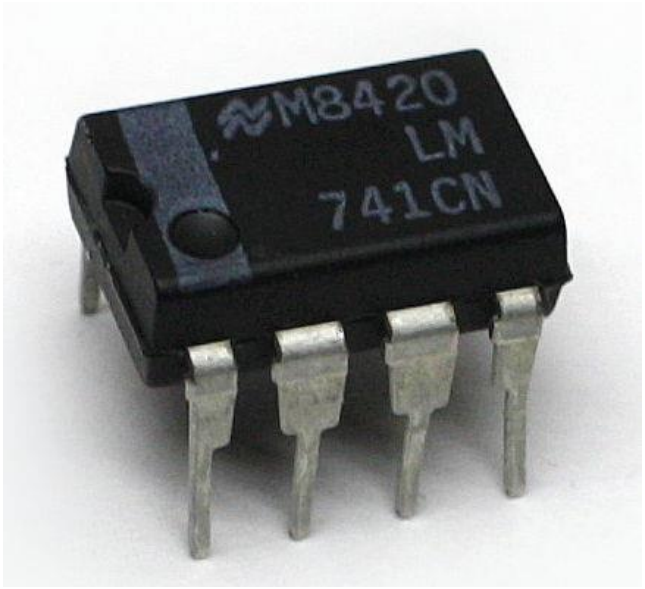
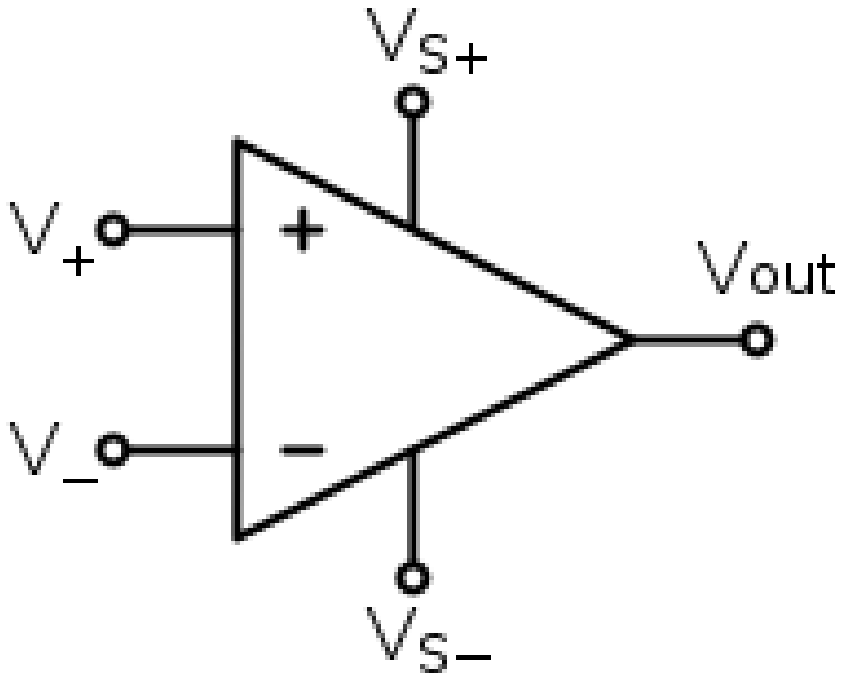
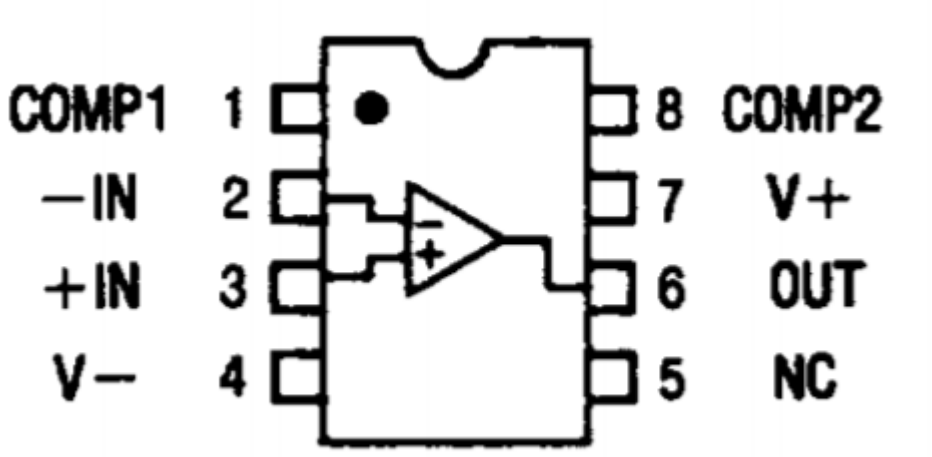
Amplificadores operacionales







- V+: Entrada no inversora
- V−: Entrada inversora
- Vout: Salida
- VS+: Fuente DC positiva
- VS−: Fuente DC negativa

Características de opamps reales

- Impedancia de entrada alta → prácticamente no hay corriente en las entradas.
- Impedancia de salida baja → puede manejar cargas difíciles (hasta cierto punto)
- Ganancia de lazo abierto muy grande

Datasheet LM308:
http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/lt0108.pdf?domain=www.linear.com

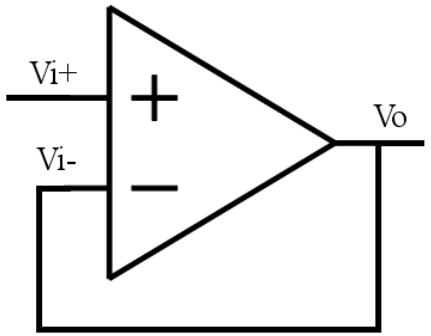
ELECTRICAL CHARACTERISTICS $\pm 5V \leq V_s \pm 15V$ and $0°C \leq T_A \leq 70°C$, unless otherwise noted.

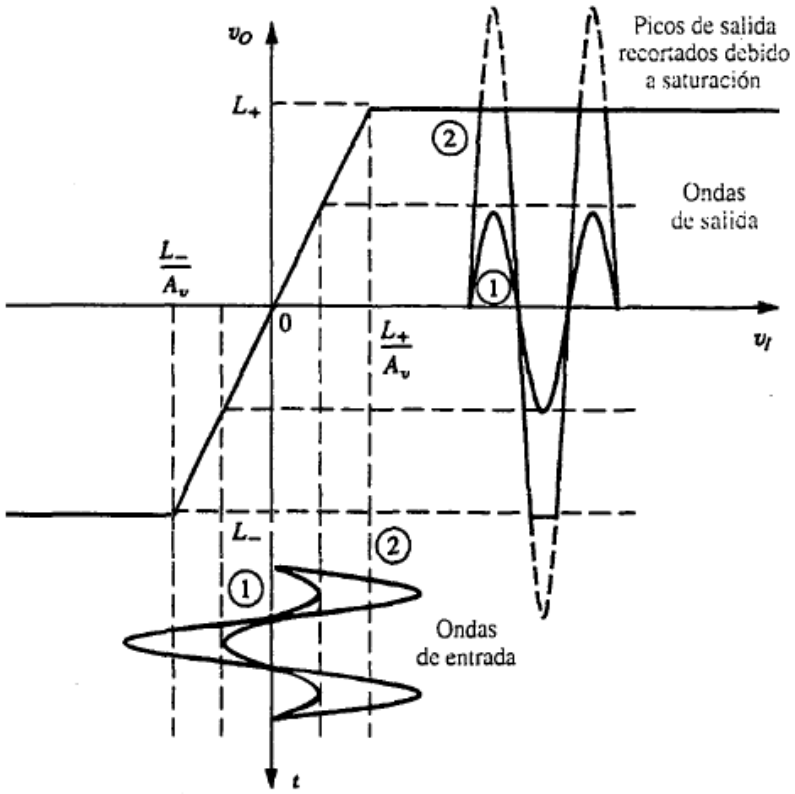
SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS		LM308A MIN	LM308A TYP	LM308A MAX	LM308 MIN	LM308 TYP	LM308 MAX	UNITS
V_{OS}	Input Offset Voltage	$T_A = 25°C$			0.3	0.5		2.0	7.5	mV
			●			0.73			10	mV
$\frac{\Delta V_{OS}}{\Delta Temp}$	Average Temperature Coefficient of Input Offset Voltage		●		2.0	5.0		6.0	30	µV/°C
I_{OS}	Input Offset Current	$T_A = 25°C$			0.2	1.0		0.2	1.0	nA
			●			1.5			1.5	nA
$\frac{\Delta I_{OS}}{\Delta Temp}$	Average Temperature Coefficient of Input Offset Current		●		2.0	10		2.0	10	pA/°C
I_B	Input Bias Current	$T_A = 25°C$			1.5	7.0		1.5	7.0	nA
			●			10			10	nA
A_{VOL}	Large Signal Voltage Gain	$T_A = 25°C$, $V_S \pm 15V$, $V_{OUT} = \pm 10V$, $R_L \geq 10k\Omega$		80	300		25	300		V/mV
			●	60			15			V/mV
CMRR	Common Mode Rejection Ratio		●	96	110		80	100		dB
PSRR	Power Supply Rejection Ratio		●	96	110		80	96		dB
	Input Voltage Range	$V_S = \pm 15V$	●	±14			±14			V
V_{OUT}	Output Voltage Swing	$V_S = \pm 15V$ $R_L = 10k\Omega$	●	±13	±14		±13	±14		V
R_{IN}	Input Resistance	$T_A = 25°C$ (Note 3)		10	40		10	40		MΩ
I_S	Supply Current	$T_A = 25°C$			0.3	0.8		0.3	0.8	mA

¿Por qué utilizamos realimentación negativa?

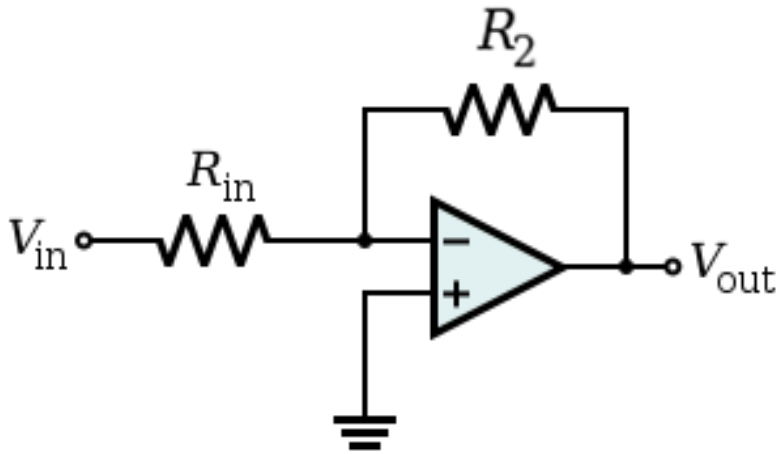
- El opamp en lazo abierto es inestable, cualquier pequeña variación en la entrada se verá amplificada por la ganancia de lazo abierto $A\left(v_p - v_m\right), A \gg 0$. $Ej. A_{ol_{LM308}} = 300.$

- Debido a la realimentación negativa se genera un **cortocircuito virtual** en donde $v_p = v_m$





Configuración inversora

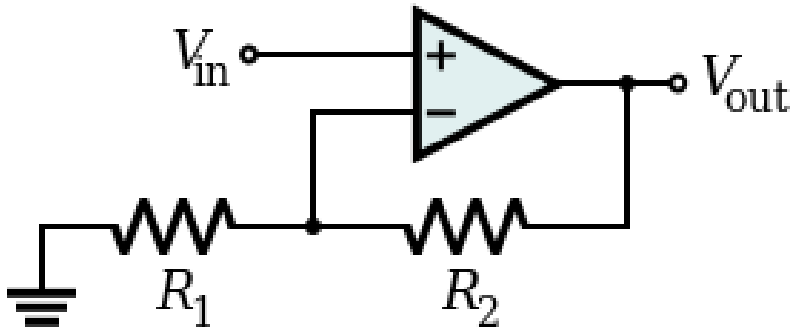


Por KCL:

$$\frac{V_{in}}{R_1} = -\frac{V_{out}}{R_2} \rightarrow \frac{V_{out}}{V_{in}} = -\frac{R_2}{R_1}$$

- La señal va en la entrada inversora.
- La entrada no inversora va a tierra.

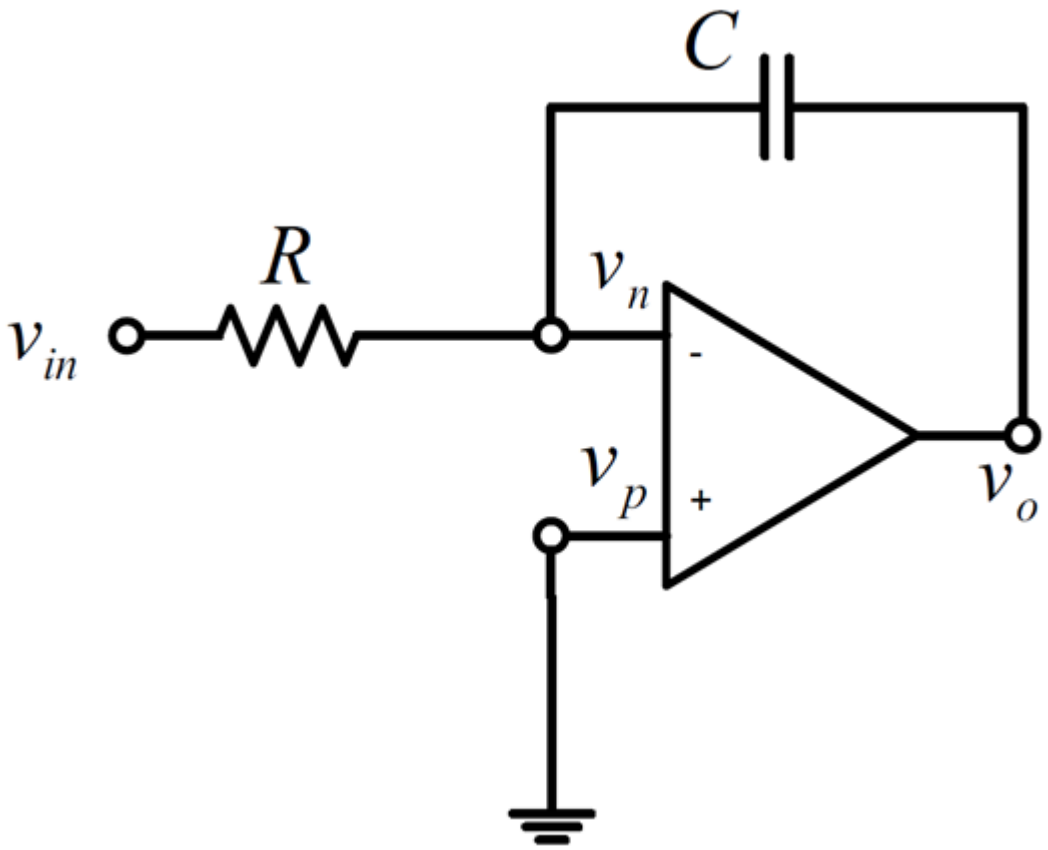
Configuración no inversora



$$\frac{V_{in}}{R_1} = \frac{V_{out} - V_{in}}{R_2} \rightarrow \frac{V_{out}}{V_{in}} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

- La señal va en la entrada no inversora.
- La realimentación sigue estando en la entrada inversora (realimentación negativa

Con las dos topologías anteriores podemos calcular distintas topologías, como por ejemplo un **integrador**:

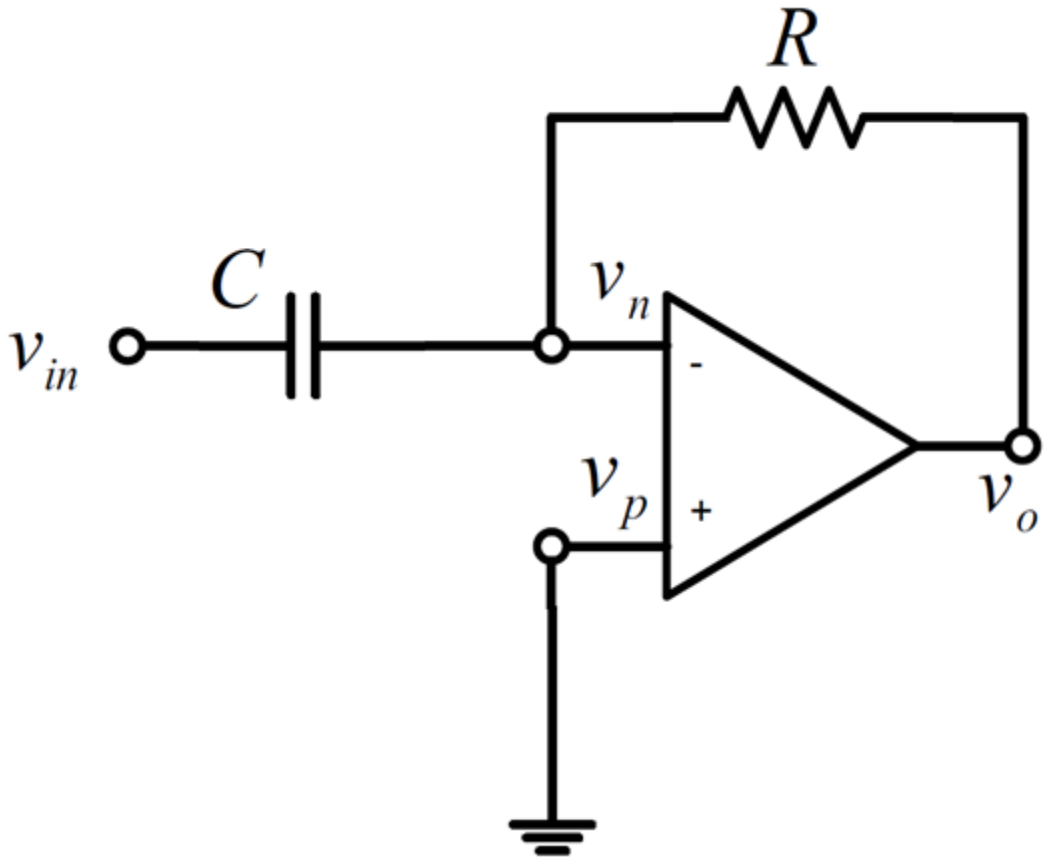


$$Z_2 = \frac{1}{sC}$$
$$Z_1 = R$$

La señal Vin está en la entada inversora, por lo tanto
tenemos una configuración inversora:

$$\frac{V_o}{V_{in}} = -\frac{Z_2}{Z_1} = -\frac{1}{sRC}$$

Lo mismo con un **derivador:**

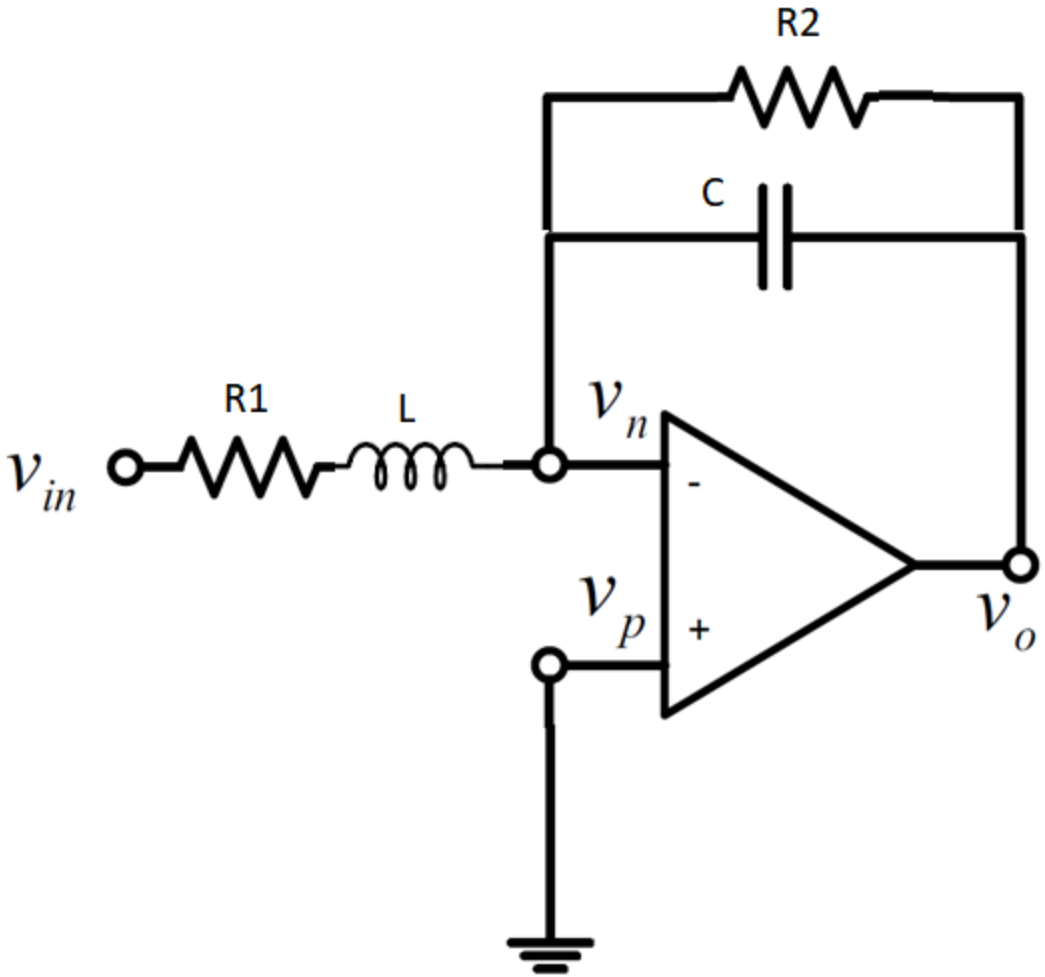


$$Z_1 = \frac{1}{sC}$$
$$Z_2 = R$$

La señal Vin está en la entada inversora, por lo tanto tenemos una configuración inversora:

$$\frac{V_o}{V_{in}} = -\frac{Z_2}{Z_1} = -sRC$$

Para configuraciones con más componentes podemos hacer el mismo análisis:



$$Z_2 = \frac{1}{sC} || R_2$$

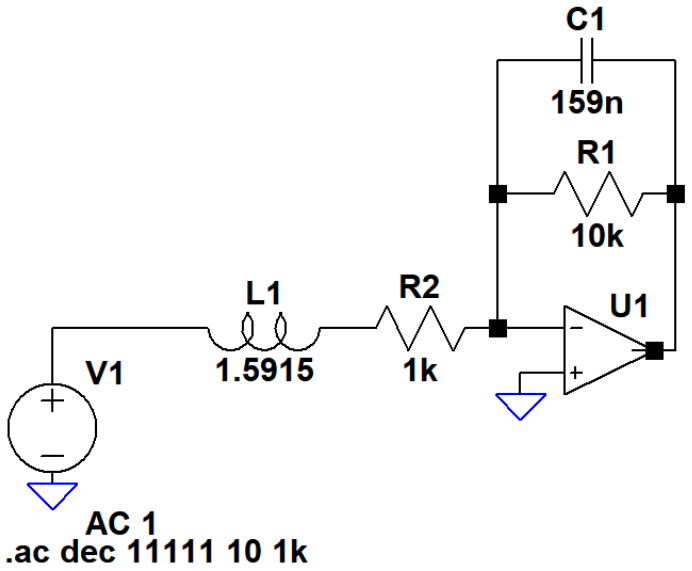
$$Z_1 = R_1 + sL$$

$$\frac{V_o}{Vin} = -\frac{Z_2}{Z_1} = \frac{R_2}{R_1} \frac{1}{(1 + sCR_1)(1 + sLR_2)}$$

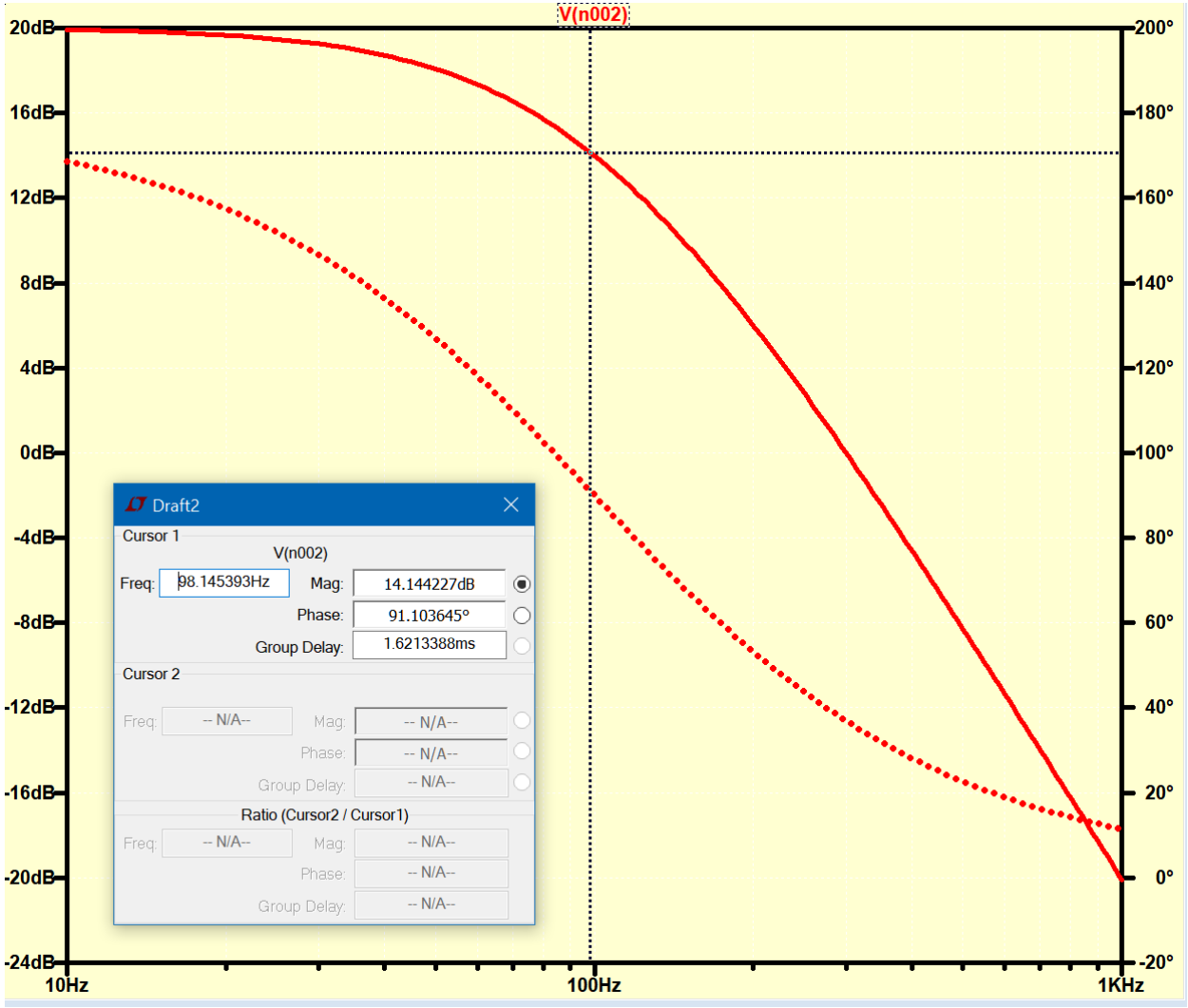
La función de transferencia del circuito tiene:

- Ganancia DC: $\frac{R_2}{R_1}$
- 2 Polos: $\frac{1}{2\pi R_1 C}$, $\frac{R_2}{2\pi L}$

Corresponde a un filtro activo pasabajo de segundo orden (en el infinito).



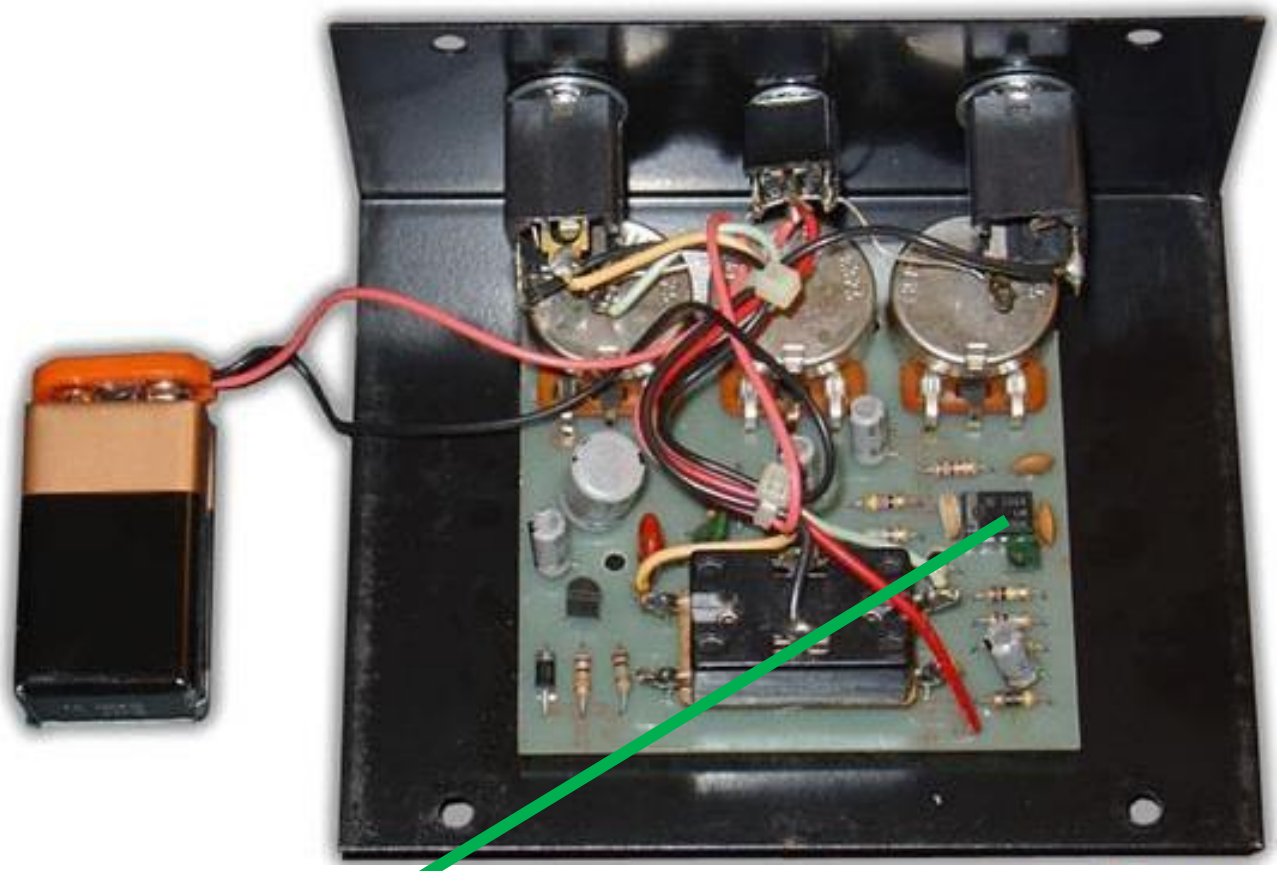
Si elegimos los valores correctos, podemos lograr posicionar los polos en el mismo punto con el objetivo de obtener una pendiente de decaimiento de -40dB/dec.



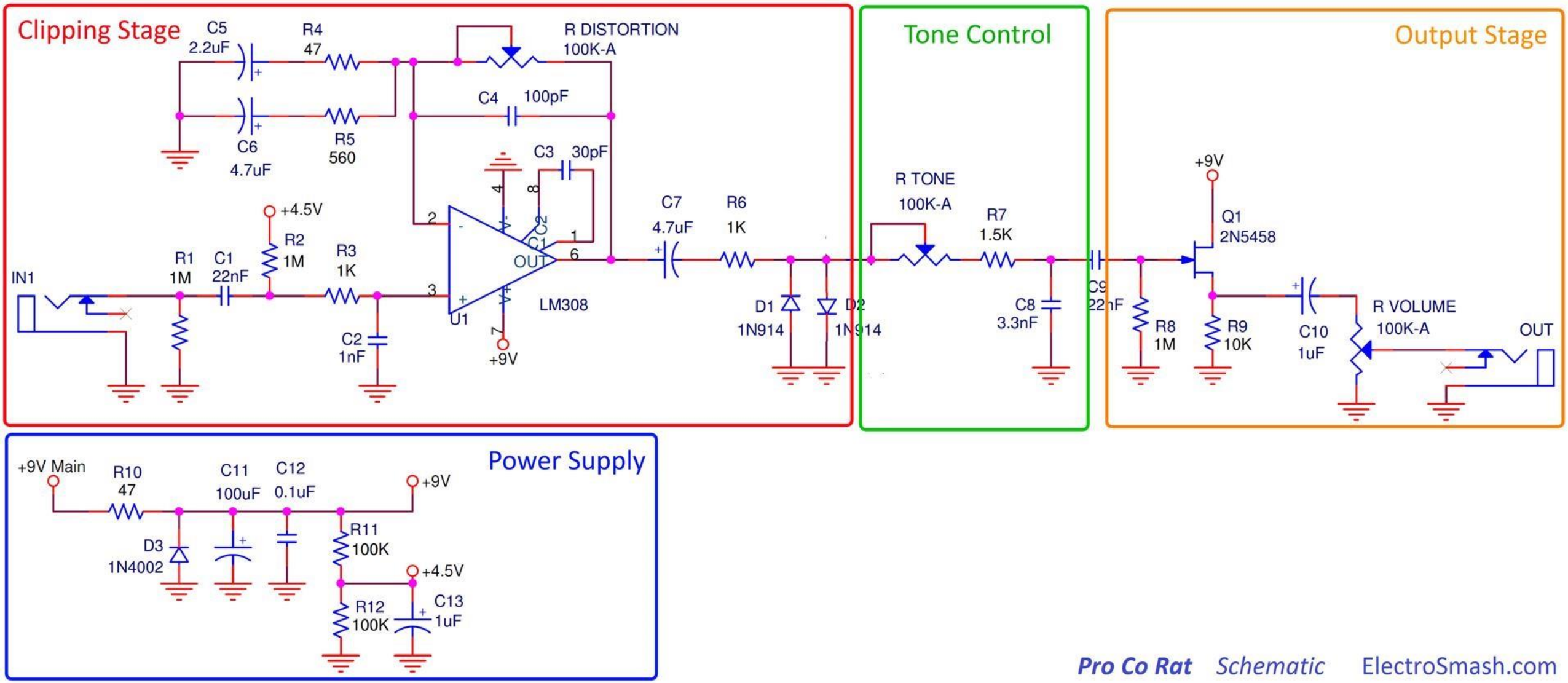
La ganancia DC está dada por R1 y R2, en este caso corresponde a 20dB. Por otro lado se escogieron los componentes L y C para obtener los dos polos en 100Hz.

Analicemos un circuito que se ve aún más complejo:

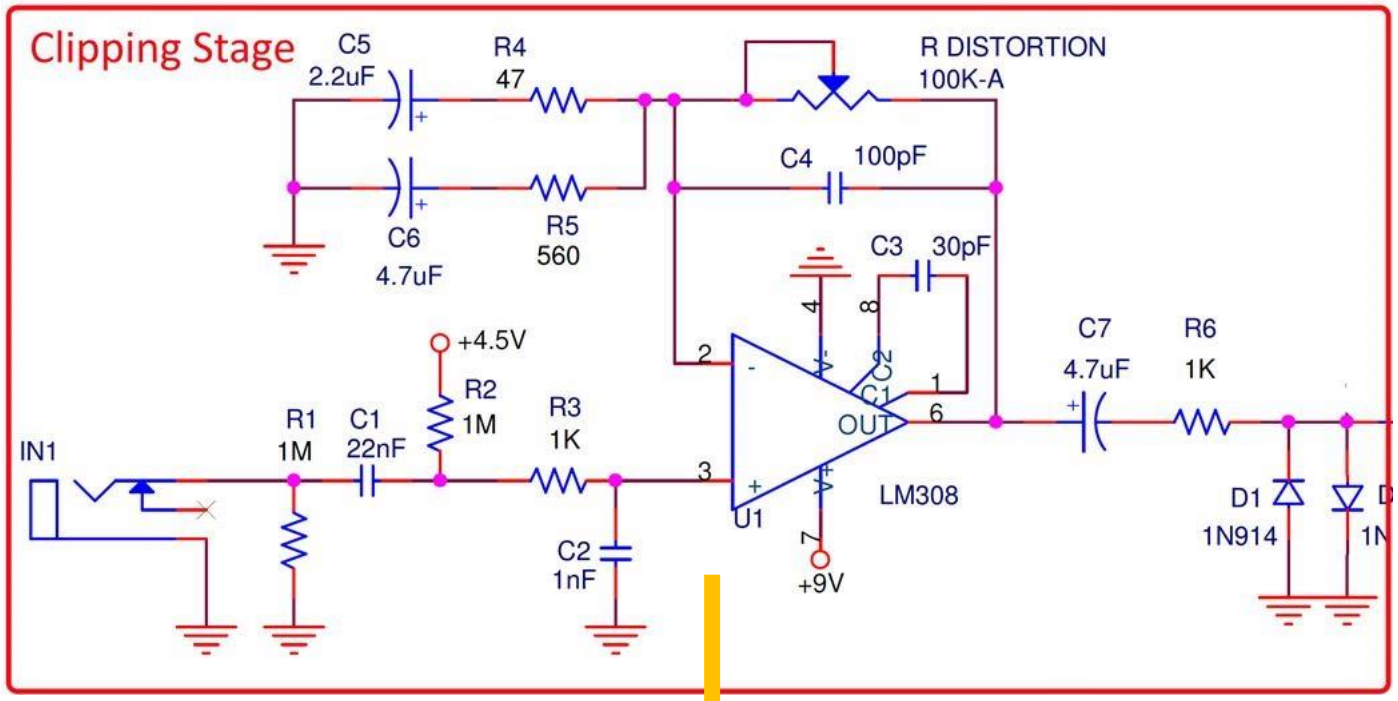


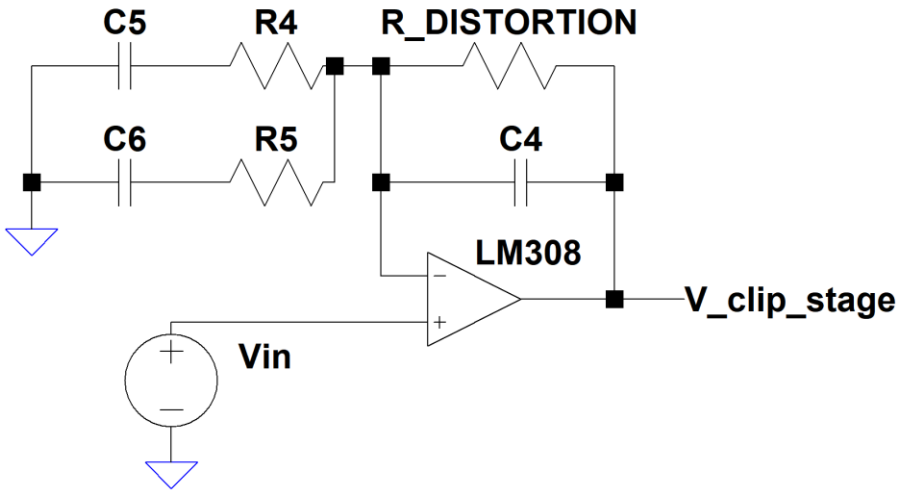


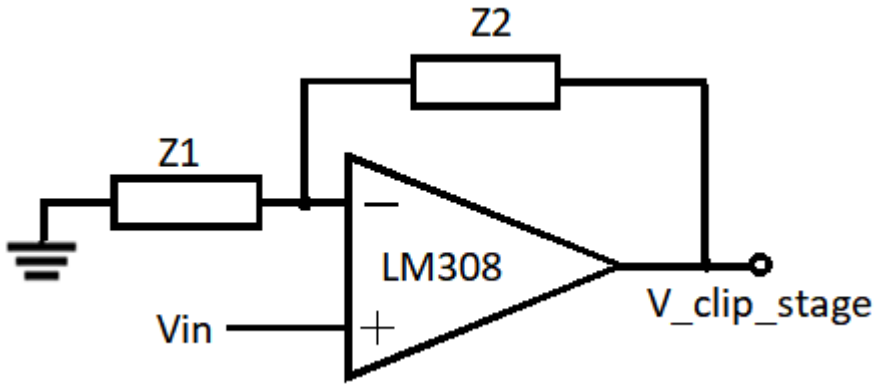
LM308



Pro Co Rat *Schematic* ElectroSmash.com







¡Es una configuración no inversora!

$$Z_2 = \frac{1}{sC_4} || R_{DISTORTION}$$

$$Z_1 = \left(\frac{1}{sC_5} + R_4\right) || \left(\frac{1}{sC_6} + R_5\right)$$

$$\frac{V_{clipstage}}{V_{in}} = 1 + \frac{Z_2}{Z_1}$$