

Disadvantages (குறைகள்)

- (i) They are fragile and consequently can only be used in low power circuits. இவைகள் தாதுக்-கடிபுணை, இதன் உணைவாக குறை திறன் சீர்துதிகள் லபடுகெ லயன் படுக்த முடியும்.
- (ii) The frequency of oscillations cannot be changed appreciably. சிதாவுகல்லை சிதிரிவைணனை லாற்ற முடியாது.

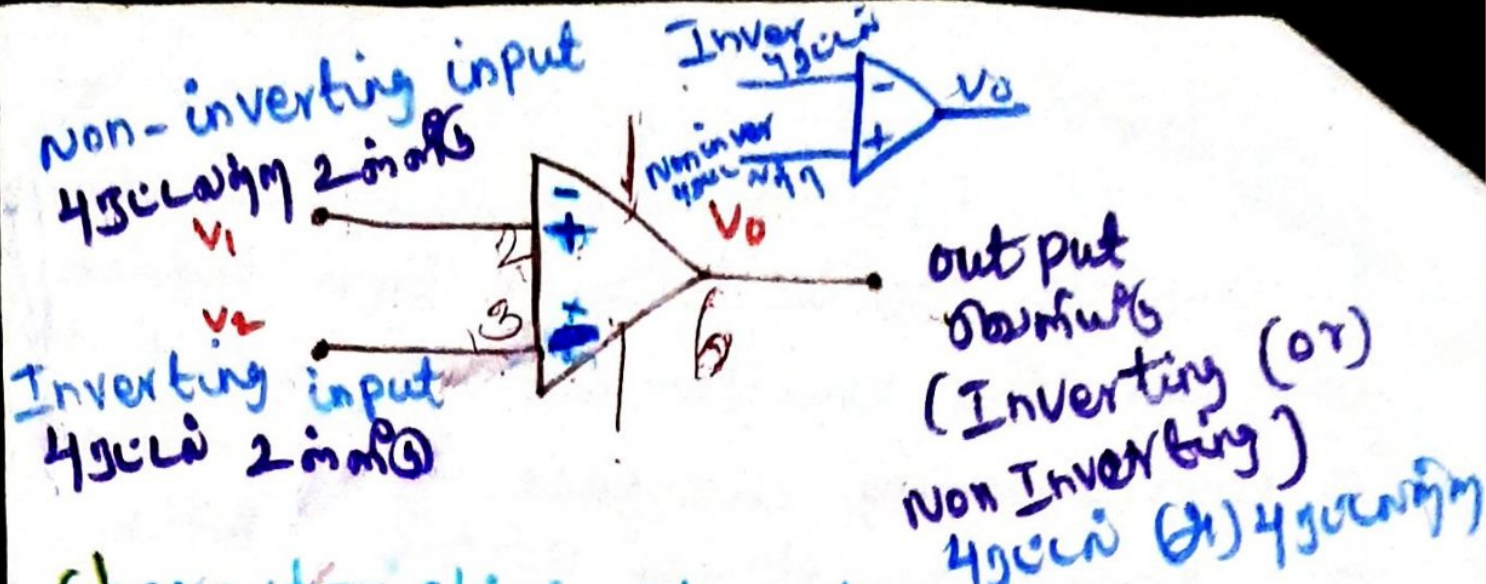
Unit - IV

Operational amplifier (op-amp)

உயர்வு பாகு லபடுக்கல்லை

Differential amplifier is a operational amplifier, having high amplification power.

2வரி லபடுக்கல்லை சிதிரிவைணனை உயர்வு பாகு லபடுக்கல்லை உயர்வு பாகு லபடுக்கல்லை.



Characteristics of Ideal op-amp.

பின்வரும் பண்புகளில் மட்டுக்கூடிய அமைப்பாகும்

- (i) Input Resistance } $R_i = \text{Infinity}$
(high) 150k Ω - 500k Ω மீ.
- (ii) Output Resistance } $R_o = \text{zero}$
(0.75-100 Ω) சிலியாவாய் 600m
- (iii) Voltage gain } $A_v = \text{Infinity}$
மீ.மீ.மீ. மீ.மீ. 2mm
- (iv) Band width } = Infinity width
மீ.மீ.மீ. மீ.மீ. மீ.மீ. மீ.மீ.

Input voltage $V_1 = V_2$ / output voltage $V_o = 0$
2mm 2mm / 2mm 2mm

$$V_1 = 0$$

$$V_o = AV_2$$

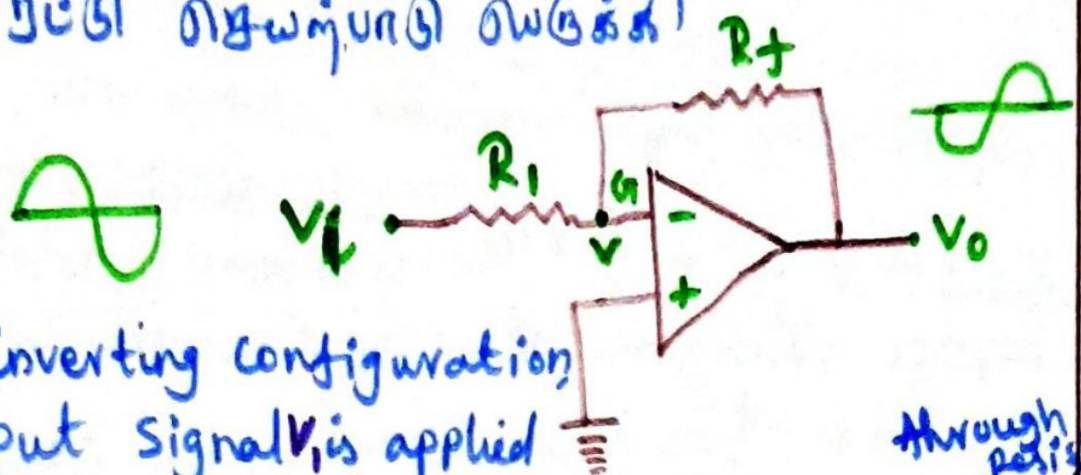
$$V_o = A(V_2 - V_1)$$

$$\therefore V_2 = 0$$

$$V_o = -AV_1$$

(i) Inverting operational amplifier.

49000 08w0000 000000



In inverting configuration, the input signal V_i is applied to the inverting (-) input terminal and non inverting (+) input terminal is grounded, as shown in figure. ^{through resistance R_1} V_i is applied to the inverting (-) input terminal and non inverting (+) input terminal is grounded, as shown in figure. V_i is applied to the inverting (-) input terminal and non inverting (+) input terminal is grounded, as shown in figure.

R_1 හි ඇති ධාරාව i_1 වේ.
 Current through in R_1 , i_1

$$i_1 = \frac{V_i - V}{R_1} \quad \text{--- (1)}$$

Applying kirchoff's law, at point G,

49000 08w0000 000000
 $V_i - V = \frac{V - V_o}{R_f}$

$$\frac{V_i - V}{R_1} = \frac{V - V_o}{R_f} \quad \text{--- (2)}$$

Point G is virtual ground,

49000 08w0000 000000
 $V = 0$

$$\frac{V_1}{R_1} = -\frac{V_0}{R_f}$$

$$\frac{V_0}{V_1} = -\frac{R_f}{R_1}$$

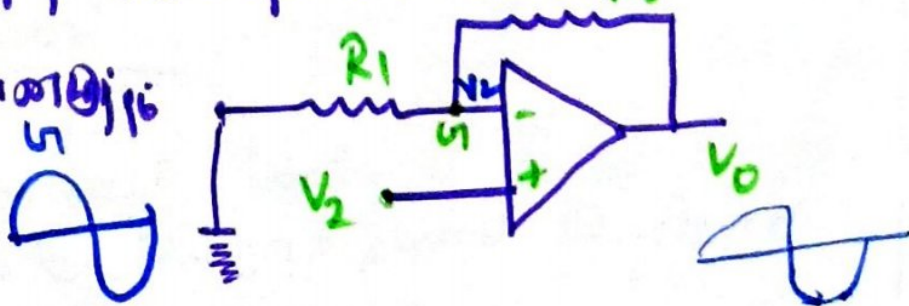
gain $A_v = -R_f/R_1$
 Ratio of feedback resistance R_f to input resistance R_1 is called voltage gain.
 Negative sign (-) indicates that the input and output voltages are out of phase by 180°.

Consider, $-R_f/R_1 = k$

Phase changer (inverting) $V_0 = -k V_1$
 Sign " (inverting) $V_0 = -k V_1$
 $V_0 = -k V_1$

(ii) Non-inverting amplifier

Vin 2 min Voltage at point 1 = V_2



R_1 on Collector side of transistor in circuit 2nd terminal of BJT is V_2
Voltage across in R_1

R_f on Collector side of transistor in circuit 2nd terminal of BJT is $V_0 - V_2$
Voltage across in R_f

$$i_1 = \frac{V_2}{R_1}, \quad i_2 = \frac{V_0 - V_2}{R_f} \quad \text{--- (1)}$$

Using kirchoff's law at point C

I_{in} C I_{out} $I_{emitter}$ I_{load} $I_{collector}$

$$\frac{V_2}{R_1} = \frac{V_0 - V_2}{R_f} \quad \text{--- (2)}$$

$$\frac{R_f}{R_1} = \frac{V_0 - V_2}{V_2} \quad \text{--- (3)}$$

$$\frac{R_f}{R_1} = \frac{V_0}{V_2} - \frac{V_2}{V_2} \quad \text{--- (4)}$$

$$\frac{R_f}{R_1} = \frac{V_0}{V_2} - 1$$

$$\frac{V_0}{V_2} = 1 + \frac{R_f}{R_1}$$

$$A_v = 1 + \frac{R_f}{R_1}$$

high ~~low~~ input impedance
~~low~~ $R_1 = \infty$
 2nd terminal of BJT is ∞
 low ~~high~~ output impedance

Voltage follower (or) Unit gain buffer

Voltage follower is a type of op amp circuit which has a gain of one
 $V_{out} = V_{in}$

$$R_f = \infty$$

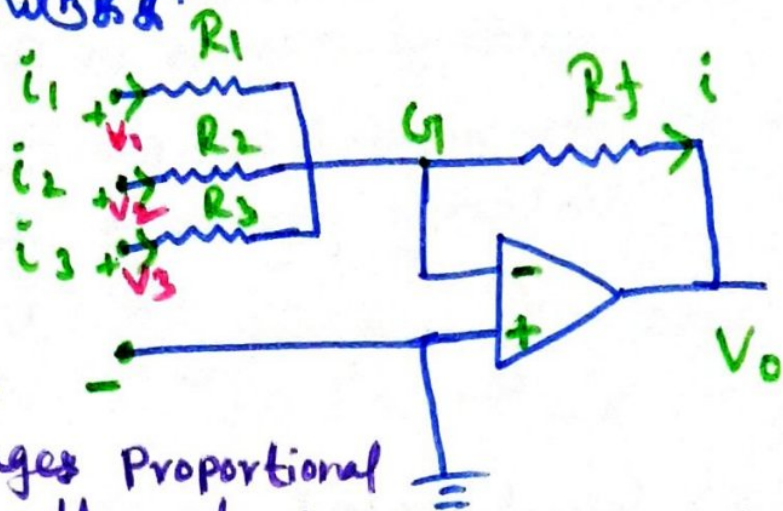
(iii) Adder (or) Summing amplifier

கூட்டுகிற சுற்று

The ^{op-amp} circuit can be used to add signals. This

Circuit provides

an output voltage proportional to or equal to the algebraic sum of two or more input voltages. Three input summing circuit is shown in figure.



செயல்பாட்டு மூலக்கூறு சிற்று பல மின்னழுத்தங்களை கூட்டுவதற்கு பயன்படுத்தப்படும். மூன்று மின்னழுத்து மின்னழுத்தங்கள் குடியேற்றம் கூட்டுகிற சுற்றைக் குறிப்பிட்டு (அ) சந்தர்ப்பம் மூலக்கூறு, மூன்று மின்னழுத்து மின்னழுத்து கூட்டுகிற சுற்று கருவியைக் காட்டுக.

Point G is virtual ground,

மீட்டர் G லாசரிசுமூலக்கூறு சிற்றுமூலக்கூறு,

$$i_1 = \frac{V_1}{R_1}, \quad i_2 = \frac{V_2}{R_2}, \quad i_3 = \frac{V_3}{R_3} \quad \text{--- (1)}$$

$$i = -\frac{V_o}{R_f} \quad \text{--- (2)}$$

Applying Kirchhoff's law at point G,

மீட்டர் G-யில் கிரிசுமூலக்கூறு மின்னழுத்து மூலக்கூறு

$$\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3} = -\frac{V_o}{R_f}$$

$$V_0 = - \left[\frac{R_f}{R_1} V_1 + \frac{R_f}{R_2} V_2 + \frac{R_f}{R_3} V_3 \right]$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = R$$

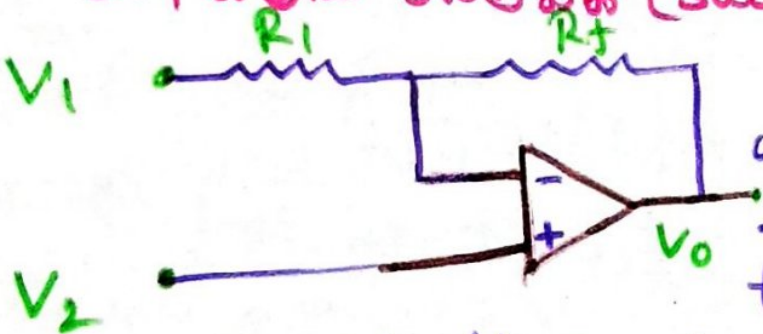
$$V_0 = - \frac{R_f}{R} [V_1 + V_2 + V_3]$$

$$V_0 = -K (V_1 + V_2 + V_3)$$

It $R_f = R$ ആകുന്നു $V_0 = -(V_1 + V_2 + V_3)$

It $R_f = R/3$ ആകുന്നു $V_0 = -\frac{1}{3} (V_1 + V_2 + V_3)$

(iv) കുറയ്ക്കുന്നതിനുള്ള സമരൂപം (Subtracting amplifier)



Since differential amplifier amplifies the difference of two input signals

of an op-amp, it can be used as subtractor circuit. The circuit is shown in figure. This circuit provides an output equal to the difference of two input signals.

ഒരു ഓപ്പറേഷൻ അംപ്ലിഫയറിലെ വ്യത്യാസം വരുത്തുന്നതിന് (ii) വ്യത്യസ്തമായ രണ്ട് ഇൻപുട്ടുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു, കഴിവില്ലാതെ സമരൂപം നൽകുന്നതിന് സാധിക്കും. കഴിവില്ലാതെ സമരൂപം ഉണ്ടാക്കുന്നതിന് വ്യത്യസ്തമായ രണ്ട് ഇൻപുട്ടുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ଶୃଙ୍ଖଳାତ୍ୱର ବିକଳ୍ପିତା ଧାରଣା,
(Superposition theorem)

$$V_0 = V_0' + V_0'' \quad \text{--- (1)}$$

V_0' - V_1 ର ଉତ୍ତର (output of V_1)

V_0'' - V_2 ର ଉତ୍ତର (" " V_2)

Principle of Inverting amplifier,
ଫଳାଫଳ ଉତ୍ତର ଉତ୍ତର,

$$V_0' = -\frac{R_f}{R_1} V_1 \quad \text{--- (2)}$$

Principle of non-inverting amplifier,
ଫଳାଫଳ ଉତ୍ତର ଉତ୍ତର

$$V_0'' = \left(1 + \frac{R_f}{R_1}\right) V_2 \quad \text{--- (3)}$$

(2), (3) are substitute in eqn. (1)

ଫଳାଫଳ (2), (3) ଉତ୍ତର (1) ର ଉତ୍ତର

$$V_0 = \left(1 + \frac{R_f}{R_1}\right) V_2 - \frac{R_f}{R_1} V_1$$

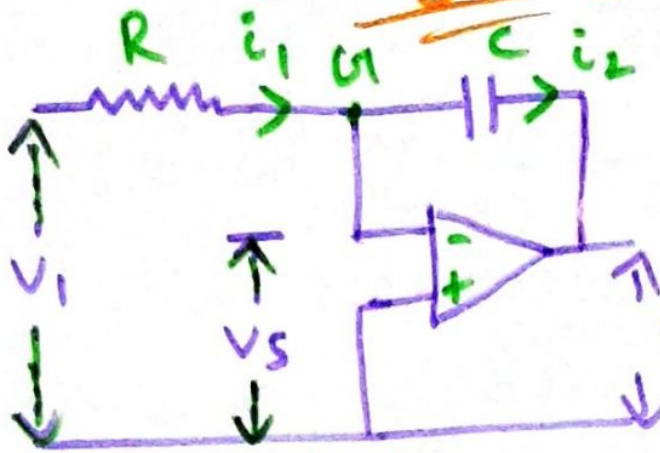
If $R_f \gg R_1$, $\frac{R_f}{R_1} \gg 1$ ଉତ୍ତର

$$V_0 = \frac{R_f}{R_1} (V_2 - V_1)$$

$$= K (V_2 - V_1)$$

If $R_f = R_1$ ଉତ୍ତର $V_0 = V_2 - V_1$

(v) ആന്തരവാക്യം മുദ്രക
Integrating amplifier



An integrator is a circuit that performs a mathematical operation called

integration. സംയോജനം, 2 മിനിറ്റ് ഓപ്പറേഷൻ
ആന്തരവാക്യം മുദ്രക (integral) മുദ്രക

The circuit is shown in fig. which is similar to the circuit of the inverting amplifier, except that the feed back is through capacitor C instead of resistor R.

ആന്തരവാക്യം മുദ്രക പ്രകാശം കമ്പ്യൂട്ടറുകൾ
പ്രകാശം കമ്പ്യൂട്ടറുകൾ, പ്രകാശം കമ്പ്യൂട്ടറുകൾ
പ്രകാശം കമ്പ്യൂട്ടറുകൾ C കമ്പ്യൂട്ടറുകൾ

$$i_1 = i_2 \quad \text{--- (1)}$$

$$\frac{V_1 - V_S}{R} = C \frac{d(V_S - V_O)}{dt} \quad \text{--- (2)}$$

V_S is very low, V_S കമ്പ്യൂട്ടറുകൾ

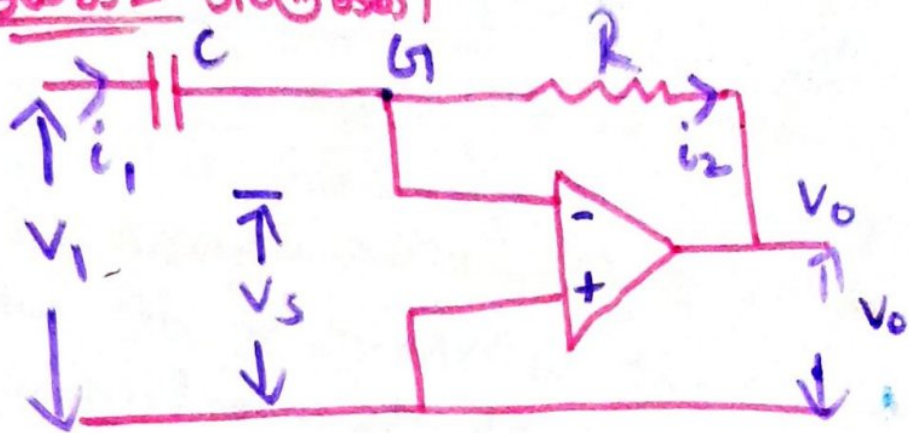
$$\frac{V_1}{R} = C \frac{d}{dt} (-V_0)$$

$$C \frac{dV_0}{dt} = -\frac{V_1}{R}$$

$$V_0 = -\frac{1}{CR} \int V_1 dt$$

(vi) Op-amp Differentiator

பகுதி 2 இல் காட்டிய சுருக்கம்



Differentiator circuit can be obtained by interchanging the resistor and capacitor of the integrator circuit, as shown in figure.

பெரியதாகும் சிம்மியும் லிங்கை R, லிங்கை, சிவவயிறு பட்டில் காட்டியவற்று இல் லிங்கை இணைக்கப்பட்டுள்ளது, இச்சிம்மியு பகுதி 2 இல் காட்டிய சுருக்கம் காட்டியுள்ளது.

V_s - Very low (லிங்கை)

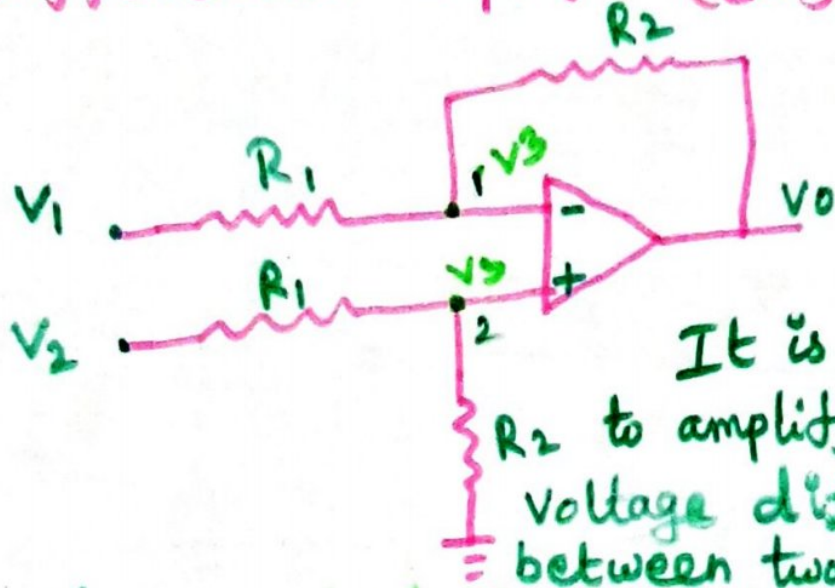
$$i_1 = i_2 \quad \text{--- ①}$$

$$C \frac{d}{dt} (V_1 - V_s) = \frac{V_s - V_0}{R} \quad \text{--- ②}$$

$$C \frac{dv_1}{dt} = -\frac{V_0}{R}$$

$$V_0 = -CR \frac{dv_1}{dt}$$

(vii) Differential amplifier (Differential Amplifier)



It is necessary R_2 to amplify the voltage difference between two input lines neither of which is grounded. In this case, the amplifier is called a differential amplifier.

கிர்ச்சொல்லைக் கொண்டுள்ள இரண்டு உள்ளீடுகளுக்கும் இடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாட்டை பெருக்கி வெளியேற்றும் ஒரு மின்னழுத்த வேறுபாட்டு மருகுக்கி ஆகும்.

V_1, V_2 - input voltages (உள்ளீட்டு மின்னழுத்துகள்)
 V_0 - output voltage (வெளியேற்று மின்னழுத்து)

Point 1, 2 - V_3 (Voltage)
 $V_{diff}(1,2) = V_3$ (மின்னழுத்து வேறுபாடு)

Using Kirchoff's law at points 1 & 2
 கிர்ச்சொல்லின் மூலம் 1, 2 இடங்களில் மின்னழுத்து வேறுபாட்டை

Point
4 in 1

$$\frac{V_1 - V_3}{R_1} = \frac{V_3 - V_0}{R_2} \quad \text{--- (1)}$$

Point
4 in 2

$$\frac{V_2 - V_3}{R_1} = \frac{V_3}{R_2} \quad \text{--- (2)}$$

From equations (1) and (2)

Substituting (2) in (1)

$$\frac{V_1 - \cancel{V_3} - V_2 + \cancel{V_3}}{R_1} = \frac{\cancel{V_3} - V_0 - \cancel{V_3}}{R_2} \quad \text{--- (3)}$$

$$\frac{V_1 - V_2}{R_1} = -\frac{V_0}{R_2} \quad \text{--- (4)}$$

$$\frac{R_2}{R_1} = -\frac{V_0}{V_1 - V_2} \quad \text{--- (5)}$$

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{V_0}{V_2 - V_1} \quad \text{--- (6)}$$

$$V_0 = \frac{R_2}{R_1} (V_2 - V_1) \quad \text{--- (7)}$$

gain of the diff. amp. $= \frac{R_2}{R_1}$ --- (8)

~~Use the diff. amp. equation and substitute the values~~

VHT

CMRR (Common mode Rejection Ratio) பொது மாதிரி மறுப்பு விகிதம்

In An ideal differential amplifier, the output signal V_o should be given as

பொது மாதிரி மறுப்பு விகிதம் மறுப்பு விகிதம் V_o கிடைக்க வேண்டும்.

$$V_o = A_d (V_1 - V_2) \quad \text{--- (1)}$$

A_d is the gain of the differential amplifier.

For example
மறுப்பு விகிதம்,

மறுப்பு விகிதம் $V_1 = V_2$
Ideal op-amp $V_o = 0$
மறுப்பு விகிதம் = low value

(i) $V_1 = +25\mu V, V_2 = -25\mu V$
 $V_d = 50\mu V$

(ii) $V_1 = 900\mu V, V_2 = 850\mu V$
 $V_d = 50\mu V$

மறுப்பு விகிதம், மறுப்பு விகிதம், மறுப்பு விகிதம்
மறுப்பு விகிதம். மறுப்பு விகிதம் V_d output in the two cases having 800.
input signals will not be exactly the same, even though the difference of two input signals V_d in both cases is the same.

output not only depends upon the difference signal V_d of the two input signals, but also upon the average level, called the common mode signal V_c .
 അല്ലെങ്കിൽ, ഈ സന്ദർഭത്തിൽ വൈദ്യുത സന്ദർഭ V_d ന്റെ ലഭ്യതയിൽ സന്ദർഭ V_c ന്റെയും സ്വാധീനം ഉണ്ട്.

Common mode signal } $V_c = \frac{1}{2}(V_1 + V_2)$ — ②
 സന്ദർഭ സന്ദർഭ

അല്ലെങ്കിൽ, ഈ 2-ഇൻപുട്ട് ലഭിക്കുന്ന ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് V_o be expressed as a linear combination of two input voltages.

$V_o = A_1 V_1 + A_2 V_2$ — ③

A_1 is the voltage gain for input V_1 , with V_2 grounded.
 A_2 is the voltage gain for input V_2 , with V_1 grounded.

② ന്റെ, from eqn ②

$2V_c = V_1 + V_2$ — ④

$V_d = V_1 - V_2$ — ⑤

From eqn. ④, ⑤, from ④, ⑤ ന്റെ

④ + ⑤

$2V_c + V_d = V_1 + V_2 + V_1 - V_2$

$2V_c + V_d = 2V_1$

$V_1 = V_c + V_d/2$ — ⑥

(4) - (5)

$$2V_c - V_d = V_1 + V_2 - V_1 + V_2$$

$$2V_c - V_d = 2V_2$$

$$V_2 = V_c - \frac{V_d}{2} \quad \text{--- (7)}$$

(6), (7) into (3) as before

eqn. (6), (7) are sub. in eqn (3).

$$V_o = A_1 \left(V_c + \frac{V_d}{2} \right) + A_2 \left(V_c - \frac{V_d}{2} \right)$$

$$V_o = A_d V_d + A_c V_c \quad \left\{ \begin{array}{l} A_1 V_c + A_1 \frac{V_d}{2} \\ + A_2 V_c - A_2 \frac{V_d}{2} \end{array} \right.$$

$$A_d = \frac{1}{2} (A_1 - A_2)$$

$$A_c = A_1 + A_2$$

$$CMRR = \rho = \left| \frac{A_d}{A_c} \right|$$

ρ - Figure of merit
dB
20 log ρ

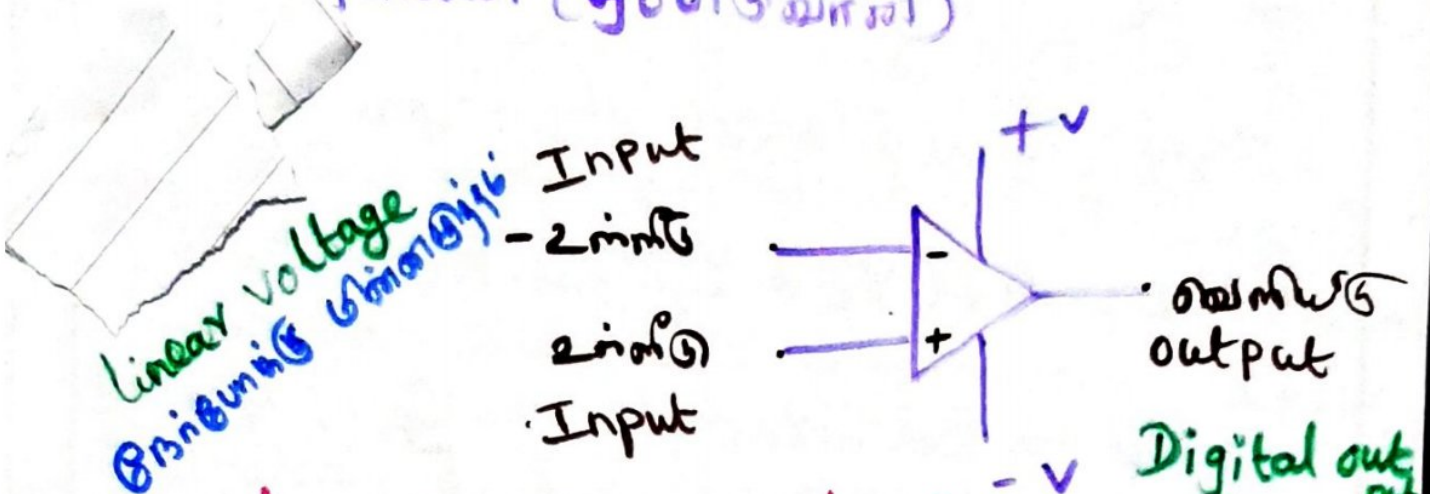
Common mode signal output = A_c

A_d is the voltage gain for difference signal

A_c is the voltage gain for common mode signal

CMRR is large in comparison to the A_c

ratio of common mode signal to the difference signal. op-amp ஓபரேயிங் கிரேட்களில் உள்ள சிபிடி 2-பிடி சிபிடி, ஓபரேயிங் கிரேட்களில் உள்ள சிபிடி 2-பிடி சிபிடி, ஓபரேயிங் கிரேட்களில் உள்ள சிபிடி 2-பிடி சிபிடி (ix) Comparator (ஒப்பிடுகிறான்)



The op-amp comparator is a circuit with two inputs and one output.

The two inputs can be compared with each other, ie, one of them can be considered a reference voltage (V_{ref})

A fixed reference voltage (V_{ref}) is applied to the inverting (-) input terminal and sinusoidal (V_{in}) is applied to the non inverting (+) input terminal. ஓபரேயிங் கிரேட்களில் உள்ள சிபிடி 2-பிடி சிபிடி (V_{ref}), ஓபரேயிங் கிரேட்களில் உள்ள சிபிடி 2-பிடி சிபிடி (V_{in}) ஓபரேயிங் கிரேட்களில் உள்ள சிபிடி 2-பிடி சிபிடி.

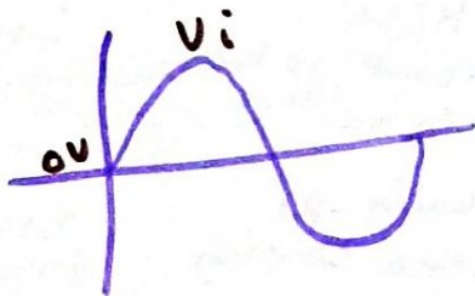
When V_{in} exceeds V_{ref} the output voltage goes to positive saturation because the voltage at the (-) input is smaller than at the (+) input. On the other hand, when V_{in} is less than V_{ref} the output voltage goes to negative saturation.

$V_{in} < V_{ref}$ (+), $V_{in} > V_{ref}$ (-) V_{in} is less than V_{ref} , the output voltage goes to positive saturation. V_{in} is greater than V_{ref} , the output voltage goes to negative saturation.

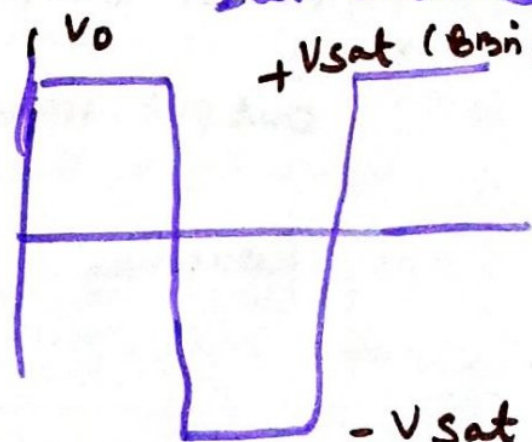
Example

(i) $V_{ref} = 2V$
 $V_{in} < 2V$

(ii) $V_{ref} = 2V$
 $V_{in} > 2V$



output saturation - low level voltage $-V_{sat}$ and high voltage level $+V_{sat}$ (positive saturation)



V_{in} is less than 0V and the output voltage goes to negative saturation $-V_{sat}$. V_{in} is greater than 0V and the output voltage goes to positive saturation $+V_{sat}$.

$V_i =$ need not be 0V
either +ive (or) -ive voltage

2 in 1 G surface @ 1000 @ 1000
@ 1000 (or) 1000 @ 1000 @ 1000

