

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
EXTENSIÓN LATACUNGA**



CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED INDUSTRIAL UTILIZANDO PROTOCOLO PROFINET PARA MONITOREO Y CONTROL DE LAS ESTACIONES DE NIVEL, FLUJO, PRESIÓN Y TEMPERATURA EN EL LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y CONTROL DE PROCESOS DE LA ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA”.

**MARLON LEANDRO GUEVARA ORTIZ
JOSÉ MARÍA ROSERO ORTÍZ**

**Tesis presentada como requisito previo a la obtención del Título de
INGENIERO EN ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN**

LATACUNGA – ECUADOR

JUNIO, 2013

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente proyecto de grado fue realizado en su totalidad por los señores: MARLON LEANDRO GUEVARA ORTIZ y JOSÉ MARÍA ROSERO ORTÍZ, previo a la obtención de sus Títulos de Ingenieros en Electrónica e Instrumentación.

Latacunga, Junio de 2013

Ing. Edwin Pruna
DIRECTOR

Ing. Galo Ávila
CO-DIRECTOR

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, José María Rosero Ortiz y Marlon Leandro Guevara Ortiz

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED INDUSTRIAL UTILIZANDO PROTOCOLO PROFINET PARA MONITOREO Y CONTROL DE LAS ESTACIONES DE NIVEL, FLUJO, PRESIÓN Y TEMPERATURA EN EL LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y CONTROL DE PROCESOS DE LA ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA” ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de 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 del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Junio de 2013

JOSÉ MARÍA ROSERO O.

C.C: 1721417499

MARLON LEANDRO GUEVARA O.

C.C: 0503078792

AUTORIZACIÓN

Nosotros, José María Rosero Ortiz y Marlon Leandro Guevara Ortiz

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación en la Biblioteca virtual de la institución del trabajo “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED INDUSTRIAL UTILIZANDO PROTOCOLO PROFINET PARA MONITOREO Y CONTROL DE LAS ESTACIONES DE NIVEL, FLUJO, PRESIÓN Y TEMPERATURA EN EL LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y CONTROL DE PROCESOS DE LA ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA” cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Junio de 2013

JOSÉ MARÍA ROSERO

C.C: 172141749-9

LEANDRO GUEVARA ORTIZ.

C.C:050307879-2

CERTIFICADO

ING. EDWIN PRUNA (DIRECTOR)

ING. GALO ÁVILA (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED INDUSTRIAL UTILIZANDO PROTOCOLO PROFINET PARA MONITOREO Y CONTROL DE LAS ESTACIONES DE NIVEL, FLUJO, PRESIÓN Y TEMPERATURA EN EL LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y CONTROL DE PROCESOS DE LA ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA” realizado por los señores: JOSÉ MARÍA ROSERO ORTÍZ Y MARLON LEANDRO GUEVARA ORTÍZ, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Por ser un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, **SI** recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de UN empastado y UN CD el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autorizan a los señores: JOSÉ MARÍA ROSERO ORTÍZ Y MARLON LEANDRO GUEVARA ORTÍZ que lo entregue a la ING. NANCY GUERRON, en su calidad de Directora de Carrera.

Latacunga, Junio de 2013.

Ing. Edwin Pruna

DIRECTOR

Ing. Galo Ávila

CO-DIRECTOR

AGRADECIMIENTO

Agradezco al Señor Jesucristo por ser mi roca fuerte, mi impulso diario y por haberme permitido llegar a este momento tan especial y grato sin perder la fe ni la esperanza.

A mis padres Fernando Rosero y María Ortiz por la ayuda incondicional, por su enseñanza y la gran influencia positiva que han sido en mi formación como ser humano.

A mis hijas Fernanda Rosero y Gabriela Rosero por convertirse en la razón y el motivo de esforzarme y ser cada día mejor.

A mi hermano Elías Rosero que con su apoyo brindado en los momentos difíciles se ha convertido en uno de mis mejores amigos.

José María R.

DEDICATORIA

Mi proyecto de tesis tiene una especial dedicatoria a mi padre el Ing. Fernando Rosero por ser el hombre que tanto admiro y amo.

A mi madre, Dra. María Ortiz quien ha sido parte fundamental en mi vida por el amor, apoyo incondicional y la amiga que me ha llenado de valor y valentía para enfrentar las adversidades.

José María R.

AGRADECIMIENTO

A mi Dios Todopoderoso por haberme cobijado de sus bendiciones durante toda mi carrera estudiantil y permitirme llegar con gran fortaleza a este momento de felicidad realización académica.

A toda mi hermosa familia por su apoyo incondicional que con sus palabras y acciones me levantaron después de cada caída, y me dieron el aliento necesario para no desmayar y seguir adelante.

A mis amigos, amigas y compañeros por compartir su alegría, amistad y compañerismo en las aulas de clase en donde vivimos momentos únicos, a la vez que adquirimos conocimientos valiosos para nuestro aprendizaje.

A mis maestros y maestras que supieron forjar mi mente y mi espíritu, enseñándome que con esfuerzo, disciplina y constancia se consigue el éxito.

A mi prestigiosa Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga y sus autoridades por acogerme en sus instalaciones y brindarme las facilidades para estudiar y desarrollar mis destrezas y habilidades.

A los Docentes de la Carrera de Ingeniería Electrónica e Instrumentación, por su dedicación y tenacidad por formar profesionales íntegros y preparados para asumir los retos del mañana; de manera especial al Ing. Armando Álvarez por sus sabias enseñanzas y consejos; a los Ingenieros Galo Ávila y Edwin Pruna por su amistad y valioso apoyo en la dirección y desarrollo de este trabajo.

Leandro Guevara O.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado con profundo amor a mi familia materna porque nunca dejaron de creer en mí y decirme siempre que sí puedo; de manera especial a mis tíos Víctor, Vinicio, Narcisa, Byron, Cecilia, Lourdes, Geoconda y Aída Ortiz; además le dedico a mi abuelita Gloria Espinosa esperando que en el cielo sepa que no ha sido en vano tu esfuerzo, porque siempre te llevo en mi corazón y todo lo bueno que tu dejaste en mí hoy está dando muy buenos frutos.

A mi abuelo Manuelito Ortiz por mantener siempre su expectativa en que yo culmine mis estudios y sea un profesional útil a la sociedad.

A mi madre Elena Ortiz por ser una luchadora de mil batallas; te dedico este esfuerzo conjunto para felicidad nuestra.

A mi esposa Mony y a mi pequeño hijo Darío que llenan mi vida de amor, alegría y esperanza de que días mejores vendrán.

A mis hermanas Daya e Ingrid, esperando que esta sea la ruta trazada hacia la superación profesional y personal.

A mis compañeros y compañeras que no lograron culminar la Carrera Universitaria por diversos motivos se los dedico como muestra de que no hay que rendirse fácilmente y que nunca es tarde para hacer realidad nuestras metas anheladas.

Leandro Guevara O.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pág.
CAPÍTULO 1	1
1 EL PROBLEMA.....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4 OBJETIVOS:.....	5
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	5
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	5
1.5 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
1.5.1 El modelo ISO/OSI.....	6
1.5.2 Topologías de red.	8
1.5.3 Modelos de comunicación.....	11
1.5.4 Control de acceso al medio.....	12
1.5.5 Medios de transmisión.	14
1.5.6 EL MODELO TCP/IP.....	19
1.5.7 REDES INDUSTRIALES.....	20
1.5.8 Ventajas y beneficios de las redes industriales:.....	21
1.5.9 NIVELES EN UNA RED INDUSTRIAL.....	22
1.5.10 REDES LAN INDUSTRIALES.....	23
1.5.11 BUSES DE CAMPO.....	24
1.5.12 BUSES ESTANDARIZADOS	27
1.5.13 PROFINET.....	32
1.5.14 MODELO DE INGENIERÍA PARA PROFINET	33
1.5.15 COMUNICACIONES EN PROFINET.....	34
1.5.16 MODELO MIGRATORIO PARA PROFINET.....	34
1.5.17 XML EN PROFINET	35
1.5.18 OPC y OPC DX.....	35

1.5.19	Profinet IO.....	37
1.5.20	Profinet CBA	37
1.5.21	Comunicación en tiempo real con Profinet.....	38
1.5.22	VENTAJAS DE PROFINET	39
1.5.23	TECNOLOGÍAS IT EN LOS NIVELES DE PROCESO	44
1.5.24	INFORMACIÓN EN VERDADERO TIEMPO REAL IRT	45
1.5.25	TRAMA DE PROFINET	45
1.5.26	VENTAJAS DE ETHERNET TIEMPO REAL ISÓCRONO	47
1.5.27	Mejoras de RT respecto del estándar TCP/IP.....	47
1.5.28	PLC (CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE)	48
1.5.29	DEFINICIÓN	48
1.5.30	CAMPOS DE APLICACIÓN.....	49
1.5.31	VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL PLC	51
1.5.32	ESTRUCTURA DE LOS AUTÓMATAS PROGRAMABLES ..	52
1.5.33	CONTROL PID	54
1.5.34	SISTEMAS SCADA	57
1.5.35	Funciones Principales	59
1.5.36	Transmisión de la Información	61
1.5.37	Elementos del Sistema SCADA	61
1.5.38	TIA PORTAL Totally Integrated Automation Siemens	63
1.5.39	DESCRIPCIÓN TIA PORTAL	64
1.5.40	Arquitectura de framework con un diseño atractivo	65
1.5.41	SIMATIC WINCC EN EL TIA PORTAL	66
CAPÍTULO 2.....		73
2	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN	73
2.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN	73
2.2	MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	73
2.3	HIPÓTESIS:.....	74
2.4	VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.....	75
2.5	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	75

2.6	DISEÑO DE RED INDUSTRIAL PROFINET	75
2.6.1	Diseño Espacial y Topología física.....	76
2.6.2	Transferencias entre PLC S7 200 y S7 300	77
2.6.3	VELOCIDAD DE TRANSFERENCIA DE DATOS Y CABLES...	78
2.6.4	DISEÑO DE LA ARQUITECTURA DE RED.	80
2.7	IMPLEMENTACIÓN DE LA RED.....	82
2.7.1	PROCEDIMIENTO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RED	82
2.7.2	MATERIALES Y EQUIPOS REQUERIDOS PARA LA RED. ...	83
2.7.3	Preparación del Cableado para PROFINET.....	87
2.7.4	Configuración de transmisores Smart con Fluke 744.....	89
2.7.5	ADQUISICIÓN DE SEÑALES ANALÓGICAS.....	91
2.7.6	Control PID con el PLC S7 200 CPU 224/226	92
2.7.7	COMUNICACIONES, PROFINET, TCP/IP	94
2.7.8	DESARROLLO DEL HMI-SCADA.....	104
CAPÍTULO 3.....		125
3	ANÁLISIS DE RESULTADOS	125
3.1	PRUEBAS EXPERIMENTALES.	125
3.1.1	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE ESTACIONES.....	125
3.1.1.1	PRUEBAS DE CONFIGURACIÓN DE TRANSMISORES..	126
3.1.2	PRUEBAS DE CONFIGURACIÓN DE PLCs S7 200.....	126
3.1.3	PRUEBAS DE CONTROL PID	127
3.1.4	PRUEBAS DE COMUNICACIÓN PROFINET TCP/IP	128
3.1.5	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE HMI EN RTUs	131
3.1.6	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE HMI MÁSTER	132
3.1.7	PRUEBAS DE VELOCIDADES DE TRANSMISIÓN.....	132
3.2	ALCANCES Y LIMITACIONES.....	133
3.2.1	ALCANCES:.....	133
3.2.2	LIMITACIONES.....	134
CAPÍTULO 4.....		135
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	135

4.1	CONCLUSIONES:.....	135
4.2	RECOMENDACIONES:.....	137
	BIBLIOGRAFÍA:.....	138
	ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Topologías de redes industriales	9
Figura 1.2.	Formato de mensajes	12
Figura 1.3.	Tipos de cable Par Trenzado.....	16
Figura 1.4.	Composición de cable coaxial	17
Figura 1.5.	Tipos de Fibra Óptica.....	18
Figura 1.6.	Niveles TCP/IP	20
Figura 1.7.	Niveles en una red industrial.....	23
Figura 1.8.	Características PROFINET	33
Figura 1.9.	Escalabilidad PROFINET	39
Figura 1.10.	Flexibilidad PROFINET	40
Figura 1.11.	Integración PROFINET	41
Figura 1.12.	Diagnóstico PROFINET	42
Figura 1.13.	Alta Seguridad con PROFINET	43
Figura 1.14.	Tiempo real verdadero IRT	45
Figura 1.15.	Trama TCP/IP y Ethernet.....	46
Figura 1.16.	Indicación de Trama Ethernet.....	46
Figura 1.17.	Comparación Tiempo Real y Tiempo TCP/IP	47
Figura 1.18.	Vista Frontal de PLC SIMATIC S7 200 CPU 224 SIEMENS ..	48
Figura 1.19.	Estructura Modular PLC S7 300	54
Figura 1.20.	Componentes Sistema SCADA	63
Figura 1.21.	TIA PORTAL, frame de ingeniería para automatización	63
Figura 1.22.	Vista de Totally Integrated Automation Portal	65
Figura 1.23.	Acceso directo a variables de control	67

Figura 1.24. Conmutación del Dispositivo HMI de destino.....	70
Figura 1.25. Trabajo con líneas de referencia.....	71
Figura 1.26. Configuración de un gráfico animado	72
Figura 2.1. Diseño esquemático de la Red PROFINET	76
Figura 2.2. Transferencias de datos entre S7 200 y S7 300.....	77
Figura 2.3. Cable Fast Connect en abanico.....	87
Figura 2.4. Conector Fast Connect RJ45 abierto con cable	88
Figura 2.5. Conector Fast Connect RJ45 cerrado con cable	88
Figura 2.6. Figura Conector y cable IE Fast Connect ajustados.....	88
Figura 2.7. Cable Conector IE Fast Connect	89
Figura 2.8. Calibración del Transmisor Rosemount 3051	89
Figura 2.9. Calibración del Transmisor Rosemount 3051	90
Figura 2.10. Visualización del rango inferior y superior Rosemount 3051	90
Figura 2.11. Asistentes de Operación PID.....	92
Figura 2.12. Luego de la Autosintonía Set Point es igual al Process Value..	94
Figura 2.13. Asistente Ethernet.....	94
Figura 2.14. Direccionamiento IP para Módulo CP 243-1 RTU Presión	95
Figura 2.15. Byte de Comando y conexiones Punto a punto	96
Figura 2.16. Configuración TSAP Remoto e IP Server, conexión cliente	97
Figura 2.17. Configuración de Transferencia de datos, escritura, PV.....	98
Figura 2.18. Configuración de transferencia de datos, lectura, PV	98
Figura 2.19. Configuración de Transferencia de datos ,escritura, SP.....	99
Figura 2.20. Subrutina de inicio de comunicación Ethernet con CP 243-1 ...	99
Figura 2.21. Subrutina para transferencia de datos, escritura VB12.....	100
Figura 2.22. Subrutina para transferencia de datos, lectura MB12.....	100
Figura 2.23. Subrutina para transferencia de datos, escritura VB14.....	101
Figura 2.24. Pantalla de inicio de Tia Portal	101
Figura 2.25. Módulo CP 343-1 Lean y CPU 313C 2DP en TIA PORTAL ...	102
Figura 2.26. Agregando Subred.....	102
Figura 2.27. Dirección IP en el Proyecto.....	103

Figura 2.28. Opciones de puerto para Profinet	103
Figura 2.29. Creación de variables	104
Figura 2.30. PC SIMATIC, WINCC RT ADVANCED, IE GENERAL	105
Figura 2.31. Conexión Virtual IE General y CP 343-1 Lean.....	105
Figura 2.32. Panel de Control, Ajuste interface PG/PC	106
Figura 2.33. S7 ONLINE	106
Figura 2.34. Direccionamiento IP, PC Máster MTU	107
Figura 2.35. Conexión HMI	108
Figura 2.36. Creación y direccionamiento de variables HMI	108
Figura 2.37. Runtime ventana de INICIO.....	109
Figura 2.38. RT PRINCIPAL, WINCC RT ADVANCED, MTU.....	110
Figura 2.39. Esquemático de la estación de temperatura (MTU).....	111
Figura 2.40. Respuesta señales de la estación de temperatura (MTU)	111
Figura 2.41.. Diagrama esquemático de la estación de presión (MTU)	112
Figura 2.42. Respuesta señales de la estación de presión (MTU).....	112
Figura 2.43. Diagrama esquemático de la estación de flujo (MTU)	113
Figura 2.44. Respuesta señales de la estación de flujo (MTU).....	113
Figura 2.45. Diagrama esquemático de la estación de nivel (MTU).....	114
Figura 2.46. Respuesta señales de la estación de nivel (MTU).....	114
Figura 2.47. Pantalla Principal TOP Server	115
Figura 2.48. Ventana de inicio, con Intouch wonderware, rtu	116
Figura 2.49. Presentación de la estación de presión, con Intouch.....	117
Figura 2.50. ESTACION DE PRESION, INTOUCH	117
Figura 2.51. SEÑALES DE LA ESTACION DE PRESION, INTOUCH	118
Figura 2.52. INICIO DE LA INTERFACE, INTOUCH.....	118
Figura 2.53. ESTACION DE FLUJO, INTOUCH	119
Figura 2.54. ESTACION DE FLUJO, INTOUCH	119
Figura 2.55. SEÑALES DE LA ESTACION DE FLUJO, INTOUCH	120
Figura 2.56. INICIO ESTACION TEMPERATURA, INTOUCH	120
Figura 2.57. ESTACION DE TEMPERATURA, INTOUCH	121

Figura 2.58. ESQUEMATICO DE LA ESTACION DE TEMPERATURA....	121
Figura 2.59. SEÑALES DE LA ESTACION DE TEMPERATURA,.....	122
Figura 2.60. INICIO ESTACION DE NIVEL, INTOUCH	122
Figura 2.61. ESTACION DE NIVEL, CON INTOUCH	123
Figura 2.62. ESQUEMATICO DE LA ESTACION DE NIVEL.....	123
Figura 2.63. RESPUESTA DE SEÑALES DE LA ESTACION DE NIVEL...	124
Figura 3.1. Modo Autosintonía, PV ,SP	128
Figura 3.2. Opción Online y Diagnóstico.....	129
Figura 3.3.Verificación de Transferencia de Datos	130
Figura 3.4. Velocidad de Transmisión 100Mbps.....	133

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1. Capas y descripción del Modelo OSI.....	8
TABLA 1.2. Comparación Topologías de red Estrella, Anillo, Bus.....	10
TABLA 2.1. Fuentes y técnicas de recolección de datos	74
TABLA 2.2. Tabla de equipos y módulos necesarios para la Red Profinet...	83
TABLA 2.3. Tabla de rangos de operaciones transmisores Smart	91
TABLA 2.4. Descripción de las direcciones I/O analógicas CPU 224	91
TABLA 2.5. Escalamiento Process Value	93
TABLA 2.6. Escalamiento de la Variable Set Point (Sin Offset del 20%)	93
TABLA 2.7. Direccionamiento IP de RTUs y MTU	95
TABLA 2.8. Direccionamiento de variable Set Point y Proces Value	97

RESUMEN

El presente estudio abordará como objetivo general el Diseño e Implementación de una Red Industrial con protocolo PROFINET para el monitoreo y control de las estaciones de Procesos industriales de nivel, Flujo, presión y temperatura de la Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga. Se refiere también al desarrollo de Guías de Laboratorio que faciliten la realización de prácticas por parte de estudiantes o cualquier investigador implementador de la red Profinet; ya que en la actualidad es una tecnología moderna y revolucionaria en el entorno industrial, es por ello que muchas empresas a nivel mundial están migrando de las redes convencionales a esta red de altas prestaciones y ventajas, esto en el caso del laboratorio de redes Industriales se convierte en una alternativa para desarrollar un mejor control y supervisión de cada una de las estaciones de procesos industriales con una red probada , eficiente y segura; considerando también el desarrollo HMI SCADA que involucra un innovador framework de integración conocido como Totally Integrated Automation Portal TIA PORTAL de SIEMENS sumado a Wincc RT Advanced que permiten una optimización de recursos en todas las etapas de automatización y de manera intuitiva. El marco teórico se ha desarrollado partiendo de las variables de investigación. De acuerdo a la forma que se ha analizado la información escrita sobre el objeto de estudio se trata de una investigación documental ya que se analiza; es de tipo experimental por haberse analizando los efectos producidos por una o más variables independientes sobre una o más variables dependientes, por su nivel de abstracción utilizada es una investigación de tipo aplicada ya que está orientada a resolver problemas de tipo práctico y de tipo laboratorio. Para el diseño e implementación de esta red industrial PROFINET, se han empleado PLCs S7 200 CPU 224 Y CPU 226; S7 300 CPU 313C 2DP; módulo analógico EM 235, módulos Procesadores de Comunicación CP243-1 Ethernet Industrial; CP 343-1 Lean Profinet; cables y conectores IE Fast Conect Profinet Categoría 5, computadores, switch, entre los principales; la topología es tipo bus-árbol; luego de armar y configurar los dispositivos se obtuvo una red industrial con PROFINET, con enlaces cliente- servidor , a velocidad de transferencia de 100Mbps; con control PID , desde sus HMIs se monitorean las respuestas de cada proceso y activan alarmas para que el operador tome decisiones.

Descriptor: Profinet, Ethernet Industrial, Redes Industriales, Control de Procesos, PLCs, SIEMENS, S7 200, S7 300, CP 243-1, CP343-1, Automatización, Hmi,Scada, TIA PORTAL, Wincc RT Advanced, Intouch.

ABSTRACT

This study will address the general objective of Design and Implementation of Industrial Network with PROFINET protocol for monitoring and control of industrial processes stations level, flow, pressure and temperature of the Army Polytechnic School Extension Latacunga. It also refers to the development of lab guides that helping to realize some practices by students or researcher Profinet network implementer, because today is a new revolutionary technology in the industrial environment, which is why many companies worldwide are migrating from conventional networks to this high-performance network and advantages, tin the case of industrial networks lab ESPE becomes an alternative to develop better control and monitoring of each process station proven this industrial network, efficiently and safely, considering also the SCADA/HMI development that involves an innovative integration framework known as Totally Integrated Automation Portal SIEMENS TIA PORTAL added to WinCC RT Advanced allowing optimization of resources at all stages of automation and intuitively. The theoretical framework has been developed based on the research variables. According to the form that has analyzed the information written on the object of study is a desk research as it is analyzed: experimental type have analyzed the effects of one or more independent variables on one or more dependent variables by their level of abstraction used is a type applied research as it is aimed at solving practical problems and laboratory type. For the design and implementation of this industrial network PROFINET S7 PLCs have been used 200 CPU 224 and CPU 226, S7-300 CPU 313C 2DP; analog module EM 235, modules Communication Processors Industrial Ethernet CP243-1, CP 343-1 Lean Profinet , cables and connectors Fast Connect IE Profinet Category 5 computer, switch, the principal, the bus topology is tree-type, then to assemble and configure the devices was obtained with PROFINET industrial network using a client-server links to speed 100Mbps transfer; PID control from their HMIs responses are monitored each process and activate alarms for the operator to take decisions.

Descriptors: Profinet, Industrial Ethernet, Industrial Networking, Process Control, PLCs, SIEMENS, S7 200, S7 300, CP 243-1, CP343-1, Automation, Hmi, Scada, TIA PORTAL, WinCC RT Advanced, Intouch.

INTRODUCCIÓN

Inicialmente las primeras comunicaciones a nivel mundial para el cableado de equipos se realizaba punto a punto; luego con normativas internacionales como la IEC 60 204-1 y las específicas para instalaciones en cada país se definen con precisión secciones, aislantes y colores para cableado.

La influencia de las tecnologías de la información y el equipamiento eléctrico en el caso de la industrial del automovilismo a través de la tecnología digital para el intercambio de datos crearon la necesidad de realizar conexiones por redes mediante conectores y conexiones prefabricadas, de allí en adelante han sido varias las tecnologías de redes industriales que han ido surgiendo basados en comunicación serial ; luego a raíz del desarrollo de los PLCs cuando la compañía Modicon desarrolló Modbus y se produjo un repunte en lo referente a buses de campo convirtiéndose en una espina dorsal de la automatización ya que ha permitido reducir cableado de entradas y salidas, supresión de interfaces I/O, interconexión via internet, en los años setenta Xerox Park desarrolló lo que diez años más tarde sería el estándar Ethernet que utilizan la mayoría de los PCs, sin embargo fue en los noventa cuando se dió importancia a su necesidad de industrializarse y en 1996 Schneider Electric proporcionó la Red Ethernet Industrial para enlazar los niveles de gestión con el nivel de Campo y Proceso y con el Nivel de Control entonces aparece el concepto de “Transparent Ready” que se basa en añadir herramientas y protocolos industriales, incluyendo Modbus a elementos estándar existentes en Ethernet.

Muchos de los protocolos patentados para dichas aplicaciones tiene una limitante y es que el fabricante no permite al usuario final la interoperabilidad de instrumentos, es decir, no es posible intercambiar los instrumentos de un

fabricante por otro similar. Es claro que estas tecnologías cerradas tienden a desaparecer, ya que actualmente es necesaria la interoperabilidad de sistemas y aparatos y así tener la capacidad de manejar sistemas abiertos y estandarizados. Con la mejora de los protocolos de comunicación es ahora posible reducir el tiempo necesario para la transferencia de datos, asegurando la misma, garantizando el tiempo de sincronización y el tiempo real de respuesta determinística en algunas aplicaciones, es así como PROFINET fue comercializado por primera vez en el 2005, este bus no es solamente un Bus para Ethernet sino que utiliza los conceptos de PROFIBUS pero con un mayor ancho de banda en la red, con un modelo cliente servidor; con un número casi ilimitado de nodos, altas velocidades de transmisión, tiempo real, alta seguridad, mayor cantidad de datos, un máximo de entradas de 1444bytes, con posibilidad de comunicaciones inalámbricas, control de movimiento, plenamente compatible con TCP/IP y gran flexibilidad para integrar los productos y dispositivos existentes; es por esta razón que muchas empresas en la actualidad están empleando esta red industrial y muchas otras están migrando a este sofisticado sistema de comunicaciones con el respaldo y soporte de SIEMENS.

Bajo este contexto se ha planteado Diseñar e implementar esta red en el Laboratorio de redes industriales y control de procesos de la ESPE extensión Latacunga, para el monitoreo y control de las estaciones de nivel, flujo, presión y temperatura, además de ello se proponen Guías de Laboratorio para facilitar el desarrollo de las prácticas correspondientes a este tema de estudio. El trabajo está organizado en seis capítulos como se indica a continuación:

En el Capítulo I: Se encuentra los antecedentes, planteamiento del problema, objetivos generales y específicos, y la fundamentación teórica del objeto de estudio.

En el Capítulo II: Se trata sobre el Diseño e Implementación, la Metodología, el tipo de Investigación, la hipótesis, variables de la investigación, técnicas de recolección de datos, procesamiento de la información y el diseño de la Red Industrial Profinet con su respectivo HMI, también se describe los equipos utilizados en la implementación de la red; procedimientos de puesta en marcha de los equipos, comunicaciones y la integración tanto a nivel de hardware como de software.

En el Capítulo III: Está en detalle el análisis de los resultados obtenidos luego de aplicar pruebas experimentales de funcionamiento de los dispositivos, de las estaciones de procesos y sus transmisores; velocidad de transmisión, comunicación PROFINET, enlaces y transferencia de datos; runtime de HMIs, control y monitoreo; alcances y limitaciones; y análisis económico financiero.

En el Capítulo IV: Se exponen las conclusiones y recomendaciones respectivas al desarrollo de este trabajo de investigación e implementación.

Además la propuesta de Guías de laboratorio para el desarrollo de prácticas aplicadas a la configuración de transmisores SMART, adquisición de señales analógicas con EM 235 y S7 200 CPU224/226, Control PID, Comunicación Profinet TCP/IP, Diseño HMI-Scada.

CAPÍTULO 1

EL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES

Las comunicaciones son cada día un factor muy importante en las empresas actuales; inicialmente se utilizaban solamente en la intercomunicación de los computadores personales con el fin de facilitar el trabajo en equipo y el uso de recursos informáticos de la empresa; posteriormente con los avances tecnológicos en electrónica y computación, se empezaron a implementar estas redes a nivel de planta de producción, en donde se busca que estén intercomunicados dispositivos tales como: sensores, actuadores, PLCs, microcontroladores, máquinas, computadores, controladores, y en general todos los dispositivos involucrados en un sistema de automatización industrial; Con el fin de sincronizar todo el proceso de producción de la planta.

En los últimos años la cantidad de nuevas tecnologías se han incrementado de una forma asombrosa, lo que ha permitido aumentar cada vez más la complejidad de los procesos industriales, y a la vez reducir los costos.

Esta mejora en las tecnologías industriales a su vez hace que se requieran mejores tecnologías para administrarlas y controlarlas, ya que los antiguos sistemas análogos ya no sirven para estas nuevas tecnologías digitales.

En este contexto es que nacen los buses de campo inteligentes, basados en tecnologías digitales, permiten controlar de forma inteligente los procesos industriales y de manufacturas, gracias a soluciones de software estándares. Al mismo tipo sirven para administrar, gestionar y supervisar las redes y buses de campo, lo que finalmente permitirá reducir los costos y aumentar las ganancias de las empresas.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El manejo de las redes industriales en la actualidad ha tomado mucha importancia por las industrias que buscan mejorar la productividad e incrementar sus ganancias.

Considerando que el Laboratorio de redes industriales y control de procesos de la ESPE Extensión Latacunga, cuenta con estaciones de procesos de temperatura, nivel, presión y flujo, PLC's S7-200 Siemens y un PLC S7 300, sin embargo no cuentan con una red industrial Profinet para el respectivo control y monitoreo de las mismas; entonces surge el interés de integrar estos equipos para diseñar e implementar una red industrial empleando el protocolo Profinet para el control y monitoreo de las respectivas estaciones de procesos poniendo a consideración que este tipo de comunicación es sin interrupciones desde el nivel de gestión hasta el nivel de campo, tiempo real, determinístico, basado en Ethernet industrial y Profibus.

El implementar nuevas tecnologías como lo es Profinet dentro del laboratorio de redes industriales y control de procesos, puede representar una oportunidad para que los estudiantes puedan experimentar las ventajas y facilidades de utilización que ofrece este tipo de Protocolo de comunicación,

principalmente porque permite un mejor flujo de información en tiempo real, control de movimiento, periferia descentralizada y seguridad.

Debido a que Profinet está ganando espacio a nivel de las industrias en todo el mundo, en caso de no manejar este tipo de protocolo puede llegar a convertirse en una debilidad académica profesional respecto de otros profesionales de otras universidades y/o de otros países que están estudiando y aplicando las ventajas que brinda este tipo de comunicación respecto de cualquier otra.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En nuestro país se están manejando redes industriales en cada uno de los niveles de comunicación para el control y monitoreo de los procesos en las plantas industriales; esto ha permitido optimizar los recursos, permitir una mejor gestión de la información y también generar ganancias para las empresas.

Por ello el incrementar la productividad de una planta o instalación es la tarea de mayor prioridad en las industrias o empresas.

Así también, para la toma de decisiones estratégicas se necesita un flujo de información sin discontinuidades y en todos los niveles de la empresa, desde la primera etapa de fabricación hasta el nivel de gestión, pasando por el nivel de explotación. Y para conseguirlo, ya durante la fase de ingeniería se debe apostar por la eficiencia y la integración.

La importancia creciente de la integración vertical muestra el papel decisivo que desempeña la comunicación industrial en los sistemas de automatización modernos. PROFINET¹, el estándar abierto y no propietario basado en Industrial Ethernet, permite un acceso directo y transparente desde el nivel de gestión hasta el nivel de campo. Para ello PROFINET apuesta por los estándares establecidos de las tecnologías de la información y soporta TCP/IP sin ningún tipo de restricciones

Con PROFINET, la integración del parque de dispositivos instalado es simple y sin necesidad de grandes gastos. De esta forma, PROFINET ofrece una alta protección para las inversiones realizadas en los sistemas sin renunciar por ello a un estándar innovador, ahora y en el futuro.

Ethernet se ha establecido como estándar para la comunicación en oficinas. Gracias a su gran aceptación en el mercado, Ethernet ha continuado perfeccionándose, por ejemplo, en lo relativo a velocidades de transmisión.

PROFINET aprovecha esta base para integrar dispositivos desde el nivel de campo al nivel de gestión, combinando así las prestaciones industriales con la homogeneidad y transparencia de los sistemas de comunicación de la empresa.

PROFINET es un sistema de instalación apto para la industria, capacidad de tiempo real, integración de dispositivos de campo descentralizados, aplicaciones de control de movimiento con tráfico isócrono, simple administración y diagnóstico de redes, protección contra accesos no autorizados, ingeniería eficiente y no propietaria, y alta disponibilidad de máquinas e instalaciones: con PROFINET, el estándar de Industrial Ethernet abierto y no propietario, se cumplen todos estos requisitos.

1 PROFINET, El estándar abierto de Industrial Ethernet , información extraída de www.grupdap.es/ficheros/descrip-tecnicas/Profinet-2006.pdf

1.4 OBJETIVOS:

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

- “Diseñar e implementar una red industrial utilizando Protocolo Profinet para monitoreo y control de las estaciones de nivel, Flujo, presión y temperatura en el laboratorio de Redes industriales y Control de Procesos de la ESPE extensión Latacunga”

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Estudiar las redes industriales, sus características y aplicaciones.
- Conocer las ventajas de utilizar el protocolo Profinet tanto para el nivel de gestión como de campo.
- Diseño de la red industrial para el manejo de información desde las estaciones de procesos hasta la PC máster.
- Configuración de los Transmisores de cada una de las estaciones de procesos, ajustes de cero y span.
- Realizar el control PID de cada una de las estaciones de proceso mediante PLC's S7-200.
- Estudiar y programar PLC's S7-300 Siemens para la gestión de la red Profinet.
- Realizar el/los HMI's correspondientes para el control y monitoreo de las estaciones de procesos.
- Elaborar una guía de laboratorio que permita desarrollar prácticas utilizando el Protocolo Profinet.

1.5 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.5.1 El modelo ISO/OSI²

Cuando se produce un intercambio de datos entre equipos a través de un sistema de bus es preciso definir el sistema de transmisión y el método de acceso, así como informaciones relativas al establecimiento de los enlaces. Por este motivo, la *International Standards Organization* (ISO) especificó el **modelo de referencia ISO/OSI**, convertido en un estándar esencial a la hora de describir redes de comunicación y sus diferentes partes en las que se divide. Este modelo propone una serie de niveles o capas para intentar reducir la complejidad de comprensión de estos sistemas.

El estándar describe siete capas, de tal modo que una se fundamenta en la anterior, aunque no es necesario emplear todas ellas para construir un sistema de comunicación ya que eso depende de su complejidad y aplicación. Esta separación estructurada permite que exista una independencia de cada capa, de tal modo que cada una puede ser modificada internamente sin afectar al resto, siendo responsable de extraer la información de control contenida en los datos recibidos y necesarios para esa capa, así como de enviar los datos a la siguiente capa. Dentro de cada capa la comunicación se lleva a cabo siguiendo reglas y convenciones predefinidas, que constituyen lo que generalmente se conoce por **protocolo**. Entre las capas adyacentes debe existir un interfaz que permite el intercambio de información, lo que se conoce como **especificaciones de servicio**.

El conjunto total de capas y protocolos constituye la arquitectura de una red.

² Universidad de Valencia, Sistemas Industriales distribuidos , del sitio web:
http://www.uv.es/rosado/courses/sid/Capitulo2_rev0.pdf

Este modelo es válido tanto para grandes flujos de información (intercambio de datos entre entidades bancarias) como aplicaciones muy sencillas (transmisión de estado de sensores todo/nada), por ello, no se establecieron restricciones de tiempo, ya que la prioridad principal es la exactitud de la datos recibidos. Esto supone una limitación para las aplicaciones industriales, pues en estos casos, además de la exactitud de los datos, resulta necesaria una caracterización temporal (condiciones de tiempo crítico), por lo que bajo el modelo OSI han nacido estándares que incluyen dichas restricciones de tiempo en la transmisión.

También es necesario comentar que este modelo no es de obligado cumplimiento, sino que constituye un “manual de buenas prácticas” para que el sistema pueda formar parte de los “Sistemas Abiertos”. Estas capas del modelo OSI son las que deben ser implementadas en cada nodo de la red, donde la capa 1 constituye el medio físico de transmisión, y la capa 7 es la formada por la aplicación o interfaz de usuario. La tabla 1.1 muestra una breve descripción de estas capas.

TABLA 1.1. Capas y descripción del Modelo OSI

Capa	Nombre	Función	Características
7	Capa de Aplicación <i>Application layer</i>	Funciones de usuario. Intercambio de variables. Servicios de comunicación específicos de usuario	Servicios de comunicación: Read/Write, Start/Stop
6	Capa de Presentación <i>Presentation layer</i>	Representación de datos. Conversión del tipo de representación del sistema de comunicación en un formato adecuado al equipo. Diagnóstico.	
5	Capa de sesión <i>Session layer</i>	Sincronización. Requerimiento de respuestas. Establecimiento, disolución y vigilancia de una sesión.	Coordinación de la sesión.
4	Capa de Transporte <i>Transport layer</i>	Establecimiento/disolución de enlace. Formación, repetición y clasificación de paquetes.	Transmisión asegurada de paquetes.
3	Capa de Red <i>Network layer</i>	Direccionamiento de otras redes y control de flujo. Rutas de comunicación.	Comunicación entre dos subredes.
2	Capa de Enlace de Datos <i>Data link layer</i>	Método de acceso. Gestión de colisiones. Limitación de los bloques de datos, transmisión asegurada, detección y eliminación de errores.	CRC-Check. CSMA/CD, Token
1	Capa Física <i>Physical layer</i>	Medio físico de transmisión. Test de errores a nivel de bit.	Cable coaxial/triaxial. Cable óptico. Cable bifilar. ITP

Se puede mencionar que los niveles OSI 1 y 2 proporcionan el transporte de datos básico para una red simple. Los niveles 3 y 4 extienden estas funciones para una red compleja compuesta de muchas redes simples con diferentes propiedades. Los niveles 5 y 6 proporcionan un marco de trabajo para establecer y negociar las comunicaciones orientadas por el usuario y finalmente el nivel 7 proporciona los medios para comunicar la aplicación final con los procesos de envío y recepción.

1.5.2 Topologías de red.

Se llaman topologías de red a las diferentes estructuras de intercomunicación en que se pueden organizar las redes de transmisión de datos entre dispositivos. Cuando componentes de automatización autónomos

tales como sensores, actuadores, autómatas programables, robots, etc., intercambian información, éstos deben interconectarse físicamente con una estructura determinada.

Cada topología de red lleva asociada una topología física y una topología lógica. La primera (topología física), es la que define la estructura física de la red, es decir, la manera en la que debe ser dispuesto el cable de interconexión entre los elementos de la red (Figura 1.1.). La topología lógica es un conjunto de reglas normalmente asociado a una topología física, que define el modo en el que se gestiona la transmisión de los datos en la red. La utilización de una topología influye en el flujo de información (velocidad de transmisión, tiempos de llegada, etc.), en el control de la red, y en la forma en la que ésta se puede expandir y actualizar.

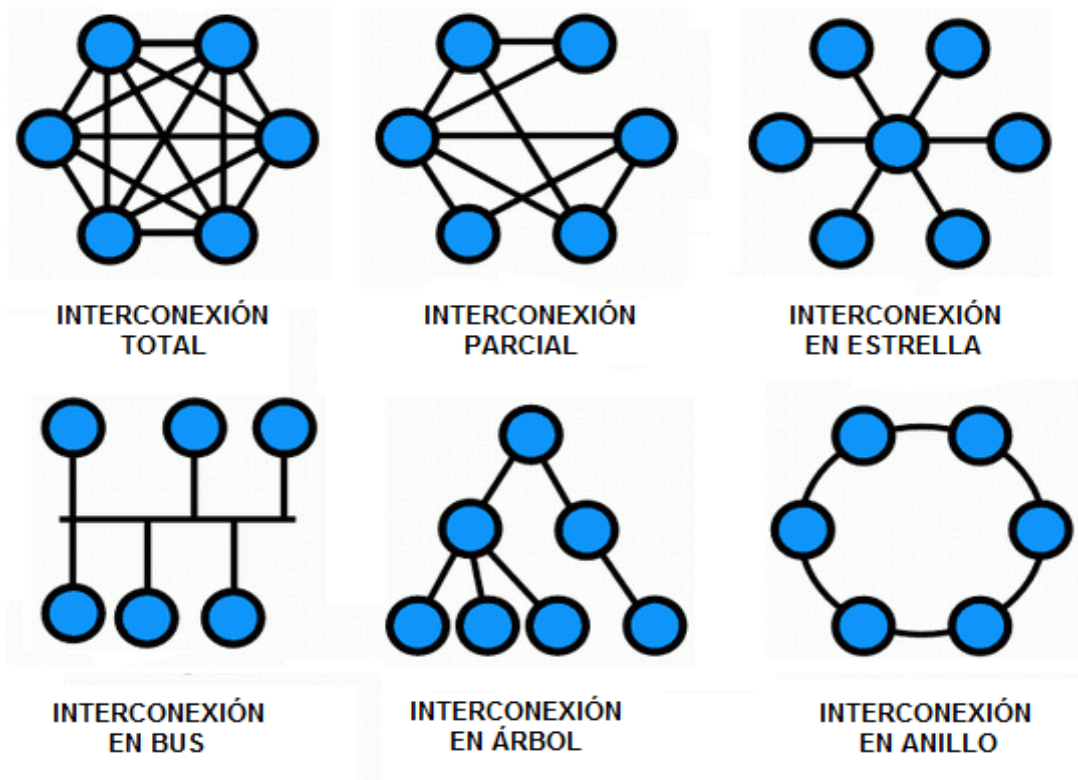


Figura 1.1 Topologías de redes industriales

Comparación de las topologías de red³

En la siguiente tabla se muestra una comparación entre las diversas topologías de red.

TABLA 1.2. Comparación Topologías de red Estrella, Anillo, Bus

Característica	Estrella	Anillo	BUS
Disponibilidad	Control centralizado, acceso regulado por una inteligencia central	Tiene control descentralizado, el acceso es pasado de dispositivo a dispositivo	Son posibles tanto un control centralizado o descentralizado
Redundancia	Si la inteligencia central falla, la red falla. No son críticas líneas individuales	Si la línea falla, la red falla. Se hacen necesario colocar interruptores de bypass si la falla del dispositivo no afecta la función de la red	Depende del modo de control de bus que se adopte. Para control centralizado es estrella, para control descentralizado, anillo
Expandibilidad	Limitado al número de conexiones al controlador central	Ilimitado; sin embargo, el tiempo de rotación token, fija un límite práctico pues gobierna el tiempo de respuesta	Ilimitado, sin embargo, el tiempo de encuesta (polling) de todos los dispositivos es un límite práctico
Requerimientos de cables	Cable apantallado	La línea debe estar libre de cualquier interferencia; se usa cable coaxial u otro cable confiable	La línea debe estar libre de cualquier interferencia; se usa cable apantallado u otro cable confiable
Requerimientos de interfaz	Suficiente RS-232C	La interfaz debe proveer una transmisión inmune a las interferencias	La interfaz debe proveer una transmisión inmune a las interferencias

Además de las topologías mencionadas, pueden conformarse diferentes topologías que mezclan varios tipos básicos de interconexión mediante la inclusión de elementos de enlace como repetidores, concentradores (hub), puentes (bridge), pasarelas (gateway) y/o encaminadores (router). Estos elementos pueden incluir cierto nivel de computación en el manejo de la

³ TOMADO DE INSTRUMENTACION Y CONTROL.NET del sitio web:
<http://www.instrumentacionycontrol.net/cursos-libres/automatizacion/curso-supervision-procesos-por-computadora/item/243-las-redes-industriales-principales-topologias.html>

información para poder adaptar dos tipos de redes diferentes, o bien pueden consistir en meros retransmisores de la señal a otros segmentos de la red.

El **repetidor** (*repeater*) copia la información que recibe de un lado en el otro y amplifica su nivel. El repetidor es transparente a todos los niveles de las estaciones en comunicación, es decir, los niveles físicos de ambas redes deben ser idénticos. Por ello, los repetidores no se utilizan para acoplar subredes diferentes, sino para amplificar o prolongar una subred existente como por ejemplo una interconexión de bus.

1.5.3 Modelos de comunicación.

Además de las diferentes técnicas de acceso y los sistemas de comunicación, resulta importante conocer los dos modelos básicos en los que se enmarca cualquier sistema de comunicación. Estos modelos son “**fuente/destino**” y “**productor-consumidor**”.

Con el modelo **fuente/destino** se emite un mensaje a cada destino, debiendo repetir ese mensaje para cada uno de los nodos si es que desea que el mensaje llegue a varios nodos pues la trama del mensaje enviado contiene una cabecera donde figura el nodo fuente y el nodo destino. De este modo, no es posible la llegada simultánea del mismo mensaje a todos los puntos, utilizando la red de comunicaciones durante un largo periodo de tiempo. Además, el tiempo de emisión a todos los nodos cambia según el número de nodos a los que se desea hacer llegar el mensaje. Este modelo es empleado por protocolos como Ethernet, Profibus, Interbus-S, Seriplex y Modbus.

El modelo **productor/consumidor** emplea un sistema por el que todos los nodos reciben los mensajes que se transmiten, siendo la tarea de cada nodo

decidir si ese mensaje debe aceptarlo. De este modo, todos los nodos reciben el mensaje simultáneamente y no es necesario repetirlo para cada uno de los nodos a los que está dirigido, con el consiguiente ahorro en el tiempo de utilización del bus. Así, el tiempo de transmisión resulta constante independientemente del número de nodos a los que se desea hacer llegar el mensaje. En este caso, la trama del mensaje incluye un identificador de mensaje; este identificador permite que los nodos receptores conozcan si deben aceptarlo o no.

Este tipo de emisión es apropiado cuando se realizan mensajes en emisión de difusión completa (broadcast) o semidifusión (multicast).

Actualmente, la mayoría de protocolos intentan emplear ambos tipos de mensajes para así optimizar el funcionamiento de la red dependiendo del tipo de mensajes a enviar o recibir. La Figura 1.2, muestra el formato de los mensajes para cada uno de los modelos.

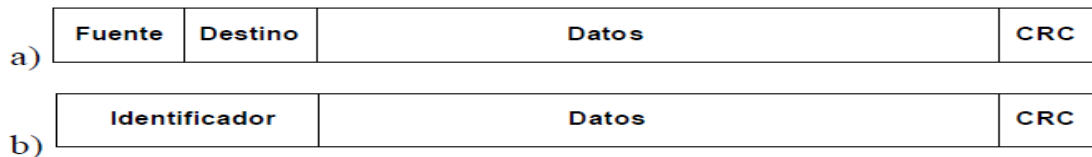


Figura 1.2. Formato de mensajes en los modelos: a) fuente/destino y b) productor/consumidor

1.5.4 Control de acceso al medio.

El control de acceso al medio constituye la topología lógica de una red, y sirve para determinar qué nodo puede emplear la red en un instante determinado para enviar o recibir señales. Esta gestión se enmarca dentro de la segunda capa OSI. A menudo, se describe este proceso como MAC (Medium Access Control) o control de acceso al bus.

En una conexión punto a punto no se hace necesario el uso de técnicas de resolución de problemas ya que generalmente se dispone de un canal de recepción y otro de transmisión (full duplex), con lo que basta con enviar datos cuando sea necesario dado que no habrá nadie más que emplee el canal.

En cambio, para cualquier otro sistema de bus donde existen varios nodos compartiendo el mismo medio de transmisión, es necesario resolver los problemas de utilización que pueden existir. La situación ideal sería la de un sistema de control que resuelva rápidamente las interacciones o problemas en general que se pueden dar cuando varios nodos acceden simultáneamente al bus, y que sea poco sensible a los fallos de las estaciones, viéndose poco afectado por ampliaciones o reducciones de la red. Si existen tramas de control de la red, el método de acceso debe ser capaz de asumir esta cantidad de tráfico añadida, siendo aconsejable que disponga de tiempos de espera para organizar mejor el tráfico de la red. Estas técnicas generalmente son asíncronas. Existen dos tipos principales:

Técnicas de repartición. A cada usuario se le asigna una fracción de la unidad total a repartir. Pertenecen a este tipo las técnicas de multiplexación por división de frecuencia (MDF), multiplexación por división de tiempo (MDT). Son eficientes si los usuarios demandan servicios con regularidad

Técnicas de compartición. Se produce una asignación del medio en función de la demanda, son eficientes cuando el tráfico no es estable y la demanda se produce a ráfagas, como ocurre en las LAN. Las técnicas empleadas son: colisión (ó contienda), reserva y selección. o **Contienda:** Si el usuario necesita el canal de comunicación intenta tomarlo, produciéndose una contienda con los usuarios que tengan el mismo propósito. Se

producirán colisiones y se debe incorporar algún algoritmo para resolver estas situaciones. o **Reserva:** El usuario conoce con adelanto cuando va a poder utilizar el medio. No se producirán colisiones en la transferencia de información, pero podrán existir en el proceso de reserva. o **Selección:** El usuario es avisado cuando llega su turno y toma el control del medio para transmitir. Los usuarios son seleccionados por algún tipo de turno y desconocen cuándo van a serlo nuevamente.

1.5.5 Medios de transmisión.

Los medios de transmisión son los elementos por los que se transporta la información, haciendo que llegue con la menor cantidad de ruido y distorsión a todos los nodos (o estaciones) involucrados en el proceso de comunicación. A nivel de campo deben permitir mucha flexibilidad en cuanto a manejo físico del mismo y al incremento del número de nodos de manera simple. A continuación se presenta una breve descripción de los principales medios de transmisión utilizados en los entornos industriales.

De manera ineludible, asociado a los medios de transmisión se encuentran los conectores que permiten realizar la unión entre los nodos y elementos de la red y el medio de transmisión, debiendo ser “transparentes” al funcionamiento de la misma, sin entorpecer o atenuar el flujo de señales. Dependiendo del tipo de red a instalar, a menudo estos conectores suelen ser específicos, aunque existen conectores de uso general como los conectores DB9, DB15 y DB25 habitualmente empleados en transmisión de señales eléctricas.

En primer lugar, decir que existen dos clases principales de medios de transmisión, los **medios guiados**, y los **medios no guiados**. En el primer tipo existe un medio material por donde se transmite la información (cableado

en general), y el segundo tipo utiliza el aire como medio de transmisión, es decir, suelen ser sistemas de transmisión inalámbricos. La elección de un tipo de red local conlleva la elección del medio de transmisión pues cada fabricante suele recomendar un tipo de medio de transmisión que mejor se adapta a la red, o bien aconseja varios medios de transmisión dependiendo de las distancias, velocidades de transmisión, ancho de banda, entorno de trabajo, etc.

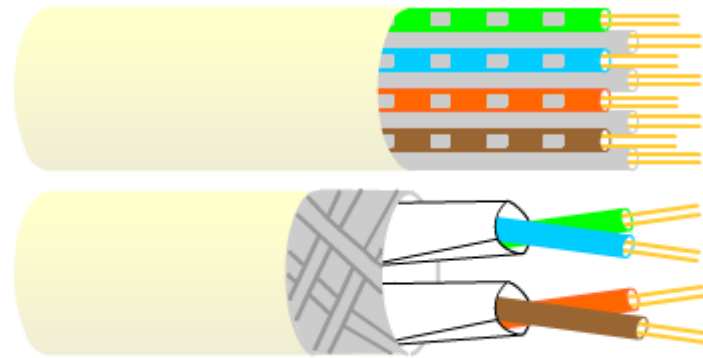
1.5.5.1 Medios guiados.

La característica principal de un medio guiado es la existencia de un cable consistente en una envoltura de uno o más hilos conductores eléctricos u ópticos. Entre los medios de transmisión de señal eléctrica, uno de los parámetros a tener en cuenta es la impedancia característica, que debe mantenerse en todo el cable para asegurar una correcta transmisión, y la atenuación del cable, medida en dB (decibelios) por unidad de distancia. Respecto al cable óptico, se debe asegurar una buena transmisión del haz óptico, especialmente a través de los múltiples empalmes que se suelen realizar en cualquier instalación.

Par trenzado.

Es el medio de transmisión más antiguo. Está formado por dos hilos de cobre aislado entrelazados en forma helicoidal, uno para transmisión de datos y el otro referenciado a tierra. La utilización de la forma entrelazada tiene por objeto la reducción de la interferencia eléctrica con respecto a los pares de hilos cercanos, ya que como es sabido dos cables paralelos podemos asimilarlos a una antena. Existen los cables apantallados (STP, Shielded Twisted Pair) y no apantallados (UTP, Unshielded Twisted Pair); este último se clasifica en diferentes categorías (de la 2 a la 5) dependiendo de la

calidad del mismo, actualmente ya existen cables de categorías 6 y 7, pues a veces es necesaria mayor calidad para soportar mayor velocidad y ancho de banda. También existen numerosas variantes de cables dependiendo de la envoltura plástica para adaptarse a cualquier aplicación o emplazamiento (exteriores, temperaturas extremas, etc.) sin perjudicar la calidad de transmisión.



Par trenzado:

Puede estar constituido, según el tipo, por cuatro o dos pares de cables. En primer caso es un cable UTP y en el segundo STP

Figura 1.3. Tipos de cable Par Trenzado

Existen cables con diferente número de pares en su interior, ya que dependiendo de la aplicación o tipo de red son necesarios más o menos pares. Su utilización tiene cabida tanto en aplicaciones digitales como analógicas. La aplicación más conocida es la transmisión telefónica, con cable STP de dos pares y conectores RJ45 y RJ11. Otra aplicación habitual es la de redes para transmisión de datos (ethernet, por ejemplo), con el uso de cuatro pares trenzados y conectores RJ45 y RJ11.

Cable coaxial y su estructura⁴

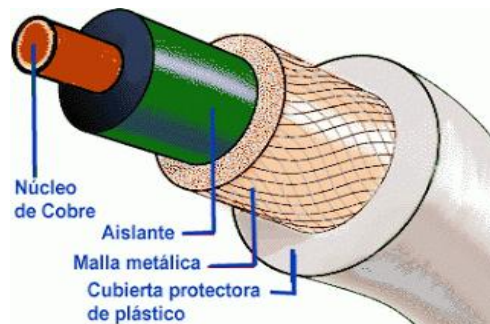


Figura 1.4. Composición de cable coaxial

El cable coaxial está formado por un núcleo de cobre rodeado de material aislante y un conductor exterior trenzado denominado comúnmente malla, se dispone en una estructura concéntrica. Cubriendo a todo el conjunto encontraremos externamente una cubierta protectora de material plástico. Existen dos tipos principales, de banda base y de banda ancha, aunque este último, a pesar de poseer mejores cualidades, es menos empleado dada su mayor complejidad de instalación y mayor coste. Este tipo de cable suele ser robusto ante interferencias, sus aplicaciones más conocidas son para señales de televisión y datos.

Fibra óptica

Constituida por un núcleo muy fino de fibra de vidrio circular (existen diferentes materiales plásticos que dotan a la fibra óptica de diferentes propiedades y calidades), que al tener un elevado índice de refracción permite conducir la energía óptica en su interior. Este núcleo está envuelto por un recubrimiento opaco que aísla la fibra óptica de posibles interferencias. A diferencia del caso anterior, la transmisión no es digital sino

⁴ Fuente <http://angello-salguero.blogspot.com/2011/06/cable-coaxial.html>

analógica, por lo que se necesita disponer de amplificadores que refuercen la señal de forma periódica. Es el medio idóneo si se necesitan altas velocidades de transmisión, gran ancho de banda o cubrir largas distancias, pues la luz es más inmune a las interferencias electromagnéticas y posee tiempos de transición menores.

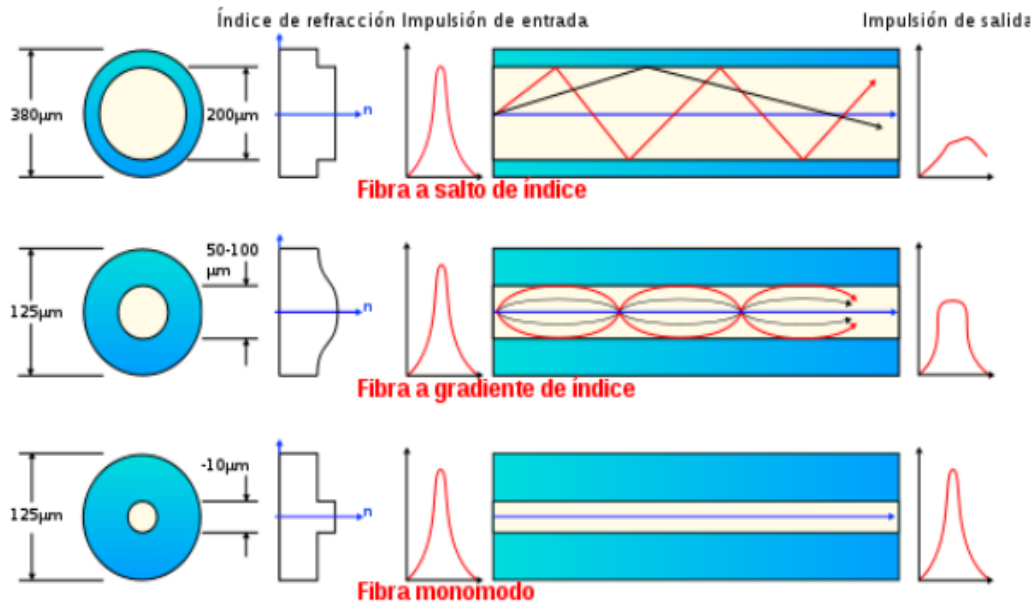


Figura 1.5. Tipos de Fibra Óptica

Existen tres tipos básicos de fibra óptica, fibra monomodo, multimodo de índice gradual, y multimodo de índice discreto o escalonado, con diferentes grados de atenuación, velocidades de transmisión, y ancho de banda. Debido a la complejidad de la instalación y sus dispositivos asociados, resulta una opción muy cara, por lo que sólo se instala en lugares donde no sea posible otra alternativa.

1.5.5.2 Medios no guiados.

En emplazamientos donde resulta complicado trazar un tendido de cable, es conveniente utilizar un enlace inalámbrico. Actualmente, este tipo de enlaces está teniendo un gran auge debido a la aparición de sistemas de enlace

como Wi-fi (IEEE 802.11b) y Bluetooth, que resuelven las comunicaciones entre dispositivos en distancias cercanas, pero donde se centran gran parte de las necesidades de los usuarios (por ejemplo, en una nave industrial). Sin embargo, los enlaces mediante medios no guiados ya se vienen realizando con anterioridad mediante ondas de radio para distancias cercanas, y mediante enlaces de microondas, usados generalmente en enlaces punto a punto que deben cubrir largas distancias (se usan para comunicaciones terrestres y vía satélite).

1.5.6 EL MODELO TCP/IP⁵

TCP/IP ha llegado a convertirse en un estándar de facto para la comunicación de redes de ordenadores, de hecho, es la familia de protocolos empleada por Internet.

TCP equivale a las siglas de Transmission Control Protocol e IP corresponde a las siglas de Internet Protocol. Estos protocolos se crearon y normalizaron mucho antes de que se definiera el Modelo de Referencia OSI de la ISO. Ya a finales de los 80, muchas empresas, administraciones y organismos usaban TCP/IP, cuando todavía OSI no estaba totalmente desarrollada. Aun así, el modelo OSI es una buena arquitectura de organización de protocolos, y es muy didáctico.

No existe un modelo oficial de protocolos TCP/IP, al contrario que en OSI. Los protocolos se han ido definiendo de una forma un tanto anárquica, y a posteriori han sido englobados en capas.

⁵ TOMADO DE APUNTES DE REDES, PLANIFICACION Y ADMINISTRACION DE REDES, del sitio web: <http://www.iesjuandelacierva.com/paginade/javi/redes/apuntes.html>

1.5.6.1 Niveles de la Arquitectura TCP/IP.

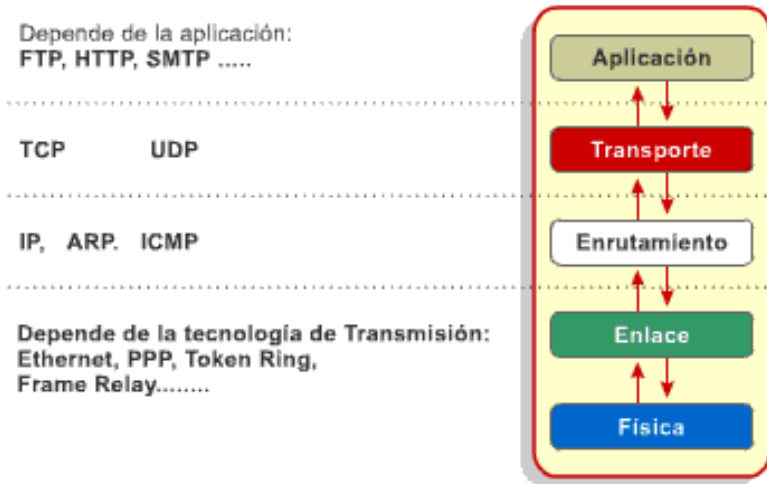


Figura 1.6. Niveles TCP/IP

En la figura 1.6 se pueden apreciar los niveles de la arquitectura TCP/IP junto a ejemplos de protocolos pertenecientes a cada una de las capas. La arquitectura TCP/IP podemos encontrarla, según las fuentes que consultemos, dividida en cuatro o en cinco niveles. Estos son: Nivel Físico, Nivel de Enlace, Nivel de Red, Nivel de Transporte y Nivel de Aplicación.

La forma en que trabajan las capas de TCP/IP es similar a como se ha visto en el modelo OSI.

1.5.7 REDES INDUSTRIALES

La automatización de las industrias ha generado un sustancial aumento de la producción y de la maquinaria instalada necesaria para lograr dicha producción; con el objetivo de desconcentrar geográficamente las funciones se fue separando y aislando procesos, creándose procesos individuales pero gobernados por una única central; bajo este entorno surgen las denominadas

redes industriales, las cuales son redes de computadoras dentro de entornos industriales, donde se busca un correcto aprovechamiento de los recursos tecnológicos, y una integración de los procesos remotos.

Para determinar cuál es el tipo de red de datos que ofrece mayores ventajas para una aplicación específica, es necesario realizar un estudio previo, se debe buscar que esta plataforma de red sea compatible con todos los equipos (o con la mayor parte de ellos).

Existen arquitecturas denominadas “propietario” donde un fabricante lanza productos compatibles solamente con su propia arquitectura de red, pero también existen otras arquitecturas denominadas abiertas, que permiten la utilización de equipos de cualquier fabricante. Además, estas redes de arquitectura abiertas poseen organizaciones de usuarios que ofrecen información, y posibilitan el intercambio de experiencias con respecto a los diversos problemas de funcionamiento de una red.

1.5.8 Ventajas y beneficios de las redes industriales:

- Permiten el trabajo de varios dispositivos a la vez, mediante el trabajo en paralelo, reduciendo el tiempo de operación.
- Permiten procesar grandes cantidades de información, acceso a datos a altas velocidades.
- Permiten una integración rápida y simple de los diversos subsistemas.
- Permiten una expansión del sistema, pudiéndose aumentar nuevos terminales y nuevos procesos.
- Permite supervisar y monitorear el sistema completo, pudiéndose detectar fallas y problemas de procesos remotos desde una estación central de control.

- Permiten la programación desde un terminal remoto

1.5.9 NIVELES EN UNA RED INDUSTRIAL⁶

En una red industrial coexistirán equipos y dispositivos de todo tipo, los cuales suelen agruparse jerárquicamente para establecer conexiones lo más adecuadas a cada área. De esta forma se definen cuatro niveles dentro de una red industrial.

Nivel de gestión: es el nivel más elevado y se encarga de integrar los niveles siguientes en una estructura de fábrica, e incluso de múltiples factorías. Las máquinas aquí conectadas suelen ser estaciones de trabajo que hacen de puente entre el proceso productivo y el área de gestión, en el cual se supervisan las ventas, stocks, etc. Se emplea una red de tipo LAN (Local Area Network) o WAN (Wide Area Network).

Nivel de control: se encarga de enlazar y dirigir las distintas zonas de trabajo. A este nivel se sitúan los autómatas de gama alta y los ordenadores dedicados a diseño, control de calidad, programación, etc. Se suele emplear una red de tipo LAN.

Nivel de campo y proceso: se encarga de la integración de pequeños automatismos (autómatas compactos, multiplexores de E/S, controladores PID, etc.) dentro de sub-redes o "islas". En el nivel más alto de estas redes se suelen encontrar uno o varios autómatas modulares, actuando como maestros de la red o maestros flotantes. En este nivel se emplean los buses de campo.

⁶ Tomada del Seminario de redes, Sistemas digitales, Argentina sitio web <http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/sistemasinteligentes/UT5/INTRODUCCIÓN%20GENERAL.htm>

Nivel de E/S: es el nivel más próximo al proceso. Aquí están los sensores y actuadores, encargados de manejar el proceso productivo y tomar las medidas necesarias para la correcta automatización y supervisión.

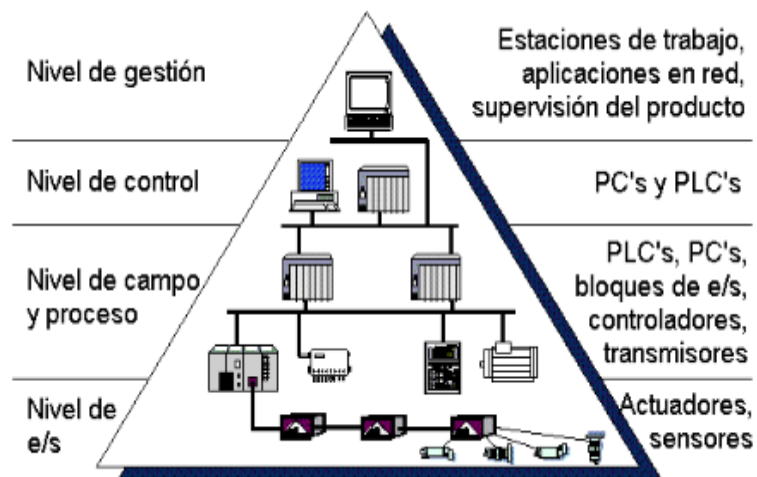


Figura 1.7. Niveles en una red industrial

Esta estructura citada no es universal, habrá casos en los que conste de un número mayor o menor de niveles, dependiendo del tamaño del proceso y la propia industria.

1.5.10 REDES LAN INDUSTRIALES

Son las redes más elevadas jerárquicamente. Los estándares más conocidos y extendidos son dos:

MAP (Manufacturing Automation Protocol): nació como un producto especialmente diseñado para el entorno industrial, lo que hace que sea de mayor éxito en LAN industriales. Fue impulsado por General Motors y normalizado por el IEEE. No actúa a nivel de bus de campo, pero establece

pasarelas hacia estos buses mediante terminales. También permite integración en redes WAN.

ETHERNET: diseñada por Xerox Corporation y registrada posteriormente junto con Digital e Intel. Es compatible con el modelo OSI en los niveles 1, 2 y 3 (el último a través de puentes). Permite topología en Bus o árbol con comunicación semidúplex. Las velocidades van desde los 10 Mbits/s a los 100 Mbits/s de Fast-Ethernet. Es uno de los estándares de red que más rápidamente evolucionan, debido a su uso masivo en redes ofimáticas.

1.5.11 BUSES DE CAMPO⁷

Un bus de campo es un sistema de transmisión de información (datos) que simplifica enormemente la instalación y operación de máquinas y equipamientos industriales utilizados en procesos de producción. El objetivo de un bus de campo es sustituir las conexiones punto a punto entre los elementos de campo y el equipo de control a través del tradicional bucle de corriente de 4-20mA. Típicamente son redes digitales, bidireccionales, multipunto, montadas sobre un bus serie, que conectan dispositivos de campo como PLCs, transductores, actuadores y sensores. Cada dispositivo de campo incorpora cierta capacidad de proceso, que lo convierte en un dispositivo inteligente, manteniendo siempre un costo bajo. Cada uno de estos elementos será capaz de ejecutar funciones simples de diagnóstico, control o mantenimiento, así como de comunicarse bidireccionalmente a través del bus.

7 Tomado de ANALISIS DEL ESTADO DEL ARTE DE LOS BUSES DE CAMPO APLICADOS AL CONTROL DE PROCESOS INDUSTRIALES, Dr. Ing. Héctor Kaschel C., Ing. Ernesto Pinto L, Universidad de Santiago de Chile, sitio web http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&cad=rja&ved=0CFoQFjAF&url=http%3A%2F%2Fcabieta.uchile.cl%2Frevista%2F19%2Farticulos%2Fpdf%2Fedu3.doc&ei=qfZFUd_aKJfI4APF7oCgAg&usg=AFQjCNE65-LJ2Yh_gTRUyi92337tww8wow&sig2=O5M6g1-TspZhYq3JVW36lw&bvm=bv.43828540.d.dmg

El objetivo es reemplazar los sistemas de control centralizados por redes de control distribuido mediante el cual permita mejorar la calidad del producto, reducir los costos y mejorar la eficiencia. Para ello se basa en que la información que envían y/o reciben los dispositivos de campo es digital, lo que resulta mucho más preciso que si se recurre a métodos analógicos. Además, cada dispositivo de campo es un dispositivo inteligente y puede llevar a cabo funciones propias de control, mantenimiento y diagnóstico. De esta forma, cada nodo de la red puede informar en caso de fallo del dispositivo asociado, y en general sobre cualquier anomalía asociada al dispositivo. Esta monitorización permite aumentar la eficiencia del sistema y reducir la cantidad de horas de mantenimiento necesarias.

1.5.11.1 VENTAJAS DE LOS BUSES DE CAMPO

La principal ventaja que ofrecen los buses de campo, y la que los hace más atractivos a los usuarios finales, es la reducción de costos. El ahorro proviene fundamentalmente de tres fuentes: ahorro en costo de instalación, ahorro en el costo de mantenimiento y ahorros derivados de la mejora del funcionamiento del sistema. Una de las principales características de los buses de campo es su significativa reducción en el cableado necesario para el control de una instalación. Cada componente sólo requiere un cable para la conexión de los diversos nodos. Se estima que puede ofrecer una reducción de 5 a 1 en los costos de cableado. En comparación con otros tipos de redes, dispone de herramientas de administración del bus que permiten la reducción del número de horas necesarias para la instalación y puesta en marcha.

El hecho de que los buses de campo sean más sencillos que otras redes de uso industrial como por ejemplo MAP, hace que las necesidades de mantenimiento de la red sean menores, de modo que la fiabilidad del sistema

a largo plazo aumenta. Además, los buses de campo permiten a los operadores monitorizar todos los dispositivos que integran el sistema e interpretar fácilmente las interacciones entre ellos. De esta forma, la detección de las fuentes de problemas en la planta y su corrección resulta mucho más sencilla, reduciendo los costos de mantenimiento y el tiempo de parada de la planta.

Los buses de campo ofrecen mayor flexibilidad al usuario en el diseño del sistema. Algunos algoritmos y procedimientos de control que con sistemas de comunicación tradicionales debían incluirse en los propios algoritmos de control, radican ahora en los propios dispositivos de campo, simplificando el sistema de control y sus posibles ampliaciones.

También hay que tener en cuenta que las prestaciones del sistema mejoran con el uso de la tecnología de los buses de campo debido a la simplificación en la forma de obtener información de la planta desde los distintos sensores. Las mediciones de los distintos elementos de la red están disponibles para todos los demás dispositivos. La simplificación en la obtención de datos permitirá el diseño de sistemas de control más eficientes.

Con la tecnología de los buses de campo, se permite la comunicación bidireccional entre los dispositivos de campo y los sistemas de control, pero también entre los propios dispositivos de campo.

Otra ventaja de los buses de campo es que sólo incluyen 3 capas (Física, Enlace y Aplicación), y un conjunto de servicios de administración. El usuario no tiene que preocuparse de las capas de enlace o de aplicación. Sólo necesita saber cuál es funcionalidad. Al usuario sólo se le exige tener un conocimiento mínimo de los servicios de administración de la red, ya que parte de la información generada por dichos servicios puede ser necesaria

para la reparación de averías en el sistema. De hecho, prácticamente, el usuario sólo debe preocuparse de la capa física y la capa de usuario.

1.5.12 BUSES ESTANDARIZADOS

1.5.12.1 PROFIBUS

Profibus se desarrolló bajo un proyecto financiado por el gobierno alemán. Está normalizado en Alemania por DIN E 19245 y en Europa por EN 50170. El desarrollo y posterior comercialización ha contado con el apoyo de importantes fabricantes como ABB, AEG, Siemens, Klöckner-Moeller. Está controlado por la PNO (Profibus User Organisation) y la PTO (Profibus Trade Organisation).

Existen tres perfiles:

- **Profibus DP (Decentralized Periphery).** Orientado a sensores/actuadores enlazados a procesadores (PLCS) o terminales.
- **Profibus PA (Process Automation).** Para control de proceso y cumpliendo normas especiales de seguridad para la industria química (IEC 11158-2, seguridad intrínseca).
- **Profibus FMS (Fieldbus Message Specification).** Para comunicación entre células de proceso o equipos de automatización. La evolución de Profibus hacia la utilización de protocolos TCP/IP para enlace al nivel de proceso hace que este perfil esté perdiendo importancia.

Utiliza diferentes capas físicas. La más importante, en PROFIBUS DP, está basada en EIA RS-485. Profibus PA utiliza la norma IEC 11158-2 (norma de comunicación síncrona entre sensores de campo que utiliza modulación

sobre la propia línea de alimentación de los dispositivos y puede utilizar los antiguos cableados de instrumentación 4-20 mA) y para el nivel de proceso se tiende a la utilización de Ethernet. También se contempla la utilización de enlaces de fibra óptica. Existen puentes para enlace entre diferentes medios, además de gateways que permiten el enlace entre perfiles y con otros protocolos.

Se distingue entre dispositivos tipo maestro y dispositivos esclavo. El acceso al medio entre maestros se arbitra por paso de testigo, el acceso a los esclavos desde un maestro es un proceso de interrogación cíclico (polling). Se pueden configurar sistemas multimaestro o sistemas más simples maestro-esclavo.

En Profibus DP se distingue entre: maestro clase 1 (estaciones de monitorización y diagnóstico), maestro clase 2 (elementos centralizadores de información como PLCs, PCs, etc.), esclavo (sensores, actuadores).

El transporte en Profibus-DP se realiza por medio de tramas según IEC 870-5-1. La comunicación se realiza por medio de datagramas en modo broadcast o multicast. Se utiliza comunicación serie asíncrona por lo que es utilizable una UART genérica.

Profibus DP prescinde de los niveles ISO 3 a 6 y la capa de aplicación ofrece una amplia gama de servicios de diagnóstico, seguridad, protecciones etc. Es una capa de aplicación relativamente compleja debido a la necesidad de mantener la integridad en el proceso de paso de testigo (un y sólo un testigo)

Profibus FMS es una compleja capa de aplicación que permite la gestión distribuida de procesos al nivel de relación entre células don posibilidad de acceso a objetos, ejecución remota de procesos etc. Los dispositivos de

definen como dispositivos de campo virtuales, cada uno incluye un diccionario de objetos que enumera los objetos de comunicación. Los servicios disponibles son un subconjunto de los definidos en MMS (ISO 9506)

Las plataformas hardware utilizadas para soportar Profibus se basan en microprocesadores de 16 bits más procesadores de comunicaciones especializados o circuitos ASIC como el LSPM2 de Siemens. La PNO se encarga de comprobar y certificar el cumplimiento de las especificaciones PROFIBUS.

Entre sus perspectivas de futuro se encuentra la integración sobre la base de redes Ethernet al nivel de planta y la utilización de conceptos de tiempo real y filosofía productor-consumidor en la comunicación entre dispositivos de campo.

Las distancias potenciales de bus van de 100 m a 24 Km (con repetidores y fibra óptica). La velocidad de comunicación puede ir de 9600 bps a 12 Mbps. Utiliza mensajes de hasta 244 bytes de datos.

Profibus se ha difundido ampliamente en Europa y también tiene un mercado importante en América y Asia. El conjunto Profibus DP- Profibus PA cubre la automatización de plantas de proceso discontinuo y proceso continuo cubriendo normas de seguridad intrínseca.

1.5.12.2 FOUNDATION FIELDBUS

Un bus orientado sobre todo a la interconexión de dispositivos en industrias de proceso continuo. Su desarrollo ha sido apoyado por importantes fabricantes de instrumentación (Fisher-Rosemount, Foxboro,...). En la

actualidad existe una asociación de fabricantes que utilizan este bus, que gestiona el esfuerzo normalizador, la Fieldbus Foundation. Normalizado como ISA SP50, IEC-ISO 61158 (ISA es la asociación internacional de fabricantes de dispositivos de instrumentación de proceso).

En su nivel H1 (uno) de la capa física sigue la norma IEC 11158-2 para comunicación a 31,25 Kbps, es por tanto, compatible con Profibus PA, su principal contendiente. Presta especial atención a las versiones que cumplen normas de seguridad intrínseca para industrias de proceso en ambientes combustibles o explosivos. Se soporta sobre par trenzado y es posible la reutilización de los antiguos cableados de instrumentación analógica 4-20 mA. Se utiliza comunicación síncrona con codificación Manchester Bifase-L.

La capa de aplicación utiliza un protocolo sofisticado, orientado a objetos con múltiples formatos de mensaje. Distingue entre dispositivos con capacidad de arbitraje (Link Master) y normales. En cada momento un solo Link master arbitra el bus, puede ser sustituido por otro en caso de fallo. Utiliza diversos mensajes para gestionar comunicación por paso de testigo, comunicación cliente-servidor, modelo productor-consumidor etc. Existen servicios para configuración, gestión de diccionario de objetos en nodos, acceso a variables, eventos, carga descarga de ficheros y aplicaciones, ejecución de aplicaciones, etc. La codificación de mensajes se define según ASN.1

El nivel H2 (dos) está basado en Ethernet de alta velocidad (100 Mbps) y orientado al nivel de control de la red industrial.

1.5.12.3 INDUSTRIAL ETHERNET

La norma IEEE 802.3 basada en la red Ethernet de Xerox se ha convertido en el método más extendido para interconexión de computadores personales en redes de proceso de datos. En la actualidad se vive una auténtica revolución en cuanto a su desplazamiento hacia las redes industriales. Es indudable esa penetración. Diversos buses de campo establecidos como Profibus, Modbus etc. han adoptado Ethernet como la red apropiada para los niveles superiores. En todo caso se buscan soluciones a los principales inconvenientes de Ethernet como soporte para comunicaciones industriales:

- El intrínseco indeterminismo de Ethernet se aborda por medio de topologías basadas en conmutadores. En todo caso esas opciones no son gratuitas.
- Se han de aplicar normas especiales para conectores, blindajes, rangos de temperatura etc. La tarjeta adaptadora Ethernet empieza a encarecerse cuando se la dota de robustez para un entorno industrial

Parece difícil que Ethernet tenga futuro a nivel de sensor, aunque puede aplicarse en nodos que engloban conexiones múltiples de entrada-salida.

Como conclusión Ethernet está ocupando un área importante entre las opciones para redes industriales, pero parece aventurado afirmar, como se ha llegado a hacer, que pueda llegar a penetrar en los niveles bajos de la pirámide CIM.

1.5.12.4 HART

Es un protocolo para bus de campo soportado por la HART Communication Foundation y la Fieldbus Foundation, Su campo de aplicación básico es la

comunicación digital sobre las líneas analógicas clásicas de los sistemas de instrumentación, manteniendo éstas en servicio. Sus prestaciones como bus de campo son reducidas.

Utiliza el bus analógico estándar 4-20 mA sobre el que transmite una señal digital modulada en frecuencia (modulación FSK 1200-2200 Hz). Transmite a 1200 bps manteniendo compatibilidad con la aplicación analógica inicial y sobre distancias de hasta 3 Km.

Normalmente funciona en modo maestro-esclavo.

1.5.13 PROFINET⁸

Profinet es un nuevo concepto de automatización que emerge de la tendencia general hacia plantas modulares con maquinaria reutilizable con inteligencia distribuida. Profinet está disponible como especificación, incluyendo datos sobre como conectarse y los módulos a utilizar. Asimismo incluye el código que se debe usar en su implementación con lo que se permite una rápida integración de las diferentes partes del proyecto. Esto quiere decir que los problemas de interacción entre partes del bus queda reducido a un mínimo.

⁸ Tomado de Tutoría Virtual Ing. Javier Barragán Piña del sitio web:
<http://www.uhu.es/antonio.barragan/content/10-sistemas-profinet>

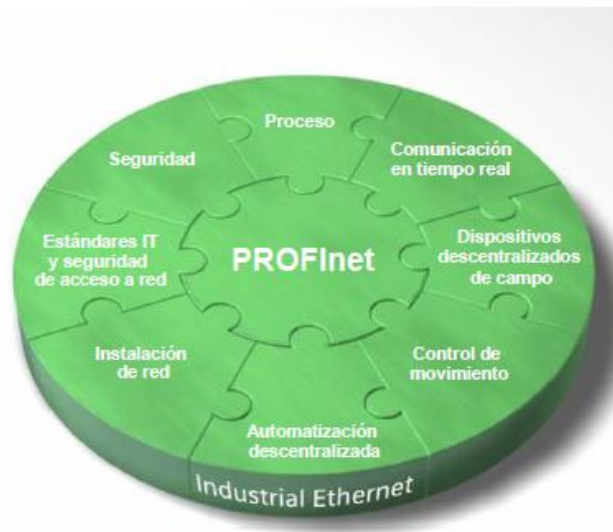


Figura 1.8. Características PROFINET

1.5.14 MODELO DE INGENIERÍA PARA PROFINET

Los sistemas ProfiNet están diseñados para permitir una configuración rápida y sencilla.

Permite crear nuevas especificaciones diseñadas por el fabricante para expansiones. Esto es así porque ProfiNet diferencia entre la fase de programación de la lógica y la configuración general de la planta para la aplicación.

La planta es programada por la conexión de los sistemas al software de programación, estos descargan XML y se establecen relaciones entre ellos. Estas son visibles gráficamente y por tanto permiten una gran adaptabilidad para sistemas distribuidos. Los sistemas no necesitan programación en sus conexiones, ya que estas son generadas sobre líneas llamadas interconexiones.

Las interconexiones se descargan en los sistemas que de esta forma conocen sus enlaces e información a compartir.

1.5.15 COMUNICACIONES EN PROFINET

El modelo de comunicación PROFINet define un proveedor estándar independiente para la comunicación en redes Ethernet convencionales de TI (tiempo de ejecución de los mecanismos de comunicación). Se utiliza el protocolo TCP / IP y COM / DCOM, los estándares más comunes del mundo del PC. Proporciona acceso directo desde la oficina hasta el nivel de automatización y viceversa (integración vertical). Con PROFINET, el protocolo DCOM, junto con las normas citadas, define el intercambio de datos entre los componentes de diferentes fabricantes a través de Ethernet.

De forma alterna, también existe un mecanismo de comunicación optimizado disponible para áreas de aplicación con duros requisitos de tiempo real. Los dispositivos que funcionan en Ethernet requieren la implementación de mecanismos de comunicación de acuerdo con el estándar PROFINet.

La tecnología de conexión necesaria para el enlace Ethernet está disponible en las clases de protección IP 20 y IP65/67.

1.5.16 MODELO MIGRATORIO PARA PROFINET

La integración de los segmentos PROFIBUS en PROFINET se implementa a través del uso de proxies. Estos asumen una función de proxy para todos los dispositivos conectados a PROFIBUS. Esto significa que cuando se reconstruyen o se amplian las plantas donde trabaja PROFIBUS, toda la gama de dispositivos, incluidos los productos de PROFIdrive y PROFIsafe

pueden implementarse sin cambios, lo que proporciona a los usuarios una protección máxima de su inversión. La tecnología de proxy también permite la integración de otros sistemas de bus de campo.

1.5.17 XML EN PROFINET

XML (EXtensible Markup Language) es un lenguaje de descripción de datos flexible basado en un código ASCII simple. Los documentos XML pueden ser intercambiados con las aplicaciones en un número de maneras, por ejemplo en un disquete, por correo electrónico, a través de TCP / IP o HTTP a través de Internet. XML es importante en la tecnología de automatización, entre otras cosas, descripciones de los parámetros en la FDT, como formato de importación y exportación de los parámetros del dispositivo de campo en herramientas de ingeniería o como un medio de integración vertical (intercambio de datos independiente del sistema operativo utilizado).

1.5.18 OPC y OPC DX

OPC es una interfaz estándar, introducida en 1996 para el acceso a aplicaciones basadas en Windows en la automatización.

La aplicación de OPC permite la flexibilidad, independiente del fabricante, selección de los componentes y su interconexión sin la necesidad de programación. OPC está basado en el modelo de Microsoft DCOM.

Desde el año 2000, datos y servicios de OPC se asignan en XML, lo que significa que los datos OPC, incluso se pueden intercambiar entre plataformas distintas de Windows por medio de la lectura de documentos XML.

OPC DX (Data Xchange-Intercambio de datos) está siendo desarrollado en el marco de la Fundación OPC, con el objetivo de desarrollar un protocolo para el intercambio de datos de los usuarios no-críticos en el tiempo entre los sistemas de automatización de diferentes fabricantes y tipos (PLC, DCS, PC).

OPC DX se basa en la especificación actual OPC DA (Data Access-Dato de acceso). Al mismo tiempo se ha definido una interfaz de ingeniería, que permite la configuración de los sistemas conectados.

A diferencia de PROFINET OPC DX no trabaja con orientación de objetos sino con etiquetas orientadas, es decir, los objetos de automatización no existen como objetos COM, sino como (etiqueta) los nombres. OPC DX permitirá la conexión de sistemas de automatización en diferentes plantas a nivel Ethernet. Sin embargo, no es posible acceder a nivel de campo.

A fin de garantizar su dominio de mantenimiento, el desarrollo y el mercado, la tecnología abierta requiere un instituto independiente de la empresa como una plataforma de trabajo. En 1989, la organización de usuarios PROFIBUS e.V. (PNO), fue fundada para promover la tecnología PROFIBUS de esta misma manera. Se trata de un comercio sin fines de lucro formado por fabricantes, usuarios e instituciones.

El PNO es un miembro de PROFIBUS International (PI) fundada en 1995, que ahora cuenta con 23 organizaciones de usuarios regionales (Asociaciones Regionales de PROFIBUS, RPA) y más de 1.100 miembros, entre ellos los de los EE.UU., China y Japón, que representan el cuerpo más grande de comercio en el ámbito de las comunicaciones industriales en todo el mundo.

1.5.19 Profinet IO⁹

Profinet IO permite una interacción directa de los dispositivos de campo distribuidos sobre Ethernet. Todos los dispositivos están conectados en una estructura de red uniforme, y por consiguiente ofrece una comunicación uniforme entre todos los dispositivos.

Profinet IO especifica el intercambio de datos entre Controladores IO y Dispositivos IO, como también su configuración y diagnóstico. Está diseñado para un intercambio rápido de datos con un bus cíclico de unos pocos milisegundos, y está basado en un modelo proveedor-consumidor. Profinet IO ofrece integración con buses de campo ya existentes, por ejemplo los dispositivos de campo que se encuentren en un segmento subordinado de Profibus pueden ser integrados en el sistema Profinet IO a través de un proxy.

1.5.20 Profinet CBA

Profinet CBA (Component Based Automation) define una vista más amplia en la automatización de una planta. La consideración básica de CBA es que la automatización de una planta puede ser dividida en muchos casos en unidades autónomas, generalmente llamados módulos tecnológicos.

Estos módulos tecnológicos son generalmente controlados por un número manejable de señales de entrada. Ellos poseen una funcionalidad definida

⁹ Tomado de la Tesis de David Enrique Barrera Moncayo , “Diseño e implementación de un sistema de entrenamiento PROFINET para el Laboratorio de PLCs y Robótica del Departamento de Eléctrica y Electrónica de la ESPE ” del sitio web: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/606/1/T-ESPE-021951.pdf>

por un programa de control hecho por el usuario, y sacan señales generadas de esta manera a otro controlador.

Los componentes Profinet representan este módulo con sus entradas y salidas en el sistema de ingeniería. Los componentes son producidos independientemente del vendedor, y la comunicación de un sistema basado en componentes es programada. Profinet CBA soporta comunicación determinística, y con su ciclo de transmisión de hasta 10 ms es altamente adecuado para la comunicación entre controladores.

1.5.21 Comunicación en tiempo real con Profinet

La comunicación Profinet puede ser vista en tres pasos. Profinet CBA usa **TCP/IP** (Transmisión Control Protocol/Internet Protocol) y comunicación en tiempo real (**RT**), y permite tiempos de ciclo en el orden de los 100 ms para TCP/IP y 10 ms para RT. Se usa preferentemente para comunicación entre PLCs. Profinet IO exclusivamente usa comunicación en tiempo real para intercambiar datos del proceso. Con tiempos de ciclo que pueden ser logrados en el orden de los 10 ms. Profinet IO es muy adecuado para su uso en el sector de las I/O distribuidas, como por ejemplo en la automatización de procesos en fábricas.

La comunicación en tiempo real isócrona (**IRT**) habilita los tiempos de ciclo en el orden de 1 ms, y por consiguiente es idóneo para su uso en el sector del control de movimiento.

Profinet CBA básicamente comprende la comunicación basada en componentes usando **TCP/IP** y la comunicación **RT** con componentes. Profinet IO usa la comunicación **RT** e **IRT** con las I/O distribuidas.

1.5.22 VENTAJAS DE PROFINET

1.5.22.1 POTENCIA ESCALABLE¹⁰

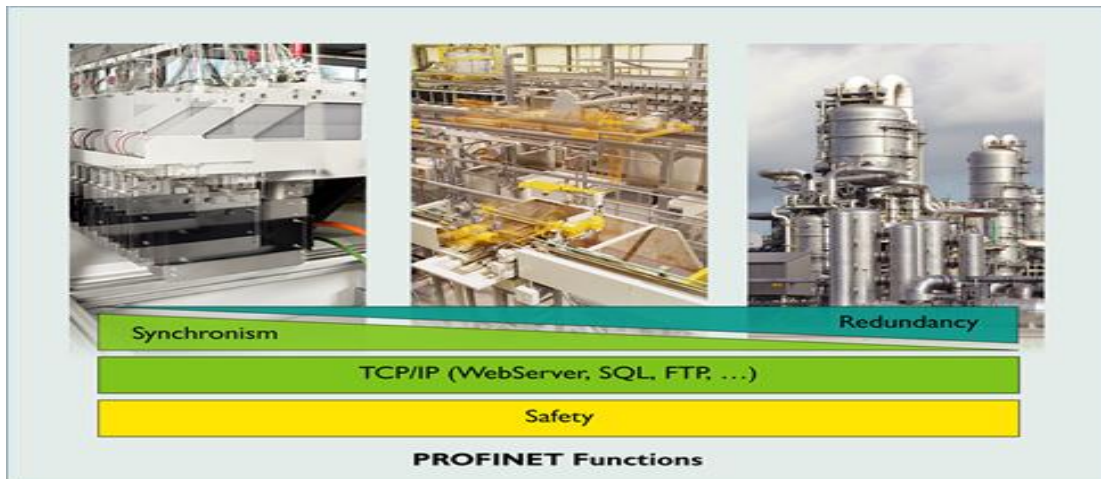


Figura 1.9. Escalabilidad PROFINET

PROFINET IO es un protocolo Ethernet en tiempo real que puede utilizarse en todos los ámbitos industriales, desde Motion Control hasta la técnica de procesos, pasando por la automatización de fábricas.

1.5.22.2 RED PROFINET IO

Es posible una alta flexibilidad en términos de potencia, puede accederse a cada participante en la red como participante TCP/IP pueden conectarse directamente componentes Ethernet estándar pueden utilizarse servidores web y protocolos basados en TCP/IP sin grandes esfuerzos y con una potencia suficiente puede integrarse incluso la seguridad funcional directamente a través de PROFI-safe se complementan óptimamente Ethernet estándar y Ethernet en tiempo real a través de PROFINET IO.

¹⁰ Tomado de Fenix Contact Tecnología Profinet, del sitio web : http://www.phoenixcontact.es/tecnologia/40931_42041.htm

1.5.22.3 ESTRUCTURAS DE RED FLEXIBLES

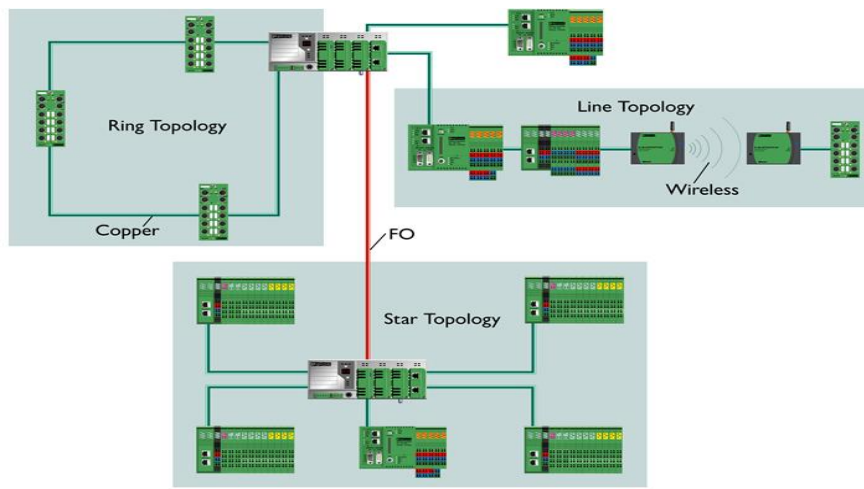


Figura 1.10. Flexibilidad PROFINET

Dependiendo de la exigencia, en una red PROFINET IO puede(n):

- Realizarse estructuras de estrella, línea y anillo incluso en forma mixta.
- Establecerse la comunicación a través de redes existentes sobre la base de cables de cobre.
- Utilizarse conductores de fibra óptica, que son insensibles frente a interferencias electromagnéticas y facilitan una mayor extensión de la red
- Conmutarse mediante el concepto de redundancia las vías de comunicación a una línea intacta en caso de fallo
- Realizarse transmisiones de datos inalámbricas a través de WLAN y Bluetooth.

1.5.22.4 INTEGRACIÓN PROFUNDA DEL BUS DE CAMPO

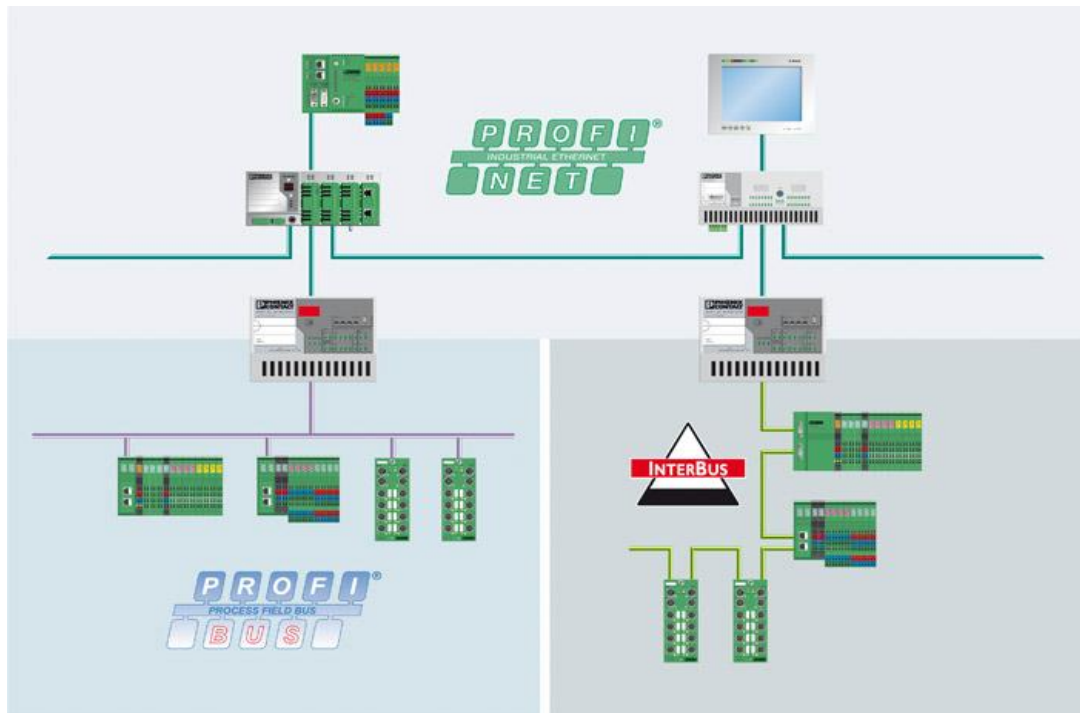


Figura 1.11. Integración PROFINET

PROFINET IO protege las importantes inversiones de fabricantes y usuarios en tecnología de bus de campo.

La tecnología proxy ofrece, mediante la integración de los sistemas de bus de campo, una transición continua al mundo PROFINET.

Cada equipo en el bus de campo puede direccionarse y diagnosticarse por separado. La configuración de las redes se realiza de forma universal en la herramienta de ingeniería de prioridad.

1.5.22.5 ÓPTIMO DIAGNÓSTICO

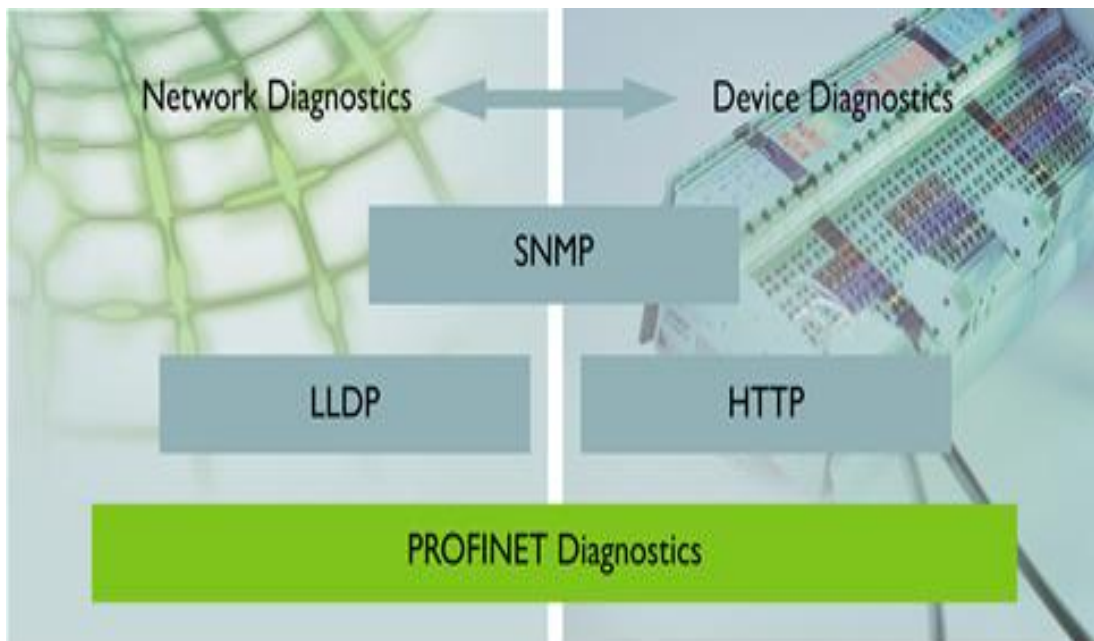


Figura 1.12. Diagnóstico PROFINET

PROFINET IO ofrece un diagnóstico combinado de redes y equipos independientemente del fabricante.

Además de los mecanismos de diagnóstico propios de PROFINET IO, también pueden utilizarse otros estándares, tales como SNMP y HTTP, para el diagnóstico de redes y el diagnóstico de equipos basado en la web .

Adicionalmente, la detección de la topología integrada permite localizar rápidamente los lugares de fallo. De esta forma PROFINET IO ofrece un concepto de diagnóstico modular.

1.5.22.6 ALTA SEGURIDAD

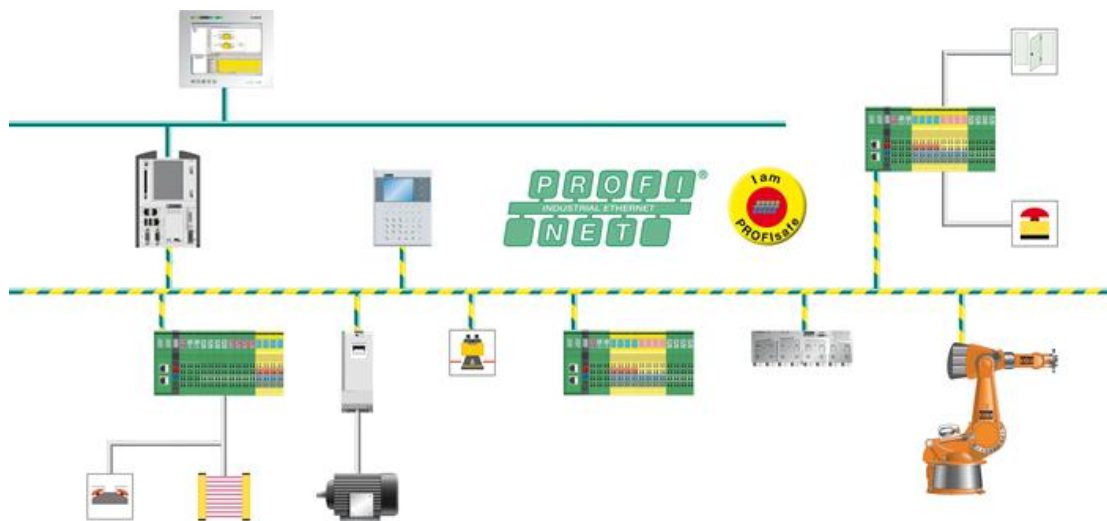


Figura 1.13. Alta Seguridad con PROFINET

Además de datos de E/S aptos para tiempo real y de la comunicación basada en TCP/IP, en una red PROFINET IO también puede realizarse la comunicación orientada a la seguridad a través de la red.

La comunicación está protegida a través del protocolo PROFI-safe entre el sistema de mando de seguridad y el equipo de E/S. Rejillas fotoeléctricas y otros mecanismos de seguridad pueden acoplarse directamente a la red.

Las salidas, como por ejemplo los accionamientos, se desconectan de forma orientada a la seguridad. Así la comunicación segura y no segura puede utilizarse de forma mixta en un solo equipo.

1.5.22.7 SEGURIDAD PARA EL FUTURO

La tecnología PROFINET IO está profundamente integrada en los procesos de especificación establecidos de la Organización de Usuarios PROFINET (PNO), que son independientes del fabricante.

En la PNO se elaboran y se cuidan especificaciones abiertas de la comunicación propiamente dicha, directrices de instalación y definiciones de conectores, así como medidas de certificación y perfiles de usuario.

En unos centros de ensayos y certificación, los equipos se comprueban y se clasifican en diferentes clases de conformidad (Conformance Classes).

1.5.23 TECNOLOGÍAS IT EN LOS NIVELES DE PROCESO Y CONTROL ¹¹

Este nuevo concepto permite disponer de una tecnología común en la planta: Ethernet TCP/IP. Esto hace posible aplicar soluciones y desarrollos orientados hasta ahora sólo al mundo informático. A modo de ejemplo, tecnologías como el acceso inalámbrico y el diagnóstico web pueden implementarse como solución para la transmisión remota y segura de I/Os distribuidas. Asimismo, también se puede acceder a drives o dispositivos inteligentes como HMIs u otros PLCs y realizar diagnóstico de estaciones en aplicaciones web u otras aplicaciones comunes; todo esto siempre garantizando la transmisión confiable y los estándares de seguridad originales de Profibus DP.

¹¹ Tomado de la Revista Electro Industria, Profinet, sitio web:
<http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=216&tip=7>

1.5.24 INFORMACIÓN EN VERDADERO TIEMPO REAL IRT

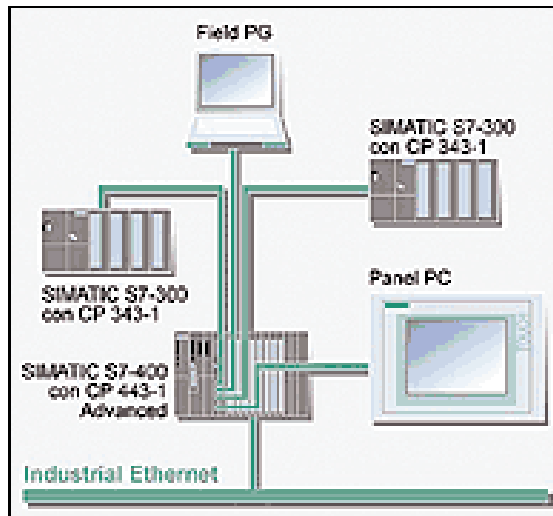


Figura 1.14. Tiempo real verdadero IRT

Gracias al diseño sobre estándares de 100MB/s y 1GB/s, la potencia de los nuevos chips de comunicación permite implementar soluciones de control en tiempo real verdadero (IRT), garantizando tiempos de respuesta menores a 1ms, necesarios para el sincronismo de ejes accionados por drives comunicados por este bus común.

Por otro lado, esta potencia de transmisión garantiza el determinismo y el acceso a gran cantidad de puntos de I/Os distribuidos.

1.5.25 TRAMA DE PROFINET

Está basado en la trama de Ethernet, allí se encuentra un frame específico para profinet y básicamente es donde se gestiona el tiempo real Profinet RT e IRT.

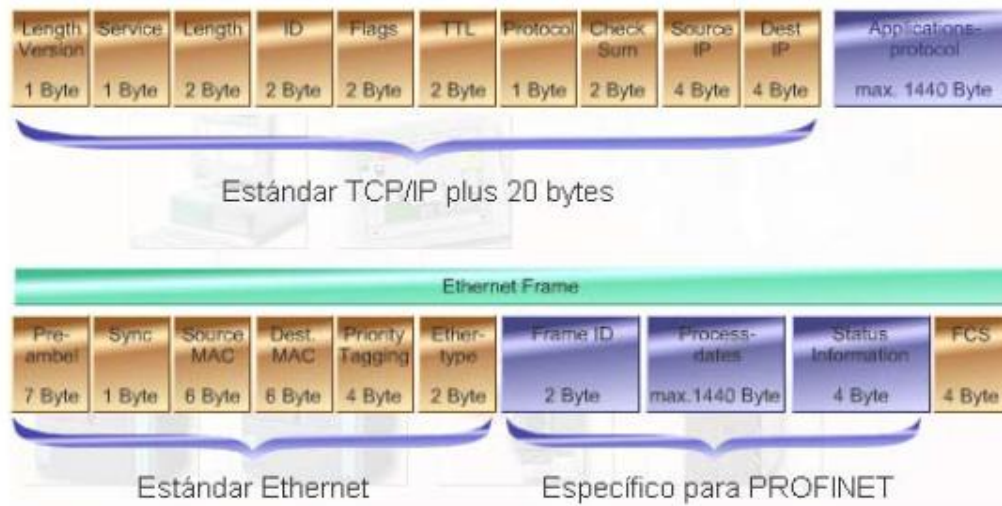


Figura 1.15. Trama TCP/IP y Ethernet

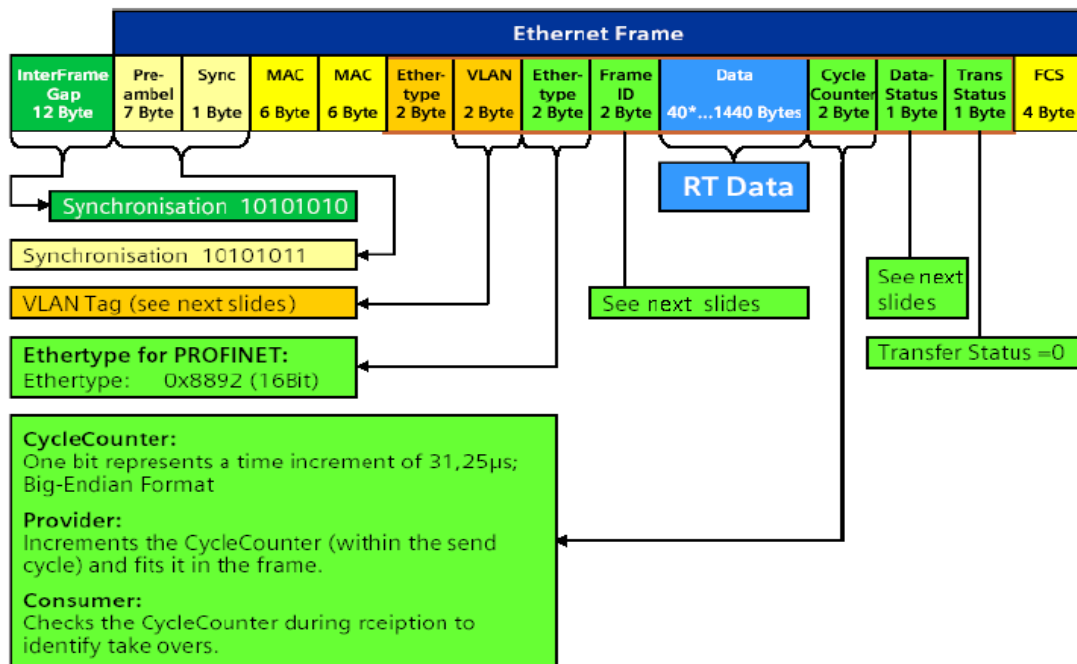


Figura 1.16. Indicación de Trama Ethernet

1.5.26 VENTAJAS DE ETHERNET TIEMPO REAL ISÓCRONO IRT¹²

- Características de tiempo real para aplicaciones deterministas de control de movimientos
- Capacidad de tiempo real coherente independiente de la carga de la red.
- Abierto a aplicaciones TCP/IP e IT
- Acceso a la red ilimitado para cualquier dispositivo
- Cualquier topología de red
- Integración del switch en el dispositivo
- Redundancia suave y homogénea
- Acceso de la ingeniería vía TCP/IP

1.5.27 Mejoras de RT respecto del estándar TCP/IP

- Optimización del tiempo absoluto de transmisión: factor 6-10
- Minimización de la varianza de los tiempos de transmisión: factor 5-8
- Mejor conducta en el valor de respuesta: factor 7

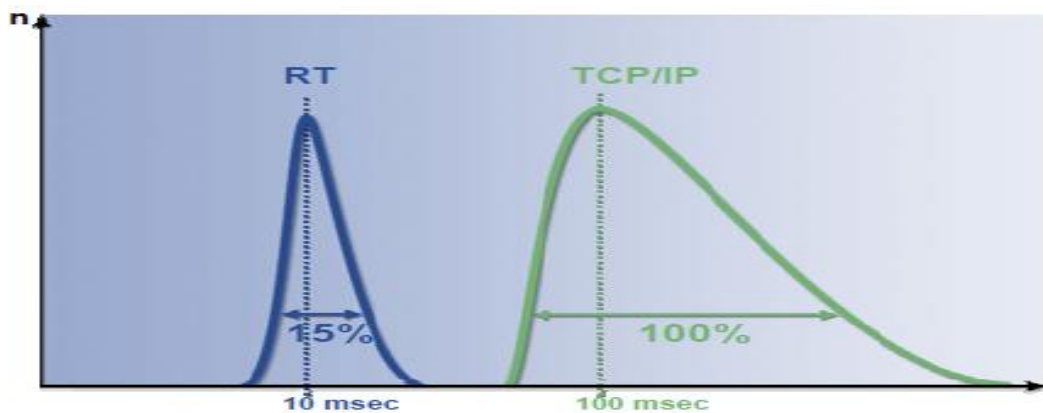


Figura 1.17. Comparación Tiempo Real y Tiempo TCP/IP

12 Tomado de Manual Profinet

http://isa.uniovi.es/docencia/ra_marina/cuatrim2/Temas/11%20-%20PROFInet.pdf

1.5.28 PLC (CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE)

1.5.29 DEFINICIÓN

Se entiende por **Controlador lógico Programable (PLC)**, o **Autómata Programable**, a toda máquina electrónica, diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales. Su manejo y programación puede ser realizada por personal eléctrico o electrónica sin conocimientos informáticos. Realiza funciones lógicas: series, paralelos, temporizaciones, contajes y otras más potentes como cálculos, regulaciones, etc.



Figura 1.18. Vista Frontal de PLC SIMATIC S7 200 CPU 224 SIEMENS

También se los puede definir como una “caja negra” en la que existen unos terminales de entrada a los que se conectan pulsadores, finales de carrera, fotocélulas, detectores, unos terminales de salida a los que se conectarán bobinas de contactores, electroválvulas, lámparas, de tal forma que la

actuación de estos últimos está en función de las señales de entrada que estén activadas en cada momento, según el programa almacenado.

Esto quiere decir que los elementos tradicionales como redes auxiliares, redes de enclavamiento, temporizadores son internos. La tarea de usuario se reduce a realizar el “programa” que no es más que la relación entre las señales de entrada que se tienen que cumplir para activar cada salida

1.5.30 CAMPOS DE APLICACIÓN

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución de hardware y software amplía continuamente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario realizar procesos de maniobra, control, señalización, etc., por tanto su aplicación abarca desde procesos de fabricación industrial de cualquier tipo al de transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficiencia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Espacio Reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales
- Maquinaria de procesos variables

- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

Ejemplos de aplicaciones generales podrían ser las siguientes:

a) Maniobra de máquinas

- Maquinaria industrial del mueble y de madera.
- Maquinaria en procesos de grava, arena y cemento.
- Maquinaria en la industria del plástico
- Máquinas-herramientas complejas.
- Maquinarias en procesos textiles y de confección.
- Maquinaria de ensamblaje
- Máquinas transfer

b) Maniobra de instalación

- Instalaciones de aire acondicionado, calefacción, etc.
- Instalaciones de seguridad
- Instalaciones de frío industrial
- Instalaciones de almacenamiento y trasvase de cereales.
- Instalaciones de plantas embotelladoras.
- Instalaciones en la industria de automoción.
- Instalaciones de tratamiento térmico.
- Instalaciones de plantas depuradoras de residuos.
- Instalaciones de cerámica.

c) Señalización y control

- Chequeo de programas
- Señalización del estado de procesos.

1.5.31 VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL PLC

No todos los Automatas ofrecen las mismas ventajas sobre la lógica cableada, ello es debido, principalmente, a la variedad de modelos existentes en el mercado y a las innovaciones técnicas que surgen constantemente. Tales consideraciones nos obligan a referirnos a las ventajas que proporciona un Automata de tipo medio.

1.5.31.1 VENTAJAS DEL PLC

Las condiciones favorables que presenta un PLC son las siguientes:

1. Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos debido a que:
 - No es necesario dibujar el esquema de contactos
 - No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas, ya que, por lo general, la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
 - La lista de materiales queda sensiblemente reducida, y al elaborar el presupuesto correspondiente eliminaremos parte del problema que supone el control con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega, etc.
2. Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
3. Mínimo espacio de ocupación
4. Menor coste de mano de obra de la instalación
5. Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos Automatas pueden detectar e indicar averías.

6. Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómeta.
7. Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo de cableado.
8. Si por alguna razón la maquina queda fuera del servicio, el Autómeta sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción

1.5.31.2 INCONVENIENTES DEL PLC

Como inconvenientes podríamos hablar, en primer lugar, de que hace falta de un programador, lo que obliga a adiestrar a uno de los técnicos en tal sentido.

Pero hay otro factor importante, como el costo inicial, que puede o no ser un inconveniente, según las características de los automatismos en cuestión.

Dado que el PLC cubre ventajosamente un amplio espacio entre la lógica cableada y el microprocesador, es preciso que el proyectista lo conozca tanto en su amplitud como en sus limitaciones. Por lo tanto, aunque el coste inicial debe ser tenido en cuenta a la hora de decidirnos por uno u otro sistema, conviene analizar todos los demás factores para asegurarnos una decisión acertada.

1.5.32 ESTRUCTURA DE LOS AUTÓMATAS PROGRAMABLES

1.5.32.1 Estructura externa

El término estructura o configuración externa de un Autómeta Programable se refiere al aspecto físico externo del mismo, bloques o elementos en que está dividido, etc. Desde su nacimiento y hasta nuestros días han sido varias las estructuras y configuraciones que han salido al mercado condicionadas no solo por el fabricante del mismo, sino por la tendencia existente en el área

al que perteneciese: europea o norteamericana. Actualmente, son dos las estructuras más significativas que existen en el mercado:

- Estructura compacta
- Estructura modular

Las diferencias significativas entre ambas hacen que las analicemos por separado en los apartados siguientes.

1.5.32.2 Estructura compacta

Este tipo de Autómatas se distingue por presentar en un solo bloque todos sus elementos esto es, fuente de alimentación, CPU, memorias entradas/salidas, etc. En cuanto a su unidad de programación, existen tres versiones: unidad fija o enchufable directamente en el Autómata; enchufable mediante cable y conector, o la posibilidad de ambas conexiones. Si la unidad de programación es sustituida por un Pc, nos encontraremos que la posibilidad de conexión del mismo será mediante cable y conector. El montaje del Autómata al armario que ha de contenerlo se realiza por cualquiera de los sistemas conocidos: carril DIN, placa perforadora, etc.

1.5.32.3 Estructura modular

Como su nombre indica, la estructura de este tipo de Autómatas se divide en módulos o partes del mismo que realizan funciones específicas. Aquí cabe hacer dos divisiones para distinguir entre las que denominaremos estructura americana y europea.

a) **Estructura americana:** Se caracteriza por separar las E/S del resto del Autómata, de tal forma que en un bloque compacto están reunidos las

CPU, memoria del usuario o de programa y fuente de alimentación, y separadamente las uniones de E/S en los bloques o tarjetas necesarias.

b) **Estructura Europea:** Su característica principal es la de que existe un módulo para cada función: fuente de almacenamiento, CPU, entradas/salidas, etc. La unidad de programación se une mediante cable y conector. La sujeción de los mismos se hace bien sobre carril DIN o placa perforadora, bien sobre RACK, en donde va alojado el BUS externo de unión de los distintos módulos que lo componen.

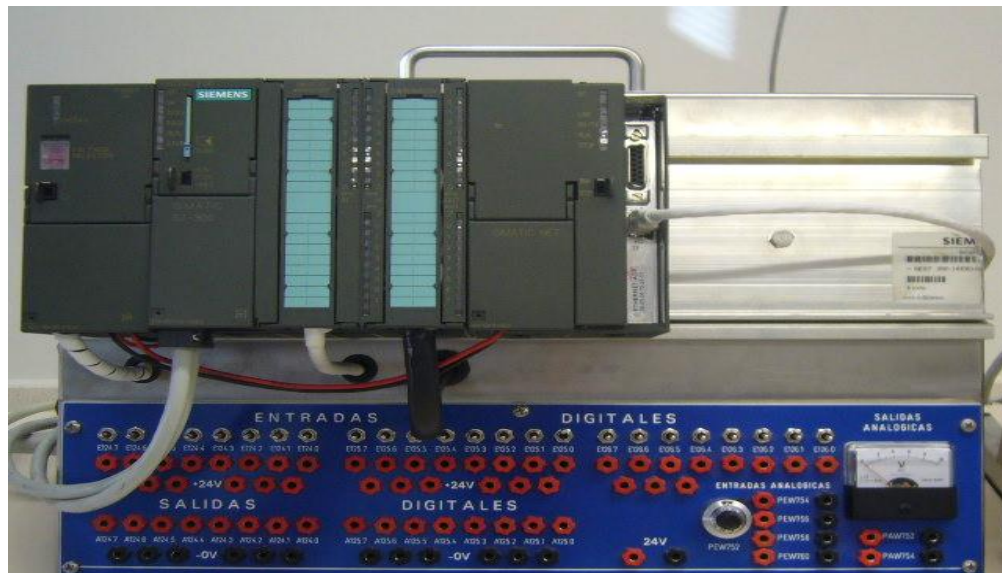


Figura 1.19. Estructura Modular PLC S7 300

1.5.33 CONTROL PID PROPORCIONAL INTEGRAL DERIVATIVO¹³

El controlador PID (Proporcional, Integral y Derivativo) es un controlador realimentado cuyo propósito es hacer que el error en estado estacionario, entre la señal de referencia y la señal de salida de la planta, sea cero de

¹³ Tomado de Apuntes de control PID de Ing. Mauricio Améstegui Moreno, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz Bolivia
<http://read.pudn.com/downloads161/ebook/732022/PID%20motor%20control/Control.Pid.pdf>

manera asintótica en el tiempo, lo que se logra mediante el uso de la acción integral. Además el controlador tiene la capacidad de anticipar el futuro a través de la acción derivativa que tiene un efecto predictivo sobre la salida del proceso.

Los controladores PID son suficientes para resolver el problema de control de muchas aplicaciones en la industria, particularmente cuando la dinámica del proceso lo permite (en general procesos que pueden ser descritos por dinámicas de primer y segundo orden), y los requerimientos de desempeño son modestos (generalmente limitados a especificaciones del comportamiento del error en estado estacionario y una rápida respuesta a cambios en la señal de referencia).

Los fabricantes proporcionan los controladores PID de variadas formas. Existen sistemas del tipo “stand alone” con capacidad para controlar uno o varios lazos de control. Estos dispositivos son fabricados en el orden de cientos de miles al año. El controlador PID es también un ingrediente importante en los sistemas de control distribuido, ya que proporciona regulación a nivel local de manera eficaz. Por otro lado, pueden también venir empotrados, como parte del equipamiento, en sistemas de control de propósito especial, formando así parte integrante de la aplicación.

Su uso extensivo en la industria es tal que el 95% de los lazos de control que existen en las aplicaciones industriales son del tipo PID, de los cuales la mayoría son controladores PI, lo que muestra la preferencia del usuario en el uso de leyes de control muy simples.

En general, el usuario no explota todas las características de estos controladores, quizás por falta de una mejor comprensión desde el punto de vista de la teoría de control.

En la actualidad, el control PID dispone de una serie de prestaciones, que en el pasado han sido consideradas como secretos de los fabricantes. Un par de ejemplos típicos de este tipo de prestaciones son las técnicas de conmutación de modos de control y el antiwindup del integrador.

Los algoritmos actuales se combinan con funciones lógicas y secuenciales y una serie de mecanismos y funciones adicionales para adecuarse a los requerimientos de los modernos sistemas de control y automatización industrial, lo que da lugar a dispositivos especializados para el control de temperatura, velocidad, distribución de energía, transporte, máquinas-herramientas, reacción química, fermentación, entre otros.

Los controladores PID son generalmente usados en el nivel de control más bajo, por debajo de algunos dispositivos de mediano nivel como PLCs, supervisores, y sistemas de monitoreo. Sin embargo, su importancia es tal que se convierte en el “pan de cada día” del ingeniero de control.

Los controladores PID han sobrevivido a muchos cambios en la tecnología a lo largo de su historia. Desde los antiguos reguladores de Watt, de la época de la revolución industrial, pasando por los controladores neumáticos, los controladores analógicos eléctricos y electrónicos (primero implementados con válvulas y luego con circuitos integrados) hasta los modernos controladores basados en microprocesadores, que proporcionan una mayor flexibilidad debido a su programación. El microprocesador ha tenido una influencia dramática sobre el desarrollo del controlador PID; ha permitido brindar nuevas oportunidades para implementar funciones adicionales como el ajuste automático de parámetros y los cambios de modos de control. Para los efectos de estos apuntes, se considera la frase “ajuste automático” en el sentido de que los parámetros del controlador se ajustan automáticamente en base a la demanda de un operador o de una señal externa, desactivando

para ello el controlador. Esto hace que esta función sea diferente a la función de adaptación, propias de los controladores adaptivos, que ajustan en línea (o de manera continua) los parámetros del controlador.

El desarrollo de los sistemas de control PID está también influenciado por el desarrollo en el campo de la comunicación de datos de campos, lo que ha permitido su inserción como módulos importantes en los esquemas de control distribuido. En este sentido, la capacidad de comunicación de estos dispositivos con otros dispositivos de campo como PLCs y otros sistemas de control de niveles superiores, es una función necesaria en los modernos controladores PID.

1.5.34 SISTEMAS SCADA¹⁴

Los sistemas SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) son aplicaciones de software, diseñadas con la finalidad de controlar y supervisar procesos a distancia. Se basan en la adquisición de datos de los procesos remotos.

Estos sistemas actúan sobre los dispositivos instalados en la planta, como son los controladores, autómatas, sensores, actuadores, registradores, etc. Además permiten controlar el proceso desde una estación remota, para ello el software brinda una interfaz gráfica que muestra el comportamiento del proceso en tiempo real.

Además, envía la información generada en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como hacia otros supervisores dentro de la

¹⁴ Tomado de Automatización MedioAmbiental, de Henry Antonio Mendiburu Díaz, del sitio web: <http://www.liceus.com/cgi-bin/ac/pu/AutomatizacionMedioambiental.pdf>

empresa, es decir , que permite la participación de otras áreas como por ejemplo: control de calidad, supervisión, mantenimiento, etc.

Generalmente se vincula el software al uso de una computadora o de un PLC, la acción de control es realizada por los controladores de campo, pero la comunicación del sistema con el operador es necesariamente vía computadora. Sin embargo el operador puede gobernar el proceso en un momento dado si es necesario.

Existen diversos tipos de sistemas SCADA dependiendo del fabricante y sobre todo de la finalidad con que se va a hacer uso del sistema, por ello antes de decidir cuál es el más adecuado hay que tener presente si cumple o no ciertos requisitos básicos:

Todo sistema debe tener arquitectura abierta, es decir, debe permitir su crecimiento y expansión, así como deben poder adecuarse a las necesidades futuras del proceso y de la planta.

La programación e instalación no debe presentar mayor dificultad, debe contar con interfaces gráficas que muestren un esquema básico y real del proceso

Deben permitir la adquisición de datos de todo equipo, así como la comunicación a nivel interno y externo (redes locales y de gestión)

Deben ser programas sencillos de instalar, sin excesivas exigencias de hardware, y fáciles de utilizar, con interfaces amigables para el usuario.

A continuación se muestra una lista de algunos software para el diseño del sistema SCADA y su fabricante:

- Aimax Design Instruments S. A.
- CUBE Orsi España S. A.
- FIX Intellution.
- Lookout National Instruments.
- Monitor Pro Schneider Electric.
- Scada InTouch LOGITEK.
- SYSMAC SCS Omron.
- Scatt Graph 5000 ABB.
- WinCC Siemens.
- Coros LS-B/Win Siemens.
- CIRNET CIRCUTOR S.A.
- FIXDMACS Omron-Intellution.
- RS-VIEW32 Rockwell
- GENESIS32 Iconics

1.5.35 Funciones Principales

Supervisión remota de instalaciones y equipos: Permite al operador conocer el estado de desempeño de las instalaciones y los equipos alojados en la planta, lo que permite dirigir las tareas de mantenimiento y estadística de fallas.

Control remoto de instalaciones y equipos: Mediante el sistema se puede activar o desactivar los equipos remotamente (por ejemplo abrir válvulas, activar interruptores, prender motores, etc.), de manera automática y también manual. Además es posible ajustar parámetros, valores de referencia, algoritmos de control, etc.

Procesamiento de datos: El conjunto de datos adquiridos conforman la información que alimenta el sistema, esta información es procesada, analizada, y comparada con datos anteriores, y con datos de otros puntos de referencia, dando como resultado una información confiable y veraz.

Visualización gráfica dinámica: El sistema es capaz de brindar imágenes en movimiento que representen el comportamiento del proceso, dándole al operador la impresión de estar presente dentro de una planta real. Estos gráficos también pueden corresponder a curvas de las señales analizadas en el tiempo.

Generación de reportes: El sistema permite generar informes con datos estadísticos del proceso en un tiempo determinado por el operador.

Representación de señales de alarma: A través de las señales de alarma se logra alertar al operador frente a una falla o la presencia de una condición perjudicial o fuera de lo aceptable. Estas señales pueden ser tanto visuales como sonoras.

Almacenamiento de información histórica: Se cuenta con la opción de almacenar los datos adquiridos, esta información puede analizarse posteriormente, el tiempo de almacenamiento dependerá del operador o del autor del programa.

Programación de eventos: Esta referido a la posibilidad de programar subprogramas que brinden automáticamente reportes, estadísticas, gráfica de curvas, activación de tareas automáticas, etc.

1.5.36 Transmisión de la Información

Los sistemas SCADA necesitan comunicarse vía red, puertos GPIB, telefónica o satélite, es necesario contar con computadoras remotas que realicen el envío de datos hacia una computadora central, esta a su vez será parte de un centro de control y gestión de información.

Para realizar el intercambio de datos entre los dispositivos de campo y la estación central de control y gestión, se requiere un medio de comunicación, existen diversos medios que pueden ser cableados (cable coaxial, fibra óptica, cable telefónico) o no cableados (microondas, ondas de radio, comunicación satelital).

Cada fabricante de equipos para sistemas SCADA emplea diferentes protocolos de comunicación y no existe un estándar para la estructura de los mensajes, sin embargo existen estándares internacionales que regulan el diseño de las interfaces de comunicación entre los equipos del sistema SCADA y equipos de transmisión de datos.

Un protocolo de comunicación es un conjunto de reglas y procedimientos que permite a las unidades remotas y central, el intercambio de información. Los sistemas SCADA hacen uso de los protocolos de las redes industriales.

1.5.37 Elementos del Sistema SCADA

Un sistema SCADA está conformado por:

Interfaz Operador Máquina: Es el entorno visual que brinda el sistema para que el operador se adapte al proceso desarrollado por la planta. Permite la interacción del ser humano con los medios tecnológicos implementados.

Unidad Central (MTU): Conocido como Unidad Maestra. Ejecuta las acciones de mando (programadas) en base a los valores actuales de las variables medidas. La programación se realiza por medio de bloques de programa en lenguaje de alto nivel (como C, Basic, etc.). También se encarga del almacenamiento y procesamiento ordenado de los datos, de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos.

Unidad Remota (RTU): Lo constituye todo elemento que envía algún tipo de información a la unidad central. Es parte del proceso productivo y necesariamente se encuentra ubicada en la planta.

Sistema de Comunicaciones: Se encarga de la transferencia de información del punto donde se realizan las operaciones, hasta el punto donde se supervisa y controla el proceso. Lo conforman los transmisores, receptores y medios de comunicación.

Transductores: Son los elementos que permiten la conversión de una señal física en una señal eléctrica (y viceversa). Su calibración es muy importante para que no haya problema con la confusión de valores de los datos.

La RTU es un sistema que cuenta con un microprocesador e interfaces de entrada y salida tanto analógicas como digitales que permiten tomar la información del proceso provista por los dispositivos de instrumentación y control en una localidad remota y, utilizando técnicas de transmisión de datos, enviarla al sistema central. La **MTU**, bajo un software de control, permite la adquisición de la data a través de todas las RTUs ubicadas remotamente y brinda la capacidad de ejecutar comandos de control remoto cuando es requerido por el operador. La data adquirida por la MTU se presenta a través de una interfaz gráfica en forma comprensible y utilizable, y más aún esta información puede ser impresa en un reporte.

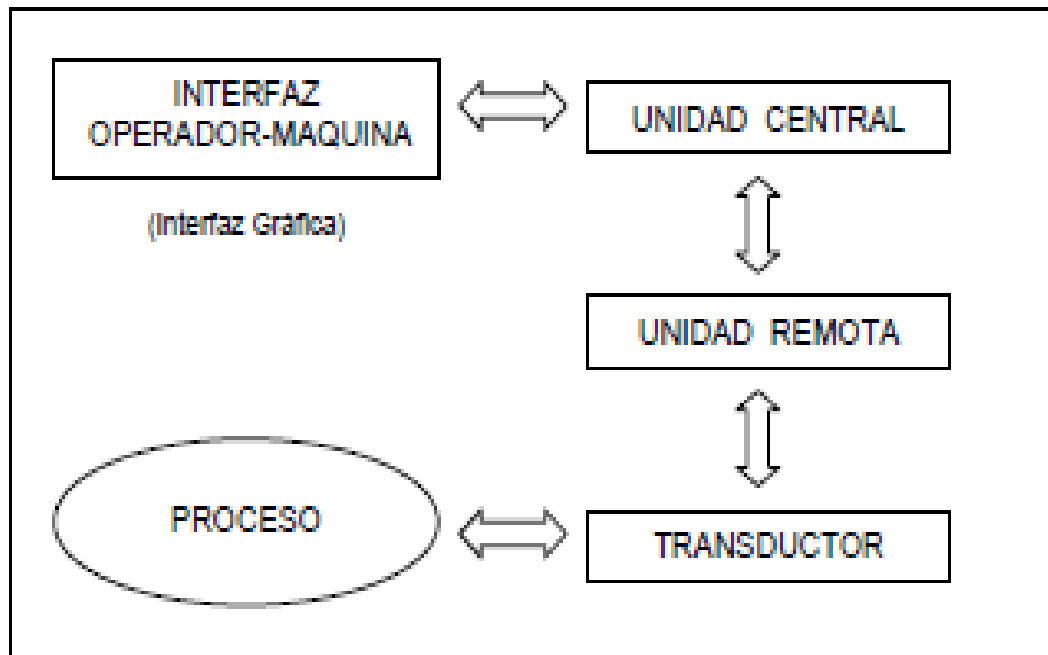


Figura 1.20. Componentes Sistema SCADA

1.5.38 TIA PORTAL Totally Integrated Automation Siemens¹⁵

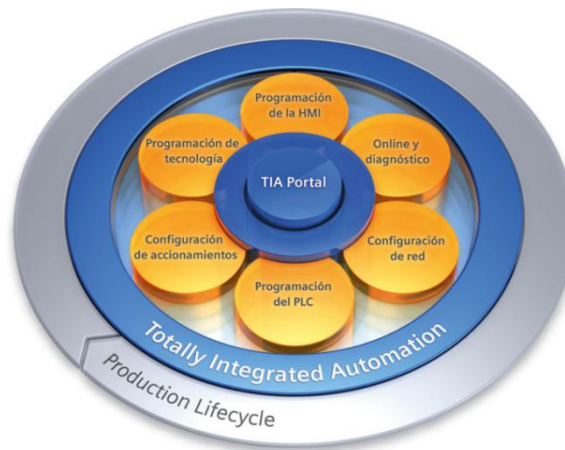


Figura 1.21. TIA PORTAL, frame de ingeniería para automatización

15 Tomado de SIMATIC WinCC en Totally Integrated Automation Portal, Noviembre 2011
http://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/brochure/es/brochure_simatic-wincc_tia-portal_es.pdf

1.5.39 DESCRIPCIÓN TIA PORTAL

El nuevo framework de ingeniería TIA Portal reúne todas las herramientas de software de automatización en un único entorno de desarrollo. Se trata de un hito en el desarrollo de software: el primer software de automatización de todo el sector con "One Engineering Environment", un proyecto de software para todas las tareas de automatización.

Su intuitiva interfaz de usuario, su eficiente navegación y su probada tecnología hacen del TIA Portal la solución más innovadora en numerosas áreas. El framework ahorra tiempo, trabajo y costes de ingeniería en todas las tareas desde el desarrollo, el montaje y la puesta en marcha hasta el mantenimiento y la ampliación de sistemas de automatización.

Los editores de software del TIA Portal tienen un diseño unificado y un tipo de navegación común. La configuración de un hardware, la programación de la lógica, la parametrización de un convertidor de frecuencia o el diseño de una pantalla HMI: cada entorno dispone de editores con un mismo diseño orientado a un uso intuitivo, con el consiguiente ahorro de tiempo y costes. Las funciones, propiedades y librerías se muestran automáticamente de forma más intuitiva según la actividad que se desee realizar.

La conmutación entre los editores es muy sencilla gracias a numerosas características y funciones avanzadas como "Intelligent Drag & Drop" o "Autocompletion". Estas hacen posible la ingeniería de un sistema de automatización completo y no solo de partes del mismo.

1.5.40 Arquitectura de framework con un diseño atractivo

El TIA Portal ofrece una avanzada arquitectura de software con un diseño basado en un sencillo esquema de navegación.

Su ergonomía perfectamente estudiada garantiza máxima eficiencia y ahorro de tiempo. Todos los editores están claramente dispuestos y son fácilmente accesibles. El usuario tiene en todo momento una visión de conjunto del proyecto sin necesidad de desplazarse a golpe de clic por complicados menús o secciones.

El usuario puede seleccionar entre la vista de portal, orientada a las tareas y con una guía del operador simplificada, o la vista de proyecto, que ofrece un acceso rápido a las herramientas relevantes. La vista de portal guía de forma intuitiva por los distintos pasos de ingeniería. Ya se trate de programar un controlador, crear un panel HMI o configurar conexiones de red, el TIA Portal ayuda por igual a usuarios expertos o inexpertos a trabajar con la máxima productividad posible.

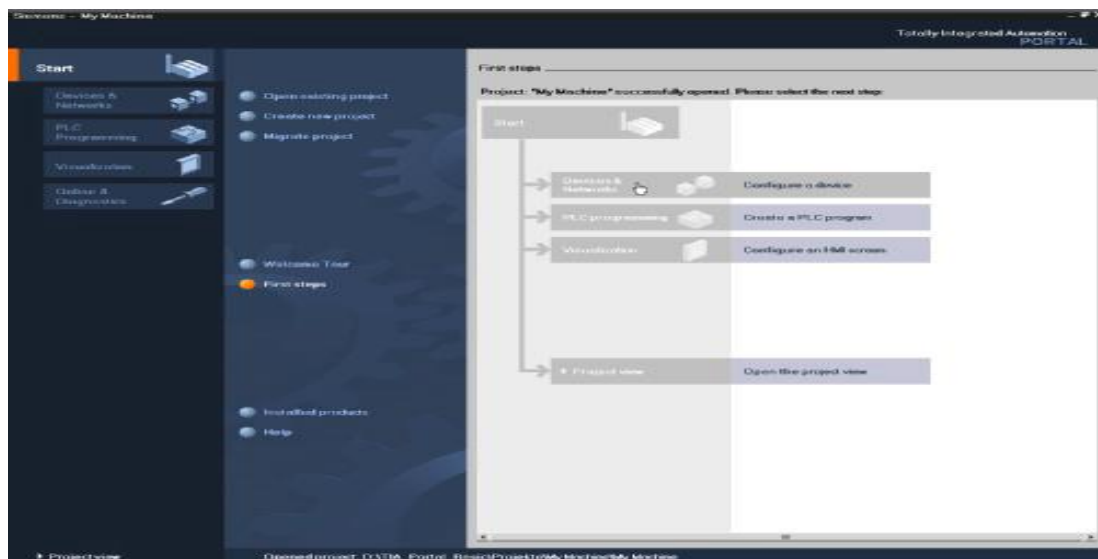


Figura 1.22. Vista de portal orientado a tareas de Totally Integrated Automation Portal

1.5.41 SIMATIC WINCC EN EL TIA PORTAL

El TIA Portal integra por primera vez los sistemas de ingeniería para las diversas tareas de automatización. Mediante un framework común, una interfaz unitaria y una configuración similar de tareas de automatización equiparables, se garantiza un tiempo mínimo de familiarización y un alto grado de reconocimiento.

1.5.41.1 Configuración sin límites asistida por el sistema

El desarrollo de software de automatización se ha orientado durante años al logro de una mayor funcionalidad y eficiencia a la hora de solucionar una tarea. A medida que la ergonomía de software fue cobrando mayor importancia, los desarrolladores de software comenzaron a trascender los límites de la propia herramienta y a integrar en sus planteamientos las soluciones de otros desarrolladores en lo que se refiere a la interfaz de usuario. El aspecto y el uso de los diferentes productos de software fueron convergiendo bajo la influencia del software ofimático. En este desarrollo, el TIA Portal constituye el siguiente paso lógico: de enfoques parecidos a enfoques comunes, de principios relacionados a principios integrados.

Una filosofía de manejo y un modelo de datos que no afectan a la funcionalidad. Un ejemplo: sencillamente "arrastrando y soltando" variables de proceso de un bloque a una imagen WinCC, permitirá la entrada de valores de proceso desde HMI.

Con esta operación, el sistema genera todos los ajustes necesarios, como conexión, variable HMI y objeto de imagen. Da igual si selecciona una única variable o utiliza una selección múltiple. Además puede acceder directamente a variables del PLC al configurar imágenes WinCC. Puede

seleccionar el objeto correspondiente mediante una cómoda ventana de selección.

La configuración mediante ventanas de selección está disponible en todo el TIA Portal, con lo que se suprime la indicación errónea, manual y sobre todo múltiple de los nombres de objeto.



Figura 1.23. Acceso directo a variables de control

1.5.41.2 Coherencia de datos.

Uno de los problemas de los sistemas de ingeniería tradicionales es garantizar la coherencia de los datos gestionados. Cada herramienta de ingeniería solo garantiza la coherencia de los datos dentro de su ámbito. Aunque se ha aspirado a estandarizar las interfaces, la disponibilidad y coherencia de los datos depende básicamente del responsable de la configuración, con todas las desventajas que ello conlleva, como el trabajo adicional y la mayor propensión a los errores. El TIA Portal se basa en una gestión de datos común: las modificaciones de datos de aplicación efectuadas en cualquier punto del proyecto se adoptan automáticamente y

de forma inmediata en todos los puntos en los que sea necesario. Para ello, ni siquiera es necesario que estén abiertos los diferentes editores del TIA Portal.

1.5.41.3 Lista de referencias cruzadas y visualización de las propiedades de la imagen

Al servicio de mantenimiento y al personal de la planta a veces le resulta muy difícil familiarizarse con un proyecto y analizar sus especificaciones. En este caso, los recursos de ayuda ideales son una lista de referencias cruzadas con un listado en forma de tabla (filtrada) de todas las variables, imágenes y funciones definidas en el proyecto, así como la visualización central de las propiedades de las imágenes. A través de diferentes vistas se muestra dónde se utiliza el objeto y qué otros objetos del objeto seleccionado se utilizan. Tampoco hay límites de programa en la lista de referencias cruzadas, de modo que en un objeto de imagen también se muestran las variables de PLC vinculadas en los bloques correspondientes. Con ello, el TIA Portal da transparencia al proyecto y facilita la configuración de modificaciones aunque haya pasado mucho tiempo.

1.5.41.4 Diagnóstico operativo en todo momento

La detección prematura de fallos o defectos en bloques o equipos es esencial para evitar períodos de parada prolongados.

Por esta razón es muy importante vigilar permanentemente la planta. El TIA Portal asiste dicha tarea con mecanismos de diagnóstico listos para su funcionamiento. No es necesario llevar a cabo ninguna configuración compleja adicional del diagnóstico.

Activando los equipos para el diagnóstico del sistema se generan avisos a partir del diseño de planta configurado en el editor "Dispositivos y redes". Estos pueden visualizarse en HMI. Además, WinCC ofrece un visualizador de diagnóstico para los Comfort Panels con el que se visualizan la información y los avisos de forma automática.

1.5.41.5 Herramientas inteligentes para una configuración eficiente

Durante el ciclo de vida de un sistema de automatización, los gastos de ingeniería representan hasta el 50 % del total. Para reducirlos de forma considerable, es necesario contar con herramientas sencillas y eficientes para la configuración, y con una guía del operador cómoda e intuitiva. SIMATIC WinCC ofrece ambas cosas.

1.5.41.6 Configuración sin obstáculos

SIMATIC WinCC ayuda al usuario con asistentes para tareas rutinarias.

Un ejemplo es el asistente de dispositivos: ya al crear un dispositivo pueden configurarse los ajustes más importantes.

Los ajustes definidos por el usuario pueden guardarse y adoptarse directamente al crear otro objeto. Se evita así tener que especificarlos de nuevo.

La conmutación de equipos permite conmutar sencillamente los dispositivos HMI de destino a pie de máquina. El sistema proporciona información sobre las diferentes funcionalidades posibles, así como datos detallados para la adaptación de las configuraciones.

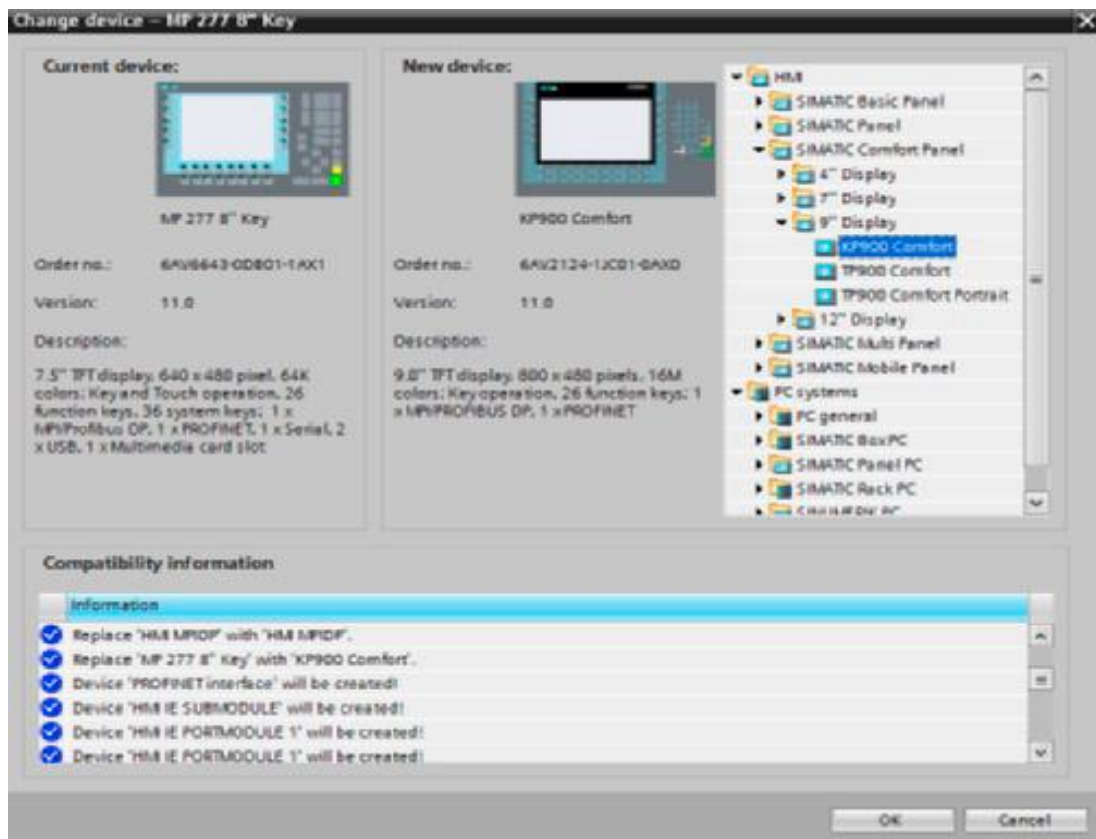


Figura 1.24. Conmutación del Dispositivo HMI de destino

1.5.41.7 Configuración detallada y práctica

Cómodas funciones asisten y agilizan la creación de imágenes HMI exactas y visualmente atractivas. De tal modo, el editor gráfico permite, p. ej., la alineación y el posicionamiento de objetos de imagen mediante tramas ajustables, líneas de referencia visualizables y funciones como el centrado horizontal y vertical o la distribución y alineación uniforme respecto a objetos contiguos. Se suprimen las correcciones manuales a nivel de píxeles, que exigen mucho tiempo.

El editor WinCC "Imágenes" permite configurar en 32 niveles de imagen diferentes. Cuando se trata de imágenes complejas con muchos objetos

superpuestos, se pueden ocultar algunos niveles para trabajar con mayor claridad.

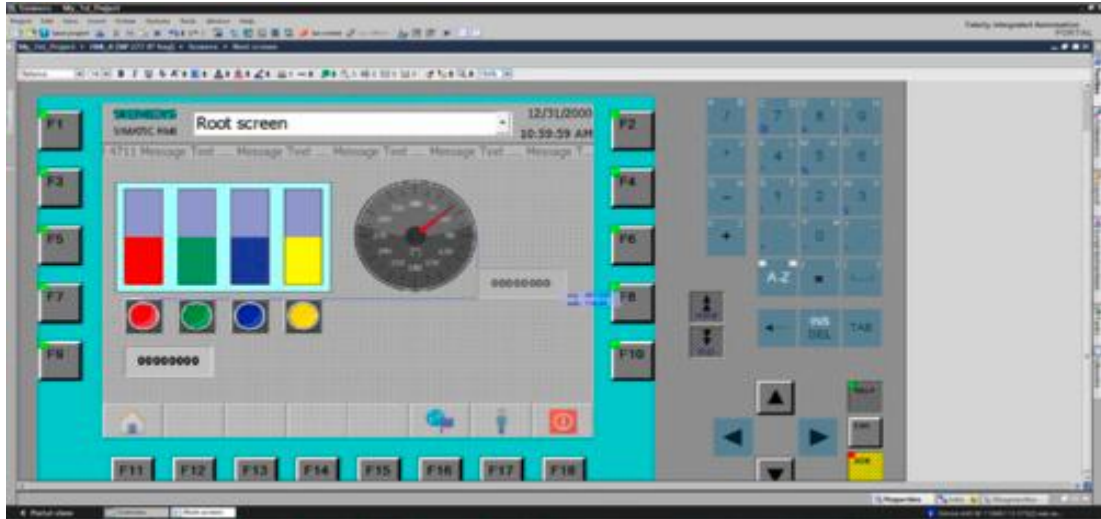


Figura 1.25. Trabajo con líneas de referencia

1.5.41.8 Configuración con animación

La velocidad a la que los operadores reaccionan a estímulos ópticos casi autoexplicativos, como el cambio de color o la visualización y el ocultamiento de objetos, es muy superior a cualquier interpretación de un aviso de texto.

Una ventaja adicional que no debe subestimarse: con cada imagen se reduce el trabajo de traducción en proyectos multilingües. Con WinCC, la creación de objetos dinamizados se efectúa en un tiempo mínimo y no se requieren para ello conocimientos de programación. Para muchas tareas estándar en runtime, pueden seleccionarse funciones predefinidas sencillamente con la función "Arrastrar y soltar".

Para requisitos especiales también pueden efectuarse dinimizaciones sobre la base de scripts VB integrados, naturalmente.

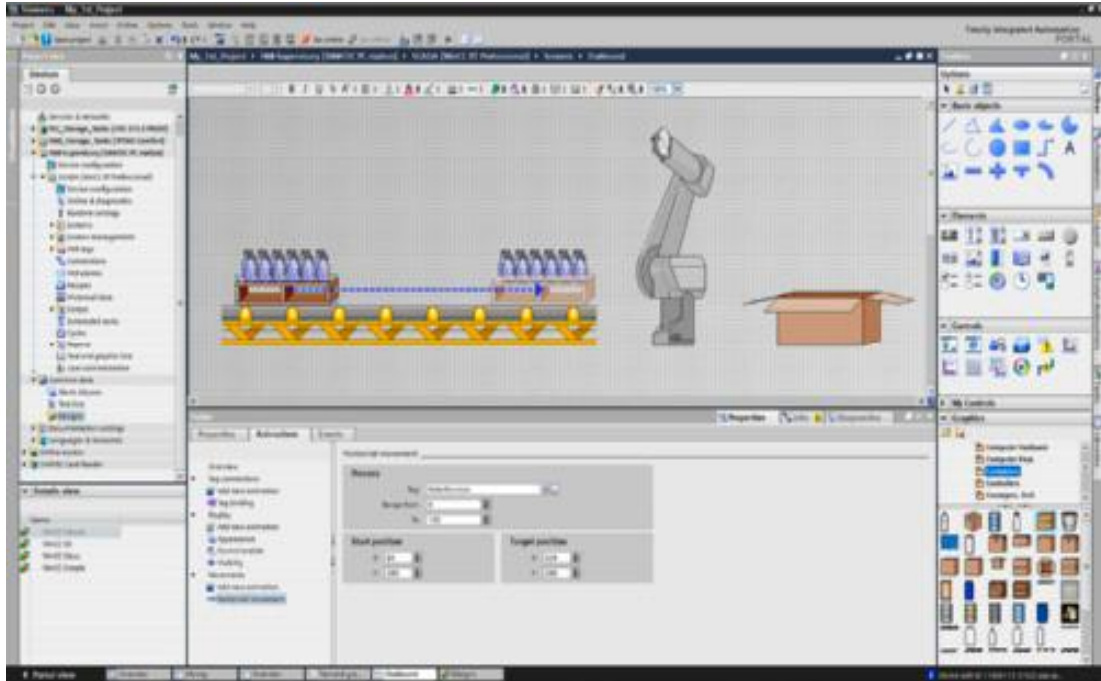


Figura 1.26. Configuración de un gráfico animado

CAPÍTULO 2

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

2.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

En el presente trabajo se ha estipulado manejar diversos tipos de investigación considerando el estado actual del tema a tratarse, así como sus objetivos y enfoques; por tal motivo es una investigación documental ya que se analiza información escrita sobre el tema objeto de estudio; también es de tipo experimental debido a que se está analizando los efectos producidos por una o más variables independientes sobre una o más variables dependientes, por el nivel de abstracción utilizada es una investigación de tipo aplicada ya que está orientada a resolver problemas de tipo práctico; según el lugar es una investigación de tipo laboratorio ya que es el lugar donde ocurren los fenómenos a estudiarse.

2.2 MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La recolección de información es necesaria en todo trabajo de investigación; y para el efecto se va a mencionar las diversas fuentes de información y técnicas utilizadas para este trabajo:

TABLA 2.1. Fuentes y técnicas de recolección de datos

FUENTES	Primarias	Personas
		Hechos
	Secundarias	Material impreso
TÉCNICAS	Asesoría Técnica	Personal
		Telefónica
		Internet
	Observación	Personal- Directa
		Con medios electrónicos
	Experimentación	Medición de variables, manejo de software y hardware de aplicación específicos.

2.3 HIPÓTESIS:

Las redes de comunicación utilizando el protocolo Profinet permiten mejorar la eficiencia en el monitoreo y control de las estaciones de procesos de flujo, presión, nivel y temperatura en el laboratorio de Redes Industriales y Control de Procesos de la ESPE extensión Latacunga.

2.4 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

Variable Independiente: Mejora de la eficiencia en el monitoreo y control de las estaciones de procesos de flujo, presión, nivel y temperatura.

Variable Dependiente: Red Industrial protocolo Profinet

2.5 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

En este proceso los datos individuales obtenidos por medio de todas las fuentes y técnicas descritas anteriormente, se agrupan y estructuran con el propósito de responder al Problema de investigación, objetivos e hipótesis de estudio.

2.6 DISEÑO DE LA RED INDUSTRIAL CON PROTOCOLO PROFINET

Para el diseño de esta red se ha tomado en cuenta los actuadores a controlar en cada una de las estaciones de procesos de nivel, flujo, presión y temperatura del laboratorio de redes industriales de la ESPE Extensión Latacunga; además es importante indicar los equipos que intervienen en la estructura tanto de hardware como de software de la red industrial, como son PLC's, Módulos de Entradas analógicas, Módulos de Comunicación Ethernet Industrial y Profinet , computadores, Switch 3 Com ; Intouch, TIA Portal, Wincc, Microwin , cable IE Fast Connect trenzado 2x2 con sus respectivos conectores RJ 45 Plug que se muestra esquematizado en la Figura 2.1.

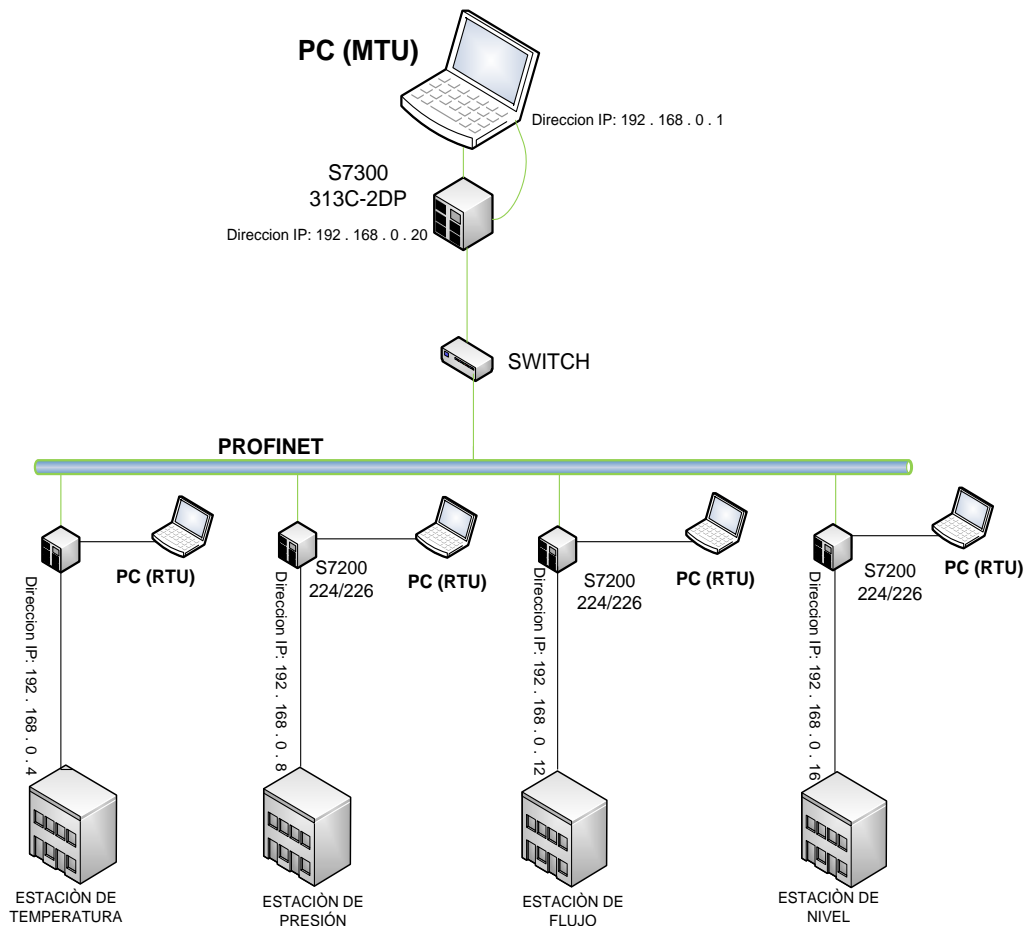


Figura 2.1. Diseño esquemático de la Red PROFINET

2.6.1 Diseño Espacial y Topología física

Considerando la ubicación espacial en que se encuentran distribuidas las estaciones de procesos en el laboratorio de control de procesos de la ESPE sede Latacunga se ha procedido a mantener este ordenamiento para la estructura física de la red y orientar en la selección de la Topología que es claramente visible en la figura anterior que se trata de una red tipo mixta ya que por una parte es predominante la topología tipo bus pero también es de tipo árbol.

2.6.2 Transferencias entre PLC S7 200 y S7 300 para enlaces cliente - servidor.

A continuación se ha asignado las variables correspondientes a Process Value PV y Set Point SP respectivamente que van a utilizarse en los enlaces cliente servidor; es decir entre los PLCs S7 300 de la MTU y S7 200 de las estaciones RTUs; se especifica el tipo de acceso a los datos que se va a realizar como puede ser lectura, escritura o ambas opciones a la vez. Así se puede observar que en la estación de Presión se está utilizando un PLC S7 200 CPU 224/226 en donde el Process value está empleando la variable de tipo byte VB12 y para el Set Poin la Variable tipo byte VB14; que al realizar las transferencias se traducirán en MB12 y MB14 respectivamente en el PLC S7 300 CPU 313C 2DP; con la primera variable se hace acción de escritura y con la segunda lectura y escritura.

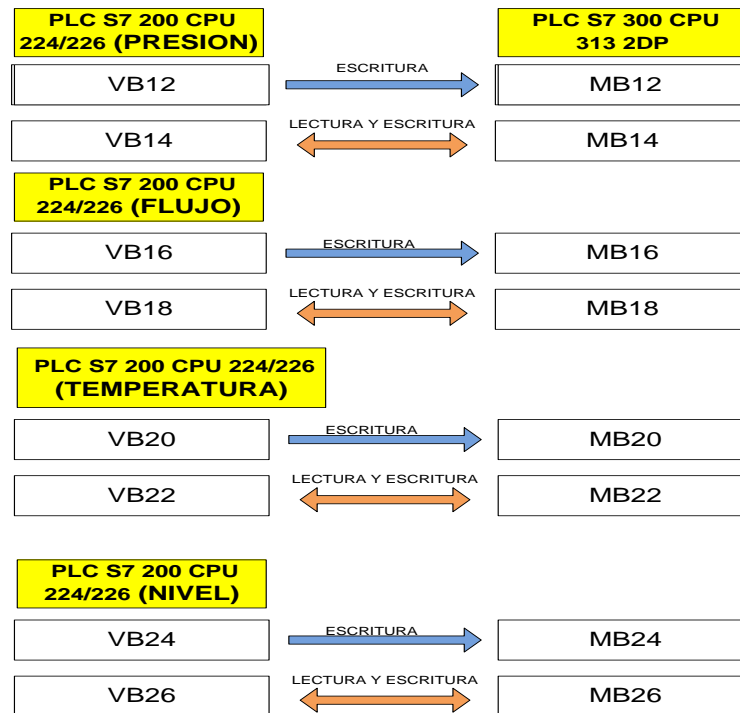


Figura 2.2. Transferencias de datos entre S7 200 y S7 300

2.6.3 VELOCIDAD DE TRANSFERENCIA DE DATOS Y CABLES¹⁶

Para PROFINET se requiere siempre una velocidad de transmisión de datos de 100 Mbit/s (Fast Ethernet) dúplex. Para transferir los datos se pueden utilizar cables eléctricos de cobre trenzado (100 Base -TX, de par trenzado, 4 hilos).

Las características de transmisión de este cable tienen que cumplir las exigencias de la CAT 5.

La longitud máxima de la conexión entre el terminal y el componente de red o entre dos componentes de red (p. ej., switchports) no puede ser superior a 100 m, o bien cables ópticos (100 Base -FX, Fiber Optic, 50/125µm, 62,5/125µm).

El medio de transmisión es un cable de fibra óptica multimode o monomode de fibra de vidrio o de plástico.

La longitud máxima de la conexión entre el terminal y el componente de red o entre dos componentes de red (p. ej., switchports), en el caso del multimode, no puede ser superior a 3000 m, y en el caso del monomode no puede ser superior a 26 km.

Fácil confección in situ de los cables de par trenzado.

Al instalar el sistema PROFINET puede cortar el cable AWG 22 in situ a la longitud apropiada, pelarlo con el Fast Connect Stripping Tool y colocar los

¹⁶ Tomado de Redes de Comunicación Industrial Profinet, Ramirez Rosano Benjamín , sitio web: <http://es.scribd.com/doc/76605188/REDES-DE-COMUNICACION-INDUSTRIAL-PROFINET>

Industrial Ethernet Fast Connect RJ45-Plugs con la técnica de desplazamiento de aislante.

Fast Ethernet

Fast Ethernet describe el estándar para transferir datos a 100 Mbit/s. Fast Ethernet utiliza para ello el estándar 100 Base-T.

Industrial Ethernet

Industrial Ethernet (anteriormente SINEC H1) es una técnica de instalación que permite transferir los datos de forma segura en un entorno industrial.

Número de nodos, E/S y estándares que posee Profinet¹⁷

Comercializado por primera vez en 2005, PROFINET no es solamente PROFIBUS para Ethernet, sino que ofrece mucho más. PROFINET utiliza conceptos similares a PROFIBUS, pero con un uso más eficiente de ancho de banda en la red, siguiendo un modelo de comunicación entre proveedor y consumidor, en vez de la solución maestro-esclavo convencional. Además, PROFINET ofrece más nodos (casi un número ilimitado), más datos (un marco PROFINET tiene un máximo de E/S de 1.440 bytes), más velocidad (100 Mbits/s, Ethernet dúplex completo) y además cumpliendo el estándar IEEE 802.11 para comunicaciones inalámbricas.

Aunque algunos de los otros buses de campo también se han beneficiado de las ventajas de Ethernet Industrial, muchos de estos solamente ofrecen

¹⁷ Tomado de CONECTrónica, Profinet: La revolución industrial de Ethernet , sitio web: <http://www.conelectronica.com/Ethernet-Industrial/PROFINET-la-revolución-industrial-de-Ethernet.html>

compatibilidad parcial con TCP/IP o, en función de cómo se aplica la red, no cumplen plenamente las especificaciones de TCP/IP. Esto significa que dispositivos tales como un PC u ordenador portátil no se pueden conectar directamente a la red. Por otra parte, PROFINET es plenamente compatible con TCP/IP, ofreciendo una extensa red de automatización industrial y E/S de tiempo real, integración entre entidades pares (P2P), control de movimiento, integración vertical en toda la empresa, seguridad y fiabilidad funcionales, además de integrar buses de campo convencionales.

Hasta ahora, los buses integrados disponibles incluían PROFIBUS, Interbus-S, DeviceNet, comunicaciones seriales, Modbus, AS-i, HART, PROFIBUS PA, y está prevista la plena integración de enlaces FF y CC. Esto se ha conseguido utilizando la tecnología proxy, que, por diseño y especificación, es una pasarela. Ofrece conectividad de un bus de campo a PROFINET para la fácil integración de soluciones o productos existentes. Con el mapeo estandarizado, estos dispositivos funcionan como dispositivos PROFINET. La comunicación transparente garantiza que no se necesite ningún tratamiento especial en la aplicación de control.

2.6.4 DISEÑO DE LA ARQUITECTURA DE RED.

2.6.4.1 DIAGRAMAS ELÉCTRICOS

Para el diseño de estos planos se ha utilizado el software AUTOCAD ELECTRICAL 2012, el cual cuenta con las herramientas necesarias para la optimización en la elaboración de planos eléctricos ya que cuenta con elementos prediseñados por los mismos fabricantes de dispositivos eléctricos; en el caso particular de SIEMENS ya se contaban diseñados los gráficos de PLCs y Módulos de comunicación; por otra parte se ha considerado el diseño original de cada una de las estaciones de procesos industriales y también se ha tratado de ser lo más específicos en las

conexiones de los elementos de la RED PROFINET de tal manera que sean de gran apoyo para quienes deseen estudiar o implementar esta red en el laboratorio de Redes Industriales de la ESPE Latacunga o incluso a nivel empresarial.

2.6.4.2 DISEÑO DE SOFTWARE DE CONTROL

El software de control es clave en el diseño de la red industrial Profinet; para ello se ha seleccionado los programas más adecuados para utilizarse; iniciando por el nivel de campo y proceso es necesario la utilización del MICROWIN STEP7 , ya que este programa permite realizar la configuración del módulo EM 235 I/O análogo que a su vez es el que permite receptar la señal analógica procedente del transmisor de la correspondiente estación de proceso industrial; además MICROWIN es el programa que permite la programación del Control PID Proporcional Integral Derivativo que es el encargado de hacer que el error en estado estable se reduzca, al igual que los sobreimpulsos y perturbaciones, esto se hace con una señal de control que va directamente hacia el actuador.

Además se utiliza el SOFTWARE TOOLBOX OPC POWER SERVER V4.201 y SOFTWARE INTOUCH V10.1, el primero es un servidor OPC que permite subir los datos desde la capa física OSI hasta la capa de aplicación OSI; de tal manera que el INTOUCH permite diseñar nuestra interfase HMI desde donde se puede hacer el control y supervisión de cada una de las estaciones de procesos industriales.

2.6.4.3 DISEÑO DE INTERFACES HMI MTU Y RTU

Mediante el software Intouch se diseña las ventanas interactivas, intuitivas y amigables con el usuario; permiten enlazar cada una de las señales de

control a los botones o indicadores de control desarrollados por el programador, además cuenta con alarmas gráficas que indican si se produjo un error o desconexión de alguna de las RTU's; y esto puede visualizarse en la PC de la RTU y además en la HMI de la MTU; desde cada una de ellas se puede tomar medidas correctivas.

Cabe indicar que en la estación Maestra MTU se ha empleado TIA PORTAL y WINCC , el primero es un frame que permite integrar todos los dispositivos integrantes de una red , mediante conexiones físicas y bloques de programa se esquematiza la red y se procede a un diagnóstico online de la red; este diagnóstico indica si se encuentra conectada correctamente la red o si hay algún tipo de desconexión; luego se utiliza el WINCC dentro del mismo TIA PORTAL y se diseña el HMI de la estación MTU el cual cuenta con información de todas las RTU's y de forma similar que INTOUCH permite controlar y supervisar a cada una de las variables de procesos industriales; también se puede activar alarmas para informar si existe algún error o desconexión o incluso generar reportes.

2.7 IMPLEMENTACIÓN DE LA RED



2.7.1 PROCEDIMIENTO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RED PROFINET

Para el desarrollo de la red Profinet es necesario llevar a cabo un procedimiento; se considerará los requerimientos de la red, sus componentes, conexiones de hardware y software; y la puesta en marcha la red y su funcionamiento.

2.7.2 DESCRIPCIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS REQUERIDOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RED PROFINET.

A continuación se presenta a cada uno de los dispositivos y equipos necesarios para la implementación de la red profinet, los cuales se muestran a continuación en la Tabla 2.2.

TABLA 2.2. Tabla de equipos y módulos necesarios para la Red Profinet

EQUIPOS Y MÓDULOS	PRESENTACIÓN
PLC S7 300 CPU 313C 2DP (MTU)	
PLC S7 200 CPU 224 (3 RTU'S)	

<p>PLC S7 200 CPU 226 (1 RTU)</p>	
<p>MÓDULO DE COMUNICACIÓN ETHERNET INDUSTRIAL CP 243-1 SIEMENS.</p>	
<p>MÓDULO CON COMUNICACIÓN PROFINET CP 343-1 LEAN</p>	
<p>MÓDULO EM 235 I/O ANÁLOGAS</p>	

<p>Cable IE Fast Connect 2x2 PROFINET</p>	
<p>IE Fast Connect RJ 45 plug</p>	
<p>Switch 3COM</p>	
<p>Estaciones de Procesos: Labolt 3501-M0 PRESIÓN, Labolt 3502-M0 FLUJO, Labolt 3503-M0 NIVEL, Labolt 3504-M0 TEMPERATURA.</p>	

	
CABLE MPI	
CABLE PPI	
FUENTE LOGO SIEMENS 24V DC, 1.3 A, 30W	
5 COMPUTADORES CON PUERTO DE RED RJ45 , WINDOWS XP SP3 (4 PARA RTU'S Y 1 PARA MTU)	
SOFTWARE TIA PORTAL V11 (WINCC PROFESSIONAL V11).	

SOFTWARE TOOLBOX OPC POWER SERVER V4.201
SOFTWARE INTOCH V10.1
SOFTWARE MICROWIN STEP 7 V4. 0. 8.06 SP8

2.7.3 Preparación del Cableado para PROFINET

Dependiendo de las exigencias que se impongan a la transferencia de datos y al entorno en que se utilicen los cables, se puede elegir entre cables eléctricos y cables ópticos.

Se ha iniciado la instalación de la red PROFINET, para ello se procede a cortar el cable de par trenzado AWG 22 en el lugar de la implementación conforme a la longitud apropiada, pelarlo y posteriormente colocar los conectores Industrial Ethernet Fast Connect RJ45-Plugs con la técnica de desplazamiento de aislamiento.

Una vez pelado el cable IE FC cable 2x2 usando una cortadora o peladora de cables se separa en abanico los hilos de acuerdo al código de colores de la tapa de contacto del conector IE FC RJ45 Plug.



Figura 2.3. Cable Fast Connect en abanico



Figura 2.4. Conector Fast Connect RJ45 abierto con cable



Figura 2.5. Conector Fast Connect RJ45 cerrado con cable

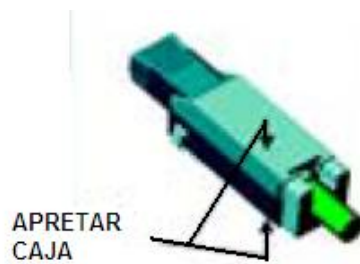


Figura 2.6. Figura Conector y cable IE Fast Connect ajustados



Figura 2.7. Cable Conector IE Fast Connect atornillado y listo para usarse

2.7.4 Configuración de transmisores Smart en Estaciones de Procesos Industriales con el Calibrador Documentador Fluke 744

Fijar a nuevos valores de zero y spam en modo HART los transmisores Smart de las cuatro estaciones de procesos industriales para ello primero debemos realizar la conexión respectiva (Ver Figuras 2.8 y 2.9)

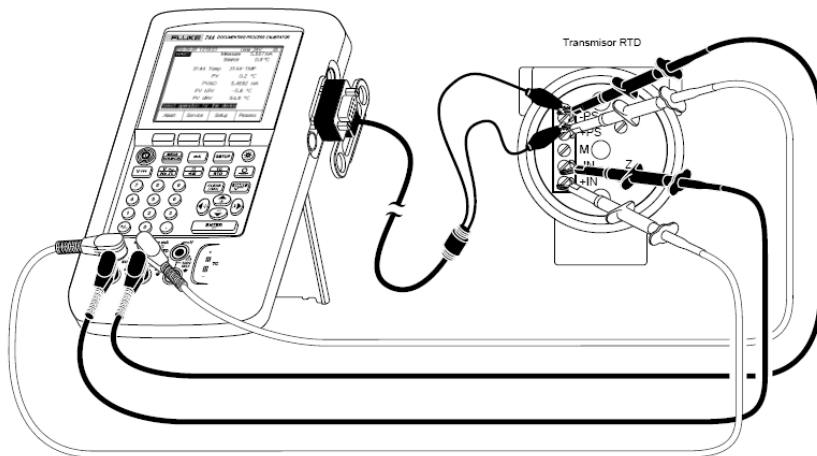


Figura 2.8. Calibración del Transmisor Rosemount 3051 en modo HART con RS 232 con lazo loop (Resistencia interna)

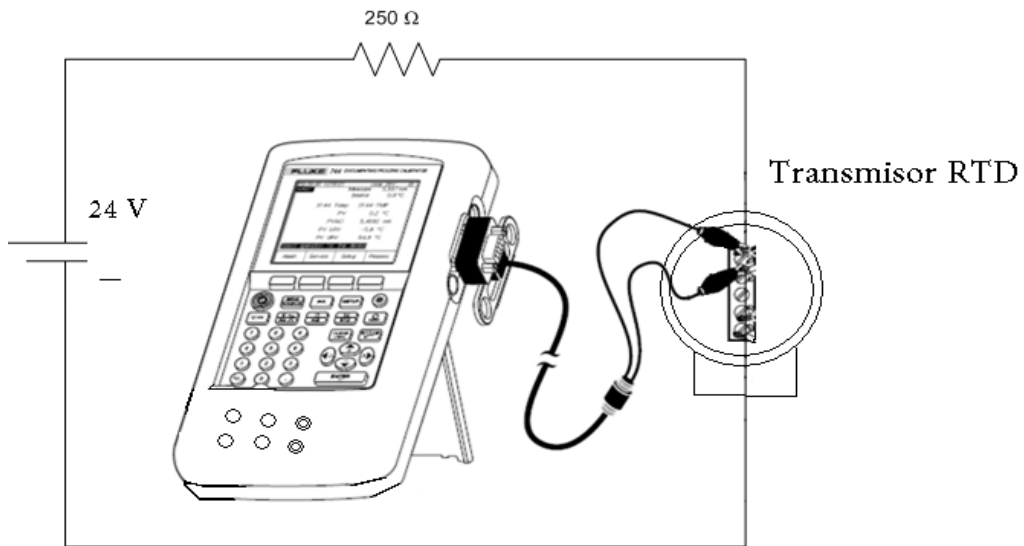


Figura 2.9. Calibración del Transmisor Rosemount 3051 en modo Hart con fuente independiente (Resistencia externa)

Para ingresar los nuevos valores de rango de los procesos industriales, ir a **Config**, luego **Basic** y con las teclas de desplazamiento hacer **enter**, se accede a cambiar los valores inicial y final usando las teclas numéricas y seleccionamos **Terminado**.

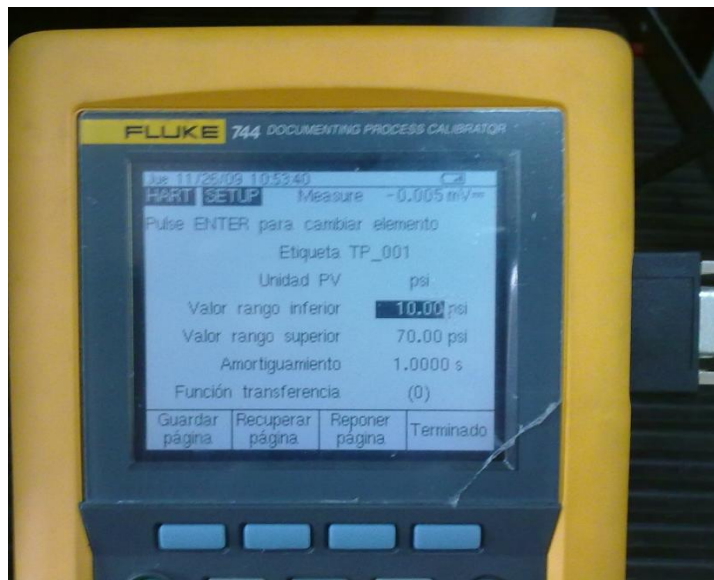


Figura 2.10. Visualización del rango inferior y superior del transmisor Rosemount 3051

Los valores configurados de rango para las estaciones de procesos industriales se muestran en la tabla 2.3.

TABLA 2.3. Tabla de rangos de operaciones transmisores Smart

Estación de Proceso	Rangos de Operación del Transmisor
Temperatura	20 a 40 °C
Presión	10 a 30 PSI
Flujo	30 a 50 INH2O
Nivel	0 a 4 INH2O

2.7.5 ADQUISICIÓN DE SEÑALES ANALÓGICAS CON SIMATIC S7 200 Y EM 235

Para la adquisición de señales se utilizó el software STEP 7 Microwin, previa la conexión del S7 200 CPU 224/226, EM 235 y PC con un cable PPI; la asignación de asignación de entradas y salidas utilizadas es la siguiente:

TABLA 2.4. Descripción de las direcciones I/O analógicas CPU 224

DIRECCIÓN I/O ANALÓGICAS	DESCRIPCIÓN
AIW0	Se obtiene de la entrada A+ y A- (Transmisor)
AQW0	Esta salida se envía a M0 e I0 (Actuador)

Considerándose que el rango que representa una entrada analógica en el PLC está entre 0 a 32000 bits. Entonces debe escalar las señal de entrada analógica de cada transmisor Smart de las estaciones de procesos y

representar sus valor en sus respectivas unidades de temperatura, presión, flujo y nivel utilizando Microwin.

2.7.6 Control PID con el PLC S7 200 CPU 224/226 para el control de las Estaciones de Procesos Industriales.

Se realizó el programa de control PID utilizando el software STEP 7 Microwin y se consideró Set Point SP, Process Value PV de cada una de las estaciones de procesos industriales para ello irse a Herramientas/Asistente de operación /Configuración PID

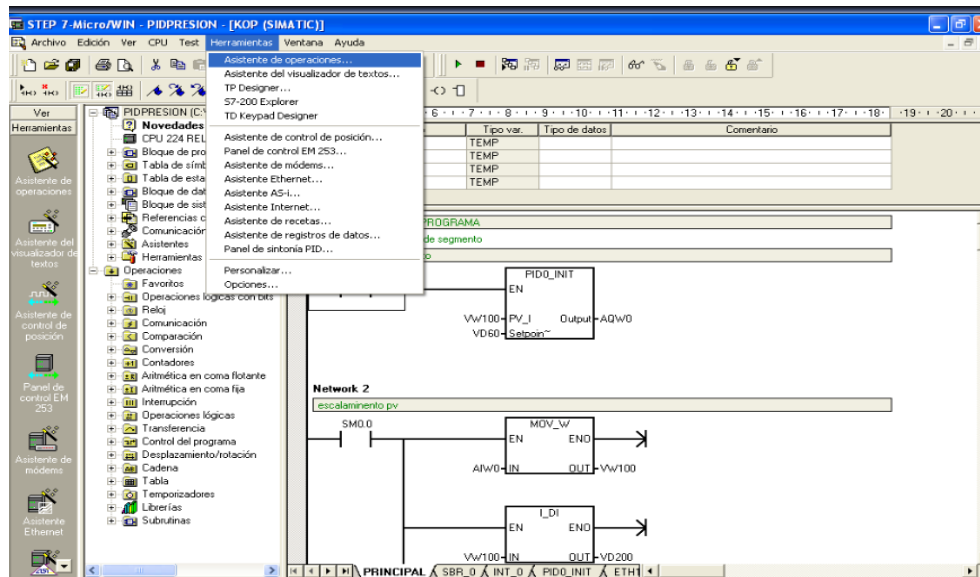


Figura 2.11. Asistentes de Operación PID

Se realizó el escalamiento de las variables Set Point y Process Value de cada una de las estaciones de procesos industriales, para ello se ha preparado la tabla siguiente con las ecuaciones correspondientes

De forma similar que en el caso del Process Value ahora se ha escalado a la variable Set Point; de igual manera esta ecuación de la recta se empleará en la programación Ladder en Microwin.

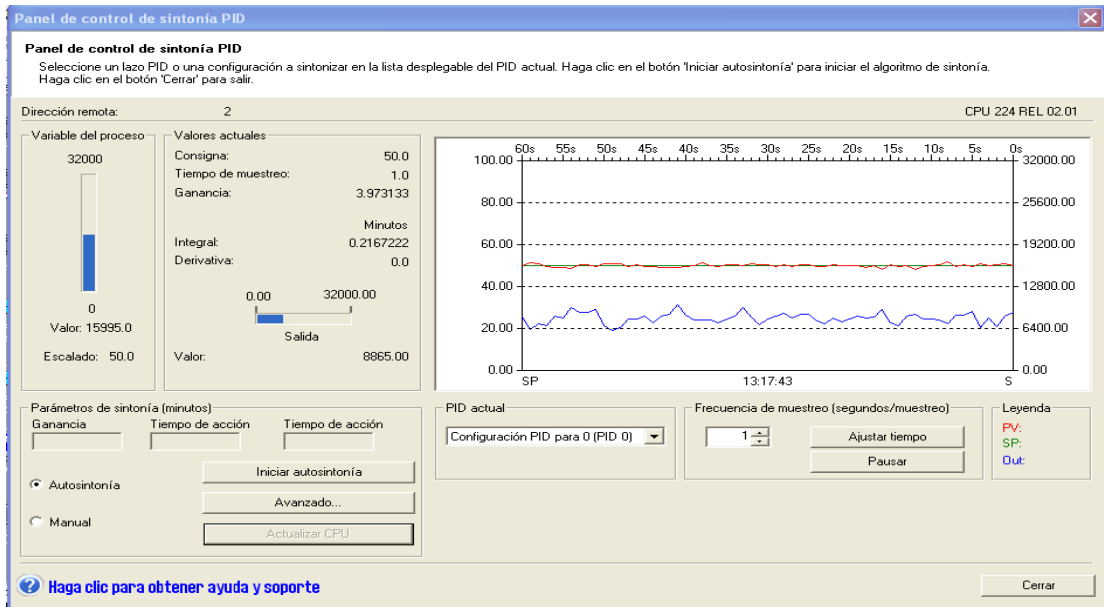
TABLA 2.5. Escalamiento Process Value para cada estación de procesos

Estación de Proceso	Rangos de Operación del Transmisor	Ecuación de la Recta (Escalamiento) Process Value PV (S7 200)
Temperatura	20 a 40 °C	$Y(^{\circ}C) = 0,00078125X(BITS) + 15$
Presión	10 a 30 PSI	$Y(PSI) = 0,0078125X(BITS) + 5$
Flujo	30 a 50 INH2O	$Y(INH2O) = 0,0007813X(BITS) + 25$
Nivel	0 a 4 INH2O	$Y(INH2O) = 0,00015625X(BITS) - 1$

TABLA 2.6. Escalamiento de la Variable Set Point (Sin Offset del 20%) para cada una de las estaciones de procesos

Estación de Proceso	Rangos de Operación del Transmisor	Ecuación de la Recta (Escalamiento) Set Point SP (S7 200)
Temperatura	20 a 40 °C	$Y(\%) = 4X(^{\circ}C) - 60$
Presión	10 a 30 PSI	$Y(\%) = 4X(PSI) - 20$
Flujo	30 a 50 INH2O	$Y(\%) = 4X(INH2O) - 100$
Nivel	0 a 4 INH2O	$Y(\%) = 8X(INH2O) - 180$

Después se procedió a la sintonización del PID de forma manual y automática.



Finalizada correctamente.

Figura 2.12. Luego de la Autosintonía Set Point es igual al Process Value

2.7.7 COMUNICACIONES, PROFINET, TCP/IP

Se ha configurado el módulo 243-1 para establecer comunicación entre PLC S7 200 (CPU 224/226) Y PLC S7 300 (CPU 313C-2DP) por medio del asistente Ethernet.

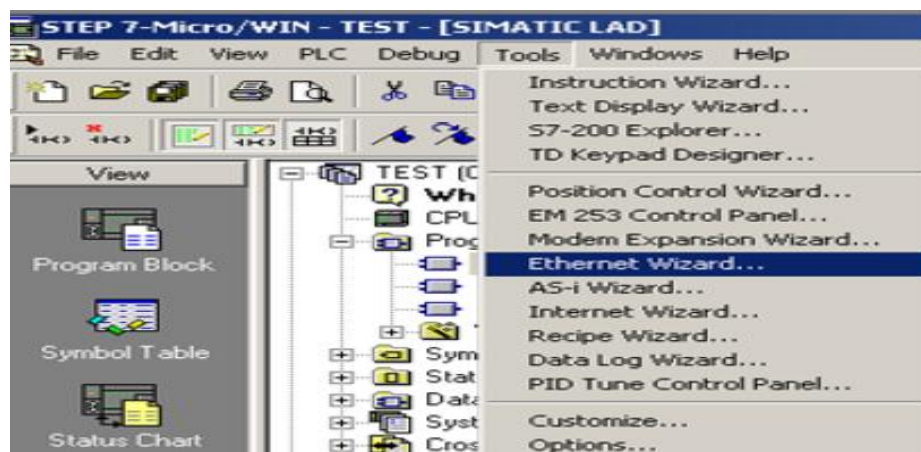


Figura 2.13. Asistente Ethernet

Luego se ha configurado las direcciones y máscaras de subred de cada estación, esto se muestra a continuación:

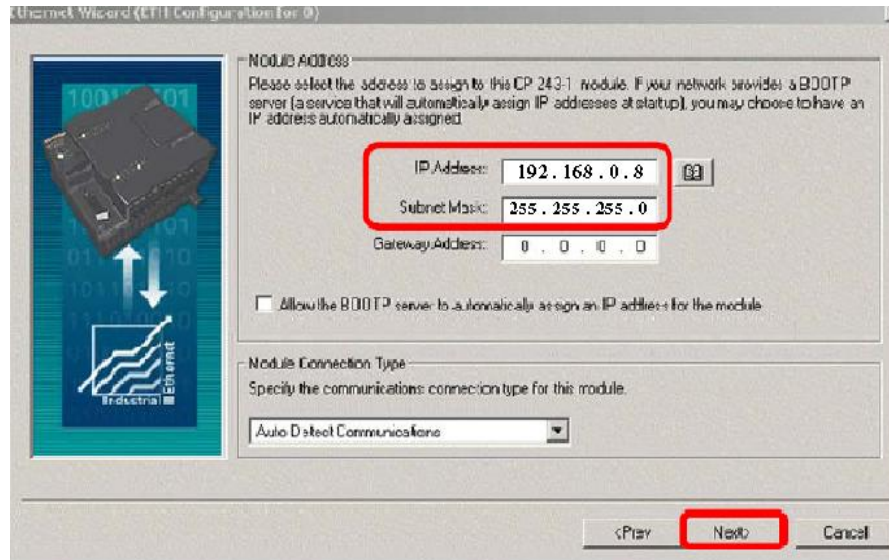


Figura 2.14. Direccionamiento IP para Módulo CP 243-1 de la RTU de Presión

Para el direccionamiento se ha empleado la tabla de direccionamientos IP que se indica a continuación:

TABLA 2.7. Direccionamiento IP de RTUs y MTU

DESCRIPCIÓN	ESTACIÓN DE PROCESO	PLCS (S7200 Y S7300)	DIRECCIÓN IP	MASCARA DE SUBRED
RTU	TEMPERATURA	CPU 224	192 . 168 . 0 . 4	255 . 255 . 255 . 0
RTU	PRESION	CPU 224	192 . 168 . 0 . 8	255 . 255 . 255 . 0
RTU	FLUJO	CPU 224	192 . 168 . 0 . 12	255 . 255 . 255 . 0
RTU	NIVEL	CPU 226	192 . 168 . 0 . 16	255 . 255 . 255 . 0
MTU	-----	CPU 313 2DP	192 . 168 . 0 . 20	255 . 255 . 255 . 0
PC (MTU)	-----	-----	192 . 168 . 0 . 1	255 . 255 . 255 . 0

Se puede observar en la tabla 2.7 se ha dado una dirección IP diferente a cada estación, sin embargo en común tienen la máscara de subred. Ahora,

se debe seleccionar la Dirección Q del Byte de Comando del Módulo escogemos **QB** igual **2**, y en la cantidad de enlaces del módulo escogemos **1**, damos clic en **Siguiente**.

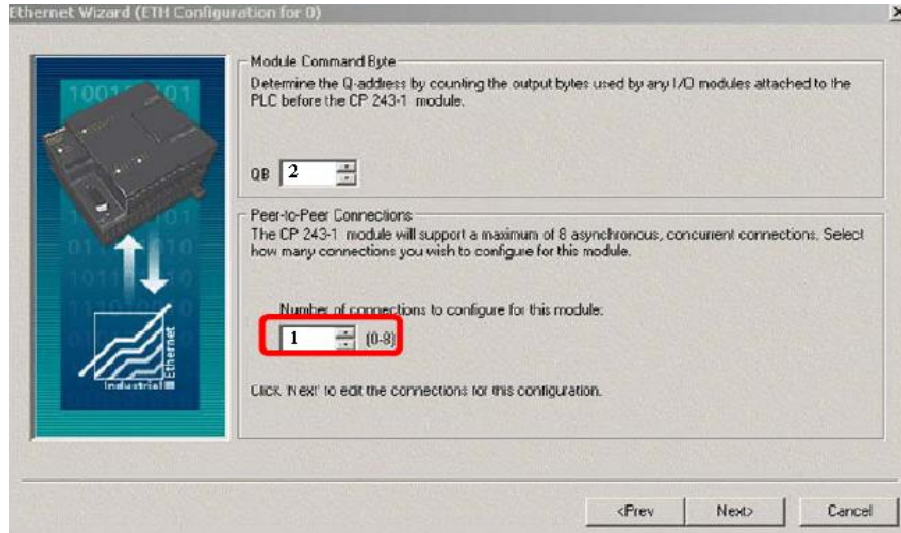


Figura 2.15. Byte de Comando y conexiones Punto a punto

Configurar los enlaces, para ello se tiene la opción de enlaces cliente o enlace servidor, se procede a seleccionar enlace cliente para cada RTU, además se tiene que cambiar el TSAP, la conexión entre el S7 S7-200 y S7-300 está bien definida con los TSAPs. La conexión del cliente es unilateral configurada en el S7-200. Se ingresa 03.02 para el TSAP remoto. Este TSAP significa:

03: conexión configurada de un solo lado

02: ranura del PLC del S7-300 (siempre es 2)

Y se coloca la IP del servidor que es 192.168.0.20. y "Data Transfers".

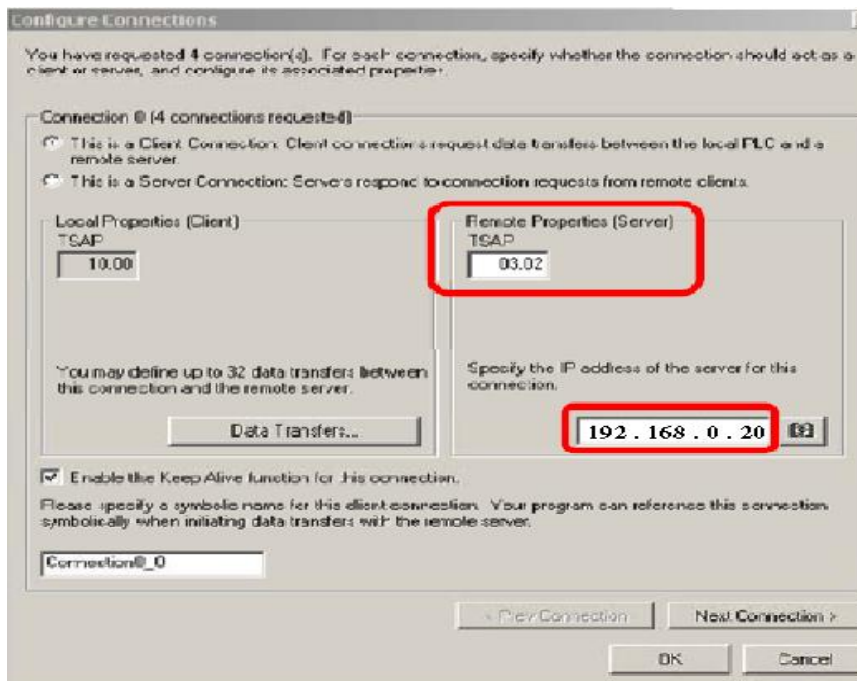


Figura 2.16. Configuración TSAP Remoto e IP Server, conexión cliente

Se configuró las opciones lectura y escritura para transferir los datos entre S7 200 y S7 300 para cada una de las estaciones como se detalla en la siguiente tabla.

TABLA 2.8. Direccionamiento de variable Set Point y Proces Value en la Transferencia de datos S7 200 y S7 300

Estación de Proceso	Dirección de Process Value PV (S7 200)	Dirección de Set Point SP (S7 200)	Dirección de Process Value PV (S7 300)	Dirección de Set Point SP (S7 300)
Temperatura	VB20	VB22	MB20	MB22
Presión	VB12	VB14	MB12	MB14
Flujo	VB16	VB18	MB16	MB18
Nivel	VB24	VB26	MB24	MB26

Transferencias entre el S7 200 y S7 300, opción de escritura desde la variable VB12 en PLC 224/226 a la variable MB12 del PLC 313C- 2DP

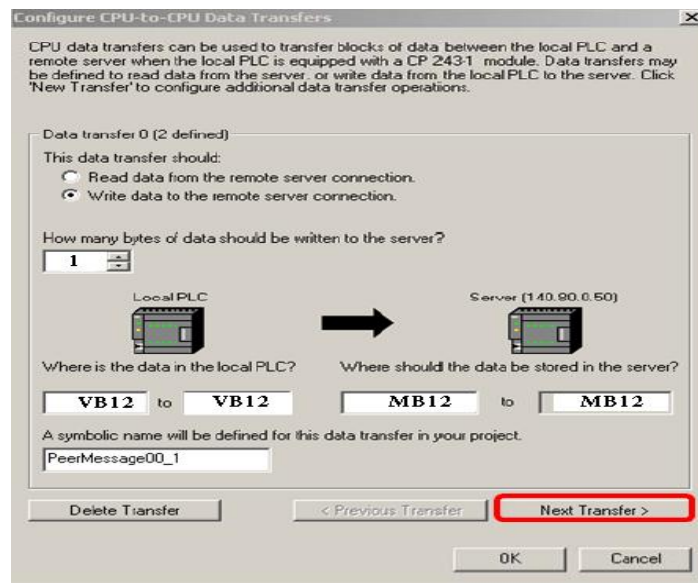


Figura 2.17. Configuración de Transferencia de datos entre S7 200 Y S7 300. Opción de escritura para variable VB12 (Process Value), estación de presión.

Configuración de lectura y escritura desde la variable VB14 en PLC 22/226 a la variable MB14 del PLC 313 2DP.

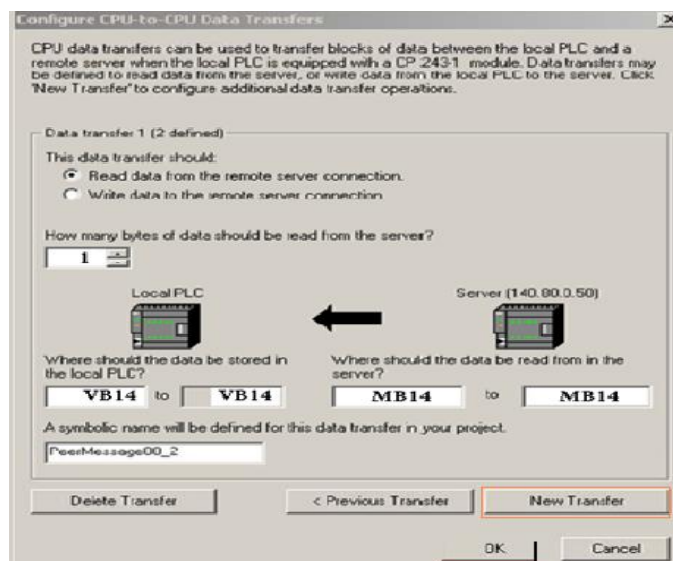


Figura 2.18. Configuración de transferencia de datos entre S7 200 y S7 300, opción de lectura para la variable VB14(Set point), estación de presión

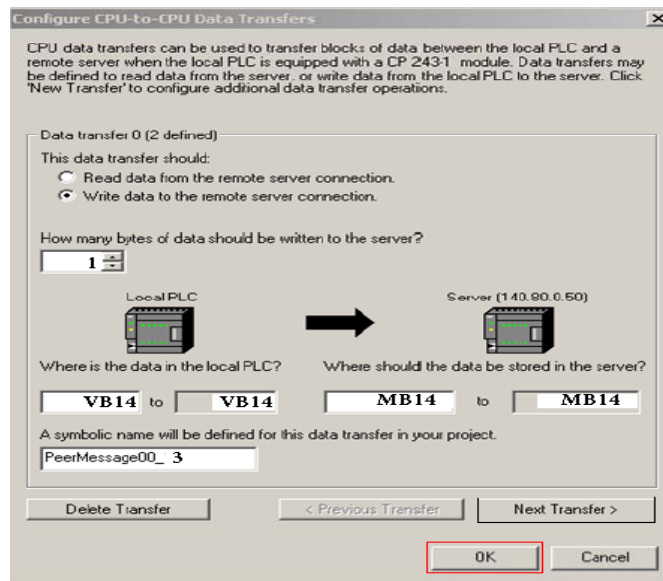


Figura 2.19. Configuración de Transferencia de datos entre S7 200 y S7 300, opción de escritura para la variable VB14 (Set point), estación de presión.

NOTA: La variable Set point para las 4 estaciones industriales debe ser bidireccional (lectura y escritura).

Luego en el MAIN se debe generar el código necesario para configurar la comunicación de cada de una de las estaciones industriales, para ello se presenta las subrutinas de comunicación Ethernet de inicialización y transferencias de datos, como se muestran a continuación:

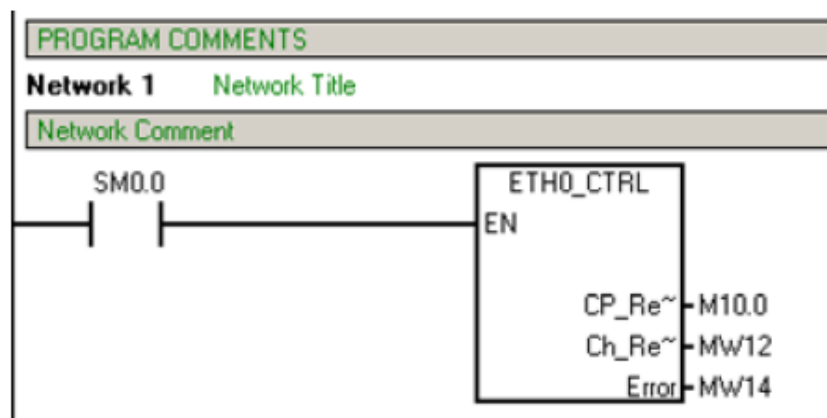


Figura 2.20. Subrutina de inicio de comunicación Ethernet con CP 243-1

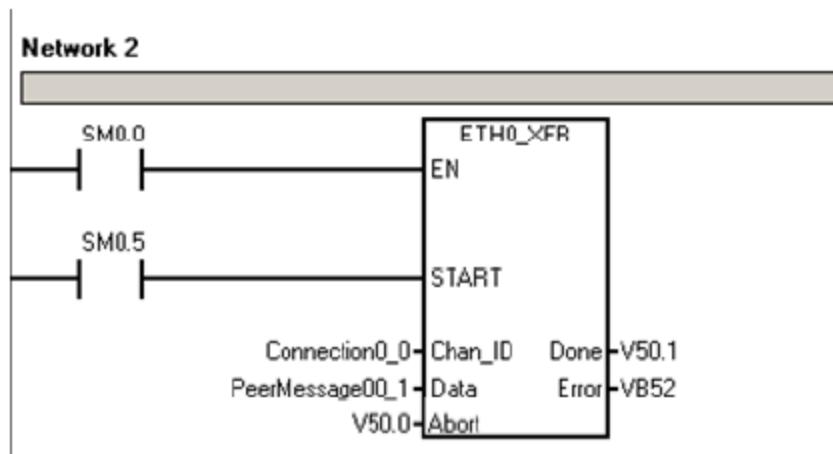


Figura 2.21. Subrutina para transferencia de datos, opción escritura de VB12 del S7 200 CPU 224/226 en la variable MB12 del S7 300 CPU 313C 2DP

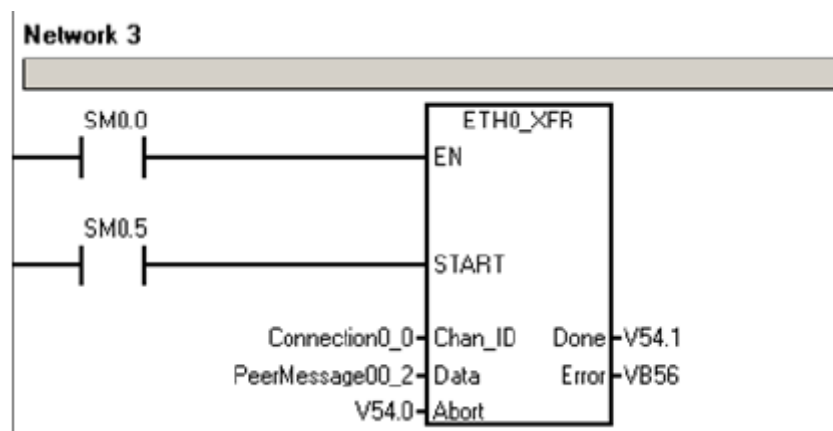


Figura 2.22. Subrutina para transferencia de datos, opción lectura desde MB12 del S7 300 CPU 313C 2DP a la variable VB15 del S7 200 CPU 224/226

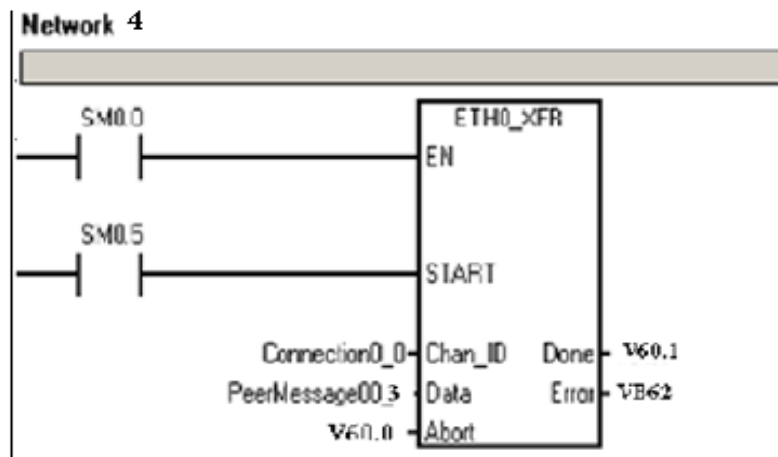


Figura 2.23. Subrutina para transferencia de datos, opción de escritura desde la variable VB14 en el S7 200 CPU 224/226 a la variable MB14 del S7 300 CPU 313C2 DP

CONFIGURACIÓN DEL MÓDULO 343-1 LEAN PARA ESTABLECER COMUNICACIÓN PROFINET ENTRE S7200 Y S7300 CON TIA PORTAL V11.

Se ha creado un nuevo proyecto en el TIA PORTAL, y visualizado.

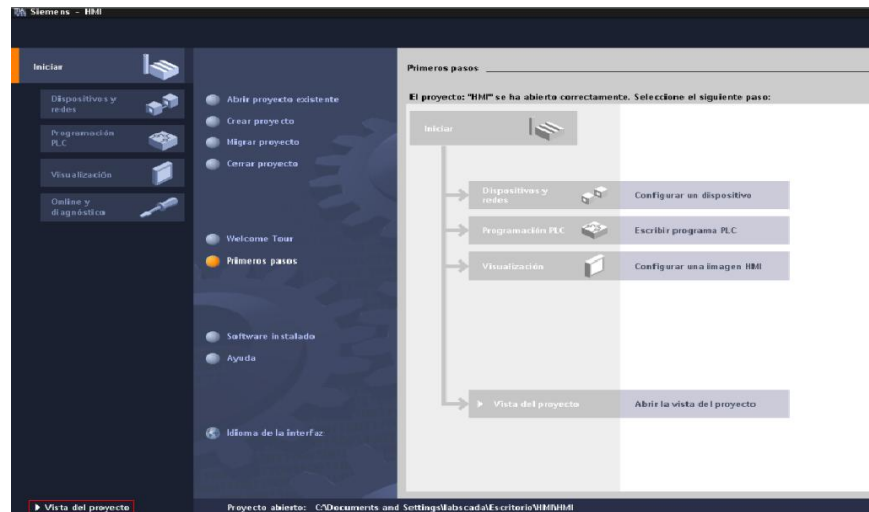


Figura 2.24. Pantalla de inicio de Tia Portal

Se han seleccionado los componentes de la red en este caso el PLC CPU 313C 2DP y el módulo CP 343-1 LEAN en el catálogo de hardware.

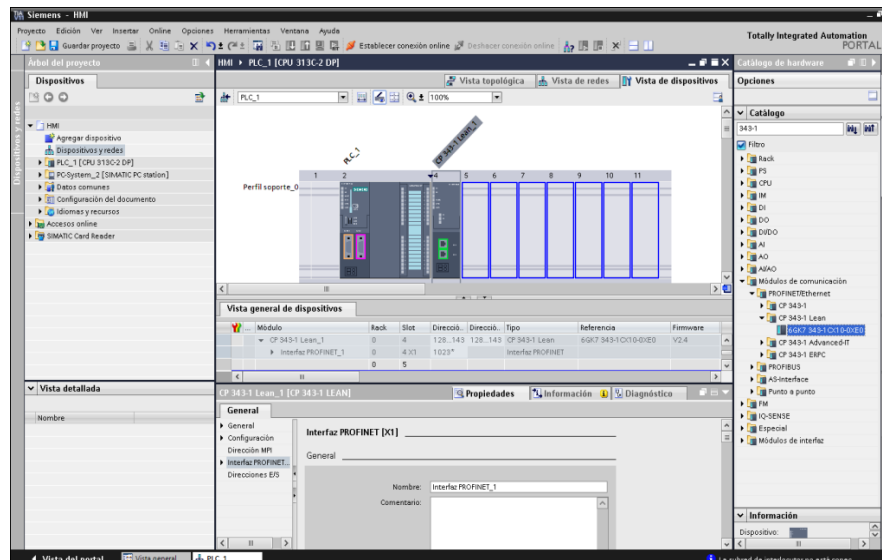


Figura 2.25. Incorporando Módulo CP 343-1 Lean y CPU 313C 2DP en TIA PORTAL

Lo siguiente fue agregar una subred (PN/IE_1) en la opción **interface conectada en red con**, haciendo click en agregar sub red.

Se generó una red virtual conectada al módulo profinet, la misma que, servirá para habilitar el módulo CP343-1 Lean y realizar lectura y escritura desde el bloque de programa del software TIA PORTAL V11

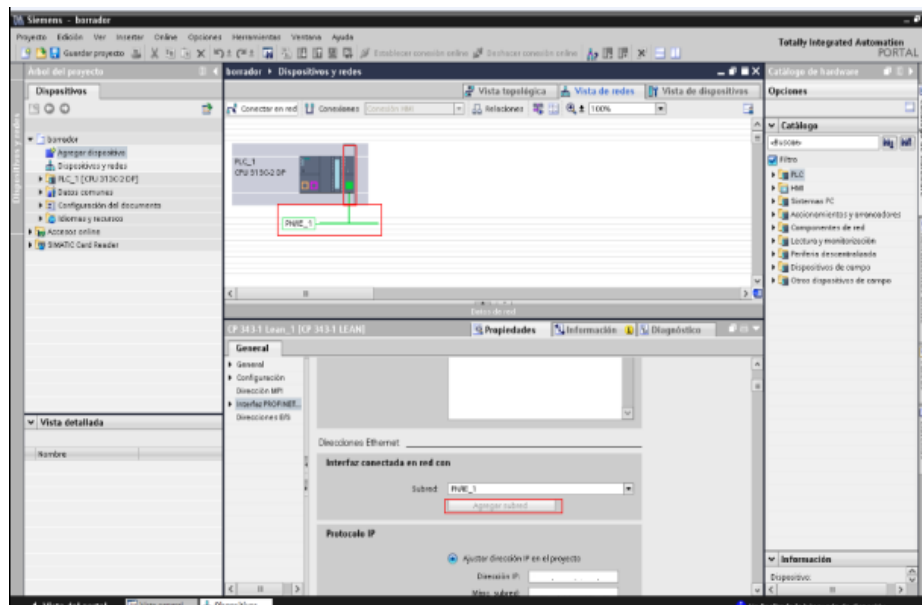


Figura 2.26. Agregando Subred

Ya que se ha manejando un módulo Profinet con características propias TCP/IP es necesario asignarle una dirección IP

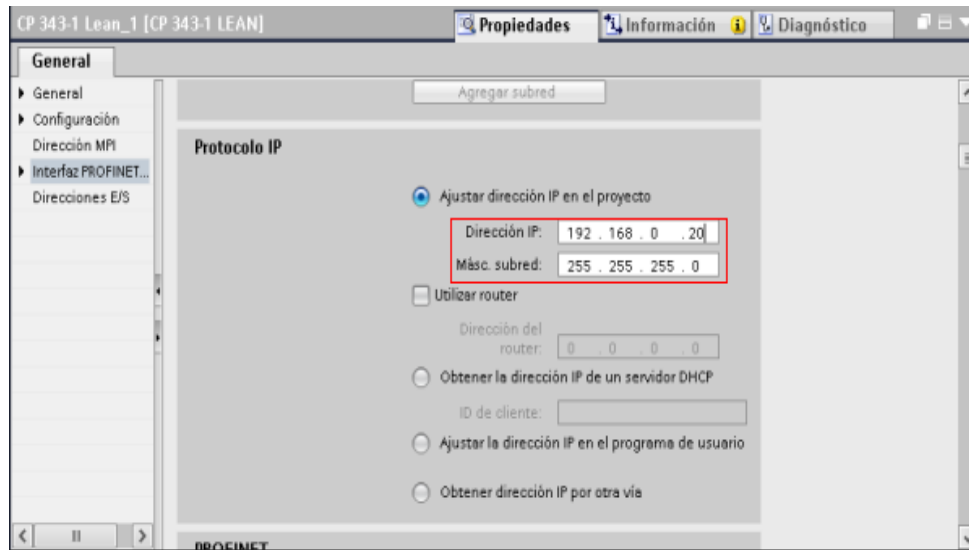


Figura 2.27. Dirección IP en el Proyecto

Al finalizar se ha activado los 2 puertos (X1, X2) del módulo CP 343-1 LEAN

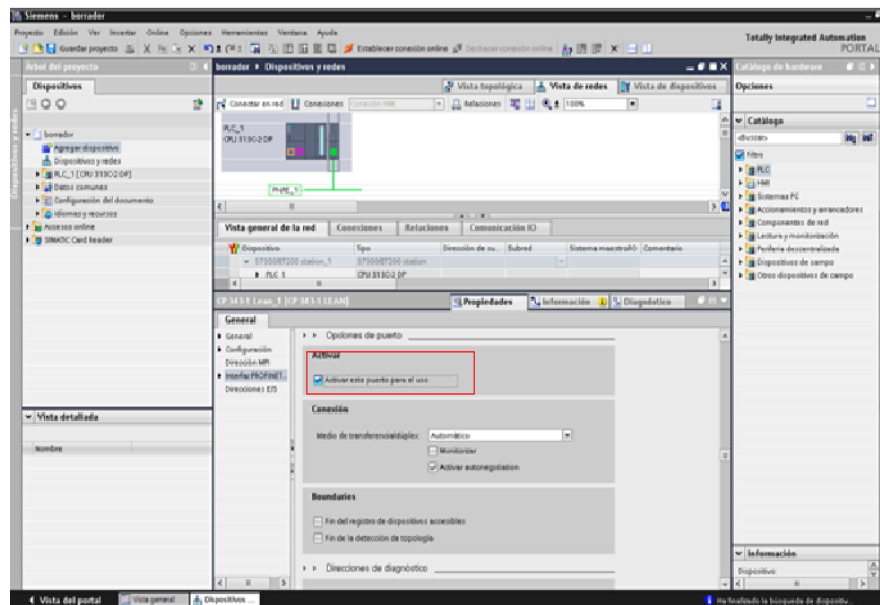


Figura 2.28. Opciones de puerto para Profinet

En el main de programación del PLC se asignan las variantes necesarias para la comunicación de los PLCs S7 200 Y S7 300

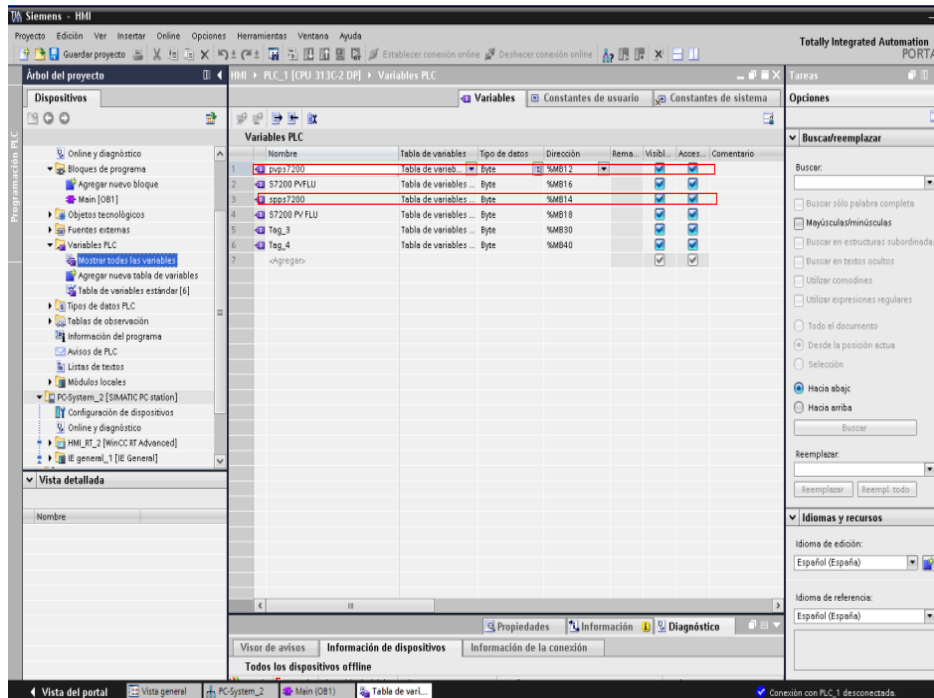


Figura 2.29. Creación de variables

2.7.8 DESARROLLO DEL HMI-SCADA

2.7.8.1 Diseño y Configuración de HIM máster (MTU) por medio de WINCC RT ADVANCED V11.

TIA PORTAL V11 es un software propietario de Siemens, que permite programar PLCs de la gama S7300, S7400 y S71200, pero también entendiendo su paradigma de integración sirve como software de HMI instalando su aplicación WINCC RT Advanced 11

A nivel de variables la comunicación entre el HMI en WINCC RT ADVANCED V11 y nuestro PLC S7300 CPU 313C-2DP es independiente al uso de una plataforma OPC pero requiere de una interconexión ETHERNET de software y de hardware.

Es necesario llamar del catálogo de Hardware una estación PC Simatic , Wincc RT Advanced y un IE General Ethernet.

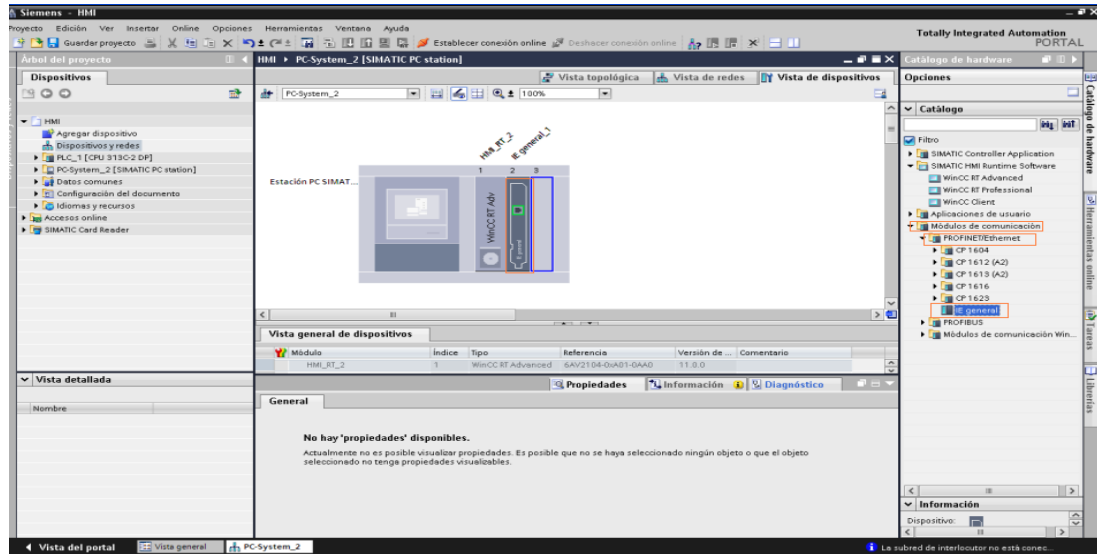


Figura 2.30. ESTACIÓN PC SIMATIC, WINCC RT ADVANCED, IE GENERAL

Una vez incorporados todos los dispositivos necesarios para el HMI se realiza una conexión virtual entre IE general y el módulo CP 343-1 Lean Profinet.

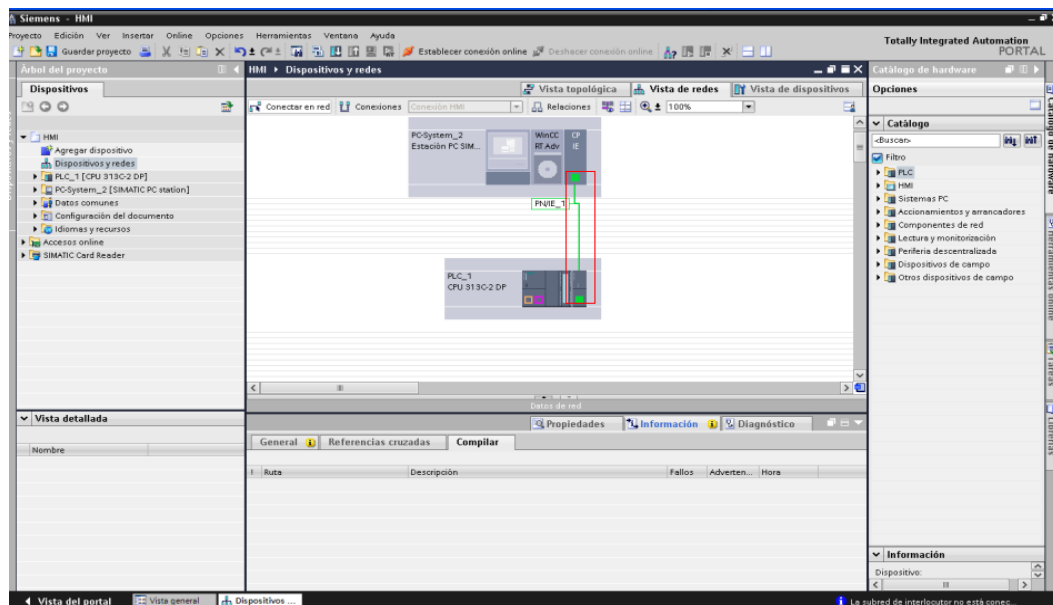


Figura 2.31. Conexión Virtual IE General y CP 343-1 Lean

También se debe conectar físicamente un cable profinet desde el puerto X2 del módulo CP343-1 LEAN con el puerto de red de la PC Master.

Ajustar el punto de acceso S7ONLINE para la PC (MTU)

Click en **Inicio / Panel de Control / ajustar interface PG/PC.**

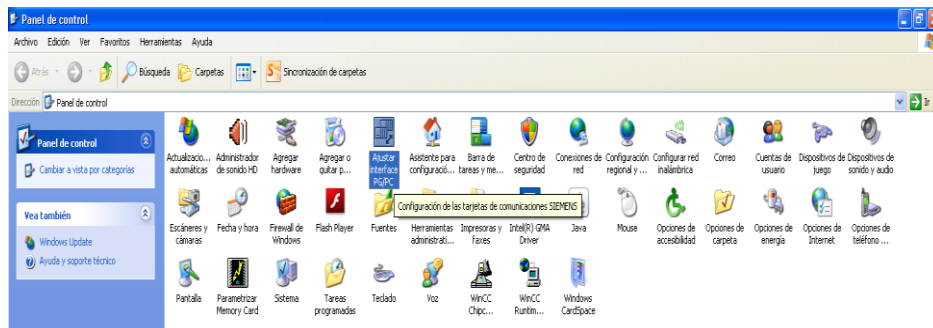


Figura 2.32. Panel de Control, Ajuste interface PG/PC

Seleccionar como punto de acceso de la aplicación S7ONLINE (STEP7) , esto significa, que se ha accedido a la aplicación del PLC S7300 por medio de un protocolo TCP/IP.

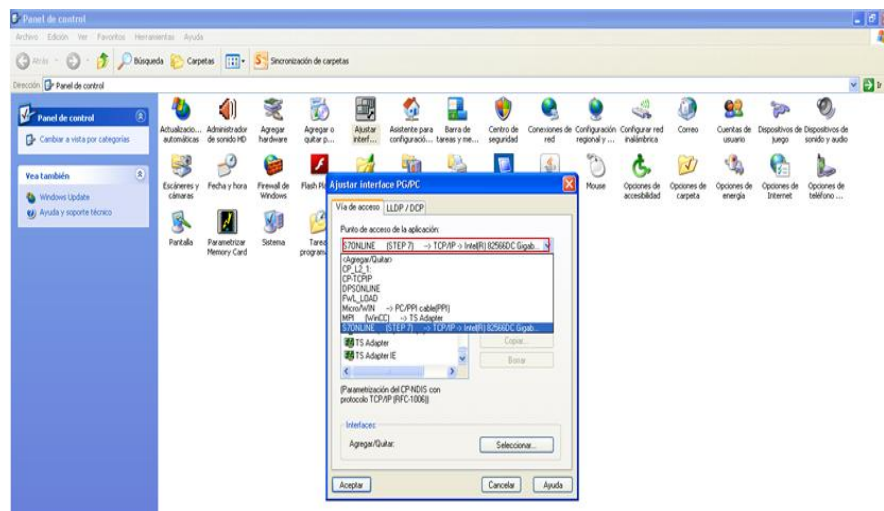


Figura 2.33. S7 ONLINE

Luego se configura la dirección IP de la MTU en las conexiones de red en el panel de control.

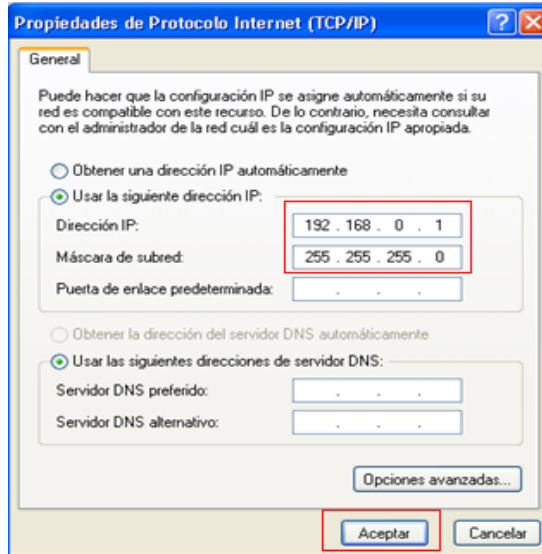


Figura 2.34. Direccionamiento IP, PC Máster MTU

Una vez asignada la dirección IP y el acceso a la aplicación se pasa a configurar la conexión HMI.

Ubicarse en el entorno de trabajo del TIA PORTA V11, ya que se debe trabajar en el HMI y dirigirse a **Árbol de proyectos / Dispositivos / PC System** (Simatic PC station) / **HMI RT** (Wincc RT advanced) / **Variable HMI / Conexiones** y agregarse una nueva conexión (Conexión_HMI).

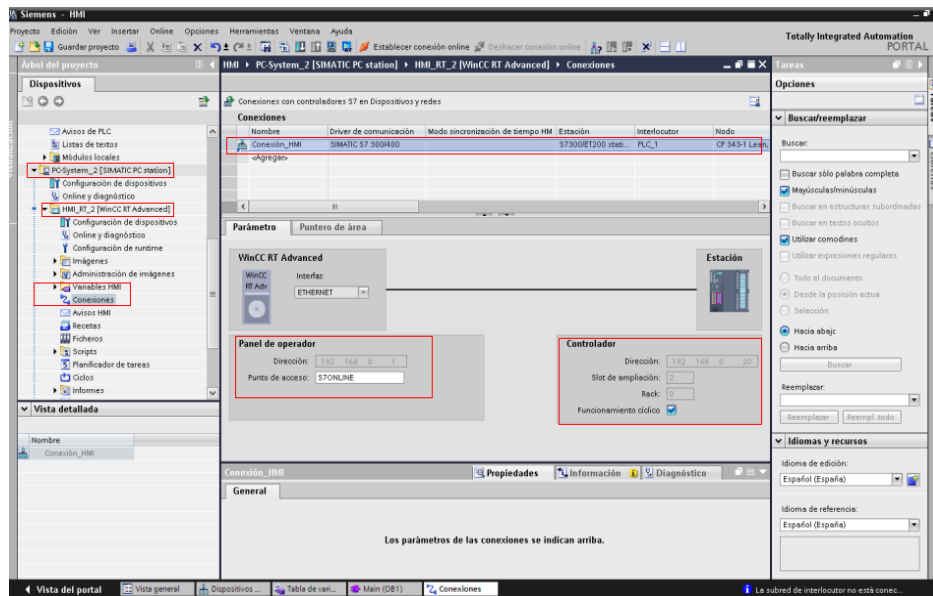


Figura 2.35. Conexión HMI

En seguida se va a crear y direccionar las variables en el HMI.

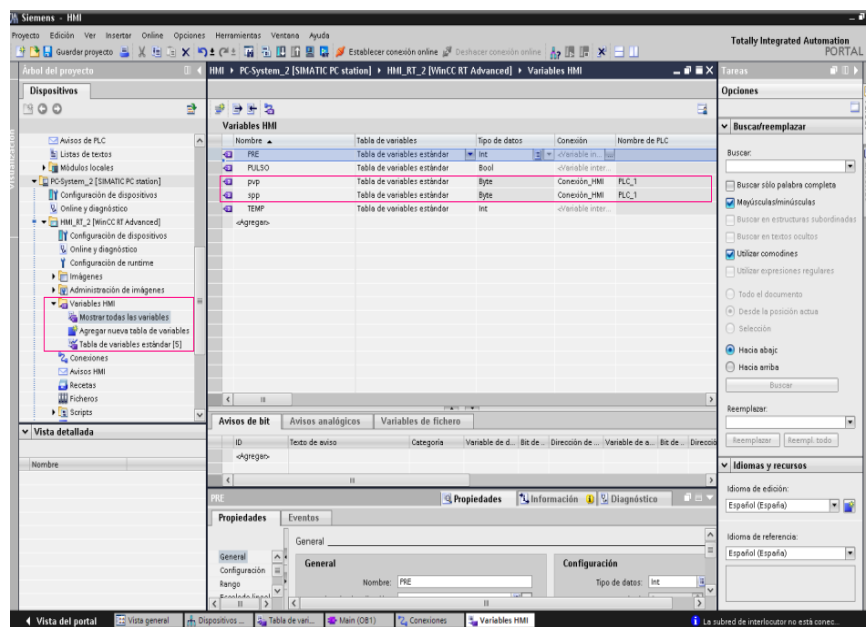


Figura 2.36. Creación y direccionamiento de variables HMI

A continuación se debe ir al entorno de Wincc Runtime Advanced v11 que es un software de diseño HMI que por medio de sus herramientas permite

construir el entorno de desarrollo los sistemas scada para visualización y control de procesos industriales.

Las ventanas de la interface HMI diseñadas para la MTU se presentan a continuación:



Figura 2.37. Runtime ventana de INICIO



Figura 2.38. Runtime Ventana PRINCIPAL, WINCC RT ADVANCED EN TIA PORTAL, ESTACIÓN MÁSTER MTU

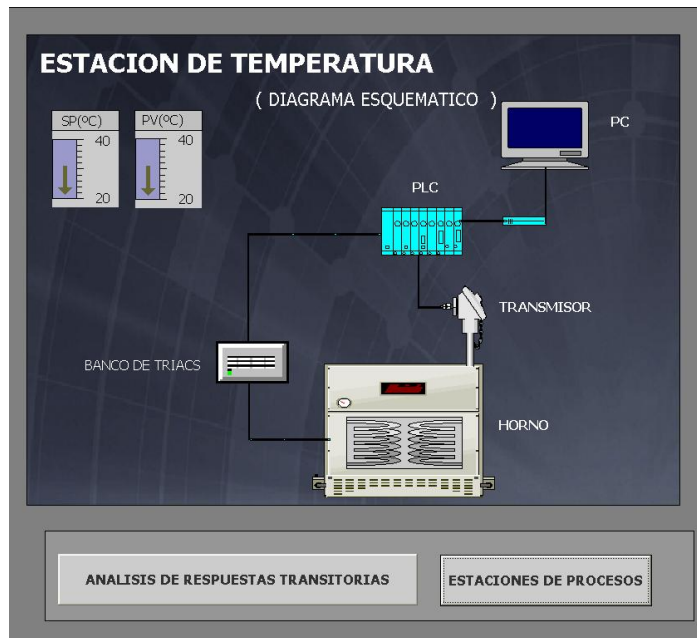


Figura 2.39. Diagrama esquemático de la estación de temperatura (MTU)

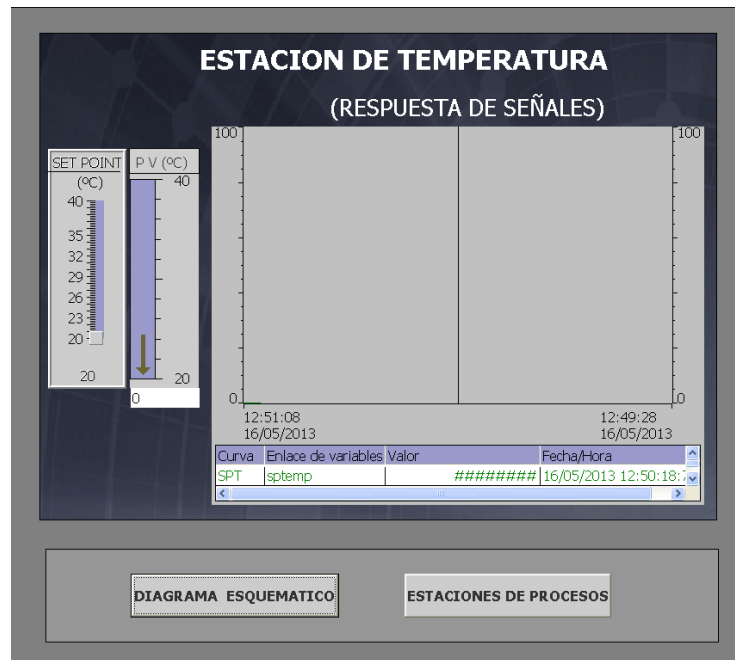


Figura 2.40. Respuesta señales de la estación de temperatura (MTU)

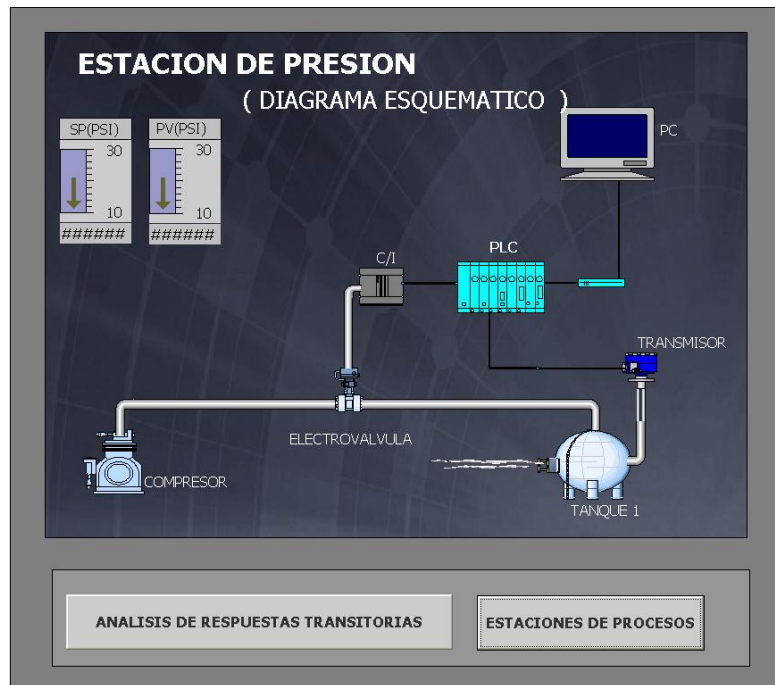


Figura 2.41.. Diagrama esquemático de la estación de presión (MTU)



Figura 2.42. Respuesta señales de la estación de presión (MTU)

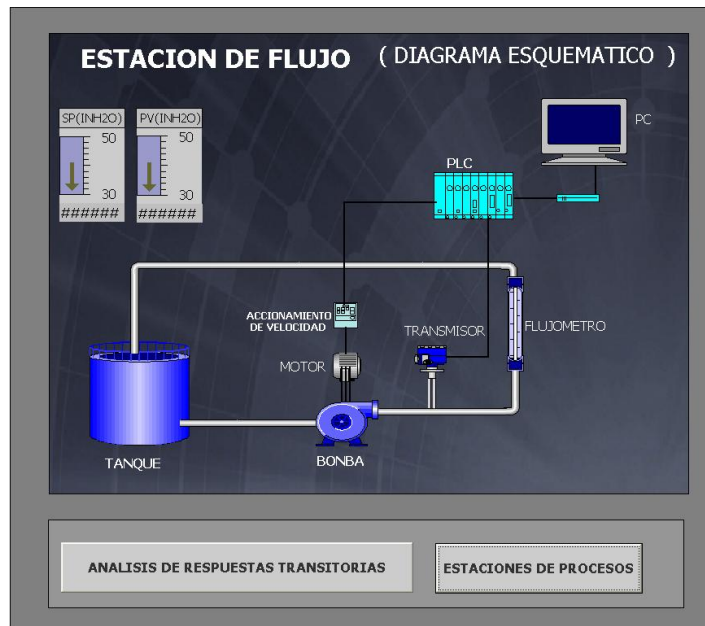


Figura 2.43. Diagrama esquemático de la estación de flujo (MTU)



Figura 2.44. Respuesta señales de la estación de flujo (MTU)

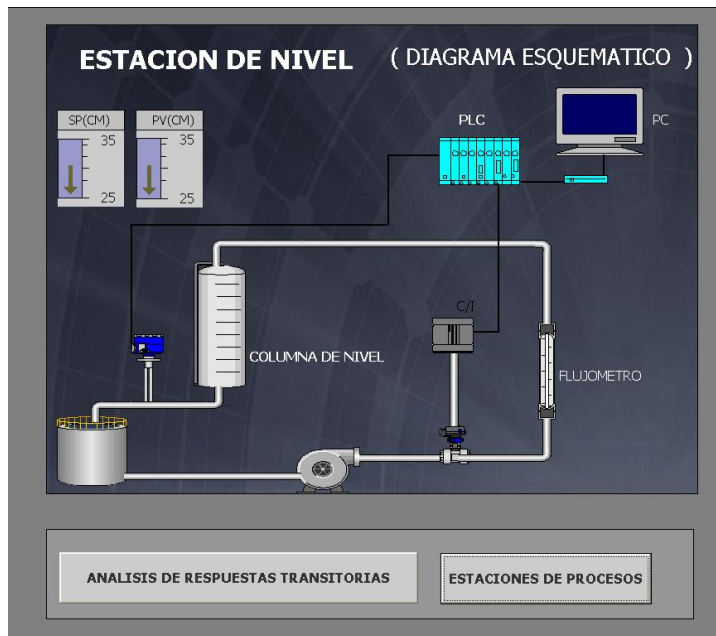


Figura 2.45. Diagrama esquemático de la estación de nivel (MTU)



Figura 2.46. Respuesta señales de la estación de nivel (MTU)

2.7.8.2 Diseño y Configuración del HIM remoto (RTU) por medio del software Toolbox Opc Power Server V4.201 e Intoch V10.1

Es indispensable del uso de una plataforma OPC para la comunicación de los PLCs RTU (224/226) en este caso se utilizó Toolbox Opc Power Server.

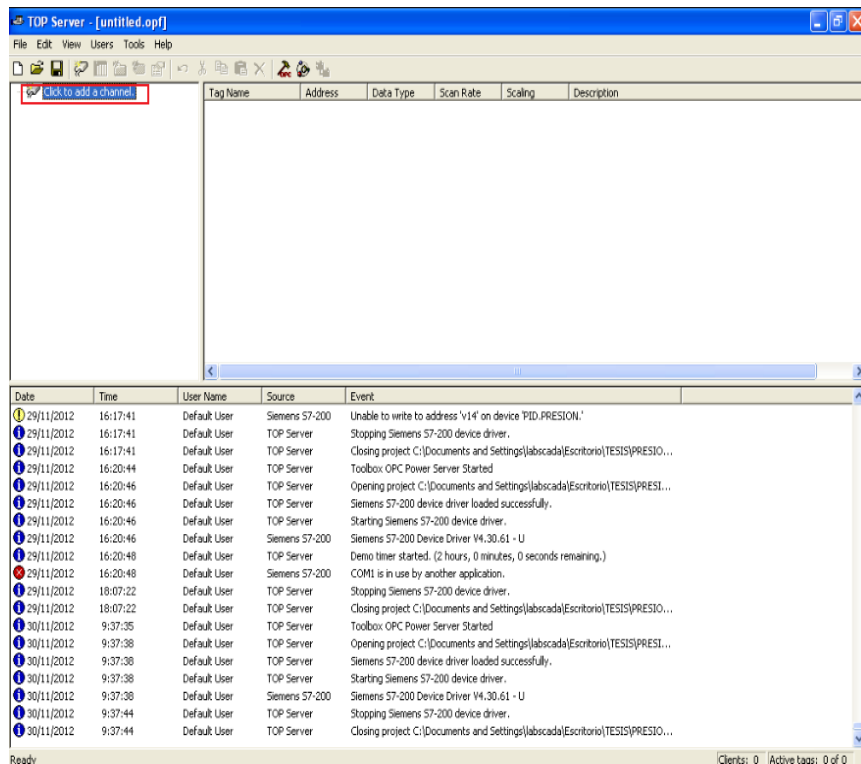


Figura 2.47. Pantalla Principal TOP Server

Se finalizó diseñando las interfaces en Intouch V10.1 para cada una de las Estaciones RTU

HMIS REMOTAS (SOFTWARE INTOUCH)

ESTACION DE PRESION

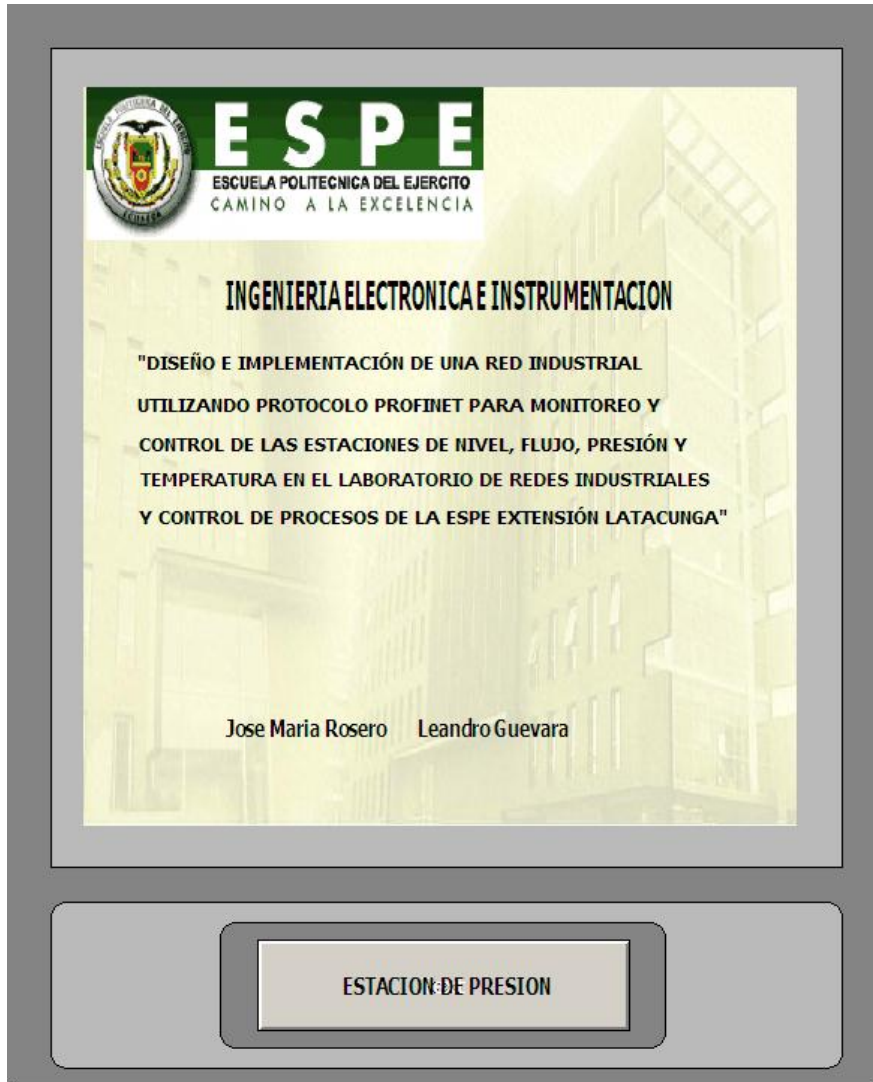


Figura 2.48. Ventana de inicio, con Intouch wonderware, rtu



Figura 2.49. Presentacion de la estación de presión, con Intouch Wonderware, rtu

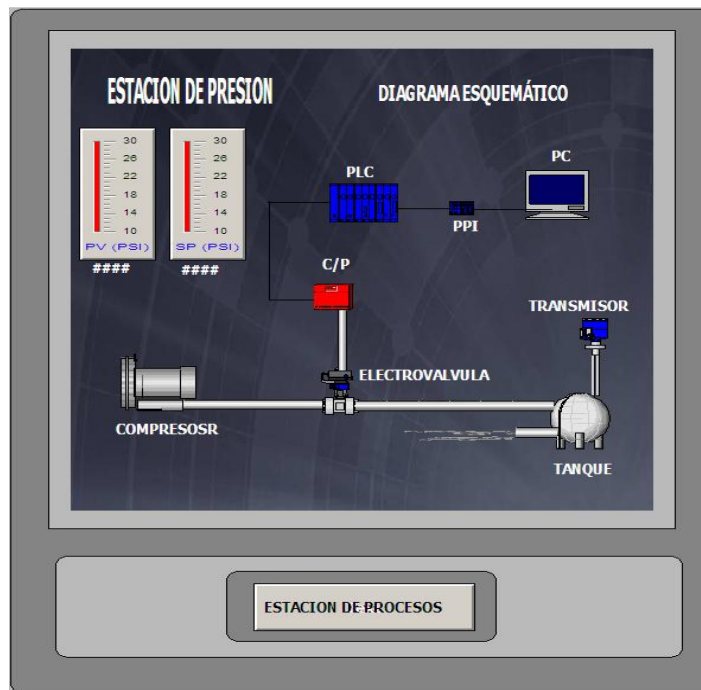


Figura 2.50. DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ESTACION DE PRESION, CON INTOUCH WONDERWARE, RTU

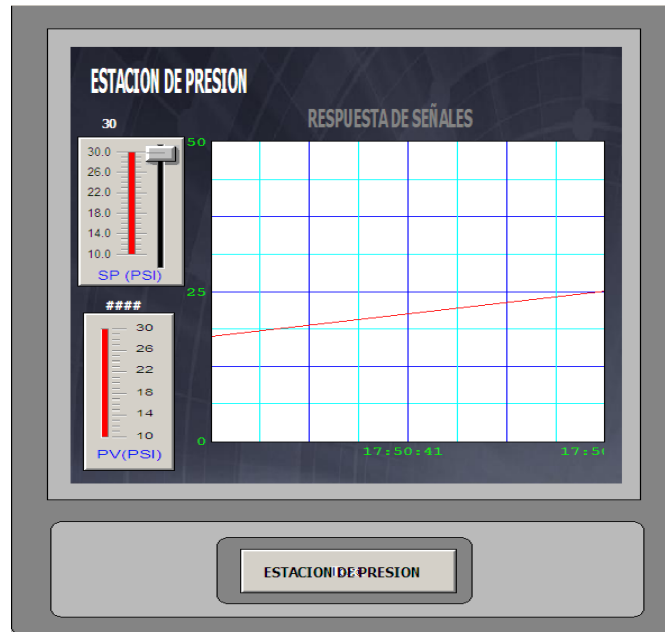


Figura 2.51. RESPUESTA DE SEÑALES DE LA ESTACION DE PRESION CON INTOUCH WONDERWARE, RTU HMI ESTACION DE FLUJO



Figura 2.52. INICIO DE LA INTERFACE, CON INTOUCH WONDERWARE, RTU



Figura 2.53. PRESENTACION DE LA ESTACION DE FLUJO, CON INTOUCH WONDERWARE, RTU

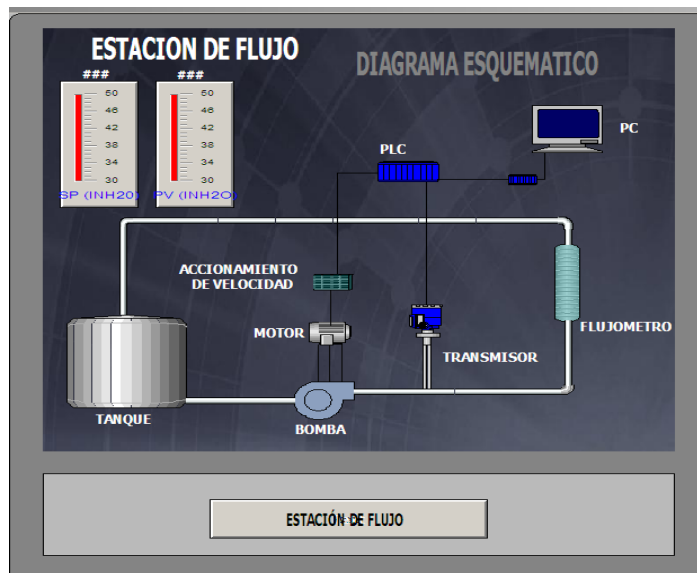


Figura 2.54. DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ESTACION DE FLUJO, CON INTOUCH WONDERWARE, RTU



Figura 2.55. RESPUESTA DE SEÑALES DE LA ESTACION DE FLUJO, CON INTOUCH WONDERWARE, RTU

WONDERWARE, RTU

HMI ESTACION DE TEMPERATURA



Figura 2.56. INICIO ESTACION TEMPERATURA, INTOUCH WONDERWARE, RTU



Figura 2.57. PRESENTACION DE LA ESTACION DE TEMPERATURA, CON INTOUCH WONDERWARE, RTU



Figura 2.58. ESQUEMATICO DE LA ESTACION DE TEMPERATURA, CON INTOUCH WONDERWARE, RTU

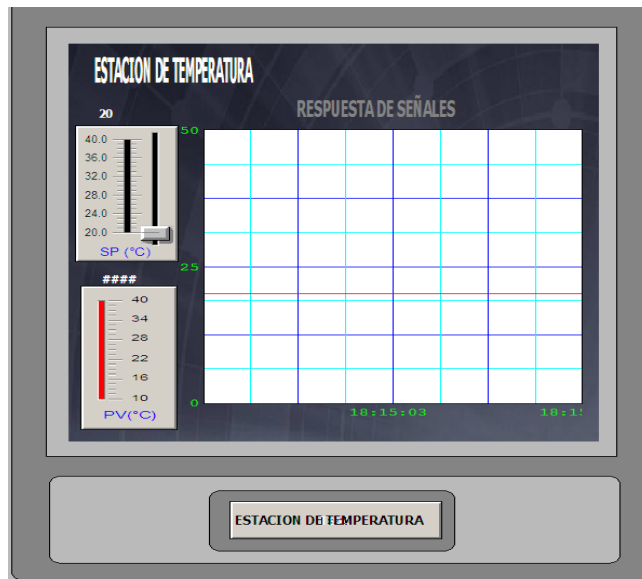


Figura 2.59. RESPUESTA DE SEÑALES DE LA ESTACION DE TEMPERATURA, CON INTOUCH WONDERWARE, RTU HMI ESTACION DE NIVEL



Figura 2.60. INICIO DE LA INTERFACE, CON INTOUCH WONDERWARE, RTU



Figura 2.61. PRESENTACION DE LA ESTACION DE NIVEL, CON INTOUCH WONDERWARE, RTU



Figura 2.62. DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ESTACION DE NIVEL, CON INTOUCH WONDERWARE, RTU



Figura 2.63. RESPUESTA DE SEÑALES DE LA ESTACION DE NIVEL, CON INTOUCH WONDERWARE, RTU

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1 PRUEBAS EXPERIMENTALES.

3.1.1 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LAS ESTACIONES DE PROCESOS INDUSTRIALES

Luego de que se siguieron los pasos de las guías prácticas para la implementación de la Red Profinet, en esta etapa se procedió a la revisión de las válvulas, transmisores, bombas, tanques, fuentes de alimentación, compresores, reservorio y posteriormente su funcionamiento, la interacción entre cada uno de estos dispositivos en cada uno de los procesos industriales de las estaciones de nivel, flujo, presión y temperatura.

Una particularidad que se presentó en la estación de Presión es que para su funcionamiento se requiere que la señal (de control al actuador electroválvula esté conectada).

En la estación de temperatura por ser un proceso lento, la tapa del horno(planta) debe estar abierta para que se pueda enfriar más rápido ya que el proceso de temperatura es lento.

En las estaciones de flujo y nivel se debe considerar que la bomba no se quede sin agua, caso contrario puede ocurrir daños a la misma.

3.1.1.1 PRUEBAS DE CONFIGURACIÓN DE LOS TRANSMISORES INTELIGENTES.

Para los fines se utilizó el calibrador de procesos Fluke 744 en configuración de resistencia externa de 250 Ohmios, una de las situaciones que se produjeron fue cuando el calibrador no podía establecer comunicación con el transmisor Smart; esto se debió a que el cable hart internamente se había roto, luego de repararlo se reestableció la comunicación y el calibrador reconoció a cada uno de los transmisores a configurarse y permitió ingresar los rangos de valores de operación.

3.1.2 PRUEBAS DE CONFIGURACIÓN (HARDWARE Y SOFTWARE) DE PLCs S7 200, MÓDULO EM 235.

Una de las pruebas es polarizar al PLC S7 200 CPU 224/226 y revisar que se enciendan los leds de indicación (RUN, TERM, STOP).

Otra prueba es conectar el cable PPI entre la PC y el PLC s7 200 CPU 224/226 luego con el software MICROWIN V4. 0. 8.06 SP8 en herramientas/comunicaciones verificamos que si el puerto COM debe ser el puerto serial que está habilitado en la PC; para ello se debe ir al Administrador de dispositivos y ver cuál es el puerto COM que está habilitado en la PC.

Entonces el software nos permitió reconocer al PLC CPU 224/226.

Utilizando el módulo de entradas analógicas EM235 configurado para adquirir señales de corriente esto es mediante los minidip switch físicos que se encuentran en la parte lateral del módulo EM 235; luego se procedió a la adquisición de señales desde la estación de procesos para poderlas leer

mediante un programa ladder hecho en el MICROWIN esto nos dio la certeza de se estaba obteniendo los datos correspondiente a las variables de cada uno de los procesos, estas estuvieron entre 6400 y 32000 bits.

3.1.3 PRUEBAS DE CONTROL PID PROPORCIONAL INTEGRAL DERIVATIVO.

El Control PID es uno de los controles más difundidos y con buenos resultados para este tipo de procesos industriales; para ello primero se hizo una prueba en las cuatro estaciones de nivel, flujo, presión y temperatura utilizando la opción de autosintonía, con el Asistente de control PID se observó que para las estaciones de presión y flujo se eliminó casi en su totalidad este error y de una forma relativamente rápida; en vista de que no se lograba mejorar el control de las estaciones de nivel y temperatura con la autosintonía se tuvo que hacer una sintonización manual para ello se aumentó la ganancia proporcional con ello la respuesta se hace de tipo oscilatoria, luego para reducir los sobre impulsos se aumentó el valor de la constante derivativa y luego para reducir el error en estable se aumentó el tiempo integral.

Luego se probó aplicando perturbaciones a los procesos en los que se observó que el control PID en cada uno de los procesos cumplieron satisfactoriamente su objetivo de eliminar el error en estado estable y de manera eficiente.

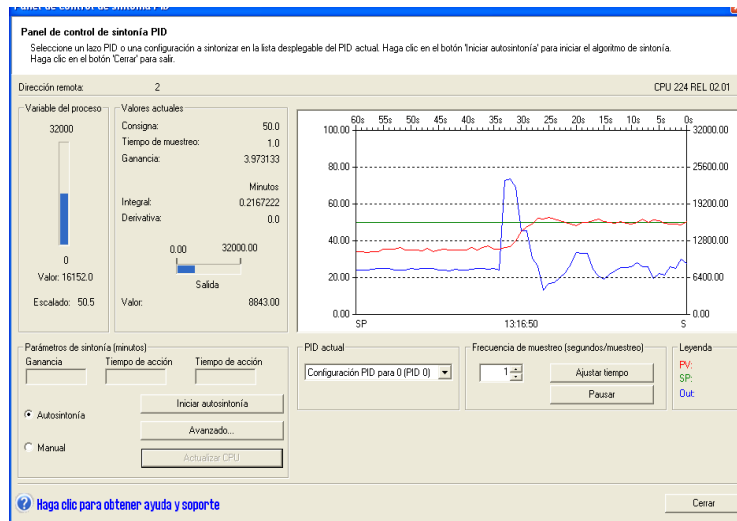


Figura 3.1. Modo Autosintonía, Process Value PV (color rojo) tiende a ser del mismo valor que el Set point SP (Color verde)

3.1.4 PRUEBAS DE COMUNICACIÓN PROFINET TCP/IP (HARDWARE Y SOFTWARE)

Se conectó del módulo 243-1 a cada uno de los PLC S7 200 CP224/226; configuramos las direcciones IP y las máscaras de subred de cada una de las estaciones; luego en MICOWIN mediante la subrutinas que Ethernet se establecen enlaces de lectura y escritura con los nombres de las variables específicas que se utilizaron para realizar el control de las estaciones por medio de los HMI remotos y master.

Se realizó el ponchado del cable IE FC TP Cable 2x2 (4 hilos) con su respectivo conector FastConnect RJ45, esto no fue muy complicado por ser un cable y conector de tipo industrial que basta con ejercer presión como se indica en el procedimiento para tenerlo listo para las conexiones de nuestra red PROFINET.

Luego se instaló el PLC S7 300 CPU 313C 2DP conjuntamente con el Módulo CP 343-1 LEAN alimentados cada uno por una fuente de 24 VDC

provenientes de una fuente LOGO SIEMENS; luego con cable PROFINET se conecta en el conector X1 del módulo CP 343-1 LEAN hacia un switch 3COM al que a su vez están colgadas las Estaciones remotas de cada proceso.

Luego se conecta el cable MPI entre el PC máster y el PLC S7 300 CPU 313C 2DP; luego con el software TIA PORTAL V11, que de antemano es un software nuevo de SIEMENS que permite integrar de mejor manera los dispositivos por ser intuitivo y amigable con el usuario; pero se requirió de varias horas de experimentación hasta familiarizarse y comprender su funcionamiento y estructura de programación.

Se seleccionó Online y Diagnóstico y se nos desplegó una pantalla como la de la figura 3.2. luego en tipo de interfaz PG/PC debemos seleccionar MPI ya que este es el tipo de cable que se está empleando luego de un momento permite visualizar a los dispositivos que se encuentran conectados, en este caso aparecen el PLC S7 300 CPU 313C 2DP y el Módulo CP 343-1 LEAN.

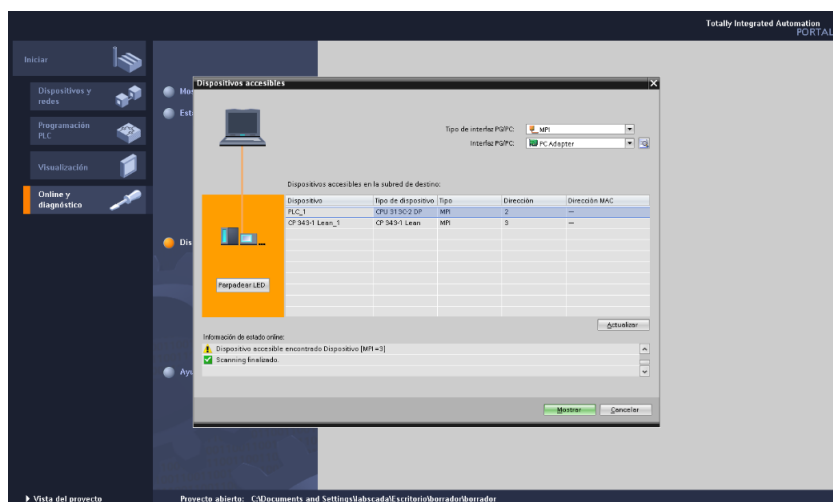


Figura 3.2. Opción Online y Diagnóstico

Luego se configuró el Módulo CP343-1 Lean, entre las pruebas que se hicieron fueron:

Se desarrolló un programa ladder tanto en el MICROWIN como en el TIA con la instrucción MOVE para escribir y leer datos entre los PLCs S7 200 CP 224/226 y el PLC S7 300 CPU 313C 2DP; en los que se observó que el dato que se leía en el Máster eran de tipo hexadecimal, ya que esta es una característica del software TIA PORTAL.

De forma similar utilizando las variables de Set Point y Process value, fue posible leer en la estación máster y desde esta última también se puede escribir el set point a cada una de las estaciones remotas.

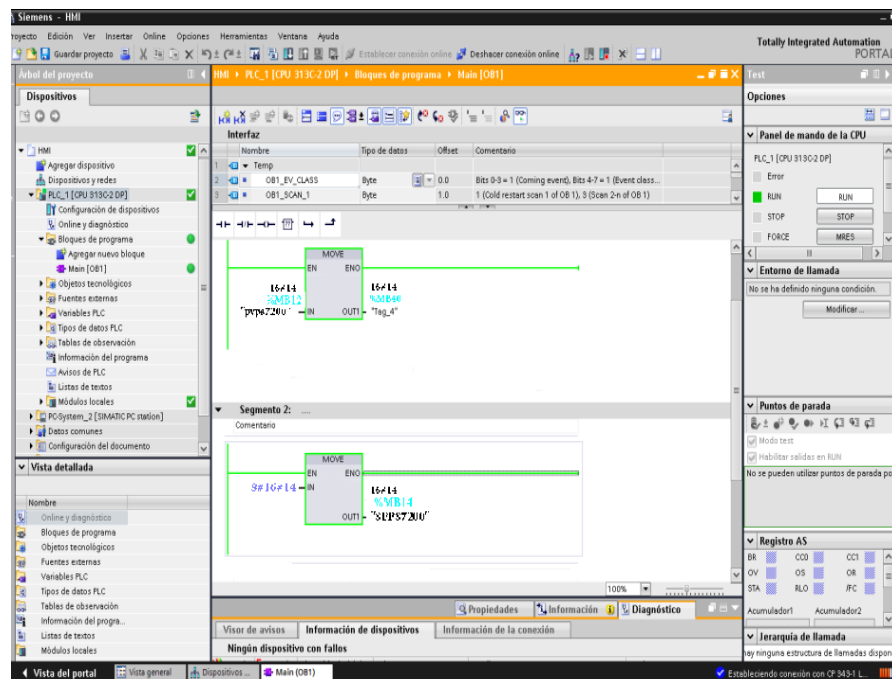


Figura 3.3.Verificación de Transferencia de Datos

3.1.5 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE HMI EN RTUs (ESTACIONES REMOTAS)

Se hizo una prueba utilizando labview 2011 y el TOOLBOX OPC POWER SERVER V4.201, para ello el PLC debe estar cargado y corriendo RUN; cabe mencionar que para que funcione el OPC debe estar cerrada la aplicación del Microwin o cualquier otra que implique comunicación RS232 ya que no pueden estar 2 aplicaciones en uso simultáneamente; en el labview se logró variar el Set Point y visualizar los datos de tanto de set point como de process value; esto se verificó ya que cambió los valores de las variables tanto en el proceso de las estaciones remotas como de la PC Máster.

Posteriormente se optó por utilizar el software INTOUCH V10.1 para el diseño de los HMI's de las estaciones remotas; este consta de una pantalla principal con el nombre del proyecto de tesis; además una imagen de la Estación de proceso respectivo; luego una Pantalla con un diseño esquemático para que el usuario tenga una noción de cómo está compuesta la RTU; y una pantalla en la que se muestra la respuesta de las señales set Point, y Process Value para ver el estado del proceso en tiempo real simultáneamente cuando se realiza un Control PID como se explicó anteriormente; además está configurada una alarma gráfica que se activa cuando la estación dejó de funcionar o en caso de que se pueda producir alguna avería entre la Estación de proceso y la RTU, además se han configurado seguridades para administrador de acuerdo con los niveles de seguridad que brinda Wonderware Intouch.

En las Pruebas se verificó que los datos que se visualizaban en el transmisor Smart eran los mismos que se tenían en el servidor OPC y también

coincidieron con los datos mostrados en el HMI; en donde se observó su señal de respuesta y las variables del control Set Point y Process Value.

3.1.6 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE HMI EN ESTACIÓN MÁSTER

Primero se debe conectar el Cable IE FC TP Cable 2x2 (4 hilos) con su respectivo conector FastConnect RJ45 desde el conector X2 del CP 343-1 LEAN hasta la PC Máster, luego para las pruebas en el HMI Máster fue utilizado Wincc RT Advanced v11; este se instala luego del TIA PORTAL V11.; y se abre dentro del TIA PORTAL, es importante indicar además que este HMI no requiere de un servidor OPC ya que el TIA es un software que integra dispositivos SIEMENS a nivel de software y hardware; se programó las ventanas principal, esquemático, respuesta del sistema similar a las ventanas del HMI de las estaciones remotas.

La prueba que se efectuó fue leer datos en el HMI del máster MTU y además escribir el Set Point de cualquiera de las estaciones remotas RTU, luego variamos desde cada una de las RTUs y se observó que los datos se actualizaron tanto en la misma RTU como en el HMI de la estación Máster MTU.

3.1.7 PRUEBAS DE VELOCIDADES DE TRANSMISIÓN

Luego de integrar todas las estaciones remotas RTU's y la Máster MTU; fue importante conocer la velocidad de transmisión a la que se estaban enviando los datos esta fue de 100 Mbps que es una velocidad característica de Protocolo Ethernet.

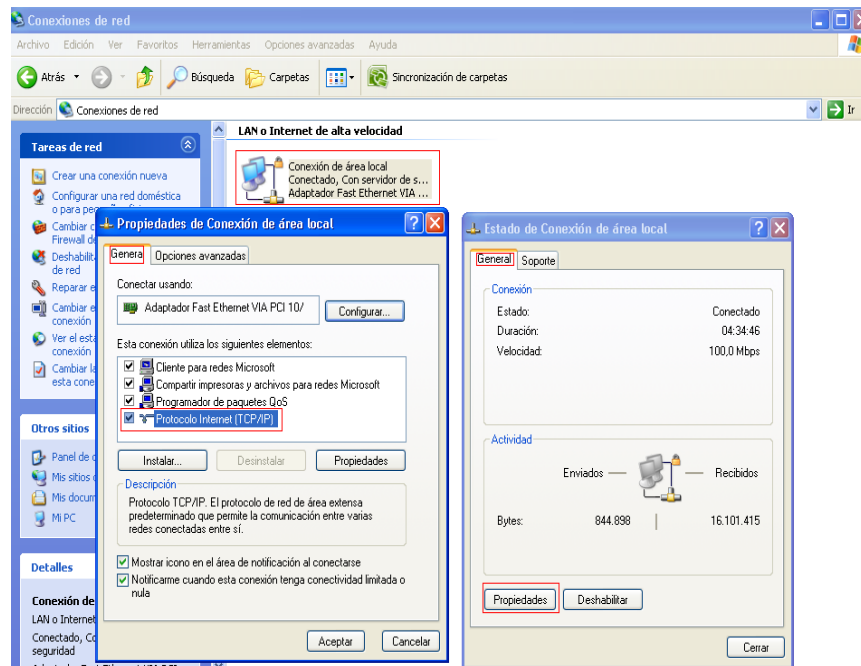


Figura 3.4. Velocidad de Transmisión 100Mbps

3.2 ALCANCES Y LIMITACIONES.

3.2.1 ALCANCES:

- Se ha integrado una red con PLCs S7 200 CPU 224/226, un PLC S7 300 313C2-DP , Módulo de Comunicación PROFINET CP343-1 Lean, Módulos Industrial Ethernet CP 243-1, Módulos de entradas analógicas EM 235, además de las estaciones de Procesos Industriales de flujo, nivel, presión y temperatura del laboratorio de Redes industriales de la ESPE Extensión Latacunga.
- Se utilizó Software TIA PORTAL para la integración de los PLCs S7 200 aun cuando estos PLCs no están dentro de las opciones de uso y programación por defecto como si es el caso de los S7 1200.

- El Control PID utilizado para cada uno de los procesos industriales tiene una respuesta rápida y tiene un error en estado estable casi nulo.
- El HMI cumple con las metas propuestas para este trabajo de tesis ya que tiene características de ser intuitivo, amigable con el usuario, seguridad, permite realizar monitoreo y control de cada una de las estaciones de procesos industriales conectadas a esta red.
- Se ha podido aprovechar las ventajas que tiene PROFIBUS en cuanto a seguridad y la facilidad de configuración de INDUSTRIAL ETHERNET.

3.2.2 LIMITACIONES

- Esta red en particular se utilizó dispositivos SIEMENS a excepción del switch 3COM; empleándose PLC's S7 200 CPU 224/226 pero cabe mencionar que se puede utilizar PLC's S7 1200 ya que estos dispositivos manejan protocolo PROFINET por defecto, este se reconoce directamente en el TIA PORTAL , además son más baratos en la actualidad que los S7 200; pueden ser programados vía cable PROFINET prescindiéndose del cable PPI; por otra parte debido a que en el proyecto de tesis se utilizó un módulo CP 343-1 Lean, en cambio si se hubiese utilizado un CP 343-1 Advanced (de costo mucho mayor al empleado) se pudiese configurar la lectura y escritura de variables desde el PLC S7 300.
- Otra de las limitaciones fue el uso del software con licencia, ya que en nuestro caso se empleó demos (software de prueba) que tienen cierto tiempo de duración y no prestan todas las ventajas del software que sí posee una licencia.

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES:

- Se concluye que el diseño e implementación de una red industrial utilizando protocolo profinet satisface todas las necesidades y parámetros adecuados para monitorear y controlar las estaciones de nivel, flujo, presión y temperatura en el laboratorio de redes industriales y control de procesos de la ESPE Extensión LATAACUNGA.
- El Calibrador documentador FLUKE 744 a más de tener característica de medidor y/o generador de señales eléctricas es también un configurador de transmisores inteligentes SMART.
- Se observó que las estaciones de nivel, flujo, presión y temperatura del laboratorio de redes industriales y control de procesos de la ESPE Extensión LATAACUNGA, emulan procesos industriales ya que poseen válvulas, electroválvulas, actuadores eléctricos, bombas, transmisores y controladores utilizados en el ámbito instrumentista industrial.
- El control PID es un tipo de control ampliamente utilizado en campo industrial para el control de sistemas por medio de un mecanismo de control genérico sobre una realimentación de bucle cerrado ideal para aplicaciones de lazos de (Temperatura, Presión, Nivel y flujo).

- Se manejó y programó dispositivos Siemens de la gama de los PLCs S7300 y su módulo de comunicación PROFINET 343-1 LEAN por medio del software TIA PORTAL V11, WINCC RT ADVANCED V11 con características de integración (hardware software) y propia área de diseño HMI sin necesidad de servidores OPCs.
- Se ha diseñado un HMI intuitivo y con características gráficas adecuados para un entorno de trabajo industrial.
- Se ha elaborado la guías con una metodología teórica y práctica, muy intuitivo para los lectores e implementadores de la Red Profinet
- Se verificó que el cable IE Fast Connect 2x2 Profinet posee protecciones a nivel industrial ya que es de tipo CAT 5; además fue muy fácil de acoplar al conector IE Fast Connect metálico y posteriormente sus conexiones en los módulos de Comunicación.

4.2 RECOMENDACIONES:

- Disponer de un adiestramiento previo en el uso (características de conexión y funcionamiento) de las estaciones de Nivel, Flujo, Presión y Temperatura en el laboratorio de redes industriales y control de procesos de la ESPE extensión Latacunga.
- Verificar las conexiones eléctricas y especialmente las de polarización de los Controladores lógicos programables, módulos de comunicación y módulos de adquisición de señales analógicas, para evitar daños eléctricos en los mismos.(Ver Anexo C)
- A nivel de programación, se recomienda no reutilizar las variables de programación ya que son espacios de memoria y generarían errores de compilación en la programación.
- Es necesario utilizar herramientas adecuadas para la conexión y desconexión del cableado eléctrico en los PLCs y módulos Siemens para evitar daños en sus borneras.
- Ya que TIA PORTAL V11 es un software con un paradigma de integración de dispositivos Siemens es recomendable realizar todas las conexiones de red (software y hardware) para evitar errores de compilación y ejecución.
- Para la configuración del módulo de comunicación IE 243-1 es necesario un análisis previo de los parámetros y características de los bloques de programa; para esto se recomienda utilizar la ayuda (Ver Anexos A y B).

BIBLIOGRAFÍA:

BARRERA Moncayo David E.: Tesis: Diseño e implementación de un sistema de entrenamiento PROFINET para Laboratorio de PLCs y Robótica del departamento de Eléctrica y Electrónica de la ESPE”, Ecuador , 2008

LÓPEZ Fernández Joaquin, PROFIBUS, Departamento de Ingeniería en Sistemas y Automática, Universidad de Vigo

PORRAS C. Alejandro y Montanero P. Antonio: “Autómatas Programables: Fundamento, manejo, instalación y prácticas”; Editorial McGraw-Hill, España 1990

SIEMENS, Manual del sistema de automatización S7-200, mayo 2005

SIEMENS, PROFINET Descripción de Sistema, Manual del Sistema, Agosto 2008.

SIEMENS, PROFINET, Industry sector, Agosto 2011.

SIEMENS, S7-300 - Industrial Ethernet / PROFINET CP 343-1 Lean, Manual de Usuario, Octubre 2012.

SIEMENS, SIMATIC NET Procesador de comunicaciones CP 243-1 para Industrial Ethernet y tecnología de la información, Instrucciones de servicio, Enero 2010.

SIEMENS, S7-300 CPU 31xC y CPU 31x, Datos técnicos, Manual de producto, Junio 2008.

SIEMENS, S7 communication over Industrial Ethernet S7-200, S7-300 and S7-400, Answers for Industry, Abril 2013

SIEMENS, PROFINET con STEP 7 V12, Manual de funciones, Enero 2013

SIEMENS, Lista de precios Ecuador, Enero 2013

SIEMENS, Capítulo 3 PROFINET, 2005

UNIVERSIDAD de Valencia, Departamento de ingeniería Electrónica, Wincc Manual de uso e iniciación.pdf.

ENLACES:

- <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/606/1/T-ESPE-021951.pdf>
- http://www.phoenixcontact.es/tecnologia/40931_42041.htm
- <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=216&tip=7>
- <http://read.pudn.com/downloads161/ebook/732022/PID%20motor%20control/Control.Pid.pdf>
- <http://www.liceus.com/cgi-bin/ac/pu/AutomatizacionMedioambiental.pdf>
- <http://es.scribd.com/doc/76605188/REDES-DE-COMUNICACION-INDUSTRIAL-PROFINET>
- <http://www.conelectronica.com/Ethernet-Industrial/PROFINET-la-revolución-industrial-de-Ethernet.html>
- <http://www.automation.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/simatic-s7-controller/s7-300/cpu/compact-cpus/pages/default.aspx>
- http://isa.uniovi.es/docencia/ra_marina/cuatrim2/Temas/s7200.pdf
- <http://fa.jonweb.net/Siemens/images/Article/Technical/automatas.pdf>
- http://cache.automation.siemens.com/dnl/jk/jkxNDIwOQAA_42122427_HB/BA_CP-243-1_78.pdf
- http://rd.udb.edu.sv:8080/jspui/bitstream/123456789/853/1/AUTOPROG_G09.pdf

ANEXOS

ANEXO A

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ANEXO B

PROGRAMACIÓN EN STEP 7 MICROWIN

ANEXO C

DIAGRAMAS DE CONEXIONES ELÉCTRICAS

ANEXO D

HOJAS DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE DISPOSITIVOS

ANEXO A
GLOSARIO DE
TÉRMINOS

ANEXO A. GLOSARIO DE TÉRMINOS

-A-

API: API (Application Process Identifier) es un parámetro cuyo valor especifica el proceso (aplicación) que procesa datos IO.

ARCHIVO GSD: El archivo Generic Station Description almacena en formato XML todas las características de un dispositivo PROFINET necesarias para su configuración.

ARPANET: Red de conmutación de paquetes desarrollados a principios de la década de los sesenta por ARPA que se considera el origen de la actual red Internet.

ASIC: ASIC es la abreviatura de Application Specific Integrated Circuits (circuitos integrados específicos de la aplicación).

-B-

BÚFER DE DIAGNÓSTICO: El búfer de diagnóstico es un área de memoria respaldada en la CPU en la que se depositan los eventos de diagnóstico en el orden en que van apareciendo.

-C-

CICLO DE COMUNICACIÓN Y RESERVA DEL ANCHO DE BANDA:

PROFINET IO es un sistema de comunicación en tiempo real escalable basado en el protocolo Layer 2 para Fast Ethernet.

CLIENTE/SERVIDOR: Modelo lógico de una forma de proceso cooperativo, independiente de plataformas hardware y sistemas operativos.

COMUNICACIÓN ISOCHRONOUS REAL-TIME: Proceso de transmisión sincronizada para el intercambio cíclico de datos IO entre equipos PROFINET.

CONTROLADOR PROFINET IO

Dispositivo a través del cual se direccionan los dispositivos IO conectados.

CP: Procesador de comunicaciones

CPU: Central Processing Unit

-D-

DDE (DYNAMIC DATA EXCHANGE): Protocolo de intercambio de datos de Microsoft para aplicaciones Windows.

DISPOSITIVO PROFINET: Un dispositivo PROFINET siempre dispone de una interfaz PROFINET (eléctrica, óptica, inalámbrica).

DISPOSITIVO PROFINET IO: Aparato de campo descentralizado que está asignado a uno de los controladores IO.

-E-

ERTEC: ASIC

ESTACIÓN PC SIMATIC: Una estación PC es un PC con módulos de comunicación y componentes de software integrados en una solución de automatización con SIMATIC.

-F-

FB: Bloque de función

-G-

GATEWAY: Dispositivo que permite el acceso desde una red de ordenadores a otra de características diferentes.

-H-

HART: HIGHWAY ADDRESSABLE REMOTE TRANSDUCER

-I-

IEEE: Asociación de profesionales norteamericanos que aporta criterios de estandarización de dispositivos eléctricos y electrónicos.

INDUSTRIAL ETHERNET

En comparación con el estándar Ethernet, la principal diferencia radica en la sollicitación mecánica y en la inmunidad contra perturbaciones de los distintos componentes.

IP: Protocolo de Internet (Internet Protocol)

-M-

MARCAS

Las marcas forman parte de la memoria de sistema de la CPU para guardar resultados intermedios.

MPI

La interfaz multipunto (Multi Point Interface, MPI) es la interfaz de las programadoras SIMATIC S7.

-O-

OPC (OLE for Process Control): Define una interfaz estándar para la comunicación en aplicaciones de automatización.

-P-

PNO: Comité técnico que define y desarrolla el estándar PROFIBUS y PROFINET.

PROTOCOLO: Se denomina protocolo a un conjunto de normas y/o procedimientos para la transmisión de datos que ha de ser observado por los dos extremos de un proceso comunicacional (emisor y receptor).

-R-

REMOTO: La palabra se utiliza en tecnologías de la información para definir sistemas o elementos de sistemas que se encuentran físicamente separados de una unidad central.

RT

PROFINET IO con comunicación Real Time (RT).

-S-

SIMATIC NET

División de negocio de Siemens Comunicación industrial para redes y componentes de red.

STEP 7

Es un sistema de ingeniería que contiene lenguajes de programación para crear programas de aplicación para controladores SIMATIC S7.

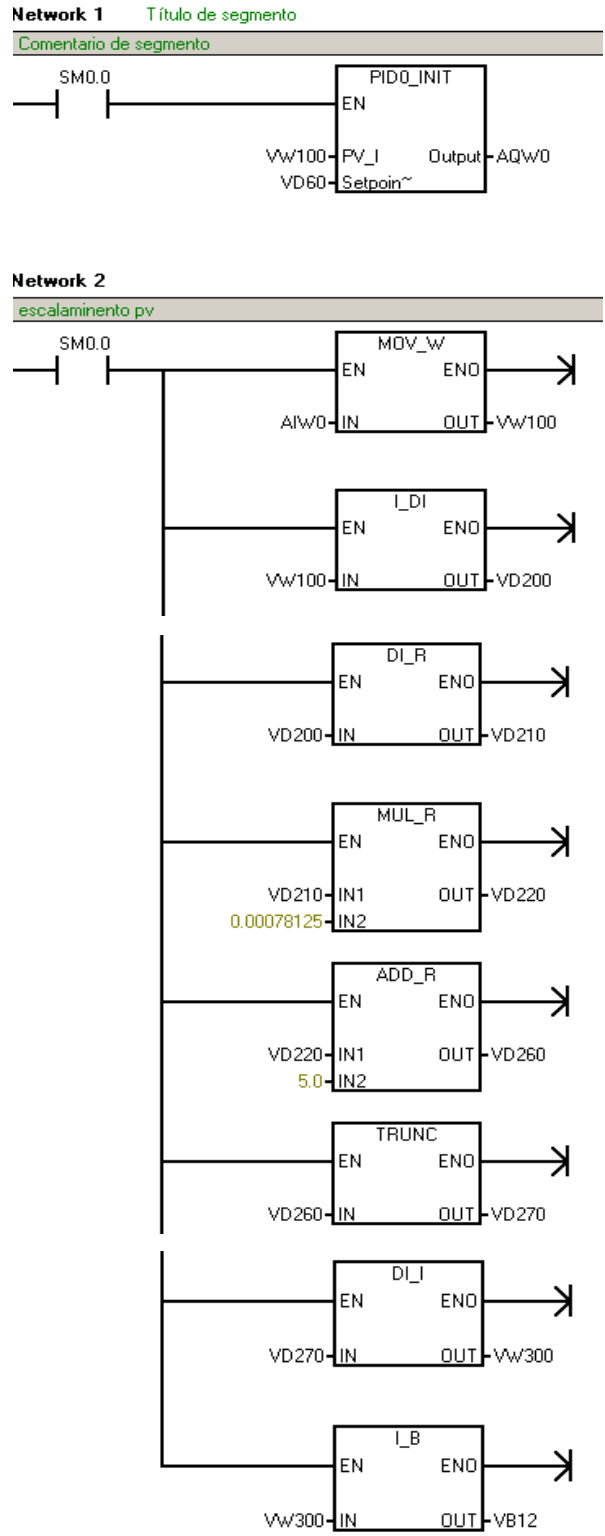
-T-

TSAPs: Punto de Direccionamiento de servicio de transporte

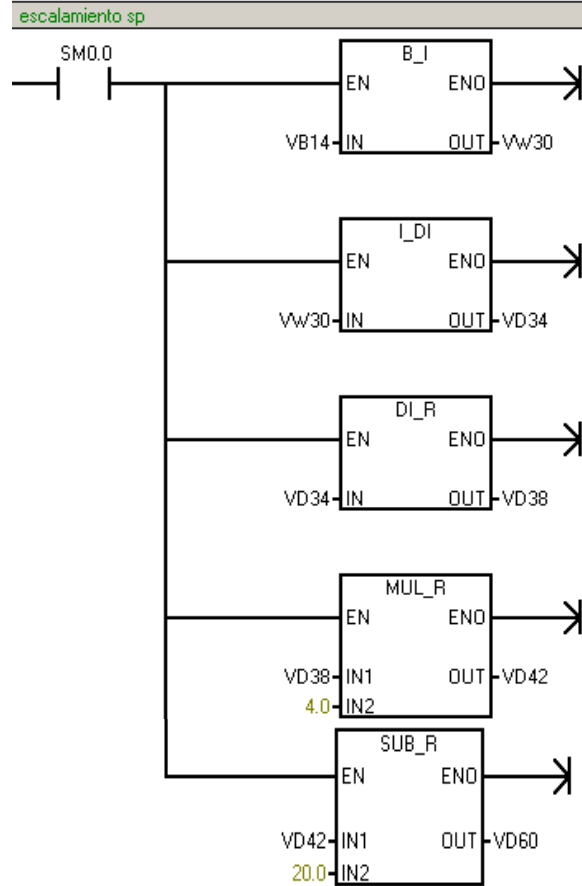
ANEXO B

PROGRAMACIÓN EN STEP 7 MICROWIN

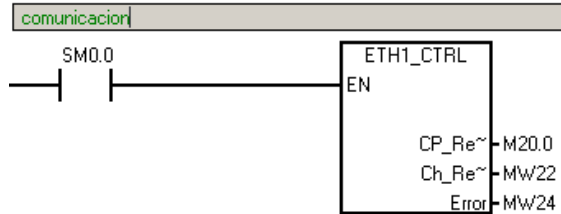
ESTACION DE PRESION, DIAGRAMA LADDER



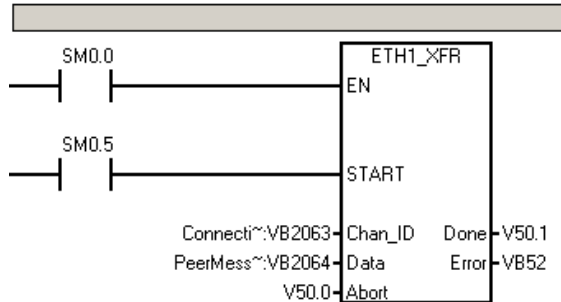
Network 3



Network 4

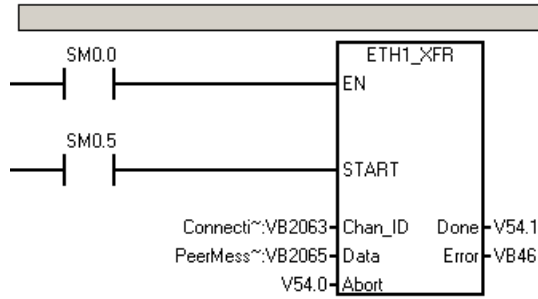


Network 5



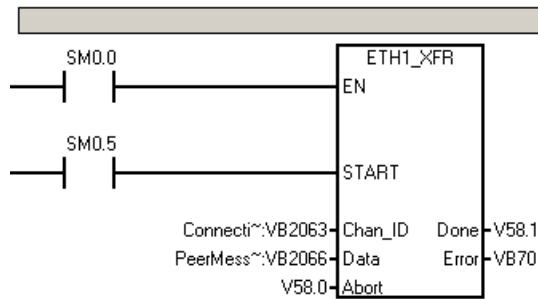
Símbolo	Dirección	Comentario
Connection1_0	VB2063	
PeerMessage10_1	VB2064	

Network 6



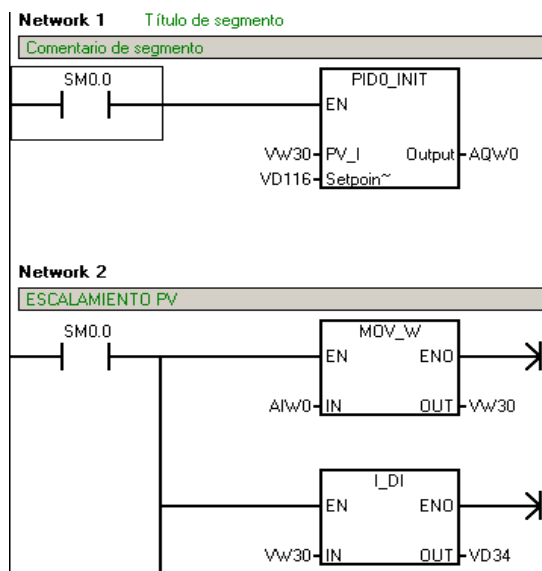
Símbolo	Dirección	Comentario
Connection1_0	VB2063	
PeerMessage10_2	VB2065	

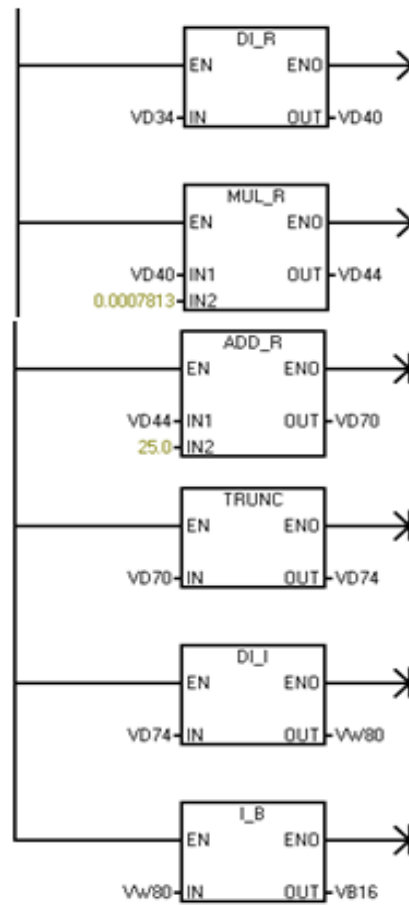
Network 7



Símbolo	Dirección	Comentario
Connection1_0	VB2063	
PeerMessage10_3	VB2066	

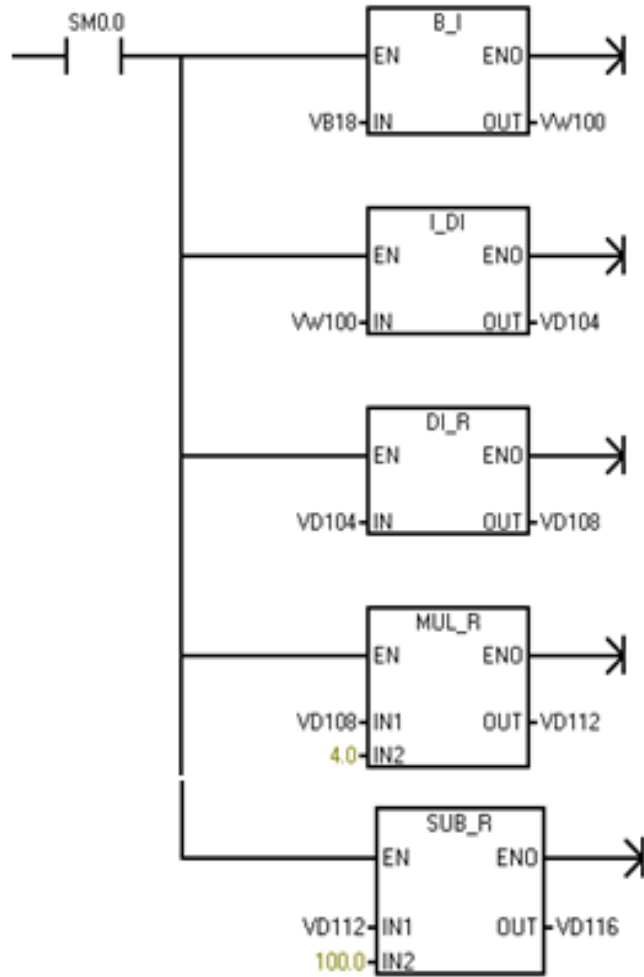
ESTACION FLUJO, DIAGRAMA LADDER



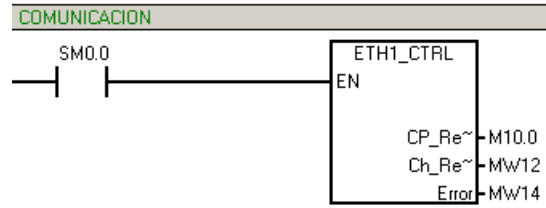


Network 3

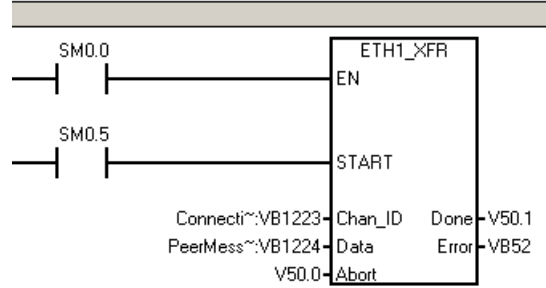
ESCALAMIENTO SP



Network 4

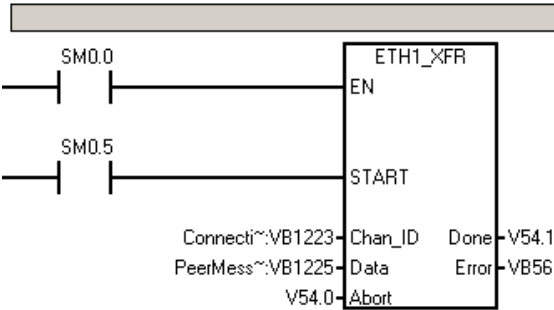


Network 5



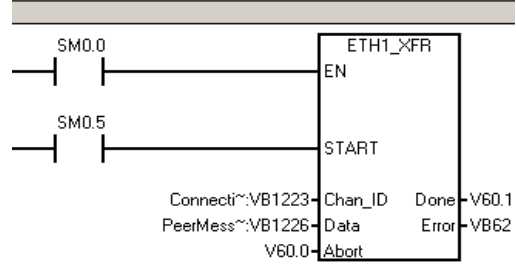
Símbolo	Dirección	Comentario
Connection1_0	VB1223	
PeerMessage10_1	VB1224	

Network 6



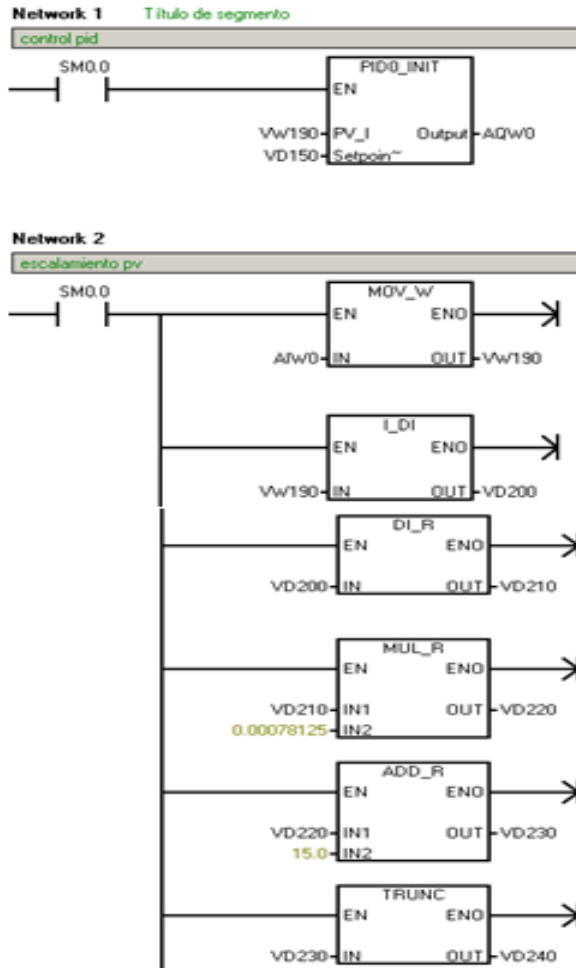
Símbolo	Dirección	Comentario
Connection1_0	VB1223	
PeerMessage10_2	VB1225	

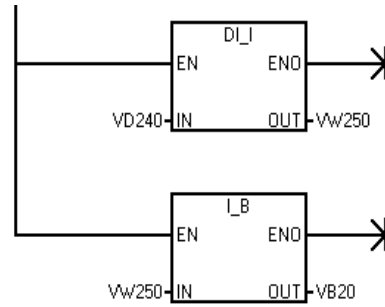
Network 7



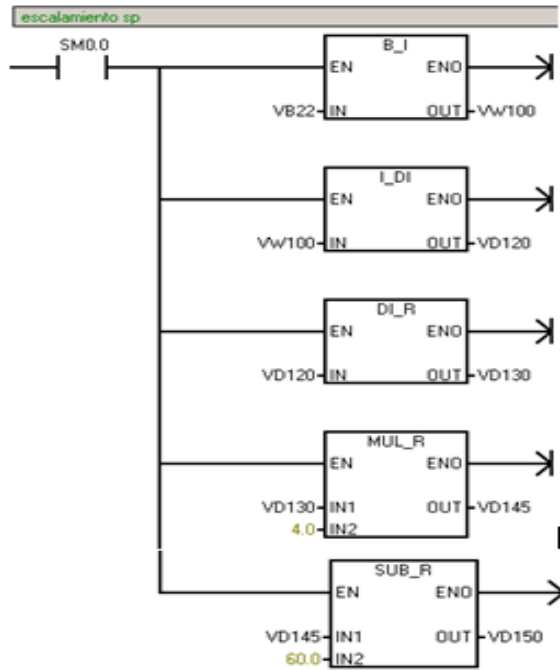
Símbolo	Dirección	Comentario
Connection1_0	VB1223	
PeerMessage10_3	VB1226	

ESTACION TEMPERATURA, DIAGRAMA LADDER

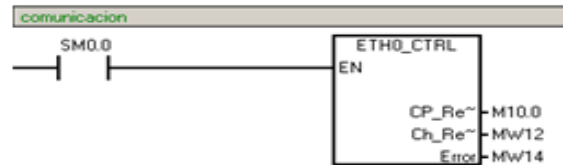




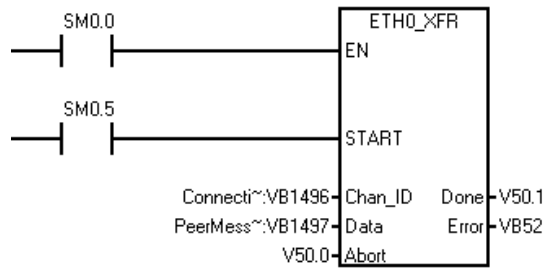
Network 3



Network 4

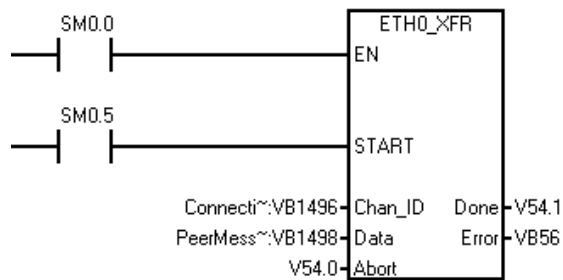


Network 5



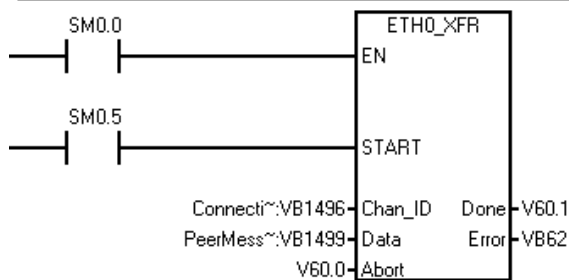
Símbolo	Dirección	Comentario
Connection0_0	VB1496	
PeerMessage00_1	VB1497	

Network 6



Símbolo	Dirección	Comentario
Connection0_0	VB1496	
PeerMessage00_2	VB1498	

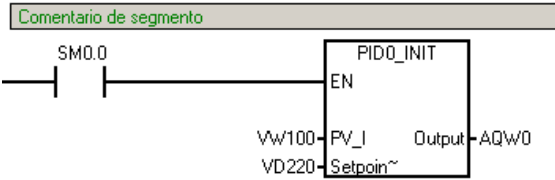
Network 7



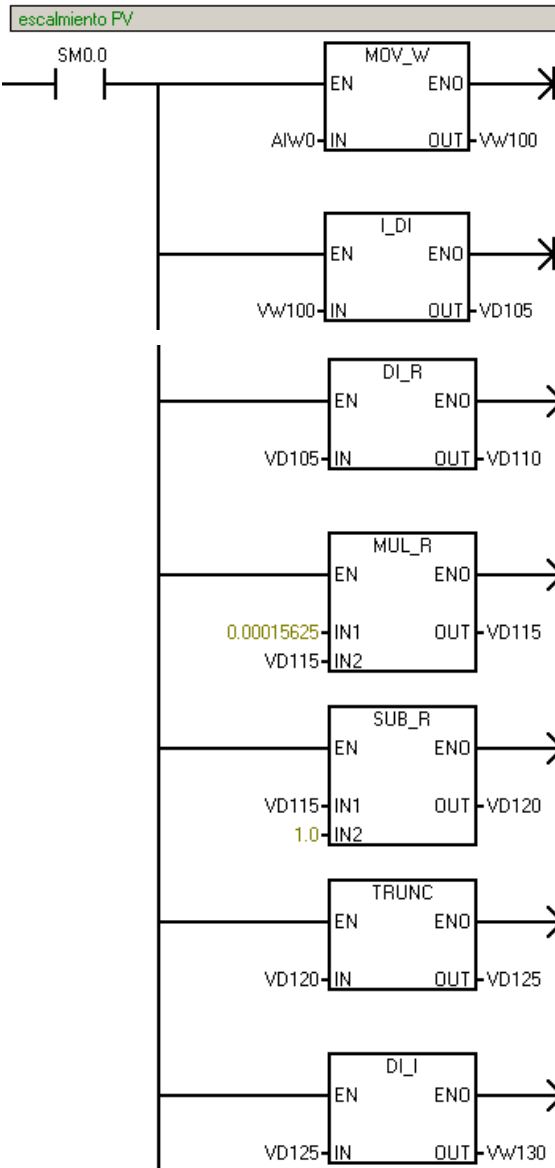
Símbolo	Dirección	Comentario
Connection0_0	VB1496	
PeerMessage00_3	VB1499	

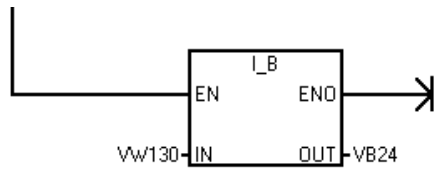
ESTACION DE NIVEL, DIAGRAMA LADDER

Network 1 Título de segmento

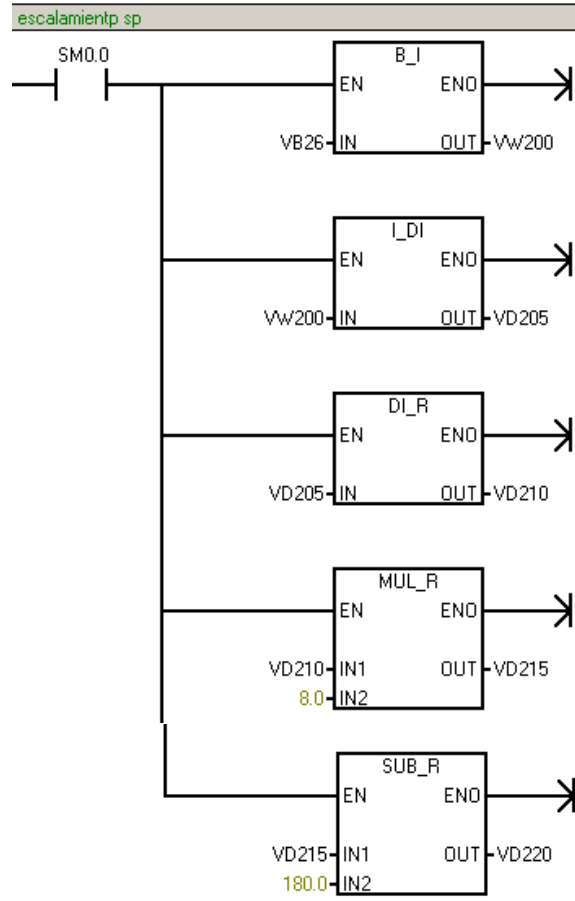


Network 2

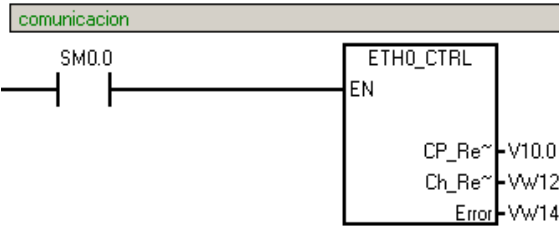




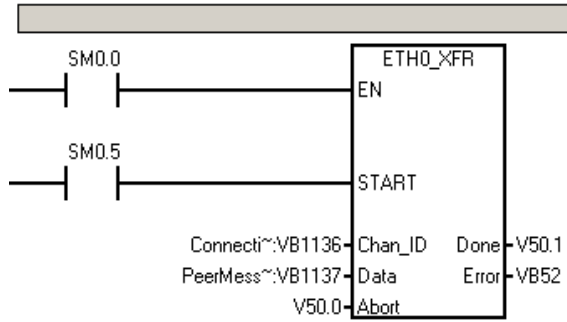
Network 3



Network 4

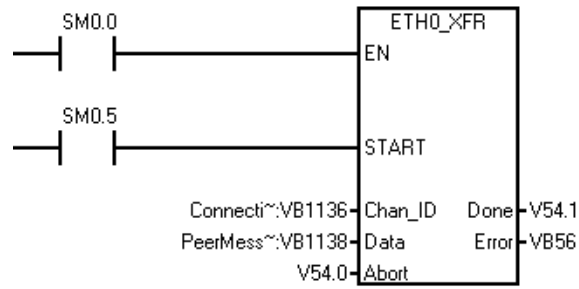


Network 5



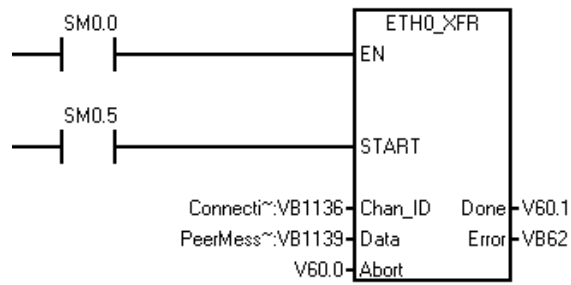
Símbolo	Dirección	Comentario
Connection0_0	VB1136	
PeerMessage00_1	VB1137	

Network 6



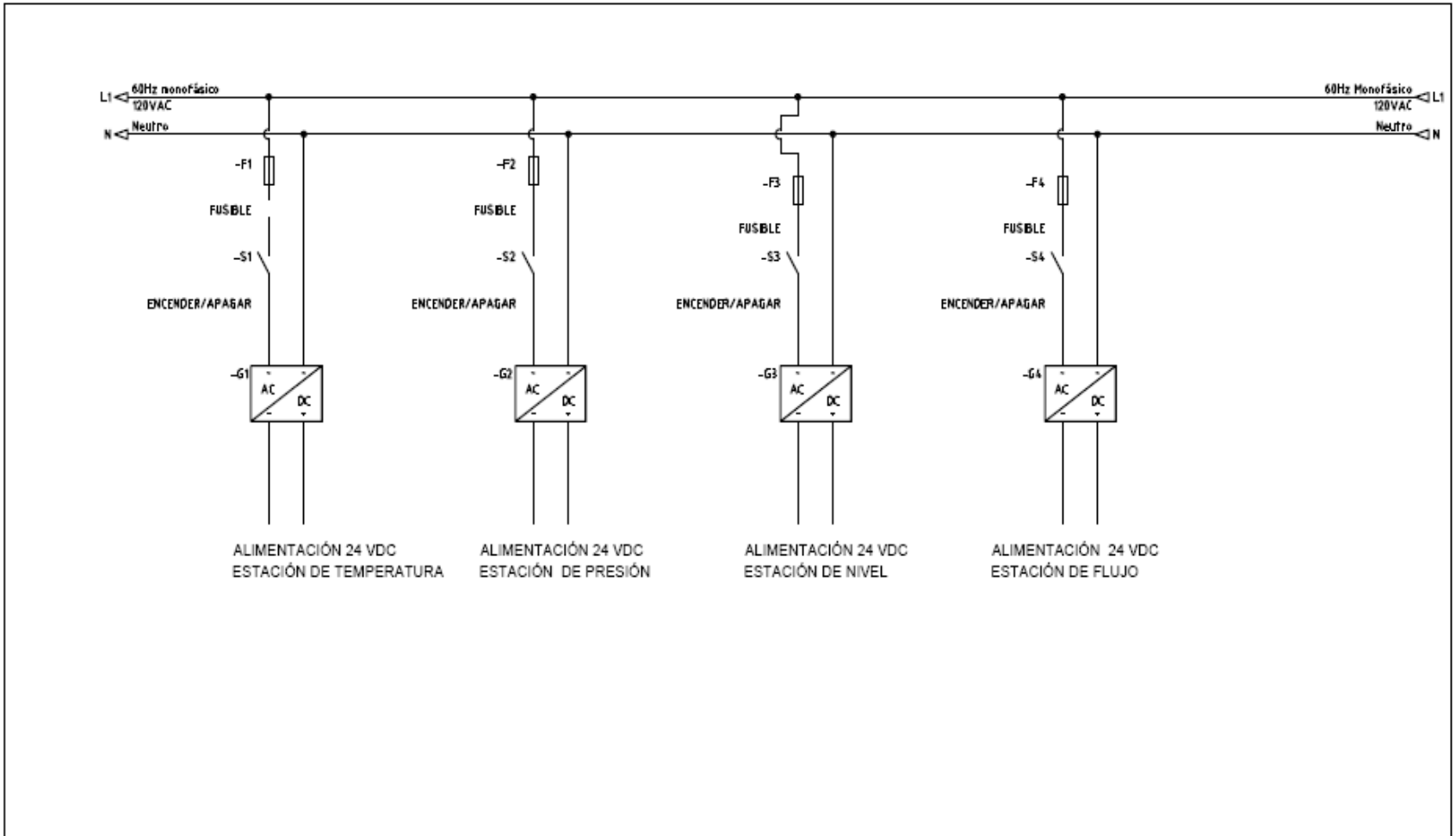
Símbolo	Dirección	Comentario
Connection0_0	VB1136	
PeerMessage00_2	VB1138	

Network 7



Símbolo	Dirección	Comentario
Connection0_0	VB1136	
PeerMessage00_3	VB1139	

ANEXO C
DIAGRAMAS DE
CONEXIONES
ELÉCTRICAS



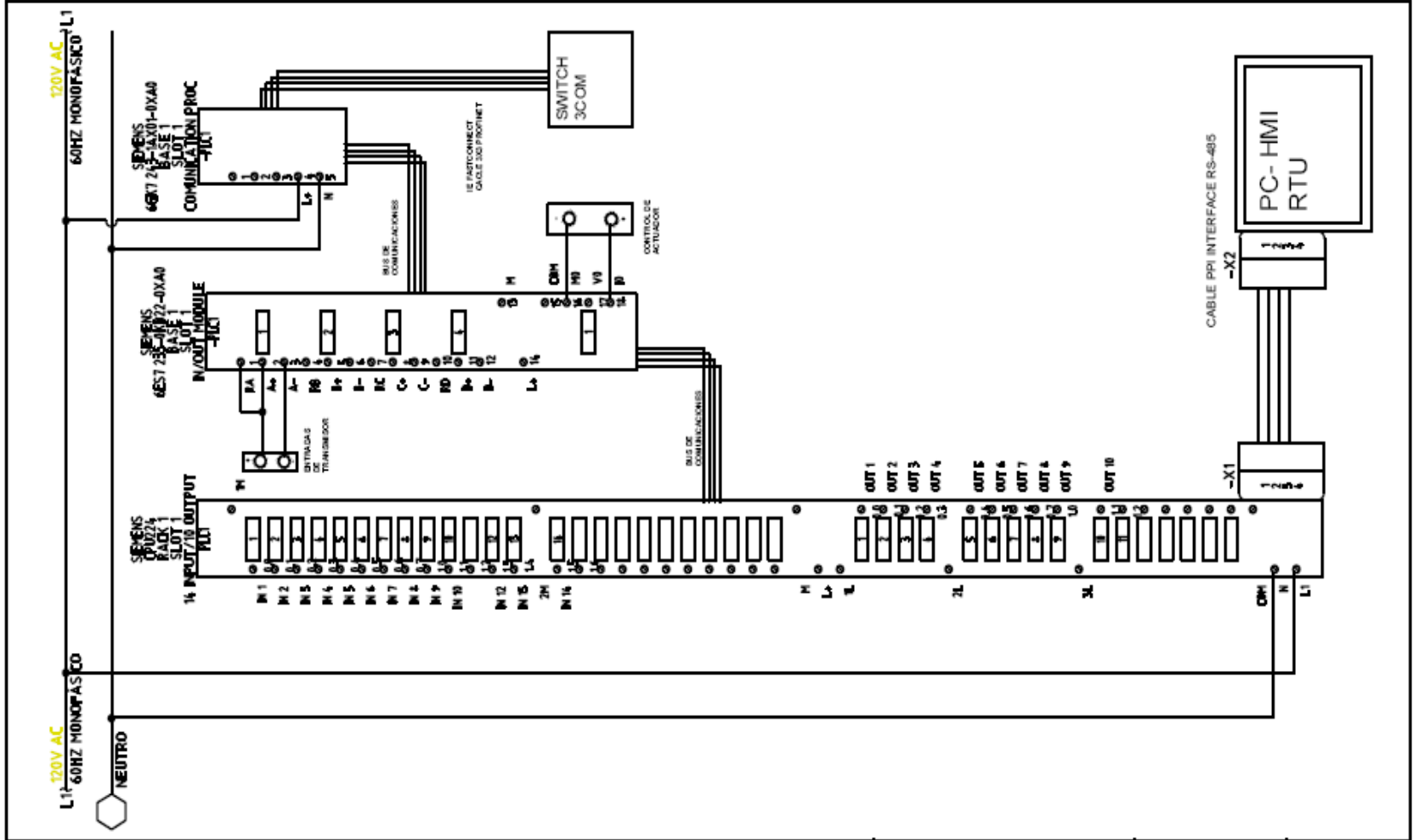
ESPE

ALIMENTACIÓN DE ESTACIONES DE PROCESOS

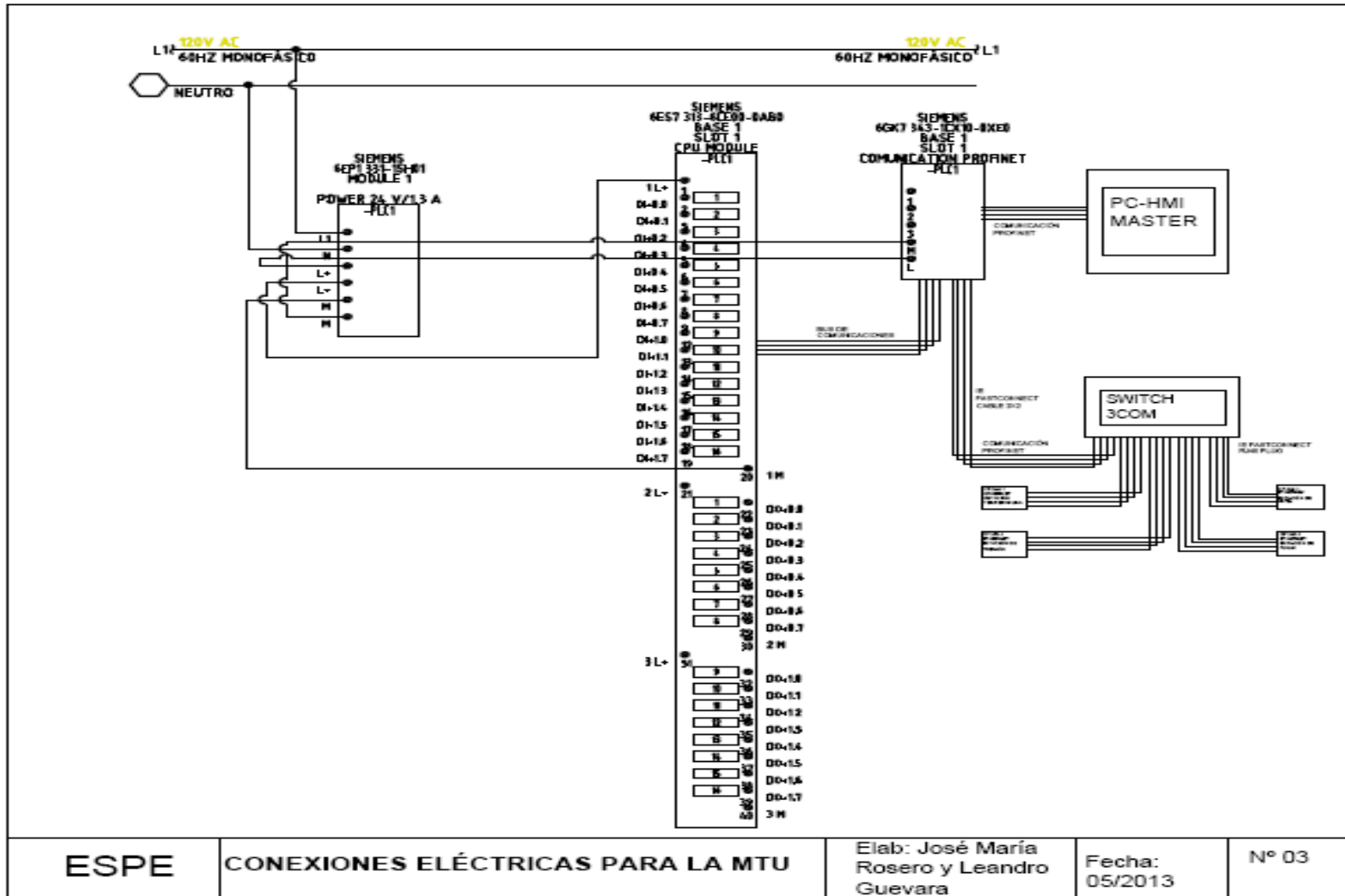
Elab: José María Rosero y Leandro Guevara

Fecha: 05/2013

Nº 01



ESPE	CONEXIONES ELÉCTRICAS PARA RTU'S	Elab: José María Rosero y Leandro Guevara	Fecha:05/2013	Nº 02
------	----------------------------------	---	---------------	-------



ANEXO D

HOJAS DE

ESPECIFICACIONES

TÉCNICAS DE

DISPOSITIVOS

TABLA D1. DATOS TÉCNICOS S7 300 CPU 313C 2DP

	CPU 313C-2 PIP	CPU 313C-2 DP
CPU y versión de producto	CPU 313C-2 PIP	CPU 313C-2 DP
Referencia	6ES7 313-6BF03-0AB0	6ES7 313-6CF03-0AB0
• Versión de hardware	01	01
• Versión de firmware	V2.6	V2.6
Paquete de programas correspondiente	STEP 7 a partir de la versión 5.4 + SP3 ó STEP 7 a partir de la versión 5.3 + SP2 con HSP 0123	STEP 7 a partir de la versión 5.4 + SP3 ó STEP 7 a partir de la versión 5.3 + SP2 con HSP 0123
Memoria	CPU 313C-2 PIP	CPU 313C-2 DP
Memoria de trabajo		
• Integrada	64 KB	
• Ampliable	No	
Memoria de carga	Insertable mediante Micro Memory Card (máx. 8 MB)	
Conservación de datos en la Micro Memory Card (tras la última programación)	Mínimo 10 años	
Respaldo	Garantizado por la Micro Memory Card (libre de mantenimiento)	
Tiempos de ejecución	CPU 313C-2 PIP	CPU 313C-2 DP
Tiempos de ejecución para		
• Operaciones de bits	Mín. 0,1 µs	
• Operaciones de palabras	Mín. 0,2 µs	
• Aritmética en coma fija	Mín. 2 µs	
• Aritmética en coma flotante	Mín. 3 µs	
Temporizadores/contadores y su remanencia	CPU 313C-2 PIP	CPU 313C-2 DP
Contadores S7	256	
• Remanencia	Configurable	
• Predeterminada	de Z 0 a Z 7	
• Rango de contaje	0 a 999	
Contadores IEC	sí	
• Clase	SFB	
• Cantidad	Ilimitada (sólo por la memoria de trabajo)	

Temporizadores S7	256	
• Remanencia	Configurable	
• Predeterminada	Sin remanencia	
• Rango de tiempo	10 ms a 9990 s	
Temporizadores IEC	sí	
• Clase	SFB	
• Cantidad	Ilimitada (sólo por la memoria de trabajo)	
Áreas de datos y su remanencia	CPU 313C-2 PiP	CPU 313C-2 DP
Marcas	256 bytes	
• Remanencia	Configurable	
• Remanencia predeterminada	de MB 0 a MB 15	
Marcas de ciclo	8 (1 byte de marcas)	
Bloques de datos	máx. 511 (en el rango numérico de 1 a 511)	
• Tamaño	máx. 16 KB	
• Compatibilidad Non-Retain (remanencia ajustable)	sí	
Datos locales según prioridad	máx. 510 bytes	
Bloques	CPU 313C-2 PiP	CPU 313C-2 DP
Total	1024 (DBs, FCs, FBs) El número máximo de bloques cargables puede verse reducido por la Micro Memory Card utilizada.	
OBs	v. lista de operaciones	
• Tamaño	máx. 16 KB	
• Número de OBs de ciclo libre	1 (OB 1)	
• Número de OBs de alarma horaria	1 (OB 10)	
• Número de OBs de alarma de retardo	1 (OB 20)	
• Número de alarmas cíclicas	1 (OB 35)	
• Número de OBs de alarmas de procesos	1 (OB 40)	
• Número de OBs de alarmas DPV1	-	3 (OB 55, 56, 57)
• Número de OBs de arranque	1 (OB 100)	
• Número de OBs de errores asíncronos	4 (OB 80, 82, 85, 87)	5 (OB 80, 82, 85, 86, 87)
• Número de OBs de errores síncronos	2 (OB 121, 122)	
Profundidad de anidamiento		
• por cada prioridad	8	

FBs		
• Cantidad, máx.	1024 (en el rango numérico de 0 a 2047)	
• Tamaño	máx. 16 KB	
FCs		
• Cantidad, máx.	1024 (en el rango numérico de 0 a 2047)	
• Tamaño	máx. 16 KB	
Áreas de direccionamiento (entradas y salidas)	CPU 313C-2 PtP	CPU 313C-2 DP
Área de direccionamiento de periferia (total)		
• Entradas	1024 bytes (de direccionamiento libre)	1024 bytes (de direccionamiento libre)
• Salidas	1024 bytes (de direccionamiento libre)	1024 bytes (de direccionamiento libre)
• De ellos, descentralizados		
- Entradas	ninguno	1006 bytes
- Salidas	ninguno	1006bytes
Imagen de proceso E/S		
• Entradas	128 bytes	128 bytes
• Salidas	128 bytes	128 bytes
Canales digitales		
• Canales integrados (DI)	16	16
• Canales integrados (DO)	16	16
• Entradas	1008	8064
• Salidas	1008	8064
• Entradas, de ellas centralizadas	1008	1008
• Salidas, de ellas centralizadas	1008	1008
Canales analógicos		
• Canales integrados	ninguno	ninguno
• Canales integrados	ninguno	ninguno
• Entradas	248	503
• Salidas	248	503
• Entradas, de ellas centralizadas	248	248
• Salidas, de ellas centralizadas	248	248

Datos técnicos		
	CPU 313C-2 PtP	CPU 313C-2 DP
Configuración	CPU 313C-2 PtP	CPU 313C-2 DP
Bastidores	máx. 4	
Módulos por cada bastidor	máx. 8; en el bastidor ER 3 máx. 7	
Cantidad de maestros DP		
• Integrada	No	1
• a través de CP	4	4
Módulos de función y procesadores de comunicación compatibles		
• FM	máx. 8	
• CP (punto a punto)	máx. 8	
• CP (LAN)	máx. 6	
Hora	CPU 313C-2 PtP	CPU 313C-2 DP
Reloj	Sí (reloj de HW)	
• Respaldo	Sí	
• Duración del respaldo	típ. 6 semanas (a 40 °C de temperatura ambiente)	
• Comportamiento tras concluir el tiempo de respaldo	El reloj continuará avanzando a partir de la hora a la que se produjo la desconexión de la alimentación.	
• Precisión	Diferencia por día < 10 s	
Contador de horas de funcionamiento	1	
• Número	0	
• Rango	2 ³¹ horas (si se emplea la SFC 101)	
• Granularidad	1 hora	
• Remanente	Sí; debe reiniciarse con cada re arranque completo	
Sincronización horaria	Sí	
• en el autómata	Maestro	
• en MPI	Maestro/esclavo	
• en DP	-	Maestro/esclavo (para esclavo DP sólo reloj esclavo)
Funciones de aviso S7	CPU 313C-2 PtP	CPU 313C-2 DP
Cantidad de equipos que pueden conectarse para funciones de aviso (p. ej. OS)	máx. 8 (en función de los enlaces configurados para comunicación básica S7 y PG/OP)	
Avisos de diagnóstico de proceso	Sí	
• Bloques Alarm-S activos simultáneamente	máx. 20	

Datos técnicos		
	CPU 313C-2 PIP	CPU 313C-2 DP
Dimensiones	CPU 313C-2 PIP	CPU 313C-2 DP
Dimensiones de montaje A x A x P (mm)	120 x 125 x 130	
Peso	aprox. 566 g	
Tensiones, intensidades	CPU 313C-2 PIP	CPU 313C-2 DP
Tensión de alimentación (valor nominal)	24 V c.c.	
• Rango admisible	20,4 V a 28,8 V	
Consumo de corriente (en marcha en vacío)	típ. 100 mA	
Intensidad al conectar	típ. 11 A	
Consumo de corriente (valor nominal)	700 mA	900 mA
I^2t	0,7 A ² s	
Protección externa para líneas de alimentación (recomendación)	Interruptor LS tipo B: mín. 4 A, tipo C: Mín. 2 A	
Potencia disipada	típ. 10 W	

TABLA D2. DATOS TÉCNICOS S7 200 CPU 224, CPU 226

	CPU 221	CPU 222	CPU 224	CPU 224XP	CPU 226
Memoria					
Tamaño del programa de usuario (EEPROM) con edición en modo RUN sin edición en modo RUN	4096 bytes 4096 bytes		8192 bytes 12288 bytes	12288 bytes 16384 bytes	16384 bytes 24576 bytes
Datos de usuario (EEPROM)	2048 bytes (remanentes)		8192 bytes (remanentes)	10240 bytes (remanentes)	10240 bytes (remanentes)
Respaldo (condensador de alto rendimiento) (pila opcional)	Tip. 50 h (min. 8 h a 40°C) Tip. 200 días		Tip. 100 h (min. 70 h a 40°C) Tip. 200 días	Tip. 100 horas (min. 70 horas a 40°C) Tip. 200 días	
Entradas y salidas (E/S)					
E/S de ampliación	6 E/4 S	8 E/6 S	14 E/10 S	14 E/10 S	24 E/16 S
E/S analógicas	Ninguna			2 E/1 S	Ninguna
Tamaño de la imagen de E/S digitales	256 (128 E/128 S)				
Tamaño de la imagen de E/S analógicas	Ninguno	32 (16 E/16 S)	64 (32 E/32 S)		
Nº máx. de módulos de ampliación	Ninguno	2 módulos ¹	7 módulos ¹		
Nº máx. de módulos inteligentes	Ninguno	2 módulos ¹	7 módulos ¹		
Entradas de captura de impulsos	6	8	14		24
Contadores rápidos Fase simple	4 contadores (total) 4 a 30 kHz		6 contadores (total) 6 a 30 kHz	6 contadores (total) 4 a 30 kHz 2 a 200 kHz	6 contadores (total) 6 a 30 kHz
Dos fases	2 a 20 kHz		4 a 20 kHz	3 a 20 kHz 1 a 100 kHz	4 a 20 kHz
Salidas de impulsos	2 a 20 kHz (solo en salidas c.c.)			2 a 100 kHz (solo en salidas c.c.)	2 a 20 kHz (solo en salidas c.c.)
Datos generales					
Temporizadores	256 temporizadores en total: 4 temporizadores de 1 ms, 16 temporizadores de 10 ms y 236 temporizadores de 100 ms				
Contadores	256 (respaldo por condensador de alto rendimiento o pila)				
Marcas internas almacenadas al desconectar la CPU	256 (respaldo por condensador de alto rendimiento o pila) 112 (almacenamiento en EEPROM)				
Interrupciones temporizadas	2 con resolución de 1 ms				
Interrupciones de flanco	4 flancos positivos y/o 4 flancos negativos				
Potenciómetros analógicos	1 con resolución de 8 bits		2 con resolución de 8 bits		
Velocidad de ejecución booleana	0,22 µs por operación				
Reloj de tiempo real	Cartucho opcional		Incorporado		
Cartuchos opcionales	Memoria, pila y reloj de tiempo real		Memoria y pila		
Comunicación integrada					
Puertos (potencia limitada)	1 puerto RS-485			2 puertos RS-485	
Velocidades de transferencia PPI, DP/T	9,6, 19,2 y 187,5 kbit/s				
Velocidades de transferencia Freeprot	1,2 kbit/s a 115,2 kbit/s				
Longitud máx. del cable por segmento	Con repetidor aislado: 1000 m hasta 187,5 kbit/s, 1200 m hasta 98,4 kbit/s Sin repetidor aislado: 50 m				
Nº máximo de estaciones	32 por segmento, 126 por red				
Nº máximo de maestros	32				
Punto a punto (modo maestro PPI)	Sí (NETR/NETW)				
Enlaces MPI	4 en total, 2 reservados (1 para una PG y 1 para un OP)				

¹ Es preciso calcular la corriente necesaria para determinar cuánta energía puede suministrar la CPU S7-200 a la configuración deseada. Si se excede la corriente necesaria para la CPU, es posible que no se pueda conectar el número máximo de módulos. Consulte el anexo A para obtener información acerca de los requisitos de alimentación de la CPU y de los módulos de ampliación, así como el anexo B para calcular la corriente necesaria.

TABLA D3.DATOS DE ALIMENTACION S7 200 CPU 224 Y CPU 226

Corriente continua		Corriente alterna	
Potencia de entrada			
Tensión de entrada	20,4 a 28,8 V c.c.		85 V a 264 V c.a., 47 a 63 Hz
Intensidad de entrada	CPU solo a 24 V c.c.	Carga máx. a 24 V c.c.	sólo CPU
CPU 221	80 mA	450 mA	80/15 mA a 120/240 V c.a.
CPU 222	85 mA	500 mA	40/20 mA a 120/240 V c.a.
CPU 224	110 mA	700 mA	60/30 mA a 120/240 V c.a.
CPU 224XP	120 mA	900 mA	70/35 mA a 120/240 V c.a.
CPU 226	150 mA	1000 mA	80/40 mA a 120/240 V c.a.
			Carga máx.
			120/60 mA a 120/240 V c.a.
			140/70 mA a 120/240 V c.a.
			200/100 mA a 120/240 V c.a.
			220/100 mA a 120/240 V c.a.
			320/160 mA a 120/240 V c.a.
Corriente de inyección	12 A a 28,8 V c.c.		20 A a 264 V c.a.
Aislamiento (campo a circuito lógico)	Sin aislamiento		1500 V c.a.
Tiempo de retardo (desde la pérdida de corriente)	10 ms a 24 V c.c.		20/80 ms a 120/240 V c.a.
Fusible (no reemplazable)	3 A, 250 V, de acción lenta		2 A, 250 V, de acción lenta
Alimentación de sensores 24 V c.c.			
Tensión de sensores (potencia limitada)	L+ menos 5 V		20,4 a 28,8 V c.c.
Intensidad límite	1,5 A pico, límite térmico no destructivo (v. tabla A-3, carga nominal)		
Rizado/corriente parásita	Derivado de potencia de entrada		Menos de 1 V pico a pico
Aislamiento (sensor a circuito lógico)	Sin aislamiento		

TABLA D4.DATOS DE ENTRADAS DIGITALES S7 200 CPU 224/ 226

Datos generales	Entrada de 24 V c.c. (CPU 221, CPU 222, CPU 224, CPU 226)	Entrada de 24 V c.c. (CPU 224XP)
Tipo de datos	Sumidero de corriente/fuente (tipo 1 IEC con sumidero de corriente)	Sumidero de corriente/fuente (tipo 1 IEC, excepto I0.3 a I1.5)
Tensión nominal	Tip. 24 V c.c. a 4 mA	Tip. 24 V c.c. a 4 mA
Tensión continua máx. admisible	30 V c.c.	
Sobretensión	85 V c.c., 0,5 s	
Señal 1 lógica (mín.)	15 V c.c. a 2,5 mA	15 V c.c. a 2,5 mA (I0.0 a I0.2 e I0.6 a I1.5) 4 V c.c. a 8 mA (I0.3 a I0.5)
Señal 0 lógica (máx.)	5 V c.c. a 1 mA	5 V c.c. a 1 mA (I0.0 a I0.2 e I0.6 a I1.5) 1 V c.c. a 1 mA (I0.3 a I0.5)
Retardo de entrada	Seleccionable (0,2 a 12,8 ms)	
Conexión de sensor de proximidad de 2 hilos (Bero)		
Corriente de fuga admisible (máx.)	1 mA	
Aislamiento (campo a circuito lógico)	Sí	
Separación galvánica	500 V c.a., 1 minuto	
Grupos de aislamiento	Consulte el diagrama de cableado	
Frecuencia de entrada de los contadores rápidos (HSC)		
Entradas HSC	Señal 1 lógica	Fase simple
Todos los HSC	15 a 30 V c.c.	20 kHz
Todos los HSC	15 a 26 V c.c.	30 kHz
H0.4, H0.5 (sólo CPU 224XP)	> 4 V c.c.	200 kHz
Entradas ON simultáneamente	Todas	Todas Sólo CPU 224XP AC/DC/relé: Todas a 55° C con entradas c.c. a 26 V c.c. máx. Todas a 50° C con entradas c.c. a 30 V c.c. máx.
Longitud del cable (máx.)		
Apantallado	500 m para las entradas normales, 50 m para las entradas HSC ¹	
No apantallado	300 m para las entradas normales	

¹ Para las entradas HSC se recomienda utilizar cables apantallados de par trenzado.

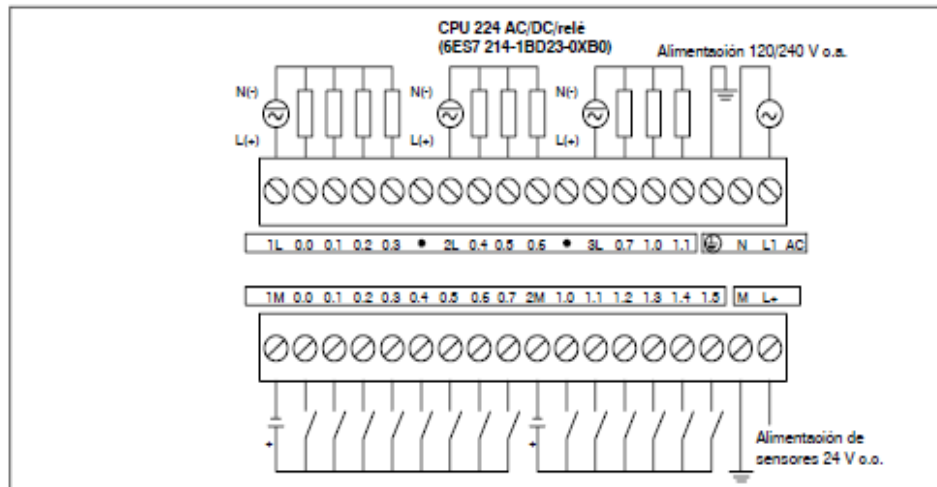


FIGURA D1.CABLEADO DE S7 200 CPU 224 AC /DC/ RELÉ

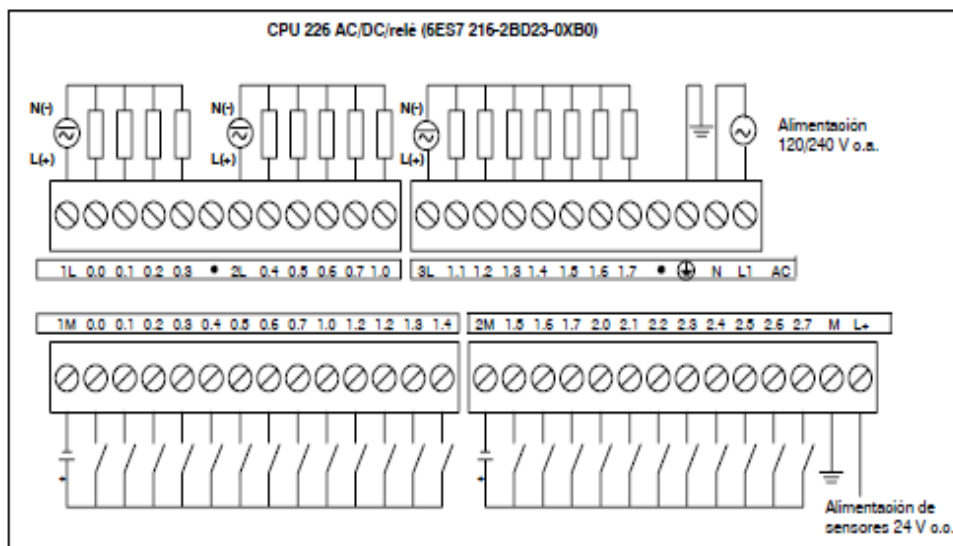


FIGURA D2.CABLEADO DE S7 200 CPU 226 AC /DC/ RELÉ

TABLA D5. HOJA DE DATOS TÉCNICOS MÓDULO EM 235 SIEMENS

Description Order Number	EM231 Analog Input AI 4 x 12 Bits 6ES7 231-0HC20-0XA0	EM232 Analog Output AQ 2 x 12 Bits 6ES7 232-0HB20-0XA0	EM235 Analog Combo AI 4/AQ 1 x 12 Bits 6ES7 235-0KD20-0XA0	
	Input Specifications	Output Specifications	Input Specifications	Output Specifications
General Specifications				
Dimensions (W x H x D)	71.2 mm x 80 mm x 62 mm	46 mm x 80 mm x 62 mm	71.2 mm x 80 mm x 62 mm	
Weight	183 g	148 g	186 g	
Power loss (dissipation)	2 W	2 W	2 W	
Number of points reserved for this module	4 analog input points	2 analog output points	4 analog input points, 2 analog output points (actual physical points: 4 input, 1 output)	
Power Consumption				
From +5 VDC (from I/O bus)	10 mA	10 mA	10 mA	
From L+	60 mA	70 mA (with both outputs at 20 mA)	60 mA (with output at 20 mA)	
L+ voltage range, Class 2 or DC sensor supply	20.4 to 28.8	20.4 to 28.8	20.4 to 28.8	
LED Indicator	24 VDC Power Supply Good, ON = no fault, OFF = no 24 VDC power	24 VDC Power Supply Good, ON = no fault, OFF = no 24 VDC power	24 VDC Power Supply Good, ON = no fault, OFF = no 24 VDC power	
Analog Input Specifications				
No. of Analog Input Points	4		4	
Isolation (Field side to logic circuit)	None		None	
Input type	Differential		Differential	
Input ranges				
Voltage (unipolar)	0 to 10 V, 0 to 5 V		0 to 10 V, 0 to 5 V, 0 to 1 V, 0 to 500 mV, 0 to 100 mV, 0 to 50 mV	
Voltage (bipolar)	±5 V, ±2.5 V		±10 V, ±5 V, ±2.5 V, ±1 V, ±500 mV, ±250 mV, ±100 mV, ±50 mV, ±25 mV	
Current	0 to 20 mA		0 to 20 mA	
Input Resolution	see Table 1		see Table 1	
Voltage (unipolar)				
Voltage (bipolar)				
Current				
Analog to digital conversion time	< 250 µs		< 250 µs	
Analog input step response	1.5 ms to 95%		1.5 ms to 95%	
Common mode rejection	40 dB, DC to 60 Hz		40 dB, DC to 60 Hz	
Common mode voltage	Signal voltage plus common mode voltage (must be ≤ 12 V)		Signal voltage plus common mode voltage (must be ≤ 12 V)	
Data word format	(see Table 2)		(see Table 4)	
Bipolar, full-scale range	-32000 to +32000		-32000 to +32000	
Unipolar, full-scale range	0 to 32000		0 to 32000	
Input Impedance	≥10 mΩ		≥10 mΩ	
Input filter attenuation	-3 db @ 3.1 KHz		-3 db @ 3.1 KHz	
Maximum input voltage	30 VDC		30 VDC	
Maximum input current	32 mA		32 mA	
Resolution	12 bit A/D converter		12 bit A/D converter	

TABLA D6. ESPECIFICACIONES EM 235

Full Scale Input Range	Repeatability ¹	
	% of Full Scale	Counts
EM231 Specifications		
0 to 5 V	± 0.075%	± 24
0 to 20 mA		
0 to 10 V		
± 2.5 V		± 48
± 5 V		
EM235 Specifications		
0 to 50 mV	± 0.075%	± 24
0 to 100 mV		
0 to 500 mV		
0 to 1 V		
0 to 5 V		
0 to 20 mA		
0 to 10 V		
± 25 mV	± 0.075%	± 48
± 50 mV		
± 100 mV		
± 250 mV		
± 500 mV		
± 1 V		
± 2.5 V		
± 5 V		
± 10 V		

- 1 Measurements made after the selected input range has been calibrated.
- 2 The offset error in the signal near zero analog input is not corrected, and is not included in the accuracy specification.
- 3 There is a channel-to-channel carryover conversion error, due to the finite settling time of the analog multiplier of the difference between channels.
- 4 Mean accuracy includes effects of non-linearity and drift from 0 to 55 degrees C.

EM235

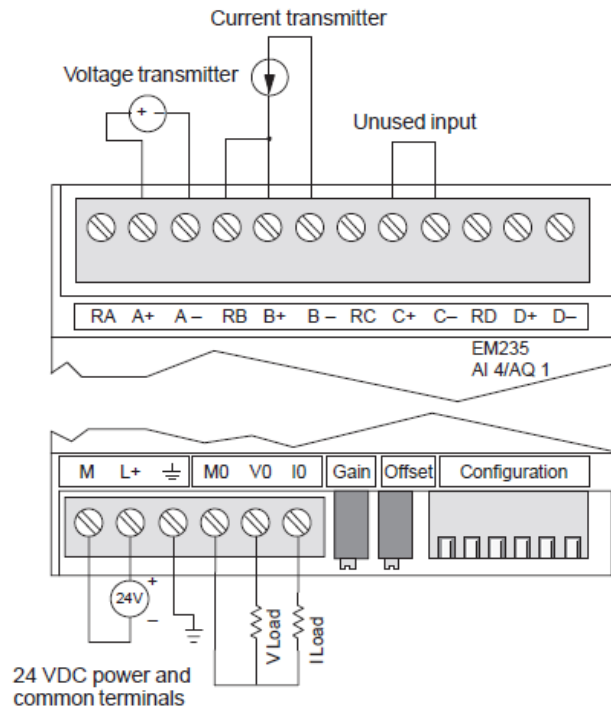



FIGURA D3.CABLEADO MÓDULO ANALÓGICO EM 235

TABLA D7.HOJA DE DATOS TÉCNICOS CP 243-1

Estructura constructiva:	
Formato del módulo	Módulo de ampliación S7-200
Dimensiones (An x Al x P)	71,2 x 80 x 62 mm
Peso	aprox. 150 g
Velocidades de transmisión	10 Mbits/s y 100 Mbits/s
Capacidad de la memoria flash	8 MB como ROM para el firmware del CP 243-1 y 8 MB como ROM para el sistema de archivos
Capacidad de la memoria SDRAM	16 MB
Vida útil garantizada de la memoria flash para el sistema de archivos	100 000 operaciones de escritura o borrado
Interfaces	
Conexión a Industrial Ethernet (10/100 Mbits/s)	Conector hembra octopolar RJ45
Tensión de entrada	+24 V DC (-15%/+20%)
Consumo de corriente del bus S7	55 mA
de 24 V DC externa	60 mA
Disipación	1,5 W
Máx. cantidad de enlaces	hasta 8 enlaces S7 (XPUT/XGET o READ/WRITE) + 1 enlace con STEP 7 Micro/WIN 32
máx. cantidad de enlaces IT	un enlace respectivamente para el servidor FTP, el cliente FTP y el cliente e-mail, así como 4 enlaces HTTP
Condiciones ambientales admisibles	
Temperatura de servicio	de 0 °C a +55 °C para montaje horizontal de 0 °C a +45 °C para montaje vertical
Temperatura de transporte/almacenaje	de -40 °C a +70 °C
Humedad relativa máx.	95% a +25 °C
Altitud de servicio	hasta 2.000 m sobre el nivel normal; en altitudes mayores se podría restringir la refrigeración, lo cual hace necesario reducir la temperatura superior de servicio
Grado de protección	IP 20
Estándar Ethernet	IEEE 802.3

Normas estándar / homologaciones	<p>Marcado CE UL 508 o cULus CSA C22.2 número 142 o cULus FM 3611 EN 50081-2 / EN 61000-6-4 EN 55011 grupo 1 clase A EN 60529 EN 61000-6-2 EN 61131-2</p> <p> ATEX: EN 60079-0:2006, EN 60079-15:2005 II 3 G Ex nA II T4 KEMA 03 ATEX I228X</p>
Tiempo de arranque o de re arranque tras un reset	aprox. 10 segundos
Volúmenes de datos útiles	<ul style="list-style-type: none"> • como cliente: con XPUT / XGET hasta 212 bytes • como servidor: <ul style="list-style-type: none"> - con XGET o READ hasta 222 bytes - con XPUT o WRITE hasta 212 bytes
máx. longitud de un e-mail	1.024 caracteres
Sistema de archivos	<ul style="list-style-type: none"> • máx. longitud de ruta incl. nombre de archivo y de unidad: 254 caracteres • máx. longitud de un nombre de archivo: 99 caracteres • máx. profundidad de anidamiento de los directorios: 49
Puertos de servidor utilizados	<p>HTTP: 80 canal de instrucciones FTP: 21 canales de datos FTP para servidor FTP: 3100 - 3199 establecimiento del enlace S7: 102</p>

HOJA DE DATOS CP 343-1 LEAN



PROCESADOR DE COMUNIC. CP343-1 LEAN PARA CONECTAR UN SIMATIC S7-300 A IND. ETHERNET VIA TCP/IP Y UDP, MULTICAST, SEND/RECEIVE CON Y SIN RFC1006, FETCH/ WRITE, COMUNICACION S7(SERVER) PROFINET IO-DEVICE SWITCH 2 PUETOS INTEGRADO ERTEC 200, REEMPLAZO MODULO SIN PG, DIAGNOST. SNMP, INICIALIZACION VIA LAN, 2 X RJ45 CONEXION PARA LAN CON 10/100 MBIT/S

Transmission rate

Tasa de transmisión / [nicht versorgt - an der Schnittstelle 1] 10 ... 100 Mbit/s

Interfaces

Número de conexiones eléctricas

- en la interfaz 1 / según Industrial Ethernet 2
- para alimentación de tensión 1

Supply voltage, current consumption, power loss

Tipo de tensión / de la tensión de alimentación	DC
Tensión de alimentación	
• 1 / desde bus posterior	5 V
• [nicht versorgt - extern]	24 V
Tolerancia positiva relativa / con 24 V / con DC	20 %
Tolerancia negativa relativa / con 24 V / con DC	15 %
Corriente consumida	
• [nicht versorgt - aus Rückwandbus] / [nicht versorgt - bei 24 V] / [nicht versorgt - bei DC] / [nicht versorgt - typisch]	0,2 A
• [nicht versorgt - aus externer Versorgungsspannung] / [nicht versorgt - bei 24 V] / [nicht versorgt - bei DC]	
• [nicht versorgt - typisch]	0,16 A
• máxima	0,2 A
Potencia activa disipada	5,8 W

Permitted ambient conditions**Ambient temperature**

- durante el almacenamiento -40 ... +70 °C
- durante el transporte -40 ... +70 °C

Humedad relativa

- a 25 °C / sin condensación / durante la operación / máx. 95 %

Clase de protección IP

IP20

Design, dimensions and weight**Anchura**

40 mm

Altura

125 mm

Profundidad

120 mm

Peso neto

0,22 kg

Performance data / open communication**Número de conexiones posibles / para comunicación abierta / mediante bloques SEND/RECEIVE / máximo**

8

Volumen de datos

- como datos útiles por conexión ISO on TCP / para comunicación abierta / mediante bloques SEND/RECEIVE / máximo 8 Kibyte
- como datos útiles por conexión TCP / para comunicación abierta / mediante bloques SEND/RECEIVE / máximo 8 Kibyte
- como datos útiles por conexión UDP / para comunicación abierta / mediante bloques SEND/RECEIVE / máximo 2 Kibyte

Número de estaciones Multicast

8

Performance data / S7 communication**Número de conexiones posibles / para comunicación S7**

- máxima

4

Performance data / multi-protocol mode**Número de conexiones activas / en modo multiprotocolo**

12

Performance data / PROFINET communication / as PN IO-Device**Función de producto / PROFINET IO-Device**

SI

Volumen de datos

- como datos útiles para variables de entrada / como PROFINET IO-Device / máximo 512 byte
- como datos útiles para variables de salida / como PROFINET IO-Device / máximo 512 byte
- como datos útiles para variables de entrada / por submódulo como PROFINET IO-Device 240 byte
- como datos útiles para variables de salida / por submódulo como PROFINET IO-Device 240 byte
- como datos útiles para el área de coherencia por submódulo 240 byte

Número de submódulos / por PROFINET IO-Device

32

Product functions / management, configuration

HOJA DE DATOS TÉCNICOS SWITCH 3 COM

HOJA DE DATOS



Habilita las redes convergentes seguras con:

- Seguridad de red de extremo a extremo
- PoE inteligente para la convergencia de VoIP y movilidad inalámbrica
- Switching y routing de Capa 2/3
- Escalables hasta 384 usuarios por pila

Descripción general del producto

La familia 3Com® Switch 4500 de switches 10/100 Ethernet administrables y apilables proporciona una conectividad de LAN segura y flexible para las redes empresariales y de sucursales. La familia Switch 4500 ofrece switching de Capa 2 y routing dinámico de Capa 3, así como robustas funcionalidades de seguridad, calidad de servicio (QoS) y administración para proporcionar una conectividad de extremo inteligente para las aplicaciones empresariales esenciales.

Los cuatro nuevos modelos – apilables en cualquier combinación de ocho unidades – incluyen:

- **3Com Switch 4500 26-Port:**
24 puertos 10/100 y 2 puertos Gigabit de uso dual
- **3Com Switch 4500 50-Port:**
48 puertos 10/100 y 2 puertos Gigabit de uso dual
- **3Com Switch 4500 PWR 26-Port:**
24 puertos 10/100 Power over Ethernet y 2 puertos Gigabit de uso dual
- **3Com Switch 4500 PWR 50-Port:**
48 puertos 10/100 Power over Ethernet y 2 puertos Gigabit de uso dual

Asegura la red

Las funcionalidades esenciales de seguridad proporcionan autenticación de usuario y dispositivo, hacen cumplir el control de acceso para la administración de switching y mejoran la seguridad global de la red para proteger la información y los recursos críticos.

El Switch 4500 también funciona como parte integrante de la solución Quarantine* de 3Com, proporcionando una contención automática frente a las amenazas de seguridad.

Potencia la convergencia de aplicaciones

La familia Switch 4500 combina funcionalidades de switching de alto rendimiento, calidad de servicio (QoS) y administración avanzada de tráfico para garantizar que las aplicaciones esenciales reciben prioridad. Además, el PoE inteligente de 3Com permite una administración inteligente de la alimentación, con asignación dinámica de los recursos de alimentación disponibles.

Reduce los costes de despliegue

El Power over Ethernet proporciona alimentación eléctrica y conectividad de datos sobre un mismo cable Ethernet, lo que reduce en unos ahorros de coste significativos a la hora de desplegar dispositivos tales como teléfonos IP, puntos de acceso inalámbricos y cámaras de seguridad IP.

Incrementa la flexibilidad y la escalabilidad

La familia Switch 4500 ofrece un diseño con interfaces Gigabit Ethernet de "uso dual" configurables por el usuario, y la posibilidad de apilar hasta ocho unidades de switch (384 puertos de conectividad 10/100) que pueden administrarse como una única entidad.

Mejora la administración y el control

Fácil de usar y administrar, la familia Switch 4500 está diseñada para incrementar la productividad empresarial al soportar con total fiabilidad las aplicaciones corporativas que potencian las mejoras de productividad.

FUNCIONALIDADES

RENDIMIENTO	
Máxima capacidad de switching	Modelos de 50 puertos: 13,6 Gbps; modelos de 26 puertos: 8,8 Gbps
Máxima capacidad de transmisión	Modelos de 50 puertos: 10,1 Mpps; modelos de 26 puertos: 6,5 Mpps Rendimiento a velocidad de cable en todos los puertos de la pila o fabric Switching store-and-forward; retraso <10 µs
Ancho de banda de apilamiento	Capacidad de apilamiento de 2 Gbps full-duplex
SWITCHING DE CAPA 2	
Dirección MAC	8.000 direcciones MAC Direcciones MAC estáticas: 12 además de la dirección por defecto
VLAN	VLANs basadas en puerto (IEEE 802.1Q): 256
Agregación de enlaces	Protocolo de control de agregación de enlaces (LACP) IEEE 802.3ad Agregación manual Grupos de troncal: 25 grupos (50 puertos); 13 grupos (26 puertos) 8 puertos 10/100 ó 2 puertos Gigabit por grupo
Auto-negociación	Auto-negociación de velocidad de puerto y duplex
Control de tráfico	Control de flujo full-duplex IEEE 802.3x Control de flujo de la presión trasera para el modo half-duplex
Spanning Tree/Rapid Spanning	Protocolo Spanning Tree (STP) IEEE 802.1D Protocolo Rapid Spanning Tree (RSTP) IEEE 802.1w Protección BPDU (Unidad de datos para protocolo puente) incluida en Arranque Rápido
Snooping multicast	IGMP (Protocolo de gestión de grupos de Internet) v1 y v2 snooping Analizador IGMP Filtrado para 128 grupos multicast
SWITCHING DE CAPA 3	
Rutas	Routing basado en hardware Rutas estáticas: 12 además de la dirección por defecto Entradas ARP (Protocolo de resolución de direcciones) dinámicas / estáticas: 1990 / 10
Routing IP	Interfaces IP: 4 RIP (Protocolo de información de routing), v1 y v2: 2.000 rutas por defecto y 10 rutas mediante aprendizaje local
Routing multicast	Snooping IGMP v1 y v2
Protocolo de red	Relay DHCP (Protocolo dinámico de configuración de host): 2 KB máx.
CAPACIDAD DE APILAMIENTO	
Capacidad de apilamiento	Ocho unidades, ó 384 puertos Fast Ethernet Dirección IP única e interfaces de administración para control en toda la pila
CONVERGENCIA	
Colas de prioridad	Ocho colas hardware por puerto
Priorización de tráfico	Clase de Servicio/Calidad de Servicio (CoS/QoS) IEEE 802.1p en salida DSCP EF (Reenvío autorizado de código de DiffServ) para priorización de tráfico VoIP
Manejo de colas	Round robin ponderada (WRR)
Modelado de tráfico	Limitación de velocidad de salida, basada en puerto Bloqueo de aplicaciones y protocolos
SEGURIDAD	
Login de red	Autenticación de usuario IEEE 802.1X: Autenticación RADIUS, múltiples usuarios por puerto mediante fijación a la dirección MAC, asignación automática de puerto de VLANs, múltiples definiciones de dominio de servidor RADIUS RADA (Acceso a dispositivo autenticado mediante RADIUS): autentica dispositivos en base a la dirección MAC frente al servidor RADIUS, autentica múltiples dispositivos por puerto, asignación automática de VLANs a un puerto específico de los dispositivos conectados Autenticación PAP, CHAP, EAPoL (EAP sobre LAN) para múltiples usuarios por puerto y 1.024 usuarios por fabric Bloqueo de dirección MAC basado en puerto usando DUD (Desconectar dispositivo desconocido), con aprendizaje continuo

Latacunga, Junio 2013

ELABORADO POR:

LEANDRO GUEVARA ORTIZ.
C.C:050307879-2

JOSÉ MARÍA ROSERO O.
C.C: 172141749-9

ING. NANCY GUERRÓN P.
DIRECTORA DE CARRERA

DR. RODRIGO VACA
SECRETARIO ACADÉMICO