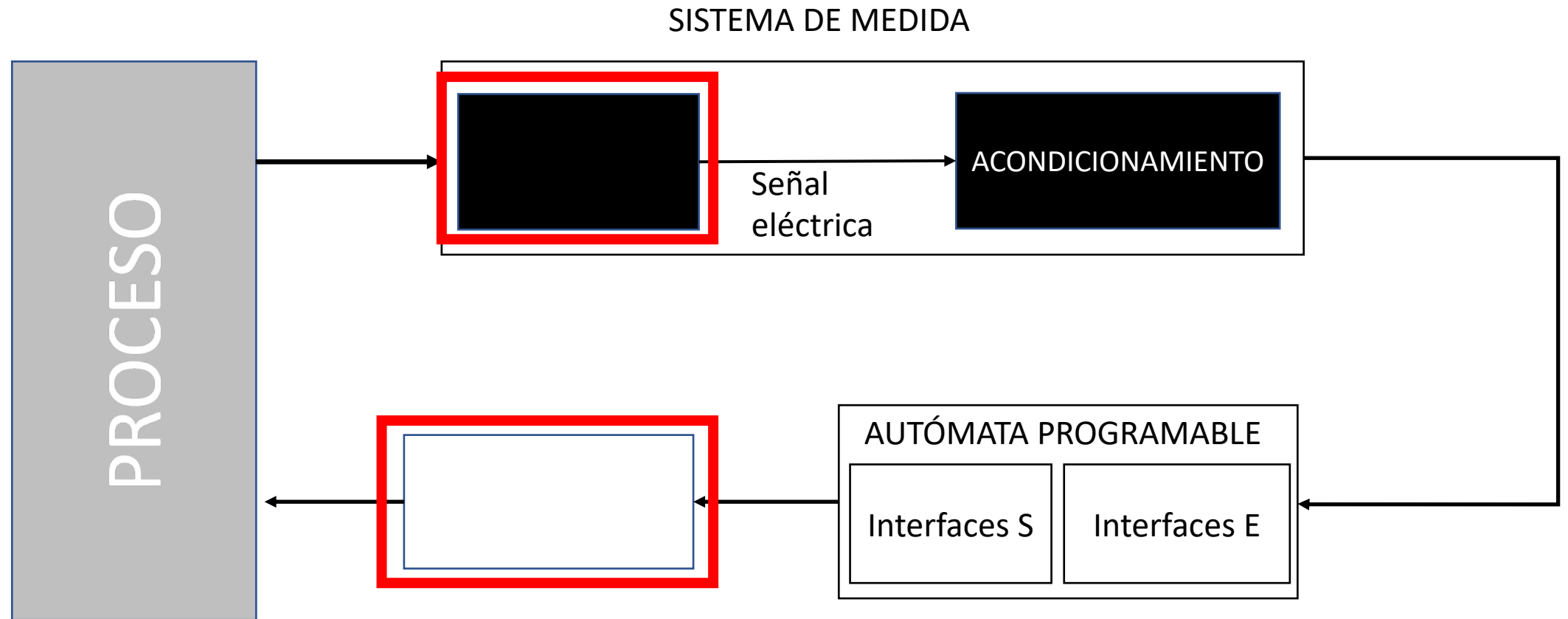


# Tema 6. Interfaces E/S

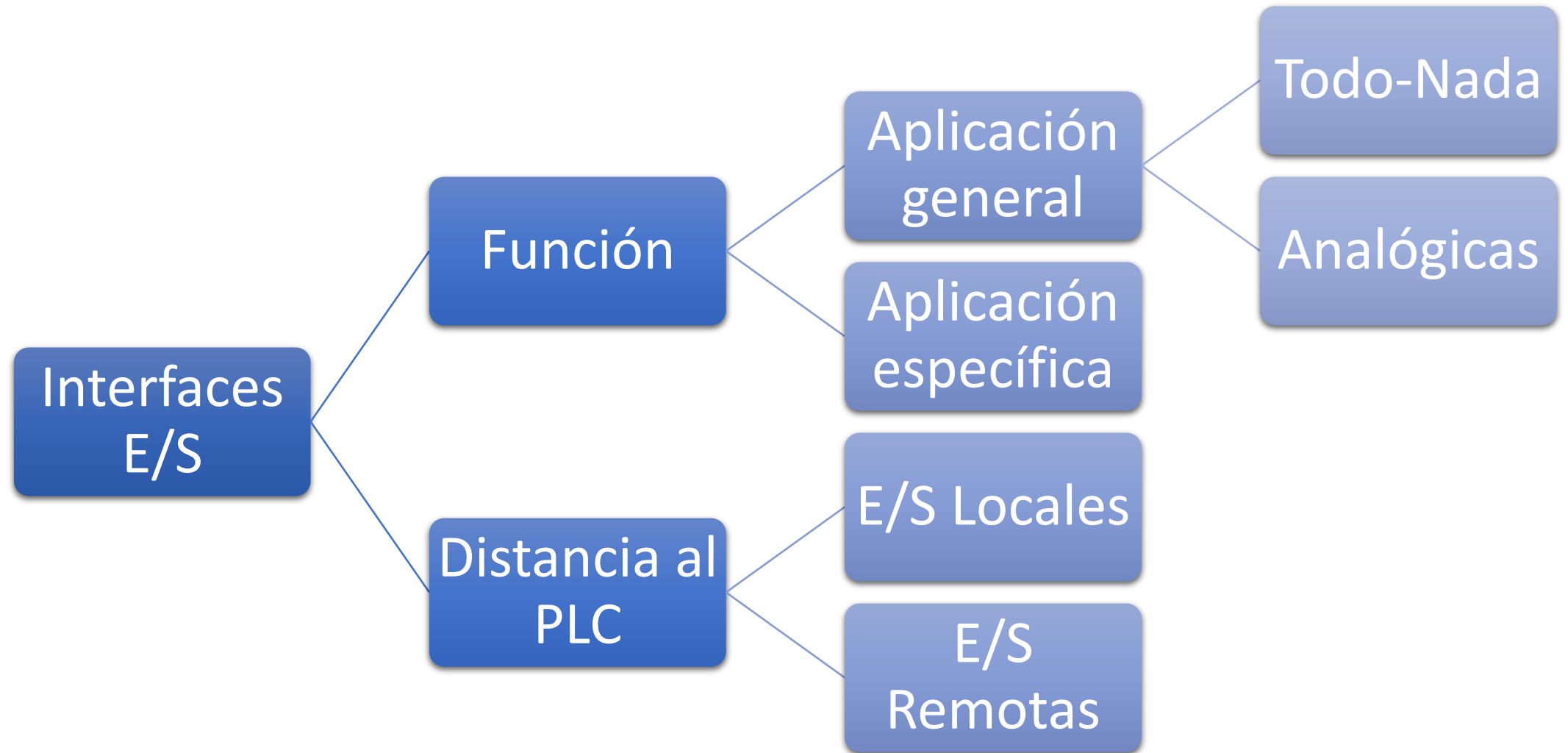
AUTOMATIZACIÓN. CURSO 2022-2023

Fernando R. Pardo Seco – [fernando.pardo@usc.es](mailto:fernando.pardo@usc.es)

# Introducción



# Introducción



# Introducción. Interfaces E/S. Función

- **Interfaces de aplicación general:**  
Acoplamiento al PLC o AP las variables de entrada o salida, tanto digitales como analógicas.
- **Interfaces de aplicación específica:**  
Tareas concretas como puede ser leer un encoder, controlar motores paso a paso, PID,... Son módulos en los que los procesos a controlar pueden varias rápidamente ( $<$  ciclo de scan) y el PLC no sería capaz de llevar a cabo el control.

Módulo 8 entradas  
digitales S7-1200  
SIEMENS



Controlador  
servomotor  
OMRON

# Introducción. Interfaces E/S. Distancia

- **Interfaces de E/S locales:** Están situadas en el interior del PLC o en módulos situados a su lado.
- **Interfaces de E/S remotas:** Están situadas a una distancia considerable del PLC a cabo el control. La interfaz y el PLC necesitan un módulo de comunicaciones para transmitir la información a través de una red (bus field)



# Interfaces E/S aplicación general. DIGITALES

- Señales todo-nada ó digitales: la variable sólo puede tomar dos valores ON-OFF:
- Tipo de variable: Entrada o Salida
- Alimentación: Continua (DC) o Alterna (AC)
- Acoplamiento:
  - Sin aislamiento galvánico: Conexión entre PLC y sensor tienen dos puntos unidos eléctricamente.
  - Con aislamiento galvánico: No existe conexión eléctrica entre PLC y sensor.
- Las señales todo-nada son generadas por los sensores todo-nada (Tema 2), que cierran o abren un contacto libre de potencial o hacen que un transistor, triac o tiristor alterne entre corte o saturación.

# Interfaces E/S aplicación general. DIGITALES

INTERFACES DE ENTRADA TODO-NADA O DIGITALES		
Alimentación DC	Sensores con salida tipo relé	
	Sensores de 2 hilos	
	Sensores de 3 hilos	Salida transistor PNP
		Salida transistor NPN
Alimentación AC	Sensores con salida tipo relé	
	Sensores de 2 hilos	
	Sensores de 3 hilos	

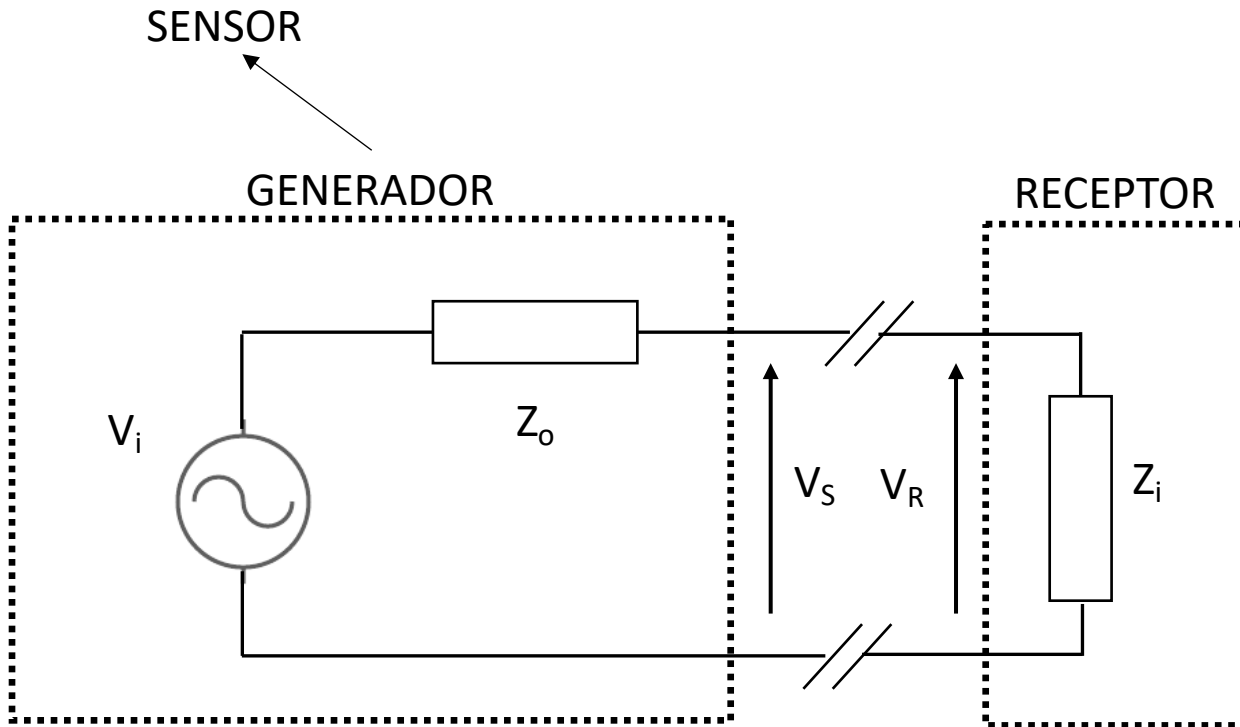
# Interfaces E/S aplicación general. DIGITALES

INTERFACES DE SALIDA TODO-NADA O DIGITALES	
<b>Alimentación DC</b>	Sensores con salida tipo relé
	Salida transistor PNP
	Salida transistor NPN
<b>Alimentación AC</b>	Sensores con salida tipo relé
	Sensores con salida tipo relé estado sólido (TRIAC o tiristor)



# Interfaces E/S aplicación general. ANALÓGICAS

## VARIABLES ANALÓGICAS DE Tensión



$$V_R = \frac{Z_i}{Z_i + Z_o} V_i$$

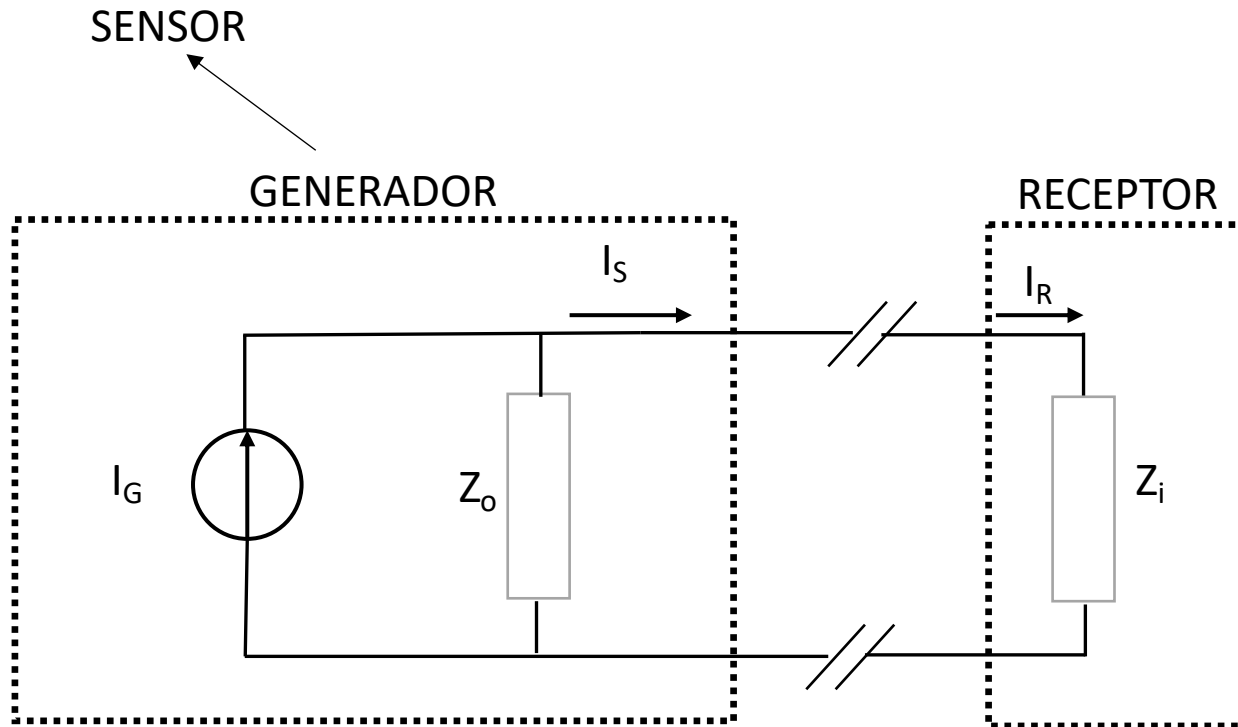
$$Z_i \gg Z_o \Rightarrow V_R \approx V_i$$

$$Z_i > \text{K}\Omega$$

$$Z_o \sim \Omega$$

# Interfaces E/S aplicación general. Analógicas

## VARIABLES ANALÓGICAS DE CORRIENTE



$$I_R = \frac{Z_o}{Z_i + Z_o} I_G$$

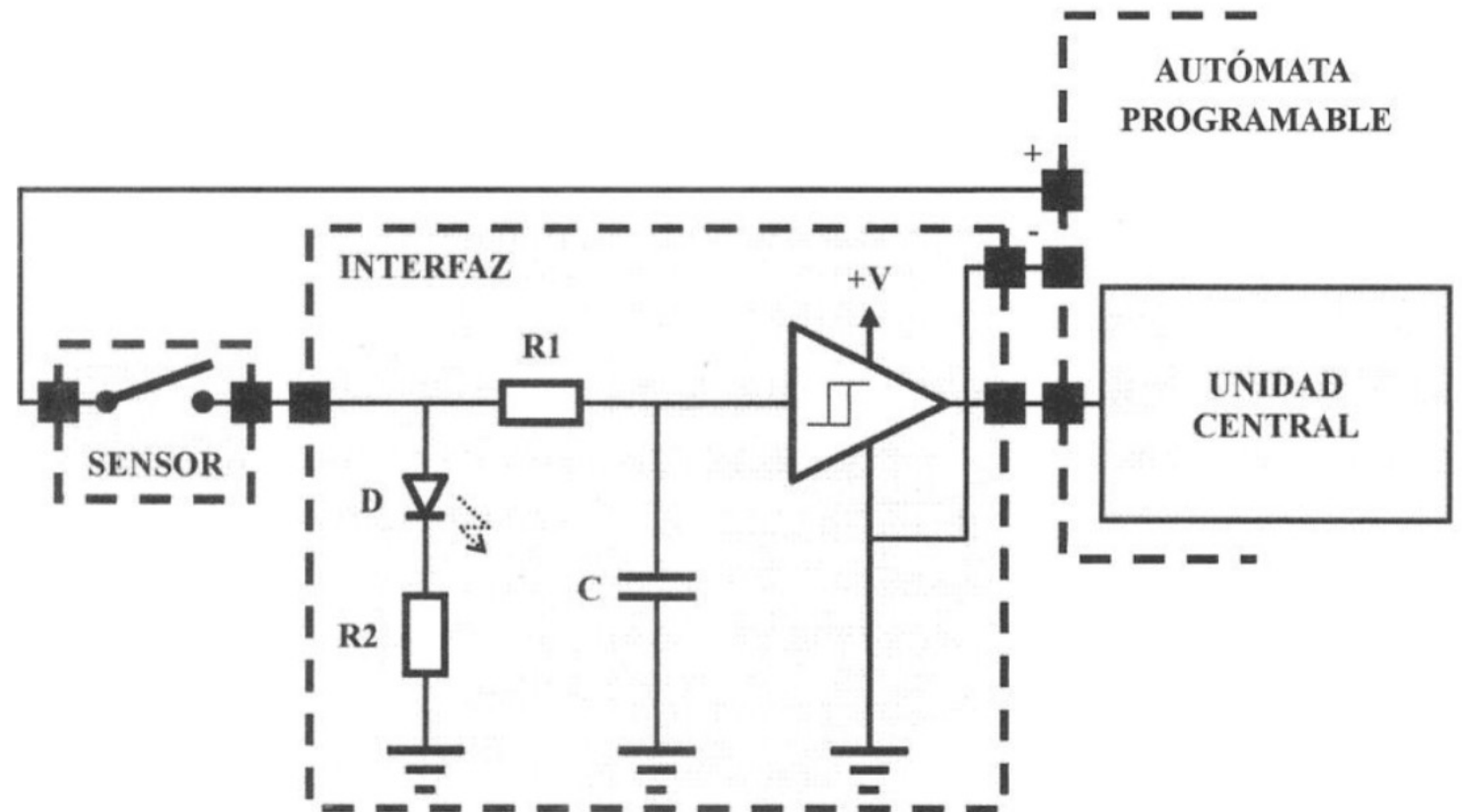
$$Z_i \ll Z_o \Rightarrow I_R \approx I_G$$

$$Z_o > \text{k}\Omega$$

$$Z_i \sim \Omega$$

# Interfaces Entrada digitales sin aislamiento galvánico.

- **Alimentación DC.**
- R1 y C: Filtro paso bajo ( $\tau \sim ms$ )
- D: LED que indica el estado de la entrada (ON-OFF).
- Uso cuando no hay riesgo de sobretensiones y cable conexión reducido.

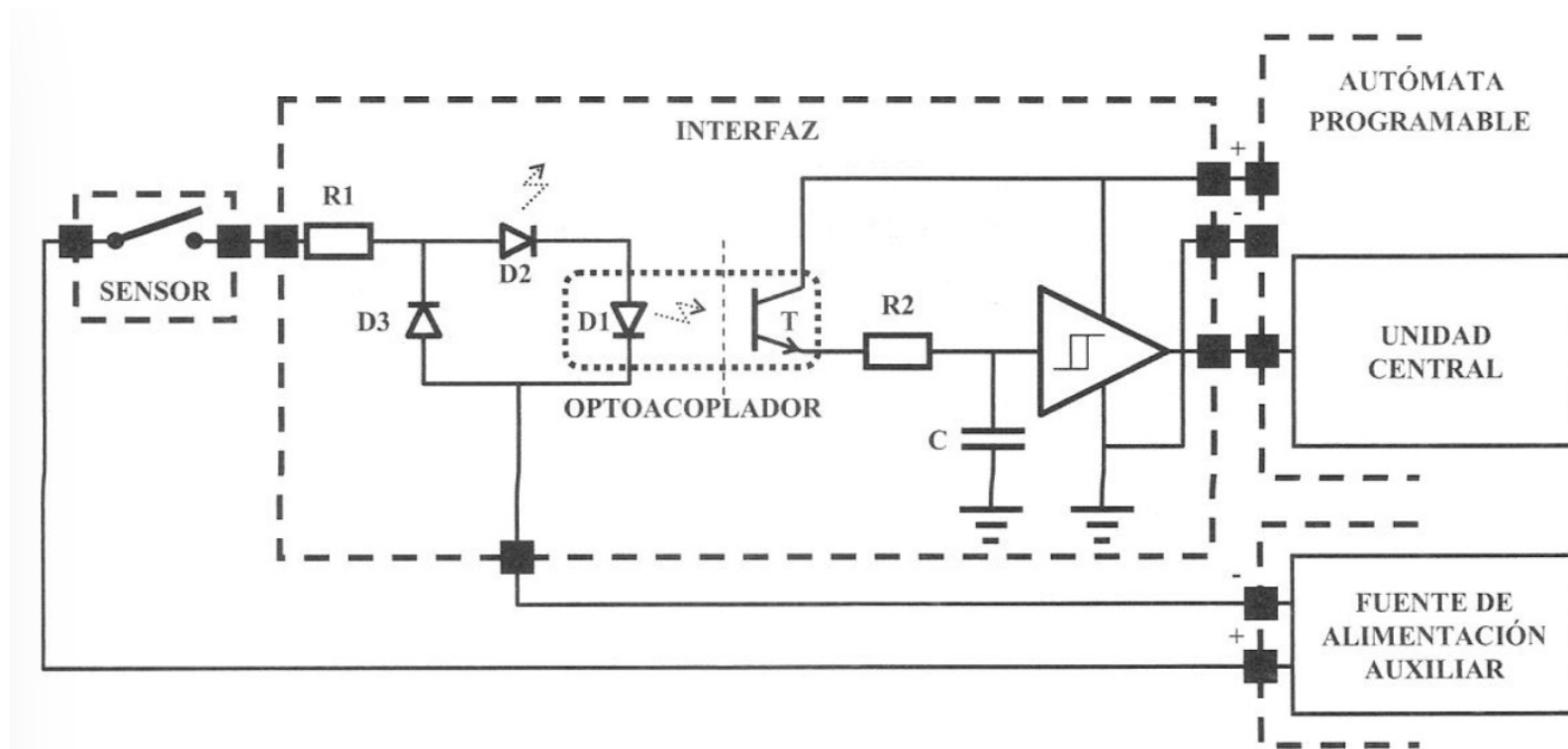


**Fuente:** Sistemas de automatización y autómatas programables. Mandado et al.

# Interfaces Entrada digital con aislamiento galvánico. DC

## Tipo contacto

- Salida sensor: Contacto libre de potencial o dispositivo electrónico



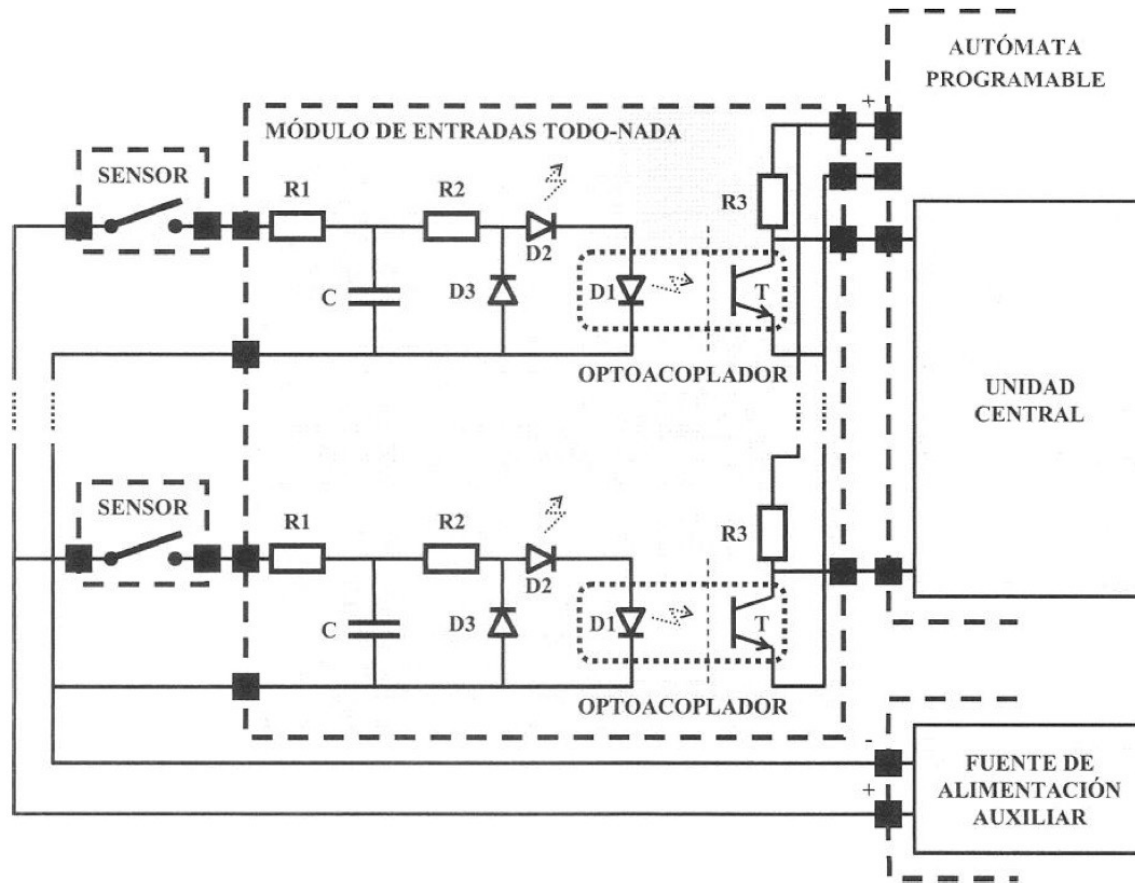
Sensor digital salida tipo contacto

# Interfaces Entrada digital con aislamiento galvánico. DC

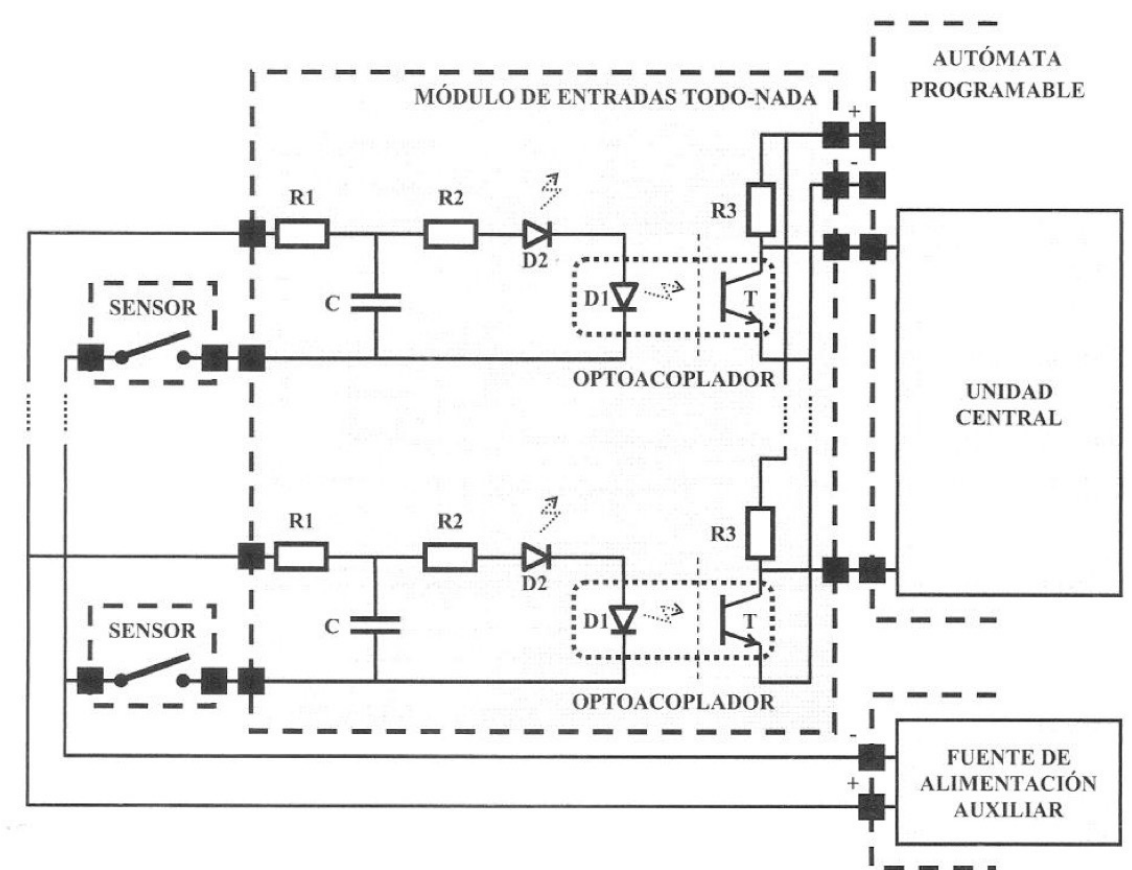
## Tipo contacto

- D2: Led luminoso que indica el estado de la entrada.
- D3: rectificador que protege de sobretensión a D1 y D2
- R2 y C: filtro paso bajo ( $\tau \sim ms$ ).
- La alimentación del diodo D1 la suele proporcionar una fuente de alimentación auxiliar.
- La entrada debe estar activa un tiempo mayor que  $T_{scan}$ .

# Interfaces Entrada digital con aislamiento galvánico. DC. Contacto



Entradas con terminal común negativo fuente de alimentación

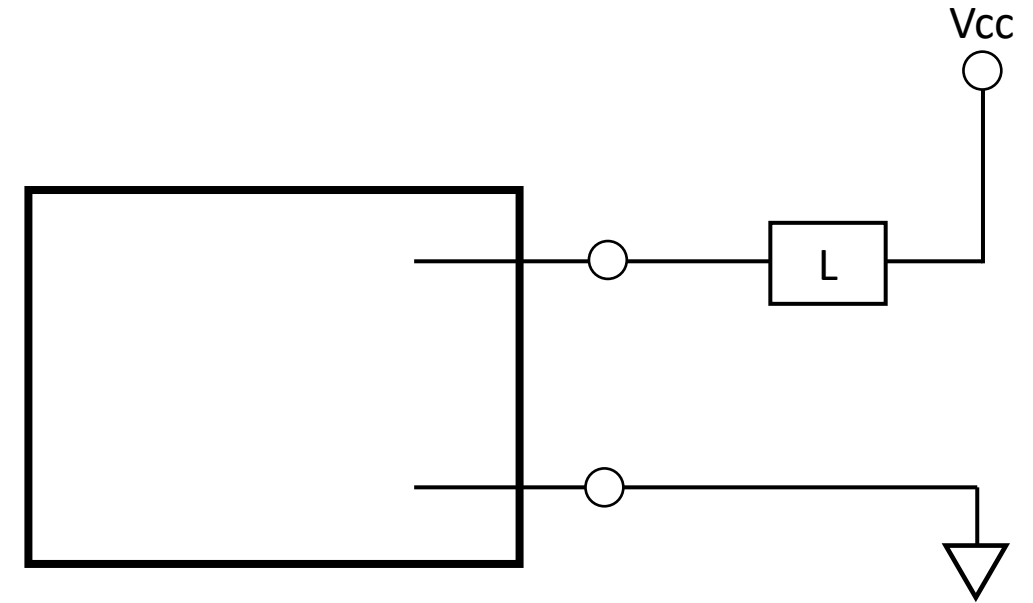


Entradas con terminal común positivo fuente de alimentación

**Fuente:** Sistemas de automatización y autómatas programables. Mandado et al.

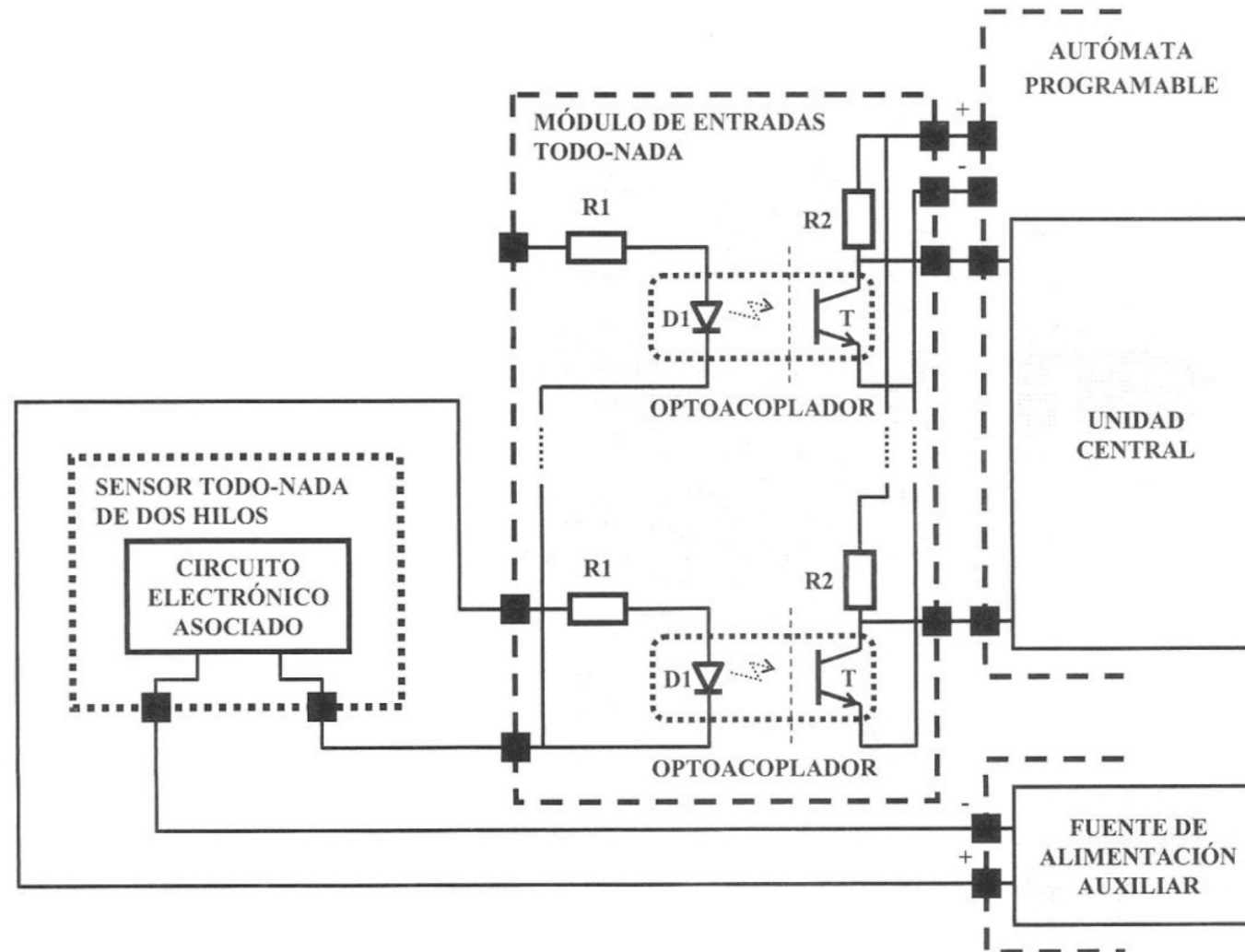
# Interfaces Entrada digital con aislamiento galvánico. DC 2 hilos.

- La alimentación se realiza a través de uno de los terminales de salida conectado a la carga (interfaz E del PLC).
- Corriente de alimentación del sensor debe ser menor que la corriente máxima por D1 para que no se interprete que la salida esté activada.
- Hay que consultar especificaciones del sensor y del PLC



**Fuente:** Automatización industrial. Roberto Sanchís, Julio Ariel Romero, Carlos Vicente Ariño. Universitat Jaume I

# Interfaces Entrada digital con aislamiento galvánico: DC 2 hilos

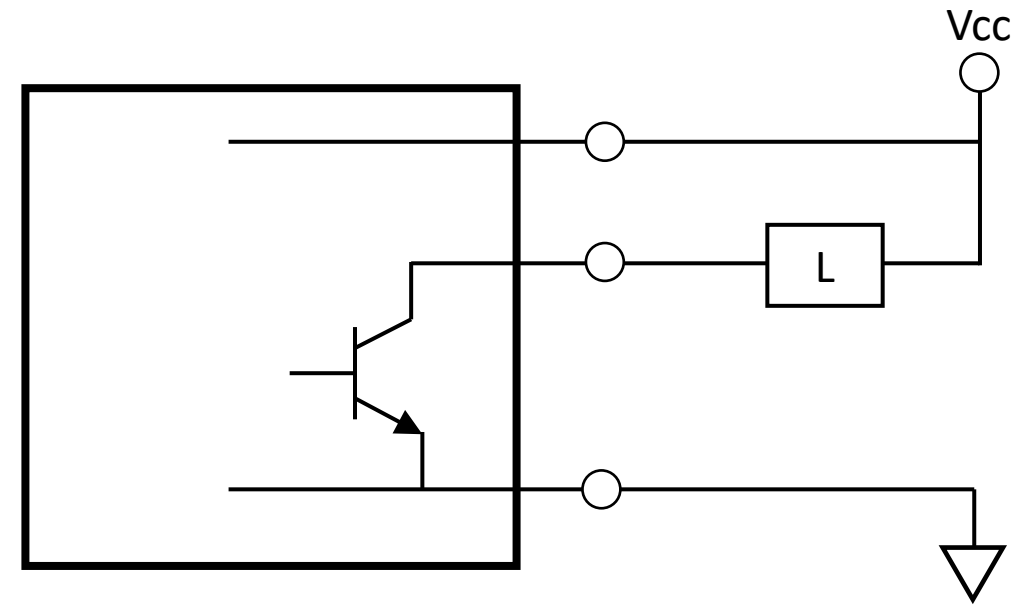


**Fuente:** Sistemas de automatización y autómatas programables. Mandado et al.



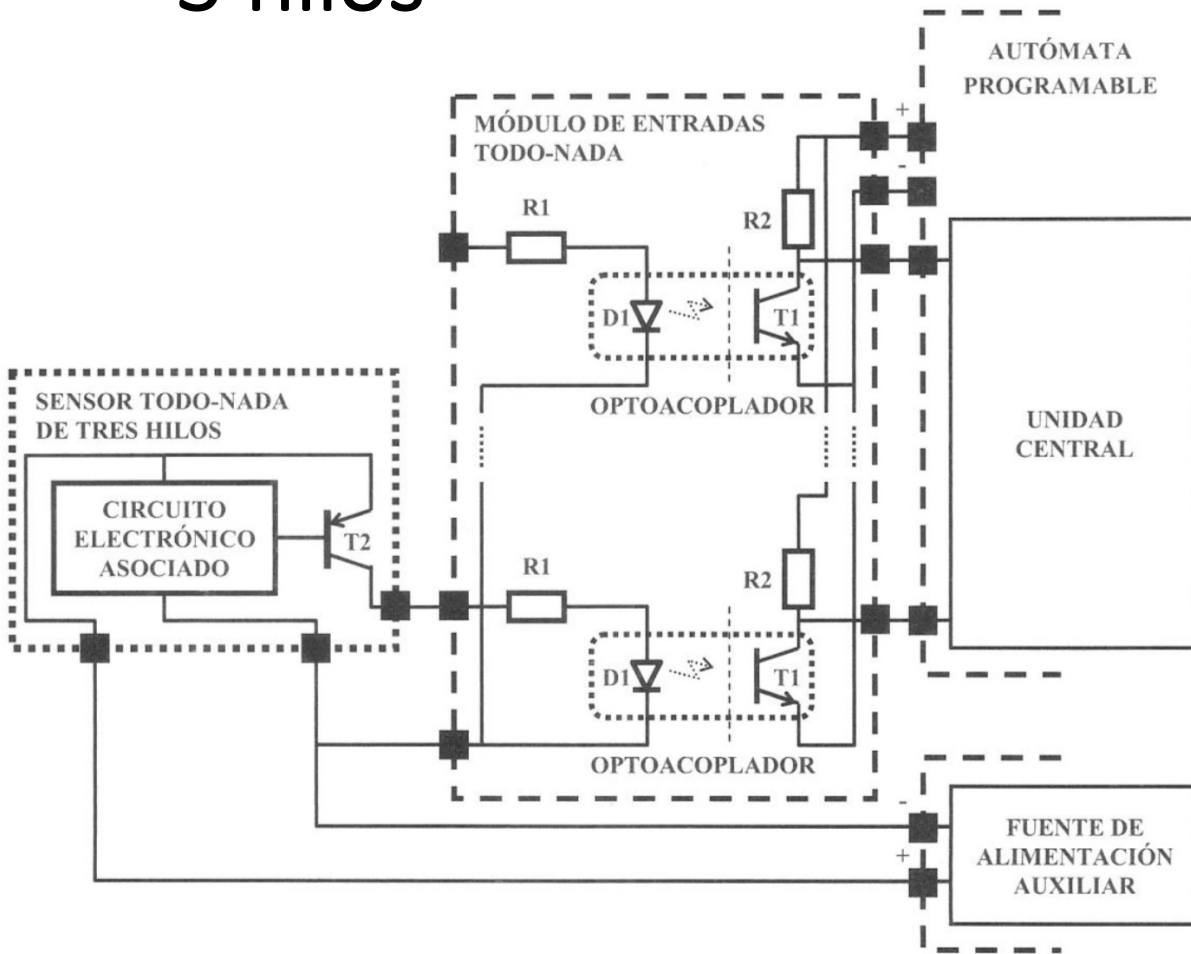
# Interfaces Entrada digital con aislamiento galvánico. DC 3 hilos

- La alimentación se realiza a través de un terminal distinto del de salida.

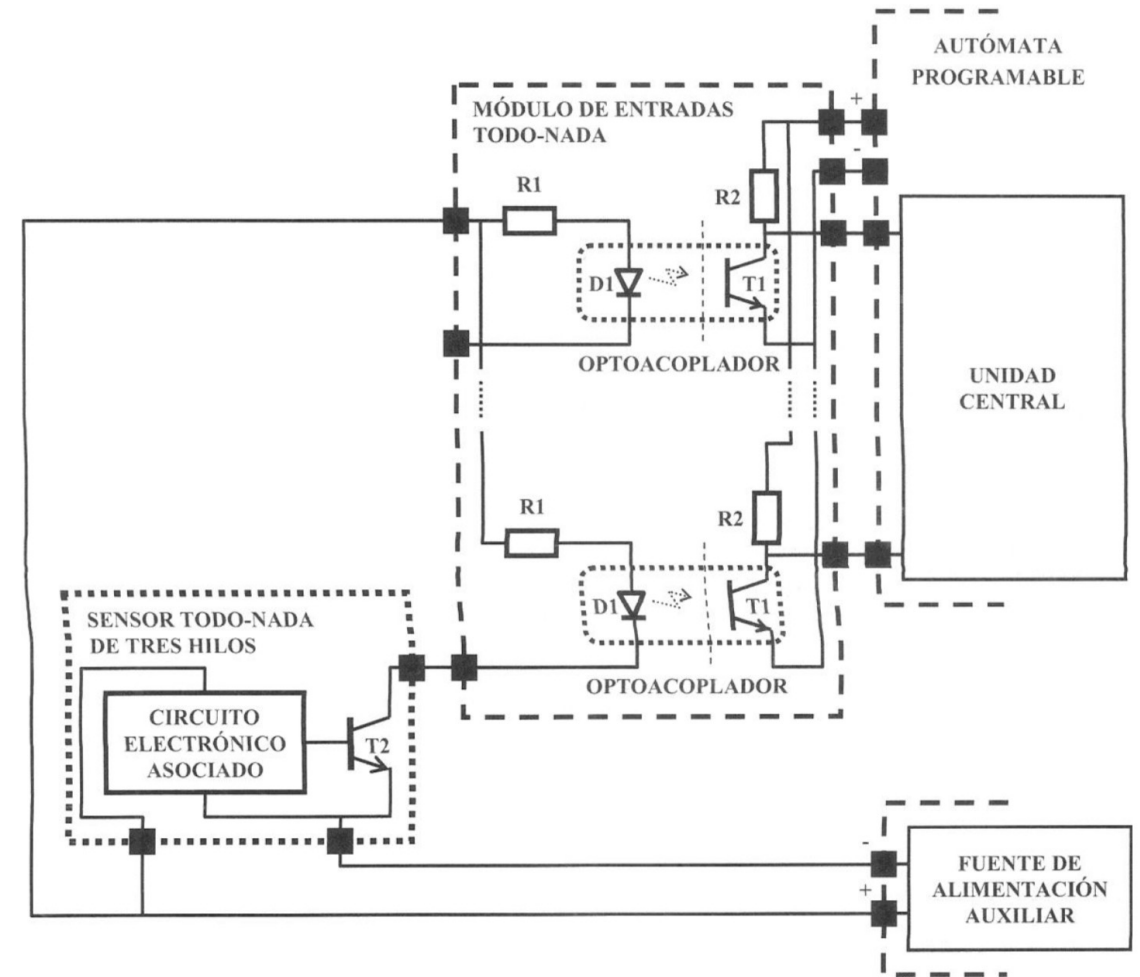


**Fuente:** Automatización industrial. Roberto Sanchís, Julio Ariel Romero, Carlos Vicente Ariño. Universitat Jaume I

# Interfaces Entrada digital con aislamiento galvánico. DC 3 hilos



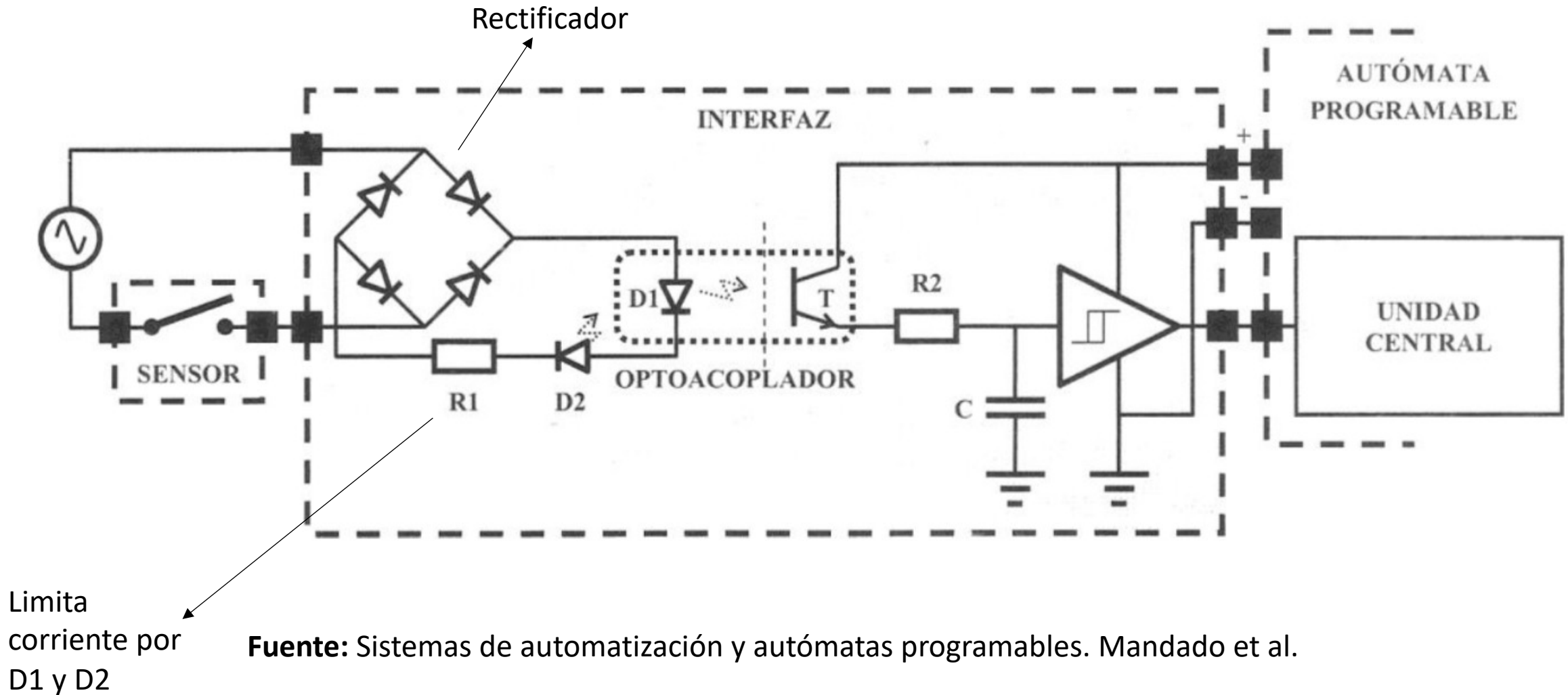
SALIDA PNP



SALIDA NPN

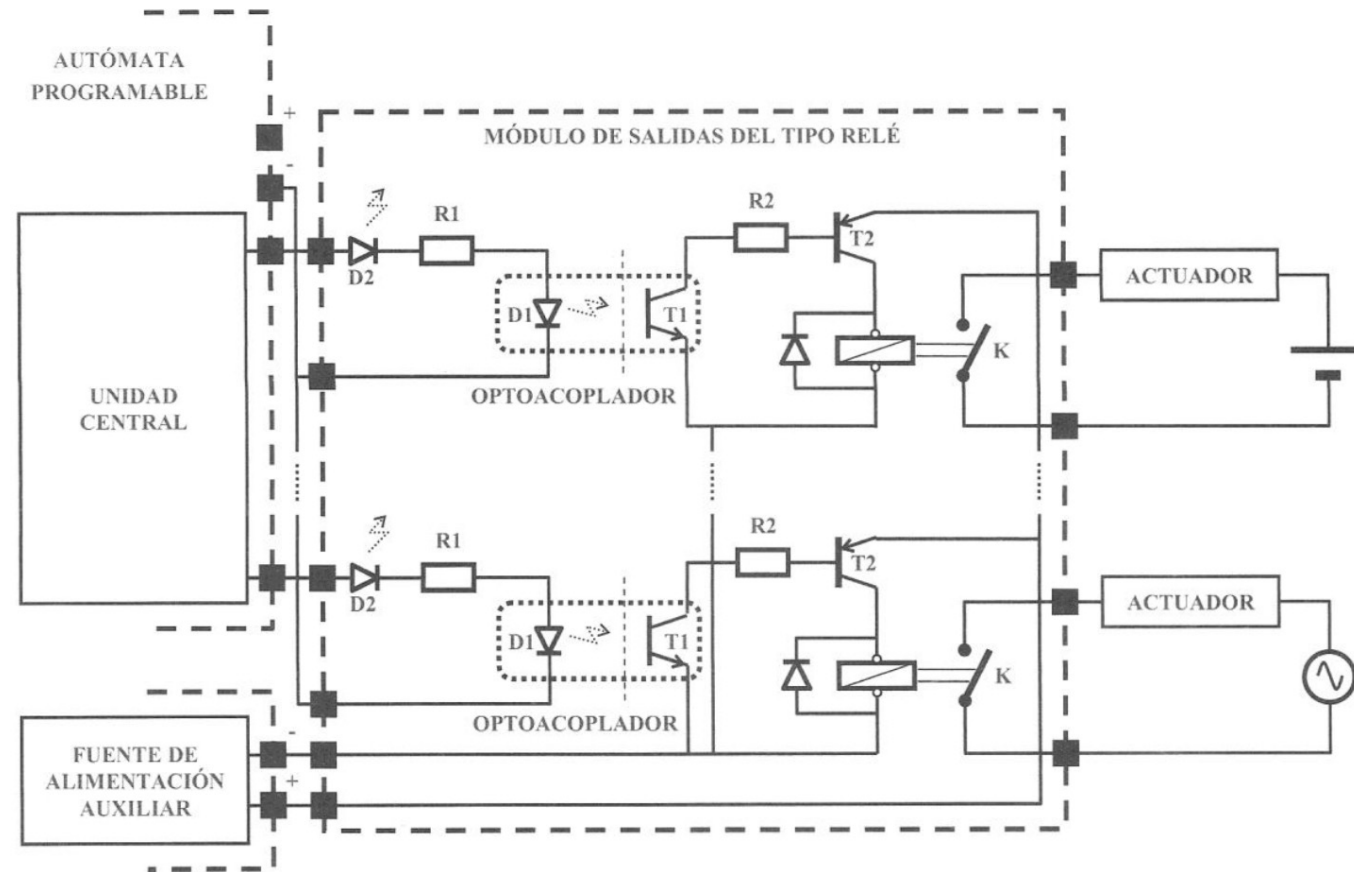
**Fuente:** Sistemas de automatización y autómatas programables. Mandado et al.

# Interfaces Entrada digital con aislamiento galvánico. AC



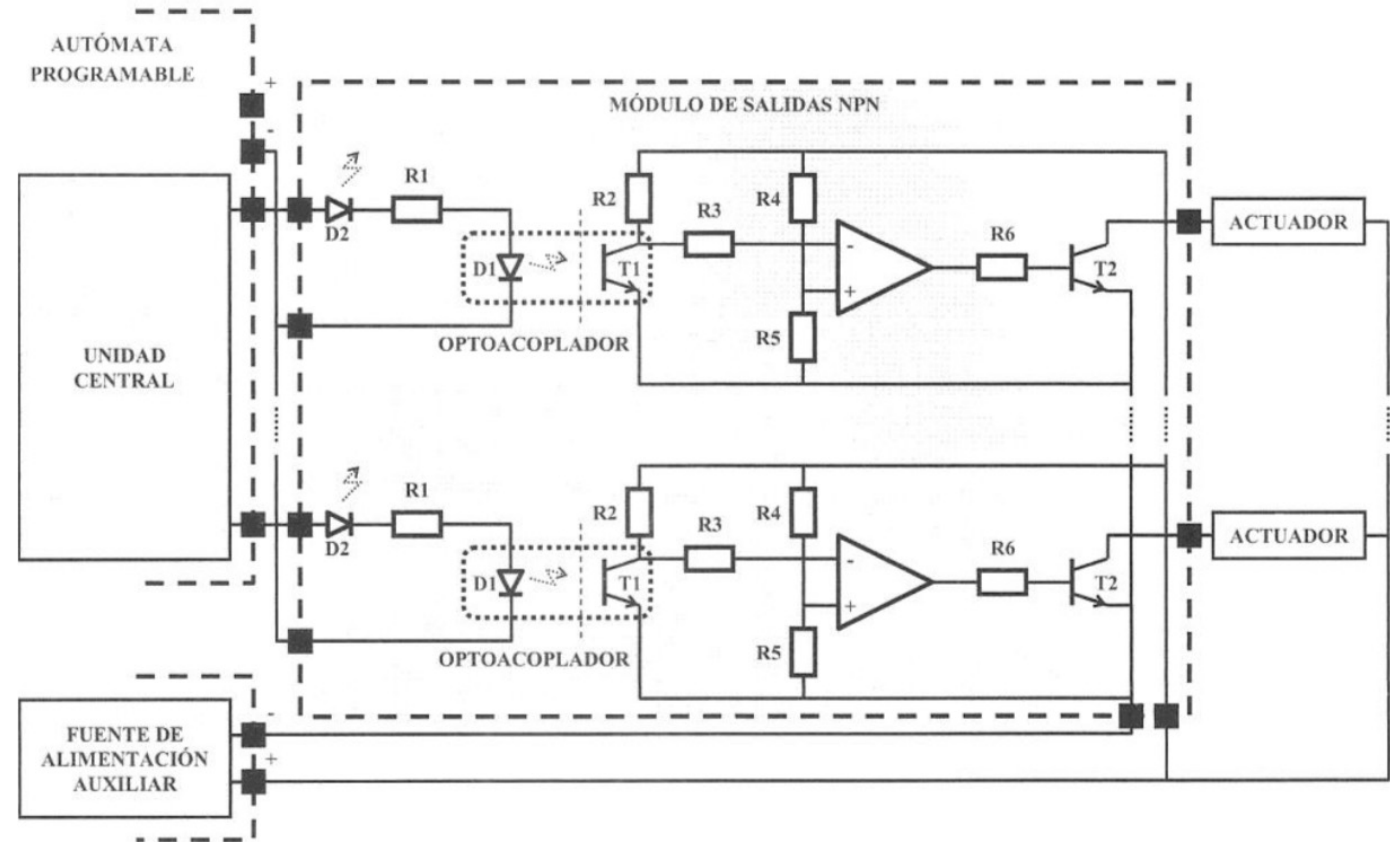
# Interfaces Salida digital. DC salida relé.

- Tiempo de conmutación (ms).
- Corrientes grandes
- Contactos NO ó NC (SPDT)
- Salidas libres de potencial (AC o DC)
- Las salidas suelen tener un terminal común (S7-1200) para reducir conexiones.



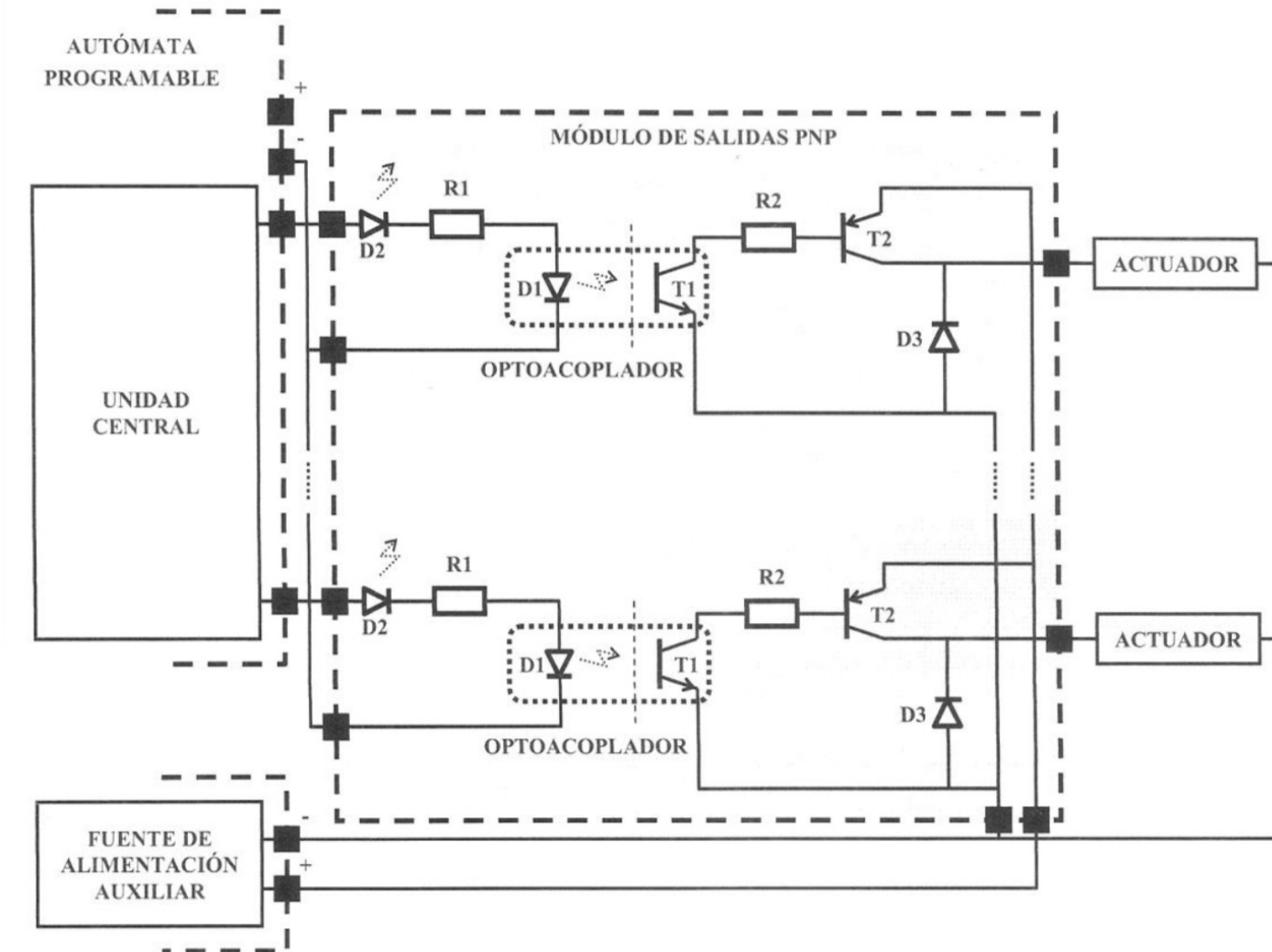
# Interfaces Salida digital. DC transistor NPN.

- Tiempo de conmutación (us).
- R2, R3, R4 y R5: comparador



**Fuente:** Sistemas de automatización y autómatas programables. Mandado et al.

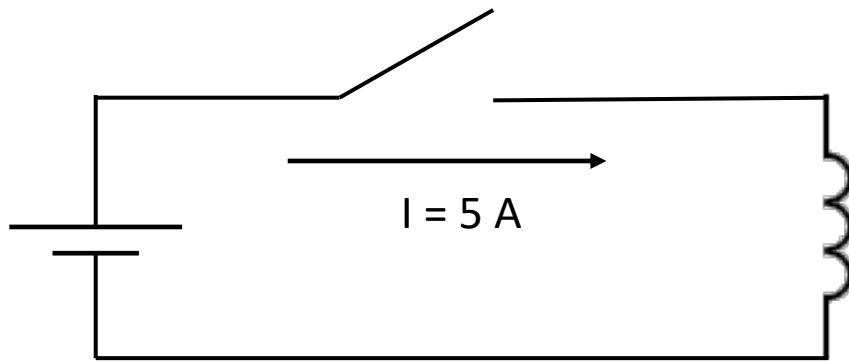
# Interfaces Salida Todo-Nada. DC transistor PNP.



**Fuente:** Sistemas de automatización y autómatas programables. Mandado et al.

# Protección salidas digitales

- Si tenemos una carga inductiva se debe eliminar la sobretensión que se produce (Ley Lenz) debido al corte de la corriente que circula por la bobina.



$$V_{c.e.m} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\Delta t = 10 \text{ ms}$$

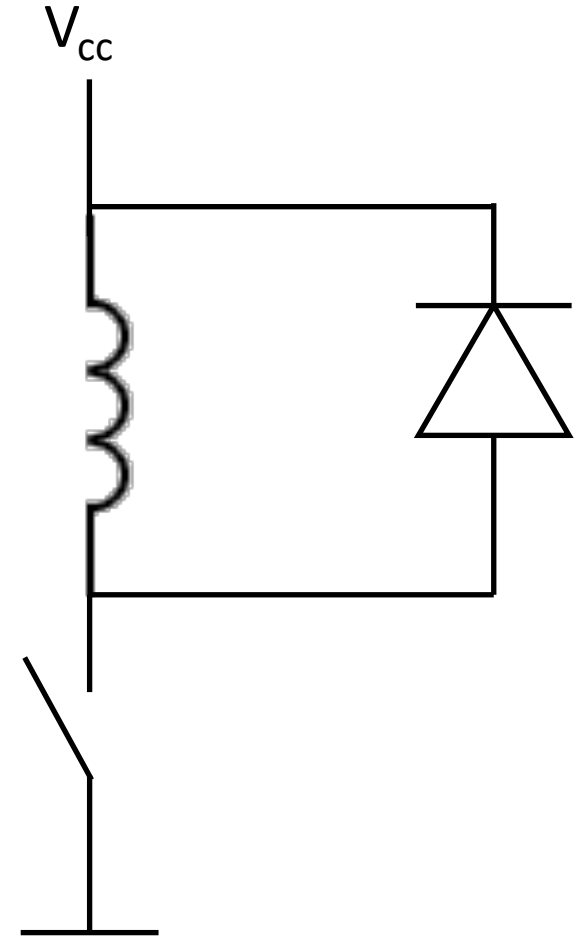
$$\Delta I = 5 \text{ A}$$

$$L = 500 \text{ mH}$$

$$V_{c.e.m} = -250 \text{ V}$$

# Protección salidas digitales

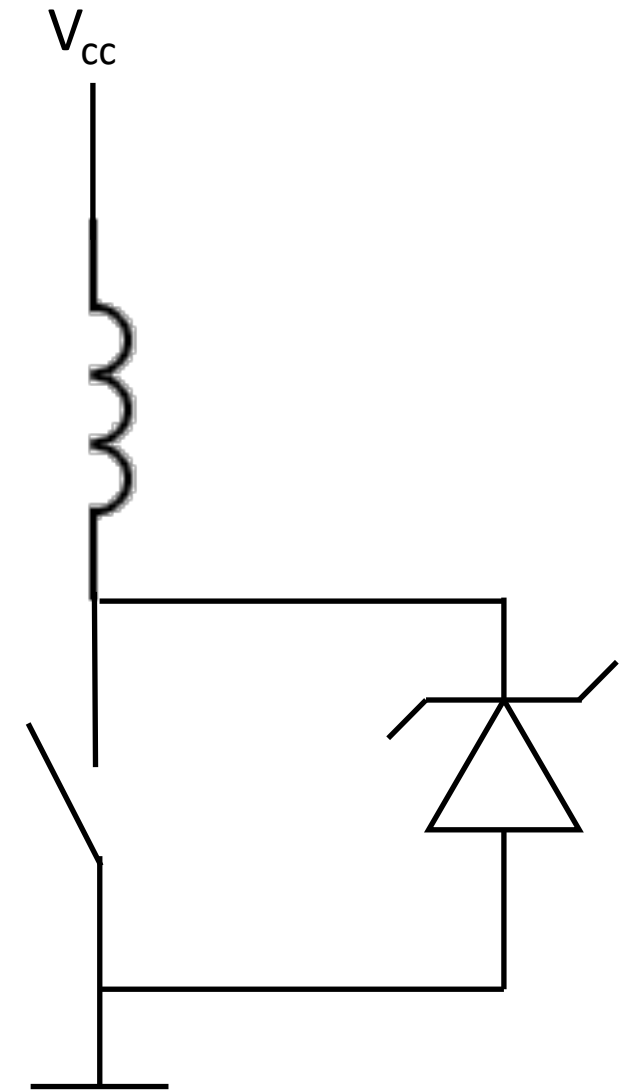
- Protección diodo rectificador:
  - Carga alimentada en DC.
  - Diodo polarizado en inversa
- Al abrirse el contacto la bobina se descarga a través del diodo
- Módulo más utilizado para variables de salida en DC.





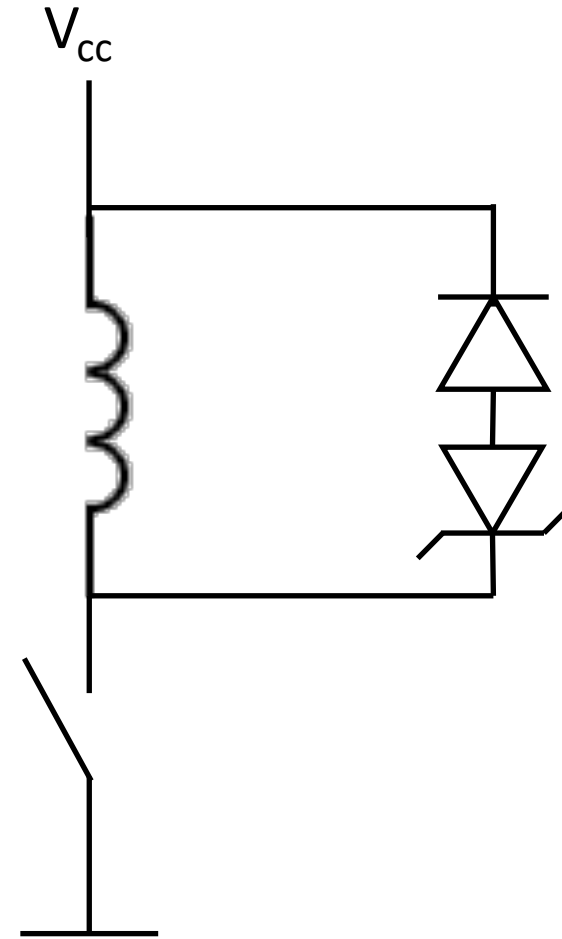
# Protección salidas digitales

- Protección diodo zéner:
  - Carga alimentada en DC.
  - Diodo zéner en paralelo con interruptor
- Al abrirse el contacto la bobina se descarga a través del diodo zéner y la fuente de alimentación.
- Cuando la tensión es menor que la tensión zéner la corriente se anula.



# Protección salidas digitales

- Protección diodo zéner+diodo:
  - Carga alimentada en DC.
  - Diodo y diodo zéner en paralelo con carga
- Al abrirse el contacto la bobina se descarga a través del diodo zéner y el diodo.
- Se anula antes la corriente (tensión menor que tensión zéner).



# Interfaces entrada analógicas

- Hay numerosos sensores que proporcionan una variable analógica (nivel llenado de un depósito) en forma de tensión o corriente.
- Rangos de tensión: 0 V a 5 V, 1 V a 5 V, 0 V a 10 V, -10V a +10 V, -1 V a +1 V....
- Rango de corriente: 0 a 20 mA, -20 mA a 20 mA y de 4 mA a 20 mA
- Podemos transformar un tipo de variable en otra, por ejemplo señal 4 mA a 20 mA se puede transformar en 1 V a 5 V con resistencia de 250  $\Omega$ .

# Interfaces entrada analógicas. Tensión

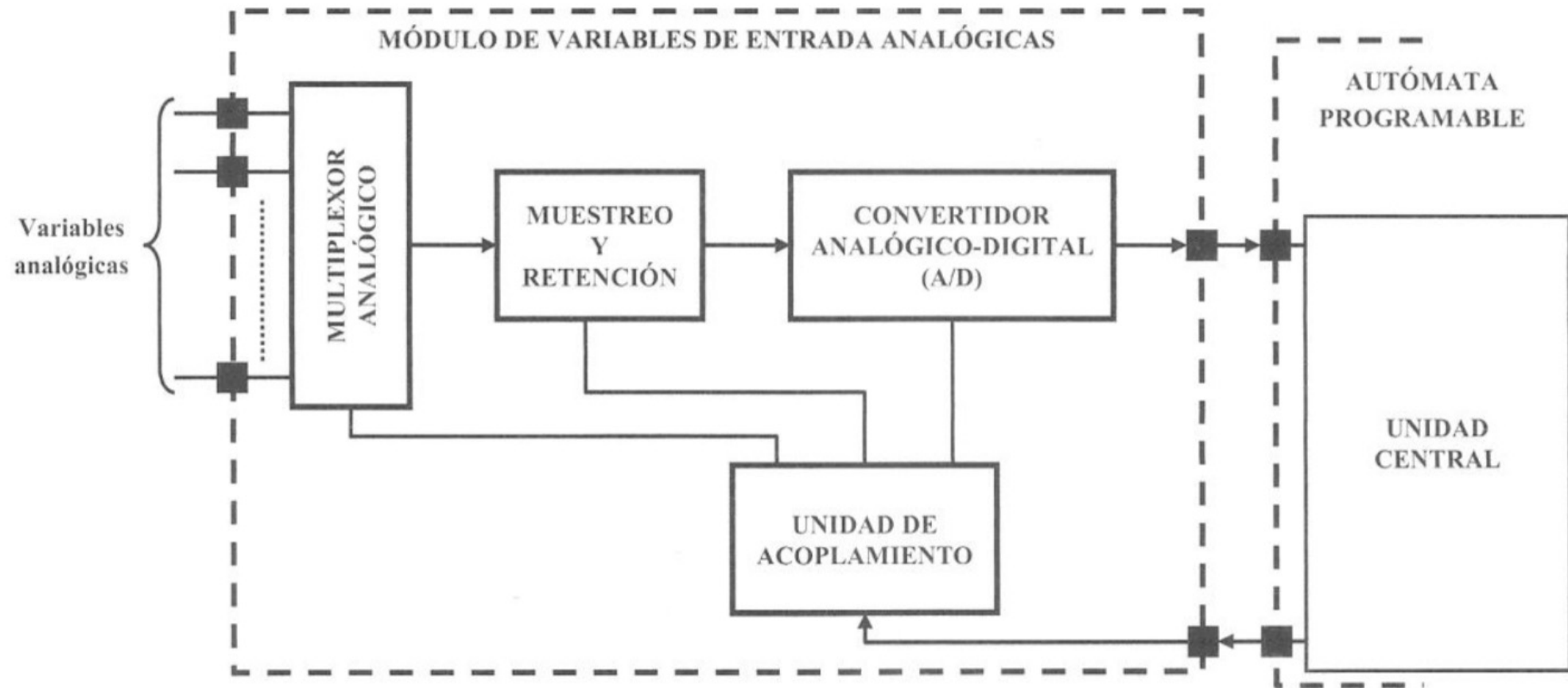
- $Z_i \sim K\Omega$  ó  $M\Omega$
- Sensibles a interferencias electromagnéticas.
- Ejemplo: Variable analógica de -10 V a 10 V:
  - 16 bits
  - Bit 15: signo
  - Magnitud: bits 3 a 14
  - 2048 a -2048: Rango -10 V a 10 V
  - Rebasamiento
  - Bit E: desbordamiento

VARIABLE DE ENTRADA ANALÓGICA DE TENSIÓN EN FORMATO DIGITAL																		
Valor Decimal	Entrada (V)	15	14	13	12	11	10	9	8	8	6	5	5	3	2	1	0	Nº de Bit
		BS	$2^{11}$ 2048	$2^{10}$ 1024	$2^9$ 512	$2^8$ 256	$2^7$ 128	$2^6$ 64	$2^5$ 32	$2^4$ 16	$2^3$ 8	$2^2$ 4	$2^1$ 2	$2^0$ 1		E	D	Significado
≥4096	20,000	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	Desbordamiento
4095	19,995	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	Rebasamiento
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2049	10,0048	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	Rango De Operación
2048	10,000	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2047	9,995	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	0,0156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	
2	0,0097	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
1	0,0058	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
-1	-0,0058	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	
-2	-0,0097	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	
-3	-0,0156	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	
-5	-0,0195	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-2048	-10,000	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
-2049	-10,0048	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Desbordamiento
-4095	-19,995	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
≤-4096	-20,000	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	

# Interfaces entrada analógicas

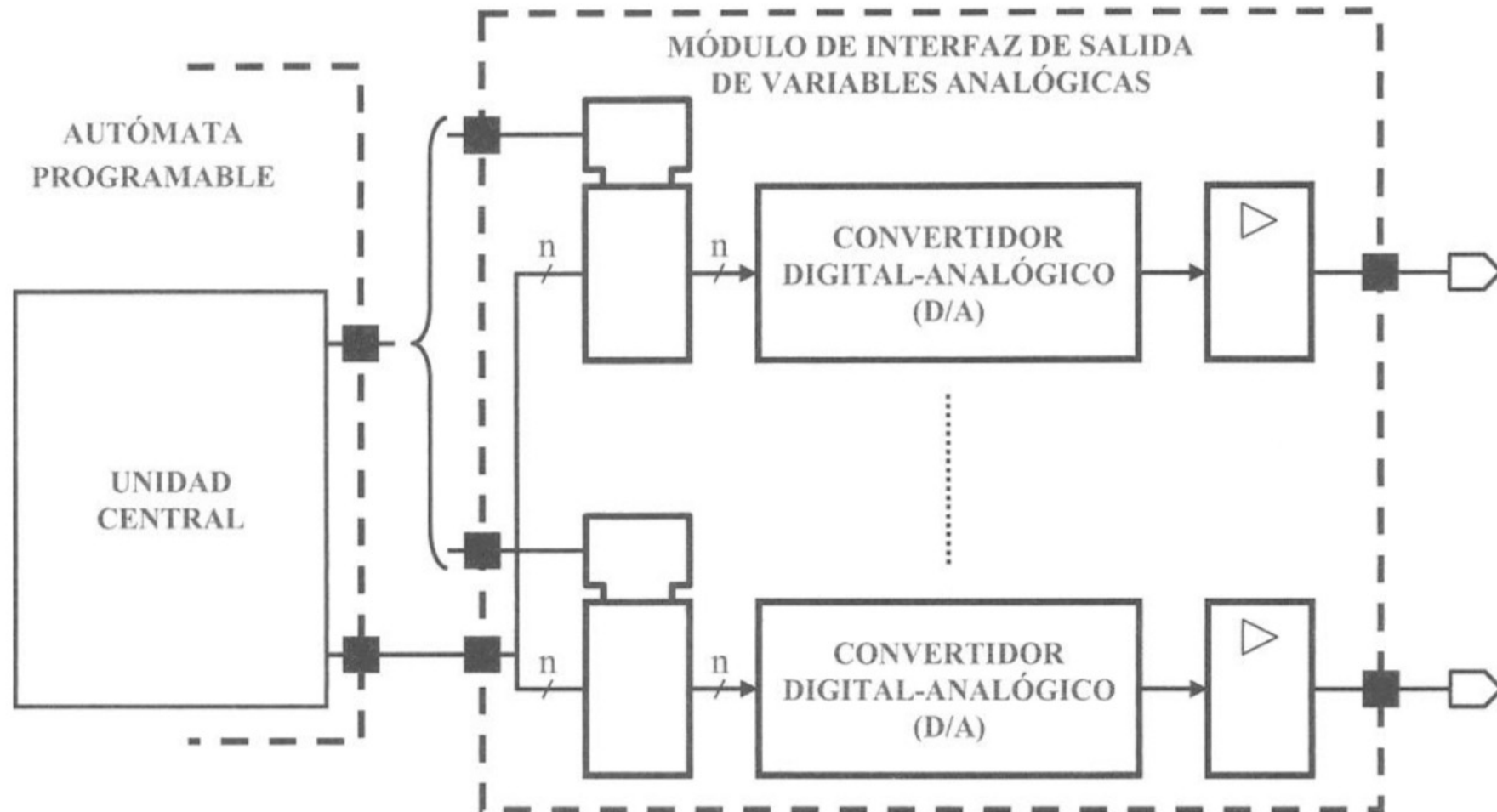
- La *unidad de acoplamiento* selecciona a través del Multiplexor la variable analógica.
- El *circuito de muestreo y retención* mantiene el valor de la variable mientras se realiza la conversión A/D.
- El conversor A/D realiza la conversión de la variable analógica a un valor digital de n bits ( $\sim \mu s$ )
- Cuanto mayor es el valor de n mayor precisión se tendrá en el proceso de conversión. Siemens: 12 a 16 bits.
- Ejemplo: Variable -1 V a +1 V y conversor A/D 12 bits:
  - Resolución =  $2 / 4096 = 0.58 \text{ mV/bit}$

# Interfaces entrada analógicas



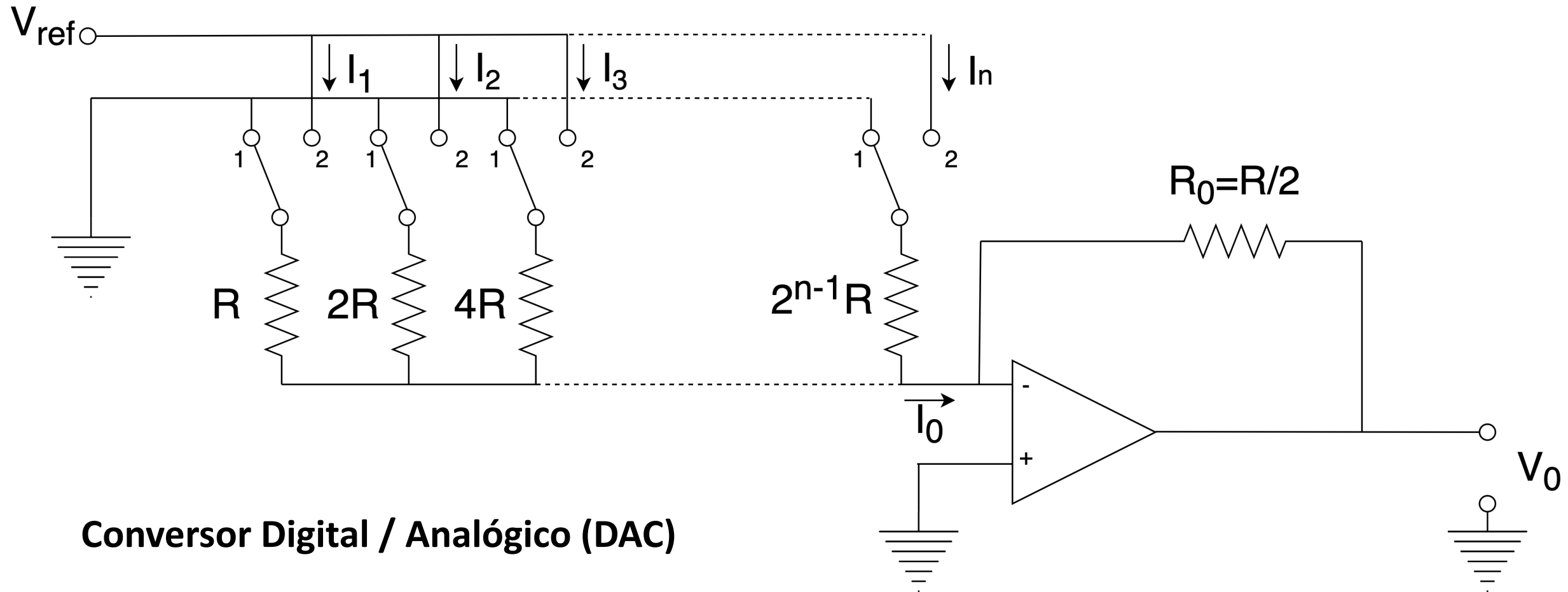
**Fuente:** Sistemas de automatización y autómatas programables. Mandado et al.

# Interfaces salida analógica



**Fuente:** Sistemas de automatización y autómatas programables. Mandado et al.

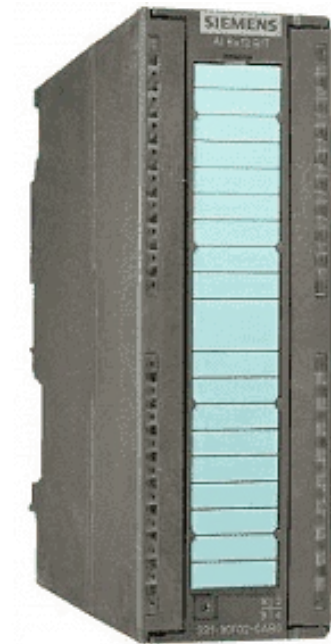
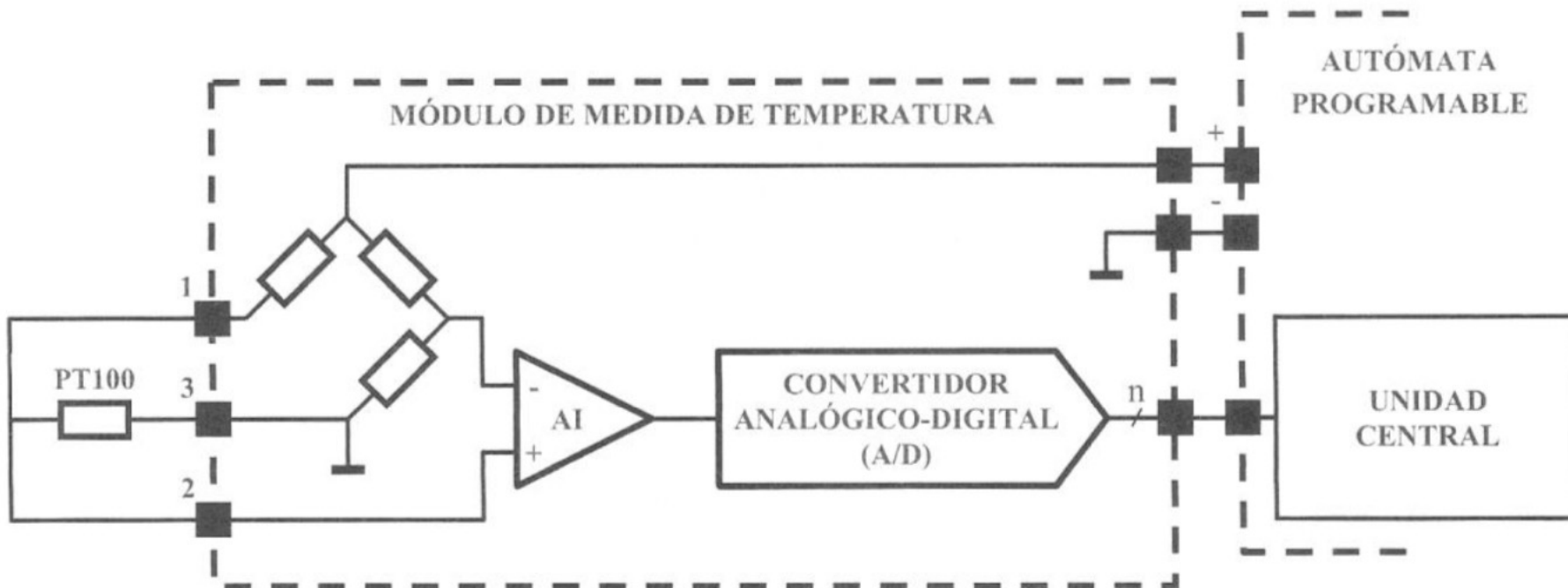
# Interfaces salida analógica





# Interfaces aplicación específica

## Medida de temperatura

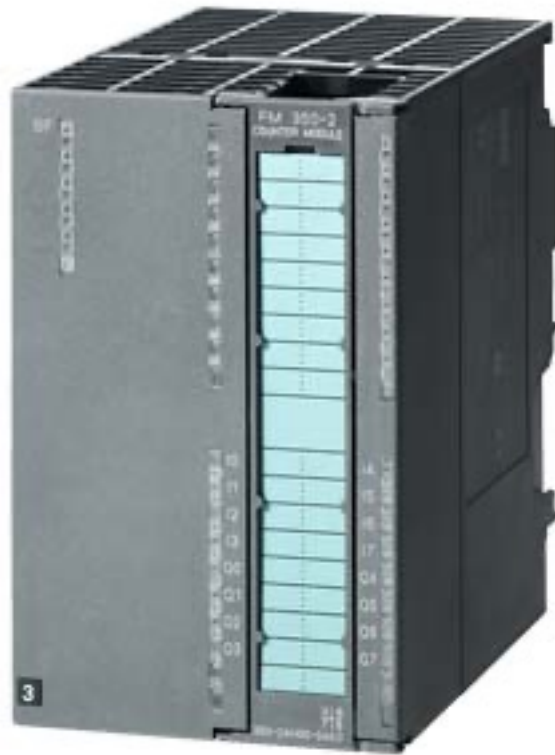


SM 331

**Fuente:** Sistemas de automatización y autómatas programables. Mandado et al.

# Interfaces aplicación específica

Contaje



FM 350

E/S remotas



NX -OMRON

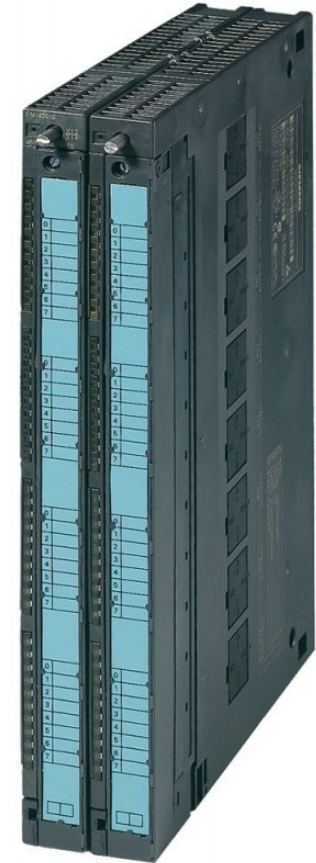
# Interfaces aplicación específica

Posicionamiento



Omron

PID



FM 455

$$r(t) = K_p e(t) + K_i \int e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt}$$

# BIBLIOGRAFÍA

- **Sistemas de automatización y autómatas programables.** Enrique Mandado, Jorge Acevedo, Celso Fernández, Ignacio Armesto, José Luis Rivas, José María Núñez. Ed. Marcombo.
- **Autómatas Programables.** Josep Barcells y José Luís Romeral. Ed. Marcombo.
- **Automatización Industrial.** Robero Sanchís, Julio Ariel Romero y Carlos Vicente Ariño. Ed. Universitat Jaume I.