

# Estación de Regulación y Control Analógico IPC-201C

Sistema Integral de Formación en Control de Procesos (IPC-200)

Curso: Ingeniería de Automatización y Control

Autor: Departamento de Ingeniería

Fecha: 2024

Institución: Facultad de Ingeniería



# Introducción al Sistema IPC-200



IPC-200 - IMM



**Descripción General:** Plataforma modular desarrollada por SMC International Training que emula una planta real de producción y embotellado de líquidos.

## Enfoque Tecnológico:

- **Procesos Continuos:** Gestión de termodinámica, hidrodinámica e hidrostática.
- **Contexto Industrial:** Simulación de industrias alimentaria, farmacéutica y química.

## Arquitectura Modular:

1. **IPC-201:** Producción y mezcla (Objeto de estudio).
2. **IPC-202:** Llenado de envases.
3. **IPC-203:** Paletizado y almacenaje.



# Rol de la Estación IPC-201C



## Función del Módulo

Ejecuta la fase de producción y acondicionamiento. Prepara el líquido base cumpliendo consignas de mezcla y temperatura.

## Diferenciación (Versión C)

Implementa instrumentación analógica y actuadores proporcionales (Control PID) frente al control digital Todo/Nada.

## Objetivo Formativo

- Señales 4-20 mA / 0-10 V
- Configuración de lazos cerrados
- Sintonización PID

# Variables de Proceso Controladas



IPC-200 - IMM



| Variable        | Sensor Asociado                          | Actuador Principal           | Tipo de Señal       | Estrategia de Control   |
|-----------------|------------------------------------------|------------------------------|---------------------|-------------------------|
| Nivel (H)       | Transductor Presión Diferencial (PSE550) | Válvula Proporcional / Bomba | Analógica (1-5 V)   | PID (Columna de agua)   |
| Temperatura (T) | Sonda PT100 + Convertidor                | Células Peltier + Ventilador | Analógica (4-20 mA) | PID (Calor/Frío)        |
| Caudal (Q)      | Caudalímetro Digital (PF2W)              | Motobomba DC / Válvula Prop. | Pulsos / 4-20 mA    | Regulación de velocidad |
| Presión (P)     | Transductor Electro-neumático (ITV)      | Regulador ITV (Lazo interno) | Analógica (4-20 mA) | Presurización de tanque |

Nota: Todas las variables son gestionadas mediante PLC o Controlador Industrial.

# Componentes Principales: Tanques y Depósitos



IPC-200 - IMM



1. **Depósito Central (Proceso):**  
Recipiente principal de mezcla.  
Equipado con agitador de hélice y baffles rompe-olas.
2. **Depósito Izquierdo (Auxiliar/Presión):**  
Tanque hermético presurizable mediante regulador ITV para desplazamiento neumático.
3. **Depósito Derecho (Auxiliar/Retorno):**  
Buffer de recirculación y punto de medición.

**Características:** Material acrílico transparente, conexiones "One-touch", capacidad ~2 litros.

# Sensores de Nivel (Seguridad y Proceso)



## Nivel Analógico (Proceso)

- Componente: SMC Serie PSE550 (Presión Diferencial)
- Principio: Hidrostática ( $\Delta P = \rho \cdot g \cdot h$ )
- Señal: 1-5 Vcc proporcional a 0-200 mm

## Nivel Discreto (Seguridad)

- Componente: Detectores capacitivos (3 hilos)
- Función: Alarmas de desbordamiento (Máx) y marcha en seco (Mín).
- Señal: Digital (PNP).

# Sonda de Temperatura PT100



**Principio:** Variación de resistencia de platino ( $100\ \Omega$  a  $0^{\circ}\text{C}$ ).

**Señal:** Corriente normalizada 4-20 mA.

**Ubicación:** Inserción vertical en Depósito Central.

**Rango:** Calibrado para  $0-120^{\circ}\text{C}$ .

# Caudalímetro Electrónico Digital



- **Modelo:** SMC Serie PF2W (Flujostato Digital)
- **Tecnología:** Vórtices de Karman (Frecuencia proporcional a velocidad).
- **Visualización:** Display LED integrado (L/min).
- **Salidas:**
  1. **Analógica:** 4-20 mA (Caudal instantáneo).
  2. **Digital:** Switch de alarma (Caudal alto/bajo).
- **Rango Típico:** 0.5 a 4.0 L/min.

# Transductor Electro-neumático (ITV)



- **Lazo Interno:** Sensor de presión + Electrónica de control integrada.
- **Función en IPC-201C:** Presurización del Depósito Izquierdo para bombeo neumático.
- **Señales:** Entrada 4-20 mA / Salida Monitor 1-5 V.

## SMC Serie ITV 1000/2000

Dispositivo de regulación de presión de aire proporcional a una señal eléctrica.

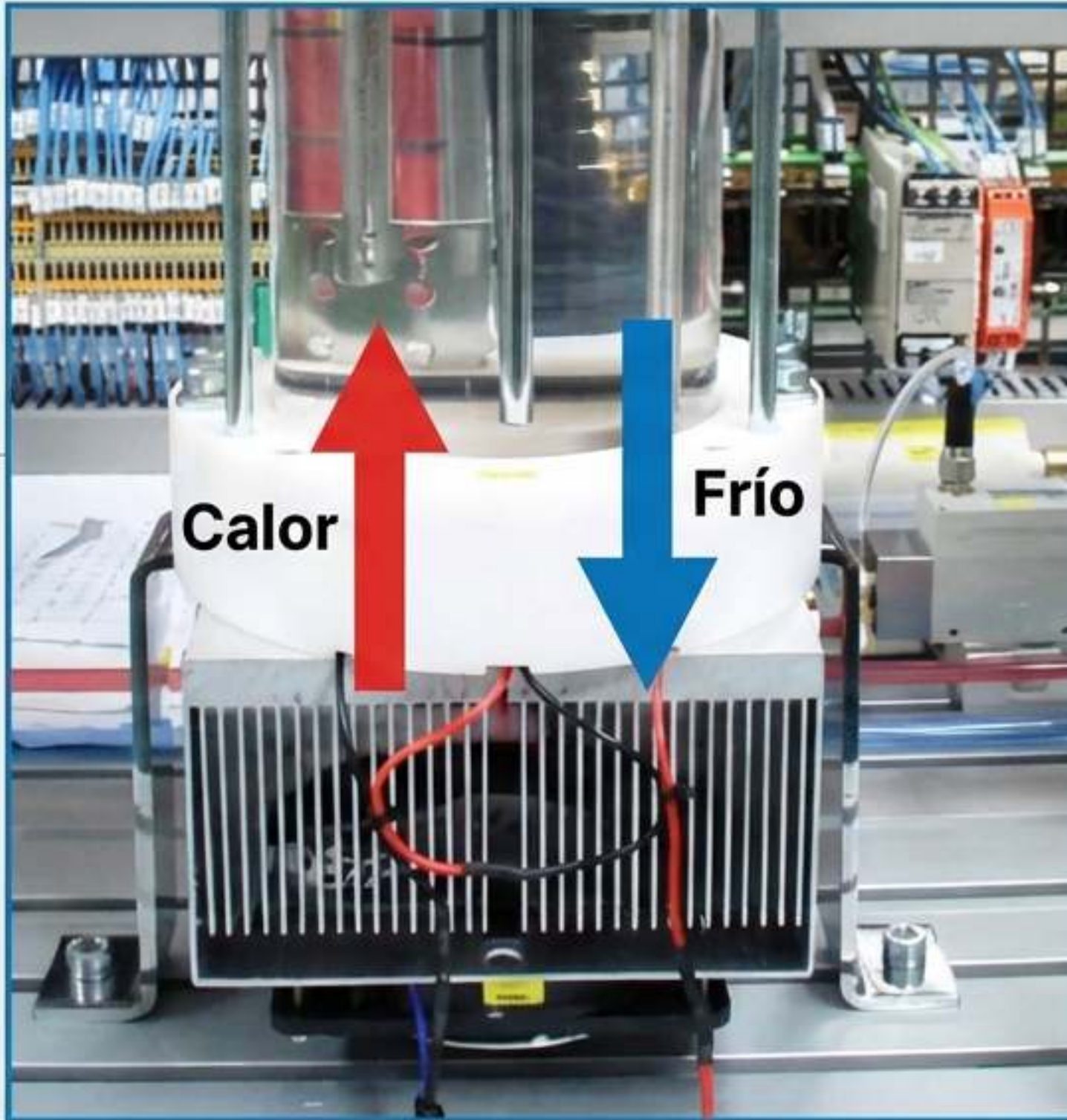
## Bomba Centrífuga / Motobomba DC



### Impulsión Activa

- **Hardware:** Bomba centrífuga + Motor 24V DC.
  - **Control:** Regulador PWM (Pulse Width Modulation).
    - PLC envía 0-10V.
    - Driver modula ancho de pulso a 24V.
    - Resultado: Velocidad variable del motor.
- **Seguridad:** Interbloqueo con sensor de nivel mínimo (evita cavitación).

# Actuador Térmico (Células Peltier)



## Termoelectricidad de Estado Sólido

- **Componentes:** Módulo Peltier + Disipador Aluminio + Ventilador.
- **Principio:** Efecto Peltier (Bomba de calor eléctrica).
- Modos de Operación:
  1. **Calentamiento:** Inyección de energía al tanque.
  2. **Enfriamiento:** Extracción de calor hacia el disipador.
- **Control:** Señal PWM a 24V.

# Válvulas: Proporcional y Todo/Nada



## Válvula Proporcional (PVQ)

- SMC Serie PVQ
- Apertura variable proporcional a la corriente (0-165 mA).
- Uso: Regulación fina de caudal/nivel.
- Alta repetibilidad.

## Electroválvulas (VX)

- SMC Serie VX
- Acción 2/2 ON/OFF (NC).
- Uso: Selección de líneas, drenaje, seguridad.
- Señal: Digital 24V.

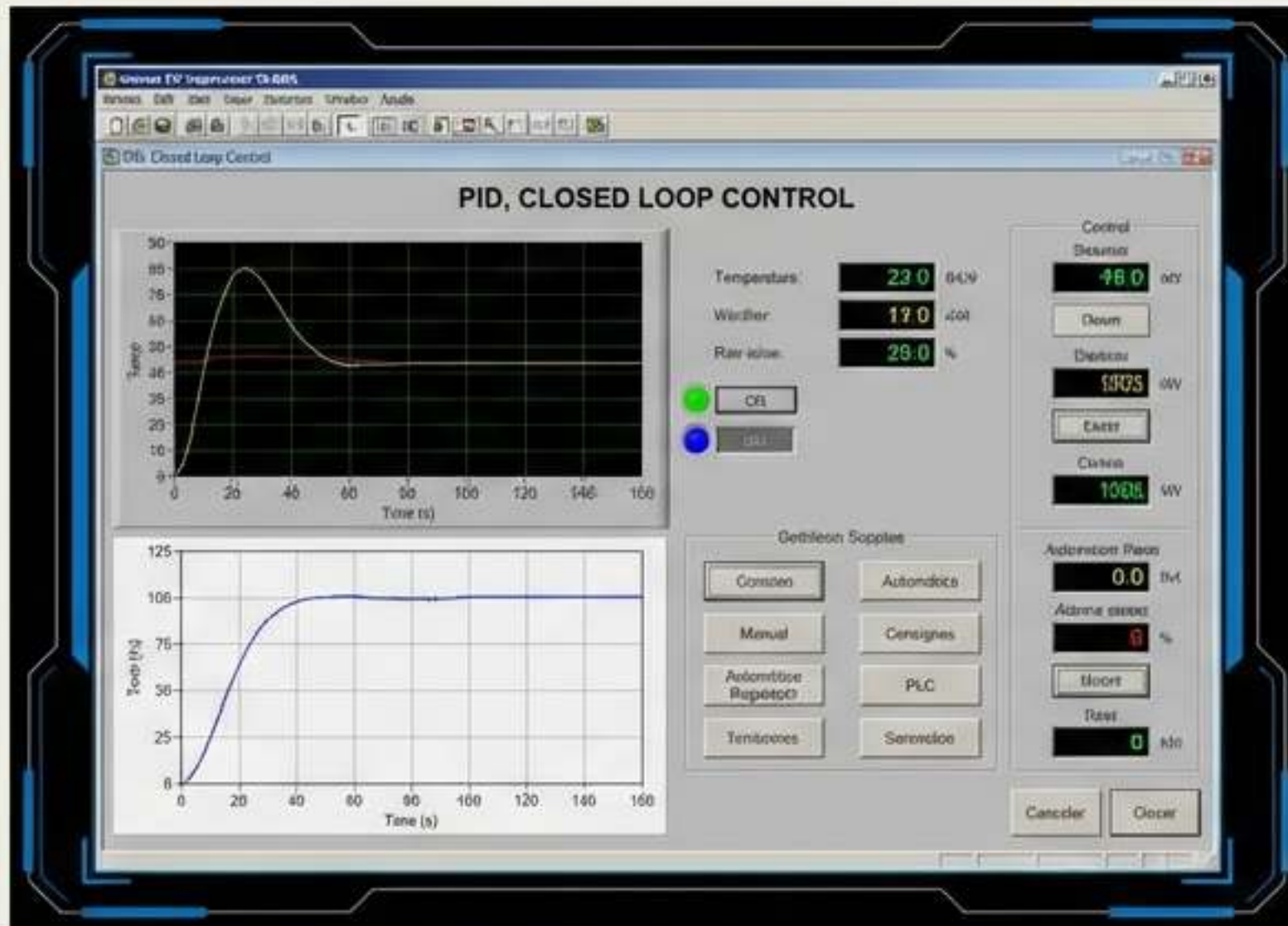
# Controladores PID Industriales



## Omron Serie E5CN

- Ejecución descentralizada del algoritmo PID (Hardware Controller).
- Displays:
  - PV (Rojo): Valor de Proceso.
  - SV (Verde): Setpoint / Consigna.
- Funciones: Auto-tuning de ganancias ( $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$ ) y comunicación serie.

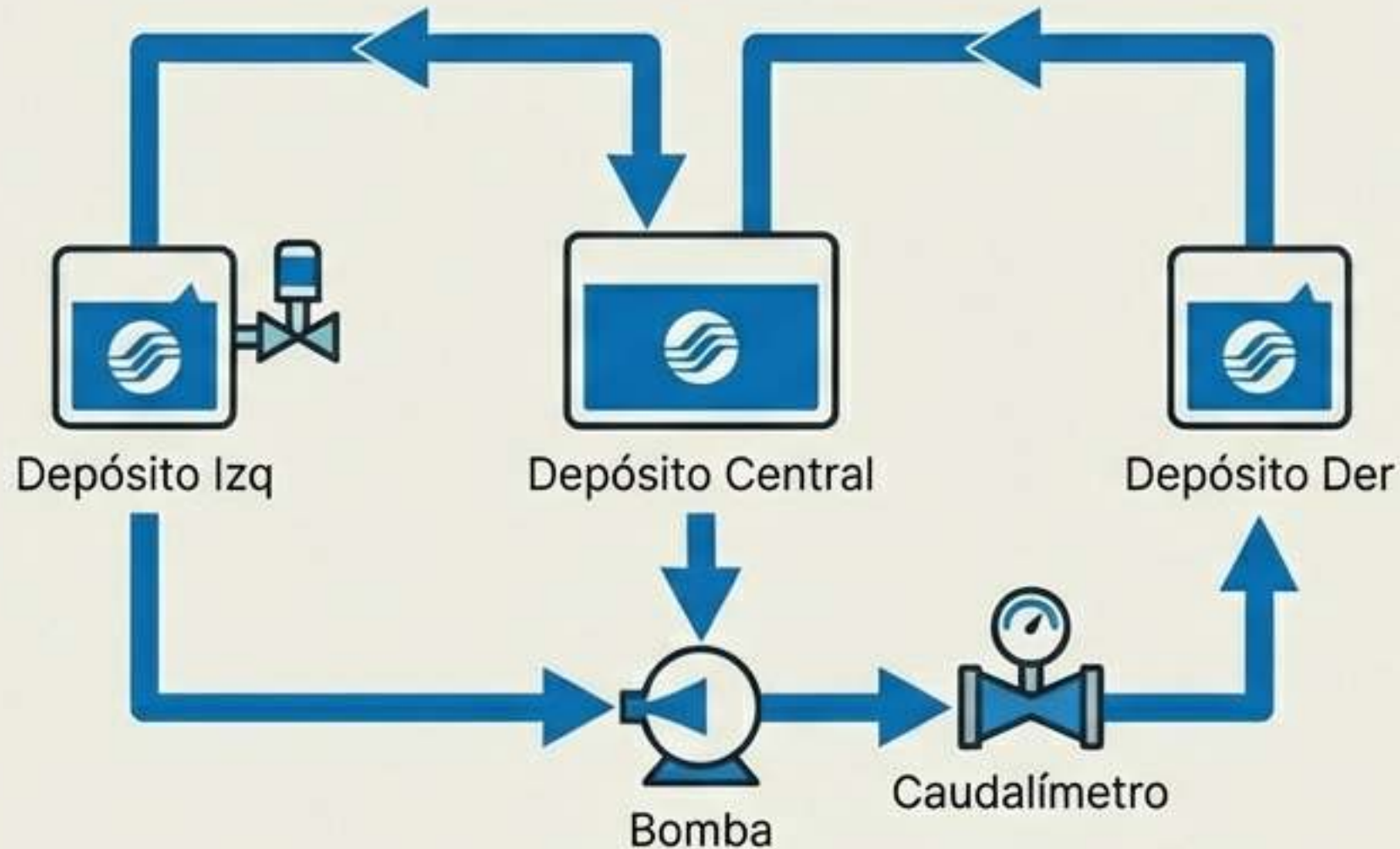
# Sistema SCADA y Supervisión



## OMRON CX-Supervisor

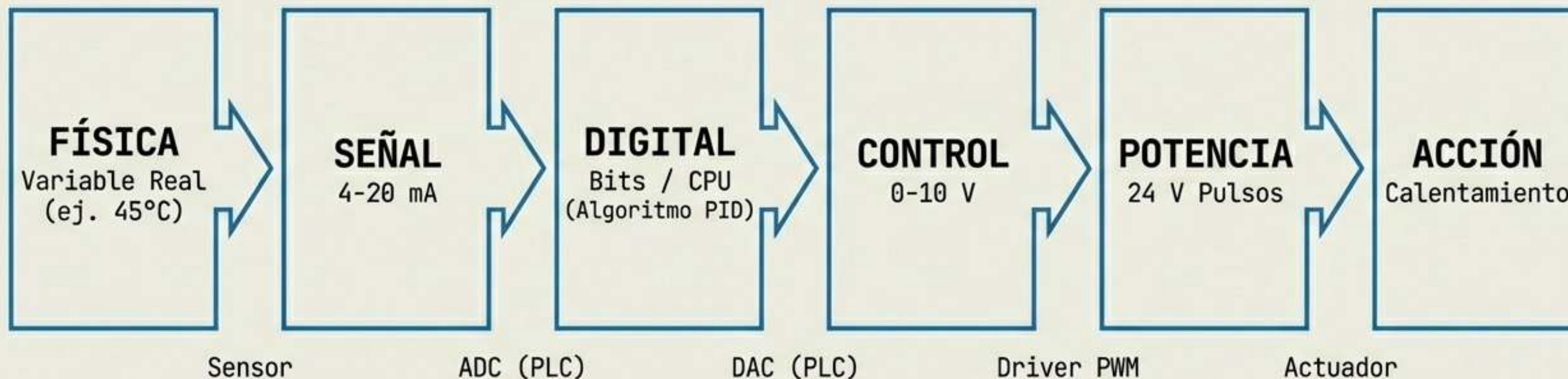
- **1. Visualización:** Gráficas de tendencia en tiempo real (Temp, Nivel, Flujo).
- **2. Control:** Cambio de consignas (Setpoints) remoto.
- **3. Gestión:** Selector de modo (Manual / Automático PLC / Automático Regulador).
- **4. Diagnóstico:** Estado de alarmas y sensores.

# Interconexión Hidráulica del Sistema



- **Impulsión Dinámica:** Bomba + Válvula 3 vías.
- **Impulsión Estática:** Presurización por aire (ITV) en Depósito Izquierdo.
- **Retorno:** Gravedad hacia Depósito Derecho.
- **Circuito cerrado** con agua + aditivo conservante.

# Conexión Eléctrica y de Control

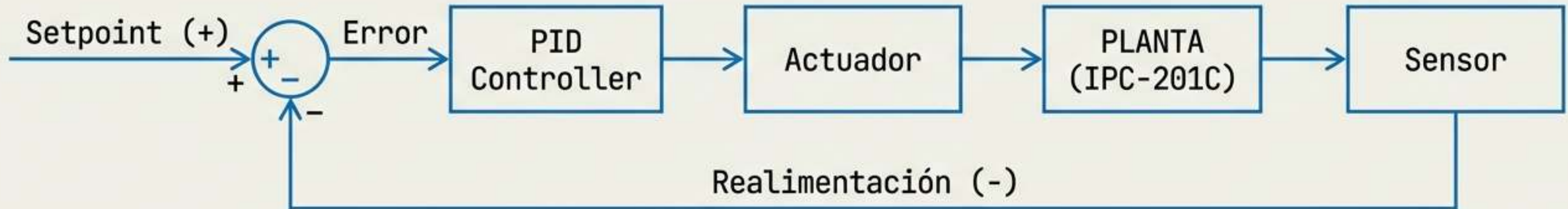


# Secuencia Operativa Completa

IPC-200 - IMM

|    |                                                                                           |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | <b>Inicialización:</b> Autochequeo de seguridad (sensores de nivel) y cierre de válvulas. |
| 2. | <b>Llenado:</b> PID de Nivel. Activación de bomba hasta Setpoint (ej. 150mm).             |
| 3. | <b>Acondicionamiento:</b> Mezcla (Agitador) + PID de Temperatura (Peltier a 30°C).        |
| 4. | <b>Regulación:</b> Mantenimiento de Nivel/Temp ante perturbaciones (drenaje simulado).    |
| 5. | <b>Vaciado:</b> Retorno de fluido a depósitos de almacenamiento.                          |

# Lazos de Control Implementados



| Temperature              |                                        |
|--------------------------|----------------------------------------|
| PV (Variable de Proceso) | Temperatura Líquido (PT100)            |
| MV (Variable Manipulada) | Duty Cycle Peltier (%)                 |
| Perturbación             | Temp. Ambiente / Adición líquido frío  |
| Acción                   | Directa (Calentar) / Inversa (Enfriar) |

# Características Técnicas Generales

|                        |                                          |
|------------------------|------------------------------------------|
| Alimentación Eléctrica | 110-230 VAC, 50/60 Hz (~10A)             |
| Neumática              | 5-6 bar, aire filtrado (< 50 l/min)      |
| Rango Nivel            | 0 - 200 mm H2O (~2L Vol.)                |
| Rango Temperatura      | Ambiente $\pm 15^{\circ}\text{C}$        |
| Rango Caudal           | 0.5 - 3.0 L/min                          |
| Simulación de Fallos   | Módulo TROUB-200 (16 averías eléctricas) |
| Precisión Sensores     | $\pm 1\%$ a $3\%$ F.S.                   |

# Aplicaciones Formativas y Competencias



## Teoría de Control

Identificación de sistemas,  
Curvas de reacción,  
Sintonización Ziegler-Nichols.



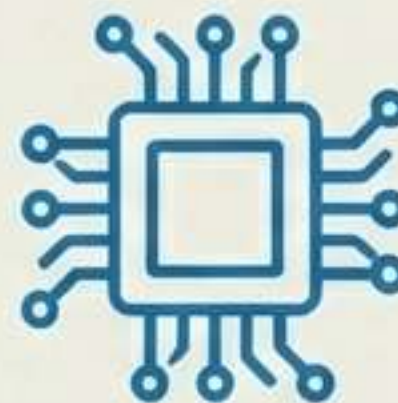
## Instrumentación

Calibración y escalado de  
sensores analógicos (4-  
20mA).



## Mantenimiento

Diagnóstico de fallos con  
módulo TROUB-200.



## Integración

Programación de PLC y  
Supervisión SCADA.

# Conclusión Técnica



- **Valor Pedagógico:** Puente entre teoría matemática y realidad física (no-linealidades, inercias).
- **Realismo Industrial:** Componentes reales (SMC, Omron) idénticos a los de una planta de producción.
- **Versatilidad:** Termodinámica, hidráulica y electrónica en un banco compacto.
- **Industria 4.0:** Base para la digitalización de variables físicas y control inteligente.