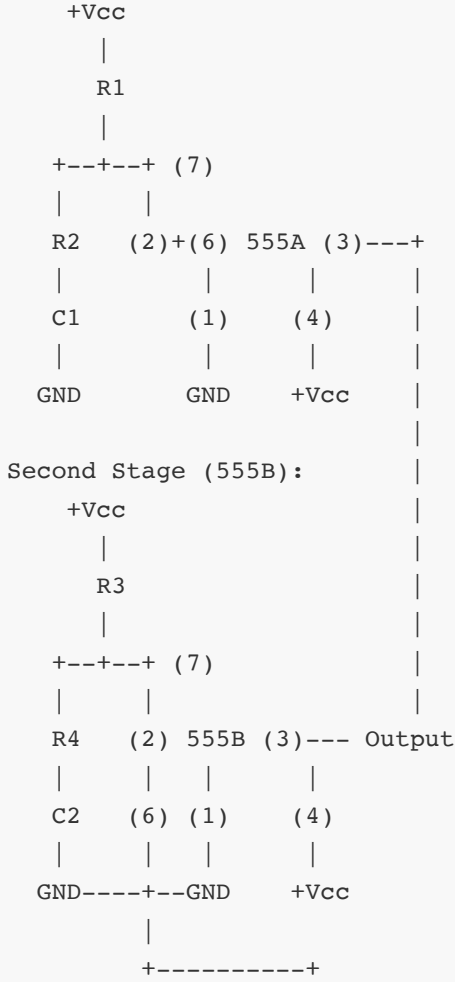
પિન ફંક્શન:

ટેબલ:

પિન	નામ	ફંક્શન
1	ગ્રાઉન્ડ	કોમન ગ્રાઉન્ડ
2	ટ્રિગર	ટાઇમિંગ સાયકલ શરૂ કરે
3	આઉટપુટ	ટાઇમર આઉટપુટ
4	રીસેટ	ટાઇમર રીસેટ કરે
5	કંટ્રોલ	વોલ્ટેજ રેફરન્સ
6	થ્રેશોલ્ડ	ટાઇમિંગ સાયકલ બંધ કરે
7	ડિસચાર્જ	ટાઇમિંગ કેપેસિટર ડિસચાર્જ કરે
8	Vcc	સપ્લાય વોલ્ટેજ

બે સ્ટેજ સિક્વન્સિયલ ટાઇમર સર્કિટ:

First Stage (555A):
---------------------

**ઓપરેશન:**

1. **પ્રથમ ટાઇમર:** મોનોસ્ટેબલ મોડમાં ઓપરેટ કરે છે
2. **ટ્રિગર લાગુ:** પ્રથમ ટાઇમર આઉટપુટ પલ્સ આપે છે
3. **આઉટપુટ અવધિ:**  $T1 = 1.1 \times R2 \times C1$
4. **બીજું ટાઇમર:** પ્રથમ ટાઇમરના આઉટપુટ દ્વારા ટ્રિગર થાય છે
5. **સિક્વન્સિયલ ઓપરેશન:** પ્રથમ પૂર્ણ થયા પછી બીજું શરૂ થાય છે
6. **કુલ વિલંબ:**  $T1 + T2$  જ્યાં  $T2 = 1.1 \times R4 \times C2$

**એપ્લીકેશન:**

- **ડિલે સર્કિટ:** સિક્વન્સિયલ સ્વિચિંગ
- **ટ્રાફિક લાઇટ:** ટાઇમ્ડ સિક્વન્સ કંટ્રોલ
- **ઇન્ડસ્ટ્રિયલ ઓટોમેશન:** પ્રોસેસ ટાઇમિંગ
- **મોટર કંટ્રોલ:** સ્ટાર્ટ-સ્ટોપ સિક્વન્સ

**ટાઇમિંગ સમીકરણો:**

- **સ્ટેજ 1 વિલંબ:**  $T1 = 1.1 R2 C1$
- **સ્ટેજ 2 વિલંબ:**  $T2 = 1.1 R4 C2$
- **કુલ સિક્વન્સ સમય:**  $T_{total} = T1 + T2$

**મુખ્ય લાક્ષણિકતાઓ:**

- **સ્વતંત્ર ટાઇમિંગ:** દરેક સ્ટેજ અલગથી એડજસ્ટેબલ
- **સિક્વન્સિયલ ઓપરેશન:** સ્ટેજ વચ્ચે કોઈ ઓવરલેપ નહીં
- **વિશ્વસનીય સ્પિયિંગ:** સ્વચ્છ ડિજિટલ ટ્રાન્ઝિશન
- **સરળ ડિઝાઇન:** સરળ કોમ્પોનન્ટ ગણતરી

**મેમરી ટ્રીક:** "સિક્વન્સિયલ સ્ટેજ અલગથી શરૂ થાય"