



UNIVERSIDAD
DE ATACAMA



INTRODUCCIÓN SISTEMAS DE DIGITALES DE CONTROL. (Introducción).

Nahur M. Meléndez Araya.
Magister en Ingeniería. Informática.



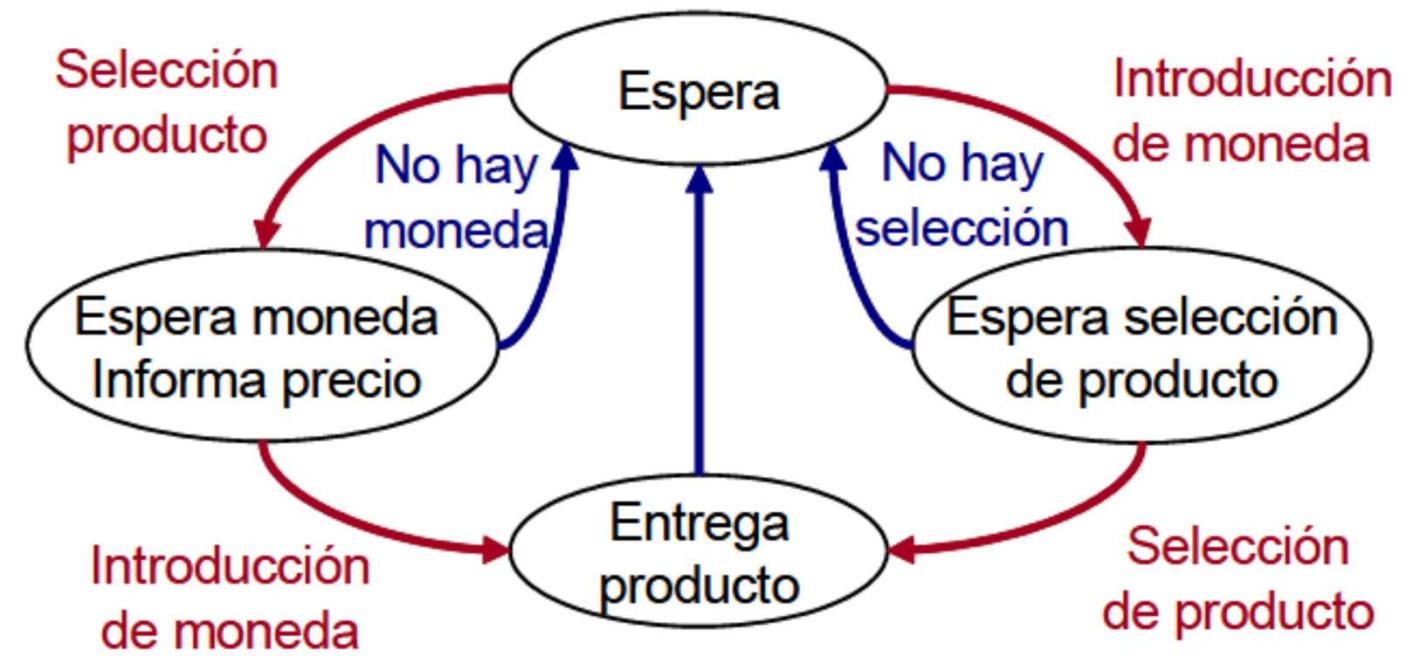
○ EL CONCEPTO.

- En los circuitos combinacionales la salida en un determinado momento depende únicamente de los valores de las señales de entrada en el mismo instante.
- En el mundo real la mayor parte de los sistemas con los que nos enfrentamos tienen una dimensión adicional: el funcionamiento de los mismos depende no únicamente de sus entradas actuales, sino también de la historia por la que han pasado



○ EL CONCEPTO.

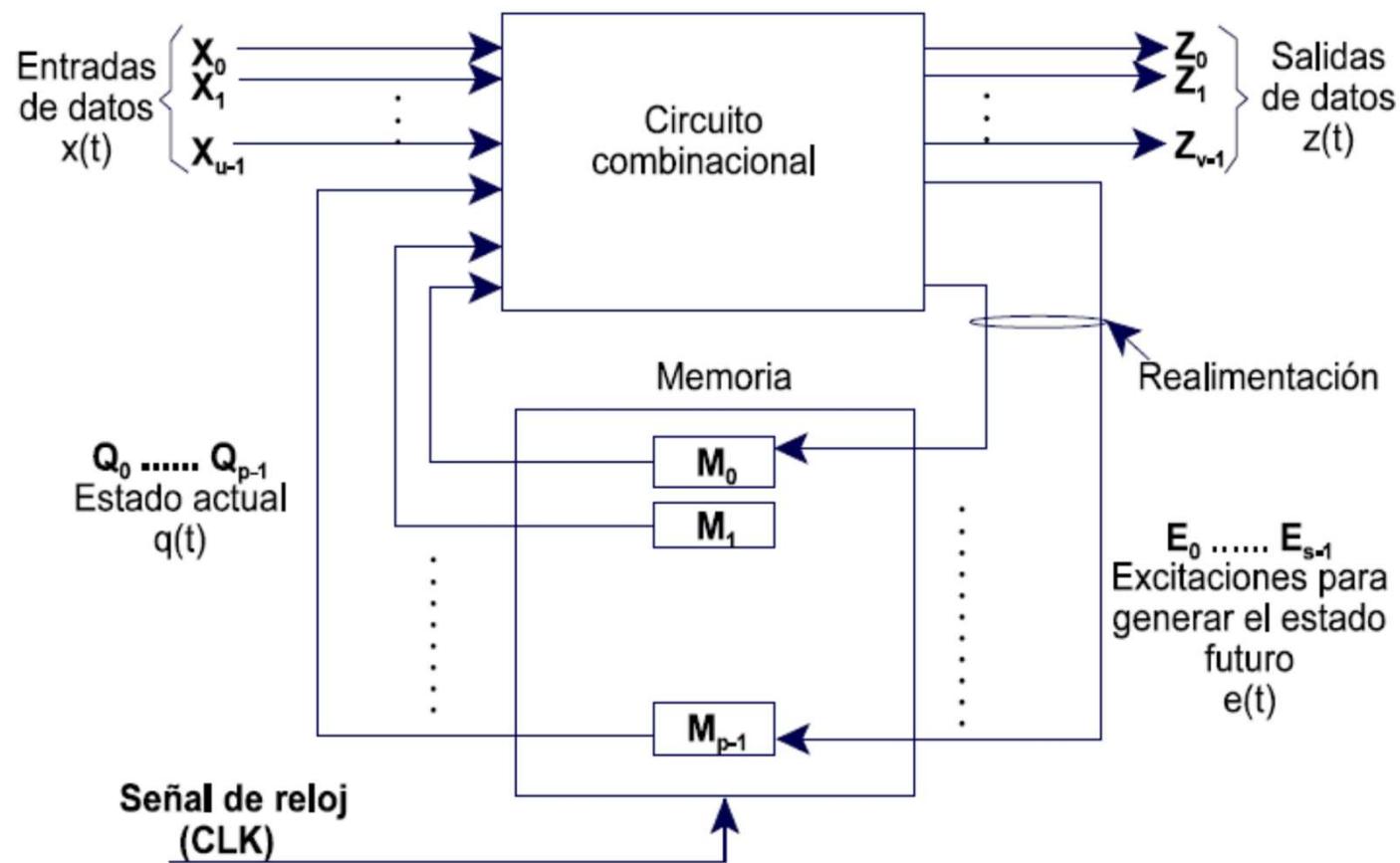
- Los circuitos secuenciales son sistemas que, además de entradas y salidas, también tienen estados que recuerdan la historia pasada por el circuito.
- Muchos de los sistemas digitales prácticos se realizan siguiendo la filosofía de los circuitos secuenciales





ESTRUCTURA GENERAL Y FUNCIONAMIENTO.

- La estructura general de un circuito secuencial responde al diagrama de bloques (modelo de Huffman)
- Al circuito combinacional llegan dos tipos de datos: las entradas de datos del circuito ($X_0(t)$, $X_1(t), \dots, X_{u-1}(t)$) y el estado actual, es decir, las salidas de la memoria ($Q_0(t), \dots, Q_{p-1}(t)$)





O TIPOS DE CIRCUITOS SECUENCIALES

- Los sistemas secuenciales se pueden clasificar en dos grandes bloques: **síncronos y asíncronos.**
- Esta clasificación se hace atendiendo a los tipos de elementos de memoria (M_i) utilizados.
- La diferencia entre los sistemas secuenciales síncronos y asíncronos está en que en los primeros los cambios de estado son controlados por una señal de referencia común (señal de reloj) y en los segundos no



O ASPECTOS BÁSICOS SOBRE CIRCUITOS SECUENCIALES SÍNCRONOS

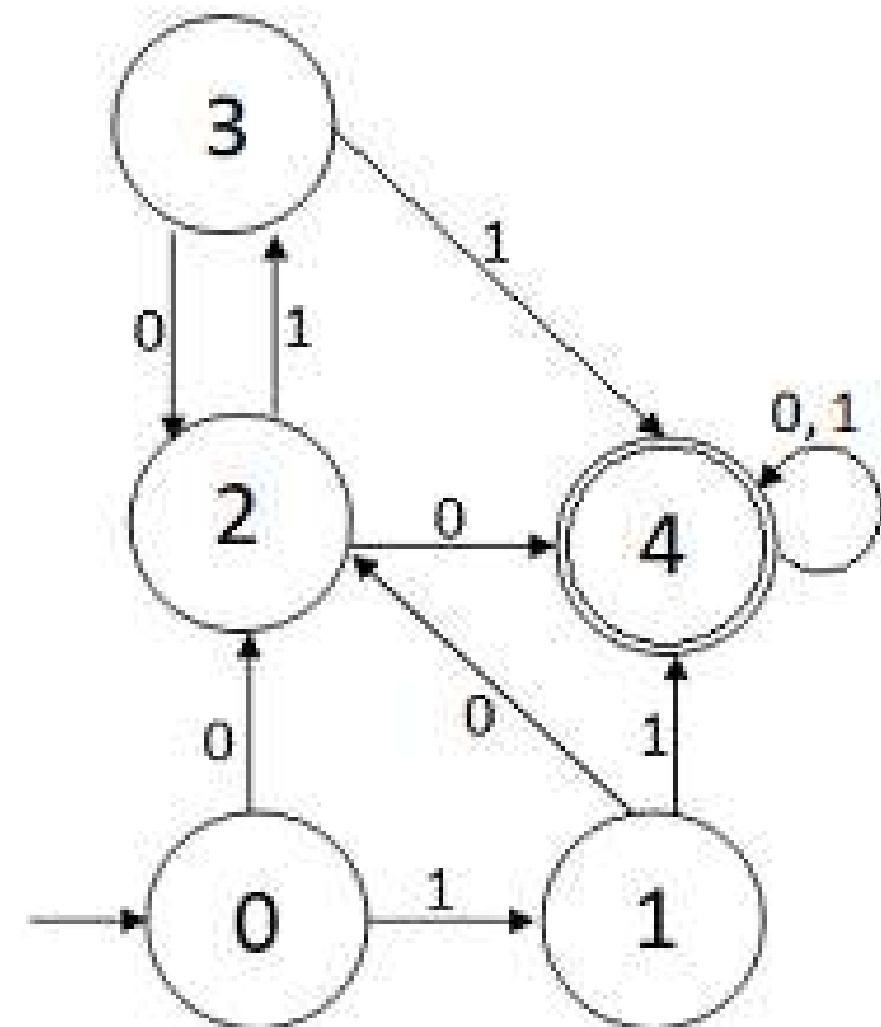
- Si bien la palabra autómata puede tener diferentes significados, en nuestro caso se utiliza para definir sistemas electrónicos capaces de tratar información
- Un circuito secuencial síncrono es un circuito secuencial, en que las transiciones entre estados se producen en momentos discretos, que denominaremos t , $t+1$, $t+2$, etc.





O ASPECTOS BÁSICOS SOBRE CIRCUITOS SECUENCIALES SÍNCRONOS

- El modelo matemático que describe un sistema secuencial síncrono es la máquina de estados finitos o autómata de estados finitos.
- si a una máquina de estados finitos(MEF), se le introducen datos a lo largo del tiempo, la salida, $z(t)$, de la MEF, en un instante t será función de la entrada en ese instante, $x(t)$ y de los estados internos $q(t)$.





O ASPECTOS BÁSICOS SOBRE CIRCUITOS SECUENCIALES SÍNCRONOS

- El funcionamiento del autómata es tal que si recibe una nueva entrada en t , $x(t)$, $\{X\}$, (ésta se hace efectiva mediante la señal de reloj en el instante t) y se encuentra en el estado $q(t), \{Q\}$

$$q(t+1) = h[f(x(t), q(t))]$$

$$z(t) = g[x(t), q(t)]$$



O ASPECTOS BÁSICOS SOBRE CIRCUITOS SECUENCIALES SÍNCRONOS

- En resumen una máquina de estados finitos se puede definir matemáticamente como un conjunto de elementos

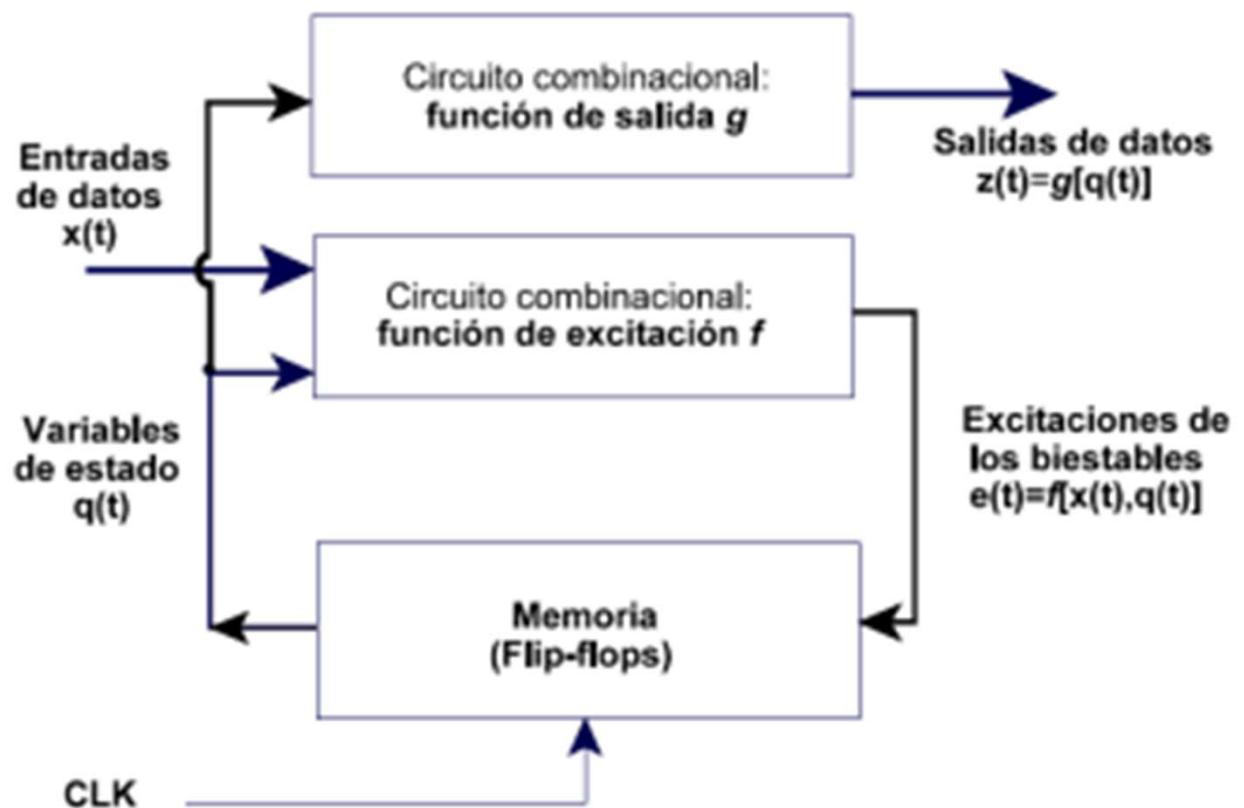
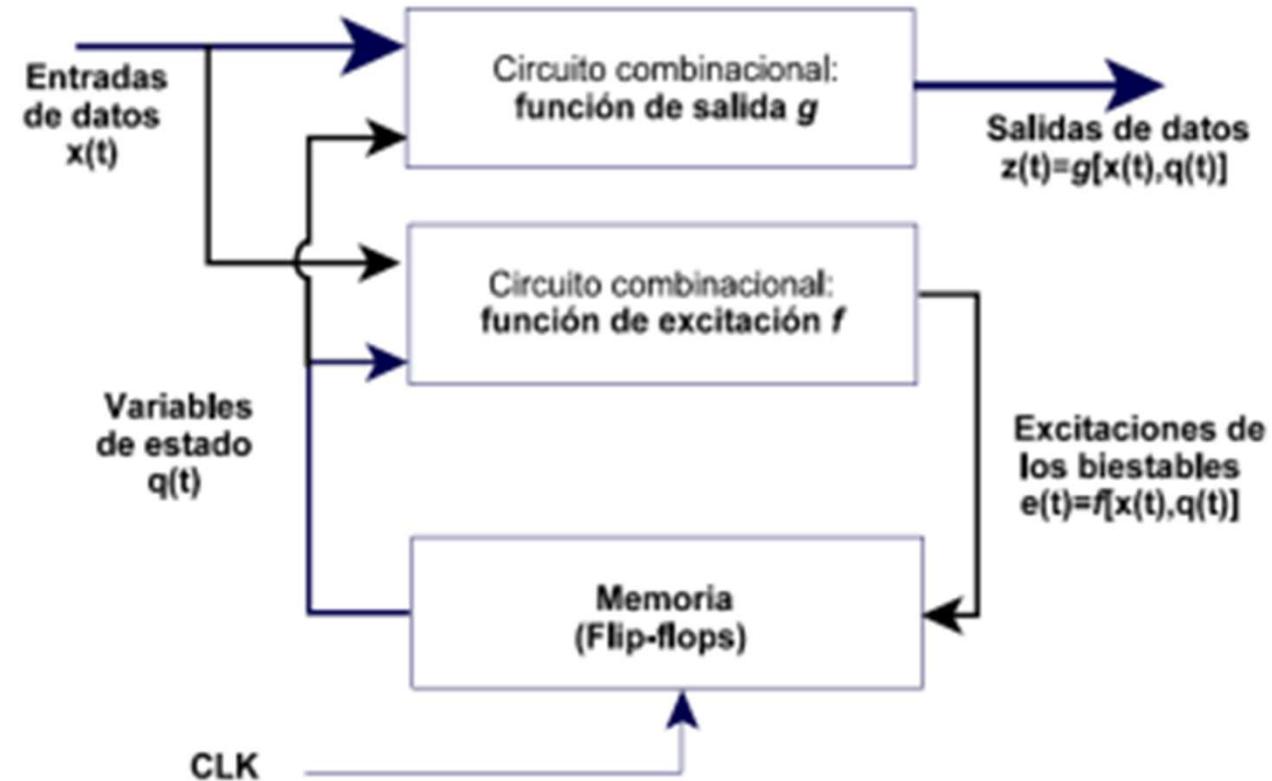
$$\text{MEF} = \{x, z, q, q_0, f, g, h\}$$

siendo:

- x : Datos de entrada
- z : Datos de salida
- q : Estados internos (variables de estado)
- q_0 : Estado inicial
- f : Función de excitación de los biestables
- h : Función de los biestables
- g : Función de salida



○ TIPOS DE CIRCUITOS SECUENCIALES SÍNCRONOS





O TIPOS DE CIRCUITOS SECUENCIALES SÍNCRONOS

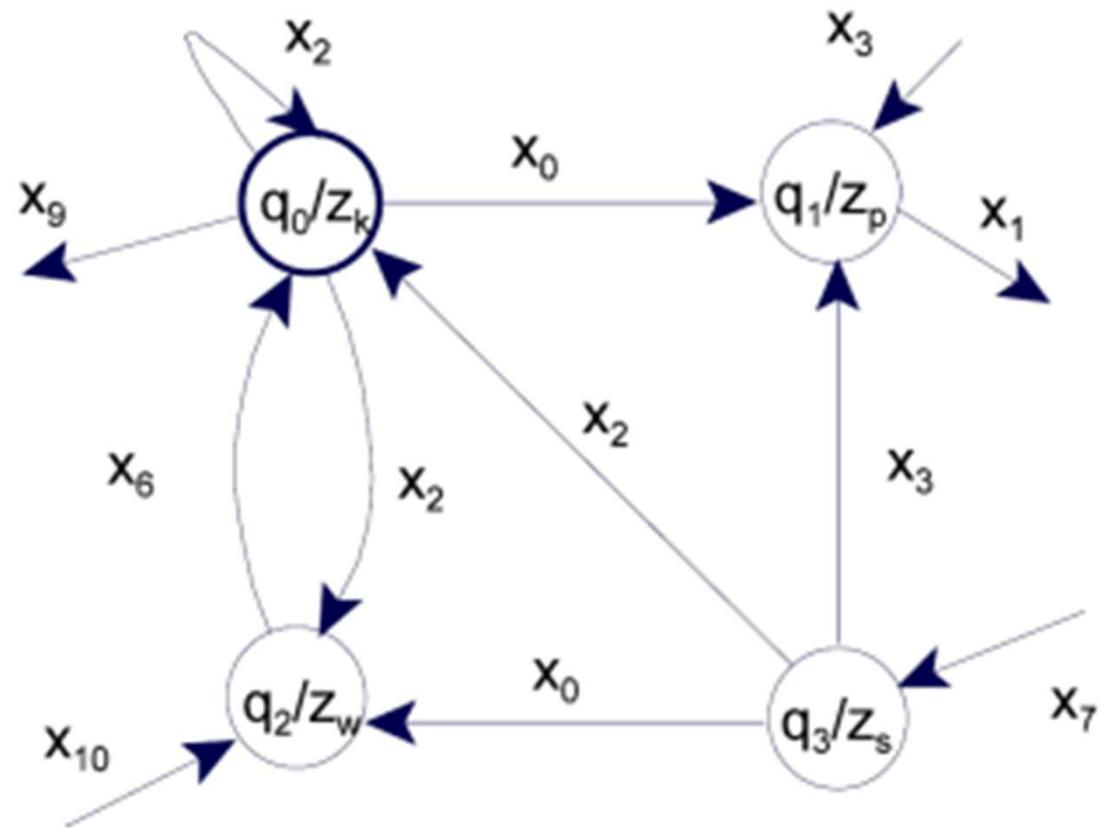
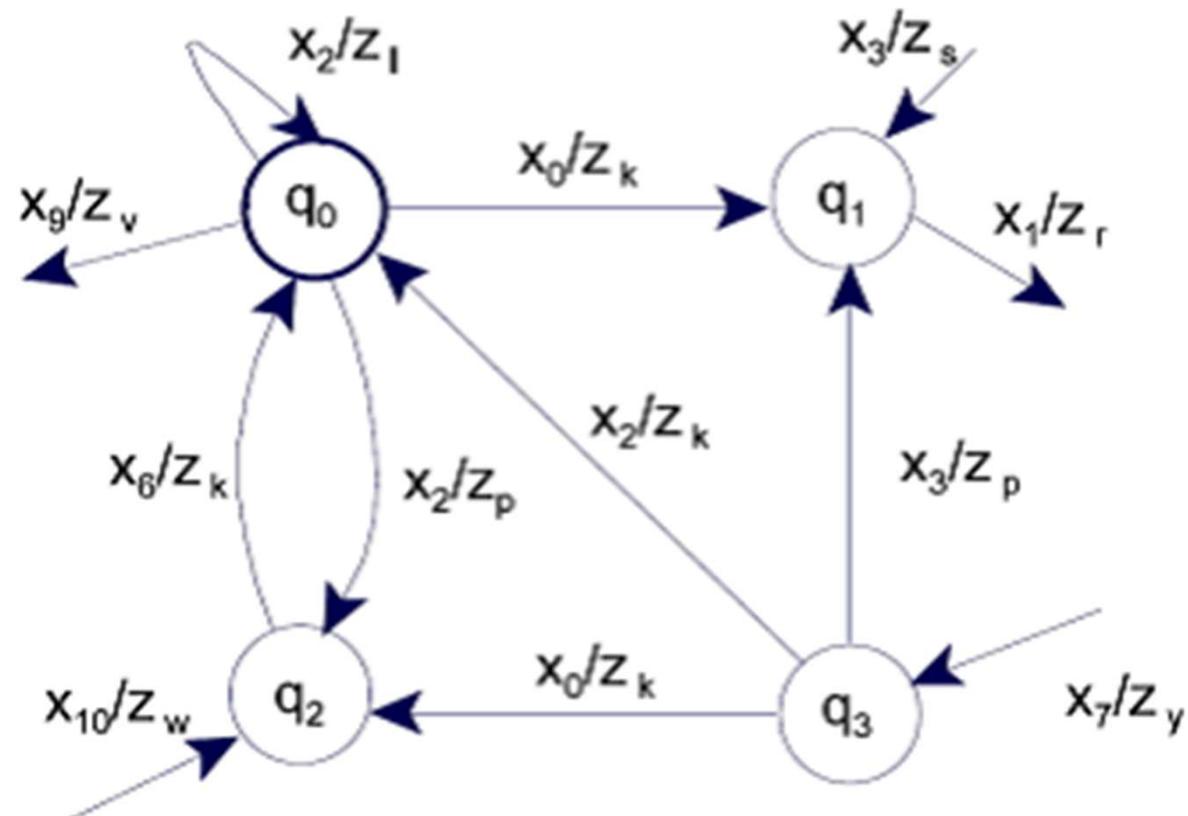
Un grafo es una representación gráfica de un autómata en la que

- Los estados se muestran dentro de círculos.
- Cada transición entre estados se representa con un arco que empieza en su estado inicial y acaban en su estado final. De cada estado deben salir tantas flechas como posibles combinaciones tengan las entradas, ya que deben estar contempladas las transiciones para todas ellas.
- Sobre cada arco se indica la entrada que condiciona dicha transición y la salida para esa entrada y ese estado actual, con una barra inclinada entre ellas, $x(t)/z(t)$



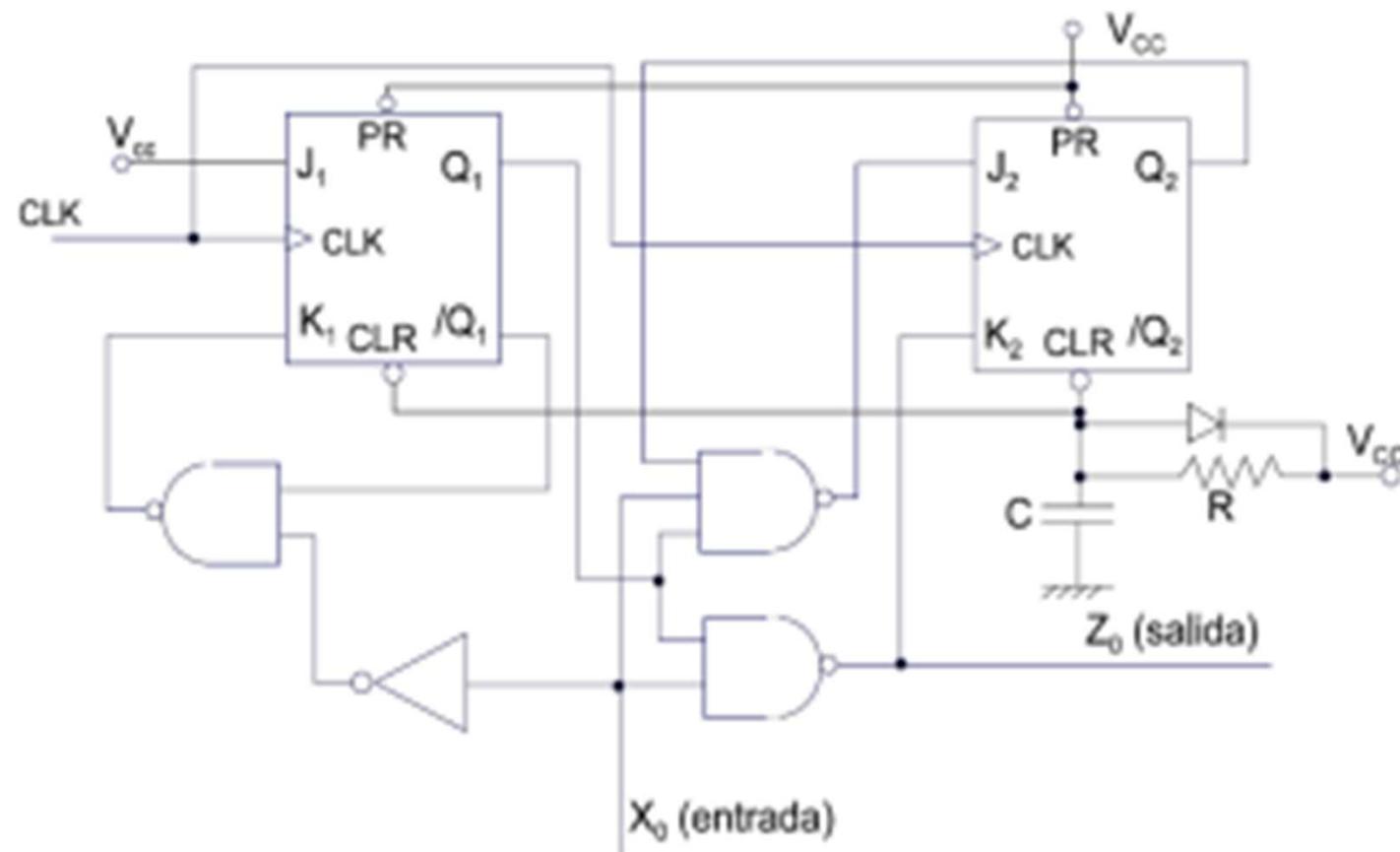
○ TIPOS DE CIRCUITOS SECUENCIALES SÍNCRONOS

Un grafo es una representación gráfica de un autómata





ANÁLISIS DE CIRCUITOS SECUENCIALES SÍNCRONOS



$$J_1^t = 1$$

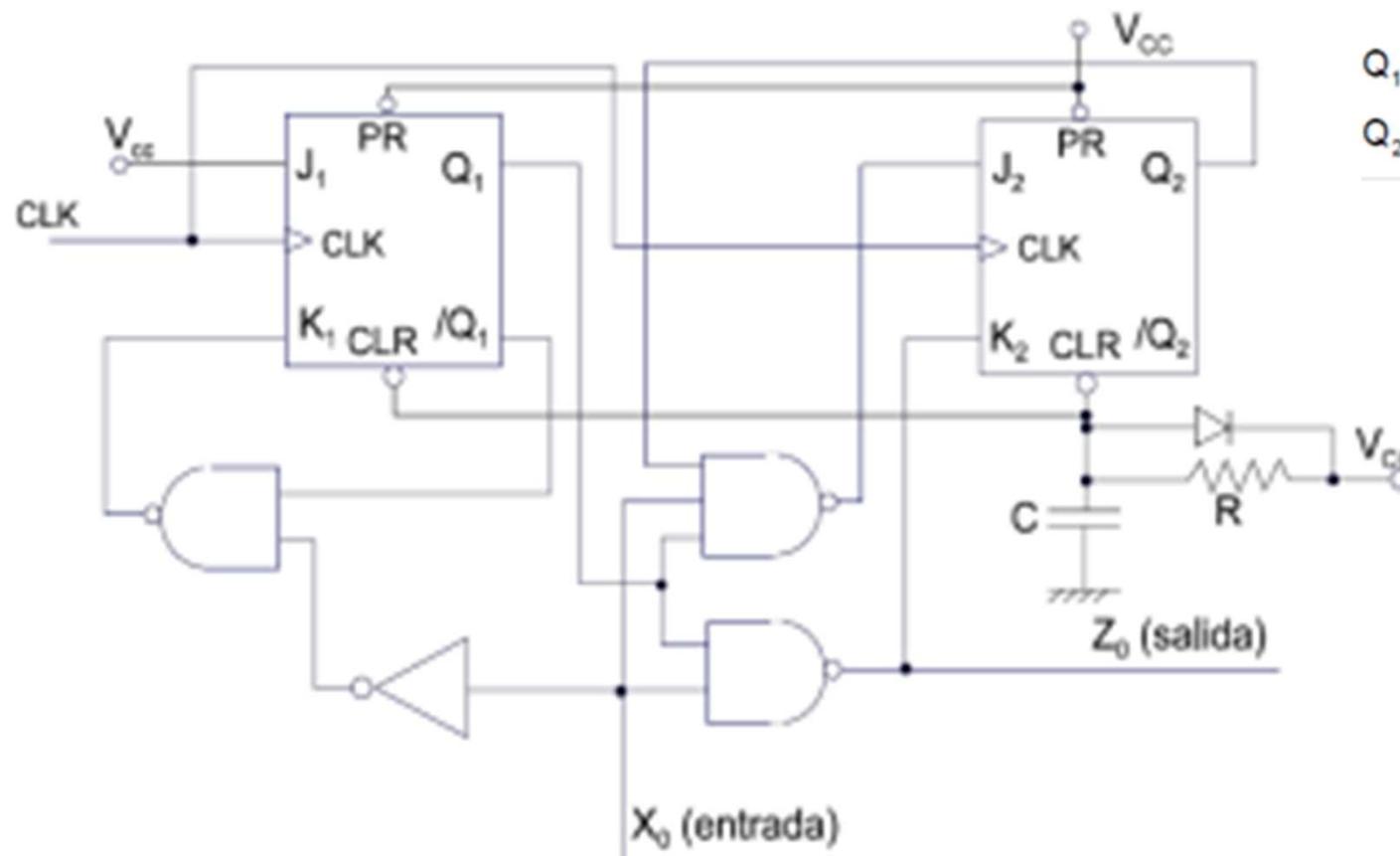
$$K_1^t = \overline{\overline{Q}_1^t} \cdot \overline{X_0^t}$$

$$J_2^t = \overline{Q_1^t} \cdot \overline{X_0^t} \cdot \overline{Q_2^t}$$

$$K_2^t = \overline{Q_1^t} \cdot \overline{X_0^t}$$



ANÁLISIS DE CIRCUITOS SECUENCIALES SÍNCRONOS



$$Q_1(t+1) = J_1(t)\overline{Q_1(t)} + \overline{K_1(t)}Q_1(t) = 1 \cdot \overline{Q_1(t)} + \overline{\overline{Q_1(t)}} \cdot \overline{X_0(t)} \cdot Q_1(t)$$

$$Q_2(t+1) = J_2(t)\overline{Q_2(t)} + \overline{K_2(t)}Q_2(t) = \overline{Q_1(t)} \cdot X_0(t) \cdot Q_2(t) \cdot \overline{Q_2(t)} + \overline{Q_1(t)} \cdot X_0(t) \cdot Q_2(t)$$

$$Q_1(t+1) = \overline{Q_1(t)}$$

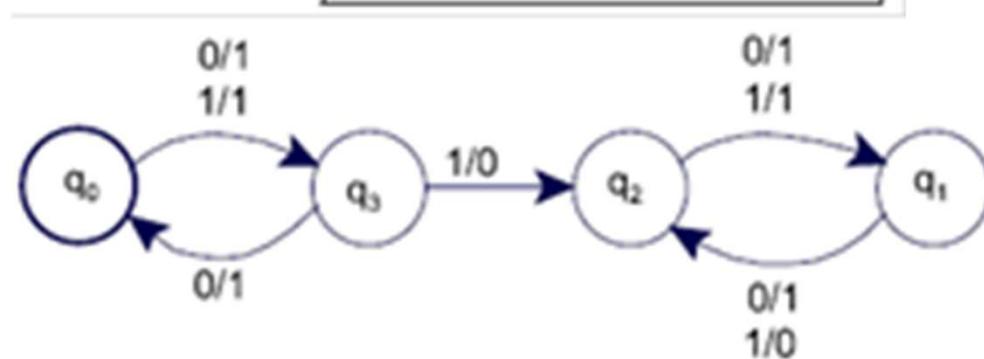
$$Q_2(t+1) = \overline{Q_2(t)} + Q_1(t) \cdot X_0(t) \cdot Q_2(t)$$

Estado actual $Q_2(t)$ $Q_1(t)$	Entrada actual $X_0(t)$		Entrada actual $X_0(t)$	
	0	1	0	1
0 0	1 1	1 1	1	1
0 1	1 0	1 0	1	0
1 0	0 1	0 1	1	1
1 1	0 0	1 0	1	0
	$Q_2(t+1)$ $Q_1(t+1)$ Próximos estados		$Z_0(t)$ Salida actual	



ANÁLISIS DE CIRCUITOS SECUENCIALES SÍNCRONOS

Estado actual $q(t)$	Entrada actual $x(t)$	
	0	1
q_0	$q_3/1$	$q_3/1$
q_1	$q_2/1$	$q_2/0$
q_2	$q_1/1$	$q_1/1$
q_3	$q_0/1$	$q_2/0$



$$Q_1(t+1) = J_1(t)\overline{Q_1(t)} + \overline{K_1(t)}Q_1(t) = 1 \cdot \overline{Q_1(t)} + \overline{\overline{Q_1(t)}} \cdot \overline{X_0(t)} \cdot Q_1(t)$$
$$Q_2(t+1) = J_2(t)\overline{Q_2(t)} + \overline{K_2(t)}Q_2(t) = \overline{Q_1(t)} \cdot X_0(t) \cdot Q_2(t) \cdot \overline{Q_2(t)} + \overline{Q_1(t)} \cdot \overline{X_0(t)} \cdot Q_2(t)$$

$$Q_1(t+1) = \overline{Q_1(t)}$$

$$Q_2(t+1) = \overline{Q_2(t)} + Q_1(t) \cdot X_0(t) \cdot Q_2(t)$$

Estado actual $Q_2(t) \ Q_1(t)$	Entrada actual $X_0(t)$		Entrada actual $X_0(t)$	
	0	1	0	1
0 0	1 1	1 1	1	1
0 1	1 0	1 0	1	0
1 0	0 1	0 1	1	1
1 1	0 0	1 0	1	0

$Q_2(t+1) \ Q_1(t+1)$
Próximos estados

$Z_0(t)$
Salida actual



CIRCUITOS SECUENCIALES TEMPORIZADOS

- Tabla de Estados

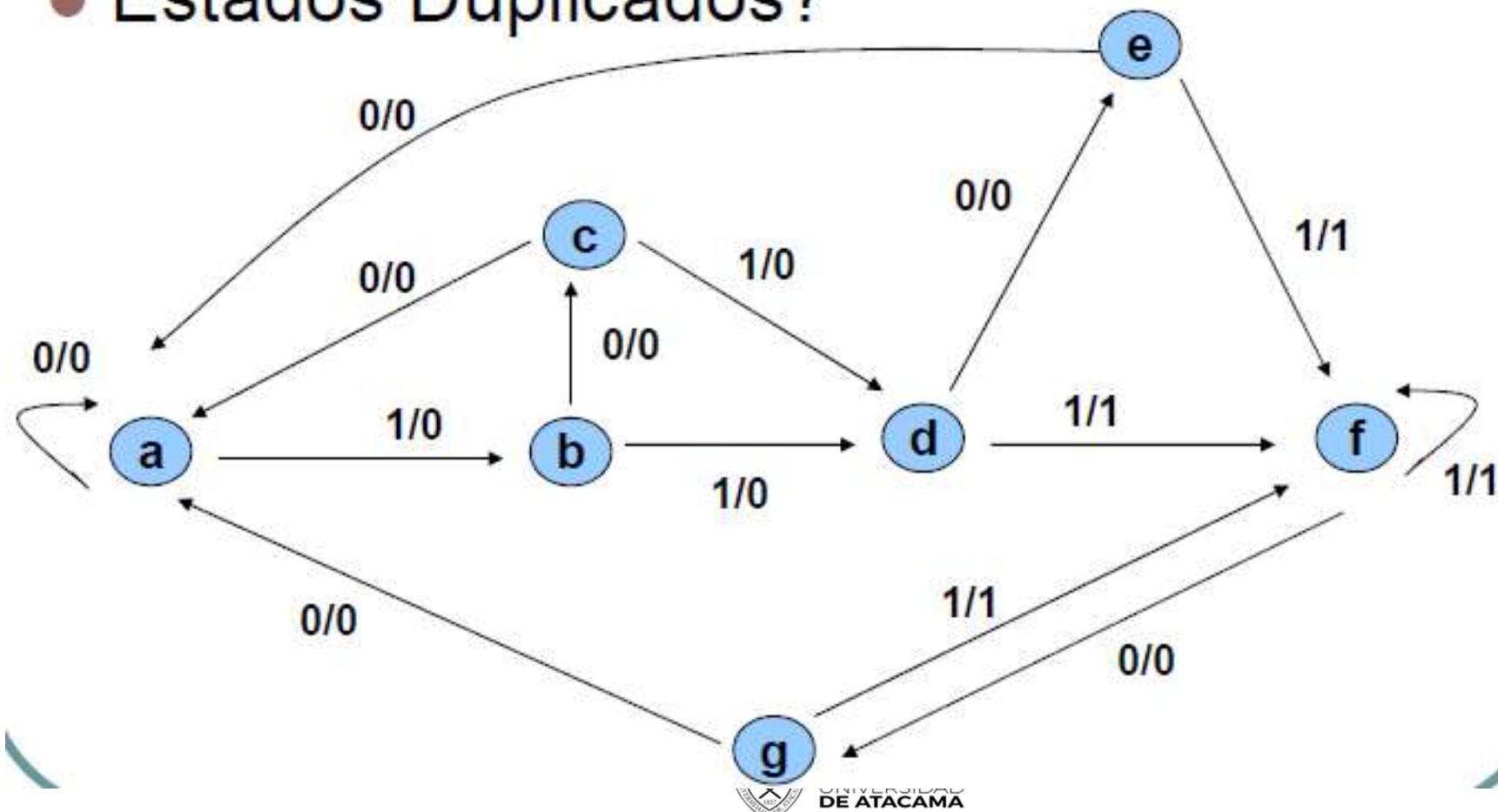
Estado Presente		Estado Siguiente				Salida	
		X=0		X=1			
A	B	A	B	A	B	X=0	X=1
0	0	0	0	0	1	0	0
0	1	1	1	0	1	0	0
1	0	1	0	0	0	0	1
1	1	1	0	1	1	0	0

- Diagrama de Estados?



CIRCUITOS SECUENCIALES TEMPORIZADOS

- Estados Duplicados?





○ Ejercicio 1: CONTADOR MODULO 2^n

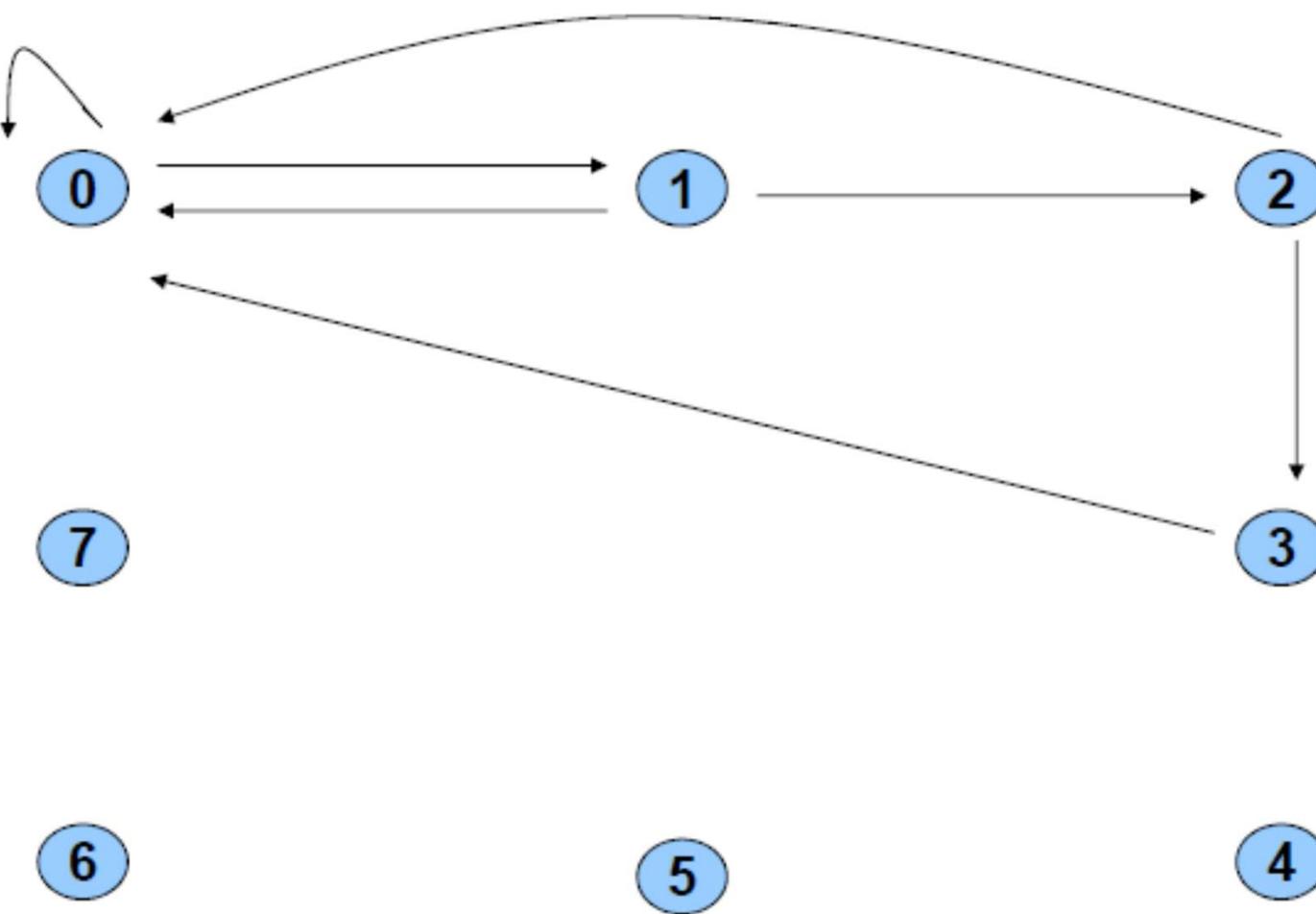
diseñe una maquina secuencial que se comporte como un contador en modulo 2^n , de acuerdo a un valor de entrada n , para todo n entre 0 y 3.

Ex: Si n vale 1 la maquina trabaja como un contador de modulo 2

- **¿Cómo empiezo?**
- **¿CONTADOR MODULO 2^n ?**
- **¿Cuál es el alfabeto de entrada?**
 - $n = \{0, 1, 2, 3\}$
- **¿Cantidad de estados?**
 - $2^n \Rightarrow \{1, 2, 4, 8\}$



○ Ejercicio 1: CONTADOR MODULO 2^n





Ejercicio 2: Repaso ROM

Sean A un número de cuatro bits (A_3, A_2, A_1, A_0), diseñe un circuito combinacional cuya salida sea A multiplicado por 8 representada en BCD. Nótese que se necesitan tres dígitos BCD. **Diseñe e Implemente en base a ROMS 16x6**

Σ	Digito BCD X				Digito BCD Y				Digito BCD Z			
	X_3	X_2	X_1	X_0	Y_3	Y_2	Y_1	Y_0	Z_3	Z_2	Z_1	Z_0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0
3	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0
4	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1
5	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0
7	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0
8	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
9	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0
10	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
11	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
12	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
13	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
14	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1
15	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0



Ejercicio 2: Repaso ROM

Sean A un número de cuatro bits (A_3, A_2, A_1, A_0), diseñe un circuito combinacional cuya salida sea A multiplicado por 8 representada en BCD. Nótese que se necesitan tres dígitos BCD. **Diseñe e Implemente en base a ROMS 16x6**

Σ	A_3	A_2	A_1	A_0	ROM 16X6 1					ROM 16X6 2					XYZ
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8
2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	16
3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	24
4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	32
5	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	40
6	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	48
7	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	56
8	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	64
9	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	72
10	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	80
11	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	88
12	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	96
13	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	104
14	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	112
15	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	120



O Ejercicio 3: Reducción / Asignación

Reduzca el número de estados en la siguiente tabla de estado, tabule la tabla de estado reducida, asigne numeración binaria y diagrame el grafo.

ESTADO PRESENTE	ESTADO SIGUIENTE		SALIDA	
	X=0	X=1	X=0	X=1
a	f	b	0	0
b	d	c	0	0
c	f	e	0	0
d	g	a	1	0
e	d	c	0	0
f	f	b	1	1
g	g	h	0	1
h	g	a	1	0



Ejercicio 3: Reducción / Asignación

a=c

ESTADO PRESENTE	ESTADO SIGUIENTE		SALIDA	
	X=0	X=1	X=0	X=1
a	f	b	0	0
b	d	e a	0	0
d	g	a	1	0
f	f	b	1	1
g	g	h d	0	1

a=000

b=001

d=010

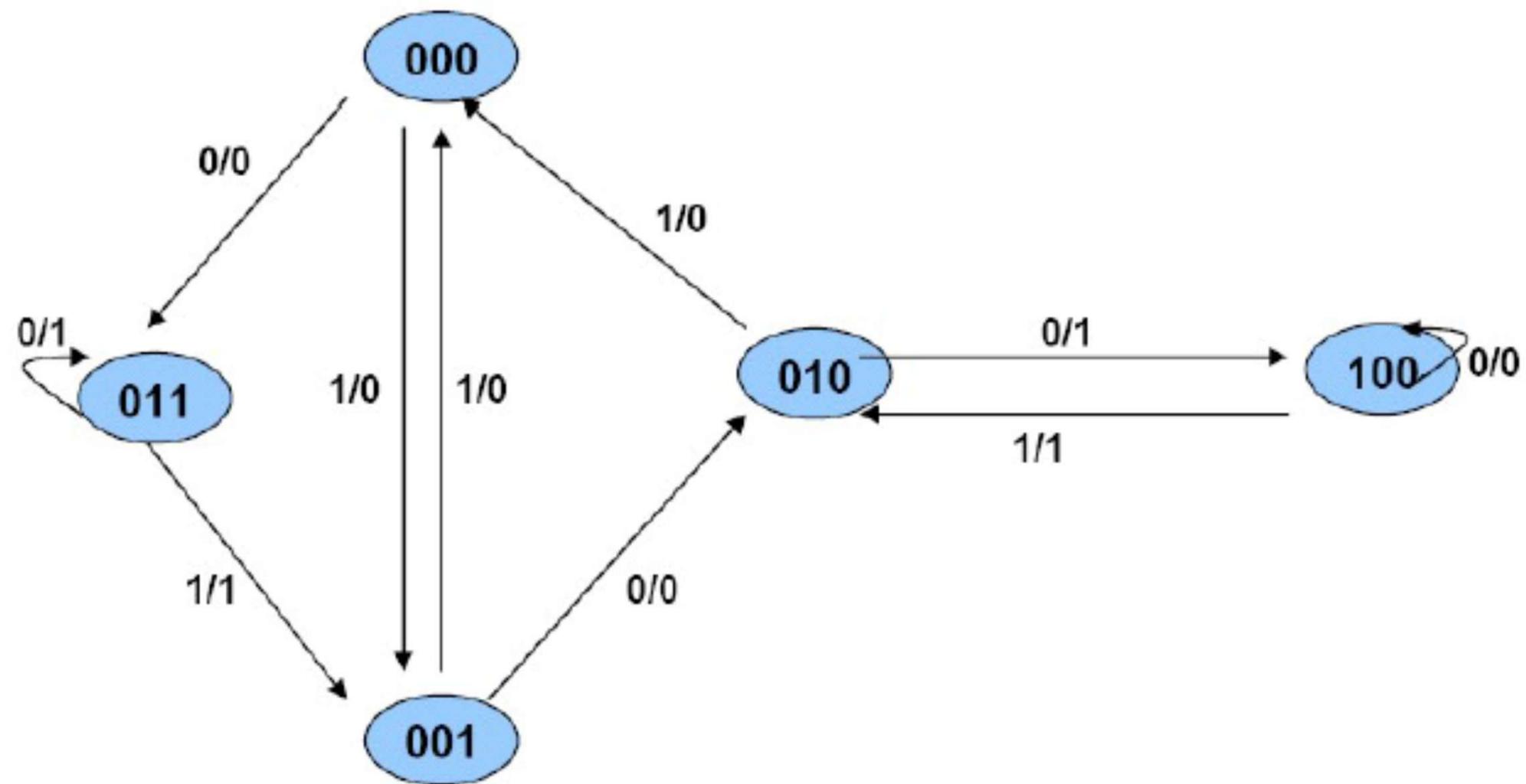
f=011

g=100

ESTADO PRESENTE	ESTADO SIGUIENTE		SALIDA	
	X=0	X=1	X=0	X=1
000	011	001	0	0
001	010	000	0	0
010	100	000	1	0
011	011	001	1	1
100	100	010	0	1



○ Ejercicio 3: Reducción / Asignación





○ Ejercicio 4: Maquina Expendedora

Se desea crear una maquina secuencial que permita controlar una maquina expendedora de dulces. La maquina cuenta con dos tipos de dulces con valores de \$150 y \$ 200. la maquina permite comprar solo una unidad de cada producto, pudiendo darse el caso de expender ambos productos. La maquina no entrega vuelto. Encontrar el diagrama de estado y tabule la tabla de estados equivalentes. (estados reducidos).

AUTOMÁTICA Y ROBÓTICA

Profesor:

Nahur M. Meléndez Araya

Magister en Ingeniería Informática

nahur.melendez@uda.cl



**UNIVERSIDAD
DE ATACAMA**



UNIVERSIDAD
DE ATACAMA



AUTOMÁTICA Y ROBÓTICA (Proceso de Acondicionamiento).

Nahur M. Meléndez Araya.
Magister en Ingeniería. Informática.



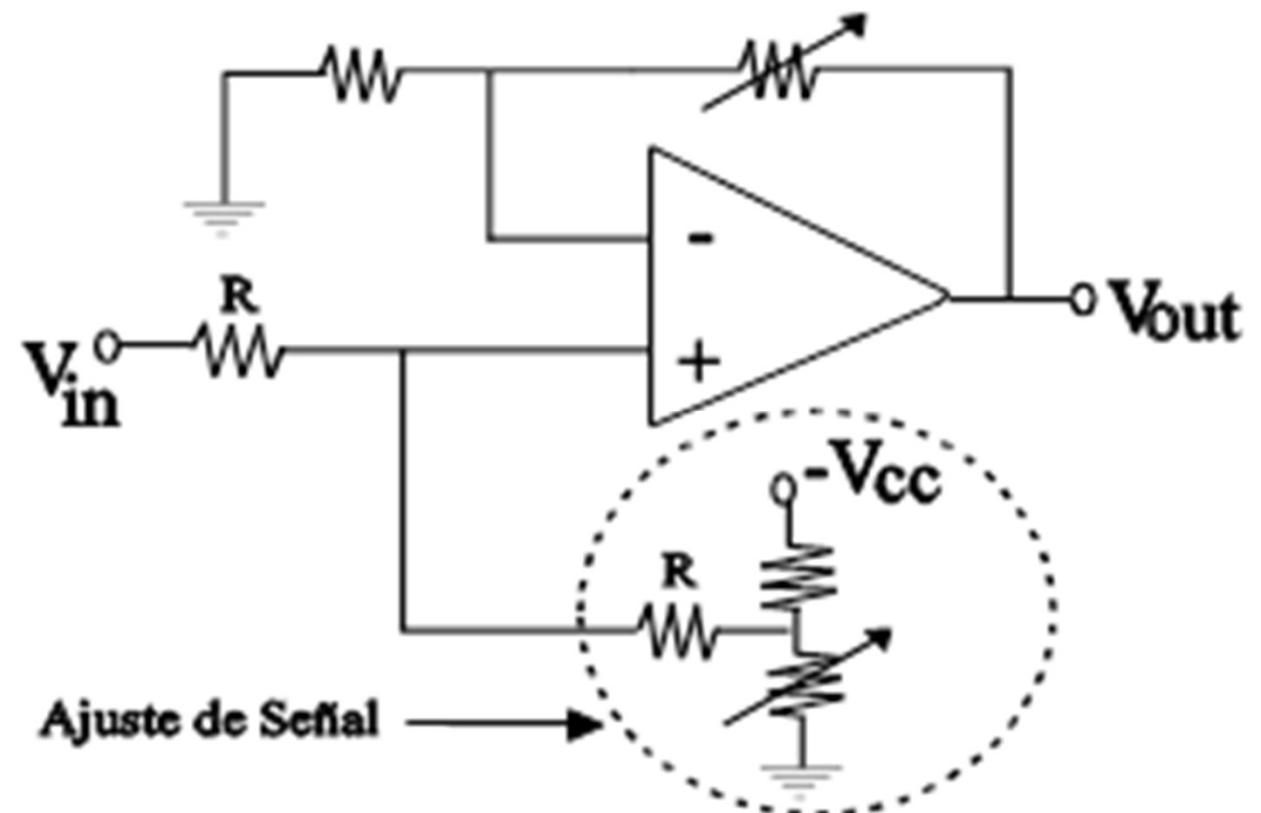
○ EL CONCEPTO.

- El proceso de acondicionamiento prepara una interfaz entre la señal proveniente del transductor y los dispositivos que manipulan los datos; Tarjetas de Adquisición de Datos y Controladores Programables.
- Este proceso no sólo se encarga de la amplificación de una señal, también, provee el filtrado de la señal, ajuste y corrección de no-linealidades



○ AJUSTE DE SEÑAL.

- el valor mínimo de la señal entregada por los sensores es distinto de cero.
- La solución más sencilla es agregar a la configuración de amplificación un circuito que elimine este voltaje indeseado





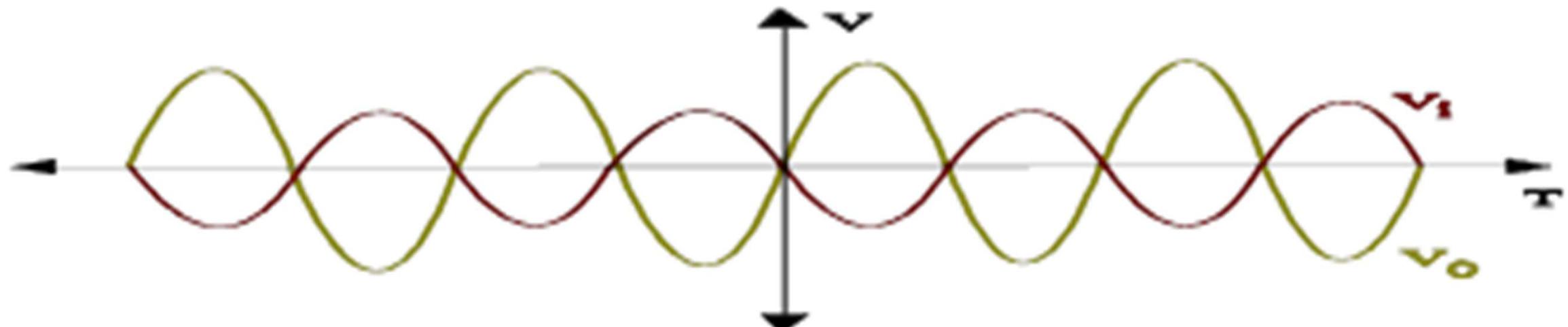
O AMPLIFICACIÓN

- En general estos dispositivos son sensibles a variaciones en la entrada del orden de los 20 milivolts. Claramente los sensores en su máximo rendimiento generan señales del orden de los 5 Milivolts.
- Por lo tanto, será necesario de un proceso de amplificación de la señal, siendo recomendable no amplificarla más de 10 veces a la vez.



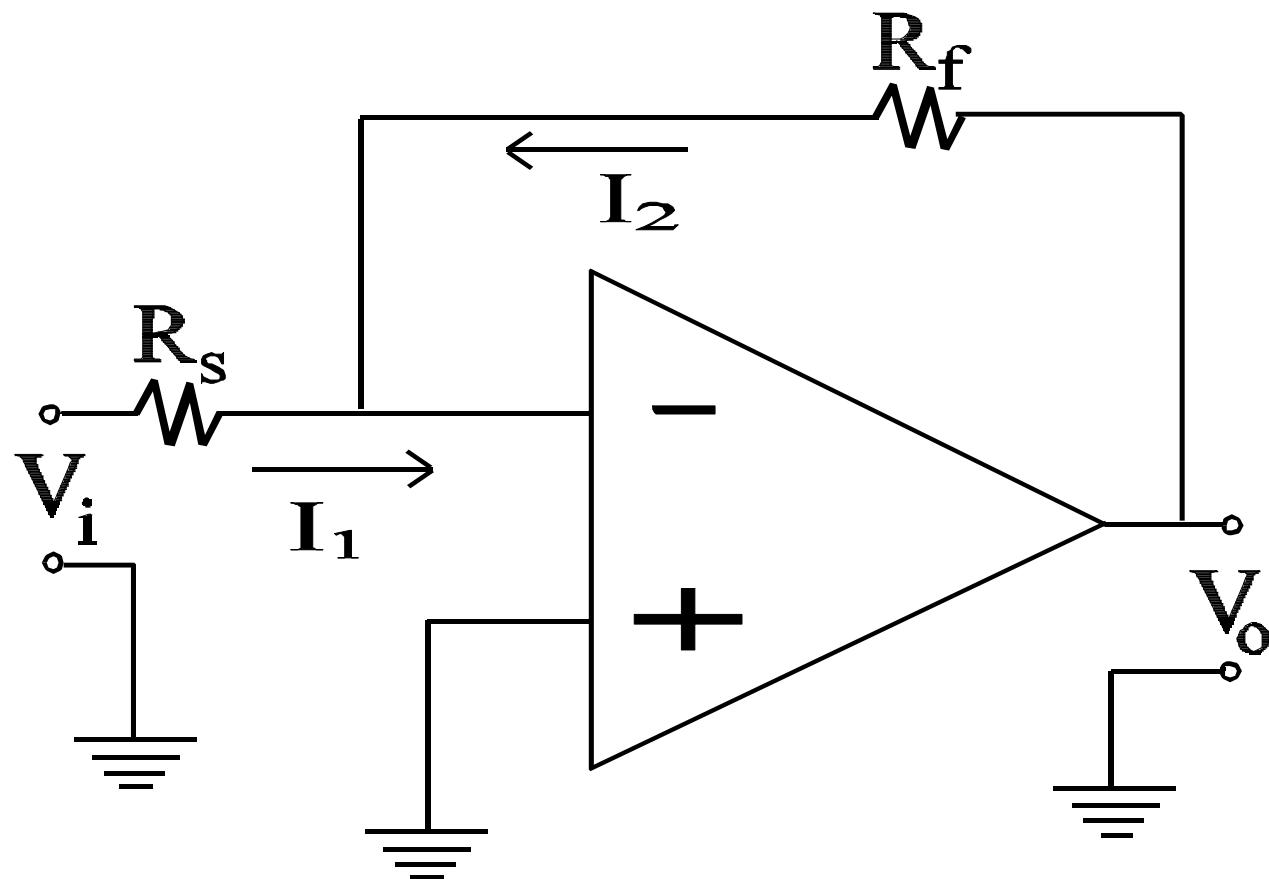
○ AMPLIFICADOR INVERSOR

- Con esta simple configuración se puede obtener una señal amplificada con respecto a la de entrada, sin embargo, ésta se encuentra desplazada en 180° con respecto a la de entrada





○ AMPLIFICADOR INVERSOR



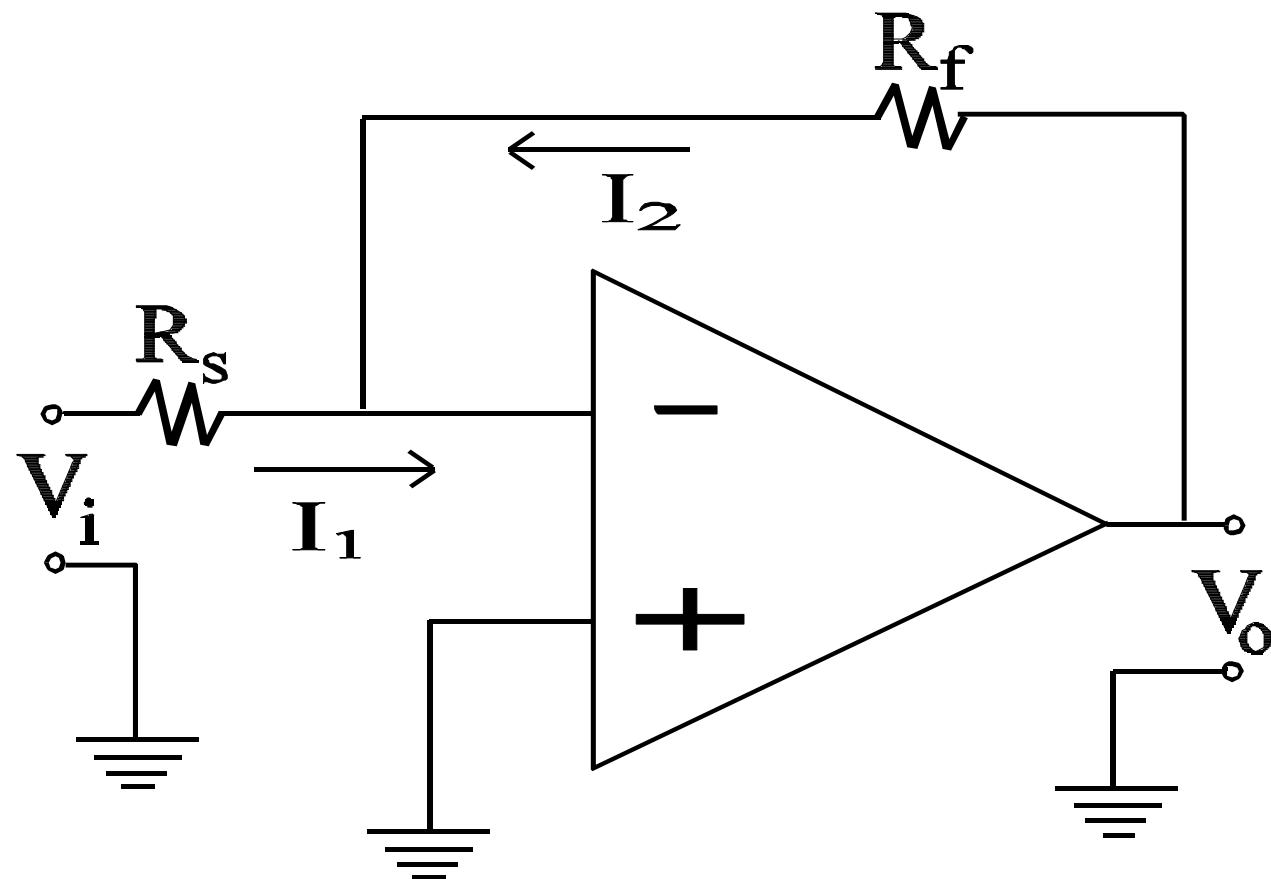
$$i_1 = \frac{V_i}{R_s} \quad \wedge \quad i_2 = \frac{V_o}{R_f}$$

$$i_1 + i_2 = 0 \Rightarrow \frac{V_i}{R_s} + \frac{V_o}{R_f}$$

$$\therefore \frac{V_i}{R_s} = -\frac{V_o}{R_f} \Rightarrow \frac{V_o}{V_i} = -\frac{R_f}{R_s}$$



○ AMPLIFICADOR INVERSOR



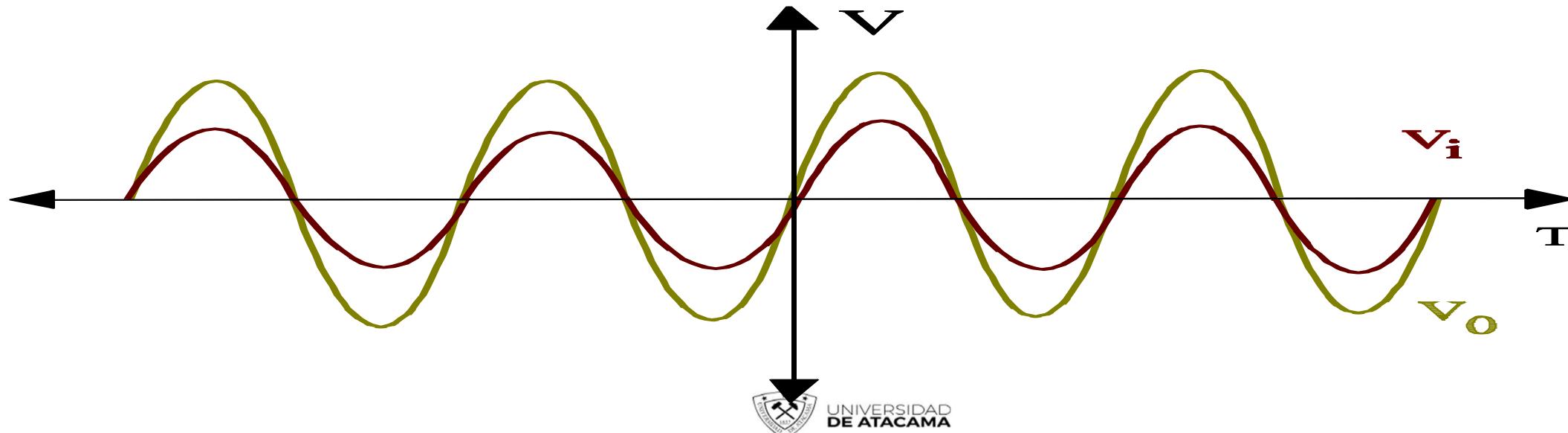
$$V_o = - \frac{R_f}{R_s} V_i$$

$$A_v = - \frac{R_f}{R_s}$$



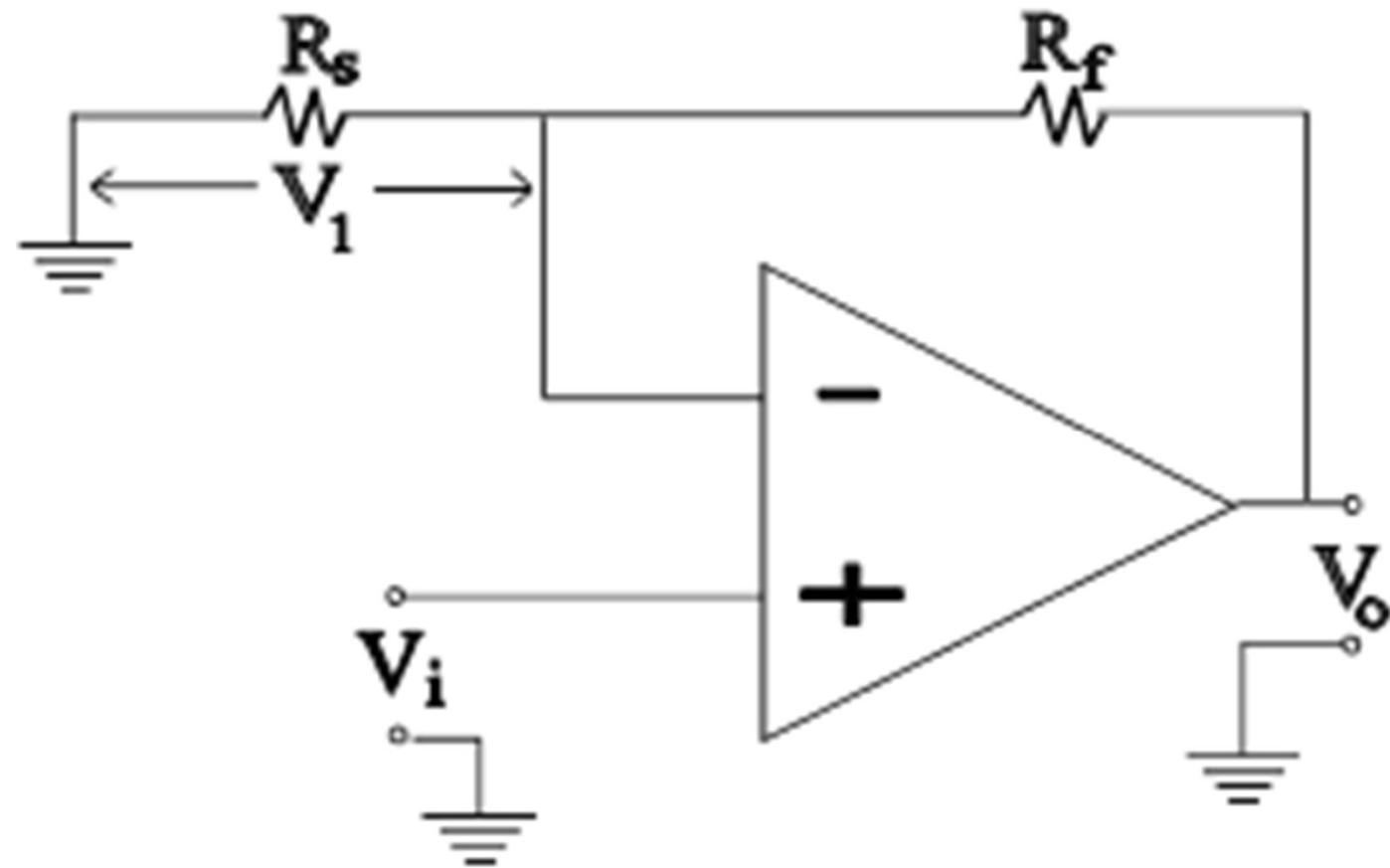
○ AMPLIFICADOR NO INVERSOR

- Este circuito, presenta un comportamiento similar al del amplificador inversor, con la diferencia que las señales, tanto de salida como de entrada se encuentran en fase una de la otra





○ AMPLIFICADOR NO INVERSOR



$$V_1 = \frac{R_s}{R_s + R_f} V_0$$

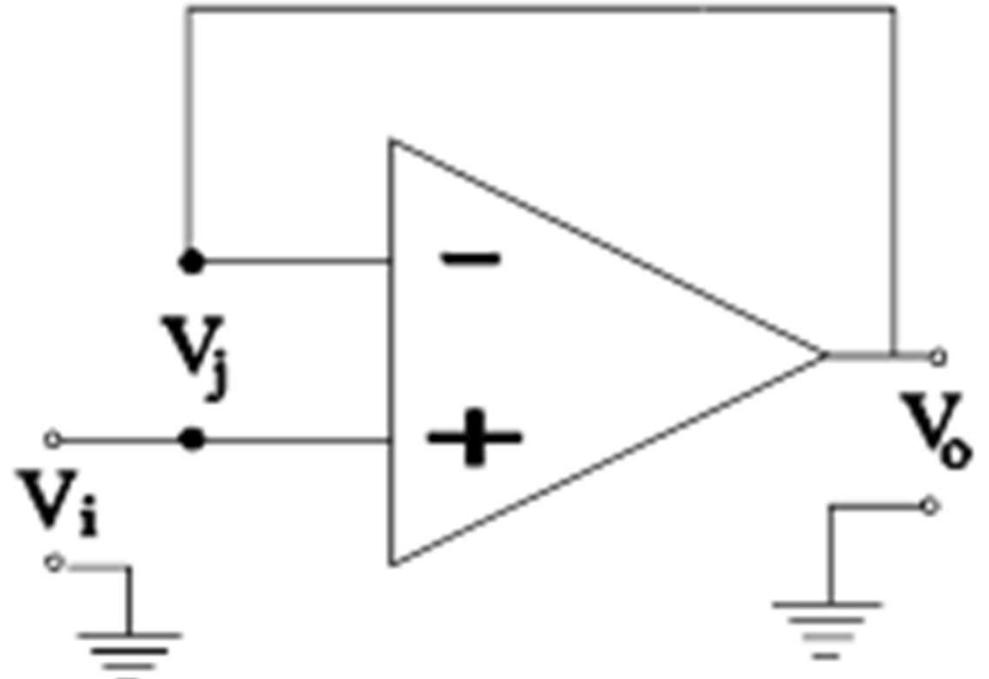
$$V_t = \frac{R_s}{R_s + R_f} V_0 \Rightarrow \frac{V_0}{V_t}$$

$$\frac{V_0}{V_t} = \frac{R_s + R_f}{R_s} = 1 + \frac{R_f}{R_s}$$



○ SEGUIDOR DE VOLTAJE

- Esta configuración, tiene relación con la del amplificador no-inversor, ya que corresponde a un caso especial de éste, con un valor de ganancia unitario.
- Es también conocida como Buffer, quien permite amplificar la corriente de entrada de una señal, dejando intacto su voltaje



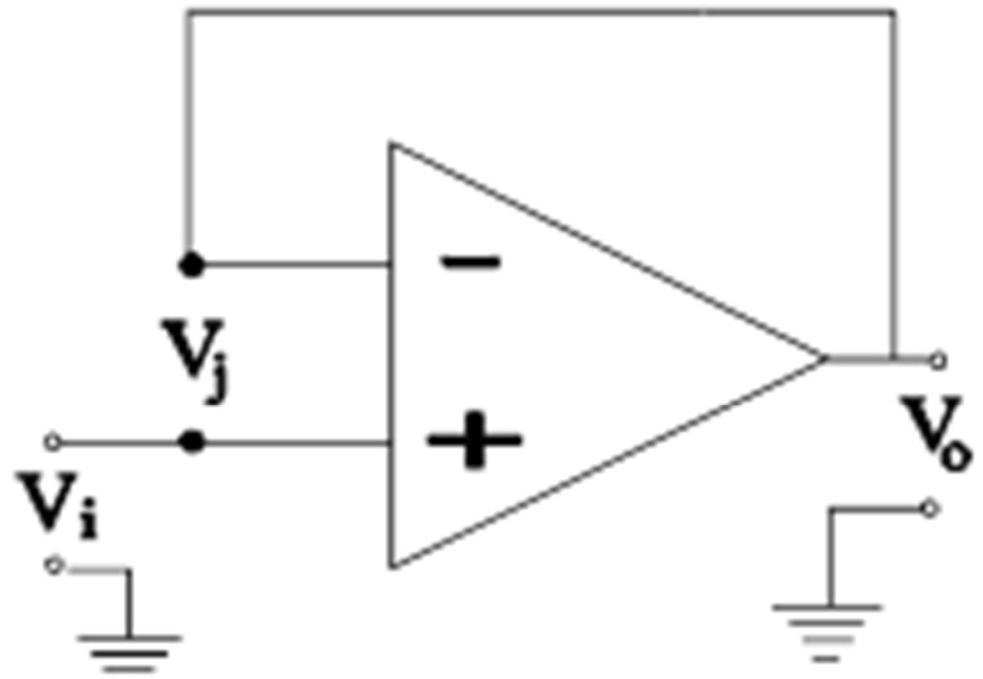


○ SEGUIDOR DE VOLTAJE

$$V_i + V_j = V_0$$

$$V_0 = - A V_j \Rightarrow V_j = \frac{-V_0}{A}$$

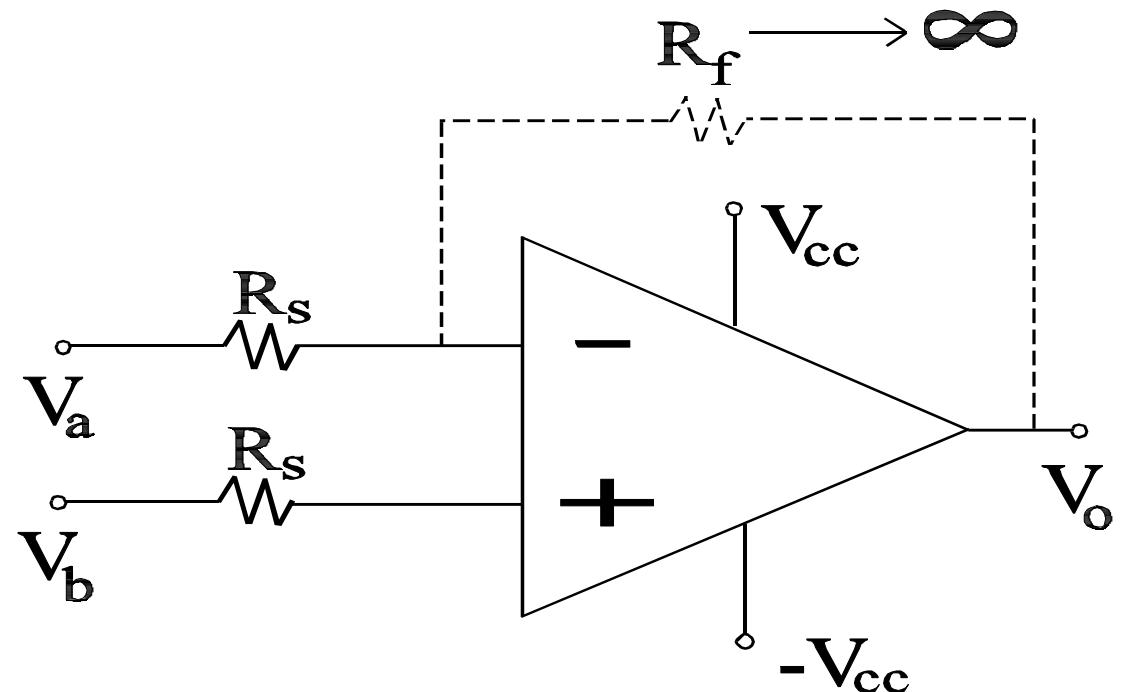
$$V_i - \frac{V_0}{A} = V_0 \quad \frac{V_0}{A} \rightarrow 0$$





○ COMPARADOR ANALÓGICO

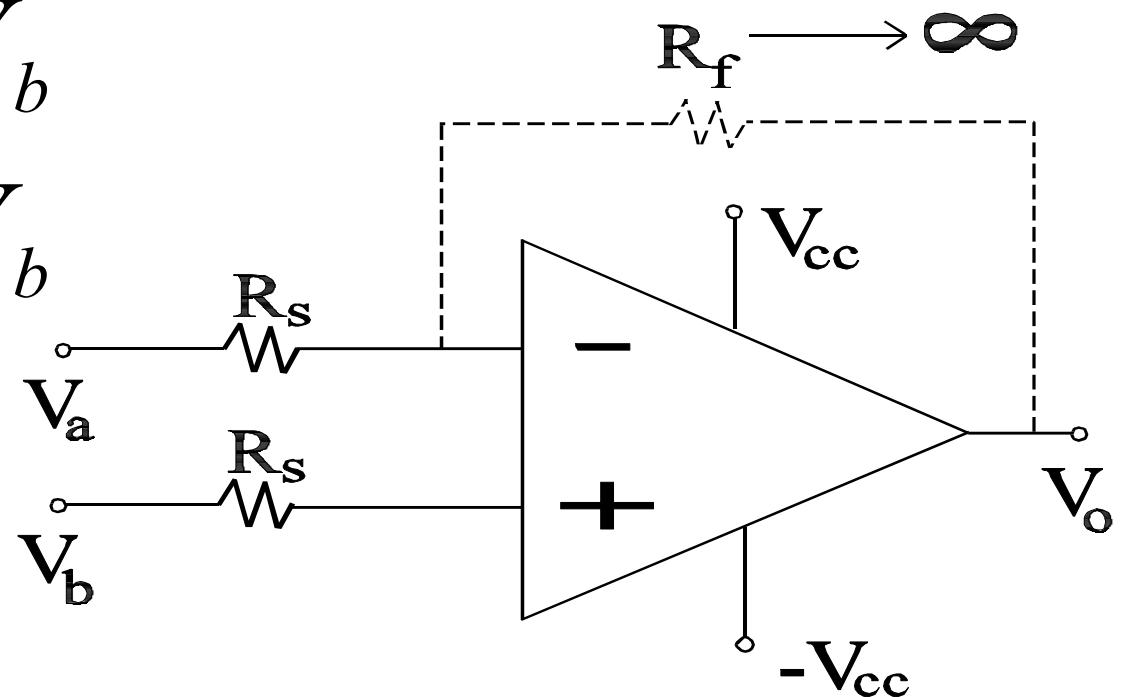
- Este circuito permite comparar dos voltajes aplicados uno a la entrada inversora y el otro a la no-inversora de un amplificador operacional.
- El resultado de esto es un voltaje de salida V_o , que obedece a la siguiente relación





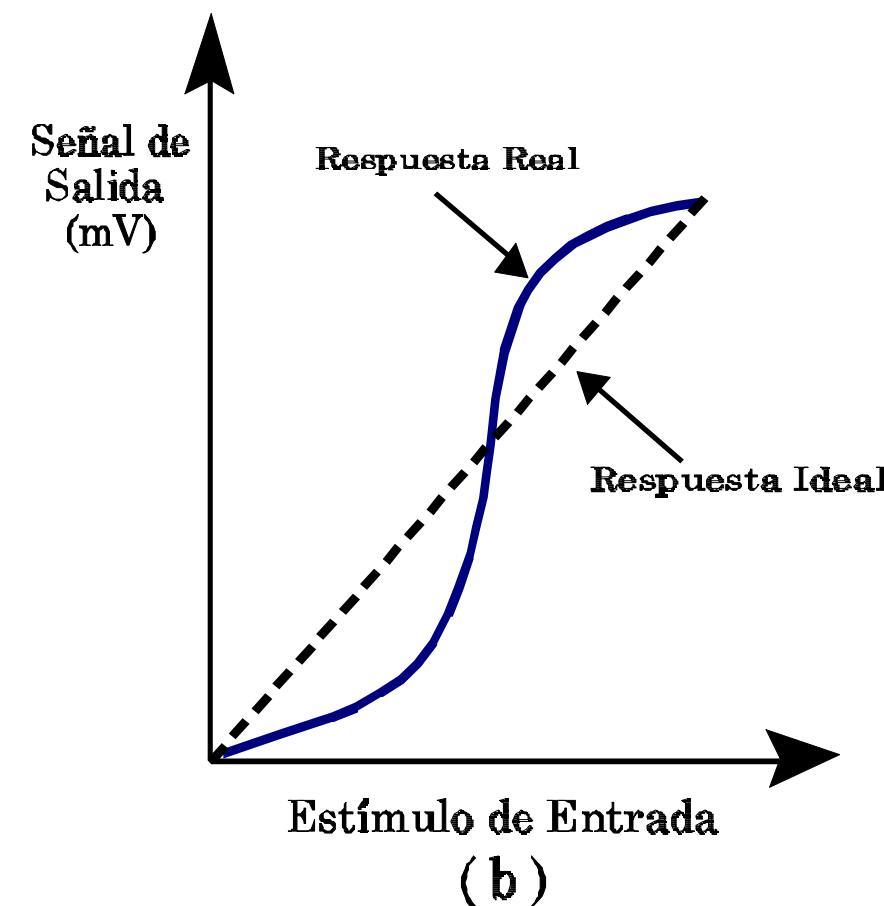
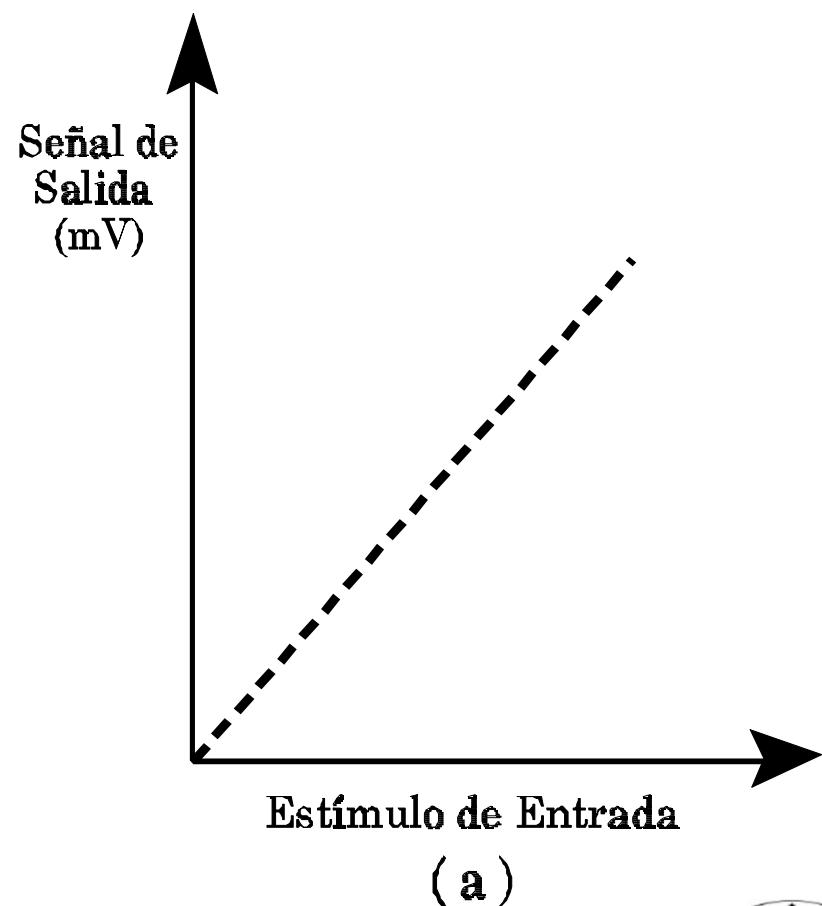
○ COMPARADOR ANALÓGICO

$$V_0 = \begin{cases} +V_{cc} & \text{si } V_a \geq V_b \\ -V_{cc} & \text{si } V_a < V_b \end{cases}$$





○ LINEALIZACIÓN DE SEÑALES





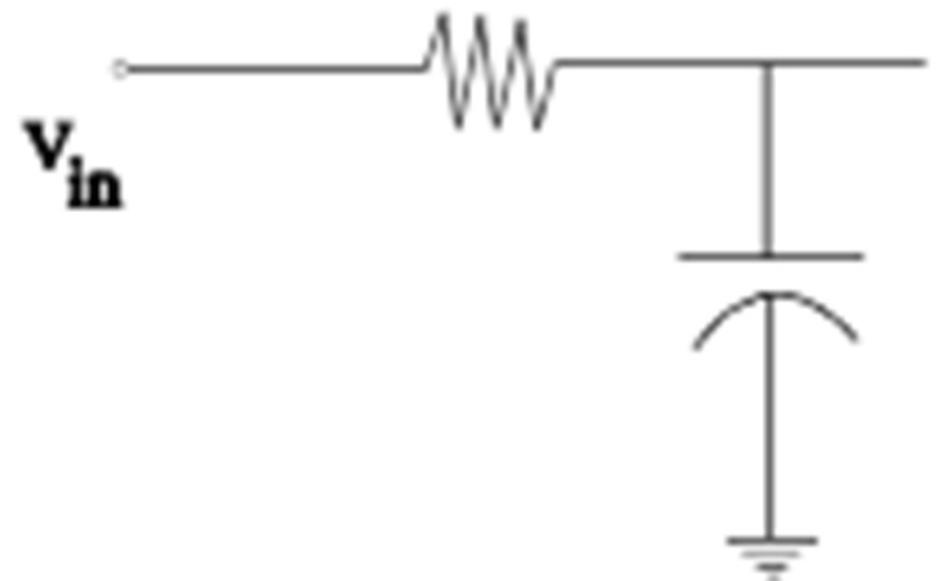
O FILTRADO DE SEÑALES

- Es común que señales entregadas por sensores estén contaminadas por ruidos eléctricos, debido a que en ambientes industriales abundan los grandes motores y máquinas eléctricas de gran tamaño que son fuentes generadoras de señales electromagnéticas que inducen corrientes no deseadas en los elementos de medición .
- La solución a este problema, es filtrar la señal proveniente de los sensores, con elementos activos y pasivos, que permitan una optimización en el depurado de las señales



O FILTRADO DE SEÑALES: Filtro Pasivo de Entrada

- En una primera etapa, la señal presenta por lo general bastantes problemas de ruido, por lo que se corre el riesgo de que al pasar por la etapa de amplificación, éste sea amplificado también, hasta llegar a niveles no convenientes.
- Por lo tanto, es necesario de un prefiltrado



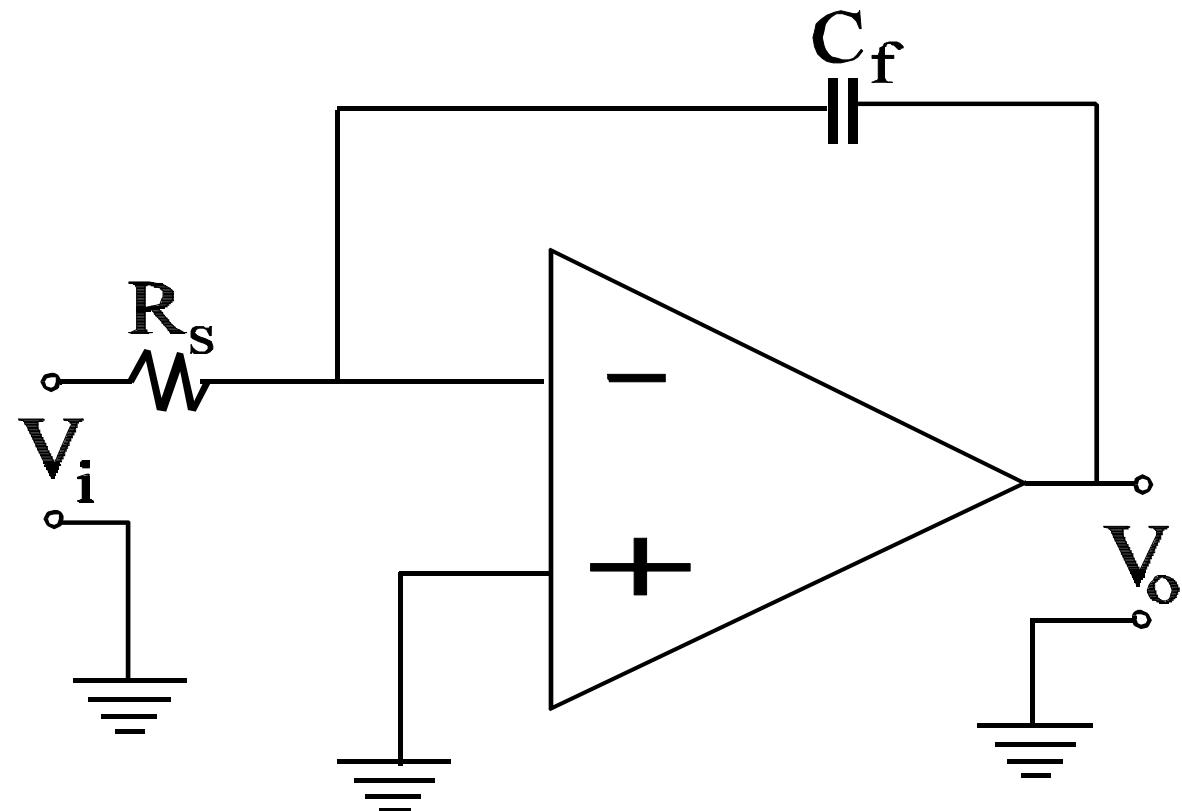


O FILTRADO DE SEÑALES: Amplificador Integrador

- En las siguientes etapas se realiza un filtrado más riguroso, de acuerdo con el estado actual de la señal, permitiendo así entregar una señal libre de los efectos del ruido.
- Si la señal presenta una gran inestabilidad, es necesario utilizar la configuración del amplificador integrador que contrarreste este efecto, asegurando así que las lecturas sean lo más estable posible.
- Para este circuito, el voltaje de salida es proporcional a la integral del voltaje de entrada



○ FILTRADO DE SEÑALES: Amplificador Integrador

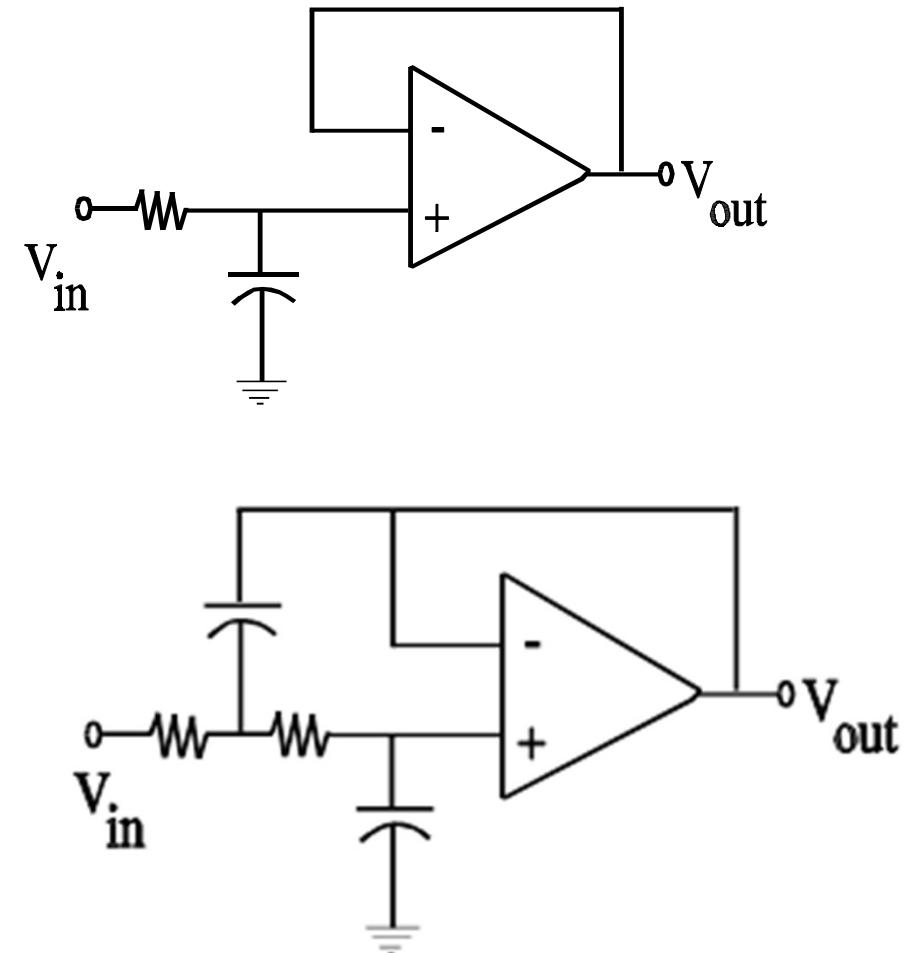


$$V_o = \frac{1}{R_s C_f} \int V_i(t) dt$$



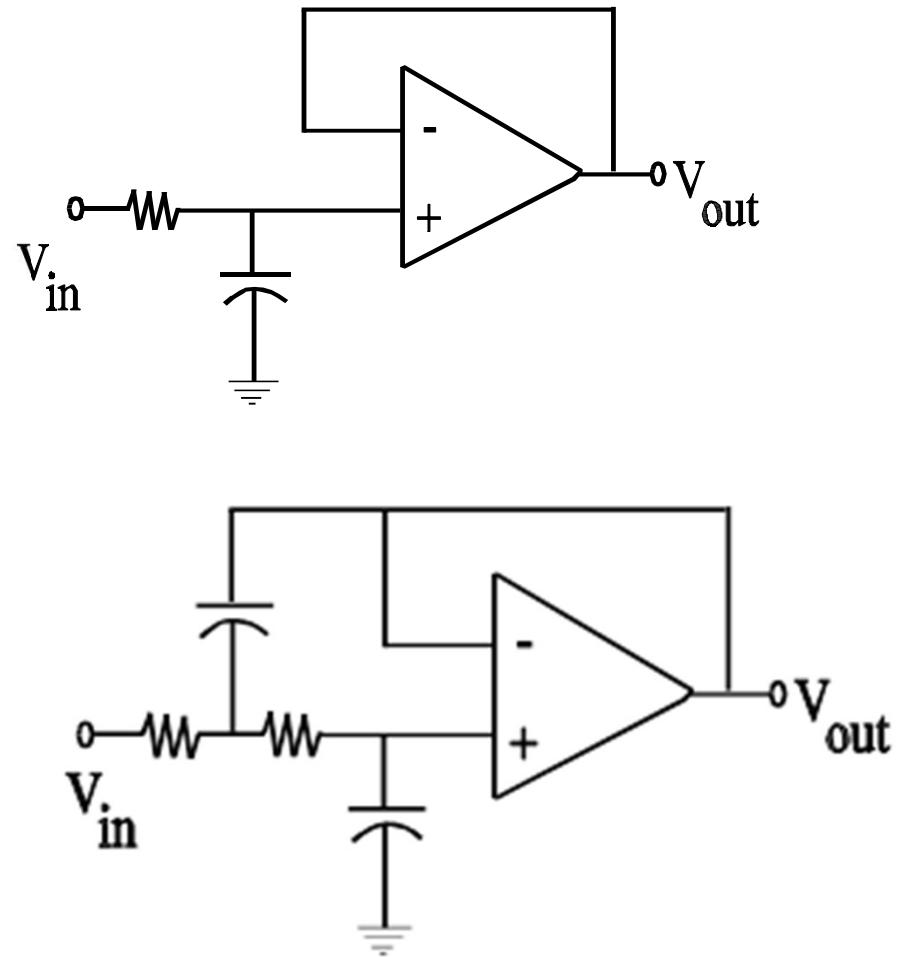
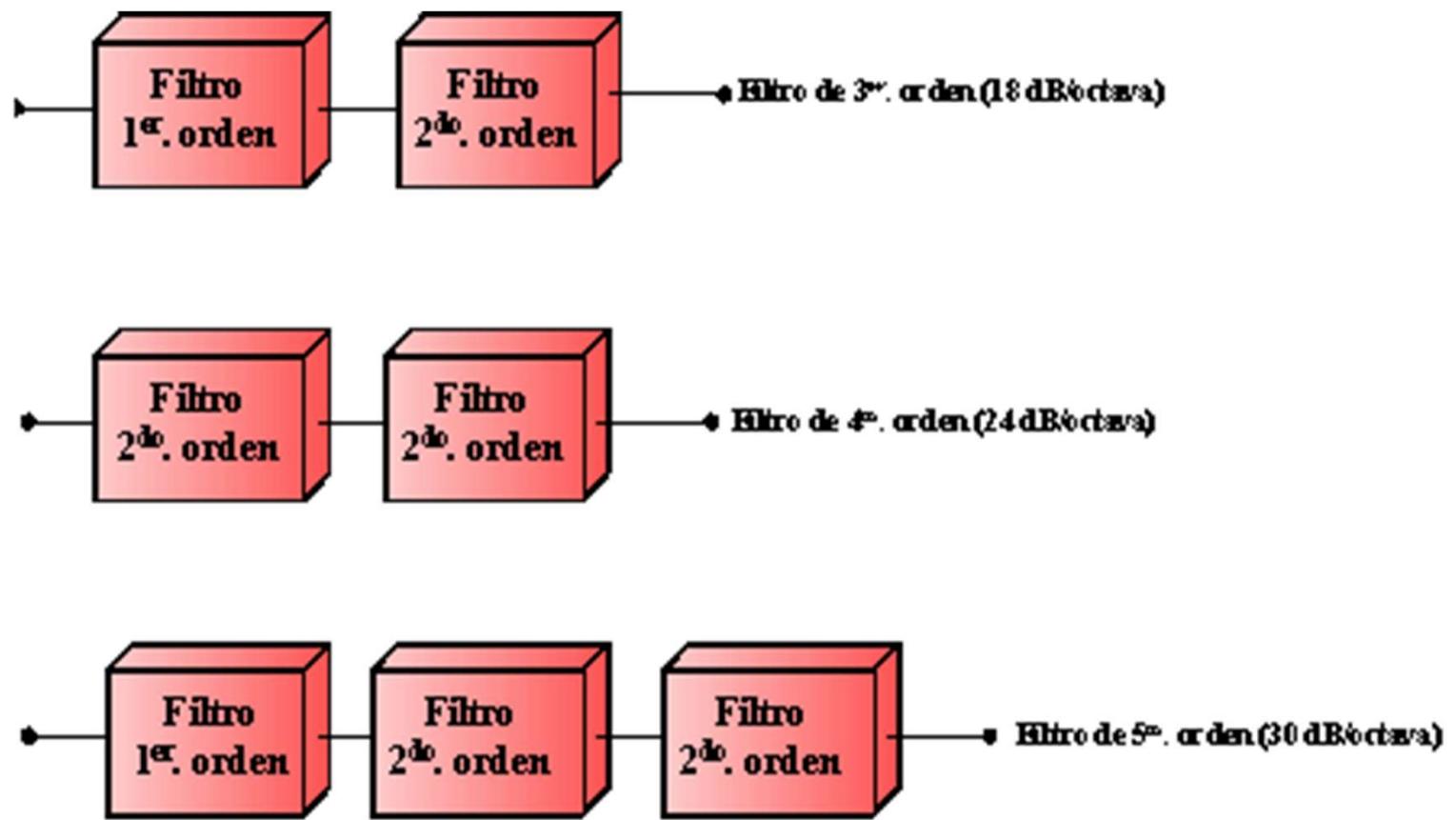
O FILTRADO DE SEÑALES: Filtro Paso Bajo de Primer y Segundo Orden

- También existen otras configuraciones que son necesarias en el filtrado de la señal, por lo general los filtros Pasa Bajos son ideales para este trabajo
- El diseño de este tipo de filtros es más complejo, pudiendo ser de 1er orden, 2do, 3er, etc.
- En la práctica, cada orden tiene una diferencia de 6 dB por octava con respecto al siguiente



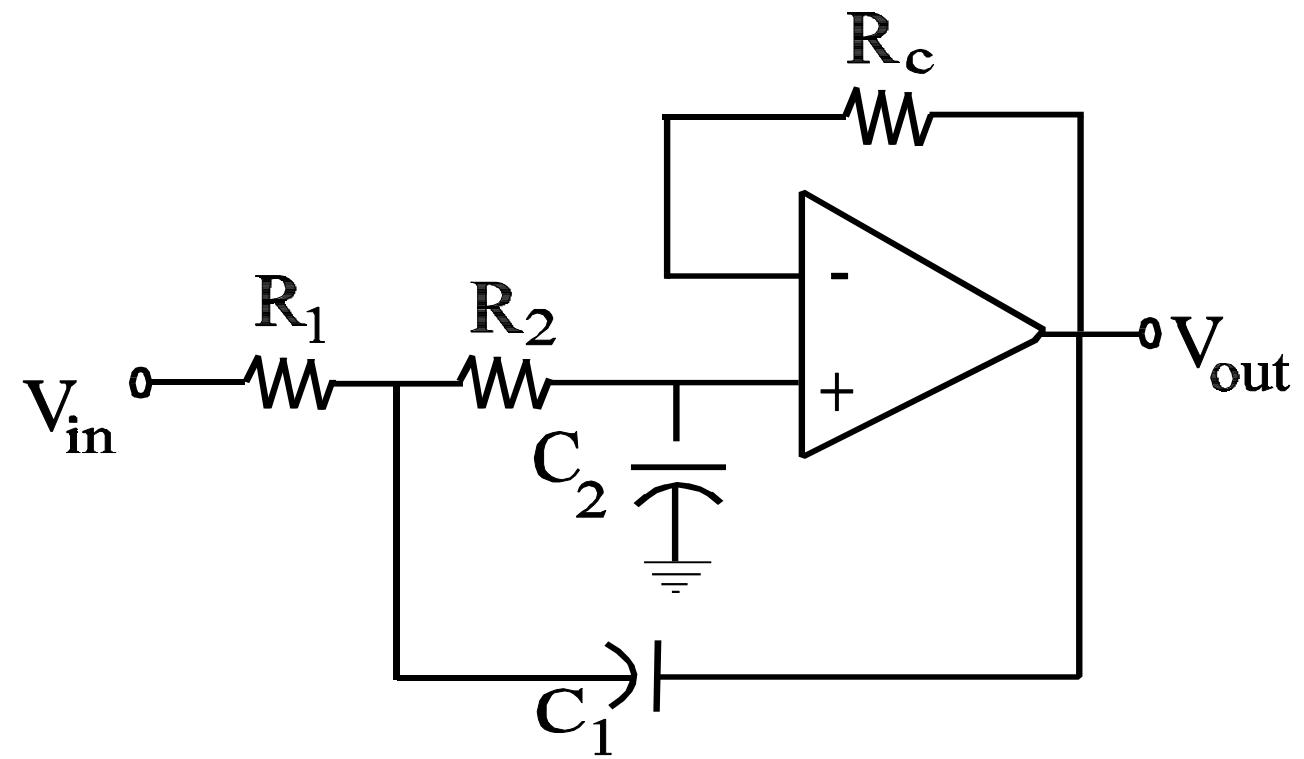
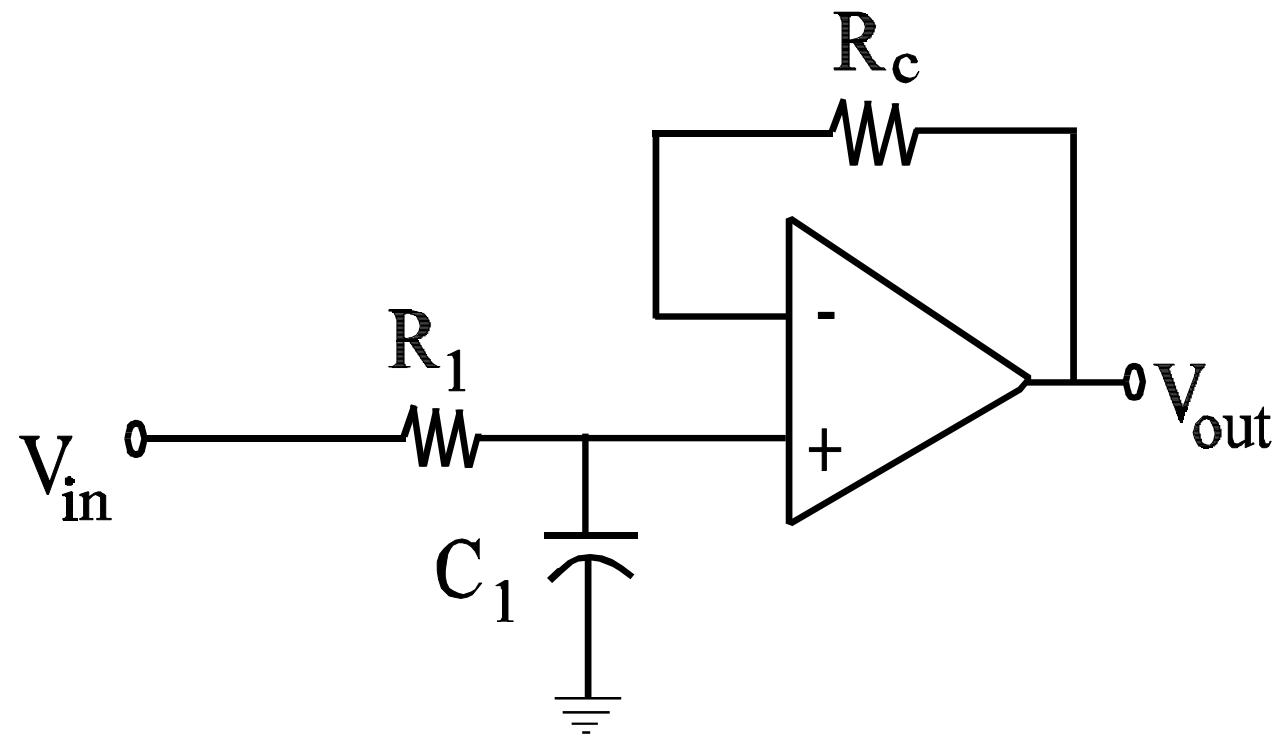


FILTRADO DE SEÑALES: Filtro Paso Bajo de n Orden





○ FILTRADO DE SEÑALES: Filtro Activo Pasa Bajos Butterworth de 1° y 2° Ord



AUTOMÁTICA Y ROBÓTICA

Profesor:

Nahur M. Meléndez Araya

Magister en Ingeniería Informática

nahur.melendez@uda.cl



**UNIVERSIDAD
DE ATACAMA**



UNIVERSIDAD
DE ATACAMA



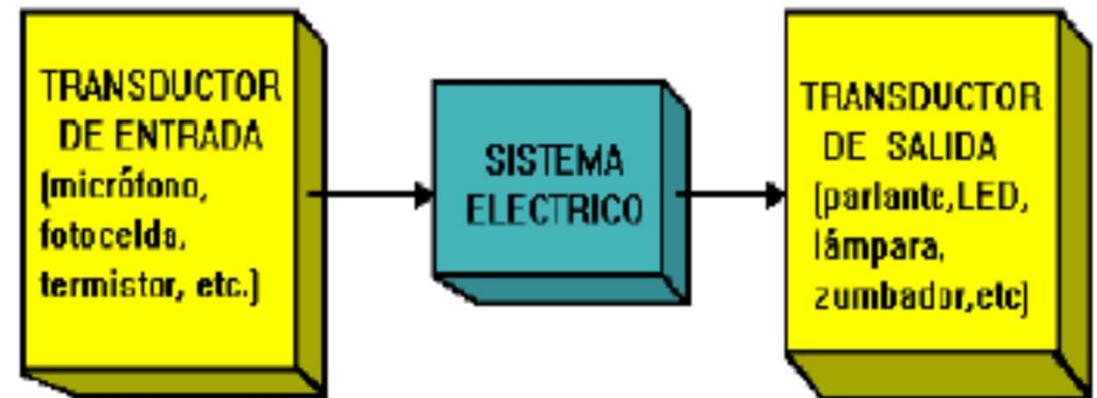
ARQUITECTURA DE SISTEMAS DIGITALES DE CONTROL (Transductores).

Nahur M. Meléndez Araya.
Magister en Ingeniería. Informática.



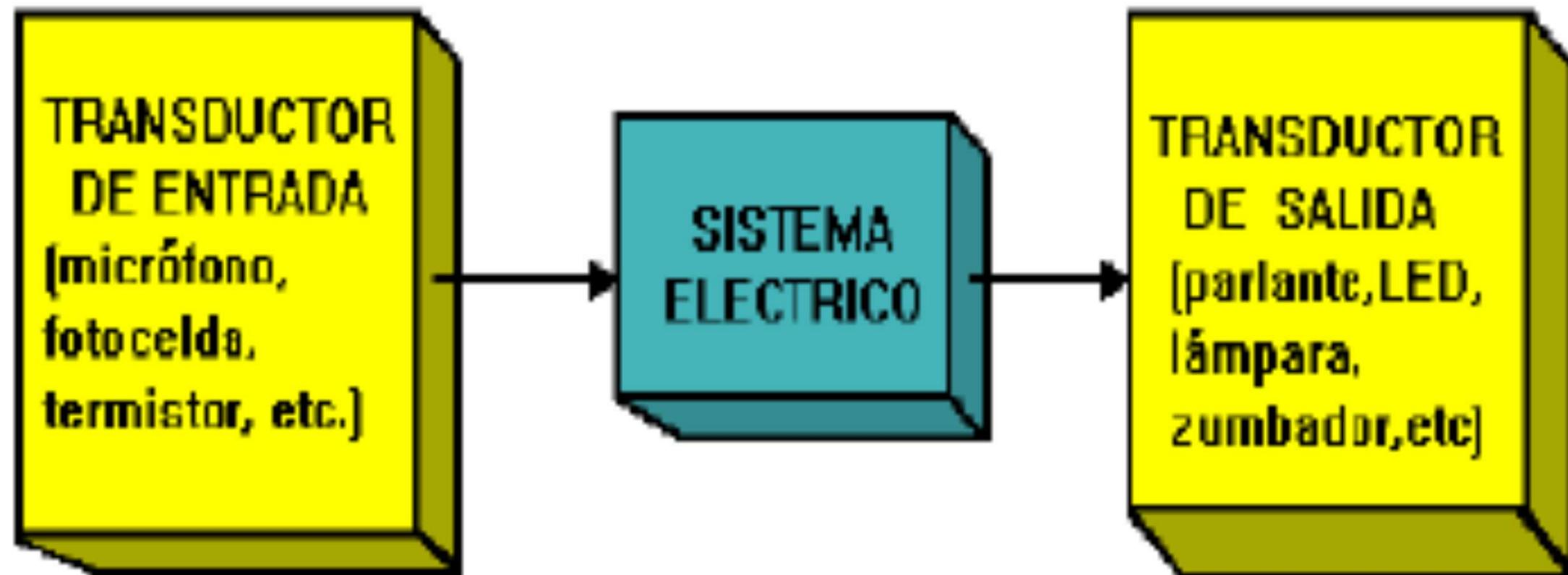
○ EL CONCEPTO.

- Los transductores en general, son dispositivos que permiten convertir una forma de energía en otra.
- Existe una gran variedad de dispositivos, tanto de entrada como de salida, basados en un principio físico específico.



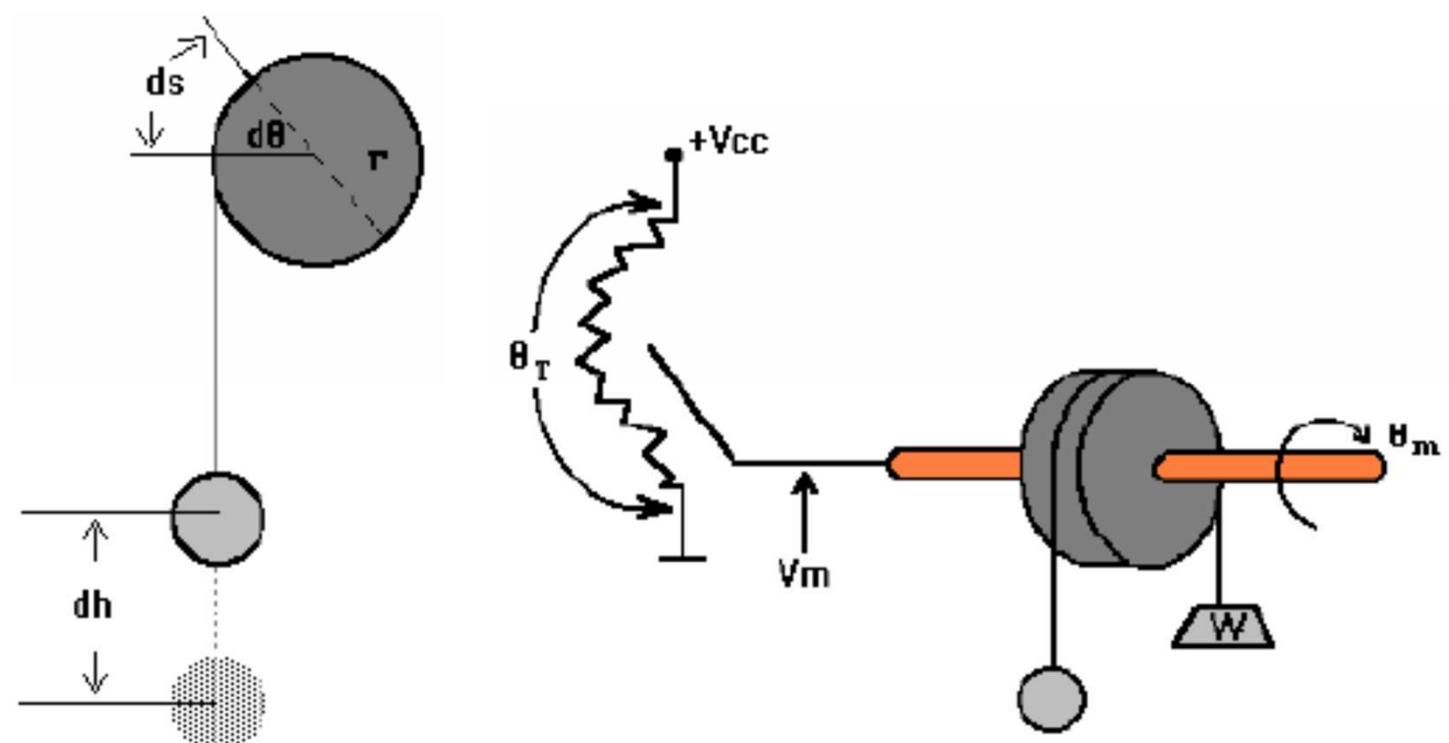
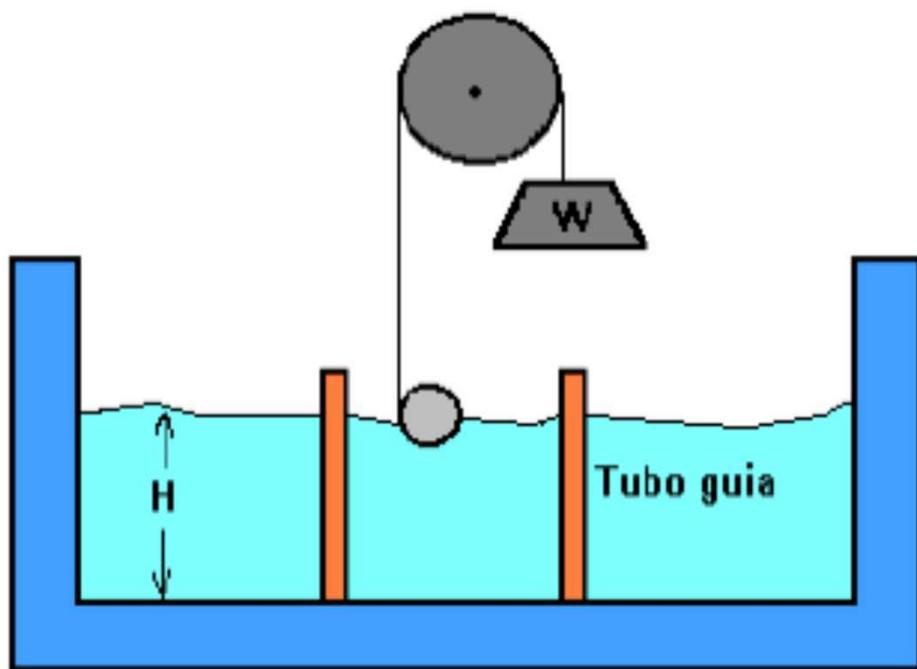


○ EL CONCEPTO.



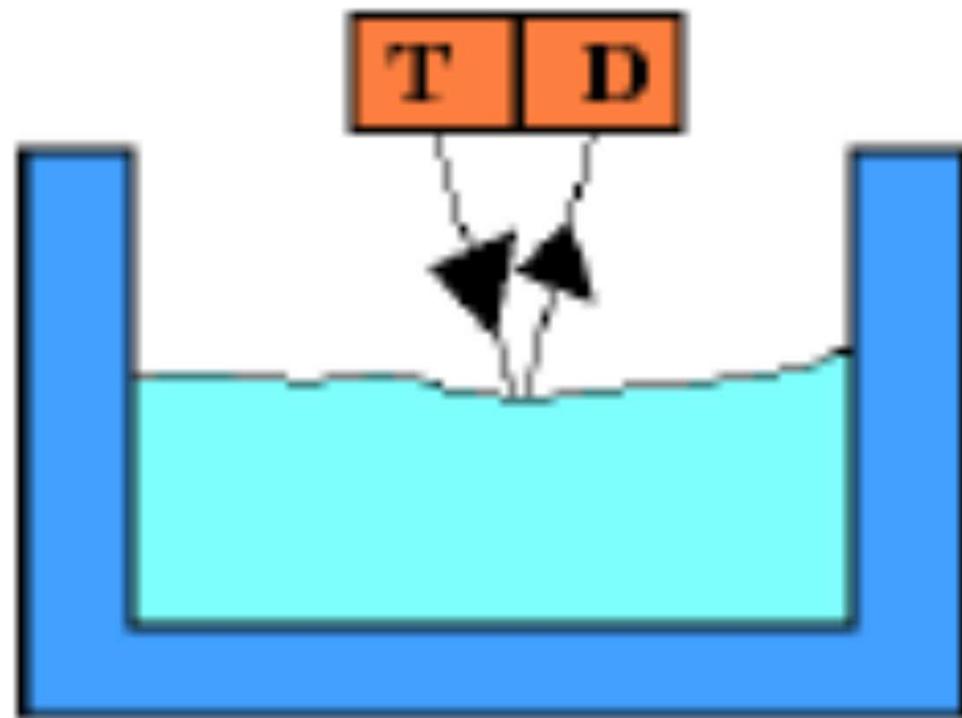
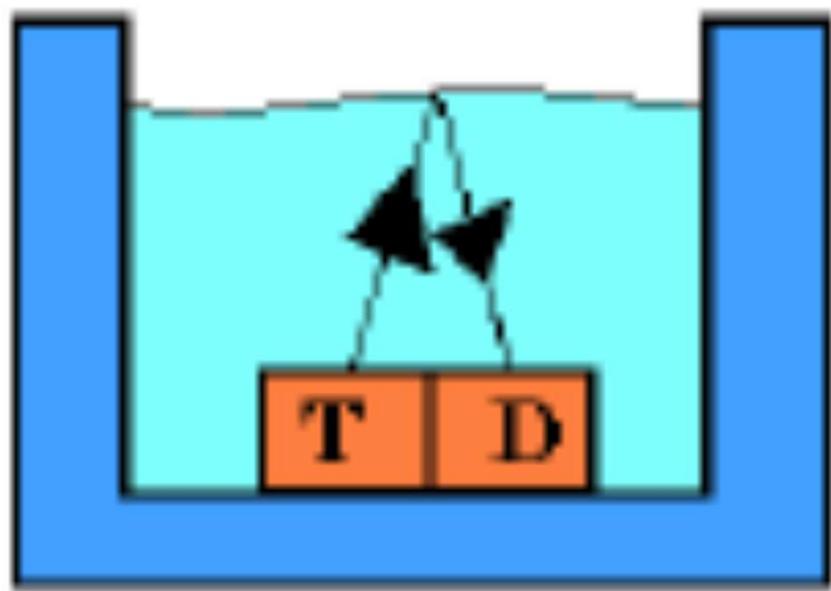


Sensores de Nivel: Transductor Tipo Flotador



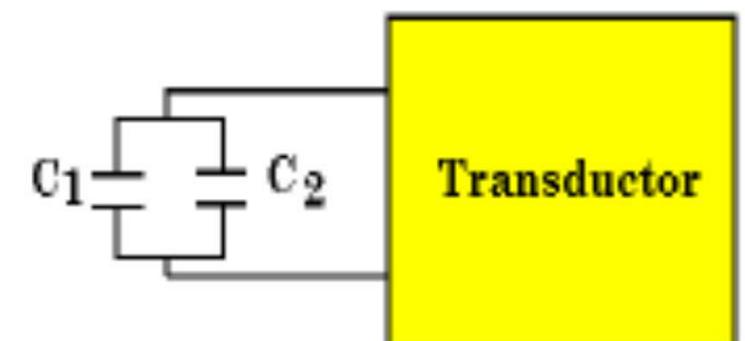
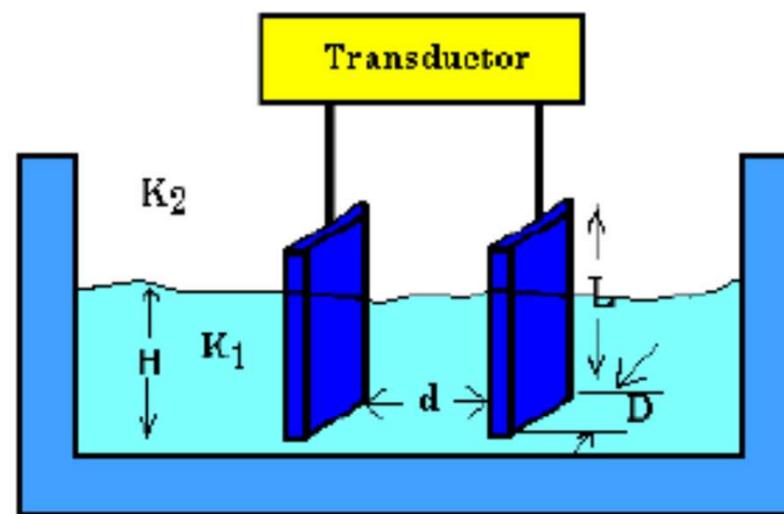
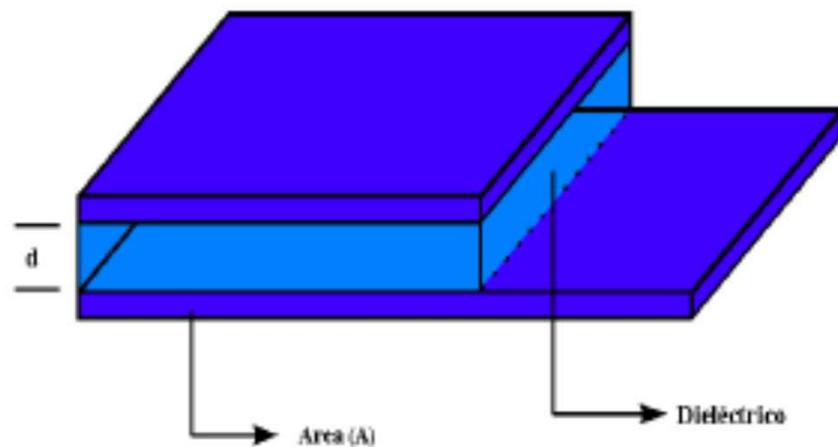


○ Sensores de Nivel: Transductores Sónicos





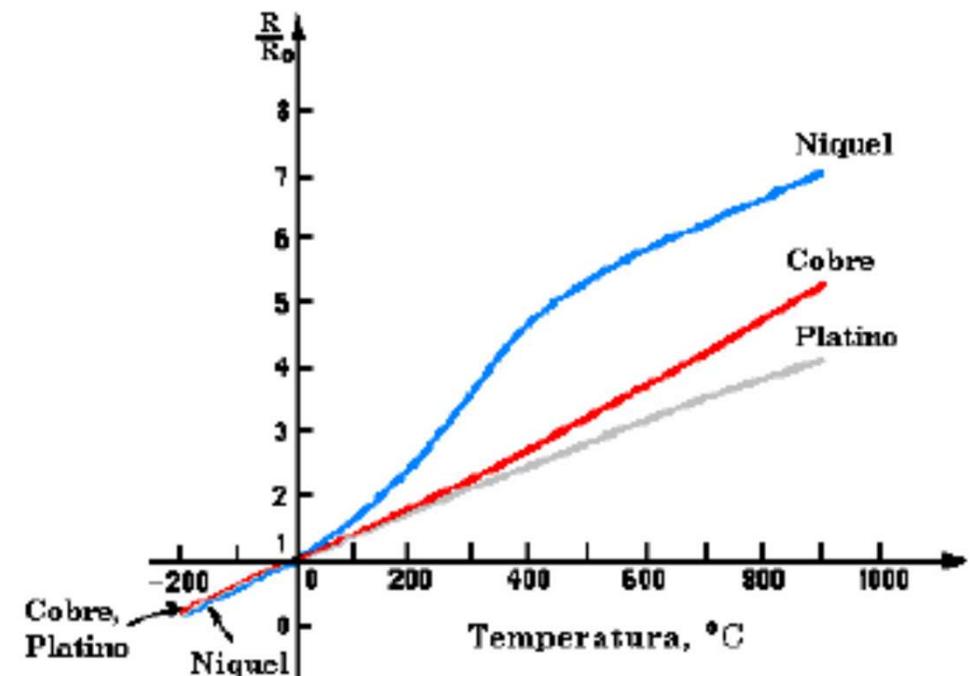
Sensores de Nivel: Transductores de Efecto Capacitivo





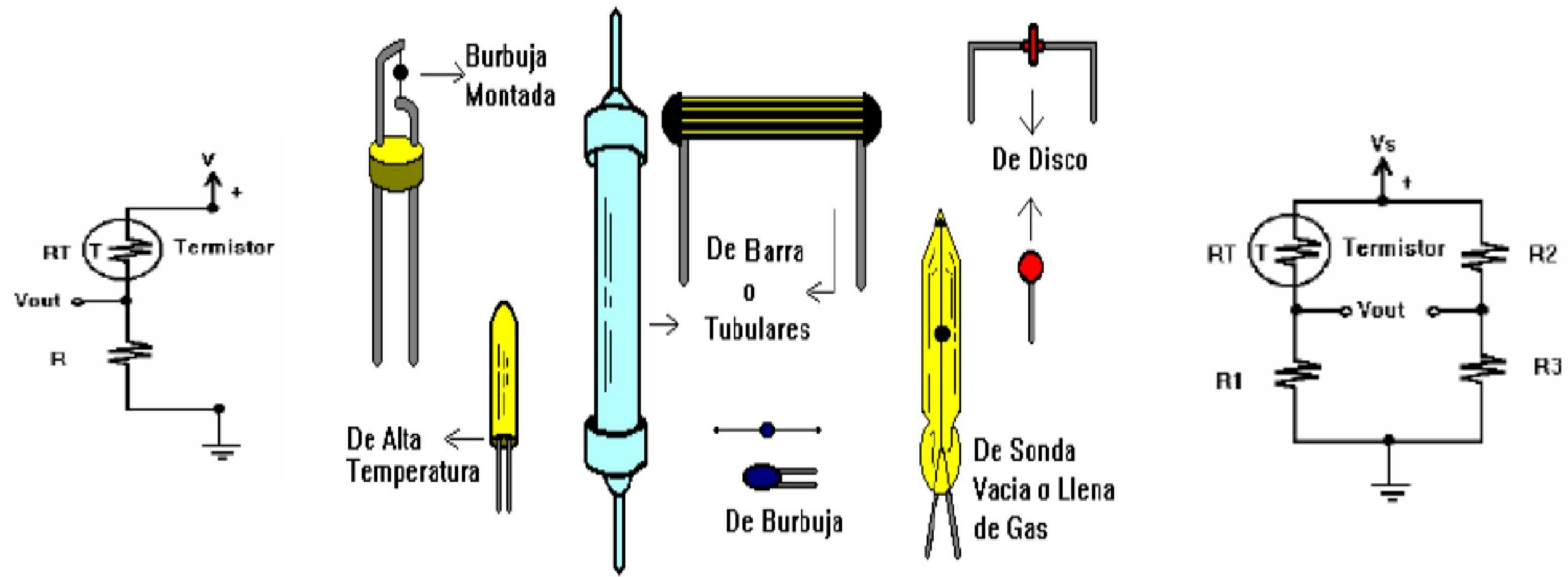
○ Transductores de Temperatura: Termoresistencias

MATERIAL	COEF. DE θT , "a" $(? / ? ^\circ C)$	RESISTENCIA ESPECÍFICA $(? / cm^3)$	$R_0(?)$	TEMPERATURA $^\circ C$
Platino	0,00385	9,83	25,5	1200
Níquel	0,0066	6,38	1..1000	-70..150
Cobre	0,00425	1,56	25	-200..150



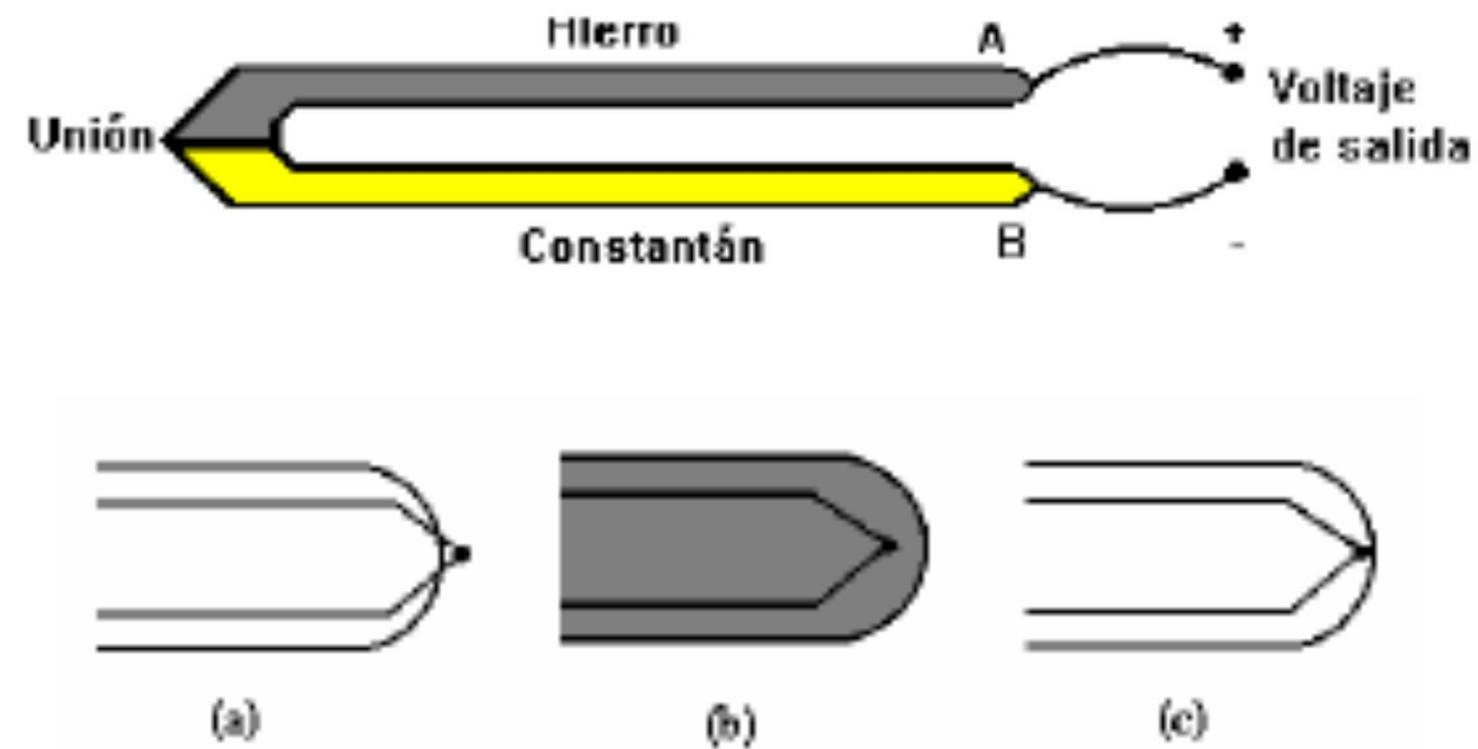
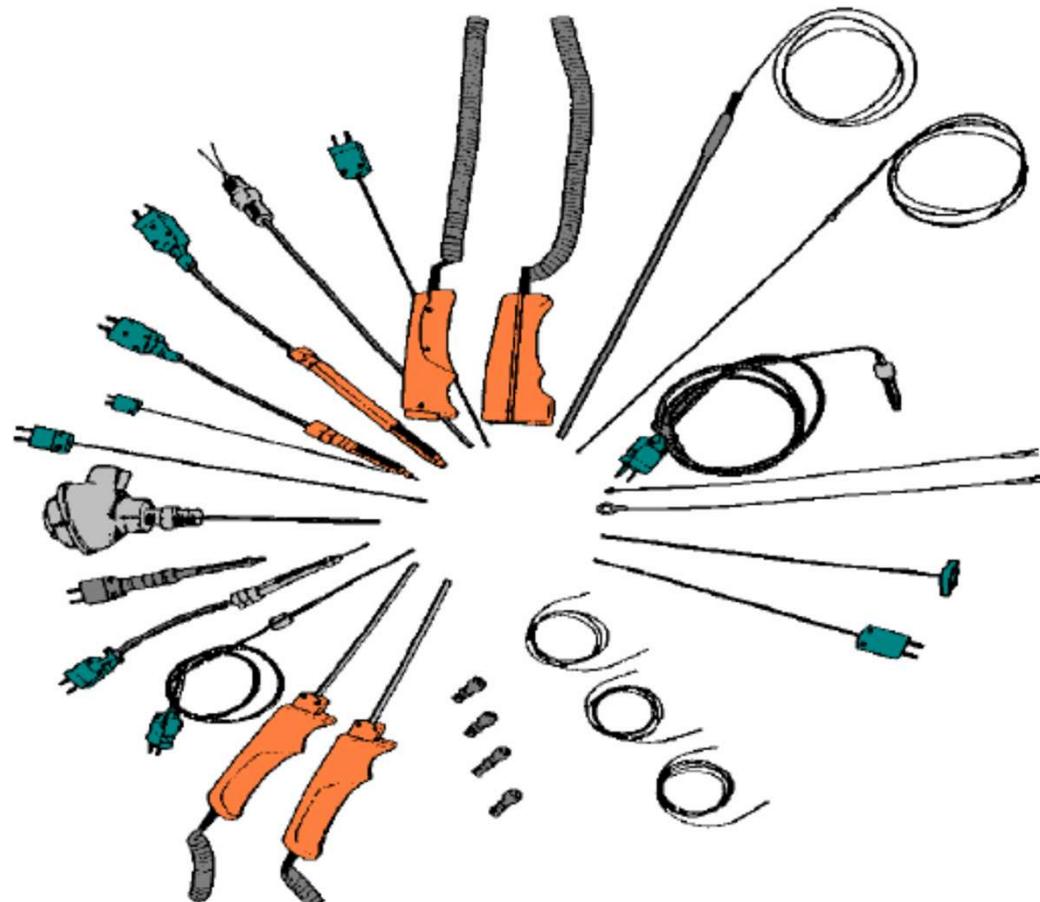


○ Transductores de Temperatura: Termistores NTC



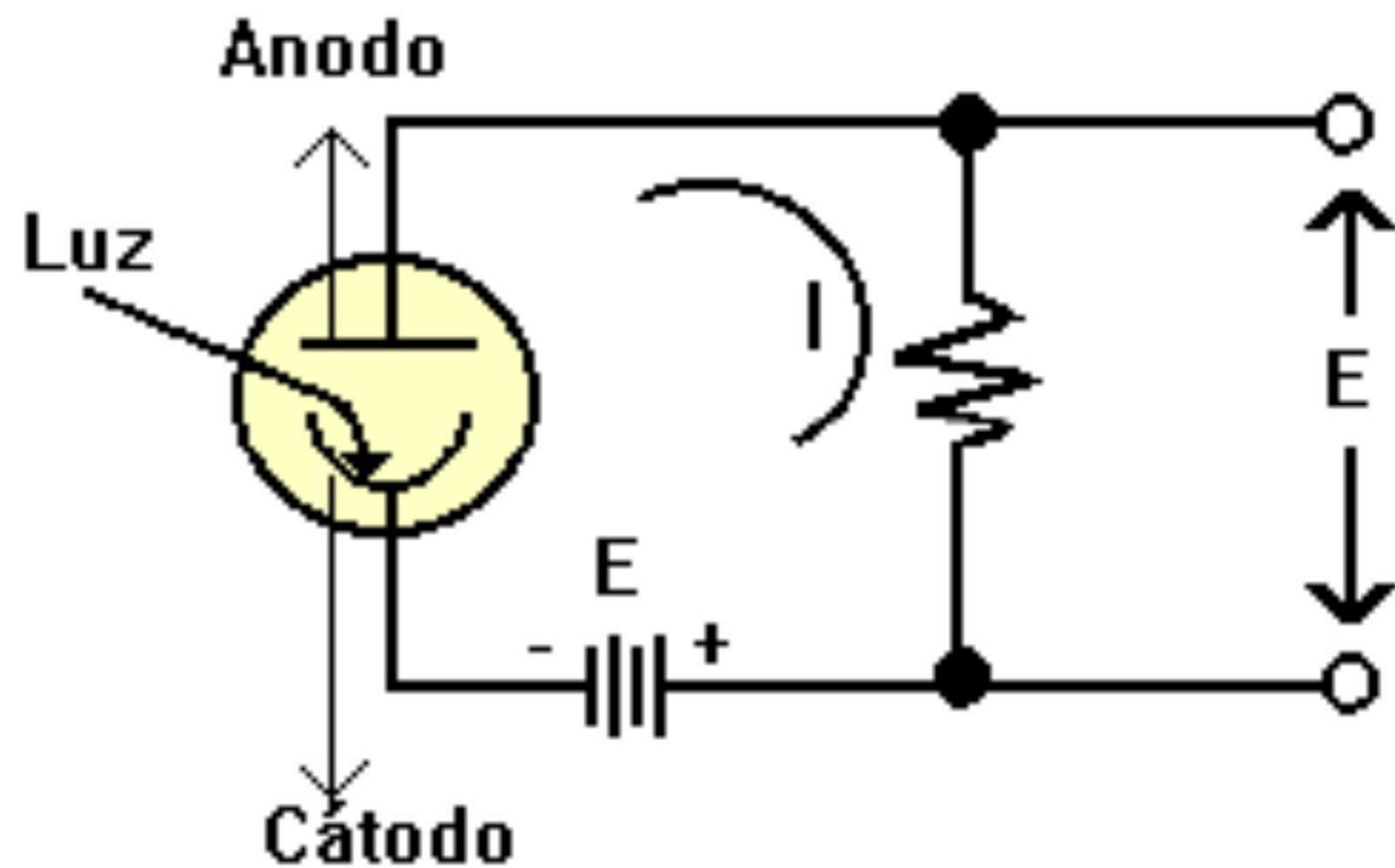


O Transductores de Temperatura: Termocuplas





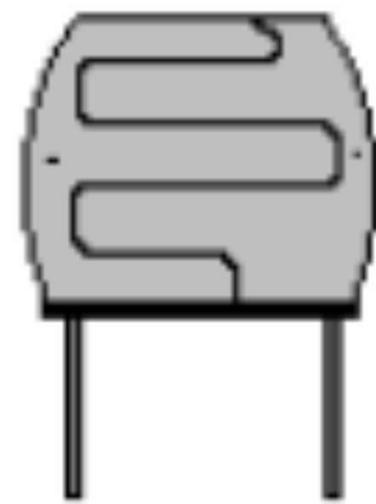
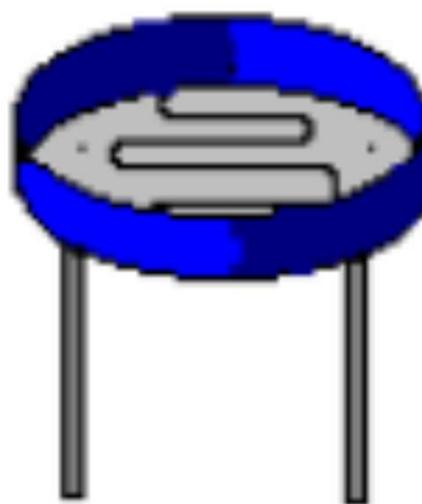
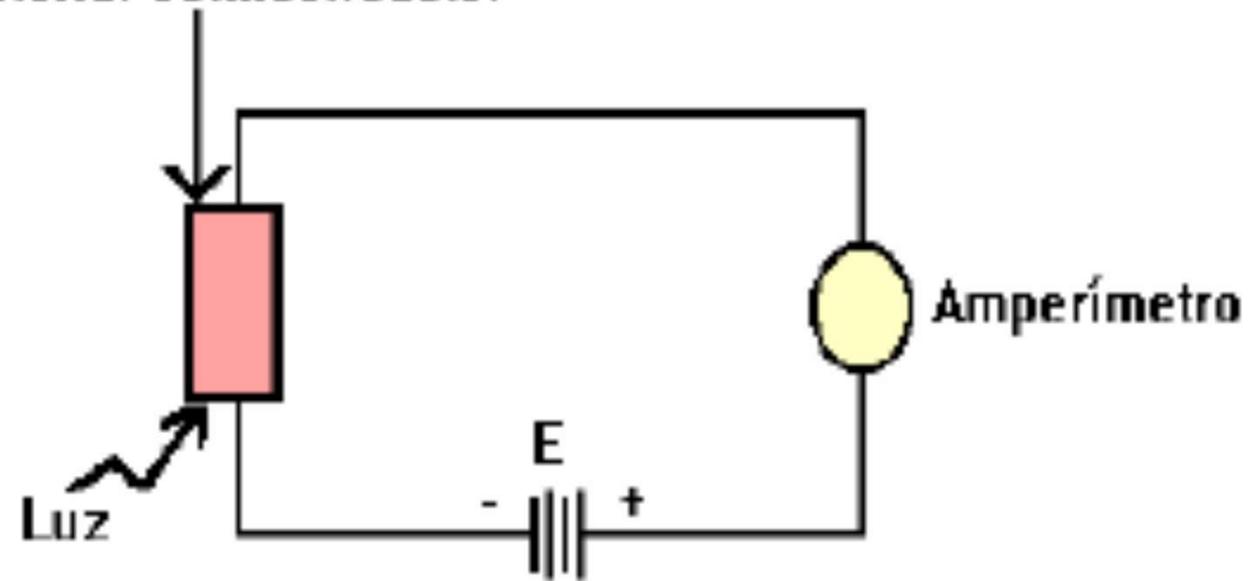
Sensores de Luz: Transductor Fotoeléctrico





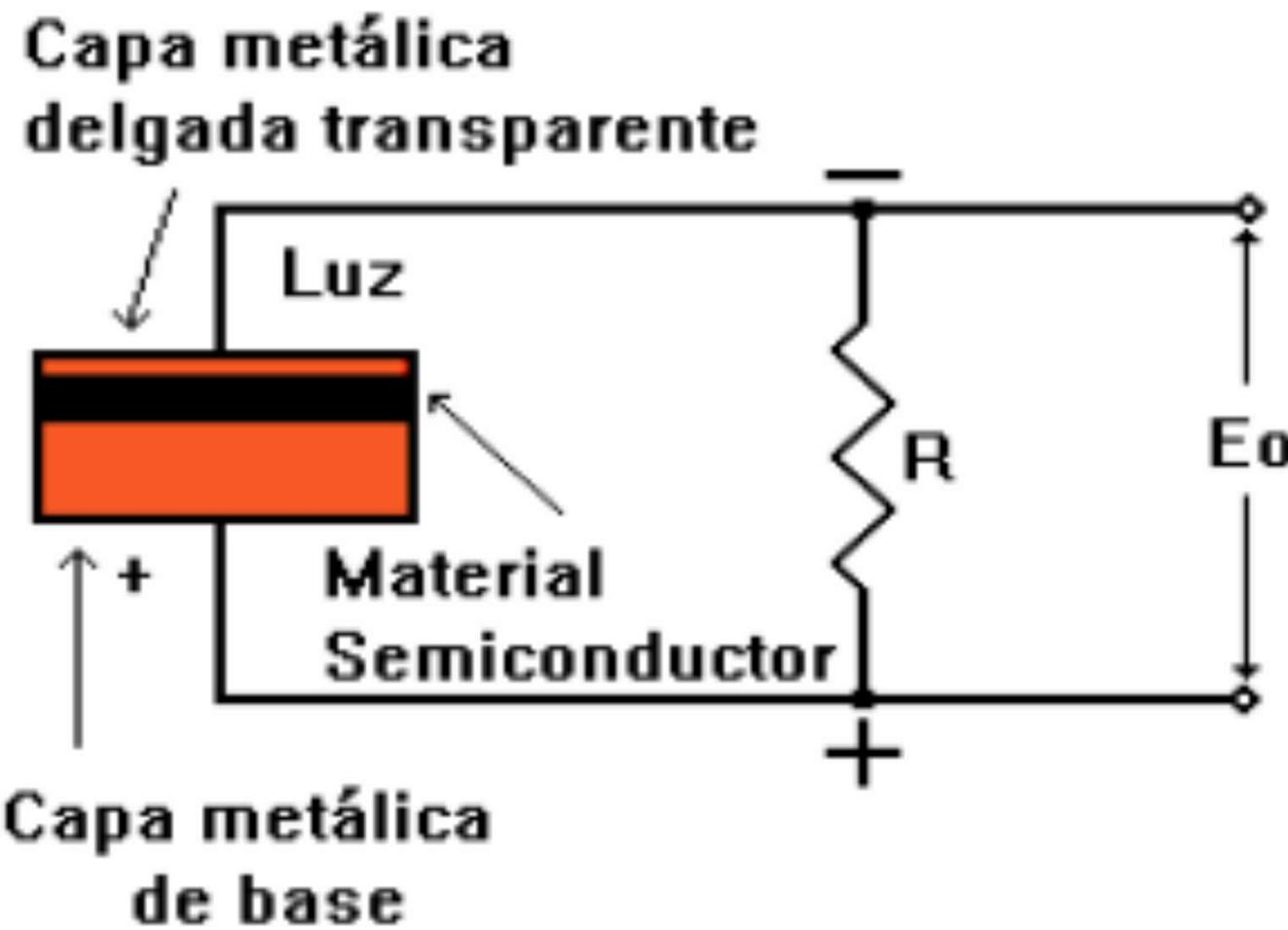
Sensores de Luz: Transductor Fotoconductivo

Material semiconductor



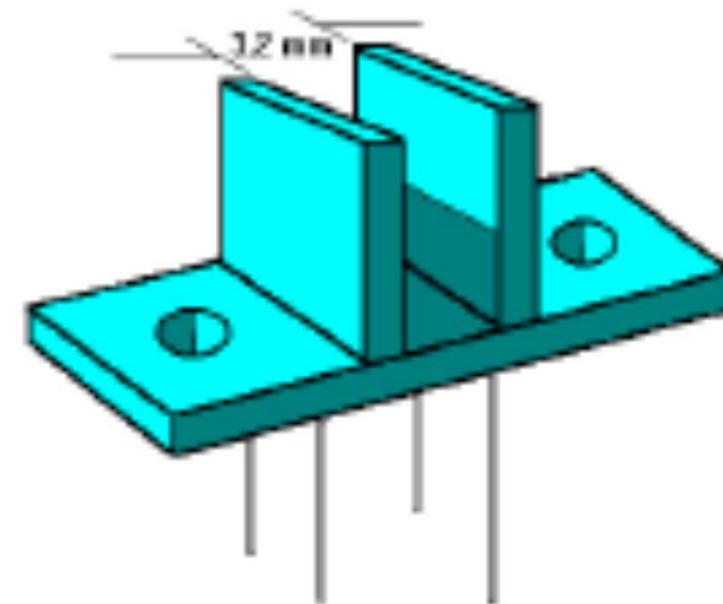
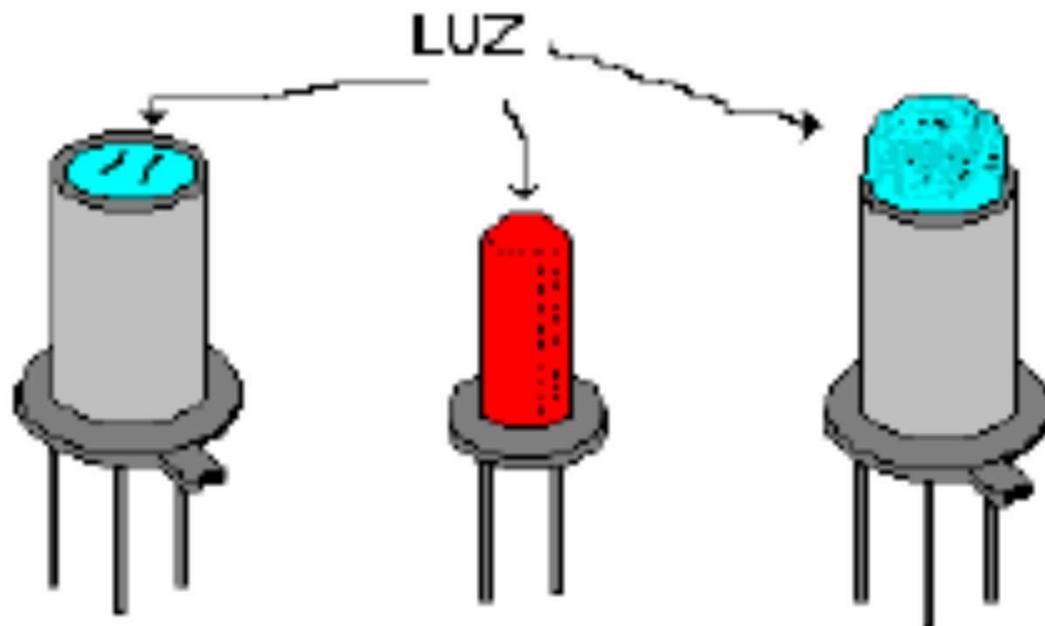


Sensores de Luz: Celdas Fotovoltaicas



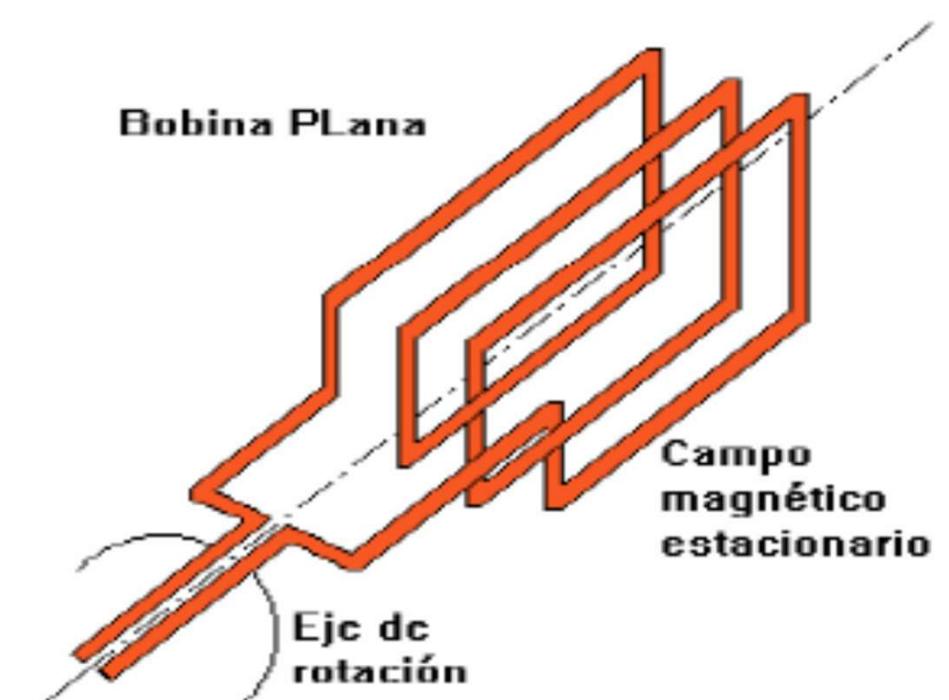
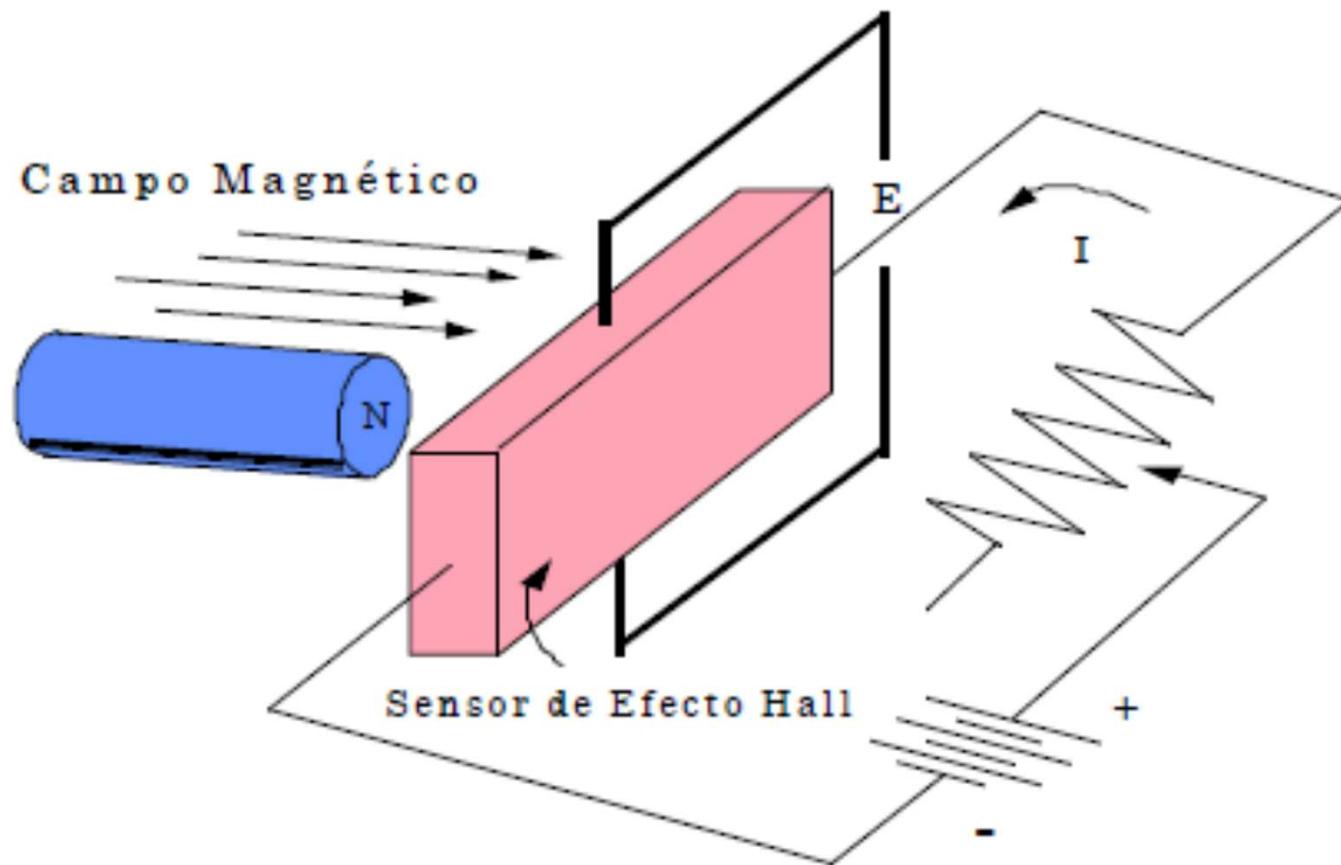


○ Sensores de Luz: Fotodiodos y Fototransistores



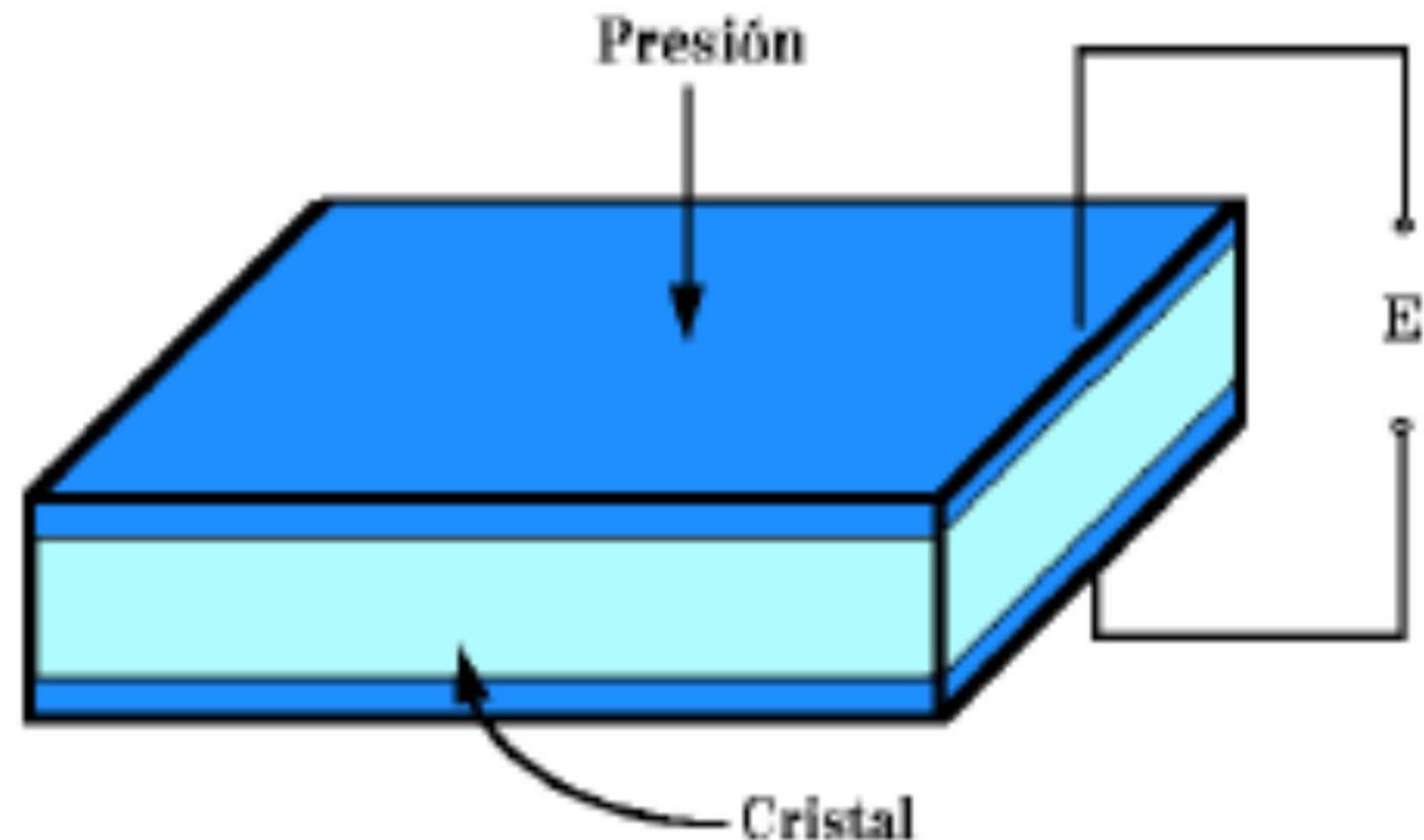


Sensores de Corrientes Eléctricas Continuas Altas



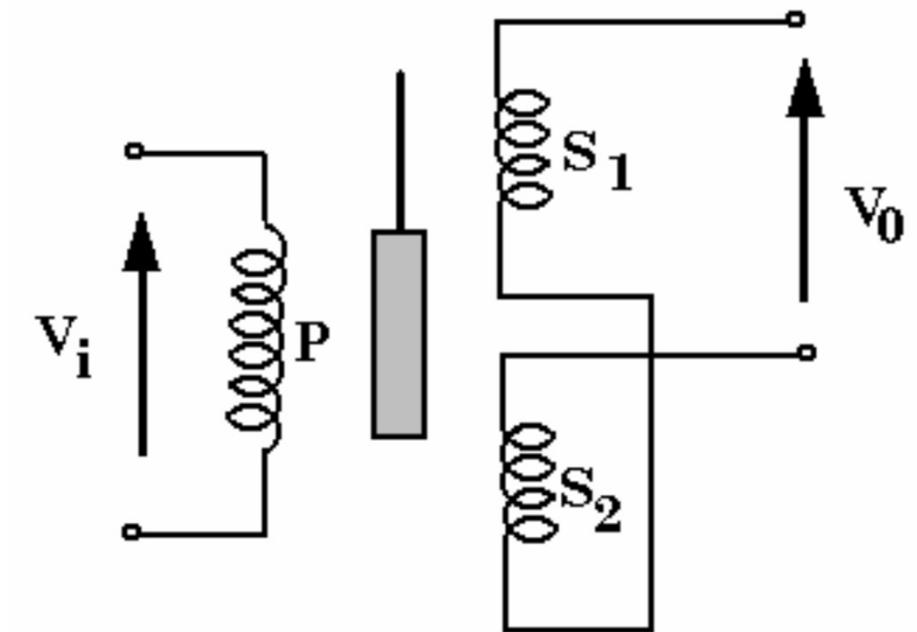
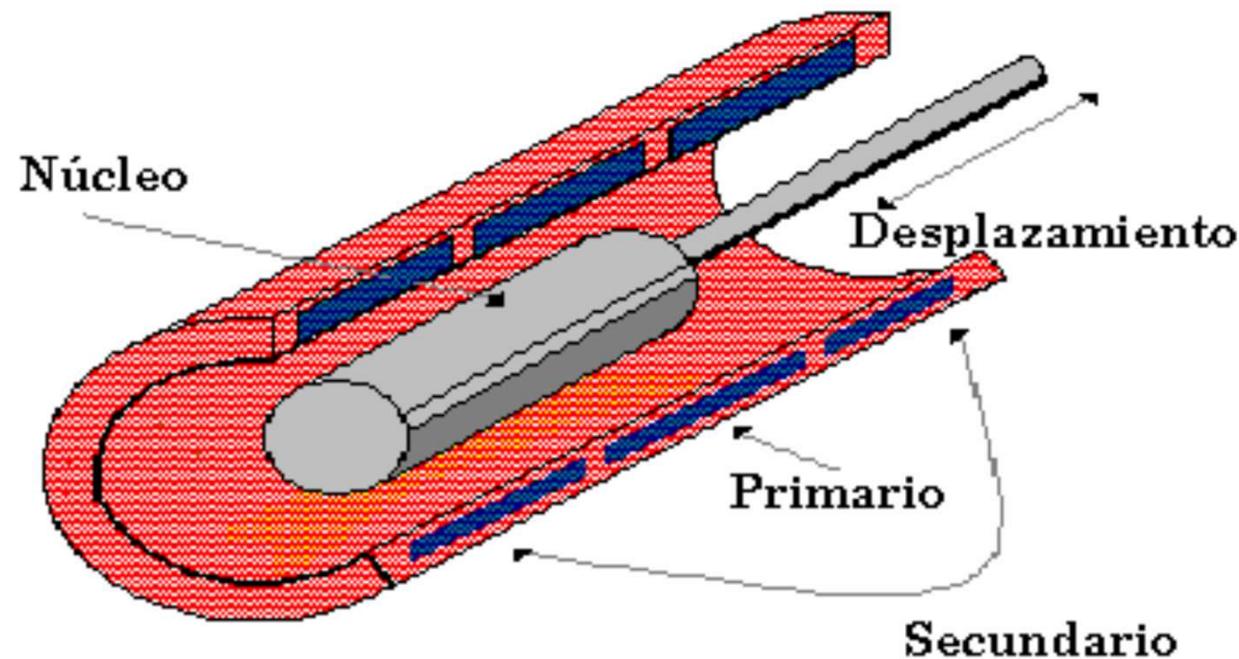


Sensores de Presión: Transductor Piezoeléctrico



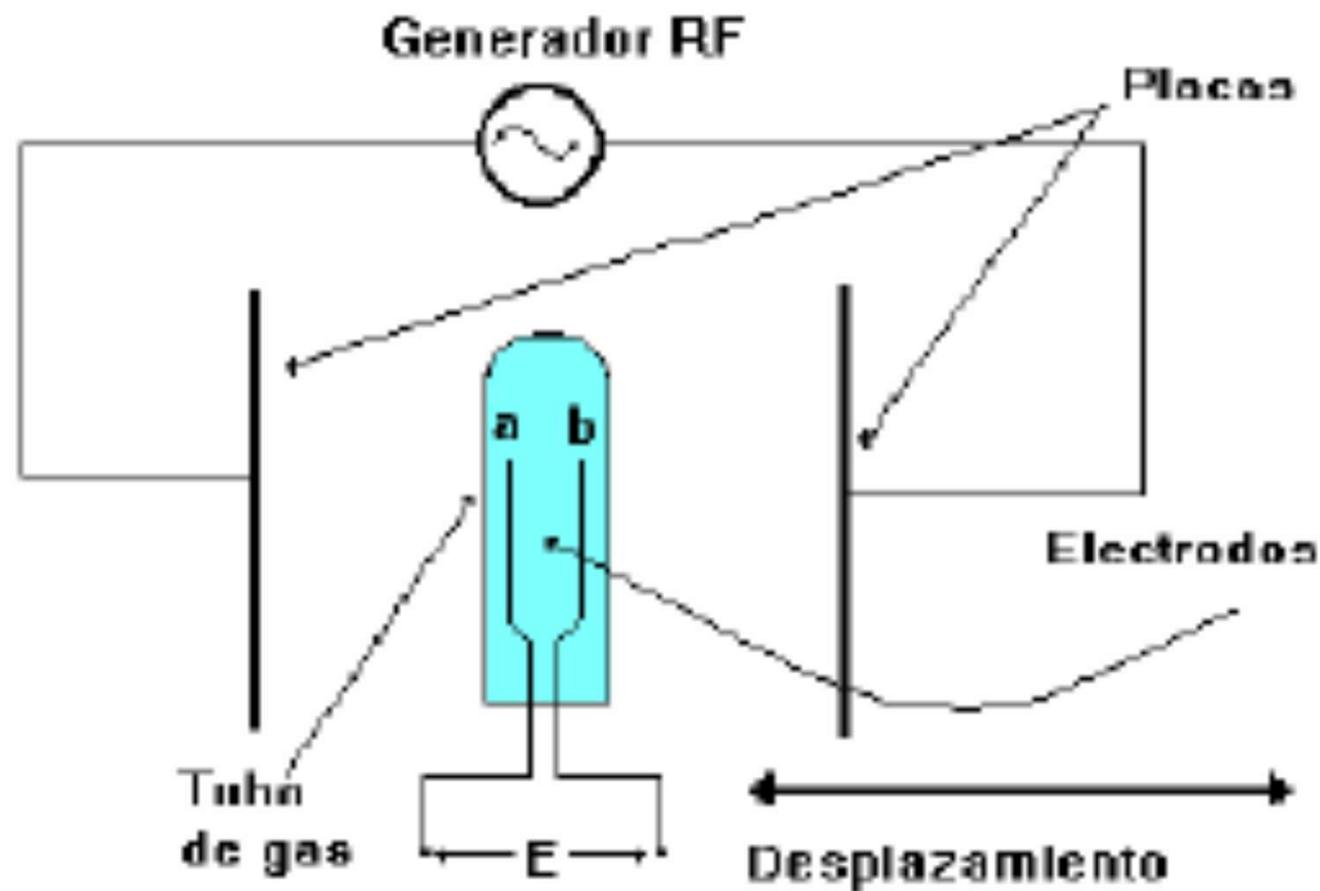


Sensores de Desplazamiento: Transductor con Transformador Diferencial



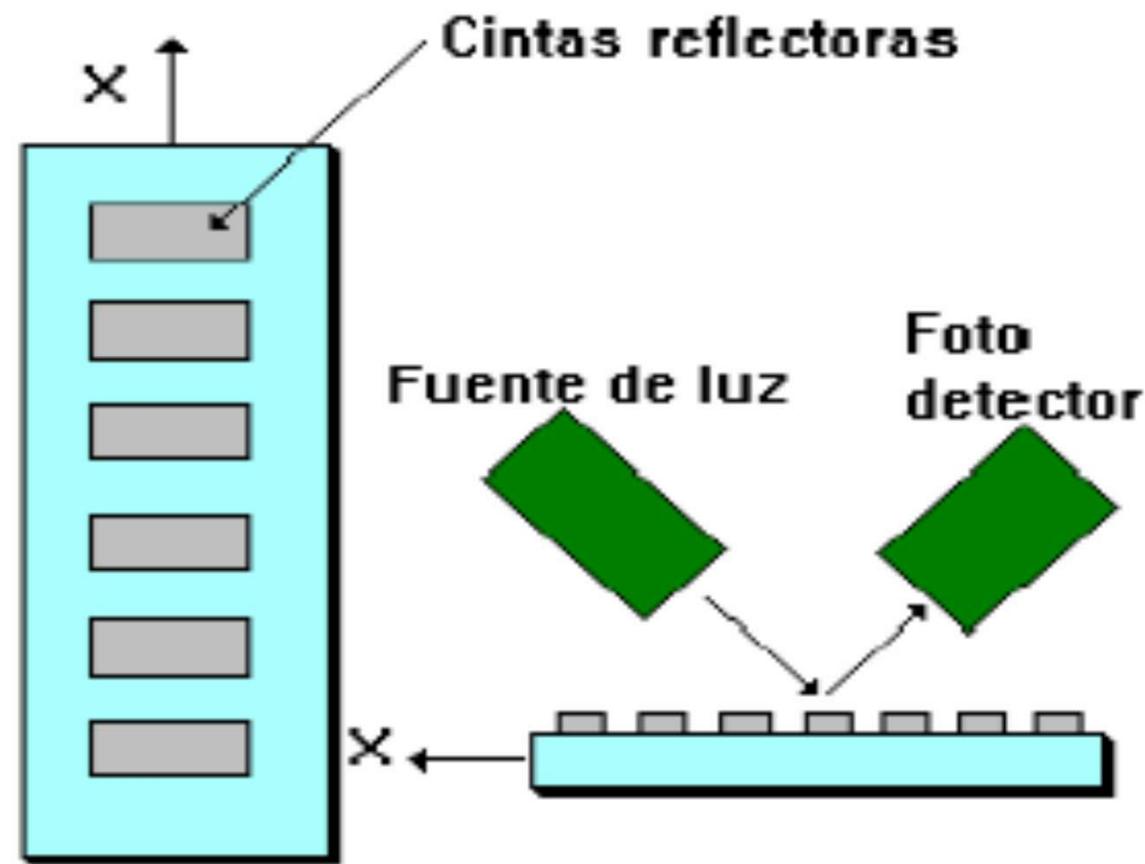
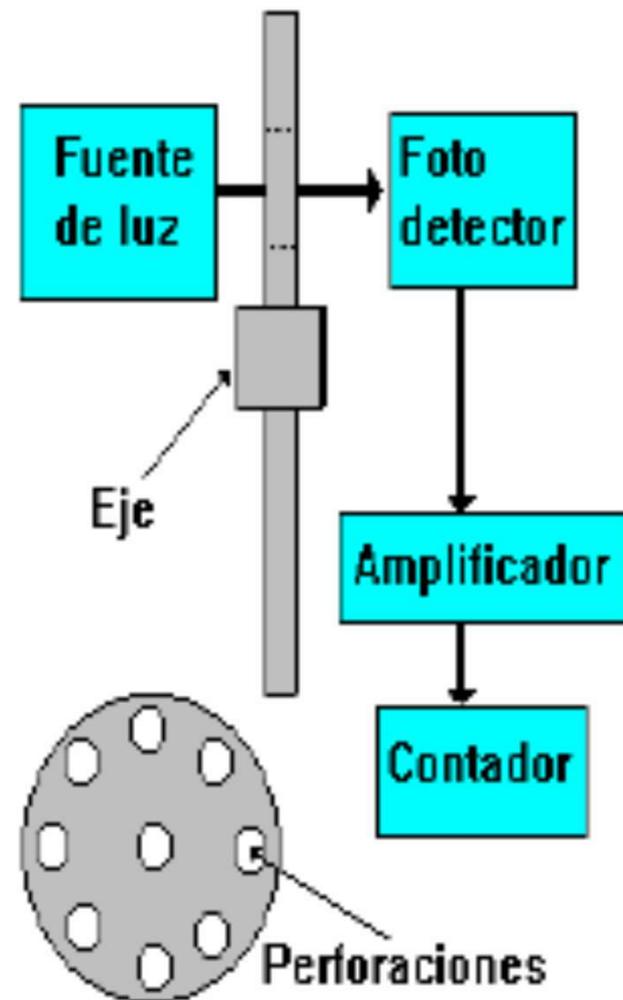


Sensores de Desplazamiento: Transductores de Ionización





Sensores de Desplazamiento: Transductores Digitales



ARQUITECTURA DE SISTEMAS DIGITALES DE CONTROL

Profesor:

Nahur M. Meléndez Araya

Magister en Ingeniería Informática

nahur.melendez@uda.cl



UNIVERSIDAD
DE ATACAMA



UNIVERSIDAD
DE ATACAMA



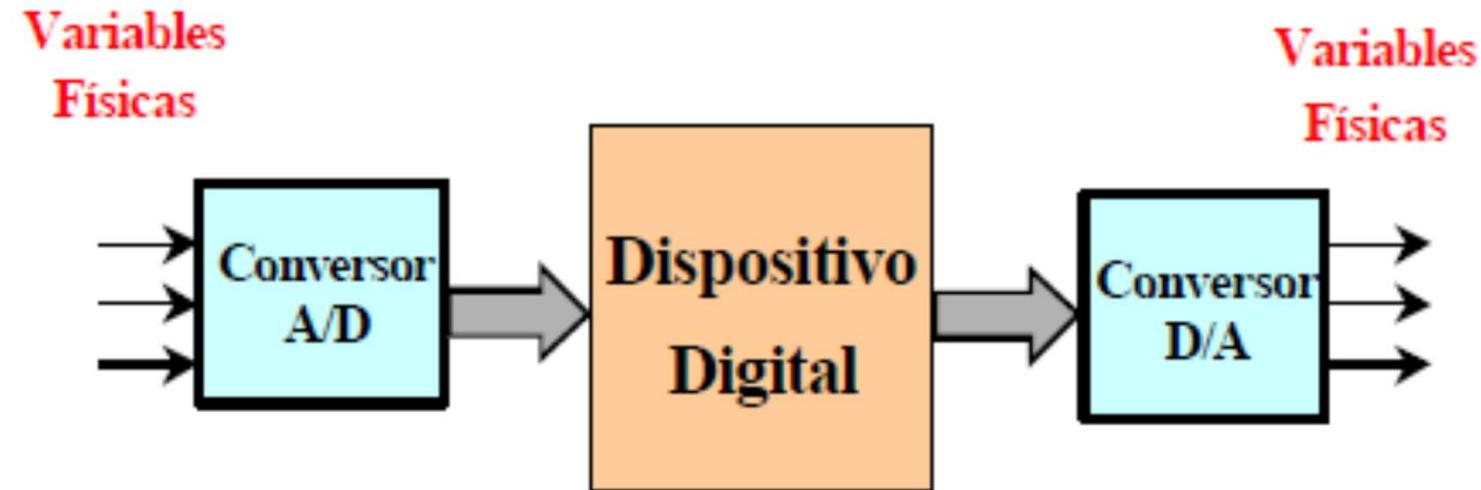
AUTOMÁTICA Y ROBÓTICA (Adquisición y distribución de datos).

Nahur M. Meléndez Araya.
Magister en Ingeniería. Informática.



○ EL CONCEPTO.

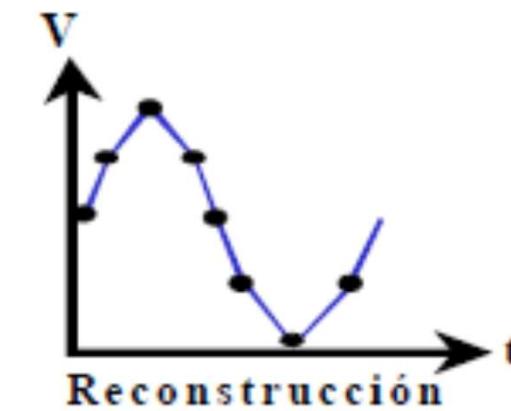
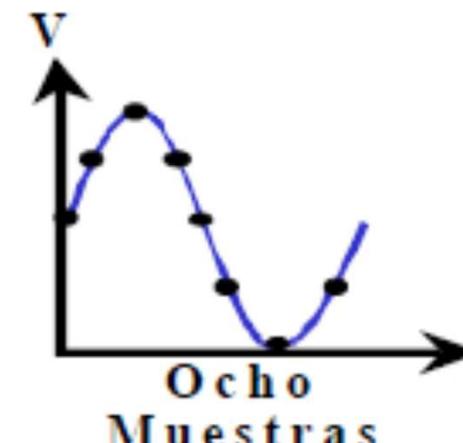
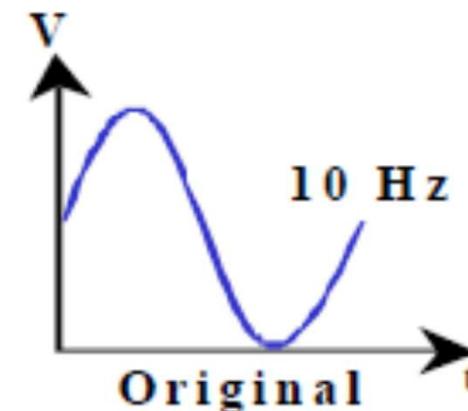
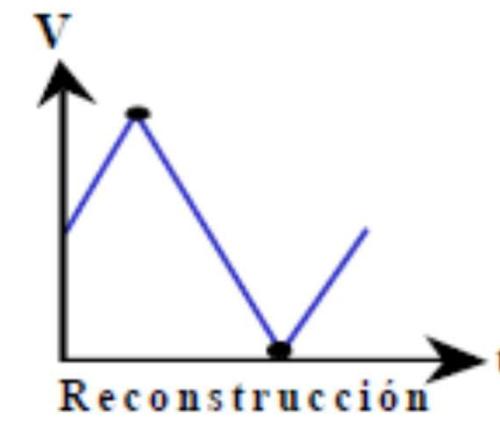
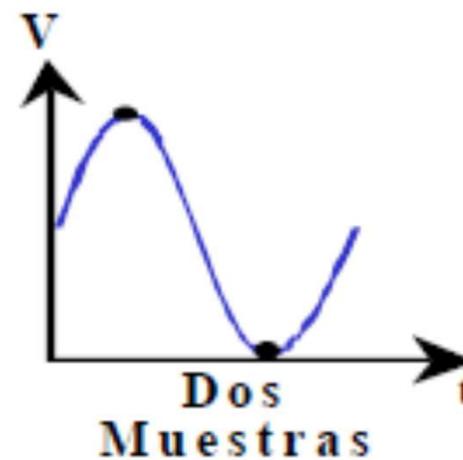
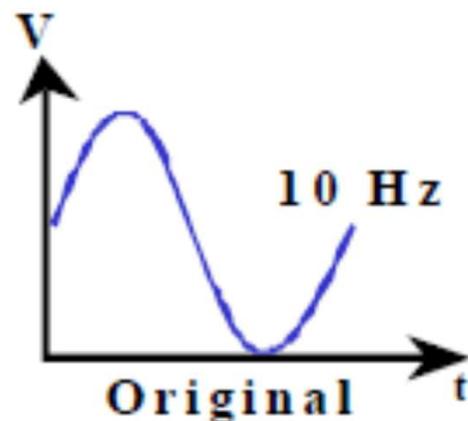
- Los seres humanos procesamos nuestra información numérica utilizando el sistema decimal.



- Sin embargo, la tecnología electrónica emplea un camino diferente para manejar a muy alta velocidad y eficiencia, las mismas cantidades..

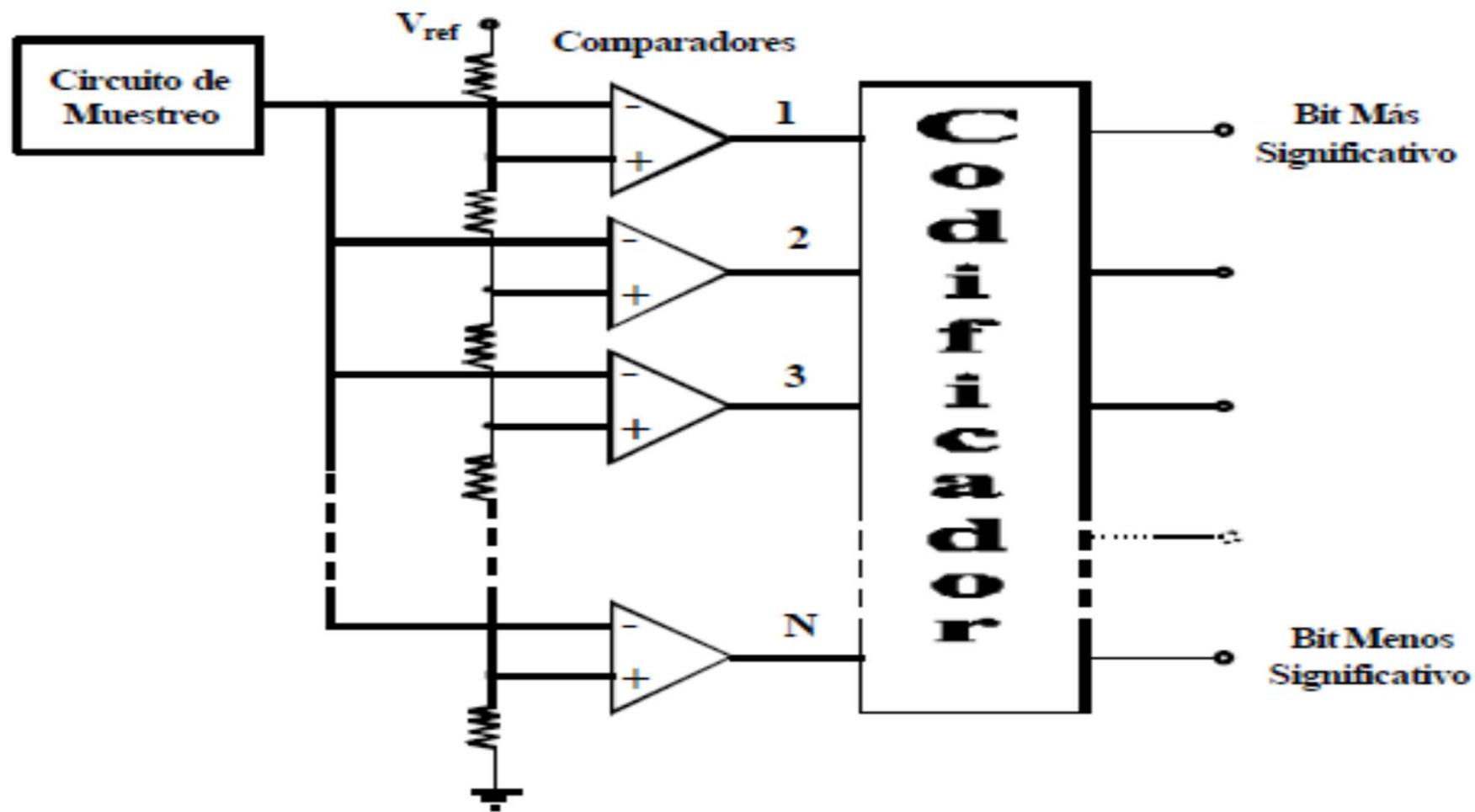


○ Conversión Análoga/Digital: Teoría del muestreo.



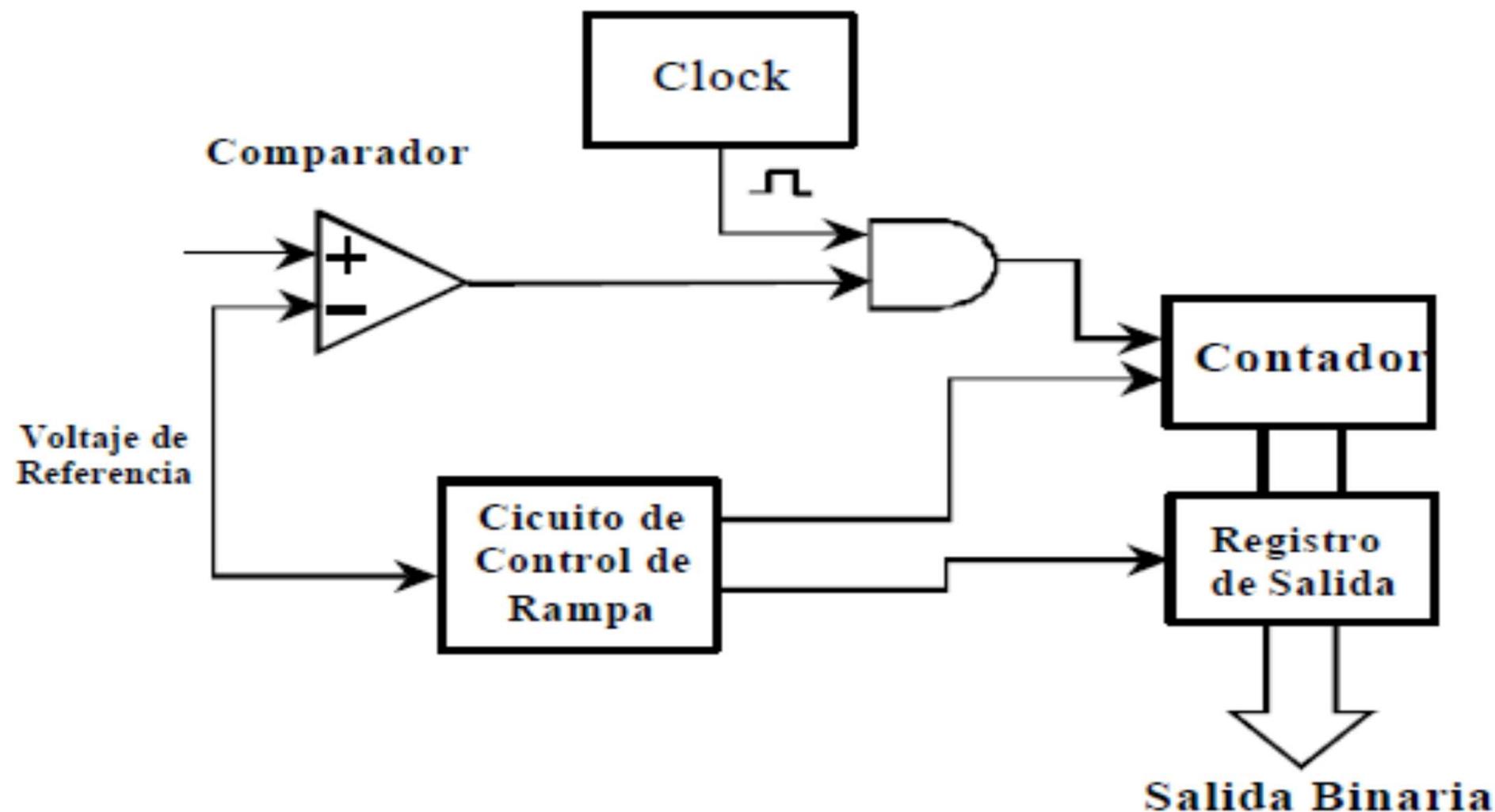


○ Conversión Análoga/Digital: Conversor tipo FLASH



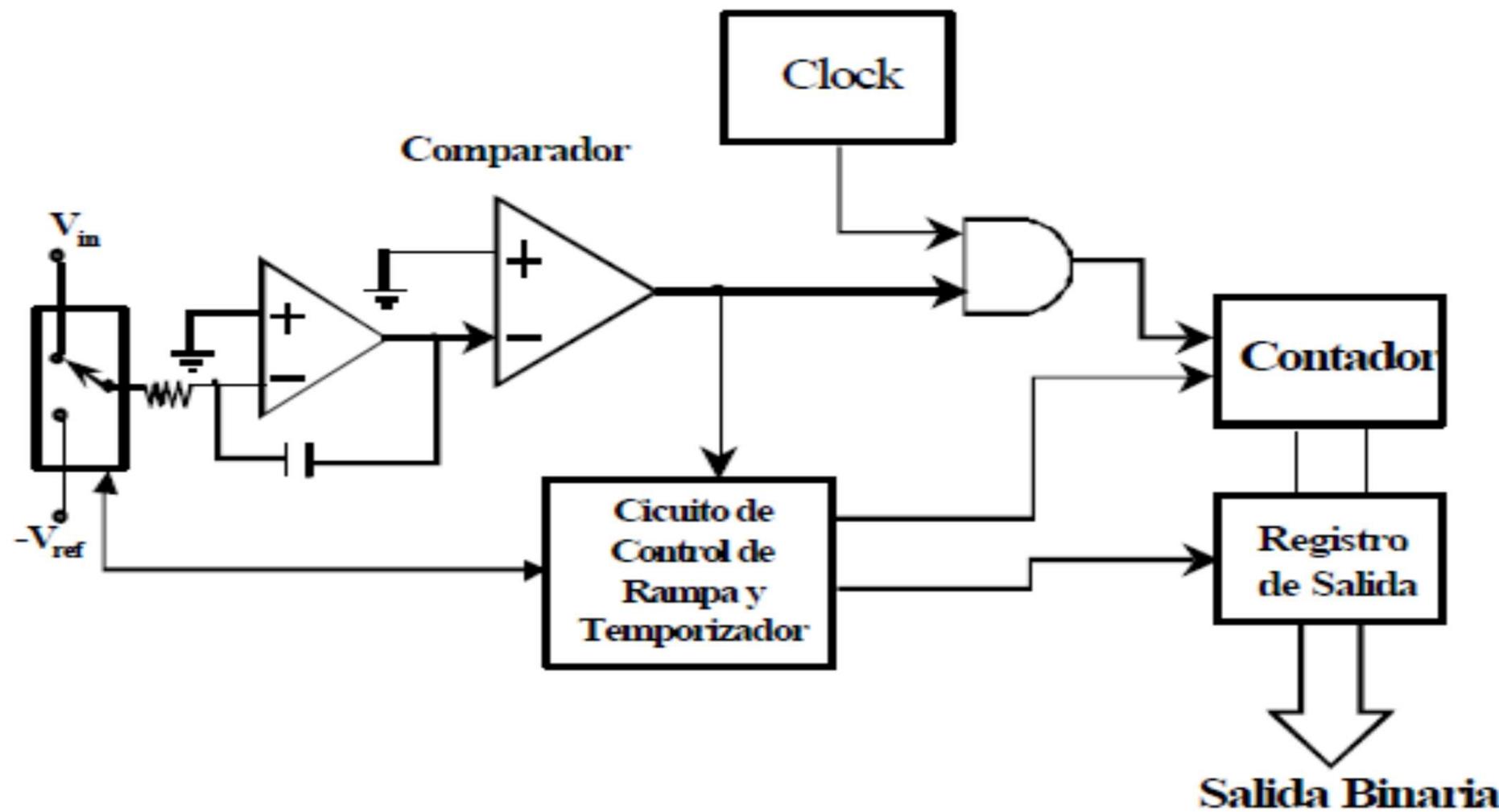


○ Conversión Análoga/Digital: Conversor de rampa única



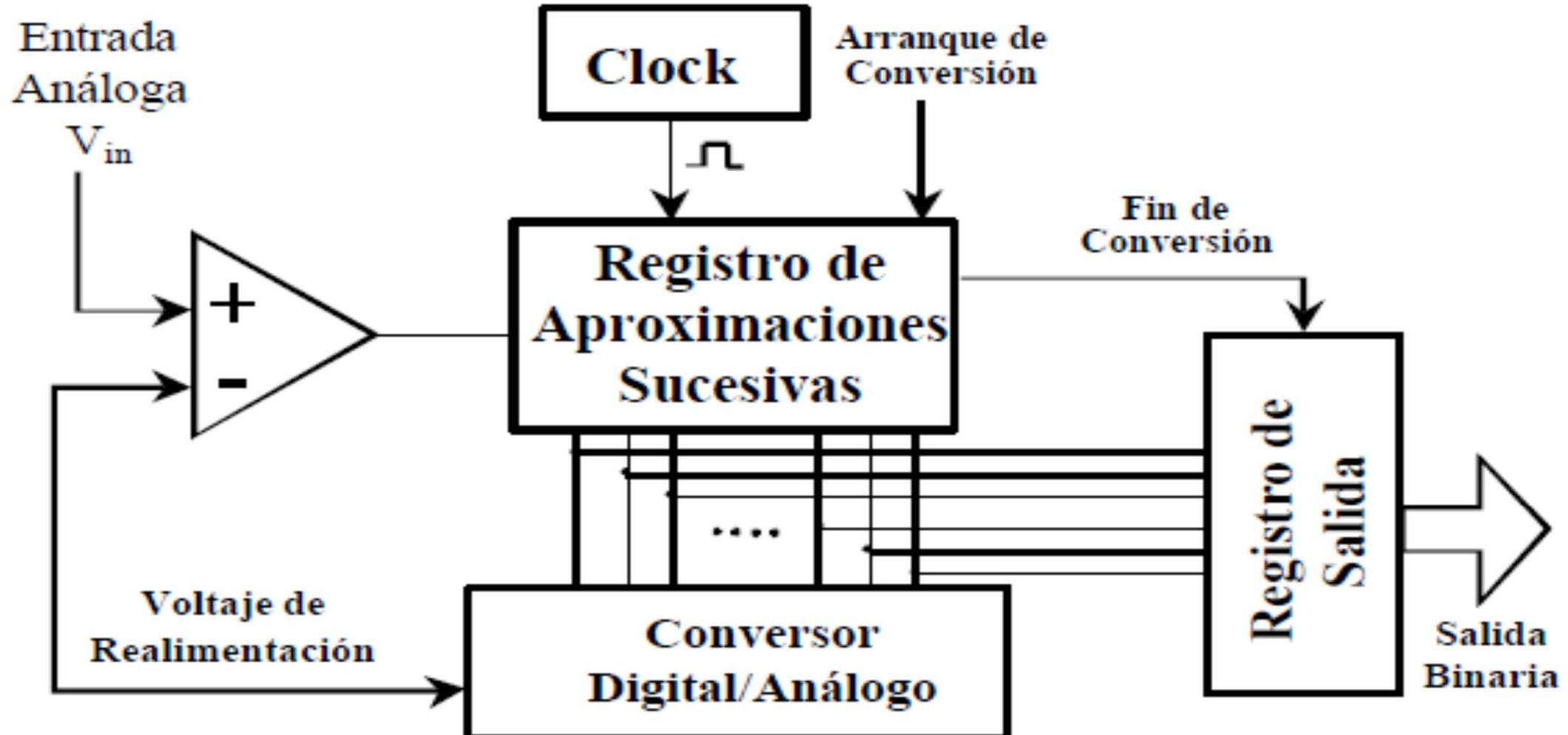


○ Conversión Análoga/Digital: Conversor de rampa doble



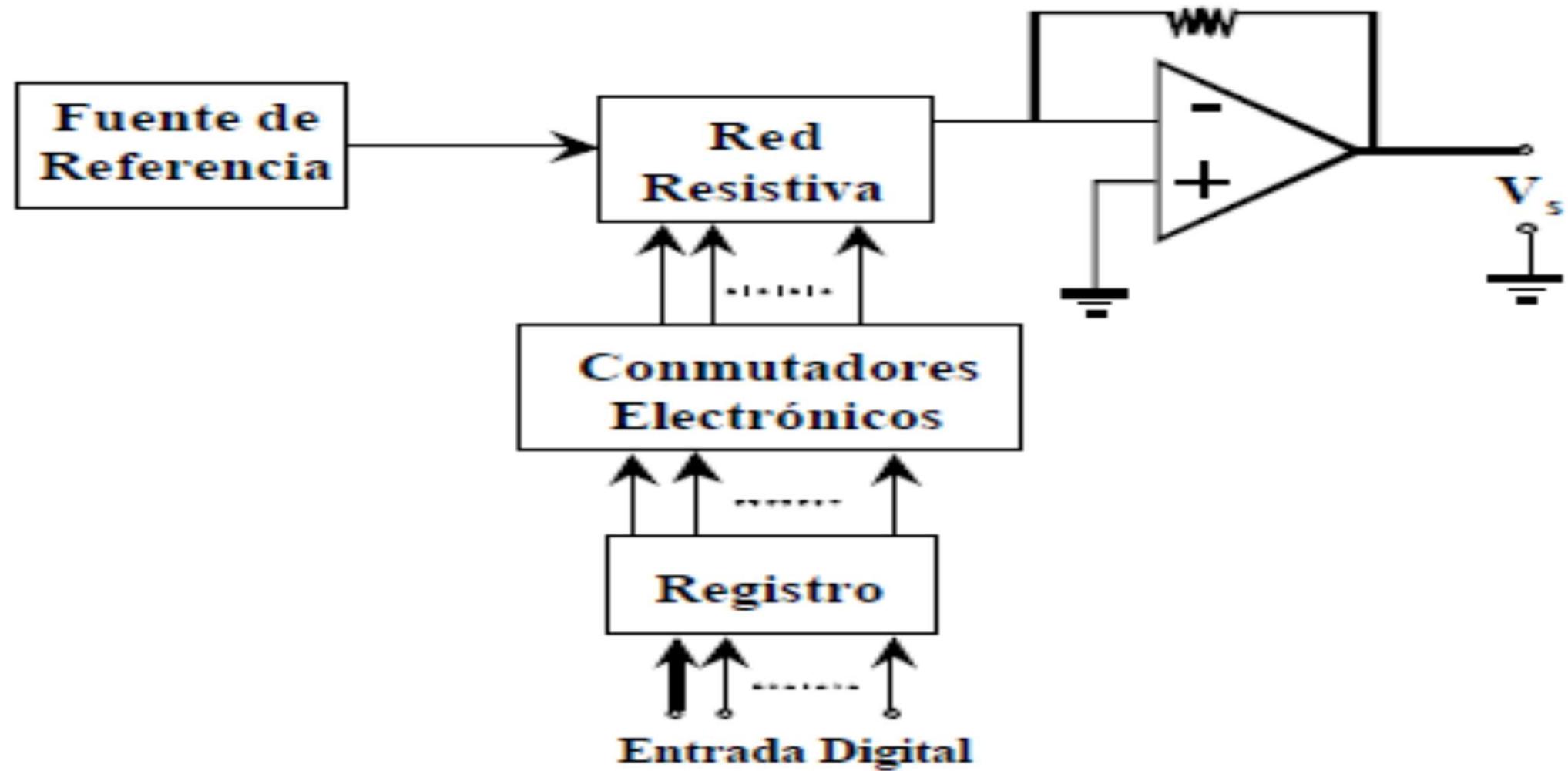


○ Conversión Análoga/Digital: Conversor de aproximaciones sucesivas



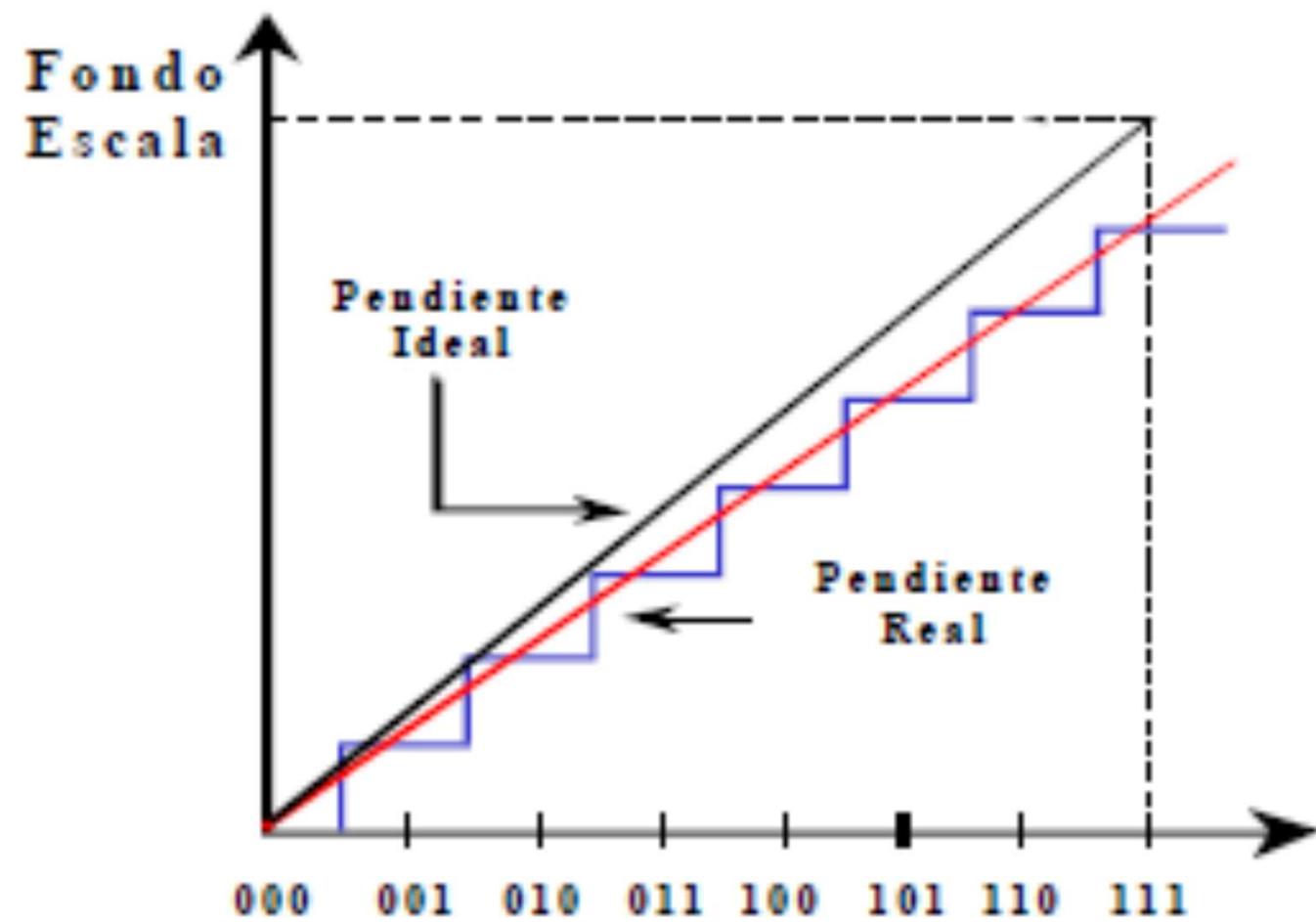


○ Conversión Digital/Análoga



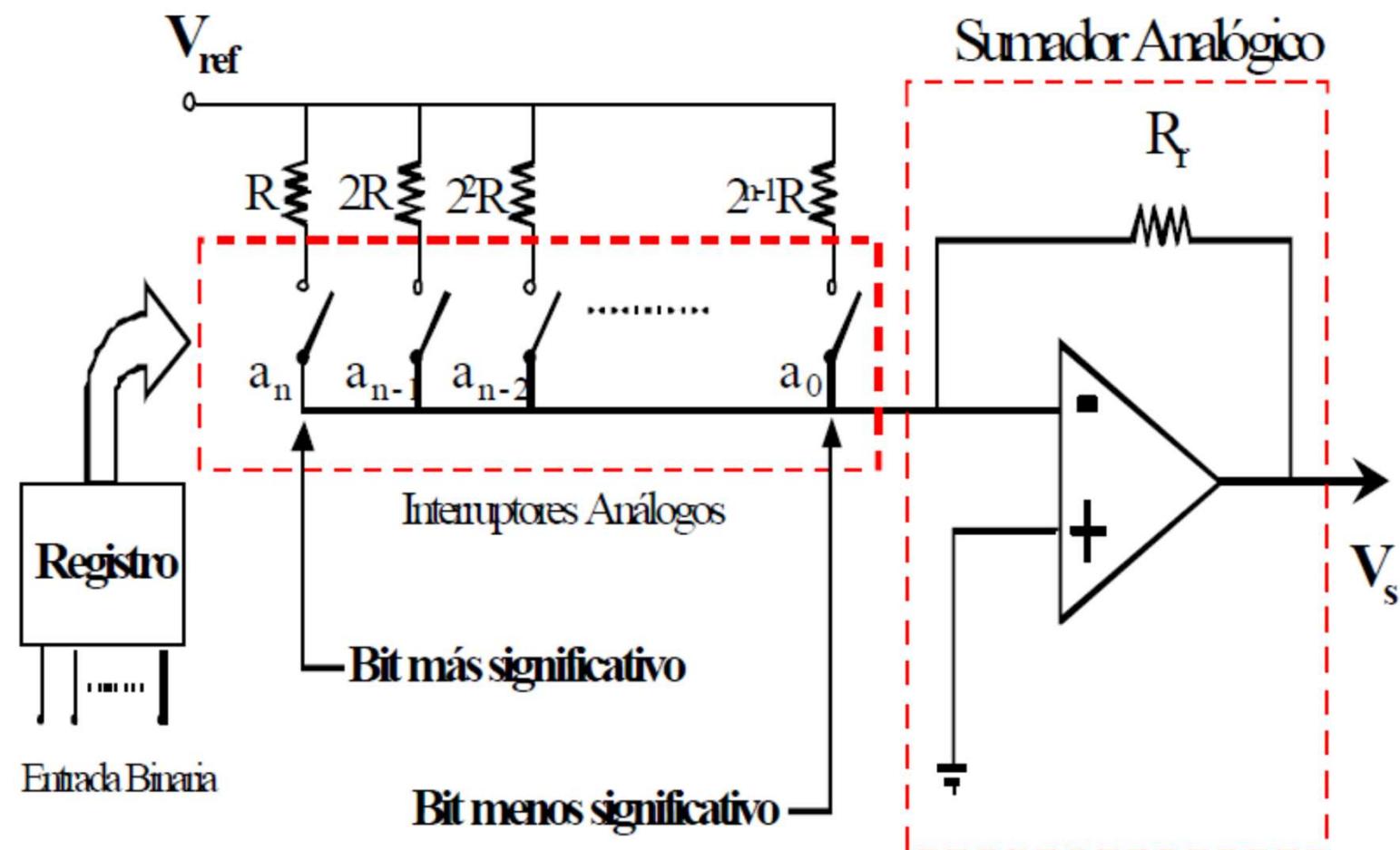


○ Conversión Digital/Análoga: Error de Offset y Error de Ganancia



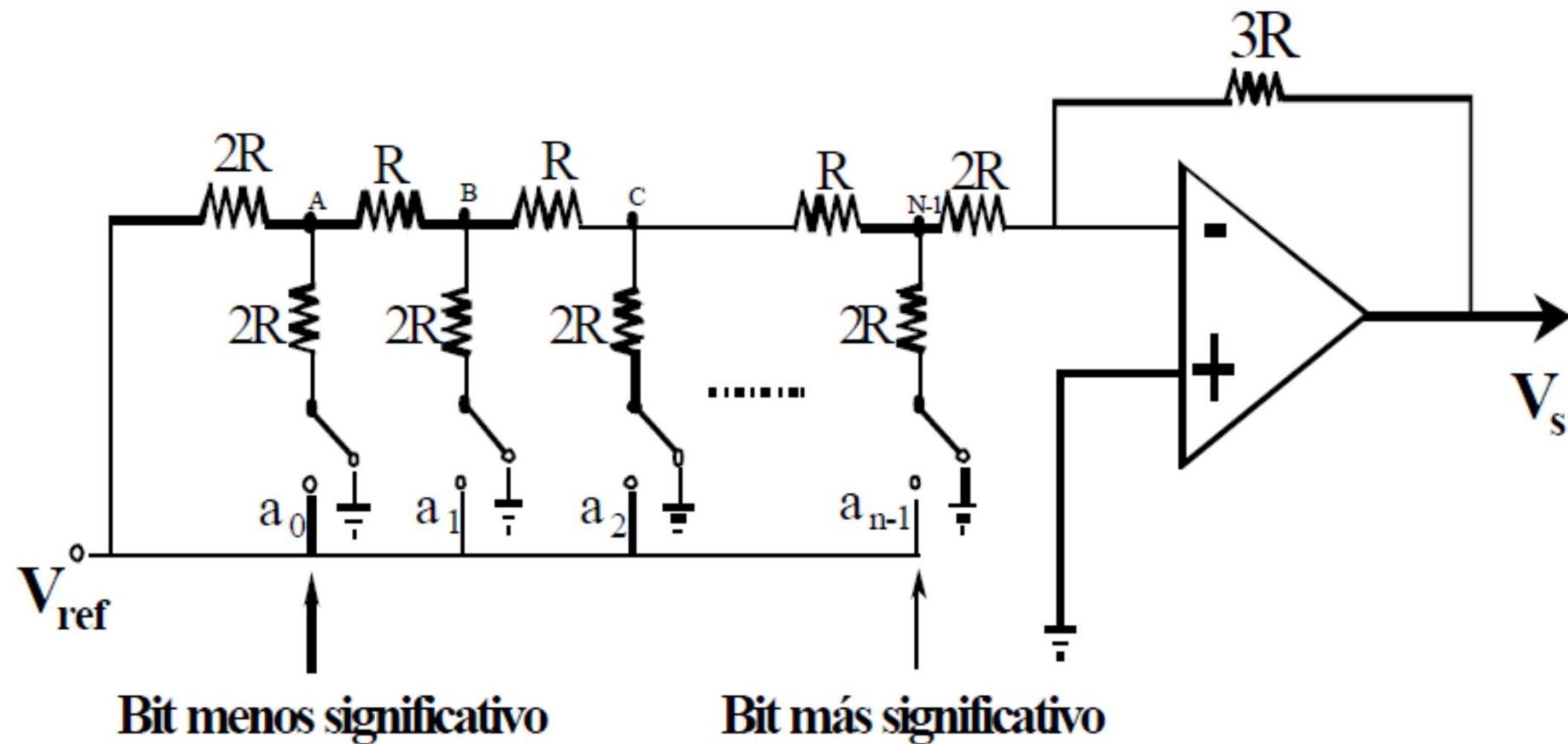


○ Conversor Digital/Análogo de Resistencias Ponderadas



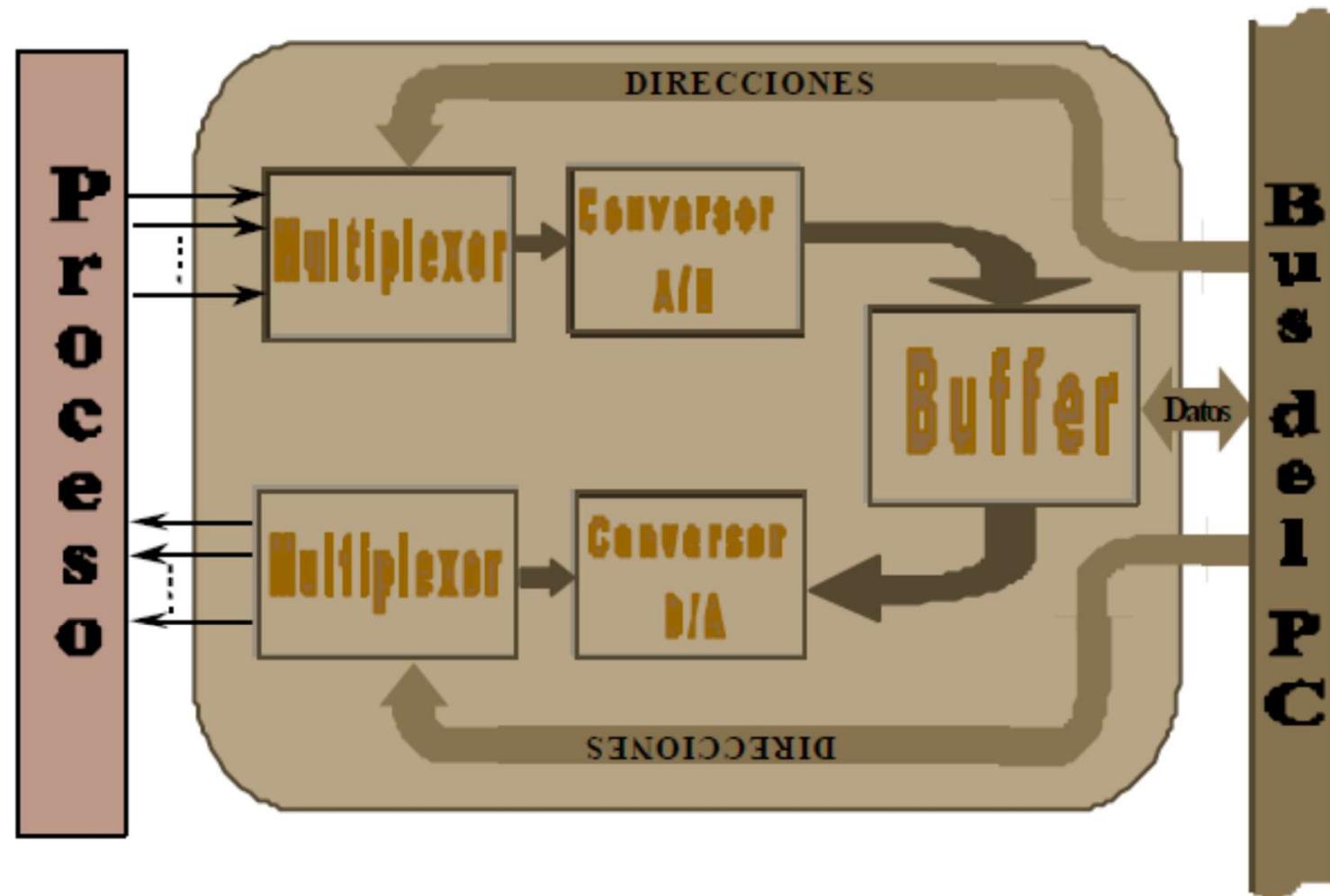


○ Conversores con Red de Resistencia en Escalera



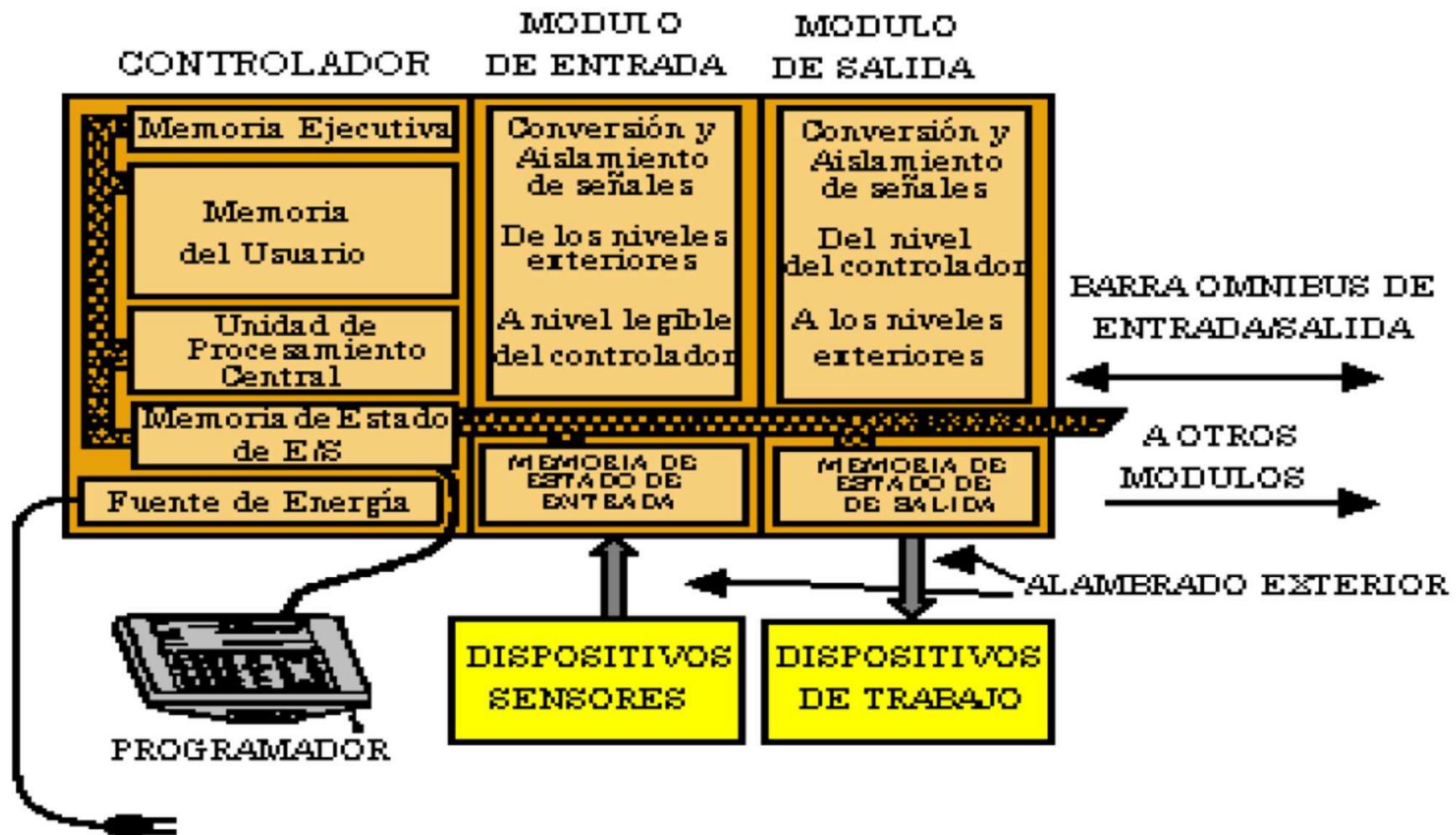


○ Tarjetas de Adquisición



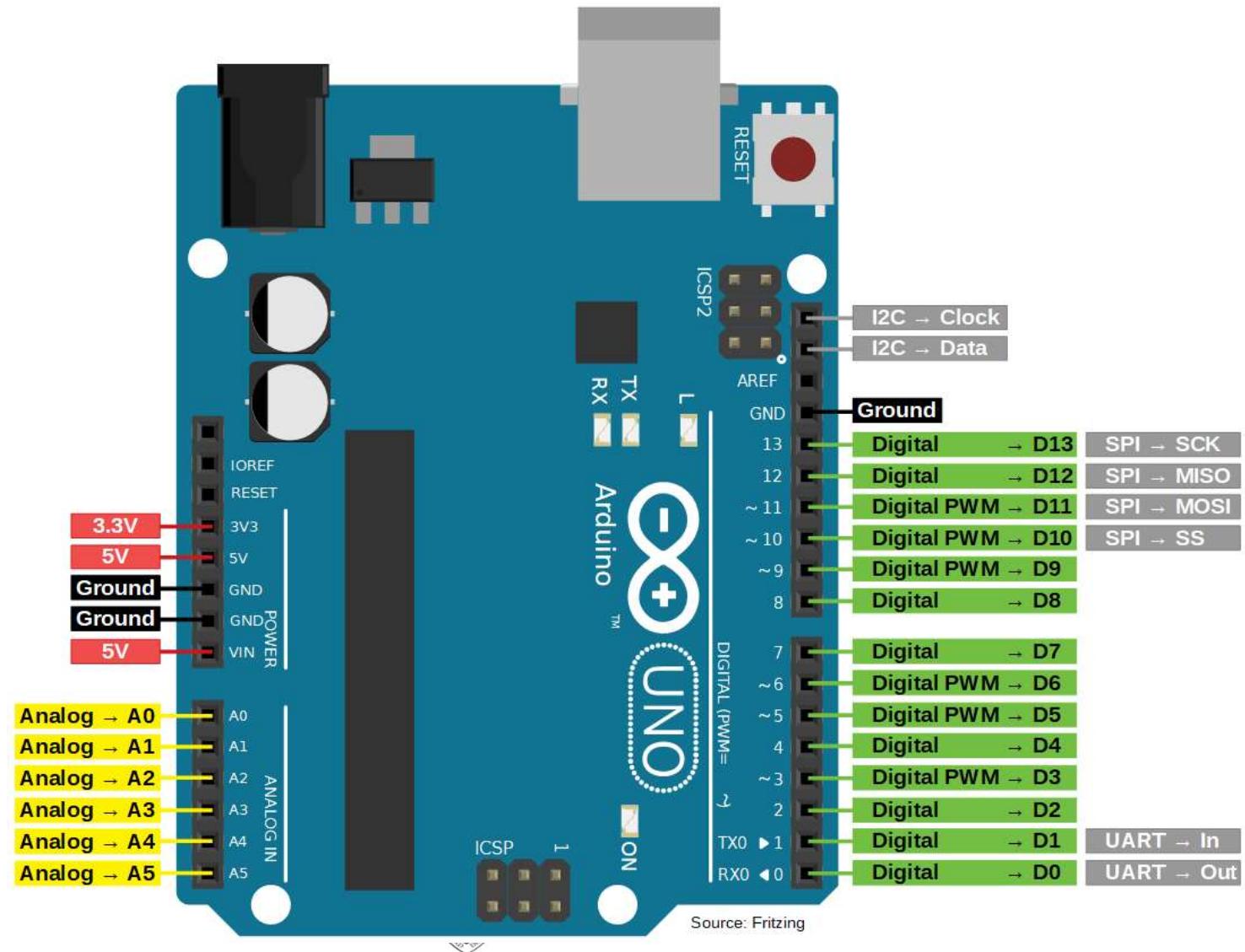


○ Controladores Lógicos Programables (PLC)





Arduino UNO



AUTOMÁTICA Y ROBÓTICA

Profesor:

Nahur M. Meléndez Araya

Magister en Ingeniería Informática

nahur.melendez@uda.cl



**UNIVERSIDAD
DE ATACAMA**