



Comparadores

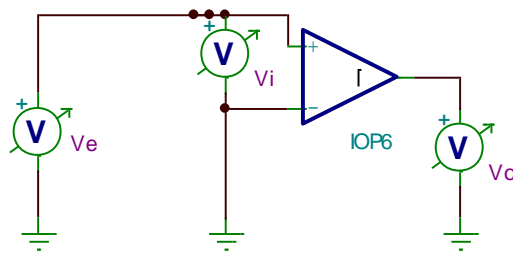
La ganancia de lazo abierto de operacionales comerciales es $A_0 \geq 10^5$ 100db .

Es decir, con solo 1 mV de V_i , $V_o \geq 100V$ **en teoría**.

En la práctica V_o está limitada por las fuentes. Idealmente V_o es $\pm V_{cc}$, en la práctica es un valor que denominaremos **saturación positiva y negativa** respectivamente.

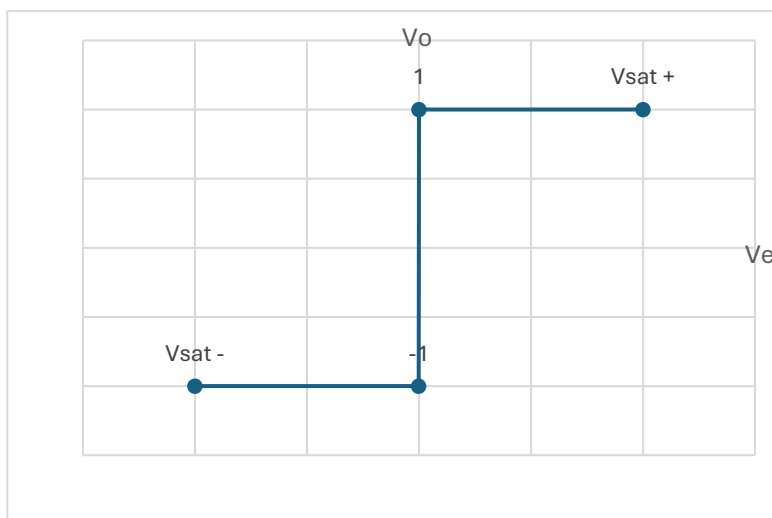
1) Comparadores

a) No inversor con referencia a masa



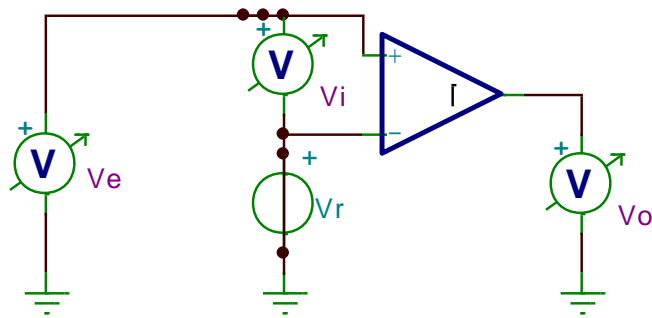
$$V_i = V_e$$

$$V_o = A V_i = A V_e$$





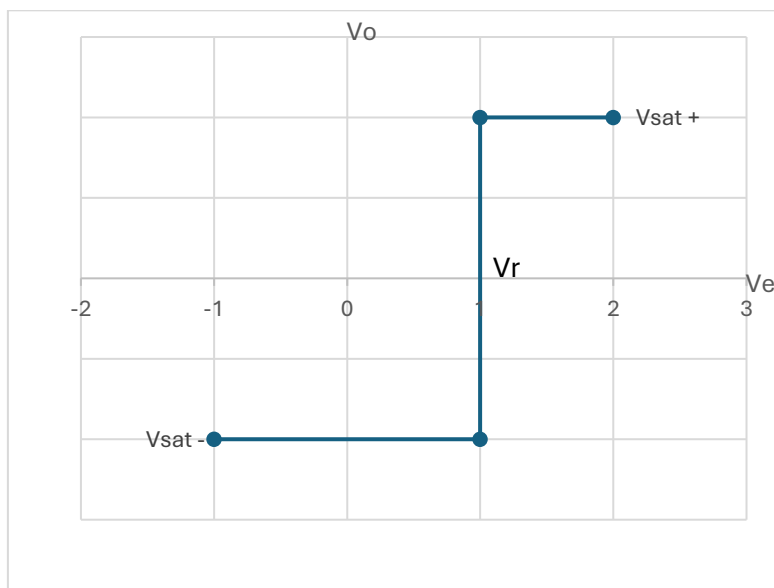
b) No inversor con referencia fija

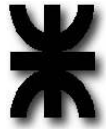


$$V_i = V_e - V_r$$

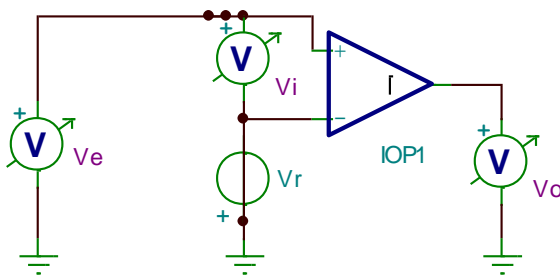
$$V_o = AV_i = A(V_e - V_r)$$

- $V_e < 0 \Rightarrow V_o = V_{sat-}$
- $V_e = 0 \Rightarrow V_o = V_{sat-}$
- $V_e > V_r \Rightarrow V_o = V_{sat+}$





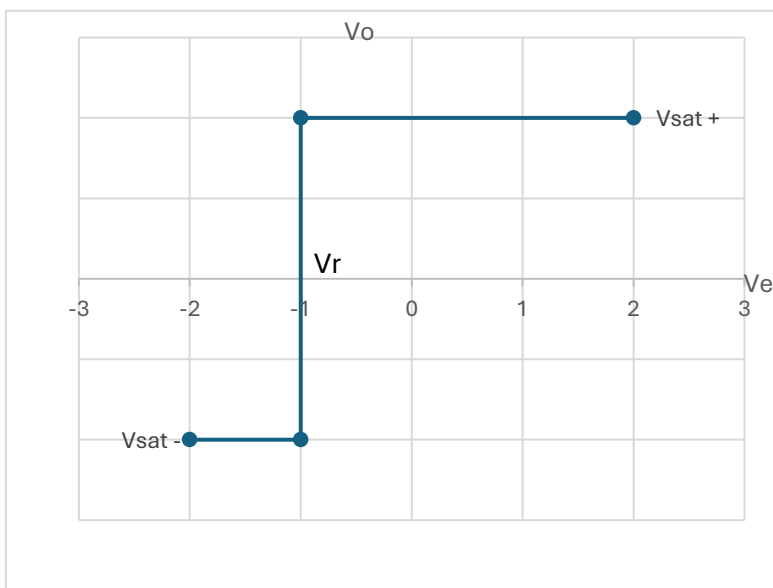
c) *No inversor con referencia fija negativa*



$$V_i = V_e + V_r$$

$$V_o = AV_i = A(V_e + V_r)$$

- V_e negativa $\Rightarrow V_o = V_{sat} -$
- $V_e = V_r \Rightarrow$ *Conmuta*
- $V_e > 0 \Rightarrow V_o = V_{sat} +$



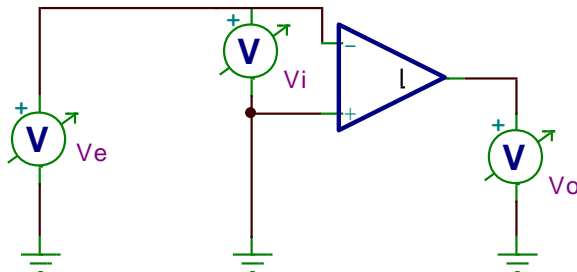
Concluimos:

De acuerdo al signo de Vr, la conmutación se observará en un semiplano o en el otro.



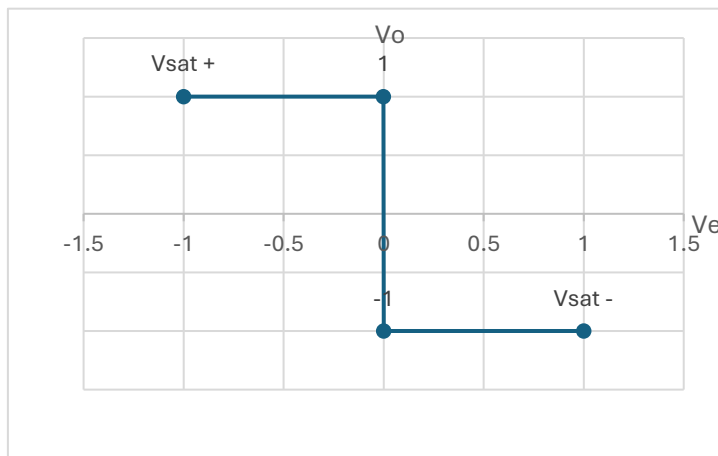
2) Inversor

a) Inversor con referencia a masa

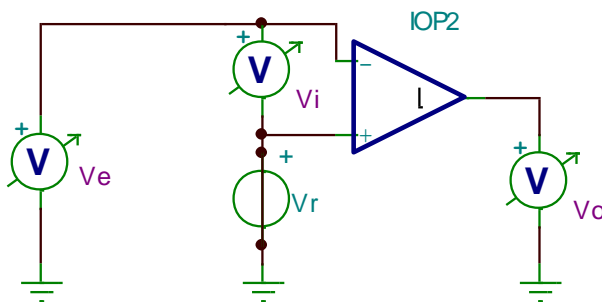


$$V_i = V_e$$

$$V_o = -A V_i = -A V_e$$



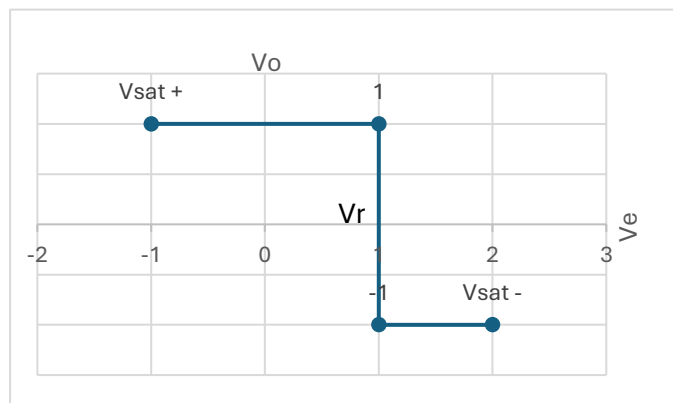
b) Inversor con referencia fija positiva

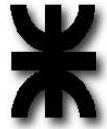


$$V_i = V_e - V_r$$

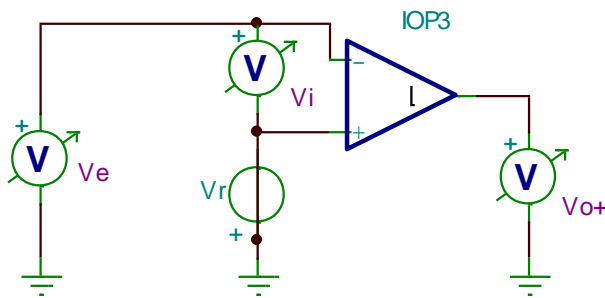
$$V_o = -A V_i = -A(V_e - V_r)$$

- $V_e < 0 \Rightarrow V_o = V_{sat+}$
- $V_e = 0 \Rightarrow V_o = V_{sat+}$
- $V_e > V_r \Rightarrow V_o = V_{sat-}$





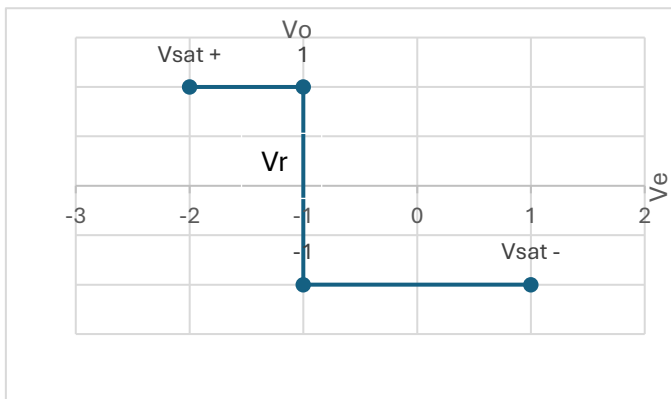
c) Inversor con referencia negativa fija



$$V_i = V_e + V_r$$

$$V_o = -AV_i = -A(V_e + V_r)$$

- $V_e < V_r \Rightarrow V_o = V_{sat+}$
- $V_e = V_r \Rightarrow \text{Conmuta}$
- $V_e > V_r \Rightarrow V_o = V_{sat-}$



Concluimos :

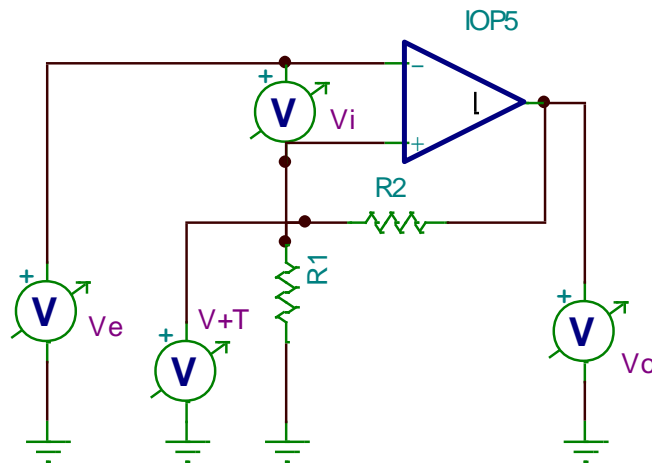
Independientemente de ser inversor o no inversor, cuando Vr es positivo, la tensión Vo, conmuta en el semiplano derecho. Cuando Vr es negativo, la conmutación de Vo, se sucede en el semiplano izquierdo



Comparador con histéresis

Analizaremos a continuación el comparador con histéresis, para el caso inversor.

Se observará que es un caso de realimentación positiva.



$$V_o = A V_i$$

V_o puede ser V_{sat+} ó V_{sat-} .

Cuando $V_o = V_{sat+} \Rightarrow$

$$V_r = V_o \frac{R_1}{R_1 + R_2} = V + T$$

$$\Rightarrow V_r = (V_{sat+}) \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cong V_{cc} \frac{R_1}{R_1 + R_2} = V + T$$

Cuando $V_o = V_{sat-} \Rightarrow$

$$V_r = (V_{sat-}) \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cong -V_{cc} \frac{R_1}{R_1 + R_2} = V + T$$

Para valores de V_e negativos $V_o = V_{sat+}$

Para valores de V_e positivos $V_o = V_{sat-}$

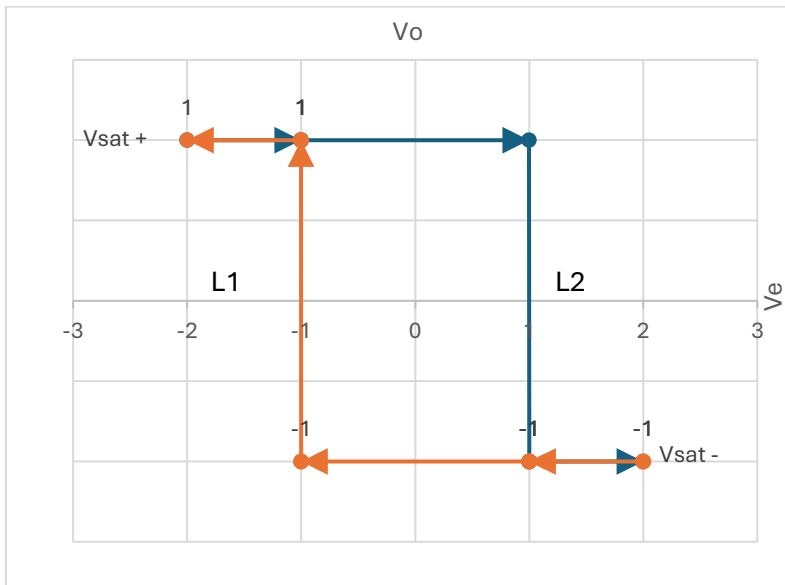
Los límites de histéresis son :

$$L1 = \frac{-V_{cc} R_1}{R_1 + R_2}$$

$$L2 = \frac{V_{cc} R_1}{R_1 + R_2}$$



Su media aritmética es cero

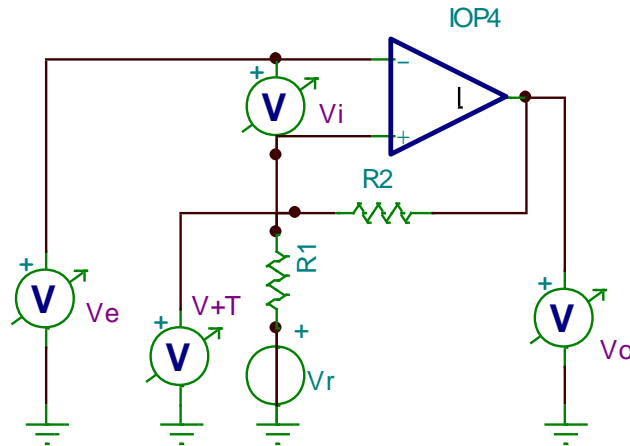


Cuando vamos desde V_e negativo hacia V_e más positivos, como es inversor, la salida será V_{sat+} . V_r es L2, entonces al alcanzar este valor, V_o conmuta, en el semiplano derecho.

Al bajar la tensión V_e , desde un valor $V_o = V_{sat-}$, como V_r es L1, V_o conmuta en el semiplano izquierdo.



Comparador con histéresis y Vr adicional



$$V_o = -A V_i$$

Calculamos L1 y L2, aplicando superposición:

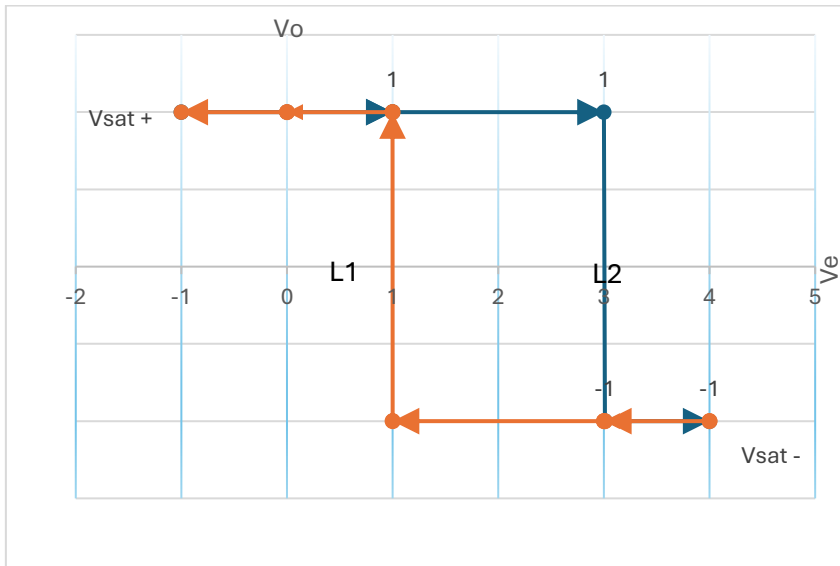
- 1) Calculamos $V + T1$ con $V_r = 0$ $V + T1 = V_o \frac{R1}{R1+R2}$
- 2) Calculamos $V + T2$ con $V_o = 0$ $V + T2 = V_r \frac{R2}{R1+R2}$

Entonces:

$$V + T = V + T1 + V + T2 = V_o \frac{R1}{R1 + R2} + V_r \frac{R2}{R1 + R2}$$

$$L1 = -V_{cc} \frac{R1}{R1 + R2} + V_r \frac{R2}{R1 + R2}$$

$$L2 = V_{cc} \frac{R1}{R1 + R2} + V_r \frac{R2}{R1 + R2}$$



Por la presencia de V_r positivo, **la respuesta V_o se desplaza al semiplano derecho**

Vemos además que la conmutación **está centrada en $V_r \frac{R_2}{R_1 + R_2}$, no en V_r .**

Podemos calcular dicho valor buscando la media aritmética :

$$V_{media} = \frac{L1 + L2}{2} = V_r \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$