



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y
MECÁNICA**

CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERO EN MECATRÓNICA**

**TEMA: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA
SCADA, UTILIZANDO PROTOCOLOS ETHERNET Y AS-I
PARA LA ESTACIÓN DE BUS DE CAMPO FESTO EN EL
LABORATORIO DE MECATRÓNICA DE LA UNIVERSIDAD
DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE EXTENSIÓN
LATACUNGA”**

**AUTORES: CRISTIAN ROLANDO CHANGO GUACHO
EDISON RENE TOAPAXI GUALPA**

**DIRECTOR: ING. MARCO SINGAÑA
CODIRECTOR: ING. HÉCTOR COCHISE TERÁN**

LATACUNGA

2015

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE**CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA****CERTIFICADO**

ING. MARCO SINGAÑA (DIRECTOR)

ING. HÉCTOR COCHISE TERÁN (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA, UTILIZANDO PROTOCOLOS ETHERNET Y AS-I PARA LA ESTACIÓN DE BUS DE CAMPO FESTO EN EL LABORATORIO DE MECATRÓNICA DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA”**, realizado por: CRISTIAN ROLANDO CHANGO GUACHO y EDISON RENE TOAPAXI GUALPA ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.

Debido a que constituye un trabajo con alto contenido científico, que aportará al desarrollo profesional y educativo si aprobamos su publicación.

Latacunga, Junio del 2015.

Ing. Marco Singaña MSc.

C.C.: 0501627889

DIRECTOR

Ing. Héctor Cochise Terán H. MSc.

C.C.: 0502680465

CODIRECTOR

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE**CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA****DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

CRISTIAN ROLANDO CHANGO GUACHO

EDISON RENE TOAPAXI GUALPA

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA, UTILIZANDO PROTOCOLOS ETHERNET Y AS-I PARA LA ESTACIÓN DE BUS DE CAMPO FESTO EN EL LABORATORIO DE MECATRÓNICA DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA”**, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme a las referencias que constan en las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Junio del 2015.

Cristian Rolando Chango Guacho

C.C.: 171837793-8

Edison Rene Toapaxi Gualpa

C.C.: 050303826-7

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE**CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA****AUTORIZACIÓN**

NOSOTROS: CRISTIAN ROLANDO CHANGO GUACHO

EDISON RENE TOAPAXI GUALPA

Autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, la publicación, en la biblioteca virtual de la institución del trabajo denominado **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA, UTILIZANDO PROTOCOLOS ETHERNET Y AS-I PARA LA ESTACIÓN DE BUS DE CAMPO FESTO EN EL LABORATORIO DE MECATRÓNICA DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Junio del 2015.

Cristian Rolando Chango Guacho

C.C.: 171837793-8

Edison Rene Toapaxi Gualpa

C.C.: 050303826-7

DEDICATORIA

El presente proyecto está dedicado especialmente a mis padres Angel y Lucinda, porque han inculcado en mí los valores necesarios para ser una persona de bien y me han impulsado a salir siempre adelante con su ejemplo de esfuerzo y dedicación.

A mis hermanos Damaris y Jonathan que entre tristezas y alegría siempre han estado ahí, con su gran apoyo incondicional.

Cristian.

El presente trabajo dedico a Dios por brindarme la luz de cada día. Y principalmente a mi madre Hilda, por su apoyo, consejos, confianza, amor y apoyo incondicional durante el trayecto de mi vida, y así llegar a cumplir muchas metas.

Edison

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres Angel y Lucinda que con gran esfuerzo me han dado la educación y la sabiduría para saber enfrentarme a las situaciones de la vida.

A mis hermanos Damaris y Jonathan, por saberme soportar, saberme alegrar la vida con sus locuras y arrebatos aunque enojados siempre han estado ahí.

A mis amigos Dianita, Pame, Ivone, Nancy, Ney, Wilmer y Edison que han compartido conmigo la mayoría de mi vida universitaria, han sido más que amigos una familia con las que hemos compartido alegrías, tristezas, triunfos y derrotas, pero siempre nos caracterizó la unión. PDIA. Gracias a esos panas del Call of Duty.

A mis abuelitos, tíos, primos y familiares que siempre se han preocupado y han estado pendientes de este proceso.

Cristian

En primer lugar agradezco a dios por la fortaleza y valor para culminar esta etapa de mi vida.

También la confianza de los seres más llegados de mi familia por sus consejos y palabras de apoyo.

Adicionalmente agradezco a Evelin por ser la persona que durante estos últimos cuatro años me ha brindado su amor y apoyo incondicional para lograr muchas metas.

Finalmente a la familia de amigos en especial a Cristian Chango, que durante la vida universitaria se compartió muchos momentos y experiencias.

Edison

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARATULA.....	i
CERTIFICADO	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xviii
RESUMEN.....	xxv
ABSTRACT	xxvi
PRESENTACIÓN	xxvii
CAPÍTULO I.....	1
1. GENERALIDADES	1
1.1 Redes industriales	1
1.1.1 Introducción	1
1.1.2 Estructura jerárquica de la automatización	1
1.1.3 Sistemas de control en la comunicación industrial.	2
a. Sistema centralizado	3
b. Sistema distribuido.	3
1.1.4 Normas de las comunicaciones	4
1.1.5 Transmisión de datos	5
a. Conexión serie	5
b. Conexión paralela	5

1.1.6 Tipos de sincronización en la transmisión de datos.....	6
a. Transmisión asíncrona.....	6
b. Transmisión síncrona.....	6
1.1.7 Topologías de red.....	6
a. Topología punto a punto.....	7
b. Topología bus.....	7
c. Topología árbol.....	8
d. Topología anillo.....	8
e. Topología estrella.....	9
1.2 Redes AS-I (Actuador Sensor-Interface).....	9
1.2.1 Introducción redes AS-I.....	9
1.2.2 Interfaces de un red AS-I.....	11
1.2.3 Estructura simplificada de una red AS-I.....	11
1.2.4 Características fundamentales de una red AS-I.....	12
1.2.5 Teoría de red AS-I.....	14
a. Telegrama AS-I.....	15
b. Aplicación de redes AS-I.....	16
1.2.6 Principales ventajas para uso del bus AS-I.....	17
1.2.7 Especificaciones técnica AS-I.....	18
1.2.8 Compatibilidad versiones AS-I.....	18
1.2.9 Equipos que se utilizan en un bus de campo.....	19
a. Maestros AS-I.....	19
b. Esclavos AS-I.....	20
c. Fuente de alimentación AS-I.....	20
d. Cables y conectores.....	21
1.3 Redes ethernet.....	21

1.3.1	Introducción	21
1.3.2	Características generales de la red ethernet industrial	23
a.	Estándar IEEE 802.3/ISO 8802.3.	23
b.	Velocidad de transmisión.....	25
c.	Características de SIMATIC NET	25
1.3.3	Cables de comunicación ethernet.....	26
a.	Cable coaxial.....	26
b.	Cable empalmado	26
1.3.4	Componentes que intervienen en la red ethernet	27
1.3.5	Componentes de red pasivos para industrial ethernet	27
a.	Cable	27
b.	Conector rj45	27
1.3.6	Componentes de red activos utilizados para ethernet industrial	28
a.	Switch.	28
b.	Tarjetas de comunicación ethernet.	29
1.3.7	IP (Protocolo de Internet).....	29
a.	ISO-ON-TCP	29
b.	Enlace TCP (Protocolo de Control de Transmisión).	29
c.	Enlace UDP (Protocolo Datagrama de Usuario).	30
1.3.8	Ethernet conmutada.....	30
1.3.9	Función AG_SEND (FC5) Y AG_RECV (FC6)	31
a.	AG_SEND (FC5).....	32
b.	AG_RECV (FC6).	33
1.4	HMI (Interfaz Hombre-Máquina)	35
1.4.1	Introducción	35
1.4.2	Funciones de los hmi.....	35

1.4.3	Funcionalidad en los tamaños de pantallas.	36
1.5	Estación de bus de campo FESTO.	37
1.5.1	Estación de distribución AS-I	37
a.	Partes que dispone la estación de distribución AS-I.....	38
b.	Funcionamiento de la estación de distribución AS-I	39
c.	Datos para el correcto funcionamiento de la estación de distribución.....	39
1.5.2	Estación de pruebas.....	39
a.	Partes que dispone la estación de pruebas.	40
b.	Funcionamiento de la estación de pruebas.....	41
c.	Datos para el correcto funcionamiento de la estación de pruebas.	41
1.5.3	Estación de clasificación.	41
a.	Partes que dispone la estación de clasificación.....	42
b.	Funcionamiento de la estación de clasificación.....	43
c.	Datos a tomar en cuenta para el correcto funcionamiento de la estación de clasificación.	43
1.6	PLC s7-300.	43
1.6.1	Introducción	43
1.6.2	Módulos de comunicación para PLC S7-300.....	44
a.	Módulos de comunicación PROFINET / ETHERNET	44
b.	Módulos de comunicación AS-Interface.....	45
1.6.3	Protocolos que soportan los controladores S7-300/S7-400.	46
1.7	Software TIA PORTAL.	47
1.7.1	Estructura del software TIA PORTAL.	47
1.7.2	Bloques de funciones para la programación.	48
a.	Bloque de organización.....	48
b.	Bloque de función.	49
c.	Bloque función.	49

d.	Bloques de datos.	49
1.7.3	Lenguajes de programación del software TIA PORTAL.	50
a.	AWL.....	50
b.	KOP.....	50
c.	FUP.	50
CAPÍTULO II		51
2.	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE RED AS-I (ACTUADOR SENSOR-INTERFACE).....	51
2.1	Introducción redes AS-I.....	51
2.2	Características generales de la red AS-I	52
2.3	Configuración e implementación de la red AS-I.....	53
2.3.1	Configuración de RED AS-I	53
a.	Estación de distribución festo.....	53
b.	Topología de red.....	53
2.3.2	Elementos que intervienen en la red AS-I de la planta de distribución.	54
a.	Fuente de alimentación.....	54
b.	Maestros AS-I de la planta de distribución.	55
c.	Esclavos AS-I de la estación de distribución	58
d.	Cable AS-I.....	61
e.	Direccionador FESTO.....	63
2.3.3	Direccionamiento de esclavos de AS-I.	63
2.3.4	Configuración de la red AS-I en el software SIMATIC TIA PORTAL V12.	64
a.	Configuración PLC S7-300.....	64
b.	Configuración de hardware	65
c.	Generación de programa de usuario.....	69

CAPÍTULO III	72
3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA RED INDUSTRIAL ETHERNET.....	72
3.1 Introducción de redes Ethernet industriales en la estación de bus de campo FESTO.....	72
3.2 Características de la red Ethernet industrial.....	72
3.2.1 Generales.....	72
3.2.2 Topología de red	73
3.3 Componentes que intervienen en la red Ethernet del bus de campo FESTO...74	
3.3.1 Componentes de red pasivos que intervienen en la red Ethernet industrial... 74	
a. Cable FC CAT.5E UTP.....	74
b. Conector RJ45.....	75
3.3.2 Componentes de red activos utilizados para la red Ethernet Industrial	75
a. Switch D-Link-1008A.....	75
b. Tarjeta de comunicación	76
3.3.3 Servicios de comunicación soportados por el módulo de comunicación CP 343-1 Lean	78
a. Comunicación S7 Y Comunicación PG/OP	78
b. Comunicación compatible CON S5	78
3.4 Funciones de comunicación.....	79
3.4.1 IP (Protocolo Internet).....	79
3.5 Configuración e implementación de la red Ethernet.	80
3.5.1 Instalación y montaje del módulo de comunicación CP 343-1 Lean.....	80
a. Conexión del módulo de comunicación CP 343-1 Lean a la fuente de 24 Vcc	80
b. Conexión del módulo de comunicación CP 343-1 Lean a la fuente de 24 Vcc	81
c. Montaje del módulo de comunicación CP 343-1 Lean en el perfil soporte S7.....	82

d.	Conexión del módulo de comunicación CP 343-1 Lean a Ethernet ..	82
3.5.2	Configuración del módulo de comunicación CP 343-1 Lean para la red	83
a.	Configuración Ethernet de las tres estaciones FESTO.	83
b.	Cargar configuración en los módulos de comunicación CP 343-1 Lean.	90
c.	Comprobación de funcionamiento de la configuración del módulo de comunicación CP 343-1 LEAN.	93

CAPÍTULO IV 96

4.	INTEGRACIÓN DE LA ESTACIÓN DE BUS DE CAMPO.	96
4.1	Características generales.....	96
4.2	Creación de enlaces para comunicación entre controladores.....	97
4.2.1	Enlace TCP1.....	97
4.2.2	Enlace TCP2.....	98
4.2.3	Enlace TCP3.....	98
4.3	Configuración de los enlaces de comunicación entre los controladores.	99
4.3.1	Configuración enlace TCP 1.	99
4.3.2	Configuración enlace TCP 2.	101
4.3.3	Configuración enlace TCP 3.	102
4.4	Diagramas de flujo de la estación de bus de campo.....	104
4.4.1	Estación de distribución.	104
4.4.2	Estación de pruebas.....	105
4.4.3	Estación de clasificación.	106
4.5	Integración del sistema de bus de campo.	107

CAPÍTULO V 109

5.	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL HMI (INTERFAZ HOMBRE-MÁQUINA) Y SCADA (SUPERVISIÓN, CONTROL Y ADQUISICIÓN DE DATOS).....	109
----	--	-----

5.1	Características del HMI.....	109
5.1.1	Criterios para la selección de un panel operador	109
5.1.2	Especificaciones del panel KTP 600 PN.....	110
a.	Partes del panel KTP 600 PN.....	110
b.	Especificaciones técnicas KTP 600 PN	111
5.1.3	Software para realizar HMI y sistemas SCADA.....	112
5.2	Implementación del HMI.	120
5.2.1	Montaje de la pantalla KTP 600 PN.	120
5.2.2	Selección del panel operador en software TIA PORTAL.....	121
5.2.3	Configuración del panel operador	122
5.2.4	Diseño del HMI.....	124
5.2.5	Pantalla de inicio (control general de la estación de bus de campo).....	126
5.2.6	Distribución (control estación de distribución).....	127
5.2.7	Pruebas (control estación de pruebas).....	128
5.2.8	Clasificación (control estación de clasificación).....	129
5.2.9	Opciones del sistema.....	130
5.3	Características del sistema SCADA.....	132
5.4	Implementación del sistema SCADA.	132
5.4.1	Selección del sistema SCADA en el software TIA PORTAL.	132
5.4.2	Configuración del sistema SCADA.	133
5.4.3	Configuración de seguridad del sistema SCADA.....	134
5.4.4	Configuración del sistema SCADA con la base de datos	135
5.4.5	Diseño de la interfaz del sistema SCADA.	136
5.4.6	Interfaz de ingreso al interfaz del sistema SCADA.	138
5.4.7	Interfaz de control del sistema SCADA.....	138
5.4.8	Interfaz del acceso de usuarios al sistema.....	139
5.4.9	Configuración de la base de datos.....	140

5.5	Pruebas y resultados de la red industrial	142
5.5.1	Configuración.....	142
a.	Red AS-I.....	142
b.	Red Ethernet industrial.....	144
5.5.2	Funcionamiento del sistema.....	146
a.	Prueba de seguridad del HMI y SCADA (ingreso al sistema mediante contraseña)	147
b.	Pruebas de conteo en la estación de bus de campo mediante HMI.....	150
c.	Comprobación del proceso mediante el sistema SCADA.....	155
CAPITULO VI		157
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	157
6.1	Conclusiones.	157
6.2	Recomendaciones.....	15959
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		1611
ANEXOS		17070

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Normas de comunicaciones.	4
Tabla 1.2. Especificaciones AS-I.	13
Tabla 1.3. Telegrama AS-Interface.	15
Tabla 1.4. Datos técnicos AS-I.	18
Tabla 1.5. Comparación de versiones AS-I.	19
Tabla 1.6. Variación de tecnología Ethernet.	24
Tabla 1.7. Descripción de los parámetros del AG_SEND.	32
Tabla 1.8. Descripción de los parámetros del AG_RECV.	34
Tabla 1.9. Protocolo de los controladores S-300 / S7-400.	47
Tabla 2.1. Especificaciones del CP343-2.	56
Tabla 3.1. Especificaciones técnicas del módulo de comunicación CP 343-1 Lean	77
Tabla 3.2. Propiedades configuradas en el módulo de comunicación CP 343-1 Lean de la estación de Distribución.	86
Tabla 3.3. Propiedades configuradas en el módulo de comunicación CP 343-1 Lean de la estación de Pruebas.	87
Tabla 3.4. Propiedades configuradas en el módulo de comunicación CP 343-1 Lean de la planta de Clasificación.	88
Tabla 4.1. Equipos disponibles para la integración de la estación de bus de campo.	96
Tabla 4.2. Asignación de los Puertos (dec) para los PLC de cada estación.	99
Tabla 4.3. Envío y recepción de datos mediante los enlaces de comunicación.	108
Tabla 5.1. Partes pantalla táctil KTP 600 PN.	111
Tabla 5.2. Condiciones de almacenamiento KTP600 Pn.	112
Tabla 5.3. Enlaces de indicadores y botones del HMI, con las variables del PLC	125
Tabla 5.4. Enlaces de indicadores y botones del sistema SCADA.	137
Tabla 5.5. Detalle de piezas a utilizar.	150

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Estructura de la automatización.....	1
Figura 1.2. Sistema de control centralizado (a) proceso simple, (b) controlador.	3
Figura 1.3. Sistema de control distribuido.	3
Figura 1.4. Conexión en serie.	5
Figura 1.5. Conexión en paralela.	5
Figura 1.6. Topología Punto a Punto.	7
Figura 1.7. Topología BUS	7
Figura 1.8. Topología ÁRBOL	8
Figura 1.9. Topología ANILLO	8
Figura 1.10. Topología Anillo.	9
Figura 1.11. Pirámide de control, AS-I en el nivel de área de campo.	10
Figura 1.12. Esquema de interface de una red AS-I.	11
Figura 1.13. Estructura de un sistema de red AS-I.	12
Figura 1.14. Comparativa conexión tradicional frente a red de bus AS-I.	14
Figura 1.15. Respuesta de esclavo a maestro.....	15
Figura 1.16. Tanques de producción de lácteos.....	16
Figura 1.17. Sistema de encendido mediante contraseña.....	16
Figura 1.18. Sistema de transporte dentro de la industria.....	17
Figura 1.19. (a)Cableado tradicional, (b) AS-I.....	17
Figura 1.20. Tipos Maestros AS-I.....	20
Figura 1.21. Tipos Esclavos AS-I.....	20
Figura 1.22. Fuente AS-I.....	21
Figura 1.23. Cable y conectores AS-I.....	21
Figura 1.24. Red Ethernet, nivel de planta y gestión, nivel de célula.....	22
Figura 1.25. Posibilidad de una red Ethernet.....	23
Figura 1.26. Cable FC Ethernet Industrial.	27
Figura 1.27. Conector RJ45.	28
Figura 1.28. Switch de marca SIEMENS.	28
Figura 1.29. Tarjeta de comunicación Ethernet.	29
Figura 1.30. Ethernet conmutada.	30
Figura 1.31. Comunicación entre controlador y CP (Módulo de comunicación).	31

Figura 1.32. Bloque AG_SEND.	32
Figura 1.33. Bloque AG_SEND.	33
Figura 1.34. Pantallas de Operador.....	35
Figura 1.35. Tamaños de pantallas táctiles.	37
Figura 1.36. Estación de distribución AS-I.....	37
Figura 1.37. Partes de la estación de distribución.....	38
Figura 1.38. Estación de pruebas.	39
Figura 1.39. Partes de la estación de pruebas.	40
Figura 1.40. Estación de clasificación.	41
Figura 1.41. Partes de la estación de clasificación.....	42
Figura 1.42. Módulo de comunicación CP 343-1.	44
Figura 1.43. Módulo de comunicación CP 343-1 Lean.	45
Figura 1.44. Módulo de comunicación CP 343-1 Advance-It.	45
Figura 1.45. Módulo de comunicación CP 343-2.	46
Figura 1.46. Módulo de comunicación CP 343-2P.....	46
Figura 1.47. Software TIA Portal V12.....	48
Figura 1.48. Bloque de organización	49
Figura 1.49. Bloque de función.....	49
Figura 1.50. Bloque función.	49
Figura 1.51. Bloque de datos.	49
Figura 1.52. Bloques de programación.	50
Figura 2.1. Estación de distribución FESTO con dispositivos AS-I.....	51
Figura 2.2. Configuración AS-I En la estación de distribución del bus de campo. ..	53
Figura 2.3. Topología tipo bus o línea.	54
Figura 2.4. Fuente de alimentación para AS-I (FESTO).	55
Figura 2.5. Módulo de comunicación CP 343-2.	55
Figura 2.6. Disposición del módulo de comunicación AS-I CP 343-2 en el sistema	56
Figura 2.7. Indicadores y elementos de mando del CP 343-2.....	57
Figura 2.8. Sensor fotoeléctrico W12-2 AS-I.	58
Figura 2.9. Módulo de válvulas AS-I tipo ASI-EVA-2E2A-M12-8POL-Z.	59
Figura 2.10. Terminal de válvulas tipo CPV.	60
Figura 2.11. (a) Consola de control, (b) Parte posterior del panel.....	60

Figura 2.12. Cable AS-I (perfilado).....	61
Figura 2.13. Conexión del cable AS-I.	61
Figura 2.14. Zócalo de cable AS-I SD.....	62
Figura 2.15. Conector SEA.....	62
Figura 2.16. Direccionador AS-I.	63
Figura 2.17. Direccionamiento de esclavos de la estación de distribución.	64
Figura 2.18. Transferencia de datos entre el PLC mediante CP 343-2.....	65
Figura 2.19. Abrir programa TIA Portal V12.....	66
Figura 2.20. Crear proyecto.....	66
Figura 2.21. Configurar dispositivo.....	67
Figura 2.22. Agregar dispositivo.....	67
Figura 2.23. Pantalla de trabajo.....	68
Figura 2.24. Colocación de equipos en slots.....	68
Figura 2.25. Configuración de hardware, CP 343-2 AS-I.	69
Figura 2.26. Configuración de direcciones de entrada y salida.	69
Figura 2.27. Generación del programa, Bloque de organización Main OB1.....	70
Figura 2.28. Bloque de función FC.....	70
Figura 2.29. Funciones de cambio de direcciones.	71
Figura 2.30. Bloque AS-I FC en Bloque de organización Main OB1.	71
Figura 3.1. Dispositivos en topología estrella.....	74
Figura 3.2. Cable FC Ethernet Industrial CAT.5e UTP 24AWG.	75
Figura 3.3. Conector RJ45.....	75
Figura 3.4. D-LINK DES-100 8A.....	76
Figura 3.5. El CP 343-1 Lean (6GK7 343-1 CX10-0XE0).....	77
Figura 3.6. Indicadores del panel frontal.	79
Figura 3.7. Conexión del módulo de comunicación CP 343-1 Lean a 24 Vcc.....	80
Figura 3.8. Partes de conexión del módulo de comunicación CP 343-1 Lean.	81
Figura 3.9. Bus de conexión trasero IM 3760/361.....	82
Figura 3.10. Conexión de cables Ethernet a los módulos de comunicación.....	82
Figura 3.11. Conexión de cables en switch.....	83
Figura 3.12. Implementación de los tres PLCs.....	84
Figura 3.13. Configuración del módulo de comunicación CP 343.....	84

Figura 3.14. Disposición de módulos de comunicación CPs 343-1 Lean, (a) estación de distribución, (b) estación de pruebas, (c) estación de clasificación.	85
Figura 3.15. Configuración del módulo de comunicación CP 343-1 Lean de la planta de distribución.	87
Figura 3.16. Configuración del módulo de comunicación CP 343-1 Lean de la estación de pruebas.	88
Figura 3.17. Configuración del módulo de comunicación CP 343-1 Lean de la estación de Clasificación.	89
Figura 3.18. Implementación de la red Ethernet para la estación de bus de campo.	89
Figura 3.19. Conexión del PLC mediante cable MPI.	90
Figura 3.20. Configuración PC/PG, PC adapter.MPI.1	90
Figura 3.21. Conexión del PLC mediante interfaz MPI.	91
Figura 3.22. Visualización del PLC conectado mediante MPI.	92
Figura 3.23. Carga de configuración al PLC.	92
Figura 3.24. Configuración IP de la PC.	93
Figura 3.25. Conexión de módulo de comunicación CP 343-1 Lean a la computadora.	94
Figura 3.26. Conexión del software al PLC mediante cable de red.	94
Figura 3.27. Estado de conexión del PLC.	95
Figura 3.28. Comprobación de datos configurados.	95
Figura 4.1. Unificación de las tres estaciones mediante switch.	97
Figura 4.2. Ventana vista de redes	97
Figura 4.3. Enlace TCP entre estación distribución y pruebas.	98
Figura 4.4. Enlace TCP entre estación distribución y clasificación.	98
Figura 4.5. Enlace TCP entre estación pruebas y clasificación.	98
Figura 4.6. Configuración general Enlace TCP1.	100
Figura 4.7. Configuración ID Local TCP1.	100
Figura 4.8. Puerto de comunicación enlace TCP1.	101
Figura 4.9. Configuración general Enlace TCP2.	101
Figura 4.10. Configuración ID Local TCP2.	102
Figura 4.11. Puerto de comunicación enlace TCP2.	102
Figura 4.12. Configuración general Enlace TCP3.	103

Figura 4.13. Configuración ID Local TCP3.	103
Figura 4.14. Puerto de comunicación enlace TCP3.	103
Figura 4.15. Diagrama de flujo estación de distribución.	104
Figura 4.16. Diagrama de flujo estación de pruebas.	105
Figura 4.17. Diagrama de flujo estación de clasificación.	106
Figura 4.18. Variables para el envío y recepción de datos.	107
Figura 5.1. Panel KTP 600 PN.	110
Figura 5.2. Partes KTP600 PN.	110
Figura 5.3. Ventana de Herramientas.	112
Figura 5.4. Objetos basicos.	113
Figura 5.5. Elementos	113
Figura 5.6. Controles.	114
Figura 5.7. Graficos predeterminados.	114
Figura 5.8. Carpeta de gráficos propios.	115
Figura 5.9. Crear botones.	116
Figura 5.10. Enlace de botones con las variables del PLC	116
Figura 5.11. Creacion de indicadores.	117
Figura 5.12. Enlace de indicador con la variable del PLC.	118
Figura 5.13. Creación de texto y etiquetado.	118
Figura 5.14. Creación de garficos.	119
Figura 5.15. Crear Campos E/S	119
Figura 5.16. Enlace de Campo E/S con las variables de los contadores.	120
Figura 5.17. Montaje del soporte de la pantalla.	121
Figura 5.18. (a) Parte frontal del soporte, (b) Parte posterior del soporte de la KTP 600 PN	121
Figura 5.19. Selección Panel operador en el software.	122
Figura 5.20. Configuración de comunicación del Panel operador.	123
Figura 5.21. Configuración de enlaces del Panel operador.	124
Figura 5.22. Diagrama de bloques de la estructura del HMI	124
Figura 5.23. Pantallas del panel operador.	126
Figura 5.24. Interfaz control general panel operador.	127
Figura 5.25. Control de la estación de distribución.	127

Figura 5.26. Control de piezas distribuidas.	128
Figura 5.27. Control de la estación de pruebas.	128
Figura 5.28. Control en la verificación de piezas.	129
Figura 5.29. Control de la estación de clasificación.	129
Figura 5.30. Control de clasificación de piezas.	130
Figura 5.31. Administración de usuarios del panel operador.	130
Figura 5.32. Información del sistema.....	131
Figura 5.33. Información del proyecto.....	131
Figura 5.34. Selección del sistema SCADA.	133
Figura 5.35. Configuración del sistema SCADA.....	133
Figura 5.36. Configuración de enlaces del sistema SCADA.	134
Figura 5.37. Administrador de usuarios del sistema SCADA.	135
Figura 5.38. Configuración de variables para el sistema SCADA.....	135
Figura 5.39. Elementos para el diseño del interfaz del sistema SCADA.	136
Figura 5.40. Control de acceso al sistema SCADA.	138
Figura 5.41. Control general del sistema SCADA.....	139
Figura 5.42. Control de acceso de usuarios al sistema SCADA.	139
Figura 5.43. Selección del servidor para la base de datos.....	140
Figura 5.44. Creación nueva base de datos para el sistema SCADA.....	141
Figura 5.45. Asignación de la tabla en la base de datos.....	141
Figura 5.46. Estado de configuración de la estación.....	142
Figura 5.47. Presentación del programa de la función automático.	143
Figura 5.48. Visualización en línea de dispositivos.....	143
Figura 5.49. Monitoreo cuando si existe pieza en almacén	144
Figura 5.50. Monitoreo cuando no existe pieza en almacén	144
Figura 5.51. Conexión online de las estaciones	145
Figura 5.52. Indicadores de conexión online de la red Ethernet.....	145
Figura 5.53. Estadísticas de ping de las estaciones.....	146
Figura 5.54. Estación de bus de campo FESTO	147
Figura 5.55. Ingreso correcto al sistema	148
Figura 5.56. Ingreso incorrecto de contraseña.	148
Figura 5.57. Acceso al sistema SCADA	149

Figura 5.58. Piezas utilizadas en la prueba de conteo.....	150
Figura 5.59. Piezas en el módulo de almacenamiento.	151
Figura 5.60. ingreso al control individual de la estacion de distribucion.	151
Figura 5.61. Puesta en funcionamiento de la esatcion de distribución.	152
Figura 5.62. Visualizacion de conteo de piezas distribuidas.	152
Figura 5.63. Vereificación de la estación de Pruebas	153
Figura 5.64. Conteo de piezas de la estacion de Pruebas.....	153
Figura 5.65. Verificación de la estacion de Clasificación	154
Figura 5.66. Datos de conteo de la estación de Clasificación.....	154
Figura 5.67. Representacion de SCADA, HMI y ESTACIÓN.....	155
Figura 5.68. Historial de datos de la estación.	156

RESUMEN

El presente proyecto se diseñará e implementará una red a nivel de entradas y salidas AS-I Una red Ethernet industrial a nivel de célula, e integrarán los módulos por medio de una HMI para la gestión. La red Ethernet, integrará los tres módulos: (1) Estación de distribución (2) Estación de verificación y (3) Estación clasificadora. Para esto se debe usar un Switch con los puertos suficientes para todos los equipos que se van a conectar en la dependencia, para unir esta red con la PC. Además, se debe considerar la instalación de los cables, canalizaciones y puntos de datos necesarios. La red AS-I se diseñará e implementará en la estación de distribución que transportará señales, y energía por el mismo cable que ahorra costos en las conexiones y en el montaje. Los componentes pueden ser fácilmente reemplazados, la red brinda alta seguridad de funcionamiento por la continua supervisión de los esclavos conectados en la red. Se diseñará e implementará un HMI para monitorear y supervisar la operación de los tres módulos, dentro de las variables a monitorear se tienen: detección de piezas, motores encendidos, estado del proceso, históricos, alarmas, etc. El diseño del HMI se basará en estándares de sistemas SCADA.

PALABRAS CLAVE:

- REDES INDUSTRIALES.
- REDES ETHERNET
- REDES AS-I
- HMI
- SISTEMAS SCADA

ABSTRACT

This project will design and implement a network-level AS-I inputs and outputs an industrial Ethernet network at the cell level, and integrate the modules via an HMI for management. The Ethernet network will integrate the three modules: (1) distribution station (2) Verification Station and (3) sorting station. For this you must use a switch with enough ports for all computers that will connect to the unit, to link this network with the PC. In addition, you should consider installing the cables, conduits and data points needed. The AS-I network be designed and implemented in the distribution station that will carry signals and power through the same cable connections saves costs and assembly. The components can be easily replaced, the network provides high operational reliability for continuous monitoring of the slaves connected in the network. It will design and implement a HMI to monitor and supervise the operation of the three modules within the variables must monitor: detection parts, engines running, process status, historical, alarms, etc. HMI design standards will be based on SCADA systems.

Keywords:

- Industrial network.
- Ethernet network.
- AS-I network.
- HMI.
- SCADA Systems.

PRESENTACIÓN

En el presente proyecto se realiza el diseño e implementación de un diseño e implementación de un sistema SCADA, utilizando protocolos Ethernet y AS-I para la estación de bus de campo FESTO en el laboratorio de Mecatrónica.

En el Capítulo I se encuentra información referente a las redes industriales, que se implementaran en la estación de bus de campo FESTO, adicionalmente la información para el interfaz hombre máquina.

En el Capítulo II se detalla el diseño e implementación de la red AS-I; con los diferentes sensores y actuadores implementados al bus AS-I, y tomando en cuenta varios parámetros para el diseño y su implementación.

En el Capítulo III se detalla el diseño e implementación de la red Ethernet; para el diseño se utilizó el software TIA Portal donde, se ubican todos los dispositivos de control con sus respectivos módulos de comunicación.

En el Capítulo IV se indica la unificación de la estación de bus de campo, mediante los diagramas de flujo se muestra los modos de operaciones de cada estación respectivamente. Para la unificación de las estaciones de: distribución, pruebas y clasificación se toma en cuenta, el envío y recepción de datos de cada una de las estaciones.

En el Capítulo V se detalla el diseño e implementación del HMI y del sistema SCADA, se observa el diseño y los parámetros tomados en cuenta para cada pantalla, con el fin de tener el control completo de la estación de bus de campo FESTO, de manera remota y local .

En el Capítulo VI se muestran las conclusiones y recomendaciones respectivas, que se generaron durante el desarrollo del proyecto.

Se incluye anexos y referencias bibliográficas para profundizar en el tema.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1 REDES INDUSTRIALES

1.1.1 INTRODUCCIÓN

En historia industrial por los años de 1980, dio inicio con las comunicaciones digitales punto a punto y así posteriormente pasar a las aplicaciones de redes multipunto.

La implementación de redes industriales se enfocó en el desarrollo de la productividad a menor costo, y acorde con el pasar de los años las redes industriales van depurando sus diferentes protocolos y las diferentes normas y estándares, y con ellas los fabricantes de los diferentes sistemas tuvieron que acoplarse a las normativas, y a su vez generar equipos que sean compatibles entre diferentes fabricantes.

1.1.2 ESTRUCTURA JERÁRQUICA DE LA AUTOMATIZACIÓN

Existen diferentes niveles de jerarquía que contiene la automatización, como se observa en la Figura 1.1.

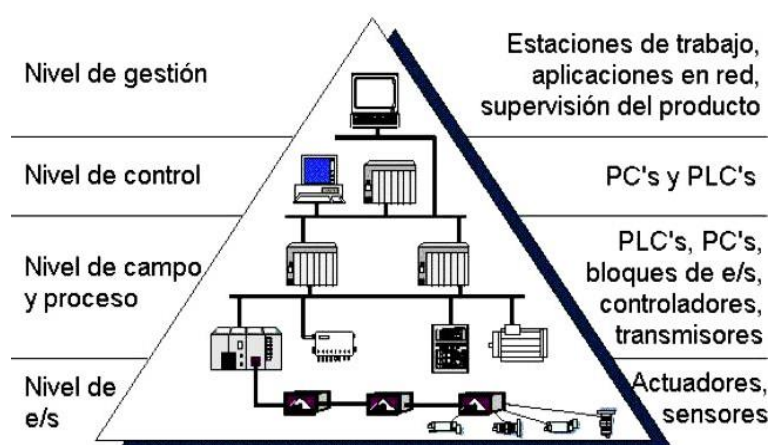


Figura 1.1. Estructura de la automatización.

Fuente: (UNAD, Niveles de una red industrial, 2014)

NIVEL DE ENTRADA/SALIDA Ó NIVEL DE CAMPO

En este nivel es en donde se encuentran los diferentes sensores y actuadores, estos dispositivos son los que generan el desempeño del proceso, en este nivel se puede observar varias redes AS-I (AS-Interface) para el desempeño de los diferentes procesos.

NIVEL DE CAMPO Y PROCESO Ó NIVEL DE CÉLULA

Este nivel está conformado por múltiples dispositivos inteligentes incorporados directamente en el proceso, como controladores lógicos programables (PLC), multiplexores de entradas/salidas, etc. Siguiendo con la pirámide se encuentran las redes Profibus / Profinet.

NIVEL DE CONTROL O NIVEL DE PLANTA

En este nivel se ubican los sistemas autómatas de gama alta como, sistemas SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos), en este nivel de planta se encuentran con redes Profinet / Ethernet.

NIVEL DE GESTIÓN O NIVEL DE OFICINA.

Este nivel es el más alto que integra los niveles para la supervisión, y están conformados por ordenadores con nivel de oficina y de ingeniería, en lo más alto de la pirámide de la automatización también se localizan las redes Ethernet.

En cada nivel de la pirámide de la automatización deben seguir unos parámetros en reglas y normativas estándar, con las cuales permiten el flujo de la información entre varios equipos que manejan lenguajes distintos e interconectados en una misma red con la condición que hablen el mismo idioma.

1.1.3 SISTEMAS DE CONTROL EN LA COMUNICACIÓN INDUSTRIAL.

Independientemente los sistemas de control se generan de acuerdo a la complejidad de los procesos, que pueden ser:

a. SISTEMA CENTRALIZADO

Este sistema de control se utiliza cuando existe un solo sistema, como se indica en la Figura 1.2. Adicionalmente el sistema no debe tener un nivel alto de complejidad, son muy delicados a posibles fallos al existir un solo controlador.

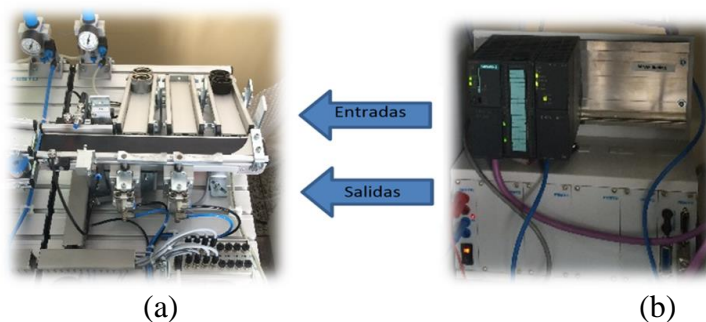


Figura 1.2. Sistema de control centralizado (a) proceso simple, (b) controlador.

b. SISTEMA DISTRIBUIDO.

Es llamado así cuando el control se realiza a partir de diferentes sistemas conectados en una red, de tal como en la Figura 1.3 se observa los diferentes procesos.

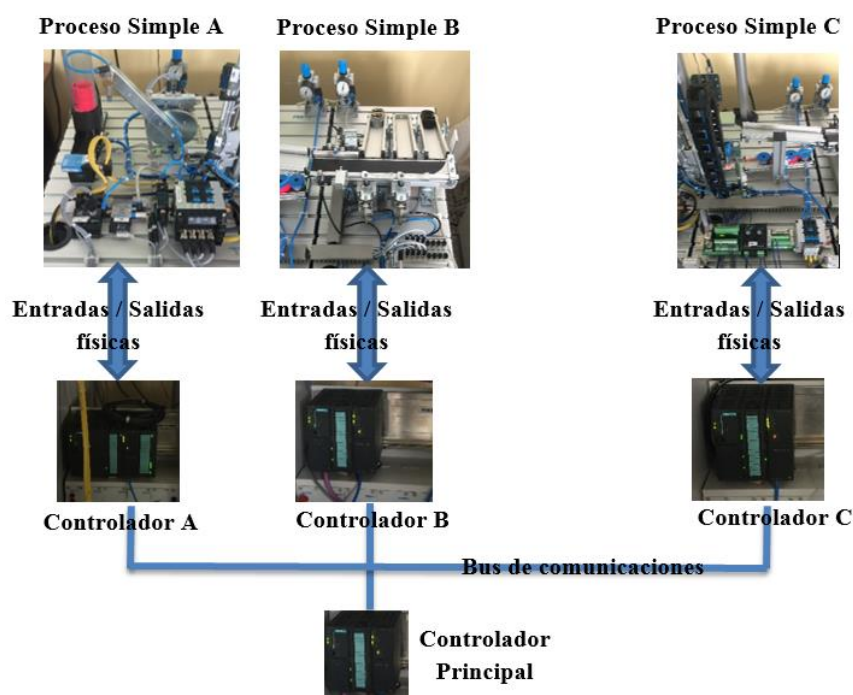


Figura 1.3. Sistema de control distribuido.

1.1.4 NORMAS DE LAS COMUNICACIONES

Es de suma importancia debido que los fabricantes han tenido que adaptarse a los estándares planteados, como se detallada en la Tabla 1.1. Lo que permite que exista una compatibilidad entre los diferentes equipos, con los diferentes organismos que rigen a nivel mundial, continental, o a nivel nacional.

Tabla 1.1.

Normas de comunicaciones.

Organismo	Norma Recomendación	Contenido
EIA	RS-232C	Normas físicas RS-232 de comunicación serie.
EIA/TIA	RS-232	Normas físicas RS-422 de comunicación serie.
EIA	RS-485	Normas físicas RS-485 de comunicación serie.
EIA/TIA	568	Cableado de datos de redes estructurados
IEEE	802	Redes del área Local(LAN)
IEEE	802.3	Métodos de acceso al medio en redes Ethernet
IEEE	1284	Normas sobre las comunicaciones en paralelo
UIT	V.92	Normas sobre los módems de 56 kbps
AENOR	UNE-EN50173	Cableado de sistemas de información
AENOR	UNE-EN50174	Redes de cableado estructurado
CENELEC	EN 50170	Buses de campo industriales de propósito general
CENELEC	EN 61131-5	Comunicaciones en autómatas programables
CENELEC	EN 61158-2	Vías de datos en los sistemas de control industriales
IEC	IEC 61158	Buses de campo industriales.

Fuente: (Vicente, Guerrero, 2009)

1.1.5 TRANSMISIÓN DE DATOS

La transmisión de datos se genera para el uso de información entre varios sistemas mediante un canal de comunicaciones, por el cual se puede transmitir e intercambiar bits simultáneamente con la sincronización entre el transmisor y el receptor. (KIOSKEA.MODOS DE TRANSMISION DE DATOS, 2015)

a. CONEXIÓN SERIE

La transmisión de datos en la conexión en serie se realiza bit a bit, como se muestra en la Figura 1.4, utiliza una sola vía de comunicación y genera una ventaja para el envío y recepción de datos a largas distancias y con un volumen de datos pequeño.

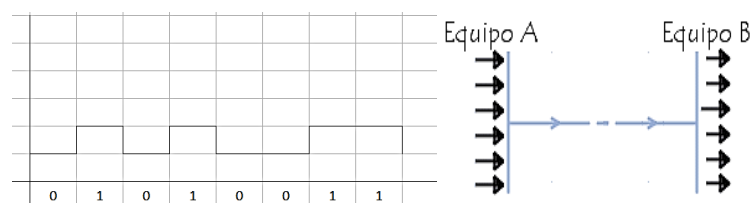


Figura 1.4. Conexión en serie.

Fuente: (KIOSKEA.MODOS DE TRANSMISION DE DATOS, 2014)

b. CONEXIÓN PARALELA

Las conexiones paralelas consisten en transmisiones simultáneas carácter a carácter tal como se indica en la Figura 1.5, estos caracteres se envían simultáneamente a través de diferentes canales, esta conexión queda limitada de 15 a 20 metros como máximo.

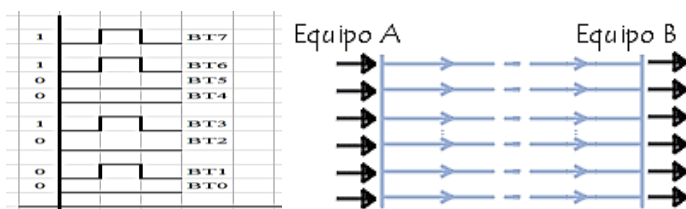


Figura 1.5. Conexión en paralela.

Fuente: (KIOSKEA.MODOS DE TRANSMISION DE DATOS, 2014)

1.1.6 TIPOS DE SINCRONIZACIÓN EN LA TRANSMISIÓN DE DATOS.

La sincronización de datos en una transmisión se genera a través de una señal de reloj previamente configurada de manera asíncrona o síncrona.

a. TRANSMISIÓN ASÍNCRONA.

La comunicación entre los diferentes equipos de la red, en el envío y recepción de información de una manera adecuada, se basa en la configuración para que el emisor y receptor coincidan y genere una correcta transmisión con los siguientes parámetros:

- Velocidad de transmisión: Es la velocidad con la cual se va generar el envío y recepción de los diferentes datos, dada en bps, kbps o Mbps.
- Bit de inicio: Es la señal que se envía para decir que están empaquetados los datos y generalmente su estado es “0” lógico.
- Bit de datos: Indica los bits del carácter que será transmitidos.
- Bit de paridad: Es el bit que se envía después de los datos y antes del bit de parada para controlar los errores.
- Bit de parada: Bit que se envía al finalizar la información.

b. TRANSMISIÓN SÍNCRONA

Este sistema no necesariamente debe tener una señal de reloj en cada nodo de la red participante:

- No Incorporada con los datos: Existe una señal independiente, y sirve para la sincronización de datos de envío y recepción.
- Incorporada en los datos: Existe un sistema de detección de la velocidad de transmisión con la propia información recibida.

1.1.7 TOPOLOGÍAS DE RED

Las topologías de red representan la parte física como se van a conformar los equipos (Vicente, Guerrero, 2009) y con su respectivo cableado. Existen varios tipos de topologías:

a. TOPOLOGÍA PUNTO A PUNTO.

Es la más sencilla, básicamente se trata de la conexión entre dos equipos entre sí, se puede comunicar con sistemas Half-Duplex (RS-485), y con sistemas Full-Dúplex (RS-422), su cableado sencillo. En el caso que uno de los nodos falle el resto puede funcionar sin ninguna complicación. En la Figura 1.6 se indica la topología punto a punto, que no es necesario de adaptadores.



Figura 1.6. Topología Punto a Punto.

b. TOPOLOGÍA BUS.

La topología Bus está representada por una única línea como se observa en la Figura 1.7, esto quiere decir que un solo mensaje puede circular por el canal. Un fallo en un nodo no afecta el funcionamiento de la red.

Al momento que otro dispositivo emitiese un nuevo mensaje al mismo tiempo, provocaría una colisión en la red. Una desventaja de la topología bus es la distancia máxima limitada de 10 km.

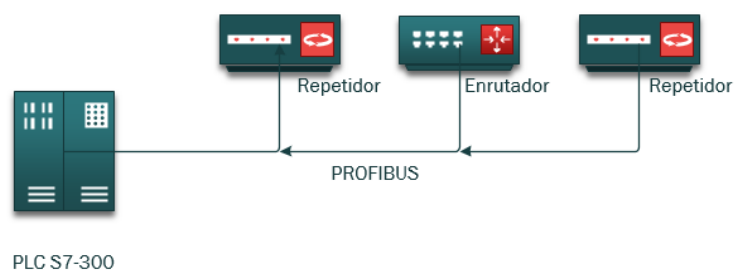


Figura 1.7. Topología BUS

c. TOPOLOGÍA ÁRBOL.

La topología árbol se conforma por un grupo de buses entre sí, de esta manera proporcionan mayor alcance en los dispositivos, como se indica en la Figura 1.8.

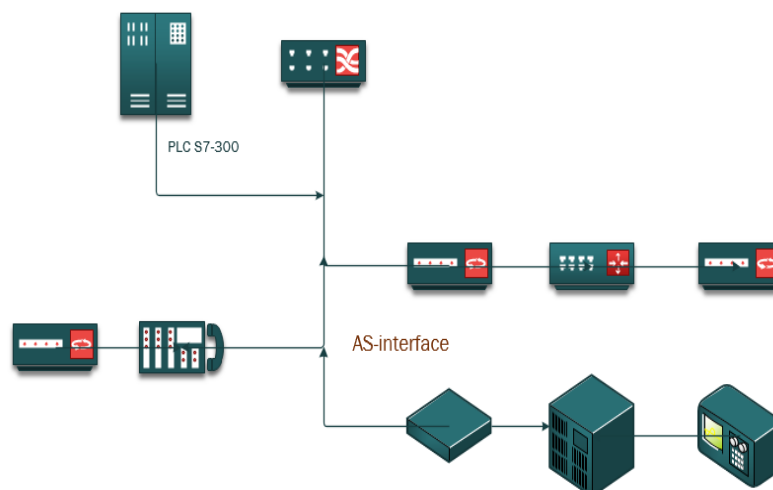


Figura 1.8. Topología ÁRBOL

d. TOPOLOGÍA ANILLO.

La topología anillo lleva los datos en su bus entre sus extremo hasta cerrar y formar un anillo; la información va a fluir en un solo sentido, y circular hasta llegar a su destino, la topología anillo se la puede visualizar en la Figura 1.9.

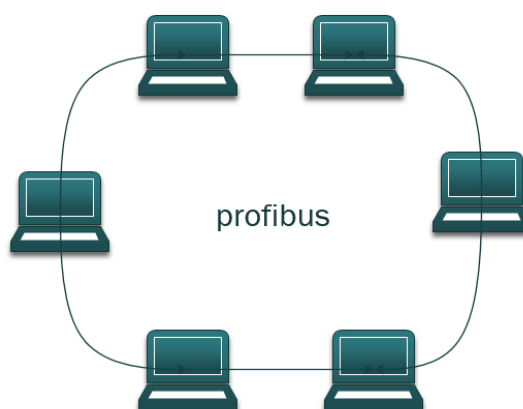


Figura 1.9. Topología ANILLO

La velocidad se marca por el nodo más lento, si un nodo fallase la red colapsaría y dejaría de funcionar, la topología anillo es eficiente para distancias cortas.

e. TOPOLOGÍA ESTRELLA.

La topología estrella comúnmente se puede verla en los niveles de gestión de la pirámide de automatización, los diferentes nodos de la red están conectados a un mismo punto, como observa en la Figura 1.10; el cual toma el nombre de concentrador (switch).

El switch controla la transferencia de información, lo cual es una ayuda debido que la información se envía directamente al receptor sin pasar por nodos intermedios, admitiendo diferentes velocidades de transmisión, la capacidad del switch es de mucha importancia para el flujo de la información, para que no provoque retardos y paralice la red formado un efecto “cuello de botella”.

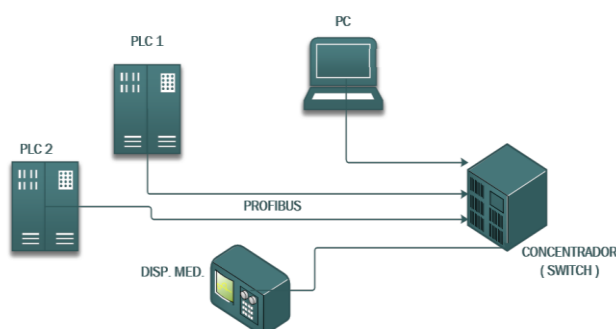


Figura 1.10. Topología Anillo.

1.2 REDES AS-I (ACTUADOR SENSOR-INTERFACE)

1.2.1 INTRODUCCIÓN A LAS REDES AS-I.

La red o bus de campo AS-I es un protocolo de transmisión serial, que se utiliza desde 1994, está concebido para la transmisión de información a nivel de campo, y al igual que PROFIBUS, es un estándar abierto y preparado para la integración en cualquier plataforma, permite la transmisión de señales digitales y analógicas relacionadas con el proceso y la maquinaria, además constituye una interfaz universal entre sencillos actuadores y sensores binarios, así como entre los distintos niveles del control central. Lo mejor de esto: el sistema AS-Interface se caracteriza por un alto grado de sencillez y efectividad, siendo por lejos el más económico frente a otros sistemas de bus. No sólo es sumamente fácil de manejar y de rápida instalación, sino

que también es especialmente flexible para futuras actualizaciones, y extremadamente robusto, incluso en las condiciones más adversas. (Siemens AG Industry, 2009)

Existen gran cantidad de fabricantes que ofrecen productos e interfaces AS-I, entre ellos SIEMENS y FESTO, SIEMENS dispone de la unidad maestra **CP 343-2 / CP 343-2 P** para conectar en el PLC S7-300 313C 2DP que se utilizará en la aplicación del proyecto.

El AS-I posibilita una simple y extremadamente eficiente integración de actuadores y sensores en la comunicación industrial, transmitiendo los estados de estos sensores/actuadores y tensión auxiliar mediante un simple cable de dos hilos. A través de un diseño robusto y un grado de protección IP65 o IP67 (protección completa ante la inserción de polvo y gua), el bus AS-I se encuentra sometido a condiciones de trabajo extremas.

AS-I se sitúa en la parte más baja de la pirámide de control que se muestra en la Figura 1.11, conectando los sensores y actuadores con el maestro del nivel de campo. Los maestros pueden ser autómatas o PCs situados en los niveles bajos de control, o pasarelas que comuniquen la red AS-I con otras redes de nivel superior, como Profibus o Ethernet.

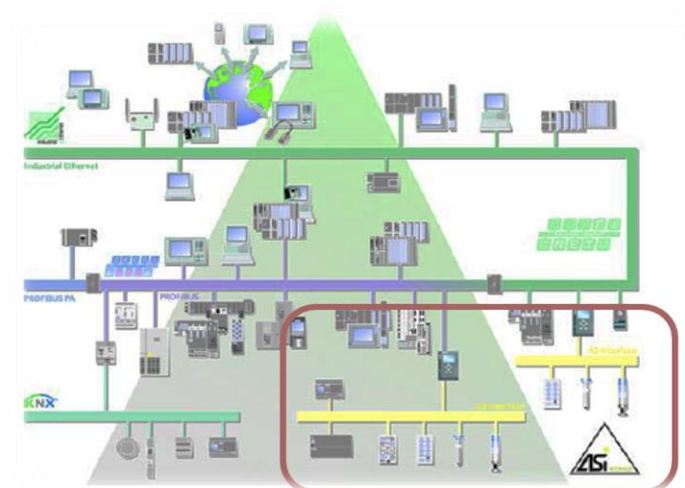


Figura 1.11. Pirámide de control, AS-I en el nivel de área de campo.

Fuente: (SIEMENS, SIMATIC Manual AS-Interface, 2015)

Los datos técnicos y los protocolos de transmisión del bus AS-I se especifican en la Norma EN 50 295 y IEC 62026-2. (PEREZ, 2007)

1.2.2 INTERFACES DE UNA RED AS-I

A continuación en la Figura 1.12 se muestra un esquema general de las interfaces de una red AS-I con su respectiva explicación.

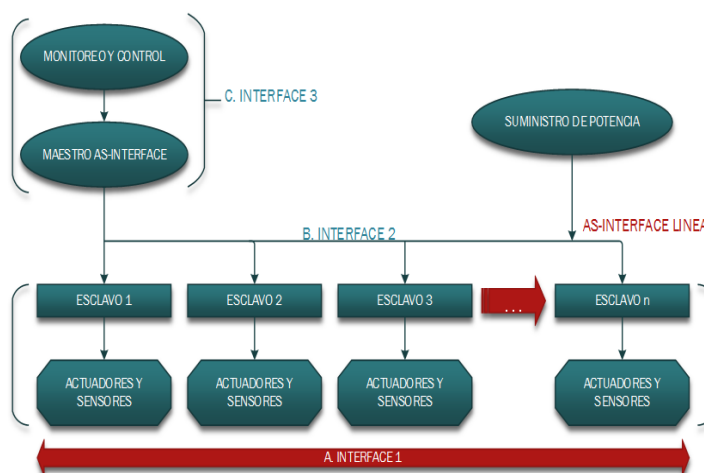


Figura 1.12. Esquema de interfaz de una red AS-I.

- a. INTERFACE 1.-** Se refiere a la interacción entre actuadores y sensores con el controlador que está configurado como esclavo de la red.
- b. INTERFACE 2.-** En ésta se encuentra contenida la capa física de comunicación y alimentación de los dispositivos dispuestos en la red. Se encarga de la codificación de información y alimentación de los dispositivos.
- c. INTERFACE 3.-** Es la interacción entre el hombre y la máquina, encargada del monitoreo de la red AS-I.

1.2.3 ESTRUCTURA SIMPLIFICADA DE UNA RED AS-I.

En resumen la configuración de una red AS-I consta de un maestro, los esclavos y la fuente de alimentación, mostrada en la Figura 1.13. Además el operador puede adicionar repetidores, monitores de seguridad, etc., según sea el requerimiento de la aplicación.

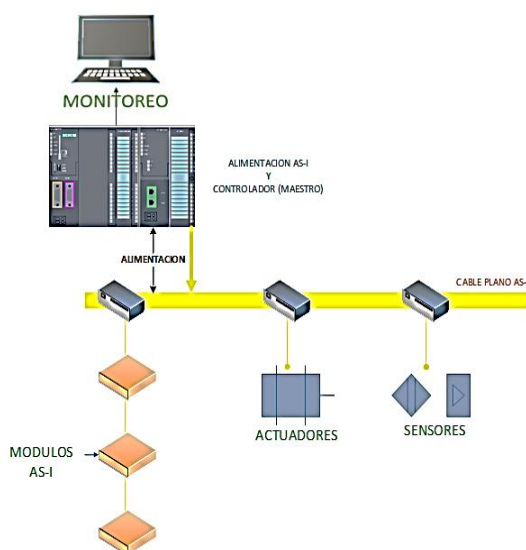


Figura 1.13. Estructura de un sistema de red AS-I.

1.2.4 CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE UNA RED AS-I.

AS-I se caracteriza por cumplir parámetros específicos y sencillos que facilitan y abaratan el trabajo de automatización.

- a.** AS-I está optimizado para la conexión de sensores y actuadores analógicos y binarios.
- b.** Sistema Mono maestro.- En éste sistema el maestro hace un pregunta y el esclavo responde con una señal de 14 y 7 bits.
- c.** A través del cable AS-I se tiene el intercambio de datos entre, los esclavos y el maestro AS-I, como también la alimentación de los actuadores y sensores.
- d.** El cableado es sencillo y económico; lo que permite que el montaje sea rápido, la conexión es con la técnica por desplazamiento del aislamiento.
- e.** La rápida reacción: Permite el intercambio de datos cíclicos con la participación de hasta 31 estaciones con un máximo de 5 ms.
- f.** Velocidad de transferencia de datos de 167 Kbits/s.
- g.** La distancia máxima es de 100 m por segmento, con posibilidad de extensión de hasta 3 segmentos, con una distancia de 300 m al utilizar repetidores.
- h.** Con los módulos AS-I se pueden operar hasta 124 actuadores y 124 sensores en el cable AS- i.

- i. Si se utilizan módulos AS-I con área de direcciones ampliada, se pueden operar hasta 248 actuadores y 248 sensores en un maestro extendido. Utilizando el perfil S-7.A.A con 8E/8S se pueden operar hasta 496 actuadores y 496 sensores.
- j. Cumple con los requerimientos IP-65/HIP-6 (idóneos para ambientes exigentes) e IP-20 (aplicaciones en cuadro).
- k. Temperatura de funcionamiento entre -25°C y 85°C .
- l. Transmisión por modulación de corriente, lo cual garantiza un alto grado de seguridad.
- m. Según un estudio realizado por la Universidad de Múnich, mediante una red AS-I se puede ahorrar entre un 15% y un 30% del costo total.
- n. Sinopsis de las diversas especificaciones

Desde la introducción de AS-I, se ha editado tres especificaciones en cada una de las cuales se amplía y perfecciona el ámbito de funciones del AS-I con la Tabla 1.2 proporciona una visión en conjunto.

Tabla 1.2.

Especificaciones AS-I.

VERSIÓN	V2.0	V2.11	V3.0
AÑO	1994	1998	2004
MAESTRO	M0, M1, M2	M3	M4
ESCLAVO	todos los demás esclavos (todos los restantes perfiles)	S-X.A, S-7.3, S-7.4	S-7.5.5, S-7.A.5, S-B.A.5, S-7.A.7, S-7.A.A, S-7.A.8, S-7.A.9, S-6.0
NUEVAS PROPIEDADES		62 esclavos, códigos ID extendidos, errores de periferia, etc.	sincronización, nuevos tipos de comunicación, etc.
NORMAS	EN 50295:1998 IEC 62026-2:2000		IEC 62026-2:200X

FUENTE: (SIEMENS, MANUAL AS-INTERFACE)

1.2.5 TEORÍA DE LA RED AS-I.

La conexión de los sensores y actuadores por medio del cableado es un proceso muy complicado y laborioso de la automatización, además es uno de los procesos en donde existen más errores al momento de poner en marcha el sistema. A medida de que se incrementan más sensores y actuadores el cableado se hace más extenso, complicado y el costo del trabajo se torna mayor.

Es muy complejo el incremento de cables en las instalaciones, además el tiempo empleado es mucho mayor, esto conlleva a varios fabricantes a establecer estándares menos complejos para la conexión de sensores y actuadores, entre estos están SIEMENS AG y FESTO KG.

Como consecuencia de la generación de los estándares de buses de campo hizo que el costo y tiempo de implementación redujera en un gran porcentaje. La Figura 1.14 explica las diferencias de utilizar el sistema tradicional frente a utilizar AS-I.

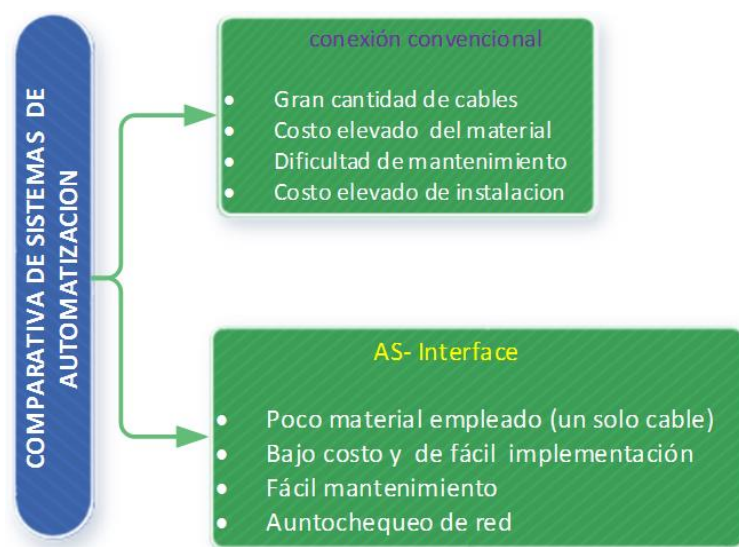


Figura 1.14. Comparativa conexión tradicional frente a red de bus AS-I.

Este interfaz proporciona nuevas bases tecnológicas en la implementación de la automatización. Con la implementación del sistema el usuario se ahorra un gran número de bornes de conexión, tarjetas de entrada y salida, y la conexión paralela de cables.

a. TELEGRAMA AS-I.

La comunicación del maestro AS-I con los esclavos se realiza mediante un telegrama muy sencillo. Por el encabezamiento sencillo, AS-I obtiene ciclos de tiempo cortos, por ejemplo 5 ms para 248 entradas y salidas.

En la Tabla 1.3 muestra el telegrama AS-I que repite 31 veces por cada ciclo y el doble en funcionamiento extendido. En la Figura 1.15 indica la llamada y respuesta de bus AS-I

Tabla 1.3.

Telegrama AS-I.

Llamada del maestro													Respuesta del esclavo							
ST	SB	A4	A3	A2	A1	A0	I4	I3	I2	I1	I0	PB	EB	ST	I3	I2	I1	I0	PB	EB
A4...A0 = Dirección del esclavo I4...I0 = Bit de información ST = Bit de comienzo SB = Bit de control PB = Bit de paridad EB = Bit de finalización																				

Fuente: (SIEMENS, Sistema de bus AS-Interface, 2008/2009)

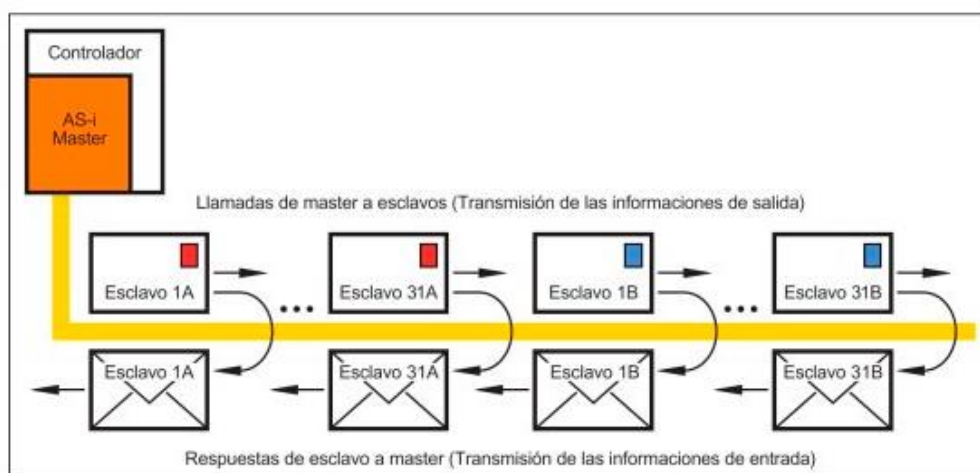


Figura 1.15. Respuesta de esclavo a maestro.

Fuente: (SIEMENS, Sistema de bus AS-Interface, 2008/2009)

b. APLICACIÓN DE LA REDES AS-I.

Gracias a la robustez y fácil aplicación de varios aspectos que caracterizan a este tipo de bus; existe un extenso campo de aplicación de las redes AS-I en las cuales se puede destacar las siguientes:

- **Zonas asépticas y húmedas.-** en la industria alimenticia y farmacéutica se debe tener en cuenta rigurosas normas de higiene y seguridad. En las cuales los dispositivos deben ser robustos y los cableados están expuestos a humedad, en la Figura 1.16 se observa una estación de productos lácteos.



Figura 1.16. Tanques de producción de lácteos.

Fuente: (IMF, 2015)

- **Aplicaciones de seguridad.-** Con la reducción de cableado hace que el ambiente en el trabajo sea más seguro y el sistema implementado no está expuesto a posibles fallos, esto permite el envío de señales de forma segura. En la Figura 1.17 se muestra un sistema de encendido mediante contraseña utilizando un protocolo AS-I.



Figura 1.17. Sistema de encendido mediante contraseña

- **Industria en general.-** Con la implementación de los protocolos AS-I en la industria, las condiciones de las diferentes empresas mejoró significativamente en sus procesos. Como se puede observar en la Figura 1.18, el sistema de transporte en la industria.

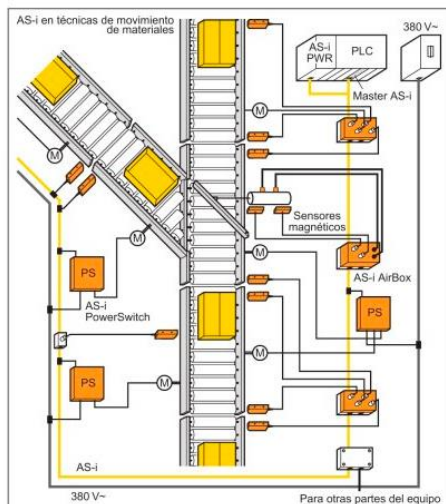


Figura 1.18. Sistema de transporte dentro de la industria.

Fuente: (ELECTRONIC, 2008/2009)

1.2.6 PRINCIPALES VENTAJAS PARA USO DEL BUS AS-I.

La principal ventaja para el uso del bus, es el ahorro en espacio y dinero para la instalación debido al cableado, como se observa en la Figura 1.19.

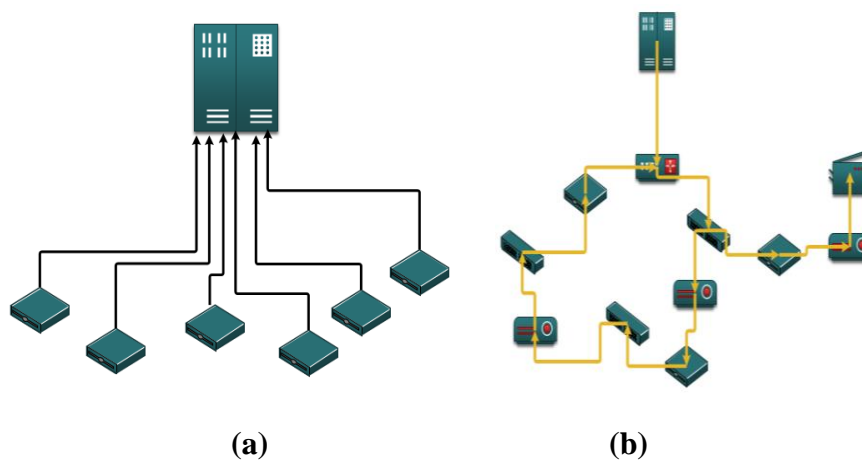


Figura 1.19. (a) Cableado tradicional, (b) AS-I.

AS-I brinda una supervisión mediante los esclavos de la red generando alta seguridad, se usa la programación tradicional en el Software Tía Portal

1.2.7 ESPECIFICACIONES TÉCNICA AS-I.

La red de comunicación AS-I tiene una serie de datos fundamentales que describe en la Tabla 1.4.

Tabla 1.4.

Datos técnicos AS-I.

Método de acceso	Maestro - Esclavo
Tiempo de ciclo	Máximo 5/10 ms (31/62 esclavos)
Medio de transmisión	Cable a 2 hilos sin pantallas / Datos y energía por el mismo cable.
Número máximo de esclavos	62 esclavos (máximo 248 bits E, 186 bits con 62 esclavos.)
Extensión de la red	Máximo 300 m. (Con repetidor/ extensor)
Topología	Línea, árbol y estrella.
Protocolo	Según AS-Interface
Aplicación	Comunicación a nivel de procesos o campo

Fuente: (Vicente, Guerrero, 2009)

1.2.8 COMPATIBILIDAD DE LAS VERSIONES AS-I.

Existen 2 versiones operativas que son totalmente compatibles que se detallan en la Tabla 1.5, la principal diferencia consiste en el número de esclavos con una amplificación de 31 a 62 esclavos.

En la versión 2.0, el maestro AS-I trabaja máximo con 31 esclavos con direcciones desde 1 a 31, con 12 señales de entrada y 12 señales de salida.

En la versión 2.1, puede existir dos esclavos con la misma dirección con la diferencia que el uno sería tipo “A” y la otra sería tipo “B”, teniendo como máximo 4 señales de entrada y 3 señales de salida.

Tabla 1.5.

Comparación de versiones AS-I.

	VERSIÓN 2.0	VERSIÓN 2.1
N° de esclavos	Máximo 31 esclavos	Máximo 62 esclavos
N° máximo de E/S	124 E + 124 S	248 E + 186 S
Tipos de transmisión	Datos y energía hasta 8 A	Datos y energía hasta 8A
Medio físico	Doble cable sin apantallar 2 x 1.5 mm ²	Doble cable sin apantallar 2 x 1.5 mm ²
Máximo tiempo de ciclo AS-I	5 ms	10 ms
Gestión de datos analógicos	Con bloques de función FC's	Integrada con la CP maestra
N° de datos analógicos	16 bytes para datos digitales y analógicos	124 datos posibles
Método de acceso	Maestro / Esclavo	Maestro / Esclavo
Máxima longitud	100 m, y hasta 300 m con repetidores.	100 m, y hasta 300 m con repetidores.

Fuente: (Vicente, Guerrero, 2009)

1.2.9 EQUIPOS QUE SE UTILIZAN EN UN BUS AS-I.

Los equipos que se utilizan en una red AS-I son:

a. MAESTROS AS-I

Existen diferentes dispositivos llamados maestros que se indica en la Figura 1.20. Los maestros se conectan a un controlador, debido que por sí solos no tienen la capacidad para controlar una red AS-I.



Figura 1.20. Tipos Maestros AS-I

Fuente: (Siemens, AS-I interface, 2009)

b. ESCLAVOS AS-I.

Los esclavos son denominados así a los dispositivos que están conectados a los diferentes sensores y actuadores, se conectan directamente al cable AS-I, existe una infinidad de esclavos como se observa en la Figura 1.21.



Figura 1.21. Tipos Esclavos AS-I

Fuente: (Siemens, AS-I interface, 2009)

c. FUENTE DE ALIMENTACIÓN AS-I.

La fuente de alimentación AS-I es muy estable y los componentes integrales que intervienen en la red, permiten la transmisión simultánea de energía y datos por un mismo cable predeterminado para las redes AS-I

Las fuentes de alimentación AS-I mostrada en la Figura 1.22, genera una tensión aproximada de 31 Vcc.



Figura 1.22. Fuente AS-I

Fuente: (Siemens, AS-I interface, 2009)

d. CABLES Y CONECTORES.

Las normas AS-I definen y recomiendan un cable plano (DIN VDE 0925, clase 6), con un perfil trapezoidal que no permite confundir la polaridad, como se observa en la Figura 1.23.

Otra de las características que dispone el cable soporta hasta 8A, tiene protección IP65, flexible y autosicatrizante.



Figura 1.23. Cable y conectores AS-I

Fuente: (PHOENIX CONTACT, 2008)

1.3 REDES ETHERNET

1.3.1 INTRODUCCIÓN

La automatización dio un gran paso con las redes Ethernet lo que generó soluciones eficientes disponibles en el ámbito de oficina, y sacar el mayor provecho a

la automatización. En la Figura 1.24 se observa la red Ethernet en el nivel de Célula, de planta y gestión.

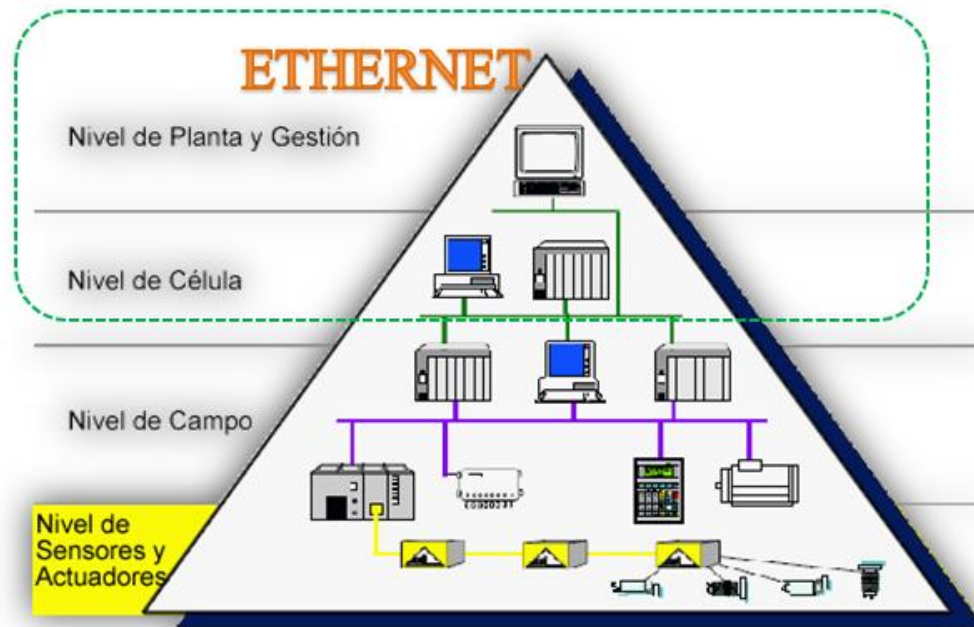


Figura 1.24. Red Ethernet, nivel de planta y gestión, nivel de célula.

Fuente: (RIVERA, 2013)

La velocidad de aplicación en la transmisión de datos se puede elegir de acuerdo a las necesidades, lo que sirve para el intercambio de gran cantidad de datos a grandes distancias. Esta tecnología ha suministrado en el mundo alta velocidad, bajo costo, facilidad de instalación y mantenimiento, entre otros factores adicionales.

La evolución física de los equipos y dispositivos Ethernet llegó a tal punto en que los proyectos y diseños, tienen una robustez suficiente para tener un correcto funcionamiento en condiciones extremas del entorno.

En la Figura 1.25 se observa una posible red Ethernet, para el diseño e implementación de redes industriales se toma en cuenta, las necesidades de la industrial.

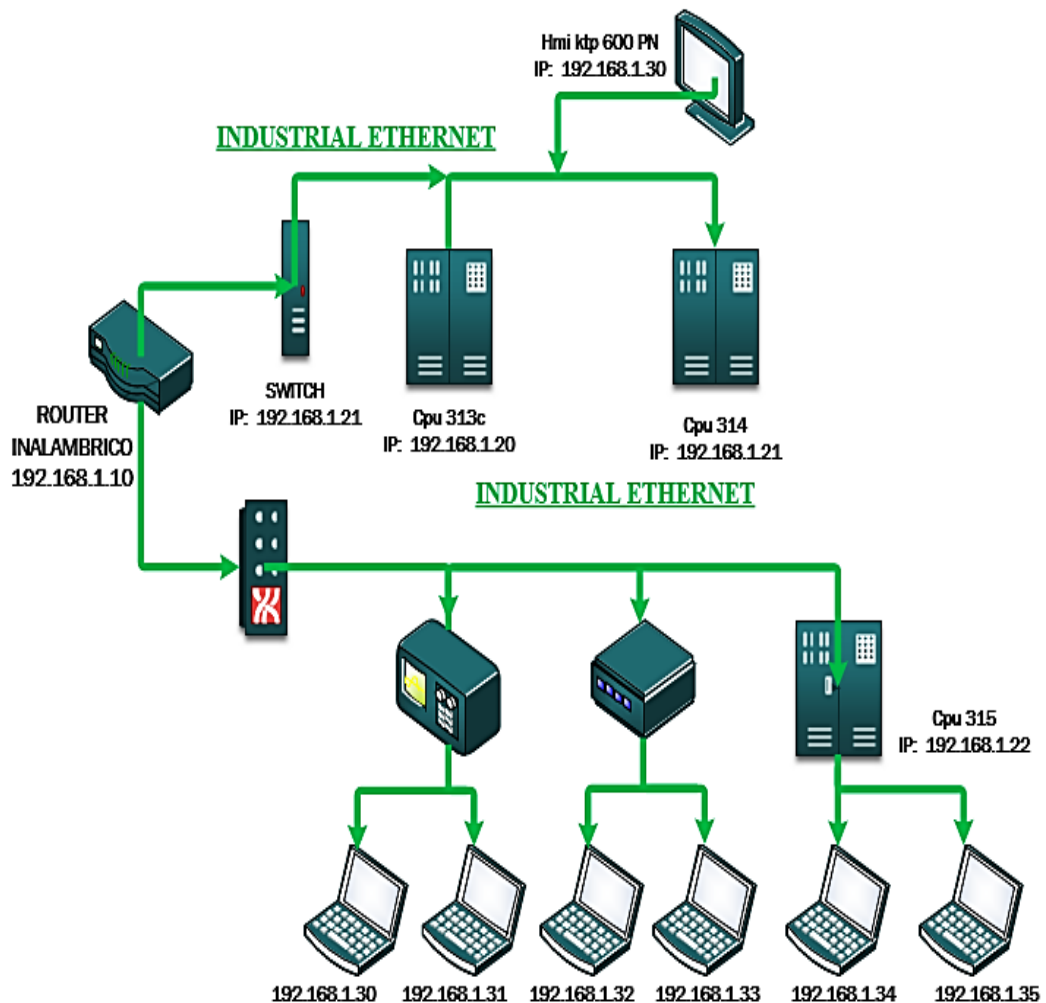


Figura 1.25. Posibilidad de una red Ethernet

1.3.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA RED ETHERNET INDUSTRIAL

a. ESTÁNDAR IEEE 802.3/ISO 8802.3.

Es un estándar de transmisión de datos para redes de área local que se basa en el principio, todos los equipos en una red Ethernet están conectados a la misma línea de comunicación compuesta por cables cilíndricos. (Kioskea.Introducción a Ethernet, 2014)

En la Tabla 1.6, se muestra las diferentes variantes de la tecnología Ethernet según el tipo de cable utilizado en la implementación de la red.

Tabla 1.6.

Variación de tecnología Ethernet.

ABREVIATURA	NOMBRE	CABLE	CONECTOR	VELOCIDAD	PUERTOS
10Base2	Ethernet delgado (Thin Ethernet)	Cable coaxial (50 Ohms) de diámetro delgado	BNC	10 Mb/s	185 m
10Base5	Ethernet grueso (Thick Ethernet)	Cable coaxial de diámetro ancho (10,16 mm)	BNC	10Mb/s	500 m
10Base-T	Ethernet estándar	Par trenzado (categoría 3)	RJ-45	10 Mb/s	100 m
100Base-TX	Ethernet veloz (Fast Ethernet)	Doble par trenzado (categoría 5)	RJ-45	100 Mb/s	100 m
100Base-FX	Ethernet veloz (Fast Ethernet)	Fibra óptica multimodo (tipo 62,5/125)		100 Mb/s	2 km
1000Base-T	Ethernet Gigabit	Doble par trenzado (categoría 5)	RJ-45	1000 Mb/s	100 m
1000Base-LX	Ethernet Gigabit	Fibra óptica monomodo o multimodo		1000 Mb/s	550 m
1000Base-SX	Ethernet Gigabit	Fibra óptica multimodo		1000 Mbit/s	550 m
10GBase-SR	Ethernet de 10 Gigabits	Fibra óptica multimodo		10 Gbit/s	500 m
10GBase-LX4	Ethernet de 10 Gigabits	Fibra óptica multimodo		10 Gbit/s	500 m

Fuente: (Kioskea.Introduccion a Ethernet, 2014)

b. VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN.

Actualmente para la transmisión y recepción de tramas se determina cuatro velocidades de datos, para el funcionamiento con cables de par trenzado y de fibra óptica:

- 10 Mbps - Ethernet 10Base-T
- 100 Mbps - Fast Ethernet
- 1000 Mbps - Gigabit Ethernet
- 10 Gbps - 10 Gigabit Ethernet.

Por la disposición y características de los equipos disponibles, además para obtener el resultado esperado y cumplir con los objetivos propuestos, para la realización del proyecto, se transmite a 100 Mbps- Fast Ethernet.

c. CARACTERÍSTICAS DE SIMATIC NET

SIMATIC NET es el encargado de la comunicación Ethernet de SIEMENS, que ofrece a nivel industrial infinidad de equipos los cuales disponen de distintas características que facilitan el trabajo. SIEMENS es una industria que ha suministrado a nivel mundial más de 5mil conexiones de red en ambientes hostiles y con grandes interferencias,

Algunas de las características principales que SIMATIC NET ofrece para la implementación de proyectos son las siguientes:

- Infinidad de componentes de red para la implementación en el ámbito industrial.
- Conexión fácil por medio de los conectores RJ45.
- Implementación de redes fiables gracias a la redundancia disponible en equipos.
- Vigilancia constante de componentes de red por señalización sencilla.
- Conexión fiable por medio de diferentes switch.

1.3.3 CABLES DE COMUNICACIÓN ETHERNET.

a. CABLE COAXIAL:

Fue el primero a utilizar para Ethernet y con dos tipos:

- Ethernet delgada: El grosor del cable es de 1/4 pulgadas o inferior, comúnmente es utilizado para diseños 10Base2 para arquitecturas de red de área local, con una distancia Máxima de 185 m.
- Ethernet gruesa: Comúnmente utilizado para diseños 10Base5. El grosor es de 3/8 pulgadas, su distancia máxima entre centrales es de 500 m. (Oriol Rodriguez Gutierrez, 2005)

b. CABLE EMPALMADO

Este tipo de cableado es de mayor uso en la implementación de redes.

El par trenzado no blindado (UTP): Este cable tiene la característica de no tener una capa protectora, la distancia máxima es de 100 metros, es utilizado para Ethernet.

El par trenzado blindado (STP): Una característica fundamental que brinda mayor distancia que UTP (de manera limitada), adicionalmente tiene una capa protectora para cada cable lo que limita interferencias.

- Categoría 1: (UTP), es apto para uso en la transmisión de voz como en la telefonía.
- Categoría 2: (UTP), generalmente no es muy utilizado debido a que su velocidad máxima para la transmisión es de 4 Mbps.
- Categoría 3: (UTP o STP), este cable es óptimo para transmisiones 10BaseT con una velocidad máxima hasta 10 Mbps.
- Categoría 4: (UTP o STP), esta categoría brinda con una velocidad máxima 16 Mbps, se utiliza generalmente en una arquitectura Token Ring de IBM.
- Categoría 5: (UTP o STP), esta categoría usualmente se utiliza para Ethernet debido que alcanza velocidades de 100 Mbps.

1.3.4 COMPONENTES QUE INTERVIENEN EN LA RED ETHERNET

Los principales elementos que intervienen en una red Ethernet son: Tarjeta de Red, repetidores, concentradores, puentes, conmutadores, nodos de red y el medio de interconexión. Los nodos de red están especificados en dos grupos bien definidos que son: Equipo Terminal de Datos (DTE) y Equipo de Comunicación de Datos (DCE).

Los DTE son dispositivos de red encargados de generar o recibir datos: como son los PCs, estaciones de trabajo, servidores de archivos, servidores de impresión; todos son parte del grupo de las estaciones finales.

Los DCE son los dispositivos de red intermediarios encargados de recibir y retransmitir las tramas dentro de la red; estos elementos pueden ser: Routers, conmutadores (switch), concentradores (hub), repetidores o interfaces de comunicación.

1.3.5 COMPONENTES DE RED PASIVOS PARA INDUSTRIAL ETHERNET

a. CABLE

Los cables utilizados en Ethernet Industrial tienen una estructura especial para una sencilla y rápida conexión. En la Figura 1.26 se observa el cable para Ethernet Industrial.



Figura 1.26. Cable FC Ethernet Industrial.

b. CONECTOR RJ45

RJ-45 es una interfaz física que comúnmente se usa en conexiones de redes de cableado estructurado, (categorías 4, 5, 5e y 6). Posee ocho "pines" o conexiones eléctricas, que normalmente se usan como extremos de cables de par trenzado.

El conector RJ45 que se muestra en la Figura 1.27. Utiliza comúnmente con estándares como TIA/EIA-568-B.



Figura 1.27. Conector RJ45.

1.3.6 COMPONENTES DE RED ACTIVOS UTILIZADOS PARA ETHERNET INDUSTRIAL

Los componentes de red activos comprenden los diferentes tipos de switch, hubs, routers, tarjetas de comunicación Ethernet, CPs de comunicación y demás equipos que se encargan de la gestión de transición de datos, que intervienen en la implementación de la red Ethernet.

a. SWITCH.

Una de las grandes ventajas que proporciona, es que no requiere de configuración previa a su uso, además su instalación muy fácil y rápida, esto quiere decir que es una conexión directa, elimina la necesidad de utilización de cable cruzado o puertos de enlace ascendente. Cualquier servidor o equipo se puede comunicar por medio del switch con cable de red Ethernet directamente. En la Figura 1.28 se observa un ejemplo de los diferentes tipos de switch que existen.



Figura 1.28. Switch de marca SIEMENS.

b. TARJETAS DE COMUNICACIÓN ETHERNET.

Existen diferentes tipos de tarjetas para comunicación Ethernet. Las características de las tarjetas de comunicación, dependen de las necesidades del proceso. En la Figura 1.29 muestra las diferentes tarjetas de comunicación Ethernet.



Figura 1.29. Tarjeta de comunicación Ethernet.

FUENTE: (SIEMENS, PROCESADORES DE COMUNICACIÓN, 1996-2015)

1.3.7 IP (PROTOCOLO DE INTERNET)

Para la transferencia de datos entre diferentes tipos de redes, se tiene diferentes tipos de enlaces de comunicación, los principales son:

a. ISO-ON-TCP

- Este protocolo de comunicación está diseñado para la transmisión segura de datos a través de diferentes redes.
- La transmisión de este protocolo es muy segura gracias a la repetición automática, y a la verificación que disponen el envío y recepción de datos.

b. Enlace TCP (PROTOCOLO DE CONTROL DE TRANSMISIÓN).

- El enlace TCP proporciona un flujo fiable de datos entre dos equipos conectados en red.

- Dispone de una señal de aviso para determinar si el paquete de datos llegó a su destino.
- Tiene una señal de confirmación de recepción de paquetes.
- Dispone de tiempo fuera para asegurarse que el otro equipo confirme datos enviados.

c. ENLACE UDP (PROTOCOLO DATAGRAMA DE USUARIO).

- Envía paquetes de datos de un equipo a otro. Pero no existen garantías de que el paquete de datos llegue, porque no existe respuesta desde el equipo receptor.
- Tiene mayor simplicidad en relación al protocolo TCP.
- Está disponible la transmisión de telegramas Broadcast y Multicast.
- El CP 343-1 Lean no dispone de transmisión Broadcast para evitar sobrecargas de datos en el sistema.

1.3.8 ETHERNET CONMUTADA.

En la Figura 1.30 se observa la red Ethernet conmutada, con una topología física de tipo estrella con un conmutador (switch). El switch utiliza mecanismos de filtrado y conmutación.

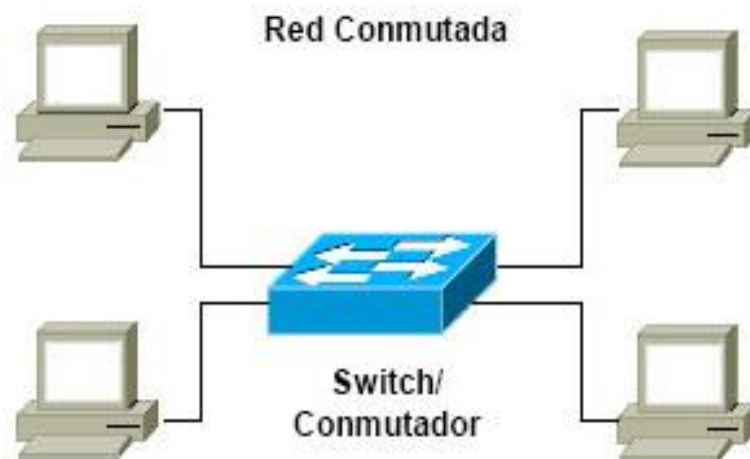


Figura 1.30. Ethernet conmutada.

Fuente: (Quinteros, 2012).

1.3.9 FUNCIÓN AG_SEND (FC5) Y AG_RECV (FC6)

Para la comunicación y transmisión de datos mediante el protocolo TCP, se dispone de los bloques de programa del tipo FC: AG_SEND y AG_RECV. En la Figura 1.31 se explica la forma que se transmiten los datos desde el controlador al CP (Módulo de comunicación) y viceversa.

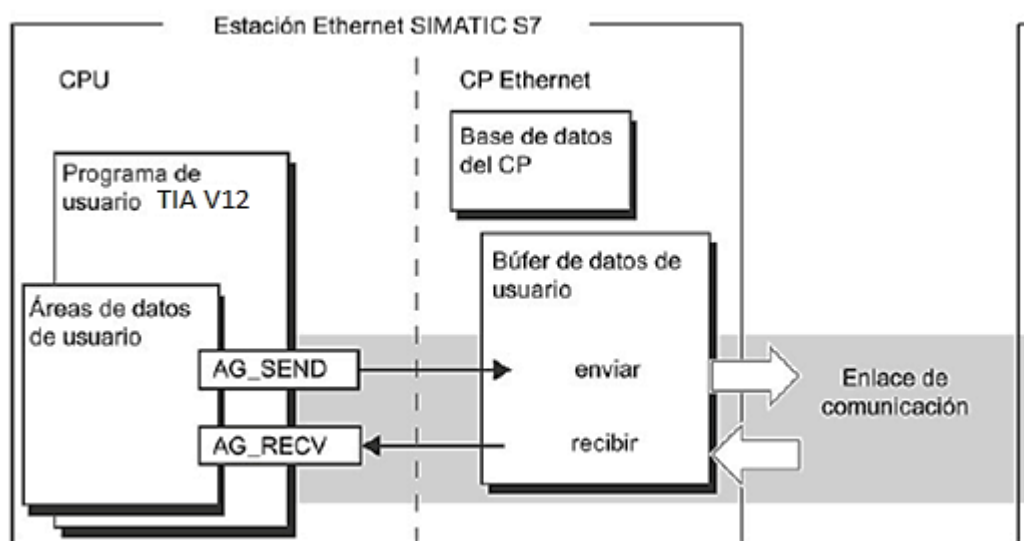


Figura 1.31. Comunicación entre controlador y CP (Módulo de comunicación).

Fuente: (SIEMENS, MANUAL DE CONFIGURACIÓN, 2013)

Los datos a ser enviados se encuentran en la CPU, ya sea de entrada o salida.

Cuando se recibe un dato de la red se almacena en el buffer del CP, para pasar estos datos desde la CP al PLC se utiliza el AG_RECV.

Cuando se desea enviar datos que están almacenados en el buffer del CPU al buffer de la CP se utiliza la función AG_SEND.

El área de datos que se puede enviar y recibir mediante estas funciones puede ser: áreas de marcas o áreas de bloques de datos.

Estas funciones disponen de notificaciones para saber si la transmisión de datos se ha realizado con éxito o no.

a. AG_SEND (FC5).

El bloque de función AG_SEND, tiene ciertas características de configuración previa a la transmisión de datos. En la Figura 1.32 se observa el bloque de función AG_SEND, y en la Tabla 1.7 se describe los parámetros que dispone el bloque AG_SEND.

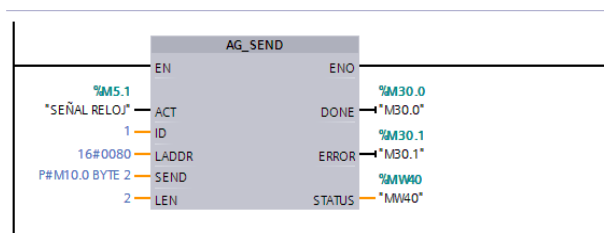


Figura 1.32. Bloque AG_SEND.

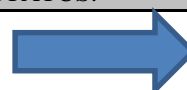
- El CP Ethernet puede transferir un volumen de datos por petición (transmisión o recepción) a través de un enlace TCP de 8192 bytes.
- Mediante la llamada de AG_SEND, el programa de usuario envía datos a puntos aleatorios, es decir, de forma controlada por eventos y programas, a través de un enlace.
- No se acepta ninguna otra petición hasta que la estación Ethernet ha acusado la transferencia de los datos a través del enlace. El programa de usuario conserva el indicador "Petición en curso" hasta que el CP Ethernet puede aceptar la petición siguiente por el mismo enlace.
- Cuando la petición se acusa positivamente; el CP Ethernet está preparado para recibir una nueva petición de transmisión.

Tabla 1.7.

Descripción de los parámetros del AG_SEND.

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Rango de valores	Descripción
ACT	INPUT	BOOL	0,1	En el caso de una llamada de la instrucción con ACT = 1 se envían LEN Bytes del área de datos indicada con el parámetro SEND. En el caso de una llamada de la instrucción con ACT = 0 se actualizan las indicaciones de estado DONE, ERROR y STATUS.

CONTINÚA



ID	INPUT	INT	1,2...16 (S7-300)	En el parámetro ID se indica el número de enlace TCP realizado.
LADDR	INPUT	WORD		Dirección inicial del módulo Al configurar el CP con TIA PORTAL V12 aparece la dirección inicial del módulo en la tabla de configuración. Indique aquí esta dirección.
SEND	INPUT	ANY		Indicar la dirección y la longitud La dirección del área de datos remite como alternativa a: <ul style="list-style-type: none"> • Área de marcas • Área de bloques de datos
LEN	INPUT	INT		Cantidad de bytes que se deben enviar junto con la petición desde el área de datos. Este número puede estar comprendido entre 1 y "dato de longitud en parámetro SEND". <ul style="list-style-type: none"> • para S7-300 Con las versiones actuales de AG_SEND se pueden transmitir hasta 8192 bytes
DONE	OUTPUT	BOOL	0: Petición en curso 1: Petición ejecutada	El parámetro de estado indica si la petición se ha ejecutado sin errores. Mientras DONE = 0, no se puede impulsar ninguna otra petición. En caso de aceptarse la petición, el CP pone DONE a 0.
ERROR	OUTPUT	BOOL	0: - 1: caso de error	Indicador de error
STATUS	OUTPUT	WORD		Indicador de estado

FUENTE: (SIEMENS, ayuda software TIA PORTAL)

b. AG_RECV (FC6).

El bloque de función AG_RECV dispone de varios parámetros que deben ser configurados previamente, a la transmisión de datos. En la Figura 1.33 se observa el bloque AG_RECV, y en la Tabla 1.8 describe las especificaciones del bloque AG_RECV.

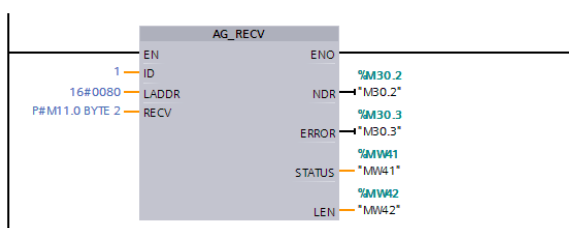


Figura 1.33. Bloque AG_SEND.

- El CP Ethernet puede recibir un volumen de datos por petición (transmisión o recepción) a través de un enlace TCP de 8192 bytes
- Mediante la llamada de AG_RECV, el programa de usuario acepta datos recibidos en puntos aleatorios del ciclo de la CPU a través de un enlace.
- La petición se acusa con el indicador "Todavía no hay datos" cuando no hay datos de recepción en el CP Ethernet. El programa de usuario conserva este indicador en el ciclo de la CPU hasta que el CP Ethernet reciba los datos de recepción completos a través del enlace.
- La instrucción AG_RECV importa del CP Ethernet los datos transmitidos a través de una conexión configurada.
- El área de datos indicada para la toma de datos puede ser un área de marcas o un área de bloques de datos.
- Se señala que la función ha sido ejecutada sin errores cuando se hayan podido recibir los datos del CP Ethernet.

Tabla 1.8.**Descripción de los parámetros del AG_RECV.**

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Rango de Valores	Descripción
ID	INPUT	INT	1,2...64 (S7-400) 1,2...16 (S7-300)	En el parámetro ID se indica el número del enlace TCP realizado.
LADDR	INPUT	WORD		Dirección inicial del módulo Al configurar el CP con TIA PORTAL V12 aparece la dirección inicial del módulo en la tabla de configuración.
RECV	INPUT	ANY		Indicar la dirección y la longitud La dirección del área de datos remite como alternativa a: <ul style="list-style-type: none"> • Área de marcas • Área de bloques de datos
NDR	OUTPUT	BOOL	0: - 1: nuevos datos	El parámetro indica si se han adoptado nuevos datos.
ERROR	OUTPUT	BOOL	0: - 1: caso de error	Indicador de error
STATUS	OUTPUT	WORD	1.....8192	Indicador de estado

FUENTE: (SIEMENS, ayuda software TIA PORTAL)

1.4 HMI (INTERFAZ HOMBRE-MÁQUINA)

1.4.1 INTRODUCCIÓN

Los sistemas HMI, permiten la interrelación entre la persona y la máquina en un entorno industrial, estos sistemas brindan mejoras significativas en la gestión.

Un interfaz HMI con el pasar del tiempo ha ido generando grandes resultados en diferentes aplicaciones del sector industrial, brindando diseños amigables para un computador o en un panel de operador mostrado en la Figura 1.34, la selección previa se lo hace dependiendo del tipo de aplicación a realizarse.



Figura 1.34. Pantallas de Operador

Fuente: (Siemens, Serie Panel para el manejo y visualización de aplicaciones sencillas, 2008)

Los procesos generan continuamente datos que son transmitidos por medio de diferentes dispositivos, lo cuales deberían tener un mismo tipo de comunicación lo que permitirá mantener un control y supervisión interactiva con el operador, y de esta manera lograr un control más preciso de las diferentes variables que se pueda tener en un proceso a tiempo real, y con la ayuda de un PLC controlar y enviar la información del HMI del proceso en ejecución.

1.4.2 FUNCIONES DE LOS HMI

- **MONITOREO.-** Proporcionan datos a tiempo real de un proceso.

- **SUPERVISIÓN.**- En conjunto con el monitoreo, permite posibles ajustes del proceso.
- **ALARMAS.**- Reconocen eventos durante el proceso basadas en límites asignados para el control.
- **CONTROL.**- Es la capacidad para ajustar valores del proceso, dentro de los límites pre-establecidos.
- **HISTÓRICOS.**- Muestra los datos obtenidos del proceso en un periodo de tiempo, lo que ayuda a optimizar y corrigiendo posibles errores a futuro.

1.4.3 FUNCIONALIDAD EN LOS TAMAÑOS DE PANTALLAS.

Existen gran variedad en tamaño y forma de las pantallas de operador como muestra la Figura 1.35, éstas dependen de varios parámetros para su selección, unas de las principales características para su selección se basan en el tipo de aplicación, requerimientos técnicos y en el entorno a emplearlas.

Los fabricantes SIEMENS disponen de una Gama de paneles operador, que se utiliza dependiendo las necesidades, las cuales se detallan a continuación:

a. Paneles confortables:

Esta opción es ideal en aplicaciones exigentes que requieren más recursos.

b. Paneles básicos:

Se utiliza en funciones básicas para aplicaciones como HMI sencillas.

c. Paneles móviles:

Estos paneles son usados para una máxima movilidad mejorando su manejo y visualización.

d. Paneles con teclado:

Estos paneles de mando son previamente configurados, y de esta manera están listos para el montaje del mismo.



Figura 1.35. Tamaños de pantallas táctiles.

Fuente: (Siemens, Industry Online support, 2006)

1.5 ESTACIÓN DE BUS DE CAMPO FESTO.

La estación de bus de campo FESTO está conformada por tres procesos diferentes que son: distribución, pruebas y clasificación.

1.5.1 ESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN AS-I

La estación de distribución dispone de un protocolo AS-I, donde los diferentes sensores y actuadores se encuentran incorporados al bus de comunicación. (FESTO, Estación de Distribución, 2015)

Al disponer el protocolo AS-I se comprende los beneficios que brindan al ser implementados en la industria. En la Figura 1.36 se observa la estación de distribución.



Figura 1.36. Estación de distribución AS-I

Fuente: (FESTO, Estación de Distribución, 2015)

El esquema neumático del funcionamiento de la estación de distribución, se muestra en el anexo A.

a. PARTES QUE DISPONE LA ESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN AS-I

La estación dispone de varias piezas como se indica en la Figura 1.37.

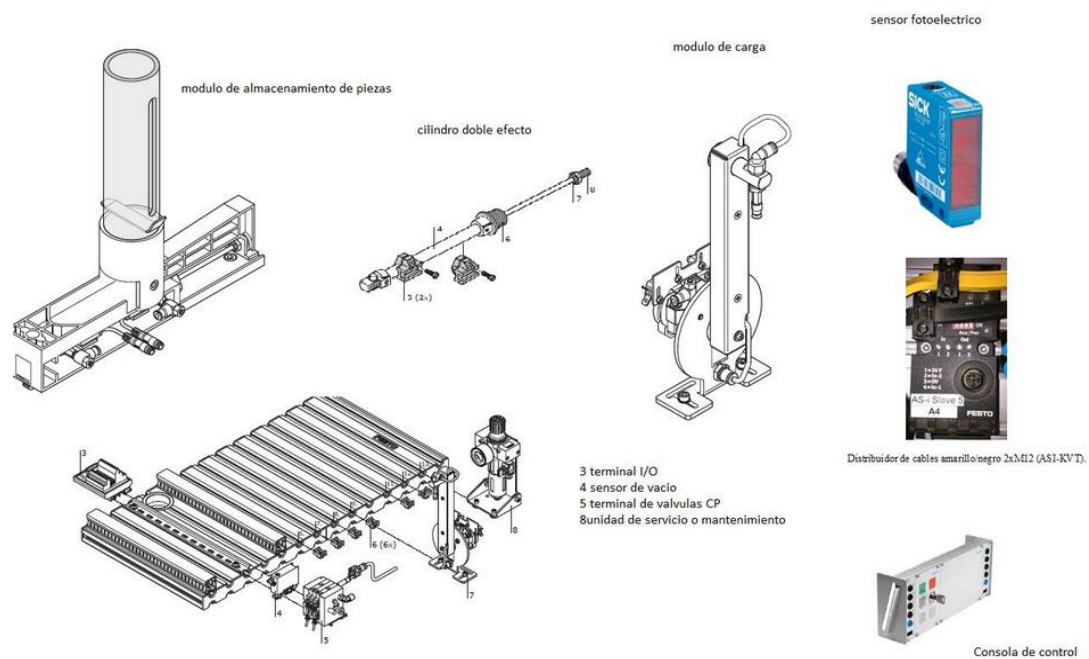


Figura 1.37. Partes de la estación de distribución.

Donde:

- Ocho piezas.
- Módulo de almacenamiento o de apilado.
- Un cilindro de doble efecto.
- Módulo de carga: Motor neumático, 2 finales de carrera, ventosa.
- 4 sensores de vacío.
- Sensor fotoeléctrico.
- Consola de control.
- Distribuidor de cables amarillos.
- Un regulador de flujo de aire.

b. FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN AS-I

El cilindro de doble efecto expulsa las piezas del tubo de almacenamiento, para que el brazo giratorio se desplace a la posición que se encuentra la pieza distribuida.

El brazo giratorio se ubica en la posición de la pieza distribuida, y mediante la ventosa sujeta la pieza, para posteriormente transportarla a la posición predeterminada de la siguiente estación.

c. DATOS PARA EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN.

- Presión ideal para el funcionamiento es 600 kPa (6 bar).
- Alimentación de 24 Vcc.
- Dispone de 7 entradas digitales.
- Dispone de 5 salidas digitales.

1.5.2 ESTACIÓN DE PRUEBAS.

La estación de pruebas con sus diferentes sensores y actuadores, realiza las pruebas necesarias para detectar las diferentes propiedades de las piezas que disponga la estación. En la Figura 1.38 se observa la estación de pruebas. (FESTO, Estación de pruebas, 2015)

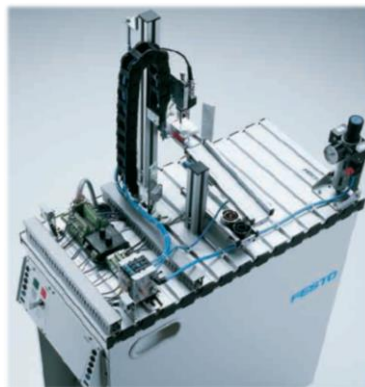


Figura 1.38. Estación de pruebas.

Fuente: (FESTO, Estación de pruebas, 2015)

El esquema neumático del funcionamiento de la estación de pruebas, se muestra en el anexo A.

a. PARTES QUE DISPONE LA ESTACIÓN DE PRUEBAS.

La estación dispone de varias piezas como se indica en la Figura 1.39.

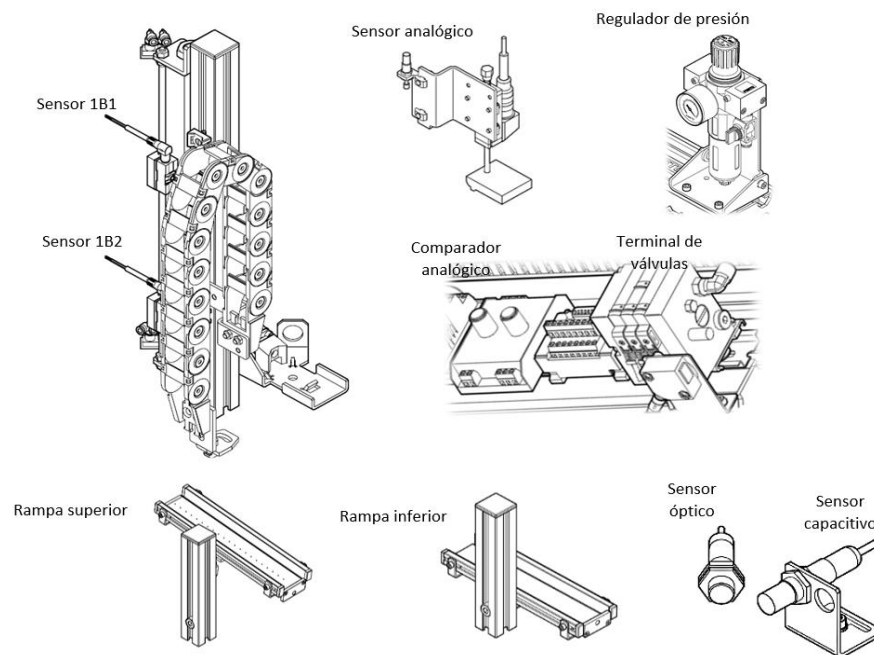


Figura 1.39. Partes de la estación de pruebas.

Donde:

- Sensor óptico.
- Sensor capacitivo.
- Sensor analógico.
- Sensor 1B1, 1B2.
- Comparador analógico
- Cilindro de guías lineales.
- Rampa superior.
- Rampa inferior.
- Un regulador de presión.
- Terminal de válvulas.

b. FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACIÓN DE PRUEBAS.

Se identifica la existencia de piezas en la estación mediante un sensor óptico y de un sensor capacitivo. Dispone de un sensor retro reflectante que asegura que el espacio operativo este libre antes de iniciar un trabajo, y de esta manera pueda elevarse a través de un cilindro lineal.

Mediante un sensor analógico se realiza la medición de la altura de las piezas de trabajo. Con un cilindro de guías lineales las piezas correctas se transportan a la rampa de aire en la parte superior, y así continuar a la siguiente estación. De igual manera las piezas defectuosas detectadas por el sensor analógico, son rechazadas a través de la rampa ubicada en la parte inferior.

c. DATOS PARA EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACIÓN DE PRUEBAS.

- Presión ideal para el trabajo de 600 kPa (6 bar)
- Alimentación 24 Vcc.
- Dispone de 8 entradas digitales
- Dispone de 5 salidas digitales.

1.5.3 ESTACIÓN DE CLASIFICACIÓN.

La estación de clasificación dispone de rampas específicas para colocar las piezas de acuerdo a las características de cada una de ellas, como se observa en la Figura 1.40.



Figura 1.40. Estación de clasificación.

Fuente: (FESTO, Estación de clasificación, 2015)

El esquema neumático del funcionamiento de la estación de clasificación, se observa en el anexo A.

a. PARTES QUE DISPONE LA ESTACIÓN DE CLASIFICACIÓN.

La estación dispone de varias piezas como se indica en la Figura 1.41

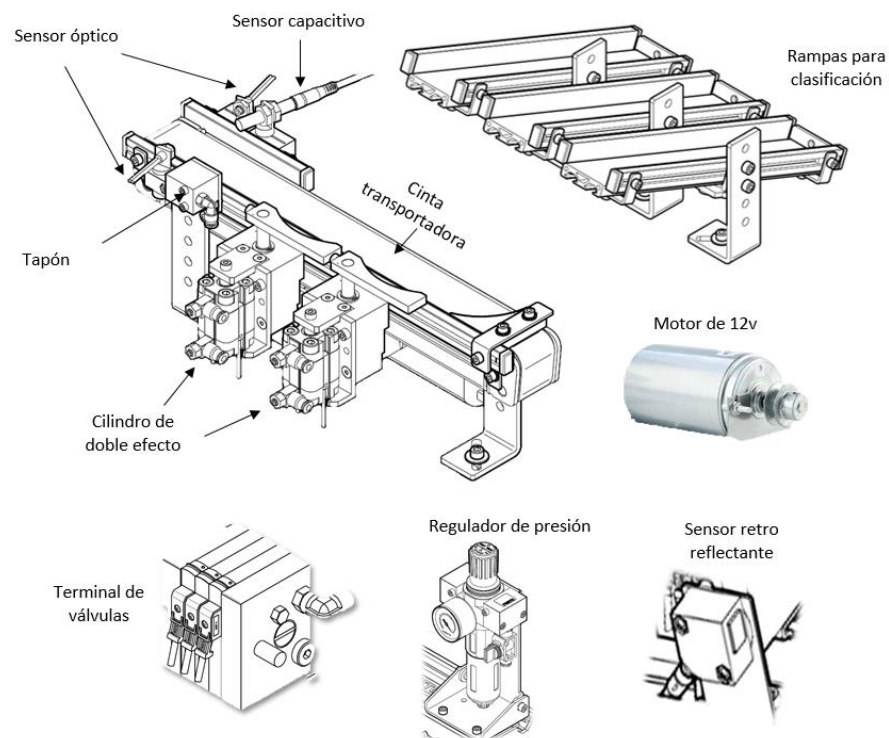


Figura 1.41. Partes de la estación de clasificación

Donde:

- Cinta transportadora.
- Sensor capacitivo.
- Sensor óptico.
- Tapón.
- Sensor retro reflectante.
- Cilindros de doble efecto.
- Motor de 12v.
- Rampas para clasificación.

b. FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACIÓN DE CLASIFICACIÓN.

Las piezas colocadas al inicio de la cinta transportadora son detectadas mediante el sensor de presencia, que activa el motor que hace girar a la banda transportadora; posteriormente se activa el tapón para detener el paso de las piezas hasta que sean censadas, donde se verifican las características de las piezas mediante el sensor: capacitivo que detecta las piezas metálicas, y el sensor reflectivo que detecta las piezas de color; los cilindros selectores se activan de acuerdo a la señal de los sensores reflectivo y capacitivo, para direccionar las piezas en la rampa correspondiente.

c. DATOS A TOMAR EN CUENTA PARA EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACIÓN DE CLASIFICACIÓN.

- Presión de trabajo de 600 kPa (6 bar).
- Alimentación 24 Vcc.
- Dispone de 8 entradas digitales.
- Dispone de 4 Salidas digitales.

1.6 PLC S7-300.

1.6.1 INTRODUCCIÓN

Un controlador lógico programable (PLC), es utilizado a nivel industrial con el fin de controlar varios procesos utilizando múltiples señales de entrada y de salida; siendo robustos y resistentes a vibraciones, temperaturas, humedad y ruido; estos PLCs brindan características a la industria para resolver problemas en procesos secuenciales, y generar un ahorro significativo en mantenimiento.

Los PLCs S7-300 pertenecen a la familia de gama media de SIEMENS, poseen gran variedad de: módulos I/O, diferente tipo de módulos de comunicación, módulos de función, mediante el acoplamiento óptimo brinda una automatización que se desea realizar.

1.6.2 MÓDULOS DE COMUNICACIÓN PARA EL PLC S7-300.

El PLC es un controlador compacto con características limitadas, que al realizar comunicaciones con otros equipos hacen necesario incorporar módulos adicionales.

Para los controladores S7-300 existen varios módulos de comunicación para los diferentes protocolos como:

a. MÓDULOS DE COMUNICACIÓN PROFINET / ETHERNET

- MÓDULO DE COMUNICACIÓN CP 343-1

El CP 343-1 estándar de la Figura 1.42, permite la comunicación con otros componentes Ethernet, adicionalmente se puede conectar módulos de entrada y salida descentralizados.

La comunicación puede configurarse con el protocolo TCP/IP, con ello puede comunicarse y generar enlace con los diferentes nodos que pueden existir en una red, de esa manera tener una comunicación ideal con S7, S5; además con servidores OPC y con la PG (Computador con software de programación).



Figura 1.42. Módulo de comunicación CP 343-1.

Fuente: (SIEMENS, Procesador de comunicaciones SIMATIC S7-300, 2015)

- MÓDULO DE COMUNICACIÓN CP 343-1 Lean

El CP 343-1 Lean de la Figura 1.43, permite conectar SIMATIC S7-300 mediante un switch de 2 puertos a Ethernet Industrial, mediante diferentes protocolos de

transporte como: UDP y TCP/IP, Comunicación S7 (servidor), Comunicación PG, Comunicación abierta (SEND / RECEIVE).



Figura 1.43. Módulo de comunicación CP 343-1 Lean.

Fuente: (SIEMENS, Procesador de comunicaciones, 2015)

- **MÓDULO DE COMUNICACIÓN CP 343-1 Advance-It**

El CP 343-1 Advance-It de la Figura 1.44, aprovecha las ventajas de Ethernet Industrial con respecto al bus de campo, y a través del módulo CP 343-1 Advance-It se puede establecer comunicaciones entre el nivel de campo y su entorno. Con la comunicación a nivel de campo reduce el esfuerzo en su configuración.

Actúa como un controlador PROFINET, el CP 343-1 Advance-It asume el control de los módulos de entrada y salida, adicionalmente dispone de la ventaja de transmitir información importante por correo electrónico.



Figura 1.44. Módulo de comunicación CP 343-1 Advance-It.

Fuente: (SIEMENS, Procesador CP 343-1, 2015)

b. MÓDULOS DE COMUNICACIÓN AS-Interface.

- **MÓDULO DE COMUNICACIÓN CP 343-2 / CP 343-2P**

Permiten conectar hasta 62 esclavos AS-I, y con una transmisión integrada de valores analógicos, con las funciones de maestro AS-I V3.0 con los estados operativos

Tabla 1.9.**Protocolo de los controladores S-300 / S7-400.**

SUB RED	ENLACES / PROTOCOLOS
MPI (Múltiple Protocolo Interface)	Comunicación S7 (S7-300 sólo como servidor) Comunicación GD (comunicación de datos globales) Comunicación básica S7
PROFIBUS	DP - Periferia descentralizada (a través de la interface integrada, la CP342-5 y la CP443-5) FMS - Fieldbus Mensaje de especificación FDL - Fieldbus Data Link (sólo a través de CPs de PROFIBUS) Comunicación S7 (S7-300 sólo como servidor ¹)
Ethernet Industrial/ PROFINET	Comunicación S7 (a través de las CPs de Ethernet o la interface PN integrada) Transporte ISO (a través de las CPs de Ethernet) ISO-on-TCP (a través de las CPs de Ethernet o la interface PN integrada) TCP (a través de las CPs de Ethernet o la interface PN integrada) UDP (a través de las CPs de Ethernet o la interface PN integrada) E-Mail (a través de las CPs de Ethernet) FTP (a través de las CPs de Ethernet) PROFINET IO (a través de las CPs de Ethernet o la interface PN integrada) CBA (a través de las CPs de Ethernet o la interface PN integrada) MODBUS TCP (a través de las CPs de Ethernet o la interface PN integrada)
PTP (Punto a punto)	RK 5123964(R) Diferentes driver de impresora MODBUS (RTU) (Maestro / Esclavo) Data Highway DF1

Fuente: (SIEMENS, PROTOCOLOS ESTANDAR, 2015)

1.7 SOFTWARE TIA PORTAL.

1.7.1 ESTRUCTURA DEL SOFTWARE TIA PORTAL.

El software TIA Portal presenta un interfaz amigable para la programación de los diferentes controladores lógicos programables de los fabricantes SIEMENS, como por

ejemplo: S7-300, S7-400, S7-1200, S7-1500, una de las ventajas del software TIA Portal es la incorporación de dos software que son: Step 7 y WinCC, que pertenecen al mismo fabricante SIEMENS, que ha visto la factibilidad de mejorar aplicaciones de automatización. En la Figura 1.47 se observa una idea general del software TIA Portal.

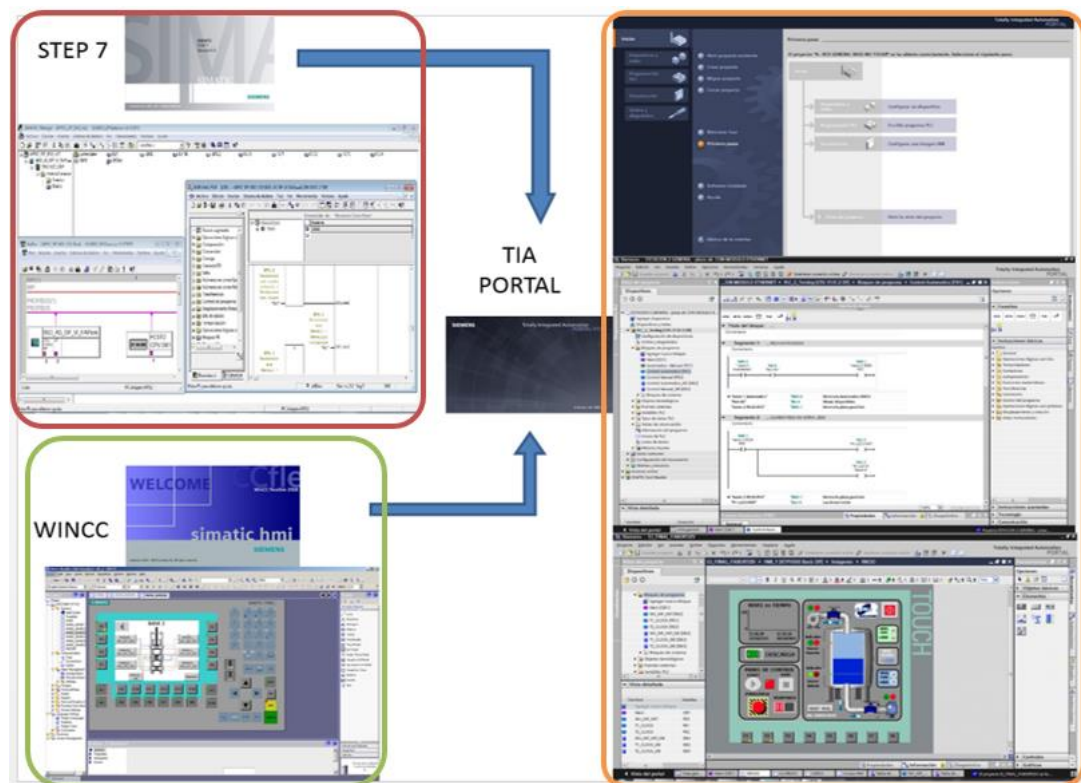


Figura 1.47. Software TIA Portal V12.

1.7.2 BLOQUES DE FUNCIONES PARA LA PROGRAMACIÓN.

Para la programación el software TIA Portal se realiza mediante bloques de funciones, que permite acceder de manera ordenada a las diferentes programaciones, que se utiliza para la automatización en los diferentes procesos. A continuación se detalla los bloques de funciones disponibles en el software.

a. BLOQUE DE ORGANIZACIÓN (OB).

Los bloques de organización (OB) contribuyen con en el interfaz del sistema operativo y del programa generado del usuario. En la Figura 1.48 se observa el bloque de organización.

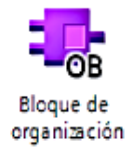


Figura 1.48. Bloque de organización

b. BLOQUE DE FUNCIÓN (FB).

Estos bloques lógicos depositan sus valores en forma permanente en los bloques de instancia, siempre están disponibles para procesar el bloque. En la Figura 1.49 se observa el bloque de función.



Figura 1.49. Bloque de función.

c. BLOQUE FUNCIÓN (FC).

El bloque función es un bloque lógico que no dispone de memoria. En la Figura 1.50 se observa el bloque función.



Figura 1.50. Bloque función.

d. BLOQUES DE DATOS (DB).

Son áreas de datos del programa donde el usuario almacena los datos del programa. En la Figura 1.51 se observa el bloque de datos.



Figura 1.51. Bloque de datos.

1.7.3 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN DEL SOFTWARE TIA PORTAL.

Existen varios tipos de lenguajes de programación que se puede utilizar, como se muestra en la Figura 1.52.

a. AWL.

Es un lenguaje de programación textual orientado a la máquina.

b. KOP.

Este lenguaje de programación con un esquema de contactos, escalera o ladder.

c. FUP.

Es un lenguaje de Step 7 gráfico, que utiliza los cuadros del algebra booleana.

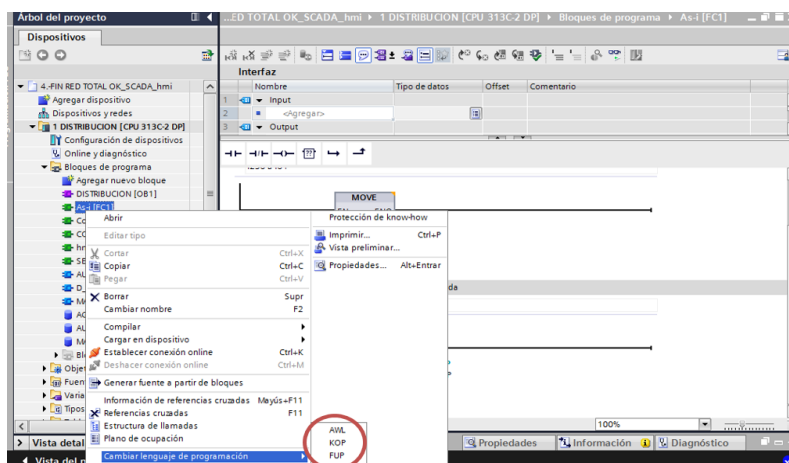


Figura 1.52. Bloques de programación.

CAPÍTULO II

2. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE RED AS-I (ACTUADOR SENSOR-INTERFACE)

2.1 INTRODUCCIÓN REDES AS-I

La implementación de la red AS-I, está enfocada en necesidad del aprendizaje más profundo de las redes industriales, desde un nivel más bajo de la automatización. El equipo AS-I, disponible en la estación de distribución facilita la concepción del proyecto.

La implementación de la red se realiza en base a los equipos disponibles en la estación de distribución, tales como son: fuentes, cable, maestro AS-I, esclavos AS-I, etc., mostrados en la Figura 2.1.

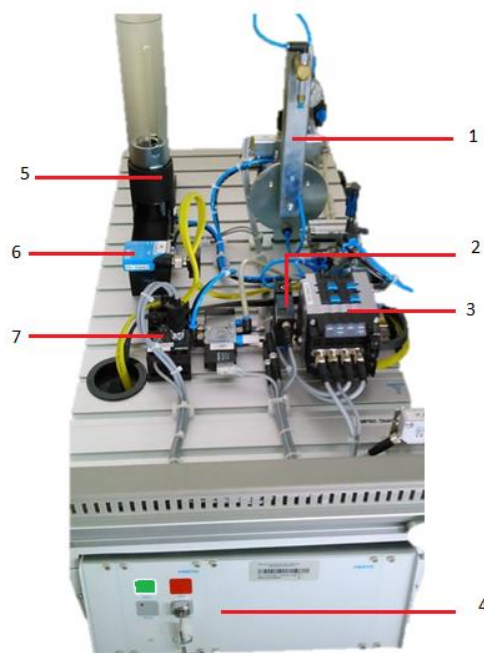


Figura 2.1. Estación de distribución FESTO con dispositivos AS-I.

Donde:

1. Módulo de carga

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

El propósito de la implementación del proyecto es configurar la comunicación de dispositivos industriales utilizando equipos accesibles para los estudiantes, mediante el protocolo AS-I, de esta forma fomentar el conocimiento e impulsar la investigación e identificación de los principales componentes de la red de comunicación industrial AS-I, de la misma manera establecer los tipos de conexiones y de programación existente.

2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA RED AS-I

Las principales características de la red AS-I, son:

- El principio de funcionamiento de la red AS-I en la estación de distribución es de maestro-esclavo.
- La capacidad del cable AS-I es de 31 esclavos. La estación de distribución dispone de 4 esclavos.
- Dos esclavos necesitan de una fuente adicional de 24 Vcc, por lo que es necesario la implementación del cable auxiliar, que se denota de color negro.
- Dispone de 8 entradas y 8 salidas digitales. No dispone de entradas y salidas analógicas.
- Grado de protección IP65 para ambientes exigentes.
- Cable bifilar sin apantallar.
- La longitud del cable puede ser de hasta 100 m, o hasta 300 m con repetidores. La estación dispone de 3 m de cable.
- La configuración electrónica de direcciones de esclavos se realiza mediante el direccionador FESTO.
- Topología de red tipo árbol.

2.3 CONFIGURACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LA RED AS-I

Para la configuración e implementación se requiere tomar en cuenta varios aspectos como: Elementos que intervienen y forman parte de la red, configuración del software, direccionamiento de esclavos, programación, cableado, topología, etc.

2.3.1 CONFIGURACIÓN DE LA RED AS-I

a. ESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN FESTO.

La configuración a implementarse en la estación de distribución, del bus de campo FESTO que se representa en la Figura 2.2, está en base a la aplicación de la planta, tomando en cuenta la topología de tipo bus o línea. De esta manera la disposición y la dirección de los esclavos en la red AS-I, es un sistema mono maestro, denominado así porque existe un solo maestro y 4 esclavos conectados en el bus.

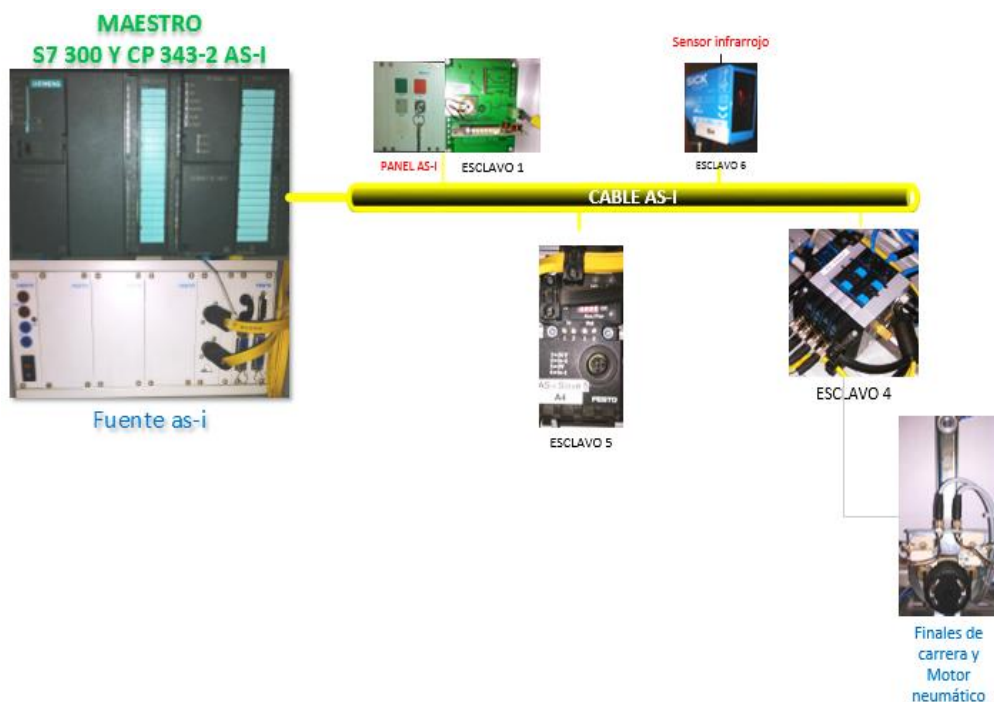


Figura 2.2. Configuración AS-I En la estación de distribución del bus de campo.

b. TOPOLOGÍA DE RED

Por el principio de funcionamiento del sistema, el tipo de topología no es un limitante para la implementación del sistema y utiliza la topología tipo bus o topología

en línea. En la Figura 2.3 se muestra el diagrama de bloques de la conexión de los dispositivos en la topología, en la cual se colocan los esclavos en línea, de esta forma se visualiza claramente el sistema mono maestro.



Figura 2.3. Topología tipo bus o línea.

2.3.2 ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN LA RED AS-I DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN.

a. FUENTE DE ALIMENTACIÓN

La fuente de alimentación AS-I mostrada en la Figura 2.4, proporciona una tensión aproximada de 24 Vcc para la transmisión de los datos que circulan por el bus. Su trabajo es entregar energía a los esclavos conectados al cable AS-I.

Este tipo de fuentes se caracteriza por tener una corriente máxima de 4,5 A y su potencia de 100 W, además cuenta con un grado de protección IP65. Es resistente a sobrecargas y cortocircuitos.



Figura 2.4. Fuente de alimentación para AS-I (FESTO).

b. MAESTROS AS-I DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN.

El PLC S7-300 2DP por sí solo no es capaz de controlar una red AS-I, ya que no dispone de la conexión adecuada, es por eso que necesita la conexión de una tarjeta de ampliación, conectada en el propio bastidor del PLC, para que realice las funciones de maestro de la red AS-I, a esta tarjeta se le conoce como CP (PROCESADOR DE COMUNICACIONES).

- **Módulo de comunicación AS-I CP 343-2**

En la Figura 2.5 se muestra el módulo de comunicación de datos AS-I CP 343-2.



Figura 2.5. Módulo de comunicación CP 343-2.

FUENTE: (SIEMENS, Manual AS-Interface , 2015)

El módulo de comunicación CP 343-2, es adecuado como equipo maestro AS-I estándar para controladores de la serie S7-300, como se muestra en la Figura 2.6. Dispone de 8 bytes de salida y 8 bytes de entrada, a través de los cuales se pueden leer los datos de entrada y se pueden colocar los datos de salida en los esclavos que se encuentren en el sistema.

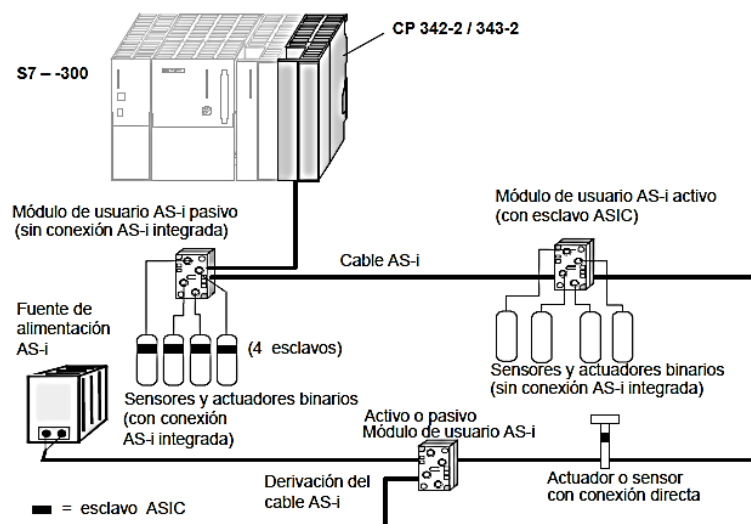


Figura 2.6. Disposición del módulo de comunicación AS-I CP 343-2 en el sistema.

FUENTE: (Siemens, Manual AS-Interface – , 2015)

En la Tabla 2.1 se muestra las características técnicas fundamentales del módulo de comunicación AS-I CP 343-2 serie 6GK7343-2AH01-0XA0 disponible en la estación.

Tabla 2.1.

Especificaciones del CP343-2.

CARACTERÍSTICAS	EXPLICACIÓN
Tiempo de ciclo de bus	5 ms para 31 esclavos 10 ms para 62 esclavos
Configuración	Por pulsadores en el panel frontal o por FC “ASI_3422”
Perfiles de Maestro AS-I soportados	Sin FC “ASI_3422”:M0e Con FC “ASI_3422”:M1e
Conexión de cable AS-I	Carga eléctrica soportable de conexión 17 a 19 o de conexión 18 a 20: 4ª como máximo

CONTINUÁ



Espacio de direcciones	8 byte E y 8 byte S en el sector analógico de S7-300
Toma de corriente del bus de panel Posterior	
Tensión de alimentación de bus de Panel posterior	
Consumo de corriente de cable AS-I	
Tensión de Alimentación del cable AS-I	
Condiciones ambientales admisibles	
• Temperatura de funcionamiento	0...60°C
• Temperatura de transporte y Almacenaje	-40°C hasta 70°C
• Humedad relativa	Máximo 95% a 25%
Estructura	
• Formato de módulo	Técnica de montaje S7-300U; ancho sencillo
• Medidas (ancho, alto, profundidad.) mm	40x125x115
• Peso	Aproximadamente 200g

Fuente: (SIEMENS, MANUAL CP343-2/CP343-2P, 2002)

A continuación en la Figura 2.7 se muestra los indicadores y elementos de mando del módulo de comunicación CP 343-2.

SF: Error del sistema

RUN: La CP se ha inicializado correctamente

APF: Fallo en la fuente alimentación de AS-I

CER: Error de configuración.- No coinciden configuraciones teórica y actual

AUP: Es posible la programación automática

CM: Modo de operación:

- (1) Modo configuración
- (0) Modo protegido

SET: Pulsador de set.- Para configurar la CP en el modo estándar

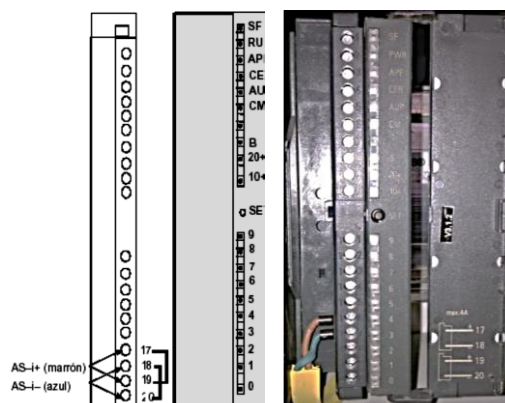


Figura 2.7. Indicadores y elementos de mando del CP 343-2.

Fuente: (SIEMENS, Manual Simatic Net. CP 343-2 / CP 343-2 P, 2002)

c. ESCLAVOS AS-I DE LA ESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN

La estación de distribución está constituida por 4 esclavos que se detallan a continuación:

- SENSOR FOTOELÉCTRICO W12-2 AS-I, sensor retro-reflectante fotoeléctrico mostrado en Figura 2.8.
 - Sensor de alta inmunidad a la interferencia óptica.
 - Reduce los falsos positivos.
 - Brillante, muy pequeño y punto preciso de luz roja.
 - Detección fiable de los objetos pequeños.
 - LED de estado visible que simplifica la puesta en servicio y reduce el tiempo de instalación, diagnóstico y mantenimiento remoto.
 - Fácil reemplazo en caso de averías.

La función del sensor fotoeléctrico en la estación de distribución es detectar objetos en el módulo de almacenamiento e indicar mediante una señal enviada por el bus que inicie el proceso.



Figura 2.8. Sensor fotoeléctrico W12-2 AS-I.

Fuente: (SICK, SENSOR INTELIGENTE, 2013).

- MÓDULO DE VÁLVULAS AS-INTERFACE TIPO ASI-EVA-2E2A-M12-8POL-Z

El distribuidor de cables planos para bifurcar o reconectar cables de cinta plana AS-I, con protección contra polaridad inversa, se observa en la Figura 2.9.

A este esclavo se encuentra conectado dos sensores de presencia para ver el estado del cilindro doble efecto (extendido o retraído) y un actuador encargado del accionamiento del cilindro doble efecto.



Figura 2.9. Módulo de válvulas AS-I tipo ASI-EVA-2E2A-M12-8POL-Z.

- TERMINAL DE VÁLVULAS TIPO CPV CON INTERFACE TIPO AS-I CPV-GE-ASI-4E4A

El terminal de válvulas AS-I está diseñado para el control de actuadores neumáticos y sólo pueden utilizarse en sistemas de bus, que cumplan con las especificaciones AS-I. Para conectar componentes adicionales, como sensores y actuadores, se debe verificar los valores permisibles tales como: presiones, temperaturas, datos eléctricos, etc.

En este terminal de válvulas se encuentra instalado el accionamiento del motor neumático ubicado en el módulo de carga, el sensor de vacío para la detección de pieza recogida, y los sensores de final de carrera para determinar la posición del motor neumático, la expulsión y absorción de la ventosa. En la Figura 2.10 se observa la válvula disponible en la estación.



Figura 2.10. Terminal de válvulas tipo CPV.

- CONSOLA DE CONTROL PARA AS-I.

La consola de control facilita el manejo de la estación de distribución, está montada como panel de operador.

La consola está compuesta por un teclado de membrana que se muestra en la Figura 2.11.

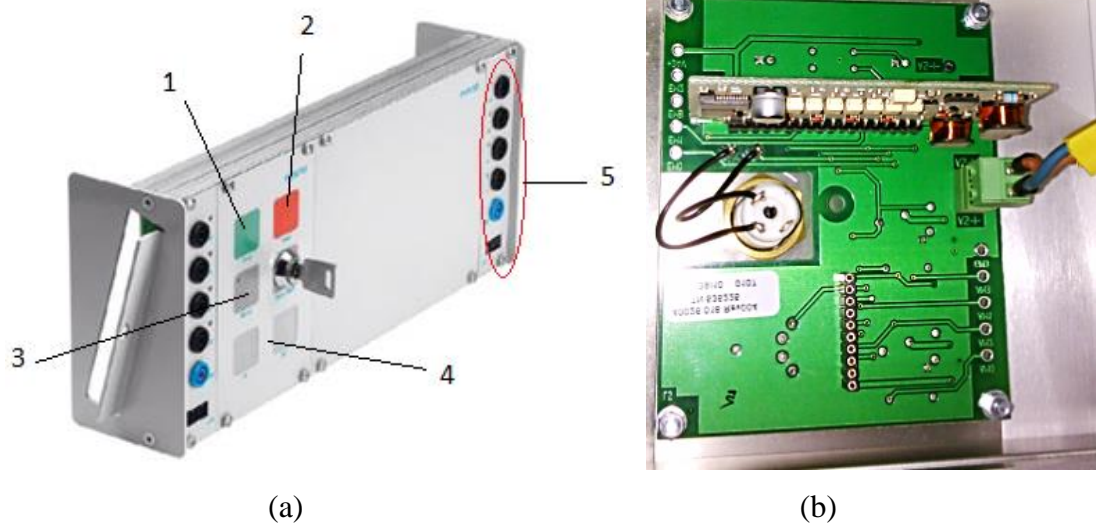


Figura 2.11. (a) Consola de control, (b) Parte posterior del panel.

Donde:

1. Pulsador de Marcha con LED indicador.
2. Pulsador de paro.

3. Pulsador de reseteo con LED indicador.
4. 2 LEDs indicadores pilotos libremente asignables.
5. Zócalos de seguridad de 4 mm con indicador de LED para conexión simple de E/S.

d. CABLE AS-I

El cable AS-I (perfilado) posibilita el montaje rápido y sencillo de un sistema AS-I. Es un cable bifilar engomado ($2 \times 1,5 \text{ mm}^2$). El contorno especial impide que se puedan conectar estaciones con la polaridad cambiada o incorrecta, como se observa en la Figura 2.12.

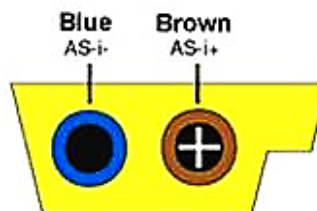


Figura 2.12. Cable AS-I (perfilado)

Fuente: (SMAR, AS-I TECNOLOGÍA, 2015)

Los contactos del cable AS-I se realizan con la técnica de perforación de aislamiento. Cuchillas de contacto atraviesan el revestimiento del cable y se ponen en contacto con los dos conductores, para garantizar una resistencia de paso pequeña y un enlace seguro para la transmisión de datos. No es necesario cortar, pelar ni atornillar el cable, como se puede observar en la Figura 2.13. Para este tipo de conexión se dispone de conectores de perforación de aislamiento.

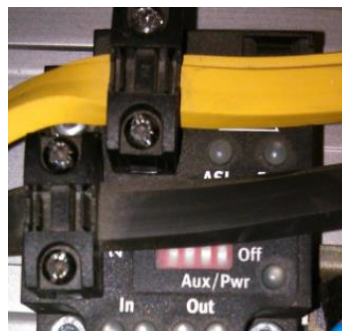


Figura 2.13. Conexión del cable AS-I.

En caso de montaje del cable en un módulo AS-I, el propio cable hermetiza el orificio de entrada. De este modo se alcanza el grado de protección IP65.

Otros componentes adicionales para la conexión de los esclavos mediante el cable son los siguientes:

- ZÓCALO DE CABLE AS-I SD.

Este zócalo para cables planos sirve para la conexión de esclavos en el sistema de bus AS-I, dispone de conector M12, con protección contra polaridad inversa y conexiones desmontables. En la Figura 2.14 se observa el Zócalo de cable AS-I SD.

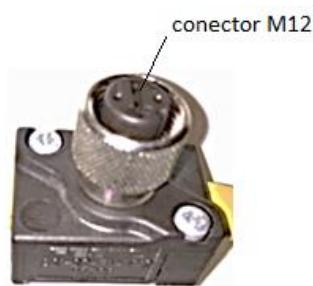


Figura 2.14. Zócalo de cable AS-I SD

- CONECTOR SEA.

Este dispositivo es un zócalo y conector para sensor, para entradas/salidas, este se puede construir libremente y con cables de cualquier longitud. En la Figura 2.15 se observa el conector SEA, (a) ensamble de conector, (b) conector en fuente, (c) conector en sensor.

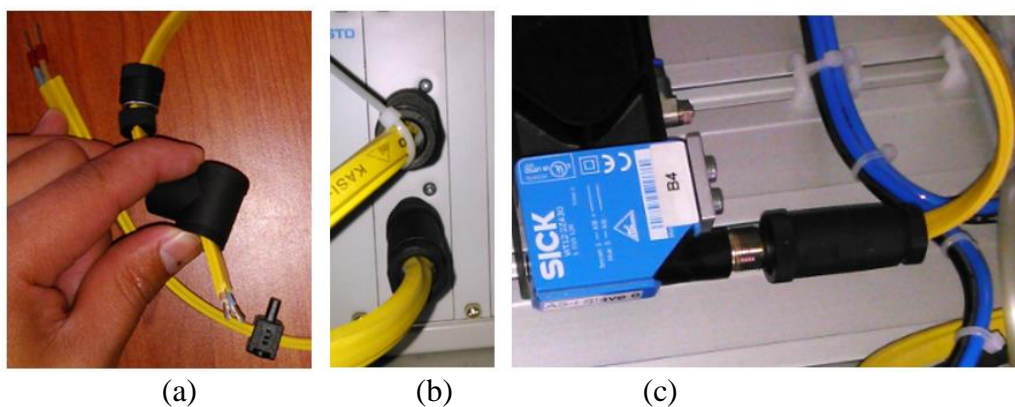


Figura 2.15. Conector SEA.

e. DIRECCIONADOR FESTO

Los esclavos AS-I por defecto vienen con la dirección 0, por cuanto cada esclavo que está conectado al bus, necesita ser asignado con una nueva dirección, para esto se utiliza el direccionador FESTO.

El direccionador de la Figura 2.16, reconoce al esclavo y le asigna direcciones entre 1 y 31, tiene incorporado un conector M12 para sensores y actuadores inteligentes, como los disponibles en la planta de distribución.



Figura 2.16. Direccionador AS-I.

2.3.3 DIRECCIONAMIENTO DE ESCLAVOS AS-I.

Se direcciona con los esclavos desconectados, en este caso se conecta el direccionador directamente al esclavo AS-I. Para el direccionamiento se debe seguir los siguientes pasos:

- Conectar el direccionador directamente al esclavo o al bus, según sea el caso con el esclavo que se esté trabajando, mediante el cable que incorpora el direccionador.
- Seleccionar la tecla de ADDR y pulsar la tecla enter ↵
- En la pantalla se visualiza la palabra “SEARCH”, que indica búsqueda.
- Aparece en el la pantalla “SET x”, “x” es la dirección actual del esclavo, ahora y con las teclas, de desplazamiento arriba abajo, ⬆️ ⬆️, establecer la dirección que se desea y presionar enter ↵. Se visualiza “PROG” y a continuación “ADDRES x” en donde “x” es la nueva dirección asignada.

En la Figura 2.17 se visualiza las direcciones establecidas para cada uno de los esclavos que intervienen en la estación de Distribución; (a) esclavo 1, Consola de control MPS para AS-I, (b) esclavo 5, Sensor fotoeléctrico, (c) esclavo 4, Terminal de válvulas tipo CPV, (d) esclavo 6, Distribuidor de cables.

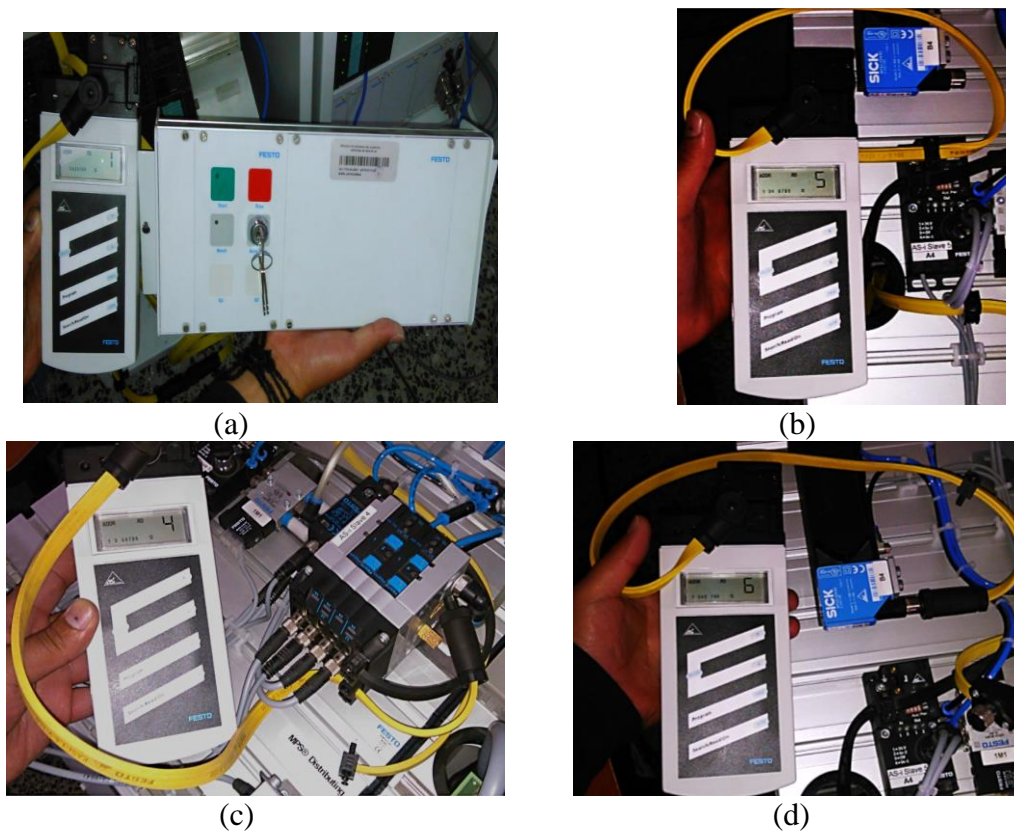


Figura 2.17. Direccionamiento de esclavos de la estación de distribución.

2.3.4 CONFIGURACIÓN DE LA RED AS-I EN EL SOFTWARE TIA PORTAL V12

a. CONFIGURACIÓN DEL PLC S7-300.

El intercambio de datos entre el programa de usuario y los esclavos con el CP 343-2 es a través de la periferia de E/S de la CPU del PLC. En la Figura 2.18, se muestra la gestión de transferencia de datos de un interfaz AS-I.

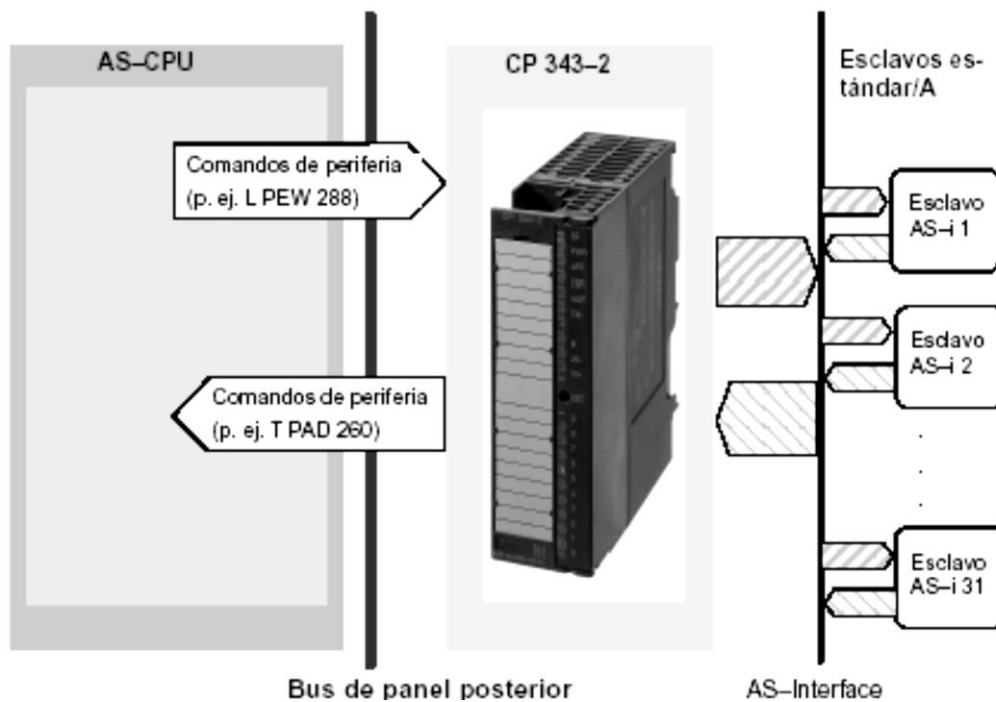


Figura 2.18. Transferencia de datos entre el PLC mediante CP 343-2.

Fuente: (SIEMENS, CONFIGURACIÓN AS-I S7-300, 2015)

El módulo de comunicación CP 343-2 asigna cuatro bits (llamado nibble) a cada esclavo estándar. El PLC puede acceder a este nibble con escritura (datos de salida de esclavo) y con lectura (datos de entrada de esclavo). De este modo se pueden activar también esclavos directamente con E/S desde el PLC.

b. CONFIGURACIÓN DEL HARDWARE

Una vez establecido los equipos que se utilizan en la red se procede con la configuración del proyecto en el software TIA Portal, para lo cual se debe seguir los siguientes pasos:

- Abrir el software TIA Portal V12, para ellos ingresar al menú inicio y seleccionar el icono de **TIA Portal V12**, como se muestra en la Figura 2.19.



Figura 2.19. Abrir programa TIA Portal V12

- Crear un nuevo proyecto y poner; nombre, ruta en la cual se va almacenar el proyecto y autor, como se muestra en la Figura 2.20.

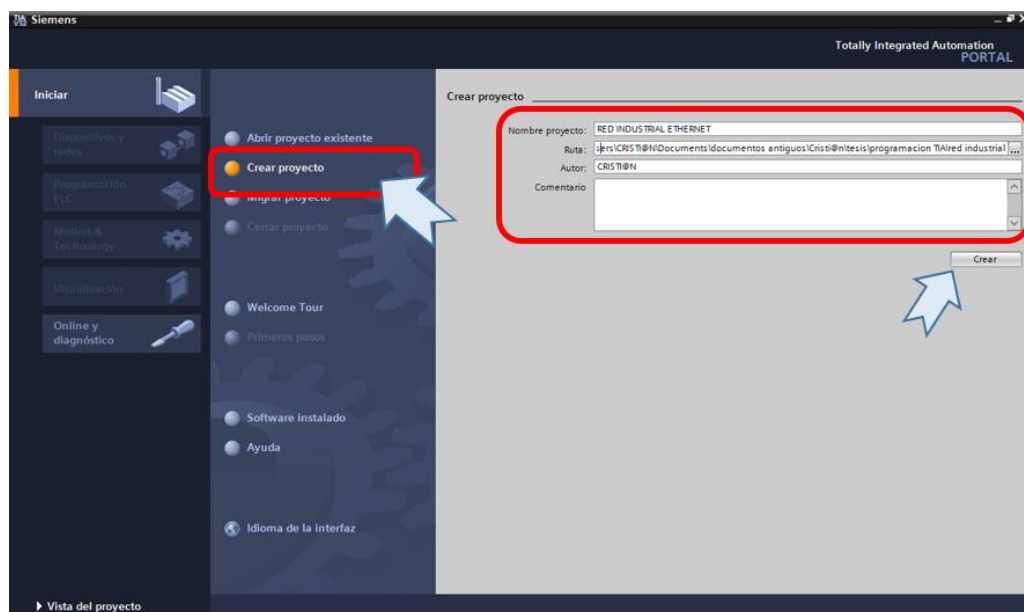


Figura 2.20. Crear proyecto

- Configurar un dispositivo con el cual se va a trabajar, como se muestra en la Figura 2.21.

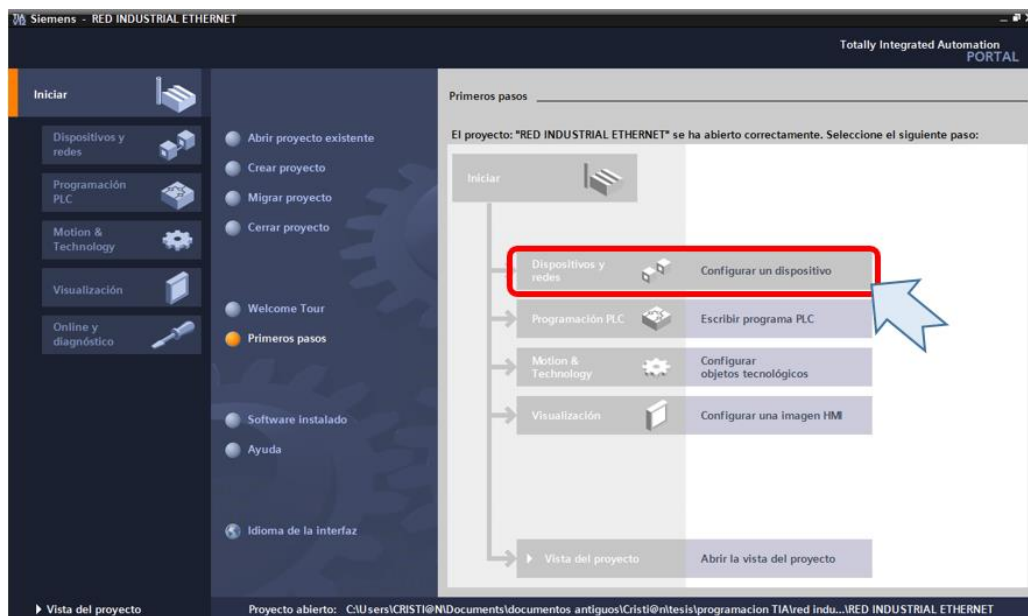


Figura 2.21. Configurar dispositivo

- En el siguiente paso se agrega el dispositivo que se utiliza en el proyecto, para ello, seleccionar **Agregar dispositivo, controladores, SIMATIC S7-300, CPU 313C-2DP** y seleccionar con doble clic la referencia **6ES7 313-6F03-0AB0**, como se muestra en la Figura 2.22.

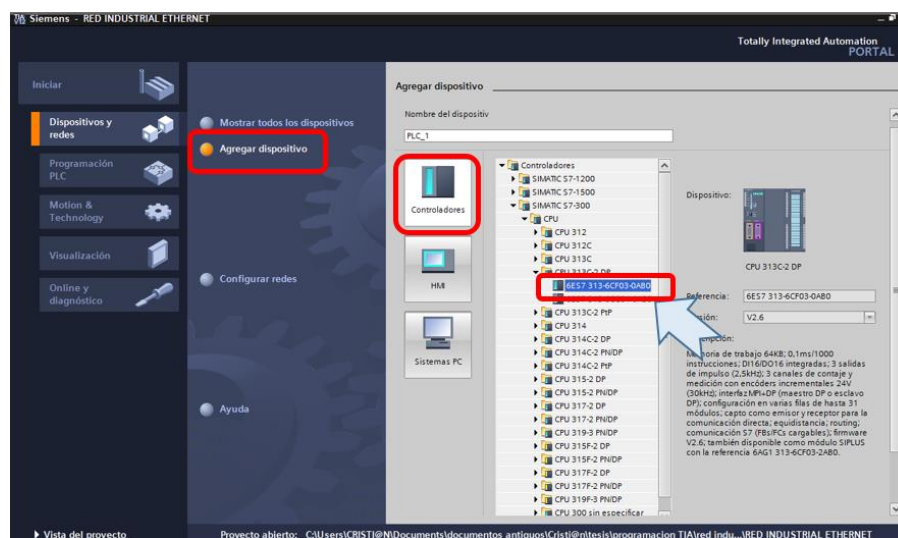


Figura 2.22. Agregar dispositivo

- Aparece la pantalla de trabajo del software en donde se denota las ventanas; **Árbol de proyecto** que tiene las opciones de los dispositivos, **Vista de dispositivo** en la cual se visualiza la representación del PLC configurado y en la parte inferior las

propiedades configurables del PLC, aquí se ingresan las direcciones iniciales de entrada y salida de 64, en la parte derecha se observa la ventana de **Catálogo de hardware** en donde se tiene los diferentes dispositivos que se puede adicionar al proyecto, como se muestra en la Figura 2.23.

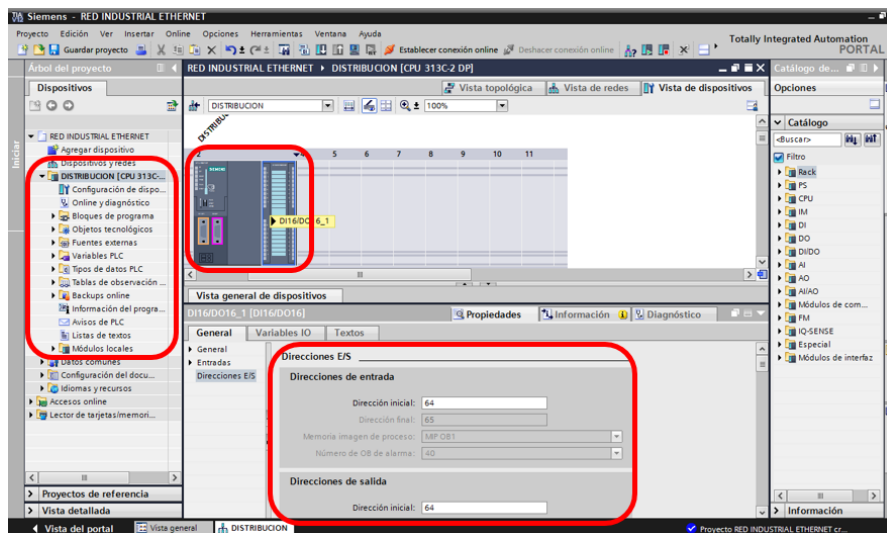


Figura 2.23. Pantalla de trabajo

- Seleccionar en la ventana **Catálogo de hardware** la opción **Módulos de comunicación, AS-interface, CP 343-2** la referencia de dispositivo **6GK7 343-2AH01-0XA0**, y colocarlo en el slot adecuado seleccionando y arrastrando o dando doble clic, como se muestra en la Figura 2.24.

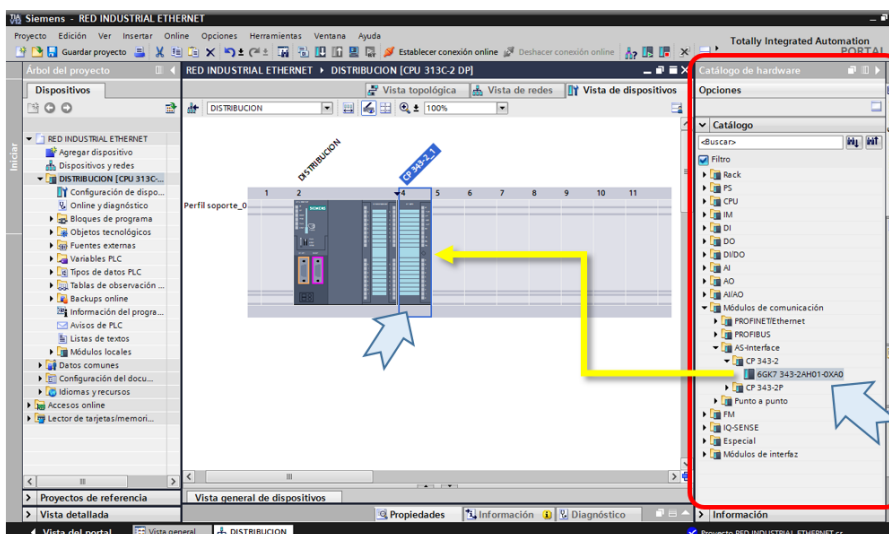


Figura 2.24. Colocación de equipos en slots.

- Seleccionar el CP 343-2 y se abre la **Vista general de dispositivos**, en la cual se observa los datos del PLC y el CP como se muestra en la Figura 2.25.

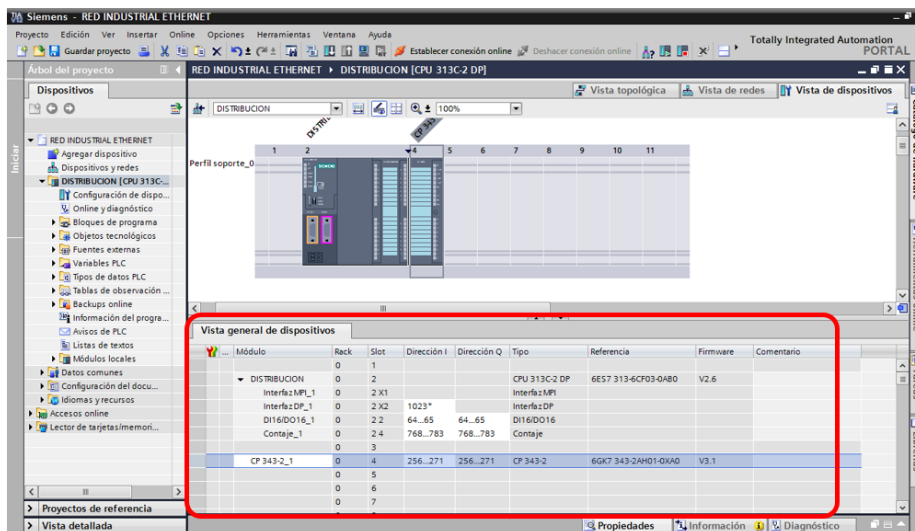


Figura 2.25. Configuración de hardware, CP 343-2 AS-I.

- Se abre las propiedades del dispositivo y se configura las direcciones de entrada y de salida para el CP, de 256 a 271, este es el rango que permite trabajar, como se observa en la Figura 2.26.

Direcciones E/S

Direcciones de entrada

Dirección inicial:

Dirección final:

Memoria imagen de proceso:

Direcciones de salida

Dirección inicial:

Dirección final:

Memoria imagen de proceso:

Figura 2.26. Configuración de direcciones de entrada y salida.

c. GENERACIÓN DE PROGRAMA DE USUARIO.

- En la pestaña **Árbol de proyecto** seleccionar **Bloques de programa**, se encuentra por defecto el bloque de organización **Main [OB1]**, seleccionar y

dar doble clic, en este bloque se encuentra los bloques de función del programa como se muestra en la Figura 2.27.

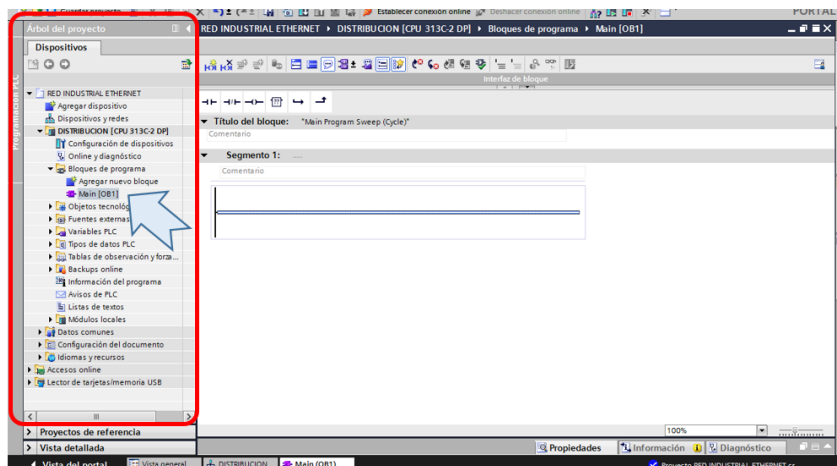


Figura 2.27. Generación del programa, Bloque de organización Main OB1.

- Para continuar dar doble clic en **Agregar un nuevo bloque**, se abre una nueva ventana de bloques de programa, aquí seleccionar **Función FC** (bloque lógico sin memoria) mostrado en la Figura 2.28, este bloque es el encargado de la gestión de comunicación AS-I.

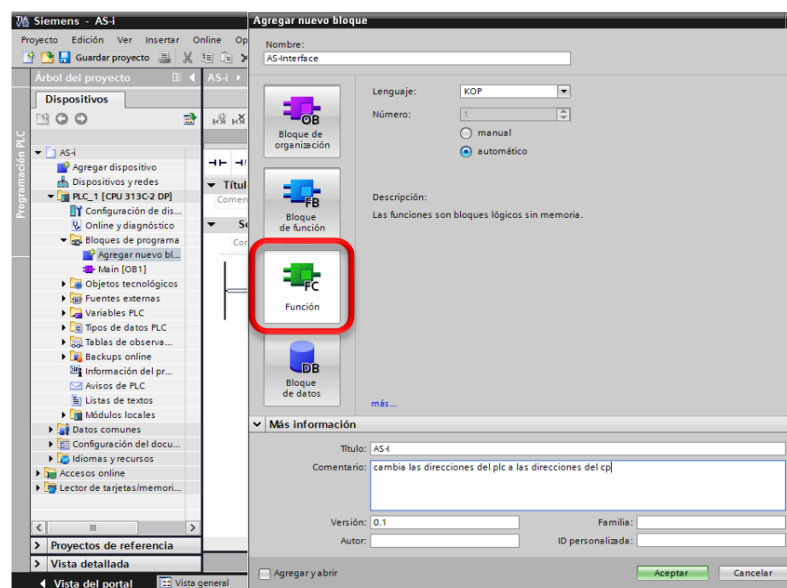


Figura 2.28. Bloque de función FC.

- En el bloque función FC, se introduce dos bloques de programa MOVE como se observa en la Figura 2.29.

La función del primer bloque MOVE es trasladar el área de direcciones de entrada del módulo AS-I que son desde el byte I256 hasta I259, a direcciones de entrada del PLC I64 hasta I67.

La función del segundo MOVE es trasladar el área de direcciones de salidas del PLC que son desde el byte Q256 hasta Q259, a direcciones de salidas del módulo AS-I Q64 hasta Q67.

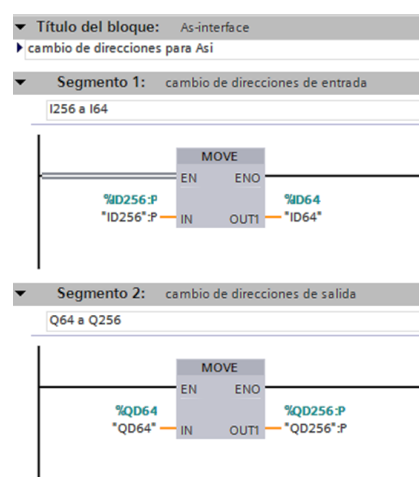


Figura 2.29. Funciones de cambio de direcciones.

- Para finalizar, seleccionar y arrastrar el bloque **As-i [FC1]**, hasta el bloque de organización **Main [OB1]** como se indica en la Figura 2.30.

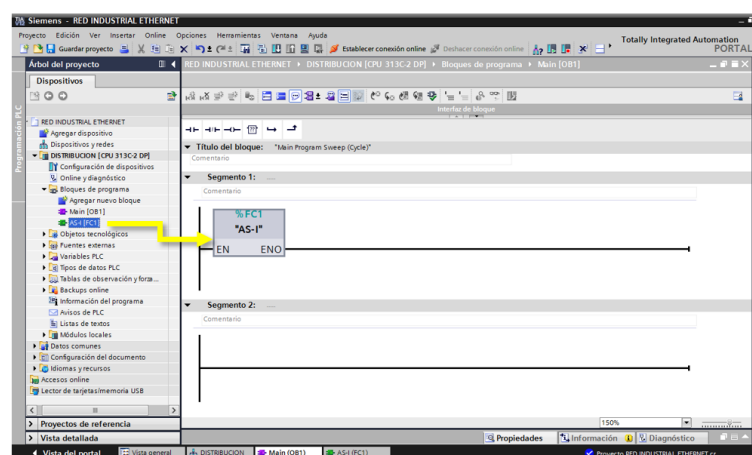


Figura 2.30. Bloque AS-I FC en Bloque de organización Main OB1.

Con la implementación de estos bloques se finaliza la configuración de la red AS-I y se tiene la estación de distribución funcionando.

CAPÍTULO III

3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA RED INDUSTRIAL ETHERNET.

3.1 INTRODUCCIÓN DE REDES ETHERNET INDUSTRIALES EN LA ESTACIÓN DE BUS DE CAMPO FESTO

La implementación de la red industrial Ethernet en la estación de bus de campo FESTO, está enfocada en la necesidad del aprendizaje más profundo de las redes industriales en el nivel más alto de la automatización. El equipo Ethernet que se va a implementar en la estación facilitará el aprendizaje y concepción del proyecto.

El presente capítulo describe los pasos para la implementación de la comunicación entre las estaciones de, distribución, pruebas y clasificación, mediante Ethernet industrial.

Con la implementación de este protocolo de comunicación en los PLCs mediante Ethernet, hay posibilidad de conexión entre las estaciones, donde la información de cada proceso se torna visible para el usuario, la cual se transmite a través de Ethernet de un equipo a otro.

La gran ventaja de la implementación de la red Ethernet industrial es, lo fácil que se torna el manejo de la planta desde una sola computadora o varias, si se conectan a un switch de comunicaciones.

3.2 CARACTERÍSTICAS DE LA RED ETHERNET INDUSTRIAL

3.2.1 GENERALES.

Los equipos utilizados para la implementación de la red Ethernet industrial son de los fabricantes SIEMENS, los cuales ofrecen a nivel industrial, infinidad de aplicaciones, estos equipos disponen distintas características que facilitan el trabajo.

Algunas de las características principales que presenta SIEMENS en su línea SIMATIC NET para la implementación de la red son las siguientes:

- Estándar IEEE 802.3
- Ethernet tipo 10BASE-TX
- Velocidad de transmisión 100 Mbps/s, Ethernet veloz
- Conexión con cables de Tipo CAT5 directo.
- Conexión fácil por medio de conectores RJ45.
- Vigilancia constante de componentes de red por señalización sencilla.
- Longitud máxima 100 m, longitud utilizada 2 y 5 m
- Principio de funcionamiento cliente servidor.
- Conexión fiable mediante switch con capacidad de conexión de red de 8 nodos.

3.2.2 TOPOLOGÍA DE RED

Las topologías que se pueden implementar en Ethernet son: tipo bus y Tipo estrella. Actualmente la topología física recomendada para las instalaciones Ethernet es, la topología estrella como especifica la norma de cableado ANSI/TIA/EIA-568-A.

La utilización de una topología estrella permite limitar las interrupciones en la red causadas por problemas de cableado. (Textos Científicos, 2006)

Los equipos que conforman la red están conectados hacia un switch, el cual hace de punto central de la red, por esto la opción más acertada de topología es la de tipo estrella; en esta topología las señales de cada equipo conectado son enviadas al switch y luego difundidas a todos los otros dispositivos conectados

La forma de conexión de la topología se muestra en la Figura 3.1, donde cada uno de los equipos tienen asociada una dirección IP.

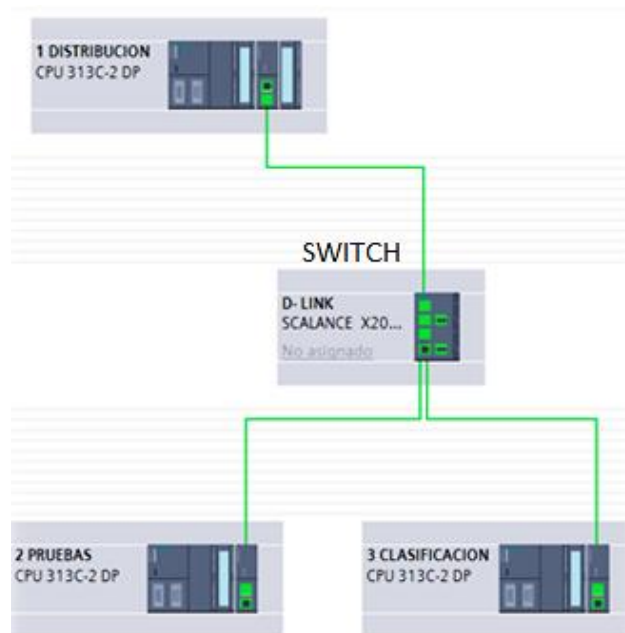


Figura 3.1. Dispositivos en topología estrella.

3.3 COMPONENTES QUE INTERVIENEN EN LA RED ETHERNET DEL BUS DE CAMPO FESTO

3.3.1 COMPONENTES DE RED PASIVOS QUE INTERVIENEN EN LA RED ETHERNET INDUSTRIAL.

Para la conexión de la red en la estación de bus de campo, la estructura del cableado es en base a la ISO IEC 11.801/EN 50.173. (WIKIPEDIA, 2013), por lo tanto se utiliza los siguientes componentes:

a. CABLE FC CAT.5E UTP.

Los cables utilizados en Ethernet Industrial están preparados para una sencilla y rápida conexión. Los cables de conexión rápida en Ethernet Industrial tienen una estructura especial, para fácil conexión (certificación UL y CAT5 PLUS, conformidad PROFINET).

En este proyecto, debido a la aplicación y para la apropiada transmisión de datos, se utiliza el cable FC CAT.5e UTP 24AWG de la Figura 3.2, el cual permite una conexión rápida y segura. Se utiliza 5 cables directos, cuatro de dos metros los cuales

están conectados a los módulos de comunicación Ethernet y a la pantalla KTP 600 PN, uno de 5 metros para la comunicación con la computadora.



Figura 3.2. Cable FC Ethernet Industrial CAT.5e UTP 24AWG.

b. CONECTOR RJ45

El conector RJ45 de la Figura 3.3, es utilizado comúnmente con estándares TIA/EIA-568-B, que define la disposición de los pines, esto depende del equipo al que se está conectando, en el este caso el tipo de conexión es directa por medio de switch.



Figura 3.3. Conector RJ45

3.3.2 COMPONENTES DE RED ACTIVOS UTILIZADOS PARA LA RED ETHERNET INDUSTRIAL

a. SWITCH D-LINK-1008A

El switch utilizado para el proyecto es un D-LINK DES-1008A mostrado en la Figura 3.4. Este switch es no administrable, de 8 puertos con velocidad de 10/100BASE-TX y en modo Full Dúplex. Una de las grandes ventajas que proporciona

para la implementación del sistema, es que no requiere de configuración previa a su uso, además su instalación es muy fácil y rápida, soporta una conexión directa. Cualquier servidor o equipo se puede comunicar por medio del switch con cable de red Ethernet.



Figura 3.4. D-LINK DES-100 8A.

b. TARJETA DE COMUNICACIÓN

Existen diferentes tipos de tarjetas de comunicación Ethernet básicas para el PLC SIEMENS S7-300, en este caso se utiliza el módulo de comunicación CP 343-1 Lean, el cual se adecúa perfectamente para la aplicación que se realiza.

- Módulo de comunicación CP 343-1 Lean (6GK7 343-1 CX10-0XE0)

Las características físicas del módulo de comunicación CP 343-1 Lean, mostrado en la Figura 3.5, son:

- Equipo de aplicación flexible.
- De formato delgado, ahorra espacio, dando paso a otros módulos de función.
- Tiene incluido dos Puertos en el switch (ERTEC 200), con lo que dispone de funcionalidad de PROFINET IO-Device, que permite la conexión del PLC S7-300, por medio de estos dos puertos a Ethernet Industrial.

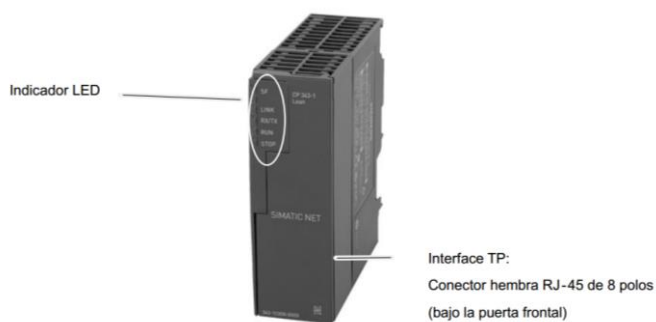


Figura 3.5. El CP 343-1 Lean (6GK7 343-1 CX10-0XE0)

Fuente: (SIEMENS, SIMATIC a Industrial Ethernet CP 343-1 Lean, 2008/08)

- Especificaciones técnicas

El módulo de comunicación Ethernet CP343-1 Lean dispone de diferentes especificaciones técnicas que se indican en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1.

Especificaciones técnicas del módulo de comunicación CP 343-1 Lean.

Ítem	Especificación
Velocidad de transmisión	10 Mbit/s y 100 Mbit/s
Interfaces	
Conexión a par trenzado	Conector hembra RJ-45
Tensión de alimentación	24 Vcc Margen admisible.: (20,4 V hasta 28,8 V)
Consumo	
<ul style="list-style-type: none"> • de bus de panel posterior • de 24 Vcc externa 	200 mA como máximo TP: aproximado 0,2 A como máximo
Potencia perdida aproximada	5,8 W
Condiciones ambientales admisibles	
<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura de funcionamiento • Temperatura de transporte y almacenaje • Humedad relativa máxima • Altura de operación 	0 °C hasta +60 °C -40 °C hasta +70 °C 95% a +25 °C hasta 2000 m sobre el nivel del mar
Estructura	
<ul style="list-style-type: none"> • Formato de módulo • Medidas (ancho x alto x profundidad) en mm • Peso aproximado 	Módulo compacto S7-300; ancho sencillo 40 x 125 x 120 220 g

Fuente: (SIEMENS, SIMATIC a Industrial Ethernet CP 343-1 Lean, 2008/08)

3.3.3 SERVICIOS DE COMUNICACIÓN SOPORTADOS POR EL MÓDULO DE COMUNICACIÓN CP 343-1 LEAN

El CP 343-1 Lean soporta los siguientes servicios de comunicación:

a. COMUNICACIÓN S7 Y COMUNICACIÓN PG/OP.

Características:

- Funciones PG (inclusive enrutamiento).
- Funciones de manejo y visualización (HMI).
- Servidor para intercambio de datos por enlaces S7 configurados unilateralmente sin bloques de comunicación en la estación S7-300 / C7-300.

b. COMUNICACIÓN COMPATIBLE CON S5

Características:

- Interfaz SEND/RECEIVE via enlaces ISO-on-TCP, TCP y UDP.
- Multicast vía enlace UDP.

La operación Multicast se hace posible por medio de un correspondiente direccionamiento IP al configurar los enlaces.

- Gestión horaria interna.- Se puede acceder al CP a través de la dirección MAC pre-ajustada con fines de asignación de dirección IP.
- Configuración IP.- Se puede configurar por qué vía o qué procedimiento se asignan al CP la dirección IP, la máscara de subred y puerta de enlace.
- Indicadores del CP343-1 lean.- Está formado por 5 diodos indicadores, que se observa en la Figura 3.6, para la visualización del estado operativo del CP y el estado de transmisión y comunicación.

- Dispone de una señal de aviso para determinar si el paquete de datos ha llegado a su destino.
- Divide los datos enviados en paquetes, para el nivel de red.
- Tiene confirmación en la recepción de paquetes.

3.5 CONFIGURACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LA RED ETHERNET.

Para la configuración e implementación es necesario detallar el proceso, para entender mejor el trabajo realizado.

3.5.1 INSTALACIÓN Y MONTAJE DEL MÓDULO DE COMUNICACIÓN CP 343-1 LEAN.

La instalación y montaje del módulo de comunicación CP, es el mismo proceso para los tres módulos, a continuación se muestran los pasos a seguir:

a. CONEXIÓN DEL MÓDULO DE COMUNICACIÓN CP 343-1 LEAN A LA FUENTE DE 24 Vcc

Para instalar la fuente de 24 Vcc, se debe conectar el módulo de comunicación CP 343-1 Lean como se muestra en la Figura 3.7, esta fuente debe ser compartida por el PLC y el CP343-1 Lean, en el caso de la estación de distribución la fuente es compartida por el módulo AS-I, en la estación de pruebas es compartida con la pantalla KTP 600 PN.

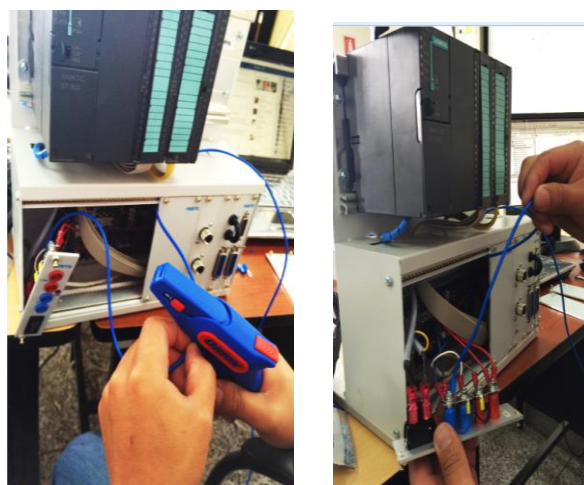


Figura 3.7. Conexión del módulo de comunicación CP 343-1 Lean a 24 Vcc.

Para la conexión de la fuente se utiliza cable flexible #18 AWG, el cual es adecuado para fuentes que trabajan con 24 Vcc.

b. CONEXIÓN DEL MÓDULO DE COMUNICACIÓN CP 343-1 LEAN A LA FUENTE DE 24 Vcc

A continuación en la Figura 3.8 se muestra las partes principales del módulo de comunicación CP 343-1 Lean, para el montaje.



Figura 3.8. Partes de conexión del módulo de comunicación CP 343-1 Lean.

Donde:

1. Conexión a Ethernet Industrial (interfaz PROFINET): 2 conectores hembra RJ-45 de 8 polos.
2. Conexión de la fuente de alimentación.
3. Corredera para ajustar a conexión a masa.

Para el montaje del CP en el rack, se debe tomar en cuenta la conexión a masa. A continuación se muestra los pasos necesarios para la conexión del módulo de comunicación CP 343-1 Lean:

En referencia a la figura anterior, en la parte de abajo de la tapa frontal, en el lado izquierdo del dispositivo se encuentra una corredera, la que permite conectar o desconectar la conexión a masa de la alimentación de 24 Vcc:

- Corredera insertada: la masa de referencia está conectada (la corredera debe quedar enclavada de forma permanente en esta posición).
- Corredera extraída: No hay conexión a tierra.

c. MONTAJE DEL MÓDULO DE COMUNICACIÓN CP 343-1 LEAN EN EL PERFIL SOPORTE S7.

El montaje se realiza en el perfil soporte que está colocado el PLC y el acoplamiento a este se realiza mediante el bus de conexión maestro IM 3760/361, mostrado en la Figura 3.9.



Figura 3.9. Bus de conexión trasero IM 3760/361.

d. CONEXIÓN DEL MÓDULO DE COMUNICACIÓN CP 343-1 LEAN A ETHERNET INDUSTRIAL.

El cable de red debe ir conectado a uno de los conectores hembra, como se indica en la Figura 3.10, los cables de red se pueden conectar incluso con el módulo CP energizado.



Figura 3.10. Conexión de cables Ethernet a los módulos de comunicación.

En la Figura 3.11, se observa la conexión de los cables de red en el switch; y de esta manera los tres equipos se encuentran en red.



Figura 3.11. Conexión de cables en switch.

3.5.2 CONFIGURACIÓN DEL MÓDULO DE COMUNICACIÓN CP 343-1 LEAN PARA LA RED

Para la configuración y puesta en servicio del CP Ethernet, se debe seguir los siguientes pasos:

a. CONFIGURACIÓN ETHERNET DE LAS TRES ESTACIONES FESTO.

Después de haber creado el proyecto y tener configurado la red AS-I, mostrada en el capítulo II, se debe continuar en el mismo proyecto la configuración de la red Ethernet.

- Ubicarse en la pestaña de **Vista de redes** para implementar los dos PLCs que faltan para realizar la red, para ello dirigirse a; **Catalogo de hardware, Controladores, SIMATIC S7-300, CPU, CPU 313C-2 DP**, y seleccionar **6ES7 313-6CG04-0AB0**, dar doble clic o seleccionar y arrastrar hasta el área de trabajo, como se muestra en la Figura 3.12.

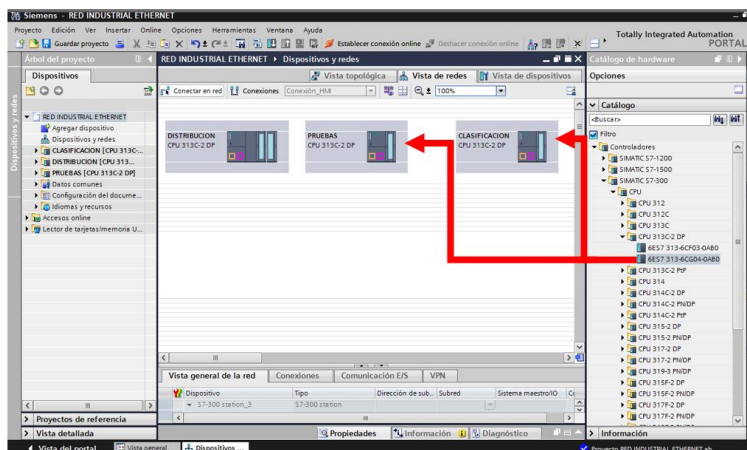


Figura 3.12. Implementación de los tres PLCs

- Dirigirse a la pestaña **Vista de dispositivos** e implementar el módulo CP 343-1 Lean, para ello ubicarse en **Catálogo de Hardware, Módulos de comunicación, PROFINET/Ethernet, CP 343-1 Lean** y seleccionar el módulo de referencia **6GK7 343-1CX10-0XE0**, dar doble clic o seleccionar y arrastrar hasta el área de trabajo, como se muestra en la Figura 3.13. Realizar el mismo proceso para las tres estaciones.

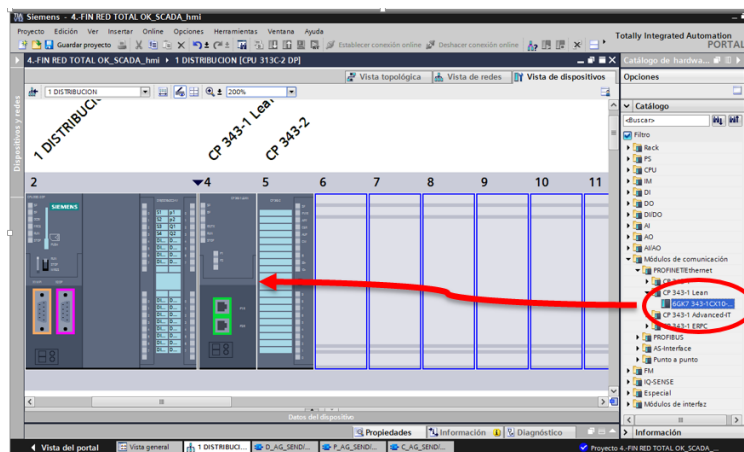
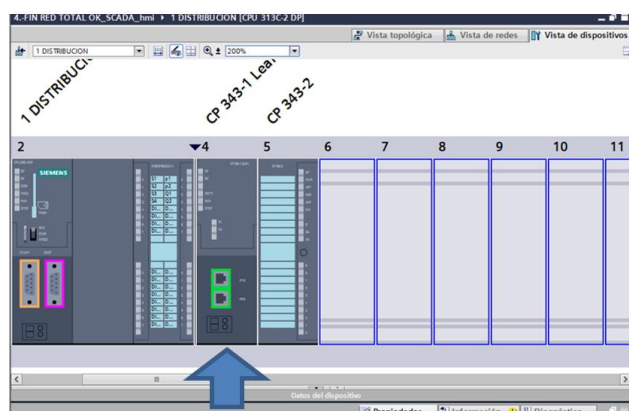


Figura 3.13. Configuración del módulo de comunicación CP 343.

En el caso de la estación de distribución, se dispone de un módulo de comunicación AS-I 343-2, por lo cual el CP 343-1Lean debe estar colocado antes que este módulo, como se muestra en la Figura 3.12, caso contrario la configuración no es válida y no funciona, esto se da por la disposición de jerarquías de red, el AS-I está por debajo del Ethernet y esto se refleja en los módulos de comunicación (Figura 3.14 (a)).

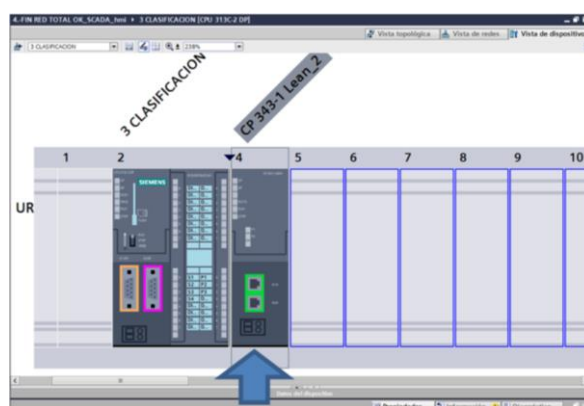
Para las estaciones de prueba y de clasificación no se dispone de otro tipo de comunicación, por lo que el módulo de comunicación CP 343-1 Lean va colocado en el slot 4 como se muestra en la Figura 3.14 (b) y Figura 3.14 (c).



(a)



(b)



(c)

Figura 3.14. Disposición de módulos de comunicación CPs 343-1 Lean, (a) estación de distribución, (b) estación de pruebas, (c) estación de clasificación.

- A continuación se configura las propiedades de los CPs, para ello dar doble clic sobre el módulo Ethernet, se presenta la pantalla de **Propiedades**, en la cual se configura los aspectos mostrados a continuación:
 - En la Tabla 3.2 con la Figura 3.15 se observa la configuración ingresada en el CP de la estación de distribución. 3.3

Tabla 3.2.

Propiedades configuradas en el módulo de comunicación CP 343-1 Lean de la estación de Distribución.

EQUIPO	ÍTEM	CONFIGURACIÓN	DESCRIPCIÓN
Planta de distribución	subred	ETHERNET	Esta subred es a la cual los tres CPs se van a conectar y formar la red industrial
	Dirección IP	192.168.0.10	Dirección IP para el reconocimiento del CP en la red
	Máscara de subred	255.255.255.0	Submáscara de red
	Dirección de router (switch)	192.168.0.1	Dirección IP del switch Este parámetro se utiliza si se está utilizando switch, caso contrario no.
	Puerto X1 P1 R	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad de transmisión Automática • Activar auto negociación 	Se selecciona transmisión automática y auto negociación Para que el dispositivo se encargue de elegir las mejores condiciones de trabajo.

Figura 3.15. Configuración del módulo de comunicación CP 343-1 Lean de la planta de distribución.

- En la Tabla 3.3 con la Figura 3.16 se muestra la configuración ingresada en el CP de la estación de pruebas.

Tabla 3.3.

Propiedades configuradas en el módulo de comunicación CP 343-1 Lean de la estación de Pruebas.

EQUIPO	ÍTEM	CONFIGURACIÓN	DESCRIPCIÓN
Planta de Pruebas	subred	ETHERNET	Esta subred es a la cual los tres CPs se van a conectar y formar la red industrial
	Dirección IP	192.168.0.20	Dirección IP para el reconocimiento del CP en la red
	Máscara de subred	255.255.255.0	Submáscara de red
	Dirección de router (switch)	192.168.0.1	Dirección IP del switch Este parámetro se utiliza si se está utilizando switch, caso contrario no.
	Puerto X1 P1 R	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad de transmisión Automática • Activar auto negociación 	Se selecciona transmisión automática y auto negociación Para que el dispositivo se encargue de elegir las mejores condiciones de trabajo.

Figura 3.16. Configuración del módulo de comunicación CP 343-1 Lean de la estación de pruebas.

- En la Tabla 3.4 con la Figura 3.17 se muestra la configuración ingresada en el CP de la estación de clasificación.

Tabla 3.4.

Propiedades configuradas en el módulo de comunicación CP 343-1 Lean de la planta de Clasificación.

EQUIPO	ÍTEM	CONFIGURACIÓN	DESCRIPCIÓN
Planta de clasificación	subred	ETHERNET	Esta subred es a la cual los tres CPs se van a conectar y formar la red industrial
	Dirección IP	192.168.0.30	Dirección IP para el reconocimiento del CP en la red
	Máscara de subred	255.255.255.0	Submáscara de red
	Dirección de router (switch)	192.168.0.1	Dirección IP del switch Este parámetro se utiliza si se está utilizando switch, caso contrario no.
	Puerto X1 P1 R	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad de transmisión Automática • Activar auto negociación 	Se selecciona transmisión automática y auto negociación Para que el dispositivo se encargue de elegir las mejores condiciones de trabajo.

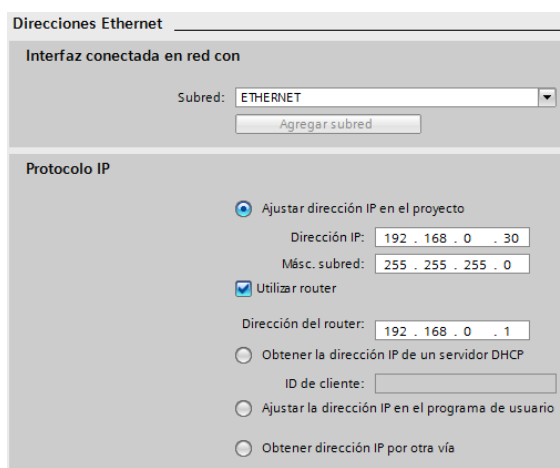


Figura 3.17. Configuración del módulo de comunicación CP 343-1 Lean de la estación de Clasificación.

- Una vez realizada la configuración de los parámetros, se visualiza en la pestaña **vista de redes** la conexión de los tres módulos de comunicación Ethernet, mediante la subred ETHERNET la cual el nombre es asignado por el usuario, como se observa en la Figura 3.18. Se visualiza las direcciones IP configuradas en los módulos de comunicación y el nombre de la subred la cual viene a ser la red Ethernet de comunicación de los equipos.

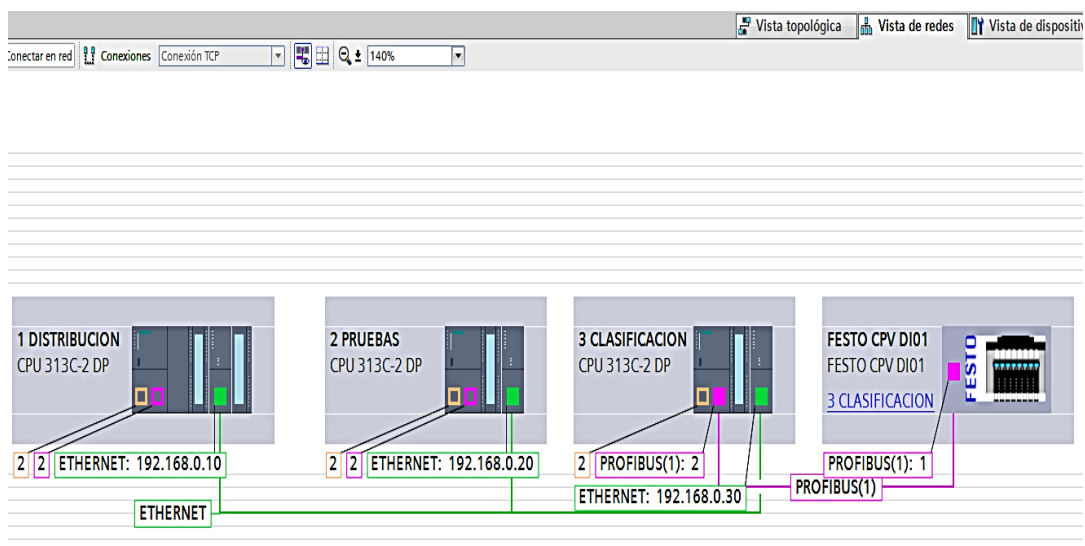


Figura 3.18. Implementación de la red Ethernet para la estación de bus de campo.

b. CARGAR CONFIGURACIÓN EN LOS MÓDULOS DE COMUNICACIÓN CP 343-1 LEAN.

Para cargar la nueva configuración de los módulos de comunicación, se realiza con la ayuda del cable MPI que dispone la Planta. Seguir los siguientes pasos:

- Conectar el cable MPI del PLC a la Computadora como se muestra en la Figura 3.19.



Figura 3.19. Conexión del PLC mediante cable MPI.

- Configurar el PG/PC para conexión MPI, ingresar en inicio de Windows en la carpeta de **Siemens Automation, SIMATIC, STEP7, Ajustar interface PG-PC, PC Adapter MPI.1**, como se muestra en la Figura 3.20.

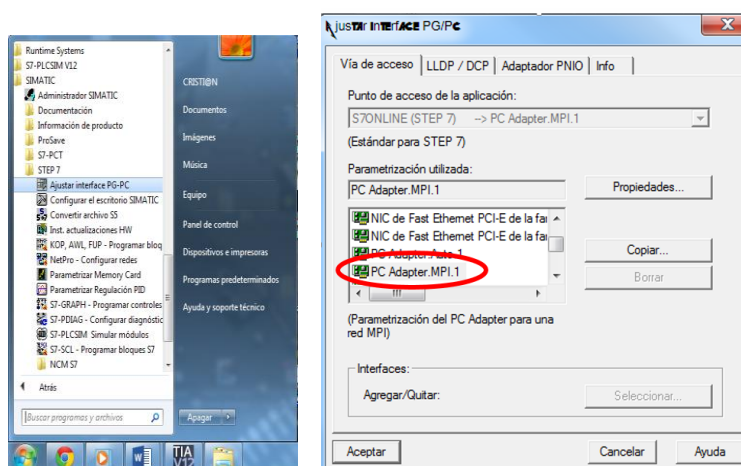


Figura 3.20. Configuración PC/PG, PC adapter.MPI.1

- En la barra de herramientas seleccionar; **Establecer conexión online** y se presenta una nueva ventana, seleccionar en **Tipo de interface PG/PC**: detección automática, en **Interfaz: PC Adapter**. Y dar clic en **Conectar**, como se muestra en la Figura 3.21. Realizar este proceso en cada una de las estaciones por medio del interface MPI, y cargar la configuración mediante el software TIA PORTAL V12.

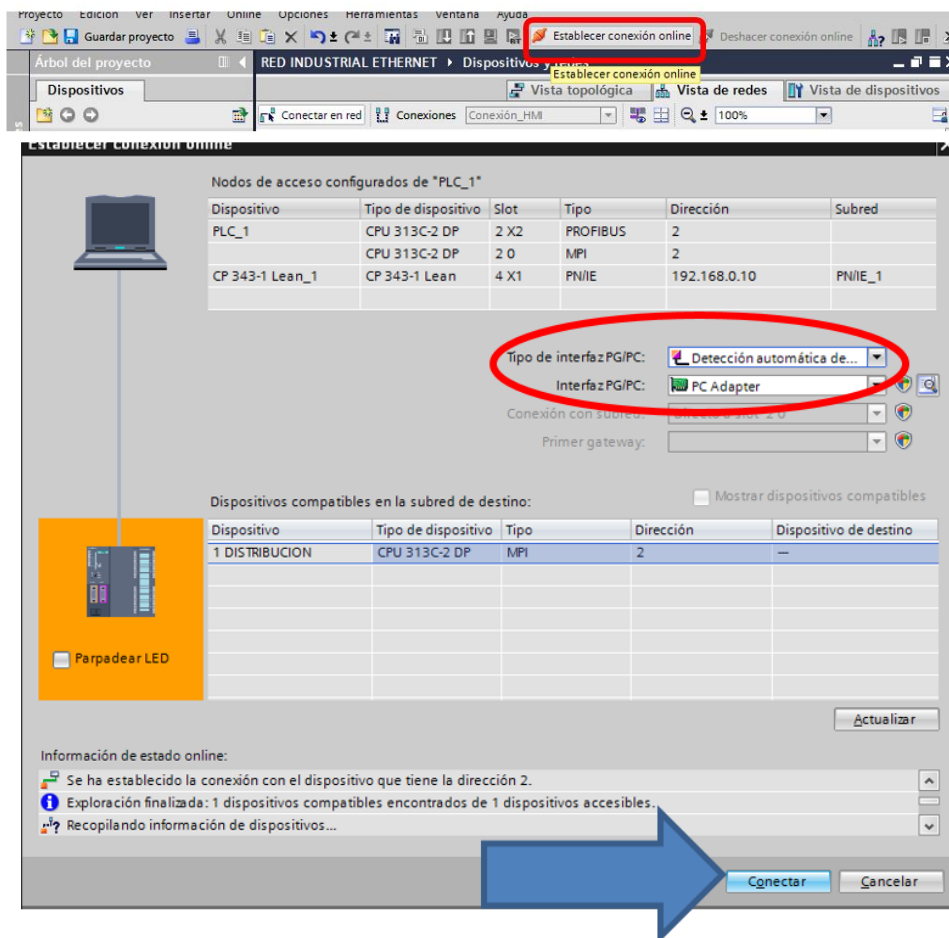


Figura 3.21. Conexión del PLC mediante interfaz MPI.

- El visto verde indica que la conexión y carga de la configuración se ha realizado con éxito, como se muestra en la Figura 3.22.

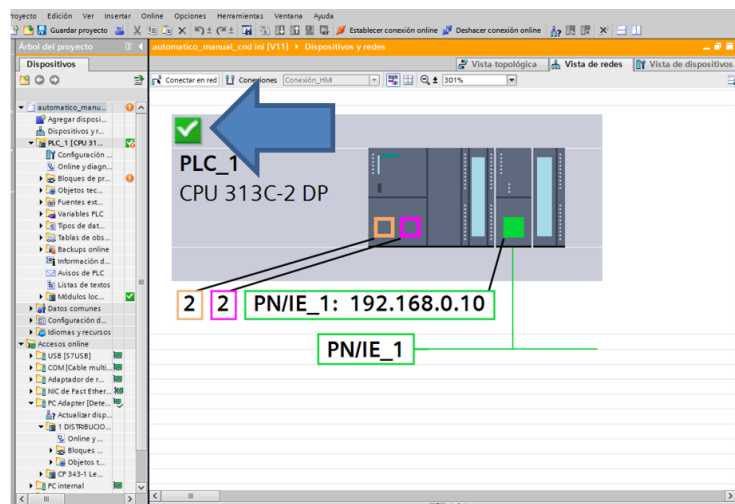


Figura 3.22. Visualización del PLC conectado mediante MPI.

- El proceso presentado en la Figura 3.23, muestra la forma de cargar la configuración del módulo de comunicación CP 343-1 Lean en el PLC. En la pestaña **Árbol de proyecto**, dar clic derecho en **PLC_1**, **Cargar en dispositivo y hardware**.

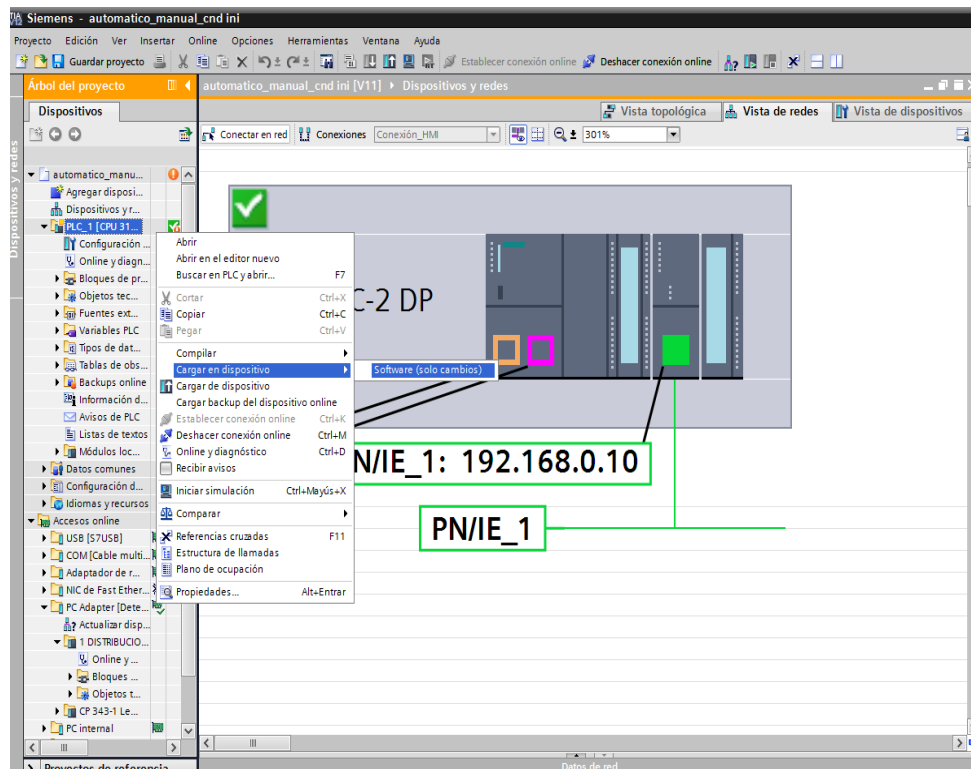


Figura 3.23. Carga de configuración al PLC.

Una vez realizado estos pasos en cada una de las estaciones, quedan cargadas las configuraciones.

c. COMPROBACIÓN DE FUNCIONAMIENTO DE LA CONFIGURACIÓN DEL MÓDULO DE COMUNICACIÓN CP 343-1 LEAN.

- Para comprobar si los módulos se pueden conectar mediante Ethernet, primero se debe configurar la dirección IP de la computadora para que se integre a la red, como se muestra en la Figura 3.24. La dirección IP de la computadora debe ser diferente que las direcciones IP de los módulos de comunicación CPs y diferente de la dirección IP de la pantalla. En este caso la dirección IP definida para la computadora es: 192.168.0.50.

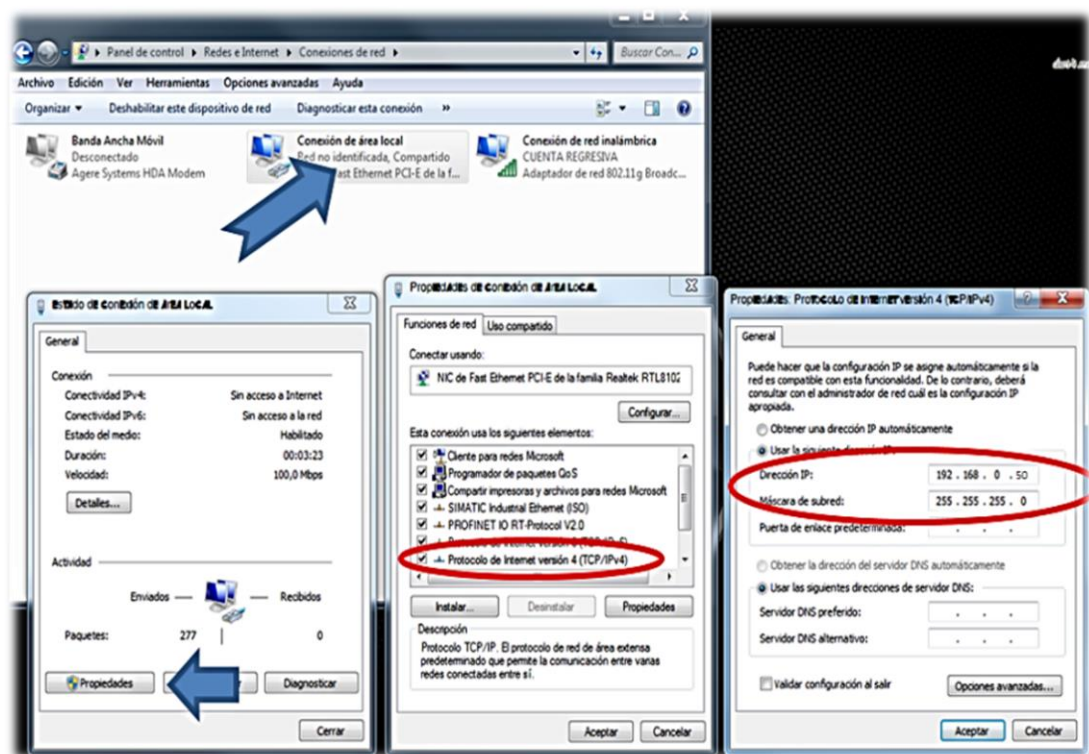


Figura 3.24. Configuración IP de la PC.

- Conectar los módulos de comunicación CPs mediante el cable de red a la computadora como se muestra en la Figura 3.25.

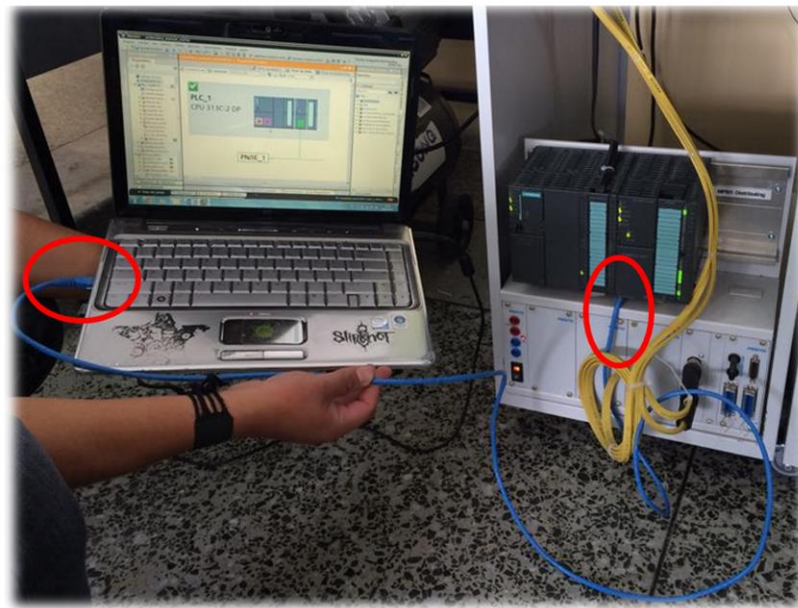


Figura 3.25. Conexión de módulo de comunicación CP 343-1 Lean a la computadora.

- Establecer conexión con la CP343-1 Lean, como se observa en la Figura 3.25, mediante los siguientes parámetros:
 - **Tipo de interfaz PC/PG: PN/IE**
 - **Interfaz PC/PG: NI Fast Ethernet** (Tarjeta de red de la Computadora)
 - Conexión con subred: en este caso es **directo a Slot 4 X1**. Para la conexión en la red se utiliza la subred Ethernet configurada.

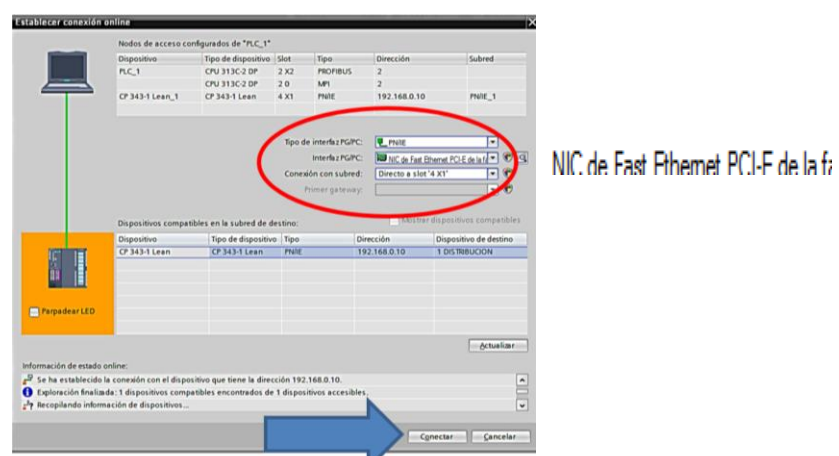


Figura 3.26. Conexión del software al PLC mediante cable de red.

- En la Figura 3.27 se observa la verificación de la conexión, mediante el visto verde que se encuentra al lado superior izquierdo del dispositivo, y muestra que la conexión ha sido exitosa.

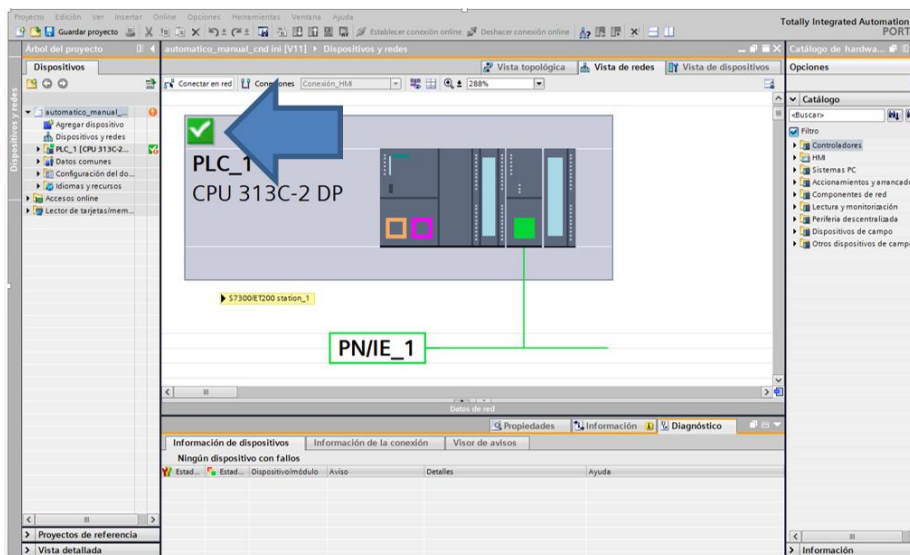


Figura 3.27. Estado de conexión del PLC.

- Para comprobar si la configuración del módulo de comunicación CP esta correcta, en la opción **diagnóstico, Interfaz Ethernet, Dirección Ethernet**, se visualiza los datos configurados en los módulos de comunicación, como se indica la Figura 3.28.

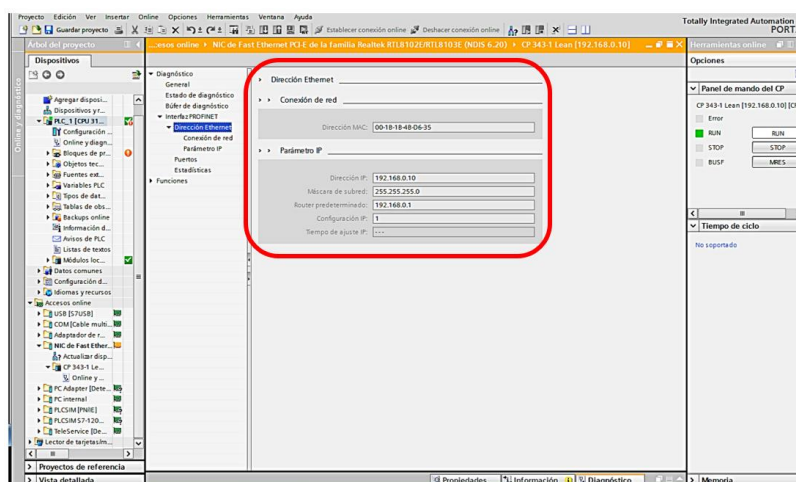


Figura 3.28. Comprobación de datos configurados.

Una vez verificada la correcta configuración, está listo para continuar con la integración de las tres estaciones.

CAPÍTULO IV

4. INTEGRACIÓN DE LA ESTACIÓN DE BUS DE CAMPO.

4.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES.

Para la integración de la estación de bus de campo, hay que tomar en cuenta los diferentes dispositivos que intervendrán en la unificación de las estaciones, mediante redes industriales. En la Tabla 4.1 se detalla los equipos disponibles de las estaciones FESTO, respectivamente.

Tabla 4.1.

Equipos disponibles para la integración de la estación de bus de campo.

EQUIPO	ESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN	ESTACIÓN DE PRUEBAS	ESTACIÓN DE CLASIFICACIÓN
PLC	CP 313C-2DP 6ES7 313-6CF03-0AB0	CP 313C-2DP 6ES7 313-6CG04-0AB0	CP 313C-2DP 6ES7 313-6CG04-0AB0
MÓDULO DE COMUNICACIÓN ETHERNET	CP 343-1 LEAN 6GK7 343-1CX10-0XE0	CP 343-1 LEAN 6GK7 343-1CX10-0XE0	CP 343-1 LEAN 6GK7 343-1CX10-0XE0
MÓDULO DE COMUNICACIÓN AS-I	CP 343-2 6GK7 343-2AH01-0A0	No Dispone	No Dispone
Switch D-Link 10/100 KTP 600 Basic Color	Para la incorporación de las 3 estaciones 6AV66447-0AD11-3AX0		
TARJETA DE RED DEL	Atheros AR8162/8166/8168 PCI-E Fast Ethernet Controller (NDIS 6.20)		

Los módulos de comunicación Ethernet se encuentran conectados a un switch como se muestra en la Figura 4.1, las estaciones disponen de una dirección IP diferente para cada una de las estaciones, lo que permite tener acceso de manera directa con cada uno de ellos.

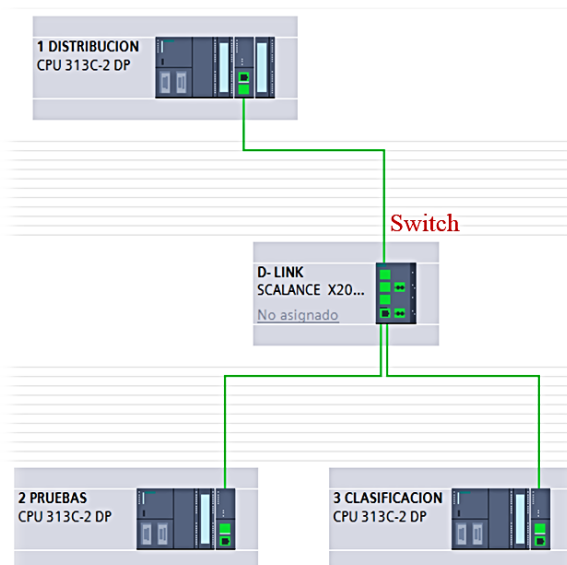


Figura 4.1. Unificación de las tres estaciones mediante switch.

4.2 CREACIÓN DE ENLACES PARA COMUNICACIÓN ENTRE CONTROLADORES.

Los enlaces para la comunicación entre las estaciones se realizan en la pestaña de **Vista de redes**, que observa en la Figura 4.2. Los enlaces permiten el envío y recepción de datos simultáneamente.

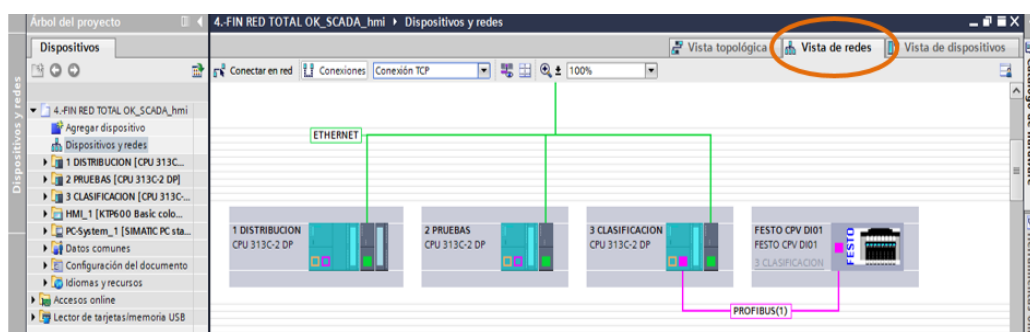


Figura 4.2 Ventana vista de redes

4.2.1 ENLACE TCP1.

Para crear el enlace TCP1, se debe realizar clic en el símbolo **Conexiones**. De esta forma se activa el modo de conexión, y seleccionar **Conexión TCP** de la lista desplegable. En la pestaña **Vista de redes** observa que se resaltan de color los PLCs, esto indica entre qué dispositivos se puede realizar los enlaces. Este primer enlace se

realiza entre la estación de distribución y la estación de pruebas. Para crear el enlace dar clic en el PLC de la estación de **DISTRIBUCIÓN** y arrastrar hasta el PLC de la estación de **PRUEBAS**. Lo descrito anteriormente se muestra en la Figura 4.3.

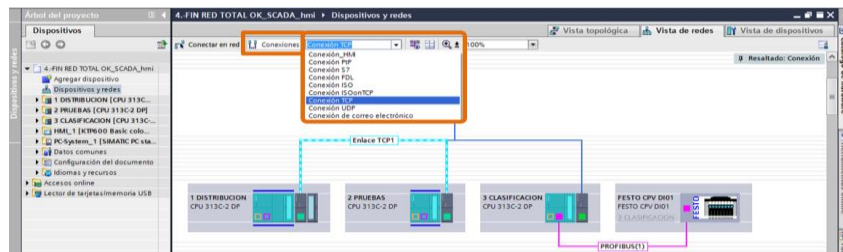


Figura 4.3. Enlace TCP entre estación distribución y pruebas.

4.2.2 ENLACE TCP2.

Para crear el enlace TCP2, las **Conexiones** deben ser de igual manera de tipo TCP. El enlace a crear es entre la estación de distribución y la estación de clasificación, como se muestra en la Figura 4.4.

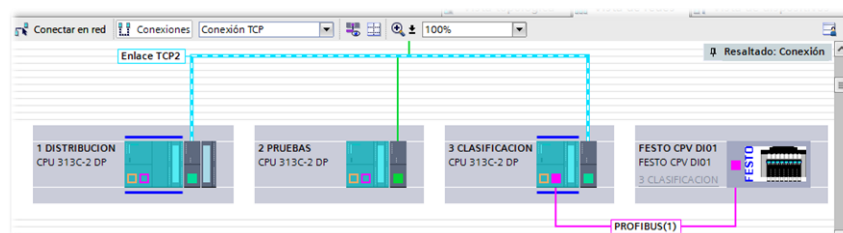


Figura 4.4. Enlace TCP entre estación distribución y clasificación.

4.2.3 ENLACE TCP3.

El último enlace necesario es el TCP3, para crear este enlace deben ser de igual manera de tipo TCP. El enlace TCP3 es entre la estación de pruebas y la estación de clasificación, como se observa en la Figura 4.5.

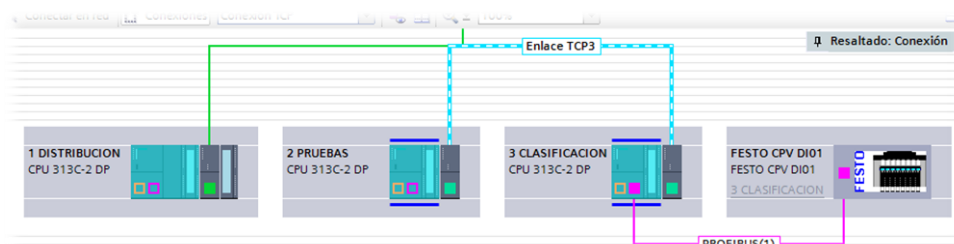


Figura 4.5. Enlace TCP entre estación pruebas y clasificación.

4.3 CONFIGURACIÓN DE LOS ENLACES DE COMUNICACIÓN ENTRE LOS CONTROLADORES.




Las configuraciones para la comunicación entre los PLCs se realizan en la pestaña de propiedades de cada enlace.

Para la asignación de las direcciones de los **Puertos (dec)**, cada PLC dispone un rango de valores comprendidos entre 2000 y 5000. En el presente proyecto se asignado direcciones diferentes en cada PLC, como se describe en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2.

Asignación de los Puertos (dec) para los PLC de cada estación.

Puerto (dec)		
PLC DE LA ESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN	PLC DE LA ESTACIÓN DE PRUEBAS	PLC DE LA ESTACIÓN DE CLASIFICACIÓN

ENLACE TCP 1	2000		2000
ENLACE TCP2			2001  2001
ENLACE TCP3	2001		2000

4.3.1 CONFIGURACIÓN ENLACE TCP 1.

En la Figura 4.6, previa a la configuración se observa las direcciones IP del PLC **Local** e **Interlocutor**, respectivamente; adicionalmente el tipo de interfaz y subred a utilizar. El enlace TCP1 entre la estación de **DISTRIBUCIÓN** y la estación de **PRUEBAS**.

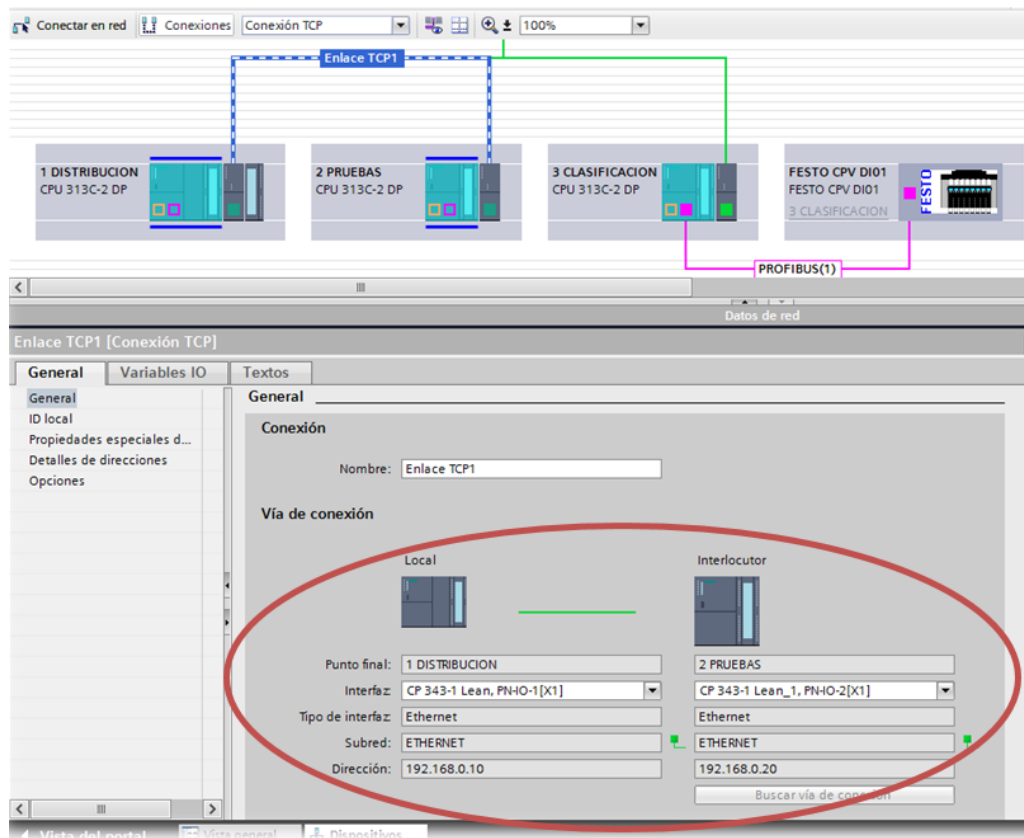


Figura 4.6. Configuración general Enlace TCP1.

En la Figura 4.7, en los **Parámetros del bloque** ingresar el valor de **1** en **ID local**, y de esta manera se observa la generación automática de la palabra **W#16#0080**, que permite enviar los datos al controlador de destino.

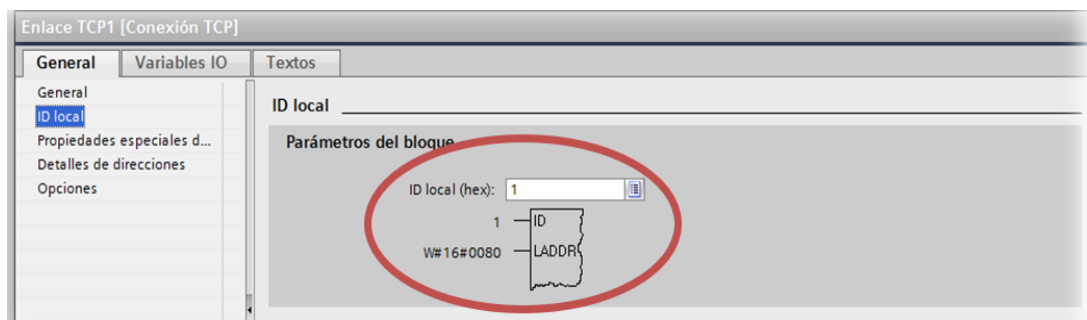


Figura 4.7. Configuración ID Local TCP1.

Las direcciones asignadas a cada **Puerto (dec)** van de acuerdo al PLC **Local** e **Interlocutor**, como se observa en la Figura 4.8.

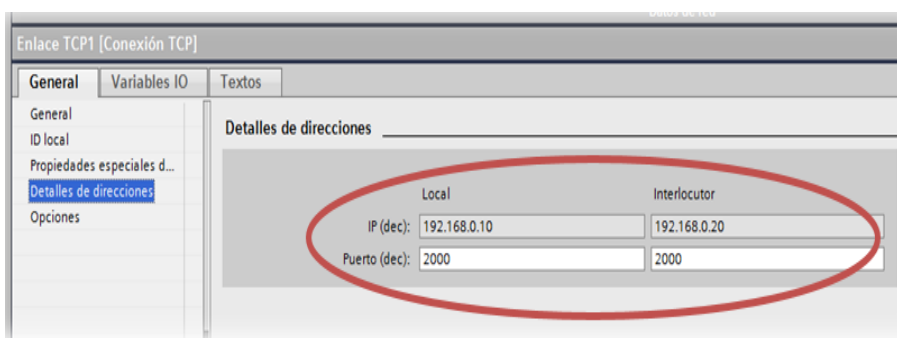


Figura 4.8. Puerto de comunicación enlace TCP1.

4.3.2 CONFIGURACIÓN ENLACE TCP 2.

Para la configuración del enlace TCP2 es entre la estación de **DISTRIBUCIÓN** y la estación de **CLASIFICACIÓN**. En la Figura 4.9 se observa las direcciones IP asignadas en los PLCs respectivamente.

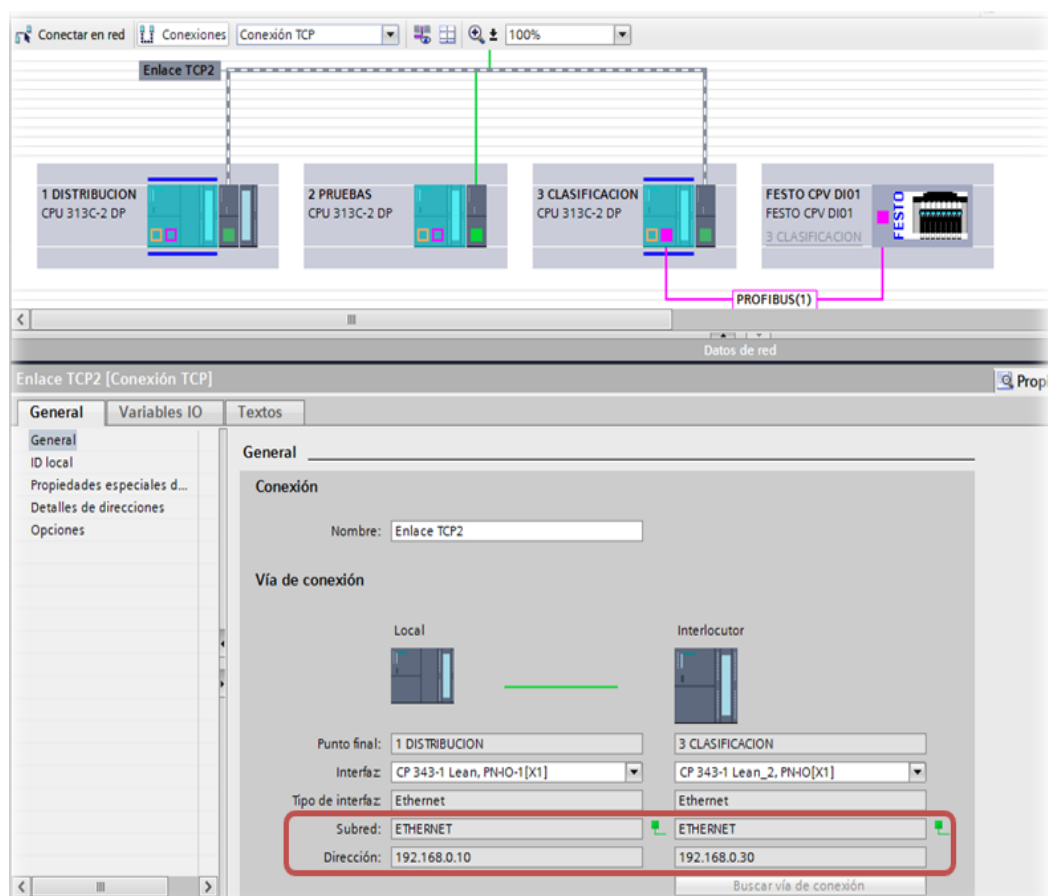


Figura 4.9. Configuración general Enlace TCP2.

La configuración de la **ID local** en este caso se asigna con el número **2** como se indica en la Figura 4.10, y de la palabra **W#16#0080** se genera automáticamente.

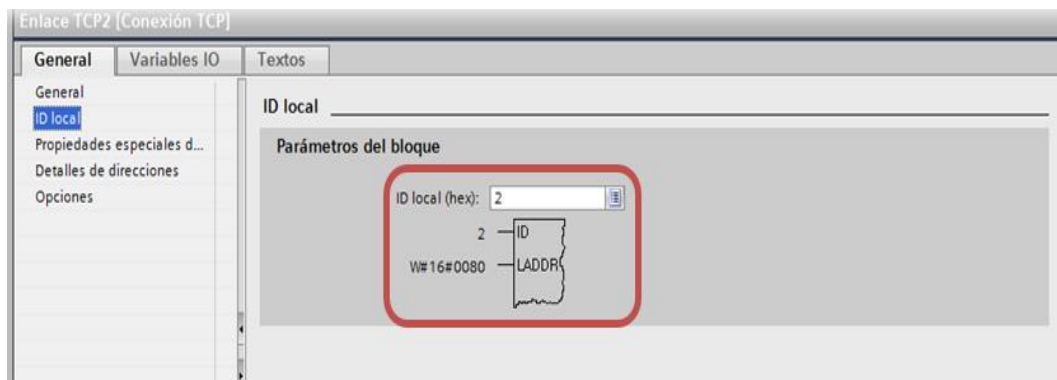


Figura 4.10. Configuración ID Local TCP2.

La configuración del **Puerto (dec)** se asigna, al identificar al PLC **Local** e **Interlocutor** del enlace TCP2, como se indica en la Figura 4.11.

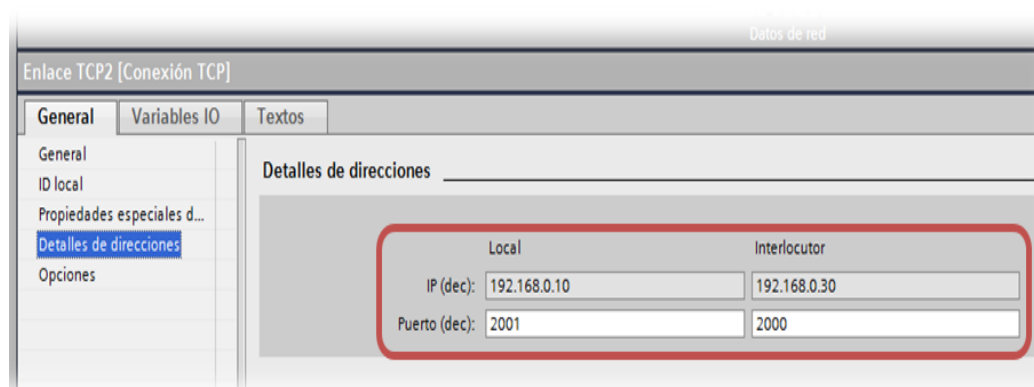


Figura 4.11. Puerto de comunicación enlace TCP2.

4.3.3 CONFIGURACIÓN ENLACE TCP 3.

La última configuración general es el enlace TCP3 entre la estación de **PRUEBAS** y la estación de **CLASIFICACIÓN**. En la Figura 4.12 se observa las principales características como: **Subred** y las direcciones IP.

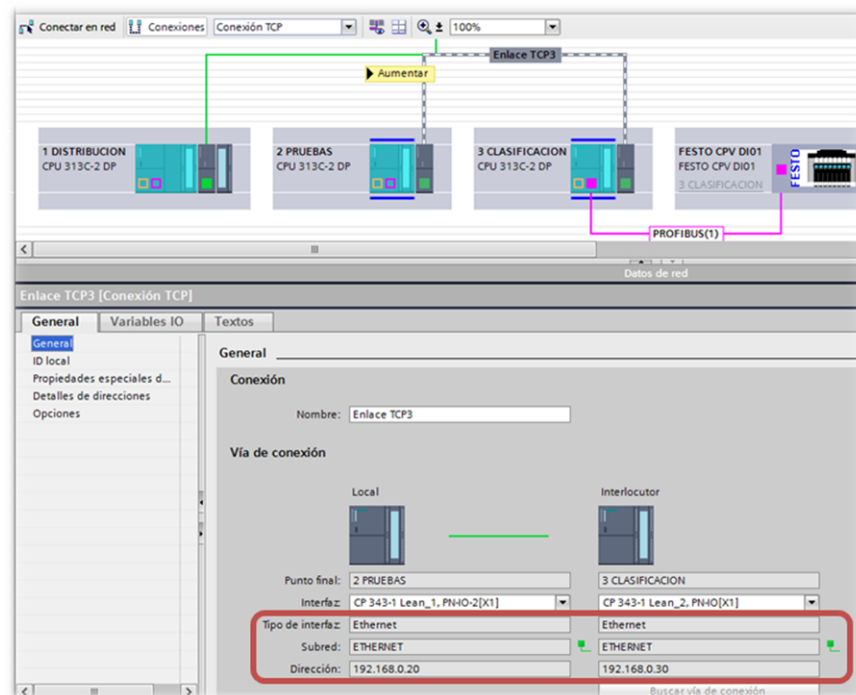


Figura 4.12. Configuración general Enlace TCP3.

En la configuración el **ID local** del enlace se asigna con el numeración **2** y la palabra **W#16#0100** se genera automáticamente, como se indica en la Figura 4.13

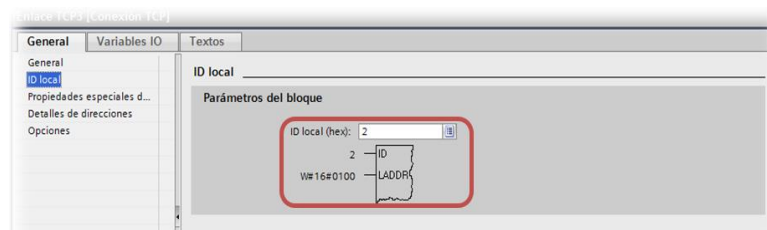


Figura 4.13. Configuración ID Local TCP3.

La asignación de la dirección del **Puerto (dec)** va de acuerdo al PLC **Local** e **Interlocutor** del enlace TCP3, como indica en la Figura 4.14.

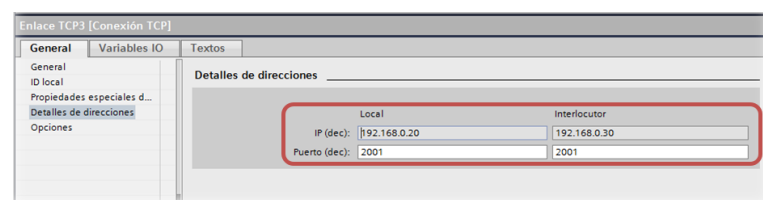


Figura 4.14. Puerto de comunicación enlace TCP3.

4.4 DIAGRAMAS DE FLUJO DE LA ESTACIÓN DE BUS DE CAMPO.

4.4.1 ESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN.

El diagrama de flujo diseñado para el control de la estación de distribución, indica las diferentes partes del proceso, y el envío y recepción de datos, tal como se observa en la Figura 4.15.

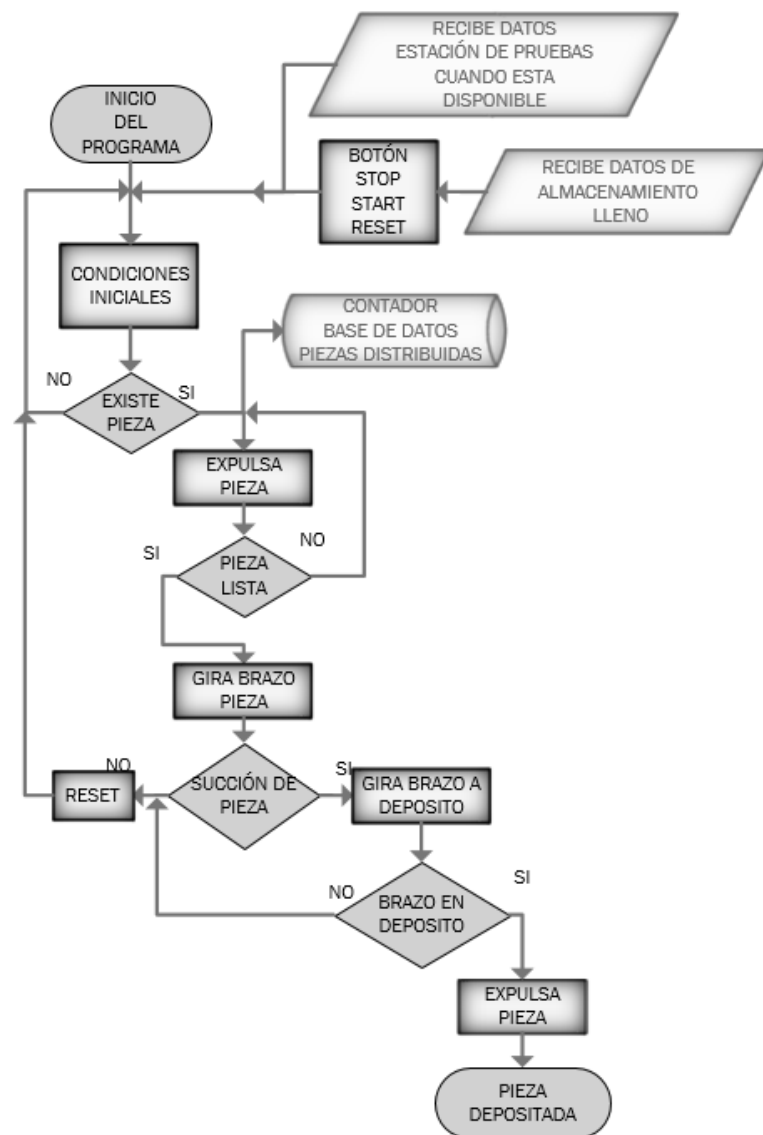


Figura 4.15.Diagrama de flujo estación de distribución.

En el Anexo F, se detalla el ladder de programación de la estación de distribución.

4.4.2 ESTACIÓN DE PRUEBAS.

El diagrama de flujo para el control de la estación de pruebas, indica el proceso global de la estación y sus diferentes procesos, así mismo el envío y recepción de datos, como se detalla en la Figura 4.16.

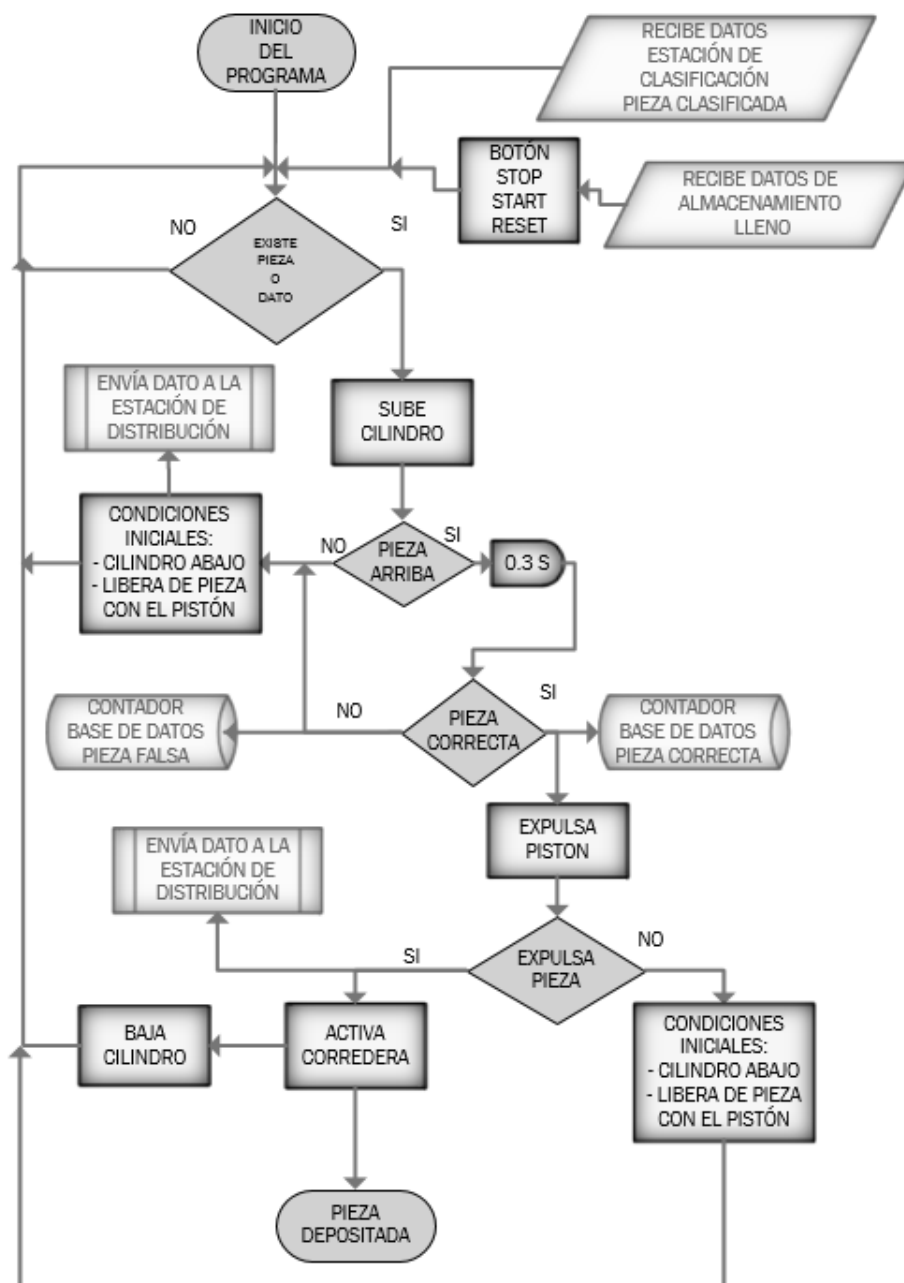


Figura 4.16. Diagrama de flujo estación de pruebas.

En el Anexo F, se muestra el ladder de programación de la estación de pruebas.

4.4.3 ESTACIÓN DE CLASIFICACIÓN.

El diagrama de flujo diseñado para el control de la estación de clasificación, indica el proceso global de la estación, y con sus diferentes procesos como el envío y recepción de datos, en la Figura 4.17 se observa detalladamente el proceso de control de la estación de clasificación.

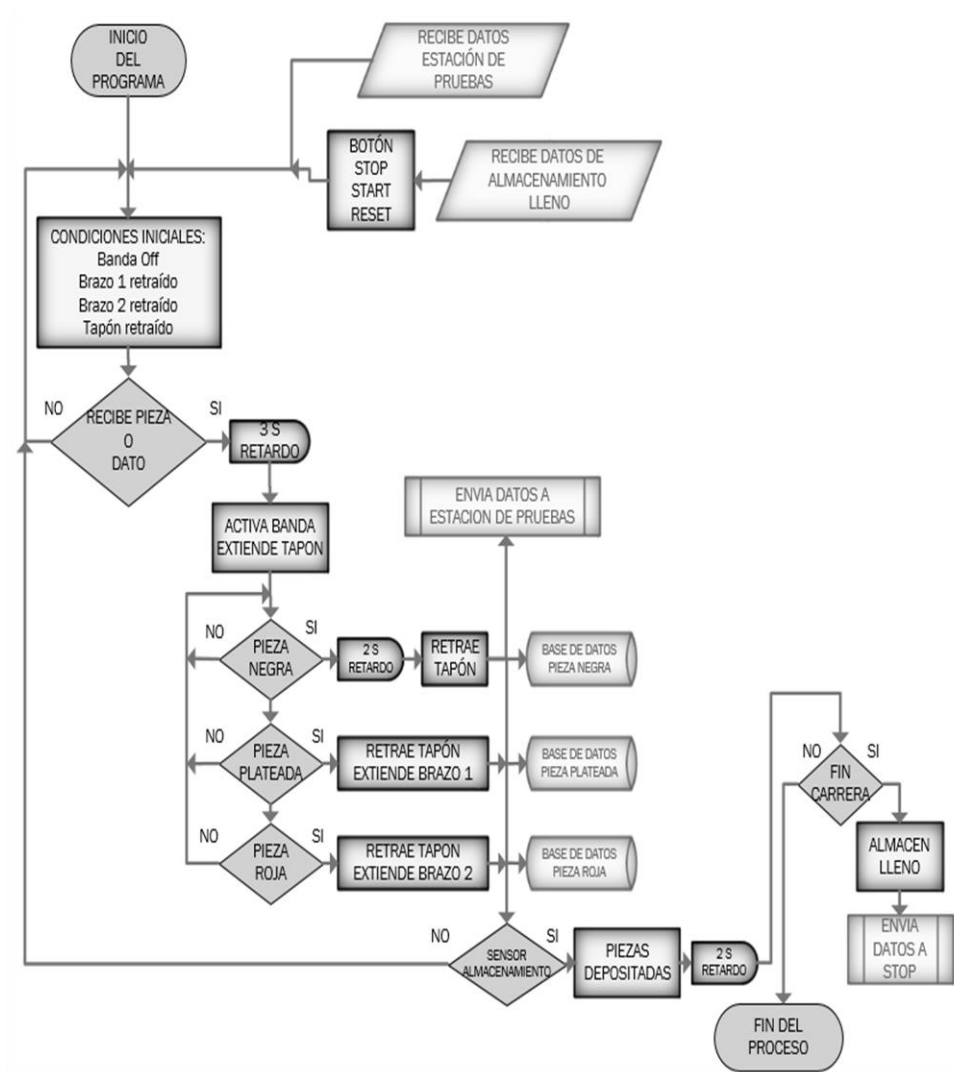


Figura 4.17. Diagrama de flujo estación de clasificación.

En el Anexo F, se detalla el ladder de programación de la estación de clasificación.

4.5 INTEGRACIÓN DEL SISTEMA DE BUS DE CAMPO.

Para completar la integración de la estación de bus de campo FESTO, se utiliza los bloques de comunicación **AG_SEND** y **AG_RECV**, disponibles en el software de programación de los PLCs.

Las variables utilizadas para envío y recepción de datos se detallan a continuación en la Figura 4.18. Posteriormente, en la Tabla 4.2 se indica el envío y recepción de datos mediante los diferentes enlaces TCP, configurados previamente.

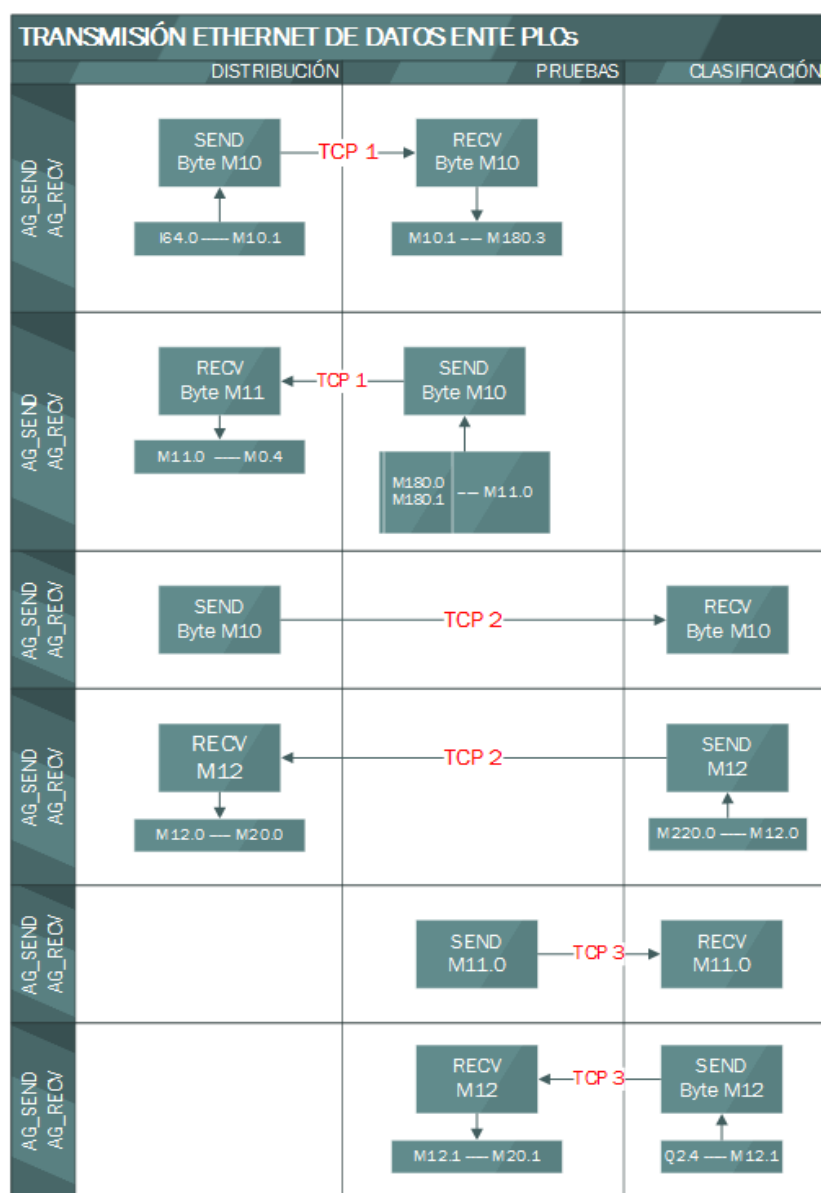


Figura 4.18. Variables para el envío y recepción de datos.

Tabla 4.3.

Envío y recepción de datos mediante los enlaces de comunicación.

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

CAPÍTULO V

5. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL HMI (Interfaz hombre-máquina) y SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos).

5.1 CARACTERÍSTICAS DEL HMI

El HMI es una parte fundamental para la supervisión y control de los procesos de: distribución, pruebas y clasificación en la estación de bus campo FESTO, las características principales que dispondrá el sistema HMI será:

- Permite la comunicación con los dispositivos de campo.
- Visualización de las variables mediante pantallas con objetos animados.
- Visualización en una pantalla del proceso general del bus de campo.
- Visualización en sub-pantallas de cada uno de los procesos: distribución, pruebas y clasificación.
- Permite que el operador pueda enviar señales al proceso, mediante botones, controles encendido y apagado.
- Visualización de conteo de piezas para el análisis estadístico.
- Ingreso al sistema mediante identificación de usuario y contraseña.

Para implementar el sistema HMI se necesita de los siguientes elementos: Panel operador, soporte articulado para el panel.

5.1.1 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE UN PANEL OPERADOR

Las características que debe tener el panel operador son:

- Tiene que ser multicolor, para una mejor visualización.
- Debe disponer alta resolución, para presentar gráficos del proceso.
- Debe tener incorporado el protocolo de comunicación Ethernet.
- El tamaño debe ser no invasivo en el proceso a controlar.

En el presente proyecto se utiliza una pantalla básica KTP600 PN de los fabricantes SIEMENS, mostrada en la Figura 5.1.



Figura 5.1. Panel KTP 600 PN.

5.1.2 ESPECIFICACIONES DEL PANEL KTP 600 PN.

a. PARTES DEL PANEL KTP 600 PN

El panel de operador consta de partes específicas de cuidado para su instalación, como se observa en la Figura 5.2, con la respectiva descripción en la Tabla 5.1.

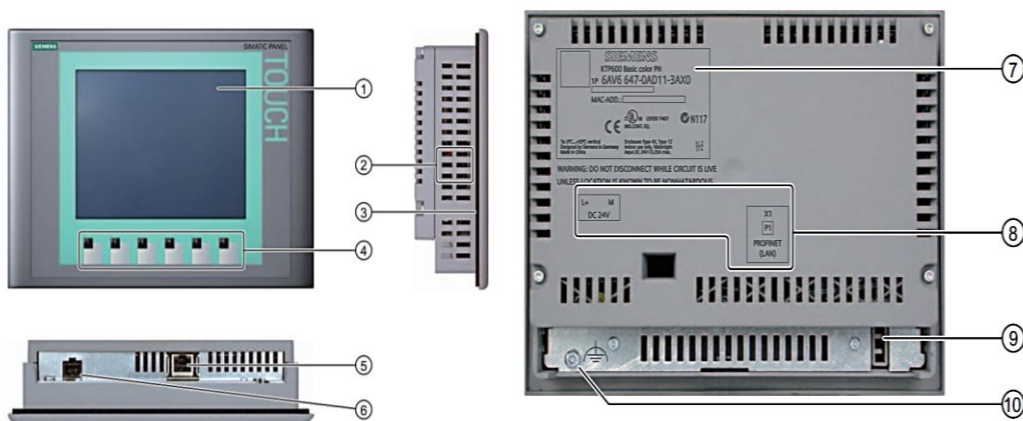


Figura 5.2. Partes KTP600 PN.

Fuente: (SIEMENS, SIMATIC HMI, 2009)

Tabla 5.1.**Partes pantalla táctil KTP 600 PN.**

Numero	DESCRIPCIÓN
1	Pantalla táctil
2	Mordazas para la fijación
3	Junta de montaje
4	Teclas de función
5	Interfaz Profinet
6	Conexión a la fuente de alimentación
7	Características del panel de operador
8	Nominación de los puertos
9	Guía de tiras roturables
10	Conexión a tierra

b. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS KTP 600 PN

Hay que tomar en cuenta las características técnicas que dispone el equipo, para no cometer error en su instalación.

- **CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PANEL KTP600 PN:**
 - Pantalla táctil de 256 colores.
 - Dimensión de 5,7”.
 - Tiene 6 teclas de función.
 - Dispone de un Interfaz PROFINET/ Ethernet Industrial.
 - La configuración se puede realizar con WinCC y TIA Portal.
- **ALIMENTACIÓN.**

Para el uso del panel operador se trabajar con una tensión nominal de 24 Vcc y con una tolerancia que comprende entre -20% al 20%.

- **CONDICIONES DE OPERACIÓN.**

Las condiciones del panel operador se detalla en la Tabla 5.2.

Tabla 5.2.**Condiciones de almacenamiento KTP600 Pn.**

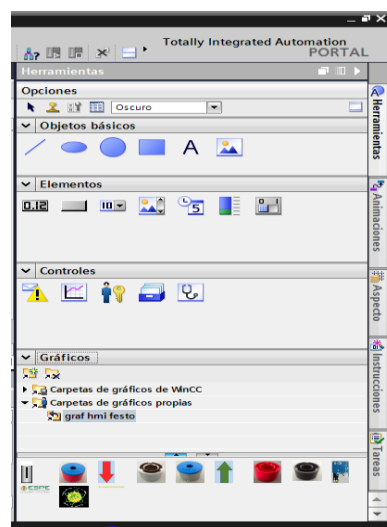
Condición	Rango admisible
Caída libre	Menor a 1 m
Temperatura	Entre -20 a 60 grados centígrados
Presión atmosférica	En un rango de -1000 m a 3500 m
Humedad ambiental	10% a 90% , sin condensación

Fuente: (SIEMENS, SIMATIC HMI, 2009)

5.1.3 SOFTWARE PARA REALIZAR HMI Y SISTEMAS SCADA

Antes de empezar con el diseño del HMI y el SCADA, se debe tener conocimiento de la utilización del software, principalmente en la implementación de objetos.

Los objetos son elementos gráficos, que permiten diseñar las imágenes del proyecto; La ventana **Herramientas** contiene todos los objetos disponibles para el panel de operador. La ventana muestra diferentes opciones como se visualiza en la Figura 5.4.

**Figura 5.3. Ventana de Herramientas**

Donde:

- **Objetos básicos.-** Los objetos básicos son: "Línea", "Elipse", "Círculo", "Rectángulo", "Campo de texto" o "Visor de gráficos", como se muestra en la Figura 5.4.







Símbolo	Objeto	Indicaciones
	"Línea"	-
	"Elipse"	-
	"Círculo"	-
	"Rectángulo"	-
	"Campo de texto"	Muestra un texto de una línea o varias. La fuente y la representación pueden configurarse.
	"Visor de gráficos"	Muestra gráficos de programas gráficos externos e inserta objetos OLE. Pueden emplearse los formatos gráficos siguientes: ".emf", ".wmf", ".dib", ".bmp", ".jpg", ".jpeg", ".gif" y ".tiff".

Figura 5.4. Objetos básicos.

(SIEMENS, Sistema de información, 2012)

- **Elementos.-** A los elementos pertenecen los elementos de manejo básico, p. ej., "Campo E/S", "Botón" o "Indicador gauge", como se indica en la Figura 5.5.








Símbolo	Objeto	Indicaciones
	"Campo E/S"	Devuelve los valores de una variable y/o escribe valores en una variable. Es posible determinar límites para los valores de variables representados en el campo E/S. Para una entrada invisible del operador en runtime, configure "Entrada oculta".
	"Botón"	Ejecuta una lista de funciones o un script, en función de la configuración.
	"Campo E/S simbólico"	Devuelve los valores de una variable y/o escribe valores en una variable. En función del valor de la variable se mostrará un texto de una lista de textos.
	"Campo E/S gráfico"	Devuelve los valores de una variable y/o escribe valores en una variable. En función del valor de la variable se mostrará un gráfico de una lista de gráficos.
	"Campo de fecha y hora"	Devuelve la fecha y hora de la hora del sistema o de una variable. Permite al operador introducir valores nuevos. El formato de visualización puede configurarse.
	"Barra"	Representa un valor del controlador en forma de columna provista de una escala.
	"Interruptor"	Cambia entre dos estados definidos. Un interruptor puede rotularse con texto o con un gráfico.

Figura 5.5. Elementos

(SIEMENS, Sistema de información, 2012)

- **Controles.-** Los controles tienen una funcionalidad ampliada. También representan procesos, como visor de curvas y visor de recetas, como se muestra en la Figura 5.6.






Símbolo	Objeto	Descripción
	"Visor de avisos"	Muestra avisos o eventos de aviso pendientes del búfer de avisos o del fichero de avisos.
	"Visor de curvas"	Representa varias curvas con la evolución de los valores del controlador o de un fichero.
	"Visor de usuarios"	Permite a un administrador gestionar los usuarios del panel de operador. Permite a un operador sin derechos de administrador cambiar su contraseña.
	"Visor de recetas"	Muestra registros y permite editarlos.
	"Visor de diagnóstico del sistema"	Ofrece una vista general de todos los dispositivos aptos para diagnóstico. Indica los fallos en la instalación.

Figura 5.6. Controles

(SIEMENS, Sistema de informacion, 2012)

- **Gráficos.-** Los gráficos están divididos temáticamente en forma de árbol de directorios. Las diferentes carpetas contienen las siguientes representaciones gráficas, por ejemplo: Áreas de máquinas e instalaciones, Instrumentos de medición, Elementos de manejo, Banderas, Edificios, como se observa en la Figura 5.7.

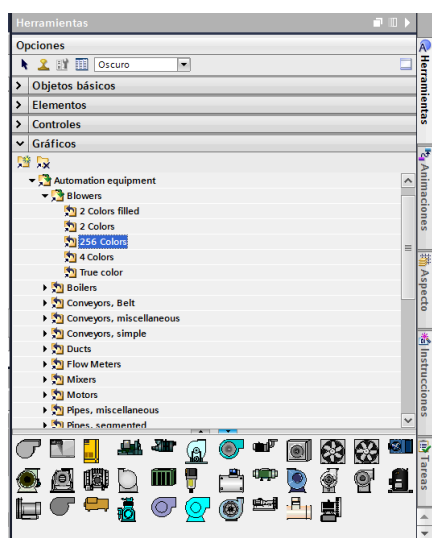


Figura 5.7. Graficos predeterminados

Adicionalmente el usuario puede crear accesos directos a sus propias carpetas de gráficos. Los gráficos externos están en dichas carpetas y sus subcarpetas, que se encuentran en la ventana de herramientas. En esta carpeta se creará los gráficos para la representación de las estaciones, como se indica en la Figura 5.8.

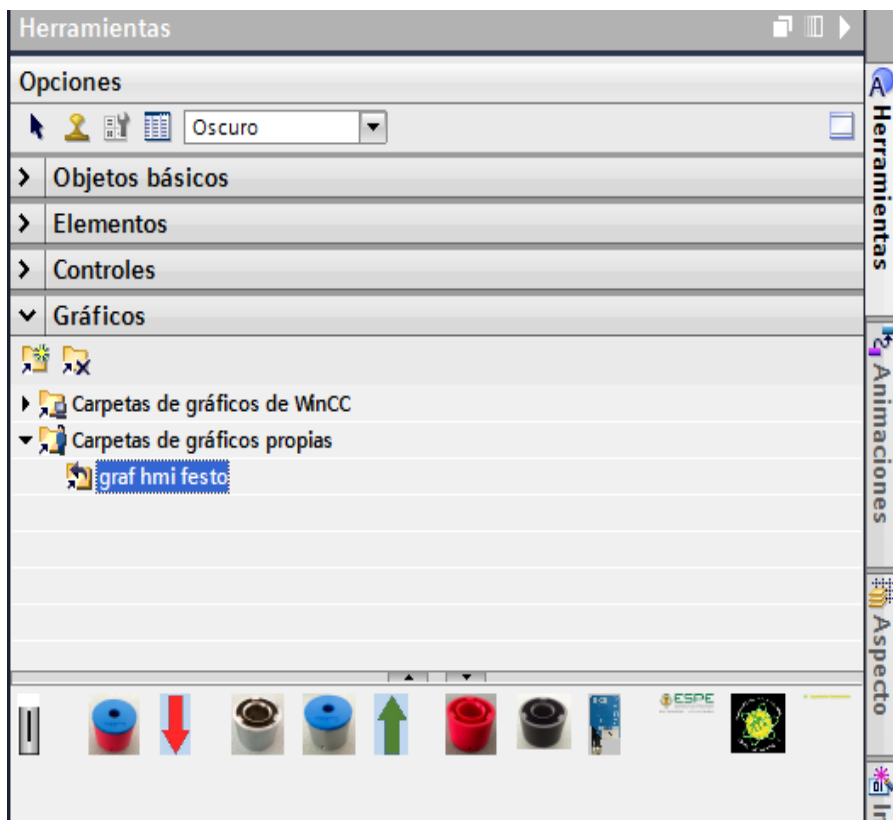


Figura 5.8. Carpeta de gráficos propios.

Para el control y el monitoreo de la estación mediante el HMI y el SCADA se implementa: botones, indicadores, gráficos, textos, etc. A continuación se explica cómo crear y enlazar cada objeto con las variables de los PLCs:

- **Crear Botones.**

Para crear botones en la pantalla del HMI seguir el siguiente procedimiento: En la pestaña **Herramientas**, en **Elementos** seleccionar el icono de **Botón** dar clic y arrastrar hasta el área de trabajo, aquí se puede cambiar el nombre y la apariencia del botón según sea la necesidad. Este proceso se muestra en la Figura 5.9.

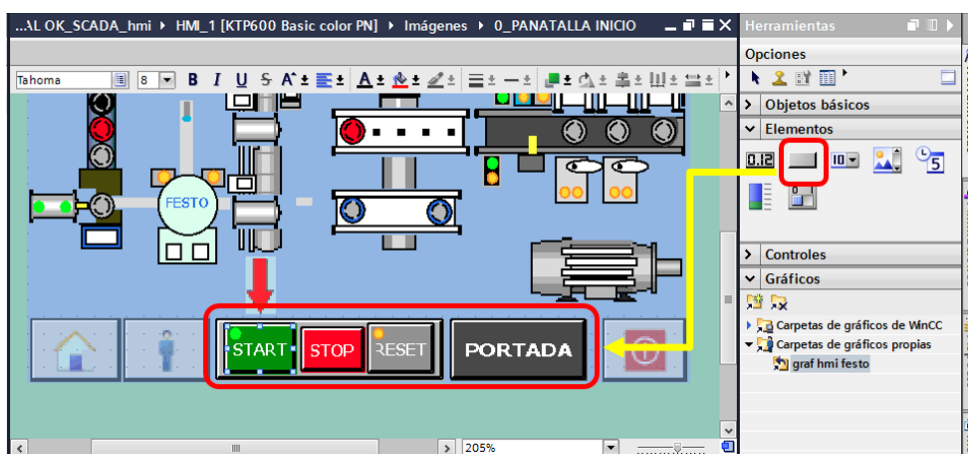


Figura 5.9. Crear botones

Para tener el control por medio de los botones creados, se debe enlazar cada uno de ellos con las variables, para esto seguir los siguientes pasos: en la pestaña **Eventos** seleccionar **Pulsar** o **Soltar** (esto es para saber la acción del botón cuando se pulse o se suelte, realizar lo mismo en las dos opciones), seleccionar **Activar bit** y **Variables (Entrada/salida)** y a continuación se presenta un área de selección, en esta dar clic y se abre la ventana de variables, en esta ventana se tiene todas las variables de los PLCs, seleccionar **Variables PLC** y escoger la variable con la cual se desea enlazar el botón. Este proceso se observa en la Figura 5.10.

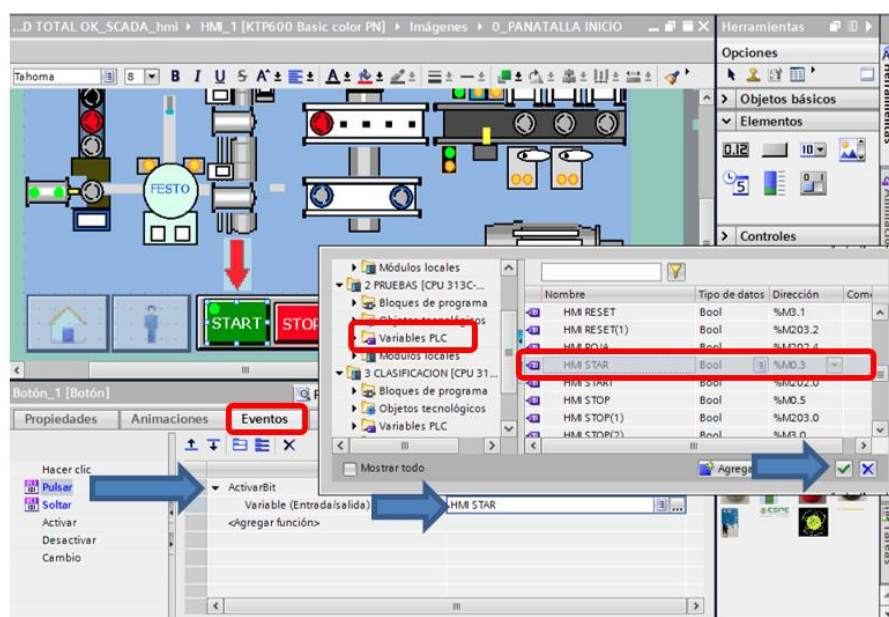


Figura 5.10. Enlace de botones con las variables del PLC

- **Crear indicadores.**

Para crear indicadores en la pantalla del HMI seguir los siguientes pasos: En la pantalla **Herramientas**, en **Objetos básicos** seleccionar el icono de **Círculo** (o de la forma que se desee tener el indicador), dando clic arrastrar hasta el área de trabajo, aquí se puede cambiar la apariencia del indicador según sea la necesidad. Este proceso se muestra en la Figura 5.11.

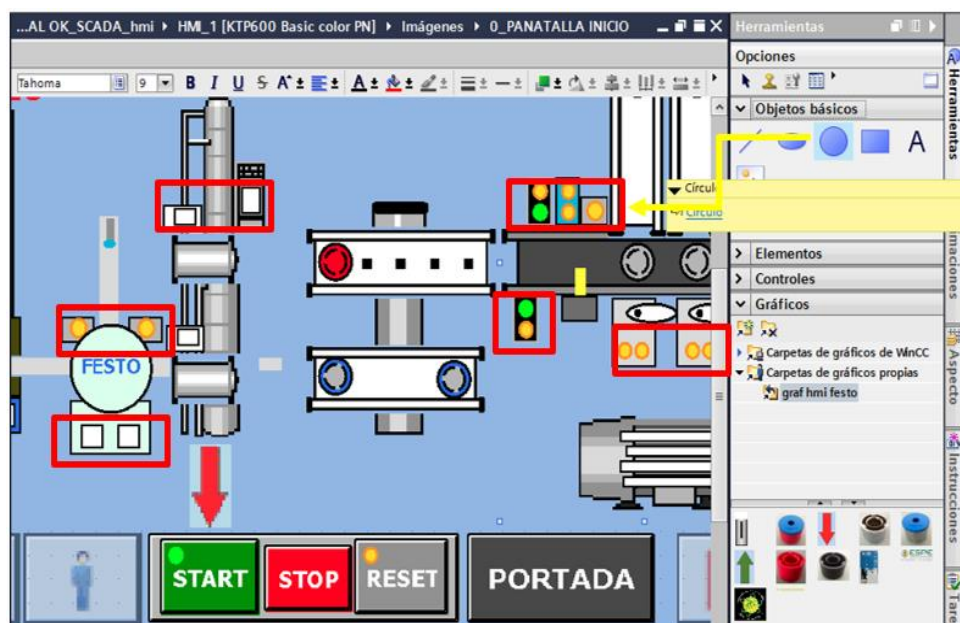


Figura 5.11. Creacion de indicadores

Para visualizar el estado de las variables de los PLCs, se debe enlazar cada uno de ellos con las variables, para esto seguir los siguientes pasos: en la pestaña **Animaciones** seleccionar **Agregar animación** y **Apariencia**, a continuación se presenta un área de selección de variables, en esta dar clic y se abre la ventana de variables, en esta ventana se tiene todas las variables de los PLCs, seleccionar **Variables PLC** y escoger la variable con la cual se desea enlazar el indicador, en **Tipo** seleccionar **Rango** y se despliega una sub ventana en la parte inferior, en esta ingresar **1** y escoger un color para indicar que la variable esta activada y **0** para cuando la variable este desactivada. Este proceso se visualiza en la Figura 5.12.

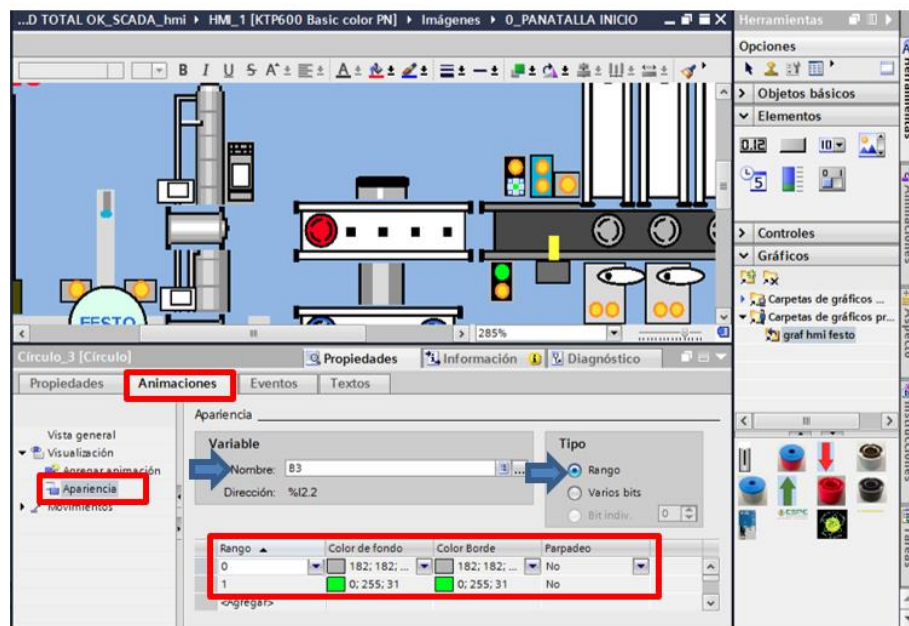


Figura 5.12. Enlace de indicador con la variable del PLC

- Crear Textos y etiquetas.

Para crear textos y etiquetas en la pantalla del HMI seguir los siguientes pasos: En la pantalla **Herramientas**, en **Objetos básicos** seleccionar el icono **Campo texto** (A) dando clic y arrastrar hasta el área de trabajo, aquí se puede cambiar la fuente y escribir según sea la necesidad. Este proceso se observa en la Figura 5.13.

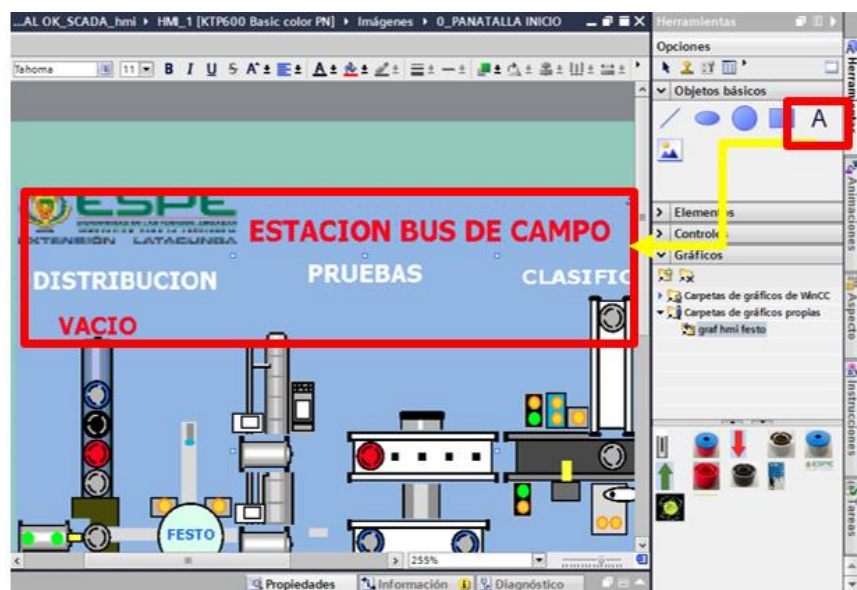


Figura 5.13. Creación de texto y etiquetado.

- **Crear gráficos**

Para crear gráficos en la pantalla del HMI seguir los siguientes pasos: En la pantalla **Herramientas**, en **gráficos** seleccionar cualquier grafico deseado, dar clic y arrastrar hasta el área de trabajo. Este proceso se muestra en la Figura 5.14.

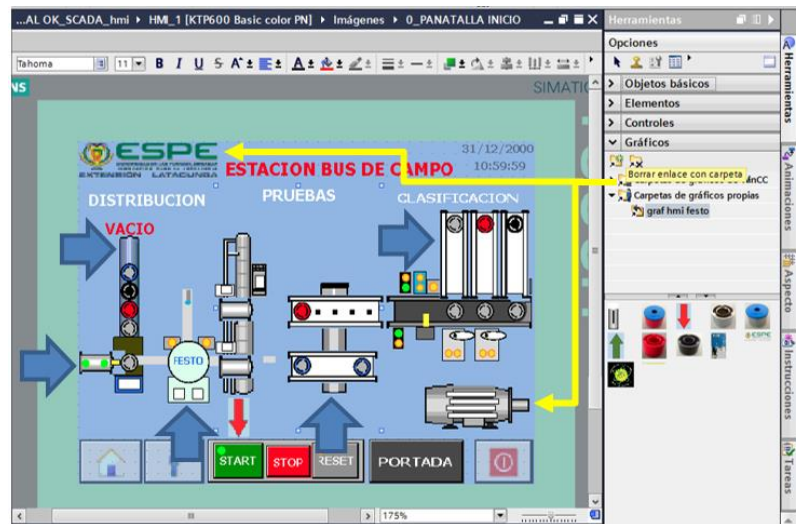


Figura 5.14. Creación de garficos.

- **Crear Campo E/S**

Para crear campos E/S en la pantalla del HMI seguir los siguientes pasos: En la pantalla **Herramientas**, en **Elementos** seleccionar el icono de **Campo E/S** dando clic y arrastrar hasta el área de trabajo, aquí se puede cambiar la apariencia del campo según sea la necesidad. Este proceso se observa en la Figura 5.15.



Figura 5.15. Crear Campos E/S

Para visualizar valores en los campos E/S, se debe enlazar cada uno de ellos con las variables del proceso, en este caso de contadores, para esto seguir los siguientes pasos: en la pestaña **Animaciones** seleccionar **Conexión de variable**, **Agregar animación**, **Valor de procesos** y se presenta la ventana de **Conexión de variable** aquí de igual manera que en los botones e indicadores seleccionar la variable del contador, que se desee mostrar los valores. Este proceso se muestra en la Figura 5.16.

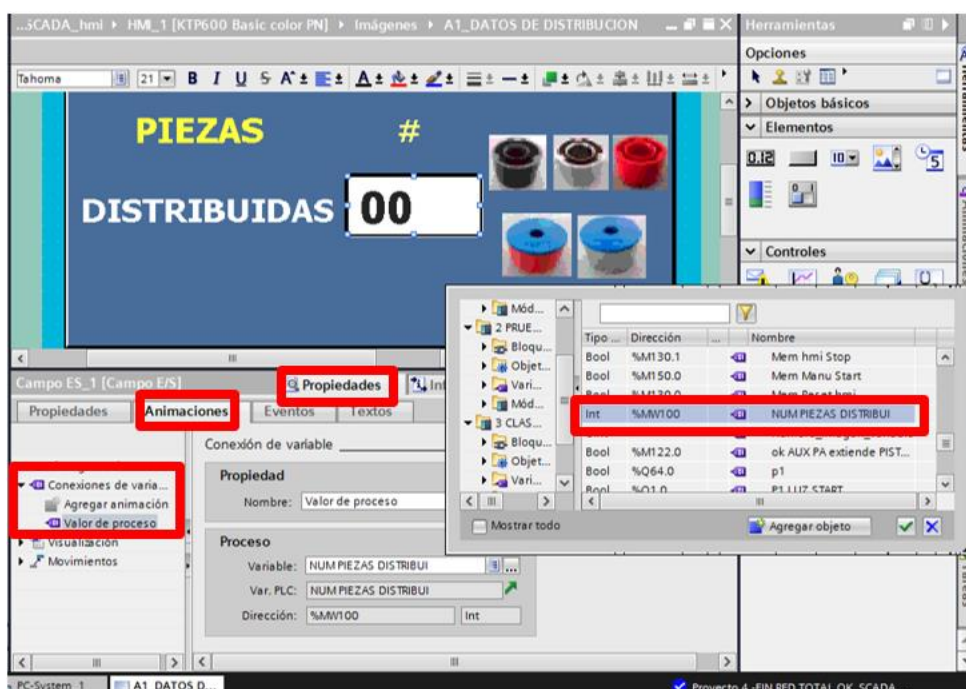


Figura 5.16. Enlace de Campo E/S con las variables de los contadores.

5.2 IMPLEMENTACIÓN DEL HMI.

Para implementar el HMI en la estación de bus de campo FESTO, se realiza el montaje y la configuración, descritos a continuación:

5.2.1 MONTAJE DE LA PANTALLA KTP 600 PN.

El montaje de la pantalla KTP 600 PN se realiza mediante un soporte que resulte no invasivo para los demás dispositivos de la estación, el cual dispone del espacio necesario para el cableado y con ranuras para la ventilación, lo que evita problemas con la temperatura ambiental, como se indica en la Figura 5.17.

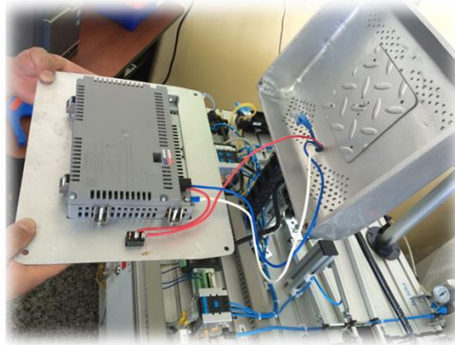


Figura 5.17. Montaje del soporte de la pantalla

Con la colocación del soporte para la pantalla, se facilita el control y visualización de la estación de bus de campo, con una mejor manejabilidad de la pantalla, como se indica en la Figura 5.18.

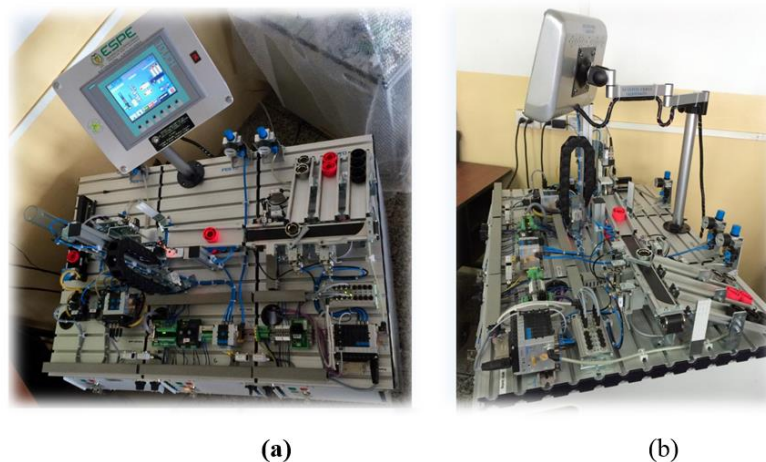


Figura 5.18. (a) Parte frontal del soporte, (b) Parte posterior del soporte de la KTP 600 PN

5.2.2 SELECCIÓN DEL PANEL OPERADOR EN SOFTWARE TIA PORTAL

En el mismo proyecto generado en el capítulo IV, donde se configuró la red Ethernet, se agrega un panel operador para el control de la estación de bus de campo. En la Figura 5.19 se muestra la selección en el software TIA Portal; para ello, en la **Árbol del proyecto**, dar doble clic en la opción **Agregar dispositivo** y se presenta una nueva ventana para **agregar dispositivo**, en ésta seleccionar la opción **HMI, SIMATIC Basic Panel, 6" Display**, y dentro de este grupo seleccionar la serie **KTP600 Basic color PN**, y finalmente dar clic en **Aceptar**.

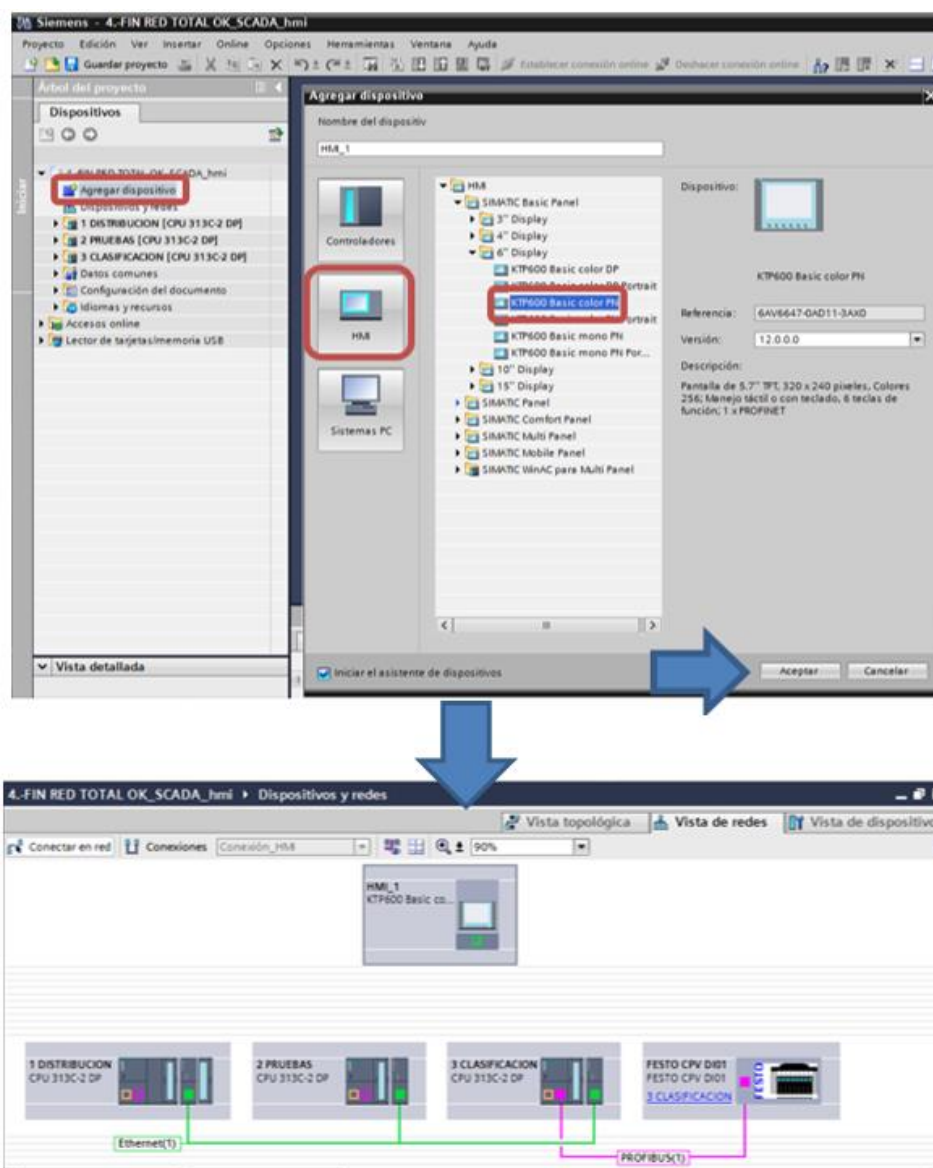


Figura 5.19. Selección Panel operador en el software.

5.2.3 CONFIGURACIÓN DEL PANEL OPERADOR

Para la configuración del panel operador, ubicarse en la pestaña **Vista de redes**, se observa que el panel no posee de una conexión con los demás dispositivos. Para realizar esta conexión se realiza la siguiente configuración:

- En la Figura 5.20 se muestra los pasos de configuración siguientes: Seleccionar el panel **HMI_1** y se despliega la ventana **Propiedades**, seleccionar la opción de **Interfaz PROFINET** y seleccionar **Direcciones Ethernet**, en la parte de **Subred** seleccionar la opción **Ethernet** para que el panel quede integrado a la misma

subred de los módulos de comunicación. En la parte del **Protocolo IP** se le asigna la dirección IP de 192.168.0.40 la cual el último número es diferente de las demás estaciones para evitar conflictos, por defecto la **Másc. subred** es 255.255.255.0, y en **Dirección del router**: 192.168.0.1.

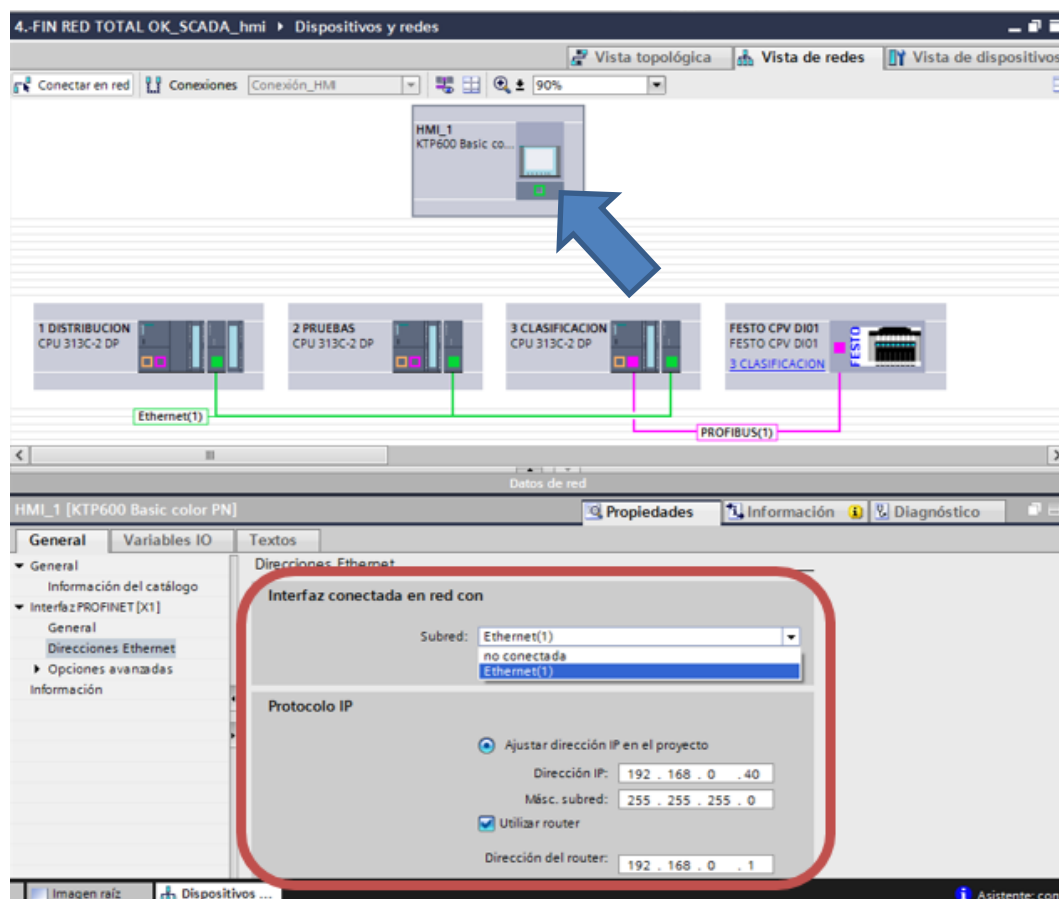


Figura 5.20. Configuración de comunicación del Panel operador.

Posterior a la configuración inicial el panel operador, se necesita enlaces adicionales con cada PLC, para completar la comunicación con los dispositivos. Para crear estos enlaces seguir los siguientes pasos:

- Dar clic en el botón de **Conexiones** y en la lista desplegable seleccionar **Conexión HMI**; posteriormente los dispositivos que pueden conectarse, se resaltan de color.
- Para crear el enlace entre el panel operador y los PLCs, seleccionar dando clic en **HMI_1** y arrastrar al PLC de la estación de **DISTRIBUCIÓN** y de esa manera se genera el enlace **Conexión_HMI_DIST** como se observa en la Figura 5.21.

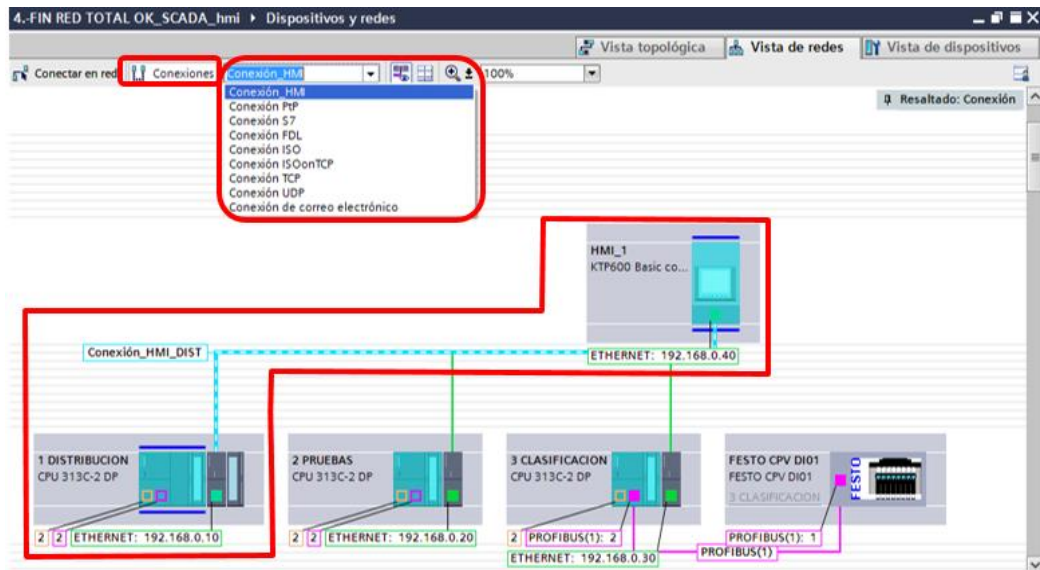


Figura 5.21. Configuración de enlaces del Panel operador.

Para crear los enlaces para la estación de pruebas y la estación de distribución, se realiza el mismo procedimiento anterior, y de esta manera se completa la comunicación del panel con los PLCs y el HMI queda integrado a la red.

5.2.4 DISEÑO DEL HMI.

Para el diseño del HMI se genera una estructura jerárquica de las pantallas para tener un sistema ordenado, la cual se muestra en el diagrama de bloques de la Figura 5.22.

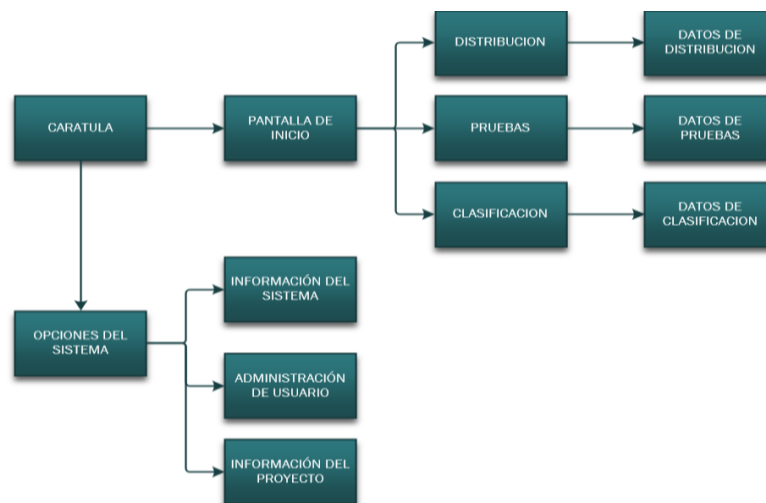


Figura 5.22. Diagrama de bloques de la estructura del HMI

Los botones e indicadores a implementar, se enlazaran con las variables del PLC en cada estación; la Tabla 5.3, se detalla la asignación con las variables del proceso.

Tabla 5.3.

Enlaces de indicadores y botones del HMI, con las variables del PLC.

ENLACES DE INDICADORES Y BOTONES CON LAS VARIABLES DEL PLC				
INTERFAZ DE CONTROL	BOTONES	VARIABLES DEL PLC	INDICADORES	VARIABLES DEL PLC
ESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN	START	MHI STAR	Cilindro retraído	1B1(2)
	STOP	HMI (2)	Cilindro extendido	1B2(2)
	RESET	HMI RESET	Brazo giratorio izquierda	3B2
	EXPULSA	HMI EXP	Brazo giratorio derecha	3B1
	RECOGE	HMI REC	Pieza disponible	B4
	DEPOSITA	HMI DEP		
	DATOS	A1_DATOS DE DISTRIBUCIÓN		
ESTACIÓN DE PRUEBAS	START	Mem botón hmi Start	Sensor analógico	B5
	STOP	Mem hmi Stop	Sensor detecta cilindro arriba	1B1(1)
	RESET	Mem Reset hmi	Sensor detecta cilindro abajo	1B2(1)
	SUBE	Mem Manu Start	Pieza en posición	Part AV
	BAJA	mem baja cilindro manual	Baja cilindro	1m1
	EXPULSA	mem activa piston	Sube cilindro	1m2 UP
	CORREDERA	mem activa aire		
	DATOS	A2_DATOS DE PRUEBAS		
ESTACIÓN DE CLASIFICACIÓN	START	HMI START	Detecta piezas de color	B3
	STOP	HMI STOP(1)	Detecta pieza existente	PART_AV
	RESET	HMI RESET(1)	Detecta piezas metálicas	B2
	BANDA	HMI BANDA	Sensor de barrera	B4(1)
	TAPÓN	HMI TAPÓN	Tapón	3M1(1)
	ROJA	HMI ROJA	Cilindro extendido	1B1
	METÁLICA	HMI METÁLICA	Cilindro retraído	1B2
	DATOS	A3_DATOS DE CLASIFICACIÓN	Cilindro extendido	2B1
		Cilindro retraído	2B2	

Para generar las diferentes pantallas que intervienen en la visualización del HMI según el diagrama de bloques anterior se debe seguir los pasos: En la pestaña **Árbol de proyecto** seleccionar **HMI_1 [KTP600 Basic Color PN]**, en la lista desplegable **Imágenes** dar clic en **Agregar imagen**. En la Figura 5.23, se muestran las pantallas creadas.

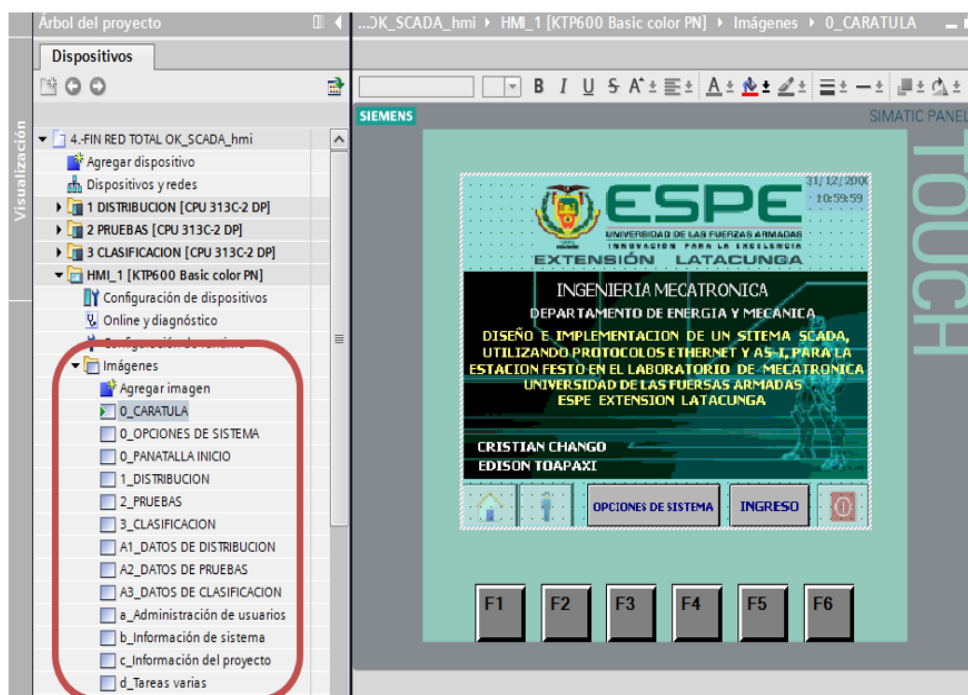


Figura 5.23. Pantallas del panel operador.

Una vez generadas las pantallas que intervienen en el HMI, se renombra con la función de cada una de estas.

5.2.5 PANTALLA DE INICIO (CONTROL GENERAL DE LA ESTACIÓN DE BUS DE CAMPO).

En la **PANTALLA DE INICIO** para el control del panel operador se diseñó una réplica del proceso general a controlar, como se muestra en la Figura 5.24. Con los diferentes indicadores del proceso, se puede identificar posibles fallos y ubicarlos de una manera rápida para generar soluciones inmediatas.

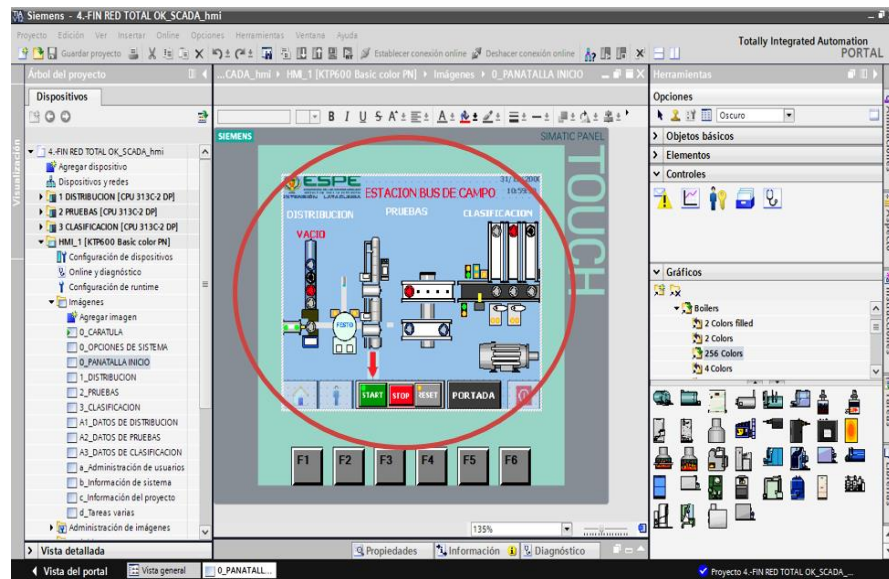


Figura 5.24. Interfaz control general panel operador.

5.2.6 DISTRIBUCIÓN (CONTROL ESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN)

En la Figura 5.25 se muestra la visualización de los diferentes sensores, actuadores y partes que intervienen en la estación de distribución, e indican en tiempo real la situación de la distribución de piezas. Además dispone de botones de control (START, RESET y STOP) para el control de la estación y los botones para el funcionamiento manual de la estación.

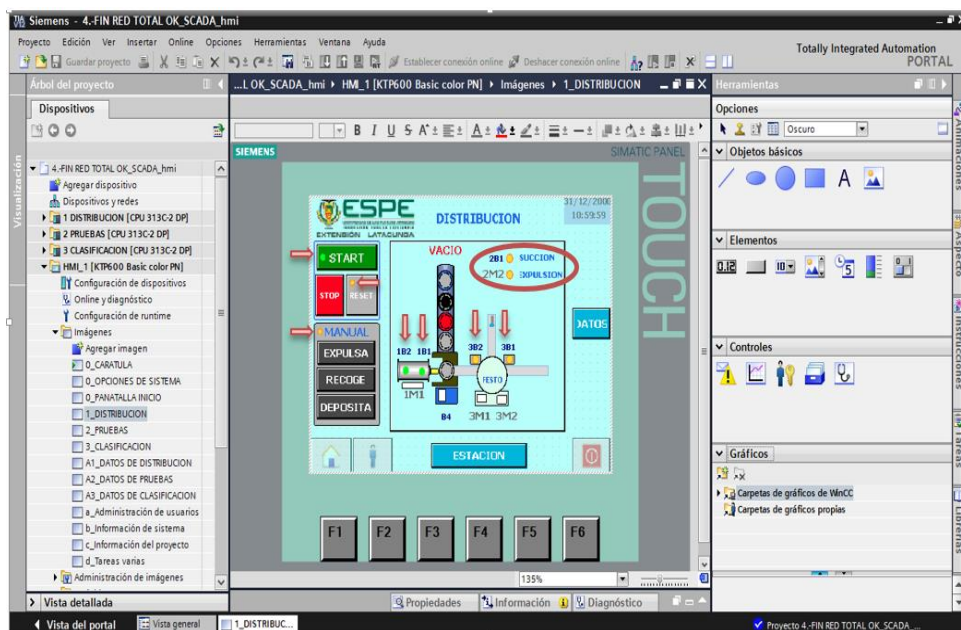


Figura 5.25. Control de la estación de distribución.

Durante el proceso se obtiene datos de conteo de la estación de distribución, por lo cual se dispone de un botón de **DATOS**, que permite acceder a la pantalla de **CONTEO** la que indica cuantas piezas han sido distribuidas por la estación, el proceso de conteo se muestra en la Figura 5.26

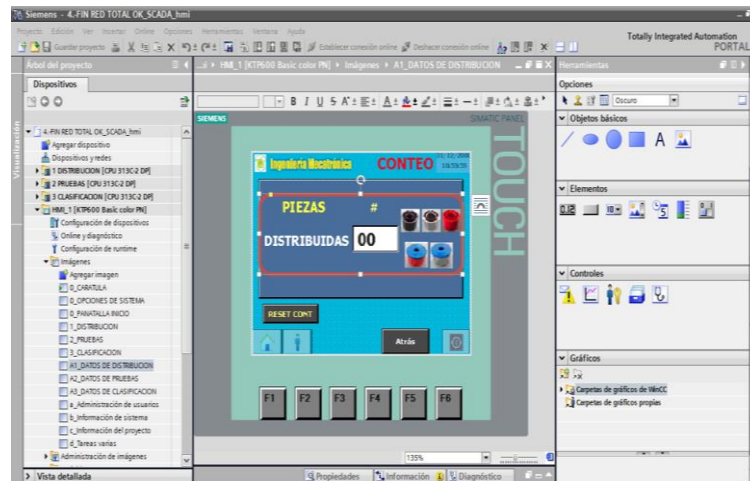


Figura 5.26. Control de piezas distribuidas.

5.2.7 PRUEBAS (CONTROL ESTACIÓN DE PRUEBAS).

En la pantalla de **PRUEBAS** se muestra el control y monitoreo en tiempo real de la estación de pruebas, esto mediante botones e indicadores que indican el estado del proceso. En la Figura 5.27 se observa el lugar, que se coloca las piezas correctas y falsas.

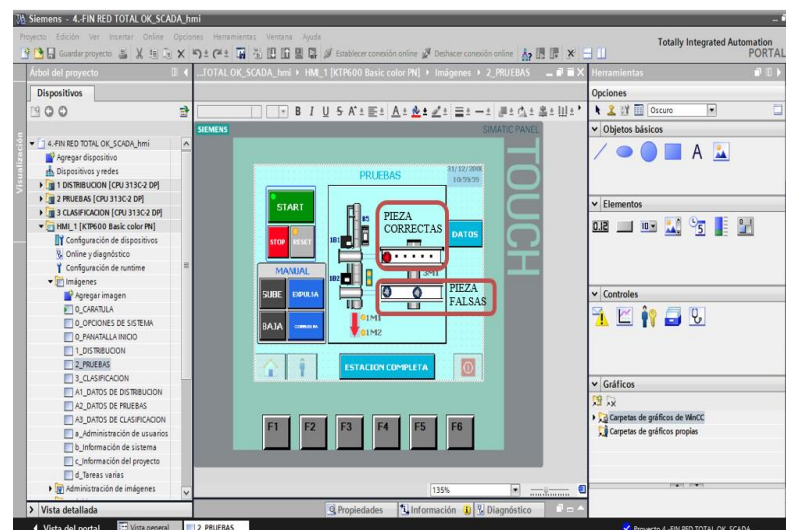


Figura 5.27. Control de la estación de pruebas.

Posterior al monitoreo de la estación de pruebas, se dispone de información detallada del proceso, mediante el botón **DATOS** que ingresa a la pantalla **CONTEO**, donde se verifica las piezas correctas o incorrectas que fueron detectadas durante el proceso de pruebas, como se observa en la Figura 5.28.

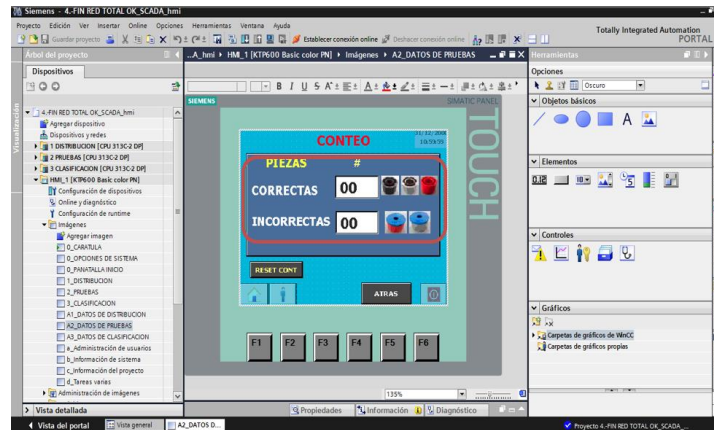


Figura 5.28. Control en la verificación de piezas.

5.2.8 CLASIFICACIÓN (CONTROL ESTACIÓN DE CLASIFICACIÓN).

La tercera estación se encarga de la clasificación de las piezas correctas que previamente fueron identificadas en la estación de pruebas. En la Figura 5.29 se observa la clasificación de las piezas de acuerdo a las características como: material y color.

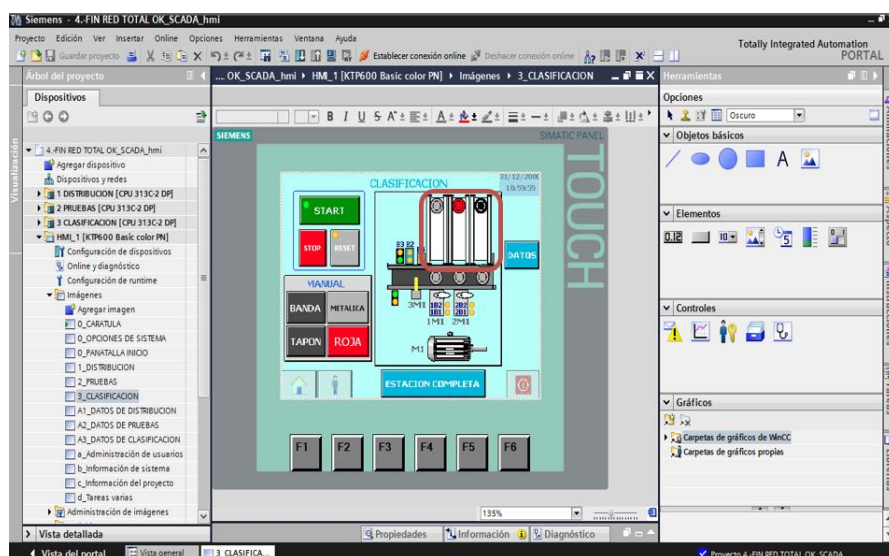


Figura 5.29. Control de la estación de clasificación.

Mediante el botón **DATOS**, se ingresa a la pantalla **CONTEO** mostrada en la Figura 5.30, donde se observa cuantas piezas fueron clasificadas dependiendo de sus características en posiciones específicas en el almacenamiento.

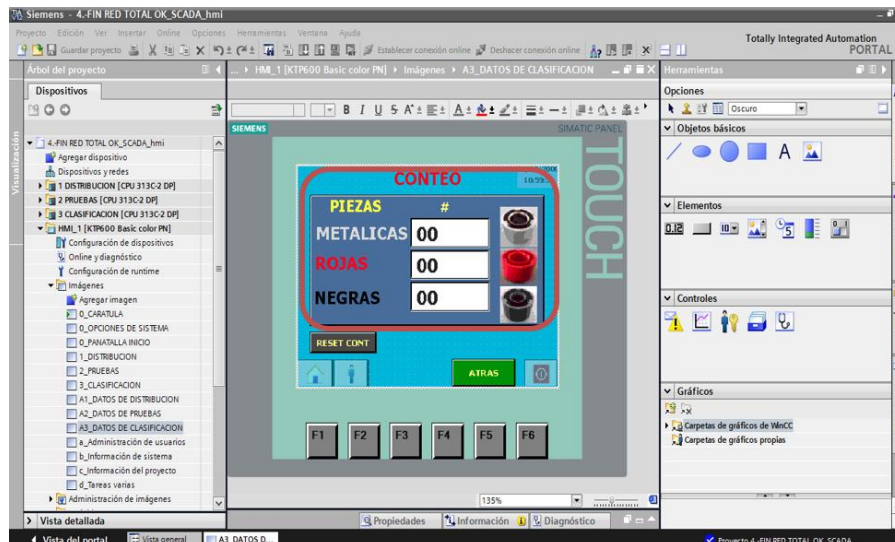


Figura 5.30. Control de clasificación de piezas.

5.2.9 OPCIONES DEL SISTEMA.

El sistema del panel operador genera información adicional durante el proceso que se puede observar en cualquier instante. En la Figura 5.31 se muestra la administración de los usuarios que han ingresado al sistema.

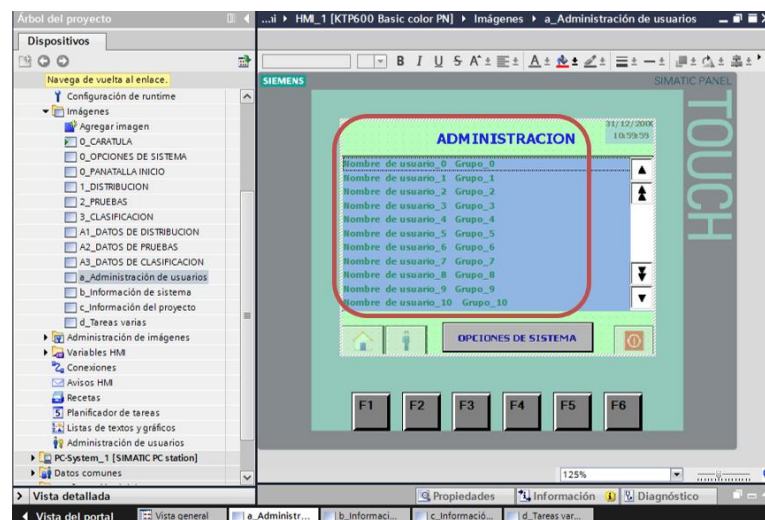


Figura 5.31. Administración de usuarios del panel operador.

La descripción de la **INFORMACIÓN DE EQUIPOS** se observa en la Figura 5.32 que indica el tipo de panel, conexión y controlador utilizado.

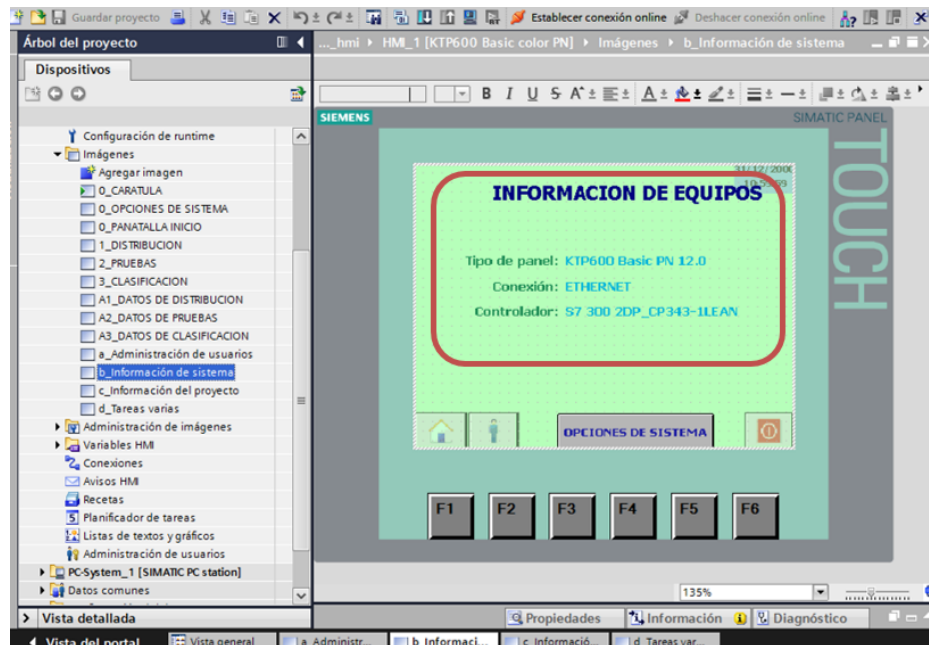


Figura 5.32. Información del sistema.

La **INFORMACIÓN DEL PROYECTO** realizado constata de autores, tema, y la descripción del proyecto, como se visualiza en la Figura 5.33.

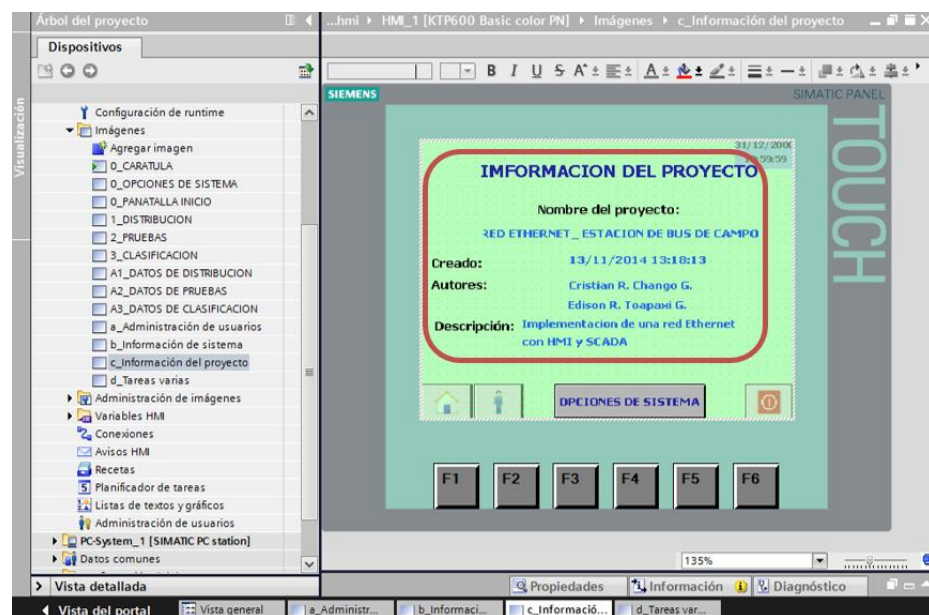


Figura 5.33. Información del proyecto.

5.3 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA SCADA

El sistema SCADA es una parte fundamental en la automatización de la estación de bus de campo FESTO, las principales características que dispone son:

- Control de seguridad mediante usuario y contraseña.
- Control remoto de la estación de bus campo.
- Indicadores de sensores y actuadores.
- Visualización de datos del proceso para el análisis estadístico.
- Historial de ingreso de usuario al sistema.
- Almacenamiento de información mediante una base datos.

5.4 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA SCADA.

Para la implementación del sistema SCADA tomar en cuenta que el software TIA Portal tiene incorporada una versión básica de WinCC. Para realizar el sistema SCADA es necesario instalar un complemento adicional en el software TIA Portal; que se llama WinCC Confort Advanced, el cual debe ser de la misma versión del software TIA Portal Profesional, para su compatibilidad.

5.4.1 SELECCIÓN DEL SISTEMA SCADA EN EL SOFTWARE TIA PORTAL.

La selección del sistema SCADA se realiza, en el mismo programa que se trabaja el HMI. El proceso para la selección es el siguiente.

En la pestaña **Árbol del proyecto**, seleccionar **Agregar dispositivos**; en esta ventana escoger **Sistemas PC**, donde va aparecer un listado con varias opciones; hay que escoger la opción **SIMATIC HMI Application** y dentro de esta seleccionar la opción **WinCC RT Advanced**, y para completar con la selección dar clic en el botón **Aceptar**. El proceso de selección descrito se muestra a en la Figura 5.34.

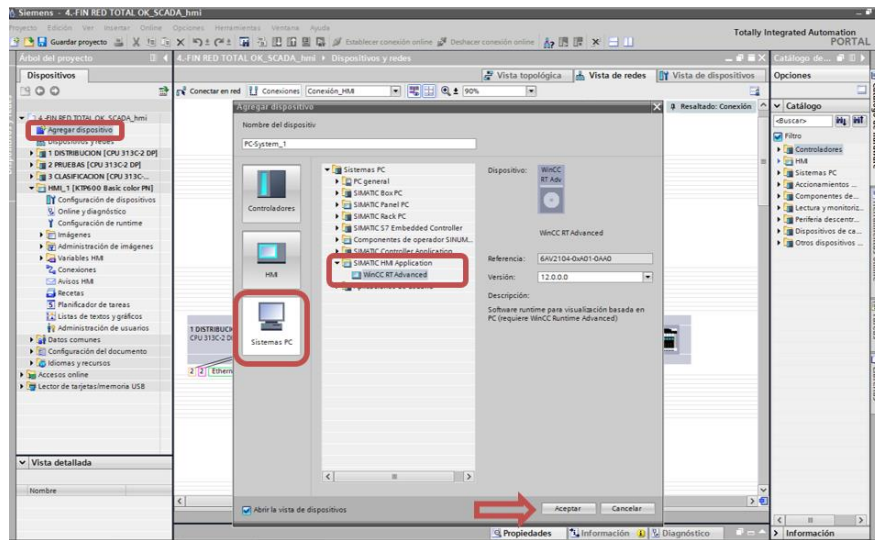


Figura 5.34. Selección del sistema SCADA.

El sistema SCADA a implementar en el software TIA Portal, se denomina con **PC-System_1** de manera automática.

5.4.2 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA SCADA.

La configuración del **PC-System_1**, ubicarse en la pestaña **Propiedades** donde se escoge la **Subred** de la lista desplegable **Ethernet**. En el ítem **Protocolo IP** se asigna la **Dirección IP** 192.168.0.50; y **Másc de subred** asignada es de 255.255.255.0, adicionalmente como se va utilizar un switch, se activa la opción **Utilizar router** para asignarle la dirección 192.168.0.1, como se observa en la Figura 5.35.

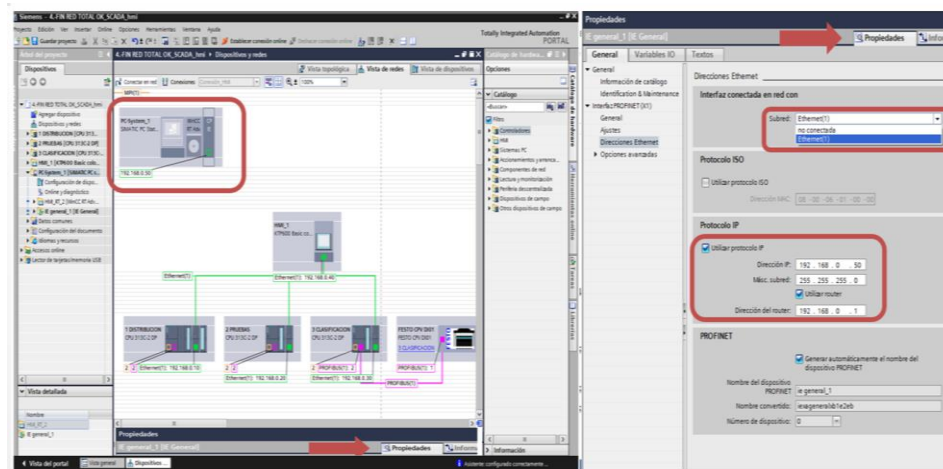


Figura 5.35. Configuración del sistema SCADA.

A continuación se crea los enlaces de comunicación del **PC-System_1** con cada uno de los PLC, en el software TIA Portal.

En la pestaña **Vista de redes** seleccionar el botón **Conexiones**, y escoger de la lista desplegable **Conexión HMI**, se observa que los dispositivos se resaltan de color. Para crear los enlaces dar clic en el **PC-System_1** y arrastra hasta conectar con el PLC de la estación de **PRUEBAS**. El proceso descrito se observa en la Figura 5.36.

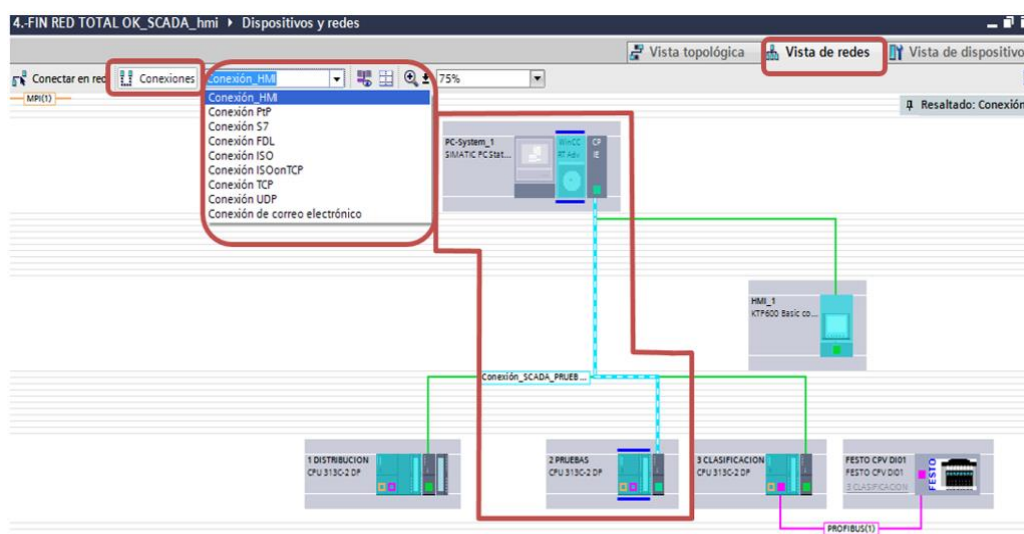


Figura 5.36. Configuración de enlaces del sistema SCADA.

La creación de los enlaces para la estación de **DISTRIBUCIÓN** y **CLASIFICACIÓN**, se realiza el mismo procedimiento anterior; con la creación de los enlaces se completa la comunicación **PC_System_1**, que queda integrada a la red.

5.4.3 CONFIGURACIÓN DE SEGURIDAD DEL SISTEMA SCADA.

La configuración de seguridad del sistema SCADA se realiza en la pestaña **Árbol del proyecto**, seleccionar la opción **PC-System_1**, ingresar en **Administrador de usuarios**; en la pestaña **Usuarios**, seleccionar **Agregar** para ingresar el **Nombre** y contraseña del nuevo usuario; en la pestaña **Grupos** escoger la opción a la que pertenezca usuario creado. Esta configuración se muestra en la Figura 5.37.

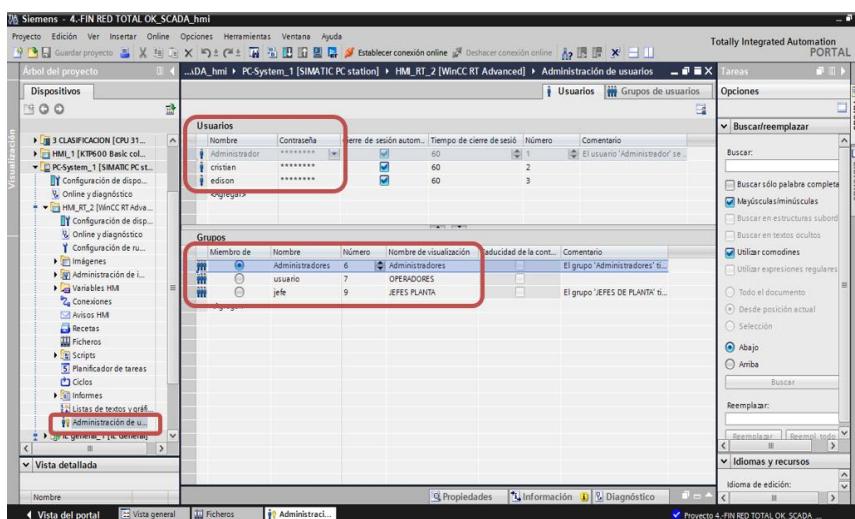


Figura 5.37. Administrador de usuarios del sistema SCADA.

5.4.4 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA SCADA CON LA BASE DE DATOS

El sistema SCADA dispone de una base de datos del proceso, donde se observa los eventos suscitados en fechas anteriores.

Para configurar el software TIA Portal con la base de datos, ubicarse en la pestaña **Árbol del proyecto**, seleccionar la opción **PC-System_1**; ingresar en la opción **Ficheros**. En la pestaña **Ficheros de variables** se asigna el nombre del fichero y el **Nombre del origen de los datos**, en el presente proyecto se le asigna con: **REGISTRO_FESTO** y **SCADA_FESTO** respectivamente. El proceso detallado se observa en la Figura 5.38.

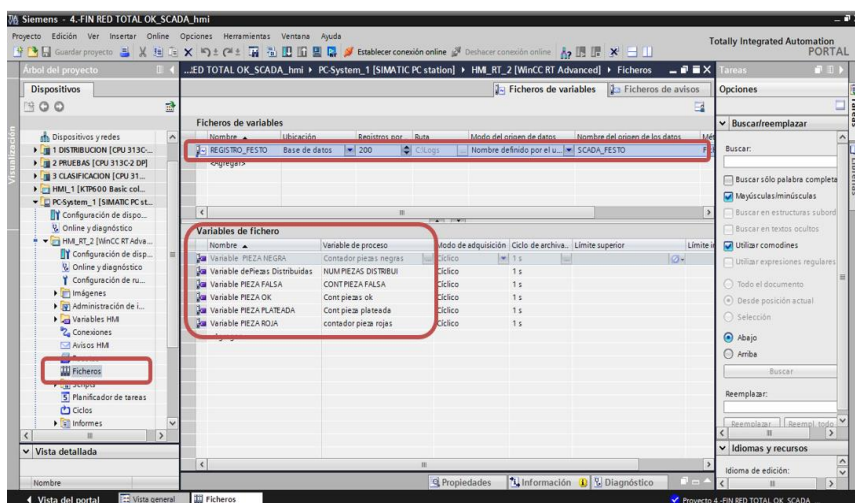


Figura 5.38. Configuración de variables para el sistema SCADA.

Con las configuraciones realizadas en el **PC-System_1** anteriormente, se inicia con el diseño del sistema SCADA.

5.4.5 DISEÑO DE LA INTERFAZ DEL SISTEMA SCADA.

Para el diseño de la interfaz sistema SCADA en el software TIA Portal, en la pestaña **HERRAMIENTAS** se dispone de varias opciones como: **Objetos básicos**, **Elementos**, **Controles propios**, **Gráficos**, como se indica en la Figura 5.39.

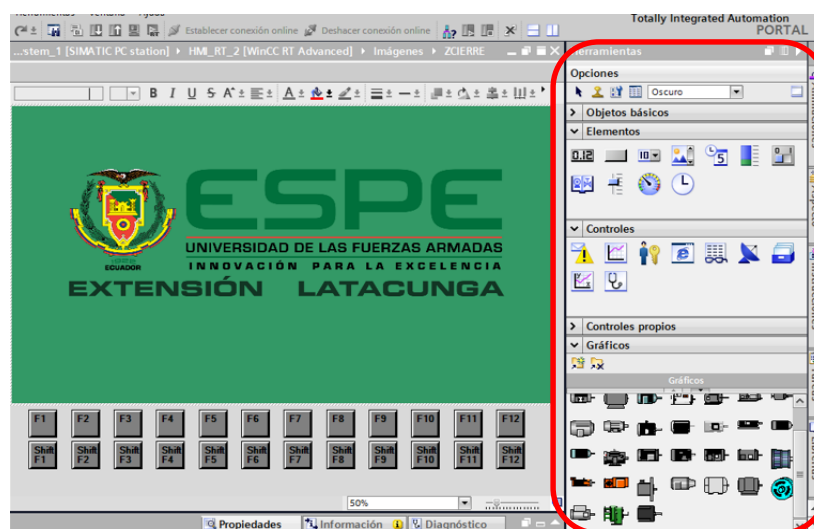


Figura 5.39. Elementos para el diseño del interfaz del sistema SCADA.

En el diseño del interfaz del sistema SCADA, es necesario agregar de la pestaña **HERRAMIENTAS**, que se mostró en la figura anterior; los siguientes elementos:

- Botones de control: Serán utilizados para el control del proceso.
- Campo E/S: Permitirá la entrada y visualización de los valores del proceso.
- Indicadores: Permitirá la visualización del estado de sensores y actuadores.
- Campos de texto: Servirá para etiquetar secciones del interfaz.
- Visor de graficas: Permitirá la visualización de gráficos en el interfaz.

Para colocar los elementos mencionados anteriormente, seleccionar el elemento a insertar de la pestaña **HERRAMIENTAS**, dando clic y arrastrar hasta colocar en la posición que se desee.

Posterior al ingreso de los elementos del interfaz del sistema SCADA, se enlazaran con las variables de los PLCs, que se detallan en la Tabla 5.4.

Tabla 5.4.

Enlaces de indicadores y botones del sistema SCADA.

ENLACES DE INDICADORES Y BOTONES DEL SISTEMA SCADA CON LAS VARIABLES DEL PLC					
CONTROL GENERAL	BOTONES	CAMPO E/S	VARIABLES DEL PLC	INDICADORES	VARIABLES DEL PLC
INGRESO AL SISTEMA	BOTÓN USUARIO		USUARIOnombre		
	BOTÓN CONTRASEÑA		USUARIOCLAVE		
	BOTÓN SALIR DEL USUARIO		PORTADA		
	BOTÓN ACTIVAR		USUARIOCLAVE USUARIOnombre		
	CONTROL SISTEMA SCADA		SCADA		
ESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN	START		SCADA START	Cilindro retraído	1B1(2)
	RESET CONTADOR		boton reset conteo	Cilindro extendido	1B2(2)
	PIEZAS DISTRIBUIDAS		NUM PIEZAS DISTRIBUI	Brazo giratorio izquierda	3B2
				Brazo giratorio derecha	3B1
				Pieza disponible	B4
ESTACIÓN DE PRUEBAS	START		START SCADA	Sensor analógico	B5
	PIEZAS CORRECTAS		Cont piezas ok	Sensor detecta cilindro arriba	1B1(1)
	PIEZAS INCORRECTAS		CONT PIEZA FALSA	Sensor detecta cilindro abajo	1B2(1)
	RESET CONTADOR		boton reset conteo	Pieza en posición	Part AV
				Baja cilindro	1m1
				Sube cilindro	1m2 UP
ESTACIÓN DE CLASIFICACIÓN	START		SCADA START	Detecta piezas de color	B3
	PIEZAS NEGRAS		Contador piezas negras	Detecta pieza existente	PART_AV
				Detecta piezas metálicas	B2
				Sensor de barrera	B4(1)
	PIEZAS ROJAS		contador pieza rojas	Tapón	3M1(1)
				Cilindro extendido	1B1
	PIEZAS METALICAS		Cont pieza plateada	Cilindro retraído	1B2
				Cilindro extendido	2B1
				Cilindro retraído	2B2

El enlace de los diferentes indicadores, Campos E/S y botones de control con las variables del proceso, se realiza el mismo procedimiento descrito anteriormente en el sistema HMI.

5.4.6 INTERFAZ DE INGRESO AL INTERFAZ DEL SISTEMA SCADA.

La Figura 5.40 indica el interfaz del sistema SCADA, en donde se ingresa los parámetros de **USUARIO** y **CONTRASEÑA**. En este proyecto se le asigno como **USUARIO: edison** y la **CONTRASEÑA: 1234567890**, para acceder al **CONTROL SISTEMA SCADA**.



Figura 5.40. Control de acceso al sistema SCADA.

5.4.7 INTERFAZ DE CONTROL DEL SISTEMA SCADA.

Para el diseño del interfaz de control del sistema SCADA, hay que tener en cuenta todos los sensores y actuadores que intervienen en el proceso.

Adicionalmente tomar en cuenta todos los datos que se generan en los procesos de: distribución, pruebas y clasificación de la estación de bus de campo Festo, toda la información del proceso se debe mostrar y almacenar en el historial de la base de datos.

El interfaz de la estación cuenta con botones de control, visualizador de imágenes, campos E/S, en la Figura 5.41 muestra la información de: la distribución de piezas, piezas correctas, piezas incorrectas, piezas plateadas, piezas rojas, piezas negras, adicionalmente el monitoreo de los sensores y actuadores.

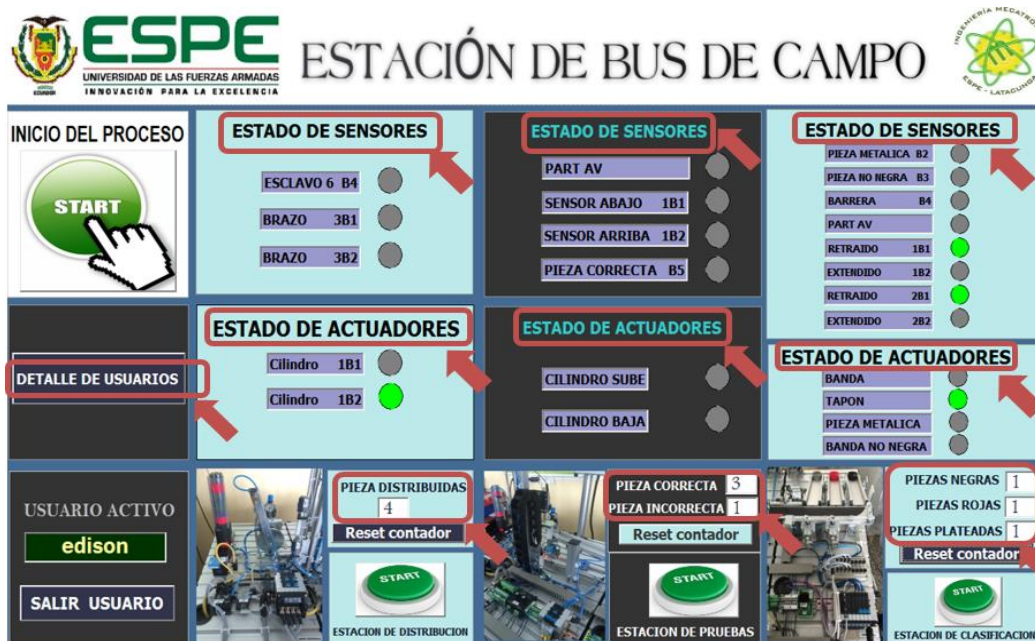


Figura 5.41. Control general del sistema SCADA.

5.4.8 INTERFAZ DEL ACCESO DE USUARIOS AL SISTEMA.

Con el control de acceso al interfaz sistema SCADA se tiene un nivel de seguridad, lo que permite saber la hora de ingreso y la duración que el usuario ingresó al sistema SCADA. En la Figura 5.42 se observa la ventana dispone **VISOR DE USUARIOS** de la pestaña de **HERRAMIENTAS**, para indicar el acceso de los usuarios al sistema SCADA.



Figura 5.42. Control de acceso de usuarios al sistema SCADA.

5.4.9 CONFIGURACIÓN DE LA BASE DE DATOS.

Luego de las configuraciones del **PC_System_1** en el software TIA Portal; es necesario configurar el enlace de la base de datos, utilizando el software SQL SERVER 2012.

Al momento de abrir el programa SQL SERVER 2012, escoger el **Server name: EDISONRTG-PC\WinCCPLUMIG2008** y **Authentication: Windows Authentication**, y finalmente presionar **Connect**. El proceso detallado se observa en la Figura 5.43.



Figura 5.43. Selección del servidor para la base de datos

Luego de conectar el servidor, se observa que inicia el software SQL Server2012; para almacenar los datos del proceso es necesario crear de una nueva base de datos. En la pestaña **Object Explorer** dar clic derecho en **Databases** y seleccionar **New database**; en la ventana **New Database** asignar el nombre **SCADA_FESTO** que representa el nombre de la base de datos, como se observa en la Figura 5.28.

El nombre de la base de datos debe ser igual a las configuraciones realizadas en el software TIA Portal.

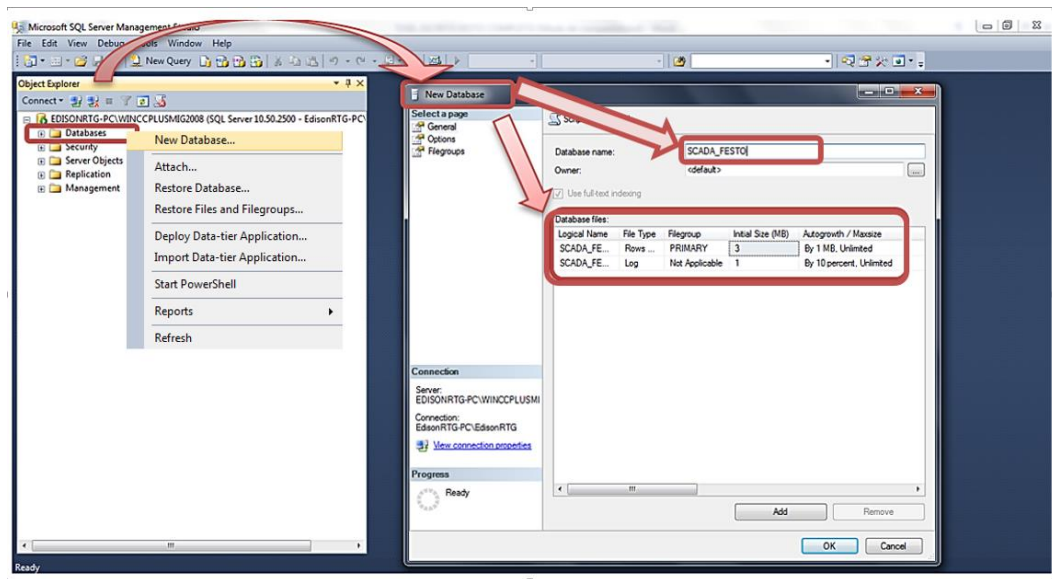


Figura 5.44. Creación nueva base de datos para el sistema SCADA.

Luego de crear la nueva base de datos, en la pestaña **Object Explorer** dar clic en **Databases**, donde se observa el nombre de la base de datos **SCADA_FESTO** que se fue creada previamente. Automáticamente se crea una tabla donde se va almacenar las diferentes variables, que se asignaron en la opción fichero del software TIA Portal. En la Figura 5.45 se observa la tabla donde se almacena las variables del proceso.

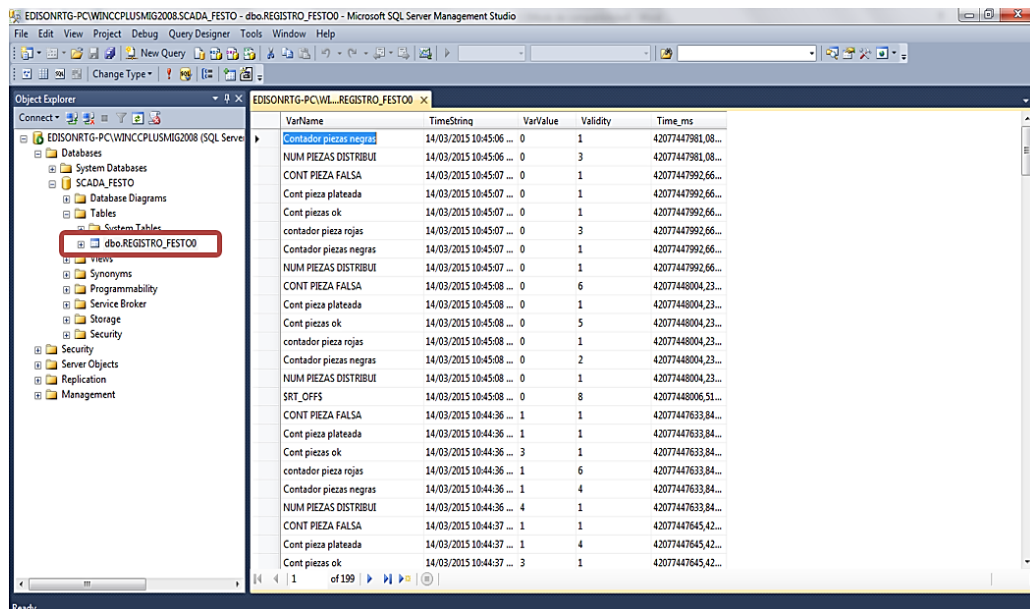


Figura 5.45 Asignación de la tabla en la base de datos

Una vez realizado el diseño y configuración de la red AS-I, la red ETHERNET, sistema HMI y sistema SCADA. Se procede a realizar pruebas de validación de las configuraciones mencionadas.

5.5 PRUEBAS Y RESULTADOS DE LA RED INDUSTRIAL

A continuación se presenta las pruebas y resultados que se realizó en las redes implementadas, y las mismas pruebas podrán ser utilizadas en futuras configuraciones.

5.5.1 CONFIGURACIÓN

a. RED AS-I

Para comprobar si las configuraciones de la red AS-I están correctas, realizar los siguientes pasos:

- Conectar la estación de distribución por medio del cable de red a la computadora, abrir el proyecto realizado en el software, y **Establecer conexión online**. Este proceso se muestra en el capítulo III, ítem 3.5, 3.5.2, c, páginas 39-41.
- Se tiene la conexión en línea de la estación de distribución, en la cual, ubicarse en la pestaña **Vista de dispositivos**, aquí se observa el PLC y los módulos, AS-I y Ethernet remarcados con un visto verde, el cual indica que se ha realizado con éxito la conexión. Además en la pestaña **Árbol de proyecto**, se tienen los **Bloques de programa**, los cuales están con un indicador en forma de círculo verde a la derecha de cada uno, esto indica que la programación está funcionando correctamente. Estos indicadores se muestran en la Figura 5.46.

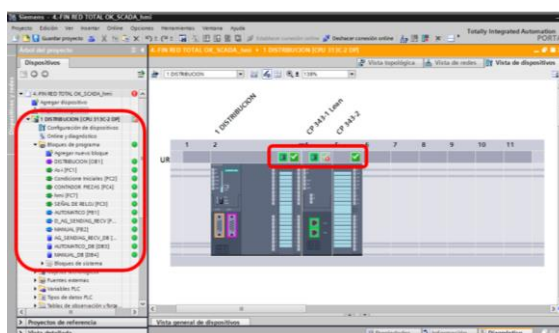


Figura 5.46. Estado de configuración de la estación.

- Para comprobar que el programa de operación de la estación de distribución con la red AS-I está funcionando, dirigirse a la pestaña **Árbol de proyecto, Bloques de programa**, abrir el bloque **AUTOMATICO [FB1]** y se abre la ventana con la programación del proyecto, ésta se muestra en la Figura 5.47.

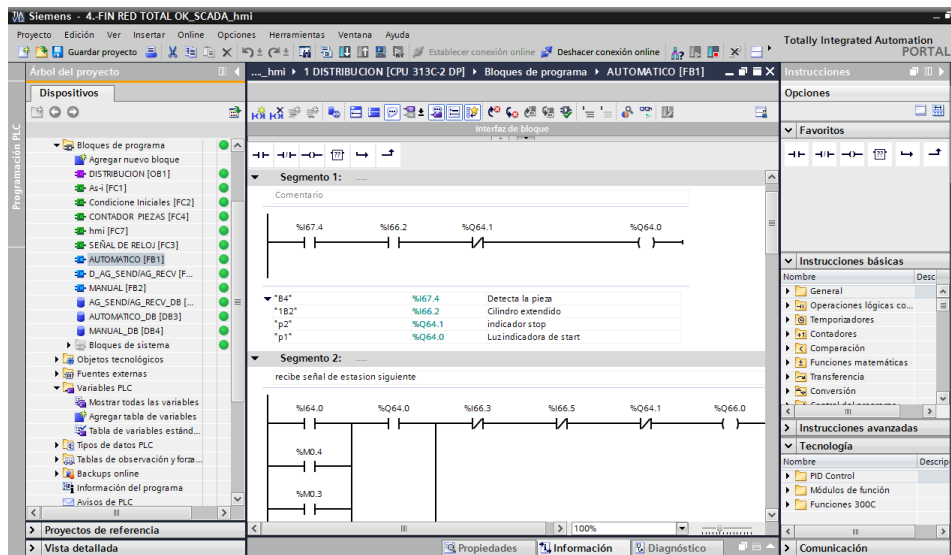



Figura 5.47. Presentación del programa de la función automático.

- En esta ventana dar clic en el icono **Activar/desactivar observación**, , el cual permite visualizar el funcionamiento en línea de las variables de acuerdo con el funcionamiento de la estación como se muestra en Figura 5.48.

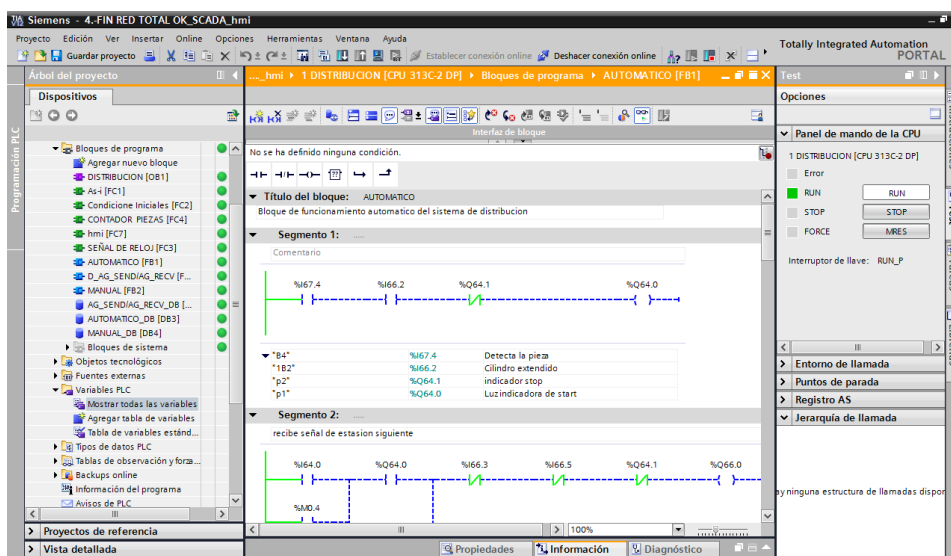


Figura 5.48. Visualización en línea de dispositivos.

- En la Figura 5.49, se muestra el monitoreo de cuando existe pieza en el almacén, se observa que los contactos se tornan de color verde indicando la activación de los sensores e indicadores de la estación, cada uno con su respectiva descripción.

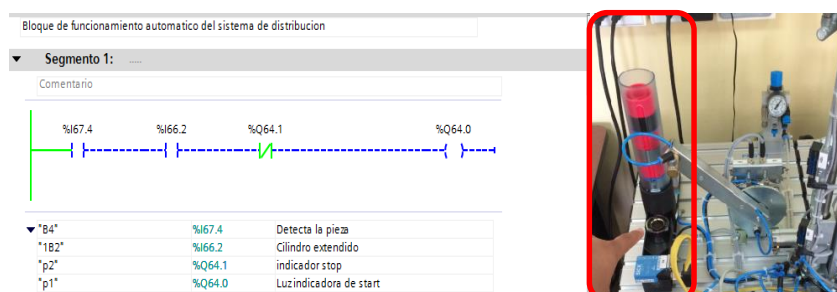


Figura 5.49. Monitoreo cuando si existe pieza en almacen

- En la Figura 5.50 se muestra que no existe pieza en el almacén. Y los contactos se presentan en líneas entrecortadas y de color azul.

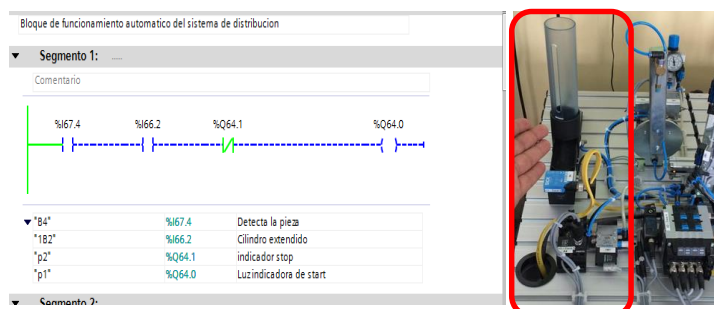


Figura 5.50. Monitoreo cuando no existe pieza en almacen

- De esta misma forma se puede monitorear desde la computadora los estados de todos los dispositivos de la planta, y con esta manera verificar su correcto funcionamiento o la existencia de posibles fallos.

Resultado

Después de haber realizado las pruebas correspondientes, se tiene como resultado que la configuración de la red AS-I funciona correctamente y de esta manera se puede utilizar la estación de distribución para generación de programas y aplicaciones.

b. RED ETHERNET INDUSTRIAL

Para comprobar si las configuraciones de la red Ethernet están correctas, se realizó los siguientes pasos:

- Conectar las estaciones de distribución, pruebas, clasificación, y adicionalmente la pantalla KTP 600 y el sistema SCADA, con cable de red por medio del switch a la computadora, abrir el proyecto realizado en el software, ubicarse en **Vista de redes** y **Establecer conexión online**, como se muestra en la Figura 5.51. Este proceso se muestra en el capítulo III, ítem 3.5, 3.5.2, c, páginas 39-41

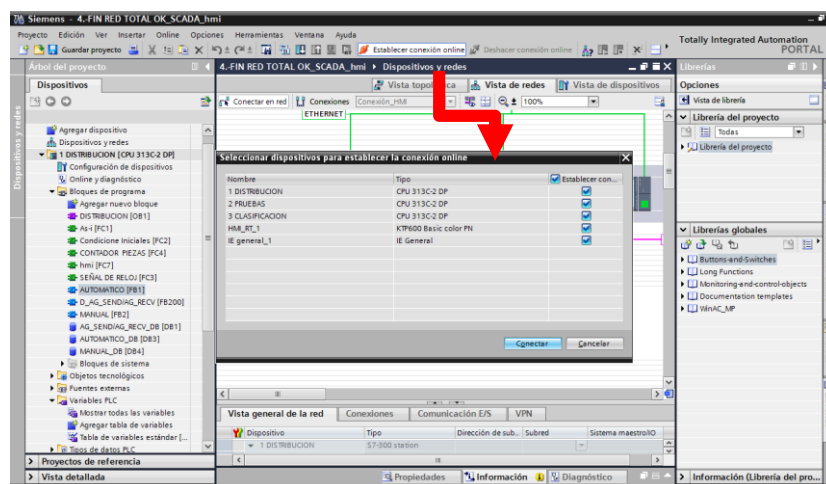


Figura 5.51. Conexión online de las estaciones

- Se tiene la conexión en línea de las estaciones, en la cual, debe ubicarse en la pestaña **Vista de redes**, aquí se observa los PLCs y módulos Ethernet remarcados con un visto verde, el cual indica que se ha realizado con éxito la conexión y se comprueba con esto la correcta configuración de la red Ethernet. Estos indicadores se muestran en la Figura 5.52.

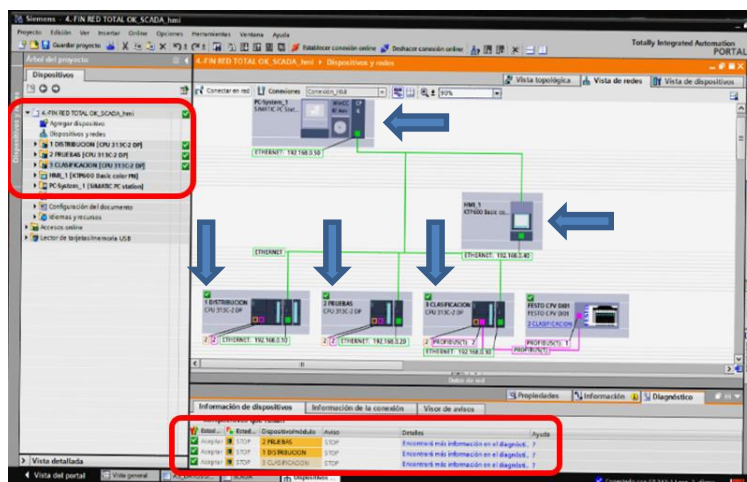


Figura 5.52. Indicadores de conexión online de la red Ethernet

- Una vez realizado este proceso, para comprobar que las estaciones están en red, se procede a realizar ping a las direcciones IP en el cmd de Windows de la computadora. Como se muestra en la Figura 5.53.

```

C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Versión 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

C:\Users\EdisonRTG> ping 192.168.0.10

Haciendo ping a 192.168.0.10 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.0.10: bytes=32 tiempo=1ms TTL=60
Respuesta desde 192.168.0.10: bytes=32 tiempo<1m TTL=60
Respuesta desde 192.168.0.10: bytes=32 tiempo=1ms TTL=60
Respuesta desde 192.168.0.10: bytes=32 tiempo=1ms TTL=60

Estadísticas de ping para 192.168.0.10:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 1ms, Media = 0ms

C:\Users\EdisonRTG> ping 192.168.0.20

Haciendo ping a 192.168.0.20 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.0.20: bytes=32 tiempo=2ms TTL=60
Respuesta desde 192.168.0.20: bytes=32 tiempo<1m TTL=60
Respuesta desde 192.168.0.20: bytes=32 tiempo=1ms TTL=60
Respuesta desde 192.168.0.20: bytes=32 tiempo=1ms TTL=60

Estadísticas de ping para 192.168.0.20:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 2ms, Media = 0ms

C:\Users\EdisonRTG> ping 192.168.0.30

Haciendo ping a 192.168.0.30 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.0.30: bytes=32 tiempo=2ms TTL=60
Respuesta desde 192.168.0.30: bytes=32 tiempo<1m TTL=60
Respuesta desde 192.168.0.30: bytes=32 tiempo=1ms TTL=60
Respuesta desde 192.168.0.30: bytes=32 tiempo=1ms TTL=60

Estadísticas de ping para 192.168.0.30:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 2ms, Media = 0ms

C:\Users\EdisonRTG> ping 192.168.0.40

Haciendo ping a 192.168.0.40 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.0.40: bytes=32 tiempo=2ms TTL=30
Respuesta desde 192.168.0.40: bytes=32 tiempo<1m TTL=30
Respuesta desde 192.168.0.40: bytes=32 tiempo=1m TTL=30
Respuesta desde 192.168.0.40: bytes=32 tiempo<1m TTL=30

Estadísticas de ping para 192.168.0.40:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 2ms, Media = 0ms

C:\Users\EdisonRTG> ping 192.168.0.50

Haciendo ping a 192.168.0.50 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.0.50: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.50: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.50: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 192.168.0.50: bytes=32 tiempo<1m TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.0.50:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\EdisonRTG>
  
```

Ping a la:
ESTACIÓN
DE
DISTRIBUCIÓN

Ping a la:
ESTACIÓN
DE
PRUEBAS

Ping a la:
ESTACIÓN
DE
CLASIFICACIÓN

Ping a la:
HMI

Ping a la:
SISTEMA
SCADA

Figura 5.53. Estadísticas de ping de las estaciones.

- Para comprobar y monitorear el estado de las variables de la programación, realizar el mismo proceso que en la estación de distribución explicada en la comprobación de la red AS-I.

Resultado

Después de haber realizado las pruebas correspondientes, se tiene como resultado que la configuración de la red Ethernet funciona correctamente y de esta manera se puede utilizar la estación de bus de campo FESTO para la generación de programas y aplicaciones de aprendizaje referentes a redes industriales y automatización de procesos.

5.5.2 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

A continuación se presenta las pruebas realizadas del funcionamiento total de la estación de bus de campo mostrada en la Figura 5.54, con el control y monitoreo mediante el sistema HMI y SCADA.



Figura 5.54. Estacion de bus de campo FESTO

a. PRUEBA DE SEGURIDAD DEL HMI y SCADA (INGRESO AL SISTEMA MEDIANTE CONTRASEÑA)

- HMI
 - Para ingresar al sistema pulsar en el botón **INGRESO**, y se presenta la ventana **Inicio de sesión**, en la cual ingresar el **usuario**: cristian y la **contraseña**: 123456789, y presionar **INGRESO** nuevamente. Este proceso se muestra en la Figura 5.55.



Figura 5.55. Ingreso correcto al sistema

En caso de ingresar el usuario o contraseña incorrectos, se presenta una ventana de **Avisos del sistema**, indicando que está incorrecto, como se muestra en la Figura 5.56, cerrar la ventana e ingresar la contraseña correcta o usuario de ser el caso y el problema queda solucionado.



Figura 5.56. Ingreso incorrecto de contraseña.

Resultado

Se comprobó que el sistema de seguridad del HMI funciona correctamente dependiendo de la acción que se realice, ya sea que se ingrese la contraseña correcta o incorrecta. En caso de ser incorrecto se presenta un aviso.

- SCADA

Para ingresar al sistema SCADA, en la pantalla de inicio se tiene los campos para ingresar el **USUARIO**: edison y la **CONTRASEÑA**: 1234567890, presionar en el botón **ACTIVAR**, y aparece el botón **CONTROL SISTEMA SCADA**, dar clic en éste y se abre la pantalla principal de la **ESTACIÓN DE BUS DE CAMPO**. Este proceso se muestra en la Figura 5.57.



Figura 5.57. Acceso al sistema SCADA

En caso de ingresar el usuario y la contraseña incorrectas, al momento de dar clic en el botón **ACTIVAR** los datos ingresados se borran y no se presenta el botón **CONTROL SISTEMA SCADA**.

Resultado

Se comprobó que la seguridad del sistema SCADA funciona correctamente dependiendo de la acción que se realice, ya sea que se ingresen los usuarios y contraseñas correctas o incorrectas. En caso de ser incorrectos se presenta un mensaje de aviso.

b. PRUEBAS DE CONTEO EN LA ESTACIÓN DE BUS DE CAMPO MEDIANTE HMI.

Una vez ingresado al sistema se procede a realizar pruebas del conteo de piezas y con esto verificar el funcionamiento de envío de datos mediante la red industrial.

Para realizar las pruebas se utilizará las piezas detalladas en la Tabla 5.5, y mostradas en la Figura 5.58.

Tabla 5.5.

Detalle de piezas a utilizar.

PIEZAS UTILIZADAS PARA PRUEBAS			
	NÚMERO		DESCRIPCIÓN DE PIEZAS
	TOTAL	INDIVIDUAL	
CORRECTAS	7	3	ROJAS
		2	NEGRAS
		2	METÁLICAS
INCORRECTA	2	1	ROJA CON TAPA AZUL
		1	METÁLICA CON TAPA AZUL
TOTAL	9	9	



Figura 5.58. Piezas utilizadas en la prueba de conteo

Las pruebas realizadas se muestran a continuación:

- PRUEBA EN LA ESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN

Se colocó las 9 piezas en el módulo de almacenamiento de la estación de distribución como se muestra en la Figura 5.59.

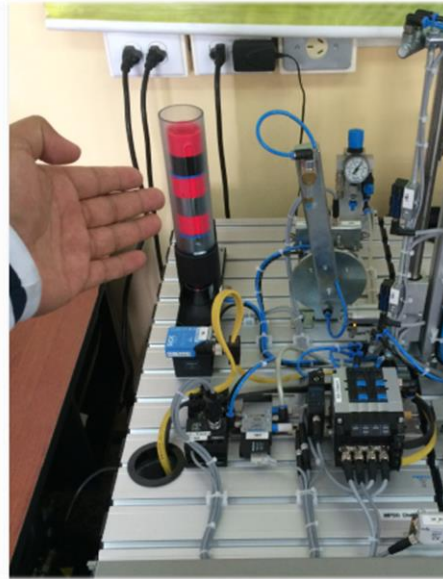


Figura 5.59. Piezas en el módulo de almacenamiento.

En el HMI, en la pantalla **ESTACIÓN DE BUS DE CAMPO**, pulsar sobre la estación de **DISTRIBUCIÓN** para ingresar al control individual de la estación, como se muestra en la Figura 5.60.



Figura 5.60. ingreso al control individual de la estación de distribución.

Una vez abierta la ventana del control individual se procede a pulsar el botón de **START**, a continuación se observa que la estación física empieza el proceso de distribución. Como se muestra en la Figura 5.61.

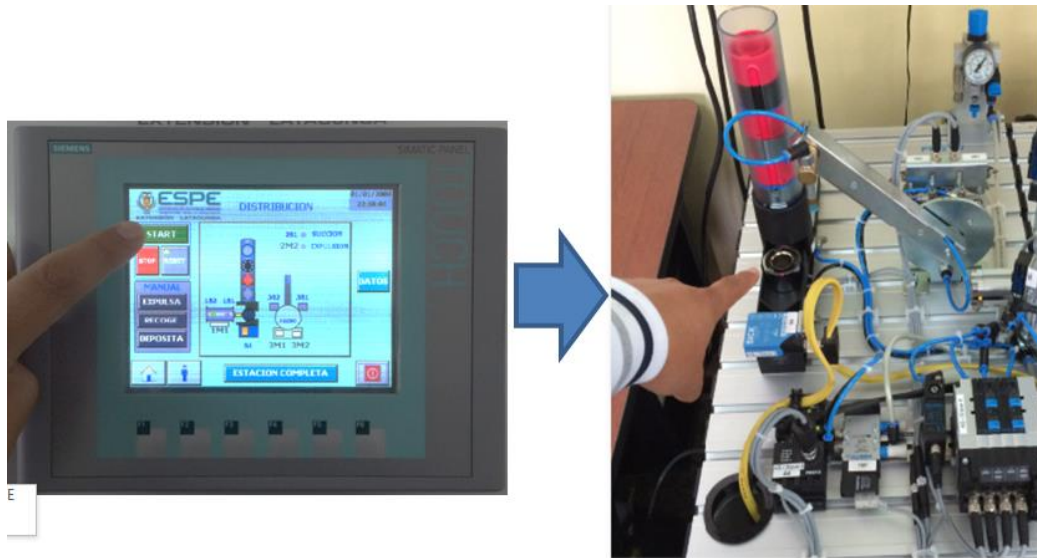


Figura 5.61. Puesta en funcionamiento de la estación de distribución.

Para visualizar el conteo de las piezas distribuidas, pulsar en el botón **DATOS** de la pantalla de distribución, y se presenta la pantalla de **CONTEO**, donde se visualiza cuantas piezas han pasado, como se muestra en la Figura 5.62.



Figura 5.62. Visualización de conteo de piezas distribuidas.

Resultado

Como resultado en el HMI y en el sistema físico, se obtuvo 9 piezas distribuidas, con esto se comprueba el correcto funcionamiento del sistema implementado.

- PRUEBA EN LA ESTACIÓN DE PRUEBAS

En la pantalla principal del sistema, pulsar sobre la estación de **PRUEBAS** y se abre la pantalla de control de la estación de pruebas, en ésta se muestra el funcionamiento de la estación física, como se observa en la Figura 5.63.

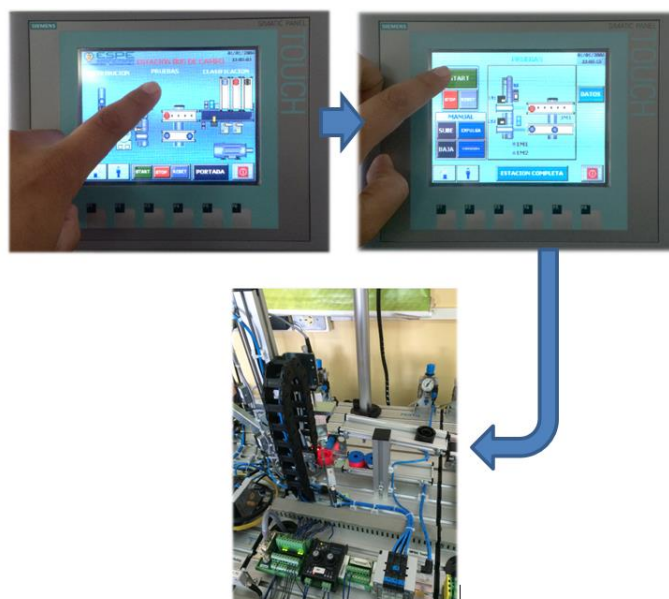


Figura 5.63. Verificación de la estación de Pruebas

En la pantalla de control de la estación de pruebas se tiene el botón **DATOS**, el cual al pulsarlo, da acceso a la pantalla **CONTEO**, en ésta se muestran los datos de conteo de las piezas, como se indica en la Figura 5.64.

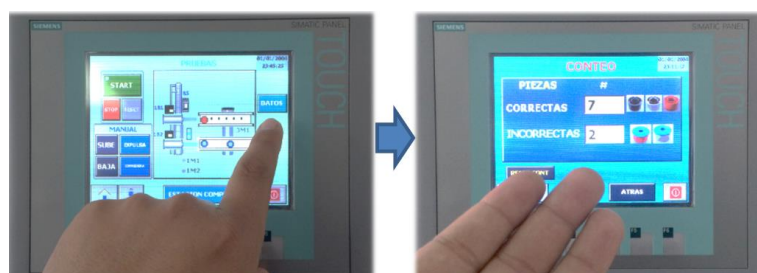


Figura 5.64. Conteo de piezas de la estación de Pruebas.

- Resultados

Tanto en la estación física, como los resultados del HMI, muestran 7 piezas correctas y 2 piezas incorrectas, con esto se comprueba que el sistema implementado está realizando la operación asignada y funciona correctamente.

- PRUEBA EN LA ESTACIÓN DE CLASIFICACIÓN

En la pantalla principal del sistema, pulsar sobre la estación de **CLASIFICACION** y se abre la pantalla de control de la estación de clasificación, en ésta se muestra el funcionamiento de la estación física, como se muestra en la Figura 5.65.

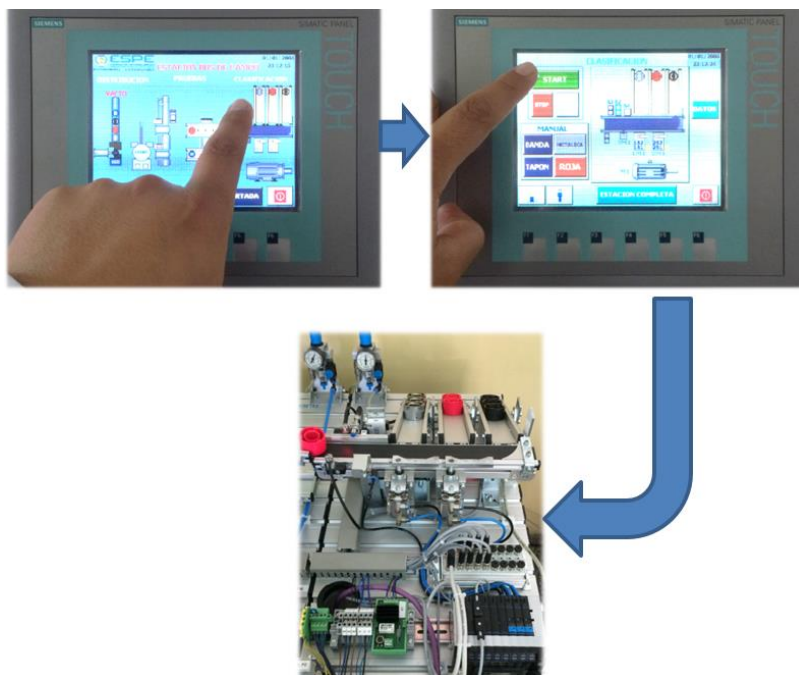


Figura 5.65. Verificación de la estación de Clasificación

En la pantalla de control de la estación de **CLASIFICACION** se tiene el botón **DATOS**, el cual al pulsarlo, da acceso a la pantalla **CONTEO**, en ésta se muestran los datos de conteo de las piezas, como se muestra en la Figura 5.66.

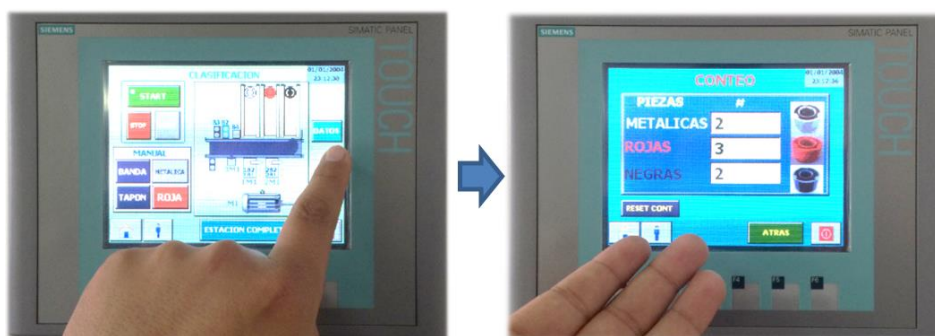


Figura 5.66. Datos de conteo de la estación de Clasificación.

Resultados

Como resultado se tiene que el conteo en la estación física y HMI es de: 2 piezas metálicas, 3 piezas rojas y 2 piezas negras, con esto se comprueba el correcto funcionamiento de sistema.

c. COMPROBACIÓN DEL PROCESO MEDIANTE EL SISTEMA SCADA

En la pantalla de **ESTACIÓN DE BUS DE CAMPO** del sistema SCADA, se puede visualizar los indicadores de cada uno de los sensores y actuadores que están funcionando en la planta. En la parte inferior se presenta los datos de conteo de cada estación en donde: en la estación de distribución muestra las 9 piezas que se utilizó para las pruebas, en la estación de pruebas se muestra 7 correctas y 2 incorrectas; y en la estación de clasificación, se muestra 2 piezas negras, 3 piezas rojas y 2 piezas metálicas. Estos datos se presentan tanto en el HMI como en el SCADA, como se puede visualizar en la Figura 5.67.

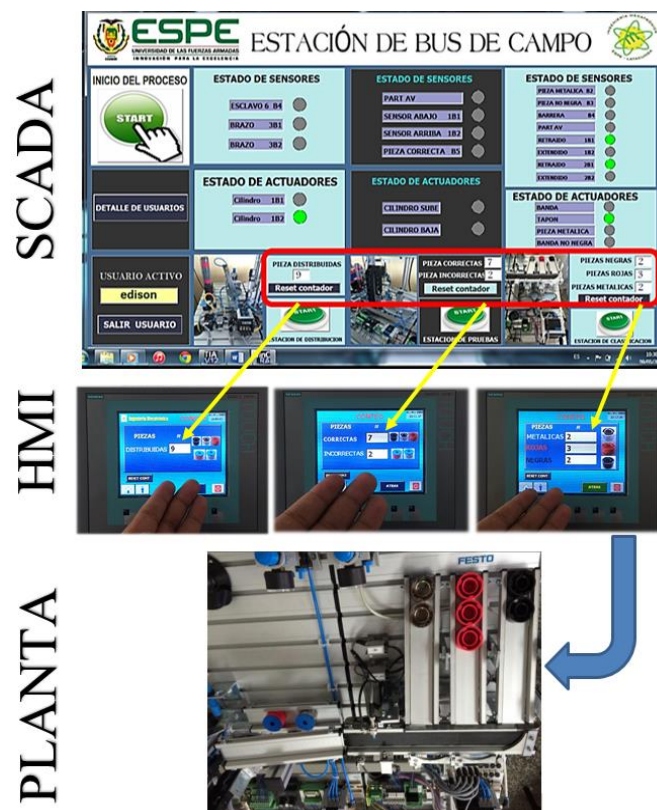


Figura 5.67. Representación de SCADA, HMI y ESTACIÓN

Resultado

Como resultado de la prueba del SCADA se tiene que el conteo mostrado de las piezas utilizadas, es igual tanto en el SCADA, en el HMI y por ende en la estación física, con esto se comprueba que se está presentando los mismos datos y se concluye que la red industrial funciona correctamente.

Para mostrar los datos de conteo generados en la estación de bus de campo, abrir el software **SQL SERVER 2012**, en la carpeta **SCADA FESTO**, **Tables**. En la opción **dbo_REGISTRO_FESTO** se muestra el historial de datos del conteo realizado en la estación. Esta pantalla se observa en la Figura 5.68.

VarName	TimeStamps	VarValue	Valid	Time ms
Cont piezas ok	09/05/2015 10:3..	7	1	
contador piezas rojas	09/05/2015 10:3..	3	1	
Contador piezas negras	09/05/2015 10:3..	2	1	
NUM PIEZAS DISTRIBUI	09/05/2015 10:3..	9	1	
CONT PIEZA FALSA	09/05/2015 10:3..	2	1	
Cont metalica	09/05/2015 10:3..	2	1	
contador pieza roja	09/05/2015 10:3..	3	1	42133440121.44...
Contador piezas negras	09/05/2015 10:3..	2	1	42133440133.02...
NUM PIEZAS DISTRIBUI	09/05/2015 10:3..	9	1	42133440133.02...
CONT PIEZA FALSA	09/05/2015 10:3..	2	1	42133440133.02...
Cont piezas ok	09/05/2015 10:3..	7	1	42133440133.02...
contador pieza roja	09/05/2015 10:3..	3	1	42133440133.02...
Contador piezas negras	09/05/2015 10:3..	2	1	42133440133.02...
NUM PIEZAS DISTRIBUI	09/05/2015 10:3..	9	1	42133440133.02...
CONT PIEZA FALSA	09/05/2015 10:3..	2	1	42133440133.02...
Cont pieza plateada	09/05/2015 10:3..	2	1	42133440133.02...
Cont piezas ok	09/05/2015 10:3..	7	1	42133440133.02...
contador pieza roja	09/05/2015 10:3..	3	1	42133440133.02...
Contador piezas negras	09/05/2015 10:3..	2	1	42133440133.02...
NUM PIEZAS DISTRIBUI	09/05/2015 10:3..	9	1	42133440133.02...
CONT PIEZA FALSA	09/05/2015 10:3..	2	1	42133440133.02...
Cont pieza plateada	09/05/2015 10:3..	2	1	42133440133.02...
Cont piezas ok	09/05/2015 10:3..	7	1	42133440133.02...
contador pieza roja	09/05/2015 10:3..	3	1	42133440133.02...
Contador piezas negras	09/05/2015 10:3..	2	1	42133440133.02...
NUM PIEZAS DISTRIBUI	09/05/2015 10:3..	9	1	42133440133.02...
CONT PIEZA FALSA	09/05/2015 10:3..	2	1	42133440133.02...
Cont pieza plateada	09/05/2015 10:3..	2	1	42133440133.02...
Cont piezas ok	09/05/2015 10:3..	7	1	42133440133.02...
contador pieza roja	09/05/2015 10:3..	3	1	42133440133.02...
Contador piezas negras	09/05/2015 10:3..	2	1	42133440133.02...
NUM PIEZAS DISTRIBUI	09/05/2015 10:3..	9	1	42133440133.02...

Figura 5.68. Historial de datos de la estación.

Resultado

La base de datos muestra el conteo de piezas, la fecha y hora del conteo, lo cual comprueba que se tiene un historial de datos procesados en la red industrial, y con esto se comprueba el correcto funcionamiento del SCADA.

CAPITULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES.

- Se diseñó e implementó un sistema HMI - SCADA, utilizando protocolos Ethernet bajo la normativa IEEE 802.3 y AS-I con la normativa EN50295, para la estación de bus de campo en el Laboratorio de Mecatrónica, satisfaciendo de esta manera todas las necesidades y parámetros para monitorear y controlar la estación.
- Se utilizó dispositivos de los fabricantes SIEMENS como: PLCs S7-300 con el módulo de comunicación CP 343-1 LEAN, módulo AS-I 343-2, KTP 600 PN, estos dispositivos se configuró y programó por medio del software TIA PORTAL V12, WINCC RT ADVANCED V12.
- El software de ingeniería TIA Portal reúne todas las herramientas de software de automatización en un único entorno de desarrollo.
- La herramienta tiene una intuitiva interfaz de usuario, su eficiente navegación y su probada tecnología hacen del TIA Portal la solución más innovadora en numerosas áreas de automatización a nivel industrial e institucional.
- Al utilizar las prestaciones que proporciona el software TIA Portal se obtiene un ahorro considerable de tiempo, trabajo y costos de ingeniería.
- La configuración y programación de los diferentes equipos se realizó en el software TIA Portal V12, por su fácil y sencillo manejo, gracias a su interfaz amigable.
- Se implementó la red AS-I en la estación de Distribución mediante el direccionamiento de esclavos y la configuración del maestro, para que la estación cumpla con las funciones asignadas de distribución de piezas.
- Con la implementación del maestro y los esclavos AS-I se puede acoplar los sensores y actuadores, lo que genera un ahorro en el cableado.
- Las redes AS-I en sistemas de automatización presentan variedad de mejoras en lo que se refiere al montaje, que es sencillo y garantiza un funcionamiento muy simple, la transmisión de datos y energía por el mismo cable ahorra costos en las

conexiones y el montaje, alta seguridad de funcionamiento gracias a la continua supervisión de los esclavos conectados en la red.

- La puesta en marcha de una red AS-I es más rápida y sencilla, el grado de protección IP67 la hace robusta a fallos por inserción de polvo o agua a la red, no se necesita ningún software adicional, se utiliza la programación tradicional de TIA Portal en el caso de SIEMENS, los tiempos de parada son más pequeños en caso de fallo gracias al intercambio de módulos sin necesidad de reconfiguración, los esclavos son de fácil sustitución.
- La implementación de una red Ethernet, es apta para sistemas automatizados, presenta: Altas prestaciones aún en el caso de existir muchos participantes y grandes distancias; transferencia de datos segura: Aún en el caso de la existencia de perturbaciones electromagnéticas mediante componentes idóneos para la industria; ahorro de costos: Mediante la disminución en el montaje y cableado.
- Se dispone de un fácil acceso al control de la estación de bus de campo con la implementación de la red Ethernet, el control se puede realizar desde una sola computadora o varias, si se conectan al switch de comunicaciones.
- El protocolo TCP/IP que se utilizó para la implementación de la red Ethernet es de alta confiabilidad, para el envío y recepción de datos.
- Las redes Ethernet industriales son eficientes por su alta velocidad en el control de procesos, bajo costo, fácil instalación y mantenimiento.
- El sistema HMI y SCADA implementado actúa sobre los dispositivos instalados en la planta, como son los controladores, sensores, actuadores, etc. Además permiten controlar el proceso mediante una interfaz gráfica, que muestra el comportamiento del proceso en tiempo real.
- La base de datos del sistema SCADA permite tener una estadística de los datos obtenidos durante el proceso.
- La estación de bus de campo FESTO es una potencial herramienta para el aprendizaje de la automatización, con la implementación de las redes industriales se genera un complemento para que los estudiantes se enfoquen a esta área, y tener una perspectiva más clara del trabajo en la industria.

- Al implementar la red Ethernet en la estación de bus de campo FESTO brinda a los estudiantes, un estudio profundizado en redes industriales, lo que permite enfocarse en la industrial con un nivel óptimo para el desarrollo profesional.
- La implementación del sistema HMI – SCADA en la estación de bus de campo FESTO, ayuda a los usuarios del laboratorio de ingeniería Mecatrónica a profundizar los conocimientos de diferentes diseños de HMI- SCADA, mediante comunicaciones industriales y de esa manera complementar el estudio de sistemas de automatización industrial.

6.2 RECOMENDACIONES.

- Dada a la gran potencialidad de la estación de bus de campo FESTO es necesario realizar mejoras en base a los equipos existentes en el mercado, es recomendable implementar nuevas estaciones FESTO, ya que por ser un equipo didáctico, estas se pueden acoplar perfectamente a las ya existentes en el laboratorio de Mecatrónica, de esta forma se pueden generar más aplicaciones.
- Para la implementación de nuevas estaciones en la red industrial es necesario que estas dispongan de comunicación Ethernet, al no disponer de esto, es recomendable implementar módulos de comunicación como se realizó en la estación de bus de campo.
- Se trabajó con equipos de los fabricantes SIEMENS que dispone la estación de bus de campo, para implementar estaciones futuras se debe seguir la línea de equipos SIEMENS para que no exista errores al configuración debido que software TIA Portal dispone de librerías de equipos netamente SIEMENS.
- Se recomienda implementar redes industriales en sistemas de bus de campo por la gran prestación y utilización que representan, dando como resultado el manejo automático de la planta y la monitorización de variables presentadas en el sistema.
- Se recomienda implementar redes AS-I en sistemas de automatización por las prestaciones de mejora que presenta esta red, tales como: El montaje sencillo garantiza un funcionamiento muy simple, la transmisión de datos y energía por el mismo cable ahorra costos en las conexiones y el montaje, alta seguridad de funcionamiento gracias a la continua supervisión de los esclavos conectados en la

red, puesta en marcha rápida y sencilla, el grado de protección IP67 hace robusta a fallos por inserción de polvo o agua a la red.

- En el desarrollo del proyecto se llegó a la conclusión que no se necesita ningún software adicional para la configuración de los dispositivos AS-I y Ethernet, se recomienda utilizar únicamente el software TIA Portal, debido que se trabaja con dispositivos de los fabricantes SIEMENS.
- Previa a la instalación del software TIA Portal, se tiene que verificar las características del computador, el software solicita como requisito disponer del sistema operativo Windows 7 profesional o Ultimate para su instalación.
- Una red industrial Ethernet, es apta para sistemas automatizados, presenta: Altas prestaciones aún en el caso de existir muchos participantes y grandes distancias; transferencia de datos segura: Aún en el caso de la existencia de perturbaciones electromagnéticas mediante componentes idóneos para la industria; ahorro de costos: Mediante la disminución de los costos de montaje y cableado; líder universal dentro de las redes industriales: Se utiliza en múltiples industria, es por esto que es recomendable implementar en la industria.
- Para tener un control automático se recomienda implementar sistemas SCADA y HMI ya que presentan características para el control del bus de campo FESTO, mediante la visualización de datos en tiempo real, la facilidad de mantenimiento, el manejo remoto de las estaciones, resolución de conflictos de forma remota, investigación de averías, almacenamiento de datos históricos y seguridad en la operación. Con esto se logra la reducción de los rechazos, el control y reducción de los costos, la fiabilidad del proceso, la flexibilidad de la producción y por ende la mejora continua de la calidad.
- Es recomendable revisar el manual de usuario y configuración para una mejor utilización del sistema y en caso de que se necesite reconfigurar la red.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- D-LinK. (2014). *LinK Corporation*. Obtenido de LinK Corporation: <http://www.dlinkla.com/des-1008a>. Recuperado el 11 de Enero de 2014.
- ELECTRONIC, I. (2008/2009). *Sistema de bus AS-Interface Catálogo*. Obtenido de Sistema de bus AS-Interface Catálogo: <http://pdf.directindustry.es/pdf/ifm-electronic/sistema-bus-as-interface-catalogo-2008-2009/544-34574.html>. Recuperado el 2 de Marzo de 2014.
- FESTO. (2015). *CONSOLA DE CONTROL*. Obtenido de CONSOLA DE CONTROL: <http://www.festo-didactic.com/mx-es/learning-systems/mps-sistema-de-produccion-modular/funcionamiento-supervision/consola-de-control.htm?fbid=bXguZXMuNTY0LjE0LjE4LjcwOC4zOTM1>. Recuperado el 4 de Febrero de 2014.
- FESTO. (2015). *Estación de clasificación*. Obtenido de Estación de clasificación: www.festo-didactic.com/int-en/learning-systems/mps-the-modular-production-system/stations/sorting-station-finally.htm. Recuperado el 8 de Marzo de 2014.
- FESTO. (2015). *Estación de Distribución*. Obtenido de Estación de Distribución: www.festo-didactic.com/es-es/productos/mps-sistema-de-produccion-modular/estaciones/estacion-de-distribucion,sin-montar.htm?fbid=ZXMuZXMuNTQ3LjE0LjE4LjYwNi40MDg1. Recuperado el 8 de Marzo de 2014.
- FESTO. (2015). *Estación de pruebas*. Obtenido de Estación de pruebas: www.festo-didactic.com/int-en/learning-systems/mps-the-modular-production-system/stations/testing-station-focus-on-sensors.htm?fbid=aW50LmVuLjU1Ny4xNy4xOC42MDYuMzk0NA. Recuperado el 8 de Marzo de 2014.
- FESTO. (s.f.). *CPV con Interface tipo AS-I*. Obtenido de CPV con Interface tipo AS-I : <http://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/321647/378115d6.pdf>. Recuperado el 20 de Marzo de 2014.

FUITRONIC,CATALOGO-AS-I. (2015). *FUITRONIC*. Obtenido de <http://www.fluitronic.es/Catalogo.aspx?lang=es-ES&id=1-01-001-25-21-20-00>. Recuperado el 4 de Abril de 2014.

Fundacion Wikipedia, I. (24 de Febrero de 2015). *Grado de protección IP*. Recuperado el 15 de Mayo de 2014,Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/Grado_de_protecci%C3%B3n_IP

González, N., & Reinoso, E. (Marzo de 2011). *dspace.ups.edu.ec*. Recuperado el 8 de Junio de 2014. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1921/14/UPS-CT002354.pdf>

Guerrero, G. N. (30 de Septiembre de 2012). <http://geeksknowledge.blogspot.com/>. Recuperado el 23 de Agosto de 2014,Obtenido de <http://geeksknowledge.blogspot.com/>: <http://geeksknowledge.blogspot.com/2012/09/rsf-o-middleware-para-robots.html>

IBUDWEB. (2014). *IBUDWEB.COM*. Obtenido de <http://www.ibudweb.com/wincc-flexible-2008-service-pack-2-supports-windows-7-download.html>. Recuperado el 27 de Abril de 2014.

IMF. (2015). *AS-Interface en una instalación CIP* . Obtenido de AS-Interface en una instalación CIP : <http://i-for-t.de/ifmes/web/apps-by-industry/as-interface-en-una-instalaci%C3%B3n-cip-de-la-industria-de-productos-1%C3%A1lcteos.html>. Recuperado el 19 de Julio de 2014.

IntouchWEB. (2015). *Intouchsoftware*. Obtenido de www.intouchsoftware.co.uk/. Recuperado el 17 de Octubre de 2014.

Kioskea.Introduccion a Ethernet. (Junio de 2014). *Introduccion a Ethernet*. Obtenido de <http://es.kioskea.net/contents/672-ethernet>. Recuperado el 30 de Agosto de 2014.

KIOSKEA.MODOS DE TRANSMICION DE DATOS. (FEBRERO de 2015). *MODOS DE TRANSMICION DE DATOS*. Obtenido de

<http://es.kioskea.net/contents/688-transmision-de-datos-modos-de-transmision>. Recuperado el 25 de Febrero de 2015.

KIOSKEA.MODOS DE TRANSMISION DE DATOS. (Junio de 2014). *MODOS DE TRANSMISION DE DATOS*. Obtenido de <http://es.kioskea.net/contents/688-transmision-de-datos-modos-de-transmision>. Recuperado el 17 de Agosto de 2014.

kioskea.net. (JUNIO de 2014). ETHERNET. *ETHERNET*. Recuperado el 20 de Agosto de 2014.

León, J. A. (28 de Mayo de 2009). *itzamna.bnct.ipn.mx*. Obtenido de <http://itzamna.bnct.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/4900/1/JABL.PDF>. Recuperado el 6 de Noviembre de 2014.

López, C. A. (Diciembre de 2010). <http://eie.ucr.ac.cr/>. Recuperado el 13 de Mayo de 2014, de <http://eie.ucr.ac.cr/>: http://eie.ucr.ac.cr/uploads/file/proybach/pb2010/pb2010_041.pdf. Recuperado el 29 de Mayo de 2014.

Lucas Mateo Urrea Mantilla, S. A. (2012). <http://repository.unimilitar.edu.co/>. Obtenido de <http://repository.unimilitar.edu.co/>: <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/9953/1/UrreaMantillaLucasMateo2012.pdf>. Recuperado el 19 de Noviembre de 2014.

María Fernanda Utreras Abad, D. D. (17 de Octubre de 2013). <http://www.dspace.espol.edu.ec/>. Recuperado el 12 de Mayo de 2014, de <http://www.dspace.espol.edu.ec/>: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/25358/1/Resumen%20de%20tesis%20MUtreras%20y%20DDecimavilla%20c%20director%20de%20tesis%20Ph.D.%20Daniel%20Ochoa%20D.%202017%20octubre%202013.pdf>

MARTINEZ, D. M. (19 de Noviembre de 2012). <http://e-archivo.uc3m.es/>. Recuperado el 19 de Enero de 2014, de <http://e-archivo.uc3m.es/>: <http://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/16723>

- Nader Mohamed, J. A.-J. (Mayo de 2009). *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*. Recuperado el 23 de Mayo de 2014, de IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security: <http://faculty.uaeu.ac.ae/ijawhar/publications/review%20for%20mid%20rob%20journ.pdf>
- Ner, A. (27 de Septiembre de 1012). <http://afroner9.blogspot.com/>. Obtenido de <http://afroner9.blogspot.com/2012/09/robotica-y-bionica.html>. Recuperado el 4 de Abril de 2014.
- Oriol Rodriguez Gutierrez, J. N. (19 de enero de 2005). Trabajo De Automatización Industrial, Ethernet. *Trabajo De Automatización Industrial, Ethernet*. Cataluña: Universidad Politecnica de Cataluña. Recuperado el 19 de Mayo de 2014.
- Peña, C., Oviedo, E., & Cárdenas, P. (Junio de 2011). www.scielo.org.co. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v21n1/v21n1a05.pdf>. Recuperado el 29 de Septiembre de 2014.
- PEREZ, F. P. (s.f.). *Centro Integrado Politecnico ETI*. Obtenido de <http://www.etitudela.com/fpm/comind/downloads/6asiconfg.pdf>. Recuperado el 22 de Junio de 2014. <http://www.etitudela.com/fpm/comind/downloads/6asiconfg.pdf>
- Pfeiffer, S., & Gabas, A. (s.f.). awesomebytes.com. Obtenido de http://awesomebytes.com/wp-content/uploads/2012/09/Informe_delta_spfeiffer_agabas_con_anexos.pdf. Recuperado el 7 de Noviembre de 2014.
- PHOENIX CONTACT, S. (s.f.). *PHOENIX CONTACT, S.A.U.* Obtenido de PHOENIX CONTACT, S.A.U.: https://www.phoenixcontact.com/online/portal/es?1dmy&urile=wcm:path:/eses/web/main/products/subcategory_pages/as_interfaces_p-04-01/bbce8a8c-d420-4f7a-ba3c-a11003717414. Recuperado el 15 de Julio de 2014.
- Quinteros, G. t. (mayo de 2012). *Equipo y material necesario para instalar una red LAN*. Obtenido de Equipo y material necesario para instalar una red LAN:

<http://equipo2adred.blogspot.com/2012/05/equipo-y-material-necesario-para.html>. Recuperado el 19 de Junio de 2014.

RIVERA, I. G. (03 de OCTUBRE de 2013). *COMUNICACIONES INDUSTRIALES*. Obtenido de COMUNICACIONES INDUSTRIALES: <http://ivagari23.blogspot.com/2013/10/actividades.html>. Recuperado el 18 de Abril de 2014.

Romero, A. M. (21 de Junio de 2014). <http://wiki.ros.org/>. Recuperado el 12 de Mayo de 2014, de <http://wiki.ros.org/>: <http://wiki.ros.org/ROS/Concepts>

Sanjuán, J. C. (15 de Noviembre de 2010). *cmm.blogspot.com*. Obtenido de cmm.blogspot.com. Recuperado el 20 de Julio de 2014, <http://avancescientificosytecnologicos-cmm.blogspot.com/2010/11/da-vinci-robot-que-realiza-operaciones.html>

SICK,SENSOR INTELIGENTE. (27 de AGOSTO de 2013). *SENSOR INTELIGENTE*. Obtenido de <http://sensorstrade.com/media/pdf/53410/sick-w112-2z430-datasheet.pdf>. Recuperado el 27 de Abril de 2014.

Siemens. (1996-2015). *Procesador de comunicaciones CP 343-1 Lean*. Obtenido de Procesador de comunicaciones CP 343-1 Lean: <http://w3.siemens.com/mcms/industrial-communication/es/ie/conexiones-de-sistema/simatic-s7-sinumerik-o/s7-300/pages/cp343-1lean.aspx>. Recuperado el 14 de Agosto de 2014.

SIEMENS. (2002). *Manual Simatic Net. CP 343-2 / CP 343-2 P. EDICION 11*. Recuperado el 25 de Agosto de 2014.

Siemens. (09 de Agosto de 2006). *industry Online support* . Obtenido de industry Online support : <https://support.industry.siemens.com/cs/#document/23551471?lc=es-WW>. Recuperado el 18 de Septiembre de 2014.

Siemens. (20 de Octubre de 2008). *Serie Panel para el manejo y visualización de aplicaciones sencillas*. Obtenido de Serie Panel para el manejo y visualización de aplicaciones sencillas: <http://www.siemens.com/press/en/>

presspicture/?press=/en/presspicture/2008/Industry_Automation/ia2008101643-01.htm. Recuperado el 20 de Noviembre de 2014.

SIEMENS. (2008/08). SIMATIC a Industrial Ethernet CP 343-1 Lean. En SIEMENS, *SIMATIC NET CPs S7 para Industrial Ethernet CP 343-1 Lean*. Recuperado el 2 de Noviembre de 2014.

SIEMENS. (2008/2009). Sistema de bus AS-Interface . *Catálogo* . Recuperado el 30 de Abril de 2014.

SIEMENS. (Enero de 2009). *SIMATIC HMI*. Obtenido de SIMATIC HMI: <http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores/Documents/HMI%20KTPs.pdf>. Recuperado el 5 de Noviembre de 2014.

SIEMENS. (10 de 2012). SIMATIC NET. *Manual de producto C79000–G8978–C198–07*. ALEMANIA. Recuperado el 1 de Agosto de 2014.

SIEMENS. (09 de 2013). MANUAL DE CONFIGURACION. *CONFIGURAR Y PONER EN SERVICIO CPs s7 ethernet*. Recuperado el 7 de Agosto de 2014.

SIEMENS. (2015). *COMUNICACION AS-I*. Obtenido de COMUNICACION AS-I: www.cache.automation.siemens.com/dnl/TQ/TQ5MjI5AAAA_5581657_HB/CP_343-2_Manual_2008-08_X-2010-08_en.pdf. Recuperado el 11 de Junio de 2014.

SIEMENS. (2015). CONFIGURACION AS-I S7-300. *Configuración y programación de una red AS-i con un S7-300*. Recuperado el 9 de mayo de 2014.

SIEMENS. (2015). Manual AS-Interface . Recuperado el 8 de Junio de 2014.

Siemens. (2015). Manual AS-Interface – . *Introducción y Fundamentos* . Recuperado el 25 de Abril de 2014.

SIEMENS. (2015). *Procesador CP 343-1*. Obtenido de Procesador CP 343-1: <http://w3.siemens.com/mcms/industrial-communication/es/ie/conexiones-de-sistema/simatic-s7-sinumerik-o/s7-300/Pages/cp343-1advanced.aspx>

SIEMENS. (2015). *Procesador de comunicaciones* . Obtenido de Procesador de comunicaciones : <http://w3.siemens.com/mcms/industrial-communication/es/ie/conexiones-de-sistema/simatic-s7-sinumerik-o/s7-300/Pages/cp343-1lean.aspx>. Recuperado el 1 de Febrero de 2015.

SIEMENS. (2015). *Processador de comunicaciones SIMATIC S7-300*. Obtenido de Processador de comunicaciones SIMATIC S7-300: <http://w3.siemens.com/mcms/industrial-communication/es/ie/conexiones-de-sistema/simatic-s7-sinumerik-o/s7-300/Pages/cp343-1.aspx>. Recuperado el 1 de Febrero de 2015.

SIEMENS. (2015). *PROTOCOLOS ESTANDAR*. Obtenido de PROTOCOLOS ESTANDAR: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/24352751?lc=es-WW>. Recuperado el 19 de Febrero de 2015.

SIEMENS. (2015). SIMATIC Manual AS-Interface. *Introducción y Nociones fundamentales*. ALEMANIA. Recuperado el 1 de Marzo de 2015.

Siemens AG Industry, S. (2009). *AS-Interface*. Obtenido de <http://www.automation.siemens.com/cd-static/material/info/e20001-a550-p305-v4-7800.pdf>. Recuperado el 7 de Noviembre de 2015.

SIEMENS. (s.f.). ayuda software TIA PORTAL. *ayuda software TIA PORTAL*. Recuperado el 8 de Julio de 2014.

SIEMENS. (s.f.). MANUAL AS-INTERFACE.

SIEMENS,AG,TIA PORTAL. (2015). *Totally Integrated Automation Portal*. Obtenido de http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/software/tia_portal/pages/tiaportal.aspx. Recuperado el 18 de Enero de 2015.

Siemens,AS-I interface. (2009). *AS_I interface*. Obtenido de AS_I interface: <http://www.automation.siemens.com/cd-static/material/info/e20001-a550-p305-v4-7800.pdf>. Recuperado el 19 de Agosto de 2015.

SIEMENS,MANUAL CP343-2/CP343-2P. (11 de 2002). Manual SIMATIC Net. CP 343-2 / CP 343-2 P. Edición 11 / 2002. SIEMENS.

- SIEMENS, PROCESADORES DE COMUNICACION. (1996-2015). *Conexiones de sistema para PG/PC*. Obtenido de <http://w3.siemens.com/mcims/industrial-communication/es/ie/conexiones-de-sistema/conexiones-de-sistema-para-pg-pc/pages/conexiones-de-sistema-para-pg-pc.aspx>. Recuperado el 1 de Mayo de 2014.
- SILVA, W. (2008). AS-International Association . *AS-International Association* . Recuperado el 9 de Agosto de 2015.
- SMAR. (2015). *SMAR INDUSTRIAL AUTOMATION*. Obtenido de SMAR INDUSTRIAL AUTOMATION: <http://www.smar.com/en/asi>. Recuperado el 22 de Febrero de 2015.
- SMAR, AS-I TECNOLOGÍA. (2015). *TUTORIAL DE TECNOLOGÍA AS-I*. Obtenido de <http://www.smar.com/en/asi>. Recuperado el 22 de Febrero de 2015.
- SOUTHEAST. (07 de ENERO de 2015). *SOUTHEAST MISSOURI STATE UNIVERSITY*. Obtenido de <http://www.semo.edu/physics/tools.html>. Recuperado el 25 de Febrero de 2015.
- Textos Científicos. (22 de Febrero de 2006). *TOPOLOGIAS ETHERNET*. Obtenido de <http://www.textoscientificos.com/redes/ethernet/topologias-ethernet>. Recuperado el 9 de Mayo de 2014.
- Torre, R. R. (17 de septiembre de 2012). <http://bibing.us.es/>. Obtenido de <http://bibing.us.es/>: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5139/fichero/PFC-+Por+cap%EDtulos%252F3-Entorno+de+simulaci%F3n.pdf>
- TPAutomation-AS-I. (2015). *COMUNICACION AS-I*. Obtenido de COMUNICACION AS-I: <http://www.tpautomation.de/shop/Automatisierungssysteme/Siemens/SIMATIC-S7-Steuerungen/SIMATIC-S7-300/S7-300-Kommunikation/6GK7343-2AH01-0XA0-CP-343-2-Kommunikationsprozessor-AS-I:4717.html>. Recuperado el 1 de Febrero de 2015.

- UNAD, Niveles de una red industrial. (2014). *Niveles de una red industrial*. Obtenido de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/2150505/AVA/niveles_de_una_red_industrial_y_estndares_de_redes_lan_industriales.html. Recuperado el 29 de Mayo de 2014.
- Vicente, Guerrero. (2009). Comunicaciones Industriales. En R. L. Vicente guerrero, *Comunicaciones Industriales* (pág. 410). Barcelona Catalanes: MARCOMBO, S.A. Recuperado el 12 de Febrero de 2014.
- VIZUET, M. H. (28 de Marzo de 2007). <http://tesis.ipn.mx/>. Recuperado el 9 de Mayo de 2014, de <http://tesis.ipn.mx/>: http://tesis.ipn.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/5120/1711_2007_ESIME-ZAC_MAESTRIA_hernandez_vizuet_mauricio.pdf?sequence=1.
- WIEDEMANN, B. (2012). *AS-Interface Master News* . Obtenido de AS-Interface Master News : <http://www.bihl-wiedemann.de/ar/empresa/noticias/boletin-informativo/as-interface-master-news-162012.html>. Recuperado el 15 de Agosto de 2014.

ANEXOS

ANEXO A:

PLANOS NEUMÁTICOS DE LA ESTACIÓN DE BUS DE CAMPO FESTO.

ANEXO B:

DATOS TÉCNICOS DE LOS EQUIPOS.

ANEXO C:

ARTICULO CIENTÍFICO.

ANEXO D:

MANUAL DE CONFIGURACIÓN.

ANEXO E:

MANUAL DE USUARIO.

ANEXO F:

PROGRAMACIONES.

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE

INGENIERÍA MECATRÓNICA

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por los señores Cristian Rolando Chango Guacho y Edison Rene Toapaxi Gualpa bajo mi supervisión.

ING. SINGAÑA MARCO
DIRECTOR

ING. TERÁN HÉCTOR
CODIRECTOR

ING. VICENTE HALLO
DIRECTOR DE LA CARRERA DE
INGENIERÍA MECATRÓNICA.

DR. FREDDY JARAMILLO
SECRETARIO ACADÉMICO.