



CIRCUITS I COMPONENTS ELECTRONICS



Tema 3

CIRCUITS ACTIUS



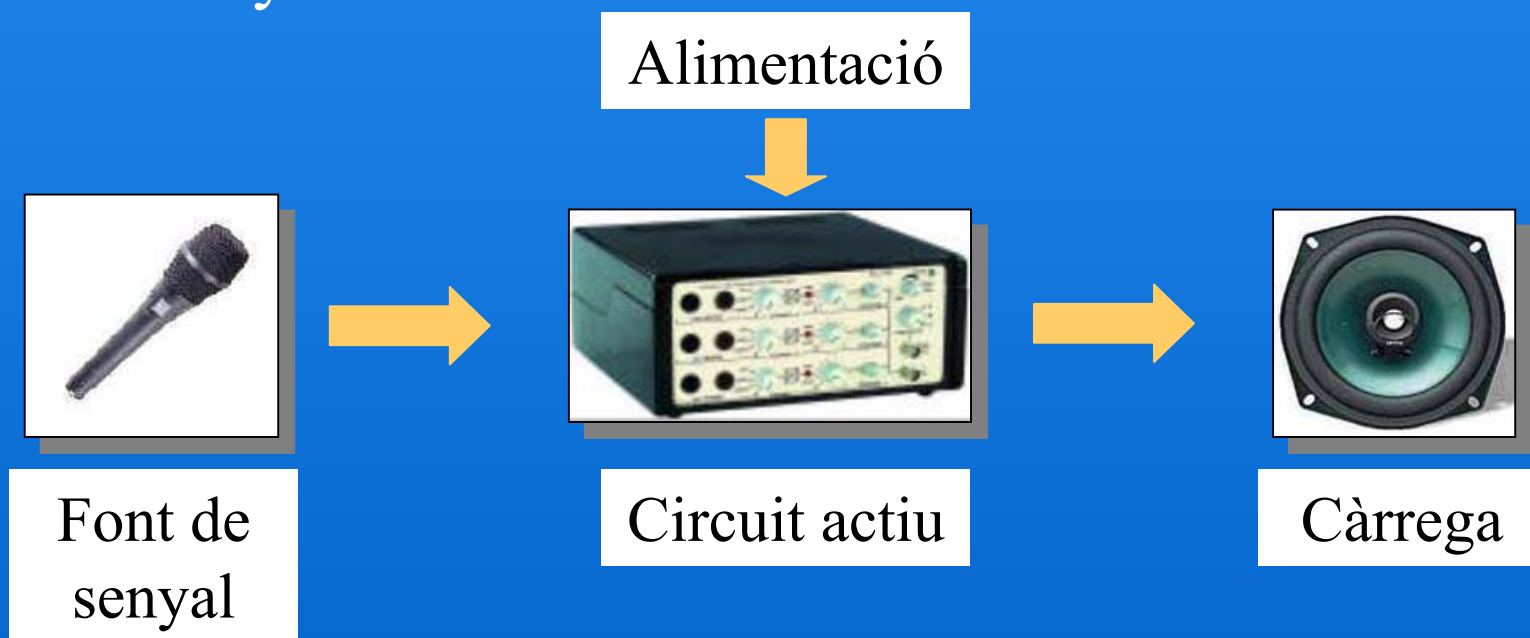
INDEX

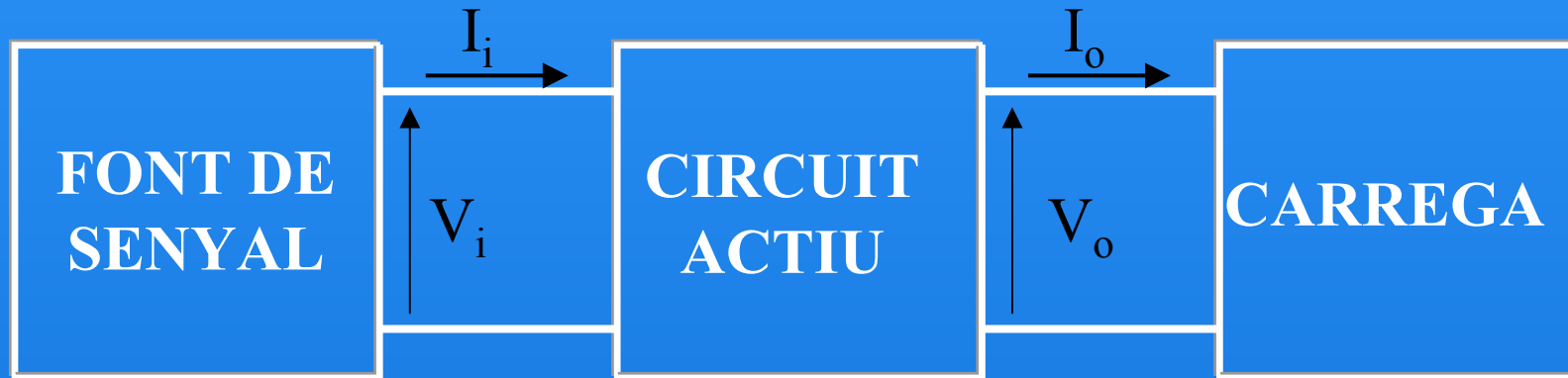


- Definició de circuit actiu.
- Fonts controlades.
 - Tipus de fonts controlades.
 - Circuits amb fonts controlades.
- L'amplificador operacional ideal.
 - Modelat.
 - Aplicacions lineals.
 - Aplicacions no lineals.

- Definició :

- Es aquell circuit que és capaç de donar a la càrrega més potència de la que rep de la font de senyal.





$$\text{Potència entrada} = V_i \cdot I_i$$

$$\text{Potència sortida} = V_o \cdot I_o$$

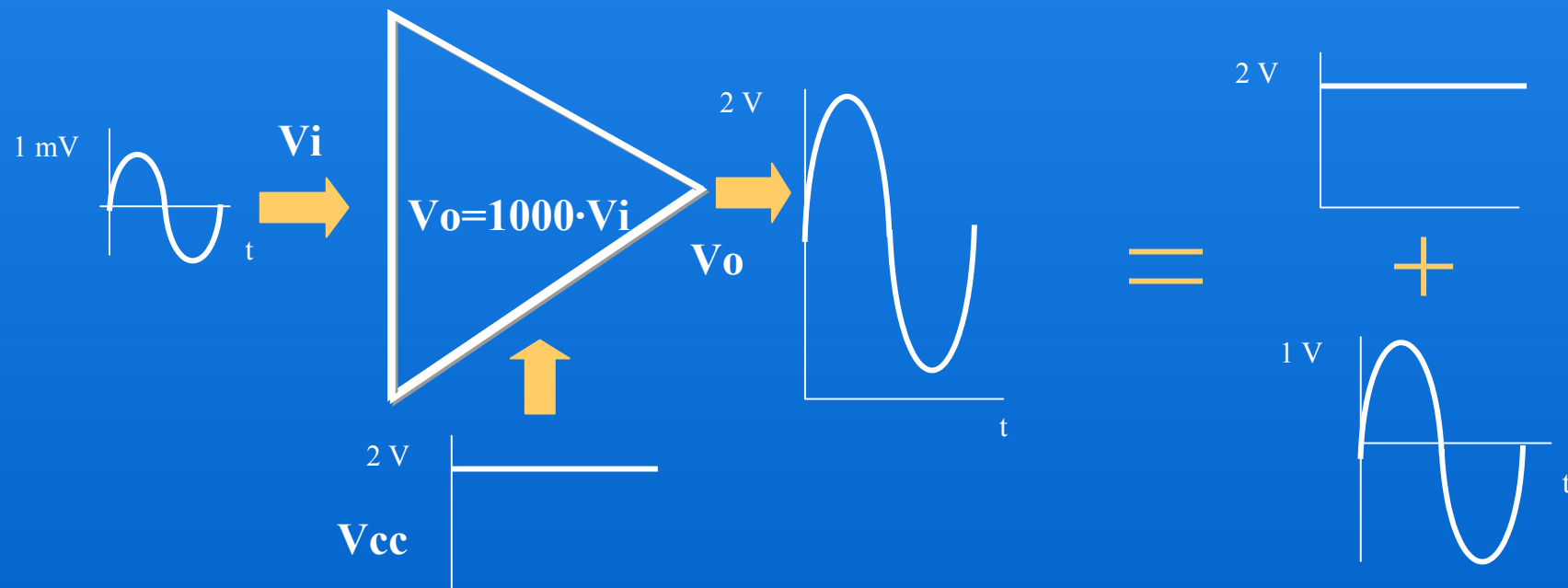


$$V_{cc} \cdot I_{cc}$$

Potència sortida \gg Potència entrada

Potència sortida = Potència entrada + Potència alimentació

- Acció de l'amplificador :
 - Modelar la tensió o Intensitat de la Font d'alimentació en funció de la tensió o intensitat de la font de senyal.





Elements amplificadors



- Components amplificadors :
 - Transistor (amplificador de corrent).
 - Amplificador operacional (amplificador de tensió).

PROBLEMA !!



Com podem modelar els
components actius ??



AMB FONTS CONTROLADES



Fonts controlades



- Definició :
 - Són fonts de tensió o intensitat que el seu valor depèn d'un altre variable del circuit (tensió o corrent).
 - Són elements que serveixen per modelar els components actius.
 - Implícitament tenen associada una font d'alimentació encara que no la dibuixem.
- Apliquem superposició.
 - Estudiem per separat el senyal i l'alimentació. El resultat final és la suma dels dos. Normalment sols s'estudia el senyal i se suposa que el circuit està alimentat.



Tipus de fonts controlades



$$V_c = \mu \cdot v_x$$



Font de tensió controlada per tensió



$$V_c = r_m \cdot i_x$$



Font de tensió controlada per corrent



$$i_c = \beta \cdot i_x$$



Font de corrent controlada per corrent



$$i_c = g_m \cdot v_x$$



Font de corrent controlada per tensió



Característiques



- Definició dels paràmetres :

$$\mu = \frac{v_c}{v_x} = \text{Guany de tensió}$$

$$r_m = \frac{v_c}{i_x} = \text{Tranresistència}(\Omega)$$

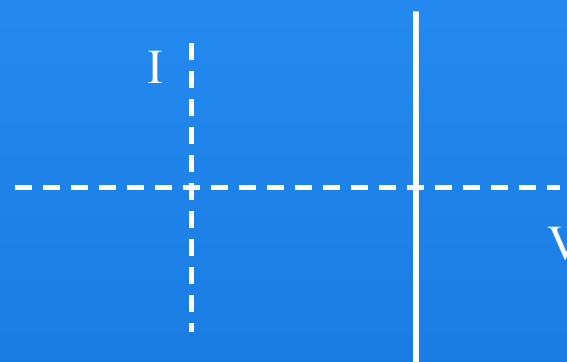
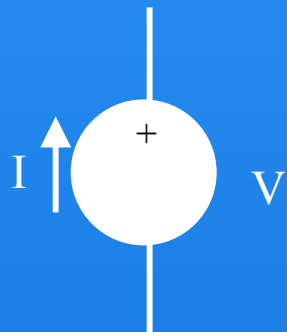
$$\beta = \frac{i_c}{i_x} = \text{Guany de corrent}$$

$$g_m = \frac{i_c}{v_x} = \text{Transconducció}(\Omega^{-1})$$

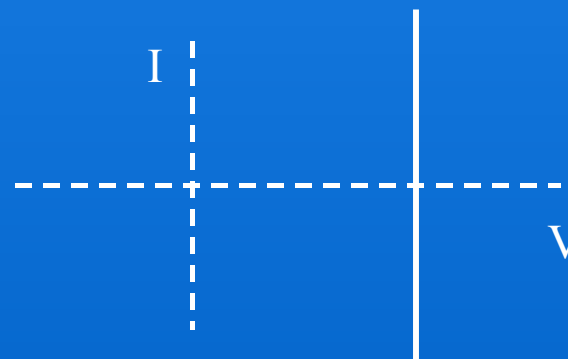
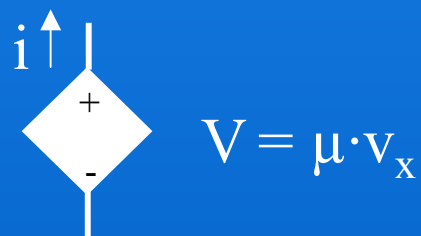
- Important :

- Una Font controlada només produeix voltatge o corrent quan una font independent (font de senyal) activa la variable de control.
- La font controlada està alimentada (V_{cc})

- Font independent :



- Font controlada :





Resolució de circuits amb fonts controlades

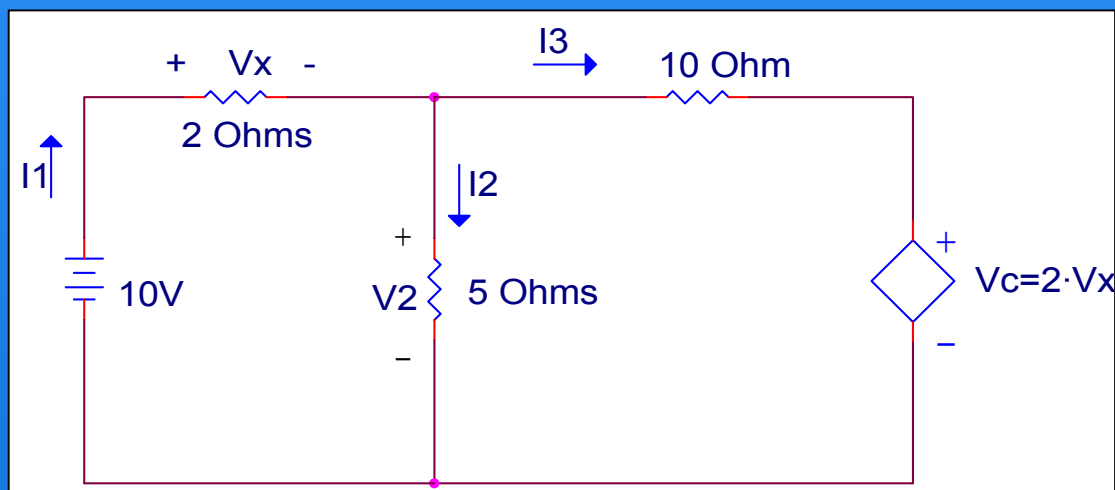


- Plantejar les equacions com si fossin fonts independents.
- Per cada font controlada necessitem una equació auxiliar que ens relacioni la variable de control de la font amb una variable de circuit triada.
- D'una resistència si coneixem la tensió sabem la intensitat (Llei de Ohm). D'una font independent només tenim una incògnita, però d'una font controlada en tenim dues incògnites (V i I) que no estan relacionades per cap llei.

Exemple de resolució d'un circuit amb una font controlada



- Trobar quan val V_2 .



$$I_1 = I_2 + I_3 \Rightarrow \text{node A}$$

$$2 \cdot I_1 + 10 \cdot I_3 = 10 - V_C \Rightarrow \text{malla exterior}$$

$$10 = 2 \cdot I_1 + 5 \cdot I_5 \Rightarrow \text{malla interior}$$

$$V_X = 2 \cdot I_1 \Rightarrow V_C = 2 \cdot 2 \cdot I_1 \Rightarrow \text{equació auxiliar}$$

4 Equacions
amb 4
incògnites



Teoremes amb fonts controlades

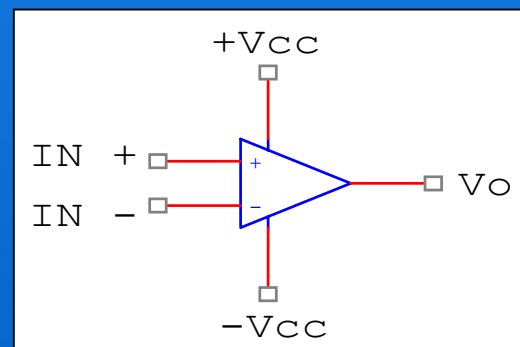


- Teorema de superposició :
 - Les fonts controlades no s'eliminen.
- Teorema de thevenin i norton :
 - El circuit del que es fa l'equivalent ha de contenir la variable de control.
 - Càlcul de la resistència equivalent :
 - $R_{th} = V_{th} / I_N$.
 - Desconnectar les fonts i aplicar una tensió o intensitat de prova.

- Definició :

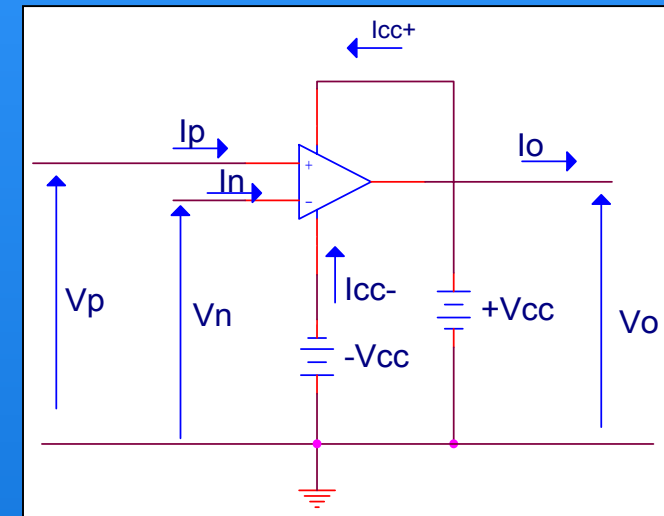
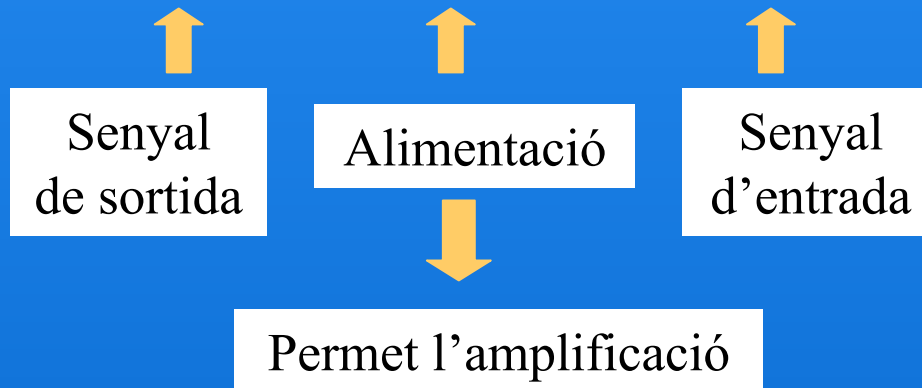
- Es un circuit integrat format per molts elements: resistències, transistors etc....
- Té dos entrades de senyal($V+$ i $V-$) i una sortida de senyal(V_o).
- Té dos terminals d'alimentació(V_{cc+} i V_{cc-})
- Es un amplificador de tensió :
 - $V_o = A \cdot [(V+) - (V-)]$, ($A \rightarrow \infty$).

- Símbol :



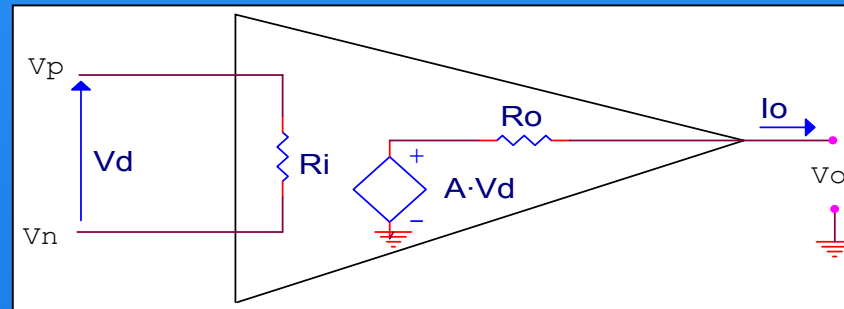
- Esquema bàsic de connexió :
 - Llei de Kirchoff de nodes :

$$I_o = (I_{cc+} + I_{cc-}) + (I_p + I_n)$$

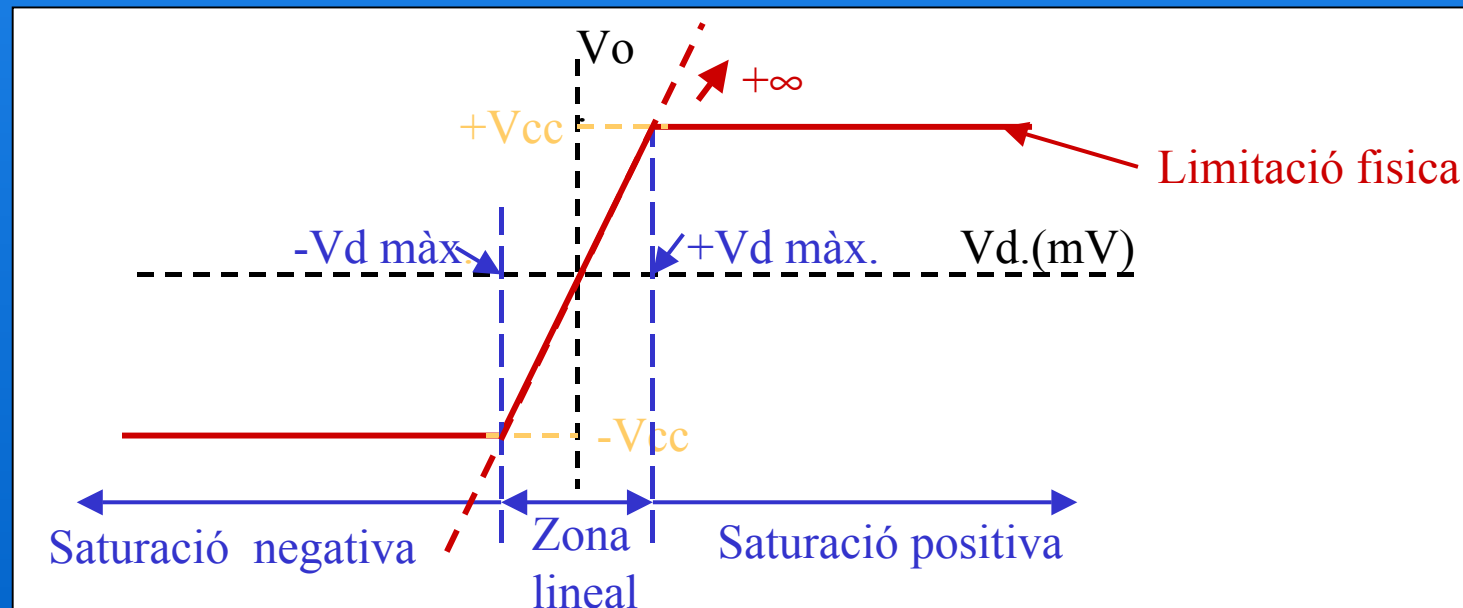


- La connexió de l'alimentació no es representa a l'hora d'estudiar els circuits amb A.O. (està implícitament en el model que s'utilitzarà).

- Model de l'amplificador operacional



- Característica de transferència (relació entrada/sortida)



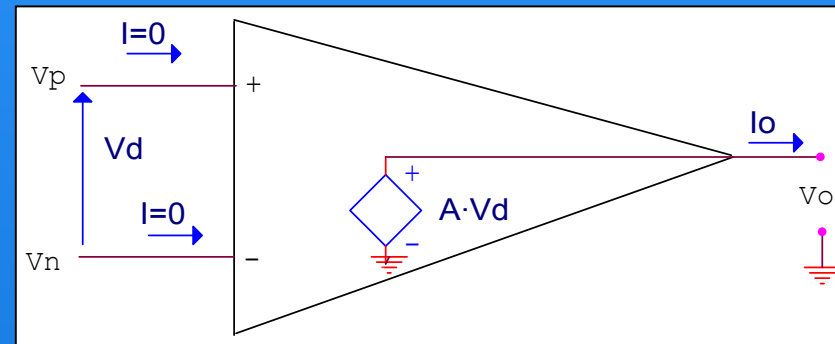


Taula comparativa del A.O. Ideal versus el real

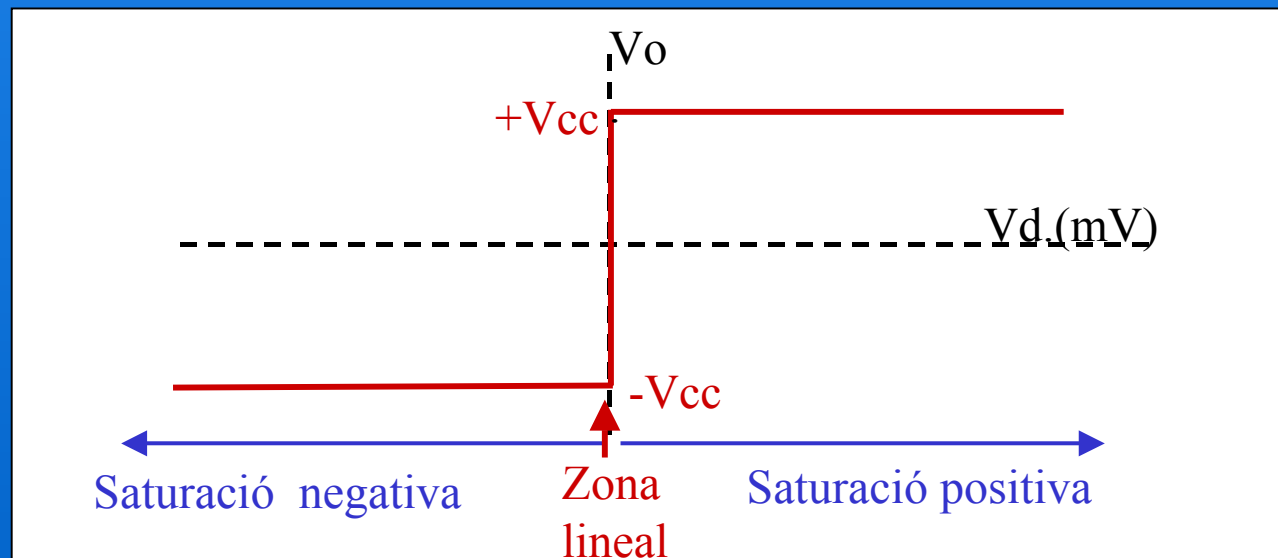


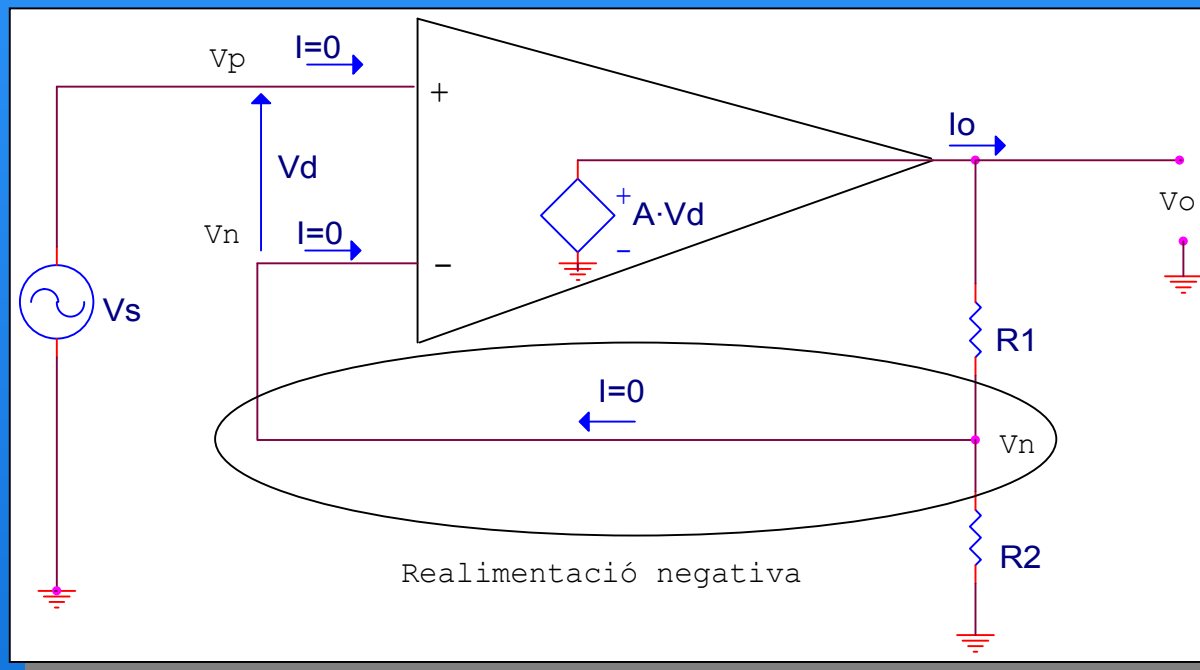
Paràmetre	Nom	Valor ideal	Valor real
A	Guany de tensió llaç obert	∞	$10^5 \div 10^7$
R_i	Resistència d'entrada	∞	$10^6 \div 10^{13}$
R_o	Resistència de sortida	0	$10 \div 100$
$\pm V_{cc}$	Tensió d'alimentació	$\pm 15 \text{ V}$	$\pm 15 \text{ V}$
$V_{d_{\text{màx}}}$	$V_{d_{\text{màx}}}$ per estar en zona línia	$V_{cc}/A = 0$	$V_{cc}/A = 0,015 \text{ mV}$

- Model de l'amplificador operacional ideal



- Característica de transferència (relació entrada/sortida)





Realimentació negativa :

$$V_n = V_o \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$V_p = V_s$$

$$K = \frac{R_1 + R_2}{R_2} \Rightarrow V_n = V_o \frac{1}{K}$$



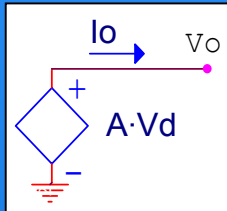
Circuits amb A.O. ideals realimentats negativament



Circuit \Rightarrow

$$V_n = V_o \frac{1}{K} \parallel V_p = V_s$$

A.O. \Rightarrow



$$V_o = A \cdot V_d = A \cdot (V_P - V_N)$$

$$\left\{ V_o = A \cdot \left(V_s - V_o \frac{1}{K} \right) \right\}$$

$$\frac{V_o}{A} = V_s - V_o \cdot \frac{1}{K} \Rightarrow \frac{V_o}{A} + \frac{V_o}{K} = V_s$$
$$\frac{V_o \cdot K + V_o \cdot A}{A \cdot K} = V_s \Rightarrow V_o \left(\frac{K + A}{A \cdot K} \right) = V_s$$



A.O. ideal $\Rightarrow A \rightarrow \infty$

$$\lim_{A \rightarrow \infty} V_o = \lim_{A \rightarrow \infty} \frac{A \cdot K}{A + K} \cdot V_s =$$
$$= \lim_{A \rightarrow \infty} \frac{A \cdot K}{A} \cdot V_s = K \cdot V_s$$

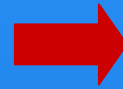
$$V_o = K \cdot V_s = \frac{R_1 + R_2}{R_2} \cdot V_s$$



$V_o < \infty \Rightarrow$ està acotada

$$V_o = A \cdot V_d \Rightarrow V_d = \frac{V_o}{A}$$

$$\lim_{A \rightarrow \infty} V_d \Big|_{V_o < \infty} = \lim_{A \rightarrow \infty} \frac{V_o}{A} = 0$$



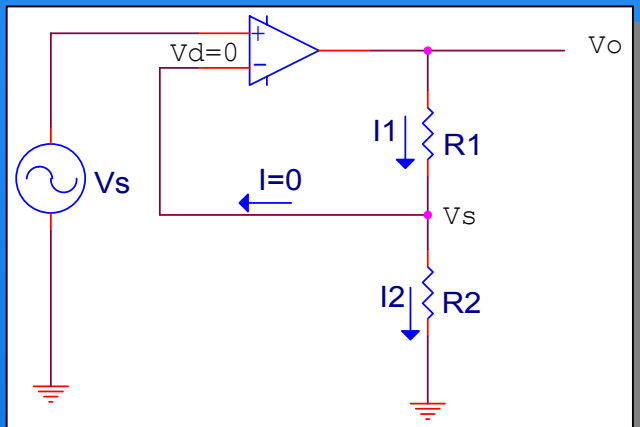
$$V_d = 0 \Rightarrow V_p = V_n$$



CURT CIRCUIT VIRTUAL

- **Definició de curt circuit virtual :**
 - És el fet que entre dos punts a efectes de tensió és un curt circuit però que a efectes de corrent és un circuit obert.

- **Amplificador no inversor :**



$$\left. \begin{aligned} I_2 &= \frac{V_S}{R_2} \\ I_1 &= \frac{V_O - V_S}{R_1} \end{aligned} \right| I_1 = I_2$$

CURT CIRCUIT
VIRTUAL

$$\frac{V_S}{R_2} = \frac{V_O - V_S}{R_1} \Rightarrow \frac{V_S}{R_2} + \frac{V_S}{R_1} = \frac{V_O}{R_1} \Rightarrow V_S \left(\frac{R_1 + R_2}{R_2 \cdot R_1} \right) = \frac{V_O}{R_1} \Rightarrow V_O = R_1 \frac{(R_1 + R_2)}{R_1 \cdot R_2} \cdot V_S$$

$$V_O = \frac{(R_1 + R_2)}{R_2} \cdot V_S$$

MATEIX RESULTAT
QUE ABANS.

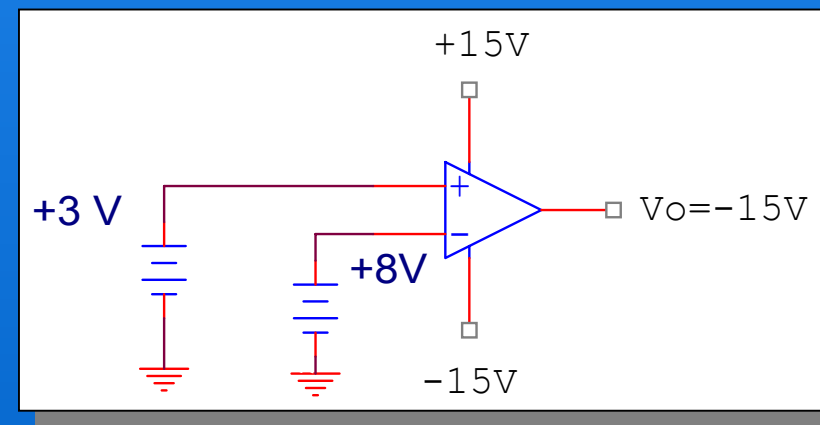
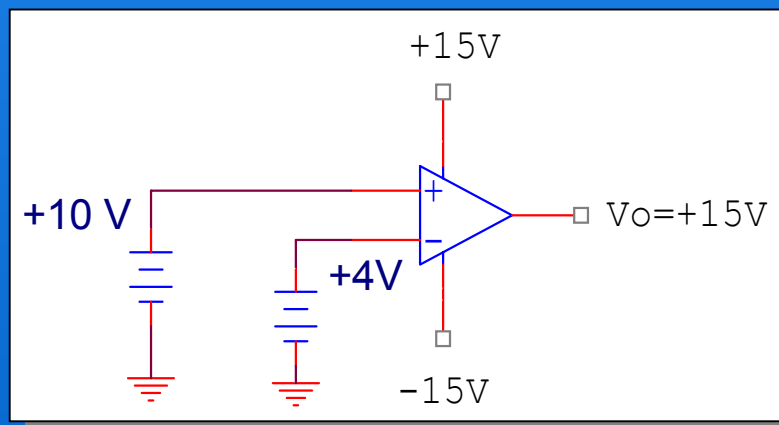


Formes de treballar del A.O.

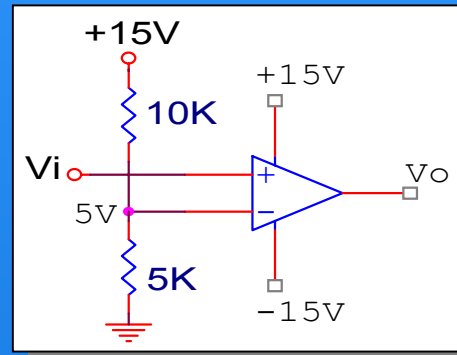


- **Formes de treballar :**
 - Lineal.
 - No lineal.
- **Lineal :**
 - $V_{cc-} < V_o < V_{cc+}$ (condició)
 - Realimentació negativa (condició).
 - $V_d = 0$ (conseqüència).
 - Curt circuit virtual (conseqüència).

- **No lineal :**
 - $V_o = V_{cc-}$ o $V_o = V_{cc+}$ (sols 2 possibilitats)
 - Es força que $V_d \neq 0$
 - $V_o = A \cdot V_d \rightarrow \infty$ (físicament = saturació)
- **Exemples :**



- **Esquema :**



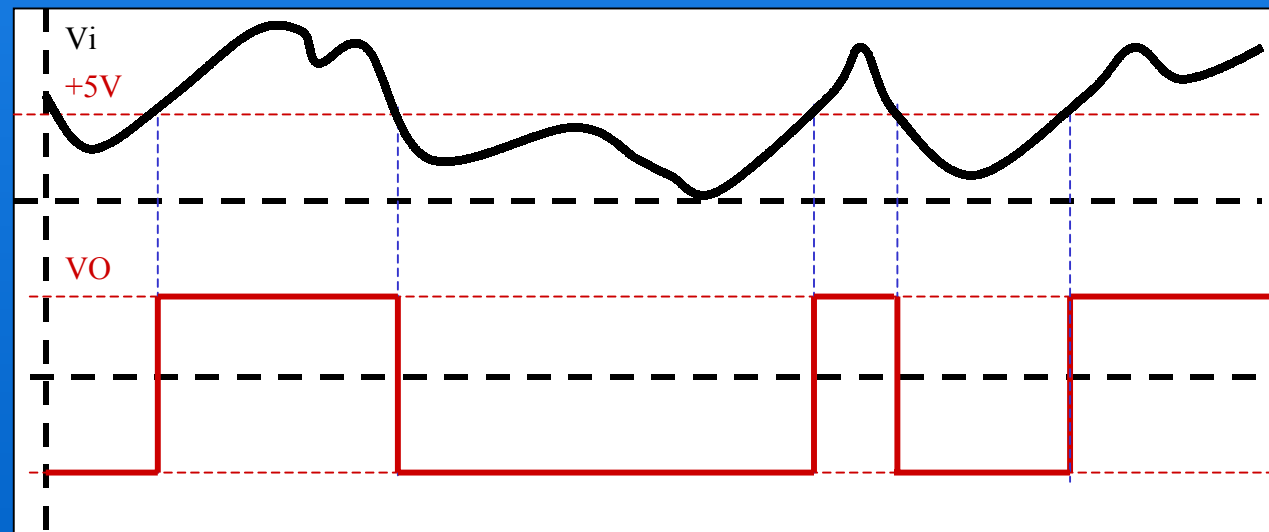
$$V_i > 5V \Rightarrow V_o = +15V$$

$$V_i < 5V \Rightarrow V_o = -15V$$

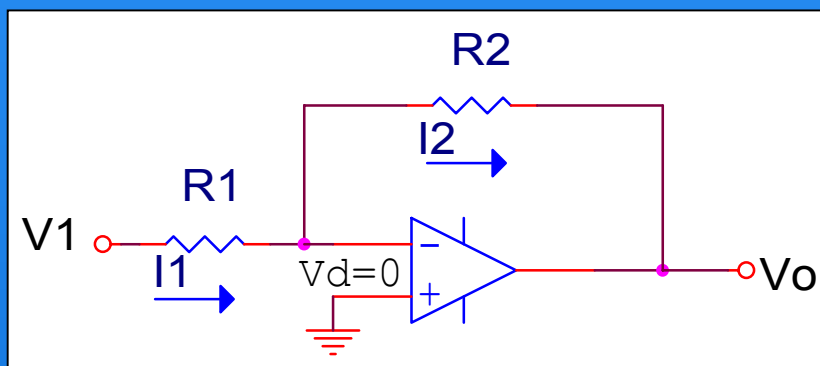
- **Funcionament :** Amb el divisor de tensió fixem el valor de l'entrada inversora. Per tant fixem el valor amb que compararem la tensió d'entrada V_i .

Aplicacions :

- Alarma
- Detector de nivell

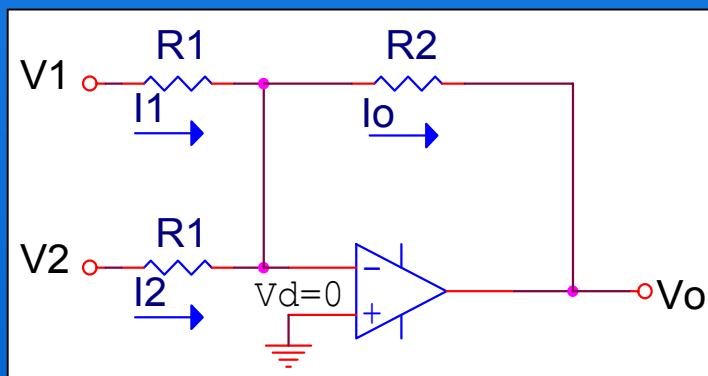


- **Amplificador inversor**



$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{V_i}{R_1} \\ I_2 &= \frac{-V_O}{R_2} \end{aligned} \left| \frac{V_i}{R_1} = \frac{-V_O}{R_2} \right| V_O = -\frac{R_2}{R_1} \cdot V_i$$

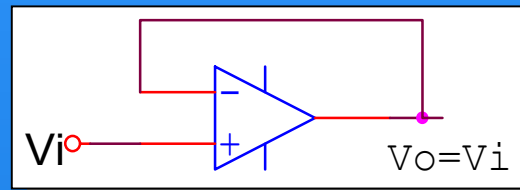
- **Circuit sumador :**



Apliquem superposició :

$$V_O = -\frac{R_2}{R_1} \cdot V_1 - \frac{R_2}{R_1} \cdot V_2 \left| V_O = -\frac{R_2}{R_1} (V_1 + V_2) \right.$$

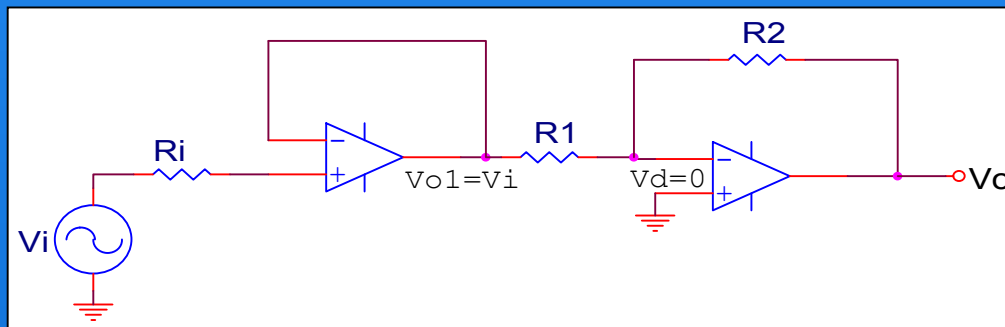
Esquema :



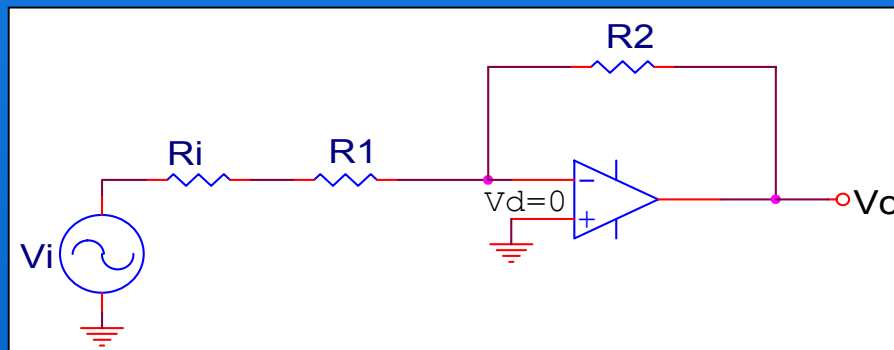
Aplicació :

- Adaptar impedàncies

● Exemple :



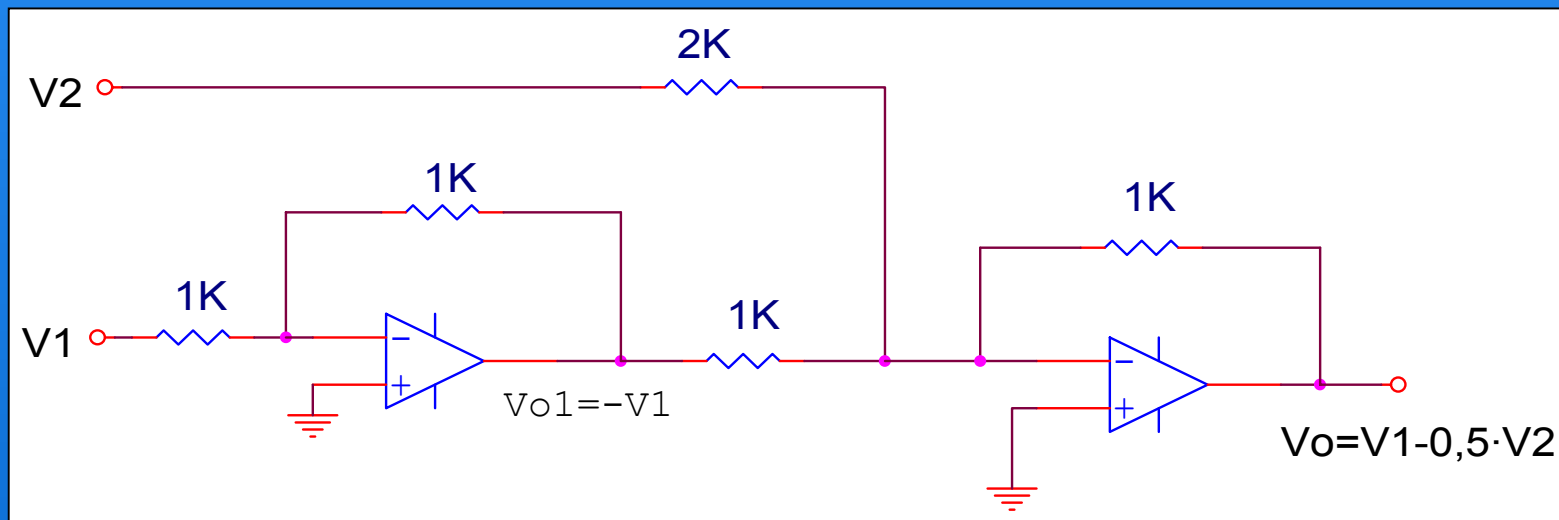
$$V_o = -\frac{R_2}{R_1} \cdot V_i$$



$$V_o = -\frac{R_2}{R_i + R_1} \cdot V_i$$

- **Enunciat :**

- Tenim 2 tensions d'entrada (V_1 i V_2). Volem aconseguir una tensió que sigui $V_o = V_1 - 0,5 V_2$



- **NOTA :** es poden anar ajuntant etapes. La sortida d'un A.O. és una font de tensió ideal, no varia si s'hi connecta càrrega.