

# Testbed Control de Procesos

Docentes:

C.C. María Feldgen

Ing. Carlos Godfrid

Ing. Daniel Aldet

Alumnos:

Ezequiel D. Di Donato <ezequioldidonato@gmail.com>

Pablo D. Roca <pablodroca@gmail.com>

# Introducción

## Entorno de Trabajo:

- L10 - Laboratorio de instrumentación y control de procesos.
- Ensayos con emuladores.
- Control sobre sistemas reales (tanques de agua, péndulo invertido, etc.).



## Descripción del Problema:

- Software de control en tiempo real de niveles de líquido en tranques ausente.
- El control del sistema mediante Simulink no resulta lo suficientemente didáctico.



# Control de Procesos

## ► Conceptos ◀

Sistemas de Nivel de Líquido

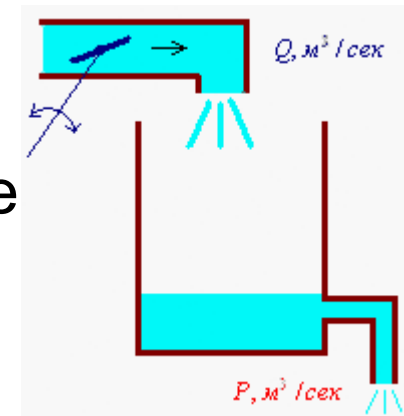
Tipos de Control

Control PID

La Planta

Software – Testbed para Enseñanza

- **Control:** conjunto de acciones que se aplican a la planta con el fin de regular su funcionamiento.
- **Proceso:** evolución temporal de la planta que se pretende controlar.
- **Planta:** sistema físico a controlar.
- **Controlador:** dispositivo que monitorea y estimula a la planta para lograr cierta respuesta.
- **Sistema de Tiempo Real:** garantiza la ejecución de tareas y sus respuestas dentro de un margen temporal estricto.



# Control de Procesos

## ► Conceptos ◀

Sistemas de Nivel de Líquido

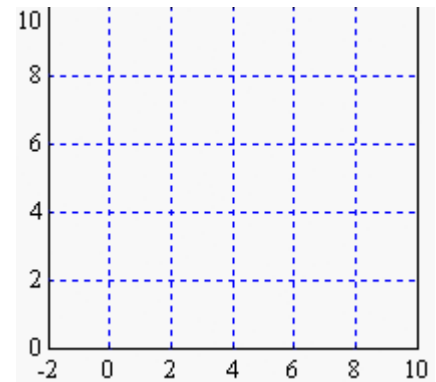
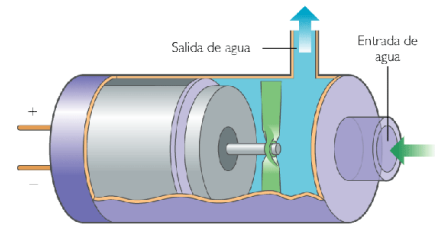
Tipos de Control

Control PID

La Planta

Software – Testbed para Enseñanza

- **Sensor:** dispositivo que capta magnitudes físicas y las transforma en información.
- **Actuador:** dispositivo que estimula a un sistema físico en base a órdenes de un controlador.
- **Variable controlada:** cantidad que se mide y controla (salida del sistema).
- **Variable manipulada:** cantidad modificada por el controlador.



# Control de Procesos

Conceptos

► **Sistemas de Nivel de Líquido** ◀

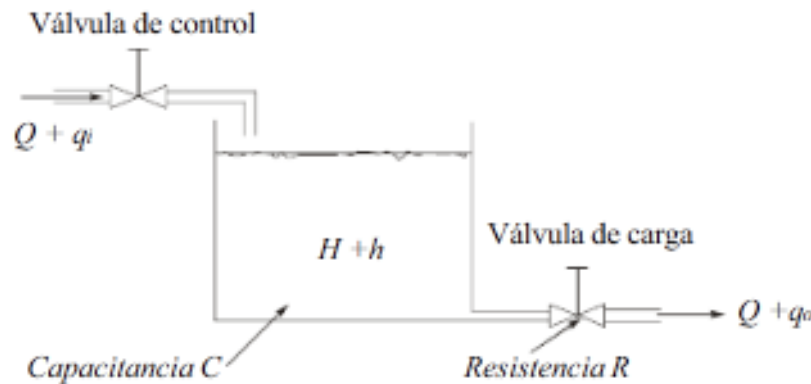
Tipos de Control

Control PID

La Planta

Software – Testbed para Enseñanza

$$Q = KH$$



$$RC \frac{dh}{dt} + h = Rq_i$$

$$\frac{H(s)}{Q_i(s)} = \frac{R}{RCs + 1}$$

Variables:

- $Q$ : flujo en estado estable [m<sup>3</sup>/seg]
- $q_i$ : pequeña variación de flujo de entrada [m<sup>3</sup>/seg]
- $q_o$ : pequeña variación de flujo de salida [m<sup>3</sup>/seg]
- $H$ : nivel de líquido en estado estable [m]
- $h$ : pequeña variación del nivel de líquido [m]

# Control de Procesos

Conceptos

Sistemas de Nivel de Líquido

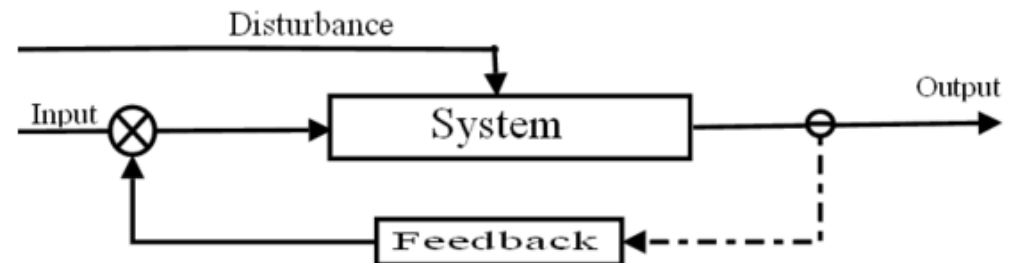
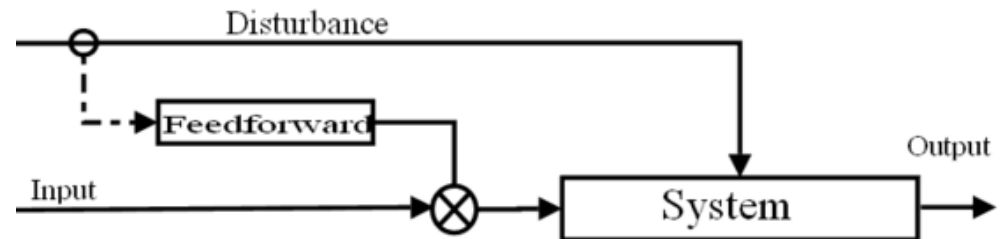
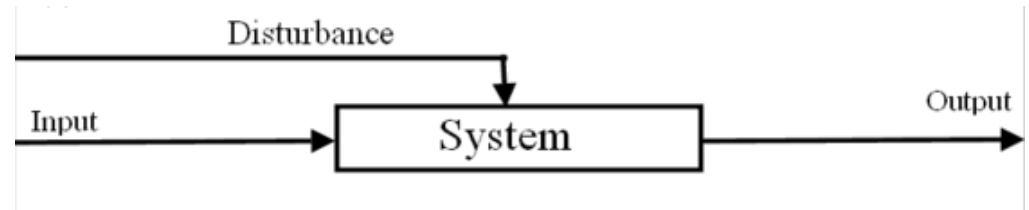
► **Tipos de Control** ◀

Control PID

La Planta

Software – Testbed para Enseñanza

- Open Loop
- Feed-forward
- Feedback (Closed Loop)



# Control de Procesos

Conceptos

Sistemas de Nivel de Líquido

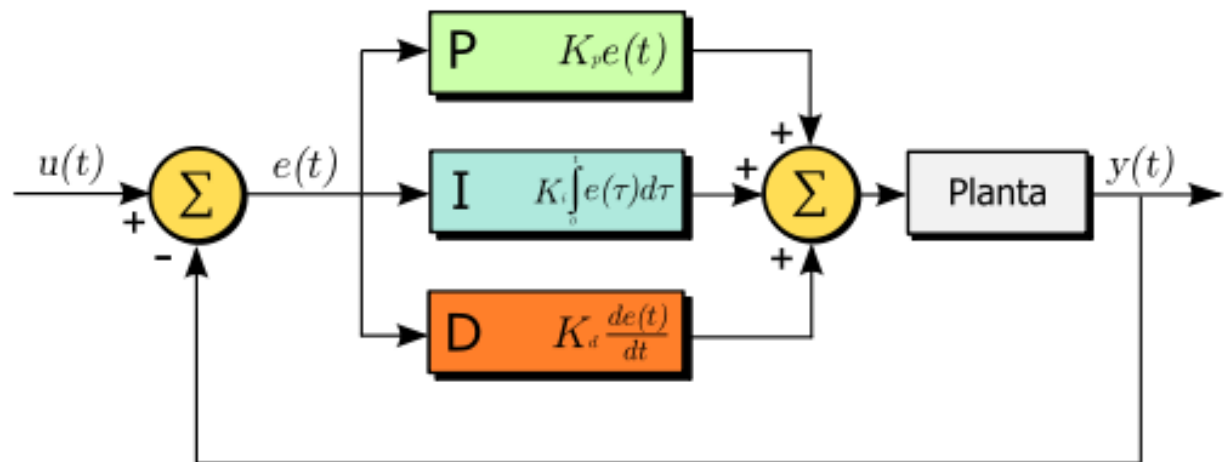
Tipos de Control

► Control PID ◀

La Planta

Software – Testbed para Enseñanza

- Un tipo muy utilizado de control a lazo cerrado es el PID.
- Tiene 3 componentes que utilizan la información de feedback para estimular la planta:
  - Proporcional
  - Integral
  - Derivativo



# Control de Procesos

Conceptos

Sistemas de Nivel de Líquido

Tipos de Control

Control PID

► **La Planta** ◀

Software – Testbed para Enseñanza

- Configuración de tanques
- Sensores y actuadores
  - Bomba de agua controlada por variador de velocidad.
  - Sensor de nivel de agua 4-20 mA.
- Placa adquisidora





# Control de Procesos

Conceptos

Sistemas de Nivel de Líquido

Tipos de Control

Control PID

La Planta

► **Software – Testbed para Enseñanza** ◀

## Funcionalidades:

- **Controlar Planta**
  - Requiere los parámetros de control tanto para el caso manual como automático.
  - La supervisión y el control del sistema son en tiempo real.
  - Permite grabar el proceso para su posterior revisión.
  - Permite almacenar diferentes configuraciones de valores de control para repetir experiencias.
- **Abrir Grabaciones**
  - Presenta el gráfico de un proceso grabado.
- **Reproducir Grabaciones**
  - Reproduce en el tiempo un proceso grabado

# Control de Procesos

Conceptos

Sistemas de Nivel de Líquido

Tipos de Control

Control PID

La Planta

► **Software – Testbed para Enseñanza** ◀

## Pantalla Principal

- Controlar Planta
- Abrir Grabaciones
- Reproducir Grabaciones

Menú principal



Controlar la planta

Abrir proceso  
grabado

Reproducir proceso  
grabado

# Control de Procesos

Conceptos  
Sistemas de Nivel de Líquido  
Tipos de Control  
Control PID  
La Planta  
► **Software – Testbed para Enseñanza** ◀

## Pantalla Principal - Opción Controlar Activa

The screenshot shows the 'TestBed - Selección De Modelo' window. It features a menu bar with 'Archivo', 'Grabación', and 'Ayuda'. The main area contains three buttons: 'Controlar' (highlighted with a red box and an arrow pointing to the text 'Opción Activa'), 'Abrir' (with a folder icon), and 'Reproducir' (with a play button icon). Below these are two panels. The 'Tipo de Set de Control' panel has two radio buttons: 'Manual' and 'Automatico - Matlab' (selected). The 'Valores Iniciales' panel contains input fields for 'Set Point', 'Bias', 'Kp', 'Ki', and 'Kd'. A button labeled 'Abrir Archivo Config.' is located below these fields. At the bottom center is a 'Conectar' button with a plug icon. Red arrows point from the text 'Selección del tipo de control: manual o automático' to the radio buttons, and from 'Comenzar a controlar' to the 'Conectar' button. On the right, an arrow points from the text 'Configuración actual con la que conectará' to the 'Valores Iniciales' panel, and another arrow points from 'Permite cargar la configuración desde un archivo' to the 'Abrir Archivo Config.' button.

**Opción Activa**

**Selección del tipo de control: manual o automático**

**Comenzar a controlar**

**Configuración actual con la que conectará**

**Permite cargar la configuración desde un archivo**

# Control de Procesos

Conceptos

Sistemas de Nivel de Líquido

Tipos de Control

Control PID

La Planta

► **Software – Testbed para Enseñanza** ◀

Opciones Controlar (conectado) y Reproducir

Visualización:

- Gráfico del Tanque
- Gráfico en función del tiempo
- Gráfico ampliado del proceso
- Zoom y grillas en ambos ejes
- Comentarios asociados a la muestra en el gráfico

Control (conectado):

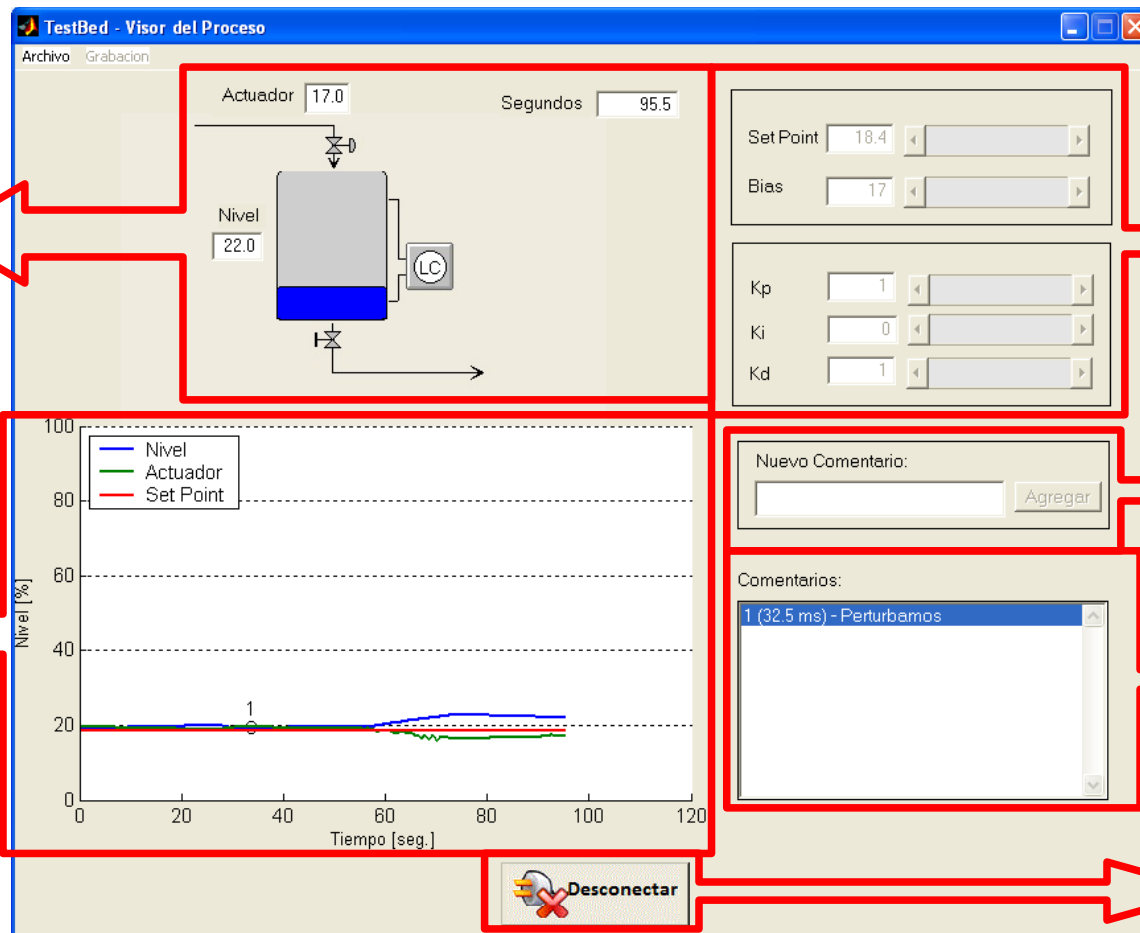
- Control PID por software - modo automático
- Cambio de parámetros de control
- Efectos en tiempo real
- Carga de configuración de control almacenada

# Control de Procesos

Conceptos  
Sistemas de Nivel de Líquido  
Tipos de Control  
Control PID  
La Planta  
► **Software – Testbed para Enseñanza** ◀

## Pantalla Opciones Controlar (conectado) y Reproducir

Visualización  
de valores  
instantáneos



Ajuste de  
parámetros de  
control

Ingreso de  
comentarios

Lista de  
comentarios

Terminar de  
controlar

Visualización  
del gráfico  
en función  
del tiempo

# Control de Procesos

Conceptos

Sistemas de Nivel de Líquido

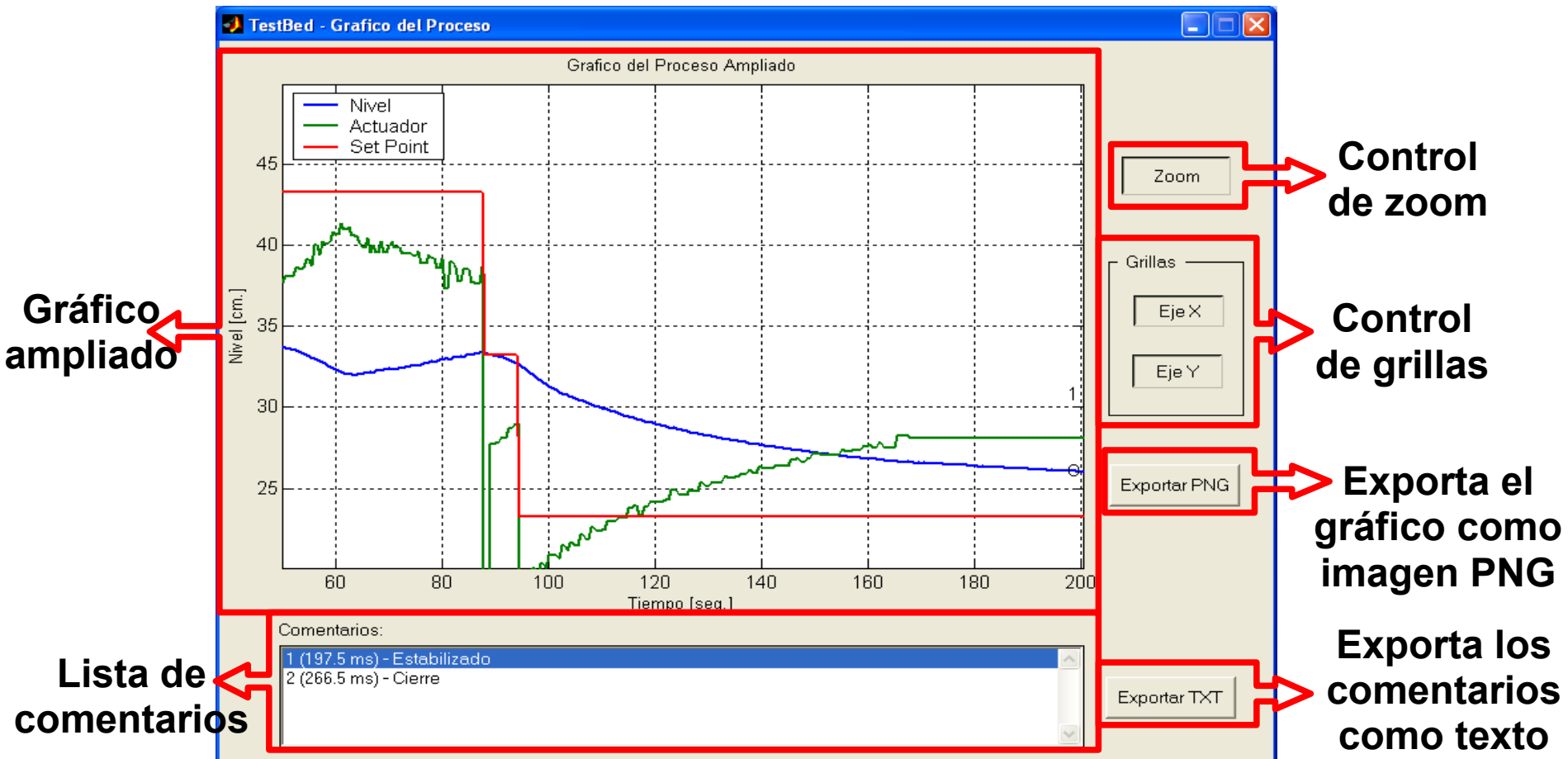
Tipos de Control

Control PID

La Planta

► **Software – Testbed para Enseñanza** ◀

## Pantalla Gráfico Ampliado



# Conclusiones

- Trabajo de interfaz Matlab-Simulink
- Trabajo de interfaz Software-Placa Adquisidora
- Implementación de un sistema de control de lazo cerrado por software.
- La captura de la información digitalizada permite:
  - Presentarla mediante diferentes vistas.
  - Análisis y reproducción posterior off-line con fines didácticos.
  - Almacenamiento de valores de configuración para repetición de experiencias.

# Propuestas de Trabajos Futuros

- Soporte para supervisión y control de más de un tanque.
- Diferentes tipos de control.
  - Control moderno en variables de estado.
  - Control no lineal.
- Comunicación con dispositivos de control por hardware (PLC).
- Resolución numérica de configuración de control, para un conjunto de restricciones dado.