

# Control de Procesos

---

Cesar de Prada

Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática

ISA-UVA

Sede Megelina EII

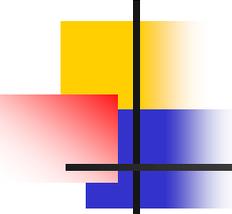
[prada@autom.uva.es](mailto:prada@autom.uva.es)

[jesusm@autom.uva.es](mailto:jesusm@autom.uva.es)

# Control de Procesos

- Información general
- Orientación y objetivos
- Programa
- Actividades
- Laboratorio
- Metodología
- Calificación

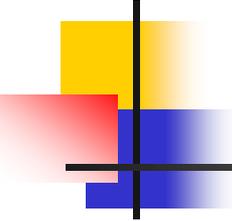




# Información general

<b>Caracter:</b>	Optativa, 6 créditos (21 h teoría, 7 h. aula, 30h. laboratorio)
<b>Curso:</b>	4º, 2º cuatrimestre código 42401
<b>Horario teoría:</b>	Segundo cuatrimestre: Jueves de 12 a 14h, INDUVA aula 42
<b>Horario Prácticas:</b>	Segundo cuatrimestre: Jueves de 16 a 18h, Sede Mergelina, Laboratorio del Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática
<b>Profesor:</b>	Cesar de Prada Moraga <a href="mailto:Iprada@autom.uva.es">Iprada@autom.uva.es</a> <a href="http://www.isa.cie.uva.es/~prada/">http://www.isa.cie.uva.es/~prada/</a> Jesus Maria Zamarreño Cosme <a href="mailto:jesusm@autom.uva.es">jesusm@autom.uva.es</a> Ingeniería de Sistemas y Automática (ISA), Sede Mergelina, EII
<b>Prerrequisitos:</b>	Conocimientos de Fundamentos de Automática y Modelado

PAGINA WEB: [www.isa.cie.uva.es/~prada](http://www.isa.cie.uva.es/~prada)



# Objetivos

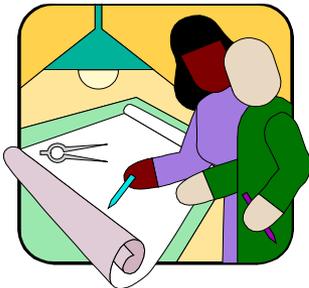
---

Esta asignatura

- ✓ Proporciona conocimientos y metodología para abordar el diseño de los sistemas de control de procesos y su aplicación a escala industrial
- ✓ Introduce al alumno en los sistemas de control avanzado multivariable y en la obtención práctica de modelos de proceso para su uso en los mismos.
- ✓ Proporciona una experiencia práctica de la instrumentación, herramientas y sistemas necesarios en automatización de sistemas de proceso.

# Tareas de un Ingeniero

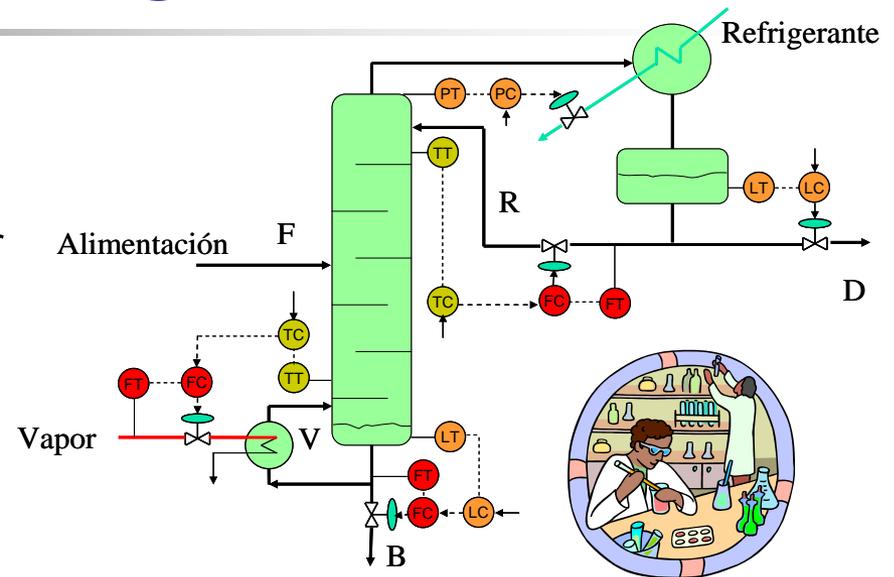
## Diseño



Calcular y construir un proceso de acuerdo a unas especificaciones

## Operación

Saber como hacer funcionar un proceso de forma eficiente



## Control automático



Hacer que funcione automáticamente de la forma deseada

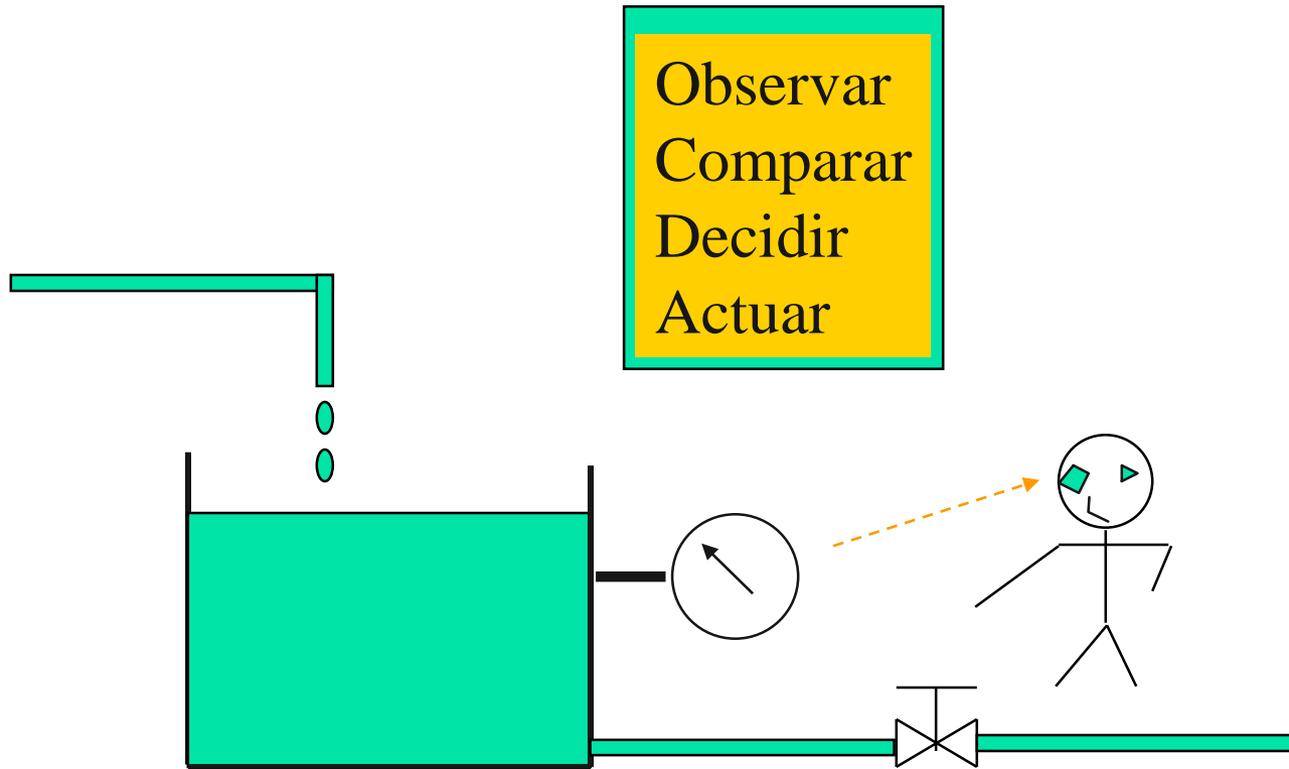
# Control de procesos



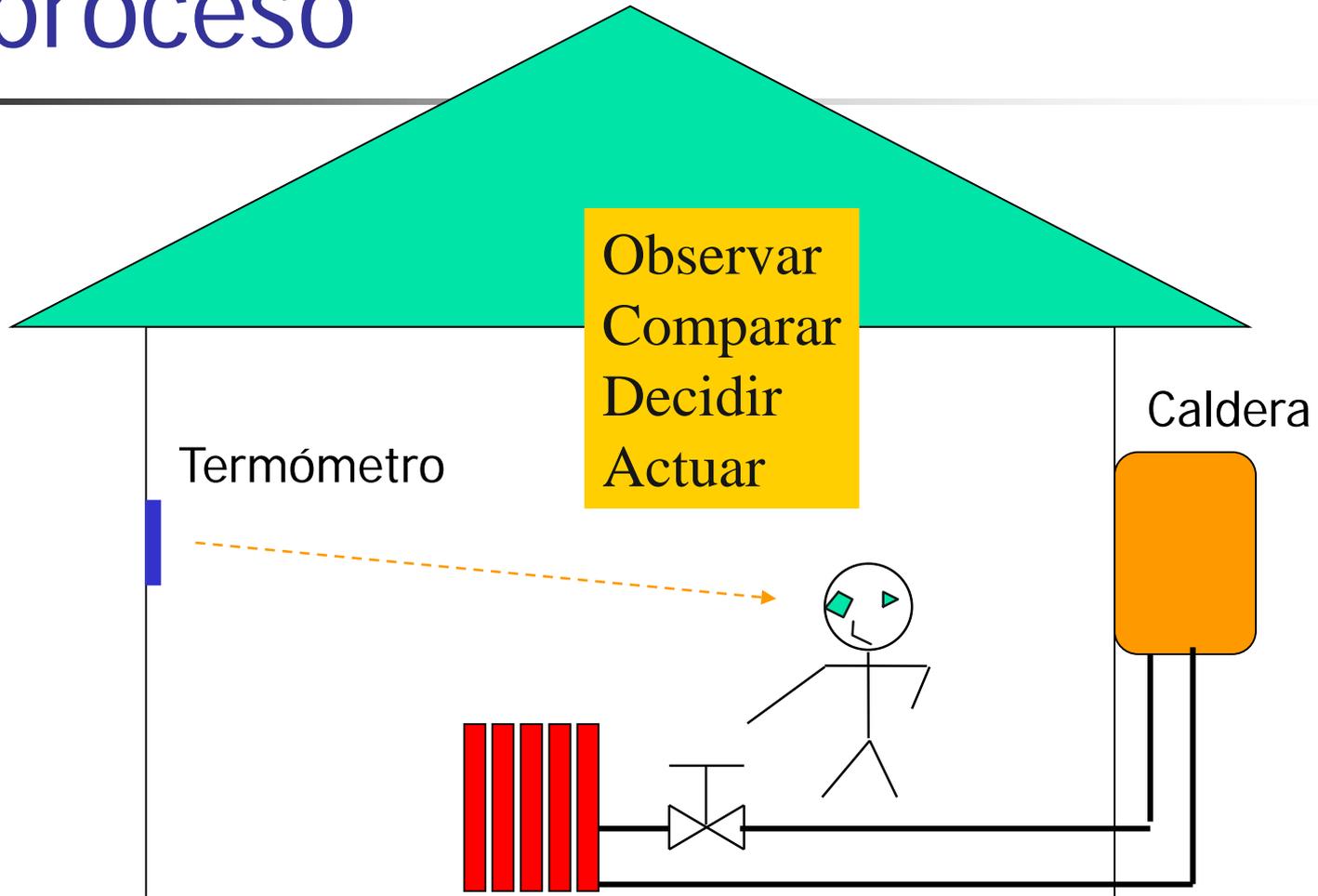
Sala de control

Control room

# Operación manual de un proceso

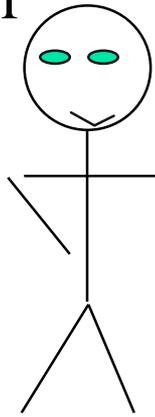


# Operación manual de un proceso

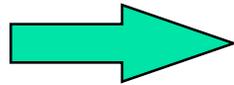


# Operación de un proceso

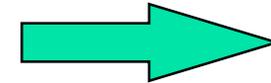
Comparar  
Decidir



Cambios



Respuestas



Actuar

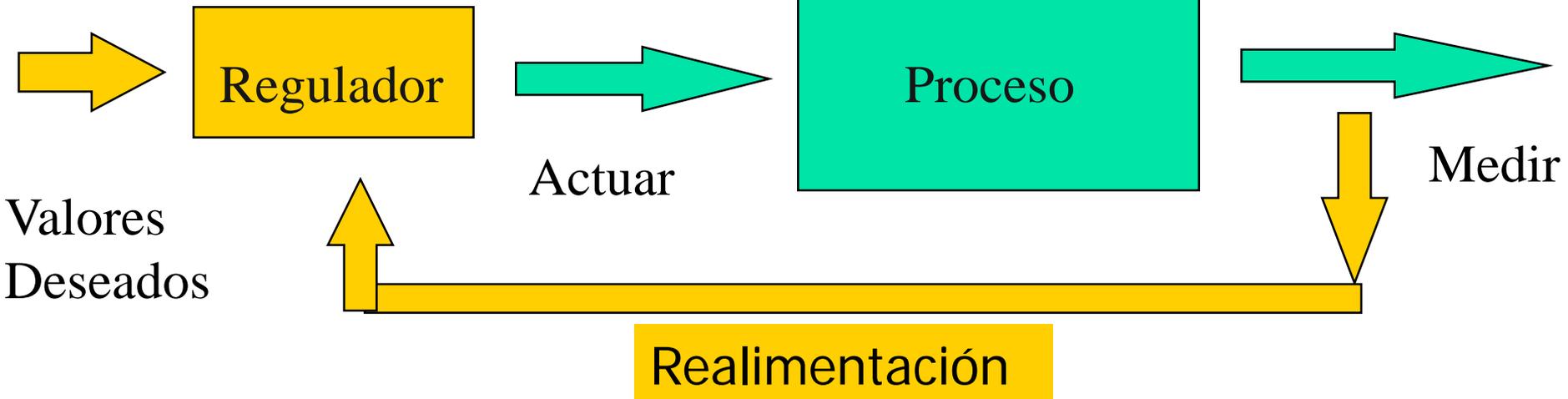
Medir

Respuesta dinámica

Operación manual o en lazo abierto

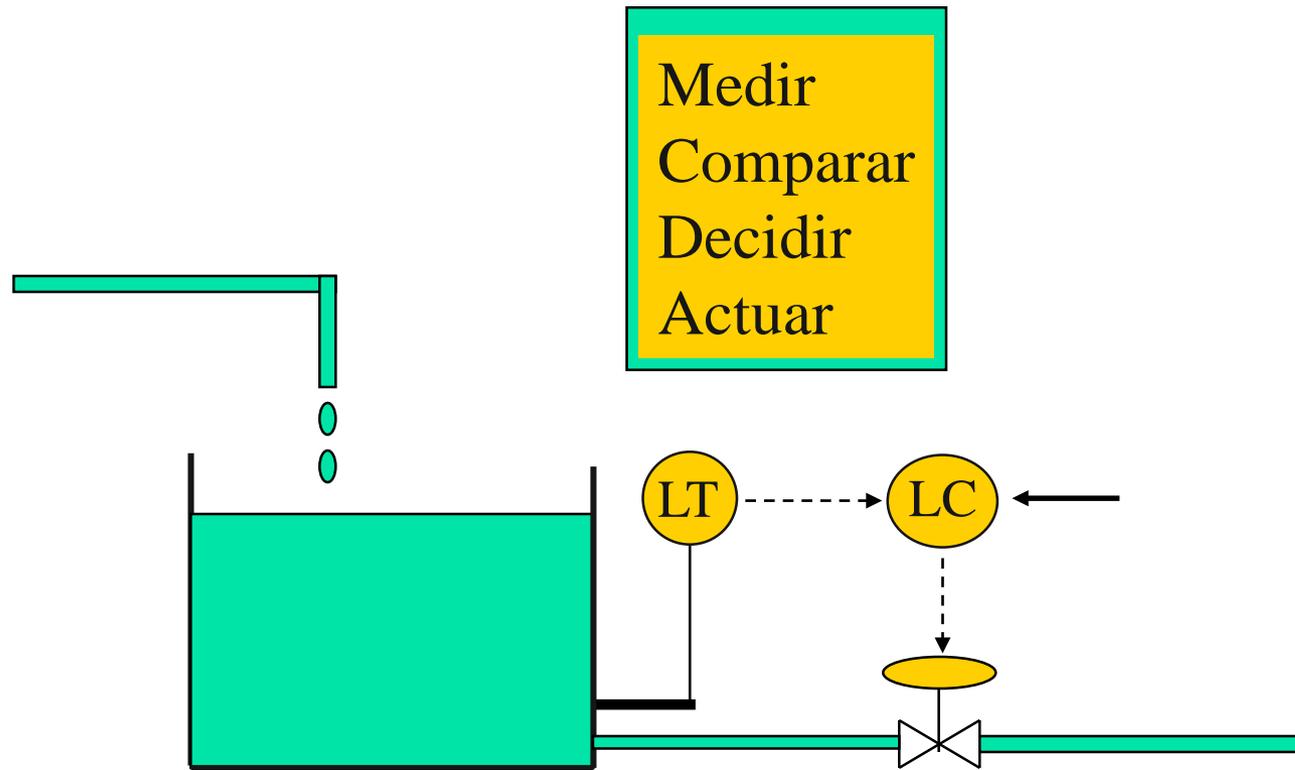
# Operación automática

Sustituye al  
operador  
humano

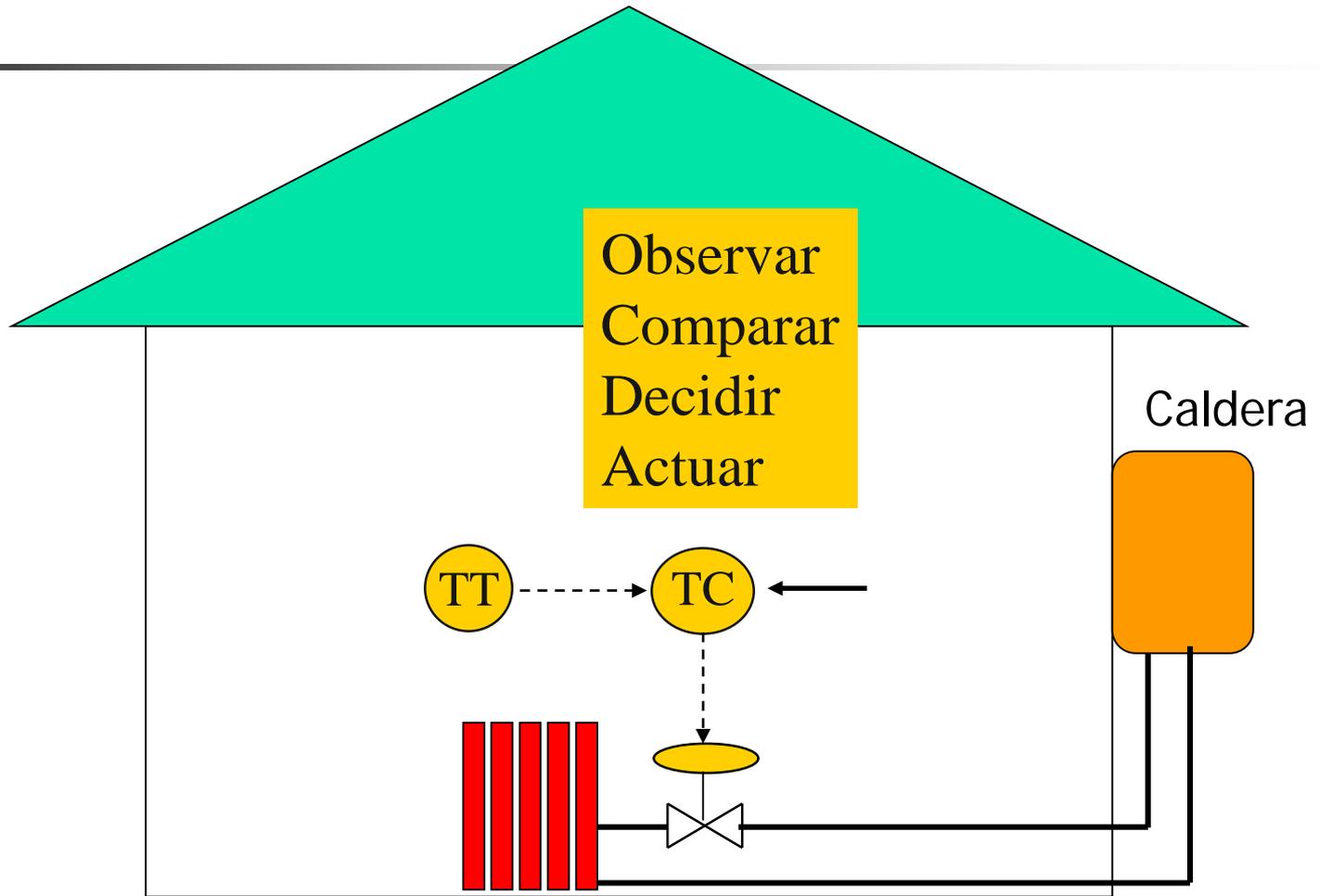


Operación automática en lazo cerrado

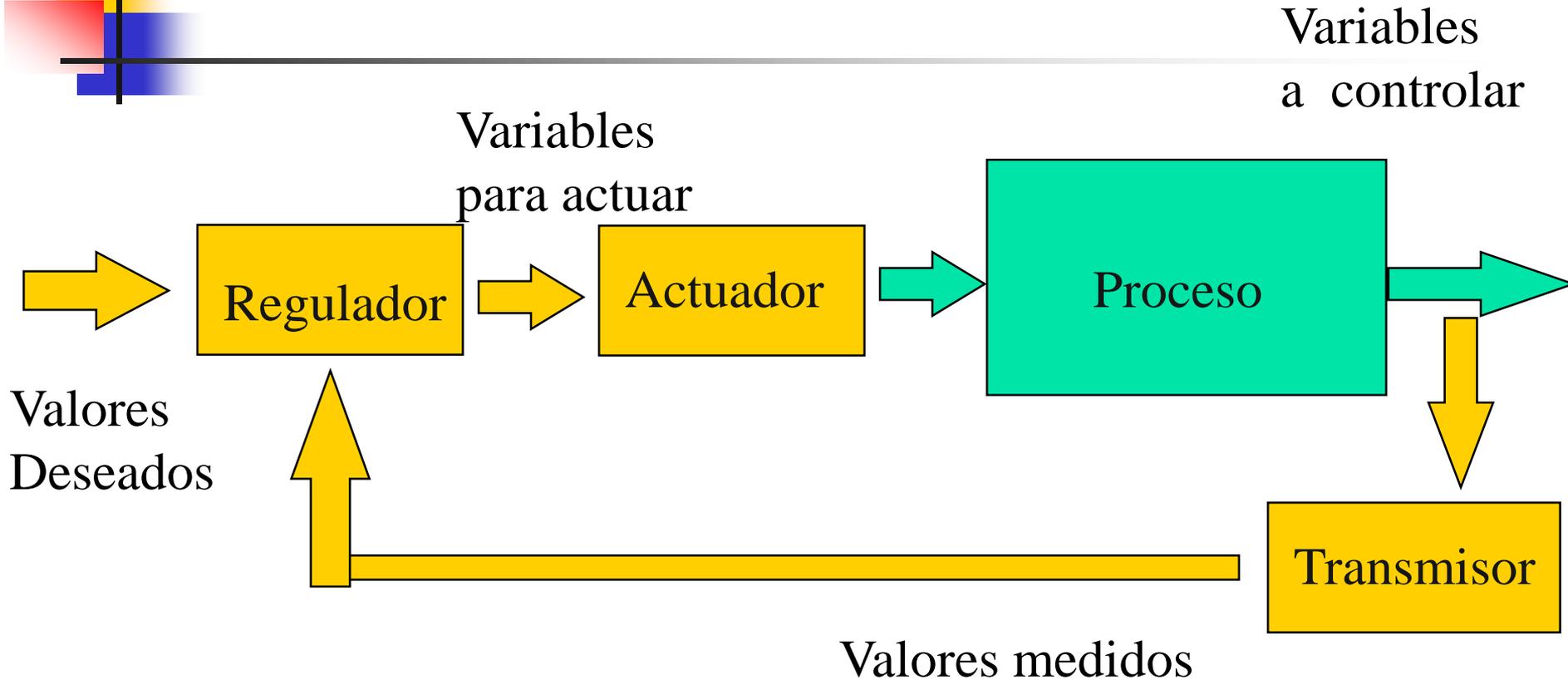
# Operación Automática



# Operación automática

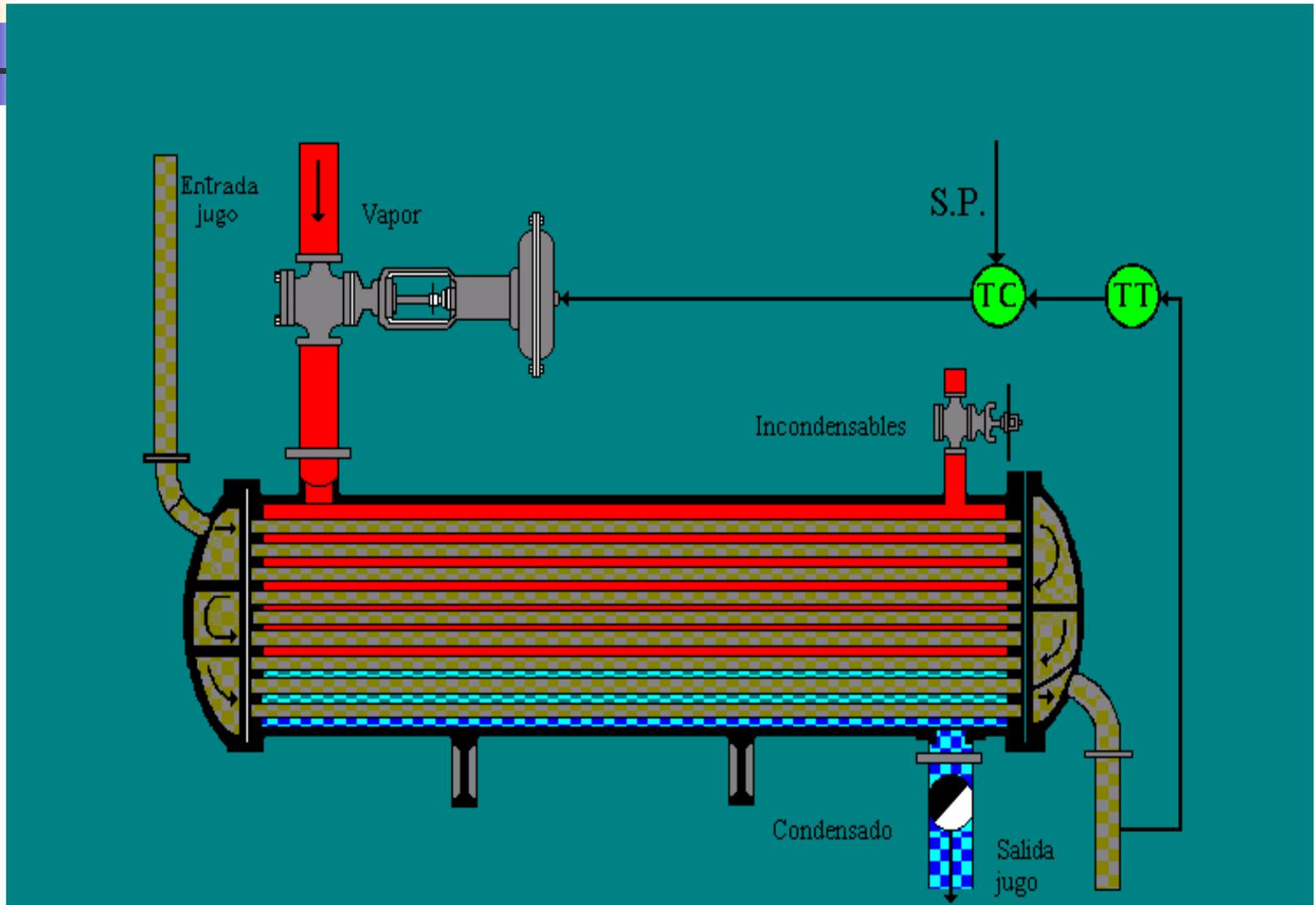


# Componentes

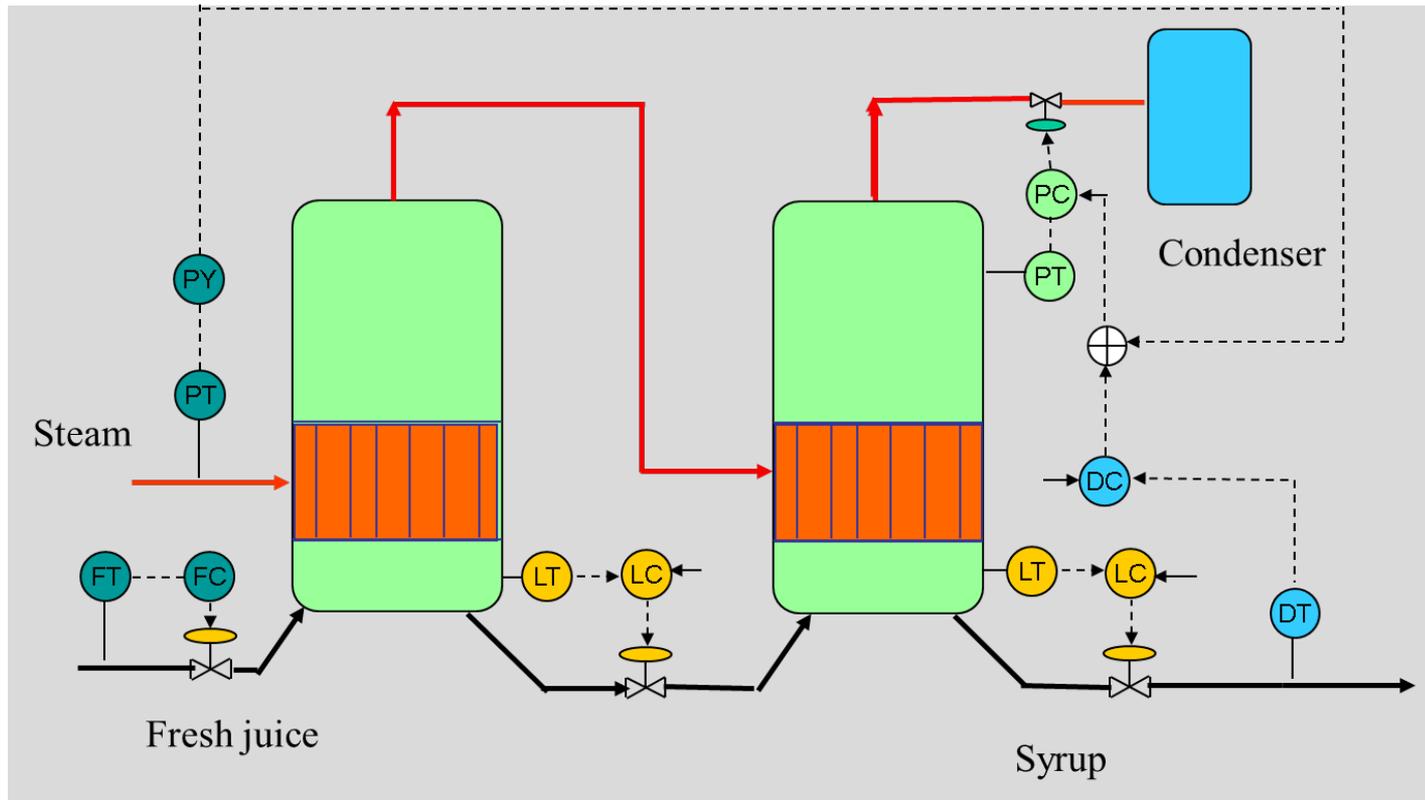


Revisaremos los distintos elementos del conjunto en lazo cerrado

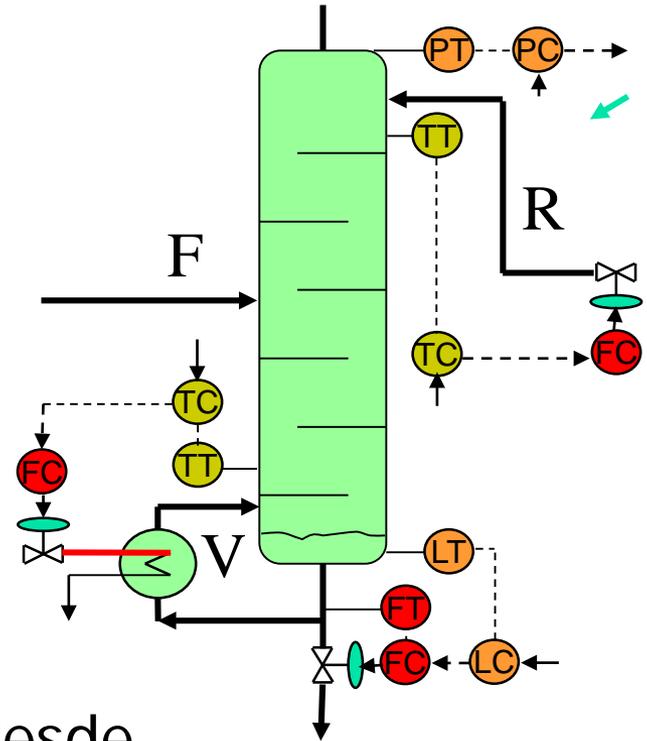
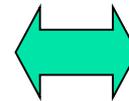
# Intercambiador de calor



# Interpretar y diseñar sistemas de control



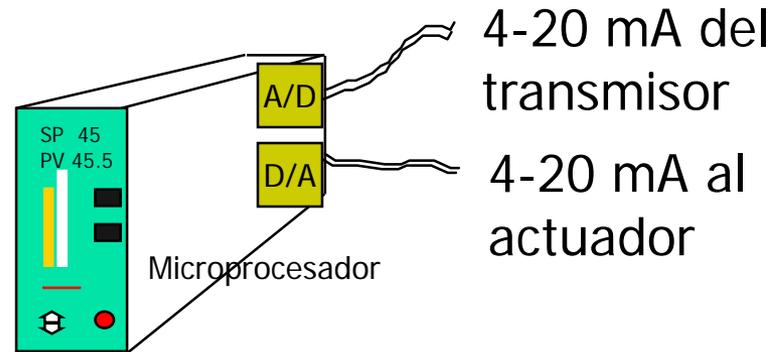
# Control e Instrumentación



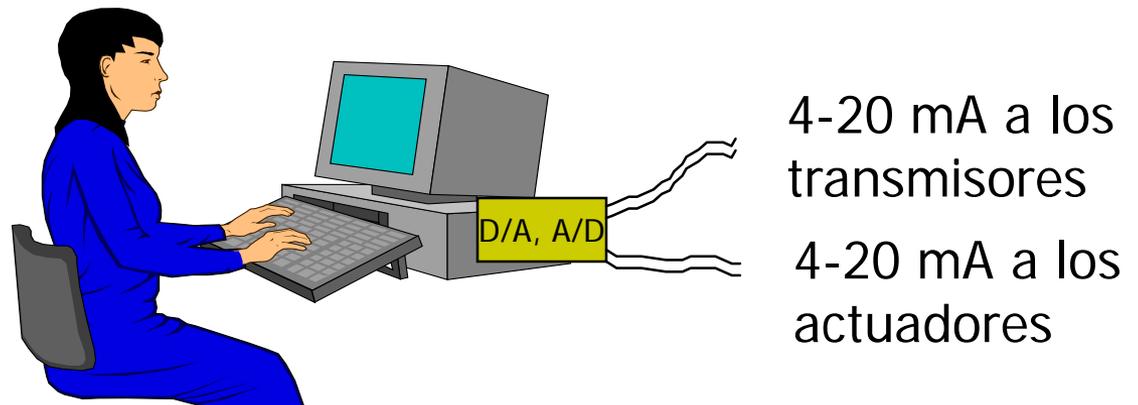
El control del proceso se lleva a cabo desde salas de control usando sistemas de control distribuido. La asignatura cubre también algunos elementos de tecnología de control

# Diversidad de Sistemas de Control

Reguladores industriales de lazo (Exact, Sipart, ...)

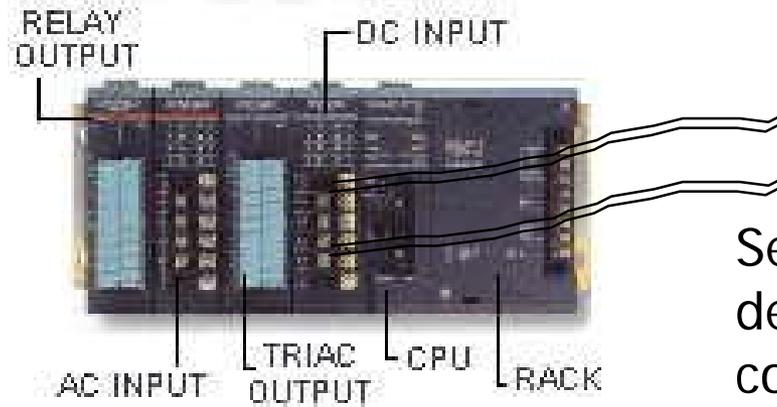


Control mediante PC (Regula,..)



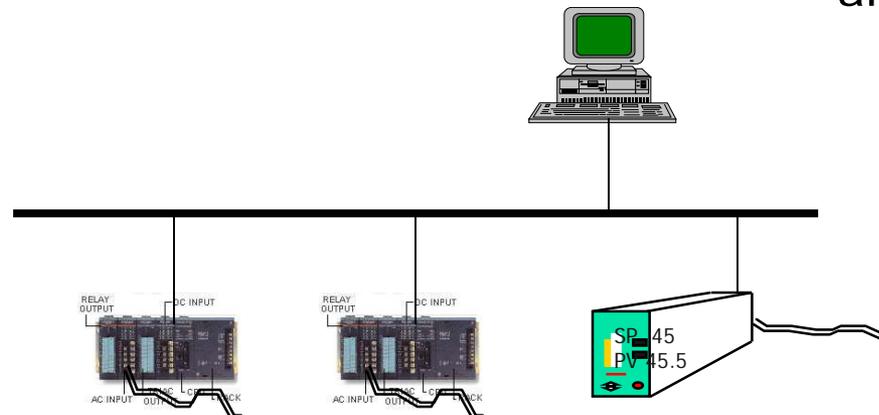
# Diversidad de Sistemas

Autómatas  
Programables (PLC)  
Secuencias y funciones  
lógicas (S7, Allan  
Bradley,...)



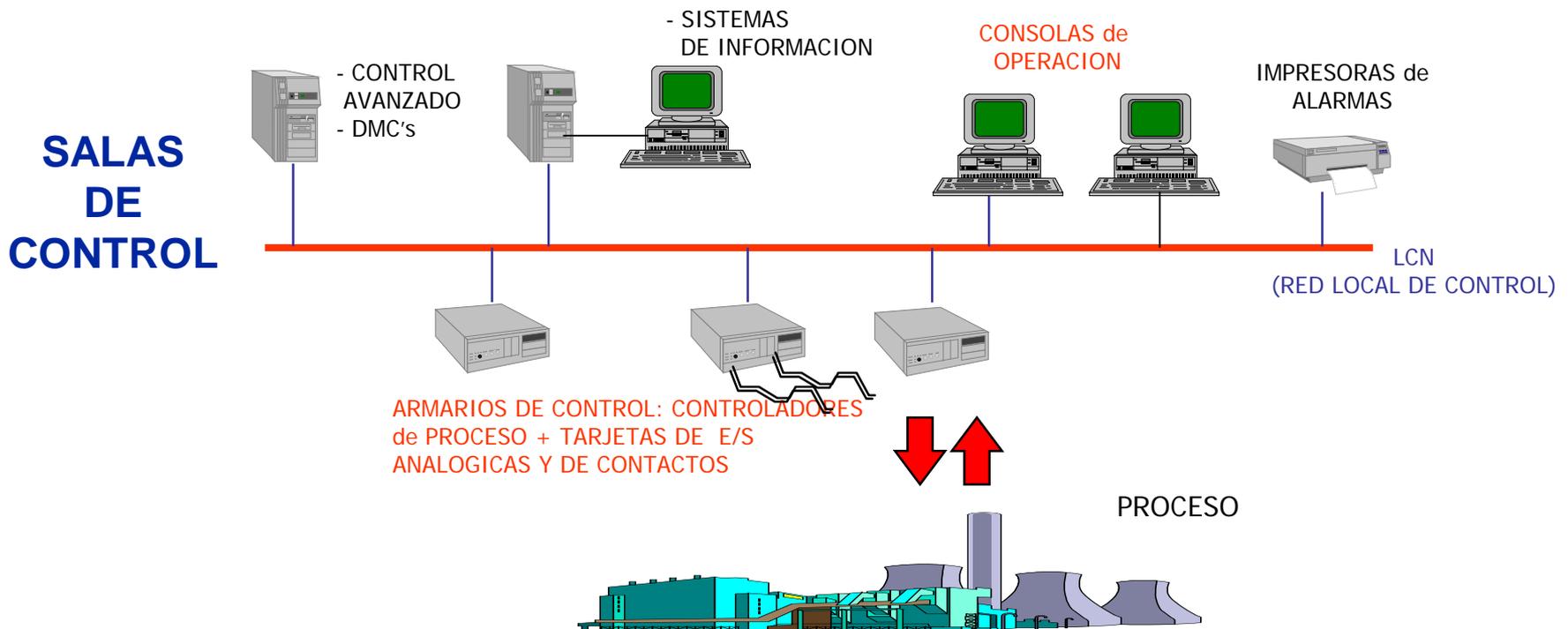
Señales  
de  
contactos  
y  
analógicas

Sistemas SCADA  
Supervision, Control And  
Data Adquisition (Fix,  
InTouch, PI, ...)

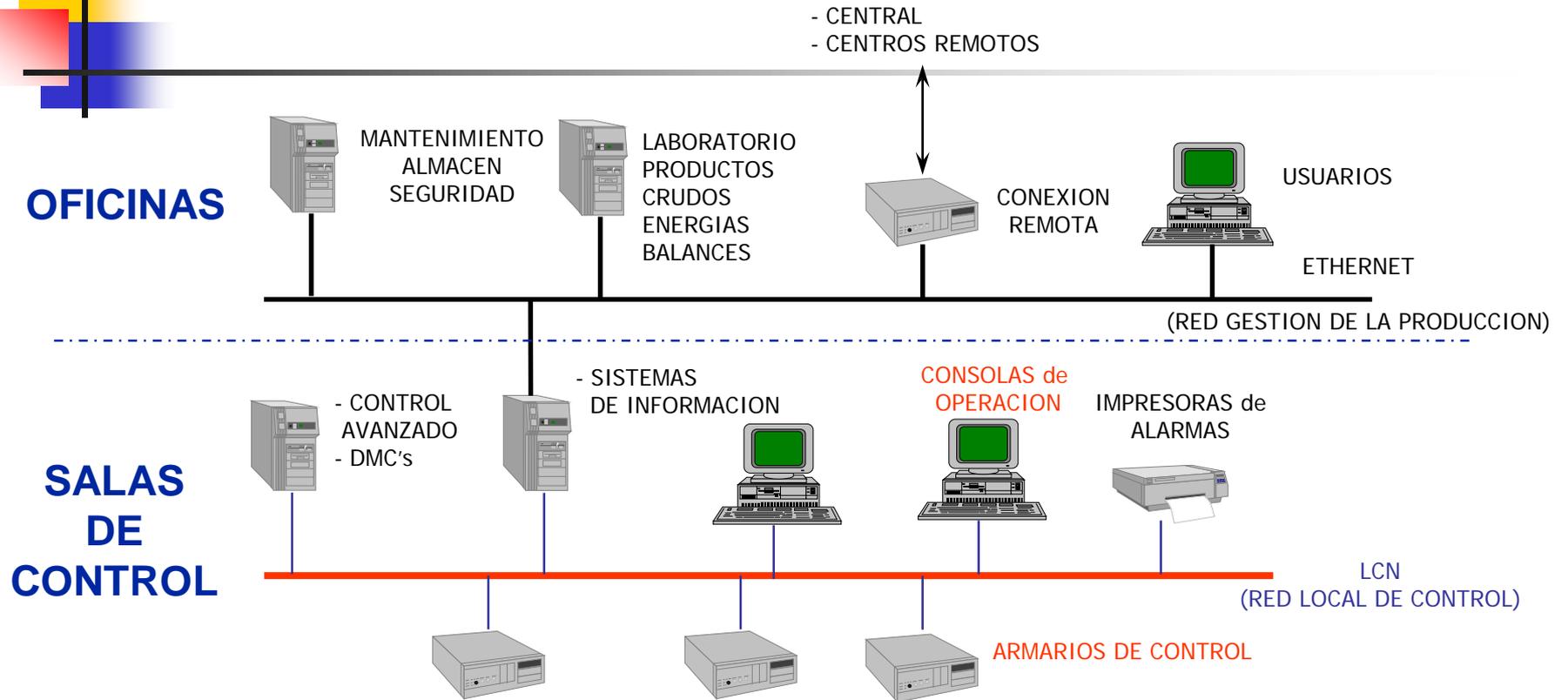


# Diversidad de Sistemas

Sistemas de Control Distribuido:  
(TDC-3000, Delta-V, PCS7,..)



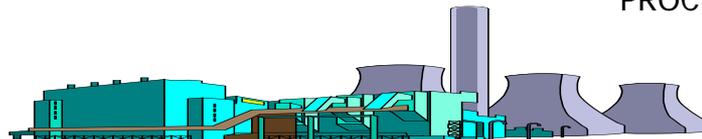
# Diversidad de Sistemas



Sistemas de Control de Planta



PROCESO



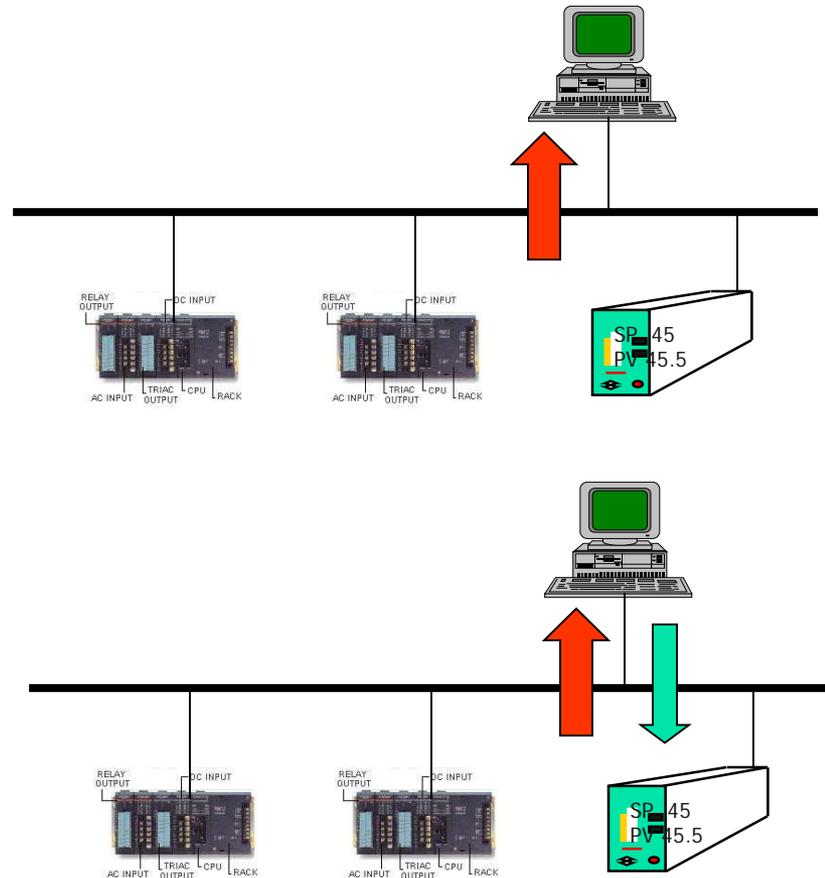
# Funciones de los sistemas de control

Monitorización:

Gráficos, Esquemáticos, Históricos, señalización de alarmas,...

Supervisión:

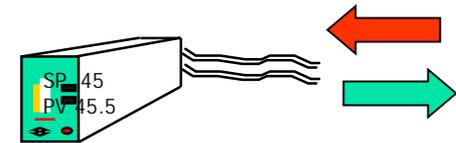
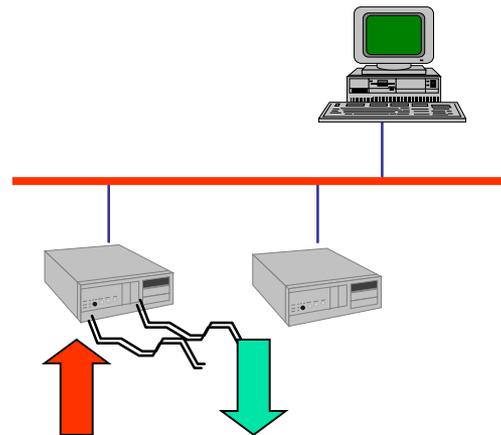
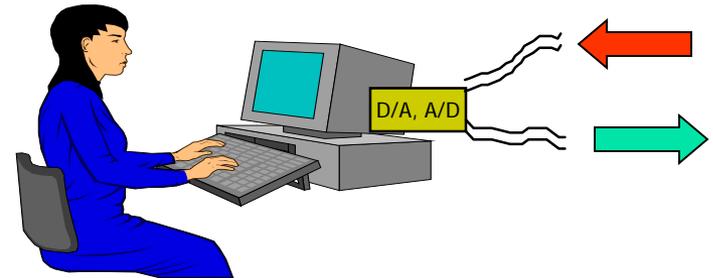
Monitorización, gestión de alarmas, cambio de consignas o secuencias, sintonía, ...



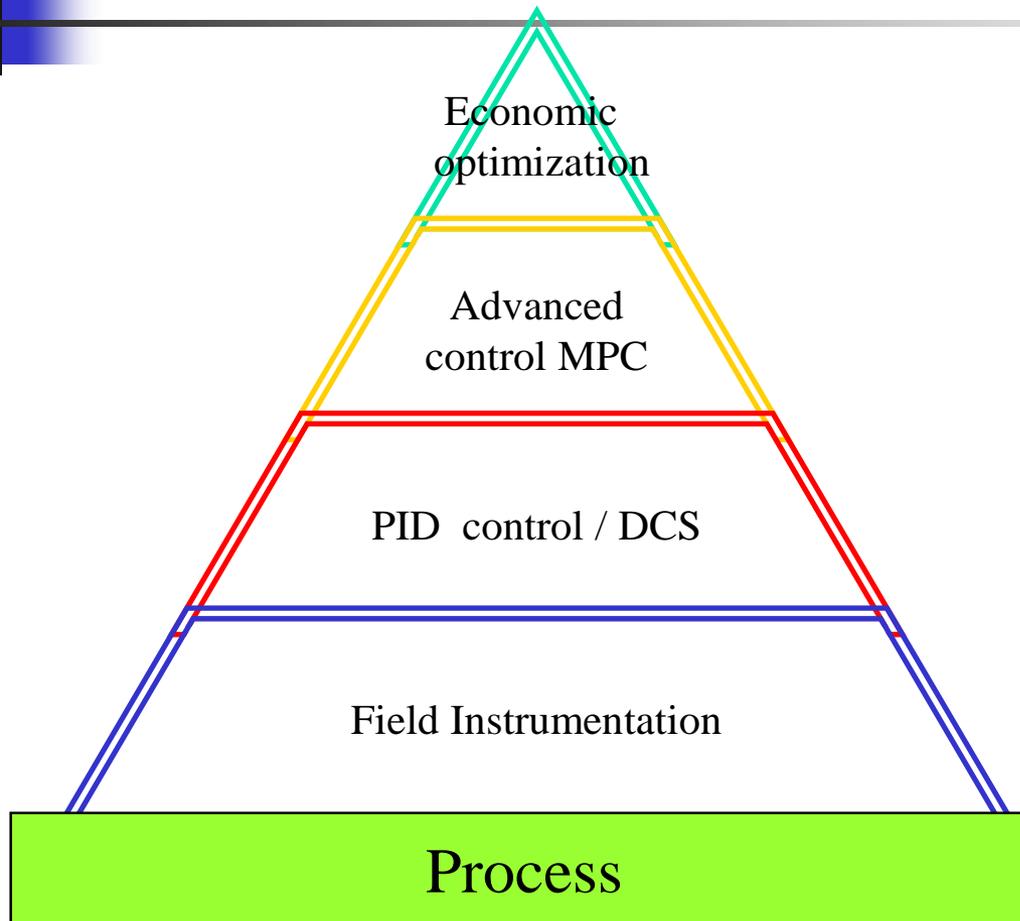
# Funciones de los sistemas de control

## Control Digital Directo DDC

Control del proceso: se recibe información, se calcula la señal de control y se envía al proceso

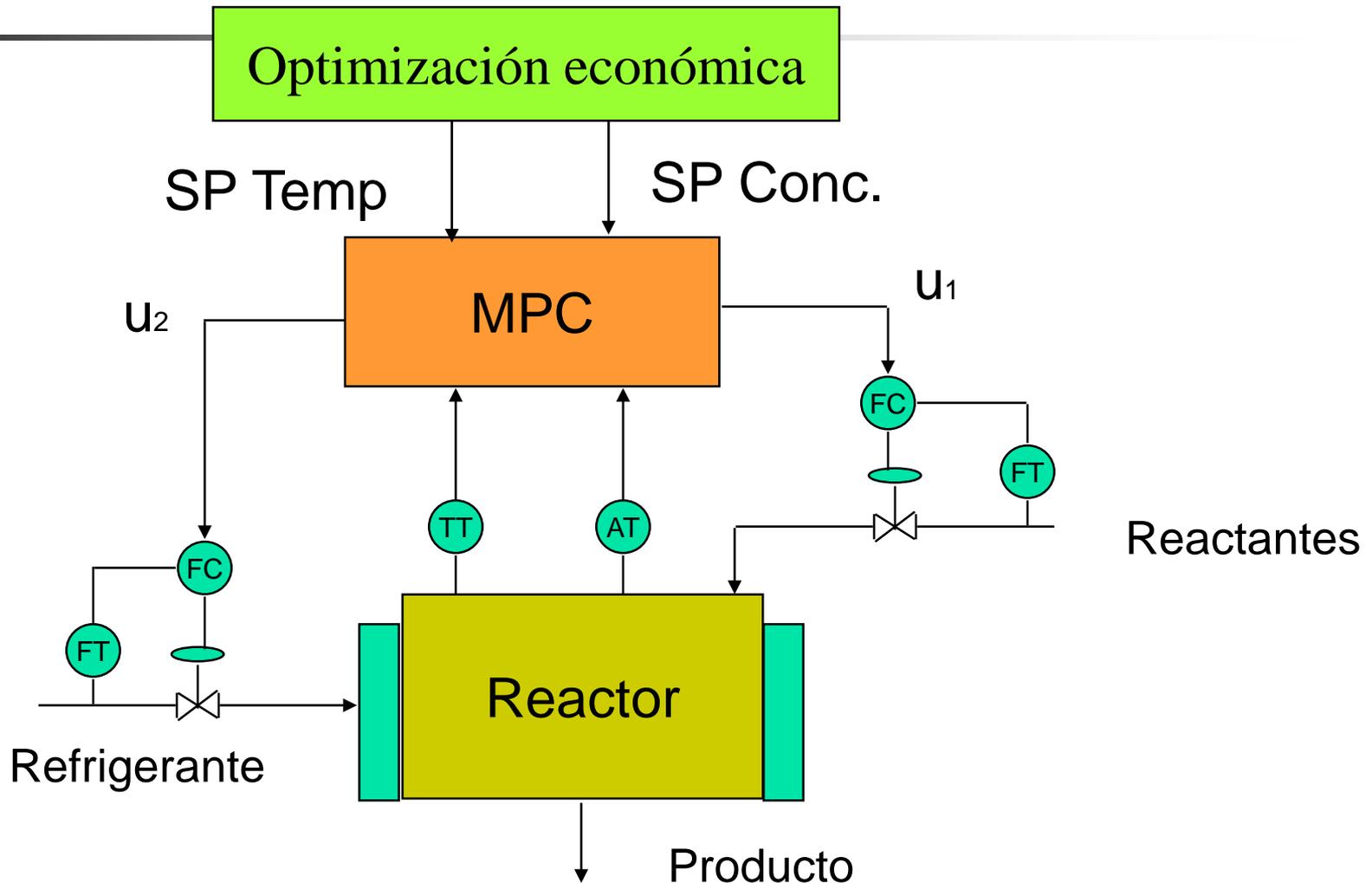


# Pirámide de control

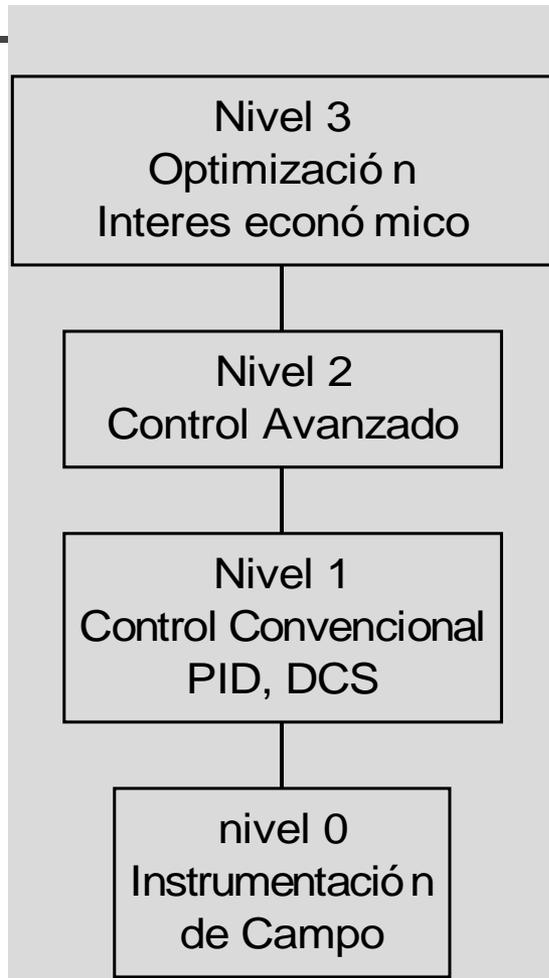


La operación y el control de una factoría de proceso están organizados en una serie de capas que interactúan entre si y proporcionan distintas funcionalidades

# Pirámide de control

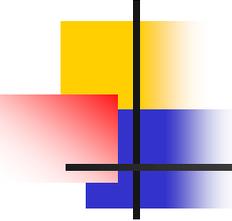


# Jerarquía de control



Para implementar la funcionalidad de un nivel, los inferiores deben funcionar correctamente

En particular, cualquier optimización económica ó control avanzado requiere un buen funcionamiento de la capa de control

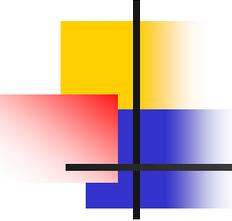


# Programa

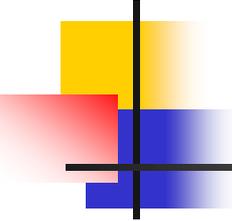
---

- Introducción
  - Instrumentación
  - Controladores
- Diseño de sistemas de control
  - estructuras de control
  - Control multivariable
- Control avanzado
  - Identificación de Sistemas
  - Control Predictivo
  - Supervisión, estimación

# PSE Process Systems Engineering



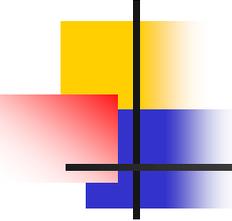
- La asignatura se inserta dentro del campo denominado PSE (Ingeniería de Sistemas de Proceso)
- Process Systems Engineering (PSE) trata del desarrollo de métodos y herramientas basadas en ordenador para realizar un tratamiento integrado de todos los aspectos de modelado, simulación, diseño, operación control y gestión de las industrias de proceso.
- Es una área multidisciplinar, donde colaboran desde la ingeniería química, eléctrica, control, etc. a las matemáticas aplicadas, las ciencias básicas (química, física, biología,..) y en particular la informática.



# Master en “Sistemas de producción Inteligentes en la Industria de procesos”

---

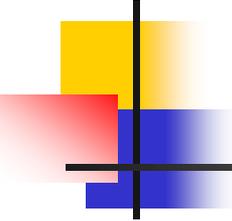
- Interuniversitario: UBU, UPM, UVA
- Coordinado por la UVA
- Enseñanza presencial con videoconferencia
- Orientado a la implementación de las ideas de Industria 4.0 en la industria de procesos
- Abierta pre-inscripción para el curso 2020-21
- Participación industrial, ISA



# Metodología de Sistemas

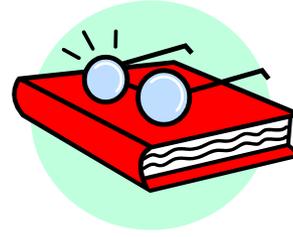
---

- Analizar la realidad en su conjunto y con las interacciones entre sus partes
- Formular los problemas en términos matemáticos
- Resolver los problemas con los conocimientos teóricos y las herramientas de cálculo
- Interpretar las soluciones en términos físicos
- Aplicar las soluciones



# Bibliografía

---

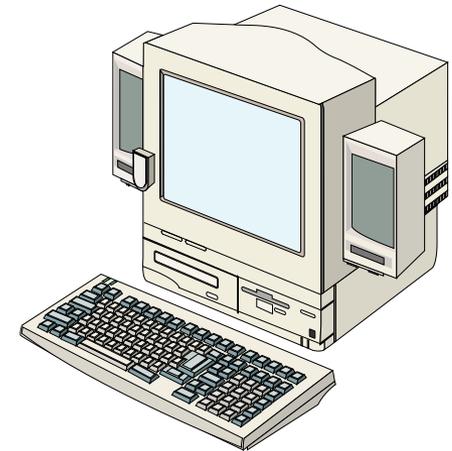


- Control e Instrumentación de procesos químicos**, Ollero, Fdez.-Camacho, Sintesis, 1997
- Process Dynamics, Modeling and Control**, B.A. Ogunnaike, W.H. Ray, Oxford Univ. Press, 1994
- Principles and practice of Automatic process control**, Smith, Corripio, Edt. John Wiley, 2006
- Identification of multivariable industrial processes, Zhu Y., Backx, T., Springer Verlag 1993
- Model Predictive Control, E.F. Camacho y C. Bordons, Second Edition Springer-Verlag, Londres, ISBN 1-85233-694-3, 2004
- Essentials of process control, W.L. Luyben, M.L. Luyben, Edt. Mc Graw-Hill, 1997
- Process modeling, simulation and control for chemical eng., Luyben, Edt. McGraw Hill, 1990
- Process Dynamics, Modelling, Analysis and simulation, B. Wayne Bequette, Prentice Hall, 1998
- Automatic Tuning of PID Regulators, Astrom, Hagglund, Edt. ISA, 1995
- Tuning of industrial control systems, A. B. Corripio., Edt. ISA, 1990
- Manual de instrumentación y control de Procesos, Edt. Alción, 1998
- Control Avanzado de Procesos, José Acedo Sanchez, Edt. Diaz de Santos 2002
- The Condensed Handbook of Measurement and Control, N.E. Battikh., ISA, 2nd Edition, 2003
- Resource Efficiency of Processing Plants, S. Kramer, S. Engell ed. Wiley-VCH, 2018

# Documentación



- Toda la documentación de la asignatura se encuentra en ficheros PowerPoint en:
- [www.isa.cie.uva.es/~prada](http://www.isa.cie.uva.es/~prada)
- Prácticas
- [prada@autom.uva.es](mailto:prada@autom.uva.es)
- [jesusm@autom.uva.es](mailto:jesusm@autom.uva.es)



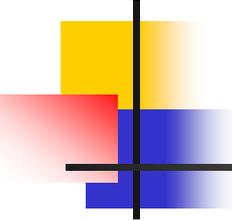
# Moodle

<http://campusvirtual.uva.es/>

The screenshot displays the Moodle interface for the University of Valladolid (UVA). The browser address bar shows the URL `campusvirtual.uva.es/course/view.php?id=38984`. The page header features the UVA logo and the text "Campus Virtual" and "Universidad de Valladolid". The course title is "Campus Virtual UVA ► CONTROL E INSTRUMENTACION DE PROCESOS QUIMICOS (1-223-298-44316-1-2012)". The user is logged in as "PRADA MORAGA, CESAR DE".

The main content area is titled "Diagrama de temas" and contains the following sections:

- Personas**: Participantes
- Actividades**: Foros, Recursos
- Buscar en los foros**: Search bar with "Búsqueda avanzada" link.
- Administración**: Activar edición, Configuración, Calificaciones, EvalCOMIX
- Novedades**: Foro de Discusión, página web de Cesar de Prada, Página web de la Sección de Estudiantes de la ISA, en la UVA, Página web de M<sup>a</sup> Jesus de la Fuente
- Temas**:
  - 1. Introducción a la Asignatura: Control de Procesos Quimicos, Programa e información, Introduction to the course
  - 2. Temas: Controladores, Sistemas secuenciales y combinacionales, Modelado, Temporal, Análisis, frecuencia
- Eventos próximos**: No hay eventos próximos
- Actividad reciente**: Actividad desde viernes, 8 de febrero de 2013, 20:11. Informe completo de la actividad reciente...



# Estructura docente

---

- Clases teóricas
- Aprender practicando
- Clases Laboratorio
  - Conocer herramientas y sistemas
  - Practicar con: Procesos reales, Sistemas de control, Instrumentación, Software, Técnicas y herramientas básicas de modelado, análisis y diseño, procesos simulados
  - Seminario
  - Empleo de un Simulador de sala de control
  - Problemas y ejercicios
  - Visitas, Conferencias
- Realización de 3 proyectos prácticos
- Concurso GT Ingeniería de Control CEA, ISA

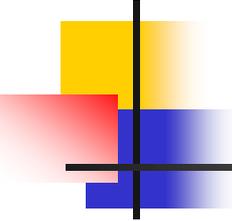
# Laboratorio



1. Instrumentación y sistemas de control
2. Estructuras de control
3. Identificación de sistemas y Control predictivo

**Objetivo:** Permiten al alumno aprender aplicando la teoría y utilizando herramientas y sistemas reales.

- Simulación
- Plantas de laboratorio con instrumentación y equipos de control industriales
- Guiones /documentación
- 3 Miniproyectos: combinan desarrollos en simulación y realizaciones en plantas de laboratorio
- Report + presentación oral y seminario



# Trabajos Prácticos

---

**P1** Instrumentación y sistemas de control de procesos.

Entrega 12/03 a las 10.00h

**P2** Diseño de estructuras de control.

Entrega 16/04 a las 10.00h

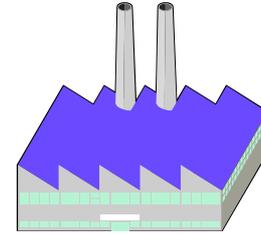
**P3** Identificación de sistemas y control predictivo.

Entrega 21/05 a las 10.00h

Entregas: un report por grupo en Moddle. Notificación de grupos de alumnos al delegado (14 de febrero)

Presentación oral con PowerPoint y seminario tras las entregas

# Visitas a Industrias



**Factoría ACOR** en Olmedo

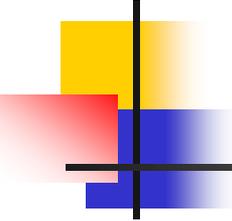
Fecha prevista: 4 de abril, salas de control y sistemas de instrumentación (inscripción hasta el 8 de marzo)

**Refinería de Petronor**, en Muskiz (Vizcaya)

proceso y sistemas de control incluyendo control avanzado

Fecha prevista: 14 de mayo (inscripción hasta el 2 de abril)

en cooperación con la sección de estudiantes de la ISA



# Conferencias

---



en cooperación con la sección de estudiantes de la ISA

"Industria 4.0:

El viaje de la transparencia a la inteligencia"

Alberto Vicente, Advanced Analytic Engineer / Digital Manufacturing en  
Sonae Arauco,

Jueves 13 de febrero de 2020 a las 4 de la tarde

"Control Predictivo Multivariable"

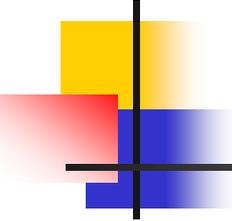
Rafael Gonzalez, Petronor,

14 de mayo 2019

# Simulador de sala de control de procesos

- Por grupos se harán practicas en un simulador de sala de control de procesos para entrenamiento de personal
- Fábricas azucareras
- Desarrollado en el CTA por ISA



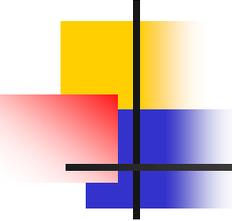


# Calificación

---

- Se valorará:
  - Proyectos prácticos (60%)
  - Seminarios (10%)
  - Examen final (30%) cuestiones y ejercicios
- Para quienes saquen al menos un 4 en el examen

Fechas de examen:  
12 Junio 2020



# Concursos

---

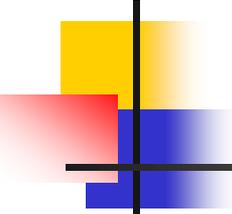
## **Aprender Compitiendo:**

Se anima a los alumnos a participar en el Concurso en Ingeniería de Control 2020 organizado por CEA (Comité Español de Automática) e ISA España.

Inscripcion hasta el 27 de marzo de 2020

Control de la orientación de un  
multirroto

<https://www.unirioja.es/dptos/die/cic2020/>



# Actividades

---

Igualmente se anima a participar en otros premios promovidos por CEA (Comité Español de Automática), junto a empresas:

[PREMIO EMPRESARIOS AGRUPADOS.pdf](#)

Cursos complementarios:

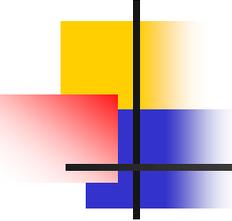
[MOOC course on Dynamics and Control](#)

**curso de Ingeniería de Instrumentación y Control** organizado por la sección de estudiantes de la UVA de ISA-España <http://estudiantes.isa.cie.uva.es/>

<http://estudiantes.isa.cie.uva.es/curso-de-instrumentacion/>

**Revista EuroXchange** / Premio ISA estudiantes

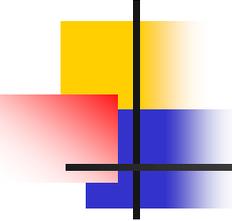
Los alumnos pueden publicar sus trabajos de prácticas o en el simulador en la Revista [EuroXchange](#) de la Federación Europea de estudiantes de ISA.



# Tutorias

---

- Despacho en el Dpto.de Ingeniería de Sistemas y Automática. Sede Mergelina
- Edificio Alfonso VIII, 1ª planta
- Correo electrónico:
  - [prada@autom.uva.es](mailto:prada@autom.uva.es)
  - [jesusm@autom.uva.es](mailto:jesusm@autom.uva.es)



# Trabajos Fin de Grado TFG

---

- Hay proyectos o trabajos de investigación disponibles para quienes quieran realizarlos en ISA
- Temas en <http://www.isa.cie.uva.es/~prada/>
- Participación en proyectos de investigación del departamento: Petronor, CERN, Sonae, EA, CTA etc. sobre temas de optimización, modelado y simulación, control avanzado, programación,... con participación industrial
- Proyectos con plantas piloto en el laboratorio
- Informática Industrial
- Prácticas en empresas (IPS)