



**RED PROFIBUS
PRACTICAS DE LABORATORIO**

**GABRIEL EDUARDO JIMÉNEZ DE ORO
HENRY MURCIA FERNÁNDEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS
INGENIERIA ELECTRICA ELECTRÓNICA
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
CARTAGENA DE INDIAS D.T.C. e H
MAYO DE 2010**



**RED PROFIBUS
PRACTICAS DE LABORATORIO**

**GABRIEL EDUARDO JIMÉNEZ DE ORO
HENRY MURCIA FERNANDEZ**

**Monografía presentada
como requisito para optar al título de:
Ingeniero Electrónico**

**Director:
JORGE ELIÉCER DUQUE PARDO
MSc. INGENIERIA ELECTRÓNICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍAS ELECTRICA Y ELECTRÓNICA
UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR
CARTAGENA DE INDIAS D.T.C. e H
MAYO DE 2010**

Cartagena de Indias Mayo de 2010

Señores:

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

Comité de evaluación de proyectos

La ciudad

Estimados señores:

Cordialmente me permito presentar a ustedes la monografía titulada: **“RED PROFIBUS, PRACTICAS DE LABORATORIO”**, desarrollada por los estudiantes de Ingeniería Electrónica, **GABRIEL EDUARDO JIMÉNEZ DE ORO Y HENRY MURCIA FERNÁNDEZ.**

Con relación a dicho trabajo, el cual he dirigido, lo considero de gran valor para el desarrollo de competencias en futuros estudiantes al momento de poner en práctica las actividades y aplicaciones planteadas.

Sinceramente,

Jorge Eliécer Duque Pardo

MSc. INGENIERIA ELECTRÓNICA

AUTORIZACIÓN

Cartagena de Indias D.T.C. e H, Mayo de 2010

Nosotros, GABRIEL EDUARDO JIMÉNEZ DE ORO y HENRY MURCIA FERNANDEZ, identificados con las cédulas de ciudadanía números 1.128.055.199 de Cartagena y 1.128.058.206 de Cartagena respectivamente, autorizamos a la UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR para hacer uso de nuestro trabajo de grado y publicarlo en el catalogo Online de la Biblioteca.

Gabriel E. Jiménez de Oro

C.C 1.128.055.199 de Cartagena

Henry Murcia Fernández

C.C 1.128.058.206 de Cartagena

Cartagena, Mayo de 2010

Señores:

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

Comité de evaluación de proyectos.

La ciudad

Estimados señores:

Cordialmente nos permitimos presentar a ustedes la monografía titulada: **“RED PROFIBUS, PRACTICAS DE LABORATORIO”**, para su estudio, consideración y aprobación, como requisito para obtener el título de Ingeniero Electrónico, además para la aprobación del Minor de Automatización Industrial.

En espera que se cumpla con las normas pertinentes establecidas por la institución.

Sinceramente,

Gabriel Eduardo Jiménez de Oro

Código: T00015303

Henry Murcia Fernández

Código: T00015291

A Dios, Padre celestial quien siempre me ha brindado fuerza en los momentos difíciles otorgando claridad a mis pensamientos.

A mi Madre, que siempre me ha dado amor, ternura y apoyo incondicional. Trabajo duro, dedicación y esfuerzo son las banderas con las cuales me has sacado hacia adelante, responsabilidad y honradez son los valores que me has enseñado para convertirme en una persona íntegra. Le pido a Dios que me de muchas fuerza y vida para poder retribuirte todo lo que me has dado.

A mi Padre, quien desde el cielo siempre ha estado pendiente de mis actividades y me ha motivado a ser mejor persona cada día.

A mi Hermana, tus consejos y regaños me han hecho reflexionar muchas veces permitiéndome tomar decisiones correctas. Además has hecho muy bien el papel de hermana mayor ya que siempre estas velando por mi bienestar.

A todos mis profesores, ustedes no solo han sido parte de un proceso de formación intelectual sino también de convivencia, ética y trabajo duro.

A todos mis amigos y amigas, a todos ustedes gracias por los momentos de alegría, compañerismo y apoyo.

Henry Murcia Fernández

A Dios por estar siempre a mi lado y permitir que este gran sueño se llevara a cabo día a día con mucho esfuerzo y dedicación.

A la Universidad Tecnológica de Bolívar y el programa “Premio a la Excelencia y Talento Caribe”, gracias a este tuve la oportunidad de ingresar a esta prestigiosa universidad y convertirme en un profesional.

A mi Madre que siempre me apoyo de manera incondicional, con mucho amor y dedicación para que yo pudiera llevar a cabo esta meta que me había trazado desde el momento que inicié los estudios universitarios. Gracias por sus consejos que hicieron de mí una mejor persona.

A mi padre que día a día se esforzaba para que yo pudiera cumplir con mis compromisos académicos y de esta forma llegar a realizar el sueño de ser un profesional.

A mis hermanos que de una u otra forma también me ayudaron en este largo camino y se convirtieron en un motivo más para seguir adelante.

A toda mi familia por que en cada uno de ellos encontré apoyo cuando lo necesite.

A los profesores que fueron parte fundamental en todo este proceso de formación tanto en la parte académica como en la personal.

A mis amigos y compañeros que siempre estuvieron conmigo en las buenas y en las malas, gracias por su gran apoyo y todos esos ratos llenos de alegría.

A todos MUCHAS GRACIAS no tendré como pagarle todo lo que han hecho por mí.

Gabriel Eduardo Jiménez de Oro.

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. Fundamentos de PROFIBUS	2
2.1. Inicios de PROFIBUS	2
2.2. Panorama actual de PROFIBUS	3
2.3. Versiones	3
2.4. Estructura de la red	5
2.4.1. Medio físico	5
2.4.2. Elementos del bus o la red	5
2.4.3. Topologías	6
2.4.4. Acceso al medio	8
2.4.5. Protocolo de comunicaciones para PROFIBUS	12
2.4.6. Trama de PROFIBUS	13
2.5. PROFIBUS DP, Características esenciales	14
3. Aspectos preliminares para configuración de la red PROFIBUS DP	16
3.1. Introducción	16
3.2. Características de los equipo a utilizar	16
3.2.1. PLC Siemens S7200	17
3.2.2. PLC Siemens S7300	18
3.2.2.1. PLC Siemens CPU 315F 2PN/DP	18
3.2.2.2. PLC Siemens CPU 314C 2DP	19
3.2.3. Panel HMI OP177B	20
3.2.4. Cable PROFIBUS	21
3.2.5. Cable Industrial Ethernet	22
3.2.6. Conector para cable PROFIBUS	23
3.3. Tipos de Configuraciones a implementar con PROFIBUS DP	24
3.3.1. Configuración con esclavos DP simples	24
3.3.2. Configuración con esclavos DP Inteligentes	25
3.3.3. Configuración con dos sistemas maestro DP	25
3.4. Programación de los PLC´s	26

3.4.1. Software de programación	26
3.4.2. Lenguaje de programación	27
4. Configuración del hardware para conexión de un sistema Monomaestro PROFIBUS DP	29
4.1. Introducción	29
4.2. Objetivo	30
4.3. Equipos	31
4.4. Procedimiento	32
4.4.1. Conexión de las estaciones esclavas	34
4.4.2. Configuración del Maestro DP	47
4.5. Actividades propuestas	50
5. Programación de sistema Monomaestro para transferencia de datos con PROFIBUS DP	50
5.1. Introducción	50
5.2. Objetivos	50
5.3. Equipos	51
5.4. Procedimiento	51
5.4.1. Programa para el Maestro DP	52
5.4.2. Programa de los esclavos DP	56
5.5. Actividades propuestas	59
6. Configuración y programación de sistema Maestro – Esclavo Inteligente con PROFIBUS DP	61
6.1. Introducción	61
6.2. Objetivo	61
6.3. Equipos	62
6.4. Procedimientos	62
6.4.1. Configuración del maestro y el esclavo inteligente	64
6.4.2. Programación para intercambio de datos entre estación esclavo Inteligente y maestro	78
6.5. Actividades propuestas	82

7. Conexión Sistema Multimaestro PROFIBUS	83
7.1. Introducción	83
7.2. Objetivo	83
7.3. Equipos	84
7.4. Procedimientos	84
7.4.1. Creación del proyecto Multimaestro PROFIBUS DP	86
7.4.2. Configuración sistema Maestro DP1	88
7.4.3. Configuración sistema Maestro DP 2	91
7.4.4. Visualización de la red Multimaestro en Net Pro	94
7.4.5. Programación de los equipos Maestro DP para la transferencia de datos a través de PROFIBUS	97
7.5. Actividades propuestas	104
8. Configuración de Panel HMI Siemens OP177B	105
8.1. Introducción	105
8.2. Objetivo	105
8.3. Equipos	105
8.4. Procedimiento	106
8.4.1. Configuración de la red Industrial Ethernet para el Panel HMI en Step 7	110
8.4.2. Configuración de la red Industrial Ethernet en el Panel de control de la estación HMI	112
8.4.3. Visualización del equipo HMI en la red Industrial Ethernet	114
8.4.4. Ajustes finales del Panel HMI en WinCC Flexible	115
8.5. Actividades propuestas	118

9. Desarrollo de aplicación en automatización implementando HMI, Industrial Ethernet y PROFIBUS	120
9.1. Introducción	120
9.2. Objetivo	120
9.3. Equipos	120
9.4. Planteamiento del problema	121
9.5. Solución del problema	123
9.5.1. Adaptación de la solución a los conocimientos en redes PROFIBUS	124
9.5.2. Creación y configuración del proyecto final	124
9.5.3. Desarrollo de la aplicación HMI	126
9.5.4. Programación del Bloque OB1 del Maestro DP	129
9.5.5. Programación del esclavo DP	133
9.6. Puesta en marcha de la aplicación	138
9.7. Actividades propuestas	140
CONCLUSIONES	141
BIBLIOGRAFIA	143
Anexos: Troubleshootings.	144

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. TOPOLOGÍA DE RED LINEAL O DE BUS.....	6
FIGURA 2.TOPOLOGÍA DE RED EN ÁRBOL.	7
FIGURA 3. PASE DEL TESTIGO, SISTEMA MAESTRO – MAESTRO PURO.....	9
FIGURA 4. SISTEMA MAESTRO - ESCLAVO PURO.	11
FIGURA 5. CAPAS DE COMUNICACIÓN IMPLEMENTADAS EN PROFIBUS BASADAS EN EL MODELO OSI.	12
FIGURA 6. FORMATOS DE TRAMA.	13
FIGURA 7.PLC S7200 / CPU 224	17
FIGURA 8. SIMATIC S7300 CPU 315F 2PN/DP.....	18
FIGURA 9. SIMATIC S7300 CPU 314C 2DP	19
FIGURA 10. PANEL HMI OP177B	20
FIGURA 11.CABLE PROFIBUS	21
FIGURA 12. CABLE INDUSTRIAL ETHERNET.....	22
FIGURA 13. CONECTOR PROFIBUS	23
FIGURA 14.CONFIGURACIÓN SISTEMA MONOMAESTRO PROFIBUS.	24
FIGURA 15.CONFIGURACIÓN SISTEMA MAESTRO DP – ESCLAVO DP I.....	25
FIGURA 16.CONFIGURACIÓN SISTEMA MULTIMAESTRO PROFIBUS.....	25
FIGURA 17. EJEMPLO DE PROGRAMACIÓN EN AWL.....	27
FIGURA 18.EJEMPLO DE PROGRAMACIÓN EN KOP	28
FIGURA 19. EJEMPLO DE PROGRAMACIÓN EN FUP.	28
FIGURA 20.CONFIGURACIÓN DE LA RED ETHERNET.	32
FIGURA 21. CONEXIÓN DEL SISTEMA MONOMAESTRO PROFIBUS DP.....	33
FIGURA 22. BOTÓN CREAR PROYECTO NUEVO	34
FIGURA 23. VENTANA NUEVO PROYECTO.	34
FIGURA 24. INSERTAR EQUIPO SIMATIC S7300	35
FIGURA 25. NUEVA SUBRED PROFIBUS.....	35
FIGURA 26.INSERTAR SUBRED INDUSTRIAL ETHERNET.	35
FIGURA 27.EQUIPOS DEL PROYECTO PROFIBUS DP (P1) SOBRE EL ÁREA DE TRABAJO SIMATIC.	36
FIGURA 28.PRIMEROS PASOS PARA CONFIGURAR EL HARDWARE DE LA CPU 300.....	36
FIGURA 29.VENTANA PARA CONFIGURACIÓN DE CPU 300	37
FIGURA 30.UBICACIÓN DEL BASTIDOR CPU 300.	37
FIGURA 31.BASTIDOR CPU 300.	38
FIGURA 32.SELECCIÓN FUENTE PS 307 5A.....	38

FIGURA 33.SELECCIÓN DE LA CPU MAESTRA	39
FIGURA 34.CONFIGURACIÓN DE LA CONEXIÓN DE RED ETHERNET.....	40
FIGURA 35.CPU 315F 2PN/DP EN BASTIDOR.....	40
FIGURA 36.MÓDULO DE ENTRADAS Y SALIDAS ANALÓGICAS.....	41
FIGURA 37. MÓDULO DE ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES.	41
FIGURA 38.PROPIEDADES INTERFACE MPI/DP.....	42
FIGURA 39.SELECCIÓN DE LA DIRECCIÓN PARA EQUIPO MAESTRO DP.	43
FIGURA 40.SEGMENTO DE BUS PROFIBUS Y UBICACIÓN DEL MÓDULO EM 277. 43	
FIGURA 41.MODULO ESCLAVO EM 277 INSERTADO SOBRE LA RED PROFIBUS..	44
FIGURA 42.PARAMETRIZACIÓN DEL ESCLAVO.....	44
FIGURA 43.DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO Y LA COHERENCIA DE DATOS.	45
FIGURA 44.CONFIGURACIÓN FINAL DE LA RED MONOMAESTRO	45
FIGURA 45.BOTÓN COMPILAR Y COMPILACIÓN DEL PROGRAMA.....	45
FIGURA 46.BOTÓN NET PRO.....	46
FIGURA 47.NET PRO (VISUALIZACIÓN DE LA RED CREADA).	46
FIGURA 48.CARGA DEL PROGRAMA AL PLC.	46
FIGURA 49. PROGRAMA S7.....	53
FIGURA 50. PROPIEDADES BLOQUE DE ORGANIZACIÓN.	54
FIGURA 51.PROGRAMACIÓN EN AWL PARA TRANSFERENCIA DE DATOS ENTRE EL MAESTRO Y EL ESCLAVO DP 5.	54
FIGURA 52.PROGRAMACIÓN EN MICROWIN DEL ESCLAVO DP 5.	57
FIGURA 53.ESQUEMA GENERAL PARA SISTEMA PROFIBUS MAESTRO – ESCLAVO INTELIGENTE.	63
FIGURA 54. PROYECTO GUÍA DE LABORATORIO 3: "PMEIDP".....	65
FIGURA 55. ELEMENTOS DE LA RED MAESTRO ESCLAVO I.	65
FIGURA 56.UBICACIÓN DE LA CPU 314C 2DP EN EL CATALOGO Y CONFIGURACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RED.....	67
FIGURA 57. ELEMENTOS DE LA CPU 314C 2DP	68
FIGURA 58.MODO DE OPERACIÓN DE LA CPU 314C 2DP.....	68
FIGURA 59.PESTAÑA CONFIGURACIÓN PARA PROPIEDADES DEL S7300 COMO ESCLAVO DP.....	69
FIGURA 60. NUEVA CONFIGURACIÓN	69
FIGURA 61. PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN PARA BUZÓN DE RECEPCIÓN EN EL ESCLAVO INTELIGENTE.	70
FIGURA 62. CONFIGURACIÓN PARA RECEPCIÓN DE DATOS EN EL ESCLAVO INTELIGENTE.	71
FIGURA 63.PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN PARA BUZÓN DE SALIDA EN EL ESCLAVO INTELIGENTE.....	71
FIGURA 64. PARAMETRIZACIÓN FINAL DEL ESCLAVO INTELIGENTE.....	72

FIGURA 65. ESCLAVO INTELIGENTE CONFIGURADO.....	72
FIGURA 66.UBICACIÓN DEL MÓDULO ESCLAVO INTELIGENTE PARA ACOPLE EN LA RED PROFIBUS (1).....	73
FIGURA 67.ACOPLAR EQUIPO ESCLAVO INTELIGENTE DP.	74
FIGURA 68.VALORES CONFIGURADOS PARA EL ESCLAVO INTELIGENTE.....	74
FIGURA 69. CONFIGURACIÓN DEL MAESTRO DP PARA COMUNICACIÓN CON EL ESCLAVO INTELIGENTE DP.....	75
FIGURA 70. ESCLAVO INTELIGENTE DENTRO DE LA RED PROFIBUS.....	76
FIGURA 71.CONFIGURACIÓN CREADA PARA LA RED MAESTRO - ESCLAVO INTELIGENTE	76
FIGURA 72.PROPIEDADES DEL BLOQUE OB1, SELECCIÓN DE LENGUAJE AWL..	78
FIGURA 73.PROGRAMA PARA COMUNICACIÓN ENTRE MAESTRO Y ESCLAVO I (ESTACIÓN MAESTRA).	79
FIGURA 74.PROGRAMA PARA COMUNICACIÓN ENTRE MAESTRO Y ESCLAVO I (ESTACIÓN ESCLAVO I).....	80
FIGURA 75. ESQUEMA GENERAL DE CONEXIONES PARA SISTEMA MULTIMAESTRO PROFIBUS DP.	85
FIGURA 77. PROYECTO: PROFIBUS DP (P4).....	86
FIGURA 76. VENTANA PARA CREACIÓN DEL PROYECTO MULTIMAESTRO PROFIBUS.	86
FIGURA 78. ELEMENTOS PRINCIPALES DE LA RED MULTIMAESTRO PROFIBUS DP.....	87
FIGURA 79. PASOS PARA ABRIR VENTANA DE CONFIGURACIÓN DEL HARDWARE DEL MAESTRO DP 1.....	88
FIGURA 80. UBICACIÓN DE LOS ELEMENTOS PARA CONFIGURACIÓN DE SISTEMA MAESTRO DP 1.....	90
FIGURA 81. SISTEMA MAESTRO – ESCLAVO DP 1.....	90
FIGURA 82. PASOS PARA ABRIR LA CONFIGURACIÓN DEL HARDWARE DEL MAESTRO DP 2.....	91
FIGURA 83. CPU 314C 2DP EN EL ÁRBOL DEL CATALOGO DE EQUIPOS SIMATIC.	93
FIGURA 84. SISTEMA MAESTRO - ESCLAVO DP 2.	93
FIGURA 85. SISTEMA MULTIMAESTRO.....	94
FIGURA 86. OPCIÓN "REORGANIZAR" DE NET PRO.....	95
FIGURA 87. SISTEMA MULTIMAESTRO PROFIBUS DP ORGANIZADO.	95
FIGURA 88. OBTENCIÓN DE LOS VALORES PARA BUZÓN DE RECEPCIÓN Y BUZÓN DE SALIDA DE DATOS.....	98
FIGURA 89. BLOQUE OB 1 DEL MAESTRO DP 2.	98
FIGURA 90. PROPIEDADES BLOQUE DE ORGANIZACIÓN.	99

FIGURA 91. UBICACIÓN DEL BLOQUE "MOVE"	99
FIGURA 92. PROGRAMACIÓN DEL BLOQUE OB1 DEL MAESTRO DP 2 PARA TRANSFERENCIA DE DATOS A TRAVÉS DE PROFIBUS.	101
FIGURA 93.DIRECCIONES DE ENTRADA Y SALIDAS FÍSICAS PARA MÓDULO DE PROCESAMIENTO DE DATOS DIGITAL.	102
FIGURA 94. ESQUEMA GENERAL RED ETHERNET.	106
FIGURA 95. NUEVO PROYECTO PARA CONFIGURACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL PANEL HMI.	107
FIGURA 96. PROYECTO "CONFIGURACIÓN HMI"	108
FIGURA 97. RED INDUSTRIAL ETHERNET PARA PROYECTO "CONFIGURACIÓN HMI".	108
FIGURA 98. ESTACIÓN HMI DE SIMATIC PARA PROYECTO "CONFIGURACIÓN HMI"	108
FIGURA 99. SELECCIÓN DEL PANEL HMI OP177B	109
FIGURA 100. ELEMENTOS DEL PROYECTO " CONFIGURACIÓN HMI"	109
FIGURA 101. OBJETOS DE LA ESTACIÓN HMI DE SIMATIC.	110
FIGURA 102. VENTANA HW CONFIG DEL PANEL HMI OP177B.	110
FIGURA 104. DIRECCIONAMIENTO IP DEL PANEL OP 177B.....	111
FIGURA 103. VENTANA DE CONFIGURACIÓN INTERFAZ INDUSTRIAL ETHERNET PARA PANEL OP177B.	111
FIGURA 105. VENTANA PRINCIPAL DEL PANEL HMI OP177B.	112
FIGURA 106. PANEL DE CONTROL DEL PANEL HMI OP177B.....	112
FIGURA 107. CONFIGURACIÓN DE LA RED PARA EL PANEL OP177B.....	113
FIGURA 108. ESPECIFICACIÓN DE LA DIRECCIÓN IP EN EL PANEL HMI.....	113
FIGURA 109. EJECUCIÓN DE LA HERRAMIENTA NET PRO.....	114
FIGURA 110. VISUALIZACIÓN DEL PANEL HMI EN LA RED INDUSTRIAL ETHERNET A TRAVÉS DE NET PRO.....	114
FIGURA 112. GENERAR PROYECTO.	115
FIGURA 111. EJECUCIÓN DEL SOFTWARE WINCC FLEXIBLE 2008 DESDE STEP 7.	115
FIGURA 113. TRANSFERIR PROYECTO.	116
FIGURA 114. DEFINICIÓN DE DIRECCIÓN IP DEL PANEL HMI EN WINCC.....	116
FIGURA 115. ESQUEMA DEL PROBLEMA.	121
FIGURA 116. CONFIGURACIÓN DEL PROYECTO.	125
FIGURA 117. CONFIGURACIÓN DEL HARDWARE EQUIPO MAESTRO.....	125
FIGURA 118. IMAGEN PRINCIPAL DEL PANEL HMI.....	126
FIGURA 119. IMAGEN SECUNDARIA DEL PANEL HMI.	127
FIGURA 120. VARIABLES DEL PROCESO.	128

FIGURA 121. DETERMINACIÓN DE LA CONEXIÓN ENTRE LOS EQUIPOS DE LA RED ETHERNET.....	128
FIGURA 122. PROGRAMACIÓN BLOQUE OB1 DEL MAESTRO.....	129
FIGURA 123. PROGRAMACIÓN DEL ESCLAVO DP.	133

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. VERSIONES COMPATIBLES DE PROFIBUS	4
TABLA 2. RANGO DE VELOCIDADES PARA TRANSMISIÓN DE DATOS EN PROFIBUS SEGÚN LA DISTANCIA.....	5
TABLA 3. RESUMEN GENERAL DE CARACTERÍSTICAS PARA EL PERFIL PROFIBUS DP.....	14
TABLA 4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CABLE PROFIBUS.	21
TABLA 5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CONECTOR PROFIBUS.	23
TABLA 6.DIRECCIONES PARA CONFIGURACIÓN DE LA RED MAESTRO - ESCLAVO CON PROFIBUS DP.	31
TABLA 7.DIRECCIONES EN MEMORIA DEL MAESTRO PARA ENVÍO Y RECEPCIÓN DE DATOS.	52
TABLA 8. DIRECCIONES DE ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES PARA LA CPU 315F 2PN/DP.....	53
TABLA 9. DIRECCIONES PARA CONFIGURACIÓN DE LA RED MAESTRO - ESCLAVO INTELIGENTE.	62
TABLA 10. PASOS PARA CONFIGURACIÓN RED PROFIBUS MAESTRO ESCLAVO I.	64
TABLA 11. DIRECCIONES DE COMUNICACIÓN PARA RED MULTIMAESTRO PROFIBUS DP.	85
TABLA 12. DIRECCIONES ASIGNADAS EN LAS CPU'S MAESTRAS PARA DETERMINACIÓN DE BUZONES DE ENVÍO Y RECEPCIÓN DE DATOS CON MÓDULOS ESCLAVOS.....	97
TABLA 13.DIRECCIONES IP DE LOS EQUIPOS A UTILIZAR.	106
TABLA 14. DIRECCIONES DE COMUNICACIÓN PARA GUÍA 6.	123

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo ha sido desarrollado para implementar y documentar comunicaciones industriales a través del bus de campo PROFIBUS DP mediante el diseño de 6 guías de laboratorio orientadas a establecer distintos tipos de configuraciones de red, integración con Industrial Ethernet, parametrización de un panel HMI y desarrollar una aplicación final en base a las destrezas adquiridas y conocimientos previos en automatización para resolver un problema propuesto.

Con la finalidad de ambientar al lector, las características y funcionalidades ofrecidas por el bus de campo, junto a los aspectos más relevantes de la fundamentación teórica de PROFIBUS son proporcionados en la primera parte del escrito.

Las características de los equipos a usar, los tipos de configuraciones posibles y la programación de los PLC's son tres puntos importantes incluidos como preparación.

Posteriormente se encontrará con las guías de laboratorio propuestas. En estas el lector podrá establecer varios tipos de comunicaciones a través de PROFIBUS. Configuraciones de red del tipo Monomaestro, Maestro - Esclavo Inteligente y Multimaestro serán implementadas. De igual manera se dan indicaciones para parametrizar un panel HMI.

Finalmente se propone un problema de automatización que requiere el uso de habilidades para configurar las redes PROFIBUS, Ethernet, los equipos y la programación de los PLC's. Por tanto es importante que se realice con cuidado y detenimiento las practicas previas ya que estas le permitirán afrontar la situación y encontrar una solución rápida y efectiva.

2. Fundamentos de PROFIBUS

Comprender la fundamentación teórica de PROFIBUS es un tema importante para cualquier persona que desea implementar sistemas de buses de campo para establecer comunicación a nivel Industrial.

Debido a lo anterior en este capítulo se expone aspectos como su historia, su estado en la actualidad, las versiones compatibles, la estructura de la red y sus características esenciales.

Por tanto, será posible determinar cuál fue el objetivo fundamental que motivó a la industria alemana para el diseño de este bus de campo. De igual manera se podrá destacar las áreas de aplicación en la actualidad y ubicar en donde se encuentra cada uno de sus versiones en la pirámide de la automatización.

El medio físico, los elementos del bus, la topología entre otros tópicos serán tratados como parte de la estructura de red.

2.1. Inicios de PROFIBUS

En 1987, las empresas alemanas Bosch, Klöckner Möeller y Siemens comenzaron el proyecto de desarrollo del protocolo de comunicaciones industriales para lograr establecer la interconexión de equipos de diferentes fabricantes. Este proyecto se constituyó en la base de un grupo de trabajo al que se integraron otras empresas del sector como ABB, AEG Landis & Gir, etc., algunas universidades y organizaciones estatales (VDE y el Ministerio Federal de Investigaciones Alemán).

El objetivo fundamental de este proyecto fue el diseño de un bus de campo con una arquitectura abierta y protocolo compatible que permitiera el acople con una red adoptada como base en los niveles superiores (MAP / Manufacturing Automation Protocol), lográndose el proyecto de

normas y protocolos que se estudiarían con más detenimiento en apartados posteriores. En el año 1990 se abrió la posibilidad para integrar al proyecto de cooperación PROFIBUS Nutzerorganisation a otras empresas, el cual por medio de diversos comités continúa desarrollando y proporcionando soporte al nivel de aplicación y certificación de productos.

2.2. Panorama actual de PROFIBUS

Actualmente PROFIBUS es uno de los buses de campo más utilizado en la industria. Entre sus principales áreas de aplicación se encuentran la manufacturación, automatización y generación de procesos. Internacionalmente este bus se encuentra estandarizado bajo las normas EN 50170, IEC 61158 e IEC 61784 permitiendo que los usuarios finales tengan independencia frente a los productos ofrecidos por los distintos fabricantes.

2.3. Versiones

Este bus de campo es usado para la transmisión de datos a alta velocidad y para tareas de comunicaciones extensas y complejas. Esta versatilidad viene dada por las tres versiones que componen la familia PROFIBUS: PROFIBUS DP, PROFIBUS FMS y PROFIBUS PA.

PROFIBUS DP ha sido diseñado específicamente para comunicación entre controladores programables y los dispositivos de entradas/salidas (I/O) distribuidos a nivel de campo.

PROFIBUS FMS maneja la comunicación de datos al nivel de célula (PLC y PC). Los poderosos servicios de FMS pueden ser usados en un amplio rango de aplicaciones y ofrece gran flexibilidad cuando se requiera resolver complejas tareas de comunicaciones.

PROFIBUS DP y PROFIBUS FMS usan la misma tecnología de transmisión y protocolo para acceso del bus. Ellos por tanto pueden correr simultáneamente sobre el mismo cable.

PROFIBUS PA es especialmente diseñado para comunicación de alta velocidad y confiabilidad requerida en procesos automatizados de ingeniería. Con *PROFIBUS PA* se pueden enlazar sensores y actuadores a una línea de bus de campo, incluso en áreas potenciales con peligro de explosión.

La tabla 1 muestra las versiones de *PROFIBUS* que son aplicables en los distintos niveles de una planta industrial automatizada.

Tabla 1. Versiones compatibles de PROFIBUS

	PROFIBUS FMS	PROFIBUS DP	PROFIBUS PA
APLICACIÓN	Nivel de célula	Nivel de campo	Nivel de campo
ESTÁNDAR	EN 50170/IEC61158	EN 50170/IEC 61158	IEC 1158-2
DISPOSITIVOS CONECTABLES	PLC, PG/PC, Dispositivos de campo	PLC, PG/PC, Dispositivos de campo binarios y analógicos, accionamientos, Ops	Dispositivos de campo para áreas con riesgo de explosión y 31,25kbits/s
TIEMPO DE RESPUESTA	<60ms	1-5ms	<60ms
TAMAÑO RED	<=150Km	<=150Km	Máx 1,9Km
VELOCIDAD	9,6Kbit/s - 12Mbit/s	9,6kbit/s - 12Mbit/s	31,25Kbit/s

2.4. Estructura de la red

2.4.1. Medio físico

El medio físico comúnmente utilizado por PROFIBUS es el par diferencial con cable de cobre trenzado, previsto para comunicación semi – dúplex y con transmisión de datos a través de los niveles de tensión definidos por el estándar RS 485 (EIA 485, también conocido como H2)

Además de esto también puede implementarse la fibra óptica y enlaces con estaciones remotas vía módem o vía radio.

La velocidad de transmisión tiene un rango comprendido entre 9.6Kbit/s y 12 Mbit/s dependiendo de la distancia y el medio físico. Ver tabla 2.

Tabla 2. Rango de velocidades para transmisión de datos en PROFIBUS según la distancia.

Velocidad en Baudios (kbit/s)	9.6 a 187.5	500	1500	12000
Longitud del segmento (m)	1000	400	200	100

2.4.2. Elementos del bus o la red.

El elemento fundamental del bus o la red es el nodo. PROFIBUS contiene dos clases de nodos:

- **Activos:** Son aquellos que pueden actuar como maestros del bus, tomando enteramente el control del bus.
- **Pasivos:** Son aquellos nodos que solamente pueden funcionar como esclavos y no tienen capacidad para controlar el bus. Estos nodos pueden comunicarse con los nodos activos pero no pueden comunicarse entre sí.

Además de estos dos tipos de nodos, existen dos elementos esenciales en la arquitectura del bus:

- Expansiones I/O: Este tipo de elemento constituye la interfaz con las señales de proceso y pueden estar integrados tanto en un nodo activo como en un nodo pasivo.
- Repetidores: Los repetidores realizan el papel de simples transceptores bidireccionables para regenerar la señal.

2.4.3. Topologías

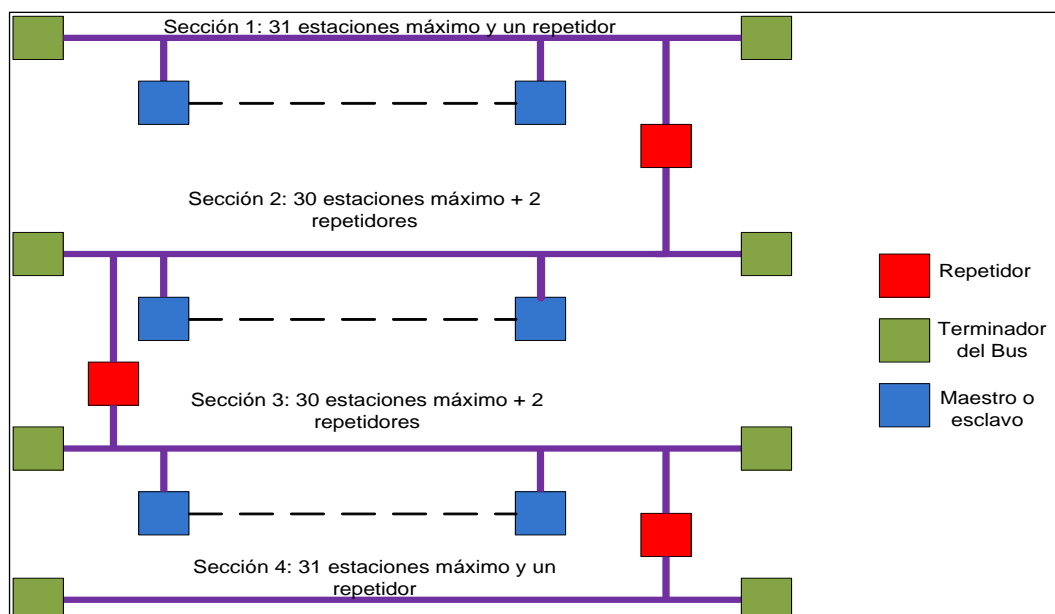
La topología es un término que se utiliza para dar a conocer como los diferentes elementos de la red están conectados físicamente. PROFIBUS puede implementar dos tipos de topologías, bus o lineal y árbol. En estos dos tipos de topología los repetidores constituyen un nodo de partida de una expansión del bus.

Topología de Bus

La topología en Bus usada en PROFIBUS, al igual que en otro tipo de red, define un camino de comunicación bidireccional con puntos de terminación bien definidos.

Esta topología admite la conexión de 32 estaciones por un segmento de bus. Sí se quiere ampliar mediante el uso de repetidoras el segmento se limita a 31 estaciones dado que la repetidora cuenta como un nodo. La máxima configuración de esta red contempla la conexión de 3 repetidoras y 122 estaciones. Ver figura 1.

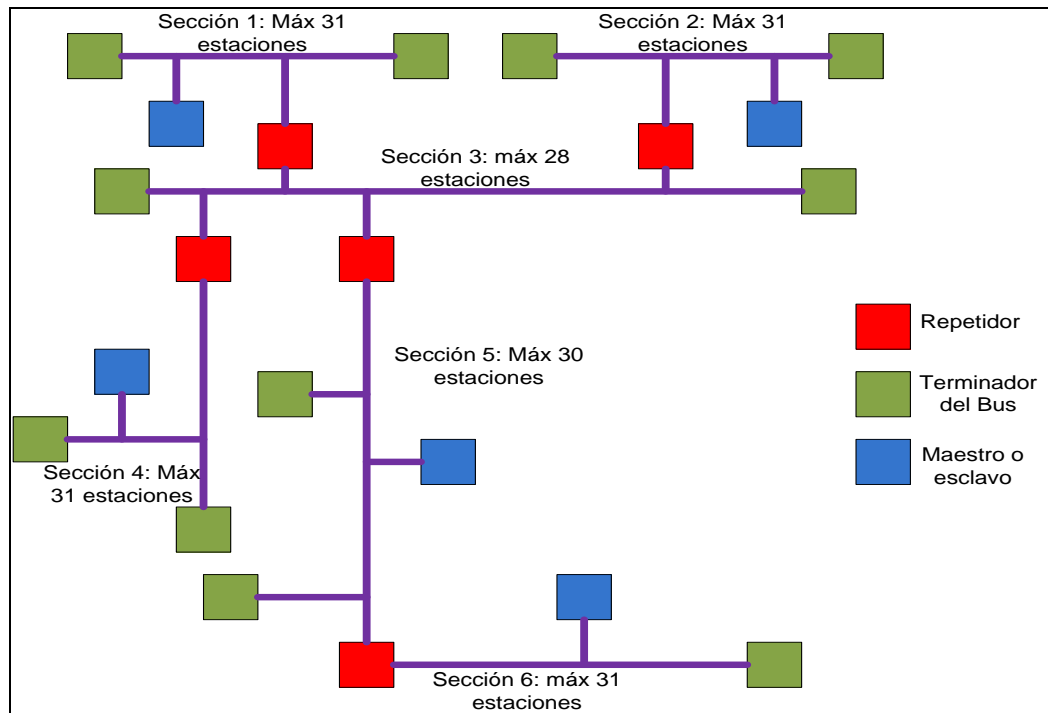
Figura 1. Topología de red lineal o de bus.



Topología de Árbol

La topología en árbol se forma mediante la conexión de varias topologías en estrella, permitiendo dividir a un sistema complejo en sub sistemas. Ver figura 2.

Figura 2. Topología de red en árbol.



El número máximo de nodos del bus es de 127, siendo 32 estaciones como máximo las que pueden ser nodos activos.

Para la configuración de una estructura de buses anidados no existen limitaciones (un esclavo puede ser maestro de otro bus de nivel inferior), aunque debe considerarse como segmentos independientes, debido a que el protocolo no permite direccionar desde arriba las estaciones de niveles inferiores.

2.4.4. Acceso al medio

El control para el acceso del bus cumple dos requerimientos que son vitales para procesos industriales automatizados y de manufactura, los cuales después de todo son las principales aplicaciones de la tecnología de bus de campo. En una mano, la comunicación entre controladores programables iguales o PC's requieren que cada estación de bus (nodo) reciba suficiente oportunidad para proceder en sus tareas de comunicación dentro de un periodo definido. El tráfico de datos entre un PLC o computador complejo y dispositivos simples de entradas y salidas (I/O) distribuidos, en la otra mano, debe ser rápido.

PROFIBUS logra esto usando un mecanismo híbrido para el control de acceso al bus. Este consiste de un procedimiento descentralizado para el pase del testigo (token passing) para comunicación entre el nodo activo (maestro), y un procedimiento centralizado maestro esclavo para comunicaciones entre nodos activos y pasivos.

Cuando un nodo activo (estación del bus) tiene el testigo (token), este toma la función de maestro en el bus para comunicarse con nodos activos y pasivos. El intercambio de mensajes es organizado por medio del direccionamiento de los nodos. A cada nodo de PROFIBUS se le da una dirección la cual debe ser única a través de todo el sistema de bus. El rango máximo de direcciones usables dentro del sistema de bus se encuentra entre 0 y 126. Esto significa que el sistema del bus puede tener un máximo de 127 nodos (estaciones del bus).

Este método de control para acceso del bus permite las siguientes configuraciones al sistema:

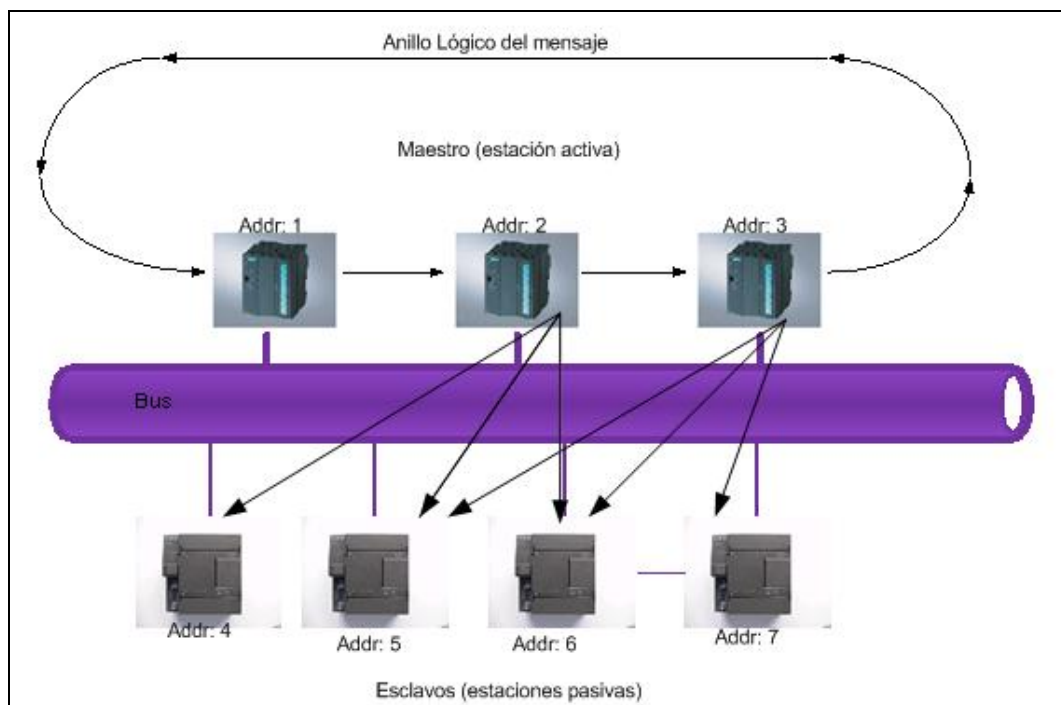
- Sistema maestro-maestro puro (paso de testigo)
- Sistema maestro-esclavo puro (maestro-esclavo)
- Combinación de los dos procedimientos anteriores.

El procedimiento para acceso del bus no es dependiente del medio de transmisión usado. Si la red usa cables de cobre o fibra óptica es irrelevante. El control para acceso del bus de PROFIBUS cumple con el procedimiento de pase del testigo y el procedimiento de maestro esclavo especificado en la norma europea EN 50 170, volumen 2.

- *Sistema Maestro – Maestro puro: Paso de testigo:*

Los nodos activos conectados a una red PROFIBUS forman un anillo lógico del testigo (token ring) en orden ascendente de sus direcciones de bus (ver figura 3). Un anillo del testigo es una sucesión de nodos activos en los cuales un control de testigo es siempre pasado de una estación a la siguiente. El testigo provee los derechos para acceder al medio de transmisión, y es pasado entre los nodos activos con un mensaje de testigo especial. El nodo activo con la dirección HSA (Highest Station Address/Dirección más Alta de Estación) es una excepción. Este nodo solo pasa el testigo a nodo activo con la dirección de bus más baja para cerrar el anillo lógico del testigo nuevamente.

Figura 3. Pase del testigo, Sistema Maestro – Maestro puro.



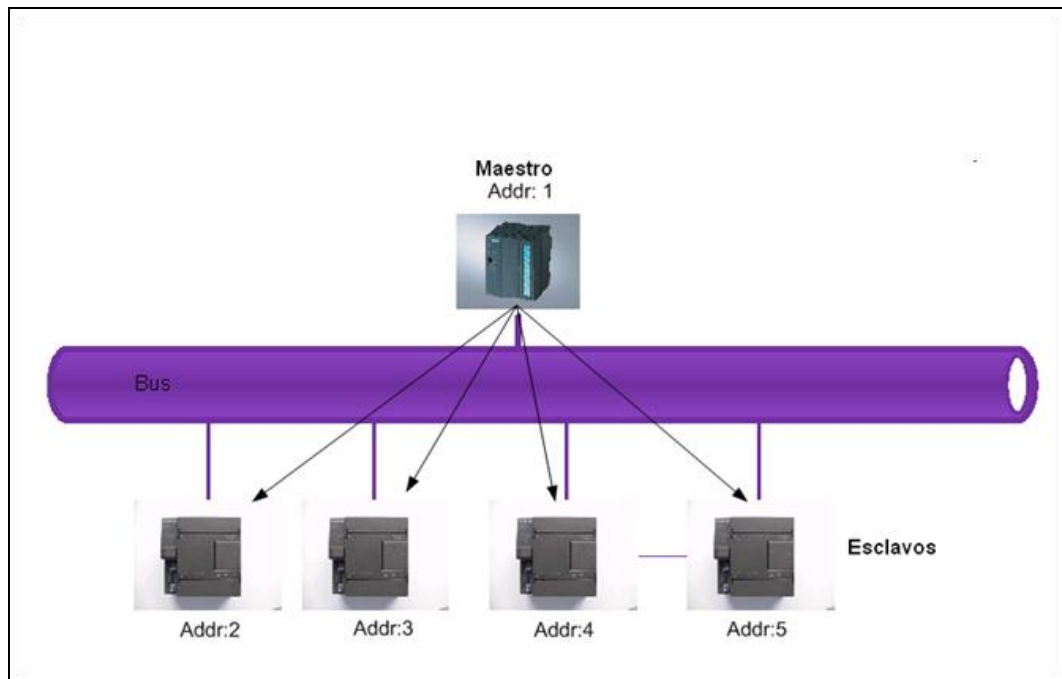
El tiempo requerido para una rotación del testigo a todos los nodos activos es llamado tiempo de rotación del testigo. El tiempo de testigo ajustable TTR (Time Target Rotation/Tiempo de Rotación Objetivo) es usado para especificar el tiempo máximo permitido por el sistema de bus de campo para una rotación del testigo.

En la inicialización del bus, el control para acceso del bus (también conocido como MAC Medium Access Control – Control de Acceso al Medio) establece el anillo del testigo mediante el reconocimiento de los nodos que son activos. Para administrar el control del testigo, el procedimiento de la MAC primero determina automáticamente la dirección de todos los nodos activos en el bus, y los graba todos juntos con su propia dirección de nodo en la LAS (List of Active Stations /Lista de Estaciones Activas). Particularmente importante para la administración del testigo son las direcciones del nodo PS (Previous Station/Estación Previa) de la cual el testigo es recibido, y en el nodo NS (Next Station/Siguiente Estación) a la cual el testigo es pasado. El LAS es también requerido durante la operación de funcionamiento para remover un nodo activo defectuoso del anillo, o adicionar un nuevo nodo al anillo, sin distorsionar la comunicación de datos en el bus.

- *Sistema Maestro – Esclavo:*

Una red que posee ciertos nodos pasivos, pero cuyo anillo lógico de pase del testigo consiste de solo un nodo activo, es un sistema maestro-esclavo puro. Ver figura (4).

Figura 4. Sistema Maestro - Esclavo puro.



El procedimiento de maestro-esclavo permite al maestro - el nodo activo – quien posee los derechos de enviar, direccionar los dispositivos esclavos que son asignados a él. Estos esclavos son los nodos pasivos. El maestro puede enviar mensajes a los esclavos o buscar los mensajes desde los esclavos.

La configuración estándar del bus PROFIBUS DP típica se basa en este procedimiento de acceso al bus. Un nodo activo (maestro) cíclicamente intercambia datos con los nodos pasivos (esclavos DP).

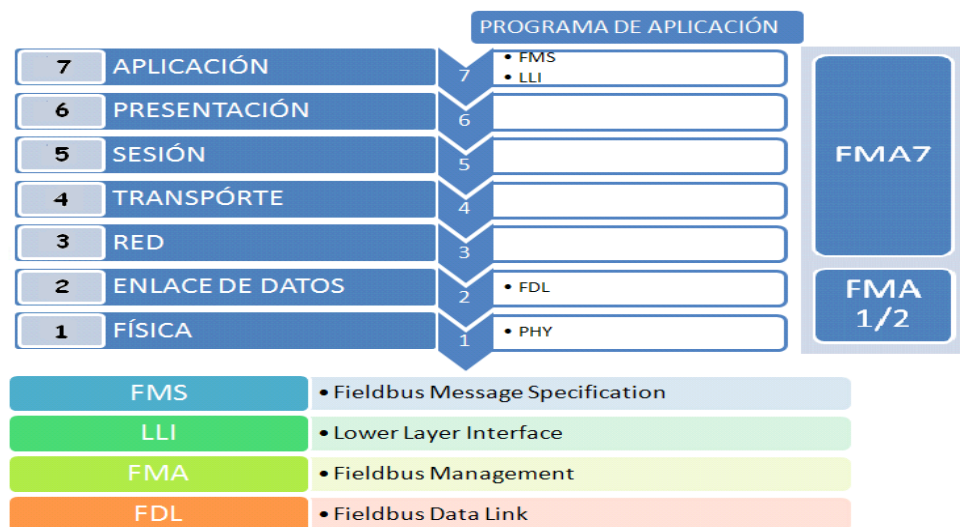
2.4.5. Protocolo de comunicaciones para PROFIBUS.

PROFIBUS se basa en estándares y normas internacionalmente reconocidas (EN 50170, IEC 61158 e IEC 61784), además se orienta bajo el modelo de referencia OSI (Open System Interconnection) de acuerdo a la norma internacional ISO 7498. Conforme a esto, cada una de las capas de OSI implementadas en el bus de campo ejecuta actividades definidas de forma precisa.

El modelo que utiliza PROFIBUS determina las reglas de comunicación desde el nivel de enlace hasta el nivel de aplicación. Además es una configuración de bus basada sólo de tres niveles (1, 2 y 7 del modelo OSI).

La capa 1 o capa física define las características de la transmisión, por otra parte la capa 2 o de enlace (FDL – Fieldbus Data Link) define el protocolo de acceso al bus y establece el orden de circulación del testigo una vez inicializado el bus. Por último la capa 7 o de aplicación define las funciones de aplicación (véase figura 5).

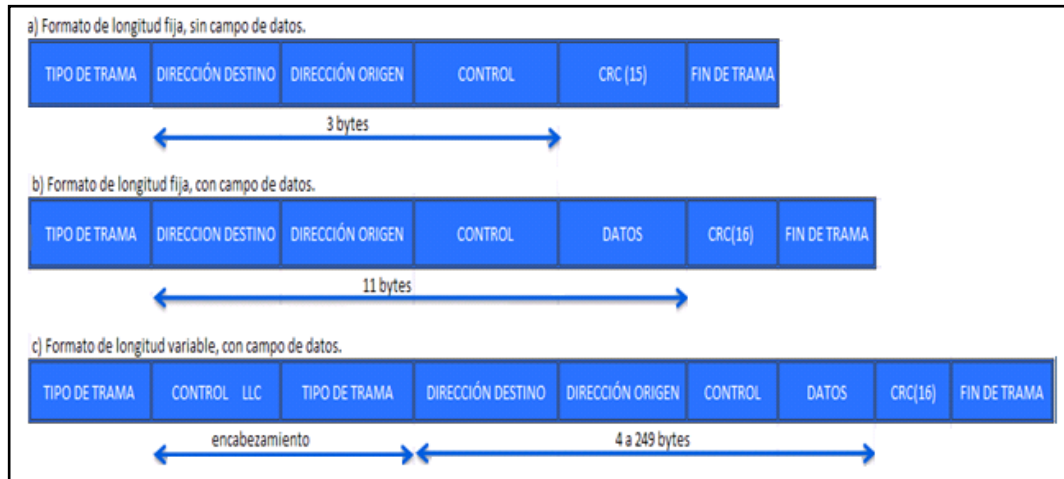
Figura 5. Capas de comunicación implementadas en PROFIBUS basadas en el modelo OSI.



2.4.6. Trama de PROFIBUS

La trama admite 3 tipos de formato: tramas de longitud fija sin datos, tramas de longitud fija con datos y tramas de longitud variable. Ver figura 6.

Figura 6. Formatos de trama.



Entender cada una de estas tramas implica una labor compleja debido a la variedad de tipos previstos para dar servicios a dispositivos con distinto nivel de complejidad. Sin embargo es posible explicarlas según los mensajes básicos (mensajes cíclicos y mensajes acíclicos) que ofrece el protocolo de comunicaciones implementado a nivel de enlace.

Los **mensajes cíclicos** permiten el intercambio de datos de baja prioridad y por tanto no críticos en relación al tiempo de respuesta.

Los **mensajes acíclicos** permiten cortar el tiempo de respuesta de los datos críticos. A cada turno de Maestro se puede enviar un mensaje de difusión conteniendo los valores críticos de todos los esclavos. La lista de estos valores es conocida por todas las estaciones maestras en una tabla.

2.5. PROFIBUS DP, Características esenciales.

En sesiones anteriores se ha ilustrado de forma global las principales características que posee el protocolo de comunicaciones PROFIBUS, destacando sus principales versiones y su estructura de red (medio físico, elementos del bus, estructura de lógica, protocolo de comunicaciones y trama). A continuación, dado que este documento se encuentra orientado al desarrollo de actividades y aplicaciones basadas en el perfil DP de PROFIBUS, se hará un resumen general de sus rasgos característicos en la siguiente tabla:

Tabla 3. Resumen general de características para el perfil PROFIBUS DP.

Requerimientos	Características
<ul style="list-style-type: none">➤ Tiempo de reacción corto➤ Operación Monomaestro o Multimaestro.➤ Protocolo simple, con interfaz de comunicaciones de bajo coste.➤ Excelente diagnóstico.➤ Interfaz de usuario simple.➤ Uso del cableado existente.	<ul style="list-style-type: none">➤ Cambio de más de 1000 Entradas y Salidas con 32 dispositivos en menos de 10ms.➤ Método de acceso híbrido.➤ Funcionalidad reducida, solución con ASIC sin microprocesador.➤ Varios diagnósticos en maestro esclavo.➤ Conjunto básico de parámetros y datos de configuración.➤ Misma tecnología de transmisión en todas las aplicaciones.

<p>Modos de operación</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Maestro Clase 1. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Controlador central que intercambia datos con los dispositivos de I/O conectados (esclavos). ➤ Determina la velocidad. ➤ Maneja el testigo (Token). ➤ Son permitidos varios maestros de clase 1 en una configuración. ➤ Los dispositivos típicos maestros DP clase 1 son PLC, PC.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Maestro Clase 2. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Herramienta de diagnóstico y arranque, normalmente herramienta de configuración. ➤ También puede controlar esclavos.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estación esclava. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estación pasiva que reconoce mensajes o contesta a peticiones
<p>Comunicaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Dos tipos de comunicaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Uno a uno. ➤ Uno a muchos (Multicast).
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pueden darse comunicaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Entre M-DP (clase 1 o 2) y E-DP ➤ Entre M-DP (clase 2) y M-DP (clase 1).
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Indicadores de comunicación. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ El iniciador de comunicación maestro-esclavo es siempre el M-DP. ➤ El iniciador de la comunicación entre M-M es siempre el M-DP clase 2. ➤ No está definida la comunicación de M-DP's de la misma clase.

3. Aspectos preliminares para configuración de la red PROFIBUS DP

3.1. Introducción

El capítulo anterior dio a conocer los fundamentos que contienen la esencia de las redes industriales basadas en PROFIBUS. Para eso se destacaron puntos como su evolución histórica, sus versiones, su estructura de red y las características más importantes en relación a los requerimientos de la red, sus modos de operación y su comunicación.

El presente capítulo es una preparación inicial que servirá de enlace para llevar los conceptos teóricos a la práctica. Esta preparación hará relación a tres puntos importantes que son:

- Las características de los equipos.
- Los tipos de configuraciones a utilizar implementando la red PROFIBUS.
- Programación de los PLC's.

3.2. Características de los equipos a utilizar

Para el desarrollo de las guías de laboratorio, es importante que se familiarice con los elementos y/o herramientas disponibles en el laboratorio de Automatización Industrial de la Universidad Tecnológica de Bolívar.

Esta familiarización será realizada a través del conocimiento de las características de cada uno de los equipos que serán implementados en los distintos tipos de configuraciones de red PROFIBUS.

3.2.1. PLC Siemens S7200

En el laboratorio se encuentra 6 PLC's de este tipo que tienen las siguientes características:

Referencia: CPU 224 AC/DC/Relé

Entradas/Salidas digitales: 14 entradas/salidas digitales. 10 salidas a relé.

Módulos de expansión:

- Entradas y salidas analógicas: EM 235 de 4 entradas /1 salida.
- Comunicación: EM 277 para comunicación vía PROFIBUS DP.

Comunicación: Vía Puerto PPI.

Programación: Vía Step7 MicroWin, en lenguajes AWL, KOP y FUP.

Figura 7. PLC S7200 / CPU 224



3.2.2. PLC Siemens S7300

Siemens, el fabricante de los PLC's utilizados en el laboratorio, ofrece 4 tipos de PLC's S7300 clasificados según la CPU. Los 4 tipos de CPU son: Estándar, de seguridad, compacta y tecnológica.

De estos 4 tipos se disponen de un PLC S7300 de CPU compacta (CPU 314C 2DP) y un PLC S7300 de CPU de seguridad (CPU 315F 2PN/DP).

3.2.2.1. PLC Siemens CPU 315F 2PN/DP

Este PLC tiene las siguientes características:

Referencia: CPU 315F 2PN/DP ---- 6ES7-315-2FH13-0AB0 ----Firmware V2.6

Fuente de alimentación: PS 307 5A.

Puertos de comunicaciones: 1 puerto MPI/DP y 1 puerto para Industrial Ethernet.

Módulos de expansión:

- Entradas y salidas digitales: Módulo SM 323 de 16 entradas y 16 salidas a 24V/0.5A.
- Entradas y salidas analógicas: Módulo SM 334 de 4 entradas y 2 salidas analógicas de 8 bits cada una.

Programación: Vía Simatic Step 7, en lenguajes AWL, KOP y FUP.

Micro Memory Card: 512Kb

Figura 8. SIMATIC S7300 CPU 315F 2PN/DP



3.2.2.2. PLC Siemens CPU 314C 2DP

A diferencia del anterior PLC, viene integrado con módulos de entradas y salidas analógicas y digitales. Las principales características de esta CPU son las siguientes:

Referencia: CPU 314C 2DP ---- 6ES7-314-6CF00-0AB0 ----Firmware V1.0

Fuente de alimentación: PS 307 5A.

Puertos de comunicaciones: 1 puerto MPI y 1 puerto DP para comunicaciones a través de PROFIBUS.

Entradas y salidas digitales: 24 entradas y 16 salidas digitales.

Entradas y salidas analógicas: 5 entradas y 2 salidas analógicas.

Programación: Vía Simatic Step 7, en lenguajes AWL, KOP y FUP.

Micro Memory Card: 64Kb.

Figura 9. SIMATIC S7300 CPU 314C 2DP



3.2.3. Panel HMI OP177B

El panel HMI OP177B le permitirá realizar acciones de supervisión. Este equipó va a ser implementado en dos de las guías de laboratorio donde se realizarán conexión a través de su interface Ethernet y se programará con fines didácticos y de aprendizaje.

Las características de este equipo son las siguientes:

- Panel táctil y botonera Siemens Trainer Package OP177B Color PN/DP con 256 colores, interface ProfiNet, Profibus y USB, buffer de mensajes no volátil que almacena permanentemente los mensajes sin necesidad de batería de respaldo.
- Cable S7 MPI, 5 m
- **Requerimientos del sistema:** PC con Windows 2000 Professional/XP Professional

Figura 10. Panel HMI OP177B



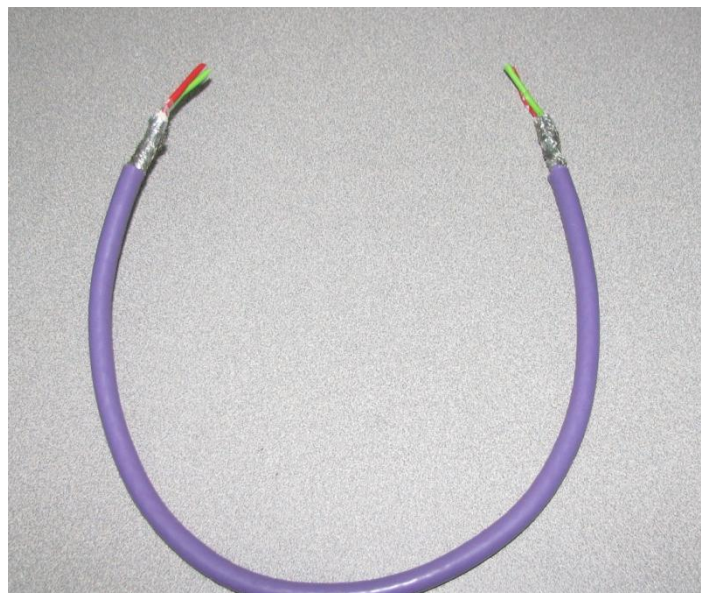
3.2.4. Cable PROFIBUS.

El cable PROFIBUS (figura 11) será utilizado en el desarrollo de las guías de laboratorio propuestas en este documento. Este cable está diseñado con cubierta exterior de cloruro de polivinilo PVC FT VI, malla de protección trenzada y separador entre celdas. Además tiene las siguientes características técnicas:

Tabla 4. Características técnicas del cable PROFIBUS.

<i>Sección del cable (mín/máx)</i>	7.6mm /8.4m.m
<i>Temperatura de operación</i>	-40°C a 60°C
<i>Resistencia del lazo</i>	$\leq 110 \Omega/\text{Km}$
<i>Capacitancia de operación</i>	28.5 nF
<i>Material/Sección del núcleo.</i>	Cobre Sólido / 3.64mm ²

Figura 11.Cable PROFIBUS



3.2.5. Cable Industrial Ethernet

EL cable Industrial Ethernet (figura 12) será usado para realizar la programación y configuración del PLC S7300 CPU 315F 2PN/DP y del panel HMI OP177B.

Este cable permite hacer una conexión sencilla de equipos con terminales RJ45 . Tiene la características de ser inmune a perturbaciones a diferentes velocidades (10/100/1000Mbits/s).

Figura 12. Cable Industrial Ethernet



Como se observa en la parte superior derecha de la figura 11, el cable Industrial Ethernet usado en el laboratorio, es un cable de doble chaqueta y compuesto por 4 pares de hilos.

Es importante destacar que el cable mostrado es de categoría 6, lo cual implica que puede trabajar en redes de Gigabit Ethernet (GigaE) y tiene retrocompatibilidad con versiones anteriores de Ethernet basadas en los estándares de categoría 5 o 5e.

3.2.6. Conector para cable PROFIBUS.

El conector PROFIBUS (figura 13) que se utiliza en el laboratorio es un conector Sub-D de conexión rápida. Este es un conector con conexión por tornillo, permite un ensamblado rápido que optimiza los tiempos de puesta en marcha y mantenimiento. La conexión de la resistencia terminal se encuentra integrada y su encapsulado garantiza inmunidad a interferencias inclusive a altas tasas de datos.

Las características técnicas de este conector se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 5. Características Técnicas del conector PROFIBUS.

<i>Corriente nominal</i>	1A
<i>Tensión nominal</i>	60V CC/CA
<i>Temperatura de operación</i>	-20°C a 70°C
<i>Material de carcasa</i>	Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS)
<i>Asignación de pines</i>	3,5,6 y 8

Figura 13. Conector PROFIBUS



3.3. Tipos de configuraciones a implementar con PROFIBUS DP.

Después de conocer las características de los equipos que se van a utilizar, es importante que el lector conozca cuáles son las configuraciones que puede implementar en una red industrial con el bus de campo PROFIBUS.

Básicamente, las guías elaboradas en los capítulos siguientes, hacen uso de tres tipos de configuraciones para redes PROFIBUS, las cuales son:

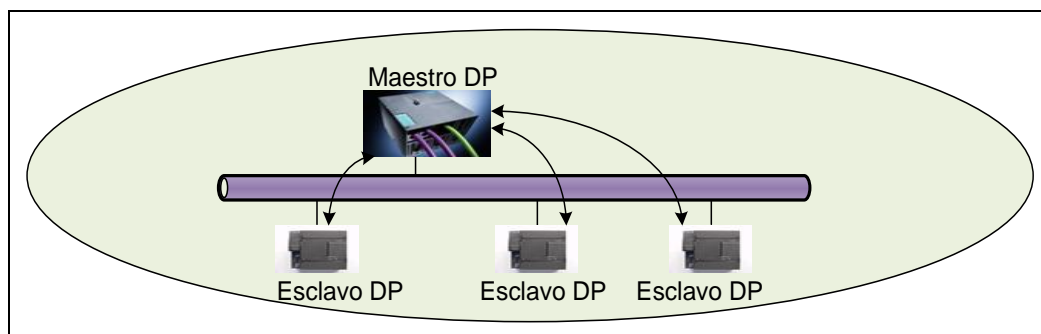
- Configuración con esclavos DP simples.
- Configuración con esclavos DP inteligentes.
- Configuración con dos sistemas maestro DP.

3.3.1. Configuración con esclavos DP simples

En esta configuración la comunicación entre el maestro DP y los esclavos DP simples, se produce a través del maestro DP. El maestro DP efectúa sucesivamente un sondeo de cada uno de los esclavos DP de su lista de llamada dentro del sistema del maestro DP y transfiere los datos de salida o recibe como respuesta sus valores de entrada. Las direcciones de E/S son asignadas automáticamente por el sistema de configuración.

Esta configuración también se denomina sistema Monomaestro, puesto que a una subred PROFIBUS DP física hay conectado un único maestro DP con sus esclavos DP correspondientes.

Figura 14. Configuración sistema Monomaestro PROFIBUS.

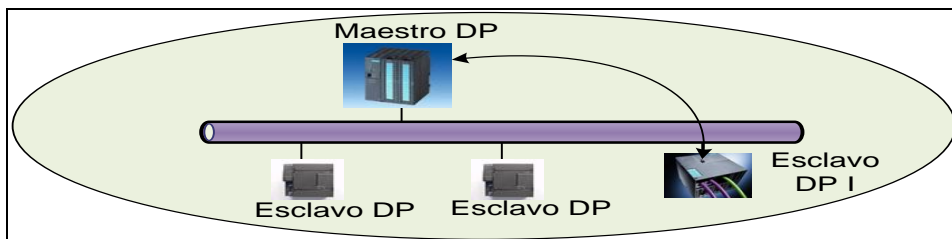


3.3.2. Configuración con esclavos DP inteligentes

Cualquier actividad de automatización puede dividirse en tareas parciales controladas por un dispositivo de automatización (PLC) superior. Las actividades de control se pueden realizar eficazmente de forma autónoma en una CPU con procesamiento previo que adopta la forma de un esclavo DP inteligente.

En esta configuración con esclavo DP inteligente (esclavo I), el maestro DP no accede a los módulos de E/S del esclavo DP inteligente mientras que si lo hace al área de operandos de la CPU. Debido a esto el área de operandos no puede asignarse a módulos de E/S reales del esclavo I, por lo que solo se puede hacer al configurar el esclavo I.

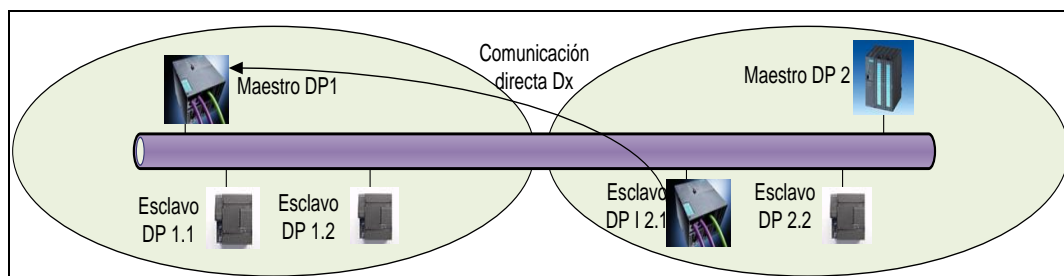
Figura 15. Configuración sistema Maestro DP – Esclavo DP I.



3.3.3. Configuraciones con dos sistema maestro DP

Varios sistemas maestros DP en una sola subred física PROFIBUS-DP se denominan también sistema Multimaestro. En esta configuración, el maestro DP de otro sistema maestro DP de la misma subred física PROFIBUS puede leer directamente los datos de entrada de esclavos inteligentes o de esclavos simples.

Figura 16. Configuración Sistema Multimaestro PROFIBUS



3.4. Programación de los PLC'S

En esta sección se destacan dos puntos que el lector necesita conocer para configurar la red PROFIBUS y realizar la transferencia de datos o información a través de la misma. Estos dos puntos son:

- El software de programación
- Lenguaje de programación

3.4.1. Software de programación

El uso del software de programación hace parte de una de las labores vitales para el establecimiento de alguna de las configuraciones mencionadas en la sección anterior, además le permitirá programar a los PLC's para que ejecuten las tareas de automatización que se desean realizar.

El PLC S7200 debe programarse mediante el uso del software **MicroWin Step 7**. A partir de las versiones V4.0 el usuario podrá realizar la programación del PLC a través de la interfaz PPI/USB. Si en algún momento su computador no reconoce la CPU 224 es posible que la versión de MicroWin que tiene instalada corresponde a una versión anterior por lo que sólo podrá programar el PLC mediante la interfaz de puerto serial (puerto com).

Por su parte, cualquiera de los PLC's S7300 que se disponen en el laboratorio puede programarlos con el software **Simatic Step 7**. Mediante el uso de esta herramienta, usted podrá realizar la configuración del hardware, de la red y la programación para la ejecución de las tareas.

3.4.2. Lenguaje de programación

Para programar los controladores lógicos, el usuario dispone de tres posibilidades de programación. Estas posibilidades de programación hacen referencia al uso de los lenguajes de programación **AWL**, **KOP** y **FUP**. El programador es libre de elegir cualquiera de los lenguajes.

➤ **Lenguaje AWL**

El lenguaje de programación AWL (lista de instrucciones) es un lenguaje textual orientado a la máquina. Las diversas instrucciones equivalen a los pasos de trabajo con los que la CPU ejecuta el programa. Las instrucciones pueden ser agrupadas en segmentos.

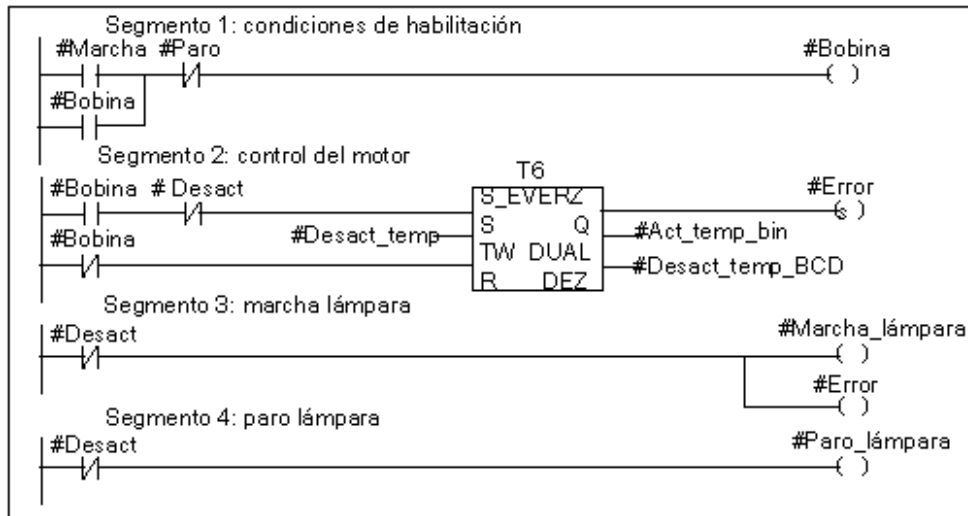
Figura 17. Ejemplo de programación en AWL.

```
U(      Segmento 1: control de la válvula de descarga
O
O      #Bobina
)
UN #Cerrar
= #Bobina
      Segmento 2: indicación "válvula abierta"
U      #Bobina
=      #Indic_abierta
      Segmento 3: indicación "válvula cerrada"
UN     #Bobina
=     #Indic_cerrada
```

➤ **Lenguaje KOP**

La representación del lenguaje de programación gráfico KOP (esquema de contactos) es similar a la de los esquemas de circuitos. Los elementos de un esquema de circuitos, tales como los contactos normalmente cerrados y normalmente abiertos, se agrupan en segmentos. Uno o varios segmentos constituyen el área de instrucciones de un bloque lógico.

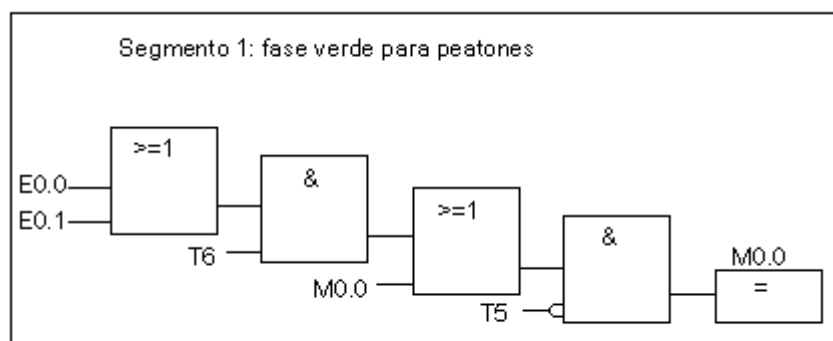
Figura 18. Ejemplo de programación en KOP



➤ **Lenguaje FUP**

El lenguaje de programación FUP (diagrama de funciones) utiliza los símbolos gráficos del álgebra booleana para representar la lógica. También es posible representar en conexión directa con los cuadros lógicos funciones complejas, como por ejemplo funciones matemáticas.

Figura 19. Ejemplo de programación en FUP.



4. Configuración del hardware para conexión de un sistema Monomaestro PROFIBUS DP.

4.1. Introducción

En este capítulo será desarrollada la primera guía para implementar en el laboratorio de Automatización y Control.

Para esto será necesario definir las direcciones de cada uno de los equipos que se acoplarán a la red Monomaestro, preparar la red Industrial Ethernet y realizar la configuración de los módulos esclavos (físicamente) y Maestro DP utilizando el Administrador Simatic o Step 7.

Por tanto cada uno de los requerimientos mencionados anteriormente, necesarios para llevar adelante la práctica de laboratorio n°1, estarán definidos mediante un conjunto de pasos que lo llevarán a cumplir con el objetivo que se ha planteado para esta guía.

4.2. Objetivo

Establecer una red Monomaestro PROFIBUS DP realizando una correcta configuración del hardware correspondiente a los equipos de las estaciones esclavas y maestra, para adquirir destrezas y habilidades en la creación de la red implementando Step 7 como herramienta base.

4.3. Equipos

Para realizar esta actividad deberá disponer de los siguientes elementos:

- ✓ 1 CPU Simatic S7300 315F 2PN/DP.
- ✓ 6 CPU's Simatic S7200 224 con sus adaptadores PPI.
- ✓ 6 módulos de comunicaciones S7200 EM 277 PROFIBUS DP.
- ✓ Una fuente PS 307 5A para CPU Simatic S7300.
- ✓ 1 modulo de entradas y salidas analógicas SM334 para CPU Simatic S7300 315F 2PN/DP.
- ✓ 1 modulo de entrada y salidas digitales SM 323 para CPU Simatic S7300 315F 2PN/DP.
- ✓ 1 cable PROFIBUS.
- ✓ 7 conectores PROFIBUS.
- ✓ 1 computador con sistema operativo Windows (preferiblemente XP) y los software STEP 7 versión 5.4 y STEP 7 MicroWin versión 4.0.
- ✓ 1 router de comunicaciones.
- ✓ 1Cable Ethernet y 1 cable Industrial Ethernet.

4.4. Procedimiento.

Para configurar el hardware de los equipos en la red Monomaestro PROFIBUS DP realice los dos siguientes pasos, inicialmente:

1. Definir las direcciones de comunicación: Las direcciones a utilizar para la práctica se especifican en la siguiente tabla:

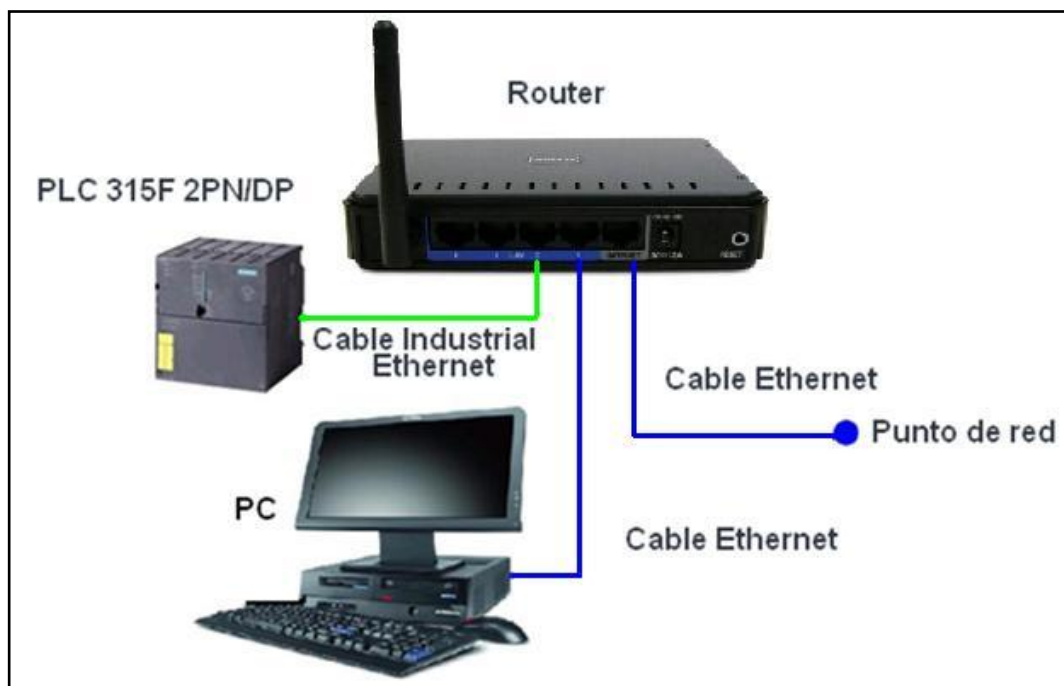
Tabla 6. Direcciones para configuración de la red Maestro - Esclavo con PROFIBUS DP.

Equipo	Tipo de nodo o estación	Dirección
CPU 315F 2PN/DP	Nodo activo (Maestro)	1
CPU 224/EM277	Nodo pasivo (Esclavo)	2
CPU 224/EM277	Nodo pasivo (Esclavo)	3
CPU 224/EM277	Nodo pasivo (Esclavo)	4
CPU 224/EM277	Nodo pasivo (Esclavo)	5
CPU 224/EM277	Nodo pasivo (Esclavo)	6
CPU 224/EM277	Nodo pasivo (Esclavo)	7

2. Realizar la conexión del router al PC y al PLC Maestro. Ejecute los siguientes pasos:
 - a. Desenergice el router, el PLC y el computador.
 - b. Conecte el punto de red mediante cable Ethernet al router. Generalmente el chasis del equipo tiene en un slot o ranura el nombre **Internet** para indicar la conexión del punto de red.
 - c. Ahora conecte en uno de los puertos de salida del router otro cable de red y su extremo llévelo al puerto Ethernet del computador.

- d. Repita el paso **c**, pero en este caso tome el cable Industrial Ethernet y conecte uno de sus extremos a un slot disponible del router y otro al PLC S7300 CPU 315F2PN/DP.
- e. Finalmente energice el router, inicie Windows y encienda el PLC para que todos los dispositivos configurados sean reconocidos en la red Ethernet.

Figura 20. Configuración de la red Ethernet.



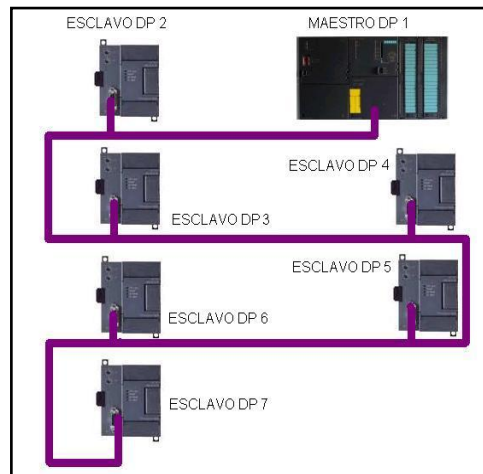
4.4.1. Conexión de las estaciones esclavas.

La configuración de los módulos EM277 (esclavos DP) se debe realizar siguiendo las instrucciones a continuación:

1. Verifique las direcciones predeterminadas en la tabla 6 para los nodos pasivos en cada uno de los módulos EM 277.

2. Energice los PLC's esclavos S7200.
3. Conecte el cable PROFIBUS con su conector a cada una de las estaciones. Vea figura 21 para observar esquema de conexión del sistema Monomaestro.

Figura 21. Conexión del sistema Monomaestro PROFIBUS DP.



La figura 21 muestra la distribución de los equipos esclavos y maestro DP en el laboratorio de automatización conforme a las plantas industriales de procesos a escala que cada uno de estos PLC's tiene asignada.

Observe también que cada equipo tiene una dirección PROFIBUS asignada respecto a la información de la tabla 6 y de acuerdo a la dirección de red que cada una de las plantas posee.

Debido a las consideraciones anteriores, por favor no modifique las direcciones de los equipos en la red para evitar problemas de comunicación y causar inconvenientes en el desarrollo de las prácticas de laboratorio propuestas en otras monografías.

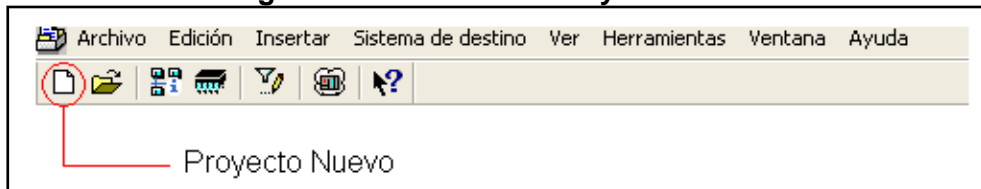
Ajuste a On la resistencia de terminación del esclavo DP 7.

4.4.2. Configuración del Maestro DP.

Los ajustes a realizar para acoplar el maestro S7300 CPU 315F 2PN/DP en la red Monomaestro son los siguientes:

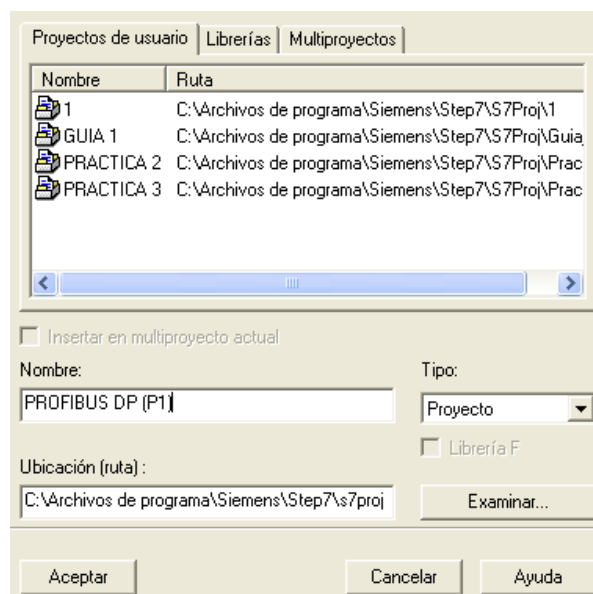
1. Inicie el administrador Simatic. Para esto siga la siguiente ruta:
Inicio/Todos los programas/Simatic/ Administrador Simatic.
También puede acceder al software si posee acceso directo en el escritorio.
2. Cree un proyecto nuevo. Para esto diríjase al icono de una hoja en blanco en la barra de herramientas del Administrador Simatic.

Figura 22. Botón crear Proyecto Nuevo



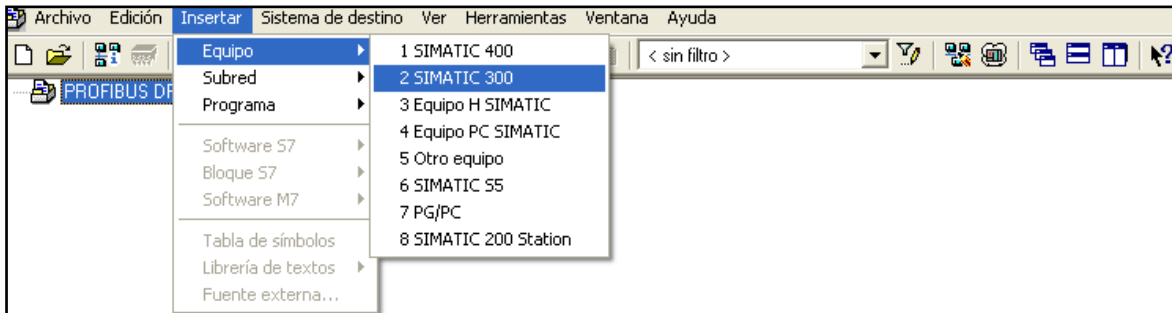
Enseguida se desplegará la ventana Proyecto Nuevo. De nombre al proyecto y clic en aceptar. Para este caso se seleccionó el nombre **PROFIBUS DP (P1)**.

Figura 23. Ventana Nuevo Proyecto.



3. Inserte un equipo Simatic 300. Observe la figura 24.

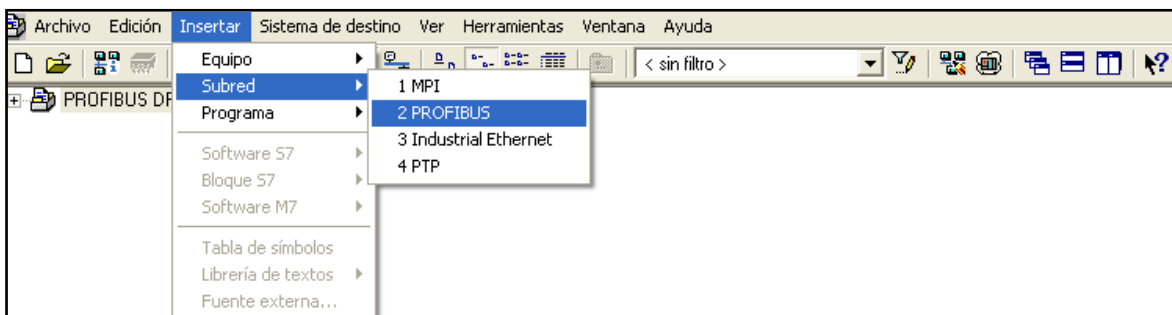
Figura 24. Insertar Equipo Simatic S7300



Insertado este elemento podrá observarlo sobre el área de trabajo.

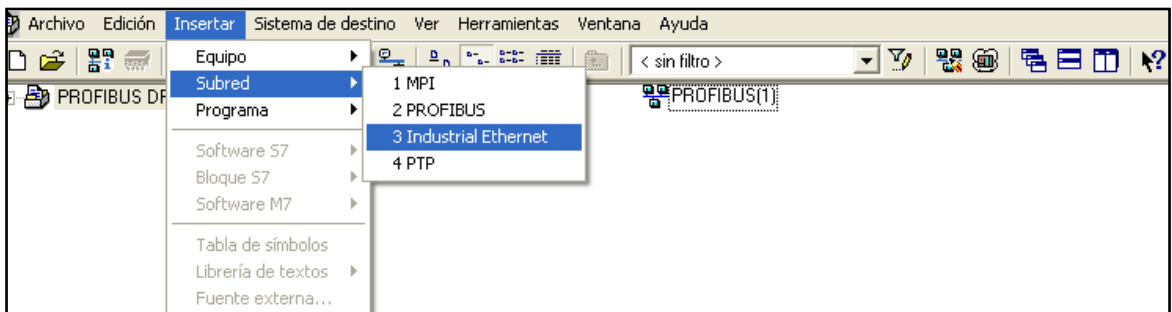
4. Agregue una nueva subred PROFIBUS. Vea figura 25.

Figura 25. Nueva subred PROFIBUS.



5. Introduzca una subred basada en Industrial Ethernet. La programación del PLC maestro será realizada a través de este medio de transmisión.

Figura 26. Insertar subred Industrial Ethernet.



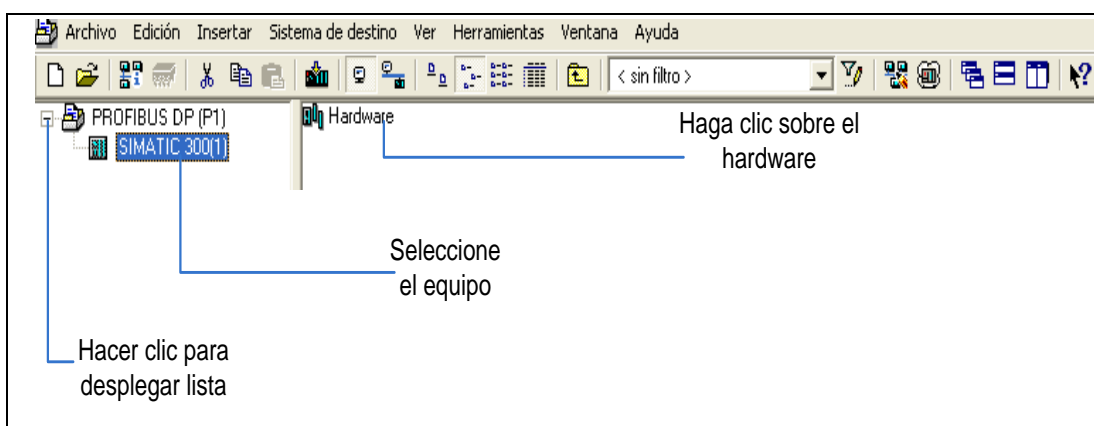
Insertada la CPU 300 y las subredes, podrá visualizar estos elementos en la ventana de trabajo del Administrador Simatic. Vea figura 27.

Figura 27. Equipos del proyecto PROFIBUS DP (P1) sobre el área de trabajo Simatic.



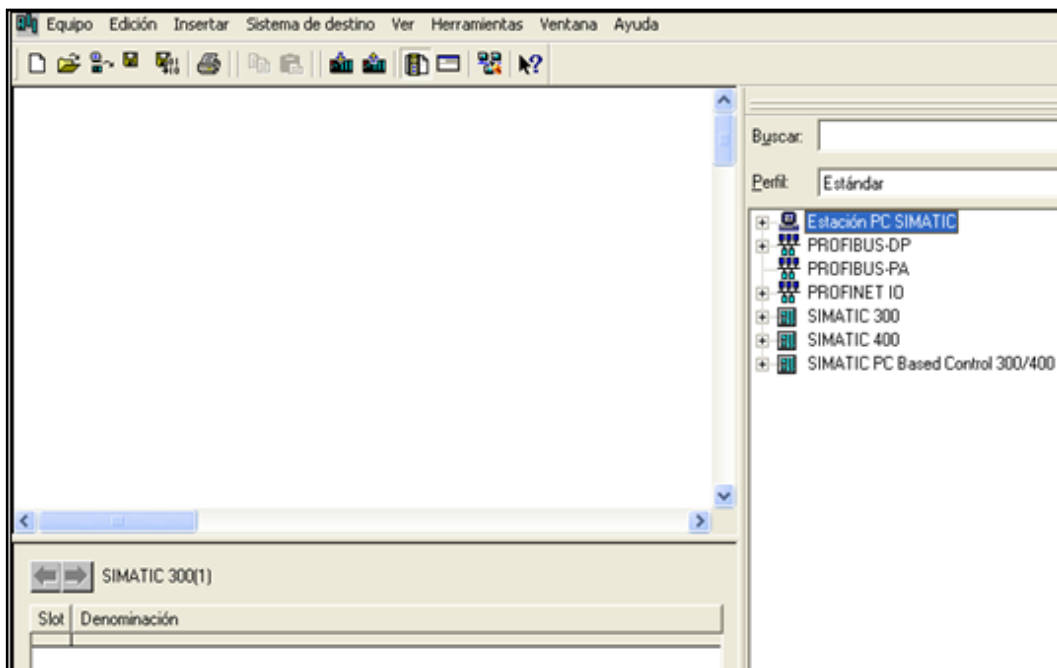
6. Configure el hardware de la CPU 300 insertada, para esto haga clic en el icono del proyecto (**PROFIBUS DP (P1)**), seleccione el dispositivo (**SIMATIC 300 (1)**) y luego clic en **Hardware**. Véase figura 28.

Figura 28. Primeros pasos para configurar el Hardware de la CPU 300.



Una vez realizado el paso anterior, se desplegará una nueva ventana en la cual se realizará las configuraciones del hardware para el equipo Maestro.

Figura 29. Ventana para configuración de CPU 300



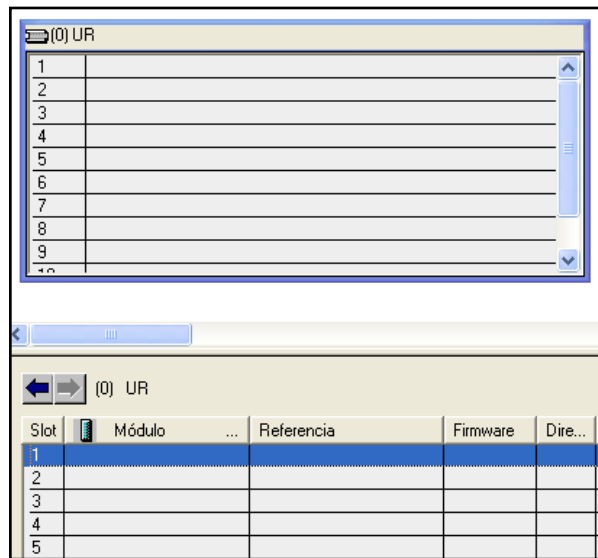
7. Desplegada la ventana de configuración, ubíquese en el catalogo de equipos y seleccione la opción SIMATIC 300. Notará que al realizar clic se desplegará una serie de opciones, de las cuales primero debe seleccionar BASTIDOR 300 y hacer clic en Perfil soporte.

Figura 30. Ubicación del Bastidor CPU 300.



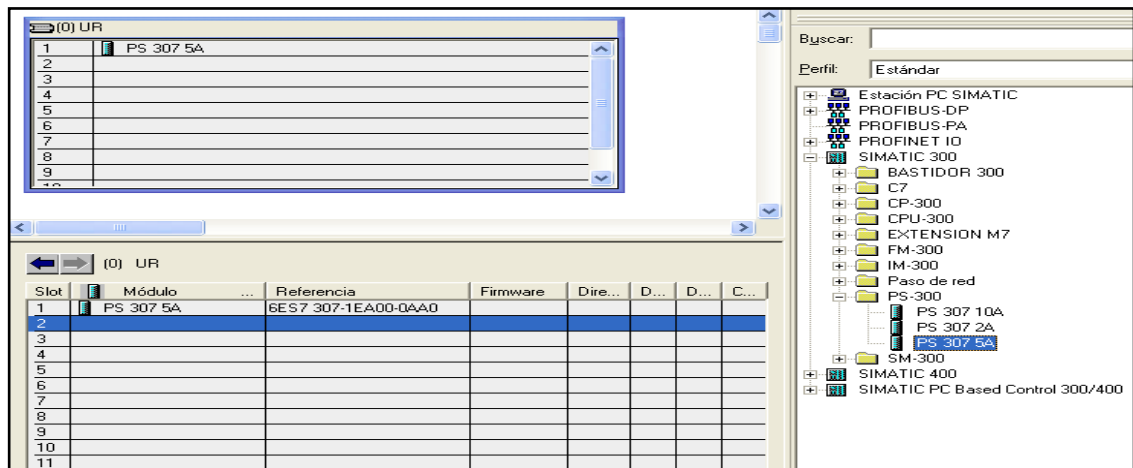
Sobre el área de configuración aparecerá un nuevo recuadro que simboliza al bastidor donde se debe insertar la CPU 315F 2PN/DP, su fuente y sus módulos de entradas y salidas analógicas y digitales.

Figura 31. Bastidor CPU 300.



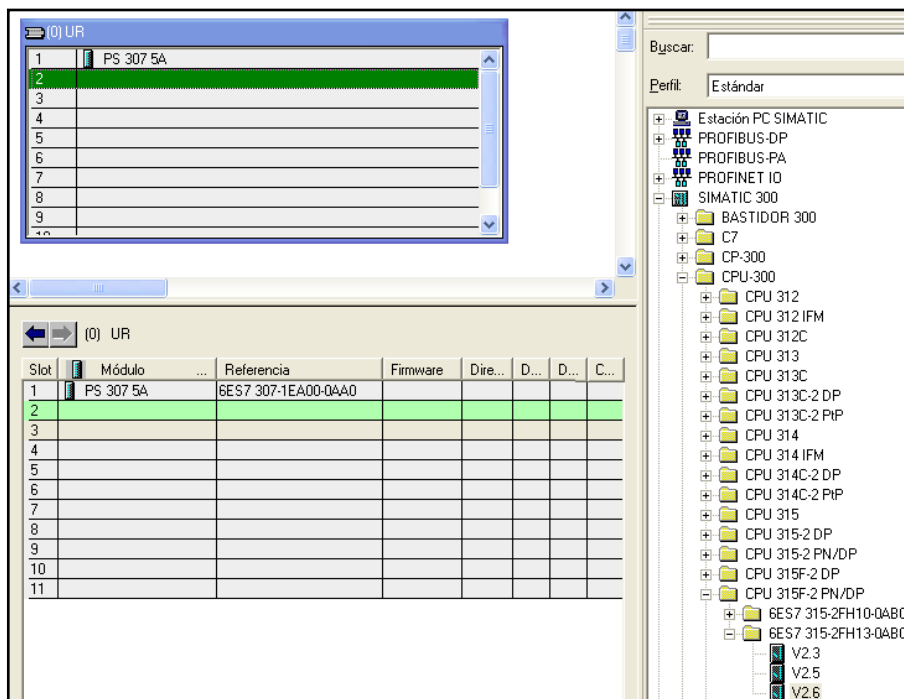
8. Ahora se debe insertar la fuente de alimentación de la CPU. En el laboratorio podrá observar que la fuente de alimentación usada para la CPU 315F 2PN/DP es las PS 307 5A, por tanto debe buscar en el catalogo de equipos de Simatic 7 este elemento e insertar en el primer Slot del bastidor.

Figura 32. Selección fuente PS 307 5A.



9. Proceda insertando ahora, la CPU 315F 2PN/DP. En el árbol del catalogo de equipos Simatic siga la siguiente ruta: **Simatic 300/CPU 300/CPU 315F2PN/DP/6ES7-2FH13-0AB0/V2.6.**

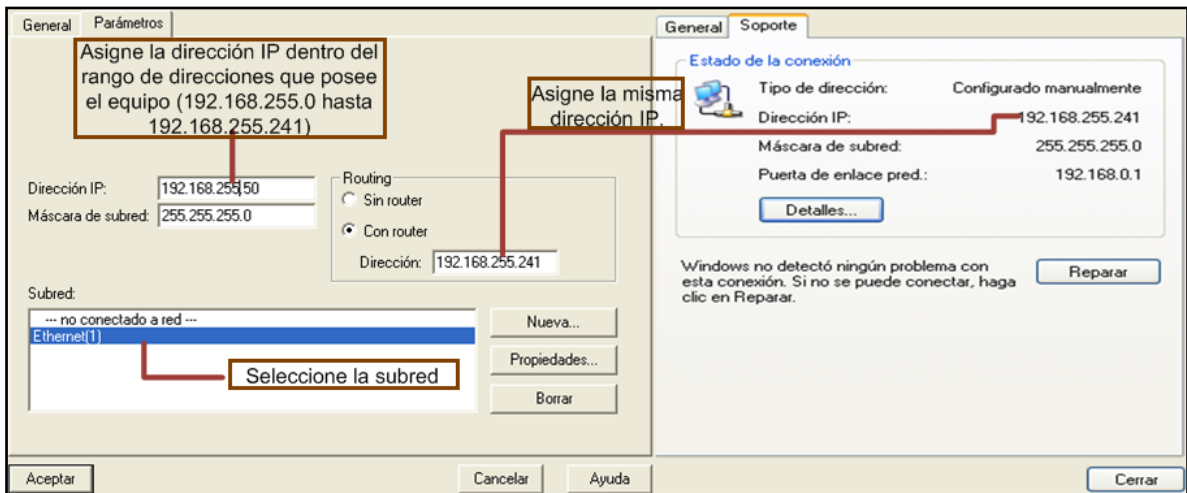
Figura 33. Selección de la CPU maestra



Cuando haga clic sobre la versión 2.6 para insertar la CPU, aparecerá automáticamente un cuadro de dialogo donde debe especificar los parámetros de red con la interface Ethernet. Para esto escoja la opción **con router**, y asigne en **Dirección** la IP que posee el router (Haga clic en conexiones de red y soporte para ver cuál es la dirección asignada). Finalmente escoja en dirección de red una que este en el rango de direcciones que ofrece el enrutador y seleccione en la opción subred **Ethernet (1)**. Vea figura 34.

Se ha dispuesto que esta configuración sea así aprovechando el router que existe en el laboratorio y la CPU 315F 2PN/DP que posee puerto de comunicaciones bajo Industrial Ethernet. La comunicación de entre el PC y el PLC también se puede realizar con la interfaz MPI.

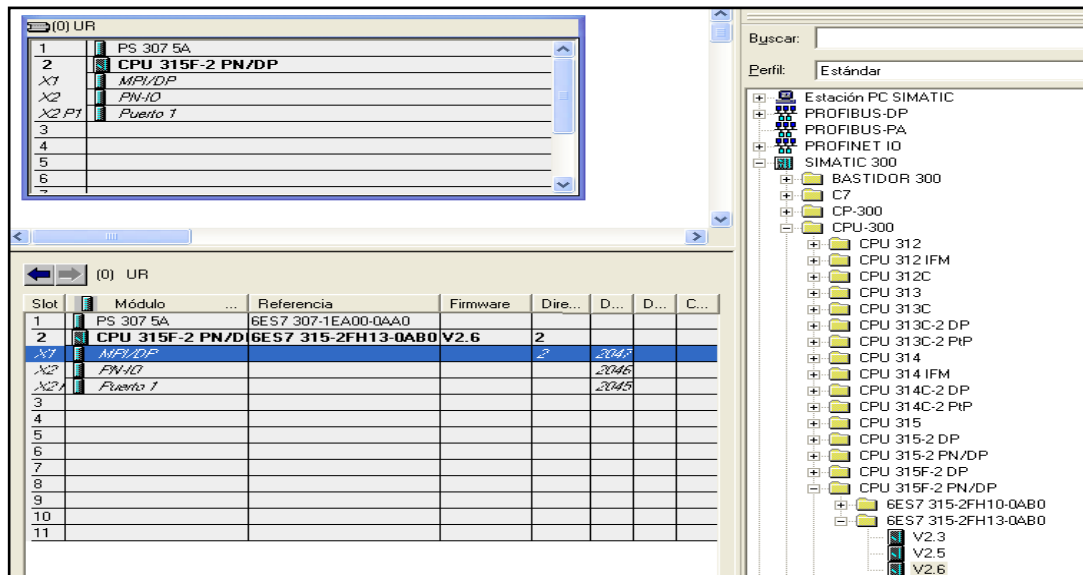
Figura 34. Configuración de la conexión de red Ethernet.



Los valores de direcciones IP presentados pueden variar dependiendo de la dirección IP que el router le asigne al equipo.

Realizados los procesos mencionados, se insertará la CPU 315F 2PN/DP al bastidor, observe figura 35.

Figura 35. CPU 315F 2PN/DP en bastidor



10. Sobre los Slots 4 y 5 se deben insertar los módulos de entradas y salidas analógicas y digitales del PLC.

En el laboratorio podrá observar que estos módulos son el SM334 (AI4/AO2 x 8bit) y el SM323 (DI16/DO16 x DC 24V), por consiguiente en

el catalogo de equipos se deben buscar estas referencias para insertarlas en el bastidor.

La siguiente figura lo orientará para encontrar el módulo analógico de la CPU maestra.

Figura 36. Módulo de entradas y salidas analógicas.

Slot	Módulo	Referencia	Firmware	Dirección ...	Dirección E	Dirección S	C...
1	PS 307 5A	6ES7 307-1EA00-0AA0					
2	CPU 315F-2 PN/DP	6ES7 315-2FH13-0AB0	V2.6	2	2047*		
X1	MPI/DP			2	2046*		
X2	PN-IO				2045*		
X2 P1	Puerto 1						
3							
4	AI4/AO2x8/8Bit	6ES7 334-OCE01-0AA0			256...263	256...259	
5							
6							

En la figura 37 podrá observar la ubicación del módulo de entradas y salidas digitales en el catalogo de equipos Simatic de Step 7.

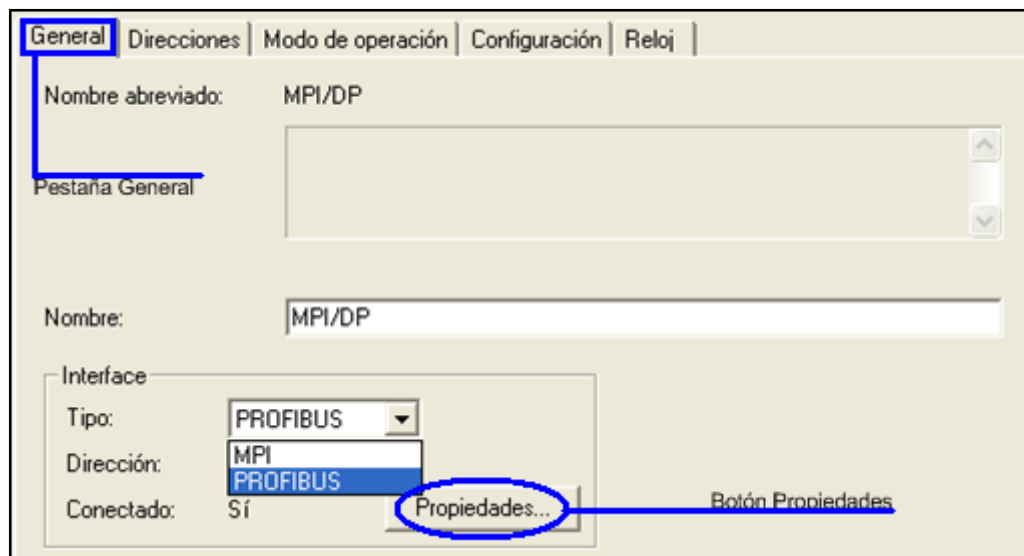
Figura 37. Módulo de entradas y salidas digitales.

Slot	Módulo	Referencia	Firmware	Dirección ...	Dirección E	Dirección S	C...
1	PS 307 5A	6ES7 307-1EA00-0AA0					
2	CPU 315F-2 PN/DP	6ES7 315-2FH13-0AB0	V2.6	2	2047*		
X1	MPI/DP			2	2046*		
X2	PN-IO				2045*		
X2 P1	Puerto 1						
3							
4	AI4/AO2x8/8Bit	6ES7 334-OCE01-0AA0			256...263	256...259	
5	DI16/DO16x24V/0.5A	6ES7 323-1BL00-0AA0			4...5	4...5	
6							

En estos momentos ya se tiene sobre el bastidor todos los elementos que conforman la CPU del equipo Maestro DP. Ahora es posible realizar las configuraciones para establecer la red PROFIBUS entre este equipo maestro y los esclavos.

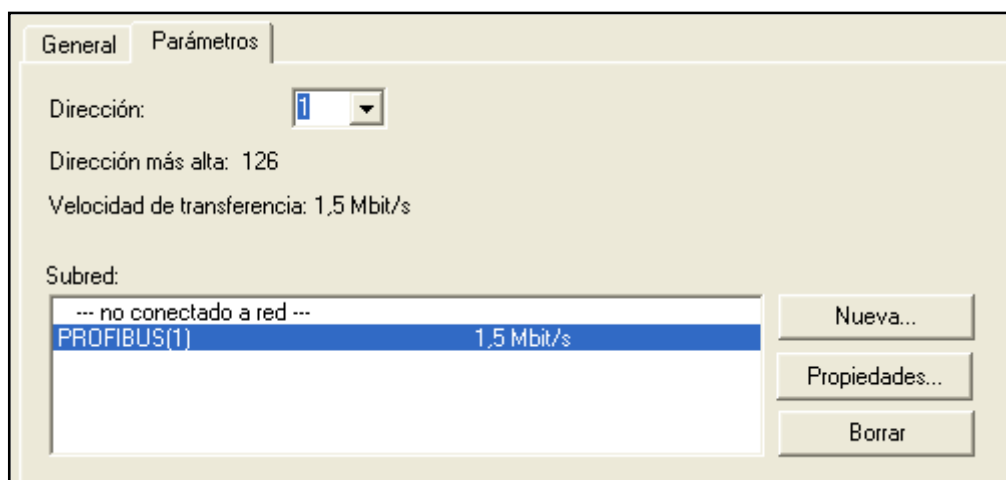
11. Sobre el bastidor, seleccione y haga clic sobre la línea simbolizada por X1 donde se definen las interfaces MPI/DP de la CPU 300. Instantáneamente se abrirá el cuadro de dialogo Propiedades. Haga clic en la pestaña **General** y sobre el tipo de interface seleccione **PROFIBUS**.

Figura 38. Propiedades interface MPI/DP



12. En el mismo cuadro haga clic sobre botón propiedades (vea figura 38). Otro cuadro de dialogo se abrirá. Aquí podrá asignar la dirección de PROFIBUS al equipo maestro. La tabla 6 establece que la dirección para la estación maestra es la 1, escoja esta dirección y de aceptar.

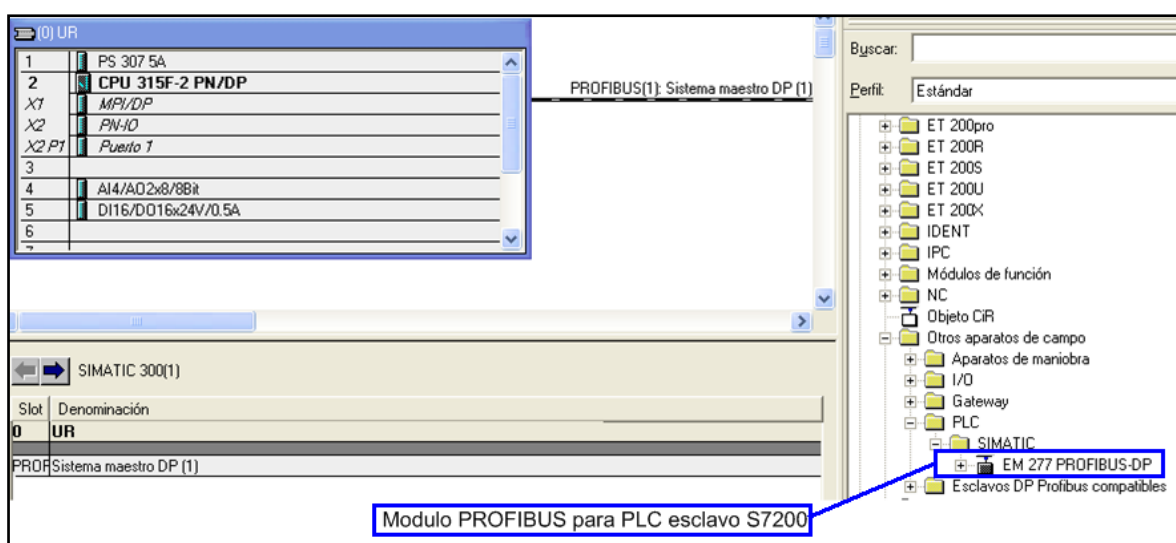
Figura 39. Selección de la dirección para equipo Maestro DP.



Observará a continuación que al lado del bastidor aparece un segmento de línea que dice PROFIBUS (1) Sistema maestro DP (1). En este segmento podrá agregar las estaciones que funcionarán como esclavos DP.

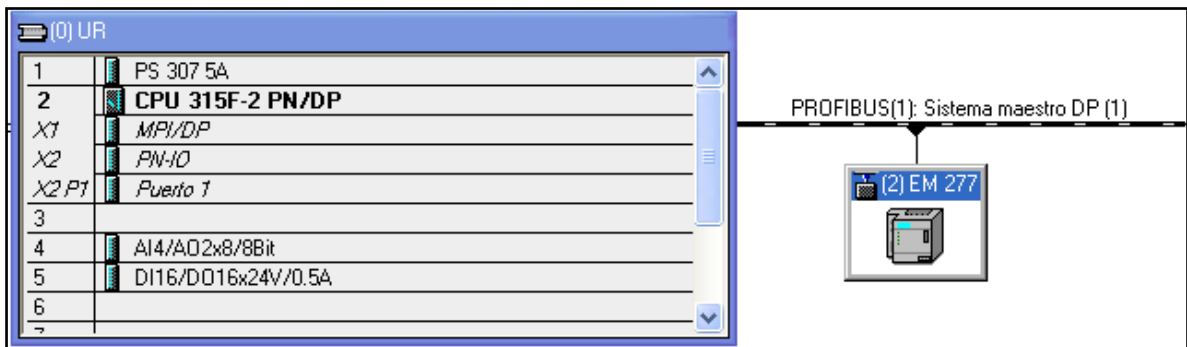
13. En el árbol del catalogo, siga la siguiente ruta: **PROFIBUS DP/ Otros aparatos de campo/PLC/SIMATIC/EM 277 PROFIBUS DP**, para agregar los 6 esclavos DP. Una vez seleccionado el modulo arrástrelo hasta el segmento de bus.

Figura 40. Segmento de bus PROFIBUS y ubicación del módulo EM 277.



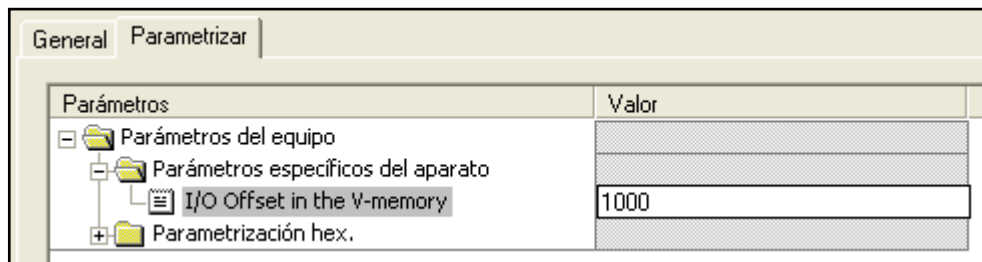
Si no logra encontrar este módulo para el PLC Siemens S7200 es muy probable que el administrador Simatic no tenga instalado el archivo GSD para la estación EM277. Para resolver este inconveniente remítase a anexos.

Figura 41. Modulo esclavo EM 277 insertado sobre la red PROFIBUS.



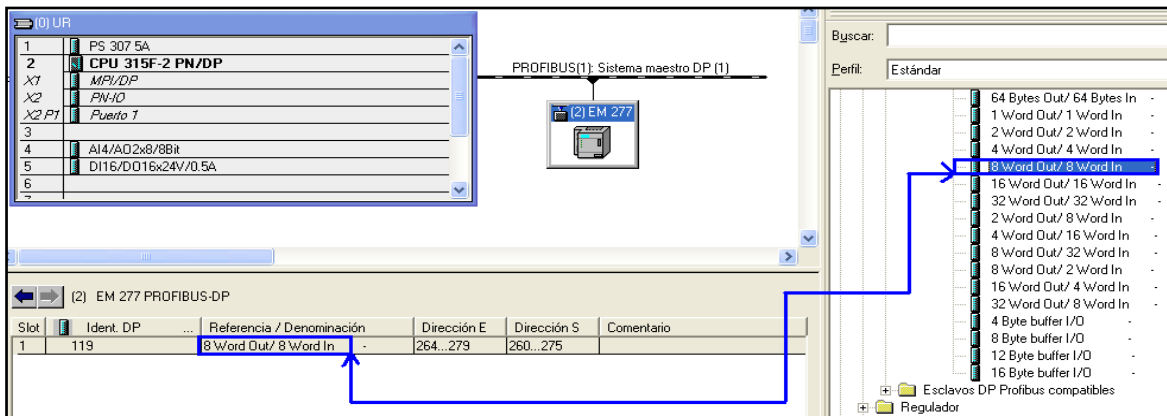
- Haga clic sobre la estación pasiva, se abrirá el cuadro de dialogo Propiedades Esclavo DP. Seleccione la pestaña **Parametrizar** y luego **Parámetros específicos del aparato**. Digite un número (ejemplo 1000) sobre el valor de la casilla **I/O offset in the V memory**. Este número indicará en que valor de la memoria V del esclavo comenzará la recepción de información.

Figura 42. Parametrización del esclavo.



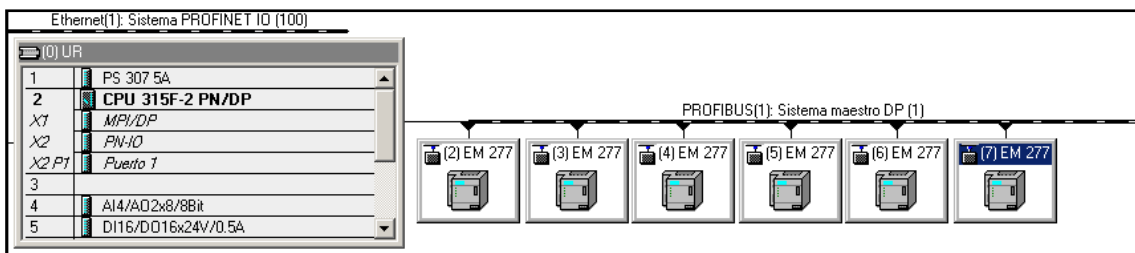
- Ahora debe seleccionar el tamaño y la coherencia de datos. Despliegue la lista del módulo EM 277 y escoja un tipo de datos para la coherencia. (Puede escoger por ejemplo 8 palabras de salida/8 palabras de entradas).

Figura 43. Determinación del tamaño y la coherencia de datos.



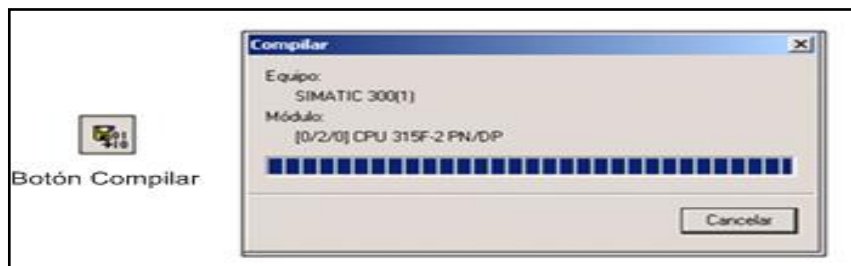
16. Ahora repita los paso 13 a 15 para configurar los otro 5 elementos esclavos.

Figura 44. Configuración final de la red Monomaestro



17. Haga clic ahora sobre el botón compilar, para compilar la configuración realizada.

Figura 45. Botón compilar y compilación del programa.

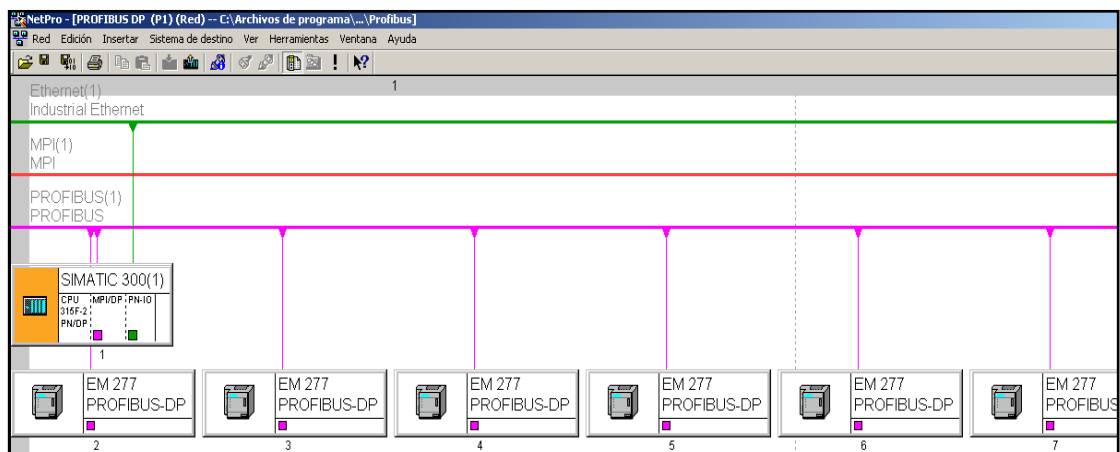


18. Cierre el HW config y sobre la barra de herramientas del Administrador Simatic haga clic sobre el botón **Net Pro** para visualizar la red configurada.

Figura 46. Botón Net Pro.

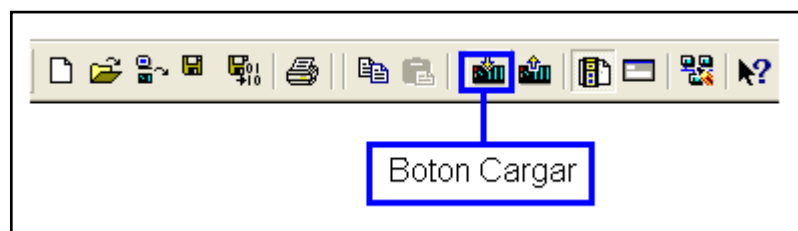


Figura 47. Net Pro (Visualización de la red creada).



19. Busque el botón cargar para transferir la configuración al PLC 315F 2PN/DP

Figura 48. Carga del programa al PLC.



20. Finalmente verifique físicamente en cada módulo que los Led correspondiente a POWER y DX mode se encuentran en color verde (S7200 CPU 224 EM 277). Para la CPU 315, verifique que los Led de run y Stop también se encuentran encendidos en color verde y que no se encuentran encendidos los indicadores SF y BF los cuales alertan sobre cualquier falla en el bus o la CPU.

4.5. Actividades propuestas

A continuación se propone una serie de actividades que le ayudarán a comprender algunos de los principales errores que pueden ocurrir en la configuración Monomaestro establecida (1 equipo maestro S7300 y 6 equipos esclavos S7200 (módulo EM 277)).

1. Desenergice cualquiera de los PLC's esclavos de la red eléctrica y observe en el PLC maestro el estado del indicador BF1. ¿Qué sucede al realizar esta acción?

2. Vuelva a conectar a la red eléctrica el PLC esclavo desenergizado. Ahora desconecte o afloje considerablemente cualquiera de los conectores PROFIBUS de los módulos EM277. ¿Qué sucede en el equipo maestro?

3. Vuelva a conectar correctamente el conector PROFIBUS desajustado del módulo esclavo que selección en el paso anterior. ¿Qué ocurre ahora?

4. Ajuste la resistencia de terminación del conector PROFIBUS del PLC 4 a On. ¿Qué sucede con los demás elementos de la red? ¿Qué ocurre en el maestro DP?

5. Coloque la resistencia de terminación del conector PROFIBUS en su estado Off, ¿cómo se manifiesta la red ahora?

6. Vaya a la ventana de configuración de hardware del equipo Maestro, seleccione uno de los módulos esclavos y borre el valor de parametrización de la memoria V en el equipo. Haga clic en aceptar. ¿Qué sucede?

7. Ahora borre en cualquiera de los módulos esclavos el tamaño y la coherencia de los datos asignado. Haga clic en aceptar y luego en compilar. ¿Qué ocurre?. ¿Por qué cree usted que la configuración muestra error?

8. Concluya sobre las principales causas que generan error en la red PROFIBUS.

5. Programación de sistema Monomaestro para transferencia de datos con PROFIBUS DP

5.1. Introducción

El capítulo anterior propuso el desarrollo de la primera práctica de laboratorio, la cual estuvo orientada a lograr la correcta configuración del hardware para acoplar los dispositivos en la red industrial PROFIBUS de tipo Monomaestro.

El presente capítulo debe considerarse como la continuación de la guía realizada, debido a que se propondrá una serie de pasos para realizar la programación que necesitan los PLC's esclavos y maestro para realizar la transferencia de datos a través del bus.

Debido a lo anterior, esta segunda guía estará dividida en dos partes. La primera de estas estará dirigida a realizar la programación del maestro S7300 CPU 315F 2PN/DP, mientras que la segunda planteará los pasos para programar las estaciones esclavas S7200.

5.2. Objetivo

Programar el sistema Monomaestro PROFIBUS mediante el uso de los software Microwin y Step 7 para lograr comunicación y transferencia de información entre las estaciones esclavas y el maestro DP.

5.3. Equipos

Los materiales que utilizaremos para el desarrollo de esta práctica son los mismos que se mencionaron en la guía de laboratorio número 1. Estos materiales son:

- ✓ 1 CPU Simatic S7300 315F 2PN/DP.
- ✓ 6 CPU's Simatic S7200 224 con sus adaptadores PPI.
- ✓ 6 módulos de comunicaciones S7200 EM 277 PROFIBUS DP.
- ✓ Una fuente PS 307 5A para CPU Simatic S7300.
- ✓ 1 modulo de entradas y salidas analógicas SM334 para CPU Simatic S7300 315F 2PN/DP.
- ✓ 1 modulo de entrada y salidas digitales SM 323 para CPU Simatic S7300 315F 2PN/DP.
- ✓ 1 cable PROFIBUS.
- ✓ 7 conectores PROFIBUS.
- ✓ 1 computador con sistema operativo Windows (preferiblemente XP) y los software STEP 7 versión 5.4 y STEP 7 MicroWin versión 4.0.
- ✓ 1 router de comunicaciones.
- ✓ 1Cable Ethernet y 1 cable Industrial Ethernet.

5.4. Procedimiento

Realizadas las configuraciones propuestas en la sección **Procedimiento (Sección 4.4)** del capítulo 4, se procede a crear los programas para efectuar la transferencia de datos entre los PLC's esclavos DP y el maestro DP.

El programa para el maestro CPU 315F 2PN/DP se debe realizar en Simatic Step 7 y los programas para cada uno de los esclavos CPU's 224 en MicroWin.

5.4.1. Programa para el Maestro DP

Para desarrollar correctamente la programación perteneciente al maestro DP se necesita realizar una tabla que servirá de guía para asignar las direcciones de memoria que utilizará el PLC 300 para efectos de envío y recepción de datos. La información de esta tabla debe ser alimentada por las direcciones de entrada y salida configurados por defecto al seleccionar el tamaño y la coherencia de los datos en cada modulo EM 277 insertado en la red.

La figura 43 de la **sección 4.4.2** muestra que al seleccionar el tamaño y la coherencia de 8 palabras de salida y 8 palabras de entrada, se determinó por defecto las direcciones de entrada y salida (entradas 264 – 279, salidas 260 – 275) en memoria del maestro para la transferencia de datos con el esclavo DP 2.

Note que para las direcciones de entrada y salida, el valor final de cada una de las direcciones termina 16 bytes contados desde el valor inicial. Recuerde que una palabra es un conjunto de 2 bytes por tanto al seleccionar 8 palabras se están empleando 16 bytes en memoria.

A continuación, verifique modulo por modulo (DP 3, DP4, DP5, DP6 y DP7) las direcciones de entradas y salidas de memoria para la CPU 315F 2PN/DP y complete la siguiente tabla:

Tabla 7. Direcciones en memoria del maestro para envío y recepción de datos.

Estación	Direcciones de entrada	Direcciones de salida
Esclavo DP 2	264-279	260-275
Esclavo DP 3		
Esclavo DP 4		
Esclavo DP 5	312-327	308-323
Esclavo DP 6		
Esclavo DP 7		

Debido a que el programa se va a implementar para hacer la transferencia de datos de entradas y salidas digitales entre maestro y esclavos, es preciso revisar las direcciones asignadas en el modulo de entradas y salidas digitales del maestro. Con este propósito haga clic sobre el slot 5 del bastidor, verá desplegarse la ventana de propiedades de este objeto. Seleccione a continuación la pestaña direcciones y observe los valores que tiene seleccionado. Complete la tabla:

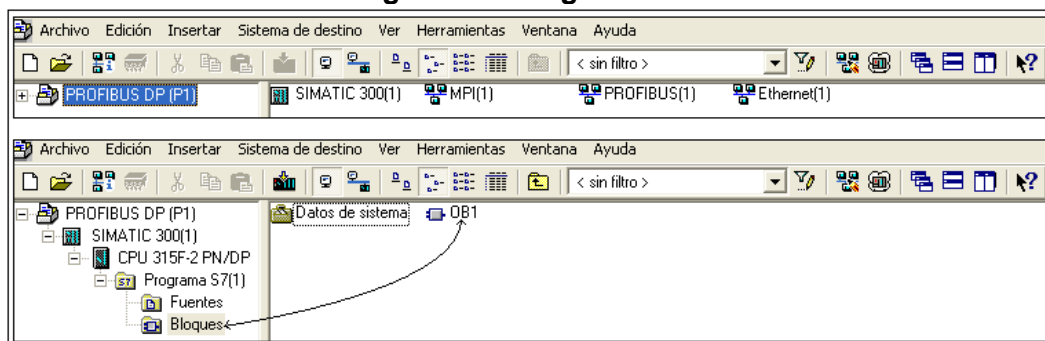
Tabla 8. Direcciones de entradas y salidas digitales para la CPU 315F 2PN/DP

Entradas	Inicio:
	Fin:
Salidas	Inicio:
	Fin:

En esta instancia ya se deben tener todos los valores de direcciones de memoria al igual que los de entradas y salidas digitales del maestro, por tanto se procede a crear el programa del Maestro DP:

1. En el administrador Simatic, busque el icono del proyecto (PROFIBUS DP (P1)) y despliegue la lista haciendo clic sobre el signo más que aparece a la izquierda de este. Ahora siga desplegando listas hasta encontrar la carpeta **Bloques** que se encuentra dentro de la carpeta **Programa S7 (1)**. Observe la figura 49.

Figura 49. Programa S7.



- Haga clic sobre la carpeta **Bloques** y seleccione el icono que dice **OB1**, se desplegará en pantalla el cuadro de dialogo Propiedades – Bloque de organización. Seleccione el lenguaje AWL y de clic en insertar para dirigirse a la interfaz de programación.

Figura 50. Propiedades bloque de organización.

- En la interfaz de programación procedemos a digitar el programa de la Figura 51:

Figura 51. Programación en AWL para transferencia de datos entre el maestro y el esclavo DP 5.

```

OB1 : "Main Program Sweep (Cycle)"
Comentario:

Segm. 1: Título:
Comentario:

L    EB    4
T    PAB  308
NOP  0

Segm. 2: Título:
Comentario:

L    PEB  312
T    AB   4
NOP  0

```


Este programa permite configurar la transferencia de datos entre el maestro y el esclavo. La estación activa o maestro inicia el proceso leyendo la palabra de entrada del módulo digital para ser almacenada en el área de salidas periféricas que comienza en la dirección PAB308. Una vez almacenada dichas salidas el maestro manda al esclavo la palabra que previamente había almacenado. Estas tareas se ejecutan en el primer segmento del programa.

En el segundo segmento el maestro lee las entradas periféricas (dirección PEB312) y las transmite a las salidas físicas.

Debido a esta programación, se podrá notar que el accionamiento de una de las entradas del esclavo DP se reflejará en las salidas del maestro y el accionamiento de las entradas del maestro se reflejará en las salidas del esclavo.

5.4.2. Programación de los esclavos DP.

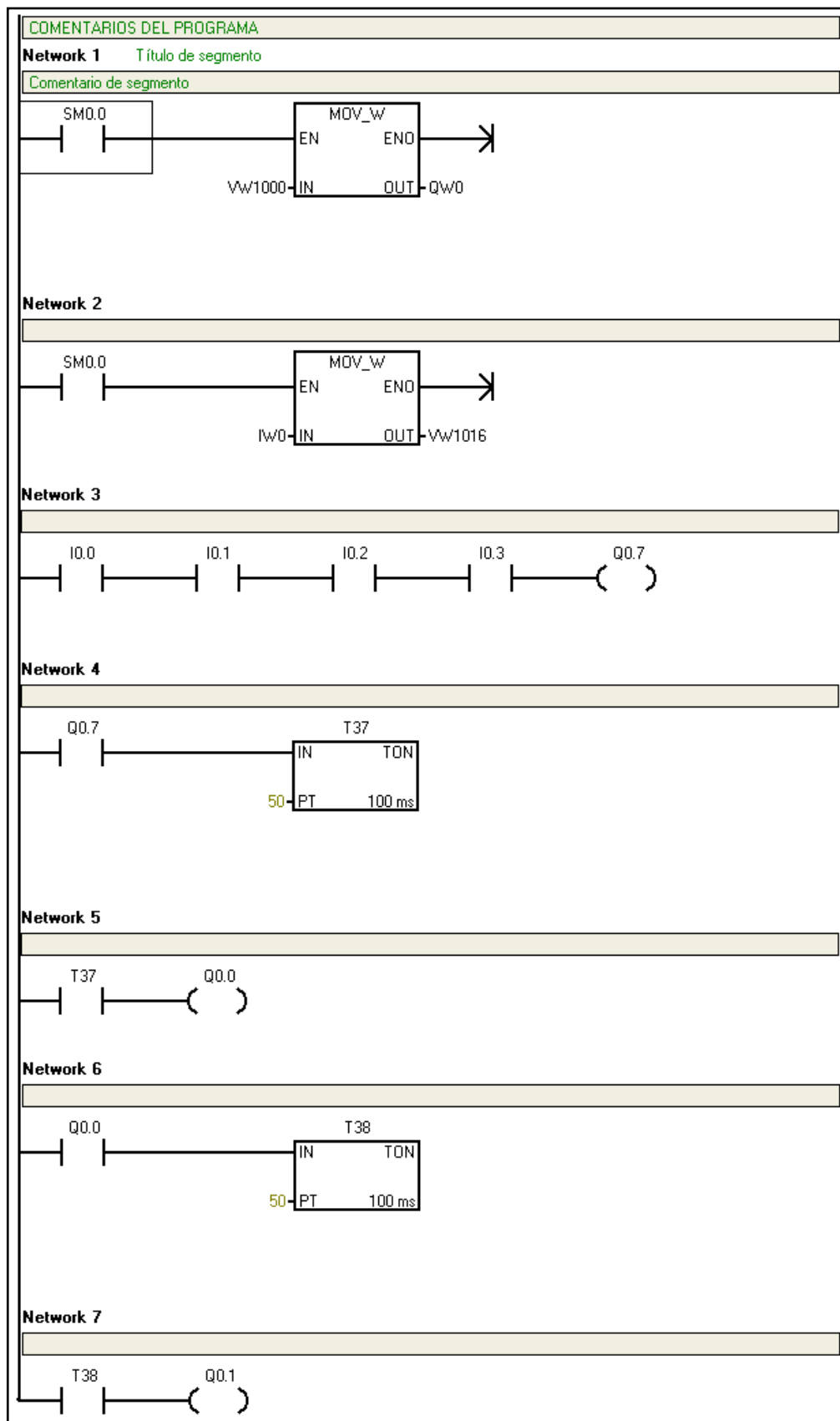
Al igual que en el maestro, en el esclavo también se deben establecer zonas de memoria para el envío y recepción de datos. Para esto el PLC S7200 hace uso de la memoria V. Para una correcta comunicación es importante recordar el valor con el cual se parametrizó cada uno de los módulos EM277 (**1000**) además del tamaño y la coherencia de datos (**8 palabras de salida / 8 palabras de entrada**).

Dado que el valor del parámetro es 1000, el segmento de memoria para la recepción de datos de entrada debe comenzar en este valor y debe terminar en el valor 1015 haciendo uso del tamaño y la coherencia de la información. Por tanto el segmento siguiente de 1016-1031 es asignado como buzón para salida de datos.

A continuación debemos proceder a realizar la siguiente programación en Microwin y cargarla en el PLC esclavo. En este caso tomaremos de referencia el esclavo DP5.

La programación mostrada en la figura 52 puede ser utilizada sin ningún problema en cada uno de los PLC esclavos, siempre y cuando haya terminado de programar el PLC maestro con las direcciones destinadas para la recepción y envío de datos asociados a cada nodo pasivo que usted obtuvo y plasmó en la tabla 7. De lo contrario no podrá realizar el intercambio de información.

Figura 52. Programación en MicroWin del esclavo DP 5.



El programa desarrollado en Microwin, mostrado en la figura 52, se puede dividir en dos grandes secciones. La primera sección corresponde a la programación en Ladder o escalera de los segmentos 1 y 2, mientras que la segunda sección corresponde a los segmentos 3 a 7 que servirán para probar la transferencia de la información.

La primera gran sección de la cual se ha hablado tiene la esencia del intercambio de datos entre la estación esclava y el maestro DP. El primer segmento implementa una marca especial que activa siempre el contacto (SM0.0) para ejecutar la primera línea donde se encuentra el bloque **move** utilizado para la transferencia, programado de manera que permita leer las entradas periféricas y cargarlas en la dirección de memoria destinada para recepción de datos (VW1000) para luego transferirlas a las salidas del esclavo. Por su parte el segundo segmento también hace uso de la marca especial a efectos de activar la línea y decir al PLC que mediante el uso de otro bloque **move** mande hacia el maestro sus datos de entradas que han sido almacenados en su buzón de envío que comienza en la dirección VW1016.

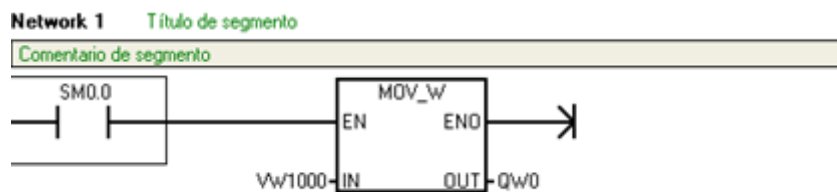
La segunda gran sección es el programa de prueba para la transferencia de datos. En el segmento 3 se observa que la salida Q0.7 se activará si y solo si las entradas I0.0, I0.1, I0.2 e I0.3 son accionadas, permitiendo en el segmento 4 que un contacto que depende de la salida Q0.7 accione un temporizador el cual transcurrido 5 segundos permitirá en el segmento 5 que se active la salida Q0.0 al activarse el contacto que depende del temporizador con retardo a la conexión. En los segmentos 6 y 7 básicamente se repiten las instrucciones utilizadas en los escalones 4 y 5 pero con la diferencia de que su objetivo será activar la salida Q0.1.

Cuando accione las entradas desde el PLC esclavo podrá visualizar en el maestro cuales fueron las entradas que se han accionado en el modulo de salidas digitales de la CPU 315F 2PN/DP.

5.5. Actividades propuestas

1. Utilice los datos de la tabla 7 y 8 para terminar de escribir el programa en el bloque de organización principal del maestro (OB1) que permita a los demás esclavos DP comunicarse vía PROFIBUS con la estación activa. Siga la misma estructura y programación explicada en la sección 5.4.1.

2. Para el siguiente segmento en el esclavo S7200:



¿Por qué cree usted que se utiliza la marca especial SM0.0?

¿Qué ocurre si se cambia la salida Out QW0 por IW0 del bloque move?

3. Implemente un programa en el PLC maestro que le permita transferir un byte de marcas a cualquiera de los PLC's esclavos. Luego cargue esas marcas en el equipo esclavo de manera que activen las salidas digitales del byte 0 de la CPU 224.

4. Defina la importancia que posee el bloque de transferencia **move** en el desarrollo de la programación de los PLC's conectados en la red a través de PROFIBUS.

6. Configuración y programación de sistema Maestro-Eslavo inteligente con PROFIBUS DP.

6.1. Introducción

El desarrollo de este capítulo está orientado al establecimiento de otro tipo de conexión diferente al tradicional maestro S7300 esclavos S7200 ilustrado en el capítulo 4. Se implementará una conexión del tipo maestro S7300 esclavo inteligente S7300.

Cualquier actividad de automatización puede dividirse en tareas parciales controladas por un dispositivo de automatización (PLC) superior. Las actividades de control se pueden realizar eficazmente de forma autónoma en una CPU con procesamiento previo que adopta la forma de un esclavo DP inteligente.

En esta configuración con esclavo DP inteligente (esclavo I), el maestro DP no accede a los módulos de E/S del esclavo DP inteligente mientras que si lo hace al área de operandos de la CPU. Debido a esto el área de operandos no puede asignarse a módulos de E/S reales del esclavo I, por lo que solo se puede hacer al configurar el esclavo I.

6.2. Objetivo

Aprender a configurar la red Maestro DP - Esclavo Inteligente DP mediante el uso del software Simatic Step 7 para desarrollar competencias que permitan implementar sistemas de comunicaciones eficaces que faciliten el buen desempeño de las tareas de automatización en la industria.

6.3. Equipos

Para realizar esta actividad se necesita los siguientes elementos:

- ✓ 1 CPU Simatic S7300 315F 2PN/DP.
- ✓ 1 CPU Simatic S7300 314C 2DP con cable adaptador MPI.
- ✓ 2 CPU's Simatic S7200 224 con sus cables adaptadores PPI.
- ✓ 2 módulos de comunicaciones S7200 EM 277 PROFIBUS DP.
- ✓ 2 fuentes PS 307 5A para CPU Simatic S7300.
- ✓ 1 modulo de entradas y salidas analógicas SM334 para CPU Simatic S7300 315F 2PN/DP.
- ✓ 1 modulo de entrada y salidas digitales SM 323 para CPU Simatic S7300 315F 2PN/DP.
- ✓ 1 cable y 4 conectores PROFIBUS.
- ✓ 1 computador con sistema operativo Windows (preferiblemente XP) y los software STEP 7 versión 5.4 y STEP 7 MicroWin versión 4.0.
- ✓ 1 router, 1 cable Ethernet y 1 cable Industrial Ethernet.

6.4. Procedimientos.

Antes de iniciar los procedimientos, primero se debe definir las direcciones a utilizar por cada uno de los elementos de la red.

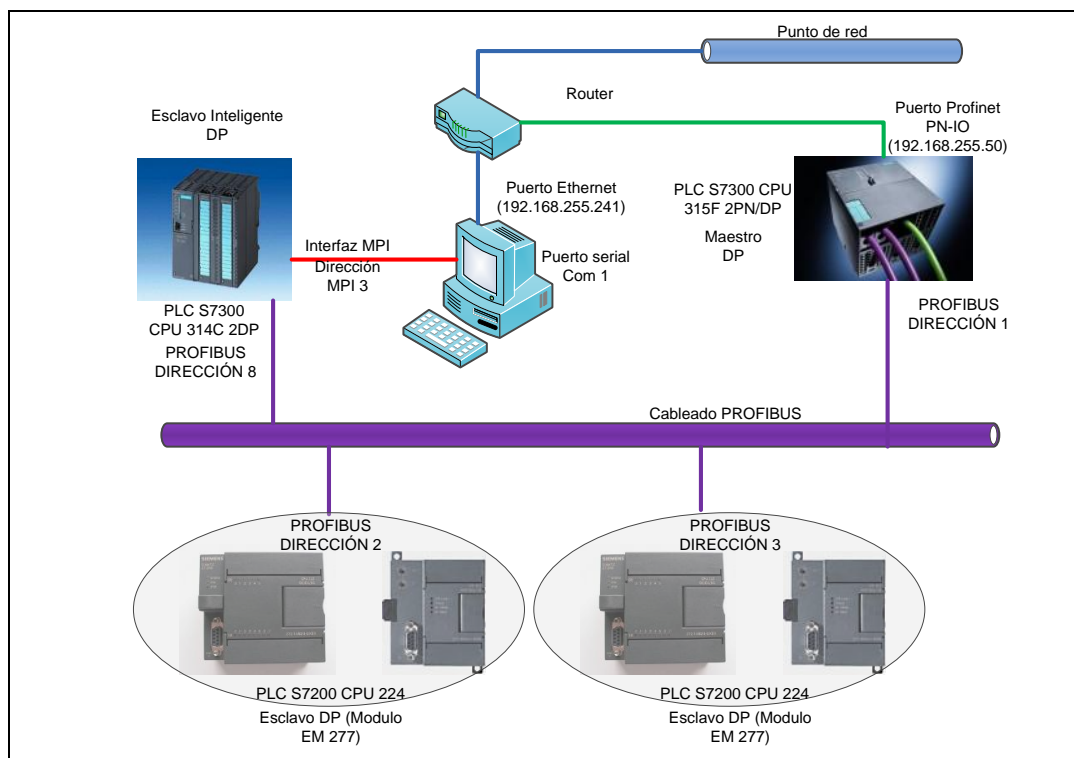
En la siguiente tabla se definirán las direcciones a utilizar en el desarrollo de la red propuesta (maestro - esclavo inteligente) en PROFIBUS DP.

Tabla 9. Direcciones para configuración de la red Maestro - Esclavo Inteligente.

Equipo	Tipo de nodo o estación	Dirección PROFIBUS	Dirección MPI
CPU 315F 2PN/DP	Nodo activo (Maestro)	1	-
CPU 224	Nodo pasivo (Esclavo)	2	-
CPU 224	Nodo pasivo (Esclavo)	3	-
CPU 314C 2DP	Nodo pasivo (Esclavo I)	8	3

Ahora es preciso realizar la preparación y adecuación de la red cableada. Es decir se tiene que realizar las conexiones de los dispositivos que van a utilizar la red Ethernet, realizar el cableado PROFIBUS entre las estaciones DP, conectar el PLC esclavo inteligente mediante su adaptador MPI al computador donde se va a realizar la configuración de la red deseada en el software Simatic Step 7 y conectar todos los dispositivos a la red eléctrica. El siguiente esquema mostrará la disposición de las conexiones de las cuales se ha hablado.

Figura 53. Esquema general para sistema PROFIBUS Maestro – Esclavo inteligente.



6.4.1. Configuración del maestro y el esclavo inteligente.

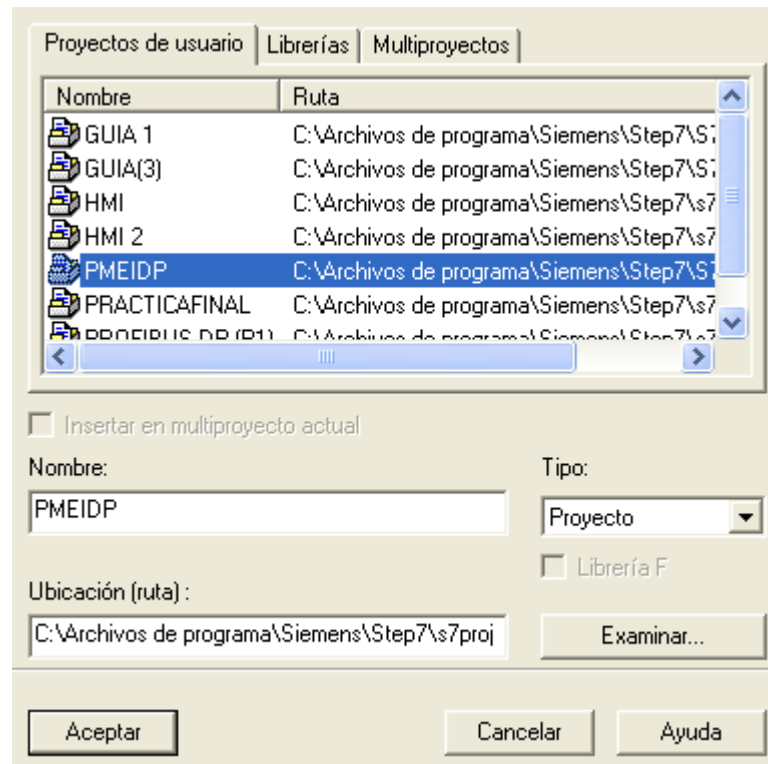
Para realizar la configuración, en el software Simatic Manager, del sistema maestro esclavo inteligente en PROFIBUS DP se debe seguir los pasos plasmados en la tabla 10.

Tabla 10. Pasos para configuración red PROFIBUS Maestro Esclavo I.

1	Crear Nuevo proyecto
2	Insertar equipo Simatic 300 (maestro)
3	Insertar equipo Simatic 300 (esclavo)
4	Insertar Subred PROFIBUS
5	Insertar Subred Industrial Ethernet
6	Configurar hardware equipo Simatic 300 (maestro) sin esclavo inteligente
7	Configurar hardware equipo Simatic 300 (esclavo inteligente)
8	Configurar hardware equipo Simatic 300 (maestro) con esclavo inteligente
9	Verificar red creada
10	Cargar los programas en cada PLC.

Siguiendo los pasos propuesto se procede a crear un nuevo proyecto. Este tendrá el nombre de **PMEIDP** (el nombre hace referencia al proyecto que se desarrolla en esta guía: PROFIBUS Maestro – Esclavo Inteligente DP), véase figura 54. Recuerde que para crearlo debe hacer clic en el icono nuevo proyecto del administrador Simatic.

Figura 54. Proyecto Guía de laboratorio 3: "PMEIDP".



De forma análoga a como se hizo en el capítulo 4 para insertar los elementos de la red maestro esclavo, se debe seguir los mismos pasos para insertar los dos equipos Simatic 300 la subred PROFIBUS y la subred Industrial Ethernet. Ver pasos 3 a 5 de la sección 4.4.2.

Sí realizó bien los pasos, sobre el área de trabajo del administrador Simatic se deben mostrar los elementos presentados en la figura 55.

Figura 55. Elementos de la Red Maestro Esclavo I.



En este punto, usted ya ha realizado los primeros 5 puntos planteados en la tabla 10. A continuación se procede a configurar las estaciones maestro y esclavo inteligente.

Para configurar el maestro (**Paso 6**) se seguirá los mismos pasos usados en el capítulo 4, es decir:

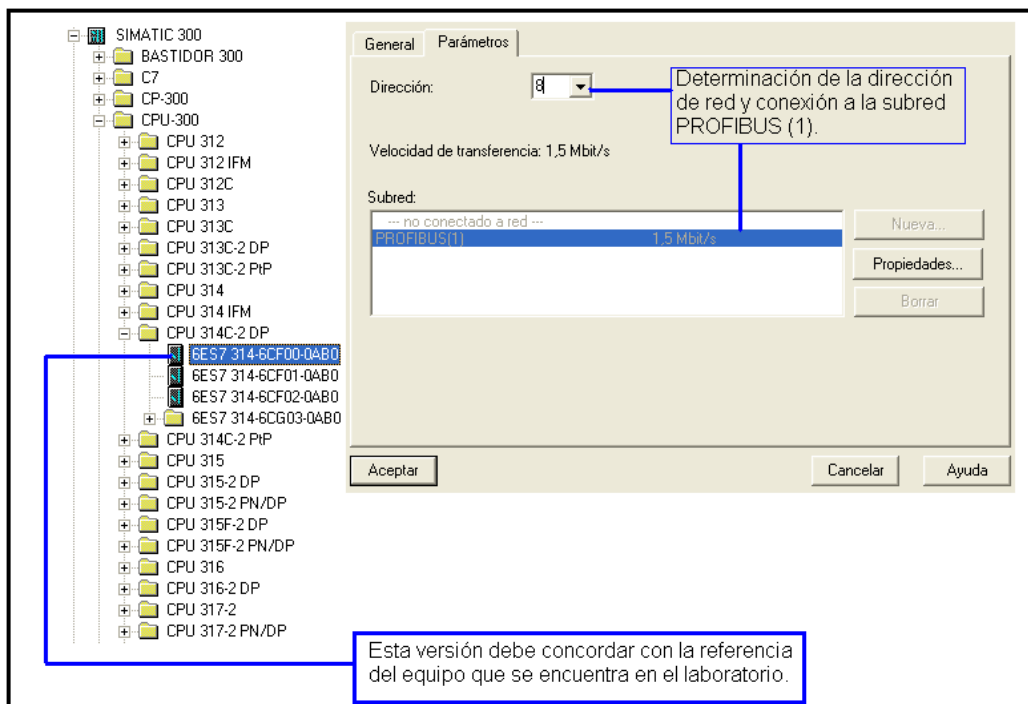
- a. Hacer clic sobre el hardware destinado al maestro.
- b. Insertar bastidor.
- c. Insertar la fuente PS307 5A.
- d. Insertar CPU 315F 2PN/DP.
- e. Configurar la red industrial Ethernet a través del router digitando los valores de dirección IP.
- f. Insertar el modulo de entradas y salidas analógicas SM334.
- g. Insertar el modulo de entradas y salidas digitales SM323.
- h. Configurar el modulo PROFIBUS DEL MAESTRO. (Determinar dirección de red 1 y conexión a la subred PROFIBUS (1).
- i. Insertar módulos esclavos EM 277. Parametrizarlos (ubicación en memoria V1000), determinar tamaño y coherencia de datos (8 palabras de salida/8 palabras de entrada), y escoger las direcciones de red PROFIBUS DP 2 y PROFIBUS DP 3).
- j. Compilar.

Observe que en los pasos planteados no se habla de insertar el módulo de esclavo inteligente, este proceso será explicado luego de hacer la configuración del hardware de este equipo.

Ahora, luego de haber realizado los primeros pasos para configurar el hardware del maestro se procede a configurar el esclavo inteligente (**Paso 7**). Los pasos son los siguientes:

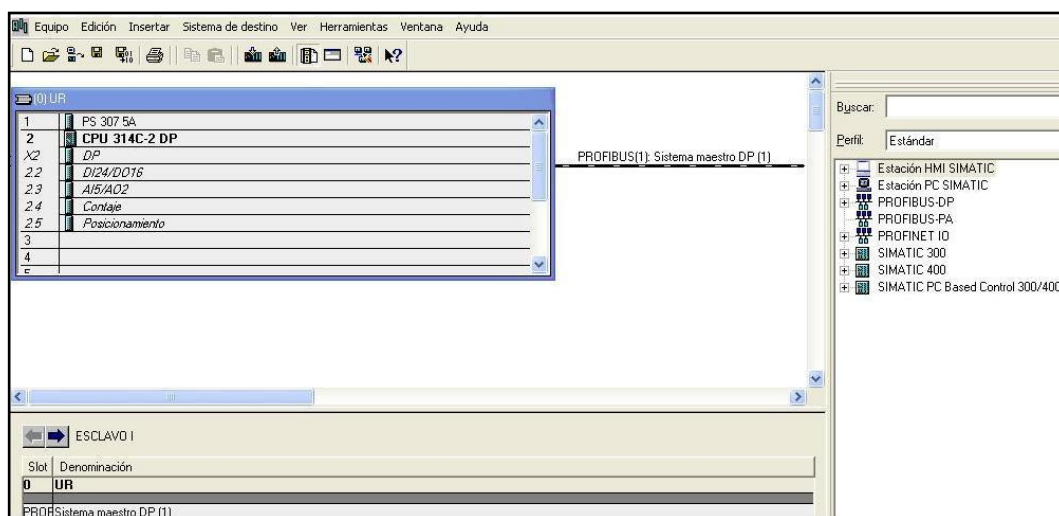
- a. En el administrador Simatic, haga clic sobre el hardware destinado a ser utilizado como esclavo inteligente (SIMATIC 300(2)).
- b. Una vez se encuentre en la ventana Hw Config, debe realizar pasos parecidos a los que se hacen para configurar el maestro:
 - i. Insertar bastidor
 - ii. Insertar fuente
 - iii. Insertar CPU 314C 2DP
 - iv. Configurar red PROFIBUS, seleccionar la dirección 8 del esclavo Inteligente.

Figura 56. Ubicación de la CPU 314C 2DP en el catalogo y Configuración de los parámetros de red.



Para este PLC no fue necesario insertar el modulo de entradas y salidas analógicas y digitales como se hizo en la CPU 315F 2PN/DP, debido a que vienen integrada.

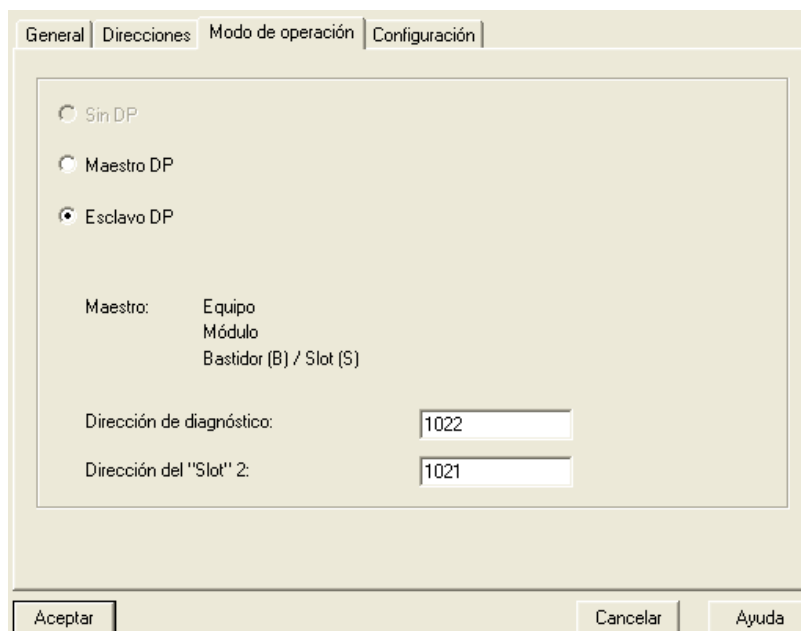
Figura 57. Elementos de la CPU 314C 2DP



Si observa la figura 57, puede observar que la CPU se comportará como maestro del sistema por tanto esta configuración debe ser cambiada. Para esto haga clic sobre el módulo DP de la CPU 314C 2P.

En la ventana desplegada, **Propiedades DP**, seleccione la pestaña **Modo de operación** y escoja el modo **Esclavo DP**.

Figura 58. Modo de operación de la CPU 314C 2DP



Seleccione ahora, la pestaña **Configuración** ubicada a la derecha de la de **Modo de operación** (Ver figura 59).

Figura 59. Pestaña Configuración para propiedades del S7300 como esclavo DP.

Haga clic en el botón **Nuevo**. Se desplegará la siguiente ventana (figura 60).

Figura 60. Nueva configuración

En la ventana desplegada tendremos la opción para determinar cuáles van a ser las direcciones para recepción y envío de datos en el esclavo inteligente, además de determina el tamaño de los datos y su coherencia.

Para este ejemplo se escogió la dirección 100 para recepción o entrada de datos y el tamaño de los datos de 8 palabras.

Figura 61. Parámetros de configuración para buzón de recepción en el esclavo inteligente.

Modo: ME (Configuración maestro/esclavo)

Interlocutor DP: maestro

Dirección DP: []

Nombre: []

Tipo de dirección: []

Dirección: []

"Slot": []

Imagen de proceso: []

OB de alarma: []

local: esclavo

Dirección DP: 8

Nombre: DP

Tipo de dirección: Entrada

Dirección: 100

"Slot": []

Imagen de proceso: IP OB1

Dirección de diagnóstico: []

Asignación mód.:

Dirección mód.: []

Nombre mód.: []

Longitud: 8

Unidad: Word

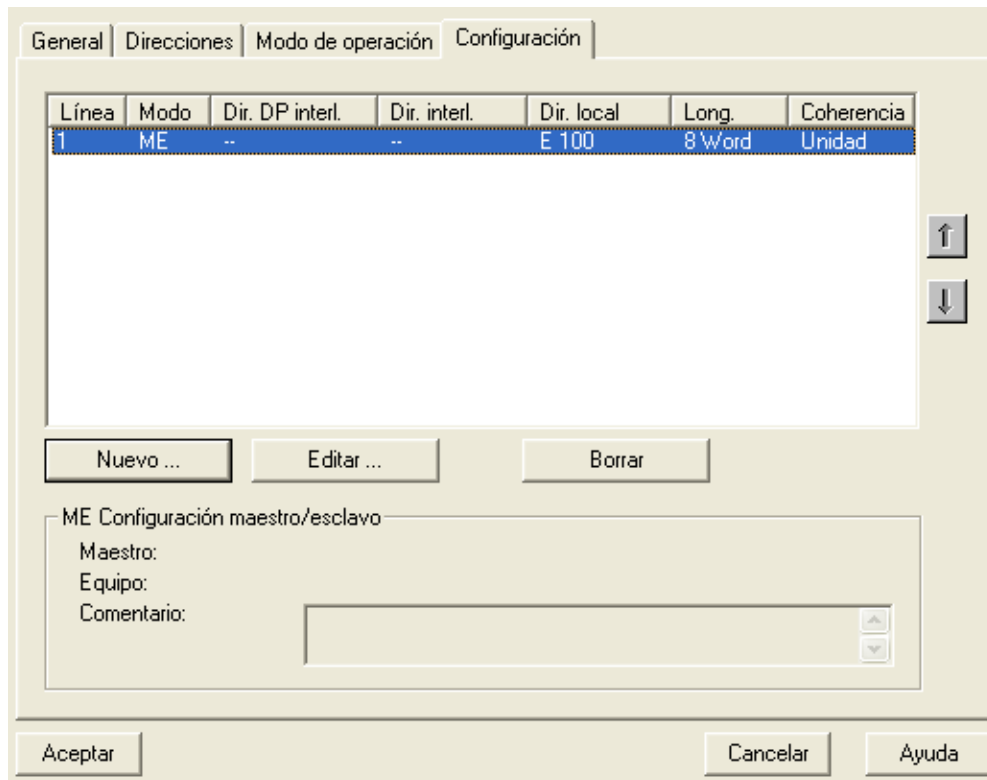
Coherencia: Unidad

Comentario: []

Aceptar Aplicar Cancelar Ayuda

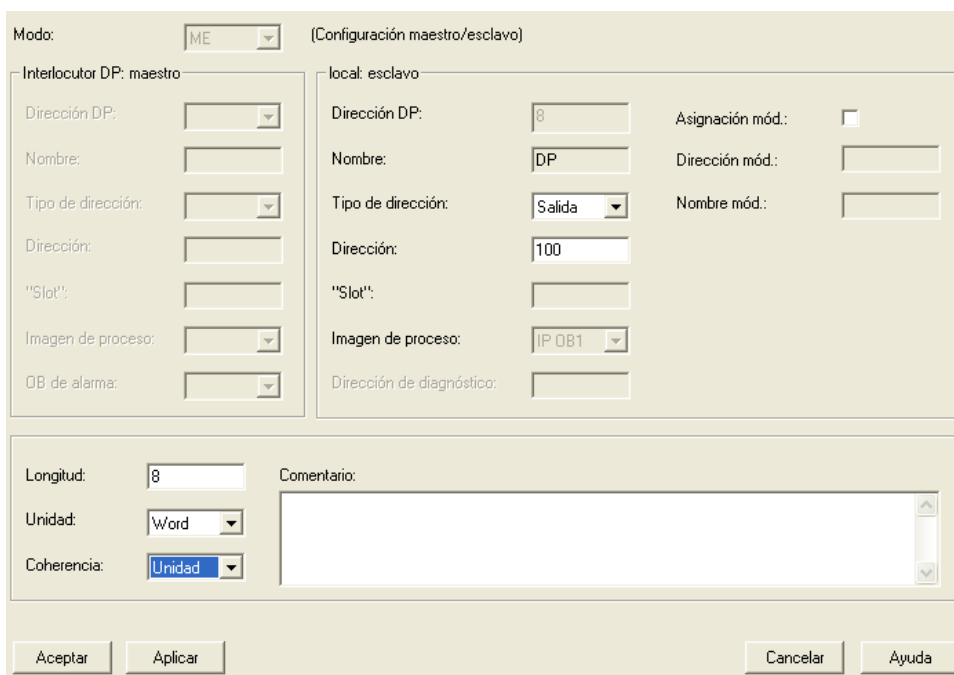
Rellenados los campos con la información necesaria se hace clic en aplicar y luego en aceptar. Podrá observar en la ventana principal de la pestaña **Configuración** (figura 62) los parámetros ajustados para la recepción de los datos en el esclavo inteligente. Ahora debe realizar el mismo procedimiento especificando esta vez la dirección para envío o salida de datos.

Figura 62. Configuración para recepción de datos en el esclavo inteligente.



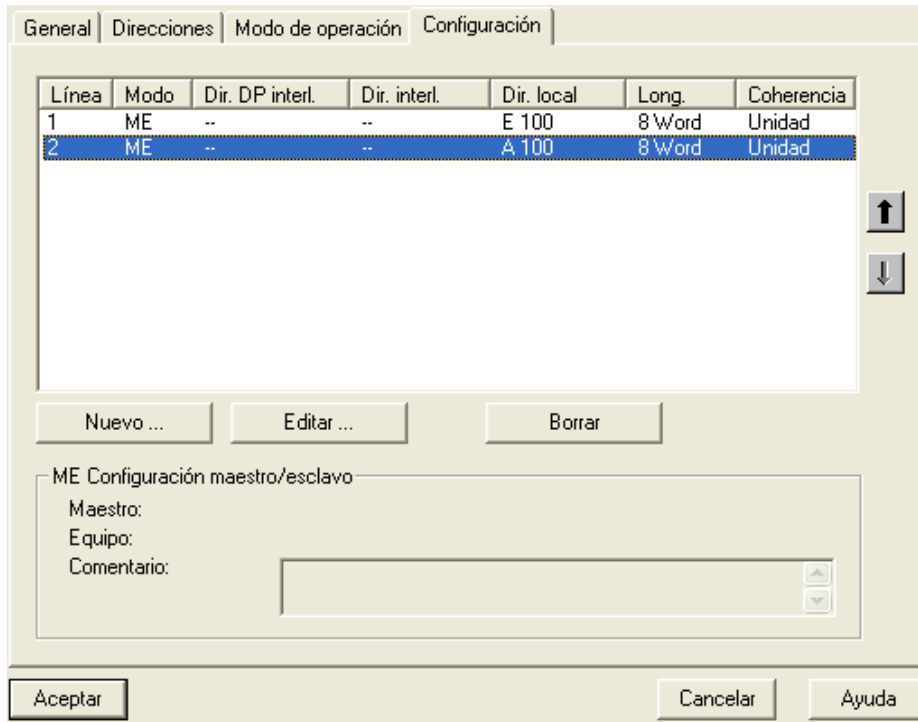
Haga clic en nuevo para crear otra configuración. Recuerde especificar los parámetros requeridos para el envío de datos. Ver figura 63.

Figura 63. Parámetros de configuración para buzón de salida en el esclavo inteligente



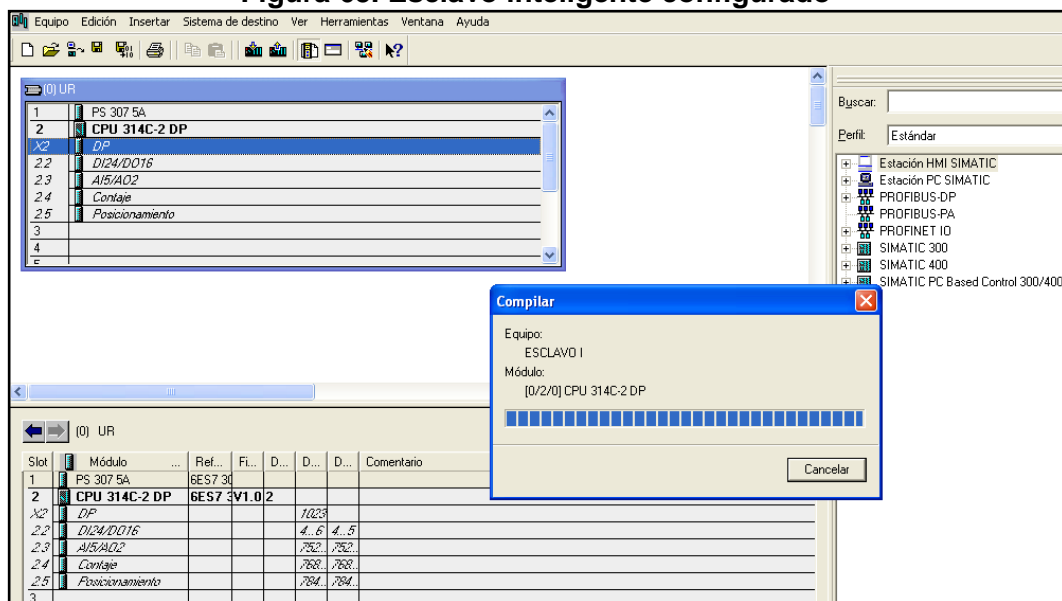
Nuevamente clic en aplicar y luego en aceptar. La configuración final para el esclavo inteligente se muestra en la pestaña **Configuración**.

Figura 64. Parametrización final del esclavo inteligente.



Para finalizar la configuración del esclavo inteligente se hace clic en aceptar, luego en la ventana **HW Config** del esclavo inteligente buscamos en la barra de herramientas el botón compilar.

Figura 65. Esclavo inteligente configurado



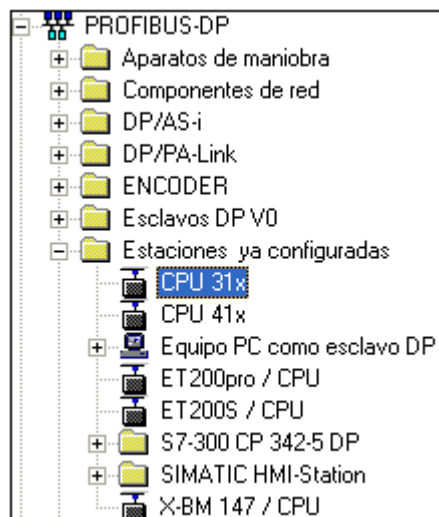
Realizado el último paso se podrá observar sobre la ventana Hw Config que desaparece el segmento de red PROFIBUS debido a que el equipo se encuentra modificado para funcionar como esclavo DP.

Compilado el programa cerramos la ventana de configuración del equipo Simatic y nos dirigimos a la ventana principal del proyecto.

Configurado el hardware del equipo esclavo inteligente, acople este dispositivo en la red PROFIBUS dominada por el maestro DP (**Paso 8 de la tabla 10**). Haga clic en el hardware del equipo maestro para dirigirse a la ventana de configuración del mismo.

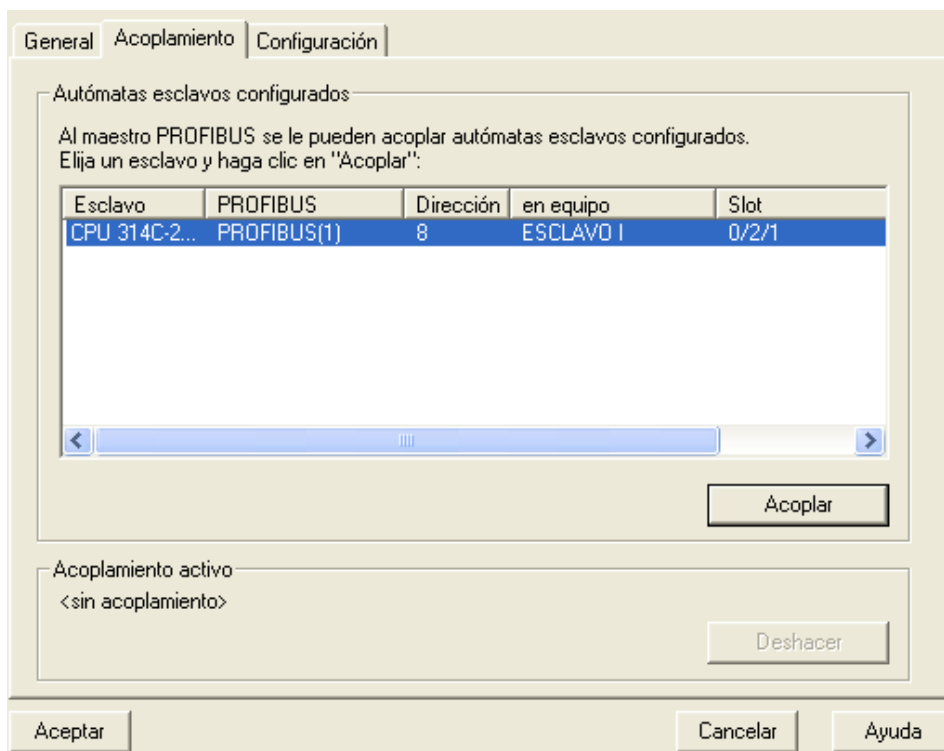
Una vez dentro de la ventana **HW Config** del Maestro DP siga la ruta **PROFIBUS DP/ ESTACIONES YA CONFIGURADAS/CPU 31 X** en el árbol del catalogo Simatic. Esto lo llevará al equipo que debe arrastrar hasta el segmento de red PROFIBUS para acoplar al Esclavo Inteligente DP. Ver figura 66.

Figura 66. Ubicación del módulo esclavo inteligente para acople en la red PROFIBUS (1)



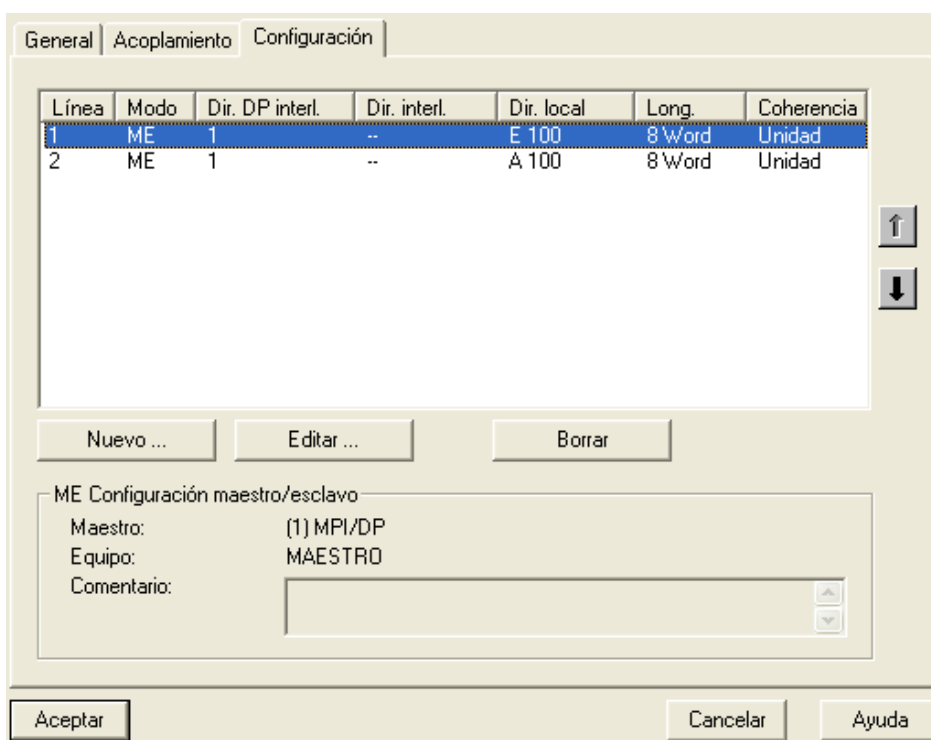
Insertado este elemento en el bus, Instantáneamente se desplegará la siguiente ventana (figura 67) en la cual tendrá la opción de acoplar el modulo esclavo inteligente. Acople la CPU.

Figura 67. Acoplar equipo esclavo inteligente DP.



Diríjase a la pestaña derecha **"Configuración"** para observar los valores programados en el hardware de la CPU 314C 2DP, Ver figura 68.

Figura 68. Valores configurados para el esclavo inteligente.



Para finalizar la configuración y acoplar definitivamente el esclavo inteligente de clic en la opción **editar** en cada línea y ajuste para el interlocutor DP maestro que el valor fijado para la entrada del esclavo inteligente sea la salida del maestro y que el valor ajustado para la salida del esclavo inteligente sea la entrada del maestro.

Figura 69. Configuración del Maestro DP para comunicación con el Esclavo Inteligente DP.

The figure displays two screenshots of a configuration window for DP Master/Slave communication. The window is titled "(Configuración maestro/esclavo)" and has a "Modo:" dropdown set to "ME".

Top Screenshot:

- Interlocutor DP: maestro:**
 - Dirección DP: 1
 - Nombre: MPI/DP
 - Tipo de dirección: Salida
 - Dirección: 100
 - "Slot": 4
 - Imagen de proceso: ...
 - OB de alarma: ...
- local: esclavo:**
 - Dirección DP: 8
 - Nombre: DP
 - Tipo de dirección: Entrada
 - Dirección: 100
 - "Slot": 4
 - Imagen de proceso: ...
 - Dirección de diagnóstico: ...
 - Asignación mód.:
 - Dirección mód.: ...
 - Nombre mód.: ...

Bottom Screenshot:

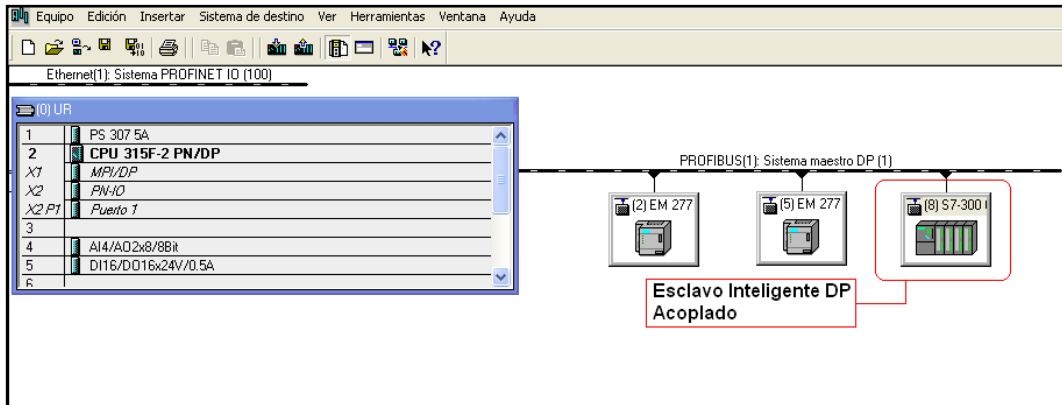
- Interlocutor DP: maestro:**
 - Dirección DP: 1
 - Nombre: MPI/DP
 - Tipo de dirección: Entrada
 - Dirección: 100
 - "Slot": 5
 - Imagen de proceso: ...
 - OB de alarma: ...
- local: esclavo:**
 - Dirección DP: 8
 - Nombre: DP
 - Tipo de dirección: Salida
 - Dirección: 100
 - "Slot": 5
 - Imagen de proceso: ...
 - Dirección de diagnóstico: ...
 - Asignación mód.:
 - Dirección mód.: ...
 - Nombre mód.: ...

Both screenshots include a section for "Longitud:" (8), "Unidad:" (Word), and "Coherencia:" (Unidad), along with a "Comentario:" text area. Buttons for "Aceptar", "Aplicar", "Cancelar", and "Ayuda" are visible at the bottom of each screenshot.

Para guardar los cambios de clic en **aplicar**, luego en **aceptar** y cierre la ventana.

El esclavo quedará automáticamente acoplado a la red PROFIBUS. Ver figura 70.

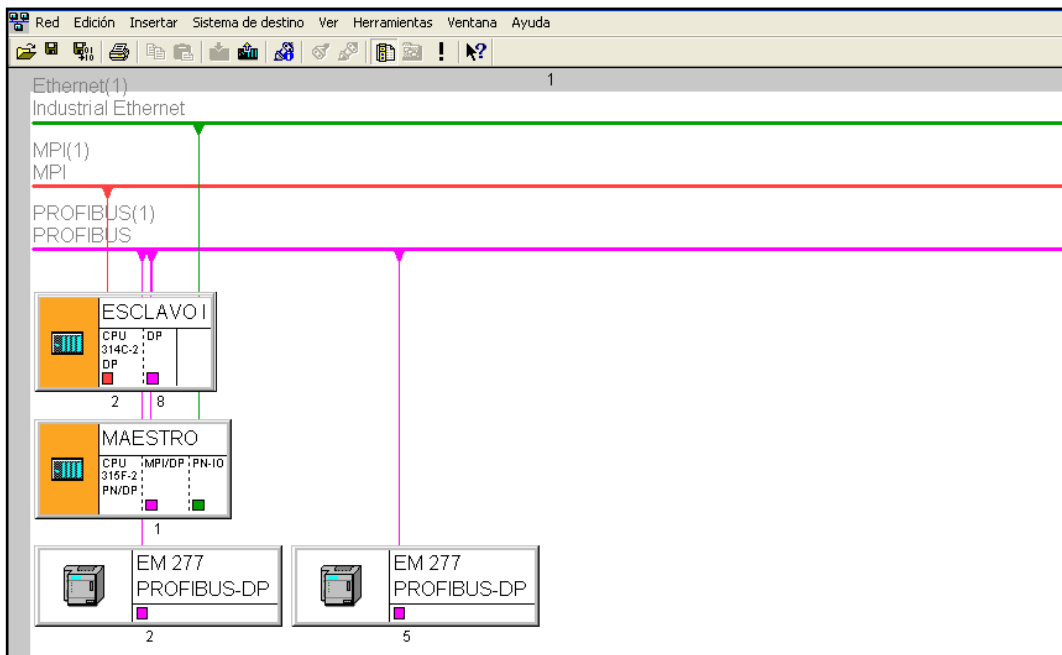
Figura 70. Esclavo inteligente dentro de la red PROFIBUS.



Compile el sistema creado y vaya al Administrador Simatic.

Haga clic sobre el botón **Net pro** para revisar la configuración de la red creada (**Paso 9 de la tabla 10**).

Figura 71. Configuración creada para la red Maestro - Esclavo Inteligente



Para finalizar, cargue los programas a sus respectivos PLC's (**Paso 10**). Recuerde que debe cambiar en el menú herramientas la interfaz de comunicación para cargar los programas.

El PLC S7300 314C 2DP se debe cargar con PC Adapter (MPI) y el PLC S7300 315F 2PN/DP con la interfaz TCP/IP.

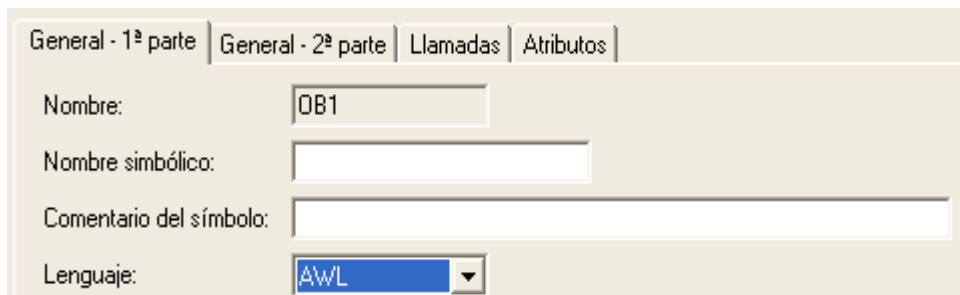
Esta disposición para cargar los programas solo es realizable la primera vez. Si se realiza algún cambio a los programas estos pueden ser cargados a través de Ethernet (TCP/IP) y PROFIBUS respectivamente. No será necesario cargar el programa en la CPU 314C 2DP con la interfaz MPI debido a que el maestro (315F 2PN/DP) ya reconoce esta CPU (314C 2DP) como esclava y puede programarla vía PROFIBUS.

6.4.2. Programación para intercambio de datos entre estación esclavo Inteligente y maestro.

En esta sección se realizará el programa para la comunicación o transferencia de datos entre las estaciones PROFIBUS. Siga las siguientes instrucciones:

1. Programe los esclavos S7200 de direcciones PROFIBUS 2 y 3 respectivamente. Puede guiarse del programa utilizado en el capítulo anterior (ver sección **5.4.2 Programación de los esclavos DP**).
2. Programe el bloque OB1 que se encuentra en el programa S7 de CPU 300 estación maestra.
 - a. Haga clic sobre el bloque OB1 del equipo Maestro DP, seleccione el lenguaje de programación (AWL) y oprima el botón aceptar.

Figura 72. Propiedades del bloque OB1, selección de lenguaje AWL



General - 1ª parte	General - 2ª parte	Llamadas	Atributos
Nombre:	OB1		
Nombre simbólico:			
Comentario del símbolo:			
Lenguaje:	AWL		

- b. En la ventana de programación, digite las siguientes líneas de código, ver figura 73.

Figura 73. Programa para comunicación entre maestro y esclavo I (estación maestra).

```
OB1 : "Main Program Sweep (Cycle)"
Comentario:
Segm. 1: Título:
Comentario:
L      EB      4
T      AB     100
NOP    0

Segm. 2: Título:
Comentario:
L      EB     100
T      AB      4
NOP    0
```

En el primer segmento, la primera línea dice al PLC que cargue el byte de entradas 4, mientras que la segunda línea transfiere la información anterior al byte perteneciente a las comunicaciones de salida (buzón de salida).

En el segundo segmento, la primera línea ordena al PLC para cargar el byte de comunicaciones de entrada (buzón de recepción). La segunda línea transmite la información recibida al byte de salidas 4 de la CPU.

Con estos dos segmentos se realiza la transferencia de información entre el maestro y el esclavo inteligente. Recuerde que existen otros equipos S7200 en la red, por tanto busque cuáles son los valores para sus buzones de recepción y envío de datos y proceda a seguir programando el bloque OB1 para que el maestro pueda comunicarse con todos los equipos de la red.

Cuando finalice la programación no olvide compilar la información.

3. Programe el bloque OB1 que se encuentra en el programa S7 de la CPU 300 estación esclavo inteligente.
 - a. Haga clic sobre el bloque OB1 de la estación Esclavo DP inteligente, seleccione el lenguaje de programación (AWL) y oprima el botón aceptar.
 - b. En la ventana de programación, digite las siguientes líneas de código, ver figura 74.

Figura 74. Programa para comunicación entre maestro y esclavo I (estación Esclavo I).

```

OB1 : "Main Program Sweep (Cycle)"
Comentario:
Segm. 1: Título:
Comentario:

L   EB   100
T   AB   4
NOP 0

Segm. 2: Título:
Comentario:

L   EB   4
T   AB   100
NOP 0

```

Estos dos segmentos permitirán realizar el intercambio de información con el Maestro DP.

En el primer segmento se recibe la información del buzón de recepción y se transmite a las salidas físicas del PLC. Por su parte el segundo segmento le ordena al PLC que cargue su byte de entradas 4 y lo transmita al buzón de salida.

Compile y guarde los cambios. Después de compilar cargue los programas a sus respectivos equipos.

Si ha realizado estos pasos correctamente, la comunicación entre el maestro y el esclavo inteligente debe estar habilitada para su óptimo funcionamiento. Para confirmar esto haga las pruebas que considere pertinente y verifique la transmisión de los datos de entradas y salidas en cada PLC.

No olvide configurar en cada equipo Simatic 300 la dirección de los módulos de entradas y salidas digitales, ya que son estas las que se van a emplear para las pruebas y prácticas pertinentes. En el desarrollo de esta guía se escogió utilizar el byte de entradas y salidas 4 en cada CPU (Note que estos valores son los mismos que se utilizaron en la programación de los bloques OB1). Si no ha configurado bien estos valores no podrá realizar la transferencia de información a través de PROFIBUS.

Para evitar que cada una de las CPU's pase a modo Stop mientras se esta corriendo el programa para la transferencia de datos a través de PROFIBUS, inserte un nuevo bloque sobre cada programa S7. Este nuevo bloque es el OB 82. Remítase a los anexos para obtener más detalles.

6.5. Actividades propuestas

1. ¿Cuál es la razón por la cual el indicador SF de las dos CPU cambia a color rojo cuando se está ejecutando el programa para la conexión PROFIBUS y transferencia de información entre los equipos?

2. ¿Cómo se soluciona el problema de los indicadores SF que no permiten correr la programación de los equipos Maestro y Esclavo Inteligente?

3. Realice la red Maestro – Esclavo Inteligente PROFIBUS intercambiando los PLC's. Utilice como estación Maestra la CPU 314 y como estación esclava la CPU 315.

4. ¿Qué semejanzas existe entre los comandos cargar (L, Load) y transferir (T, Transfer) con el bloque move utilizado en microwin para el PLC S7200?

7. Conexión Sistema Multimaestro PROFIBUS

7.1. Introducción

En este capítulo se desarrollará otra de las configuraciones que puede ser realizada en una red industrial PROFIBUS DP: la red **Multimaestro PROFIBUS**.

En este tipo de red, existen dos posibilidades de comunicación que facilitan muchas de las tareas de automatización que se realizan en la industria. Una de estas posibilidades es el establecimiento de comunicación directa entre un esclavo de un sistema maestro y un esclavo inteligente perteneciente a un sistema maestro distinto; la otra posibilidad de configuración es una red Multimaestro con comunicación directa entre un equipo maestro y un esclavo inteligente de otro sistema maestro.

Sin embargo, a pesar de las posibilidades que este bus de campo (PROFIBUS) ofrece para realizar los tipos de comunicaciones permitidas a nivel Multimaestro, las limitaciones que posee el laboratorio de automatización en relación al número de equipos disponibles hacen que en esta guía solo se oriente al usuario a crear dos sistemas Maestro DP diferentes e insertarlos en el mismo segmento de Bus.

7.2. Objetivo

Crear un sistema Multimaestro PROFIBUS DP para dejar bases sobre las cuales en un futuro se pueda implementar las funcionalidades de esta configuración en torno a las posibilidades de comunicación mediante el uso de los elementos y herramientas que se poseen actualmente en el laboratorio de automatización industrial.

7.3. Equipos

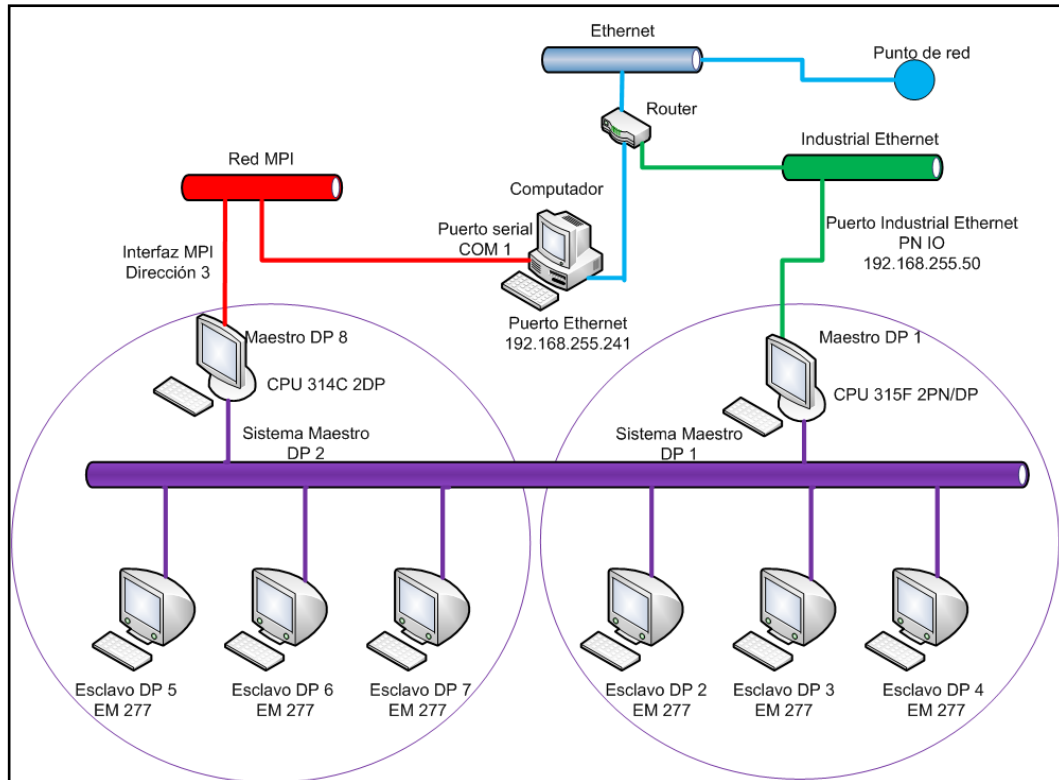
Para realizar esta actividad se necesita los siguientes elementos:

- ✓ 1 CPU Simatic S7300 315F 2PN/DP.
- ✓ 1 CPU Simatic S7300 314C 2DP con cable adaptador MPI.
- ✓ 6 CPU's Simatic S7200 224 con sus cables adaptadores PPI.
- ✓ 6 módulos de comunicaciones S7200 EM 277 PROFIBUS DP.
- ✓ 2 fuentes PS 307 5A para CPU Simatic S7300.
- ✓ 1 modulo de entradas y salidas analógicas SM334 para CPU Simatic S7300 315F 2PN/DP.
- ✓ 1 modulo de entrada y salidas digitales SM 323 para CPU Simatic S7300 315F 2PN/DP.
- ✓ Cable y conectores PROFIBUS.
- ✓ 1 computador con sistema operativo Windows (preferiblemente XP) y los software STEP 7 versión 5.4 y STEP 7 MicroWin versión 4.0.
- ✓ 1 router, 1 cable Ethernet y 1 cable Industrial Ethernet.

7.4. Procedimientos.

Igual a como se ha hecho en prácticas anteriores, en esta guía se propone adecuar la red cableada (Ethernet, PROFIBUS, MPI y red eléctrica) antes de iniciar las configuraciones de los equipos. La siguiente gráfica (figura 75) muestra un esquema general de las conexiones que se deben realizar para el desarrollo de esta experiencia.

Figura 75. Esquema general de conexiones para sistema Multimaestro PROFIBUS DP.



De igual forma también se requiere definir las direcciones a utilizar en el desarrollo de la red propuesta (Multimaestro) en PROFIBUS DP.

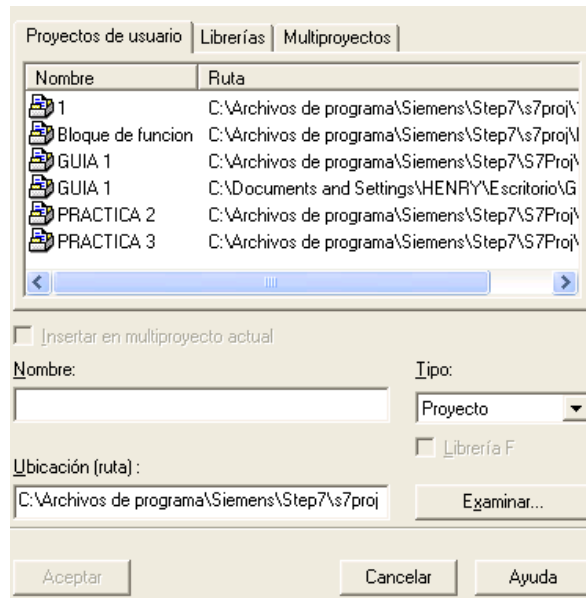
Tabla 11. Direcciones de comunicación para red Multimaestro PROFIBUS DP.

Equipo	Tipo de nodo o estación	Dirección PROFIBUS	Dirección MPI
CPU 315F 2PN/DP	Nodo activo (Maestro 1)	1	-
CPU 224	Nodo pasivo (Esclavo)	2	-
CPU 224	Nodo pasivo (Esclavo)	3	-
CPU 224	Nodo pasivo (Esclavo)	4	
CPU 314C 2DP	Nodo activo (Maestro 2)	8	3
CPU 224	Nodo pasivo (Esclavo)	5	
CPU 224	Nodo pasivo (Esclavo)	6	
CPU 224	Nodo pasivo (Esclavo)	7	

7.4.1. Creación del proyecto Multimaestro PROFIBUS DP

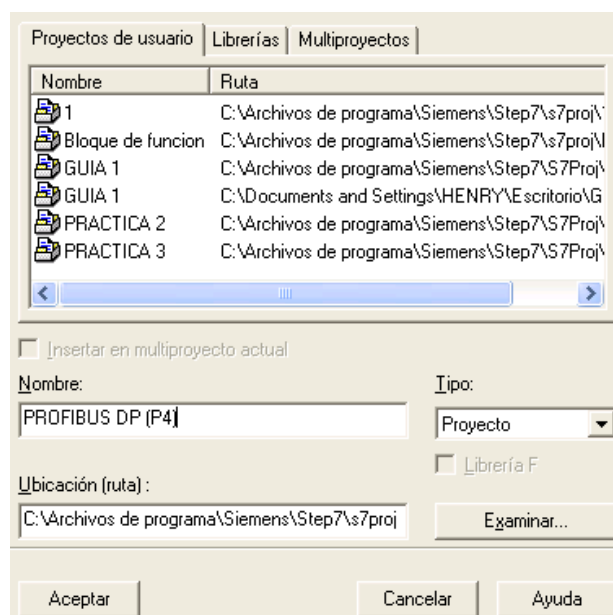
Para iniciar abra el administrador Simatic, presione las teclas **control** y **n** (Ctrl+n) para crear un nuevo proyecto. Realizado esto se le desplegará la siguiente ventana, vea figura 76

Figura 76. Ventana para creación del proyecto Multimaestro Profibus.



Sobre el campo **Nombre** de la pantalla desplegada digite el nombre del nuevo proyecto. Para esta guía se seleccionó el nombre **PROFIBUS DP (P4)**. Vea figura 77

Figura 77. Proyecto: PROFIBUS DP (P4)



Realizado el paso anterior se creará el nuevo proyecto. Sobre la ventana del nuevo proyecto, inserte la subred PROFIBUS, la subred Ethernet y los equipos Simatic S7300. Busque en la barra de herramientas el menú **Insertar** y siga las siguientes rutas para esto:

Insertar→Equipo→Simatic 300

Insertar→Subred→Profibus

Insertar→Subred→Industrial Ethernet

Recuerde que debe insertar dos equipos Simatic. Si ha realizado bien el procedimiento sobre la pantalla del administrador Simatic podrá visualizar todos los elementos que usted ha insertado, vea figura 78.

Figura 78. Elementos principales de la Red Multimaestro PROFIBUS DP.

Nombre del objeto	Nombre simbólico	Tipo	Tama...	Usuario	Última modificación
SIMATIC 300(1)	...	SIMATIC 300	...		24/05/2010 11:51:46
SIMATIC 300(2)	...	SIMATIC 300	...		24/05/2010 11:51:51
MPI(1)	...	MPI	2984		24/05/2010 11:51:29
PROFIBUS(1)	...	PROFIBUS	7448		24/05/2010 11:51:57
Ethernet(1)	...	Industrial Ethernet	2328		24/05/2010 11:52:00

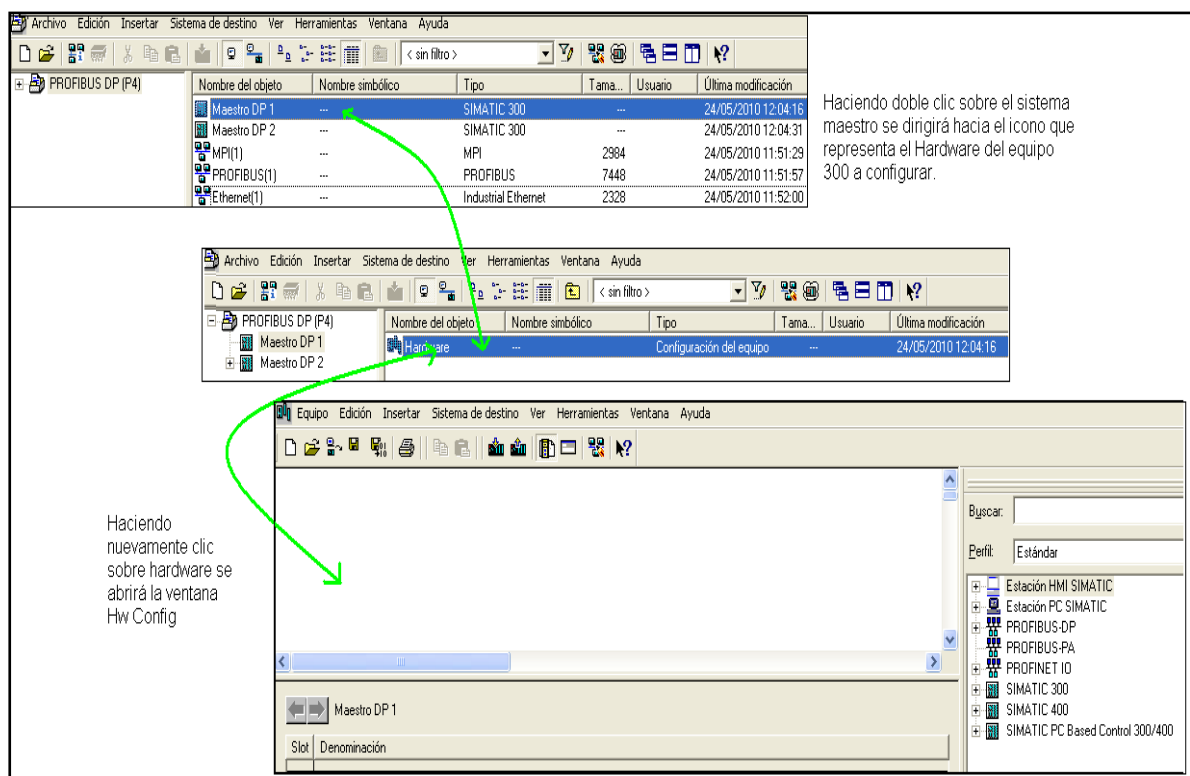
El paso a seguir es definir en cada equipo el sistema Maestro que estos van a representar. Seleccione el Objeto **Simatic 300 (1)**, presione la tecla **F2** del computador para cambiar el nombre del Objeto y digite sobre este **“Maestro DP 1”**. Haga lo mismo con el Objeto Simatic 300(2) para cambiar su nombre a **“Maestro DP 2”**.

En este punto ha creado el nuevo proyecto para la red Multimaestro PROFIBUS y a la vez a definido los elementos a utilizar insertándolos en este proyecto. Las dos siguientes secciones le ilustrarán como configurar los equipos Simatic 300 en función de su operación como sistemas Maestros DP.

7.4.2. Configuración sistema Maestro DP 1.

Para realizar la configuración del sistema maestro DP 1, entre en la ventana **Hw Config** del equipo **Maestro DP 1** haciendo doble clic sobre el objeto de la estación Simatic 300 y luego haciendo clic sobre el icono hardware.

Figura 79. Pasos para abrir ventana de configuración del hardware del Maestro DP



En la ventana de configuración realice los siguientes pasos:

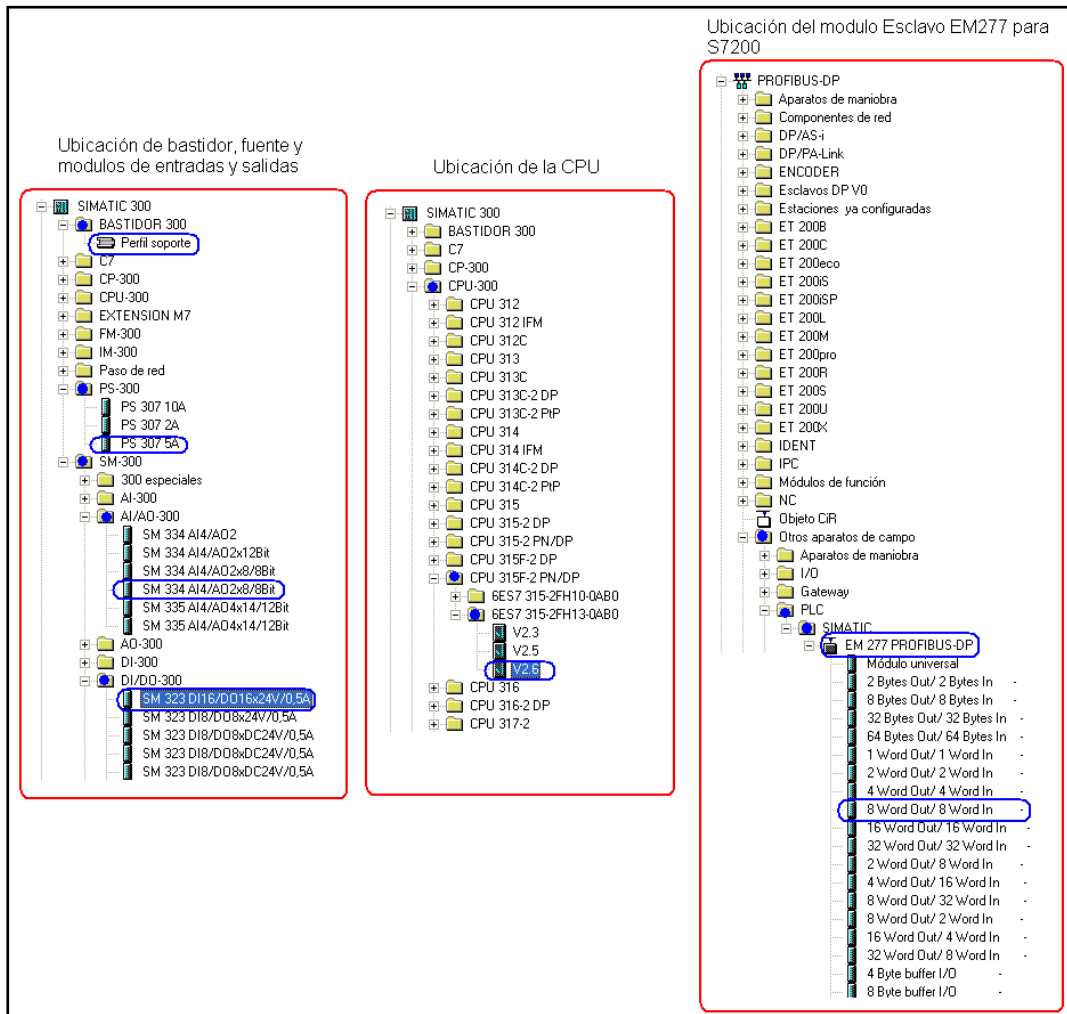
- Insertar bastidor para equipo Simatic 300.
- Insertar fuente PS 307 5A.
- Insertar CPU 315F 2PN/DP V2.6:
 - Escoger la opción con router y definir la dirección 192.168.255.241.
 - Conectar equipo a la subred Ethernet (1).
 - Definir dirección IP de la CPU Simatic (192.168.255.50).

- d. Insertar modulo de entradas y salidas analógicas SM 334.
- e. Insertar modulo de entradas y salidas digitales SM 323.
- f. Conectar equipo a la red PROFIBUS.
 - Abrir propiedades MPI/DP de la CPU 315F 2PN/DP (Slot 2.1).
 - Seleccionar la interface PROFIBUS.
 - Hacer clic sobre el botón propiedades.
 - Escoger la dirección PROFIBUS 1.
- g. Insertar 3 equipos EM 277 (módulos de conexión PROFIBUS para Simatic S7200). Las direcciones 2, 3 y 4 se configurarán automáticamente en cada uno de los equipos.
 - Parametrice el valor de offset para la entrada y salida de datos en la memoria **V** del PLC S7200. El valor escogido para esta guía es **1000**. Repita el procedimiento para cada estación esclava.
 - Determine la longitud y la coherencia de los datos del módulo EM277. Escoja 8 palabras de salida/8 palabras de entrada.
- h. Compile el programa.
- i. Cierre la ventana.

Para que realice correctamente los pasos propuestos puede guiarse de la guía de laboratorio número 1 (**Capítulo 4**) de este documento.

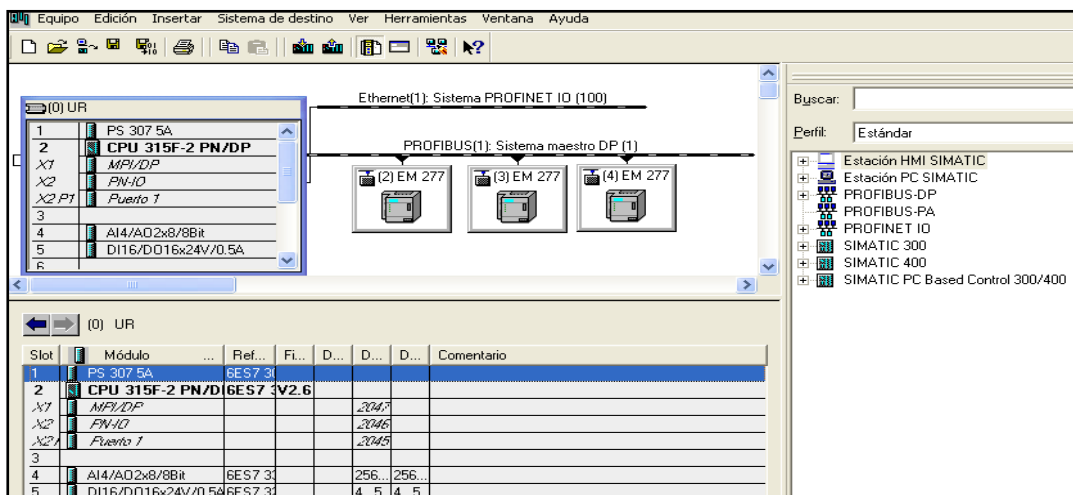
A continuación se muestra la ubicación de los elementos que necesita utilizar en el árbol del catalogo Simatic de la ventana Hw Config.

Figura 80. Ubicación de los elementos para configuración de sistema Maestro DP



La red Maestro DP 1 configurada, debe visualizarse de la siguiente manera:

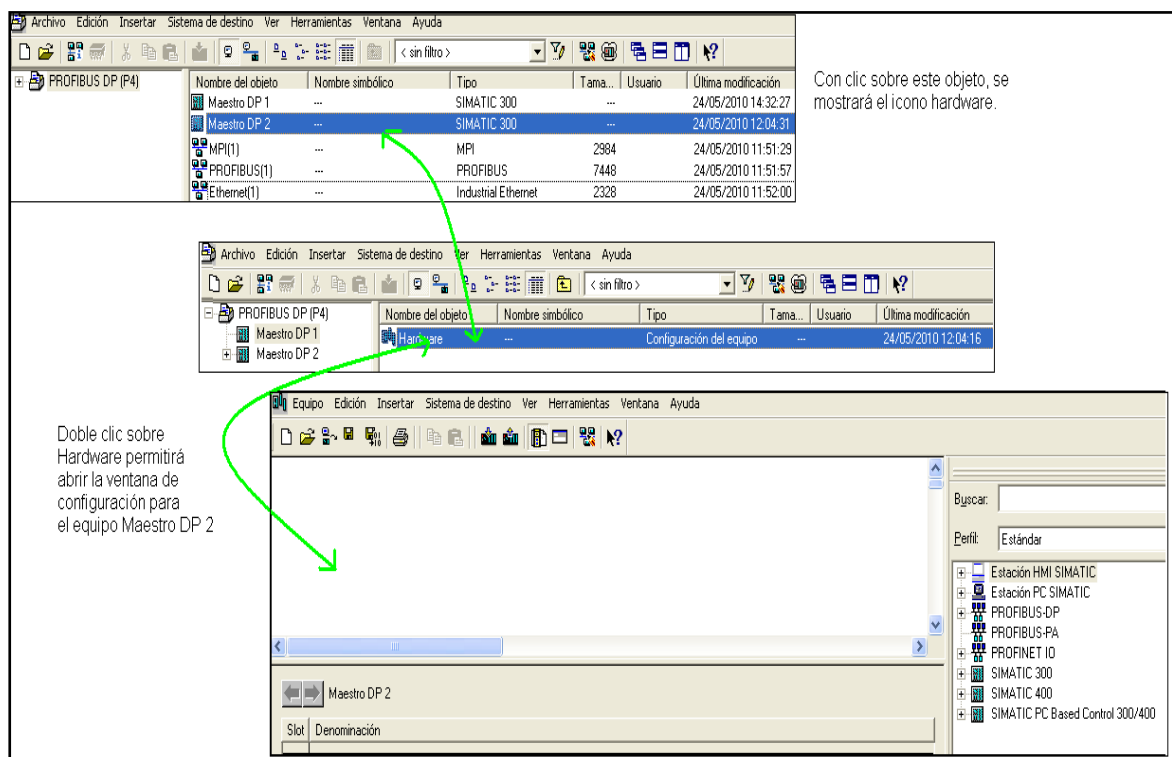
Figura 81. Sistema Maestro – Esclavo DP 1.



7.4.3. Configuración sistema Maestro DP 2.

La configuración del sistema maestro DP 2 se hace de forma similar a la del maestro DP 1 de la sección anterior. Abra la ventana **Hw Config** del equipo maestro DP 2, puede guiarse observando la siguiente figura.

Figura 82. Pasos para abrir la configuración del hardware del Maestro DP 2.



Las siguientes acciones se deben realizar en la ventana **HW Config** del equipo Maestro DP 2 para configurarlo.

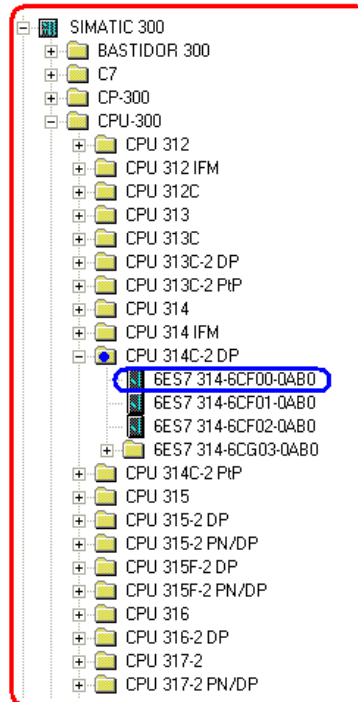
- Insertar bastidor para equipo Simatic 300.
- Insertar fuente PS 307 5A.
- Insertar CPU 314C 2DP V1.0:
 - Seleccionar la Interface PROFIBUS
 - Escoger la dirección 8 de red PROFIBUS.

- Conectar equipo a la red PROFIBUS.
- d. Insertar 3 equipos EM 277. Las direcciones 5, 6 y 7 se configurarán automáticamente en cada uno de los equipos.
- Parametrice el valor de offset para la entrada y salida de datos en la memoria **V** del PLC S7200. El valor escogido para esta guía es **1000**. Repita el procedimiento para cada estación esclava.
 - Determine la longitud y la coherencia de los datos del módulo EM277. Escoja 8 palabras de salida/8 palabras de entrada.
- e. Seleccione el Slot 2 del bastidor para abrir las propiedades de la CPU.
- Conecte el equipo a la red MPI
 - Seleccione dirección de red MPI (Dirección 3 según tabla 11)
- f. Compile el programa.
- g. Cierre la ventana.

A diferencia de la configuración realizada para el primer sistema maestro, aquí no fue necesario insertar módulos de entradas y salidas analógicas y digitales, debido a que la CPU del sistema Maestro DP 2 es de tipo compacta, es decir ya viene con estos módulos integrados.

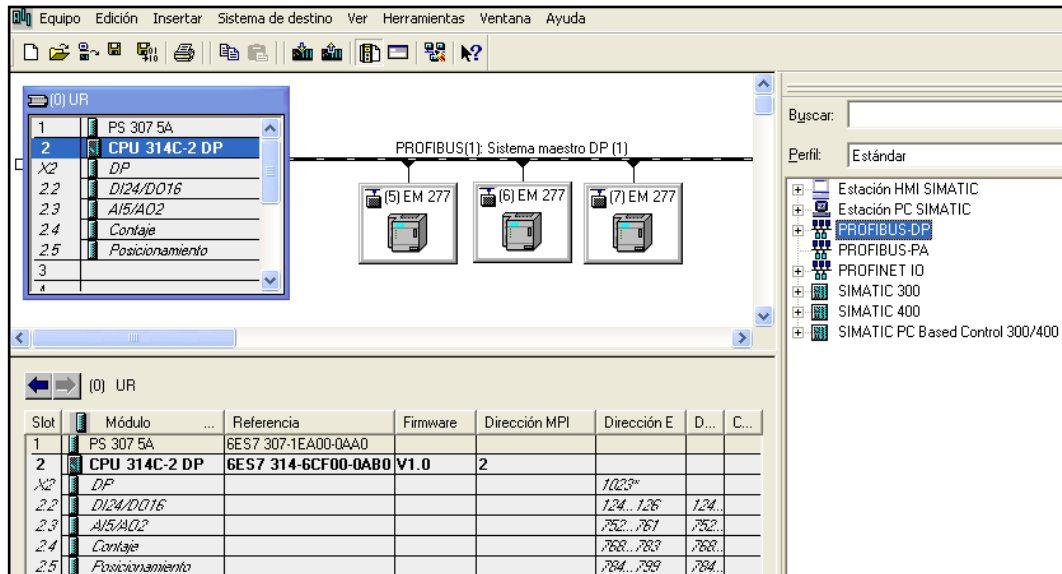
La ubicación de esta CPU en el catalogo de equipo Simatic de la ventana **HW Config** se muestra en la siguiente figura

Figura 83. CPU 314C 2DP en el árbol del Catalogo de equipos Simatic.




Si configuró bien el Sistema Maestro DP 2, este debe visualizarse como se muestra a continuación:

Figura 84. Sistema Maestro - Esclavo DP 2.



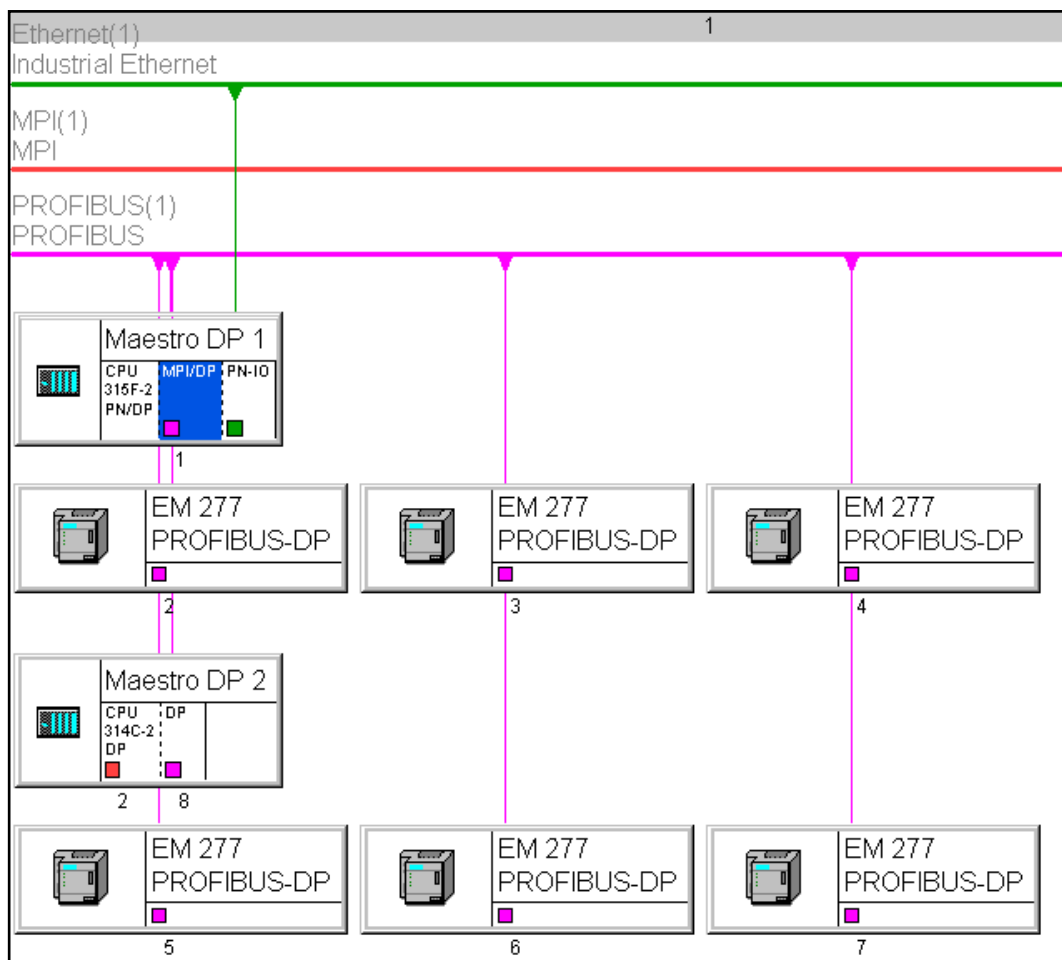
7.4.4. Visualización de la red Multimaestro en Net Pro.

En las dos secciones anteriores se configuraron individualmente cada uno de los sistemas Monomaestro que conforman el sistema Multimaestro PROFIBUS desarrollado en esta guía.

Utilizando la herramienta Net Pro  se podrá visualizar como quedó insertado este sistema dentro de la subred PROFIBUS 1.

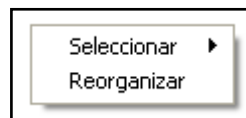
Pulse el botón Net Pro de la barra de herramientas del Administrador Simatic, observará que el sistema creado es el siguiente:

Figura 85. Sistema Multimaestro.



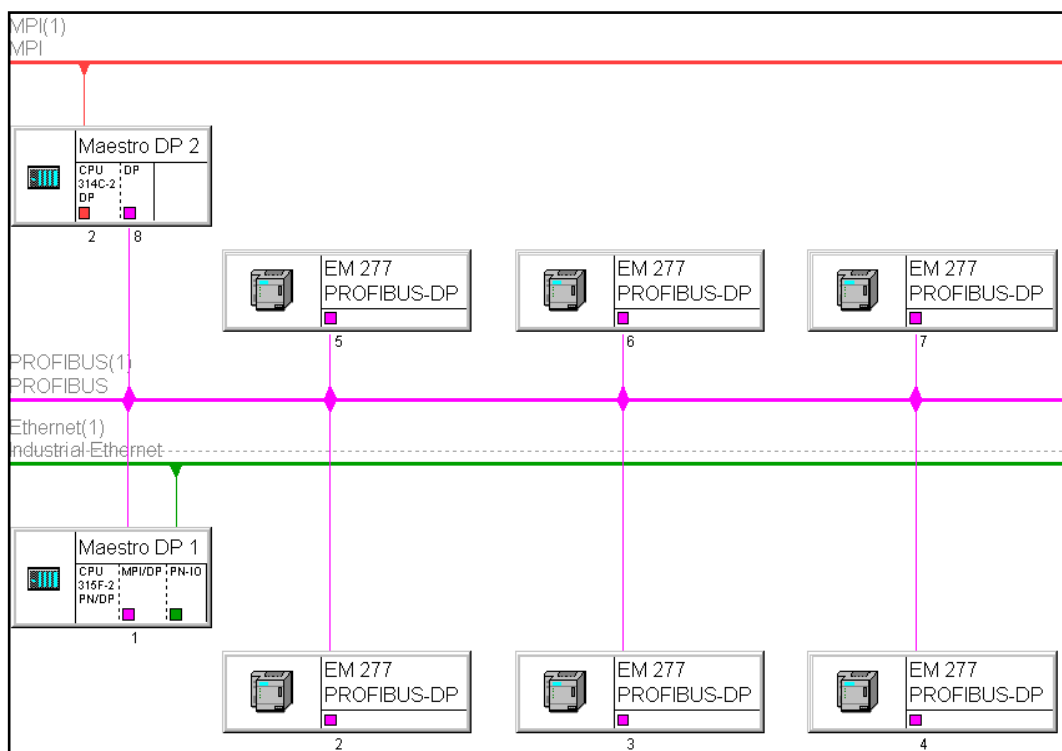
Como podrá observar, a primera vista no se puede apreciar bien el sistema Multimaestro creado ya que los equipos no están organizados. Para organizar los equipos y obtener una mejor visualización de la red se recomienda hacer clic derecho sobre cualquier punto en el área de la pantalla Net Pro. Aparecerá la opción reorganizar:

Figura 86. Opción "Reorganizar" de Net Pro.



Ahora podrá visualizar el sistema Multimaestro de la siguiente manera:

Figura 87. Sistema Multimaestro PROFIBUS DP organizado.



En la figura 87 se puede apreciar que los elementos acoplados al bus en la parte superior corresponden a los equipos del sistema Maestro DP 2, mientras que los que se encuentran en la parte inferior corresponden al sistema Maestro DP 1.

También puede observar que cada Maestro, además de PROFIBUS, está conectado a otro tipo de interfaz. El Maestro DP 1 se encuentra conectado a Industrial Ethernet y el Maestro DP 2 se encuentra conectado a la interfaz MPI. Estas interfaces adicionales permitirán realizar la programación de cada uno de estos equipos.

7.4.5. Programación de los equipos Maestros DP para la transferencia de datos a través de PROFIBUS.

En este momento, usted se encuentra en la última sección para la creación de la red Multimaestro PROFIBUS. Aquí se hará énfasis en la programación de las CPU's maestras para que pueda haber transferencia de información a través del bus de campo.

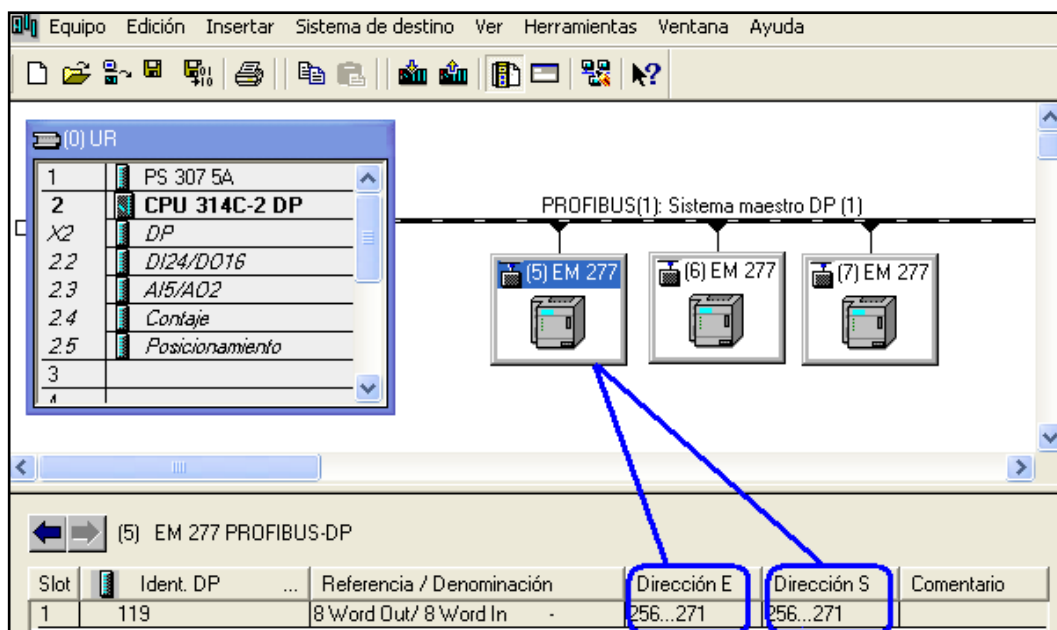
Antes de iniciar la programación es importante que se tenga claro cuáles son las direcciones de entrada y salida que cada CPU ha determinado para realizar la transferencia de datos con cada uno de los esclavos DP. La tabla que se muestra a continuación muestra los valores que se han asignado a cada CPU maestra.

Tabla 12. Direcciones asignadas en las CPU's maestras para determinación de buzones de envío y recepción de datos con módulos esclavos.

CPU		224 (EM277) E - DP 2	224 (EM277) E- DP 3	224 (EM277) E- DP 4	224 (EM277) E- DP 5	224 (EM277) E- DP 6	224 (EM277) E- DP 7
315F 2PN/DP (Maestro DP 1) M -DP 1	I	264-279	260-275	296-311			
	O	280-275	276-291	292-307			
314C 2DP (Maestro DP 2) M -DP 8	I				256-271	272-287	288-303
	O				256-271	272-287	288-303

Todos estos valores han sido obtenidos de la ventana de configuración de hardware de cada equipo maestro. Esto se ejemplifica en la siguiente figura:

Figura 88. Obtención de los valores para buzón de recepción y buzón de salida de datos.

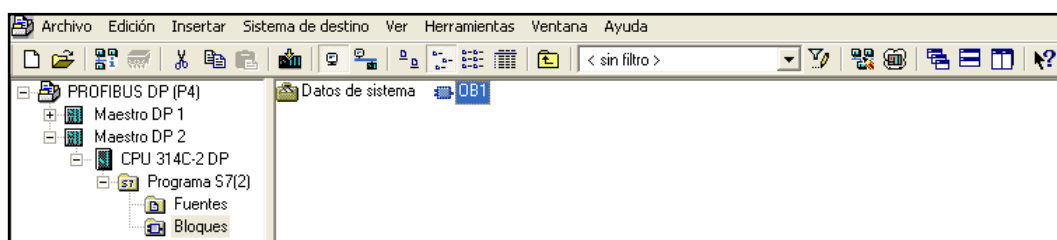


Conocidos todos los valores de dirección para envío y recepción de información, se procede a realizar los programas en cada PLC.

A diferencia de como se ha hecho en guías pasada para este caso el lenguaje de programación a utilizar será el KOP (Ladder o escalera) y no el AWL. La razón de esta selección es mostrar otra manera de programar la transferencia de información para que el usuario se familiarice con los lenguajes de programación de PLC's.

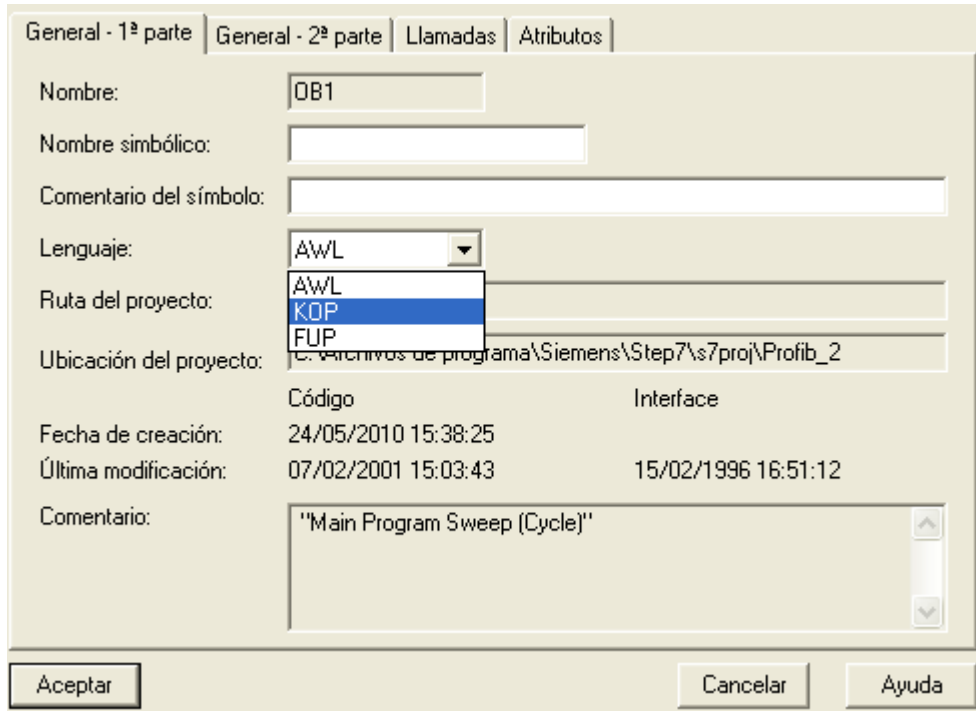
Para comenzar con la programación, en el administrador Simatic busque el bloque OB1 de cualquiera de las dos CPU's y haga doble clic en este para abrir sus propiedades.

Figura 89. Bloque OB 1 del Maestro DP 2.



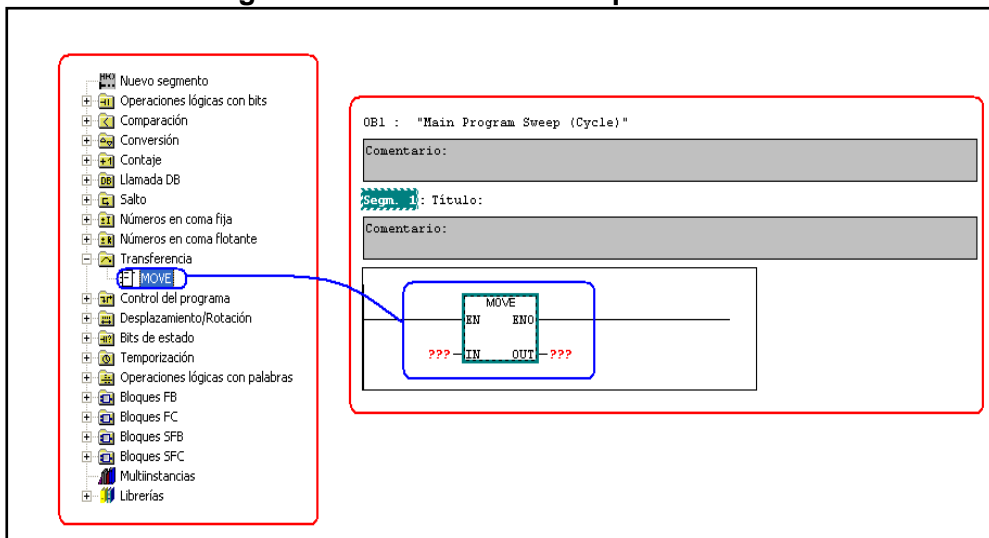
El cuadro de dialogo “**Propiedades Bloque de Organización**” se tuvo que haber desplegado. Seleccione el lenguaje de programación KOP.

Figura 90. Propiedades Bloque de Organización.



Una vez se hace clic en **Aceptar**, el software lo dirige automáticamente a la interfaz de programación. Ahora busque el bloque de transferencia “**Move**” en la lista de **Elementos del programa**.

Figura 91. Ubicación del bloque "Move"

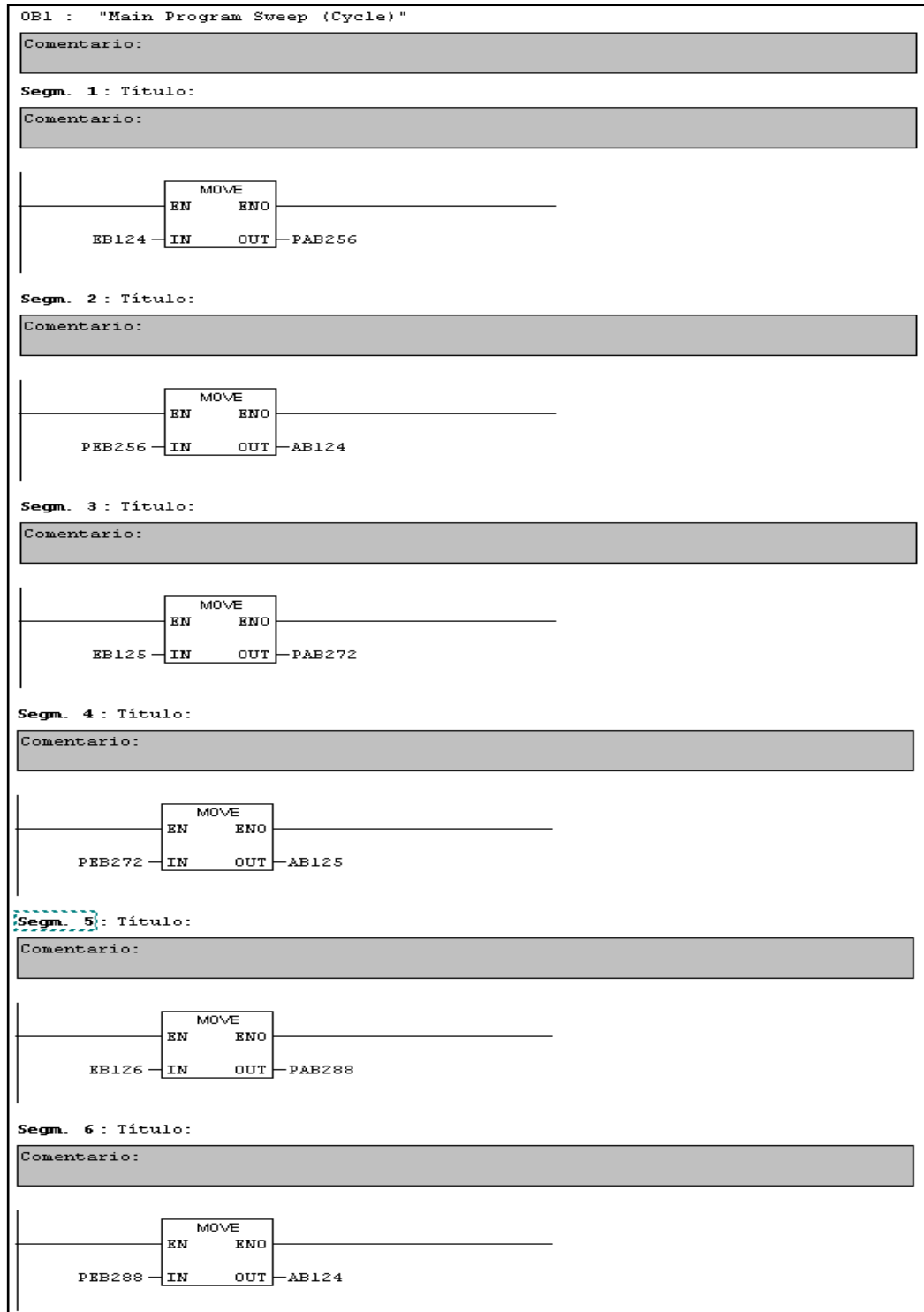


Como puede observarse en la figura 91 el bloque move posee dos campos para entradas de datos, Estos son: **In** y **out**.

Estos campos cumplen con las mismas funciones que los mandos **L** (**Load**) y **T** (**Transfer**) utilizados en el lenguaje AWL, con los cuales se le ordena al PLC que cargue un dato y lo transfiera a una dirección especificada.

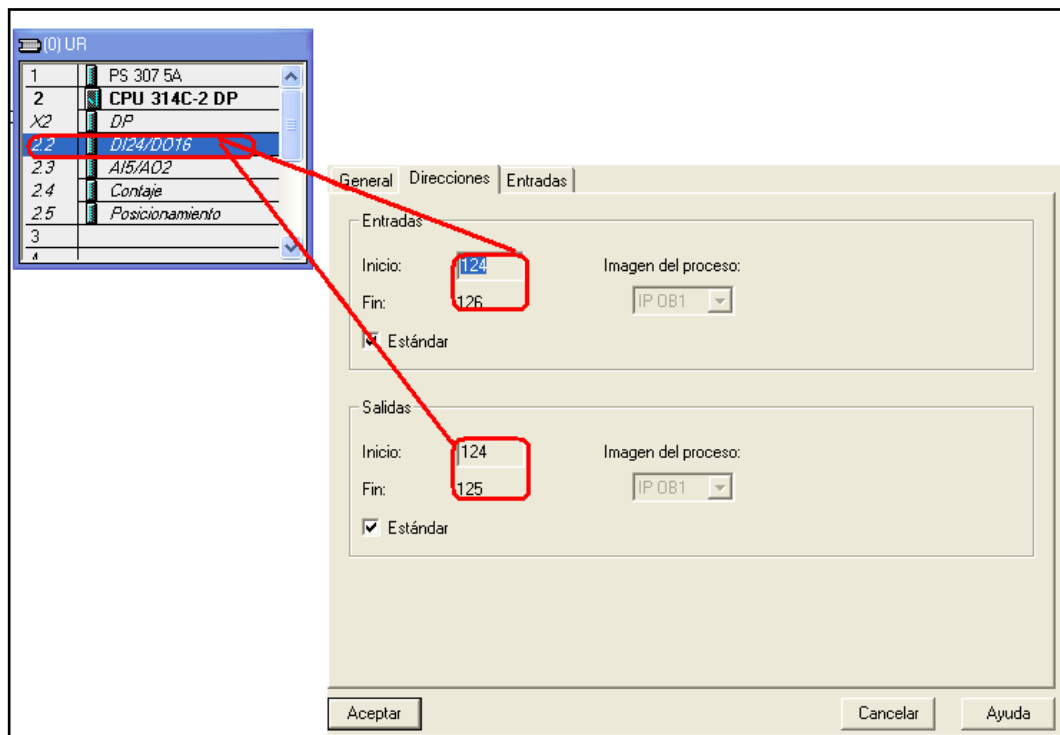
Teniendo conocimiento de lo explicado en el párrafo anterior, la experiencia en programación de guías anteriores y los datos de direccionamiento para transferencia de información se realiza el siguiente programa para que la CPU Maestra DP 2 pueda realizar el intercambio de datos con sus esclavos:

Figura 92. Programación del Bloque OB1 del Maestro DP 2 para transferencia de datos a través de PROFIBUS.



Sí usted se pregunta de donde aparecieron los valores 124 a 126 para los bytes de entrada (**EB**) y 124 a 125 para los bytes de salida (**AB**), la respuesta a esto es que son los valores que Step 7 configura por defecto en la CPU 314C 2DP para las direcciones de entradas y salidas en el modulo de procesamiento digital. (Ver figura 93).

Figura 93. Direcciones de entrada y salidas físicas para módulo de procesamiento de datos digital.




Este pequeño programa es sencillo y fácil de entender. Compuesto de 6 segmentos y de bloques de transferencia carga datos de entrada para transferirlos a las salidas periféricas y lee datos de entradas periféricas para transferirlos a las salidas físicas del PLC.

La transferencia de datos a nivel de envío y recepción con los esclavos DP se realiza en parejas de segmentos. Los dos primeros segmentos permiten intercambio de información con el esclavo DP 5, los segmentos 3 y 4 hacen lo mismo con el esclavo DP 6.

Por tanto los dos últimos segmentos permiten enviar datos al esclavo DP 7 y recibir la información que este mande hacia su maestro.

Para finalizar, realice la programación del bloque OB1 del Maestro DP 1 ilustrándose del ejemplo propuesto anteriormente. Recuerde, debe basarse en los datos de la tabla 12 y determinar cuáles son las direcciones que Step 7 configura por defecto en la CPU 315F 2PN/DP para la entrada y salida de datos del módulo digital **SM 323**.

Cuando termine de programar compile el programa y cierre la ventana, luego proceda a transferir a cada PLC las configuraciones realizadas con el botón  .

Por último, para configurar los PLC's esclavos S7200 y programarlos para que respondan a la transferencia de datos, guíese de las secciones 4.4.1 y 5.4.2 de las guías de laboratorio 1 y 2 respectivamente.

De esta manera se da por concluida la guía de laboratorio número 4.

7.5. Actividades propuestas

1. ¿Cuál es la finalidad del uso de la herramienta Net Pro en la práctica desarrollada?

2. ¿Por qué es importante definir las direcciones de entrada y salida de los módulos analógicos o digitales en las CPU's maestras?

3. ¿Qué ocurriría si la dirección de los módulos de entradas y salidas físicos del PLC maestro no corresponde con los valores ajustados en el bloque de transferencia move para el intercambio de información?. Haga pruebas y saque conclusiones.

4. De acuerdo al ejercicio anterior, ¿cómo se manifiesta la situación planteada en la CPU maestra?

8. Configuración de panel HMI Siemens OP 177B

8.1. Introducción

En este capítulo se explicará la forma de configurar un tipo de pantalla HMI Siemens por medio de los software Step 7 y WinCC Flexible: **PANEL OP 177B**.

Este tipo de pantallas son muy utilizadas a nivel industrial ya que le otorga a los operadores de las máquinas mejor control sobre los procesos, debido a la posibilidad de visualizar ciertos parámetros que le permiten al usuario saber si el funcionamiento de la máquina es óptimo.

8.2. Objetivo

Parametrizar un panel HMI y sus respectivos componentes utilizando el software WinCC Flexible y Step 7 para realizar aplicaciones Humano – Máquina orientadas a procesos industriales.

8.3. Equipos

Para realizar esta actividad se necesitan los siguientes elementos:

- ✓ 1 computador con sistema operativo Windows (preferiblemente XP) y los software STEP 7 versión 5.4 y WinCC Flexible 2008.
- ✓ Panel HMI Siemens OP 177B.
- ✓ 1 router.
- ✓ 1 cable Ethernet
- ✓ 1 cable Industrial Ethernet.

8.4. Procedimiento

Inicialmente realice los siguientes 3 pasos:

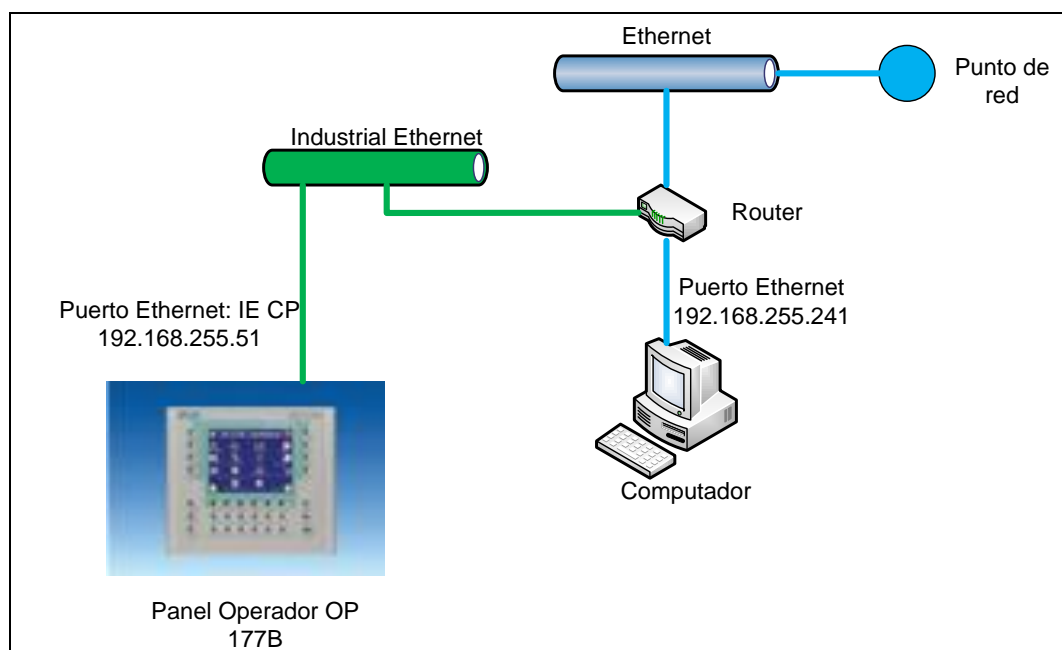
1. Definir direcciones a utilizar para la comunicación entre el Panel HMI y el Computador para la transferencia de datos.

Tabla 13. Direcciones IP de los equipos a utilizar.


Equipo	Dirección IP
Computador	192.168.255.241
Panel OP 177B	192.168.255.51

2. Realizar el cableado de todos los dispositivos de red entre el PC, Panel HMI y el router, es decir, la conexión de los cables Ethernet y red industrial Ethernet de acuerdo con el esquema de la figura 94.

Figura 94. Esquema general red Ethernet.



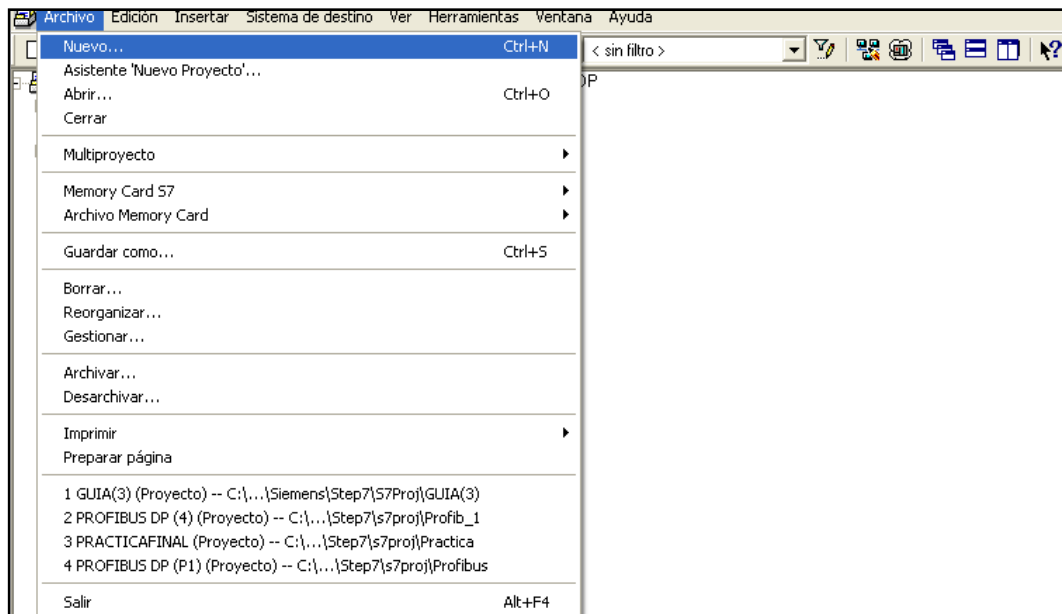
3. Configurar el panel OP177B (Parametrización) a través de Step 7, de acuerdo con los siguientes pasos:

a. Para empezar la configuración del panel HMI se debe iniciar abriendo la herramienta de Step 7 Administrador Simatic, la cual se abre haciendo doble clic en el icono  o desde el menú:

“Inicio → Programas → Simatic → Administrador Simatic”.

La creación del programa para el Panel HMI se realiza ejecutando un nuevo proyecto. Siga la ruta: **“Archivo→Nuevo”**

Figura 95. Nuevo Proyecto para configuración y programación del Panel HMI.



Luego se le da nombre al proyecto en Step 7, por ejemplo “Configuración HMI” y se le da clic en Aceptar.

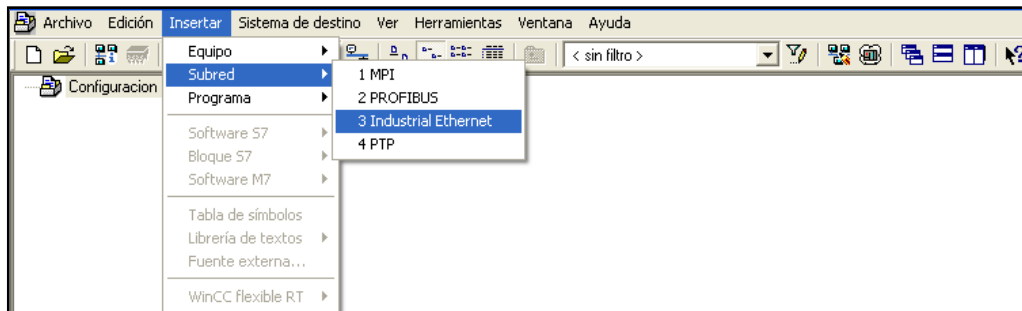
Aparecerá una ventana con un proyecto sin ninguna configuración, figura 96.

Figura 96. Proyecto "Configuración HMI"



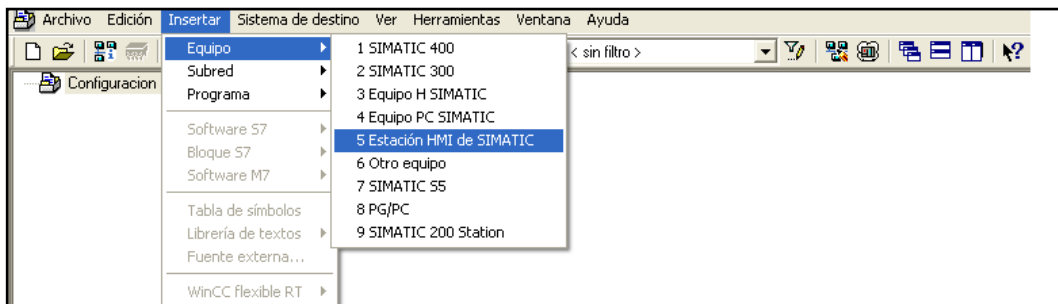
b. Inserte la red industrial Ethernet, para eso se hace clic en **“Insertar→Subred→Industrial Ethernet”**

Figura 97. Red Industrial Ethernet para proyecto "Configuración HMI".



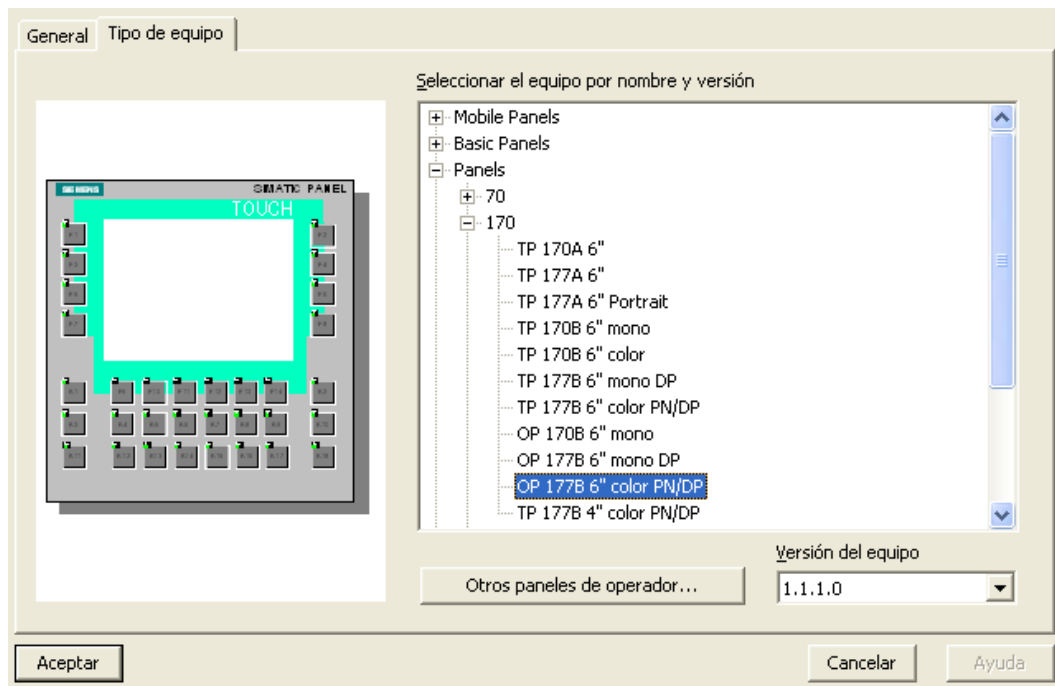
c. Ahora se procede a insertar el panel HMI. Haga clic en **“insertar→Equipo→Estación HMI de Simatic”**.

Figura 98. Estación HMI de Simatic para proyecto "configuración HMI"



A continuación aparece una ventana para seleccionar el panel HMI con el cual se va a trabajar. En la pestaña **Tipo de equipo** podrá escoger el elemento de acuerdo a sus referencia, siga la ruta: **Panels→170→OP 177B 6” color PN/DP**. Ver figura 99.

Figura 99. Selección del Panel HMI OP177B



d. Haga clic en el botón **Aceptar**. Sobre el área de trabajo del proyecto podrá observar el objeto que representa el Panel HMI Seleccionando.

Figura 100. Elementos del proyecto " Configuración HMI"



Hasta aquí, el usuario debió haber creado el proyecto nuevo y también agregado los elementos a implementar (Subred Industrial Ethernet y equipo HMI). En la siguiente sección se mostrará como configurar la red Ethernet del Panel HMI en Step 7.

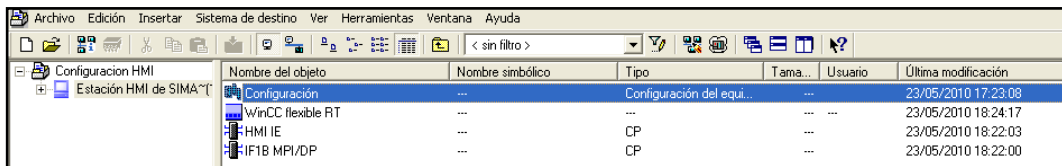
8.4.1. Configuración de la red Industrial Ethernet para el Panel HMI en Step 7.

En esta sección se ilustrará la forma de configurar el equipo agregarlo en la subred Industrial Ethernet, desde la cual se realizará transferencia de información.

Los pasos a seguir son los siguientes:

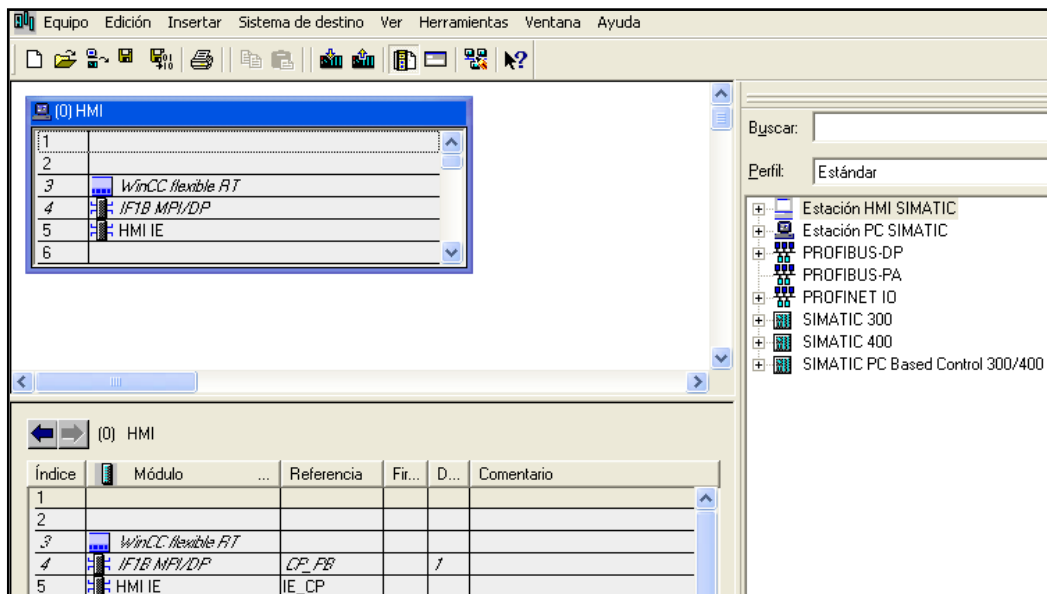
- a. Haga doble clic sobre el icono del proyecto “Configuración HMI” para desplegar la lista de elementos. Luego en “Estación HMI de Simatic” haga doble clic para ver los objetos que contiene (observe región derecha de la figura 101).

Figura 101. Objetos de la Estación HMI de Simatic.



- b. En el objeto **Configuración** realice un doble clic. Instantáneamente se abrirá la ventana HW Config del Panel HMI.

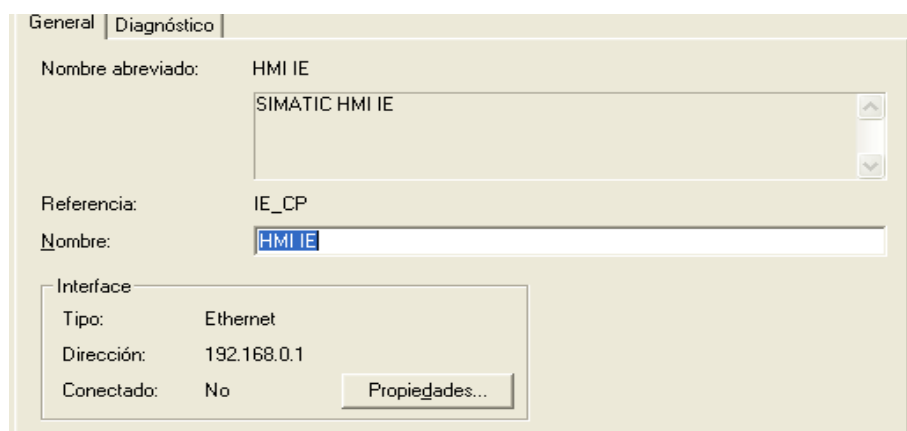
Figura 102. Ventana HW Config del Panel HMI OP177B.



En la anterior figura se puede observar que este Panel posee tres elementos, estos son: El run time (slot 3), la interfaz PROFIBUS/MPI (slot 4) y la Interfaz Industrial Ethernet (slot 5).

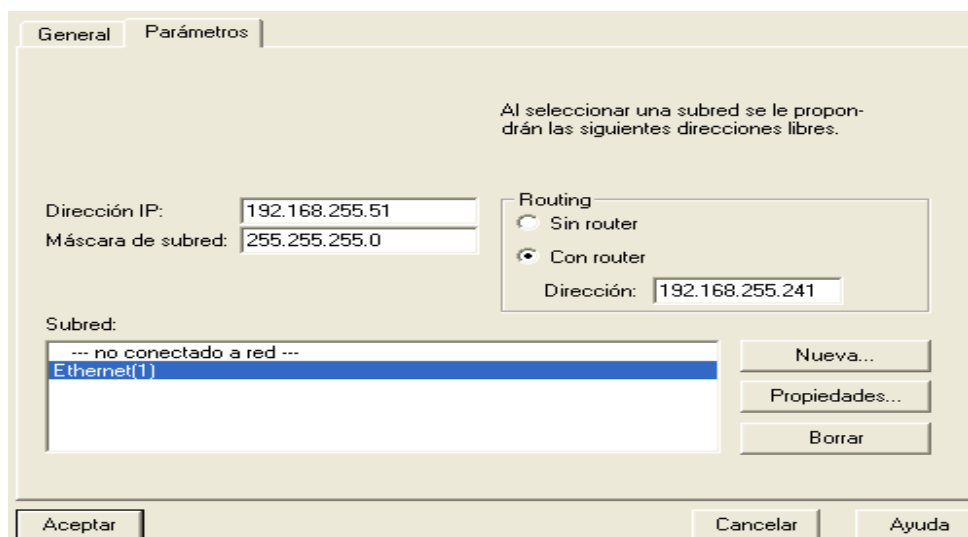
- c. De los 3 elementos mencionados, haga doble clic sobre el Slot 5 (HMI IE) del Panel para insertar el equipo en la Subred industrial Ethernet. Se desplegará la siguiente ventana:

Figura 103. Ventana de configuración Interfaz Industrial Ethernet para Panel OP177B.



- d. Haga clic sobre el botón propiedades, se abrirá una ventana en donde se debe seleccionar la opción "con router" y definir las direcciones IP con la cual va a trabajar el computador y el Panel HMI. Las direcciones IP son: 192.168.255.241 para el PC y 192.168.255.51 para el Panel.

Figura 104. Direccionamiento IP del panel OP 177B.



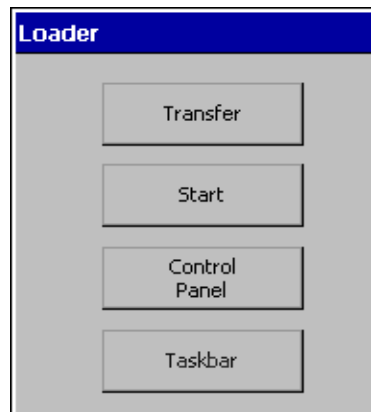
- e. Guarde los cambios dando clic en **Aceptar** y luego se busca la opción **Compilar** en la barra de herramientas de HW Config y se cierra la ventana.

8.4.2. Configuración de la red Industrial Ethernet en el Panel de Control de la estación HMI.

Ahora se realizará la configuración física del Panel HMI, es decir se configurará la dirección IP (desde el mismo dispositivo) que se le asignó al equipo en Step 7 para que se pueda realizar la transferencia de datos a través de Industrial Ethernet.

Cuando se encienda el Panel aparecerá la siguiente ventana:

Figura 105. Ventana Principal del Panel HMI OP177B.



Seleccione la opción Panel de control (Control Panel). Se mostrará la siguiente ventana:

Figura 106. Panel de Control del Panel HMI OP177B.




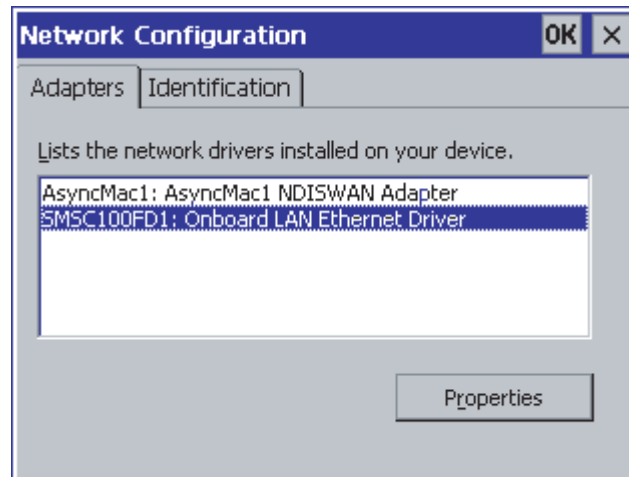
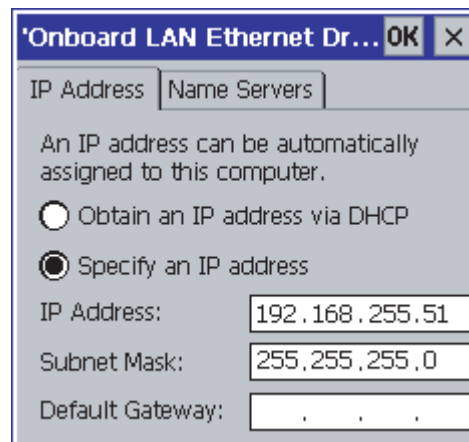
Escoja la opción **Network** . Se abrirá la ventana **Network Configuration**, en esta seleccione la segunda opción que se muestra:

Figura 107. Configuración de la red para el Panel OP177B.



En el nuevo cuadro de dialogo debe especificar la dirección IP utilizada en Step 7 para el Panel HMI.

Figura 108. Especificación de la dirección IP en el Panel HMI.



Realizados estos cambios se habrán configurado los parámetros de red del Panel.

8.4.3. Visualización del equipo HMI en la red Industrial Ethernet.


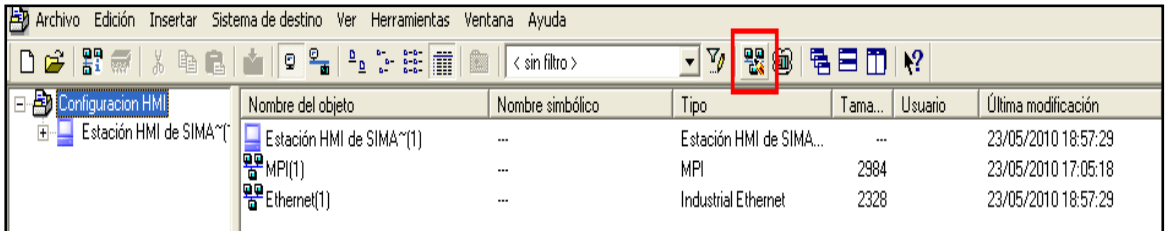
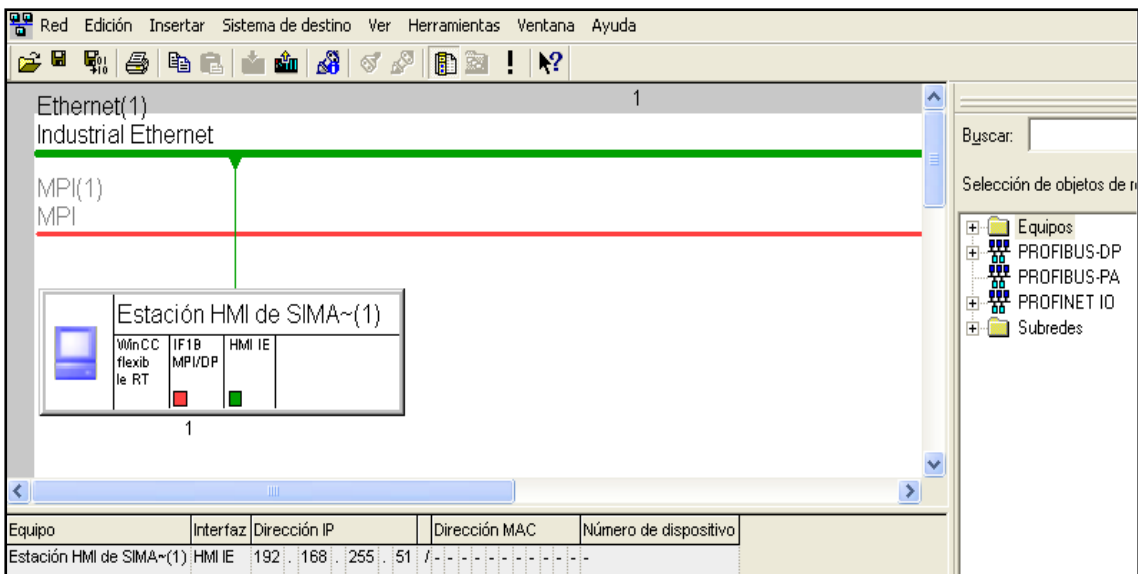
Después de haber realizado las configuraciones físicamente en el equipo, volvemos a Step 7. Haga clic sobre el botón Net Pro  de la barra de herramientas del Administrador Simatic.

Figura 109. Ejecución de la herramienta Net Pro.



Ejecutada la aplicación se podrá verificar que el Panel se encuentra correctamente insertado dentro de la Subred Industrial Ethernet. Ver figura 110.

Figura 110. Visualización del Panel HMI en la red Industrial Ethernet a través de Net Pro.



En la figura anterior se puede observar que el panel está conectado al bus Ethernet, además se observa la dirección IP que este equipo tiene definida en la Subred.

Finalizada la verificación de la conexión del equipo se cierra la ventana y se regresa al administrador Simatic.

8.4.4. Ajustes Finales del Panel HMI en WinCC Flexible.

En esta última sección, se especifican los pasos para realizar los ajustes finales del Panel HMI en el software WinCC Flexible.


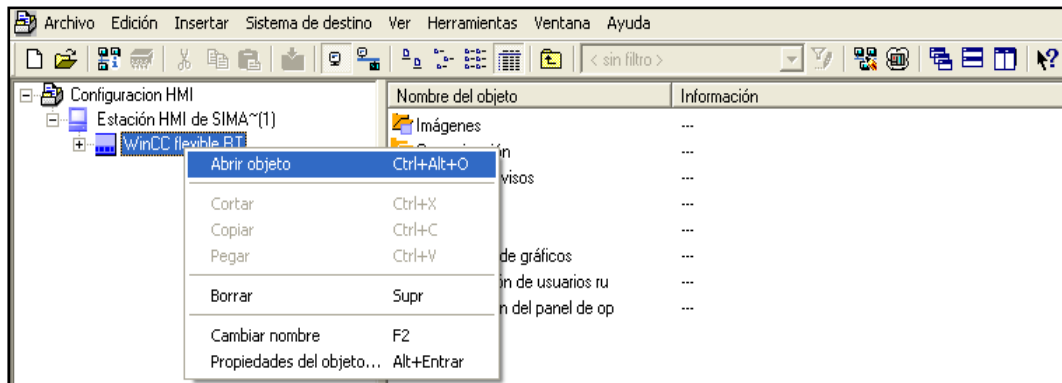
En el administrador Simatic ubíquese en la opción  WinCC flexible RT y de clic derecho, escoja la opción **Abrir objeto**.

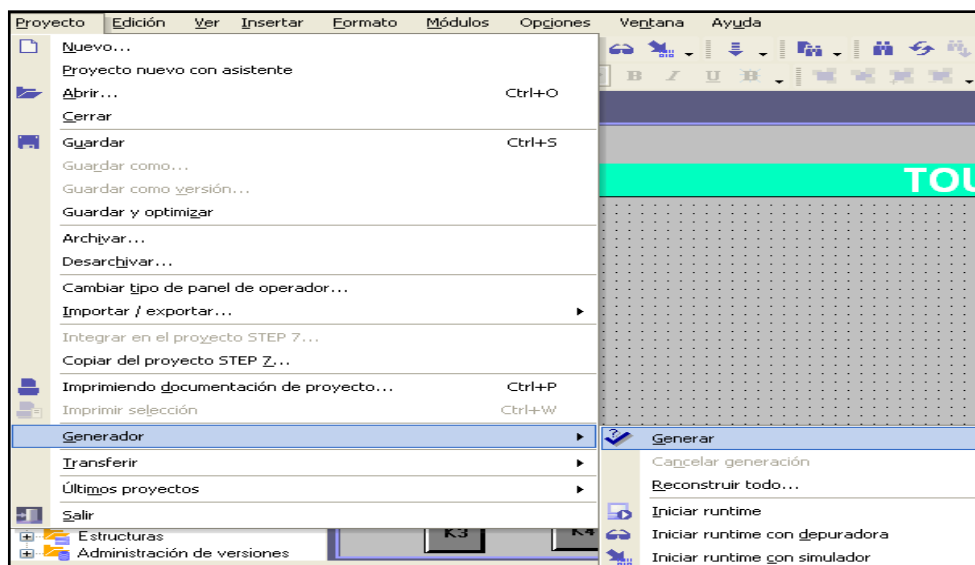
Figura 111. Ejecución del software WinCC Flexible 2008 desde Step 7.



Inmediatamente se abrirá el Software WinCC Flexible en el cual el usuario podrá realizar la Interfaz Hombre-Máquina (HMI) que requiera de acuerdo a sus necesidades.

Para finalizar la configuración del Panel HMI se busca en la barra de herramienta "Proyecto→Generador→Generar".

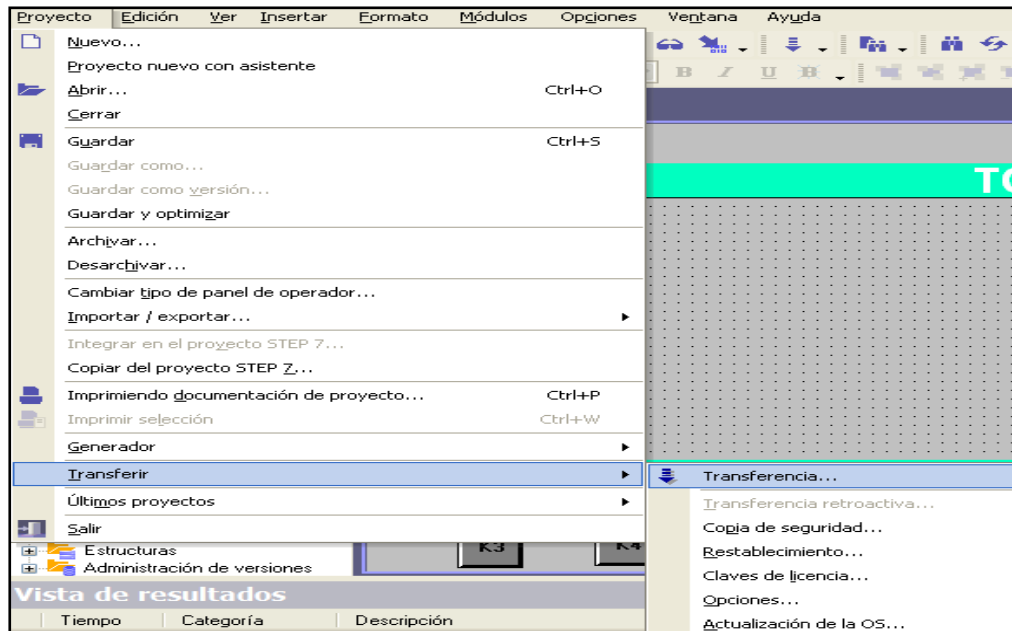
Figura 112. Generar Proyecto.



Finalmente se realiza la transferencia de las configuraciones realizadas entre el software y el Panel. Para esto vaya a:

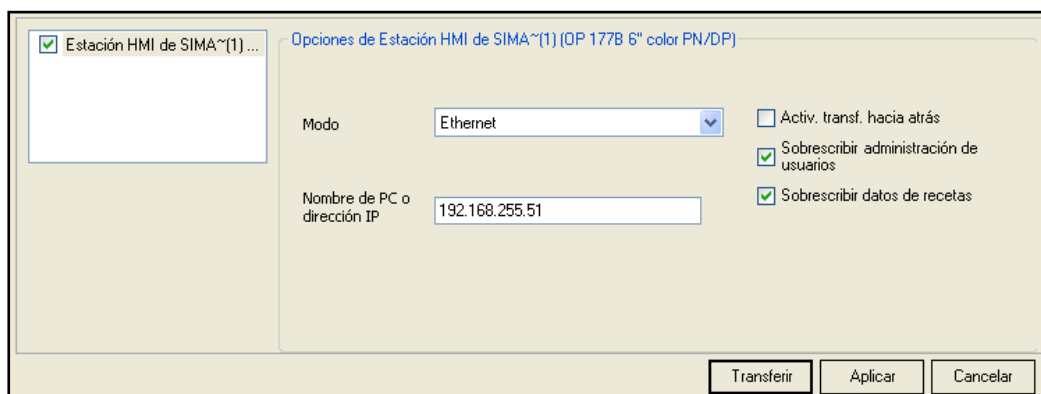
Proyecto→Transferir→Transferencia”

Figura 113. Transferir Proyecto.



En el cuadro de dialogo desplegado a continuación tambien debe especificar la direccion IP del Panel. Haga clic en transferir.Véase figura 114.

Figura 114. Definición de dirección IP del Panel HMI en WinCC.



Para que se pueda ejecutar la transferencia en el panel debe seleccionar la opción transfer para recibir los datos de configuración provenientes de WinCC Flexible.

Realizado el último paso se da por concluida el desarrollo de la Guía No. 5 y su práctica asociada. Las configuraciones realizadas en esta le permitirá al usuario tener las bases para poder establecer comunicación entre el equipo HMI y los Software Simatic (Step 7 y WinCC Flexible) de tal manera que este pueda tener control de las aplicaciones realizadas y así cumplir con tareas de automatización específicas.

Si considera que no ha asimilado bien los procedimientos para realizar la práctica, se le recomienda que comience desde el principio de la guía, pues es fundamental su comprensión para el desarrollo de la última guía de laboratorio donde se realizará una aplicación con esta pantalla táctil.

Posiblemente el lector note en esta práctica que no se ilustra cómo hacer un HMI. La razón de esto hace referencia al fin sobre el cual es dirigido esta monografía: Enseñar a configurar redes industriales utilizando el bus de campo Profibus.

Recuerde también que el objetivo de esta guía se encuentra orientado a aprender a configurar el Panel HMI y sus componentes por medio de software para guiar al lector de manera que pueda parametrizarlo.

Cumplido el objetivo antes mencionado, el estudiante tendrá la capacidad de integrar las comunicaciones del Panel a través de Industrial Ethernet en el bus de campo PROFIBUS DP.

Finalmente se recomienda al lector que se documente en el uso de WinCC Flexible para el desarrollo de aplicaciones de supervisión e Interfaces Humano – Maquina.

8.5. Actividades propuestas

Realizado el acople del dispositivo HMI a la red Industrial Ethernet, proceda a realizar pruebas utilizando WinCC Flexible.

1. Escoja cualquiera de los botones del panel y prográmelo de tal manera que le permita parar el Run Time en el HMI. ¿Qué procedimiento tuvo que realizar para esto?

2. ¿Por qué cree usted que debe realizar la programación del botón para detener el Run Time?

3. Realice los ajustes de fecha y hora de la pantalla táctil HMI ¿Cómo podría realizar esta tarea?

4. La configuración del panel HMI para conexión en la red Ethernet fue realizada implementando comunicación con router. Pruebe ahora seleccionando la opción sin router desplegando el cuadro de dialogo **propiedades del objeto** de la interfaz HMI IE (slot 5 del equipo HMI en

Simatic Hw Config]) y el botón propiedades. ¿Qué sucede en la red al hacer estos cambios? ¿Qué ocurre con la transferencia de datos?

9. Desarrollo de aplicación en automatización implementando HMI, Industrial Ethernet y PROFIBUS DP.

9.1. Introducción

La presente guía se constituye como la última práctica de laboratorio que se va a desarrollar en el laboratorio de automatización industrial.

Aquí se planteará un problema de automatización que implicará el uso de las habilidades adquiridas (algunas desarrolladas mediante la ejecución de las prácticas, y otras por conocimientos previos del lector) para resolver problemas de este tipo. Dentro de estas habilidades se encuentra programación de PLC, configuración de Red Ethernet, configuración de Red Profibus y desarrollo de aplicación HMI.

9.2. Objetivo

Resolver un problema de automatización para probar las habilidades adquiridas al momento de enfrentarlo, mediante el uso e implementación de equipos y software especializado para tal fin.

9.3. Equipos

Los principales elementos que se van a utilizar para el desarrollo de la práctica asociada a esta guía de laboratorio son los siguientes:

- ✓ 1 CPU Simatic S7300 315F 2PN/DP.
- ✓ 1 CPU's Simatic S7200 224 con su cables adaptador PPI.
- ✓ 1 módulos de comunicaciones S7200 EM 277 PROFIBUS DP.
- ✓ 1 fuente PS 307 5A para CPU Simatic S7300.

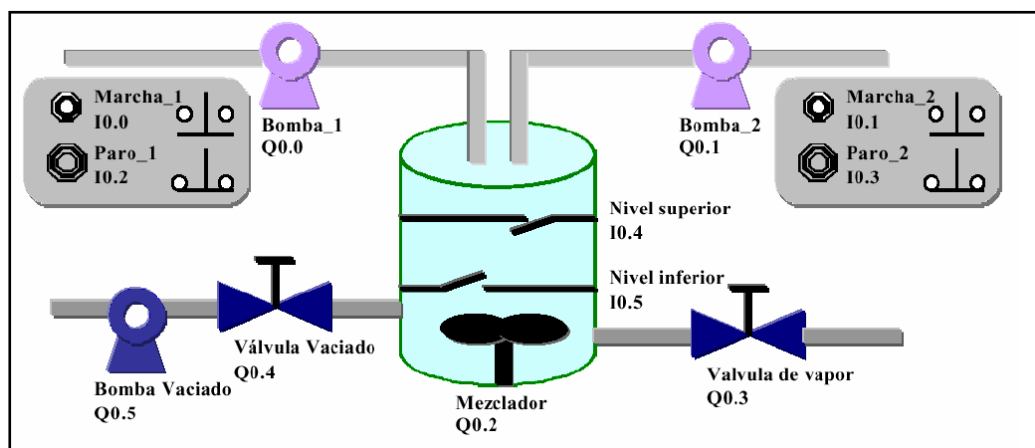
- ✓ 1 modulo de entradas y salidas analógicas SM334 para CPU Simatic S7300 315F 2PN/DP.
- ✓ 1 modulo de entrada y salidas digitales SM 323 para CPU Simatic S7300 315F 2PN/DP.
- ✓ Cable y conectores PROFIBUS.
- ✓ 1 computador con sistema operativo Windows (preferiblemente XP) y los software STEP 7 versión 5.4, STEP 7 MicroWin versión 4.0 y WinCC flexible 2008.
- ✓ 1 router, cable Ethernet y cable Industrial Ethernet.
- ✓ 1 Panel HMI OP 177B.

9.4. Planteamiento del problema.

El problema de automatización que se requiere solucionar es el siguiente:

La figura muestra un sistema de mezclado de dos componentes. Los componentes son suministrados al depósito mediante las bombas 1 y 2. En el depósito los componentes son calentados mediante vapor y mezclados con un agitador. Una vez la mezcla preparada, el depósito es vaciado mediante una tercera bomba y una válvula de vaciado.

Figura 115. Esquema del problema.



El funcionamiento del sistema debe ser el siguiente:

- Para el suministro de componentes, el usuario pone en marcha y para manualmente cada una de las dos bombas durante el tiempo que él estima oportuno (el usuario decide la composición de la mezcla).
- El sensor que indica nivel superior en el depósito sirve para evitar que el depósito se llene en exceso; si este sensor se activa, las dos bombas deben detenerse, el proceso debe parar por completo, y debe activarse una lámpara intermitente avisadora de emergencia (salida Q0.6).
- Una vez que se han suministrado los dos componentes (el sistema debe detectar esta circunstancia porque se han accionado y detenido las dos bombas) comienza el proceso de calefacción y de mezcla, que debe durar el tiempo estimado por el operador.
- Transcurridos este tiempo, el depósito se vacía abriendo la válvula correspondiente y accionando la bomba de vaciado. Se detectará que el depósito está completamente vacío por medio del sensor de nivel inferior.
- Una vez el depósito vacío, se cerrará la válvula, se detendrá la bomba y podrá comenzar un nuevo ciclo.

9.5. Solución del problema

En esta sección se va a realizar la solución del problema. A diferencia de capítulos anteriores aquí no se va a ilustrar paso por paso como hacer todo el desarrollo sino que se mostrará los pasos finales con los cuales se resuelve el problema.

Lo anterior se hace con el fin de poner a prueba las habilidades y destrezas desarrolladas mediante las prácticas hechas a partir de las guías anteriores.

A continuación se definen las direcciones de comunicación que se van a implementar en la guía:

Tabla 14. Direcciones de comunicación para guía 6.

Equipo	Dirección IP	Dirección Profibus	Dirección PPI
S7300CPU 315F 2PN/DP	192.168.255.50	1	
Panel OP177B	192.168.255.51		
S7200 CPU 224, módulo EM 277		3	2
Computador	192.168.255.241		

9.5.1. Adaptación de la solución a los conocimientos en redes PROFIBUS.

Se ha pensado en resolver este problema a través del desarrollo de una aplicación HMI que permitirá al operador poner en marcha y parar las bombas que suministran los diferentes componentes, a su vez tendrá la capacidad de determinar el tiempo de mezclado y visualizarlo al igual que el estado del proceso. La aplicación HMI podrá intercambiar datos con el PLC Maestro PROFIBUS DP a través de la interfaz Industrial Ethernet de modo que la comunicación entre el Esclavo DP S7200 y el Maestro pueda llegar hasta las instancias del HMI mediante la implementación de marcas.

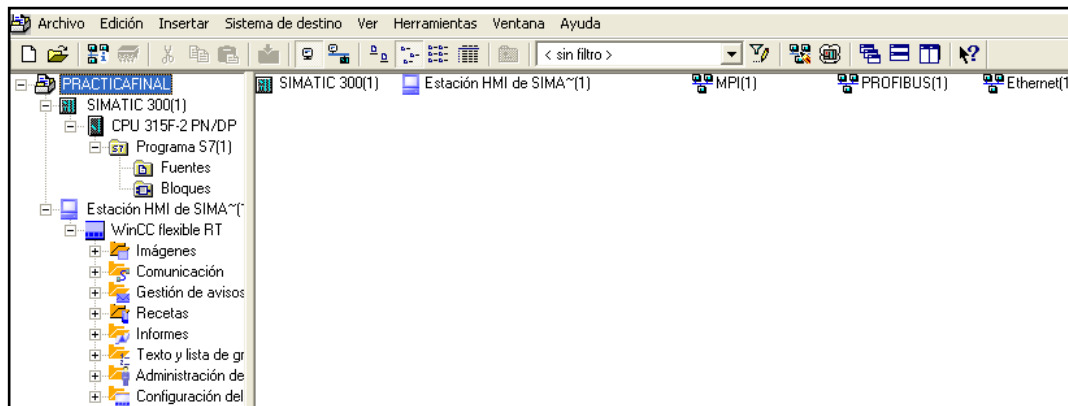
9.5.2. Creación y configuración del proyecto final

Este proyecto debe crearse en base a los conocimientos adquiridos. Para crear este proyecto en el administrador Simatic se debe.

- Agregar el equipo 300 que será el Maestro DP
- Insertar la subred Industrial Ethernet.
- Insertar la subred PROFIBUS.
- Agregar el equipo estación HMI de Simatic.
- Configurar el equipo 300.
- Agregar el Esclavo DP y parametrizarlo
- Configurar la estación HMI definiendo su dirección IP.

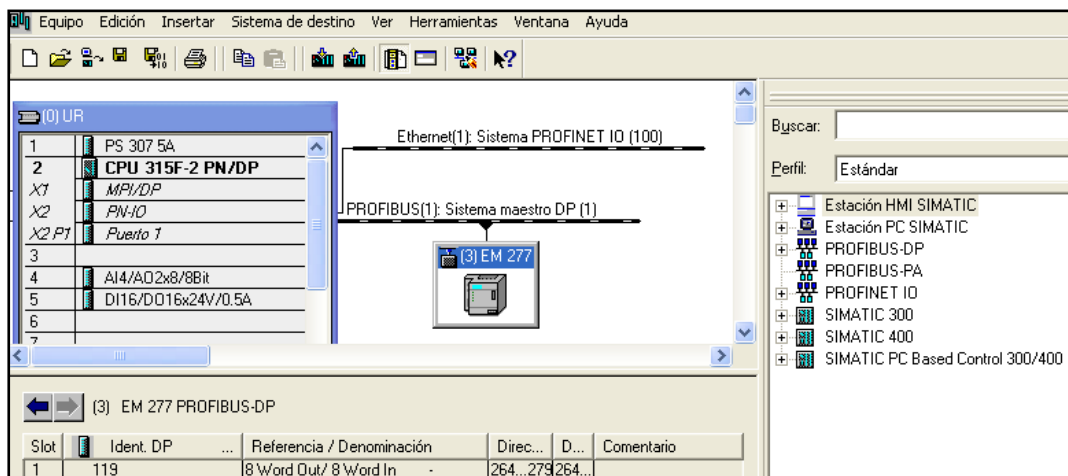
Si ha realizado bien los pasos en la pantalla de Step 7 se le debe mostrar la siguiente configuración para el proyecto creado (Ver figura 116).

Figura 116. Configuración del proyecto.



Por otro lado, la configuración del equipo maestro se muestra en la figura 117.

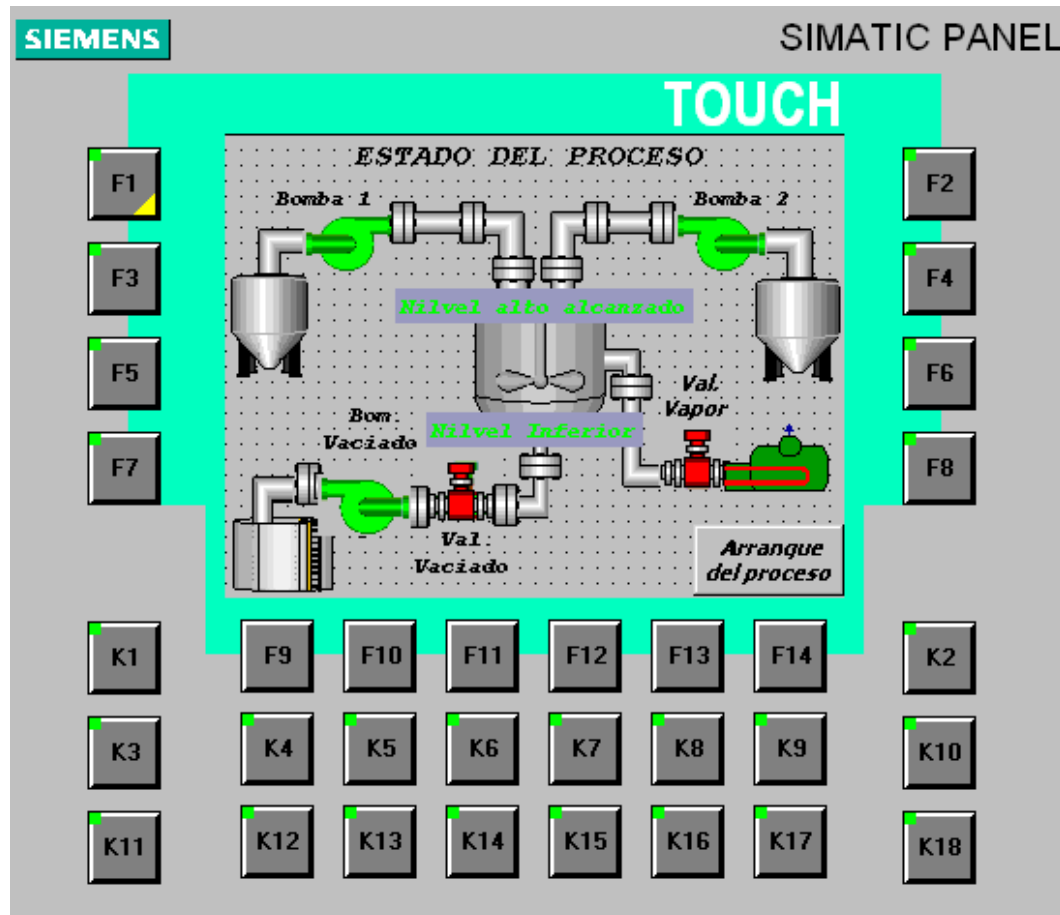
Figura 117. Configuración del Hardware equipo Maestro.



9.5.3. Desarrollo de la aplicación HMI

La aplicación HMI realizada en WinCC Flexible para la resolución del problema es la siguiente:

Figura 118. Imagen Principal del Panel HMI.



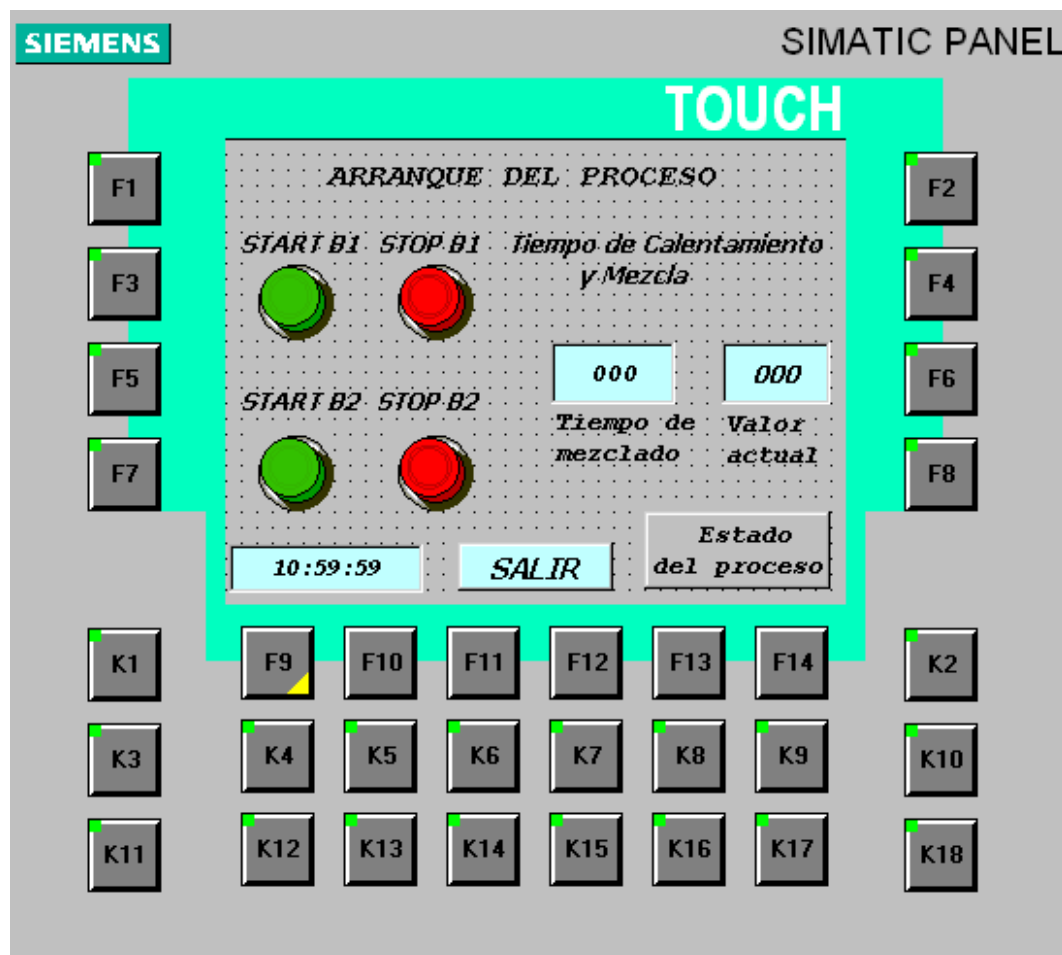
La anterior figura le permitirá al usuario operador revisar el estado del proceso. Cuando el Run Time se está ejecutando en el Panel, inicialmente se debe mostrar en pantalla un aviso el cual dice que el tanque se encuentra vacío, por lo que el operador deberá ir a la pantalla secundaria para arrancar el proceso. Arrancado el proceso las bombas 1 y 2 que inicialmente se encuentran en color gris indicando que están apagadas pasan a color verde avisando que se encuentran en marcha. Cuando el tanque alcance su nivel alto se apagará las bombas, se mostrará un aviso de Nivel alto alcanzado y comenzará el proceso de calefacción y mezcla (la válvula de vapor que inicialmente se muestra rojo

pasará a color verde para indicar su operación). El tiempo del proceso será estimado por el operador en la pantalla secundaria.

Finalizado el proceso de calefacción y mezcla se inicia el proceso de vaciado, a medida que baje la preparación el aviso de nivel alto alcanzado desaparecerá, la válvula de vaciado y la bomba de vaciado cambiarán al color seleccionado para indicar operación mientras la válvula de vapor regresa a su estado normal.

Vaciado completamente el tanque se apagará la bomba de vaciado y se cerrará la válvula y el aviso de Nivel Inferior se volverá a activar indicando que el tanque se encuentra nuevamente vacío.

Figura 119. Imagen Secundaria del Panel HMI.



La imagen anterior (figura 119) es la imagen secundaria que se despliega sobre el panel operador, cuando este presiona el botón **arrancar proceso** en la imagen principal. En esta imagen el operador puede arrancar o

parar cada una de las bombas de igual manera puede escribir el tiempo que desea de mezclado en **Tiempo de mezclado** y puede ver el valor transcurrido en **Valor actual**.

Para ambas imágenes se ha programado las teclas F1 y F9 respectivamente para detener el Run Time del panel cuando el operador lo desee.

Es importante destacar que se debe declarar las variables que intervienen en este proceso, las cuales se escriben en el Maestro DP y se leen del mismo a través de Industrial Ethernet.

Figura 120. Variables del Proceso.

Nombre	Conexión	Tipo de datos	Símbolo	Dirección
ARRANQUE BOMBA 1	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	M 2.0
ARRANQUE BOMBA 2	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	M 2.1
BOMBA 1	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	M 4.0
BOMBA 2	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	M 4.1
BOMBA DE VACIADO	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	M 4.5
MEZCLADOR	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	M 4.2
NIVEL INFERIOR	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	M 4.7
PARADA BOMBA 1	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	M 2.2
PARADA BOMBA 2	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	M 2.3
SALIDA DE EMERGENCIA	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	M 4.6
TEMPORIZADOR	Conexión_1	Word	<Indefinido>	MW 5
VALOR ACTUAL TEMP	Conexión_1	Word	<Indefinido>	MW 7
VALVULA DE VACIADO	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	M 4.4
VALVULA DE VAPOR	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	M 4.3

De igual forma, la definición de la conexión en red entre el panel operador y la estación maestra también es importante, ver figura 121.

Figura 121. Determinación de la Conexión entre los equipos de la red Ethernet.

Nombre	Activo	Driver de comunicación	Estación	Interlocutor	Nodo	Online	Comentario
Conexión_1	Activado	SIMATIC S7 300/400	PRACTICAFI...	CPU 315F-2 P...	PN-IO	Activado	

Panel de operador

Tipo: IP ISO

Dirección: 192, 168, 255, 51

Punto de acces: S7ONLINE

Automata

Dirección: 192, 168, 255, 50

Slot de expansión: 2

Bastidor: 0

Proceso cíclico

9.5.4. Programación del Bloque OB1 del Maestro DP

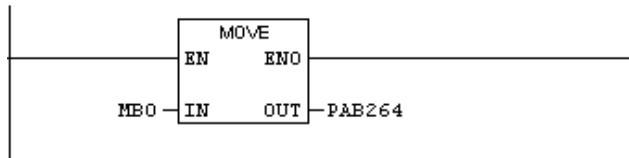
La programación realizada para el intercambio de datos entre el Maestro y el Esclavo DP es la siguiente:

Figura 122. Programación Bloque OB1 del maestro.

Comentario:

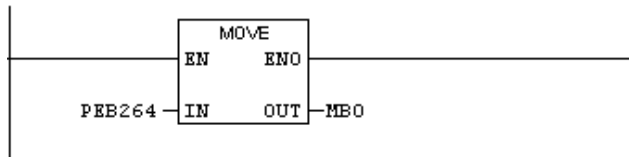
Segm. 1: Título:

Comentario:



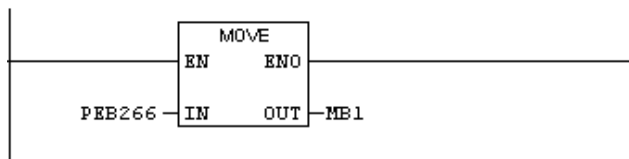
Segm. 2: Título:

Comentario:

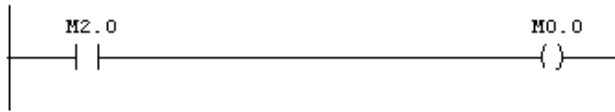


Segm. 3: Título:

Comentario:

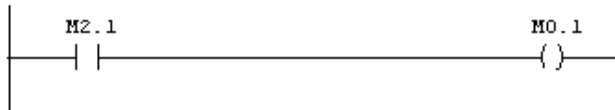


Segm. 4 : Título:



Segm. 5 : Título:

Comentario:



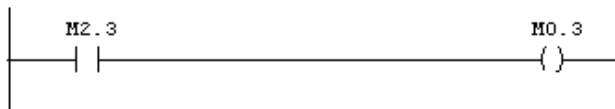
Segm. 6 : Título:

Comentario:



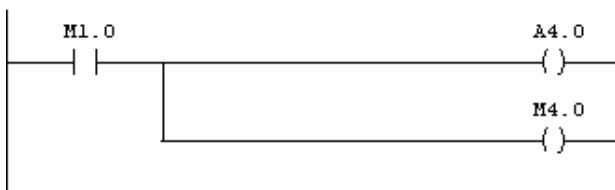
Segm. 7 : Título:

Comentario:



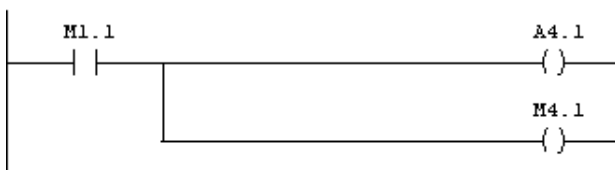
Segm. 8 : Título:

Comentario:



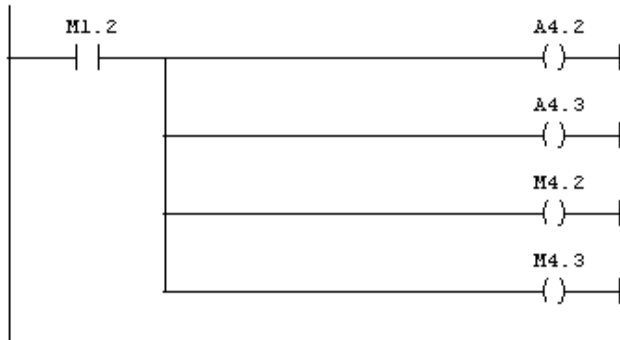
Segm. 9 : Título:

Comentario:



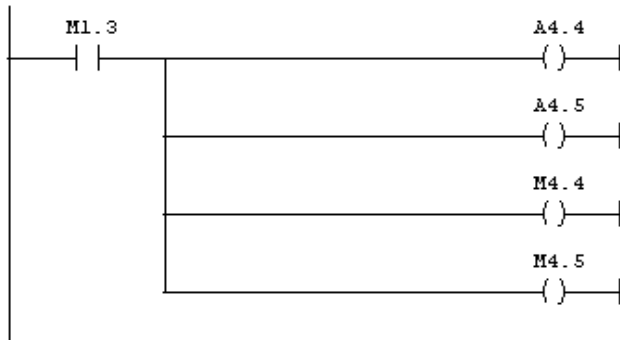
Segm. 10 : Título:

Comentario:



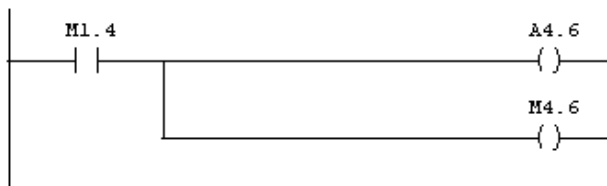
Segm. 11 : Título:

Comentario:



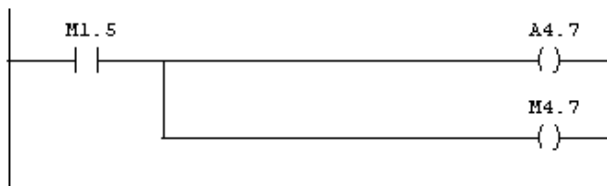
Segm. 12 : Título:

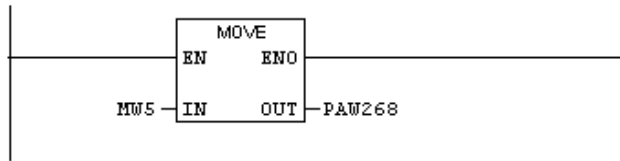
Comentario:



Segm. 13 : Título:

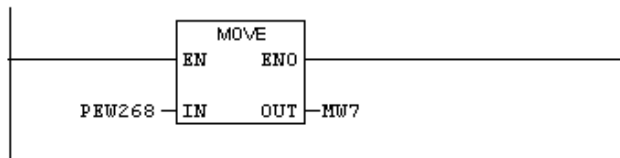
Comentario:





Segm. 15 : Título:

Comentario:



En los segmento 1 y 2 se transfiere hacia el esclavo el byte de marcas 0 activada tras la activación del byte de marcas 2 en los segmentos 4, 5, 6 y 7 recibidas del panel operador para la activación y desactivación de cada una de las bombas. De manera reciproca también es recibida la información proveniente del esclavo DP.

En el segmento 3 se recibe del esclavo la información de los estados del proceso, de modo que pueden ser visualizados en las salidas del Maestro y en el panel operador a través de la byte marcas 4.

Los segmentos 4 a 13 son las operaciones asociadas a los bloque de transferencia para la activación y visualización de los estados del proceso.

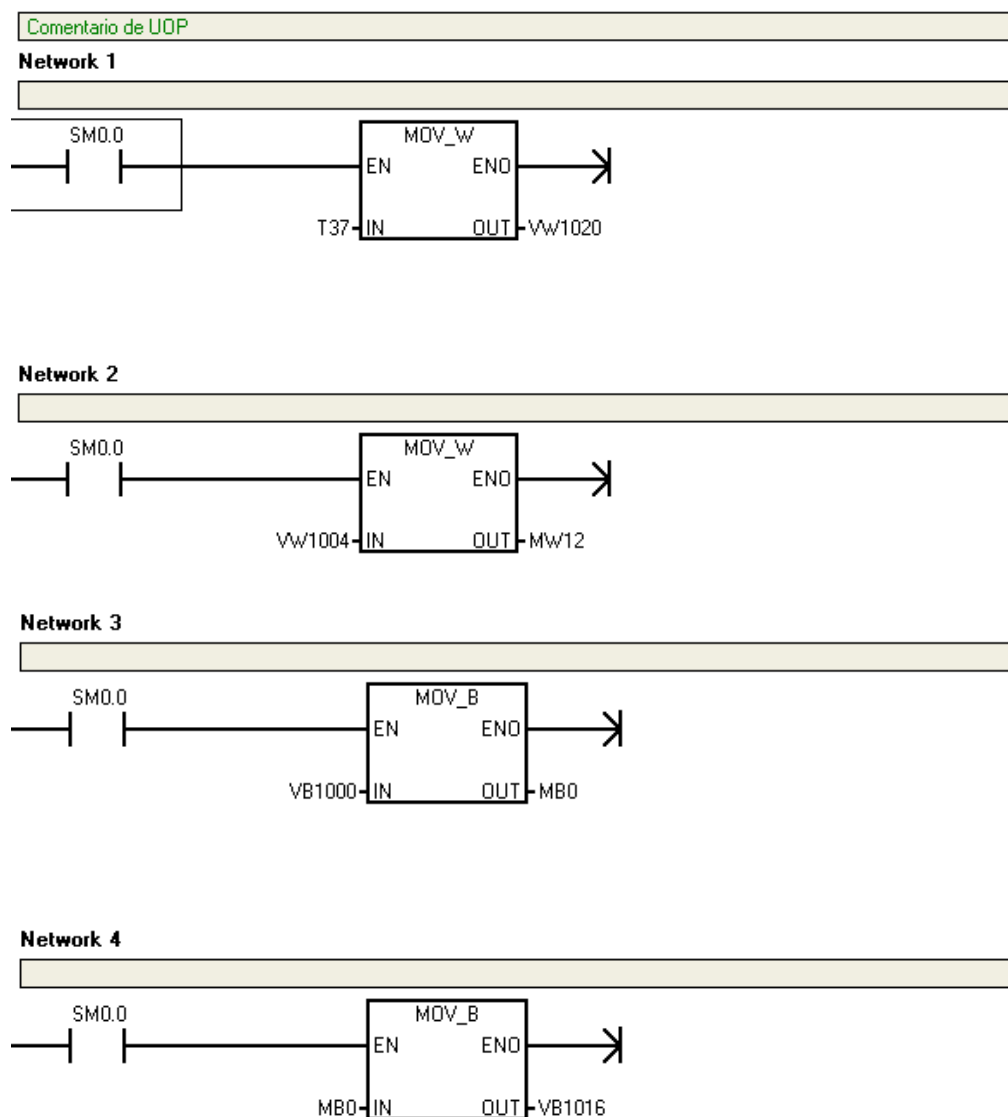
En el segmento 14 se utiliza una marca de palabra (MW5) para transferir el valor de temporización deseado por el operador desde el panel hacia la estación esclava.

Finalmente en el segmento 15 se recibe la información de temporización del temporizador T37 (utilizado en microwin), la cual es escrita en la marca de palabra MW7 que el panel operador leerá para visualizar el valor actual en pantalla.

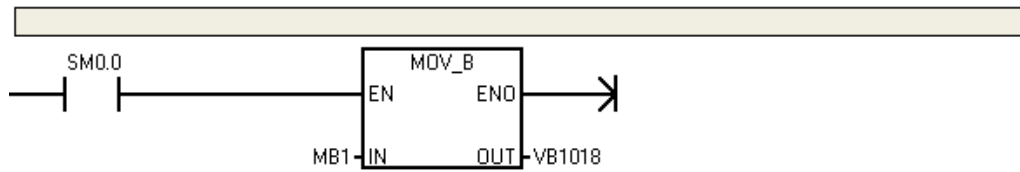
9.5.5. Programación del esclavo DP

El esclavo DP posee la programación diseñada de forma secuencia para cumplir con los requerimientos exigidos por el problema. A esta programación también se le han agregado los respectivos bloques de transferencia para que este equipo pueda compartir información con el Maestro a través de PROFIBUS. La programación es la siguiente:

Figura 123. Programación del esclavo DP.

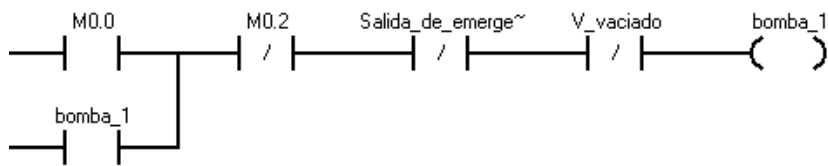


Network 5



Network 6 Título de segmento

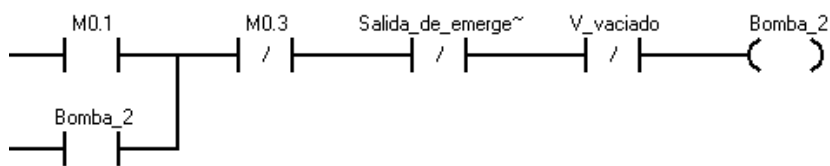
Comentario de segmento: Arranque y parada de la bomba 1



Símbolo	Dirección	Comentario
bomba_1	Q0.0	
Salida_de_emergencia	Q0.6	
V_vaciado	Q0.4	

Network 7

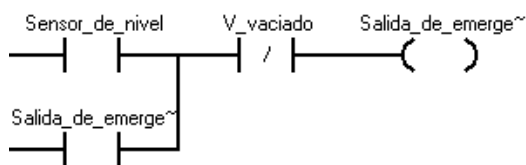
Arranque y parada de la bomba 2



Símbolo	Dirección	Comentario
Bomba_2	Q0.1	
Salida_de_emergencia	Q0.6	
V_vaciado	Q0.4	

Network 8

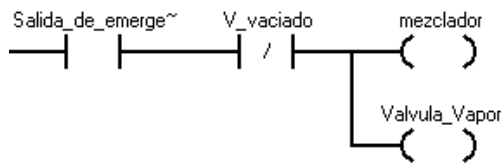
Activación del sensor de nivel.



Símbolo	Dirección	Comentario
Salida_de_emergencia	Q0.6	
Sensor_de_nivel	I0.4	
V_vaciado	Q0.4	

Network 9

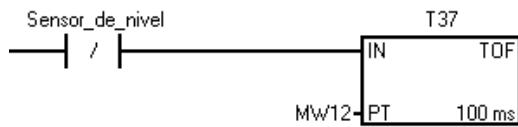
Calentamiento y mezcla de los líquidos



Símbolo	Dirección	Comentario
mezclador	Q0.2	
Salida_de_emergencia	Q0.6	
V_vaciado	Q0.4	
Valvula_Vapor	Q0.3	

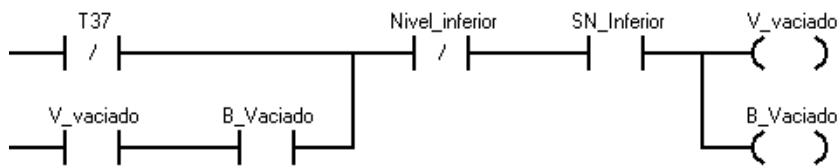
Network 10

Temporizador del proceso de calentamiento y mezcla



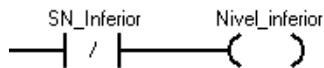
Network 11

Desactivación de las funciones de calentamiento y mezcla. Activación de las válvulas de vaciado y bomba de vaciado.



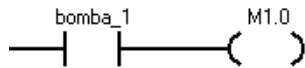
Símbolo	Dirección	Comentario
B_Vaciado	Q0.5	
Nivel_inferior	Q0.7	
SN_Inferior	I0.5	
V_vaciado	Q0.4	

Parada del programa y reset de las variables.



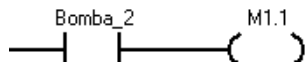
Símbolo	Dirección	Comentario
Nivel_inferior	Q0.7	
SN_Inferior	I0.5	

Network 13

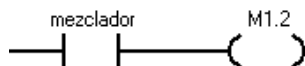


Símbolo	Dirección	Comentario
bomba_1	Q0.0	

Network 14

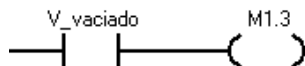


Network 15



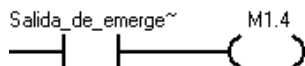
Símbolo	Dirección	Comentario
mezclador	Q0.2	

Network 16



Símbolo	Dirección	Comentario
V_vaciado	Q0.4	

Network 17



Network 18



Símbolo	Dirección	Comentario
Nivel_inferior	Q0.7	

La primera subred con su bloque de move, transfiere el estado del temporizador T37 al maestro para que este último lo mande al panel operador en función de la visualización del estado actual de la temporización.

La segunda subred carga el valor escrito desde el panel, que ha pasado por una marca de palabra en el maestro, para determinar el tiempo de temporización del proceso de calefacción y mezcla.

El tercer segmento recibe en el byte de marcas 0 las ordenes para activar o desactivar las bombas de llenado desde el panel HMI. El cuarto segmento Envía el estado de las marcas 0 al maestro.

Con el quinto segmento se manda el estado de las salidas hacia el maestro DP.

Los segmentos 6 a 12 tienen la aplicación secuencial desarrollada para el problema de automatización planteado.

Los segmentos 13 a 18 tienen la función de activar las marcas que se van a enviar al maestro DP con la información del estado de las salidas, ya que estas se activan cuando las salidas del proceso han sido ejecutadas.

9.6. Puesta en marcha de la aplicación

Este es el último de esta práctica de laboratorio. Para ejecutar la aplicación cargue las configuraciones realizadas tanto en software Step 7 como WinCC al maestro DP y al panel Operador.

De igual manera cargue el bloque OB1 en el Maestro S7300 y la programación Ladder diseñada para el esclavo DP.

Realizada todas las cargas diríjase a las interfaces de programación de los equipo maestro y esclavo, ponga ambos el modo Online y ejecute las acciones propuesta en el problema de automatización para ver su funcionamiento y como se da la transferencia de datos.

La solución del problema de automatización se tiene que simular con los equipos, ya que en el laboratorio no existe una planta sobre la cual se pueda orientar la aplicación.

Debido a lo anterior tenga en cuenta:

Cuando accione las bombas, en el PLC esclavo accione la entrada I0.5 de modo que se pueda simular el proceso en el cual los líquidos vertidos sobrepasen el nivel inferior del tanque. De este modo verá que el indicador de nivel inferior se apagará

Con la entrada I0.4 puede simular el momento en el cual el tanque llega a su nivel superior, activando el indicador de nivel superior y deteniendo el accionamiento de las bombas. Con esto también se inicia automáticamente el proceso de calefacción y mezcla que debe durar el tiempo que el operador haya determinado en el panel.

Cuando el tiempo haya finalizado se debe comenzar el proceso de vaciado, por tanto debe regresar la entrada I0.4 a su estado normal. Verá desactivarse el indicador de nivel superior.

Finalmente para simular que el tanque está totalmente vacío regrese la entrada I0.5 a su estado normal, esto causará que se active nuevamente el indicador que señala que el nivel inferior ha sido alcanzado.

Así se da por concluida la última guía de laboratorio. Note que si ha hecho unas buenas prácticas podrá darse cuenta que la dificultad del problema propuesto se reduce en tanto se hayan adquiridos las habilidades y competencias necesarias para poder resolverlo.

9.7. Actividades propuestas

1. Observe el programa mostrado en la figura 123, ¿por qué cree usted que en los dos primeros segmentos se utilizan bloques para transferencia de palabras y no de bytes?. Experimente y analice lo sucedido.

2. ¿Para qué son utilizadas las marcas 2.0, 2.1, 2.2, 2.3 en el programa escrito en el OB1 del maestro?

3. Explique el proceso de escritura del tiempo de temporización, del proceso de mezclado, que comienza en el panel HMI y finaliza en el esclavo DP.

4. ¿Por qué cree usted que se utiliza el byte de marcas M1 en el PLC maestro DP?

CONCLUSIONES

A partir del desarrollo de las guías de laboratorio propuestas en este documento y de haber probado su contenido realizando las prácticas correspondientes a cada una en el laboratorio de automatización industrial se llega a las siguientes conclusiones:

- Muchos de los problemas vistos en el laboratorio, que ocasionan fallas en la red PROFIBUS e impiden la transferencia de información entre estaciones, se deben factores como malos empalmes de los conectores PROFIBUS con los módulos, desconexión de los equipos de la red eléctrica o mal ajuste de la resistencia de terminación.
- Es importante hacer una tabla o mapa de memoria que permita identificar cuáles son las direcciones de entrada y salida de datos para las estaciones conectadas a través de PROFIBUS, debido a que la programación de estos equipos exige determinar dichas direcciones mediante el uso de funciones de transferencia (independiente del lenguaje, move para KOP o “L” y “T” para AWL) con el fin de asegurar el intercambio de información.
- Las funcionalidades principales que ofrece la configuración de red Multimaestro PROFIBUS, sólo pueden ser aprovechadas en la medida que otro equipo de automatización superior sea utilizado para realizar interface e intercambio de información entre los sistemas maestros que se encuentran acoplados en el segmento de bus que dispone el laboratorio.
- El bloque de organización para diagnóstico OB82 es importante para la puesta en marcha del sistema Maestro – Esclavo Inteligente PROFIBUS porque evita que los dispositivos entren en error de sincronización e interrumpa la transferencia de datos en el bus.

- Es necesario programar en el Panel Operador OP177B la opción de detener el run time porque de no ser así el equipo HMI siempre va estar ejecutando la aplicación que posee y no podrá ser capaz de actualizar su programación. De igual forma si no se detiene el run time tampoco será posible la transferencia de una nueva configuración desde Step 7 o WinCC Flexible 2008.

BIBLIOGRAFIA

Weigmann, Josef. Kilian, Gerhard. Decentralization with PROFIBUS DP/DPV1. Berlin 2003.

Berger, Hans. Automating with Step 7 in LAD and FBD. Berlin 2008.

Berger, Hans. Automating with SIMATIC. Berlin 2006.

Siemens AG, Automation and Drive. SIMATIC Manual, Configurar el hardware y la comunicación con Step 7. Nürnberg 2006.

Siemens AG, Industry Sector. SIMATIC HMI Instrucciones de servicio, Panel de operador TP177A, TP 177B, OP177B (WinCC flexible).

Duque Pardo Jorge Eliécer. Modulo de PLC. Cartagena 2009, Minor en automatización Industrial.

Duque Pardo Jorge Eliécer. Módulo de Redes Industriales. Cartagena, 2009, Minor en automatización Industrial.

Anexos: Troubleshooting

Problema: No se encuentra el módulo esclavo EM277 en el catalogo de equipos Simatic.

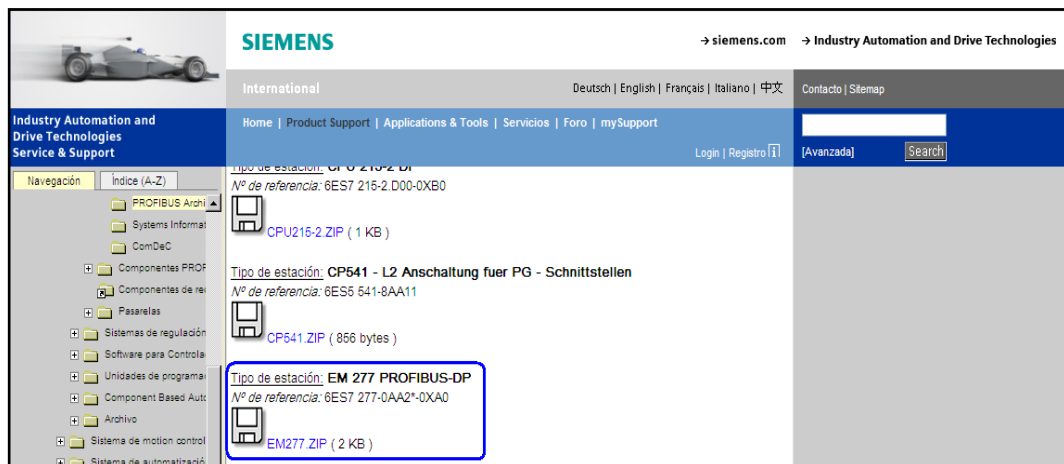
Solución: Instalación de archivo GSD para modulo EM 277.

Si el catalogo Simatic de Step 7 no posee el modulo PROFIBUS EM277, es posible que el archivo GSD de este equipo no se encuentre instalado. Por tanto para integrar este elemento al software Simatic siga los siguientes pasos.

- a. Busque en internet el modulo GSD EM 277. Puede encontrar el archivo en el siguiente link:

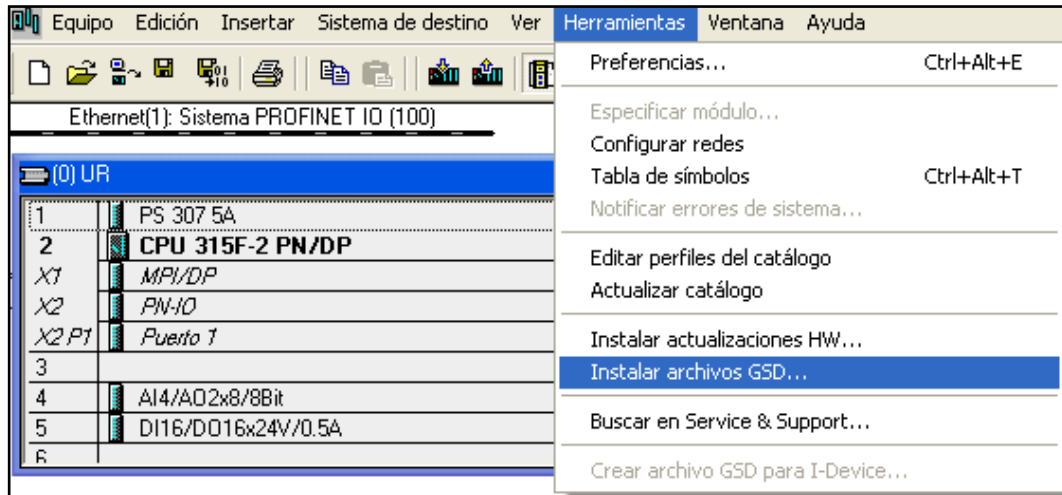
<http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&objid=113652&nodeid=10805317&lang=es&siteid=cseus&aktprim=0&objaction=csopen&extranet=standard&viewreg=WW>

- b. El link anterior abrirá la siguiente página de Siemens, descargue el archivo GSD y almacénelo en su computador.

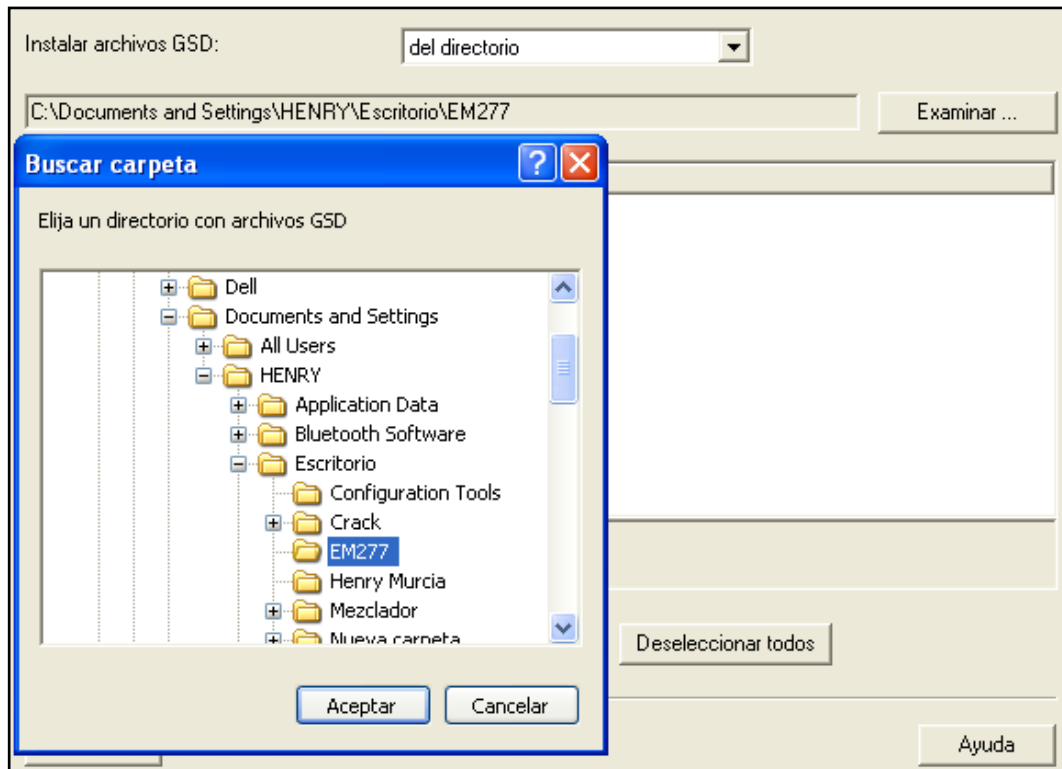


- c. Descomprima el archivo descargado.

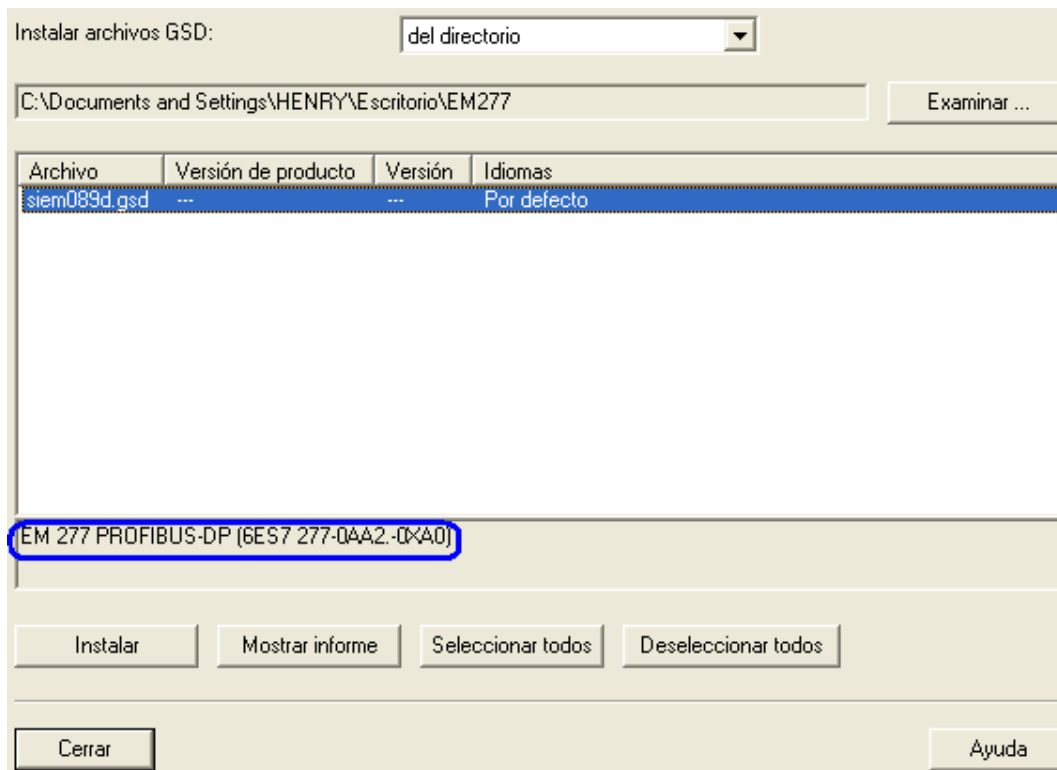
- d. Diríjase a la ventana Hw Config del equipo Maestro DP y en el menú **herramientas** busque la opción **Instalar archivo GSD**.



- e. En la ventana desplegada busque la carpeta que contiene el archivo GSD. Ayúdese haciendo clic en **examinar**.



- f. Haga clic en aceptar. Verá en la ventana de instalación el archivo GSD que está a punto de instalar.



- g. Finalmente haga clic en la opción instalar para disponer del archivo GSD en el catalogo de equipos Simatic.

Problema: No se realiza transferencia de datos entre el Maestro y el esclavo.

Solución: Realizar mapa de memoria para buzones de envío y recepción de datos.

Con el objetivo de establecer una exitosa comunicación entre las estaciones esclavas DP y el maestro DP a través del bus de campo PROFIBUS, el programador debe guiarse de un mapa de memoria mediante el cual podrá definir cuáles serán las direcciones que debe asignar para transferir información entre los buzones de envío y recepción de datos.

Por ejemplo: Suponga que usted ha seleccionado un tamaño y una coherencia de datos de **8 palabras de salida y 8 palabras de entrada**, configurándose las direcciones de entrada 312 – 327 y de salida 308 – 323 en la memoria del equipo maestro. También considere que ha parametrizado el valor de la memoria V en el PLC 200 con la dirección 1000.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, la transferencia de la información se realizará de la siguiente manera:

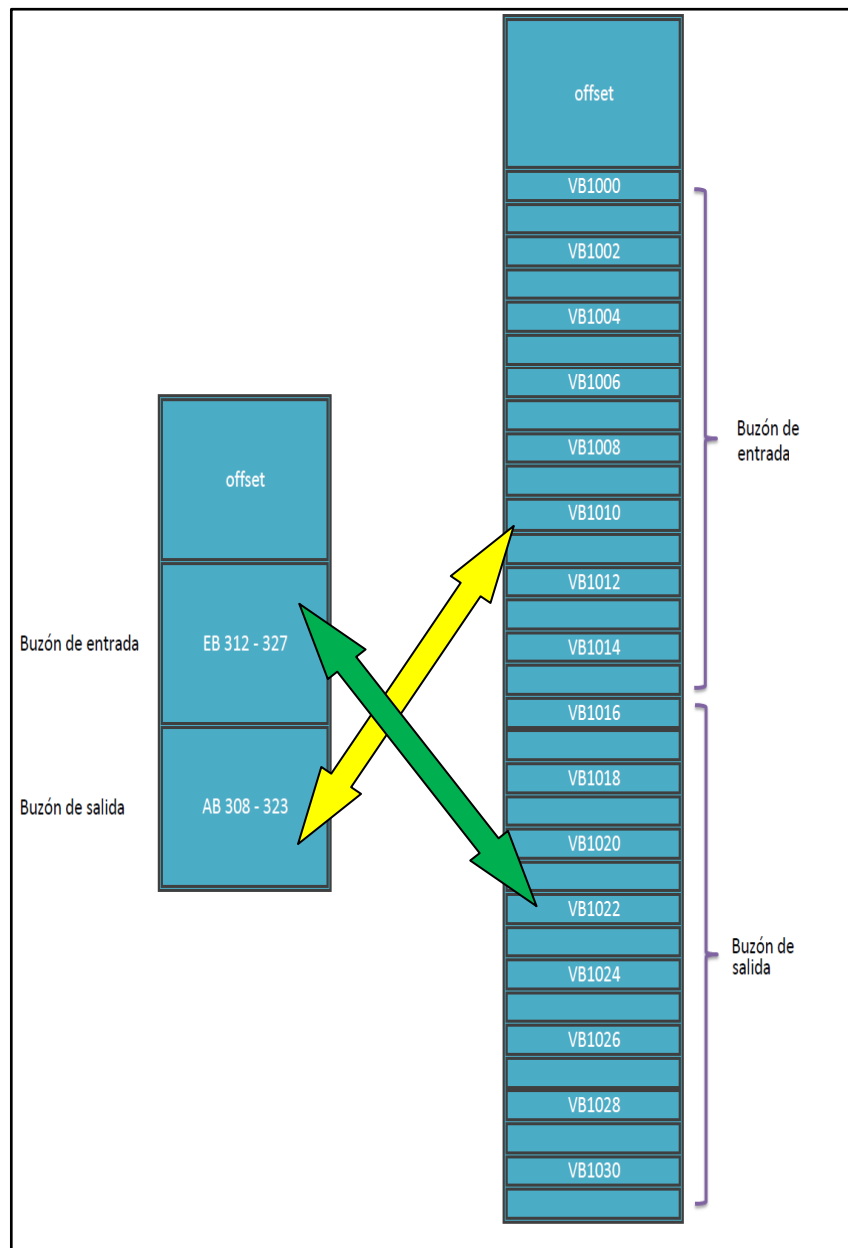
Se define un buzón de salida de datos de 16 bytes de información en el maestro que se transmite hacia el esclavo haciendo uso de las 8 palabras de salida.

Se define un buzón de entrada de datos de 16 bytes de información en el maestro que reciben desde el esclavo haciendo uso de las 8 palabras de entrada determinadas.

El intercambio de información comienza en el esclavo a partir del valor de memoria de offset. (V1000).

El buzón de recepción del esclavo DP comienza en la dirección de memoria 1000 y termina 16 bytes después, es decir en la palabra de datos de entrada 8.

El buzón de salida del esclavo DP comienza a partir del valor 1016 y termina en el valor 1031 que corresponde al segundo byte de la palabra de salida 8.



El funcionamiento del direccionamiento es válido para cualquier tamaño de palabra y coherencia de datos, e incluso para valor de memoria V parametrizado.

Recuerde que el termino coherencia de datos hace referencia, a que la misma cantidad de datos enviada en una estación es recibida en su corresponsal.

Problema: Las CPU's del sistema Maestro – Esclavo Inteligente PROFIBUS muestran error y no permiten comunicación entre ellas.

Solución: Insertar Bloque OB 82 a la programación de cada PLC.

El bloque de organización OB 82 es un bloque de alarma de diagnóstico, que tiene la siguiente descripción:

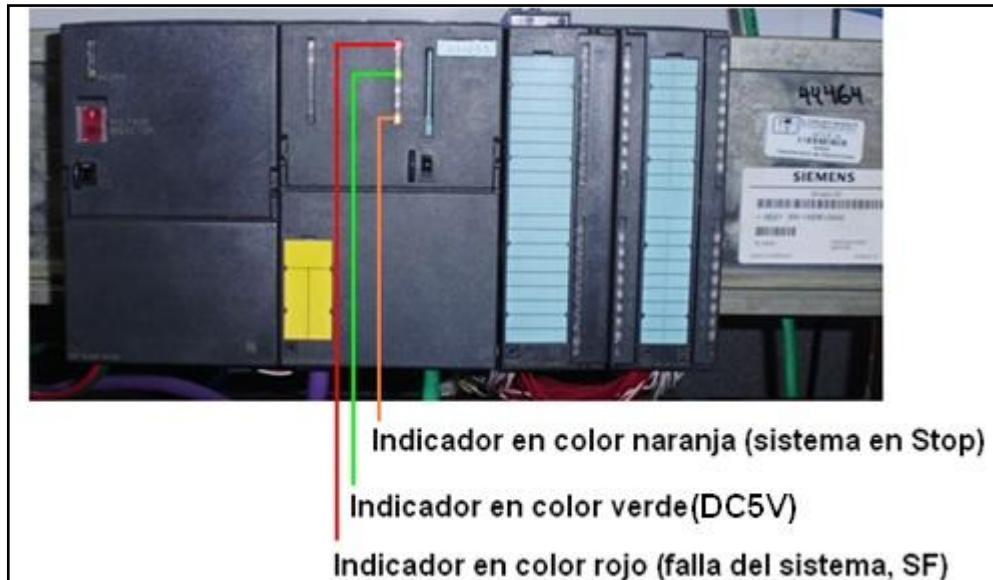
Cuando un módulo apto para el diagnóstico, en el que se ha habilitado la alarma de diagnóstico, detecta que ha cambiado su estado de diagnóstico, envía una solicitud de alarma de diagnóstico a la CPU:

- -Hay una avería o es necesario realizar el mantenimiento de un componente, o bien ambas cosas (evento entrante).
- -Ya no hay avería y ya no es necesario realizar el mantenimiento de un componente (evento saliente).

El OB 82 contiene en sus variables locales la dirección básica lógica, así como una información de diagnóstico de cuatro bytes de longitud del módulo defectuoso.

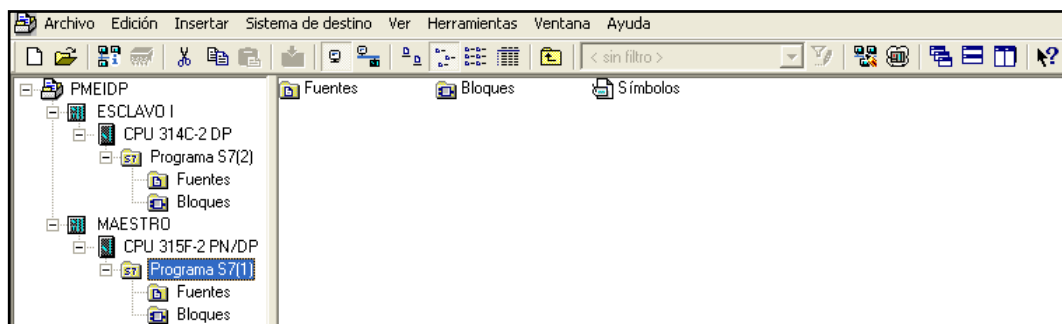
Si no se ha programado el OB 82, la CPU pasa al estado operativo STOP. En un sistema PROFIBUS Maestro – Esclavo inteligente como el configurado en la práctica de laboratorio 3, el OB82 ayuda a resolver el problema de sincronización que se genera cuando ambas estaciones se activan al mismo tiempo.

Físicamente el error se manifiesta mediante el indicador de falla en el sistema, el LED **SF**. Ejemplo:

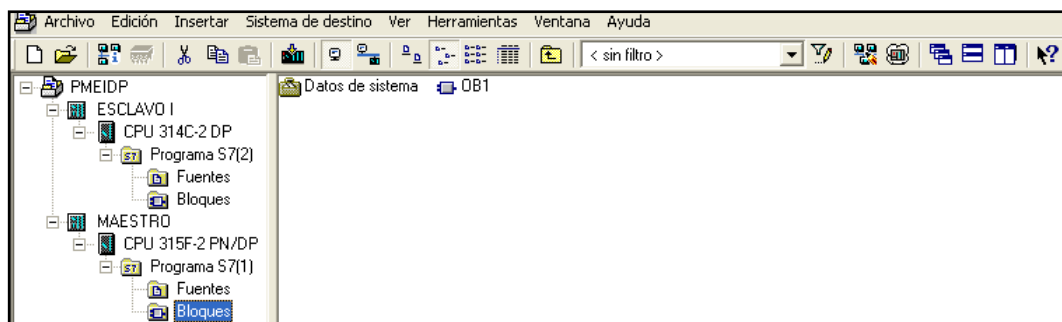


Si su práctica presenta este fallo, la solución se logra insertando en cada CPU´s un bloque de organización OB82 vacío y cargando nuevamente la configuración. Siga los siguientes pasos:

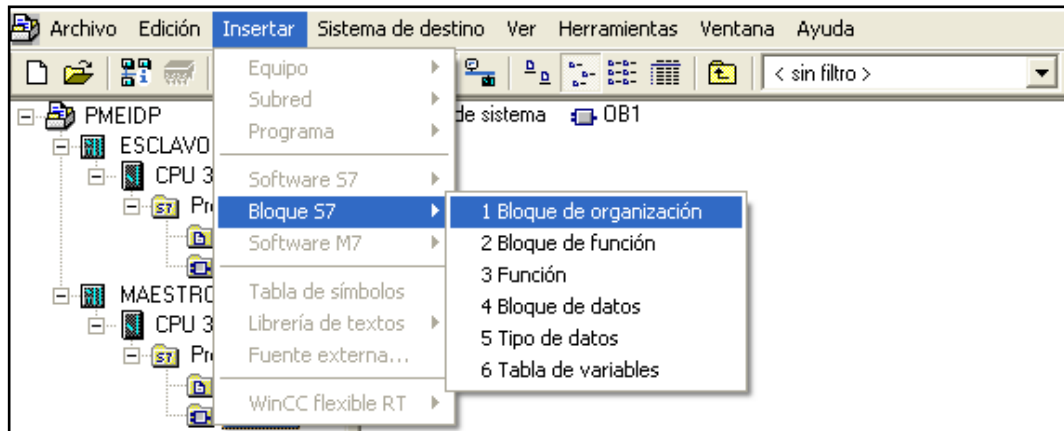
- Seleccione la carpeta **Programa S7** de la CPU 315F 2PN/DP del equipo Maestro a la cual se le debe insertar el bloque OB82.



- Seleccione la subcarpeta **Bloques**



- En la barra de menús busque la opción **Insertar** y luego categoría **bloque S7** y la sub categoría **Bloque de organización**.



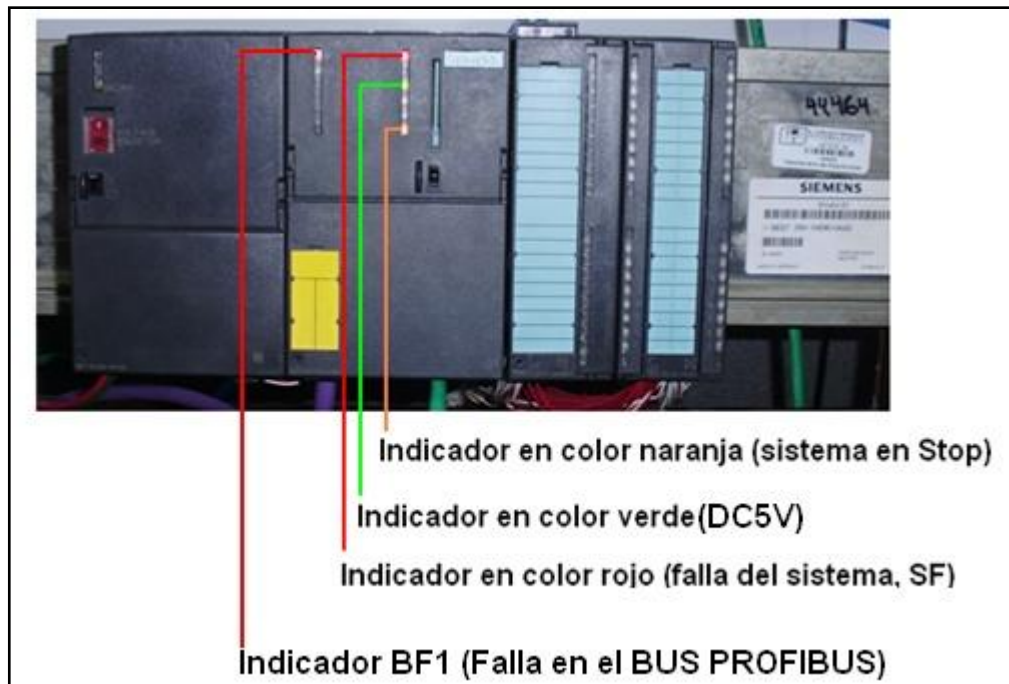
- Sobre la ventana desplegada, digite **OB82** en el campo nombre de esta:

- Repita los mismos pasos con el equipo Esclavo Inteligente.
- Finalmente cargue las nuevas configuraciones de los equipos.

Problema: El equipo Maestro posee problemas en el BUS (LED BF activado).

Solución: Inspección de elementos en la red.

Si el equipo posee el LED BF activado, ha ocurrido un evento que está afectando las comunicaciones a través del BUS.



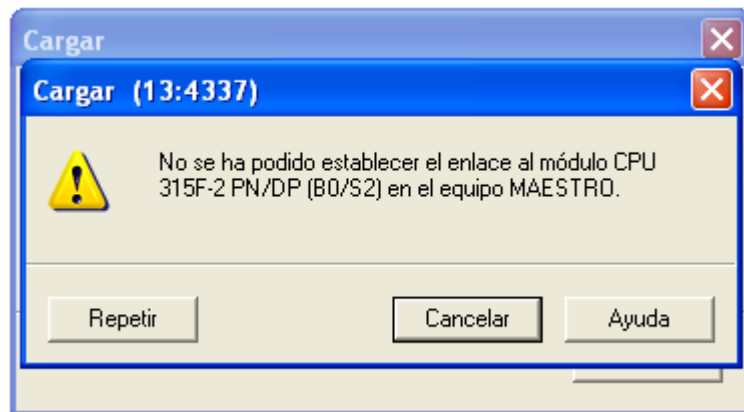
Para solucionar el problema, realice las siguientes verificaciones y tome las acciones necesarias para corregirlo.

- Verifique que todos los equipos estén conectados a la red eléctrica.
- Verifique que todos los conectores están debidamente acoplados a sus módulos PROFIBUS.
- Verifique la resistencia de terminación de cada módulo. (Sólo el último equipo del segmento debe tener esta resistencia en ON para indicar el fin del bus).
- Verifique que no haya dos o más equipos EM277 con la misma dirección PROFIBUS.

Problema: No se puede realizar carga de programación al equipo 300.

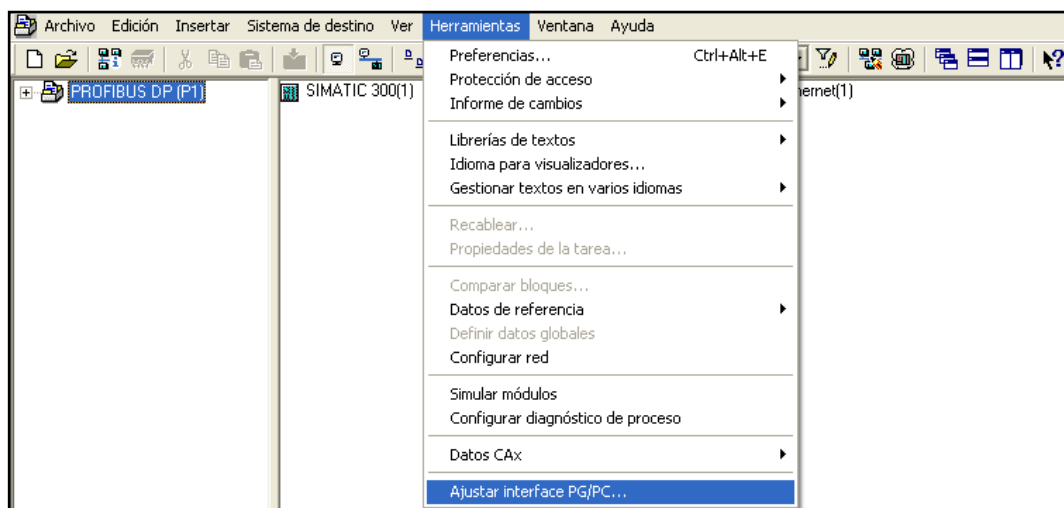
Solución: Ajuste correcto de interface para programación.

Si al momento de cargar las configuraciones del equipo Maestro se le despliega la siguiente advertencia,

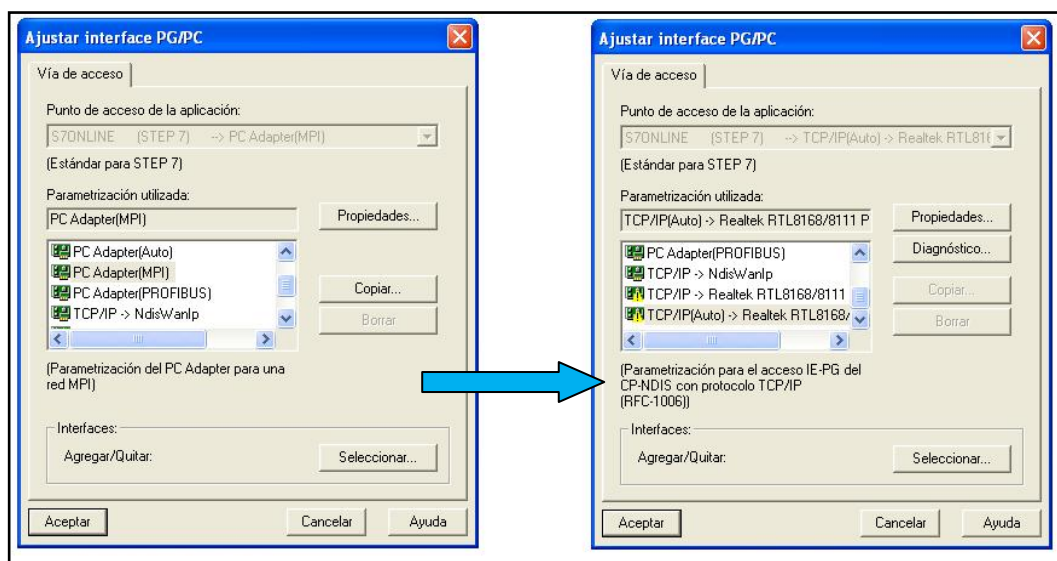


Verifique la interface que está usando para programación. Recuerde que para la CPU 315F 2PN/DP se usa Industrial Ethernet.

- Despliegue las categorías de la opción **herramientas** en la barra de menús del administrador Simatic.



- Seleccione la opción **Ajustar Interface PG/PC**.
- Cambie la interfaz a TCP/IP si esta se encuentra en PC Adapter (auto), PC Adapter (MPI) u otro tipo seleccionado.



- Realice clic sobre el botón aceptar para guardar los cambios.
- Realice la carga del sistema. Si realizó bien los procedimientos no tendrá ningún inconveniente en la programación del equipo.