

LECCIÓN 6 AMPLIFICADORES OPERACIONALES

Amplificadores diferenciales

Amplificadores operacionales. El AO ideal

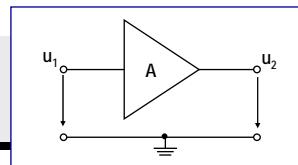
Aplicaciones lineales de los AOs

Aplicaciones no lineales de los AOs

Características reales de los AOs

Amplificadores diferenciales

Los amplificadores, analizados en la lección anterior, tienen como entrada una sola tensión medida respecto a una tensión de referencia (masa).



Los AMPLIFICADORES DIFERENCIALES tienen dos entradas y dan una salida proporcional a la diferencia de las tensiones aplicadas a las entradas.

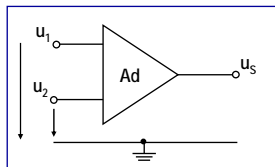
u_1

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

Amplificadores diferenciales



Tensión en modo común
Tensión común a ambas entradas

$$u_{mc} = \frac{u_1 + u_2}{2}$$

Tensión en modo diferencial

$$u_d = u_1 - u_2$$

Rechazo en modo común

Capacidad del amplificador de rechazar señales en modo común

Ganancias

Modo común: A_{mc}
Diferencial: A_d } $A_{mc} \ll A_d$

Real

$$u_s = A_d \cdot u_d + A_{mc} \cdot u_{mc}$$

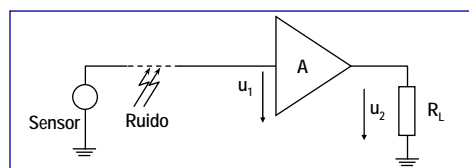
Ideal

$$u_s = A_d \cdot u_d$$

Amplificadores diferenciales

Ventaja

Son más inmunes al ruido y no tenemos que referir las señales a masa

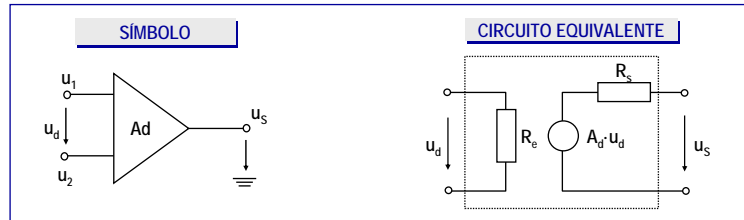


CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

Amplificadores diferenciales

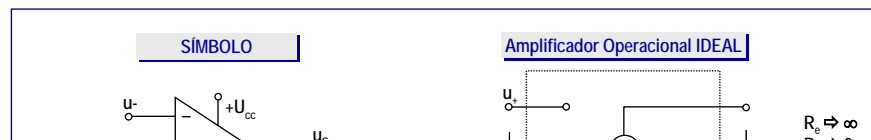


Razón de rechazo en modo común

$$RRMC = \frac{|A_d|}{|A_{mc}|}$$

Amplificador Operacional

- Es un amplificador diferencial que se integra en un circuito y se caracteriza por tener:
 - ☞ Ganancia de tensión muy alta
 - ☞ Alta impedancia de entrada
 - ☞ Baja impedancia de salida
 - ☞ Amplifica tensión y potencia



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

Aplicaciones lineales de los AOs

➤ Una aplicación lineal se tiene cuando se realimenta negativamente el amplificador

En bucle abierto

Si $u_- > u_+ \rightarrow u_s = -U_{cc}$
 Si $u_- < u_+ \rightarrow u_s = +U_{cc}$
 $u_s = A_d (u_+ - u_-) = A_d u_d$

Con realimentación positiva

Si $u_+ \uparrow \rightarrow u_s \uparrow$
 se magnifica el efecto
 $u_s = A_d (u_s - u_e)$

Con realimentación negativa

$u_s = A_d (u_e - u_s)$ como $A_d \rightarrow \infty$
 $u_e = u_s$ equilibrio

Si inicialmente $u_s = 0$

Aplicaciones lineales de los AOs

- Se suelen considerar características ideales:
- ☞ $R_e = \infty \dots$ la corriente de entrada al AO es cero
 - ☞ $R_s = 0 \dots$ se comporta como una fuente ideal de tensión
 - ☞ Con realimentación negativa $u_+ = u_-$ para que la salida sea distinta de $\pm U_{cc}$

- Amplificador inversor
- Integrador
- Derivador
- Sumador

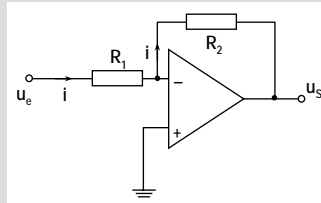
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Aplicaciones lineales de los AOs

Amplificador inversor

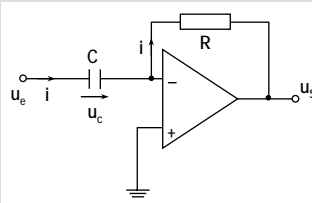


$$u_- = u_+ = 0V$$

$$\frac{u_e - 0}{R_1} = \frac{0 - u_s}{R_2}$$

$$u_s = -\frac{R_2}{R_1} u_e$$

Derivador



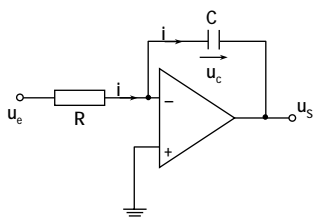
$$u_- = u_+ = 0V$$

$$i = C \frac{du_e}{dt} = \frac{-u_s}{R}$$

$$u_s = -CR \frac{du_e}{dt}$$

Aplicaciones lineales de los AOs

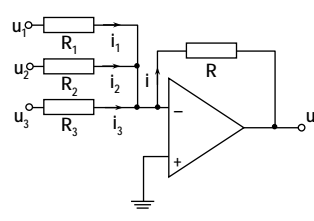
Integrador



$$u_- = u_+ = 0V$$

$$i = \frac{u_e - 0}{R} = -C \frac{du_s}{dt}$$

Sumador



$$u_- = u_+ = 0V$$

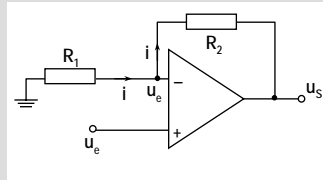
$$i = i_1 + i_2 + i_3$$

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

Aplicaciones lineales de los AOs

Amplificador de ganancia positiva

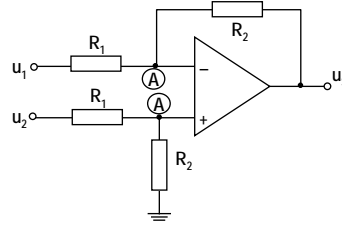


$$u^- = u^+ = u_e$$

$$\frac{0 - u_e}{R_1} = \frac{u_e - u_s}{R_2}$$

$$u_s = u_e \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

Amplificador diferencial



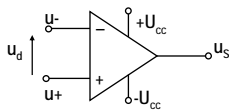
$$u^- = u^+ = u_A = u_2 \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\frac{u_1 - u_A}{R_1} = \frac{u_A - u_s}{R_2}$$

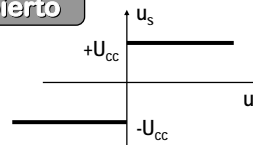
$$u_s = \frac{R_2}{R_1} (u_2 - u_1)$$

Aplicaciones no lineales de los AOs

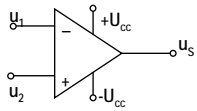
Realimentación positiva o bucle abierto



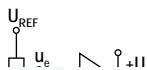
Si $u^- > u^+ \rightarrow u_s = -U_{CC}$
 Si $u^- < u^+ \rightarrow u_s = +U_{CC}$



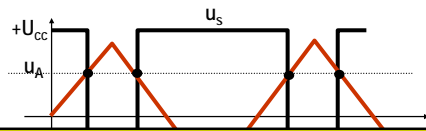
Comparador



$u_s = \begin{cases} -U_{CC} & u_1 > u_2 \\ +U_{CC} & u_1 < u_2 \end{cases}$



$u_e > u_a \rightarrow u_s = -U_{CC}$



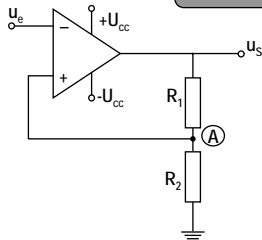
**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**



Aplicaciones no lineales de los AOs

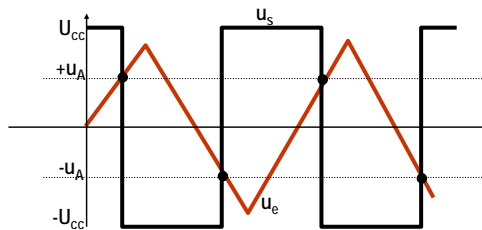
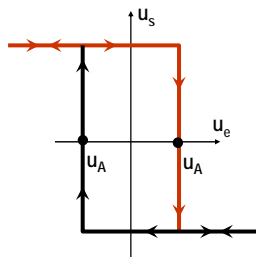
Comparador con histéresis



$$u_A = u_s \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \pm U_{CC} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\text{Si } u_s = +U_{CC} \quad u_{comp} = u_A = +U_{CC} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\text{Si } u_s = -U_{CC} \quad u_{comp} = u_A = -U_{CC} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$



Problema

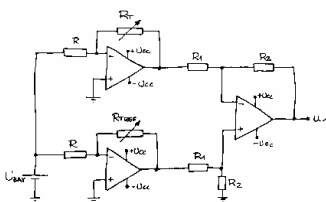


Figura 1

$$R(T) = R_0(1 + \alpha T)$$

$$R_0 = 100\Omega$$

$$\alpha = 4 \cdot 10^{-3} (\text{C}^\circ)^{-1}$$

$$T \text{ en } ^\circ\text{C}$$

$$T_{REF} = 25^\circ\text{C}$$

$$U_{BAT} = 5\text{V}$$

$$R = 200\Omega$$

$$R_1 = 2000\Omega$$

$$R_2 = 2000\Omega$$

$$U_{CC} = \pm 15\text{V}$$

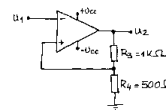


Figura 2

Se quiere medir la temperatura en un proceso industrial utilizando una PRT. Esta se sitúa en el interior del horno y se coloca otra a una temperatura constante T_{REF} de 25°C . Se propone el circuito de la figura 1 para realizar la medida:

- Calcule la relación entre u_1 y T (temperatura a medir).
- Calcule el margen de temperaturas a las que la medida es fiable (margen de medida).

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70**

Cartagena99