

Diseño e Implementación de Sistema SCADA y HMI, utilizando protocolos Ethernet y AS-I para la estación de bus de campo FESTO mediante el software TIA Portal V12

Marco Singaña, Héctor Terán, Jaqueline Llanos, Cristian Chango y Edison Toapaxi
Departamento de Energía y Mecánica
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga.
Latacunga, Ecuador

Abstract— This paper presents the design and implementation of the AS-interface network station distribution, thus its performance is optimized, saving space and giving greater versatility in use, and Ethernet cell level industrial network integrating the three stations fieldbus FESTO (distributing, testing and sorting), with this unified and progressive overall system performance is achieved. For control and monitoring stations HMI and SCADA system is implemented. The project implementation and configuration is done in the TIA PORTAL V12 software and WinCC Comfort advance.

Keywords— Ethernet communications, AS-interface communication, SCADA, HMI, software TIA PORTAL V12.

I. INTRODUCCIÓN

Las comunicaciones industriales permiten el flujo de información del controlador a los diferentes dispositivos a lo largo del proceso de producción: detectores, actuadores, sensores, etc. Dada la gran variedad de sistemas de comunicación entre equipos industriales, por esto se desarrolla un entorno que permita tanto la implementación de protocolos de especificaciones conocidas en un sistema de comunicación completo, desde el medio físico, en este caso desde una red AS-I hasta el nivel más alto de red. En la industria este concepto corresponde a una estructura piramidal jerarquizada, produciéndose en la cúspide decisiones de política empresarial. Una de las principales tendencias en el entorno industrial actual es la migración hacia sistemas automatizados abiertos y totalmente especializados. Uno de los principales factores que ha impulsado esta creciente tendencia ha sido la introducción de Ethernet en el entorno industrial. Ethernet ha tenido un profundo impacto en la industria debido a sus capacidades para control de planta y datos de oficina, aportando a los fabricantes una gran cantidad de ventajas que incluyen una integración más fácil entre los sistemas de planta y de administración (desde el operario a los gestores y clientes), y la posibilidad de utilizar una sola infraestructura de red para distintas funciones proporcionando la integración completa del sistema productivo.[1]

Actualmente se dispone de una estación de bus de campo FESTO conformada por; las estaciones de

distribución, pruebas y clasificación. Las estaciones funcionan mediante comunicación MPI, además el proceso está en base a la transmisión de señales a nivel de sensores y no se dispone de un sistema de control remoto.

El proyecto se centra en la implementación de una red industrial en la estación de bus de campo, mediante redes desde el nivel más bajo como es AS-I, y de nivel más alto como es Ethernet. Mediante esta red industrial implementar el control y monitoreo remoto de la planta con un sistema SCADA y HMI.

II. MÉTODOS Y MATERIALES EQUIPO UTILIZADO

El proyecto se implementa en la estación de bus de campo FESTO mostrado en la Fig. 1, la cual no tiene implementado una red que permita el intercambio de datos entre las tres estaciones. El controlador utilizado en cada una de las estaciones es el S7-300 313C-2DP. [2]



Figura 1. Estación de bus de campo

La estación de distribución está conformada por elementos que utilizan tecnología AS-I, como se muestra en la Fig.2. [3]

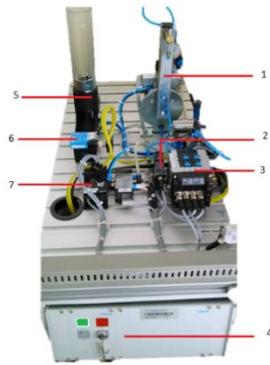


Figura 2. Estación de distribución con AS-I.

Donde:

- Fuente AS-I de 24 Vcc.
- Módulo de comunicación AS-i CP 343-2 (Maestro).
- Direccionador FESTO

1. Módulo de carga
2. Sensor de vacío
3. Terminal de válvulas CP
4. Consola de control
5. Módulo de almacenamiento de piezas
6. Sensor fotoeléctrico
7. módulo de válvulas AS-I tipo ASI-EVA-2E2A-M12-8POL-Z

La estación de pruebas está constituida con una conexión tradicional de dispositivos, los cuales se detallan en la siguiente Fig.3.

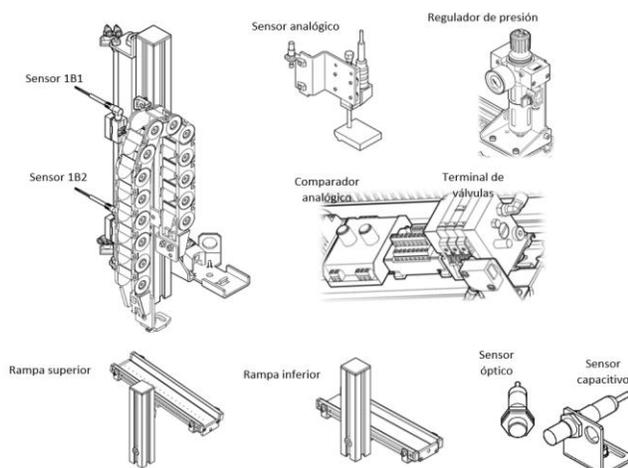


Figura 3. Dispositivos de la estación de Pruebas

La estación de clasificación está constituida por una conexión Profibus, en la Fig.4 se detallan las partes que conforman esta estación.

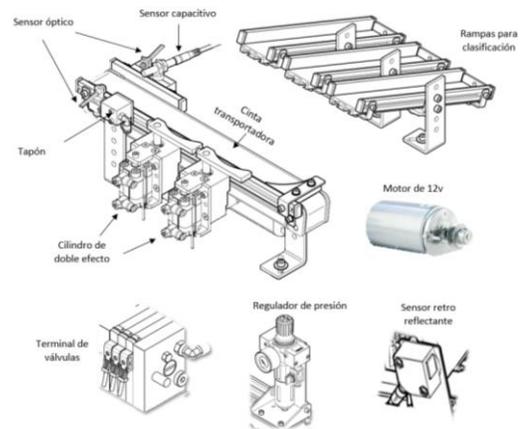


Figura 4. Dispositivos de la estación de Clasificación.

Para la implementación de la red Ethernet industrial se utilizan los siguientes equipos y materiales:

- Switch D-link
- Módulo de Comunicación Ethernet CP 343-1 LEAN (6GK7 343-1 CX10-0XE0)
- Cable de red CAT.5e UTP 24AWG
- Conector RJ45

Para la implementación del sistema de control remoto mediante SCADA y HMI se utilizan los siguientes equipos:

- Pantalla marca SIEMENS KTP 600 PN.
- Computadora personal con tarjeta de red.

Para la configuración de la red se utiliza el software de programación TIA PORTAL V12 con el complemento WinCC Confort Advance para la programación del HMI y SCADA.

TOPOLOGÍAS UTILIZADAS

La configuración en la estación de Distribución del bus de campo FESTO, es el presentado en la Fig.5, está en base a la aplicación de la planta, tomando en cuenta la topología de tipo bus o línea. De esta manera la disposición y la dirección de los esclavos en la red AS-i presentado, es un sistema mono maestro, esto por lo que existe un solo maestro y 4 esclavos conectados en el bus.

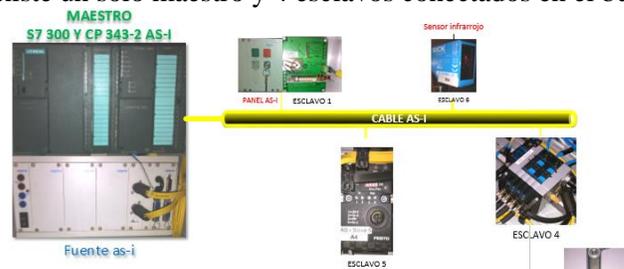


Figura 5. Topología tipo bus en la estación de distribución

Para la implementación de la red Ethernet en las estaciones. Los equipos están conectados al switch D-link, el cual hace de punto central de la red; a este tipo de

conexión se la denomina red de topología estrella, como se muestra en la Fig.6, donde cada uno de los equipos tienen asociada una dirección IP.

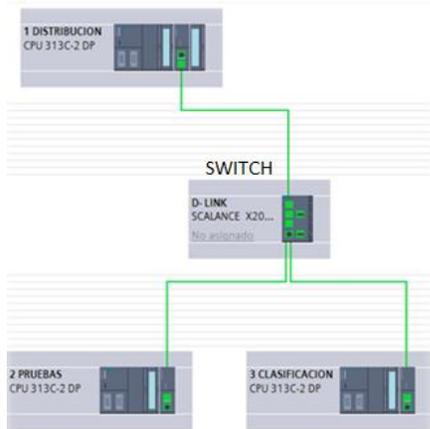


Figura 6. Red Ethernet, topología tipo estrella

PROTOCOLO DE RED

Para la transferencia de datos entre diferentes tipos de protocolos, se tiene diferentes enlaces de comunicación que el módulo CP 343-1 Lean permite, las cuales son: UDP(User Data Protocol) y TCP(transmission control protocol) [4]. En base a la necesidad de red se determina que el protocolo de comunicación más fiable y seguro es el de TCP, esto porque se necesita que los datos lleguen siempre y no exista pérdidas, de esta forma obtener un buen funcionamiento del sistema.

- TCP se utiliza para crear “conexiones” entre sí a través de las cuales puede enviarse un flujo de datos.
- El protocolo garantiza que los datos serán entregados en su destino sin errores y en el mismo orden en que se transmitieron.
- Proporciona un mecanismo para distinguir distintas aplicaciones dentro de una misma máquina, a través del concepto de puerto.
- Dispone de acuse de recibido, con lo cual la transmisión se torna segura y fiable

CONFIGURACIÓN Y GENERACIÓN DE LA RED AS-I y ETHERNET

RED AS-I EN EL SOFTWARE SIMATIC TIA PORTAL V12

a. Configuración de Hardware

Crear un nuevo proyecto en TIA PORTAL V12 con la configuración de hardware que coincida con el equipo con el que se está trabajando. Para esto seleccionar en el la pantalla de configuración de catálogo el CP 343-2, y colocarlo en el slot adecuado como se muestra en la Fig.7 para la configuración similar al proyecto verdadero.

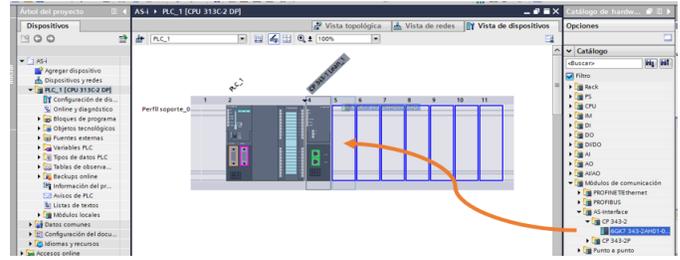
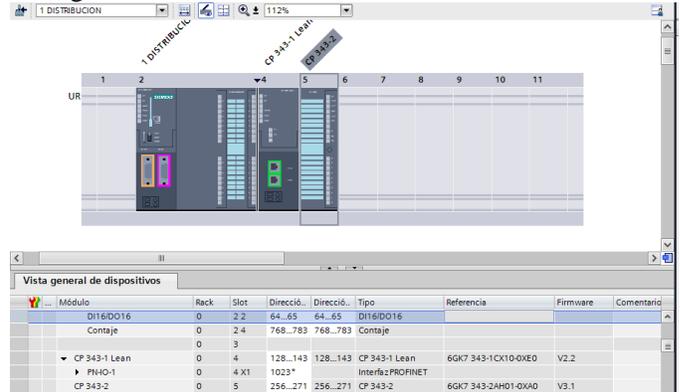


Figura 7. Configuración de equipos en área de trabajo

El CP 343-2 AS-Interface va en el quinto slot, siempre después del módulo de comunicación Ethernet, por orden de jerarquía de la pirámide de la automatización como se muestra en la Fig.8. De esta manera se asegura la correcta configuración del hardware, caso contrario el configuración es invalida.



En las propiedades del equipo se configura las direcciones de entrada y de salida para el CP, de 256 a 271, es el rango en el cual permite trabajar.

b. Generación de programa de usuario

En la opción de bloques de programa, se encuentra por defecto el bloque de organización **Main [OB1]** seleccionar y dar doble clic, en este bloque se encuentra los bloques de función.

En el bloque función FC, se introduce dos bloques de programa MOVE como se ve en la Fig.9. La función del primer bloque MOVE es trasladar el área de direcciones de entrada del módulo AS-Interface que son desde el byte I256 hasta I259, a direcciones de entrada del PLC I64 hasta I67. La función del segundo MOVE es trasladar el área de direcciones de salidas del PLC que son desde el byte Q256 hasta Q259, a direcciones de salidas del módulo AS-Interface Q64 hasta Q67.

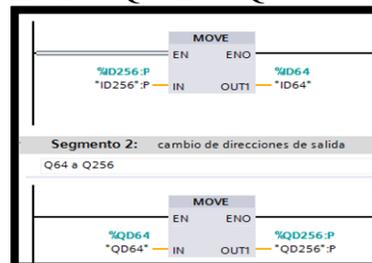


Figura 9. Funciones de cambio de direcciones en bloque FC1 As-i

Para finalizar con la configuración de la red AS-I arrastrar el bloque función FC hasta el bloque de organización **Main [OB1]** como se indica en la Fig.10.



Figura 10. Bloque AS-i FC en Bloque de organización Main OBI

CONEXIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LA RED ETHERNET

El cable Ethernet debe ir conectado a uno de los dos puertos de acuerdo al que se configure en el software como se muestra en fig.11 los cables de red se pueden conectar incluso con el CP energizado.



Figura 11. Conexión de cables Ethernet en el módulo de comunicación CP 343-1 Lean

Los cables de red van conectados al switch para que los tres equipos estén en red fig.12.



Figura 12. Conexión de cables en switch

En el software TIA PORTAL implementar el CP 343-1 Lean, que se encuentra en el catálogo de hardware como se muestra en la Fig.13, arrastrar el CP 343 1 Lean al área de trabajo. Este proceso se realiza para las tres estaciones.



Figura 13. Configuración del módulo de comunicación CP 343-1 Lean en software TIA PORTAL V12

A continuación se configura las propiedades de los CPs. Dando doble Clic sobre el modulo Ethernet se presenta la pantalla de propiedades en la cual se configura los siguientes aspectos mostrados en las fig.14:

- Subred: *Ethernet*
- IP para las estaciones: *distribución 192.168.0.10, pruebas 192.168.0.10, clasificación 192.168.0.10*
- Mascara de subred: *255.255.255.0*
- Dirección de router: *192.168.0.1*

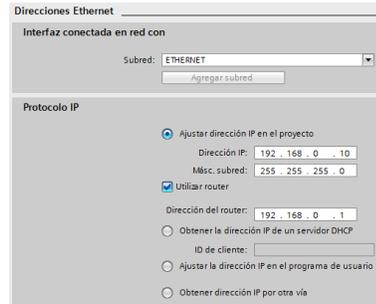


Figura 14. Configuración de Modulo CP 343-1 Lean

A continuación en vista de redes se observa la conexión de los tres CPs Ethernet mediante la subred ETHERNET Fig.15. En cada una con su respectiva direcciones IP configuradas en los CPs y el nombre de la subred.

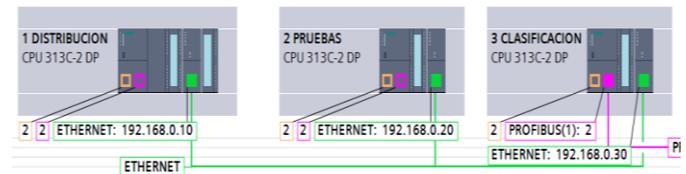


Figura 15. Red Ethernet en la estación de bus de campo

Cargar la configuración nueva de los CPs, mediante el cable MPI que dispone la Planta. Conectar el cable MPI del PLC a la Computadora.

Establecer conexión con el PLC de cada una de las estaciones por medio del interface MPI, y cargar mediante el software TIA PORTAL V12 la configuración, Fig.16.

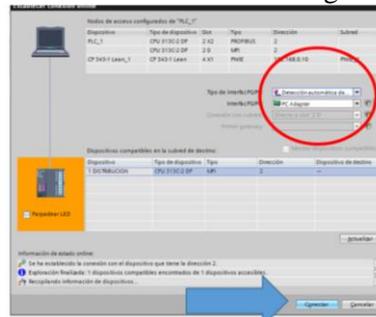


Figura 16. Conexión del PLC mediante interfaz MPI

El visto verde indica que la conexión y carga de la configuración se ha realizado con éxito, como se muestra en la Fig.17.

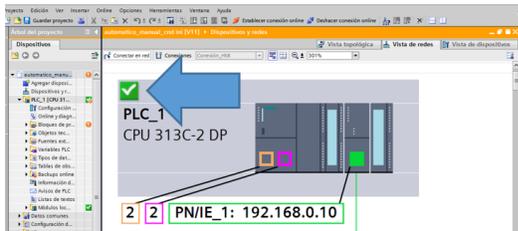


Figura 17. Visualización del PLC conectado mediante MPI

Después de cargar la configuración, se conecta mediante en cable red a la PC, para esto se configura la dirección IP de la PC para que se integre a la red como se muestra en la Fig.18. La dirección IP de la PC debe ser 192.168.0.2. diferente a las de los CPs.

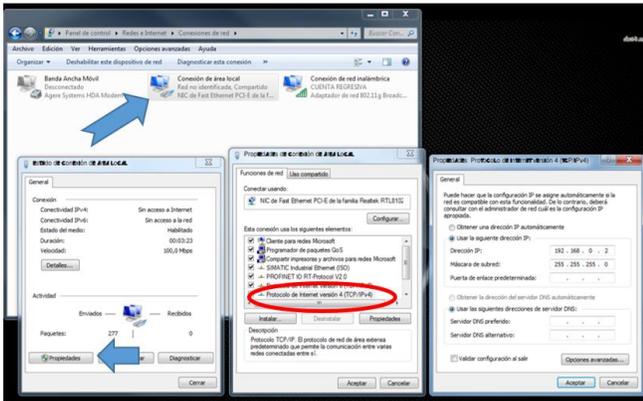


Figura 18. Configuración IP de la PC

Para comprobar si la configuración del módulo de comunicación CP está bien cargada, establecer conexión con la CP343-1 lean Fig. 19.

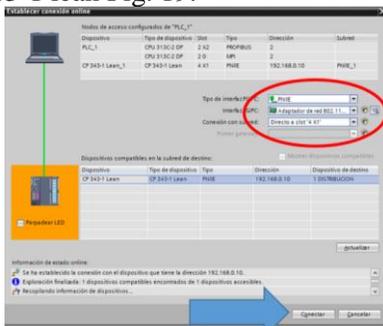


Figura 19. Conexión del software al PLC mediante cable de red.

Verificación mediante el visto verde si la conexión ha sido exitosa. Fig.20.

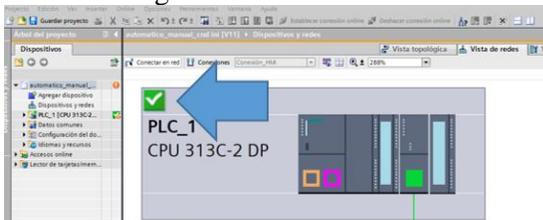


Figura 20. Estado de conexión del PLC

Comprobar si la configuración del módulo de comunicación CP esta correcta, en diagnóstico de

conexión mostrado en la Fig.21. En esta pantalla se visualiza los datos configurados en los CPs.

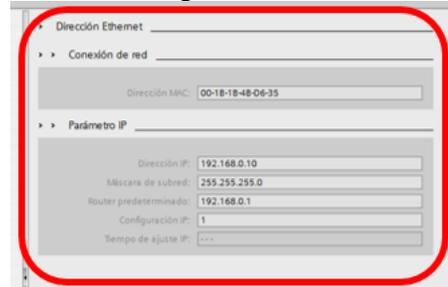


Figura 21. Comprobación de datos configurados

IMPLEMENTACIÓN DE HMI Y SCADA

a. SELECCIÓN DEL PANEL OPERADOR EN SOFTWARE TIA PORTAL

Al inicio del proyecto generado, se agrega un panel operador con las características para comunicación Ethernet, como se puede observar en la Fig.22.

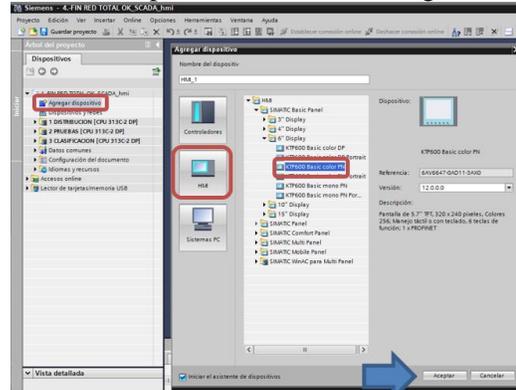


Figura 22. Selección Panel operador en el software.

b. CONFIGURACIÓN PANEL OPERADOR

Para la configuración del panel operador en el árbol del proyecto, se observa que el panel no dispone de una conexión con los demás dispositivos disponibles.

Se selecciona el panel y en propiedades, en la pestaña de interfaz PROFINET se configura los siguientes parámetros: el interfaz de la subred y la red Ethernet que previamente fue creado. Asignamos la dirección IP de 192.168.0.40 y por defecto con una máscara de subred de 255.255.255.0, adicionalmente como se utiliza un switch, se le asigna una dirección 192.168.0.1. Se debe generar enlaces entre la pantalla y los PLCs, como se observa en la Fig.23.

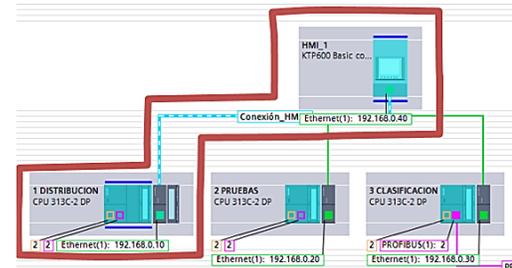


Figura 23. Configuración de enlaces del Panel operador.

a. DISEÑO DE HMI

La imagen principal para el control del panel operador se diseña una réplica del proceso general a controlar. Con los diferentes indicadores del proceso se puede identificar posibles fallos adicionalmente, ir directamente y generar una solución. La Fig.24 muestra un interfaz similar a la estación de bus de campo FESTO, lo que ayudará al monitoreo y control de los diferentes procesos de la estación, para ello se crea diferentes botones que permitan gestionar las opciones del sistema. De la misma forma se diseñan pantallas para el control de cada una de las estaciones, conteo de piezas e información acerca del sistema.

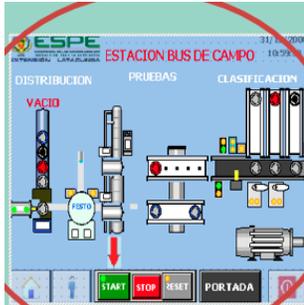


Figura 24. Interfaz control general panel operador.

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA SCADA.

Para la elaboración de los sistemas SCADA se debe tener en cuenta varios parámetros, que permite tener acceso a los diferentes datos desde el sistema PC. Adicionalmente el software TIA Portal dispone una versión básica del WinCC, y para realizar el sistema SCADA es necesario instalar un complemento adicional en nuestro software, el complemento debe ser de versiones igual para su compatibilidad de esa manera se unifica el software TIA Portal Profesional con WinCC confort advanced.

a. CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA SCADA.

Para diseñar el SCADA implementar un PC y configurar una dirección IP que permita comunicarse con los demás dispositivos de la red mediante la red creada previamente. El valor de la dirección IP es 192.168.0.50 con su máscara de subred 255.255.255.0 y como se utiliza un switch de igual manera se le asigna la dirección respectiva, en este caso tenemos la dirección 192.168.0.1 cómo se observa en la Fig. 25. De la misma forma que en el HMI, generar el enlace entre el sistema PC y el PLC.

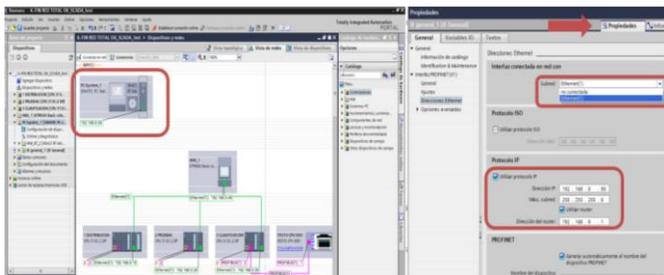


Figura 25. Configuración del sistema PC..

CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA PC CON LA BASE DE DATOS

Para la configuración del software TIA Portal con la base de datos, en el árbol del proyecto en la opción de fichero; permite archivar las variables de los diferentes procesos que se enlazan con la base de datos, las variables se asignan con la dirección correspondiente de la base de datos como se indica en la Fig.26.

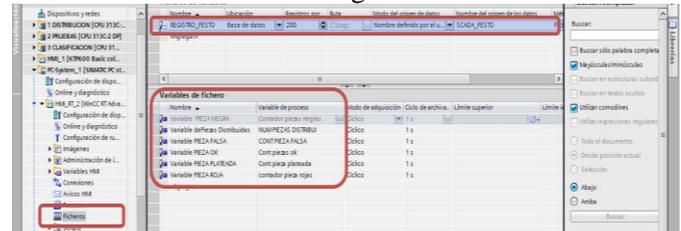


Figura 26. Configuración de variables para el sistema SCADA.

Para visualizar los datos generados en los diferentes procesos, se realiza mediante el software SQL SERVER 2012 en el cual permite almacenar las diferentes variables en una base de datos, conectar con el servidor que permite enlazar con el software TIA Portal como se en la Fig.27 el servidor WinCCPlusmig.



Figura 27. Selección del servidor para la base de datos.

Crear una nueva base de datos como en la Fig.28; la que se le asignó con el nombre SCADA FESTO, este nombre debe ser igual a las configuraciones previamente echas en el software TIA Portal.

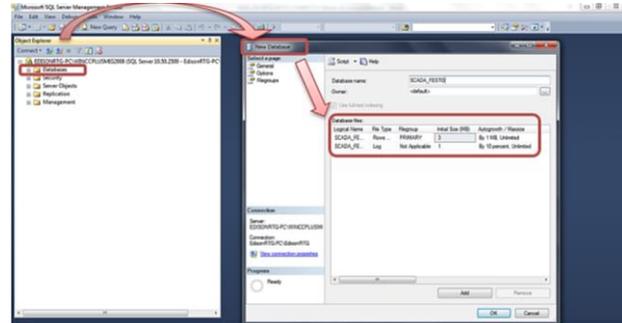


Figura 28. Creación nueva base de datos para el sistema SCADA.

Generar una tabla en la que se van almacenar las diferentes variables relacionadas con los ficheros del software TIA Portal. En la Fig.29 se muestra la tabla que debe tener el mismo nombre de los ficheros ya configurado.

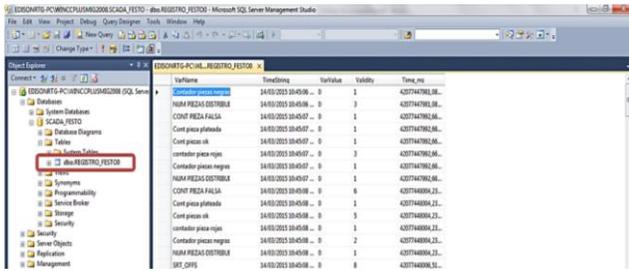


Figura 29. Asignación de la tabla en la base de datos.

b. DISEÑO DE LA PANTALLA DEL SCADA

Para el diseño del interfaz de control de la estación de bus de campo FESTO, tener en cuenta de todos los sensores y actuadores que intervienen en el proceso. Adicionalmente todos los datos que se generan en el proceso de selección de la estación, se debe mostrar y llevar a el historial de la base de datos. En la Fig.30 muestra la información de: la distribución de piezas, piezas correctas, piezas incorrectas, piezas plateadas, piezas rojas; y las diferentes características del monitoreo de los sensores y actuadores.

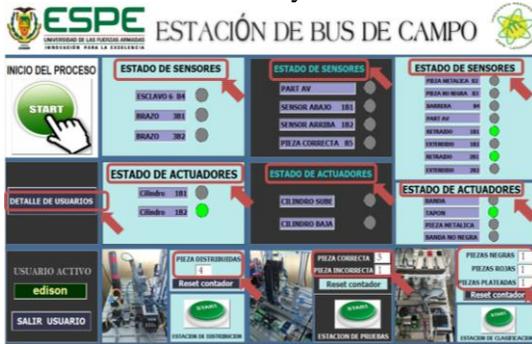


Figura 30. Control general del sistema SCADA.

De la misma forma el sistema permite generar contraseñas para el sistema de seguridad del SCADA como muestra la Fig.31.



Figura 31. Control de acceso de usuarios al sistema SCADA.

III. EXPERIMENTO Y SIMULACIÓN

Para la comprobación del sistema se genera programación para las estaciones, a continuación se muestra el diagrama de flujo del funcionamiento, envío y recepción de datos de cada una de las estaciones.

a. ESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN.

El diagrama de flujo diseñado para el control de la estación de distribución, que indica las diferentes

acciones que desarrolla la estación, con determinados procesos, con el envío y recepción de datos que detalla en la Fig.34.

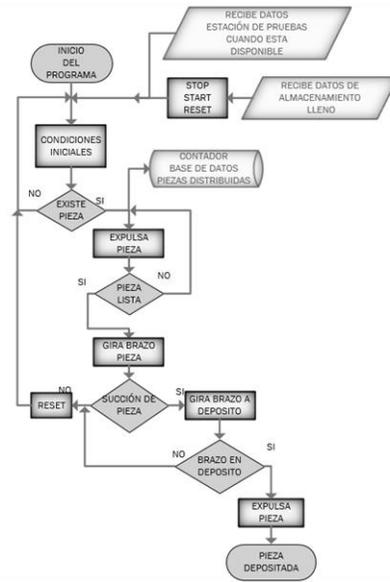


Figura 32. Diagrama de flujo estación de distribución.

b. ESTACIÓN DE PRUEBAS.

El diagrama de flujo diseñado para el control de la estación de pruebas, indica el proceso global para la estación y sus diferentes procesos adicionalmente, como el envío y recepción de datos que detalla en la Fig.35.

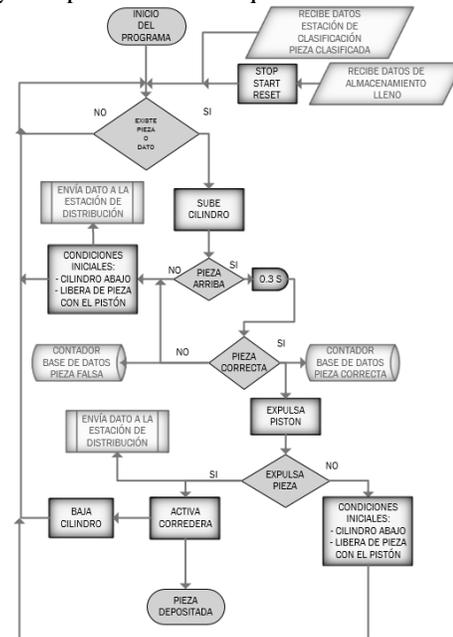


Figura 33. Diagrama de flujo estación de distribución.

c. ESTACIÓN DE CLASIFICACIÓN.

El diagrama de flujo diseñado para el control de la estación de clasificación, ayuda a tener una perspectiva del proceso global, y con sus diferentes procesos adicionando el envío y recepción de datos que detalla en la Fig.36.

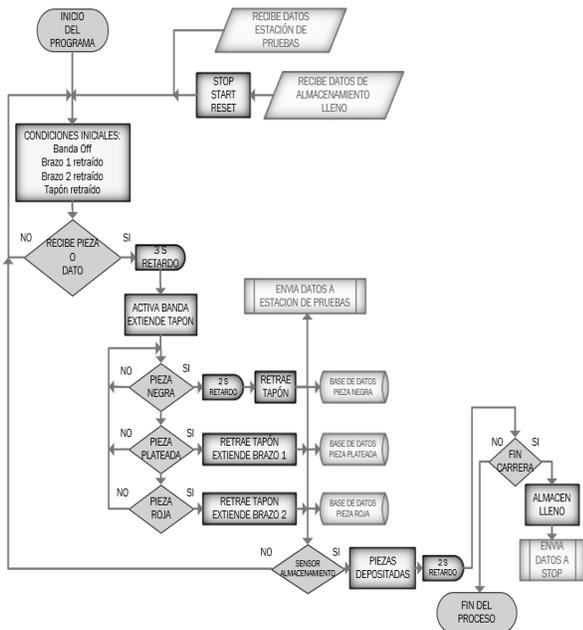


Figura 34. Diagrama de flujo estación de distribución.

Con esta herramienta implementada da soporte para la creación de una red Ethernet industrial determinística, con enlaces de comunicación entre los PLCs.

Para comprobar la red implementada, se debe crear enlaces entre los controladores lógicos programables con su respectivo módulo de comunicación Ethernet, esto permite la comunicación entre ellos de tal manera que se envía y recibe datos simultáneamente.

Para crear el enlace hacer clic en el símbolo conexiones de la barra de herramientas. De esta forma se activa el modo de conexión, seleccionar el tipo de conexión TCP, de la lista desplegable, en la vista de redes se resaltan de color, indicando entre que dispositivos se puede realizar los respectivos enlaces; Los enlaces realizados son: los mostrados en la tabla 1.

Tabla 1

Enlace	Nombre	Puerto	Est. Activo como enlace	Nombre	Puerto	Est. Activo como enlace
TCP1	Distribución	2000	Si	Pruebas	2000	No
TCP2	Distribución	2001	Si	Clasificación	2000	No
TCP3	Pruebas	2001	Si	Clasificación	2001	No

Tabla 1. Enlaces generados entre PLCs

Para un mejor entendimiento se presenta los enlaces realizados en la siguiente Fig.32.

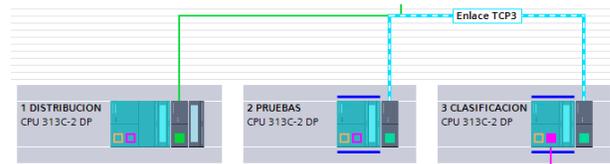
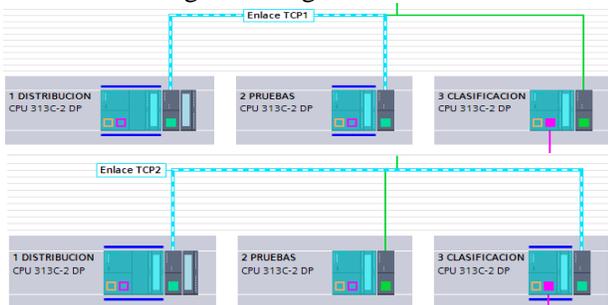


Figura 35. Enlaces generados entre PLCs

La configuración de parámetros de los enlaces se muestra en la tabla 2.

ID.- En el parámetro ID indica el número de la conexión.
LADDR.- dirección inicial del módulo.

Tabla 2

Enlace	TCP1		TCP2		TCP3	
	ID	LADDR	ID	LADDR	ID	LADDR
TCP1	1	W#16#0080	1	W#16#0080		
TCP2	2	W#16#0080			2	W#16#0080
TCP3			2	W#16#0100	2	W#16#0100

Tabla 2. Propiedades configuradas de cada enlace

Estos parámetros sirven para la configuración de los bloques de comunicación AG_SEND y AG_RECV.

AG_SEND (FC5).-El bloque de función AG_SEND, tiene ciertas características de configuración previamente a la transmisión de datos. En la Fig.33 se observa el bloque de función AG_SEND.

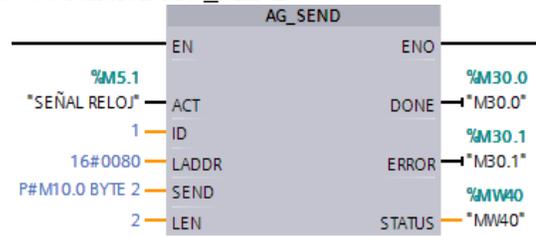


Figura 36. Bloque AG_SEND

El CP Ethernet puede transferir un volumen de datos por petición (transmisión o recepción) a través de un enlace TCP de 8192 bytes.

Mediante la llamada de AG_SEND, el programa de usuario envía datos a puntos aleatorios, es decir, de forma controlada por eventos y programas, a través de un enlace.

No se acepta ninguna otra petición hasta que la estación Ethernet ha acusado la transferencia de los datos a través del enlace. El programa de usuario conserva el indicador "Petición en curso" hasta que el CP Ethernet puede aceptar la petición siguiente por el mismo enlace.

La petición se acusa positivamente; el CP Ethernet está preparado para recibir una nueva petición de transmisión AG_RECV (FC6).-El bloque de función AG_RECV dispone de varios parámetros que deben ser configurados previamente, a la transmisión de datos. En la Fig.34 se observa el bloque AG_RECV.

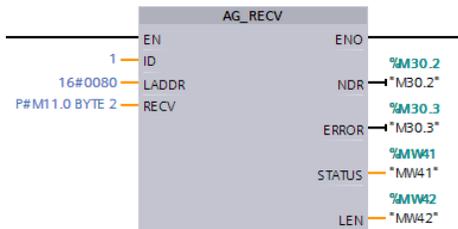


Figura 37. Bloque AG_SEND.

El CP Ethernet puede recibir un volumen de datos por petición (transmisión o recepción) a través de un enlace TCP de 8192 bytes

Mediante la llamada de AG_RECV, el programa de usuario acepta datos recibidos en puntos aleatorios del ciclo de la CPU a través de un enlace.

La petición se acusa con el indicador "Todavía no hay datos" cuando no hay datos de recepción en el CP Ethernet. El programa de usuario conserva este indicador en el ciclo de la CPU hasta que el CP Ethernet ha recibido los datos de recepción completos a través del enlace.

La instrucción AG_RECV importa del CP Ethernet los datos transmitidos a través de una conexión configurada.

El área de datos indicada para la toma de datos puede ser un área de marcas o un área de bloques de datos.

Para completar la integración de la estación de bus de campo FESTO, se utiliza los bloques AG_SEND Y AG_RECV.

Las variables utilizadas para envío y recepción de datos se detalla a continuación en la Fig.35. Posteriormente en la tabla 3 se indica el envío y recepción de datos mediante los diferentes enlaces TCP configurados.

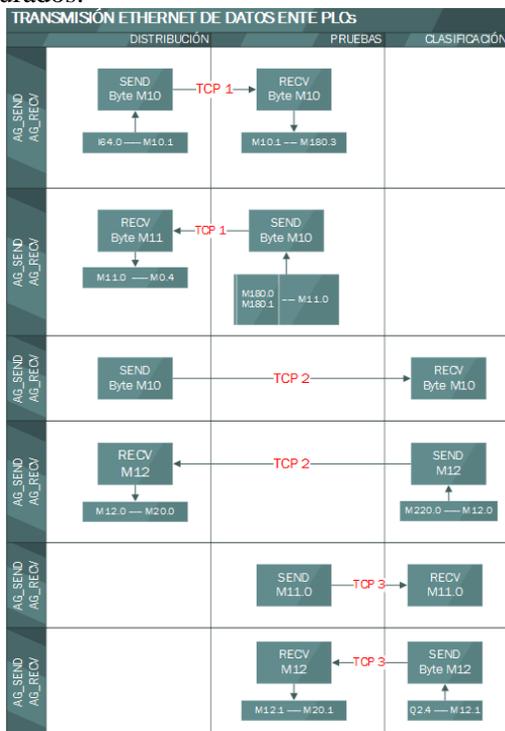


Figura 38. Variables para el envío y recepción de datos.

Tabla 3

ENLACE	ESTACIÓN	ENVIÓ		RECEPCIÓN	
		DIRECCIÓN	ACCIÓN	DIRECCIÓN	ACCIÓN
Enlace TCP 1	Estación de distribución	I64.0	S1. Inicia el proceso de distribución	M11.0	Bit recibido desde pruebas
		M10.1	Bit de envío a pruebas	M0.4	Inicia proceso de distribución
	Estación de Pruebas	M180.0	Conteo de pieza falsa	M10.1	Bit recibido de distribución
		M180.1	Conteo de pieza correcta	M180.3	Condición primera pieza
		M11.0	Bit de envío a distribución		
Enlace TCP 2	Estación de distribución			M12.0	Bit recibido de clasificación
				M20.0	Clasificador lleno detiene la planta
	Estación de Clasificación	M220.0	Clasificador lleno		
		M12.0	Bit de envío a distribución		
Enlace TCP 3	Estación de Clasificación	Q2.4	Tapón pieza pasada		
		M12.1	Bit de envío a pruebas		
	Estación de pruebas			M12.1	Bit recibido de clasificación
				M20.1	Clasificador libre para recibir pieza

Tabla3. Envío y recepción de datos mediante los enlaces de comunicación.

IV. CONCLUSIONES

Se diseñó e Implemento un sistema HMI - SCADA, utilizando protocolos Ethernet bajo la normativa IEEE 802.3 y AS-I con la normativa EN50295 para la estación de bus de campo FESTO.

La configuración y programación de los diferentes equipos que intervienen en la red se lo realizo en el software TIA Portal V12, por su fácil y sencillo manejo gracias a su interfaz amigable mediante la programación estructurada, lo que logra optimizar los recursos de memoria y lo que proporciona la detección de errores con la compilación previa a la carga de los programas en los equipos SIMATIC.

Los esclavos 4 (Válvulas) y 5 (enlace de conexión) AS-I, para su funcionamiento necesitan una fuente adicional a la que disponen el bus AS-I, la fuente adicional se adiciona por medio del cable negro.

La longitud máxima del bus AS-I no debe pasar de los 100m.

Al implementar el maestro y los esclavos AS-I permite acoplar los sensores y actuadores de nivel de campo inferior en un solo bus de transmisión lo que genera un ahorro en espacio en el cableado y los dispositivos son de fácil sustitución y direccionamiento.

La implementación de la red Ethernet fue realizado mediante enlaces TCP debido a su alta confiabilidad en el envío y recepción de datos.

Al implementar la red Ethernet en la estación de bus de campo FESTO brinda a los estudiantes de la carrera de ingeniería Mecatrónica enfocarse en un estudio profundizado en redes industriales lo que permite mejoras en proyectos futuros a gran escala.

La implementación de sistema permite tener control y monitoreo de forma local y remota de la estación de bus de campo FESTO.

Con la implementación de la panel operador en la estación de bus de campo FESTO, ayuda a los estudiantes de la carrera de ingeniería Mecatrónica a profundizar los conocimientos en el diseño de varias interfaz HMI (interfaz hombre maquina) mediante comunicaciones industriales y de esa manera complementar el estudio de sistemas de automatización industrial.

Mediante la implementación de sistema SCADA en la Estación de Bus de campo FESTO se completa la pirámide de automatización, con la ayuda de la base de datos se tiene un control de la estación en tiempo real.

El sistema es de arquitecturas abiertas, capaz de crecer o adaptarse según las necesidades de la aplicación que se esté ejecutando.

V. REFERENCIAS

- [1] SALAZAR SERNA, César Augusto y CORREA ORTIZ, Luis Carlos (2011). *Buses de campo y Protocolos en redes industriales*. En: Ventana Informática. No. 25 (jul. – dic., 2011). Manizales (Colombia): Facultad de Ciencias e Ingeniería, Universidad de Manizales. p. 83-109. ISSN: 0123-9678 Recuperado el 28 de abril de 2015 de: <http://revistasum.umanizales.edu.co/ojs/index.php/ventanainformatica/article/viewFile/126/184>
- [2] FESTO.(2015). (FESTO, 2015) *MPS® - El sistema de producción modular: Del módulo a la fábrica de aprendizaje*. [en línea] obtenido de: <http://www.festo-didactic.co.uk/gb-en/learning-systems/mps-the-modular-production-system/mps-the-modular-production-system-from-module-to-learning-factory.htm?fbid=Z2IuZW4uNTUwLjE3LjE4LjU4NS43NjMx>
- [3] Siemens AG Industry, S. (2009). *AS-Interface*. Retrieved from <http://www.automation.siemens.com/cd-static/material/info/e20001-a550-p305-v4-7800.pdf>
- [4] Vicente, Guerrero. (2009). Comunicaciones Industriales. En R. L. Vicente guerrero, *Comunicaciones Industriales* (pág. 10-11). Barcelona Catalanes: MARCOMBO, S.A.



Marco Singaña. Nació en Latacunga provincia de Cotopaxi, Ecuador. Es graduado de la Escuela Politécnica Nacional en Electrónica y Control, cuenta con un Diplomado Superior en Redes Digitales Industriales, un Masterado en Redes y Telecomunicaciones, está cursando un Masterado en Diseño, Producción y Automatización Industrial en la Escuela Politécnica Nacional. Actualmente es docente de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga.

Email: masingania@espe.edu.ec



Héctor Terán. Nació en la ciudad de New York, EEUU. Es Ingeniero Electromecánico, estudios de posgrado en Redes Industriales, Gestión de energías, Seguridad Industrial y riesgos de trabajo, Docente Tiempo completo en la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga.

E-mail: heteran@espe.edu.ec



Jacqueline Llanos. Nació en Latacunga provincia de Cotopaxi, Ecuador. Es graduado de la Escuela Politécnica del ejército en Ingeniera en Electrónica e Instrumentación y en Ingeniera en Ejecución en Electrónica e Instrumentación, cuenta con un Masterado en Ciencias de la Ingeniería - Mención Eléctrica.

Email: jacqueline.llanos.ec@gmail.com



Cristian Chango. Nació en Guaranda provincia de Bolívar, Ecuador. Es graduado de Ingeniero en Mecatrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE en el año 2015. Áreas de Interés: Redes industriales, Automatización de procesos, Diseño de Elementos de Máquinas, Software CAD/CAM/CAE.

E-mail: cristian_chango@hotmail.es



Edison Toapaxi. Nació en Salcedo provincia de Cotopaxi, Ecuador. Es graduado de Ingeniero en Mecatrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE en el año 2015. Áreas de Interés: Redes industriales, Automatización de procesos, Diseño de Elementos de Máquinas, Software CAD/CAM/CAE.

E-mail: re_tedd@hotmail.com