

Tema 1. Niveles y componentes de un sistema de automatización.

AUTOMATIZACIÓN . CURSO 2022-2023

Fernando R. Pardo Seco – fernando.pardo@usc.es

Introducción

- **Automático/a** [Real Academia Española - RAE]:
 - 1. adj. Dicho de un mecanismo o de un aparato: Que funciona en todo o en parte por sí solo.
 - 2. adj. Producido sin necesidad de la intervención directa del interesado.
 - 4. adj. Dicho de una acción: Que se produce inmediatamente después de un hecho y como consecuencia de él.
 - 3. adj. Dicho de un acto o de un movimiento: Maquinal o indeliberado.
 - 4. adj. p. us. Perteneciente o relativo al autómata.
 - 5. m. Cierre que sirve para abrochar una prenda, formado por dos piezas que encajan a presión.
 - 6. f. Ciencia que trata de sustituir en un proceso el operador humano por dispositivos mecánicos o electrónicos.

Introducción

- **Automatizar [RAE]:**
 - 1. tr. Convertir ciertos movimientos en movimientos automáticos o indeliberados.
 - 2. tr. Aplicar la automática a un proceso o a un dispositivo.
- **Automatización [RAE]:**
 - 1. f. Acción y efecto de automatizar.
- **Autómata [RAE]:**
 - 1. m. Instrumento o aparato que encierra dentro de sí el mecanismo que le imprime determinados movimientos.
 - 2. m. o f. Máquina que imita la figura y los movimientos de un ser animado. U. menos c. f.
 - 3. m. y f. Persona que actúa sin reflexión.

Introducción

- ¿Por qué automatizar?
 - Procesos repetitivos:
Semáforos, apertura de puertas, clasificación de objetos



Introducción

¿Por qué automatizar?

- Mejoras en la productividad:
 - Velocidad
 - Producción continua



Introducción

¿Por qué automatizar?

- Mejora en ambientes industriales de tareas repetitivas
 - Tareas mecánicas
 - Tareas peligrosas
 - Tareas esfuerzo físico



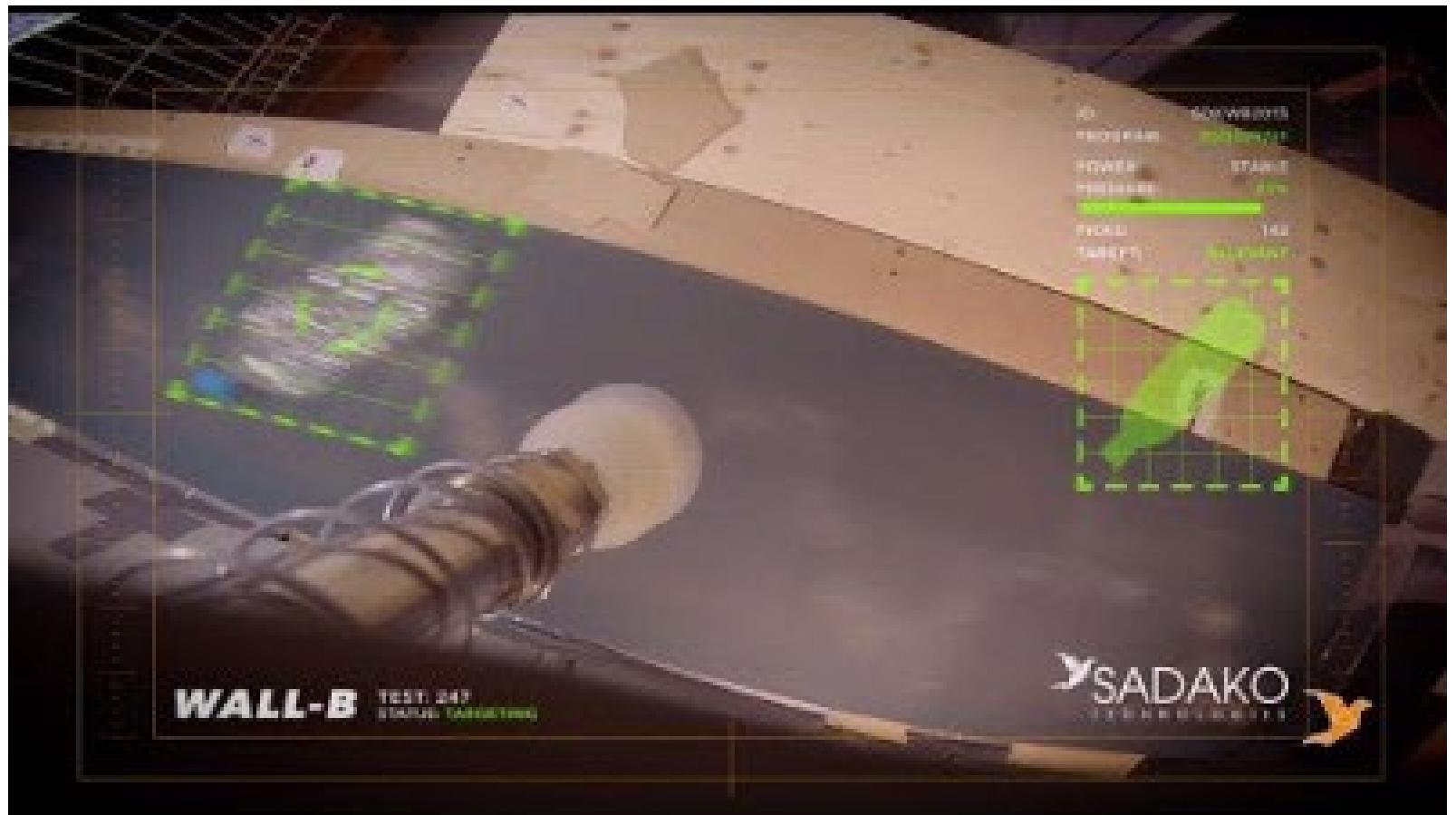
Introducción

¿Por qué automatizar?

- Procesos que requieran mucha precisión y que sean fácilmente controlables de forma manual



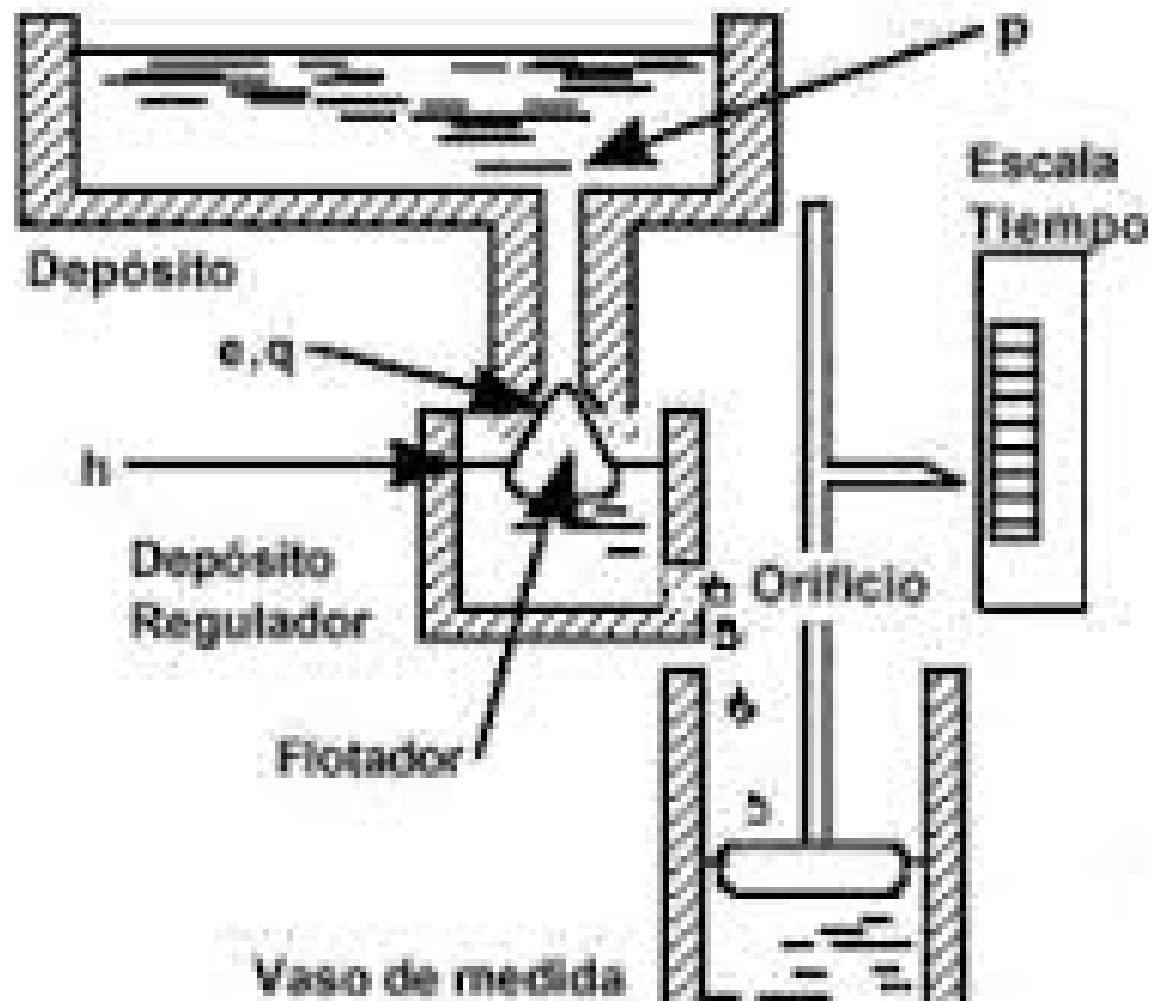
Introducción



https://www.youtube.com/watch?v=sao3K9XB1Mc&feature=emb_logo

Introducción. Historia

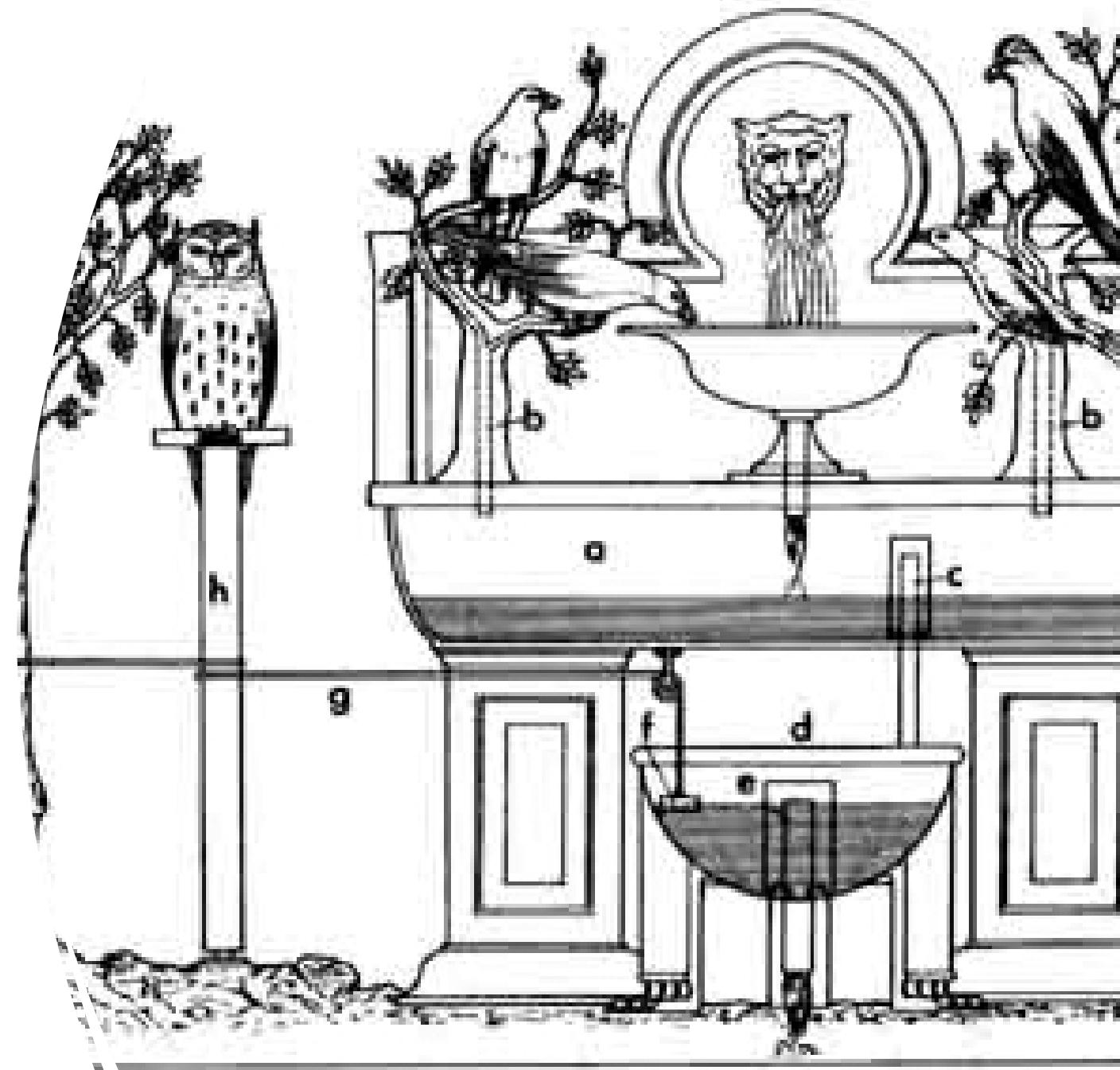
Reloj de agua de Ktesibio: 270 a.C.



Introducción.

Historia

Herón de Alejandría(62 d.C) describe múltiples aparatos en su libro "Autómata". Entre ellos aves que vuelan, gorjean y beben.
Juguete de la época.



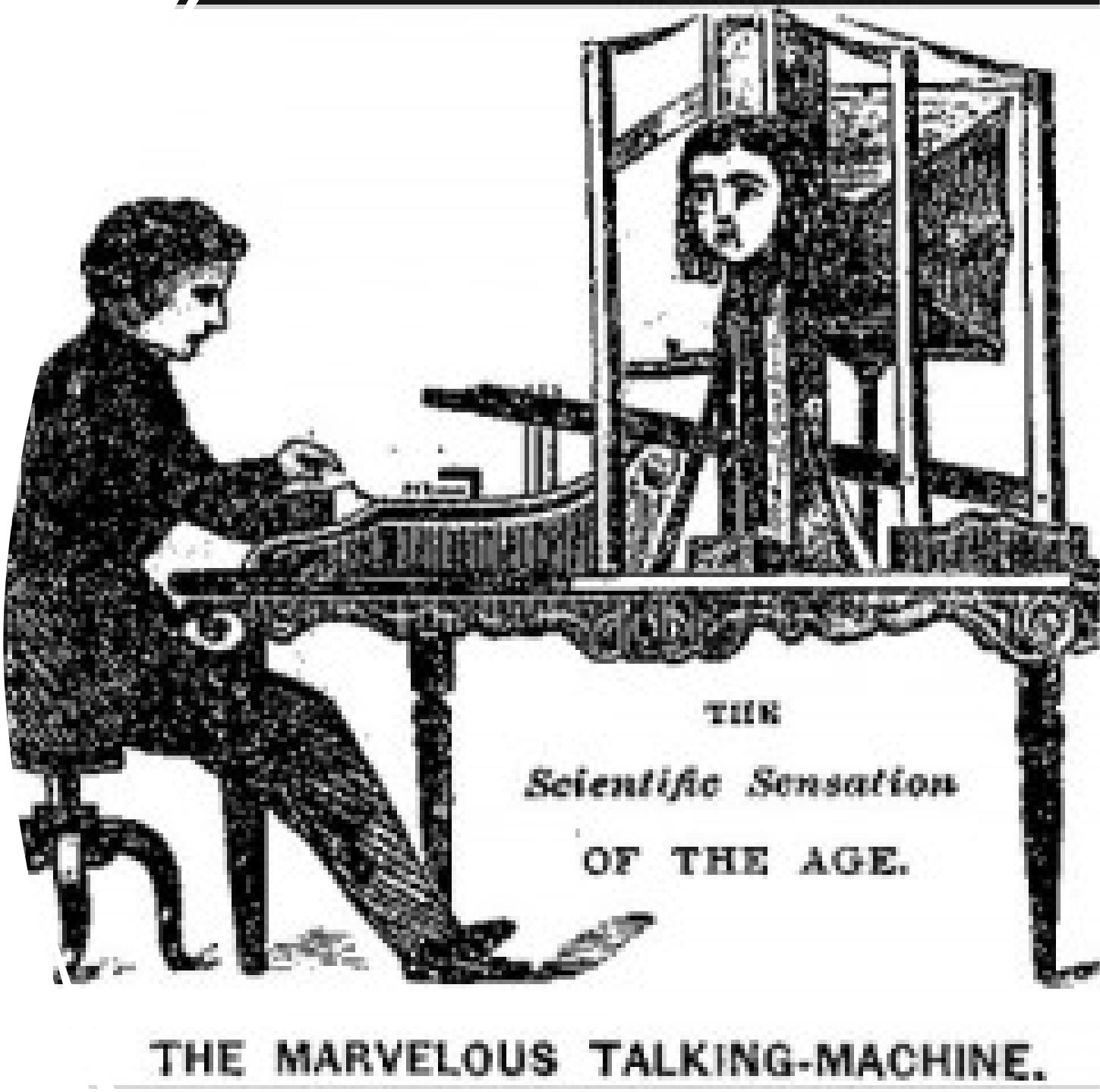
Introducción. Historia

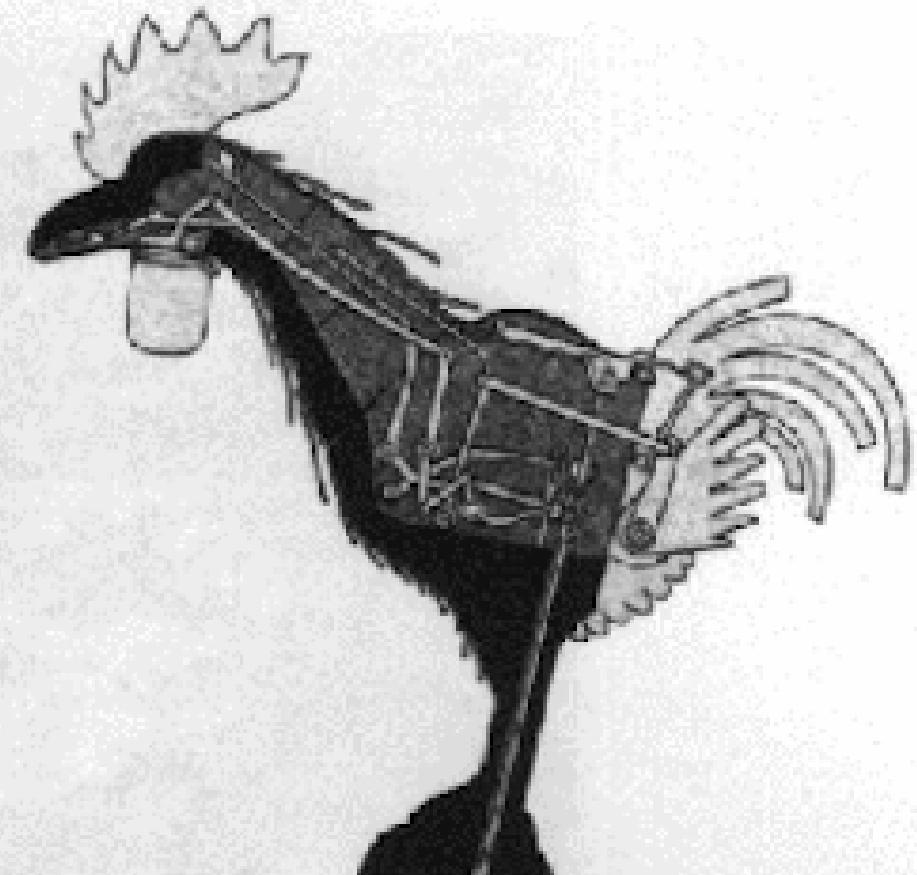
Herón de Alejandría:
Apertura automática
de las puertas del
templo.



Introducción. Historia

Cabeza parlante
Roger Bacon (s. XIII)





Introducción. Historia

Gallo de Estrasburgo
(1352 – 1789)

Introducción. Historia

“León automata” Leonardo da Vinci (1452-1519)



https://www.youtube.com/watch?v=cna4bYmiwRY&feature=emb_logo

Introducción. Historia

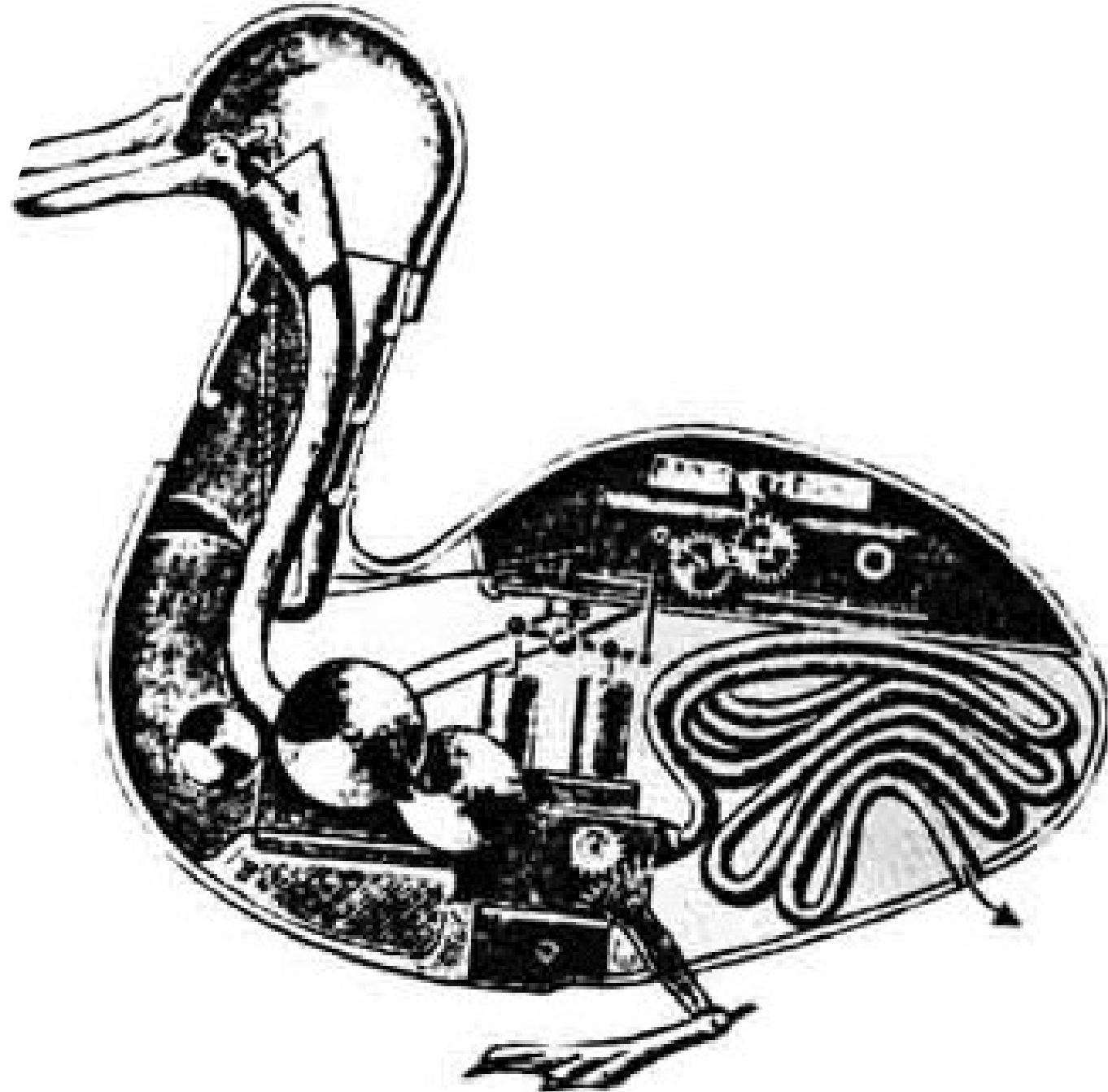
“El caballero” Leonardo da Vinci (1452-1519)



https://www.youtube.com/watch?v=hejZKnSxbFo&feature=emb_logo

Introducción. Historia

Pato de Vaucanson (1709-1782). Alargaba el cuello para comer grano y lo digería



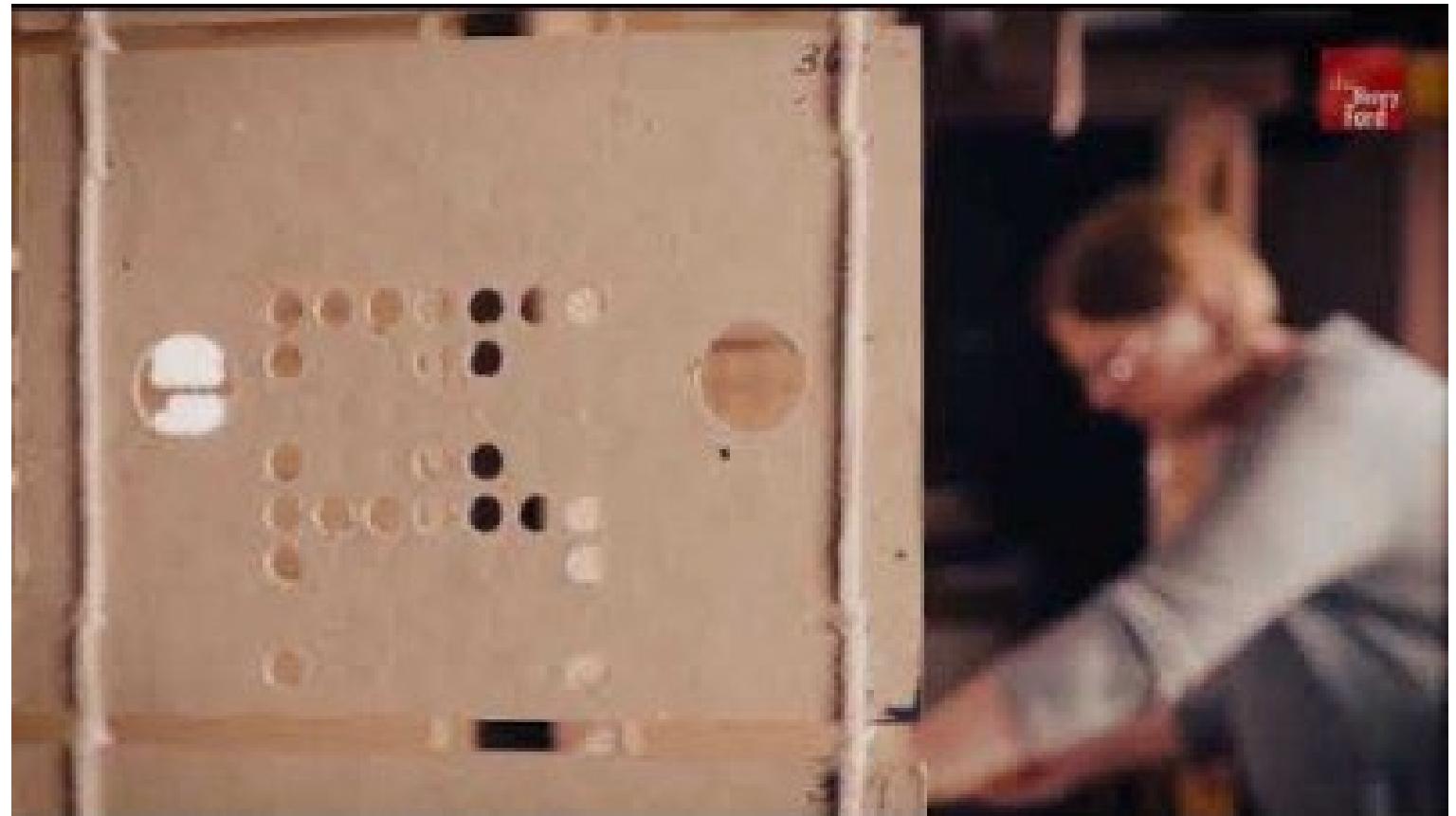
Introducción. Historia

Telar de Jacquard (1801)



Introducción. Historia

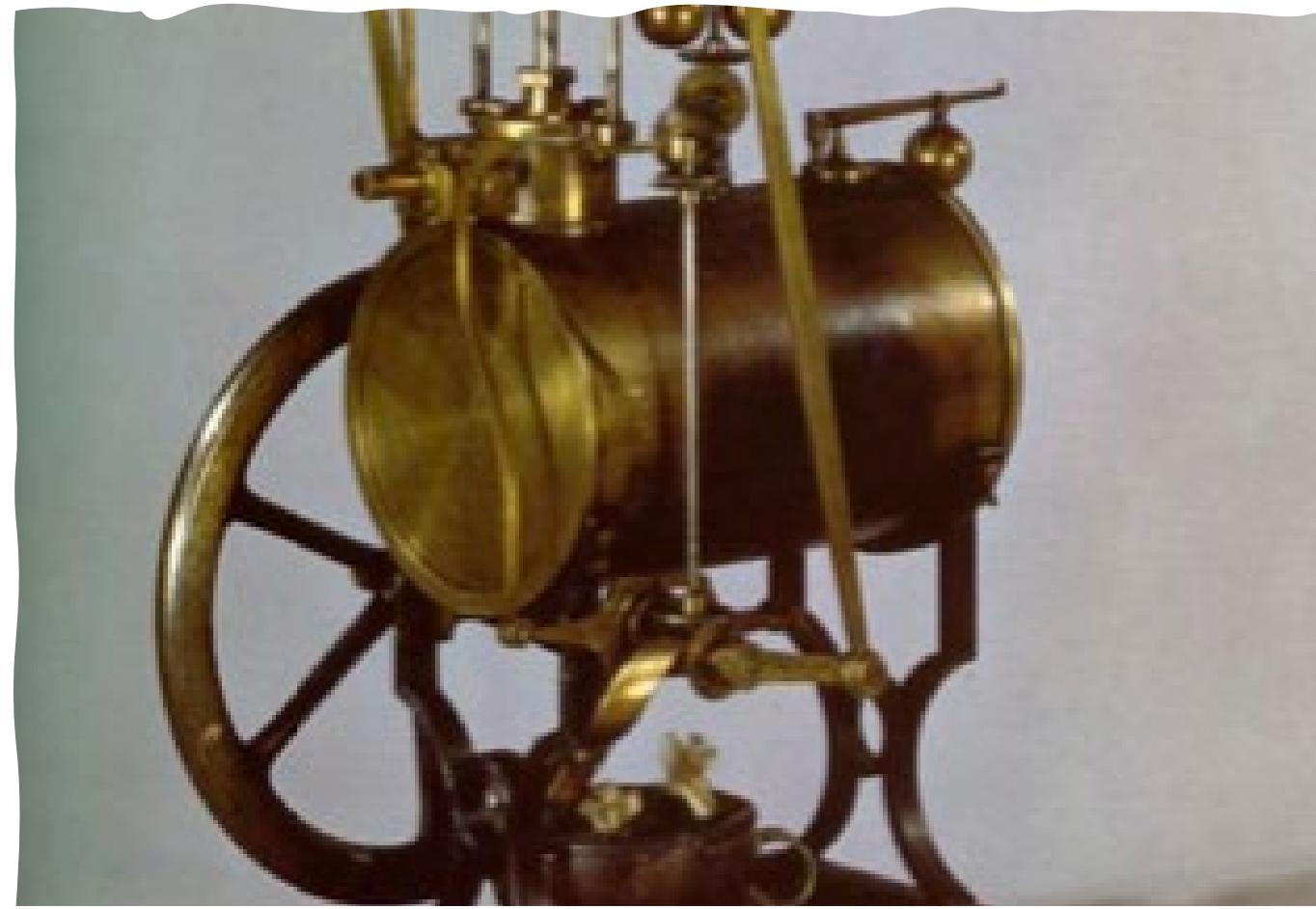
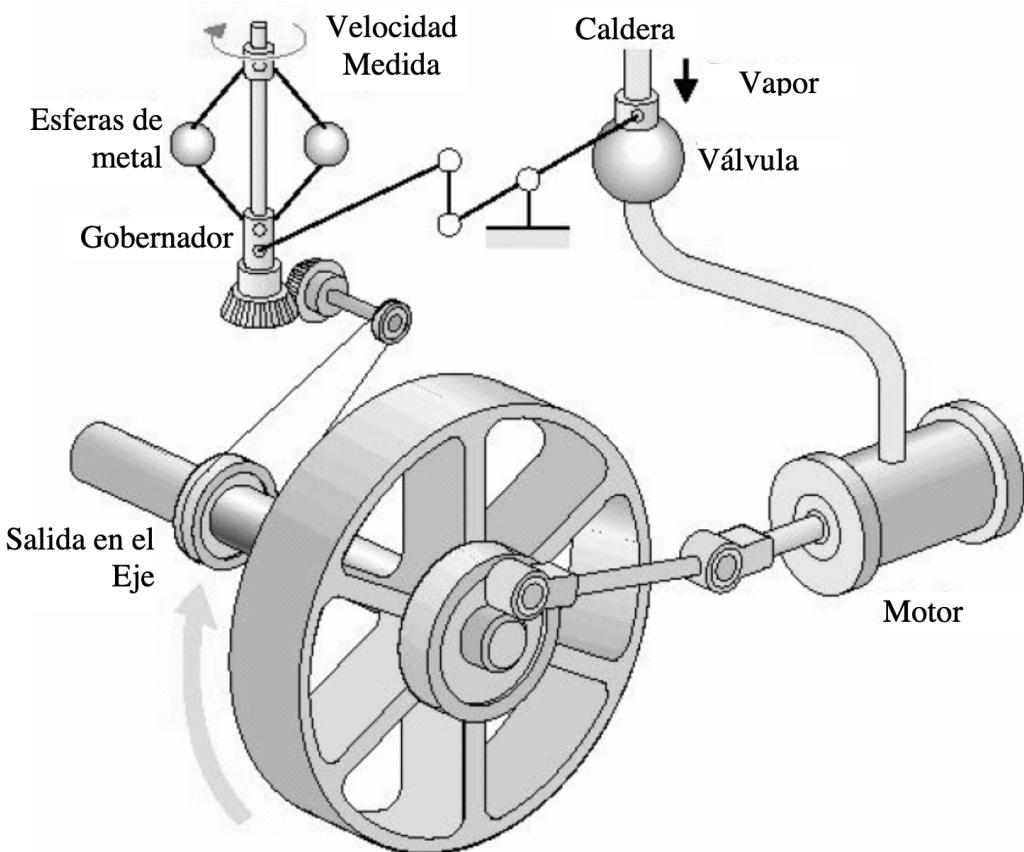
Telar de Jacquard (1801).
Precursor de tarjetas perforadas para programar ordenadores



https://www.youtube.com/watch?v=MQzpLLhN0fY&feature=emb_logo

Introducción. Historia

Regulador de Watt (1736-1819)

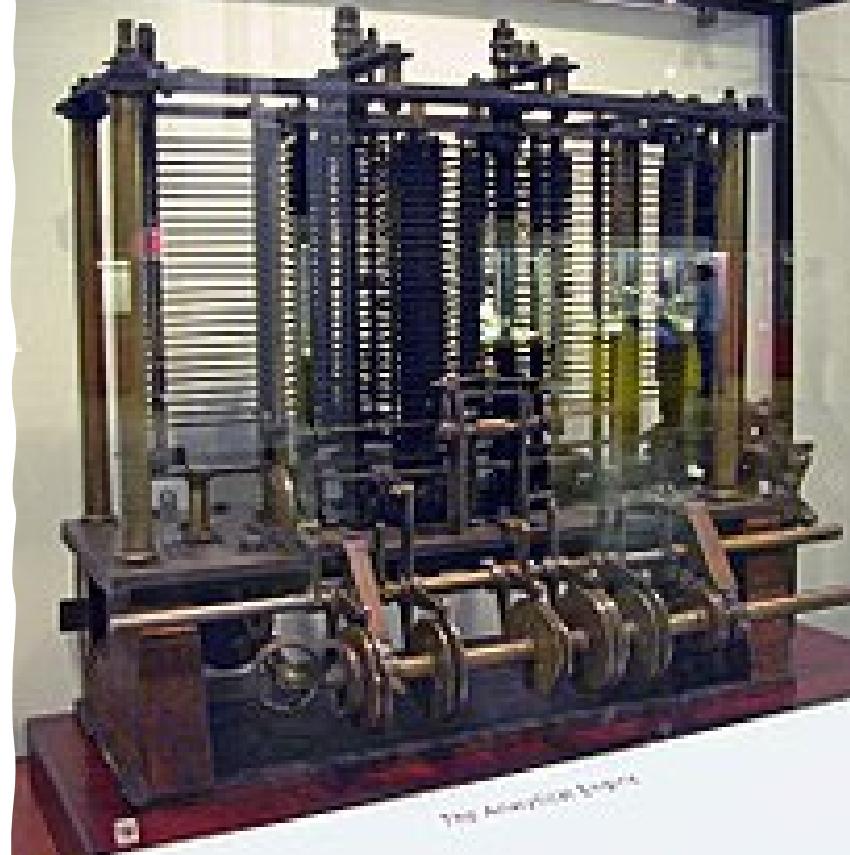


Introducción. Historia

Máquina analítica Charles Baggage (1837)

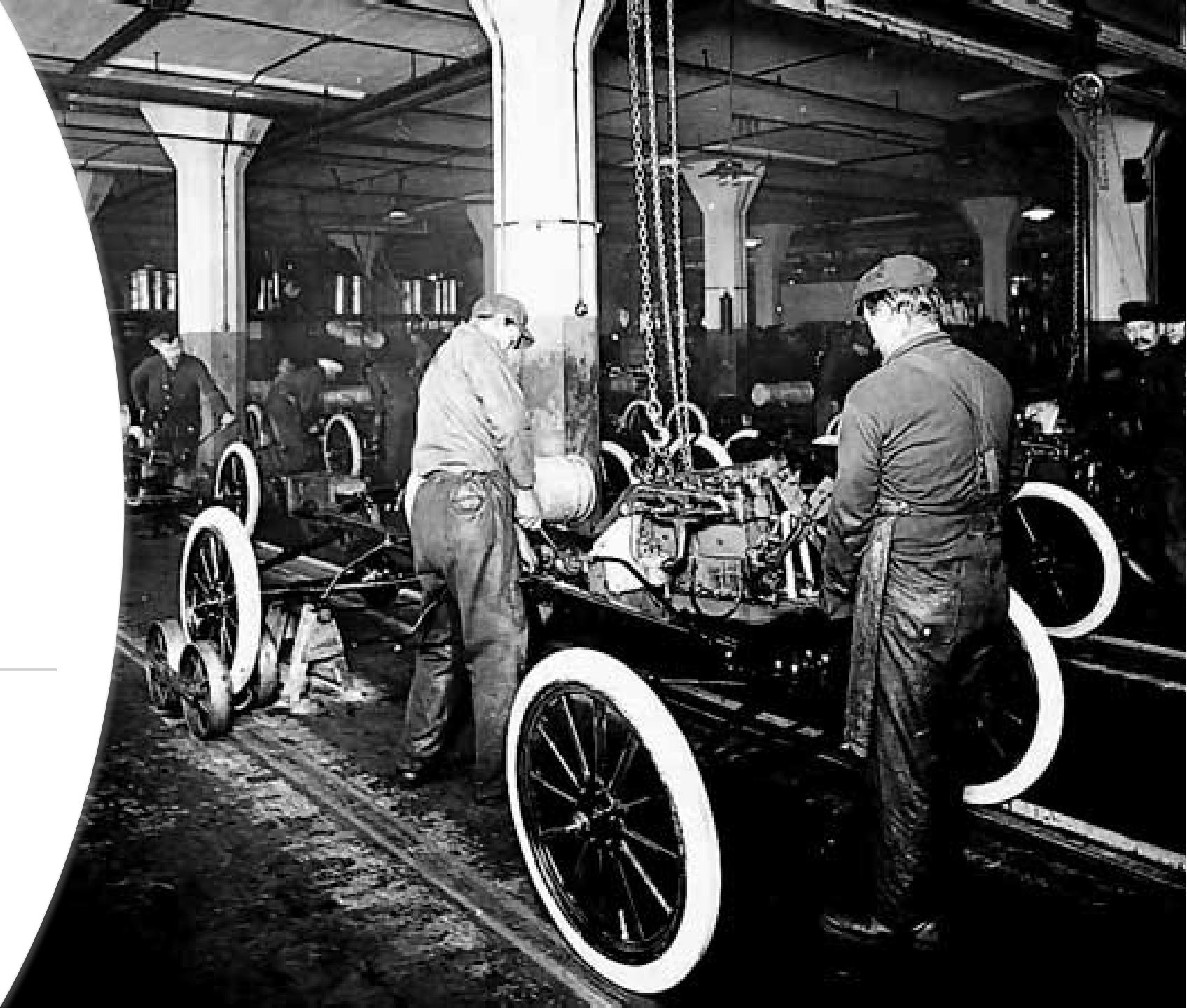
**Ada Lovelace (1842) escribe el primer
programa de ordenador**

Lenguaje de programación ADA (desarrollado
por el Departamento de Defensa de Estados
Unidos)



Introducción. Historia

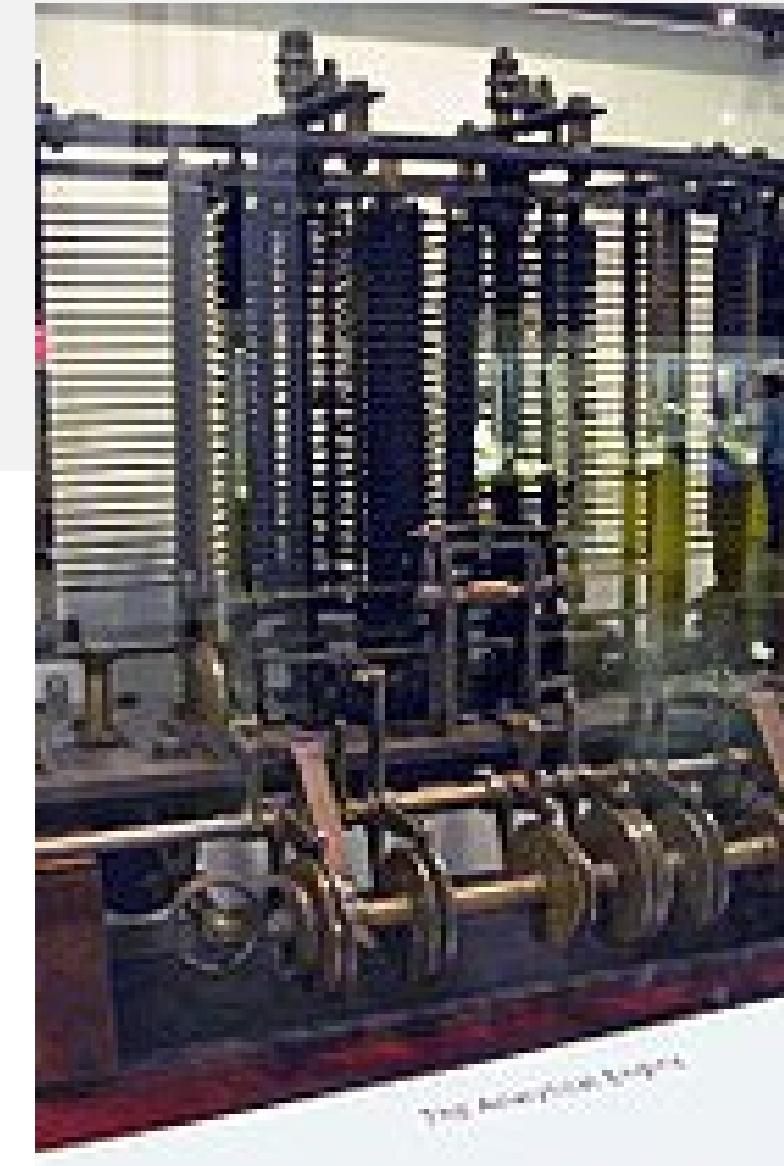
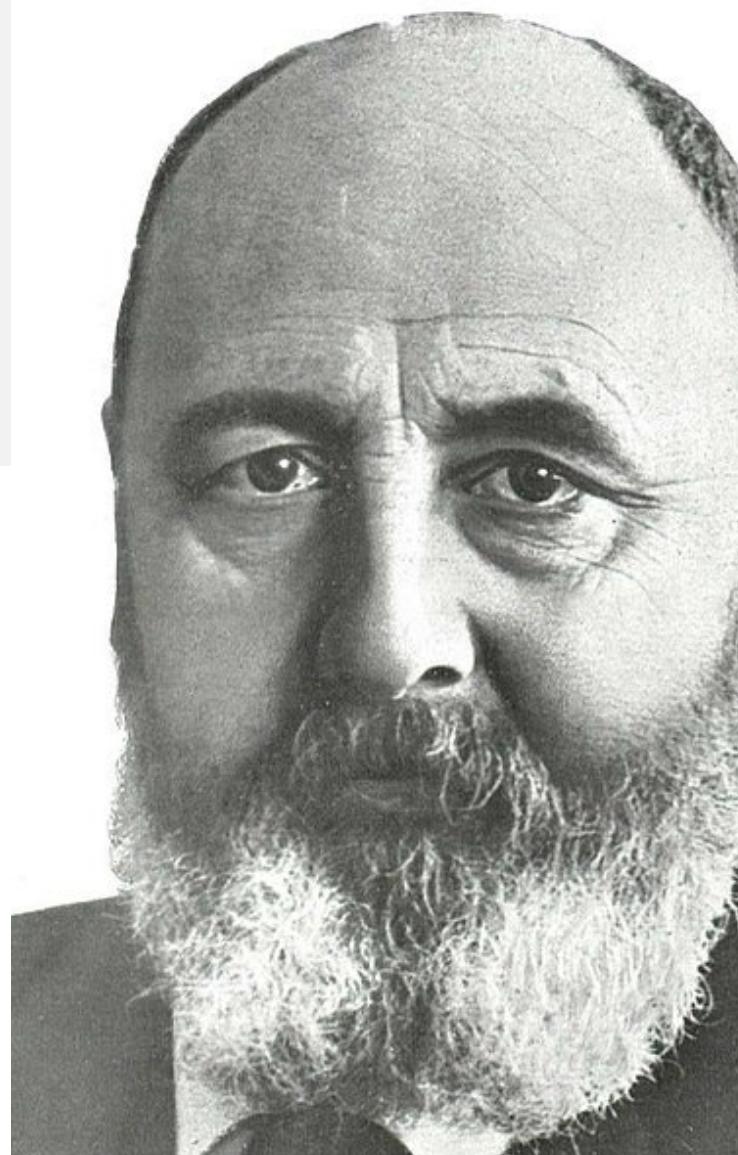
Automatización es impulsada por
fábricas de coches





Introducción. Historia

TELEKINO. Torres Quevedo (1852-1932) Desarrolló un autómata controlado por ondas de radiofrecuencia.

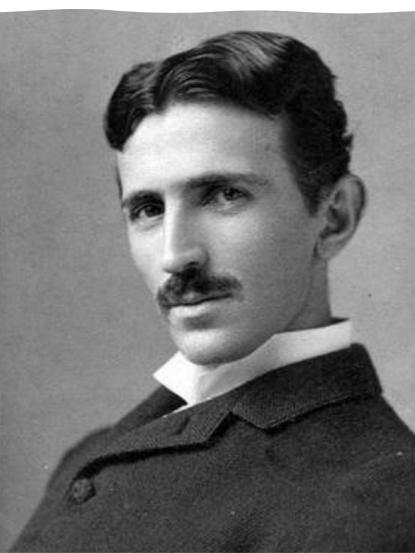
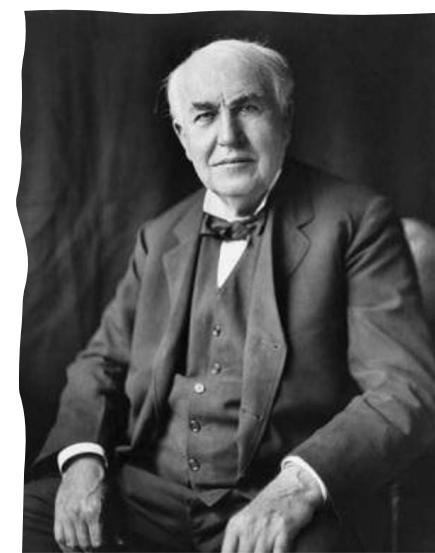
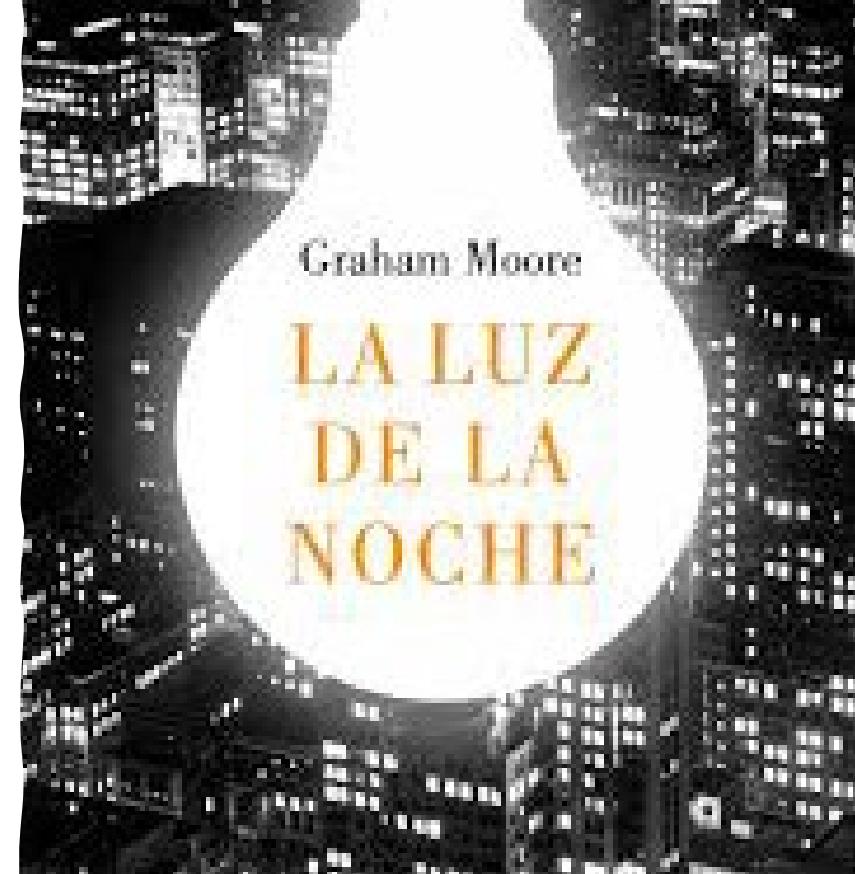


Introducción. Historia

Nikola Tesla (1856-1943) y Thomas Edison (1847- 1931)
Desarrollos mecanismos eléctricos.

Lectura recomendada:

La luz de la noche. Graham Moore. Ed. Lumen.



Introducción. Historia

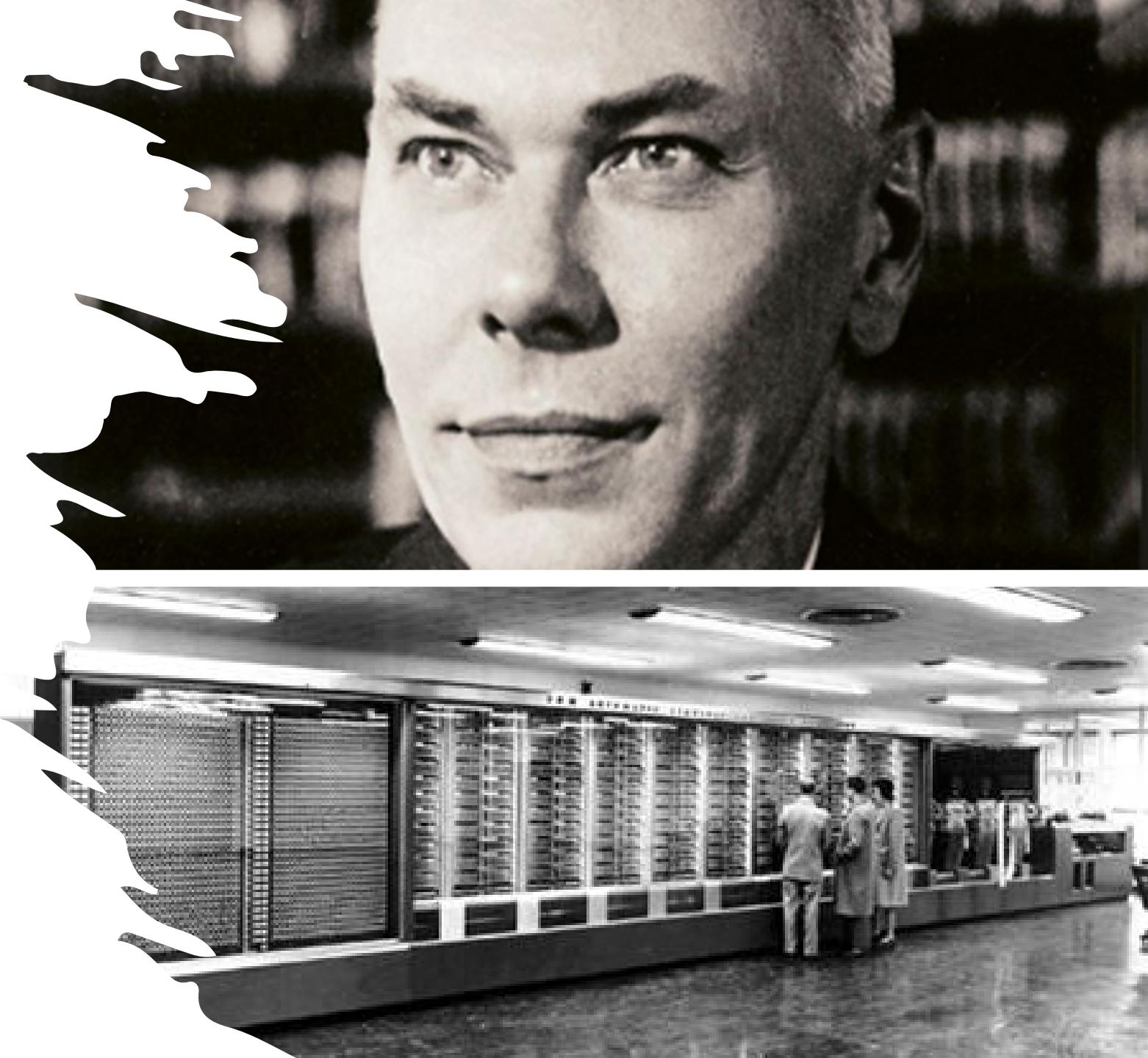
Howard Aiken. Primer ordenador moderno: Mark I (1944).

Características:

- Peso: 8 Tn
- Longitud: 15 m
- 800 Km de cables

Prestaciones

- Suma: 0.3 s
- División: 12 s



Introducción. Historia

1946 - ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Calculator) Consumo:
275.000 W

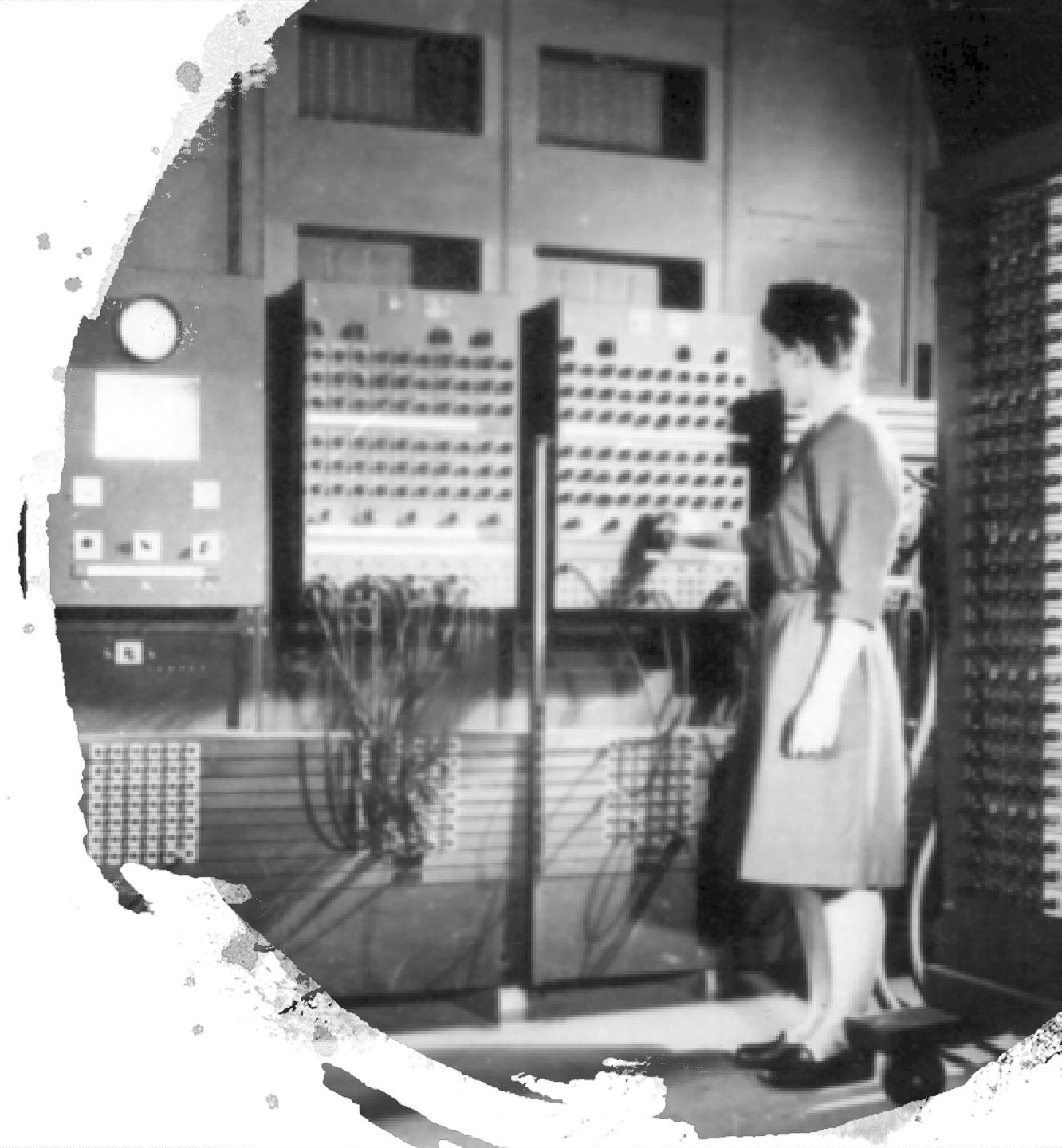
Cálculo trayectorias balísticas

Diseñado por: John Presper Eckert y John William Mauchly

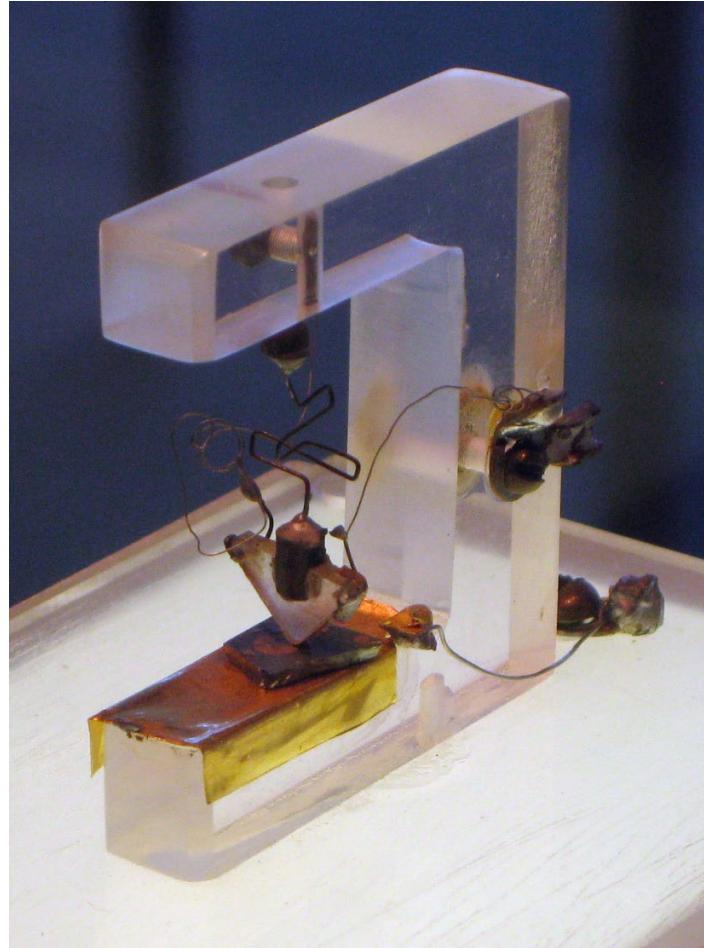
Programado por **Betty Snyder Holberton, Jean Jennings Bartik, Kathleen McNulty Mauchly Antonelli, Marlyn Wescoff Meltzer, Ruth Lichterman Teitelbaum y Frances Bilas Spence.**

<https://mujeresconciencia.com/2017/09/29/las-chicas-del-eniac-1946-1955/>

<http://eniacprogrammers.org/>



Introducción. Historia

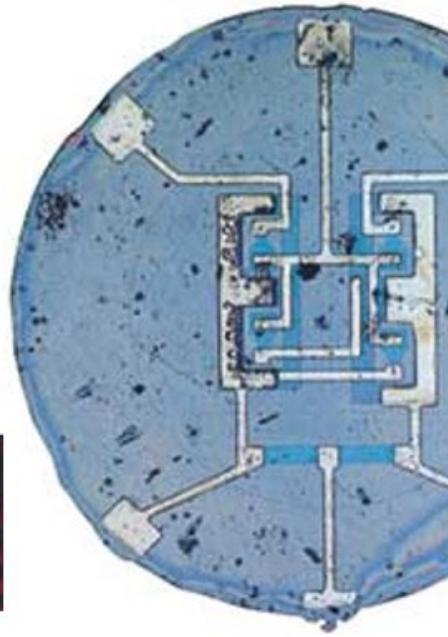
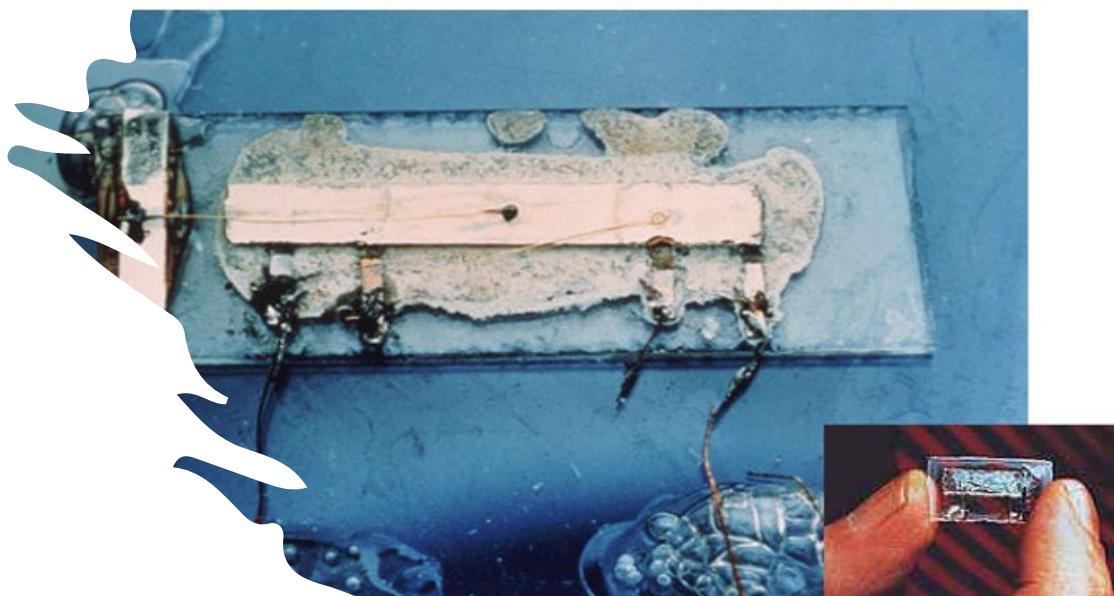


Transistor. John Bardeen y Walter Brattain y William Bradford Shockley (1947). Premio Nobel en 1956

Introducción. Historia

Jack Saint Clair Kilby inventa el **microchip** (**1958**) : Integra varios transistores en el mismo circuito.

Premio Nobel en 2000



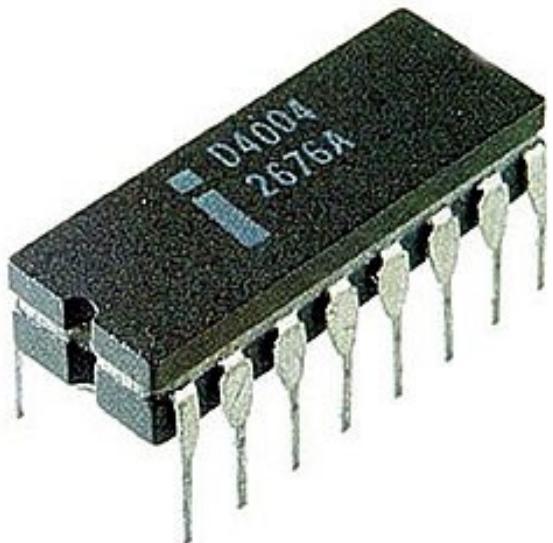
Introducción. Historia

A raíz de una petición de General Motors para mejorar la línea de producción Bedford Associates propone utilizar Autómata programable (1960)

**Controlador Digital Modular
(Modicon, Modular Digital Controller)**

Dick Morley es considerado el padre de los PLC (Programmable Logic Controller)





Introducción. Historia

Primer Microprocesador INTEL 4004 (1971)

- Microprocesador de 4 bits
- 2.300 transistores
- Encapsulado CERDIP de 16 pines
- Máxima velocidad del reloj 740 kHz

Introducción. Historia

Lectura recomendada:

"Los innovadores". Walter Isaacson. Ed. Debate



Introducción. Futuro



https://www.youtube.com/watch?v=wlkCQXHEgjA&feature=emb_logo



Introducción. Futuro

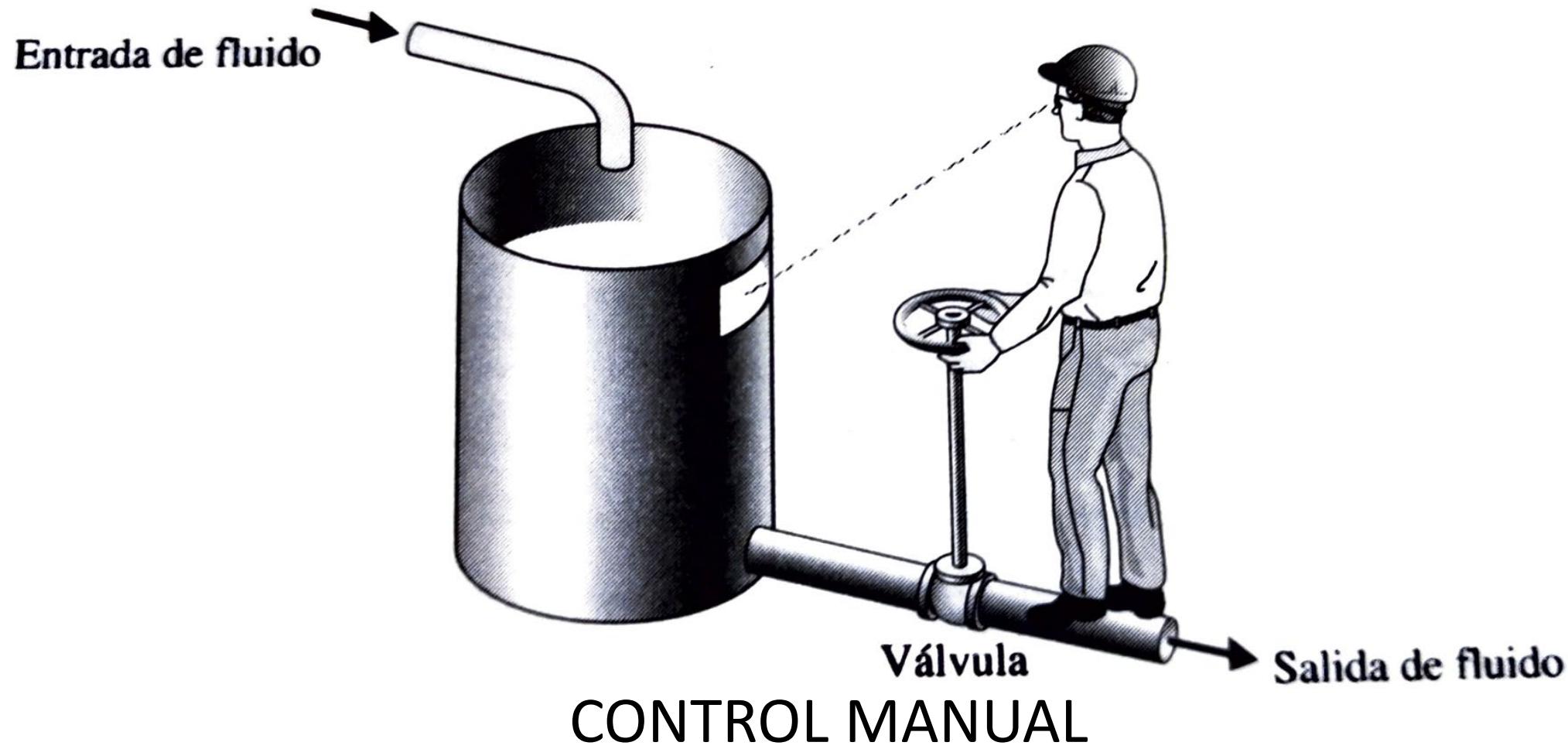


https://www.youtube.com/watch?v=-e1_QhJ1EhQ&ab_channel=BostonDynamics

Introducción. Definiciones

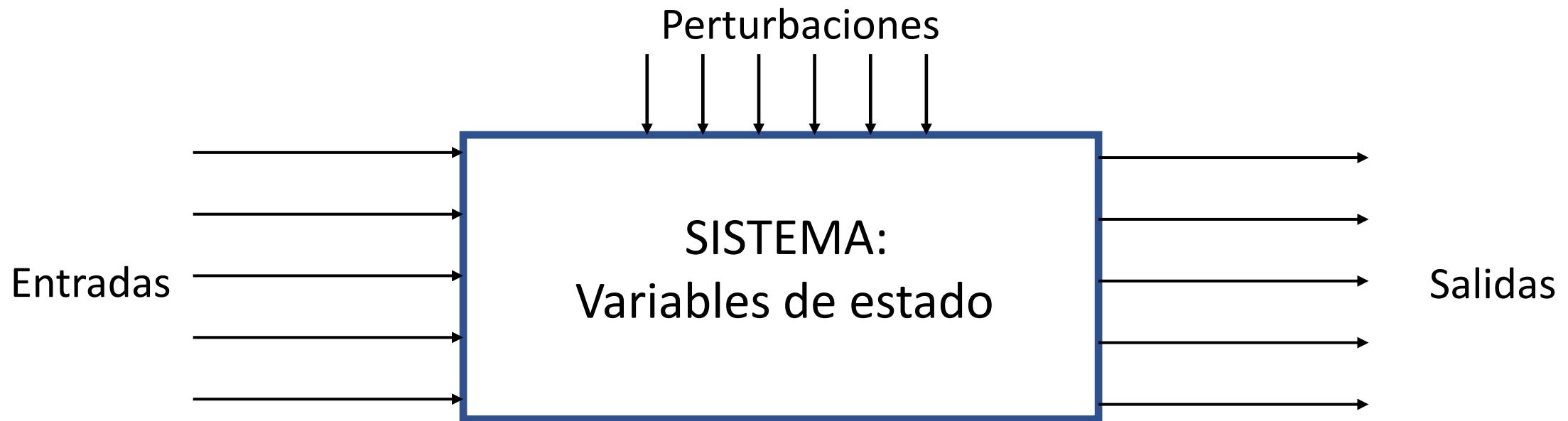
- La **Automática** o **Control** (automático) de Sistemas trata de regular, con la mínima intervención humana, el **comportamiento** dinámico de un sistema.
- **Sistema**: conjunto de elementos, físicos o abstractos, relacionados entre sí de forma que modificaciones o alteraciones en determinadas magnitudes en uno de ellos pueden influir o ser influidas por los demás.
- **Variables del sistema**: magnitudes que definen el comportamiento de un sistema. Su naturaleza define el tipo de sistema: mecánico, químico, eléctrico, electrónico, económico, térmico, ...

Introducción. Definiciones



Fuente: Sistemas de control moderno. R. Dorf and R. Bishop.

Introducción. Definiciones



- **Variables de estado:** Conjunto de magnitudes que conocidas su valor permiten obtener la salida del sistema

Introducción. Definiciones

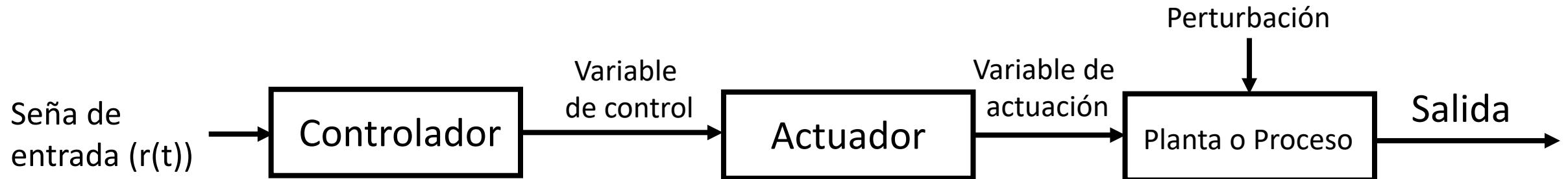
- **Planta:** Equipo o conjunto de componentes que realizan una función particular (horno, motor,...).
- **Proceso:** Operación que se quiere controlar.
- **Perturbación:** Señal imprevisible que puede afectar al comportamiento del sistema.
- **Control realimentado:** Operación que ante una perturbación tiende a reducir la diferencia entre la salida del sistema y la entrada de referencia.

Introducción. Definiciones

- **Servomecanismo:** sistema de control realimentado en el cual la salida es una magnitud de tipo mecánico (posición, velocidad o aceleración).
- **Control en bucle (lazo) abierto:** sistema de control en el que la salida no tiene efecto sobre la acción del control (Ejemplo: lavadora, semáforos, ...).
- **Control en bucle (lazo) cerrado:** aquel en el que la salida tiene un efecto directo sobre la señal de control (utiliza la realimentación para reducir el error).

Introducción. Definiciones

SISTEMA CONTROLADO EN LAZO ABIERTO:



- La señal de entrada (o referencia) $r(t)$ actúa directamente sobre el controlador (o regulador), para producir, por medio del actuador, el efecto deseado en la salida.
- El controlador **NO comprueba** el valor que toma la salida.
- Problema: Sensible a las perturbaciones que se produzcan sobre la planta.

Introducción. Definiciones

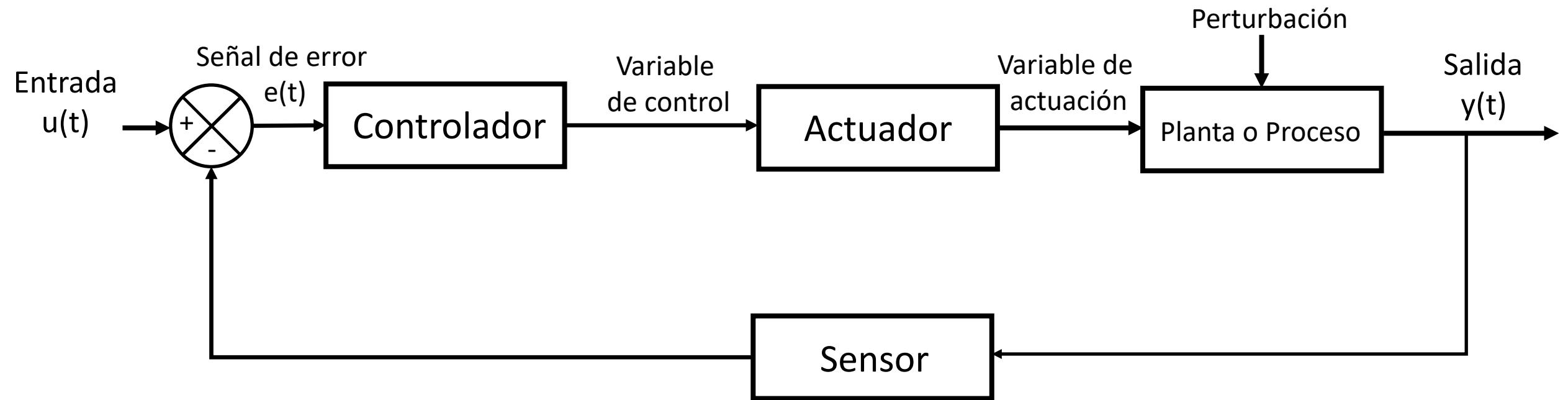
SISTEMA CONTROLADO EN LAZO ABIERTO (EJEMPLOS):

- Cruce de semáforos
- Lavadora



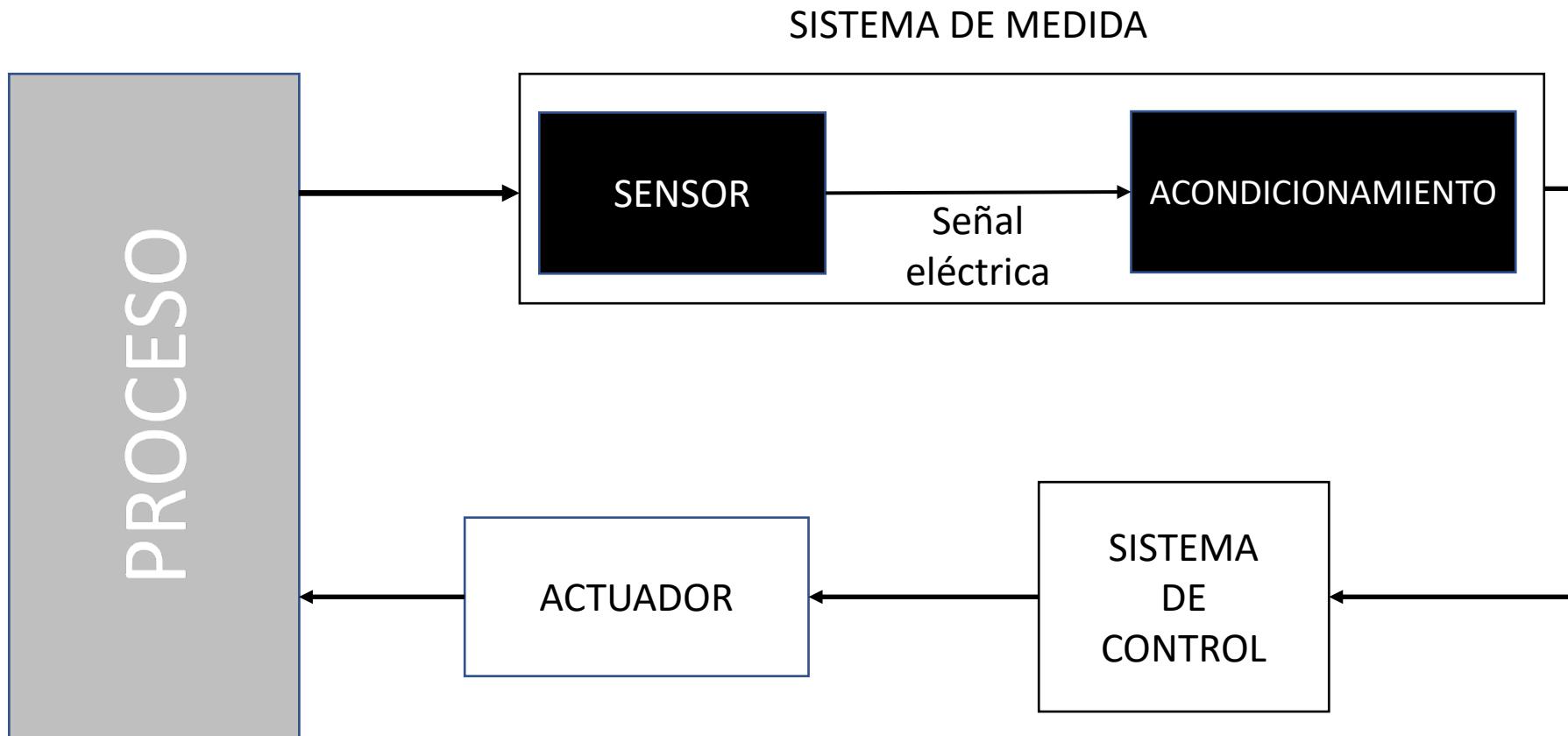
Introducción. Definiciones

SISTEMA CONTROLADO EN LAZO CERRADO:



- Se mide la salida del sistema (sensor) y se compara con el valor de referencia
- Responde mejor a perturbaciones

Introducción. Definiciones



Introducción. Definiciones

SISTEMA CONTROLADO EN LAZO CERRADO(EJEMPLO)



Sensor de presión del agua



Sensor de peso



Sensor de turbidez del agua



Controlador

LAVADORA INTELIGENTE

Introducción. Definiciones

SISTEMA CONTROLADO EN LAZO CERRADO(EJEMPLO)



Sensor de temperatura



SISTEMA CALEFACCIÓN



Sensor de nivel



Sensor de llama

Automatización industrial

- Tipos de procesos:
 - **Continuos**
 - **Discretos**
- **Proceso continuo:**

Las materias primas entran de forma continua por un extremo del sistema y a la salida se obtiene de forma continua el producto terminado



Automatización
industrial

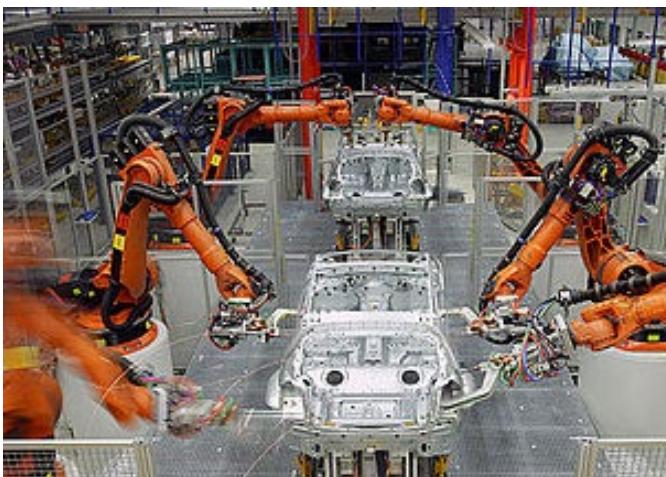
Proceso discreto:

El producto de salida se obtiene a partir de una serie de operaciones. La materia prima es un elemento discreto.



Automatización industrial

- Máquinas
- Sistemas de manipulación y/o transporte de materiales
- Sistemas de control
- Recursos humanos



Automatización industrial

Tipos de máquinas:

- **Manuales:** Operadas por una persona, proporcionan fuerza y energía.
- **Semiautomáticas:** El trabajo se reparte entre la máquina y la persona.
- **Automática:** La máquina realiza la tarea sin supervisión por parte de una persona durante largos períodos de tiempo.



Automatización industrial

Tipos de sistemas de manipulación y/o transporte:

- **Carga:** Mover materiales hasta las máquinas de producción.
- **Colocación:** Situar la materia prima de forma precisa en las máquinas de producción.
- **Descarga:** Finalizada la producción se transporta el producto final hacia la salida.

Automatización industrial

Sistemas de control:

- Control de calidad
- Instrucciones a personas
- Coordinar sistemas de producción
- Planificación de producción
- Diagnóstico de averías
- Seguridad industrial

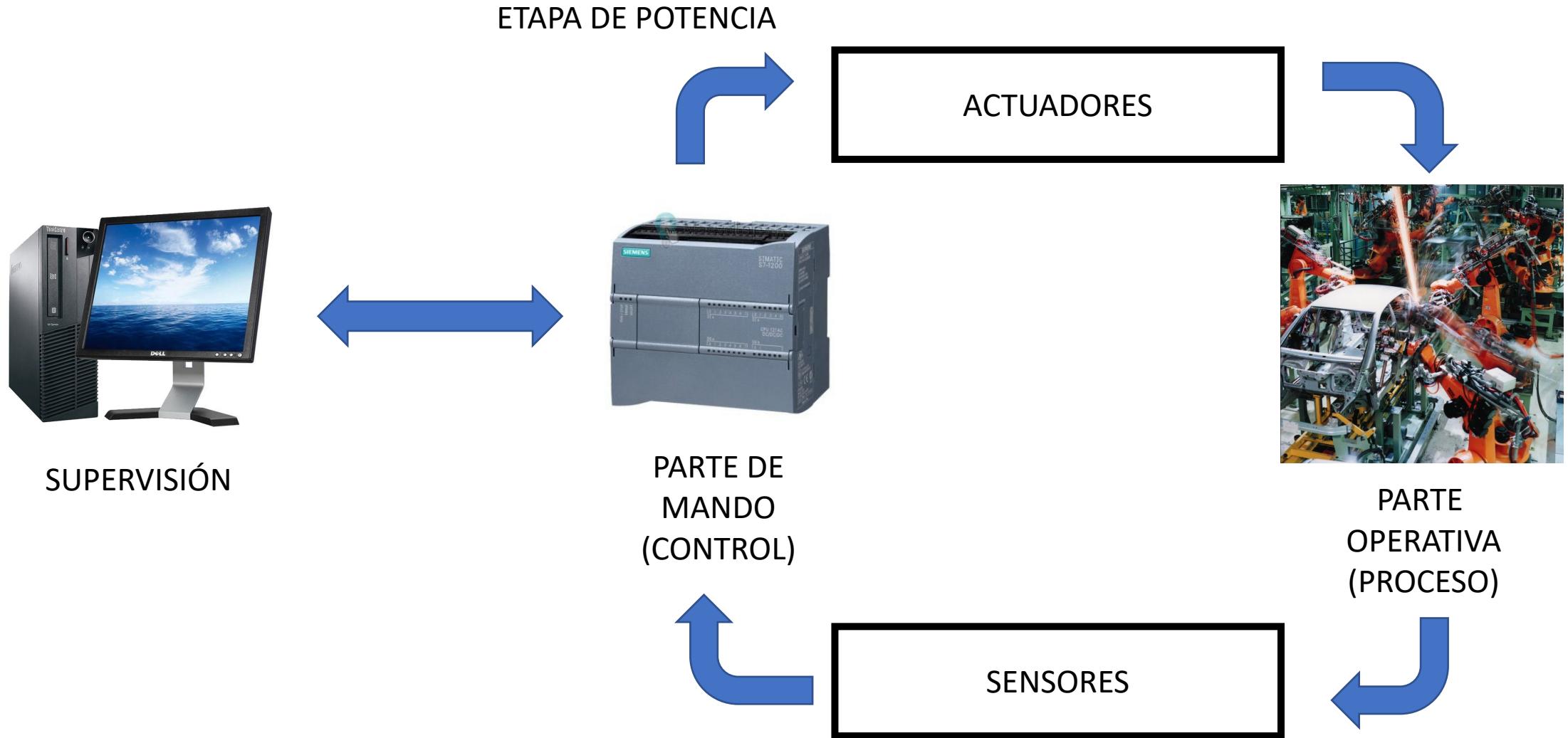


Automatización industrial

Recursos humanos:

- **Operarios/as:**
 - Trabajo manual o semiautomático.
 - Control del proceso automático.
- **Operadores informáticos/programadores.**
- **Personal de mantenimiento.**

Automatización industrial



Automatización industrial

Parte operativa:

- Sensores:
 - Presencia
 - Posición
 - Cámaras
 - Temperatura
 -
- Actuadores:
 - Motores
 - Sistemas neumáticos
 -

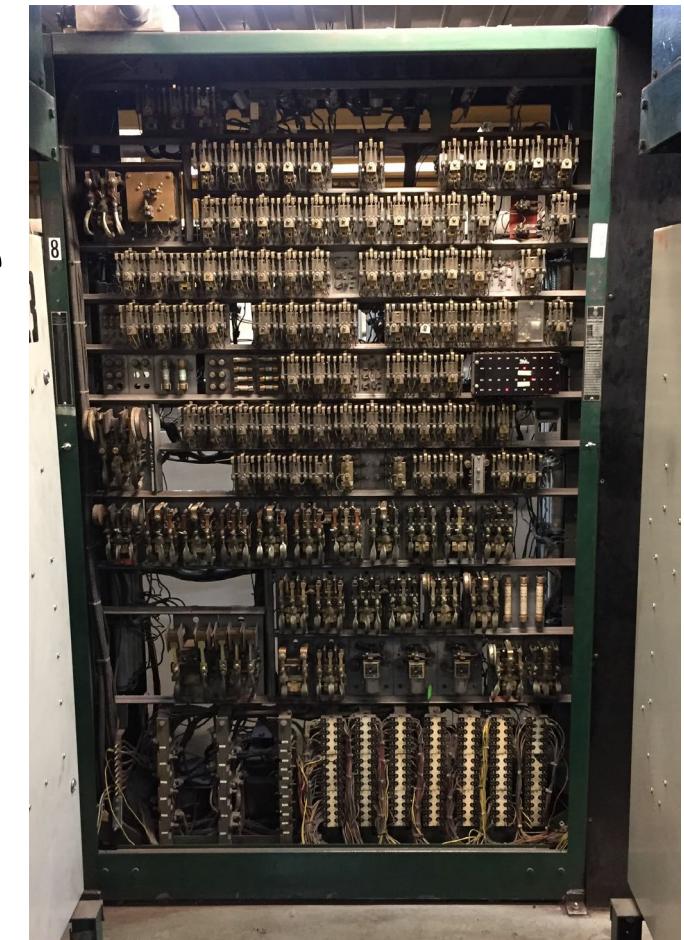


Automatización industrial

- **Parte de control.** Tipos de automatismos :

- Automatismos cableados: Se implementan mediante uniones físicas:
 - Neumáticos e hidráulicos
 - Eléctricos (relés)
 - Componentes electrónicos estáticos (puertas lógicas y biestables)

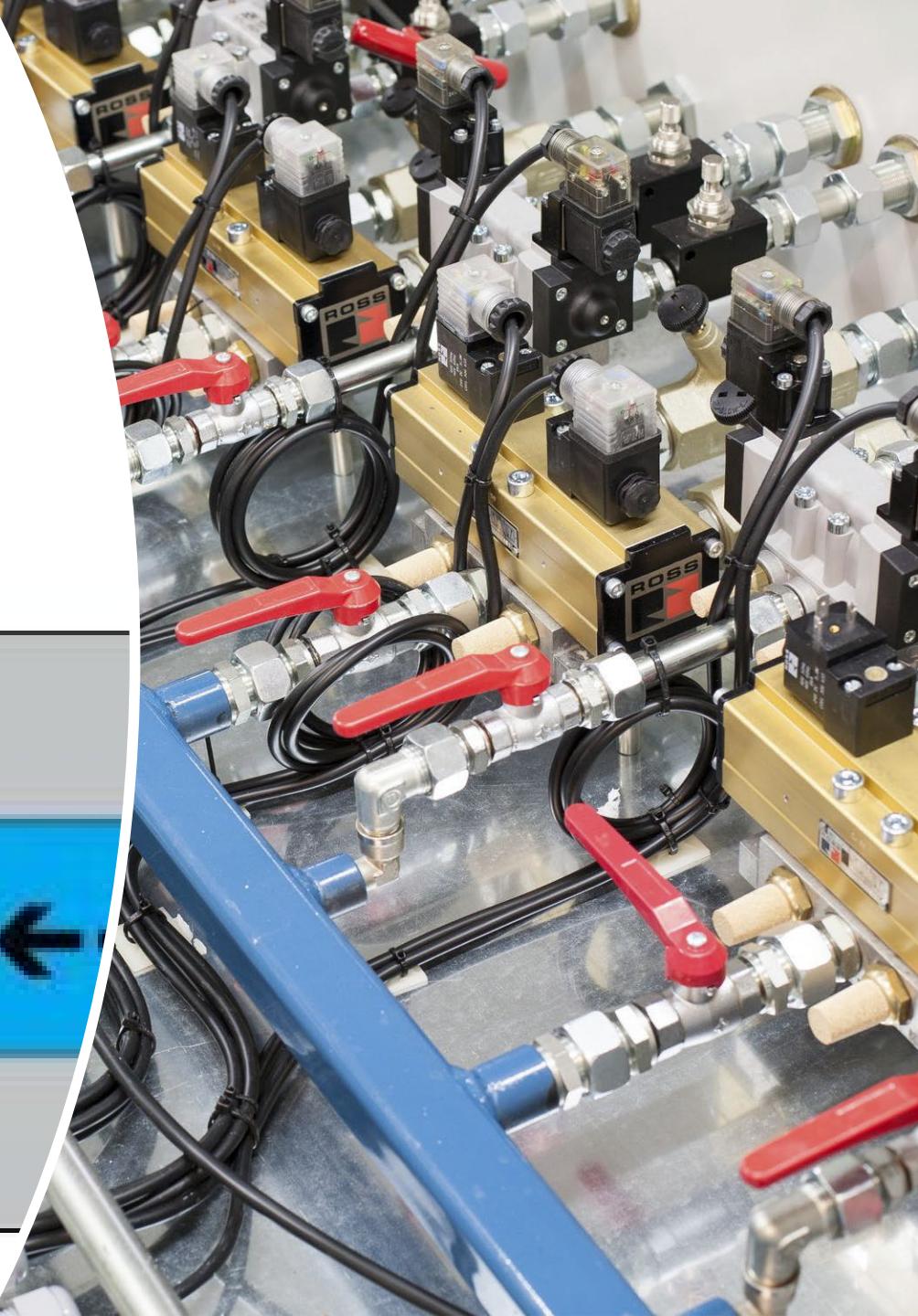
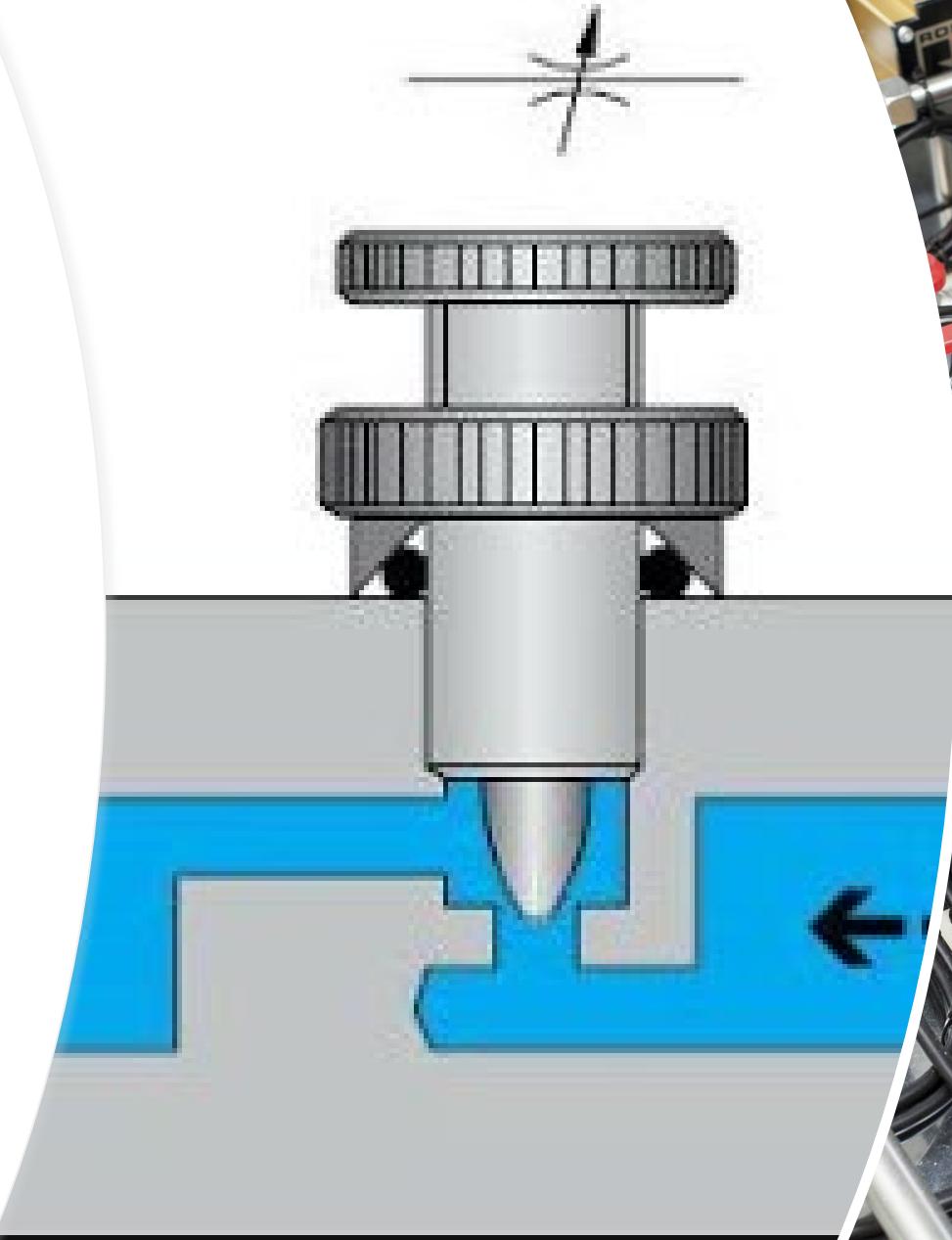
VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none">• Robustos• Bajo coste• Fácil comprensión	<ul style="list-style-type: none">• Poco flexibles• Ocupan mucho espacio• Funciones simples



Sistema control ascensor años 60

Automatización
industrial

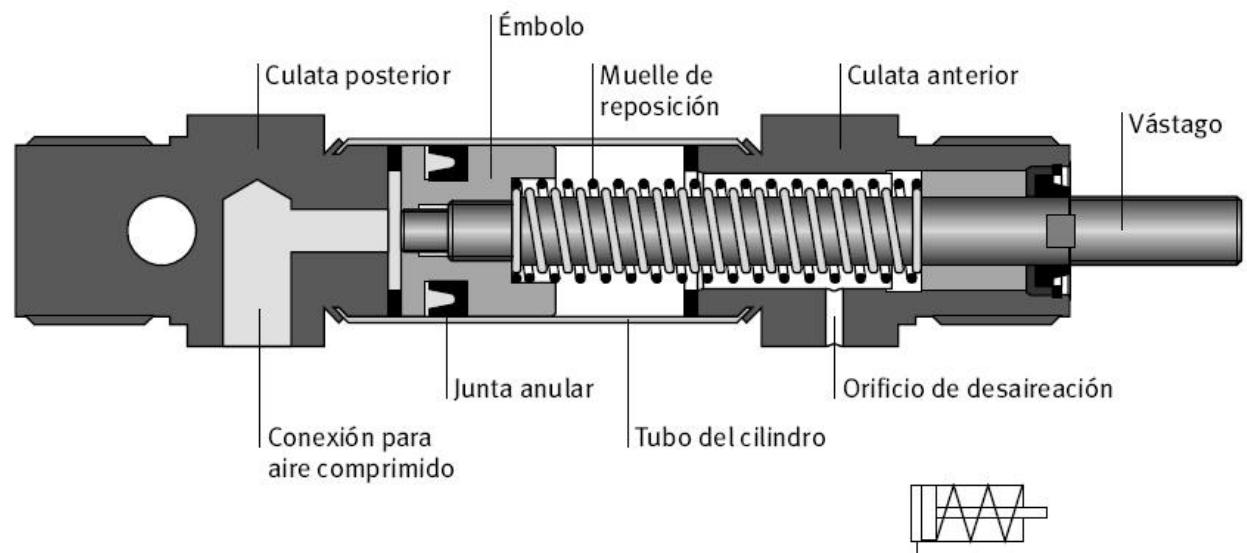
Automatismos
neumáticos e
hidráulicos



Automatismos neumáticos

- Uso del aire comprimido para la realización de una tarea

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none">• Sencillez• Rapidez respuesta	<ul style="list-style-type: none">• Precio elevado• Coste mantenimiento aire comprimido

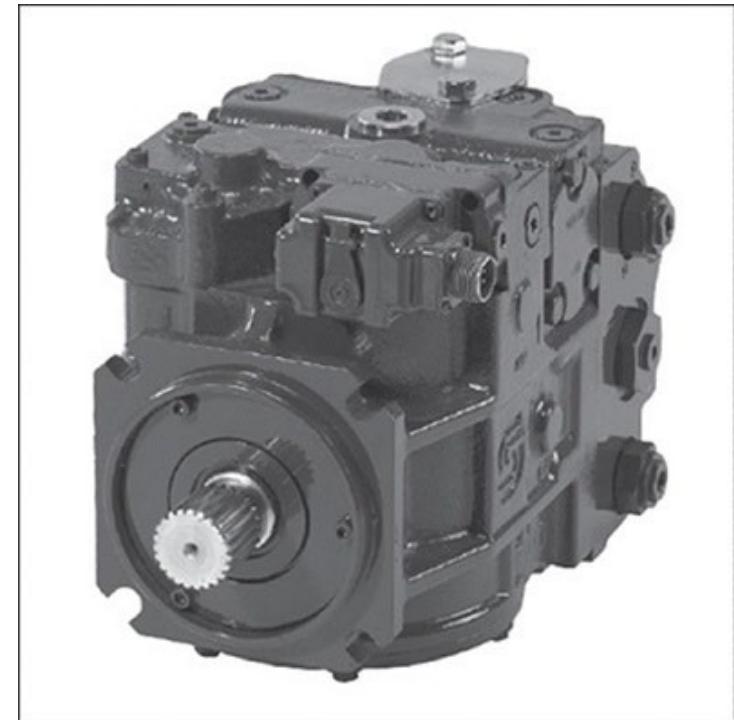


Fuente: http://wikifab.dimf.etsii.upm.es/wikifab/index.php/Cilindros_Neum%C3%A1ticos

Automatismos hidráulicos

- Uso de aceite a presión para la realización de una tarea

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none">• Grandes fuerzas• Sencillez	<ul style="list-style-type: none">• Precio elevado• Respuesta lenta• Suciedad



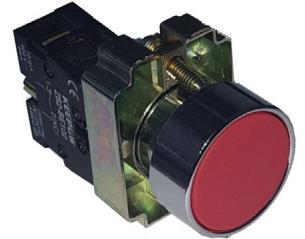
Bomba hidráulica Sauer-Danfoss Serie 90

Automatismos eléctricos

- Uso de componentes eléctricos como relés, temporizadores, contadores,... unidos eléctricamente a pulsadores, interruptores o sensores



Interruptor



Pulsador



Contador



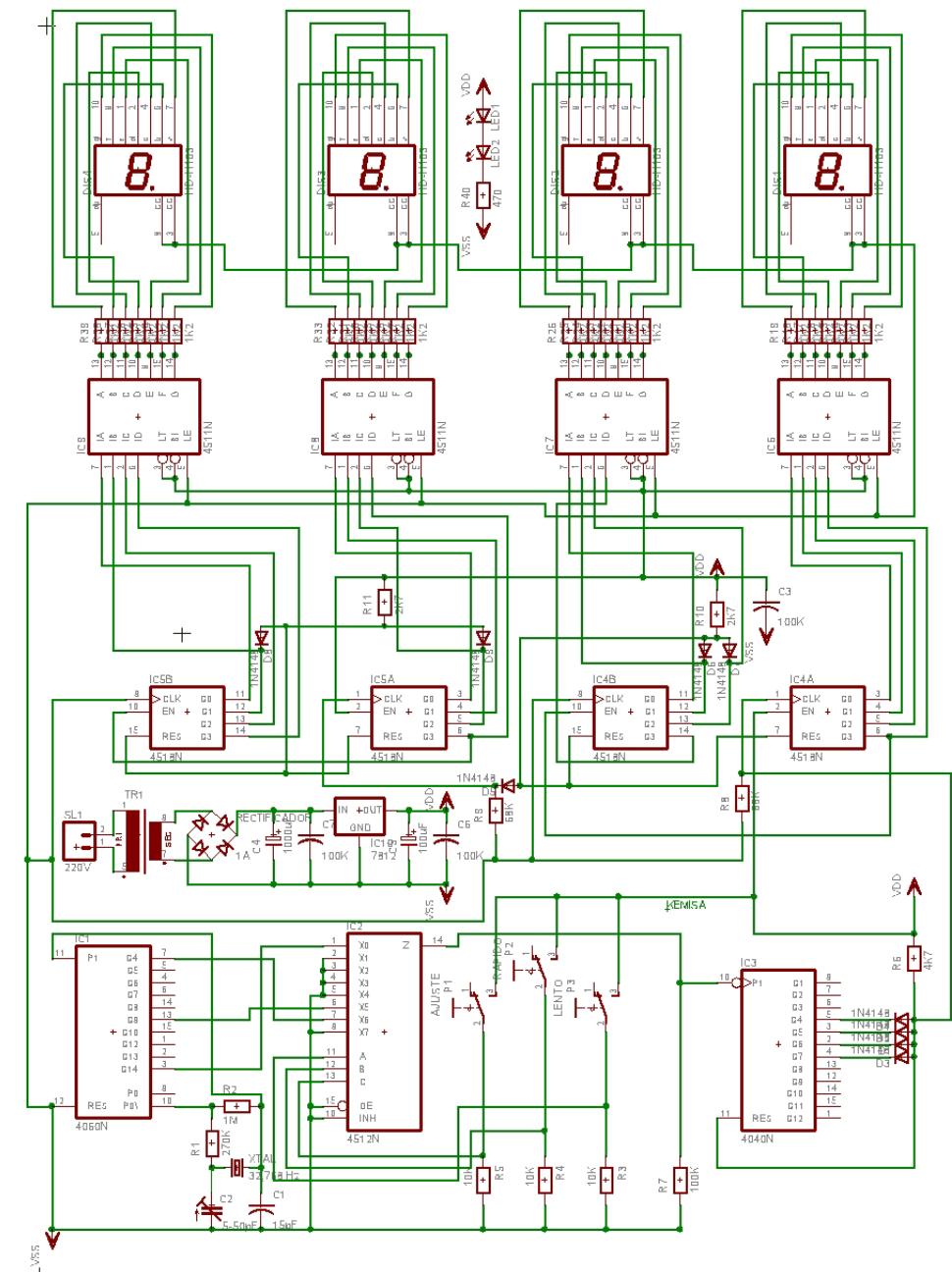
Relé

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none">• Variedad de componentes• Muy usado en industria• Sencillez	<ul style="list-style-type: none">• Aplicaciones sencillas• Mantenimiento complejo• Espacio

Automatismos electrónicos

- Uso de componentes electrónicos digitales y/o analógicos (sin microprocesadores)

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none">• Variedad de componentes• Rapidez• Series grandes	<ul style="list-style-type: none">• Diseño y construcción• Mantenimiento y escalabilidad



Automatización industrial

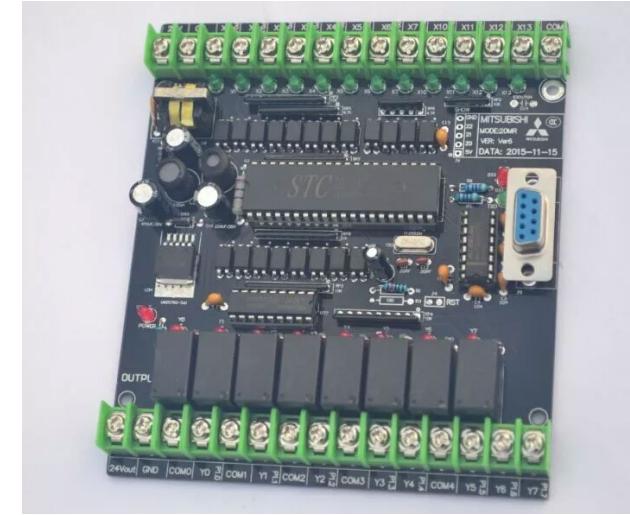
- Automatismos programados: Se implementan mediante un programa que se ejecuta en un procesador. Las instrucciones del programa determinan la relación entre la entrada y la salida:
 - **PLC (Programmable Logic Controller)**: Autómata programable industrial. Son los más empleados en ambientes industriales para el control de procesos.
 - **Ordenador industrial**: Ordenadores con un hardware robusto para trabajar en ambientes industriales.
 - **Microcontroladores**: Circuitos integrados programables que incluyen el control y el interfaz con sensores y actuadores.



PLC



ORDENADOR
INDUSTRIAL



MICROCONTROLADOR

VENTAJAS

- Flexibilidad
- Fácil mantenimiento
- Simulación

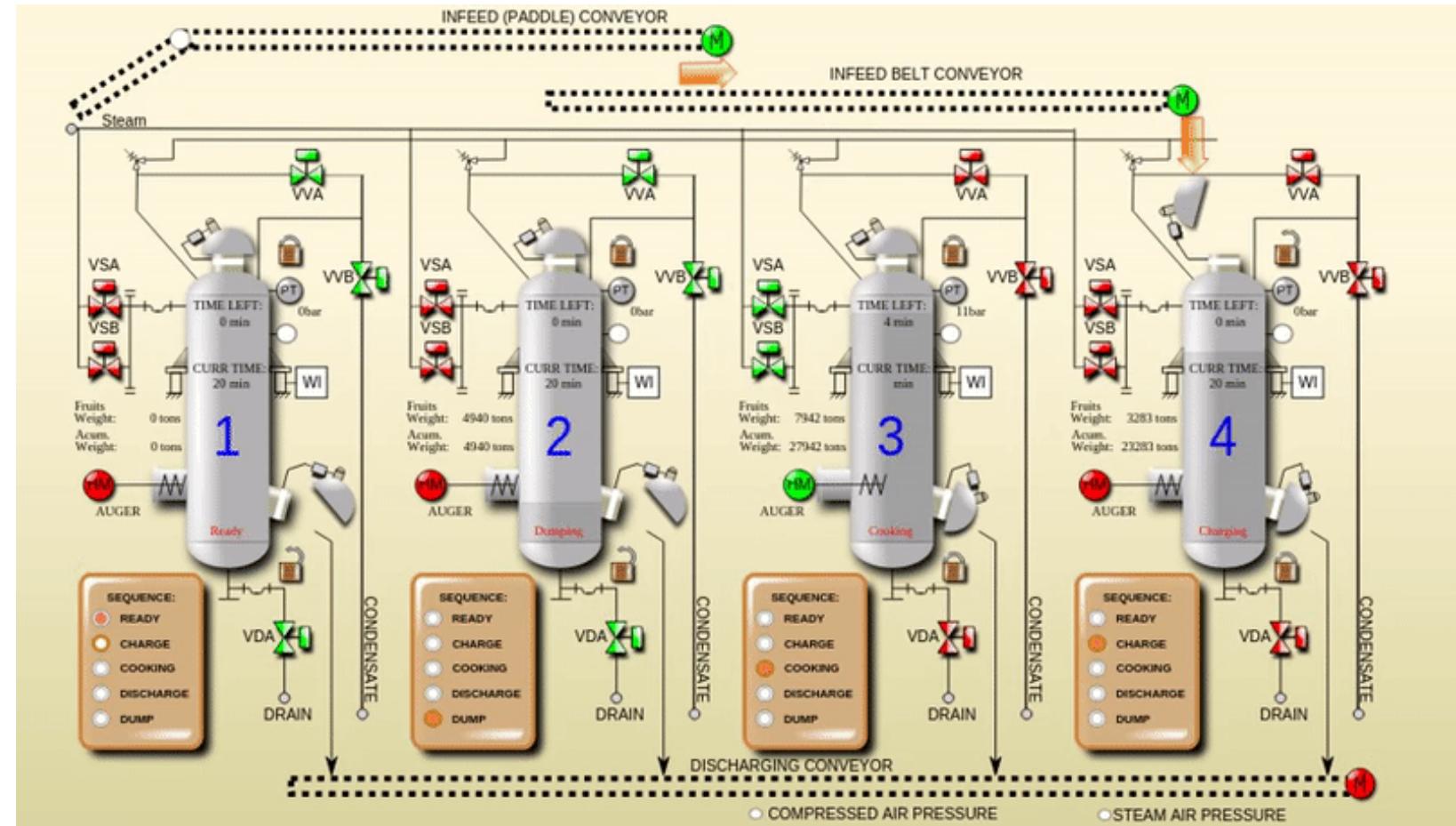
DESVENTAJAS

- Coste elevado

Automatización industrial

Supervisión

- SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition): Software para controlar y supervisar procesos industriales



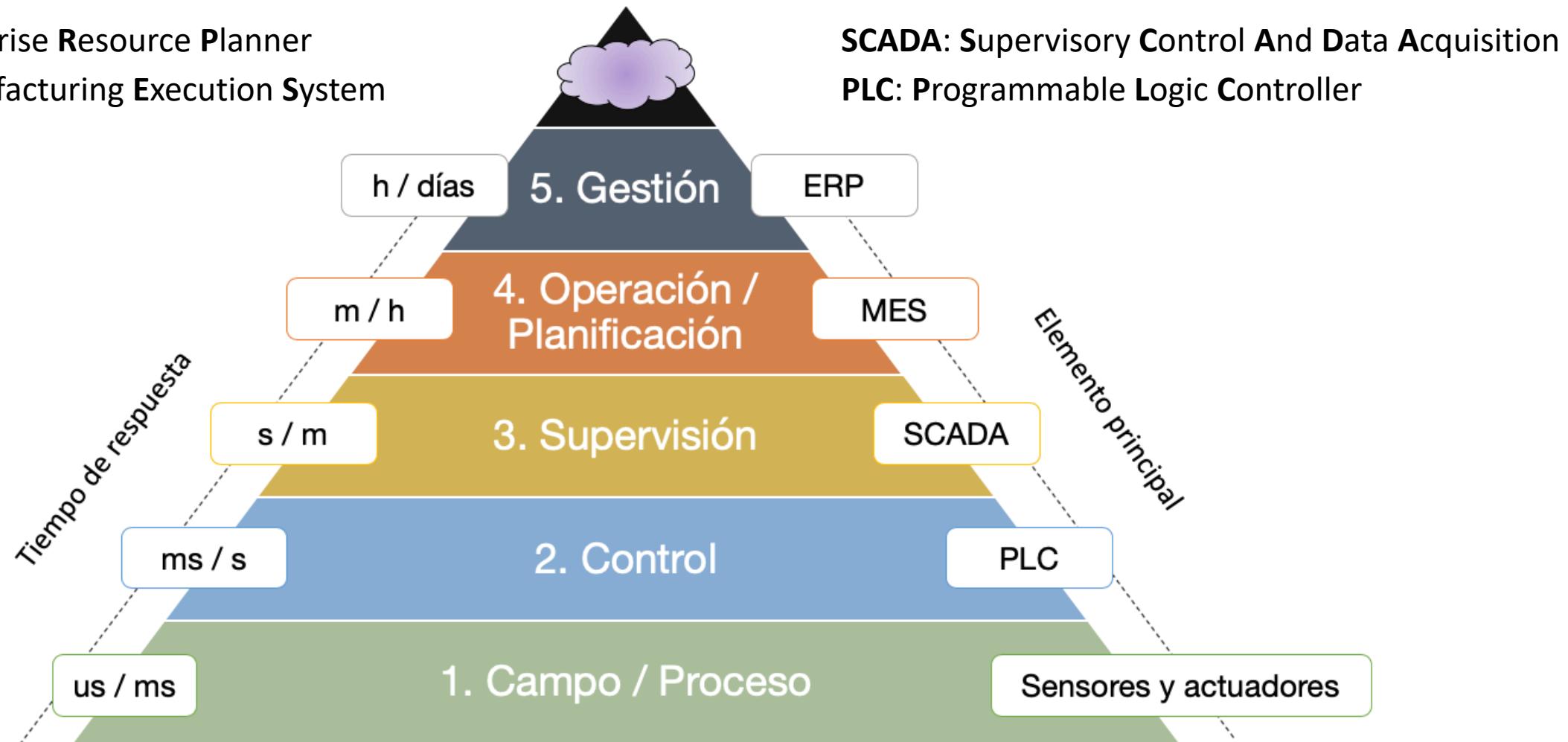
Niveles de organización de una planta

ERP: Enterprise Resource Planner

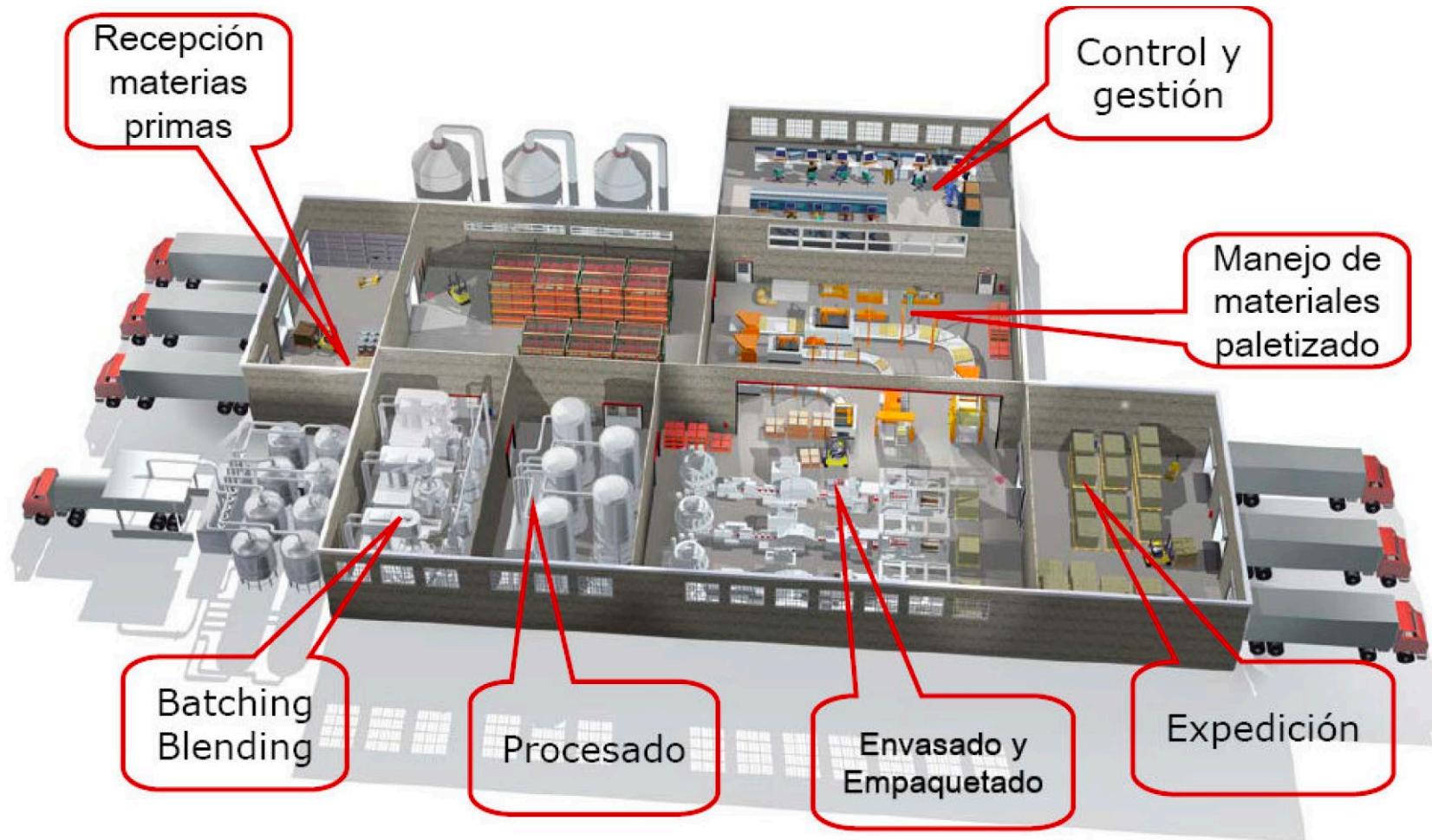
MES: Manufacturing Execution System

SCADA: Supervisory Control And Data Acquisition

PLC: Programmable Logic Controller



Automatización industrial



Automatización industrial

- Producción hidrogel en la USC



<https://www.youtube.com/watch?v=7AiDUC-5G7g&feature=youtu.be>

Automatización industrial

- Producción hidrogel industrial



<https://www.youtube.com/watch?v=c-29fhMEky8>

BIBLIOGRAFÍA

- **Ingeniería de la automatización Industrial.** Ramón Piedrafita Moreno. Ed. Ra-Ma.
- **Introducción a la automatización industrial.** Alberto Brunete. Pablo San Segundo y Rebeca Herrero. https://bookdown.org/alberto_brunete/intro_automatica/
- **Automatización Problemas resueltos con autómatas programables.** J. Pedro Romera, J. Antonio Lorite y Sebastián Montoro. Ed. Thomson.
- **Instalación de Sistemas de Automatización y Datos.** José Ignacio Armesto. <https://tv.uvigo.es/series/5b5b5f158f4208ec3c040f10#1362>