

Programación a Distancia del PLC Simatic S7-300 para realizar para Realizar Prácticas Virtuales en Ingeniería

Danilles Sulani y Custodio Angel

UNEXPO-Puerto Ordaz Centro Instrumentación y Control, Puerto Ordaz, Venezuela, cicunexpo@gmail.com

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue diseñar un sistema SCADA para la programación a distancia del PLC Simatic S7-300 y la realización de prácticas virtuales de laboratorio a través de Internet, desde la red interna de la UNEXPO Puerto Ordaz. La base fundamental para llevar a cabo la investigación fue el creciente número de estudiantes en las diferentes asignaturas del área de control de Ingeniería Electrónica por lo cual, se buscó desarrollar un mecanismo para realizar prácticas de laboratorio sin requerir la presencia del alumno en las instalaciones donde se encuentran los equipos a controlar. La investigación es de tipo experimental de campo, puesto que el autómatas manejado se localiza en el Centro de Automatización y Control del departamento de Ingeniería Eléctrica; y proyectiva ya que se desarrolló una propuesta de diseño para solucionar una problemática a partir de un proceso previo de indagación. Como resultado se obtuvieron cuatro prácticas virtuales en las asignaturas de Mediciones Industriales, Instrumentación Industrial, Teoría de Control y Controladores Lógicos Programables mediante las cuales, se demostró la factibilidad de emigrar hacia una nueva filosofía de enseñanza utilizando las herramientas tecnológicas de la actualidad para acceder a los recursos limitados en el tiempo y espacio.

Palabras claves: Educación, Virtual, Laboratorios, Ingeniería, Electrónica

ABSTRACT

The objective of this research was to design a SCADA system for remote programming of Simatic S7-300 PLC and implementation of virtual laboratory practices through Internet, from the internal network UNEXPO Puerto Ordaz. The fundamental basis for conducting the research was the growing number of students in different subjects in the control area of electrical engineering which is aimed to develop a mechanism for laboratory practice without requiring the presence of students in the facilities where teams are in control. The research is experimental field, since the automaton run is located at the Center for Automation and Control Department of Electrical Engineering and projective since developed a design proposal to solve a problem from a prior process of inquiry. This resulted in a virtual four practices in mathematics and Industrial Measurements, Industrial Instrumentation, Control Theory and Programmable Logic Controllers by which it was demonstrated the feasibility of migrating to a new philosophy of teaching using technology tools to access current limited resources in time and space.

Keywords: Education, Virtual, Labs, Engineering, Electronics

1. INTRODUCCIÓN

Internet es una herramienta que ha tenido gran desarrollo durante las últimas décadas, siendo la responsable de la mayoría de las comunicaciones a nivel mundial. El control y la supervisión de los procesos productivos a través de la Web ha introducido mejoras sustanciales en la industria, permitiendo conocer el estado de los procesos en cualquier momento y llevar a cabo acciones de control en tiempo real.

Palacios (Palacios y Custodio, 2006) desarrolló un sistema de supervisión y de control a distancia (SCADA) para la Planta de Tratamiento de Agua los Olivos. Esta investigación permitió desarrollar un sistema de supervisión a

distancia basado en el lenguaje de programación Borland Delphi y la propuesta de los equipos necesarios para la instalación de dicho sistema. Palacios escogió una herramienta computacional y una tarjeta de adquisición de datos adecuada que permitió interconectar el proceso de la planta con un computador local, y a su vez con una estación remota, utilizando como medio de comunicación la red Ethernet. La investigación de Palacios sirve de apoyo para la documentación en cuanto a la supervisión y el control a distancia de un proceso.

Garrido (Garrido y Custodio, 2007), realizó un SCADA didáctico basado en LabView, haciendo uso de servidores conectados con el cliente mediante el puerto paralelo y el protocolo TCP/IP. En cada una de las etapas del software diseñado se hace el tratamiento de los datos siguiendo las características propias de un SCADA, como lo son: presentación amigable de datos, alarmas, historiales y otros datos importantes. El trabajo realizado por Garrido sirve como punto de partida para estudiar las características más relevantes en un sistema SCADA.

Sánchez (Sánchez y Custodio, 2007) realizó un SCADA basado en software libre. Esta aplicación permitió la realización de reportes de las diferentes variables que existen en un proceso, la configuración de las alarmas de una aplicación, así como la creación, edición y eliminación de los usuarios de un proceso determinado. Esta aplicación también permitió la realización de historiales de los procesos de forma gráfica y realizar las acciones de control de un elemento cualquiera del proceso. El trabajo presentado por Sánchez permite conocer el principio de funcionamiento de una aplicación Web para la supervisión y control de un proceso.

Rincón (Rincón y Arias, 2008), diseñaron un sistema SCADA implementado en LABview utilizando el módulo DSC para la supervisión de las variables de control del nivel de un tanque controladas por un PLC Siemens. La comunicación del sistema SCADA con el autómatas se logra por medio de la configuración de un servidor OPC, herramienta que se encuentra en el módulo DSC. El servidor OPC permite trabajar con cualquier PLC que tenga su driver OPC. Este diseño cuenta con una aplicación cliente para que acceda o se conecte a cualquier otro servidor OPC. El trabajo de investigación realizado por Rincón y Arias es importante ya que permite conocer cómo establecer la comunicación entre un sistema SCADA y un PLC de Siemens.

Rosado (Rosado et al., 2008) llevaron a cabo una investigación titulada: “Laboratorio Remoto para la Programación de Robots Industriales ABB en Lenguaje Rapid”. En este trabajo se desarrolla un sistema de aprendizaje para prácticas remotas y presenciales que emplea un robot IRB140 de ABB, un PLC con tarjeta Ethernet y servidor Web, una cámara IP para visualizar la ejecución de la práctica en tiempo real, una matriz de sensores electromagnéticos y un servidor Web PC. El usuario puede acceder desde un navegador Web a la programación del robot a cualquier hora del día, descargar remotamente el programa y observar en tiempo real el resultado, obteniendo información de los movimientos realizados por el robot. La investigación desarrollada por Rosado sirve de base para el diseño de una aplicación que permite realizar prácticas de laboratorio a distancia.

Sánchez (Sánchez y Custodio, 2008) realizaron una investigación titulada: “Desarrollo de un sistema SCADA para el control de caudal basado en Linux” donde, pudieron supervisar y controlar de forma remota un conjunto de bombas en el Laboratorio de Mecánica de los Fluidos de la UNEXPO Puerto Ordaz. El trabajo de Sánchez y Custodio sirve como punto de partida para conocer cómo se realiza un control a distancia a través de Internet.

En esta investigación se persigue diseñar un SCADA para la programación a distancia del PLC Simatic S7-300 y el desarrollo de prácticas virtuales de laboratorio a través de Internet, desde la red interna de la UNEXPO Puerto Ordaz. La base fundamental para desarrollar este proyecto de investigación es el creciente número de estudiantes que cursan las diferentes asignaturas del área de control de la carrera de Ingeniería Electrónica; por lo que, se hace necesaria la implementación de mecanismos que permitan al estudiante interactuar de forma directa con los equipos de laboratorio y obtener el mayor conocimiento posible en dichas asignaturas sin requerir su presencia en las instalaciones físicas donde se localizan los equipos. El sistema SCADA a diseñar permitirá desarrollar una práctica virtual en las asignaturas de Mediciones Industriales, Instrumentación Industrial, Teoría de Control y Controladores Lógicos Programables.

La metodología utilizada consiste en analizar en primera instancia los requerimientos necesarios para el desarrollo de prácticas de laboratorio en las materias de mediciones industriales, instrumentación industrial, teoría de control y controladores lógicos programables. De este análisis se seleccionaron cuatro prácticas representativas: una por

cada materia. Posteriormente se desarrolló el diagrama en bloques del sistema a implementar, desde la aplicación hasta el módulo cliente (alumno) para luego, proceder a la configuración y programación de cada etapa. Finalmente se realizaron pruebas de campo ejecutando cada una de las prácticas desde un equipo ubicado en forma remota.

2. DISEÑO

Se instaló un equipo encargado de administrar el servicio de Internet de las diferentes estaciones de trabajo presentes en el centro y se configuró un software que permitió aislar la red interna del laboratorio con respecto a la red de la universidad. Se instalaron los software: HMI WinCC V 6.2 y Step 7 V 5.4 en una estación de trabajo del laboratorio y se utilizó como equipo Servidor WinCC. En dicho equipo, se diseñó la interfaz de manejo y visualización para el desarrollo de las prácticas virtuales de laboratorio, además fueron alojados los programas que ejecutará el autómatas durante la realización de cada práctica. A su vez, se instaló una maqueta hidráulica, para el control de Nivel, suministrada por el Centro de Instrumentación y Control (CIC), que funcionó como planta de proceso. Se diseñó un circuito de potencia para controlar la velocidad de llenado del tanque de la maqueta hidráulica, el cual constó de dos etapas: generación PWM, a través de un microcontrolador PIC18F2550 y conversión DC/DC. La parte fundamental del proyecto consistió en el acceso remoto a las prácticas virtuales de laboratorio. Esto fue posible, por medio del software para la administración de escritorio remoto (Radmin) instalado en el equipo que gestiona la red interna del centro.

A continuación se presenta un diagrama general donde, se visualizan las etapas que constituyen el proyecto y luego se procede a describir cada una de éstas por separado, con la finalidad de suministrar al lector mayor información en cuanto al funcionamiento de las mismas.

2.1 DIAGRAMA GENERAL DE PROYECTO

La Figura 1 muestra un diagrama general del proyecto donde se distinguen los siguientes componentes: Equipo Administrador de la red interna del Centro de Automatización y Control, Equipo Servidor WinCC donde se localiza el Scada para el desarrollo de las prácticas virtuales de laboratorio, Autómatas Programables S7-300 y Maqueta Hidráulica para el control de Nivel instalada en dicho centro.

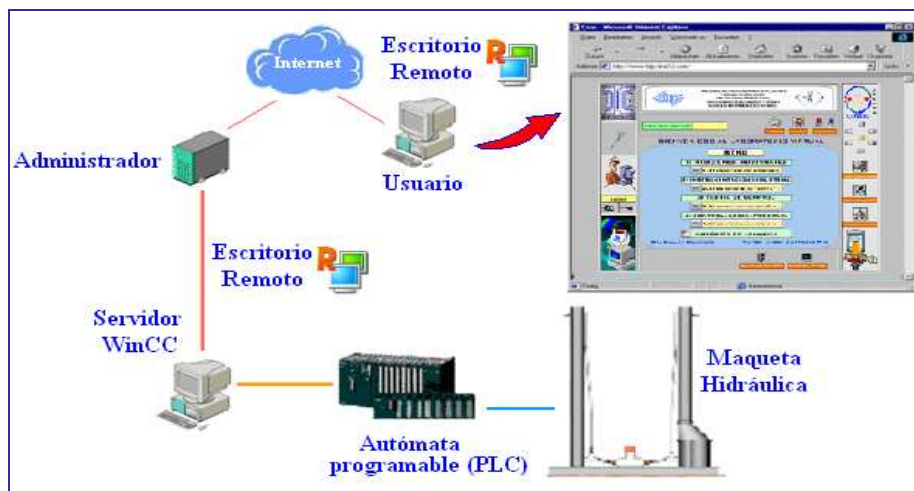


Figura 1: Diagrama General del Proyecto

Se detallan cada uno de los componentes visualizados anteriormente a continuación.

2.2 ADMINISTRADOR

El Administrador sirve de enlace entre el equipo del usuario y el Servidor WinCC. En él se instalaron y se configuraron los programas para administrar la internet y el escritorio remoto. Con el administrador de internet se

establecieron las direcciones IP de las diferentes estaciones de trabajo encontradas en el Centro de Automatización y Control (CENAYC). Fue preciso configurar un cortafuego con la finalidad de aislar la red interna del centro y la red de la universidad para evitar colisiones entre las direcciones IP de ambas redes. Para acceder al laboratorio virtual fue necesario utilizar un programa para la administración de escritorios remotos. Dicho programa, permite trabajar en un ordenador ubicado en una localidad remota, desde otra PC y controlar el escritorio del mismo, como si se estuviese sentado justo en frente.

2.3 SERVIDOR WINCC

En este equipo se desarrolla la interfaz visual para el manejo de las prácticas virtuales de laboratorio, se establece el enlace con el autómatas y se confeccionan los programas que éste ejecutará. Fue necesario instalar lo siguiente:

- Software HMI WinCC V 6.2, para la creación de: imágenes, tablas, gráficos, entre otros, que forman parte de la interfaz de manejo y visualización de las prácticas virtuales de laboratorio Entre el primer encabezado y el texto: 6 pt
- Software Step 7 V 5.4, para suministrar las órdenes que ejecutará el autómatas a través del diseño de programas que serán cargados al mismo.

2.4 AUTÓMATAS PROGRAMABLE

El sistema de automatización S7-300 utilizado para el desarrollo de este proyecto de investigación presenta las características mostradas en la Tabla 2.

Table 1: Características del Autómatas S7-300

Características	Referencia
Fuente PS 307, AC 120/230V; 24V DC, 5A	6ES7307-1EA00-0AA0
CPU315F-2 PN/DP con 256 kbytes de memoria de trabajo	6ES7315-2FH13-0AB0
Micro Memory Card 512 kbytes	6ES7953-8LJ11-0AA0
Módulo Digital SM 323, 16 ED y 16 SD, 24V DC, 0.5A, 40 polos	6ES7323-1BL00-0AA0
Módulo Analógico SM 334, 4 EA 2 SA, 20 polos	6ES7334-0CE01-0AA0

2.5 MAQUETA HIDRÁULICA

La maqueta hidráulica consta de: dos tubos en representación de tanques, una electroválvula de paso y una bomba (Figura 2). El tanque derecho de la maqueta cumple la función de almacenar líquido, mientras que el izquierdo permite medir el nivel agua. Para el funcionamiento adecuado de la maqueta es necesario que el volumen de líquido contenido en el tanque derecho sea mayor o igual que el volumen contenido en el tanque izquierdo. Al encender la bomba, esta ejerce una presión de succión en el tanque derecho y controla la velocidad de llenado del tanque izquierdo de acuerdo al nivel de tensión generado a través de un circuito de control de potencia diseñado. A continuación, en la Figura 3 se muestra el diagrama de bloque del proceso. El controlador regula la potencia de la bomba de acuerdo a una señal de error E(S) que determina la diferencia entre el valor deseado R(S) y el valor medido C(S).

- G1I/V: Circuito de conversión corriente a voltaje. Se encarga de transformar la señal de (0-20) mA emitida por el controlador en un rango de tensión (0-5) V apto para ser procesado en la etapa de potencia.
- G2p: Circuito de control de potencia. Aquí se realiza una modulación por ancho de pulsos (PWM) de la señal de (0-5) V para conmutar la salida del conversor DC/DC y variar la potencia de la bomba.
- GB: Es el elemento final de control del lazo de regulación.

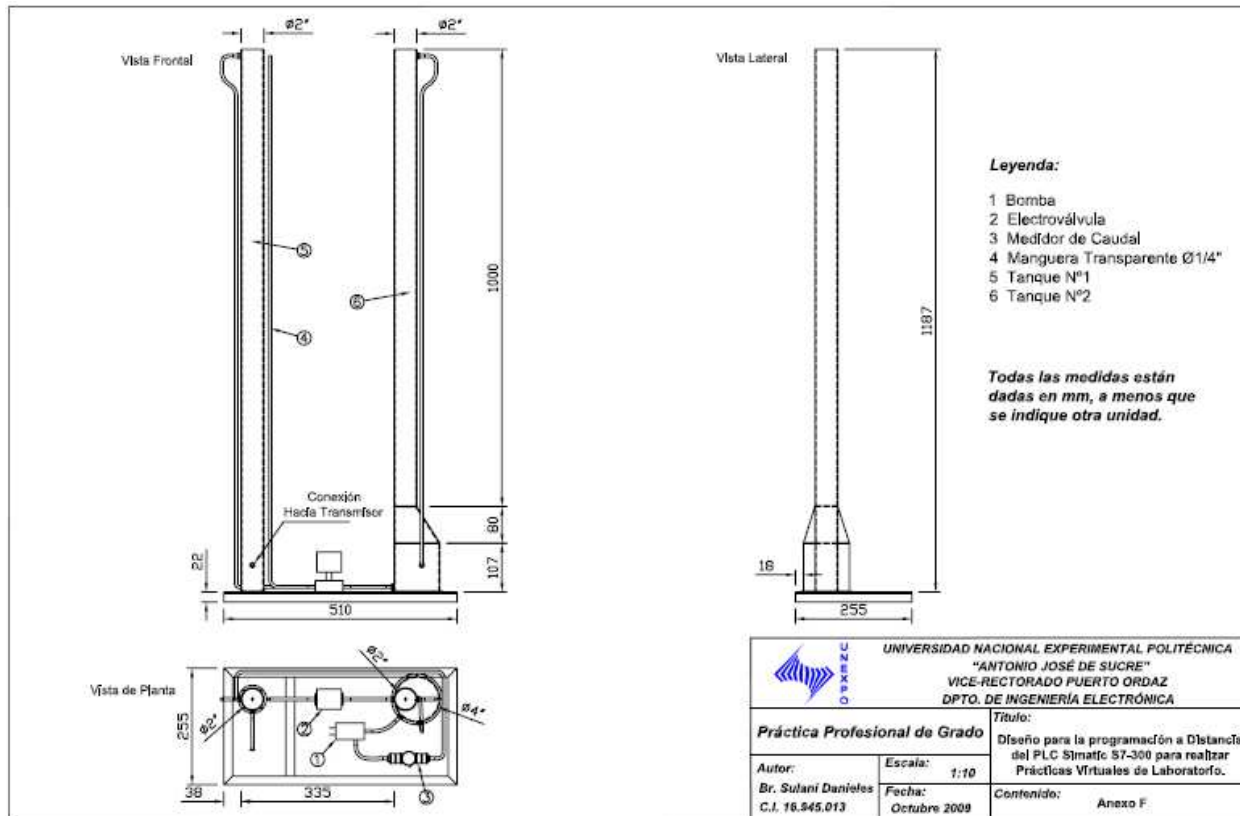


Figura 2: Plano de la maqueta hidráulica

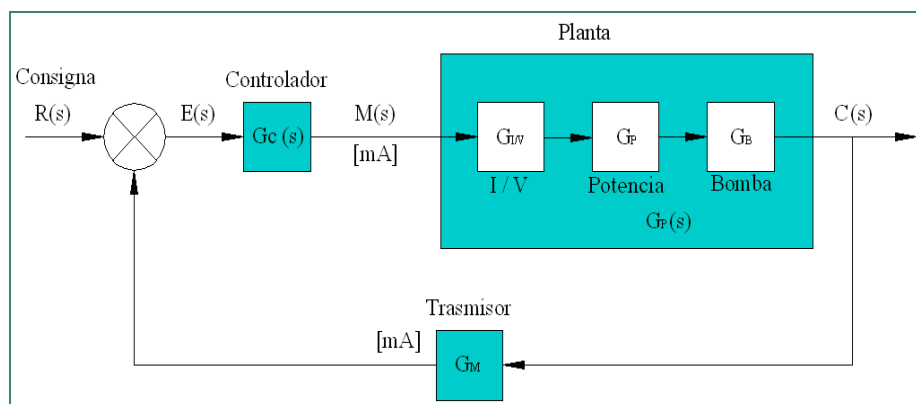


Figura 3: Diagrama de bloque para el control de nivel

3. RESULTADOS

En este capítulo se describen las prácticas de laboratorio desarrolladas en el proyecto de investigación y los resultados obtenidos mediante pruebas remotas. Se realizaron cuatro prácticas virtuales orientadas a las asignaturas: Mediciones Industriales, Instrumentación Industrial, Teoría de Control y Controladores Lógicos Programables.

La primera práctica virtual se orientó a la asignatura de Mediciones Industriales y consistió en realizar la calibración virtual del transmisor de presión diferencial conectado a la maqueta hidráulica. Para llevar a cabo dicha práctica, se diseñó una interfaz visual mediante la cual, se controlan los elementos de la maqueta (Bomba y Electroválvula), se visualiza el comportamiento del proceso a través de una Web Cam y se anotar los resultados de las mediciones en una tabla para su posterior análisis.

La segunda práctica se enfocó hacia la asignatura de Instrumentación Industrial y ofrece una interfaz visual por medio de la cual, el usuario puede realizar la medición de presión a través del método de presión hidrostática.

La tercera práctica correspondió a la asignatura de Teoría de Control, en ésta se aplica el método del escalón para hallar la curva de reacción del proceso y así obtener la función de transferencia de la planta para luego calcular los parámetros de un controlador PID.

La cuarta y última práctica virtual se orientó hacia la asignatura de Controladores Lógicos Programables y permitió diseñar un regulador PID haciendo uso del bloque FB41 de Step 7 y los parámetros del controlador calculados en la práctica anterior.

A continuación, la Figura 4 muestra la pantalla principal del laboratorio virtual



Figure 4: Pantalla principal del laboratorio virtual

Como se observa en la figura anterior, la pantalla principal presenta un menú de opciones para seleccionar la práctica virtual que se desea desarrollar. Para tener acceso a los recursos de la interfaz visual, es necesario estar registrado en el sistema y contar con las autorizaciones de manejo pertinentes.

La Figura 5 presenta los resultados experimentales obtenidos durante el desarrollo de esta práctica virtual. En ella se observan las mediciones para los diferentes pasos del rango de medida (0%, 25%, 50%, 75% y 100%).

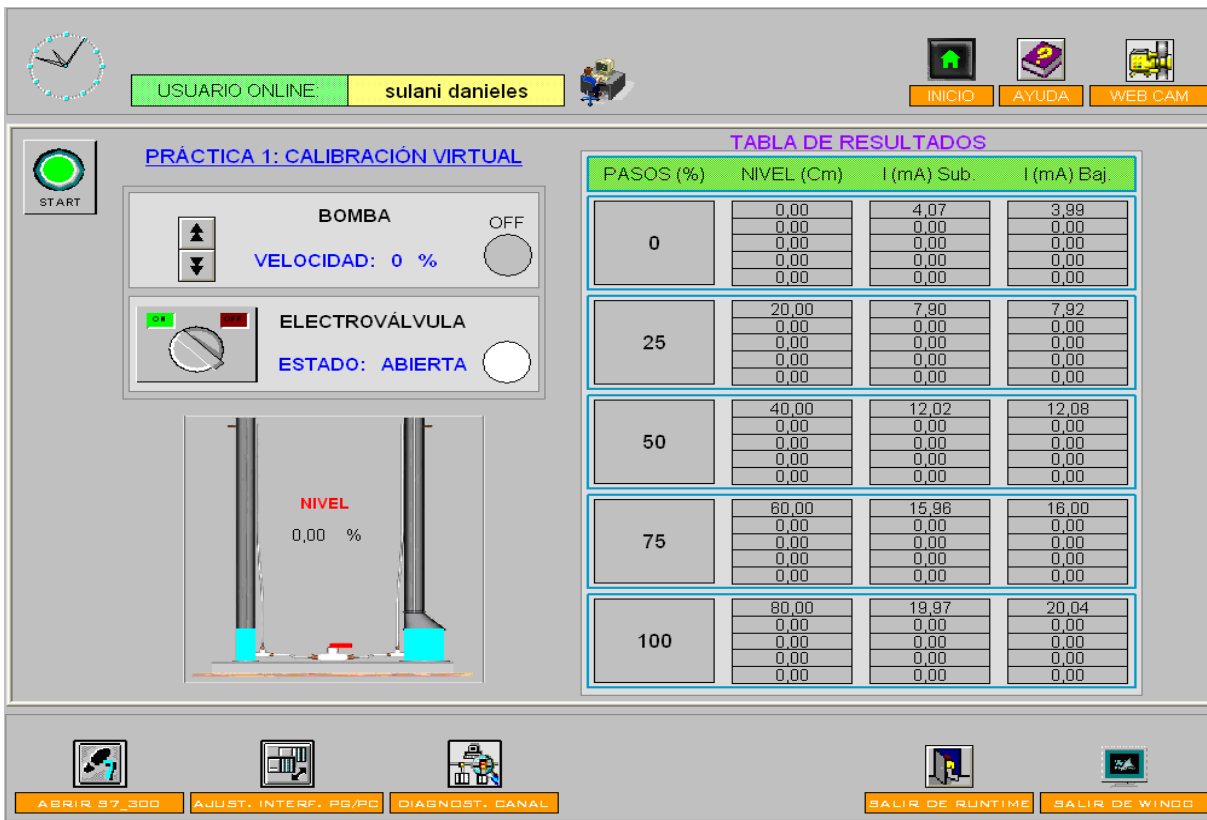


Figura 5: Resultados de Mediciones Industriales

Mediante el desarrollo de esta práctica se realizó lo siguiente: calibración virtual del transmisor de presión diferencial conectado a la maqueta hidráulica mediante el ajuste de la función de escalado FC105 de Step 7, control del nivel de llenado del tanque de la maqueta a través de la bomba y la electroválvula de descarga, medición de la variable de proceso en términos de porcentaje, visualización de la corriente de salida del transmisor a través de la Web Cam y registro manual de las mediciones experimentales obtenidas en la tabla de resultados de la interfaz visual

En la figura 6, se muestra la interfaz visual diseñada para el manejo de esta práctica virtual. Se observa que ofrece botones similares a la práctica de Mediciones Industriales para controlar la bomba y la electroválvula y una tabla de resultados donde se registran manualmente las mediciones realizadas tanto en forma ascendente como descendente. Mediante el desarrollo de esta práctica virtual se logró lo siguiente: realizar la medición de nivel aplicando el método de presión hidrostática, controlar el llenado del tanque de la maqueta hidráulica a través de la bomba y la electroválvula de descarga y registrar los valores experimentales de corriente visualizados en la Web Cam en la tabla de resultados de la interfaz visual.

La Figura 7 muestra la interfaz visual diseñada para desarrollar esta práctica virtual. En la parte derecha se observa una barra deslizante mediante la cual, se aplica el cambio en escalón al proceso. También se presenta una tabla donde se registra, en forma numérica, los valores de proceso del sistema. En la parte izquierda se localiza la curva de reacción del proceso. La práctica de Teoría de Control permitió hallar la curva de reacción del proceso aplicando el método del escalón y calcular los parámetros de un controlador PID.

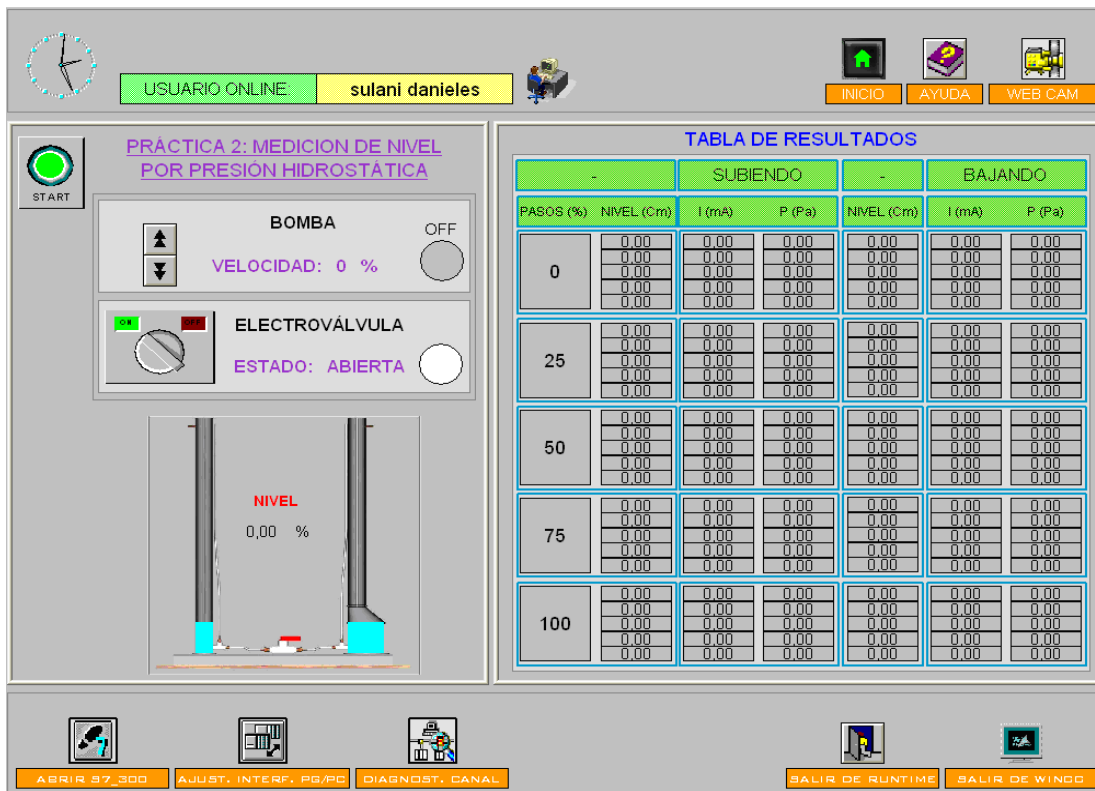


Figura 6: Interfaz visual; Instrumentación Industrial

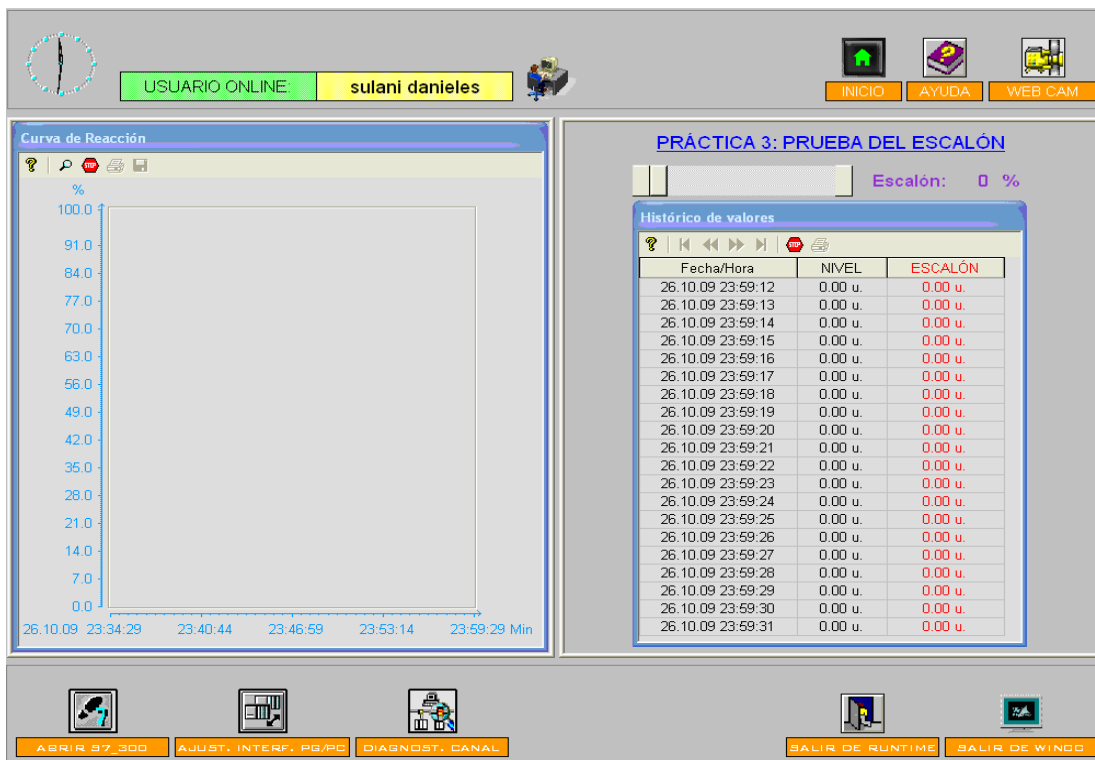


Figura 7: Interfaz Visual; Teoría de Control

En la Figura 8 se presenta la interfaz visual diseñada para realizar esta práctica virtual. En esta interfaz, se observan diferentes ramas para la introducción de los parámetros que ponen en funcionamiento el bloque de regulación FB41 de Step 7.

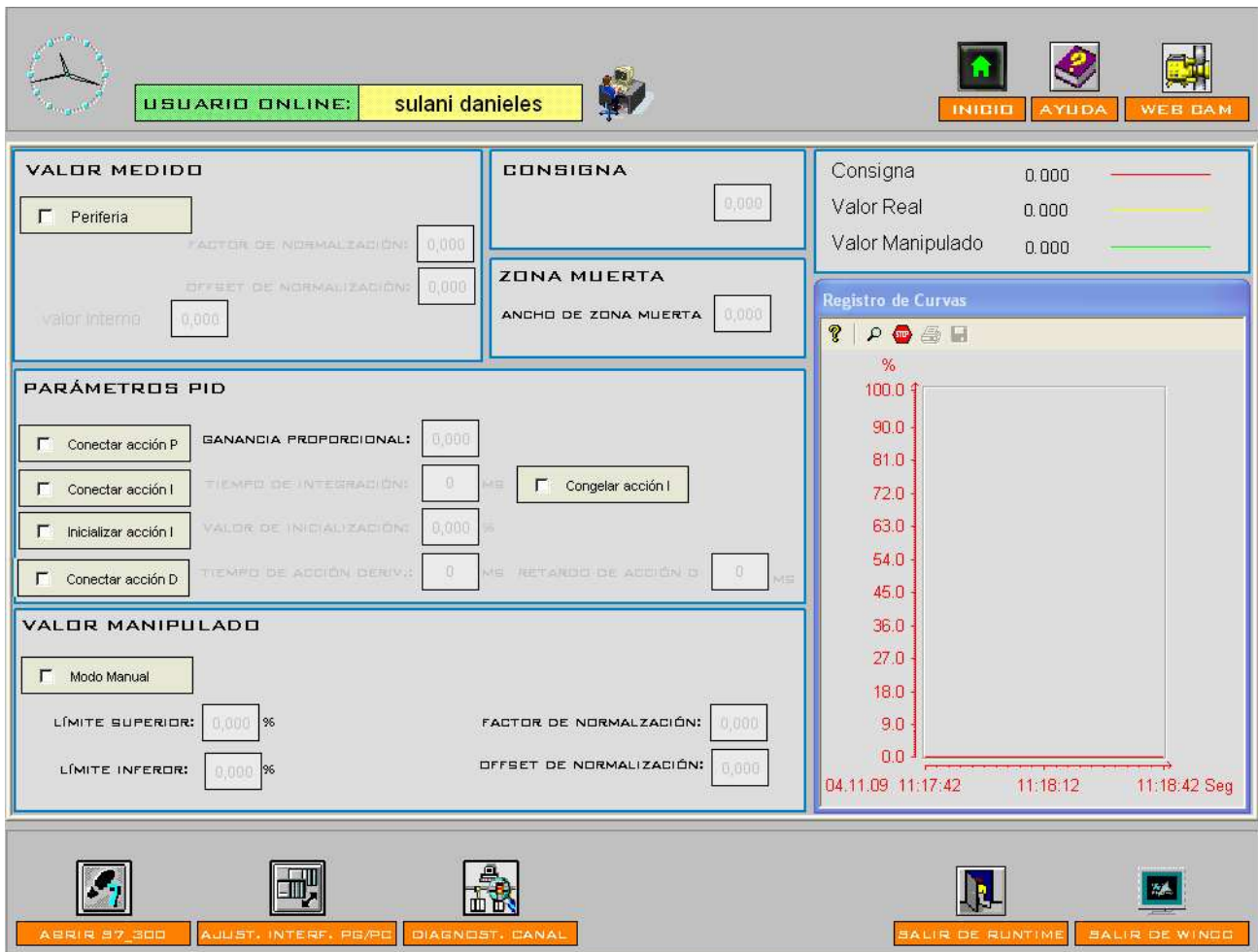


Figura 8: Interfaz Visual; Práctica de PID

4. CONCLUSIONES

Una vez realizado el diseño del sistema y probar las prácticas virtuales de laboratorio para las diferentes asignaturas se llegó a las siguientes conclusiones:

- El acceso remoto se realiza de manera sencilla, simplemente conociendo la dirección IP del administrador del Centro de Automatización y Control y del Servidor WinCC. Esto es importante ya que no se requiere la realización de procedimientos complejos para la visualización y el desarrollo de las prácticas virtuales de laboratorio.
- El SCADA ofreció una interfaz visual mediante la cual, el usuario se registra, selecciona la práctica a desarrollar, realiza la programación del autómatas S7-300 y visualiza los resultados obtenidos en tiempo real. Esto demuestra la versatilidad que ofrece el sistema al integrar diferentes módulos tanto para validar el acceso a las prácticas como para probar el funcionamiento adecuado del mismo.

- Los programas creados en el entorno de Step 7 permitieron controlar la maqueta hidráulica interconectada con el sistema de automatización S7-300 con lo cual, se demuestra la posibilidad de establecer la comunicación con el PLC y programar este equipo a distancia.
- Aunque el proceso controlado en este proyecto se encuentra basado en una maqueta hidráulica puede ser aplicado a otros sistemas físicos para maximizar el uso del laboratorio virtual.
- Se comprobó el correcto funcionamiento del SCADA diseñado ya que fue posible ejercer acciones para controlar el nivel de llenado del tanque de la maqueta hidráulica, sin necesidad de estar presente en la instalación física donde se encuentran los equipos de laboratorio.
- Se logró establecer una conexión remota a las prácticas virtuales, desde cualquier punto de ubicación de la UNEXPO con lo cual, se demuestra la flexibilidad que ofrece este sistema al no presentar limitaciones de tiempo y espacio para su utilización.
- El desarrollo de este sistema permite crear una nueva filosofía de enseñanza al utilizar las herramientas tecnológicas de la actualidad para ofrecer la mayor simplicidad en la ejecución de prácticas de laboratorio aprovechando al máximo los recursos disponibles y garantizando el aprendizaje del estudiante..

REFERENCIAS

- Palacios, I., y Custodio, A. (2006). “Desarrollo de un Sistema Supervisorio y de Control a Distancia para la Planta de Tratamiento de Agua los Olivos”. Trabajo Grado, UNEXPO Puerto Ordaz, Venezuela.
- Garrido, M., y Custodio, A. (2007). “Desarrollo de un Sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos en el Software de Instrumentación LABview”. Trabajo de Grado, UNEXPO Puerto Ordaz, Venezuela.
- Sánchez, G., y Custodio, A. (2007). “Desarrollar un Módulo Servidor para un SCADA bajo Software Libre para Unexpo – Fundiup”. *XIII Congreso Latinoamericano de Control Automático*, Edición de la Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela, pp. 102-110.
- Rincón, J., y Arias, J. (2008). “Desarrollo de un Sistema SCADA utilizando LABview y el Módulo DSC para una Planta de Nivel controlada por un Simatic S7-300 de Siemens”. Trabajo de Investigación, Escuela Técnica de Ingeniería Bilbao, España.
- Rosado, A. (2008). “Laboratorio Remoto para la Programación de Robots Industriales ABB en Lenguaje Rapid”. *Tecnología Aplicada a la Enseñanza de la Electrónica*, Universidad de Zaragoza, España, pp. 156-164.
- Custodio, A. y Sánchez, G. (2008). Desarrollo de un sistema SCADA para el control de caudal basado en Linux. *Universidad Ciencia y Tecnología*, Vol. 11, No. 44, pp 121-128.

Autorización y Renuncia

Los autores autorizan a LACCEI para publicar el escrito en los procedimientos de la conferencia. LACCEI o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que esta expresado en el escrito

Authorization and Disclaimer

Authors authorize LACCEI to publish the paper in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.