

# Testbed-Control de Procesos

Docentes:

C.C. María Feldgen

Ing. Carlos Godfrid

Ing. Daniel Aldet

Alumnos:

Ezequiel D. Di Donato <ezequieldidonato@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 un 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** ◀

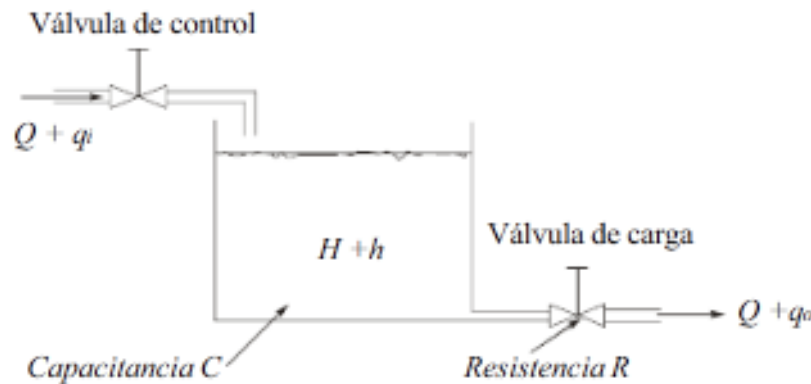
Tipos de Control

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

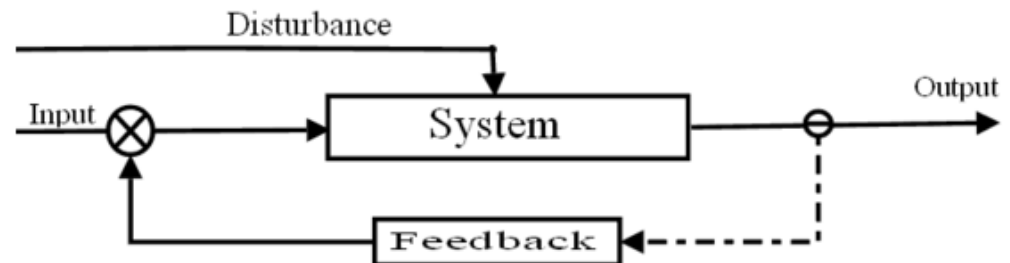
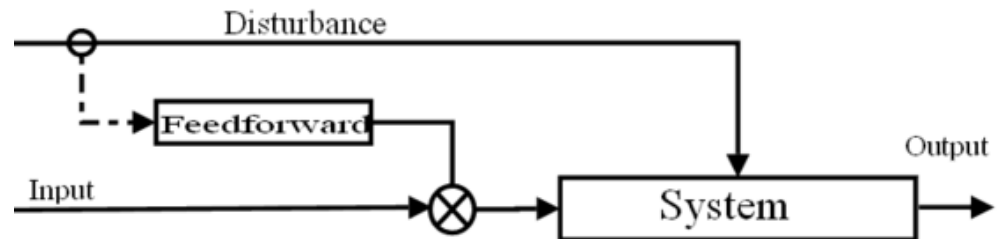
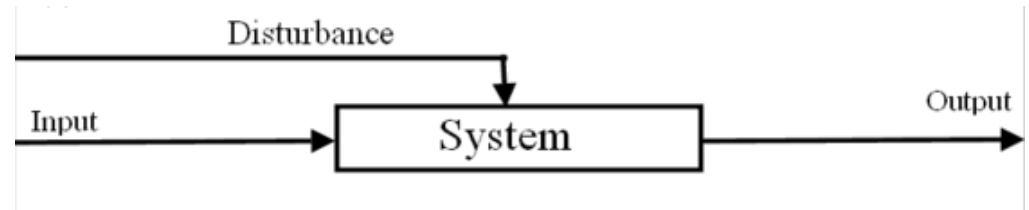
► **Tipos de Control** ◀

Control PID

La Planta

Software – Testbed para Enseñanza

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



# Control de Procesos

Conceptos

Sistemas de Nivel de Líquido

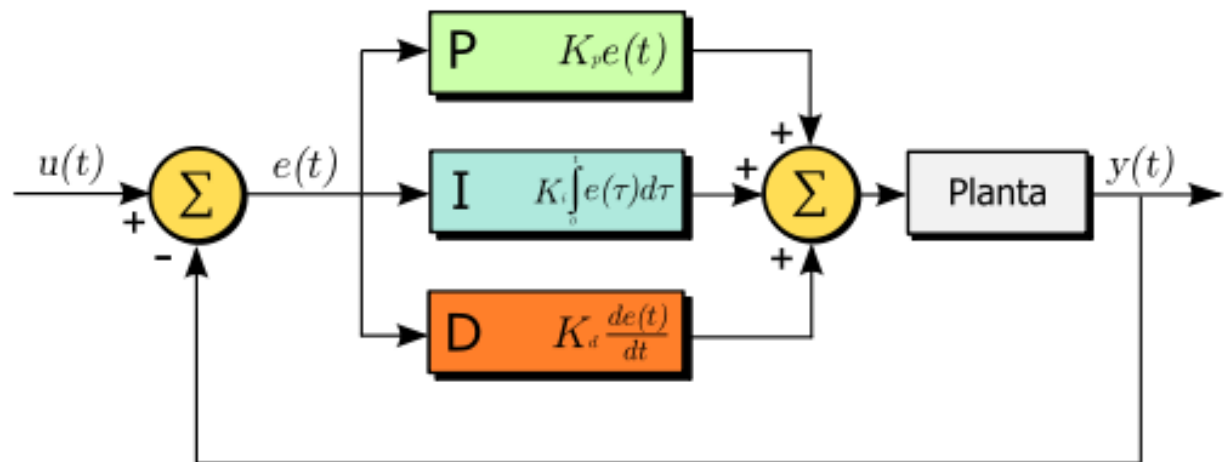
Tipos de Control

► **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

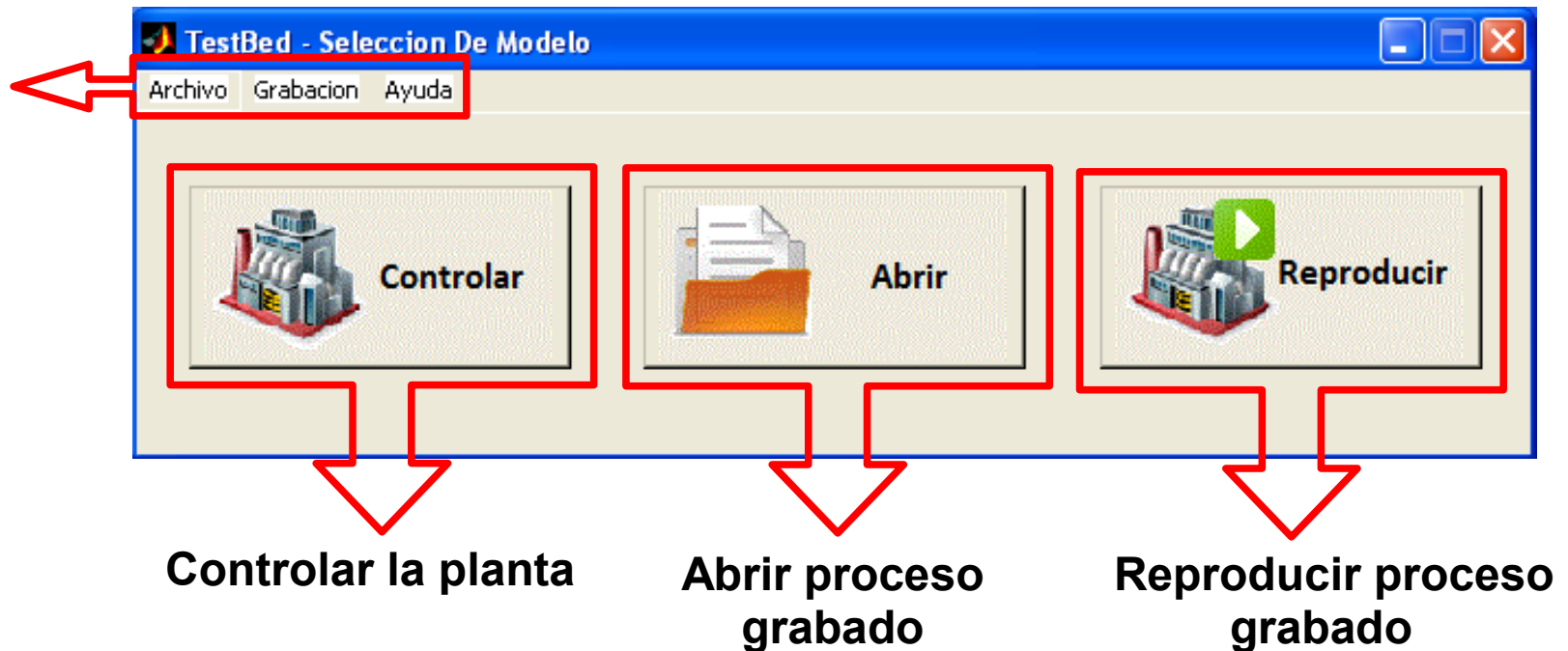
La Planta

► **Software – Testbed para Enseñanza** ◀

## Pantalla Principal

- Controlar Planta
- Abrir Grabaciones
- Reproducir Grabaciones

Menú Principal



# 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 has a menu bar with 'Archivo', 'Grabación', and 'Ayuda'. The main area contains three buttons at the top: '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 left panel, titled 'Tipo de Set de Control', has two radio buttons: 'Manual' and 'Automatico - Matlab' (selected, with a red box around it and an arrow pointing to the text 'Selección del tipo de control: manual o automático'). The right panel, titled 'Valores Iniciales', contains input fields for 'Set Point', 'Bias', 'Kp', 'Ki', and 'Kd'. Below these fields is a button 'Abrir Archivo Config.' (highlighted with a red box and an arrow pointing to the text 'Permite cargar la configuración desde un archivo'). At the bottom center is a 'Conectar' button (highlighted with a red box and an arrow pointing to the text 'Comenzar a controlar').

**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

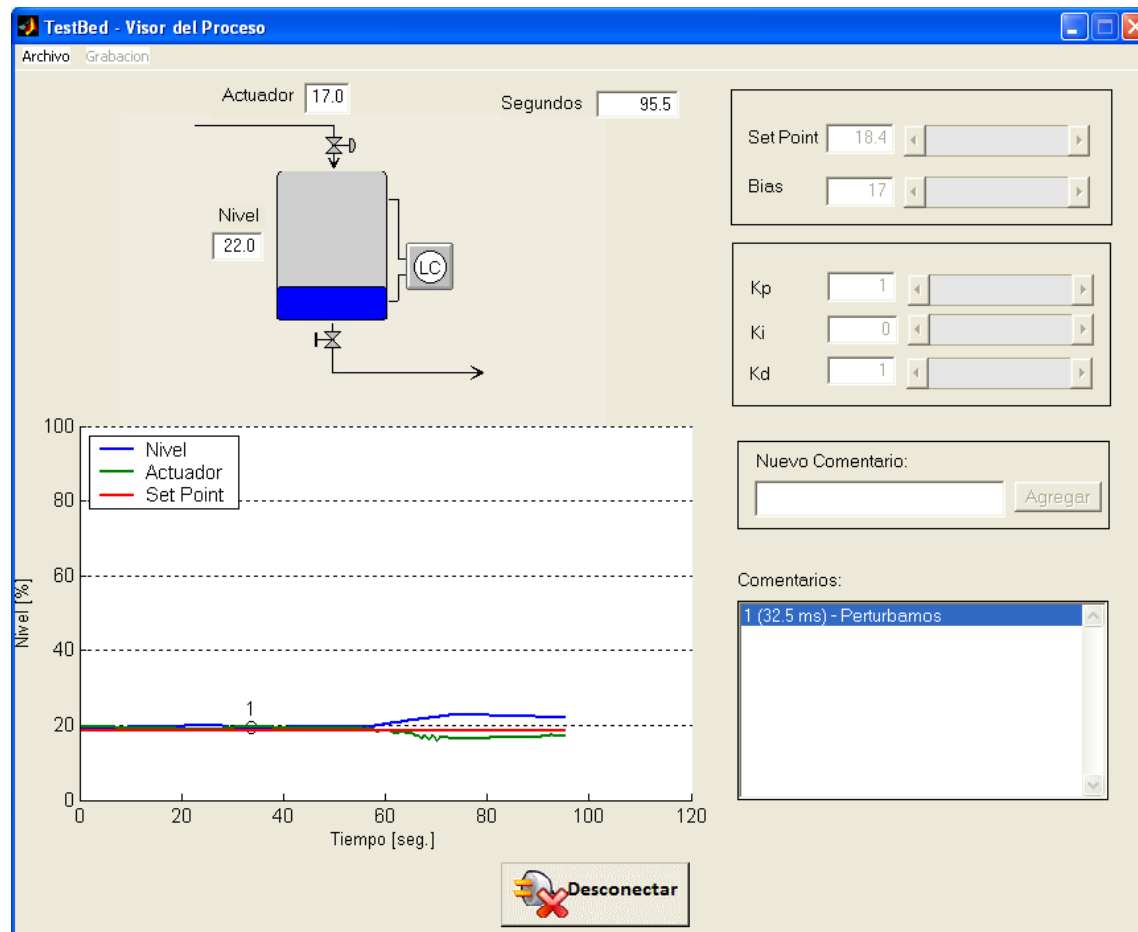
Tipos de Control

Control PID

La Planta

► **Software – Testbed para Enseñanza** ◀

## Pantalla Opciones Controlar (conectado) y Reproducir



# Control de Procesos

Conceptos

Sistemas de Nivel de Líquido

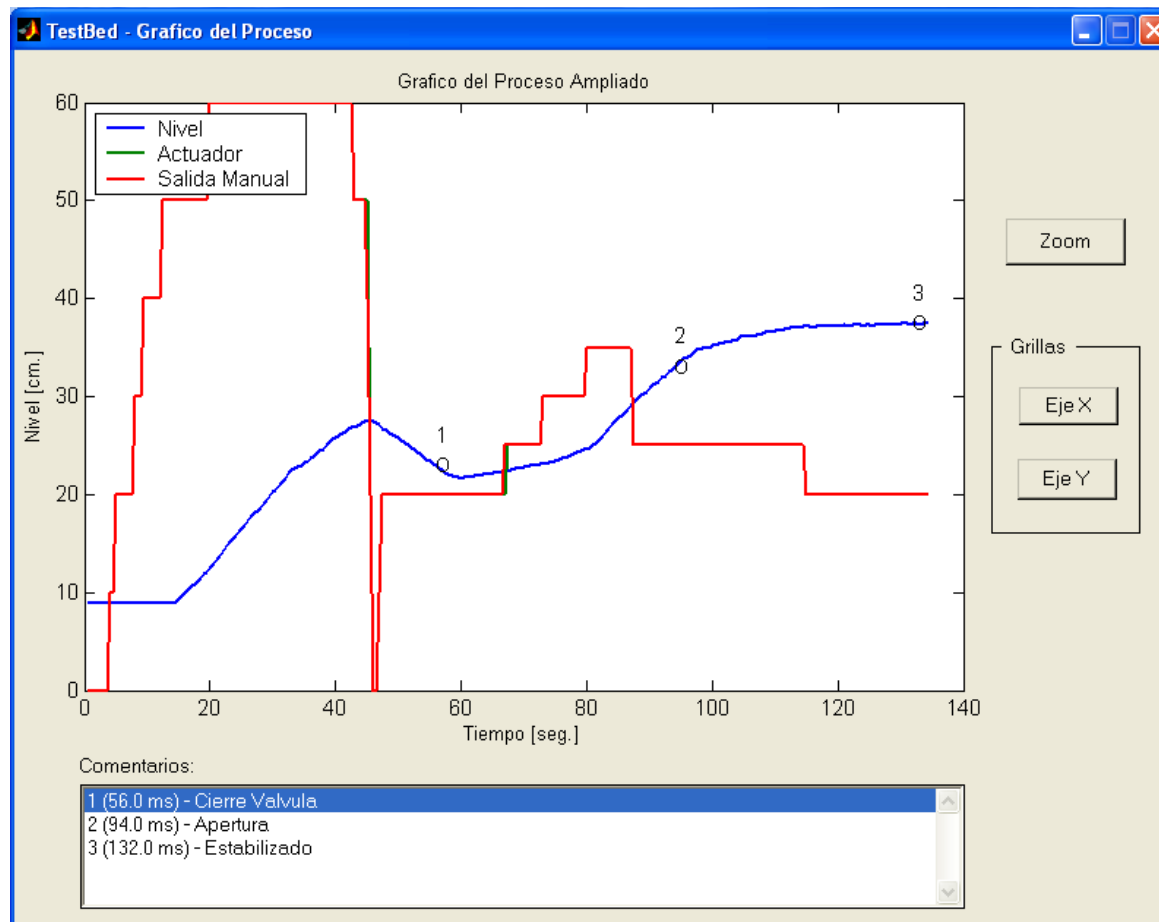
Tipos de Control

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.