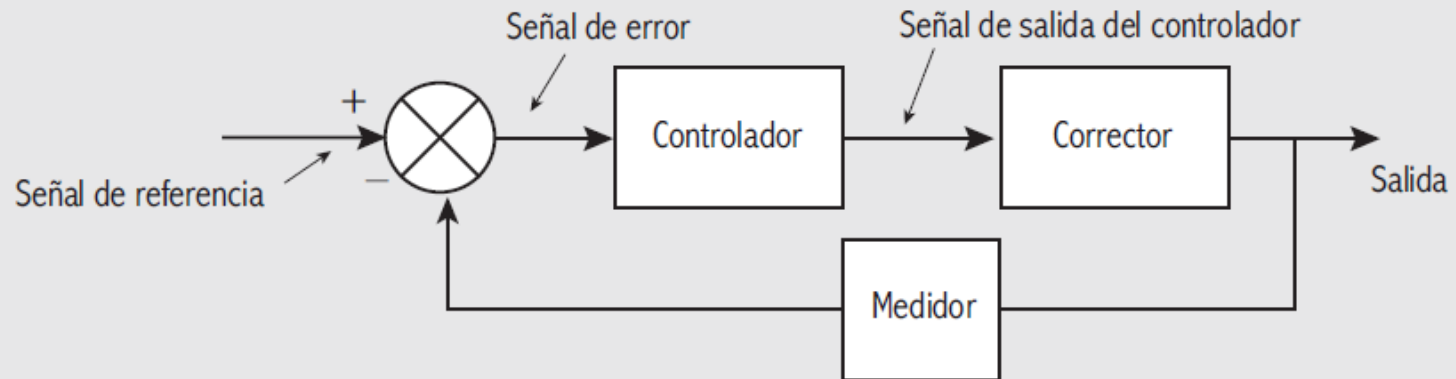


# **Controladores lógicos programables**

## **Capitulo 7**

***Libro: Teoría de Control para Informáticos***

# Ubicación del controlador en el sistema de control



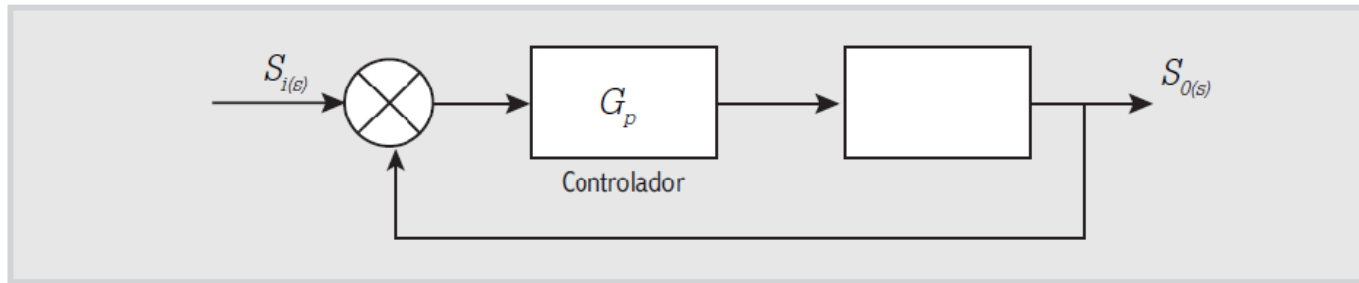
# Tipos de controladores

La relación entre la entrada y la salida del controlador se denomina “**ley de control**” y, de acuerdo con ella, éste puede ser:

- Proporcional.
- Integral.
- Derivativo.
- Proporcional integral.
- Proporcional derivativo.

***El controlador en un sistema de lazo cerrado se encuentra ubicado en el trayecto directo y tiene como entrada la señal de error. Su salida se convierte en la entrada al elemento corrector.***

# Controlador proporcional



$$T(s) = \frac{Gp}{s(s + 1)}$$

El sistema es tipo 1, si la entrada  $S_i(s)$  es un escalón el error será:

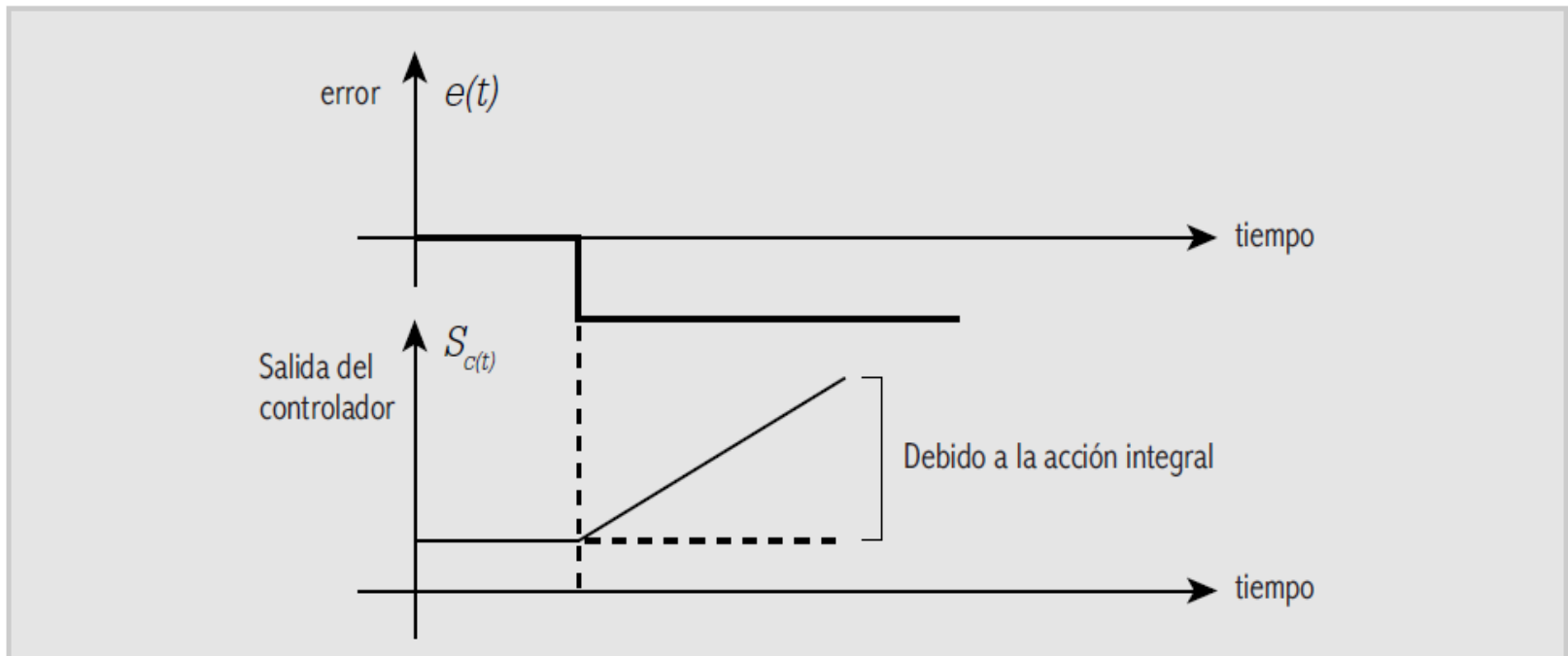
$$E(s) = \lim_{s \rightarrow 0} \left[ s \cdot \frac{1}{1 + T(s)} \cdot S_i(s) \right]$$

$$\text{donde } S_i(s) = \frac{1}{s}; \quad T(s) = \frac{Gp}{s(s + 1)} \therefore$$

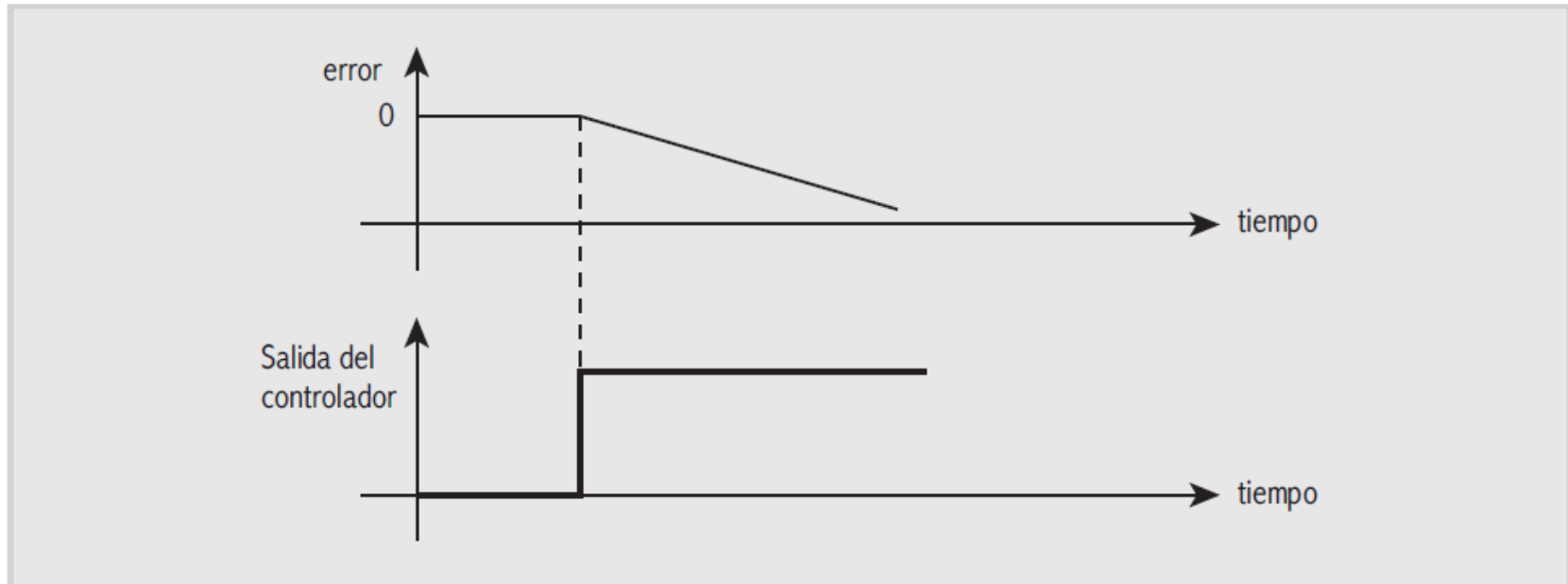
$$E(s) = \lim_{s \rightarrow 0} \left[ s \cdot \frac{1}{1 + \frac{Gp}{s(s + 1)}} \cdot \frac{1}{s} \right] = \frac{1}{\infty} = 0$$

# Controlador integral

En los controladores integrales la salida del controlador es proporcional a la integral de la señal de error, como se indica en la figura



# Control derivativo

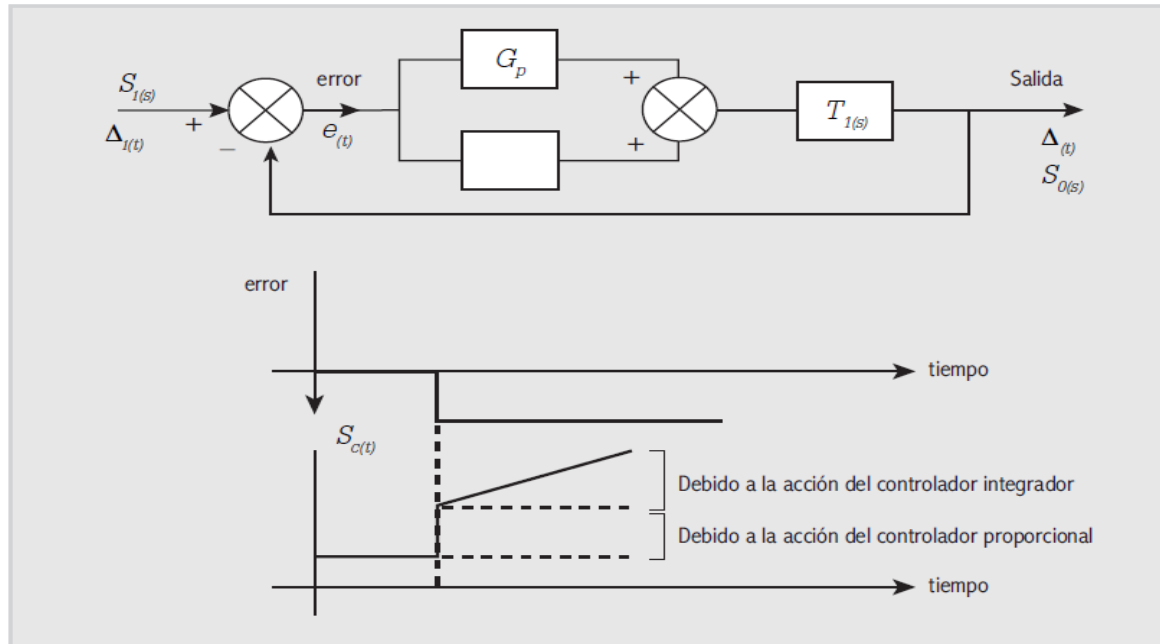


Controlador derivativo.

$$Salida = G_d \cdot \frac{de(t)}{dt} \quad (\text{función transferencia})$$

donde  $e(t)$  = señal de error de entrada al controlador.

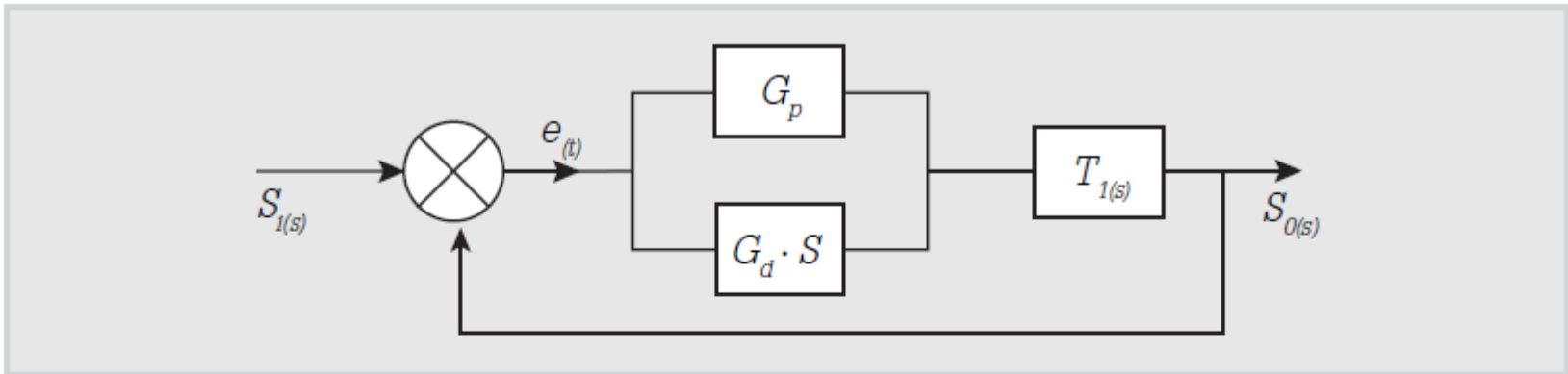
# Controlador proporcional integral



Salida del circuito  $\Delta(t) = G_p \cdot e(t) + G_i \int_0^t e(t) dt$

pasando a la señal de salida  $\rightarrow S_o(s) = \frac{G_p \cdot [s + (1/\frac{G_p}{G_i})]}{s}$  donde  $\frac{G_p}{G_i}$  se denomina constante de tiempo integral

# Control Proporcional derivativo



Controlador proporcional derivativo.

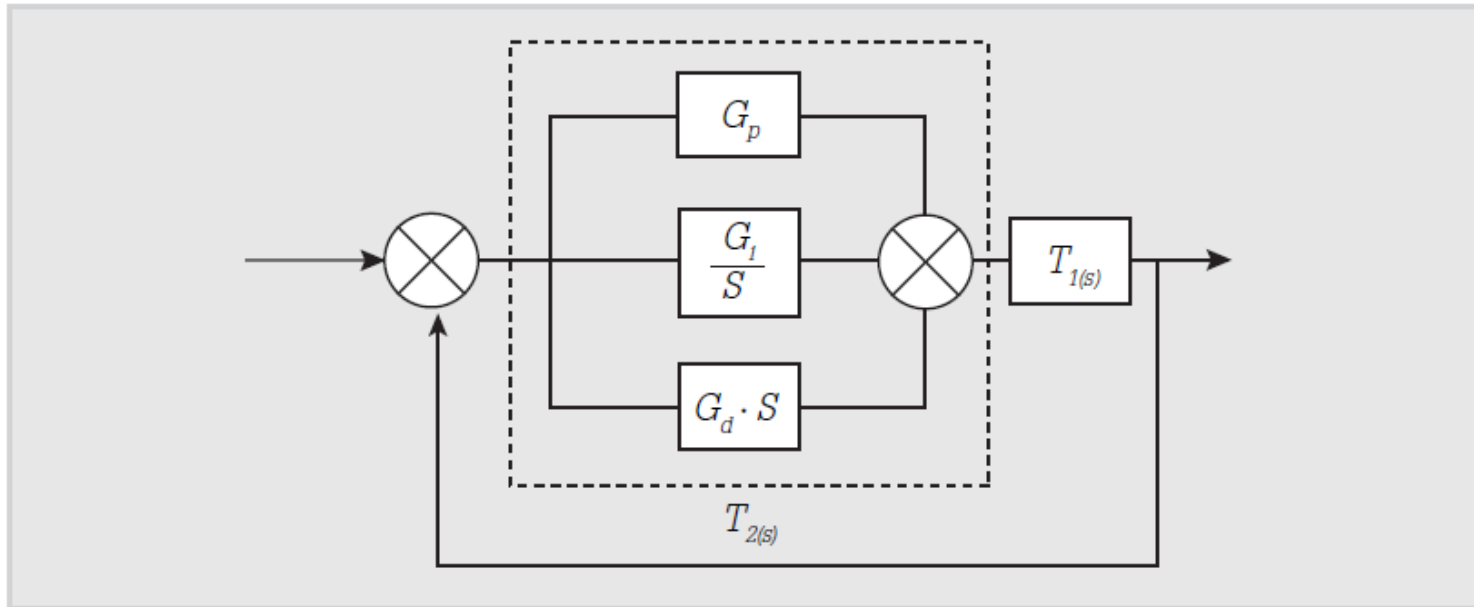
$$T(s) = (G_p + G_d \cdot s) T_1(s)$$

$$T(s) = G_d \left[ \frac{1}{\frac{G_p}{G_d}} + s \right] T_1(s)$$

donde  $\frac{G_p}{G_d}$  se denomina constante de tiempo derivativo.



# Controlador PID



Controlador PID.

$$Salida = G_p \cdot e(t) + G_i \int_0^T e(t) dt + G_d \frac{de(t)}{dt}$$

$$T_2(s) = G_p + \frac{G_i}{s} + G_d \cdot s$$

# Procesos discretos secuenciales

Diagrama de flujo

Diagrama de funciones secuenciales

Diagrama escalera

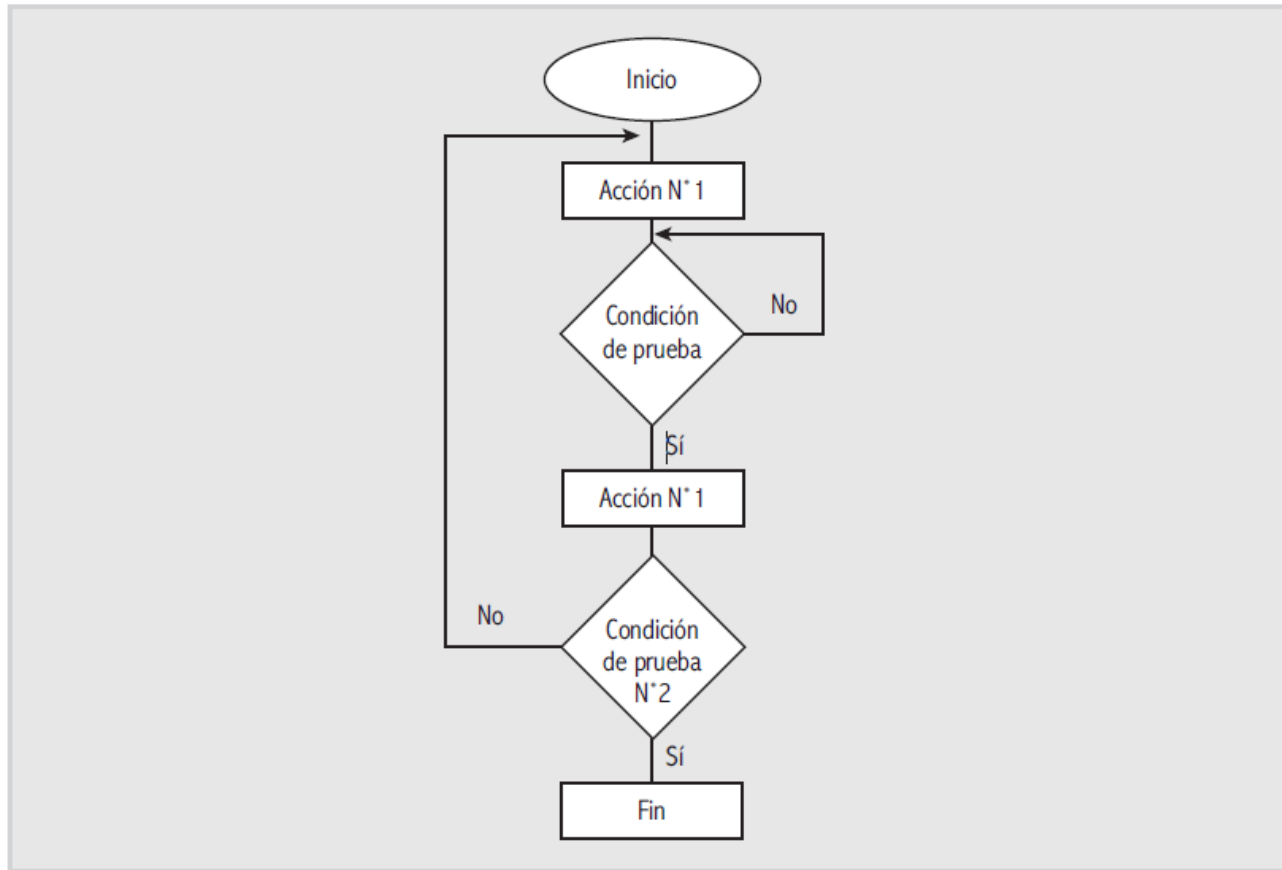
Diagrama de tiempo

Lenguaje por lista de instrucciones (IL)

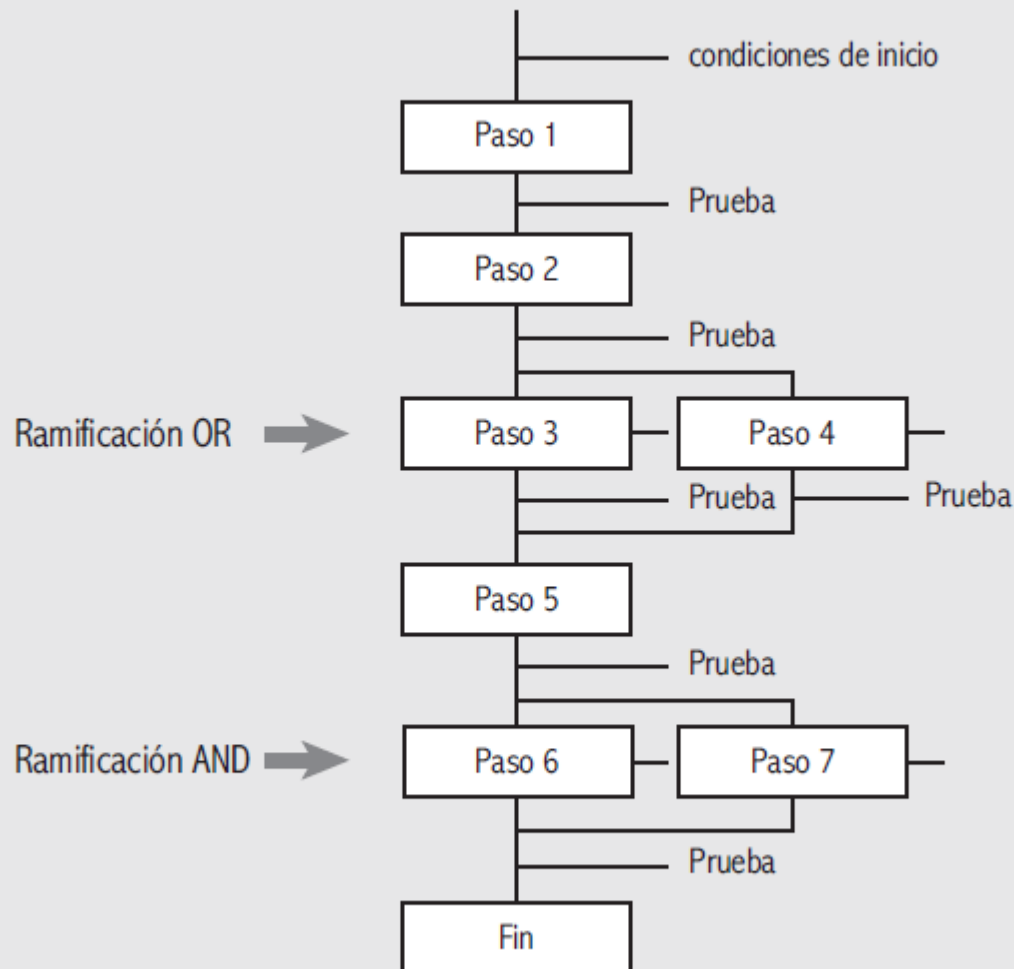
Gráfico de orden etapa transición

Plano de funciones lógicas

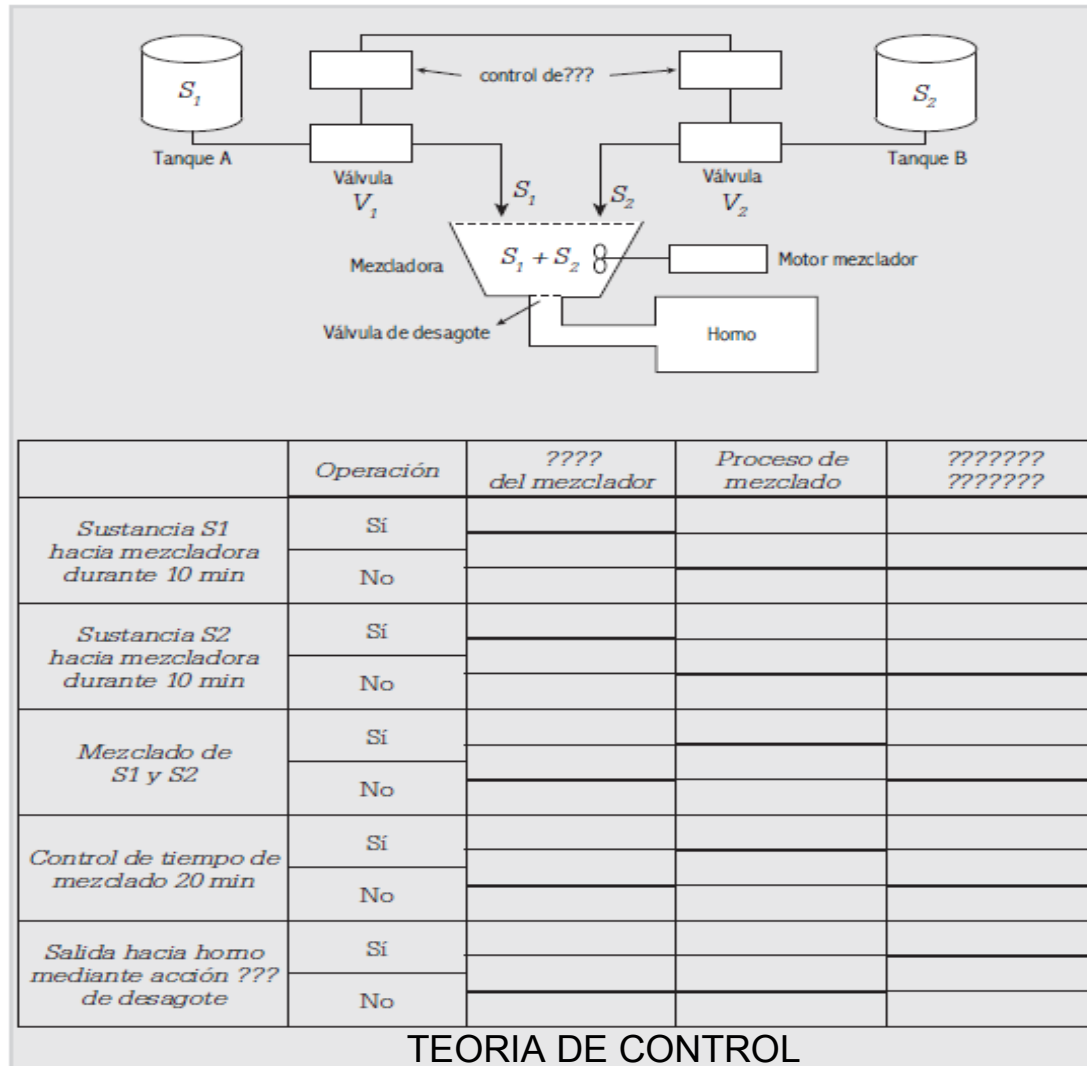
# Ejemplo de diagrama de flujo



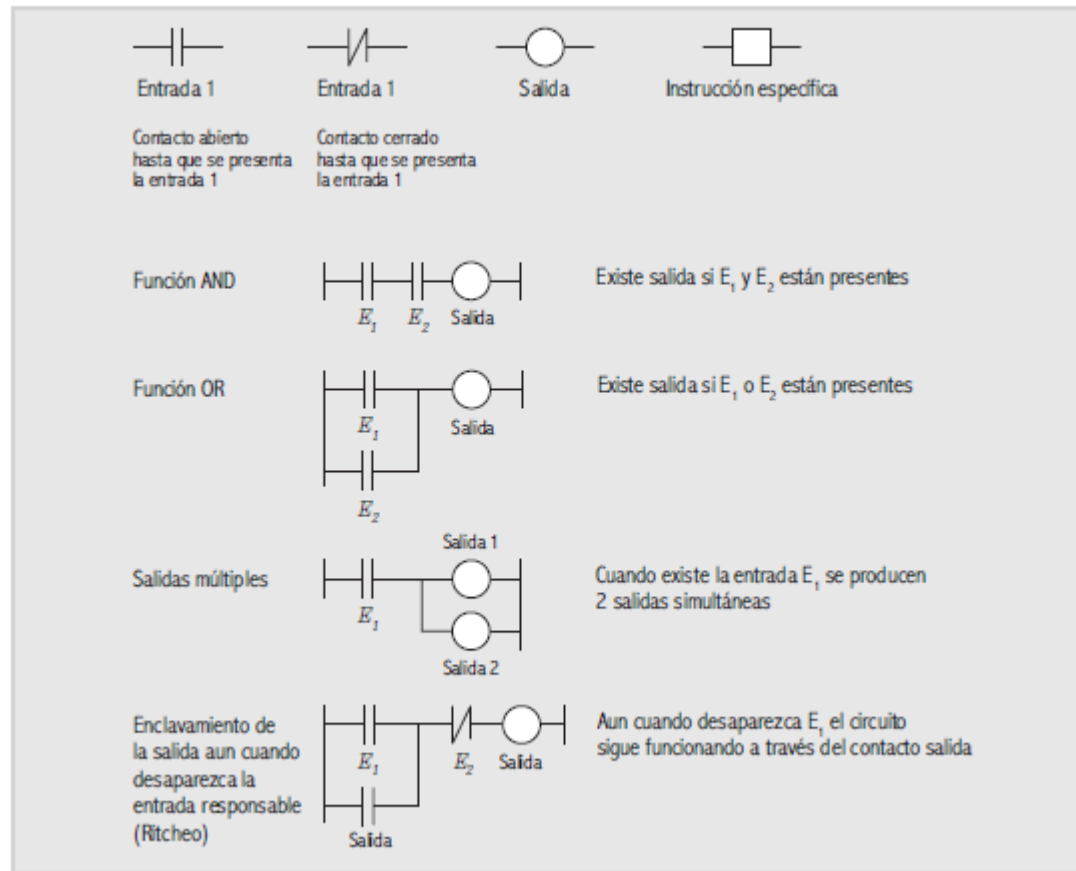
# Diagrama de funciones secuenciales



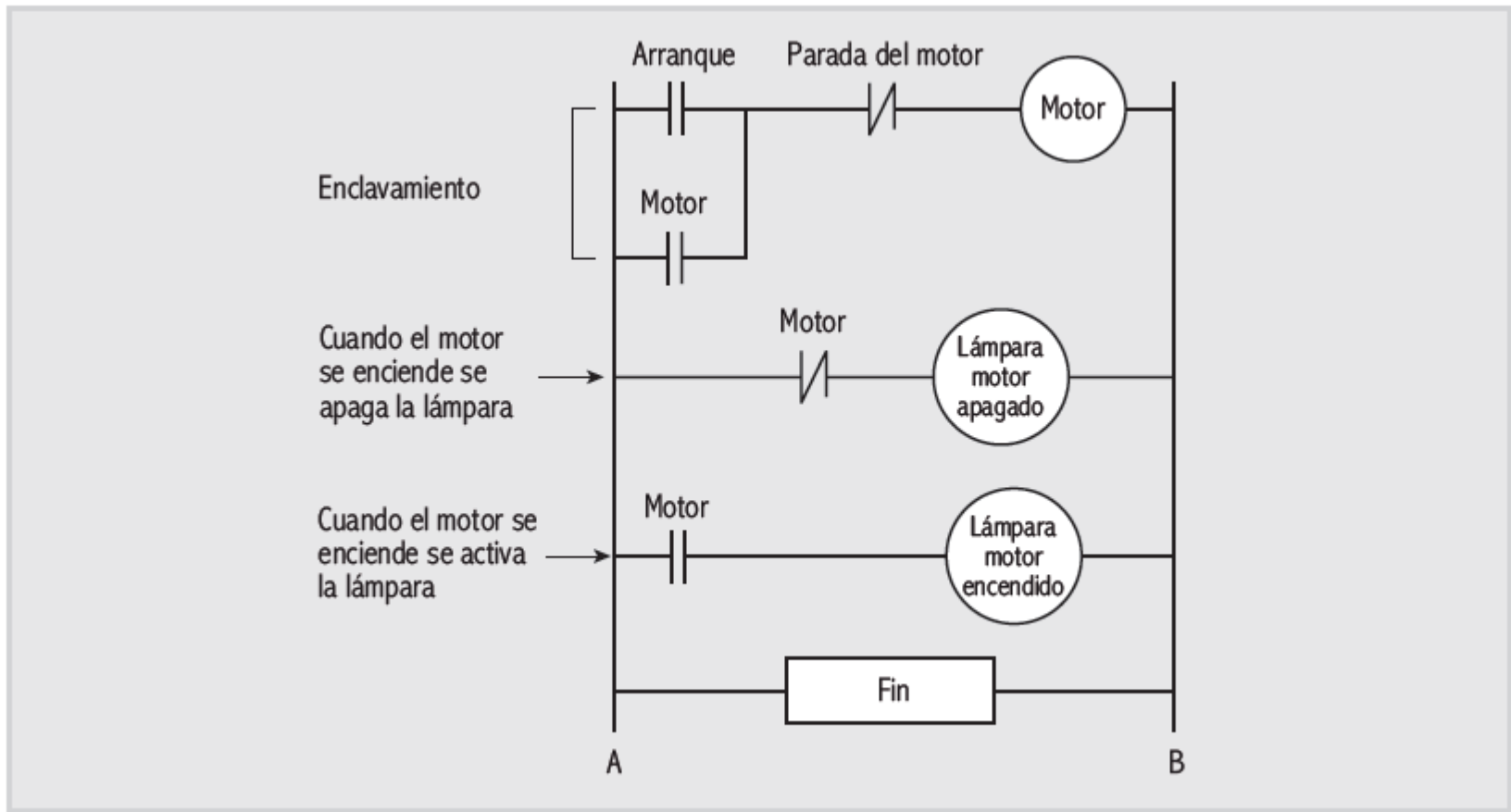
# Diagrama de funciones



# Simbolos y funciones basicas del diagrama escalera



# Ejemplo de un diagrama escalera para el encendido de un motor



# Ejemplo de Diagrama de tiempos

En la figura se indica un ejemplo de un diagrama de tiempo en el que existen tres entradas ( $A$ ,  $B$  y  $C$ ) y dos salidas ( $S1$  y  $S2$ ).

La salida  $S1$  ocurre cuando se presentó la entrada  $A$  y transcurrieron 10 ms.

La salida  $S2$  ocurre cuando se presentaron  $A$  y  $B$  y transcurrieron 20 ms.



1: encendido o alto  
0: apagado o bajo



# Que es un PLC

Debido a la gran aceptación que ha tenido el PLC, la NEMA (National Electrical Manufacturers Association) sugirió la siguiente definición formal:

**“EL PLC es un aparato electrónico operado digitalmente que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones, las cuales implementan funciones específicas lógicas, secuenciales, de temporización, de conteo y aritméticas, para controlar, a través de módulos de entrada y de salida digitales y analógicos, varios tipos de máquinas, así como también de procesos”.**

Una computadora digital, por ejemplo, que se usa para ejecutar las funciones de un controlador programable se puede considerar bajo este rubro. Se excluyen de esa caracterización los controles secuenciales mecánicos.

# Campos de aplicación del PLC

El PLC, por sus especiales características de diseño, tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y del software amplía continuamente este campo, lo cual permite una mayor y progresiva injerencia de este tipo de equipos en diversos terrenos.

A modo funcional, su utilización se da fundamentalmente en las instalaciones en las que es necesario realizar procesos de:

- Maniobra.
- Comando.
- Control.
- Señalización.
- Supervisión.

Por lo tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industrial de cualquier tipo hasta el de transformaciones industriales, control de instalaciones, teleseñalización, etc.

# Clasificación de los PLC

Existe gran variedad de tipos de PLC, de acuerdo con sus funciones, su capacidad, su aspecto físico y otras características.

De esta manera, y con el objeto de llevar a cabo cierta clasificación, optamos por hacerlo a partir del criterio “capacidad de entradas y salidas”.

Se admiten tres grandes tipos:

- Gama baja: Hasta un máximo de 128 entradas y salidas. La memoria de usuario que suelen disponer alcanza un valor máximo de 4 K instrucciones.
- Gama media: Hasta un máximo de 128 a 512 entradas y salidas. La memoria de usuario que suelen disponer alcanza un valor máximo de 16 K instrucciones.
- Gama alta: Más de 512 entradas y salidas. La memoria de usuario que suelen disponer pueden superar las 1.000 K instrucciones.

En forma análoga, y más orientada al mercado, se utiliza la siguiente clasificación:

- PLC tipo Nano. Generalmente PLC de tipo compacto (fuente, CPU e I/O integradas), que puede manejar un conjunto reducido de I/O (en general en un número inferior a 100). Permite manejar entradas y salidas digitales y algunos módulos especiales.
- PLC tipo compacto. Estos PLC tienen incorporada la fuente de alimentación, su CPU y sus módulos de I/O en un solo módulo principal, y permiten manejar desde unas pocas I/O hasta varios cientos (alrededor de 500 I/O). Su tamaño es superior a los Nano PLC y soportan una gran variedad de módulos especiales, como:
  1. \*Entradas y salidas análogas.
  2. Módulos contadores rápidos.
  3. Módulos de comunicaciones.
  4. Interfaces de operador.
  5. Expansiones de I/O.

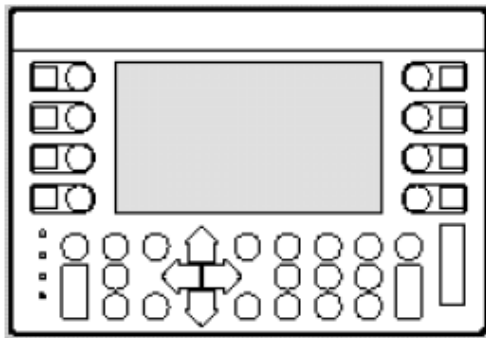
# Componentes del PLC

- » Fuente de alimentación.
- » CPU.
- » Módulo de entrada.
- » Módulo de salida.
- » Terminal de programación.
- » Periféricos.

# Periféricos de un PLC

Los periféricos no intervienen directamente en el funcionamiento del autómata, sin embargo, facilitan la labor del operario. Los más utilizados son:

- Grabadoras de memorias de masa.
- Impresoras.
- Cartuchos de memoria EEPROM.
- Visualizadores y paneles de operación.



Panel de operación.



Conexión de un visualizador a un autómata

# Ejemplo de PLC

## Linea Logo de Siemens




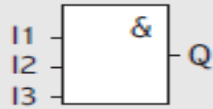

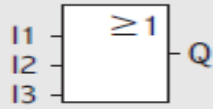

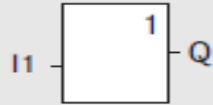
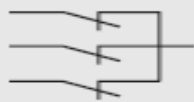
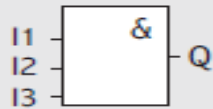

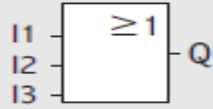

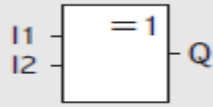
# Set de instrucciones del LOGO

Bornes (CO).

Funciones generales (SF).

Funciones básicas (GF).

# Funciones generales

Equivalencia funcional	
Esquema eléctrico de la función	Representación de la función mediante bloques
<p>Función AND</p> 	
<p>Función OR</p> 	
<p>Función NOT</p> 	
<p>Función NAND</p> 	
<p>Función NOR</p> 	
<p>Función XOR</p> 	



# Funciones especiales

