

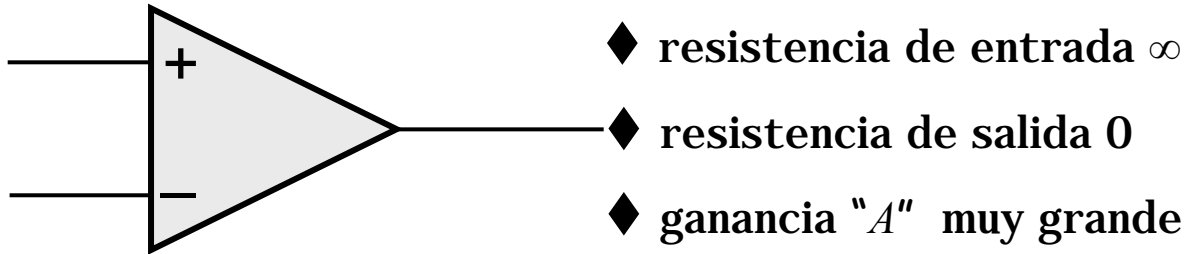
6.002

**CIRCUITOS Y
ELECTRÓNICA**

Circuitos de amplificador operacional

Repaso

■ Abstracción de amplificador operacional



■ Bloque de construcción para sistemas analógicos.

■ Veremos los siguientes ejemplos:

Conversores analógicos-digitales

Filtros

Generadores de relojes

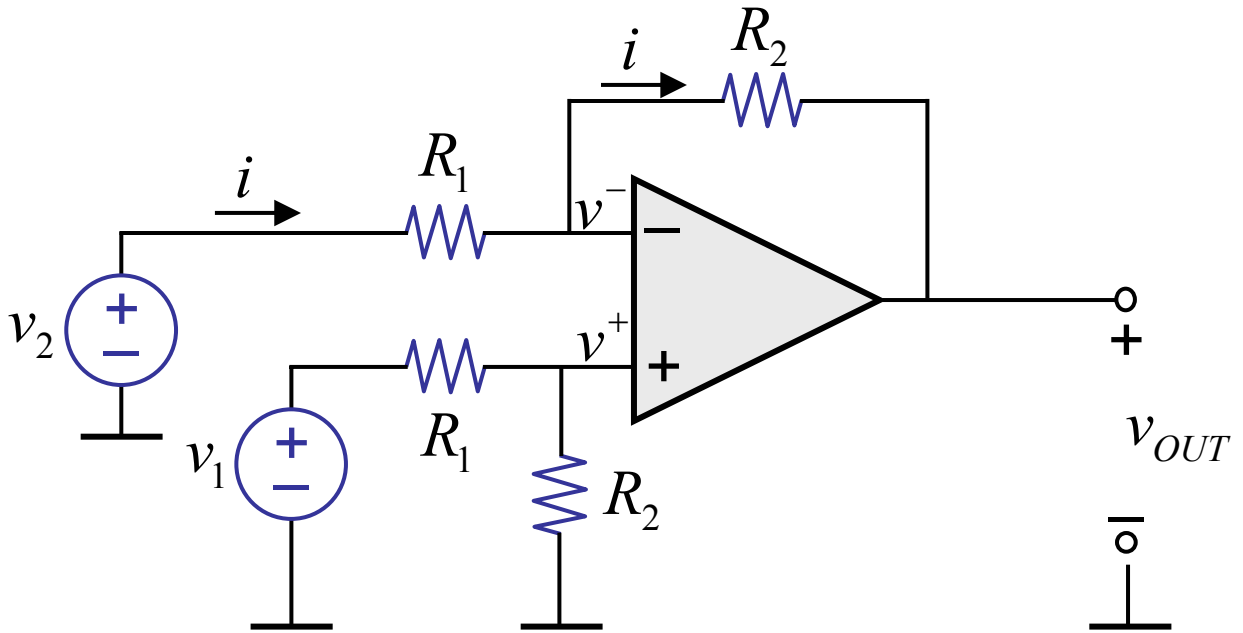
Amplificadores

Sumadores

Integradores y diferenciadores

Lectura: capítulos 16.5 y 16.6 de A & L.

Considere este circuito:



$$v^+ = v_1 \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\approx v^-$$

$$i = \frac{v_2 - v^-}{R_1}$$

$$v_{OUT} = v^- - iR_2$$

$$= v^- - \frac{v_2 - v^-}{R_1} \cdot R_2$$

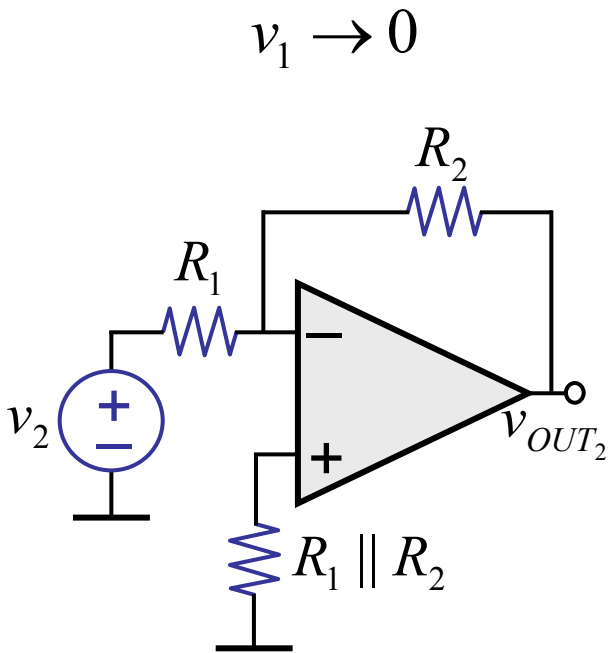
$$= v^- \left[1 + \frac{R_2}{R_1} \right] - v_2 \frac{R_2}{R_1}$$

$$= v_1 \frac{R_2}{\cancel{R_1 + R_2}} \cdot \frac{\cancel{R_1 + R_2}}{R_1} - v_2 \frac{R_2}{R_1}$$

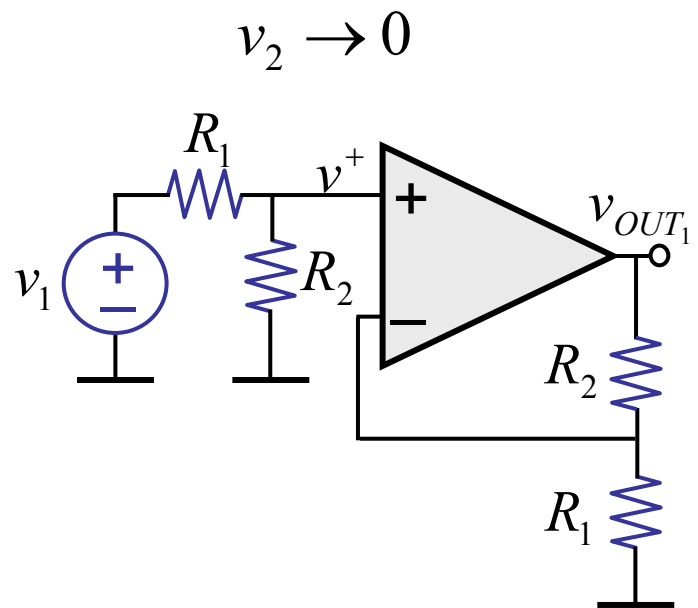
$$= \frac{R_2}{R_1} (v_1 - v_2)$$

¡resta!

Otra forma de resolución — utilizando la superposición



$$v_{OUT_2} = -\frac{R_2}{R_1} v_2$$

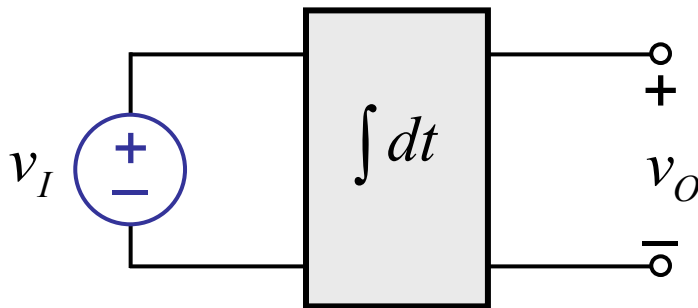


$$\begin{aligned} v_{OUT_1} &= v^+ \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_1} \\ &= \frac{v_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_1} \\ &= v_1 \frac{R_2}{R_1} \end{aligned}$$

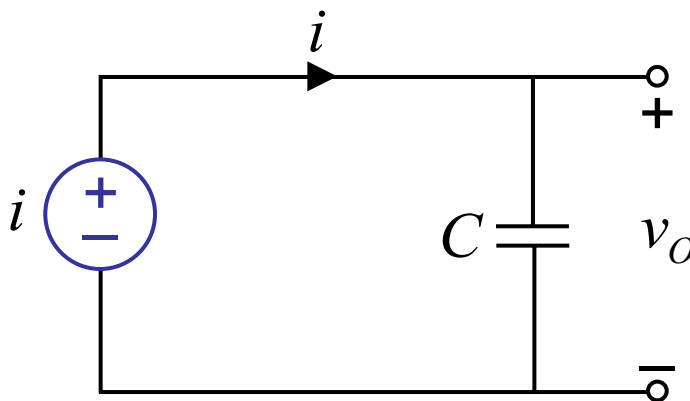
$$\begin{aligned} v_{OUT} &= v_{OUT_1} + v_{OUT_2} \\ &= \frac{R_2}{R_1} (v_1 - v_2) \end{aligned}$$

¡todavía resta!

Construyamos un integrador...



Comencemos por lo siguiente:

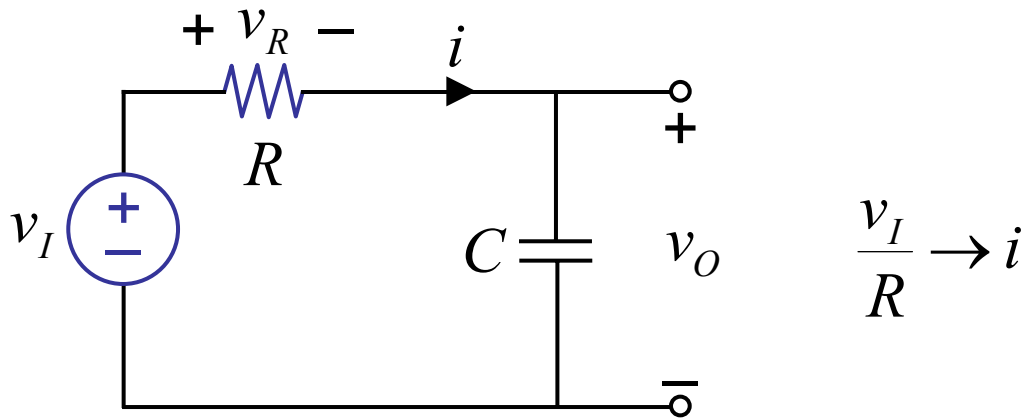


$$v_O = \frac{1}{C} \int_{-\infty}^t i dt$$

v_O está relacionado con $dt \int i$

Pero es necesario que convirtamos, de algún modo, la tensión v_I en corriente.

Primer intento... utilice una resistencia



Pero, v_O debe ser muy pequeño comparado con v_R , si no:

$$i \neq \frac{v_I}{R}$$

¿Cuándo es v_O pequeño comparado con v_R ?

$$\underbrace{RC \frac{dv_O}{dt}}_{v_R} + v_O = v_I \quad \longrightarrow \quad \text{cuanto mayor sea } RC, \text{ menor será } v_O$$

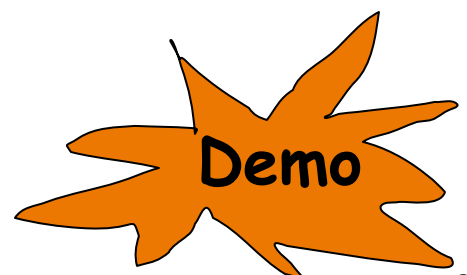
cuando $RC \frac{dv_O}{dt} \gg v_O$

$$RC \frac{dv_O}{dt} \approx v_I$$

$$\text{o, } v_O \approx \frac{1}{RC} \int_{-\infty}^t v_I dt$$

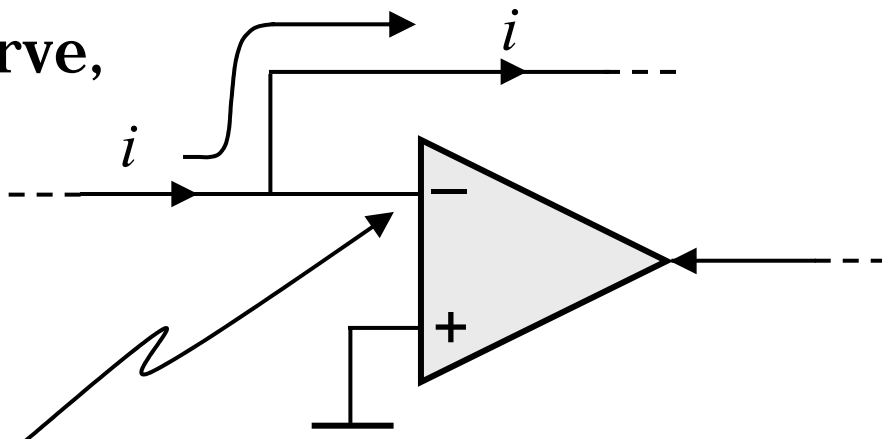
para un buen integrador

$$\omega RC \gg 1$$



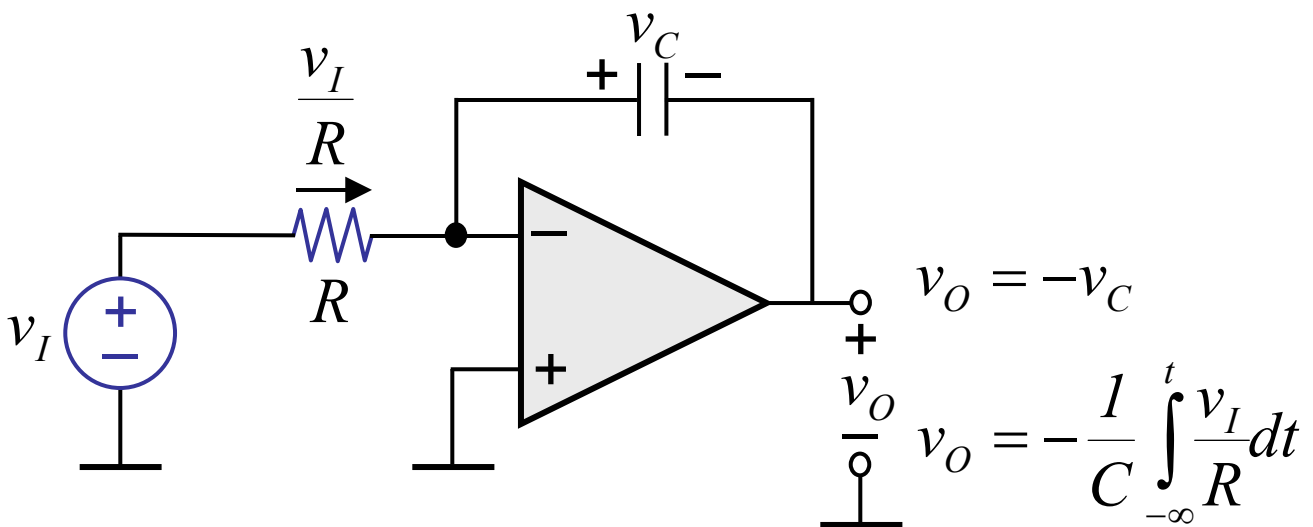
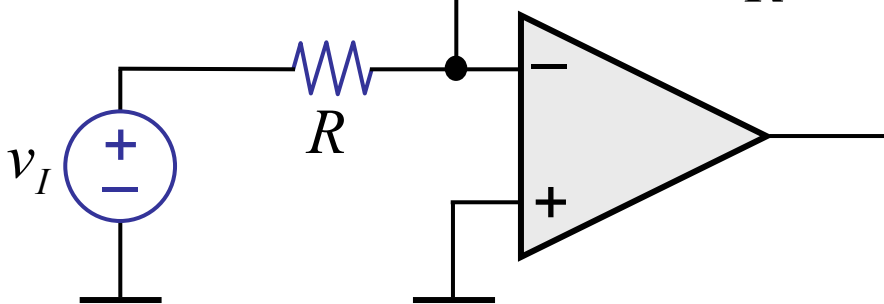
Existe una manera mejor...

Observe,



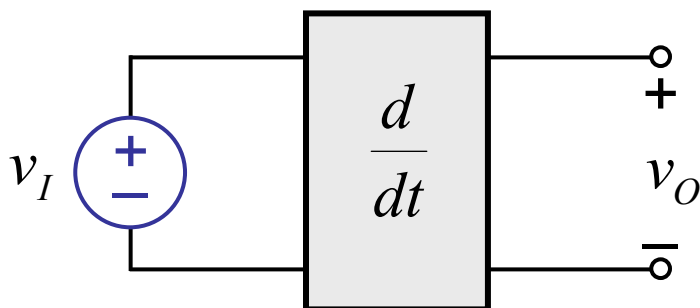
$v^- \approx 0V$ bajo retroalimentación negativa

por lo tanto, $i = \frac{v_I}{R}$

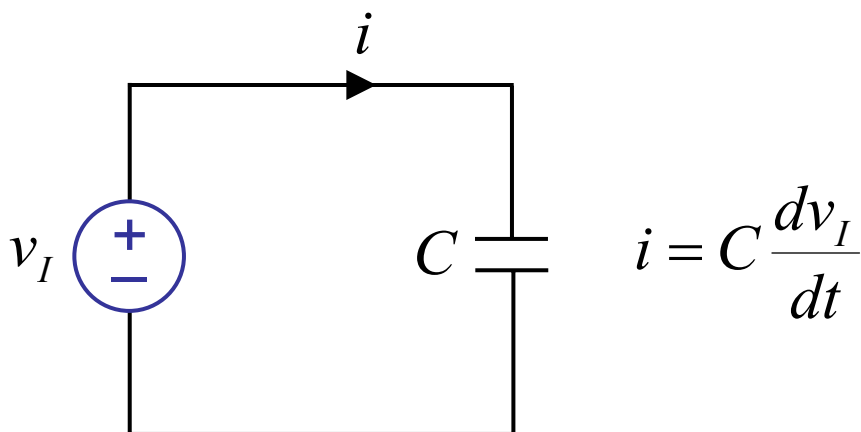


Tenemos nuestro integrador.

A continuación, construimos un diferenciador...



Comencemos por lo siguiente:

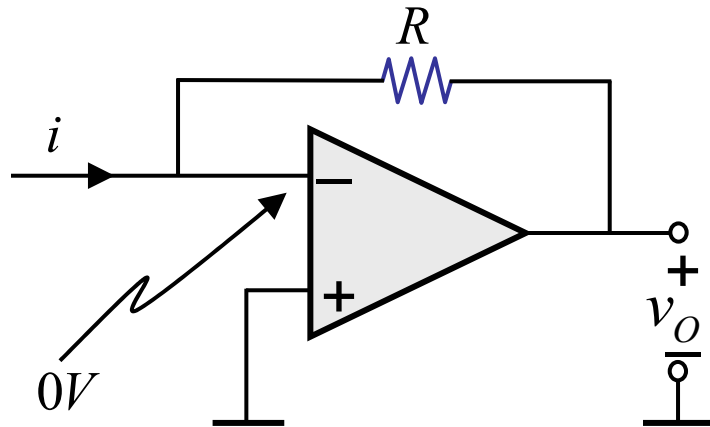
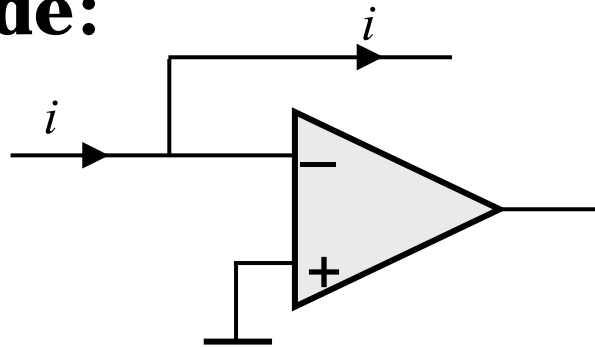


i está relacionado con $\frac{dv_I}{dt}$

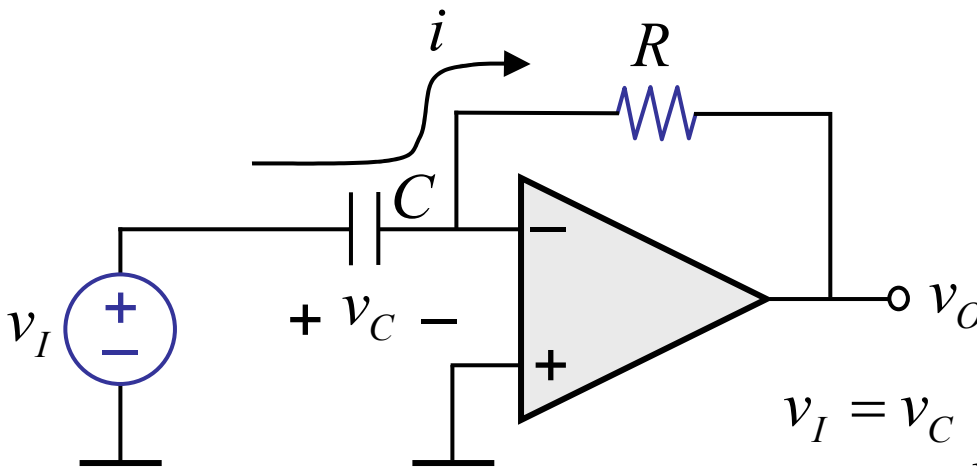
Pero necesitamos convertir, de algún modo, la corriente en tensión.

Diferenciador...

Recuerde:



$v_O = -iR$
corriente
en tensión



$$v_I = v_C$$

$$i = C \frac{dv_I}{dt}$$

$$v_O = -RC \frac{dv_I}{dt}$$

