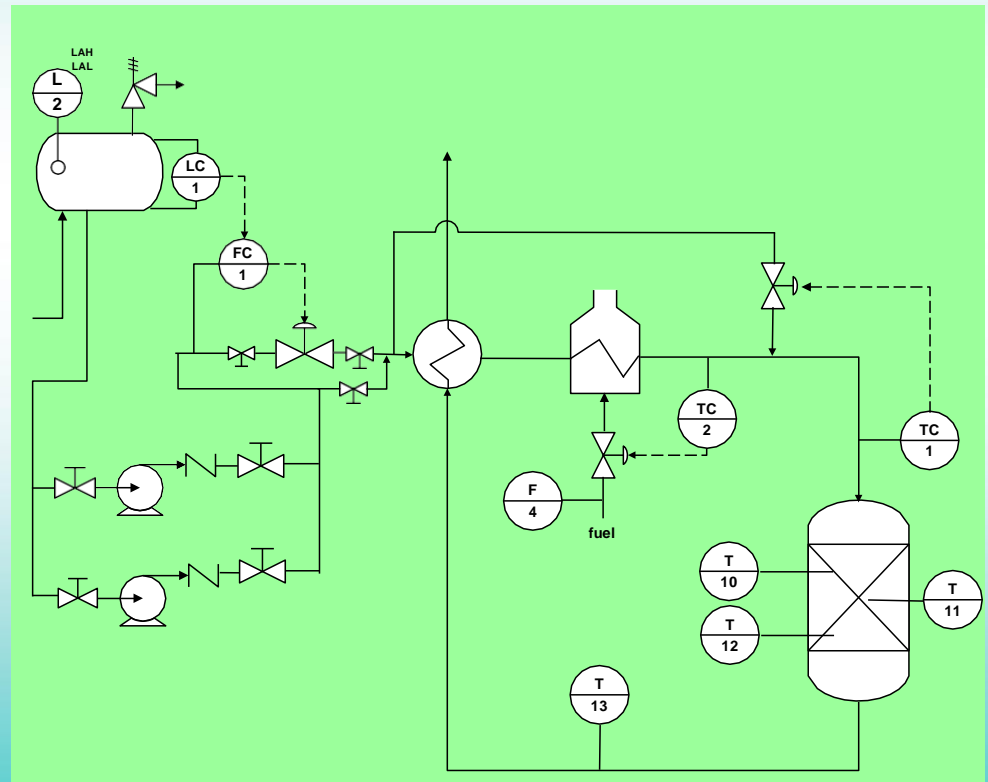
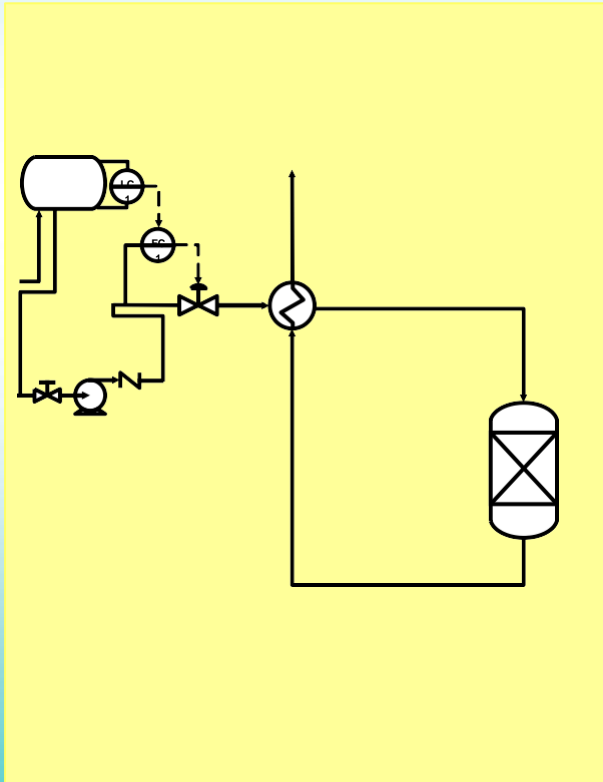
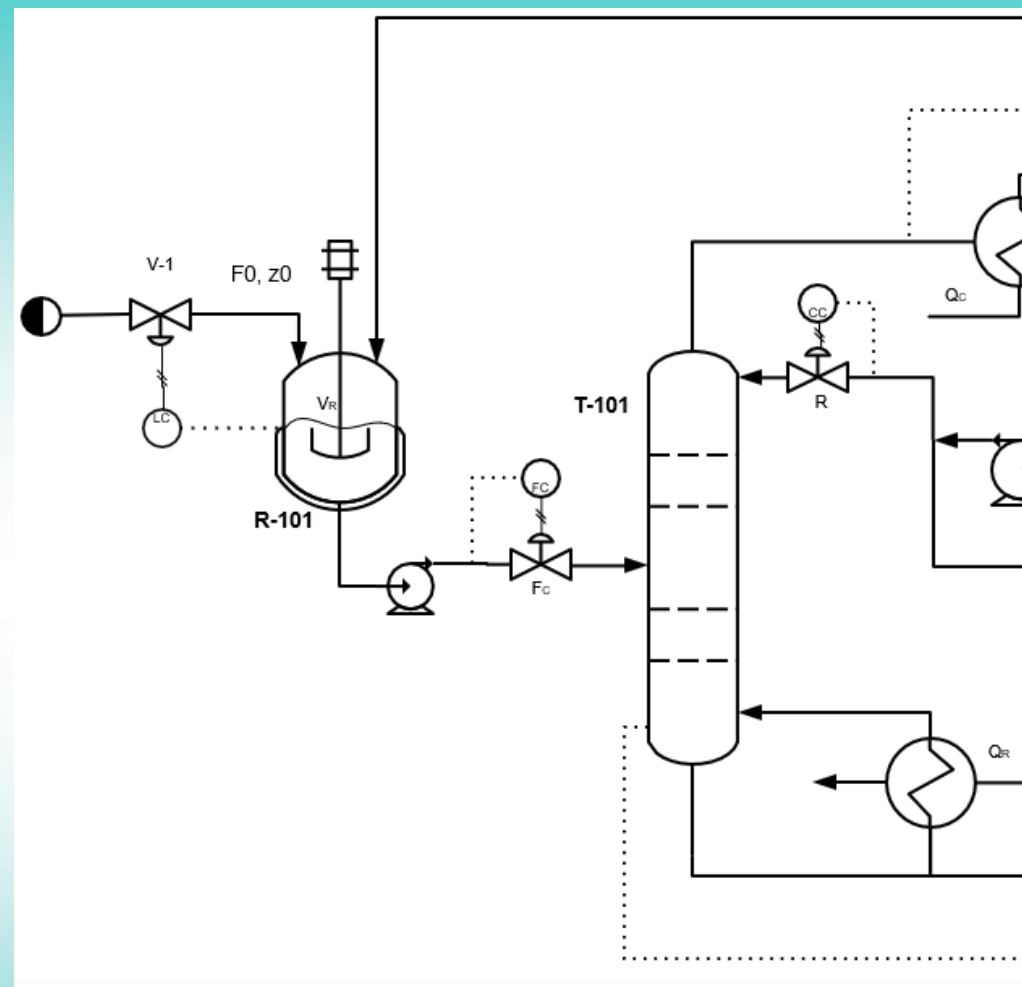
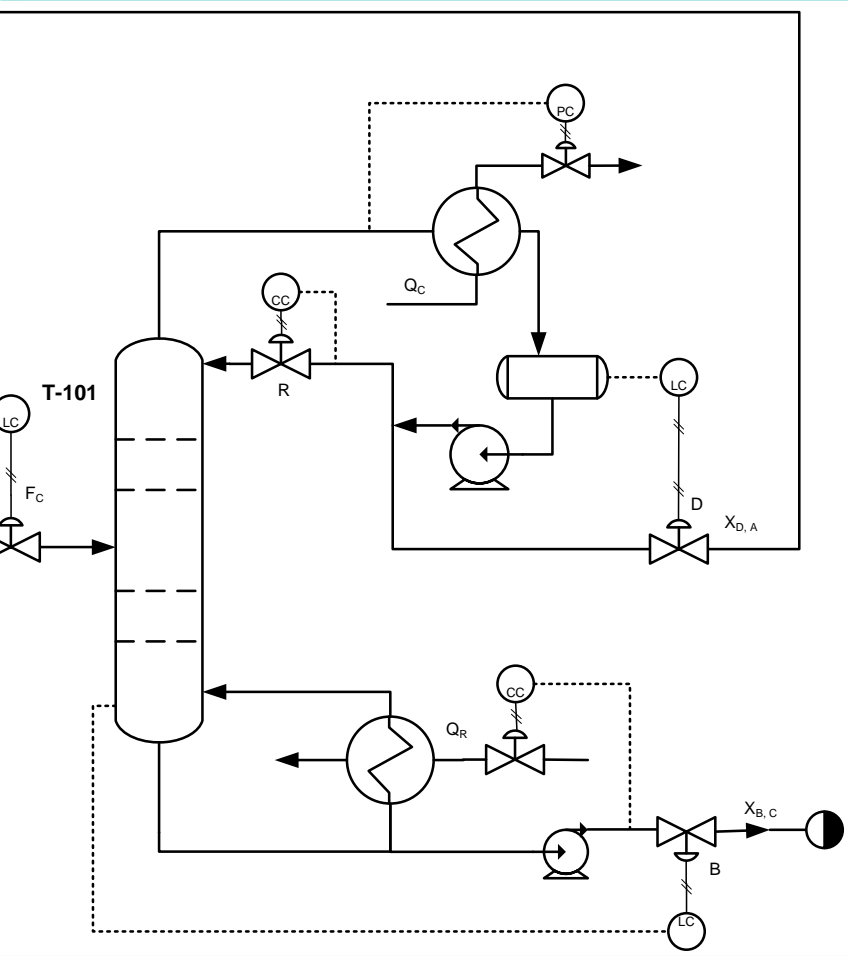


# Control de Plantas

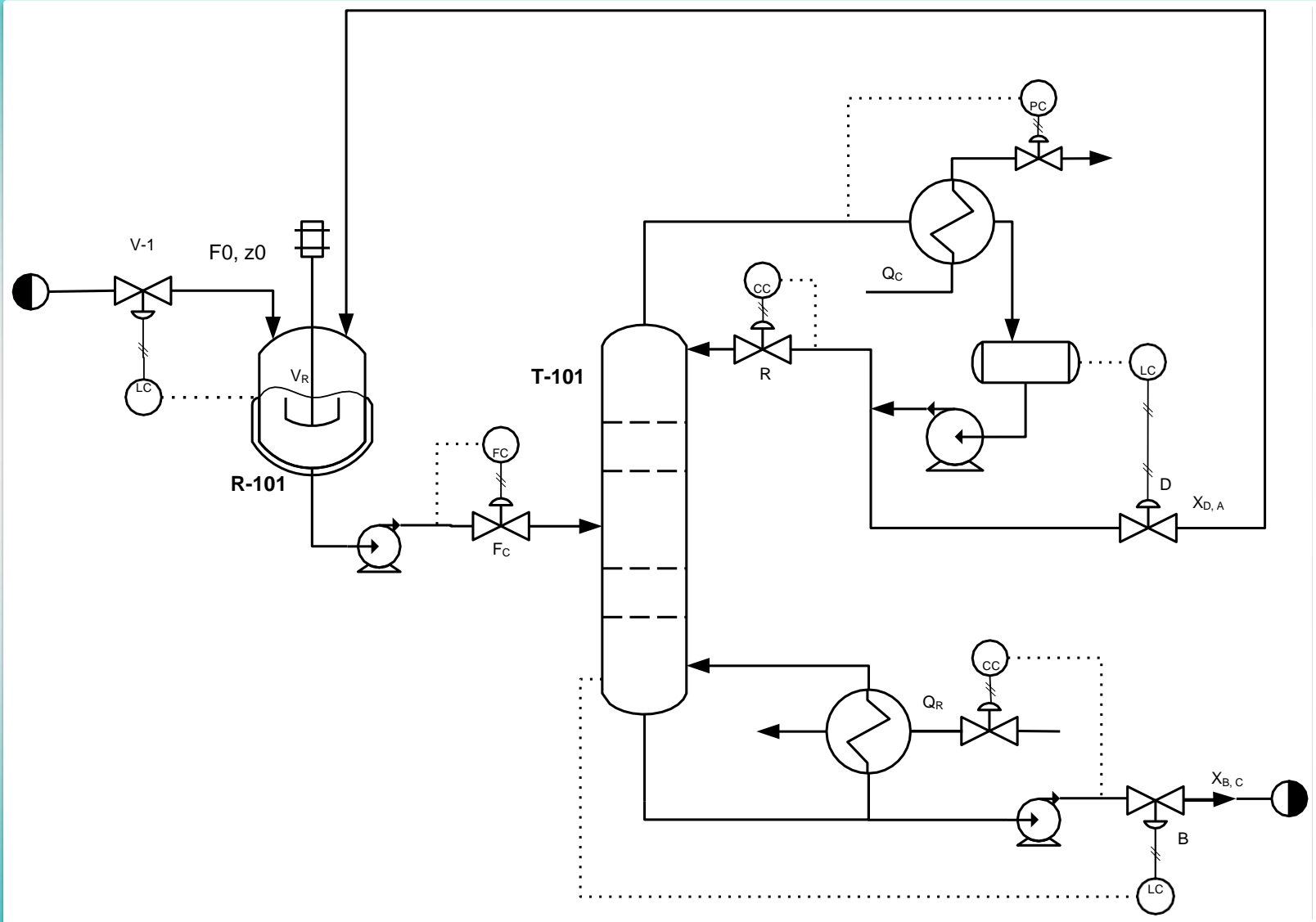
## Regulación de Condiciones de Proceso





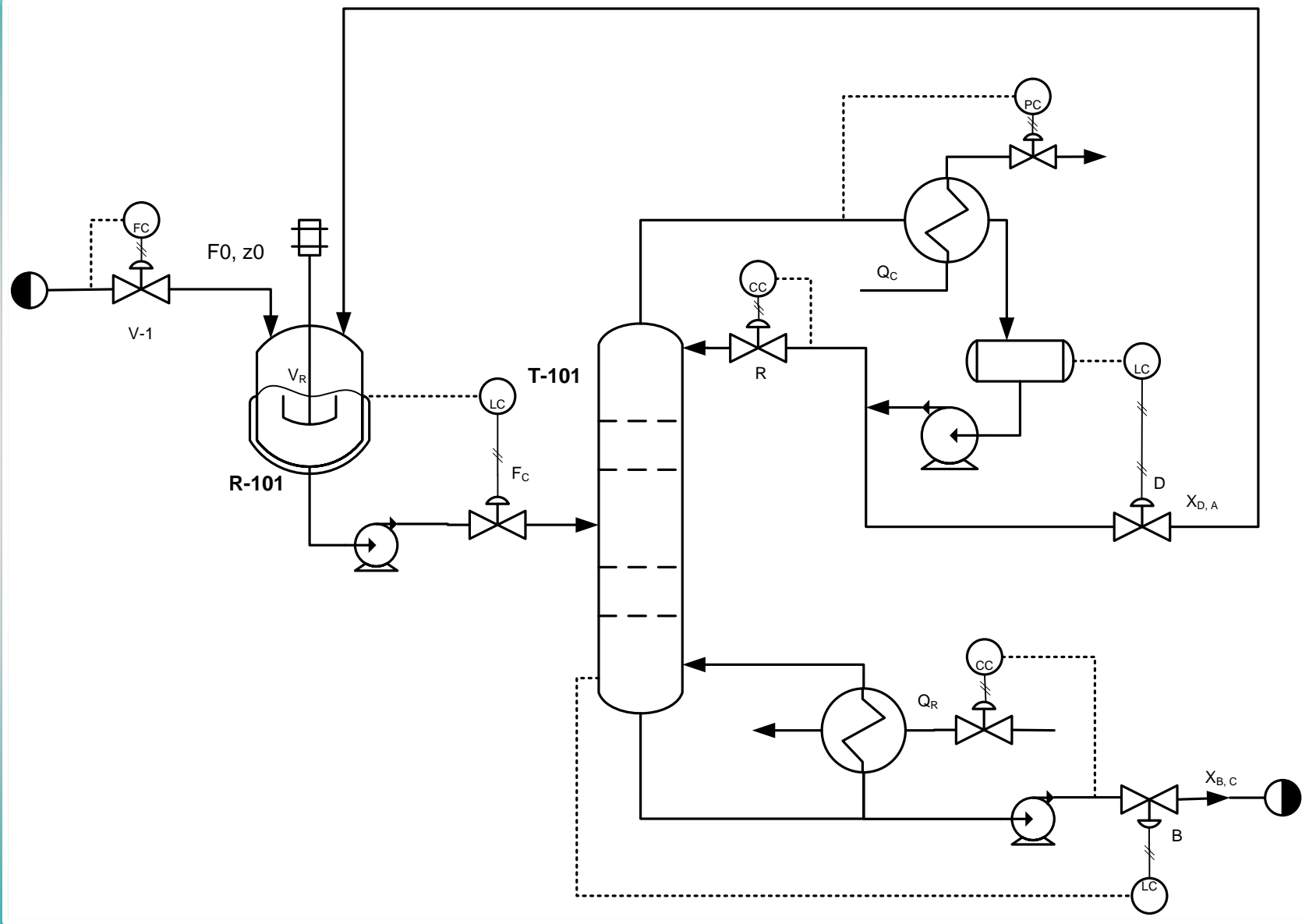
# Control de Proceso.

Está controlado?



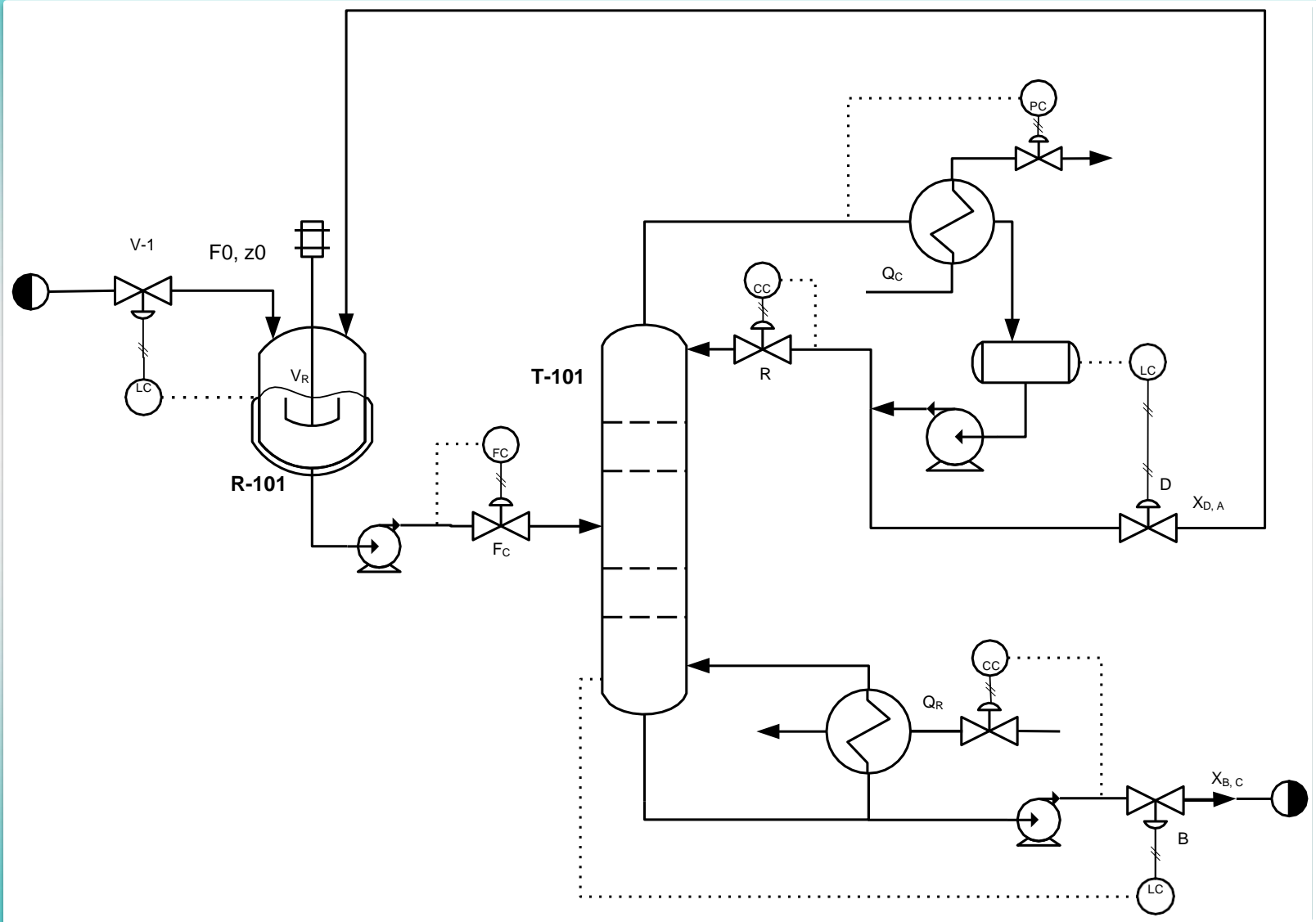
# Control de Proceso.

Está controlado?



# Control de Proceso.

Está controlado?



# Leyes del control de procesos

- *Primera Ley: El mejor sistema de control es el más simple de todos los que pueden hacer el trabajo*
- *Segunda Ley: el proceso debe ser comprendido antes de intentar controlarlo*
- *Tercera Ley: los niveles de líquido deben ser siempre controlados*

# Niveles en el control de proceso



1º NIVEL

DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PROCESO

Hace referencia a la definición del **flowsheet** que logre obtener la planta más controlable. El diseño de proceso se basará en las necesidades y limitaciones **estáticas y dinámicas**.

2º NIVEL

DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA DE CONTROL

Se refiere a determinar que **variables** deben controlarse y cuáles deben manipularse y cómo deberán interconectarse.

3º NIVEL

DEFINICIÓN DEL ALGORITMO DE CONTROL

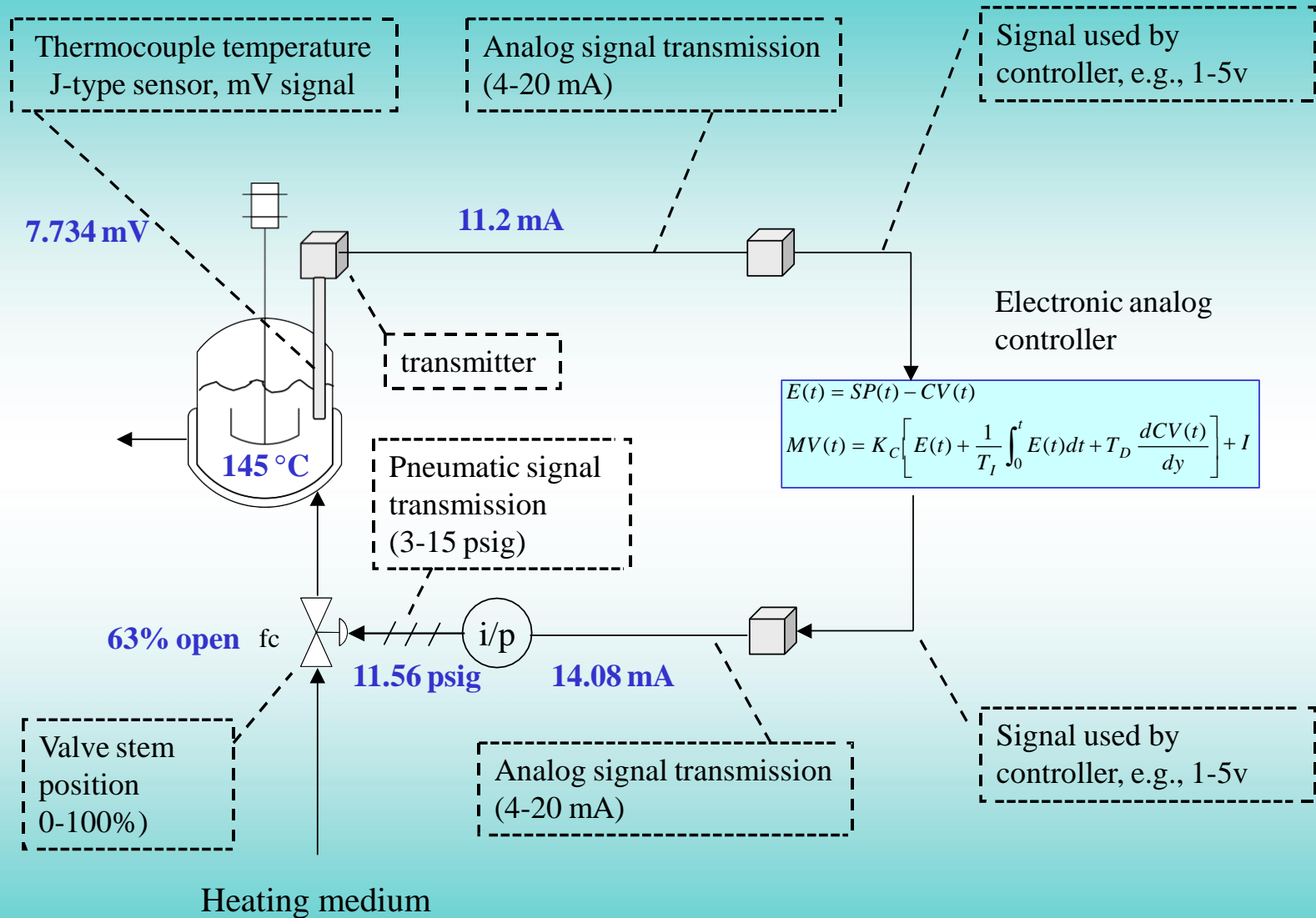
Consiste en definir el tipo de controlador que resulta más apropiado (por ejemplo P, PI, PID, cascada, ratio, rango dividido, feedforward, etc.).

4º NIVEL

SINTONIZACIÓN DE CONTROLADORES

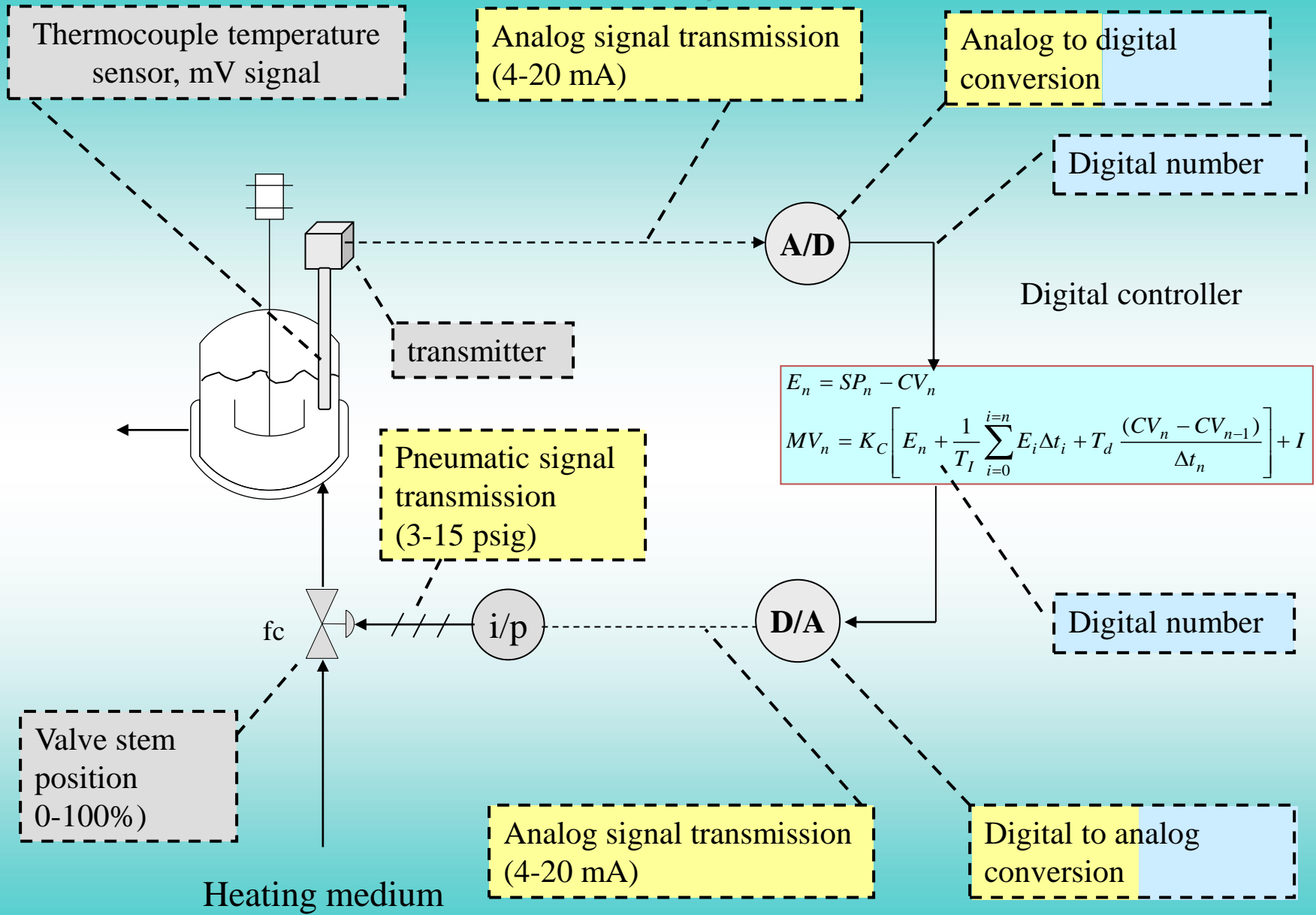
Consiste en determinar los valores de los parámetros de los controladores que producen el mejor control.

# Control de procesos

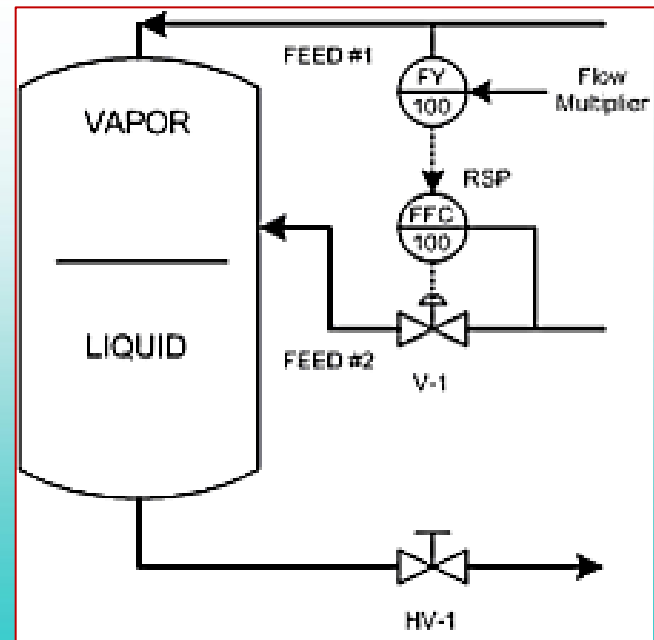
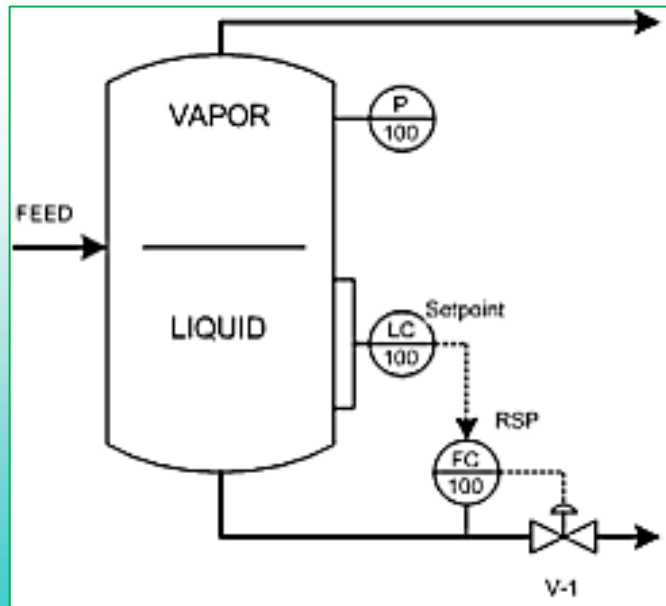
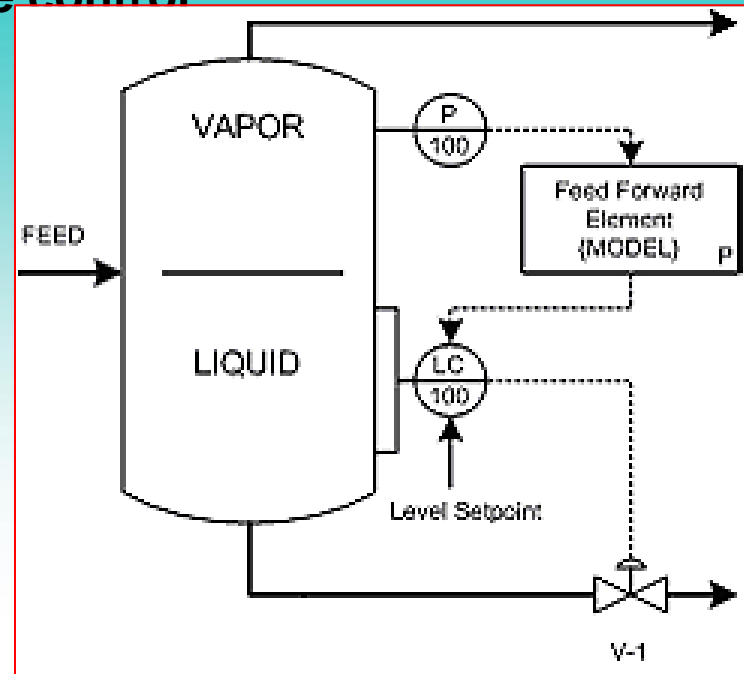
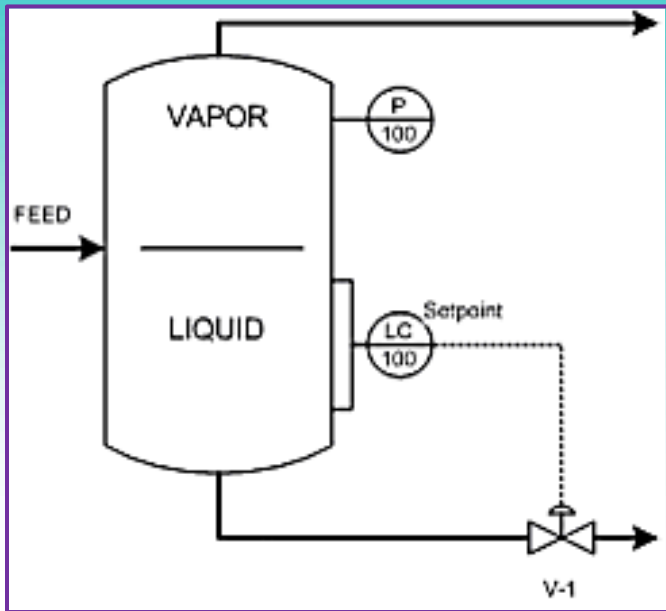




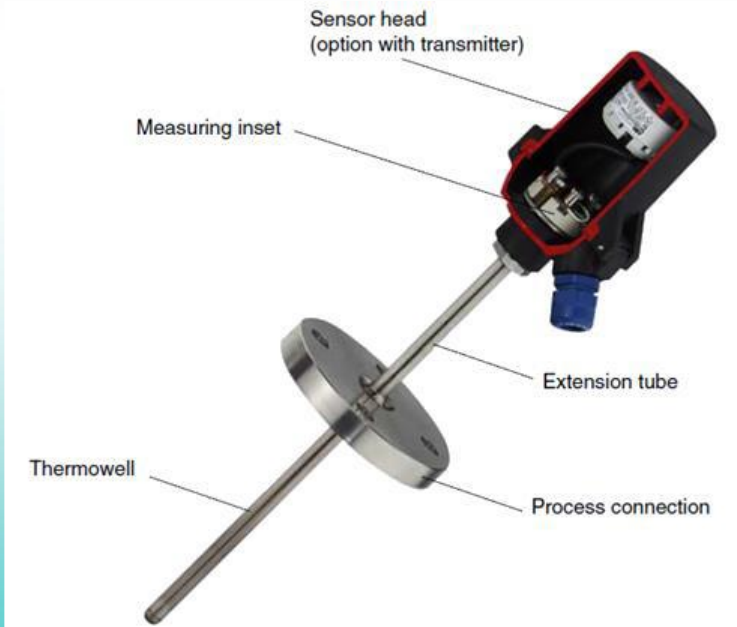
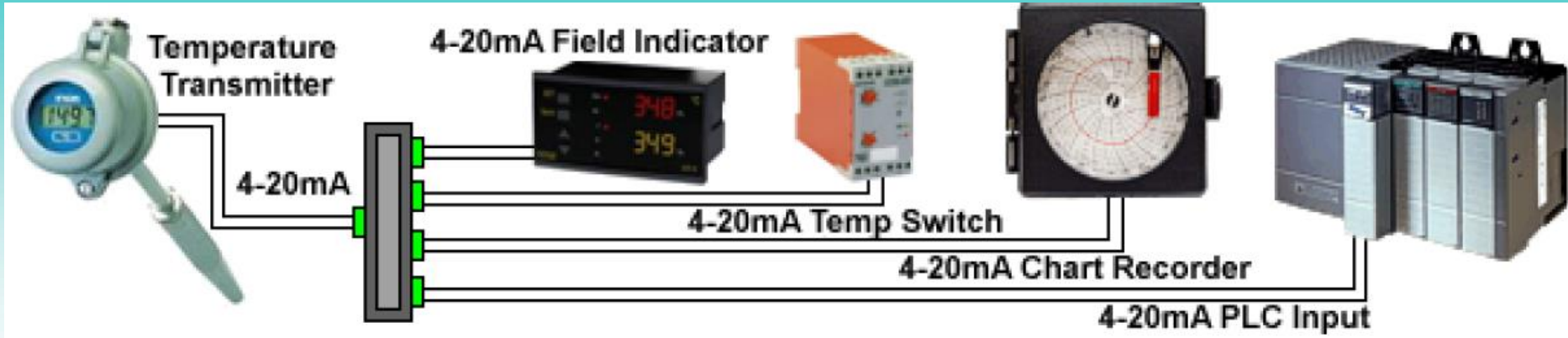
# Control de procesos



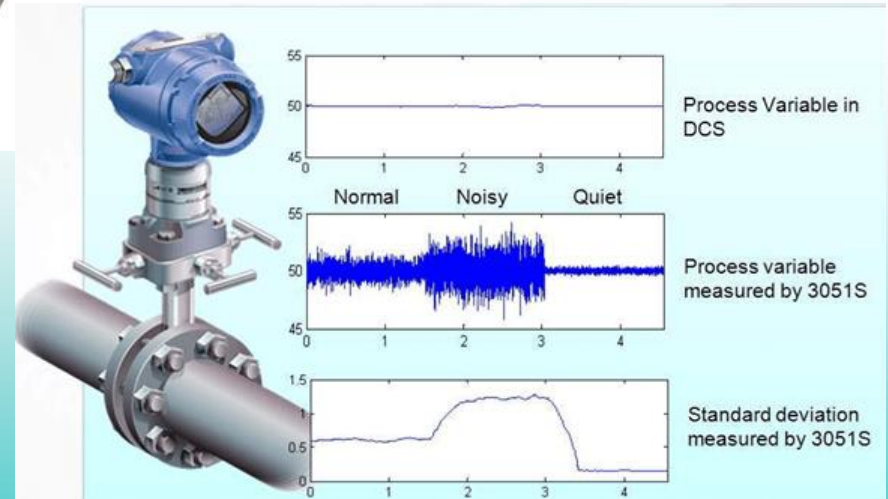
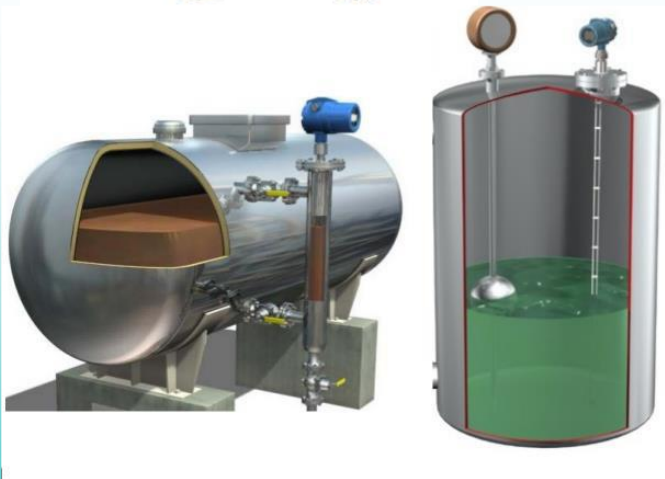
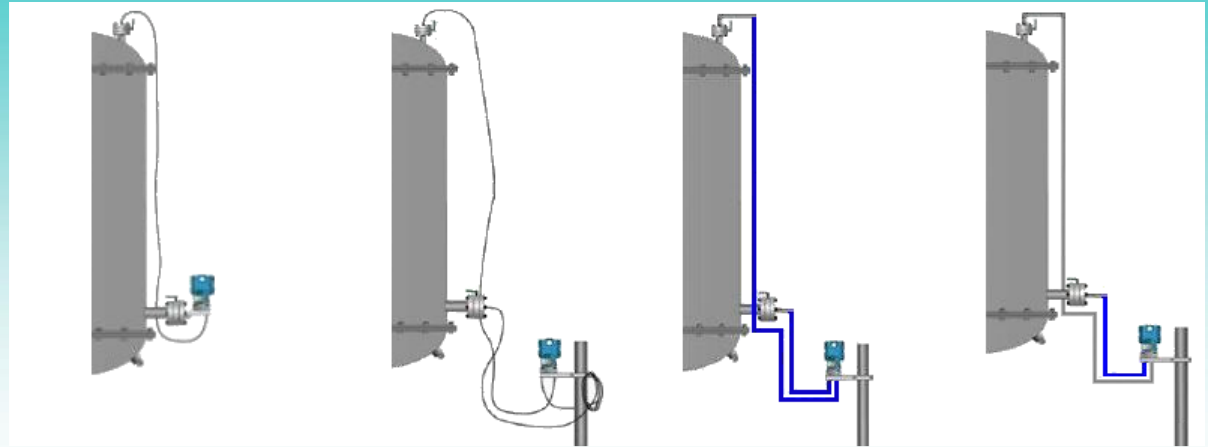
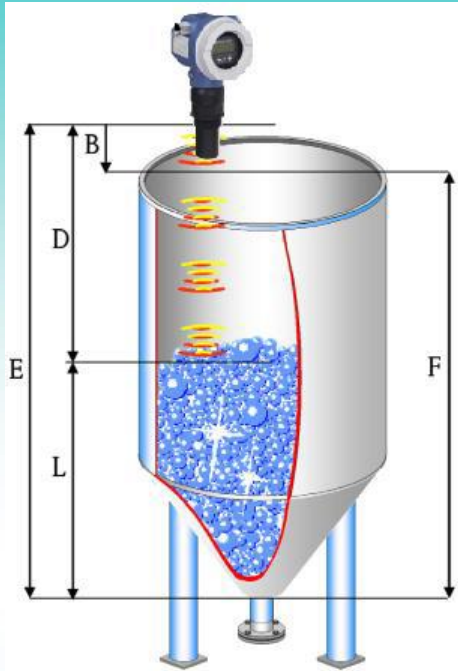
# Sistema de control



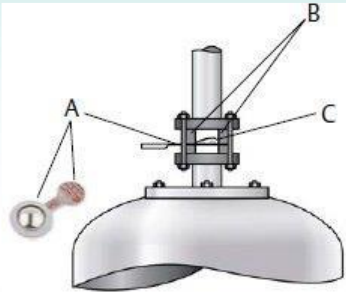
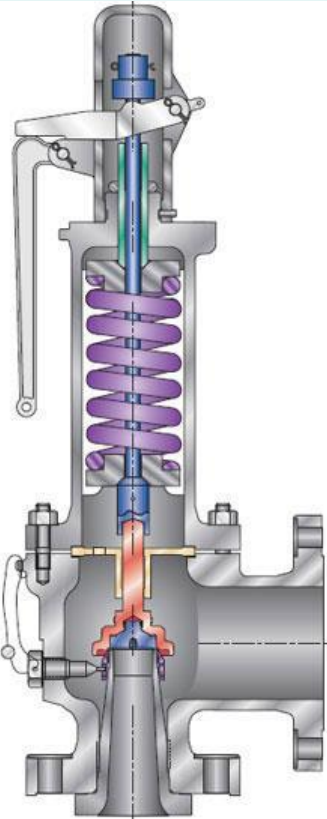
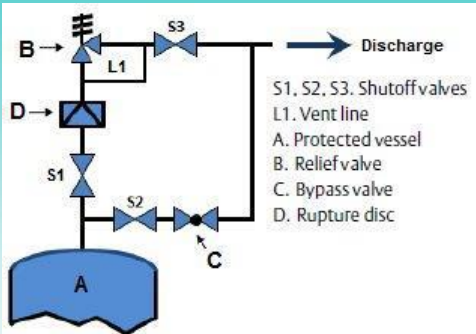
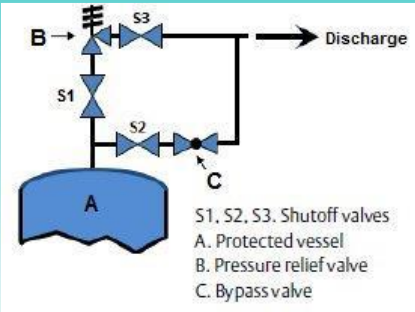
# Componentes del Sistema de control

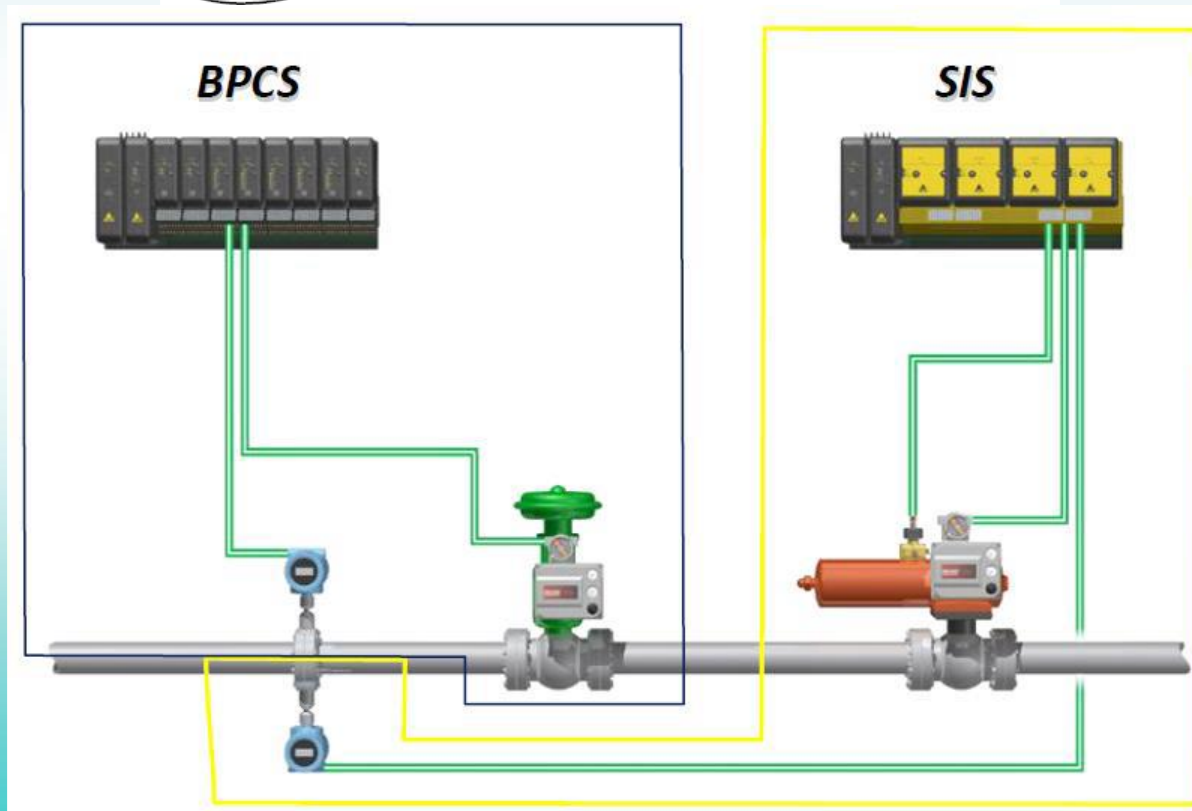
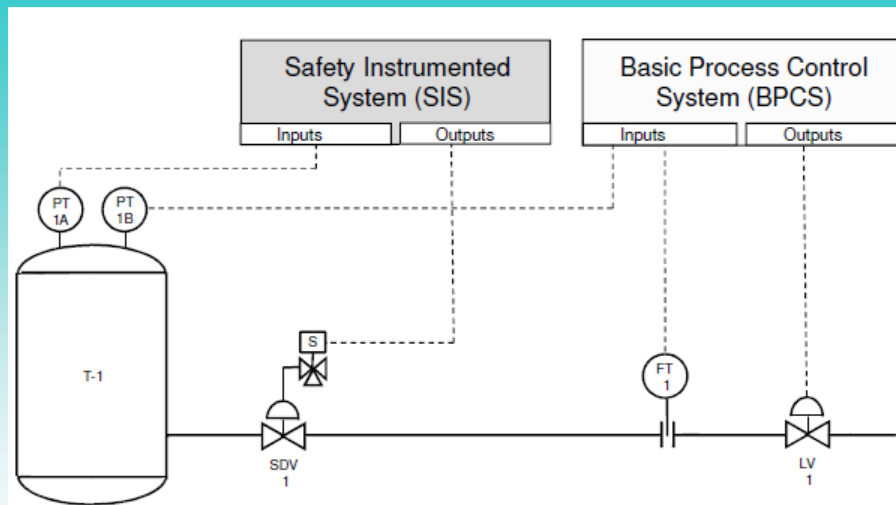


# Componentes del Sistema de control



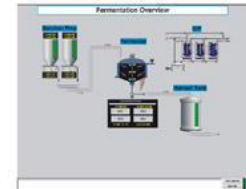
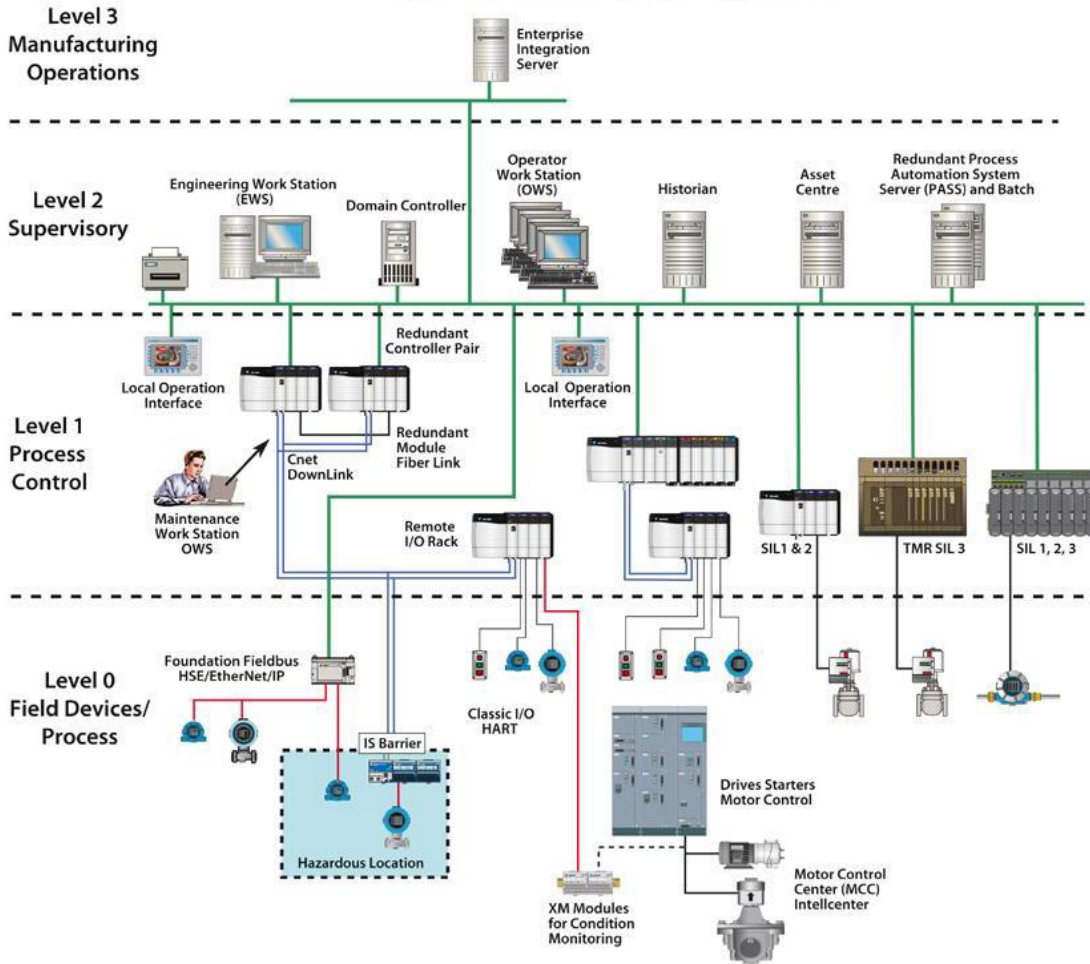
# Componentes de seguridad



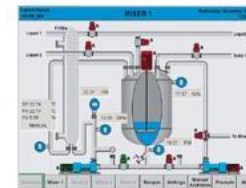


# Control de plantas químicas

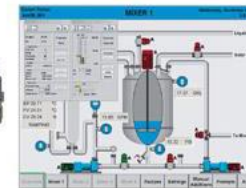
## PlantPAX Process Automation System



Area Overview



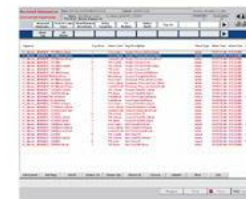
Tank Detail



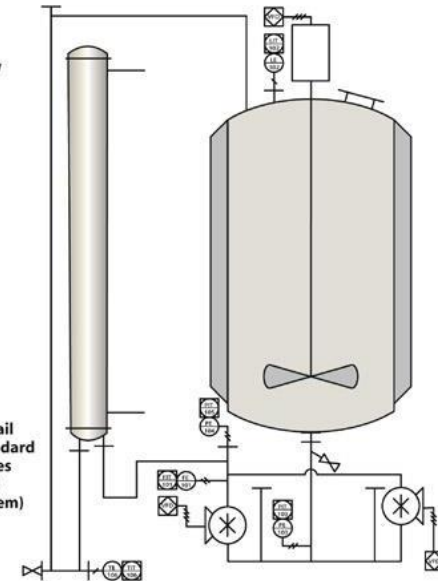
Tank Detail with Standard Face Plates (included with system)



Trend Screen



Alarm Display



### Critical Control Parameters

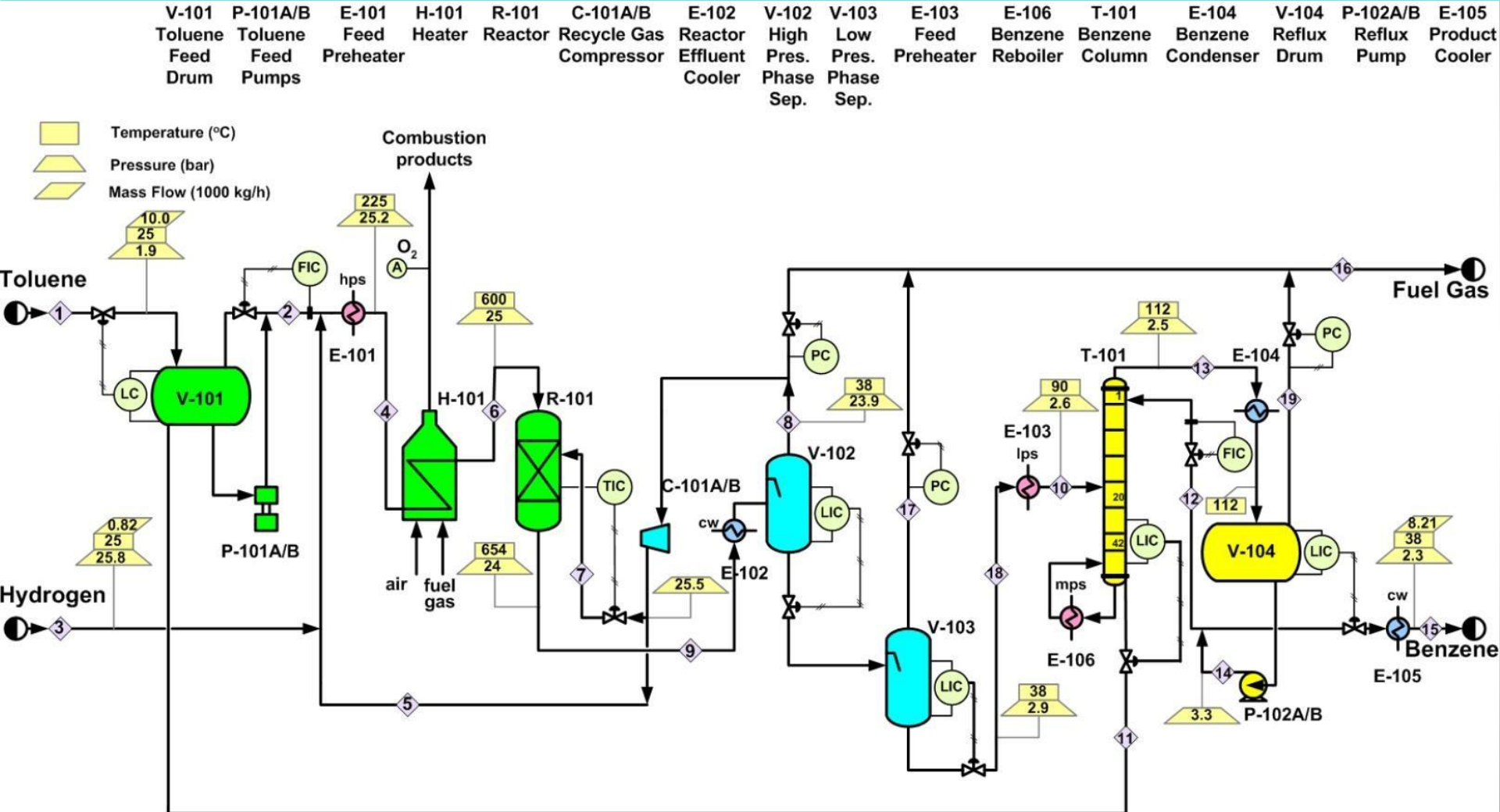
- Product Temperature
- Reaction Rate
- Steam Header Pressure
- Steam Header Temperature

### KPIs

- Reactor Cycle Time
- On-Spec Product
- Energy Consumption

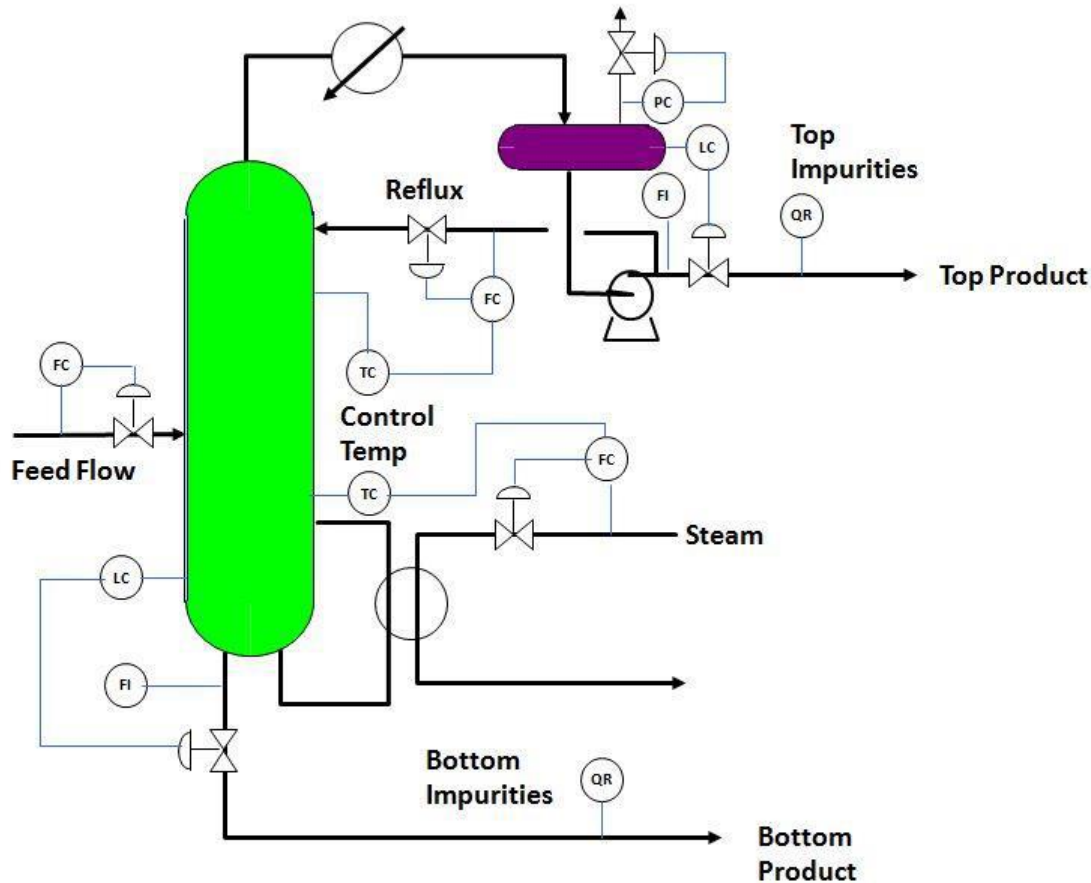
# PFD. Producción de benceno

*Está controlado el proceso?*



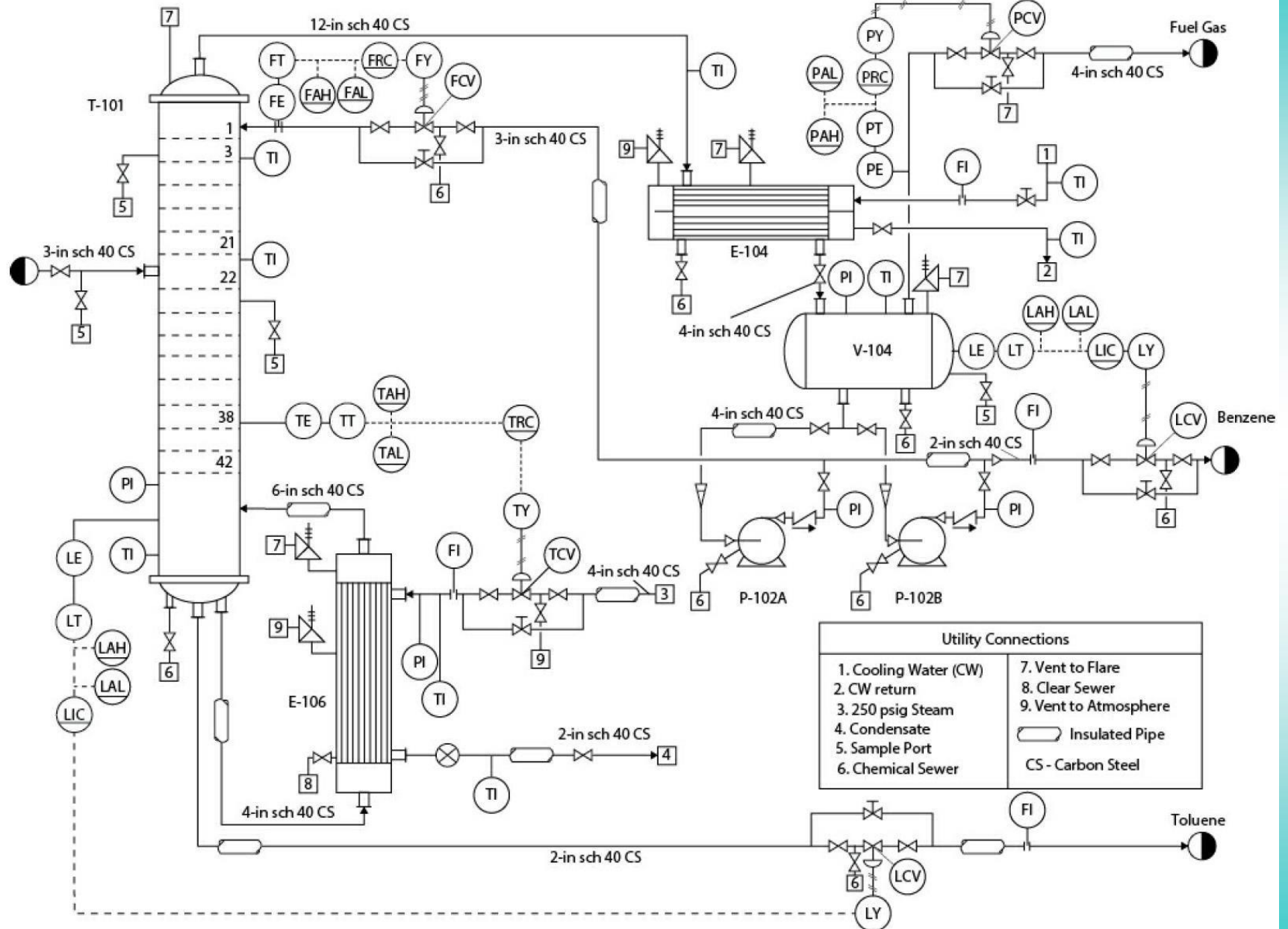


# Columna de destilación

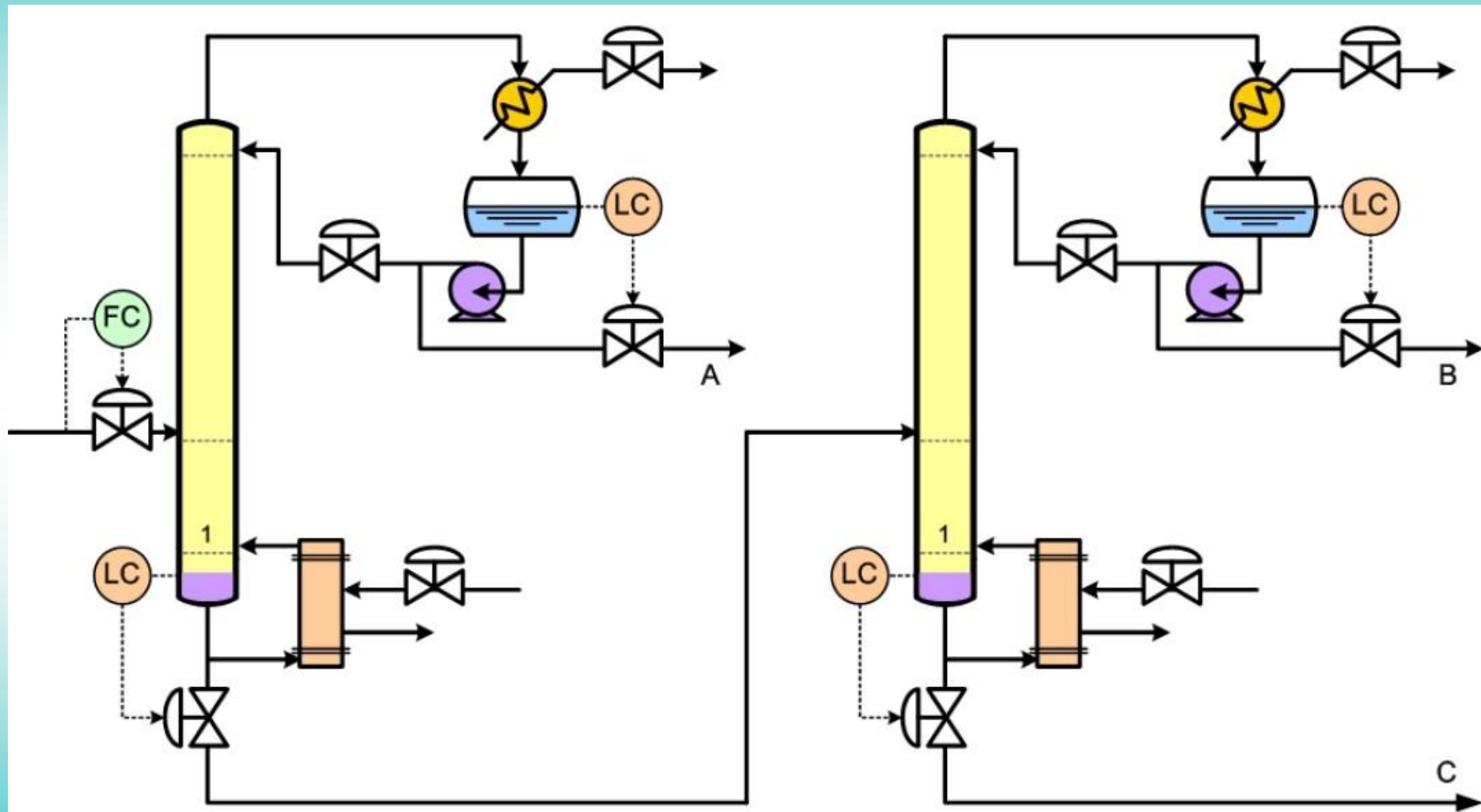


# P&ID. Producción de benceno

*Está controlado el proceso?*

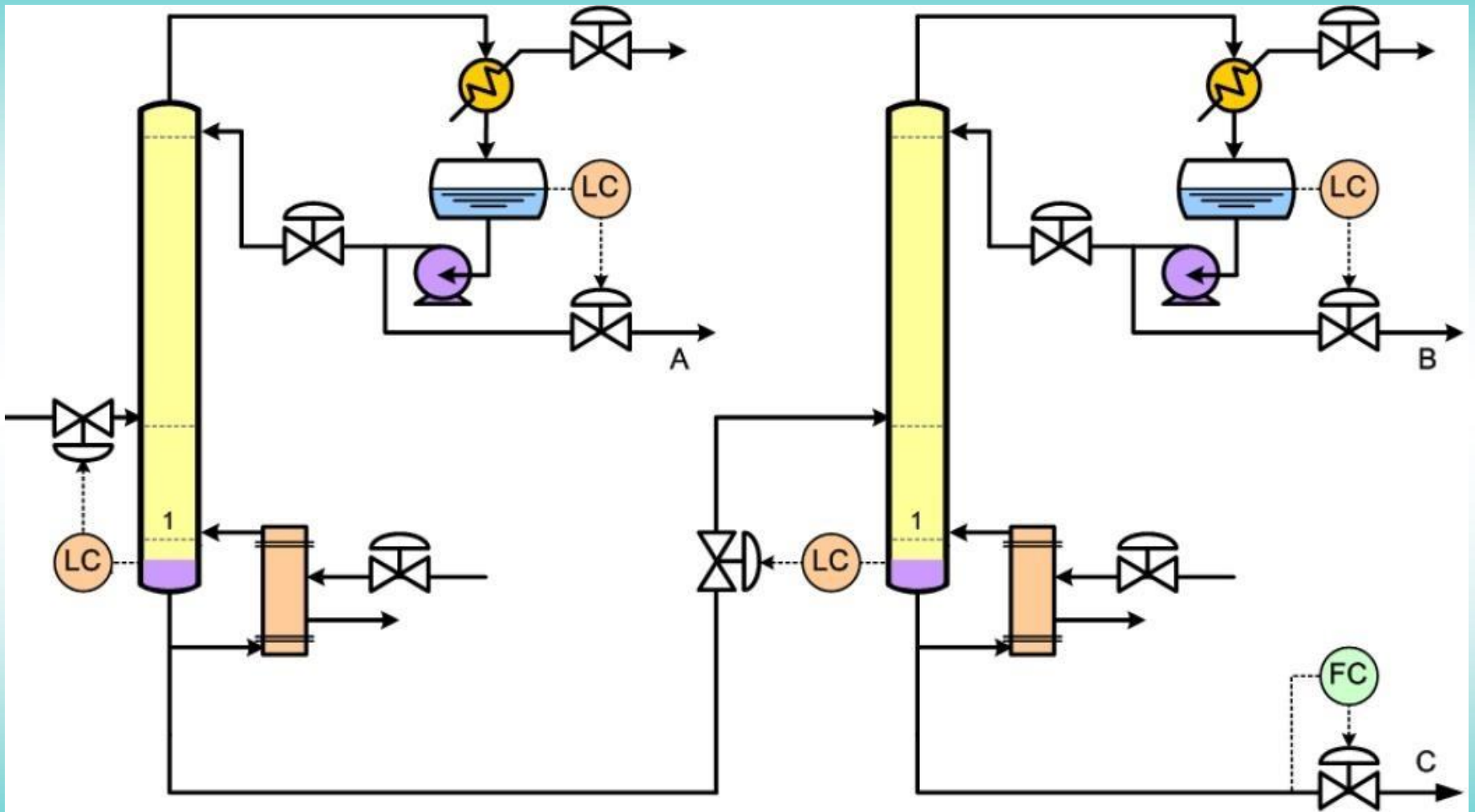


# Proceso acíclico. Equipos en serie



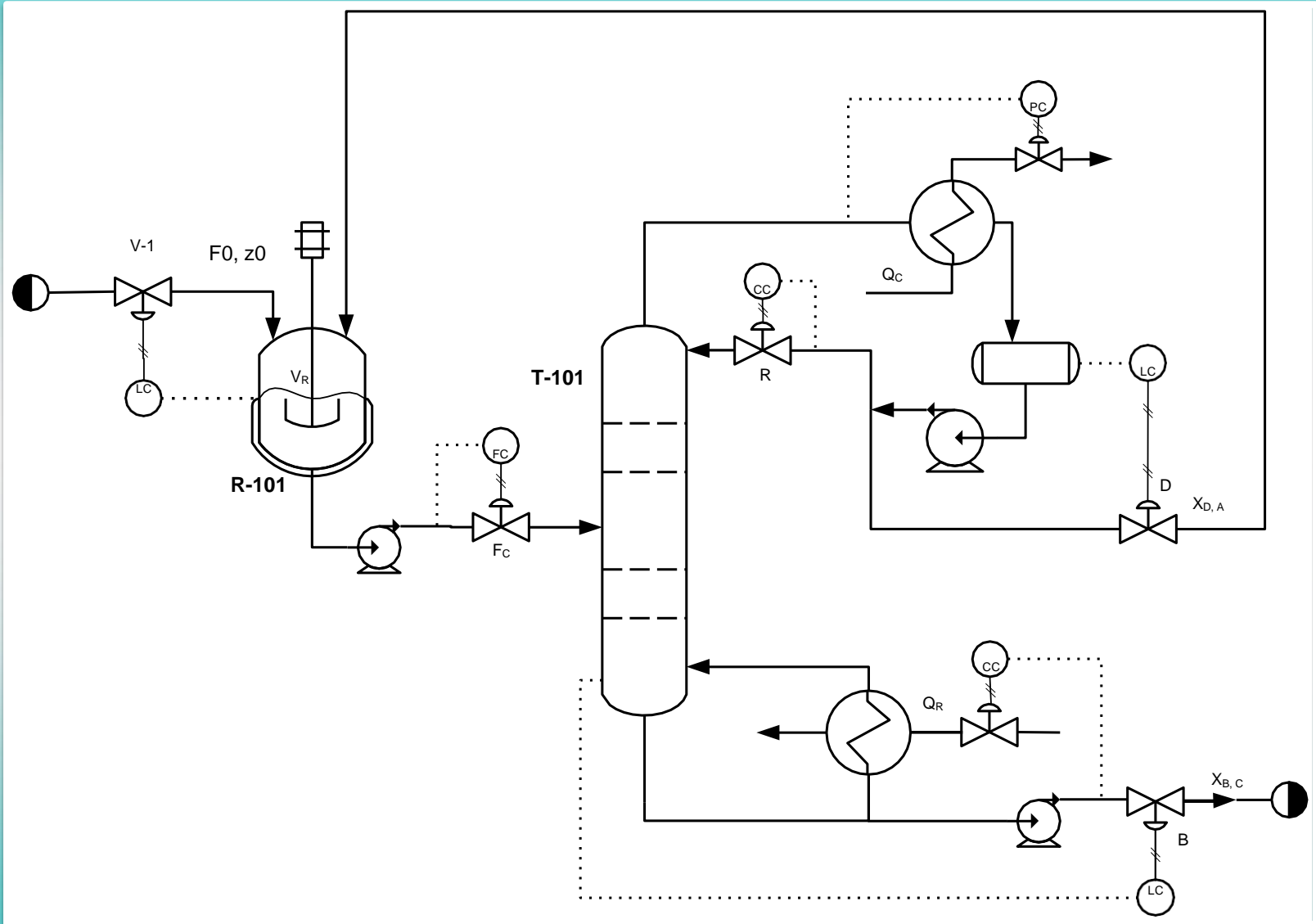
Control de nivel en dirección del flujo

# Proceso acíclico. Equipos en serie



Control de nivel de flujo en dirección opuesta

# Proceso cíclico . Efecto de reciclo



# Niveles de seguridad

- **Controladores:**

Intentan suprimir los efectos de una perturbación.

- **Alarmas:**

Notifican que los efectos no pudieron ser suprimidos.

- **Sistemas de enclavamiento:**

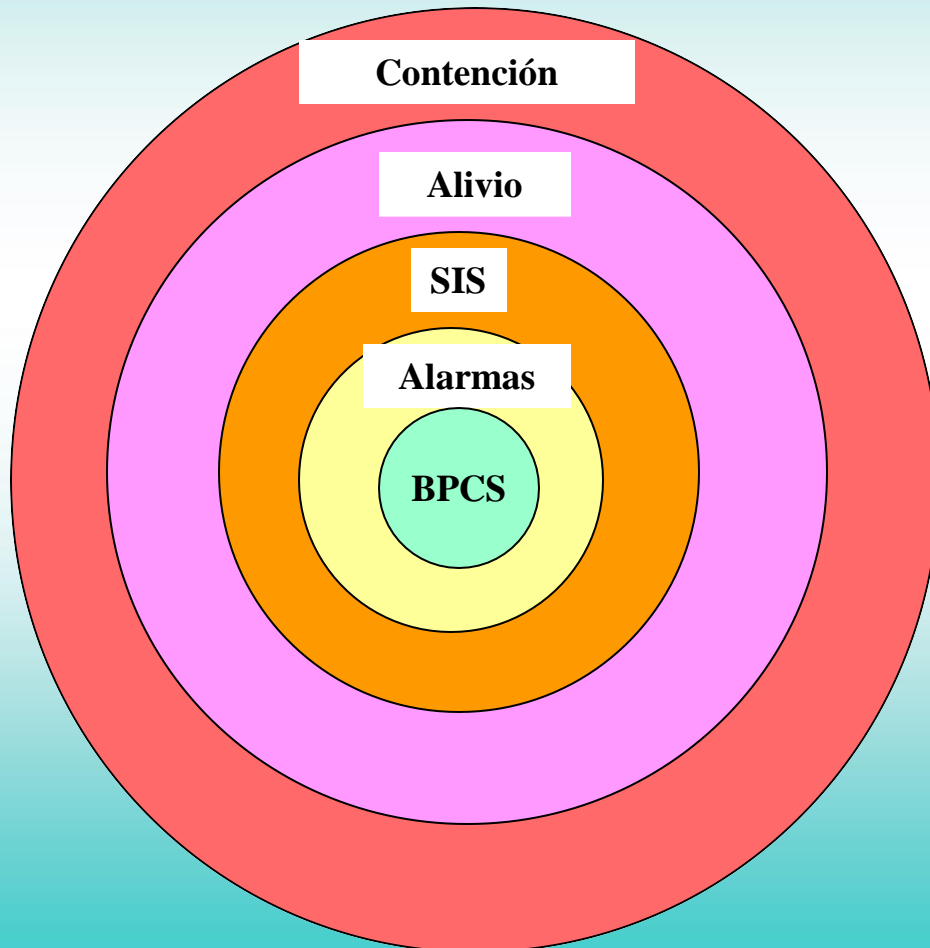
Actúan deteniendo parcial o totalmente el proceso.

- **Sistemas de alivio y seguridad**

Disponer corrientes materiales en forma segura.

# La seguridad implica muchas capas para proporcionar una alta confiabilidad.

Respuesta de emergencia



C  
o  
n  
t  
r  
o  
l

- **BPCS** – Control básico de proceso
- **Alarmas** – llamar atención
- **SIS** - sistema de enclavamiento de seguridad de marcha/parada de equipos
- **Alivio** – Prevenir presión excesiva
- **Contención** - Evitar que los materiales lleguen a trabajadores, comunidad o medio ambiente
- **Respuesta de Emergencia** - evacuación, lucha contra incendios, emergencia médica, etc.

Respuesta de emergencia



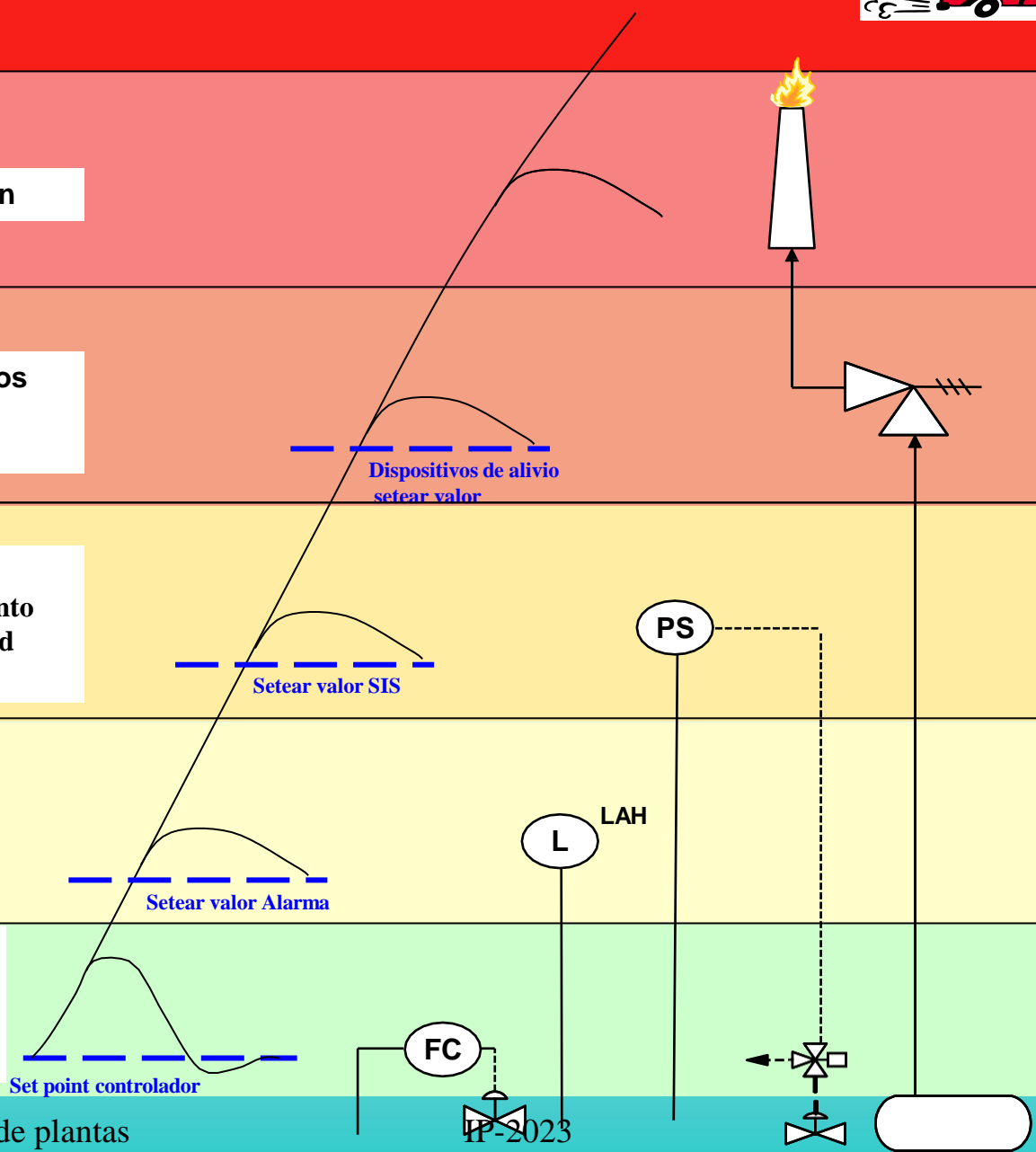
Contención

Dispositivos de alivio y seguridad

Sistema de enclavamiento de seguridad (SIS)

Alarmas

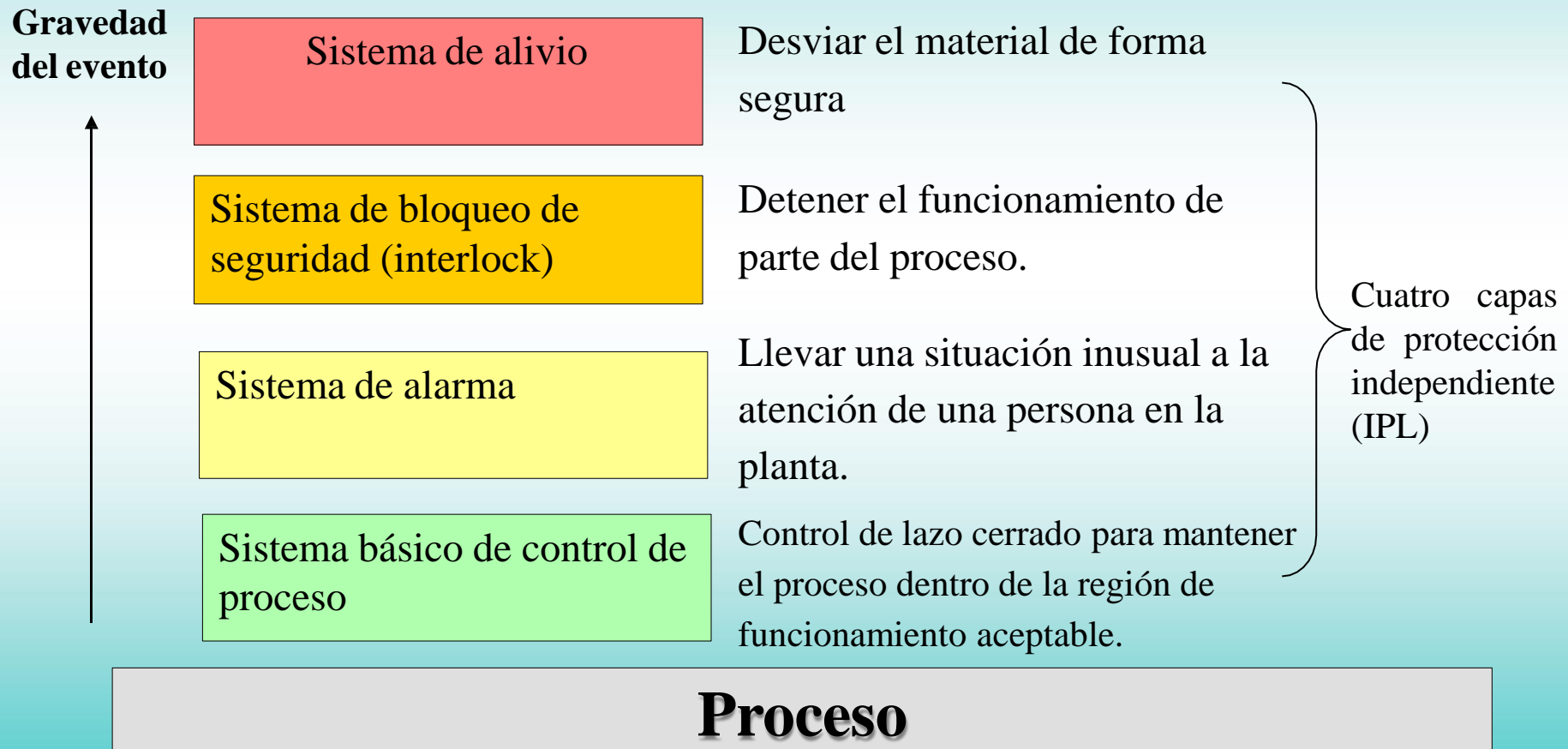
Sistema de control básico de procesos



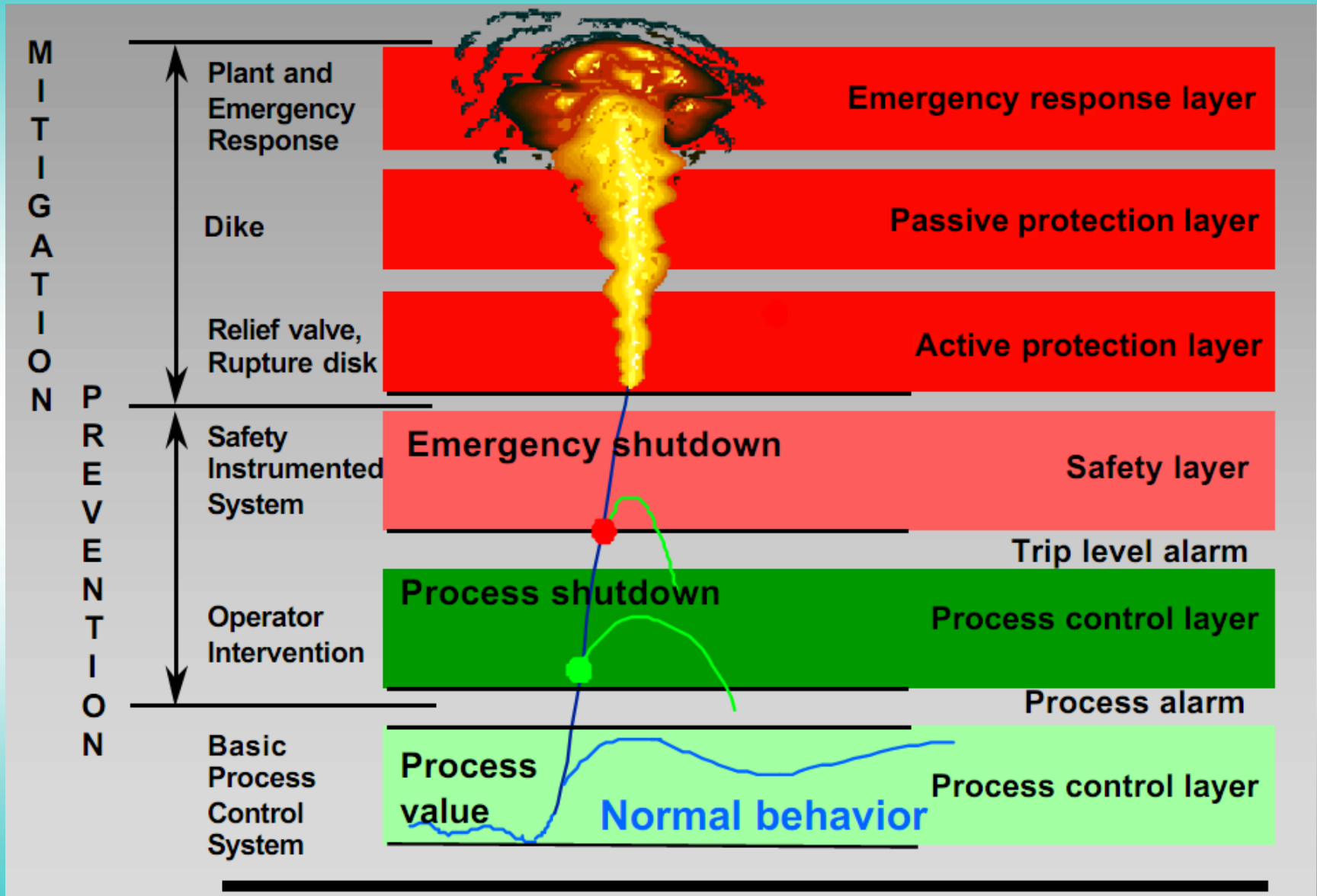


# Concepto clave en la seguridad de proceso: Redundancia

## Niveles de seguridad

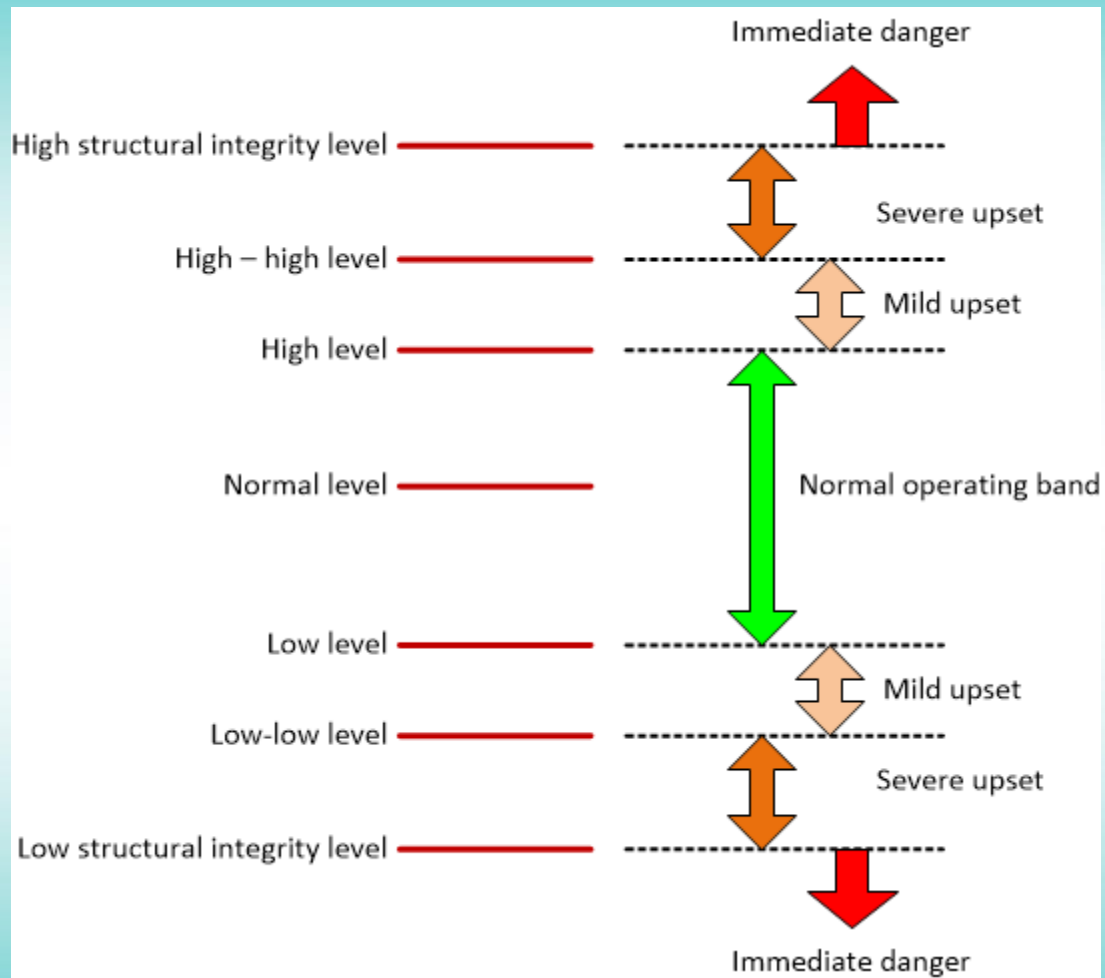


# Análisis de riesgo y capas de protección



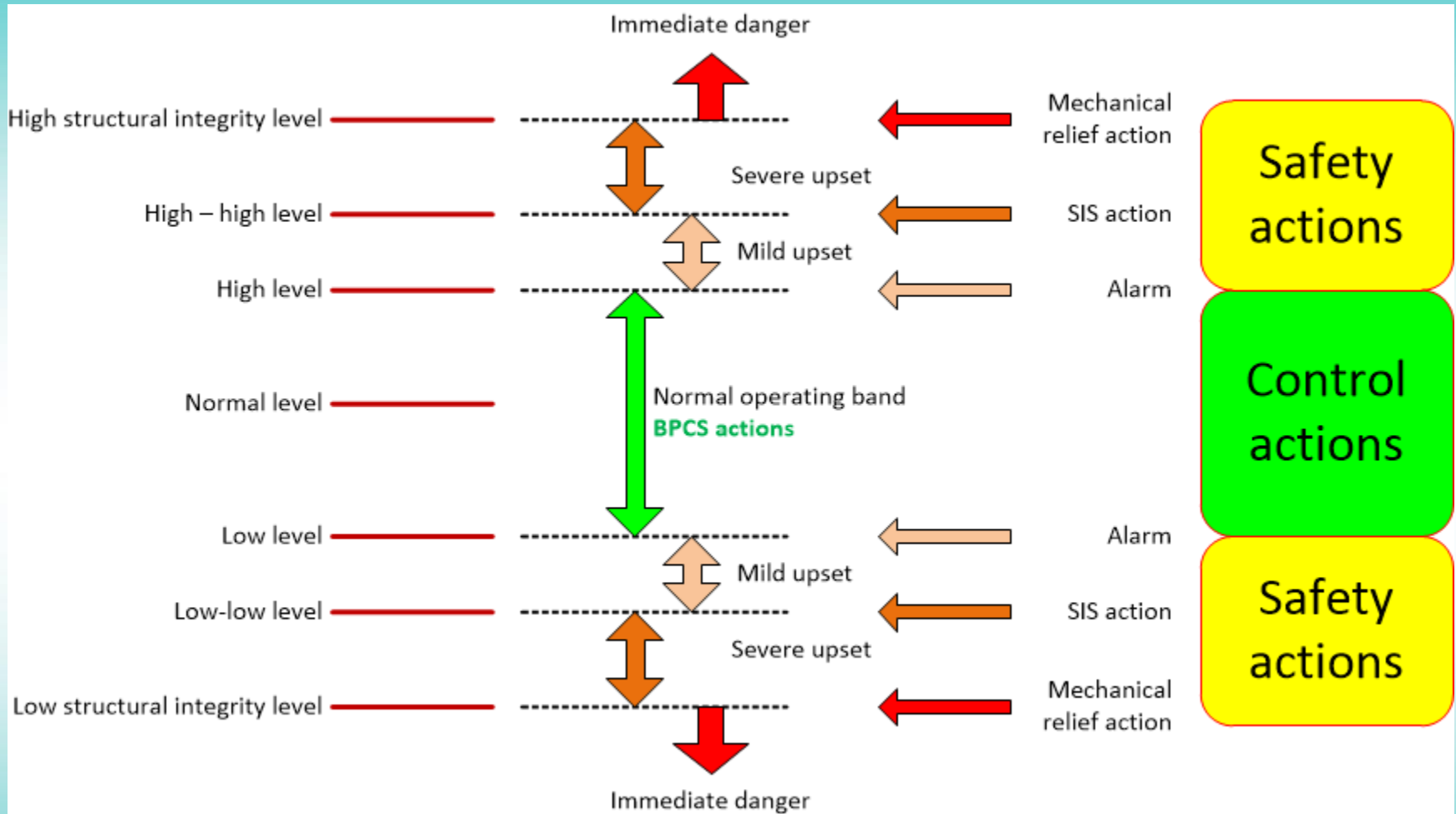
# Niveles de seguridad

## Bandas principales de operación



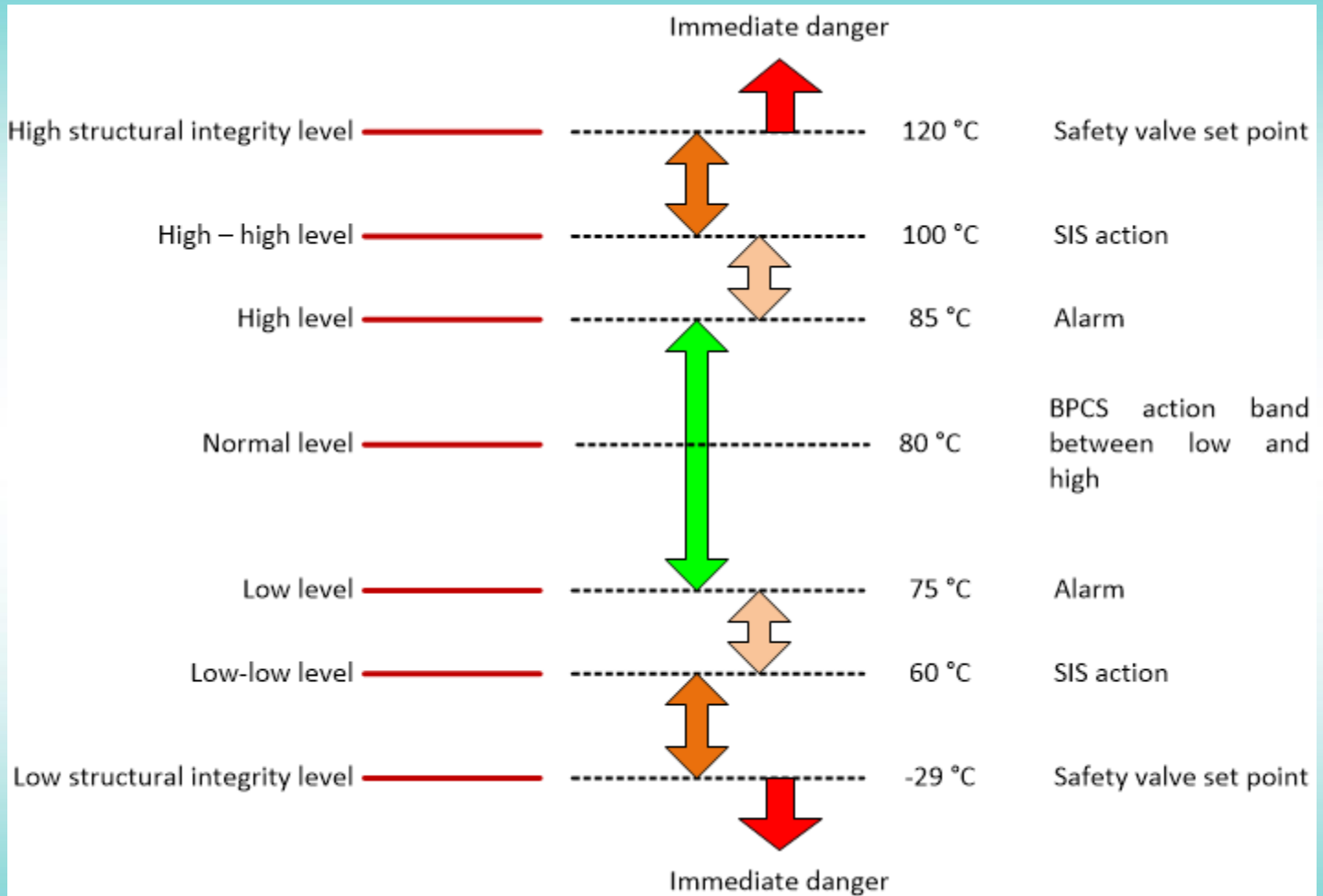
# Niveles de seguridad

## Niveles de decisión o bandas para protección del proceso



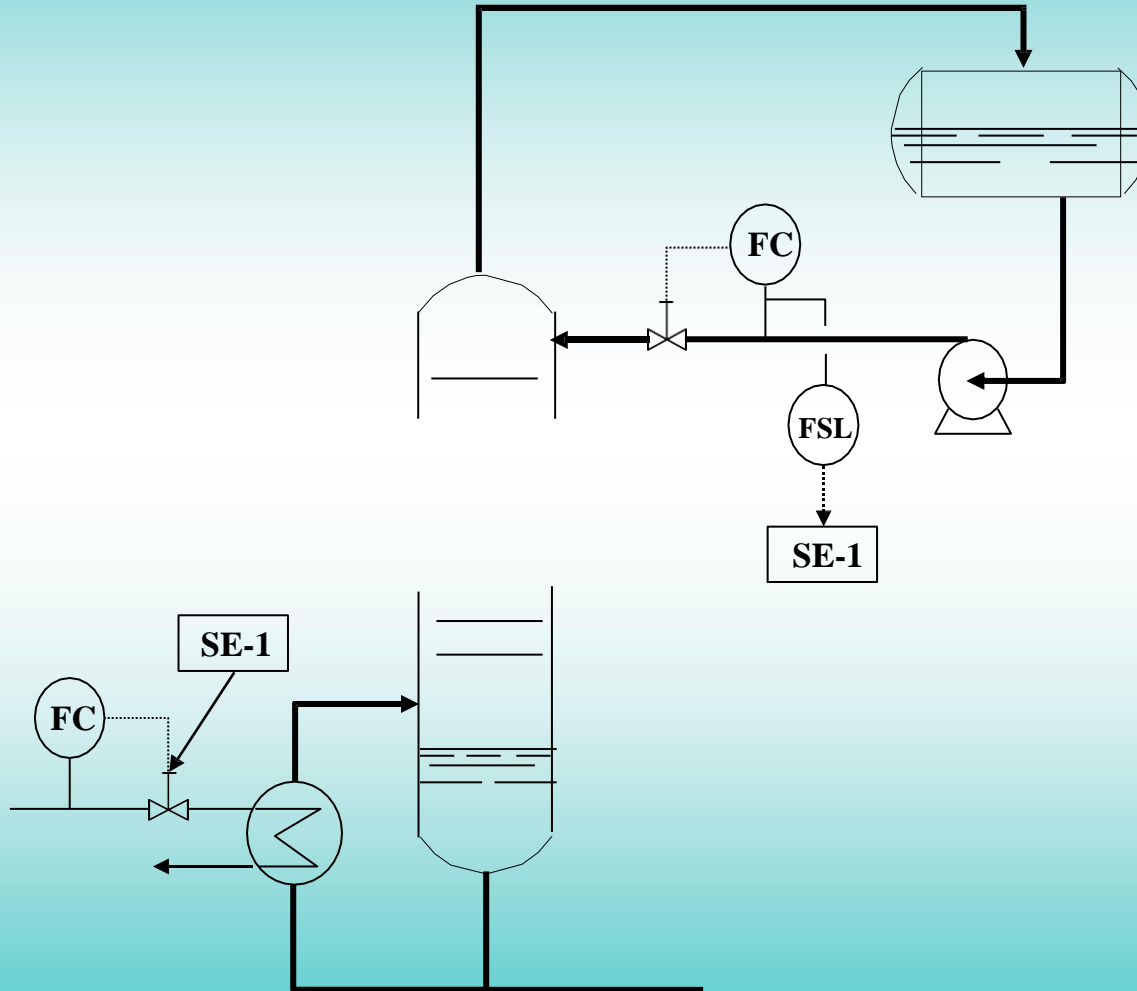
# Niveles de seguridad

## Ejemplo: Niveles de temperatura



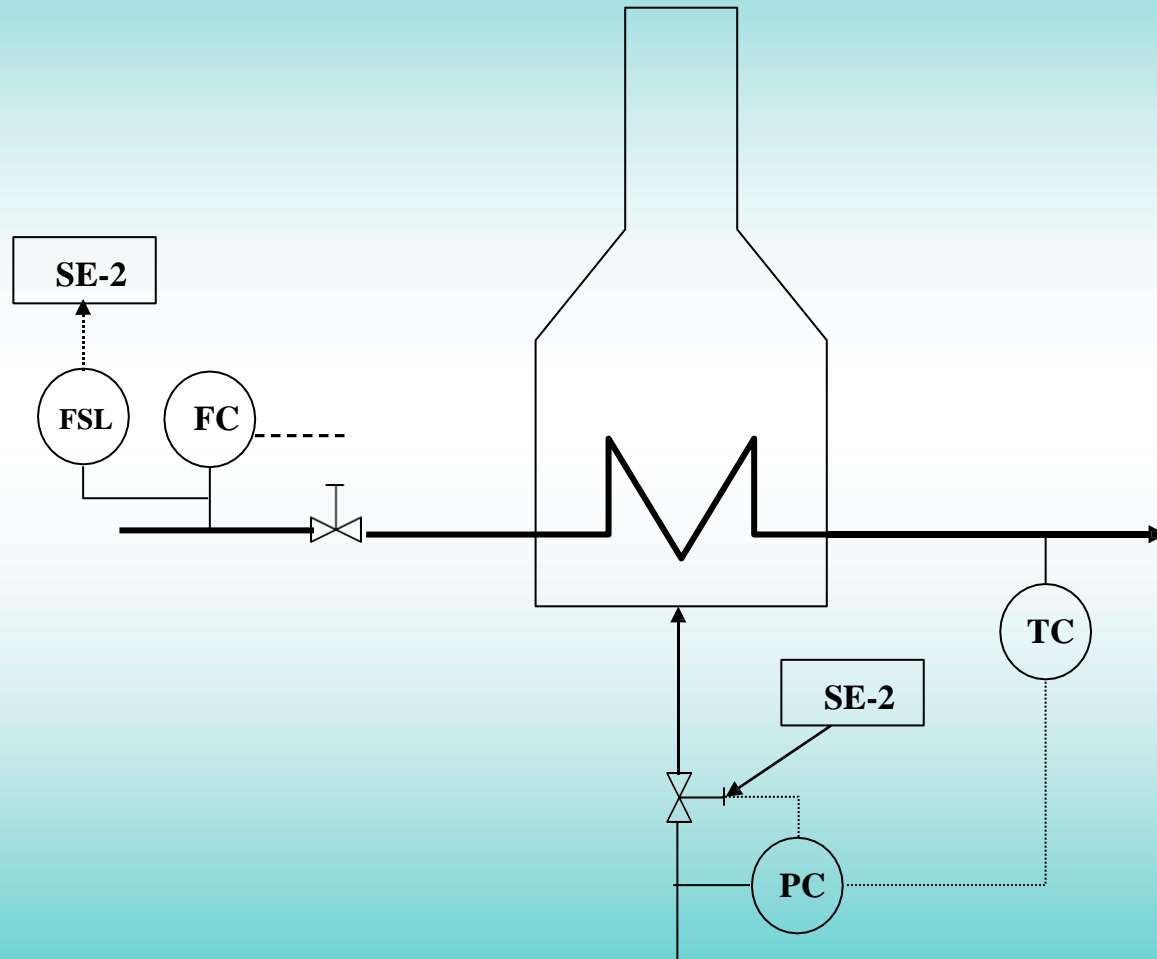
# Sistemas de enclavamiento

- Fallo de reflujo - Corte de calor al *reboiler*



# Sistemas de enclavamiento

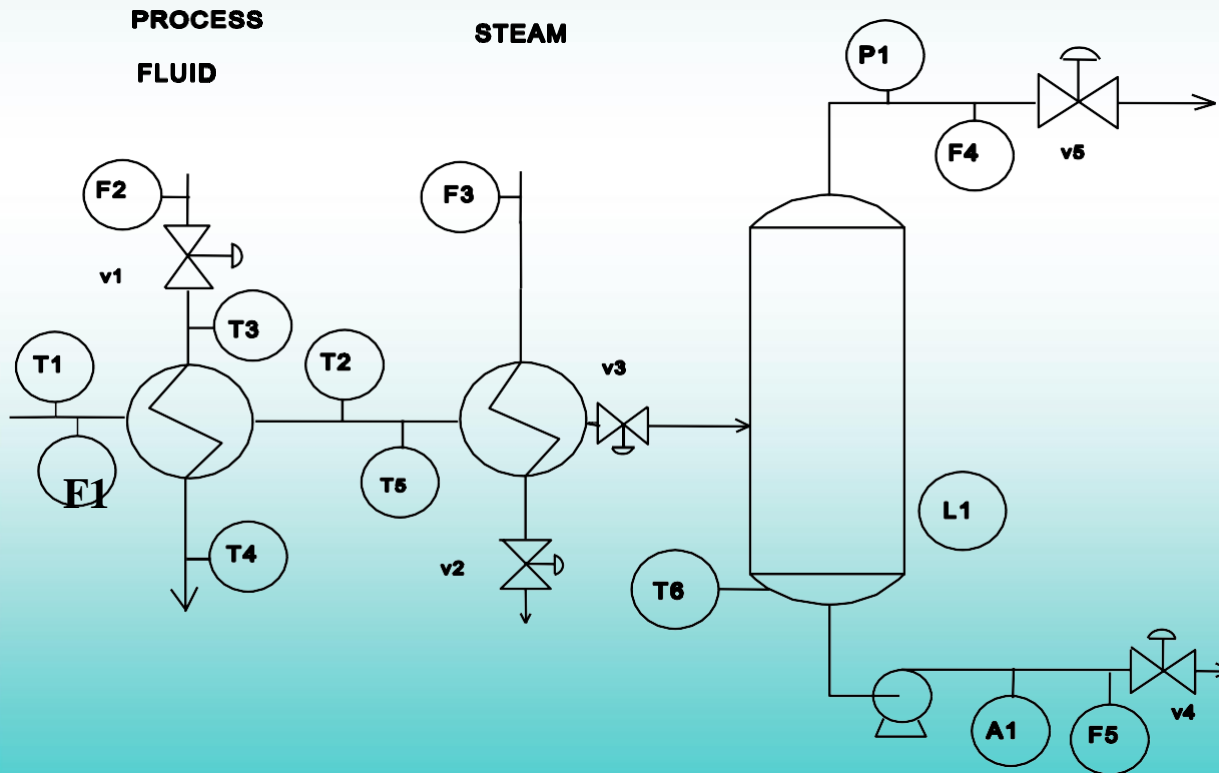
- Protección de un horno por bajo caudal de proceso.



# Jerarquía de seguridad

## Esencial para cada planta y equipo diseñado

- La seguridad debe tener en cuenta fallas de equipos (incluyendo control) y personal
- Múltiples fallas debe ser cubiertas
- Las respuestas deben ser limitadas, tratar de mantener la producción, SI ES POSIBLE
- La automatización de sistemas contribuyen al funcionamiento seguro (si son diseñados y mantenidos correctamente)



¿Es seguro este proceso y está listo para funcionar?  
¿Es el diseño competitivo?



# Categorías de control de procesos

## Objetivos

Los sistemas de control están diseñados para alcanzar objetivos bien definidos, agrupadas en siete categorías.

1. Seguridad
2. Protección ambiental
3. Protección de equipos
4. Operación y velocidad de producción
5. Calidad de producto
6. Beneficios
7. Monitoreo & Diagnostico

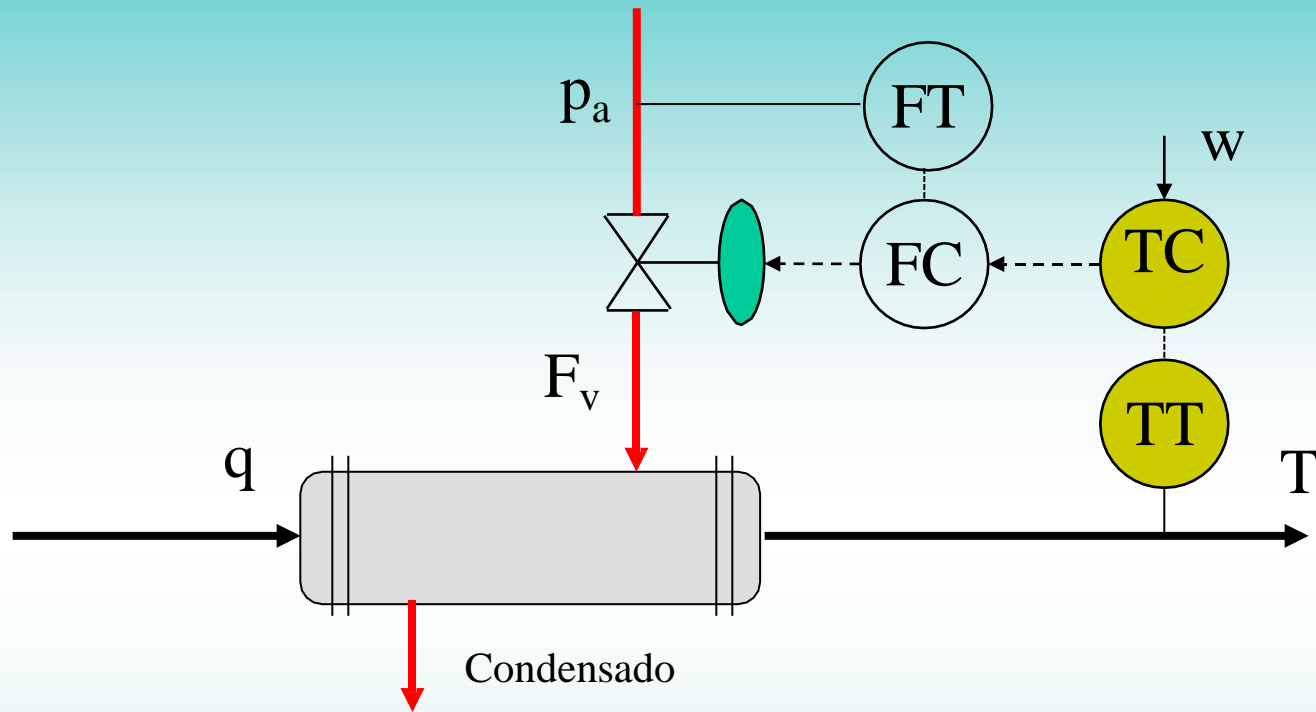
Tópicos importantes

Puesto que las personas están involucradas, esto también es importante.

# Sistema básico de control de procesos (BPCS)

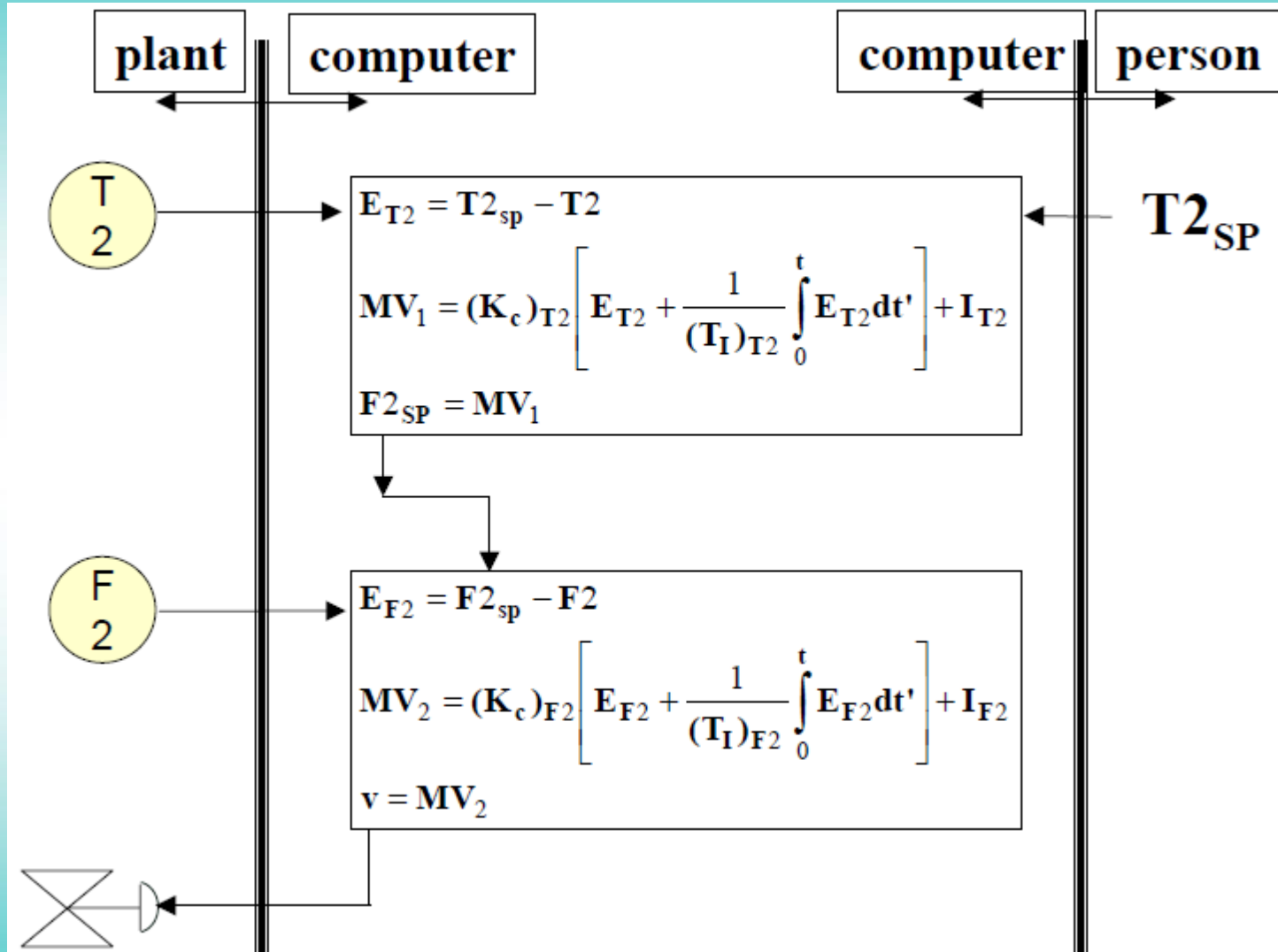
- Tecnología - Varios PIDs, cascada, feedforward, etc.
- Controlar siempre la inestabilidad de las variables (ejemplo un tanque flash).
- Controlar siempre las variables relacionadas con la seguridad
  - Variables que tienden a cambiar rápidamente
- Monitorear variables que cambian muy lentamente
  - La corrosión, la erosión, la acumulación de materiales
- Proporcionar respuesta segura a las fallas críticas de la instrumentación.

# Control en cascada

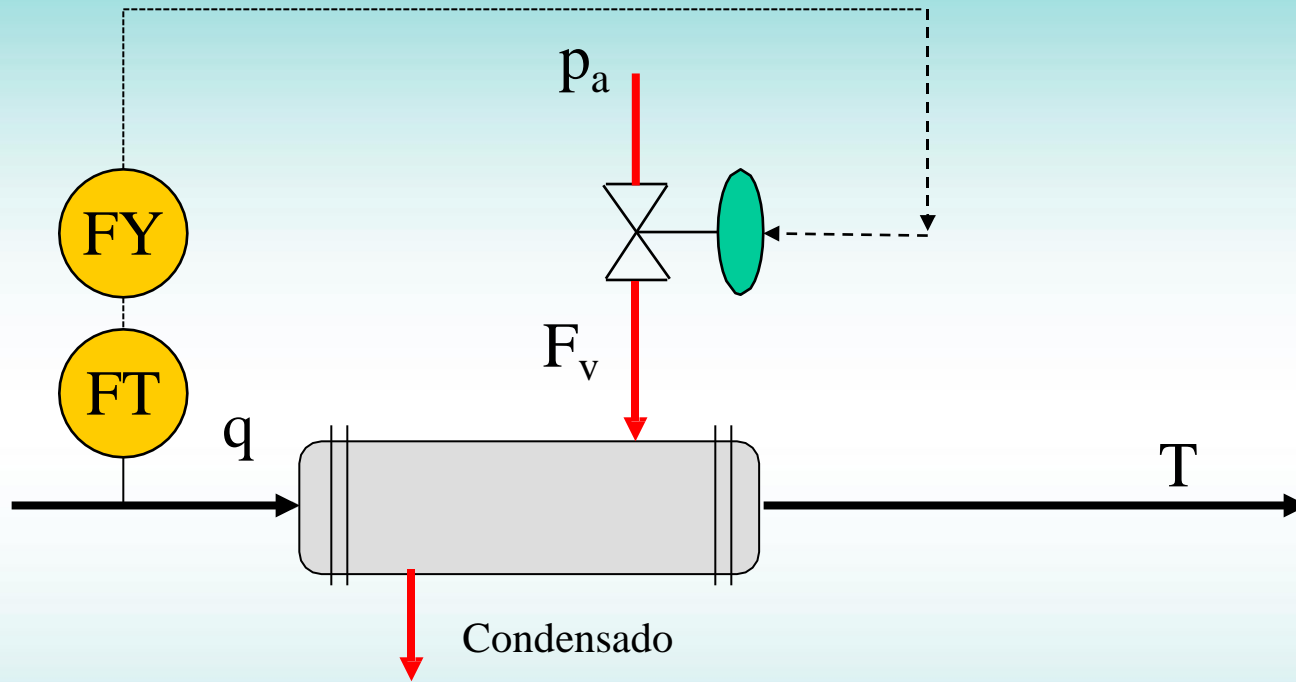


El controlador externo (TC) fija la consigna del controlador interno (FC) el cual corrige el efecto del cambio en  $p_a$  sobre  $F_v$  antes de que alcancen al cambiador significativamente

# Control en cascada



# Control *feedforward*

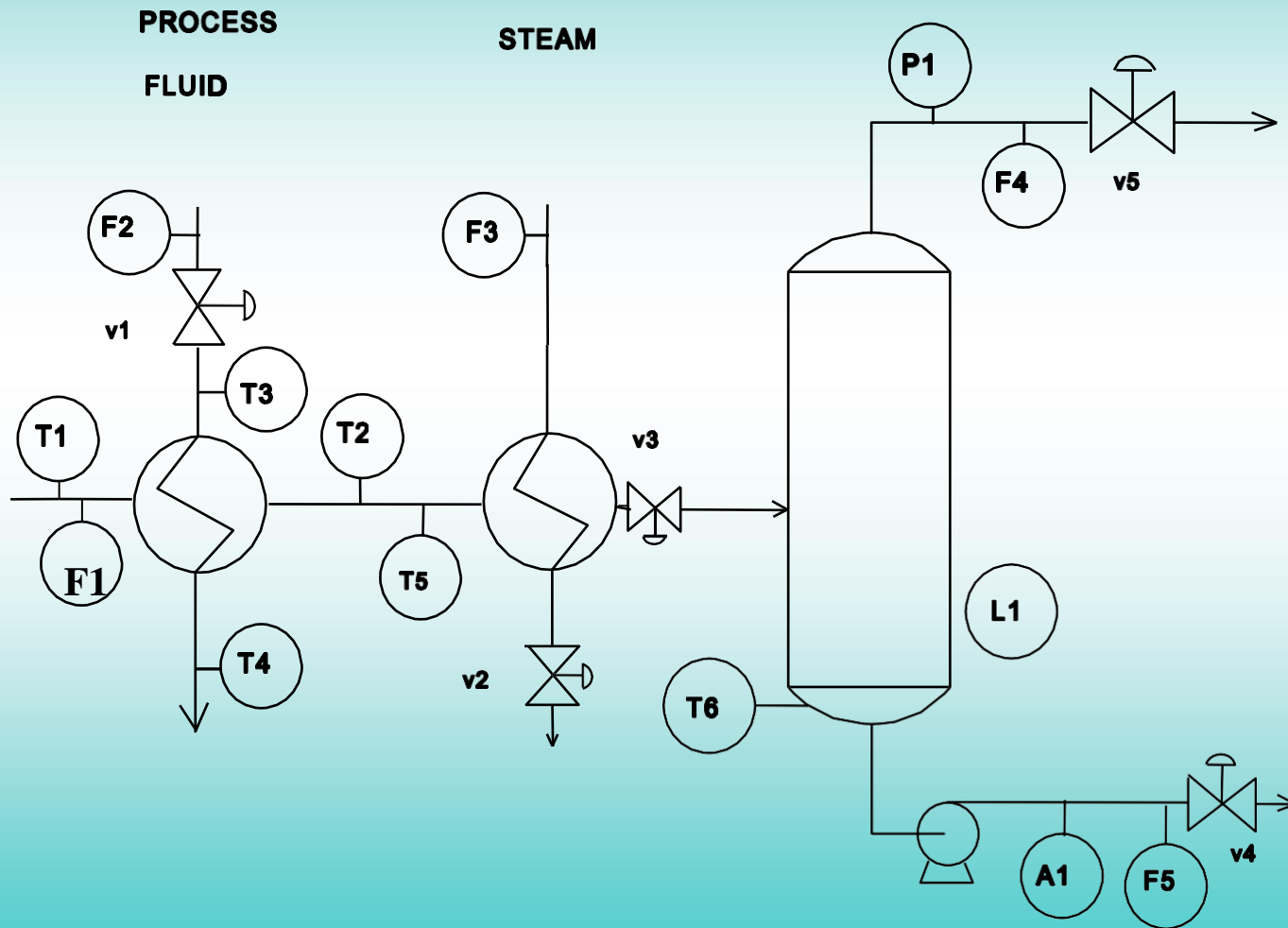


Respuesta ante cambios en el caudal  $q$ :

La salida del controlador se modifica de acuerdo a los cambios de  $q$  para compensar su efecto en  $T$

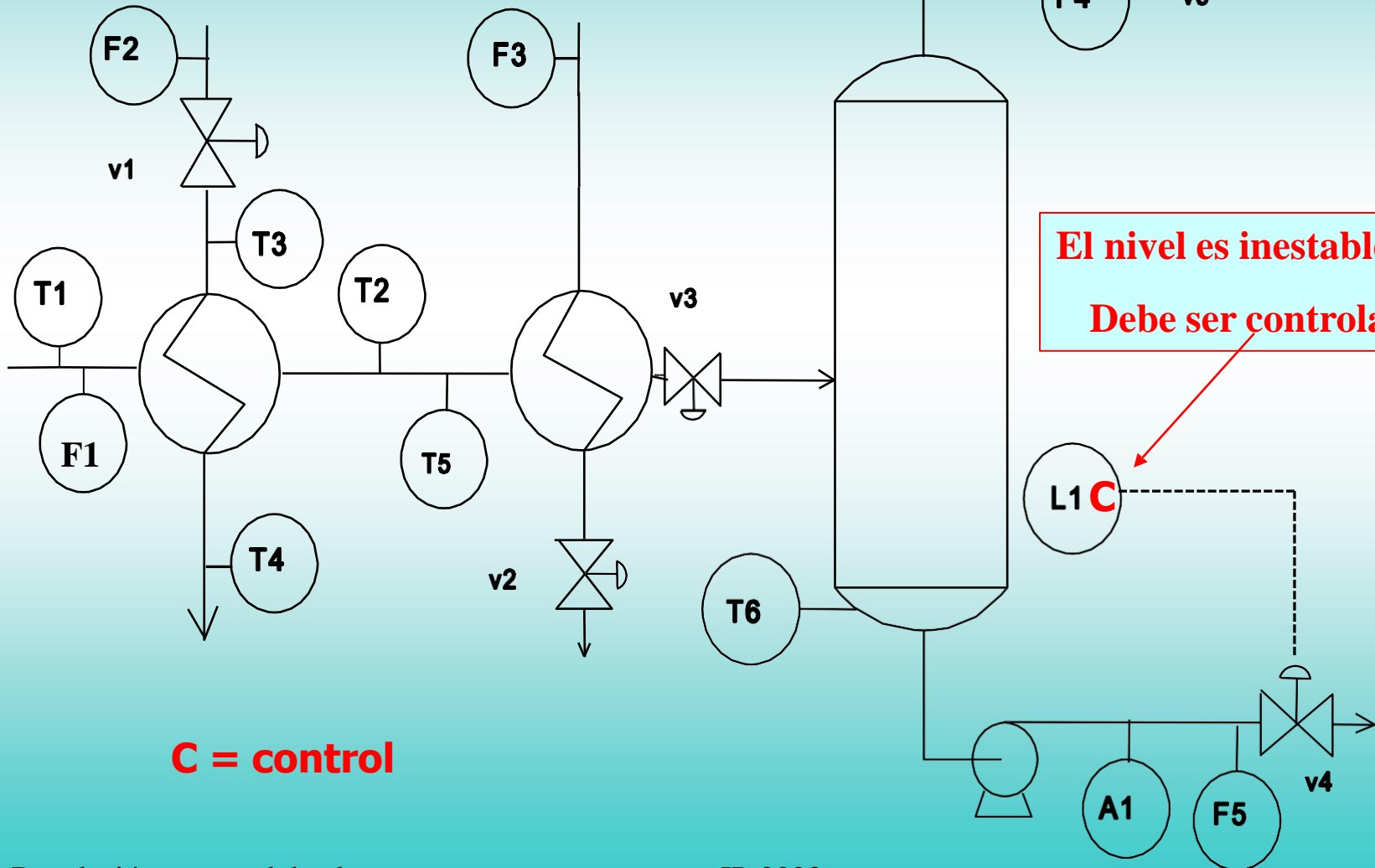
# Sistema básico de control de procesos (BPCS)

Donde podríamos usar BPCS en el proceso flash?



**La presión es estable, cambia rápido y afecta la seguridad.**

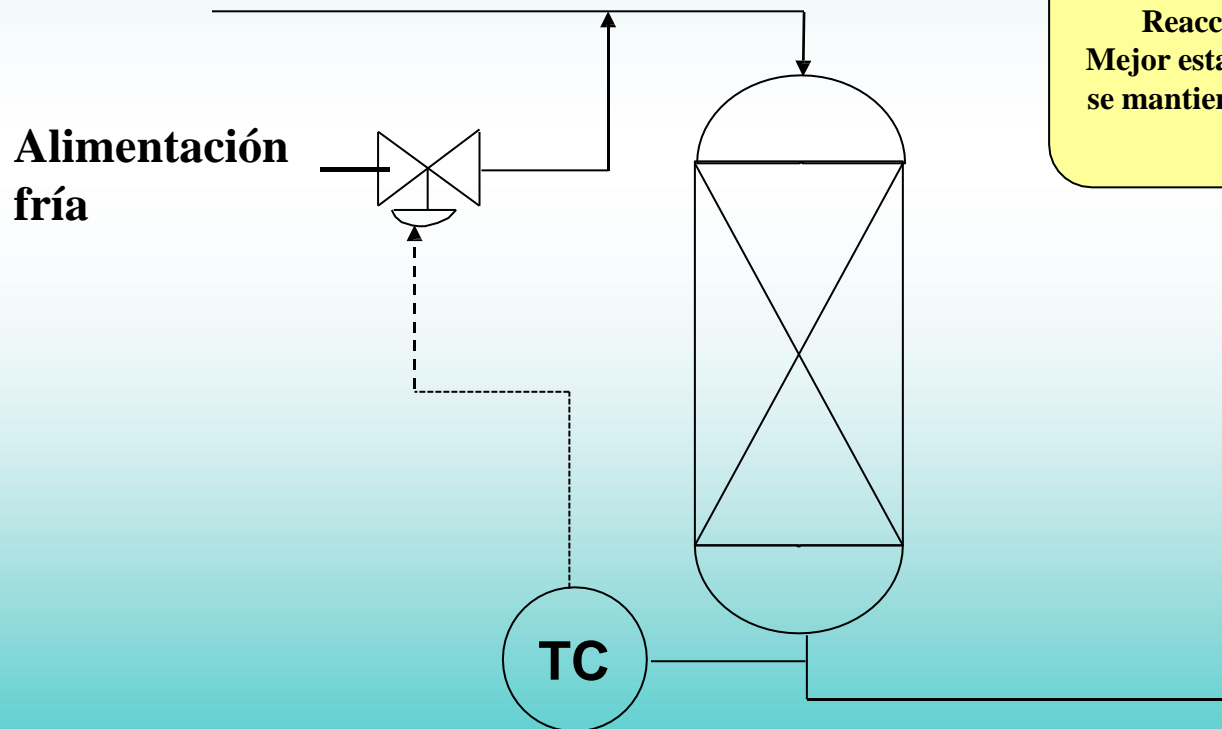
**Debe ser controlada!**



**El nivel es inestable.**  
**Debe ser controlado!**

# Sistema básico de control de procesos (BPCS)

¿Cómo protegemos el sistema de un error en el sensor de temperatura (lectura demasiado baja) que causa una temperatura del reactor peligrosamente alta?

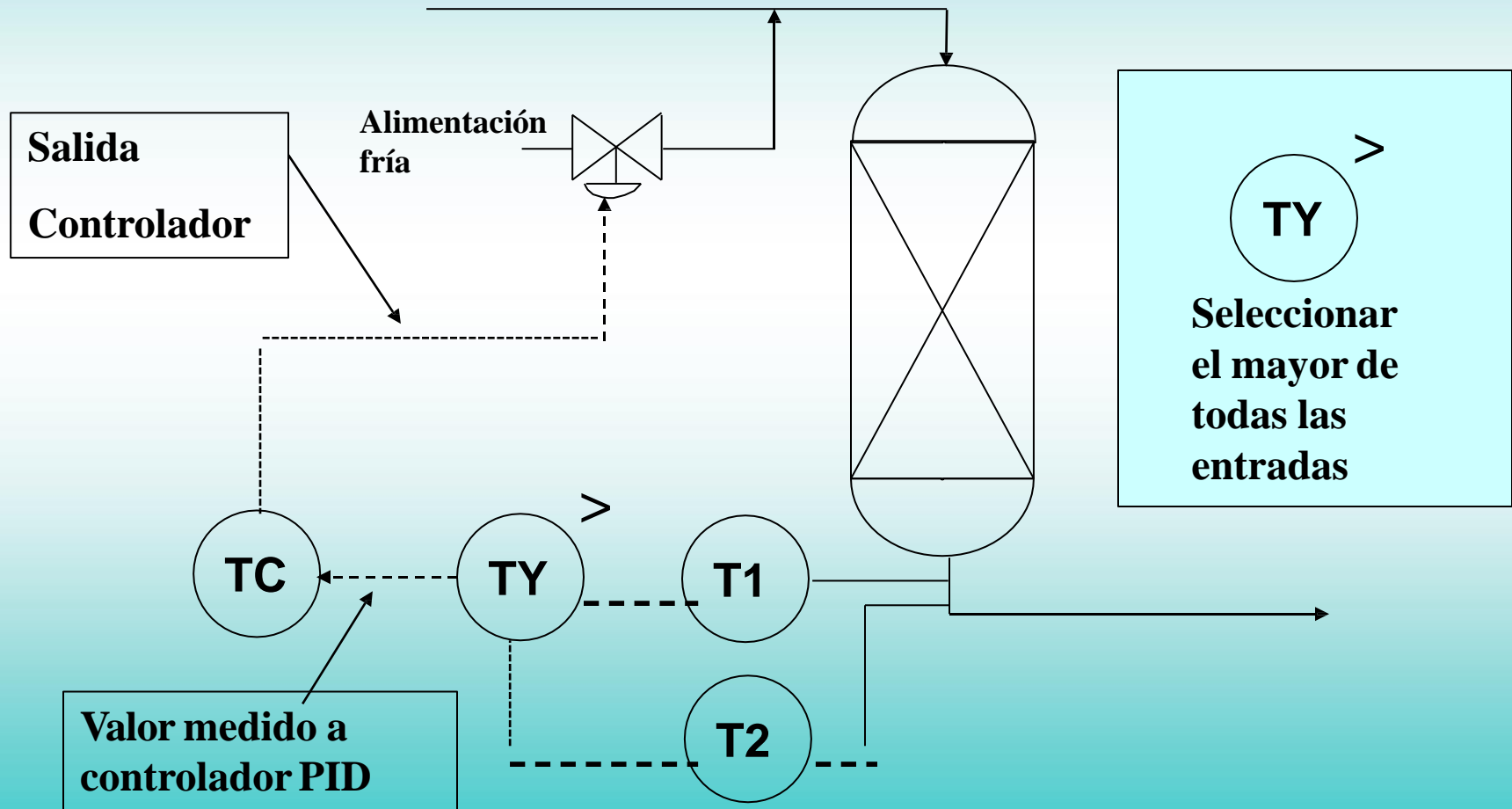


Reacción altamente exotérmica.  
Mejor estar seguros de que temperatura se mantiene dentro del rango permitido.

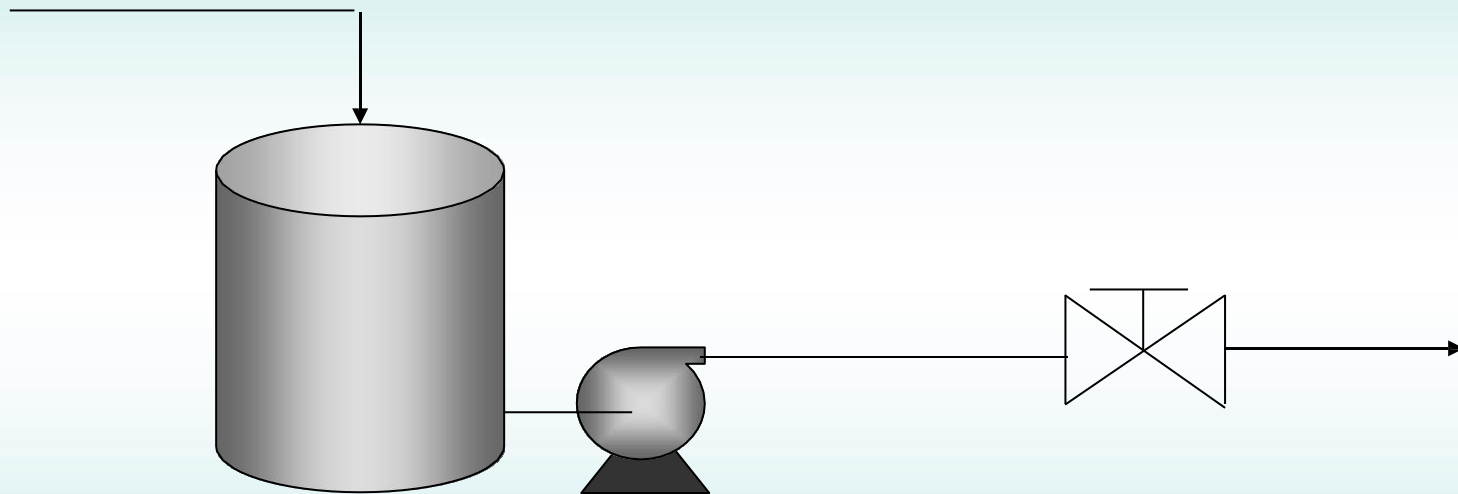


¿Cómo protegemos de un error en el sensor de temperatura (lectura demasiado baja) causando una temperatura del reactor peligrosamente altos?

Utilizar varios sensores y seleccionar el más conservador.



# Agregar sistema de alivio al sistema



**Bomba  
desplazamiento  
positivo**