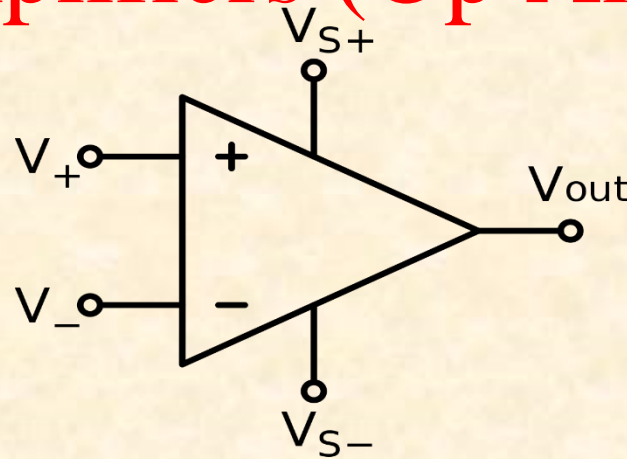
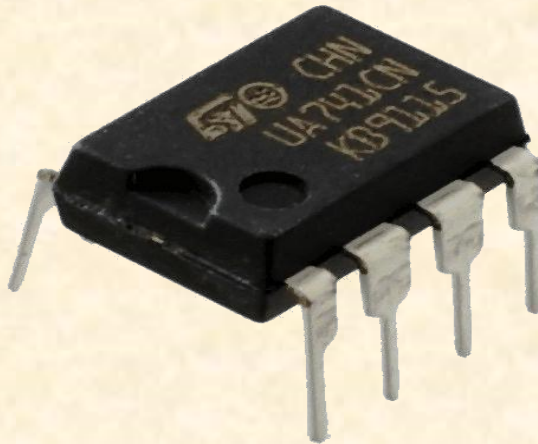


Second stage : Power electronics



Operational Amplifiers (Op Amps)



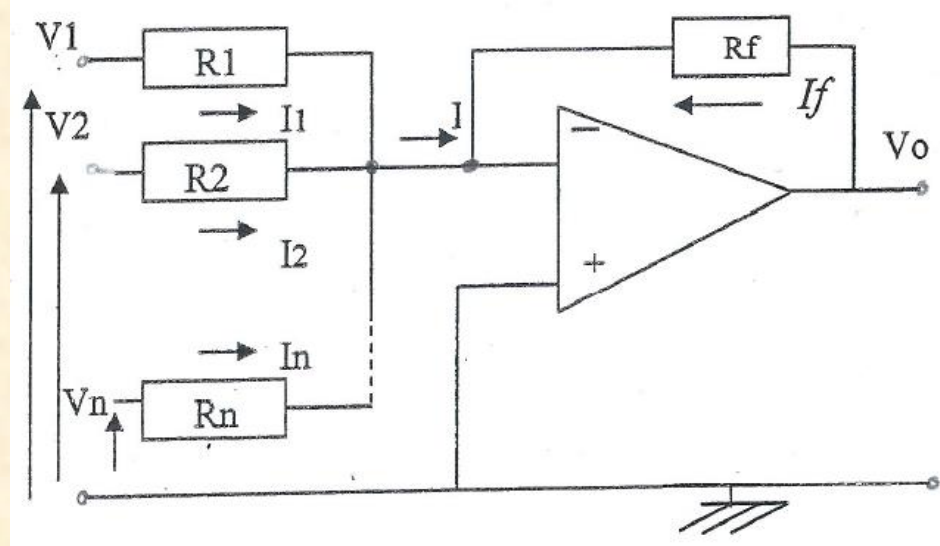
Abdul ghafor Abdul Ghafar

Abdul hameed

Outline

- Summing OP-AMP
- Example
- Non-inverting Adder
- The Subtractor
- Example

Summing OP-AMP



Summing OP-AMP

It is one of the inverting op-amp applications where the inverting input is connected to several voltage sources[V_1, V_2, \dots, V_n]; n = number of inputs, as shown in the Figure above.

$$I = - I_f = I_1 + I_2 + \dots + I_n \quad (1)$$

$$I_f = V_o / R_f \quad (2)$$

$$I_1 = V_1 / R_1 \quad (3)$$

$$I_2 = V_2 / R_2 \quad (4)$$

Cont.

$$I_n = V_n/R_n \quad (5)$$

Sub. In eqn.(1)yields:-

$$\frac{V_o}{R_f} = -\left[\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \dots + \frac{V_n}{R_n}\right] \quad (6)$$

So the output voltage:-

$$V_o = -\left[\frac{R_f}{R_1} V_1 + \frac{R_f}{R_2} V_2 + \dots + \frac{R_f}{R_n} V_n\right] \quad (7)$$

Example: Design Summing op-amp circuit to solve the following equations.

(1) $V_o = 0.2V_1 + V_2 - 0.2V_3$

(2) $V_o = 2V_1 - 0.5V_2 - 0.4V_3$ (Home work)

(3) $V_o = 2.5V_1 - 0.2V_2$ (Home work)

Consider the feedback resistance is equal to $10K\Omega$

Cont.

Solution:- (1)

بما ان دائرة الجمع هي من تطبيقات المكبر القالب يجب اعتبار قطبية الفولتيات عكس الإشارة الجبرية بالمعادلة عند رسم الدائرة. المعادلة الأولى تحتوي على ثلاث حدود أي $n=3$

$R_f = 10K\Omega$, by using eqn.(7) we get:-

$$V_o = -\left[\frac{R_f}{R_1} V_1 + \frac{R_f}{R_2} V_2 + \dots + \frac{R_f}{R_n} V_n\right] \quad (7)$$

طابق حدود المعادلة اعلاة مع حدود معادلة السؤال ثم عوض عن R_f كما يلي :-

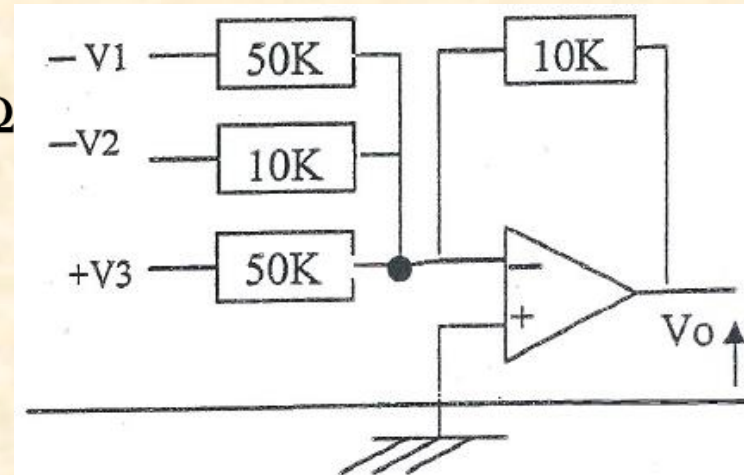
$$\frac{R_f}{R_1} V_1 = 0.2V_1 \text{ then } R_1 = R_f/0.2 = 10/0.2 = 50K\Omega$$

Also

$$\frac{R_f}{R_2} V_1 = V_1 \text{ then } R_2 = R_f/1 = 10/1 = 10K\Omega$$

And

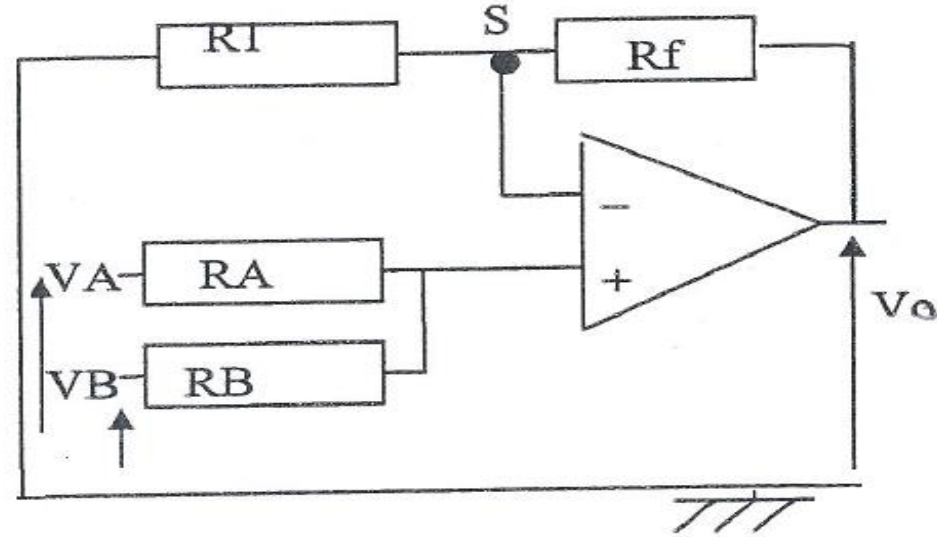
$$\frac{R_f}{R_3} V_1 = 0.2V_1 \text{ then } R_3 = R_f/0.2 = 10/0.2 = 50K\Omega$$



Non-Inverting Adder

Non-Inverting Adder:- It is one of the non inverting op-amp application

ان نقطة الإضافة (S) في الشكل لن تكون ارضي ظاهري , حيث تكون ارضي ظاهري عند ربط الادخال غير القالب الى ارضي فقط . لذلك عند اخذ (VA) بالاعتبار عند تطبيق نظرية التراكب, وبعد قصر (VB) فإن الجهد المجهز الى الدخل غير القالب يتم تحديده بتطبيق قاعدة مجزئ الفولتية:-



$$V_{in1} = \frac{R_B}{R_A + R_B} V_A \quad (1)$$

ويكون الجهد الناتج من (VA)

$$V_{out1} = \left(\frac{R_B}{R_A + R_B} V_A \right) \left(1 + \frac{R_f}{R_1} \right) \quad (2)$$

Cont.

وبنفس الطريقة يكون الجهد عند الدخل غير القالب عن (VB) عند قصر (VA):-

$$V_{in2} = \frac{R_A}{R_A + R_B} V_B \quad (3)$$

ويكون الجهد الناتج من (VB)

$$V_{out1} = \left(\frac{R_A}{R_A + R_B} V_B \right) \left(1 + \frac{R_f}{R_1} \right) \quad (4)$$

$$V_o = V_{out1} + V_{out2} \quad (5)$$

$$V_o = \left[\left(\frac{R_B}{R_A + R_B} V_A \right) \left(1 + \frac{R_f}{R_1} \right) + \left(\frac{R_A}{R_A + R_B} V_B \right) \left(1 + \frac{R_f}{R_1} \right) \right] \quad (6)$$

وعند جمع الحدود يصبح لدينا :-

$$V_o = \left(\frac{R_B V_A + R_A V_B}{R_A + R_B} \right) \left(1 + \frac{R_f}{R_1} \right) \quad (7)$$

وإذا كانت (RA=RB) فإن :-

$$V_o = \left(\frac{V_A + V_B}{2} \right) \left(1 + \frac{R_f}{R_1} \right)$$

The Subtractor

By using Superposition theorem:-

$$V_o = V_{o1} + V_{o2} \quad (1)$$

حيث ان V_{o1} هي الخرج الناتج من V_1 و V_{o1} هي الخرج الناتج من V_2

$$V_{o1} = A_v V_1 \quad (2)$$

$$V_{o1} = -\frac{R_f}{R_1} V_1 \quad (3)$$

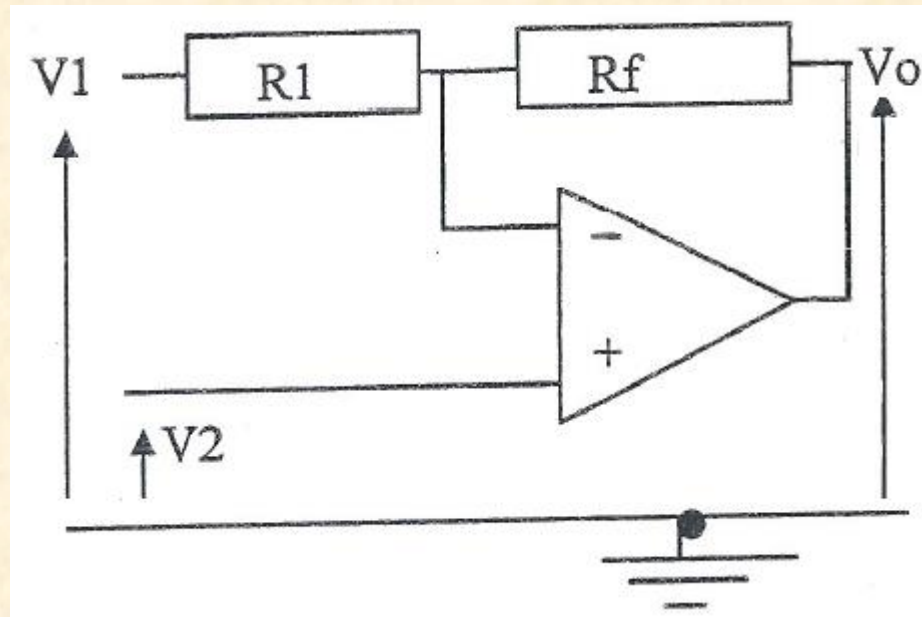
$$V_{o2} = \left(1 + \frac{R_f}{R_1}\right) V_2 \quad (4)$$

عوض عن معادلة (3) و (4) في معادلة (1)

$$V_o = -\frac{R_f}{R_1} V_1 + \left(1 + \frac{R_f}{R_1}\right) V_2 \quad (5)$$

Or

$$V_o = \left(1 + \frac{R_f}{R_1}\right) V_2 - \frac{R_f}{R_1} V_1 \quad (6)$$



Example

The subtractor shown in Fig below; [$V_1=5V$, $V_2=4V$, $R_f=10K$ and $R_1=5K$

Find V_o .

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

$$V_o = \left(1 + \frac{10}{5}\right) V_2 - 5V_1$$

$$V_o = 3V_2 - 2V_1 = 3 \times 4 - 2 \times 5 = 2V$$

