

Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ingeniería
Taller de Programación III

***“Estación de Enseñanza de Control Automático de
Niveles de Líquido en Tanques”***

Carpeta de Análisis de Requerimientos

Autores:

Ezequiel Di Donato (75.781)

Pablo D. Roca (82.904)

Tabla de Contenidos

[Requerimientos](#)

[Minutas de Entrevistas](#)

[Entrevista 21-12-2010](#)

[Casos de Uso](#)

[Diagrama General](#)

[Descripción General de Casos de Uso](#)

[CU1 Instalar la Estación de Control](#)

[Descripción](#)

[Pantallas](#)

[CU2 Configurar Parámetros Avanzados](#)

[Descripción](#)

[Pantallas](#)

[CU3 Conectarse a la Estación de Control](#)

[Descripción](#)

[Pantallas](#)

[CU4 Desconectarse de la Estación de Control](#)

[Descripción](#)

[Pantallas](#)

[CU5 Visualizar Evolución del Proceso](#)

[Descripción](#)

[Pantallas](#)

[CU6 Modificar los Parámetros de Control Automático](#)

[Descripción](#)

[Pantallas](#)

[CU7 Guardar Proceso para Simulación](#)

[Descripción](#)

[Pantallas](#)

[CU8 Finalizar Guardado Proceso para Simulación](#)

[Descripción](#)

[Pantallas](#)

[CU9 Simular desde Archivo](#)

[Descripción](#)

[Pantallas](#)

[Entidades](#)

[Glosario](#)

Requerimientos

El Laboratorio de Control Automático a cargo del Ingeniero Carlos Godfrid presenta la siguiente lista de requerimientos:

- Armado de una estación de control de niveles de líquido en tanques, en el laboratorio L10 con un PLC más sensores y dispositivos de Siemens formando una red industrial.
- Conexión a una computadora con el fin de interactuar con el PLC y modificar el comportamiento de la estación de control, obteniendo muestras de las variables sensadas.
- Confección de un software en MATLAB, amigable al estudiante, con fines didácticos y de análisis del comportamiento de todo el sistema.

Minutas de Entrevistas

Entrevista 21-12-2010

Fecha: Martes 21 de Diciembre de 2010. 14:30 horas.

Lugar: Laboratorio de Control de Procesos de la Facultad de Ingeniería

Duración: 35 minutos.

Participantes: Carlos Godfrid, Daniel Alnet, Pablo D. Roca, Ezequiel Di Donato, María Feldgen

Preguntas Generales y de Alcance del Proyecto

1. Se conoce que el trabajo a realizar está relacionado con el control automático de niveles de tanque. ¿Cuántos tanques se desean controlar simultáneamente?

Respuesta: Como máximo se controlarán 3 (tres) tanques, teniendo en cuenta que el último de ellos no cuenta actualmente con sensor de nivel. La construcción de este sistema (o configuración de productos existentes a utilizar tanto hardware como software) tiene como objetivo fines didácticos, de enseñanza o entrenamiento a estudiantes sobre la configuración y uso de sistemas automáticos de control de procesos, usando particularmente en este caso con niveles de líquidos en tanques y equipamiento de ABB, pero no limitado a ellos en sí.

2. ¿Cómo es la interconexión entre ellos? ¿Interactúan directamente el nivel de un tanque con el otro o están “desacoplados”?

Respuesta: Los tanques están conectados en cascada, el primero desemboca en el segundo y lo mismo el segundo con el tercero. De todas formas Los caños que interconectan los tanques permiten anular la interconexión entre ellos o bien usar el primer tanque como único en el sistema.

3. ¿Qué otros datos se espera obtener del proyecto y con qué fin? Reportes, simulaciones en soft de una secuencia de control previa, análisis de alguna variable en particular.

Respuesta: sobre la base que se construirá un sistema de control automático con fines didácticos, es importante la facilidad de visualización y configuración del sistema con una interfaz amigable al usuario para poder realizar modificaciones y analizar los diferentes resultados en cada caso.

El sistema debe permitir un control manual, ajustando la variable a controlar y asimismo el ajuste de los parámetros en control automático. Desde luego las simulaciones de experiencias hechas son importantes para analizar la evolución y estado de las variables en cuestión, sin necesidad de repetir la experiencia con todo el equipo en funcionamiento.

4. ¿Qué intervención tendrá el operador y con que panel de control podrá interactuar en relación al control y su configuración (set-points, niveles de alarmas)? ¿Controles y paneles por hardware (displays, interruptores, etc.)? ¿Tendrá el operador posibilidad de controlar o modificar dichos valores desde un programa en una computadora?

Respuesta: con respecto a la intervención del “operador” cabe aquí aclarar que el mismo será normalmente un estudiante, dado que el proyecto se enfoca sobre la base de fines

didácticos.

Debido a la facilidad y amigable interfaz que un software corriendo sobre un sistema operativo o bien una plataforma como MATLAB, ampliamente usado en laboratorios de investigación y universidades, la mayor interacción del estudiante será mediante el software a construir, los paneles en hardware, displays e incluso el software provisto por ABB (el fabricante de gran parte del hardware a utilizar) son muy rústicos y limitados como para cumplir con los propósitos del proyecto.

El usuario sólo necesitará modificar controles por hardware o conexiones mediante un manual de instalación para armar el ambiente o cuando no sea técnicamente posible hacerlo por el software a construir, pero el uso normal será en su mayor parte desde el software.

Hardware: Sensores, Interfaces, Controladores, Actuadores y Válvulas. Red industrial.

5. ¿Qué tipo de sensores se utilizarán y cómo se instalarán en los tanques?

Respuesta: los dos primeros tanques tienen sensores de nivel estándar, norma eléctrica 4-20 mA. El último tanque carece de sensores.

6. ¿Qué interfaces se utilizarán para transportar los datos desde los mismos a los controladores?

Respuesta: es deseable el uso de sensores y/o comunicación inalámbrica como agregado al objetivo planteado inicialmente.

La comunicación y transporte de dicha información requiere de una placa electrónica adicional, disponible en la universidad que funcionará como interfase y concentrador de los datos transmitidos por medios inalámbricos hasta llegar al PLC y computadora con el software del proyecto.

7. ¿Qué actuadores se utilizarán para el control de nivel en los tanques?

Respuesta: el actuador a utilizar será una bomba de agua, controlada por un variador de velocidad.

8. ¿Qué tipo de válvulas se utilizarán en el sistema automático y como están interconectadas con los actuadores?

Respuesta: si bien existen válvulas para el control del caudal de fluido, las disponibles actualmente en la universidad no son aptas para el proyecto a construir, por lo que el control dependerá de la regulación del variador de velocidad que controla la bomba.

9. ¿Qué tipo de controladores se utilizarán para la obtención de los datos de los sensores? ¿Se utilizarán PLCs? ¿Cuántos?

Respuesta: se utilizará un PLC de ABB más interfases para la entrada y salida de datos tanto en forma analógica como digital. El mismo dispone de manuales provistos en CD más un soft de uso académico con importantes restricciones.

10. ¿Cómo es la configuración e interconexión entre los sensores y el/los controladores?

Respuesta: el equipo provisto por ABB tiene conexiones estándar cableadas para entradas, tanto analógicas como digitales. Los detalles y especificaciones se encuentran en los manuales, provistos en un CD.

11. ¿Qué red industrial se utilizará? Especificar protocolos, normas y versiones.

Respuesta: la red industrial a utilizar será PROFIBUS. La interconexión a realizar dependerá en parte del proyecto, sensores, y dispositivos adicionales a utilizar. Las distintas configuraciones se encuentran especificadas en los manuales antes mencionados.

12. ¿Existirán alarmas al operador? ¿Qué tipo de alarmas (visuales, audibles, etc.) se utilizarán y bajo que condiciones se dispararán?

Respuesta: debido a la complejidad que ya incluye la configuración y construcción del sistema de control, no es requerido el uso o implementación de alarmas. Las mismas no aportan tanto al objetivo planteado del presente trabajo como el control en sí de la planta y los datos a presentar mediante software en tiempo real y simulaciones off-line de datos almacenados de experiencias previas.

13. ¿Qué elementos de control provistos por ABB se poseen? ¿Cuáles son sus modelos o códigos de producto?

Respuesta: la especificación de los productos de ABB están en los manuales en un CD. Se tomó nota de los códigos de producto y su ubicación en una valija transportable donde actualmente residen, dentro del laboratorio de Control de Procesos.

A continuación se muestra el diagrama general y los códigos de producto con su ubicación aproximada para una fácil identificación tanto física como en manuales o instructivos.

14. ¿Existen otras marcas o proveedores de productos necesarios en el proyecto como ser interfaces, cuáles son sus códigos?

Respuesta: existen sensores inalámbricos y una placa adquisidora de datos, pudiéndose conectar la misma vía puerto USB a una computadora.

Los detalles de los mismos serán consultados convenientemente con un estudiante externo (de nombre Gabriel) al presente grupo de trabajo, quien ha trabajado con la misma previamente.

Se cuenta con sensores de Siemens que se espera puedan ser utilizados en la experiencia en conjunto con el controlador y bus de ABB, ya sea por una conexión directa o a través de un sistema construido en el proyecto.

Software

15. ¿Con qué funcionalidad cuenta el soft provisto por ABB? ¿Cuáles son las restricciones de la versión académica de la que se dispone para trabajar?

Respuesta: el soft de ABB fue convenientemente provisto en un CD junto con manuales, los detalles del mismo residen allí. Puede instalarse en cualquier PC en modo simulación de forma tal de poder probarse sin necesidad de tener el hardware conectado al mismo.

16. Se sabe que existen programas para los controladores y que es posible construir nuevo soft para el proyecto. ¿Participará el software a construir en el control del proceso o sólo en supervisión e intercambio de datos?

Respuesta: debido al objetivo académico del presente proyecto, el soft a construir participará tanto como sea posible y necesario con el fin de brindar un marco de trabajo en el que el usuario encuentre comodidad y facilidad para configurar, probar y obtener conclusiones de sus experiencias.

17. ¿Es posible realizar una simulación usando mediciones grabadas para enviarlas al controlador ABB? ¿Con qué interfases se cuenta para incorporar la entrada de datos?

Respuesta: las simulaciones pueden realizarse con el soft provisto para control. De cualquier forma el set de control de ABB cuenta con múltiples entradas y protocolos, USB, IP, etc. según los manuales a través de los que se puede intercambiar información.

18. Respecto de la plataforma de desarrollo de software a utilizar. ¿Se utilizará como herramienta base Matlab/Simulink? ¿Existe alguna otra alternativa o herramienta accesoria a utilizar? ¿Qué interfaz espera tener el operador (relacionado a la pregunta

4)?

Respuesta: Como se dijo anteriormente, debido al amplio uso de MATLAB en el campo de estudio e investigación, se usará MATLAB como plataforma de trabajo principal para el software a construir. Desde luego esto no evita ni impide que se construya algún componente aparte en otras plataformas, sistemas operativos o lenguajes si fuera necesario.

La plataforma de base es Microsoft Windows XP, la versión de MATLAB es 6.5, actualmente instaladas en el laboratorio de Control de Procesos. También se analizará opcionalmente el uso de OPC como conector universal de Drivers, compatible con ABB y MATLAB, en un componente accesorio, corriendo directamente sobre el sistema operativo o dentro de MATLAB, con el fin de facilitar o mejorar la comunicación.

19. ¿Qué informes o reportes se esperan del proceso? ¿Serán estos informes provistos por el soft de ABB o se requiere implementación adicional para casos particulares? ¿Qué formatos son preferidos: texto, tablas o gráficos?

Respuesta: según el objetivo principal planteado, se preferirá a los diferentes formatos que faciliten la comprensión y entrenamiento del usuario en el control de procesos.

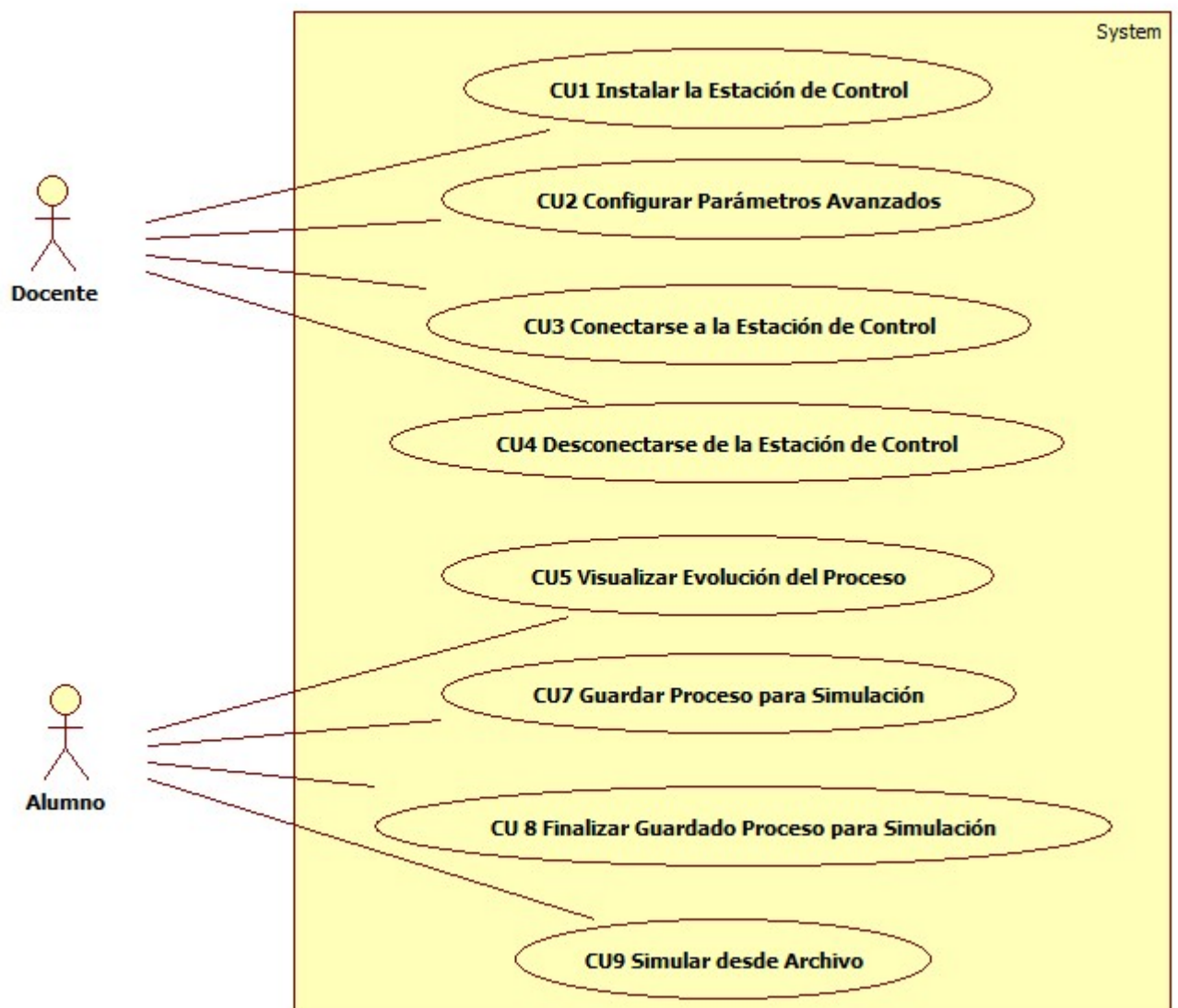
Desde luego los gráficos temporales de las variables sensadas son muy útiles y en forma textual son más requeridos para análisis puntuales o para portar los resultados a otros utilitarios graficadores con los que el usuario pudiera contar.

20. ¿Se requiere interacción en tiempo real desde los programas de computadoras contra las variables sensadas y controladas, en relación a la supervisión del proceso?

Respuesta: dado que el objetivo principal del proyecto es establecer un sistema de enseñanza y aprendizaje no es indispensable que el sistema trabaje en tiempo real (en su acepción de hard real-time). Por otro lado el sistema debe interactuar con procesos de planta de naturaleza lenta por lo cual la performance del sistema no es tomada en cuenta como un objetivo principal.

Casos de Uso

Diagrama General



Descripción General de Casos de Uso

CU1 Instalar la Estación de Control

Descripción

Es el conjunto de operaciones que el docente lleva a cabo para que la estación de entrenamiento de control automático esté en condiciones de funcionar en conjunto con el set de control ABB o de forma autónoma. Requiere la ejecución de instrucciones descritas en el manual de instalación.

Pantallas

No disponibles.

CU2 Configurar Parámetros Avanzados

Descripción

El docente modifica los parámetros avanzados que afectan al uso y al funcionamiento de la estación de enseñanza. Se permite cambiar los valores por defecto para gráficos, frecuencias de muestreo, etc. Asimismo, se podrá configurar parámetros relacionados con el set de control ABB como ser la dirección de conexión.

Pantallas

Visor Tanques - Selección de Modelo Físico

Archivo | Simulación | Ayuda

Conectar
Desconectar
Configuración Avanzada
Salir

Físico

☒ 2 tanques interconectados
☐ 1 tanque

Seleccione el tipo de sensor

☒ Sensores Siemens
☐ Sensores 4-20mA

Tipo de control

☒ Utiliza Set de Control ABB

Siguiete

The image shows a software window titled "Visor Tanques - Selección de Modelo Físico". Inside, there is a section for "Seleccione el Modelo" with two radio buttons: "2 tanques" (selected) and "1 tanque". Below this is a section for "Seleccione el tipo de" with two radio buttons: "Sensores S" (selected) and "Sensores A". An "ABB" label is visible to the right of these options. Overlaid on this is a smaller window titled "Configuración Parámetros Avanzados". This dialog contains three input fields: "Parametro 1" with the value "valor", "Parametro 2" with the value "valor" and a dropdown arrow, and "IP Estación de Control" with the value "192.168.1.101". A "Grabar" button is located below these fields. In the bottom right corner of the main window, there is a "Siguiete" button.

CU3 Conectarse a la Estación de Control

Descripción

El alumno decide comenzar a interactuar con el resto de la estación de trabajo. Se visualiza el estado de las variables mediante gráficos en función del tiempo. El sensado de variables de tiempo real comienza a actuar.

Pantallas

Visor Tanques - Selección de Modelo Físico

Seleccione el Modelo Físico

☒ 2 tanques interconectados

☐ 1 tanque

Seleccione el tipo de sensor

☒ Sensores Siemens

☐ Sensores 4-20mA

Tipo de control

☒ Utiliza Set de Control ABB

Siguiete

CU4 Desconectarse de la Estación de Control

Descripción

El alumno finaliza la experiencia de control automático en la planta y decide detener el proceso de control con el fin de analizar los resultados o procesar los datos grabados de la experiencia en cuestión. Se deja a la planta controlada únicamente por el PLC en un estado conveniente por default o el último estado antes de desconectarse. Las modificaciones en los parámetros de control después de desconectarse no tienen efecto en el resto de la estación ni en la planta.

Pantallas

No disponibles.

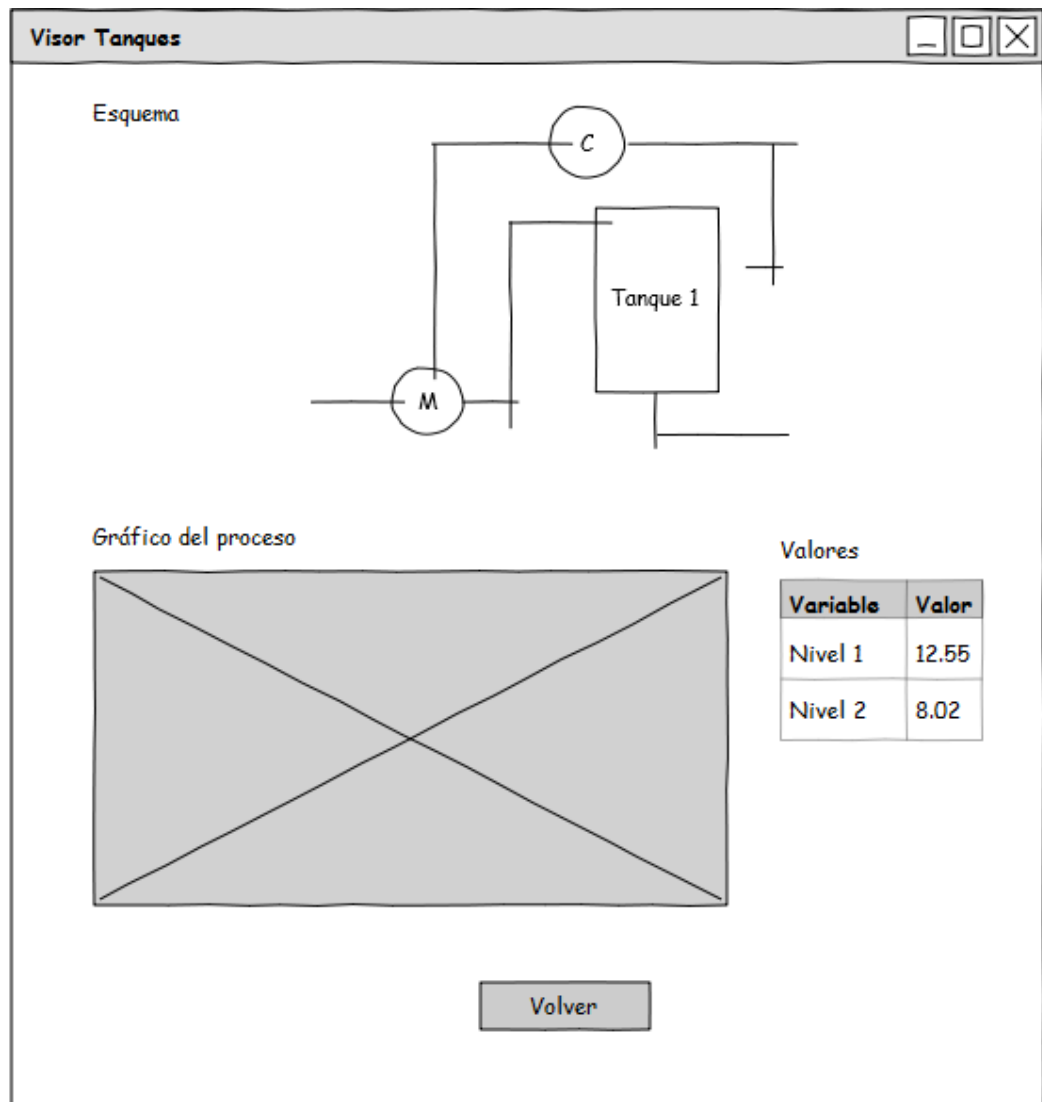
CU5 Visualizar Evolución del Proceso

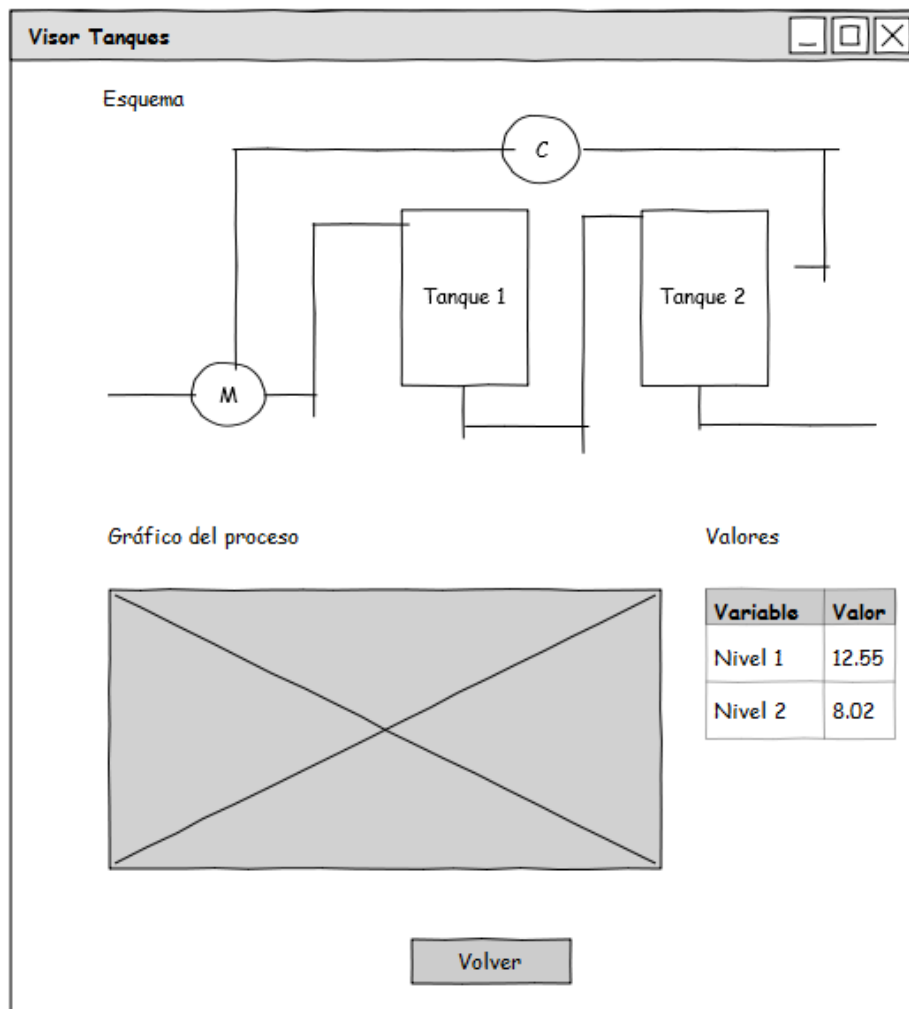
Descripción

El alumno, estando conectado a la estación de control desde el software desarrollado

para dicho fin, visualiza en pantalla los valores de las variables que se están sensando y controlando de manera instantánea.

Pantallas





CU6 Modificar los Parámetros de Control Automático

Descripción

El alumno decide modificar alguno de los parámetros de control como ser los set-points para los niveles de los tanques, estando conectado a la estación de control. De esta forma se pretende observar los efectos de dichas variaciones en el comportamiento de todo el sistema de control.

Pantallas

The diagram shows a hand-drawn window titled "Set de Control Simulink" with standard minimize, maximize, and close buttons in the top right corner. Inside the window, there are two radio buttons for mode selection: "Modo Manual" (unselected) and "Modo Automático" (selected). Under "Modo Manual", there is a box containing the label "Salida Controlador" and a slider control with tick marks. Under "Modo Automático", there is a box containing two labels, "Set Point" and "Bias", each with its own slider control. At the bottom center of the window is a button labeled "Aceptar".

Set de Control Simulink

☐ Modo Manual

Salida Controlador

☒ Modo Automático

Set Point

Bias

Aceptar

The screenshot shows a window titled "Set De Control ABB" with standard Windows window controls (minimize, maximize, close). Inside the window, there are two sections: "Variables de Entrada" and "Variables de Salida". Each section contains a table with three columns: "Detectada", "Variable", and "Valor". In the "Variables de Entrada" table, two rows are shown: "Nivel Tanque Sensor 1" with a value of 25.00 and "Nivel Tanque Sensor 2" with a value of 27.15. Both rows have a checked checkbox in the "Detectada" column. In the "Variables de Salida" table, one row is shown: "Actuador / Motor" with a value of 6, also with a checked checkbox in the "Detectada" column. At the bottom center of the window is a button labeled "Aceptar".

Detectada	Variable	Valor
<input checked="" type="checkbox"/>	Nivel Tanque Sensor 1	25.00
<input checked="" type="checkbox"/>	Nivel Tanque Sensor 2	27.15

Detectada	Variable	Valor
<input checked="" type="checkbox"/>	Actuador / Motor	6

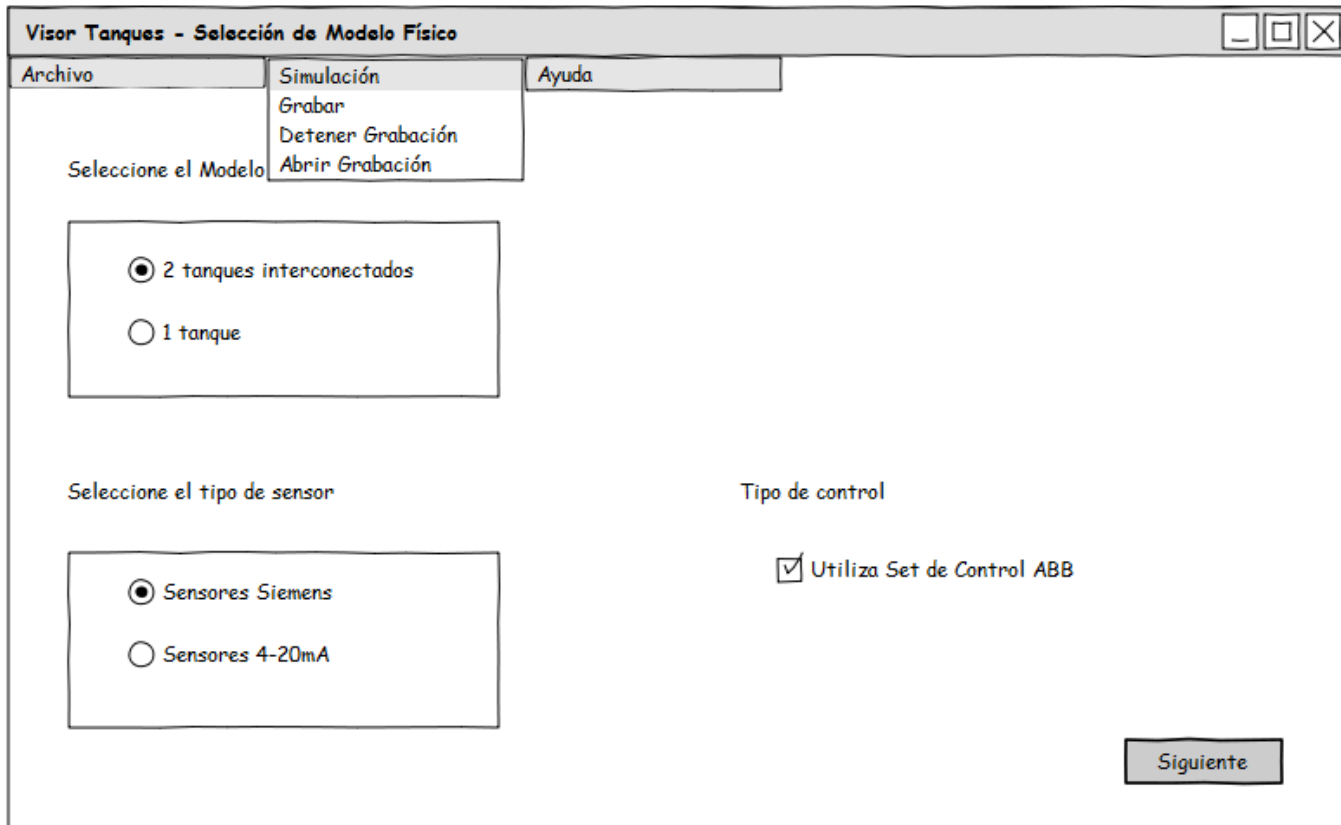
Aceptar

CU7 Guardar Proceso para Simulación

Descripción

El alumno requiere del software la exportación de los valores almacenados de experiencias realizadas en formato de archivos separados por comas (formato CSV) con el fin de poder usar programas adicionales de su preferencia para analizar dichos datos o graficarlos a su gusto. El guardado finaliza al desconectar la estación o detener explícitamente la grabación.

Pantallas



CU8 Finalizar Guardado Proceso para Simulación

Descripción

El alumno detiene la grabación del proceso para simulaciones y mantiene la estación conectada.

Pantallas

No disponibles.

CU9 Simular desde Archivo

Descripción

El alumno, estando desconectado de la estación de control, decide simular a partir de un archivo con el fin de analizar el comportamiento de todo el sistema de control y planta en experiencias previas. Las mismas se reproducirán en el tiempo de la misma manera que la visualización en tiempo real cuando el alumno realizó la experiencia estando conectado. Se considera una excepción a el empleo de los viejos ajustes normales que habían sido

configurado al momento de la grabación.

Pantallas

No disponibles.

Entidades

No disponibles.

Glosario

Estación de Control: todos los componentes (hardware, firmware, software) e incluso la planta a controlar que forman la estación de entrenamiento o aprendizaje completa. En algunas descripciones este término puede implicar el resto de los componentes, exceptuando aquel del que se está hablando. Son ejemplos los casos de uso CU3 y CU4 donde el software de aprendizaje e interacción amigable al alumno se conecta y desconecta de la “estación de control”, entendiéndose por tal al set de control ABB. De esta forma se hace uso de la segunda acepción en el que este software está excluido del término.

HMI: de las siglas de la expresión inglesa “Human Machine Interface”. Se refiere a dispositivos dentro de una estación de control destinados a interactuar con el operario de planta. Los mismos pueden ser paneles de control, teclados, pantallas touch-screen que permiten la comunicación del sistema de control con el operario de planta en forma bidireccional.

Planta: sistema físico a controlar mediante un sistema de control automático. La misma nunca puede ser cambiada, responde a leyes naturales, pero puede ser sometida a fuerzas de control para lograr que algunas de sus variables medibles se aproximen a valores deseados predeterminados y ajustados en el sistema de control.

Sistema de Control: los distintos componentes que permiten efectuar el control sobre una o varias de las variables de la planta. Entre ellos se encuentran: sensores, actuadores, controladores y elementos HMI de interfaz al usuario de planta.

Software: referido al componente de software que se desarrollará en el presente proyecto con el fin de dar una interfaz flexible y amigable al alumno para el entrenamiento en sistemas de control y el análisis de la planta de tanques de agua en particular.