

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y
Formales
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica,
Mecánica Eléctrica y Mecatrónica



**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO DE
AUTOMATIZACIÓN POR REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL
PROFINET, PROFIBUS, MODBUS MEDIANTE PLC Y PERIFÉRICOS MAESTRO
Y ESCLAVO”**

Tesis presentada por los
bachilleres:

Alvarez Gonzáles, Jimmy Jack

Castro Chambi, Rómulo Snayder

para optar el Título Profesional de
Ingeniero Mecatrónico

Asesor:

**Ing. Quispe Ccachuco, Marcelo
Jaime**

Arequipa- Perú

2021

DICTAMEN APROBATORIO

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA Y MECATRONICA
TITULACIÓN CON TESIS
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 31 de Julio del 2021

Dictamen: 002950-C-EPIMMEM-2021

Visto el borrador del expediente 002950, presentado por:

2002240181 - ALVAREZ GONZALES JIMY JACK
2002200561 - CASTRO CHAMBI ROMULO SNAYDER

Titulado:

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO DE AUTOMATIZACIÓN POR REDES DE
COMUNICACIÓN INDUSTRIAL PROFINET, PROFIBUS, MODBUS MEDIANTE PLC Y PERIFÉRICOS
MAESTRO Y ESCLAVO.**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

1936 - MESTAS RAMOS SERGIO ORLANDO
DICTAMINADOR



2776 - COLLADO OPORTO CHRISTIAM GUILLERMO
DICTAMINADOR



3244 - SILES NATES FERNANDO DAVID
DICTAMINADOR



DEDICATORIA

Dedico esta tesis a los forjadores de mi camino, a Dios por bendecirme con la vida y permitirme llegar hasta este momento tan importante en mi vida, a mis padres Manuela y Rufino por su amor, apoyo y sacrificio, quienes han sido el pilar más importante en mi formación como persona y profesional.

Jimmy Jack Alvarez Gonzales

Esta tesis esta dedica a Dios por darme la vida y guiarme hasta este punto; a mis padres Rómulo y Gilda, por su amor, paciencia, enseñanzas, ejemplo de trabajo arduo, y por ese maravilloso arte de siempre estar ahí; a mi hermana Glenny por estar siempre a mi lado y apoyarme en cada proyecto; todo se los debo a ustedes.

Rómulo Snayder Castro Chambi

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a los profesores de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecatrónica de la Universidad Católica de Santa María quienes con sus enseñanzas nos motivaron en todo momento a ser mejores profesionales y no rendirnos en este esfuerzo.



RESUMEN

El presente trabajo de investigación está enfocado en diseñar e implementar un módulo de automatización por redes de comunicación industrial, el cual permita capacitar de manera didáctica a los alumnos de pregrado de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecatrónica de la Universidad Católica de Santa María en el uso de las redes de comunicación industrial más usadas: PROFINET, PROFIBUS DP, Modbus TCP; en la implementación de un HMI SCADA y en el uso de tecnologías que permitan monitorear datos del proceso en línea y realizar teleservicio por internet a través de conexión VPN.

Se realizó una revisión de la literatura nacional e internacional sobre el tema para determinar la situación actual y las necesidades de la Escuela, luego se realizó el proceso de diseño del módulo, pasando por el diseño de la arquitectura de comunicación, diseño de los componentes mecánicos, y diseño de los componentes electrónicos, luego se realizó la integración de los componentes mediante programación en el software TIA PORTAL V16, se realizó las pruebas de funcionamiento y se diseñó siete prácticas que permitan a los estudiantes aprender de manera gradual los distintos tópicos de automatización mediante las redes de comunicación industrial en una aplicación de automatización de la industria minera (faja transportadora con tripper car), se realizó el desarrollo de las siete practicas concluyendo que el módulo cuenta con la flexibilidad y versatilidad suficiente para ser usado en la simulación y el desarrollo de otras aplicaciones de automatización industrial, este trabajo de investigación se divide de la siguiente manera:

CAPITULO I PLANTEAMIENTO TEORICO El capítulo inicia con una revisión del estado del arte sobre la historia y el estado actual de las comunicaciones

industriales, de esta revisión se desarrolla la identificación del problema y el planteamiento de este, para luego proseguir con una revisión de los antecedentes nacionales e internacionales con respecto del tema de estudio, con esto se desarrolla el planteamiento de los objetivos generales y específicos del proyecto a desarrollar en la presente tesis junto con la justificación y alcances del proyecto.

CAPITULO II MARCO TEORICO El capítulo propone una revisión de un marco teórico compuesto por una revisión histórica del desarrollo de los automatismos para luego pasar a una revisión sobre la automatización industrial y los autómatas programables PLC, para pasar luego a una revisión de las comunicación industriales y los protocolos de comunicación más utilizados en la actualidad, luego se hace una revisión de los conceptos de los sistemas de control, instrumentación, y programación de PLC, para luego hacer una revisión sobre los sistemas de control supervisión y adquisición de datos SCADA.

CAPITULO III DISEÑO DEL MODULO DIDACTICO DE AUTOMATIZACION POR REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL En este capítulo se describe el proceso de diseño del módulo, iniciando por un análisis de los requerimientos y la funcionalidad del módulo, se plantea un diseño preliminar, para luego pasar a la selección de la arquitectura y topología de las redes a usar, la selección de los equipos e instrumentos necesarios, y en base a este se diseñan los componentes principales del módulo (módulo portante y caja eléctrica) para luego hacer un análisis estructural del módulo portante y el diseño de las conexiones eléctricas del módulo, luego se realiza una revisión de los costos y plazos del proyecto.

CAPITULO IV IMPLEMENTACION DEL MODULO DE AUTOMATIZACION POR REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL En este capítulo se documenta

el proceso de construcción e implementación del módulo de comunicaciones industriales mostrando el proceso de construcción del módulo (modulo portante y la caja de conexiones), la implementación de los equipos electrónicos y el cableado en el módulo, para luego documentar las pruebas de funcionamiento.

CAPITULO V DISEÑO DE PRACTICAS A DESARROLLAR en este capítulo se desarrolla siete prácticas de laboratorio dirigida a cubrir los temas propuestos sobre las redes industriales y una aplicación de automatización de la industria minería, en la practica 1 se desarrolla la red industrial PROFINET al sistema de arranque/detención y sistema de seguridad de una faja transportadora con carro tripper, en la practica 2 se desarrolla la red industrial PROFIBUS DP aplicando esta al sistema de traslación del tripper car de la faja transportadora con tripper car, en la practica 3 se desarrolla la red industrial Modbus TCP aplicando esta al sistema de control de temperatura de poleas y sistema de supresión de polvo de la faja transportadora con carro tripper, en la practica 4 se integra las redes industriales PROFINET Y PROFIBUS DP aplicando estas a la integración de la automatización de la faja trasportadora y carro tripper revisadas en las practicas 1 y 2, en la practica 5 se integran redes industriales PROFINET, PROFIBUS DP, M# TCP aplicando estas a la integración de la automatización de la faja trasportadora y carro tripper revisaras en las practicas 1, 2 y 3, en la practica 6 se integra la supervisión control y adquisición de datos SCADA, a la aplicación revisada en la practica 5 mediante el uso de un HMI Smart panel industrial, en la practica 7 se integra el teleservicio y monitoreo de datos a través de internet mediante el acceso de conexión VPN y el uso de un router industrial IIoT.

Palabras Clave: PROFINET, PROFIBUS DP, Modbus TCP, VPN,
Teleservicio, Monitoreo.



ABSTRAC

This research work is focused on designing and implementing an automation module through industrial communication networks, which allows training the undergraduate students of the Professional School of Mechanical, Electrical Mechanical and Mechatronics Engineering of the Catholic University of Santa Maria, in a didactic way in the use of the most used industrial communication networks: PROFINET, PROFIBUS DP, Modbus TCP; in the implementation of an HMI SCADA and use of the technologies that allow monitoring process data online and teleservice on the internet through a VPN connection.

A review of the national and international literature on the subject was carried out to determine the current situation and the needs of the School, then the module design process was done, going through the design of the communication architecture, design of the mechanical components , and design of the electronic components, then the integration of the components was executed through programming in the TIA PORTAL V16 software, the functional tests were carried out and seven practices were designed that allow students to gradually learn the different topics of automation through industrial communication networks in a mining industry automation application (conveyor belt with tripper car), the solution of the seven practices was performed, concluding that the module has enough flexibility and versatility to be used in the simulation and the development of other industrial automation applications, this research work is divided as follows:

CHAPTER I THEORETICAL APPROACH The chapter begins with a review of the state of the art on the history and current state of industrial communications, this review develops the identification of the problem and its approach, and then

continues with a review of the national and international subject of study backgrounds, with this the general and specific objectives of the project of this thesis were developed together with the justification and scope of the project.

CHAPTER II THEORETICAL FRAMEWORK The chapter proposes a review of a theoretical framework of a historical review of the development of automatisms to then go on to a review on industrial automation and PLCs, and then go on to a review of industrial communication and communication protocols most used today, then a review is made of the concepts of control systems, instrumentation, and PLC programming, and then a review of the control systems, supervision and data acquisition SCADA was made.

CHAPTER III DESIGN OF THE AUTOMATION DIDACTIC MODULE BY INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS This chapter describes the module design process, starting with an analysis of the module's requirements and functionality, a preliminary design is proposed, and then proceeding to the selection of the architecture and topology of the networks to be used, the selection of the necessary equipment and instruments, and based on this, the main components of the module (structural module and electric box) are designed, to then make a structural analysis of the structural module and the design of the electrical connections of the module, then a review of project costs and schedule was made.

CHAPTER IV IMPLEMENTATION OF THE AUTOMATION DIDACTIC MODULE BY INDUSTRIAL COMMUNICATION NETWORKS This chapter documents the construction and implementation process of the module showing the process of construction of the module (connection box and structural module), the

implementation of the electronic equipment and the wiring in the module, to later document the running test.

CHAPTER V DESIGN OF PRACTICES TO BE DEVELOPED in this chapter seven laboratory practices are developed aimed at covering the proposed topics on industrial networks and automation application of the mining industry, in practice 1 it is develops the PROFINET industrial network applying this to the starting/stopping system and safety systems of a conveyor belt with tripper car, in practice 2 the PROFIBUS DP industrial network is developed applying this to the tripper car translation system of the conveyor belt with tripper car, in practice 3 the Modbus TCP industrial network is developed by applying it to the pulley temperature control system and dust suppression system of the conveyor belt with tripper car, in practice 4 the PROFINET and PROFIBUS DP industrial networks are integrated by applying these to the integration of the conveyor belt and tripper car automation revised in practices 1 and 2, In practice 5 industrial networks PROFINET, PROFIBUS DP, Modbus TCP are integrated, applying these to the integration of the conveyor belt and tripper car automation revised in practices 1, 2 and 3, in practice 6 the supervision, control and data acquisition SCADA are integrated to the application reviewed in practice 5 through the use of an industrial HMI Smart panel, in practice 7 the teleservice and data monitoring through the Internet are integrated through the access of VPN connection and the use of a IIoT industrial router.

Keywords: PROFINET, PROFIBUS DP, Modbus TCP, VPN, Teleservice, Monitoring.

ÍNDICE GENERAL

DICTAMEN APROBATORIO.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRAC.....	ix
ÍNDICE GENERAL	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xviii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xix
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO TEÓRICO	1
1.1 Enunciado de la Investigación.....	1
1.2 Identificación del problema	1
1.3 Planteamiento del problema.....	4
1.4 Nombre del proyecto.....	4
1.5 Antecedentes	4
1.5.1 Antecedentes Internacionales	4
1.6 Objetivos del proyecto	8
1.6.1 Objetivo general.....	8
1.6.2 Objetivos específicos	8
1.7 Justificación del proyecto	9
1.8 Alcances.....	9
1.9 Limitaciones.....	10
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	11
2.1 Introducción a los Automatismos	11

2.2	Ventajas de un control automático	12
2.3	Automatización industrial	12
2.4	Autómata Programable Industrial o PLC (Controlador Lógico Programable)	14
2.4.1	Tipos de PLC.....	15
2.5	Comunicación industrial	16
2.5.1	Bus de campo	17
2.5.2	Redes, nodos y topologías.....	18
2.5.3	Modelo OSI (Open Systems Interconnection)	20
2.5.4	Métodos de comunicación.	21
2.5.5	Interfaces estándar y dispositivos	22
2.6	Protocolos de comunicación	23
2.6.1	Modbus.....	24
2.6.2	PROFIBUS	28
2.6.3	PROFINET.....	31
2.7	Sistema de control.....	35
2.7.1	Términos básicos.....	35
2.7.2	Clases de sistemas de control.....	36
2.7.3	Tipos de controladores	37
2.8	Instrumentación	38
2.8.1	Características de los instrumentos.....	38
2.8.2	Clases de instrumentos	39
2.9	Programación de PLC.....	41
2.9.1	Lenguajes gráficos	41
2.9.2	Lenguajes Literales o Lineales	43
2.10	Teleservicio y monitoreo remoto de datos.....	44
2.10.1	Teleservicio.....	45

2.10.2	Monitoreo remoto de datos	46
2.11	Sistemas de control supervisor y adquisición de datos (SCADA)	47
2.11.1	Transmisión de la información.....	49
2.11.2	Elementos del sistema SCADA.....	50
CAPÍTULO III. DISEÑO DEL MÓDULO DIDÁCTICO DE AUTOMATIZACIÓN POR REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL.....		51
3.1	Diseño del módulo.....	51
3.1.1	Análisis de los requerimientos y funcionalidad del módulo.....	51
3.1.2	Diseño preliminar del módulo	52
3.1.3	Selección de arquitectura y topología de las redes industriales del módulo	54
3.1.4	Selección de equipos e instrumentos a usar en el módulo.....	56
3.1.5	Diseño del módulo portante	68
3.1.6	Análisis estructural del módulo portante	70
3.1.7	Diseño de la caja de conexiones	84
3.1.8	Diseño de las conexiones eléctricas del módulo.....	86
3.2	Costos del proyecto.....	91
3.2.1	Objetivo del proyecto	91
3.2.2	Descripción del proyecto	91
3.2.3	Exclusiones del proyecto.....	91
3.2.4	Supuestos y restricciones del proyecto.....	91
3.2.5	Entregables del proyecto.....	91
3.2.6	Costos finales de construcción.....	91
3.2.7	Duración final del proyecto.....	94
CAPÍTULO IV. IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DIDÁCTICO DE AUTOMATIZACIÓN POR REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL		95
4.1	Construcción y pruebas de funcionamiento del módulo.....	95
4.1.1	Fabricación del módulo portante.....	95

4.1.2	Fabricación de la caja eléctrica	96
4.1.3	Proceso de pintado y ensamble	98
4.1.4	Prueba de funcionamiento de equipos e instrumentos	98
4.1.5	Montaje y cableado de equipos en módulo portante	100
4.1.6	Montaje y cableado de la caja eléctrica.	102
4.2	Pruebas de funcionamiento	105
CAPITULO V. DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO A REALIZAR CON EL MÓDULO DIDÁCTICO DE AUTOMATIZACIÓN POR REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL.....		
5.1	Práctica 1: Red PROFINET	112
5.1.1	Tema.....	112
5.1.2	Aplicación.....	112
5.1.3	Introducción	112
5.1.4	Objetivos	112
5.1.5	Materiales y equipos	112
5.1.6	Problema por desarrollar	113
5.1.7	Diagrama de conexiones.....	115
5.1.8	Desarrollo.....	115
5.2	Práctica 2: Red PROFIBUS DP	127
5.2.1	Tema.....	127
5.2.2	Aplicación.....	127
5.2.3	Introducción	127
5.2.4	Objetivos	127
5.2.5	Materiales y equipos	127
5.2.6	Problema por desarrollar	128
5.2.7	Diagrama de conexiones.....	130
5.2.8	Desarrollo.....	131

5.3	Práctica 3: Red Modbus TCP	144
5.3.1	Tema.....	144
5.3.2	Aplicación.....	144
5.3.3	Introducción	144
5.3.4	Objetivos	144
5.3.5	Materiales y equipos	144
5.3.6	Problema por desarrollar	145
5.3.7	Diagrama de conexiones.....	146
5.3.8	Desarrollo.....	147
5.4	Práctica 4: Integración de redes PROFINET y PROFIBUS DP	158
5.4.1	Tema.....	158
5.4.2	Aplicación:.....	158
5.4.3	Introducción	158
5.4.4	Objetivos	158
5.4.5	Materiales y equipos	159
5.4.6	Problema por desarrollar	159
5.4.7	Diagrama de conexiones.....	161
5.4.8	Desarrollo.....	162
5.5	Práctica 5: Integración de redes PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP..	177
5.5.1	Tema.....	177
5.5.2	Aplicación.....	177
5.5.3	Introducción	177
5.5.4	Objetivos	177
5.5.5	Materiales y equipos	178
5.5.6	Problema por desarrollar	178
5.5.7	Diagrama de conexiones.....	180
5.5.8	Desarrollo.....	181

5.6	Práctica 6: Integración de SCADA a redes PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP	183
5.6.1	Tema.....	183
5.6.2	Aplicación.....	183
5.6.3	Introducción	183
5.6.4	Objetivos	183
5.6.5	Materiales y equipos	184
5.6.6	Problema por desarrollar	184
5.6.7	Diagrama de conexiones.....	186
5.6.8	Desarrollo.....	187
5.7	Práctica 7: Teleservicio y Monitoreo de datos de planta por Internet (VPN)	206
5.7.1	Tema.....	206
5.7.2	Aplicación.....	206
5.7.3	Introducción	206
5.7.4	Objetivos	206
5.7.5	Materiales y equipos	207
5.7.6	Problema por desarrollar	208
5.7.7	Diagrama de conexiones.....	209
5.7.8	Desarrollo.....	210
	CONCLUSIONES.....	240
	RECOMENDACIONES.....	242
	REFERENCIAS	243
	ANEXOS	248

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Comparación de características entre algunos buses y protocolos	24
Tabla 2: Campos del MBAP Header	28
Tabla 3: Características de las versiones PROFIBUS	31
Tabla 4: Similitudes y diferencias entre PROFIBUS y PROFINET	35
Tabla 5: Principales características CPU SLIO 015 Yaskawa VIPA.	57
Tabla 6: Características módulo PROFINET IO-Slave.....	59
Tabla 7: Características módulo Modbus TCP IO-Slave	59
Tabla 8: Características módulo PROFIBUS IO-Slave	60
Tabla 9: Características módulo entrada digital SLIO	61
Tabla 10: Características módulo salida digital SLIO	61
Tabla 11: Características módulo entrada analógica SLIO	62
Tabla 12: Características módulo salida analógica SLIO	62
Tabla 13: Especificaciones técnicas del router IIoT Flexy 205	67
Tabla 14: Especificaciones técnicas SmartPanel TP307-SM	68
Tabla 15: Propiedades de los materiales	72
Tabla 16: Carga muerta de elementos estructurales - SAP2000	74
Tabla 17: Carga viva en estructura soporte de módulo electrónico	75
Tabla 18: Especificaciones de Malla	76
Tabla 19: Reacciones de estructura.....	82
Tabla 20: Mapeo de señales de la caja de conexiones	85
Tabla 21: Cálculo consumo de corrientes de componentes eléctricos e instrumentales ..	88
Tabla 22: Costos finales de construcción.....	92
Tabla 23: Detalle de costos de construcción	92
Tabla 24: Duración del proyecto	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partes principales de un sistema automático.....	3
Figura 2. Conexión de un producto o proceso industrial a un controlador lógico electrónico.	12
Figura 3. Pirámide CIM.....	13
Figura 4. Organización modular del PLC Siemens S7-300.....	15
Figura 5. Comparación entre un cableado normal y un bus de campo	18
Figura 6. Topología en estrella.....	19
Figura 7. Topología en bus.....	20
Figura 8. Topología en anillo	20
Figura 9. Pilas de Comunicación Modbus	25
Figura 10. Conexión RJ-45 según la norma ANSI/EIAT/TIA 568A y 568B.....	26
Figura 11. Trama genérica Modbus	27
Figura 12. Trama Modbus solicitud/respuesta en TCP/IP	27
Figura 13. Dispositivos de campo PROFIBUS	29
Figura 14. Ejemplo de tipos de dispositivos en una configuración de red	32
Figura 15. Enfoque de defensa a profundidad: Varias capas de seguridad	34
Figura 16. Diagrama de bloques de un sistema de lazo abierto.....	36
Figura 17. Diagrama de bloques de un sistema de control en lazo cerrado.....	37
Figura 18. Control de dos posiciones.....	37
Figura 19. Diagrama de bloques.....	38
Figura 21. Ejemplo de diagrama de bloques funcionales (FBD)	42
Figura 22. Ejemplo de diagrama de contactos (LD)	43
Figura 23. Ejemplo de lista de instrucciones.....	43
Figura 24. Ejemplo de texto estructurado (ST).....	44
Figura 25. Conexión mediante túnel VPN	46

Figura 26. Monitoreo remoto de datos mediante Talk2M	47
Figura 27. Ejemplo de arquitectura SCADA.....	48
Figura 28. Esquema instrumental preliminar del módulo de automatización.	53
Figura 29. Esquema físico preliminar del módulo de automatización.....	54
Figura 30. Arquitectura del módulo de automatización.	55
Figura 31. Topologías y tipos de comunicación del módulo de automatización.	56
Figura 32. Módulos E/S SLIO – YASKAWA VIPA.....	63
Figura 33. Indicador luminoso 24V DC	63
Figura 34. Pulsador.....	64
Figura 35. Interruptores On/Off	64
Figura 36. Conectores tipo banana macho 4 mm	64
Figura 37. Generador de señal de corriente constante 4 – 20 mA 24Vdc	65
Figura 38. Amperímetro digital 0.0000 – 3.0000 A 24 Vdc.....	65
Figura 39. IIoT Puerta de enlace con conectividad VPN	66
Figura 40. Esquema de distribución de los elementos eléctricos instrumentales.....	69
Figura 41. Módulo portante.....	70
Figura 42. Módulo portante – vistas generales.....	71
Figura 43. Propiedades de los materiales – SAP2000.....	72
Figura 44. Módulo portante -Vista frontal	73
Figura 45. Modulo portante – Vista lateral derecha.....	73
Figura 46. Vista de malla de modelo tridimensional	76
Figura 47. Asignación de carga viva en modelo lineal	77
Figura 48. Asignación de carga muerta en modelo lineal	78
Figura 49. Asignación de cargas en modelo lineal	78
Figura 50. Asignación de carga muerta en modelo lineal.....	79
Figura 51. Esfuerzo de Von-Mises (Criterio de combinación de esfuerzos).....	80
Figura 52. Deformación en modelo lineal en milímetros	80

Figura 53. Deformación en modelo tridimensional en milímetros.....	81
Figura 54. Ratios estructurales de estructura	81
Figura 55. Restricciones de estructura	82
Figura 56. Momentos en estructura bajo combinación 1D+1L.....	83
Figura 57. Diagrama de carga axial bajo combinación 1D+1L	83
Figura 58. Caja de conexiones.....	86
Figura 59. Diagrama de conexiones eléctricas de comunicación.....	88
Figura 60. Diagrama de conexiones eléctricas de fuerza.....	89
Figura 61. Diagrama de conexiones eléctricas de señales I/O	90
Figura 62. Fabricación del módulo portante.....	95
Figura 63. Fabricación del módulo portante.....	96
Figura 64. Fabricación de la caja eléctrica.....	97
Figura 65. Fabricación de la caja eléctrica.....	97
Figura 66. Módulo portante y caja eléctrica terminados.....	98
Figura 67. Equipos: Maestro PLC y unidades I/O esclavos	99
Figura 68. Equipos: Maestro PLC y unidades I/O esclavos en operación	99
Figura 69. Equipos: Maestro PLC y unidades I/O esclavos en operación	100
Figura 70. Montaje y cableado de equipos: Maestro PLC y unidades I/O esclavos en el módulo portante.....	101
Figura 71. Cableado de equipos: Maestro PLC y unidades I/O esclavos en el módulo portante	101
Figura 72. Equipos: Maestro PLC y unidades I/O esclavos en el módulo portante.....	102
Figura 73. Montaje de rieles en la caja eléctrica	103
Figura 74. Montaje y cableado de caja eléctrica en el módulo portante	103
Figura 75. Cableado de caja eléctrica en el módulo portante	104
Figura 76. Caja eléctrica terminada.....	104
Figura 77. Módulo didáctico de automatización por redes de comunicación industrial puesto en operación.	105

Figura 78. CPU 015PN SLIO del módulo de automatización en operación.	106
Figura 79. Smart Panel TP307-SM VIPA del módulo de automatización en operación. .	106
Figura 80. Router IloT Flexy 205 del módulo de automatización en operación.	107
Figura 81. Sección PROFINET del módulo de automatización en operación.	107
Figura 82. Seccion PROFIBUS DP del módulo de automatización en operación.	108
Figura 83. Seccion Modbus TCP del módulo de automatización en operación.	108
Figura 84. Caja electrica del módulo de automatización en operación.	109
Figura 85. Comunicación remota a travez de conexion VPN.....	109
Figura 86. Comunicación remota a travez de conexion VPN.....	110
Figura 87. Comunicación remota a travez de conexion VPN.....	110
Figura 88. P&ID Faja transportadora con tripper car	115
Figura 89. Diagrama de conexiones.	115
Figura 90. Crear proyecto en TIA Portal v16	116
Figura 91. Configurar dispositivos VIPA en TIA Portal v16	116
Figura 92. Agregar dispositivo VIPA en TIA Portal v16.....	117
Figura 93. Agregar dispositivo VIPA en TIA Portal v16.....	117
Figura 94. Agregar dispositivo VIPA PROFINET en TIA Portal v16	118
Figura 95. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16	119
Figura 96. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16	119
Figura 97. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16	119
Figura 98. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16	120
Figura 99. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16	121
Figura 100. Configurar Módulo I/O PROFINET VIPA en TIA Portal v16.....	122
Figura 101. Configurar Módulo I/O PROFINET VIPA en TIA Portal v16.....	122
Figura 102. Configurar Módulo I/O PROFINET VIPA en TIA Portal v16.....	123
Figura 103. Configurar Módulo I/O PROFINET VIPA en TIA Portal v16.....	124
Figura 104. Asignar dirección IP a Módulo I/O PROFINET VIPA en TIA Portal v16.....	124

Figura 105. Asignar nombre a Módulo I/O PROFINET VIPA en TIA Portal v16	125
Figura 106. Cargar configuración de dispositivo PROFINET VIPA en TIA Portal v16.....	125
Figura 107. P&ID Faja transportadora con tripper car.....	130
Figura 108. Diagrama de conexiones.	130
Figura 109. Crear proyecto en TIA Portal v16	131
Figura 110. Configurar dispositivos VIPA en TIA Portal v16	132
Figura 111. Agregar dispositivo VIPA en TIA Portal v16	132
Figura 112. Agregar dispositivo VIPA en TIA Portal v16	133
Figura 113. Agregar dispositivo VIPA PROFINET en TIA Portal v16	133
Figura 114. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16.....	134
Figura 115. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16.....	134
Figura 116. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16.....	135
Figura 117. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16.....	136
Figura 118. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16.....	137
Figura 119. Configurar Módulo I/O PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16.....	137
Figura 120. Configurar Módulo I/O PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16.....	138
Figura 121. Configurar Módulo I/O PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16.....	138
Figura 122. Configurar Módulo I/O PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16.....	139
Figura 123. Configurar Módulo I/O PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16.....	139
Figura 124. Verificar dirección en Módulo I/O PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16 ..	140
Figura 125. Insertar tarjeta de memoria Módulo I/O PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16	141
Figura 126. Asignar dirección IP a Módulo I/O PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16.	142
Figura 127. Cargar configuración de dispositivo Maestro PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16.....	142
Figura 128: P&ID Faja transportadora con tripper car.....	146
Figura 129. Diagrama de conexiones.	147
Figura 130. Crear proyecto en TIA Portal v16	148

Figura 131. Configurar dispositivos VIPA en TIA Portal v16	148
Figura 132. Agregar dispositivo VIPA en TIA Portal v16	149
Figura 133. Agregar dispositivo VIPA en TIA Portal v16	149
Figura 134. Agregar dispositivo VIPA PROFINET en TIA Portal v16	150
Figura 135. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16	151
Figura 136. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16	151
Figura 137. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16	152
Figura 138. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16	153
Figura 139. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16	154
Figura 140. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16	154
Figura 141. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16	155
Figura 142. Asignar dirección IP a Modulo I/O Modbus VIPA en TIA Portal v16	156
Figura 143. Cargar configuración de dispositivo Modbus VIPA en TIA Portal v16	156
Figura 144: P&ID Faja transportadora con tripper car	161
Figura 145. Diagrama de conexiones.	162
Figura 146. Crear proyecto en TIA Portal v16	163
Figura 147. Configurar dispositivos VIPA en TIA Portal v16	163
Figura 148. Configurar dispositivos VIPA en TIA Portal v16	164
Figura 149. Agregar dispositivo VIPA en TIA Portal V16	164
Figura 150. Agregar dispositivo VIPA PROFINET en TIA Portal v16	165
Figura 151. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16	166
Figura 152. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16	166
Figura 153. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16	167
Figura 154. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16	167
Figura 155. Configurar Módulo I/O PROFINET VIPA en TIA Portal v16	168
Figura 156. Configurar Módulo I/O PROFINET VIPA en TIA Portal v16	169
Figura 157. Configurar Módulo I/O PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16	169

Figura 158. Configurar Módulo I/O PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16	170
Figura 159. Configurar Módulo I/O PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16	171
Figura 160. Configurar Módulo I/O PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16	171
Figura 161. Configurar Módulo I/O PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16	172
Figura 162. Verificar dirección en Módulo I/O PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16 ..	172
Figura 163. Insertar tarjeta de memoria VSC Módulo I/O PROFIBUS VIPA en TIA Portal v16	173
Figura 164. Asignar dirección IP a Módulo I/O PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16.	174
Figura 165. Asignar nombres a Módulos I/O VIPA en TIA Portal v16	175
Figura 166. Cargar configuración de dispositivo Maestro PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16.....	175
Figura 167: P&ID Faja transportadora con tripper car.....	180
Figura 168. Diagrama de conexiones.	181
Figura 169. Configurar dispositivos VIPA en TIA Portal v16	182
Figura 170: P&ID Faja transportadora con tripper car.....	186
Figura 171. Diagrama de conexiones.	187
Figura 172. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal V16	188
Figura 173. Crear proyecto SCADA en MOVICON 11e.....	189
Figura 174. Crear proyecto SCADA en MOVICON 11e.....	189
Figura 175. Configurar SCADA en MOVICON 11e.....	190
Figura 176. Configurar SCADA en MOVICON 11e.....	190
Figura 177. Configurar SCADA en TIA Portal V16	191
Figura 178. Configurar SCADA en TIA Portal V16	191
Figura 179. Configurar SCADA en MOVICON 11e.....	192
Figura 180. Configurar SCADA en MOVICON 11e.....	192
Figura 181. Configurar SCADA en MOVICON 11e.....	193
Figura 182. Configurar SCADA en MOVICON 11e.....	194
Figura 183. Configurar SCADA en MOVICON 11e.....	194

Figura 184. Configurar SCADA en MOVICON 11e.....	195
Figura 185. SCADA final del proceso.....	196
Figura 186. Configurar SCADA en SMART Panel.....	196
Figura 187. Configurar SCADA en SMART Panel.....	197
Figura 188. Configurar SCADA en SMART Panel.....	197
Figura 189. Configurar SCADA en SMART Panel.....	198
Figura 190. Configurar SCADA en SMART Panel.....	198
Figura 191. Configurar SCADA en SMART Panel.....	199
Figura 192. Configurar SCADA en SMART Panel.....	199
Figura 193. Configurar SCADA en SMART Panel.....	200
Figura 194. Configurar SCADA en SMART Panel.....	200
Figura 195. Configurar SCADA en SMART Panel.....	201
Figura 196. Configurar SCADA en SMART Panel.....	201
Figura 197. Configurar SCADA en SMART Panel.....	202
Figura 198. Carga de SCADA hacia SMART Panel.....	203
Figura 199. Carga de SCADA hacia SMART Panel.....	203
Figura 200. Carga de SCADA hacia SMART Panel.....	204
Figura 201. Visualizar SCADA en SMART Panel.....	204
Figura 202. Visualizar SCADA en SMART Panel.....	205
Figura 203. Visualizar SCADA en SMART Panel.....	205
Figura 204: P&ID Faja transportadora con tripper car.....	209
Figura 205. Diagrama de conexiones.....	210
Figura 206. Configurar Modulo I/O VIPA en TIA Portal V16.....	211
Figura 207. Configurar Conexión VPN con eCatcher.....	212
Figura 208. Configurar Conexión VPN con eCatcher.....	212
Figura 209. Configurar Conexión VPN con eCatcher.....	213
Figura 210. Configurar Conexión VPN con eCatcher.....	214

Figura 211. Configurar Conexión VPN con eCatcher	214
Figura 212. Configurar Conexión VPN con eCatcher	215
Figura 213. Configurar Conexión VPN con eCatcher	215
Figura 214. Configurar Conexión VPN con eCatcher	216
Figura 215. Configurar Conexión VPN con eCatcher	217
Figura 216. Configurar Conexión VPN con eCatcher	218
Figura 217. Configurar Conexión VPN con eCatcher	218
Figura 218. Configurar Conexión VPN con eCatcher	219
Figura 219. Configurar Conexión VPN con eCatcher	219
Figura 220. Configurar Conexión VPN con Talk2M	220
Figura 221. Configurar Conexión VPN con eCatcher	221
Figura 222. Configurar Conexión VPN con eCatcher	221
Figura 223. Configurar Conexión VPN con Talk2M	222
Figura 224. Configurar Conexión VPN con Talk2M	222
Figura 225. Configurar Conexión VPN con Talk2M	223
Figura 226. Configurar Conexión VPN con Talk2M	224
Figura 227. Configurar Conexión VPN con eCatcher	224
Figura 228. Configurar Conexión VPN con eCatcher	225
Figura 229. Configurar Conexión VPN con eCatcher	226
Figura 230. Configurar Conexión VPN con eCatcher	226
Figura 231. Configurar Conexión VPN con eCatcher	227
Figura 232. Configuración de la Conexión VPN con Talk2M	228
Figura 233. Configuración de la Conexión VPN con Talk2M	228
Figura 234. Creación de variables KPIs mediante Conexión VPN con Talk2M	229
Figura 235. Creación de variables KPIs mediante Conexión VPN con Talk2M	230
Figura 236. Creación de variables KPIs mediante Conexión VPN con Talk2M	230
Figura 237. Creación de variables KPIs mediante Conexión VPN con Talk2M	231

Figura 238. Creación de variables KPIs mediante Conexión VPN con Talk2M	231
Figura 239. Visualización de variables KPIs mediante Conexión VPN con Talk2M.....	232
Figura 240. Visualización de HMI SCADA mediante Conexión VPN con Talk2M	233
Figura 241. Visualización de HMI SCADA mediante Conexión VPN con Talk2M	233
Figura 242. Visualización de HMI SCADA mediante Conexión VPN con Talk2M	234
Figura 243. Visualización de KPIS mediante un celular inteligente con Conexión VPN .	234
Figura 244. Visualización de KPIS mediante un celular inteligente con Conexión VPN .	235
Figura 245. Visualización de KPIS mediante un celular inteligente con Conexión VPN .	236
Figura 246. Configuración de teleservicio mediante Conexión VPN	237
Figura 247. Teleservicio mediante Conexión VPN	237
Figura 248. Teleservicio mediante Conexión VPN	238
Figura 249. Teleservicio mediante Conexión VPN	238
Figura 250. Teleservicio mediante Conexión VPN	239

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO TEÓRICO

En este primer capítulo se realiza una revisión del estado del arte sobre la historia y el estado actual de las comunicaciones industriales, de esta revisión se desarrolla la identificación y planteamiento del problema. Se realiza una revisión de antecedentes nacionales e internacionales con respecto del tema de estudio, con esto se plantea los objetivos generales y específicos del proyecto a desarrollar en la presente tesis junto con la justificación, alcances y limitaciones del proyecto.

1.1 Enunciado de la Investigación

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO DE AUTOMATIZACIÓN POR REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL PROFINET, PROFIBUS, MODBUS MEDIANTE PLC Y PERIFÉRICOS MAESTRO Y ESCLAVO”

1.2 Identificación del problema

“Con el avance de la tecnología, el advenimiento de microcontroladores integrados y la posibilidad de equipar estos con interfaces pequeñas rápidas y de bajo costo han permitido la creación de sistemas distribuidos inteligentes” (Zurawski, 2015), esto ha llevado a que los procesos industrializados cambien rápidamente y quienes estamos involucrados de una o de otra forma con el tema debemos estar permanentemente informados acerca de los productos nuevos, métodos, procesos, solución de fallas, nuevos sistemas de control, etc.

Prácticamente todas las industrias alrededor del mundo poseen al menos un pequeño sistema automático inteligente, lo cual significa que la automatización es un área que está permanentemente en contacto con nosotros. Por esta razón,

debemos estar preparados y conocer el funcionamiento de dichos sistemas, por insignificantes que parezcan.

Sanchis, R. Romero, J. Ariño, C. (2010), *Automatización Industrial*. (1ra. Edición).

España: Publicaciones de la Universitat Jaume I.

Según Sanchis, Romero y Ariño (2010) se define un sistema (maquina o proceso) automatizado como aquel capaz de reaccionar de forma automática (sin la intervención del operario) ante los cambios que se producen en el mismo, realizando las acciones adecuadas para cumplir la función para la que ha sido diseñado, según la Figura 1 esta se trata de un sistema en bucle cerrado, donde la información sobre los cambios del proceso captada por los sensores es procesada dando lugar a las acciones necesarias, que se implementan físicamente sobre el proceso por medio de los actuadores. Este sistema de control se comunica eventualmente con el operador, recibiendo de éste consignas de funcionamiento, tales como marcha, paro, cambio de características de producción, y comunicándole información sobre el estado del proceso.

Se denomina automatismo al sistema completo, aunque con este término suele hacerse referencia fundamentalmente al sistema de control, ya que es éste el que produce de forma automática las acciones sobre el proceso a partir de la información captada por los sensores.

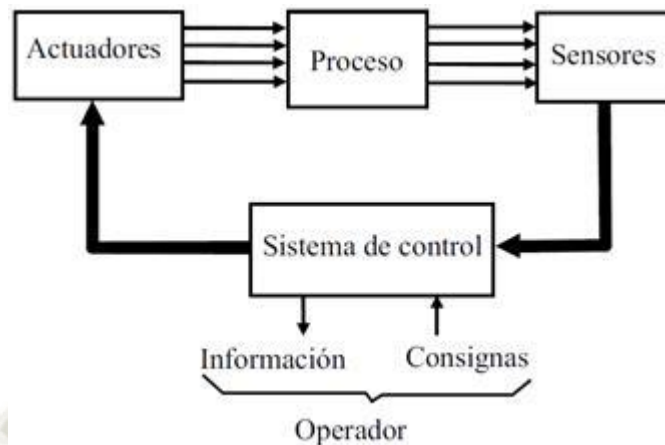


Figura 1. Estructura de un sistema automatizado.

Fuente: Tomado de *Automatización Industrial (1ra. Edición)* (p. 6), por Sanchis, R. Romero, J. Ariño, C. (2010), España: Publicaciones de la Universitat Jaume I

Cuando se lleva la aplicación de los automatismos a ámbitos industriales un tema muy importante a tomar en cuenta es la forma como las partes principales de estos se comunican unos con otros, esto debido al ambiente de trabajo (ruido, vibración, contacto con químicos, polvo, etc.) y los distintos fabricantes en la actualidad, esto hace que la comunicación industrial sea un tema muy importante para tomarse en cuenta.

El diseño e implementación de un módulo didáctico de automatización por redes de comunicación industrial PROFINET, PROFIBUS, Modbus mediante PLC y periféricos maestro y esclavo el cual proponga ejemplos prácticos para mostrar cómo funcionan la comunicación industrial, ayudará a explicar con ejercicios prácticos y comprensibles, el proceso completo de una instalación industrial sencilla, describiendo los tipos más comunes de comunicación industrial en el mercado actual.

Por lo tanto, el desarrollo de esta tesis ayudara a solventar la necesidad que los estudiantes de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecatrónica, se familiaricen con aplicaciones y soluciones prácticas de la carrera.

1.3 Planteamiento del problema

Actualmente la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecatrónica cuenta con laboratorios para simular soluciones de automatización, sin embargo, estos no permiten la integración de distintos protocolos de comunicación industrial, donde los estudiantes puedan aprender de manera sencilla y didáctica la integración de protocolos de comunicación industrial aplicados en soluciones de automatización.

1.4 Nombre del proyecto

“Diseño e Implementación de un Módulo Didáctico de Automatización por Redes de Comunicación Industrial PROFINET, PROFIBUS, MODBUS Mediante PLC y Periféricos Maestro y Esclavo”

1.5 Antecedentes

1.5.1 Antecedentes Internacionales

Un primer trabajo realizado por Calero y Romero, (2020) “Diseño e implementación de un sistema de control maestro – esclavo, para repotenciar un módulo de prácticas en el laboratorio de automatización industrial de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Guayaquil, Basado en la red industrial PROFIBUS” realizado en la Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador.

En esta investigación los autores realizan una mejora al módulo de prácticas de automatización de la Universidad Pontificia Salesiana Sede Guayaquil, para establecer una comunicación maestro/esclavo PROFIBUS DP, con la finalidad que los alumnos se adapten al protocolo de comunicación PROFIBUS, para este proyecto se incrementa un módulo maestro/esclavo PROFIBUS DP en el módulo de prácticas antiguo, se diseña e implementa un módulo didáctico, con entradas y salidas analógicas y digitales, una panel de operador y programación en el software TIA Portal V15, se desarrollan practicas con el uso del módulo en una aplicación de Secado de semillas presentes en el cacao.

En este caso se hace uso de una sola red de comunicación industrial, la aplicación del módulo y el desarrollo de prácticas para el proceso de secado de semillas de cacao es una aplicación ingeniosa y común en el país de desarrollo de esta investigación

Un segundo trabajo desarrollado por Orellana, (2015) “Diseño e implementación de un Sistema de control de dispositivos Maestro- Esclavo basado en la Red Industrial AS-i para el laboratorio de Automatización Industrial” en la Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador.

En esta investigación los autores diseñan e implementas un módulo de comunicación industrial para el Laboratorio de Automatización Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador, para establecer una comunicación maestro/esclavo con una red industrial AS-i, en el cual se pongan en práctica los conocimientos sobre redes de comunicación teniendo dispositivos maestros/esclavos basados en la Red Industrial AS-i, para este proyecto se utiliza un PLC S7-1200, un módulo de comunicación AS-i y periféricos AS-i para

establecer la comunicación en la red industrial AS-i utilizan el software TIA PORTAL v13 para realizar las configuraciones y programación del PLC, se desarrollan practicas con el uso del módulo en aplicaciones de entrada y salida digitales.

En este caso se hace uso de una sola red de comunicación industrial, la aplicación del módulo se hace en un entorno básico de entradas y salidas digitales utilizando los periféricos AS-i.

Un tercer trabajo de Flores, y Flores, (2016) “Diseño e implementación de un módulo didáctico de un sistema de control de tipo distribuido con un terminal de dialogo HMI como maestro y dos controladores lógicos como esclavos comunicados a través de una red Ethernet para el laboratorio de Control y Automatización” en la Universidad Católica de Santa Maria de Arequipa Perú.

En esta investigación los autores diseñan e implementan un módulo didáctico para el laboratorio de Control y Automatización de la Universidad Católica de Santa María, para establecer un control distribuido maestro/esclavo en una red de comunicación industrial Ethernet, con la finalidad de que los alumnos se entrenen en la configuración de controles distribuidos y el uso de la red industrial Ethernet, para este proyecto se utiliza una pantalla táctil Magelis STO & STU y dos PLC's Modicon M221, se desarrollan seis practicas con el uso del módulo en aplicaciones de domótica y control de nivel.

En este caso se hace uso de una sola red de comunicación industrial, la aplicación del módulo en el uso de una aplicación de domótica y el control de nivel presenta una aplicación muy ingeniosa y brillante para la práctica de redes de comunicación industrial y sistemas de control distribuidos.

Un cuarto trabajo desarrollado por Loayza y Mendiola, (2020), “Diseño e implementación de un módulo de control de nivel de líquidos usando un variador de velocidad Sinamics V20 y Arduino para la adquisición de señales mediante comunicación Modbus RTU y TCP” en la Universidad Católica de Santa María de Arequipa Perú.

En esta investigación los autores diseñan e implementan un módulo de control y comunicación para la Universidad Católica de Santa María, para establecer una comunicación maestro/esclavo Modbus RTU y TCP, con la finalidad integrar tecnologías mediante el protocolo Modbus, para este proyecto se utiliza un PLC S7-1200, un variador de velocidad Sinamics V20 y un Arduino 2560 R3 como medio de adquisición de datos.

En este caso se hace uso de una sola red de comunicación industrial, si bien el módulo no está diseñado para uso didáctico este presenta una aplicación donde se muestra que la red de comunicación industrial Modbus en sus dos versiones RTU y TCP es lo suficientemente robusta para integrar y soportar distintas tecnologías, en este caso una muy reciente junto con aplicaciones de control industrial.

Un quinto trabajo realizado por Dávila y Pulgar, (2018), “Diseño e implementación de un módulo de entrenamiento de una red de comunicación industrial mediante controladores lógicos programables (PLC's) y variadores de velocidad, utilizando el estándar PROFINET”, en la Universidad Privada de Tacna, Tacna, Perú.

En esta investigación los autores diseñan e implementan un módulo de entrenamiento para control de velocidad de motores trifásicos mediante el uso de

una red de comunicación industrial PROFINET para la Universidad Privada de Tacna, con la finalidad de entrenar a los alumnos en el uso de una red industrial para comunicación de variadores de velocidad, para este proyecto se utilizó un PLC S7-1200 y variador de velocidad SINAMIC G120V.

En este caso se hace uso de una sola red de comunicación industrial, si bien el módulo está diseñado para uso didáctico de instrucción de estudiantes de pregrado la investigación no presenta aplicaciones tangibles donde se pueda usar esta solución o aplicar las tecnologías descritas en el documento, solo presenta la implementación en terreno de la solución al problema planteado dejando de lado la elaboración de prácticas dirigidas.

1.6 Objetivos del proyecto

1.6.1 Objetivo general

- Diseñar e implementar un módulo didáctico de automatización por redes de comunicación industrial PROFINET, PROFIBUS, Modbus mediante PLC y periféricos maestro y esclavo.

1.6.2 Objetivos específicos

- Diseñar y dimensionar los dispositivos necesarios para el módulo didáctico de automatización industrial.
- Implementar el módulo didáctico para el funcionamiento de las redes de comunicación industrial PROFINET, PROFIBUS, Modbus mediante PLC y periféricos maestro y esclavo.

- Diseñar el monitoreo del módulo didáctico de automatización por redes de comunicación industrial.
- Preparar siete prácticas para aplicar en el módulo de automatización.

1.7 Justificación del proyecto

La investigación propuesta sobre las redes de comunicación industrial, diseño e implementación de un módulo didáctico de automatización por redes de comunicación industrial, se centran en mejorar los medios de instrucción para los estudiantes de pregrado de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecatrónica de la Universidad Católica de Santa María.

Conscientes de que el conocimiento y la formación en el área de las comunicaciones industriales es un área muy importante en la formación de un profesional de la automatización, creemos que el proyecto será de gran utilidad a nivel académico y responderá a la necesidad de contar con elementos que permitan instruir a los estudiantes y alentarlos a desarrollar nuevas soluciones de automatización.

También pensamos que el proyecto será de ayuda a la comunidad científica ya que el proyecto describe el proceso diseño mecatrónico en sus distintas etapas aportando de esta manera una visión del proceso de diseño para módulos didácticos de automatización.

1.8 Alcances

- El módulo constará de: 1) un PLC maestro, 2) un módulo esclavo PROFINET con 8 señales de entrada digitales y 8 señales de salida digitales, 3) un módulo esclavo PROFIBUS con 8 señales de entrada digitales y 8 señales de salida

digitales, 4) un módulo esclavo Modbus con 4 señales de entrada analógicas y 4 señales de salida analógicas, 5) un router industrial, 6) un interfaz HMI, y periféricos de entrada y salida.

- El módulo permitirá el uso de una computadora portátil para realizar la programación de las soluciones de automatización, el diseño del SCADA, y el monitoreo y comportamiento de las variables del proceso a automatizar.

1.9 Limitaciones

- EL módulo no deberá exceder el uso de las tecnologías planteadas en el alcance inicial.
- El módulo deberá ser diseñado para ser usado en los ambientes de laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecatrónica de la Universidad Católica de Santa María.
- El proyecto no deberá superar el presupuesto inicial de implementación de US\$8,000.00.
- El proyecto se limita a realizar una simulación final para la confección de las prácticas de laboratorio.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presentan una revisión del marco teórico compuesto por una revisión histórica del desarrollo de los automatismos para luego pasar a una revisión sobre la automatización industrial y los autómatas programables PLC, también se muestra una revisión de las comunicación industriales y los protocolos de comunicación más utilizados en la actualidad, luego se realiza una revisión de los conceptos de los sistemas de control, instrumentación y programación de PLC, para luego concluir con una revisión sobre los sistemas de control supervisión y adquisición de datos SCADA.

2.1 Introducción a los Automatismos

La evolución de los automatismos se ha dado de una manera vertiginosa los últimos 60 años, “A finales de la década de 1960 el desarrollo de diferentes tecnologías en la industria (eléctrica, mecánica, etc.) dio lugar a una progresiva complejidad en los sistemas industriales e hizo que se tengan muchas variables físicas por controlar y vigilar, este control no puede ser realizado directamente por el hombre, ya que carece de suficiente capacidad de acción mediante sus manos en sensibilidad y rapidez de respuesta a los estímulos que reciben sus sentidos” (Mandado, et al., 2009).

Es por esto en el transcurrir del tiempo se planteó el desarrollo de tecnologías capaces de manejar estas variables, inicialmente los sistemas de control estaban basados en circuitos eléctricos con relés, interruptores y otros componentes utilizados para el control de los sistemas de lógica combinacional, los sistemas de control electrónico surgen como respuesta a la necesidad de la industria para un

reemplazo electrónico de los sistemas eléctricos de cableado de relés, contactores, etc.

Estos sistemas electrónicos son capaces de procesar y memorizar variables físicas de los procesos, como la temperatura, presión, velocidad, etc., para medir estas se requiere el uso de sensores que nos permite interpretar y convertir estas magnitudes del proceso industrial en variables electrónicas ver Figura 2.

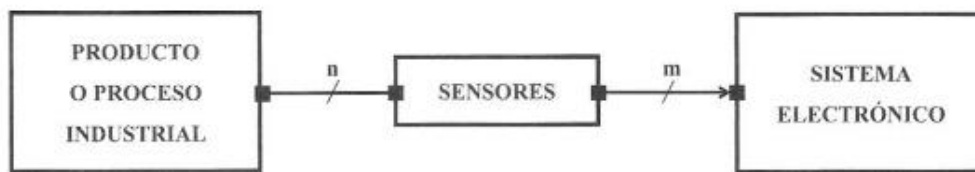


Figura 2. Conexión de un producto o proceso industrial a un controlador lógico electrónico.

Fuente: Tomado de *Autómatas Programables y Sistemas de Automatización* (p. 4), por Mandado, M. et al. (2009), Marcombo S.A.

2.2 Ventajas de un control automático

Las ventajas de un control automático son principalmente económicas, ya que permite:

- Mejorar la calidad de los productos.
- Disminuir los tiempos de operación.
- Reducir la dependencia de operarios para manejar procesos.
- Reducir costos de producción.

2.3 Automatización industrial

La palabra Automatización según la Real Academia de la lengua española (RAE) lo define como proveniente del griego αὐτόματος (autómatos) “que actúa por

sí mismo”, sin embargo la automatización es más que esta definición, según Sanchis, Romero, y Ariño, (2010), “La automatización es un sistema completo capaz de reaccionar de forma automática (sin la intervención del hombre) ante situaciones o cambios que se presentan en el funcionamiento de un proceso o máquina, ejerciendo sobre la misma, acciones de control que permitan cumplir la función para la que ha sido diseñado”.

Para cualquier caso el elemento principal de este sistema son los autómatas programables, este dispositivo es el encargado de recibir señales del sistema automático como entradas (digitales o análogas), procesarlas y enviar órdenes como salidas, el autómata programable dispone de un microprocesador, el cual se implementa un programa, las instrucciones de este programa determinan la función lógica que relacionan las entradas y salidas del proceso o máquina.

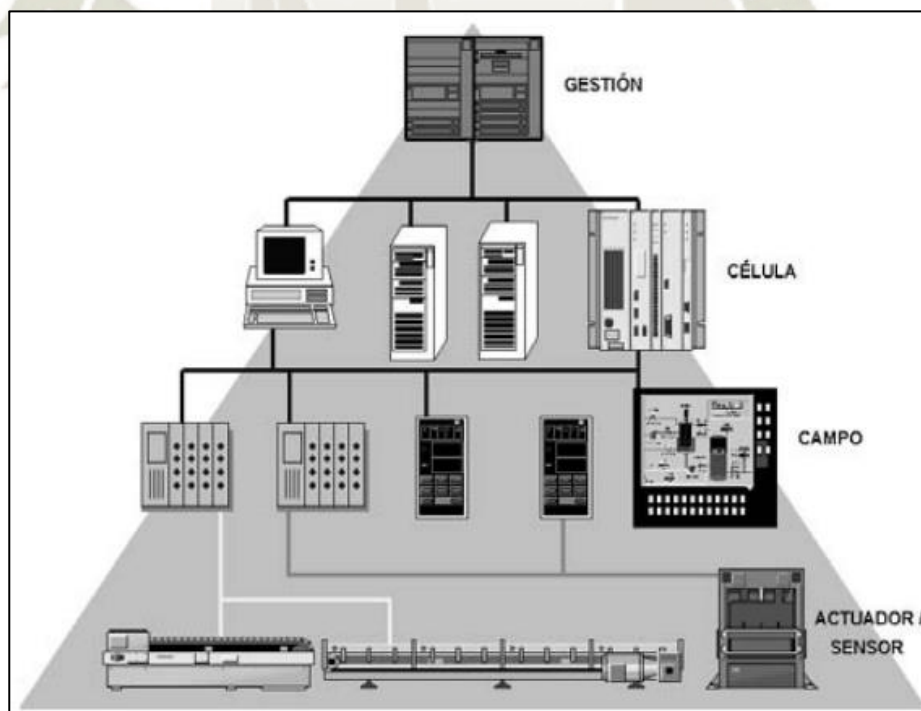


Figura 3. Pirámide CIM

Fuente: Tomado de *Sistemas SCADA* (p. 5-45), por Rodríguez, A. (2013), Alfaomega Grupo Editor S.A.

Nuestra investigación está basada en la aplicación de un Autómata Programable Industrial o PLC (Controlador Lógico Programable).

2.4 Autómata Programable Industrial o PLC (Controlador Lógico Programable)

En la actualidad este es el dispositivo más usado en la industria de la automatización, un PLC es un computador robusto que ofrece una solución sencilla para el funcionamiento de un sistema automático.

Bolton (2017) define al PLC como “un dispositivo electrónico digital que usa una memoria programable para guardar instrucciones y llevar acabo funciones lógicas, de secuencia, de sincronización, de conteo y aritméticas para controlar máquinas y procesos y diseñado específicamente para programarse con facilidad”.

El PLC es una computadora industrial encargada de procesar los datos provenientes de diferentes fuentes o entradas (sensores, pulsadores, temporizadores, etc.), una vez recibido estos datos, el PLC las procesa envía las señales correspondientes (análoga o digital) hacia los actuadores del proceso (motores eléctricos, lámparas, alarmas auditivas, etc.).

Las principales características de un PLC son:

- Son robustos, pudiendo trabajar tanto en condiciones normales y resistir en condiciones no tan amigables (humedad, ruido, vibraciones, temperatura).
- Permite tener comunicación con diferentes equipos en tiempo real.
- Su lenguaje de programación es de fácil aprendizaje.
- Son de fácil reprogramación y mantenimiento.

- Reciben y ejecutan órdenes por prolongados períodos de tiempo.

La mayoría de los PLC son modulares ver Figura 4, esto permite añadir una amplia gama de funcionalidades según se requiera (control analógico, discreto, PID, etc.), en la actualidad en el mercado se encuentran módulos compactos para aplicaciones pequeñas.

Los módulos más importantes son:

- El módulo principal es el CPU.
- Fuente de alimentación.
- Módulos de I/O digitales.
- Módulos de I/O análogas.

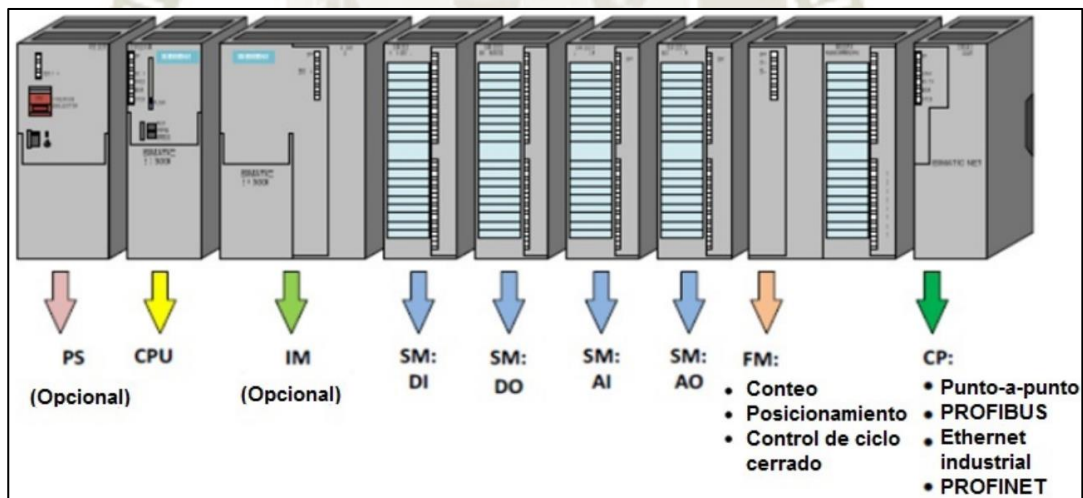


Figura 4. Organización modular del PLC Siemens S7-300

Fuente: Tomado de *Estructura general, componentes, tipos de PLC's, Funcionamiento* (p. 11), por DIEEC (2011), [Archivo PDF] (http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion_de_referencia_ISE6_1_1.pdf)

2.4.1 Tipos de PLC

En la actualidad podemos encontrar en el mercado una diversidad de modelos de PLC, los cuales varían según el fabricante y los cuales podemos agruparlo en tres grupos:

2.4.1.1 Nano PLC

Es un PLC de tipo compacto el cual integra: la fuente de alimentación, CPU, entradas y salidas (digitales y análogas); dependiendo del modelo y fabricante puede incluir algunos módulos especiales, las características principales de estos modelos son su tamaño y el número de entradas y salidas es inferior a 100.

2.4.1.2 PLC Compacto

Los PLC compactos son dispositivos de un solo módulo el cual incluye: fuente de alimentación, CPU, entradas y salidas del tipo análoga y digital; soportan varios módulos especiales como: contadores rápidos, PID, interfaces de operador, posibilidad de expandir módulos de entrada y salida. Este tipo de PLC permite manejar entradas y salidas hasta 500.

2.4.1.3 PLC Modular

Es un PLC más potente y tiene más funciones que los anteriores, La fuente, CPU, módulos de entradas y salidas se encuentran en paquetes separados, la característica de estos equipos es la gran cantidad de entradas y salidas que soportan, cuentan con mayor memoria lo que les permite soportar programas más grandes y guardar más datos.

2.5 Comunicación industrial

“Muy pocos desarrollos tecnológicos han cambiado la automatización tan profundamente como lo hecho las redes industriales” (Zurawski, 2015), especialmente al nivel más bajo de la jerarquía de la automatización (aparatos de campo) dándoles flexibilidad y un mejor performance a la automatización moderna, todo esto ha sido un proceso de evolución continua.

“Antes de que los controladores se basen en microprocesadores mayoritariamente, en los primeros años de los años 80s, los controladores de distintas aplicaciones como refinerías, plantas químicas y plantas de energía, usaban sistemas de control analógico” (Michael, 2019), los cuales tenían serias limitaciones, una de estas es que los sistemas analógicos eran susceptibles a ser corrompidos por el ruido eléctrico, o por el calor proveniente de los procesos industriales, es por esto que la comunicación digital es tomada para hacer frente a estos problemas debido a ser más estable, confiable y menos sensible a los problemas eléctricos de calor o vibración característicos de los ambientes industriales.

El uso de la comunicación digital trajo consigo la necesidad del uso de protocolos de comunicación, “un protocolo de comunicación es un método para la comunicación digital entre dos o más aparatos en distintas locaciones o en una red” (Michael, 2019), esto trajo otras grandes ventajas para la automatización industrial como son el posible uso de una sola red de comunicación (bus de campo), y el posible uso de todos los datos que esta red de comunicación pueda soportar, esto reduce los costos en uso de controladores, cableado, módulos, etc.

2.5.1 Bus de campo

“Es un sistema de dispositivos de campo (sensores y actuadores) y dispositivos de control, que comparten un bus digital serie bidireccional para transmitir informaciones entre ellos, sustituyendo a la convencional transmisión analógica punto a punto” (Hurtado, 2020), esto permite sustituir el cableado entre sensores, actuadores, y controladores, en una sola red, y dependiendo de cada aplicación reduce el uso de recursos al máximo ver Figura 5.

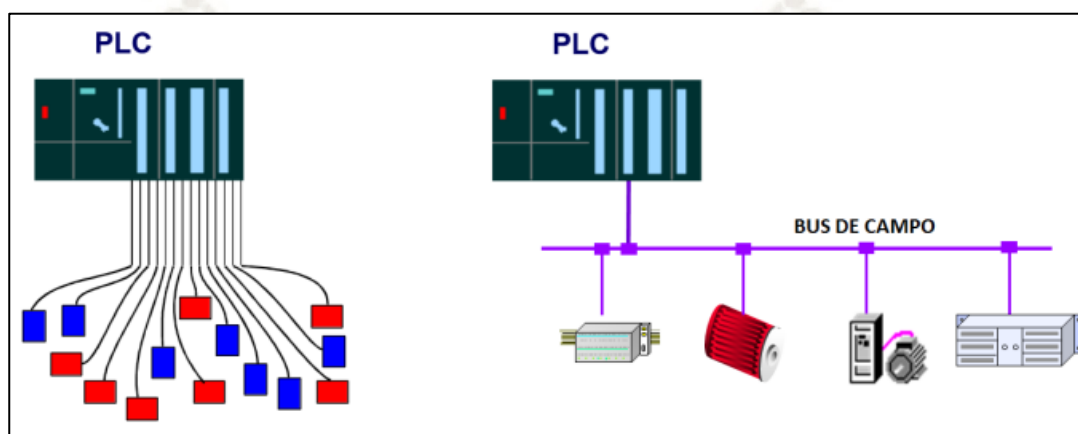


Figura 5. Comparación entre un cableado normal y un bus de campo

Fuente: Tomado de *Introducción a las Redes de Comunicación Industrial* (p. 7), por Hurtado, J. (2020), [Archivo PDF] (http://www.infoplc.net/files/documentacion/comunicaciones/infoPLC_net_introduccion-a-las-redes-de-comunicacion-industrial.pdf).

2.5.2 Redes, nodos y topologías

En aplicaciones industriales, un cable no es suficiente para conectar todos los dispositivos necesarios para que una red cumpla su función, dependiendo de la aplicación será necesario definir como estos distintos dispositivos se conectarán unos con otros.

Un nodo es definido como un elemento de la red como una computadora, PLC, modulo entrada salida, sensor o actuador, repetidores, routers, etc.

Como está distribuido el conjunto de nodos y como se interconectan unos con otros define lo que se llama como topología de la red, existen tres tipos principales de topologías las cuales son:

2.5.2.1 Topología en estrella:

Contiene un controlador central al que todos los nodos son conectados directamente, esto permite una conexión sencilla es usada en redes pequeñas, la falla de un nodo no afecta los otros nodos, la adición de un nodo puede realizarse de manera sencilla ya que esta acción no interrumpe el trabajo de la red, por otro lado, la falla de un nodo extremo no interrumpe el funcionamiento de la red, pero la falla del controlador central inhabilita la red entera.

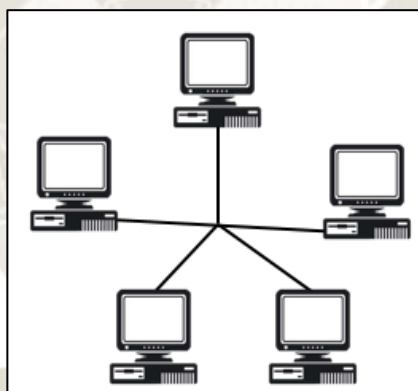


Figura 6. Topología en estrella

2.5.2.2 Topología en bus:

Cada nodo está conectado directamente a un canal de comunicación, los mensajes son transmitidos por el bus y recibidos por cada nodo, si un nodo falla todo el resto continúa operando.

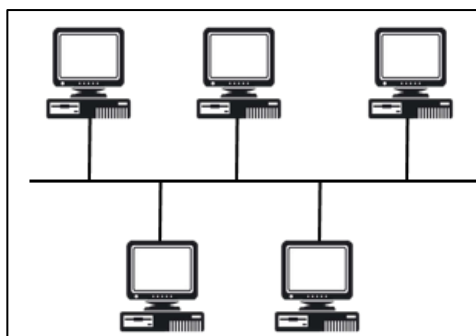


Figura 7. Topología en bus

2.5.2.3 Topología en anillo:

El cable forma un lazo y los nodos se adjuntan a en intervalos alrededor del lazo, si un nodo falla la red entera se detendrá.

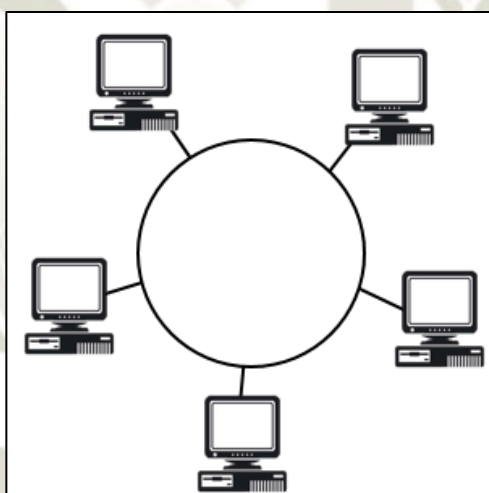


Figura 8. Topología en anillo

2.5.3 Modelo OSI (Open Systems Interconnection)

Es un modelo teórico de como la comunicación ocurre en la red, está compuesto por siete capas, sirve para explicar las características de un protocolo, hardware y red. Este modelo fue propuesto por la Organización Internacional para la estandarización (ISO) y se encuentra estandarizado bajo la norma ISO/IEC 7498-

1.

- Capa 1 (Física): Esta capa considera solo las partes físicas de la red, los cables, convertidores, componentes interconectados.
- Capa 2 (data link): Esta capa explica como las capas 1 y 3 trabajan juntas.
- Capa 3 (Red): Esta capa provee un esquema de direccionamiento para el enrutamiento de la información y los mensajes.
- Capa 4 (Transporte): Esta capa se asegura que los mensajes vayan a su destino correcto.
- Capa 5 (Sesión): Esta capa maneja las conexiones actuales entre sistemas.
- Capa 6 (Presentación): Esta capa se ocupa de la forma como sistemas distintos representa la información.
- Capa 7 (Aplicación): Esta capa se ocupa de la aplicación de software que se usa en la pantalla de la computadora.

2.5.4 Métodos de comunicación.

Existen tres métodos de comunicación entre redes:

2.5.4.1 Maestro-Esclavo:

Este método es el más usado en ambientes industriales, un maestro envía comandos hacia uno o más esclavos y ellos responden según las órdenes del maestro.

2.5.4.2 Token-Ring:

Como el nombre lo sugiere este es usado en redes de anillo, un mensaje llamado “token” pasa de un nodo a otro nodo alrededor del anillo y un nodo transmite solo si tiene el token.

2.5.4.3 Ethernet:

Es esencialmente un método de comunicación entre computadoras y otros dispositivos de una red, cualquier nodo de la red puede comunicar con otro nodo, revisa si la red está ocupada y espera y trata de enviar la información después cuando esté disponible, Ethernet trabajo mejor que cualquier otro método y se ha vuelto de uso común para aplicaciones industriales.

2.5.5 Interfaces estándar y dispositivos

2.5.5.1 RS-232:

Es un estándar de la Asociación de la Industria de Telecomunicaciones (TIA) para datos transmisión a velocidades de hasta 20.000 bits por segundo (bps). Se utiliza para datos en serie. transmisión RS-232 se usa solo para la transmisión de datos de un dispositivo a otro, las interfaces RS-232 se integraron en muchas computadoras heredadas y dispositivos como controladores e impresoras. Los puertos RS-232 suelen tener receptáculos D-Shell de 9 pines, 15 pines o 25 pines. La mayoría de los cables RS-232 tienen extremos tipo macho, los cables RS-232 no pueden medir más de 50 pies.

2.5.5.2 RS-485:

Es un estándar de interfaz para comunicaciones de datos que permite mayor velocidad de transmisión de datos más altas que la RS-232: hasta 1 megabit por

segundo (1 Mbps) en un cable de 100 metros, la velocidad de las comunicaciones de datos varía inversamente con la longitud total de un cable RS-485; cuanto menor sea la longitud total, mayor será la velocidad máxima y viceversa. En los terminales RS-485 y en los conductores, un pequeño voltaje negativo representa un off bit, y un pequeño voltaje positivo representa un bit on. las redes RS-485 consisten en conexiones punto a punto a nodos desde un bus. cable. Se utiliza cableado de par trenzado para el cable de bus. Ofrece alta inmunidad a la electricidad. ruido cuando se implementa correctamente. Se utilizan resistencias terminales en cada extremo de la red para minimizar los problemas de comunicaciones. En la mayoría de las redes RS-485, un maestro dispositivo se comunica con esclavos. Es una red relativamente barata de suministrar e instalar en controladores. Esto lo convierte en una opción atractiva para redes relativamente simples.

2.5.5.3 RJ-45:

Puertos RJ-45 y los conectores de cable tienen 8 conductores y conectores RJ-45 están conectados a cables Ethernet de cobre de par trenzado, p. ej. Cables de categoría 6. Puertos RJ-45 están integradas en tarjetas de interfaz de red (NIC) en computadoras, controladores, Ethernet conmutadores, convertidores de medios y otros dispositivos. Velocidades de comunicación de 100 Mbps y más altos a menudo se realizan en redes Ethernet.

2.6 Protocolos de comunicación

En la actualidad existen diversas soluciones, cada una con sus características y ventajas, en la Tabla 1 podremos apreciar algunos de los protocolos existentes.

En la investigación nos vamos a enfocar en los siguientes protocolos:
Modbus, POFIBUS Y PROFINET.

Tabla 1

Comparación de características entre algunos buses y protocolos

Nombre	Topología	Soporte	Máx dispositivos	Rate Transm. bps	Distancia máx Km	Comunicación
Profibus DP	línea, estrella y anillo	par trenzado fibra optica	127/segm	Hasta 1.5M y 12M	0.1 segm 24 fibra	Master/Slave peer to peer
Profibus PA	línea, estrella y anillo	par trenzado fibra optica	14400/segm	31.25K	0.1 segm 24 fibra	Master/Slave peer to peer
Profibus FMS		par trenzado fibra optica	127/segm	500K		Master/Slave peer to peer
Foundation Fieldbus HSE	estrella	par trenzado fibra optica	240 p/segm 32.768 si st	100M	0.1 par 2 fibra	Single/multi master
Foundation Fieldbus H1	estrella o bus	par trenzado fibra optica	240 p/segm 32.768 si st	31.25K	1.9 cable	Single/multi master
LonWorks	bus, anillo, lazo, estrella	par trenzado fibra optica coaxial, radio	32768/dom	500K	2	Master/Slave peer to peer
Interbus-S	segmentado	par trenzado fibra optica	256 nodos	500K	400/segm 12.8 total	Master/Slave
DeviceNet	troncal/puntual c/bifurcación	par trenzado fibra optica	2048 nodos	500K	0.5 6 c/repetid	Master/Slave multi-master peer to peer
AS-i	bus, anillo, árbol, estrella	par trenzado	31 p/red	167K	0.1, 0.3 c/rep	Master/Slave
Modbus RTU	línea, estrella, árbol, red con segmentos	par trenzado coaxial radio	250 p/segm	1.2 a 115.2K	0.35	Master/Slave
Ethernet Industrial	bus, estrella, malla-cadena	par trenzado coaxial fibra optica	400 p/segm	10,100M	0.1 100 mono c/switch	Master/Slave peer to peer
HART		par trenzado	15 p/segm	1.2 K		Master/Slave

Fuente: Tomado de *Protocolos de Comunicación Industrial*, por Lagos, C. (2006), Revista Electro Industria (<http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=562&tip=7&xit=protocolos-de-comunicacion-industrial>).

2.6.1 Modbus

El protocolo Modbus fue desarrollado por Modicon Inc. (Modular Digital Controller) en el año 1979, con la finalidad transmitir información entre controladores y sensores mediante un puerto RS-232.

En la actualidad es uno de los protocolos más compatible entre los dispositivos de automatización. Modbus es un protocolo de comunicación que se

ubica en la 7ma capa de aplicación del modelo OSI (Open System Interconnection) ver.Figura 9.

En Modbus, la transmisión de datos es serial, un bit sigue a otro y la comunicación es del tipo Maestro – Esclavo, existiendo en el bus un solo dispositivo Maestro y varios dispositivos Esclavos conectados, el Maestro es el único que puede tomar la iniciativa de intercambio de información, no pudiendo los Esclavos comunicarse directamente.

Actualmente el protocolo Modbus utiliza las siguientes conexiones como medio de comunicación:

- RS-232, RS-422, RS-485.
- TCP/IP.
- Modbus Plus.
- Otras pilas mediante una variedad de medios, por ejemplo: fibra, radio, celular.

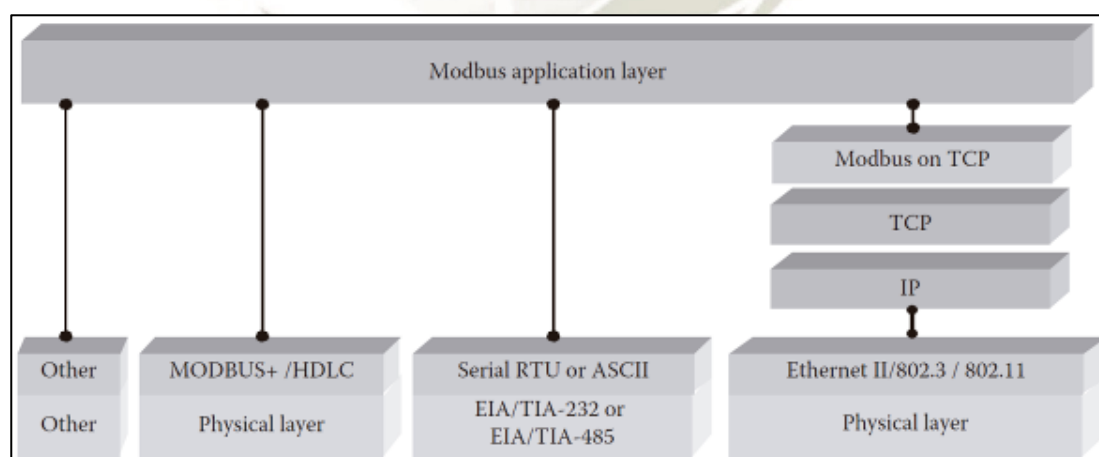


Figura 9. Pilas de Comunicación Modbus

Fuente: Tomado de *Industrial Communication Technology Handbook* (p. 10-2), por Zurawski, R. (2015), California, USA. CRC Press.

Nuestra investigación se basa en el uso del protocolo Modbus TCP/IP.

2.6.1.1 Modbus TCP/IP

Es la evolución de los protocolos seriales (Modbus RTU y Modbus ASCII), en este protocolo aparecen algunos cambios, los equipos ahora son nombrados Cliente y Servidor, es decir, los maestros ahora son clientes y los esclavos son servidores.

Este protocolo se estandariza con la norma ANSI/EIAT/TIA 568A y 568B, donde se definen: la topología, distancia máxima de los cables, rendimiento de los componentes, las tomas y conectores a usar; el conector usado es el RJ-45 ver Figura 10, todos los equipos Modbus TCP deben tener asignada una dirección IP.

Conexión RJ45 Normas T568A y T568B				
Pin	Cable	Color, T568A	Color, T568B	RJ45 pines
1	positivo	 blanco/verde rayado	 blanco/naranja rayado	
2	negativo	 verde entero	 naranja entero	
3	positivo	 blanco/naranja rayado	 blanco/verde rayado	
4	negativo	 azul entero	 azul entero	
5	positivo	 blanco/azul rayado	 blanco/azul rayado	
6	negativo	 naranja entero	 verde entero	
7	positivo	 blanco/marrón rayado	 blanco/marrón rayado	
8	negativo	 marrón entero	 marrón entero	

Figura 10. Conexión RJ-45 según la norma ANSI/EIAT/TIA 568A y 568B

Fuente: Tomado de *Redes e Instalaciones, Cableado Estructurado de Redes* (<https://conocimientosdehoy.blogspot.com/2014/10/norma-de-colores-568a-y-568b.html>).

Modbus define una trama genérica PDU (Protocol Data Unit), mediante el cual los equipos intercambian información cumpliendo el formato como se muestra en la Figura 11.

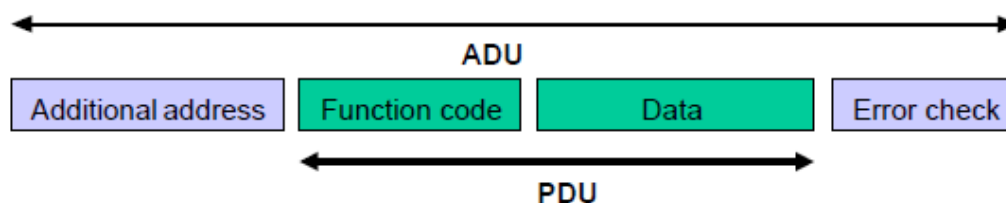


Figura 11. Trama genérica Modbus

Fuente: Tomado de *Modbus Application Protocol Specification V1.1b3* (p. 3), por Modbus Organization (2012), [Archivo PDF] (https://www.modbus.org/docs/Modbus_Application_Protocol_V1_1b3.pdf).

En Modbus TCP/IP, el PDU es encapsulado en una red TCP/IP, al realizarse este encapsulamiento aparece en la trama el campo MBAP Header (Modbus Application Protocol Header) ver Figura 12.

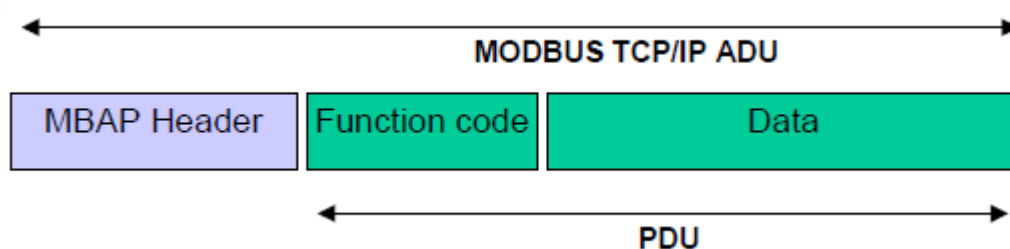


Figura 12. Trama Modbus solicitud/respuesta en TCP/IP

Fuente: Tomado de *Modbus Messaging On TCP/IP Implementation Guide V1.0b* (p. 4), por Modbus Organization (2006), [Archivo PDF] (https://www.modbus.org/docs/Modbus_Messaging_Implementation_Guide_V1_0b.pdf).

El MBAP Header contiene los campos que aparecen en la Tabla 2:

Tabla 2

Campos del MBAP Header

Campos	Longitud	Descripción	Cliente	Servidor
Identificador de transacción	2 Bytes	Identificación de una petición Modbus/Respuesta a una transacción	Inicializado por el cliente	Recopiado por el servidor de la solicitud recibida
Identificador de protocolo	2 Bytes	0 = Protocolo Modbus	Inicializado por el cliente	Recopiado por el servidor de la solicitud recibida
Longitud	2 Bytes	Número de bytes siguientes	Inicializado por el cliente (solicitud)	Inicializado por el servidor (Respuesto)
Identificador de unidad	1 Byte	Identificación de un esclavo remoto conectado en una línea serie o en otros buses.	Inicializado por el cliente	Recopiado por el servidor de la solicitud recibida

Fuente: Adaptado de *Modbus Messaging On TCP/IP Implementation Guide V1.0b* (p. 5), por Modbus Organization (2006), [Archivo PDF] (https://www.modbus.org/docs/Modbus_Messaging_Implementation_Guide_V1_0b.pdf).

Por lo tanto, el usuario en la configuración inicial debe asignar una dirección IP al Cliente y también la dirección IP del Servidor con el que se va a comunicar.

2.6.2 PROFIBUS

PROFIBUS son las siglas de Process Field Bus, es un bus de campo normalizado en la IEC 61158/EN 50 170, que permite conectar equipos de campo como: actuadores, sensores, periféricos o accionamientos descentralizados a sistemas de automatización, HMI, control y sistemas de instrumentación; garantizando una óptima comunicación entre ellos ver Figura 13.

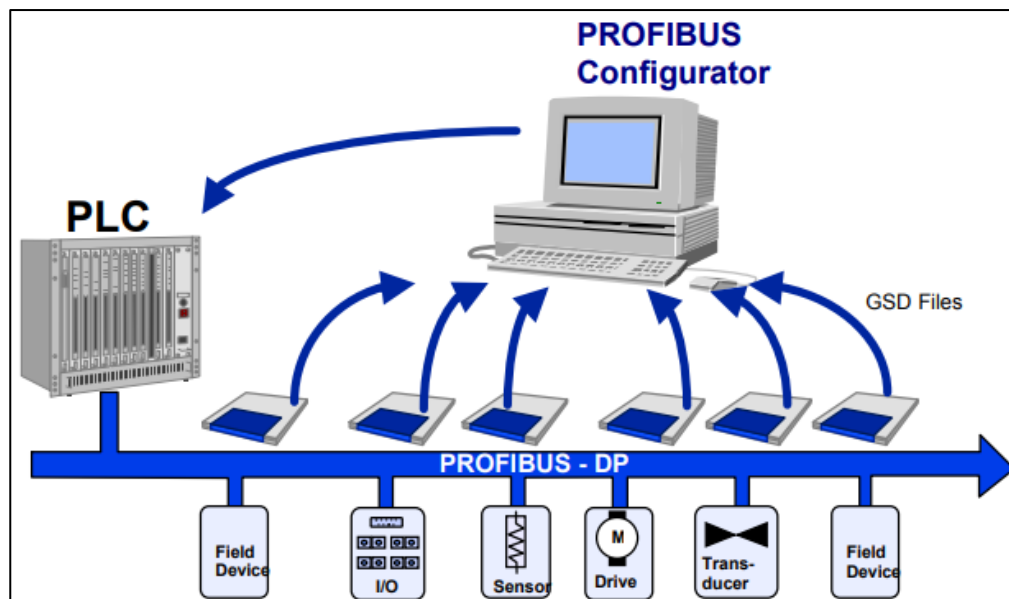


Figura 13. Dispositivos de campo PROFIBUS

Fuente: Tomado de IEC 61158 Working with PROFIBUS-DP Device Description Data Files GSD (p. 4), por Siemens (2003), [Archivo PDF] (https://cache.industry.siemens.com/dl/files/306/1172306/att_39239/v1/gsd_e.pdf).

PROFIBUS se caracteriza por:

- Es un sistema de estándar abierto, potente y robusto.
- Compatibilidad.
- Posee alta capacidad de ampliación.
- Gran fiabilidad.

La topología de PROFIBUS es un bus de campo, donde todos los dispositivos están conectados a este bus central tal como se muestra en la Figura 13.

En PROFIBUS existe tres versiones, cada una especializada para un campo de comunicación.

2.6.2.1 PROFIBUS FMS (Fieldbus Message Specification)

PROFIBUS FMS es la solución que puede emplearse para tareas de comunicación compleja entre los PC y los sistemas de control distribuido, en esta versión la funcionalidad es más importante que un menor tiempo de reacción.

2.6.2.2 PROFIBUS PA (Process Automation)

El PROFIBUS PA es una versión optimizada para aplicaciones de velocidad y bajo costo, cumple normas especiales de seguridad en ambientes peligrosos y con riesgo de explosión, su velocidad es de 31.25 Kbps y aplicable hasta una distancia de 1.9 km.

2.6.2.3 PROFIBUS DP (Decentralized Periphery)

Fue diseñado para la comunicación con rápida (hasta 12 Mbits/s) con periféricos descentralizados y con rápidos tiempos de reacción, por lo general una red PROFIBUS DP está constituida por un Maestro y varios Esclavos, por lo tanto, por su configuración del Maestro le permite conocer los esclavos que están conectados en la red y sus respectivas direcciones.

Este protocolo está optimizado para realizar transferencia de información a nivel de proceso (actuadores y sensores) de la pirámide CIM ver Figura 3.

La transmisión de información es realizada mediante señales eléctricas por medio de un cable apantallado de dos hilos trenzado o mediante señales ópticas a través de fibra óptica, ver Tabla 3.

Es un sistema mono-maestro, es decir que los mensajes de diagnóstico se transmiten en el bus y se recuperan en el maestro.

Tabla 3

Características de las versiones PROFIBUS

Versión PROFIBUS	PROFIBUS FMS	PROFIBUS PA	PROFIBUS DP
Aplicación	Automatización a nivel de campo y proceso	Automatización a nivel de entrada/salida	Automatización a nivel de entrada/salida
Estándar	EN 50 170/IEC 61158	IEC 1158-2	EN 50 170/IEC 61158
Ventaja	Universal	Orientado a aplicación	Rápido
Tiempo de respuesta	< 60 ms	< 60 ms	1 - 5 ms
Tamaño de red	<=150 km	máximo 1.9 km	<=150 km
Velocidad	De 9.6 Kbit/s a 12 Mbit/s	31.25 Kbit/s	De 9.6 Kbit/s a 12 Mbit/s
Características	- Útil para tareas de comunicación compleja - Más importante es la funcionalidad	- Seguridad en ambientes peligrosos	- Alta velocidad - Constituido por un maestro y varios esclavos

Nota. Comparación de características entre las versiones PROFIBUS.

Para nuestra investigación optamos el uso del PROFIBUS DP, ya que nos permite trabajar con maestro y varios esclavos, y es optimizado para realizar transferencia de información con sensores y actuadores.

2.6.3 PROFINET

Este protocolo cumple con las especificaciones IEC 61158 para la automatización industrial que permite intercambiar datos entre controladores y dispositivos, es un estándar ethernet abierto. Por lo tanto, PROFINET es una solución Ethernet industrial que se encuentra en la Capa 7 del modelo OSI (es una aplicación).

Un sistema PROFINET está constituido por los siguientes dispositivos:

- Controladores (I/O-Controller): pueden acceder y procesar datos de los componentes, escribir en los dispositivos, por ejemplo: PLC, DCS (Distributed Control System), PAC (Controlador de Automatización Programable).

- Dispositivos (I/O-Device): Son bloques de entrada/salida, instrumentos de proceso, unidades, proxis, lectores u otros controladores; estos dispositivos son controlados por el controlador.
- I/O-Supervisor: es un software normalmente basado en un PC que configura parámetros y diagnostica dispositivos I/O individuales.
- Componentes de la red, tenemos dentro de ellos por ejemplo a los puntos de acceso a comunicaciones inalámbricas.

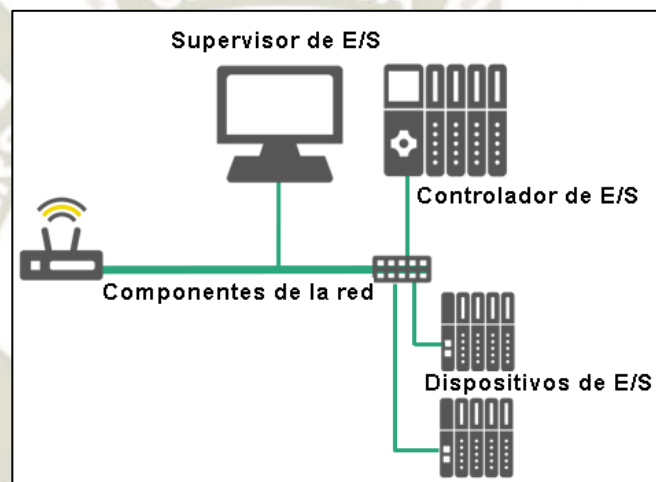


Figura 14. Ejemplo de tipos de dispositivos en una configuración de red

Fuente: Tomado de *PROFINET: PAGINA DE TECNOLOGIA*, por TECHNOLOGY, PROFIBUS – PROFINET North America (2021), (<https://us.profinet.com/tecnologia/profinet-es/>).

La comunicación entre componentes en PROFINET es cíclica y acíclica, esto incluye alarmas, diagnósticos y otra información relacionada ver Figura 14. Debido que para su comunicación se basa en el estándar Ethernet tiene como ventajas:

- Maneja un alto ancho de banda.
- Versatilidad, puesto que usa el estándar Ethernet.

- Intercambia datos de forma rápida y determinista.
- Más oportunidades de expansión.

Este protocolo utiliza tres canales de comunicación:

- TCP/IP: Ideal para funciones no deterministas como transmisiones de audio y video, funciones no deterministas.
- PROFINET RT (PROFINET en Tiempo Real), se omiten las capas de TCP/IT el cual permite obtener un rendimiento determinista de las aplicaciones de automatización en el rango de 1 a 10 ms.
- PROFINET IRT (PROFINET en Tiempo Real Isócrono), prioriza las señales y la comunicación programada ofreciendo sincronización de alta precisión, esto es de utilidad para aplicaciones como control de movimiento.

Una ventaja de este protocolo es que permite utilizar los 03 canales de comunicación en simultáneo, compartiendo el ancho de banda, lo que garantiza que al menos el 50% de cada ciclo de I/O está disponible para las comunicaciones TCP/IP.

A continuación, mencionamos algunas características de PROFINET:

- Dispositivo compartido.
- Redundancia.
- Reemplazo simple de dispositivos.
- Permite configurar e instalar el dispositivo aun cuando está en funcionamiento.

- Es compatible con el estándar Ethernet, además, garantiza fácil acceso a la red, protege contra errores y operación indebida, previene accesos no autorizados utilizando estándares de seguridad, por ejemplo: cortafuegos y VPN ver Figura 15.

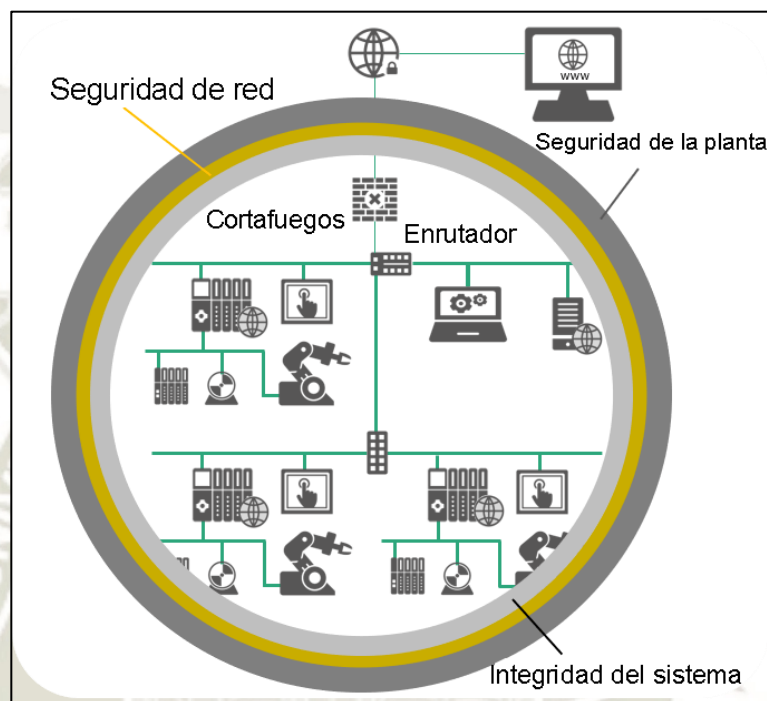


Figura 15. Enfoque de defensa a profundidad: Varias capas de seguridad

Fuente: Tomado de *PROFINET: PAGINA DE TECNOLOGIA*, por TECHNOLOGY, PROFIBUS – PROFINET North America (2021), (<https://us.profinet.com/tecnologia/profinet-es/>).

Los equipos PROFINET están diseñados para trabajar en entornos desafiantes y tiene la capacidad de ofrecer velocidad de precisión que se requiere en las plantas de fabricación. PROFINET está sustituyendo gradualmente a PROFIBUS PA y DP.

Similitudes y diferencias entre PROFIBUS y PROFINET ver Tabla 4.

Tabla 4

Similitudes y diferencias entre PROFIBUS y PROFINET

	PROFIBUS	PROFINET
Organización	PROFIBUS & PROFINET International	
Definición de Hardware	Archivo GSD	
Perfiles de aplicación	Iguales	
Capa física	RS-485	Ethernet
Velocidad de tx de datos	12 Mbit/s	1 Gbit/s o 100 Mbit/s
Telegrama	244 bytes	1440 bytes (cíclico) ¹
Espacio de direccionamiento	126	ilimitado
Tecnología	master/slave	proveedor/consumidor
Wireless	posible	IEEE 802.11, 15.1
Motion	32 ejes	> 150 ejes
Machine-to-machine	no	si
Integración vertical	no	si
Conectividad	PA + otros ²	muchos buses

Fuente: Tomado de PROFIBUS vs PROFINET, Comparación y Estrategias de Migración (p. 2), por Ayllon, N. (2018), PROFIBUS – PROFINET North America (<https://us.profinet.com/wp-content/uploads/2018/12/PB-vs-PN3.pdf>)

2.7 Sistema de control

2.7.1 Términos básicos

Pérez, M. et al. (2007) “define los siguientes términos básicos de un sistema de control: 1) Planta: Es un equipo o conjunto de equipos que permiten realizar una operación determinada. Cuando se tiene un conjunto de equipos interactuando para generar un producto se tiene una planta industrial. 2) Proceso: Está constituido por una serie de operaciones coordinadas sistemáticamente para producir un resultado final que puede ser un producto, 3) Sistema: es una combinación de componentes físicos que actúan conjuntamente para cumplir un determinado objetivo”.

2.7.2 Clases de sistemas de control

2.7.2.1 Sistemas en lazo abierto

“En este tipo de sistemas la salida no tiene efecto alguno sobre la acción de control” (Ogata, 2010), como se muestra en la Figura 16.

Los sistemas de control en lazo abierto se caracterizan porque no existe una comparación entre la señal de entrada con la de salida y ante la presencia de alguna perturbación en el sistema provocará que no se obtenga el valor deseado.

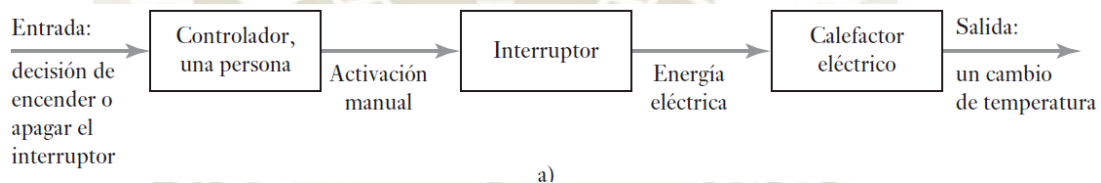


Figura 16. Diagrama de bloques de un sistema de lazo abierto

Fuente: Tomado de *MECATRÓNICA, Sistemas de Control Electrónico en la Ingeniería Mecánica y Eléctrica* (p. 11), por Bolton, W. (2017), Alfaomega Grupo Editor S.A.

2.7.2.2 Sistemas en lazo cerrado

“En un sistema de control en lazo cerrado, se alimenta al controlador la señal de error, que es la diferencia entre la señal de entrada y la señal de realimentación, con el fin de reducir el error y llevar la salida del sistema a un valor deseado.” (Ogata, 2010), como se muestra en la Figura 17. A este efecto se le denomina retroalimentación.

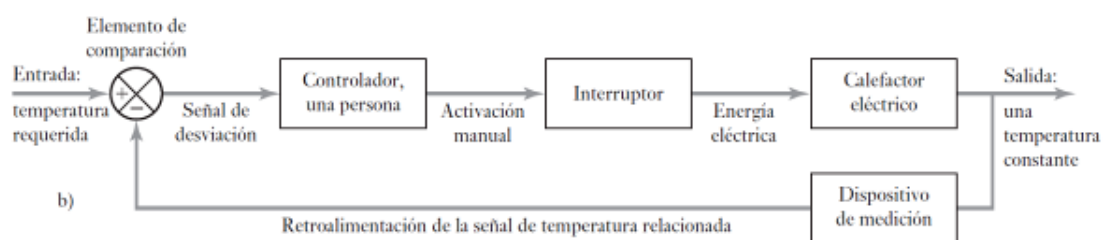


Figura 17. Diagrama de bloques de un sistema de control en lazo cerrado

Fuente: Tomado de *MECATRÓNICA, Sistemas de Control Electrónico en la Ingeniería Mecánica y Eléctrica* (p. 11), por Bolton, W. (2017), Alfaomega Grupo Editor S.A.

2.7.3 Tipos de controladores

2.7.3.1 Controlador Si/No

El controlador Sí/No o Todo o Nada adopta dos posiciones, la señal de activación o encendido es 1 y la señal de desactivación o apagado es un 0.

“Una aplicación del control Si/No puede aplicarse en procesos que tienen una velocidad de reacción lenta o gran capacidad y poseen un tiempo de retardo mínimo. Usualmente son usados en control de nivel o temperatura de gran capacidad” (Creus, 2011) ver Figura 18.

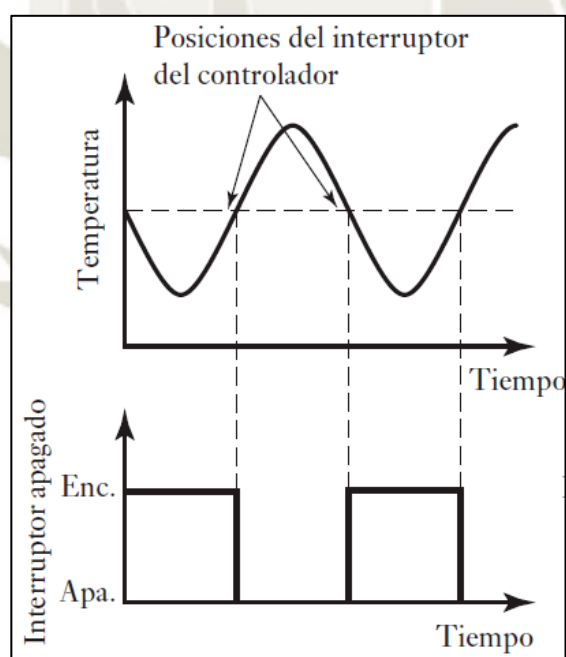


Figura 18. Control de dos posiciones

Fuente: Tomado de *MECATRÓNICA, Sistemas de Control Electrónico en la Ingeniería Mecánica y Eléctrica* (p. 510), por Bolton, W. (2017), Alfaomega Grupo Editor S.A.

2.7.3.2 Controlador PID

El controlador PID es un sistema de control avanzado en lazo cerrado más usado en la industria ver Figura 19, este controlador se compone de tres elementos: Proporcional, Integral y Derivativo.

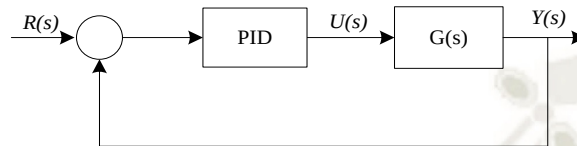


Figura 19. Diagrama de bloques

Fuente: Tomado de *Controladores PID* (p. 2), por Mazzone, V. (2017), [Archivo PDF] (https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2017-08-13_12-03-39141865.pdf).

Estos elementos pueden usarse en forma independiente o combinarse pudiendo ser: P, I, PI, PD y PID.

2.8 Instrumentación

Es el grupo de elementos que sirven para medir, controlar o registrar variables de un proceso con el fin de optimizar los recursos utilizados en éste,

El instrumento más conocido y utilizado es el reloj, el cual nos sirve para controlar el uso eficaz de nuestro tiempo.

La instrumentación es la ventana a la realidad de lo que está sucediendo en determinado proceso, lo cual servirá para determinar si el mismo va encaminado hacia donde deseamos, y de no ser así, podremos usar la instrumentación para actuar sobre algunos parámetros del sistema y proceder de forma correctiva.

2.8.1 Características de los instrumentos

Para Creus, (2011) “las características de mayor importancia para los instrumentos son: 1) Campo de medida o rango (Range), 2) Alcance (Span), 3) Error, 4) Escala completa de salida, 5) Exactitud (o inexactitud, accuracy), 6) Precisión, 7) Zona muerta (dead band), 8) Saturación, 9) Sensibilidad, 10) Repetibilidad, 11) Histéresis”.

2.8.2 Clases de instrumentos

Para Creus, (2011) “la clasificación de los instrumentos es en dos formas”:

2.8.2.1 De acuerdo con su función en el proceso

Instrumentos ciegos: Son instrumentos que no tienen indicación visible de la variable. Hay que hacer notar que son ciegos los instrumentos de alarma, tales como presostatos y termostatos que poseen una escala exterior con un índice de selección de la variable, ya que sólo ajustan el punto de disparo del interruptor o conmutador al cruzar la variable el valor seleccionado. Son también instrumentos ciegos, los transmisores de caudal, presión, nivel y temperatura sin indicación (Creus, 2011).

Instrumentos indicadores: Estos instrumentos tienen un índice y una escala graduada en la que puede leerse el valor de la variable. Según la amplitud de la escala se dividen en indicadores concéntricos y excéntricos (Creus, 2011).

Instrumentos registradores: Estos instrumentos registran con trazo continuo o a puntos la variable, y pueden ser circulares o de gráfico rectangular o alargado según sea la forma del gráfico (Creus, 2011).

Sensores: Ellos están en contacto con la variable y absorben energía del medio controlado para dar al sistema de medición una indicación en respuesta a la variación de la variable controlada (Creus, 2011).

Transmisores: Estos captan la variable de proceso a través del elemento primario y la transmiten a distancia en forma de señal neumática o eléctrica de 4 a 20 mA de corriente continua (Creus, 2011).

Transductores: Estos reciben una señal de entrada función de una o más cantidades físicas y la convierten modificada o no a una señal de salida, como por ejemplo transductores, un relé, un elemento primario, un transmisor, etc. (Creus, 2011).

Convertidores: Estos son aparatos que reciben una señal de entrada neumática o eléctrica procedente de un instrumento y después de modificarla envían la resultante en forma de señal de salida estándar (Creus, 2011).

Receptores: Estos reciben las señales procedentes de los transmisores y las indican o registran (Creus, 2011).

Controladores: Estos comparan la variable controlada (presión, nivel, temperatura) con un valor deseado y ejercen una acción correctiva de acuerdo con la desviación (Creus, 2011).

Elemento final de control: Este recibe la señal del controlador y modifica el caudal del fluido o agente de control (Creus, 2011).

2.8.2.2 En función de la variable de proceso

De acuerdo con la variable del proceso, los instrumentos se clasifican en:

Instrumentos de caudal, nivel, presión, temperatura, densidad y peso específico, humedad y punto de rocío, viscosidad, posición, velocidad, pH, conductividad, frecuencia, fuerza, turbidez, etc. Esta clasificación corresponde específicamente al tipo de las señales medidas siendo independiente del sistema empleado en la conversión de la señal de proceso (Creus, 2011).

2.9 Programación de PLC

La programación de un PLC comprende crear un conjunto de instrucciones las cuales al ser ejecutadas realizan una tarea determinada.

“Los lenguajes de programación para PLC se encuentran estandarizados bajo la norma IEC 1131-3, gracias a esto el usuario no necesita aprender varios lenguajes de programación” (Rodríguez, J. et al., 2014).

Los algoritmos se ejecutan en forma secuencial (una después del otro) por lo que deberá de cumplir ciertas reglas:

- Debe definir las siguientes partes: Entrada, Proceso y Salida.
- Debe ser preciso: indicando el orden de realización de cada paso.
- Debe estar definido: en las mismas condiciones de entrada, debe obtenerse siempre el mismo resultado.
- Debe ser finito: el algoritmo debe terminar en algún momento, en ninguna situación puede quedarse en un ciclo infinito.

La IEC 1131-3 estandariza cuatro lenguajes de programación y las clasifica de la siguiente manera:

2.9.1 Lenguajes gráficos

2.9.1.1 Diagrama de bloques funcionales (FBD, *Function Block Diagram*)

Es un lenguaje gráfico que utiliza bloques de símbolo lógico.

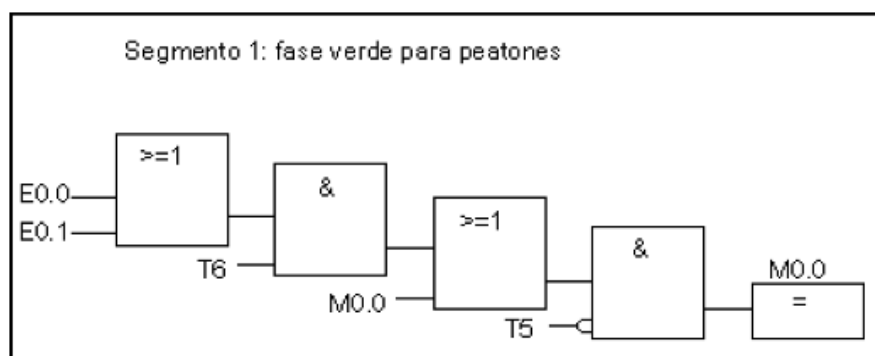


Figura 20. Ejemplo de diagrama de bloques funcionales (FBD)

Fuente: Tomado de *SIMATIC – Programar con Step 7* (p. 199), por Siemens AG (2017), [Archivo PDF] (https://cache.industry.siemens.com/dl/files/825/109751825/att_933150/v1/STEP_7_-_Programar_con_STEP_7.pdf).

2.9.1.2 Diagrama de Contactos (LD, *Ladder Diagram*)

Este lenguaje de programación es también conocido como diagrama escalera, las entradas se colocan al lado izquierdo y las salidas al lado derecho.

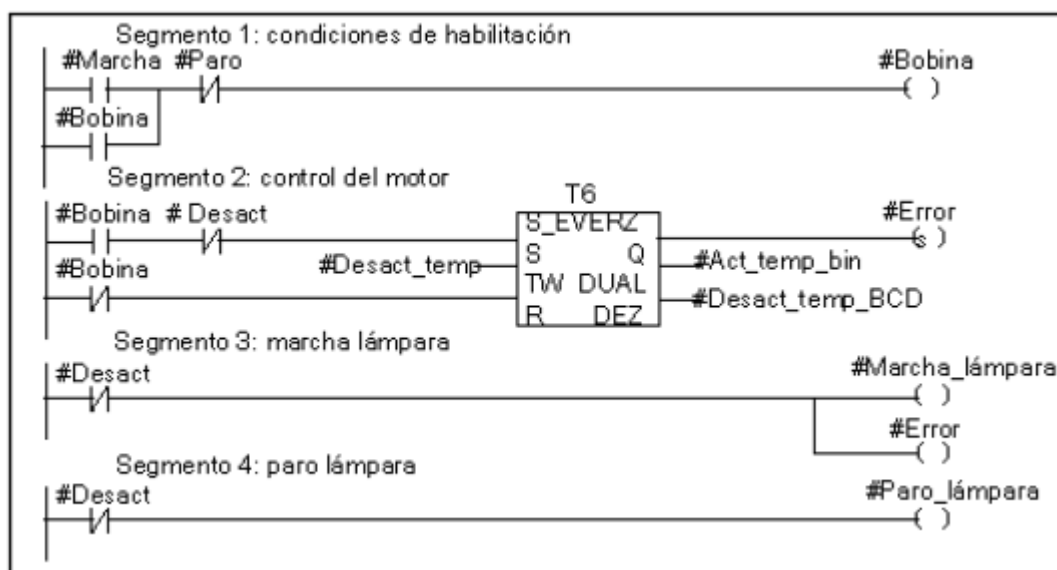


Figura 21. Ejemplo de diagrama de contactos (LD)

Fuente: Tomado de *SIMATIC – Programar con Step 7* (p. 198), por Siemens AG (2017), [Archivo PDF] (https://cache.industry.siemens.com/dl/files/825/109751825/att_933150/v1/STEP_7_-_Programar_con_STEP_7.pdf).

2.9.2 Lenguajes Literales o Lineales

2.9.2.1 Lista de instrucciones (IL, Instruction List)

Este lenguaje de programación es de tipo texto basado en los principios del lenguaje ensamblador (Rodríguez, J. et al., 2014).

```

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

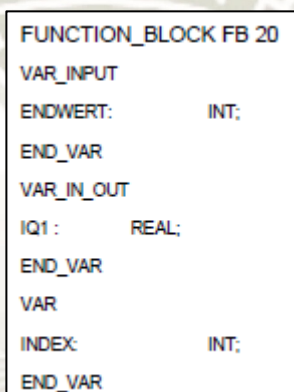
```

Figura 22. Ejemplo de lista de instrucciones

Fuente: Tomado de *SIMATIC – Programar con Step 7* (p. 200), por Siemens AG (2017), [Archivo PDF] (https://cache.industry.siemens.com/dl/files/825/109751825/att_933150/v1/STEP_7_-_Programar_con_STEP_7.pdf).

2.9.2.2 Texto estructurado (ST, *Structured Text*)

Es un lenguaje de alto nivel (lenguaje C y otros), se compone de una serie de instrucciones que pueden ejecutarse de manera condicionada (Rodríguez, J. et al., 2014).



```
FUNCTION_BLOCK FB 20
VAR_INPUT
ENDWERT:      INT;
END_VAR
VAR_IN_OUT
IQ1 :      REAL;
END_VAR
VAR
INDEX:      INT;
END_VAR
```

Figura 23. Ejemplo de texto estructurado (ST)

Fuente: Adaptado de *SIMATIC – Programar con Step 7* (p. 201), por Siemens AG (2017), [Archivo PDF] (https://cache.industry.siemens.com/dl/files/825/109751825/att_933150/v1/STEP_7_-_Programar_con_STEP_7.pdf).

“Los PLC requieren de espacios de memoria para poder almacenar datos temporalmente, para esto cuenta con espacios reservados de memoria, las cuales según el tipo de función que realizan son identificados de la siguiente manera: 1) Entrada (I), 2) Salida (Q), 3) Marcas (M), 4) Temporizadores (T), 5) Contadores (C)” (Rodríguez, J. et al., 2014).

2.10 Teleservicio y monitoreo remoto de datos

Hoy en día debido a la coyuntura actual, brindar soporte técnico a los equipos de automatización en planta es un riesgo para la salud, por lo cual, el uso de tecnologías que permitan atender estos requerimientos mediante un acceso remoto ha tomado mayor fuerza ya que constituye una protección sanitaria para el personal que brinda soporte técnico.

“Las plantas industriales se encuentran a menudo ampliamente diseminadas en distintas localidades regionales o hasta incluso traspasando fronteras. En estos días de cambio climático y urbanización, el diagnóstico y mantenimiento remoto se han vuelto indispensables en la automatización moderna, puesto que resultan más efectivos y económicos que el servicio técnico en sitio. Mediante el mantenimiento remoto, los errores se pueden reconocer rápidamente y eliminar, reduciendo el tiempo de parada de las máquinas e incrementando su disponibilidad” (Goremberg, 2016).

Las nuevas tecnologías nos permiten dar soporte sin necesidad de desplazarnos de nuestra oficina hacia la planta, pudiendo realizar acciones como: reprogramar, actualizar y depurar el Ladder; monitorear el proceso, testear.

2.10.1 Teleservicio

En (Gorember, 2016) hace la siguiente definición: “Cuando es requerida una intervención, entra en juego el mantenimiento remoto, también denominado teleservicio. Este incluye el intercambio de datos con la planta física con el propósito de detectar errores, hacer diagnóstico, mantenimiento, reparación y optimización del proceso. La base para un mantenimiento remoto óptimo consiste en lograr confiabilidad, disponibilidad, seguridad y bajo costo de la conexión de los datos”.

Para que sea posible este servicio técnico remoto a la planta es necesario contar conectado a la red industrial switches o router industrial, el cual va conectado a internet mediante un punto fijo, tarjeta Wifi o tarjeta 3G/4G.

La conexión entre el computador o celular mediante un switch o router industrial se realiza a través de un servidor externo en la nube, esta conexión es encriptada mediante un túnel VPN, esta nube no almacena datos, sólo es el canal de paso hacia la comunicación remota. Este tipo de conexión nos permite mantener segura la información enviada mediante la nube, ya que sólo es accesible por medio de cuentas privadas y sólo es posible acceder a la información del router o switch configurado en la cuenta ver Figura 24.

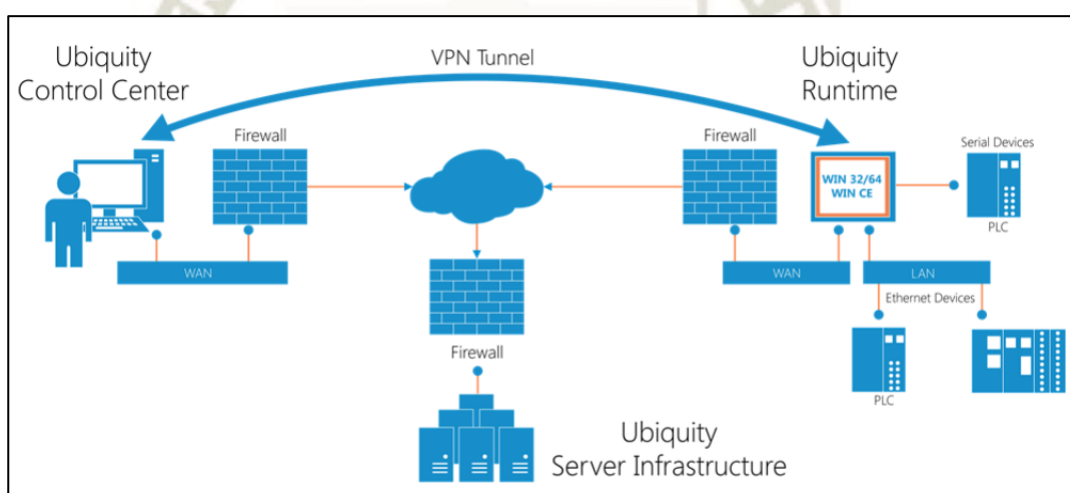


Figura 24. Conexión mediante túnel VPN

Fuente: Tomado de *¿Qué es el acceso remoto o telemantenimiento?* (2015), Contaval (<https://www.contaval.es/que-es-el-acceso-remoto-o-telemantenimiento/>).

2.10.2 Monitoreo remoto de datos

El monitoreo remoto de datos es la actividad de recopilar datos, gestionar alarmas y almacenar historial de datos más importantes de máquinas remotas registrando: horas de operación, RPM, amperaje, temperatura, capacidad de

producción, cantidad de productos elaborados y defectuosos, visualización de KPI, etc., datos claves que nos permite prevenir fallos (mantenimiento predictivo) ya que podemos ser notificados de las condiciones de la planta en pocos segundos y tener índices de rendimiento de la planta, datos que pueden ser adecuados para ser transmitidos a los niveles superiores de la planta.

También es posible acceder y/o crear HMI del proceso, permitiendo supervisar el proceso vía internet en tiempo real, para esto se recomienda sólo visualizar el estado del proceso y recopilar datos ver Figura 25.

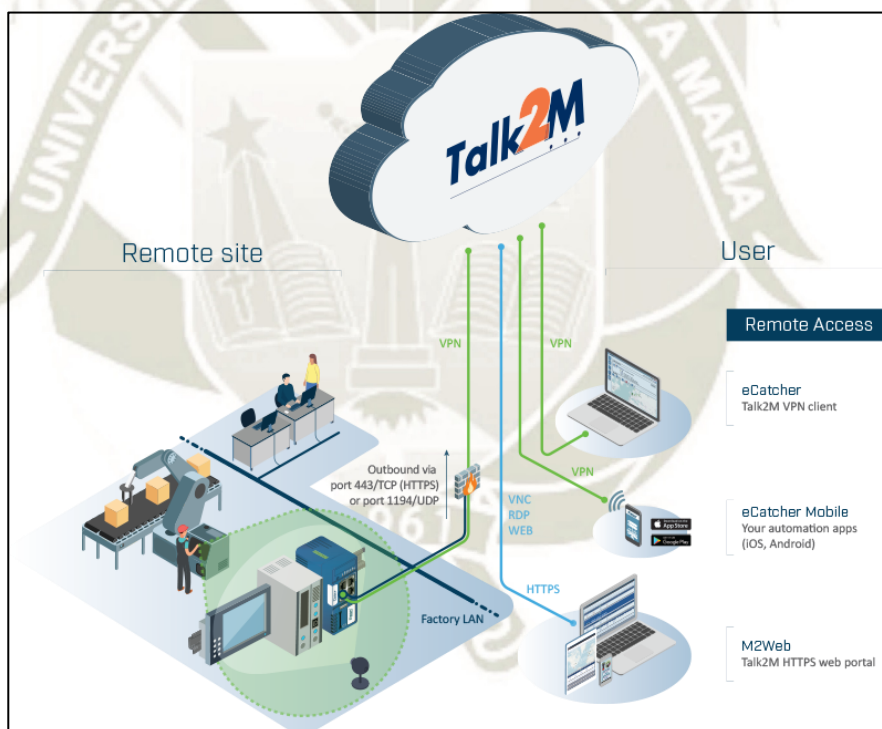


Figura 25. Monitoreo remoto de datos mediante Talk2M

Fuente: Tomado de Ewon by HMS Networks (2021) (<https://www.ewon.biz/es/productos/cloud-services>).

2.11 Sistemas de control supervisor y adquisición de datos (SCADA)

Un SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition o Supervisión Control y Adquisición de Datos), es un programa diseñado que permite acceder a datos en forma remota de un proceso, con la finalidad de controlar y utilizar según sea necesario (Rodríguez, 2013).

Un SCADA nos permite Supervisar y Controlar procesos industriales mediante una interfaz en el cual el operador puede visualizar en una pantalla del computador cada una de las estaciones remotas que conforman la planta, alarmas, estados en tiempo real, tendencias, etc. Ver Figura 26.

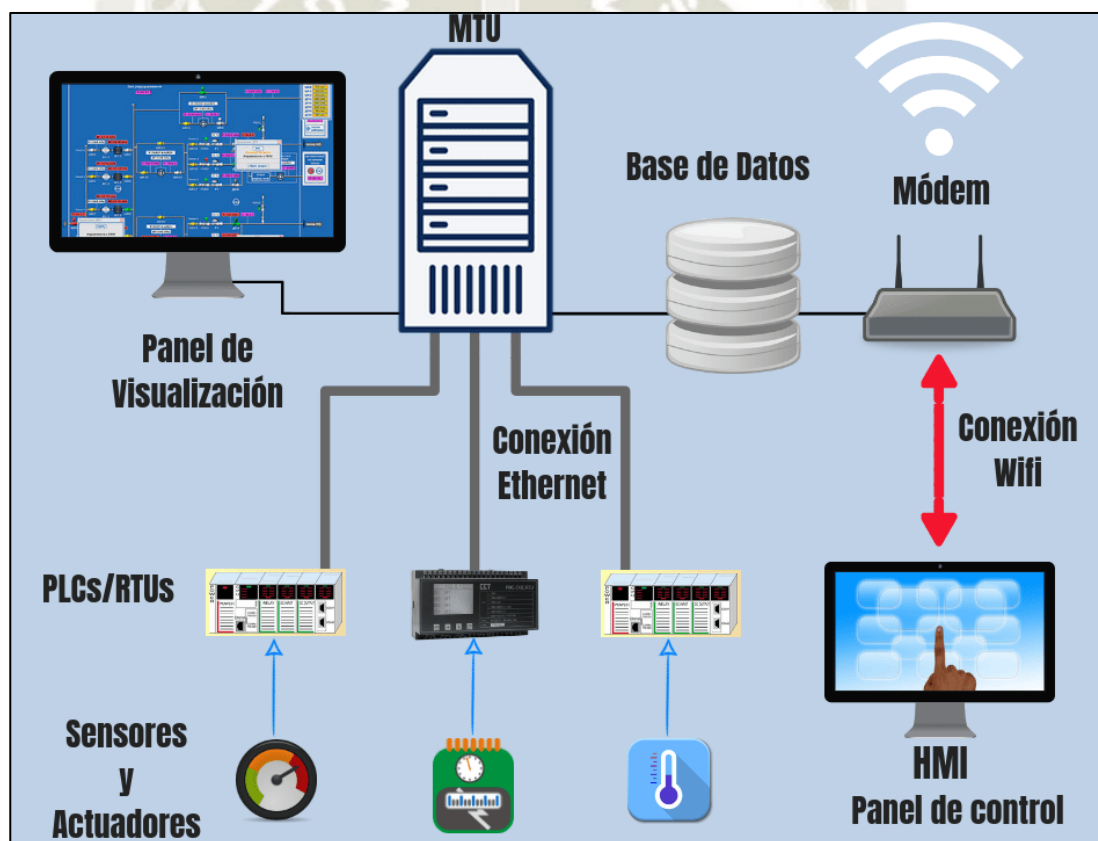


Figura 26. Ejemplo de arquitectura SCADA

Fuente: Tomado de *Que es un sistema SCADA, para qué sirve y como funciona*, Centro de formación técnica para la industria (<https://www.cursosaula21.com/que-es-un-sistema-scada/>).

Un software SCADA por lo general consta de dos entornos, uno donde se desarrolla la aplicación (gráficos, programación, animaciones, etc.) todo lo que permita representar el proceso a supervisar; y otro entorno donde se ejecuta la aplicación creada.

Las características principales de un software SCADA son:

- Ofrecer la posibilidad de crear alarmas con registro de incidencias.
- Ofrecer la posibilidad mostrar los datos más importantes del proceso, generar y almacenar datos históricos.
- Ofrecer la posibilidad de mostrar en tiempo real el estado actual del proceso.
- Debe permitir la ejecución de programas que modifiquen la ley de control bajo ciertas condiciones.

2.11.1 Transmisión de la información

Los sistemas SCADA para comunicarse lo pueden realizar por medio de un protocolo de comunicación industrial o vía Ethernet, esto nos permite usar computadoras o pantallas industriales remotas para realizar el envío de datos hacia una computadora central.

Los protocolos de comunicación industrial existentes pueden ser: cableados o no cableados, por ejemplo:

- Ethernet.
- Cable coaxial.
- Fibra óptica.
- Ondas de radio, etc.

2.11.2 Elementos del sistema SCADA

Pérez, (2017) nos dice: “un sistema SCADA está conformado por: 1) *Interfaz Operador – Maquinas*: entorno visual que brinda el sistema para que el operador se adapte al proceso desarrollado por la planta, 2) *Unidad Central (MTU)*: Conocido como Unidad Maestra, ejecuta las acciones de mando en base a los valores actuales de las variables medidas, 3) *Unidad Remota (RTU)*: Es todo elemento que envía algún tipo de información a la unidad central, es parte del proceso productivo y necesariamente se encuentra ubicada en la planta, 4) *Sistema de Comunicaciones*: Encargada de transferir la información del punto donde se realizan las operaciones hasta el punto donde se supervisa y controla el proceso, 5) *Transductores*: Son los elementos que permiten la conversión de una señal física en una señal eléctrica y viceversa”.

CAPÍTULO III. DISEÑO DEL MÓDULO DIDÁCTICO DE AUTOMATIZACIÓN POR REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL

Este capítulo muestra el proceso de diseño del módulo, la selección de la arquitectura y topología de las redes industriales del módulo, selección de equipos e instrumentos requeridos para el funcionamiento para luego concluir con una revisión de los costos finales del proyecto.

3.1 Diseño del módulo

El diseño del módulo didáctico de automatización por redes de comunicación industrial está dividido en las siguientes etapas:

3.1.1 Análisis de los requerimientos y funcionalidad del módulo

El módulo será diseñado para la educación de redes industriales a estudiantes universitarios por ende debe cumplir con la siguiente funcionalidad:

- Contar con 3 redes de comunicación industrial.
- Contar con una arquitectura maestro esclavo.
- Contar con periféricos que permitan la simulación e implementación de otros proyectos con el módulo.
- Soportar los elementos usados para el funcionamiento módulo.
- Tener en cuenta la ergonomía para el trabajo de los estudiantes.

3.1.2 Diseño preliminar del módulo

El módulo didáctico de automatización por redes de comunicación industrial instrumentalmente estará dividido en tres zonas instrumentales principales ver Figura 27, la primera contendrá a los equipos de mando, las dos últimas zonas contendrán a los equipos de comunicación y elementos de entradas y salidas, estas estarán divididas en secciones según el protocolo de comunicación industrial que se usará en estas de la siguiente manera:

- Zona de equipos de mando
- Zona de equipos de comunicación
 - Sección PROFINET
 - Sección PROFIBUS DP
 - Sección Modbus TCP
- Zona de caja de conexiones
 - Sección PROFINET
 - Sección PROFIBUS DP
 - Sección Modbus TCP

Como se puede observar en el esquema de la Figura 28.

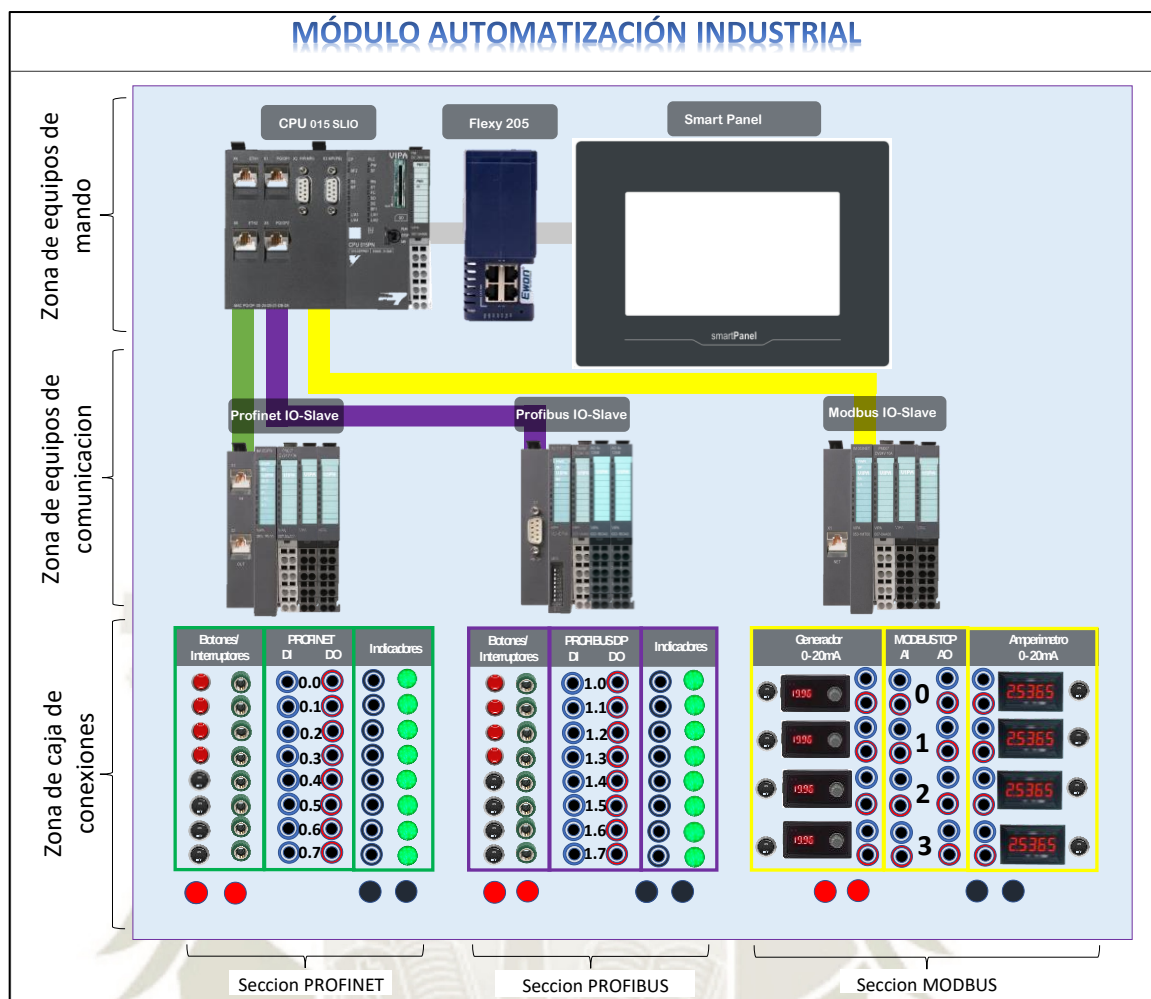


Figura 27. Esquema instrumental preliminar del módulo de automatización.

El módulo didáctico de automatización por redes de comunicación industrial físicamente estará constituido por 02 elementos principales el primer elemento encargado de soportar estructuralmente los pesos y cargas necesarias para el funcionamiento seguro del módulo y el segundo elemento encargado de servir de componente de simulación y comunicación con otros dispositivos periféricos, los cuales contendrán a las zonas instrumentales de la siguiente manera:

- Modulo portante:
 - Zona de equipos de mando
 - Zona de equipos de comunicación

- Caja eléctrica
 - Zona de caja de conexiones

Como se puede observar en el esquema de la Figura 28.

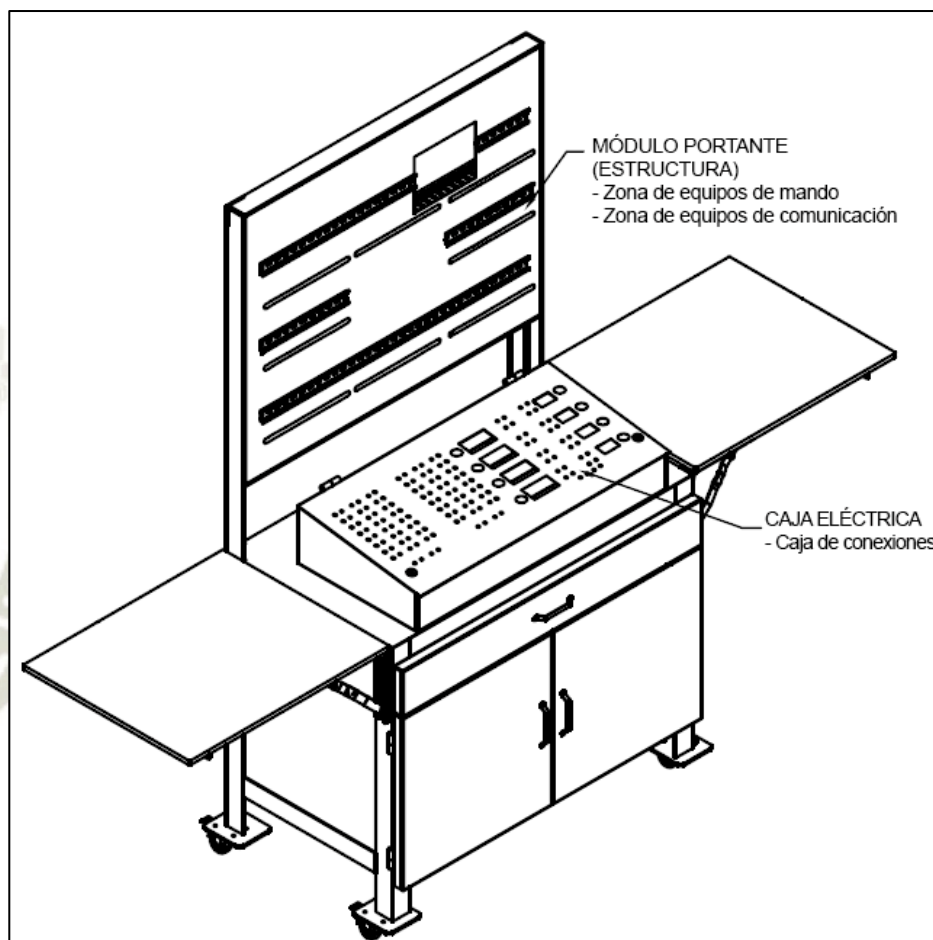


Figura 28. Esquema físico preliminar del módulo de automatización.

3.1.3 Selección de arquitectura y topología de las redes industriales del módulo

3.1.3.1 Arquitectura

La arquitectura del módulo ver Figura 29, respetara la arquitectura maestro esclavo solicitada en la funcionalidad del módulo respetando los siguientes niveles:

- Nivel de gestión: PC Administrativa.

- Nivel de control: PC de programación, PLC.
- Nivel de campo: Modulo de entrada y salida.
- Nivel de entrada y salida: Periféricos de entrada y salida.

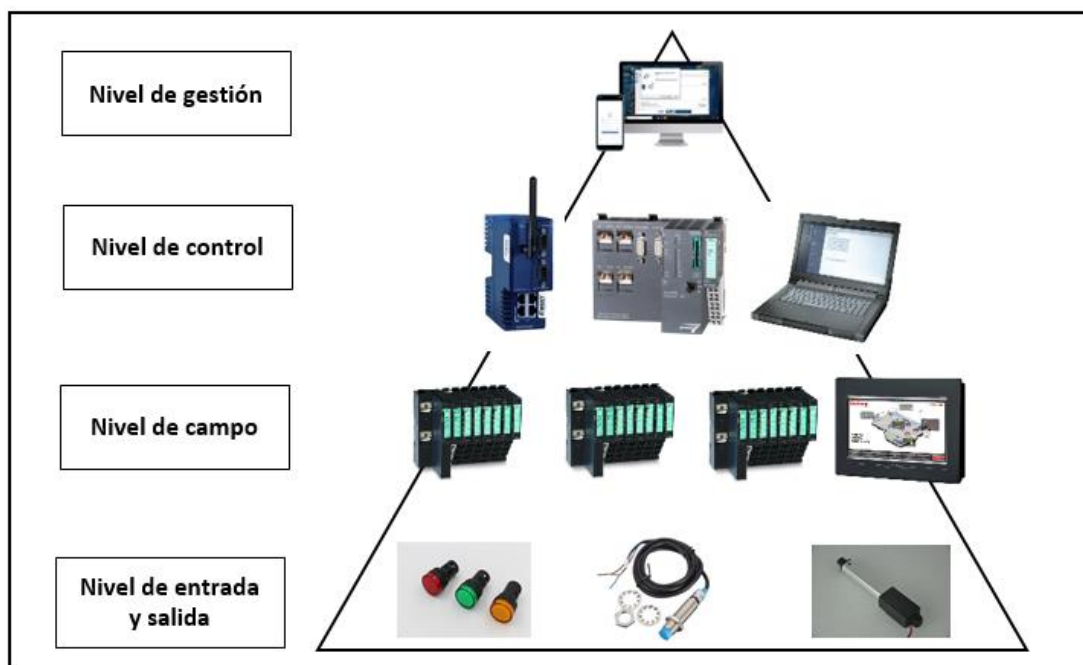


Figura 29. Arquitectura del módulo de automatización.

3.1.3.2 Topología.

Las topologías que se utilizarán en el módulo serán: Ver Figura 30

- Topología estrella
- Topología de bus

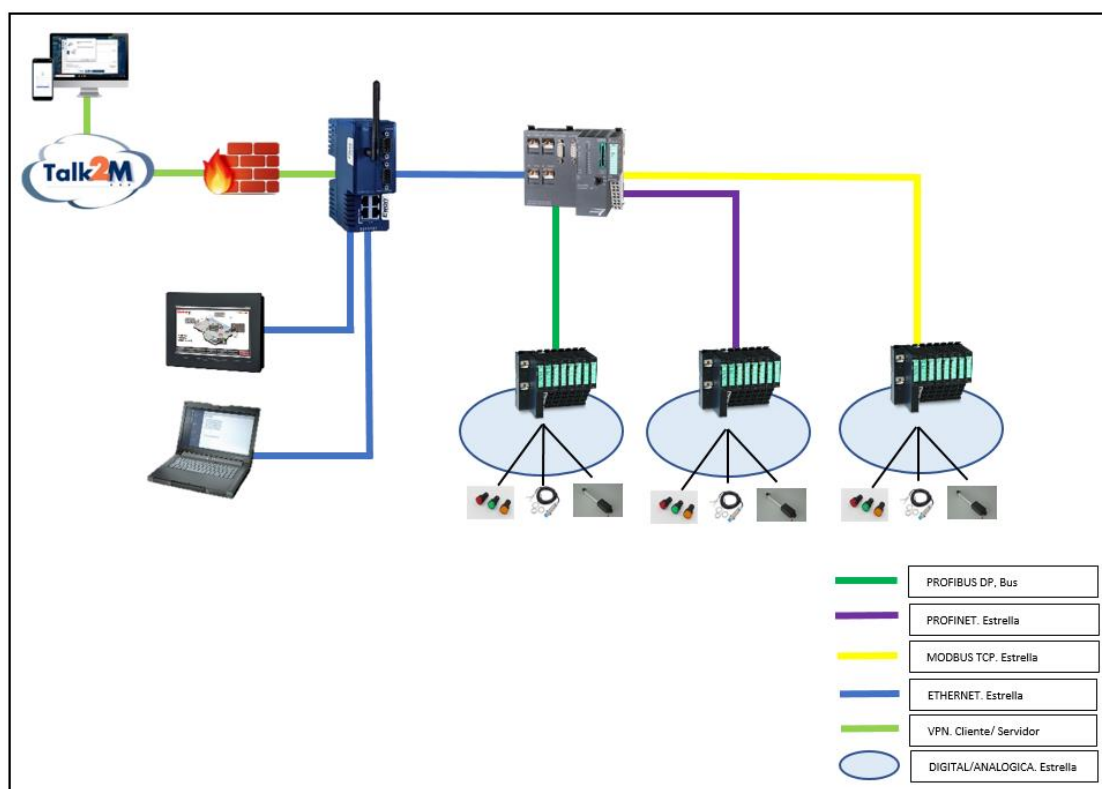


Figura 30. Topologías y tipos de comunicación del módulo de automatización.

3.1.3.3 Interfaces por usar

Para nuestro Módulo Didáctico de Automatización por Redes de Comunicación Industrial utilizaremos las siguientes interfaces:

- Ethernet
- RS-485

3.1.4 Selección de equipos e instrumentos a usar en el módulo

Se seleccionó los equipos Yaskawa VIPA debido a: 1) la funcionalidad y versatilidad de los equipos, debido a que permite el uso de varias redes comunicación industrial y 2) el menor costo de implementación en comparación con otros fabricantes.

3.1.4.1 PLC Maestro

Se seleccionó el PLC Maestro el CPU 015PN SLIO Yaskawa VIPA, el cual ofrece la posibilidad de utilizar varios protocolos de comunicación con un solo equipo, brinda la posibilidad de configurar hasta 64 módulos en la CPU, su programación se puede realizar mediante VIPA SPEED7 Studio, SIMATIC Manager y TIA Portal a menor costo en comparación de soluciones similares, sus principales características se muestran en la tabla 5:

Tabla 5 Principales características CPU 015PN SLIO Yaskawa VIPA.

					
	013C	014	015N	015PN	017PN
Load memory [Kb]	128	256	512	512	2048
Work memory [Kb]	64-128	128-256	256-512	256-512	512-2048
Ethernet dielbus	Modbus TCP / PROFINET	Modbus TCP / PROFINET	Modbus TCP / EthetCAT / PROFINET / I- Device	Modbus TCP / PROFINET	Modbus TCP / PROFINET
Serial fieldbus	PROFIBUS / MPI	PROFIBUS / MPI	PROFIBUS / MPI	PROFIBUS / MPI	PROFIBUS / MPI
ASCII, STX&ETX 3946 ®, USS master, Modbus master/slave	Si	Si	Si	Si	Si
Digital inputs	16	-	-	-	-
Digital outputs	12	-	-	-	-
Counters	4	-	-	-	-
Analog inputs	2	-	-	-	-
RJ45 interface	2	2	4	4	4
Max. Number of the expansion modules	64	64	64	64	64
Web server	Si	Si	Si	Si	Si
ENGINEERING TOOL	SPPED 7 Studio, SIMATIC Manager, TIA Portal, WinPLC7	SPPED 7 Studio, SIMATIC Manager, TIA Portal, WinPLC7	SPPED 7 Studio, SIMATIC Manager, TIA Portal	SPPED 7 Studio, SIMATIC Manager, TIA Portal	SPPED 7 Studio, SIMATIC Manager, TIA Portal

Fuente: Adaptado de *VIPA SLIO El sistema de control y E/S inteligente* (p. 11), por Yaskawa, (<https://vipausa.com/content/catalogs/VIPA%20Controls%20SLIO%20Control%20System%20Spanish%20Brochure.pdf>).

Se adjunta la ficha técnica del CPU 015PN SLIO Yaskawa VIPA en el Anexo 11.

El PLC maestro CPU 015PN SLIO tendrá toda la lógica programada, contará con una tarjeta de memoria VSC el cual permitirá usarlo también como PROFIBUS Máster y estará conectado a los 03 módulos esclavos I/O SLIO (PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP) mediante sus respectivos protocolos de comunicación.

3.1.4.2 Módulos esclavos

Para los módulos esclavos se seleccionó los equipos de E/S SLIO (Slice I/O) de Yaskawa VIPA, estos equipos nos permiten conectar periféricos de entrada y salida (sensores y actuadores) con el PLC maestro, existen módulos con diferentes protocolos de comunicación: PROFIBUS-DP, CANopen, PROFINET, Modbus, DeviceNet y EtherCAT; soportan hasta 64 módulos y tienen un módulo de alimentación integrado a menor costo en comparación de soluciones similares, ver Figura 31.

Para la implementación del módulo didáctico se seleccionó los siguientes módulos:

- a) Módulo PROFINET IO-Slave (053-1PN00): Módulo utilizado como esclavo PROFINET, se mencionan las siguientes características ver Tabla 6, más detalles en la ficha técnica adjunta en el Anexo 11:

Tabla 6
Características módulo PROFINET IO-Slave

Módulo	N° Referencia	053-1PN00
	Tipo de interfaz	Ethernet 100 Mbit
	Bus de campo	PROFINET-IO
	Conector	2xRJ45
	Fuente de alimentación (valor nominal)	DC 24 V
	Fuente de alimentación (rango permitido)	DC 20.4...28.8 V
	Consumo de corriente (operación sin carga)	95 mA
	Consumo de corriente (valor nominal)	0.95 A
	Corriente de arranque	3.9 A
	Protección contra polaridad inversa	si
	Máx. consumo de corriente en el bus posterior	3 A
	Máx. consumo de corriente de alimentación de	10 A
	Bastidores máximos	1
	Módulos por bastidor máximo	64
	Número de módulos digitales maximo	64
	Número de módulos analógicos maximo	64

Fuente: Adaptado de VIPA Controls America (<https://vipausa.com/content/datasheets/slio/053-1PN00%20VIPA-Control-Systems-Data-Sheet.pdf>).

- b) Módulo Modbus TCP IO-Slave (053-1MT00): Módulo utilizado como esclavo Modbus TCP, se mencionan las siguientes características ver Tabla 7, más detalles en la ficha técnica adjunta en el Anexo 11:

Tabla 7
Características módulo Modbus TCP IO-Slave

Módulo	N° Referencia	053-1MT00
	Tipo de interfaz	Ethernet 10/100 Mbit
	Bus de campo	Modbus TCP/IP
	Conector	RJ45
	Fuente de alimentación (valor nominal)	DC 24 V
	Fuente de alimentación (rango permitido)	DC 20.4...28.8 V
	Consumo de corriente (operación sin carga)	95 mA
	Consumo de corriente (valor nominal)	0.95 A
	Corriente de arranque	3.9 A
	Protección contra polaridad inversa	si
	Máx. consumo de corriente en el bus posterior	3 A
	Máx. consumo de corriente de alimentación de	10 A
	Bastidores máximos	1
	Módulos por bastidor máximo	64
	Número de módulos digitales maximo	64
	Número de módulos analógicos maximo	64

Fuente: Adaptado de VIPA Controls America (<https://vipausa.com/content/datasheets/slio/053-1MT00%20VIPA-Control-Systems-Data-Sheet.pdf>).

- c) Módulo PROFIBUS DP IO-Slave (053-1DP00): Módulo utilizado como esclavo PROFIBUS, se mencionan las siguientes características ver Tabla 8, más detalles en la ficha técnica adjunta en el Anexo 11:

Tabla 8

Características módulo PROFIBUS IO-Slave

Módulo	N° Referencia	053-1DP00
	Tipo de interfaz	RS485 aislado
	Bus de campo	PROFIBUS DP acorde EN 50170
	Conector	Sub-D, 9-pin, hembra
	Fuente de alimentación (valor nominal)	DC 24 V
	Fuente de alimentación (rango permitido)	DC 20.4...28.8 V
	Consumo de corriente (operación sin carga)	95 mA
	Consumo de corriente (valor nominal)	0.95 A
	Corriente de arranque	3.9 A
	Protección contra polaridad inversa	Si
	Máx. consumo de corriente en el bus posterior	3 A
	Máx. consumo de corriente de alimentación de	10 A
	Bastidores máximos	1
	Módulos por bastidor máximo	64
	Número de módulos digitales máximo	64
	Número de módulos analógicos máximo	64

Fuente: Adaptado de VIPA Controls America (<https://vipausa.com/content/datasheets/slio/053-1DP00%20VIPA-Control-Systems-Data-Sheet.pdf>).

- d) Módulos Entrada Digital SLIO 24Vdc (021-1BF00): se mencionan las siguientes características ver Tabla 9, para más detalles se adjunta la ficha técnica en el Anexo 11:

Tabla 9
Características módulo entrada digital SLIO

Módulo	N° Referencia	021-1BF00
	Número de entradas	8
	Consumo de corriente del bus posterior	60 mA
	Longitud de cable apantallado	1000 m
	Longitud de cable sin apantallar	600 m
	Valor nominal de carga	DC 20.4...28.8 V
	Voltaje de entrada para señal "0"	DC 0...5 V
	Voltaje de entrada para señal "1"	DC 15...28.8 V
	Entrada de corriente para señal "1"	3 mA
	Retardo de entrada de "0" a "1"	3 ms
	Retardo de entrada de "1" a "0"	3 ms
	Bytes de entrada	1

Fuente: Adaptado de VIPA Controls America (<https://vipausa.com/content/datasheets/slio/021-1BF00%20VIPA-Control-Systems-Data-Sheet.pdf>).

- e) Módulos Salida Digital SLIO 24Vdc (022-1BF00): se mencionan las siguientes características ver Tabla 10, para más detalles se adjunta la ficha técnica en el Anexo 11:

Tabla 10. Características módulo salida digital SLIO
Características módulo salida digital SLIO

Módulo	N° Referencia	022-1BF00
	Número de salidas	8
	Consumo de corriente del bus posterior	65 mA
	Longitud de cable apantallado	1000 m
	Longitud de cable sin apantallar	600 m
	Valor nominal de carga	DC 20.4...28.8 V
	Salida de corriente señal "1" valor nominal	0.5 A
	Retardo de salida de "0" a "1"	30 µs
	Retardo de salida de "1" a "0"	175 µs
	Retardo de entrada de "0" a "1"	3 ms
	Bytes de salida	1

Fuente: Adaptado de VIPA Controls America (<https://vipausa.com/content/datasheets/slio/022-1BF00%20VIPA-Control-Systems-Data-Sheet.pdf>).

- f) Módulo Entrada Analógica 4 pts. 0(4)-20mA (031-1BD40): se mencionan las siguientes características ver Tabla 11, para más detalles se adjunta la ficha técnica en el Anexo 11:

Tabla 11
Características módulo entrada analógica SLIO

Módulo	N° Referencia	022-1BF00
	Número de salidas	8
	Consumo de corriente del bus posterior	65 mA
	Longitud de cable apantallado	1000 m
	Longitud de cable sin apantallar	600 m
	Valor nominal de carga	DC 20.4...28.8 V
	Salida de corriente señal "1" valor nominal	0.5 A
	Retardo de salida de "0" a "1"	30 µs
	Retardo de salida de "1" a "0"	175 µs
	Retardo de entrada de "0" a "1"	3 ms
	Bytes de salida	1

Fuente: Adaptado de VIPA Controls America (<https://vipausa.com/content/datasheets/slio/031-1BD40%20VIPA-Control-Systems-Data-Sheet.pdf>).

- g) Módulo Salida Analógica 4 pts. 0(4)-20mA (032-1BD40): se mencionan algunas características ver Tabla 12, para más detalles se adjunta la ficha técnica en el Anexo 11:

Tabla 12 Características módulo salida analógica SLIO

Características módulo salida analógica SLIO

Módulo	N° Referencia	032-1BD40
	Número de salidas	4
	Consumo de corriente del bus posterior	80 mA
	Longitud de cable apantallado	200 m
	Voltaje nominal de carga	DC 24 V
	Protección contra inversión de polaridad del voltaje de carga nominal	si
	Máx. en resistencia de carga (rango de corriente)	350 Ohm
	Rangos de salida de corriente	0 mA...+20 mA +4 mA...+20 mA
	Límite operacional de los rangos de corriente	+/-0.4%...+/-0.5%
	Límite de error básico rangos de corriente	+/-0.2%...+/-0.3%
	Resolución en bit	12
	Tiempo de conversión	2 ms todos los canales

Fuente: Adaptado de VIPA Controls America (<https://vipausa.com/content/datasheets/slio/032-1BD40%20VIPA-Control-Systems-Data-Sheet.pdf>).

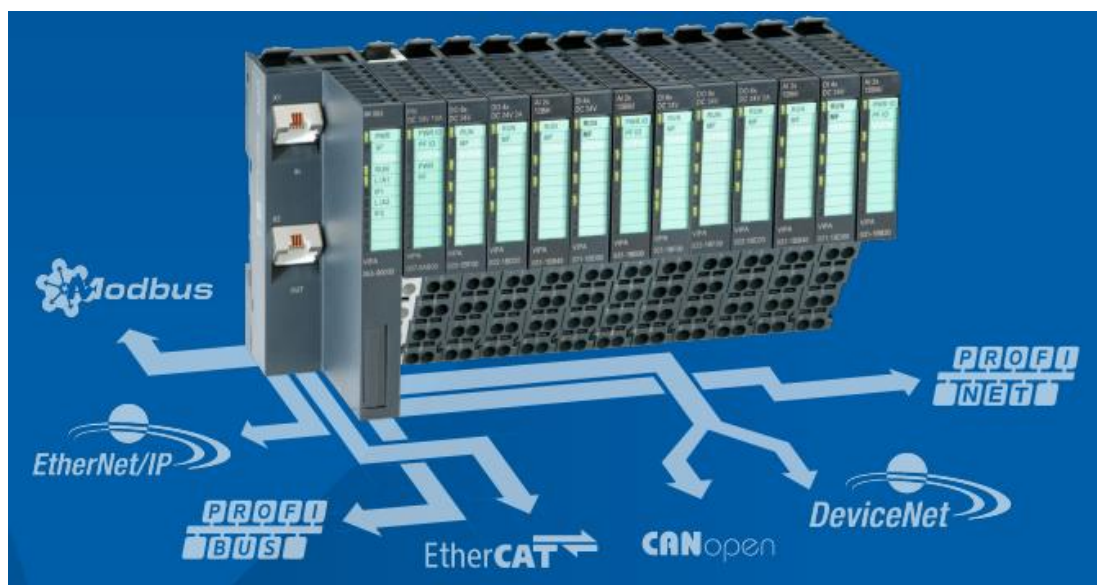


Figura 31. Módulos E/S SLIO – YASKAWA VIPA

Fuente: Tomado de VIPA SLIO El sistema de control y E/S inteligente (p. 3), por Yaskawa

(<https://vipausa.com/content/catalogs/VIPA%20Controls%20SLIO%20Control%20System%20Spanish%20Brochure.pdf>).

3.1.4.3 Periféricos

Se seleccionó los siguientes periféricos para implementar el módulo:

- Indicadores Luminosos: a continuación se muestra el indicador luminoso seleccionado para la caja de conexiones ver Figura 32.



Figura 32. Indicador luminoso 24V DC

- Pulsadores: para implementar la caja de conexiones se seleccionó los siguientes pulsadores para la simulación de entradas digitales ver Figura 33.



Figura 33. Pulsador

- c) Interruptores On/Off: para implementar la caja eléctrica se seleccionó dos tipos de interruptores: de tipo palanca y de tipo botón ver Figura 34.



Figura 34. Interruptores On/Off

Nota. Interruptor de la izquierda de tipo palanca, interruptor del lado derecho de tipo botón.

- d) Conectores: para las conexiones en la caja eléctrica se seleccionó conectores tipo banana macho de 4 mm ver Figura 35.



Figura 35. Conectores tipo banana macho 4 mm

Fuente: Adaptado de UNIT ELECTRONICS (<https://uelectronics.com/producto/conector-banana-macho-4mm/>)

- e) Generador de señal de corriente constante 4 – 20 mA 24Vdc.: para simular las entradas analógicas en el módulo Modbus, se seleccionó generadores de

señal de corriente constante de 4 – 20 mA Vdc ver Figura 36, se adjunta la ficha técnica en el Anexo 11.



Figura 36. Generador de señal de corriente constante 4 – 20 mA 24Vdc

- f) Amperímetro digital de 5 dígitos, rango de medición 0.0000 – 3.0000 A 24Vdc.: para simular las salidas analógicas en el módulo Modbus se seleccionó los siguientes amperímetros digitales que nos permitan medir corriente de 0 a 20 mA Vdc ver Figura 37, se adjunta la ficha técnica en el Anexo 11.



Figura 37. Amperímetro digital 0.0000 – 3.0000 A 24 Vdc

3.1.4.4 Router IIoT Flexy 205

Es un router VPN (Virtual Private Network) modular que nos permite tener acceso remoto a través de internet a equipos de la red industrial ver Figura 38.

Este equipo nos permite implementar las siguientes tareas:

- a) Teleservicio (Acceso remoto): Permite realizar reprogramaciones de PLC, HMI y corrección de errores a través del servicio de la nube Talk2M (internet).
- b) Monitoreo remoto de datos: Permite acceder hasta 2500 datos del proceso o máquina y almacenarlos en su memoria interna (Función Datalogger) hasta un millón de datos. También permite configurar alarmas y eventos de alerta para luego ser enviados por e-mail y/o mensajes SMS.

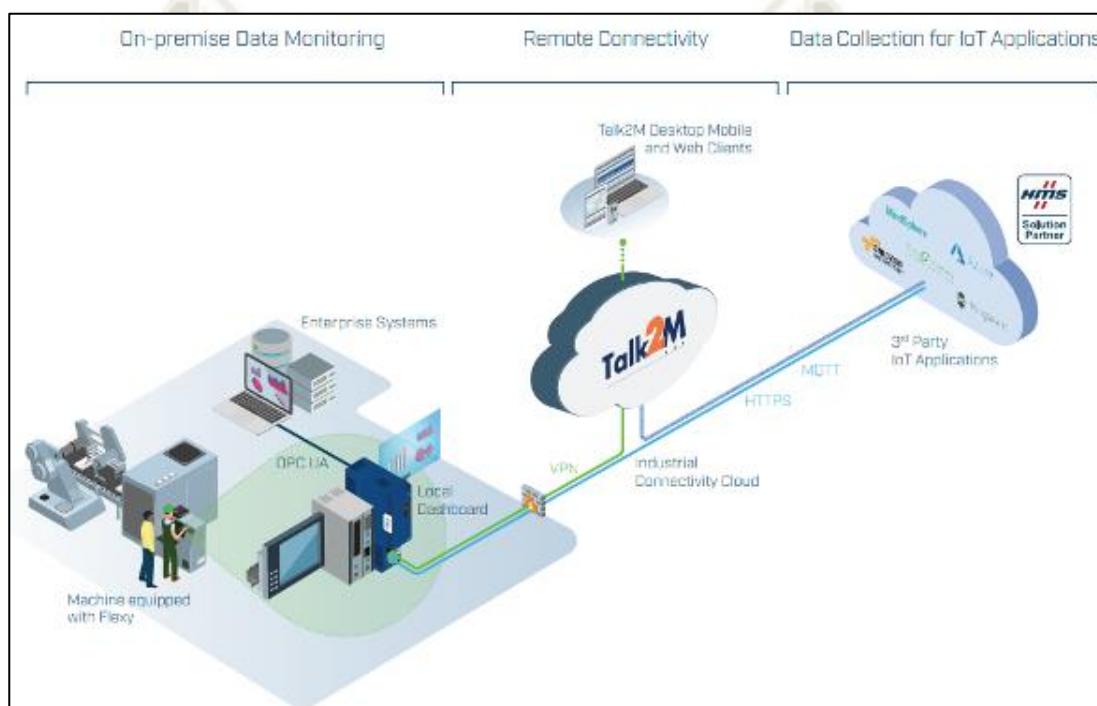


Figura 38. IloT Puerta de enlace con conectividad VPN

Fuente: Tomado de Flexy for Industrial Data Solution (p. 2), por Ewon by HMS Networks (https://www.hms-networks.com/docs/librariesprovider10/ewon-english/brochures/flexy_mktlf0036-en-3-2_210x280.pdf?sfvrsn=c69f0dd7_2).

A continuación, se muestra algunas de las especificaciones técnicas del router IloT Flexy 205 en la Tabla 13, más detalles se adjunta en el Anexo 11.

Tabla 13: Especificaciones técnicas del router IloT Flexy 205

Especificaciones técnicas del router IloT Flexy 205

Módulo	Especificaciones generales
	Enrutamiento
	Puertas de enlace Ethernet a serie
	Protocolos de adquisición de datos
	Alarmas
	Registro de datos
	Seguridad VPN
	Fuente de alimentación
Interfaz del módulo base Flexy 205	

Fuente: Tomado de Ewon by HMS Networks, (https://www.ewon.biz/products/ewon-flexy/flexy-205-?ordercode=Flexy20500_00MA).

3.1.4.5 SmartPanel TP307-SM

El SmartPanel es una solución inteligente para aplicaciones de tamaño mediano equipado con Movicon v11.6 Estándar, con lo que permite el fácil diseño de pantallas gráficas, alarmas, tendencias, recetas y datalogger.

Por medio de VCN-Cliente también se puede tener acceso al SmartPanel a través de teleservicio.

Permite una comunicación mediante las interfaces USB-A, Ethernet, RS232/422/485.

A continuación, se muestra algunas especificaciones técnicas del SmartPanel TP307-SM ver Tabla 14, más detalles en el Anexo 11.

Tabla 14

Especificaciones técnicas SmartPanel TP307-SM

Módulo	N° Referencia	H71-71A41-0
	Tamaño de pantalla (diagonal)	7"
	Resolución	480x800/800x480
	Procesador	Cortex-A8 1000 MHz
	Sistema operativo	Windos integrado Compact 7
	Software	Movicon 11 CE Estándar
	Memoria de trabajo	512 MB
	Memoria de usuario	4 GB
	Touchscreen	Si
Interfaces		
	Serial, COM1	RS232 / RS422 / RS485
	Puerto USB	1
	Puerto Ethernet	Ethernet 10/100 Mbit
	Voltaje alimentación	24 V DC

Fuente: Adaptado de VIPA Controls America (<https://vipausa.com/content/datasheets/hmi/H71-71A41-0%20VIPA-Control-Systems-Data-Sheet.pdf>).

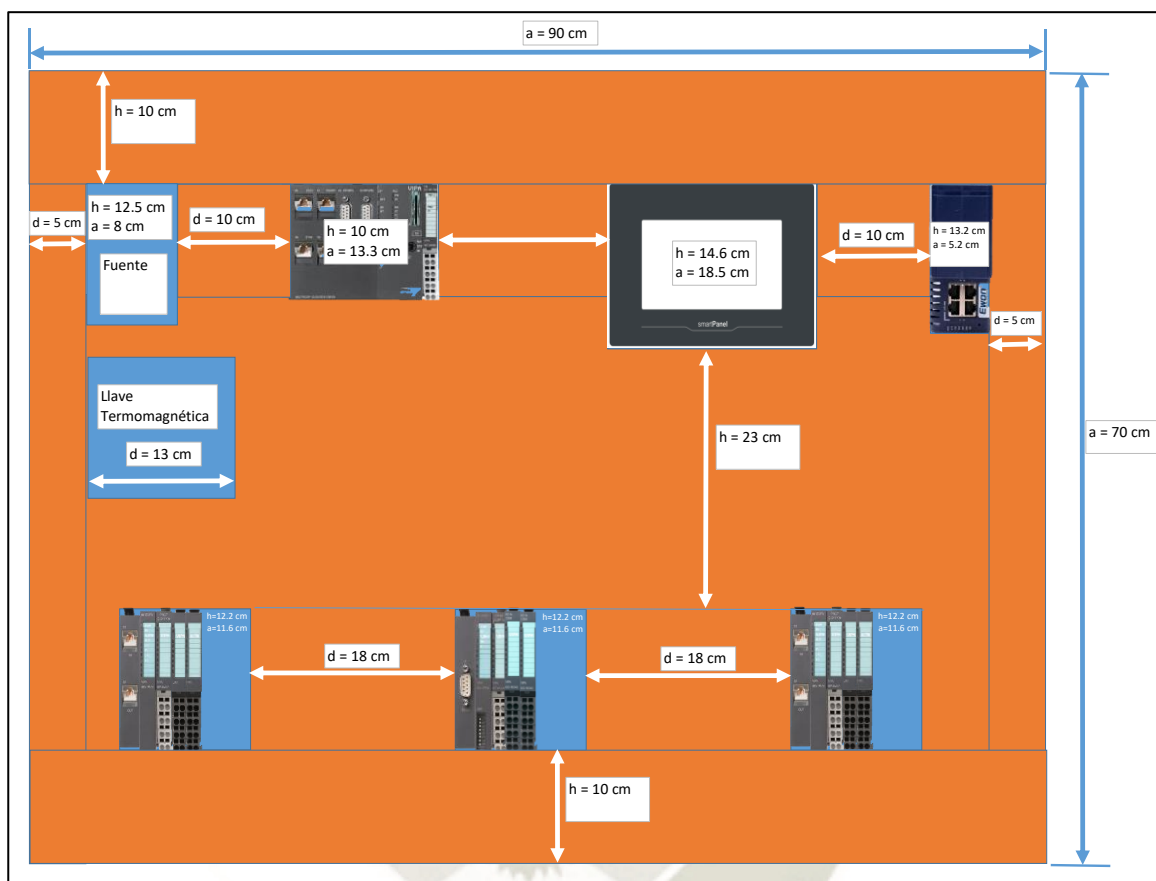
3.1.5 Diseño del módulo portante

3.1.5.1 Objetivos del diseño

EL módulo portante debe servir como un soporte estructural de todos los aparatos eléctricos y electrónicos descritos en el capítulo 2 del presente documento y el diseño preliminar Figura 27 y Figura 28.

3.1.5.2 Descripción de las necesidades

- Soportar estructuralmente los equipos eléctricos y electrónicos descritos en la Figura 27, y la caja de conexiones.
- Respetar la distribución de elementos eléctricos instrumentales del esquema de la Figura 39.
- Facilidad para el traslado y uso del módulo en un laboratorio electrónico.



na de distribución de los elementos eléctricos
fabricación

En la Figura 40 y Figura 41 se puede observar el diseño final del módulo
portante, los planos de fabricación se encuentran en el Anexo 1.

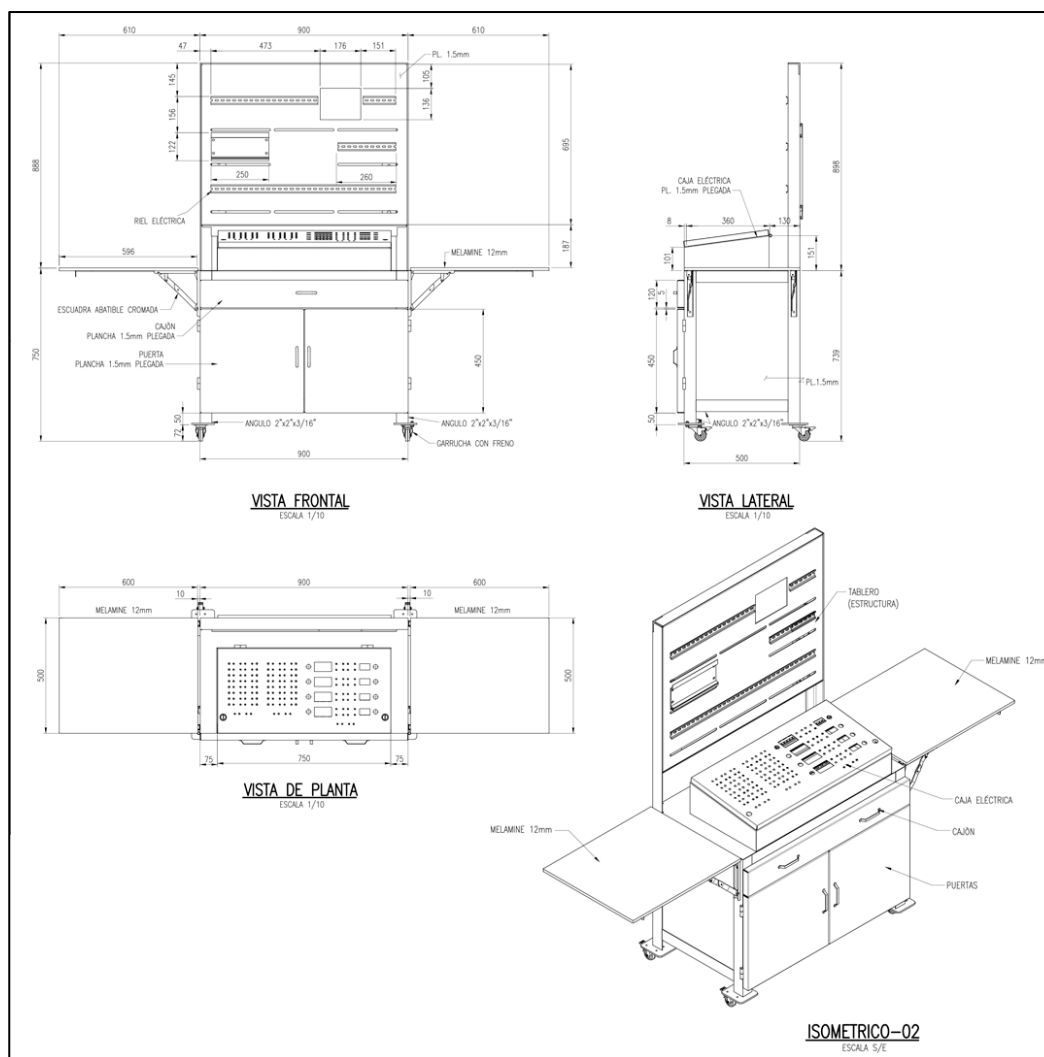


Figura 40. Módulo portante

3.1.6 Análisis estructural del módulo portante

3.1.6.1 Objetivo del análisis estructural

- Verificación estructural del módulo didáctico de automatización por redes de comunicación industrial, con la finalidad de salvaguardar equipos y personas en la utilización del módulo.
- Validar el diseño efectuado bajo el software SAP2000 con un análisis en función a norma con factores de incremento de carga, además de verificar el comportamiento como estructural con elementos finitos (Solidos).

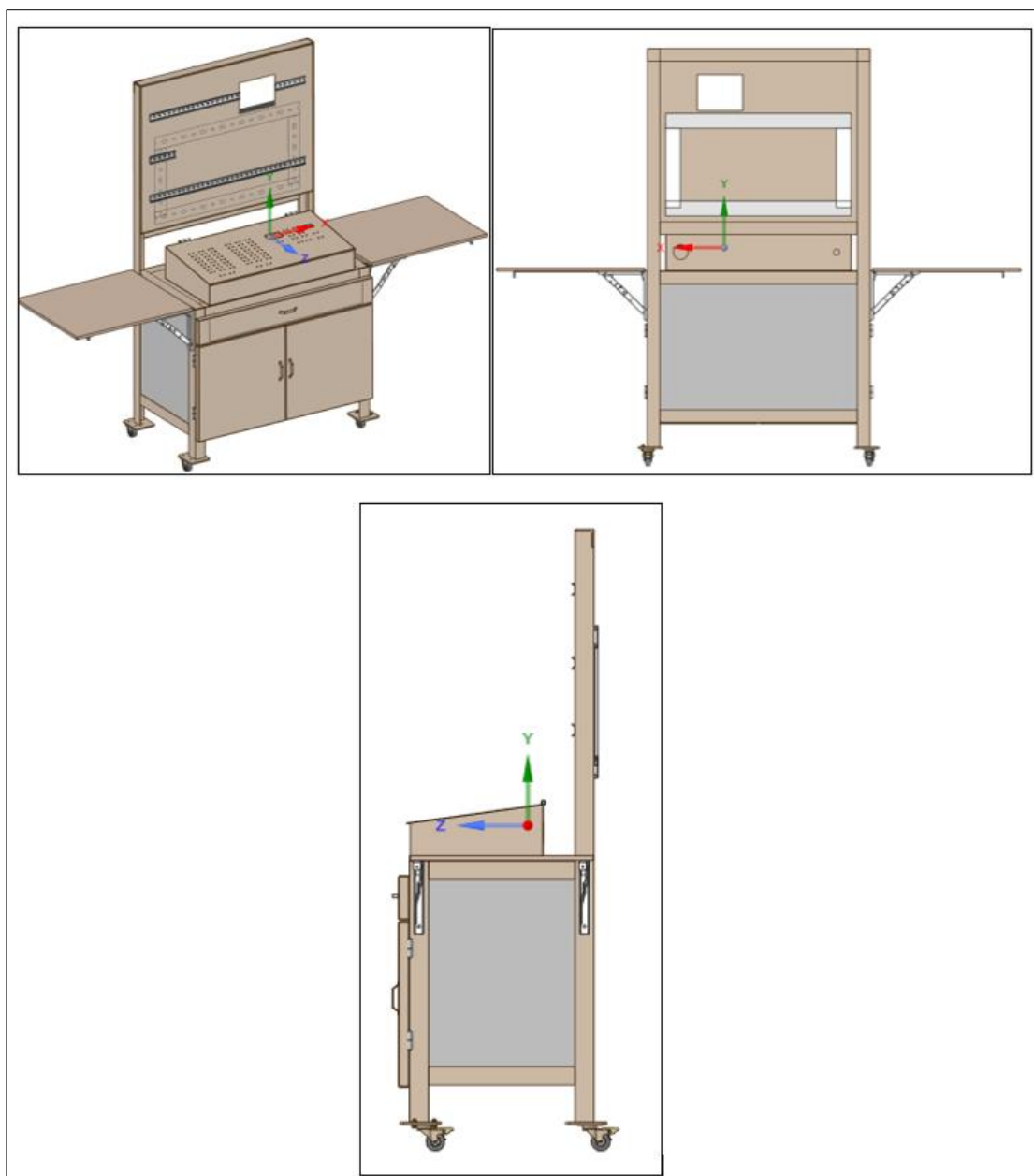


Figura 41. Módulo portante – vistas generales

3.1.6.2 Normas y código

- AISC American Institute of Steel Construction
- AWS Sociedad Americana de Soldadura

3.1.6.3 Parámetros básicos de diseño

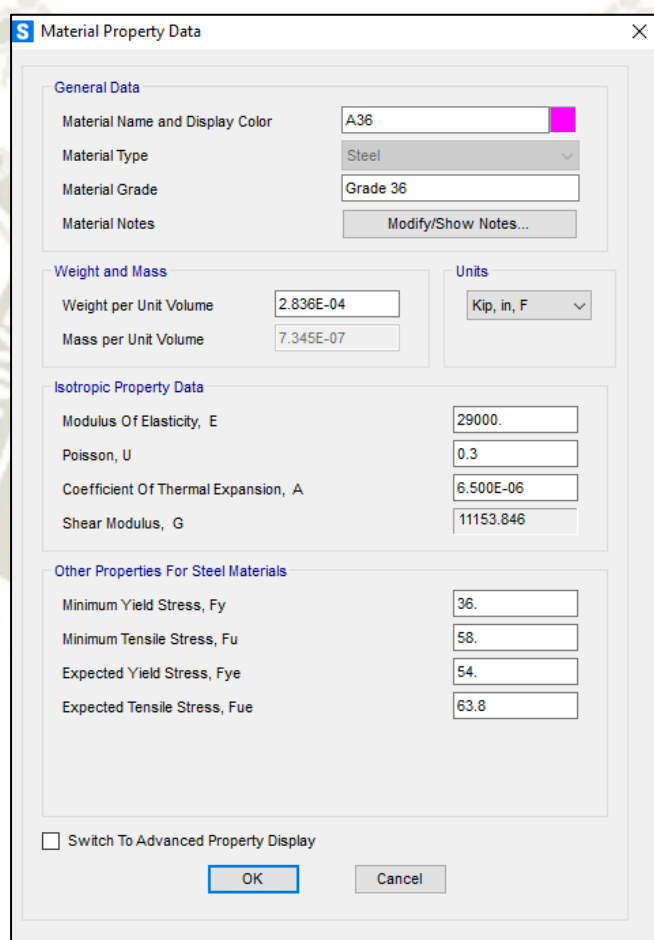
- Materiales

- Planchas y otros de ASTM A-36 ver Tabla 15.
- Conexiones Soldadas con Electrodo E 70XX

Tabla 15

Propiedades de los materiales

Material	Esfuerzo de Fluencia (Fy)	Esfuerzo Ultimo (Fu)
ASTM A36	36Ksi	58 Ksi



The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box in SAP2000. The 'General Data' section includes 'Material Name and Display Color' (A36), 'Material Type' (Steel), 'Material Grade' (Grade 36), and 'Material Notes'. The 'Weight and Mass' section shows 'Weight per Unit Volume' (2.836E-04) and 'Mass per Unit Volume' (7.345E-07). The 'Units' section shows 'Kip, in, F'. The 'Isotropic Property Data' section includes 'Modulus Of Elasticity, E' (29000), 'Poisson, U' (0.3), 'Coefficient Of Thermal Expansion, A' (6.500E-06), and 'Shear Modulus, G' (11153.846). The 'Other Properties For Steel Materials' section includes 'Minimum Yield Stress, Fy' (36), 'Minimum Tensile Stress, Fu' (58), 'Expected Yield Stress, Fye' (54), and 'Expected Tensile Stress, Fue' (63.8). There is a checkbox for 'Switch To Advanced Property Display' and 'OK' and 'Cancel' buttons.

Figura 42. Propiedades de los materiales – SAP2000

- Descripción de la estructura

El módulo didáctico de automatización por redes de comunicación industrial tiene las siguientes dimensiones exteriores, se disponen de las siguientes vistas como ingeniería básica ver Figura 43 y Figura 44:

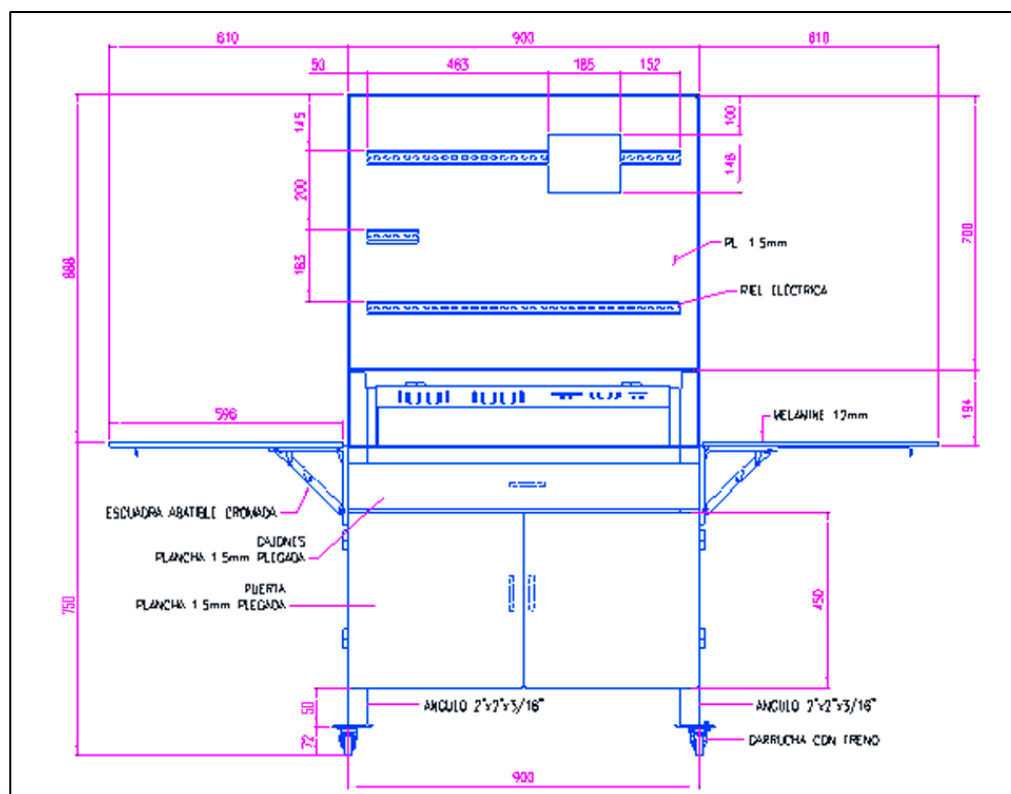


Figura 43. Módulo portante -Vista frontal

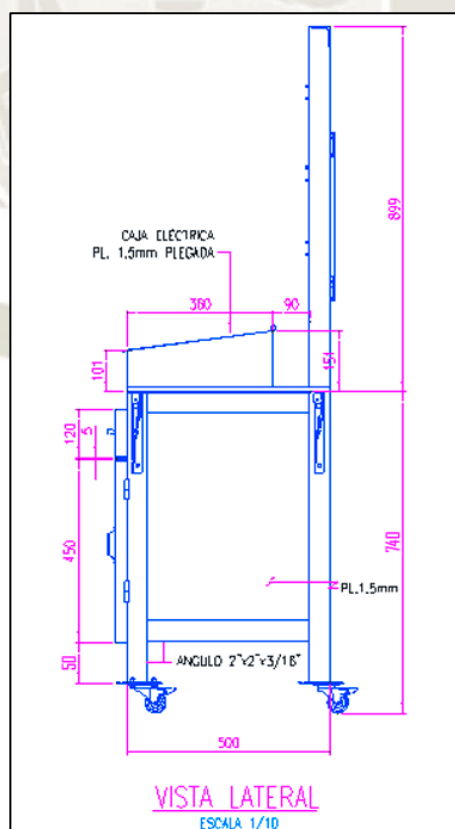


Figura 44. Modulo portante – Vista lateral derecha

- Combinaciones de carga:
- Las combinaciones de análisis serán:
 - $C1=1.4D$
 - $C2=1.2D+1.6L$

D carga muerta
L Tipo de carga viva.

3.1.6.4 Análisis estructural

- Cargas de diseño.

Se detallan las cargas actuantes en la estructura soporte de modulo que serán introducidas en el programa de cálculo.

- Carga muerta.
- Carga muerta por peso propio de la estructura ver Tabla 16.

Tabla 16 Carga muerta de elementos estructurales - SAP2000

Carga muerta de elementos estructurales - SAP2000

Carga muerta en estructura		
Ítem	Componente	Peso Total(kg)
01	L2"X2"X3/16"	45.15
02	PL 1.5 mm	34.13
TOTAL		79.28

- Carga viva

La carga viva se asigna en función a Data Sheet de componentes electrónicos ver Tabla 17.

Tabla 17

Carga viva en estructura soporte de módulo electrónico

Carga viva en estructura				
Ítem	Cantidad	Componente	Peso Unitario(kg)	Peso Total(kg)
01	2	Fuente de alimentación	0.61	1.22
02	1	CPU 015PN	0.37	0.37
03	1	Smart Panel	0.63	0.63
04	2	Llave termomagnética	0.30	0.60
05	1	Flexy205	0.28	0.28
06	3	Esclavos/entrada/salida	0.28	0.83
07	1	Caja eléctrica, almacén de componentes y otros	30.00	30.00
08	1	Motor	30.00	30.00
TOTAL				63.93

- Asignación de cargas y definición de malla.

Se realizan dos análisis de verificación estructural, el primero lineal bajo SAP 2000, y el segundo tridimensional con ANSYS Estructural – Workbench.

- Definición de malla

Malla de modelo tridimensional, con skewness de 0.81, lo que referencia un mallado aceptable ver Figura 45.

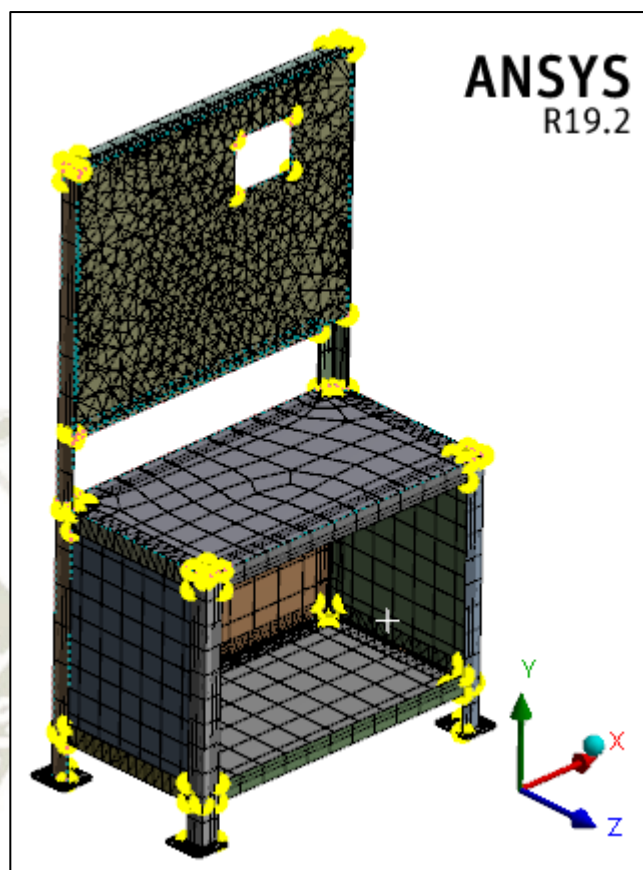


Figura 45. Vista de malla de modelo tridimensional

Tabla 18 Especificaciones de Malla

Especificaciones de Malla

Quality	
Check Mesh Quality	Yes, Errors
Error Limits	Standard Mechanical
Target Quality	Default (0.050000)
Smoothing	Medium
Mesh Metric	Skewness
Min	1.31E-10
Max	1.
Average	0.81666
Standard Deviation	0.24773

- Asignación de carga viva

Asignación en modelo Lineal, se asignan cargas en función a la definición de cargas establecido anteriormente, se unen estas cargas con la estructura bajo

la aplicación de un body constraint para la correcta transmisión de cargas, la carga máxima es de 30 kg dada por el sostenimiento de un motor sobre el módulo ver Figura 46 .

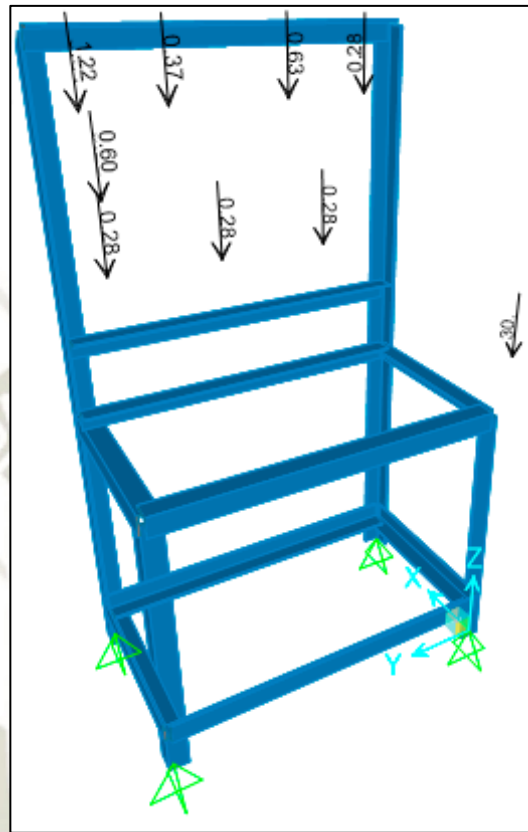


Figura 46. Asignación de carga viva en modelo lineal

- Asignación de carga muerta

Asignación en modelo Lineal. se asignan 30 kgf en la parte inferior de almacenaje de estructura modulo ver Figura 47.

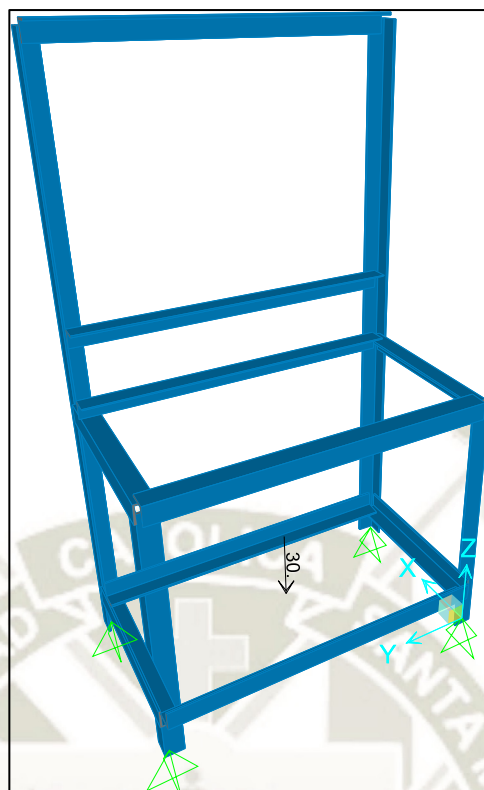


Figura 47. Asignación de carga muerta en modelo lineal

- Asignación de carga viva

Asignación en modelo tridimensional, para la asignación de estas cargas se utiliza la herramienta remote forcé ver Figura 48.

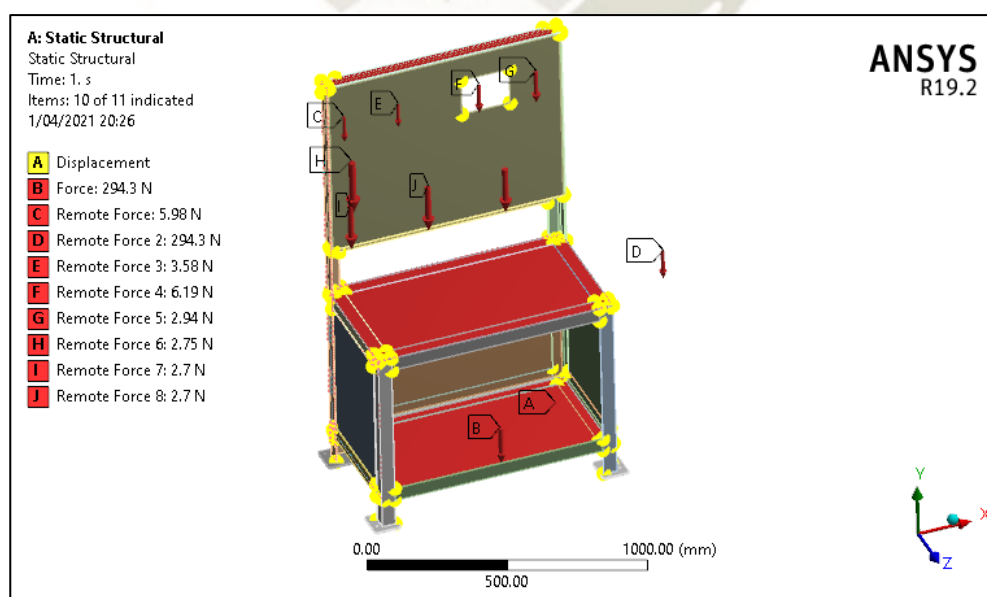


Figura 48. Asignación de cargas en modelo lineal

- Asignación de carga muerta

Asignación en modelo tridimensional. se asignan 30 kgf en la parte inferior de almacenaje de estructura modulo ver Figura 49.

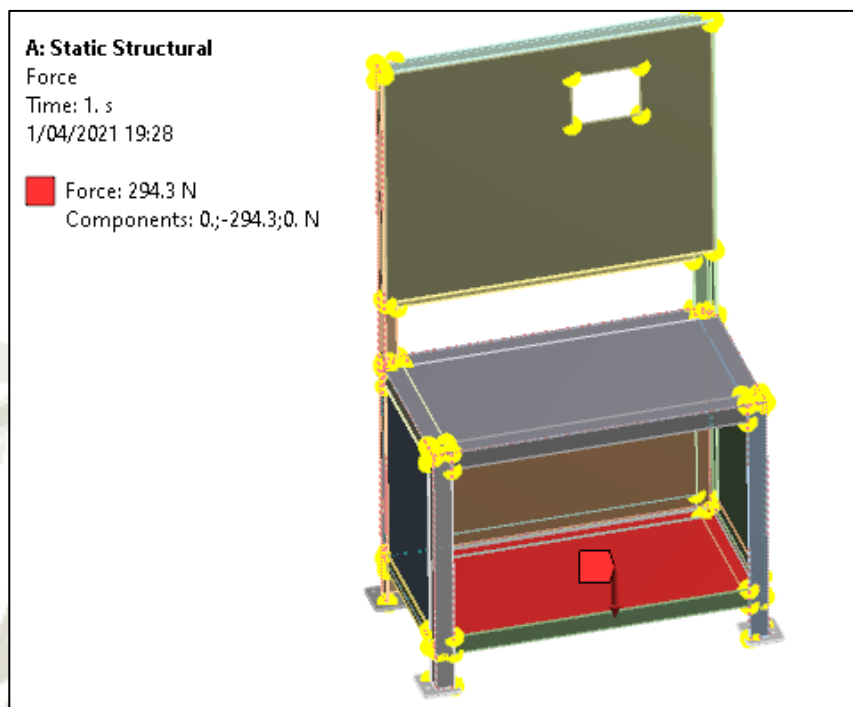


Figura 49. Asignación de carga muerta en modelo lineal

3.1.6.5 Resultado del análisis

- Esfuerzos en la estructura

Para la revisión de la flexión por servicio se muestra el diagrama de momentos bajo el caso de carga 1D+1L, ver Figura 50.

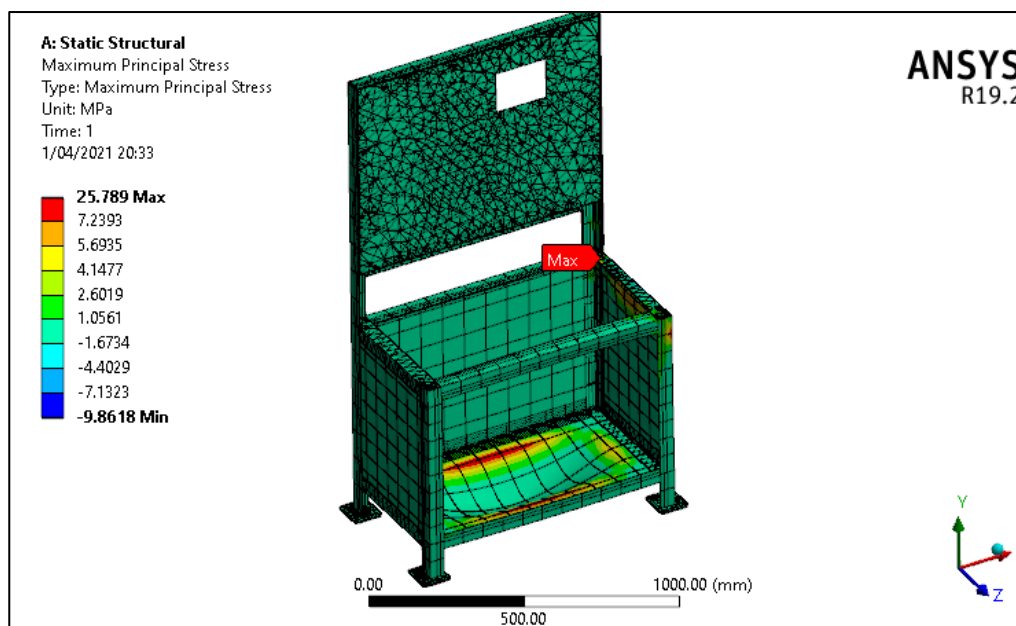


Figura 50. Esfuerzo de Von-Mises (Criterio de combinación de esfuerzos)

- Desplazamiento de la estructura

Deformación en modelo lineal ver Figura 51:

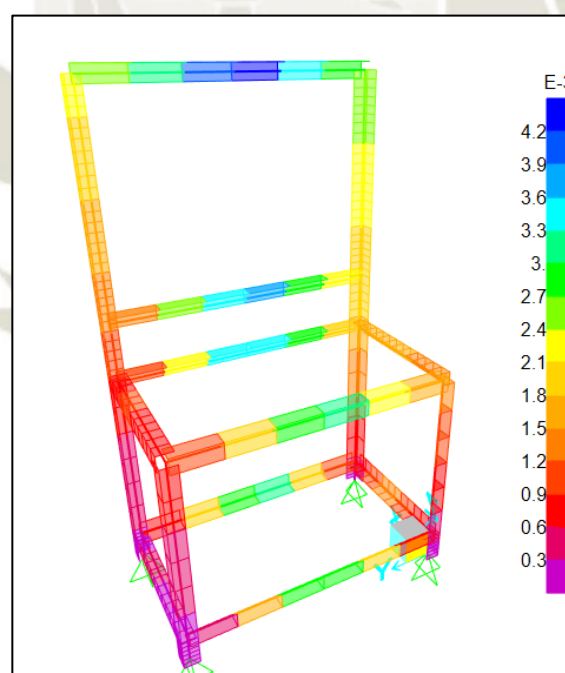
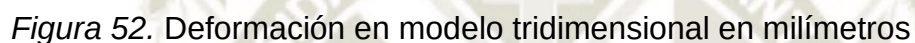


Figura 51. Deformación en modelo lineal en milímetros

- Deformación en modelo tridimensional ver Figura 52:



- Ratios de la estructura

Se observa un ratio máximo de $0.007 < 1$, por lo cual la estructura posee un diseño bastante conservador, se evalúa el volteo de la estructura en la sección reacciones de estructura ver Figura 53.

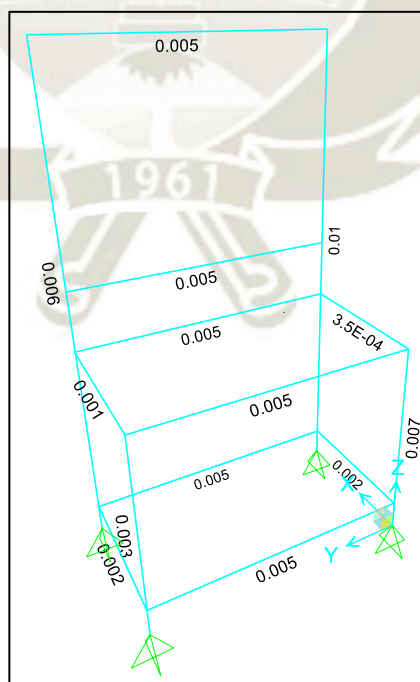


Figura 53. Ratios estructurales de estructura

- Reacciones de estructura y diagramas

En esta sección se detallan las reacciones en la estructura, y se verifica el posible volteo de esta ver Figura 54, Figura 55, Figura 56 y Tabla 19.

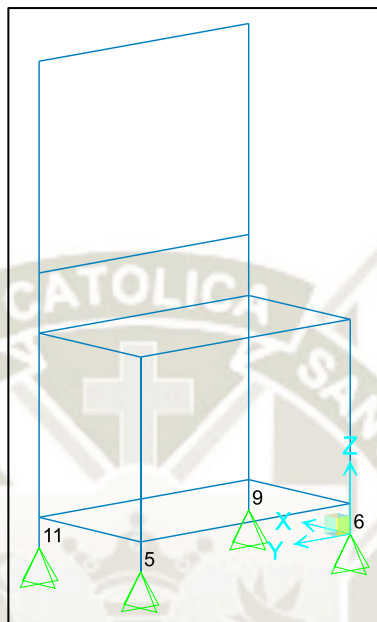


Figura 54. Restricciones de estructura

Tabla 19 Reacciones de estructura

Reacciones de estructura

Joint	Case(1D+1L)	F1(kg)	F2(kg)	F3(kg)
5	Flexión	-0.11	-0.36	9.64
6	Flexión	0.26	0.49	33.34
9	Flexión	-0.19	0.41	46.15
11	Flexión	0.04	-0.53	20.29

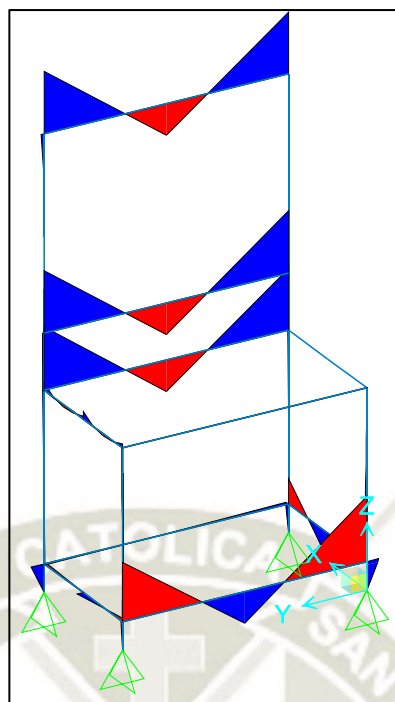


Figura 55. Momentos en estructura bajo combinación 1D+1L

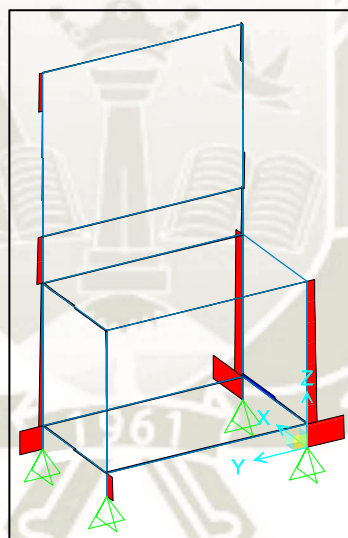


Figura 56. Diagrama de carga axial bajo combinación 1D+1L

Para verificar el volteo basta con comprobar el momento efectivo en el eje de pivote crítico que son los labels 9 y 6.

$$(9.64 + 20.29)(0.9) + 30(0.3) < 80(0.45)$$

$$35.9 \text{ kgf} - m < 36 \text{ kgf} - m$$

3.1.6.6 Conclusiones del diseño estructural

- Del análisis estructural realizado se concluye que la estructura está sujeta a un ratio máximo de 0.007, el cual se considera un diseño bastante conservador.
- Se verifica en el análisis tridimensional de la estructura que se tiene un esfuerzo máximo de $25.7 \text{ MPa} < 250 \text{ MPa}$, por lo que se verifica un correcto comportamiento del sistema estructural.
- Se concluye además que la estructura es resistente al volteo, sin considerar el almacenaje de 30kg del módulo, el considerar este almacenaje agrega estabilidad a la estructura, sin embargo, con el peso actual de estructura de aproximadamente 107 kg la estructura es estable.
- Las deformaciones máximas de perfiles estructurales se desprecian por ser muy pequeñas, más se tiene una deformación de 0.32 mm en plancha de 1.5 mm, lo cual es aceptable para la aplicación actual.

3.1.7 Diseño de la caja de conexiones

3.1.7.1 Objetivo del diseño

La caja de conexiones debe servir como un interfaz humano maquina la cual facilite el uso de las señales de los módulos esclavos descritos en el Capítulo 2 del presente documento y los diseños preliminares de la Figura 27 y la Figura 28, y a la vez debe proteger las conexiones eléctricas.

3.1.7.2 Descripción de las necesidades

Soportar las señales de entradas y salidas descritas en el diseño preliminar ver Figura 27, estas estarán separadas por secciones las cuales se encuentran descritas en la Tabla 20.

Tabla 20

Maapeo de señales de la caja de conexiones

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD SEÑALES
01	Seccion PROFINET		52
01.01	Botones/Interruptores		
01.01.01	Botoneras de pulso (0-24VDC)	Und	4.00
01.01.02	Interruptores on/off (0-24VDC)	Und	4.00
01.01.03	Conector jack de salida (0-24VDC)	Und	8.00
01.02	PROFINET DIDO		
01.02.01	Entrada Digital Modulo esclavo SLIO 24Vdc (021-1BF00)	Und	8.00
01.02.02	Salida Digital Modulo esclavo SLIO 24Vdc (022-1BF00)	Und	8.00
01.02.03	Conector jack de salida positivo (0-24VDC)	Und	2.00
01.02.04	Conector jack de salida negativo (0-24VDC)	Und	2.00
01.03	Indicadores		
01.03.01	Luces led (0-24VDC)	Und	8.00
01.03.02	Conectores jack de entrada (0-24VDC)	Und	8.00
02	Seccion PROFIBUS		52
02.01	Botones/Interruptores		
02.01.01	Botoneras de pulso (0-24VDC)	Und	4.00
02.01.02	Interruptores on/off (0-24VDC)	Und	4.00
02.01.03	Conector jack de salida (0-24VDC)	Und	8.00
02.02	PROFIBUS DIDO		
02.02.01	Entrada Digital Modulo esclavo SLIO 24Vdc (021-1BF00)	Und	8.00
02.02.02	Salida Digital Modulo esclavo SLIO 24Vdc (022-1BF00)	Und	8.00
02.02.03	Conector jack de salida positivo (0-24VDC)	Und	2.00
02.02.04	Conector jack de salida negativo (0-24VDC)	Und	2.00
02.03	Indicadores		
02.03.01	Luces led (0-24VDC)	Und	8.00
02.03.02	Conectores jack de entrada (0-24VDC)	Und	8.00
03	Seccion MODBUS		52
03.01	Generador 0-20mA		
03.03.01	Generador de Miliamperios 0(4)-20mA	Und	4.00
03.03.02	Conectores jack de salida 0(4)-20mA	Und	8.00
03.03.03	Interruptores on/off (0-24VDC)	Und	4.00
03.02	MODBUS AIAO		
03.02.01	Entrada Analógica Modulo esclavo 4 pts. 0(4)-20mA (031-1BD4	Und	8.00
03.02.02	Salida Analógica Modulo esclavo 4 pts. 0(4)-20mA (032-1BD4	Und	8.00
03.02.03	Conector jack de salida positivo (0-24VDC)	Und	2.00
03.02.04	Conector jack de salida negativo (0-24VDC)	Und	2.00
03.03	Amperimetro 0-20mA		
03.03.01	Mili-amperimetro 0-3.0000A	Und	4.00
03.03.02	Conectores jack de entrada 0(4)-20mA	Und	8.00
03.03.03	Interruptores on/off (0-24VDC)	Und	4.00

Nota. Se muestra el total de señales a utilizar en la caja eléctrica.

3.1.7.3 Planos de fabricación

En la siguiente figura se puede observar el diseño final de la caja de conexiones ver Figura 57, los planos de fabricación se encuentran en el Anexo 2.

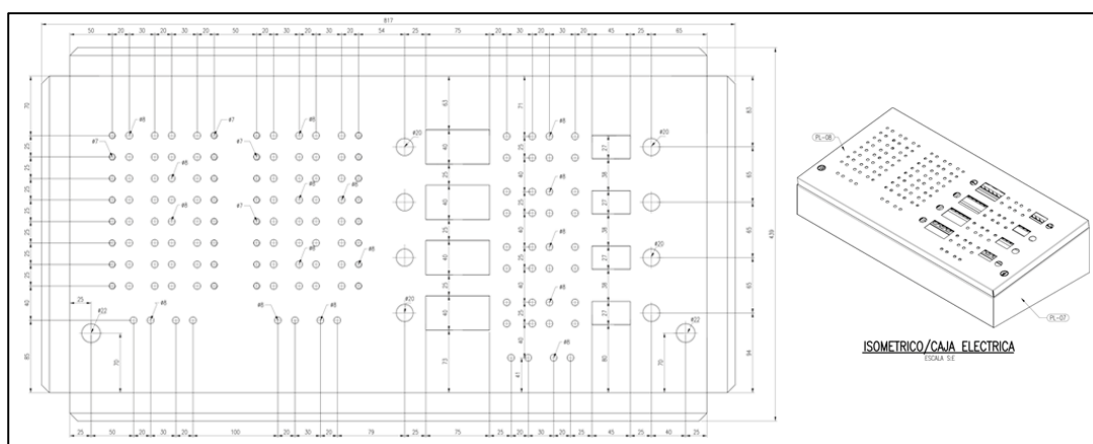


Figura 57. Caja de conexiones

3.1.8 Diseño de las conexiones eléctricas del módulo.

3.1.8.1 Objetivos del diseño

Las conexiones eléctricas del módulo deben servir como medio de envío de fuerza a los equipos electrónicos y envío de datos a los componentes de mando y de simulación.

3.1.8.2 Descripción de las necesidades

Las conexiones eléctricas se dividen en tres grupos el primero en conexiones eléctricas de comunicación de las redes industriales, el segundo en conexiones eléctricas de fuerza y el tercero las conexiones eléctricas de señales de entrada y salida se debe tomar en cuenta que las conexiones eléctricas deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Ser sencillo en su distribución.
- Permitir el mantenimiento de los componentes eléctricos e instrumentales.

- Permitir un rápido entendimiento de parte de los estudiantes.

3.1.8.3 Selección fuente de alimentación

Para poder definir la cantidad de fuentes a requerir en el módulo de automatización, se realizó el cálculo de consumo de corriente de los componentes eléctricos e instrumentales como se aprecia en Tabla 21.

Se puede apreciar que el consumo total de corriente total es de 7.78 A, VIPA nos ofrece las siguientes opciones en fuentes de alimentación de 24Vdc:

- Fuente PS 307/2.5A: AC 100...240V, con salida DC 24V, 2.5A
- Fuente PS 307/5A: AC 120/230V, con salida DC 24V, 5A.
- Fuente PS 307/10A: AC 120/230V, con salida DC 24V, 10A.

Se seleccionó dos fuentes de alimentación PS 307/5A: AC 120/230V, con salida DC 24V, 5A; se realizó las conexiones según lo indicado en la Figura 59 y Figura 60, con ello se pudo tener un balance en las corrientes y separar en dos circuitos: los equipos de mando y los equipos esclavos con los elementos para simulación de I/O análoga y digital de la caja de conexiones como se indica en la Tabla 21. La ficha técnica de la fuente de alimentación se adjunta en el Anexo 11.

Tabla 21

Cálculo consumo de corrientes de componentes eléctricos e instrumentales

Descripción	Cant.	I (A)	I Total (A)	Fuente 1 (A)	Fuente 2 (A)
CPU 015PN SLIO	1	1.100	1.100	1.100	
Módulo IM053-1PN00 Profinet IO-Slave	1	0.950	0.950		0.950
Módulo IM053-1MT00 Modbus TCP IO-	1	0.950	0.950		0.950
Módulo IM053-1DP00 Profibus DP IO-5	1	0.950	0.950		0.950
Módulo 8xEntrada Digital SLIO 24 Vdc	2	0.060	0.120		0.120
Módulo 8xSalida Digital SLIO 24 Vdc	2	0.065	0.130		0.130
Módulo Entrada analógica 4 pts. 0(4)...	1	0.070	0.070		0.070
Módulo Salida analógica 4 pts. 0(4)...2	1	0.080	0.080		0.080
Base router IIOT Flexy205 de Ewon	1	2.500	2.500	2.500	
SmartPanel TP307-SM VIPA	1	0.300	0.300	0.300	
Generador de Miliamperios 0(4)-20mA	4	0.063	0.250		0.250
Mili-amperimetro 0-3.0000A	4	0.015	0.060		0.060
Led rojo 24 Vdc	16	0.020	0.320		0.320
Consumo total de Corriente (A)			7.780	3.900	3.880

3.1.8.4 Esquemas propuestos

En la Figura 58, se muestra las conexiones eléctricas de comunicación de todos los equipos del Módulo Didáctico de Automatización por Redes de Comunicación Industrial.

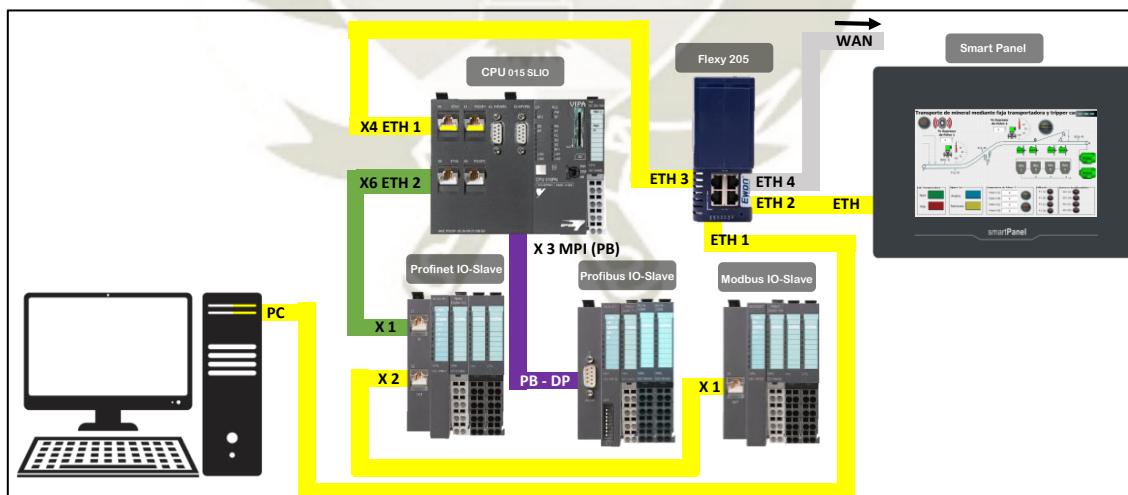


Figura 58. Diagrama de conexiones eléctricas de comunicación

En la Figura 59, se muestra las conexiones eléctricas de fuerza a todos los equipos del Módulo Didáctico de Automatización por Redes de Comunicación Industrial.

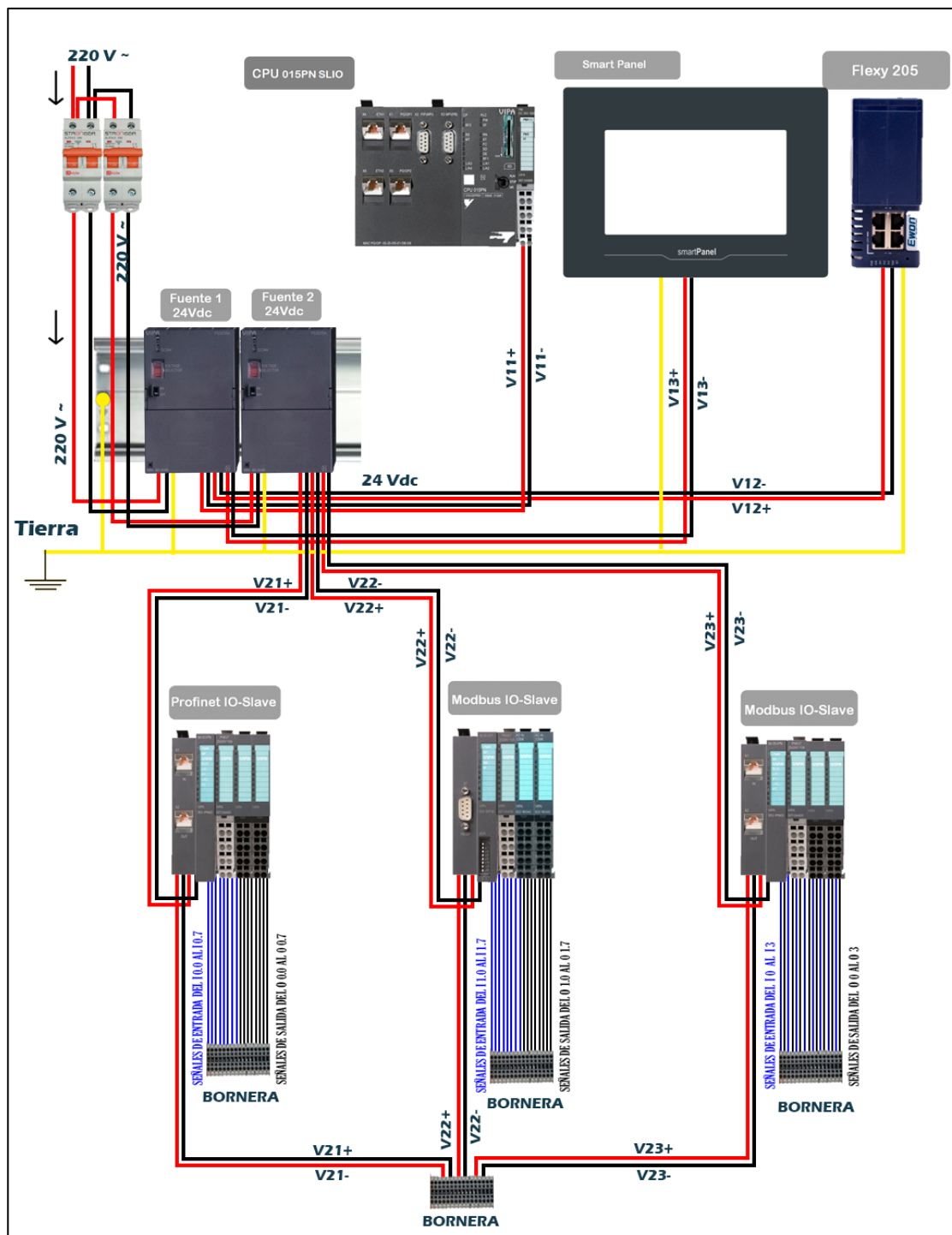


Figura 59. Diagrama de conexiones eléctricas de fuerza

En la Figura 60. Diagrama de conexiones eléctricas de señales I/O se muestra las conexiones eléctricas de entrada y salida de todos los módulos de comunicación del Módulo de Automatización por Redes de Comunicación Industrial.

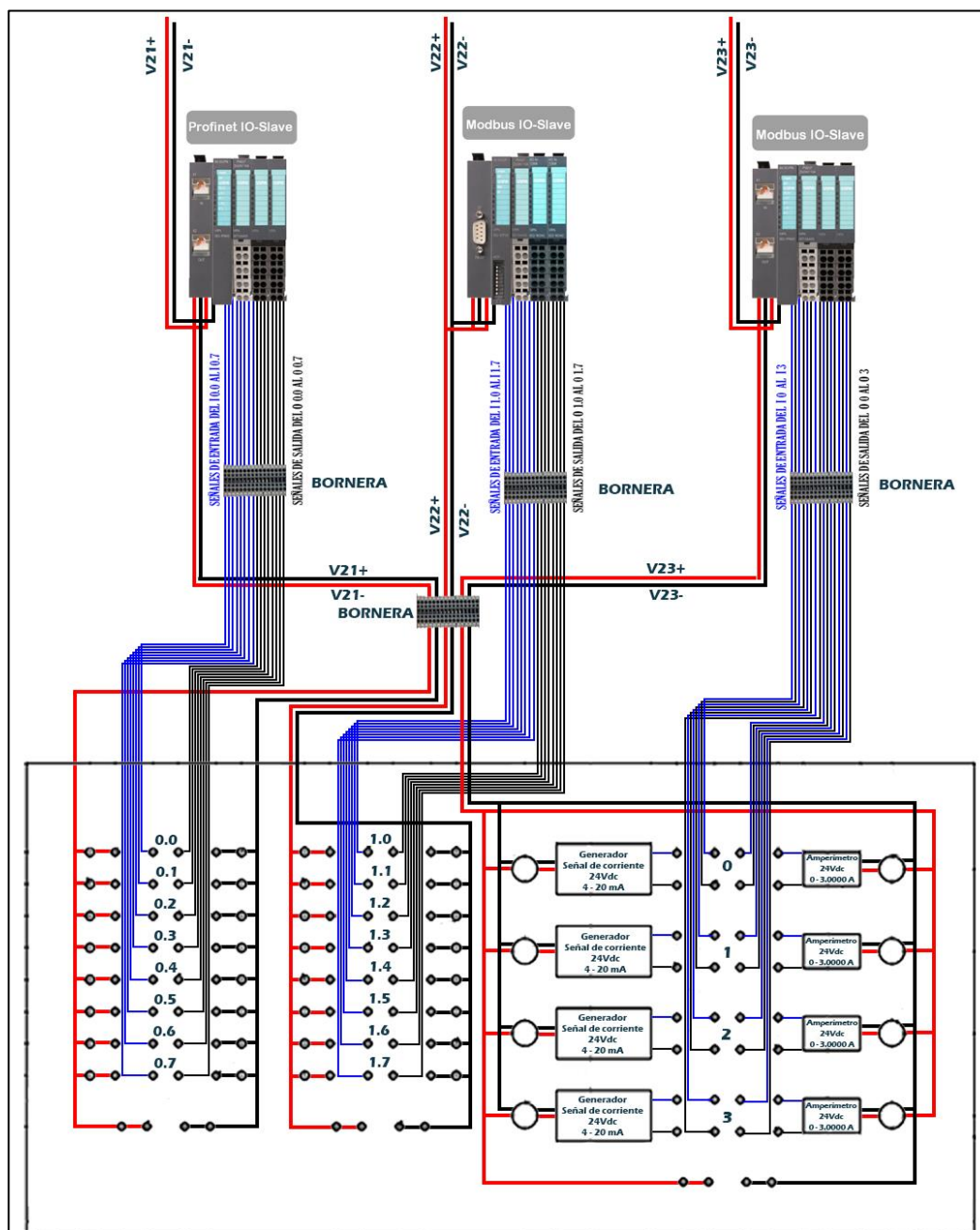


Figura 60. Diagrama de conexiones eléctricas de señales I/O

3.2 Costos del proyecto

3.2.1 Objetivo del proyecto

Implementar el módulo didáctico de automatización por redes de comunicación industrial descrito en el Capítulo 2 del presente documento.

3.2.2 Descripción del proyecto

El proyecto incluye la adquisición de los aparatos electrónicos, la fabricación de la caja de conexiones y la fabricación del módulo portante.

3.2.3 Exclusiones del proyecto

Se excluye todos los ítems que no estén descritos en el Capítulo 2 del presente documento.

3.2.4 Supuestos y restricciones del proyecto

La ingeniería del proyecto será desarrollada por los autores de la presente tesis por esto los costos de ingeniería, pruebas y proceso QA/AC se listan en el detalle de los costos, pero se restan del al final.

3.2.5 Entregables del proyecto

Los entregables son: Planos de fabricación, memoria de cálculo del módulo portante, información actualizada sobre los equipos electrónicos.

3.2.6 Costos finales de construcción.

Tabla 22
Costos finales de construcción

ITEMS	DESCRIPCION	UND	CANT	P. U. US\$	PARCIAL	TOTAL
00	INGENIERÍA					1,340.00
01	SUMINISTROS EQUIPOS Y MATERIALES (PROCURA)					7,206.07
01.01	SUMINISTROS DE INSTRUMENTACION					6,312.05
01.02	SUMINISTROS ELECTRONICOS					533.62
01.03	SUMINISTROS METALMECANICOS					360.41
02	CONSTRUCCION Y PRE-OPS					581.78
02.01	OBRAS DE INSTRUMENTACION					152.00
02.02	OBRAS METALMECANICAS					429.78
03	PRUEBAS Y CONTROL DE CALIDAD					300.00
03.01	PRUEBAS Y PROCESO QA/QC					300.00
COSTO PARCIAL DEL PROYECTO US\$						9,427.86
*COSTOS ASUMIDOS POR LOS TESISISTAS US\$						(1,640.00)
COSTO TOTAL DEL PROYECTO US\$						7,787.86

* Los costos de Ingeniería, Pruebas y Control de Calidad no son considerados para el costo total del proyecto debido a que estos fueron realizados por los tesisistas.

Nota. Los precios incluyen I.G.V.

Tabla 23 Detalle de costos de construcción

Detalle de costos de construcción

ITEMS	DESCRIPCION	UND	CANT	P. U. US\$	PARCIAL	TOTAL
00	INGENIERÍA					1,340.00
00.01	DISEÑO MECÁNICO					
00.01.01	Ingeniería de detalle	Und	1	300.00	300.00	
00.02	DISEÑO ELÉCTRICO					
00.02.01	Ingeniería de detalle	Und	1	400.00	400.00	
00.03	PROGRAMACIÓN					
00.03.01	Integración y programación	Und	1	640.00	640.00	
01	SUMINISTROS EQUIPOS Y MATERIALES (PROCURA)					7,206.07
01.01	SUMINISTROS DE INSTRUMENTACION					6,312.05
01.01.01	CPU 015PN SLIO con Speed7	Und	1	1,139.80	1,139.80	
01.01.02	Tarjeta de memoria VSC Profibus Master	Und	1	434.60	434.60	
01.01.03	Fuente de alimentación 24 Vdc 5 A	Und	2	223.45	446.90	
01.01.04	Módulo IM053-1PN00 Profinet IO-Slave	Und	1	356.70	356.70	
01.01.05	Módulo IM053-1MT00 Modbus TCP IO-Slave	Und	1	246.00	246.00	
01.01.06	Módulo IM053-1DP00 Profibus DP IO-Slave	Und	1	246.00	246.00	
01.01.07	Módulo 8xEntrada Digital SLIO 24 Vdc	Und	2	77.90	155.80	
01.01.08	Módulo 8xSalida Digital SLIO 24 Vdc	Und	2	84.05	168.10	
01.01.09	Módulo Entrada analógica 4 pts. 0(4)...20mA	Und	1	241.90	241.90	
01.01.10	Módulo Salida analógica 4 pts. 0(4)...20mA	Und	1	252.15	252.15	
01.01.11	Base router IIOT Flexy205 de Ewon	Und	1	1,357.10	1,357.10	
01.01.12	SmartPanel TP307-SM VIPA	Und	1	1,107.00	1,107.00	
01.01.13	Conector Profibus DP	Und	2	80.00	160.00	

01.02 SUMINISTROS ELECTRONICOS					533.62
01.02.01	Generador de señal de corriente constante 4 – 20 mA ¿	Und	4	51.43	205.71
01.02.02	Amperímetro digital de 5 dígitos 0.0000 – 3.0000 A 24V	Und	4	12.86	51.43
01.02.03	Cable Ethernet 2m Siemens (Profinet)	Und	1	35.14	35.14
01.02.04	Piloto indicador 24 Vdc 6 mm rojo	Und	16	0.43	6.86
01.02.05	Plug banana macho c/tornillo negro	Und	35	0.11	4.00
01.02.06	Plug banana macho c/tornillo rojo	Und	30	0.11	3.43
01.02.07	Plug banana macho c/tornillo azul	Und	60	0.11	6.86
01.02.08	Jack banana negro	Und	50	0.09	4.29
01.02.09	Jack banana rojo	Und	50	0.09	4.29
01.02.10	Jack banana azul	Und	25	0.09	2.14
01.02.11	Jack banana verde	Und	25	0.09	2.14
01.02.12	Pulsador verde	Und	10	0.29	2.86
01.02.13	Switch 3P 2 golpes	Und	10	0.37	3.71
01.02.14	Interruptor rojo redondo	Und	8	0.29	2.29
01.02.15	Cable eléctrico N° 18 color negro	m	100	0.23	22.86
01.02.16	Cable eléctrico N° 18 color rojo	m	50	0.23	11.43
01.02.17	Cable eléctrico N° 18 color azul	m	100	0.23	22.86
01.02.18	Cintillo de 200 mm	Und	50	0.03	1.43
01.02.19	Cintillo de 150 mm	Und	30	0.03	0.86
01.02.20	Tubo termocontraible 3 mm	Und	5	0.29	1.43
01.02.21	Cable apantallado	Und	1	1.43	1.43
01.02.22	Cable Ethernet 1.5m	Und	4	0.86	3.43
01.02.23	Cable Ethernet 10m	Und	1	13.25	13.25
01.02.24	Canaleta electrica 60X60	Und	2	8.00	16.00
01.02.25	Canaleta electrica 25X40	Und	1	3.25	3.25
01.02.26	Canaleta electrica 20X20	Und	1	3.00	3.00
01.02.27	Borneras	Und	54	0.69	37.26
01.02.28	Otros suministros electronicos				60.00
01.03 SUMINISTROS METALMECANICOS					360.41
02 CONSTRUCCION Y PRE-OPS					581.78
02.01 OBRAS DE INSTRUMENTACION					152.00
02.01.01	Cableado	m	220	0.50	110.00
02.01.02	Conexionado de instrumentos	Und	60	0.70	42.00
02.02 OBRAS METALMECANICAS					429.78
02.02.01	Fabricacion de modulo portante	Kg	96.7	3.80	367.38
02.02.02	Fabricacion de caja de conexiones	Kg	10.4	6.00	62.40
03 PRUEBAS Y CONTROL DE CALIDAD					300.00
03.01 PRUEBAS Y PROCESO QA/QC					300.00
03.01.01	Pruebas	Und	1	200.00	200.00
03.01.02	Actualizacion planos As-built	Und	1	100.00	100.00
COSTO PARCIAL DEL PROYECTO US\$					9,427.86
*COSTOS ASUMIDOS POR LOS TESISISTAS US\$					(1,640.00)
COSTO TOTAL DEL PROYECTO US\$					7,787.86

* Los costos de Ingeniería, Pruebas y Control de Calidad no son considerados para el costo total del proyecto debido a que estos fueron realizados por los tesisistas.

Nota. Los precios incluyen I.G.V.

3.2.7 Duración final del proyecto

Tabla 24

Duración del proyecto

ITEMS	DESCRIPCION	Sem 1	Sem2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13
00	INGENIERÍA													
00.01	Diseño mecánico													
00.02	Diseño eléctrico													
00.03	Programación													
01	SUMINISTROS EQUIPOS Y MATERIALES (PROCURA)													
01.01	Equipos electronicos													
01.02	Accesorios electronicos													
01.03	Elementos metalmecanicos													
02	CONSTRUCCION Y PRE-OPS													
02.01	Modulo portante													
02.02	Caja de conexiones													
02.03	Instalacion de equipos													
02.04	Conexionado													
03	PRUEBAS Y CONTROL DE CALIDAD													
03.01	Puebas y proceso QA/QC													

CAPÍTULO IV. IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DIDÁCTICO DE AUTOMATIZACIÓN POR REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL

En este capítulo se muestra la construcción, implementación y pruebas del módulo didáctico de automatización por redes de comunicación industrial.

4.1 Construcción y pruebas de funcionamiento del módulo

4.1.1 Fabricación del módulo portante.

A continuación, se muestran en imágenes el proceso de fabricación del módulo portante del Módulo Didáctico de Automatización por Redes de Comunicación Industrial, los planos de fabricación se encuentran en el Anexo 1.



Figura 61. Fabricación del módulo portante

Nota. Imagen izquierda estructura del módulo portante, imagen derecha tapas y cajón.



Figura 62. Fabricación del módulo portante

Nota. Módulo portante terminado. Ver los planos de fabricación en el Anexo 1.

4.1.2 Fabricación de la caja eléctrica

A continuación, se muestran en imágenes el proceso de fabricación de la caja eléctrica del Módulo Didáctico de Automatización por Redes de Comunicación Industrial, los planos de fabricación se encuentran en el Anexo 2.



Figura 63. Fabricación de la caja eléctrica

Nota. Imagen izquierda plancha base de la caja eléctrica, imagen derecha tapa de la caja eléctrica. Ver los planos de fabricación en el Anexo 2.



Figura 64. Fabricación de la caja eléctrica

Nota. Caja eléctrica terminada. Ver plano de fabricación en el Anexo 2.

4.1.3 Proceso de pintado y ensamble



Figura 65. Módulo portante y caja eléctrica terminados

Nota. Módulo portante y caja eléctrica pintados. Ver planos de fabricación en los Anexos 1 y 2.

4.1.4 Prueba de funcionamiento de equipos e instrumentos

Se realizó las pruebas de funcionamiento de los equipos e instrumentos utilizando como referencia las prácticas desarrolladas en el Capítulo IV.

Aquí se muestra las imágenes de los equipos e instrumentos en operación.



Figura 66. Equipos: Maestro PLC y unidades I/O esclavos

Nota. Maestro CPU015 SLIO y módulos esclavos Modbus TCP, PROFINET y PROFIBUS DP.

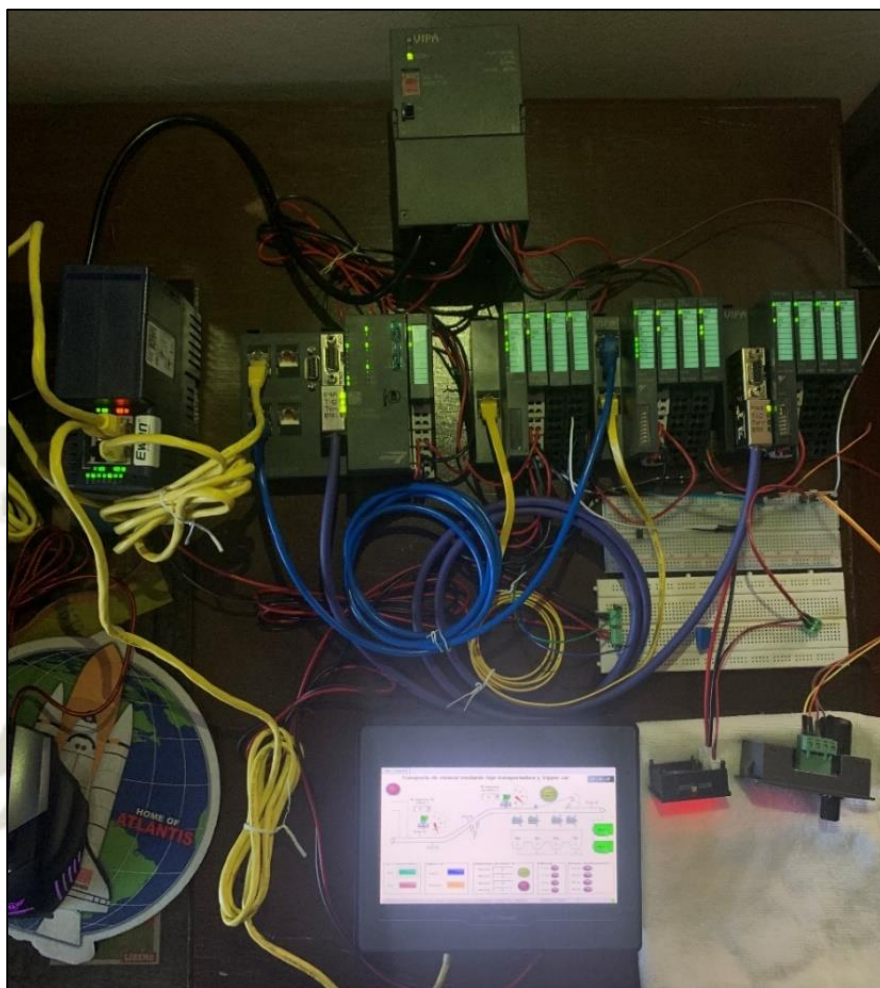


Figura 67. Equipos: Maestro PLC y unidades I/O esclavos en operación

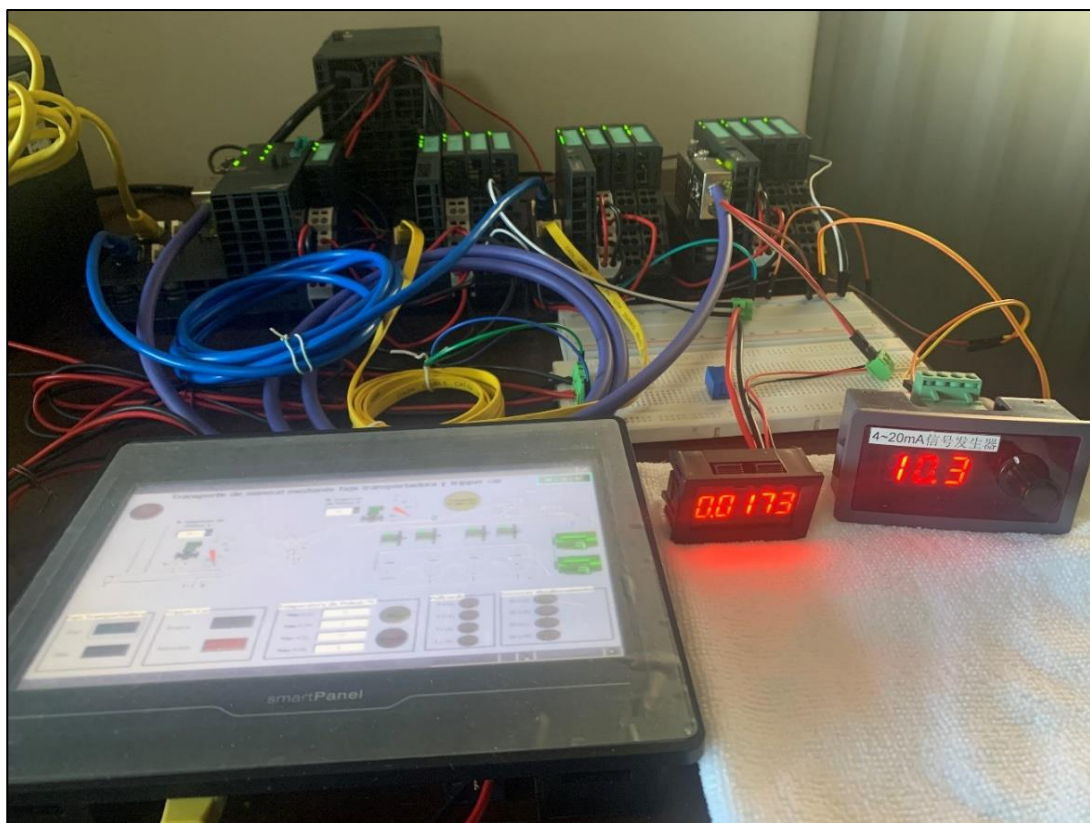


Figura 68. Equipos: Maestro PLC y unidades I/O esclavos en operación

4.1.5 Montaje y cableado de equipos en módulo portante

Aquí se muestra el proceso de montaje en el módulo portante y cableado del Maestro CPU015PN SLIO, SmartPanel TP307-SM, router IIoT Flexy205, módulos esclavos PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP, así como el rotulado del mismo.

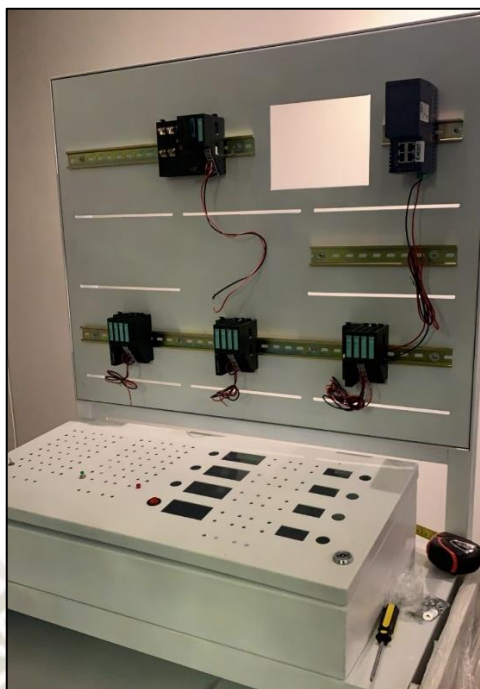


Figura 69. Montaje y cableado de equipos: Maestro PLC y unidades I/O esclavos en el módulo portante.

En la *Figura 69* se muestra el módulo portante en proceso de montaje de los equipos y el cableado de estos.



Figura 70. Cableado de equipos: Maestro PLC y unidades I/O esclavos en el módulo portante

Nota. Vista parte posterior izquierda del módulo portante.

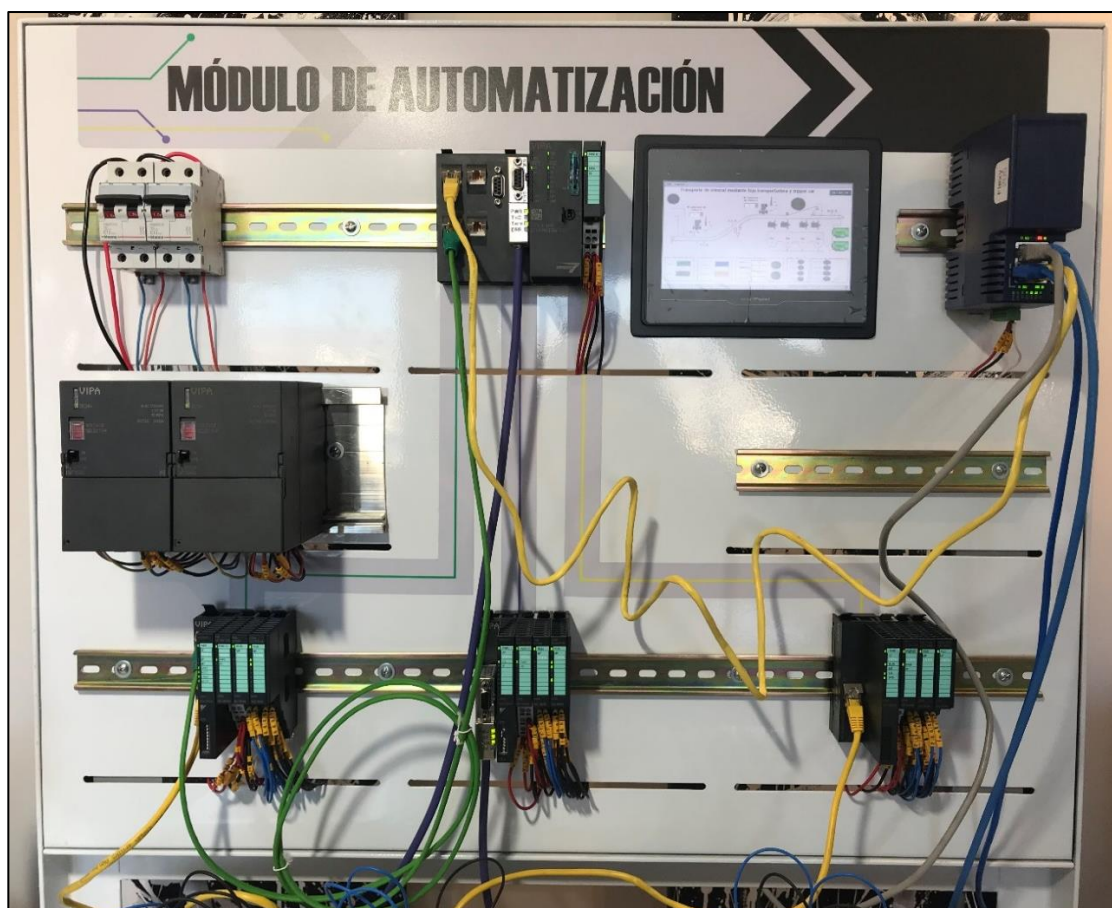


Figura 71. Equipos: Maestro PLC y unidades I/O esclavos en el módulo portante
Nota. En la imagen se muestra todos los equipos montados y cableados en el módulo portante.

4.1.6 Montaje y cableado de la caja eléctrica.

En este apartado se muestra el proceso de montaje de instrumentos y accesorios, rieles y borneras, y cableado de la caja eléctrica.



Figura 72. Montaje de rieles en la caja eléctrica

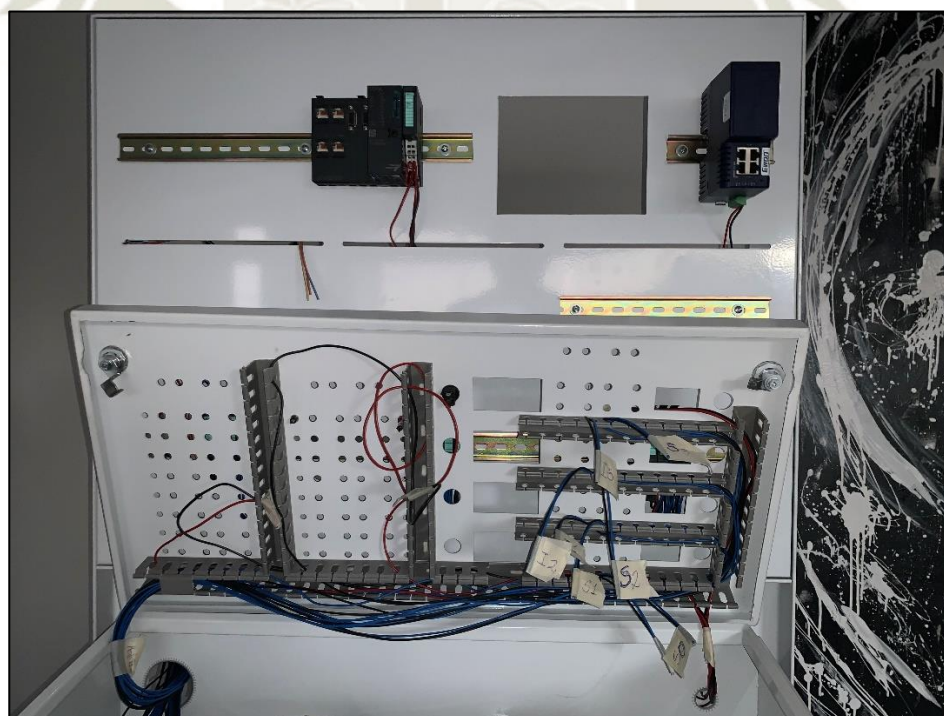


Figura 73. Montaje y cableado de caja eléctrica en el módulo portante

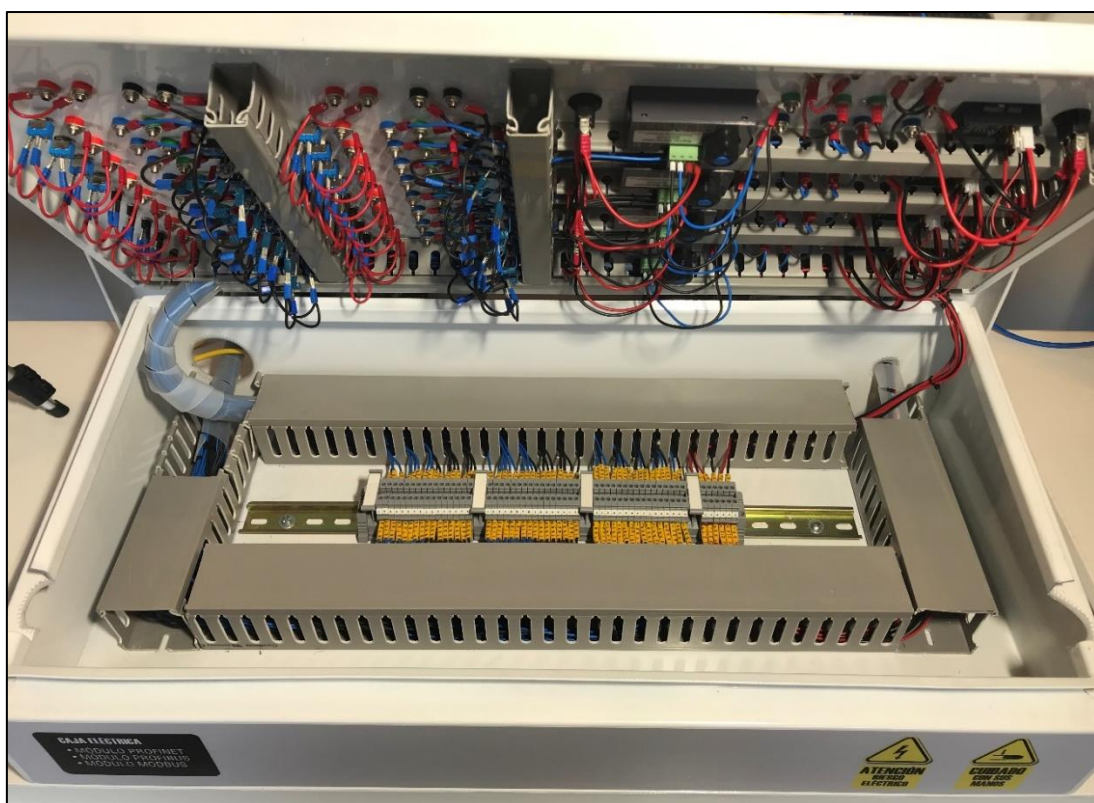


Figura 74. Cableado de caja eléctrica en el módulo portante

Nota. Montaje de borneras y cableado de caja eléctrica terminado.

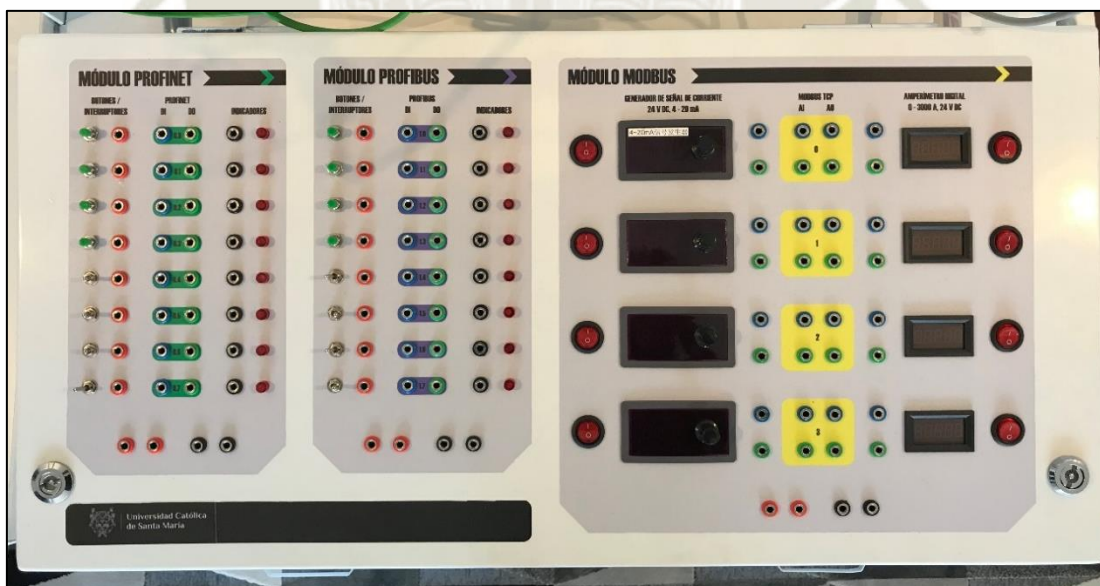


Figura 75. Caja eléctrica terminada

Nota. En la imagen se muestra la caja eléctrica con todos los instrumentos y accesorios instalados.

4.2 Pruebas de funcionamiento

Con el módulo finalizado ver Figura 76 se realizó las pruebas de funcionamiento del Módulo Didáctico de Automatización por Redes de Comunicación Industrial, para la prueba de funcionamiento se cargó al PLC Maestro CPU015PN SLIO la programación de la práctica 7, con esta se probó las tres redes de comunicación industrial integradas PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP con sus señales de entrada/salida digitales y análogas, funcionamiento del SCADA cargado en el SmartPanel y las bondades del router IloT Flexy 205.



Figura 76. Módulo didáctico de automatización por redes de comunicación industrial puesto en operación.

Nota. Prueba de funcionamiento del Módulo Didáctico de Automatización por Redes de Comunicación Industrial.



Figura 77. CPU 015PN SLIO del módulo de automatización en operación.



Figura 78. Smart Panel TP307-SM VIPA del módulo de automatización en operación.



Figura 79. Router IloT Flexy 205 del módulo de automatización en operación.

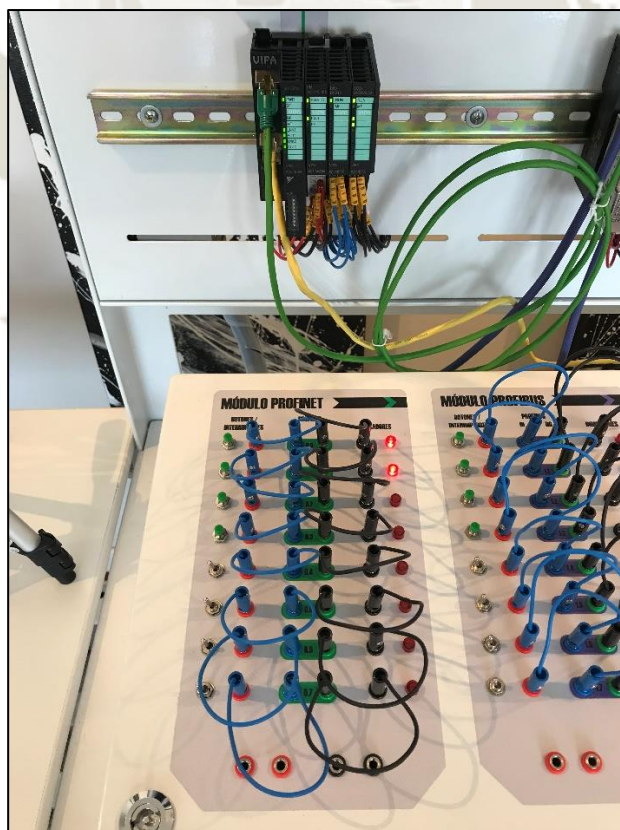


Figura 80. Sección PROFINET del módulo de automatización en operación.



Figura 81. Sección PROFIBUS DP del módulo de automatización en operación.

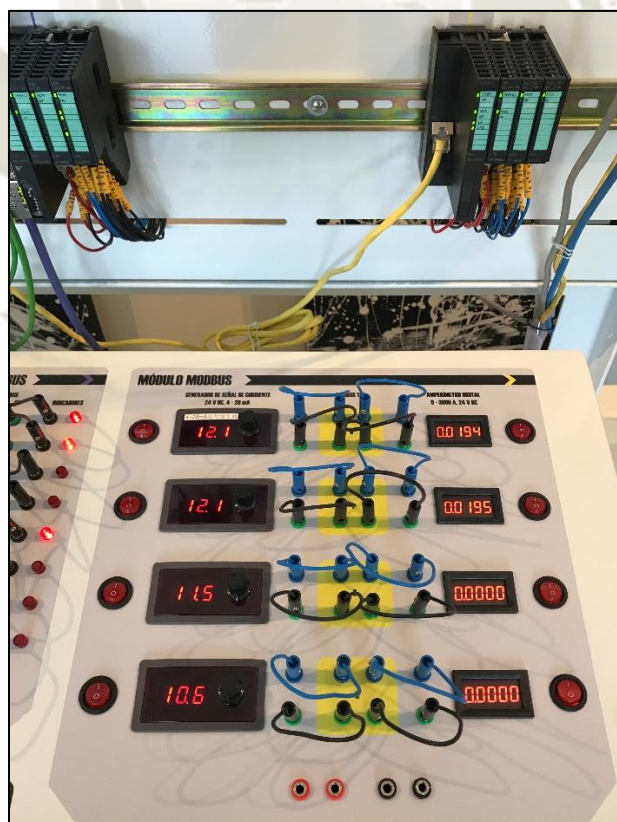


Figura 82. Sección Modbus TCP del módulo de automatización en operación.

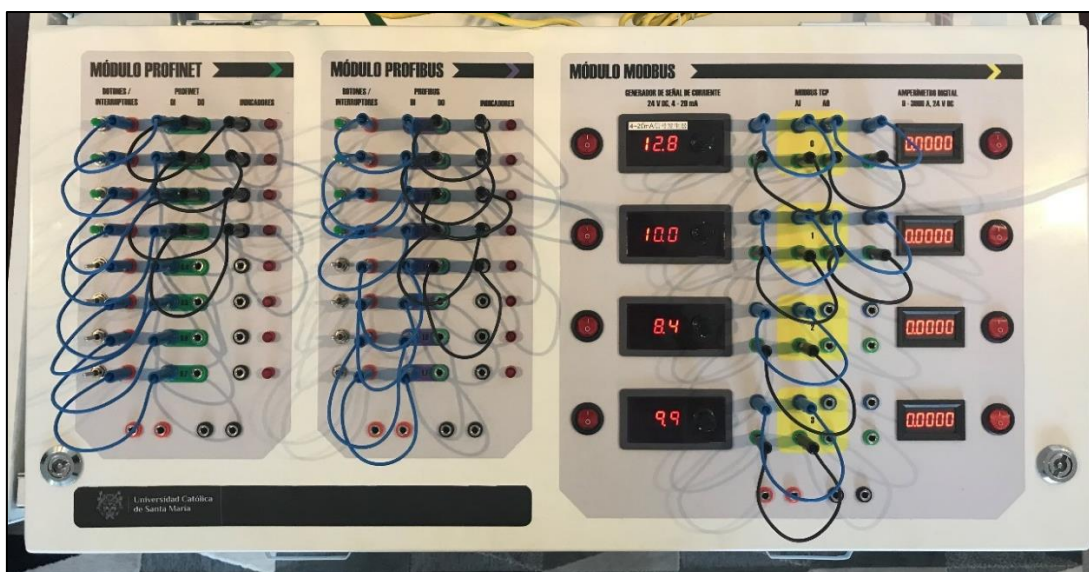


Figura 83. Caja eléctrica del módulo de automatización en operación.

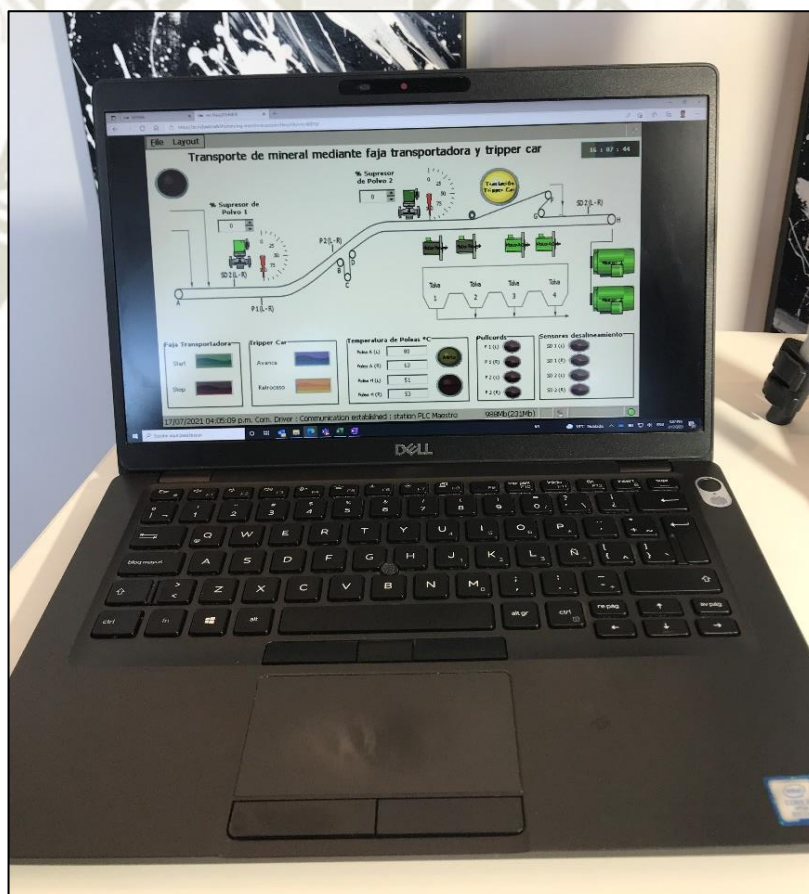


Figura 84. Comunicación remota a través de conexión VPN

Nota. Prueba de funcionamiento entre el módulo de automatización y una computadora conectada a internet usando una conexión VPN.



Figura 85. Comunicación remota a través de conexión VPN

Nota. Prueba de funcionamiento entre el módulo de automatización y un teléfono inteligente conectado a internet.

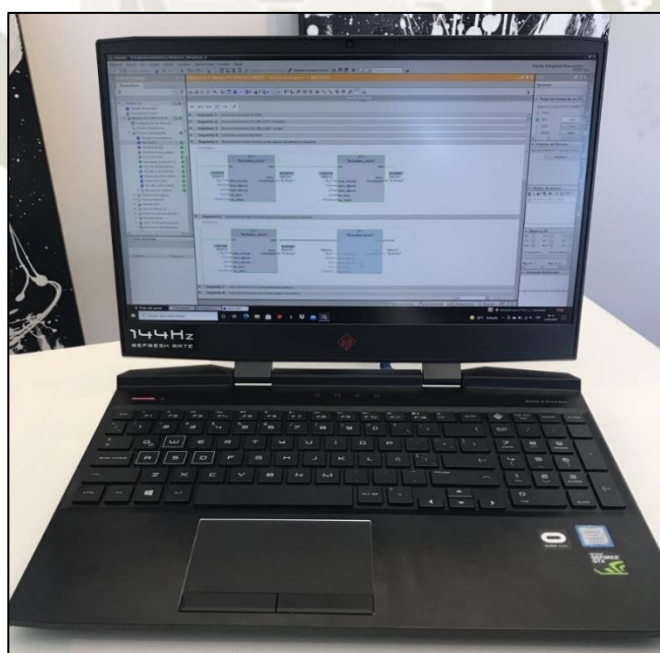


Figura 86. Comunicación remota a través de conexión VPN.

Nota. Prueba de funcionamiento entre el módulo de automatización y una computadora conectada a internet para brindar teleservicio al proceso.

CAPITULO V. DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO A REALIZAR CON EL MÓDULO DIDÁCTICO DE AUTOMATIZACIÓN POR REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL

En este capítulo se desarrolla el manual de prácticas el cual consta con siete prácticas de laboratorio que han sido diseñadas para que los alumnos de pregrado de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecatrónica de la Universidad Católica de Santa María se capaciten de manera didáctica en el uso de las redes industriales más usadas en la actualidad PROFINET, PROFIBUS DP, Modbus TCP e implementen un HMI SCADA que permitan monitorear un proceso automatizado y usen tecnologías que les permita monitorear datos del proceso en línea y realizar teleservicio por internet a través de conexión VPN.

- Práctica 1: Red PROFINET.
- Práctica 2: Red PROFIBUS DP.
- Práctica 3: Red Modbus TCP.
- Práctica 4: Integración de redes PROFINET y PROFIBUS DP.
- Práctica 5: Integración de redes PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP.
- Práctica 6: Integración de SCADA a redes PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP.

- Práctica 7: Teleservicio y Monitoreo de datos de planta mediante internet (VPN)

5.1 Práctica 1: Red PROFINET

5.1.1 Tema

Reconocimiento, configuración y uso de equipos para la integración de una red PROFINET Maestro - Esclavo.

5.1.2 Aplicación

Proceso de transporte de mineral mediante faja transportadora y tripper car de carga, para alimentación de mineral a tolvas de almacenamiento.

5.1.3 Introducción

El desarrollo de esta práctica tiene la finalidad de que el alumno aprenda a configurar y programar una red PROFINET Maestro – Esclavo en TIA Portal v16 mediante el uso de PLC Maestro CPU015PN SLIO y periférico esclavo Módulo IM053-1PN00 PROFINET IO-Slave con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00.

5.1.4 Objetivos

- Aprender el método de configuración de una red PROFINET con equipos YASKAWA VIPA mediante el uso del software TIA Portal v16.
- Utilizar la red PROFINET para programar una solución en TIA Portal v16 a una aplicación de automatización de un proceso de la industria minera.

5.1.5 Materiales y equipos

- Laptop o computadora del laboratorio.
- Módulo de automatización: CPU015PN SLIO, Módulo IM053-1PN00 PROFINET IO-Slave con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00.
- 01 Cable PROFINET 6XV1850-2GH20.
- 01 Cable de red con conector RJ45.
- Cables de conexión tipo banana.

5.1.6 Problema por desarrollar

En la industria minera el uso de fajas transportadoras con tripper car es ampliamente usado, este equipo consta de una faja transportadora con 02 motores de accionamiento, y un carro tripper accionado por dos motores de traslación de ida y dos motores de traslación de retorno, adicionalmente la faja transportadora tiene un sistema de seguridad por medio del uso de pullcords de activación en caso de emergencias.

Utilizando el módulo didáctico de automatización por redes de comunicación industrial de la UCSM y el software TIA Portal v16 se solicita realizar lo siguiente:

- Configurar una red PROFINET Maestro -Esclavo.
- Realizar el diagrama Ladder para realizar la automatización del sistema tomando las siguientes consideraciones:
 - Para el arranque y detención de los motores de la faja transportadora deben ser accionados por dos pulsadores.

- Para el arranque de la faja se debe tener confirmación de que ningún pullcord este activado.
- Para el arranque de la faja se debe esperar 5 segundos después de accionado el pulsador de arranque, durante este tiempo se debe accionar una señal luminosa, y una señal auditiva.
- Para la detención de la faja se debe esperara 10 segundos después de accionado el pulsador de detención.
- Para el sistema de seguridad (HSS Pullcord) este debe detener la faja transportadora si cualquiera de los pullcords es activado, se debe activar también una señal visual durante el tiempo que este activada la señal de pullcord.
- Para la detención de la faja transportadora por seguridad esta debe detenerse de inmediato.

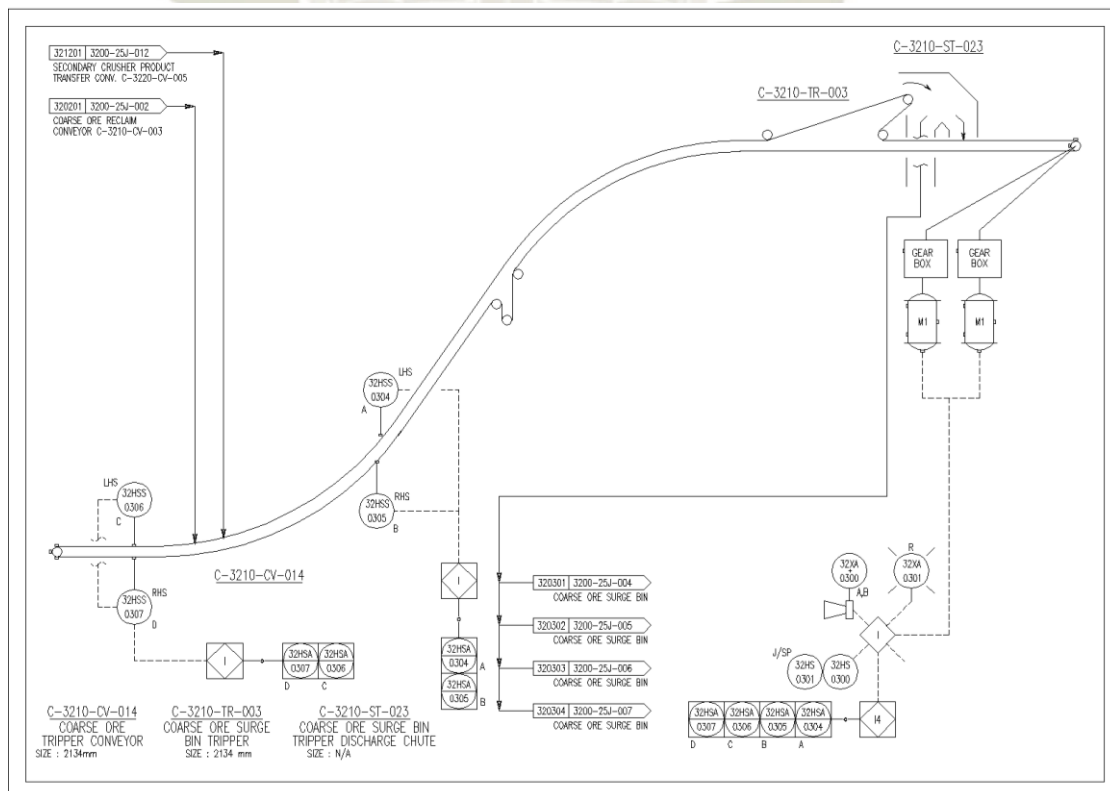


Figura 87. P&ID Faja transportadora con tripper car

5.1.7 Diagrama de conexiones

Conectar los equipos y caja de conexiones según lo indicado en las siguientes figuras:

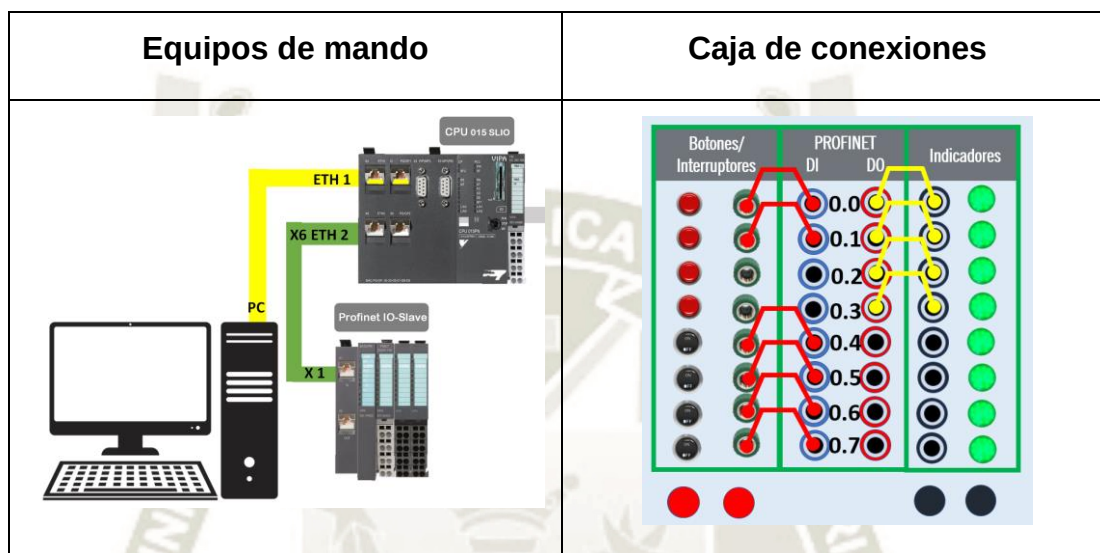


Figura 88. Diagrama de conexiones.

5.1.8 Desarrollo

Configuración Maestro – Esclavo con los equipos CPU 015PN SLIO y Módulo IM053-1PN00 PROFINET IO-Slave, utilizando el software TIA Portal v16.

- Abrir el programa TIA Portal v16 y seleccionar la opción Crear proyecto y le damos un clic izquierdo.
- Aparecerá una ventana en el lado derecho, aquí ponemos el nombre de nuestro proyecto, en este caso asignar Práctica1_Profinet, seleccionamos la ruta donde se guardará nuestro proyecto.
- Luego dar clic izquierdo en *Crear* Ver Figura 89

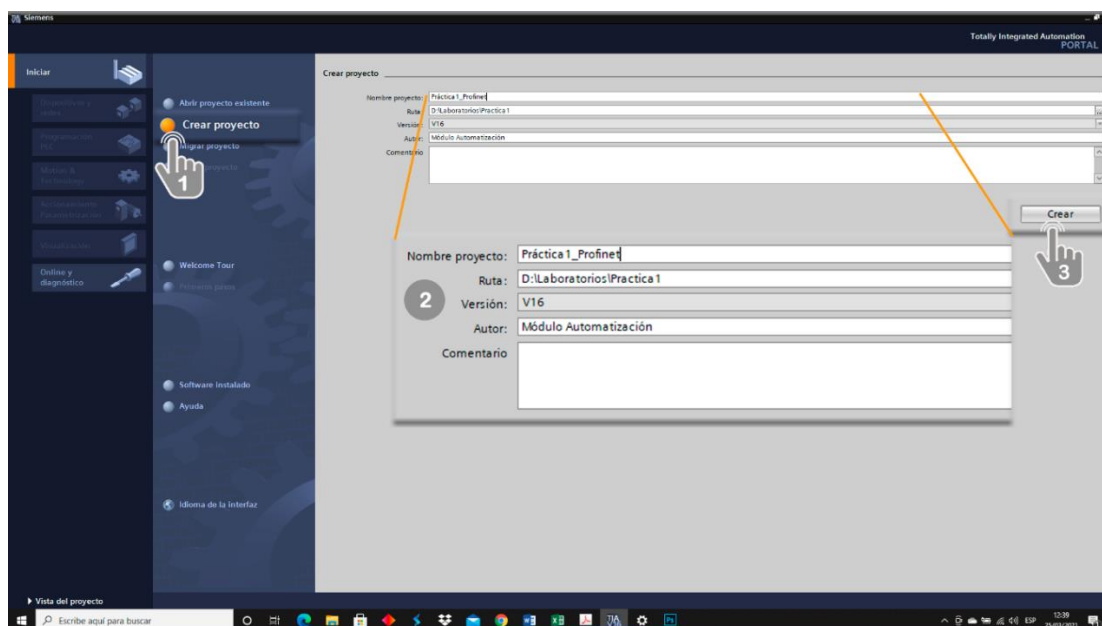


Figura 89. Crear proyecto en TIA Portal v16

- d) Una vez creado el proyecto en la nueva ventana seleccionar la opción *Configurar un dispositivo* y dar un clic izquierdo.

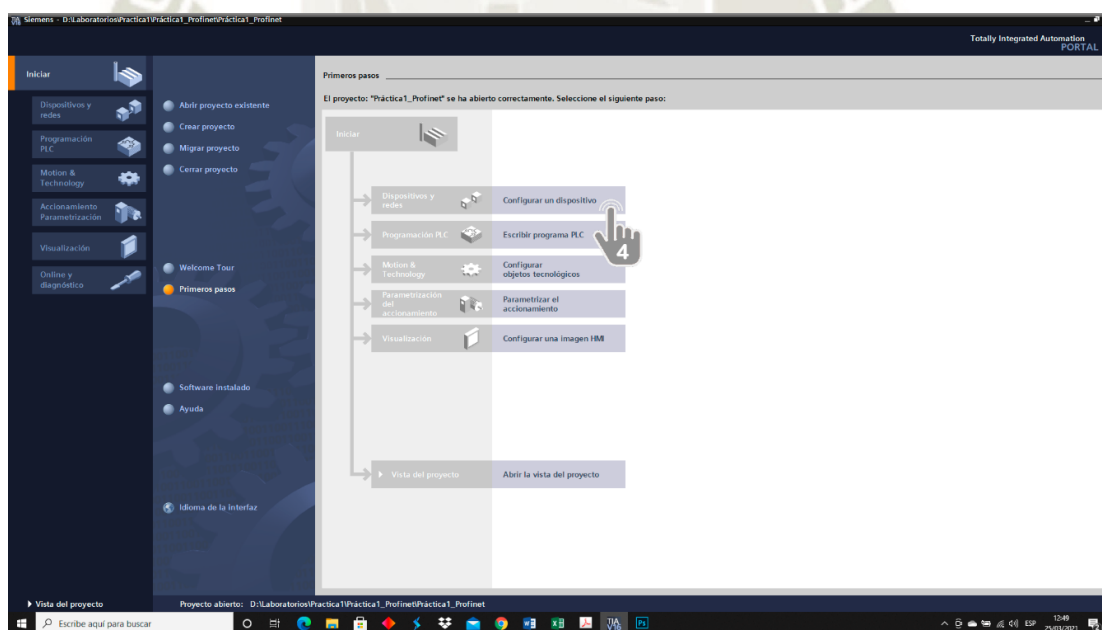


Figura 90. Configurar dispositivos VIPA en TIA Portal v16

- e) En la nueva ventana hacer clic izquierdo en la opción *Agregar dispositivo*.

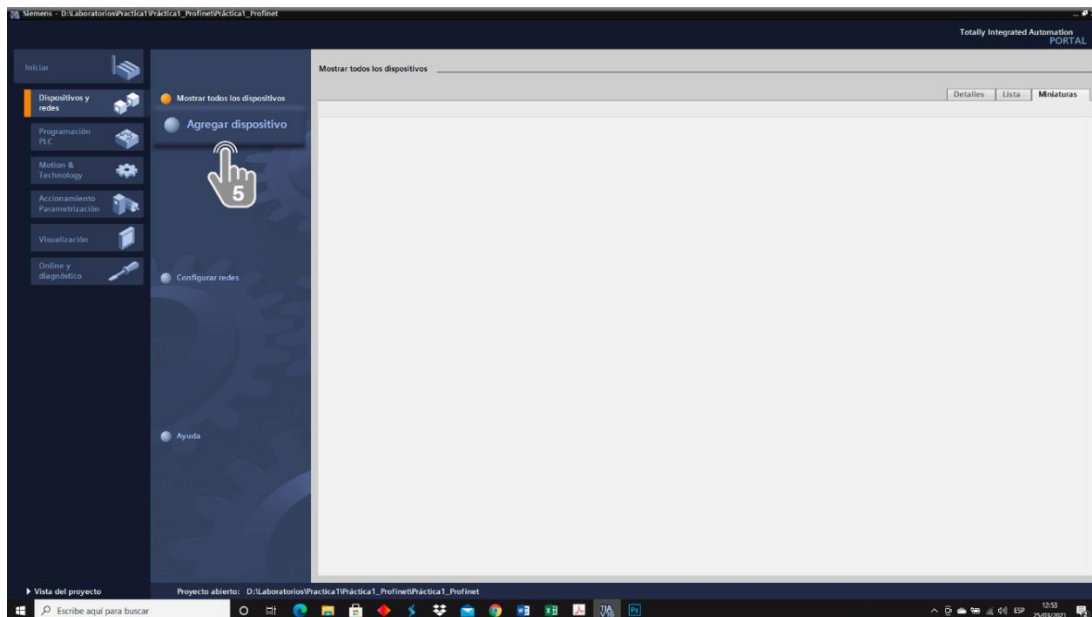


Figura 91. Agregar dispositivo VIPA en TIA Portal v16

- f) En la ventana que aparecerá al lado derecho se puede asignar un nombre a nuestro dispositivo, en este caso asignar *Maestro_Profinet*, luego seleccionamos el CPU 315-2 PN/DP (6ES7 315-2EH14-0A0B V3.2) de Siemens, el cual será el PLC virtual.
- g) Luego dar un clic izquierdo en *Agregar*.

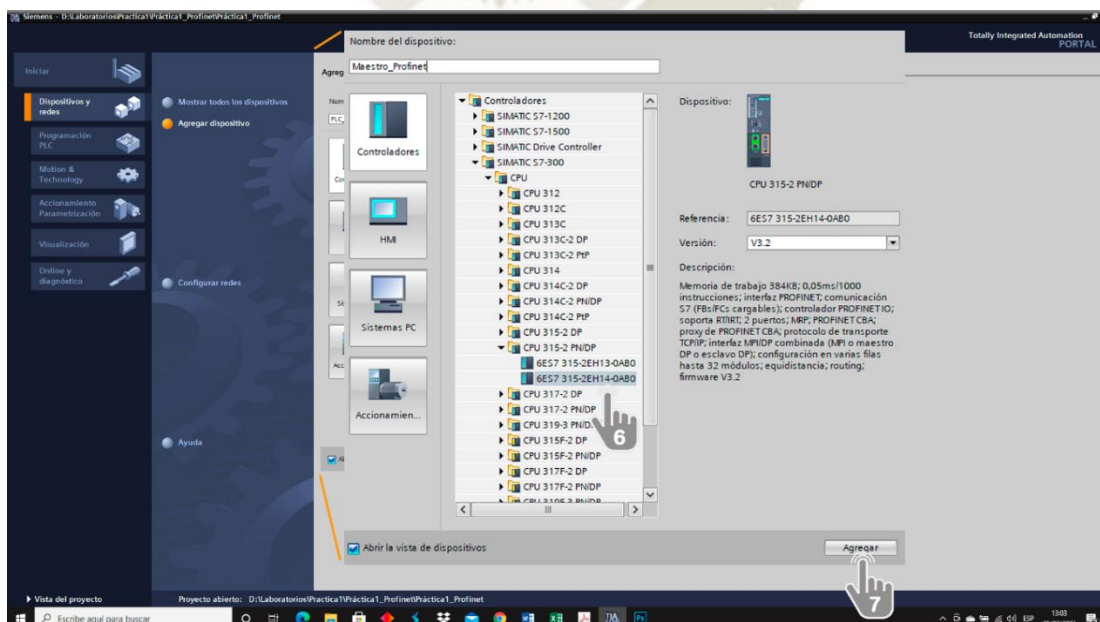


Figura 92. Agregar dispositivo VIPA en TIA Portal v16

- h) En *Catálogo de hardware* se busca en *Módulos de comunicación* PROFINET/Ethernet / CP 343-1 / 6GK7 343-1EX21-0XE0 y se da doble clic izquierdo para colocar el módulo en el Slot 4 del rack.

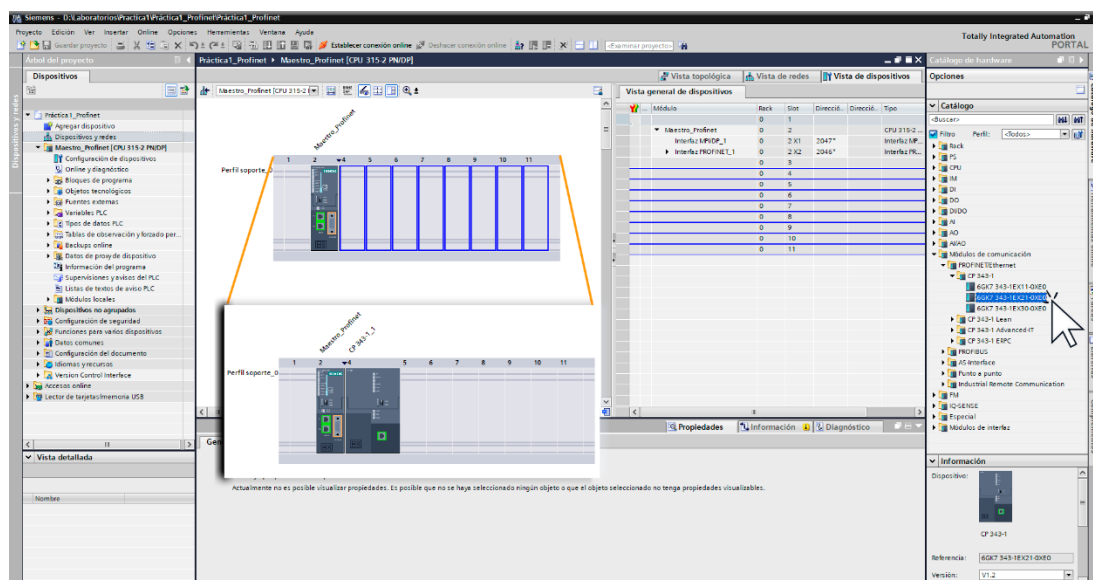


Figura 93. Agregar dispositivo VIPA PROFINET en TIA Portal v16

- i) Seleccionar el PLC Maestro_Profinet y en *Propiedades* ir a *Interfaz PROFINET[X2]/Direcciones Ethernet*, dar un clic en *Agregar subred*, con esto creamos la Subred Profinet PN/IE_1, en *Protocolo IP* asignar la Dirección IP para el módulo: 192.168.0.1, la *Máscara de subred*: 255.255.255.0.

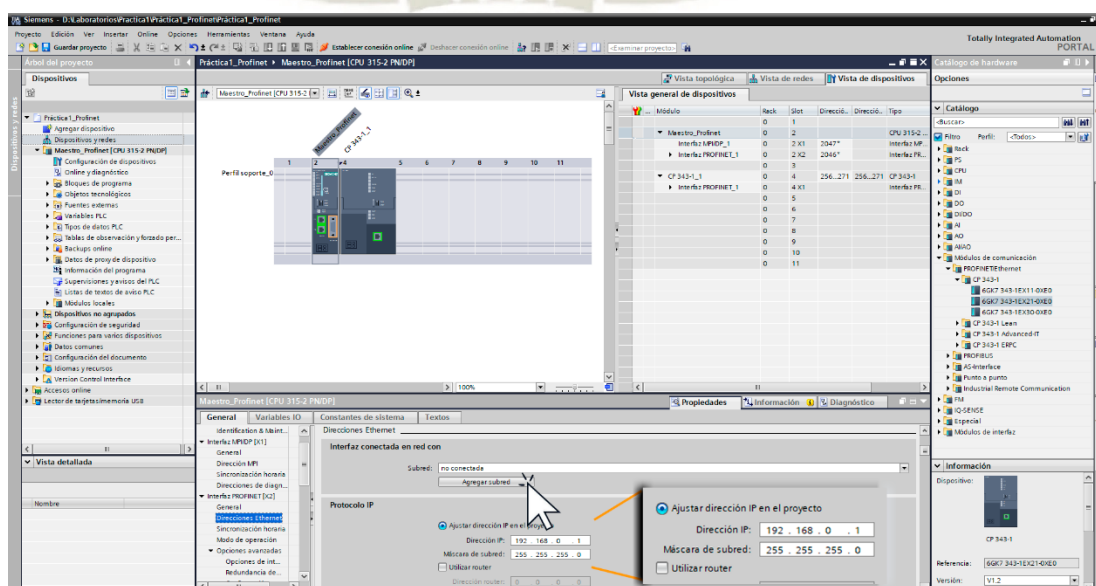


Figura 94. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16

En Interfaz PROFINET[X2] ir a *Opciones de interfaz* y quitamos el check de permitir sustitución de dispositivos sin medio de almacenamiento extraíble.

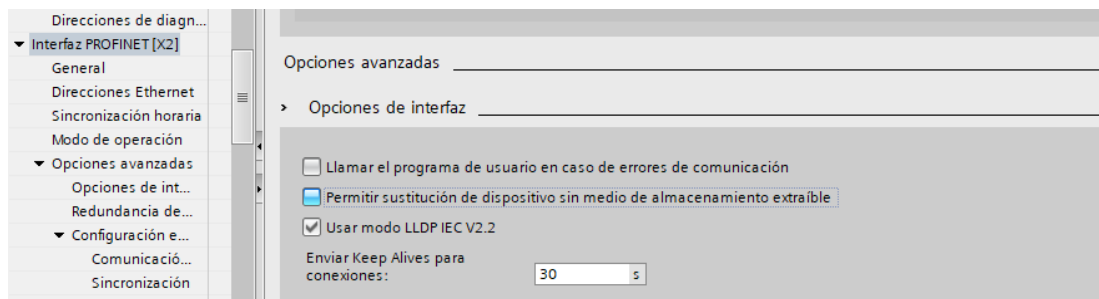


Figura 95. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16

- j) En *Vista de dispositivos* seleccionar el módulo CP 343-1_1, luego en *Propiedades* buscar Interfaz PROFINET[X1]/Direcciones Ethernet y seleccionar en Subred: PN/IE_1, en *Protocolo IP* asignar la Dirección IP para el módulo: 192.168.0.2, la *Máscara de subred*: 255.255.255.0.

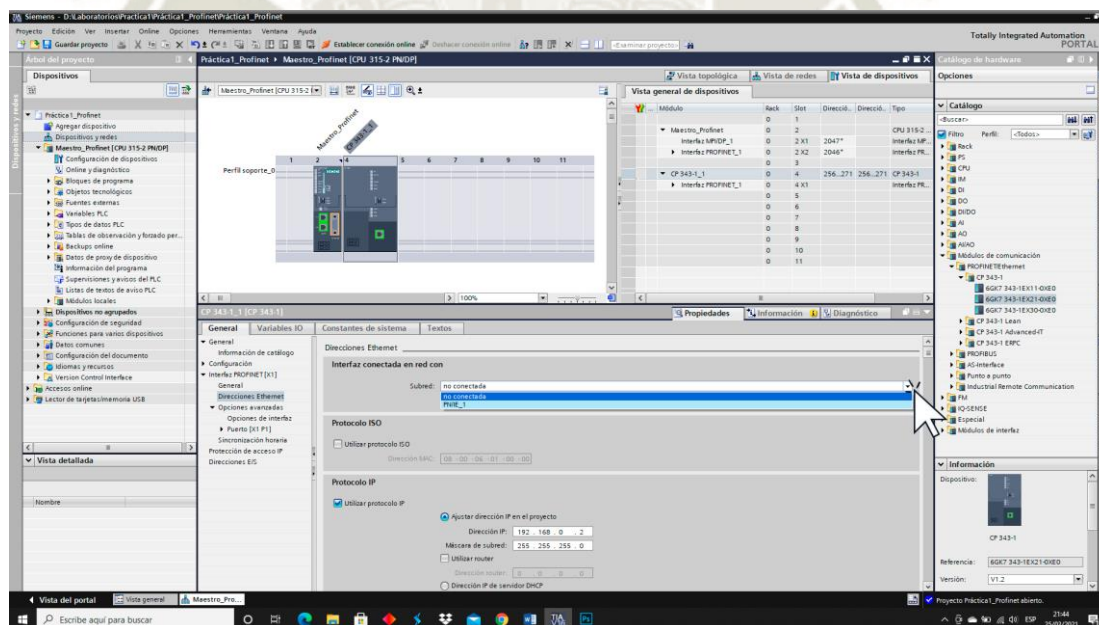


Figura 96. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16

- k) Esta configuración se realiza sólo la primera vez, se agrega las librerías GSDML de los dispositivos YASKAWA VIPA:

- l) En www.vipa.com dirigirse a *Service/Support / Downloads / Config files* y descargar las librerías **GSDML File for the SLIO-PLC V239** y **GSDML-File for 053-1PN00 V204**, en la carpeta que se descargó las librerías las descomprimos.
- m) En TIA Portal v16, ir al menú *Opciones / Administrar* archivos de descripción de dispositivos, en la ventana que aparece hacer clic en *buscar* y se busca la carpeta donde se descomprime los archivos GSDML luego seleccionar la carpeta GSDML_SLIO_CPU_V239 y le dar clic en *Seleccionar carpeta*.

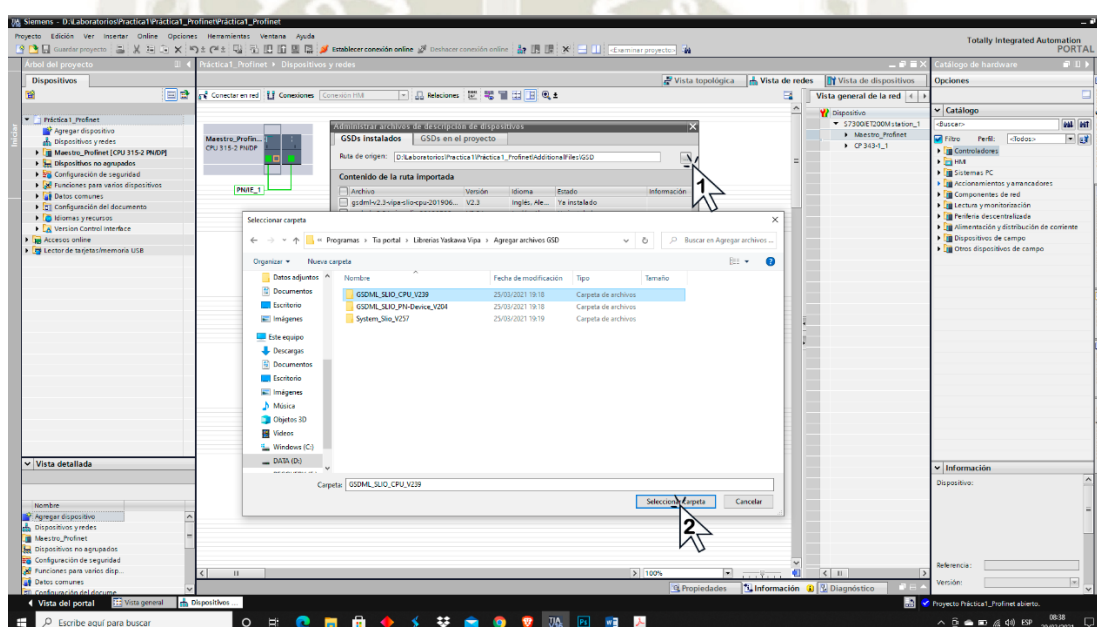


Figura 97. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16

- n) En la ventana *Administrar archivos de descripción de dispositivos* verificar que estén seleccionados todos los archivos y le damos clic en *Instalar*, luego en la siguiente ventana nuevamente dar clic en *Instalar*.
- o) Realizar la misma acción para instalar el archivo GSDML_SLIO_PN-Device_V204 para el módulo I/O 053-1PN00 PROFINET Device (>= HW 04).

- p) En Vista de Redes agregar los dispositivos YASKAWA VIPA, luego dirigirse en Catálogo / Otros dispositivos de campo / PROFINET IO / I/O / Vipa GmbH / VIPA SLIO System / 015-CEFPR01 / FW V3.0 y lo arrastramos al rack 0.

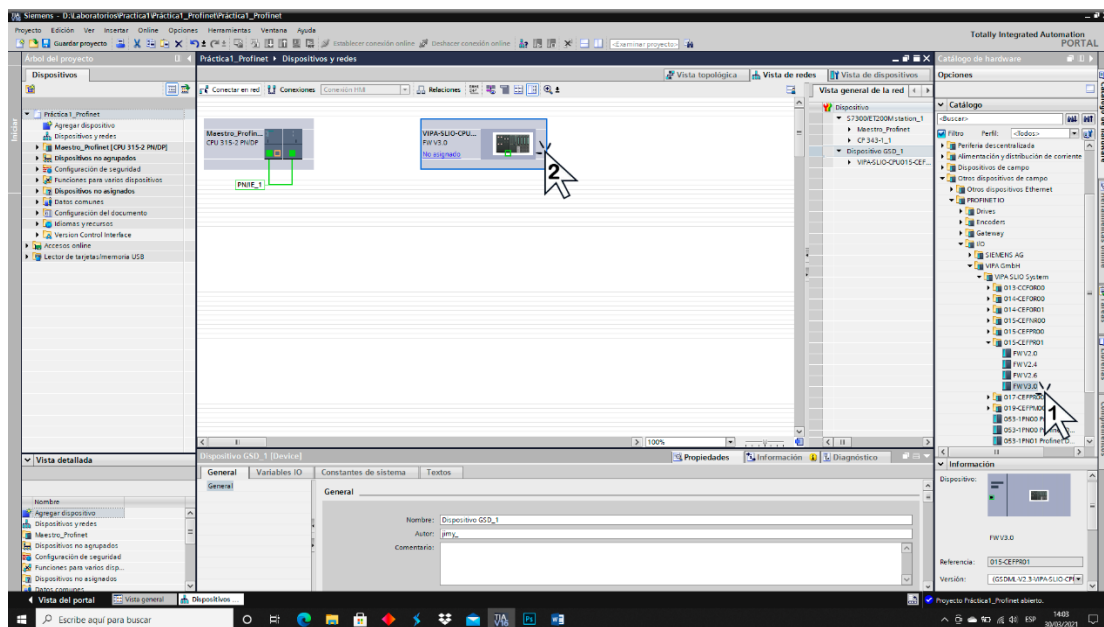


Figura 98. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16

- q) Para agregar el módulo I/O PROFINET dirigirse en Catálogo / Otros dispositivos de campo / PROFINET IO / I/O / Vipa GmbH / VIPA SLIO System / 053-1PN00 Profinet Device (>= HW 04) y arrastrar al rack 0.

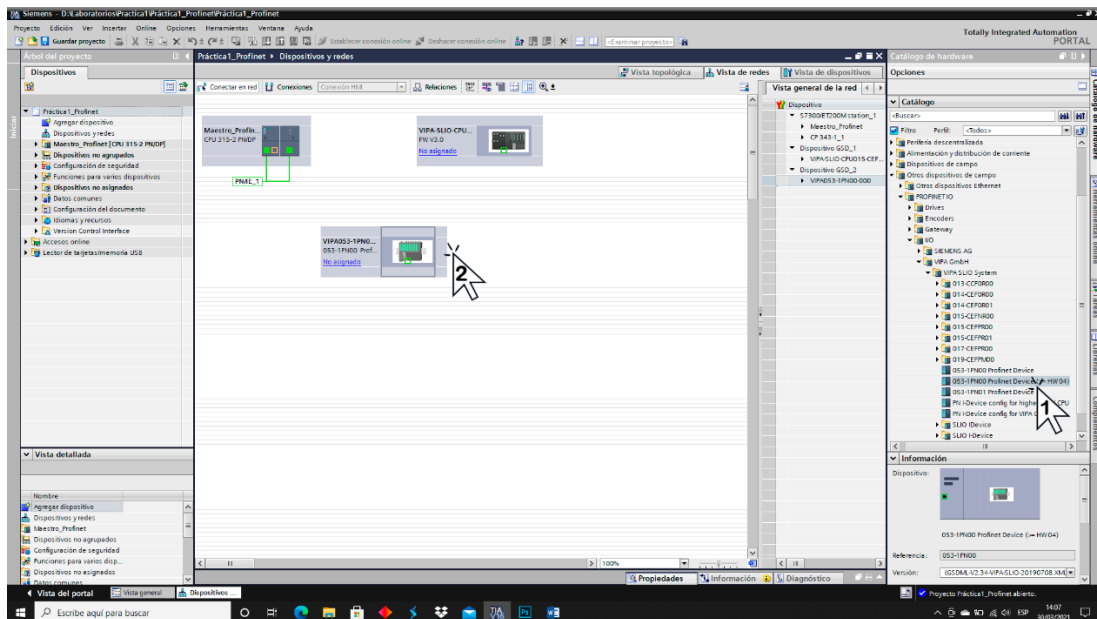


Figura 99. Configurar Módulo I/O PROFINET VIPA en TIA Portal v16

- r) Seleccionar el módulo *053-1PNO00 Profinet Device* ($\geq$ HW 04) e ir a *Vista de dispositivos* para agregar los módulos digitales de I/O, DI: 021-1BF00 DI8xDC24V_1, DO: 22-1BF00 DO8xDC24V 0.5A_1, seleccionar y dar doble clic.

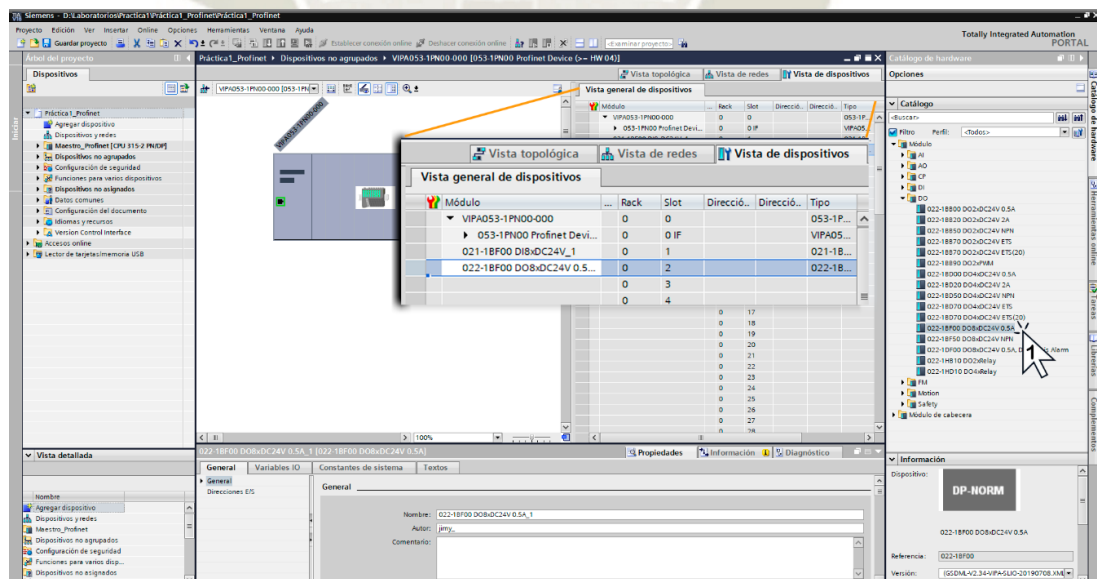


Figura 100. Configurar Módulo I/O PROFINET VIPA en TIA Portal v16

- s) Volver a *Vista de redes* y arrastramos desde el punto de red PROFINET del módulo maestro CPU 315-2 PN/DP hacia el CPU 015PN, tal y como se muestra en la imagen, realizar el mismo procedimiento para el módulo esclavo *053-1PN00 Profinet Device* ($\geq$ HW 04), con esto se logra agregar a la red PROFINET los dispositivos YASKAWA VIPA.

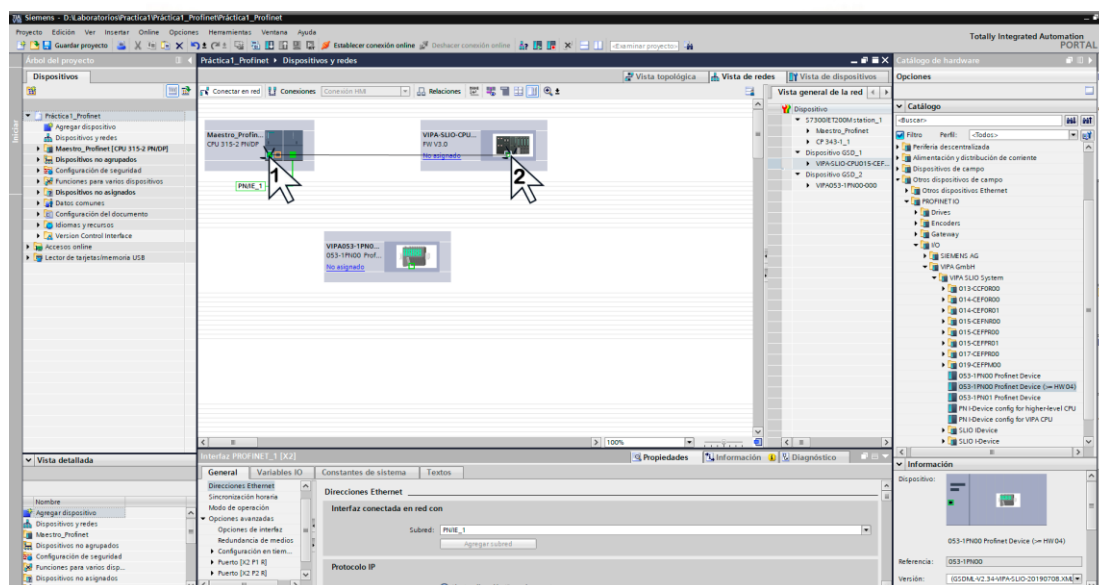


Figura 101. Configurar Módulo I/O PROFINET VIPA en TIA Portal v16

- t) Una vez configurado dar clic en *compilar* para verificar que no existan errores.

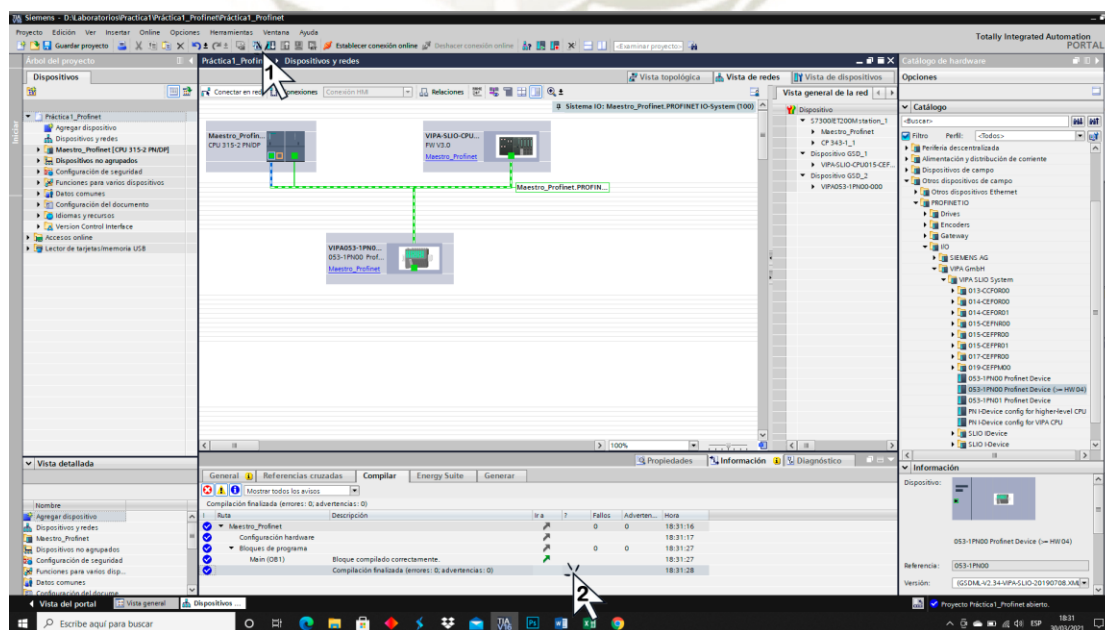


Figura 102. Configurar Módulo I/O PROFINET VIPA en TIA Portal v16

- u) Prender el módulo e ir en *Dispositivos / Acceso Online* y buscamos la tarjeta de red de la computadora en la cual tenemos conectado el CPU 015PN SLIO VIPA y dar clic en *Actualizar dispositivos accesibles*, verificar que las direcciones IP asignados a los módulos en la configuración coincidan, de no coincidir (como en la imagen) damos clic en *Online y diagnóstico* y luego en *Funciones / Asignar dirección IP*, escribimos la dirección IP, la Máscara de subred y damos clic en *Asignar dirección IP*.

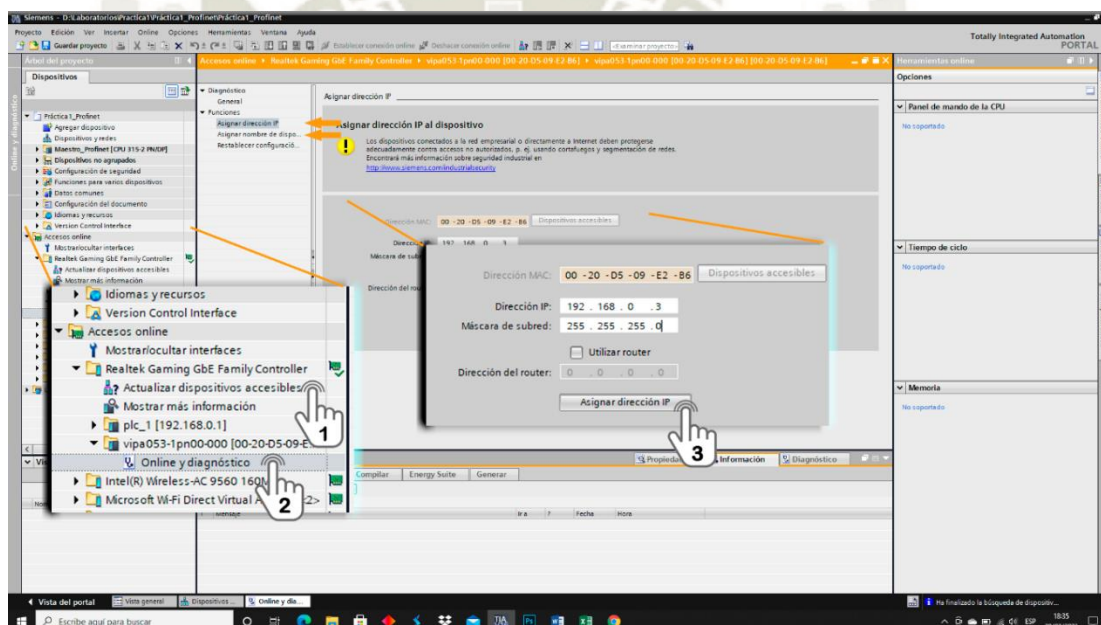


Figura 103. Asignar dirección IP a Módulo I/O PROFINET VIPA en TIA Portal v16

- v) En *Vista de redes* seleccionar el módulo esclavo 053-1PN00 PROFINET y damos clic en *Asignar nombre de dispositivo* (1), en la ventana que aparece dar clic en *Actualizar lista* (2), una vez termine la búsqueda seleccionar el módulo (3) y damos clic en *Asignar nombre* y luego *Cerrar*.

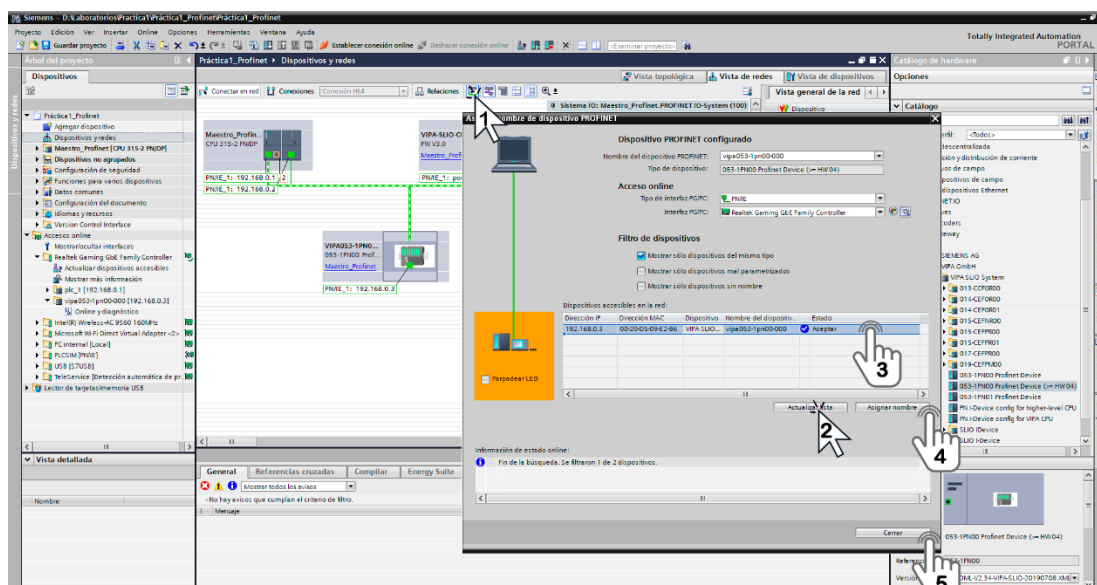


Figura 104. Asignar nombre a Módulo I/O PROFINET VIPA en TIA Portal v16

w) Ir a *Dispositivos / Maestro_Profinet / Online y diagnóstico* (1) dar clic en *Cargar en dispositivo* (2), una vez cargado la configuración en el PLC damos clic en *Establecer conexión online* (3) y verificamos que no exista errores de comunicación.

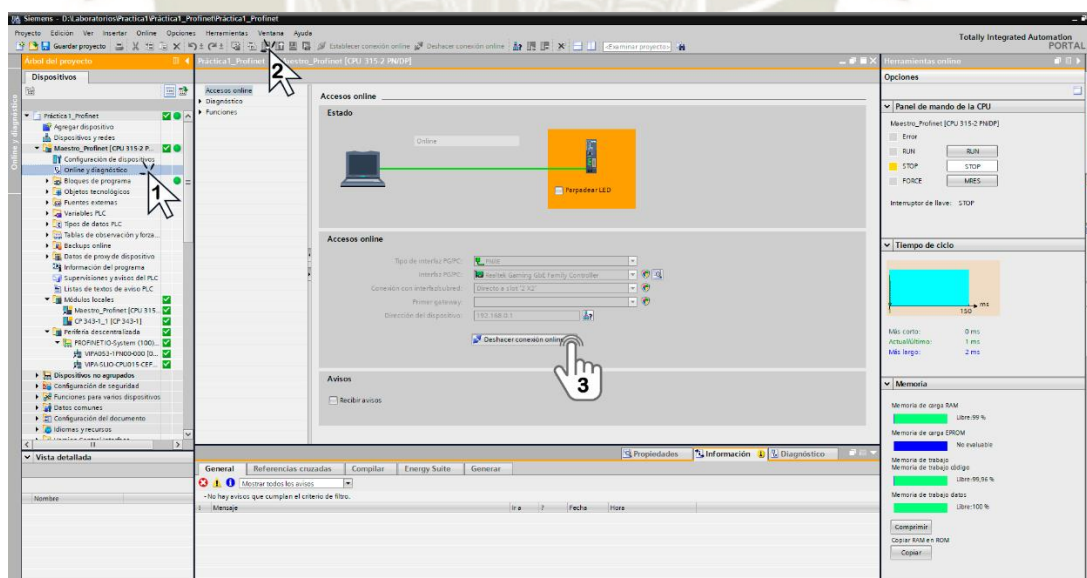


Figura 105. Cargar configuración de dispositivo PROFINET VIPA en TIA Portal v16

- x) Una vez configurado la red dar clic en *Deshacer conexión online* y nos dirigirse a *Dispositivos / Maestro_Profinet / Bloque de programa / Main*, donde se realiza el programa Ladder para resolver el ejercicio propuesto.
- y) Programación de la Práctica 1 en el Anexo 4.



5.2 Práctica 2: Red PROFIBUS DP

5.2.1 Tema

Reconocimiento, configuración y uso de equipos para la integración de una red PROFIBUS DP Maestro - Esclavo.

5.2.2 Aplicación

Proceso de transporte de mineral mediante faja transportadora y tripper car de carga, para alimentación de mineral a tolvas de almacenamiento.

5.2.3 Introducción

El desarrollo de esta práctica tiene la finalidad de que el alumno aprenda a configurar y programar una red PROFIBUS DP Maestro – Esclavo en TIA Portal v16 mediante el uso de PLC Maestro CPU015PN SLIO y periférico esclavo Módulo IM053-1DP00 PROFIBUS DP IO-Slave con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00.

5.2.4 Objetivos

- Aprender el método de configuración de una red PROFIBUS DP con equipos YASKAWA VIPA mediante el uso del software TIA Portal v16.
- Utilizar la red PROFIBUS DP para programar una solución en TIA Portal v16 a una aplicación de automatización de un proceso de la industria minera.

5.2.5 Materiales y equipos

- Laptop o computadora del laboratorio.

- Módulo de automatización: CPU015PN SLIO, Módulo IM053-1DP00 PROFIBUS DP IO-Slave con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00.
- Tarjeta de memoria VSC PROFIBUS Máster.
- 01 Cable PROFIBUS DP.
- 01 Cable de red con conector RJ45.
- Cables de conexión tipo banana.

5.2.6 Problema por desarrollar

En la industria minera el uso de fajas transportadoras con tripper car es ampliamente usado, este equipo consta de una faja transportadora con 02 motores de accionamiento, y un carro tripper accionado por dos motores de traslación de ida y dos motores de traslación de retorno, adicionalmente la faja transportadora tiene un sistema de seguridad por medio del uso de pullcords de activación en caso de emergencias

Utilizando el módulo didáctico de automatización por redes de comunicación industrial de la UCSM y el software TIA Portal V16 se solicita realizar lo siguiente:

- Configurar una red PROFIBUS DP Maestro -Esclavo.
- Realizar el diagrama Ladder para realizar la automatización del sistema de traslación del tripper car tomando las siguientes consideraciones:
 - El tripper car debe trasladarse por 04 tolvas las cuales cuentan con un sensor de posición en cada tolva, el tripper car no deberá trasladarse más allá de la 1era y la 4ta tolva en ida o retorno.

- Para el avance del tripper car se debe accionar los dos motores de traslación de ida mediante el uso de un pulsador de ida, considerar que el sensor de posición de tolva estará activo 5 segundos durante la traslación del tripper car.
- Para el retroceso del tripper car se debe accionar los dos motores de traslación de retorno mediante el uso de un pulsador de retorno, considerar que el sensor de posición de tolva estará activo 5 segundos durante la traslación del tripper car.
- El avance o retroceso del tripper car deberá de ser de tolva en tolva.
- Durante el avance o retroceso del tripper car se deberá accionar una luz de emergencia.
- Los sensores de posición serán simulados por pulsadores.

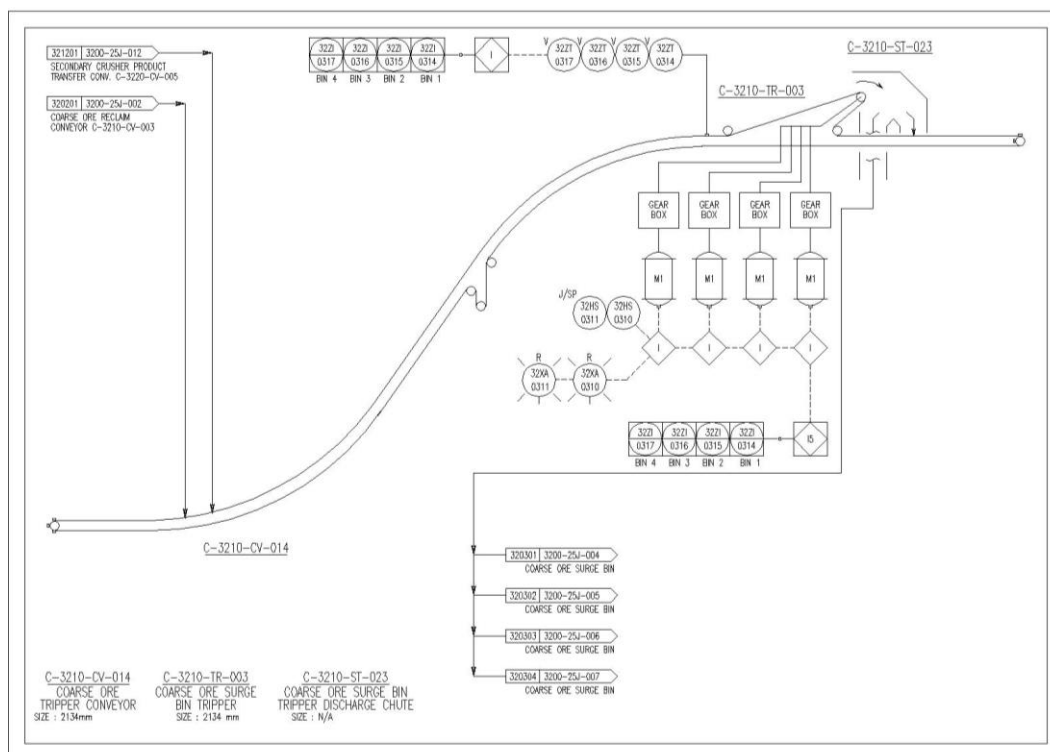


Figura 106. P&ID Faja transportadora con tripper car

5.2.7 Diagrama de conexiones

Conectar los equipos y caja de conexiones según lo indicado en las siguientes figuras:

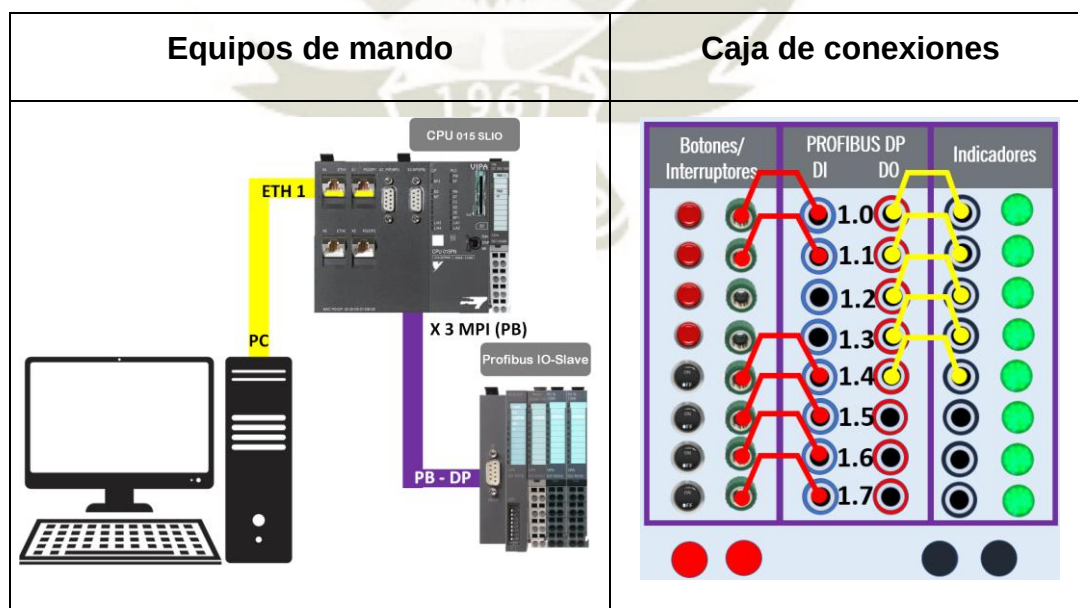


Figura 107. Diagrama de conexiones.

5.2.8 Desarrollo

Configuración Maestro – Esclavo con los equipos CPU 015PN SLIO y Módulo IM053-1DP00 PROFIBUS DP IO-Slave, utilizando el software TIA Portal v16.

- Abrir el programa TIA Portal v16 y seleccionar la opción Crear proyecto y le damos un clic izquierdo.
- Aparecerá una ventana en el lado derecho, aquí poner el nombre de nuestro proyecto, en este caso pondremos Práctica2_Proflbus, seleccionar la ruta donde se guardará el proyecto.
- Luego damos un clic izquierdo en Crear.

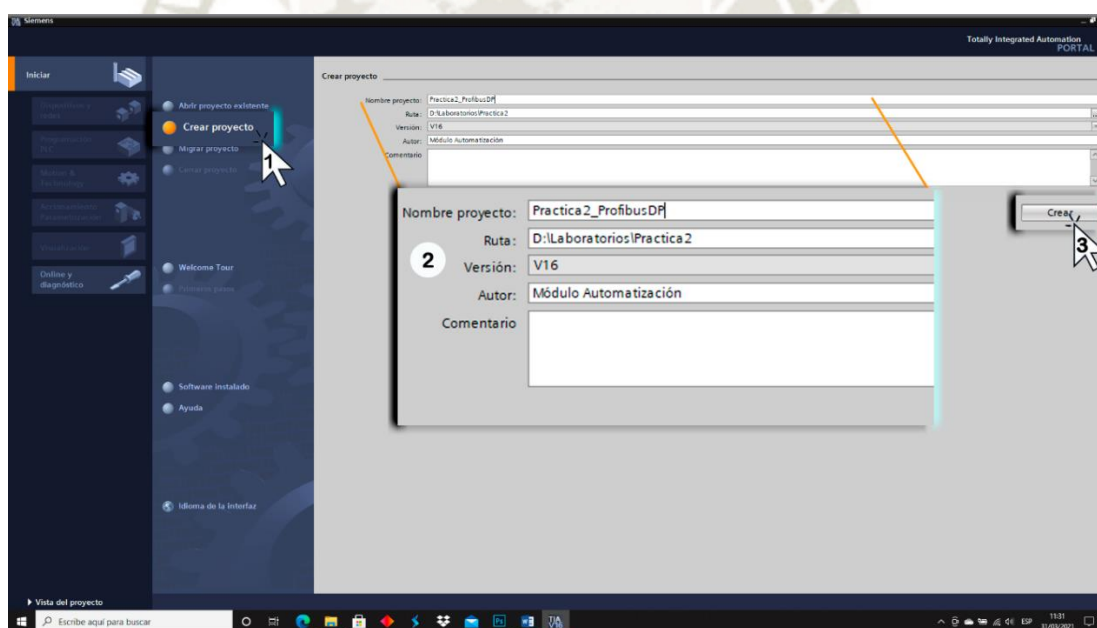


Figura 108. Crear proyecto en TIA Portal v16

- Una vez creado el proyecto en la nueva ventana seleccionar la opción *Configurar un dispositivo* y le damos un clic izquierdo.

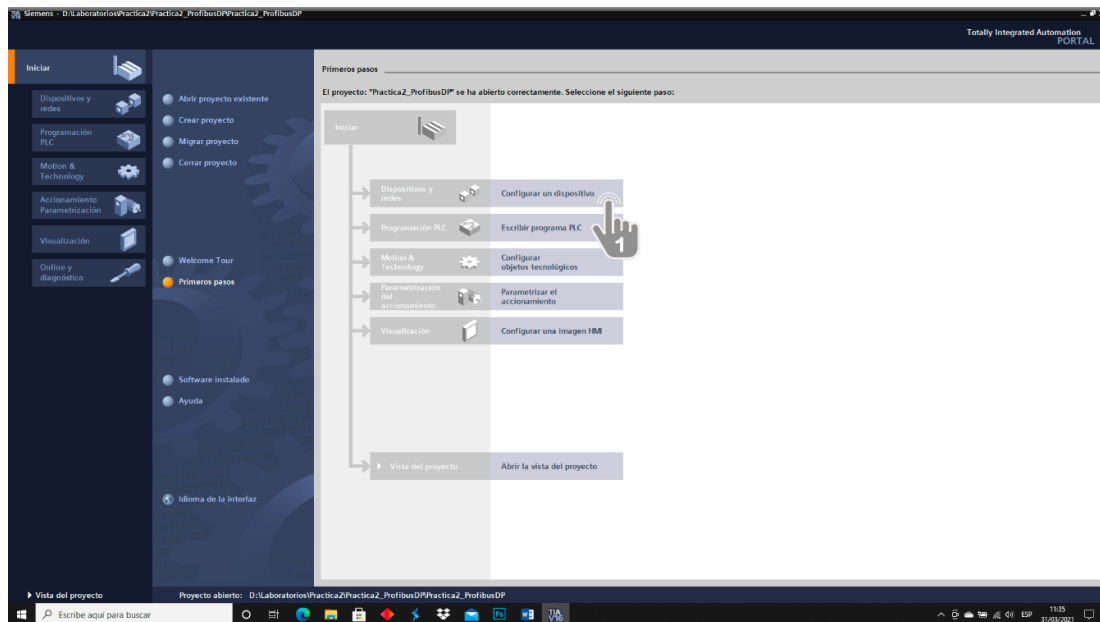


Figura 109. Configurar dispositivos VIPA en TIA Portal v16

e) En la nueva ventana dar un clic izquierdo en la opción *Agregar dispositivo*.

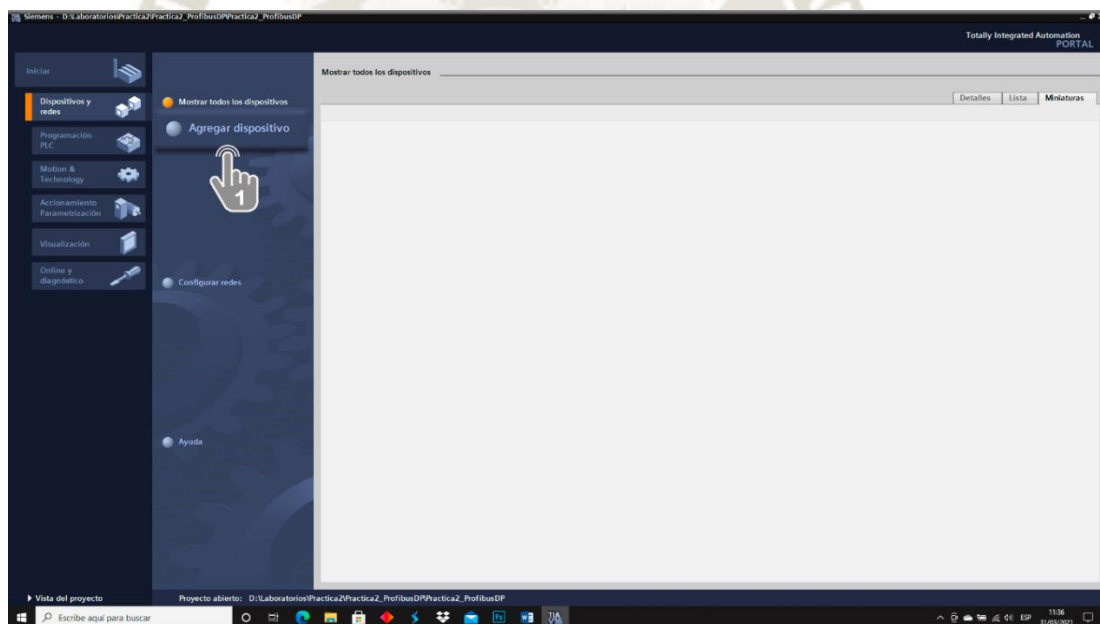


Figura 110. Agregar dispositivo VIPA en TIA Portal v16

f) En la ventana que aparece al lado derecho seleccionar y podemos asignar un nombre a el dispositivo, en este caso poner *Maestro_Profibus*, luego seleccionar el CPU 315-2 PN/DP (6ES7 315-2EH14-0A0B V3.2) de Siemens, el cual será nuestro PLC virtual.

g) Luego dar un clic izquierdo en *Agregar*.

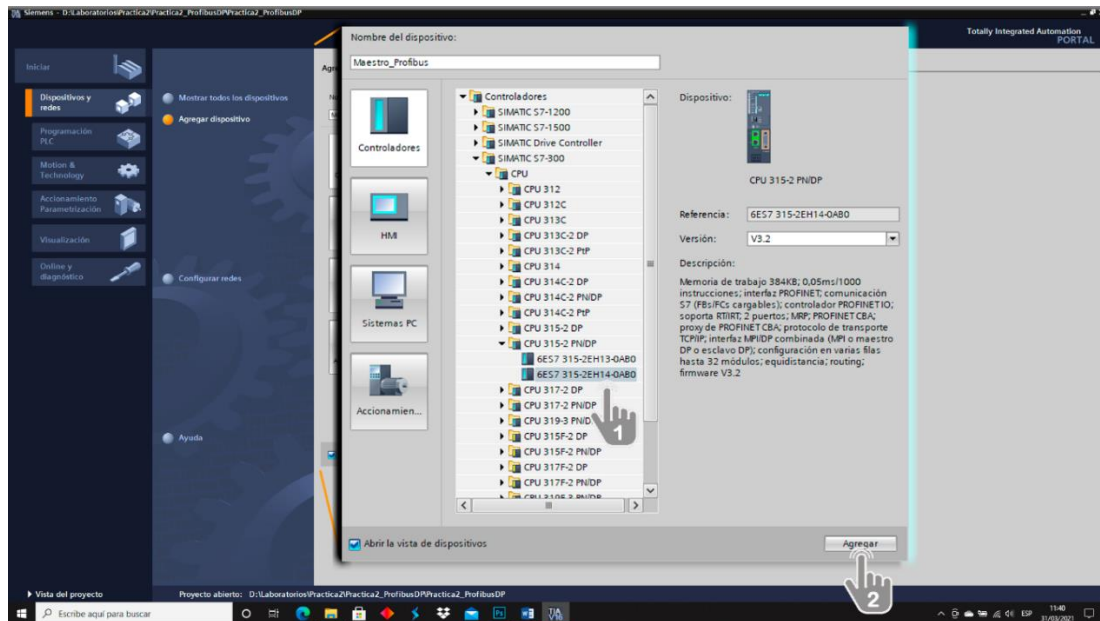


Figura 111. Agregar dispositivo VIPA en TIA Portal v16

h) En *Catálogo de hardware* buscar en Módulos de comunicación PROFINET/Ethernet / CP 343-1 / 6GK7 343-1EX21-0XE0 y dar doble clic izquierdo para colocar el módulo en el Slot 4 del rack.

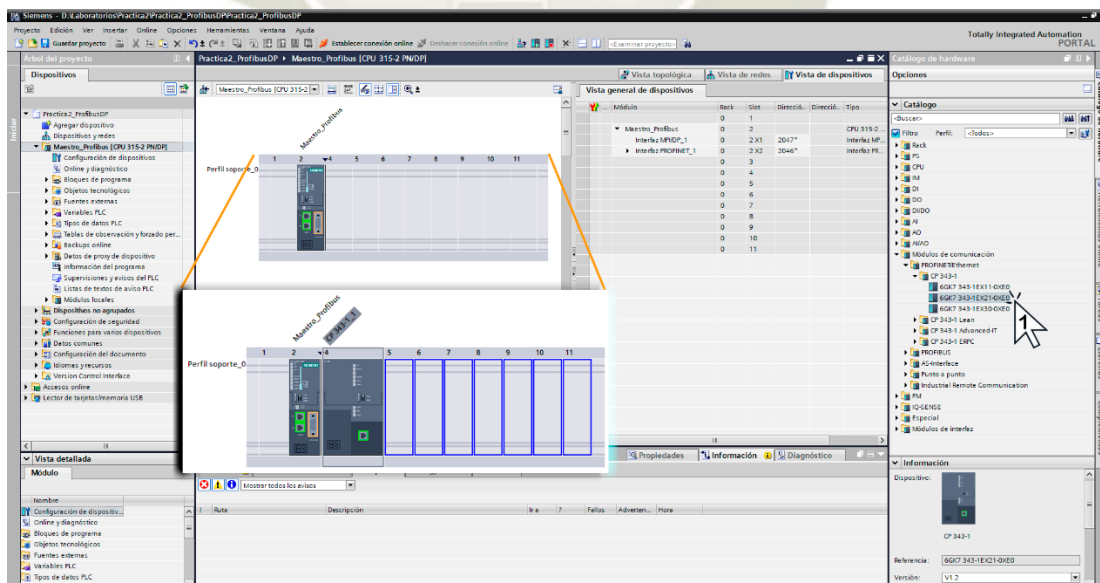


Figura 112. Agregar dispositivo VIPA PROFINET en TIA Portal v16

- i) Seleccionar el PLC Maestro_Profibus y en *Propiedades* ir a Interfaz PROFINET[X2]/Direcciones Ethernet, dar un clic en *Agregar subred*, con esto creamos la Subred Profinet PN/IE_1, en *Protocolo IP* asignamos la Dirección IP para el módulo: 192.168.0.1, la *Máscara de subred*: 255.255.255.0.

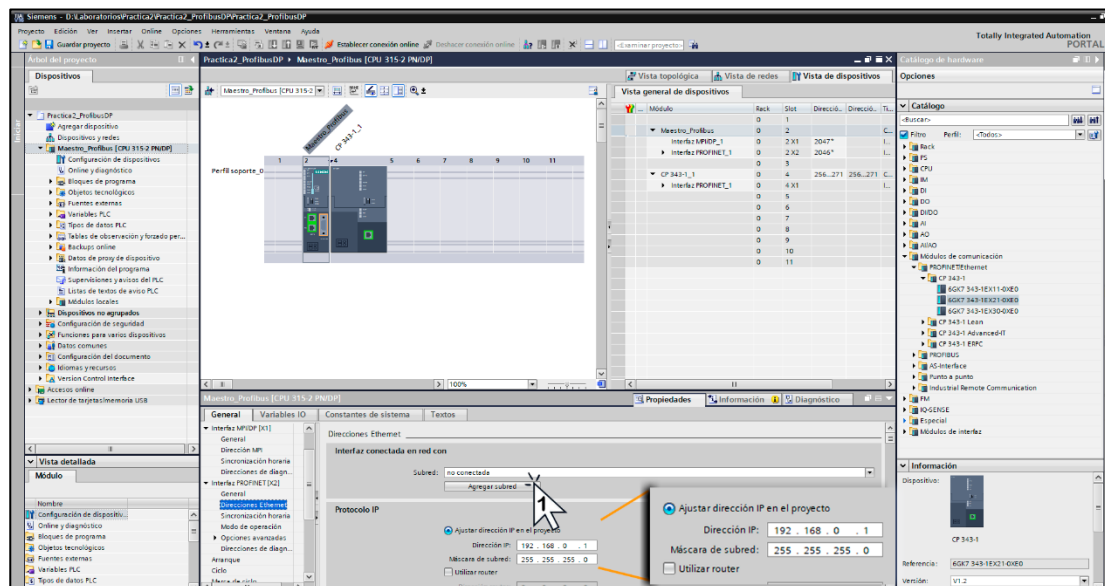


Figura 113. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16

- j) En Interfaz PROFINET[X2] ir a *Opciones de interfaz* y quitar el check de *Permitir sustitución de dispositivos sin medio de almacenamiento extraíble*.

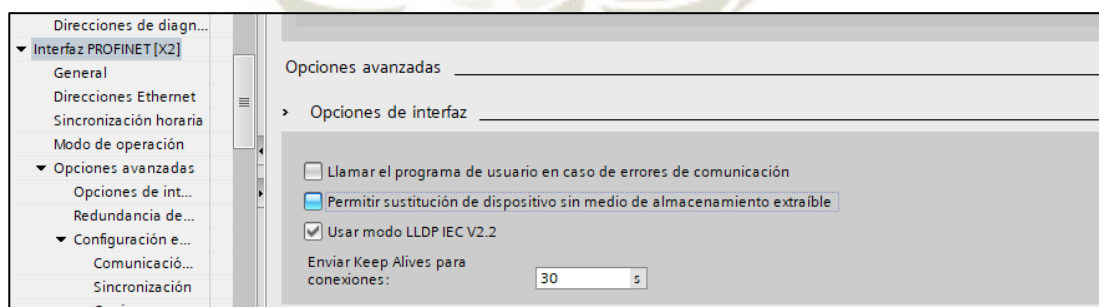
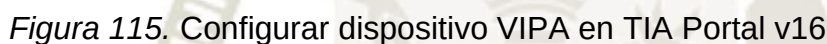


Figura 114. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16

- k) En *Vista de dispositivos* seleccionar el módulo CP 343-1_1, luego en *Propiedades* buscar Interfaz PROFINET[X1]/Direcciones Ethernet y



- I) Esta configuración se realiza sólo la primera vez, luego agregar las librerías GSDML de los dispositivos Yaskawa VIPA:
- En www.vipa.com dirigirse a *Service/Support / Downloads / Config files* y descargar las librerías *GSDML File for the SLIO-PLC V239 y GSD-File for 053-1DP00 and 013C/014/015-DP-Slave V257*, en la carpeta descargar las librerías y luego descomprimir.
 - En TIA Portal v16, ir al menú *Opciones / Administrar archivos de descripción de dispositivos*, en la ventana que aparece dar clic en *buscar* y buscar la carpeta donde descomprimos los archivos GSDML y seleccionar la carpeta *GSDML_SLIO_CPU_V239* y dar clic en *Seleccionar carpeta*.

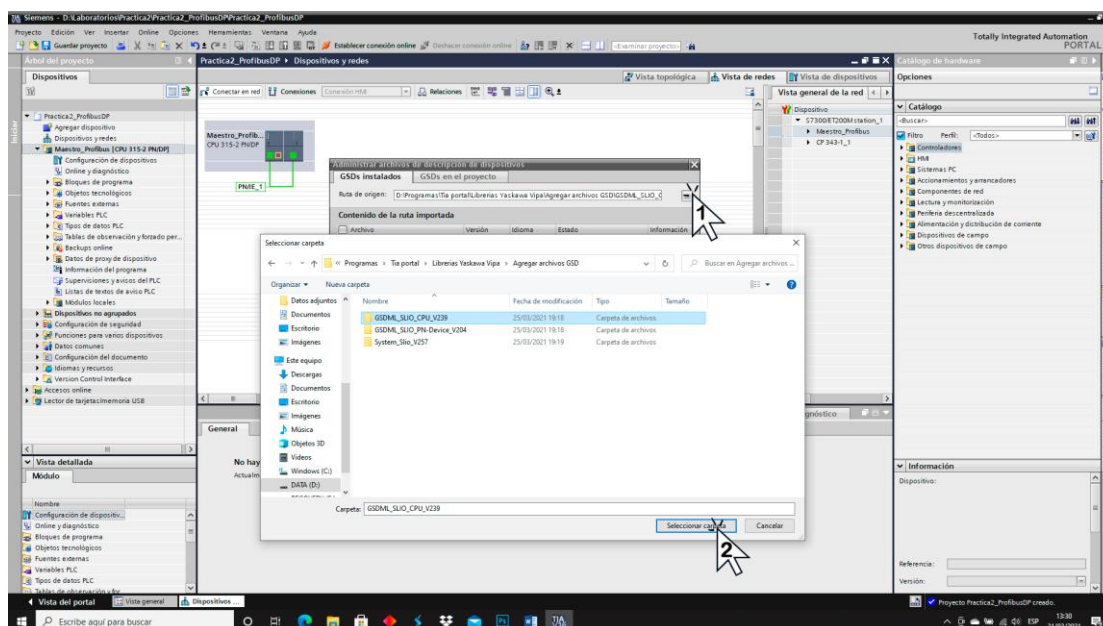


Figura 116. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16

- En la ventana *Administrar archivos de descripción de dispositivos* verificar que estén seleccionados todos los archivos y le dar clic en *Instalar*, luego en la siguiente ventana nuevamente dar clic en *Instalar*.
- Realizar la misma acción para instalar el archivo Sytem_Slio_V257 para el módulo I/O VIPA 053-1DP00 (DPV0) PROFIBUS DP.
- m) Ir a Vista de Redes, para agregar el CPU 015PN SLIO YASKAWA VIPA dirigirse a Catálogo / Otros dispositivos de campo / PROFINET IO / I/O / Vipa GmbH / VIPA SLIO System / 015-CEFPR01 / FW V3.0 y lo arrastrar al rack 0.

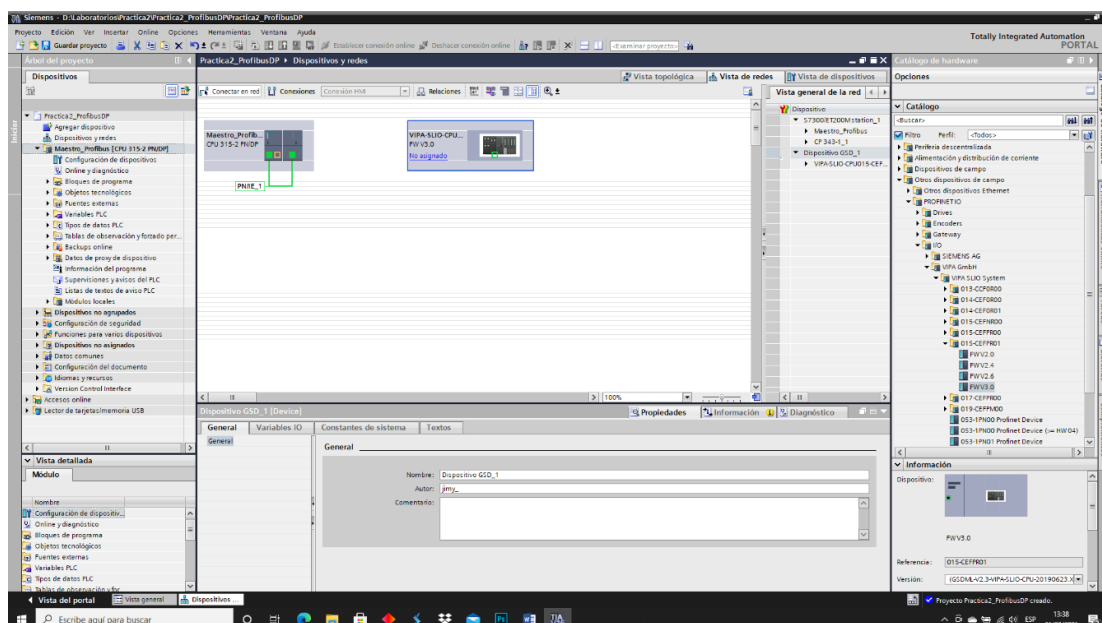


Figura 117. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16

- n) Para agregar el módulo I/O PROFIBUS DP dirigirse en Catálogo / Otros dispositivos de campo / PROFIBUS DP / I/O / Vipa GmbH / VIPA SLIO / VIPA 053-1DP00 (DPV0) / VIPA 053-1DP00 y arrastrar hacia el rack 0.

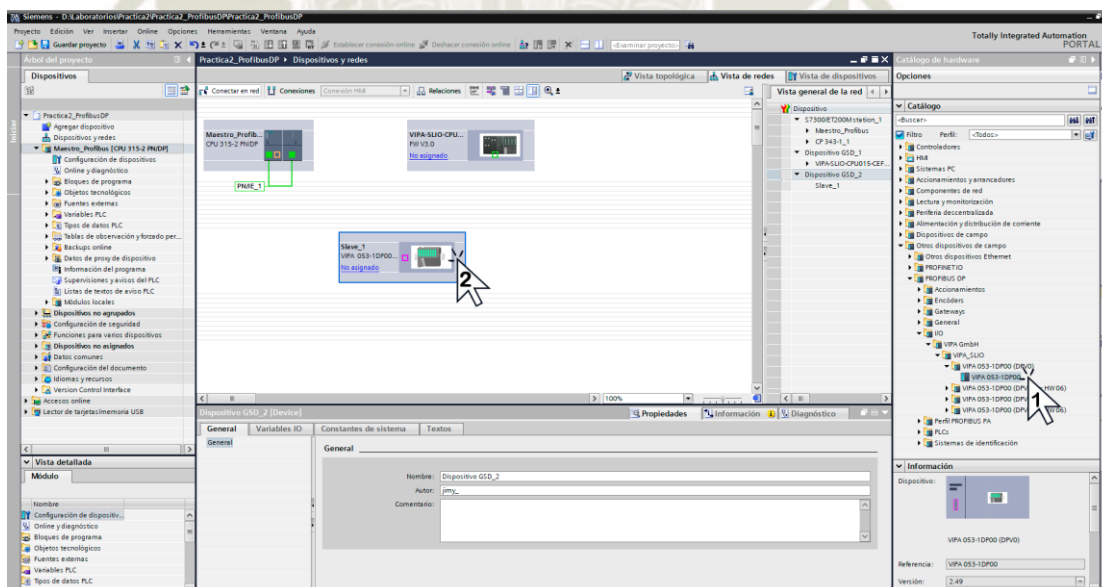


Figura 118. Configurar Módulo I/O PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16

- o) Seleccionar el módulo 053-1DP00 PROFIBUS DP (DPV0) e ir a Vista de dispositivos para agregar los módulos digitales de I/O, DI: 021-1BF00

DI8xDC24V_1 y DO: 22-1BF00 DO8xDC24V 0.5A_1, seleccionar y dar doble clic, en dirección cambiar a 1 para ambos módulos.

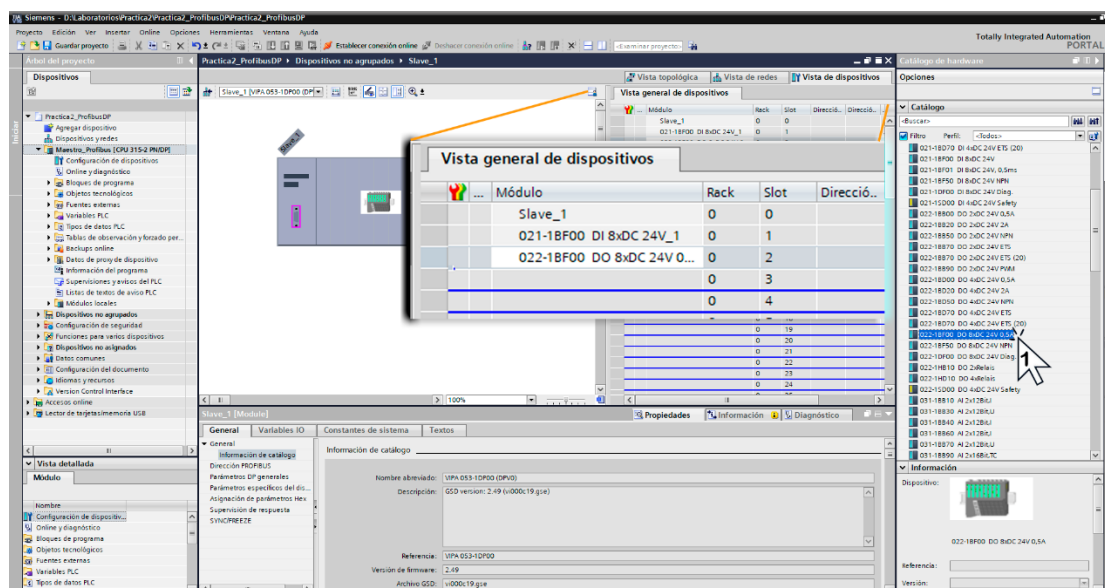


Figura 119. Configurar Módulo I/O PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16

p) Volver a *Vista de redes* y arrastrar desde el punto de red PROFINET del módulo maestro CPU 315-2 PN/DP hacia el CPU 015PN, tal y como se muestra en la imagen.

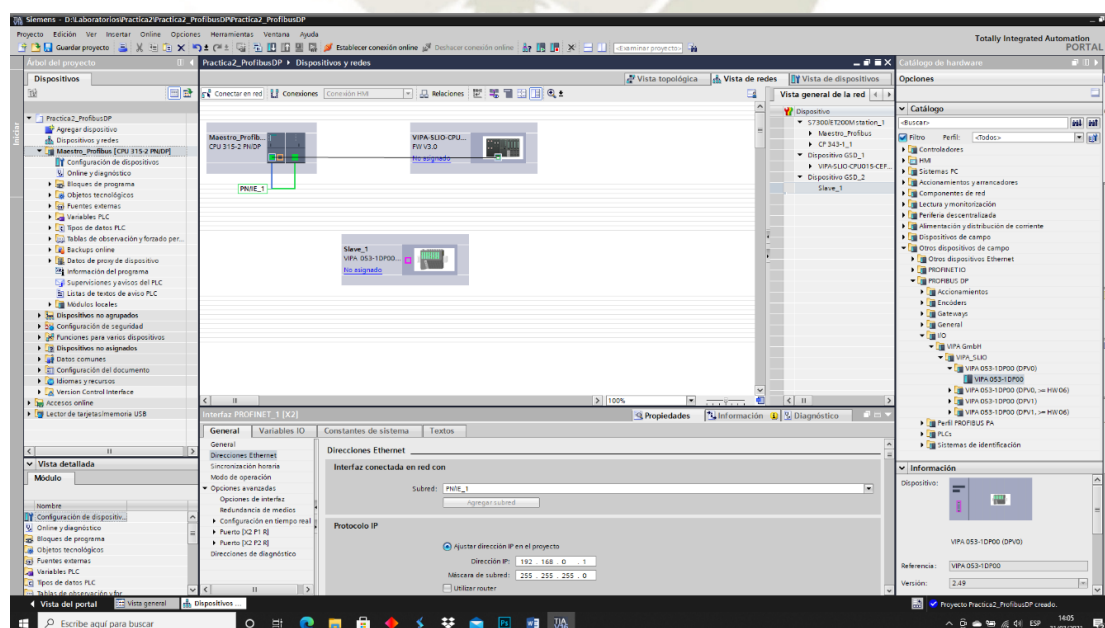


Figura 120. Configurar Módulo I/O PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16

- q) Luego con el puntero del ratón ubicarse en el punto MPI/DP del módulo maestro CPU 315-2 PN/DP dar un clic y arrastrar hacia el punto DP del módulo esclavo VIPA 053-1DP00 (DPV0), con esto quedan configurados los dispositivos en la red PROFIBUS DP.

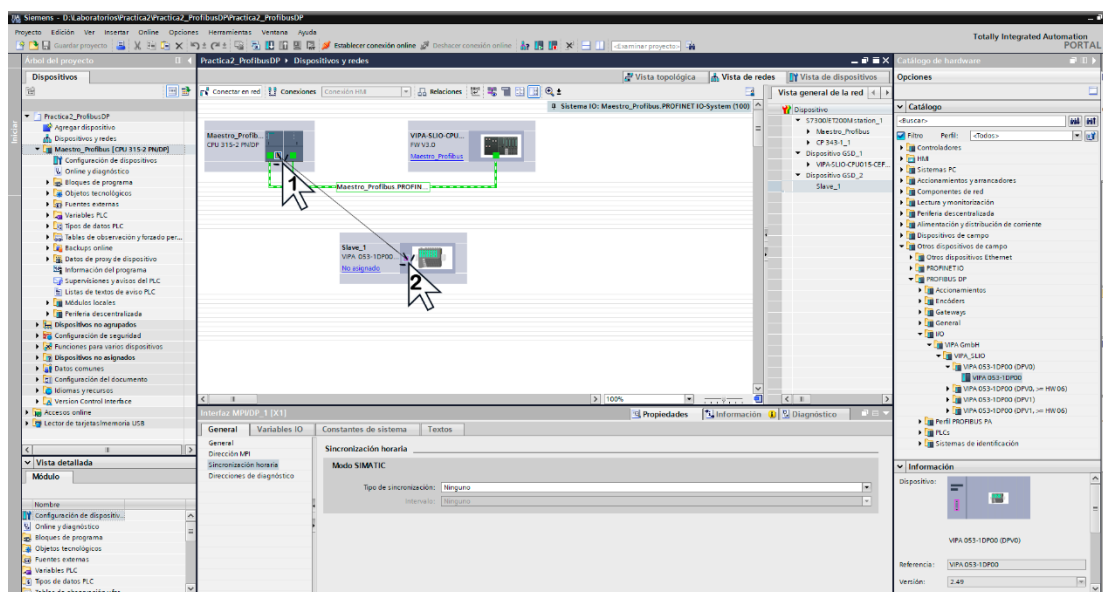


Figura 121. Configurar Módulo I/O PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16

- r) Una vez configurado dar clic en compilar para verificar que no existan errores.

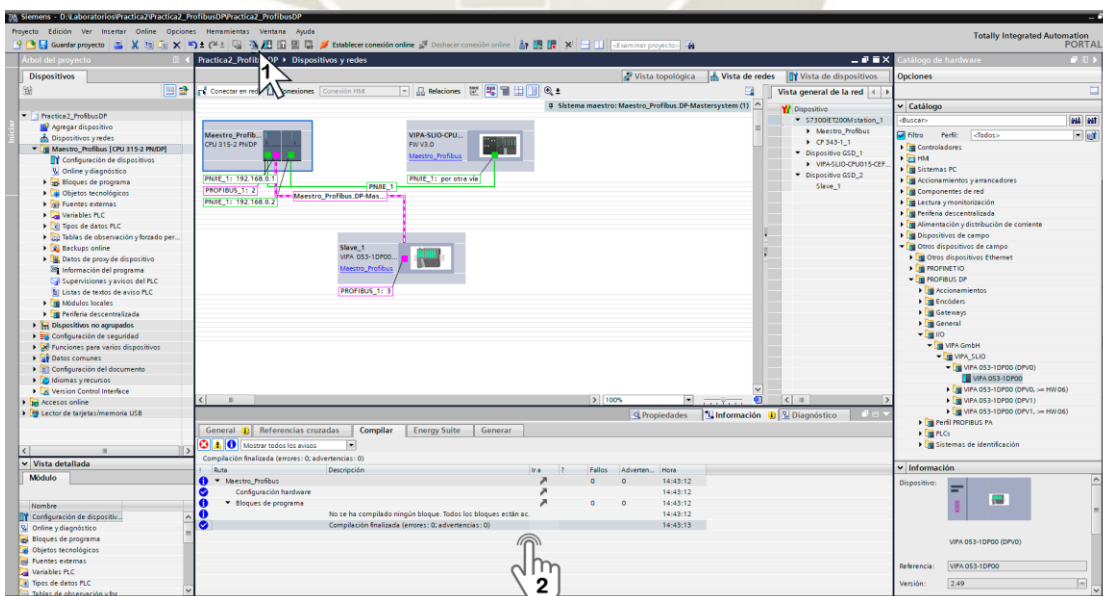


Figura 122. Configurar Módulo I/O PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16

- Como se aprecia en la imagen anterior se ha asignado la dirección **2** al maestro PROFIBUS DP y la dirección **3** para el esclavo VIPA 053-1DP00.
- Se debe verificar que en el selector de dirección en el módulo esclavo VIPA 053-1DP00 sea igual al asignado en la configuración, para este caso es la **dirección 3**, para lo cual se debe colocar los pines 2 y 3 en la posición **1**, el resto deberá de permanecer en la posición 0, considerar que el rango de direcciones permitidas es de 3 hasta 127.

Pos.	Value	Example	
		State	Address
1	not used	---	1+2+32=35
2	1	1	Address: 35
3	2	1	
4	4	0	
5	8	0	
6	16	0	
7	32	1	
8	64	0	

Figura 123. Verificar dirección en Módulo I/O PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16

- s) Insertar la tarjeta de memoria VSC PROFIBUS Máster en la ranura del CPU 015PN SLIO 015-CEFPR01, luego proceder a encender el módulo y en este punto se requiere reiniciar el CPU 015PN SLIO con la tarjeta de memoria VSC instalada, para lo cual se debe realizar el siguiente procedimiento:
- Verificar que el CPU esté prendido y esté en el modo STOP.
 - Mover el switch a la posición MR y mantenerlo por 3 segundos. El led ST cambiará de parpadear a estar permanentemente encendido en ese momento lo movemos a la posición STOP y luego mover el switch a la posición MR y

retornar rápidamente a la posición STOP. El proceso de reinicio se realizará inmediatamente.

- Cuando haya culminado el reinicio el led ST se quedará encendido permanentemente.

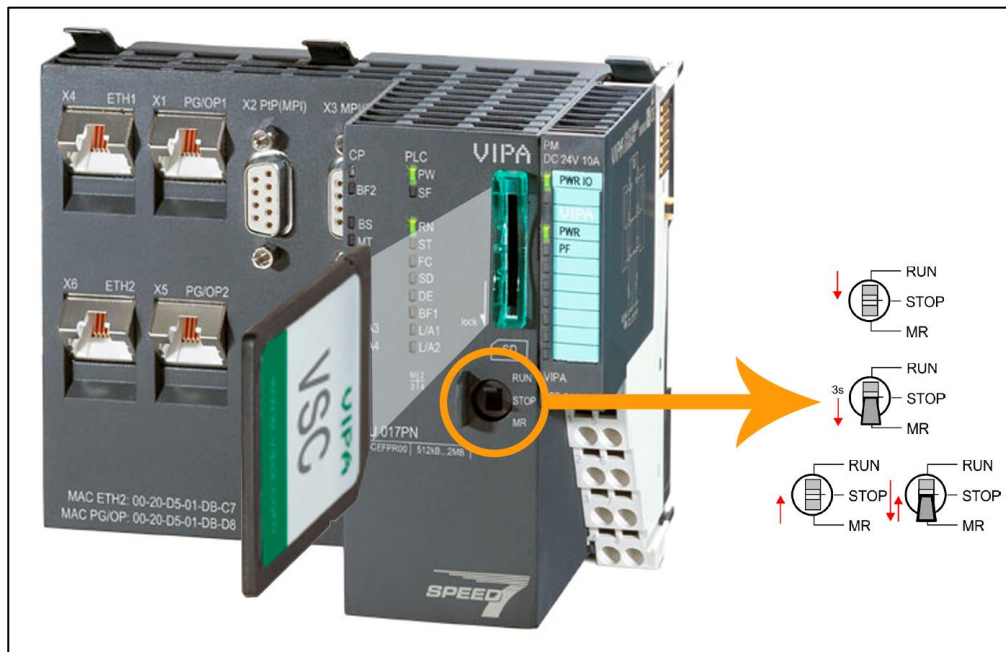


Figura 124. Insertar tarjeta de memoria Módulo I/O PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16

- t) Encender el módulo e ir a *Dispositivos / Acceso Online* y buscar la tarjeta de red de la computadora en la cual se tiene conectado el CPU 015PN SLIO VIPA y dar clic en *Actualizar dispositivos accesibles*, verificar que la dirección IP asignado al CPU 015PN en la configuración coincida, de no coincidir (como en la imagen) dar clic en *Online y diagnóstico* y luego en *Funciones / Asignar dirección IP*, escribir la dirección IP, la Máscara de subred y dar clic en *Asignar dirección IP*.

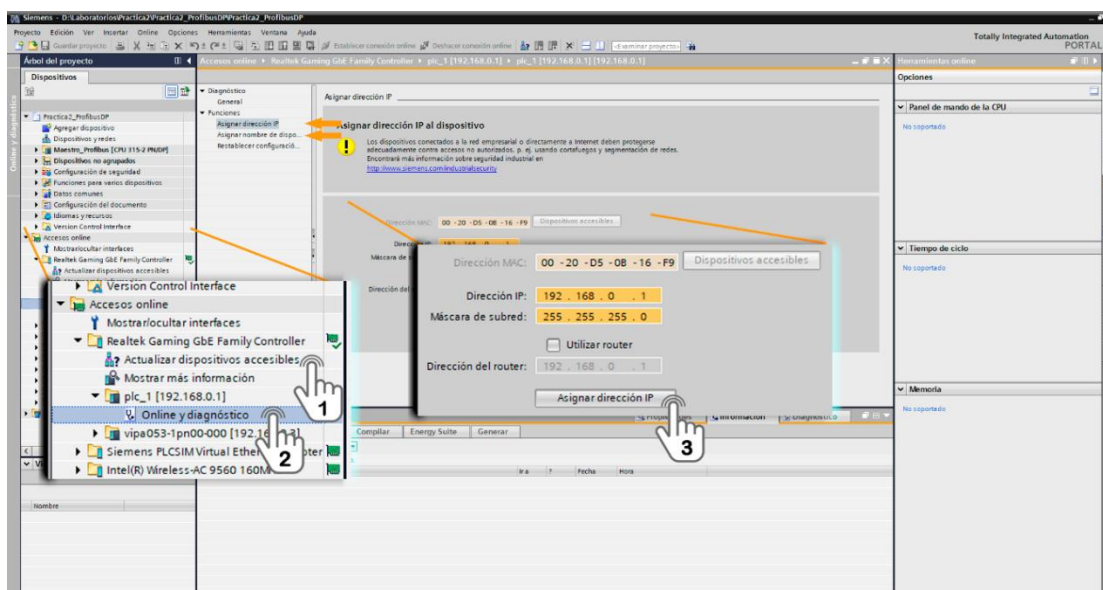


Figura 125. Asignar dirección IP a Módulo I/O PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16

u) Ir a *Dispositivos / Maestro_Profibus / Online y diagnóstico* (1) dar clic en *Cargar en dispositivo* (2), una vez cargado la configuración en el PLC dar clic en *Establecer conexión online* (3) y verificar que no exista errores de comunicación.

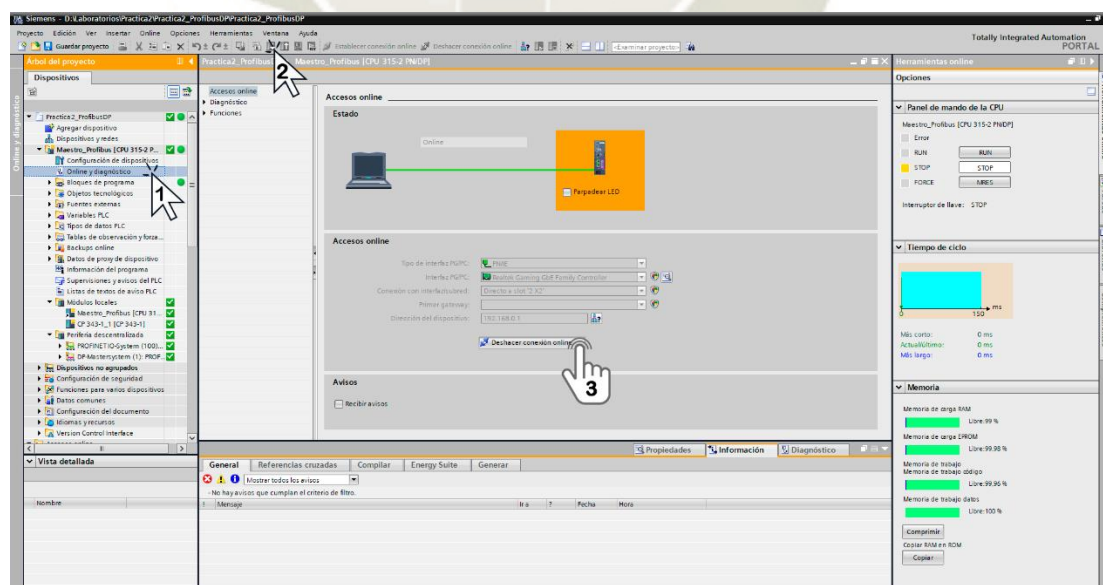


Figura 126. Cargar configuración de dispositivo Maestro PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16

- v) Una vez configurado la red dar clic en *Deshacer conexión online* y dirigirse en *Dispositivos / Maestro_Profibus / Bloque de programa / Main*, donde se debe realizar el programa Ladder para resolver el ejercicio propuesto.
- w) Programación de la Práctica 2 en el Anexo 5.



5.3 Práctica 3: Red Modbus TCP

5.3.1 Tema

Reconocimiento, configuración y uso de equipos para una red Modbus TCP.

5.3.2 Aplicación

Proceso de transporte de mineral mediante faja transportadora y tripper car de carga para alimentación a tolvas de mineral.

5.3.3 Introducción

El desarrollo de esta práctica tiene la finalidad de que el alumno aprenda a configurar y programar una red Modbus TCP Maestro – Esclavo en TIA Portal v16 mediante el uso de PLC Maestro CPU015PN SLIO y periférico esclavo Módulo IM053-1MT00 Modbus TCP IO-Slave con un módulo de entradas análogas 031-1BD40 y un módulo de salidas análogas 032-1BD40.

5.3.4 Objetivos

- Aprender el método de configuración de una red Modbus TCP con equipos YASKAWA VIPA mediante el uso del software TIA Portal v16.
- Utilizar la red Modbus TCP en una aplicación de automatización en la industria minera.

5.3.5 Materiales y equipos

- Laptop o computadora del laboratorio.

- Módulo de automatización: CPU015PN SLIO, Módulo IM053-1MT00 Modbus TCP IO-Slave con un módulo de entradas análogas 031-1BD40 y un módulo de salidas análogas 032-1BD40.
- 02 Cable de red con conector RJ45.
- Cables de conexión tipo banano.

5.3.6 Problema por desarrollar

Con el uso de una red Modbus TCP realizar el monitoreo de temperaturas de poleas y el sistema de supresión de polvo de una faja transportadora.

Utilizando el módulo didáctico de automatización por redes de comunicación industrial de la UCSM y el software TIA Portal v16 se solicita realizar lo siguiente:

- Configurar una red Modbus TCP Maestro - Esclavo.
- Realizar el diagrama Ladder para realizar la automatización del sistema de monitoreo de temperatura de poleas y sistema de supresión de polvo de una faja transportadora tomando las siguientes consideraciones:
 - El monitoreo de las temperaturas será a través de sensores PT 100 ubicados en las chumaceras de las poleas de cabeza y cola de la faja transportadora.
 - Los sensores trabajan en un rango de 0(4) – 20 mA.
 - El rango de temperatura es de 0 – 150 °C, siendo un 70 – 80 °C temperatura optima de trabajo, de 81 a 90 °C alerta y de 91 – 100 °C alarma.

- El sistema de supresión de polvo es una línea de aspersión de agua que se encuentran cercana a la polea de cabeza y cola de la faja transportadora, esta comandado por dos válvulas proporcionales de apertura de 0% a 100%, la apertura de estas es comandada por el operador de campo.
- Las válvulas proporcionales trabajan en un rango de 0(4) – 20 mA.

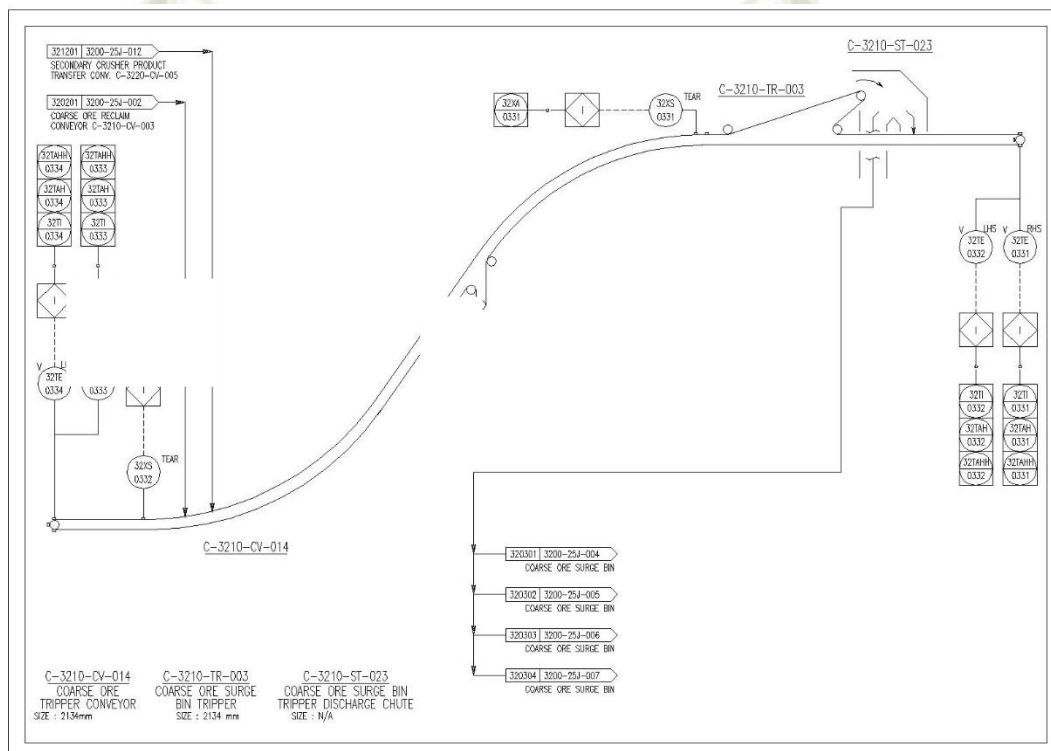


Figura 127: P&ID Faja transportadora con tripper car

5.3.7 Diagrama de conexiones

Conectar los equipos y caja de conexiones según lo indicado en las siguientes figuras:

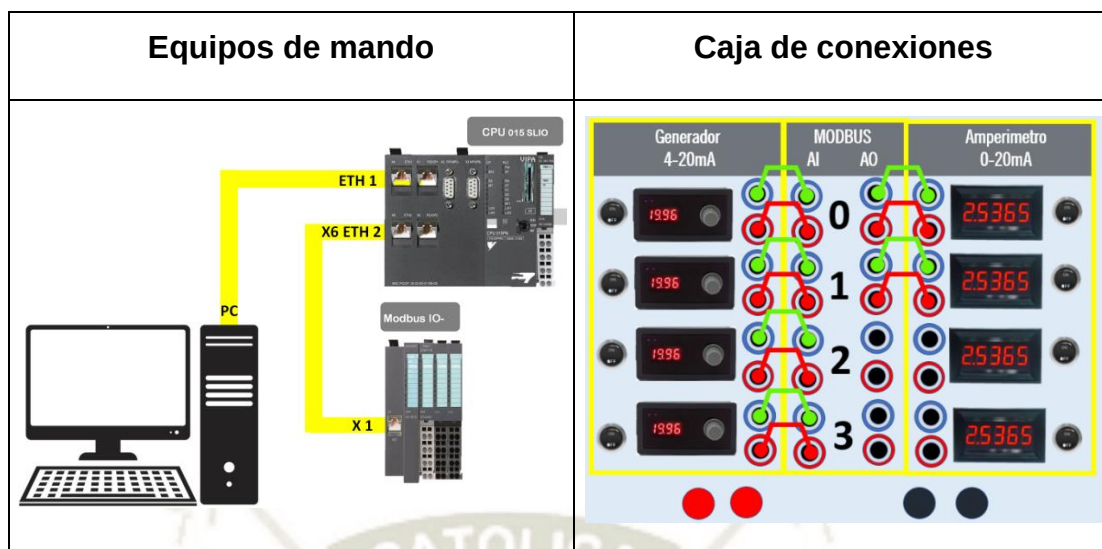


Figura 128. Diagrama de conexiones.

5.3.8 Desarrollo

Configuración Maestro – Esclavo con el CPU 015PN SLIO VIPA Yaskawa utilizando el software TIA Portal v16.

- Abrir el programa TIA Portal v16 y seleccionar la opción Crear proyecto y dar un clic izquierdo.
- Aparecerá una ventana en el lado derecho, aquí poner el nombre del proyecto, en este caso se colocará Práctica3_Modbus, seleccionar la ruta donde se guardará el proyecto.
- Luego dar un clic izquierdo en Crear.

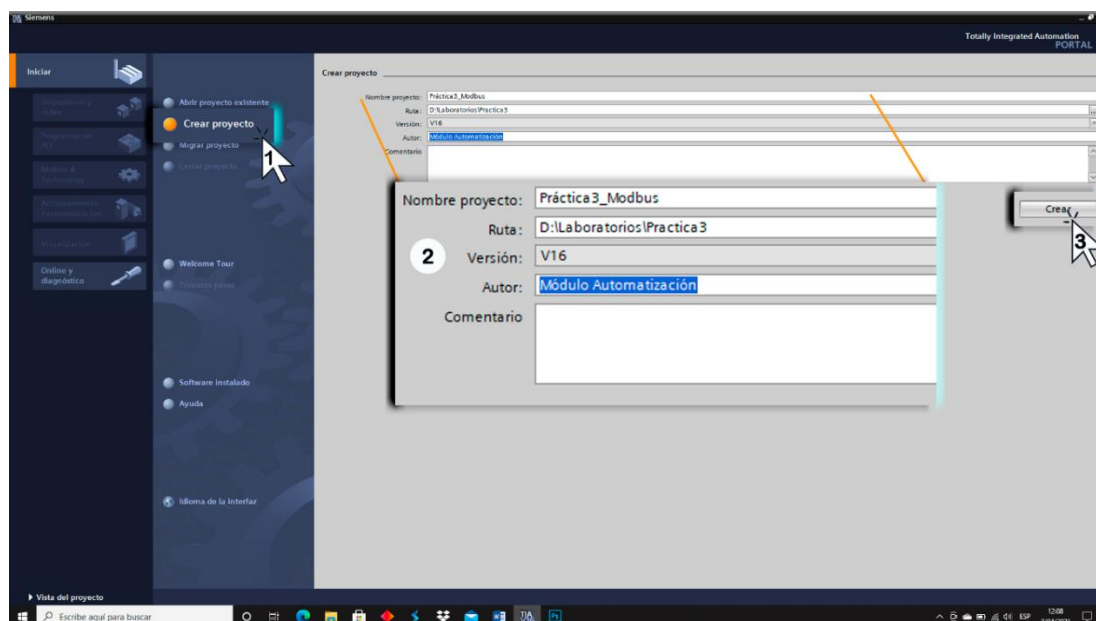


Figura 129. Crear proyecto en TIA Portal v16

- d) Una vez creado el proyecto en la nueva ventana seleccionar la opción Configurar un dispositivo y le dar un clic izquierdo.

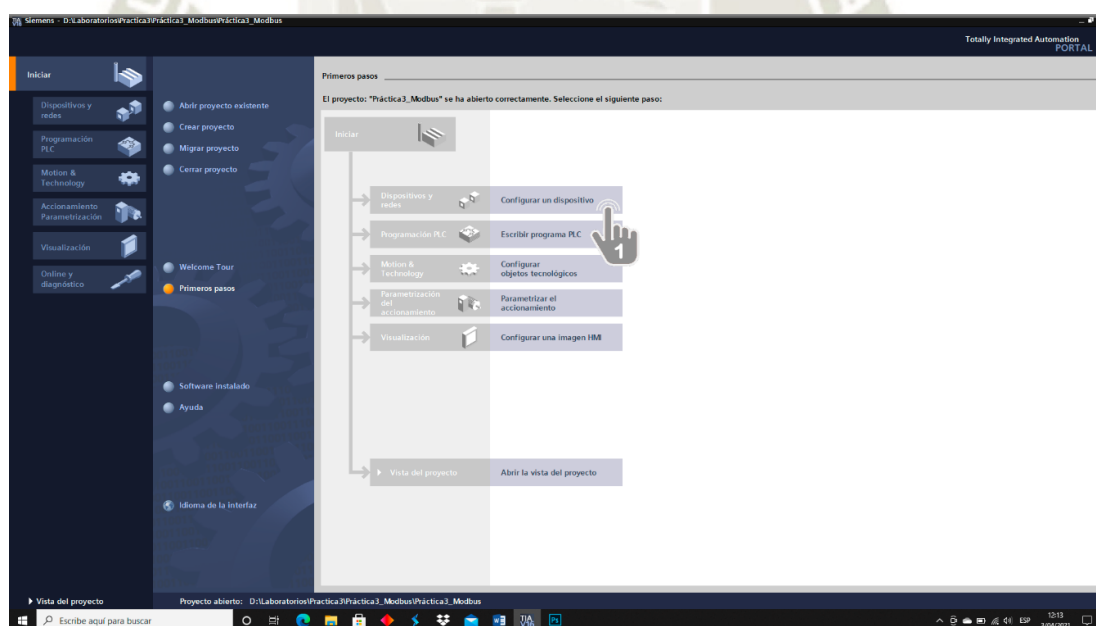


Figura 130. Configurar dispositivos VIPA en TIA Portal v16

- e) En la nueva ventana dar un clic izquierdo en la opción Agregar dispositivo.

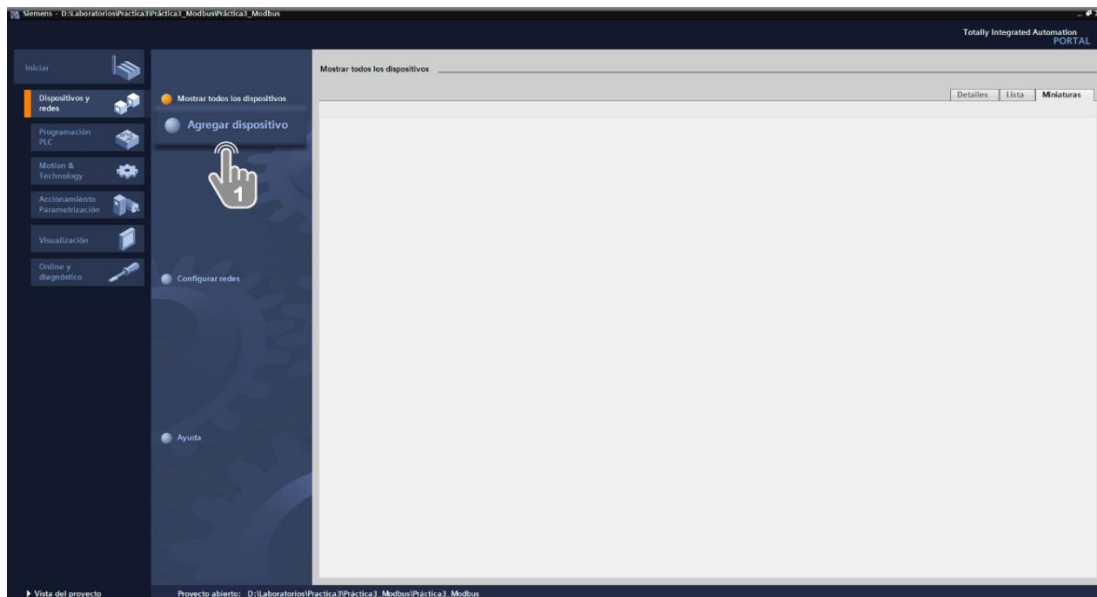


Figura 131. Agregar dispositivo VIPA en TIA Portal v16

- f) En la ventana que aparece al lado derecho seleccionar y podemos asignar un nombre a el dispositivo, en este caso ponemos *Maestro_Modbus*, luego seleccionar el CPU 315-2 PN/DP (6ES7 315-2EH14-0A0B V3.2) de Siemens, el cual será el PLC virtual.
- g) Luego damos un clic izquierdo en *Agregar*.

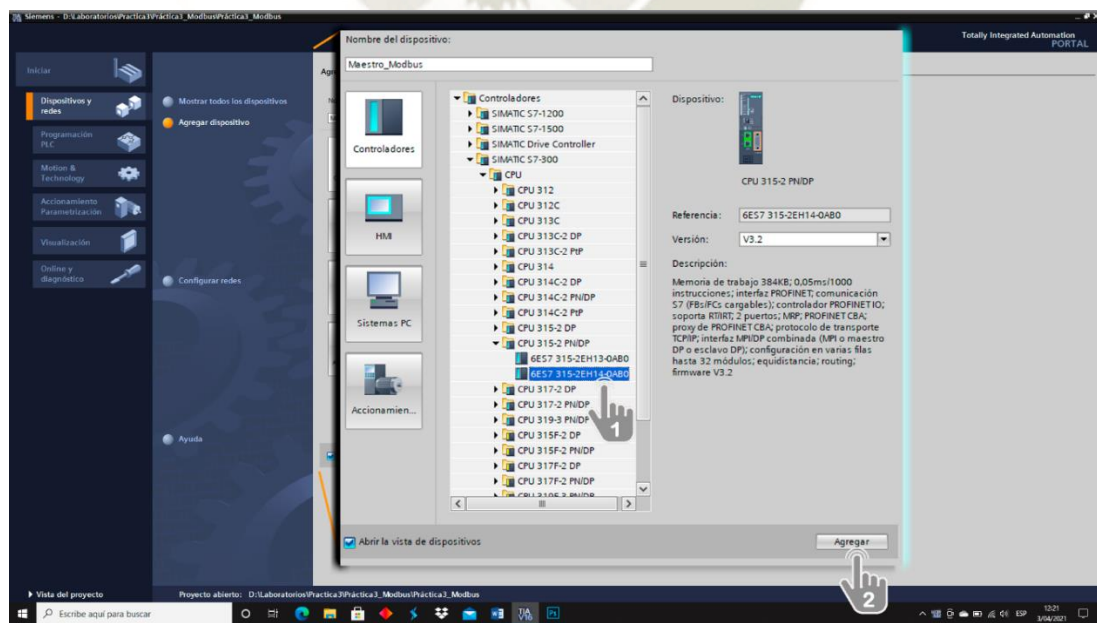


Figura 132. Agregar dispositivo VIPA en TIA Portal v16

- h) En *Catálogo de hardware* buscar en Módulos de comunicación PROFINET/Ethernet / CP 343-1 / 6GK7 343-1EX21-0XE0 y dar doble clic izquierdo para colocar el módulo en el Slot 4 del rack.

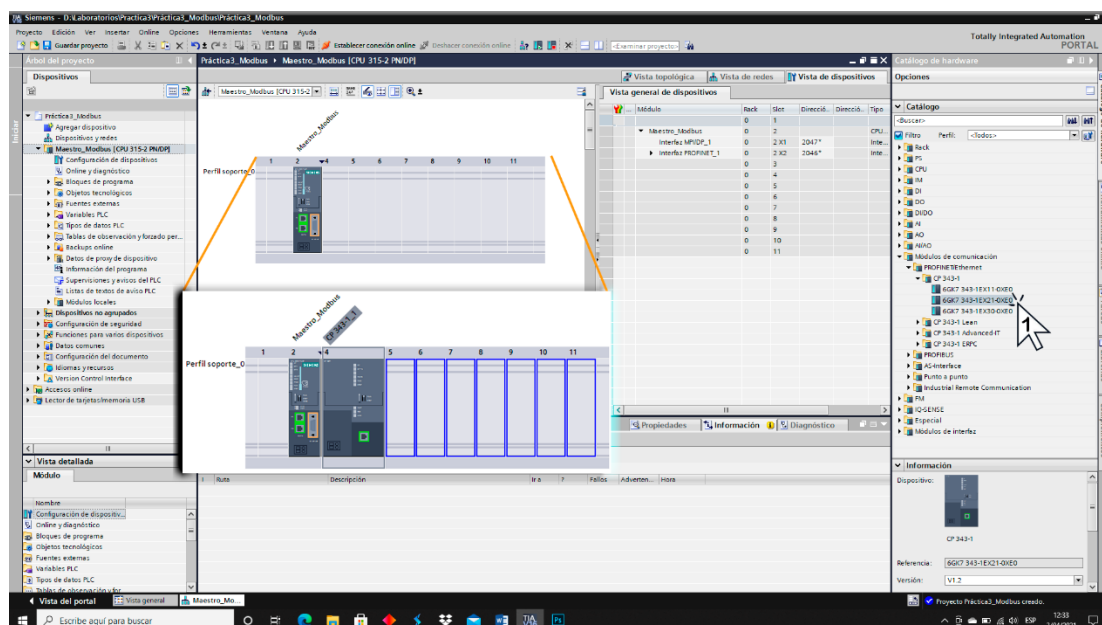


Figura 133. Agregar dispositivo VIPA PROFINET en TIA Portal v16

- i) Seleccionar el PLC Maestro_Profibus y en *Propiedades* vamos a Interfaz PROFINET[X2]/Direcciones Ethernet, dar un clic en *Agregar subred*, con esto se creará la Subred Profinet PN/IE_1, en *Protocolo IP* asignar la Dirección IP para el módulo: 192.168.0.1, la *Máscara de subred*: 255.255.255.0.

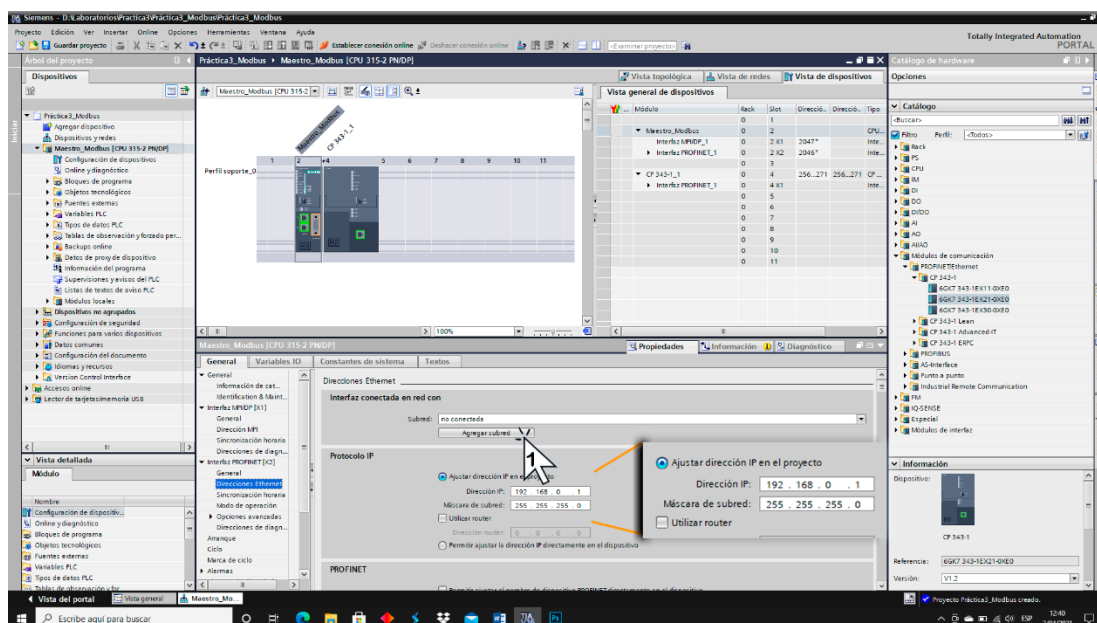


Figura 134. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16

- j) En Interfaz PROFINET[X2] ir a Opciones de interfaz y quitar el check de *Permitir sustitución de dispositivos sin medio de almacenamiento extraíble*.

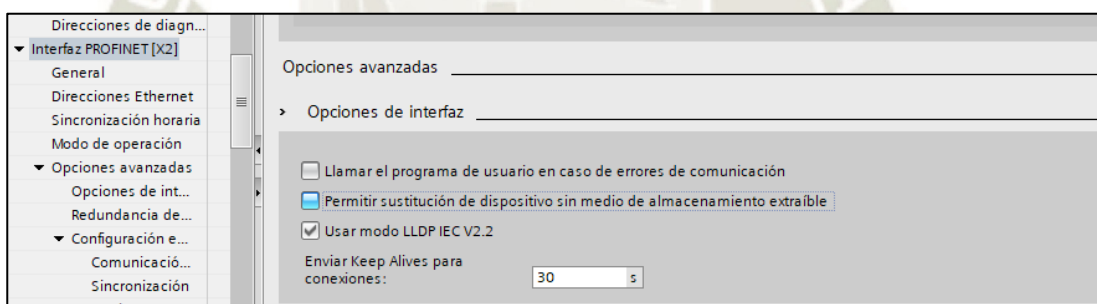


Figura 135. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16

- k) En *Vista de dispositivos* seleccionar el módulo CP 343-1_1, luego en *Propiedades* buscamos Interfaz PROFINET[X1]/Direcciones Ethernet y damos clic en *Agregar subred* en Subred, se creará la subred PN/IE_2, en *Protocolo IP* asignamos la Dirección IP para el módulo: 192.168.0.2, la *Máscara de subred*: 255.255.255.0.

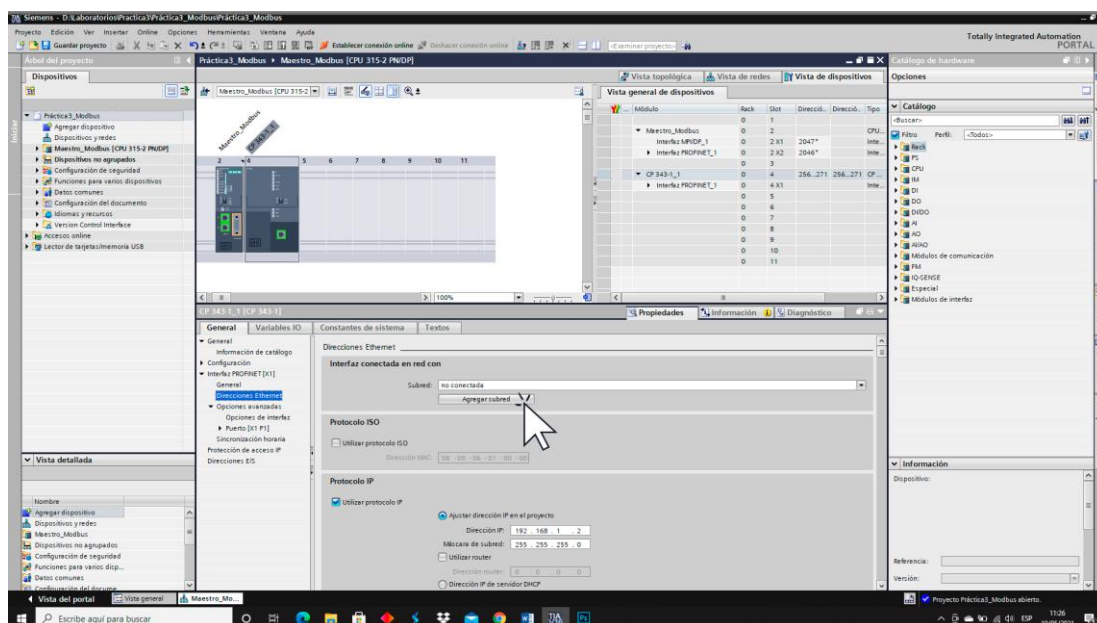


Figura 136. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16

- l) Esta configuración se realiza sólo la primera vez, se agregar las librerías GSDML de los dispositivos YASKAWA VIPA:
- m) En www.vipa.com dirigirse a *Service/Support / Downloads / Config files* y descargamos la librería **GSDML File for the SLIO-PLC V239**, en la carpeta que se descarga la librería y se descomprime.
- n) En TIA Portal v16, ir al menú *Opciones / Administrar archivos de descripción de dispositivos*, en la ventana que aparece dar clic en *buscar* y buscar la carpeta donde de descomprimió los archivos GSDML y seleccionar *la carpeta GSDML_SLIO_CPU_V239* y dar clic en *Seleccionar carpeta*.

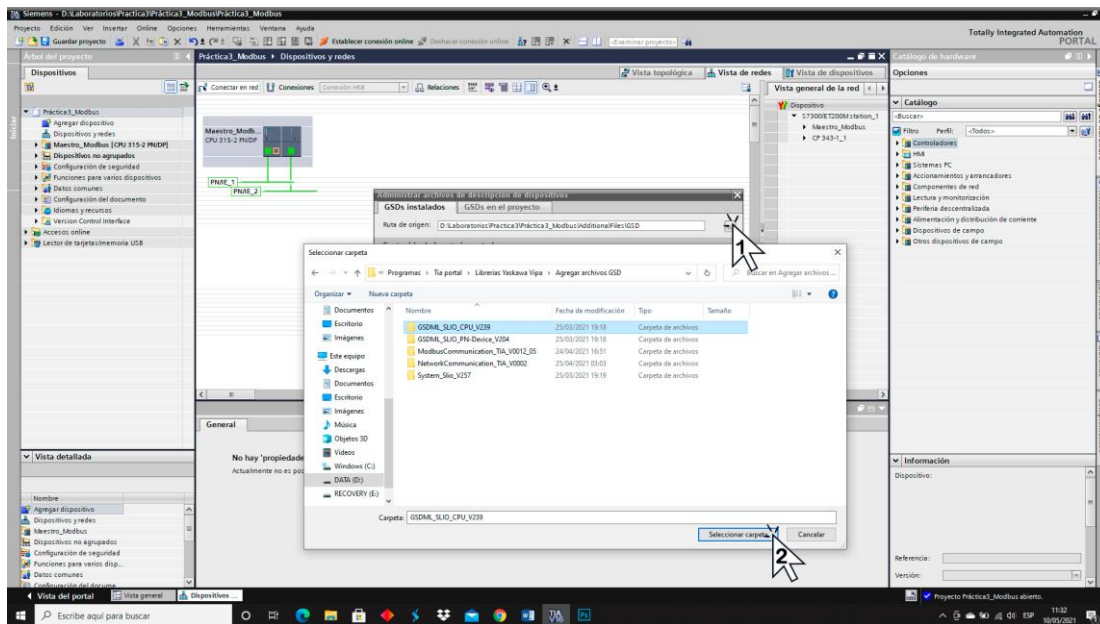


Figura 137. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16

- o) En la ventana *Administrar archivos de descripción de dispositivos* verificar que estén seleccionados todos los archivos y dar clic en *Instalar*, luego en la siguiente ventana nuevamente dar clic en *Instalar*.
- p) Ir a Vista de Redes para agregar el CPU 015PN SLIO YASKAWA VIPA dirigirse a Catálogo / Otros dispositivos de campo / PROFINET IO / I/O / Vipa GmbH / VIPA SLIO System / 015-CEFP01 / FW V3.0 y arrastrar al rack 0.

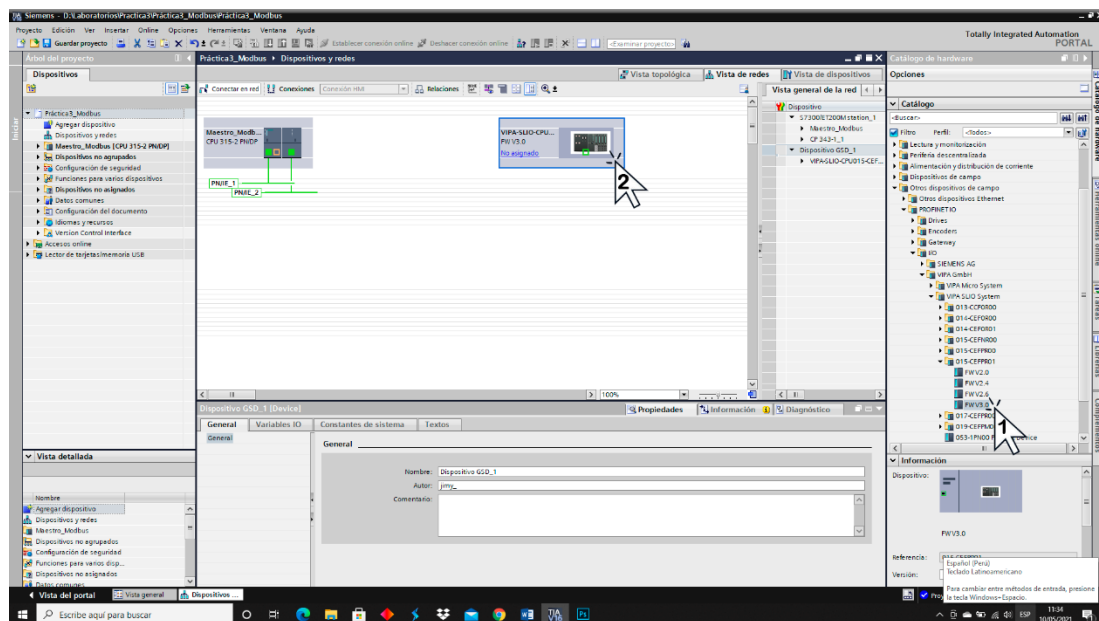


Figura 138. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16

- q) Volver a *Vista de redes* y arrastrar desde el punto de red PROFINET del módulo maestro CPU 315-2 PN/DP hacia el CPU 015PN, tal y como se muestra en la imagen.

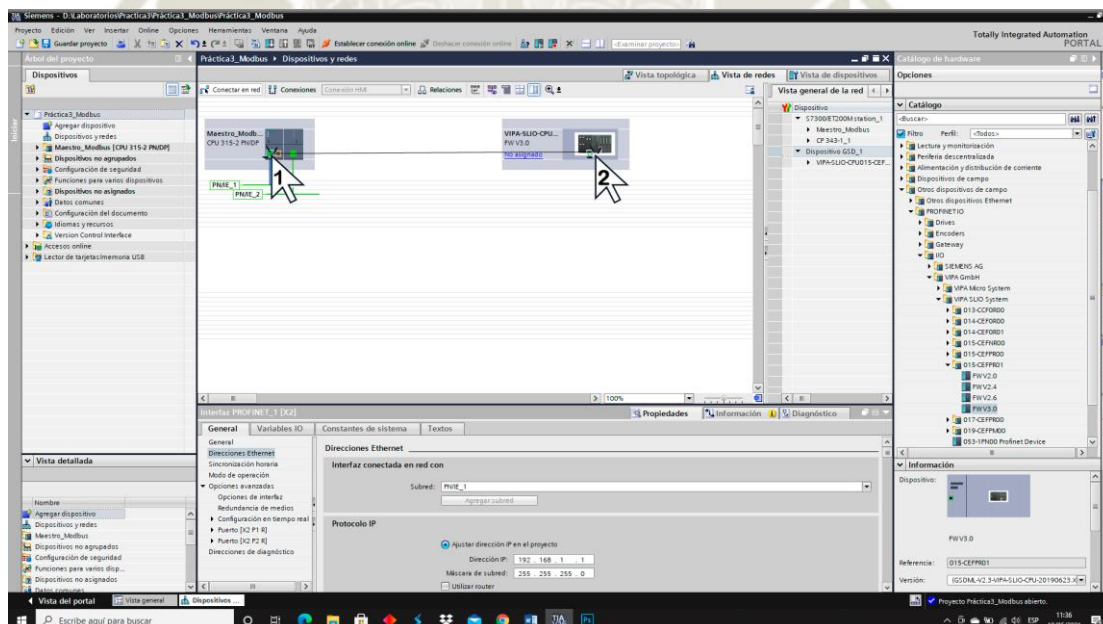


Figura 139. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16

- r) Una vez configurado dar clic en *compilar* para verificar que no existan errores.

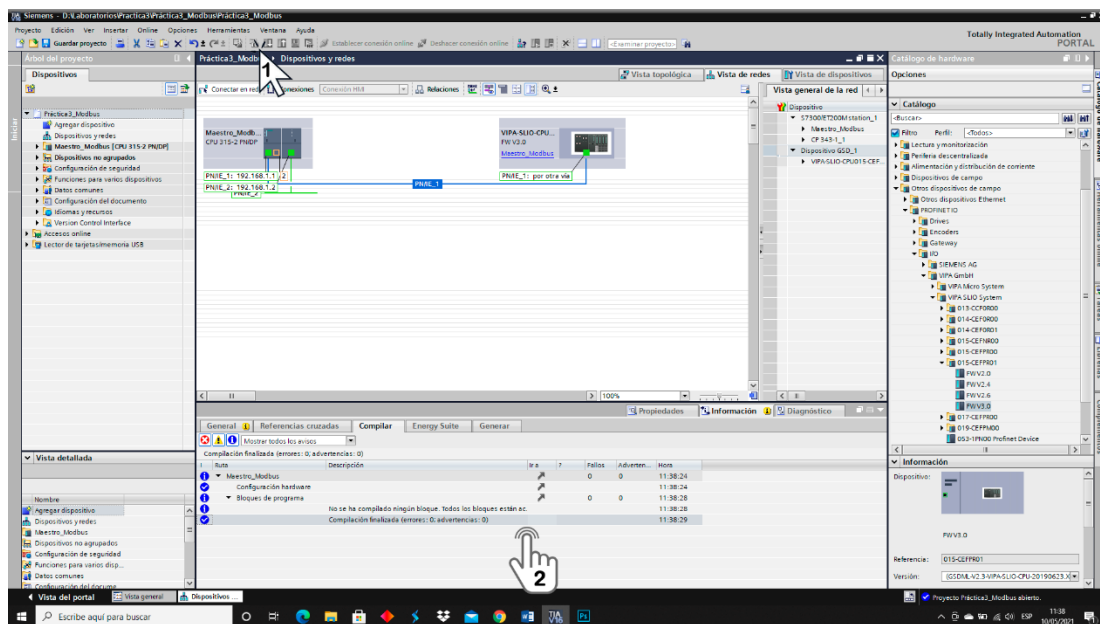


Figura 140. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16

- s) Encender el módulo e ir a *Dispositivos / Acceso Online* y buscar la tarjeta de red de la computadora en la cual se tiene conectado el CPU 015PN SLIO VIPA y dar clic en *Actualizar dispositivos accesibles*, verificar que la dirección IP asignado al CPU 015PN en la configuración coincida, de no coincidir (como en la imagen) dar clic en *Online y diagnóstico* y luego en *Funciones / Asignar dirección IP*, escribir la dirección IP, la Máscara de subred y dar clic en *Asignar dirección IP*.

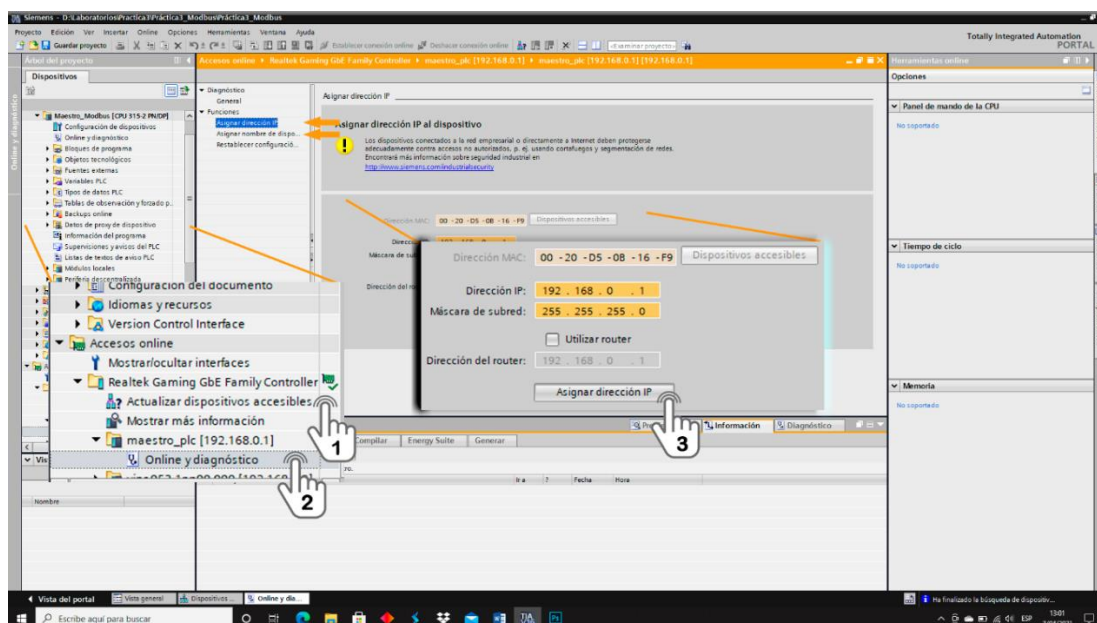


Figura 141. Asignar dirección IP a Modulo I/O Modbus VIPA en TIA Portal v16

- t) Ir a *Dispositivos / Maestro_Modbus / Online y diagnóstico* (1) dar clic en *Cargar en dispositivo* (2), una vez cargada la configuración en el PLC dar clic en *Establecer conexión online* (3) y verificar que no exista errores de comunicación.

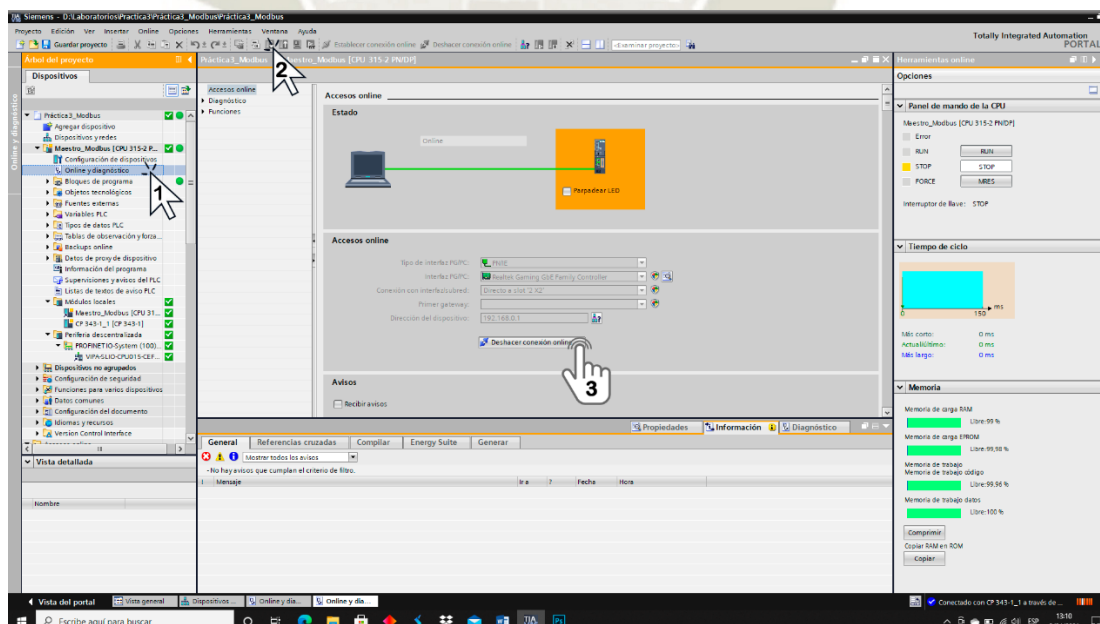


Figura 142. Cargar configuración de dispositivo Modbus VIPA en TIA Portal v16

- u) Una vez configurado la red dar clic en *Deshacer conexión online* y dirigirse a *Dispositivos / Maestro_Modbus / Bloque de programa / Main*, donde podemos realizar nuestro programa Ladder para resolver el ejercicio propuesto.
- v) Programación de la Práctica 3 en el Anexo 6.



5.4 Práctica 4: Integración de redes PROFINET y PROFIBUS DP

5.4.1 Tema

Reconocimiento, configuración y uso de equipos para la integración de una red PROFINET Maestro – Esclavo y PROFIBUS DP Maestro – Esclavo.

5.4.2 Aplicación:

Proceso de transporte de mineral mediante faja transportadora y tripper car de carga para alimentación de mineral a tolvas de almacenamiento.

5.4.3 Introducción

El desarrollo de esta práctica tiene la finalidad de que el alumno aprenda a configurar, programar e integrar una red PROFINET Maestro - Esclavo y una red PROFIBUS DP Maestro – Esclavo en TIA Portal v16, mediante el uso de PLC Maestro CPU015PN SLIO, un periférico esclavo Módulo IM053-1PN00 PROFINET IO-Slave con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00; y un periférico esclavo Módulo IM 053-1DP00 PROFIBUS DP IO-Slave, con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00.

5.4.4 Objetivos

- Aprender el método de configuración e integración de una red PROFINET y una red PROFIBUS DP con equipos YASKAWA VIPA mediante el uso del software TIA Portal v16.
- Utilizar las redes PROFINET y PROFIBUS DP en una aplicación de automatización en la industria minera.

5.4.5 Materiales y equipos

- Laptop o computadora del laboratorio.
- Módulo de automatización: CPU015PN SLIO, Módulo IM053-1PN00 PROFINET IO-Slave con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00; y un periférico esclavo Módulo IM 053-1DP00 PROFIBUS DP IO-Slave, con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00.
- Tarjeta de memoria VSC PROFIBUS Máster.
- 01 Cable PROFINET 6XV1850-2GH20.
- 01 Cable de red con conector RJ45.
- 01 Cable PROFIBUS DP.
- Cables de conexión tipo banano.

5.4.6 Problema por desarrollar

En la industria minera el uso de fajas transportadoras con tripper car es ampliamente usado, este equipo consta de una faja transportadora con 02 motores de accionamiento, y un carro tripper accionado por dos motores de traslación de ida y dos motores de traslación de retorno, adicionalmente la faja transportadora tiene un sistema de seguridad por medio del uso de pullcords de activación en caso de emergencias.

Utilizando el módulo didáctico de automatización por redes de comunicación industrial de la UCSM y el software TIA Portal V16 se solicita realizar lo siguiente:

- Configurar una red PROFINET Maestro – Esclavo y una red PROFIBUS DP Maestro -Esclavo.
- Desarrollar el diagrama Ladder para integrar la automatización del sistema de arranque/detención desarrollado en la **Práctica 1** con la red PROFINET y el sistema de traslación del tripper car desarrollado en la **Práctica 2** con la red PROFIBUS DP, integrar el sistema de desalineamiento de la faja con las señales sobrantes de ambas redes. Tomando las siguientes consideraciones:
 - El sistema de desalineamiento está conformado por 4 sensores de desalineamiento, 02 señales deben ser usadas en la red PROFINET y 02 señales en la red PROFIBUS DP.
 - Cuando las señales de desalineamiento se activan por más de 5 segundos debe emitirse una señal de alarma y si se activa por más de 10 segundos la faja y el tripper car deben detenerse inmediatamente.
 - Cuando cualquiera de los pullcord se active, la faja y el tripper car deberán de detenerse inmediatamente.
 - Cuando la botonera de detención de la faja se active, deberá de emitir una señal luminosa y auditiva por 10 segundos para luego detener la faja y el tripper car en la posición que se encuentren.

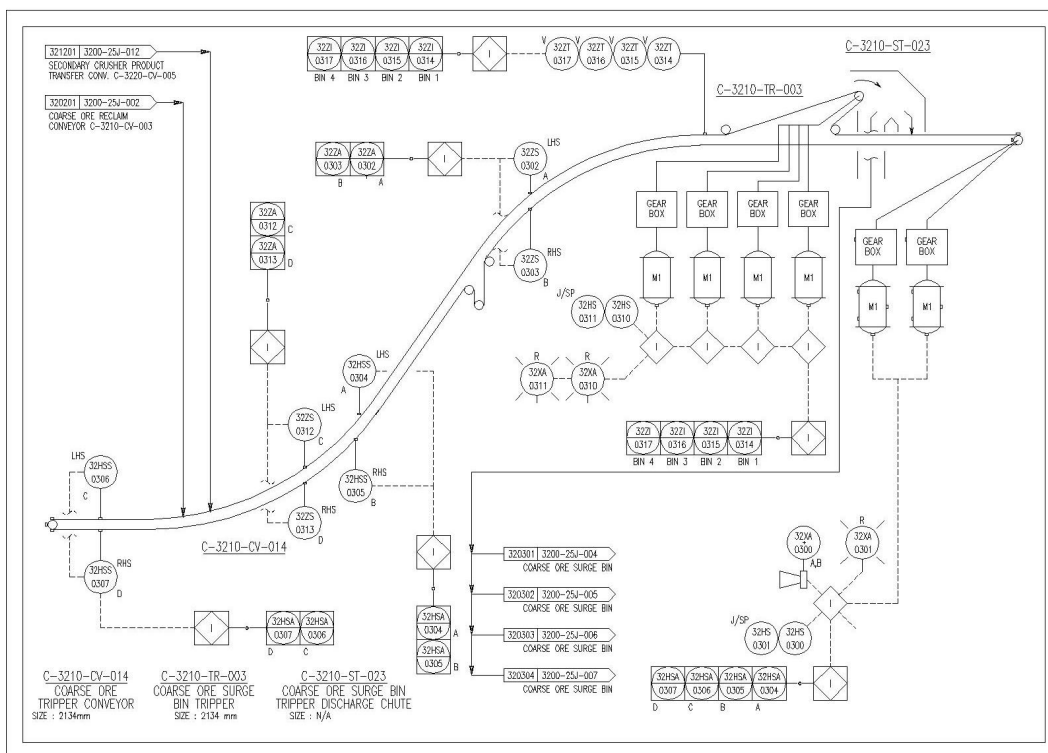
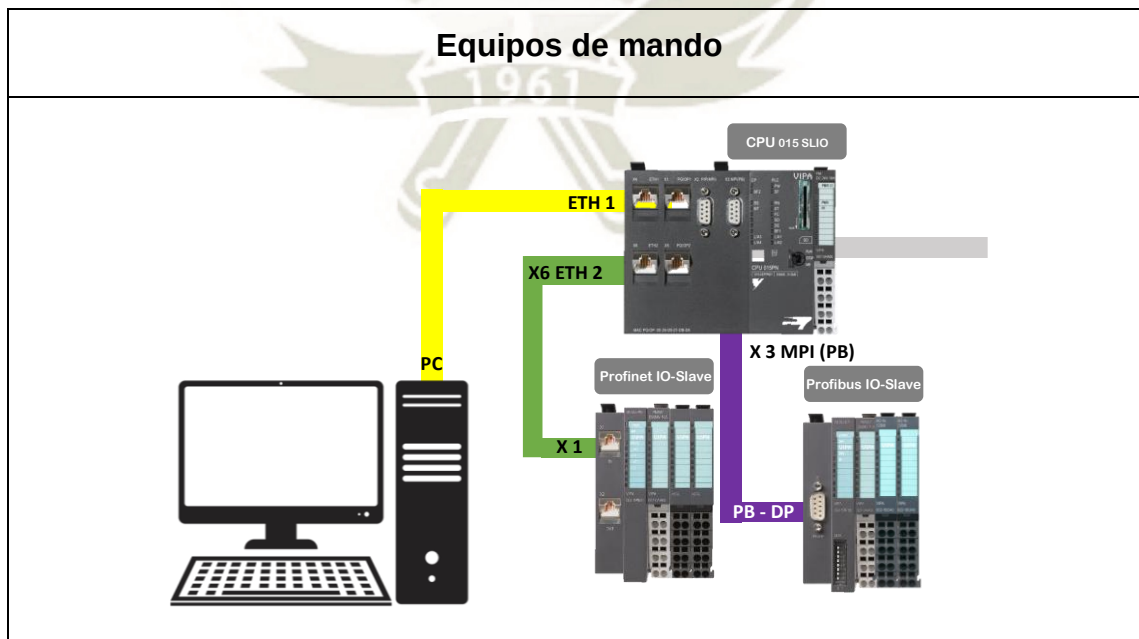


Figura 143: P&ID Faja transportadora con tripper car

5.4.7 Diagrama de conexiones

Conectar los equipos y caja de conexiones según lo indicado en las siguientes figuras:



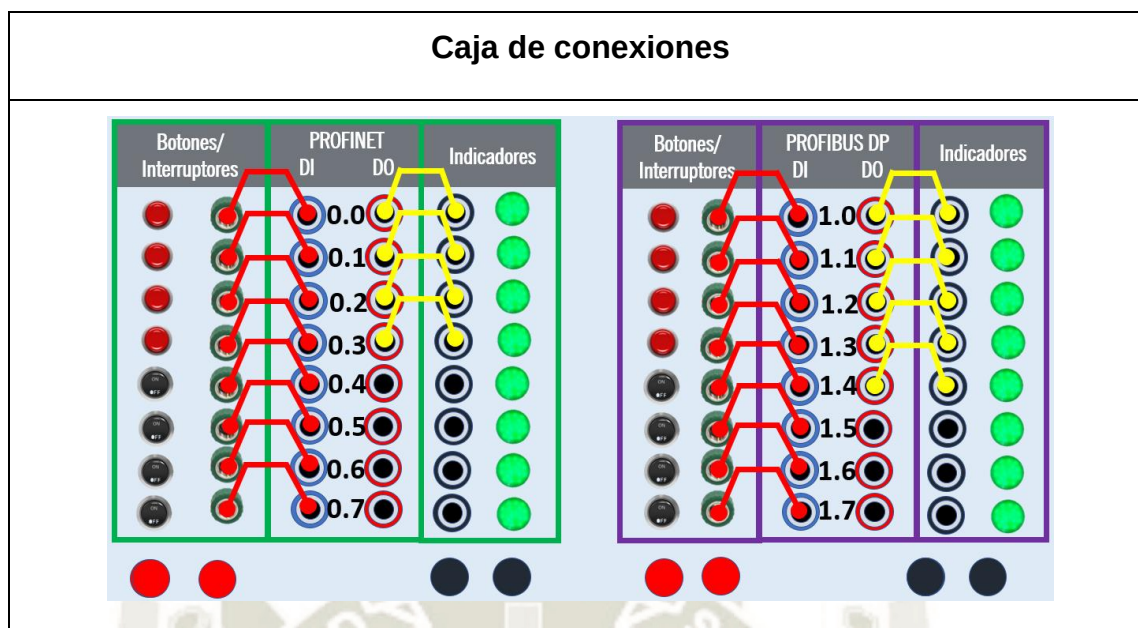


Figura 144. Diagrama de conexiones.

5.4.8 Desarrollo

Configuración de las redes: Maestro – Esclavo con los equipos CPU 015PN SLIO, Módulo IM053-1PN00 PROFINET IO-Slave y Módulo IM053-1DP00 PROFIBUS DP IO-Slave, utilizando el software TIA Portal v16

- a) Abrir el programa TIA Portal v16 y seleccionar la opción Crear proyecto y dar un clic izquierdo.
- b) Aparecerá una ventana en el lado derecho, aquí colocar el nombre de nuestro proyecto, en este caso se colocará Práctica4_Profinet-Proflbus, seleccionar la ruta donde se guardará el proyecto.
- c) Luego dar un clic izquierdo en Crear.

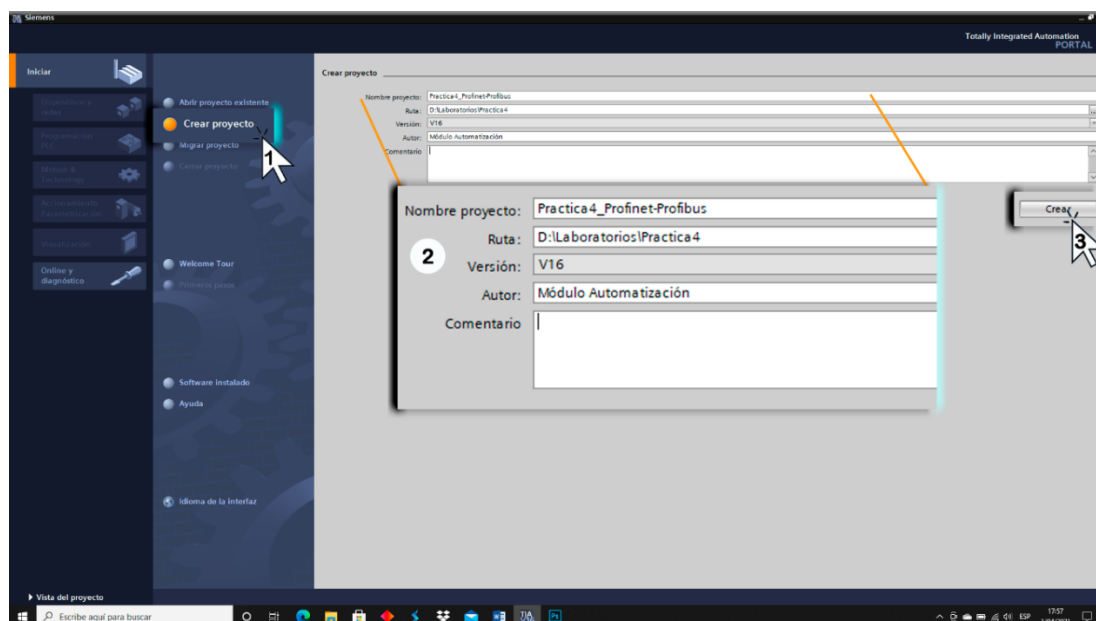


Figura 145. Crear proyecto en TIA Portal v16

- d) Una vez creado el proyecto en la nueva ventana seleccionar la opción *Configurar un dispositivo* y le dar un clic izquierdo.

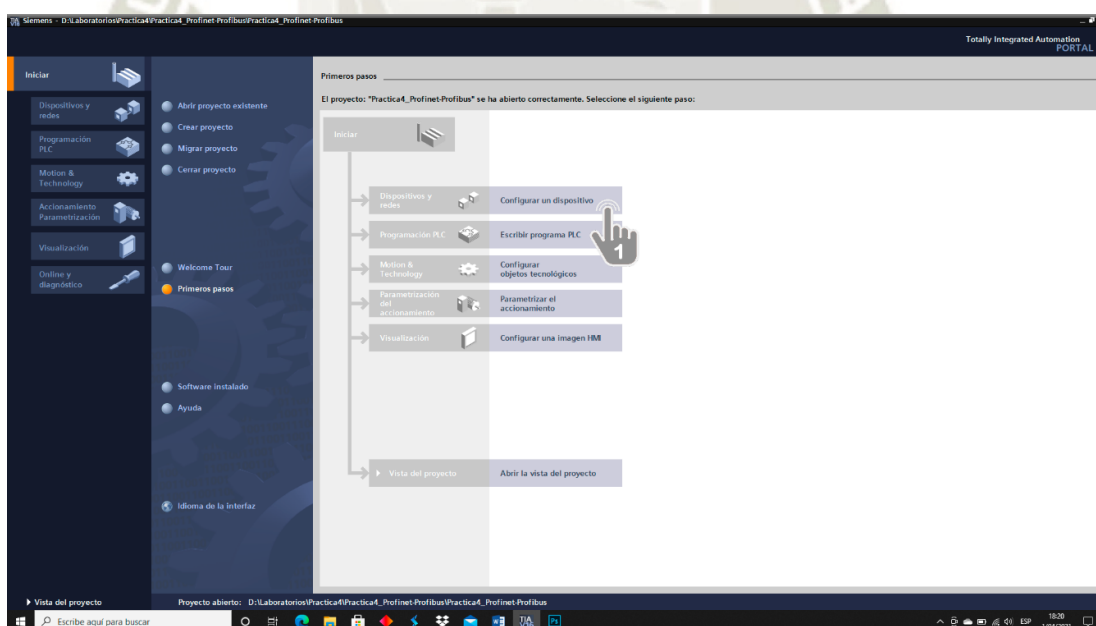


Figura 146. Configurar dispositivos VIPA en TIA Portal v16

- e) En la nueva ventana dar un clic izquierdo en la opción *Agregar dispositivo*.

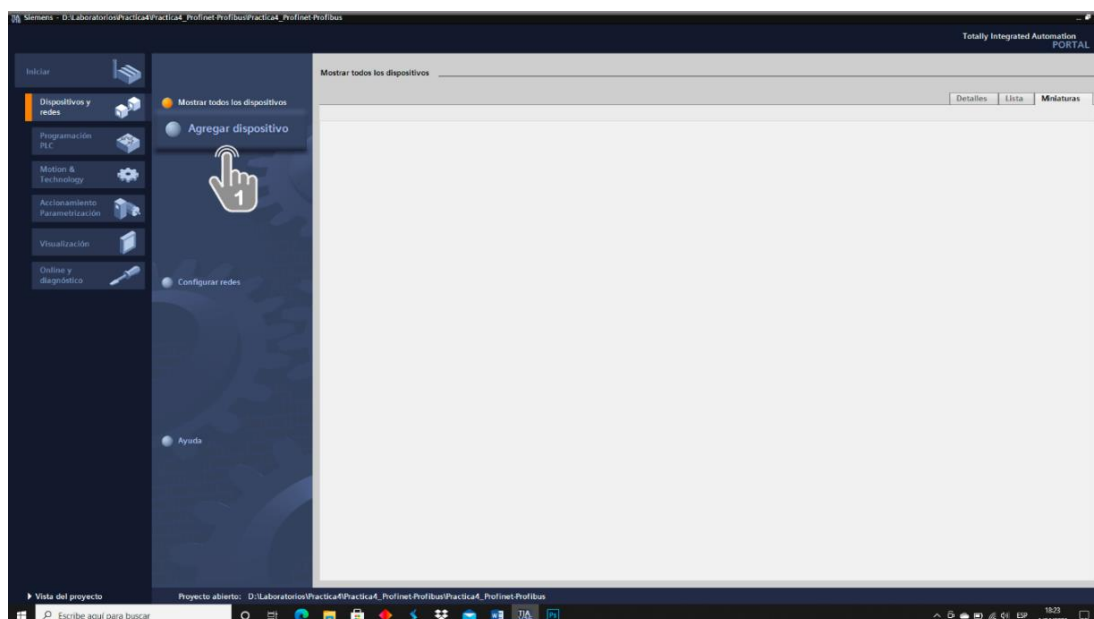


Figura 147. Configurar dispositivos VIPA en TIA Portal v16

- f) En la ventana que aparecerá al lado derecho seleccionar y podemos asignar un nombre a nuestro dispositivo, en este caso colocar *Maestro_PLC*, luego seleccionar el CPU 315-2 PN/DP (6ES7 315-2EH14-0A0B V3.2) de Siemens, el cual será nuestro PLC virtual.
- g) Luego dar un clic izquierdo en *Agregar*.

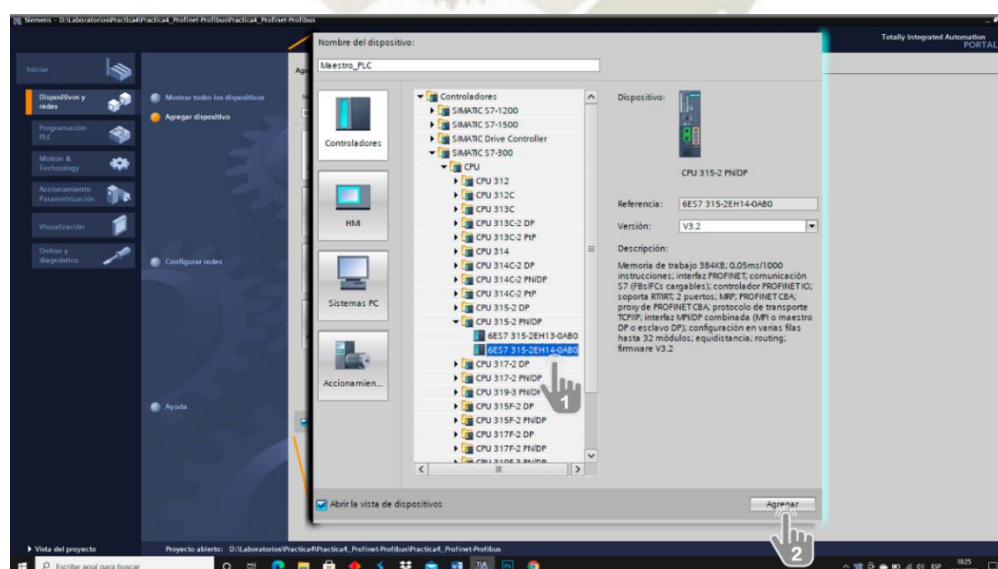


Figura 148. Agregar dispositivo VIPA en TIA Portal V16

- h) En *Catálogo de hardware* buscar en Módulos de comunicación PROFINET/Ethernet / CP 343-1 / 6GK7 343-1EX21-0XE0 y darle doble clic izquierdo para colocar el módulo en el Slot 4 del rack.

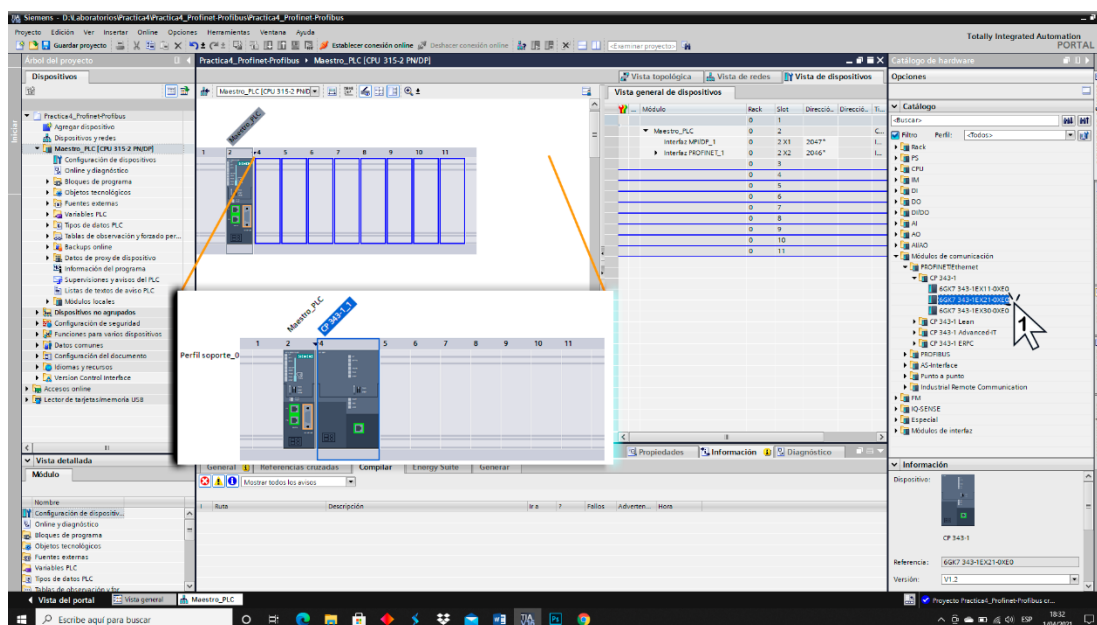


Figura 149. Agregar dispositivo VIPA PROFINET en TIA Portal v16

- i) Seleccionar el PLC Maestro_PLC y en *Propiedades* ir a Interfaz PROFINET[X2]/Direcciones Ethernet, dar un clic en *Agregar subred*, con esto crear la Subred Profinet PN/IE_1, en *Protocolo IP* asignar la Dirección IP para el módulo: 192.168.0.1, la *Máscara de subred*: 255.255.255.0.

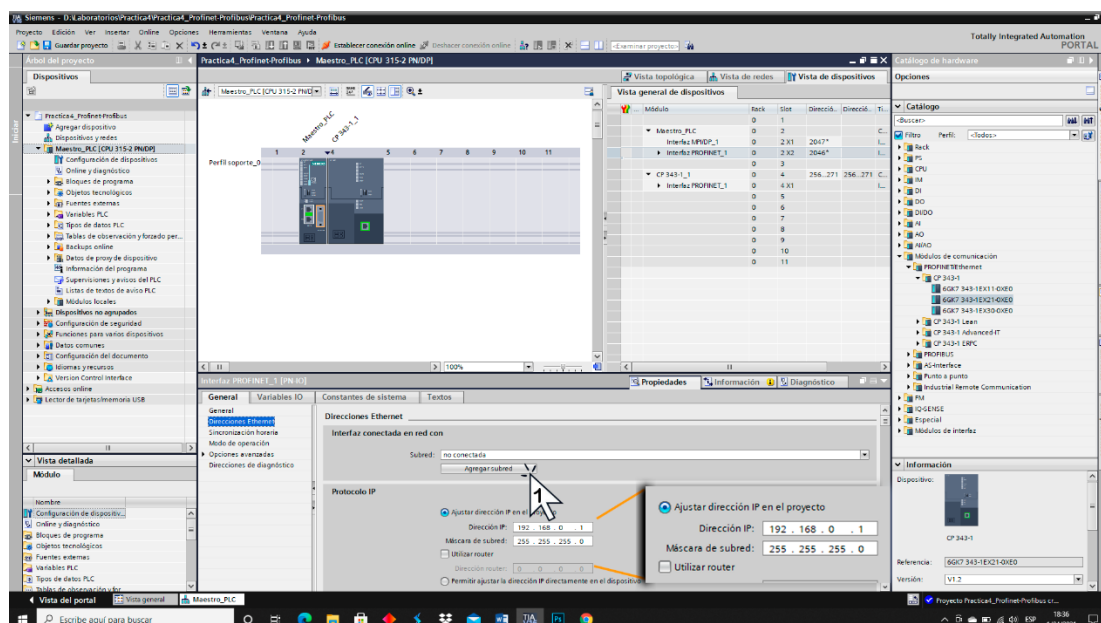


Figura 150. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16

- j) En Interfaz PROFINET[X2] ir a *Opciones de interfaz* y quitar el check de *Permitir sustitución de dispositivos sin medio de almacenamiento extraíble*.

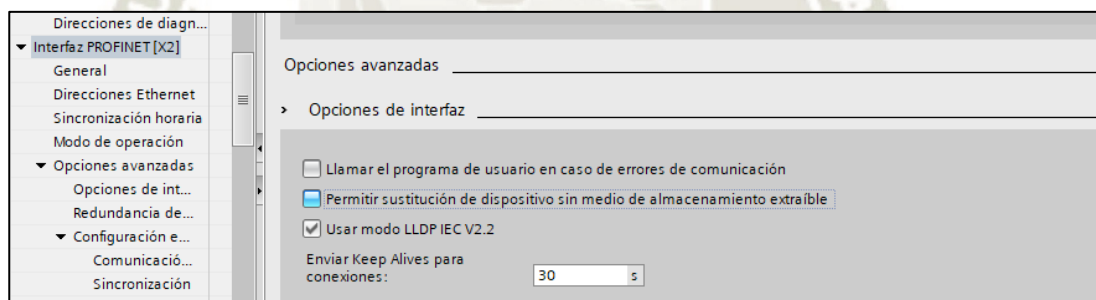


Figura 151. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16

- k) En *Vista de dispositivos* seleccionar el módulo CP 343-1_1, luego en *Propiedades* buscar Interfaz PROFINET[X1]/Direcciones Ethernet y seleccionar en Subred: PN/IE_1, en *Protocolo IP* asignamos la Dirección IP para el módulo: 192.168.0.2, la *Máscara de subred*: 255.255.255.0.

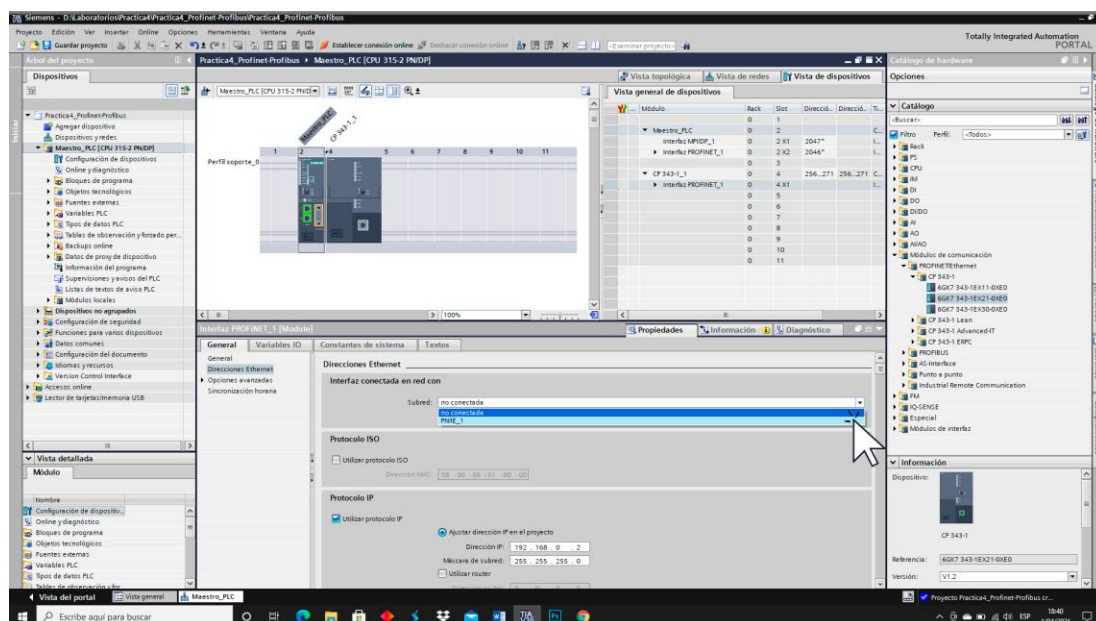


Figura 152. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16

- I) En Vista de Redes agregar los dispositivos VIPA YASKAWA, luego dirigirse en Catálogo / Otros dispositivos de campo / PROFINET IO / I/O / Vipa GmbH / VIPA SLIO System / 015-CEFP01 / FW V3.0 y arrastrar al rack 0.

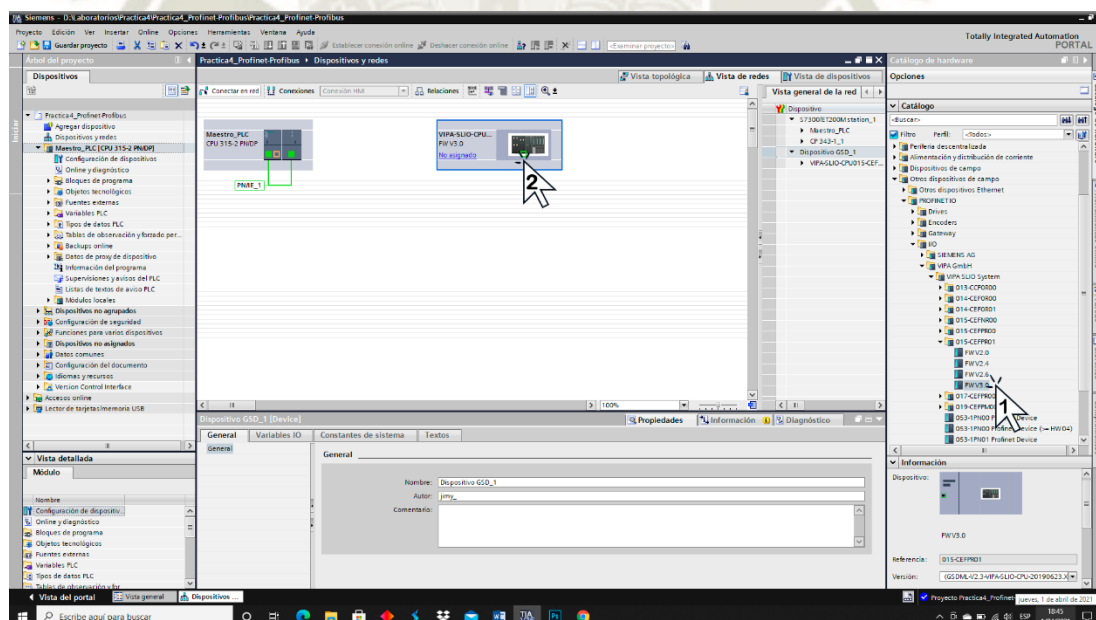


Figura 153. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal v16

- m) Para agregar el módulo I/O PROFINET dirigirse en Catálogo / Otros dispositivos de campo / PROFINET IO / I/O / Vipa GmbH / VIPA SLIO System / 053-1PN00 Profinet Device ($\geq$ HW 04) y arrastrar al rack 0.

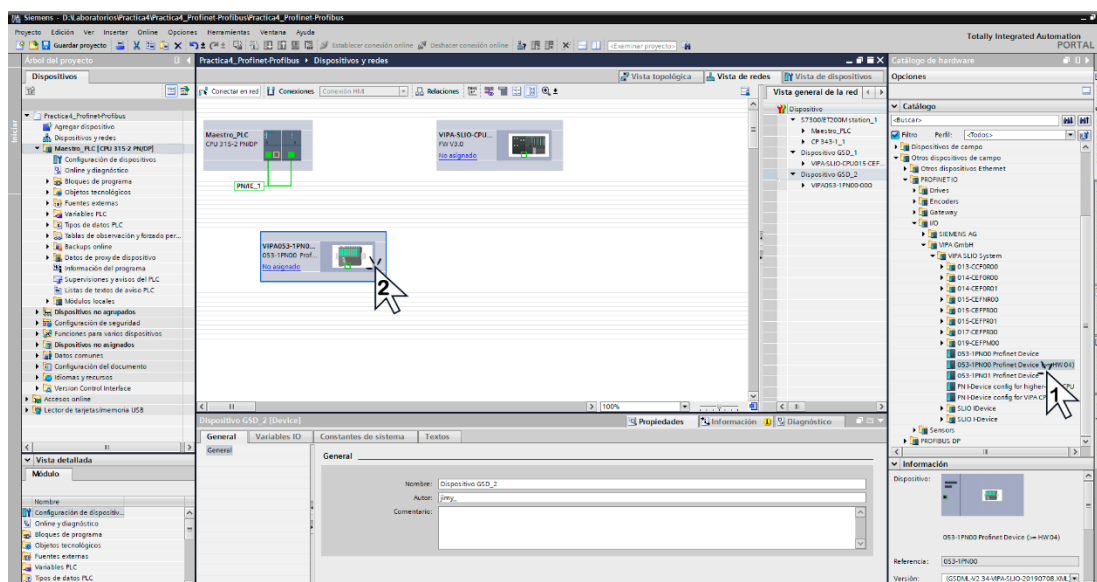


Figura 154. Configurar Módulo I/O PROFINET VIPA en TIA Portal v16

- n) Seleccionar el módulo *053-1PN00 Profinet Device* ($\geq$ HW 04) e ir a Vista de dispositivos para agregar los módulos digitales de I/O, DI: 021-1BF00 DI8xDC24V_1, DO: 22-1BF00 DO8xDC24V 0.5A_1, seleccionar y dar doble clic.

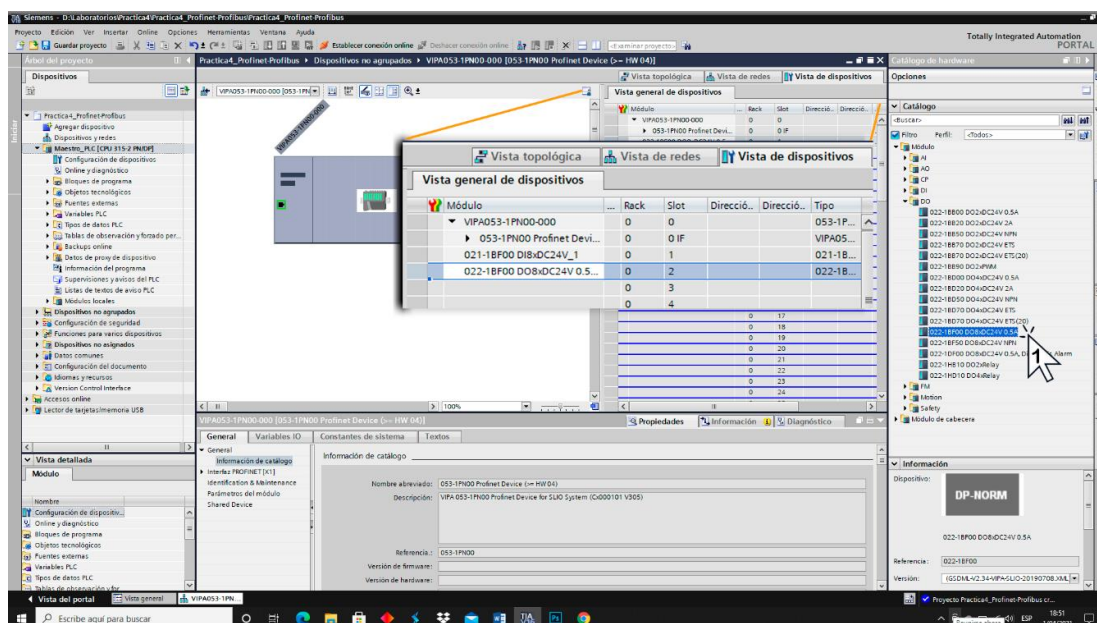


Figura 155. Configurar Módulo I/O PROFINET VIPA en TIA Portal v16

- o) Para agregar el módulo I/O PROFIBUS DP dirigirirse en Catálogo / Otros dispositivos de campo / PROFIBUS DP / I/O / Vipa GmbH / VIPA_SLIO / VIPA 053-1DP00 (DPV0) / VIPA 053-1DP00 y arrastrar hacia el rack 0.

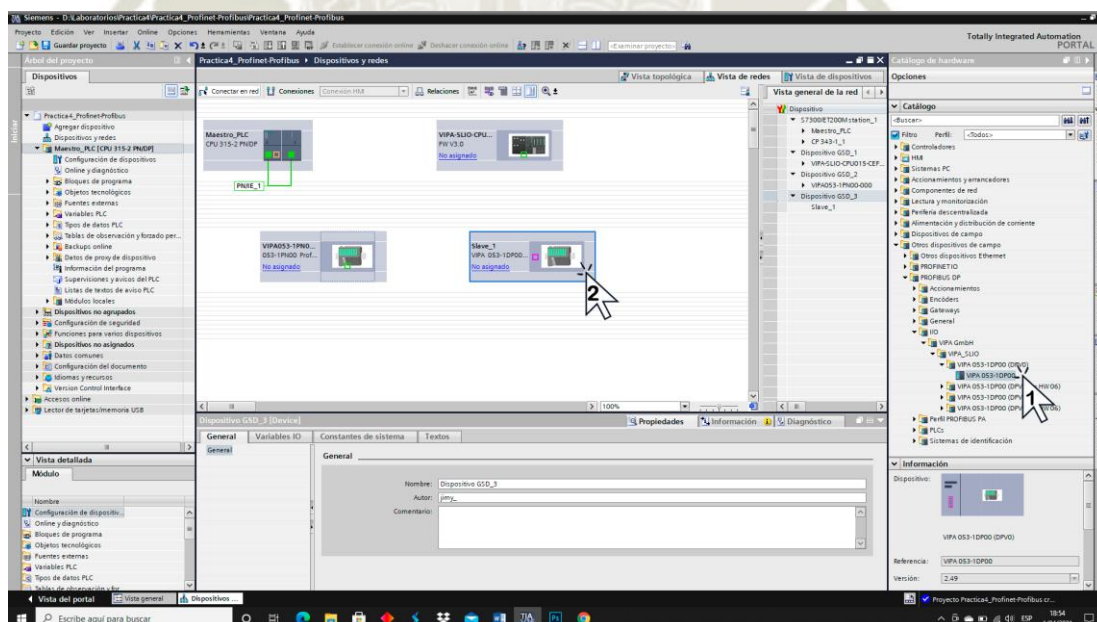


Figura 156. Configurar Módulo I/O PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16

- p) Seleccionar el módulo 053-1DP00 PROFIBUS DP (DPV0) e ir a Vista de dispositivos para agregar los módulos digitales de I/O, DI: 021-1BF00

DI8xDC24V_1 y DO: 22-1BF00 DO8xDC24V 0.5A_1, seleccionar y dar doble clic.

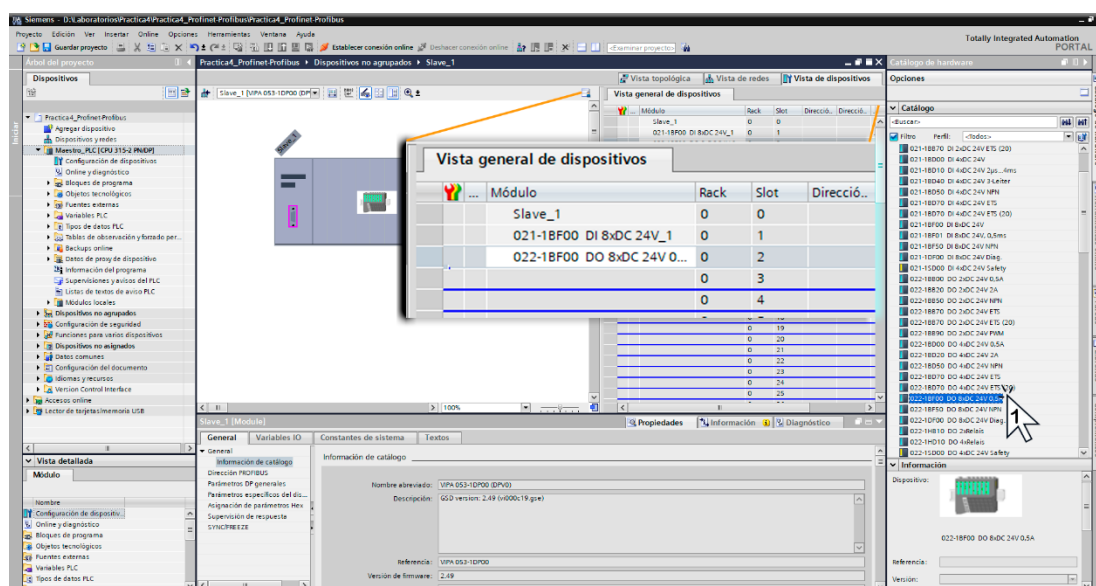


Figura 157. Configurar Módulo I/O PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16

- q) Volver a *Vista de redes* y como se revisó en la **Práctica_1** arrastrar desde el punto de red PROFINET del módulo maestro CPU 315-2 PN/DP hacia el CPU 015PN SLIO y de igual forma hacía el módulo esclavo *053-1PN00 Profinet Device* ($\geq$ HW 04), con esto logramos agregar a la red PROFINET a los dispositivos YASKAWA VIPA, quedando como se muestra en la siguiente imagen.

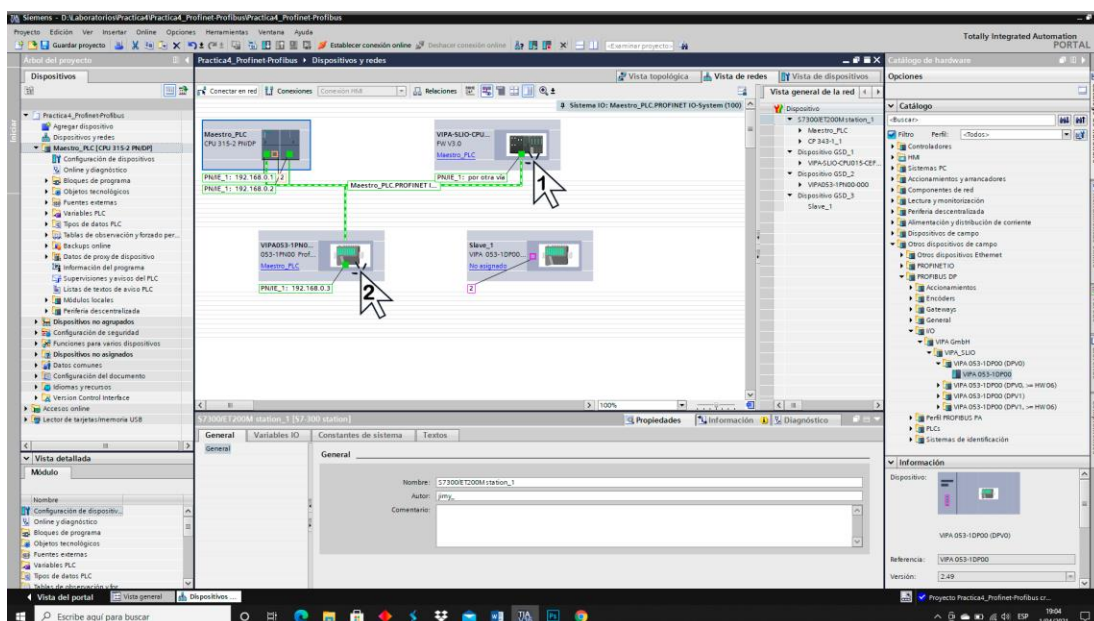


Figura 158. Configurar Módulo I/O PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16

- r) Con el puntero de mouse ubicarse en el punto MPI/DP del módulo maestro CPU 315-2 PN/DP dar un clic y arrastrar hacia el punto DP del módulo esclavo VIPA 053-1DP00 (DPV0), con esto quedan configurados los dispositivos en la red PROFIBUS DP.

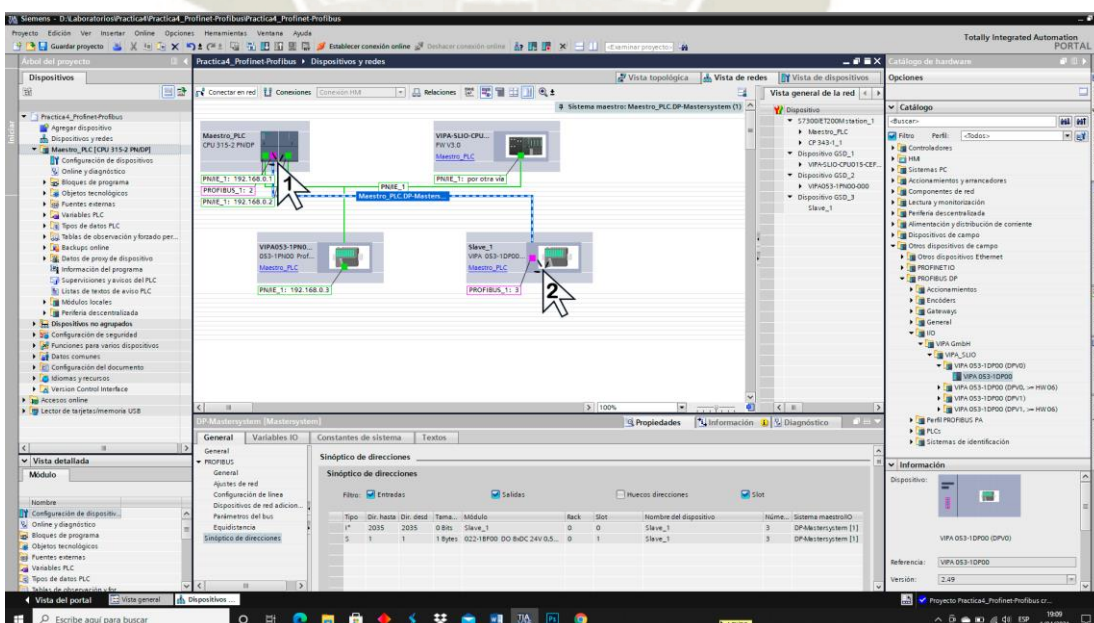


Figura 159. Configurar Módulo I/O PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16

- s) Una vez configurado dar clic en compilar para verificar que no existan errores.

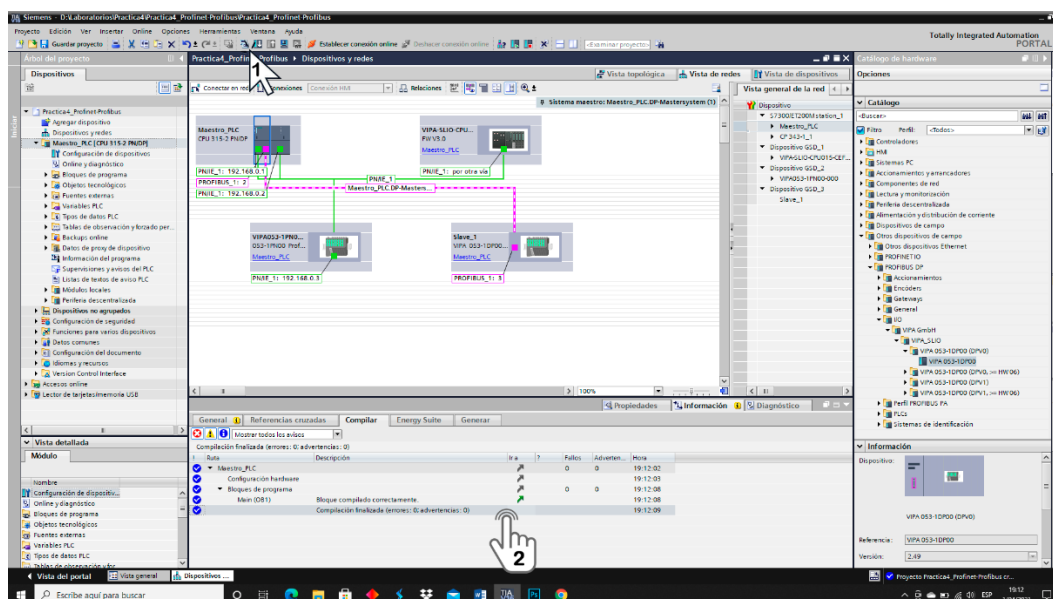


Figura 160. Configurar Módulo I/O PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16

- t) Como se aprecia en la imagen anterior se ha asignado la dirección **2** al maestro PROFIBUS DP y la dirección **3** para el esclavo VIPA 053-1DP00.
- u) Se debe verificar que en el selector de dirección en el módulo esclavo VIPA 053-1DP00 sea igual al asignado en la configuración, para este caso es la **dirección 3**, para lo cual se debe colocar los pines 2 y 3 en la posición **1**, el resto deberá de permanecer en la posición 0, considerar que el rango de direcciones permitidas es de 3 hasta 127.

Pos.	Value	Example	
		State	Address
1	not used	---	1+2+32=35
2	1	1	Address: 35
3	2	1	
4	4	0	
5	8	0	
6	16	0	
7	32	1	
8	64	0	
1	0		

Figura 161. Verificar dirección en Módulo I/O PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16

- v) Insertar la tarjeta de memoria VSC PROFIBUS Máster en la ranura del CPU 015PN SLIO 015-CEFPR01, luego proceder a encender el módulo y en este punto se requiere reiniciar el CPU 015PN SLIO con la tarjeta de memoria VSC instalada, para lo cual se realiza el siguiente procedimiento:
- Verificar que el CPU esté encendido y esté en el modo STOP.
 - Mover el switch a la posición MR y mantenerlo por 3 segundos. El led ST cambiará de parpadear a estar permanentemente encendido en ese momento mover a la posición STOP y luego mover el switch a la posición MR y retornar rápidamente a la posición STOP. El proceso de reinicio se realizará inmediatamente.
 - Cuando haya culminado el reinicio el led ST se quedará encendido permanentemente.

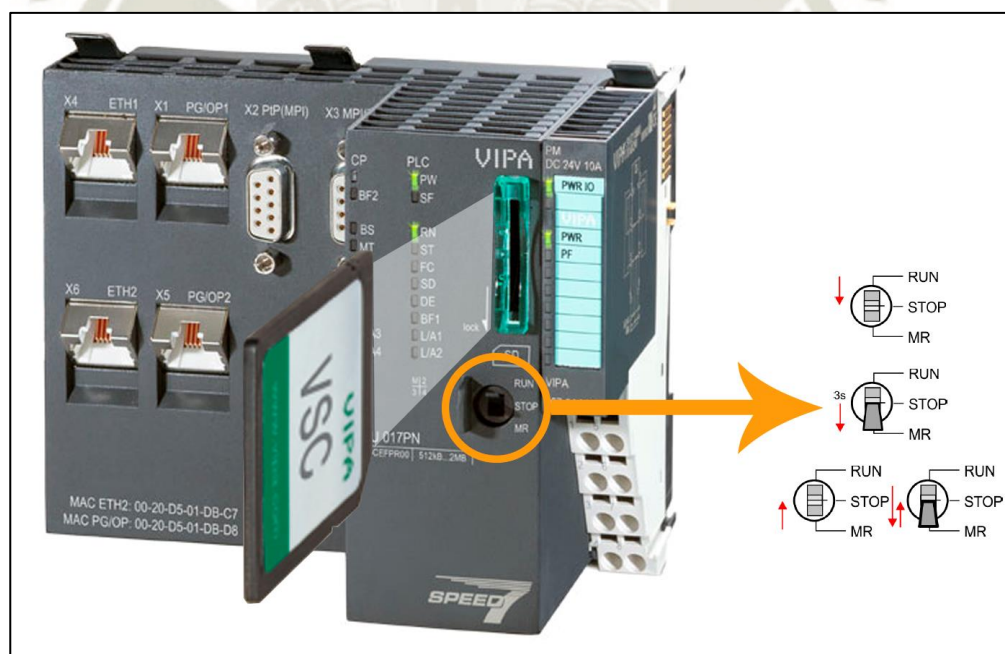


Figura 162. Insertar tarjeta de memoria VSC Módulo I/O PROFIBUS VIPA en TIA Portal v16

- w) Encender el módulo e ir a *Dispositivos / Acceso Online* y buscar la tarjeta de red de la computadora en la cual se tiene conectado el CPU 015PN SLIO VIPA y dar clic en *Actualizar dispositivos accesibles*, verificar que las direcciones IP asignados a los módulos en la configuración coincidan, de no coincidir dar clic en *Online y diagnóstico* y luego en *Funciones / Asignar dirección IP*, escribir la dirección IP, la Máscara de subred y damos clic en *Asignar dirección IP*.

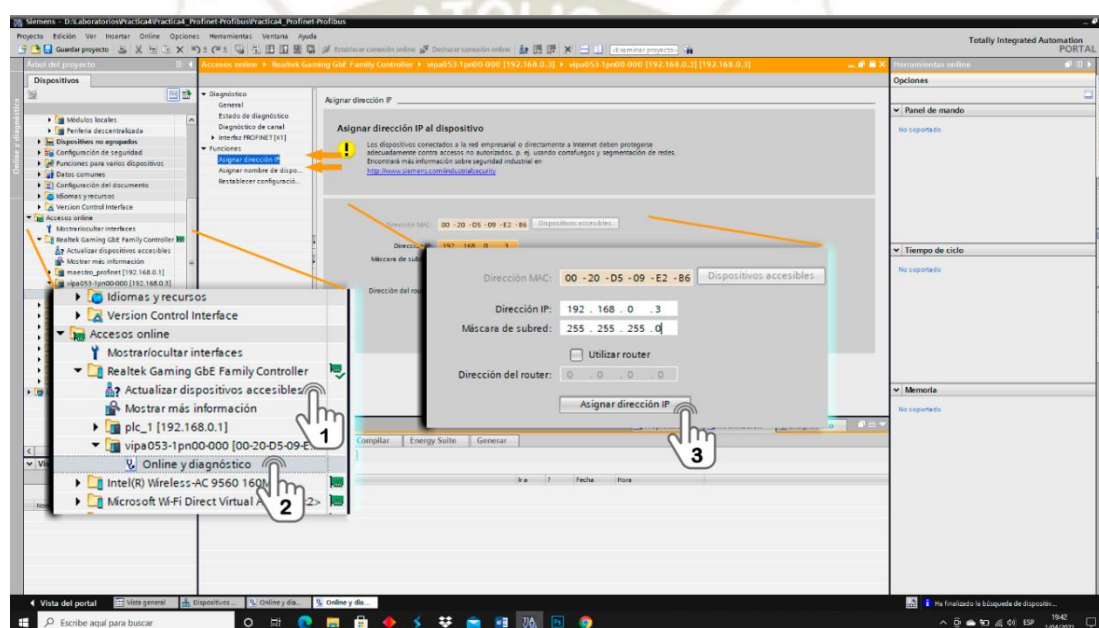


Figura 163. Asignar dirección IP a Módulo I/O PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16

- x) En *Vista de redes* seleccionar el módulo esclavo 053-1PN00 PROFINET y dar clic en *Asignar nombre de dispositivo* (1), en la ventana que aparece dar clic en *Actualizar lista* (2), una vez termine la búsqueda seleccionar el módulo (3) y dar clic en *Asignar nombre* y luego *Cerrar*.

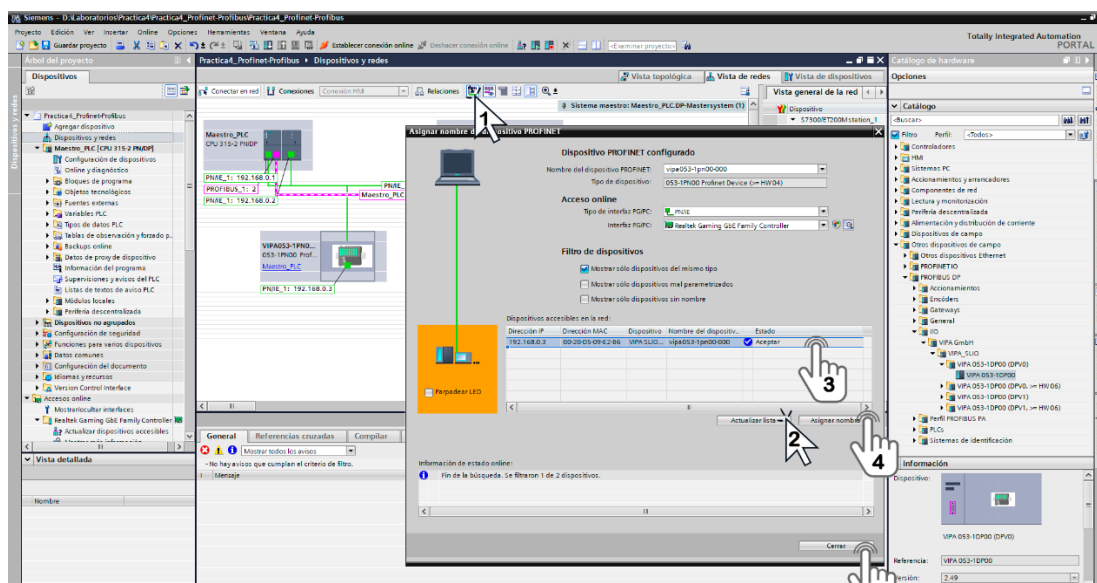


Figura 164. Asignar nombres a Módulos I/O VIPA en TIA Portal v16

y) Ir a *Dispositivos / Maestro_PLC / Online y diagnóstico* (1) dar clic en *Cargar en dispositivo* (2), una vez cargada la configuración en el PLC dar clic en *Establecer conexión online* (3) y verificar que no exista errores de comunicación.

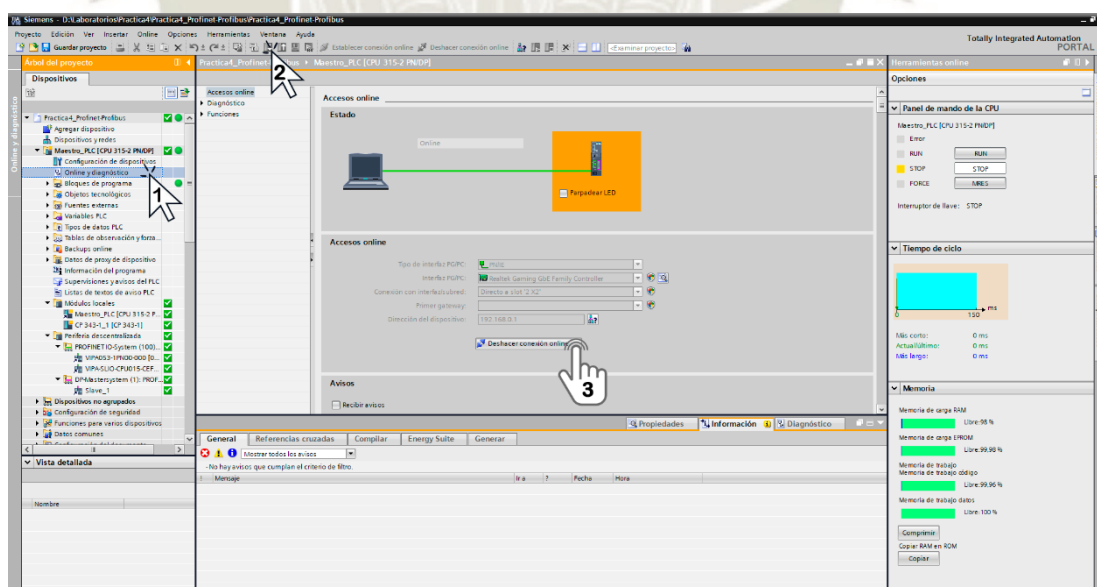


Figura 165. Cargar configuración de dispositivo Maestro PROFIBUS DP VIPA en TIA Portal v16

- z) Una vez configurado la red dar clic en *Deshacer conexión online* y nos dirigimos en *Dispositivos / Maestro_PLC / Bloque de programa / Main*, donde se podrá realizar el programa Ladder para resolver el ejercicio propuesto
- aa) Programación de la Práctica 4 en el Anexo 7.



5.5 Práctica 5: Integración de redes PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP

5.5.1 Tema

Reconocimiento, configuración y uso de equipos para la integración de una red PROFINET, red PROFIBUS DP y red Modbus TCP.

5.5.2 Aplicación

Proceso de transporte de mineral mediante faja transportadora y tripper car de carga, para alimentación de mineral a tolvas de almacenamiento.

5.5.3 Introducción

Aprender a configurar una red PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP Maestro – Esclavo mediante el uso de PLC Maestro CPU015PN SLIO, un periférico esclavo Módulo IM053-1PN00 PROFINET IO-Slave con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00; y un periférico esclavo Módulo IM 053-1DP00 PROFIBUS DP IO-Slave, con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00 y un periférico esclavo Módulo 053-1MT00 Modbus TCP IO-Slave con un módulo de entradas análogas 031-1BD40 y un módulo de salidas análogas 032-1BD40.

5.5.4 Objetivos

- Aprender el método de configuración e integración de las redes PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP con equipos YASKAWA VIPA mediante el uso del software TIA Portal v16.

- Utilizar las redes integradas PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP en una aplicación de automatización en la industria minera.

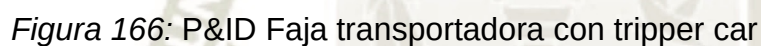
5.5.5 Materiales y equipos

- Laptop o computadora del laboratorio.
- Módulo de automatización: CPU015PN SLIO, Módulo IM053-1PN00 PROFINET IO-Slave con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00; un periférico esclavo Módulo IM 053-1DP00 PROFIBUS DP IO-Slave, con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00; y Módulo 053-1MT00 Modbus TCP IO-Slave con un módulo de entradas análogas 031-1BD40 y un módulo de salidas análogas 032-1BD40.
- Tarjeta de memoria VSC PROFIBUS Máster.
- 01 Cable PROFINET 6XV1850-2GH20.
- 02 Cable de red con conector RJ45.
- 01 Cable PROFIBUS DP.
- Cables de conexión tipo banano.

5.5.6 Problema por desarrollar

Integrar las Redes PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP de las Prácticas 3 y 4, para desarrollar la automatización de una faja transportadora con tripper car para la distribución de mineral en distintas tolvas, utilizando el módulo didáctico de automatización por redes de comunicación industrial de la UCSM y el software TIA Portal V16, se solicita realizar lo siguiente:

- Configurar una red PROFINET Maestro – Esclavo, una red PROFIBUS DP Maestro –Esclavo y una red Modbus TCP Maestro - Esclavo.
- Desarrollar el diagrama Ladder para integrar la automatización del sistema de arranque/detención con la red PROFINET y el sistema de traslación del tripper car con la red PROFIBUS DP desarrollado en la **Práctica 4** e integrar el sistema de monitoreo de temperatura y supresión de polvo desarrollado en la **Práctica 3**. Tomando las siguientes consideraciones:
 - Cuando los datos de los sensores de temperatura de las poleas de cabeza y cola de la faja transportadora sean mayores a 100 °C, la faja transportadora debe detenerse.
 - Cuando el tripper car se esté desplazando hacia adelante o en reversa, se debe incrementar el flujo de agua del sistema de supresión de polvo al 100%.



Conectar los equipos y caja de conexiones según lo indicado en las siguientes figuras:



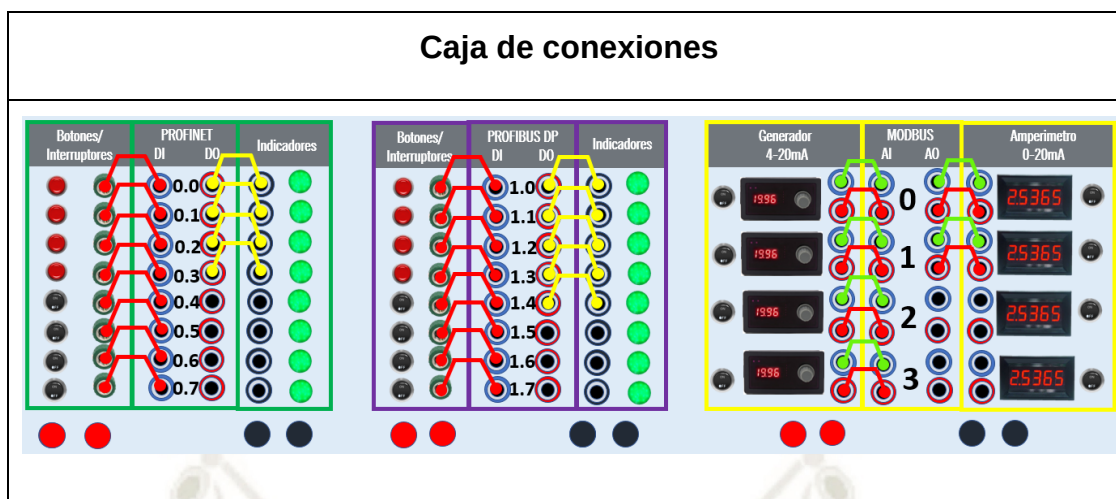


Figura 167. Diagrama de conexiones.

5.5.8 Desarrollo

Para la configuración de las redes: Maestro – Esclavo con los equipos CPU 015PN SLIO, Módulo IM053-1PN00 PROFINET IO-Slave y Módulo IM053-1DP00 PROFIBUS DP IO-Slave, utilizando el software TIA Portal v16 seguimos el mismo procedimiento realizado en la Práctica 4.

- a) Una vez configurada la red dirigirse a *Dispositivos / Maestro_PLC / Bloque de programa / Main*, donde se podrá realizar el programa Ladder para resolver el ejercicio propuesto.

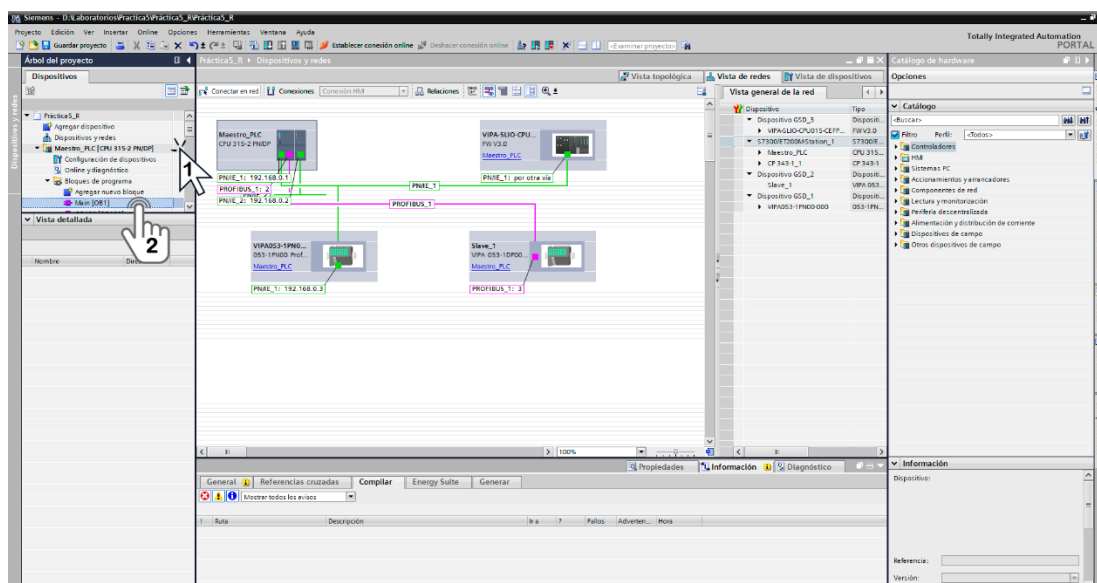


Figura 168. Configurar dispositivos VIPA en TIA Portal v16

- b) Se procede a realizar la programación Modbus Cliente – Servidor y luego la programación de las redes Maestro – Esclavo PROFINET y PROFIBUS DP.
- c) Programación de la Práctica 5 en el Anexo 8.

5.6 Práctica 6: Integración de SCADA a redes PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP

5.6.1 Tema

Reconocimiento, configuración y uso de equipos para el uso de un Panel View para el desarrollo módulo SCADA en una red PROFINET, red PROFIBUS DP y red Modbus TCP integrada

5.6.2 Aplicación

Proceso de transporte de mineral mediante faja transportadora y tripper car de carga, para alimentación de mineral a tolvas de almacenamiento.

5.6.3 Introducción

El desarrollo de esta práctica tiene la finalidad de que el alumno aprenda a diseñar y configurar un sistema SCADA mediante el uso del software Movicon v11.6 y un SmartPanel TP307-SM VIPA, utilizando una red PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP Maestro – Esclavo mediante el uso de PLC Maestro CPU015PN SLIO, un periférico esclavo Módulo IM053-1PN00 PROFINET IO-Slave con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00; y un periférico esclavo Módulo IM 053-1DP00 PROFIBUS DP IO-Slave, con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00 y un periférico esclavo Módulo 053-1MT00 Modbus TCP IO-Slave con un módulo de entradas análogas 031-1BD40 y un módulo de salidas análogas 032-1BD40.

5.6.4 Objetivos

- Aprender a configuración y diseñar un sistema SCADA integrando con el software Movicon v11.6 utilizando las redes integradas PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP con equipos YASKAWA VIPA.
- Utilizar el sistema SCADA y las redes integradas PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP en una aplicación de automatización en la industria minera.

5.6.5 Materiales y equipos

- Laptop o computadora del laboratorio.
- Módulo de automatización: CPU015PN SLIO, SmartPanel TP307-SM VIPA, IIOT FLEXY 205, Módulo IM053-1PN00 PROFINET IO-Slave con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00; un periférico esclavo Módulo IM 053-1DP00 PROFIBUS DP IO-Slave, con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00; y Módulo 053-1MT00 Modbus TCP IO-Slave con un módulo de entradas análogas 031-1BD40 y un módulo de salidas análogas 032-1BD40.
- Tarjeta de memoria VSC PROFIBUS Máster.
- 01 Cable PROFINET 6XV1850-2GH20.
- 05 Cable de red con conector RJ45.
- 01 Cable PROFIBUS DP.
- Cables de conexión tipo banana.

5.6.6 Problema por desarrollar

Desarrollar el sistema SCADA utilizando las redes integradas de las redes PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP de la Prácticas 5, utilizando el módulo

didáctico de automatización por redes de comunicación industrial de la UCSM y el software Movicon v11.6 se solicita realizar lo siguiente:

- Configurar el SMARTPANEL TP307-SM en el software Movicon v11.6 y crear un sistema SCADA acorde al proceso indicado en la Práctica 5, tomando las siguientes consideraciones:
 - Se deberá controlar desde el SCADA todos los sistemas de la faja y tripper car indicados en el laboratorio 5.
 - Considerar el encendido y apagado de los motores de la faja transportadora, y la traslación adelante y hacía atrás del tripper car se pueda realizar mediante el Smart Panel, realizar las modificaciones necesarias en el Ladder mediante el TIA Portal v16.

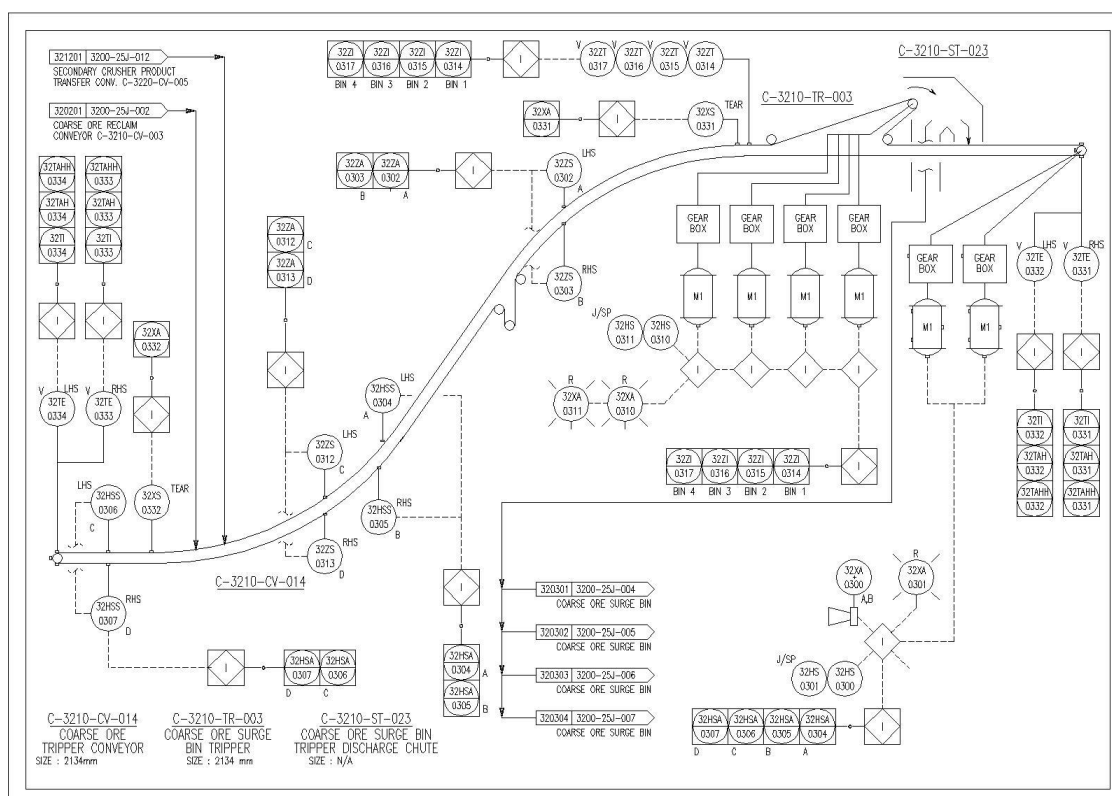


Figura 169: P&ID Faja transportadora con tripper car

5.6.7 Diagrama de conexiones

Conectar los equipos y caja de conexiones según lo indicado en las siguientes figuras:

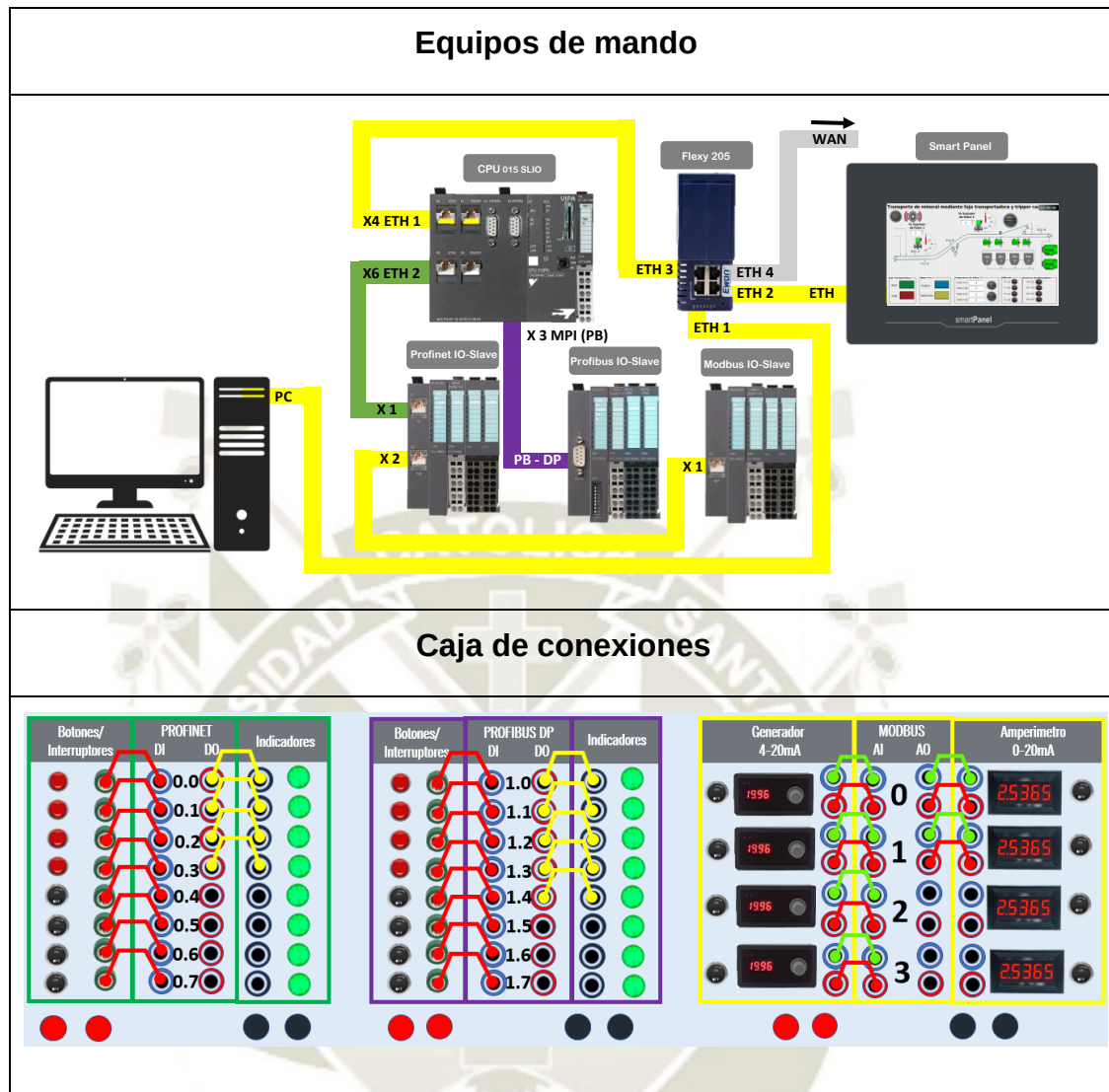


Figura 170. Diagrama de conexiones.

5.6.8 Desarrollo

Para la configuración de las redes: Maestro – Esclavo con los equipos CPU 015PN SLIO, Módulo IM053-1PN00 PROFINET IO-Slave y Módulo IM053-1DP00 PROFIBUS DP IO-Slave, utilizando el software TIA Portal v16 seguir el mismo procedimiento realizado en la Práctica 4.

- Una vez configurada nuestra red nos dirigimos a *Dispositivos / Maestro_PLC / Bloque de programa / Main*, donde se podrá realizar nuestro programa Ladder para resolver el ejercicio propuesto.

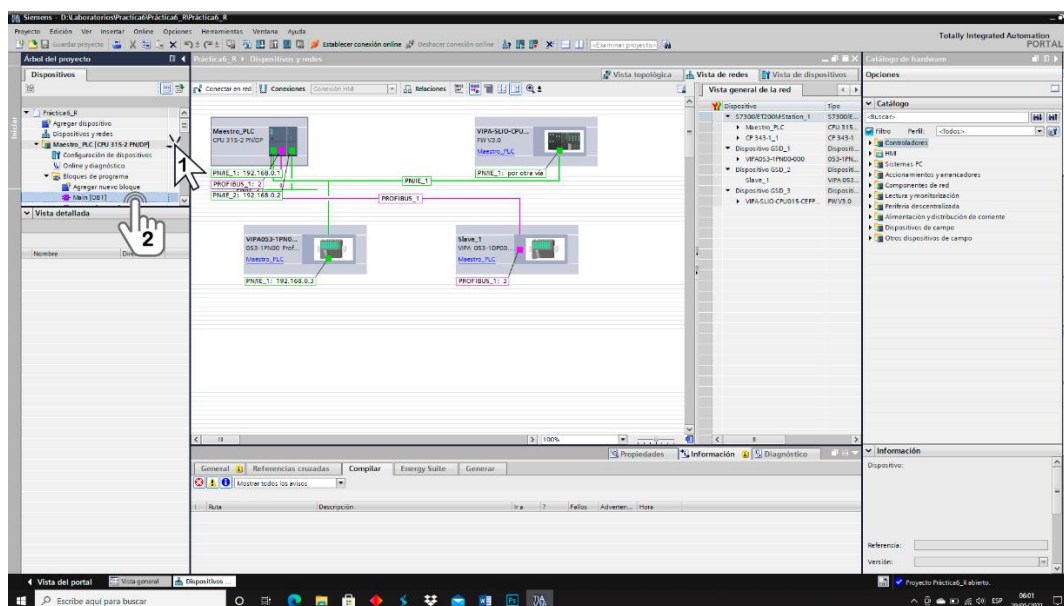


Figura 171. Configurar dispositivo VIPA en TIA Portal V16

- b) Proceder a realizar la programación Modbus Cliente – Servidor y luego la programación de las redes Maestro – Esclavo PROFINET y PROFIBUS DP.
- c) Programación de la Práctica 6 en el Anexo 9.
- d) Luego abrir el software Movicon v11.6 para configurar el SMARTPANEL TP307-SM VIPA (H71-71A41-0) y crear un sistema SCADA de nuestro proceso que nos permita integrar el Smart Panel con el proceso industrial, para lo cual se debe seguir el siguiente procedimiento:
- e) Abrir el software Movicon v11.6, de no tener instalado el programa dirigirse a: <https://vipausa.com/products/movicon-editor-11-6-for-vipa-hmis-trial-version.html>, descargamos el archivo **MOVICON EDITOR v11.6 FOR VIPA HMIS TRIAL VERSION** e instalar.
- f) Ir al menú *Archivo / Nuevo*, en la pantalla que aparece seleccionar *Plataforma WinCE* y luego dar clic izquierdo en *Abrir*.

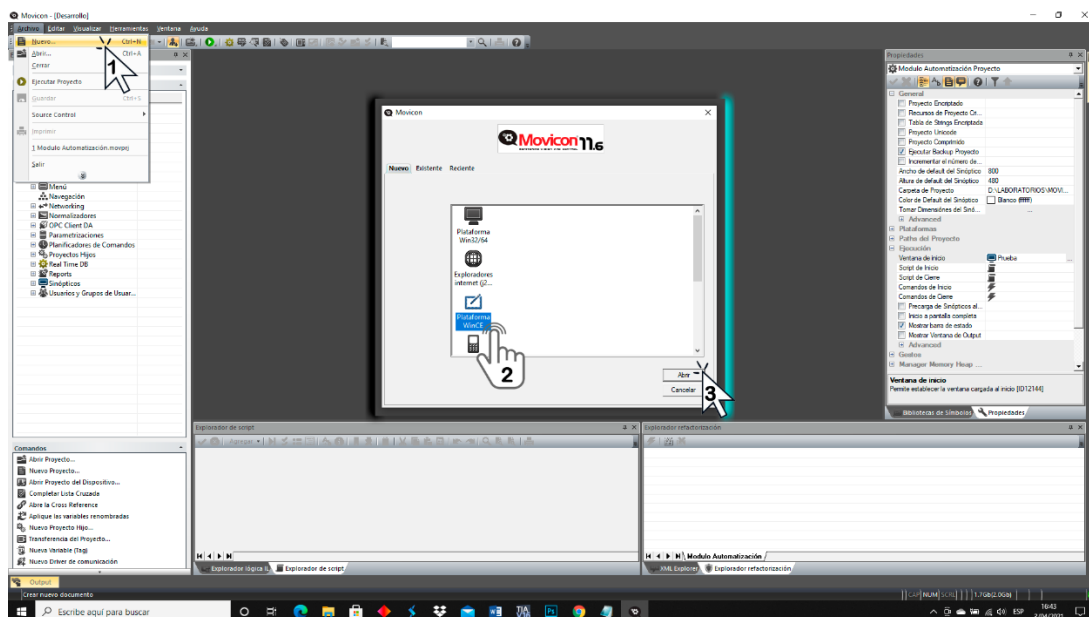


Figura 172. Crear proyecto SCADA en MOVICON 11e

- g) En la pantalla que aparecerá poner el nombre del proyecto, en este caso *HMI_Practica6* (1), seleccionar la carpeta donde se guardará el proyecto (2) y dar clic en *Siguiente* (3), en la siguiente ventana también dar clic en *Siguiente*.

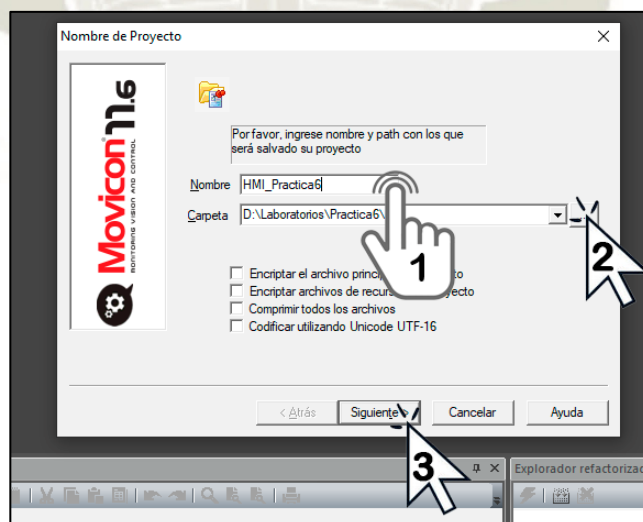


Figura 173. Crear proyecto SCADA en MOVICON 11e

- h) En la ventana Agregar Driver de Comunicación buscar en Lista de Driver disponibles / VIPA y seleccionamos Ethernet S7 TCP, luego dar clic izquierdo en Siguiente.

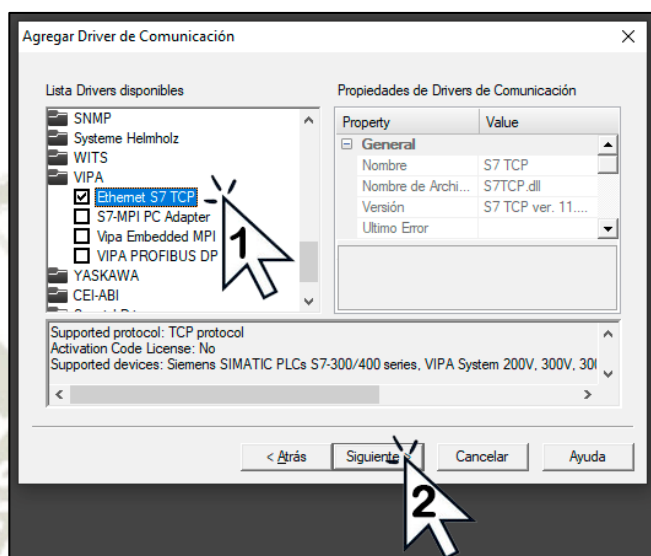


Figura 174. Configurar SCADA en MOVICON 11e

- i) Ahora agregar el tamaño de la pantalla del SmartPanel, en este caso colocar 800x480 pixeles, luego dar clic en *Siguiente* hasta *Finalizar*.

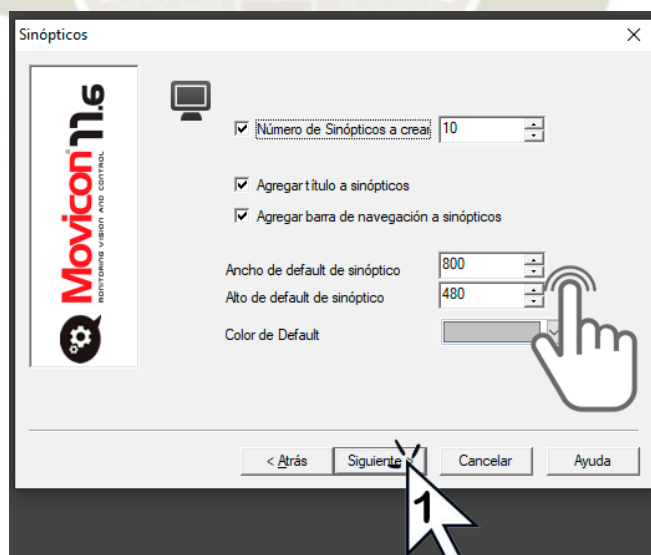


Figura 175. Configurar SCADA en MOVICON 11e

- j) En la ventana S7TCP en la pestaña *General* ir a *S7 TCP Driver Settings* ubicarse en Slot y el número del slot en el cual se encuentra nuestro PLC

virtual en TIA Portal v16, se puede verificar en *Vista de dispositivos*, en nuestro caso se encuentra en el slot 2.

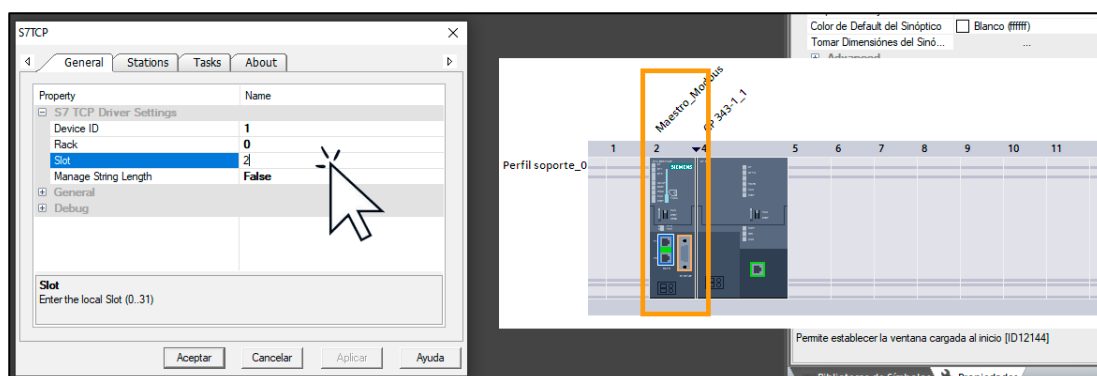


Figura 176. Configurar SCADA en TIA Portal V16

- k) Ahora dar clic en la pestaña *Stations* y luego en el botón **+ Add**, en la siguiente ventana en *S7 TCP Station Group* en **Slot** colocar el número de slot de nuestro PLC virtual. En *General /Station Name* se podrá darle un nombre a la estación, en este caso colocar **PLC Maestro**. Luego bajamos a *TCP/IP Settings* en **Server Address** colocar la IP de nuestro PLC Maestro configurado en TIA Portal v16, en este caso ponemos 192.168.0.1, luego dar clic en *Aceptar*.

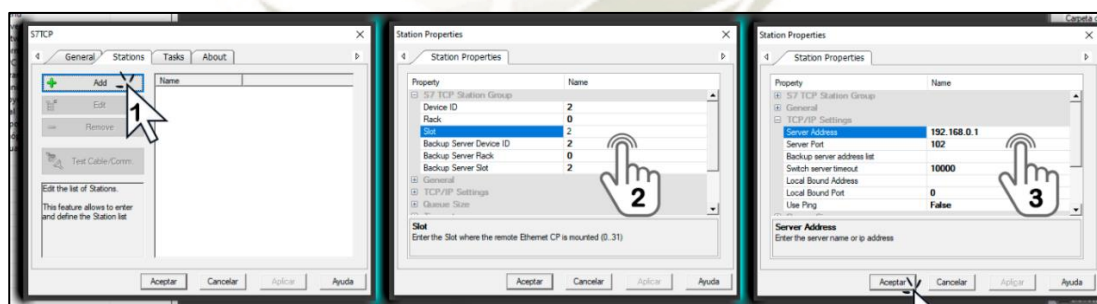


Figura 177. Configurar SCADA en TIA Portal V16

- l) Encender el módulo de automatización para verificar que haya comunicación entre la computadora, PLC y SmartPanel, dar clic en *Test Cable/Comm.*, luego de verificar que existe comunicación entre los dispositivos dar clic en

Aceptar hasta cerrar la ventana, luego en el cuadro de diálogo aparece le damos clic en **NO**.

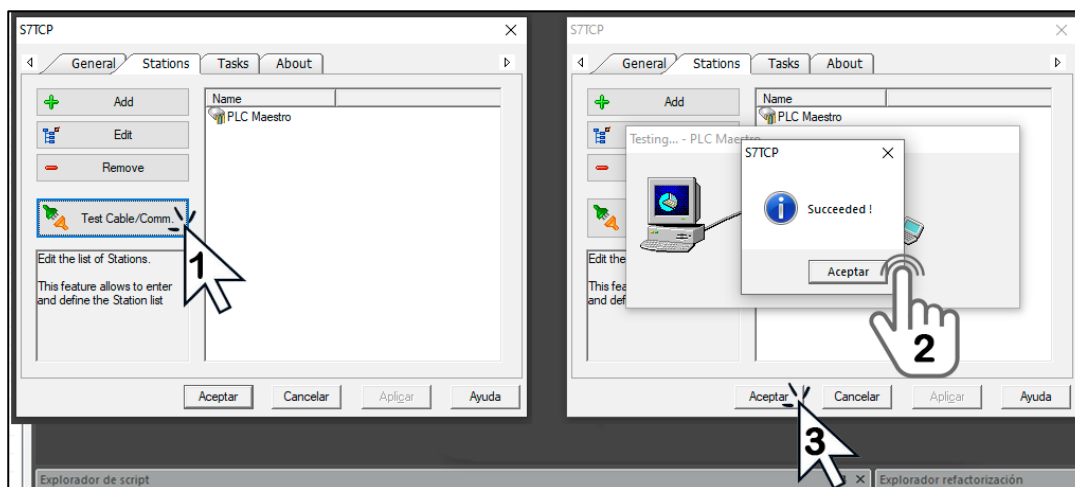


Figura 178. Configurar SCADA en MOVICON 11e

- m) En *Explorador de Proyecto / Proyectos / Sinópticos* dar clic derecho y seleccionar *Nuevo Sinóptico* (1), luego asignar un nombre, en este caso *Proceso* y damos clic en *OK*.

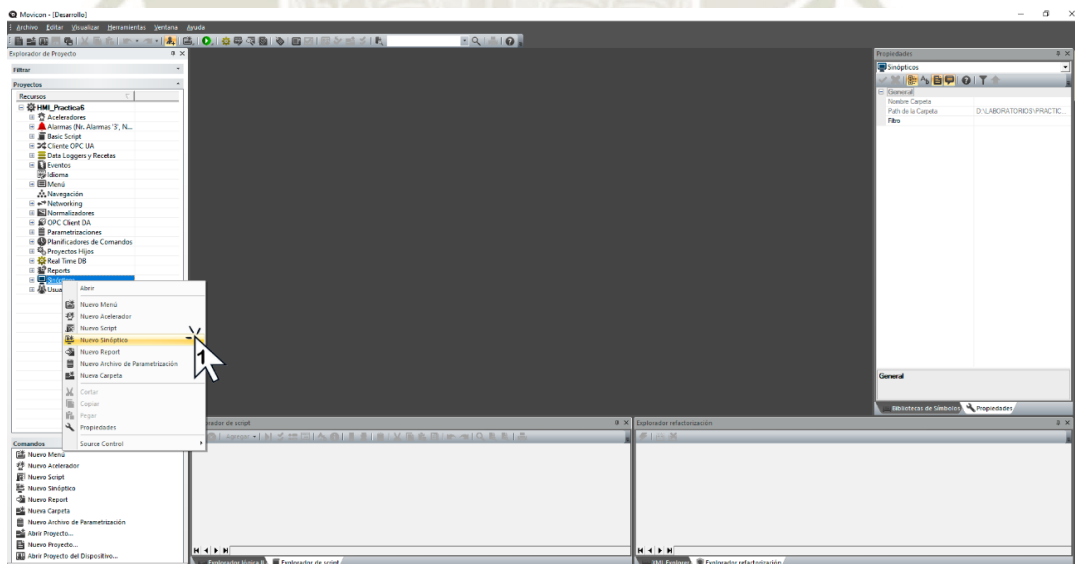


Figura 179. Configurar SCADA en MOVICON 11e

- n) En *Biblioteca de Símbolos y Objetos*, seleccionar los símbolos, imágenes, objetos animados, botones, texto, formas (elipse, rectángulo, rectángulo

redondeado, Multilínea, cuerda, etc.), luces led, clocks, interruptores, etc. Lo que sirva para realizar el SCADA.

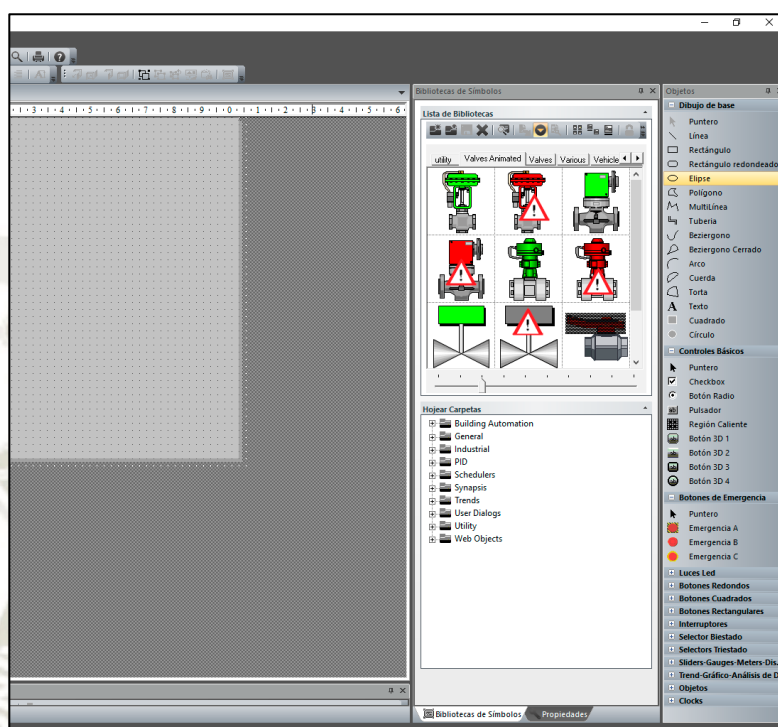


Figura 180. Configurar SCADA en MOVICON 11e

- o) Una vez creado el SCADA crear las variables, ubicarse en *Explorador de Proyecto / Proyectos / Real Time DB / Variables (Tags)* dar clic derecho y seleccionar *Nueva Variable*, asignar un nombre a nuestra variable en este caso *Alarma* y dar clic en *OK*.



Figura 182. Configurar SCADA en MOVICON 11e

q) En *Propiedades* dar clic en los tres puntos de *Dirección Física I/O* (1), aparecerá una ventana *Tag Browser*, ahí seleccionar la pestaña *Drivers de*

Comunicación, seleccionamos S7 TCP y dar clic en Agregar/Editar (2). En la ventana que aparece *Task Properties* dirigirse a *S7 TCP Task Settings* y en *Device Address* escribir la dirección de la variable creada en TIA Portal v16 en este caso para la variable *Alarma* le corresponde la dirección Q0.2, luego dar clic en *Aceptar* (3). Repetir el mismo procedimiento para las demás variables.

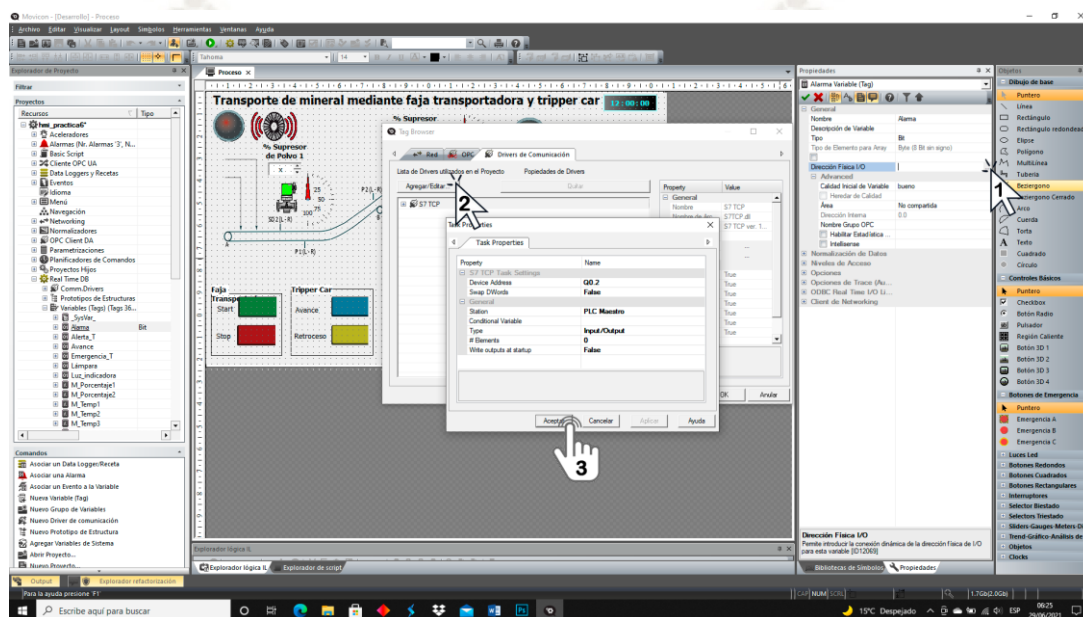


Figura 183. Configurar SCADA en MOVICON 11e

- r) Una vez culminado la configuración de las variables se tendrá lista el sinóptico para ser transferirlo al SmartPanel.

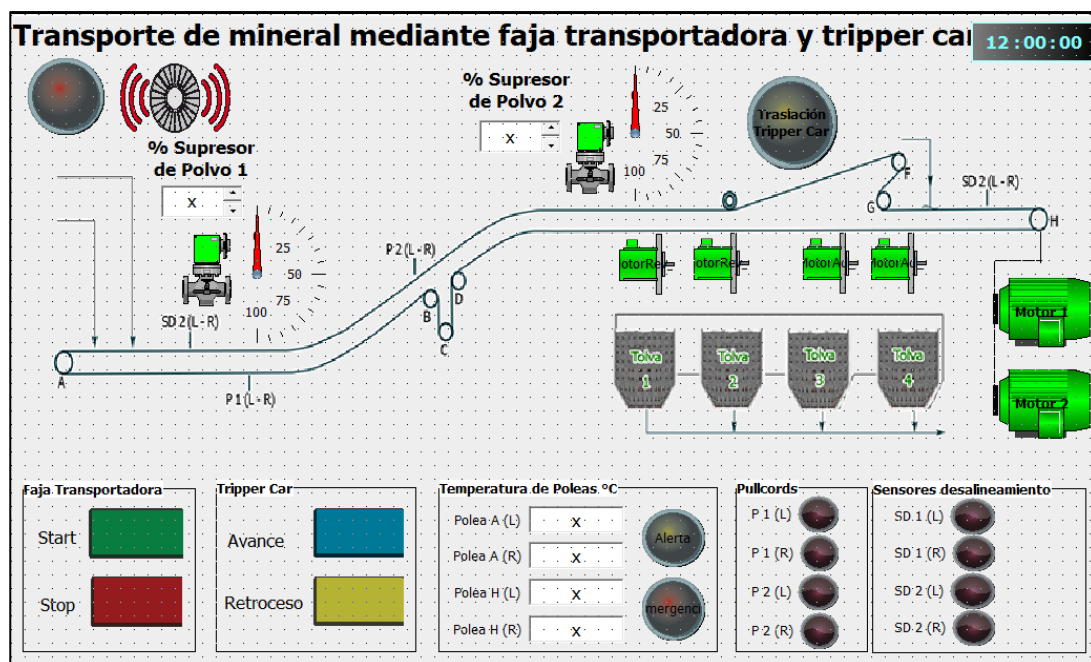


Figura 184. SCADA final del proceso

Ahora procedemos a configurar el SMARTPANEL TP307-SM VIPA H71-71A41-0 (necesario para la primera configuración), para lo cual se debe seguir el siguiente procedimiento:

- s) Encender el SMARTPANEL TP307-SM VIPA (H71-71A41-0) y en la pantalla de inicio dar clic en *Main*.

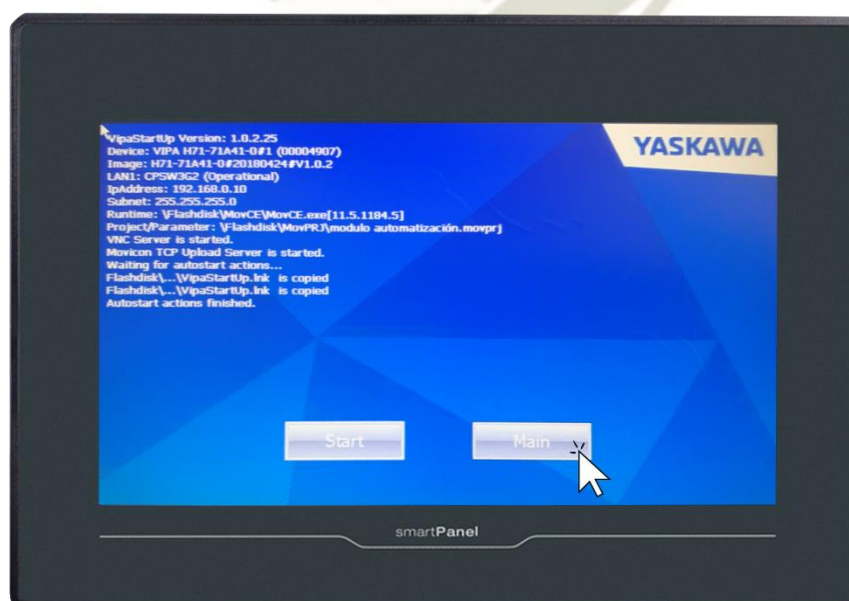


Figura 185. Configurar SCADA en SMART Panel

- t) En la ventana siguiente le dar clic izquierdo en la opción *Settings*.

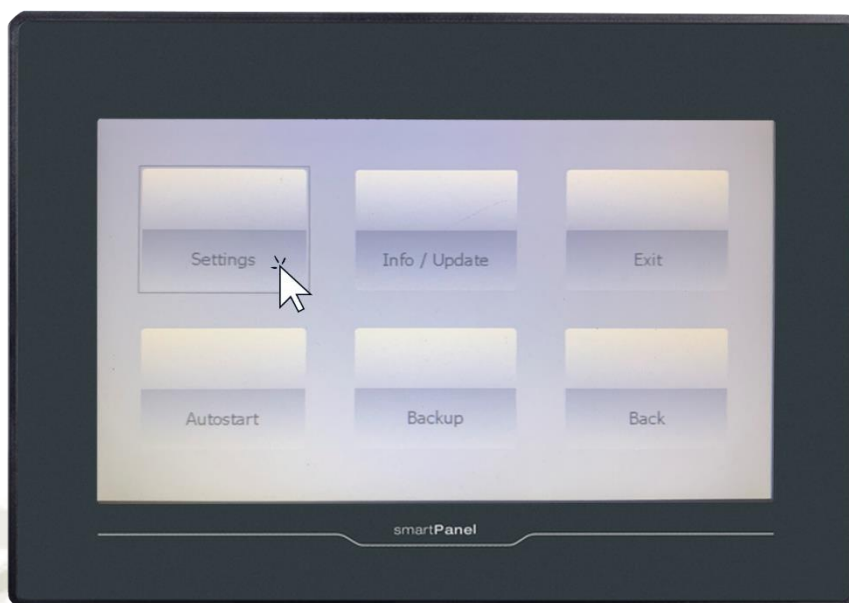


Figura 186. Configurar SCADA en SMART Panel

- u) En la siguiente ventana dar clic en la opción *LAN Settings*.

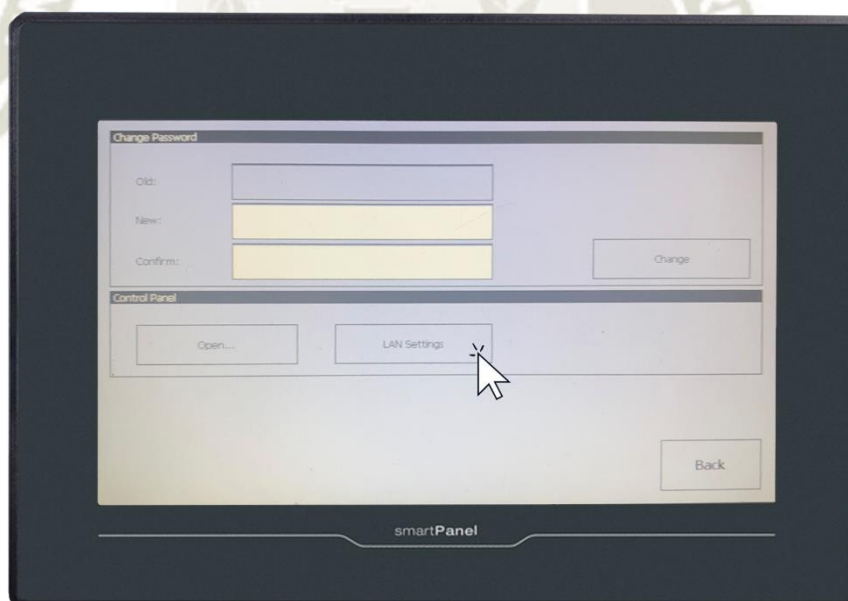


Figura 187. Configurar SCADA en SMART Panel

- v) En la siguiente ventana dar clic derecho en *CPSW3G2* y seleccionar la opción *Properties*.

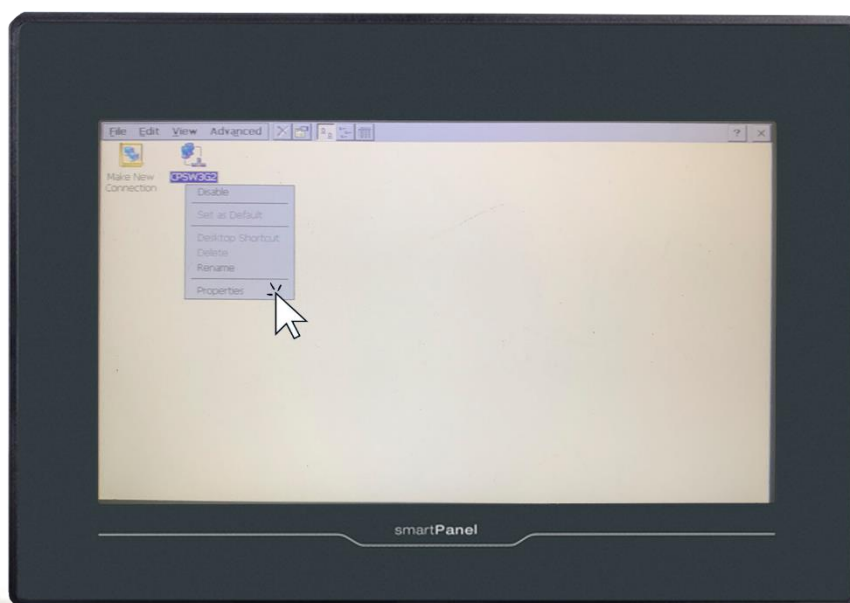


Figura 188. Configurar SCADA en SMART Panel

- w) Luego aparecerá la ventana 'CPSW3G miniport driver' Settings donde se debe asignar el IP y la máscara subred del Smart Panel, tener en cuenta que deberá de estar dentro de la red del PLC. En este caso se debe poner como IP: 192.168.0.10 y como máscara de subred: 255.255.255.0; y dar **OK**.

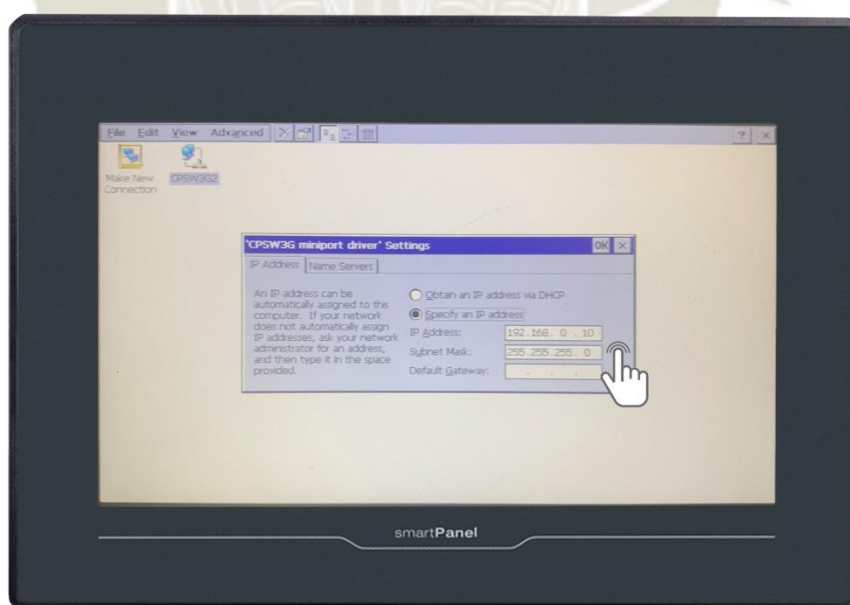


Figura 189. Configurar SCADA en SMART Panel

- x) Aparecerá un cuadro de diálogo preguntando si se guardará la configuración permanentemente, dar **OK**.

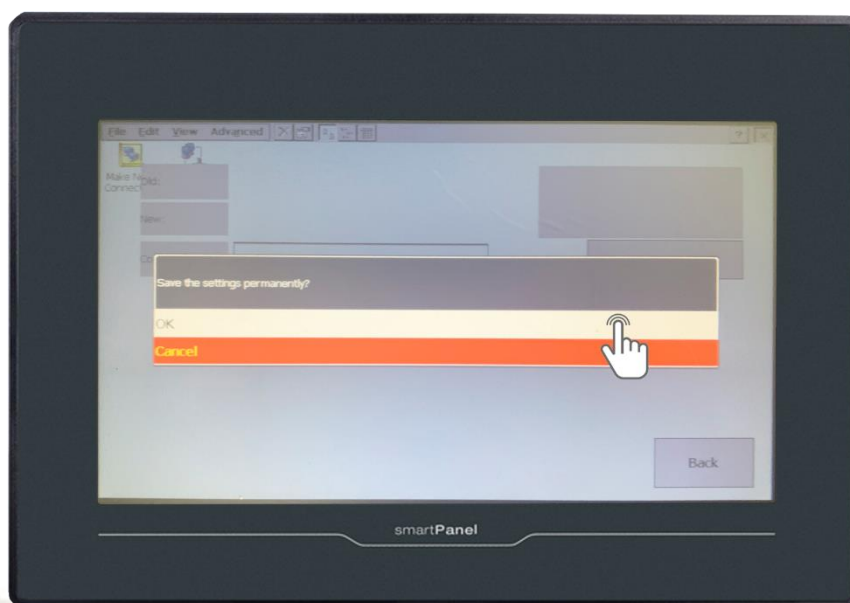


Figura 190. Configurar SCADA en SMART Panel

y) Retornar al menú del paso c y seleccionamos la opción *Open*.

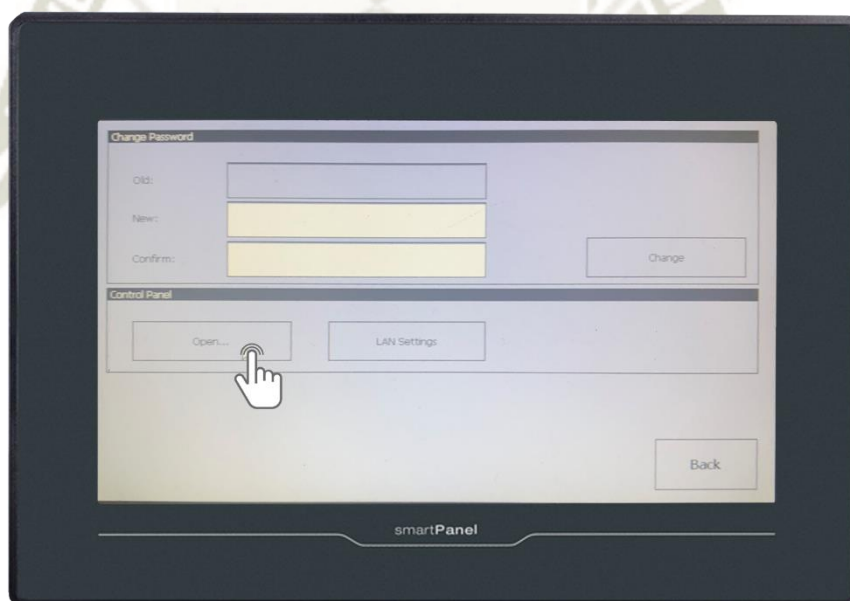


Figura 191. Configurar SCADA en SMART Panel

z) Aquí seleccionar *Date/Time* para configurar *Fecha*, *Hora* y *Zona horaria*, y dar *Apply* y luego cerrar la ventana.

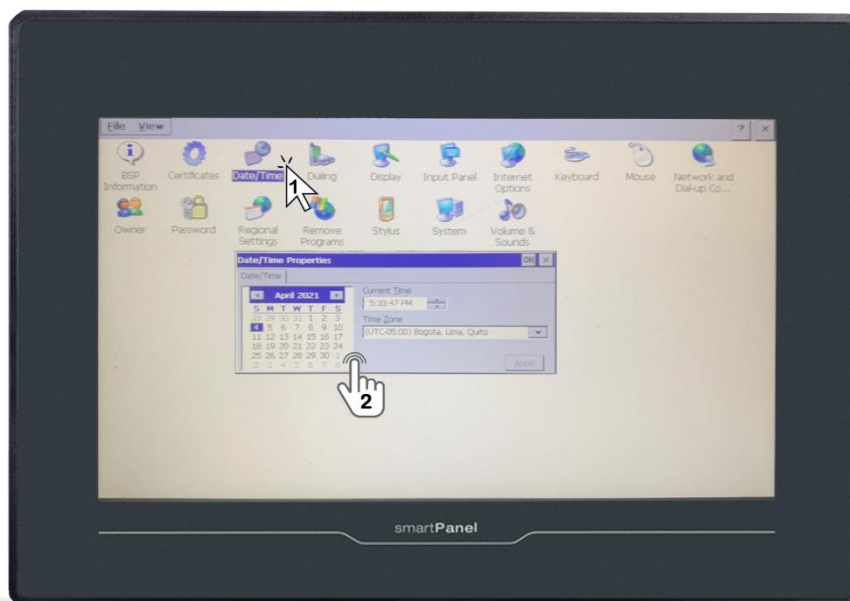


Figura 192. Configurar SCADA en SMART Panel

aa) Volverá a aparecer un cuadro de diálogo preguntando si se guardará la configuración permanentemente, dar OK y volver al menú anterior.

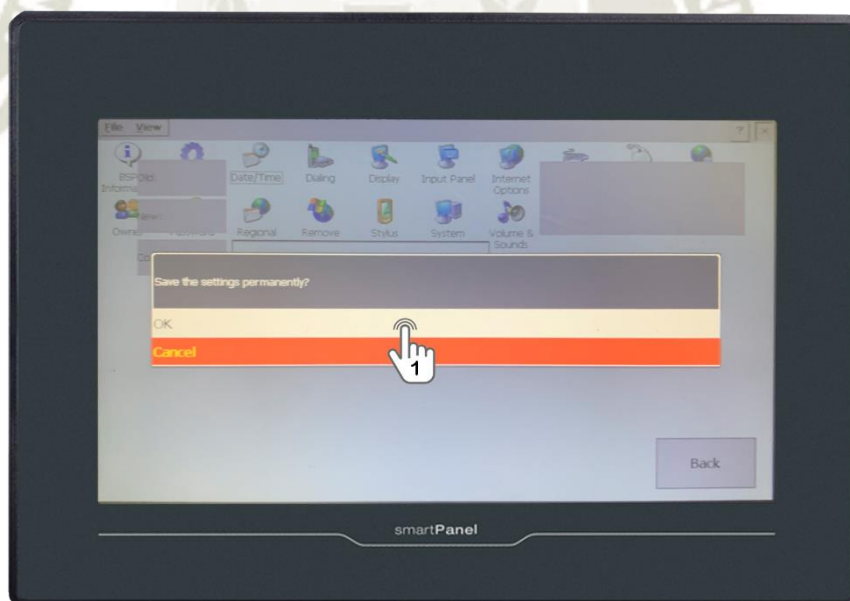


Figura 193. Configurar SCADA en SMART Panel

bb) En el menú que aparece en la ventana dar un clic en *Back*.

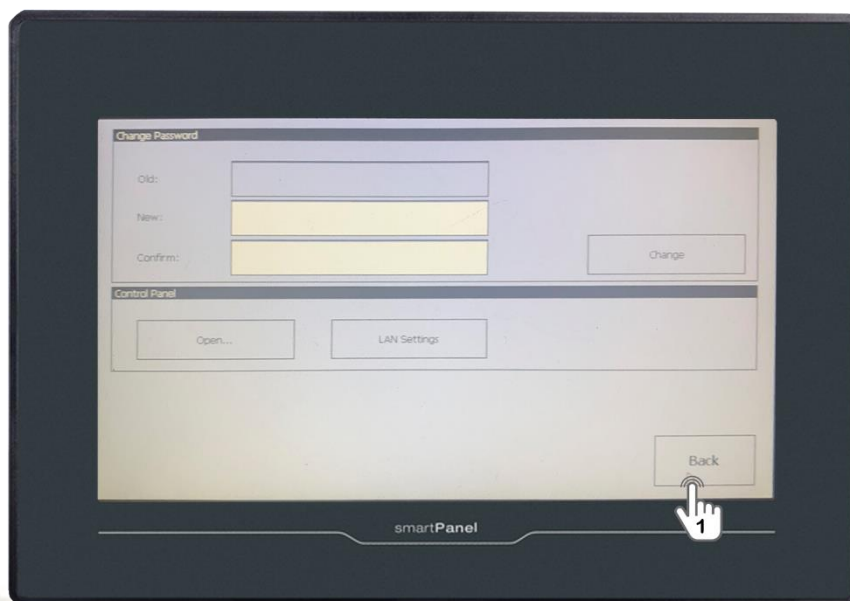


Figura 194. Configurar SCADA en SMART Panel

cc) En este menú dar un clic izquierdo en *Autostart*.

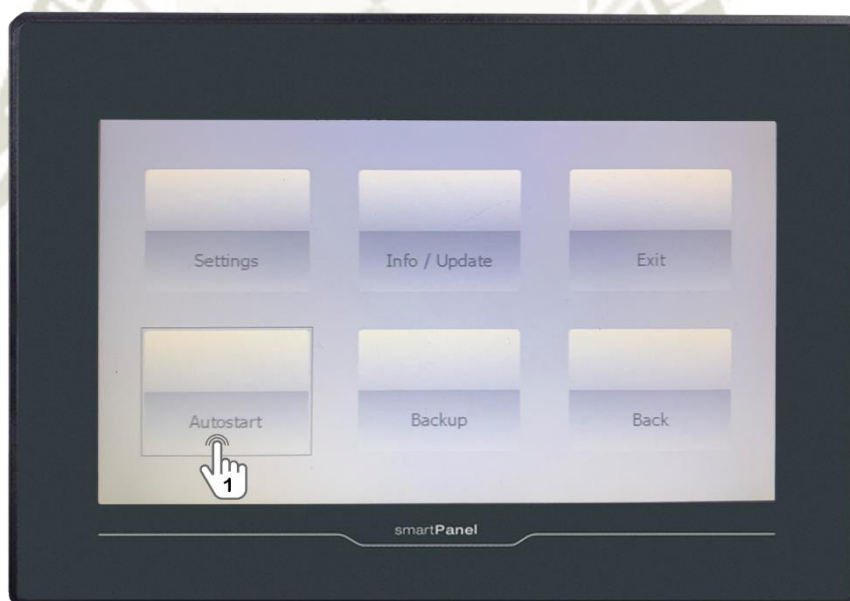


Figura 195. Configurar SCADA en SMART Panel

dd) Aquí verificar que en *Autostart* las tres opciones que se muestran estén con el check activado: *VNC Server*, *Autostart VipaStartUp* y *Movicon TCP Upload Server*. En *Project Path / Parameter* aquí se podrá seleccionar la carpeta donde se podrá guardar nuestro proyecto SCADA creado en Movicon 11 para

que se ejecute al iniciar el SMARTPANEL, dar clic en Back hasta volver al menú principal.

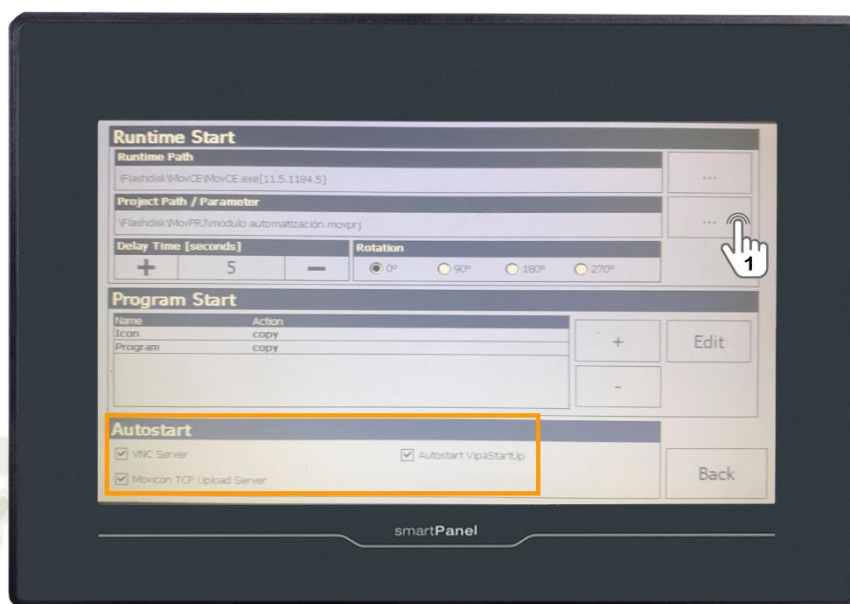


Figura 196. Configurar SCADA en SMART Panel

Culminado la configuración del sinóptico y el SMARTPANEL, continuamos el siguiente procedimiento para transferir el sinóptico a la memoria del SMARTPANEL.

- ee) Dar clic en *Upload del proyecto al dispositivo/FTP*, en la ventana que aparecerá verificar que en *Server* esté la IP del SMARTPANEL: 192.168.0.10; luego dar clic en los tres puntos de *Path de Dispositivo*.

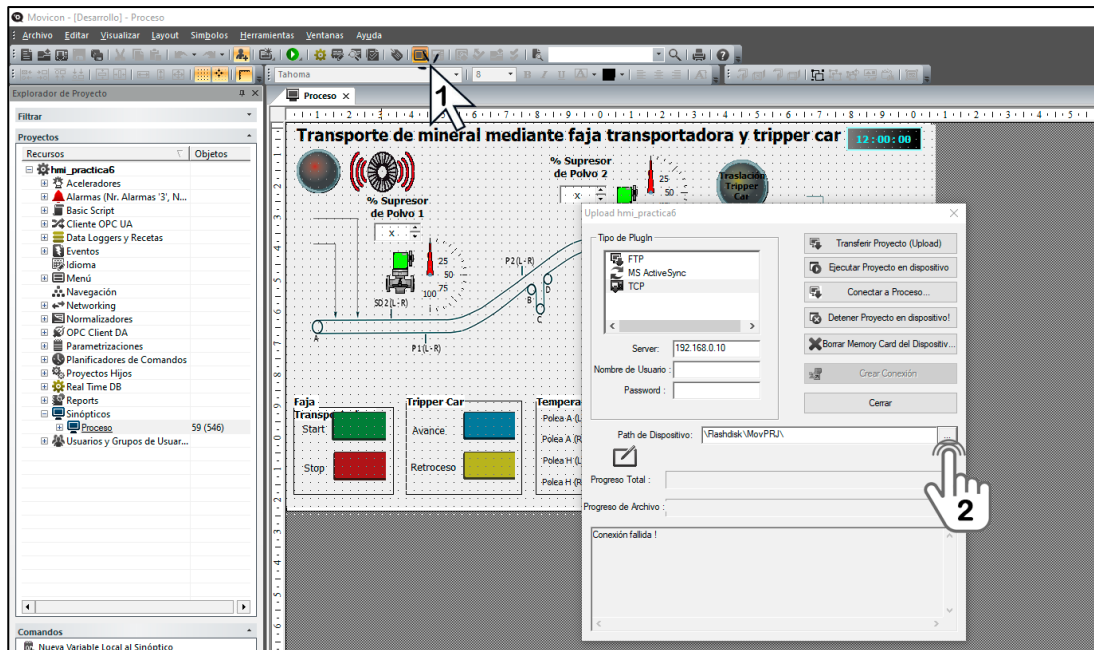


Figura 197. Carga de SCADA hacia SMART Panel

ff) Seleccionar la siguiente carpeta dentro del SMARTPANEL:
\\Flashdisk\\MovPRJ\\ y luego dar clic en OK.

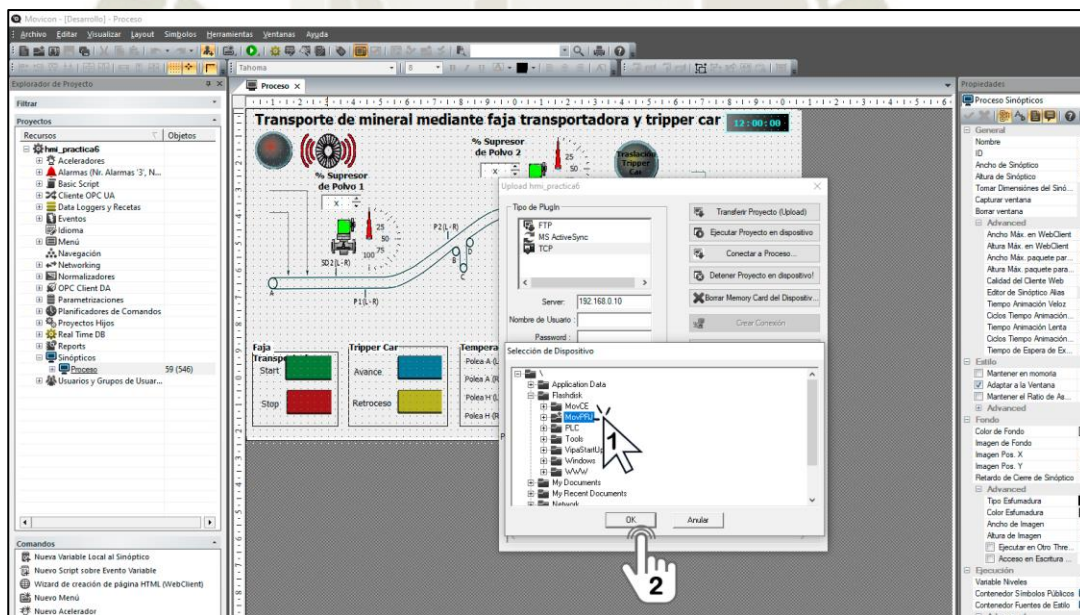


Figura 198. Carga de SCADA hacia SMART Panel

gg) Luego dar clic en *Transferir Proyecto (Upload)*, esperar que realice la transferencia del proyecto a la memoria del SMARTPANEL, cuando culmine

el proceso saldrá un mensaje indicando que *¡La transferencia a finalizado con éxito!*

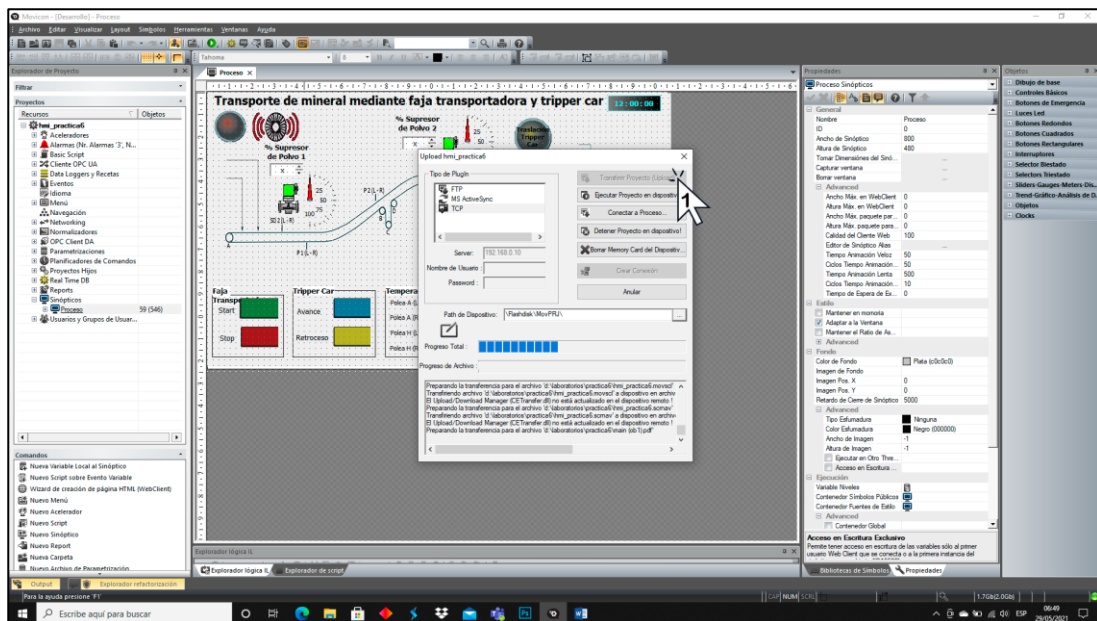


Figura 199. Carga de SCADA hacia SMART Panel

hh) En el menú del SMARTPANEL dar un clic en Autostart.

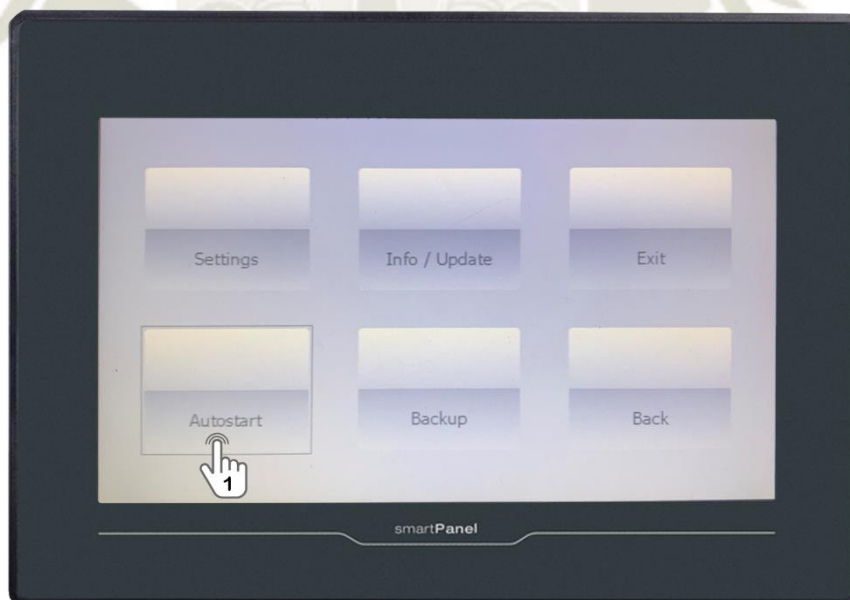


Figura 200. Visualizar SCADA en SMART Panel

ii) En *Project Path / Parameter* buscar la carpeta donde esta guardado el proyecto SCADA creado en Movicon v11 para que se ejecute al iniciar el SMARTPANEL, en este caso dar un clic en *hmi_practica6.movpr*, luego dar

clic en Back hasta volver al menú principal y presionar la opción *Start* para que se ejecute el SCADA en el SMARTPANEL.

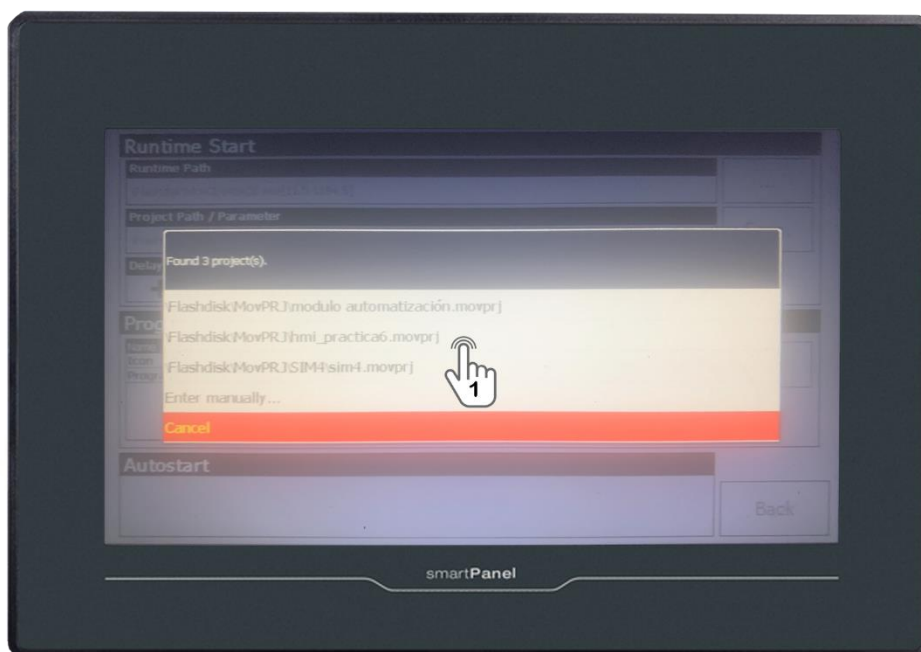


Figura 201. Visualizar SCADA en SMART Panel

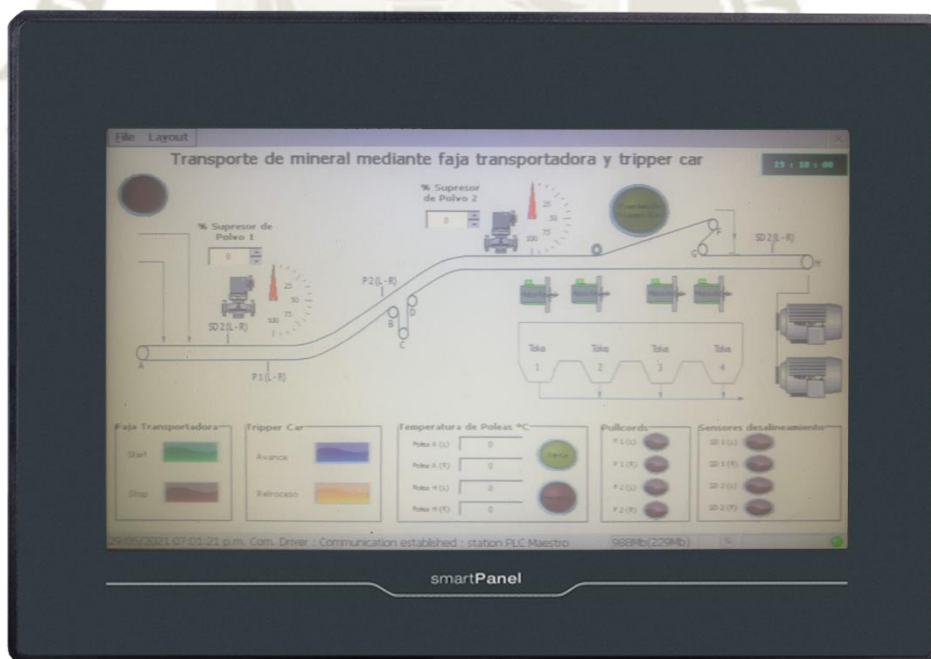


Figura 202. Visualizar SCADA en SMART Panel

5.7 Práctica 7: Teleservicio y Monitoreo de datos de planta por Internet (VPN)

5.7.1 Tema

Reconocimiento, configuración y uso de equipos para integrar un router IIOT FLEXY 205 mediante un acceso remoto VPN, para el monitoreo y recopilación de datos del proceso integrado por las redes PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP.

5.7.2 Aplicación

Proceso de transporte de mineral mediante faja transportadora y tripper car de carga, para alimentación de mineral a tolvas de almacenamiento.

5.7.3 Introducción

El desarrollo de esta práctica tiene la finalidad de que el alumno aprenda a configurar un acceso remoto VPN utilizando un router IIOT FLEXY 205, un SMARTPANEL TP307-SM VIPA integrado a una red PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP Maestro – Esclavo mediante el uso de PLC Maestro CPU015PN SLIO, un periférico esclavo Módulo IM053-1PN00 PROFINET IO-Slave con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00; y un periférico esclavo Módulo IM 053-1DP00 PROFIBUS DP IO-Slave, con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00 y un periférico esclavo Módulo 053-1MT00 Modbus TCP IO-Slave con un módulo de entradas análogas 031-1BD40 y un módulo de salidas análogas 032-1BD40.

5.7.4 Objetivos

- Aprender a configurar un acceso remoto VPN utilizando un router IIOT Flexy 205 para el monitoreo y recopilación de datos de las redes integradas PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP con equipos YASKAWA VIPA.
- Utilizar el acceso remoto VPN y las redes integradas PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP en una aplicación de automatización en la industria minera.
- Utilizar el acceso remoto VPN para realizar teleservicio y manejo remoto de datos a vía internet y smartphone.

5.7.5 Materiales y equipos

- Laptop o computadora del laboratorio.
- Módulo de automatización: CPU015PN SLIO, IIOT FLEXY 205, SmartPanel TP307-SM VIPA, Módulo IM053-1PN00 PROFINET IO-Slave con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00; un periférico esclavo Módulo IM 053-1DP00 PROFIBUS DP IO-Slave, con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00; y Módulo 053-1MT00 Modbus TCP IO-Slave con un módulo de entradas análogas 031-1BD40 y un módulo de salidas análogas 032-1BD40.
- Tarjeta de memoria VSC PROFIBUS Máster.
- 01 Cable PROFINET 6XV1850-2GH20.
- 05 Cable de red con conector RJ45.
- 01 Cable PROFIBUS DP.
- Cables de conexión tipo banano.

- Acceso a internet para la computadora y un punto de red para el router Flexy 205.

5.7.6 Problema por desarrollar

Configurar el acceso remoto VPN del router IIOT FLEXY 205 e integrarlo con el sistema SCADA y las redes PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP de la Prácticas 6, utilizando el módulo didáctico de automatización por redes de comunicación industrial de la UCSM se solicita realizar lo siguiente:

- Configurar el router IIOT FLEXY 205 con ayuda de los softwares eBuddy y eCatcher.
- Configurar el PLC y SMARTPANEL en eCatcher.
- Configurar el router IIOT FLEXY 205, tomando las siguientes consideraciones:
 - Tomar datos del proceso a monitorear: estado de los motores de la faja transportadora y temperaturas de poleas (cabeza y cola).
 - Configurar los siguientes KPI: estado de la faja, tiempo de operación por día, número de arranques de la faja por día, temperatura mayor de poleas cabeza y cola.
 - Escribir el script en Basic IDE que permita calcular el tiempo en minutos de encendido de la faja transportadora, conteo de arranques de la faja transportadora, temperatura mayor de poleas de cabeza y cola.
 - Acceder al sistema a través de Talk2M y Smartphone para visualización de los KPI.

- Acceder al sistema SCADA vía Talk2M.
- Acceder vía internet para brindar soporte técnico a través de teleservicio:
actualizar el temporizador de apagado a 5 segundos.

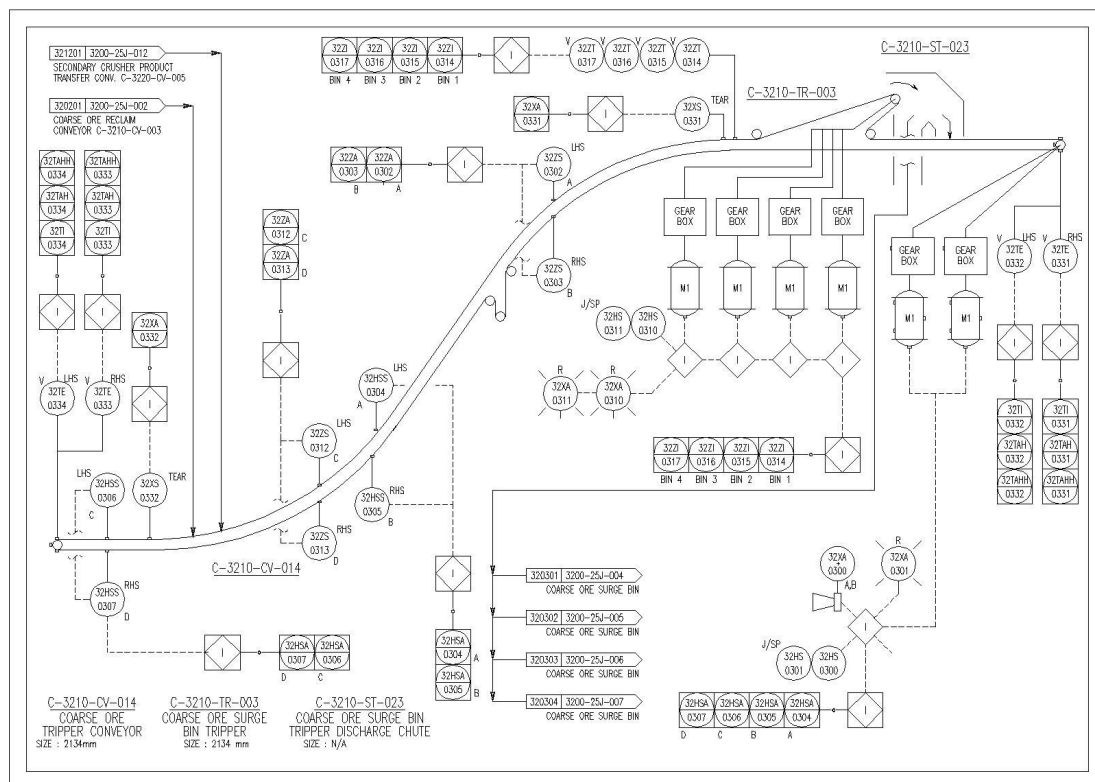
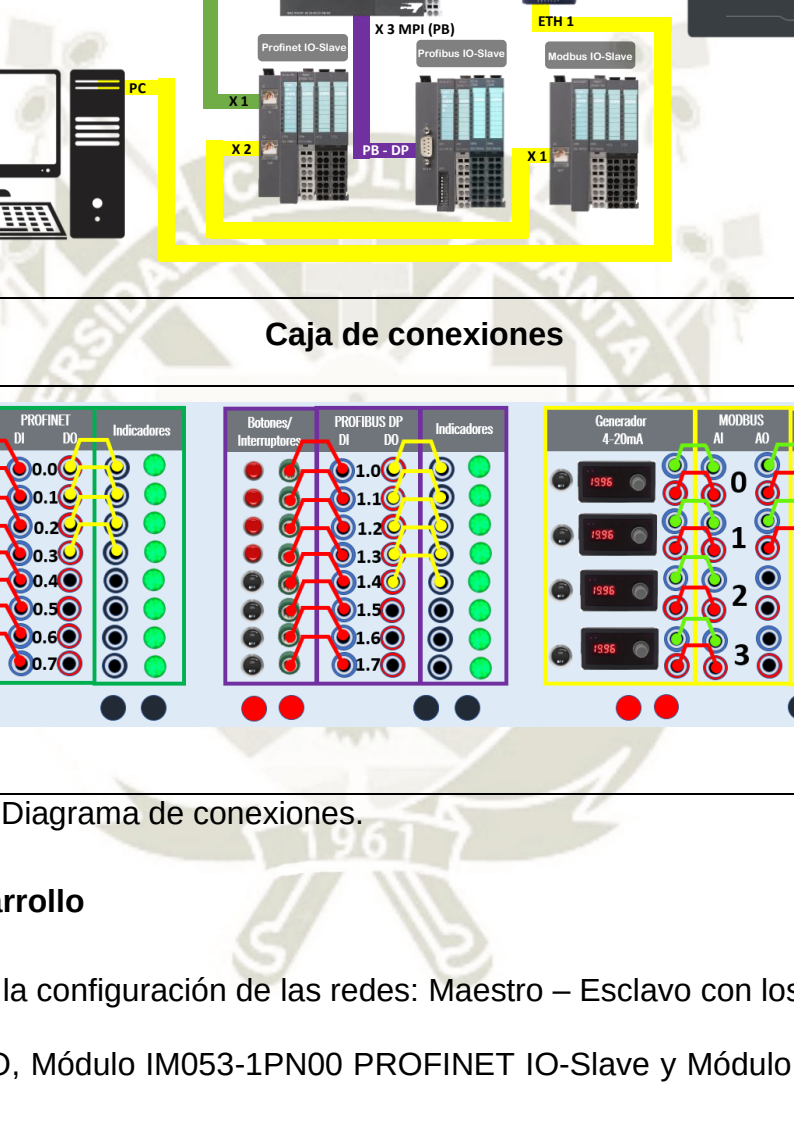


Figura 203: P&ID Faja transportadora con tripper car

5.7.7 Diagrama de conexiones

Conectar los equipos y caja de conexiones según lo indicado en las siguientes figuras:



de las ledes. Maestro =

3-1PN00 PROFINET IO-
utilizando el software TIA
ado en la Práctica 4.

- a) Una vez configurada la red dirigirse a *Dispositivos / Maestro_PLC / Bloque de programa / Main*, donde se debe realizar el programa Ladder para resolver el ejercicio propuesto.

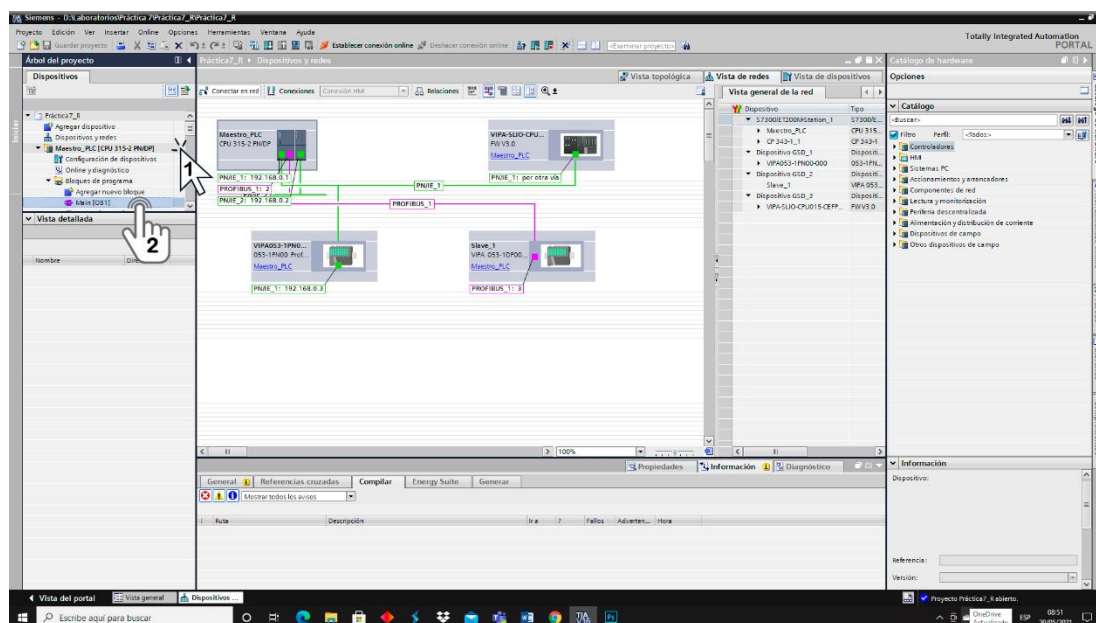


Figura 205. Configurar Modulo I/O VIPA en TIA Portal V16

- b) Proceder a realizar la programación Modbus Cliente – Servidor y luego la programación de las redes Maestro – Esclavo PROFINET y PROFIBUS DP.
- c) Programación de la Práctica 7 en el Anexo 10.
- d) Para la configuración inicial del router Flexy 205 se requiere dos programas el eCatcher y eBuddy, los cuales los podemos descargar gratuitamente desde: <https://www.vipa.com/service-support/downloads/software/>
- e) Luego de instalar los programas indicados conectar la computadora con el router Flexy 205 en el puerto 3 mediante ethernet, abrir el programa **eBuddy**, donde se puede apreciar el Número de Serie, Tipo Dispositivo, Dirección IP, Máscara de subred, dirección MAC.

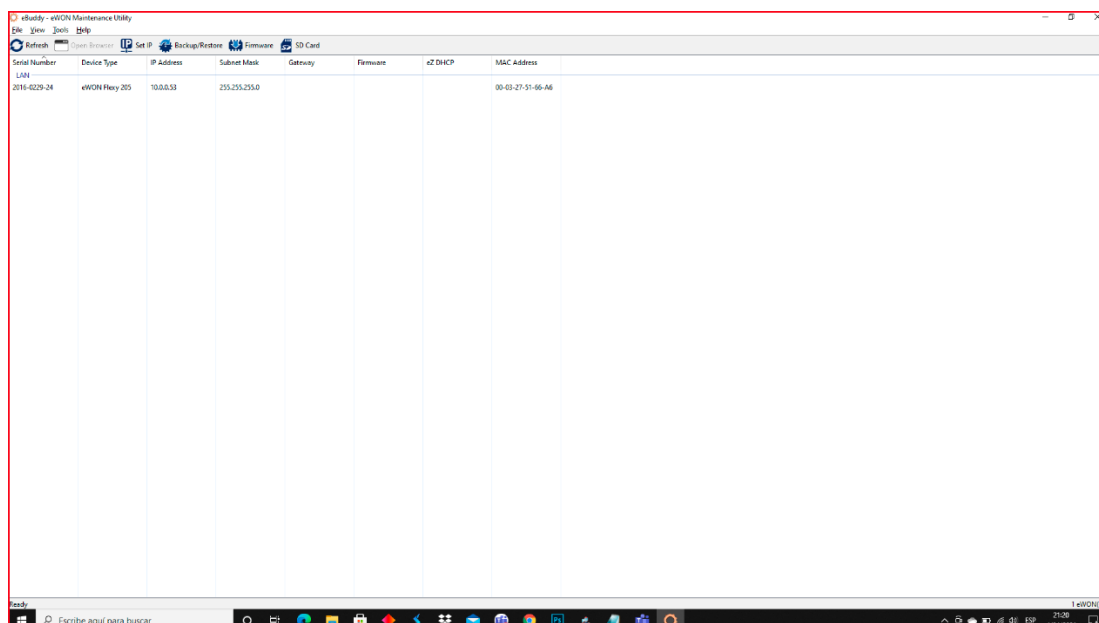


Figura 206. Configurar Conexión VPN con eCatcher

- f) Seleccionar el módulo Flexy 205 y dar clic derecho y seleccionar la opción *Open in Browser*.

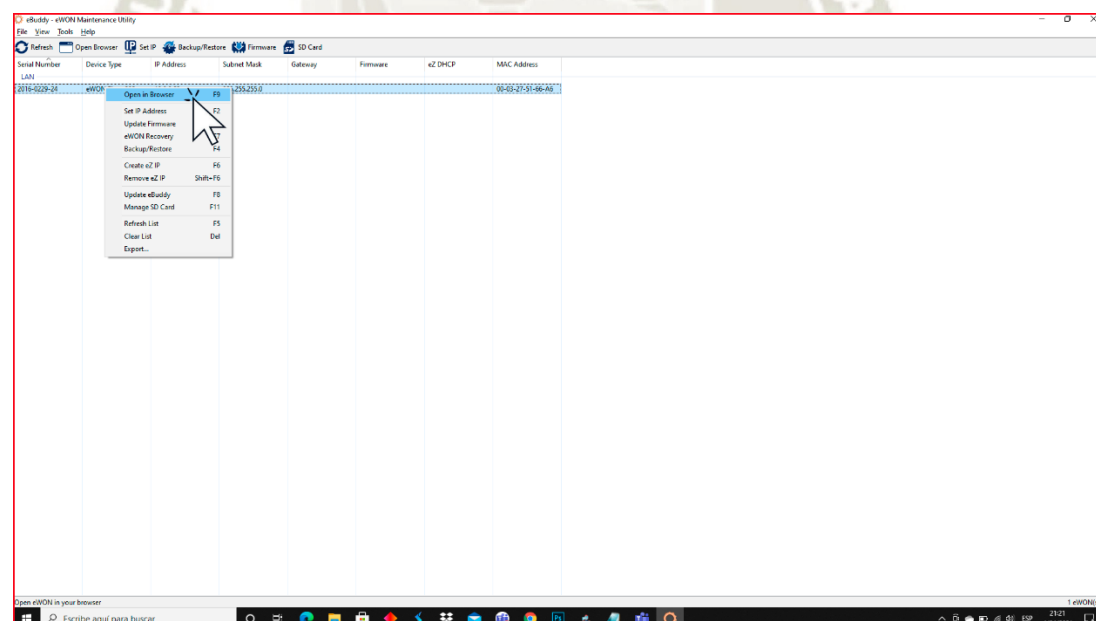


Figura 207. Configurar Conexión VPN con eCatcher

- g) Se abrirá en el navegador de internet donde solicitará un usuario y contraseña para ingresar a la configuración del módulo, para lo cual se debe ingresar los siguientes datos:

- Usuario: adm
- Contraseña: adm

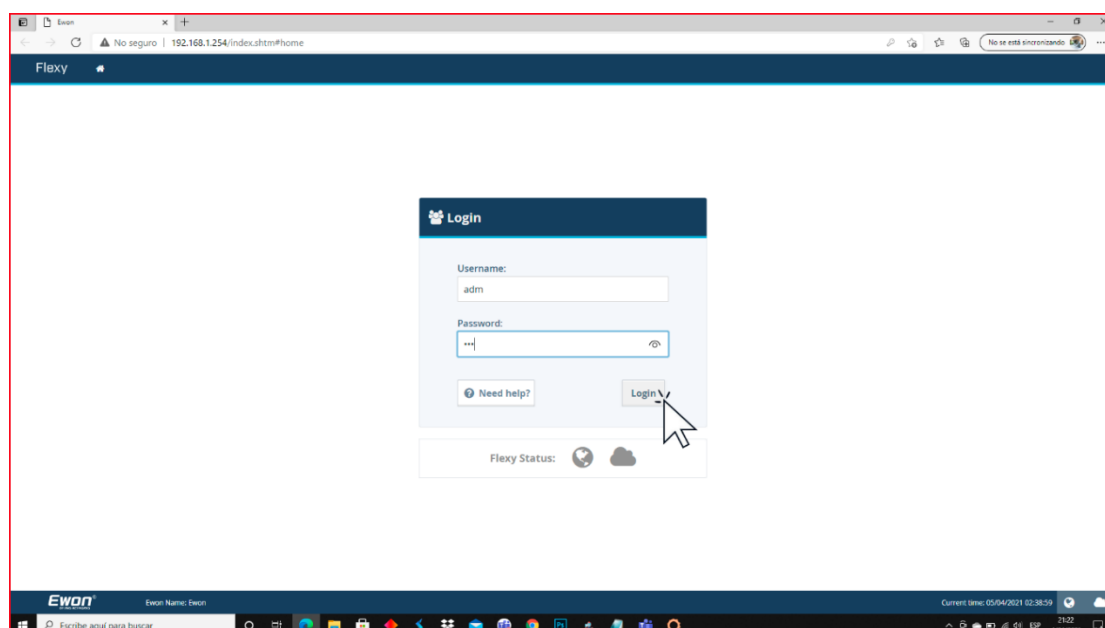


Figura 208. Configurar Conexión VPN con eCatcher

- h) A continuación, cargará el entorno donde se muestra el estado del módulo Flexy 205, luego dirigirse a la esquina superior derecha y dar clic en la opción *Wizards*, es una ayuda que guiará a realizar la configuración del módulo en pasos abreviados: Configuración del Sistema, Configuración de Internet, Configuración VPN.

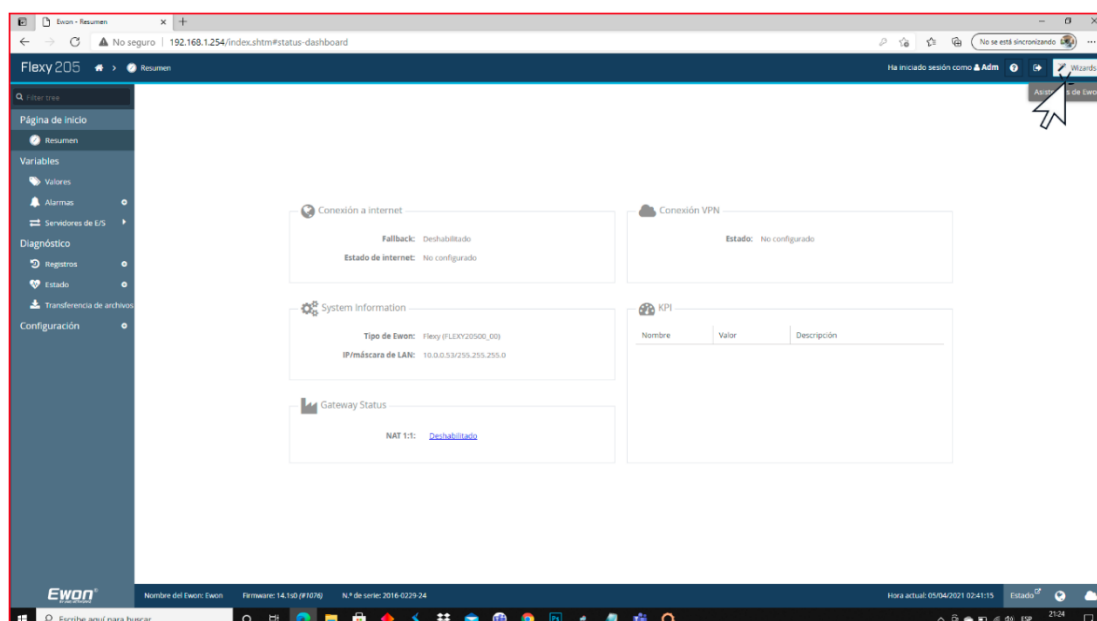


Figura 209. Configurar Conexión VPN con eCatcher

- i) Seleccionar la primera opción Configuración del Sistema, aquí se puede asignar un nombre al equipo con el cual se podrá identificar en la planta, en este caso dejar como está y dar clic en *Siguiente*.

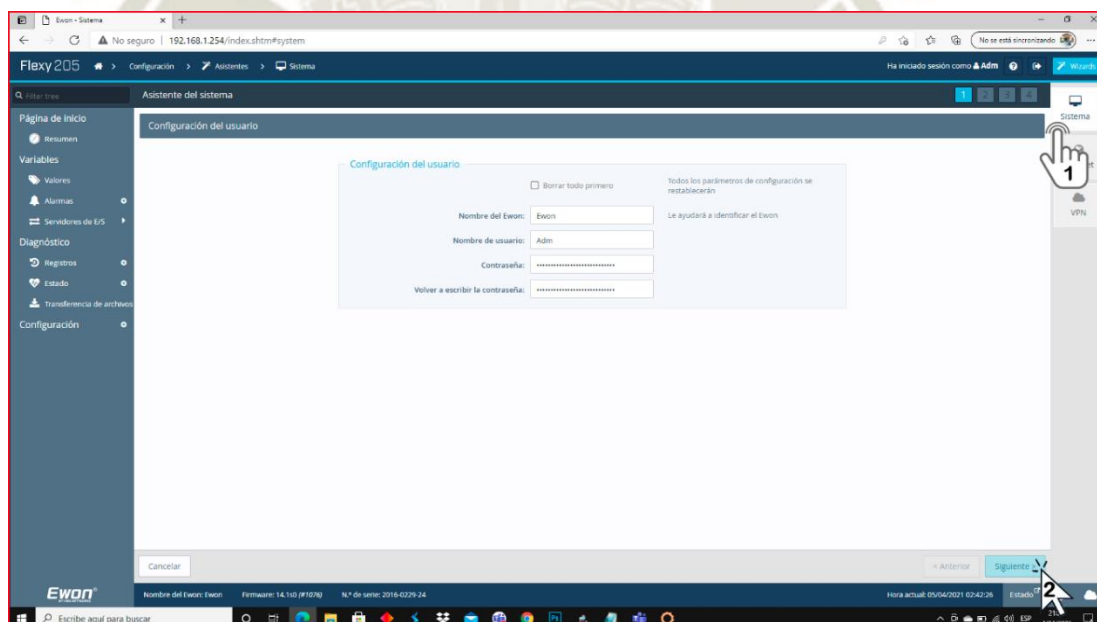


Figura 210. Configurar Conexión VPN con eCatcher

- j) En la siguiente ventana configurar la zona horaria, seleccionar America/Lima (PET) y dar clic en *Siguiente*.

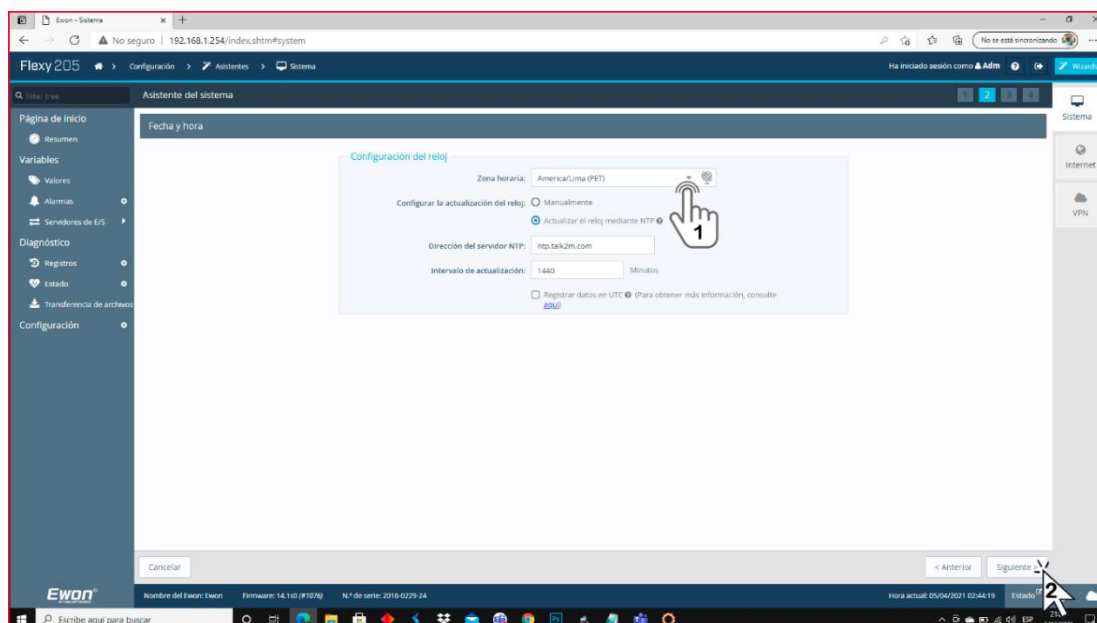


Figura 211. Configurar Conexión VPN con eCatcher

- k) En esta ventana se selecciona los puertos que se usarán como LAN (en verde) y WAN (en rojo) del router Flexy, por defecto se tiene un puerto WAN, el cual se utiliza para la conexión a internet del router Flexy 205. Dar clic en siguiente.

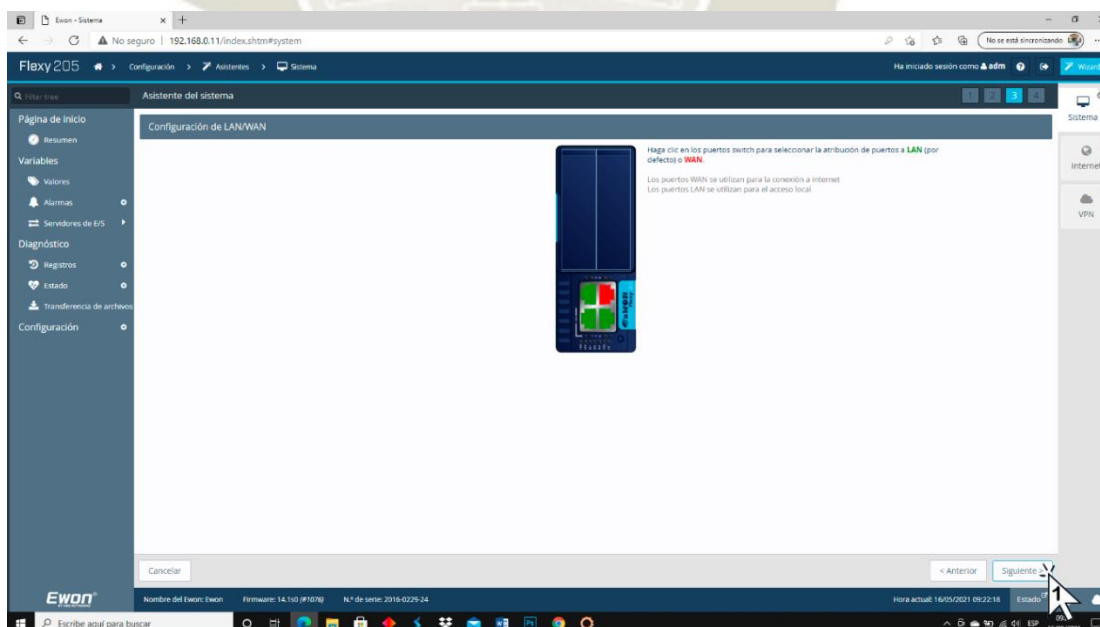


Figura 212. Configurar Conexión VPN con eCatcher

- l) En la siguiente ventana se vera la confirmación que la configuración del sistema ha sido exitosa. Dar clic en *Finalizar*.

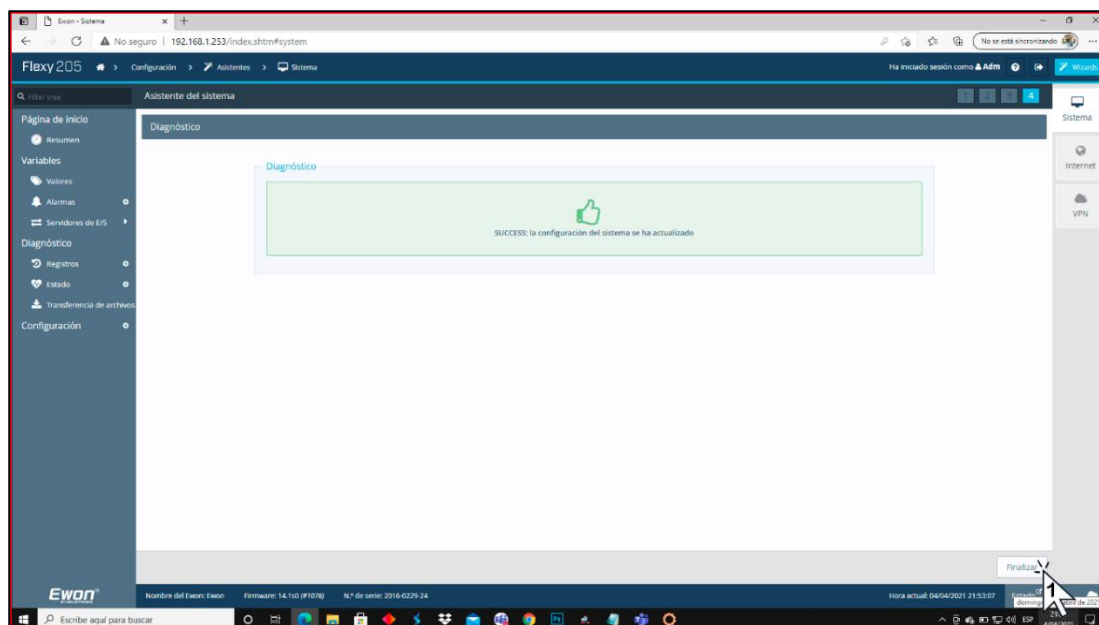


Figura 213. Configurar Conexión VPN con eCatcher

- m) Ahora se procede a configurar la conexión a internet, por lo cual se debe dar clic en el botón del lado izquierdo *Internet*. En la ventana que aparecerá en *Interfaz* seleccionar la opción *Conexión INTERNET Ethernet* y dar clic en *Siguiente*.

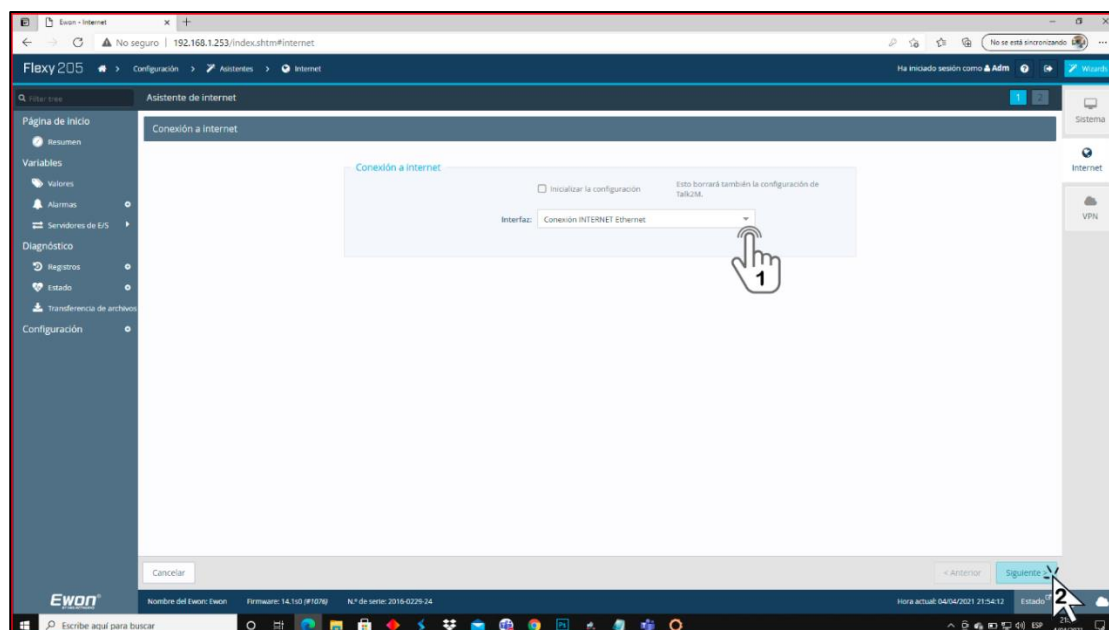


Figura 214. Configurar Conexión VPN con eCatcher

n) En la siguiente página seleccionar *Estática* (1) y proceder a ingresar la dirección IP asignada al router Flexy 205, máscara de subred, puerta de enlace y direcciones DNS. Para este caso ingresamos:

- IP : 192.168.1.9
- Máscara de subred : 255.255.255.0
- Puerta de enlace : 192.168.1.1
- DNS principal : 200.48.225.130
- DNS secundario : 200.48.225.146

Luego dar clic en siguiente.

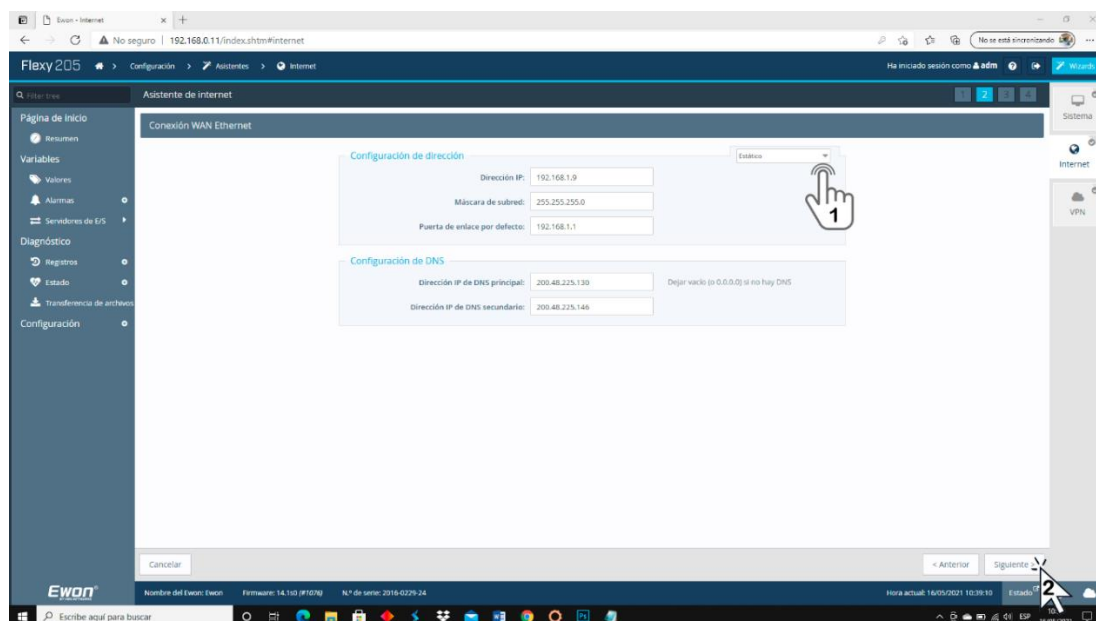


Figura 215. Configurar Conexión VPN con eCatcher

- o) Proceder a verificar la conexión a internet según los datos ingresados, de ser conforme aparecerá el mensaje que la operación fue correcta y dar clic en *Finalizar*.

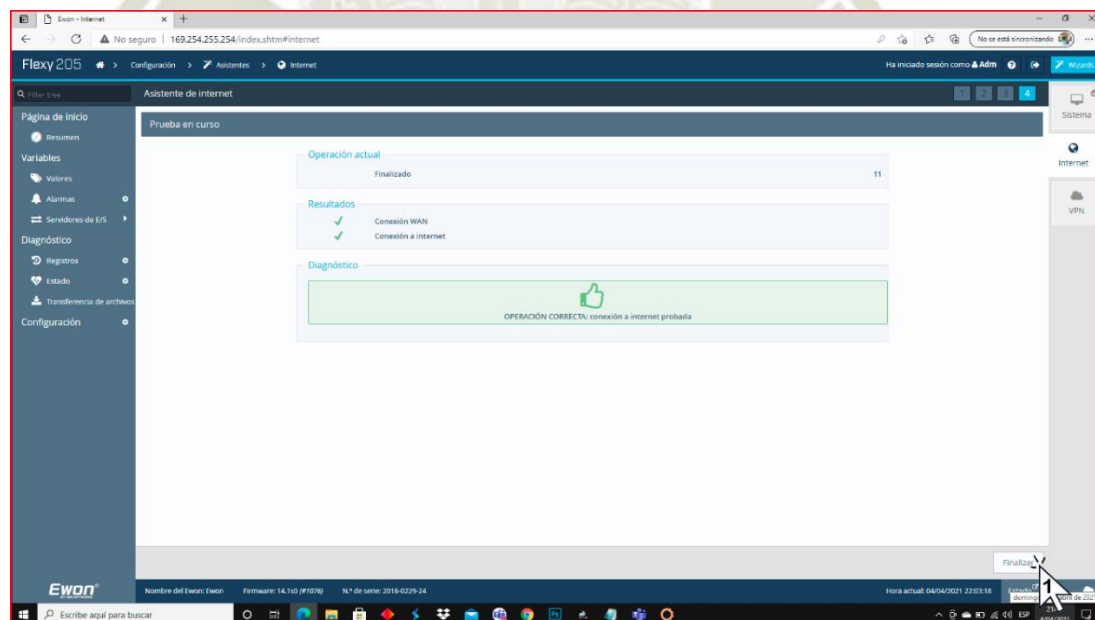


Figura 216. Configurar Conexión VPN con eCatcher

- p) Luego proceder a configurar la VPN (nube o red virtual), dar clic en VPN y aparecerá la siguiente ventana en donde seleccionamos *T2M – Configurar la conectividad de Talk2M*.

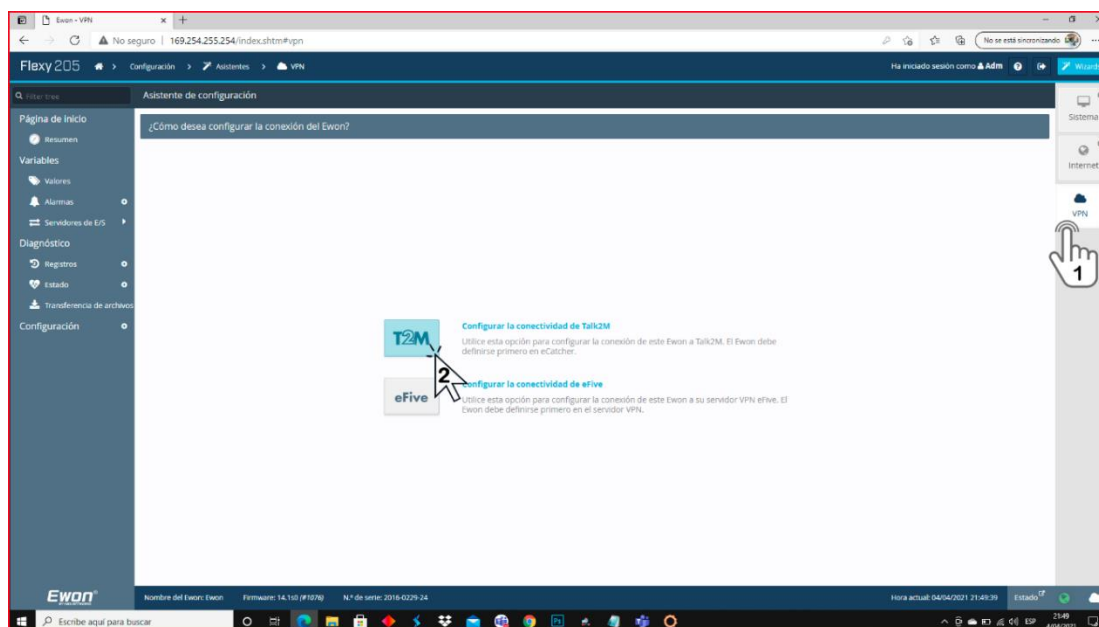


Figura 217. Configurar Conexión VPN con eCatcher

- q) En el siguiente paso se solicitará la *Clave de activación*. Esta clave del router Flexy se obtiene mediante el **eCatcher**.

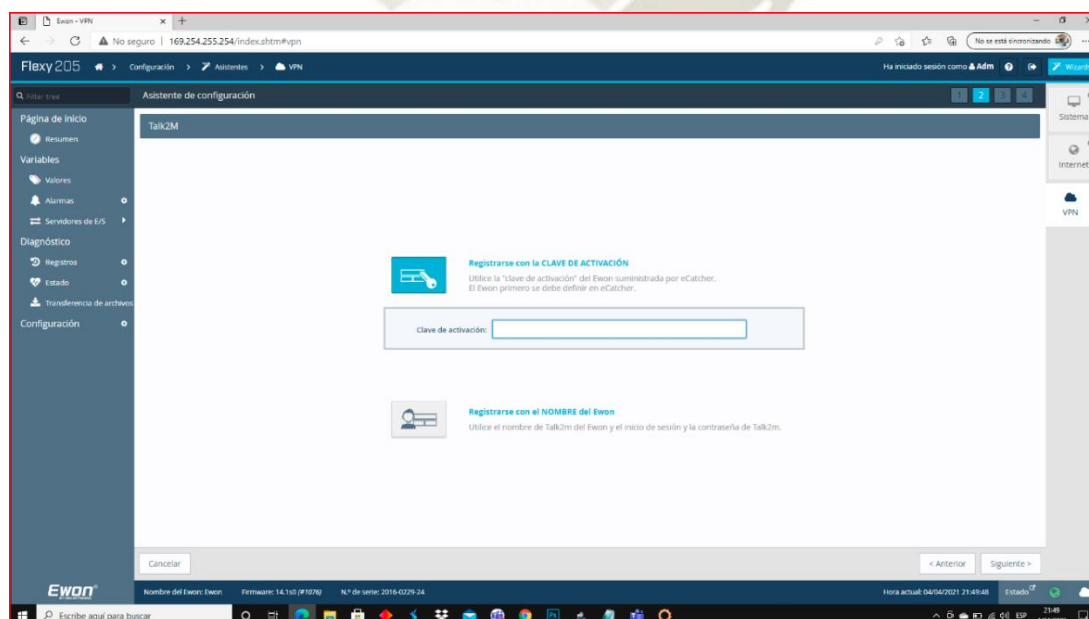


Figura 218. Configurar Conexión VPN con eCatcher

r) Abrir el programa eCatcher, este solicitará ingresar con una cuenta Talk2M, (en caso de no tener damos clic en *Crear una cuenta Free+*), para este caso ingresar con los siguientes datos:

- Cuenta : ing.mecatronica.ucsm
- Nombre de usuario : admin
- Contraseña : mecatronica2021

Luego damos clic en *Iniciar sesión*.

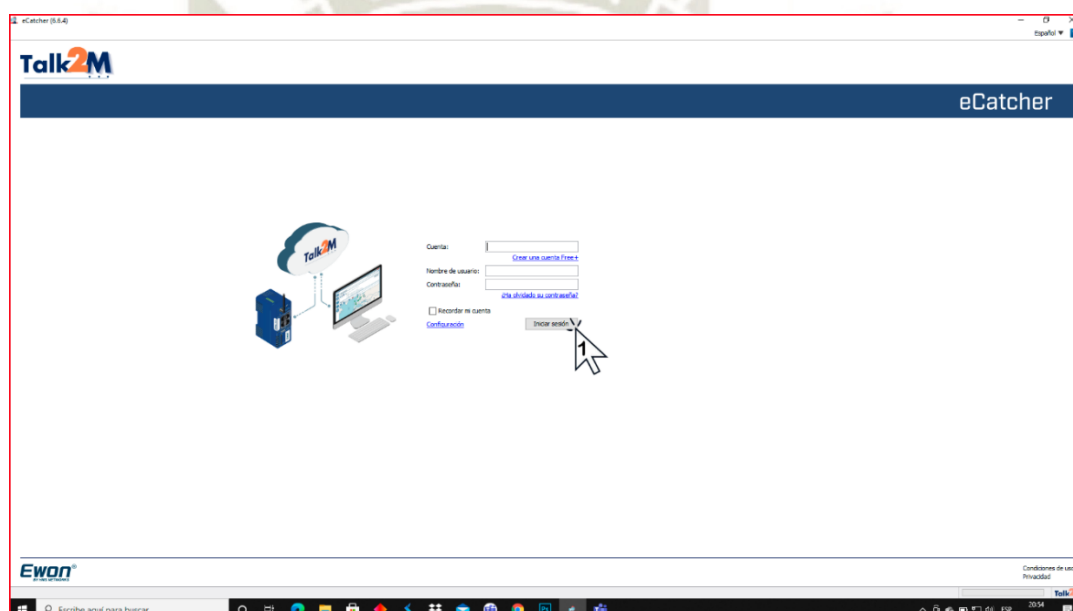
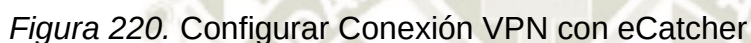


Figura 219. Configurar Conexión VPN con Talk2M

s) Ahora proceder a añadir el router Flexy 205, para lo cual dar clic en *Añadir*, aparecerá una ventana donde solicitará algunos datos, para este caso ingresar los siguientes datos:

- Nombre del Ewon : Flexy205
- Tipo de conexión : Permanente



t) En la siguiente ventana en **Clave de activación** dar clic en *Copiar al portapapeles* e ir al navegador (paso N).



u) En la ventana de configuración de Talk2M pegar la *Clave de activación* copiada y dar clic en *Siguiente*.

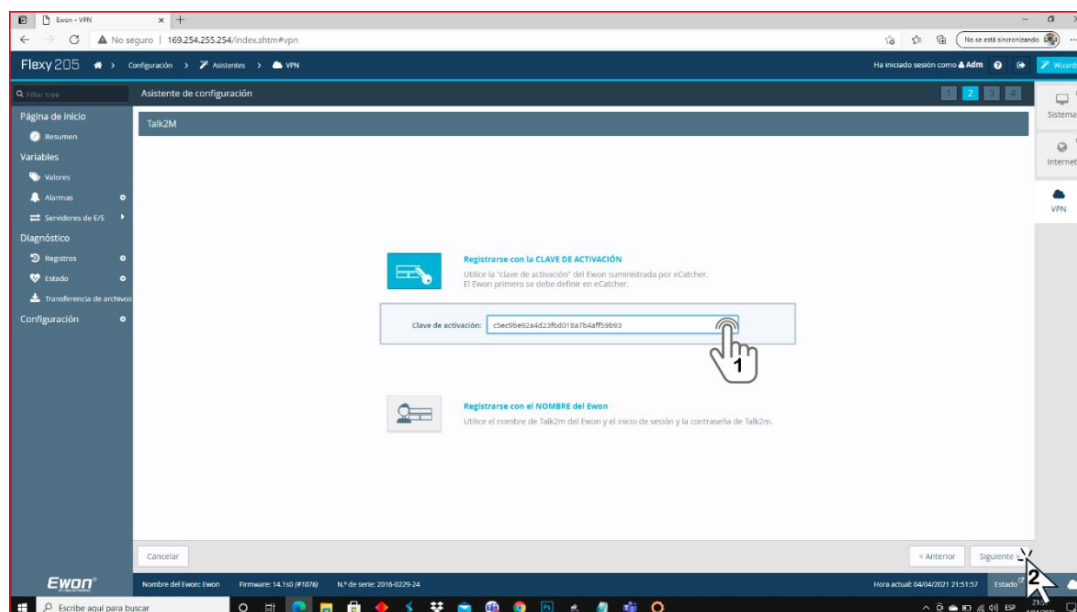


Figura 222. Configurar Conexión VPN con Talk2M

v) En la siguiente ventana dar clic en *Siguiente*.

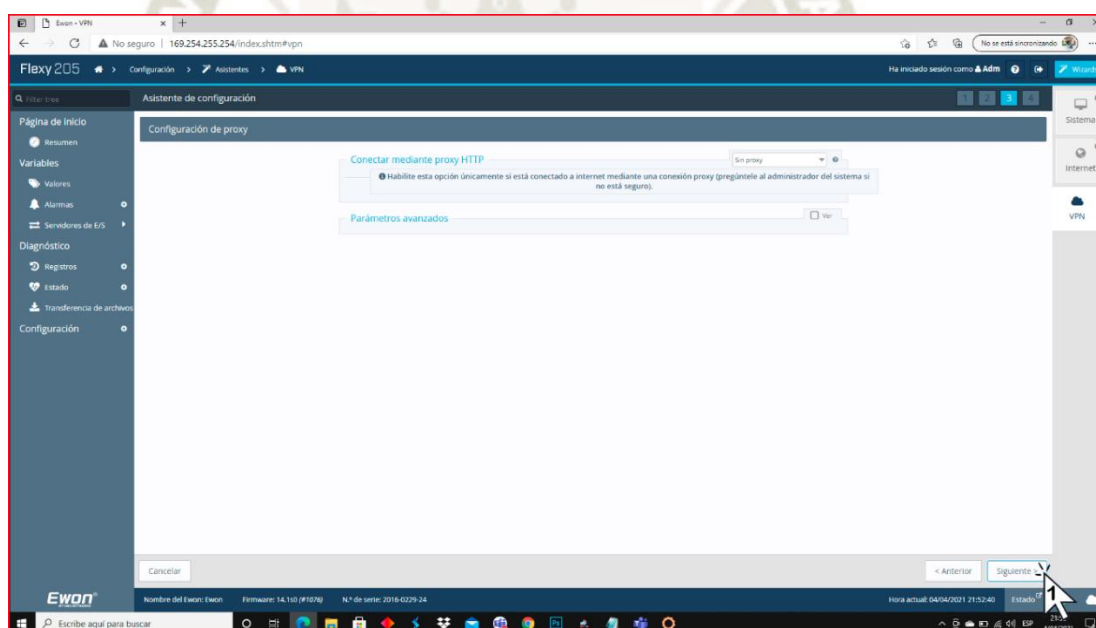


Figura 223. Configurar Conexión VPN con Talk2M

w) Ahora proceder a establecer conexión WAN con el router Flexy 205, una vez culminado el proceso este dará confirmación de la conexión mediante VPN y luego dar clic en *Finalizar*.

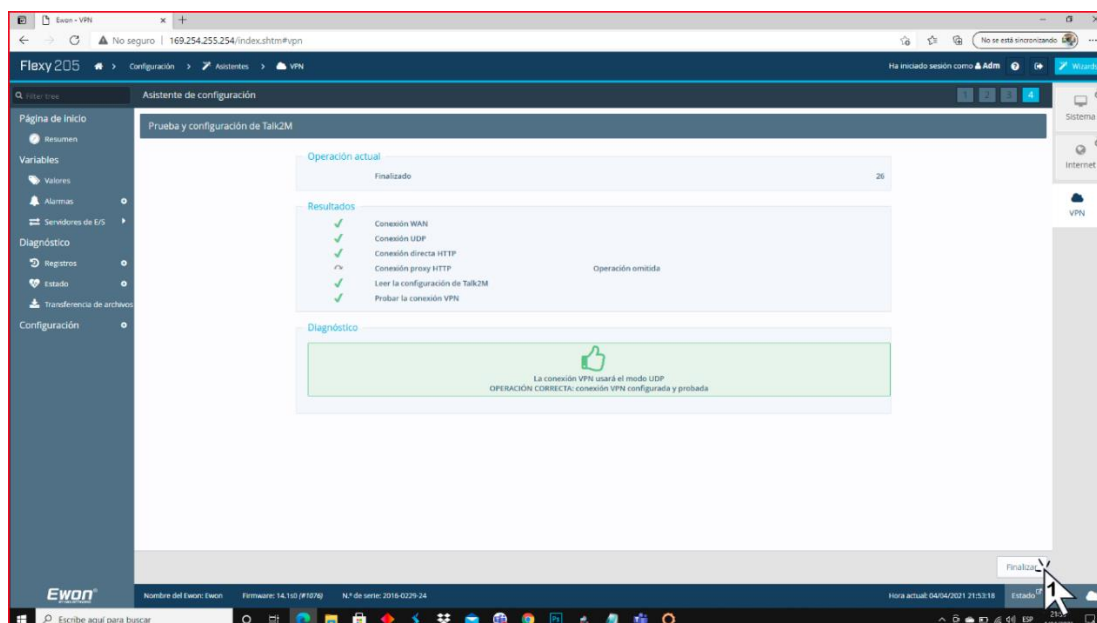


Figura 224. Configurar Conexión VPN con Talk2M

x) Ahora configuramos la IP del router Flexy 205 con la que se identificará en la red local del módulo de automatización, en la página principal dar clic en *Comunicación / LAN Eth1* y cambiar la dirección IP y Máscara de subred, para este caso ingresamos los siguientes datos:

- Dirección IP : 192.168.0.11
- Máscara de subred : 255.255.255.0

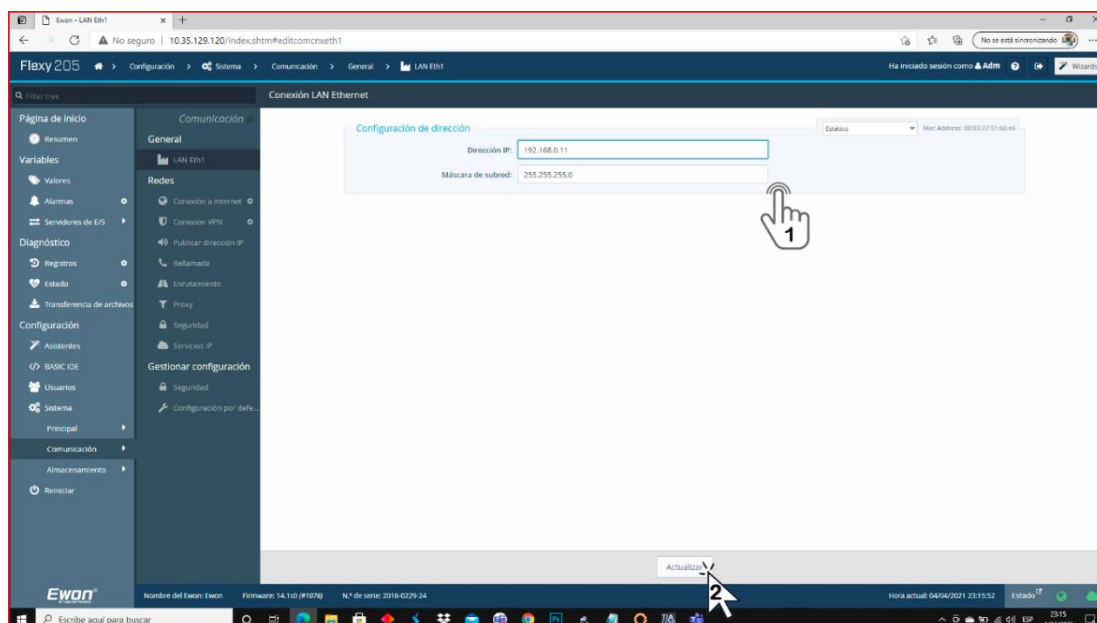


Figura 225. Configurar Conexión VPN con Talk2M

Luego dar clic en *Actualizar*. Con estos pasos ya se tiene configurado el router Flexy 205 a una conexión a internet y se encuentra configurado dentro de la red local del módulo de automatización.

y) Cerrar el programa eBuddy y abrir eCatcher, seleccionar el Flexy205 y dar clic en *Conectar*.

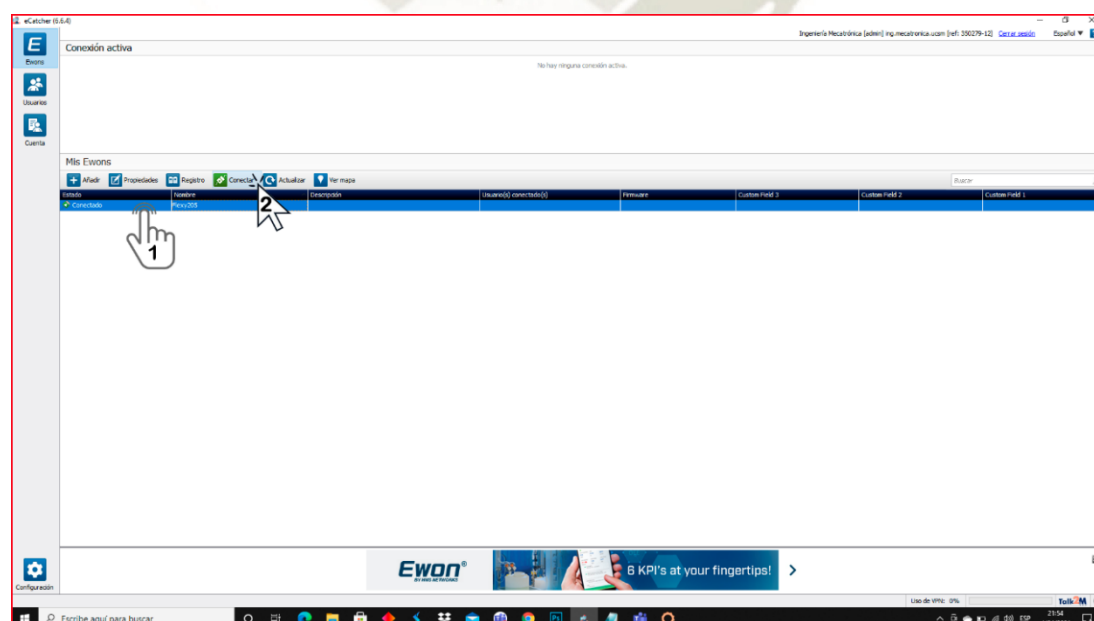


Figura 226. Configurar Conexión VPN con eCatcher

- z) Una vez realizada la conexión procedemos a agregar los equipos PLC Maestro CPU015PN SLIO y SMARTPANEL TP307-SM VIPA, con lo cual se podrá tener acceso desde la nube Talk2M, para esto seleccionar en la pantalla el Flexy205 y dar clic derecho y escogemos la opción *Propiedades*.

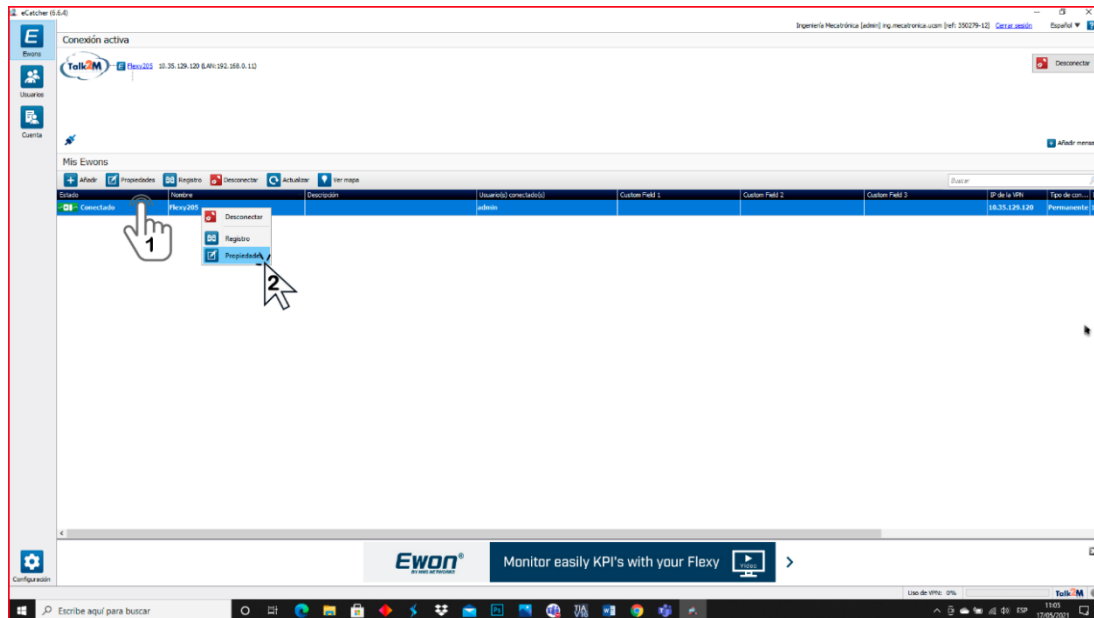


Figura 227. Configurar Conexión VPN con eCatcher

- aa) En la siguiente ventana dar clic en *Configurar los dispositivos conectados a LAN y firewall...*, luego clic en *Añadir dispositivo conectado a la LAN...*, en el cuadro de diálogo que aparecerá ingresar en Nombre: CPU015; en IP: 192.168.0.1 (la IP de nuestro PLC Máster configurado en TIA Portal v16) y en Protocolo específico seleccionar *ISOTCP(Siemens)*, luego dar clic en *Aceptar*.

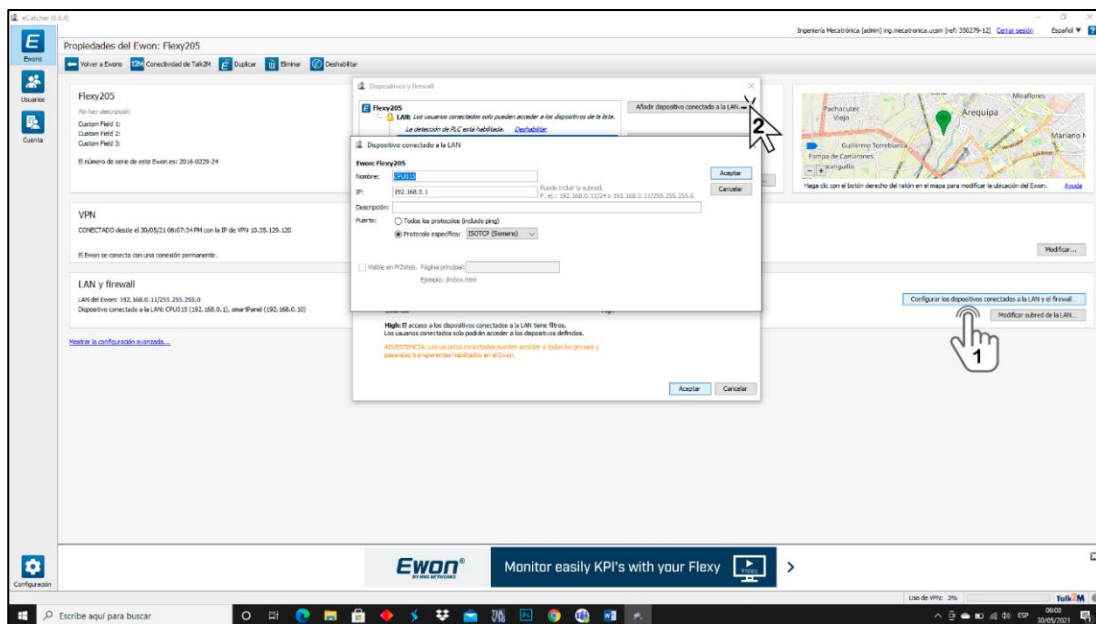


Figura 228. Configurar Conexión VPN con eCatcher

bb) Proceder a realizar el mismo procedimiento para configurar el SmartPanel TP307-SM, ingresar en Nombre: SmartPanel; en IP: 192.168.0.10 (el IP con el cual fue configurado en el SmartPanel TP307-SM) y en Protocolo específico seleccionar: VNC.

bb) Proceder a realizar el mismo procedimiento para configurar el SmartPanel TP307-SM, ingresar en Nombre: SmartPanel; en IP: 192.168.0.10 (el IP con el cual fue configurado en el SmartPanel TP307-SM) y en Protocolo específico seleccionar: VNC.

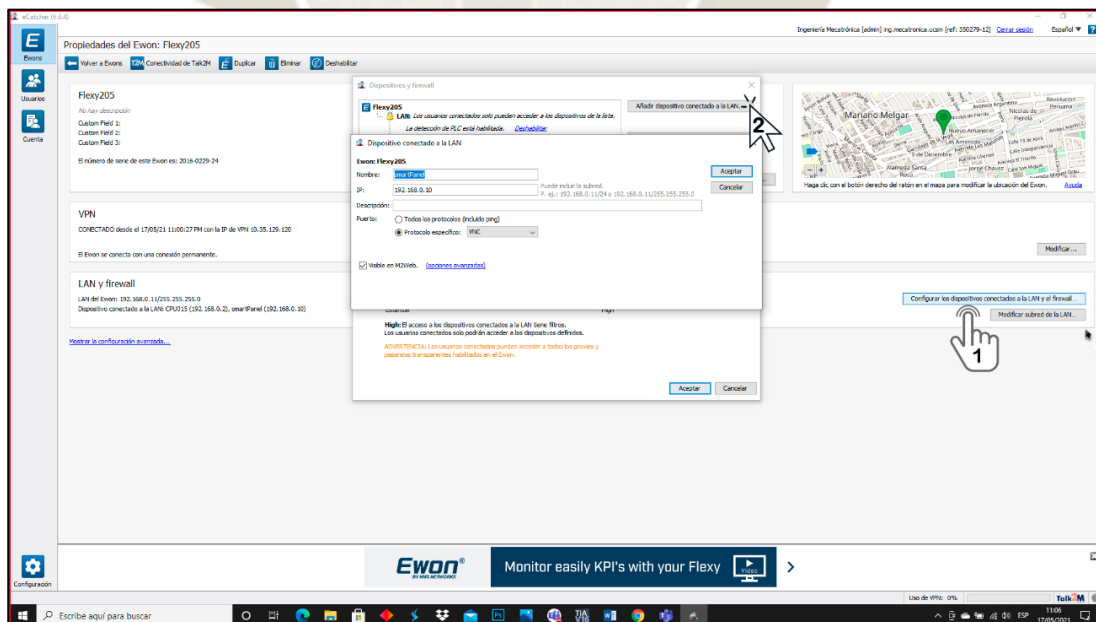


Figura 229. Configurar Conexión VPN con eCatcher

Una vez culminado la configuración volver a la pantalla principal de eCatcher para proceder a realizar la configuración y programación del Flexy 205 para poder monitorear el estado de los motores, tiempo de operación, número de arranques, temperaturas de poleas de cabeza y cola.

cc) En la ventana principal de eCatcher teniendo en estado conectado el router dar clic en Flexy205 (1).

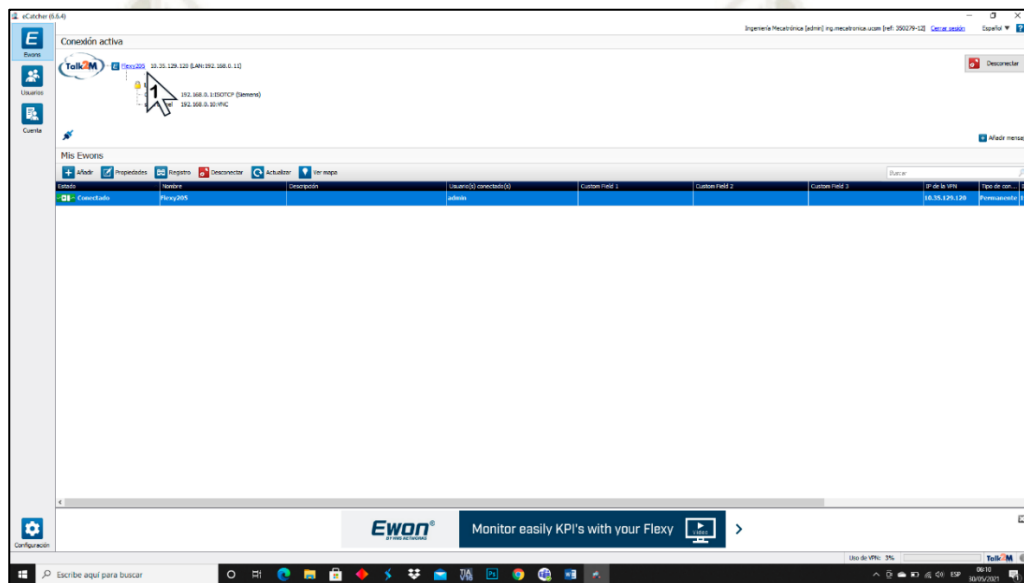


Figura 230. Configurar Conexión VPN con eCatcher

dd) Se abrirá el navegador que tengamos por defecto y nos solicitará ingresar usuario y contraseña, para lo cual se debe ingresar los siguientes datos:

- Nombre de usuario : adm
- Contraseña : adm

Damos clic en el botón *Inicio de sesión*.

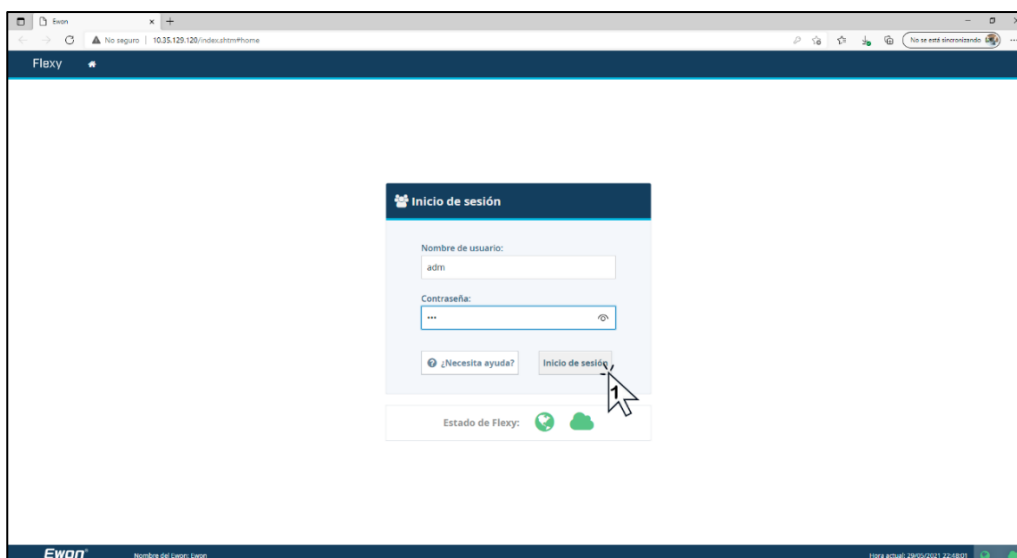


Figura 231. Configuración de la Conexión VPN con Talk2M

ee) Primero tenemos que configurar nuestro Maestro_PLC, para ello elegimos la opción *Servidores de E/S (1)* / *S73&400 (2)*, en *Topic A / Dirección global del dispositivo* ingresar: ISOTCP,192.168.0.1,03.02; habilitar el check (4) y luego clic en *Actualizar (5)*.

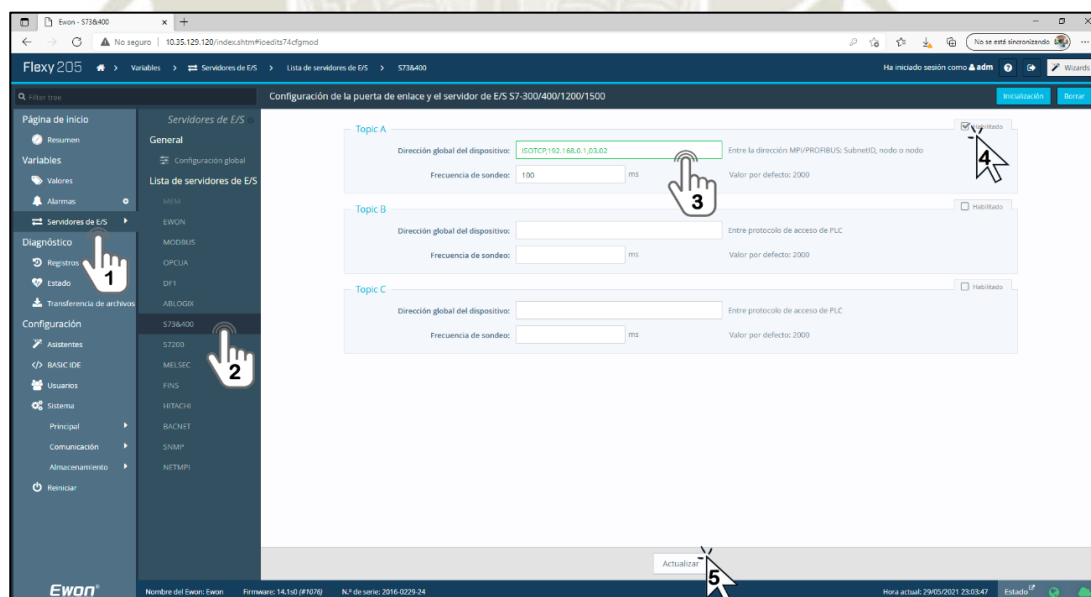


Figura 232. Configuración de la Conexión VPN con Talk2M

ff) Una vez configurado el Maestro_PLC proceder a crear las variables que se usaran para poder desarrollar la práctica. Seleccionar la opción *Valores (1)*,

verificar que este en *MODO Configuración* y luego dar clic en *Añadir (2)*, se abrirá un cuadro de diálogo donde se podrá crear las variables a utilizar, se puede utilizar variables del PLC (creadas en TIA Portal v16) o de tipo memoria interna (se crearán en la memoria del router Flexy 205).

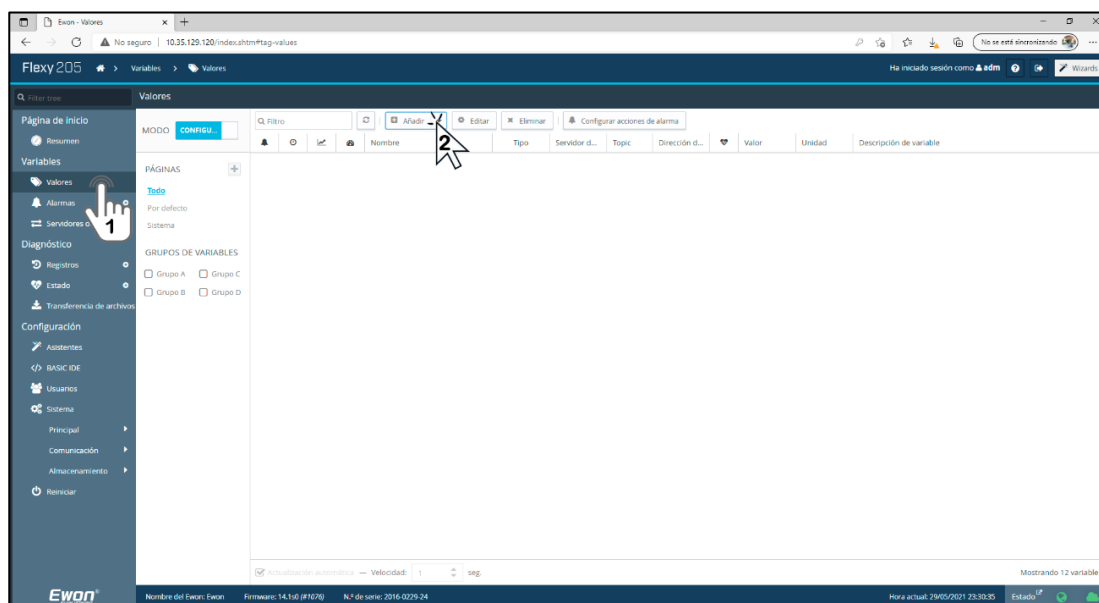


Figura 233. Creación de variables KPIs mediante Conexión VPN con Talk2M

gg) Para la creación de variables llenar los siguientes campos:

- Nombre de variable : Motor_Faja_1
- Nombre del servidor : Seleccionamos S73&400 (para una memoria interna del router seleccionamos MEM)
- Dirección : Colocamos la dirección de la variable del PLC, en este caso Q0#0.

Seguir el mismo procedimiento para el resto de las variables. Las variables que deseemos ver como KPI se deben de activar dando check de *Indicadores clave del rendimiento (KPI)* en la parte inferior.

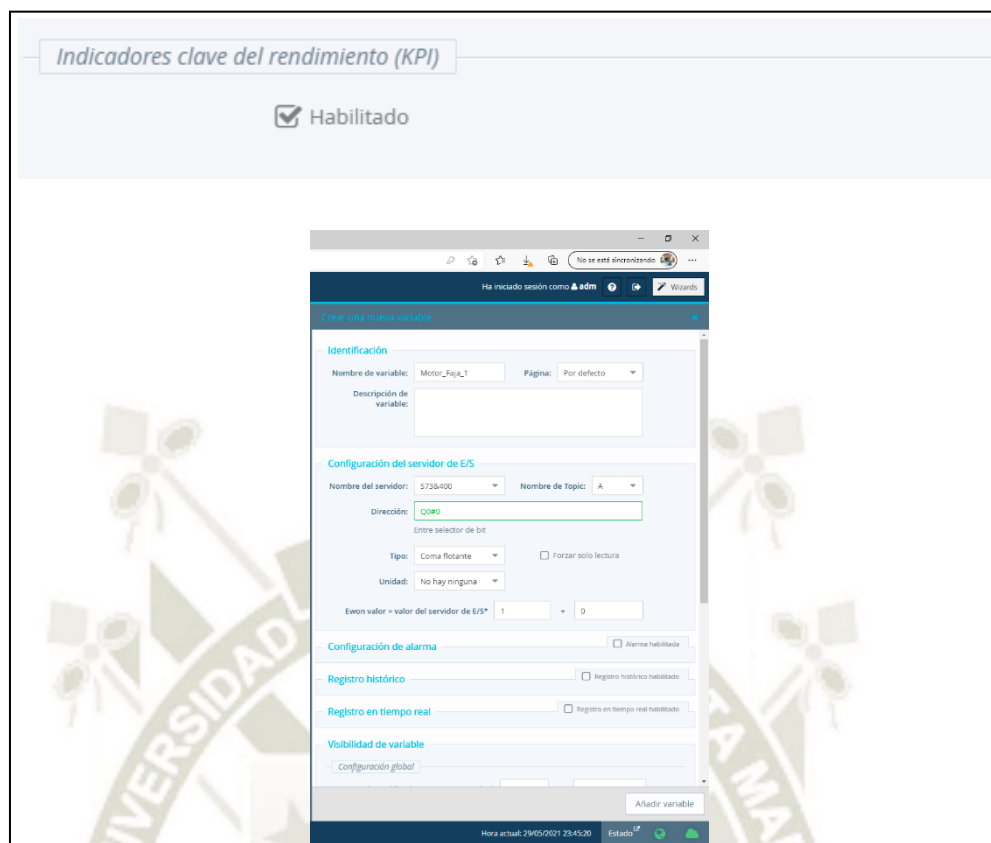
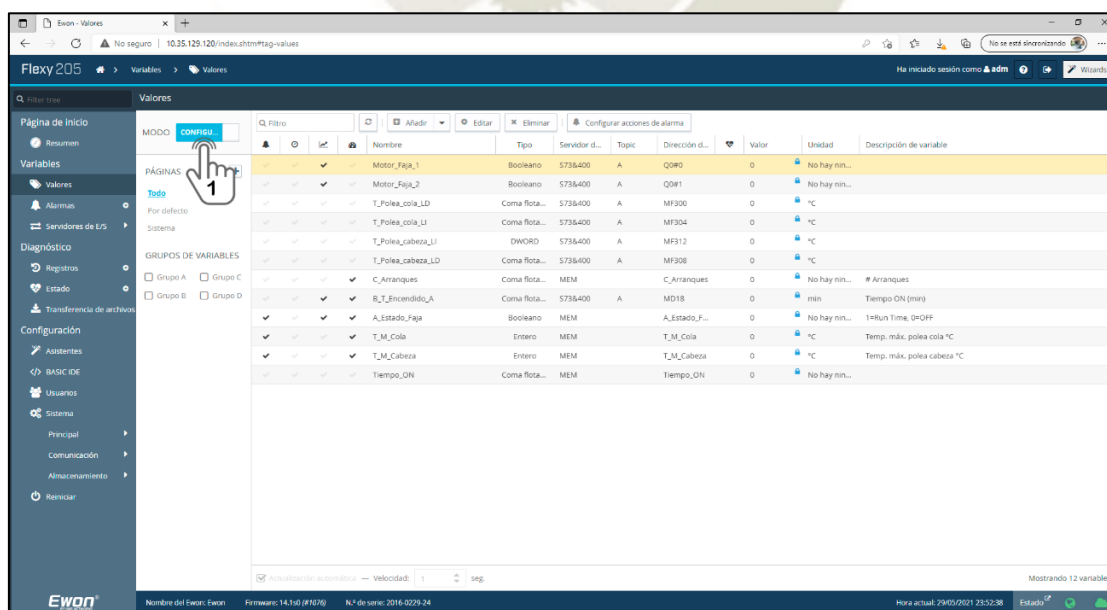


Figura 234. Creación de variables KPIs mediante Conexión VPN con Talk2M

hh) Una vez concluida la creación de variables, procedemos a cambiar el *MODO* (1) a *VER*.



Nombre	Tipo	Servidor d...	Topic	Dirección d...	Valor	Unidad	Descripción de variable
Motor_Faja_1	Booleano	5738400	A	Q090	0	No hay nin...	
Motor_Faja_2	Booleano	5738400	A	Q081	0	No hay nin...	
T_Polea_cola_LD	Coma flota...	5738400	A	MF300	0	°C	
T_Polea_cola_U	Coma flota...	5738400	A	MF304	0	°C	
T_Polea_cabeza_U	DWORD	5738400	A	MF312	0	°C	
T_Polea_cabeza_LD	Coma flota...	5738400	A	MF308	0	°C	
C_Arranques	MEM	5738400	A	MD18	0	min	Tiempo ON (min)
B_T_Encendido_A	Booleano	5738400	A	A_Estado_F...	0	No hay nin...	1=Run Time, 0=OFF
T_M_Cola	Entero	MEM	T_M_Cola	0	°C	Temp. máx. polea cola °C	
T_M_Cabeza	Entero	MEM	T_M_Cabeza	0	°C	Temp. máx. polea cabeza °C	
Tiempo_ON	Coma flota...	MEM	Tiempo_ON	0	No hay nin...		

Figura 235. Creación de variables KPIs mediante Conexión VPN con Talk2M

- ii) Podemos configurar alarmas con niveles: bajo, LowLow, alto y HighHigh.

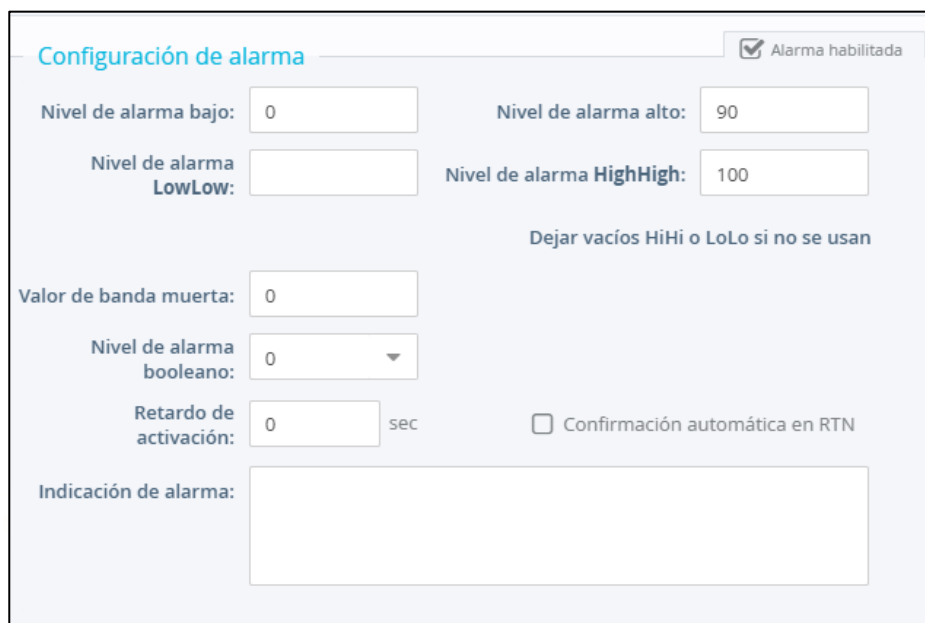


Figura 236. Creación de variables KPIs mediante Conexión VPN con Talk2M

- jj) Para realizar la programación que permita monitorear los datos solicitados en la práctica seleccionar la opción *Configuración* (1) / *BASIC IDE* (2) y procedemos a generar el código de programación en *Init Section* (3).

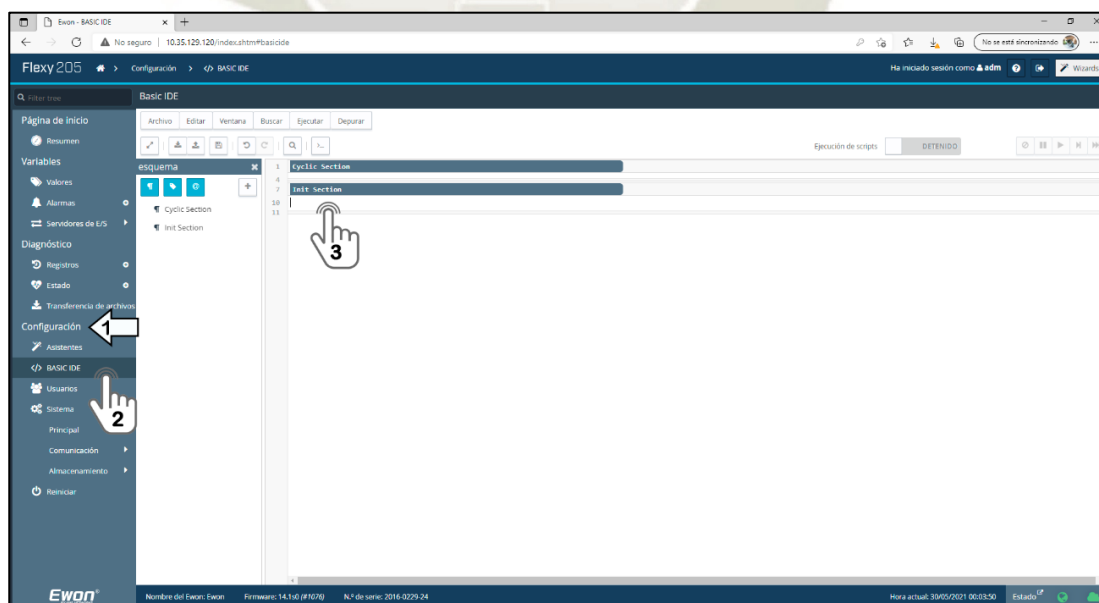


Figura 237. Creación de variables KPIs mediante Conexión VPN con Talk2M

- kk) Programación BASIC IDE en el Anexo 10.

- II) Luego de creado el código damos clic en *Ejecución de scripts* y de no haber errores el programa comenzara a correr y se podar observar los *Valores* como varían las variables mientras nuestro Maestro_PLC está en RUN.

Para visualizar los KPI y la pantalla del SmartPanel vía VPN abrir el navegador e ingresar a la siguiente dirección: <https://m2web.talk2m.com/>.

mm) Para poder ingresar a la nube nos solicitará las credenciales creadas para eCatcher:

- Account : ing.mecatronica.ucsm
- Username : admin
- Password : mecatronica2021

Damos clic en *Connect*.

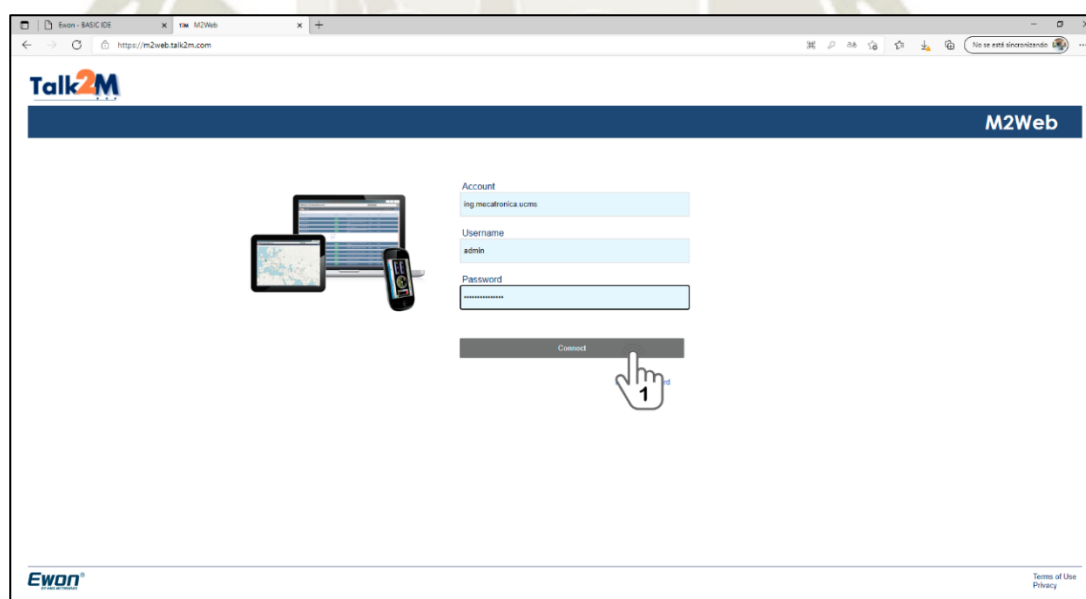


Figura 238. Visualización de variables KPIs mediante Conexión VPN con Talk2M

nn) En la siguiente ventana se podrá observar todos los routers y KPI configurados, también es posible observar y manipular el SCADA cargado en el SmartPanel dando clic en *SMARTPANEL (1)*.

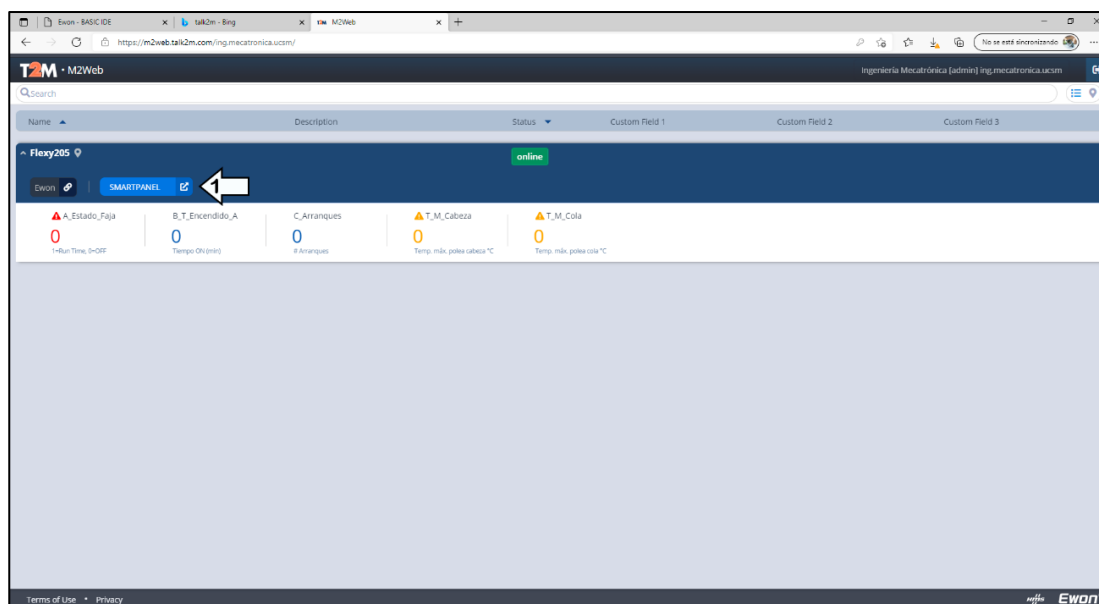


Figura 239. Visualización de HMI SCADA mediante Conexión VPN con Talk2M

- oo) En la siguiente ventana el sistema solicitará la contraseña VCN, digitar: vipatp (1) y dar clic en OK (2).

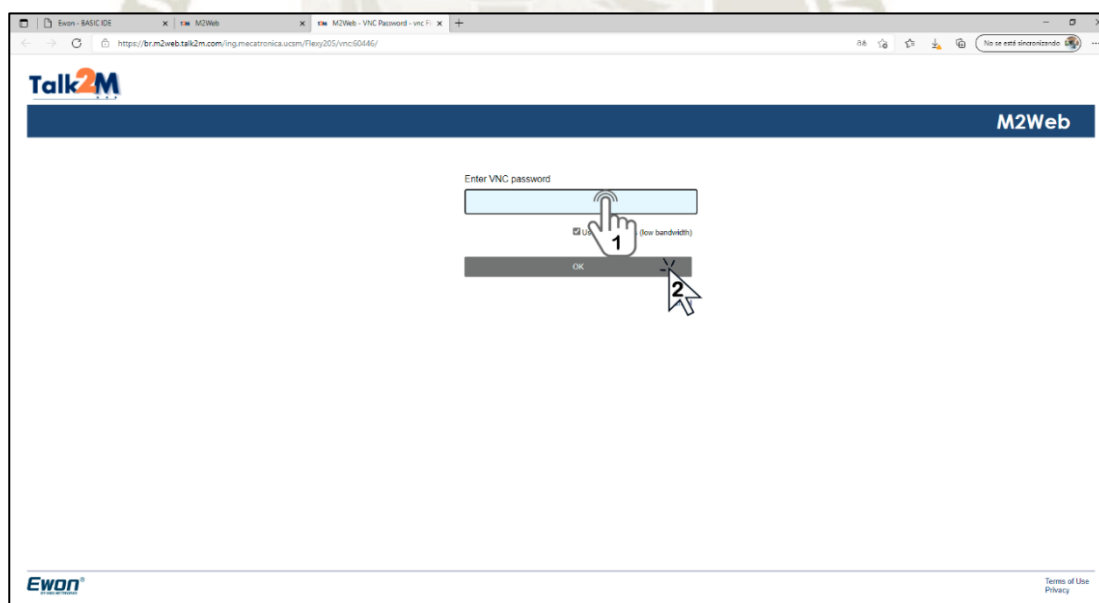


Figura 240. Visualización de HMI SCADA mediante Conexión VPN con Talk2M

- pp) Una vez realizada la conexión vía VPN tendremos acceso al SCADA cargado en el SmartPanel, el cual se puede visualizar y manipular desde el ordenador.

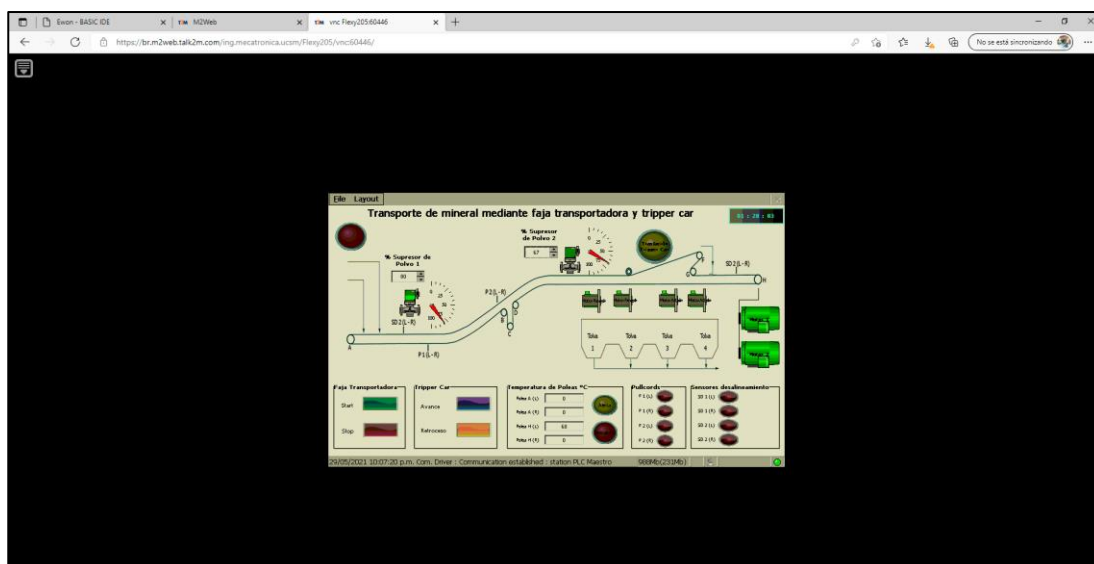


Figura 241. Visualización de HMI SCADA mediante Conexión VPN con Talk2M

qq) Para visualizar los KPI a través un Smartphone se requiere descargar la aplicación *Ewon eCatcher Mobile* desde IOS o Android, lo cual permitirá visualizar los KPI configurados.

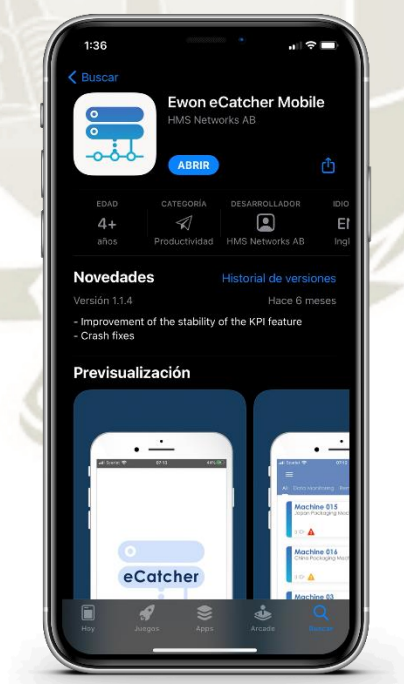


Figura 242. Visualización de KPIS mediante un celular inteligente con Conexión VPN

rr) Una vez instalada la aplicación para ingresar se requiere las credenciales utilizadas para ingresar al software eCatcher:

- Cuenta : ing.mecatronica.ucsm
- Nombre de usuario : admin
- Contraseña : mecatronica2021



Figura 243. Visualización de KPIS mediante un celular inteligente con Conexión VPN

ss) En la siguiente pantalla aparecerá el router Flexy205, dar clic en *Connect*, con ello se logra ingresar a la nube mediante VPN lo que permitirá ver online los KPI del proceso previamente configurados.

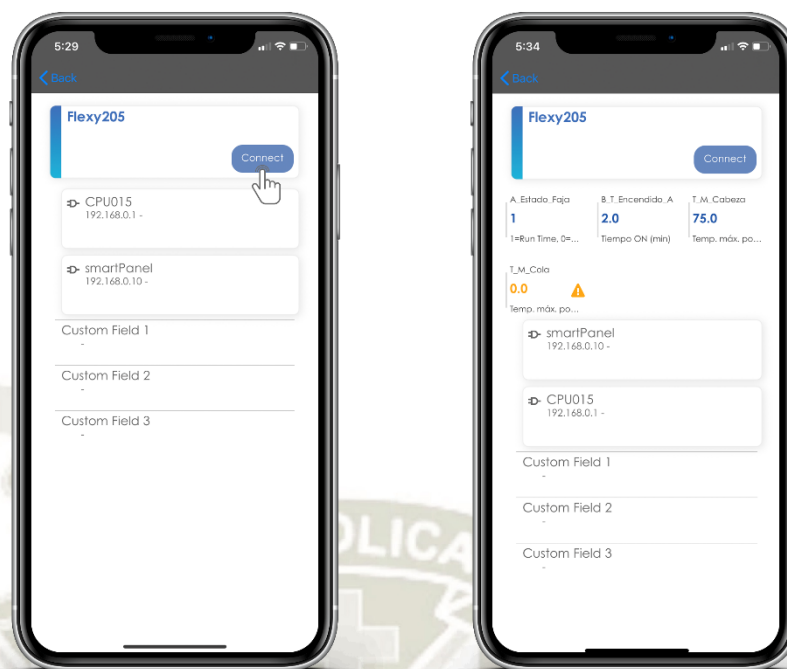


Figura 244. Visualización de KPIS mediante un celular inteligente con Conexión VPN

Para poder dar soporte (Teleservicio) se tiene que abrir el software eCatcher, una vez que se accede a la red VPN, abrimos el proyecto creado en TIA Portal.

tt) Ubicar en *Online y diagnóstico* y verificamos la siguiente configuración:

- Tipo de interfaz PG/PC : PN/IE
- Interfaz PG/PC : TAP-Windows Adapter V9
- Conexión con interfaz/subred : Directo a slot '2 X2'

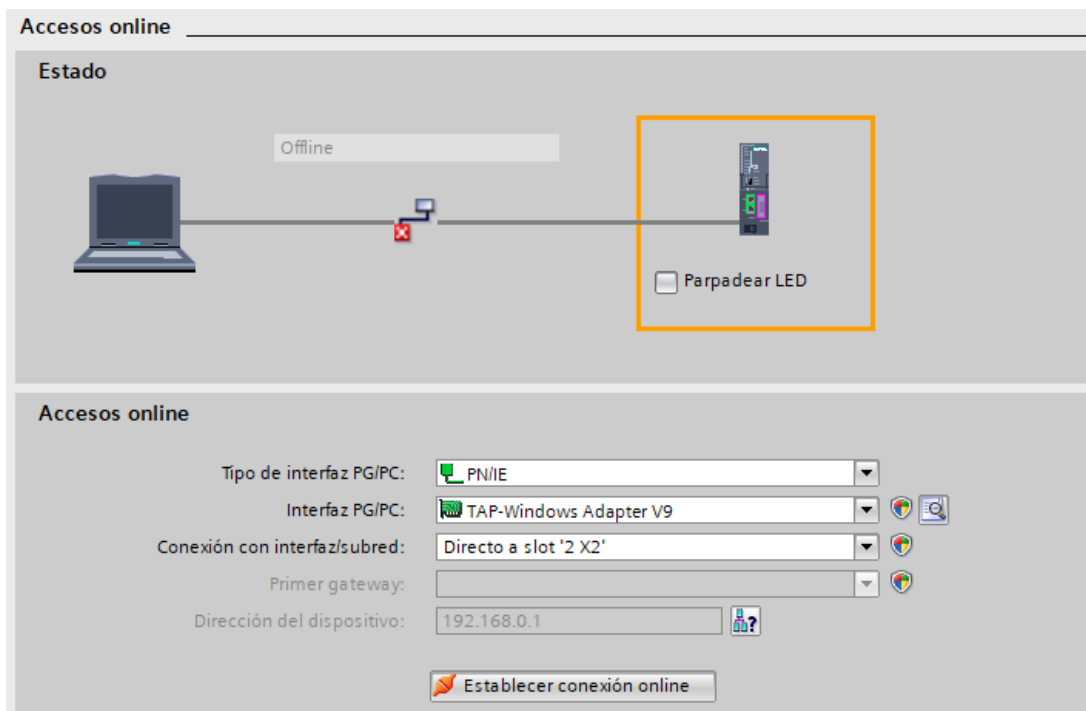


Figura 245. Configuración de teleservicio mediante Conexión VPN

uu) Dar doble clic en *Main [OB1]* y luego dar clic en *Activar/Desactivar observación*.

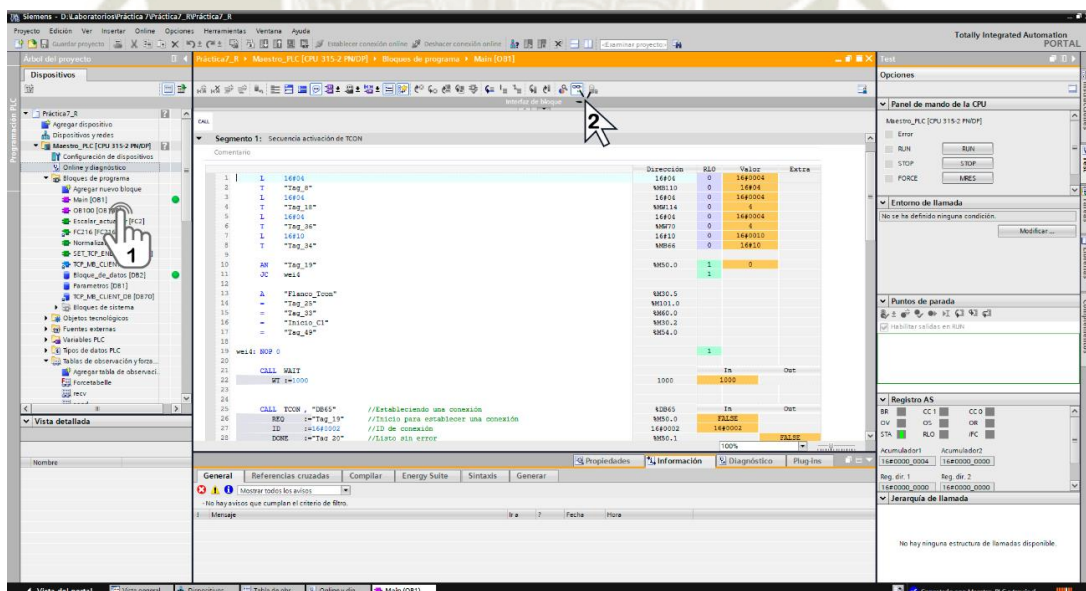


Figura 246. Teleservicio mediante Conexión VPN

vv) Una vez que se haya realizado la conexión de TIA Portal v16 con el PLC vía VPN ubicarse en el segmento donde está el temporizador de apagado

inicialmente programado a 10s (1), dar doble clic y lo cambiar a 5s (2), luego proceder a *Cargar en dispositivo* (3) los cambios realizados.

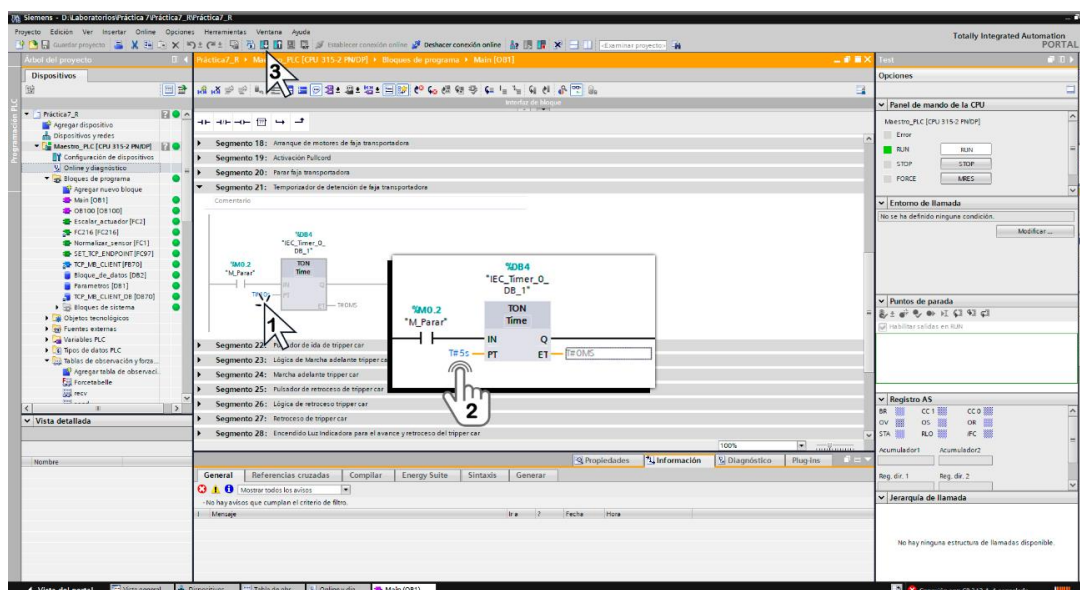


Figura 247. Teleservicio mediante Conexión VPN

ww) En Vista preliminar Carga seleccionar el check de Sobrescribir (1) y luego en Cargar (2).

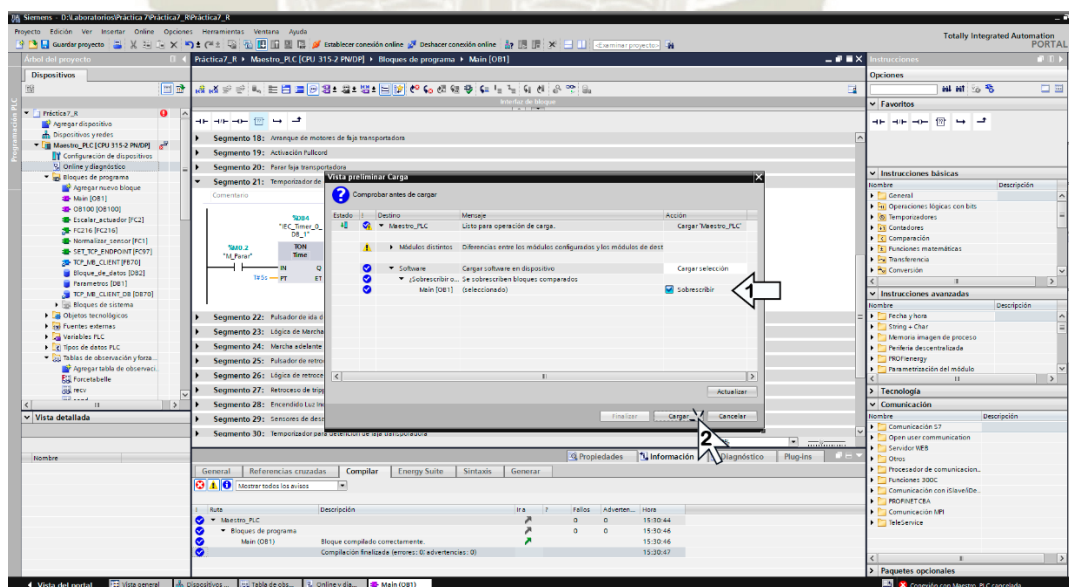


Figura 248. Teleservicio mediante Conexión VPN

- xx) En *Resultados de la operación de carga* seleccionar *Arrancar módulo (1)*, y luego dar clic en *Finalizar (2)*. Con esto procederá a cargar los cambios realizados en TIA Portal v16 a nuestro PLC vía VPN.

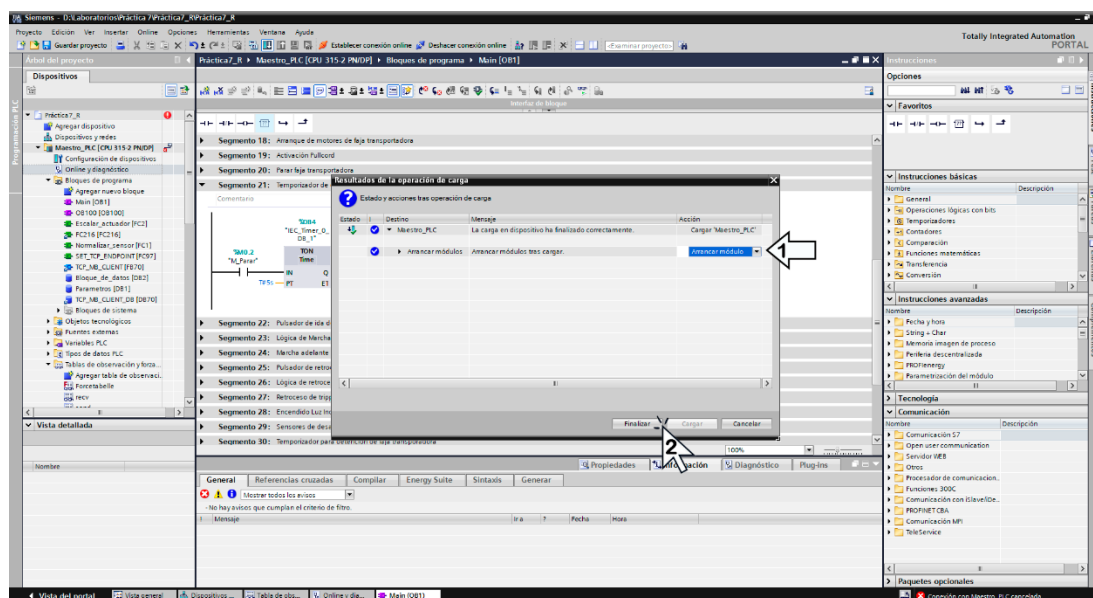


Figura 249. Teleservicio mediante Conexión VPN

- yy) Una vez culminado el proceso *Deshacer la conexión online* e ingresar vía Talk2M a el PLC para verificar que los cambios realizados hayan sido realizados (seguir el procedimiento según los pasos indicados en “mm”).

CONCLUSIONES

1. Se diseñó e implementó un Módulo Didáctico de Automatización por Redes de Comunicación Industrial que permite establecer comunicación Maestro – Esclavo utilizando los protocolos de comunicación industrial más usados en la actualidad como son: el PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP; que permite a los estudiantes configurar, programar e integrar los tres protocolos a una aplicación de automatización de la industria minera utilizando el software TIA Portal v16.
2. Se incluyó en el diseño del Módulo Didáctico de Automatización por Redes de Comunicación Industrial una caja eléctrica, la que permite simular entradas y salidas del tipo analógico y digital, la cual está dotada con conectores tipo banana, pulsadores, interruptores, indicadores luminosos, generadores de señal de corriente 4-20 mA 24 Vdc y amperímetros digitales 5 dígitos con rango de medición 0.0000 – 3.0000 A 24Vdc, esto permite tener la flexibilidad necesaria para poder desarrollar distintas aplicaciones de automatización industrial.
3. Para realizar el monitoreo del proceso en el Módulo Didáctico de Automatización por Redes de Comunicación Industrial se seleccionó e implementó un SmartPanel y un router industrial IIoT Flexy 205, lo que permite al estudiante aprender a configurar y programar un HMI SCADA, obtener KPI's del proceso automatizado y utilizar las nuevas tecnologías de teleservicio y monitoreo remoto de datos de planta mediante internet (conexión VPN).

4. Se diseñó y elaboró un manual de prácticas para el uso del Módulo Didáctico de Automatización por Redes de Comunicación Industrial, el cual incluye siete prácticas de laboratorio que permiten aprender de manera gradual los distintos tópicos de automatización y las redes de comunicación industrial PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP aplicados a un proceso de la industria minera.
5. El Módulo didáctico de automatización por redes de comunicación Industrial al permitir: 1) integrar los protocolos de comunicación PROFINET, PROFIBUS DP, Modbus TCP, 2) simular señales de entrada y salida digitales y analógicas, 3) poder implementar otros periféricos de entrada y salida análogas y digitales; cuenta con la flexibilidad y versatilidad suficiente para poder ser usado en el desarrollo y simulación de otras soluciones de automatización industrial.

RECOMENDACIONES

1. El Módulo Didáctico de Automatización por Redes de Comunicación Industrial al ser flexible puede ser utilizado para brindar soluciones a otras aplicaciones de la minería y la industria, como, por ejemplo: automatización de chancadoras de cono, automatización de filtros prensa, automatización de chancadoras HPGR.
2. Nuestra investigación está limitada a utilizar las redes de comunicación industrial PROFINET, PROFIBUS DP, Modbus TCP, sin embargo, el CPU 015PN SLIO Yaskawa VIPA nos da la posibilidad de integrar otras redes de comunicación industrial, como por ejemplo ASCII, STX/ETX, Modbus RTU, OPC UA, Ethernet PG/OP, WebVisu Project vía Ethernet PG/OP, abriendo una posibilidad para investigar e implementar estos protocolos de comunicación con este equipo.
3. En nuestra investigación usamos el router industrial IIoT Flexy 205 como medio de conexión VPN, sin embargo también es posible utilizar este como un maestro para las redes de comunicación industrial Modbus TCP y OPC UA, también se puede expandir mediante dos tarjetas las funcionalidades de puertos seriales, tarjetas de entradas y salidas analógicas y digitales, antena wifi, antena 3g, puertos USB y puertos MPI abriendo una posibilidad para investigar e implementar otros tipos de soluciones industriales con este equipo.

REFERENCIAS

- Ayllon, N. (2018) *PROFIBUS vs PROFINET Comparación y Estrategias de Migración PROFIBUS – PROFINET North America*. (<https://us.profinet.com/>)
- Bolton, W. (2017). *Mecatrónica, Sistemas de Control Electrónico en la Ingeniería Mecánica y Eléctrica*. (6ta. Edición). México: Alfaomega Grupo Editor S.A.
- Brunete, A., Segundo P., y Herrero, R. (2020), *Introducción a la Automatización Industrial*. España: Universidad Politécnica de Madrid.
- Calero, F. y Romero, C. (2020). *Diseño e implementación de un sistema de control Maestro-Esclavo, para repotenciar un módulo de prácticas en el laboratorio de Automatización Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Guayaquil, basado en la Red Industrial PROFIBUS*. [Tesis de Titulación, Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil].
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19458>
- Creus, A. (2011). *Instrumentación Industrial*. (8va. Edición). México: Alfaomega Grupo Editor S.A.
- Dávila, R. y Pulgar, S. (2018). *Diseño e Implementación de un Módulo de Entrenamiento de una Red de Comunicación Industrial mediante Controladores Lógicos Programables (PLC's) y Variadores de Velocidad, utilizando el Estándar Profinet*. [Tesis de Titulación, Universidad Privada de Tacna].
<http://repositorio.upt.edu.pe/handle/UPT/1076>
- Ewon Flexy (2019) *INSTALLATION GUIDE IG-0014-00 1.11 en-US ENGLISH*
Ewon by HMS Networks. (<https://ewon.biz/es/productos/flexy>)

Ewon Flexy (2019) *Flexy Family User Guide USER MANUAL UM-0002-00 1.4 en-US ENGLISH* Ewon by HMS Networks. (<https://ewon.biz/es/productos/flexy>)

Flores, J. y Flores, P. (2016). *Diseño e implementación de un módulo didáctico de un sistema de control de tipo distribuido con un terminal de diálogo HMI como Maestro y dos controladores lógicos como esclavos comunicados a través de una red Ethernet para el Laboratorio de Control y Automatización*. [Tesis de Titulación, Universidad Católica de Santa María].
<http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/5349>

Goremberg, A. (2016). Entendiendo un poco más telecontrol y teleservicio. *AADECA Revista*. https://editores-srl.com.ar/sites/default/files/aa3_siemens_telecontrol.pdf

Gutiérrez, M. y Iturralde, S. (2017). *Fundamentos Básicos de Instrumentación y Control*. (1ra Edición). Editorial UPSE.

Guerrero, Yuste y Martínez. (2009) *Comunicaciones Industriales*. (1ra. Edición). Alfaomega, Marcombo.

Hamill, M. (2019). *Industrial Communications and Control Protocols* [Archivo PDF]. <https://pdhonline.com/courses/e497/e497content.pdf>

Hurtado, J. (2020) *Introducción a las Redes de Comunicación Industrial* [Archivo PDF]. http://www.infoplcn.net/files/documentacion/comunicaciones/infoPLC_net_introduccion-a-las-redes-de-comunicacion-industrial.pdf

ISO. (1994) *Information technology – Open System Interconnection – Basic Reference Model: The Basic Model ISO/IEC 7498-1*

[http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/s020269_ISO_IEC_7498-1_1994\(E\).zip](http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/s020269_ISO_IEC_7498-1_1994(E).zip)

Lagos, C. (2006). Protocolos de Comunicación Industrial. *Revista Electro Industria*.

<http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=562&tip=7&xit=protocolos-de-comunicacion-industrial>

Loayza, J. y Mendiola, G. (2020). *Diseño e implementación de un módulo de control de nivel de líquido usando un variador de velocidad sinamics V20 y Arduino para la adquisición de señales mediante comunicación Modbus RTU y TCP*. [Tesis de Titulación, Universidad Católica de Santa María].

<http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/10336>

Mandado, M. et al. (2009). *Autómatas Programables y Sistemas de Automatización*. (2da edición). España: Marcombo S.A.

Mazzone, V. (2017). *Controladores PID* [Archivo PDF]. https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2017-08-13_12-03-39141865.pdf

Michael, H. (2019) *Industrial Communications and Control Protocols*, USA, PDH Center Industrial Communications and Control Protocols, USA, PDH Center, 2019.

Modbus Organization. (2006) *MODBUS over serial line specification and implementation guide V1.02* <https://www.modbus.org/specs.php>

Modbus Organization. (2006) *MODBUS Messaging on TCP/IP Implementation Guide V1.0b* <https://www.modbus.org/specs.php>

Modbus Organization. (2012) *Modbus application protocol specification V1.1b3*

<https://www.modbus.org/specs.php>

Ogata, K. (2010). *Ingeniería de Control Moderna*. (5ta. Edición). Madrid: Pearson Educación S.A.

Orellana, B. (2015). *Diseño e implementación de un sistema de control de dispositivos Maestro-Esclavo basados en la Red Industrial AS-I para el laboratorio de Automatización Industrial*. [Tesis de Titulación, Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil].

<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/10421>

Pérez, H. (2017). *Introducción a SCADA* [Archivo PDF].

https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2017-02-11_11-33-42139961.pdf

Pérez, M. et al. (2007). *Introducción a los sistemas de Control y Modelo Matemático para sistemas lineales invariantes en el tiempo* [Archivo PDF].

<http://dea.unsj.edu.ar/control1/apuntes/unidad1y2.pdf>

Rodríguez, J. et al. (2014). *Automatismos industriales* (1ra. Edición). España: Ediciones Paraninfo S.A.

Rodríguez, A. (2013). *Sistemas SCADA*. (3ra. Edición). México: Alfaomega Grupo Editor.

Sanchis, R. Romero, J. Ariño, C. (2010), *Automatización Industrial*. (1ra. Edición). España: Publicaciones de la Universitat Jaume I.

Siemens (2003). *IEC 61158 Working with PROFIBUS-DP Device Description Data*

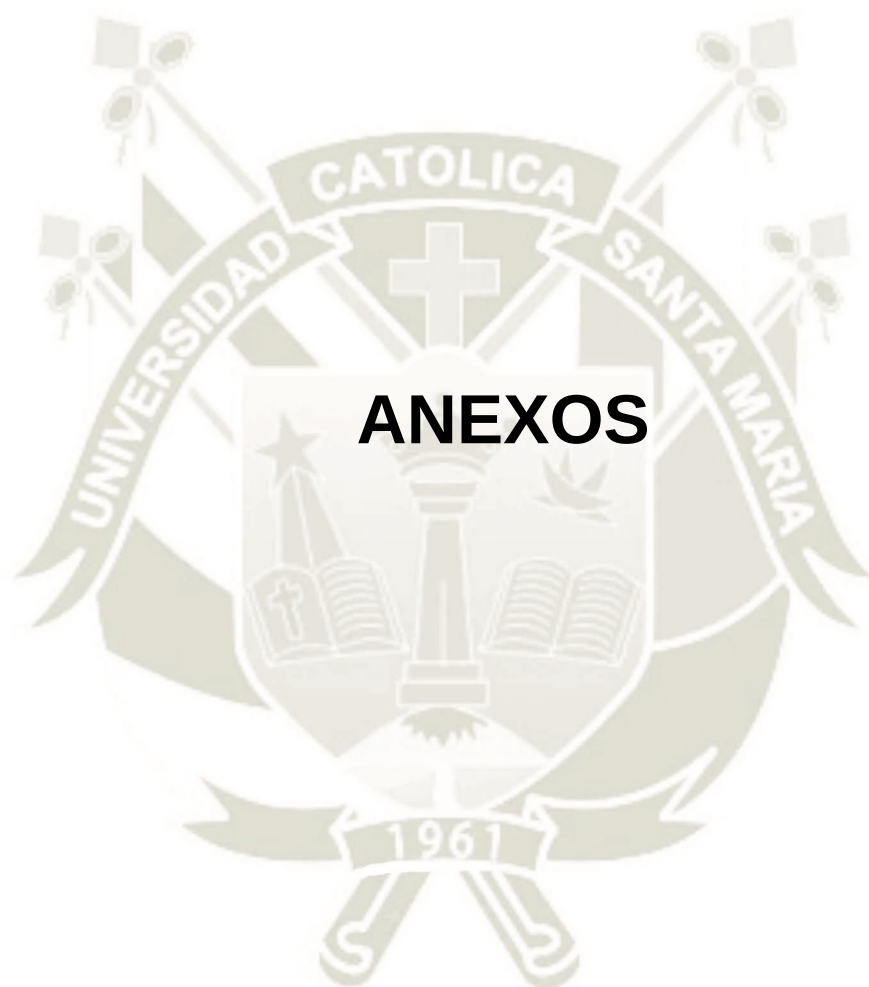
Files GSD [Archivo PDF]. https://cache.industry.siemens.com/dl/files/306/1172306/att_39239/v1/gsd_e.pdf

Siemens (2017). *SIMATIC – Programar con STEP 7* [Archivo PDF].

https://cache.industry.siemens.com/dl/files/825/109751825/att_933150/v1/STEP_7_-_Programar_con_STEP_7.pdf

Zurawski, R. (2015). *Industrial Communication Technology Handbook*. (Second Edition). California, USA. CRC Press.





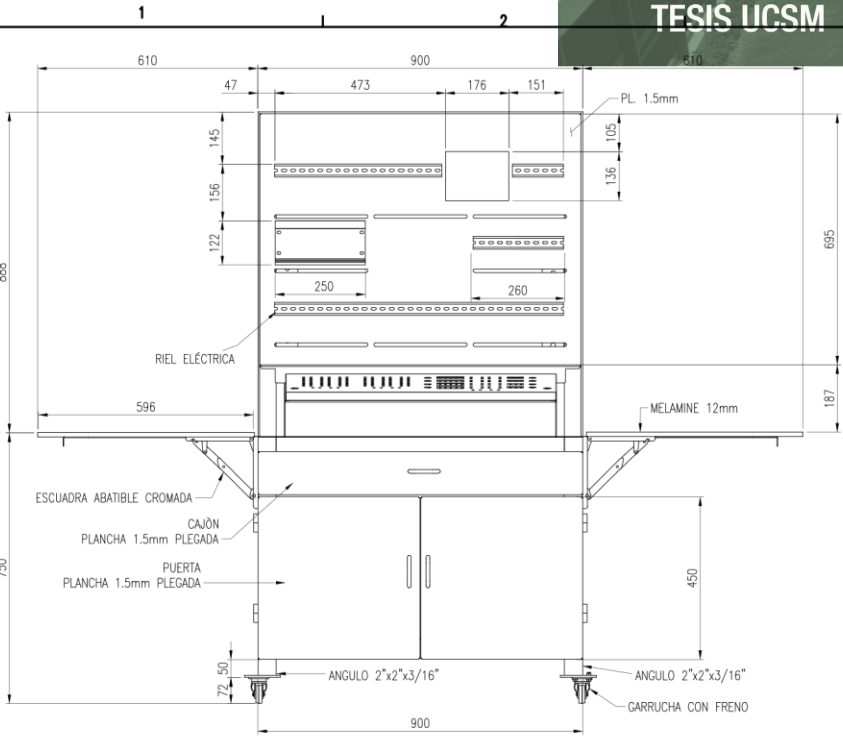
ANEXOS



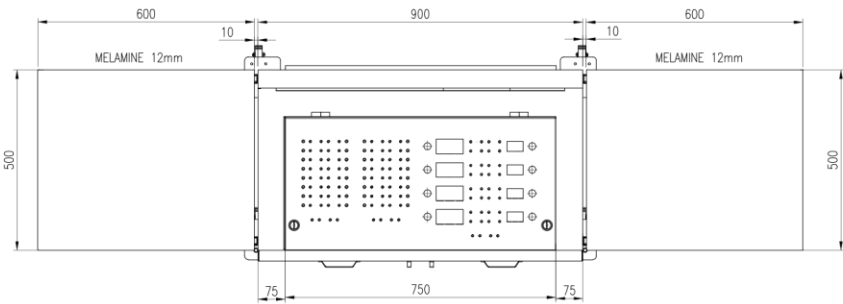
ANEXO 1

PLANOS DE FABRICACIÓN

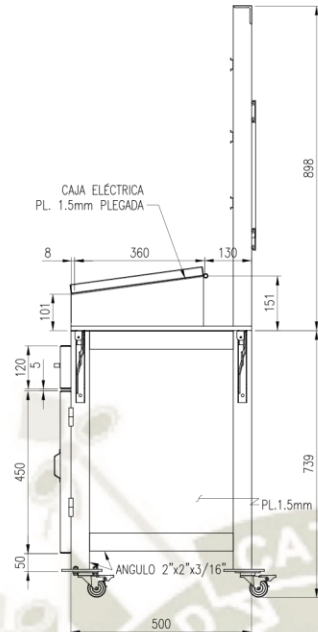
MÓDULO PORTANTE



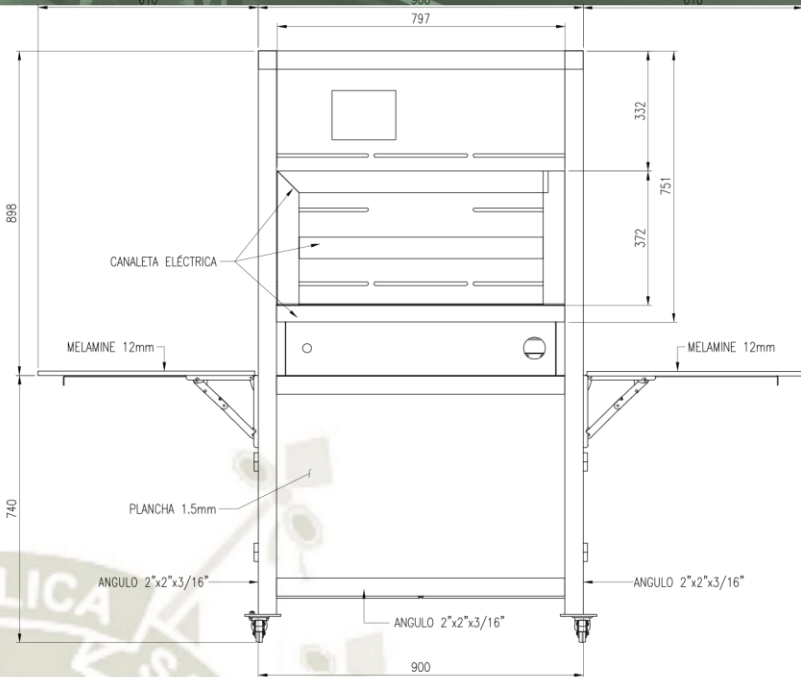
VISTA FRONTAL
ESCALA 1/10



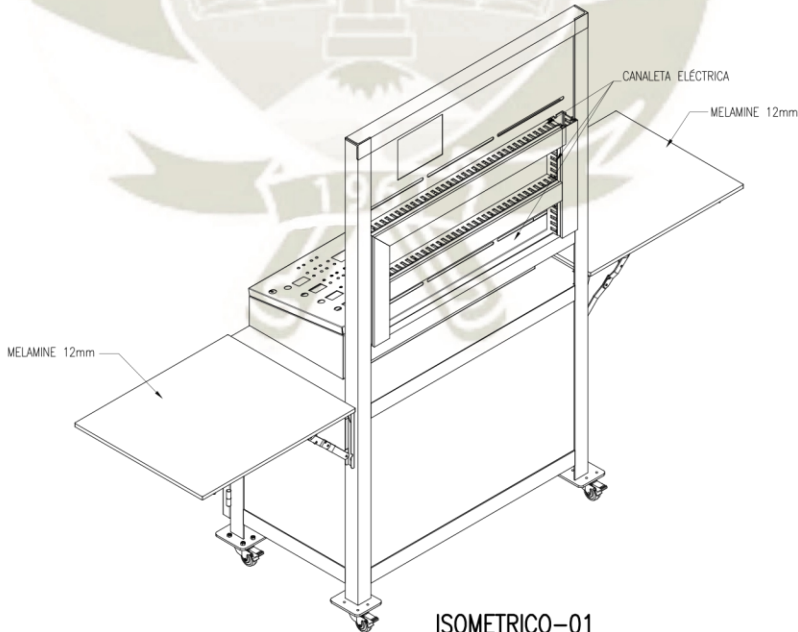
VISTA DE PLANTA
ESCALA 1/10



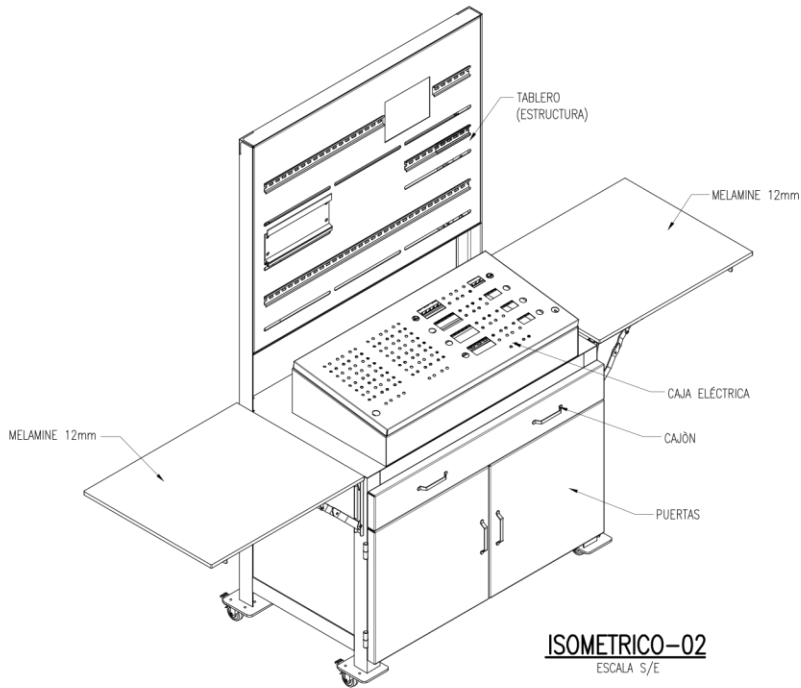
VISTA LATERAL
ESCALA 1/10



VISTA POSTERIOR
ESCALA 1/10



ISOMETRICO-01
ESCALA S/E



ISOMETRICO-02
ESCALA S/E

- NOTAS:**
- TODAS LAS MEDIDAS SE ENCUENTRAN EN MILIMETROS Y LOS NIVELES EN METROS SALVO INDICACION CONTRARIA.
 - VER ELEMENTOS VARIOS EN EL PLANO: **STC-ME-007**

SOPORTE MODULO ELECTRONICO				
N.º	DESCRIPTION	QUANTITY	WEIGHT (Kg/U)	ALL WEIGHT (Kg.)
1	ENSAMBLE ESTRUCTURA	1	79.28	79.2800
2	ENSAMBLE CAJA ELÉCTRICA	1	10.83	10.8300
3	ENSAMBLE CAJÓN	1	9.57	9.5700
4	ENSAMBLE PUERTA	2	3.70	7.4000
TOTAL				107.0800

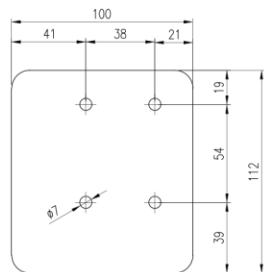
ELEMENTOS VARIOS				
N.º	DESCRIPTION	QUANTITY	WEIGHT (Kg/U)	ALL WEIGHT (Kg.)
1	RIEL ELÉCTRICA-01	1	0.195	0.1950
2	RIEL ELÉCTRICA-02	1	0.087	0.0870
3	RIEL ELÉCTRICA-03	1	0.278	0.2780
4	RIEL ELÉCTRICA-04	1	0.161	0.1610
5	RIEL ELÉCTRICA-05	1	0.04	0.0400
6	RIEL ELÉCTRICA-06	1	0.724	0.7240
7	CANAleta ELÉCTRICA-01	1	4.48	4.4800
8	CANAleta ELÉCTRICA-02	2	1.91	3.8200
9	CANAleta ELÉCTRICA-03	1	1.30	1.3000
10	CANAleta ELÉCTRICA-04	2	3.40	6.8000
11	CANAleta ELÉCTRICA-05	2	1.55	3.1000
12	CANAleta ELÉCTRICA-06	3	0.13	0.3900
13	CANAleta ELÉCTRICA-07	3	0.091	0.2730
14	MELAMINE 12mm	2	1.98	3.9600
15	GARRUCHA CON FRENO	4	0.518	2.0720
16	ESCUADRA ABATIBLE CROMADA	4	0.485	1.9400
17	BISAGRA MACHO	6	0.032	0.1920
18	BISAGRA HEMBRA	6	0.01	0.0600
TOTAL				29.8720

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIS. REV.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIS. REV.	APROBADO
0	30MAR21	EMITIDO PARA FABRICACIÓN	H.J. M.C.						
1	30MAR21	EMITIDO PARA FABRICACIÓN	H.J. M.C.						
2	23JUL21	EMITIDO PARA FABRICACIÓN	H.J. M.C.						

TRABAJO DE GRADUACION Arequipa - Peru		APROBADO 03/03/21 DISEÑADO POR: S.CASTRO/J.ALVAREZ FECHA: 03/03/21 DIBUJADO POR: M.ONOPO/H.JACOBO FECHA: 03/03/21 REVISADO POR: S.CASTRO/J.ALVAREZ FECHA: 03/03/21 APROBADO POR: FECHA: 03/03/21 JEFE DE PROYECTO: FECHA: 03/03/21 CLIENTE: FECHA: 03/03/21	PLANO ESTRUCTURAL SOPORTE MODULO ELECTRONICO ARREGLO GENERAL ESCALA INDICADA NUMERO DE PLANO STC-ME-001
--	--	---	---

DETALLE 3
ESCALA 1:2





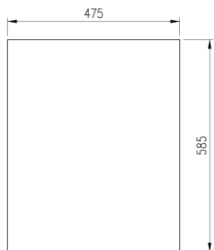
PL-01

MATERIAL: PL. 6mm ASTM A-36
CANTIDAD: 04 UNIDADES
ESCALA: 1:5



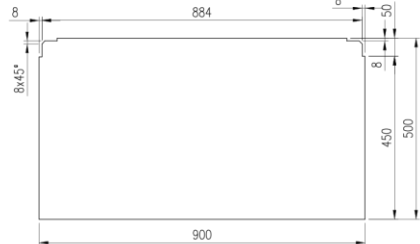
PL-02

MATERIAL: PL. 1.5mm ASTM A-36
CANTIDAD: 01 UNIDAD
ESCALA: 1:5



PL-03

MATERIAL: PL. 1.5mm ASTM A-36
CANTIDAD: 02 UNIDAD
ESCALA: 1:5



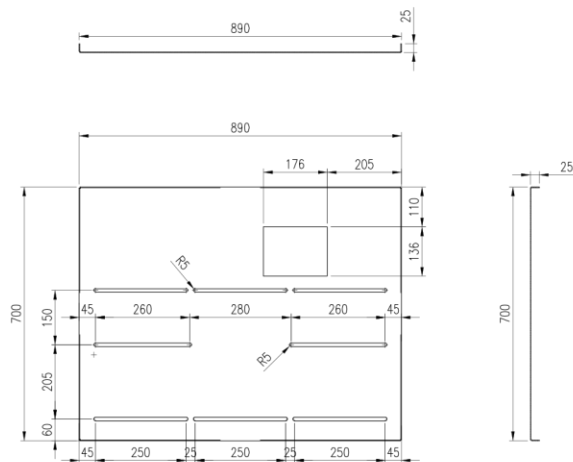
PL-04

MATERIAL: PL. 1.5mm ASTM A-36
CANTIDAD: 01 UNIDAD
ESCALA: 1:5



PL-05

MATERIAL: PL. 1.5mm ASTM A-36
CANTIDAD: 01 UNIDAD
ESCALA: 1:5



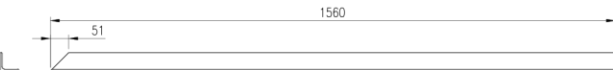
PL-06

MATERIAL: PL. 1.5mm ASTM A-36
CANTIDAD: 01 UNIDAD
ESCALA: 1:5



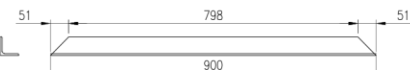
L-01

MATERIAL: ANGULO 2"x2"x3/16" ASTM A-36
CANTIDAD: 02 UNIDAD
ESCALA: 1:5



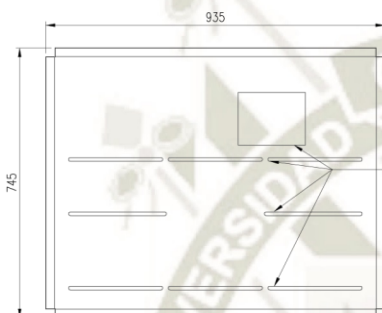
L-02

MATERIAL: ANGULO 2"x2"x3/16" ASTM A-36
CANTIDAD: 02 UNIDAD (01 IZQ. 01 DER.)
ESCALA: 1:5



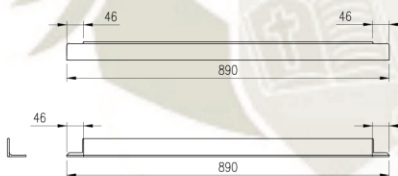
L-03

MATERIAL: ANGULO 2"x2"x3/16" ASTM A-36
CANTIDAD: 01 UNIDAD
ESCALA: 1:5



DESARROLLO PL-06

MATERIAL: PL. 1.5mm ASTM A-36
CANTIDAD: 01 UNIDAD
ESCALA: 1:5



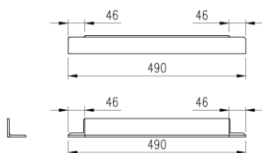
L-04

MATERIAL: ANGULO 2"x2"x3/16" ASTM A-36
CANTIDAD: 01 UNIDAD
ESCALA: 1:5



L-05

MATERIAL: ANGULO 2"x2"x3/16" ASTM A-36
CANTIDAD: 04 UNIDADES
ESCALA: 1:5



L-06

MATERIAL: ANGULO 2"x2"x3/16" ASTM A-36
CANTIDAD: 04 UNIDADES
ESCALA: 1:5



TC-01

MATERIAL: TUB. CUADRADO 25x25x2.5mm ASTM A-36
CANTIDAD: 04 UNIDADES
ESCALA: 1:5

REALIZAR CORTE
EN LA PLANCHA PLEGADA

NOTAS:

1. TODAS LAS MEDIDAS SE ENCUENTRAN EN MILIMETROS Y LOS NIVELES EN METROS SALVO INDICACION CONTRARIA.

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIS. REV.	APROBADO
0	30MAR21	EMITIDO PARA FABRICACIÓN	H.J.L.	
1	30MAR21	EMITIDO PARA FABRICACIÓN	M.C.	
2	23JUL21	EMITIDO PARA FABRICACIÓN	H.J.L.	
			M.C.	

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIS. REV.	APROBADO

NÚMERO DE PLANOS	REFERENCIAS DE PLANOS

	TRABAJO DE GRADUACIÓN
	Arequipa - Peru
CONFIDENCIAL	
NÚMERO DE PLANO ORIGINAL	STC-ME-001
FECHA DE EMISIÓN	03/03/21
FECHA DE REVISIÓN	
FECHA DE APROBACIÓN	
FECHA DE CANCELACIÓN	
FECHA DE RETIRADA	
FECHA DE DEVOLUCIÓN	
FECHA DE ARCHIVO	
FECHA DE ENTREGA	
FECHA DE CANCELACIÓN	
FECHA DE RETIRADA	
FECHA DE DEVOLUCIÓN	
FECHA DE ARCHIVO	
FECHA DE ENTREGA	

APROBADO 03/03/21	FECHA :
DISEÑADO POR : S.CASTRO/J.L.VAREZ	FECHA : 03/03/21
DIBUJADO POR : H.MOCBO/M.CAHO	FECHA : 03/03/21
REVISADO POR : S.CASTRO/J.L.VAREZ	FECHA : 03/03/21
APROBADO POR :	FECHA : 03/03/21
JEFE DE PROYECTO:	FECHA : 03/03/21
CLIENTE :	FECHA : 03/03/21

	Universidad Católica de Santa María
	Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica AREQUIPA - PERU
PLANO	ESTRUCTURAL SOPORTE MODULO ELECTRONICO HABILITADOS ESTRUCTURA
ESCALA INDICADA	NÚMERO DE PLANO STC-ME-003
REV. 0	2

LISTA DE ENSAMBLE CAJÓN/ CANT. 01 UND.

ITEM	DESCRIPCION	MARCA	LONG. mm	CANT.	PESO (Kg)		AREA (M ²)		OBSERVACIONES
					UNIT.	TOTAL	UNIT.	TOTAL	
1	PL 1.5mm ASTM-A36	PL-09	986*597	1	6.93	6.93	1.18	1.18	
2	PL 1.5mm ASTM-A36	PL-10	970*190	1	2.17	2.17	0.37	0.37	
3	PL 1.5mm ASTM-A36	PL-11	471*41	2	0.23	0.45	0.04	0.08	
4	PL 1.5mm ASTM-A36	PL-12	140*10	2	0.02	0.03	0.00	0.01	
TOTAL						9.59		1.63	

VISTA FRONTAL/CAJÓN

ESCALA 1:10

VISTA LATERAL/CAJÓN

ESCALA 1:10

VISTA DE PLANTA/CAJÓN

ESCALA 1:10

SECCION A

ESCALA: 1:2

SECCION B

ESCALA: 1:2

PL-12

MATERIAL: PL 1.5mm ASTM A-36
CANTIDAD: 02 UNIDADES
LD: 140mm x 10mm
ESCALA: 1:5

PL-11

MATERIAL: PL 1.5mm ASTM A-36
CANTIDAD: 01 UNIDAD
ESCALA: 1:5

DESARROLLO PL-10

MATERIAL: PL 1.5mm ASTM A-36
CANTIDAD: 01 UNIDAD
ESCALA: 1:5

DESARROLLO PL-11

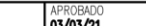
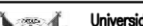
MATERIAL: PL 1.5mm ASTM A-36
CANTIDAD: 01 UNIDAD
ESCALA: 1:5

ISOMETRICO/CAJÓN

ESCALA S/E

NOTAS:

1. TODAS LAS MEDIDAS SE ENCUENTRAN EN MILIMETROS Y LOS NIVELES EN METROS SALVO INDICACION CONTRARIA.

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	NÚMERO DE PLANOS	REFERENCIAS DE PLANOS	 TRABAJO DE GRADUACION Arequipa – Peru		 Universidad Católica de Santa María Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica – Eléctrica y Mecatrónica AREQUIPA – PERU	
0	30MAR21	EMITIDO PARA FABRICACIÓN	H.J.									CONFIDENCIAL — — NÚMERO DE PLANO ORIGINAL STC—ME—001 FECHA 03/03/21 FILENET_CERROVERDE	APROBADO 03/03/21 DISEÑADO POR: S.CASTRO/J.L.VAREZ FECHA : 03/03/21 DIBUJADO POR: H.JACOBO/M.CAÑO FECHA : 03/03/21 REVISADO POR: S.CASTRO/J.L.VAREZ FECHA : 03/03/21 APROBADO POR : FECHA : 03/03/21 JEFE DE PROYECTO: FECHA : 03/03/21 CLIENTE : FECHA : 03/03/21	FECHA : 03/03/21 FECHA : 03/03/21 FECHA : 03/03/21 FECHA : 03/03/21 FECHA : 03/03/21	
1	30MAR21	EMITIDO PARA FABRICACIÓN	H.J.										PLANO	ESTRUCTURAL SOPORTE MODULO ELECTRONICO ENSAMBLE CAJÓN / HABILITADO	
2	23JUL21	EMITIDO PARA FABRICACIÓN	H.J.										ESCALA INDICADA	NÚMERO DE PLANO STC—ME—005	REV. 2
			M.C.												

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos

En su investigación no olvide referenciar esta tesis

	TRABAJO DE GRADUACION	APROBADO 03/03/21			Universidad Católica de Santa María Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica – Eléctrica y Mecatrónica AREQUIPA – PERU	
	<i>Arequipa – Peru</i>	DISEÑADO POR: S.CASTRO/LALVAEZ	FECHA : 03/03/21			
CONFIDENCIAL - -		DISEÑADO POR: HUACOBLO/ALCAPO	FECHA : 03/03/21	PLANO	ESTRUCTURAL SOPORTE MODULO ELECTRONICO ENSAMBLE PUERTA / HABILITADO	
		REVISADO POR : S.CASTRO/LALVAEZ	FECHA : 03/03/21			
NUMERO DE PLANO ORIGINAL STC-ME-001		APROBADO POR : S.CASTRO	FECHA : 03/03/21	ESCALA INDICADA	NUMERO DE PLANO STC-ME-006	REV 0 2
FECHA 03/03/21		JEFE DE PROYECTO: S.CASTRO	FECHA : 03/03/21			
FILENET/CERROVERDE		CUENTE : S.CASTRO	FECHA : 03/03/21			

ANEXO 2
PLANO FABRICACIÓN CAJA
ELÉCTRICA

LISTA DE ENSAMBLE CAJA ELÉCTRICA / CANT. 01 UND.

ITEM	DESCRIPCION	MARCA	LONG. mm	CANT.	PESO (Kg)		AREA (M ₂)		OBSERVACIONES
					UNIT.	TOTAL	UNIT.	TOTAL	
1	PL 1.5mm ASTM-A36	PL-07	1143*71 7	1	9.65	9.65	1.64	1.64	
2	PL 1.5mm ASTM-A36	PL-08	814*437	1	4.19	4.19	0.71	0.71	
TOTAL						13.84		2.35	

VISTA FRONTAL/CAJA ELÉCTRICA

ESCALA 1:5

VISTA LATERAL/CAJA ELÉCTRICA

ESCALA 1:5

SECCION A

ESCALA: 1:5

VISTA FRONTAL/PL-07

ESCALA 1:10
MATERIAL: PL 1.5mm ASTM A-36
CANTIDAD: 01 UNIDAD

VISTA PLANTA/PL-07

ESCALA 1:10

DESARROLLO/PL-07

ESCALA 1:10

ISOMETRICO/CAJA ELECTRICA SIN TAPA

ESCALA S:E

ISOMETRICO/CAJA ELECTRICA

ESCALA S:E

NOTAS:

- TODAS LAS MEDIDAS SE ENCUENTRAN EN MILIMETROS Y LOS NIVELES EN METROS SALVO INDICACION CONTRARIA.
- PARA BISAGRAS VER PLANO: **STC-ME-007**

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO
0	30MAR21	EMITIDO PARA FABRICACIÓN	H.J. M.C.						
1	30MAR21	EMITIDO PARA FABRICACIÓN	H.J. M.C.						
2	23JUL21	EMITIDO PARA FABRICACIÓN	H.J. M.C.						

PL-08
MATERIAL: PL 1.5mm ASTM A-36
CANTIDAD: 01 UNIDAD
LD: 750mm x 382mm
ESCALA 1:2



TRABAJO DE GRADUACION

Arequipa - Peru

CONFIDENCIAL

NÚMERO DE PLANO ORIGINAL
STC-ME-001

03/03/21

FILENET/GERVERIDE

APROBADO 03/03/21 DISEÑADO POR: S. CASTRO/LALVAREZ	FECHA:
REVISADO POR: H. JACOBO/M. CAPO	FECHA: 03/03/21
APROBADO POR: S. CASTRO/LALVAREZ	FECHA: 03/03/21
JEFE DE PROYECTO: S. CASTRO/LALVAREZ	FECHA: 03/03/21
CLIENTE:	FECHA: 03/03/21



Universidad Católica de Santa María
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica,
Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica
AREQUIPA - PERU

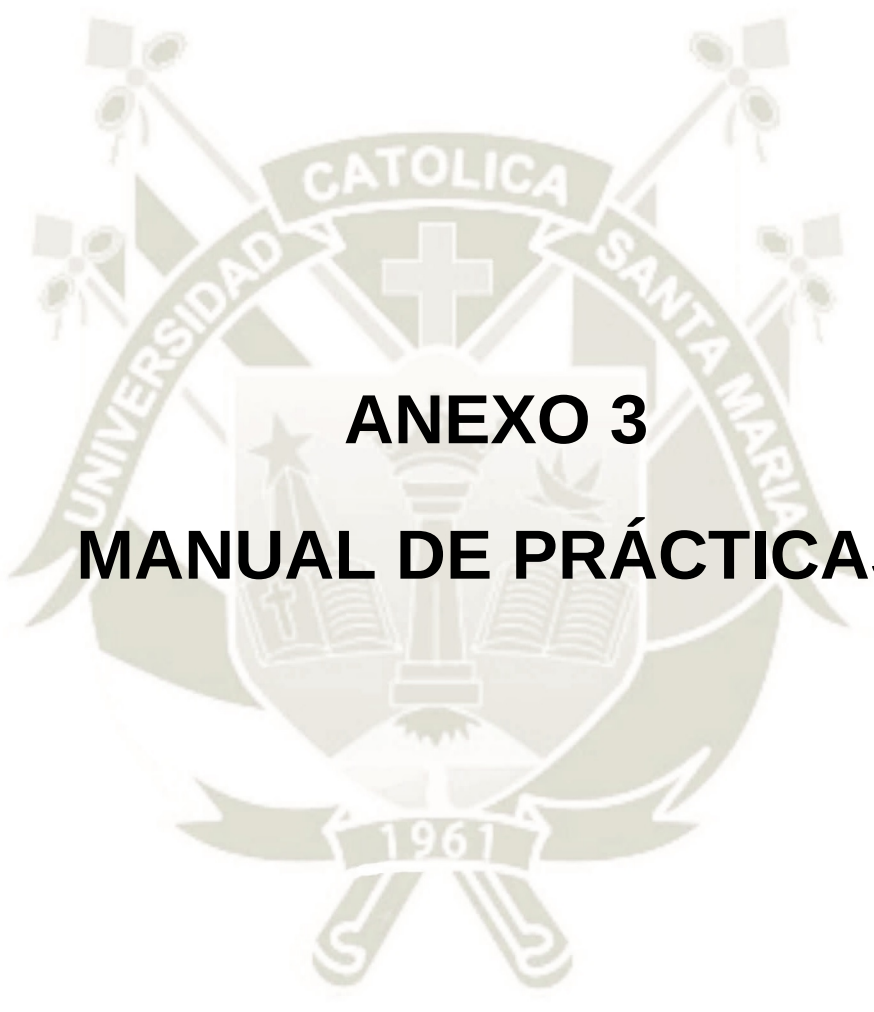
PLANO

ESTRUCTURAL
SOPORTE MODULO ELECTRONICO
ENSAMBLE CAJA ELÉCTRICA / HABILITADO

ESCALA
INDICADA

NÚMERO DE PLANO
STC-ME-004

REV.
2



ANEXO 3

MANUAL DE PRÁCTICAS



Universidad
Católica de Santa
María

Escuela Profesional de Ingeniería
Mecánica, Mecánica Eléctrica y
Mecatrónica



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA
Código:
EPIMMEM-AUT-1

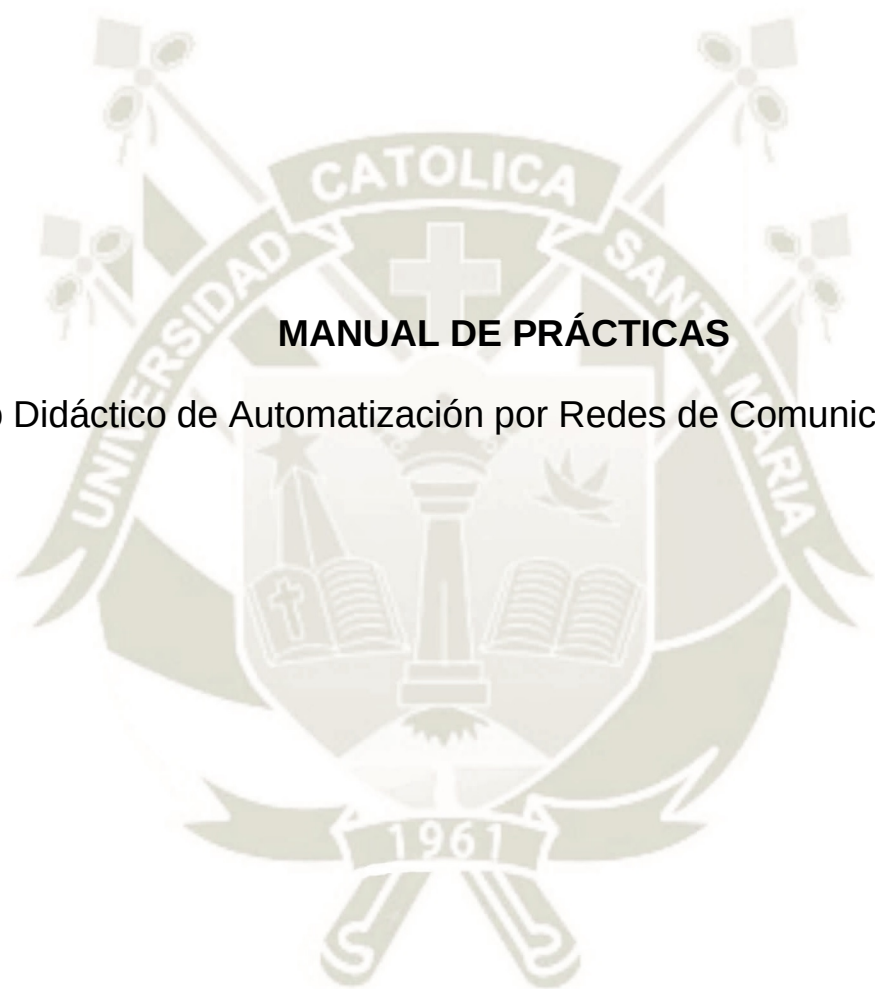
Revisión: 1.0

MANUAL DE PRÁCTICAS

Página 1 de 46

MANUAL DE PRÁCTICAS

(Módulo Didáctico de Automatización por Redes de Comunicación Industrial)



Revisó

Aprobó

Autorizó



ÍNDICE

Introducción	3
1. Objetivo general	4
1.1 Objetivos específicos	4
2. Seguridad en el laboratorio	4
Práctica 1: Red PROFINET	6
Práctica 2: Red PROFIBUS DP	11
Práctica 3: Red Modbus TCP	16
Práctica 4: Integración de redes PROFINET y PROFIBUS DP	21
Práctica 5: Integración de redes PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP	28
Práctica 6: Integración de SCADA a redes PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP	34
Práctica 7: Teleservicio y Monitorio de datos de planta por Internet (VPN).....	40

Introducción

El presente manual de prácticas está enfocado en capacitar de manera didáctica a los alumnos de pregrado de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecatrónica de la Universidad Católica de Santa María en el uso de las redes industriales más usadas en la actualidad como son: PROFINET, PROFIBUS DP, Modbus TCP; además, implementar un HMI SCADA y usar tecnologías que nos permitan monitorear datos del proceso en línea y realizar teleservicio por internet a través de conexión VPN, para lo cual, se han diseñado siete prácticas que permiten aprender de manera gradual los distintos tópicos de automatización y las redes industriales en una aplicación de automatización de la industria minera.

MÓDULO AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

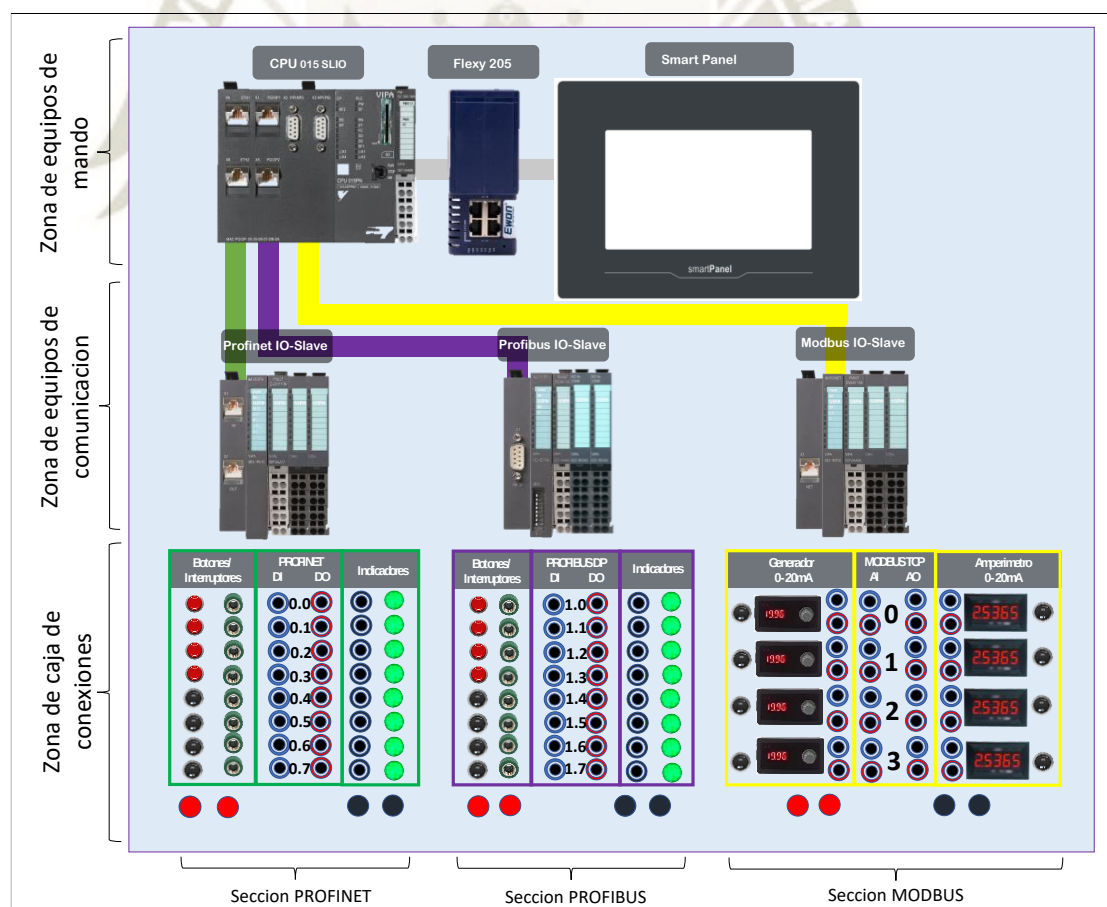


Figura 1. Esquema del módulo didáctico de automatización por redes de comunicación industrial



1. Objetivo general

Aprender a configurar e integrar las redes PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP Maestro – Esclavo aplicado a un proceso de automatización en la industria minera e integrar un HMI y un router industrial que nos permita tener acceso remoto mediante VPN a la red.

1.1. Objetivos específicos

- Aprender el método de configuración e integración de las redes PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP con equipos Yaskawa Vipa mediante el uso del software TIA Portal v16.
- Utilizar las redes PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP para programar una solución en TIA Portal a una aplicación de automatización de un proceso de la industria minera.
- Aprender a configurar y diseñar un SCADA mediante el software Movicon v11.6.
- Configurar un acceso remoto VPN utilizando un router IIOT Flexy 205, que nos permita monitorear y recopilar datos del proceso, realizar teleservicio, manejo remoto vía internet y smartphone

2. Seguridad en el laboratorio

Con la finalidad de no poner en peligro a los docentes y alumnos, se recomienda seguir las siguientes normas de seguridad:

- a) No está permitido comer, fumar, beber líquidos (agua, gaseosa, refrescos, etc.) o maquillarse en el laboratorio.
- b) Mantener las manos secas durante la manipulación de los equipos y desarrollo de la práctica.
- c) Tener cuidado con las manos al manipular la caja eléctrica y cajones del módulo.



ATENCIÓN
RIESGO
ELÉCTRICO



CUIDADO
CON SUS
MANOS

- d) No está permitido correr dentro del laboratorio.
- e) Realizar las conexiones eléctricas indicadas en los laboratorios antes de encender el módulo.
- f) Respetar la polaridad (positivo y negativo) en las señales de entrada y salida al momento de realizar las conexiones en la caja eléctrica.
- g) Una vez culminada la práctica poner el PLC en stop, apagar la fuente, bajar la llave térmica y desconectar el módulo.
- h) Si requiere realizar alguna conexión adicional, deberá desenergizar antes el módulo siguiendo los pasos del punto e.
- i) Mantener los pasillos, salidas de emergencia, zonas de seguridad libres de obstrucción.



- j) Mantener el orden y limpieza dentro del laboratorio.
- k) Se recomienda el uso de calzado con suela de goma.



Nombres y Apellidos:

Práctica 1: Red PROFINET

1. Introducción

El desarrollo de esta práctica tiene la finalidad de que el alumno aprenda a configurar y programar una red PROFINET Maestro – Esclavo en TIA Portal v16 mediante el uso de PLC Maestro CPU015PN SLIO y periférico esclavo Módulo IM053-1PN00 PROFINET IO-Slave con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00.

2. Objetivos

- Aprender el método de configuración de una red PROFINET con equipos YASKAWA VIPA mediante el uso del software TIA Portal v16.
- Utilizar la red PROFINET para programar una solución en TIA Portal v16 a una aplicación de automatización de un proceso de la industria minera.

3. Materiales y equipos

- Laptop o computadora del laboratorio.
- Módulo de automatización: CPU015PN SLIO, Módulo IM053-1PN00 PROFINET IO-Slave con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00.
- 01 Cable PROFINET 6XV1850-2GH20
- 01 Cable de red con conector RJ45
- Cables de conexión tipo banano.

4. Problema por desarrollar

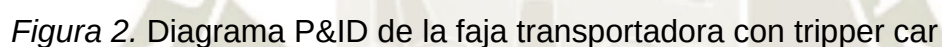
En la industria minera el uso de fajas transportadoras con tripper car es ampliamente usado, este equipo consta de una faja transportadora con 02 motores de accionamiento, y un carro tripper accionado por dos motores de traslación de ida y dos motores de traslación de retorno, adicionalmente la faja transportadora tiene un



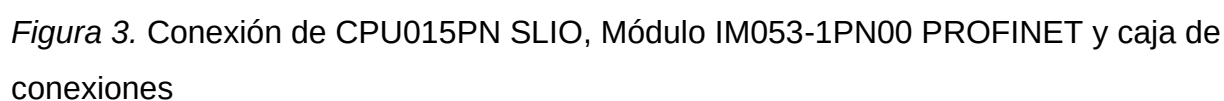
sistema de seguridad por medio del uso de pullcords de activación en caso de emergencias.

Utilizando el módulo didáctico de automatización por redes de comunicación industrial de la UCSM y el software TIA Portal v16 se solicita realizar lo siguiente:

- Configurar una red PROFINET Maestro -Esclavo.
- Realizar el diagrama Ladder para realizar la automatización del sistema tomando las siguientes consideraciones:
 - Para el arranque y detención de los motores de la faja transportadora deben ser accionados por dos pulsadores.
 - Para el arranque de la faja se debe tener confirmación de que ningún pullcord este activado.
 - Para el arranque de la faja se debe esperar 5 segundos después de accionado el pulsador de arranque, durante este tiempo se debe accionar una señal luminosa, y una señal auditiva.
 - Para la detención de la faja se debe esperara 10 segundos después de accionado el pulsador de detención.
 - Para el sistema de seguridad (HSS Pullcord) este debe detener la faja transportadora si cualquiera de los pullcords es activado, se debe activar también una señal visual durante el tiempo que este activada la señal de pullcord.
 - Para la detención de la faja transportadora por seguridad esta debe detenerse de inmediato.



Conectar los equipos y caja de conexiones según lo indicado en las siguientes figuras:





6. Variables por utilizar

Tabla 1

Tabla de Variables.

Variables	Tipo	Dirección
Start	Bool	%I0.0
Stop	Bool	%I0.1
Pullcord_1	Bool	%I0.4
Pullcord_2	Bool	%I0.5
Pullcord_3	Bool	%I0.6
Pullcord_4	Bool	%I0.7
Motor_1	Bool	%Q0.0
Motor_2	Bool	%Q0.1
Alarma	Bool	%Q0.2
Lampara	Bool	%Q0.3
PullcordActivado	Bool	%M0.4
Arranque	Bool	%M0.0
M_arranque	Bool	%M0.1
M_Parar	Bool	%M0.2
Parar_proceso	Bool	%M0.3

7. Preguntas

a) Rellenar la tabla de observados el cambio de las variables según los siguientes estados:

- Estado 1: El cambio de las variables durante los 10 primeros segundos luego de presionar el pulsador Start (%I0.0) = 1.
- Estado 2: El cambio de las variables una vez arrancada la faja transportadora.
- Estado 3: El cambio de las variables luego de activar un pullcord.



Tabla 2

Tabla de observación de variables según el estado.

Variables	Tipo	Dirección	Estado 1	Estado 2	Estado 3
Start	Bool	%I0.0			
Stop	Bool	%I0.1			
Pullcord_1	Bool	%I0.4			
Pullcord_2	Bool	%I0.5			
Pullcord_3	Bool	%I0.6			
Pullcord_4	Bool	%I0.7			
Motor_1	Bool	%Q0.0			
Motor_2	Bool	%Q0.1			
Alarma	Bool	%Q0.2			
Lampara	Bool	%Q0.3			
PullcordActivado	Bool	%M0.4			
Arranque	Bool	%M0.0			
M_arranque	Bool	%M0.1			
M_Parar	Bool	%M0.2			
Parar_proceso	Bool	%M0.3			

8. Observaciones

1. _____

2. _____

9. Conclusiones

1. _____

2. _____



Nombres y Apellidos:

Práctica 2: Red PROFIBUS DP

1. Introducción

El desarrollo de esta práctica tiene la finalidad de que el alumno aprenda a configurar y programar una red PROFIBUS DP Maestro – Esclavo en TIA Portal v16 mediante el uso de PLC Maestro CPU015PN SLIO y periférico esclavo Módulo IM053-1DP00 PROFIBUS DP IO-Slave con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00.

2. Objetivos

- Aprender el método de configuración de una red PROFIBUS DP con equipos YASKAWA VIPA mediante el uso del software TIA Portal v16.
- Utilizar la red PROFIBUS DP para programar una solución en TIA Portal v16 a una aplicación de automatización de un proceso de la industria minera.

3. Materiales y equipos

- Laptop o computadora del laboratorio.
- Módulo de automatización: CPU015PN SLIO, Módulo IM053-1DP00 PROFIBUS DP IO-Slave con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00.
- Tarjeta de memoria VSC PROFIBUS Máster.
- 01 Cable PROFIBUS DP
- 01 Cable de red con conector RJ45
- Cables de conexión tipo banano.

4. Problema por desarrollar

En la industria minera el uso de fajas transportadoras con tripper car es ampliamente usado, este equipo consta de una faja transportadora con 02 motores de accionamiento, y un carro tripper accionado por dos motores de traslación de ida



y dos motores de traslación de retorno, adicionalmente la faja transportadora tiene un sistema de seguridad por medio del uso de pullcords de activación en caso de emergencias.

Utilizando el módulo didáctico de automatización por redes de comunicación industrial de la UCSM y el software TIA Portal v16 se solicita realizar lo siguiente:

- Configurar una red PROFIBUS DP Maestro -Esclavo.
- Realizar el diagrama Ladder para realizar la automatización del sistema de traslación del tripper car tomando las siguientes consideraciones:
 - El tripper car debe trasladarse por 04 tolvas las cuales cuentan con un sensor de posición en cada tolva, el tripper car no deberá trasladarse más allá de la 1era y la 4ta tolva en ida o retorno.
 - Para el avance del tripper car se debe accionar los dos motores de traslación de ida mediante el uso de un pulsador de ida, considerar que el sensor de posición de tolva estará activo 5 segundos durante la traslación del tripper car.
 - Para el retroceso del tripper car se debe accionar los dos motores de traslación de retorno mediante el uso de un pulsador de retorno, considerar que el sensor de posición de tolva estará activo 5 segundos durante la traslación del tripper car.
 - El avance o retroceso del tripper car deberá de ser de tolva en tolva.
 - Durante el avance o retroceso del tripper car se deberá accionar una luz de emergencia.
 - Los sensores de posición serán simulados por pulsadores.

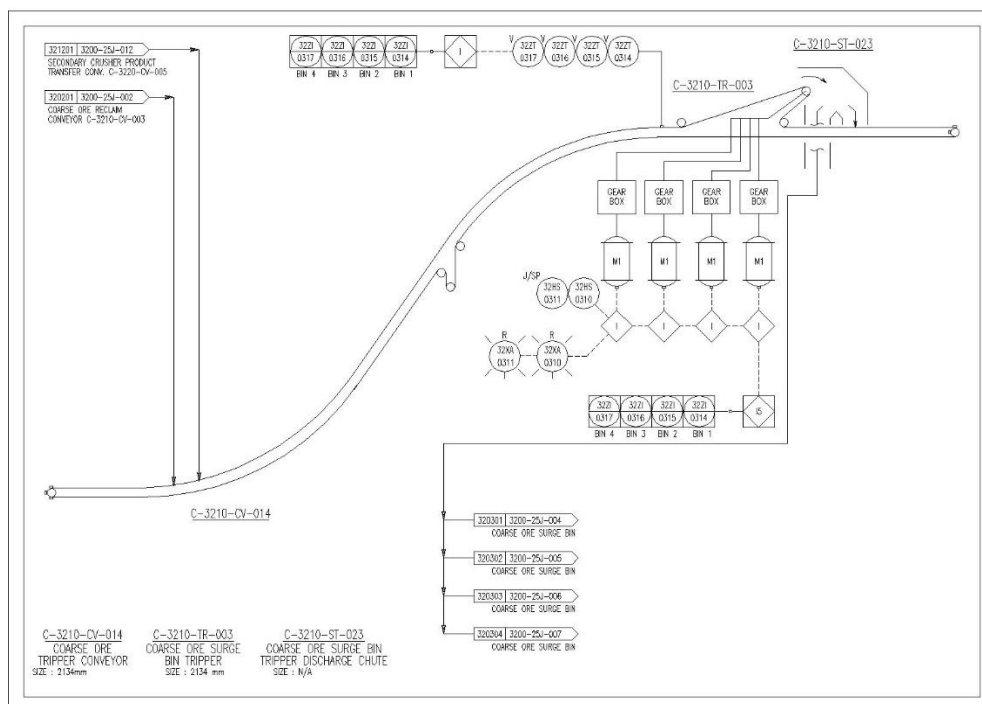


Figura 4. Diagrama P&ID de la faja transportadora con tripper car

5. Diagrama de conexiones

Conectar los equipos y caja de conexiones según lo indicado en las siguientes figuras:

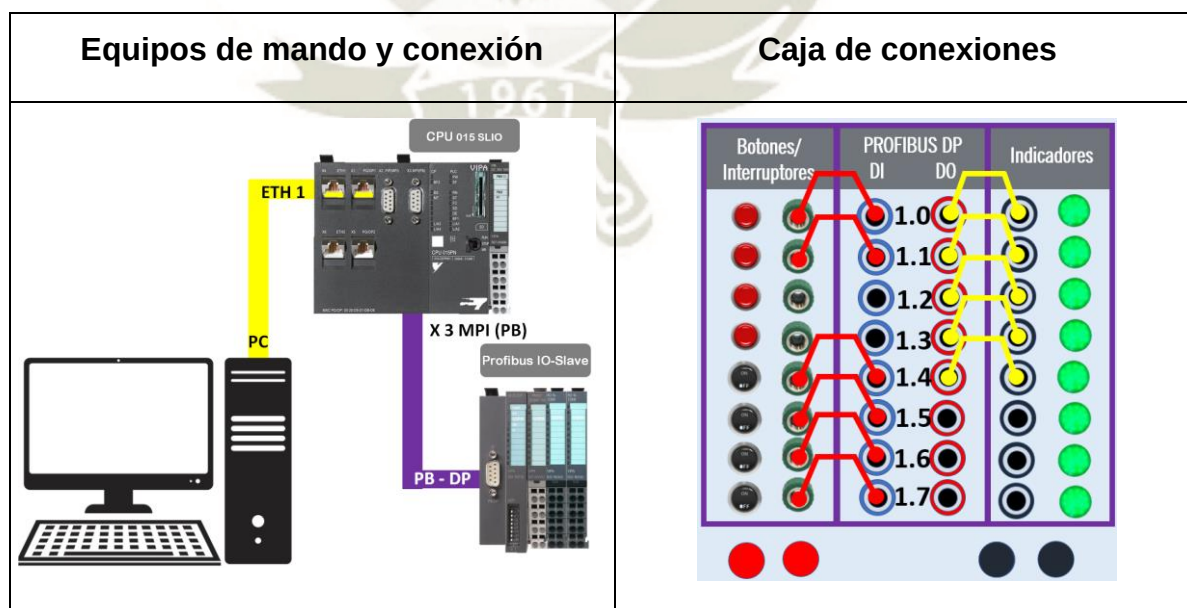


Figura 5. Conexión de CPU015PN SLIO, Módulo IM053-1PD00 PROFIBUS DP y caja de conexiones.



6. Variables por utilizar

Tabla 3

Tabla de Variables.

Variables	Tipo	Dirección
Pulsador_Ida	Bool	%I1.0
Pulsador_Retroceso	Bool	%I1.1
SensorTolva_1	Bool	%I1.4
SensorTolva_2	Bool	%I1.5
SensorTolva_3	Bool	%I1.6
SensorTolva_4	Bool	%I1.7
MotorAd_1	Bool	%Q1.0
MotorAd_2	Bool	%Q1.1
MotorRev_1	Bool	%Q1.2
MotorRev_2	Bool	%Q1.3
Luz_Indicadora	Bool	%Q1.4
M1_ida	Bool	%M1.0
M2_ida	Bool	%M1.1
M1_retroceso	Bool	%M1.2
M2_retroceso	Bool	%M1.3
M_Luzindicadora1	Bool	%M3.4
M_Luzindicadora2	Bool	%M3.5

7. Preguntas

a) Rellenar la tabla de observados el cambio de las variables según los siguientes estados:

- Estado 1: El cambio de las variables durante los 10 primeros segundos luego de presionar el botón Pulsador_Ida (%I1.0) = 1.
- Estado 2: El cambio de las variables una vez activado el SensorTolva_2 (%I1.5) = 1.
- Estado 3: El cambio de las variables durante los 10 primeros segundos luego de presionar el botón Pulsador_Retroceso (%I1.1) = 1.
- Estado 4: El cambio de las variables una vez activado el SensorTolva_1 (%I1.4) = 1.



Tabla 4

Tabla de observación de variables según el estado.

Variables	Tipo	Dirección	Estado 1	Estado 2	Estado 3	Estado 4
Pulsador_Ida	Bool	%I1.0				
Pulsador_Retroceso	Bool	%I1.1				
SensorTolva_1	Bool	%I1.4				
SensorTolva_2	Bool	%I1.5				
SensorTolva_3	Bool	%I1.6				
SensorTolva_4	Bool	%I1.7				
MotorAd_1	Bool	%Q1.0				
MotorAd_2	Bool	%Q1.1				
MotorRev_1	Bool	%Q1.2				
MotorRev_2	Bool	%Q1.3				
Luz_Indicadora	Bool	%Q1.4				
M1_ida	Bool	%M1.0				
M2_ida	Bool	%M1.1				
M1_retroceso	Bool	%M1.2				
M2_retroceso	Bool	%M1.3				
M_Luzindicadora1	Bool	%M3.4				
M_Luzindicadora2	Bool	%M3.5				

8. Observaciones

1. _____

2. _____

9. Conclusiones

1. _____

2. _____



Nombres y Apellidos:

Práctica 3: Red Modbus TCP

1. Introducción

El desarrollo de esta práctica tiene la finalidad de que el alumno aprenda a configurar y programar una red Modbus TCP Maestro – Esclavo en TIA Portal v16 mediante el uso de PLC Maestro CPU015PN SLIO y periférico esclavo Módulo IM053-1MT00 Modbus TCP IO-Slave con un módulo de entradas análogas 031-1BD40 y un módulo de salidas análogas 032-1BD40.

2. Objetivos

- Aprender el método de configuración de una red Modbus TCP con equipos YASKAWA VIPA mediante el uso del software TIA Portal v16.
- Utilizar la red Modbus TCP en una aplicación de automatización en la industria minera.

3. Materiales y equipos

- Laptop o computadora del laboratorio.
- Módulo de automatización: CPU015PN SLIO, Módulo IM053-1MT00 Modbus TCP IO-Slave con un módulo de entradas análogas 031-1BD40 y un módulo de salidas análogas 032-1BD40.
- 02 Cable de red con conector RJ45
- Cables de conexión tipo banano.

4. Problema por desarrollar

Con el uso de una red Modbus TCP realizar el monitoreo de temperaturas de poleas y el sistema de supresión de polvo de una faja transportadora.

Utilizando el módulo didáctico de automatización por redes de comunicación industrial de la UCSM y el software TIA Portal v16 se solicita realizar lo siguiente:

- Configurar una red Modbus TCP Maestro - Esclavo.



- Realizar el diagrama Ladder para realizar la automatización del sistema de monitoreo de temperatura de poleas y sistema de supresión de polvo de una faja transportadora tomando las siguientes consideraciones:
 - El monitoreo de las temperaturas será a través de sensores PT 100 ubicados en las chumaceras de las poleas de cabeza y cola de la faja transportadora.
 - Los sensores trabajan en un rango de 0(4) – 20 mA.
 - El rango de temperatura es de 0 – 150 °C, siendo 70 – 80 °C temperatura optima de trabajo, de 81 a 90 °C alerta y de 91 – 100 °C alarma.
 - El sistema de supresión de polvo es una línea de aspersión de agua que se encuentran cercana a la polea de cabeza y cola de la faja transportadora, esta comandado por dos válvulas proporcionales de apertura de 0% a 100%, la apertura de estas es comandada por el operador de campo.
 - Las válvulas proporcionales trabajan en un rango de 0(4) – 20 mA.

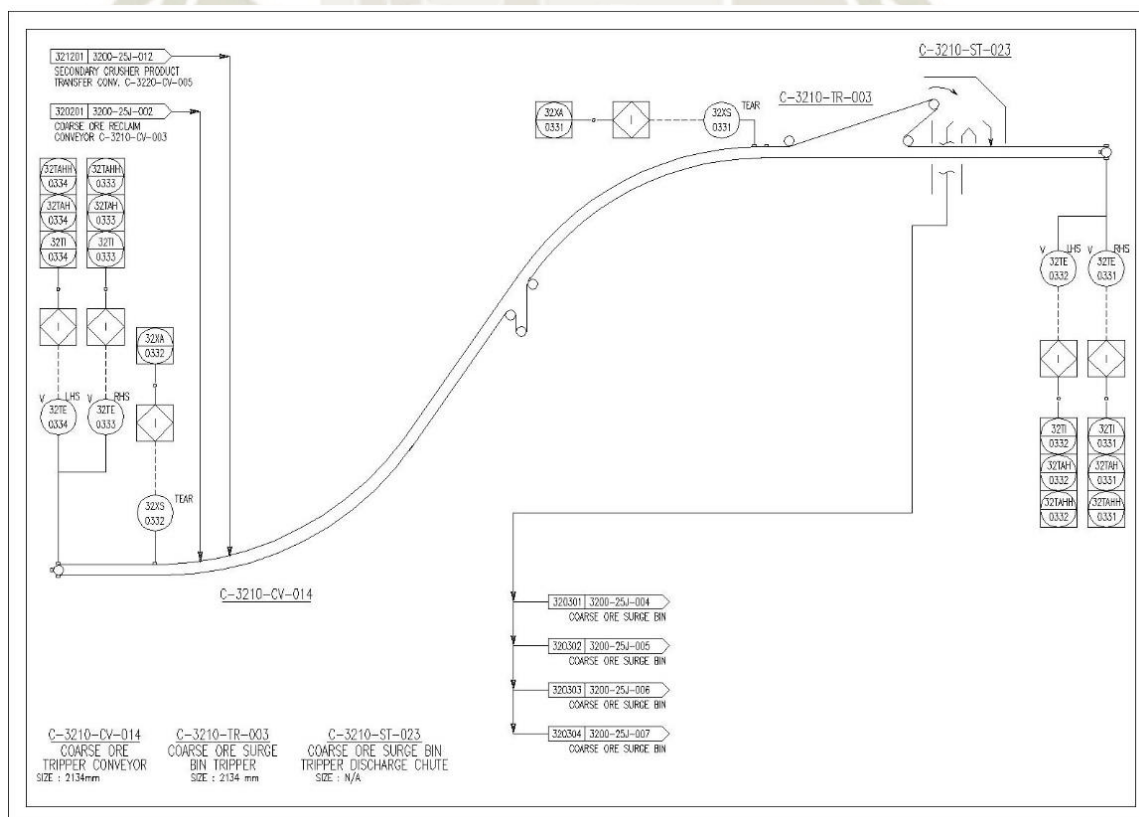


Figura 6. Diagrama P&ID de la faja transportadora con tripper car

5. Diagrama de conexiones

Conectar los equipos y caja de conexiones según lo indicado en las siguientes figuras:

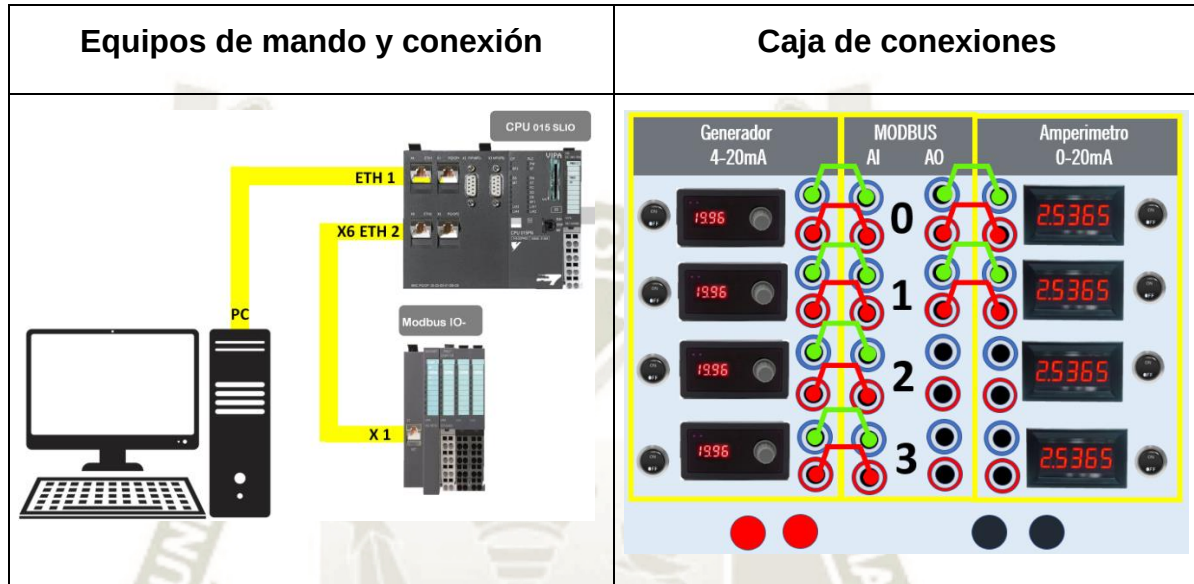


Figura 7. Conexión de CPU015PN SLIO, Módulo IM053-1MT00 Modbus TCP y caja de conexiones.

6. Normalizar y Desnormalizar una señal

Cuando se trabajan con sensores o actuadores analógicas, es necesario adaptar la señal (entrada o salida) de tensión o corriente a una escala determinada y viceversa que nos permita medir una variable del proceso.

- Normalización: Los módulos de entrada analógica reciben señales de tensión o corriente (el módulo de automatización cuenta con módulos de entrada analógica de 0(4) - 20 mA), este módulo convierte este valor de corriente a un valor numérico, este valor es el que tenemos que normalizarlo a una escala de nuestra variable a medir, por ejemplo, volumen de un tanque, temperatura, distancia, etc.

$$y = \frac{(y_1 - y_0)}{(x_1 - x_0)} \times (x - x_0) + y_0$$



- Desnormalización: Es la acción inversa al proceso anterior, ingresamos un valor que está dentro de una escala y esta es convertida en valor numérico el cual es convertido por el módulo de salidas analógicas a señal de tipo corriente o tensión.

$$x = \frac{(x_1 - x_0)}{(y_1 - y_0)} \times (y - y_0) + x_0$$

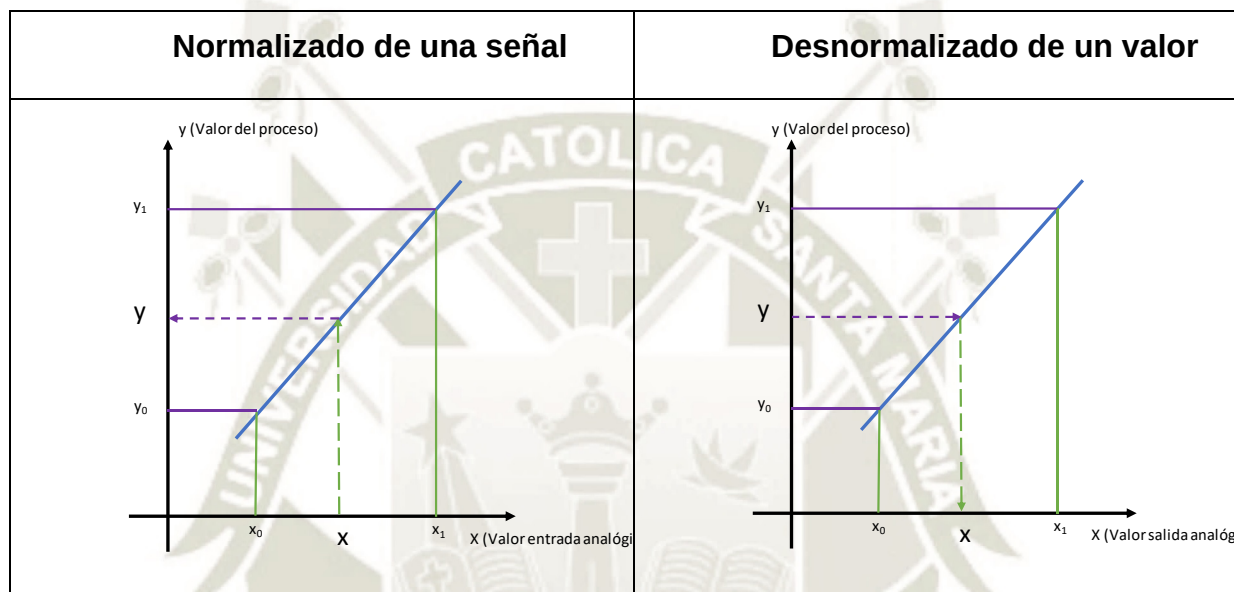


Figura 8. Normalizado de una señal y Desnormalizado de un valor

Tabla 5

Tabla de rangos de corriente y valor decimal del módulo de analógico

Meas. range (funct. no.)	Current (I)	Decimal (D)	Hex	Range	Formulas
0 ... 20mA Siemens S7 format (31h)	23.52mA	32511	7EFFh	overrange	$D = 27648 \cdot \frac{I}{20}$ $I = D \cdot \frac{20}{27648}$
	20mA	27648	6C00h	nominal range	
	10mA	13824	3600h		
	0mA	0	0000h		
	-3.52mA	-4864	ED00h	underrange	
4 ... 20mA Siemens S7 format (30h)	22.81mA	32511	7EFFh	overrange	$D = 27648 \cdot \frac{I-4}{16}$ $I = D \cdot \frac{16}{27648} + 4$
	20mA	27648	6C00h	nominal range	
	12mA	13824	3600h		
	4mA	0	0000h		
	1.19mA	-4864	ED00h	underrange	



7. Preguntas

- a) Rellenar las tablas con los datos calculados manualmente y mediante programación en TIA Portal v16.

Tabla 6

Tabla de observación de los sensores de temperatura.

Variables	Dirección	I (mA)	Valor Calculado Manual (DEC)	Valor Normalizado Calculado Manual °C	Valor Observado TIA Portal (DEC)	Valor Normalizado TIA Portal °C
Sensor 1	%MW200	5				
Sensor 2	%MW202	10				
Sensor 3	%MW204	15				
Sensor 4	%MW206	20				

Tabla 7

Tabla de observación de los supresores de polvo.

Variables	Dirección	Valor ingresado %	Valor Calculado Manual (DEC)	Valor I (mA) Calculado Manual	Valor Calculado TIA Portal (DEC)	Valor Amperímetro Digital (mA)
SupresorPolvo 1	%MD1 / %DB2.DBW0	40				
SupresorPolvo 2	%MD8 / %DB2.DBW2	80				

8. Observaciones

- _____
- _____

9. Conclusiones

- _____
- _____



Nombres y Apellidos:

Práctica 4: Integración de redes PROFINET y PROFIBUS DP

1. Introducción

El desarrollo de esta práctica tiene la finalidad de que el alumno aprenda a configurar, programar e integrar una red PROFINET Maestro - Esclavo y una red PROFIBUS DP Maestro – Esclavo en TIA Portal v16, mediante el uso de PLC Maestro CPU015PN SLIO, un periférico esclavo Módulo IM053-1PN00 PROFINET IO-Slave con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00; y un periférico esclavo Módulo IM 053-1DP00 PROFIBUS DP IO-Slave, con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00.

2. Objetivos

- Aprender el método de configuración e integración de una red PROFINET y una red PROFIBUS DP con equipos YASKAWA VIPA mediante el uso del software TIA Portal v16.
- Utilizar las redes PROFINET y PROFIBUS DP en una aplicación de automatización en la industria minera.

3. Materiales y equipos

- Laptop o computadora del laboratorio.
- Módulo de automatización: CPU015PN SLIO, Módulo IM053-1PN00 PROFINET IO-Slave con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00; y un periférico esclavo Módulo IM 053-1DP00 PROFIBUS DP IO-Slave, con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00.
- Tarjeta de memoria VSC PROFIBUS Máster.
- 01 Cable PROFINET 6XV1850-2GH20.
- 01 Cable PROFIBUS DP.



- 01 Cable de red con conector RJ45.
- Cables de conexión tipo banano.

4. Problema por desarrollar

En la industria minera el uso de fajas transportadoras con tripper car es ampliamente usado, este equipo consta de una faja transportadora con 02 motores de accionamiento, y un carro tripper accionado por dos motores de traslación de ida y dos motores de traslación de retorno, adicionalmente la faja transportadora tiene un sistema de seguridad por medio del uso de pullcords de activación en caso de emergencias.

Utilizando el módulo didáctico de automatización por redes de comunicación industrial de la UCSM y el software TIA Portal V16 se solicita realizar lo siguiente:

- Configurar una red PROFINET Maestro – Esclavo y una red PROFIBUS DP Maestro -Esclavo.
- Desarrollar el diagrama Ladder para integrar la automatización del sistema de arranque/detención desarrollado en la Práctica 1 con la red PROFINET y el sistema de traslación del tripper car desarrollado en la Práctica 2 con la red PROFIBUS DP, integrar el sistema de desalineamiento de la faja con las señales sobrantes de ambas redes. Tomando las siguientes consideraciones:
 - El sistema de desalineamiento está conformado por 4 sensores de desalineamiento, 02 señales deben ser usadas en la red PROFINET y 02 señales en la red PROFIBUS DP.
 - Cuando las señales de desalineamiento se activan por más de 5 segundos debe emitirse una señal de alarma y si se activa por más de 10 segundos la faja y el tripper car deben detenerse inmediatamente.
 - Cuando cualquiera de los pullcord se active, la faja y el tripper car deberán de detenerse inmediatamente.
 - Cuando la botonera de detención de la faja se active, deberá de emitir una señal luminosa y auditiva por 10 segundos para luego detener la faja y el



tripper car en la posición que se encuentren.

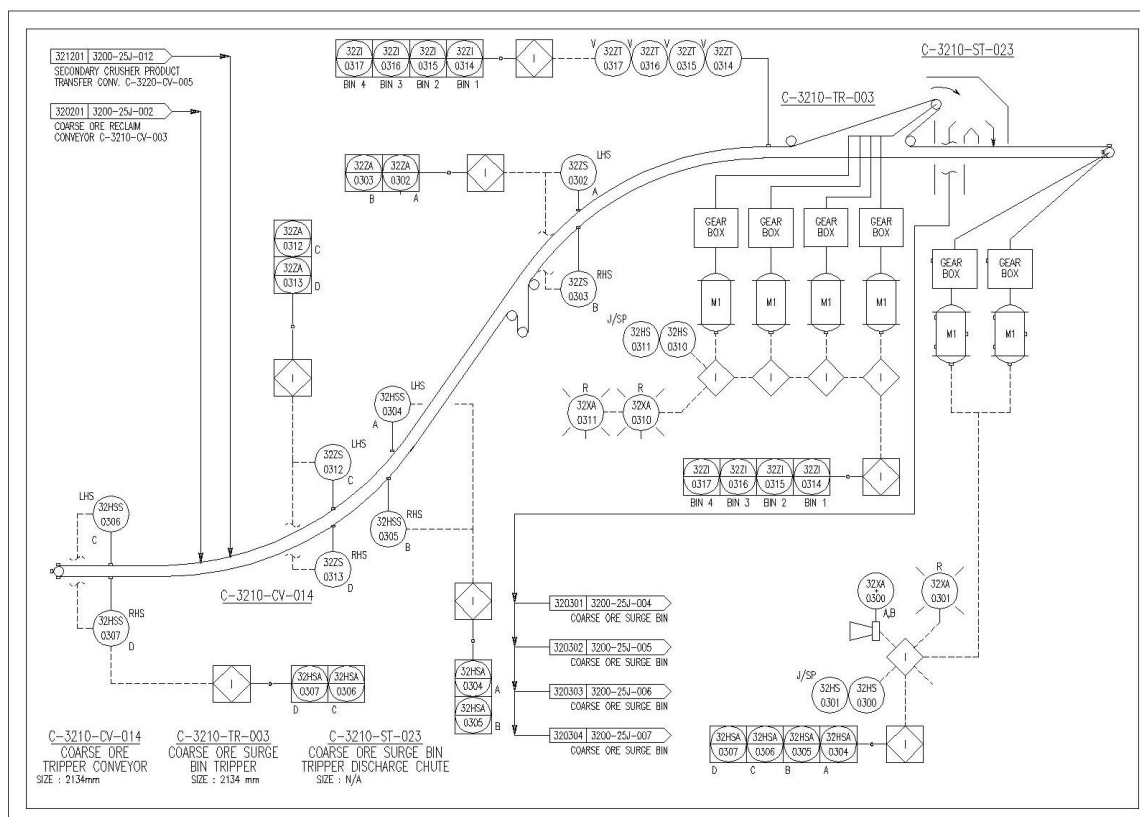


Figura 9. Diagrama P&ID de la faja transportadora con tripper car.

5. Diagrama de conexiones

Conectar los equipos y caja de conexiones según lo indicado en las siguientes figuras:

Equipos de mando y conexión

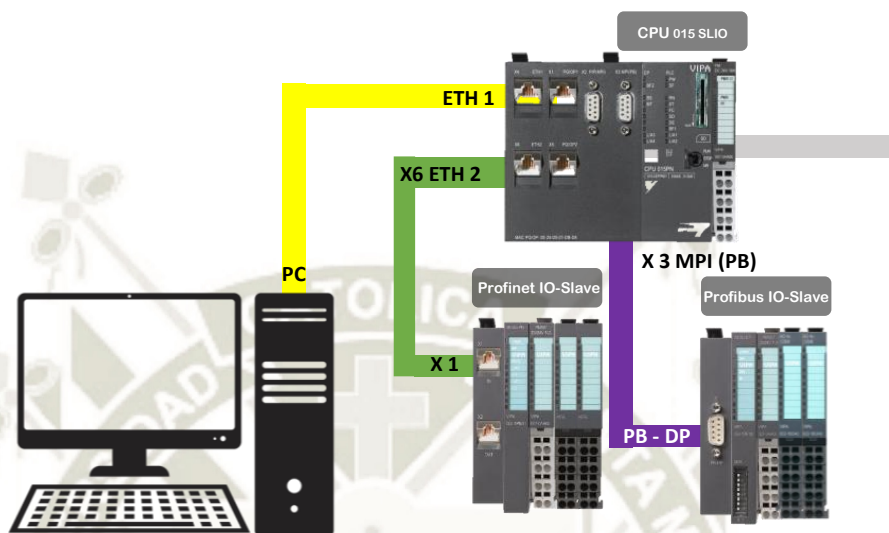


Figura 10. Conexión de CPU015PN SLIO, Módulo IM053-1PN00 PROFINET y Módulo IM 053-1DP00 PROFIBUS DP

Caja de conexiones

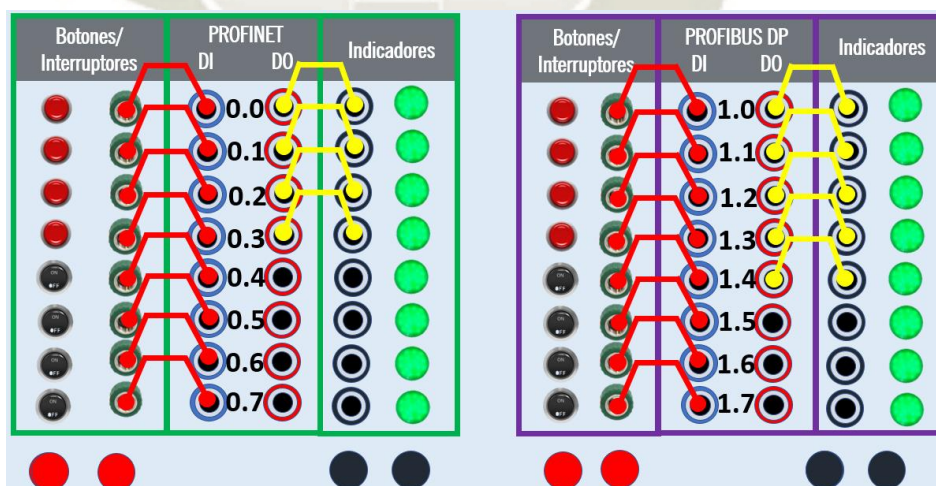


Figura 11. Caja de conexiones



6. Variables por utilizar

Tabla 8

Tabla de Variables.

Variables PROFINET	Tipo	Dirección	Variables PROFIBUS DP	Tipo	Dirección
Start	Bool	%I0.0	Pulsador_Ida	Bool	%I1.0
Stop	Bool	%I0.1	Pulsador_Retroceso	Bool	%I1.1
SensorDesalineamiento_1	Bool	%I0.2	SensorDesalineamiento_3	Bool	%I1.2
SensorDesalineamiento_2	Bool	%I0.3	SensorDesalineamiento_4	Bool	%I1.3
Pullcord_1	Bool	%I0.4	SensorTolva_1	Bool	%I1.4
Pullcord_2	Bool	%I0.5	SensorTolva_2	Bool	%I1.5
Pullcord_3	Bool	%I0.6	SensorTolva_3	Bool	%I1.6
Pullcord_4	Bool	%I0.7	SensorTolva_4	Bool	%I1.7
Motor_1	Bool	%Q0.0	MotorAd_1	Bool	%Q1.0
Motor_2	Bool	%Q0.1	MotorAd_2	Bool	%Q1.1
Alarma	Bool	%Q0.2	MorotRev_1	Bool	%Q1.2
Lampara	Bool	%Q0.3	MotorRev_2	Bool	%Q1.3
			Luz_Indicadora	Bool	%Q1.4

7. Preguntas

a) Rellenar la tabla de observados el cambio de las variables según los siguientes estados:

- Estado 1: El cambio de las variables después de los 10 primeros segundos luego de presionar el botón pulsador Start (%I0.0) = 1.
- Estado 2: El cambio de las variables una vez activado el sensor de desalineamiento 3 por 4 s.
- Estado 3: El cambio de las variables una vez activado el sensor de desalineamiento 1 por 8 s.
- Estado 4: El cambio de las variables después de los 10 primeros segundos luego de presionar el pulsador Stop (%I0.1) = 1.



Tabla 9

Tabla de observación de variables según el estado.

Variables	Tipo	Dirección	Estado 1	Estado 2	Estado 3	Estado 4
Start	Bool	%I0.0				
Stop	Bool	%I0.1				
SensorDesalineamiento_1	Bool	%I0.2				
SensorDesalineamiento_2	Bool	%I0.3				
Pullcord_1	Bool	%I0.4				
Pullcord_2	Bool	%I0.5				
Pullcord_3	Bool	%I0.6				
Pullcord_4	Bool	%I0.7				
Pulsador_Ida	Bool	%I1.0				
Pulsador_Retroceso	Bool	%I1.1				
SensorDesalineamiento_3	Bool	%I1.2				
SensorDesalineamiento_4	Bool	%I1.3				
SensorTolva_1	Bool	%I1.4				
SensorTolva_2	Bool	%I1.5				
SensorTolva_3	Bool	%I1.6				
SensorTolva_4	Bool	%I1.7				
Motor_1	Bool	%Q0.0				
Motor_2	Bool	%Q0.1				
Alarma	Bool	%Q0.2				
Lampara	Bool	%Q0.3				
MotorAd_1	Bool	%Q1.0				
MotorAd_2	Bool	%Q1.1				
MotorRev_1	Bool	%Q1.2				
MotorRev_2	Bool	%Q1.3				
Luz_Indicadora	Bool	%Q1.4				

b) Describir el cambio de las variables luego de activarse cualquier sensor de desalineamiento por 11 segundos:



8. Observaciones

1. _____

 2. _____

9. Conclusiones

1. _____

 2. _____



Nombres y Apellidos:

Práctica 5: Integración de redes PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP

1. Introducción

El desarrollo de esta práctica tiene la finalidad de que el alumno aprenda a configurar, programar e integrar una red PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP Maestro – Esclavo mediante el uso de PLC Maestro CPU015PN SLIO, un periférico esclavo Módulo IM053-1PN00 PROFINET IO-Slave con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00; y un periférico esclavo Módulo IM 053-1DP00 PROFIBUS DP IO-Slave, con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00 y un periférico esclavo Módulo 053-1MT00 Modbus TCP IO-Slave con un módulo de entradas análogas 031-1BD40 y un módulo de salidas análogas 032-1BD40.

2. Objetivos

- Aprender el método de configuración e integración de las redes PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP con equipos YASKAWA VIPA mediante el uso del software TIA Portal v16.
- Utilizar las redes integradas PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP en una aplicación de automatización en la industria minera.

3. Materiales y equipos

- Laptop o computadora del laboratorio.
- Módulo de automatización: CPU015PN SLIO, Módulo IM053-1PN00 PROFINET IO-Slave con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00; un periférico esclavo Módulo IM 053-1DP00 PROFIBUS DP IO-Slave, con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00; y Módulo 053-1MT00 Modbus TCP IO-Slave con un módulo de entradas análogas 031-1BD40 y un módulo de salidas análogas 032-1BD40.

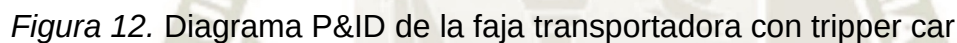


- Tarjeta de memoria VSC PROFIBUS Máster.
- 01 Cable PROFINET 6XV1850-2GH20.
- 02 Cable de red con conector RJ45.
- 01 Cable PROFIBUS DP.
- Cables de conexión tipo banano.

4. Problema por desarrollar

Integrar las Redes PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP de las Prácticas 3 y 4, para desarrollar la automatización de una faja transportadora con tripper car para la distribución de mineral en distintas tolvas, utilizando el módulo didáctico de automatización por redes de comunicación industrial de la UCSM y el software TIA Portal V16, se solicita realizar lo siguiente:

- Configurar una red PROFINET Maestro – Esclavo, una red PROFIBUS DP Maestro –Esclavo y una red Modbus TCP Maestro - Esclavo.
- Desarrollar el diagrama Ladder para integrar la automatización del sistema de arranque/detención con la red PROFINET y el sistema de traslación del tripper car con la red PROFIBUS DP desarrollado en la Práctica 4 e integrar el sistema de monitoreo de temperatura y supresión de polvo desarrollado en la Práctica 3. Tomando las siguientes consideraciones:
 - Cuando los datos de los sensores de temperatura de las poleas de cabeza y cola de la faja transportadora sean mayores a 100 °C, la faja transportadora debe detenerse.
 - Cuando el tripper car se esté desplazando hacia adelante o en reversa, se debe incrementar el flujo de agua del sistema de supresión de polvo al 100%.



Conectar los equipos y caja de conexiones según lo indicado en las siguientes figuras:

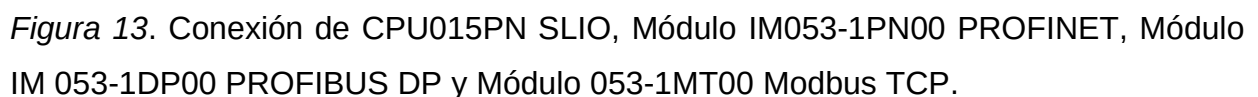




Figura 14. Caja de conexiones

6. Variables por utilizar

Tabla 10

Tabla de Variables.

Variables PROFINET	Tipo	Dirección	Variables PROFIBUS DP	Tipo	Dirección
Start	Bool	%I0.0	Pulsador_Ida	Bool	%I1.0
Stop	Bool	%I0.1	Pulsador_Retroceso	Bool	%I1.1
SensorDesalineamiento_1	Bool	%I0.2	SensorDesalineamiento_3	Bool	%I1.2
SensorDesalineamiento_2	Bool	%I0.3	SensorDesalineamiento_4	Bool	%I1.3
Pullcord_1	Bool	%I0.4	SensorTolva_1	Bool	%I1.4
Pullcord_2	Bool	%I0.5	SensorTolva_2	Bool	%I1.5
Pullcord_3	Bool	%I0.6	SensorTolva_3	Bool	%I1.6
Pullcord_4	Bool	%I0.7	SensorTolva_4	Bool	%I1.7
Motor_1	Bool	%Q0.0	MotorAd_1	Bool	%Q1.0
Motor_2	Bool	%Q0.1	MotorAd_2	Bool	%Q1.1
Alarma	Bool	%Q0.2	MorotRev_1	Bool	%Q1.2
Lampara	Bool	%Q0.3	MotorRev_2	Bool	%Q1.3
			Luz_Indicadora	Bool	%Q1.4

7. Preguntas

- a) Presionar el pulsador Start (%I0.0) y rellenar la tabla de observados el cambio de las variables según los siguientes estados:



- Estado 1: Rellenar la siguiente tabla de observados teniendo en cuenta los valores forzados ingresados para las variables correspondientes a los supresores de polvo.

Tabla 11

Tabla de observación de los supresores de polvo.

Variables	Dirección	Valor ingresado %	Valor Calculado Manual (DEC)	Valor I (mA) Calculado Manual	Valor Calculado TIA Portal (DEC)	Valor Amperímetro Digital (mA)
SupresorPolvo 1	%MD1 / %DB2.DBW0	60				
SupresorPolvo 2	%MD8 / %DB2.DBW2	90				

- Estado 2: Rellenar la siguiente tabla de observados luego de presionar el pulsador de avance del tripper car.

Tabla 12

Tabla de observación de los supresores de polvo y tripper car.

Variables	Dirección	Valor de Variable	Valor Calculado Manual (DEC)	Valor I (mA) Calculado Manual	Valor Calculado TIA Portal (DEC)	Valor Amperímetro Digital (mA)
SupresorPolvo 1	%MD1 / %DB2.DBW0					
SupresorPolvo 2	%MD8 / %DB2.DBW2					
Pulsador_Ida	%I1.0					
Pulsador_Retroce	%I1.1					
MotorAd_1	%Q1.0					
MotorAd_2	%Q1.1					
MotorRev_1	%Q1.2					
MotorRev_2	%Q1.3					
Luz_Indicadora	%Q1.4					

- b) Describir el cambio de las variables luego de simular el sensor de temperatura 2 a 102 °C.



8. Observaciones

1. _____

2. _____

9. Conclusiones

1. _____

2. _____



Nombres y Apellidos:

Práctica 6: Integración de SCADA a redes PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP

1. Introducción

El desarrollo de esta práctica tiene la finalidad de que el alumno aprenda a diseñar y configurar un sistema SCADA mediante el uso del software Movicon v11.6 y un SmartPanel TP307-SM VIPA, utilizando una red PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP Maestro – Esclavo mediante el uso de PLC Maestro CPU015PN SLIO, un periférico esclavo Módulo IM053-1PN00 PROFINET IO-Slave con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00; y un periférico esclavo Módulo IM 053-1DP00 PROFIBUS DP IO-Slave, con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00 y un periférico esclavo Módulo 053-1MT00 Modbus TCP IO-Slave con un módulo de entradas análogas 031-1BD40 y un módulo de salidas análogas 032-1BD40.

2. Objetivos

- Aprender a configuración y diseñar un sistema SCADA integrando con el software Movicon v11.6 utilizando las redes integradas PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP con equipos YASKAWA VIPA.
- Utilizar el sistema SCADA y las redes integradas PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP en una aplicación de automatización en la industria minera.

3. Materiales y equipos

- Laptop o computadora del laboratorio.
- Módulo de automatización: CPU015PN SLIO, SmartPanel TP307-SM VIPA, IIOT FLEXY 205, Módulo IM053-1PN00 PROFINET IO-Slave con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00; un periférico esclavo Módulo IM 053-1DP00 PROFIBUS DP IO-Slave, con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00; y Módulo



053-1MT00 Modbus TCP IO-Slave con un módulo de entradas análogas 031-1BD40 y un módulo de salidas análogas 032-1BD40.

- Tarjeta de memoria VSC PROFIBUS Máster.
- 01 Cable PROFINET 6XV1850-2GH20.
- 05 Cable de red con conector RJ45.
- 01 Cable PROFIBUS DP.
- Cables de conexión tipo banano.

4. Problema por desarrollar

Desarrollar el sistema SCADA utilizando las redes integradas de las redes PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP de la Prácticas 5, utilizando el módulo didáctico de automatización por redes de comunicación industrial de la UCSM y el software Movicon v11.6 se solicita realizar lo siguiente:

- Configurar el SMARTPANEL TP307-SM en el software Movicon v11.6 y crear un sistema SCADA acorde al proceso indicado en la Práctica 5, tomando las siguientes consideraciones:
 - Se deberá controlar desde el SCADA todos los sistemas de la faja y tripper car indicados en el laboratorio 5.
 - Considerar el encendido y apagado de los motores de la faja transportadora, y la traslación adelante y hacia atrás del tripper car se pueda realizar mediante el Smart Panel, realizar las modificaciones necesarias en el Ladder mediante el TIA Portal v16.

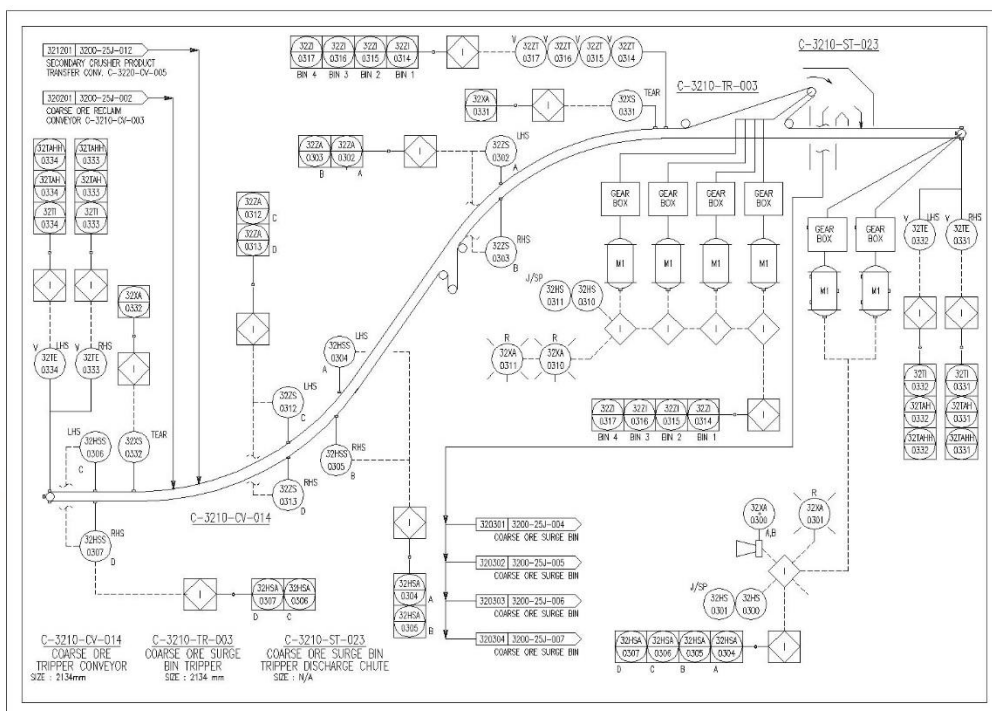


Figura 15. Diagrama P&ID de la faja transportadora con tripper car.

5. Diagrama de conexiones

Conectar los equipos y caja de conexiones según lo indicado en las siguientes figuras:

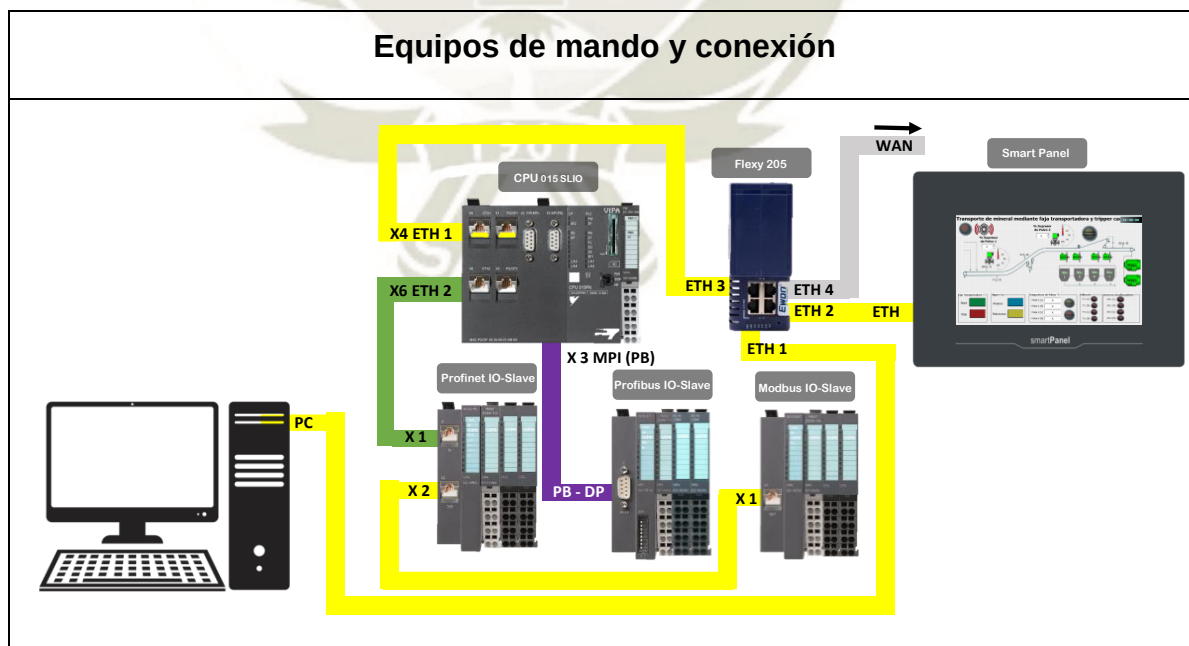


Figura 16. Conexión de los equipos.

Caja de conexiones

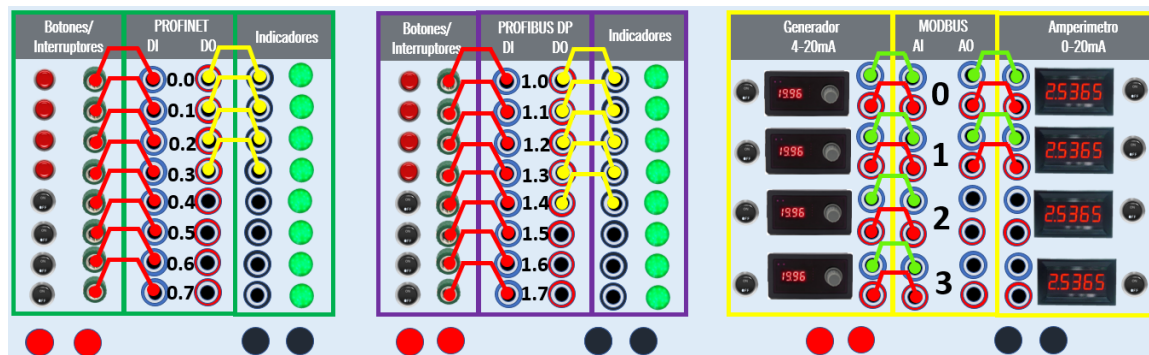


Figura 17. Caja de conexiones

6. Sistemas SCADA

La palabra SCADA es el acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition (Supervisión Control y Adquisición de Datos), se trata de una aplicación de software, especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos, autómatas programables, etc.) y controlando el proceso de forma automática desde una computadora. Además, envía la información generada en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como hacia otros supervisores dentro de la empresa, es decir, que permite la participación de otras áreas como, por ejemplo: control de calidad, supervisión, mantenimiento, etc.

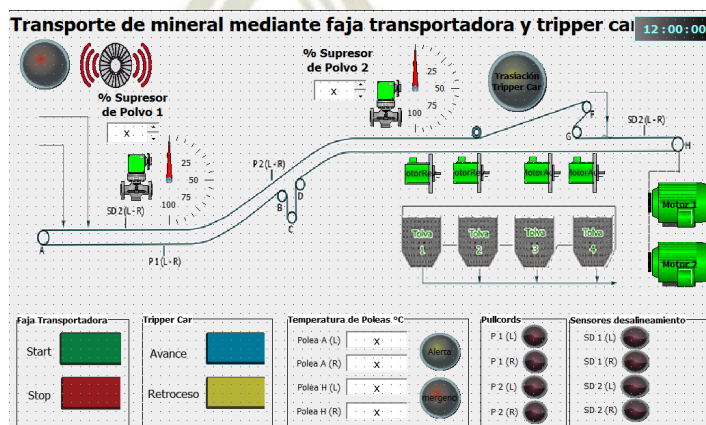


Figura 18. Ejemplo pantalla SCADA



7. Preguntas

a) Nombre cinco características de los sistemas SCADA

b) Defina los siguientes términos:

- PLC:

- SCADA:

- Supervisión:



8. Observaciones

1. _____

2. _____

9. Conclusiones

1. _____

2. _____



Nombres y Apellidos:

Práctica 7: Teleservicio y Monitoreo de datos de planta mediante internet (VPN)

1. Introducción

El desarrollo de esta práctica tiene la finalidad de que el alumno aprenda a configurar un acceso remoto VPN utilizando un router IIOT FLEXY 205, un SMARTPANEL TP307-SM VIPA integrado a una red PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP Maestro – Esclavo mediante el uso de PLC Maestro CPU015PN SLIO, un periférico esclavo Módulo IM053-1PN00 PROFINET IO-Slave con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00; y un periférico esclavo Módulo IM 053-1DP00 PROFIBUS DP IO-Slave, con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00 y un periférico esclavo Módulo 053-1MT00 Modbus TCP IO-Slave con un módulo de entradas análogas 031-1BD40 y un módulo de salidas análogas 032-1BD40.

2. Objetivos

- Aprender a configurar un acceso remoto VPN utilizando un router IIOT Flexy 205 para el monitoreo y recopilación de datos de las redes integradas PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP con equipos YASKAWA VIPA.
- Utilizar el acceso remoto VPN y las redes integradas PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP en una aplicación de automatización en la industria minera.
- Utilizar el acceso remoto VPN para realizar teleservicio y manejo remoto de datos a vía internet y smartphone.

3. Materiales y equipos

- Laptop o computadora del laboratorio.
- Módulo de automatización: CPU015PN SLIO, IIOT FLEXY 205, SmartPanel TP307-SM VIPA, Módulo IM053-1PN00 PROFINET IO-Slave con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00; un periférico



esclavo Módulo IM 053-1DP00 PROFIBUS DP IO-Slave, con un módulo de entrada digital 021-1BF00 y un módulo de salida digital 022-1BF00; y Módulo 053-1MT00 Modbus TCP IO-Slave con un módulo de entradas análogas 031-1BD40 y un módulo de salidas análogas 032-1BD40.

- Tarjeta de memoria VSC PROFIBUS Máster.
- 01 Cable PROFINET 6XV1850-2GH20.
- 05 Cable de red con conector RJ45.
- 01 Cable PROFIBUS DP.
- Cables de conexión tipo banano.
- Acceso a internet para la computadora y un punto de red para el router Flexy 205.

4. Problema por desarrollar

Configurar el acceso remoto VPN del router IIOT FLEXY 205 e integrarlo con el sistema SCADA y las redes PROFINET, PROFIBUS DP y Modbus TCP de la Prácticas 6, utilizando el módulo didáctico de automatización por redes de comunicación industrial de la UCSM se solicita realizar lo siguiente:

- Configurar el router IIOT FLEXY 205 con ayuda de los softwares eBuddy y eCatcher.
- Configurar el PLC y SMARTPANEL en eCatcher.
- Configurar el router IIOT FLEXY 205, tomando las siguientes consideraciones:
 - Tomar datos del proceso a monitorear: estado de los motores de la faja transportadora y temperaturas de poleas (cabeza y cola).
 - Configurar los siguientes KPI: estado de la faja, tiempo de operación por día, número de arranques de la faja por día, temperatura mayor de poleas cabeza y cola.

- [illegible]

Conectar los equipos y caja de conexiones según lo indicado en las siguientes figuras:

Equipos de mando y conexión

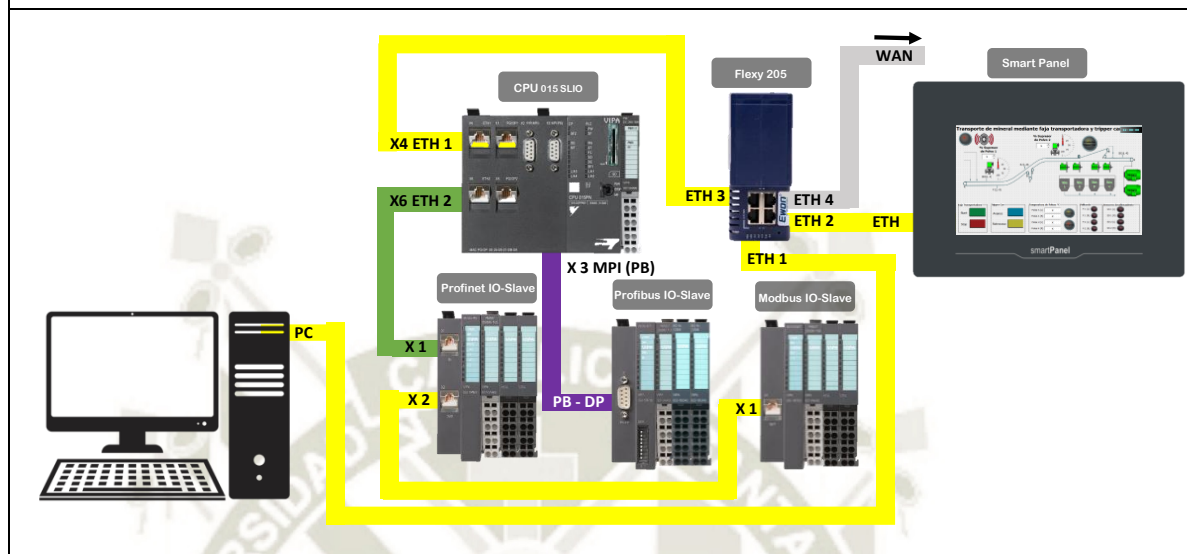


Figura 20. Conexión de los equipos.

Caja de conexiones

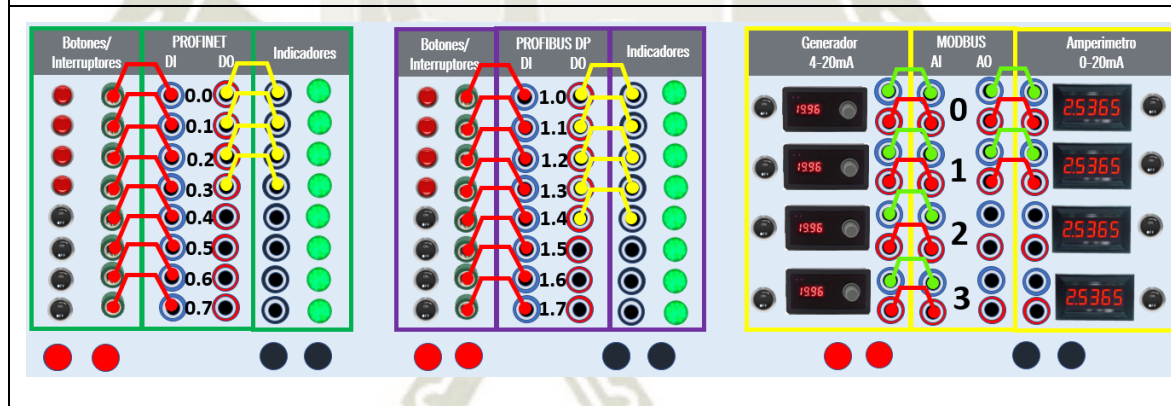


Figura 21. Caja de conexiones.

6. Router Flexy 205

Es un router VPN (Virtual Private Network) modular que nos permite tener acceso remoto a través de internet a equipos de la red industrial.

Este equipo nos permite implementar las siguientes tareas:

- Teleservicio (Acceso remoto): Permite realizar reprogramaciones de PLC, HMI y corrección de errores a través del servicio de la nube Talk2M (internet)



- b) Monitoreo remoto de datos: Permite acceder hasta 2500 datos del proceso o máquina y almacenarlos en su memoria interna (Función Datalogger) hasta un millón de datos. También permite configurar alarmas y eventos de alerta para luego ser enviados por e-mail y/o mensajes SMS.
- c) Enlace de descarga manual programación Basic ID para IIOT Flexy 205:
<https://developer.ewon.biz/content/basic-1>

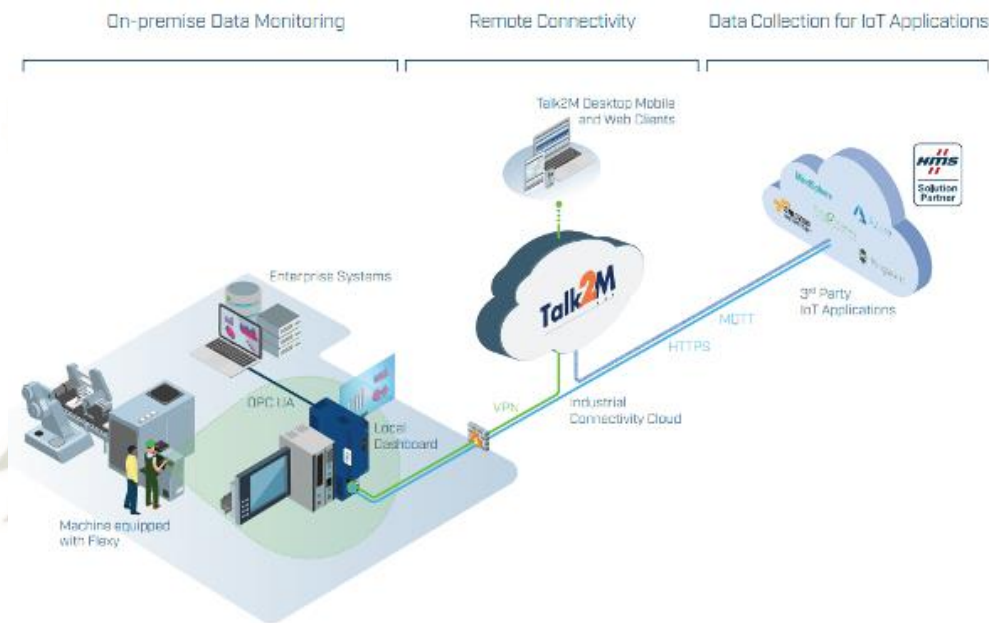


Figura 22. IIoT Puerta de enlace con conectividad VPN

7. Preguntas

- a) Escribir el script en Basic IDE que permita calcular el tiempo en minutos de encendido de la faja transportadora

- [illegible]

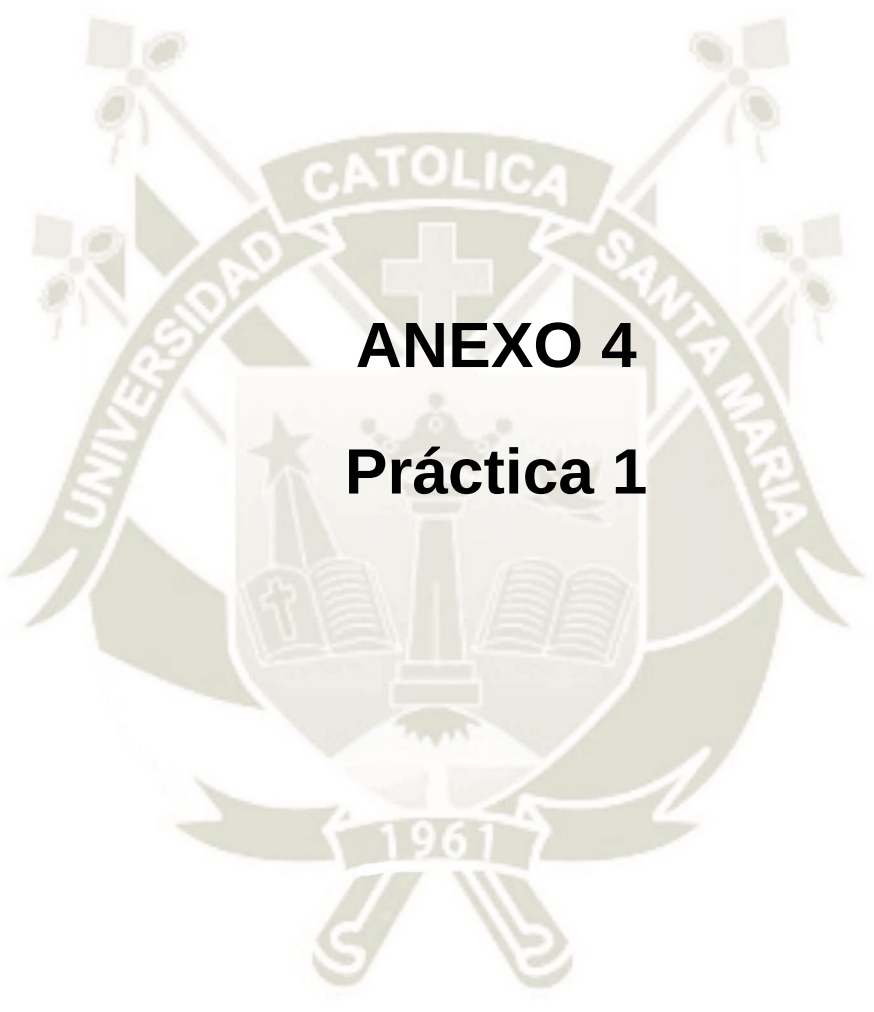
1. _____

2. _____

1.

2.

3.



ANEXO 4

Práctica 1

Totally Integrated Automation Portal									
Práctica1_Profinet_R / Maestro_Profinet [CPU 315-2 PN/DP] / Variables PLC									
Tabla de variables estándar [15]									
Variables PLC									
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Accesible desde HMI/O PC UA/W eb API	Escribible desde HMI/O PC UA/W eb API	Visible en HMI Engineering	Supervisión	Comentario
	Start	Bool	%I0.0		True	True	True		
	Stop	Bool	%I0.1		True	True	True		
	Pullcord_1	Bool	%I0.4		True	True	True		
	Pullcord_2	Bool	%I0.5		True	True	True		
	Pullcord_3	Bool	%I0.6		True	True	True		
	Pullcord_4	Bool	%I0.7		True	True	True		
	Motor_1	Bool	%Q0.0		True	True	True		
	Motor_2	Bool	%Q0.1		True	True	True		
	Alarma	Bool	%Q0.2		True	True	True		
	Lampara	Bool	%Q0.3		True	True	True		
	PullcordActivado	Bool	%M0.4		True	True	True		
	Arranque	Bool	%M0.0		True	True	True		
	M_arranque	Bool	%M0.1		True	True	True		
	M_Parar	Bool	%M0.2		True	True	True		
	Parar_proceso	Bool	%M0.3		True	True	True		

Totally Integrated Automation Portal		
---	--	--

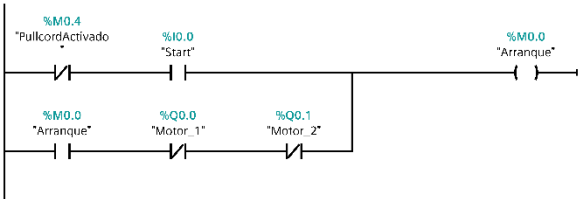
Práctica1_Profinet_R / Maestro_Profinet [CPU 315-2 PN/DP] / Bloques de programa

Main [OB1]

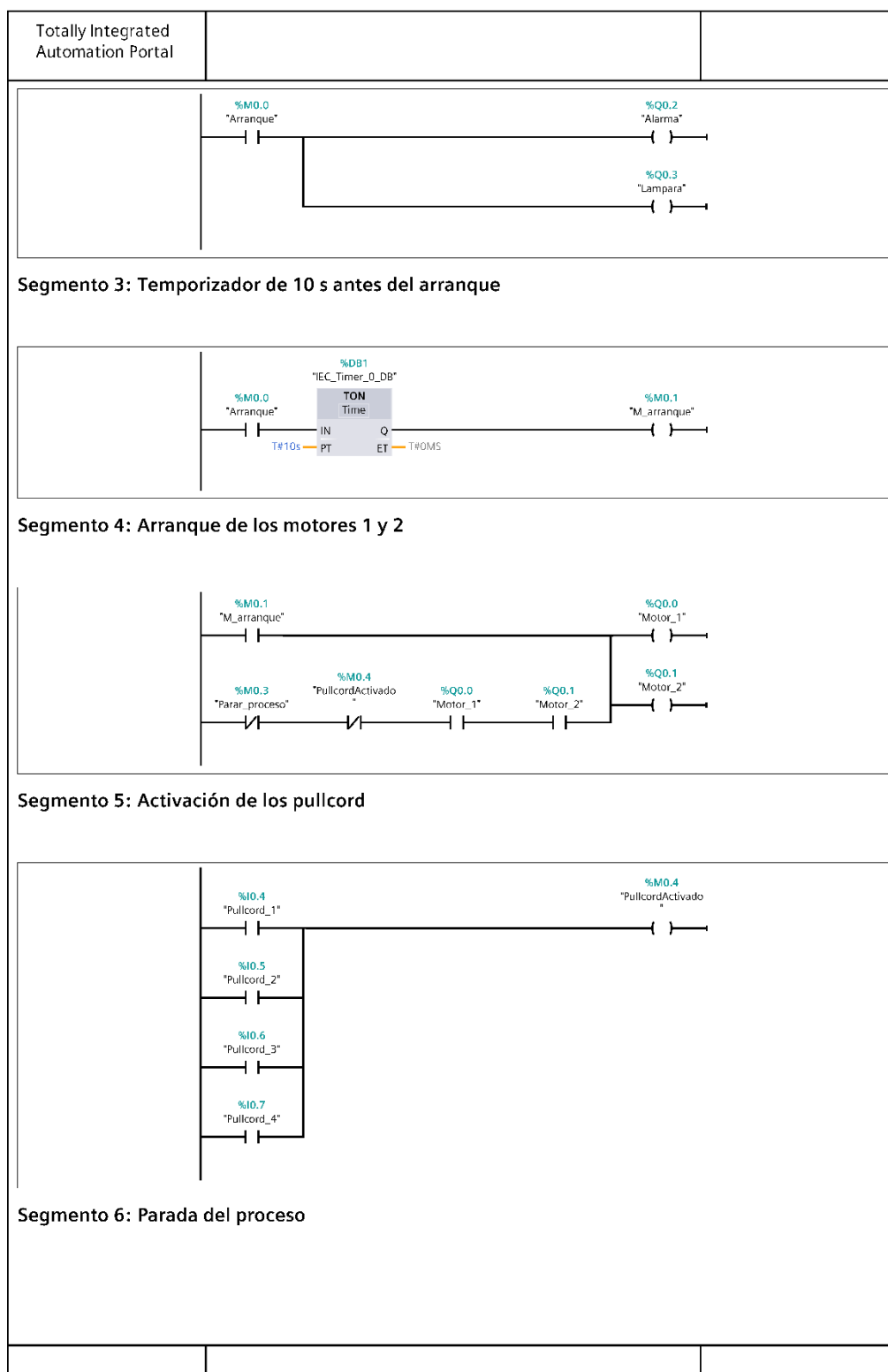
Main Propiedades					
General					
Nombre	Main	Número	1	Tipo	OB
Idioma	KOP	Numeración	Manual		
Información					
Título	"Main Program Sweep (Cycle)"	Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizado	

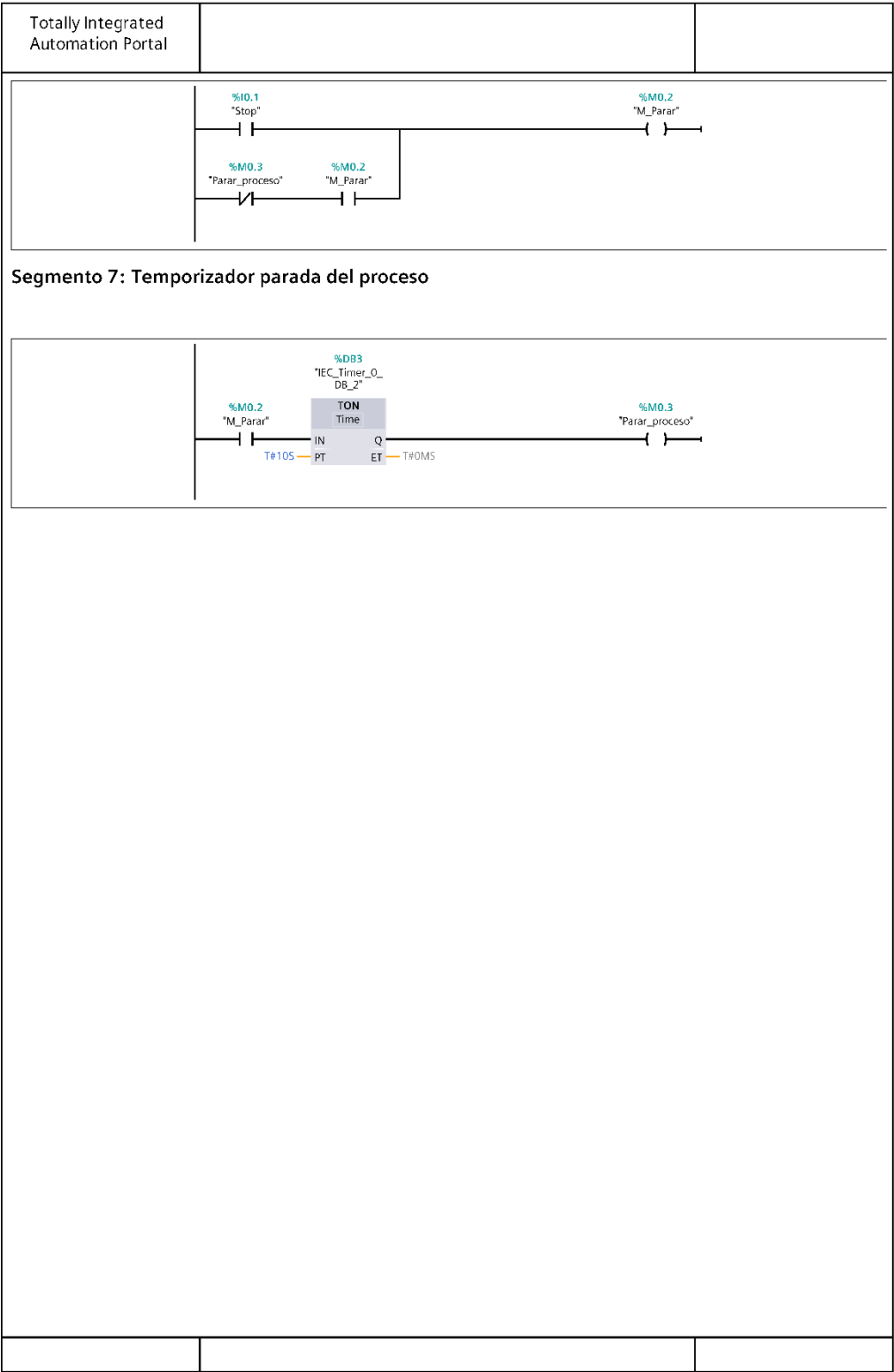
Main				
Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor predet.	Comentario
▼ Temp				
OB1_EV_CLASS	Byte	0.0		Bits 0-3 = 1 (Coming event), Bits 4-7 = 1 (Event class 1)
OB1_SCAN_1	Byte	1.0		1 (Cold restart scan 1 of OB 1), 3 (Scan 2-n of OB 1)
OB1_PRIORITY	Byte	2.0		Priority of OB Execution
OB1_OB_NUMBR	Byte	3.0		1 (Organization block 1, OB1)
OB1_RESERVED_1	Byte	4.0		Reserved for system
OB1_RESERVED_2	Byte	5.0		Reserved for system
OB1_PREV_CYCLE	Int	6.0		Cycle time of previous OB1 scan (milliseconds)
OB1_MIN_CYCLE	Int	8.0		Minimum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_MAX_CYCLE	Int	10.0		Maximum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0		Date and time OB1 started
Constant				

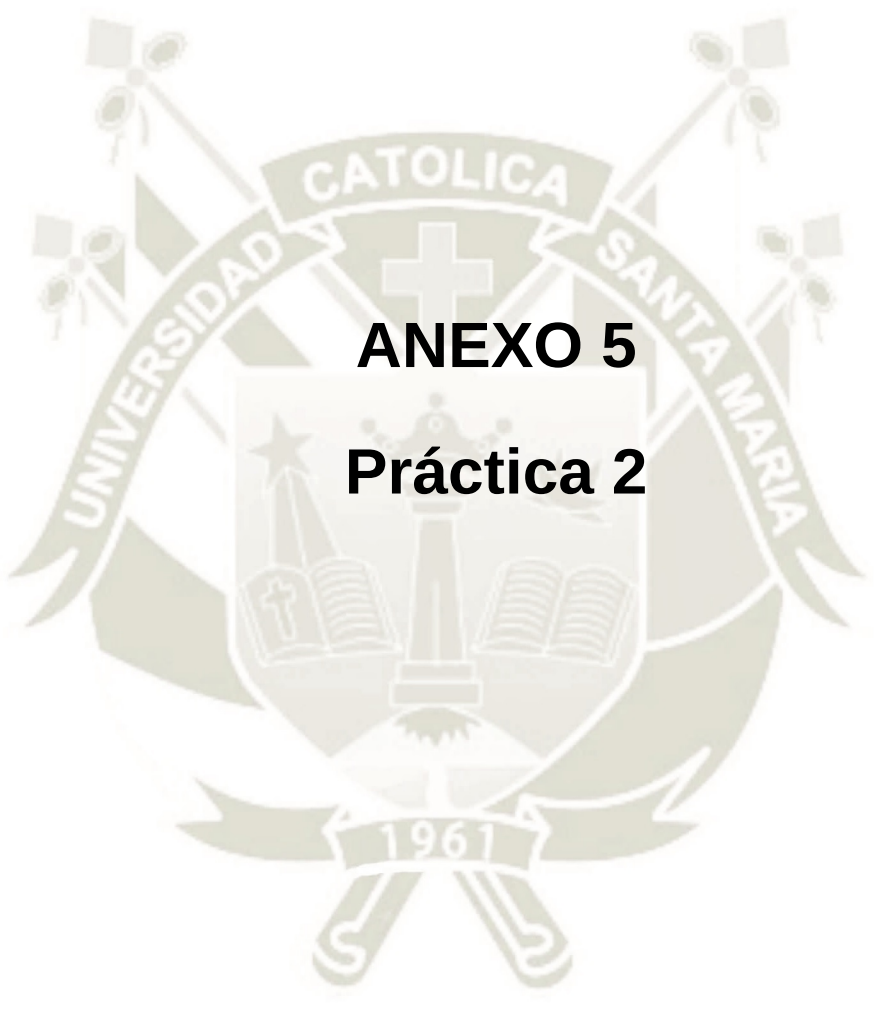
Segmento 1: Arranque



Segmento 2: Activación de alarma y lamparara en el arranque







ANEXO 5

Práctica 2

Totally Integrated Automation Portal								
Practica2_ProfibusDP_R / PLC_1 [CPU 315-2 PN/DP] / Variables PLC								
Tabla de variables estándar [17]								
Variables PLC								
Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Accesible desde HMI/O PC UA/W eb API	Escribible desde HMI/O PC UA/W eb API	Visible en HMI Engineering	Supervisión	Comentario
Pulsador_Ida	Bool	%I1.0		True	True	True		
Pulsador_Retroceso	Bool	%I1.1		True	True	True		
SensorTolva_1	Bool	%I1.4		True	True	True		
SensorTolva_2	Bool	%I1.5		True	True	True		
SensorTolva_3	Bool	%I1.6		True	True	True		
SensorTolva_4	Bool	%I1.7		True	True	True		
MotorAd_1	Bool	%Q1.0		True	True	True		
MotorAd_2	Bool	%Q1.1		True	True	True		
MorotRev_1	Bool	%Q1.2		True	True	True		
MotorRev_2	Bool	%Q1.3		True	True	True		
Luz_Indicadora	Bool	%Q1.4		True	True	True		
M1_ida	Bool	%M1.0		True	True	True		
M2_ida	Bool	%M1.1		True	True	True		
M1_retroceso	Bool	%M1.2		True	True	True		
M2_retroceso	Bool	%M1.3		True	True	True		
M_Luzindicadora1	Bool	%M3.4		True	True	True		
M_Luzindicadora2	Bool	%M3.5		True	True	True		

Totally Integrated Automation Portal		
---	--	--

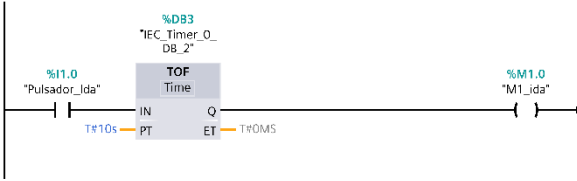
Practica2_ProfibusDP_R / PLC_1 [CPU 315-2 PN/DP] / Bloques de programa

Main [OB1]

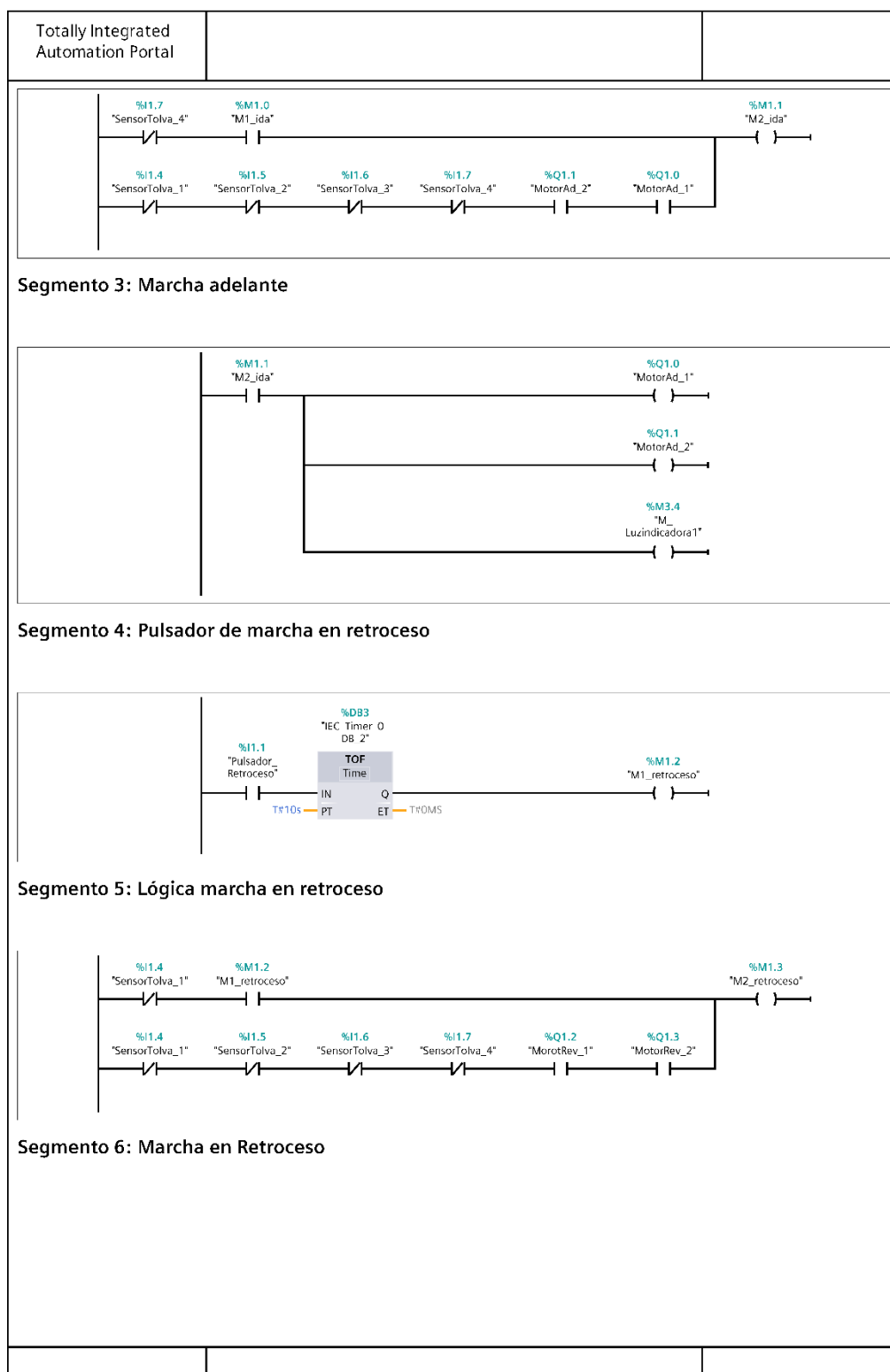
Main Propiedades					
General					
Nombre	Main	Número	1	Tipo	OB
Idioma	KOP	Numeración	Manual		
Información					
Título	"Main Program Sweep (Cycle)"	Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizado	

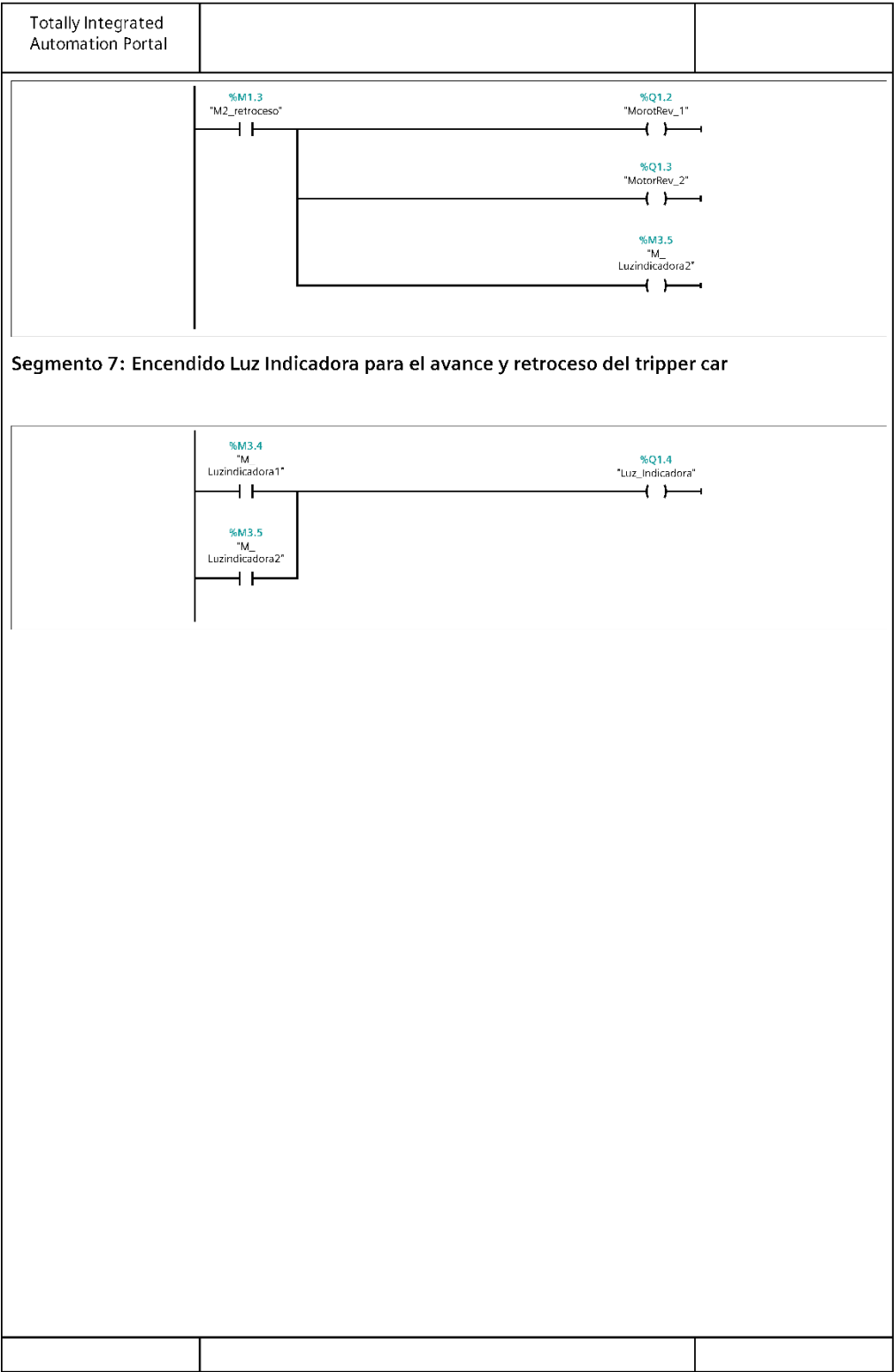
Main				
Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor predet.	Comentario
▼ Temp				
OB1_EV_CLASS	Byte	0.0		Bits 0-3 = 1 (Coming event), Bits 4-7 = 1 (Event class 1)
OB1_SCAN_1	Byte	1.0		1 (Cold restart scan 1 of OB 1), 3 (Scan 2-n of OB 1)
OB1_PRIORITY	Byte	2.0		Priority of OB Execution
OB1_OB_NUMBR	Byte	3.0		1 (Organization block 1, OB1)
OB1_RESERVED_1	Byte	4.0		Reserved for system
OB1_RESERVED_2	Byte	5.0		Reserved for system
OB1_PREV_CYCLE	Int	6.0		Cycle time of previous OB1 scan (milliseconds)
OB1_MIN_CYCLE	Int	8.0		Minimum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_MAX_CYCLE	Int	10.0		Maximum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0		Date and time OB1 started
Constant				

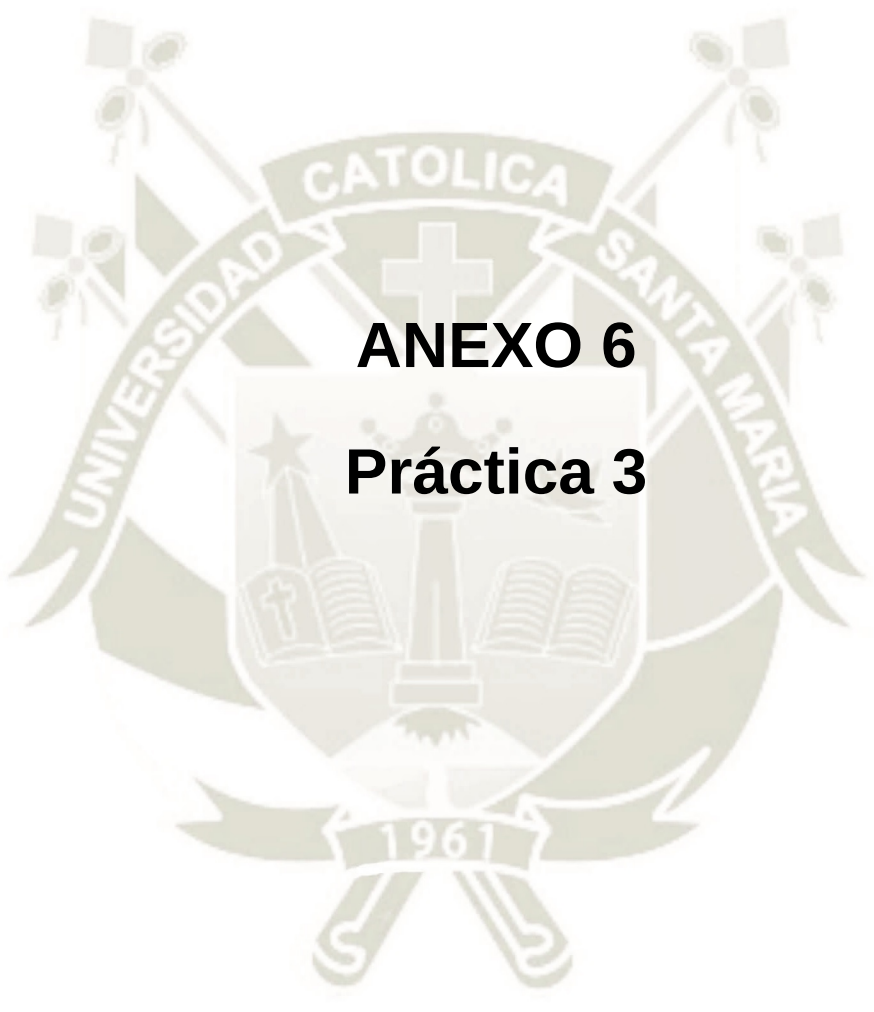
Segmento 1: Pulsador de marcha adelante



Segmento 2: Lógica Marcha adelante







ANEXO 6

Práctica 3

Totally Integrated Automation Portal									
Práctica3_Modbus_R / Maestro_Modbus [CPU 315-2 PN/DP] / Variables PLC									
Variables_Modbus [47]									
Variables PLC									
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Accesible desde HMI/O PC UA/Web API	Escribible desde HMI/O PC UA/Web API	Visible en HMI Engineering	Supervisión	Comentario
	Tag_8	Byte	%MB110		True	True	True		
	Tag_18	Int	%MW114		True	True	True		
	Tag_19	Bool	%M50.0		True	True	True		
	Tag_20	Bool	%M50.1		True	True	True		
	Tag_21	Bool	%M50.2		True	True	True		
	Tag_22	Bool	%M50.4		True	True	True		
	Tag_23	Word	%MW52		True	True	True		
	Tag_24	Bool	%M60.3		True	True	True		
	Tag_25	Bool	%M101.0		True	True	True		
	Tag_27	Word	%MW112		True	True	True		
	Tag_28	Bool	%M101.1		True	True	True		
	Tag_29	Bool	%M101.3		True	True	True		
	Tag_30	Bool	%M101.2		True	True	True		
	Tag_31	Word	%MW102		True	True	True		
	Tag_32	Word	%MW104		True	True	True		
	Tag_33	Bool	%M60.0		True	True	True		
	Tag_34	Byte	%MB66		True	True	True		
	Tag_35	Word	%MW68		True	True	True		
	Tag_36	Int	%MW70		True	True	True		
	Tag_37	Bool	%M60.1		True	True	True		
	Tag_38	Bool	%M60.2		True	True	True		
	Tag_44	Word	%MW62		True	True	True		
	Tag_45	Word	%MW64		True	True	True		
	Tag_46	Timer	%T1		True	True	True		
	Tag_1	Bool	%M30.0		True	True	True		
	Tag_48	Word	%MW4		True	True	True		
	Tag_49	Bool	%M54.0		True	True	True		
	IN_1	Word	%MW200		True	True	True		
	IN_2	Word	%MW202		True	True	True		
	IN_3	Word	%MW204		True	True	True		
	IN_4	Word	%MW206		True	True	True		
	M_Temp1	Real	%MD300		True	True	True		
	Unipolar	Bool	%M30.1		True	True	True		
	Scalar_1	Int	%MW0		True	True	True		

Totally Integrated Automation Portal								
Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Accesible desde HMI/O PC UA/W eb API	Escribible desde HMI/O PC UA/W eb API	Visible en HMI Engineering	Supervisión	Comentario
 Tag_2	Word	%MW1		True	True	True		
 Tag_3	Real	%MD2		True	True	True		
 Alerta	Bool	%M31.0		True	True	True		
 Emergencia	Bool	%M31.1		True	True	True		
 Porc_entrada1	Real	%MD1		True	True	True		
 Porc_entrada2	Real	%MD8		True	True	True		
 M_Temp2	Real	%MD304		True	True	True		
 M_Temp3	Real	%MD308		True	True	True		
 M_Temp4	Real	%MD312		True	True	True		
 Inicio_C1	Bool	%M30.2		True	True	True		
 Flanco_C1	Bool	%M30.3		True	True	True		
 Inicio_Tcon	Bool	%M30.4		True	True	True		
 Flanco_Tcon	Bool	%M30.5		True	True	True		

Totally Integrated Automation Portal		
--------------------------------------	--	--

Práctica3_Modbus_R / Maestro_Modbus [CPU 315-2 PN/DP] / Bloques de programa

Main [OB1]

Main Propiedades					
General					
Nombre	Main	Número	1	Tipo	OB
Idioma	KOP	Numeración	Manual		
Información					
Título	"Barrido del programa principal (Ciclo)"	Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizado	

Main				
Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor predet.	Comentario
▼ Temp				
OB1_EV_CLASS	Byte	0.0		Bits 0-3 = 1 (Coming event), Bits 4-7 = 1 (Event class 1)
OB1_SCAN_1	Byte	1.0		1 (Cold restart scan 1 of OB 1), 3 (Scan 2-n of OB 1)
OB1_PRIORITY	Byte	2.0		Priority of OB Execution
OB1_OB_NUMBR	Byte	3.0		1 (Organization block 1, OB1)
OB1_RESERVED_1	Byte	4.0		Reserved for system
OB1_RESERVED_2	Byte	5.0		Reserved for system
OB1_PREV_CYCLE	Int	6.0		Cycle time of previous OB1 scan (milliseconds)
OB1_MIN_CYCLE	Int	8.0		Minimum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_MAX_CYCLE	Int	10.0		Maximum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0		Date and time OB1 started
Constant				

Segmento 1: Cargar estado variables iniciales y secuencia activación TCON para establecer conexión

```

0001      L      16#04
0002      T      "Tag_8"
0003      L      16#04
0004      T      "Tag_18"
0005      L      16#04
0006      T      "Tag_36"
0007      L      16#10
0008      T      "Tag_34"
0009
0010      AN     "Tag_19"
0011      JC     wei4
0012
0013      A      "Flanco_Tcon"
0014      =      "Tag_25"
0015      =      "Tag_33"
0016      =      "Inicio_C1"
0017      =      "Tag_49"
0018

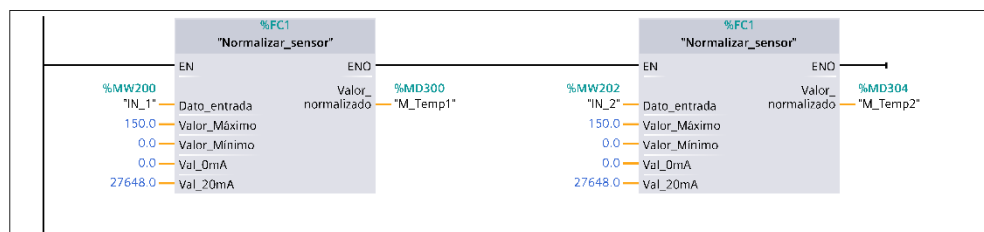
```


Totally Integrated Automation Portal		
<pre> 0019 wei4: NOP 0 0020 0021 CALL WAIT 0022 WT :=1000 0023 0024 0025 0026 CALL TCON , "DB65" //Estableciendo una conexión 0027 REQ := "Tag_19" //Inicio para establecer una conexión 0028 ID := 16#0002 //ID de conexión 0029 DONE := "Tag_20" //Listo sin error 0030 BUSY := "Tag_21" //Ocupado 0031 ERROR := "Tag_22" //Listo con error 0032 STATUS := "Tag_23" //Estado actual 0033 CONNECT := "Parametros".TCP_Param//bloque de datos con datos de conex- ión 0034 0035 0036 A "Tag_20" //Conexión establecida 0037 R "Tag_19" //Resetear el inicio 0038 0039 </pre>		
Segmento 2: Secuencia activación TCP_MB_CLIENT - Entradas análogas <pre> 0001 A "Inicio_C1" 0002 JC wei3 0003 0004 AN "Flanco_C1" 0005 = "Tag_25" 0006 = "Inicio_C1" 0007 = "Tag_49" 0008 0009 wei3: NOP 0 0010 0011 A "Tag_24" 0012 JC wei 0013 0014 CALL "TCP_MB_CLIENT", "TCP_MB_CLIENT_DB" 0015 REQ := "Tag_25" //Iniciar trabajo 0016 ID := 16#0002 //ID TCP de conexión 0017 MB_FUNCTION := "Tag_8" //Código de función Modbus 0018 MB_DATA_ADDR := "Tag_27" //Dirección de inicio de Datos en esclavo 0019 MB_DATA_LEN := "Tag_18" //Cuenta de datos enviados/leídos 0020 MB_DATA_PTR := P#M200.0 BYTE 100 0021 DONE := "Tag_28" //Listo sin error 0022 BUSY := "Tag_29" 0023 ERROR := "Tag_30" //Listo con error 0024 STATUS := "Tag_31" //Estado actual 0025 0026 L "Tag_31" //Estado actual 0027 AN "Tag_30" //No listo con error 0028 JC ERR //Comprobar trabajo 0029 T "Tag_32" //Salvar el estado 0030 0031 ERR: NOP 0 0032 0033 O "Tag_28" //Listo sin error </pre>		

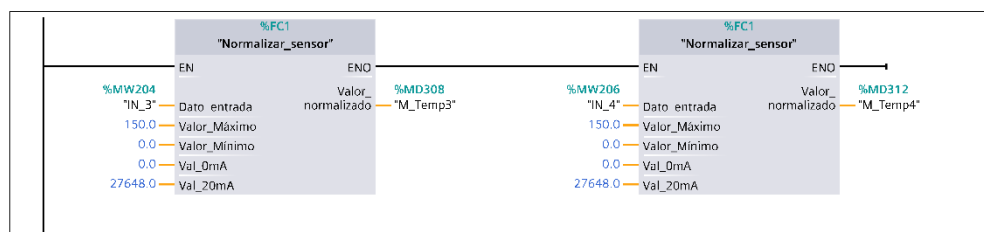
Totally Integrated Automation Portal			
0034	O	"Tag_30"	//Listo con error
0035	R	"Tag_25"	//Restablecer iniciar trabajo
0036	S	"Tag_33"	
0037			
0038	wei:	NOP 0	
0039			
0040			
Segmento 3: Secuencia activación TCP_MB_CLIENT - Salidas análogas			
0001	A	"Tag_29"	
0002	JC	wei2	
0003			
0004	CALL	"TCP_MB_CLIENT", "TCP_MB_CLIENT_DB"	
0005	REQ	:= "Tag_33"	
0006	ID	:= 16#0002	
0007	MB_FUNCTION	:= "Tag_34"	
0008	MB_DATA_ADDR	:= "Tag_35"	
0009	MB_DATA_LEN	:= "Tag_36"	
0010	MB_DATA_PTR	:= P#DB2.DBX0.0 BYTE 20	
0011	DONE	:= "Tag_37"	
0012	BUSY	:= "Tag_24"	
0013	ERROR	:= "Tag_38"	
0014	STATUS	:= "Tag_44"	
0015			
0016	L	"Tag_44"	
0017	AN	"Tag_38"	
0018	JC	ER2	
0019	T	"Tag_45"	
0020	ER2:	NOP 0	
0021			
0022			
0023	O	"Tag_37"	
0024	O	"Tag_38"	
0025	R	"Tag_33"	
0026	S	"Tag_25"	
0027			
0028			
Segmento 4: Copiar/Leer para escribir datos			
0001	wei2:	NOP 0	
0002			
0003			
0004	A	"Tag_46"	
0005	BEC		
0006	L	S5T#500MS	
0007	CLR		
0008	SE	"Tag_46"	
0009	SET		
0010	SE	"Tag_46"	
0011			
0012			
0013	AN	"Tag_49"	
0014	BEC		
0015			

Totally Integrated
Automation Portal

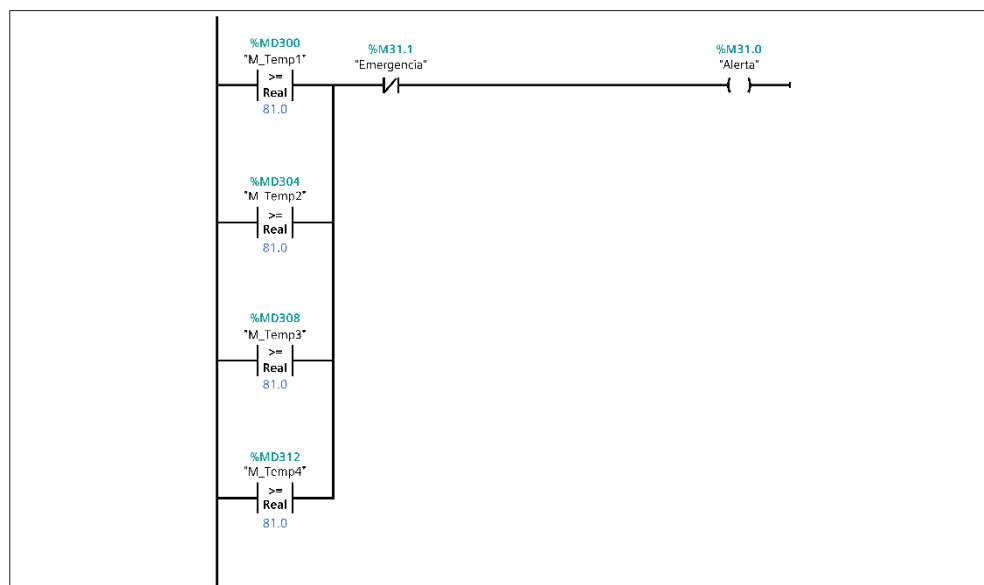
Segmento 5: Normalización señal sensores polea cabeza lado derecho e izquierdo



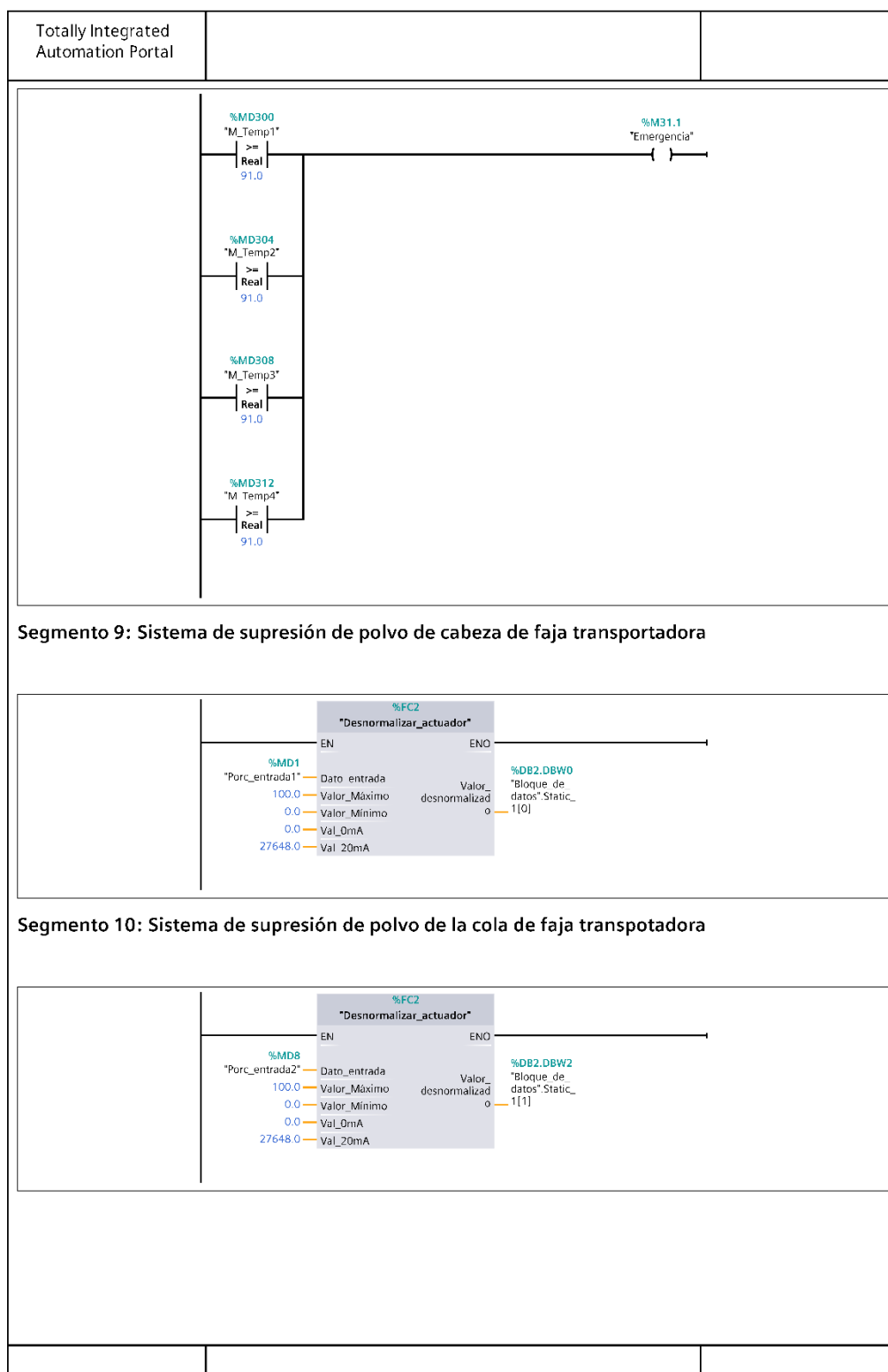
Segmento 6: Normalización señal sensores polea cola lado derecho e izquierdo



Segmento 7: Lógica de alerta sensores temperatura cabeza y cola $\geq 81^{\circ}\text{C}$



Segmento 8: Lógica de alerta sensores temperatura cabeza y cola $\geq 91^{\circ}\text{C}$



Totally Integrated Automation Portal					
Práctica3_Modbus_R / Maestro_Modbus [CPU 315-2 PN/DP] / Bloques de programa OB100 [OB100]					
OB100 Propiedades					
General					
Nombre	OB100	Número	100	Tipo	OB
Idioma	AWL	Numeración	Manual		
Información					
Título		Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizado	
Segmento 1: Establecimiento de los parámetros de conexión					
<pre> 0001 0002 CALL "SET_TCP_ENDPOINT" //Establecer parámetros de conexión 0003 ID :=16#0002 //ID de conexión 0004 DEV_ID :=16#02 //Seleccionar Interfaz //0=PG/OP //2=PN 0005 ACTIV :=TRUE //Interlocutor activo 0006 LOC_PORT :=502 //TSAP Local 0007 REM_PORT :=502 //TSAP Remoto 0008 IP_ADDR1 :=192 //Dirección IP remoto 0009 IP_ADDR2 :=168 0010 IP_ADDR3 :=0 0011 IP_ADDR4 :=4 0012 CON_DB :="Parametros".TCP_Param//DB para TCON 0013 0014 0015 0016 L 4 0017 T "Tag_8" //Función preestablecida 0018 L 1 0019 T "Tag_18" //Longitud de datos preestablecida 0020 0021 S "Tag_19" 0022 </pre>					

Totally Integrated Automation Portal					
Práctica3_Modbus_R / Maestro_Modbus [CPU 315-2 PN/DP] / Bloques de programa SET_TCP_ENDPOINT [FC97]					
SET_TCP_ENDPOINT Propiedades					
General					
Nombre	SET_TCP_ENDPOINT	Número	97	Tipo	FC
Idioma	AWL	Numeración	Manual		
Información					
Título		Autor		Comentario	
Familia		Versión	1.0	ID personali- zado	
SET_TCP_ENDPOINT					
Nombre	Tipo de da- tos	Offset	Valor predet.	Comentario	
▼ Input					
ID	Word				
DEV_ID	Byte				
ACTIV	Bool				
LOC_PORT	Int				
REM_PORT	Int				
IP_ADDR1	Int				
IP_ADDR2	Int				
IP_ADDR3	Int				
IP_ADDR4	Int				
Output					
▼ InOut					
▼ CON_DB	TCON_PAR				
block_length	Word			Length of the UDT (64 bytes)	
id	Word			Reference to this connection (valuerange: W#16#0001 to W#16#FFFF)	
connection_type	Byte			B#16#11: TCP/IP native; B#16#12: ISO on TCP; B#16#13: UDP; B#16#01: TCP/IP comp	
active_est	Bool			FALSE: passive connection establishment; TRUE: active connection establishment	
local_device_id	Byte			Allowed values: B#16#0, B#16#2, B#16#3, B#16#5. See online help.	
local_tsap_id_len	Byte			Used length of the parameter local_tsap_id	
rem_subnet_id_len	Byte			Unused; must be B#16#00	
rem_staddr_len	Byte			Meaning of parameter rem_staddr: B#16#00: is irrelevant; B#16#04: valid address	
rem_tsap_id_len	Byte			Used length of the parameter rem_tsap_id	
next_staddr_len	Byte			B#16#1 if local_device_id = 0; else B#16#0	
▼ local_tsap_id	Array[1..16] of Byte			Depending on parameter connection_type: local port no. / local TSAP-ID	
local_tsap_id[1]	Byte			Depending on parameter connection_type: local port no. / local TSAP-ID	
local_tsap_id[2]	Byte			Depending on parameter connection_type: local port no. / local TSAP-ID	
local_tsap_id[3]	Byte			Depending on parameter connection_type: local port no. / local TSAP-ID	
local_tsap_id[4]	Byte			Depending on parameter connection_type: local port no. / local TSAP-ID	

Totally Integrated Automation Portal				
Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor predet.	Comentario
local_tsap_id[5]	Byte			Depending on parameter connection_type: local port no. / local TSAP-ID
local_tsap_id[6]	Byte			Depending on parameter connection_type: local port no. / local TSAP-ID
local_tsap_id[7]	Byte			Depending on parameter connection_type: local port no. / local TSAP-ID
local_tsap_id[8]	Byte			Depending on parameter connection_type: local port no. / local TSAP-ID
local_tsap_id[9]	Byte			Depending on parameter connection_type: local port no. / local TSAP-ID
local_tsap_id[10]	Byte			Depending on parameter connection_type: local port no. / local TSAP-ID
local_tsap_id[11]	Byte			Depending on parameter connection_type: local port no. / local TSAP-ID
local_tsap_id[12]	Byte			Depending on parameter connection_type: local port no. / local TSAP-ID
local_tsap_id[13]	Byte			Depending on parameter connection_type: local port no. / local TSAP-ID
local_tsap_id[14]	Byte			Depending on parameter connection_type: local port no. / local TSAP-ID
local_tsap_id[15]	Byte			Depending on parameter connection_type: local port no. / local TSAP-ID
local_tsap_id[16]	Byte			Depending on parameter connection_type: local port no. / local TSAP-ID
▼ rem_subnet_id	Array[1..6] of Byte			Unused; must be B#16#00
rem_subnet_id[1]	Byte			Unused; must be B#16#00
rem_subnet_id[2]	Byte			Unused; must be B#16#00
rem_subnet_id[3]	Byte			Unused; must be B#16#00
rem_subnet_id[4]	Byte			Unused; must be B#16#00
rem_subnet_id[5]	Byte			Unused; must be B#16#00
rem_subnet_id[6]	Byte			Unused; must be B#16#00
▼ rem_staddr	Array[1..6] of Byte			IP address of the remote connection end point, e. g. 192.168.0.1
rem_staddr[1]	Byte			IP address of the remote connection end point, e. g. 192.168.0.1
rem_staddr[2]	Byte			IP address of the remote connection end point, e. g. 192.168.0.1
rem_staddr[3]	Byte			IP address of the remote connection end point, e. g. 192.168.0.1
rem_staddr[4]	Byte			IP address of the remote connection end point, e. g. 192.168.0.1
rem_staddr[5]	Byte			IP address of the remote connection end point, e. g. 192.168.0.1
rem_staddr[6]	Byte			IP address of the remote connection end point, e. g. 192.168.0.1
▼ rem_tsap_id	Array[1..16] of Byte			Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID
rem_tsap_id[1]	Byte			Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID
rem_tsap_id[2]	Byte			Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID
rem_tsap_id[3]	Byte			Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID
rem_tsap_id[4]	Byte			Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID
rem_tsap_id[5]	Byte			Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID

Totally Integrated Automation Portal				
Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor predet.	Comentario
rem_tsap_id[6]	Byte			Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID
rem_tsap_id[7]	Byte			Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID
rem_tsap_id[8]	Byte			Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID
rem_tsap_id[9]	Byte			Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID
rem_tsap_id[10]	Byte			Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID
rem_tsap_id[11]	Byte			Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID
rem_tsap_id[12]	Byte			Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID
rem_tsap_id[13]	Byte			Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID
rem_tsap_id[14]	Byte			Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID
rem_tsap_id[15]	Byte			Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID
rem_tsap_id[16]	Byte			Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID
▼ next_staddr	Array[1..6] of Byte			Depending on local_device_id: rack / slot no. of the associated CP / irrelevant
next_staddr[1]	Byte			Depending on local_device_id: rack / slot no. of the associated CP / irrelevant
next_staddr[2]	Byte			Depending on local_device_id: rack / slot no. of the associated CP / irrelevant
next_staddr[3]	Byte			Depending on local_device_id: rack / slot no. of the associated CP / irrelevant
next_staddr[4]	Byte			Depending on local_device_id: rack / slot no. of the associated CP / irrelevant
next_staddr[5]	Byte			Depending on local_device_id: rack / slot no. of the associated CP / irrelevant
next_staddr[6]	Byte			Depending on local_device_id: rack / slot no. of the associated CP / irrelevant
spare	Word			Unused; must be W#16#0000
▼ Temp				
TMP_PORT	Int	0.0		
Constant				
▼ Return				
SET_TCP_ENDPOINT	Void			

Segmento 1: Establecer ID de la conexión especificada

```

0001      L      #ID
0002      T      #CON_DB.id
0003      NOP 0

```

Segmento 2: TCP/IP modo nativo 0x11

```

0001      L      INT#17
0002      T      #CON_DB.connection_type
0003      NOP 0

```

Totally Integrated Automation Portal		
Segmento 3: <pre> 0001 L #DEV_ID 0002 T #CON_DB.local_device_id 0003 NOP 0 </pre> Segmento 4: Borrar la longitud y los valores locales del PUERTO <pre> 0001 A(0002 A(0003 L INT#0 0004 T #CON_DB.local_tsap_id_len 0005 SET 0006 SAVE 0007 CLR 0008 A BR 0009) 0010 JNB Label_0 0011 L INT#0 0012 T #CON_DB.local_tsap_id[1] 0013 SET 0014 SAVE 0015 CLR 0016 Label_0 : A BR 0017) 0018 JNB Label_1 0019 L INT#0 0020 T #CON_DB.local_tsap_id[2] 0021 Label_1 : NOP 0 </pre> Segmento 5: Borrar la longitud y los valores remotos del PUERTO <pre> 0001 A(0002 A(0003 L INT#0 0004 T #CON_DB.rem_tsap_id_len 0005 SET 0006 SAVE 0007 CLR 0008 A BR 0009) 0010 JNB Label_2 0011 L INT#0 0012 T #CON_DB.rem_tsap_id[1] 0013 SET 0014 SAVE 0015 CLR 0016 Label_2 : A BR 0017) 0018 JNB Label_3 0019 L INT#0 0020 T #CON_DB.rem_tsap_id[2] 0021 Label_3 : NOP 0 </pre>		

Totally Integrated Automation Portal		
Segmento 6: Establecer el tipo de conexión ACTIVO o PASIVO <pre> 0001 A #ACTIV 0002 = #CON_DB.active_est </pre> Segmento 7: Si la conexión es PASIVA set local PORT set length of port <pre> 0001 A(0002 A(0003 A(0004 AN #ACTIV 0005 JNB Label_4 0006 L #LOC_PORT 0007 T #CON_DB.local_tsap_id[2] 0008 SET 0009 SAVE 0010 CLR 0011 Label_4 : A BR 0012) 0013 JNB Label_5 0014 L W#16#0 0015 L #LOC_PORT 0016 SSI 0017 T #TMP_PORT 0018 SET 0019 SAVE 0020 CLR 0021 Label_5 : A BR 0022) 0023 JNB Label_6 0024 L #TMP_PORT 0025 T #CON_DB.local_tsap_id[1] 0026 SET 0027 SAVE 0028 CLR 0029 Label_6 : A BR 0030) 0031 JNB Label_7 0032 L INT#2 0033 T #CON_DB.local_tsap_id_len 0034 Label_7 : NOP 0 </pre> Segmento 8: Si la conexión es ACTIVA Set remote PORT set length of port <pre> 0001 A(0002 A(0003 A(0004 A #ACTIV 0005 JNB Label_8 0006 L #REM_PORT 0007 T #CON_DB.rem_tsap_id[2] 0008 SET 0009 SAVE </pre>		

Totally Integrated Automation Portal		
<pre> 0010 CLR 0011 Label_8 : A BR 0012) 0013 JNB Label_9 0014 L W#16#8 0015 L #REM_PORT 0016 SSI 0017 T #TMP_PORT 0018 SET 0019 SAVE 0020 CLR 0021 Label_9 : A BR 0022) 0023 JNB Label_10 0024 L #TMP_PORT 0025 T #CON_DB.rem_tsap_id[1] 0026 SET 0027 SAVE 0028 CLR 0029 Label_10 : A BR 0030) 0031 JNB Label_11 0032 L INT#2 0033 T #CON_DB.rem_tsap_id_len 0034 Label_11 : NOP 0 </pre> Segmento 9: Establecer la longitud de la dirección IP <pre> 0001 L INT#4 0002 T #CON_DB.rem_staddr_len 0003 NOP 0 </pre> Segmento 10: Establecer valores de dirección IP <pre> 0001 A(0002 A(0003 A(0004 L #IP_ADDR1 0005 T #CON_DB.rem_staddr[1] 0006 SET 0007 SAVE 0008 CLR 0009 A BR 0010) 0011 JNB Label_12 0012 L #IP_ADDR2 0013 T #CON_DB.rem_staddr[2] 0014 SET 0015 SAVE 0016 CLR 0017 Label_12 : A BR 0018) 0019 JNB Label_13 0020 L #IP_ADDR3 0021 T #CON_DB.rem_staddr[3] 0022 SET 0023 SAVE </pre>		

Totally Integrated Automation Portal		
<pre> 0024 CLR 0025 Label_13 : A BR 0026) 0027 JNB Label_14 0028 L #IP_ADDR4 0029 T #CON_DB.rem_staddr[4] 0030 Label_14 : NOP 0 </pre> Segmento 11: <pre> 0001 A "Tag_1" 0002 SAVE </pre> Segmento 12: <pre> 0001 L #DEV_ID 0002 T "Tag_48" 0003 NOP 0 </pre> Segmento 13: <pre> 0001 0002 L "Tag_48" 0003 L 0 0004 ==I 0005 JCN wei 0006 L 1 0007 T #CON_DB.next_staddr_len 0008 L 4 0009 T #CON_DB.next_staddr[1] 0010 0011 wei: NOP 0 0012 L "Tag_48" 0013 L 2 0014 ==I 0015 JCN end 0016 L 0 0017 T #CON_DB.next_staddr_len 0018 L 0 0019 T #CON_DB.next_staddr[1] 0020 end: NOP 0 0021 </pre>		

Totally Integrated Automation Portal		
---	--	--

Práctica3_Modbus_R / Maestro_Modbus [CPU 315-2 PN/DP] / Bloques de programa

Normalizar_sensor [FC1]

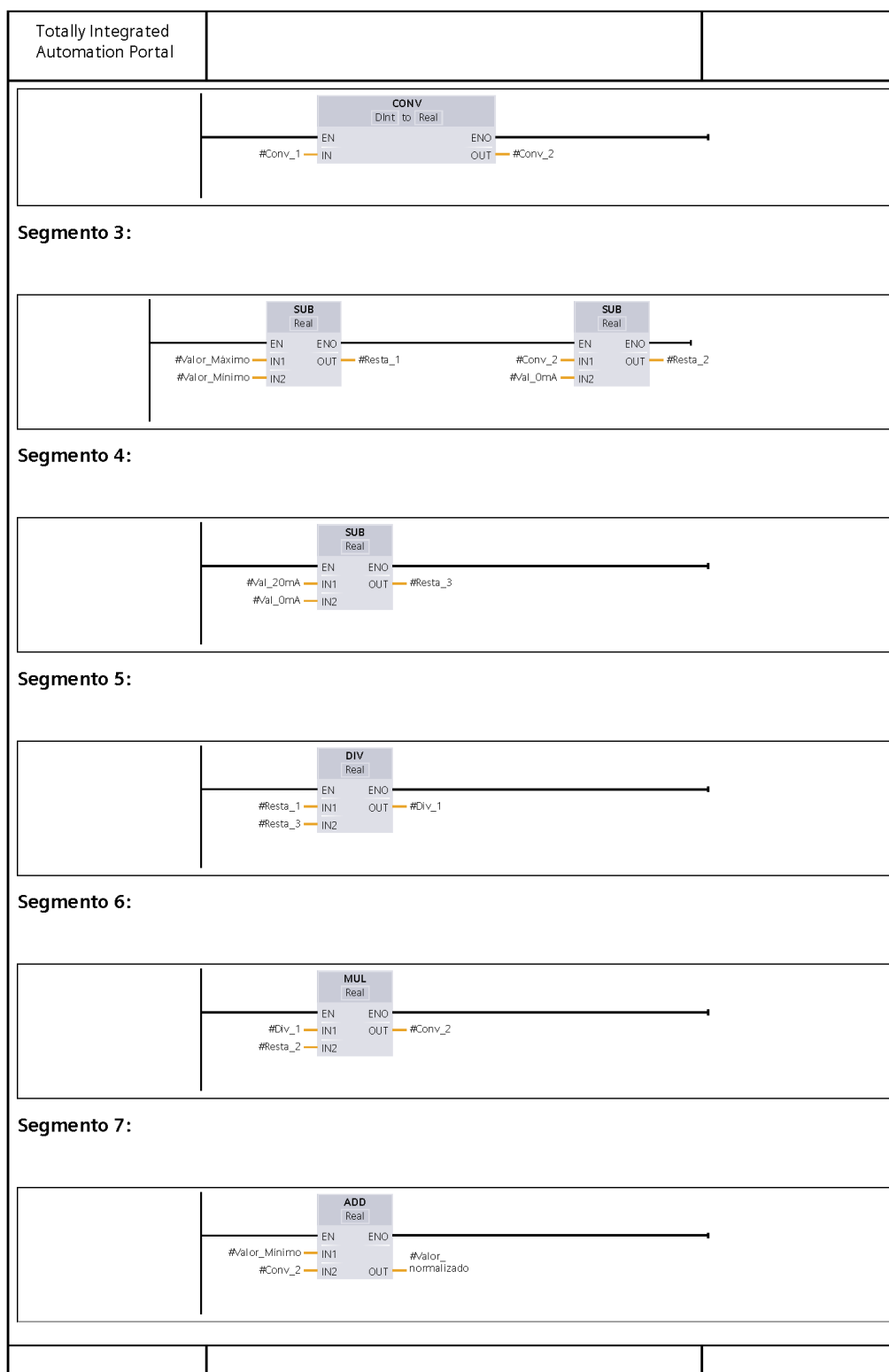
Normalizar_sensor Propiedades					
General					
Nombre	Normalizar_sensor	Número	1	Tipo	FC
Idioma	KOP	Numeración	Automático		
Información					
Título		Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personal- izado	

Normalizar_sensor				
Nombre	Tipo de da- tos	Offset	Valor predet.	Comentario
▼ Input				
Dato_entrada	Word			
Valor_Máximo	Real			
Valor_Mínimo	Real			
Val_0mA	Real			
Val_20mA	Real			
▼ Output				
Valor_normalizado	Real			
InOut				
▼ Temp				
Resta_1	Real	0.0		
Resta_2	Real	4.0		
Resta_3	Real	8.0		
Div_1	Real	12.0		
Mult_1	Real	16.0		
Conv_1	DInt	20.0		
Conv_2	Real	24.0		
Constant				
▼ Return				
Normalizar_sensor	Void			

Segmento 1:

	CONV Int to DInt EN ENO IN OUT	
#Dato_entrada		#Conv_1

Segmento 2:



Totally Integrated
Automation Portal

Práctica3_Modbus_R / Maestro_Modbus [CPU 315-2 PN/DP] / Bloques de programa

Desnormalizar_actuador [FC2]

Desnormalizar_actuador Propiedades

General

Nombre	Desnormalizar_actuador	Número	2	Tipo	FC
Idioma	KOP	Numeración	Automático		

Información

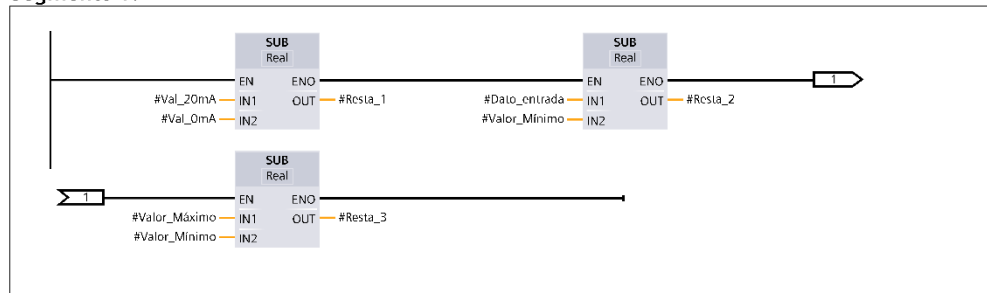
Título		Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personali- zado	

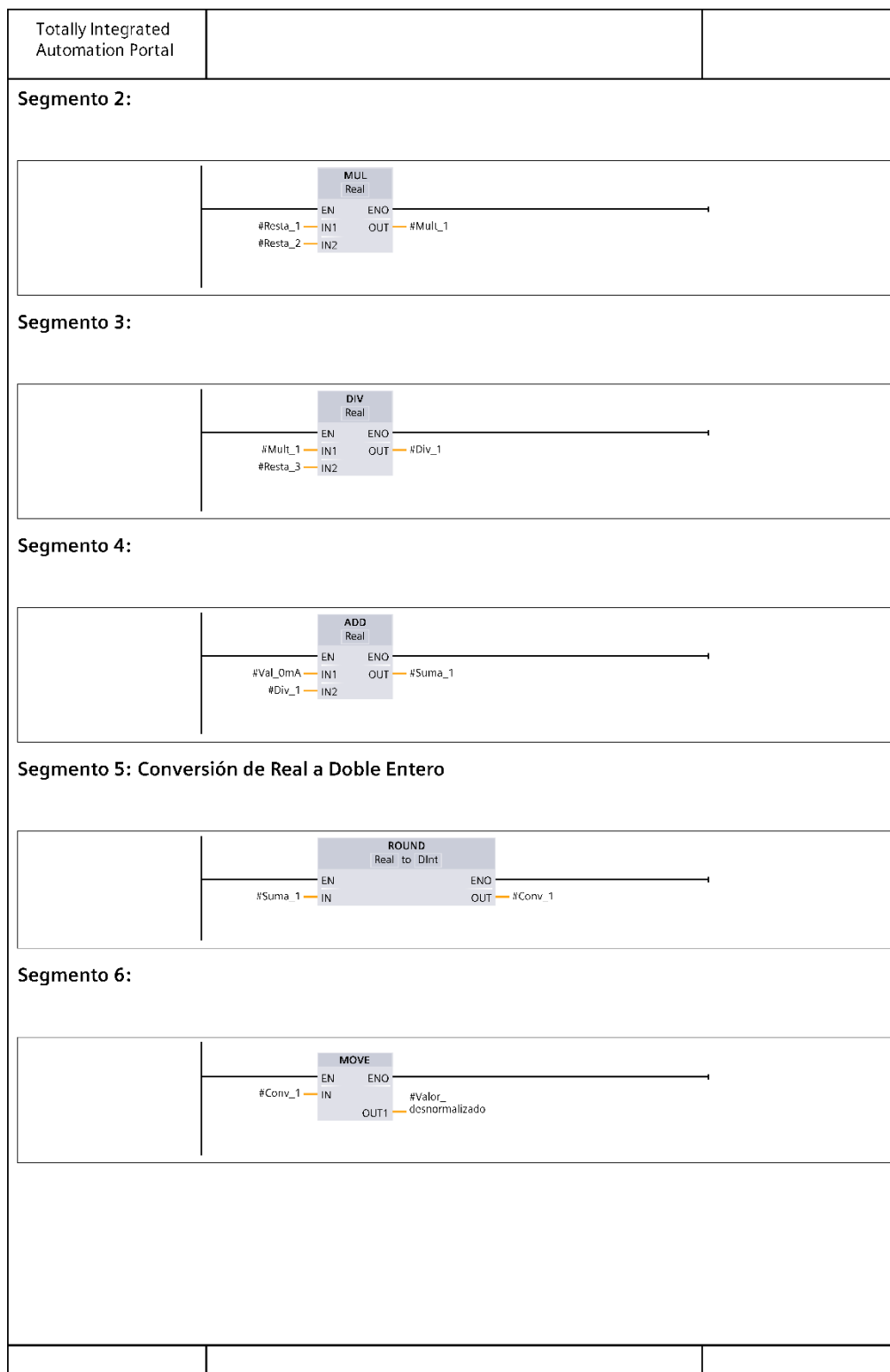
Desnormalizar_actuador

Nombre	Tipo de da- tos	Offset	Valor predet.	Comentario
▼ Input				
Dato_entrada	Real			
Valor_Máximo	Real			
Valor_Mínimo	Real			
Val_0mA	Real			
Val_20mA	Real			
▼ Output				
Valor_desnormalizado	Word			
InOut				
▼ Temp				
Resta_1	Real	0.0		
Resta_2	Real	4.0		
Resta_3	Real	8.0		
Div_1	Real	12.0		
Mult_1	Real	16.0		
Conv_1	DInt	20.0		
Suma_1	Real	24.0		
Constant				
▼ Return				
Desnormalizar_actuador	Void			

Segmento 1:

Segmento 1:





Totally Integrated Automation Portal										
Práctica3_Modbus_R / Maestro_Modbus [CPU 315-2 PN/DP] / Bloques de programa Bloque_de_datos [DB2]										
Bloque_de_datos Propiedades										
General										
Nombre	Bloque_de_datos	Número	2	Tipo	DB					
Idioma	DB	Numeración	Automático							
Información										
Título		Autor		Comentario						
Familia		Versión	0.1	ID personalizado						
Bloque_de_datos										
Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI/IO PC UA/Web API	Escribible en HMI de Engineering PC UA/Web API	Visible en HMI de Engineering	Valor de ajuste	Supervisión	Comentario
▼ Static										
▼ Static_1	Array[0..20] of Word	0.0		True	True	True	True	False		
Static_1[0]	Word	0.0	16#0	True	True	True	True	False		
Static_1[1]	Word	2.0	16#0	True	True	True	True	False		
Static_1[2]	Word	4.0	16#0	True	True	True	True	False		
Static_1[3]	Word	6.0	16#0	True	True	True	True	False		
Static_1[4]	Word	8.0	16#0	True	True	True	True	False		
Static_1[5]	Word	10.0	16#0	True	True	True	True	False		
Static_1[6]	Word	12.0	16#0	True	True	True	True	False		
Static_1[7]	Word	14.0	16#0	True	True	True	True	False		
Static_1[8]	Word	16.0	16#0	True	True	True	True	False		
Static_1[9]	Word	18.0	16#0	True	True	True	True	False		
Static_1[10]	Word	20.0	16#0	True	True	True	True	False		
Static_1[11]	Word	22.0	16#0	True	True	True	True	False		
Static_1[12]	Word	24.0	16#0	True	True	True	True	False		
Static_1[13]	Word	26.0	16#0	True	True	True	True	False		

Totally Integrated Automation Portal										
Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI/O PC UA/Web API	Escribible desde HMI Engineering I/O PC UA/Web API	Visible en HMI	Valor de ajuste	Supervisión	Comentario
Static_1[14]	Word	28.0	16#0	True	True	True	True	False		
Static_1[15]	Word	30.0	16#0	True	True	True	True	False		
Static_1[16]	Word	32.0	16#0	True	True	True	True	False		
Static_1[17]	Word	34.0	16#0	True	True	True	True	False		
Static_1[18]	Word	36.0	16#0	True	True	True	True	False		
Static_1[19]	Word	38.0	16#0	True	True	True	True	False		
Static_1[20]	Word	40.0	16#0	True	True	True	True	False		

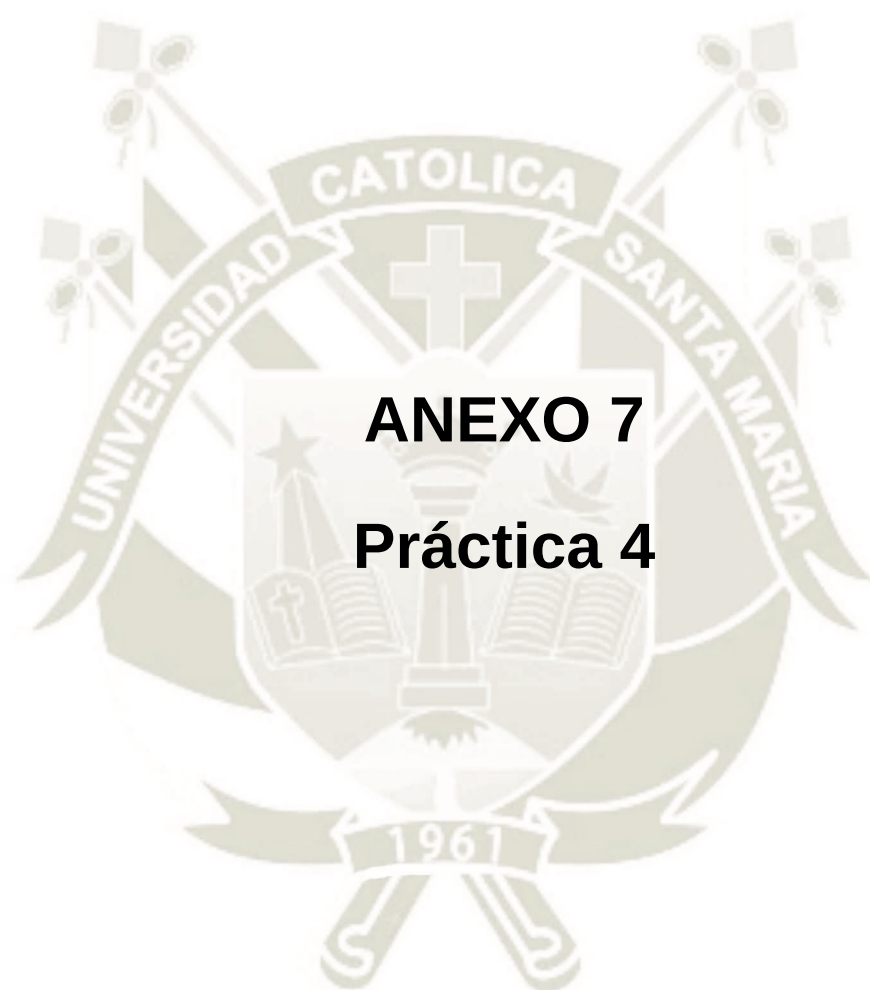
Totally Integrated Automation Portal										
Práctica3_Modbus_R / Maestro_Modbus [CPU 315-2 PN/DP] / Bloques de programa Parametros [DB1]										
Parametros Propiedades										
General										
Nombre	Parametros	Número	1	Tipo	DB					
Idioma	DB	Numeración	Manual							
Información										
Título		Autor		Comentario						
Familia		Versión	0.1	ID personalizado						
Parametros										
Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI/IO PC UA/Web API	Escribible desde HMI/IO PC UA/Web API	Visible en HMI de Ingeniería	Valor de ajuste	Supervisión	Comentario
▼ Static										
▼ TCP_Param	TCON_PAR	0.0		True	True	True	True	True		
block_length	Word	0.0	W#16#40	True	True	True	True	False		Length of the UDT (64 bytes)
id	Word	2.0	W#16#1	True	True	True	True	False		Reference to this connection (valuerange: W#16#0001 to W#16#FFFF)
connection_type	Byte	4.0	B#16#11	True	True	True	True	False		B#16#11: TCP/IP native; B#16#12: ISO on TCP; B#16#13: UDP; B#16#01: TCP/IP comp
active_est	Bool	5.0	false	True	True	True	True	False		FALSE: passive connection establishment; TRUE: active connection establishment
local_device_id	Byte	6.0	B#16#2	True	True	True	True	False		Allowed values: B#16#0, B#16#2, B#16#3, B#16#5. See online help.
local_tsap_id_len	Byte	7.0	B#16#2	True	True	True	True	False		Used length of the parameter local_tsap_id
rem_subnet_id_len	Byte	8.0	16#0	True	True	True	True	False		Unused; must be B#16#00
rem_staddr_len	Byte	9.0	16#0	True	True	True	True	False		Meaning of parameter rem_staddr: B#16#00: is irrelevant; B#16#04: valid address
rem_tsap_id_len	Byte	10.0	16#0	True	True	True	True	False		Used length of the parameter rem_tsap_id

Totally Integrated Automation Portal										
Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI/IO PC UA/Web API	Escribible desde HMI/IO PC UA/Web API	Visible en HMI Engineering	Valor de ajuste	Supervisión	Comentario
next_staddr_in	Byte	11.0	16#0	True	True	True	True	False		B#16#1 if local_device_id = 0; else B#16#0
▼ local_tsap_id	Array[1..16] of Byte	12.0		True	True	True	True	False		Depending on parameter connection_type: local port no. / local TSAP-ID
local_tsap_id[1]	Byte	12.0	B#16#07	True	True	True	True	False		Depending on parameter connection_type: local port no. / local TSAP-ID
local_tsap_id[2]	Byte	13.0	B#16#D0	True	True	True	True	False		Depending on parameter connection_type: local port no. / local TSAP-ID
local_tsap_id[3]	Byte	14.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on parameter connection_type: local port no. / local TSAP-ID
local_tsap_id[4]	Byte	15.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on parameter connection_type: local port no. / local TSAP-ID
local_tsap_id[5]	Byte	16.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on parameter connection_type: local port no. / local TSAP-ID
local_tsap_id[6]	Byte	17.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on parameter connection_type: local port no. / local TSAP-ID
local_tsap_id[7]	Byte	18.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on parameter connection_type: local port no. / local TSAP-ID
local_tsap_id[8]	Byte	19.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on parameter connection_type: local port no. / local TSAP-ID
local_tsap_id[9]	Byte	20.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on parameter connection_type: local port no. / local TSAP-ID
local_tsap_id[10]	Byte	21.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on parameter connection_type: local port no. / local TSAP-ID
local_tsap_id[11]	Byte	22.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on parameter connection_type: local port no. / local TSAP-ID

Totally Integrated Automation Portal										
Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arran- que	Rema- nen- cia	Acce- sible desde HMI/O PC UA/W eb API	Es- crib- ible des de HMI O PC UA/ Web API	Visi- ble en Engi- neer- ing	Valor de ajuste	Super- visión	Comentario
lo- cal_tsap_i d[12]	Byte	23.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on param- eter connection_type: local port no. / local TSAP-ID
lo- cal_tsap_i d[13]	Byte	24.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on param- eter connection_type: local port no. / local TSAP-ID
lo- cal_tsap_i d[14]	Byte	25.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on param- eter connection_type: local port no. / local TSAP-ID
lo- cal_tsap_i d[15]	Byte	26.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on param- eter connection_type: local port no. / local TSAP-ID
lo- cal_tsap_i d[16]	Byte	27.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on param- eter connection_type: local port no. / local TSAP-ID
▼ rem_sub- net_id	Ar- ray[1..6] of Byte	28.0		True	True	True	True	False		Unused; must be B#16#00
rem_sub- net_id[1]	Byte	28.0	16#0	True	True	True	True	False		Unused; must be B#16#00
rem_sub- net_id[2]	Byte	29.0	16#0	True	True	True	True	False		Unused; must be B#16#00
rem_sub- net_id[3]	Byte	30.0	16#0	True	True	True	True	False		Unused; must be B#16#00
rem_sub- net_id[4]	Byte	31.0	16#0	True	True	True	True	False		Unused; must be B#16#00
rem_sub- net_id[5]	Byte	32.0	16#0	True	True	True	True	False		Unused; must be B#16#00
rem_sub- net_id[6]	Byte	33.0	16#0	True	True	True	True	False		Unused; must be B#16#00
▼ rem_staddr	Ar- ray[1..6] of Byte	34.0		True	True	True	True	False		IP address of the re- mote connection end point, e. g. 192.168.0.1
rem_staddr [1]	Byte	34.0	16#0	True	True	True	True	False		IP address of the re- mote connection end point, e. g. 192.168.0.1
rem_staddr [2]	Byte	35.0	16#0	True	True	True	True	False		IP address of the re- mote connection end point, e. g. 192.168.0.1
rem_staddr [3]	Byte	36.0	16#0	True	True	True	True	False		IP address of the re- mote connection end point, e. g. 192.168.0.1

Totally Integrated Automation Portal										
Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI/IO PC UA/Web API	Escribible desde HMI/IO PC UA/Web API	Visible en HMI Engineering	Valor de ajuste	Supervisión	Comentario
rem_staddr[4]	Byte	37.0	16#0	True	True	True	True	False		IP address of the remote connection end point, e. g. 192.168.0.1
rem_staddr[5]	Byte	38.0	16#0	True	True	True	True	False		IP address of the remote connection end point, e. g. 192.168.0.1
rem_staddr[6]	Byte	39.0	16#0	True	True	True	True	False		IP address of the remote connection end point, e. g. 192.168.0.1
▼ rem_tsap_id	Array[1..16] of Byte	40.0		True	True	True	True	False		Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID
rem_tsap_id[1]	Byte	40.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID
rem_tsap_id[2]	Byte	41.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID
rem_tsap_id[3]	Byte	42.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID
rem_tsap_id[4]	Byte	43.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID
rem_tsap_id[5]	Byte	44.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID
rem_tsap_id[6]	Byte	45.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID
rem_tsap_id[7]	Byte	46.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID
rem_tsap_id[8]	Byte	47.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID
rem_tsap_id[9]	Byte	48.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID
rem_tsap_id[10]	Byte	49.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID
rem_tsap_id[11]	Byte	50.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID
rem_tsap_id[12]	Byte	51.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID

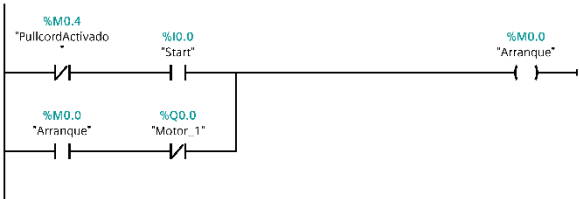
Totally Integrated Automation Portal										
Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI/IO PC UA/Web API	Escribible desde HMI/IO PC UA/Web API	Visible en HMI Engineering	Valor de ajuste	Supervisión	Comentario
rem_tsapid[13]	Byte	52.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID
rem_tsapid[14]	Byte	53.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID
rem_tsapid[15]	Byte	54.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID
rem_tsapid[16]	Byte	55.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on connection type: remote port no. / remote TSAP-ID
▼ next_staddr	Array[1..6] of Byte	56.0		True	True	True	True	False		Depending on local_device_id: rack / slot no. of the associated CP / irrelevant
next_staddr[1]	Byte	56.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on local_device_id: rack / slot no. of the associated CP / irrelevant
next_staddr[2]	Byte	57.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on local_device_id: rack / slot no. of the associated CP / irrelevant
next_staddr[3]	Byte	58.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on local_device_id: rack / slot no. of the associated CP / irrelevant
next_staddr[4]	Byte	59.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on local_device_id: rack / slot no. of the associated CP / irrelevant
next_staddr[5]	Byte	60.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on local_device_id: rack / slot no. of the associated CP / irrelevant
next_staddr[6]	Byte	61.0	16#0	True	True	True	True	False		Depending on local_device_id: rack / slot no. of the associated CP / irrelevant
spare	Word	62.0	16#0	True	True	True	True	False		Unused; must be W#16#0000

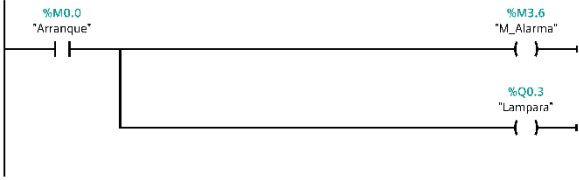
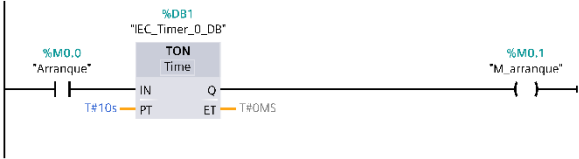
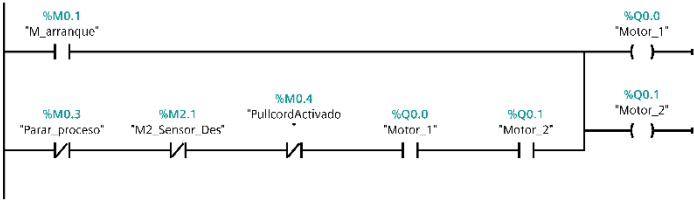
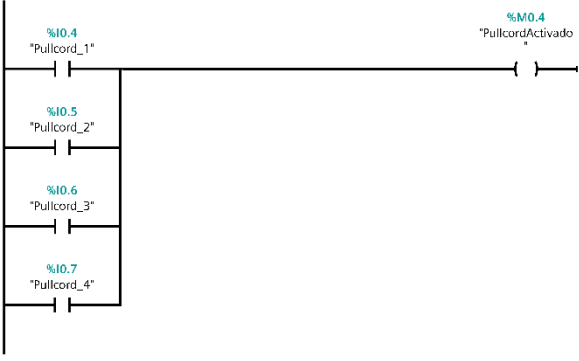


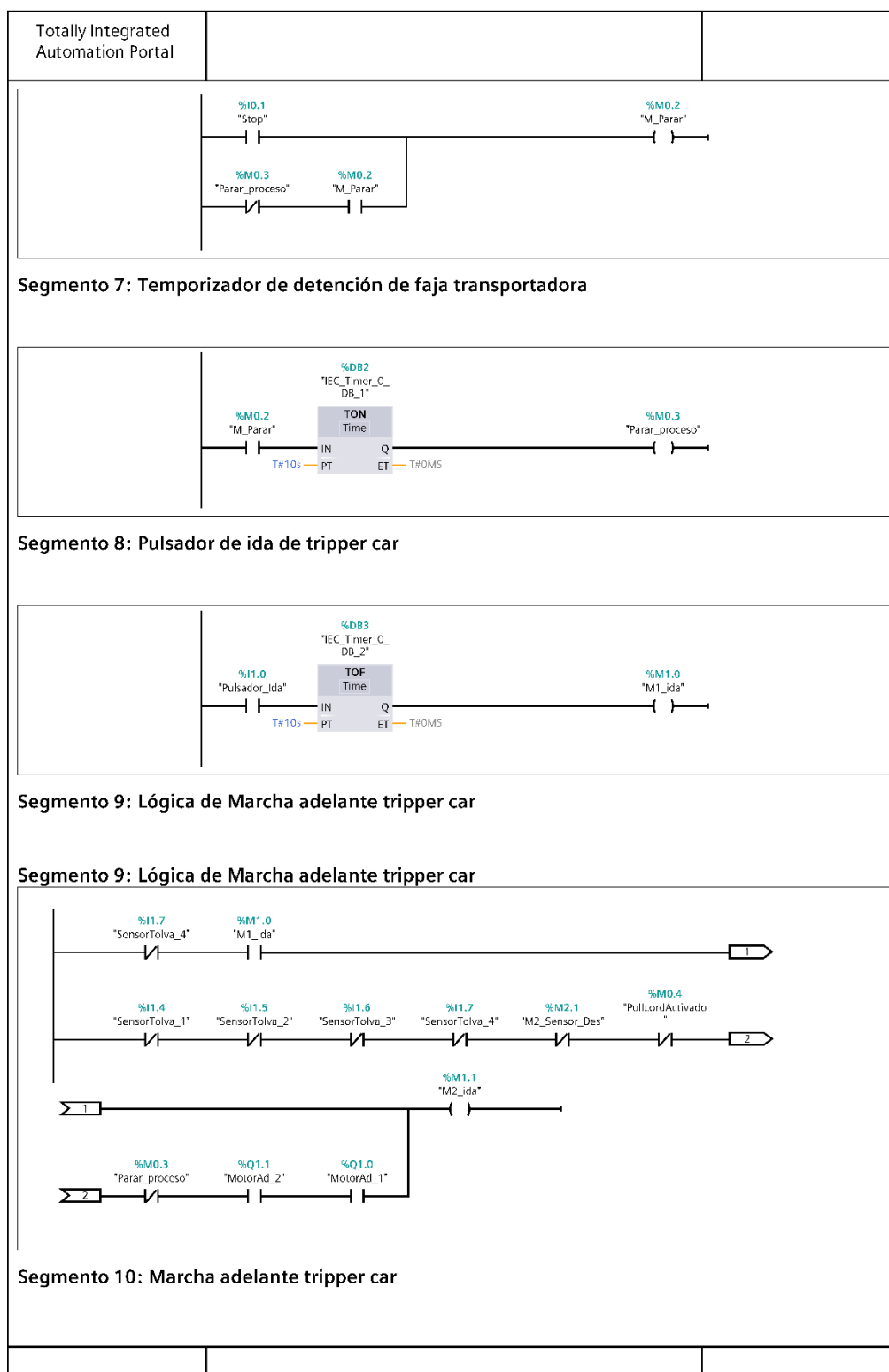
ANEXO 7

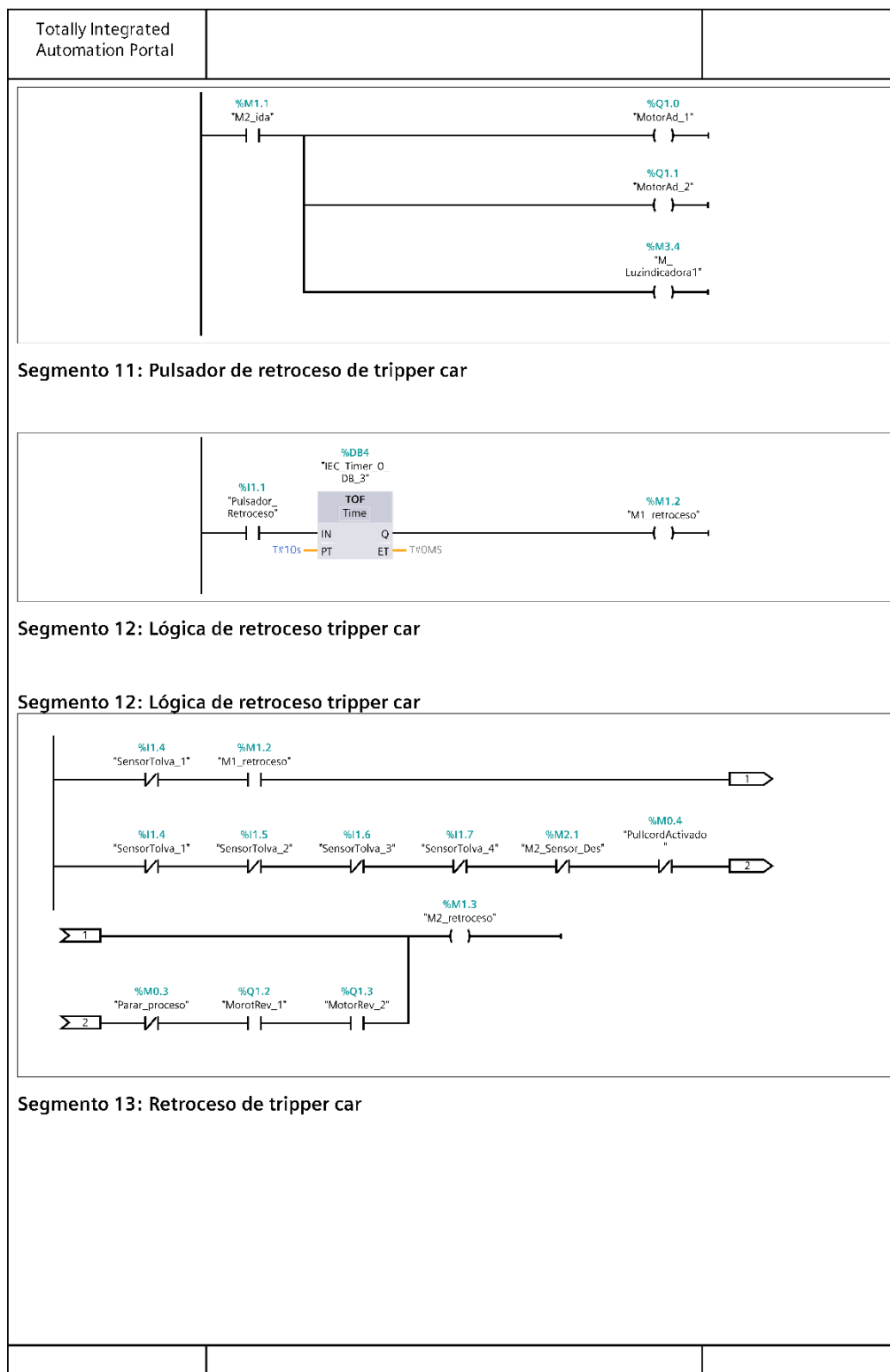
Práctica 4

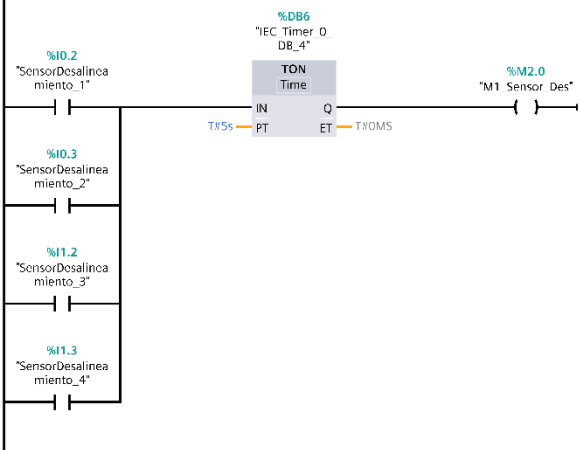
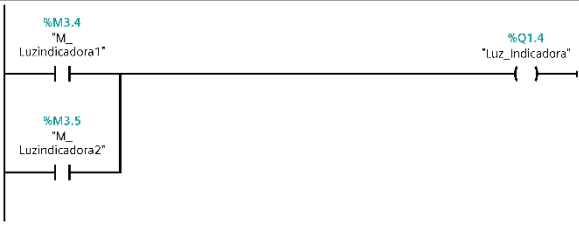
Totally Integrated Automation Portal									
Practica4_Profinet_Profibus_D / Maestro_PLC [CPU 315-2 PN/DP] / Variables PLC									
Tabla de variables estándar [39]									
Variables PLC									
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Accesible desde HMI/O PC UA/W eb API	Escribible desde HMI/O PC UA/W eb API	Visible en HMI Engineering	Supervisión	Comentario
	Start	Bool	%I0.0		True	True	True		
	Stop	Bool	%I0.1		True	True	True		
	SensorDesalineamiento_1	Bool	%I0.2		True	True	True		
	SensorDesalineamiento_2	Bool	%I0.3		True	True	True		
	Pullcord_1	Bool	%I0.4		True	True	True		
	Pullcord_2	Bool	%I0.5		True	True	True		
	Pullcord_3	Bool	%I0.6		True	True	True		
	Pullcord_4	Bool	%I0.7		True	True	True		
	Pulsador_Ida	Bool	%I1.0		True	True	True		
	Pulsador_Retroceso	Bool	%I1.1		True	True	True		
	SensorDesalineamiento_3	Bool	%I1.2		True	True	True		
	SensorDesalineamiento_4	Bool	%I1.3		True	True	True		
	SensorTolva_1	Bool	%I1.4		True	True	True		
	SensorTolva_2	Bool	%I1.5		True	True	True		
	SensorTolva_3	Bool	%I1.6		True	True	True		
	SensorTolva_4	Bool	%I1.7		True	True	True		
	Motor_1	Bool	%Q0.0		True	True	True		
	Motor_2	Bool	%Q0.1		True	True	True		
	Alarma	Bool	%Q0.2		True	True	True		
	Lampara	Bool	%Q0.3		True	True	True		
	MotorAd_1	Bool	%Q1.0		True	True	True		
	MotorAd_2	Bool	%Q1.1		True	True	True		
	MorotRev_1	Bool	%Q1.2		True	True	True		
	MotorRev_2	Bool	%Q1.3		True	True	True		
	Luz_Indicadora	Bool	%Q1.4		True	True	True		
	Arranque	Bool	%M0.0		True	True	True		
	M_arranque	Bool	%M0.1		True	True	True		
	M_Parar	Bool	%M0.2		True	True	True		
	Parar_proceso	Bool	%M0.3		True	True	True		
	PullcordActivado	Bool	%M0.4		True	True	True		
	M1_ida	Bool	%M1.0		True	True	True		
	M2_ida	Bool	%M1.1		True	True	True		

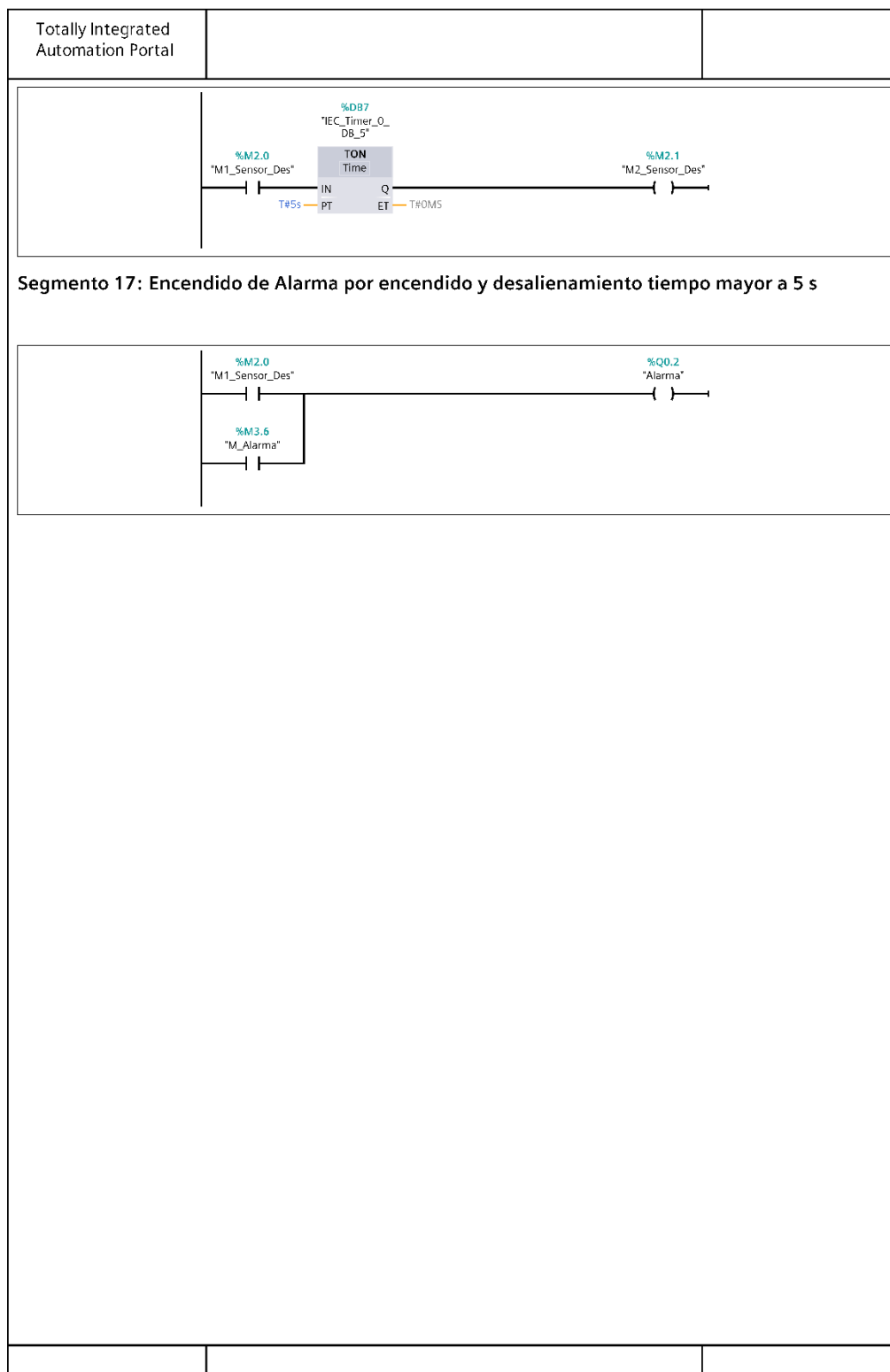
Totally Integrated Automation Portal		
Practica4_Profinet_Profibus_D / Maestro_PLC [CPU 315-2 PN/DP] / Bloques de programa Main [OB1]		
Main Propiedades		
General		
Nombre	Main	Número 1
Idioma	KOP	Tipo OB
Información		Numeración Manual
Título	"Main Program Sweep (Cycle)"	Autor
Familia		Comentario
		Version 0.1
		ID personali- zado
Main		
Nombre	Tipo de da- tos	Offset
Valor predet.	Comentario	
▼ Temp		
OB1_EV_CLASS	Byte	0.0
OB1_SCAN_1	Byte	1.0
OB1_PRIORITY	Byte	2.0
OB1_OB_NUMBR	Byte	3.0
OB1_RESERVED_1	Byte	4.0
OB1_RESERVED_2	Byte	5.0
OB1_PREV_CYCLE	Int	6.0
OB1_MIN_CYCLE	Int	8.0
OB1_MAX_CYCLE	Int	10.0
OB1_DATE_TIME	Date_And_Ti me	12.0
Constant		
Segmento 1: Arranque de Faja		
		
Segmento 2: Alarma y Lámpara de arranque de faja		

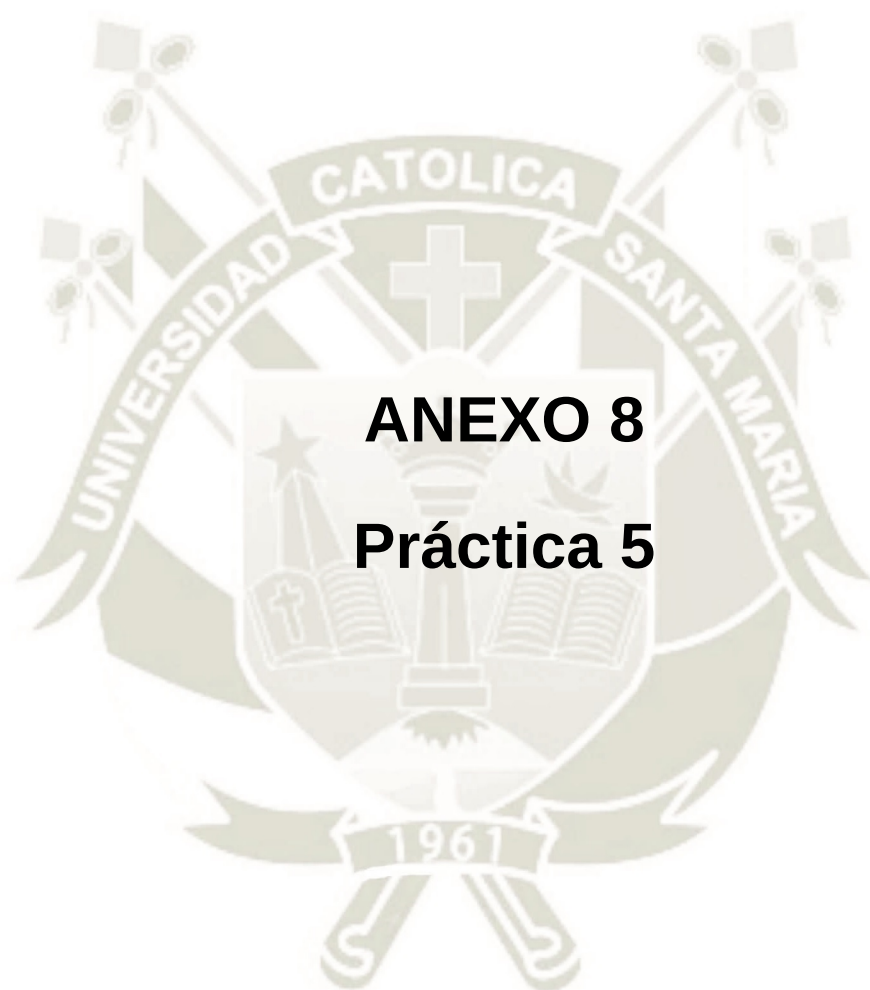
Totally Integrated Automation Portal		
		
Segmento 3: Temporizador de arranque		
		
Segmento 4: Arranque de motores de faja transportadora		
		
Segmento 5: Activación Pullcord		
		
Segmento 6: Parar faja transportadora		





Totally Integrated Automation Portal		
		
Segmento 14: Sensores de desalineamiento		
		
Segmento 15: Encendido Luz Indicadora para el avance y retroceso del tripper car		
		
Segmento 16: Temporizador para detención de faja transportadora		





ANEXO 8

Práctica 5

Totally Integrated Automation Portal									
Práctica5_R / Maestro_PLC [CPU 315-2 PN/DP] / Variables PLC									
Variables_Modbus [48]									
Variables PLC									
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Accesible desde HMI/O PC UA/W eb API	Escribible desde HMI/O PC UA/W eb API	Visible en HMI Engineering	Supervisión	Comentario
	Tag_8	Byte	%MB110		True	True	True		
	Tag_18	Int	%MW114		True	True	True		
	Tag_19	Bool	%M50.0		True	True	True		
	Tag_20	Bool	%M50.1		True	True	True		
	Tag_21	Bool	%M50.2		True	True	True		
	Tag_22	Bool	%M50.4		True	True	True		
	Tag_23	Word	%MW52		True	True	True		
	Tag_24	Bool	%M60.3		True	True	True		
	Tag_25	Bool	%M101.0		True	True	True		
	Tag_27	Word	%MW112		True	True	True		
	Tag_28	Bool	%M101.1		True	True	True		
	Tag_29	Bool	%M101.3		True	True	True		
	Tag_30	Bool	%M101.2		True	True	True		
	Tag_31	Word	%MW102		True	True	True		
	Tag_32	Word	%MW104		True	True	True		
	Tag_33	Bool	%M60.0		True	True	True		
	Tag_34	Byte	%MB66		True	True	True		
	Tag_35	Word	%MW68		True	True	True		
	Tag_36	Int	%MW70		True	True	True		
	Tag_37	Bool	%M60.1		True	True	True		
	Tag_38	Bool	%M60.2		True	True	True		
	Tag_44	Word	%MW62		True	True	True		
	Tag_45	Word	%MW64		True	True	True		
	Tag_46	Timer	%T1		True	True	True		
	Tag_1	Bool	%M30.0		True	True	True		
	Tag_48	Word	%MW4		True	True	True		
	Tag_49	Bool	%M54.0		True	True	True		
	IN_1	Word	%MW200		True	True	True		
	IN_2	Word	%MW202		True	True	True		
	IN_3	Word	%MW204		True	True	True		
	IN_4	Word	%MW206		True	True	True		
	M_Temp1	Real	%MD300		True	True	True		
	Unipolar	Bool	%M30.1		True	True	True		
	Scalar_1	Int	%MW0		True	True	True		
	Tag_2	Word	%MW1		True	True	True		

Totally Integrated Automation Portal								
Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Accesible desde HMI/O PC UA/W eb API	Escribible desde HMI/O PC UA/W eb API	Visible en HMI Engineering	Supervisión	Comentario
 Tag_3	Real	%MD2		True	True	True		
 Alerta	Bool	%M31.0		True	True	True		
 Emergencia	Bool	%M31.1		True	True	True		
 Porc_entrada1	Real	%MD12		True	True	True		
 Porc_entrada2	Real	%MD8		True	True	True		
 M_Temp2	Real	%MD304		True	True	True		
 M_Temp3	Real	%MD308		True	True	True		
 M_Temp4	Real	%MD312		True	True	True		
 Inicio_C1	Bool	%M30.2		True	True	True		
 Flanco_C1	Bool	%M30.3		True	True	True		
 Inicio_Tcon	Bool	%M30.4		True	True	True		
 Flanco_Tcon	Bool	%M30.5		True	True	True		
 Temp_elevada	Bool	%M30.6		True	True	True		

Totally Integrated Automation Portal									
Práctica5_R / Maestro_PLC [CPU 315-2 PN/DP] / Variables PLC									
Tabla de variables [39]									
Variables PLC									
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Accesible desde HMI/O PC UA/W eb API	Escribible desde HMI/O PC UA/W eb API	Visible en HMI Engineering	Supervisión	Comentario
	Start	Bool	%I0.0		True	True	True		
	Stop	Bool	%I0.1		True	True	True		
	SensorDesalineamiento_1	Bool	%I0.2		True	True	True		
	SensorDesalineamiento_2	Bool	%I0.3		True	True	True		
	Pullcord_1	Bool	%I0.4		True	True	True		
	Pullcord_2	Bool	%I0.5		True	True	True		
	Pullcord_3	Bool	%I0.6		True	True	True		
	Pullcord_4	Bool	%I0.7		True	True	True		
	Pulsador_Ida	Bool	%I1.0		True	True	True		
	Pulsador_Retroceso	Bool	%I1.1		True	True	True		
	SensorDesalineamiento_3	Bool	%I1.2		True	True	True		
	SensorDesalineamiento_4	Bool	%I1.3		True	True	True		
	SensorTolva_1	Bool	%I1.4		True	True	True		
	SensorTolva_2	Bool	%I1.5		True	True	True		
	SensorTolva_3	Bool	%I1.6		True	True	True		
	SensorTolva_4	Bool	%I1.7		True	True	True		
	Motor_1	Bool	%Q0.0		True	True	True		
	Motor_2	Bool	%Q0.1		True	True	True		
	Alarma	Bool	%Q0.2		True	True	True		
	Lampara	Bool	%Q0.3		True	True	True		
	MotorAd_1	Bool	%Q1.0		True	True	True		
	MotorAd_2	Bool	%Q1.1		True	True	True		
	MorotRev_1	Bool	%Q1.2		True	True	True		
	MotorRev_2	Bool	%Q1.3		True	True	True		
	Luz_Indicadora	Bool	%Q1.4		True	True	True		
	Arranque	Bool	%M0.0		True	True	True		
	M_arranque	Bool	%M0.1		True	True	True		
	M_Parar	Bool	%M0.2		True	True	True		
	Parar_proceso	Bool	%M0.3		True	True	True		
	PullcordActivado	Bool	%M0.4		True	True	True		
	M1_ida	Bool	%M1.0		True	True	True		
	M2_ida	Bool	%M1.1		True	True	True		
	M1_retroceso	Bool	%M1.2		True	True	True		

Totally Integrated Automation Portal		
--------------------------------------	--	--

Práctica5_R / Maestro_PLC [CPU 315-2 PN/DP] / Bloques de programa

Main [OB1]

Main Propiedades					
General					
Nombre	Main	Número	1	Tipo	OB
Idioma	KOP	Numeración	Manual		
Información					
Título	"Barrido del programa principal (Ciclo)"	Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizado	

Main				
Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor predet.	Comentario
▼ Temp				
OB1_EV_CLASS	Byte	0.0		Bits 0-3 = 1 (Coming event), Bits 4-7 = 1 (Event class 1)
OB1_SCAN_1	Byte	1.0		1 (Cold restart scan 1 of OB 1), 3 (Scan 2-n of OB 1)
OB1_PRIORITY	Byte	2.0		Priority of OB Execution
OB1_OB_NUMBR	Byte	3.0		1 (Organization block 1, OB1)
OB1_RESERVED_1	Byte	4.0		Reserved for system
OB1_RESERVED_2	Byte	5.0		Reserved for system
OB1_PREV_CYCLE	Int	6.0		Cycle time of previous OB1 scan (milliseconds)
OB1_MIN_CYCLE	Int	8.0		Minimum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_MAX_CYCLE	Int	10.0		Maximum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0		Date and time OB1 started
Constant				

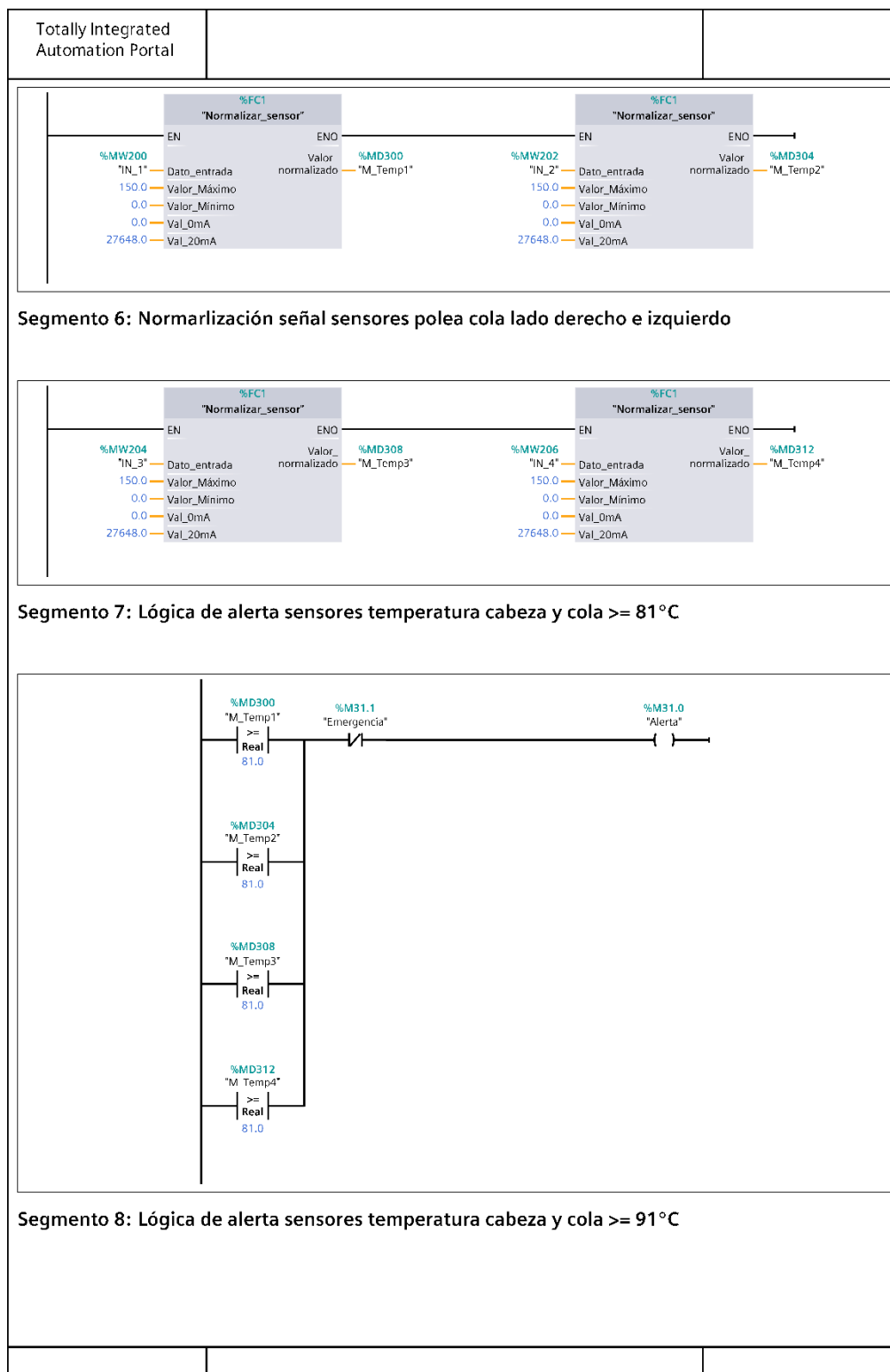
Segmento 1: Cargar estado variables iniciales y secuencia activación TCON para establecer conexión

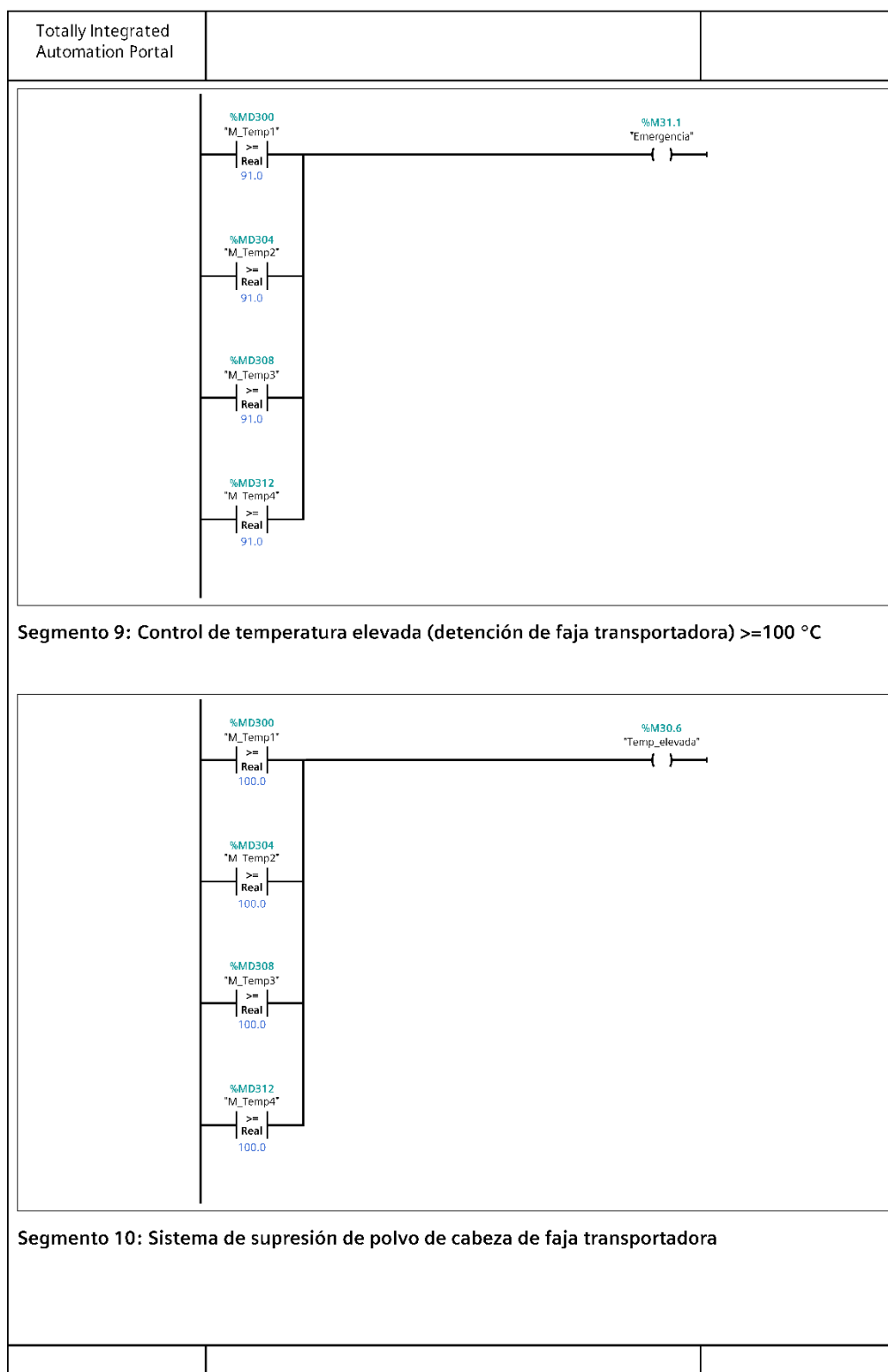
```

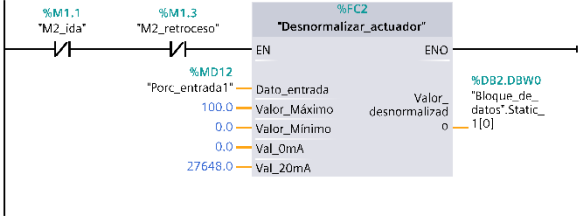
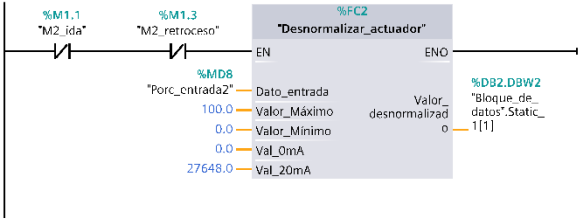
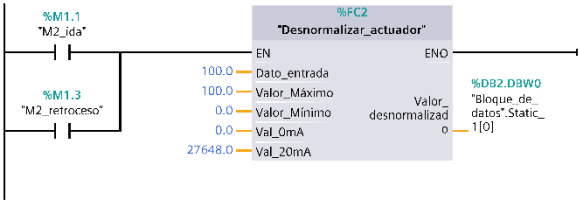
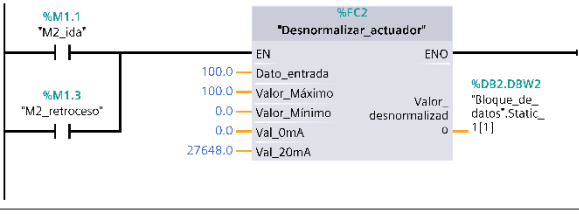
0001      L      16#04
0002      T      "Tag_8"
0003      L      16#04
0004      T      "Tag_18"
0005      L      16#04
0006      T      "Tag_36"
0007      L      16#10
0008      T      "Tag_34"
0009
0010      AN     "Tag_19"
0011      JC     wei4
0012
0013      A      "Flanco_Tcon"
0014      =      "Tag_25"
0015      =      "Tag_33"
0016      =      "Inicio_C1"
0017      =      "Tag_49"
0018
0019 wei4: NOP 0
  
```

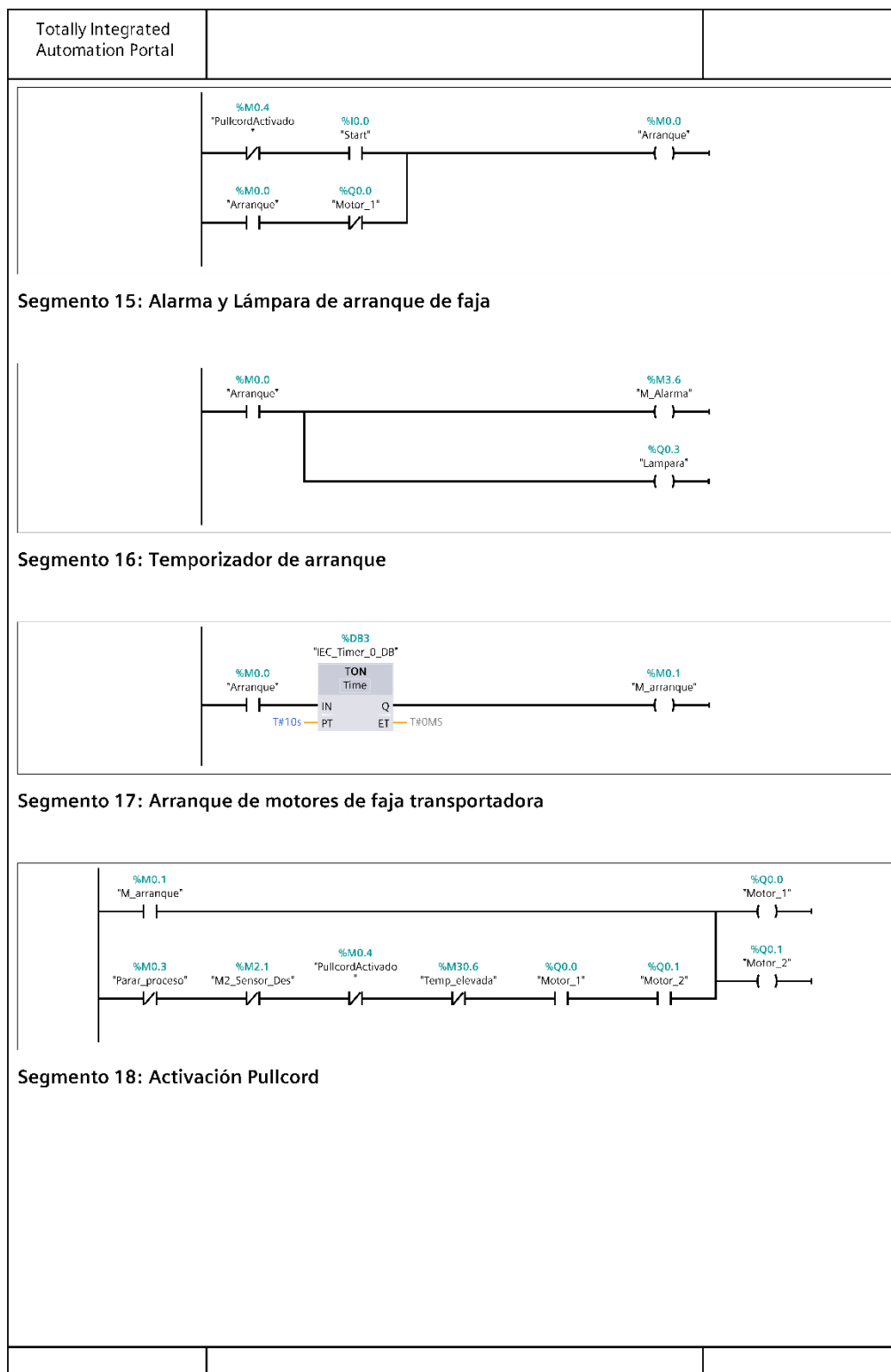
Totally Integrated Automation Portal		
0020		
0021	CALL	WAIT
0022	WT	:=1000
0023		
0024		
0025	CALL	TCON , "DB65" //Estableciendo una conexión
0026	REQ	:= "Tag_19" //Inicio para establecer una conexión
0027	ID	:=16#0002 //ID de conexión
0028	DONE	:= "Tag_20" //Listo sin error
0029	BUSY	:= "Tag_21" //Ocupado
0030	ERROR	:= "Tag_22" //Listo con error
0031	STATUS	:= "Tag_23" //Estado actual
0032	CONNECT	:= "Parametros".TCP_Param //bloque de datos con datos de conex-
	ión	
0033		
0034		
0035	A	"Tag_20" //Conexión establecida
0036	R	"Tag_19" //Resetear el inicio
0037		
Segmento 2: Secuencia activación TCP_MB_CLIENT - Entradas análogas		
0001	A	"Inicio_C1"
0002	JC	wei3
0003		
0004	AN	"Flanco_C1"
0005	=	"Tag_25"
0006	=	"Inicio_C1"
0007	=	"Tag_49"
0008		
0009	wei3:	NOP 0
0010		
0011	A	"Tag_24"
0012	JC	wei
0013		
0014	CALL	"TCP_MB_CLIENT", "TCP_MB_CLIENT_DB"
0015	REQ	:= "Tag_25" //Iniciar trabajo
0016	ID	:=16#0002 //ID TCP de conexión
0017	MB_FUNCTION	:= "Tag_8" //Código de función Modbus
0018	MB_DATA_ADDR	:= "Tag_27" //Dirección de inicio de Datos en esclavo
0019	MB_DATA_LEN	:= "Tag_18" //Cuenta de datos enviados/leídos
0020	MB_DATA_PTR	:=P#M200.0 BYTE 100
0021	DONE	:= "Tag_28" //Listo sin error
0022	BUSY	:= "Tag_29" //Listo con error
0023	ERROR	:= "Tag_30" //Estado actual
0024	STATUS	:= "Tag_31" //Estado actual
0025		
0026	L	"Tag_31" //Estado actual
0027	AN	"Tag_30" //No listo con error
0028	JC	ERR //Comprobar trabajo
0029	T	"Tag_32" //Salvar el estado
0030		
0031	ERR:	NOP 0
0032		
0033	O	"Tag_28" //Listo sin error
0034	O	"Tag_30" //Listo con error
0035	R	"Tag_25" //Restablecer iniciar trabajo
0036	S	"Tag_33"

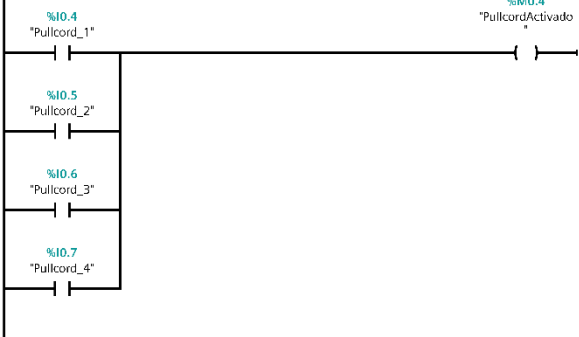
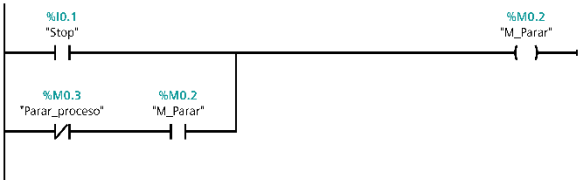
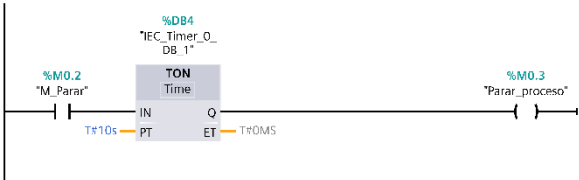
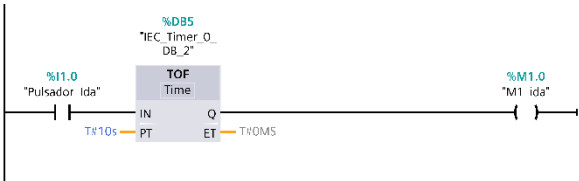
Totally Integrated Automation Portal		
<pre> 0037 0038 wei: NOP 0 0039 Segmento 3: Secuencia activación TCP_MB_CLIENT - Salidas análogas 0001 A "Tag_29" 0002 JC wei2 0003 0004 CALL "TCP_MB_CLIENT", "TCP_MB_CLIENT_DB" 0005 REQ := "Tag_33" 0006 ID := 16#0002 0007 MB_FUNCTION := "Tag_34" 0008 MB_DATA_ADDR := "Tag_35" 0009 MB_DATA_LEN := "Tag_36" 0010 MB_DATA_PTR := P#DB2.DBX0.0 BYTE 20 0011 DONE := "Tag_37" 0012 BUSY := "Tag_24" 0013 ERROR := "Tag_38" 0014 STATUS := "Tag_44" 0015 0016 L "Tag_44" 0017 AN "Tag_38" 0018 JC ER2 0019 T "Tag_45" 0020 ER2: NOP 0 0021 0022 O "Tag_37" 0023 O "Tag_38" 0024 R "Tag_33" 0025 S "Tag_25" 0026 Segmento 4: Copiar/Leer para escribir datos 0001 wei2: NOP 0 0002 0003 A "Tag_46" 0004 BEC 0005 L S5T#500MS 0006 CLR 0007 SE "Tag_46" 0008 SET 0009 SE "Tag_46" 0010 0011 AN "Tag_49" 0012 BEC 0013 Segmento 5: Normalización señal sensores polea cabeza lado derecho e izquierdo </pre>		

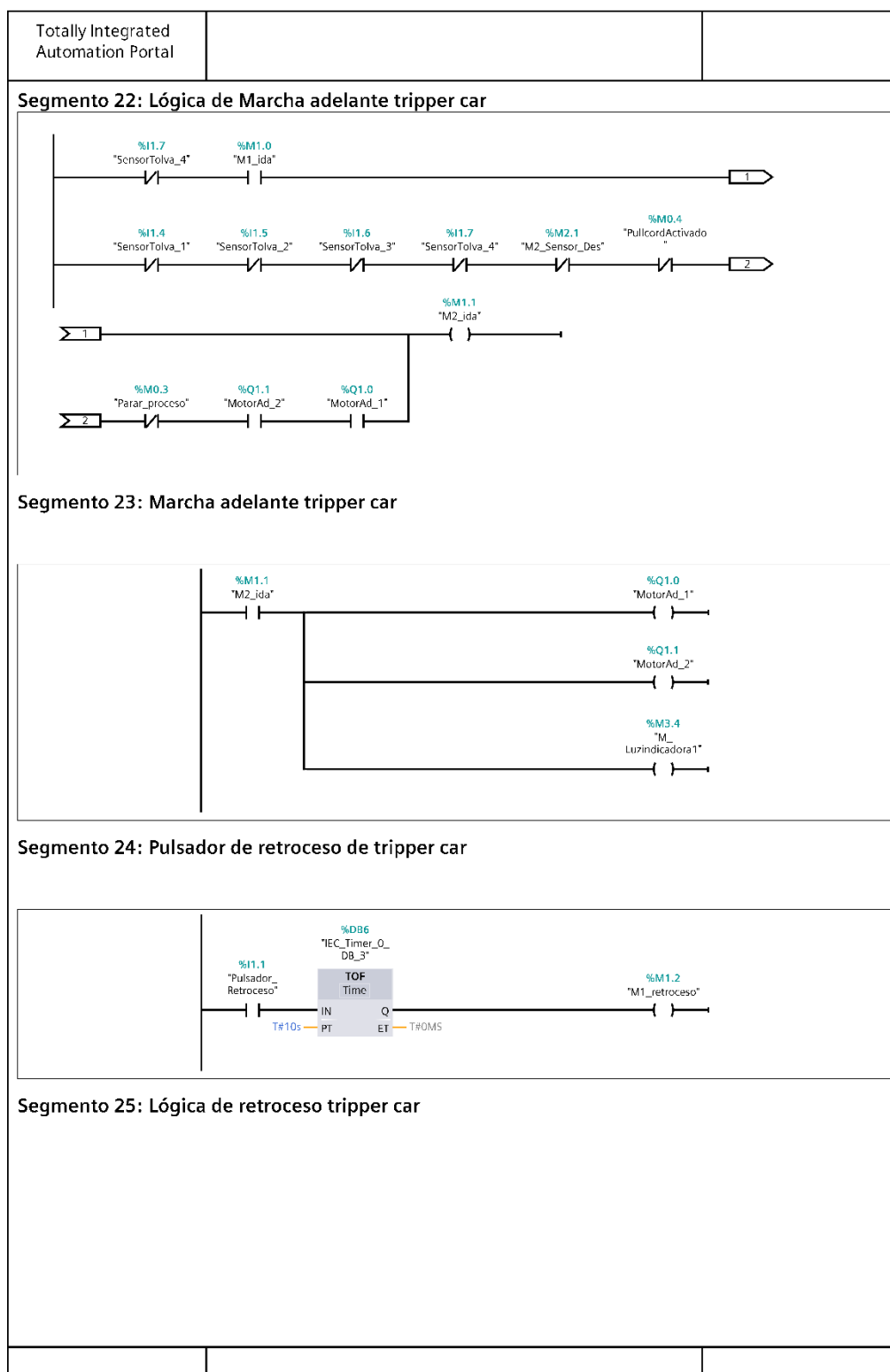


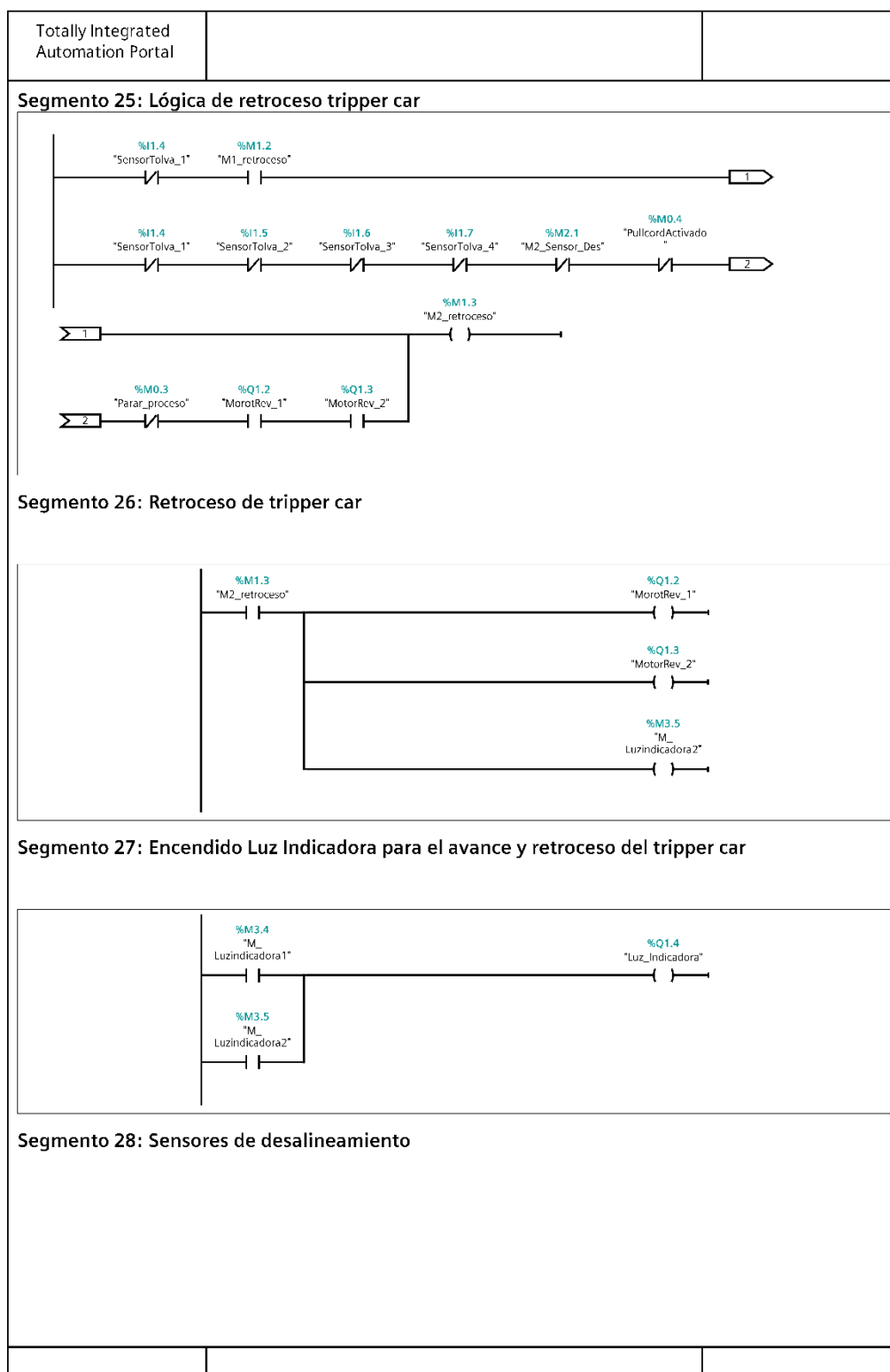


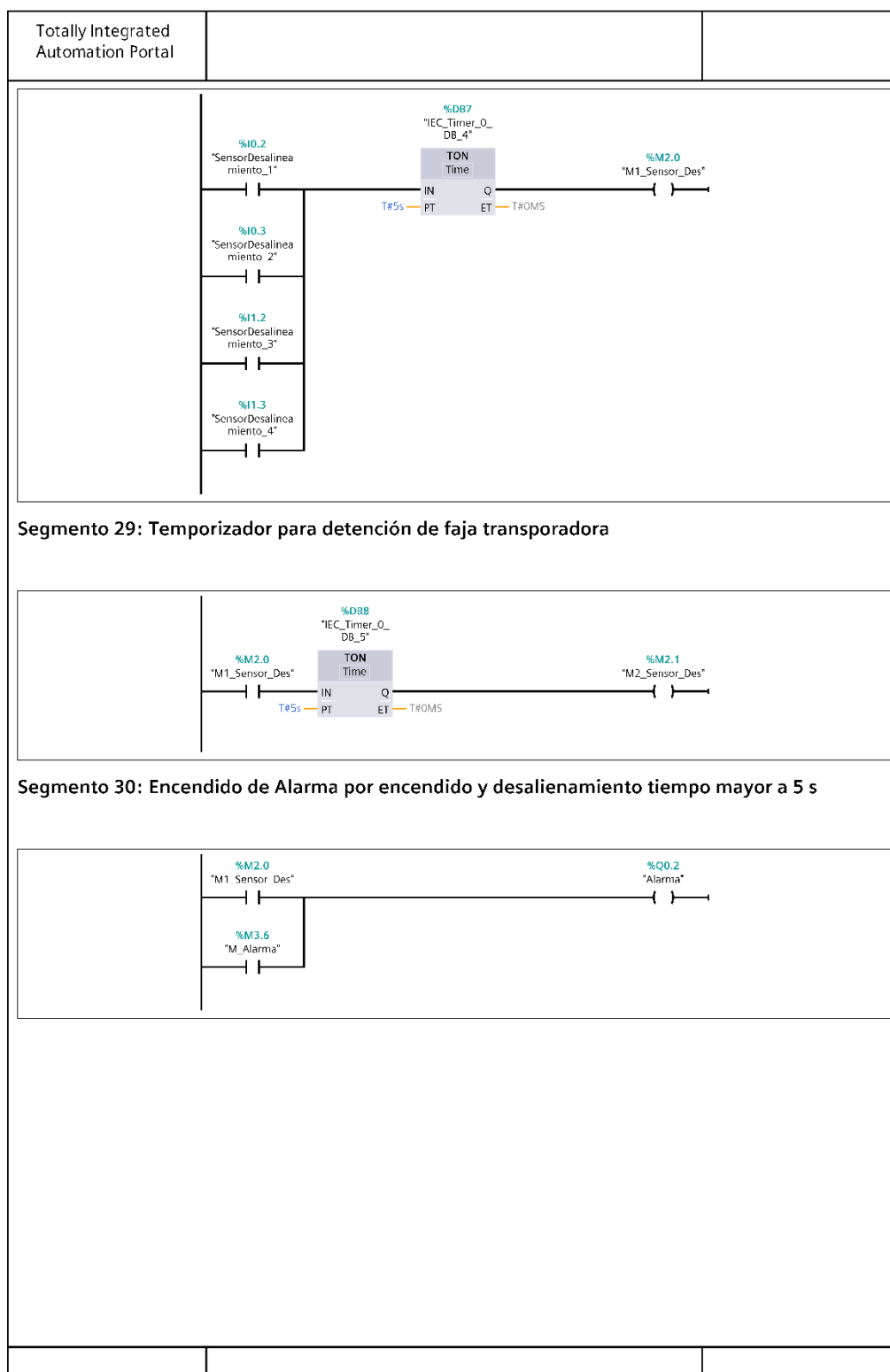
Totally Integrated Automation Portal		
		
Segmento 11: Sistema de supresión de polvo de la cola de faja transportadora		
		
Segmento 12: Sist. supresión de polvo de la cabeza de faja transportadora al 100%		
		
Segmento 13: Sist. supresión de polvo de la cola de faja transportadora al 100%		
		
Segmento 14: Arranque de Faja		

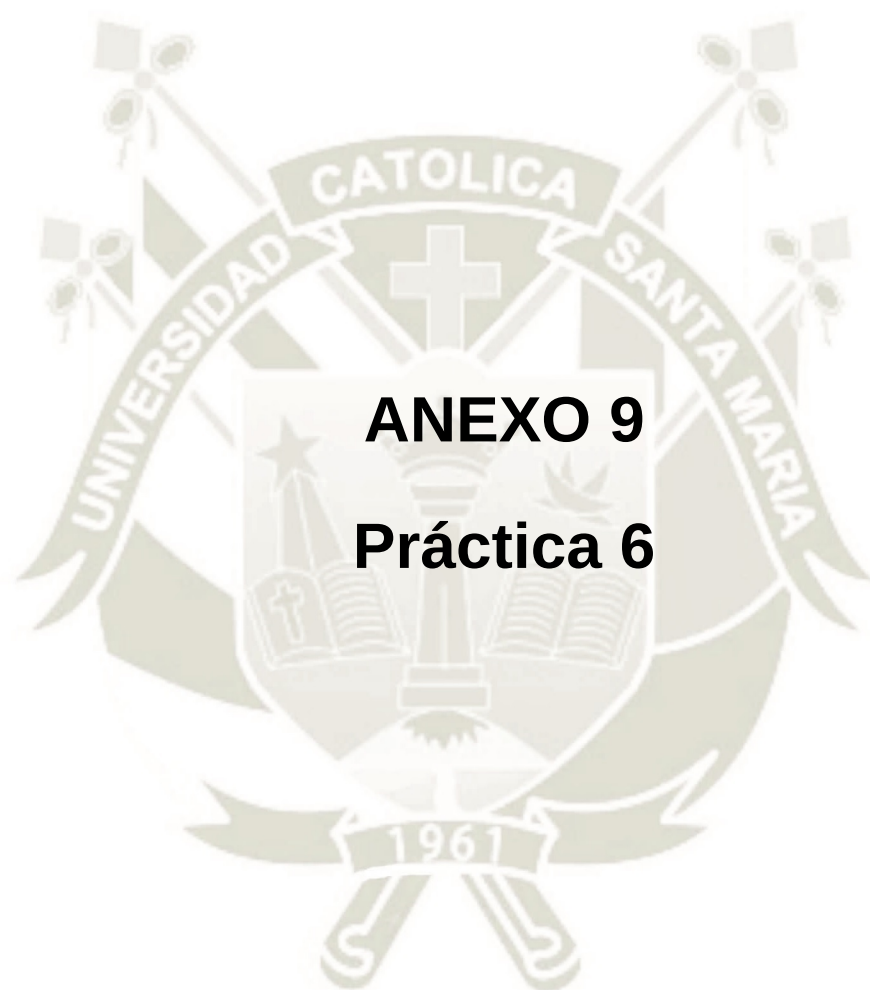


Totally Integrated Automation Portal		
		
Segmento 19: Parar faja transportadora		
		
Segmento 20: Temporizador de detención de faja transportadora		
		
Segmento 21: Pulsador de ida de tripper car		
		
Segmento 22: Lógica de Marcha adelante tripper car		









ANEXO 9

Práctica 6

Totally Integrated Automation Portal									
Práctica6_R / Modbus_Cliente [CPU 315-2 PN/DP] / Variables PLC									
Variables_Modbus [50]									
Variables PLC									
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Accesible desde HMI/O PC UA/W eb API	Escribible desde HMI/O PC UA/W eb API	Visible en HMI Engineering	Supervisión	Comentario
	Tag_8	Byte	%MB110		True	True	True		
	Tag_18	Int	%MW114		True	True	True		
	Tag_19	Bool	%M50.0		True	True	True		
	Tag_20	Bool	%M50.1		True	True	True		
	Tag_21	Bool	%M50.2		True	True	True		
	Tag_22	Bool	%M50.4		True	True	True		
	Tag_23	Word	%MW52		True	True	True		
	Tag_24	Bool	%M60.3		True	True	True		
	Tag_25	Bool	%M101.0		True	True	True		
	Tag_27	Word	%MW112		True	True	True		
	Tag_28	Bool	%M101.1		True	True	True		
	Tag_29	Bool	%M101.3		True	True	True		
	Tag_30	Bool	%M101.2		True	True	True		
	Tag_31	Word	%MW102		True	True	True		
	Tag_32	Word	%MW104		True	True	True		
	Tag_33	Bool	%M60.0		True	True	True		
	Tag_34	Byte	%MB66		True	True	True		
	Tag_35	Word	%MW68		True	True	True		
	Tag_36	Int	%MW70		True	True	True		
	Tag_37	Bool	%M60.1		True	True	True		
	Tag_38	Bool	%M60.2		True	True	True		
	Tag_44	Word	%MW62		True	True	True		
	Tag_45	Word	%MW64		True	True	True		
	Tag_46	Timer	%T1		True	True	True		
	Tag_1	Bool	%M30.0		True	True	True		
	Tag_48	Word	%MW4		True	True	True		
	Tag_49	Bool	%M54.0		True	True	True		
	IN_1	Word	%MW200		True	True	True		
	IN_2	Word	%MW202		True	True	True		
	IN_3	Word	%MW204		True	True	True		
	IN_4	Word	%MW206		True	True	True		
	M_Temp1	Real	%MD300		True	True	True		
	Unipolar	Bool	%M30.1		True	True	True		
	Scalar_1	Int	%MW0		True	True	True		
	Tag_2	Word	%MW1		True	True	True		

Totally Integrated Automation Portal									
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Accesible desde HMI/O PC UA/W eb API	Escribible desde HMI/O PC UA/W eb API	Visible en HMI Engineering	Supervisión	Comentario
	Tag_3	Real	%MD2		True	True	True		
	Alerta	Bool	%M31.0		True	True	True		
	Emergencia	Bool	%M31.1		True	True	True		
	Porc_entrada1	Real	%MD8		True	True	True		
	Porc_entrada2	Real	%MD12		True	True	True		
	M_Temp2	Real	%MD304		True	True	True		
	M_Temp3	Real	%MD308		True	True	True		
	M_Temp4	Real	%MD312		True	True	True		
	Inicio_C1	Bool	%M30.2		True	True	True		
	Flanco_C1	Bool	%M30.3		True	True	True		
	Inicio_Tcon	Bool	%M30.4		True	True	True		
	Flanco_Tcon	Bool	%M30.5		True	True	True		
	Temp_elevada	Bool	%M30.6		True	True	True		
	M_Porcentaje1	Real	%MD316		True	True	True		
	M_Porcentaje2	Real	%MD320		True	True	True		

Totally Integrated Automation Portal									
Práctica6_R / Maestro_PLC [CPU 315-2 PN/DP] / Variables PLC									
Tabla de variables [43]									
Variables PLC									
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Accesible desde HMI/O PC UA/W eb API	Escribible desde HMI/O PC UA/W eb API	Visible en HMI Engineering	Supervisión	Comentario
	Start	Bool	%I0.0		True	True	True		
	Stop	Bool	%I0.1		True	True	True		
	SensorDesalineamiento_1	Bool	%I0.2		True	True	True		
	SensorDesalineamiento_2	Bool	%I0.3		True	True	True		
	Pullcord_1	Bool	%I0.4		True	True	True		
	Pullcord_2	Bool	%I0.5		True	True	True		
	Pullcord_3	Bool	%I0.6		True	True	True		
	Pullcord_4	Bool	%I0.7		True	True	True		
	Pulsador_Ida	Bool	%I1.0		True	True	True		
	Pulsador_Retroceso	Bool	%I1.1		True	True	True		
	SensorDesalineamiento_3	Bool	%I1.2		True	True	True		
	SensorDesalineamiento_4	Bool	%I1.3		True	True	True		
	SensorTolva_1	Bool	%I1.4		True	True	True		
	SensorTolva_2	Bool	%I1.5		True	True	True		
	SensorTolva_3	Bool	%I1.6		True	True	True		
	SensorTolva_4	Bool	%I1.7		True	True	True		
	Motor_1	Bool	%Q0.0		True	True	True		
	Motor_2	Bool	%Q0.1		True	True	True		
	Alarma	Bool	%Q0.2		True	True	True		
	Lampara	Bool	%Q0.3		True	True	True		
	MotorAd_1	Bool	%Q1.0		True	True	True		
	MotorAd_2	Bool	%Q1.1		True	True	True		
	MorotRev_1	Bool	%Q1.2		True	True	True		
	MotorRev_2	Bool	%Q1.3		True	True	True		
	Luz_Indicadora	Bool	%Q1.4		True	True	True		
	Arranque	Bool	%M0.0		True	True	True		
	M_arranque	Bool	%M0.1		True	True	True		
	M_Parar	Bool	%M0.2		True	True	True		
	Parar_proceso	Bool	%M0.3		True	True	True		
	PullcordActivado	Bool	%M0.4		True	True	True		
	M1_ida	Bool	%M1.0		True	True	True		
	M2_ida	Bool	%M1.1		True	True	True		
	M1_retroceso	Bool	%M1.2		True	True	True		

Totally Integrated Automation Portal								
Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Accesible desde HMI/O PC UA/Web API	Escribible desde HMI/O PC UA/Web API	Visible en HMI Engineering	Supervisión	Comentario
 M2_retroceso	Bool	%M1.3		True	True	True		
 M1_Sensor_Des	Bool	%M2.0		True	True	True		
 M2_Sensor_Des	Bool	%M2.1		True	True	True		
 M_Start	Bool	%M3.0		True	True	True		
 M_Stop	Bool	%M3.1		True	True	True		
 M_Pulsador_Ida	Bool	%M3.2		True	True	True		
 M_Pulsador_Retroceso	Bool	%M3.3		True	True	True		
 M_Luzindicadora1	Bool	%M3.4		True	True	True		
 M_Luzindicadora2	Bool	%M3.5		True	True	True		
 M_Alarma	Bool	%M3.6		True	True	True		

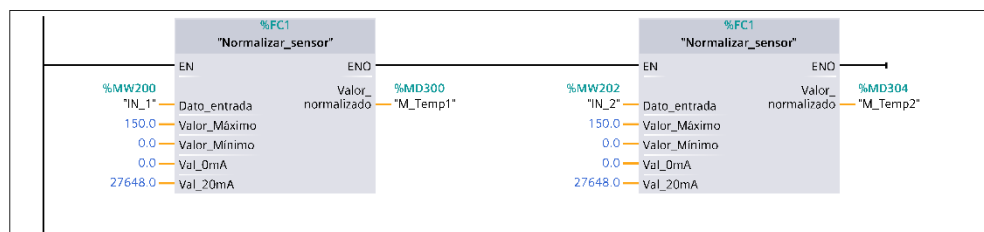
Totally Integrated Automation Portal		
Práctica6_R / Maestro_PLC [CPU 315-2 PN/DP] / Bloques de programa Main [OB1]		
Main Propiedades		
General		
Nombre	Main	Número 1
Idioma	KOP	Tipo OB
Información		
Título	"Barrido del programa principal (Ciclo)"	Autor
Familia		Versión 0.1
Main		
Nombre	Tipo de datos	Offset
Valor predet.	Comentario	
▼ Temp		
OB1_EV_CLASS	Byte	0.0
OB1_SCAN_1	Byte	1.0
OB1_PRIORITY	Byte	2.0
OB1_OB_NUMBR	Byte	3.0
OB1_RESERVED_1	Byte	4.0
OB1_RESERVED_2	Byte	5.0
OB1_PREV_CYCLE	Int	6.0
OB1_MIN_CYCLE	Int	8.0
OB1_MAX_CYCLE	Int	10.0
OB1_DATE_TIME	Date_And_Ti me	12.0
Constant		
Segmento 1: Secuencia activación de TCON		
0001	L	16#04
0002	T	"Tag_8"
0003	L	16#04
0004	T	"Tag_18"
0005	L	16#04
0006	T	"Tag_36"
0007	L	16#10
0008	T	"Tag_34"
0009		
0010	AN	"Tag_19"
0011	JC	wei4
0012		
0013	A	"Flanco_Tcon"
0014	=	"Tag_25"
0015	=	"Tag_33"
0016	=	"Inicio_C1"
0017	=	"Tag_49"
0018		
0019	wei4:	NOP 0
0020		

Totally Integrated Automation Portal		
<pre> 0021 CALL WAIT 0022 WT :=1000 0023 0024 0025 CALL TCON , "DB65" //Estableciendo una conexión 0026 REQ := "Tag_19" //Inicio para establecer una conexión 0027 ID := 16#0002 //ID de conexión 0028 DONE := "Tag_20" //Listo sin error 0029 BUSY := "Tag_21" //Ocupado 0030 ERROR := "Tag_22" //Listo con error 0031 STATUS := "Tag_23" //Estado actual 0032 CONNECT := "Parametros".TCP_Param//bloque de datos con datos de conex- ión 0033 0034 0035 A "Tag_20" //Conexión establecida 0036 R "Tag_19" //Resetear el inicio 0037 0038 </pre>		
Segmento 2: Secuencia activación TCP_MB_CLIENT - Entradas		
<pre> 0001 A "Inicio_C1" 0002 JC wei3 0003 0004 AN "Flanco_C1" 0005 = "Tag_25" 0006 = "Inicio_C1" 0007 = "Tag_49" 0008 0009 0010 wei3: NOP 0 0011 0012 A "Tag_24" 0013 JC wei 0014 0015 CALL "TCP_MB_CLIENT", "TCP_MB_CLIENT_DB" 0016 REQ := "Tag_25" //Iniciar trabajo 0017 ID := 16#0002 //ID TCP de conexión 0018 MB_FUNCTION := "Tag_8" //Código de función Modbus 0019 MB_DATA_ADDR := "Tag_27" //Dirección de inicio de Datos en esclavo 0020 MB_DATA_LEN := "Tag_18" //Cuenta de datos enviados/leídos 0021 MB_DATA_PTR := P#M200.0 BYTE 100 0022 DONE := "Tag_28" //Listo sin error 0023 BUSY := "Tag_29" //Listo con error 0024 ERROR := "Tag_30" //Estado actual 0025 STATUS := "Tag_31" 0026 0027 L "Tag_31" //Estado actual 0028 AN "Tag_30" //No listo con error 0029 JC ERR //Comprobar trabajo 0030 T "Tag_32" //Salvar el estado 0031 0032 ERR: NOP 0 0033 0034 O "Tag_28" //Listo sin error 0035 O "Tag_30" //Listo con error 0036 R "Tag_25" //Restablecer iniciar trabajo </pre>		

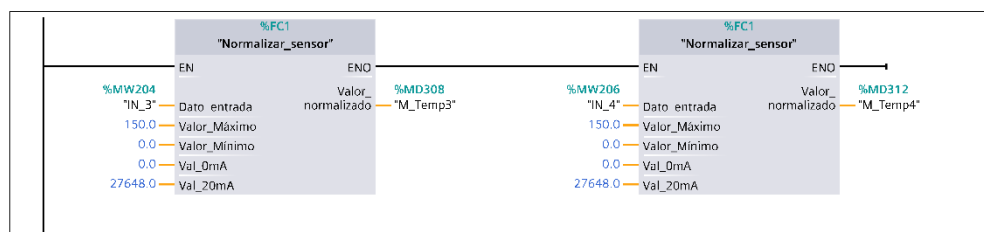
Totally Integrated Automation Portal		
0037 S "Tag_33"		
0038		
0039		
0040 wei: NOP 0		
0041		
Segmento 3: Secuencia activación TCP_MB_CLIENT - Salidas		
0001 A "Tag_29"		
0002 JC wei2		
0003		
0004 CALL "TCP_MB_CLIENT", "TCP_MB_CLIENT_DB"		
0005 REQ := "Tag_33"		
0006 ID := 16#0002		
0007 MB_FUNCTION := "Tag_34"		
0008 MB_DATA_ADDR := "Tag_35"		
0009 MB_DATA_LEN := "Tag_36"		
0010 MB_DATA_PTR := P#DB2.DBX0.0 BYTE 20		
0011 DONE := "Tag_37"		
0012 BUSY := "Tag_24"		
0013 ERROR := "Tag_38"		
0014 STATUS := "Tag_44"		
0015		
0016 L "Tag_44"		
0017 AN "Tag_38"		
0018 JC ER2		
0019 T "Tag_45"		
0020 ER2: NOP 0		
0021		
0022		
0023 O "Tag_37"		
0024 O "Tag_38"		
0025 R "Tag_33"		
0026 S "Tag_25"		
0027		
Segmento 4: Copiar/Leer para escribir datos		
0001 wei2: NOP 0		
0002		
0003		
0004 A "Tag_46"		
0005 BEC		
0006 L S5T#500MS		
0007 CLR		
0008 SE "Tag_46"		
0009 SET		
0010 SE "Tag_46"		
0011		
0012		
0013 AN "Tag_49"		
0014 BEC		
0015		
0016		

Totally Integrated
Automation Portal

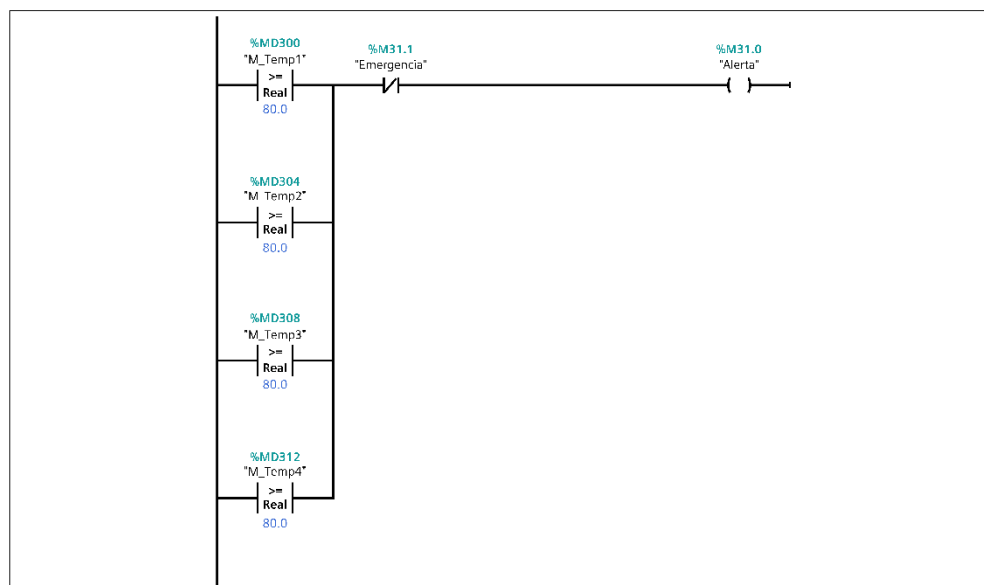
Segmento 5: Normalización señal sensores polea cabeza lado derecho e izquierdo



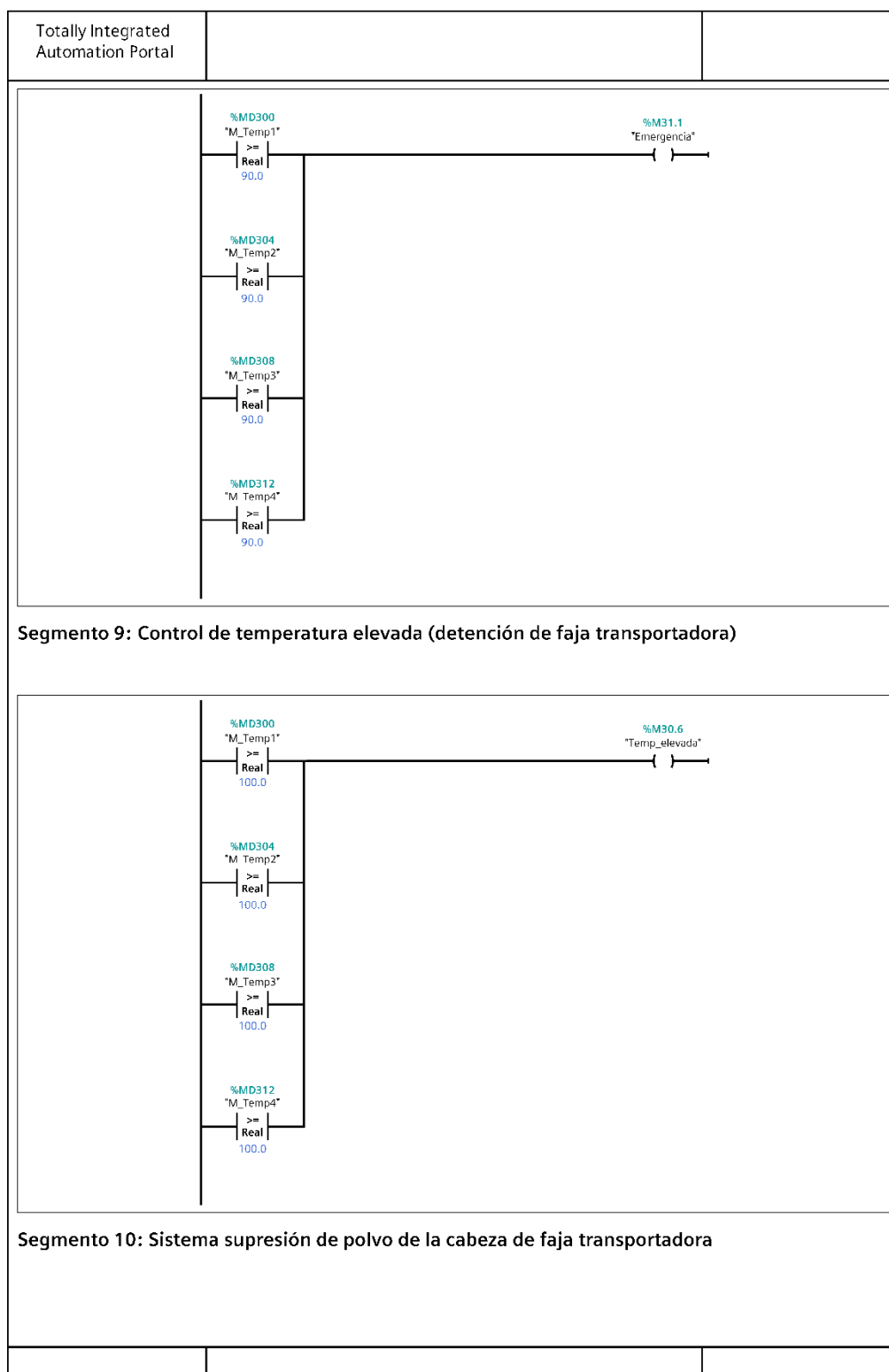
Segmento 6: Normalización señal sensores polea cola lado derecho e izquierdo



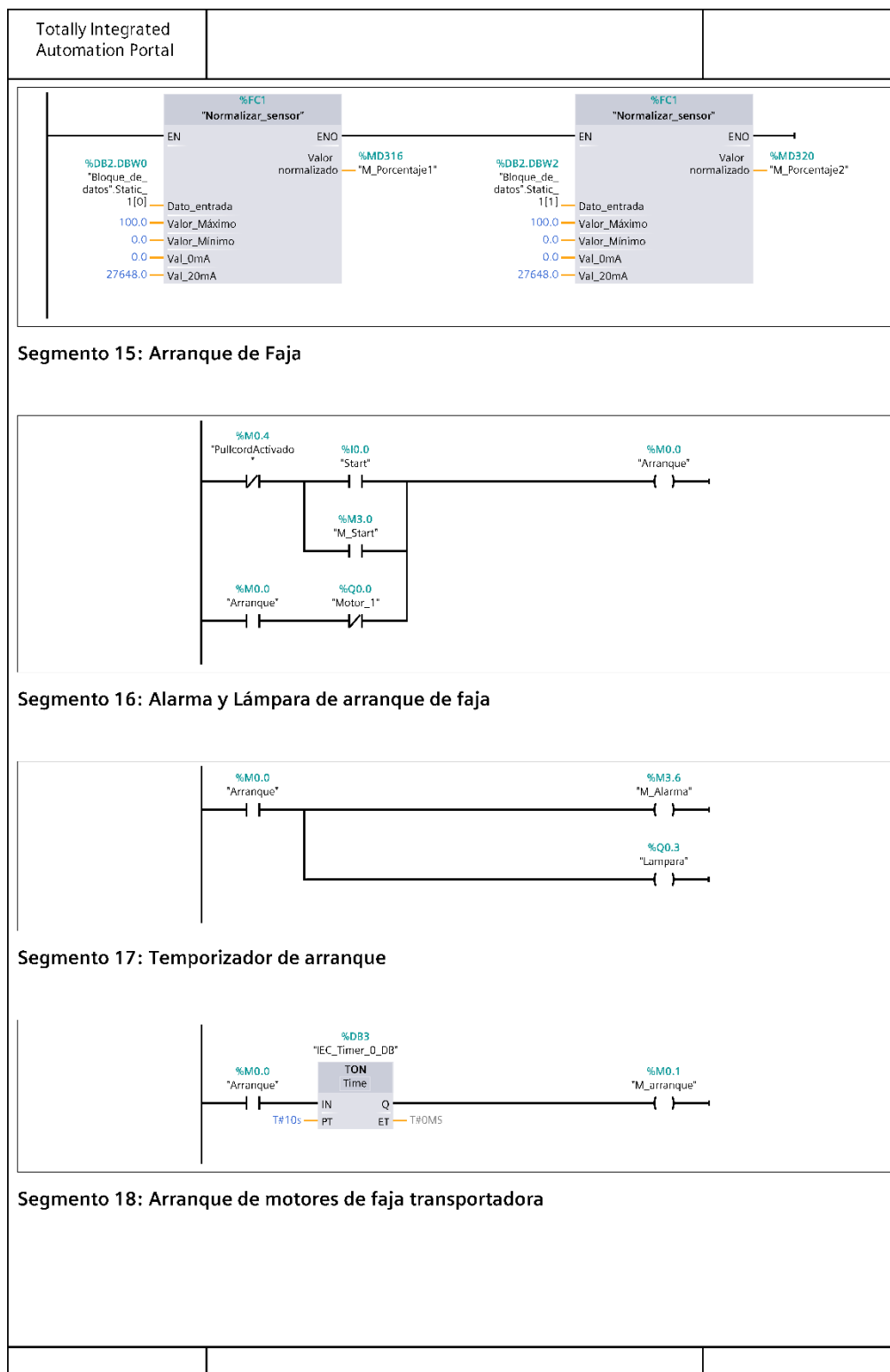
Segmento 7: Lógica de alerta sensor polea cabeza lado derecho

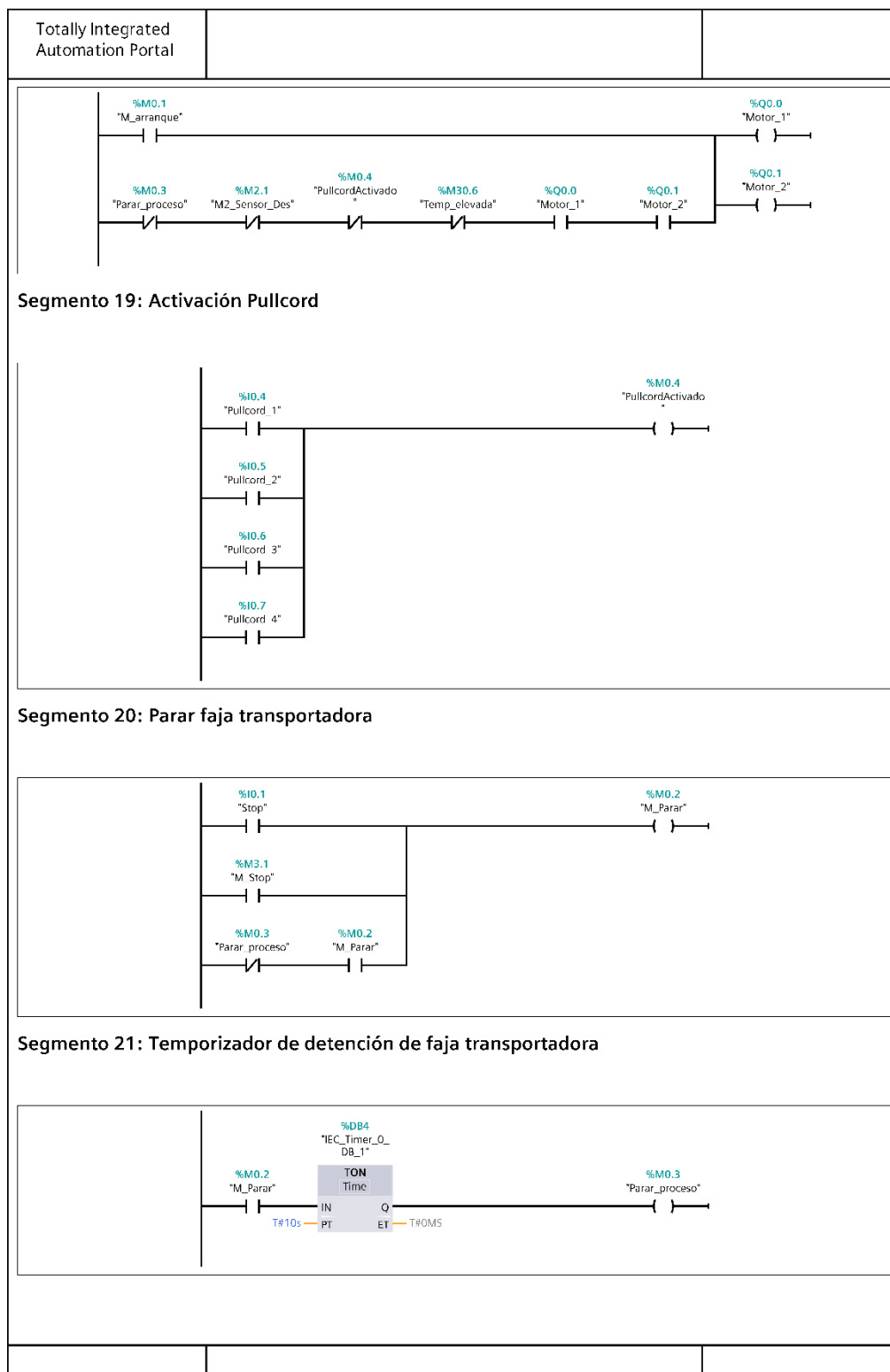


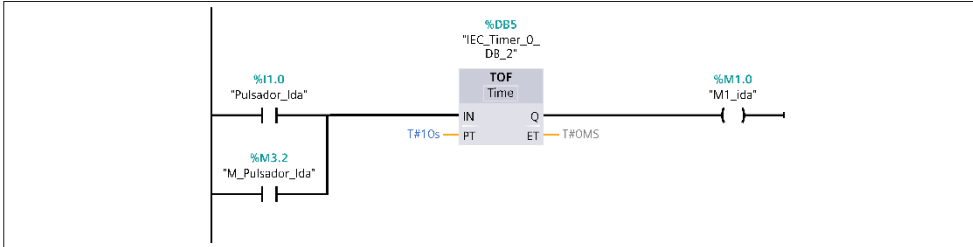
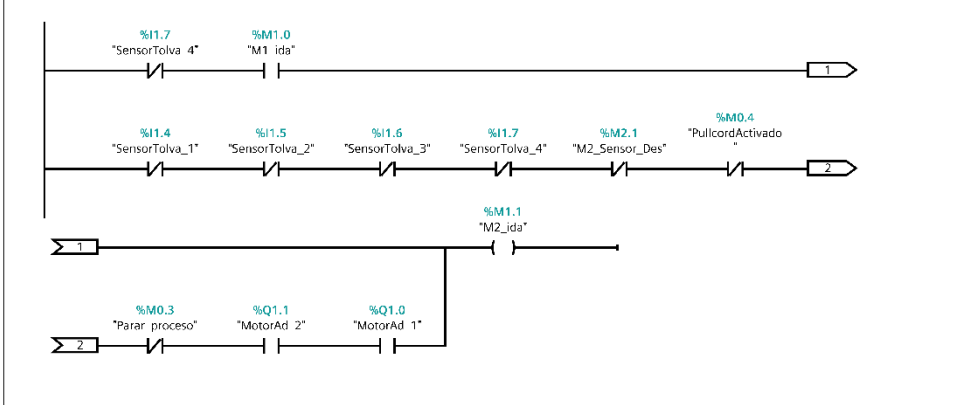
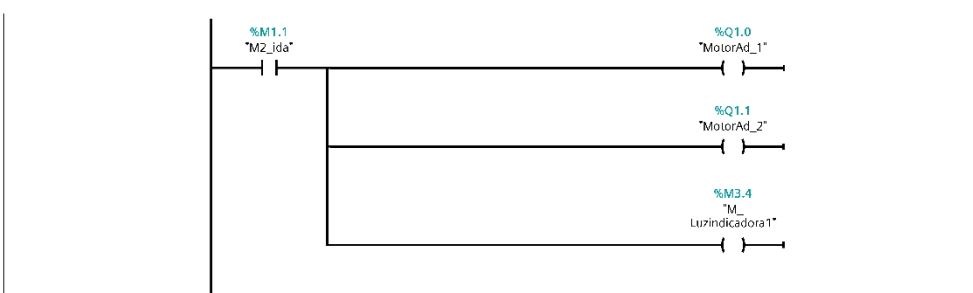
Segmento 8: Lógica de emergencia sensor polea cabeza lado derecho

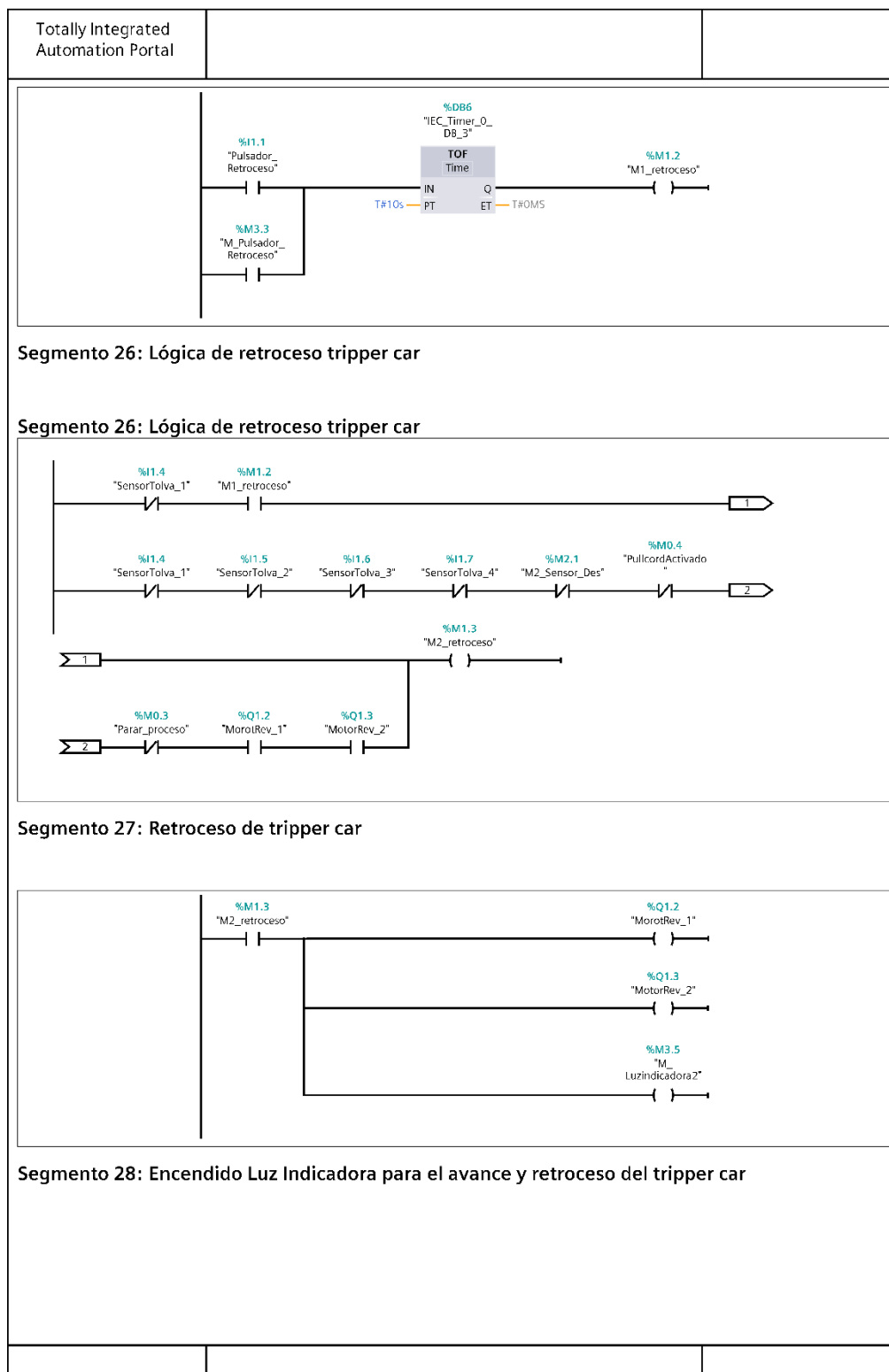


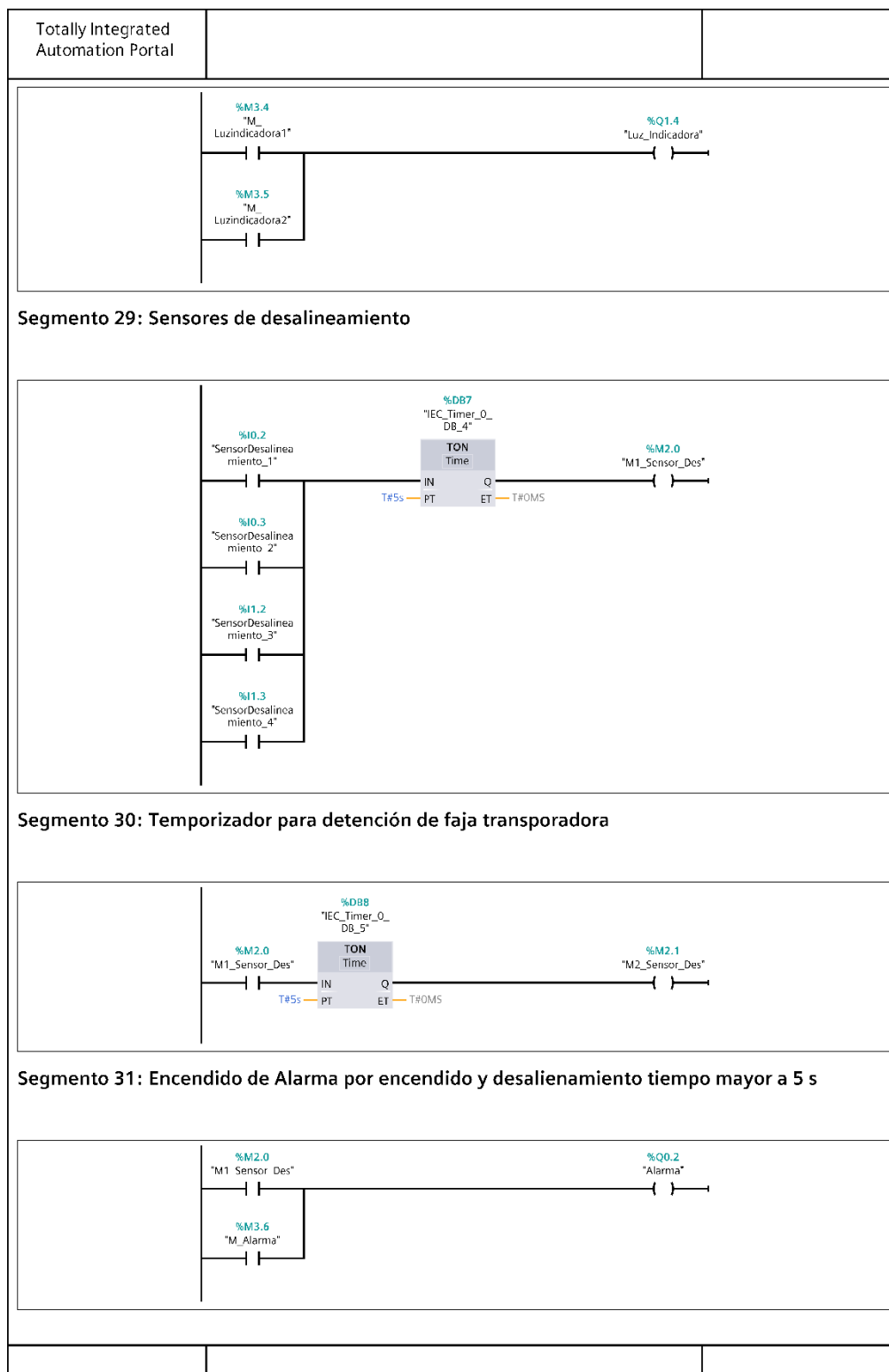
Totally Integrated Automation Portal		
Segmento 11: Sistema de supresión de polvo de la cola de faja transportadora		
Segmento 12: Sist. supresión de polvo de la cabeza de faja transportadora al 100%		
Segmento 13: Sist. supresión de polvo de la cola de faja transportadora al 100%		
Segmento 14: Normalizado de variables Sist. supresión de polvo para SCADA		



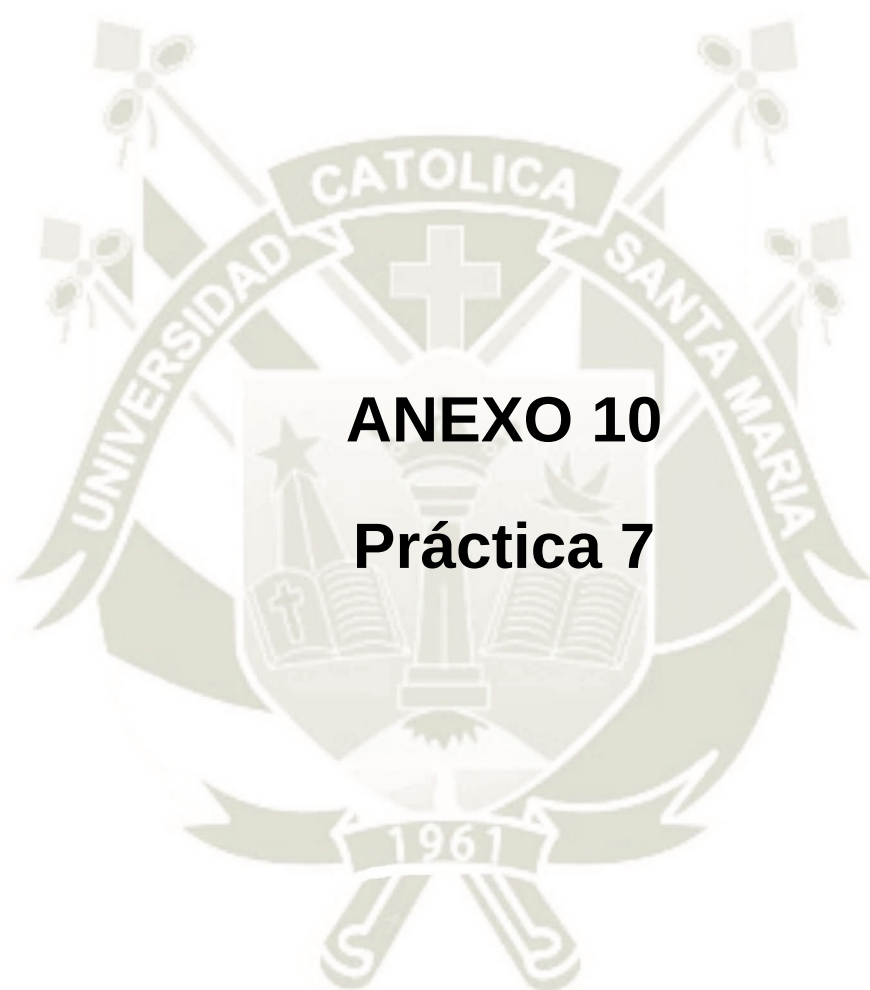


Totally Integrated Automation Portal		
Segmento 22: Pulsador de ida de tripper car		
		
Segmento 23: Lógica de Marcha adelante tripper car		
Segmento 23: Lógica de Marcha adelante tripper car		
		
Segmento 24: Marcha adelante tripper car		
		
Segmento 25: Pulsador de retroceso de tripper car		









ANEXO 10

Práctica 7

Totally Integrated Automation Portal									
Práctica7_R / Maestro_PLC [CPU 315-2 PN/DP] / Variables PLC									
Variables_Modbus [50]									
Variables PLC									
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Accesible desde HMI/O PC UA/W eb API	Escribible desde HMI/O PC UA/W eb API	Visible en HMI Engineering	Supervisión	Comentario
	Tag_8	Byte	%MB110		True	True	True		
	Tag_18	Int	%MW114		True	True	True		
	Tag_19	Bool	%M50.0		True	True	True		
	Tag_20	Bool	%M50.1		True	True	True		
	Tag_21	Bool	%M50.2		True	True	True		
	Tag_22	Bool	%M50.4		True	True	True		
	Tag_23	Word	%MW52		True	True	True		
	Tag_24	Bool	%M60.3		True	True	True		
	Tag_25	Bool	%M101.0		True	True	True		
	Tag_27	Word	%MW112		True	True	True		
	Tag_28	Bool	%M101.1		True	True	True		
	Tag_29	Bool	%M101.3		True	True	True		
	Tag_30	Bool	%M101.2		True	True	True		
	Tag_31	Word	%MW102		True	True	True		
	Tag_32	Word	%MW104		True	True	True		
	Tag_33	Bool	%M60.0		True	True	True		
	Tag_34	Byte	%MB66		True	True	True		
	Tag_35	Word	%MW68		True	True	True		
	Tag_36	Int	%MW70		True	True	True		
	Tag_37	Bool	%M60.1		True	True	True		
	Tag_38	Bool	%M60.2		True	True	True		
	Tag_44	Word	%MW62		True	True	True		
	Tag_45	Word	%MW64		True	True	True		
	Tag_46	Timer	%T1		True	True	True		
	Tag_1	Bool	%M30.0		True	True	True		
	Tag_48	Word	%MW4		True	True	True		
	Tag_49	Bool	%M54.0		True	True	True		
	IN_1	Word	%MW200		True	True	True		
	IN_2	Word	%MW202		True	True	True		
	IN_3	Word	%MW204		True	True	True		
	IN_4	Word	%MW206		True	True	True		
	M_Temp1	Real	%MD300		True	True	True		
	Unipolar	Bool	%M30.1		True	True	True		
	Scalar_1	Int	%MW0		True	True	True		
	Tag_2	Word	%MW1		True	True	True		

Totally Integrated Automation Portal									
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Accesible desde HMI/O PC UA/W eb API	Escribible desde HMI/O PC UA/W eb API	Visible en HMI Engineering	Supervisión	Comentario
	Tag_3	Real	%MD2		True	True	True		
	Alerta	Bool	%M31.0		True	True	True		
	Emergencia	Bool	%M31.1		True	True	True		
	Porc_entrada1	Real	%MD8		True	True	True		
	Porc_entrada2	Real	%MD12		True	True	True		
	M_Temp2	Real	%MD304		True	True	True		
	M_Temp3	Real	%MD308		True	True	True		
	M_Temp4	Real	%MD312		True	True	True		
	Inicio_C1	Bool	%M30.2		True	True	True		
	Flanco_C1	Bool	%M30.3		True	True	True		
	Inicio_Tcon	Bool	%M30.4		True	True	True		
	Flanco_Tcon	Bool	%M30.5		True	True	True		
	Temp_elevada	Bool	%M30.6		True	True	True		
	M_Porcentaje1	Real	%MD316		True	True	True		
	M_Porcentaje2	Real	%MD320		True	True	True		

Totally Integrated Automation Portal									
Práctica7_R / Maestro_PLC [CPU 315-2 PN/DP] / Variables PLC									
Tabla de variables [47]									
Variables PLC									
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Accesible desde HMI/O PC UA/W eb API	Escribible desde HMI/O PC UA/W eb API	Visible en HMI Engineering	Supervisión	Comentario
	Start	Bool	%I0.0		True	True	True		
	Stop	Bool	%I0.1		True	True	True		
	SensorDesalineamiento_1	Bool	%I0.2		True	True	True		
	SensorDesalineamiento_2	Bool	%I0.3		True	True	True		
	Pullcord_1	Bool	%I0.4		True	True	True		
	Pullcord_2	Bool	%I0.5		True	True	True		
	Pullcord_3	Bool	%I0.6		True	True	True		
	Pullcord_4	Bool	%I0.7		True	True	True		
	Pulsador_Ida	Bool	%I1.0		True	True	True		
	Pulsador_Retroceso	Bool	%I1.1		True	True	True		
	SensorDesalineamiento_3	Bool	%I1.2		True	True	True		
	SensorDesalineamiento_4	Bool	%I1.3		True	True	True		
	SensorTolva_1	Bool	%I1.4		True	True	True		
	SensorTolva_2	Bool	%I1.5		True	True	True		
	SensorTolva_3	Bool	%I1.6		True	True	True		
	SensorTolva_4	Bool	%I1.7		True	True	True		
	Motor_1	Bool	%Q0.0		True	True	True		
	Motor_2	Bool	%Q0.1		True	True	True		
	Alarma	Bool	%Q0.2		True	True	True		
	Lampara	Bool	%Q0.3		True	True	True		
	MotorAd_1	Bool	%Q1.0		True	True	True		
	MotorAd_2	Bool	%Q1.1		True	True	True		
	MorotRev_1	Bool	%Q1.2		True	True	True		
	MotorRev_2	Bool	%Q1.3		True	True	True		
	Luz_Indicadora	Bool	%Q1.4		True	True	True		
	Arranque	Bool	%M0.0		True	True	True		
	M_arranque	Bool	%M0.1		True	True	True		
	M_Parar	Bool	%M0.2		True	True	True		
	Parar_proceso	Bool	%M0.3		True	True	True		
	PullcordActivado	Bool	%M0.4		True	True	True		
	M1_ida	Bool	%M1.0		True	True	True		
	M2_ida	Bool	%M1.1		True	True	True		
	M1_retroceso	Bool	%M1.2		True	True	True		

Totally Integrated Automation Portal								
Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Accesible desde HMI/O PC UA/Web API	Escribible desde HMI/O PC UA/Web API	Visible en HMI Engineering	Supervisión	Comentario
 M2_retroceso	Bool	%M1.3		True	True	True		
 M1_Sensor_Des	Bool	%M2.0		True	True	True		
 M2_Sensor_Des	Bool	%M2.1		True	True	True		
 M_Start	Bool	%M3.0		True	True	True		
 M_Stop	Bool	%M3.1		True	True	True		
 M_Pulsador_Ida	Bool	%M3.2		True	True	True		
 M_Pulsador_Retroceso	Bool	%M3.3		True	True	True		
 M_Luzindicadora1	Bool	%M3.4		True	True	True		
 M_Luzindicadora2	Bool	%M3.5		True	True	True		
 M_Alarma	Bool	%M3.6		True	True	True		
 M_Arranques_A	Int	%MW6		True	True	True		
 M_Arranques_B	Int	%MW16		True	True	True		
 M_Tiempo_Encendido_A	Time	%MD18		True	True	True		
 M_Tiempo_Encendido_B	Time	%MD20		True	True	True		

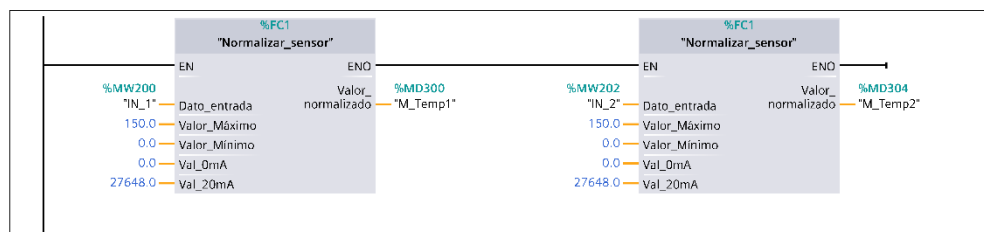
Totally Integrated Automation Portal		
Práctica7_R / Maestro_PLC [CPU 315-2 PN/DP] / Bloques de programa Main [OB1]		
Main Propiedades		
General		
Nombre	Main	Número 1
Idioma	KOP	Tipo OB
Información		
Título	"Barrido del programa principal (Ciclo)"	Autor
Familia		Versión 0.1
Main		
Nombre	Tipo de datos	Offset
Valor predet.	Comentario	
▼ Temp		
OB1_EV_CLASS	Byte	0.0
OB1_SCAN_1	Byte	1.0
OB1_PRIORITY	Byte	2.0
OB1_OB_NUMBR	Byte	3.0
OB1_RESERVED_1	Byte	4.0
OB1_RESERVED_2	Byte	5.0
OB1_PREV_CYCLE	Int	6.0
OB1_MIN_CYCLE	Int	8.0
OB1_MAX_CYCLE	Int	10.0
OB1_DATE_TIME	Date_And_Ti me	12.0
Constant		
Segmento 1: Secuencia activación de TCON		
0001	L	16#04
0002	T	"Tag_8"
0003	L	16#04
0004	T	"Tag_18"
0005	L	16#04
0006	T	"Tag_36"
0007	L	16#10
0008	T	"Tag_34"
0009		
0010	AN	"Tag_19"
0011	JC	wei4
0012		
0013	A	"Flanco_Tcon"
0014	=	"Tag_25"
0015	=	"Tag_33"
0016	=	"Inicio_C1"
0017	=	"Tag_49"
0018		
0019	wei4:	NOP 0
0020		

Totally Integrated Automation Portal		
<pre> 0021 CALL WAIT 0022 WT :=1000 0023 0024 0025 CALL TCON , "DB65" //Estableciendo una conexión 0026 REQ := "Tag_19" //Inicio para establecer una conexión 0027 ID := 16#0002 //ID de conexión 0028 DONE := "Tag_20" //Listo sin error 0029 BUSY := "Tag_21" //Ocupado 0030 ERROR := "Tag_22" //Listo con error 0031 STATUS := "Tag_23" //current state 0032 CONNECT := "Parametros".TCP_Param //bloque de datos con datos de conex- ión 0033 0034 0035 A "Tag_20" //Conexión establecida 0036 R "Tag_19" //Resetear el inicio 0037 0038 </pre>		
Segmento 2: Secuencia activación TCP_MB_CLIENT - Entradas		
<pre> 0001 A "Inicio_C1" 0002 JC wei3 0003 0004 AN "Flanco_C1" 0005 = "Tag_25" 0006 = "Inicio_C1" 0007 = "Tag_49" 0008 0009 0010 wei3: NOP 0 0011 0012 A "Tag_24" 0013 JC wei 0014 0015 CALL "TCP_MB_CLIENT", "TCP_MB_CLIENT_DB" 0016 REQ := "Tag_25" //Iniciar trabajo 0017 ID := 16#0002 //ID TCP de conexión 0018 MB_FUNCTION := "Tag_8" //Código de función Modbus 0019 MB_DATA_ADDR := "Tag_27" //Dirección de inicio de Datos en esclavo 0020 MB_DATA_LEN := "Tag_18" //Cuenta de datos enviados/leídos 0021 MB_DATA_PTR := P#M200.0 BYTE 100 0022 DONE := "Tag_28" //Listo sin error 0023 BUSY := "Tag_29" //Listo con error 0024 ERROR := "Tag_30" //Estado actual 0025 STATUS := "Tag_31" 0026 0027 L "Tag_31" //Estado actual 0028 AN "Tag_30" //No listo con error 0029 JC ERR //Comprobar trabajo 0030 T "Tag_32" //Salvar el estado 0031 0032 ERR: NOP 0 0033 0034 O "Tag_28" //Listo sin error 0035 O "Tag_30" //Listo con error 0036 R "Tag_25" //Restablecer iniciar trabajo </pre>		

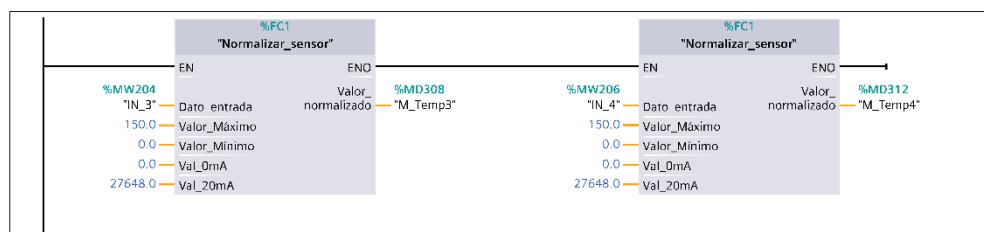
Totally Integrated Automation Portal		
0037	S	"Tag_33"
0038		
0039		
0040	wei:	NOP 0
0041		
0042		
Segmento 3: Secuencia activación TCP_MB_CLIENT - Salidas		
0001	A	"Tag_29"
0002	JC	wei2
0003		
0004	CALL	"TCP_MB_CLIENT", "TCP_MB_CLIENT_DB"
0005	REQ	:= "Tag_33"
0006	ID	:= 16#0002
0007	MB_FUNCTION	:= "Tag_34"
0008	MB_DATA_ADDR	:= "Tag_35"
0009	MB_DATA_LEN	:= "Tag_36"
0010	MB_DATA_PTR	:= P#DB2.DBX0.0 BYTE 20
0011	DONE	:= "Tag_37"
0012	BUSY	:= "Tag_24"
0013	ERROR	:= "Tag_38"
0014	STATUS	:= "Tag_44"
0015		
0016	L	"Tag_44"
0017	AN	"Tag_38"
0018	JC	ER2
0019	T	"Tag_45"
0020	ER2:	NOP 0
0021		
0022		
0023	O	"Tag_37"
0024	O	"Tag_38"
0025	R	"Tag_33"
0026	S	"Tag_25"
0027		
0028		
0029		
Segmento 4: Copiar/Leer para escribir datos		
0001	wei2:	NOP 0
0002		
0003		
0004	A	"Tag_46"
0005	BEC	
0006	L	S5T#500MS
0007	CLR	
0008	SE	"Tag_46"
0009	SET	
0010	SE	"Tag_46"
0011		
0012		
0013	AN	"Tag_49"
0014	BEC	
0015		
0016		

Totally Integrated
Automation Portal

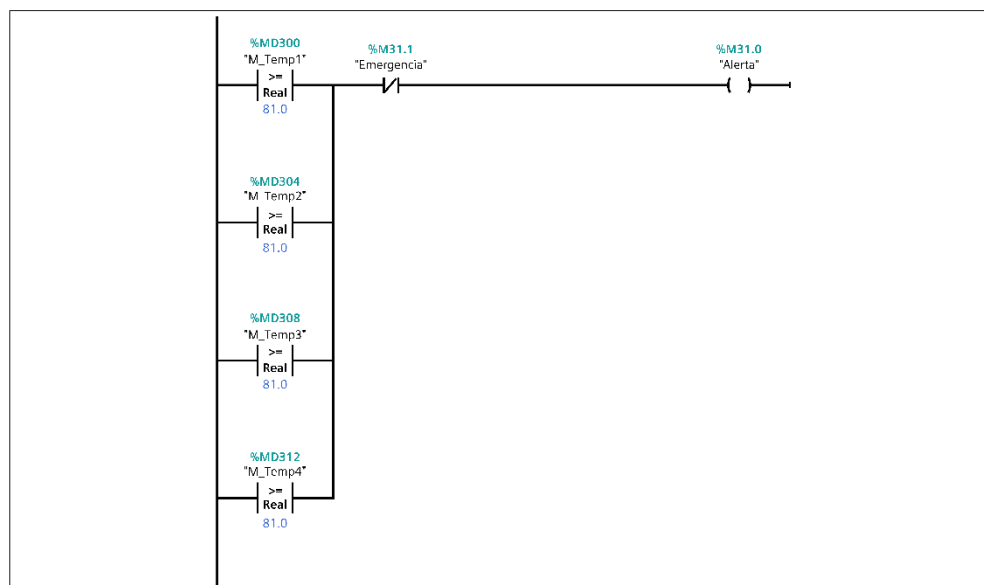
Segmento 5: Normalización señal sensores polea cabeza lado derecho e izquierdo



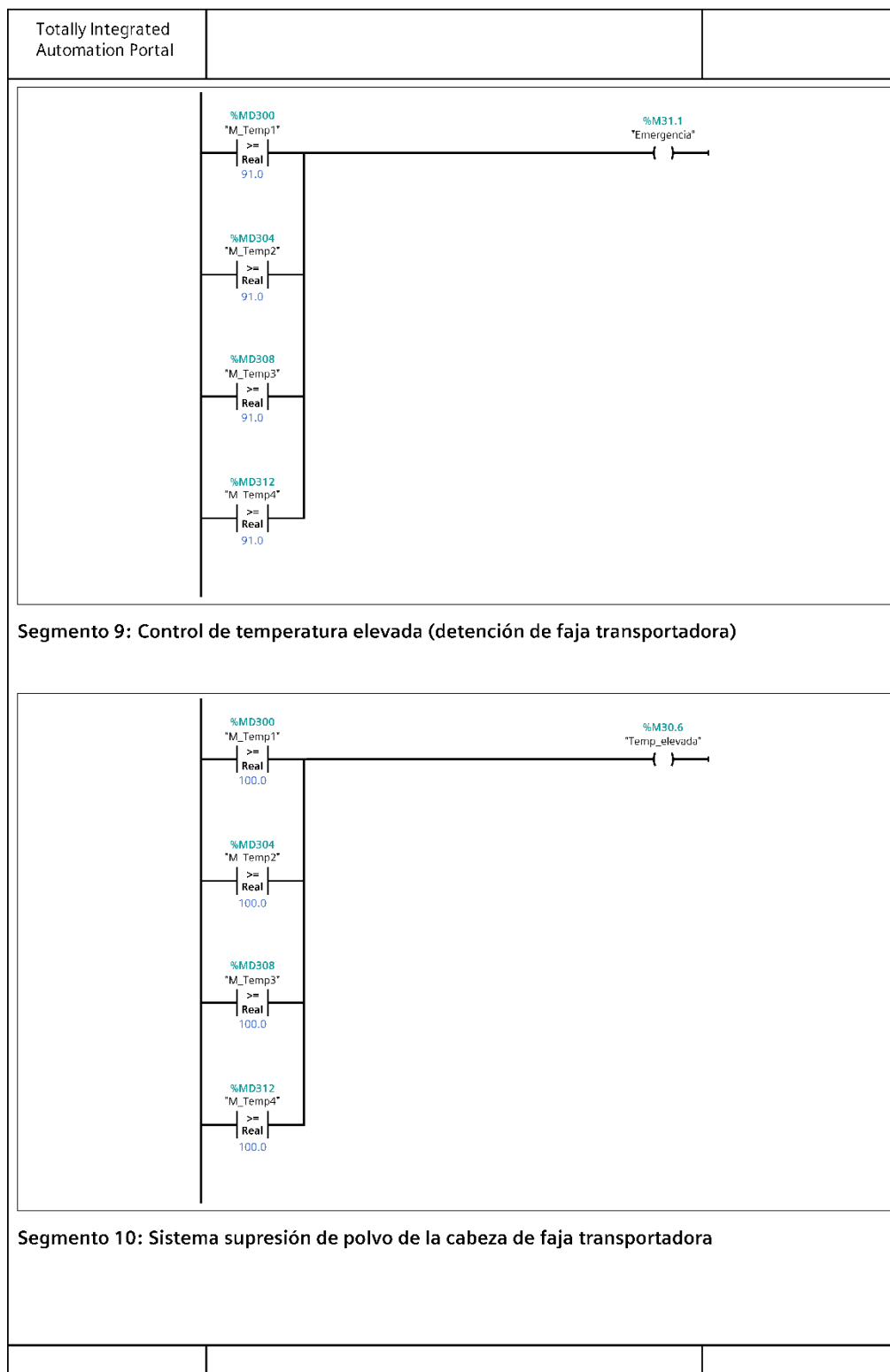
Segmento 6: Normalización señal sensores polea cola lado derecho e izquierdo

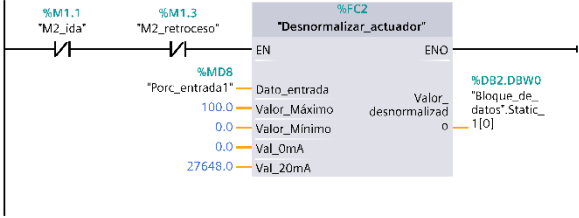
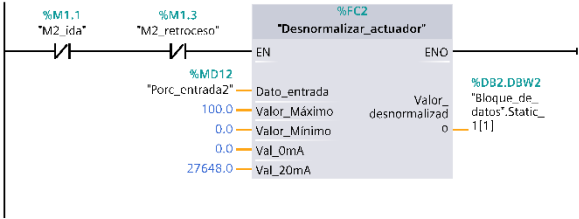
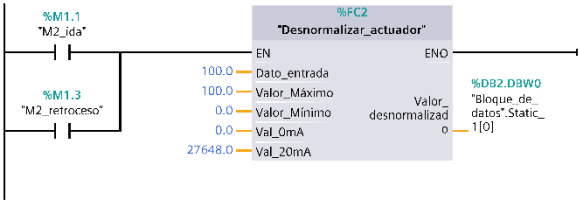
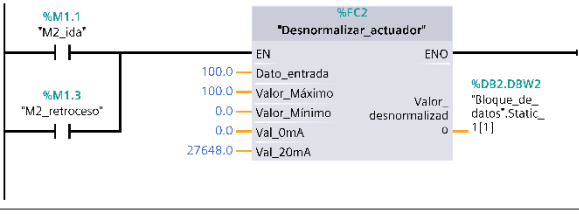


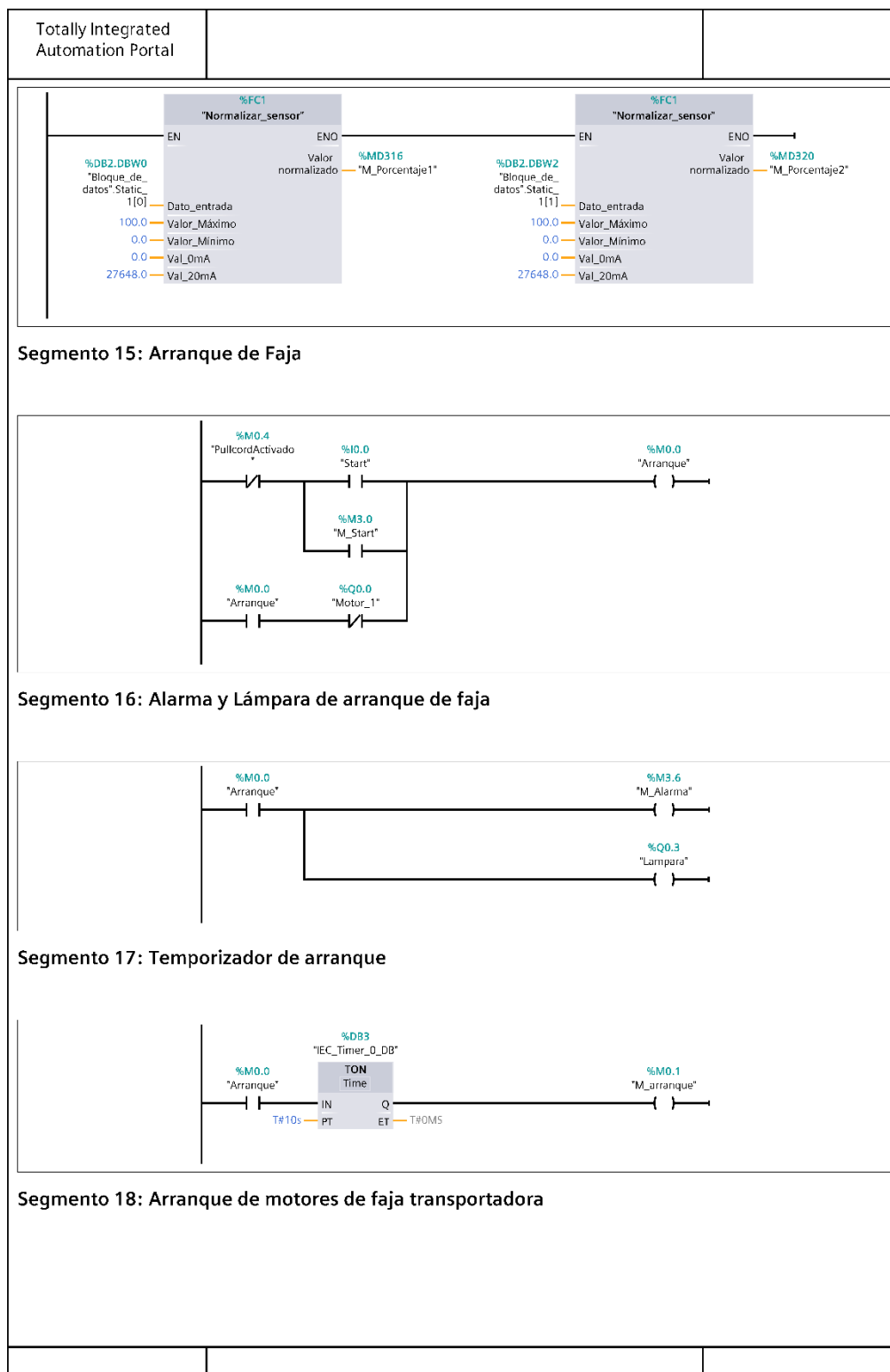
Segmento 7: Lógica de alerta sensor polea cabeza lado derecho

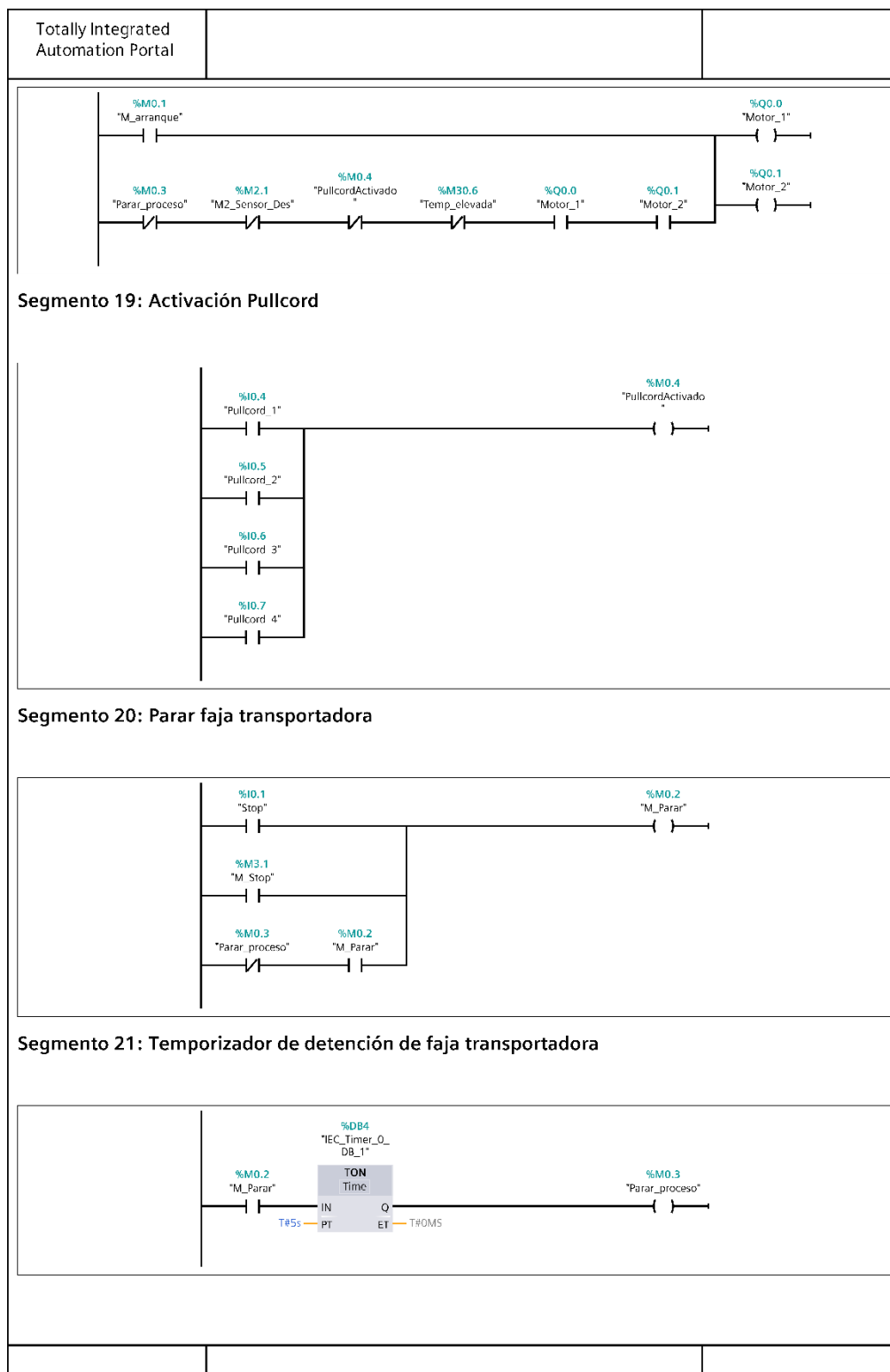


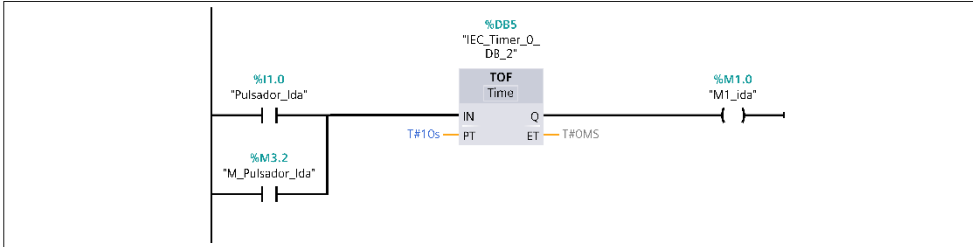
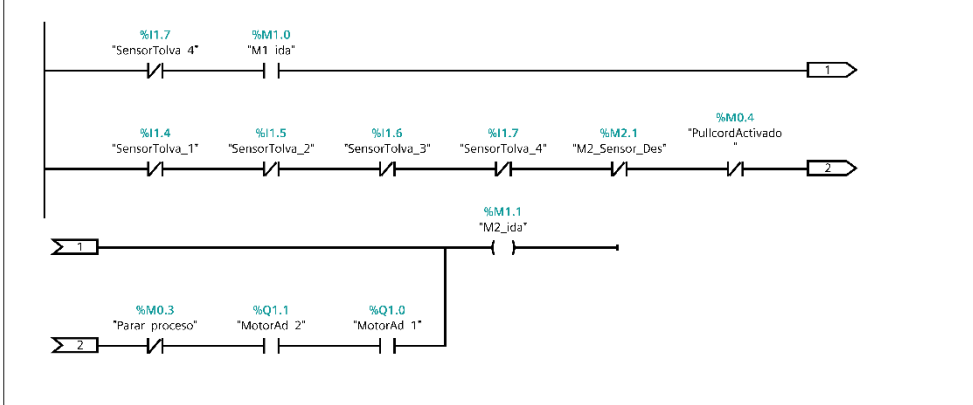
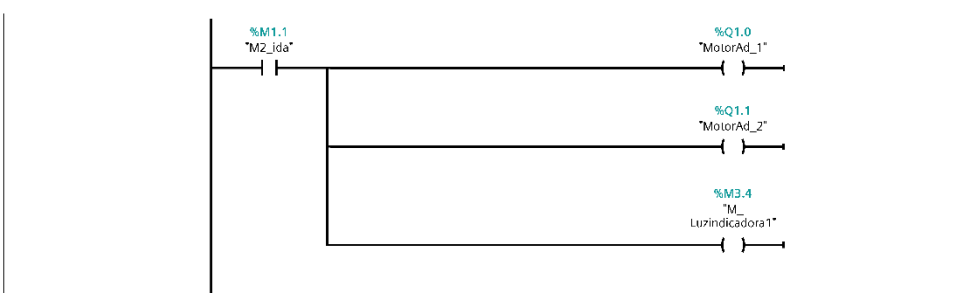
Segmento 8: Lógica de emergencia sensor polea cabeza lado derecho

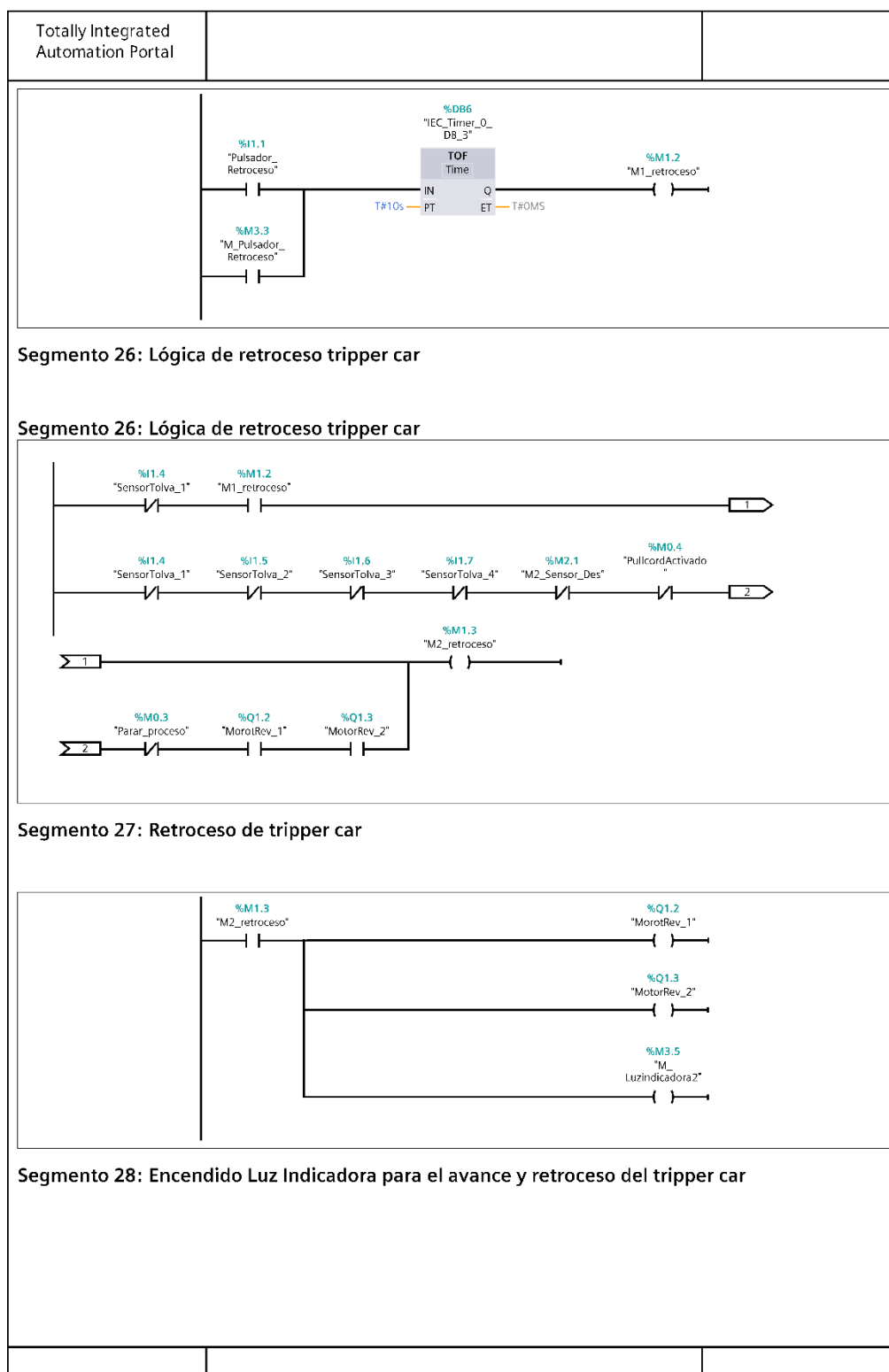


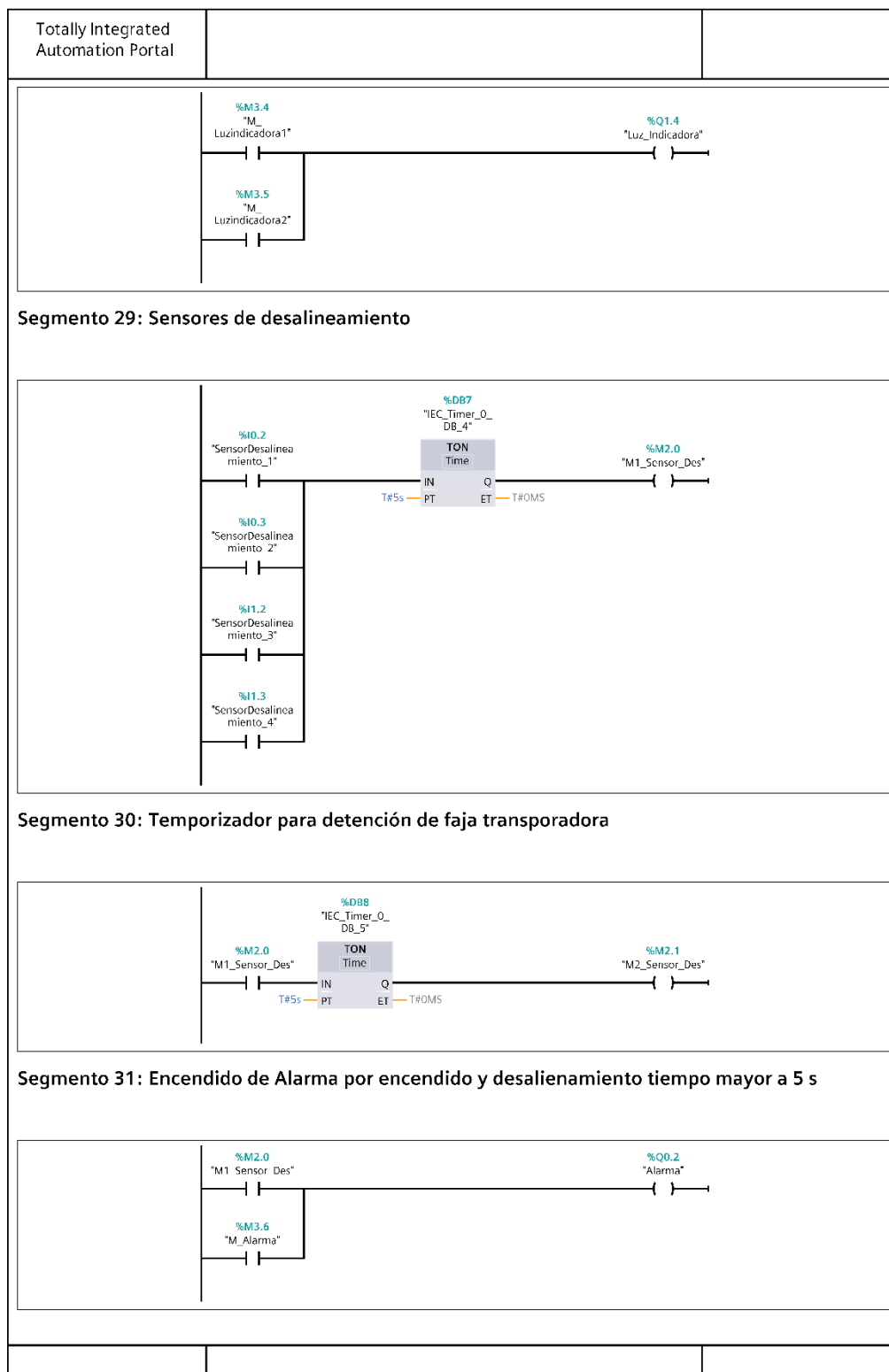
Totally Integrated Automation Portal		
		
Segmento 11: Sistema de supresión de polvo de la cola de faja transportadora		
		
Segmento 12: Sist. supresión de polvo de la cabeza de faja transportadora al 100%		
		
Segmento 13: Sist. supresión de polvo de la cola de faja transportadora al 100%		
		
Segmento 14: Normalizado de variables Sist. supresión de polvo para SCADA		





Totally Integrated Automation Portal		
Segmento 22: Pulsador de ida de tripper car		
		
Segmento 23: Lógica de Marcha adelante tripper car		
Segmento 23: Lógica de Marcha adelante tripper car		
		
Segmento 24: Marcha adelante tripper car		
		
Segmento 25: Pulsador de retroceso de tripper car		







Programación BASIC IDE: Cálculo tiempo encendido de faja transportadora, Conteo de arranques de faja transportadora, Temperatura mayor de poleas cabeza y cola.

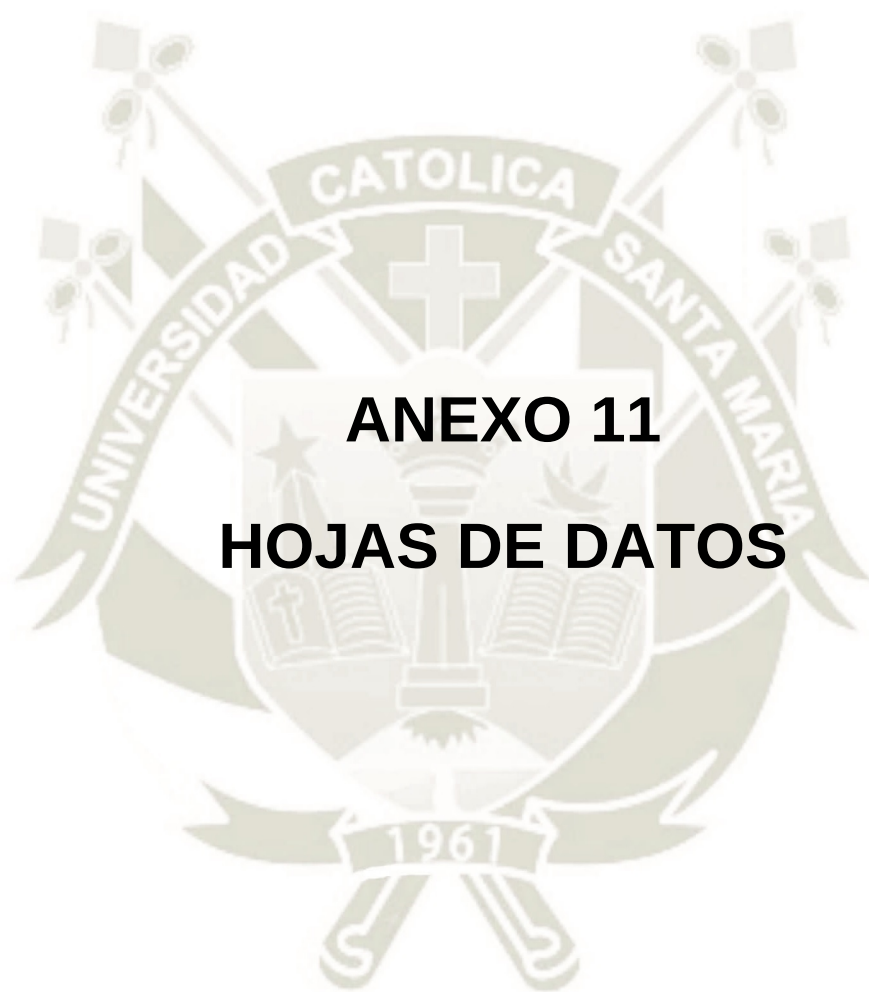
```

1  Cyclic Section
4
7  Init Section
10 // Resetear arranques y tiempo de encendido a las 07:00 am
11 ONDATE 1,"00 7 * * *","C_Arranques@ = 0"
12 ONDATE 1,"00 7 * * *","Tiempo_ON@ = 0"
13 // Contador de arranques y estado de la faja transportadora
14 ONCHANGE "Motor_Faja_1","@Estado()"
15 // Contador tiempo encendido de faja
16 ONCHANGE "Motor_Faja_2" , "@Comparar()"
17 ONTIMER 1, "@Contador()"
18 //Temperatura mayor de cabeza y cola
19 ONCHANGE "T_Polea_cola_LD" , "@C_Temp_cola()"
20 ONCHANGE "T_Polea_cola_LI" , "@C_Temp_cola()"
21 ONCHANGE "T_Polea_cabeza_LD" , "@C_Temp_cabeza()"
22 ONCHANGE "T_Polea_cabeza_LI" , "@C_Temp_cabeza()"
23 //Función tiempo encendido de faja en segundos
24 Function Comparar()
25   If Motor_Faja_1@ = 1 Then
26     Tset 1,1
27   Else
28     Tset 1,0
29   Endif
30 Endfn
31 // Función cambio tiempo de encendido de faja de Segundos a Minutos
32 Function Contador()
33   Tiempo_ON@ = Tiempo_ON@ + 1
34   B_T_Encendido_A@ = INT((Tiempo_ON@)/60)
35 Endfn
36 // Función conteo de arranques y estado de faja transportadora (encendido o apagado)
37 Function Estado()
38   //Conteo de arranques de faja transportadora
39   If Motor_Faja_2@ = 1 Then C_Arranques@ = C_Arranques@ + 1
40
41   //Estado de la faja transportadora (encendido o apagado)
42   If Motor_Faja_1@ = 1 Then
43     A_Estado_Faja@ = 1
44   Else
45     A_Estado_Faja@ = 0
46   Endif
47 Endfn

```

```
48 // Función temperatura mayor de polea de cola
49 Function C_TempCola()
50     If T_PoleaCola_LD@ > T_PoleaCola_LI@ Then
51         T_MCola@ = T_PoleaCola_LD@
52     Else
53         T_MCola@ = T_PoleaCola_LI@
54     Endif
55 Endfn
56 // Función temperatura mayor de polea de cabeza
57 Function C_TempCabeza()
58     If T_PoleaCabeza_LD@ > T_PoleaCabeza_LI@ Then
59         T_MCabeza@ = T_PoleaCabeza_LD@
60     Else
61         T_MCabeza@ = T_PoleaCabeza_LI@
62     Endif
63 Endfn
```





ANEXO 11

HOJAS DE DATOS

Data sheet

CPU 015PN (015-CEFPR01)

Technical data

Order no.	015-CEFPR01
Type	CPU 015PN
Module ID	-
General information	
Note	-
Features	Powered by SPEED7 Work memory [KB]: 256...512 PROFINET IO controller for up to 128 participants integrated Interface [2x RJ45]: PROFINET, ModbusTCP Master/Slave, openCommunication Interface [2x RJ45]: active Ethernet PG/OP communication with DHCP support, switch Interface [2x RS485]: MPI, PtP: ASCII, STX/ETX, 3964(R), USS master, Modbus master/slave Optional: PROFIBUS master/slave Web server SD card slot with locking, up to 64 expansion modules, configurable with SPEED7 Studio, SIMATIC Manager and TIA Portal
Technical data power supply	
Power supply (rated value)	DC 24 V
Power supply (permitted range)	DC 20.4...28.8 V
Reverse polarity protection	yes
Current consumption (no-load operation)	150 mA
Current consumption (rated value)	1.1 A
Inrush current	3 A
I ² t	0.1 A²s
Max. current drain at backplane bus	3 A
Max. current drain load supply	10 A
Power loss	7.5 W
Load and working memory	
Load memory, integrated	512 KB
Load memory, maximum	512 KB
Work memory, integrated	256 KB
Work memory, maximal	512 KB
Memory divided in 50% program / 50% data	yes
Memory card slot	SD/MMC-Card with max. 2 GB
Hardware configuration	
Racks, max.	5
Modules per rack, max.	total max. 64 minus number line extensions
Number of integrated DP master	1
Number of DP master via CP	-
Operable function modules	64
Operable communication modules PtP	64
Operable communication modules LAN	-

Status information, alarms, diagnostics	
Status display	yes
Interrupts	no
Process alarm	no
Diagnostic interrupt	no
Diagnostic functions	yes
Diagnostics information read-out	possible
Supply voltage display	green LED
Group error display	red SF LED
Channel error display	none
Command processing times	
Bit instructions, min.	0.01 µs
Word instruction, min.	0.01 µs
Double integer arithmetic, min.	0.01 µs
Floating-point arithmetic, min.	0.06 µs
Timers/Counters and their retentive characteristics	
Number of S7 counters	512
S7 counter remanence	adjustable 0 up to 512
S7 counter remanence adjustable	C0 .. C7
Number of S7 times	512
S7 times remanence	adjustable 0 up to 512
S7 times remanence adjustable	not retentive
Data range and retentive characteristic	
Number of flags	8192 Byte
Bit memories retentive characteristic adjustable	adjustable 0 up to 8192
Bit memories retentive characteristic preset	MB0 .. MB15
Number of data blocks	4096
Max. data blocks size	64 KB
Number range DBs	1 ... 8191
Max. local data size per execution level	4096 Byte
Max. local data size per block	4096 Byte
Blocks	
Number of OBs	24
Maximum OB size	64 KB
Total number DBs, FBs, FCs	4096
Number of FBs	4096
Maximum FB size	64 KB
Number range FBs	0 ... 8191
Number of FCs	4096
Maximum FC size	64 KB
Number range FCs	0 ... 8191

Maximum nesting depth per priority class	16
Maximum nesting depth additional within an error OB	4
Time	
Real-time clock buffered	yes
Clock buffered period (min.)	30 d
Type of buffering	Goldcap
Load time for 50% buffering period	15 min
Load time for 100% buffering period	1 h
Accuracy (max. deviation per day)	10 s
Number of operating hours counter	8
Clock synchronization	yes
Synchronization via MPI	Master/Slave
Synchronization via Ethernet (NTP)	Slave
Address areas (I/O)	
Input I/O address area	2048 Byte
Output I/O address area	2048 Byte
Process image adjustable	yes
Input process image preset	128 Byte
Output process image preset	128 Byte
Input process image maximal	2048 Byte
Output process image maximal	2048 Byte
Digital inputs	16384
Digital outputs	16384
Digital inputs central	512
Digital outputs central	512
Integrated digital inputs	-
Integrated digital outputs	-
Analog inputs	1024
Analog outputs	1024
Analog inputs, central	512
Analog outputs, central	256
Integrated analog inputs	-
Integrated analog outputs	-
Communication functions	
PG/OP channel	yes
Global data communication	yes
Number of GD circuits, max.	8
Size of GD packets, max.	22 Byte
S7 basic communication	yes
S7 basic communication, user data per job	76 Byte
S7 communication	yes

S7 communication as server	yes
S7 communication as client	-
S7 communication, user data per job	160 Byte
Number of connections, max.	32
Functionality Sub-D interfaces	
Type	X2
Type of interface	RS485
Connector	Sub-D, 9-pin, female
Electrically isolated	yes
MPI	yes
MP ² I (MPI/RS232)	-
DP master	-
DP slave	-
Point-to-point interface	yes
5V DC Power supply	max. 90mA, isolated
24V DC Power supply	max. 100mA, non-isolated
Functionality MPI	
Type	X3
Type of interface	RS485
Connector	Sub-D, 9-pin, female
Electrically isolated	yes
MPI	yes
MP ² I (MPI/RS232)	-
DP master	optional
DP slave	optional
Point-to-point interface	-
5V DC Power supply	max. 90mA, isolated
24V DC Power supply	max. 100mA, non-isolated
Functionality PROFIBUS master	
Number of connections, max.	32
PG/OP channel	yes
Routing	yes
Global data communication	yes
S7 basic communication	yes
S7 communication	yes
S7 communication as server	yes
S7 communication as client	-
Transmission speed, min.	19.2 kbit/s
Transmission speed, max.	12 Mbit/s
Functionality PROFIBUS master	
Number of connections, max.	32
PG/OP channel	yes

Routing	yes
S7 basic communication	yes
S7 communication	yes
S7 communication as server	yes
S7 communication as client	-
Activation/deactivation of DP slaves	yes
Direct data exchange (slave-to-slave communication)	-
DPV1	yes
Transmission speed, min.	9.6 kbit/s
Transmission speed, max.	12 Mbit/s
Number of DP slaves, max.	124
Address range inputs, max.	2 KB
Address range outputs, max.	2 KB
User data inputs per slave, max.	244 Byte
User data outputs per slave, max.	244 Byte
Functionality PROFIBUS slave	
Number of connections, max.	32
PG/OP channel	yes
Routing	yes
S7 communication	yes
S7 communication as server	yes
S7 communication as client	-
Direct data exchange (slave-to-slave communication)	-
DPV1	yes
Transmission speed, min.	9.6 kbit/s
Transmission speed, max.	12 Mbit/s
Automatic detection of transmission speed	-
Transfer memory inputs, max.	244 Byte
Transfer memory outputs, max.	244 Byte
Address areas, max.	32
User data per address area, max.	32 Byte
Functionality RJ45 interfaces	
Type	X1/X5
Type of interface	Ethernet 10/100 MBit Switch
Connector	2 x RJ45
Electrically isolated	yes
PG/OP channel	yes
Number of connections, max.	4
Productive connections	yes
Fieldbus	-
Type	X4/X6

Type of interface	Ethernet 10/100 MBit Switch
Connector	2 x RJ45
Electrically isolated	yes
PG/OP channel	yes
Number of connections, max.	8
Productive connections	yes
Fieldbus	PROFINET-IO
Point-to-point communication	
PtP communication	yes
Interface isolated	yes
RS232 interface	-
RS422 interface	-
RS485 interface	yes
Connector	Sub-D, 9-pin, female
Transmission speed, min.	1200 bit/s
Transmission speed, max.	115.5 kbit/s
Cable length, max.	500 m
Point-to-point protocol	
ASCII protocol	yes
STX/ETX protocol	yes
3964(R) protocol	yes
RK512 protocol	-
USS master protocol	yes
Modbus master protocol	yes
Modbus slave protocol	yes
Special protocols	-
Properties PROFINET I/O controller via CP	
Realtime Class	-
Conformance Class	PROFINET IO
Number of PN IO devices	128
IRT support	-
Shared Device supported	yes
MRP Client supported	yes
Prioritized start-up	-
Number of PN IO lines	1
Address range inputs, max.	2 KB
Address range outputs, max.	2 KB
Transmitting clock	1 ms
Update time	1 ms .. 512 ms
Isochronous mode	-
Parallel operation as controller and I-Device	yes

Properties PROFINET I-Device via PG/OP

I/O Data range, max.	-
Update time	-
Mode as Shared I-Device	-

Properties PROFINET I-Device via CP

I/O Data range, max.	768 Byte
Update time	1 ms .. 512 ms
Mode as Shared I-Device	-

Management & diagnosis via PG/OP

Protocols	ICMP DCP LLDP / SNMP NTP
Web based diagnosis	yes
NCM diagnosis	-

Ethernet communication CP

Number of configurable connections, max.	8
Number of productive connections by Siemens NetPro, max.	8
S7 connections	BSEND, BRCV, GET, PUT, Connection of active and passive data handling
User data per S7 connection, max.	32 KB
TCP-connections	FETCH PASSIV, WRITE PASSIV, Connection of passive data handling
User data per TCP connection, max.	8 KB
ISO-connections	-
User data per ISO connection, max.	-
ISO on TCP connections (RFC 1006)	FETCH PASSIV, WRITE PASSIV, Connection of passive data handling
User data per ISO on TCP connection, max.	8 KB
UDP-connections	-
User data per UDP connection, max.	-
UDP-multicast-connections	-
UDP-broadcast-connections	-

Ethernet open communication

Number of connections, max.	8
ISO on TCP connections (RFC 1006)	TSEND, TRCV, TCON, TDISCON
User data per ISO on TCP connection, max.	32 KB
TCP-Connections native	TSEND, TRCV, TCON, TDISCON
User data per native TCP connection, max.	32 KB
User data per ad hoc TCP connection, max.	1460 Byte
UDP-connections	TUSEND, TURCV
User data per UDP connection, max.	1472 Byte

Ethernet communication via PG/OP

Number of productive connections via PG/OP, max.	4
Number of productive connections by Siemens NetPro, max.	4

S7 connections	BSEND, BRCV, GET, PUT, Connection of active and passive data handling
User data per S7 connection, max.	64 KB
TCP-connections	FETCH PASSIV, WRITE PASSIV, Connection of passive data handling
User data per TCP connection, max.	8 KB
ISO on TCP connections (RFC 1006)	FETCH PASSIV, WRITE PASSIV, Connection of passive data handling
User data per ISO connection, max.	8 KB
Ethernet open communication via PG/OP	
Number of configurable connections, max.	4
ISO on TCP connections (RFC 1006)	TSEND, TRCV, TCON, TDISCON
User data per ISO on TCP connection, max.	32 KB
TCP-Connections native	TSEND, TRCV, TCON, TDISCON
User data per native TCP connection, max.	32 KB
User data per ad hoc TCP connection, max.	1460 Byte
UDP-connections	TUSEND, TURCV
User data per UDP connection, max.	1472 Byte
WebVisu via PG/OP	
WebVisu is supported	yes
Max. number of connections WebVisu	4
WebVisu supports HTTP	yes
WebVisu supports HTTPS	yes
WebVisu via CP	
WebVisu is supported	yes
Max. number of connections WebVisu	4
WebVisu supports HTTP	yes
WebVisu supports HTTPS	yes
Housing	
Material	PPE / PPE GF10
Mounting	Profile rail 35 mm
Mechanical data	
Dimensions (WxHxD)	131.5 mm x 109 mm x 83 mm
Net weight	330 g
Weight including accessories	330 g
Gross weight	365 g
Environmental conditions	
Operating temperature	0 °C to 60 °C
Storage temperature	-25 °C to 70 °C
Certifications	
UL certification	yes
KC certification	yes

Hoja de datos
- (955-C000M00)

Datos técnicos

Referencia no.	955-C000M00
Tipo	-
Módulo de Identificación	-

Información general

Nota	-
Características	+ Profibus maestro

Hoja de datos

PS 307 (307-1EA00)

Datos técnicos

Referencia no.	307-1EA00
Tipo	PS 307

Información general

Nota	-
Características	Corriente de salida 5 A Voltaje de salida DC 24 V AC 120/230 V, 60/50 Hz conmutable
SPEED-Bus	-

Datos técnicos fuente de alimentación

Voltaje de entrada (valor nominal)	AC 120/230 V
Voltaje de entrada (rango permitido)	AC 90...132 V
Frecuencia principal (valor nominal)	50...60 Hz
Frecuencia principal (rango permitido)	47...63 Hz
Entrada de corriente (a 120 V)	2,2 A
Entrada de corriente (a 230 V)	1,3 A
Corriente de arranque (a 25 °C)	45 A
I ² t	1,2 A ² s
Consumo de potencia typ.	138 W
Voltaje de salida (valor nominal)	24 V
Salida de corriente (valor nominal)	5 A
Fuente de alimentación paralela conmutada	-
Tipo de protección	Cortocircuito (eléctrico) no ahorrar, sobrecarga, circ. abierto
Rizado del voltaje de salida (max.), BW=20 MHz	150 mV
Eficiencia typ.	87 %
Disipación de potencia typ.	18 W

Información de estado, alarmas, diagnósticos

Indicación de estado	si
Interrupciones	no
Alarma de proceso	no
Diagnóstico de interrupción	no
Funciones de diagnóstico	no
Información de diagnóstico de lectura	ninguno
Visualización del voltaje de alimentación	ninguno
Visualización de errores de grupo	ninguno
Visualización de error por canal	ninguno

Carcasa

Material	PPE
Montaje	DIN rail System 300

Datos mecánicos

Dimensiones (AxApP)	80 mm x 125 mm x 120 mm
---------------------	-------------------------



Peso	610 g
Condiciones medioambientales	
Temperatura de operación	0 °C hasta 60 °C
Temperatura de almacenamiento	-25 °C hasta 70 °C
Certificaciones	
Certificación UL508	-

Hoja de datos

IM 053PN (053-1PN00)

Datos técnicos

Referencia no.	053-1PN00
Tipo	IM 053PN
Módulo de Identificación	-

Información general

Nota	-
Características	PROFINET-IO esclavo

Datos técnicos fuente de alimentación

Fuente de alimentación (valor nominal)	DC 24 V
Fuente de alimentación (rango permitido)	DC 20.4...28.8 V
Protección contra polaridad inversa	si
Consumo de corriente (operación sin carga)	95 mA
Consumo de corriente (valor nominal)	0,95 A
Corriente de arranque	3,9 A
I^2t	0,14 A²s
Max. consumo de corriente en el bus posterior	3 A
Max. consumo de corriente de alimentación de carga	10 A
Disipación de potencia	3 W

Información de estado, alarmas, diagnósticos

Indicación de estado	si
Interrupciones	si, parametrizable
Alarma de proceso	si, parametrizable
Diagnóstico de interrupción	si, parametrizable
Funciones de diagnóstico	si, parametrizable
Información de diagnóstico de lectura	posible
Visualización del voltaje de alimentación	LED verde
Indicador de servicio	amarillo LED
Visualización de errores de grupo	LED SF rojo
Visualización de error por canal	ninguno

Hardware config

Bastidores, max.	1
Módulos por bastidor, max.	64
Número de módulos digitales, max.	64
Número de módulos analógicos, max.	64

Comunicación

Bus de campo	PROFINET-IO
Tipo de interfaz	Ethernet 100 MBit
Conector	2 x RJ45
Topología	-
Aislado eléctricamente	si

YASKAWA

Número de participantes, max.	-
Direcciones de nodo	-
Velocidad de transmisión, min.	100 Mbit/s
Velocidad de transmisión, max.	100 Mbit/s
Rango direccionamiento entradas, max.	512 Byte
Rango direccionamiento salidas, max.	512 Byte
Número de TxPDOs, max.	-
Número de RxPDOs, max.	-

Carcasa

Material	PPE / PPE GF10
Montaje	DIN rail 35 mm

Datos mecánicos

Dimensiones (AxAxP)	48,5 mm x 109 mm x 76,5 mm
Peso	155 g

Condiciones medioambientales

Temperatura de operación	0 °C hasta 60 °C
Temperatura de almacenamiento	-25 °C hasta 70 °C

Certificaciones

Certificación UL508	si
---------------------	----

Hoja de datos

IM 053MT (053-1MT00)

Datos técnicos

Referencia no.	053-1MT00
Tipo	IM 053MT
Módulo de Identificación	-

Información general

Nota	-
Características	Modbus/TCP esclavo Configuración E/S via bus de campo max. 64 módulos de periferia

Datos técnicos fuente de alimentación

Fuente de alimentación (valor nominal)	DC 24 V
Fuente de alimentación (rango permitido)	DC 20.4...28.8 V
Protección contra polaridad inversa	si
Consumo de corriente (operación sin carga)	95 mA
Consumo de corriente (valor nominal)	0,95 A
Corriente de arranque	3,9 A
I^2t	0,14 A²s
Max. consumo de corriente en el bus posterior	3 A
Max. consumo de corriente de alimentación de carga	10 A
Disipación de potencia	3 W

Información de estado, alarmas, diagnósticos

Indicación de estado	si
Interrupciones	si, parametrizable
Alarma de proceso	si, parametrizable
Diagnóstico de interrupción	si, parametrizable
Funciones de diagnóstico	si, parametrizable
Información de diagnóstico de lectura	posible
Visualización del voltaje de alimentación	LED verde
Indicador de servicio	amarillo LED
Visualización de errores de grupo	LED SF rojo
Visualización de error por canal	ninguno

Hardware config

Bastidores, max.	1
Módulos por bastidor, max.	64
Número de módulos digitales, max.	64
Número de módulos analógicos, max.	64

Comunicación

Bus de campo	Modbus / TCP/IP
Tipo de interfaz	Ethernet 10/100 MBit
Conector	RJ45
Topología	-

YASKAWA

Aislado eléctricamente	si
Número de participantes, max.	-
Direcciones de nodo	-
Velocidad de transmisión, min.	10 Mbit/s
Velocidad de transmisión, max.	100 Mbit/s
Rango direccionamiento entradas, max.	1 KB
Rango direccionamiento salidas, max.	1 KB
Número de TxPDOs, max.	-
Número de RxPDOs, max.	-

Carcasa

Material	PPE / PPE GF10
Montaje	DIN rail 35 mm

Datos mecánicos

Dimensiones (AxAxP)	48,5 mm x 109 mm x 76,5 mm
Peso	155 g

Condiciones medioambientales

Temperatura de operación	0 °C hasta 60 °C
Temperatura de almacenamiento	-25 °C hasta 70 °C

Certificaciones

Certificación UL508	si
---------------------	----

Hoja de datos

IM 053DP (053-1DP00)

Datos técnicos

Referencia no.	053-1DP00
Tipo	IM 053DP
Módulo de Identificación	-

Información general

Nota	-
Características	PROFIBUS-DP esclavo (DP-V0, DP-V1) 244 Byte entrada y 244 Byte salida datos 64 módulos de periferia

Datos técnicos fuente de alimentación

Fuente de alimentación (valor nominal)	DC 24 V
Fuente de alimentación (rango permitido)	DC 20.4...28.8 V
Protección contra polaridad inversa	si
Consumo de corriente (operación sin carga)	90 mA
Consumo de corriente (valor nominal)	0,95 A
Corriente de arranque	3,9 A
I ² t	0,14 A²s
Max. consumo de corriente en el bus posterior	3 A
Max. consumo de corriente de alimentación de carga	10 A
Disipación de potencia	3 W

Información de estado, alarmas, diagnósticos

Indicación de estado	si
Interrupciones	si, parametrizable
Alarma de proceso	si, parametrizable
Diagnóstico de interrupción	si, parametrizable
Funciones de diagnóstico	si, parametrizable
Información de diagnóstico de lectura	posible
Visualización del voltaje de alimentación	LED verde
Indicador de servicio	-
Visualización de errores de grupo	LED rojo
Visualización de error por canal	ninguno

Hardware config

Bastidores, max.	1
Módulos por bastidor, max.	64
Número de módulos digitales, max.	64
Número de módulos analógicos, max.	64

Comunicación

Bus de campo	PROFIBUS-DP acorde EN 50170
Tipo de interfaz	RS485 aislado
Conector	Sub-D, 9-pin, hembra
Topología	Bus lineal con terminación de bus en ambos extremos

YASKAWA

Aislado eléctricamente	si
Número de participantes, max.	125
Direcciones de nodo	1 - 125
Velocidad de transmisión, min.	9,6 kbit/s
Velocidad de transmisión, max.	12 Mbit/s
Rango direccionamiento entradas, max.	244 Byte
Rango direccionamiento salidas, max.	244 Byte
Número de TxPDOs, max.	-
Número de RxPDOs, max.	-

Carcasa

Material	PPE / PPE GF10
Montaje	DIN rail 35 mm

Datos mecánicos

Dimensiones (AxPxP)	48,5 mm x 109 mm x 76,5 mm
Peso	155 g

Condiciones medioambientales

Temperatura de operación	0 °C hasta 60 °C
Temperatura de almacenamiento	-25 °C hasta 70 °C

Certificaciones

Certificación UL508	si
---------------------	----

Hoja de datos

SM 021 (021-1BF00)

Datos técnicos

Referencia no.	021-1BF00
Tipo	SM 021
Módulo de Identificación	0005 9FC1
Información general	
Nota	-
Características	8 entradas
Consumo de corriente /Disipación de potencia	
Consumo de corriente del bus posterior	60 mA
Disipación de potencia	0,9 W
Datos técnicos entradas digitales	
Número de entradas	8
Longitud de cable, apantallado	1000 m
Longitud de cable, sin apantallar	600 m
Voltaje nominal de carga	-
Consumo de corriente del voltaje de carga L+ (sin carga)	-
Valor nominal	DC 20.4...28.8 V
Voltaje de entrada para señal "0"	DC 0...5 V
Voltaje de entrada para señal "1"	DC 15...28.8 V
Histéresis voltaje de entrada	-
Rango de frecuencia	-
Resistencia de entrada	-
Entrada de corriente para señal "1"	3 mA
Conexión de dos hilos-BEROS posible	sí
Max. corriente estática BERO permitida	0,5 mA
Retardo de entrada de "0" a "1"	3 ms
Retardo de entrada de "1" a "0"	3 ms
Número de entradas utilizables simultáneamente en configuración horizontal	8
Número de entradas utilizables simultáneamente en configuración vertical	8
Característica de curva de entrada	IEC 61131-2, tipo 1
Tamaño de datos inicial	8 Bit
Información de estado, alarmas, diagnósticos	
Indicación de estado	LED verde por canal
Interrupciones	no
Alarma de proceso	no
Diagnóstico de interrupción	no
Funciones de diagnóstico	no
Información de diagnóstico de lectura	ninguno
Estado de módulo	LED verde
Visualización de error de módulo	LED rojo

Visualización de error por canal

ninguno

Aislamiento

Entre canales	-
Entre canales de grupos	-
Entre canales y bus posterior	si
Test de aislamiento con	DC 500 V

Safety

Protocolo de seguridad	-
Requisitos de seguridad	-
Ajuste de dirección del usuario	-
Watchdog	-
Dos canales	-
Prueba de salidas de impulsos	-

Tamaño de datos

Bytes de entrada	1
Bytes de salida	0
Bytes de parámetros	0
Bytes de diagnóstico	0

Carcasa

Material	PPE / PPE GF10
Montaje	DIN rail 35 mm

Datos mecánicos

Dimensiones (AxAxP)	12,9 mm x 109 mm x 76,5 mm
Peso	60 g

Condiciones medioambientales

Temperatura de operación	0 °C hasta 60 °C
Temperatura de almacenamiento	-25 °C hasta 70 °C

Certificaciones

Certificación UL508	si
---------------------	----

Hoja de datos

SM 022 (022-1BF00)

Datos técnicos

Referencia no.	022-1BF00
Tipo	SM 022
Módulo de Identificación	0106 AFC8
Información general	
Nota	-
Características	8 salidas Corriente de salida 0.5 A
Consumo de corriente /Disipación de potencia	
Consumo de corriente del bus posterior	65 mA
Disipación de potencia	0,7 W
Datos técnicos salidas digitales	
Número de salidas	8
Longitud de cable, apantallado	1000 m
Longitud de cable, sin apantallar	600 m
Voltaje nominal de carga	DC 20.4...28.8 V
Consumo de corriente del voltaje de carga L+ (sin carga)	15 mA
Corriente total por grupo, configuración horizontal, 40°C	4 A
Corriente total por grupo, configuración horizontal, 60°C	4 A
Corriente total por grupo, configuración vertical	4 A
Salida de corriente señal "1", valor nominal	0,5 A
Retardo de salida de "0" a "1"	30 µs
Retardo de salida de "1" a "0"	175 µs
Corriente mínima de carga	-
Lámpara de carga	10 W
Conmutación paralela de las salidas para el control redundante de una carga	no posible
Conmutación paralela de las salidas para aumentar la potencia	no posible
Actuación de entrada digital	si
Frecuencia de conmutación con carga resistiva	max. 1000 Hz
Frecuencia de conmutación con carga inductiva	max. 0.5 Hz
Frecuencia de conmutación en carga de lámpara	max. 10 Hz
Limitación interna de tensión inductiva de cierre	L+ (-45 V)
Protección contra cortocircuito de salida	si, electrónica
Nivel de disparo	1 A
Número de ciclos de operación de las salidas de relé	-
Capacidad de conmutación de los contactos	-
Tamaño de datos de salida	8 Bit
Información de estado, alarmas, diagnósticos	
Indicación de estado	LED verde por canal
Interrupciones	no

YASKAWA

Alarma de proceso	no
Diagnóstico de interrupción	no
Funciones de diagnóstico	no
Información de diagnóstico de lectura	ninguno
Visualización del voltaje de alimentación	LED verde
Visualización de errores de grupo	LED SF rojo
Visualización de error por canal	ninguno

Aislamiento

Entre canales	-
Entre canales de grupos	-
Entre canales y bus posterior	si
Test de aislamiento con	DC 500 V

Canales PWM	-
Base de tiempo PWM	-
Longitud de periodo	-
Mínima amplitud de pulso	-
Comunicación PtP	-

Safety

Protocolo de seguridad	-
Requisitos de seguridad	-
Ajuste de dirección del usuario	-
Watchdog	-
Dos canales	-
Prueba de duración del impulso	-
Circuito de supervisión	-

Tamaño de datos

Bytes de entrada	0
Bytes de salida	1
Bytes de parámetros	0
Bytes de diagnóstico	0

Carcasa

Material	PPE / PPE GF10
Montaje	DIN rail 35 mm

Datos mecánicos

Dimensiones (AxApP)	12,9 mm x 109 mm x 76,5 mm
Peso	60 g

Condiciones medioambientales

Temperatura de operación	0 °C hasta 60 °C
Temperatura de almacenamiento	-25 °C hasta 70 °C

Certificaciones

Certificación UL508	si
---------------------	----

Hoja de datos

SM 031 (031-1BD40)

Datos técnicos

Referencia no.	031-1BD40
Tipo	SM 031
Módulo de Identificación	0405 15C4

Información general

Nota	-
Características	4 entradas 12Bit Corriente 0...20 mA

Consumo de corriente /Disipación de potencia

Consumo de corriente del bus posterior	70 mA
Disipación de potencia	0,7 W

Datos técnicos entradas analógicas

Número de entradas	4
Longitud de cable, apantallado	200 m
Voltaje nominal de carga	DC 24 V
Consumo de corriente del voltaje de carga L+ (sin carga)	15 mA
Entradas de voltaje	-
Resistencia min. de entrada (rango de voltaje)	-
Rangos de voltaje de entrada	-
Límite operacional de los rangos de voltaje	-
Límite operacional de los rangos de voltaje con SFU	-
Límite de error básico rangos de voltaje	-
Límite de error básico rangos de voltaje	-
	-
Entradas de corriente	si
Max. resistencia de entrada (rango de corriente)	110 Ohm
Rangos de entrada de corriente	0 mA ... +20 mA +4 mA ... +20 mA
Límite operacional de los rangos de corriente	+/-0.3% ... +/-0.5%
Límite operacional de los rangos de corriente con SFU	-
Límite de error básico rangos de corriente	+/-0.2% ... +/-0.3%
Límite de error básico rangos de corriente	-
	-
	-
Entradas de resistencia	-
Rangos de resistencia	-
Límite operacional de los rangos de resistencia	-
Límite operacional de los rangos de resistencia con SFU	-
Límite de error básico	-
Límite de error básico con SFU	-
	-
Entradas termoresistencia	-
Tipos de termoresistencia	-

YASKAWA

Límite operacional para el rango de los termómetros resistivos	-
Límite operacional para el rango de los termómetros resistivos con SFU	-
Límite de error básico para rangos termo-resistivos	-
Límite operacional para el rango de los termómetros resistivos con SFU	-
	-
Entradas de termopar	-
Tipos de termopar	-
Límite operacional de los rangos de termopar	-
Límite operacional de los rangos de termopar con SFU	-
Límite de error básico rangos de termopar	-
Límite de error básico para rangos termo-resistivos con SFU	-
	-
Compensación de temperatura programable	-
Compensación externa de temperatura	-
Compensación interna de temperatura	-
Compensación interna de temperatura	-
	-
Resolución en bit	12
Principio de medida	aproximación sucesiva
Tiempo de conversión básico	4 ms todos los canales
Supresión de ruido para la frecuencia	>50dB en 50Hz (UCM<2V)

Información de estado, alarmas, diagnósticos

Indicación de estado	si
Interrupciones	no
Alarma de proceso	no
Diagnóstico de interrupción	no
Funciones de diagnóstico	si
Información de diagnóstico de lectura	posible
Estado de módulo	LED verde
Visualización de error de módulo	LED rojo
Visualización de error por canal	LED rojo por canal

Aislamiento

Entre canales	-
Entre canales de grupos	-
Entre canales y bus posterior	si
Entre los canales y la fuente de alimentación	si
Max. diferencia de potencial entre circuitos	-
Max. diferencia de potencial entre entradas (Ucm)	DC 2 V
Max. diferencia de potencial entre Mana y Mintern (Uiso)	-
Max. diferencia de potencial entre entradas y Mana (Ucm)	-
Max. diferencia de potencial entre entradas y Mintern (Uiso)	DC 75 V/ AC 60 V
Max. diferencia de potencial entre Mintern y salidas	-
Test de aislamiento con	DC 500 V

Tamaño de datos

Bytes de entrada	8
------------------	---

YASKAWA

Bytes de salida	0
Bytes de parámetros	8
Bytes de diagnóstico	20

Carcasa

Material	PPE / PPE GF10
Montaje	DIN rail 35 mm

Datos mecánicos

Dimensiones (AxPxP)	12,9 mm x 109 mm x 76,5 mm
Peso	60 g

Condiciones medioambientales

Temperatura de operación	0 °C hasta 60 °C
Temperatura de almacenamiento	-25 °C hasta 70 °C

Certificaciones

Certificación UL508	si
---------------------	----

Hoja de datos

SM 032 (032-1BD40)

Datos técnicos

Referencia no.	032-1BD40
Tipo	SM 032
Módulo de Identificación	0504 25E0
Información general	
Nota	-
Características	4 salidas 12Bit Corriente 0(4)...20mA
Consumo de corriente /Disipación de potencia	
Consumo de corriente del bus posterior	80 mA
Disipación de potencia	0,8 W
Datos técnicos salidas analógicas	
Número de salidas	4
Longitud de cable, apantallado	200 m
Voltaje nominal de carga	DC 24 V
Protección contra inversión de polaridad del voltaje de carga nominal	si
Consumo de corriente del voltaje de carga L+ (sin carga)	-
Salida de voltaje con protección contra cortocircuito	-
Salidas de voltaje	-
Resistencia min. de carga (rango de voltaje)	-
Max. carga capacitiva (rango de corriente)	-
Max. carga inductiva (rango de corriente)	-
Rangos de voltaje de salida	-
Límite operacional de los rangos de voltaje	-
Límite de error básico rangos de voltaje	-
Límite de destrucción contra del voltaje externo aplicado	-
Salidas de corriente	si
Max.en resistencia de carga (rango de corriente)	350 Ohm
Max. carga inductiva (rango de corriente)	10 mH
Max. carga inductiva (rango de corriente)	12 V
Rangos de salida de corriente	0 mA ... +20 mA +4 mA ... +20 mA
Límite operacional de los rangos de corriente	+/-0.4% ... +/-0.5%
Límite de error básico rangos de corriente	+/-0.2% ... +/-0.3%
Límite de destrucción contra del voltaje externo aplicado	-
Tiempo de establecimiento para carga resistiva	0,25 ms
Tiempo de establecimiento para carga capacitiva	-
Tiempo de establecimiento para carga inductiva	1,5 ms
Resolución en bit	12
Tiempo de conversión	2 ms todos los canales
Puede aplicarse valor de sustitución	no
Tamaño de datos de salida	8 Byte

Información de estado, alarmas, diagnósticos

Indicación de estado	si
Interrupciones	no
Alarma de proceso	no
Diagnóstico de interrupción	no
Funciones de diagnóstico	si
Información de diagnóstico de lectura	posible
Visualización del voltaje de alimentación	LED verde
Visualización de errores de grupo	LED rojo
Visualización de error por canal	LED rojo por canal

Aislamiento

Entre canales	-
Entre canales de grupos	-
Entre canales y bus posterior	si
Entre los canales y la fuente de alimentación	si
Max. diferencia de potencial entre circuitos	-
Max. diferencia de potencial entre entradas (Ucm)	-
Max. diferencia de potencial entre Mana y Mintern (Uiso)	DC 75 V/ AC 60 V
Max. diferencia de potencial entre entradas y Mana (Ucm)	-
Max. diferencia de potencial entre entradas y Mintern (Uiso)	-
Max. diferencia de potencial entre Mintern y salidas	-
Test de aislamiento con	DC 500 V

Tamaño de datos

Bytes de entrada	0
Bytes de salida	8
Bytes de parámetros	10
Bytes de diagnóstico	20

Carcasa

Material	PPE / PPE GF10
Montaje	DIN rail 35 mm

Datos mecánicos

Dimensiones (AxApP)	12,9 mm x 109 mm x 76,5 mm
Peso	60 g

Condiciones medioambientales

Temperatura de operación	0 °C hasta 60 °C
Temperatura de almacenamiento	-25 °C hasta 70 °C

Certificaciones

Certificación UL508	si
---------------------	----



Ewon Flexy 205

The Ewon Flexy family is a range of industrial modular gateways that allows universal communication with varied field equipment regardless of the protocol used.

It is possible to configure data acquisition & data logging, routing and more..



Key Benefits

ON-DEMAND REMOTE ACCESS, IT APPROVED	Security-certified global cloud infrastructure Easy setup for unmatched connectivity success
LOCAL DATA COLLECTION AND DASHBOARDS	All major PLC protocols for data logging and alarm notification Local web-dashboard for remote monitoring OPC UA server to publish data to factory systems
CENTRAL DATA COLLECTION THROUGH THE INTERNET	Full flexibility to send data to any server (local or cloud) Out of the box solutions with HMS Solution Partners MQTT or HTTPS using embedded BASIC or Java Virtual Machine

PLC Connectivity

Rockwell Automation/Allen Bradley	SLC5/500 Series Micro/Compact/Control Logix Series Micro Series
Siemens	S5 Series* S7-200/300/400/1200/1500** Logo
Schneider Electric	TSX Series M Series (M258, M340,...) Twido Series
Mitsubishi	iQ/FX5 Series Q series L Series FX3 series

VIPA	Speed 7 series
OMRON	C, CJ, CP, CS Series N Series
HITACHI	EH Series
Generic Modbus TCP/RTU	Any Modbus TCP/RTU Slaves (Beckoff, Crouzet, ABB, Delta,...)
Generic OPCUA	Any OPCUA Servers (B&R, Beijer, Beckoff,...)
Generic BACNET IP	Any BACNET IP Servers
Generic SNMP	Any SNMP v1 servers

* polling only, no remote access

** remote access to safety PLC devices (-F series) is not supported

Technical Specifications

Routing	Routing capability between LAN and WAN Ethernet interface and Ethernet to serial gateway.
Ethernet to Serial Gateways	MODBUS TCP to MODBUS RTU; XIP to UNITELWAY; EtherNet/IP™ to DF1; FINS TCP to FINS Hostlink; ISO TCP to PPI, MPI (S7) or PROFIBUS (S7); VCOM to ASCII.
Data Acquisition Protocols	OPC UA, MODBUS/RTU, MODBUS/TCP, Unitelway, DF1, PPI, MPI (S7), PROFIBUS (S7), FINS Hostlink, FINS TCP, EtherNet/IP™, ISO TCP, Mitsubishi FX, Mitsubishi melsec, Hitachi EH, ASCII, BACnet/IP. Stored in 2500 internal tags.
Data Publishing Protocols	OPC UA, Modbus, MQTT, SNMP, HTTPs.
Alarms	Alarms notification by email, SMS, FTP put and/or SNMP traps. 4 Thresholds : low, lowlow, high, highhigh + deadband and activation delay.
Datalogging	Internal database for data logging (real-time logging and historical logging up to 1,000,000 timestamps). Historical data can be exported to DataMailbox or transferred by FTP or email.
SD card reader	A/ for easy commissioning (firmware upgrade, backup, Talk2M registration) B/for Extended User Memory.
Router	IP filtering, IP forwarding, NAT, Port forwarding, Proxy, Routing table, DHCP client/server, NAT 1 :1.
VPN Tunnelling	Open VPN either through UDP 1194 or TCP 443 (HTTPs port).
VPN Security	VPN sessions are end-to-end encrypted using SSL/TLS protocol. Communications between the remote user and the eWON are fully encrypted using the SSL/TLS protocol, thereby ensuring data authenticity, integrity & confidentiality. Indeed, all users and eWON units are authenticated using x509 SSL certificates and end-to-end traffic is encrypted using strong symmetric & asymmetric algorithms that are part of the SSL/TLS protocol cipher suite.
Programmable	Script interpreter for Basic language, Java 2 Standard Edition environment.
Synchronization	Embedded real-time clock, manual setup via http or automatic via NTP.
File Management	FTP client and server for configuration, firmware update and data transfer.
Website	Embedded web interface with setup wizards for configuration and maintenance (no extra software needed). Authentication with login/password and user management capability.

	Possibility of uploading custom web GUI. Compatible with viewON web HMI.
User Flash Disk	up to 30MB available for user application.
Mechanicals	Din Rail or wall screw fixing system. Dimensions: 133 x 122 x 55 mm (H x D x W). Weight: 280 g without extension card
Power supply	12 - 24VDC +/-20%, LPS. Consumption: depending on the extension card installed (see Installation guide on our website).
Input/output	2x digital input: 0 to 12/24VDC; 1.5kV isolation. 1x digital output: open drain (MOSFET) 200mA; 1.5 kV isolation.
Flexy 205 base module interface	4 x RJ45 Ethernet 10/100 Mb .Configurable LAN/WAN ports, port 1 always LAN
Temperature Range	Operating: -25°C to +60°C, 10 to 95% relative humidity (non-condensing). Storage: -40°C to +70°C, 10 to 95% relative humidity (non-condensing).
Marking	CE, cURus, FCC.
Warranty	36 months

Certifications

Type tests	Temperature - Operating & Storage tested according to IEC 60068-2-1 Cold test IEC 60068-2-2 Dry heat test IEC 60068-2-14 Change of temperature IEC 60068-2-30 Cyclic damp heat test Vibration & shocks tested according to: IEC 60068-2-27 Bumps IEC 60068-2-64 Vibration (broad-band random) IEC 60068-2-6 Vibration (sinusoidal)
CE	Compliant with: EMC directive 2014/30/EU (Immunity: industrial level) RE directive 2014/53/EU* ROHS2 2011/65/EU directive with amendment 2015/863 REACH regulation * Applicable in combination with a radio extension card (Cellular & WiFi)
FCC/IC	This product complies with the Part 15 of the FCC rules.
Japan	This device complies with Japanese regulations.
Other	South Korea KC, Philippines (in combinaison with 3G extension card), Russia FSS notification
Safety	The product fulfils the requirement of: EN 62368-1:2014 + A11:2017 UL 62368-1 Second Edition CAN/CSA C22.2 No. 62368-1-14 Second Edition EN 60950-1:2006 + A1:2010 + A11:2009 + A12:2011 + A2:2013

Ordering Information

ORDER CODE: Flexy20500_00MA

WARRANTY: 3 years

For purchasing instructions and terms and conditions, see: → [How to buy](#)

Do you want the advice of our experts? → [Contact Us](#)

Copyright © 2020 HMS Industrial Networks - All rights reserved.

B Flexy 205 Products Overview

B.1 Extension Cards

Picture	Reference & name	Slot compatibility	Maximum supported	Installation Guide
	FLA 3301 2 Serial-Ports	●●○○	2	IG-0016-00
	FLX 3101 Ethernet 10/100	●●●●	1	IG-0017-00
	FLX 3401 8DI-4AI-2DO	●●●●	4	IG-0018-00
	FLX 3402 8DI-4AI-2DO	●●●●	4	IG-0018-01
	FLB 3202 3G GSM	○○●●	1	IG-0019-00

Picture	Reference & name	Slot compatibility	Maximum supported	Installation Guide
	FLB 3204 4G EU	○○●●	1	IG-0026-00
	FLB 3271 Wi-Fi	○○●●	1	IG-0020-00
	FLA 3501 PSTN	●●○○	1	IG-0021-00
	FLB 3601 USB	○○●●	1	IG-0024-00
	FLC 3701 MPI	○○○○	1	Coming soon



Since July 2016, the FLX 3401 has been tagged as end of life and is replaced by the FLX 3402.

As explained in [Software Compatibility of Multiple Cards Combination, p. 19](#), the number of cards of the same type supported by the firmware is indicated in this table.

Data sheet

smartPanel TP307-SM (H71-71A41-0)

Technical data

Order no.	H71-71A41-0
Type	smartPanel TP307-SM
General informationen	
Note	-
Features	Display: 7" Processor: Cortex-A8 1GHz Work memory [MB]: 512 User memory [GB]: 4 Interface onboard: 1x RS232/422/485 1x USB-A 1x RJ45 (Ethernet) Software: Windows Embedded Compact 7 Movicon CE Standard
Display	
Display size (diagonal)	7 "
Display size (width)	155 mm
Display size (height)	88 mm
Resolution	480 x 800 / 800 x 480
Aspect ratio	16:9
Type of display	TFT color (64K colors)
MTBF Backlights (25°C)	20000 h
System properties	
Processor	Cortex-A8 1000 MHz
Operating system	Windows Embedded Compact 7
User software	Movicon 11 CE Standard
Work memory	512 MB
User memory	4 GB
Available memory (user data)	2 GB
SD/MMC Slot	-
CF Card Slot Typ II	-
CFast Slot	-
Time	
Real-time clock buffered	yes
Clock buffered period (min.)	2 w
Type of buffering	Goldcap
Load time for 50% buffering period	5 h
Load time for 100% buffering period	10 h
Accuracy (max. deviation per day)	8 s
Operating controls	
Touchscreen	resistive
Touch function	Single Touch
Keyboard	external via USB

Mouse	external via USB
Interfaces	
MPI, PROFIBUS-DP	-
MPI, PROFIBUS-DP connector	-
Serial, COM1	RS232 / RS422 / RS485
COM1 connector	Sub-D, 9-pin, male
Serial, COM2	-
COM2 connector	-
Number of USB-A interfaces	1
USB-A connector	USB-A (host)
Number of USB-B interfaces	-
USB-B connector	-
Number of ethernet interfaces	1
Ethernet	Ethernet 10/100 MBit
Ethernet connector	RJ45
Integrated ethernet switch	-
Video connectors	-
Audio connections	-
Technical data power supply	
Power supply (rated value)	DC 24 V
Power supply (permitted range)	18 - 32 VDC
Reverse polarity protection	yes
Current consumption (no-load operation)	0.1 A
Current consumption (rated value)	0.3 A
Inrush current	38 A
I^2t	0.33 A²s
Power loss	7 W
Status information, alarms, diagnostics	
Supply voltage display	none
Mechanical data	
Housing / Protection class	
Material	PC + ABS
Mounting	mounting clips
Protection class IP front side	IP 66
Protection class IP back side	IP 20
Protection class NEMA front side	Type 2, 4X
Protection class NEMA back side	-
Dimensions	
Front panel	187 mm x 147 mm x 5 mm
Rear panel	172 mm x 133 mm x 29 mm

Installation cut-out

Width	176 mm
Height	136 mm
Minimum	1.5 mm
Maximum front panel thickness	6 mm
Net weight	500 g
Weight including accessories	631 g
Gross weight	900 g

Environmental conditions

Operating temperature	0 °C to 50 °C
Storage temperature	-20 °C to 70 °C

Certifications

UL certification	yes
KC certification	-

Technical Documents



Technical Documents

PROFIBUS connector

Connect & Detect

HB157 / vol. 4.02

General Information

The bus connector connects PROFIBUS user knots or complete PROFIBUS net components to the PROFIBUS line.

Each connector has switchable terminating resistors. Dependent of the type of connector, a PD/diagnosis socket as well as a controller with 4 LED indicators are additionally integrated.

Features

- Cable diagnosis functions via LEDs
- Switchable terminating resistors
- Integrated controller for transfer rates up to 12Mbit/s
- Metal casing with lose-protected "single-screw-mounting"
- Fast connection via insulation cutting clamps

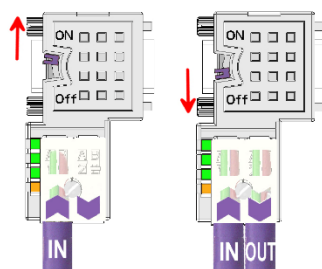


Diagnosis via LEDs

Switch ON/OFF	PWR green	TxD green	Term green	ERR yellow	Description
X	●	X	X	X	Power is OK (+5V ±5%)
X	☀	X	X	X	Power is out of +5V ±5%
X	☀	X	X	☀	Short-circuit of bus wire possible
X	X	○	X	X	No bus activity of participant
X	X	☀	X	X	Bus activity of participant
X	X	●	X	X	Bus activity, RTS (pin 4) of RS485 is not connected
OFF	X	X	○	X	Termination is switched off
OFF	X	X	☀	X	Internal terminating resistor faulty
ON	X	X	●	X	Termination is activated
X	X	X	X	○	No errors detected
OFF	X	☀	○	●	Bus is not terminated
OFF	X	○	○	●	Bus is open

on: ● off: ○ blinking (5Hz): ☀ not relevant: x

Switchable terminating resistors



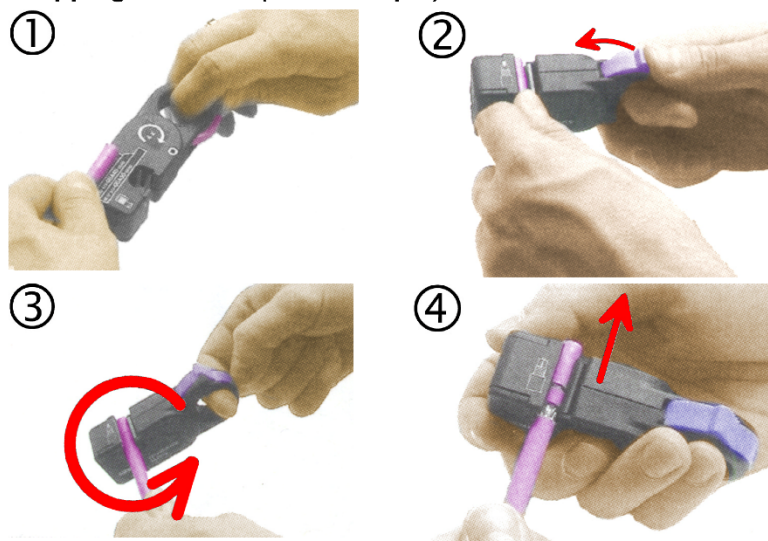
The switchable terminating resistors are activated by a slide switch, easily accessible from both sides right and rear.

Hereby shutoff of the outgoing bus line is possible. Also for testing purposes the following PROFIBUS components connected via "OUT" can be switched off without removing the connector.

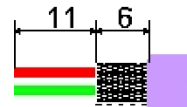
Please make sure to terminate the last participants on the bus at both ends and to connect them to the bus cable via "IN".

PROFIBUS connector

Stripping the cable (tool example)

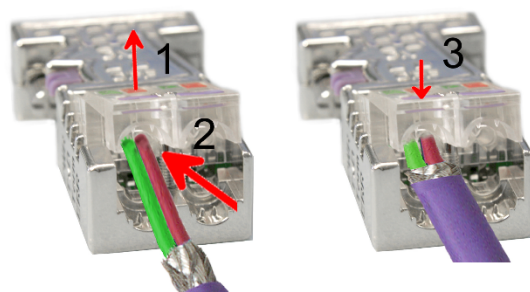


- Measure wire length on template:



- Insert end of cable and push fixing slider as far as it goes
- Rotate stripping tool repeatedly around the cable
- Pull off stripper (in closed state)
- Remove cut-off wire/core insulations remainder

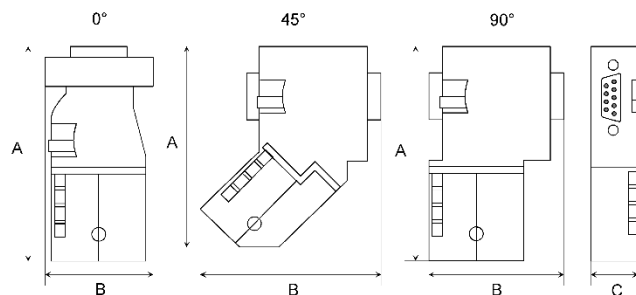
Connecting the PROFIBUS cable



- Loosen the screw
- Lift contact-cover
- Insert both wires into the ducts provided (watch for the correct line color as below!)
- Please take care that you do not cause a short circuit between screen and data lines!
- Close the contact cover
- Tighten screw

Please note: the **green** line must be connected to **A**, the **red** line to **B**!

Measures in mm:



	0°	45°	90°
A	64	61	66
B	34	53	40
C	15.8	15.8	15.8

Technical data	
Power supply by end device	DC 4.75 ... 5.25V
Current	10 ... 30mA
PROFIBUS	SubD-male-9pole
Plugging cycles jack	min. 200
Cable diameter	8 mm
Casing	Zinc-Diecast
Degree of protection	IP20
Temperature range	-20°C ... +75°C
Fixing screws / max. tightening torque	4-40 UNC / 0.4Nm
Stripping Lengths	
Outside cover/shielding	17mm / 6mm
Connecting technique	Insulation cutting clamps
Bus cable	Type A (EN50170)

Note!

Starting with release 5 also highly flexible bus cable may be used:
Lapp Kabel order no.: 2170222, 2170822, 2170322.

SIEMENS

Hoja de datos

6XV1850-2GH20

Denominación del tipo de producto	IE TP CORD RJ45/RJ45
Descripción del producto	Latiguillo, cualquier longitud, preconfeccionado con dos conectores RJ45 (10/100MB) Industrial Ethernet TP Cord RJ45/RJ45, TP Cord conectorizado con 2 conectores RJ45 conector, Longitud 2 m
Aptitud para uso	Integración sencilla de equipos terminales al sistema de cableado IE FC
Denominación del cable	LI 02YSCY 2x2x0,15/0,98 PIMF ICCS GN
Longitud del cable	2 m

Datos eléctricos

Atenuación por longitud	
• con 10 MHz / máx.	0,09 dB/m
• con 100 MHz / máx.	0,285 dB/m
• con 300 MHz / máx.	0,495 dB/m
• con 600 MHz / máx.	0,75 dB/m
Impedancia característica	
• con 1 MHz ... 100 MHz	100 Ω
• con 10 MHz ... 600 MHz	100 Ω
tolerancia simétrica relativa	
• de la impedancia característica con 1 MHz ... 100 MHz	15 %
• de la impedancia característica con 10 MHz ... 600 MHz	6 %
Resistencia de acoplamiento por longitud / con 10 MHz	10 m Ω /m
Resistencia de bucle por longitud / máx.	300 m Ω /m
Coeficiente de resistencia de aislamiento	150 G Ω ·m
Tensión de empleo	
• Valor eficaz	80 V

Datos mecánicos

Número de conductores eléctricos	4
Tipo de pantalla	Película solapada forrada de aluminio y revestida con una malla trenzada con hilos de cobre estañado
Diámetro del hilo	
• del conductor AWG26	0,48 mm
Diámetro exterior	
• del conductor interno	0,48 mm
• del aislamiento de los hilos	0,98 mm
Anchura / de la cubierta del cable	5,8 mm

6XV1850-2GH20

Página 1/3

09/09/2019

Sujeto a cambios
© Copyright Siemens

Tolerancia simétrica del ancho / de la cubierta del cable	0,2 mm
Espesor / de la cubierta del cable	3,7 mm
Tolerancia simétrica del grosor / de la cubierta del cable	0,2 mm
Material • del aislamiento de los hilos • de la cubierta del cable	Polietileno (PE) PVC
Color • del aislamiento de los hilos de datos • de la cubierta del cable	blanco/azul, blanco/naranja verde
Radio de curvatura • con flexión única / mínima admisible • con flexión múltiple / mínima admisible	24 mm 42 mm
Peso por longitud	32 kg/km

Condiciones ambientales admisibles

Temperatura ambiente • durante el funcionamiento • durante el almacenamiento • durante el transporte • durante el montaje	-40 ... +70 °C -40 ... +70 °C -40 ... +70 °C -40 ... +70 °C
Comportamiento al fuego	no propagación de llama según IEC 60332-2-1
resistencia química • al aceite mineral • a la grasa	resistente al aceite según IEC 60811-2-1 (4 h / 70°C) resistencia condicional
Grado de protección IP	IP20

Características, funciones y componentes del producto / Generalidades

Propiedad del producto • libre de halógenos • sin silicona	No Sí
---	----------

Normas, especificaciones y homologaciones

Listado UL/ETL / 300 V Rating	No
Style UL/ETL / 600 V Rating	No
Certificado de aptitud • Homologación UL	Sí
Norma para cableado estructurado	Cat 5
Sociedad de clasificación naval • American Bureau of Shipping Europe Ltd. (ABS) • Bureau Veritas (BV) • Det Norske Veritas (DNV)	No No No

- Germanischer Lloyd (GL)
- Lloyds Register of Shipping (LRS)
- Nippon Kaiji Kyokai (NK)
- Polski Rejestr Statkow (PRS)

No
No
No
No

Más información / Enlaces a Internet

Enlace de Internet

- a la página web: Guía de selección SIMATIC NET SELECTION TOOL
- a la página web: Comunicación industrial
- a la página web: Industry Mall
- a la página web: Centro de información y descarga
- a la página web: Archivo gráfico
- a la página web: CAX-Download-Manager
- a la página web: Industry Online Support

<http://www.siemens.com/snst>

<http://www.siemens.com/simatic-net>

<https://mall.industry.siemens.com>

<http://www.siemens.com/industry/infocenter>

<http://automation.siemens.com/bilddb>

<http://www.siemens.com/cax>

<https://support.industry.siemens.com>

Última modificación:

31/08/2019 

Detalles del producto: Amperímetro Digital de 0,36 "5 dígitos 0-3.0000A DC

Especificaciones del artículo

Nombre de la marca: OOTDTY

Origen: CN(Origen)

Suministros para manualidades: ELECTRICAL

Certificación: NONE

Tipo de pantalla: Solo digital

Dimensiones: 48MM*29MM*21MM

Número de modelo: DC Ammeter

Temperatura de trabajo: -10 °C ~ 65 °C

Clase de precisión: 0.01%

Tensión de alimentación: 4-30V

Especificaciones:

Rango de medición: 0,0000-3.0000A

Temperatura de funcionamiento: -10 °C ~ 65 °C

Voltaje de funcionamiento: 4-30 V

Corriente de funcionamiento: & asymp; 15mA

Precisión: 0.01%

Resolución 0.1mA

Impedancia de entrada: 10 miliohmios

Tamaño del LED 36.5mmX14.1mm

Frecuencia de actualización: 4 veces/segundo

Peso Neto en tipo: 19,5g

Color de la pantalla: rojo

Dimensiones: 8 MM * 29 MM * 21 MM

Apertura de la instalación: 45,5mm * 26,5mm

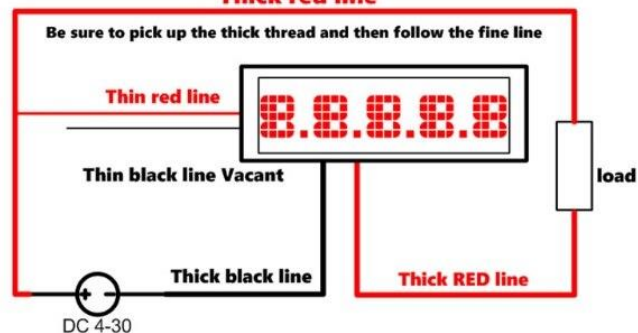
El paquete incluye:

1 pc amperímetro



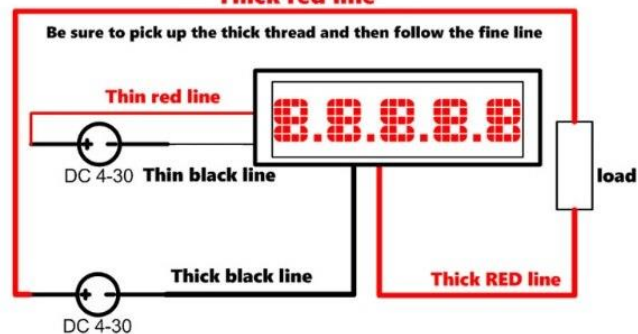
Share the power source

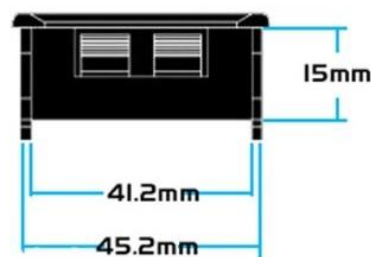
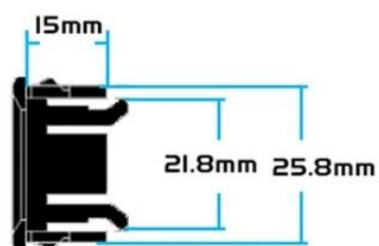
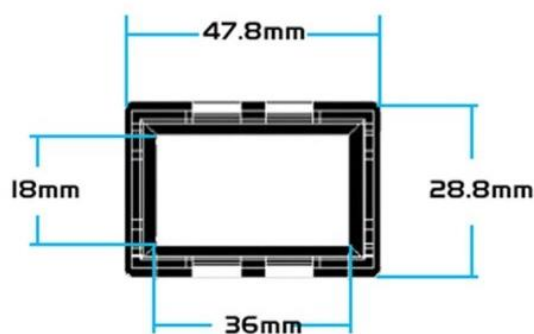
Thick red line



Independent power supply

Thick red line





1 inch = 25.4 mm



Detalles del producto: Fuente de señal generador de señal corriente constante 24V DC 12V 4-20mA, 0.1mA

Características:

Fácil de conectar el cable y de usar, funcionamiento de la perilla.

En respuesta a la salida inmediatamente después del ajuste, sin retraso.

Con protección contra polaridad, la marcha atrás no funciona, no quemar componentes.

Voltaje de la fuente de alimentación: DC 9V ~ 24V, potencia Total <1,5 W.

Rango de impedancia de carga de salida entre 0-350 ohmios (DC 12V); 0-800 ohmios (24V DC).

Se puede utilizar: Fuentes de señal, válvulas de regulación, instrumentación de prueba, prueba de diodo emisor de luz, el transmisor analógico de salida del inversor.

Las especificaciones:

Fuente de alimentación: CC 12V/24V

Potencia Total: <1,5 W

Salida: 4-20mA

Impedancia de carga de salida: 0-350 ohmios (DC 12V); 0-800 ohmios (DC 24V)

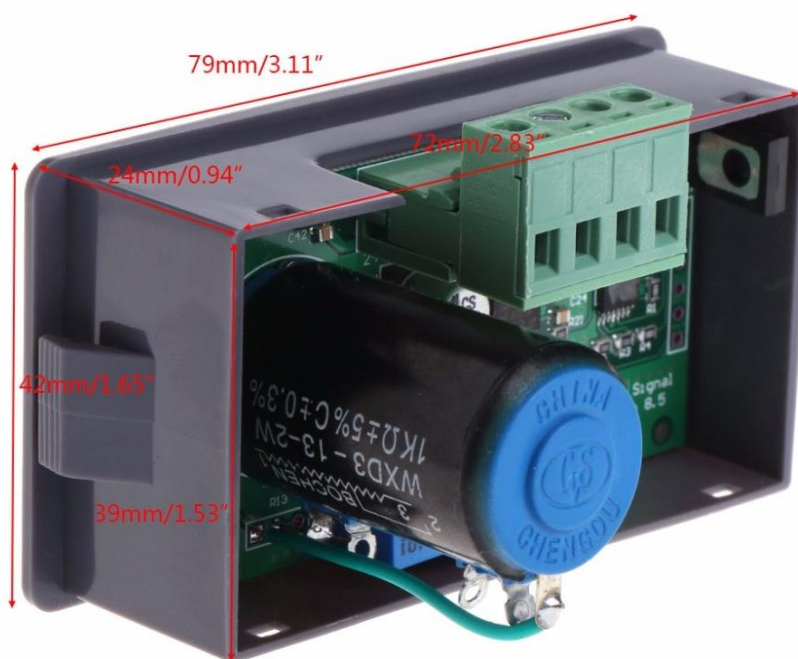
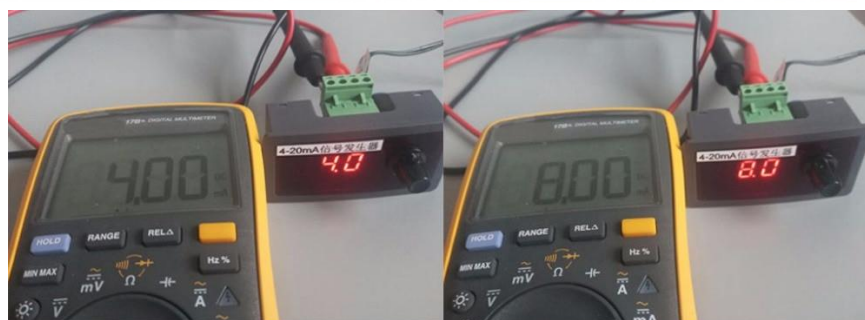
Tamaño Total: 80*42*40mm (L * W * H)

Tamaño del orificio: 76*40mm (L * W)

El paquete incluye:

1 Uds. * generador de señal





ANEXO 12
ARTE GRÁFICO



PROFINET IO-Slave

PROFIBUS DP IO-Slave

MODBUS TCP IO-Slave

CPU 015PN SLIO

EWON FLEXI 205

Smart Panel TP307-SM

FUENTE 24 V DC



BOTONES / INTERRUPTORES	PROFINET DI DO	INDICADORES
----------------------------	-------------------	-------------

☐	☐	0.0	☐	☐
☐	☐	0.1	☐	☐
☐	☐	0.2	☐	☐
☐	☐	0.3	☐	☐
☐	☐	0.4	☐	☐
☐	☐	0.5	☐	☐
☐	☐	0.6	☐	☐
☐	☐	0.7	☐	☐

MÓDULO PROFIBUS

BOTONES / INTERRUPTORES	PROFIBUS		INDICADORES
	DI	DO	

		 10 		
		 11 		
		 12 		
		 13 		
		 14 		
		 15 		
		 16 		
		 17 		

MÓDULO MODBUS

GENERADOR DE SEÑAL DE CORRIENTE
24 V DC, 4 - 20 mA

MODBUS TCP
AI AD

AMPERÍMETRO DIGITAL
D - 3000 A, 24 V DC



CAJA ELÉCTRICA

- MÓDULO PROFINET
- MÓDULO PROFIBUS
- MÓDULO MODBUS



En su investigación no olvide referenciar esta tesis