

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA UTILIZANDO LOS PROTOCOLOS INDUSTRIALES AS-INTERFACE Y MODBUS CON LOS CONTROLADORES LOGICOS PROGRAMABLES S7-1200 PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE LAS ESTACIONES DE TEMPERATURA, NIVEL, PRESIÓN Y FLUJO EN LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA

Ávila V. Adrián A., a.avila.vi@gmail.com
Armendáriz J. Jaime A., angel.armendariz@yahoo.es

Departamento de Eléctrica y Electrónica de la Universidad de Las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga

Abstract—Este sistema integra todos los niveles de la pirámide de automatización, en el nivel bajo se implementa dos redes AS-I, una para integrar variables de entrada y salida de los procesos de Presión y Temperatura. Mientras que la otra red para los procesos de Nivel y Flujo del Laboratorio de Redes Industriales y Control de Procesos de la Universidad de la Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga. Para los dos casos se usa módulos de comunicación CM 1243-2 y se programan algoritmos de control PID. A su vez la red AS-I sirve como pasarela para la siguiente etapa de la pirámide de automatización en la que se implementa una red Modbus RTU que se encarga de gestionar los datos que llegan de AS-I mediante el módulo de comunicación CM1241 los mismos que funcionan como esclavos de la red.

Palabras claves— Ingeniería Electrónica, Redes Industriales, Controladores Lógicos Programables, Módulos de Comunicación Electrónicos.

I. INTRODUCCIÓN

Este proyecto consiste en el diseño e implementación de un sistema SCADA utilizando los protocolos industriales AS-Interface y Modbus configurados en los controladores lógicos programables Siemens S7-1200 de última generación.

La automatización de procesos industriales es indispensable hoy en día en todas las áreas productivas porque se necesita un sistema que permita el control, supervisión y adquisición de datos con la finalidad de tener estadísticas observación en tiempo real de la planta y configuración de un sistema que brinde confianza al operador como al usuario.

Por lo que se debe implementar un sistema SCADA el cual provee de toda la información que se genera en el proceso productivo, por lo cual en este capítulo 1 de detalla toda la información necesaria para elaborar el proyecto como la investigación de la nueva tecnología de PLC's que se utiliza, los módulos adquiridos y

las respectivas conexiones que estos equipos necesitan, con esto facilita la comprensión y el entendimiento de cada equipo electrónico a utilizarse.

Además fortalece la investigación de los nuevos equipos que se utilizan en el laboratorio con lo que ayuda a lograr una investigación de la nueva tecnología que existe en el laboratorio de redes industriales y control de procesos debido a que es prioridad migrar a una nueva tecnología para posteriores prácticas de laboratorio que ayudara a los estudiantes a una mayor enseñanza y comprensión de los protocolos industriales AS-Interface y Modbus Interface con nueva tecnología.

II. RED AS-INTERFACE

A. INTRODUCCIÓN

El bus AS-Interface es una red estándar de mercado, robusta y suficientemente flexible, que cumple con todos los requerimientos para un bus de comunicación industrial. Está especialmente diseñada para el nivel más bajo del proceso de control, pero utilizando técnicas de comunicación industrial.

AS-Interface es un sistema estandarizado, independiente del fabricante, sin bus específico de una marca, compatible con el campo gracias a su máxima resistencia a interferencias eléctricas, este bus permite acoplamientos de los elementos en lugares distintos mediante uniones mecánicas.

La red AS-Interface se ha creado como un sistema maestro-esclavo simple, la velocidad de lectura es de 5 ms, sólo existe un maestro en toda la red. Este maestro consulta y actualiza los datos de todos los esclavos de la red, empleando para ello un tiempo fijo.[1].

El cableado de los sensores y actuadores

supone uno de los procesos más laboriosos en el montaje de los sistemas de automatización, suele ser una de las mayores fuentes de errores en la puesta en marcha de la instalación. Conforme el sistema se complica, la gran cantidad de sensores y actuadores que se requieren, y la necesidad de emplear 2, 3, 4 o incluso más hilos como por sensor, se ilustra en la Figura 1, no sólo hacen que la dificultad se incremente exponencialmente, sino que supone un aumento considerable del coste final de la instalación.

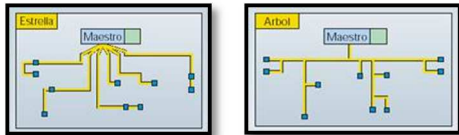


Figura 1: Topología de la red AS-Interface en estrella y árbol.

Características principales de la red AS-Interface.

Las características principales de AS-Interface son:

- Especificaciones abiertas.
- Permite la conexión de sensores y actuadores.
- Ideal para la interconexión de sensores y actuadores binarios.
- A través del cable AS-Interface se transmiten tanto los datos como la alimentación.
- Cableado sencillo y económico.
- Fácil montaje, con perforación de aislamiento.
- Reacción rápida: máximo 5ms para intercambiar datos con hasta 31 esclavos.
- Velocidad de transferencia de datos de 167 Kbits/s.
- Máximo 100m por segmento, con posibilidad de extensión hasta 3 segmentos (300m).
- Permite conectar hasta 124 sensores y 124 actuadores con módulos estándar en un segmento del cable AS-Interface.
- Permite conectar hasta 248 sensores y 186 actuadores con módulos extendidos es decir más de un segmento.
- Cumple con los requerimientos de protección IP-65/HIP-6 (idóneos para ambientes exigentes) e IP-20.
- Temperatura de funcionamiento

entre -25°C y $+85^{\circ}\text{C}$.

Componentes del bus de comunicación industrial AS-Interface.

Los componentes básicos de la red AS-Interface son:

- Maestro AS-Interface.
- Esclavos
- Cable AS-Interface.
- Fuente de alimentación AS-Interface.
- Expansión de la red AS-Interface.
- Direccionador AS-Interface.
- Repetidores.

III. RED MODBUS

MODBUS es un protocolo de comunicación serie desarrollado y publicado por Modicon en 1979. En su origen el uso de MODBUS estaba orientado exclusivamente al mundo de los controladores lógicos programables o PLC's de Modicon. MODBUS es el protocolo de comunicaciones más común utilizado en entornos industriales, sistemas de telecontrol y monitorización.

Lo que implica de forma implícita que: tanto a nivel local como a nivel de red, en su versión TCP/IP, seguirá siendo uno de los protocolos de referencia en las llamadas Smart Grids, redes de sensores, telecontrol y un largo de sistemas de información.[2].

A. MODBUS RTU.

MODBUS RTU es una representación binaria compacta de los datos, la única diferencia es que los bytes que se transmiten a través del cable se presentan como binario RTU, además tiene requisitos muy estrictos de tiempo para marcar el final de un mensaje y los mensajes se considera falta si el tiempo se cae de la especificación requerida, la cual se ilustra en la Figura 2.

En MODBUS RTU, cada 8 = 96 byte en un mensaje contiene 4 = 96 bit de caracteres hexadecimales, el valor de comprobación de error es el resultado de una comprobación de redundancia cíclica (CRC) de cálculo. La ventaja de este modo es que su mayor densidad de caracteres permite un mejor rendimiento de datos que ASCII para la misma velocidad de transmisión, el mensaje RTU no tiene una

indicación de inicio del texto. La parte receptora de la comunicación un tiempo de "silencio" con el fin de determinar el inicio de un nuevo mensaje.[2].

En RTU los datos están en formato binario, no se puede leer fácilmente la transacción utilizada.

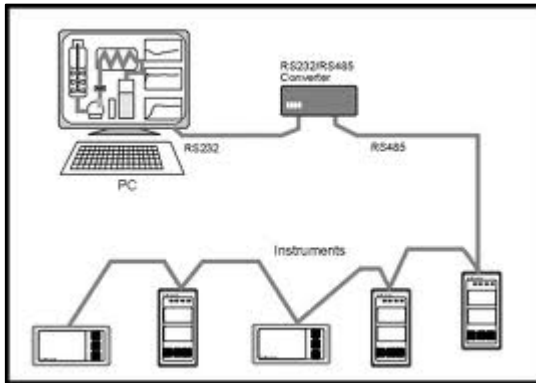


Figura 2: Red Modbus RTU, con una comunicación RS 232 y RS 485.

IV. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

El objetivo del proyecto es diseñar e implementar un sistema Scada utilizando los protocolos industriales as-interface y Modbus con los controladores lógicos programables s7-1200 para el control y monitoreo de las estaciones de temperatura, nivel, presión y flujo, en el cual se realiza un control y monitoreo local con las pantallas touch screen KTP 600 Basic color PN y remoto en una PC diseñada en WinCC Advanced de la misma categoría.

La implementación de este proyecto requiere la construcción de un módulo pequeño que facilite la colocación de los módulos proporcionados por la universidad y de los adquiridos por los desarrolladores de este proyecto.

A. Diagrama de bloques del SISTEMA Implementado.

En la Figura 3. Se muestra el diagrama por bloques del sistema implementado en este proyecto basado en una arquitectura distribuida. Es un sistema DSC que incluye la comunicación de todos los niveles de la pirámide de automatización.

Se puede notar que se cuenta con un monitoreo local por medio de las Touch Screen y un monitoreo remoto implementando en una PC. Cada uno con aplicaciones independientes.

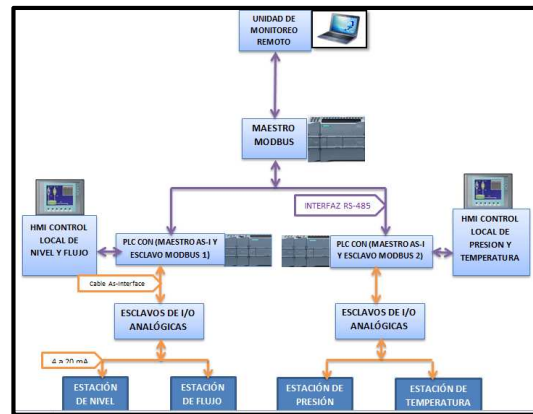


Figura 3: Diagrama de bloques del sistema SCADA.

Descripción de los elementos del diagrama de bloques del sistema.

El diagrama de bloques del sistema representado en la Figura 2.1. Describe las etapas del proyecto de tesis, desde el nivel de sensores y actuadores hasta llegar al nivel de gestión y producción de un sistema SCADA.

- **Unidad de Monitoreo Remoto.-** En una PC se implementa el HMI del sistema SCADA para el monitoreo remoto de los procesos Nivel, Flujo, Presión y Temperatura utilizando el software T.I.A. En este HMI se configura ventanas como son: control, tendencias, históricos, alarmas de cada proceso integrado en una sola unidad.
- **PLC (Controlador Maestro Modbus).-** Se usa el PLC Siemens S7-1200 referencia 6ES7 214-1BE30-0XB0 y versión V2.2, tiene incorporado un módulo de comunicación CM-1241, el que permite ser el maestro Modbus RTU RS-485 para la comunicación con los dos esclavos Modbus.
- **Maestro AS-Interface y Esclavo Modbus.-** El maestro AS-Interface es un Módulo de Comunicación y el esclavo Modbus también. Además son los controladores distribuidos donde se configura la red y los algoritmos PID de control.
- **HMI Local.-** Es la interface Humano máquina diseñada en KTP 600 Basic color PN, permite realizar el control y monitoreo de las estaciones de procesos las cuales son: temperatura, presión, nivel y flujo estas se programan utilizando el software WinCC.

- **Esclavos I/O Análogos.-** Estos esclavos AS-Interface 3RK1 207-1BQ40-0AA3, son módulos activos que se conectan a la red. Los módulos de entrada analógica se conectarán al transmisor de cada estación de Lab-volt haciendo un lazo de corriente de 4 a 20 mA de corriente continua. Los módulos analógicos de salida 3RK1 107-1BQ40-0AA3 son módulos activos que se conectan al actuador de cada estación de Lab-volt para el control de salida de cada proceso.
- **Estaciones de control Lab-Volt.-** Las estaciones de instrumentación y control de procesos fabricados por la empresa Lab-volt, son procesos autónomos diseñados para el aprendizaje práctico de las medidas, del control y reparaciones las cuales son: Presión, Flujo, Nivel y Temperatura.

B. Diagrama de Flujo del SISTEMA SCADA Implementado.

El diagrama de flujo representa la esquematización gráfica del proceso, como se observa en la Figura 4.

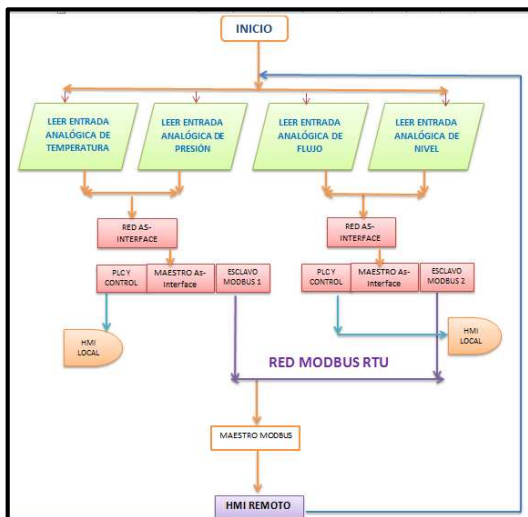


Figura 4. Diagrama de Flujo del Sistema SCADA implementado.

En el presente diagrama de flujo se puede observar la adquisición de los datos analógicos de las estaciones de Lab-Volt de Presión, Nivel, Flujo y Temperatura las mismas que se conectan a una red AS-Interface gestionada por un PLC Siemens S7-1200 el cual proporciona el control de los mismos.

El servidor propio de T.I.A. Portal ayuda a visualizar tanto el control y el monitoreo de las estaciones de procesos mediante un HMI local de la misma familia Siemens. Mediante la red Modbus RTU existe la comunicación entre los PLC'S Modbus esclavos que dirigen su información a un Maestro Modbus RTU el mismo que se encarga de llevar la información de todo el sistema a un HMI Remoto encargado del control y monitoreo del sistema SCADA implementado en este proyecto de tesis.

C. Descripción Física y detalles de la construcción del SISTEMA SCADA.

El sistema implementado dispone de dos PLC's esclavos y un PLC maestro que se enlazan por medio de una red MODBUS, a su vez en el nivel más bajo de la pirámide de automatización se integran los módulos analógicos de entrada y salida a los cuáles están conectadas las estaciones del Laboratorio de Redes Digitales Industriales y Control de Procesos cada una con su respectivo Transmisor Smart por medio de una red AS-Interface hacia ambos esclavos, para poder gestionar los datos entre los procesos descritos. Adicionalmente a cada PLC esclavo se integra Una Touch Screen KTP600 Basic Color PN conectados bajo protocolo Ethernet para el diseño de los HMI's locales, además el sistema SCADA está desarrollado en una PC remota conectada al PLC maestro bajo el mismo protocolo, las conexiones tanto de red, como eléctricas se muestran en la Figura 5, cabe indicar que todo los equipos utilizados para la construcción del sistema están montados en un armario.

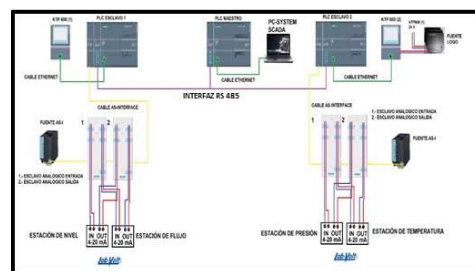


Figura 5. Conexiones del sistema SCADA implementado.

V. RESULTADOS Y PRUEBAS EXPERIMENTALES

A. PLC CPU 1214C AC/DC/RLY y módulos de comunicación

El autómatas programable junto con sus respectivos módulos de comunicación los cuales

forman parte de los nuevos equipos adquiridos mostrados en la Figura 3.3, después de las pruebas se encuentran en buen estado para el desarrollo de este proyecto, de esta manera se puede comprobar visualmente por medio de las luces de estado incorporadas en los equipos, las cuales describen su estado en la Tabla 1.

Tabla 1: Led's de estado del PLC y módulos de comunicación

Descripción	STOP/RUN Naranja/Verde	ERROR Rojo	MAN T. Naranja
Alimentación desconectada	Off	Off	Off
Arranque	Parpadeo (alternado verde y naranja)	-	Off
Estado operativo STOP	On (naranja)	-	-
Estado operativo RUN	On (verde)	-	-
Error	On (naranja o verde)	Parpadeo	-
Mantenimiento solicitado	On (naranja o verde)	-	On
Hardware averiado	On (naranja)	On	Off
Test de LED's de la CPU defectuoso	Parpadeo (alternado verde y naranja)	Parpadeo	Parpadeo

Fuente: Adrián Ávila.
Ángel Armendáriz

B. Pruebas experimentales

Al finalizar el ensamblado, las conexiones eléctricas, la configuración y la programación de los sistemas de presión y temperatura, se realizan pruebas a los sistemas por secciones con el fin de que se encuentren en un funcionamiento correcto y evitar algún inconveniente.

B.1. Sistema de presión.

Las pruebas a las que se le sometió a la planta para el control de presión son:

- Pruebas del transmisor de presión.
- Pruebas del convertidor de corriente a presión.
- Pruebas a la válvula de control proporcional.

En el sistema de presión se debe comprobar la señal de corriente generada por el transmisor para un rango de 10 a 60 Psi con el cual se configuró, además verificar el rango de la señal generada por el convertidor I/P (4-13Psi) con el fin de que sea apta para la válvula controladora.

B.2. Sistema de temperatura.

Las pruebas a las que se le sometió a la planta para el control de temperaturas son:

- Pruebas del transmisor de temperatura.
- Pruebas al driver de accionamiento de triac's.

En el sistema de temperatura se debe comprobar las señales del transmisor de temperatura, que se halla configurado para trabajar en un rango de 30°C a 80°C, además verificar el funcionamiento del convertidor AC/AC para el control del horno.

Además se debe visualizar los datos en la TOUCH PANEL, así como las señales que adquiere y emite el PLC hacia los dispositivos asociados.

C. Funcionamiento del control PID

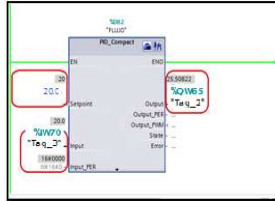
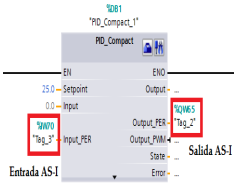
Se debe iniciar el usuario "ADMIN" y la contraseña "control" ya que éste es el único que tiene todos los privilegios para realizar las distintas configuraciones y cambios de los procesos.

Para configurar este tipo de control se debe ingresar oprimiendo el botón de control proporcional integral derivativo (PID), entonces se mostrarán las constantes de ganancia proporcional Kp, tiempo integral Ti y tiempo derivativo Td como parámetros configurables.[3]

D. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RED AS-INTERFACE

La comunicación entre las estaciones de procesos y los módulos analógicos de comunicación AS-Interface resulto exitosa como se muestra en la Tabla 2, ya que existe intercambio de datos entre el PLC con los esclavos, estos datos varían al existir un cambio en la variable de entrada y salida, la prueba de la red AS-Interface se lleva a cabo con la ayuda de la instrucción PID_Compact para poder observar la variación antes mencionada de los datos.[4]

PRUEBA	RESULTADO
Asignación de la entrada y salida AS-Interface al PID_Compact	Envío y recepción de datos por medio de la red AS-Interface.



Fuente: Adrián Ávila.
Ángel Armendáriz

Adicionalmente cabe mencionar que los esclavos AS-Interface analógico de entrada y salida están configurados para recibir y enviar señales de 4 a 20 mA. que corresponden a los datos enteros de 5530 a 27648 respectivamente dentro del TIA Portal.

E. ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RED MODBUS RTU.

La tabla 3 se especifica el significado de los vectores de envío y recepción de la red.

VECTOR	DESCRIPCION		
	Maestro-Esclavo1	Maestro-Esclavo2	
SEND	Send_0	Envío del SETPOINT (Nivel)	Envío del SETPOINT (Presión)
	Send_1	Envío del SETPOINT (Flujo)	Envío del SETPOINT (Temperatura)
	Receive_0	Recepción del SETPOINT	Recepción del SETPOINT (Presión)
	Receive_1	Recepción del CV (Nivel)	Recepción del CV (Presión)
	Receive_2	Recepción del PV (Nivel)	Recepción del PV (Presión)
	Receive_3	Recepción del KP (Nivel)	Recepción del KP (Presión)
RECEIVE	Receive_4	Recepción del Ti (Nivel)	Recepción del Ti (Presión)
	Receive_5	Recepción del Id (Nivel)	Recepción del Id (Presión)
	Receive_6	Recepción del SETPOINT (Flujo)	Recepción del SETPOINT (Temperatura)
	Receive_7	Recepción del CV (Flujo)	Recepción del CV (Temperatura)
	Receive_8	Recepción del PV (Flujo)	Recepción del PV (Temperatura)
	Receive_9	Recepción del KP (Flujo)	Recepción del KP (Temperatura)
	Receive_10	Recepción del Ti (Flujo)	Recepción del Ti (Temperatura)
	Receive_11	Recepción del Id (Flujo)	Recepción del Id (Temperatura)
	0		
	1		

Fuente: Adrián Ávila.
Ángel Armendáriz

F. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA PROGRAMACIÓN DE LOS CONTROLADORES.

A continuación se muestra la sintonización PID realizada para encontrar las tendencias de los procesos de Lab-Volt.

- Proceso de Presión.

Se observa la sintonización para un set-Point de 35 psi observada en la Figura 6.

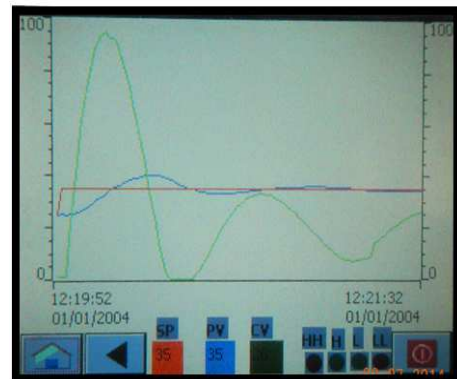


Figura 6: Tendencias de control PID de Presión.

- Sintonización PID para la estación de proceso de Temperatura.

La sintonización de un proceso como lo es temperatura enseña que es un proceso demasiado lento y que necesita una fuente externa es decir un ventilador en este caso un compresor de presión para poder enfriar el proceso y tener una correcta sintonía y sus parámetros de control como se muestra en la Figura 7.

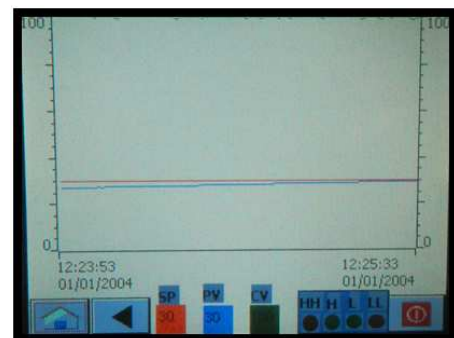


Figura 7: Tendencias de control PID de Temperatura.

- Sintonización PID para la estación del proceso de Flujo.

La sintonización para un proceso rápido como es Flujo se observa en la Figura 8, con un Set-Point de 25.

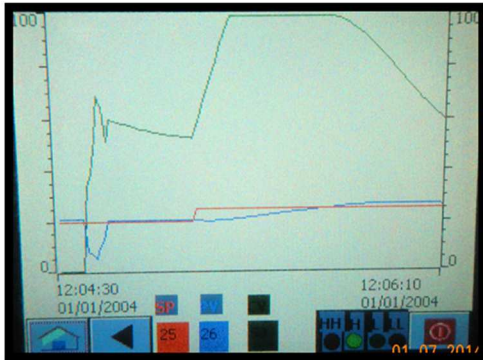
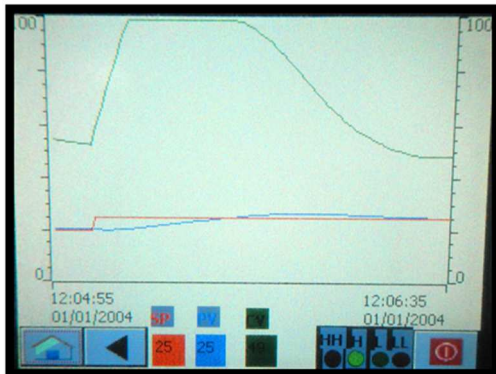


Figura 8: Tendencias de control PID de Flujo.

- Sintonización PID para la estación de proceso de Nivel.

Para un proceso rápido como lo es nivel se utiliza un set-Point de 25 inH₂O que ayudan a observar su respuesta al escalón de forma rápida y adecuada como se muestra en la figura 9.



- Figura 9: Tendencias de control PID de Nivel.

VI. CONCLUSIONES

Se diseñó e implementó de un Sistema SCADA, con el uso de las redes industriales AS-Interface y ModBus RTU con Tecnología SIEMENS para la supervisión, monitoreo y control de las estaciones de Nivel, Flujo, Presión y Temperatura del Laboratorio de Redes Industriales y Control de Procesos de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-EL.

- La implementación de este tipo de sistemas facilita el monitoreo y control de forma local y remota de las estaciones de

Nivel, Flujo, Presión y Temperatura en tiempo real.

- La óptima sintonización de controladores PID para cada estación de procesos se estableció gracias al empleo del módulo de comunicación CM1243-2 de la división Industry Automation de Siemens que permitió la implementación de una red AS-Interface con el controlador Simatic S7-1200.
- El empleo de una red AS-Interface, conformada por un maestro AS-Interface y esclavos AS-Interface analógicos de entrada y salida, facilita la integración de sensores y actuadores del nivel de campo inferior, y pueden ser configurados en Simatic S7-1200 como en TIA Portal. Del uso de los dos se puede destacar que T.I.A. permite la configuración rápida e intuitiva respecto a configurar las demás redes.
- La implementación de una red AS-Interface, permite interconectar todos los componentes de automatización (sensores, actuadores) con el control central de manera sencilla, segura y rápida por tanto el presente proyecto de fin de carrera resulta de rápida implementación y alta eficiencia.
- El módulo de comunicación CM1241 (RS485/RS422) permite la implementación de una red MODBUS RTU, formada por un maestro y dos esclavos, creando un enlace multipunto semi-duplex para la transferencia de datos en tiempo real, agilizando el control local y remoto de las estaciones de procesos.
- El sistema reduce el costo del uso de un servidor para las tags de entrada y salida esto principalmente porque se utiliza el TIA Portal que integra WinCC Advanced y el Step 7 ya que maneja su propio servidor para la asignación de las Tag's haciendo de este una manera sencilla y amigable para la supervisión y monitoreo del comportamiento de las estaciones de procesos frente al cambio de una de sus variables.
- La supervisión de cada uno de los procesos con su respectivo manejo de alarmas, eventos y visualización de tendencias de las variables controladas facilita la manipulación de la información en tiempo real se desarrolla gracias al montaje de un sistema SCADA.

- El puerto de comunicación Profinet es una característica relevante, propia tanto del PLC S7-1200 como del Touch Panel KTP600 Basic color PN, que permitió una interconexión exitosa y una integración eficiente entre ellos, para el desarrollo del HMI permitiendo a los usuarios un acceso transparente a los parámetros de cada proceso, lo que facilita su manejo y utilización, gracias a su sencilla y amigable interfaz.
- Si bien es cierto en cada PLC se configuran dos PID para dos procesos y su ejecución es serial, fue imperceptible el barrido de los mismos, considerando innecesario la implementación del paralelismo.
- Los módulos de comunicación usados poseen Firmware 3.0 lo que permite la integración con el T.I.A. Portal para su aplicación a diferencian de la versión 1.0 que no es soportada por este software.

REFERENCIAS

- [1] Betancourt Reyer Diego, "CAPITULO I, 2008"
- [2] CORRALES," diseño y construcción de un modulo didactico de comunicacion industrial utilizando el protocolo MODBUS, 2007"
- [3] EFRAÍN," Diseño y construcción de un módulo de adquisición de datos para la supervisión y control de una mini planta de procesos con interfaz USB para LabView, 2012"
- [4] Luis Corrales, "Interfaces de comunicacion Industrial," Escuela Politecnica Nacional, Quito, 2007.
- [6] Tipos de Redes de Datos. [Online]
<http://es.kioskea.net/contents/257-tipos-de-redes>[citado el 14-02-2001]
- [7] SCI: Sistemas de control Industrial. [Online]
<http://www.sistemasdecontrolindustrial.com/control%20y%20automatizacion.html>[citado el 27-

08-2006]

[8] Oscar Sánchez Acosta. [Online]
<http://es.scribd.com/doc/40649106/Inter-Bus>[citado el 10-12-1998]

[9] Comunicaciones Industriales. [Online].
www.etitudela.com/entrenadorcomunicaciones/.../profibusteoría.pdf. [citado el 20-03-1991]

[10] AS-Interface. [Online].
<http://homepage.cem.itesm.mx/vlopez/AS-Interface.htm>[citado el 14-06-1996]

[11] Systems SCADA.[Online].
dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3209/1/TESIS.pdf[citado el 03-11-1995]

[12] Sistemas DCS. [Online].
homepage.cem.itesm.mx/vlopez/buses_de_cam po.htm[citado el 17-12-200]

Jaime Armendáriz. Nació en Salcedo provincia de Cotopaxi en Ecuador. Es graduado del Instituto Tecnológico Superior "Rumiñahui" Ambato– Ecuador donde obtuvo el título de Bachiller Ciencias, especialización Físico Matemático en el año 2007. Actualmente se encuentra finalizando sus estudios de Ingeniería en la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE" en la ciudad de Latacunga Ecuador. E-mail: angel.armendariz@yahoo.es

Adrián Avila. Nació en Latacunga provincia de Cotopaxi en Ecuador. Es graduado de la Unidad Educativa "Hermano Miguel", Latacunga – Ecuador donde obtuvo el título de Bachiller Técnico Industrial, especialización Electrónica de Consumo en el 2008. Actualmente se encuentra finalizando sus estudios de Ingeniería en la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE" en la ciudad de Latacunga Ecuador. E-mail: a.avila.vi@gmail.com