



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA**

**TEMA : “DIGITALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE PRODUCCIÓN,
CALIDAD Y MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA ODIN1 DE LA LÍNEA
DE PRODUCTOS DE CUIDADO Y PROTECCIÓN FEMENINA DE LA
PLANTA DE PRODUCTOS FAMILIA SANCELTA DEL ECUADOR S.A.,
MEDIANTE REDES PROFIBUS-DP Y ETHERNET INDUSTRIAL PARA
PRESENTAR DATOS EN LA WEB MEDIANTE UN WEB SERVER.”**

AUTOR: HIDALGO JARAMILLO, FRANCISCO JOSÉ

DIRECTOR: ING. ÁVILA VILLACÍS, ADRIÁN ALEJANDRO

LATACUNGA

2019



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA

CERTIFICADO DEL DIRECTOR

Certifico que el trabajo de titulación, “**DIGITALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE PRODUCCIÓN, CALIDAD Y MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA ODIN1 DE LA LÍNEA DE PRODUCTOS DE CUIDADO Y PROTECCIÓN FEMENINA DE LA PLANTA DE PRODUCTOS FAMILIA SANCELTA DEL ECUADOR S.A., MEDIANTE REDES PROFIBUS-DP Y ETHERNET INDUSTRIAL PARA PRESENTAR DATOS EN LA WEB MEDIANTE UN WEB SERVER**” fue realizado por el señor **Hidalgo Jaramillo, Francisco José** el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que los sustente públicamente.

Latacunga, 13 de Noviembre del 2019

.....
Ing. Ávila Villacís, Adrián Alejandro

C.C.: 0502399140

DIRECTOR DE PROYECTO



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Hidalgo Jaramillo, Francisco José**, declaro que el contenido, ideas, y criterios del trabajo de titulación: **“DIGITALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE PRODUCCIÓN, CALIDAD Y MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA ODIN1 DE LA LÍNEA DE PRODUCTOS DE CUIDADO Y PROTECCIÓN FEMENINA DE LA PLANTA DE PRODUCTOS FAMILIA SANCELTA DEL ECUADOR S.A., MEDIANTE REDES PROFIBUS-DP Y ETHERNET INDUSTRIAL PARA PRESENTAR DATOS EN LA WEB MEDIANTE UN WEB SERVER”** es de mi autoría y responsabilidad cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Latacunga, 13 de Noviembre del 2019

.....
Hidalgo Jaramillo, Francisco José

C.C.: 1726741745



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA

AUTORIZACIÓN

Yo, **Hidalgo Jaramillo, Francisco José** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **“DIGITALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE PRODUCCIÓN, CALIDAD Y MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA ODIN1 DE LA LÍNEA DE PRODUCTOS DE CUIDADO Y PROTECCIÓN FEMENINA DE LA PLANTA DE PRODUCTOS FAMILIA SANCELTA DEL ECUADOR S.A., MEDIANTE REDES PROFIBUS-DP Y ETHERNET INDUSTRIAL PARA PRESENTAR DATOS EN LA WEB MEDIANTE UN WEB SERVER”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, 13 de Noviembre del 2019



.....
Hidalgo Jaramillo, Francisco José

C.C.: 172674174-5

DEDICATORIA

A mi familia.

A la empresa Productos Familia Sancela del Ecuador, colaborador principal y beneficiario de este proyecto.

A la Unidad de Gestión de Tecnologías por las bases de conocimiento brindadas.

Francisco Hidalgo J.

AGRADECIMIENTO

A mis Padres.

A la empresa Productos Familia Sancela del Ecuador por el auspicio y enseñanza
brindado.

A la Unidad de Gestión de Tecnologías por el conocimiento impartido a lo largo de los
años de la Carrera.

Francisco Hidalgo J.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA

CERTIFICADO DEL DIRECTORi

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....ii

AUTORIZACIÓNiii

DEDICATORIA.....iv

AGRADECIMIENTOv

ÍNDICE DE CONTENIDOS.....vi

ÍNDICE DE TABLASx

ÍNDICE DE FIGURASxi

RESUMEN.....xiv

ABSTRACT.....xv

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1 Antecedentes.....1

1.2 Planteamiento del problema2

1.3 Justificación2

1.4 Objetivos.....3

1.4.1 Objetivo general3

1.4.2	Objetivos específicos.....	3
1.5	Alcance.....	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	Pirámide de Automatización.....	6
2.1.1	Nivel de Campo.....	6
2.1.2	Nivel de Control.....	7
2.1.3	Nivel de Supervisión.....	7
2.1.4	Nivel de Planificación.....	7
2.1.5	Nivel de Gestión.....	8
2.2	Tecnologías de Operación (OT).....	8
2.2.1	Redes Industriales.....	9
2.2.2	Bus de Campo.....	9
2.2.3	Profibus DP.....	11
2.2.4	Ethernet Industrial.....	12
2.2.5	SCADA.....	14
2.2.6	HMI.....	15
2.2.7	OPC.....	16
2.2.8	OPC UA.....	17

2.3	Tecnologías de Información (IT).....	19
2.3.1	Arquitectura cliente-servidor.....	20
2.3.2	Servidor Web.....	22
2.3.3	Almacenamiento y bases de datos en un servidor web.....	23
2.3.4	Páginas Web.....	24
2.3.5	HTML.....	25
2.3.6	TAGs.....	26
2.3.7	Estructura básica.....	27
2.3.8	Comandos generales.....	28
2.3.9	Acceso a variables de panel operador Siemens.....	29
2.3.10	CSS.....	30
2.3.11	Javascript.....	31
2.3.12	AJAX.....	33
2.3.13	JQuery.....	35

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1	Introducción.....	36
3.2	Conexionado de equipos a redes de comunicación.....	37
3.2.1	Conexión de red Profibus DP.....	37

3.2.2	Conexión de red Ethernet Industrial	38
3.3	Comunicación y adquisición de datos	39
3.3.1	Comunicación por Profibus.....	39
3.3.2	Comunicación por Ethernet Industrial.....	50
3.3.3	Obtención de información en Panel Siemens MP370	51
3.3.4	Datos de PLC S7-400 de Tanque de Siliconado a Panel MP370.....	53
3.3.5	Datos de PLC S7-1200 de Tanque de Adhesivo a Panel MP370.....	56
3.3.6	Datos de PLC Control Logix de Embolsadora a Panel MP370.....	62
3.4	El servidor web	64
3.4.1	Creación del servidor web	65
3.4.2	Creación de páginas HTML.....	66
3.4.3	Trabajar con ficheros en el servidor web	69
3.4.4	Visualización de datos de servidor web.....	71
	CONCLUSIONES.....	73
	RECOMENDACIONES	75
	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	76
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
	ANEXOS	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estructura básica HTML.....	27
Tabla 2 Comandos generales de HTML	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pirámide de Automatización	6
Figura 2. Cables y conectores Profibus	11
Figura 3. Ethernet Industrial.....	12
Figura 4. Sistema SCADA	14
Figura 5. HMI en Panel Siemens	16
Figura 6. OPC Clásico y OPC UA.....	16
Figura 7. OPC UA.....	17
Figura 8. Tecnología de Información y Comunicación	19
Figura 9. Arquitectura Cliente-Servidor.....	20
Figura 10. Representación de un servidor web	22
Figura 11. Ejemplo de CSS	30
Figura 12. Lectura de archivo XML con AJAX	34
Figura 13. Lectura de archivo CSV con JQuery.....	35
Figura 14. Conexión de red Profibus DP	38
Figura 15. Conexión Red Ethernet Industrial	38
Figura 16. Archivo GSD de Tanque de Adhesivo	40
Figura 17. Equipo ingresado a red Profibus.....	40
Figura 18. Configuración de equipo	40
Figura 19. Configuración de entradas y salidas del FC1000	42
Figura 20. Programación de FC1000.....	43
Figura 21. Configuración de telegrama de transmisión	44

Figura 22. Bloques de envío y recepción de telegramas	45
Figura 23. Transferencia de valores de respuesta de tanque de adhesivo a DB del PLC	45
Figura 24. Temporizadores para aumento de contador	46
Figura 25. Contador	46
Figura 26. Comparador para reseteo de contador	47
Figura 27. Comparadores para activación de FCs	47
Figura 28. Ejecución de FCs en programa principal OB1	48
Figura 29. DB de registro de datos del tanque de adhesivo	49
Figura 30. Drivers disponibles de panel MP370	52
Figura 31. Variables de panel con conexión a PLC	52
Figura 32. Conexión de Panel MP370 a PLC S7 400	53
Figura 33. Carpeta de variables de tanque de Siliconado	54
Figura 34. Variables de Tanque de Siliconado	54
Figura 35. Imagen de datos de Tanque de Siliconados.....	55
Figura 36. Campo de salida de Tanque de Siliconado	55
Figura 37. DB para datos de presión de tanque de Construcción.	57
Figura 38. Desactivación de “Acceso Optimizado al Bloque” del DB de datos de presión de Tanque de Construcción	57
Figura 39. Variables de datos de Presión de Tanque de Construcción	58
Figura 40. Variables de datos de Velocidad de Tanque de Construcción	58
Figura 41. Transferencia de variables simbólicas a variables absolutas de datos de presión.....	58

Figura 42. Transferencia de variables simbólicas a variables absolutas de datos de velocidad	59
Figura 43. Ejecución de FC20 en programa principal de PLC de Tanque de Construcción	59
Figura 44. Activación de herramienta de comunicación de PLC S7-1200 de tanque de Construcción	60
Figura 45. Conexión PLC S7 1200 de Tanque de Construcción con Panel MP370	61
Figura 46. Variables de Panel con conexión a PLC de Tanque de Construcción	61
Figura 47. Representación de datos de PLC de Tanque de Construcción	62
Figura 48. Conexión con PLC de Embolsadora	63
Figura 49. Parametrización de conexión de PLC de Embolsadora a Panel	63
Figura 50. Variables de PLC de Embolsadora en Panel	63
Figura 51. Imagen de información de Embolsadora	64
Figura 52. Ingreso a la configuración del panel MP370	65
Figura 53. Activación de Sm@rt Service en panel de operador	65
Figura 54. Código para representación de datos	67
Figura 55. Ejecución de página HTML en navegador web	68
Figura 56. Selección de Archivo de Datos	69
Figura 57. Creación de fichero de datos	70
Figura 58. Configuración de fichero de datos	70
Figura 59. Asignación de variable a fichero de datos	70
Figura 60. Panel de Información de la máquina ODIN 1	72

RESUMEN

El presente proyecto consiste en digitalizar la información referente a producción, calidad y mantenimiento de la Máquina ODIN 1 en el área de *Personal Care* de la Empresa Productos Familia Sancela del Ecuador. La información es extraída de equipos de diferentes fabricantes que intervienen en el proceso de producción de la máquina, mediante redes de comunicación Profibus DP y Ethernet Industrial, de manera que todos los datos de los equipos lleguen hasta la pantalla de un panel de operador. El panel de operador tiene la característica de poder actuar como un servidor web, es decir puede conectarse a una red ya sea intranet o internet y publicar páginas HTML con el contenido que se desee mostrar. La pantalla entonces actúa como intermediario para unir dos tipos de redes de comunicación, por un lado la red industrial donde se encuentra la máquina conformada los equipos que intervienen en el proceso, y la red informática donde se realiza la gestión de la máquina. Mediante un editor de código se crean páginas HTML con la información contenida en el panel de operador, mediante el direccionamiento de variables de modo que pueda visualizarse dicha información en tiempo real a través de un navegador web.

PALABRAS CLAVE:

- **REDES INDUSTRIALES**
- **PROFIBUS PERIFERIA DESCENTRALIZADA**
- **ETHERNET INDUSTRIAL**
- **SERVIDOR WEB**
- **PAGINAS HTML**

ABSTRACT

The present project consists of digitalizing the information related to the production, quality and maintenance of the ODIN 1 Machine in the Personal Care area of the company Productos Familia Sancela del Ecuador. The information is extracted from equipment of different manufacturers that intervene in the production process of the machine, through communication networks Profibus DP and Industrial Ethernet, so that all the data of the equipment reach the screen of an operator panel. The operator panel has the characteristic of being able to act as a web server, i.e. it can connect to a network either intranet or internet and publish HTML pages with the content you want to show. The screen then acts as an intermediary to link two types of communication networks, on the one hand the industrial network where the machine is located, the equipment involved in the process, and the computer network where the management of the machine is carried out. By means of a code editor, HTML pages are created with the information contained in the operator panel, by directing variables so that this information can be visualized in real time through a web browser.

KEY WORDS:

- **INDUSTRIAL NETWORKS**
- **PROFIBUS DESCENTRALIZED PERIFERAL**
- **INDUSTRIAL ETHERNET**
- **WEB SERVER**
- **HTML PAGES**

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1 Antecedentes

La División de Personal Care de la empresa Productos Familia Sancela del Ecuador S.A, en la línea de productos de cuidado y protección femenina, cuenta con la máquina ODIN 1, misma que dispone de equipos que generan información acerca de variables involucradas en el proceso de fabricación. Esta información es adquirida de forma manual a través de los operarios de la máquina.

La máquina ODIN 1 incorpora equipos tales como tanques de siliconado, sistemas de inspección visual para el control de calidad, bandas transportadoras y empacadoras, las cuales tienen la capacidad de recopilar información de producción, calidad y mantenimiento, a través de sus entradas y salidas, y presentarla en sus correspondientes paneles, siendo necesario que los operarios recojan personalmente la información y posteriormente elaborar tablas con las cuales se toma las medidas necesarias en base a esta información.

Los equipos antes mencionados no se encuentran conectados a ninguna red de comunicación o protocolo de tecnología de operación tal como Profibus-DP o Ethernet Industrial, tampoco a un protocolo de tecnología de información tal como Ethernet de oficina o un Web Server para un fácil acceso a la información que cada equipo dispone.

1.2 Planteamiento del problema

Actualmente la máquina ODIN 1 de la Planta de Productos Familia Sancela del Ecuador S.A., genera grandes cantidades de información, referente a producción, calidad y mantenimiento de la máquina. La información generada es adquirida de forma manual a través de los operarios y documentada digitalmente para poder ser leída y tratada desde puntos remotos. Este proceso se califica como lento pues conlleva mucho tiempo desde que la información es adquirida hasta que se transfiere de manera digital, afectando a la toma de decisiones en tareas de mantenimiento, control de producción y calidad y sobre todo a nivel de gestión reduciendo así la eficiencia general de los equipos (*“Overall Equipment Effectiveness”* - OEE).

1.3 Justificación

Debido a la necesidad de la empresa, el presente proyecto propone mejorar la eficiencia del proceso de producción de la línea de productos de cuidado y protección femenina, mediante la monitorización y digitalización de la información de la máquina ODIN 1, facilitando así la toma de decisiones para poder llevar a cabo tareas de mantenimiento, control de la producción y la calidad del producto, así mismo favoreciendo a la toma de decisiones a nivel de gestión de la empresa.

La implementación de este proyecto sirve además como pauta para adentrarse hacia la denominada *Industria 4.0* caracterizada por la digitalización de la información y la comunicación con lo cual se asegura la competitividad de la empresa.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Adquirir automáticamente información de producción, calidad y mantenimiento de la máquina ODIN1 de la planta de Productos Familia Sancela del Ecuador S.A., mediante redes Profibus-DP y Ethernet Industrial para presentar datos en la web mediante un web server.

1.4.2 Objetivos específicos

- Conectar físicamente las redes Profibus DP y Ethernet Industrial entre el PLC maestro y los dispositivos esclavos que proporcionan información, para la interconexión de equipos que conforman la máquina.
- Configurar mediante software las redes Profibus DP y Ethernet Industrial, con los correspondientes dispositivos esclavos, para establecer las respectivas comunicaciones e intercambio de datos.
- Adquirir datos de cada dispositivo esclavo requerido por el PLC maestro mediante redes Profibus-DP y Ethernet Industrial, para presentar información en un panel de operador.
- Crear un *Web Server* usando las características técnicas y configuraciones disponibles de un panel operador para la transmisión de datos a la web mediante protocolos Ethernet, TCP/IP.

- Crear páginas HTML mediante un editor de texto, para presentar en la intranet información de la máquina obtenida a través de cada uno de los equipos que la conforman.

1.5 Alcance

El presente proyecto comienza a partir de la interconexión de equipos ya existentes de la máquina ODIN 1 hacia un PLC principal mediante protocolos de tecnología de operación, tal como redes de comunicación Profibus-DP y Ethernet Industrial, para obtener en un Panel de Operador principal toda la información referente a producción, calidad y mantenimiento de la máquina. La información adquirida se verá limitada según las entradas y salidas que dispongan los equipos conectados a la máquina. Se tomará en cuenta algunas variables, tales como:

- **Producción:** Temperatura, presión, nivel, velocidad de motores, estado de gas inerte, cantidad total de producción, entre otros.
- **Calidad:** Cantidad total de productos, productos aceptados, productos rechazados, entre otros.
- **Mantenimiento:** Consumo de energía, tiempo de operación, estado operativo del equipo y alarmas, entre otros.

Una vez que se adquiriera la información necesaria de cada equipo, se transmitirá mediante protocolos de tecnología de información como es Ethernet, TCP/IP desde el Panel de Operador principal actuando como *Web Server*, donde dicha información podrá ser visualizada en la web desde diferentes puntos remotos, a través de una dirección IP.

Con ello la empresa obtendrá mejoras en la toma de decisiones debido a que se tendrá acceso a la información de producción, calidad y mantenimiento de una manera más rápida y desde diferentes lugares, mejorando considerablemente su eficiencia.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Pirámide de Automatización

La pirámide de automatización en un entorno industrial, actualmente se compone de 5 niveles tecnológicos como se puede apreciar en la figura 1.

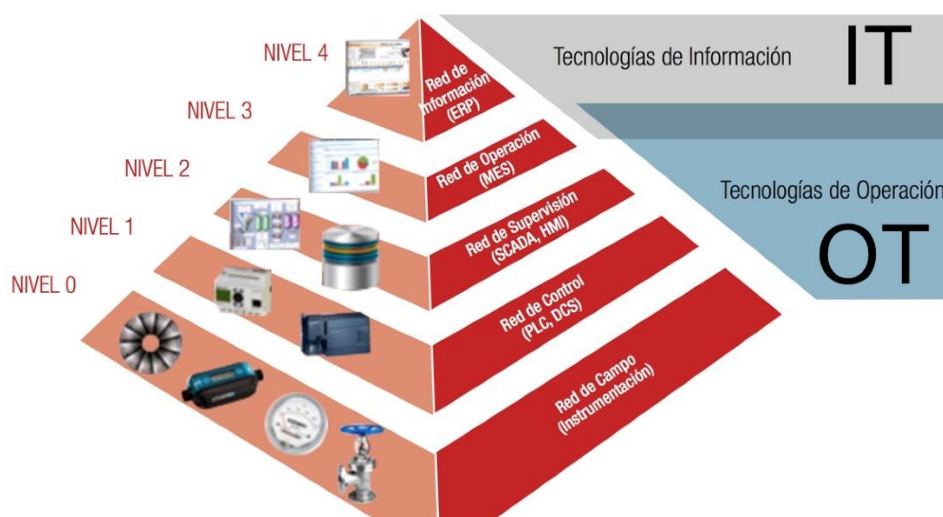


Figura 1. Pirámide de Automatización
Fuente: (Centro de Ciberseguridad Industrial, 2017)

2.1.1 Nivel de Campo

Este nivel se encuentra conformado por todos los elementos que se encuentran directamente relacionados con el proceso como son sensores (termocupla, encoder, barómetro, etc.) y actuadores (válvulas, motores, calentadores, etc.), estos dispositivos no trabajan por si solos, sino que son controlados por dispositivos que se encuentran en un nivel jerárquico más alto.

2.1.2 Nivel de Control

En este nivel se encuentran equipos como PLCs, DCS, Drives, entre otros, que recogen las señales de sensores y envían las órdenes y señales necesarias a los actuadores correspondientes al nivel de campo, para que se produzca el control del proceso en sí.

2.1.3 Nivel de Supervisión

Aparece el término SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). Este nivel se enfoca en el monitoreo y supervisión del proceso, a través de equipos como PCs, pantallas de operador, entre otros, que permiten mediante interfaces gráficas ver cómo se está llevando a cabo el proceso.

2.1.4 Nivel de Planificación

Este nivel también llamado MES (Manufacturing Execution System), gestiona el entorno industrial de acuerdo a un producto. Su enfoque se basa principalmente en aspectos como la gestión de calidad, los recursos utilizados, el rendimiento, todo esto registrado en bases de datos, con el propósito de planificar controlar la producción de una planta.

2.1.5 Nivel de Gestión

Más conocido como ERP (Enterprise Resource Planning), gestiona la producción en forma global, basándose en la toma de decisiones y los lazos de negociaciones, tomando como fuente principal de información los niveles de supervisión y planificación de la pirámide. Aquí se gestiona la empresa de manera más amplia, incluyendo el personal, los equipos, instalaciones, producción, etc.

2.2 Tecnologías de Operación (OT)

La Tecnología Operacional (OT) consiste en sistemas de hardware y software que monitorean y controlan equipos y procesos físicos, a menudo encontrados en industrias que manejan infraestructura crítica, como agua, petróleo y gas, energía y servicios públicos, pero también en manufactura automatizada, procesamiento farmacéutico y redes de defensa. (Harp & Brown, 2017)

Dentro de esta tecnología se asocian varias herramientas y estándares con los cuales se puede hacer posible un control avanzado en los procesos físicos.

Utilizando herramientas como los buses de campo para comunicar PLCs y equipos aptos para redes industriales, hacia una pantalla principal donde se visualice toda la información referente al proceso y esta a su vez enviada a un sistema de manufactura, es una de las muchas maneras en que puede ser usada la tecnología de operación.

2.2.1 Redes Industriales

Una red industrial puede entenderse como al conjunto de equipos usados en un sistema de producción, conectados entre sí a través de un bus de campo, para realizar el control, monitoreo, mantenimiento y gestión del proceso de producción en tiempo real. (Mejia, 2016)

El desarrollo de redes industriales ha permitido la unión de dispositivos tales como sensores, actuadores, autómatas programables, ordenadores de diseño y gestión, interfaces de operador, entre otros. (Universidad de Oviedo, 2006)

Las redes industriales pueden brindar las siguientes ventajas:

- Visualización y supervisión de todo el proceso productivo.
- Toma instantánea de datos del proceso.
- Mejora del rendimiento del proceso.
- Intercambio de datos entre sectores del proceso.
- Programación remota, sin estar a pie de máquina.

2.2.2 Bus de Campo

Campo se conoce al lugar donde se lleva a cabo el proceso de producción, específicamente donde se encuentra la maquinaria con todos sus sensores, actuadores y controladores.

Un bus de campo es un sistema de transmisión de información por un sólo cable de comunicación que simplifica enormemente la instalación y operación de máquinas y equipamientos industriales utilizados en el proceso de producción. (Salazar Serna & Correa Ortiz, 2011)

El bus de campo en la industria, posibilita la comunicación entre equipos como PLCs, paneles de operador, variadores de velocidad, entre otros equipos que recogen información de sensores y actuadores instalados en el campo y permiten el control y monitoreo del proceso de producción muchas veces a través de un sistema de control descentralizado o DCS.

De forma general, los buses de campo se distinguen de acuerdo a las opciones de comunicación que ofrecen, teniendo dos diferentes tipos:

- **Bus de campo propietario**

Su uso se limita a componentes de un solo fabricante, sin permitir que sean compatibles con componentes de otros fabricantes. (Villajulca, 2010)

- **Bus de campo abierto**

Permiten establecer comunicación entre equipos de diferentes fabricantes, sin necesidad de adaptaciones adicionales. Un ejemplo claro es Profibus, aceptado por muchas marcas de diferentes fabricantes. (Villajulca, 2010)

2.2.3 Profibus DP



Figura 2. Cables y conectores Profibus
Fuente: (Siemens, 2019)

Profibus-DP es un bus de campo estandarizado que permite la conexión de equipos de diferentes fabricantes a una sola red de comunicación industrial, a nivel de campo de la pirámide de automatización. (Universidad Politécnica de Cartagena, 2011)

Está diseñado para la comunicación de datos a alta velocidad a nivel de dispositivo. Los controladores centrales (PLCs/PCs) se comunican con los dispositivos de campo distribuidos por medio de un enlace serie de alta velocidad. (Universidad Politécnica de Cartagena, 2011)

Debido a ser un bus de campo estandarizado, el color de su cable y sus conectores también lo son, siendo el primero de color morado que lo distingue de otros buses, y cuenta con conectores de tipo DB-9 en su mayoría, con un pequeño switch que conecta o desconecta una resistencia de 75 ohms indicando el inicio, continuidad o final de la red.

Algunas de sus características son:

- Trabaja en los niveles físico y enlace del modelo OSI.
- Utiliza el estándar de comunicaciones RS-485.
- Par trenzado o fibra óptica como medio de transmisión.
- Velocidad de 9.6 Kbit/s a 12 Mbit/s (1200 m - 100 m).
- Red multimaestro con jerarquía maestro – esclavo.
- Conexión de hasta 126 estaciones en el bus. (Sanchis Llopis, Romero Perez , & Ariño Latorre, 2010)

2.2.4 Ethernet Industrial



Figura 3. Ethernet Industrial
Fuente: (Siemens, 2019)

Ethernet es un estándar para redes de área local (LAN), originalmente diseñado a nivel de oficina y adaptado al ambiente industrial, que trabaja dentro de los niveles de capa físico y enlace del modelo OSI. (Pantheanet, 2011)

Mediante los protocolos TCP e IP permite a Ethernet la transmisión de señales de control, conexión con aplicaciones HMI/SCADA y servidores web embebidos en los dispositivos de campo. (Martinez, 1998)

Una de las ventajas de Ethernet Industrial es que se puede establecer comunicación entre los niveles de planta, con los niveles de gestión dentro de la pirámide de automatización.

Comúnmente las redes de Ethernet industrial se representan de color verde, de igual forma los conectores utilizados son RJ45, con la diferencia de ser metálicos, con protecciones y de fácil ponchado, basta con insertar los cables correspondientes y girar el seguro.

Algunas de sus características más importantes son:

- Cable STP y Fibra óptica como medio de transmisión.
- Velocidad de transmisión hasta 1 Gbps.
- Conexión de más de mil estaciones.
- Número de estaciones a través de direcciones IP.
- Alimentación 24 VDC
- Interconectividad, Interoperabilidad, e Intercambiabilidad. (Sanchis Llopis, Romero Perez , & Ariño Latorre, 2010)

2.2.5 SCADA

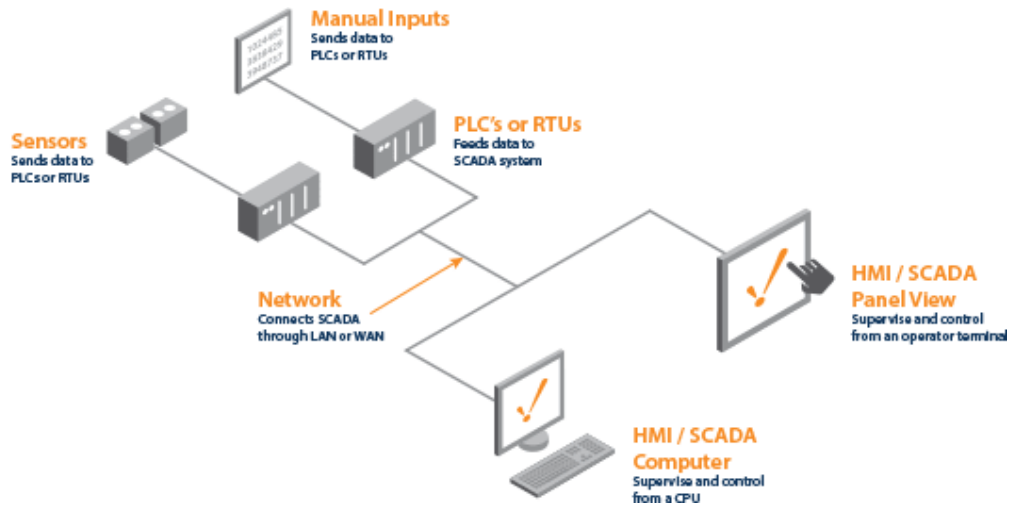


Figura 4. Sistema SCADA

Fuente: (Cloudinary, s.f.)

Se define un software SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) como un programa que comunica el ordenador con los equipos que controlan un proceso, típicamente autómatas programables, con el objetivo de que el operador pueda supervisar desde el ordenador el funcionamiento de todo el proceso. (Sanchis Llopis, Romero Perez , & Ariño Latorre, 2010)

Al estar conectado con los equipos que controlan el proceso, el SCADA puede acceder a estos para leer los valores del proceso completo y mostrarlos gráficamente, así como enviar órdenes para el control, tal como abrir o cerrar válvulas, orden de marcha y paro, ajuste de setpoints, entre otros.

Sin embargo, un SCADA no tiene por objeto principal el realizar el control en tiempo real de un proceso, sino tan solo su supervisión y adquisición de datos, pues la velocidad de reacción ante los cambios del proceso del SCADA es mucho menor a los del controlador. (Sanchis Llopis, Romero Perez , & Ariño Latorre, 2010)

2.2.6 HMI

Por sus siglas en inglés Human Machine Interface, este término hace referencia a la interfaz o medio de comunicación entre el proceso y el operador/supervisor, básicamente se trata de un panel de operador, mediante el cual se controlan y gestionan los procesos industriales en una planta. (Castillo, 2012)

Mediante un HMI un operador puede visualizar datos de la máquina, insertar setpoints para un proceso específico, e intervenir en el proceso de acuerdo a los requerimientos; un supervisor por su parte puede gestionar la producción de acuerdo a la información que se muestre y tomar las medidas necesarias.

El desarrollo de una interfaz hombre máquina es indispensable para el monitoreo y supervisión de los procesos industriales, pues de ello depende la toma de decisiones en los niveles jerárquicos más altos, además facilita el mantenimiento y conservación de los equipos.



Figura 5. HMI en Panel Siemens
Fuente: (Siemens, s.f.)

2.2.7 OPC

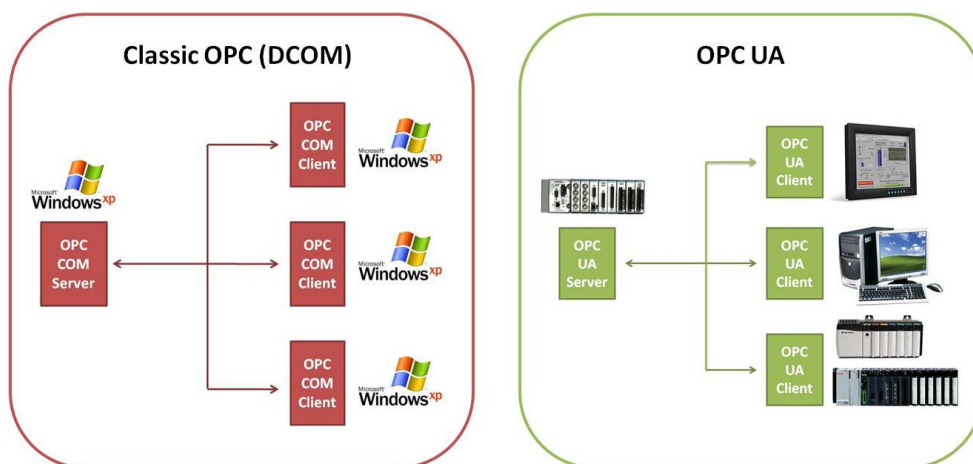


Figura 6. OPC Clásico y OPC UA
Fuente: (National Instruments, s.f.)

Es una norma de intercambio de datos a nivel de planta basada en la tecnología OLE (Object Linking Embeded) denominada OPC (OLE for Process Control), que permite un método para el flujo transparente de datos entre aplicaciones corriendo bajo sistemas operativos basados en Microsoft Windows. (Sanchis Llopis, Romero Perez , & Ariño Latorre, 2010)

Mediante OPC, equipos y dispositivos que se encuentran involucrados en el proceso actúan como servidores OPC, proporcionando la información necesaria y requerida por el software SCADA correspondiente, que actúa como cliente OPC. (Sanchis Llopis, Romero Perez , & Ariño Latorre, 2010)

Actualmente existen varios tipos de OPC cuyas siglas especifican su funcionamiento o tarea, tal es así que tenemos:

- OPC DA (Data Access)
- OPC AE (Alarms Conditions and Events)
- OPC HDA (Historical Data Access)
- OPC DX (Data Exchange)
- OPC XML (XML Data Access) (OPC: UN ESTANDAR EN LAS REDES INDUSTRIALES)

2.2.8 OPC UA

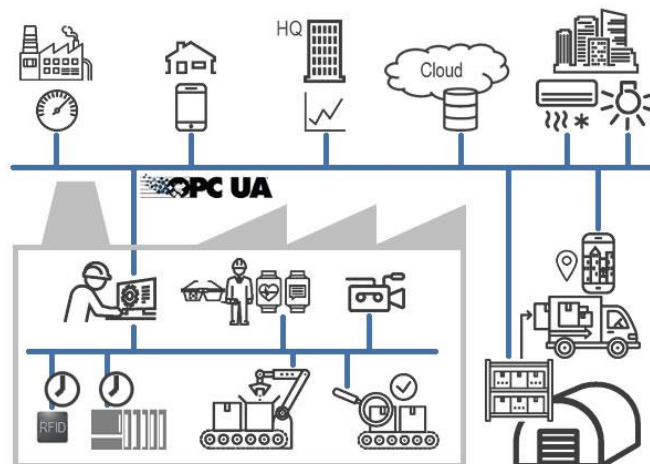


Figura 7. OPC UA
Fuente: (Renesas, s.f.)

La Arquitectura Unificada OPC (UA), publicada en 2008, es una arquitectura orientada a servicios independiente de la plataforma que integra toda la funcionalidad de las especificaciones individuales de OPC Classic en un marco extensible. (OPC Foundation, 2019)

Con OPC UA la comunicación entre dispositivos se realiza de una manera fácil, puesto que está disponible para dispositivos físicos como PCs, PLCs, microcontroladores, también puede desarrollarse en sistemas operativos tan conocidos como Windows, Apple, Android, Linux, entre otros.

Con UA el concepto de OPC cambia de ser considerado un complejo protocolo exclusivo para Windows que necesitaba de configuraciones para el acceso a la información deseada, a ser un protocolo sumamente fácil de manejar, interoperable, abierto a todo tipo de dispositivo y sistema operativo, sin necesidad de realizar configuraciones complejas para el acceso a información, y que permite la comunicación en todos los niveles de la pirámide de automatización. (OPC Foundation, 2019)

2.3 Tecnologías de Información (IT)



Figura 8. Tecnología de Información y Comunicación
Fuente: (*impactointernetactual*, 2014)

Las tecnologías de información son aquellas desarrolladas en los últimos años en el campo de la informática y las telecomunicaciones, centrada principalmente en el tratamiento de información que se presenta en diferentes formatos, tal como texto, sonido, imágenes, video, entre otros.

El elemento más representativo de las nuevas tecnologías es sin duda el ordenador y más específicamente, Internet. Como indican diferentes autores, Internet supone un salto cualitativo de gran magnitud, cambiando y redefiniendo los modos de conocer y relacionarse del hombre. (Ortí, 2006)

En el campo informático por ejemplo, el desarrollo de programas tales como editores de texto, gestores de bases de datos, aplicaciones estadísticas, hojas de cálculo y demás aplicaciones ofimáticas ha permitido el tratamiento de información de manera única, al tener la posibilidad de manejar grandes cantidades de datos en tiempos relativamente cortos. De igual forma el intercambio de información puede darse de forma instantánea, gracias a las redes de comunicación, que pueden ser globales como Internet o locales como Intranet.

Una de las herramientas fundamentales es el World Wide Web, mediante el cual es posible la navegación en páginas web de servidores ubicados en diferentes lugares del mundo, a través de la red global Internet. (Mozilla, 2019)

2.3.1 Arquitectura cliente-servidor

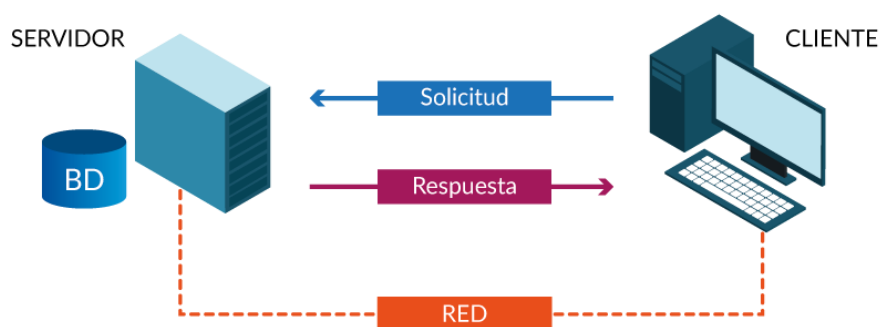


Figura 9. Arquitectura Cliente-Servidor

Fuente: (Sucerman, s.f.)

Básicamente esta arquitectura tiene como propósito establecer la comunicación y transferencia de información entre dos o más dispositivos denominados cliente y servidor a través de una misma red.

Un cliente es aquel dispositivo que realiza una petición hacia un dispositivo servidor para que este último devuelva una respuesta al cliente, todo esto a través de una misma red y mediante un determinado protocolo. (Briceño, 2005)

La respuesta que el servidor envía al cliente, normalmente es información que se encuentra almacenada en una base de datos, una nube, o dispositivos de almacenamiento físico. Sin embargo también existe la posibilidad de que el servidor ponga a disposición del cliente información en tiempo real de variables de algún equipo como un PLC, tal como sucede en procesos industriales, sin ser almacenada esta información.

Una vez que el cliente recibe la información que ha solicitado al servidor, se encarga de su manipulación y despliegue, comúnmente a través de interfaces gráficas que interactúan con el usuario, como sucede en Internet.

Debido al masivo uso de esta arquitectura en redes, los problemas en cuanto a la transferencia de información se hicieron presentes, por ello se desarrolló el protocolo de control de transferencia TCP (Transfer Control Protocol), para crear el flujo y asegurar que los datos sean entregados en el destino sin errores. Junto a este protocolo se desarrolló también el protocolo de Internet IP, que se encarga de encontrar la mejor ruta de envío pero sin asegurar que la información llegue a su destino. Juntos estos protocolos permiten que la transmisión de datos entre cliente y servidor se realice por la mejor ruta de envío asegurando que llegue a su destino. (Briceño, 2005)

2.3.2 Servidor Web

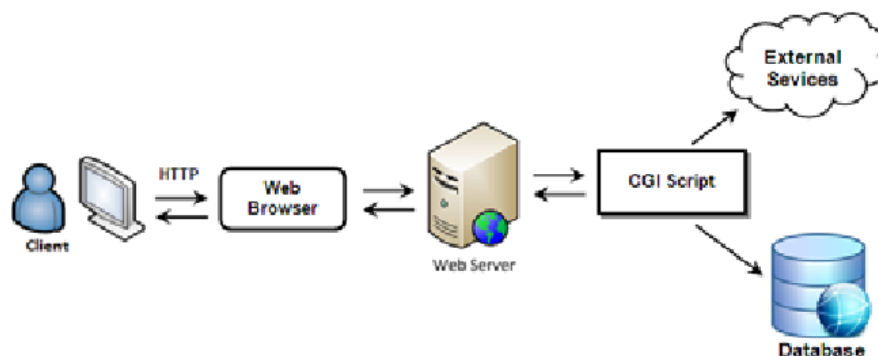


Figura 10. Representación de un servidor web
Fuente: (Researchgate, s.f.)

Un servidor web es aquel que se encarga de enviar el contenido de una aplicación web a cualquier cliente solicitante que se encuentre en la misma red o tenga acceso a la red, tal como Internet, de modo que las páginas web, o contenido web que se muestra como respuesta en el lado del cliente se encuentra alojado en el servidor web. (Briceño, 2005)

El término servidor web se diferencia de un servidor simple en que, para acceder a su contenido se necesita de un navegador web, con el cual el dispositivo que solicita la información (cliente), puede recibir el contenido que permite el poseedor del contenido (servidor).

El contenido que un servidor web puede proveer es de lo más variado, dependiendo de la cantidad y el tipo de información que almacene dentro de sí, pudiendo ser desde simple texto, hasta contenido más complejo como imágenes, videos, películas, programas, entre otros.

Dependiendo de las restricciones de la red en que se encuentra el servidor, este puede proporcionar datos hacia dispositivos que se encuentren en una red local como Intranet, o en una red global, Internet.

En la industria, existen dispositivos como PLCs y Paneles que tienen la capacidad para actuar como servidores web, por ejemplo en la marca Siemens casi todos los PLCs S7 (-1200, -1500, -300, -400) y varios paneles (MP270, MP370, MP377, PC PANEL,) tienen tal capacidad, permitiendo así publicar datos de los procesos de producción en una red, sea local o global, a través de páginas web y acceder a su contenido mediante un navegador web. (Siemens, 2019)

Cabe destacar que un servidor web, al estar conectado a una red, puede ser objeto a ataques informáticos, por lo que la ciberseguridad que se brinde a cada servidor es imprescindible para mantener intacta la información que este pueda poseer.

2.3.3 Almacenamiento y bases de datos en un servidor web

Almacenar datos es parte fundamental para que un servidor web pueda proveer de información a los clientes. Actualmente existen diversos métodos de almacenar datos, tanto físicos como virtuales. (Camps, y otros, 2005)

El almacenamiento físico se refiere a dispositivos de memoria físicos, tal como tarjetas de memoria, memorias usb, discos duros (PCs), en los que el límite de información que puede almacenarse depende del tamaño de memoria de tales dispositivos. (Camps, y otros, 2005)

El almacenamiento virtual por otra parte se refiere a guardar toda la información necesaria en un sistema no físico, pero capaz de asegurar que dicha información se encuentre presente cada vez que se solicite. Esto en términos informáticos se conoce como “nube”, donde lo único que se necesita para acceder a la información es una conexión a Internet.

Generalmente un servidor web, para proveer de información a un cliente, aparte de la página web, cuenta con bases de datos de dónde saca el contenido a mostrar, dependiendo obviamente del tipo de contenido.

2.3.4 Páginas Web

Una página web es un documento digital, el cual puede accederse desde un navegador web y que puede contener información de tipo texto, hipertexto, imagen, video, además puede contener elementos de interacción con el usuario como botones, listas desplegables, seleccionadores, entre otros. Las páginas web se encuentran almacenadas en servidores web, que se encuentran conectados a una red, sea esta local o global. (Arenas, y otros, 2008)

Una página web generalmente se encuentra elaborada con Lenguaje de Marcado de Hipertexto (HTML), aunque existe una versión superior denominada Lenguaje de Marcado de Hipertexto Extendida (XHTML). No son lenguajes de programación, sino lenguajes para la creación de páginas web. El código de la página web se denomina código fuente. (Arenas, y otros, 2008)

Una página web además de las funciones básicas en HTML puede incluir en su código otros lenguajes de desarrollo como Javascript, PHP, entre otros, que permiten un desarrollo aún mayor de la página.

2.3.5 HTML

El lenguaje de marcado de hipertexto (HTML) por sus siglas en inglés, no debe confundirse con un lenguaje de programación, pues no lo es, sino que debe entenderse como un lenguaje de marcado basado en texto, que permite la estructuración de contenidos propios de un documento digital, tal como texto, imágenes, animaciones, entre otros. (Siemens, 2010)

Los documentos desarrollados en HTML son el fundamento para la web, y deben ser abiertos por un navegador web para ver su contenido. Se encuentran compuestos por *tags*, que indican al navegador web como debe desplegar el contenido, obviamente los tags no se muestran en la página, sino que el navegador los usa para representar el contenido de la página. (Siemens, 2010)

Para poder crear un documento HTML se puede hacer uso de diferentes herramientas, sin embargo un editor de texto es la mejor opción, pues permite trabajar con el código directamente para realizar las modificaciones necesarias y ver los cambios directamente en un navegador.

Algunos editores de texto son:

- Bloc de notas
- Notepad ++
- Sublime Text
- Atom
- Visual Studio Code (Siemens, 2008)

2.3.6 TAGs

Un TAG en HTML es un comando, y este siempre se expresa dentro de los signos “<>”. El contenido dentro de estos signos especifica el comando a ejecutarse, los comandos son abreviaturas del inglés y deben ir siempre en letras minúsculas. (Siemens, 2008)

Para iniciar un tag se especifica el comando dentro de los signos “<>”, y para finalizarlo se especifica el mismo comando dentro de la expresión “</>”.

Por ejemplo:

Código HTML: ` Texto de ejemplo `

Vista en el navegador: **Texto de ejemplo**

La instrucción “b” especifica la abreviación del inglés bold (negrita).

2.3.7 Estructura básica

La codificación de una página HTML para que sea correctamente ejecutada y representada, debe cumplir con una composición de estructura estándar expresada a continuación: (Siemens, 2008)

```

<!doctype html>

<html>

<head>

<meta charset="UTF-8">

<title></title>

</head>

<body>

</body>

</html>

```

La explicación de los términos se expresa en la tabla siguiente:

Tabla 1
Estructura básica HTML

Código HTML	Descripción
<!doctype html>	Indica la declaración del tipo de documento
<html> </html>	Permite iniciar la codificación HTML para que el navegador traduzca como tal.
<head> </head>	Encabezado del documento, el código contenido en esta sección no se visualiza dentro de la página pero puede contener código ejecutable como scripts, metas, etc.
<title> </title>	Indica el nombre de la pestaña en el navegador.
<body> </body>	Representa el cuerpo del documento, el código contenido en esta parte si se visualiza en la página web.

Fuente: (Siemens, 2008)

2.3.8 Comandos generales

Existen actualmente numerosos comandos que pueden ser utilizados en la codificación de una página HTML, sin embargo se detallarán los más básicos y más utilizados dentro del diseño web.

Tabla 2
Comandos generales de HTML

Código HTML	Función	Descripción
<!-- Texto -->	Comentario	El comentario no se ejecuta en el navegador.
<p> Texto </p>	Párrafo	Permite escribir un párrafo que termina hasta encontrar el fin del tag, permite saltos de línea.
 Texto 	Negrita	El texto se representa en negrita
<h#> Texto </h#>	Encabezado	Indica un texto como encabezado, el signo # puede variar del 1 al 6, siendo 1 muy grande.
 	Salto de línea	Provoca un salto de línea de un espacio.
<hr/>	Línea divisoria	Crea una línea divisoria a lo ancho de la página.
	Insertar imagen	Permite insertar una imagen en cualquier formato, en el campo src se especifica la dirección y formato de la imagen, y en el campo alt se detalla un texto alternativo para la imagen.
 Texto 	Lista sin ordenar	Los elementos dentro del comando se representan como ítems de lista precedidos por viñetas.
 Texto 	Lista numerada	Los elementos dentro del comando se representan como ítems de lista precedidos por números en orden ascendente.
class= ""	Clase	Especifica un estilo específico antes definido dentro de la misma página o de una hoja de estilos externa.
<div> </div>	Bloque de elementos	Dentro de este comando es posible insertar varios elementos como texto, figuras, imágenes, etc., y ser estilizados a través de css. Básicamente es un contenedor de elementos.
<form> </form>	Forma	Dentro de este comando generalmente se insertan grupos de botones y campos de entrada.
 	Link	Con este comando se puede crear un hipertexto que enlaza la página con diferentes páginas o recursos.
<table> </table>	Tabla	Inicializa una tabla, el contenido de la tabla termina con la expresión </table>
<tr> </tr>	Fila de tabla	Crea una fila para la tabla
<td> </td>	Campo de tabla	El contenido dentro de este comando es similar al de una celda en una hoja de cálculo.
border = ""	Borde	Con este comando es posible definir el grosor del borde de una tabla. Se representa con números.

Fuente: (Siemens, 2008)

2.3.9 Acceso a variables de panel operador Siemens

Uno de los avances que ha desarrollado Siemens es la capacidad de adaptarse al diseño web, mediante la facilidad de acceso a la información contenida en algunos de sus paneles HMI mediante tags HTML.

Uno de los requisitos para acceder a la información del panel en páginas web, es que la herramienta de la pantalla Sm@rt Service (que permite que el panel actúe como servidor web), se encuentre activado. (Siemens, 2008)

Los paneles que permiten la activación de esta herramienta poseen un lenguaje de script integrado, denominado MWSL (Mini Web Server Language), que es similar a javascript, es decir que el script se ejecuta en el lado del servidor, en este caso el panel, para enviar una respuesta de lo ejecutado al cliente.

El comando para acceder a información del panel es:

```
<MWSL> <!--write (GetVar("Variable")); --> </MWSL>
```

, y para acceder a subcarpetas de variables:

```
<MWSL> <!--write (GetVar("Carpeta \ Variable")); --> </MWSL>
```

2.3.10 CSS

CSS es un lenguaje que sirve para definir el diseño y apariencia de un documento HTML, pues permite especificar cómo los elementos de la página van a ser representados, por ejemplo colores, fuentes, posiciones, distancias, entre otros. (Avello, 2000)

La utilización de CSS para mejorar el diseño de una página web puede darse de tres formas, ya sea escribiendo el código CSS dentro del propio HTML mediante un tag, a través de un direccionamiento hacia un archivo *.css externo, siendo esta la opción más utilizada por desarrolladores, o dentro del comando **style=""** en cualquier tag.

Al realizar el direccionamiento hacia una hoja de estilos externa, la manera de asignar un estilo a una parte del documento es mediante la instrucción **class = ""**.

Por ejemplo, para el tag **<p> Hola Mundo </p>**, al asignarle un estilo el código se vería de la siguiente forma: **<p class="fondo"> Hola Mundo </p>**. De esta manera se asigna el estilo "fondo" de una hoja de estilos externa, que posiblemente le asigne un color de fondo para el texto. (Siemens, 2008)

The image shows the text "Hola Mundo" in a black serif font. The text is centered and has a solid yellow rectangular background behind it, which serves as a visual example of a CSS background color being applied to a text element.

Figura 11. Ejemplo de CSS

2.3.11 Javascript

Javascript es un lenguaje de programación, destinado al desarrollo de sitios web, con el cual se pueden crear acciones dentro de la página, como por ejemplo obtener el dato de tiempo y fecha, modificar el contenido de algún tag, realizar operaciones con variables, representar gráficos indicadores, leer ficheros, crear contenido dinámico en la página web, entre otras aplicaciones. (Avello, 2000)

Este lenguaje, junto con HTML y CSS son los lenguajes base para el desarrollo web, pues existen herramientas y frameworks basados en estos lenguajes, destinados a aplicaciones mucho más complejas, por lo que es importante que se conozca si se desea incursionar en el mundo del diseño web.

Javascript se diferencia de su parecido JAVA, en que su uso se da en páginas web, siendo su codificación interpretada por un navegador web, mientras que JAVA se usa para aplicaciones de ordenador, teniendo que instalar softwares adicionales para que puedan ser interpretados.

Puede decirse que Javascript es un lenguaje de programación orientada a objetos, pues permite trabajar con los elementos que forman parte de esta, que son variables, funciones, clases e instancias.

En Javascript existen categorías de comandos con los que es posible trabajar, que son:

- Variables y Valores
- Expresiones, que son aquellas que manipulan los valores de las variables.
- Estructura de control, que modifica la ejecución de sentencias.
- Funciones, que ejecutan un bloque de sentencias.
- Clases y arrays, que sirven como forma de agrupar datos. (Avello, 2000)

Ejemplos de sintaxis son presentados a continuación:

- Variables: ***var variable=0;***
- Condiciones y ciclos: ***if(variable>0){} for(v=0; v<3; v++){}***
- Funciones: ***function nombre_funcion (atributo) { }***
- Comentarios: ***// , /* */***
- Programación orientada a objetos: ***document.ready();***

En cuanto al trabajo con variables, no es necesario definir su tipo, sino que la instrucción automáticamente reconoce el tipo de variable de la que se trata, sin embargo es necesario especificar si la variable es global o local.

2.3.12 AJAX

Asynchronous Javascript and XML, por sus siglas en inglés y traducido al español como Javascript y XML asíncrono, es usado como técnica para el desarrollo web, de una manera mucho más dinámica que la tradicional.

AJAX permite la obtención de información de manera asíncrona, como su nombre lo indica, esto significa que el cliente envía peticiones hacia los servidores, el código enviado se ejecuta en el servidor, sin embargo el cliente no espera una respuesta sino que continúa ejecutando su código hasta que el servidor envía el resultado de las peticiones hechas por el cliente. (Mozilla, 2019)

Una de las ventajas de esta técnica es que permite la dinamización de páginas web, pues elimina la necesidad de refrescar la página por completo para actualizar el contenido que posee esta.

Con AJAX es posible:

- Actualizar una página web sin recargar la página
- Solicitar datos desde un servidor, luego de cargada la página
- Recibir datos desde un servidor, luego de cargada la página
- Enviar datos a un servidor en segundo plano. (Mozilla, 2019)

El secreto para que AJAX pueda aplicarse consiste en la realización de peticiones, estas peticiones en javascript son reconocidas como objetos, y llevan el nombre de ***XMLHttpRequest*** (). Así por ejemplo se puede acceder al contenido de un archivo externo, sea este de tipo XML o de texto, y actualizar el contenido de alguna parte de la página.

```
function loadDoc() {  
  var xhttp = new XMLHttpRequest();  
  xhttp.onreadystatechange = function() {  
    if (this.readyState == 4 && this.status == 200) {  
      parser = new DOMParser();  
      xmlDoc = parser.parseFromString(xhttp.responseText,"text/xml");  
      velocidad = xmlDoc.getElementsByTagName("VELOCIDAD")[0].childNodes[0].nodeValue;  
    }  
  };  
  xhttp.open("GET", "datos.xml", true);  
  xhttp.send();  
}
```

Figura 12. Lectura de archivo XML con AJAX

En este código se visualiza la lectura de un archivo XML a través de AJAX. Se puede observar que se realiza una petición XMLHttpRequest, y a partir de la respuesta recibida se seleccionan los elementos del archivo que van a ser utilizados posteriormente. Los comandos ***open*** y ***send*** para el objeto utilizado para la petición son de suma importancia para AJAX, pues permite el direccionamiento del archivo externo, el método usado sea este GET o POST, y sobre todo la forma de comunicación, siendo true para asíncrona, y false para síncrona. (W3Schools, 2019)

Una vez obtenida la información requerida, es cuestión del desarrollador el uso de ella en su página web.

2.3.13 JQuery

JQuery es una librería de JavaScript, que permite la simplificación en la programación de archivos *.js o de scripts dentro de una página HTML.

Con JQuery es posible la manipulación de código HTML, CSS, AJAX, animaciones, entre otros, en síntesis permite la personalización de una página web de una manera fácil a través de esta librería. (W3Schools, 2019)

Para la utilización de JQuery basta con descargar su archivo js y direccionarlo dentro de un script en la página HTML.

Además de simplificar la programación Javascript, esta librería permite acceder a archivos en formatos de texto como CSV o TXT, por lo que es ideal si se quiere trabajar con registros para indicadores y Dashboards

```
function chart_velocidad(){
$.ajax({
url: '../StorageCardCF/Turno_Actual0.csv',
dataType: 'text',
contentType: "charset=UTF-8",
}).done(grafica);
```

Figura 13. Lectura de archivo CSV con JQuery

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Introducción

En la máquina ODIN 1 de la línea de productos de cuidado y protección femenina del área de Personal Care, existe un PLC Siemens S7-400 el cual se conecta a dos tipos de redes industriales. Por una parte se conecta a una red Profibus-DP, conformada por módulos de periferia descentralizada o ETs. El PLC también se conecta mediante cable STP a un switch que conecta una red Ethernet Industrial en la cual se encuentran conectados un PLC S7-300, un PLC Control Logix, y un Multipanel Siemens.

Además una máquina empacadora se conecta a otra red Ethernet Industrial con conexión a 2 PLCs y 1 Panel Allen Bradley, disponen de un switch independiente. Otra máquina empacadora se conecta de igual manera a una red Ethernet Industrial conformada por un PLC y una Pantalla Allen Bradley y un PLC LOGO con su propio panel.

Para la red Profibus DP, un equipo correspondiente a un tanque de adhesivo, que tiene la capacidad de brindar información de variables involucradas en su operación y cuenta con una tarjeta de comunicación Profibus del mismo fabricante es añadido a la red existente

Para la red Ethernet Industrial se toma como necesidad el integrar las otras redes de Ethernet para conformar una sola red, para así hacer posible la comunicación entre equipos y obtener la información que se requiera de cada una de ellas en un solo equipo.

El equipo que recoge la información de los otros dispositivos es un Panel Siemens MP370, que es el actúa como servidor web, pudiendo publicar datos de la máquina en la red local de la planta.

3.2 Conexión de equipos a redes de comunicación

Con el propósito de incluir equipos a las redes industriales existentes para obtener de ellos información, es necesario que se establezca un enlace físico de estos con los demás equipos. Así pues dependiendo del tipo de red se utilizan diferentes tipos de cables y conectores.

3.2.1 Conexión de red Profibus DP

Para incluir el tanque de adhesivo hacia la red Profibus DP, se ha tomado como punto de conexión la última ET de la red existente, así se envía cable hacia la tarjeta de comunicación Profibus del equipo, y mediante su conector se cierra la red a través de su resistencia de terminación.

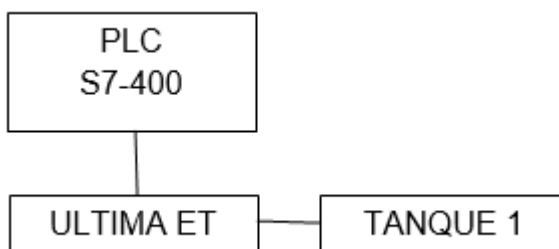


Figura 14. Conexión de red Profibus DP

3.2.2 Conexión de red Ethernet Industrial

Para esta red se han realizado modificaciones mínimas a la estructura inicial, siendo que se conectó físicamente a través de cable STP y conectores RJ45 Industriales la red de la empacadora ubicada en la última etapa del proceso, con la embolsadora previa, a través de un switch, y esta última hacia el switch de la red en que se encuentra el PLC S7-400.

De igual forma se realizó el cableado desde el equipo de inspección visual de la máquina hacia el switch principal. También se realizó una conexión entre un tanque de adhesivo y el switch central donde se encuentra el panel MP370.

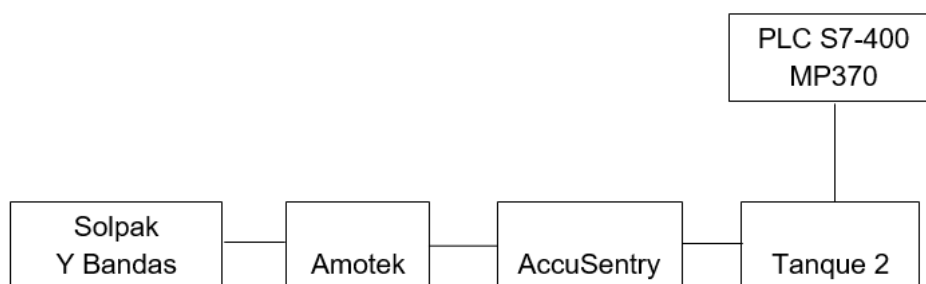


Figura 15. Conexión Red Ethernet Industrial

3.3 Comunicación y adquisición de datos

Para la adquisición de datos de los diferentes equipos conectados a las redes es necesario primero establecer comunicación con estos equipos, dependiendo del protocolo de comunicación que usen. Así pues se cuenta con dos protocolos distintos que son Profibus y Ethernet.

3.3.1 Comunicación por Profibus

Para sacar datos del tanque de adhesivo mediante Profibus, una vez establecida la conexión física hacia el PLC maestro (S7-400), es necesario hacer una configuración de hardware en el PLC para incluir el nuevo equipo a la red y de esta manera establecer la comunicación.

El PLC maestro es programado con el software Step 7 de Siemens, sin embargo para poder incluir un equipo de un fabricante diferente dentro del programa del PLC es necesario contar con su archivo de identificación correspondiente, en este caso un archivo GSD.

Una vez obtenido el archivo GSD del equipo, se lo incluye dentro de la red correspondiente, teniendo que realizar algunas configuraciones adicionales como el número de bytes de entrada, el número de bytes de salida, las direcciones de entrada y salida y la dirección Profibus del equipo como puntos principales.

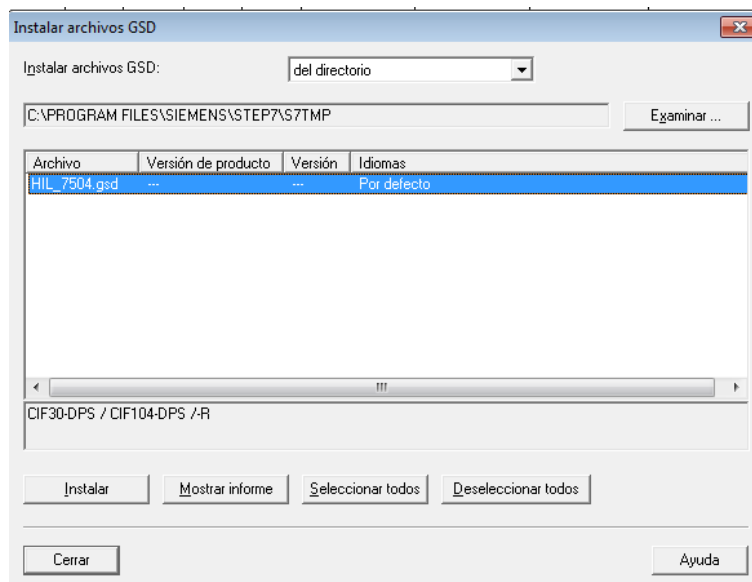


Figura 16. Archivo GSD de Tanque de Adhesivo

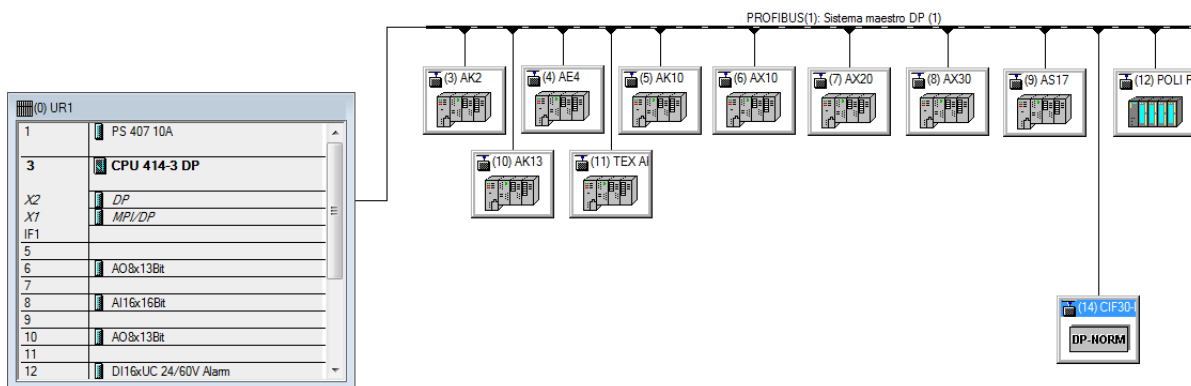


Figura 17. Equipo ingresado a red Profibus

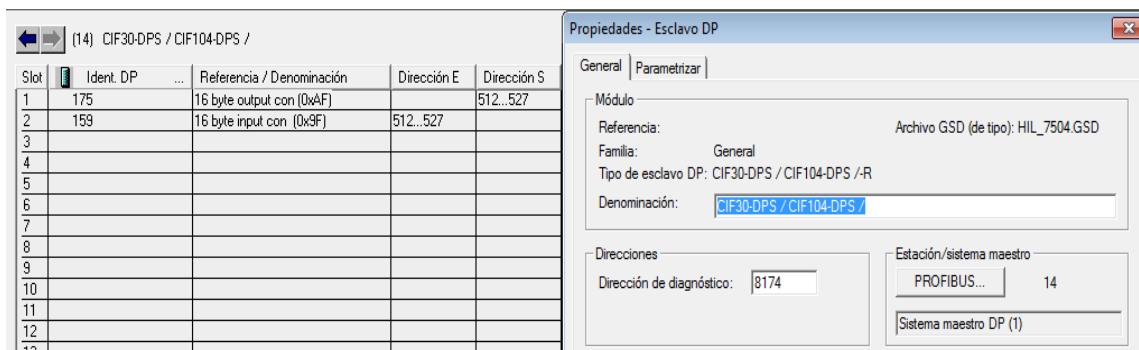


Figura 18. Configuración de equipo

Una vez ingresado el equipo en la red Profibus DP, se carga el programa con la configuración de software realizada para que el equipo sea reconocido por el PLC en cuanto este cambie a modo RUN.

Si el PLC reconoció exitosamente al equipo, ya es posible programar el PLC para poder obtener información del equipo.

Según el manual del fabricante del equipo, la comunicación entre el tanque y el PLC se realiza a través de telegramas. Un telegrama consiste de un bloque de datos, sean estos de transmisión o de recepción

Un telegrama es enviado desde el maestro hacia el esclavo (telegrama de transmisión), una vez el esclavo recibe el telegrama envía una respuesta al maestro (telegrama de recepción). Cada telegrama que envía el PLC debe ser estructurado de manera que la información que se envíe al equipo sea interpretada de forma correcta, así los telegramas programados en el PLC destinados a enviarse al equipo fueron estructurados de forma que el equipo envíe como respuesta los datos correspondientes a variables que involucran en su operación, como temperatura, velocidad de motores y presión.

En primer lugar se creó una función (FC1000) que contiene entradas y salidas, de manera que esta función pueda ser utilizada como bloque dentro de otras funciones, ingresando datos de entrada para que sean transferidos hacia una base de datos del PLC la cual sirve para el envío de telegramas al tanque de adhesivo.

Las entradas y salidas de esta función están configuradas de modo que el tamaño de cada una corresponda con el tamaño que necesita ser enviado al tanque a través de un telegrama, en algunos casos el tamaño de una entrada/salida es de un byte y en otros casos es de un word, además existe una entrada tipo bool como bit de requisición o activación del bloque para transferir los valores asignados.

Nombre	Tipo de datos	Dirección	Comentario
IN		0.0	
REQ	Bool	0.0	
MELTER_CONTROL	Byte	1.0	
COMMAND	Byte	2.0	
DATA_INDEX	Byte	3.0	
CHANNEL_NUMBER	Byte	4.0	
WRITE_VALUE_OF_CHANNEL	Word	6.0	
LINE_SPEED_MOTOR_1	Word	8.0	
LINE_SPEED_MOTOR_2	Word	10.0	
LINE_SPEED_MOTOR_3	Word	12.0	
LINE_SPEED_MOTOR_4	Word	14.0	
OUT		0.0	
QB0	Byte	16.0	
QB1	Byte	17.0	
QB2	Byte	18.0	
QB3	Byte	19.0	
QW4	Word	20.0	
QW6	Word	22.0	
QW8	Word	24.0	
QW10	Word	26.0	
QW12	Word	28.0	
QB14	Byte	30.0	
QB15	Byte	31.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Figura 19. Configuración de entradas y salidas del FC1000

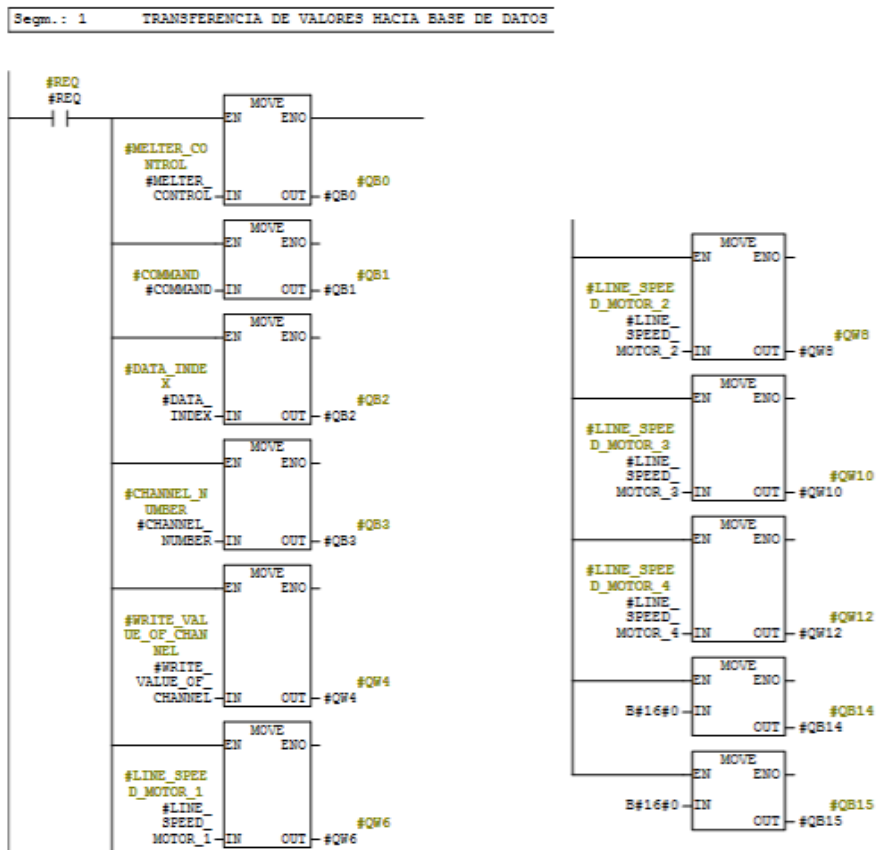


Figura 20. Programación de FC1000

Siendo el FC1000 una función que puede ser utilizada como bloque dentro de otras funciones, se crearon 4 FCs donde se asignan valores a cada entrada del bloque, esto con el propósito de enviar telegramas con los valores asignados en cada FC. En cada telegrama de acuerdo al valor asignado a cada entrada se especifica qué información se desea recibir del tanque de adhesivo.

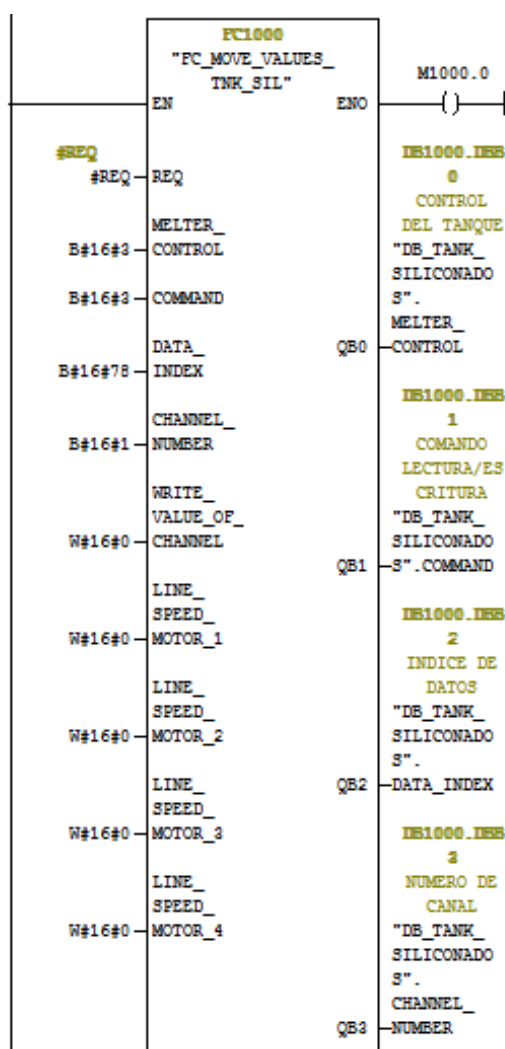


Figura 21. Configuración de telegrama de transmisión

Para el envío y recepción de telegramas en el PLC se utilizaron funciones del sistema dentro del programa Step 7. Los datos que se reciben como respuesta del equipo son registrados en un DB para una posterior adquisición de estos datos en el panel de operador.

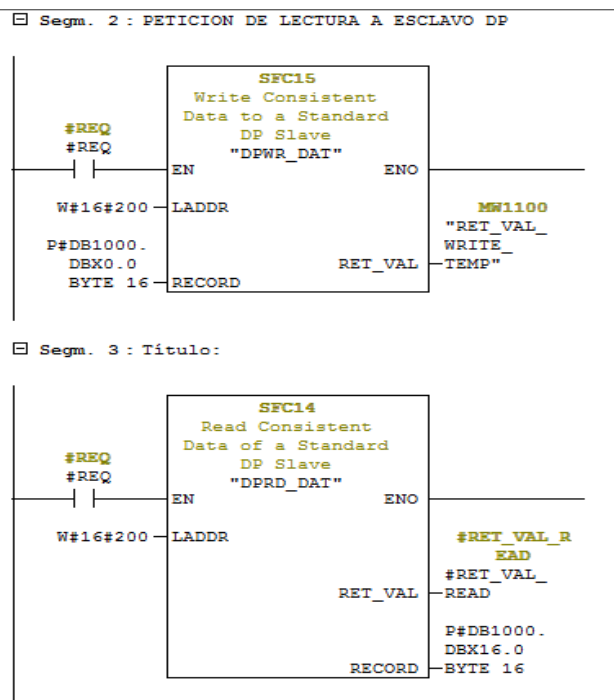


Figura 22. Bloques de envío y recepción de telegramas

Segm. : 4

L	"DB_TANK_SILICONADOS".READ_VALUE_OF_CHANNEL_0	DB1000.DBW20	-- LEER VALOR DE CANAL 0
TAW			
T	"DB_TANK_SILICONADOS".TEMPERATURA_CANAL_1	DB1000.DBW32	-- DATO RECIBIDO EN CANAL 1
L	"DB_TANK_SILICONADOS".READ_VALUE_OF_CHANNEL_1	DB1000.DBW22	-- LEER VALOR DE CANAL 1
TAW			
T	"DB_TANK_SILICONADOS".TEMPERATURA_CANAL_2	DB1000.DBW34	-- DATO RECIBIDO EN CANAL 2
L	"DB_TANK_SILICONADOS".READ_VALUE_OF_CHANNEL_2	DB1000.DBW24	-- LEER VALOR DE CANAL 2
TAW			
T	"DB_TANK_SILICONADOS".TEMPERATURA_CANAL_3	DB1000.DBW36	-- DATO RECIBIDO EN CANAL 3
L	"DB_TANK_SILICONADOS".READ_VALUE_OF_CHANNEL_3	DB1000.DBW26	-- LEER VALOR DE CANAL 3
TAW			
T	"DB_TANK_SILICONADOS".TEMPERATURA_CANAL_4	DB1000.DBW38	-- DATO RECIBIDO EN CANAL 4
L	"DB_TANK_SILICONADOS".READ_VALUE_OF_CHANNEL_4	DB1000.DBW28	-- LEER VALOR DE CANAL 4
TAW			
T	"DB_TANK_SILICONADOS".TEMPERATURA_CANAL_5	DB1000.DBW40	-- DATO RECIBIDO EN CANAL 5
L	"DB_TANK_SILICONADOS".READ_VALUE_OF_CHANNEL_5	DB1000.DBW30	-- LEER VALOR DE CANAL 5
TAW			
T	"DB_TANK_SILICONADOS".TEMPERATURA_CANAL_6	DB1000.DBW42	-- DATO RECIBIDO EN CANAL 6

Figura 23. Transferencia de valores de respuesta de tanque de adhesivo a DB del PLC

Una vez creados y configurados los FCs para el envío y recepción de telegramas, para que realicen sus funciones es necesaria su activación dentro del programa principal, es así que, para que esta tarea se realice automáticamente se ha creado un FC adicional el cual se compone de temporizadores, contadores y comparadores para que cada FC se ejecute automáticamente en orden de acuerdo al número en que se encuentre el contador, con un lapso definido de 1 segundo en el incremento del contador. Los comparadores en este caso verifican en que número se encuentra el contador y dependiendo de ello activan un FC de envío y recepción de telegrama de información del tanque de adhesivo.

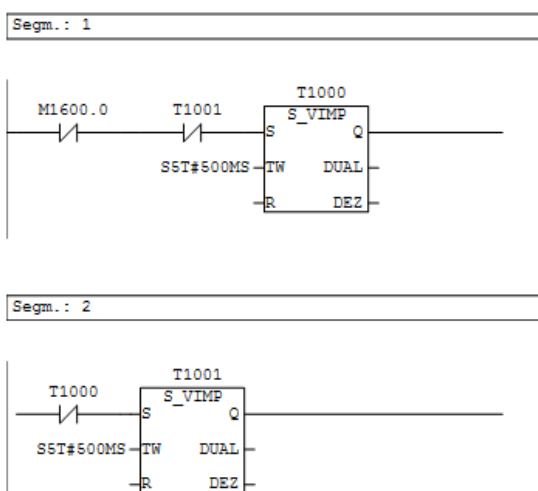


Figura 24. Temporizadores para aumento de contador

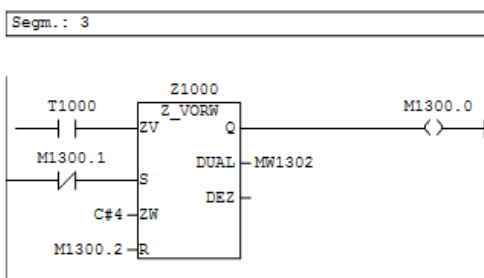


Figura 25. Contador

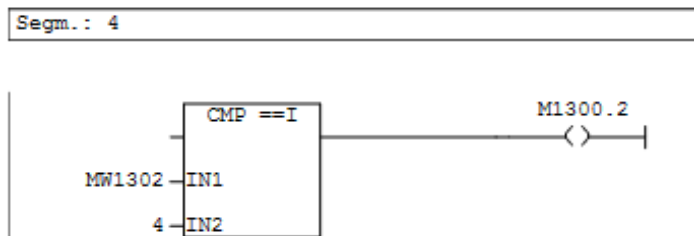


Figura 26. Comparador para reseteo de contador

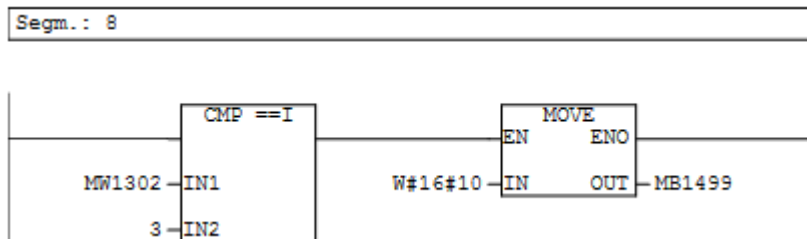
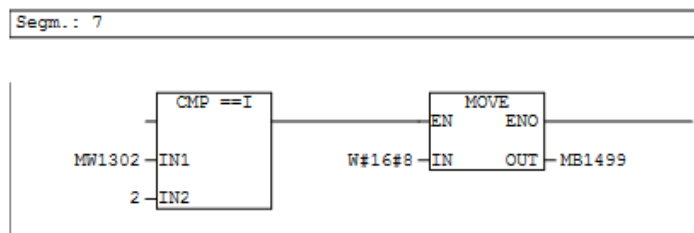
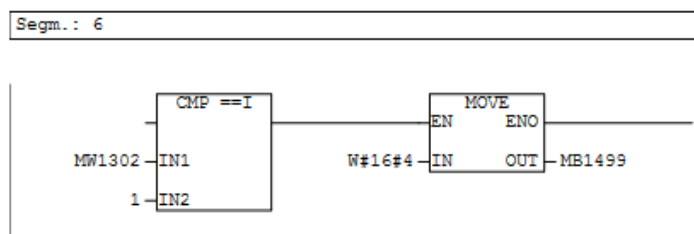
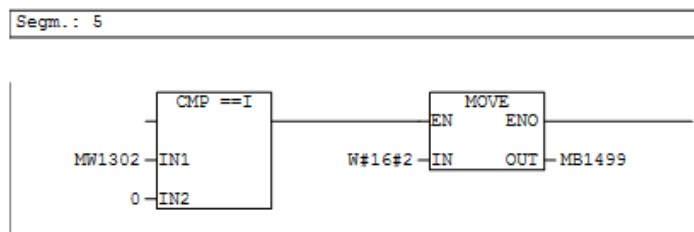


Figura 27. Comparadores para activación de FCs

En total fueron creados 6 FCs que se ejecutan en el programa principal y un DB que almacena la información recibida del tanque de adhesivo.

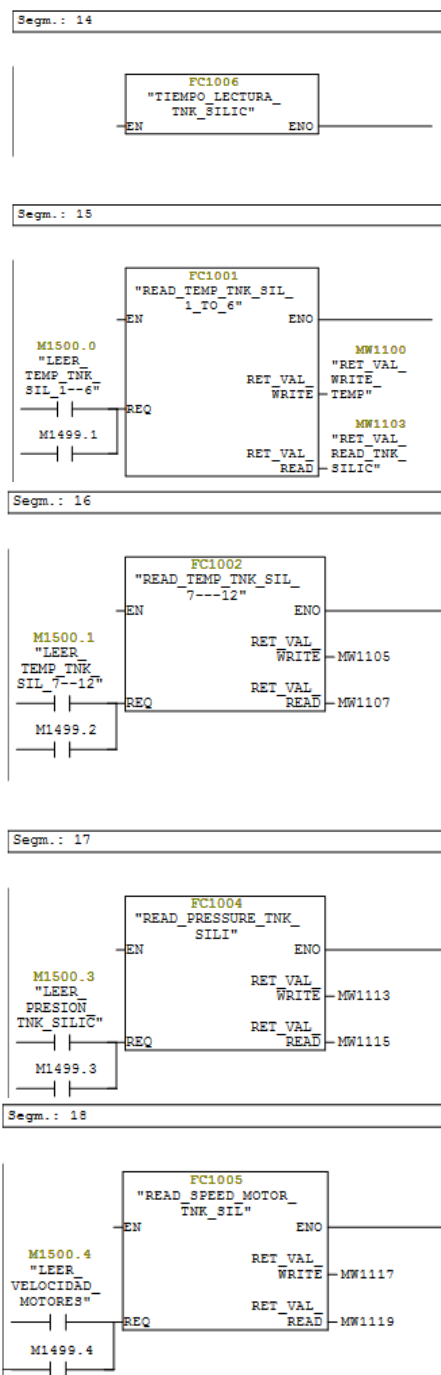


Figura 28. Ejecución de FCs en programa principal OB1

Dirección	Nombre	Tipo	Valor inicial	Comentario
0.0		STRUCT		
+0.0	MELTER_CONTROL	BYTE	B#16#0	CONTROL DEL TANQUE
+1.0	COMMAND	BYTE	B#16#0	COMANDO LECTURA/ESCRITURA
+2.0	DATA_INDEX	BYTE	B#16#0	INDICE DE DATOS
+3.0	CHANNEL_NUMBER	BYTE	B#16#0	NUMERO DE CANAL
+4.0	WRITE_VALUE_OF_CHANNEL	WORD	W#16#0	VALOR DEL CANAL
+6.0	LINE_SPEED_VALUE_MOTOR_1	WORD	W#16#0	VALOR DE VELOCIDAD MOTOR 1
+8.0	LINE_SPEED_VALUE_MOTOR_2	WORD	W#16#0	VALOR DE VELOCIDAD MOTOR 2
+10.0	LINE_SPEED_VALUE_MOTOR_3	WORD	W#16#0	VALOR DE VELOCIDAD MOTOR 3
+12.0	LINE_SPEED_VALUE_MOTOR_4	WORD	W#16#0	VALOR DE VELOCIDAD MOTOR 4
+14.0	NOT_USED	BYTE	B#16#0	NO USADO
+15.0	NOT_USED_1	BYTE	B#16#0	NO USADO
+16.0	STATUS	WORD	W#16#0	ESTADO DEL TANQUE
+18.0	ACKNOWLEDGE_DATA_INDEX	BYTE	B#16#0	CONFIRMACION INDICE DE DATOS
+19.0	ACKNOWLEDGE_CHANNEL_NUMB	BYTE	B#16#0	CONFIRMACION NUMERO DE CANAL
+20.0	READ_VALUE_OF_CHANNEL_0	WORD	W#16#0	LEER VALOR DE CANAL 0
+22.0	READ_VALUE_OF_CHANNEL_1	WORD	W#16#0	LEER VALOR DE CANAL 1
+24.0	READ_VALUE_OF_CHANNEL_2	WORD	W#16#0	LEER VALOR DE CANAL 2
+26.0	READ_VALUE_OF_CHANNEL_3	WORD	W#16#0	LEER VALOR DE CANAL 3
+28.0	READ_VALUE_OF_CHANNEL_4	WORD	W#16#0	LEER VALOR DE CANAL 4
+30.0	READ_VALUE_OF_CHANNEL_5	WORD	W#16#0	LEER VALOR DE CANAL 5
+32.0	TEMPERATURA_CANAL_1	INT	0	DATO RECIBIDO EN CANAL 1
+34.0	TEMPERATURA_CANAL_2	INT	0	DATO RECIBIDO EN CANAL 2
+36.0	TEMPERATURA_CANAL_3	INT	0	DATO RECIBIDO EN CANAL 3
+38.0	TEMPERATURA_CANAL_4	INT	0	DATO RECIBIDO EN CANAL 4
+40.0	TEMPERATURA_CANAL_5	INT	0	DATO RECIBIDO EN CANAL 5
+42.0	TEMPERATURA_CANAL_6	INT	0	DATO RECIBIDO EN CANAL 6
+44.0	STATUS1	WORD	W#16#0	ESTADO DEL TANQUE
+46.0	ACKNOWLEDGE_DATA_INDEX1	BYTE	B#16#0	CONFIRMACION INDICE DE DATOS
+47.0	ACKNOWLEDGE_CHANNEL_NUM1	BYTE	B#16#0	CONFIRMACION NUMERO DE CANAL
+48.0	READ_VALUE_OF_CHANNEL_01	WORD	W#16#0	LEER VALOR DE CANAL 0
+50.0	READ_VALUE_OF_CHANNEL_11	WORD	W#16#0	LEER VALOR DE CANAL 1
+52.0	READ_VALUE_OF_CHANNEL_21	WORD	W#16#0	LEER VALOR DE CANAL 2
+54.0	READ_VALUE_OF_CHANNEL_31	WORD	W#16#0	LEER VALOR DE CANAL 3
+56.0	READ_VALUE_OF_CHANNEL_41	WORD	W#16#0	LEER VALOR DE CANAL 4
+58.0	READ_VALUE_OF_CHANNEL_51	WORD	W#16#0	LEER VALOR DE CANAL 5
+60.0	TEMPERATURA_CANAL_7	INT	0	DATO RECIBIDO EN CANAL 1
+62.0	TEMPERATURA_CANAL_8	INT	0	DATO RECIBIDO EN CANAL 2
+64.0	TEMPERATURA_CANAL_9	INT	0	DATO RECIBIDO EN CANAL 3
+66.0	TEMPERATURA_CANAL_10	INT	0	DATO RECIBIDO EN CANAL 4
+68.0	TEMPERATURA_CANAL_11	INT	0	DATO RECIBIDO EN CANAL 5
+70.0	TEMPERATURA_CANAL_12	INT	0	DATO RECIBIDO EN CANAL 6
+72.0	STATUS3	WORD	W#16#0	ESTADO DEL TANQUE
+74.0	ACKNOWLEDGE_DATA_INDEX3	BYTE	B#16#0	CONFIRMACION INDICE DE DATOS
+75.0	ACKNOWLEDGE_CHANNEL_NUM3	BYTE	B#16#0	CONFIRMACION NUMERO DE CANAL
+76.0	READ_VALUE_OF_CHANNEL_03	WORD	W#16#0	LEER VALOR DE CANAL 0
+78.0	READ_VALUE_OF_CHANNEL_13	WORD	W#16#0	LEER VALOR DE CANAL 1
+80.0	READ_VALUE_OF_CHANNEL_23	WORD	W#16#0	LEER VALOR DE CANAL 2
+82.0	READ_VALUE_OF_CHANNEL_33	WORD	W#16#0	LEER VALOR DE CANAL 3
+84.0	READ_VALUE_OF_CHANNEL_43	WORD	W#16#0	LEER VALOR DE CANAL 4
+86.0	READ_VALUE_OF_CHANNEL_53	WORD	W#16#0	LEER VALOR DE CANAL 5
+88.0	PRESION_CANAL_1	INT	0	DATO RECIBIDO EN CANAL 1
+90.0	PRESION_CANAL_2	INT	0	DATO RECIBIDO EN CANAL 2
+92.0	PRESION_CANAL_3	INT	0	DATO RECIBIDO EN CANAL 3
+94.0	PRESION_CANAL_4	INT	0	DATO RECIBIDO EN CANAL 4
+96.0	PRESION_CANAL_5	INT	0	DATO RECIBIDO EN CANAL 5
+98.0	PRESION_CANAL_6	INT	0	DATO RECIBIDO EN CANAL 6
+100.0	STATUS4	WORD	W#16#0	ESTADO DEL TANQUE
+102.0	ACKNOWLEDGE_DATA_INDEX4	BYTE	B#16#0	CONFIRMACION INDICE DE DATOS
+103.0	ACKNOWLEDGE_CHANNEL_NUM4	BYTE	B#16#0	CONFIRMACION NUMERO DE CANAL
+104.0	READ_VALUE_OF_CHANNEL_04	WORD	W#16#0	LEER VALOR DE CANAL 0
+106.0	READ_VALUE_OF_CHANNEL_14	WORD	W#16#0	LEER VALOR DE CANAL 1
+108.0	READ_VALUE_OF_CHANNEL_24	WORD	W#16#0	LEER VALOR DE CANAL 2
+110.0	READ_VALUE_OF_CHANNEL_34	WORD	W#16#0	LEER VALOR DE CANAL 3
+112.0	READ_VALUE_OF_CHANNEL_44	WORD	W#16#0	LEER VALOR DE CANAL 4
+114.0	READ_VALUE_OF_CHANNEL_54	WORD	W#16#0	LEER VALOR DE CANAL 5
+116.0	VELOCIDAD_CANAL_1	INT	0	DATO RECIBIDO EN CANAL 1
+118.0	VELOCIDAD_CANAL_2	INT	0	DATO RECIBIDO EN CANAL 2
+120.0	VELOCIDAD_CANAL_3	INT	0	DATO RECIBIDO EN CANAL 3
+122.0	VELOCIDAD_CANAL_4	INT	0	DATO RECIBIDO EN CANAL 4
+124.0	VELOCIDAD_CANAL_5	INT	0	DATO RECIBIDO EN CANAL 5
+126.0	VELOCIDAD_CANAL_6	INT	0	DATO RECIBIDO EN CANAL 6

Figura 29. DB de registro de datos del tanque de adhesivo

3.3.2 Comunicación por Ethernet Industrial

Para que sea posible la existencia de comunicación entre diferentes dispositivos mediante Ethernet, es necesario que todos estos equipos cuenten en primera instancia de un puerto Ethernet, además de tener una dirección IP fija única asignada y tener la misma máscara de subred.

En caso de que la dirección IP no se encuentre dentro de la misma red, es decir si los tres primeros números separados por puntos no están asignados a la IP de los diferentes equipos, no es posible establecer comunicación entre ellos, mucho menos extraer información.

Para ello se ha realizado un cambio en las direcciones IP de los equipos de la red del PLC principal, para que sean compatibles con la red de la embolsadora de unidades, de manera que se tenga una sola red que incluye tanto los equipos del PLC principal como los equipos de la máquina embolsadora, de esta manera asegurar la comunicación entre estos equipos para poder extraer de ellos la información necesaria.

Una vez asegurada la comunicación entre los distintos equipos a través del comando *ping* en la consola de comandos CMD para las diferentes direcciones IP incluida la del panel de operador MP370, es posible establecer las conexiones con este último dentro del proyecto desarrollado en WinCC, y direccionar las variables que se necesitan representar o con las cuales se tendrá que trabajar.

Los principales equipos integrados a la red Ethernet son los siguientes:

- 1 PLC S7-400
- 1 PLC S7-300
- 3 PLCs Allen Bradley Control Logix
- 1 PLC Allen Bradley Compact Logix
- 1 PLC Siemens LOGO
- 1 Panel Siemens MP370
- 1 Panel Allen Bradley View Plus 1000

3.3.3 Obtención de información en Panel Siemens MP370

Las características técnicas del panel Siemens MP370 hacen posible su comunicación con otros dispositivos, específicamente autómatas con los que puede intercambiar datos. Estos datos son representados por el panel mediante campos de entrada/salida, curvas o imágenes ubicados dentro de imágenes de programa.

Para el desarrollo del proyecto se ha utilizado el software WinCC Flexible 2008 SP5 para el programa del panel MP370.

Para que el panel Siemens establezca comunicación con un PLC es necesario configurar su conexión. Para ello dispone de drives de algunos fabricantes los cuales pueden ser elegidos dependiendo del autómata que se utilice.

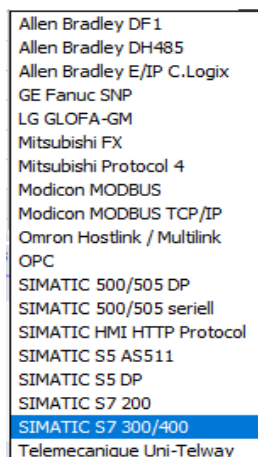


Figura 30. Drivers disponibles de panel MP370

Una vez seleccionado el drive adecuado para el PLC con que se quiere establecer la comunicación, es importante realizar las configuraciones de conexión, por ejemplo dirección IP, velocidades de transmisión en caso de comunicación serial, el tipo de interfaz, entre otros aspectos.

Para lograr representar datos de algún autómeta, es imprescindible crear las variables necesarias, asignándoles una conexión con el PLC creada previamente, y especificando la dirección de los datos tal cual se muestra en el autómeta, así como el tipo de datos del que se trata.

Nombre	Conexión	Tipo de datos	Dirección	Elementos de ...	Ciclo de adquis...
CNT_1	ODIN1	Int	DB 26 DBW 2	1	1 s
CNT_10	ODIN1	Int	DB 26 DBW 20	1	1 s
CNT_11	ODIN1	Int	DB 26 DBW 22	1	1 s
CNT_12	ODIN1	Int	DB 26 DBW 24	1	1 s
CNT_13	ODIN1	Int	DB 26 DBW 26	1	1 s
CNT_14	ODIN1	Int	DB 26 DBW 28	1	1 s
CNT_15	ODIN1	Int	DB 26 DBW 30	1	1 s
CNT_16	ODIN1	Int	DB 26 DBW 32	1	1 s

Figura 31. Variables de panel con conexión a PLC

3.3.4 Datos de PLC S7-400 de Tanque de Siliconado a Panel MP370

En este PLC en uno de sus DBs se encuentra la información obtenida del tanque de adhesivo perteneciente a la red Profibus DP. El PLC además se encuentra en la misma red de Ethernet que el Panel Siemens MP370, por lo que para presentar la información del tanque de adhesivo es necesario realizar las siguientes configuraciones y modificaciones al programa del panel de operador:

- Crear y establecer una nueva conexión del panel hacia el PLC, como se indica en la figura 32:

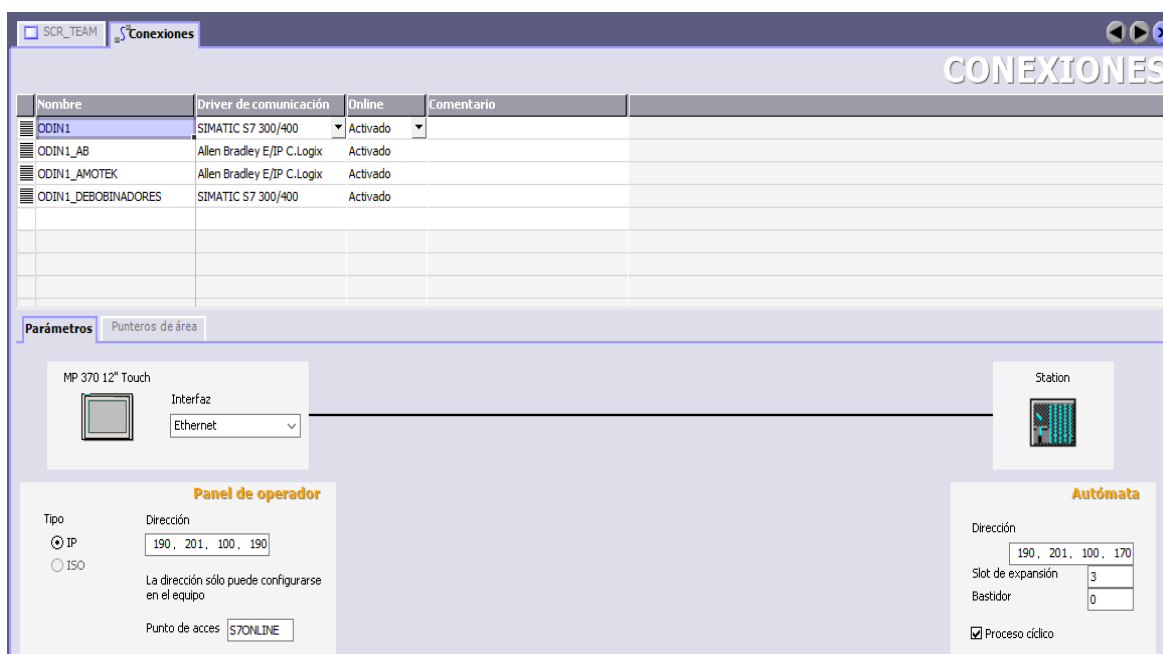


Figura 32. Conexión de Panel MP370 a PLC S7 400

- Crear variables asignando a cada una un nombre, especificando la conexión a la que pertenecen y la dirección del DB del PLC de la información a presentar, como se muestra en la figura 34.

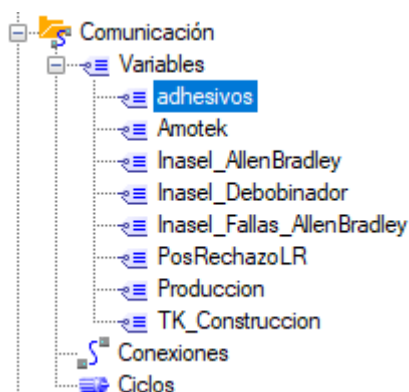


Figura 33. Carpeta de variables de tanque de Siliconado

Nombre	Conexión	Tipo de datos	Dirección	Elementos de ...	Ciclo de adquis...
APLICADOR ALAS MECANICO	ODIN1	Int	DB 1000 DBW 42	1	1 s
APLICADOR ALAS OPERARIO	ODIN1	Int	DB 1000 DBW 62	1	1 s
APLICADOR SIL CENTRAL	ODIN1	Int	DB 1000 DBW 38	1	1 s
FUSION PREVIA_	ODIN1	Int	DB 1000 DBW 32	1	1 s
FUSION PRINCIPAL	ODIN1	Int	DB 1000 DBW 34	1	1 s
MANGUERA ALAS MECANICO	ODIN1	Int	DB 1000 DBW 40	1	1 s
MANGUERA ALAS OPERARIO	ODIN1	Int	DB 1000 DBW 60	1	1 s
MANGUERA SIL CENTRAL	ODIN1	Int	DB 1000 DBW 36	1	1 s
PRESION ALAS MECANICO	ODIN1	Int	DB 1000 DBW 90	1	1 s
PRESION ALAS OPERARIO	ODIN1	Int	DB 1000 DBW 92	1	1 s
PRESION SIL CENTRAL	ODIN1	Int	DB 1000 DBW 88	1	1 s
VELOCIDAD ALAS MECANICO	ODIN1	Int	DB 1000 DBW 118	1	1 s
VELOCIDAD ALAS OPERARIO	ODIN1	Int	DB 1000 DBW 120	1	1 s
VELOCIDAD SIL CENTRAL	ODIN1	Int	DB 1000 DBW 116	1	1 s

Figura 34. Variables de Tanque de Siliconado

- Se crea una nueva imagen donde se representa la información que envía el tanque de siliconado hacia el PLC, figura 35.
- En cada campo de salida de información se asigna la variable correspondiente al dato del tanque de siliconado que se requiera presentar, como muestra la figura 36.

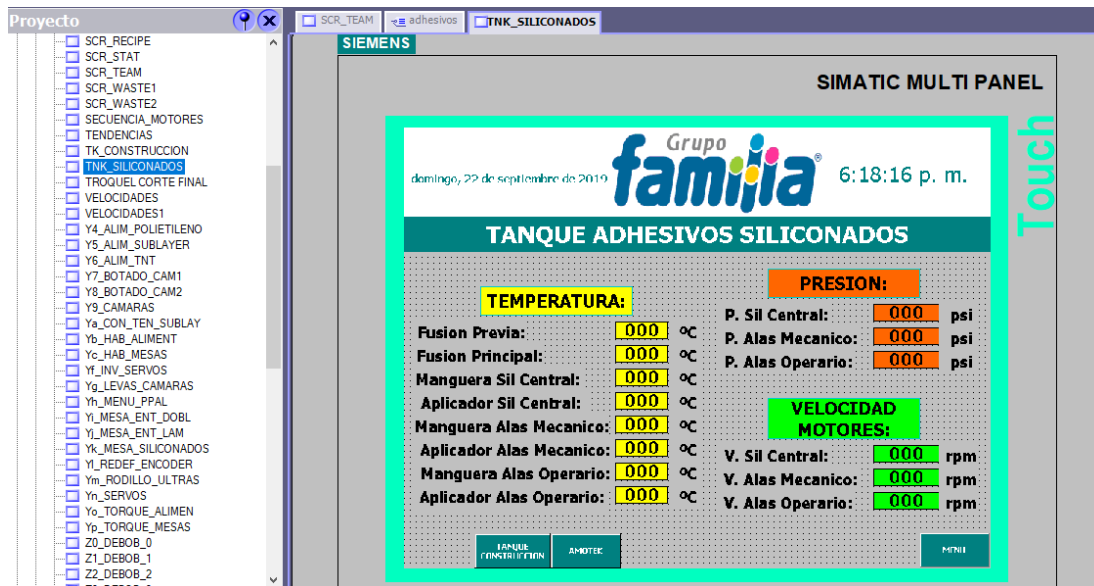


Figura 35. Imagen de datos de Tanque de Siliconados



Figura 36. Campo de salida de Tanque de Siliconado

3.3.5 Datos de PLC S7-1200 de Tanque de Adhesivo a Panel MP370

Para obtener datos de este PLC y presentarlos en el panel de operador ha sido necesario realizar en primer lugar una modificación en el programa del PLC, utilizando el software TIA PORTAL V13 de la siguiente forma:

- El direccionamiento de datos desde WinCC se realiza para variables absolutas, es decir que llevan el nombre del DB y el espacio que ocupa, por ejemplo DB1 DBD 244.
- Para ello, se crea una base de datos global en TIA PORTAL para aquellas variables que están direccionadas como simbólicas, para poder direccionarlas como absolutas, a su vez desactivando la opción de “acceso optimizado” en las propiedades de atributos de la base de datos.
- En total fueron creadas 2 bases de datos, una para datos de presión y otra para datos de velocidad, pues estas variables se encontraban como simbólicas dentro del programa.

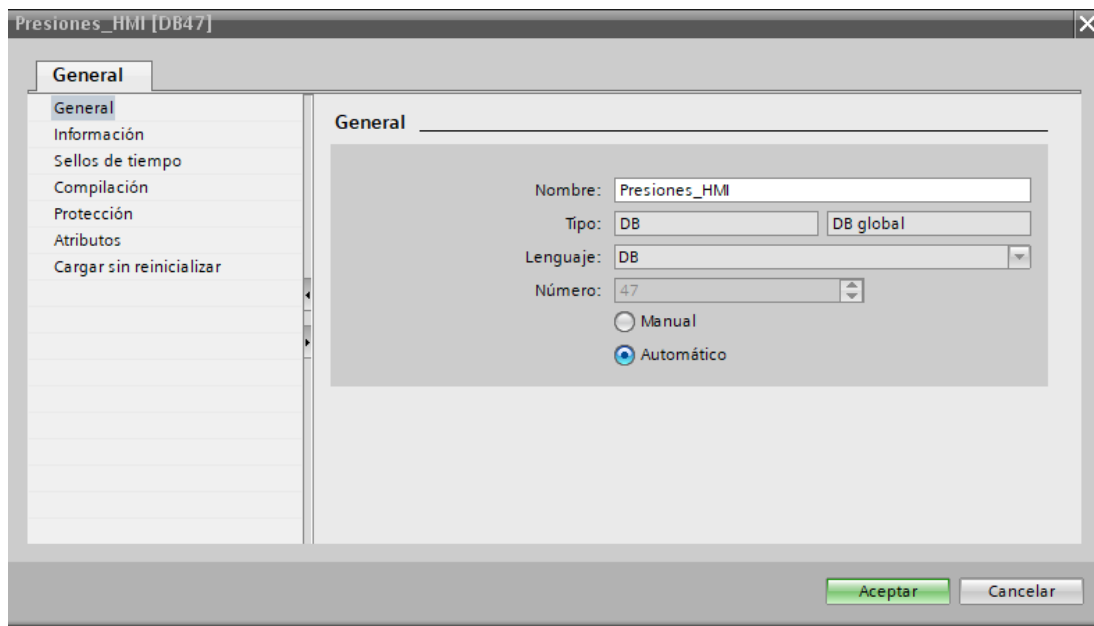


Figura 37. DB para datos de presión de tanque de Construcción.

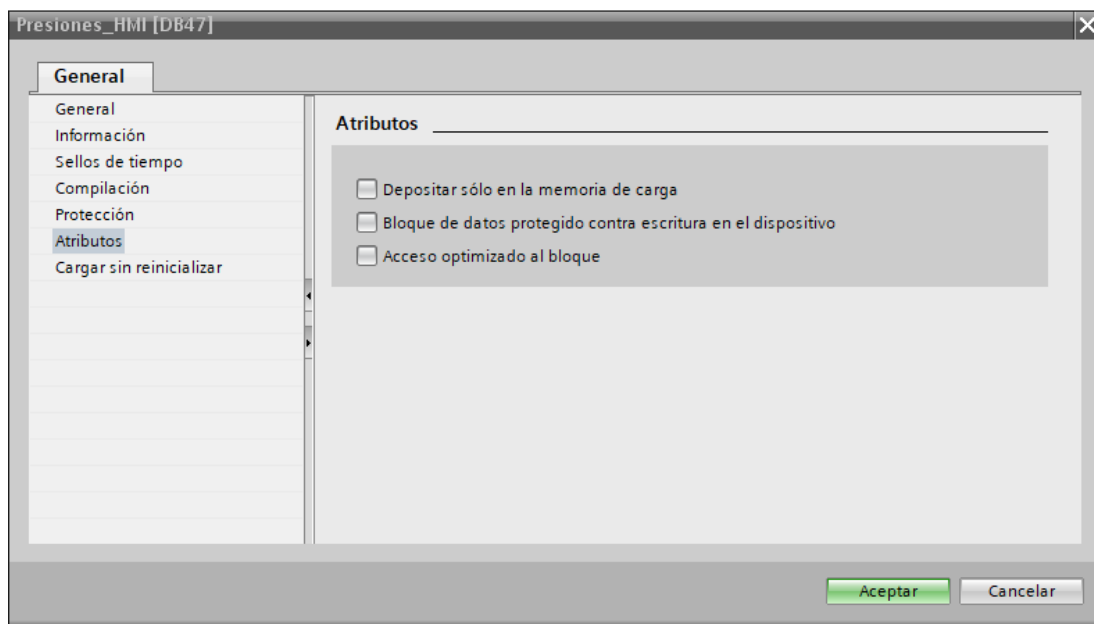


Figura 38. Desactivación de “Acceso Optimizado al Bloque” del DB de datos de presión de Tanque de Construcción

- Se crean los tags de las variables deseadas dentro del DB correspondiente, como se ve en las figuras 39 y 40.

Presiones_HMI									
	Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Escrib...	Visible en ..	Valor de a..
1	Static								
2	Presion_Bomba_PE	Real	0.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Presion_Bomba_TNT	Real	4.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Presion_Bomba_SUB	Real	8.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 39. Variables de datos de Presión de Tanque de Construcción

Velocidades_HMI									
	Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Escrib...	Visible en ..	Valor de a..
1	Static								
2	Velocidad_Bomba_PE	Real	0.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Velocidad_Bomba_TNT	Real	4.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Velocidad_Bomba_SUB	Real	8.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 40. Variables de datos de Velocidad de Tanque de Construcción

- Se crea un FC que contiene una transferencia de variables simbólicas hacia las variables absolutas contenidas dentro de los DBs antes creados, figuras 41 y 42.

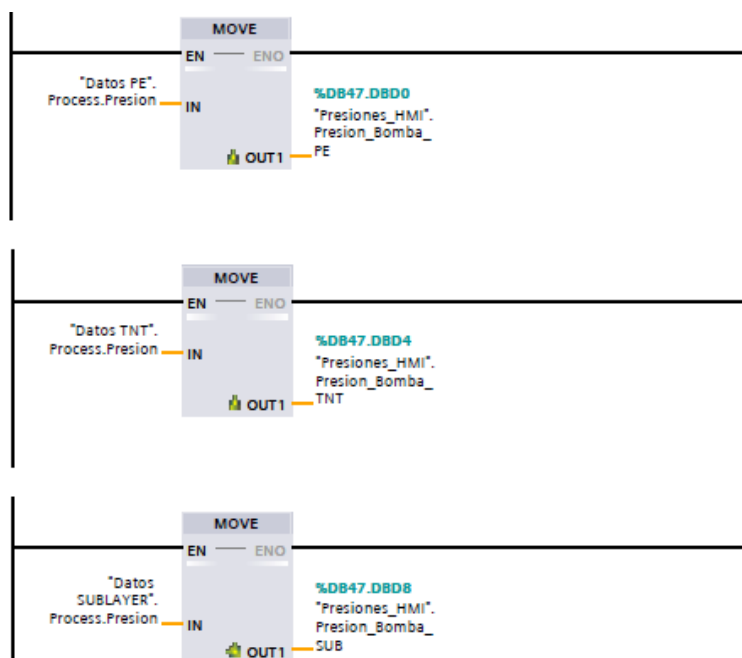


Figura 41. Transferencia de variables simbólicas a variables absolutas de datos de presión

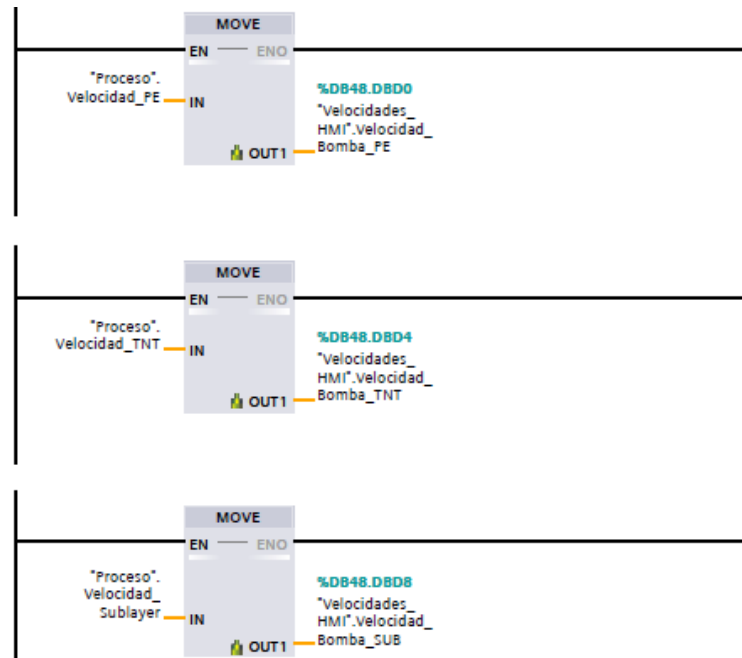


Figura 42. Transferencia de variables simbólicas a variables absolutas de datos de velocidad

- Se ejecuta el FC dentro del programa principal, para ello se inserta el bloque de la función creada en el OB1 del PLC, como muestra la figura 43.

Segmento 12:



Figura 43. Ejecución de FC20 en programa principal de PLC de Tanque de Construcción

- Luego de haber creado los DBs globales, el FC de transferencia de variables simbólicas a globales, y ejecutado el FC, es necesario además la activación de la herramienta de comunicación “**Permitir acceso vía comunicación PUT/GET del interlocutor remoto (PLC, HMI, OPC)**” en las propiedades de protección del PLC, para que este se pueda comunicar con el panel de operador, fig. 44.

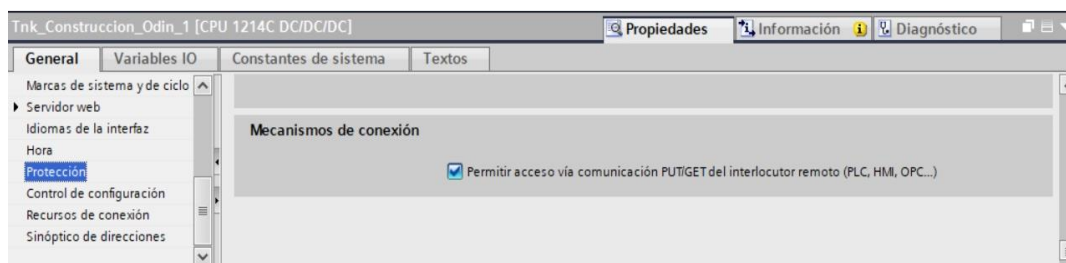


Figura 44. Activación de herramienta de comunicación de PLC S7-1200 de tanque de Construcción

En el Panel MP370 para adquirir y representar los datos de variables antes configuradas en el PLC S7-1200, se necesita establecer una nueva conexión dentro del proyecto del panel, seleccionando el driver de comunicación SIMATIC S7 300/400, que también permite el acceso a PLCs S7 1200/1500.

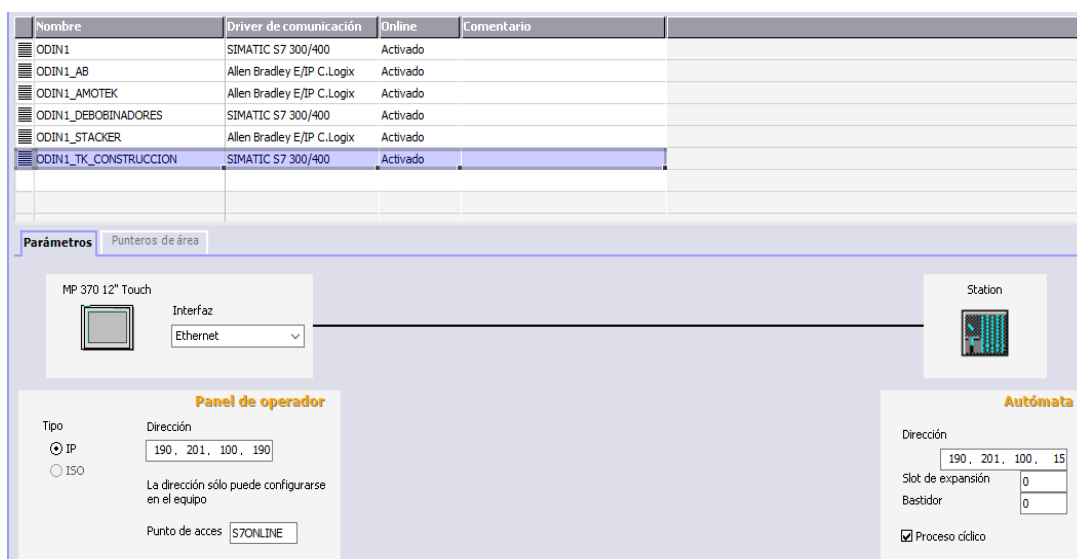


Figura 45. Conexión PLC S7 1200 de Tanque de Construcción con Panel MP370

El siguiente paso es crear las variables necesarias dentro del proyecto del panel para obtener los datos de los DBs correspondientes del PLC y usarlos de forma conveniente.

Las variables creadas dentro del proyecto pueden ahora ser representadas directamente en el Panel de operador, y también ser utilizadas para otros propósitos como publicarlos en el servidor web del panel.

Nombre	Conexión	Tipo de datos	Dirección	Elementos de ...	Ciclo de adquis...
CALEFACTOR_TANQUE_ABAJO	ODIN1_TK_C...	Real	DB 1 DBD 244	1	1 s
CALEFACTOR_TANQUE_ARRIBA	ODIN1_TK_CON...	Real	DB 1 DBD 248	1	1 s
CALEFACTOR_PE_MANGUERA_1	ODIN1_TK_CON...	Real	DB 1 DBD 252	1	1 s
CALEFACTOR_PE_CABEZAL_1	ODIN1_TK_CON...	Real	DB 1 DBD 256	1	1 s
CALEFACTOR_TNT_MANGUERA_2	ODIN1_TK_CON...	Real	DB 1 DBD 260	1	1 s
CALEFACTOR_TNT_CABEZAL_2	ODIN1_TK_CON...	Real	DB 1 DBD 264	1	1 s
CALEFACTOR_SUB_MANGUERA_3	ODIN1_TK_CON...	Real	DB 1 DBD 268	1	1 s
CALEFACTOR_SUB_CABEZAL_3	ODIN1_TK_CON...	Real	DB 1 DBD 272	1	1 s
PRESION_BOMBA_PE	ODIN1_TK_CON...	Real	DB 47 DBD 0	1	1 s
PRESION_BOMBA_TNT	ODIN1_TK_CON...	Real	DB 47 DBD 4	1	1 s
PRESION_BOMBA_SUB	ODIN1_TK_CON...	Real	DB 47 DBD 8	1	1 s
VELOCIDAD_BOMBA_PE	ODIN1_TK_CON...	Real	DB 48 DBD 0	1	1 s
VELOCIDAD_BOMBA_TNT	ODIN1_TK_CON...	Real	DB 48 DBD 4	1	1 s
VELOCIDAD_BOMBA_SUB	ODIN1_TK_CON...	Real	DB 48 DBD 8	1	1 s

Figura 46. Variables de Panel con conexión a PLC de Tanque de Construcción

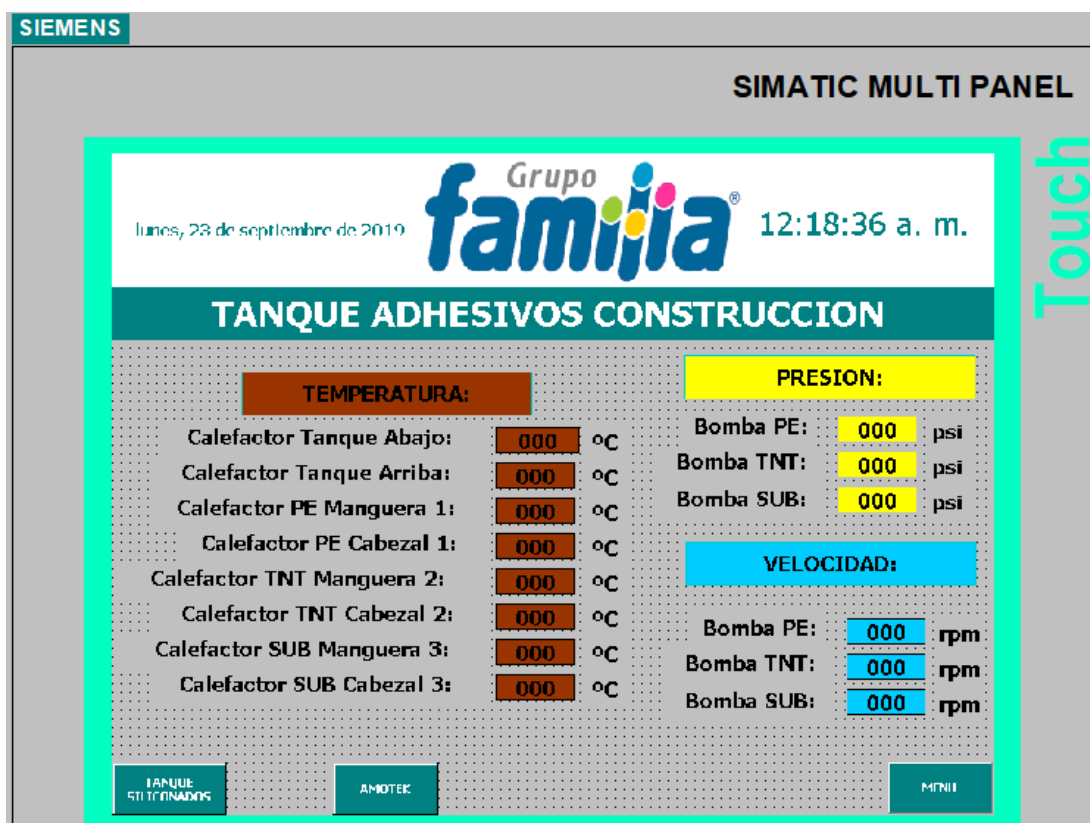


Figura 47. Representación de datos de PLC de Tanque de Construcción

3.3.6 Datos de PLC Control Logix de Embolsadora a Panel MP370

El programa del PLC Control Logix está diseñado en el software Studio 5000, sin embargo no se realizan modificaciones sino se toma el nombre de variables para representar estos datos en el Panel MP370.

Una vez que se han tomado los nombres de dirección de variables, en el programa del panel se realizan las siguientes modificaciones:

- Crear una nueva conexión con el drive **Allen Bradley E/IP C.Logix**, como muestra la figura 48.

Nombre	Driver de comunicación	Online	Comentario
ODIN1	SIMATIC S7 300/400	Activado	
ODIN1_AB	Allen Bradley E/IP C.Logix	Activado	
ODIN1_AMOTEK	Allen Bradley E/IP C.Logix	Activado	
ODIN1_DEBOBINADORES	SIMATIC S7 300/400	Activado	
ODIN1_STACKER	Allen Bradley E/IP C.Logix	Activado	
ODIN1_TK_CONSTRUCCION	SIMATIC S7 300/400	Activado	

Figura 48. Conexión con PLC de Embolsadora

- Se realiza la parametrización de la conexión con el PLC, figura 49.

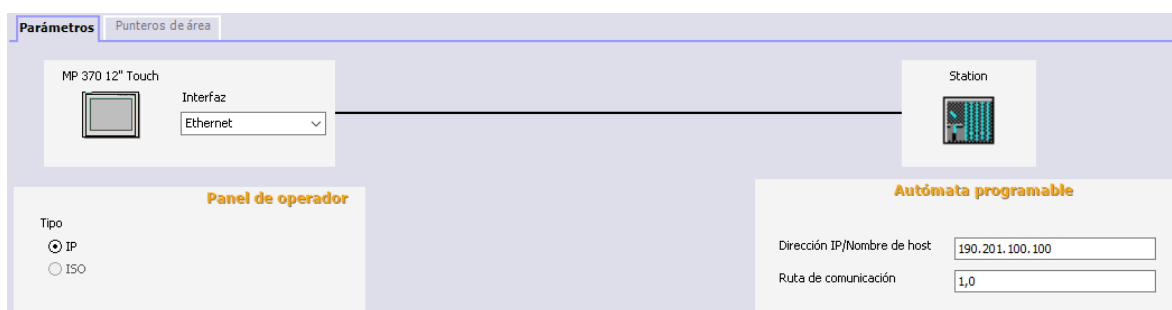


Figura 49. Parametrización de conexión de PLC de Embolsadora a Panel

- Se crea una carpeta de variables y se agregan tags, seleccionando la conexión con el PLC y direccionando las variables del automático, como se ve en la figura 50.

Nombre	Conexión	Tipo de datos	Dirección	Elementos de ...	Ciclo de adquis...
VELOCIDAD_EMBOLSADORA	ODIN1_AMOTEK	DInt	BG1.ActMachineOutput	1	1 s
CAJAS_ULTIMO_RESET	ODIN1_AMOTEK	DInt	HMI.Statistic.ShiftCounter	1	1 s
VELOCIDAD_LINEA	ODIN1_AMOTEK	Real	OPT_LineSpeed	1	1 s
TEMP_SOLDADOR_INFERIOR	ODIN1_AMOTEK	DInt	OPT_WJ_LowerTempVis	1	1 s
TEMP_SOLDADOR_SUPERIOR	ODIN1_AMOTEK	DInt	OPT_WJ_UpperTempVis	1	1 s

Figura 50. Variables de PLC de Embolsadora en Panel

- Se crea una imagen donde se represente la información de las variables del PLC de la Embolsadora, así como muestra la figura 51.

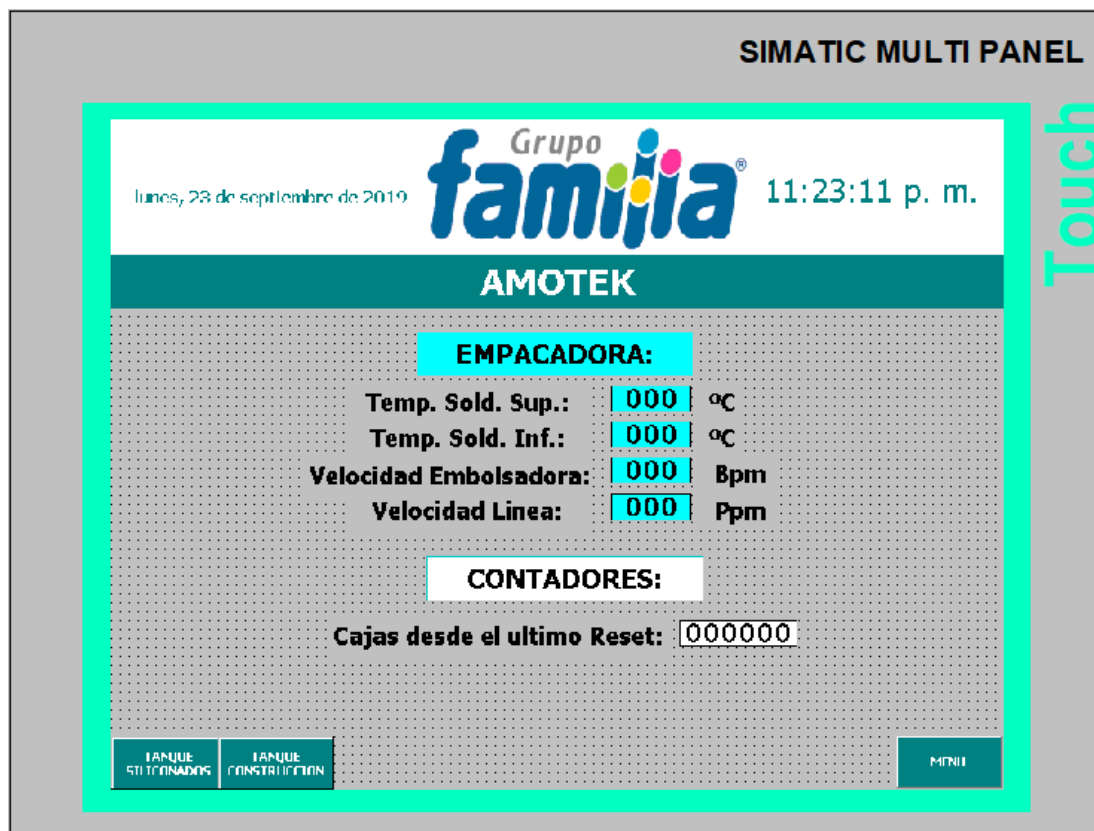


Figura 51. Imagen de información de Embolsadora

3.4 El servidor web

En este proyecto, para presentar datos en la intranet de la empresa se debe publicar dichos datos desde un servidor web. El panel de operador debido a sus características técnicas tiene la capacidad de actuar como servidor web, pudiendo tener acceso a su página a través de su dirección IP.

Para que el panel de operador actúe como servidor web, se necesita activar la herramienta **Sm@rtService** dentro de las configuraciones del programa.

Una vez activada esta herramienta y cargadas las modificaciones del programa en el panel, a través de su dirección IP dentro de un navegador web, se tiene acceso a datos de la Pantalla, pudiendo además desarrollar nuevas páginas y cargarlas para presentarlas cada vez que se ingrese al web server del equipo.

3.4.1 Creación del servidor web

Para permitir que el panel de operador actúe como servidor web, se activa la herramienta Sm@rt Service dentro de la Configuración del panel de operador, fig. 53.

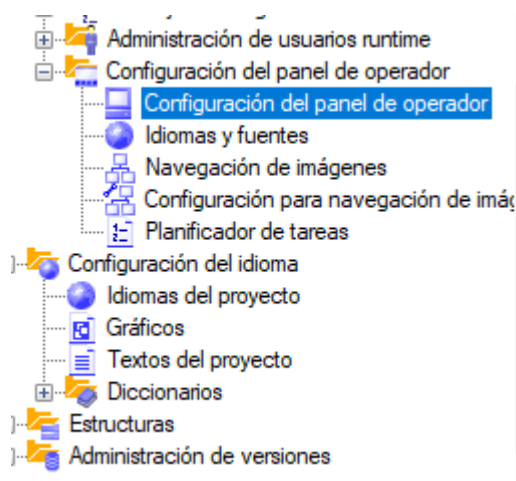


Figura 52. Ingreso a la configuración del panel MP370



Figura 53. Activación de Sm@rt Service en panel de operador

3.4.2 Creación de páginas HTML

Las páginas HTML se han creado utilizando el editor de texto *Notepad++* por ser un software libre de licencias. Además se ha hecho uso de los lenguajes de diseño web HTML, CSS y Javascript, junto con librerías y frameworks para diseño web como *Chart.js*, *Bootstrap*, *JQuery*.

Las páginas web creadas llevan una extensión ***.html**, sin embargo dentro de ellas es posible direccionar a través de tags varios archivos de configuración como archivos CSS o JS, esto para personalizar el diseño de la página web.

La ventaja de trabajar con varios archivos, en su mayoría JS es que no se necesita escribir todos los scripts en el mismo documento HTML, sino que una vez direccionado el archivo mediante tags, el archivo se ejecutará sin afectar el rendimiento de la página web, incluso llega a tener mayor rapidez que al ejecutarse en el mismo documento.

Antes de realizar páginas web utilizando frameworks, se hicieron páginas con aspecto básico, utilizando programación básica de HTML, esto para lograr representar información al instante que se recibe en el panel de operador, direccionando las variables del panel dentro de la página HTML mediante el comando:

```
<MWSL><!-- write(GetVar("Nombre de la variable")); --></MWSL>.
```

En la figura 54 se tiene el código para representar datos de temperatura y velocidad de una empacadora en una tabla. Como se muestra el nombre de las variables para representación es el mismo nombre de las variables que se usan en el Panel.

```

<br/>
<h3 align="center"><b>Datos de empacadora:</b></h3>

<table border="1" align="center">
<tbody><tr>
<td>Temperatura Soldador Superior:</td>
<td><i><MWSL><!-- write(GetVar("Amotek\\TEMP_SOLDADOR_SUPERIOR")); --></MWSL></i></td>
<td>°C</td>
</tr>
<tr>
<td>Temperatura Soldador Inferior:</td>
<td><i><MWSL><!-- write(GetVar("Amotek\\TEMP_SOLDADOR_INFERIOR")); --></MWSL></i></td>
<td>°C</td>
</tr>
<tr>
<td>Velocidad Embolsadora:</td>
<td><i><MWSL><!-- write(GetVar("Amotek\\VELOCIDAD_EMBOLSADORA")); --></MWSL></i></td>
<td>Bpm</td>
</tr>
<tr>
<td>Velocidad Linea:</td>
<td><i><MWSL><!-- write(GetVar("Amotek\\VELOCIDAD_LINEA")); --></MWSL></i></td>
<td>Ppm</td>
</tr>
</tbody></table>
<br/>
<h3 align="center"><b>Tiempos:</b></h3>
<table border="1" align="center">
<tbody><tr>
<td>Produccion:</td>
<td><i><MWSL><!-- write(GetVar("Amotek\\TIEMPO_PRODUCCION")); --></MWSL></i></td>
</tr>
<tr>
<td>Parada:</td>
<td><i><MWSL><!-- write(GetVar("Amotek\\TIEMPO_PARADA")); --></MWSL></i></td>
</tr>
<tr>
<td>Espera de producto:</td>
<td><i><MWSL><!-- write(GetVar("Amotek\\TIEMPO_ESPERA_PRODUCTO")); --></MWSL></i></td>
</tr>
</tbody></table>

<br/>
<h3 align="center"><b>Contador:</b></h3>
<table border="1" align="center">
<tbody><tr>
<td>Cajas desde el ultimo reset:</td>
<td><i><MWSL><!-- write(GetVar("Amotek\\CAJAS_ULTIMO_RESET")); --></MWSL></i></td>
</tr>
</tbody></table>
<br/><br/><br/>
</body></html>

```

Figura 54. Código para representación de datos

En la figura 55 se tiene la ejecución del código de la figura anterior en un web browser. La información que corresponde a cada campo aparece cuando se encuentra en conexión con la red del panel.

Datos de Empacadora Amotek

Menu Actualizar

Datos de empacadora:

Temperatura Soldador Superior:	°C
Temperatura Soldador Inferior:	°C
Velocidad Embolsadora:	Bpm
Velocidad Linea:	Ppm

Tiempos:

Produccion:
Parada:
Espera de producto:

Contador:

Cajas desde el ultimo reset:

Figura 55. Ejecución de página HTML en navegador web

Luego de haber realizado este tipo de páginas y después de una investigación sobre herramientas de diseño web, el uso de frameworks se hizo fundamental, a tal punto de poder representar información mediante gráficas estadísticas con un aspecto más complejo que las páginas anteriores.

3.4.3 Trabajar con ficheros en el servidor web

Una de las características del panel MP370, es la posibilidad de almacenar datos de variables en ficheros. Estos ficheros son almacenados en un dispositivo de memoria externo, específicamente una CompactFlash.

Cada fichero debe ser creado y configurado en el programa del panel, seleccionando el tamaño que va a tener el fichero, su ubicación, el método de almacenamiento y su comportamiento al inicio de Runtime. Luego una variable dentro del proyecto debe asignarse al fichero creado, seleccionando el ciclo de almacenado y el tiempo de ciclo.

Para crear un fichero se siguen los siguientes pasos en WinCC:

- Seleccionar fichero de datos en la pestaña Historial del árbol de proyecto, figura 56.

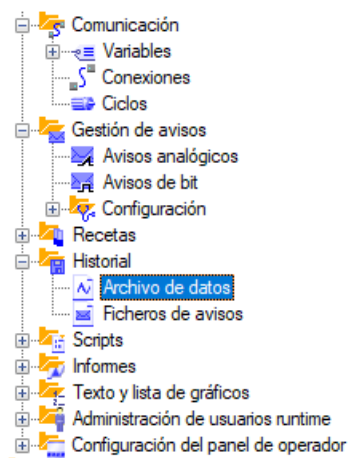


Figura 56. Selección de Archivo de Datos

- Dar click derecho y escoger Agregar fichero, figura 57.

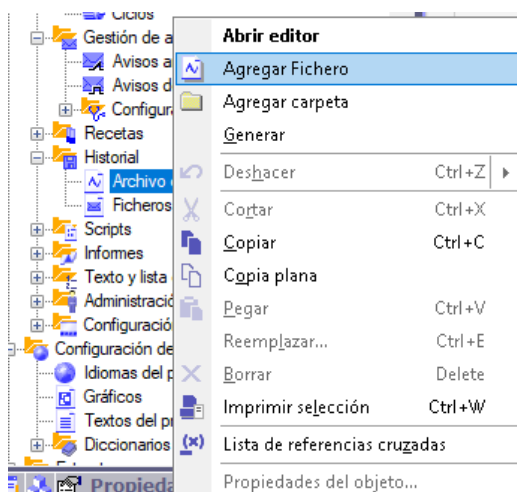


Figura 57. Creación de fichero de datos

- Configurar los diversos parámetros para el fichero, figura 58.

Nombre	Nº de registros ...	Ubicación	Ruta	Método de fichero	Núme...	Nivel d...	Activar fic...	Respuesta al i...
Fichero_1	500000	Archivo - CSV (ASCII)	\Storage Card2\	Fichero cédico	10	90	Activado	Continuar fichero
Promedio_Velocidad_...	31	Archivo - CSV (ASCII)	\Storage Card2\	Fichero cédico	10	90	Activado	Continuar fichero
Tiempo_de_Paro_...	93	Archivo - CSV (ASCII)	\Storage Card2\	Fichero cédico	10	90	Activado	Continuar fichero
Unidades_Producidas_...	93	Archivo - CSV (ASCII)	\Storage Card2\	Fichero cédico	10	90	Activado	Continuar fichero
Unidades_Rechazadas_...	93	Archivo - CSV (ASCII)	\Storage Card2\	Fichero cédico	10	90	Activado	Continuar fichero
Velocidad_T1	480	Archivo - CSV (ASCII)	\Storage Card2\	Fichero cédico	10	90	Desactivado	Continuar fichero
Velocidad_T2	480	Archivo - CSV (ASCII)	\Storage Card2\	Fichero cédico	10	90	Desactivado	Continuar fichero
Velocidad_T3	480	Archivo - CSV (ASCII)	\Storage Card2\	Fichero cédico	10	90	Desactivado	Continuar fichero
Velocidad_TA	480	Archivo - CSV (ASCII)	\Storage Card2\	Fichero cédico	10	90	Activado	Continuar fichero
Fichero_2	500	Archivo - CSV (ASCII)	\Storage Card\Log	Fichero cédico	10	90	Activado	Continuar fichero

Figura 58. Configuración de fichero de datos

- Asignar una variable al fichero creado, figura 59

Nombre	Conexión	Tipo d...	Dirección	E...	Cic...	Fichero	Modo de adquisición de archivado	Ciclo de archivo
UNIDADES_RECHAZADAS_T2	<Variable interna >	ULong	<Ninguna dirección >	1	1 s	<Indefinido >	Cíclico continuo	<Indefinido >
PRODUCCION_NETA_T1	<Variable interna >	ULong	<Ninguna dirección >	1	1 s	<Indefinido >	Cíclico continuo	<Indefinido >
PRODUCCION_NETA_T2	<Variable interna >	ULong	<Ninguna dirección >	1	1 s	<Indefinido >	Cíclico continuo	<Indefinido >
UNIDADES_RECHAZADAS_T1	<Variable interna >	ULong	<Ninguna dirección >	1	1 s	<Indefinido >	Cíclico continuo	<Indefinido >
PRODUCCION_NETA_T3	<Variable interna >	ULong	<Ninguna dirección >	1	1 s	<Indefinido >	Cíclico continuo	<Indefinido >
UNIDADES_BUENAS_T1	<Variable interna >	ULong	<Ninguna dirección >	1	1 s	<Indefinido >	Cíclico continuo	<Indefinido >
UNIDADES_RECHAZADAS_T3	<Variable interna >	ULong	<Ninguna dirección >	1	1 s	<Indefinido >	Cíclico continuo	<Indefinido >
UNIDADES_BUENAS_T2	<Variable interna >	ULong	<Ninguna dirección >	1	1 s	<Indefinido >	Cíclico continuo	<Indefinido >
UNIDADES_BUENAS_T3	<Variable interna >	ULong	<Ninguna dirección >	1	1 s	<Indefinido >	Cíclico continuo	<Indefinido >
PRODUCCION_NETA	ODIN1	DInt	DB 26 DBD 260	1	1 s	<Indefinido >	Cíclico continuo	<Indefinido >
UNIDADES_RECHAZADAS	ODIN1	DInt	DB 26 DBD 264	1	1 s	<Indefinido >	Cíclico continuo	<Indefinido >
UNIDADES_BUENAS	ODIN1	DInt	DB 26 DBD 268	1	1 s	Fichero_1	Cíclico continuo	5 s

Figura 59. Asignación de variable a fichero de datos

3.4.4 Visualización de datos de servidor web

Con la creación de ficheros, y utilizando herramientas y métodos de diseño web como AJAX, se utiliza los ficheros para leer la información contenida en estos, para representar los datos de forma dinámica, a través de gráficas estadísticas.

La información que se almacena en los ficheros es discriminada cuando es leída a través de los correspondientes scripts, para obtener los datos realmente válidos y que no existan errores en la representación de la información

Para la representación de información, también se ha realizado manipulaciones de los datos leídos de los ficheros, para la realización de cálculos productivos como la disponibilidad, rendimiento, calidad, y eficiencia de la máquina. También comparaciones de los valores de las variables para monitoreo de la actividad de la máquina, esto es el tiempo productivo y el tiempo de paro durante los distintos turnos de trabajo.

Se ha hecho uso de archivos XML para obtener datos de la máquina de forma dinámica, para evitar refrescar cada cierto tiempo algunas de las páginas web, sino que vayan representando información automáticamente conforme un tiempo establecido.

Para el almacenamiento de algunos datos fue necesario la ejecución de scripts de programación dentro del proyecto del panel, para realizar cálculos como promedios de valores de un día entero, y así sacar datos estadísticos de la producción de la máquina.

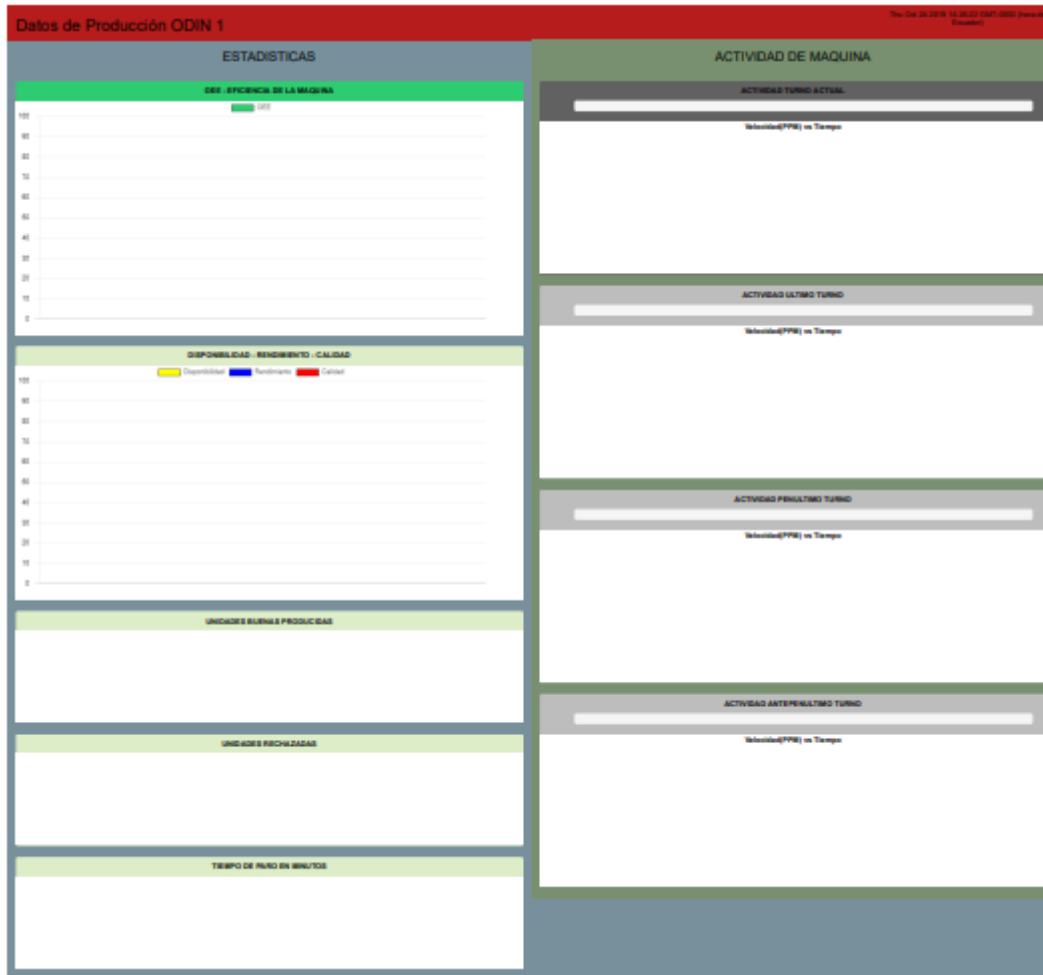


Figura 60. Panel de Información de la máquina ODIN 1

CONCLUSIONES

- Se logró realizar la conexión de dispositivos en las diferentes redes, ingresando un equipo correspondiente a un tanque de adhesivo a la red Profibus DP, y 4 equipos correspondientes a un PLC Allen Bradley, un PLC LOGO, un PLC Siemens S7-1200, y un equipo de inspección visual a la red de Ethernet Industrial, utilizando los conectores y cables propios de cada red.
- Se configuró los dispositivos de las diferentes redes mediante software siendo que, al equipo tanque de siliconados de la red Profibus DP se asignó la dirección de esclavo DP 14, y para los equipos de la red Ethernet fueron asignadas direcciones IP dentro del rango de dominio 190.201.100.x., para que exista comunicación e intercambio de datos entre estos dispositivos.
- Se obtuvo la información necesaria de cada dispositivo conectado a las diferentes redes tanto Profibus DP como Ethernet Industrial, pudiendo presentar dicha información en el panel de operador MP370 para que los operadores visualicen los datos presentados.
- Se creó el servidor web (Web Server) en el panel Siemens MP370, activando la herramienta Sm@rtService dentro la configuración del programa de la pantalla, para que el contenido del panel de operador se visualice en un navegador web al ingresar su dirección IP.

- Se crearon páginas HTML con contenido dinámico de información utilizando los lenguajes HTML, XML, CSS, Javascript, además de los frameworks y herramientas de diseño web Bootstrap 3, Chart.js, JQuery, AJAX, que se cargaron al servidor web para presentar datos de la máquina en un navegador de internet.

RECOMENDACIONES

- Antes de realizar modificación alguna en la red Profibus DP, es necesario verificar la posición de la resistencia de terminal de bus en cada uno de los conectores de la red así como la dirección de esclavo DP del equipo, es necesario también verificar el ponchado y estado de cables de la red Ethernet.
- Verificar el direccionamiento de esclavos DP de manera física y virtual para evitar conflictos de direcciones, así también direccionar correctamente la dirección IP y la máscara de subred de los equipos conectados a la red Ethernet.
- Direccionar las variables de adquisición de datos en el PLC principal como variables absolutas, para que puedan ser direccionadas y representadas dentro del HMI del Panel MP370, mediante uso de DBs globales en el programa del PLC.
- Considerar la dirección IP y la máscara de subred del Panel MP370 en caso de conectarse un dispositivo a la red de la máquina, adaptando la dirección IP dentro de la misma red, y estableciendo la misma máscara de subred para que exista el acceso a la página web del servidor.
- Mantener la conectividad de red del servidor web con los otros equipos de la máquina para acceder a todo el contenido que se muestre en las páginas web del panel, debido a que algunos frameworks de la programación necesitan contar con un servidor para publicar información.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

RED INDUSTRIAL.- Conjunto de dispositivos conectados entre sí formando una red, utilizando un medio de transmisión y un protocolo industrial de comunicación.

BUS DE CAMPO.- Medio físico de transmisión de datos, para comunicar dispositivos ubicados en campo dentro de una red industrial.

PROFIBUS DP.- Estándar para bus de campo en la industria que utiliza el protocolo de comunicación serial RS485.

ETHERNET INDUSTRIAL.- Estándar para redes LAN, originalmente diseñado a nivel de oficina y adaptado al ambiente industrial, que trabaja dentro de los niveles de capa: físico y enlace del modelo OSI.

SERVIDOR WEB.- Dispositivo que se encarga de enviar el contenido de una aplicación web a cualquier cliente solicitante dentro de la misma red o de otras redes de comunicación.

TECNOLOGÍAS DE OPERACIÓN.- Tecnología que involucran los niveles de campo, control y supervisión en la pirámide de automatización.

TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN.- Tecnología que involucran los niveles de planificación de recursos y gestión de la empresa, mayormente a nivel de oficina.

HTML.- Lenguaje de Marcado de Hipertexto, es el lenguaje para presentación dinámica de texto, utilizado para navegación entre páginas de texto mediante links.

CSS.- Lenguaje de estilización de páginas HTML para mejorar la presentación del contenido de la página.

JAVASCRIPT.- Lenguaje de programación para ejecución de scripts en páginas HTML para presentación dinámica de contenido.

TELEGRAMA.- Bloque de datos de transmisión o recepción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arenas, M., Baeza, R., Gutierrez, C., Hurtado, C., Marin, M., Navarro, G., . . . Velasco, J. (2008). *Cómo funciona la Web*. Santiago de Chile: Grafica LOM.
- Avello, D. G. (2000). *Diseño gráfico de páginas web*.
- Briceño, J. (2005). *Transmisión de datos*. Venezuela.
- Camps, R., Casillas, L., Costa, D., Ginesta, M., Escofet, M., & Perez, O. (2005). *Bases de datos*. Barcelona: Eureka Medla.
- Castillo, M. F. (2012). *Diseño e implementación del sistema SCADA WinCC de Siemens a una máquina prototipo empacadora de galletas en el laboratorio de automatización de procesos en la UPB*. Bucaramanga.
- Centro de Ciberseguridad Industrial. (2017). *Ciberseguridad en la Pirámide de Automatización Industrial*.
- Cloudinary. (s.f.). Recuperado el 21 de julio de 2019. Obtenido de https://res.cloudinary.com/peerlyst/image/upload/c_limit,dpr_auto,f_auto,fl_lossy,q_auto,w_547/v1543252046/post-attachments/8oqGAYZhK8eVUpnR2u17NbiKL2IEDy_SLK4v-2CPc3Kv2zYz3GUszU7mrjAlzCKmVWwUGAfGL19objU-PxZvuRDCtu5SDygU_bm_azei4GnhrYYCjuSG1fCJHhIGJ4sun_n
- Harp, D., & Brown, B. (2017). *IT/OT CONVERGENCE*.
- impactointernetactual. (2014). Recuperado el 21 de julio de 2019. Obtenido de <http://impactointernetactual.blogspot.com/2014/05/impacto-del-internet-en-el-mundo.html>
- Martinez, L. M. (1998). *Introducción a TCP/IP*. Alicante: INGRA Impresores.
- Mejia, J. (2016). *IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED MODBUS RTU CON PLC S7-1200 PARA EL CONTROL Y MONITOREO DE DOS ESTACIONES DE PROCESOS*.
- Mozilla. (2019). Recuperado el 12 de agosto de 2019. Obtenido de https://developer.mozilla.org/es/docs/Glossary/World_Wide_Web

- Mozilla. (2019). *developer.mozilla*. Recuperado el 12 de agosto de 2019. Obtenido de <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/Guide/AJAX>
- National Instruments. (s.f.). *ni*. Recuperado el 5 de julio 2019. Obtenido de http://www.ni.com/cms/images/devzone/tut/Figure_1_20120304162228.jpg
- OPC Foundation. (2019). *Unified Architecture*. Recuperado el 6 de julio de 2019. Obtenido de <https://opcfoundation.org/about/opc-technologies/opc-ua/>
- (s.f.). *OPC: UN ESTANDAR EN LAS REDES INDUSTRIALES*.
- Ortí, C. B. (2006). *LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (T.I.C.)*. Valencia: Universidad de Valencia.
- Pantheanet*. (2011). Recuperado el 5 de julio de 2019. Obtenido de <http://pantheanet.blogspot.com/2012/01/tema-9-ethernet.html>
- Renesas*. (s.f.). Recuperado el 6 de julio de 2019. Obtenido de <https://www.renesas.com/us/en/img/solutions/industrial-automation/industrial-network/industrial-ethernet-and-fieldbus/opc-ua/block.jpg>
- Researchgate*. (s.f.). Recuperado el 15 de julio de 2019. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Saad_Chakkor2/publication/273126964/figure/fig2/AS:391827082498060@1470430264755/CGI-and-Web-Server-connection-with-Database.png
- Romero, D. (2007). *Introducción a Ethernet Industrial*.
- Salazar Serna, C. A., & Correa Ortiz, L. C. (2011). *Buses de campo y protocolos en redes industriales*.
- Sanchis Llopis, R., Romero Perez , J. A., & Ariño Latorre, C. V. (2010). *Automatización Industrial*.
- Siemens. (2008). *Comunicaciones Industriales 04/2008*.
- Siemens. (2008). *User-defined Web Sites for HMI*.
- Siemens. (2010). *Visualization with User-defined Web*.
- Siemens*. (2019). Recuperado el 21 de julio de 2019. Obtenido de <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:b91b16cc-8db0-4b24-82b0->

c7fccdd56db3/width:640/crop:0:0:0,998:0,74933/quality:high/version:1542191474/sie-180807-0749-1-eci-rgb.jpg

Siemens. (2019). Recuperado el 3 de julio de 2019. Obtenido de <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:52ef4a13-3058-4ffc-812f-567ed060fb14/width:640/crop:0,002:0:0,996:0,99822/quality:high/version:1544621022/profibus.jpg>

Siemens. (2019). *Lista de precios 2019 Ecuador*.

Siemens. (s.f.). *Panel KTP 1200*. Recuperado el 4 de julio de 2019. Obtenido de <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/public.3840.high.1542730922.964ad289-f7ab-4371-8ead-2f57b514ea8d.simatic-hmi-basic-panel-ktp1200-front.jpg/simatic-hmi-basic-panel-ktp1200-front.jpeg>

Sucerman. (s.f.). Recuperado el 15 de julio de 2019. Obtenido de <http://contenidos.sucerman.com/nivel4/desarrollo/unidad2/img/modelo-cliente-servidor.png>

Universidad de Oviedo. (2006). *Comunicaciones Industriales*.

Universidad Politécnica de Cartagena. (2011). Profibus (PA/DP/FMS).

Villajulca, J. C. (2010). *Instrumentación y control*. Recuperado el 20 de agosto de 2019. Obtenido de <https://instrumentacionycontrol.net/los-buses-de-campo-directo-al-grano/>

W3Schools. (2019). *W3Schools*. Recuperado el 12 de agosto de 2019. Obtenido de https://www.w3schools.com/js/js_ajax_http.asp

W3Schools. (2019). *W3Schools*. Recuperado el 12 de agosto de 2019. Obtenido de https://www.w3schools.com/jquery/jquery_intro.asp

ANEXOS



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por el señor **HIDALGO JARAMILLO, FRANCISCO JOSÉ**.

En la ciudad de Latacunga, a los 13 días del mes de noviembre del 2019.

Aprobado por:

Ing. Adrián Ávila Villacís

DIRECTOR DEL PROYECTO



Ing. Pablo Pilatasig Panchi

DIRECTOR DE CARRERA



Abg. Sarita Plaza

SECRETARIO ACADÉMICO