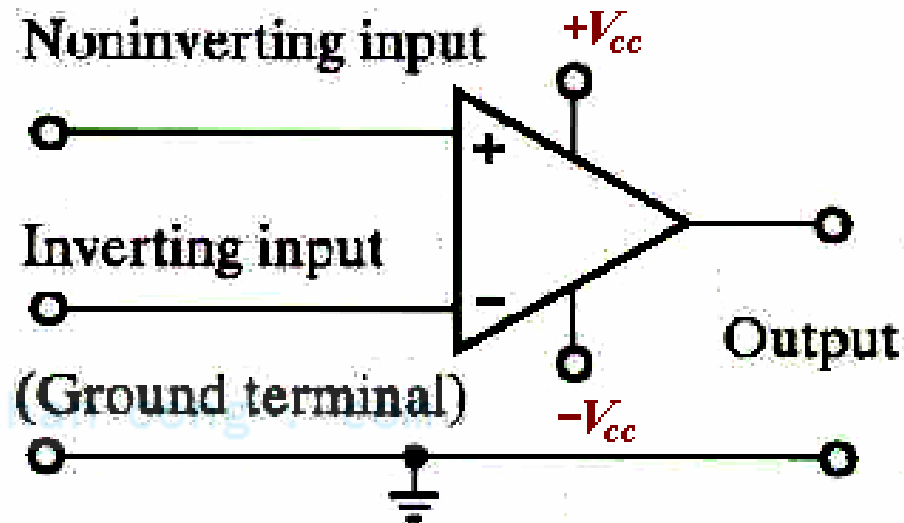


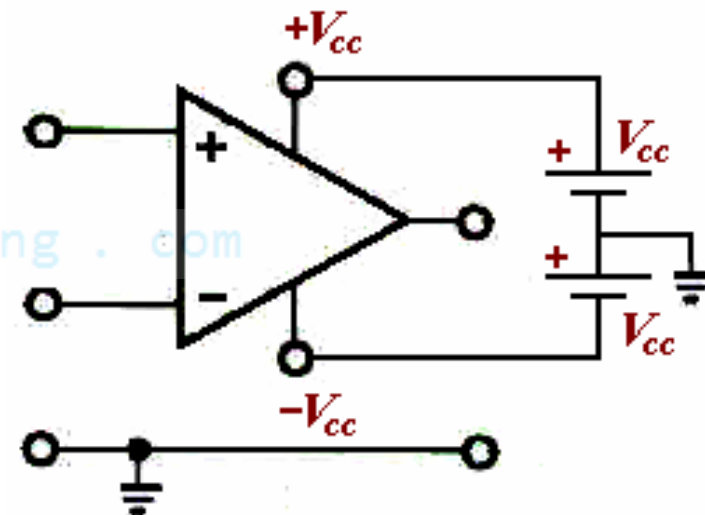
3.5. Khuếch đại thuật toán (OP-AMP)

3.5.1 Mô hình :

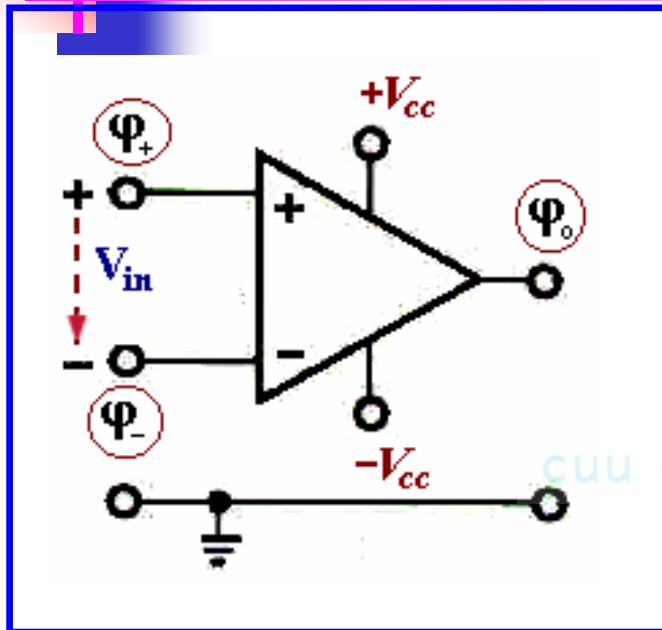
❖ Có 5 cực chính .



❖ Thường cấp nguồn đôi.



❖ Là phần tử phi tuyến :

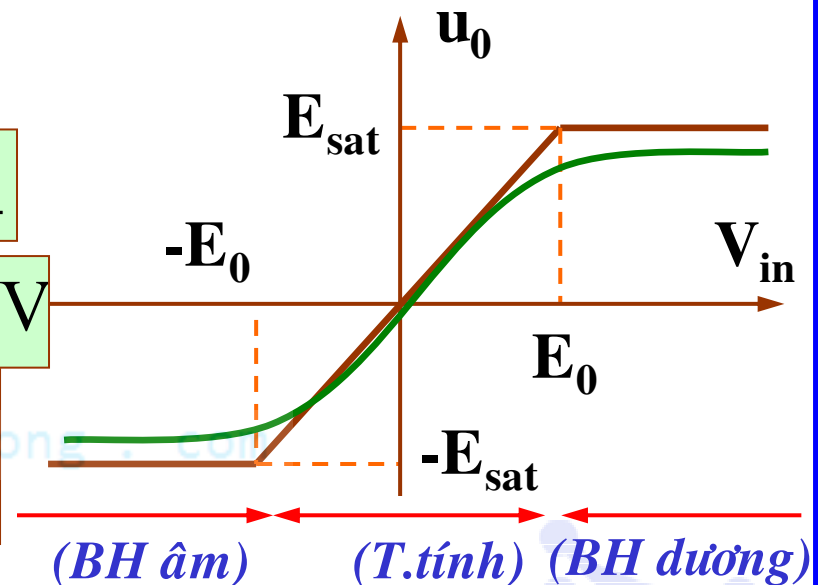


$$u_o = \varphi_o$$

$$V_{in} = \varphi_+ - \varphi_-$$

$$E_{sat} = V_{cc} - 1,7V$$

$$E_0 = \text{vài trăm } \mu V$$



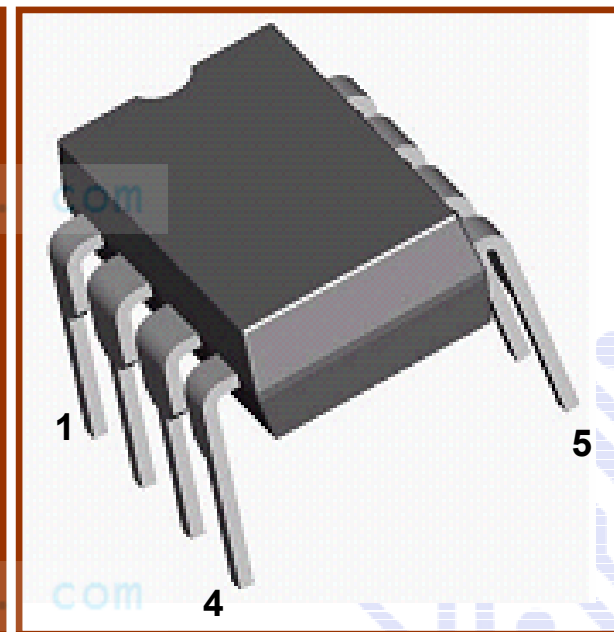
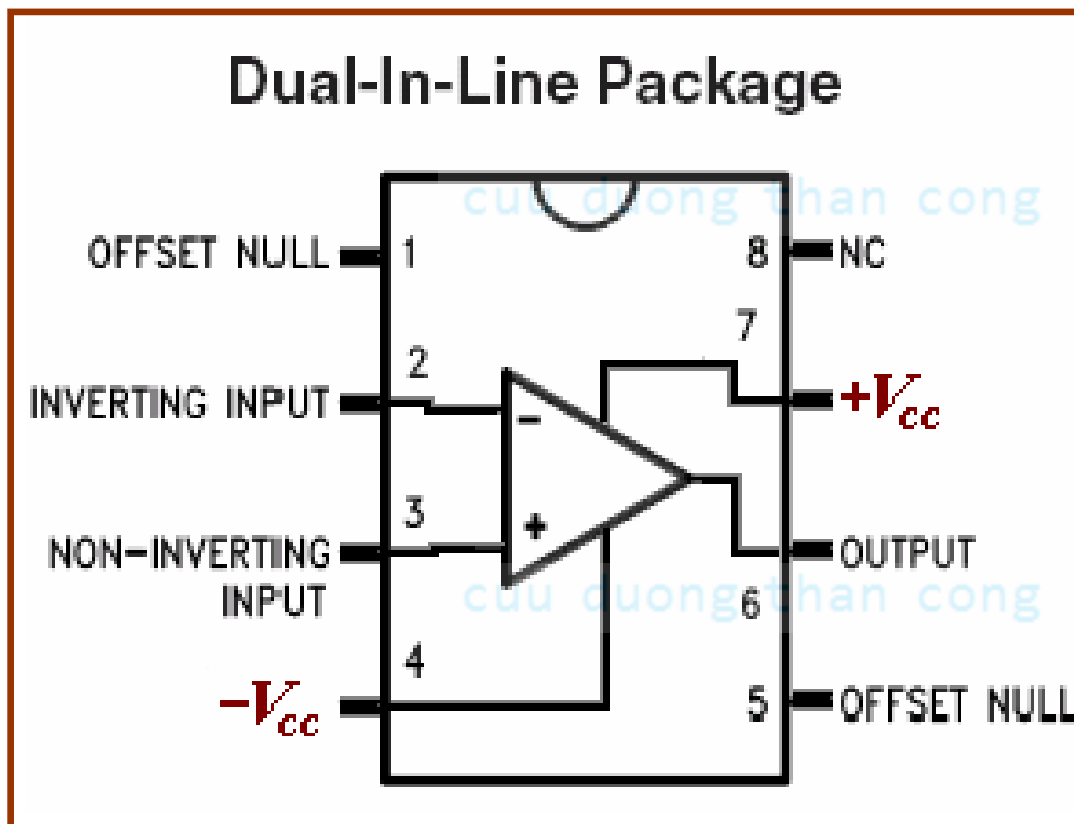
❖ Có thể gần đúng (PWL) . \rightarrow Chia OP-AMP thành 3 miền.

❖ Tuy nhiên , nếu OP-AMP được phân cực sao cho chỉ làm việc trong miền tuyến tính.

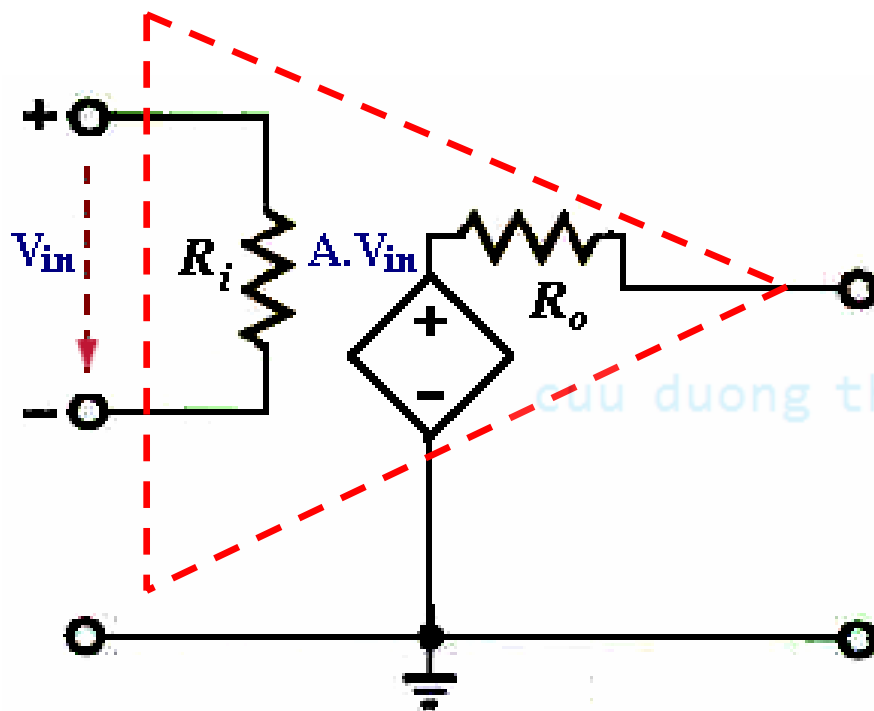
\rightarrow Là phần tử mạch tuyến tính.

❖ Công nghệ chế tạo :

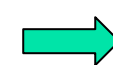
❖ Phần tử này thường được chế tạo theo công nghệ mạch tích hợp (IC) , và phần lớn là dạng DIP.



❖ Sơ đồ mạch tương đương cho OP-AMP :



$$R_i > 1 \text{ M}\Omega$$



$$R_i \approx \infty$$

$$R_o < 200 \text{ }\Omega$$



$$R_o \approx 0$$

$$A = 10^4 \div 10^5$$



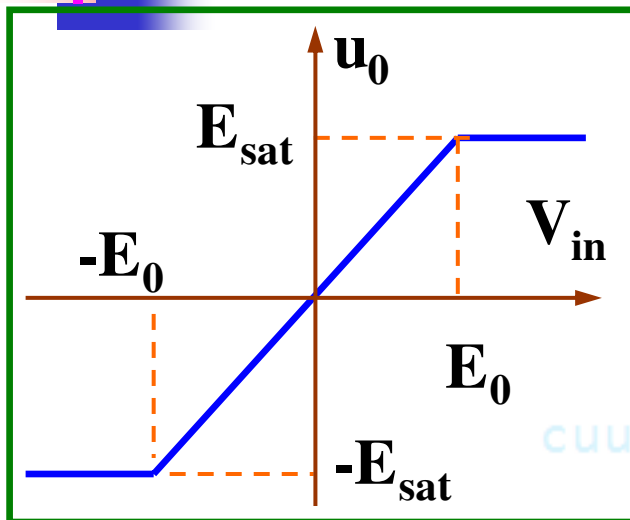
$$A \approx \infty$$

COMMERCIAL OP-AMPS AND THEIR MODEL VALUES

MANUFACTURER	PART No	A	Ri[MOhm]	Ro[Ohm]
National	LM324	100,000	1	20
National	LMC6492	50,000	10	150
Maxim	MAX4240	20,000	45	160



OP-AMP lý tưởng (ideal OP-AMP):



(Đặc tuyến thực)

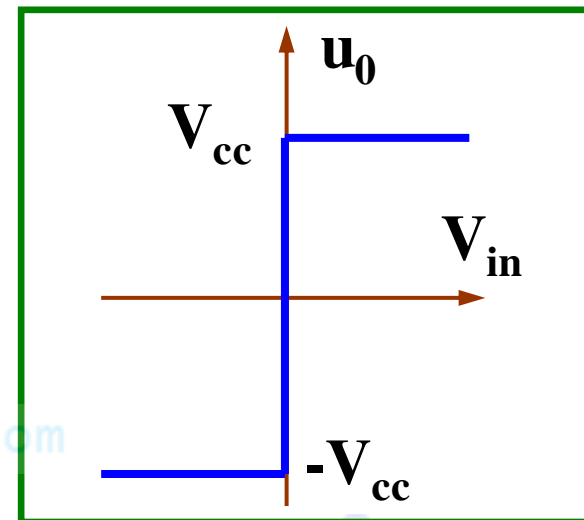
+

$$u_o = \varphi_o$$

$$V_{in} = \varphi_+ - \varphi_-$$

$$E_{sat} = V_{cc}$$

$$E_0 = 0$$

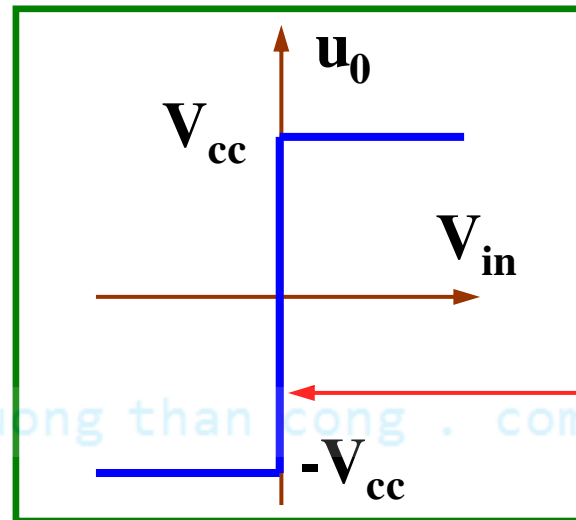
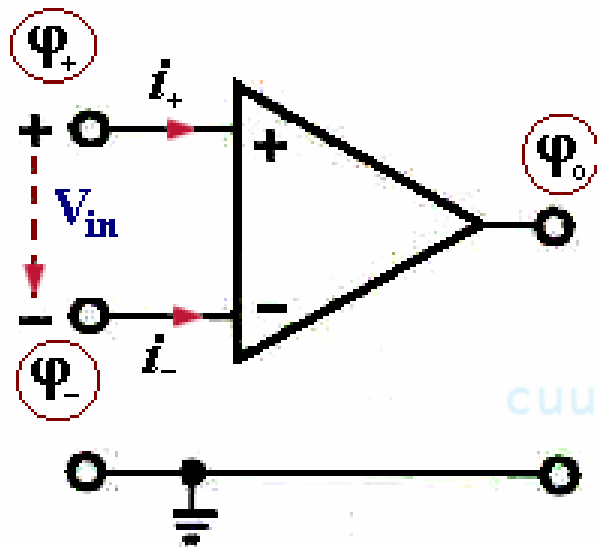


(Đặc tuyến lý tưởng)

(Hệ pt trình mô tả ở 3 chế độ)

$$\begin{cases} i_+ = 0; i_- = 0 \\ u_o = V_{cc} \cdot \frac{|V_{in}|}{V_{in}} \quad \Leftrightarrow \quad V_{in} \neq 0 \\ -V_{cc} < u_o < V_{cc} \quad \Leftrightarrow \quad V_{in} = 0 \end{cases}$$

Mô hình OP-AMP tuyến tính :



❖ Khi OP-AMP được phân cực sao cho : $-V_{cc} < u_0 < V_{cc}$, ta có :

$$V_{in} = \varphi_+ - \varphi_- = 0$$

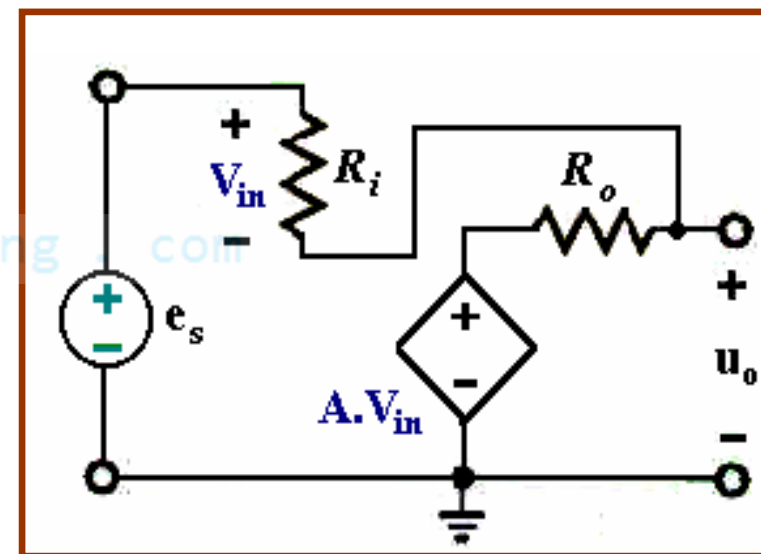
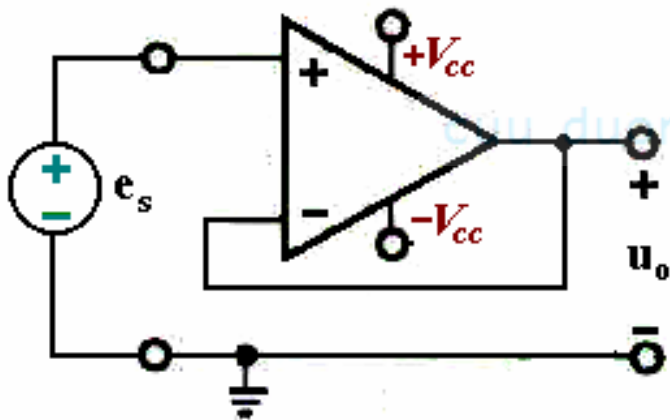
$$\begin{cases} i_+ = 0 \\ i_- = 0 \\ \varphi_+ = \varphi_- \end{cases}$$

(Hệ pt trình miền tuyến tính)

3.5.2: Các P.Pháp giải mạch OP-AMP

a) Dùng sơ đồ tương đương:

Tìm u_o/e_s trong mạch ?

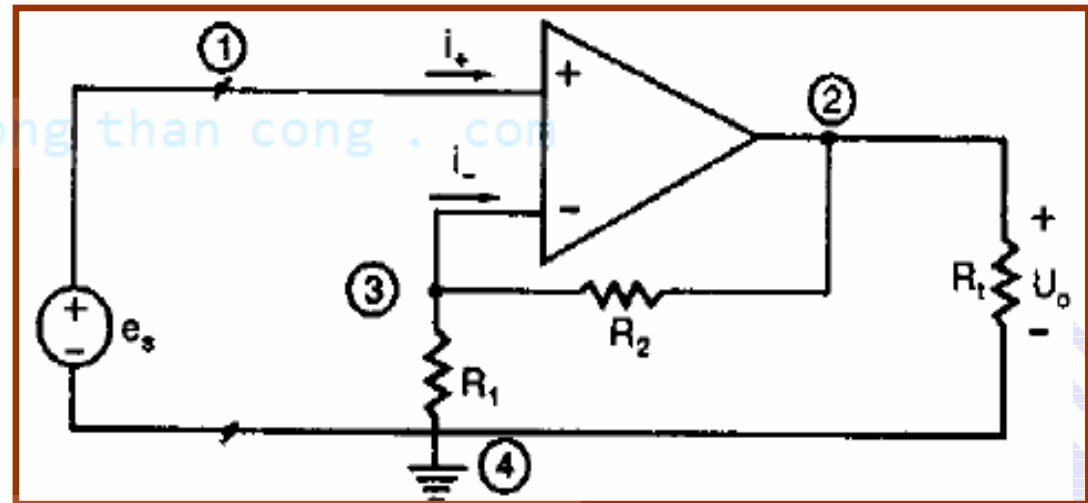


$$\left(\frac{1}{R_i} + \frac{1}{R_o} \right) u_o = \frac{e_s}{R_i} + \frac{A V_{in}}{R_o} = \frac{e_s}{R_i} + \frac{A(e_s - u_o)}{R_o} \Rightarrow \frac{u_o}{e_s} = \frac{1}{1 + \frac{R_i}{R_o + A R_i}}$$

b) Dùng thế nút (NA) :

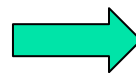
- Ký hiệu các nút (đất luôn là nút chuẩn) .
- Viết ma trận thế nút , bỏ hàng ứng với nút ngõ ra OP-AMP.
- Bỏ xung : $V_{in} = 0$

Ví Dụ: Tìm u_o / e_s ?



- Ptrình thế nút:

$$\begin{cases} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \varphi_3 - \frac{1}{R_2} \varphi_2 = 0 \\ \text{BX: } \varphi_3 = e_s \end{cases}$$



$$\frac{u_o}{e_s} = \frac{\varphi_2}{\varphi_3} = 1 + \frac{R_2}{R_1} \geq 1$$

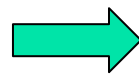
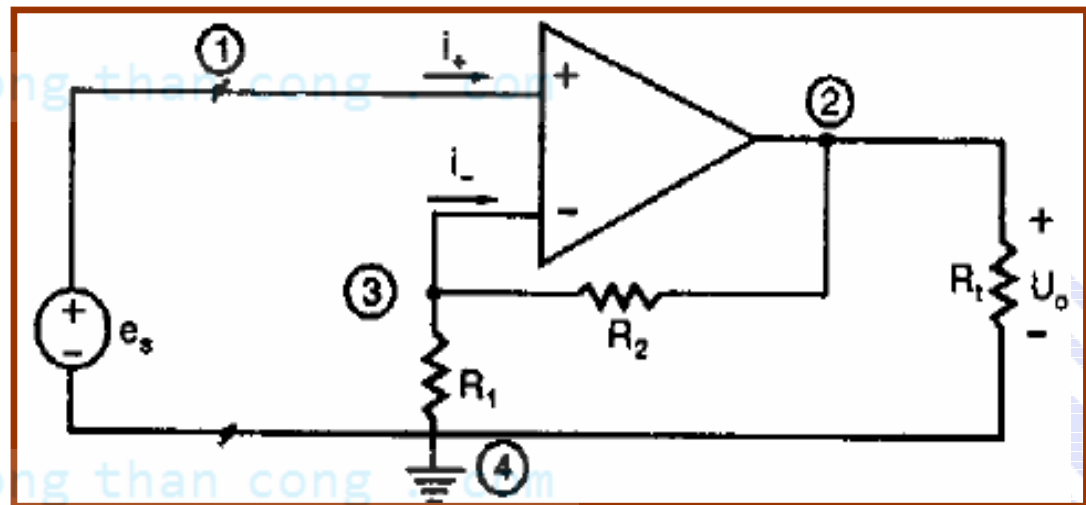
c) Dùng thế nút biến đổi (MNA) :

- Ký hiệu các nút (đất luôn là nút chuẩn) .
- Viết hệ KCL cho (n-1) nút theo thế nút , bỏ p trình ứng với nút ngõ ra OP-AMP.
- Bỏ xung : $V_{in} = 0$

Ví Dụ: Tìm u_o / e_s ?

- Hệ KCL :

$$\begin{cases} \frac{0 - \varphi_3}{R_1} + \frac{\varphi_2 - \varphi_3}{R_2} = 0 \\ \text{BX: } \varphi_3 = e_s \end{cases}$$



$$\frac{u_o}{e_s} = \frac{\varphi_2}{\varphi_3} = 1 + \frac{R_2}{R_1} \geq 1$$