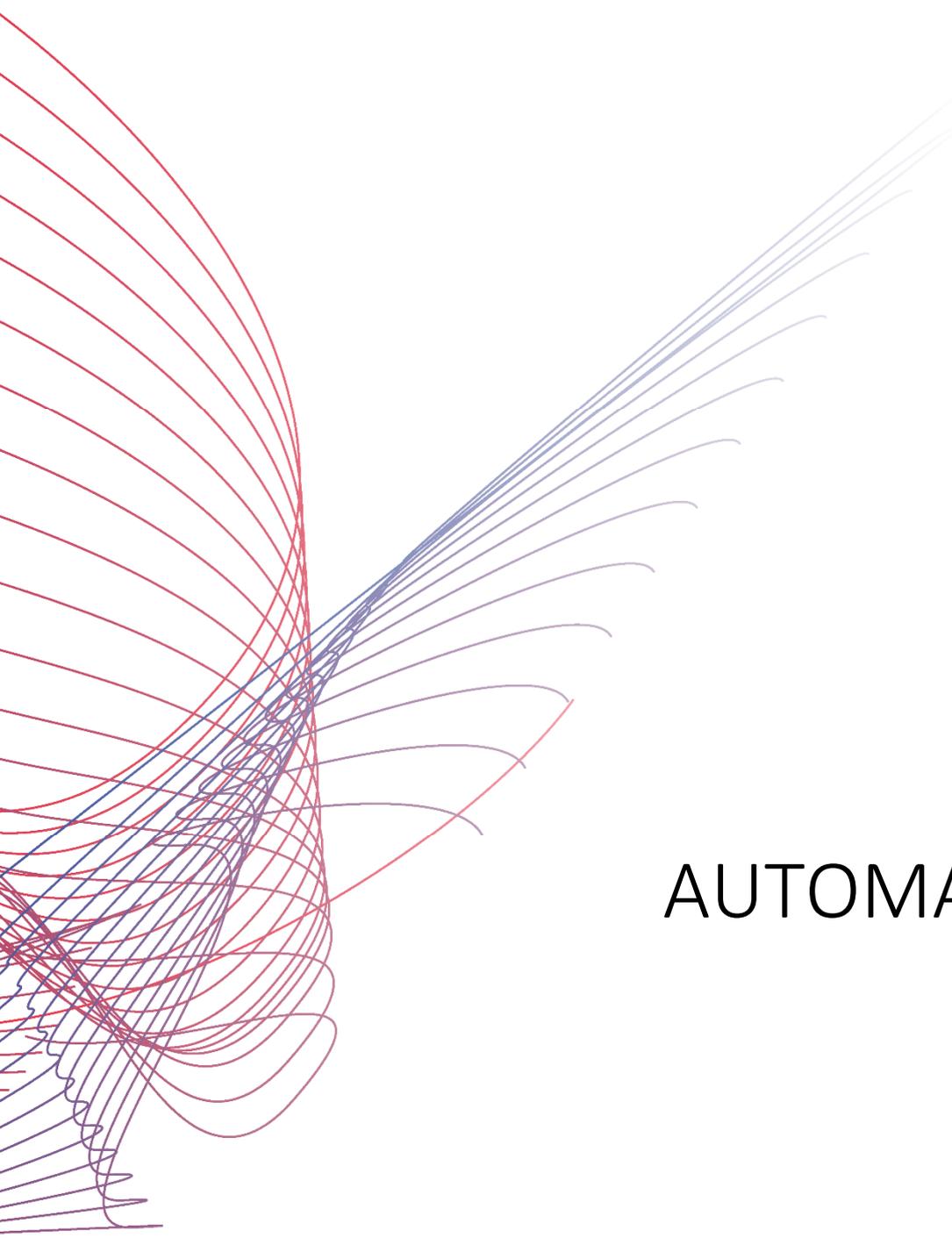




# TECH pedia



## AUTOMATIZACIÓN

OTO SLÁDEK

**Título:** Automatización  
**Autor:** Oto Sládek  
**Traducido por:** Santiago Silvestre  
**Publicado por:** České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta elektrotechnická  
**Dirección de contacto:** Technická 2, Praha 6, Czech Republic  
**Número de teléfono:** +420 224352084  
**Print:** (only electronic form)  
**Número de páginas:** 37  
**Edición:** Primera edición, 2017  
  
**ISBN** 978-80-01-06219-7

**TechPedia**

European Virtual Learning Platform for  
Electrical and Information Engineering

<http://www.techpedia.eu>



El presente proyecto ha sido financiado con el apoyo de la Comisión Europea.

Esta publicación (comunicación) es responsabilidad exclusiva de su autor. La Comisión no es responsable del uso que pueda hacerse de la información aquí difundida.

## NOTAS EXPLICATIVAS



Definición



Interesante



Nota



Ejemplo



Resumen



Ventajas



Desventajas

---

## ANOTACIÓN

Este módulo proporciona una introducción a la automatización industrial y a la automatización en general. En él se describen la teoría de sistemas lógicos, sensores, actuadores, los tipos de sistemas de control como PLC, PAC, etc., y los principales principios de control y sistemas SCADA.

## OBJETIVOS

Teoría de los sistemas lógicos y de control.

Sensores - con especial atención a la medición de la temperatura, caudal, presión, altura y posición.

Actuadores neumáticos, hidráulicos, motores eléctricos, accionamientos

PLC, sistemas PAC PCS, control industrial - descripción y diferencias.

Regulación - enfoques y descripción PID.

Los sistemas SCADA - propósitos y descripciones

## LITERATURA

- [1] Buch-Vishniac, J.: Electromechanical sensors and actuators: Birkhäuser, 1998. 341 p. ISBN 978-03-879-8495-7.
- [2] De Silva, C., Control, Sensors and Actuators: New Jersey: Prentice Hall 1989
- [3] Harmut, J.: Actuators: basics and applications: Springer, 2004. 343 p. ISBN 978-35-406-1564-4.
- [4] J. W. Webb, R. A. Reis: Programmable logic controllers: principles and applications, Prentice Hall, 2003, 460 p., ISBN: 9780130416728.
- [5] K. Clement-Jewery, W. Jeffcoat: The PLC workbook: programmable logic controllers made easy, Prentice Hall, 1996, 197 p., ISBN: 9780134898407.
- [6] Levine, s., W. et al, The Control Handbook: Salem: CRC Press, Inc. 1996.
- [7] M. Rabiee: Programmable Logic Controllers: Hardware and Programming, Goodheart-Willcox Pub, 2009, 300 p., ISBN: 9781605250069.

- [8] Martinásková, M. Šmejkal, L.: PLC a automatizace 1. Základní pojmy, úvod do programování, BEN – technická literatura, Praha, 2002, 224 s.
- [9] Massood, T: Microactuators: electrical, magnetic, thermal, optical, mechanical, chemical & smart structures: Springer, 1998. 287 p. ISBN 978-07-923-8089-4.
- [10] Novák, P.: Průmyslové řídicí systémy.(skriptum), Ostrava: VŠB-TU, 2000, s. 104, ISBN 80-7078-733-3.
- [11] Pansini A.: Basics of electric motors: including polyphase induction and synchronous motors: PennWell Books, 1996. 218 p. ISBN 978-08-781-4673-4.
- [12] Kalman. On the general theory of control systems. In Proc. IFAC World Congress, 1960.
- [13] Satori M. A., Passino KM., Antsaklis P. J.: A Multilayer Perceptron Solution to the Match Phase Problem in Rule-Based Artificial Intelligence Systems. IEEE Trans. On Knowledge and Data Engineering, Vol. 4 (1992), No. 3 (June), 290-297.
- [14] Spiridonov V.: Selbststrukturiertes neuronales Netz mittels geometrischen Lernalgorithmus als Wissenserwerbskomponente für Expertensysteme. Proceedings 3 9. Internationalen Wissenschaftlichen Kolloquium, Technische Universität Ilmenau, 27-29. září 1994, 372-377.
- [15] Šmejkal, L.: PLC a automatizace 2. Sekvenční logické systémy a základy fuzzy logiky, BEN-technická literatura, Praha, 2005, 208 s.
- [16] Tauchman, M.: Vizualizace technologických procesů – novinky od firmy Wonderware. Automatizace, 46, č. 3, 2003, s. 174–176.
- [17] Tzou H., Fukuda T.: Precision sensors, actuators, and systems: Springer, 1992. 470 p. ISBN 978-07-923-2015-9.

# Indice

<b>1</b>	<b>Antecedentes .....</b>	<b>7</b>
1.1	Implementación de Funciones Lógicas Básicas de distintas tecnologías.....	9
<b>2</b>	<b>Sensores .....</b>	<b>14</b>
2.1	Sensores de Temperatura.....	15
2.2	Sensores de medida de Presión .....	17
2.3	Sensores de Flujo.....	19
2.4	Altura y Posición .....	23
<b>3</b>	<b>Actuadores .....</b>	<b>25</b>
3.1	Actuadores Hidráulicos .....	27
<b>4</b>	<b>PLC, PAC, PCS .....</b>	<b>29</b>
<b>5</b>	<b>Otros Sistemas de Control.....</b>	<b>31</b>
5.1	DCS .....	33
<b>6</b>	<b>Regulación.....</b>	<b>34</b>
6.1	Regulación y Control.....	34
<b>7</b>	<b>Sistemas SCADA .....</b>	<b>36</b>

# 1 Antecedentes

Los sistemas de control se pueden dividir en tres grupos:

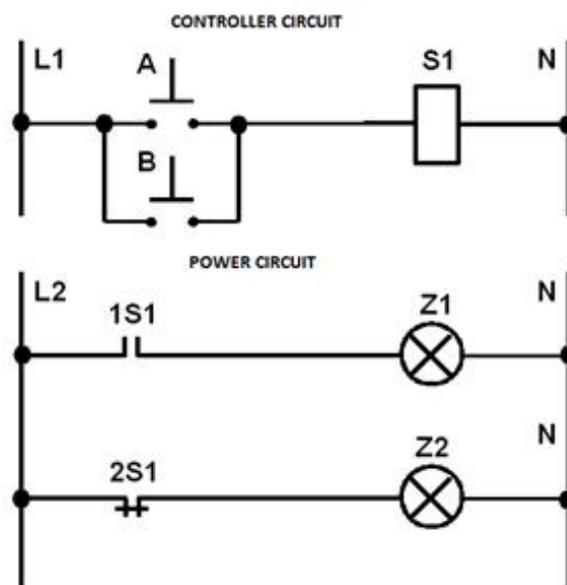
- Sistemas lógicos
- Sistemas numéricos
- Sistemas híbridos

## Sistemas lógicos

Los sistemas lógicos son sistemas que se comunican mediante señales binarias (sí, no o 1, 0, etc.) La información en estos sistemas se rige por las reglas del álgebra de Boole, y por eso también son denominados sistemas Booleanos o sistemas binarios. Un sistema binario se puede implementar mediante conmutación con o sin contacto.

Los sistemas binarios pueden implementarse utilizando distintos tipos de tecnologías, que se aplican como funciones lógicas. Por ejemplo en sistemas de control, usando transistores también usando lógica fija, FPGA, microprocesadores, DSP, PC, o esquemas de control.

Los esquemas de control eléctricos son gráficos en los que se muestra el circuito de control y de alimentación. Los elementos del circuito principal están controlados por interruptores, contactos de alimentación, los contactores o relés. El circuito de control se compone de controles tales como botones, interruptores, temporizadores, bobinas, relés o contactores. Ambos elementos pueden ser sustituidos por dispositivos electrónicos de potencia.



Ejemplo de esquema de control

La figura muestra un diagrama de circuitos de control y de potencia con funciones simples. La tensión de control se aplica a la bobina del contactor S1 si el contacto A está cerrado. El contacto normalmente abierto está conectado al aparato de tensión 1S1 (lámpara) Z1, mientras el 2S1 Z2 está desconectado de la fuente de alimentación. La función del circuito es tal que al presionar el botón A la alimentación de la bombilla pasa de Z1 a Z2. Al soltar el botón el resultado será el opuesto.

## Sistemas numéricos

---



$E=m \cdot c^2$

Los sistemas numéricos son los sistemas que trabajan con operaciones aritméticas bajo reglas algebraicas. Realizan operaciones de suma, resta, productos y divisiones, aunque pueden implementar funciones y operaciones más complejas. Estos sistemas son ejecutados por microprocesadores.

---

## Sistemas híbridos

---



$E=m \cdot c^2$

Los sistemas híbridos son una combinación de los sistemas lógicos y numéricos (contínuos) y tienen un comportamiento especial. Estos sistemas también son ejecutados mediante microprocesadores.

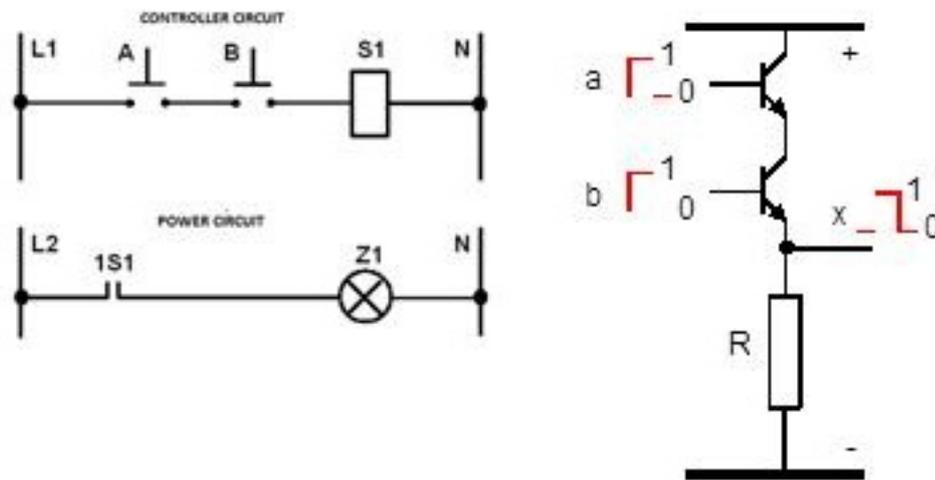
---

# 1.1 Implementación de Funciones Lógicas Básicas de distintas tecnologías

## Conjunción Lógica – AND



En los siguientes ejemplos es posible estudiar la implementación técnica de la conjunción de dos variables independientes. La variable dependiente toma valor verdadero sólo si al mismo tiempo todas las variables independientes son ciertas. El circuito de control es la solución de los botones conectados en serie. La implementación se resuelve mediante la conexión en serie de transistores.

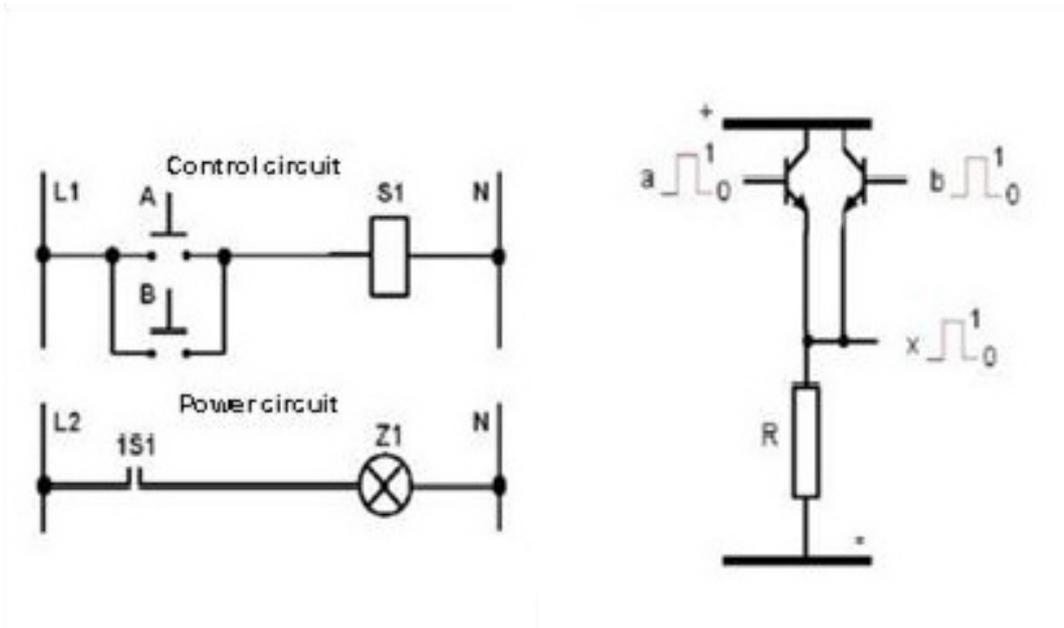


Función conjunción lógica – AND

## Disyunción Lógica – OR



En los siguientes ejemplos se puede estudiar la implementación técnica de la disyunción de dos variables independientes. La variable dependiente toma valor verdadero si al menos una de las variables independientes tiene valor verdadero. El circuito de control es una conexión paralelo. Se implementa mediante la conexión en paralelo de transistores.

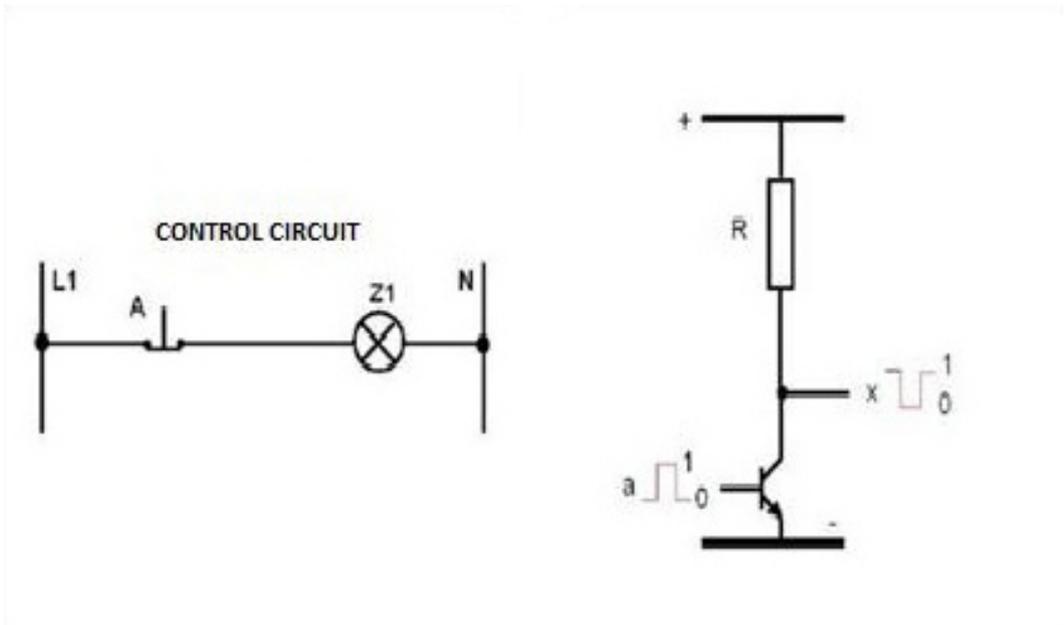


Función disyunción lógica - OR

## Negación lógica – NOT



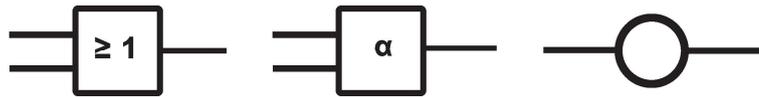
Su implementación se resuelve mediante un transistor en conmutación controlado por tensión.



Función lógica negación – NOT

## Símbolos esquemáticos para circuitos lógicos

Dado que las operaciones lógicas se pueden implementar utilizando diferentes tecnologías, se generan diagramas lógicos. En los diagramas de circuitos lógicos se utilizan símbolos esquemáticos. La figura 3.2 muestra el símbolo circuital para representar la suma lógica, que tiene dos entradas (izquierda) y una salida. La figura 3.3 es el símbolo esquemático para el producto lógico, que tiene dos entradas y una salida. El círculo en la figura 3.4 indica negación. Los diagramas no se dibujan por separado, siempre en la entrada o salida de la etiqueta para el producto o suma.



Pictogramas para operaciones lógicas

Nota: En algunos esquemas, particularmente en los más antiguos, aparecen símbolos de otro estilo, sin cuadrados ni rectángulos, aunque el signo de la negación es el mismo.

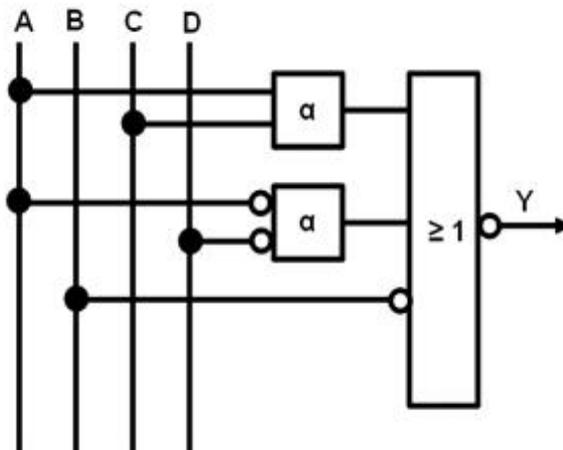


Diagrama del circuito

Dibujar el diagrama lógico del circuito expresado en la relación:  $Y = A \times C + \overline{A} \times \overline{D} + B$

## Edición de expresiones lógicas

Está claro que cada operación lógica está representada por un solo bloque en el esquema lógico que representa la tecnología pertinente. Cuanto más bloques lógicos, más componentes y mayores sean, mayor será la probabilidad de fallo del sistema de control. Reducir el número de bloques lógicos usados se consigue modificando y simplificando las funciones lógicas. La simplificación se realiza

sobre la base de las normas del álgebra de Boole, como se indica en el párrafo. Para mayor claridad, ver el siguiente ejemplo:



Ejemplo 1.1.5:

En la función:  $f(A, B, C)$ , la relación entre las variables lógicas viene dada por la relación siguiente:

$$f_{(A,B,C)} = (A \times \bar{B} \times C + A \times B \times C) \times (A \times C + A \times \bar{C}) \times (\bar{C} + C\bar{A}) + \bar{A}$$

Para su implementación se necesitan 14 bloques lógicos. El diagrama lógico se muestra en la figura siguiente:

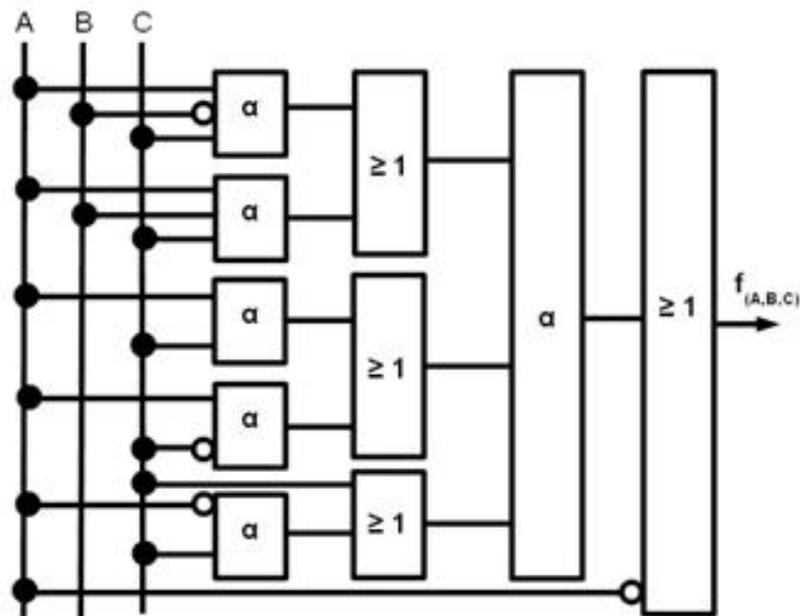


Diagrama Lógico

Después de realizar cambios, la función lógica matemática tiene el resultado siguiente:

$$f_{(A,B,C)} = A \times C \times (\bar{B} + B) \times A \times (C + \bar{C}) \times (\bar{C} + \bar{A}) + \bar{A} = A \times C \times (\bar{C} + \bar{A}) + \bar{A} = \bar{A}$$

Esto significa que el resultado no depende de los valores de las variables lógicas B y C. El resultado sólo es la negación de A. La aplicación en el diagrama lógico aparece en la siguiente figura:



Negación



---

En la comparación de los dos esquemas es evidente que hay un ahorro significativo de bloques lógicos y por lo tanto se reduce la probabilidad de fallo del sistema de control.

---

## 2 Sensores

Los sensores son elementos técnicos que proporcionan la conversión de una magnitud física a una magnitud que puede ser procesada, (por ejemplo, pasan la presión a corriente eléctrica). Los sensores se basan en diferentes principios físicos y proporcionan unificación a las señales, para que puedan ser procesadas por sistemas de control. Hoy en día se usa comúnmente el término: Sensores inteligentes - integran todas las funciones de la cadena de medición en un solo elemento con una salida digital, por ejemplo, utilizando la interfaz de datos (RS-232C, RS-485, BEI, etc.). Los sensores suelen incluir:

- Transmisor del Sensor;
- Circuito de medida y amplificador;
- Circuitos de procesado de señal;
- Convertidor analógico/digital;
- Circuito de comunicaciones.



---

Los sensores pueden también dividirse en función de los siguientes criterios:

- Transformación de la señal – activos, pasivos
  - Magnitud a medir – presión, velocidad de flujo, temperatura etc.
  - Tecnología de fabricación – mecánicos, electroquímicos, etc.
  - Principios físicos – resistencia, conductividad, efecto termoeléctrico etc.
  - Interacción con el entorno de medida – contacto, sin contacto
-

## 2.1 Sensores de Temperatura

Son una de las entradas más comunes en el procesamiento automático de señal. La temperatura es también una de las magnitudes más importantes que afecta a las condiciones y procesos en la naturaleza.

### Sensores de Temperatura resistivos



Sensores de temperatura resistivos – El principio de los termómetros de resistencia de metal es la dependencia del metal que forma la resistencia con la temperatura, la resistencia del metal se eleva de forma proporcional a la temperatura absoluta.

Material Sensor	Rango de medida (°C)	Coefficiente de Temperatura de la resistencia
Pt	-200 a +850	3.85 - 3.93
Ni	-60 a +180	6.17 - 6.70
Cu	-200 a +200	4.26 - 4.33

### Sensores Semiconductores Policristalinos (NTC)

Los sensores hechos de semiconductores policristalinos amorfos son los llamados termistores (resistencia térmicamente sensible). Se utiliza la dependencia de la resistencia eléctrica del material con la temperatura. El principio de la variación de la conductancia del semiconductor se refiere a un comportamiento diferente y con diferentes propiedades de estos sensores. La resistencia del material semiconductor se debilita con el incremento de la temperatura.

Los termistores *NTC* (*coeficiente negativo de temperatura*) tienen una tasa de resistencia de temperatura negativo, que se corresponde con su nombre. Los termistores denominados bead thermistors son interesantes en aplicaciones donde la velocidad sensor es importante, dada su poca capacidad térmica el tiempo de reacción del sensor se reduce a segundos. Los rangos de temperatura habituales van de -50 a 150 ° C, y se usan termistores cerámicos especiales para temperaturas extremas (es decir, a partir de 4 K a 1 000 ° C).

### Sensores Semiconductores Monocristalinos

Están fabricados con silicio, germanio o indio.

## Termómetros Termoeléctricos

Para la medición de la temperatura se utilizan termouniones que consisten en dos conductores de dos materiales metálicos diferentes A y B, y que están conectados de forma conductora en ambos extremos. Generan una diferencia de tensión y una corriente termoeléctrica cuando ambos extremos están a temperaturas diferentes.

## Medida de temperatura sin contacto

Funcionan sobre la base de un efecto físico, donde la materia debido al movimiento térmico de las piezas elementales emite energía en forma de radiación electromagnética en la parte del espectro infrarrojo, pero también en la parte visible del espectro luminoso.

## Medida de temperatura sin contacto– Bolómetro

El principio de un bolómetro es que la resistencia eléctrica del bolómetro varía en dependencia de su temperatura, que depende de la cantidad de la radiación incidente de infrarrojos. El cambio de la resistencia del bolómetro por lo tanto caracteriza la cantidad de la radiación infrarroja incidente. El aislamiento térmico es esencial. El microbolómetro integra más funcionalidad y permite una visualización 2D de la imagen térmica de los objetos que irradian delante del detector. Dispositivos de muchas categorías están disponibles hoy en día, y van desde un simple punto manual de termómetro hasta termocámaras utilizando los principios citados, con control digital altamente sofisticado.

Su principal ventaja es que no es necesario el contacto para la medida, aunque presenta otras ventajas, como por ejemplo la posibilidad de medir objetos en movimiento o la de ofrecer imágenes en 2D, la termovisión.

## 2.2 Sensores de medida de Presión

Estos sensores son también de los más usados en múltiples aplicaciones. Se basan en varios principios físicos para la medida de la presión que usualmente se diferencian por el tipo de conversión de la señal a la salida del sensor. Las galgas de presión se pueden dividir en función de su principio de funcionamiento en hidrostáticas, de deformación, pistones y galgas de presión eléctricas.

### Sensores de medida de Presión

Los dispositivos para la medición de presión y baja presión son comúnmente llamados manómetros – medidores de subpresión (vacuómetros) y los dispositivos para la medición de diferencias de presión son llamados medidores o galgas de presión diferencial, los dispositivos para medir la presión barométrica son llamados barómetros y los dispositivos utilizados para medir la presión absoluta se denominan medidores de presión absoluta. Otro término que se utiliza es el llamado sensor de presión - un indicador de presión, que funciona como un elemento de automatización. El convertidor de presión tiene un significado muy similar al de sensor de presión, es un dispositivo electrónico diseñado para medir la presión, que es capaz de convertir los datos de presión medida a señales eléctricas que se pasan a otros dispositivos. Cuando la función del convertidor de presión o sensor es controlada por un microprocesador, el convertidor o el sensor de presión se llama inteligente.

<b>Sensores de Presión</b>	<b>Tipos</b>	<b>Utilidad</b>
Galgas de presión hidrostática	Pipa en U	En laboratorios, estaciones metrológicas, barómetros de precisión
	Contenedor	
	Micromanómetro con brazo inclinable	
	Vacuómetros de compresión	
Galgas de presión de fuerza	Campana, Pistón	Galgas de presión estándar (galgas de presión para medida de presión neumática)
Galgas de presión de deformación	Bourdon-tube, membrana, Coarrugadas	Muy comunes, muestran directamente la presión en la galga.
	Box-type	Para la medida de presión barométrica
Sensor de presión con salida eléctrica (galgas de presión electromecánicas)	Potenciómetros, Inductores, ópticas	Son un complemento a los manómetros de deformación
	Capacidad, Estensiométricas	Son los más usados en convertidores de presión, tanto en la industria como en dispositivos de laboratorio
	Resonantes	Pertenece a los indicadores de presión más precisos, industria y dispositivos de laboratorio
	Piezoeléctricas	Miden procesos rápidos de sobrepresión y pulsaciones
Galgas eléctricas de presión para presiones extremas	Resistencia	Miden grandes sobrepresiones
	Conducción térmica	Medidas en alto vacío
	Ionizantes	Medidas en condiciones extremas de vacío

## 2.3 Sensores de Flujo

Hay muchos dispositivos para la medición de flujo y la medición de la cantidad de flujo de fluidos (líquidos y gases). Los medidores están equipados con procesamiento avanzado de los datos medidos y los datos de salida indican la cantidad de flujo. El flujo puede ser también evaluado por la medición de la velocidad local o mediante el medio que fluye a través de una sección transversal conocida, por lo general en condiciones de funcionamiento dadas ( $p$ ,  $T$ ). La tendencia actual de los medidores de flujo se centra en la medición directa de flujo de masa, es decir, la medición independiente de la temperatura, presión y viscosidad del fluido medido. El resultado de la medición de flujo se puede presentar ya sea como una tasa de flujo de QM (por ejemplo,  $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$ ), o de volumen QV (por ejemplo  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ), donde  $m$  es la masa, y  $V$  es el volumen en el medio medido. Los dispositivos modernos están equipados con un circuito electrónico para la corrección automática de la temperatura y la presión durante la medición. La tendencia en el desarrollo del medidor de flujo se centra en la medición directa de flujo de masa, es decir, independiente de la temperatura, presión y viscosidad del fluido medido.

### Galga de Volumen

$E=m \cdot c^2$

Los llamados métodos-absolutos utilizados para la medición precisa y la verificación de otros tipos de medidores de flujo. La medición sólo se basa en el principio de medida del volumen del fluido en los espacios medidos.

### Membrana de medición de Gas

$E=m \cdot c^2$

Se usan para medir el volumen de un gas; están equipadas con dos cámaras divididas por membranas. Se usan por ejemplo para medir la cantidad de gas caliente.

### Medidores de Gas de tambor

$E=m \cdot c^2$

En un recipiente cilíndrico horizontal parcialmente lleno con el líquido el medidor de tambor está equipado con ranuras para la entrada y salida del gas y se divide en cuatro espacios de medir mediante mamparas radiales. Se utiliza para mediciones de laboratorio y verificación precisas.

### Medidores de flujo de tipo Pistón

$E=m \cdot c^2$

Se encuentran entre los más precisos. Miden en espacios definidos entre el pistón y el cuerpo de la galga que se llenan y vacían alternativamente con fluido. Las galgas de pistón son útiles incluso para la medida de fluidos viscosos.

## Galgas de velocidad

---

$E=m \cdot c^2$

Determinan el flujo en base a valores locales medidos o a la velocidad media y el conocimiento del perfil de flujo y del área disponible.

---

## Sensores de velocidad

---

$E=m \cdot c^2$

Usan la dependencia de la presión dinámica del medio donde fluye el flujo en la velocidad de flujo.

---

## Tubo de Pitot

---

$E=m \cdot c^2$

Es un tubo curvado en ángulo recto con el plano de su abertura situado verticalmente a la dirección del flujo. Para el sensor, el flujo cae en la práctica a cero y toda la energía cinética se transforma en energía potencial. El sensor escanea la presión total  $p_c$ , que es la presión estática total y la presión dinámica  $p_d$ .

---

## Tubo de Pitot estático

---

$E=m \cdot c^2$

Mide  $p_c$  y  $p_s$  en una localización. Este sensor se usa para medidas a corto plazo y medidas de perfil de velocidad. El límite menor de velocidad medida es de alrededor de 6 m/s para gases y de 0.2 m/s en agua.

---

## Galgas de sección

---

$E=m \cdot c^2$

Está localizado en el interior de la tubería de un órgano de estrangulación, reduciendo la sección transversal de flujo. La diferencia de presiones estáticas en el líquido antes y después del estrechamiento, escaneados con el medidor de presión diferencial, dependen del valor de la velocidad de flujo. Los órganos del acelerador más utilizados son una céntrica del obturador circular, un chorro y un tubo de Venturi. Entre los órganos del acelerador especiales hay persianas cuadradas y rectangulares y un tubo cuadrado Venturi, que se utiliza con un tubo de sección transversal rectangular o cuadrada.

---

## Rotámetros

---

$E=m \cdot c^2$

Forman parte del grupo denominado cross-cut gauges, donde el área de flujo cambia con el flujo a un gradiente de presión aproximadamente constante en la sección estrecha del sensor. Sus principales partes funcionales son un tubo en forma de cono situado verticalmente y una extensión (el ángulo del cono es menor a  $2^\circ$ ).

---

## Medidores de flujo de Turbina y rueda de palas

---

$E=m \cdot c^2$

La velocidad de rotación del rotor, rueda de paletas o perno es proporcional a la velocidad media de flujo.

El deslizamiento es continuamente proporcionado por el par de tensión de la parte de rotación, es decir, el rotor, y está influenciado por el valor inmediato del flujo. De acuerdo con la dirección del flujo, se distinguen los medidores de flujo axial y radial.

El medidor de flujo de turbina es un representante de los medidores de flujo axial; el rotor está hecho de hojas conectadas al hub almacenado en los cojinetes. Estos medidores se fabrican en una amplia gama de rangos de medición de hasta cientos de  $m^3$  / hora. Los medidores de flujo de turbina son adecuados para los líquidos y los gases. Para la exploración del pulso de la velocidad de rotación se utilizan diferentes sensores mecánicos sin contacto. Los pulsos obtenidos se amplifican.

---



La frecuencia de rotación de una turbina es proporcional al flujo. Los sensores sin contacto son mejores en cuanto al procesado de señal digital. Para determinar el flujo, se añade un periodo constante a los pulsos y se elimina la necesidad del convertidor A/D. El error relativo de medida puede ser  $<0.5\%$ , mide presiones de hasta 30 MPa y temperaturas de  $-200 \dots +200$  °C.

---

## Medidores Inductivos de Flujo

---

$E=m \cdot c^2$

Se basan en el uso de la ley de Faraday de la inducción electromagnética durante el movimiento de un conductor en presencia de un campo magnético. En un sensor de flujo inductivo, el conductor en movimiento está representado por un líquido conductor de electricidad. Un imán permanente crea el campo magnético entre la tubería y el líquido.

La sección de la tubería entre los polos del imán no puede hacerse con materiales ferromagnéticos

o conductores. El diámetro interno del medidor de flujo del tubo de medida incorpora dos electrodos para sensar la tensión inducida. El alineamiento de los electrodos es vertical a la dirección del campo magnético. Un medidor de flujo inductivo consiste en un tubo de medida cilíndrico no magnético con dos electrodos situados de forma adecuada.

---

## Medidores de Flujo Ultrasónicos

---

$E=m \cdot c^2$

Estos medidores de flujo se pueden dividir en dos categorías en función de si utilizan el Efecto Doppler o la medida del tiempo de tránsito de una señal de ultrasonidos.

---

## Medidores de flujo ultrasónicos de Efecto Doppler

Un medidor ultrasónico de flujo mide el tiempo de tránsito de la señal de medición.

$E=m \cdot c^2$

Se puede utilizar si el medio contiene partículas reflectantes de sonido, por ejemplo, partículas sólidas o burbujas de gas. El medidor de flujo consiste en un transmisor de ultrasonidos y en un receptor, instalado en un lado de la tubería. La señal ultrasónica de una frecuencia conocida alrededor de 1,2 MHz se transmite al líquido que fluye, donde se refleja de nuevo a partir de partículas en movimiento o de burbujas, y cuando el receptor detecta la señal reflejada se evalúa la frecuencia de la señal recibida. La diferencia entre las dos frecuencias es función de la velocidad de los medios de comunicación que fluye.

Los métodos de ultrasonidos se pueden usar para la medición de pequeños y grandes flujos de líquidos limpios, contaminados o agresivos, para la medición de los flujos pulsantes y la medición de los lodos y también flujos a altas temperaturas.

## Medidores de flujo de calor

$E=m \cdot c^2$

Se basan en el procesado del balance energético durante el intercambio de calor de los elementos calefactores calentados eléctricamente, durante el cual tiene lugar la distribución de los cambios de temperatura. Los cambios de temperatura son proporcionales a la masa del líquido que fluye. Existen los siguientes tipos básicos.

## Termoanemómetro de masa

$E=m \cdot c^2$

Es un medidor de flujo de masa térmica; cuyos sensores de temperatura intervienen directamente en el fluido que fluye - se evalúa el efecto de enfriamiento de la convección forzada en el sensor calentado. Dos termómetros de resistencia se encuentran dentro de la tubería.

## 2.4 Altura y Posición

### Medida de altura y posición

---

$E=m \cdot c^2$

Esta es una tarea de medición automática típica, particularmente para la medición de hormigón, por ejemplo, superficies del líquido o materiales a granel. La medida de altura es por lo general una indicación primaria de cálculo de cantidad. Es posible calcular la cantidad por medio de los datos registrados durante la medición de la altura, que, por supuesto, depende de la forma del recipiente, por ejemplo los depósitos en los que se mide un nivel de superficie específica. Si las mediciones se llevan a cabo en recipientes de una sección transversal conocida la evaluación de la altura es muy fácil.

---

### Medición de altura por ultrasonidos

---

$E=m \cdot c^2$

Los altímetros (en su mayoría en forma de indicadores de nivel) están basados en ultrasonidos y pueden usar dos técnicas distintas. En un caso, se mide el tiempo de tránsito de la onda ultrasónica desde el transmisor a través de la reflexión de la superficie posterior hacia el receptor y la distancia se calcula a partir del tiempo medido y la velocidad conocida de los ultrasonidos en un entorno conocido. Este método se utiliza para la medición continua de la posición de nivel de superficie. El segundo método evalúa la atenuación de las ondas ultrasónicas en dependencia con la composición del medio ambiente por el que pasa el ultrasonido. Son aptos para la medición sin contacto continuo de posiciones del nivel de superficie de tanques abiertos y cerrados con materiales líquidos o a granel. Se pueden utilizar con material contaminado y materias pastosas y, en determinadas circunstancias, se usan para detectar el nivel de espuma. Las ventajas son la ausencia de partes en movimiento, la medición continua sin contacto, la posibilidad de instalación en el exterior del depósito sin romper su sello, el diseño compacto de sensores, una resolución de hasta 1 mm, y alta precisión de la medición. Una desventaja puede ser el efecto en la señal por la presencia de humo denso y polvo y la acción perjudicial del nivel de la superficie turbulenta o la presencia de espuma.

---

### Medición de altura y distancia mediante Radar y Láser

---

$E=m \cdot c^2$

Los sensores de nivel de radar trabajan analógicamente con indicadores de nivel ultrasónicos, se usan ondas electromagnéticas que se propagan a través del medio a la velocidad de la luz. La radiación de microondas se define para frecuencias mayores a 2 GHz. Los indicadores de nivel de radar utilizan dos métodos de medición, el método de tiempo (pulso) y el método de frecuencia (señal continua).

---

Los indicadores de nivel de radar funcionan sin partes mecánicas en movimiento, y muestran una gran precisión ( $\pm 1$  mm) y fiabilidad incluso en condiciones de trabajo muy difíciles (alta temperatura, presión elevada, medio ambiente agresivo). El sensor láser para la medición de la distancia transmite un millón de pulsos cortos

de luz láser por segundo y registra el tiempo que tardan en alcanzar su objetivo y volver al sensor. Generalmente, el gran rango del sensor le permite medir la distancia de los elementos u objetos pequeños, incluso cuando se instala el sensor a una larga distancia de una zona peligrosa del proceso de fabricación. La luz clara y bien visible emitida por el rayo láser acelera la activación del sensor.

## 3 Actuadores

Se denominan actuadores a los instrumentos que son operados directamente por salidas de sistemas de supervisión. Seguidamente vamos a tratar de describir un pequeño conjunto de los principales actuadores.

### Motores Eléctricos

$E=m \cdot c^2$

Uno de los tipos más utilizados en la automatización son los motores eléctricos. Podemos dividirlos en lineales y rotativos. Una característica de estos equipos hoy en día es la posibilidad de la comunicación, por ejemplo, por salida analógica, por enlace en puerto serie (RS-232C, RS-485), que se pueden utilizar para controlar la velocidad de rotación de control, posición, etc.

### Motores de corriente Directa

$E=m \cdot c^2$

Estos motores se componen de un estátor (parte fija) con los principales polos con bobina de excitación y la bobina de ayuda, colocados entre los polos principales para mejorar las propiedades de conmutación. La parte móvil - rotor gira en el campo magnético, que consta de placas de metal.

$E=m \cdot c^2$

Los mayores flujos de corriente en las bobinas del rotor del motor en calma hacen un par de arranque grande. Por otra parte, en el rotor giratorio rápido hay inducción de tensión de corriente que fluye en las bobinas del rotor y el par con lo que el aumento de revoluciones se reduce. Un motor con estas características de par supera fácilmente variaciones de carga.

### Motores Síncronos

$E=m \cdot c^2$

La característica principal de estos motores es la igualdad de la velocidad del rotor con el campo magnético del estátor. La corriente alterna en el devanado del estátor (1 o 3 fases) genera un campo magnético giratorio. El rotor se puede hacer de imán permanente con los polos alternos diseñados a su alrededor o de arrollamiento motorizados por la fuente de alimentación de CC (excitador) y haciendo de electroimán. Los motores síncronos excitados después de la conexión directa al enlace de CA no giran por sí mismos. La corriente alterna trifásica en el estátor crea el campo magnético rotatorio con una velocidad determinada por la frecuencia de la fuente de alimentación y el número de polos del motor rotatorio. El rotor, que está parado, se alimenta con corriente continua y crea un campo magnético estacionario. Hay una interacción de la fuerza del estátor y del rotor con el campo magnético. La dirección de esta fuerza cambia con la velocidad de rotación del estator.

Los motores paso a paso se usan cada vez más debido al crecimiento de los sistemas de control digital. En estos motores, el ángulo de dirección del eje viene dado por el número de impulsos de control del bobinado. Se caracterizan por el movimiento del eje de forma discontinua producido por los saltos de ángulo salto = etapas, que se realizan por la respuesta a un impulso de control.

## Motores asíncronos

---



$E=m \cdot c^2$

El Principio de funcionamiento se basa en la influencia electromagnética mútua del campo magnético de los rotores y estatores y las corrientes generadas en los rotores de bobinado por este campo magnético giratorio.

---

El motor asíncrono se basa en las tensiones y corrientes de inducción en el rotor y esta es la razón, por la que se le conoce como motor de inducción. El campo magnético está generado por el estátor en el motor asíncrono (parte fija) bobinado, que está hecho con tres fases, donde el devanado se gira  $120^\circ$  en el espacio.

Existen motores asíncronos monofásicos, motores asíncronos de dos fases y motores asíncronos trifásicos.

## Actuadores Neumáticos

---

Son actuadores neumáticos que se dividen por su diseño en dos tipos, de pistón y membrana. Las unidades de membrana se utilizan sobre todo para el control lineal en la técnica de válvula. Los de tipo giratorio están diseñados para inducidos de rotación de regulación de control o válvulas de charnela.

---



La fuerza de control de los actuadores neumáticos es de entre 0,5 kN y 90 kN. Estas unidades tienen una única función de actuación. Su diseño es capaz de aplicar estos elementos como actuadores de emergencia, ya que en caso de perder presión del medio de control son capaces de cambiar las partes de cierre y fijar la posición. En función de su diseño pueden ser:

- De función directa (NO – abertura normal) – sin presión para la abertura de control;
  - De función indirecta (NC – normalmente cerrado) – sin cerradura de control.
-

## 3.1 Actuadores Hidráulicos

Los actuadores hidráulicos son adecuados especialmente para aplicaciones de fuerzas elevadas. La fuerza producida es 25 veces mayor que la de los cilindros neumáticos de igual tamaño. También tienen alta relación potencia-peso, de 1 a 2 hp / lb mayor que un motor neumático. Lo que también es importante es que se puede mantener la fuerza y la constante de par sin la bomba de suministro de más fluido o presión debido a la incompresibilidad de los líquidos. Este tipo de actuadores puede tener sus fuentes de prensa (bombas y motores), situados a una distancia considerable con una mínima pérdida de energía. Pero presentan también algunas desventajas como la pérdida de líquido. Como en el caso de los actuadores neumáticos, la pérdida de fluido conduce a una menor eficiencia. Requiere de muchas partes, incluyendo un depósito de fluido, motores, bombas, válvulas de liberación, e intercambiadores de calor, junto con el equipo de reducción de ruido.

### Convertidores de Frecuencia

Se utilizan para un control suave de los motores asíncronos. El control se ejecuta por la variación de la frecuencia de la fuente de alimentación combinada con la tensión de control mediante un convertidor de frecuencia de semiconductores - Está compuesto de un convertidor de frecuencia de voltaje indirecto (rectificador, enlace de CC, inversor de transistores). El enlace de CC que no está controlado es en la mayoría de los casos - diodo. En la conexión de CC hay un condensador de filtrado para el filtrado de la tensión rectificada y un supresor de corriente para la supresión de las perturbaciones cuando se conecta el condensador no cargado y para mejorar la red - la restricción armónica y mejorar la eficiencia. Desde el enlace CC se alimenta el transistor inversor, que mediante una modulación de ancho de pulso de la tensión de salida sinusoidal controla su valor efectivo. El control de la velocidad de rotación se hace por un cambio de frecuencia de manera óptima de acuerdo con el motor de tensión. El rango de frecuencias es de 0 al nivel nominal de la de la red de suministro a frecuencias más altas. Los cambios de frecuencia tienen un programa de ajuste que limita la corriente, por lo que se pueden utilizar para el arranque del control y funcionamiento posterior del motor.

### Arrancadores suaves

Se trata también de equipos para motores asíncronos – arrancan con un límite de corriente y restricción y del momento de choque, lo que se logra mediante el control de la tensión en el motor con abrazaderas sin variar la frecuencia de la red. Se utilizan para motores con una potencia de kilovatios a megavatios. Los arrancadores suaves se pueden usar también en motores monofásicos. Los arrancadores de motores trifásicos están compuestos de tres tiristores conectados en antiparalelo a la entrada de alimentación. Para los motores conectados en estrella podemos conectar los arrancadores en triángulo, de manera que los arrancadores controlarán únicamente la corriente en el arrollamiento - se utiliza en particular para las potencias más grandes. Es posible utilizar lo que se denomina derivación o bypass y permite usar un arrancador suave para el inicio de otros motores. El arrancador suave no tiene ninguna posibilidad de controlar la velocidad de rotación del motor,

lo que se compensa con el control del diseño y la función de potencia y menor precio. Se utiliza sobre todo para el arranque de ventiladores, bombas, compresores o donde por ejemplo hay gran masa inercial en cintas transportadoras, centrifugadoras etc. El arrancador suave no es adecuado para unidades con gran par de arranque.

## 4 PLC, PAC, PCS

Este tipo de sistemas de control son probablemente los más utilizados. Se utilizan las abreviaturas **SPS ( Speicherprogrammierbare Steuerung)**. Las principales características de los autómatas programables comprenden el hecho de que son programados por el usuario, pero fáciles de usar. Su programación en lenguajes gráficos se asemeja al dibujo de diagramas (diagramas lógicos, diagramas de bloques, diagramas de estado). Son fáciles de manejar, para que puedan ser utilizados por los diseñadores de máquinas o diseñadores de sistemas automatizados en la programación de las tareas básicas. Los lenguajes de programación para PLC están estandarizados por una norma internacional IEC / EN 61131-3. En la norma se definen 4 tipos de lenguajes de programación. El lenguaje de lista de instrucciones (**IL**) es un lenguaje de texto parecido al lenguaje ensamblador – los comandos respectivos son abreviaturas nemotécnicas para las respectivas instrucciones. Un programa escrito en lenguaje **IL** suele ser largo y carece de transparencia. El lenguaje de texto estructurado (**ST**) es un lenguaje de alto nivel. De alguna manera se asemeja al lenguaje Pascal. Es potente y orientado a algoritmo. El lenguaje de diagrama de contactos (**LD**) es un lenguaje gráfico que se parece a una línea de diagrama, utilizado para la conexión de paneles de control y sistemas de retransmisión. El lenguaje **LD** es adecuado sólo para la escritura de programas simples, lógicos (no complejos!), que utilizan operaciones lógicas básicas solamente y que requieren de un enfoque intuitivo. El lenguaje de diagrama de bloques de funciones gráfico (**FBD**) se asemeja a un diagrama lógico de un sistema lógico con circuitos integrados, o un diagrama de bloques más general. Se utilizan también lenguajes similares a los diagramas de bloque. El programa es muy transparente, si no es extremadamente complicado. Si se usan bibliotecas de bloques de funciones especializadas (bibliotecas estándar o de usuario), la programación en **FBD** puede ser muy eficiente.

Con respecto al tamaño y la disposición mecánica, se suelen distinguir varios tipos de autómatas o PLCs.

### Micro PLC

$E=m \cdot c^2$

Es la clase más baja de autómata programable con un intervalo típico de 10 a 20 entradas y salidas

### PLC Compacto

$E=m \cdot c^2$

Son dispositivos de gama media con un rango típico de 20 a 80 entradas y salidas, a veces más.

### PLC Modulares

$E=m \cdot c^2$

Es un dispositivo de gama alta - con respecto a las posibles configuraciones (rango típico de cientos a miles de entradas y salidas, diversos tipos y combinaciones,

módulos periféricos especializados, varios tipos de unidades centrales y módulos de comunicación, módulos de ordenadores industriales), y con potencia de cálculo y posibilidades de comunicación.

---

## 5 Otros Sistemas de Control

Los sistemas SoftPLC se implementan usualmente en ordenadores industriales que utilizan por lo general programación de acuerdo con la norma IEC / EN 61131-3 (descrita anteriormente). Las principales ventajas incluyen el sistema operativo y una forma sencilla de activar los productos de software estándar, manejo de periféricos estándar de la computadora, el uso de funciones de archivo y comunicación, interfaz Ethernet, comunicación por Internet y una potencia de cálculo considerable.

El riesgo de inestabilidad del sistema operativo normalmente se resuelve mediante el uso de un sistema operativo robusto en tiempo real, o un módulo de extensión que se une a la computadora estándar que implementa las funciones del autómata programable (módulo **PLC**). Hay una variedad de métodos para poner en práctica los sistemas SoftPLC. Todavía hay otros dispositivos que se pueden programar como a los **PLC**, tales como convertidores de frecuencia programable de acuerdo con la norma IEC / EN 61161-3. Similares características son típicas para algunos módulos de terminales inteligentes.

El término: Ordenadores industriales, incluye por lo general una amplia gama de productos informáticos. La categoría más común está representada por sistemas embebidos - estos son sistemas que están "incrustados" en un cuadro de distribución, sistema de control u otro dispositivo. Los ordenadores industriales se denominan a veces por la abreviatura **IPC** (*PC industrial*). A veces se usa en el mismo sentido que los sistemas embebidos, en algunos casos se distingue una clase especial de PC, que está especialmente construido para una durabilidad extrema y condiciones hostiles del entorno industrial.

Dispositivos utilizados habitualmente son los ordenadores integrados con los equipos de servicio, por lo general con una pantalla táctil. Su función principal es la implementación de la interfaz de usuario (**HMI**). Incluyen equipamiento estándar de ordenador, memoria, comunicación y calidad de los gráficos de color que permiten la visualización cómoda, monitoreo y documentación del estado del objeto controlado; al mismo tiempo, proporcionan una interfaz fácil de usar. Una función similar puede ser implementada por un ordenador incorporado compacto sin una pantalla. – Utilizado principalmente para funciones computacionales y en muchos casos para el archivado de datos, funciones de comunicación, sistema operativo estándar; se puede utilizar como una herramienta para acceder a los periféricos estándar o productos de software. Puede ser utilizado para el almacenamiento de grandes archivos de datos, como un adaptador de comunicación (para Ethernet), punto de acceso a Internet, o para realizar extensos algoritmos numéricos computacionales.

Los ordenadores integrados modulares se utilizan para aplicaciones muy exigentes. De forma similar a los autómatas programables (**PLC**), son muy versátiles y su configuración puede ser modificada de acuerdo con el requisito del objeto controlado.

Los ordenadores industriales son abordados por los autómatas programables. El equipo estándar para **PLCs** de la mayoría de los principales fabricantes de **PLC** incluye módulos de ordenador (es decir, ordenadores industriales integrados), o las

unidades centrales de los autómatas se implementan como un ordenador (en algún lugar entre el **PLC** y SoftPLC).

Es difícil decir a primera vista si el sistema de control se implementa como un ordenador industrial modular, autómata programable (**PLC**) o un sistema SoftPLC. Los principales criterios de clasificación incluyen el método de programación y los lenguajes de programación disponibles (para **PLC**, que cumplan con la norma IEC / EN 61131-3).

## 5.1 DCS

---



Sistemas de control distribuido : Distributed Control Systems (**DCS**) son sistemas de control de procesos grandes **PCS** (*sistemas de control de proceso*), que comenzaron a ser utilizados en los años 60 con la llegada de los primeros ordenadores de control, lo que representó la solución numérica del control centralizado de grandes sistemas tecnológicos, como procesos químicos, centrales eléctricas, etc. Fueron construidos como una solución centralizada adecuada.

---



Algunos sistemas **DCS** están especializados, otros en cambio se aplican a numerosas áreas. Una excepción son los sistemas de control, con una demanda elevada de seguridad y fiabilidad. Esos sistemas son muy caros y no se implementan si no es estrictamente necesario. Se caracterizan por una construcción muy jerarquizada con niveles de control bottom-up:

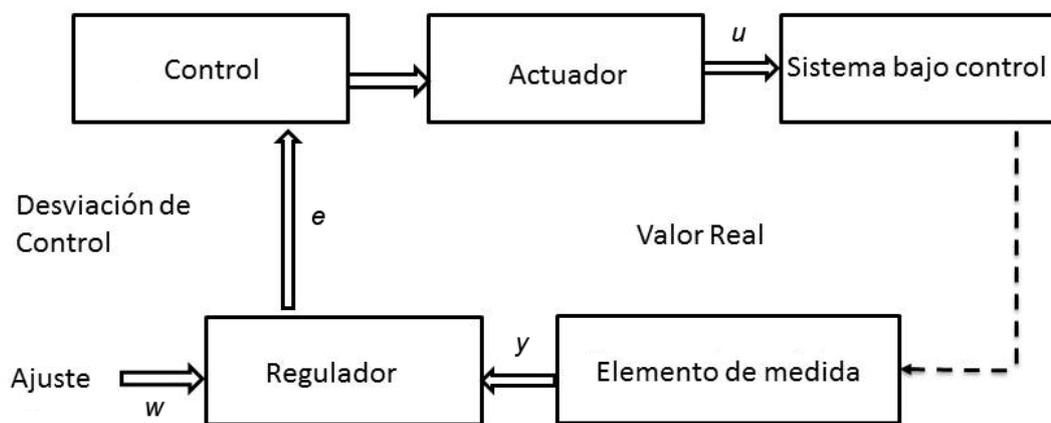
- Nivel Sensor – sensores, actuadores
  - Primer nivel de control (control y regulación)
  - Nivel de Operador
  - Nivel Superior
- 

En cualquier caso todavía representan un gran sistema de control **DCS** con un alto grado de fiabilidad en las zonas donde es necesario tratar un gran número de entradas y salidas de varios tipos y donde la fiabilidad y la seguridad es un requisito absoluto. Su ventaja es también que son sistemas muy compactos.

## 6 Regulación

### 6.1 Regulación y Control

El mayor nivel de regulación es el control automático. Significa que el sistema se controla para que una o más variables físicas se mantengan en los parámetros prescritos. Un ejemplo de un sistema de este tipo puede ser un horno de gas - sistema controlado, que realiza el precalentamiento de material por razones de un tratamiento de superficie (por ejemplo, templado). El material suministrado al interior del horno debe calentarse a una temperatura específica y la temperatura del horno, los circuitos de regulación (control y regulación) deben mantenerse un cierto período de tiempo (punto de ajuste). La temperatura debe ser medida y su valor es controlado por la válvula de control (actuador) suministro de gas combustible. El sistema está controlado por uno o más de los parámetros medidos. Estos pueden ser de cualquier magnitud física: temperatura, presión, velocidad, potencia, voltaje, etc. La unidad de medición procesa el valor medido a la señal apropiada y la pasa al controlador. Dado que se trata de una transferencia de información desde el sistema, esta rama se llama retroalimentación. También entrar en el punto de referencia del controlador (valor). Este es el valor del parámetro regulado. La diferencia entre las señales de valor de referencia y la desviación de control de retroalimentación se evalúan. La señal de desviación de control entra en el bloque de control, su valor crea la entrada de control apropiada para el actuador. Sus actividades afectan al sistema de accionamiento y a sus parámetros.



Esquema de regulación de control

### Control



El control es un proceso, que utiliza una retroalimentación para alcanzar el objetivo deseado (control de retroalimentación). El objetivo del control es alcanzar y garantizar el valor deseado de valor controlado (salida) (por ejemplo, temperatura ambiente, nivel de tanque) o el comportamiento de tiempo deseado (por ejemplo comportamiento de la temperatura de acuerdo al plan semanal o una temperatura en la habitación de acuerdo con las especificaciones). El valor deseado se debe

asegurar siempre, también en caso de perturbaciones actuando sobre el sistema. Estas perturbaciones normalmente tienen una característica impredecible, por ejemplo, la pérdida térmica o aumento de calor en la sala climatizada (cambio de temperatura al aire libre, abertura de la ventana, en la pared y la insolación habitación, la presencia de personas o equipo eléctrico alimentado).

---

## Retroalimentación

---



$E = m \cdot c^2$

El esquema principal del sistema de control de retroalimentación se muestra en la figura anterior. La entrada de todo el sistema es un valor deseado ( $w$ ) y su salida es el valor real ( $y$ ). El elemento de sustracción evalúa un error  $e = w - y$ , que es la entrada a un controlador. El controlador procesa el error y emite una variable de control, que actúa a través de actuadores en el sistema controlado (planta). El controlador intenta minimizar el error, para el valor real y acercarse a la  $w$  deseada.

---

## Controladores PIDs

---



$E = m \cdot c^2$

El **PID** es el tipo más utilizado de controlador. La propiedad común de **P**, **PI** y **PID** es la linealidad. En el caso del controlador proporcional (**P**), la variable de control es directamente proporcional al error.

---

La variable de control del controlador proporcional-integral (**PI**) es una suma de dos componentes - el proporcional (que es, así como en caso de controlador **P** puro, directamente proporcional al error), y uno integral, que es proporcional al valor acumulado del error, es decir, a su integral. La acción integral es capaz de llegar a error cero en algunos casos, en los que es imposible con controlador proporcional puro.

La salida (variable de control) del controlador proporcional-integral-derivativo (**PID**) contiene una derivada adicional. Debe "anticipar" el comportamiento y da una respuesta más rápida a cambios repentinos. Su desventaja es que amplifica el ruido de alta frecuencia, presente en la medición, lo que puede causar al azar una operación errática del sistema.

Hasta hace poco, los controladores **PID** se implementaban como circuitos analógicos, por lo general sobre la base de los amplificadores operacionales. Estos controladores ahora se implementan normalmente mediante software. El software se puede ejecutar en un microcontrolador, procesador de señal digital o un PLC en caso de aplicación industrial, o un ordenador personal ordinario.

---



Evalúa la expresión matemática

$$u_k = p \cdot e_k + i \cdot \sum e_k + d \cdot \Delta e_k$$

La integral del error es reemplazada por una suma secuencial de muestras de errores individuales en cada paso ( $\sum e_k = \sum e_{k-1} + e_k$ ). La derivada se sustituye por un diferencial, la diferencia entre la muestra actual y la previa del error  $\Delta e_k = e_k - e_{k-1}$ .

---

## 7 Sistemas SCADA

La traducción de este término es : Control de Supervisión y Adquisición de Datos. Eso significa que este es un software que permite la supervisión, el control, el archivo de eventos de proceso tecnológico (o de otro tipo, por supuesto). Los sistemas SCADA son a menudo utilizados como nivel medio en la automatización de control en grandes empresas vinculadas por ejemplo a los sistemas SAP o cualquier sistema de esta categoría.

$E=m \cdot c^2$

**SCADA** es el sistema de software que opera con señales codificadas a través de canales de comunicación para el control de un dispositivo remoto. El sistema de control generalmente se complementa con un sistema de obtención de información sobre el estado de un dispositivo remoto para su procesamiento y presentar un registro de datos.

$E=m \cdot c^2$

**HMI** (*Human Machine Interface*) es un software de imagen que realiza la visualización del proceso tecnológico. **HMI** proporciona al operador de un dispositivo tecnológico esquemas detallados y sensores específicos, proporciona información sobre la gestión de la tecnología, proporciona información sobre tendencias y datos de diagnóstico.

Los sistemas **SCADA** contienen:

- *HMI* (*Human Machine Interface*)
- Terminales remotos que convierten las señales de sensor de proceso en datos digitales y permiten la conexión de estos sensores con el centro de control
- El lenguaje de secuencias de comandos con capacidad para llevar a cabo el control de las tecnologías parciales o funcionalidades
- Conexiones posibles de varias redes – **WAN** (*World Area Network*), **LAN** (*Local Area Network*), Ethernet, SMS sending etc.
- Comunicación con HW de ordenadores a través de capas como **HAL** para por ejemplo, dar una rápida visualización de gráficos, datos etc., lo que es muy importante en procesamiento de gran cantidad de datos.

Todos los sistemas **SCADA** tienen dos partes funcionales principales. 1. Desarrollo de módulos/partes y 2. Módulos de tiempo de ejecución.

—

En el Mercado podemos encontrar distintas versiones de sistemas **SCADA**, por ejemplo los siguientes:

- Wonderware In Touch desarrollado por Schneider Electric
- WinCC de la compañía Siemens
- RELIANCE desarrollado por Geovap

- CITECT de la compañía Schneider Electric
  - ControlWeb de Moravské Přístroje – [www.mii.cz](http://www.mii.cz)
  - RSView Studio desarrollado por Rockwell Automation
- 

OPC ([www.opcfoundation.org](http://www.opcfoundation.org))

Una de las funcionalidades más importantes es la funcionalidad de interfaz estandarizada (de PLC / PAC) para los sistemas SCADA. Está muy extendida y es la base para la normalización, ya que permite la independencia del **PLC** de los sistemas **SCADA** porque anteriormente era normal que el proveedor de **PLC** tuviera que suministrar el sistema **SCADA** también por razones de compatibilidad.