

Control Automático de Procesos

Automatización e Instrumentación Industrial

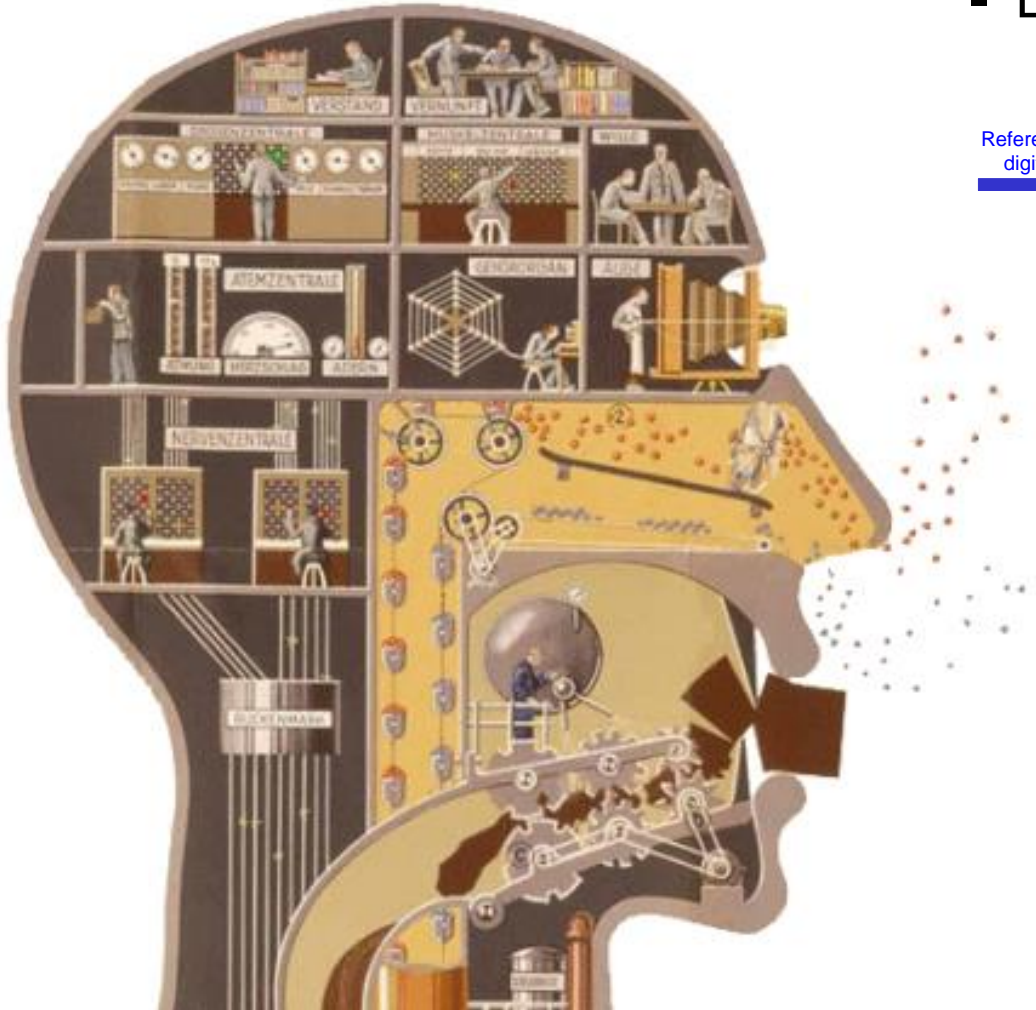
Prof. Carlos A. Toro N.
carlos.toro.ing@gmail.com
2021

Objetivos

Luego de esta clase, los alumnos debieran ser capaces de:

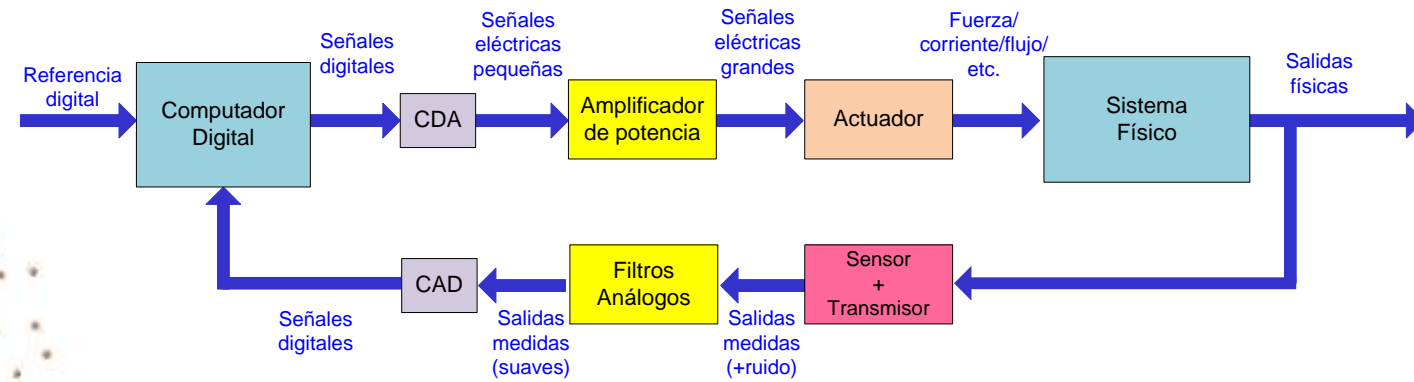
1. Contextualizar los conceptos vistos hasta ahora en el curso desde el punto de vista operacional
2. Leer y entender el contenido de algunos planos de proceso usando normas internacionales
3. Reconocer algunos de los conceptos claves asociados a la instrumentación industrial

Motivación



[Fuente](#)

■ Ej. sistemas en Lazo Cerrado



CDA: Conversor Análogo Digital

CAD: Conversor Digital Análogo

“Lo que no se mide, no se puede controlar”

Conceptos básicos

❑ Control

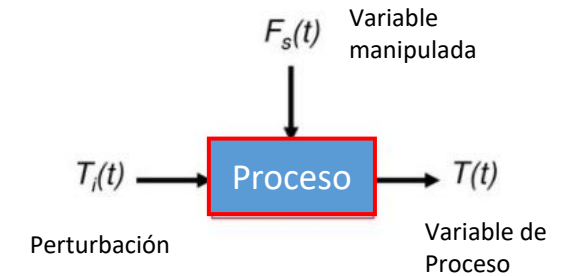
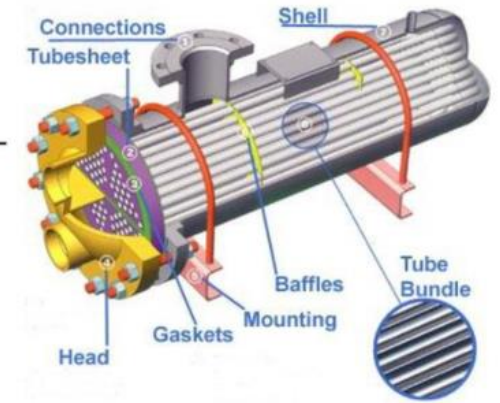
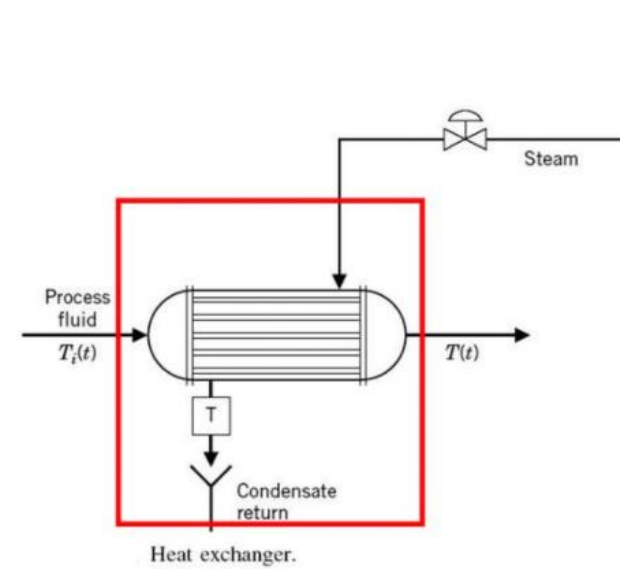
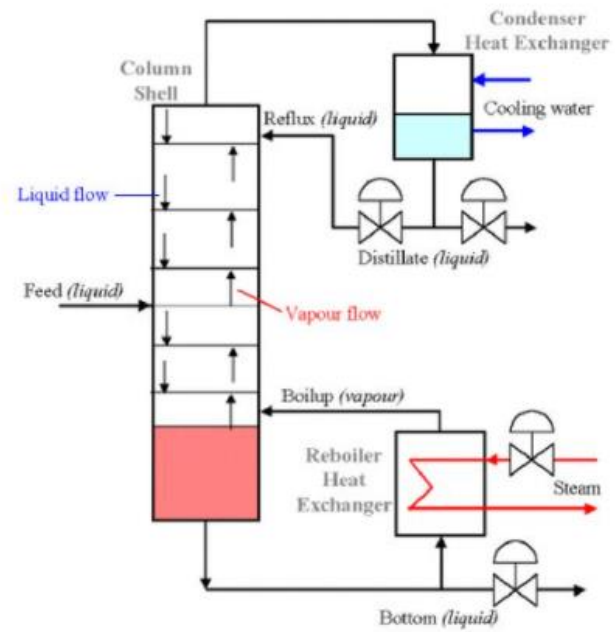
- **Objetivo:** Hacer evolucionar el proceso y/o la organización de modo de corregir las diferencias entre la situación actual y la que se plantea como meta.
- **Sistema de Control:** Conjunto de elementos necesarios para cumplir los objetivos de control, los que son una parte de los objetivos de la organización en presencia de perturbaciones.
- **Subfunciones:** i) Medición y/o cálculo y/o estimaciones de variables, ii) determinación de la corrección a realizarse, iii) acción sobre el proceso y/o la organización.

❑ Automatización

- **Objetivo:** Ejecución de ciertas tareas específicas sin participación rutinaria directa del ser humano. Es un concepto integrador de los de Control e Información.
- **Sistema de automatización:** Conjunto de elementos necesarios para cumplir los objetivos de automatización.

Conceptos básicos

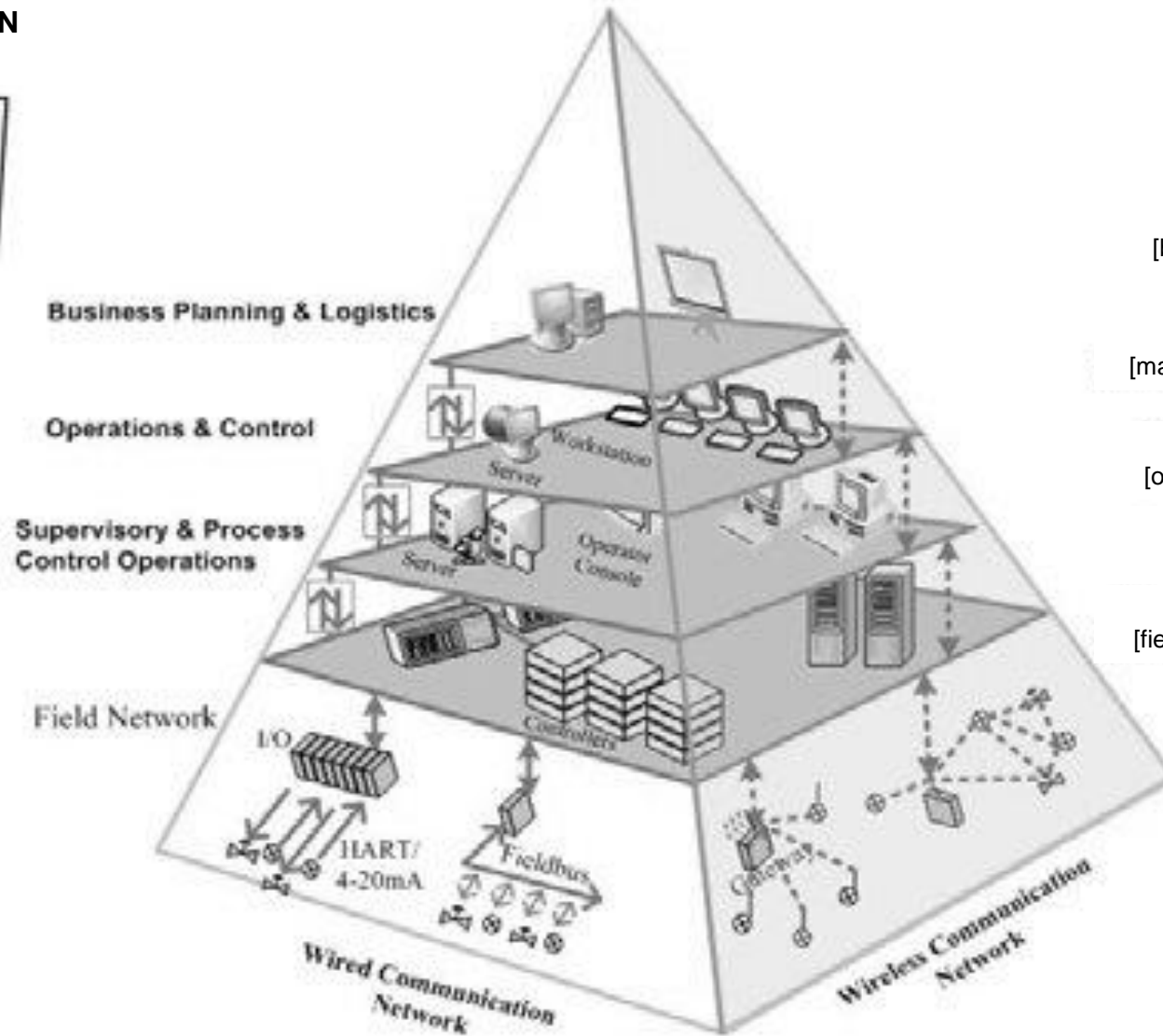
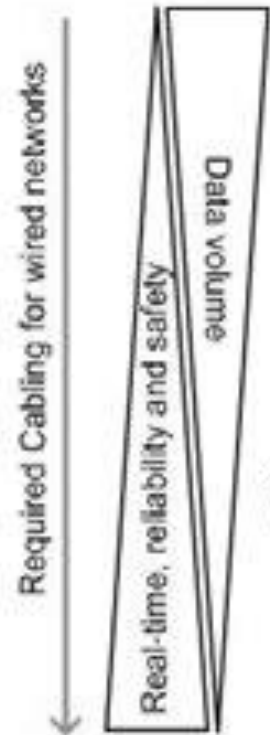
□ Ej. Sistema de control de procesos



[fuente](#)

Jerarquía de los sistemas de control a nivel industrial

COMMUNICATION NETWORK



Sistemas
típicos usados

Intervalos de
tiempo involucrados
(en general)

Level 3
[business]

ERP

Meses

Level 3
[management]

MES

Días

Level 2
[operations]

SCADA/HMI

Horas

Level 1
[control]

PLC

Minutos

Level 0
[field devices]

Sensores y
señales

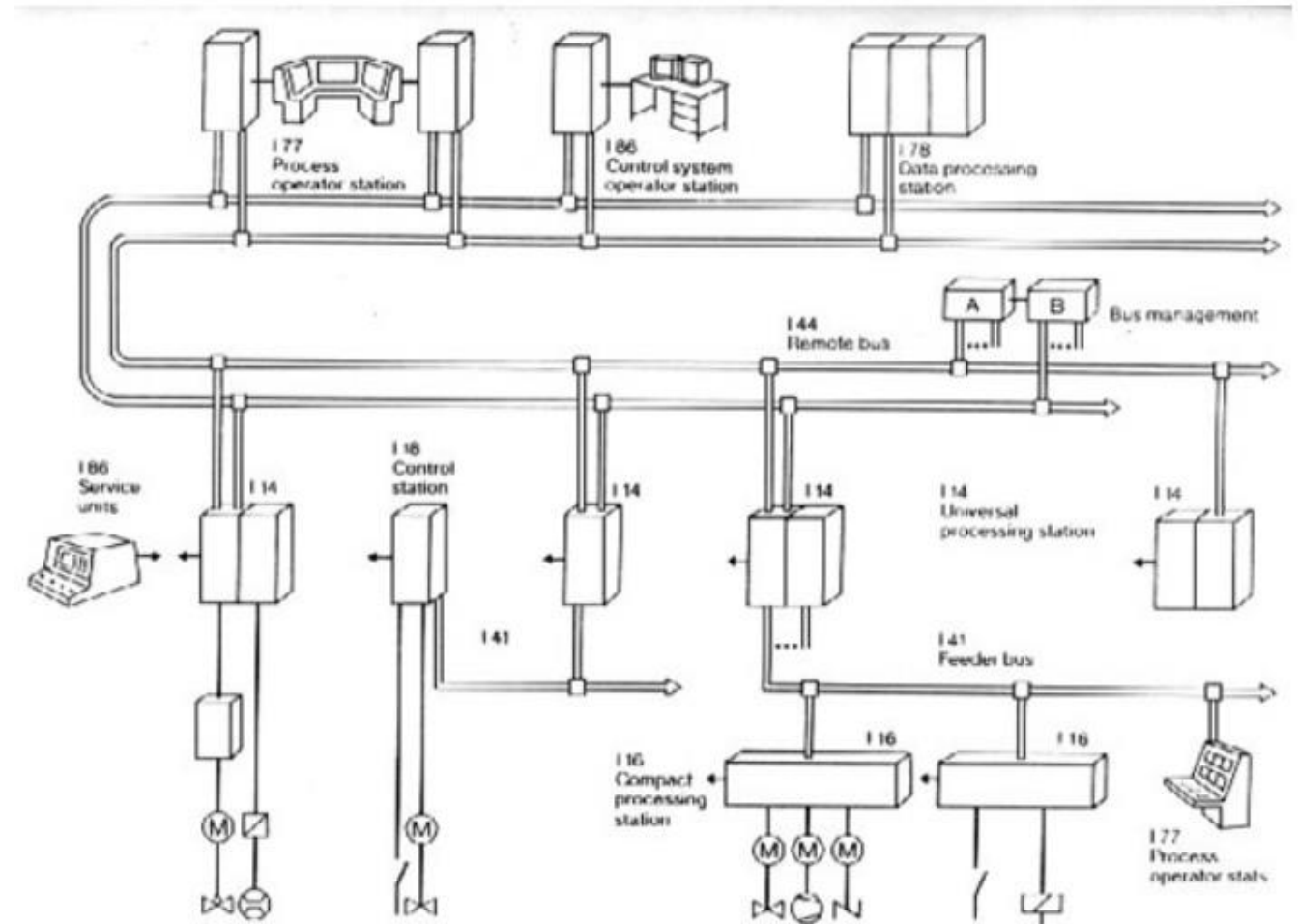
Segundos

us/ms

La pirámide de automatización
en una industria de acuerdo
al modelo ISA 95.

Arquitectura del sistema de control a nivel industrial

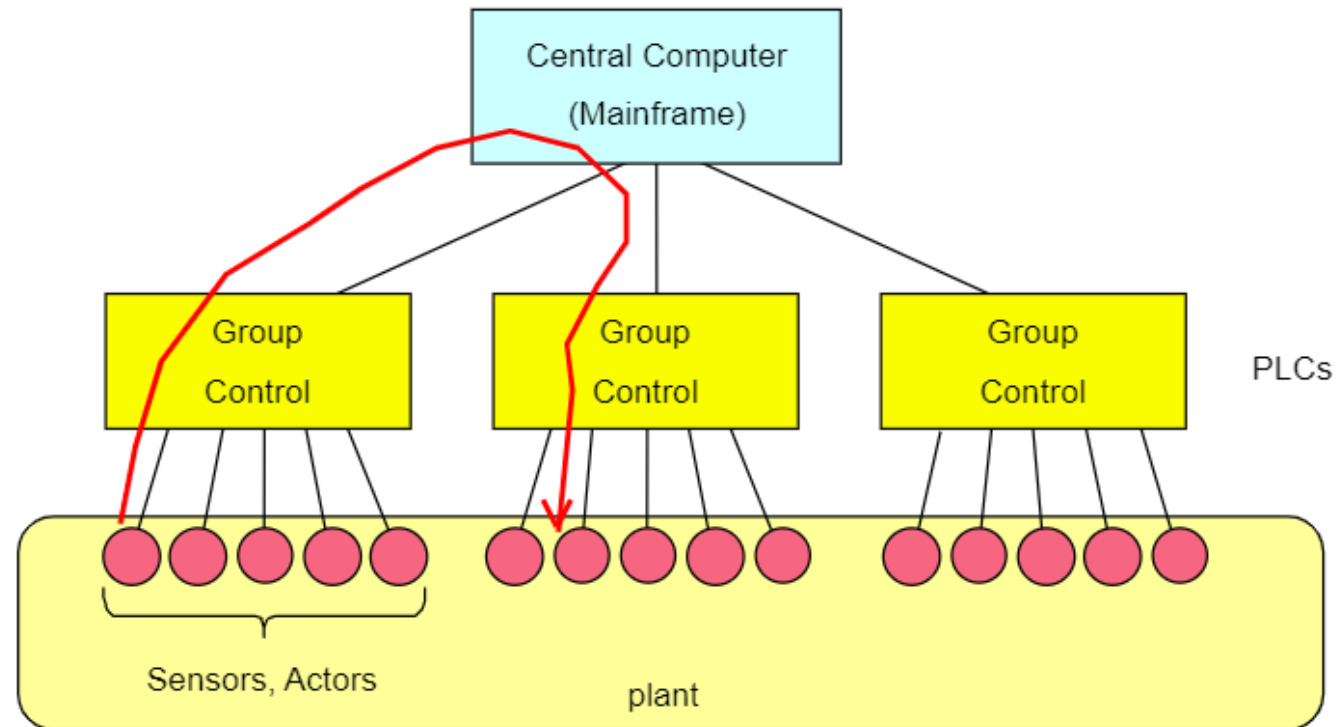
- ❑ La estructura del sistema de control debiera reflejar la estructura de la planta.
- ❑ Idealmente, cada unidad de la planta debiera tener su propio controlador interactuando con los controladores de las otras unidades relacionadas, reflejando su interacción física.
- ❑ Esta arquitectura representa estructuras, relaciones y comportamientos e incluye los elementos más importantes del sistema, mapeando la funcionalidad de los componentes de software sobre el hardware.
- ❑ Sirve de guía para las implementaciones.



Ejemplo: estructura de control de una planta de energía en los 80s

Arquitectura del sistema de control a nivel industrial

- ❑ Podemos encontrar principalmente estructuras centralizadas o distribuidas.
- ❑ Caso centralizado (jerárquico)

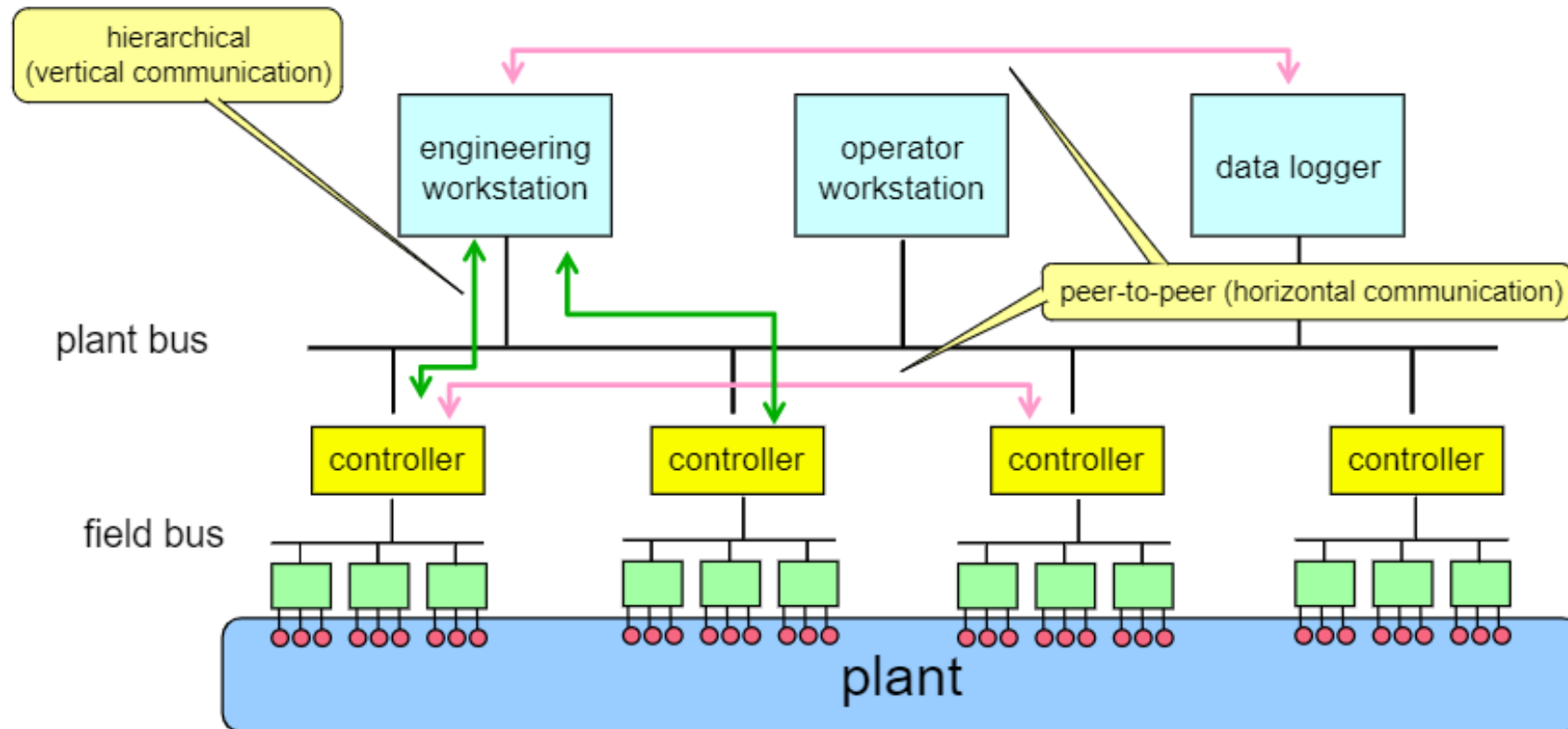


Fuente: EPFL / ABB Research Center, Baden, Switzerland, Prof. Dr. H. Kirmann

- ❑ En esta estructura clásica el computador central solo monitorea y comanda los PLCs (Computadores Lógicos Programables). A veces es llamado Control Digital Directo (DDC).

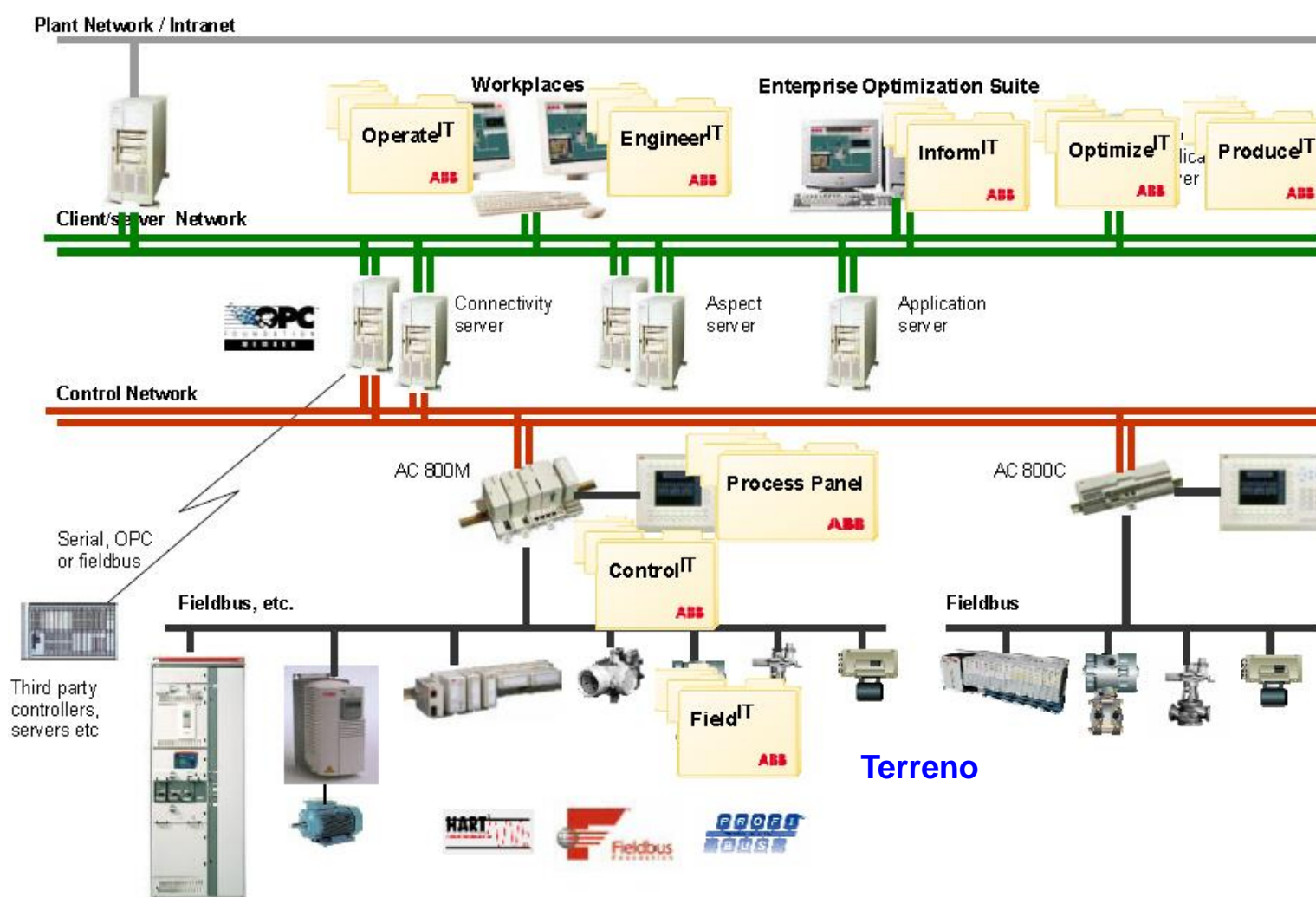
Arquitectura del sistema de control a nivel industrial

- ❑ El caso de sistemas de control descentralizados (DCS), todos los controladores puede comunicarse con entre ellos (sin pasar por un control maestro central)



Fuente: EPFL / ABB Research Center, Baden, Switzerland, Prof. Dr. H. Kirmann

Arquitectura del sistema de control a nivel industrial



Ejemplo: [ABB industrial IT 800xA](#)

Instrumentación en Sistemas

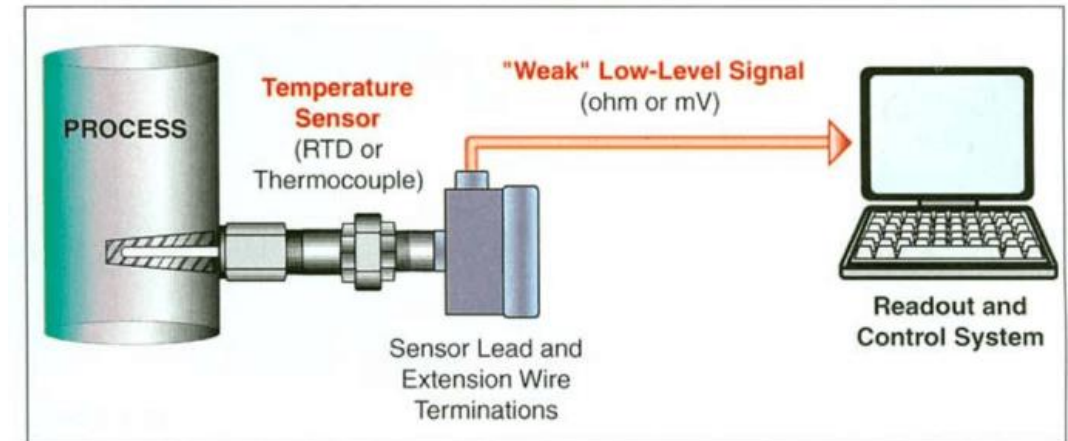
Instrumentos y Actuadores

❑ Dentro del proceso, los instrumentos son los equipos de medición, están compuestos principalmente por:

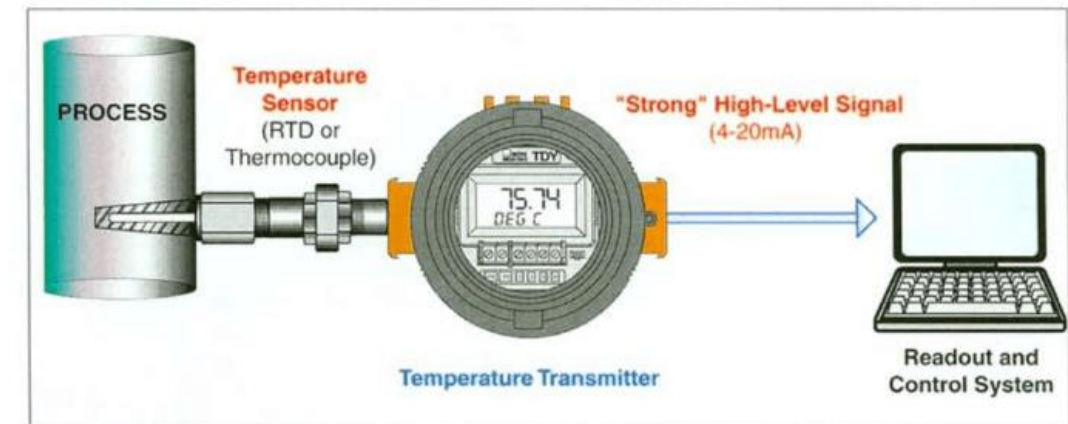
- **Sensor:** encargado de convertir una magnitud física a otra (ej. una señal eléctrica) o a una visualización local.
- **Transmisor:** Convierte la señal obtenida desde el sensor a una señal comprensible por el dispositivo de control (ej. un PLC).

Ej. Sensor transmisor de temperatura

En la imagen se muestra la diferencia al conectar el sensor directo a la unidad de control, vs al conectarlo primero a un transmisor que llevará una señal de mayor potencia y acondicionada hacia la unidad de control. El segundo caso es el estándar a nivel industrial, el transmisor puede ser cableado o inalámbrico.



Sensor extension wires carry low-level (ohm or mV) signals generated by a field-mounted RTD or thermocouple.



A temperature transmitter amplifies and conditions the primary sensor signal and then carries it over a twisted pair wire to the control room.

[fuente](#)

Instrumentos y Actuadores

❑ Por otro lado, los actuadores son los elementos de acción final dentro del lazo y permiten ejecutar la acción de control sobre el proceso, entre estos encontramos:

- Motores
- Válvulas
- Actuadores neumáticos
- Resistencias eléctricas

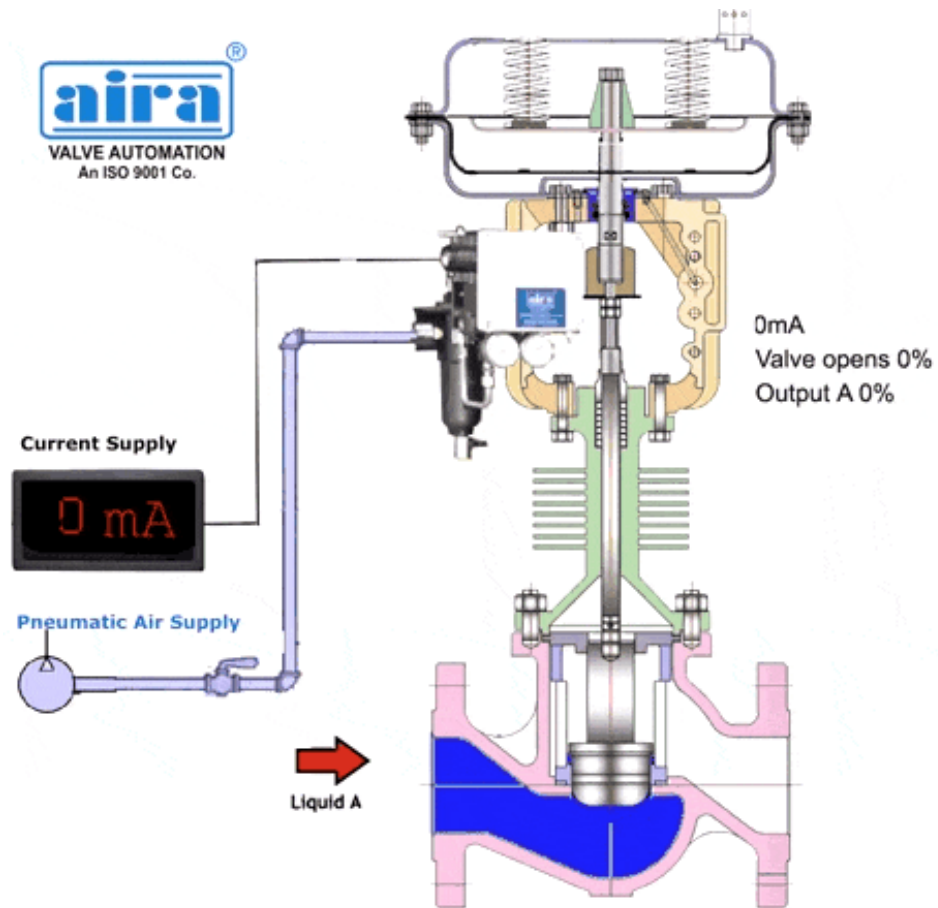
❑ Ej. Válvula de control con acción electroneumática.

La válvula recibe una señal eléctrica desde el sistema de control y esta ejecuta una acción neumática para dejar pasar más o menos fluido en la línea de proceso.



Instrumentos y Actuadores

- Ej. Válvula de control con acción electroneumática.



www.InstrumentationTools.com

Diagramas y planos de proceso

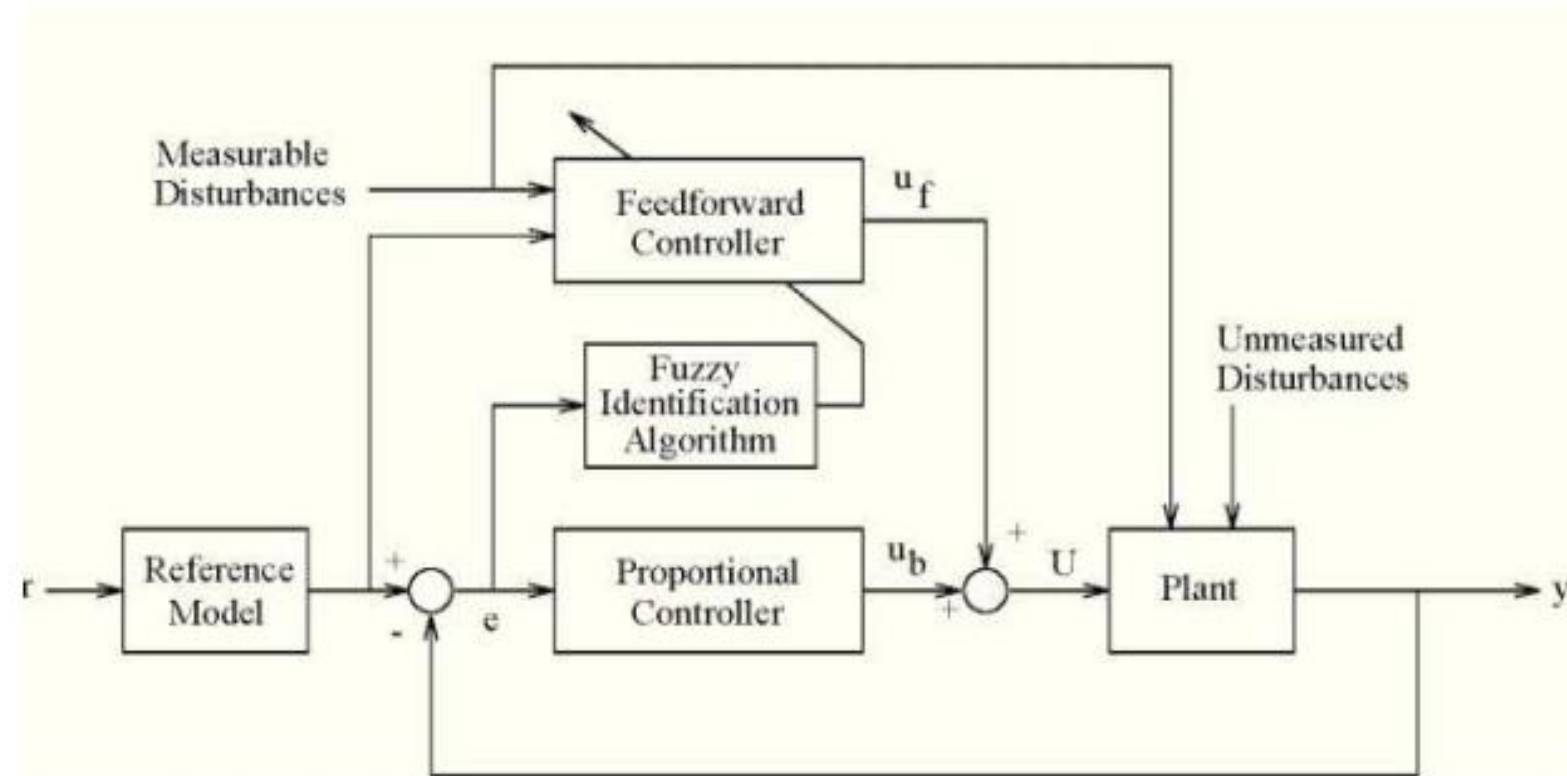
Diagramas y planos de proceso

- ❑ Sirven para simplificar y/o resumir información y transformaciones o flujos de materia y energía en un proceso.
- ❑ Distinguiremos en esta etapa los siguientes:
 - **Diagramas en bloques funcionales:** ej. para lazos de control, procesamiento de información.
 - **Diagramas lógicos:** principalmente usados en programación, ej. lógica de detección de alarma.
 - **Diagramas de Flujo de Proceso (PFD en inglés):** Sirven para visualizar interconexión de equipos y su función operativa. No incluyen información de instrumentación o control. También se pueden representar mediante bloques (funcionales o lógicos).
 - **Diagramas de Instrumentación y Tuberías**, o diagramas P&ID (Norma ISA S5.1-5.)

Todos estos se complementan!

Diagramas y planos de proceso

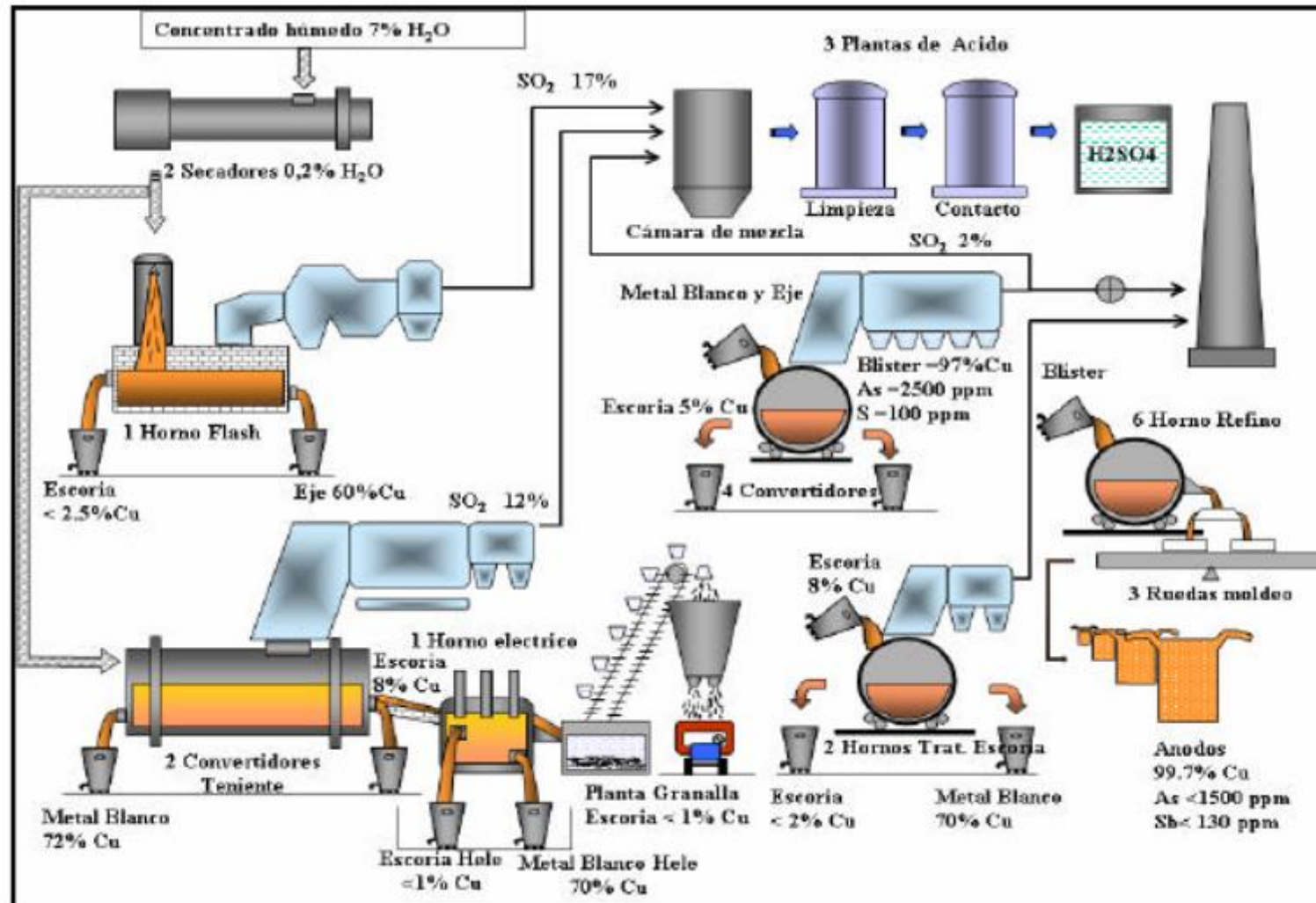
□ Ej. Diagrama de bloques funcionales



Esquema de control neurodifuso (*neuro-fuzzy*) adaptativo con aprendizaje [1]

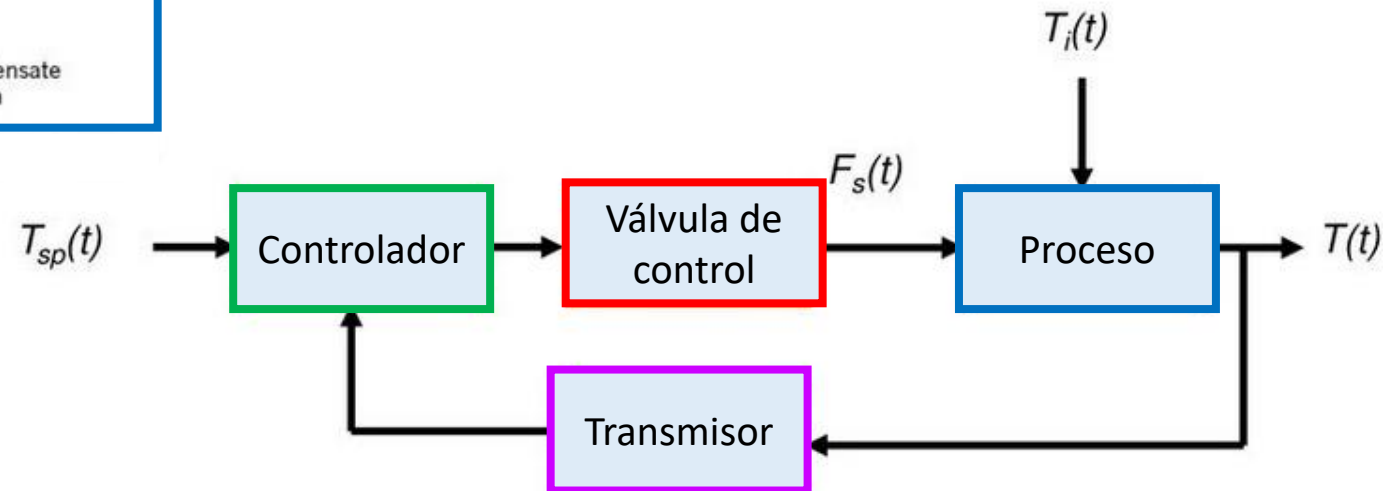
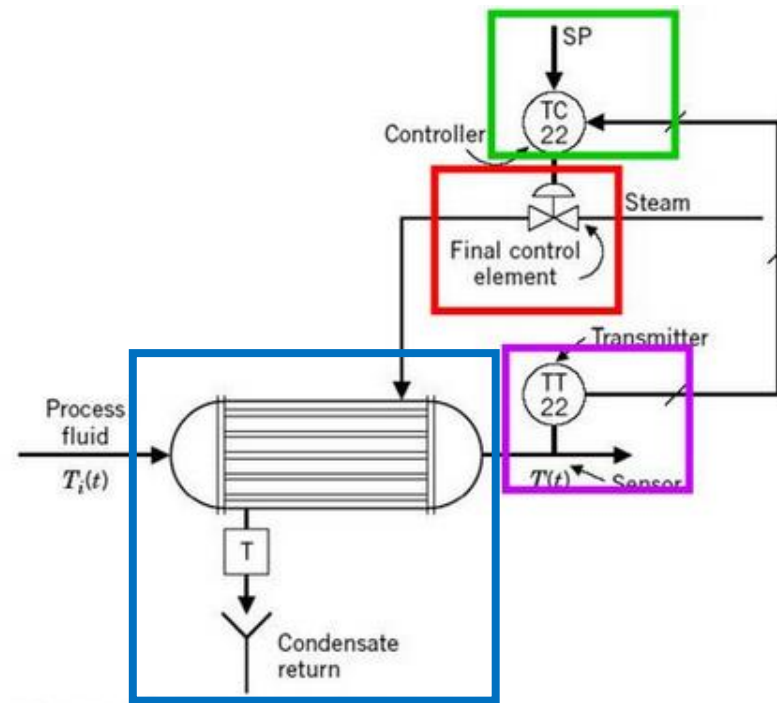
Diagramas y planos de proceso

❑ Ej. PFD fundición Chuquicamata [2]



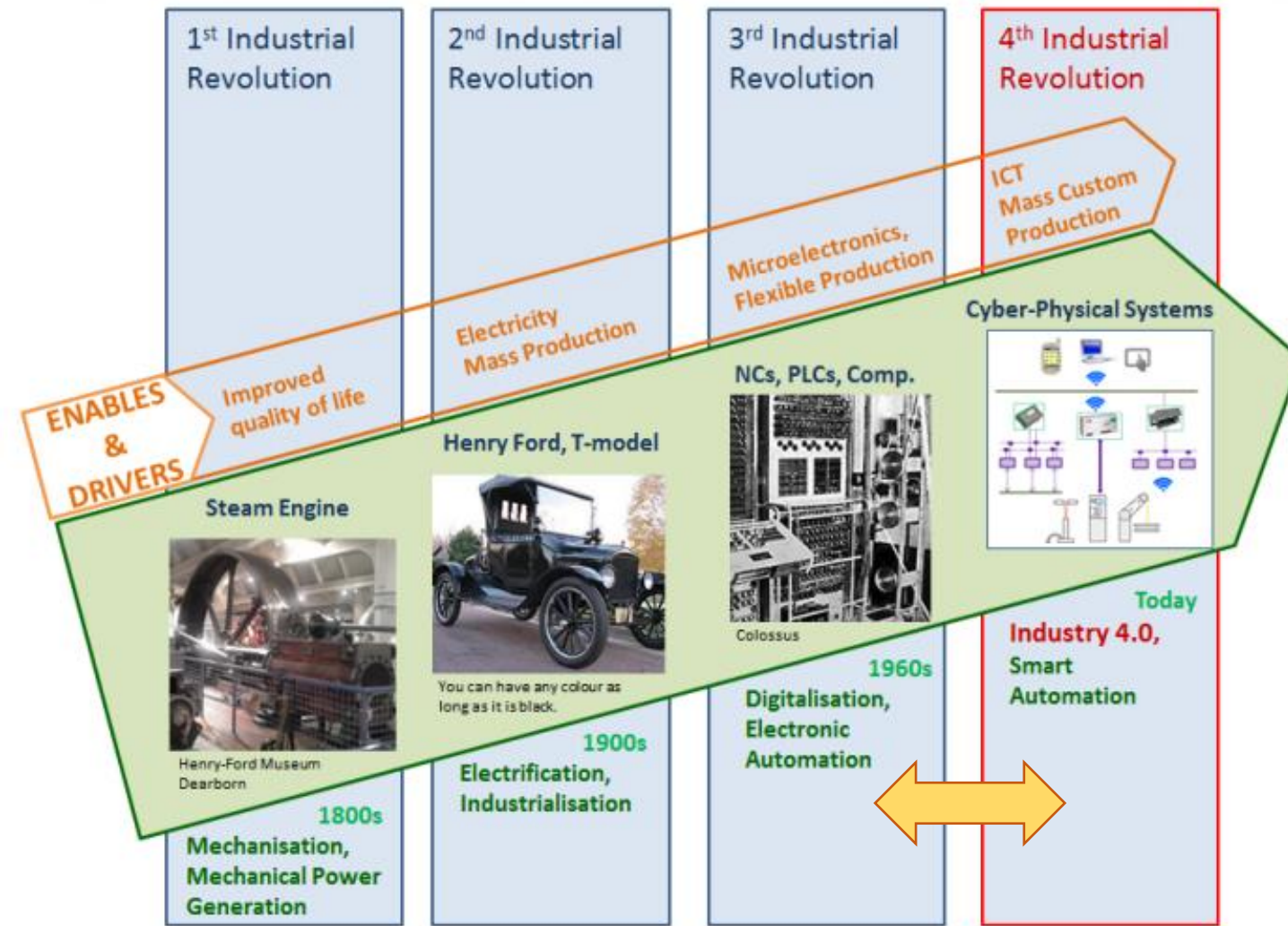
Diagramas y planos de proceso

Ej. P&ID

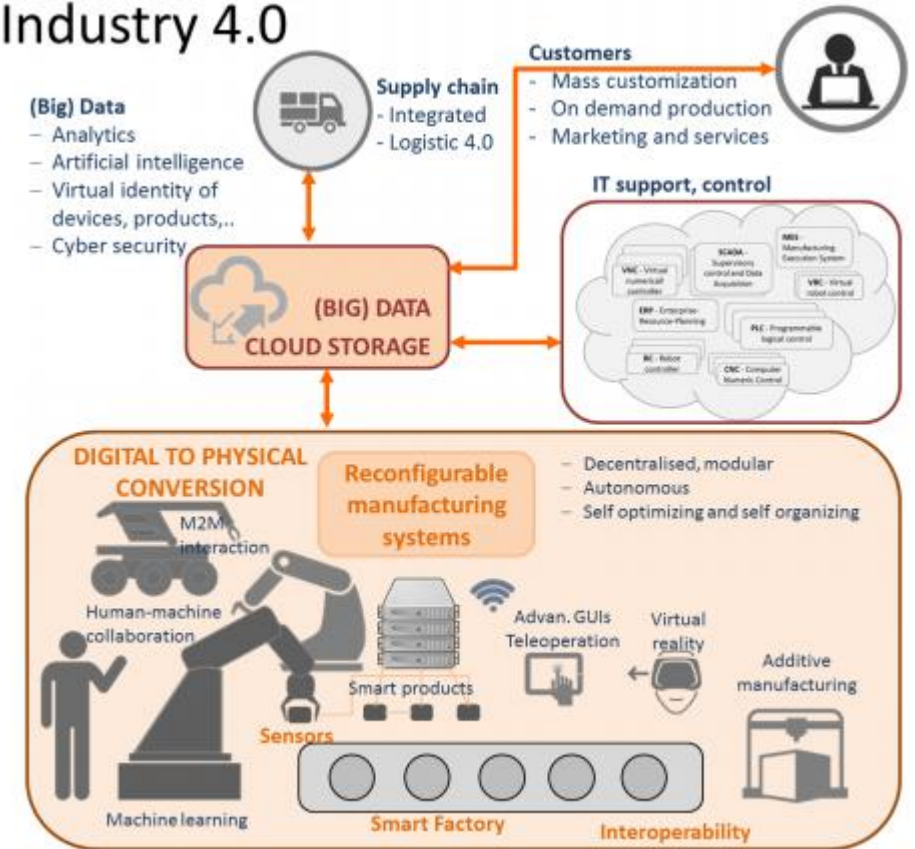


¿Qué significan todos estos símbolos? (ver apunte adjunto)

Reflexión final



Industry 4.0



What is Smart?

[fuente](#)

Referencias

- [1] M. Santos. Un enfoque aplicado del control inteligente, Tutorial. Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial, vol. 8, pp. 283 – 296, 2011.
- [2] A. Cruz. Mejoramiento proceso de limpieza de escoria en fundición de concentrado de Chuquicamata. Memoria de Título Ing. Civ. Química, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ing. Química, Pontificia Univ. Católica de Valparaíso, 2008.
- [3] A. Rojko, Industry 4.0 Concept: Background and Overview, Inter. J. of Interactive Mobile Technologies, vol. 11(5), 2017. Disponible Online: [link](#).
- [4] T. R. Kuphaldt, Lessons in Industrial Instrumentation, Version 2.32, 2019. Disponible Online: [link](#).