



# Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

## Escuela Superior de Tizayuca

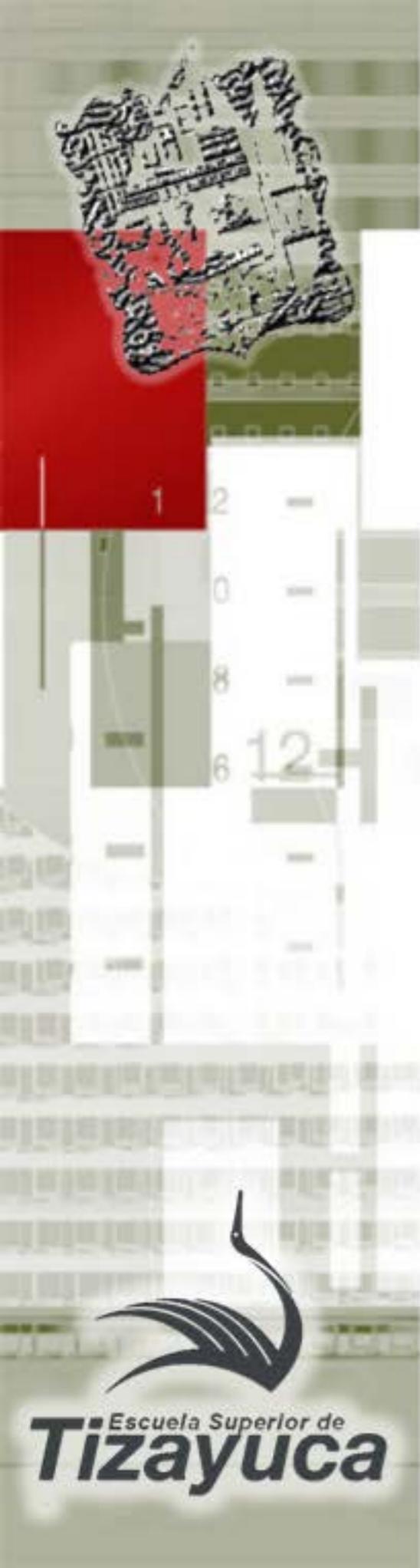


Área Académica: Sistemas Computacionales

Tema: Amplificadores Operacionales  
(Introducción)

Profesor: M. en C. Luis Rodolfo Coello Galindo

Periodo: Enero-Junio de 2012



# Tema: Amplificadores Operacionales (Introducción)

## Abstract

The operational amplifier is a multifunctional device, initially created to perform basic mathematical operations, and although given their characteristics was developed to make it a high performance integrated component, so it is important to know their main features.

Keywords: Operational Amplifier, Integrated Circuit, Gain

# Amplificador Operacional (Op-Amp)

- Circuito multi-elemento formado principalmente de elementos como resistencias, condensadores y transistores conectados en un mismo integrado.

## Características:

- Ganancia de tensión en lazo cerrado
  - Impedancia de entrada
  - Impedancia de salida
- Corriente de polarización de entrada
- Margen de tensiones de alimentación
  - Margen de tensiones de salida
  - Tensión offset

# Amplificador Operacional (Op-Amp)

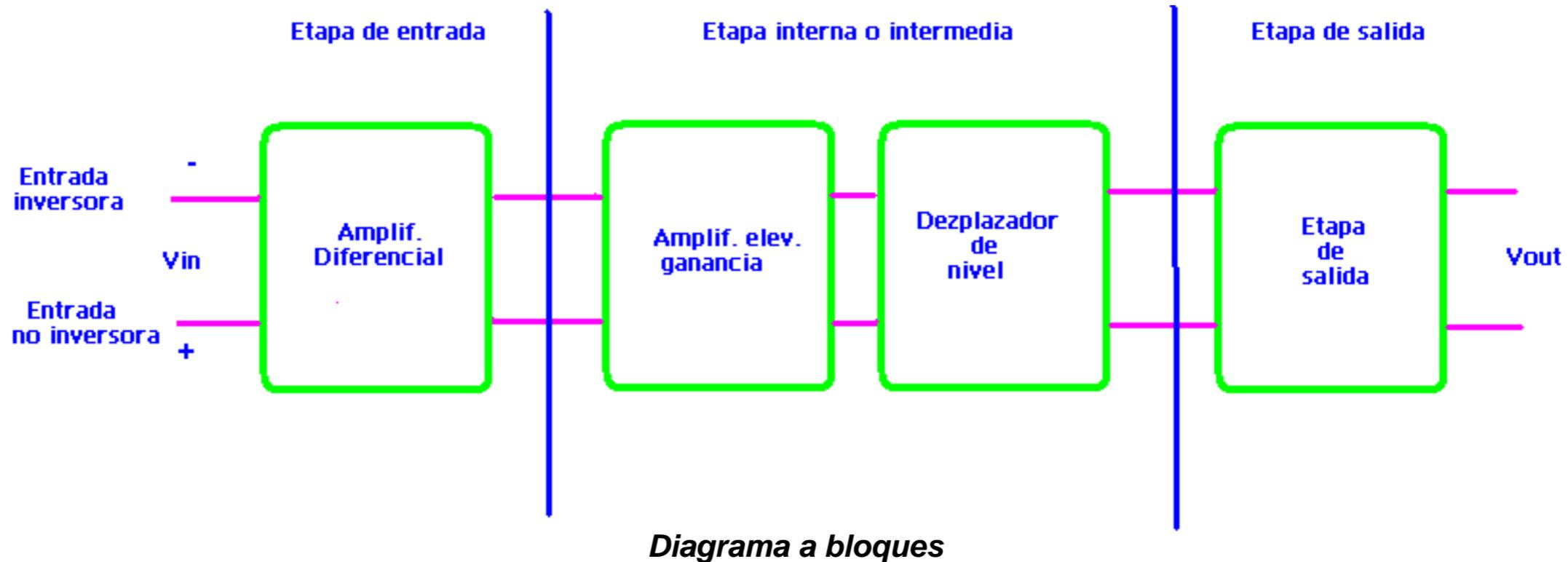
- Posee características tales que algunas aplicaciones se puede considerar como “ideal”

## Amplificador operacional real e ideal (Diferencias):

Características de un Op. Amp. Ideal	Características de un Op. Amp. Real
Resistencia de entrada ( $R_i$ ): Infinita	Resistencia de entrada $R_i > 1 \text{ M}\Omega$
Resistencia de Salida ( $R_o$ ): Cero	Resistencia de Salida $R_o < 100 \Omega$
Ganancia de tensión en lazo abierto ( $A_v$ ): infinita	Ganancia de tensión en lazo abierto $A_v = 10^3$ a $10^6$
Ancho de banda (A.B.): Infinita	Ancho de banda A.B.= 1 MHz.
Ganancia en modo comun ( $A_c$ ): Cero	



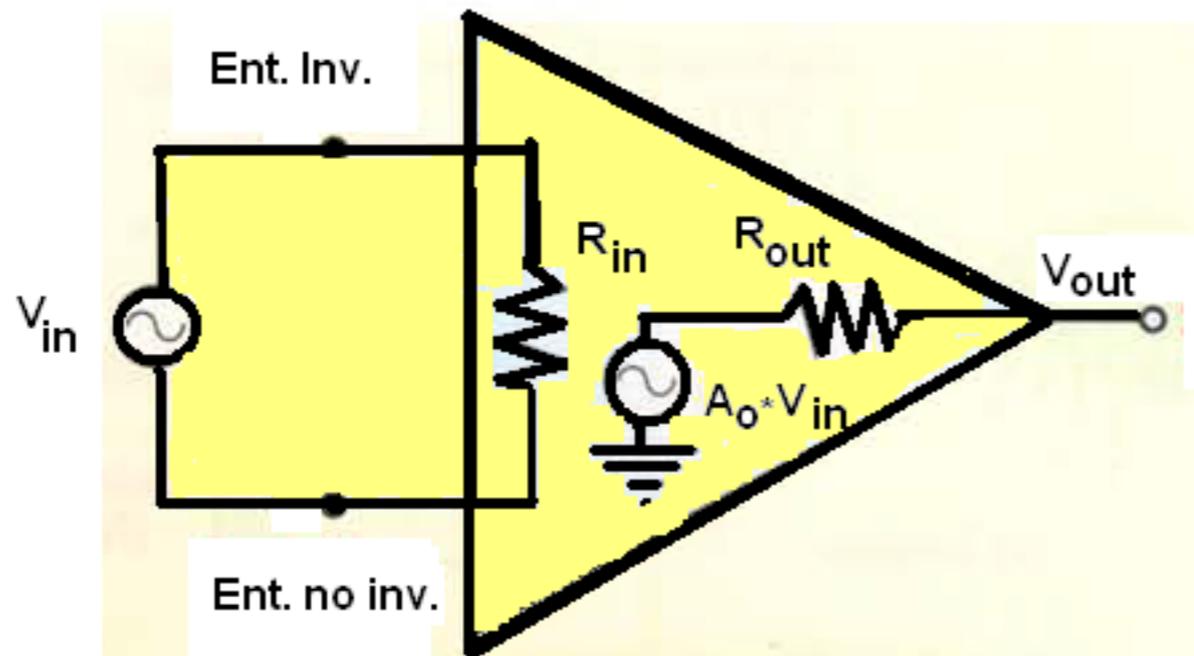
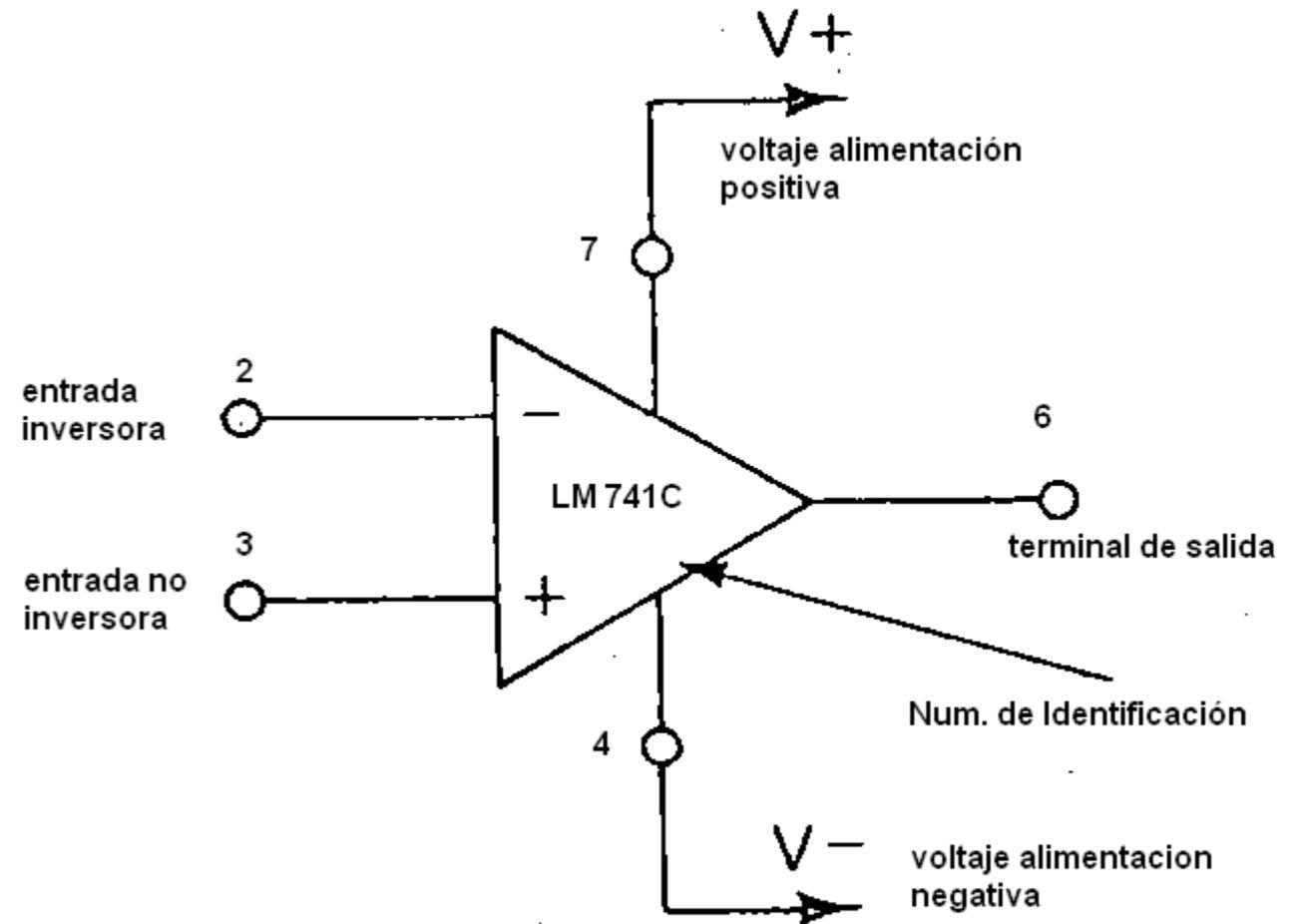
# Amplificador Operacional (Op-Amp)



- *Etapa de entrada:*  $Z_{in}$  (Impedancia entrada) muy elevada;  $A_v$  (Ganancia de voltaje) muy grande.
- *Etapa intermedia:* desplaza el nivel del voltaje de salida (cd) de la etapa diferencial hasta un valor óptimo para polarizar la etapa de salida.
- *Etapa de salida:* circuito en contrafase, permite que el Opam tenga una resistencia de salida muy baja.

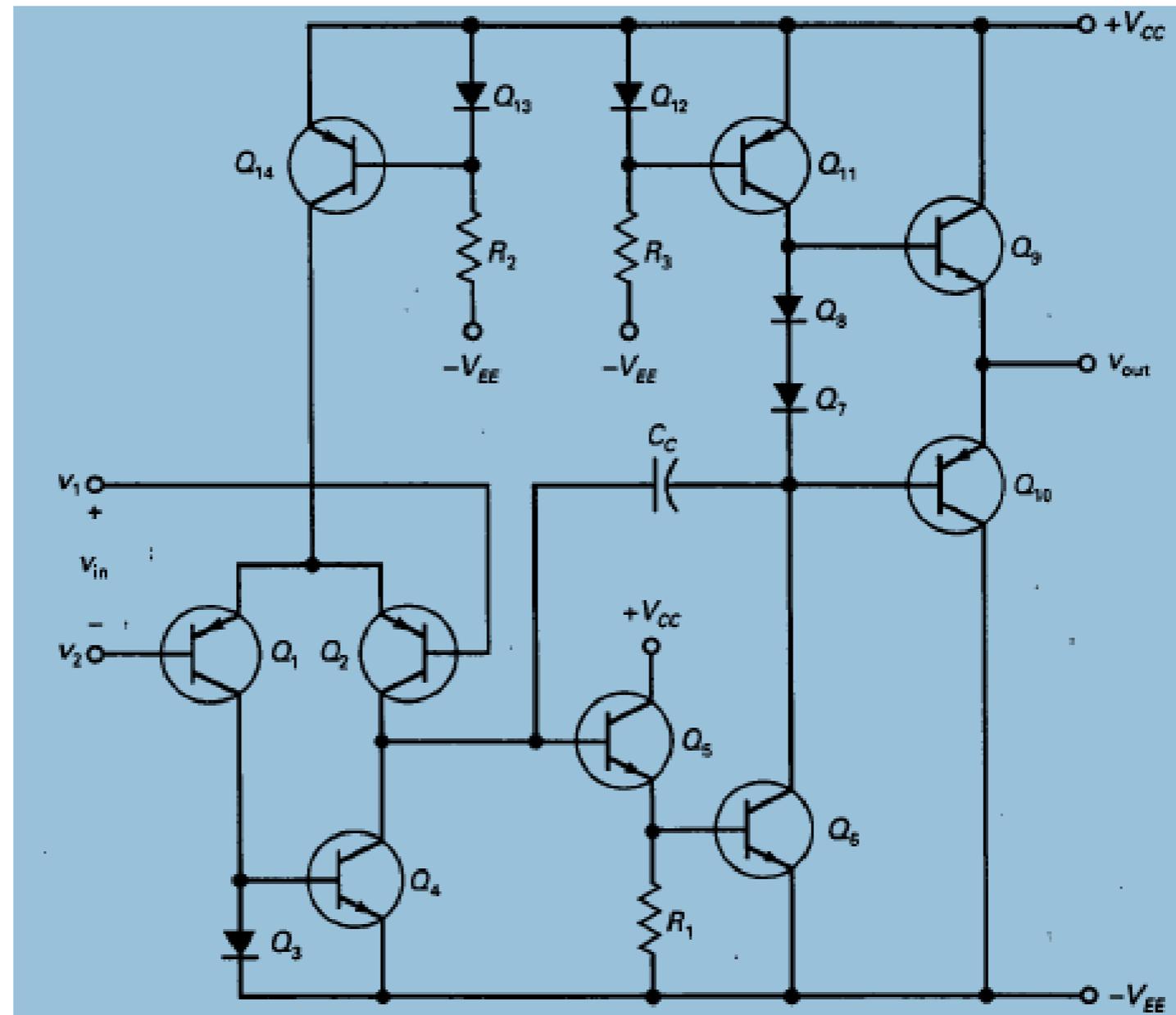
# Amplificador Operacional (Op-Amp)

Símbolo de circuito de propósito general (miniDIP de 8 terminales)



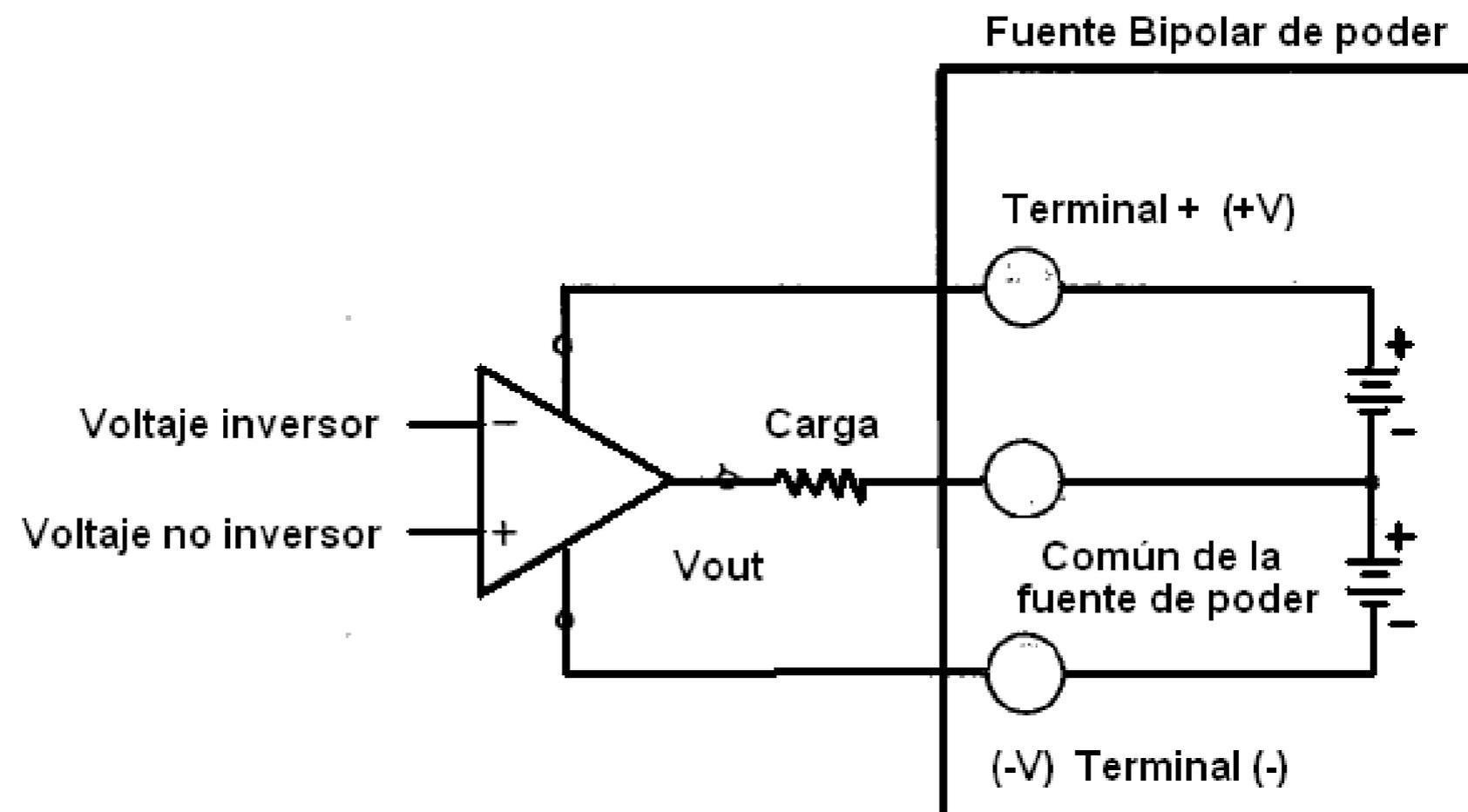
Circuito eléctrico interno

# Amplificador Operacional (Op-Amp)



Circuito interno del amplificador  
LM741C

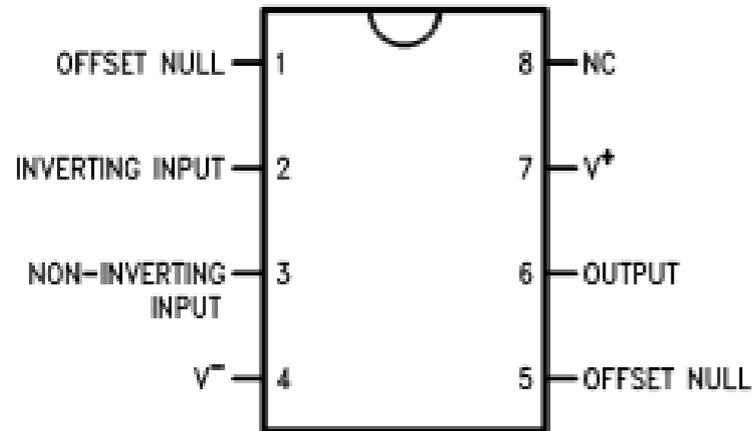
# Amplificador Operacional (Op-Amp)



Cableado real de la fuente de poder de un Op. Amp

# Amplificador Operacional (Op-Amp)

Dual-In-Line or S.O. Package

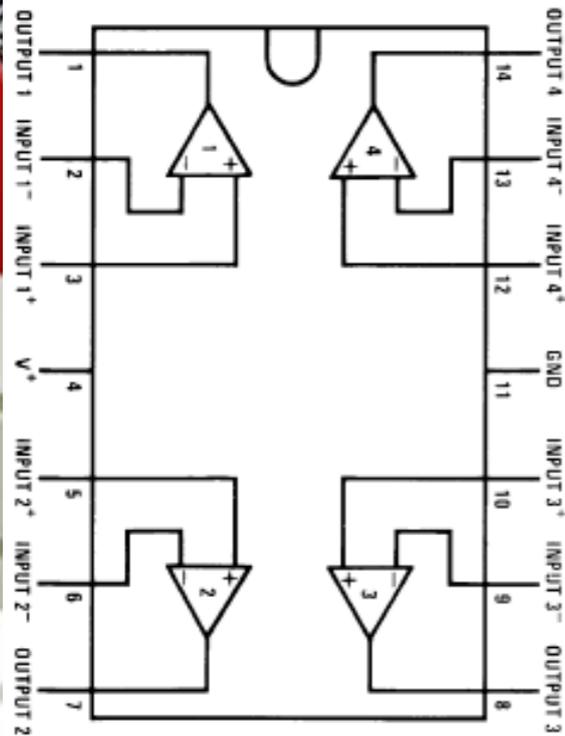


## Configuración LM741C

Parameter	Conditions	LM741C			Units
		Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $R_S \leq 10\text{ k}\Omega$ $R_S \leq 50\Omega$		2.0	6.0	mV mV
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$ $R_S \leq 50\Omega$ $R_S \leq 10\text{ k}\Omega$			7.5	mV mV
Average Input Offset Voltage Drift					$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Input Offset Voltage Adjustment Range	$T_A = 25^\circ\text{C}, V_S = \pm 20\text{V}$		$\pm 15$		mV
Input Offset Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$		20	200	nA
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$			300	nA
Average Input Offset Current Drift					$\text{nA}/^\circ\text{C}$
Input Bias Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$		80	500	nA
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$			0.8	$\mu\text{A}$
Input Resistance	$T_A = 25^\circ\text{C}, V_S = \pm 20\text{V}$	0.3	2.0		$\text{M}\Omega$
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}, V_S = \pm 20\text{V}$				$\text{M}\Omega$
Input Voltage Range	$T_A = 25^\circ\text{C}$	$\pm 12$	$\pm 13$		V
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$				V

## Características eléctricas

# Amplificador Operacional (Op-Amp)



Configuración LM324A

Parameter	Conditions	LM324A			Units
		Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage	(Note 8) $T_A = 25^\circ\text{C}$		2	3	mV
Input Bias Current (Note 9)	$I_{IN(+)}$ or $I_{IN(-)}$ , $V_{CM} = 0\text{V}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$		45	100	nA
Input Offset Current	$I_{IN(+)}$ or $I_{IN(-)}$ , $V_{CM} = 0\text{V}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$		5	30	nA
Input Common-Mode Voltage Range (Note 10)	$V^+ = 30\text{V}$ , (LM2902, $V^+ = 26\text{V}$ ), $T_A = 25^\circ\text{C}$	0		$V^+ - 1.5$	V
Supply Current	Over Full Temperature Range $R_L = \infty$ On All Op Amps $V^+ = 30\text{V}$ (LM2902 $V^+ = 26\text{V}$ ) $V^+ = 5\text{V}$		1.5 0.7	3 1.2	mA
Large Signal Voltage Gain	$V^+ = 15\text{V}$ , $R_L \geq 2\text{k}\Omega$ , ( $V_O = 1\text{V}$ to $11\text{V}$ ), $T_A = 25^\circ\text{C}$	25	100		V/mV
Common-Mode	DC, $V_{CM} = 0\text{V}$ to $V^+ - 1.5\text{V}$ ,	65	85		dB

## Características eléctricas

# Amplificador Operacional (Op-Amp)

## Configuraciones básicas:

- Amplificador Inversor
- Amplificador No Inversor
  - Amplificador Sumador
  - Amplificador Derivador
  - Amplificador Integrador



# Referencias

- [1] “Amplificadores operacionales y circuitos integrados lineales”. Robert F. Coughlin; frederick F. Driscoll. Edit. Prentice Hall Hispanoamericana.
- [2] “Electrónica Analógica”. Santiago Olvera Peralta. Edit. Paraninfo
- [3] LM324 Datasheet, National Instruments.
- [4] LM741 Datasheet, National Instruments.