



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL**

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**TEMA:
“DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y MONITOREO DE UNA RED
INALÁMBRICA, ENTRE DOS PLANTAS DE DIDÁCTICA INDUSTRIAL,
USANDO ANTENAS UBIQUITI NETWORKS NANOSTATION5 Y UN
SCADA BAJO LABVIEW”**

**AUTORES:
DUEÑAS LLANOS FRANCISCO ARTURO
CHALACÁN AGUAYO NATALIA VERÓNICA**

**DIRECTOR:
MSC. BYRON LIMA**

**GUAYAQUIL – ECUADOR
2017**

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUDITORÍA

Nosotros, Francisco Arturo Dueñas Llanos, y Natalia Verónica Chalacán Aguayo, estudiantes de Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana, certificamos que los conceptos desarrollados, análisis realizado, y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Guayaquil, Agosto del 2017

Francisco Arturo Dueñas Llanos
C.I.: 0919134494

Natalia Verónica Chalacán Aguayo
C.I.: 1717251456

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS

A través del presente certificado, se ceden los derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la ley de la propiedad intelectual y por su normatividad institucional vigente.

Guayaquil, Agosto del 2017

Francisco Arturo Dueñas Llanos
C.I.: 0919134494

Natalia Verónica Chalacán Aguayo
C.I.: 1717251456

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Por medio de la presente doy constancia que los Sres. Francisco Arturo Dueñas Llanos y Natalia Verónica Chalcán Aguayo han desarrollado y elaborado satisfactoriamente el proyecto final de titulación, que se ajusta a las normas establecidas por la Universidad Politécnica Salesiana, por lo tanto, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

Msc. Byron Lima

DIRECTOR DEL PROYECTO

DEDICATORIA

Dedicamos este proyecto de titulación a nuestro hijo Francisco Gabriel Dueñas Chalacán por ser la motivación encarnada y que a diario nos impulsa a ser mejores personas además de mejores profesionales.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos principalmente a Dios por darnos la vida y a nuestros padres por darnos su apoyo incondicional.

Al Msc. Byron Lima por su guía oportuna y concisa.

Al Msc. Víctor Huilcapi por su acertada dirección en nuestra carrera.

Al personal de servicio de los laboratorios del bloque B de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil: Félix, Olmedo, Martín y Junior por su asistencia desinteresada.

RESUMEN

AÑO	ALUMNOS	DIRECTOR DE PROYECTO	TEMA DE PROYECTO DE TITULACIÓN
2017	CHALACÁN AGUAYO NATALIA VERÓNICA DUEÑAS LLANOS FRANCISCO ARTURO	MSC. BYRON LIMA CEDILLO	“DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y MONITOREO DE UNA RED INALÁMBRICA, ENTRE DOS PLANTAS DE DIDÁCTICA INDUSTRIAL, USANDO ANTENAS UBIQUITI NETWORKS NANOSTATION5 Y UN SCADA BAJO LABVIEW”

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo principal el desarrollo de una red inalámbrica utilizando una Planta Didáctica Industrial con Control de Nivel, una Planta Didáctica Compact Workstation de Festo y antenas UBIQUITI NanoStation5, en el laboratorio de Automatización Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.

El sistema está compuesto por dos módulos de comunicación Ethernet conformados por elementos necesarios para que los plc's de cada planta didáctica puedan conectarse al mismo tiempo a una antena Ubiquiti Nanostacion5 y a un computador. Cada módulo está atornillado a un puntal fijo a la mesa de su respectiva planta didáctica, donde también se colocó un soporte extensible en el que se aseguró con correas de velcro la antena Ubiquiti Nanostation5 correspondiente.

Para la visualización cuenta con varias pantallas de SCADA elaboradas en LabVIEW para monitoreas y controlar los procesos propuestos dentro de cada una de las prácticas creadas para este proyecto. Las programaciones de los PLC's fueron realizadas en STEP 7 Professional, que es parte de la suite TIA PORTAL V.12.

Con la implementación de la red inalámbrica se ha podido repotenciar las plantas didácticas de Control de Nivel y Compact Workstation de Festo, además de poder integrar dos plc's de diferentes generación, con lo que le ofrecemos a los estudiantes una mayor variedad de herramientas prácticas que se esperan fortalezcan los conocimientos impartidos por los docentes en las aulas de clases.

Palabras Clave: *PLC, HMI, SCADA, FESTO, UBIQUITI, control, nivel, temperatura, presión, flujo*

ABSTRACT

YEAR	STUDENTS	TECHNICAL PROJECT MANAGER	PROJECT THEME
2017	CHALACÁN AGUAYO NATALIA VERÓNICA DUEÑAS LLANOS FRANCISCO ARTURO	MSC. BYRON LIMA CEDILLO	“DESIGN, IMPLEMENTATION AND MONITORING OF A WIRELESS NETWORK BETWEEN TWO INDUSTRIAL DIDACTIC PLANTS, USING UBIQUITI NETWORKS NANOSTATION5 ANTENNAS AND A SCADA UNDER LABVIEW”

The main objective of the following presentation is to discuss the development of wireless networks utilizing a Compact Didactic Plant Workstation of Festo with Level Control and antennas, UBIQUITI NanoStation5, in the laboratory of Industrial Automation of the University Polytechnic Salesiana headquarters of Guayaquil.

The system is comprised of 2 modules of Ethernet communication, formed of necessary elements which all of the PLC’S of each plant can connect at the same time with one antenna, UBIQUITI NanoStation5, to a computer. Each module is connected to a specific point of a table of a didactic plant where it is also supported by extensive strings of velcro to the antenna and UBIQUITI NanoStation5 respectively.

The display counts with many SCADA screens that are manufactured in LabView to monitor and control the proposed processes in each one of these practices that are created for this project. The programming of the PLC’S were done by Step 7 Professional, which is part of the suite TIA PORTAL V12.

With the implementation of the wireless network, it has been possible to upgrade the didactic plants of Level Controls and Compact Workstation of Festo. In addition to

the integration of different generations of DOS PLC'S, what we offer to students is a wide array of practical tools to reinforce their knowledge implemented by the teaching staff.

Keywords: *PLC, HMI, SCADA, FESTO, UBIQUITI, control, level, temperature, pressure, flow*

N

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
1. PROBLEMA	2
1.1. Descripción del problema	2
1.2. Importancia y alcance	2
1.3. Delimitación.....	3
1.3.1. Temporal	3
1.3.2. Espacial	3
1.3.3. Académico	3
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo General	4
1.4.2. Objetivos Específicos.....	4
2. ESTADO DEL ARTE.....	5
2.1. Planta Didáctica Industrial MPS PA Compact Workstation FESTO.....	5
2.1.1 Detalles Generales.....	5
2.1.2 Diseño y funcionamiento	7
2.1.3 Monitoreo de Nivel	9
2.1.4 Bomba	10
2.1.5 Válvula proporcional.....	11
2.1.6 Calefacción	11
2.1.7 Válvula de bola con accionamiento electro neumático rotativo	12
2.1.8 Función de control Nivel.....	13
2.1.9 Función de control de caudal	14
2.1.10 Función de control de presión.....	15
2.1.11 Sistema de control de temperatura	16
2.1.12 Tablero de entrada y salida	18
2.2. Planta didáctica industrial con aplicaciones para control de nivel.....	19
2.2.1 Tablero de control principal	20
2.2.2 Tablero de planta industrial.....	21
2.2.3 Planta industrial.....	22
2.2.4 Funcionamiento de la planta	22
2.3. Antena nanostation5.....	23
2.4. Programa LabVlew	25
2.4.1 Adquisición de datos	26
2.4.2 Procesamiento y Análisis de Señales	26
2.4.3 Visualización de datos	27
2.5. Programa TIA PORTAL.....	28
3.1.1 Vistas.....	29
3. MARCO METODOLÓGICO	31
3.1. Diagnóstico de los equipos que encontramos en el Laboratorio de Automatización Industrial	31
3.1.1 Planta didáctica industrial MPS PA Compact Workstation de FESTO	31
3.1.2 Planta didáctica industrial para Control de Nivel	32
3.1.3 Antena Ubiquiti Nanostation5	34

3.2.	Modificaciones en base al diagnóstico.....	34
3.3.	Planteamiento a la conexión de las plantas industriales a una red Ethernet.....	37
3.4.	Diseño y construcción del panel de conexión Ethernet	37
3.4.1	Diseño de panel de conexión Ethernet.....	37
3.4.2	Descripción y Conexiones del Panel de comunicación Ethernet.	38
3.5.	Diseño y construcción del soporte de las antenas.	40
3.6.	Montaje de los soportes y paneles.....	44
4.	GUÍAS DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO	45
4.1.	PRÁCTICA 1.....	45
4.2.	PRÁCTICA 2.....	56
4.3.	PRÁCTICA 3.....	70
4.4.	PRÁCTICA 4.....	85
4.5.	PRÁCTICA 5.....	105
4.6.	PRÁCTICA 6.....	117
4.7.	PRÁCTICA 7.....	129
4.8.	PRÁCTICA 8.....	143
4.9.	PRÁCTICA 9.....	165
4.10.	PRÁCTICA 10.....	182
5.	RESULTADOS	198
5.1.	RESULTADOS OBTENIDOS	198
5.2.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	199
6.	CONCLUSIONES.....	201
7.	RECOMENDACIONES.....	202
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	204
	ANEXOS	206
	ANEXO 1	207
	ANEXO 2	209
	ANEXO 3	210
	ANEXO 4	212
	ANEXO 5	215

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos Técnicos del MPS PA. Compact Workstation.....	6
Tabla 2. Características de la Antena.	25
Tabla 3. E/S de la Planta Control de Nivel	47
Tabla 4. E/S de la Planta Compact Workstation de Festo.....	58
Tabla 5. E/S de la Planta Compact Workstation de Festo.....	72
Tabla 6. Estados Booleanos para monitoreo en Labview.	93
Tabla 7. Estados Booleanos para monitoreo en Labview.	93
Tabla 8. IP's de las Antenas.	100
Tabla 9. Estados booleanos para monitoreo en Labview.	109
Tabla 10. Tabla de valores oobtenidos.....	111
Tabla 11. IP's de las Antenas utilizadas.....	112
Tabla 12. Estados booleanos para monitoreo en Labview.	122
Tabla 13. Tabla de valores obtenidos.....	123
Tabla 14. IP's de las Antenas utilizadas.....	124
Tabla 15. Tabla Presión vs. IW68.....	137
Tabla 16. IP's de las Antenas utilizadas.....	137
Tabla 17. E/S para monitoreo en Labview.....	154
Tabla 18. E/S para monitoreo en Labview.....	155
Tabla 19. IP's de las Antenas utilizadas.....	159
Tabla 20. E/S para monitoreo en Labview.....	175
Tabla 21. IP's asignadas a las antenas	177
Tabla 22. IP's asignadas a las antenas.	191
Tabla 23. Presupuesto.	208

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. MPS PA. Compact Workstation.....	7
Figura 2. P&ID del MPS PA. Compact Workstation	8
Figura 3. Sensor de proximidad capacitivo.....	9
Figura 4. Interruptor de desbordamiento	9
Figura 5. Interruptor de Nivel bajo	10
Figura 6. Sensor de protección de calefacción.....	10
Figura 7. Bomba	11
Figura 8. Válvula Proporcional.....	11
Figura 9. Calefactor	11
Figura 10. Válvula de bola con accionamiento electro neumático rotativo.....	12
Figura 11. Tanque superior B102 con sensor ultrasónico B101.	13
Figura 12. Diagrama de P&ID de la función de nivel	14
Figura 13. Bomba P101 con sensor de caudal B102.....	14
Figura 14. El diagrama P&ID de la función de caudal	15
Figura 15. Sistema de presión controlada. Tanque de presión B103, con sensor de presión B103.....	15
Figura 16. El diagrama P&ID de la función de presión.....	16
Figura 17. Sistema de temperatura controlada - recipiente de reactor B101 con sensor de temperatura B104.....	17
Figura 18. El diagrama P&ID del Sistema de temperatura.....	17
Figura 19. Figura: Tablero de entrada y salida	18
Figura 20. Planta didáctica industrial con control de nivel.....	19
Figura 21. Materiales del Tablero con Control principal.....	20
Figura 22. Tablero con Control principal	20
Figura 23. Materiales Tablero Planta Industrial.....	21
Figura 24. Tablero Planta Industrial	21
Figura 25. Materiales de la Planta Industrial	22
Figura 26. Flujograma de la planta industrial	22
Figura 27. P&ID de la planta industrial.....	23
Figura 28. Parte posterior y frontal de la Antena Nanostation5.....	23
Figura 29. Programa LabVIEW	25
Figura 30. Adquisición de datos	26
Figura 31. Procesamiento y análisis de señal.....	27
Figura 32. Visualización de datos.....	27
Figura 33. Solución típica de automatización.....	28
Figura 34. Vista frontal.....	29
Figura 35. Vista del proyecto.....	30
Figura 36. PLC S7-300.	31
Figura 37. Tanque B102	32
Figura 38. Sensores Capacitivos del tanque TK101.	32
Figura 39. Sensor ultrasónico instalado en el tanque TK102.	33
Figura 40. Tanque TK101.....	33
Figura 41. Prueba de la Antena.....	34
Figura 42. Montaje del módulo de comunicaciones CP343-1 LEAN en la Planta FESTO...34	34
Figura 43. Regla graduada.....	35
Figura 44. Montaje de la regla graduada en el tanque TK102 de la Planta de Control de Nivel.....	35
Figura 45. Montaje de la regla graduada en el tanque B102 de la Planta FESTO.	35

Figura 46. A la izquierda se encuentra el tanque TK101 con los sensores defectuoso, mientras que a la derecha está el mismo tanque con los nuevos sensores.	36
Figura 47. Detalle de los colores de los jack's del sensor ultrasónico.	36
Figura 48. Conexión de los terminales del sensor ultrasónico al panel de control.	36
Figura 49. Diagrama 1 del panel de comunicación Ethernet.	37
Figura 50. Diagrama 1 del panel de comunicación Ethernet.	38
Figura 51. Panel en crudo.	38
Figura 52. Paneles terminados	38
Figura 53. Panel con canaletas y riel instalados.....	39
Figura 54. Conexión de elementos en el panel	39
Figura 55. Cables marquillados.	40
Figura 56. Diagrama del soporte de la antena para la Planta de control de nivel.	40
Figura 57. Vistas frontal y lateral del soporte de la antena para la Planta de control de nivel.	41
Figura 58. Diagrama del soporte de la antena para la Planta FESTO.....	41
Figura 59. Vistas frontal y lateral del soporte de la antena para la Planta FESTO	42
Figura 60. Diagrama del soporte móvil de la antena.	42
Figura 61. Vista frontal y lateral del soporte móvil de la antena.	43
Figura 62. Soportes antes de pulir.....	43
Figura 63. Soporte y panel instado en la Planta de Control de Nivel.	44
Figura 64. Soporte y panel instado en la Planta FESTO.....	44
Figura 65. Proceso.	45
Figura 66. Panel de mando	45
Figura 67. Configuración de E/S	49
Figura 68. Configuración de hardware.	50
Figura 69. Segmento 1/Main[OB1]	50
Figura 70. Segmento 2/Main[OB1]	51
Figura 71. Segmento 3/Main[OB1]/	51
Figura 72. Configuración de E/S Bloque MANUAL[FC1].....	51
Figura 73. Segmento 1/Bloque MANUAL[FC1]	52
Figura 74. Segmento 2/Bloque MANUAL[FC1]	52
Figura 75. Segmento 3/Bloque MANUAL[FC1]	52
Figura 76. Configuración de E/S Bloque AUTOMÁTICO [FC2].....	53
Figura 77. Segmento 1/Bloque AUTOMÁTICO[FC2]	53
Figura 78. Segmento 2/Bloque AUTOMÁTICO[FC2]	53
Figura 79. Segmento 3/Bloque AUTOMÁTICO[FC2]	53
Figura 80. Segmento 4/Bloque AUTOMÁTICO[FC2]	54
Figura 81. Validación de Funcionamiento del estado manual.	54
Figura 82. Validación de Funcionamiento del estado automático	54
Figura 83. Proceso.	56
Figura 84. Panel de mando	56
Figura 85. Configuración de E/S	61
Figura 86. Configuración de Hardware	62
Figura 87. Segmento 1/Main[OB1]	62
Figura 88. Segmento 2/Main[OB1]	62
Figura 89. Segmento 3/Main[OB1]	62
Figura 90. Segmento 4/Main[OB1]	63
Figura 91. Segmento 5/Main[OB1]	63
Figura 92. Segmento 6/Main[OB1]	63
Figura 93. Segmento 7/Main[OB1]	63
Figura 94. Configuración de E/S Bloque FUNCION_NIVEL[FC1].....	64

Figura 95. Segmento 1/Bloque FUNCION_NIVEL[FC1]	64
Figura 96. Segmento 2/Bloque FUNCION_NIVEL[FC1]	64
Figura 97. Segmento 3/Bloque FUNCION_NIVEL[FC1]	64
Figura 98. Segmento 4/Bloque FUNCION_NIVEL[FC1]	65
Figura 99. Segmento 5/Bloque FUNCION_NIVEL[FC1]	65
Figura 100. Segmento 6/Bloque FUNCION_NIVEL[FC1]	65
Figura 101. Configuración de E/S Bloque FUNCION_TEMPERATURA[FC2]	65
Figura 102. Segmento 1/ FUNCION_TEMPERATURA[FC2]	65
Figura 103. Segmento 2/ FUNCION_TEMPERATURA[FC2]	66
Figura 104. Segmento 3/ FUNCION_TEMPERATURA[FC2]	66
Figura 105. Segmento 4/ FUNCION_TEMPERATURA[FC2]	66
Figura 106. Segmento 5/ FUNCION_TEMPERATURA[FC2]	66
Figura 107. Segmento 6/ FUNCION_TEMPERATURA[FC2]	66
Figura 108. Validación de Funcionamiento del estado automático.	67
Figura 109. Validación de Funcionamiento del estado automático.	67
Figura 110. Validación de Funcionamiento del estado manual.	67
Figura 111. Validación de Funcionamiento del estado manual.	68
Figura 112. Validación de Funcionamiento del estado manual.	68
Figura 113. Validación de Funcionamiento del estado manual.	68
Figura 114. Validación de Funcionamiento del estado manual.	68
Figura 115. Proceso	70
Figura 116. Panel de mando	70
Figura 117. Configuración de E/S	75
Figura 118. Configuración de Hardware	75
Figura 119. Segmento 1/Main[OB1]	76
Figura 120. Segmento 2/Main[OB1]	76
Figura 121. Segmento 3/Main[OB1]	76
Figura 122. Segmento 4/Main[OB1]	77
Figura 123. Segmento 5/Main[OB1]	77
Figura 124. Segmento 6/Main[OB1]	77
Figura 125. Segmento 7/Main[OB1]	78
Figura 126. Configuración de E/S Bloque FUNCION_FLUJO[FC1].....	78
Figura 127. Segmento 1/Bloque FUNCION_FLUJO[FC1]	78
Figura 128. Segmento 2/Bloque FUNCION_FLUJO[FC1]	78
Figura 129. Segmento 3/Bloque FUNCION_FLUJO[FC1]	78
Figura 130. Segmento 4/Bloque FUNCION_FLUJO[FC1]	79
Figura 131. Segmento 5/Bloque FUNCION_FLUJO[FC1]	79
Figura 132. Segmento 6/Bloque FUNCION_FLUJO[FC1]	79
Figura 133. Configuración de E/S Bloque FUNCION_PRESION[FC2]	79
Figura 134. Segmento 1/ FUNCION_PRESION[FC2]	80
Figura 135. Segmento 2/ FUNCION_PRESION[FC2]	80
Figura 136. Segmento 3/ FUNCION_PRESION[FC2]	80
Figura 137. Segmento 4/ FUNCION_PRESION[FC2]	80
Figura 138. Segmento 5/ FUNCION_PRESION[FC2]	81
Figura 139. Segmento 6/ FUNCION_PRESION[FC2]	81
Figura 140. Segmento 7/ FUNCION_PRESION[FC2]	81
Figura 141. Validación de Funcionamiento del estado automático	82
Figura 142. Validación de Funcionamiento del estado automático	82
Figura 143. Validación de Funcionamiento del estado automático	82
Figura 144. Validación de Funcionamiento del estado manual.	83
Figura 145. Validación de Funcionamiento del estado manual.	83

Figura 146. Validación de Funcionamiento del estado manual.....	83
Figura 147. Proceso de la Planta Compact Workstation de FESTO.....	85
Figura 148. Proceso de la Planta Didáctica para Control de Nivel.....	85
Figura 149. Panel de mando de la Planta Compact Workstation de FESTO (izquierda) y Panel de mando de la Planta Didáctica para Control de Nivel (derecha)	86
Figura 150. Configuración de Hardware/Práctica 4.....	87
Figura 151. Segmento 1/Main[OB1]/PLCS7300.....	87
Figura 152. Segmento 2/Main[OB1]/PLCS7300.....	88
Figura 153. Segmento 3/Main[OB1]/PLCS7300.....	88
Figura 154. Configuración de E/S Bloque AUTOMÁTICO[FC1]PLCS7300	89
Figura 155. Segmento 1/Bloque AUTOMÁTICO[FC1]/PLCS7300	89
Figura 156. Segmento 2/Bloque AUTOMÁTICO[FC1]/PLCS7300	89
Figura 157. Segmento 3/Bloque AUTOMÁTICO[FC1]/PLCS7300	89
Figura 158. Segmento 4/Bloque AUTOMÁTICO[FC1]/PLCS7300	90
Figura 159. Segmento 5/Bloque AUTOMÁTICO[FC1]/PLCS7300	90
Figura 160. Segmento 6/Bloque AUTOMÁTICO[FC1]/PLCS7300	90
Figura 161. Segmento 1/Main[OB1]/PLCS71200.....	90
Figura 162. Segmento 2/Main[OB1]/PLCS71200.....	91
Figura 163. Configuración de E/S Bloque AUTOMÁTICO[FC1]PLCS71200	91
Figura 164. Segmento 1/Bloque AUTOMÁTICO[FC1]/PLCS71200	91
Figura 165. Segmento 2/Bloque AUTOMÁTICO[FC1]/PLCS71200	92
Figura 166. Segmento 3/Bloque AUTOMÁTICO[FC1]/PLCS71200	92
Figura 167. Segmento 4/Bloque AUTOMÁTICO[FC1]/PLCS71200	92
Figura 168. Panel Frontal Labview.....	93
Figura 169. Diagrama de Bloques Labview	93
Figura 170. Configuración E/S OPC Server 001	94
Figura 171. Configuración E/S OPC Server 002	94
Figura 172. Configuración E/S OPC Server 003	94
Figura 173. Configuración E/S OPC Server 004.....	95
Figura 174. Configuración E/S OPC Server 005	95
Figura 175. Configuración E/S OPC Server 006.....	95
Figura 176. Configuración E/S OPC Server 007	96
Figura 177. Configuración E/S OPC Server 008.....	96
Figura 178. Configuración E/S OPC Server 009.....	96
Figura 179. Configuración E/S OPC Server 010.....	96
Figura 180. Configuración E/S OPC Server 011	97
Figura 181. Configuración E/S OPC Server 012	97
Figura 182. Configuración E/S OPC Server 013	97
Figura 183. Panel frontal	98
Figura 184. Asignación de las E/S configuradas en el OPC Server 001.....	98
Figura 185. Asignación de las E/S configuradas en el OPC Server 002.....	98
Figura 186. Asignación de las E/S configuradas en el OPC Server 003.....	99
Figura 187. Asignación de las E/S configuradas en el OPC Server 004.....	99
Figura 188. Asignación de las E/S configuradas en el OPC Server 005.....	99
Figura 189. Asignación de las E/S configuradas en el OPC Server 006.....	100
Figura 190. Diagrama de configuración punto/multipunto.....	100
Figura 191. Equipos de laboratorio en configuración punto/multipunto.....	101
Figura 192. Configuración de la antena 001	101
Figura 193. Configuración de la antena 002	102
Figura 194. Configuración de la antena 003	102
Figura 195. Validación de la Práctica 4.....	103

Figura 196. Validación de la Práctica 4	103
Figura 197. Proceso	105
Figura 198. Panel de mando.	105
Figura 199. Configuración de Hardware	106
Figura 200. Segmento 1/Main[OB1]	107
Figura 201. Segmento 2/Main[OB1]	108
Figura 202. Segmento 3/Main[OB1]	108
Figura 203. Panel Frontal Labview.....	109
Figura 204. Diagrama de Bloques Labview 001	110
Figura 205. Diagrama de Bloques Labview 002	110
Figura 206. Inicio de toma de datos.....	111
Figura 207. Curva de nivel vs. Entrada analógica IW64.	111
Figura 208. Diagrama de configuración punto/punto.	112
Figura 209. Equipos de laboratorio en configuración punto/punto.....	112
Figura 210. Configuración de la antena 001	113
Figura 211. Configuración de la antena 002	113
Figura 212. Validación de la Práctica 5/Estado Manual 001	114
Figura 213. Validación de la Práctica 5/Estado Manual 002.....	114
Figura 214. Validación de la Práctica 5/Estado Manual 003	114
Figura 215. Validación de la Práctica 5/Estado Automático 001	115
Figura 216. Validación de la Práctica 5/Estado Automático 002	115
Figura 217. Validación de la Práctica 5/Estado Automático 003	115
Figura 218. Proceso.	117
Figura 219. Panel de mando.	117
Figura 220. Configuración de Hardware	118
Figura 221. Segmento 1/Main[OB1]	119
Figura 222. Segmento 2/Main[OB1]	119
Figura 223. Segmento 3/Main[OB1]	119
Figura 224. Segmento 4/Main[OB1]	120
Figura 225. Segmento 5/Main[OB1]	120
Figura 226. Segmento 6/Main[OB1]	121
Figura 227. Segmento 7/Main[OB1]	121
Figura 228. Panel Frontal Labview 001.....	122
Figura 229. Diagrama de Bloques Labview 002	122
Figura 230. Diagrama de Bloques Labview 003	122
Figura 231. Inicio de toma de datos.....	123
Figura 232. Curva de nivel vs. Entrada analógica IW64.	124
Figura 233. Diagrama de configuración punto/punto.	124
Figura 234. Equipos de laboratorio en configuración punto/punto.....	125
Figura 235. Configuración de la antena 001	125
Figura 236. Configuración de la antena 002	126
Figura 237. Validación de la Práctica 6/Función Nivel 001	126
Figura 238. Validación de la Práctica 6/Función Nivel 002	126
Figura 239. Validación de la Práctica 6/Función Nivel 003	127
Figura 240. Validación de la Práctica 6/Función Nivel 004	127
Figura 241. Validación de la Práctica 6/Función Nivel 005	127
Figura 242. Validación de la Práctica 6/Función Nivel 006.....	128
Figura 243. Proceso	129
Figura 244. Panel de mando	129
Figura 245. Configuración de Hardware	131
Figura 246. Segmento 1/Main[OB1]	131

Figura 247. Segmento 2/Main[OB1]	131
Figura 248. Segmento 3/Main[OB1]	132
Figura 249. Segmento 4/Main[OB1]	133
Figura 250. Segmento 5/Main[OB1]	133
Figura 251. Segmento 6/Main[OB1]	133
Figura 252. Segmento 7/Main[OB1]	133
Figura 253. Configuración de E/S Bloque FUNCION_PRESION.....	134
Figura 254. Segmento 1/Bloque FUNCION_PRESION[FC1].....	134
Figura 255. Segmento 2/Bloque FUNCION_PRESION[FC1].....	134
Figura 256. Segmento 3/Bloque FUNCION_PRESION[FC1].....	134
Figura 257. Segmento 4/Bloque FUNCION_PRESION[FC1].....	135
Figura 258. Segmento 5/Bloque FUNCION_PRESION[FC1].....	135
Figura 259. Panel Frontal Labview/Práctica 7.....	135
Figura 260. Diagrama de Bloques Labview /Práctica 7.....	136
Figura 261. Diagrama de Bloques Labview /Práctica 7.....	136
Figura 262. Curva de presión vs. Entrada analógica IW64.	137
Figura 263. Diagrama de configuración punto/punto.	138
Figura 264. Equipos de laboratorio en configuración punto/punto.....	138
Figura 265. Configuración de la antena 001	138
Figura 266. Configuración de la antena 002.....	139
Figura 267. Validación de la Práctica 7/Función Nivel 001	139
Figura 268. Validación de la Práctica 7/Función Nivel 002	139
Figura 269. Validación de la Práctica 7/Función Nivel 003	140
Figura 270. Validación de la Práctica 7/Función Nivel 004	140
Figura 271. Validación de la Práctica 7/Función Nivel 005	140
Figura 272. Validación de la Práctica 7/Función Nivel 006	141
Figura 273. Validación de la Práctica 7/Función Nivel 007	141
Figura 274. Validación de la Práctica 7/Función Nivel 008	141
Figura 275. Proceso Planta Compact Workstation de FESTO.	143
Figura 276. Proceso Planta Didáctica de Control de Nivel.....	143
Figura 277. Panel de mando de la Planta FESTO (izquierda) y Panel de control de la Planta control de Nivel (derecha).	144
Figura 278. Configuración de Hardware/ Práctica 8.....	145
Figura 279. Segmento 1/Main[OB1]] PLC S7300/ Práctica 8.....	146
Figura 280. Segmento 2/Main[OB1] PLC S7300/ Practica 8.....	146
Figura 281. Segmento 3/Main[OB1] PLC S7300/ Práctica 8.....	146
Figura 282. Segmento 4/Main[OB1] PLC S7300/ Práctica 8.....	147
Figura 283. Segmento 5/Main[OB1] PLC S7300/ Práctica 8.....	147
Figura 284. Segmento 6/Main[OB1] PLC S7300/ Práctica 8.....	147
Figura 285. Segmento 7/Main[OB1] PLC S7300/ Práctica 8.....	147
Figura 286. Segmento 8/Main[OB1] PLC S7300/ Práctica 8.....	148
Figura 287. Segmento 9/Main[OB1] PLC S7300/ Práctica 8.....	148
Figura 288. Segmento 10/Main[OB1] PLC S7300/ Práctica 8.....	148
Figura 289. Configuración de E/S Bloque CONVERSIÓN A VALOR DE PRESIÓN [FC1] PLC S7300.....	148
Figura 290. Segmento 1/Bloque CONVERSIÓN A VALOR DE PRESIÓN [FC1] PLC S7300.	149
Figura 291. Segmento 2/Bloque CONVERSIÓN A VALOR DE PRESIÓN [FC1] PLC S7300.	149
Figura 292. Segmento 3/Bloque CONVERSIÓN A VALOR DE PRESIÓN [FC1] PLC S7300.	149

Figura 293. Configuración de E/S Bloque CONTROL PRESIÓN HISTÉRESIS [FC3] PLC S7300	149
Figura 294. Segmento 1/Bloque CONTROL PRESIÓN HISTÉRESIS [FC3] PLC S7300	150
Figura 295. Segmento 2/Bloque CONTROL PRESIÓN HISTÉRESIS [FC3] PLC S7300	150
Figura 296. Segmento 3/Bloque CONTROL PRESIÓN HISTÉRESIS [FC3] PLC S7300	150
Figura 297. Segmento 4/Bloque CONTROL PRESIÓN HISTÉRESIS [FC3] PLC S7300	150
Figura 298. Segmento 5/Bloque CONTROL PRESIÓN HISTÉRESIS [FC3] PLC S7300	150
Figura 299. Segmento 6/Bloque CONTROL PRESIÓN HISTÉRESIS [FC3] PLC S7300	151
Figura 300. Segmento 1/Main[OB1] PLC S7-1200/ Práctica 8.....	151
Figura 301. Segmento 2/Main[OB1] PLC S7-1200/ Práctica 8.....	151
Figura 302. Segmento 3/Main[OB1] PLC S7-1200/ Práctica 8.....	152
Figura 303. Configuración de E/S Bloque SENSOR NIVEL A VALOR DE NIVEL [FC1] PLC S71200.....	152
Figura 304. Segmento 1/Bloque SENSOR NIVEL A VALOR DE NIVEL [FC1] PLC S71200	152
Figura 305. Segmento 2/Bloque SENSOR NIVEL A VALOR DE NIVEL [FC1] PLC S71200	152
Figura 306. Configuración de E/S Bloque CONTROL HISTÉRESIS [FC2] PLC S71200	153
Figura 307. Segmento 1/Bloque CONTROL HISTÉRESIS [FC2] PLC S71200	153
Figura 308. Segmento 2/Bloque CONTROL HISTÉRESIS [FC2] PLC S71200	153
Figura 309. Segmento 3/Bloque CONTROL HISTÉRESIS [FC2] PLC S71200	153
Figura 310. Panel Frontal Labview PLC S7-300/Práctica 8.....	155
Figura 311. Panel Frontal Labview PLC S7-1200/Práctica 8.....	155
Figura 312. Panel Frontal Labview PLC S7-300/Práctica 8.....	156
Figura 313. Panel Frontal Labview PLC S7-300/Práctica 8.....	156
Figura 314. Diagrama de Bloques Labview PLC S7-1200/Práctica 8.....	156
Figura 315. Diagrama de Bloques Labview PLC S7-1200/Práctica 8.....	157
Figura 316. Diagrama de Bloques Labview PLC S7-300/Práctica 8.....	157
Figura 317. Diagrama de Bloques Labview PLC S7-300/Práctica 8.....	157
Figura 318. Configuración de E/S del OPC Server/Práctica 8	158
Figura 319. Configuración de E/S del OPC Server/Práctica 8	158
Figura 320. Diagrama de configuración punto/multipunto.....	159
Figura 321. Equipos de laboratorio en configuración punto/multipunto	159
Figura 322. Configuración de la antena/Práctica 8.....	160
Figura 323. Configuración de la antena/Práctica 8.....	160
Figura 324. Configuración de la antena/Práctica 8.....	161
Figura 325. Validación de la Práctica 8/S7-1200	161
Figura 326. Validación de la Práctica 8/S7-1200	162
Figura 327. Validación de la Práctica 8/S7-1200	162
Figura 328. Validación de la Práctica 8/S7-1200	162
Figura 329. Validación de la Práctica 8/S7-300	163
Figura 330. Validación de la Práctica 8/S7-300	163
Figura 331. Validación de la Práctica 8/S7-300	163
Figura 332. Proceso Planta Compact Workstation de FESTO	165
Figura 333. Planta Didáctica para Control de Nivel	165
Figura 334. Paneles de mando	166
Figura 335. Configuración de Hardware	167
Figura 336. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 1/ Practica009/S71200	168
Figura 337. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 2/ Practica009/S71200	169
Figura 338. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 3/ Practica009/S71200	169
Figura 339. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 4/ Practica009/S71200	170

Figura 340. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 5/ Practica009/S71200	170
Figura 341. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 6/ Practica009/S71200	170
Figura 342. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 7/ Practica009/S71200	172
Figura 343. Programación Bloque CYC_INT5 [OB35] Segmento 1/ Practica009/S71200	172
Figura 344. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 1/ Practica009/S7300	173
Figura 345. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 2/ Practica009/S7300	173
Figura 346. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 3/ Practica009/S7300	173
Figura 347. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 4/ Practica009/S7300	174
Figura 348. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 5/ Practica009/S7300	174
Figura 349. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 6/ Practica009/S7300	174
Figura 350. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 7/ Practica009/S7300	174
Figura 351. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 8/ Practica009/S7300	174
Figura 352. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 9/ Practica009/S7300	175
Figura 353. Panel Frontal Labview/Práctica 9.....	176
Figura 353. Diagrama de Bloques Labview PLC/Práctica 9	176
Figura 354. Configuración E/S OPC Server / Practica009	176
Figura 355. Esquema de red de comunicación Ethernet inalámbrica Punto - Multipunto...	177
Figura 356. Red de comunicación Ethernet inalámbrica Punto - Multipunto.....	178
Figura 357. Configuración de antena Ubiquiti conectada a la Planta Didáctica para Control de Nivel.....	178
Figura 358. Configuración de antena Ubiquiti conectada a la Planta Didáctica Compact Workstation de Festo	179
Figura 359. Configuración de antena Ubiquiti conectada al computador de control y monitoreo	179
Figura 360. Validación de la Práctica 9.....	180
Figura 361. Validación de la Práctica 9.....	180
Figura 362. Validación de la Práctica 9.....	180
Figura 363. Planta Compact Workstation de Festo.....	182
Figura 364. Panel de mando	183
Figura 365. Configuración de Hardware Practica010.....	184
Figura 366. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 1/ Practica010.....	184
Figura 367. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 2/ Practica010.....	184
Figura 368. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 3/ Practica010.....	185
Figura 369. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 4/ Practica010.....	185
Figura 370. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 5/ Practica010.....	186
Figura 371. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 6/ Practica010.....	186
Figura 372. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 7/ Practica010.....	186
Figura 373. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 8/ Practica010.....	186
Figura 374. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 9/ Practica010.....	187
Figura 375. Programación Bloque Función [FC1] Segmento 1/ Practica010.....	187
Figura 376. Programación Bloque Función [FC1] Segmento 2/ Practica010.....	187
Figura 377. Programación Bloque Función [FC1] Segmento 3/ Practica010.....	187
Figura 378. Programación Bloque Función [FC2] Segmento 1/ Practica010.....	188
Figura 379. Programación Bloque Función [FC2] Segmento 2/ Practica010.....	188
Figura 380. Programación Bloque Función [FC2] Segmento 3/ Practica010.....	188
Figura 381. Programación Bloque CYC_INT5 [OB35] Segmento 1/ Practica010	189
Figura 382. Configuración de E/S en el OPC Server.....	190
Figura 383. Panel Frontal / Práctica010.....	190
Figura 384. Panel Frontal / Práctica010.....	190
Figura 385. Diagrama d Bloque / Práctica010.....	191
Figura 386. Diagrama d Bloque / Práctica010.....	191

Figura 387. Diagrama de conexión Punto - Punto	192
Figura 388. Configuración Punto - Punto	192
Figura 389. Configuración de antena UBNT_10	193
Figura 390. Configuración de antena UBNT_20	193
Figura 391. Curva de Función Escalón a lazo abierto	194
Figura 392. Acercamiento para análisis de los puntos de intersección	194
Figura 393. Grafica de control PID con datos obtenidos	196
Figura 394. Mejoramiento de respuesta al ajustar los datos	196
Figura 395. Mejoramiento de respuesta con último ajuste de datos	196
Figura 396. Conexión de elementos en panel de comunicaciones.	198
Figura 397. Planta de Control de Nivel (izquierda) y Planta FESTO (derecha) con sus respectivos módulos de comunicación y soportes de antenas.....	199
Figura 398. Clase demostrativa.....	200
Figura 399. Encuesta.....	200
Figura 400. Resultado de la encuesta.....	201
Figura 401. Conexión de cable DB25.....	210
Figura 402. Conexión de cables terminal de banana.	210
Figura 403. Conexión de cable de poder.	211
Figura 404. Conexión de cable de poder del Panel de mando.	211
Figura 405. Configuración de estado inicial de la Planta de Control de nivel.....	211
Figura 406. Cables de terminal de banana de alimentación al PLC (izquierda) y Cable de alimentación del Calefactor (derecha).	212
Figura 407. Cable de alimentación de la Planta FESTO.....	212
Figura 408. Tuberías y conectores de la Planta FESTO.	213
Figura 409. Compresor.	213
Figura 410. Conexión del PLC a 24 VDC.	214
Figura 411. Alimentación del Calefactor (izquierda) y alimentación de la Planta FESTO (derecha).	214
Figura 412. Conexión de la Antena.	215
Figura 413. Ubicación del botón reset en la antena.	216
Figura 414. Configuración de la IP en el host.	216
Figura 415. IP para ingresar a la configuración de la antena.	217
Figura 416. Pantalla de ingreso.....	217
Figura 417. Puesta en servicio Antenas Ubiquiti Nanostation5.....	217
Figura 418. Puesta en servicio Antenas Ubiquiti Nanostation5.....	218
Figura 419. Puesta en servicio Antenas Ubiquiti Nanostation5.....	218
Figura 420. Puesta en servicio Antenas Ubiquiti Nanostation5.....	219
Figura 421. Puesta en servicio Antenas Ubiquiti Nanostation5.....	219
Figura 422. Puesta en servicio Antenas Ubiquiti Nanostation5.....	220
Figura 423. Puesta en servicio Antenas Ubiquiti Nanostation5.....	220
Figura 424. Puesta en servicio Antenas Ubiquiti Nanostation5.....	221
Figura 425. Puesta en servicio Antenas Ubiquiti Nanostation5.....	221
Figura 426. Puesta en servicio Antenas Ubiquiti Nanostation5.....	221

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Presupuesto

ANEXO 2: Diagramas de los paneles y soportes de las antenas

ANEXO 3: Puesta en servicio de PLANTA DIDÁCTICA PARA CONTROL DE NIVEL

ANEXO 4: Puesta en servicio de PLANTA COMPACT WOKSTATION DE FESTO

ANEXO 5: Puesta en servicio de LA ANTENA UBIQUITI NANOSTATION5

INTRODUCCIÓN

A través del tiempo, las plantas industriales se han caracterizado por presentarse en estructuras distribuidas ocupando superficies exteriores cada vez más grandes, razón por la cual suelen presentarse dificultades o inconvenientes al momento de querer capturar o registrar datos de entrada y salida, como temperaturas, niveles de presión, secuencias de encendido y apagados de motores o apertura y cierre de válvulas, ya que muchas veces se debe recorrer grandes distancias o los terrenos son inaccesibles. Por tanto, la tendencia ha sido optimizar tanto tiempo como recursos desarrollando tecnologías que nos permitan salvar los inconvenientes nombrados. Estas tecnologías giran en torno a la floreciente “Industrial Wireless”. Entre las tecnologías de aplicación industrial podemos listar las siguientes: Trusted Wireless, Bluetooth, WirelessHART, Radio telefonía GSM móvil, Radio telefonía móvil 3G y WLAN IEEE 802.11.

Si bien es cierto existen procesos industriales que demandan más tiempo que otros o que pueden suceder tan rápido que necesitamos conocer en tiempo real sus variables para que la toma de decisiones sea igual de rápida y fiable, por lo que la velocidad de transmisión de la información viene a cobrar mucha importancia al momento de decidir que tecnología utilizar.

Este documento hará mención del empleo de comunicación inalámbrica basadas en el protocolo IEEE 802.11 mediante equipos de uso doméstico dejando abierta la puerta a estudios futuros con equipo más robustos que permita un análisis comparativo de prestaciones.

1. PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

En vista que resulta indispensable involucrar a los estudiantes, de la Carrera de Ingeniería Electrónica, en actividades lo más reales a las que encontrarán en sus respectivos entornos profesionales, se ha determinado la necesidad de repotenciar el Laboratorio de Automatización Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, con la implementación de una red inalámbrica utilizando varios de los equipos que se encuentran en ese lugar, de manera que promueva e incentive el estudio y desarrollo de aplicaciones en torno a las tecnologías de conectividad no física.

1.2. Importancia y alcance

El empleo de tecnologías inalámbricas se ha generalizado tanto, que no podríamos imaginar que los procesos industriales sean ajenos a los beneficios que aportan sus múltiples aplicaciones. Es por esto que se ha determinado el requerimiento de desarrollar actividades educacionales, basadas en el diseño, implementación y monitoreo de una red inalámbrica, que introduzcan a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica a la utilización de estos conocimientos y que de esta manera su competitividad profesional vaya en aumento.

Las redes inalámbricas han captado mucho la atención en los procesos de control, por lo que la industria de la automatización se está esforzando en el desarrollo de nuevos protocolos. En los sistemas de control en red, por ejemplo, es grande el interés en el crecimiento de la tecnología inalámbrica como un sustituto potencial para la actual generación de redes cableadas industriales (Monsalve Posada, Arias Londoño, & Mejía Arango, 2015).

Como estudiantes de ingeniería, hemos sentido que el conocimiento teórico se afianza cuando el conocimiento práctico, en los laboratorios, refuerza los resultados obtenidos en el salón clase. Para lo cual hemos de apoyarnos en los siguientes puntos a los que Arana (2005) concluye:

- Que el aprendizaje técnico y tecnológico, debe partir de los intereses y la motivación de los estudiantes. Especialmente entre los jóvenes existe el consenso de la necesidad de nuevas metodologías que hagan atractiva la enseñanza de la ciencia y la tecnología, para que de esta forma se convierta en una verdadera estrategia de desarrollo del país.
- Que debe haber equilibrio entre teoría y práctica, en lo cual la investigación es fundamental, con lo que la ciencia y la tecnología adquieren sentido como forma de comprensión del mundo y, como propiciadoras de una mayor sensibilidad frente a la vida cotidiana. (pág. 303)

1.3. Delimitación

1.3.1. Temporal

El proyecto fue diseñado e implementado en un periodo de 2 años entre el 2015 – 2017.

1.3.2. Espacial

El presente trabajo de titulación fue realizado en el laboratorio de “Automatización Industrial” que se encuentra en el tercer piso del Bloque B de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil con dirección Chambers #277 entre Laura Vicuña y Robles.

1.3.3. Académico

Se diseñó, implemento y monitoreó una red inalámbrica, entre la Planta Didáctica Industrial con Control de Nivel y la Planta Compact Workstation de Festo, usando antenas UBIQUITI NETWORKS NanoStation5 que pertenecen a la Universidad Politécnica Salesiana. Se adquirió el equipamiento adicional necesario, de la marca Siemens, que garantiza la conectividad de las plantas con las respectivas antenas. Se utilizó el software TIA Portal para la programación de los controladores lógicos (PLC)

Siemens en cada una de las plantas. Se desarrolló el HMI mediante el software LABVIEW para el monitoreo de las plantas. El trabajo de titulación se complementa con la entrega de un manual compuesto de 10 prácticas educativas.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Diseñar, implementar y monitorear una red inalámbrica, entre la Planta Didáctica Industrial con Control de Nivel y la Planta Compact Workstation de Festo, que se encuentran en el Laboratorio de Automatización Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, usando antenas UBIQUITI NETWORKS NanoStation5 y un HMI bajo Labview, para la enseñanza de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Electrónica.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Diseñar una red inalámbrica con los equipos seleccionados del Laboratorio de Automatización Industrial.
- Construir los respectivos módulos que permitirán la conectividad de los Controladores Lógicos (PLC's) con las antenas UBIQUITI NETWORKS NanoStation5.
- Programar el Controlador Lógico (PLC) S7-300 de la Planta Compact Workstation de Festo, mediante el software TIA Portal.
- Programar el Controlador Lógico (PLC) S7-1200 de la Planta Didáctica Industrial con Control de Nivel, mediante el software TIA Portal.
- Configurar los parámetros de las antenas UBIQUITI NETWORKS NanoStation5 de acuerdo a lo que requiera el diseño de la red.
- Diseñar el HMI, mediante el software LABVIEW, que permitirá monitorear las funciones de la Planta Compact Workstation de FESTO y la Planta Didáctica Industrial con Control de Nivel.
- Desarrollar y documentar las actividades educativas que se propondrán para complementar la propuesta.

2. ESTADO DEL ARTE

2.1. Planta Didáctica Industrial MPS PA Compact Workstation FESTO

El MPS PA. Compact Workstation es un sistema para la automatización de procesos y tecnología diseñado para facilitar la formación profesional en el área de instrumentación industrial y procesos de control orientado al sector, además los componentes industriales como sensores, transductores y actuadores son didácticamente apropiados, pudiendo con ellos establecer lazos de control según las variables que se manejen: flujo, nivel, presión o temperatura.

2.1.1 Detalles Generales

Se debe tomar en cuenta las propiedades y medidas de funcionamiento que rige la planta y cada uno de los componentes para poder realizar cualquier acción de control o uso del MPS.

Eléctrico

Debe utilizarse un voltaje por debajo de 24VDC para alimentar actuadores y sensores. El calentador trabaja con tensión de 110VAC o 230 VAC. (Festo Didactic, 2008)

Neumático

No debe exceder la presión de 8 bar. Debe instalar y asegurar las conexiones de tuberías antes de encender el aire comprimido.

Mecánico

Coloque los componentes fijamente en la estructura mecánica. Solo se deben maniobrar los elementos cuando la planta no esté funcionando.

Parámetro	Valor
Máxima presión de funcionamiento para el sistema de tuberías	50 kPa (0.5 bar)
Suministro de energía para la estación	24V
Dimensiones	700 x 700 x 907 mm
Tasa de flujo de la bomba	5 l/min
Volumen máximo del tanque	10 l
Sistema de tubería flexible	DN10 (ϕ = 15mm)
Entradas digitales	7
Salidas digitales	5
Entradas analógicas	4
Salidas analógicas	2
Cantidad de tanques	3
Rango de control para la bomba	0 . . . 10V
Rango de control para válvula proporcional 2/2w	0 . . . 10V
Elemento calefactor de 230V	On/Off (Relé)
Rango de trabajo en lazo cerrado para control de nivel	0...10 l mm
Rango de medición del sensor de nivel	0 . . . 9 l
Señal de salida para el sensor de nivel	Corriente de 4-20mA
Rango de trabajo en lazo cerrado para control de flujo	0...7 l/min
Rango de medición del sensor de flujo	0,3 . . . 9 l/min
Señal del sensor de flujo	0 . . . 1200Hz
Rango de trabajo en lazo cerrado para control de presión	0...30 kPa (0...300 mbar)
Rango de medición del sensor de presión	0 . . . 10 kPa (0 . . . 100 mbar)
Señal del sensor de presión	0 . . . 10V
Rango de trabajo en lazo cerrado para control de temperatura	0...60° C
Rango de medición del sensor de temperatura	-50°C . . . 150°C
Señal del sensor de temperatura	Resistencia PT100

Tabla 1. Datos Técnicos del MPS PA. Compact Workstation. (Festo Didactic, 2008)

2.1.2 Diseño y funcionamiento

El MPS PA. Compact Workstation combina 4 lazos de control con sensores y actuadores digitales y analógicos. Con la ayuda de un PLC o controlador puede utilizarse individualmente o en cascada.

- Sistemas de control de nivel.
- Sistemas de control de flujo.
- Sistemas de control de presión.
- Sistemas de control de temperatura.

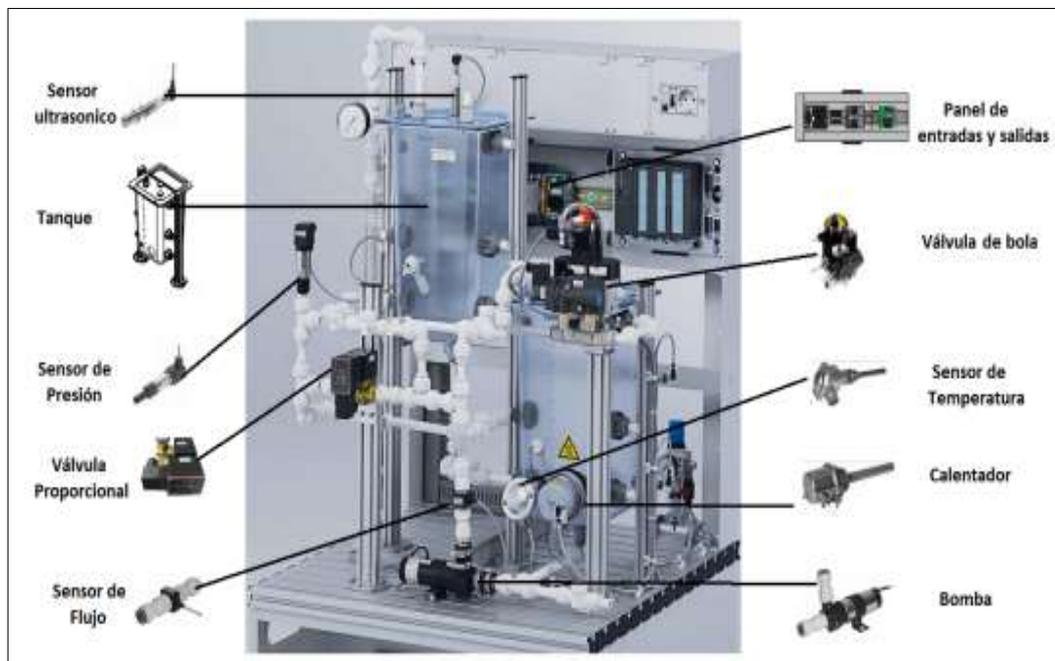


Figura 1. MPS PA. Compact Workstation. (Idrovo & Peña, 2014)

A continuación, se describen los componentes básicos de MPS PA. Compact Workstation observados en la figura 7:

BINN 101, BINN 102: Pertenecen a los tanques B101 y B102 que se usan para almacenar el líquido y muestra una escala de medida.

VSSL103: Tanque de aire a presión.

PUMP 10: Bomba centrífuga P101 que suministra de fluido al sistema.

E104: Elemento calefactor que eleva la temperatura del líquido en el taque B101.

V101, V103, V104, V105, V107, V108, V109, V110, V112: Válvulas manuales que se abren o cierran permitiendo el paso del fluido por las tuberías.

V102: Válvula neumática de bola controlada por un actuador giratorio. La velocidad rotacional se representa con la letra S encerrada en un rectángulo en el P&ID.

V106: Válvula proporcional 2/2 para control de flujo.

FIC B102: Controlador Indicador de flujo.

PIC B103: Controlador Indicador de presión.

TIC B104: Controlador Indicador de temperatura.

LIC B101: Controlador Indicador de nivel de líquido.

PI 105: Indicador de presión.

LSL B113 y LSL S117: Interruptores de líquido de nivel bajo.

LSH B113 y LSH B114: Interruptores de líquido de nivel alto.

LSH S111: Interruptor flotador para de nivel de líquido alto. (Idrovo & Peña, 2014).

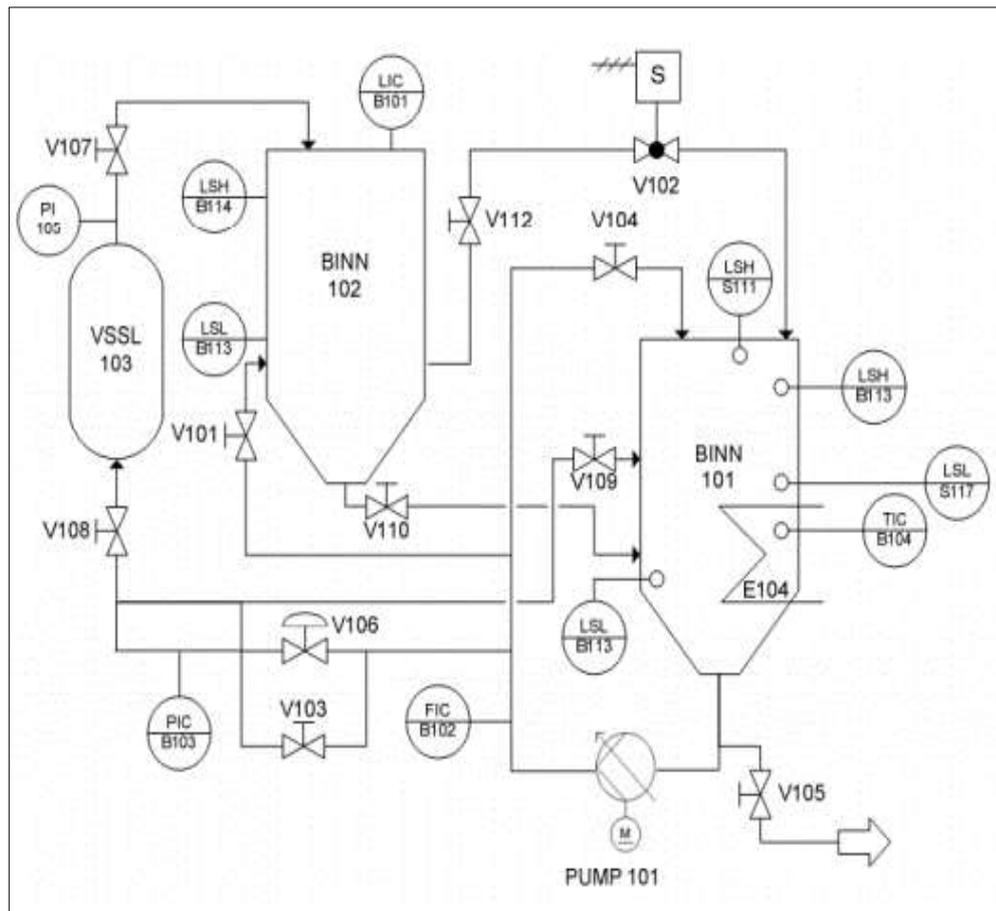


Figura 2. P&ID del MPS PA. Compact Workstation. (Festo Didactic, 2008)

2.1.3 Monitoreo de Nivel

Sensor de proximidad capacitivo

Existen dos sensores de proximidad capacitivos B113 (1) y B114 (2) que están ubicados en la parte inferior del tanque. Los sensores pueden ajustarse mecánicamente. La distancia de detección a través de la pared del tanque se puede ajustar con un tornillo. Las señales de entrada binarias de 24 V están conectadas al terminal de E / S XMA1.

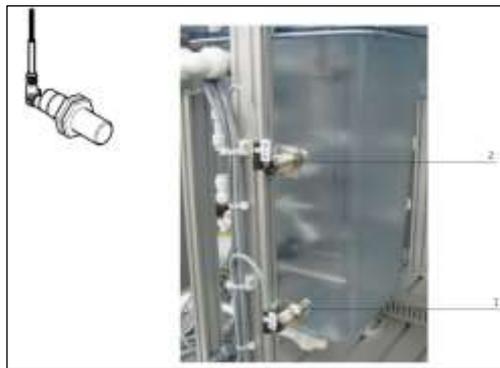


Figura 3. Sensor de proximidad capacitivo. (Festo Didactic, 2008)

Interruptores con flotador

La planta posee dos tipos de interruptores con boya que será descrito a continuación:

- Interruptor de desbordamiento

El interruptor S111 (1) se encuentra situado en la parte superior del tanque B101. Si el nivel del líquido en el tanque excede el nivel máximo, el cilindro transparente será empujado hacia arriba y se activará.



Figura 4. Interruptor de desbordamiento. (Festo Didactic, 2008)

- Interruptor de Nivel bajo

El interruptor S112 (1) controla el nivel creciente del fluido dentro del tanque B102, además cambiando la posición de montaje puede indicar el nivel decreciente.



Figura 5. Interruptor de Nivel bajo. (Festo Didactic, 2008)

Sensor de protección de calefacción

El interruptor monitorea el nivel de llenado decreciente en el tanque. Impide el calentamiento continuo si el nivel de llenado supera el punto crítico.



Figura 6. Sensor de protección de calefacción. (Festo Didactic, 2008)

2.1.4 Bomba

La bomba centrífuga P101 (1) es el equipo de control empleado en todos los sistemas y proporciona fluido desde el tanque B101 a través del sistemas de tuberías.



Figura 7. Bomba. (Festo Didactic, 2008)

2.1.5 Válvula proporcional

La válvula proporcional V106 (1) es una válvula de 2/2 vías de accionamiento directo para el control de flujo de líquidos. Se puede utilizar como un elemento ajustable remoto en lazos abiertos y cerrados.



Figura 8. Válvula Proporcional. (Festo Didactic, 2008)

2.1.6 Calefacción

El calefactor es controlado por un microcontrolador interno por medio de una salida binaria (Q1).



Figura 9. Calefactor. (Festo Didactic, 2008)

Notas de seguridad

- La temperatura máxima de funcionamiento de los tanques no debe exceder los +65°C.
- El calefactor debe estar inmerso completamente en el líquido para hacerlo funcionar.
- A una alrededor de 50-60 ° C el calefactor se apaga automáticamente y si la temperatura desciende por debajo de los 40 ° C se enciende.

2.1.7 Válvula de bola con accionamiento electro neumático rotativo

La válvula de bola bidireccional V102 se abre y se cierra mediante un accionamiento giratorio náutico. El flujo del líquido desde el depósito superior B102 al depósito inferior B101 se controla con esta válvula.

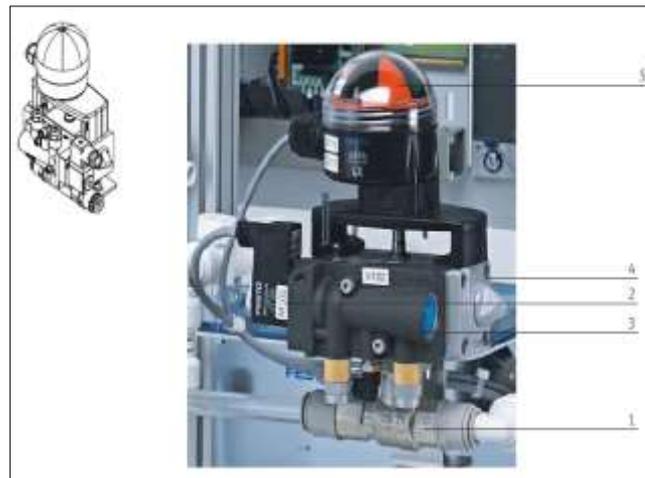


Figura 10. Válvula de bola con accionamiento electro neumático rotativo. (Festo Didactic, 2008)

- 1 Válvula de bola.
- 2 Solenoide.
- 3 Válvula de 5/2 vías con sensor NAMUR.
- 4 Accionamiento SYPAR, principio scotch yope.
- 5 Caja del sensor.

2.1.8 Función de control Nivel

La función del sistema de control de nivel es regular el nivel de llenado de un líquido en un tanque. La bomba P101 suministra el líquido almacenado el tanque B101 hacia el tanque B102 (1) a través de un sistema de tuberías. La señal de retroalimentación que ingresa al controlar es obtenida del sensor ultrasónico B101 (2) en el punto de medición 'LIC B101' y se lee como valor real.

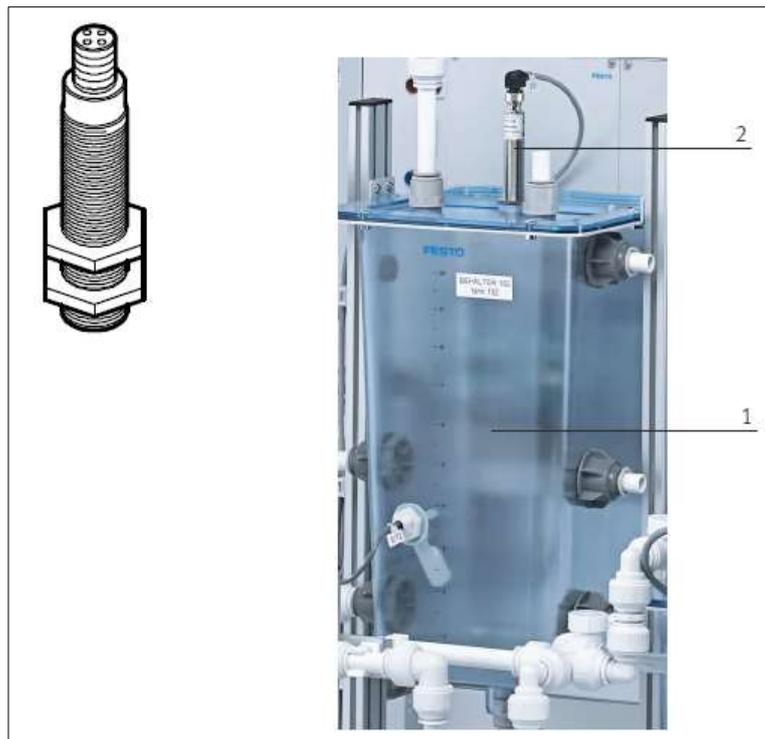


Figura 11. Tanque superior B102 con sensor ultrasónico B101. (Festo Didactic, 2008)

Para la señal de perturbaciones pueden ser creadas mediante la válvula manual V104 o controlando la válvula de bola V102, verificando el funcionamiento y la respuesta de los controladores

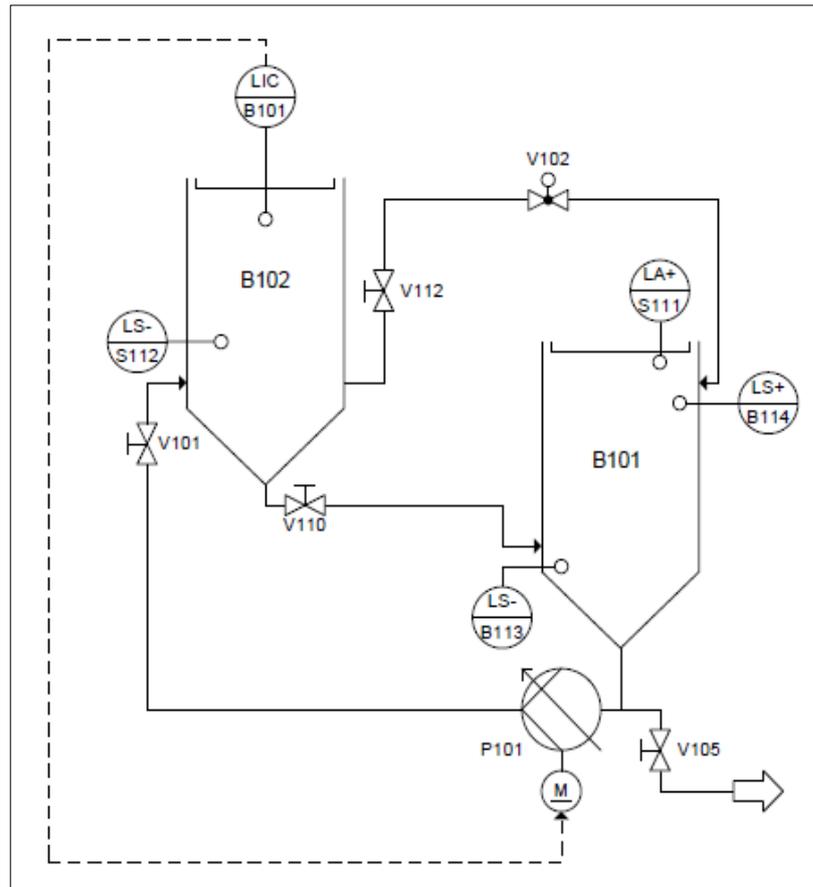


Figura 12. Diagrama de P&ID de la función de nivel. (Festo Didactic, 2008)

2.1.9 Función de control de caudal

Es un sistema de tuberías que regula la velocidad de flujo de un líquido. No tiene retraso en la señal.

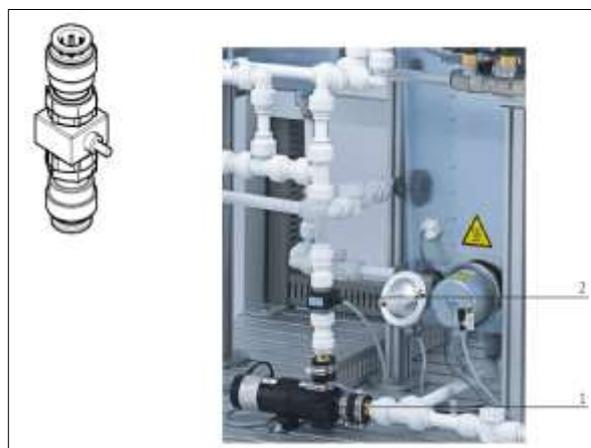


Figura 13. Bomba P101 con sensor de caudal B102. (Festo Didactic, 2008)

La bomba proporciona el líquido desde el tanque a través del sistema de tuberías. El caudal se detecta por medio de un sensor B102 (2) en forma de un valor real.

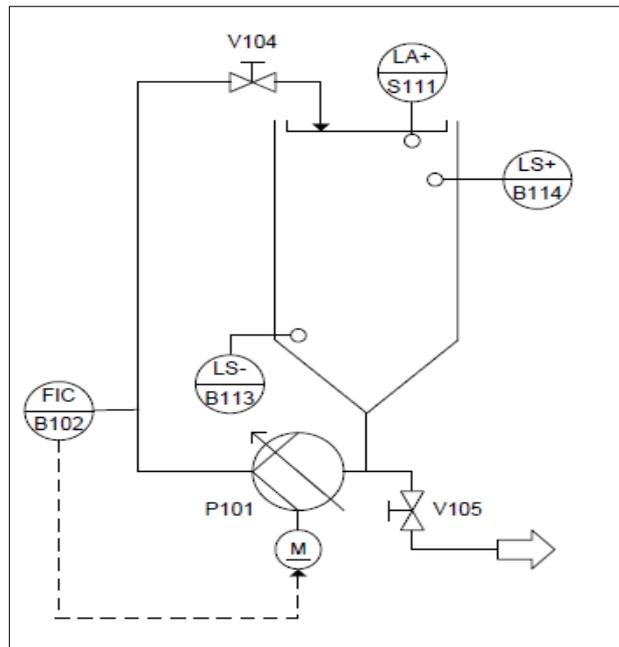


Figura 14. El diagrama P&ID de la función de caudal. (Festo Didactic, 2008)

Control del caudal por medio de la bomba P101 como sistema controlado. El valor manipulado es el voltaje de la bomba, establece la velocidad de las revoluciones.

2.1.10 Función de control de presión

La presión de un líquido dentro de un tanque de presión será regulada.

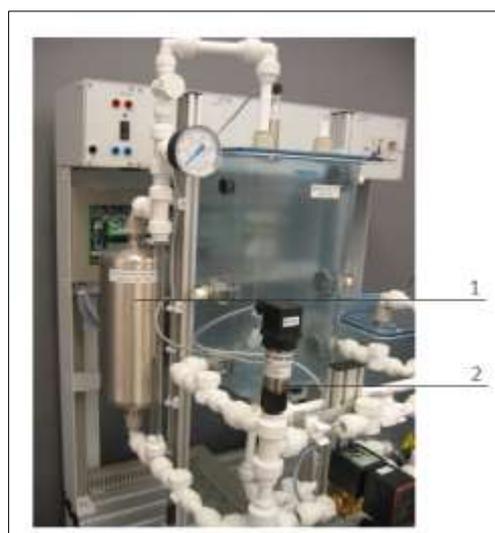


Figura 15. Sistema de presión controlada. Tanque de presión B103, con sensor de presión B103. (Festo Didactic, 2008)

La bomba P101 suministra el líquido a través del sistema de tuberías de un depósito a un tanque de presión B103 (1). La presión del gas (aire) en el tanque se detecta por medio de un sensor de presión B103 en forma de un valor real que es leído por un manómetro incorporado en la planta. Antes de iniciar el proceso se debe llenar el tanque B103 a un nivel medio para un rango de trabajo recomendable, esto puede lograr cerrando $\frac{3}{4}$ de la válvula V107 y encendido la bomba. Para conseguir posible perturbaciones se debe abrir parcial o totalmente la válvula manual V109.

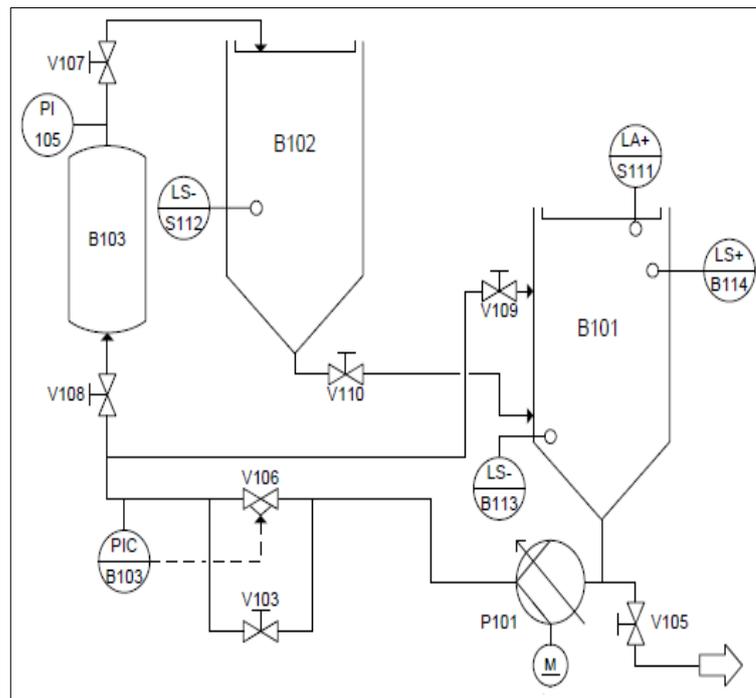


Figura 16. El diagrama P&ID de la función de presión. (Festo Didactic, 2008)

Existen dos modos de operación:

- Variando el voltaje de alimentación de la bomba P101 variando la velocidad de rotación.
- Se altera la posición de la válvula V106 mediante la señal analógica de voltaje y conservando velocidad constante la bomba P101.

2.1.11 Sistema de control de temperatura

El sistema de temperatura utiliza un procedimiento controlado de autocorrección. El cambio de temperatura ocurre lentamente teniendo una gran consta de tiempo (retardo de tiempo).

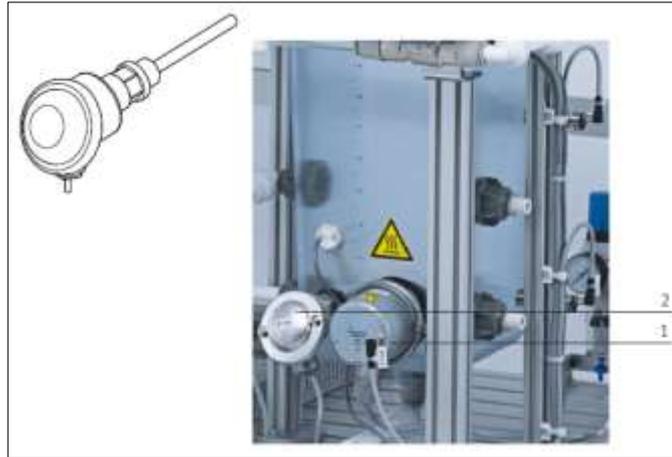


Figura 17. Sistema de temperatura controlada - recipiente de reactor B101 con sensor de temperatura B104. (Festo Didactic, 2008)

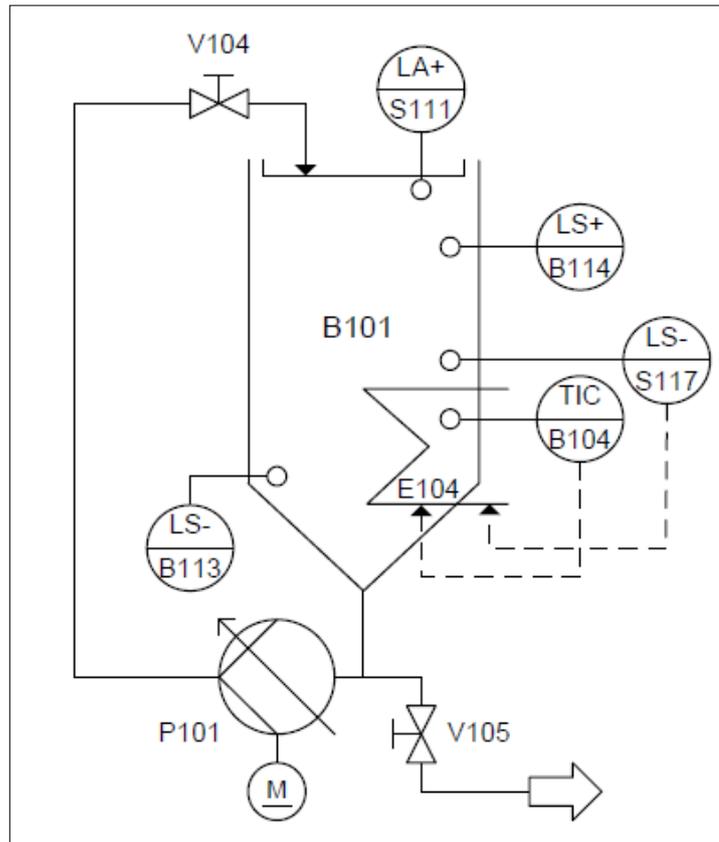


Figura 18. El diagrama P&ID del Sistema de temperatura. (Festo Didactic, 2008)

La temperatura del líquido en el recipiente B101 se eleva mediante el calefactor E104 y se recircula por medio de la bomba P101. Un sensor B104 se utiliza para medir la temperatura del sistema. Para obtener perturbaciones se debe vaciar el líquido del tanque B102 o añadir líquido frío.

2.1.12 Tablero de entrada y salida

La placa de conexión sirve como interfaz para señales analógicas y digitales de entrada y salida. Todas las señales analógicas se convierten en 0 - 10 V y se aplican al terminal analógico. Señales binarias máx. 8 entradas y 8 salidas por estación se aplican al terminal de E / S.

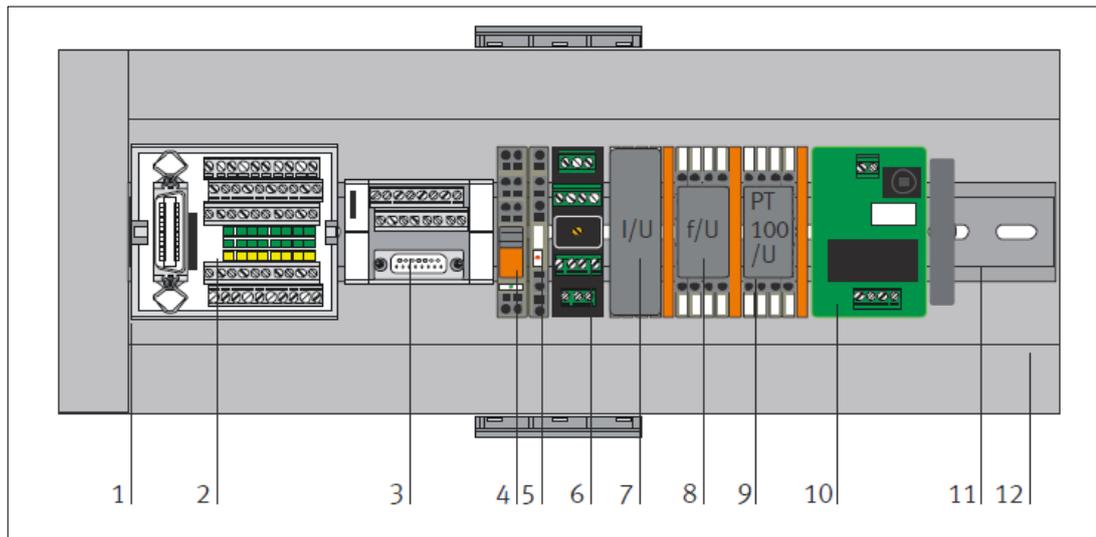


Figura 19. Figura: Tablero de entrada y salida. (Festo Didactic, 2008)

- 1** Placa de montaje.
- 2** Terminal de entrada y salida: Conexión de entradas, ej. Sensor capacitivo de proximidad. Conexión de salida, ej. Válvula proporcional, válvula de 2 vías.
- 3** Terminal analógico: Conexión analógica de los valores reales de nivel, caudal, presión y temperatura, de la variable manipulada, de la bomba y de la válvula proporcional.
- 4** Relé K1: Control de la bomba. Si K1 está activo, la bomba puede ser controlada con una tensión de manipulación continua de 0-10V.
- 5** Relé de potencia K106: potencia de activación electrónica de la válvula proporcional.
- 6** Controlador de motor: control binario y analógico de la bomba.

- 7 Transductor de medida I / U: la señal del sensor ultrasónico para la medición de nivel se convertirá de la señal de corriente de 4-20 mA en señal de tensión estándar de 0-10 V.
- 8 El transductor de medida f / U: la señal del sensor de caudal para la medición del caudal se convertirá de una señal de pulsos de rectángulo de frecuencias en una señal de tensión estándar de 0-10 V.
- 9 Transductor de medición PT100 / U: la señal del sensor de temperatura para la medición de la temperatura se convertirá de una resistencia en una señal de voltaje estándar de 0-10 V.
- 10 Limitador de corriente de arranque: limita la corriente de arranque máxima del controlador del motor para evitar caídas de tensión en el controlador.

2.2. Planta didáctica industrial con aplicaciones para control de nivel.

La planta didáctica industrial fue diseñada siguiendo el modelo de los elementos que componen el lazo de control de nivel de la Planta didáctica MPS Workstation de Festo y es por esto que encontraremos mucha similitud entre ellas. Cuenta con tres partes importantes:



Figura 20. Planta didáctica industrial con control de nivel. (Tumbaco & Viña , 2015)

- Tablero de Control principal
- Tablero de Planta Industrial
- Planta Industrial

2.2.1 Tablero de control principal

Los componentes empleados en el tablero son los siguientes:



Figura 21. Materiales del Tablero con Control principal. (Tumbaco & Viña , 2015)



Figura 22. Tablero con Control principal. (Tumbaco & Viña , 2015)

2.2.2 Tablero de planta industrial

Los elementos usados en el tablero son:



Figura 23. Materiales Tablero Planta Industrial. (Tumbaco & Viña , 2015)



Figura 24. Tablero Planta Industrial. (Tumbaco & Viña , 2015).

2.2.3 Planta industrial

Las partes que componen la planta son:



Figura 25. Materiales de la Panta Industrial. (Tumbaco & Viña , 2015)

2.2.4 Funcionamiento de la planta

Diagrama de flujo del proceso

Los componentes de control, la circulación del líquido utilizado (agua) y la orientación hacia el controlador están representados en la siguiente figura:

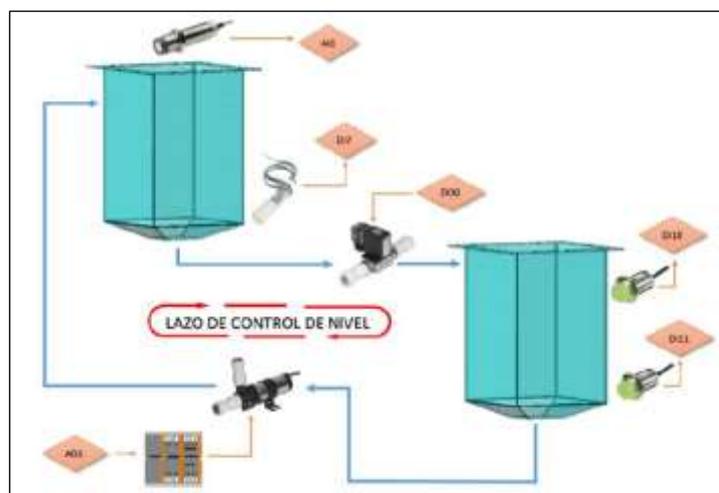


Figura 26. Flujograma de la planta industrial. (Tumbaco & Viña , 2015)

P&ID del proceso

El diagrama P&ID muestra cada uno de los elementos mecánicos y eléctricos que participan en el proceso de control.

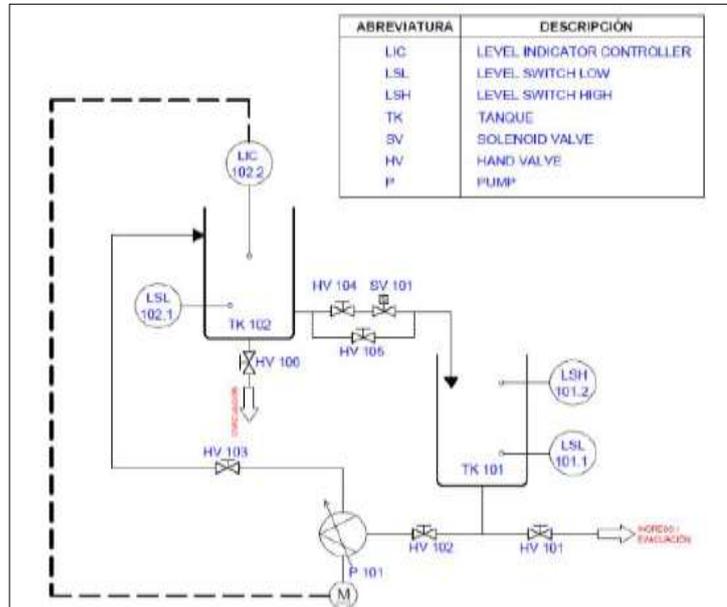


Figura 27. P&ID de la planta industrial. (Tumbaco & Viña , 2015)

2.3. Antena nanostation5

La antena direccional NANOSTATION5 de UBIQUITI puede utilizarse en interiores como en exteriores brindando una conexión punto/punto y punto/multipunto para distancias por encima de los 10 Km, con una ganancia de 14 dBi y para banda de frecuencia de 5Ghz.

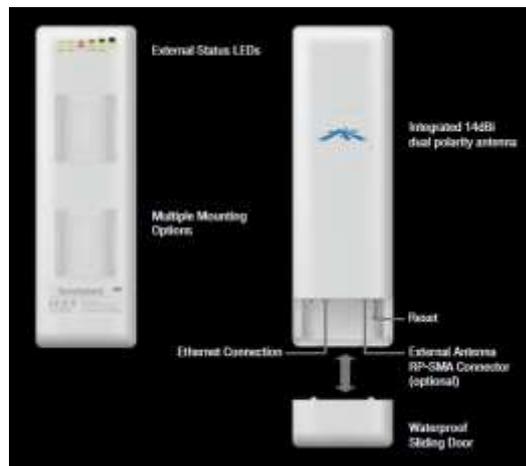
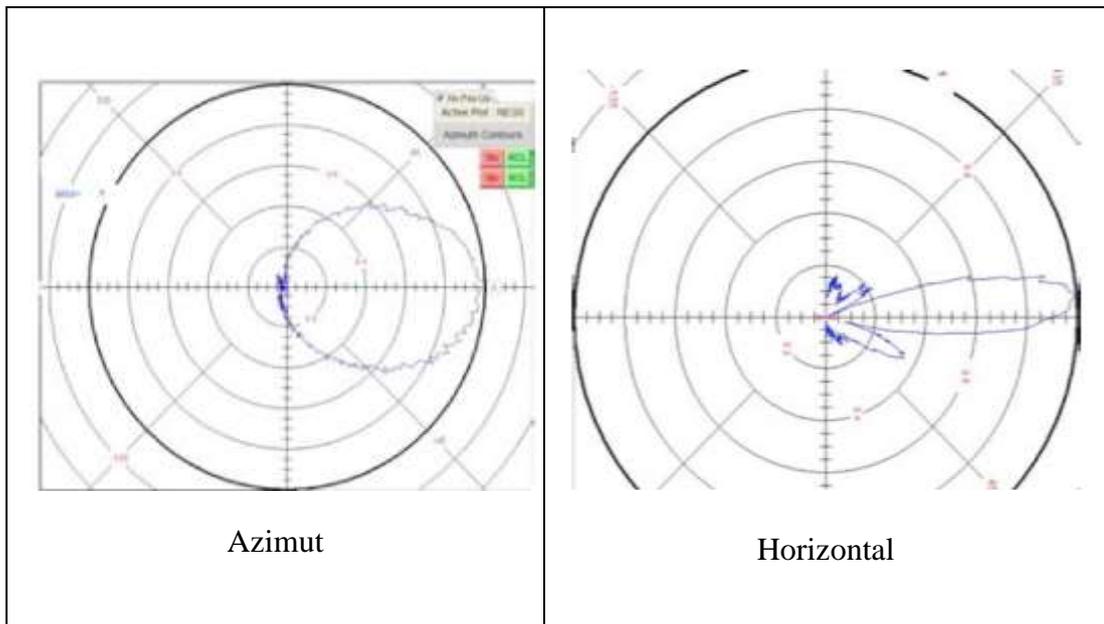


Figura 28. Parte posterior y frontal de la Antena Nanostation5. (Ubiquiti, 2017)

Patrón de Radiacion



Especificaciones

CPU	Atheros 180mhz mips
RAM	16mb ram
Flash	4mb flash
Rango de frecuencia	5ghz
Ganacia de la antena	14dbi x2
Ancho de banda	5/10/20/40mhz
Polaridad	Adaptable vertical / horizontal
Rango	10km+
Rendimiento	25mbps+ tcp/ip

Montaje	Montaje en poste (correas incluidas), pared y ventana
Tamaño	26.4cm x 8cm x 3cm
Peso	0.4 kg
Fuente de poder	12v, 1a poe (incluido)
Aprobaciones	FCC 15.247, IC, CE

Tabla 2. Caracateristicas de la Antena. (Ubiquiti, 2017)

2.4. Programa LabVIEW

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) es un lenguaje de programación gráfico G con funciones integradas para realizar adquisición, análisis y visualización de datos.

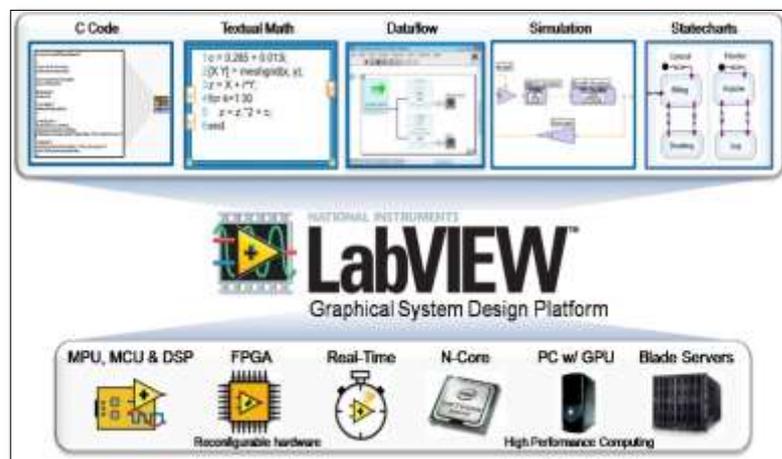


Figura 29. Programa LabVIEW. (TIA PORTAL, 2009)

Con Labview podemos diseñar interfaces de usuario a través de una consola interactivo basado software, además crear aplicaciones e instrumentos flexibles, escalables y sofisticados que presenten proyectos de investigación.

Labview consigue conectar de manera transparente con todo tipo de hardware incluyendo instrumentos, controladores lógico programable, tarjetas de medición,

adquisición y procesamiento de datos (incluyendo adquirente de imágenes) (National Instruments, 2017).

2.4.1 Adquisición de datos

Es un proceso de recolección o generación de datos de forma automatizada a partir de fuentes de medición analógicas y digitales, como equipo y dispositivos a prueba. Los sistemas de adquisición de datos usan una combinación de hardware y software de medición basados en PC para suministrar un sistema de medición flexible y determinado por el usuario. (National Instruments, 2017)

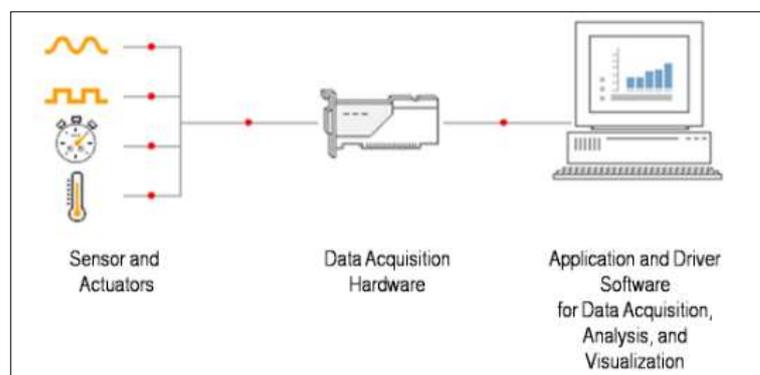


Figura 30. Adquisición de datos. (National Instruments, 2017)

2.4.2 Procesamiento y Análisis de Señales

LabVIEW tiene con una amplia biblioteca de herramientas para procesamiento de señales, análisis y visualización, donde podemos utilizar una serie común de herramientas de software que soportan una extensa variedad de hardware basado en COTS para desarrollar aplicaciones científicas en menos tiempo y con menos esfuerzo. Los puntos destacados incluyen (National Instruments, 2017):

- Ajuste de la curva
- Interpolación y extrapolación
- Mejora
- Álgebra lineal
- Probabilidades y estadísticas
- Solucionadores de ecuaciones diferenciales
- Procesamiento de la señal

- Integración y diferenciación

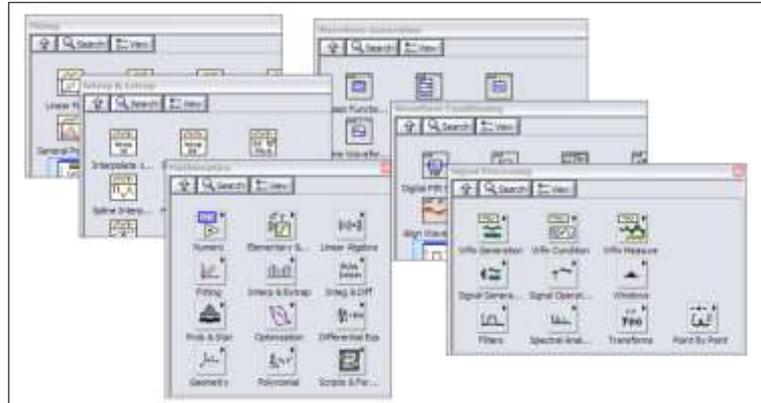


Figura 31. Procesamiento y análisis de señal. (National Instruments, 2017)

2.4.3 Visualización de datos

Para la visualización de datos, LabVIEW ofrece una amplia variedad de opciones, incluyendo las siguientes (National Instruments, 2017):

- Números 3D, indicadores de texto y booleanos / controles
- Gráficos con superficie 3D
- Gráficos XY y gráficos de intensidad
- Bode, Nichols, Nyquist, Smith, radar y parcelas polares
- Controles / indicadores de imagen, video e imagen
- Tablas e indicadores / controles matriciales
- Indicadores de forma de onda de señal digital y mixta
- Gráficos de líneas, columnas y barras
- Gráficos de tiempo-frecuencia (espectrogramas) y de cascada

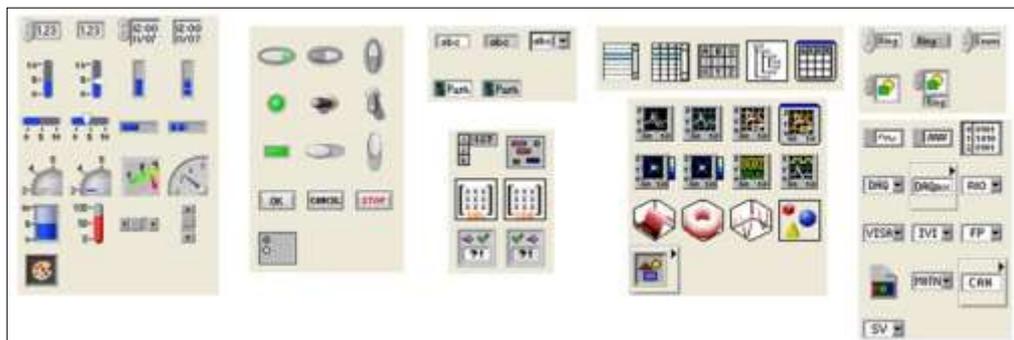


Figura 32. Visualización de datos. (National Instruments, 2017)

2.5. Programa TIA PORTAL

El TIA Portal (Totalmente Integrated Automation Portal) agrupa algunos productos de SIMATIC en un software que nos permite incrementar la productividad y la eficiencia del proceso. Dentro del TIA portal existen elementos de programación (STEP 7) y visualización (WinCC) los cuales no están separados, sino más bien los editores de un sistema que tiene acceso a una base de datos compartida.

Se utiliza una interfaz de usuario común para el acceso a todas las funciones de visualización y programación en todo momento.

La solución de automatización característica incluye lo siguiente:

- El proceso es controlado con ayuda de un programa.
- El proceso se maneja y visualiza por medio de un panel de operador.

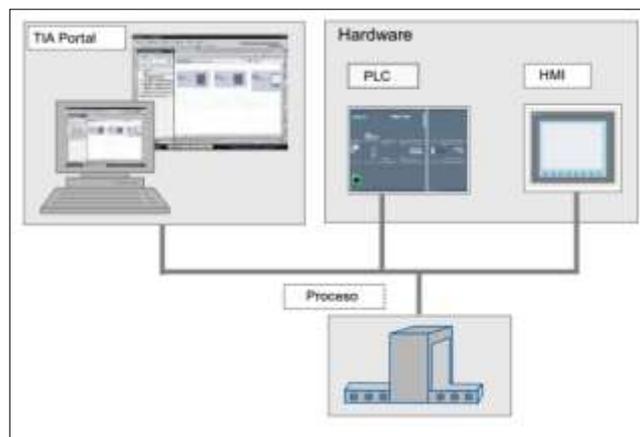


Figura 33. Solución típica de automatización. (TIA PORTAL, 2009)

Las principales ventajas que ofrece se refieren a la gestión centralizada y visualización de datos, siendo fácil la edición mediante el Drag & Drop por medio de un soporte gráfico para la configuración y diagnósticos.

La gestión de datos centralizada nos garantiza que las modificaciones se realicen continuamente, evitando la sincronización de los participantes (TIA PORTAL, 2009)

3.1.1 Vistas

EL programa nos brinda dos vistas diferente de trabajo proporcionando un acceso a las herramientas y los elementos del proyecto. **Vista del portal:** Es posible navegar por la tarea y datos fácilmente. (TIA PORTAL, 2009)



Figura 34. Vista frontal. (TIA PORTAL, 2009)

- 1 Portales para las distintas tareas: Los portales suministran las funciones básicas para las distintas tareas, esto depende del producto instalado.
- 2 Acciones del portal seleccionado: Aquí constan las operaciones que es posible ejecutar en el portal en cuestión, variando según el portal. El acceso contextual a la Ayuda es posible desde cualquier portal.
- 3 Ventana de selección de la acción seleccionada: Esta ventana se encuentra disponible en todos los portales. El contenido cambia con la selección actual.
- 4 Cambiar a la vista del proyecto: Permite cambiar a la vista del proyecto.
- 5 Indicación del proyecto abierto actualmente: Nos indica que proyecto está abierto actualmente.

- **Vista del proyecto:** Nos entrega una vista estructurada del proyecto. Ayuda a la creación y edición de los elementos de un proyecto. (TIA PORTAL, 2009)

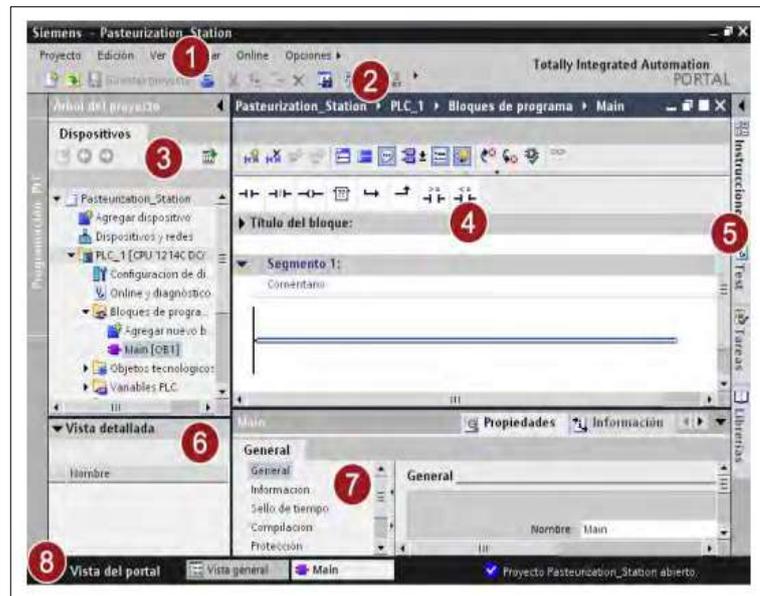


Figura 35. Vista del proyecto. (TIA PORTAL, 2009)

- 1 Barra de menús: Esta todos los comandos necesarios para trabajar con el software.
- 2 Barra de herramientas: Posee botones brindan acceso directo a los comandos más, haciendo posible acceder más rápidamente a los comandos que desde la barra de menús.
- 3 Árbol del proyecto: Podemos acceder a todos los componentes y datos del proyecto.
- 4 Área de trabajo: Se visualizan los objetos que se abren para editarlos.
- 5 Task Cards: Son disponibles en función del elemento editado o seleccionado. Se pueden expandir y contraer en todo momento.
- 6 Vista detallada: Es posible ver contenidos del objeto seleccionado.

- 7 Ventana de inspección: Podemos ver la información adicional sobre el objeto escogido o sobre las acciones realizadas.
- 8 Cambiar a la vista del portal: Permite cambiar a la vista del portal.

3. MARCO METODOLÓGICO

Para realiza este proyecto primero se inspeccionó el estado inicial y funcionamiento de las Plantas Didácticas y las antenas que serán repotenciadas para la implementación de la red inalámbrica propuesta.

3.1. Diagnóstico de los equipos que encontramos en el Laboratorio de Automatización Industrial.

3.1.1 Planta didáctica industrial MPS PA Compact Workstation de FESTO

En la Planta didáctica industrial MPS PA Compact Workstation de FESTO contamos con los manuales provistos por la casa fabricante con el que evaluamos los componentes encontrándolos en óptimo funcionamiento.

Se pudo verificar que el PLC S7-300 no tiene manera de comunicarse a una red Ethernet.



Figura 36. PLC S7-300.

Adicional que la graduación en litros que tienen los tanques no es lo más adecuado para llevar a cabo la medición y control de nivel.



Figura 37. Tanque B102. (Festo Didactic, 2008)

3.1.2 Planta didáctica industrial para Control de Nivel

En la Planta didáctica industrial para Control de Nivel, la dirección de la carrera de Ingeniería Electrónica nos facilitó la tesis desarrollada para la sustentación de la misma.

Al realizar las pruebas se evidenció que los sensores capacitivos LSL 101.1 Y LSH 101.2 del taque TK101 estaban defectuosos por los que no garantizaban una medición fiel.



Figura 38. Sensores Capacitivos del tanque TK101.

Se encontró además y el sensor ultrasónico de nivel mostraba unos datos que al ser convertido a nivel representaba una medida dos unidades más de la que debía marcar, pero esto solo sucedía cuando se activaba cualquiera de los actuadores (bomba o válvula), y esto no permitía una medición correcta.



Figura 39. Sensor ultrasónico instalado en el tanque TK102.

De igual manera que con la Planta didáctica industrial MPS PA Compact Workstation de FESTO se considera que la graduación en litros que tienen los tanques TK101 no es lo más adecuado para llevar a cabo la medición y control de nivel.



Figura 40. Tanque TK101.

3.1.3 Antena Ubiquiti Nanostation5

En la antena Ubiquiti Nanostation5 disponemos de la hoja de datos y manual de conexiones con el que comprobamos su buen funcionamiento.



Figura 41. Prueba de la Antena.

3.2. Modificaciones en base al diagnóstico.

La Planta didáctica industrial MPS PA Compact Workstation de FESTO, posee un bloque DUMMY de entradas/salidas (I/O) que no realiza otra función más que la de proteger el espacio destinado a la expansión de funciones.



Figura 42. Montaje del módulo de comunicaciones CP343-1 LEAN en la Planta FESTO.

En dicho espacio se colocará, luego de ser adquirido, un módulo procesador de comunicaciones CP 343-1 Lean, que permitirá conectar el PLC a una red Ethernet, que es lo primero que se desea lograr y garantizar.

En los tanques TK102 y B102 de las plantas se adaptó una regla graduada en centímetros para asegurar una mejor medición y control de nivel.



Figura 43. Regla graduada

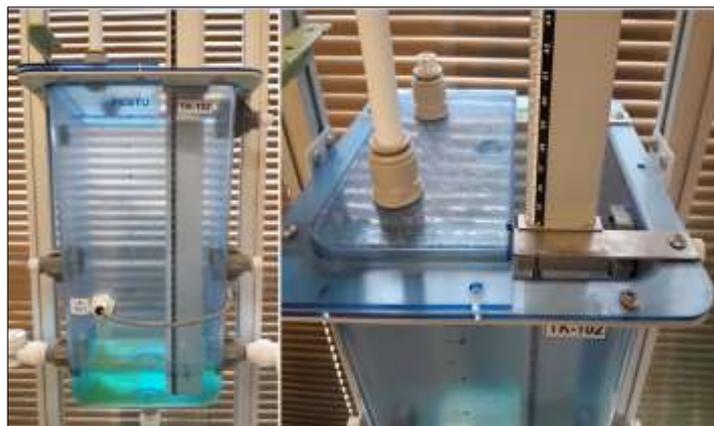


Figura 44. Montaje de la regla graduada en el tanque TK102 de la Panta de Control de Nivel.



Figura 45. Montaje de la regla graduada en el tanque B102 de la Panta FESTO.

Para la Planta didáctica industrial para Control de Nivel se compraron nuevos sensores capacitivos de iguales características para reemplazar los defectuosos.



Figura 46. A la izquierda se encuentra el tanque TK101 con los sensores defectuosos, mientras que a la derecha está el mismo tanque con los nuevos sensores.

Debido a un mal funcionamiento se tomó la decisión de cambiar del panel de mando el cable de alimentación y salida de señal del sensor ultrasónico para llevarlo hacia el panel de control mediante cuatro terminales de banana con su correspondiente jack.



Figura 47. Detalle de los colores de los jack's del sensor ultrasónico.

Se colocó diferentes colores para cada terminal de banana. El terminal rojo es la alimentación al sensor, el terminal blanco es la señal del sensor de 0 a 10V, el terminal verde es tierra, el terminal café es referencia 0V.



Figura 48. Conexión de los terminales del sensor ultrasónico al panel de control.

3.3. Planteamiento a la conexión de las plantas industriales a una red Ethernet

Para cumplir uno de los objetivos que es conectar las plantas a una red Ethernet se debió diseñar, construir e implementar un panel de conexión Ethernet para cada una de las plantas. Se construyeron dos tableros eléctricos que albergaran el equipamiento necesario para que los plc's de cada planta didáctica puedan conectarse al mismo tiempo a una antena Ubiquiti Nanostacion5 y a un computador, con el que se realizará la programación y configuración de los mismos.

Cada panel estará empernado a un soporte sujeto a la mesa de su respectiva planta didáctica y sobre el mismo también se colocará un puntal extensible en el que sujetaremos con correas de velcro la antena ubiquiti Nanostation5 correspondiente.

En estos paneles se montarán un Compact Switch Module CSM 1277 de Siemens con su respectiva alimentación de 24V provista por una Power supply LOGO!Power 6EP1332-1SH43 (24 V / 2.5 A), y con el propósito de salvaguardar la integridad del equipamiento dentro de los paneles, la conexión a cada uno de los puertos en el switch se lo realizará mediante jacks Ethernet montados en el exterior del panel. Además contará con una salida a 110VAC para la alimentación de las antenas Ubiquiti Nanostation5.

3.4. Diseño y construcción del panel de conexión Ethernet

3.4.1 Diseño de panel de conexión Ethernet

A continuación se muestran los esquemas propuestos para la construcción de los paneles:

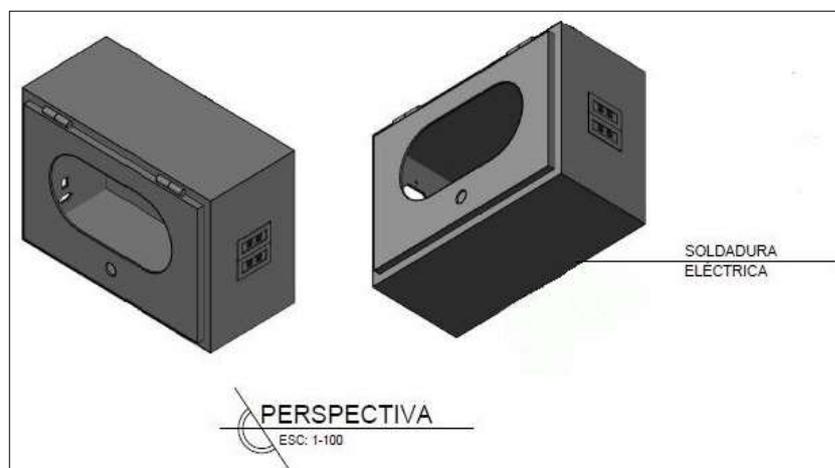


Figura 49. Diagrama 1 del panel de comunicación Ethernet.

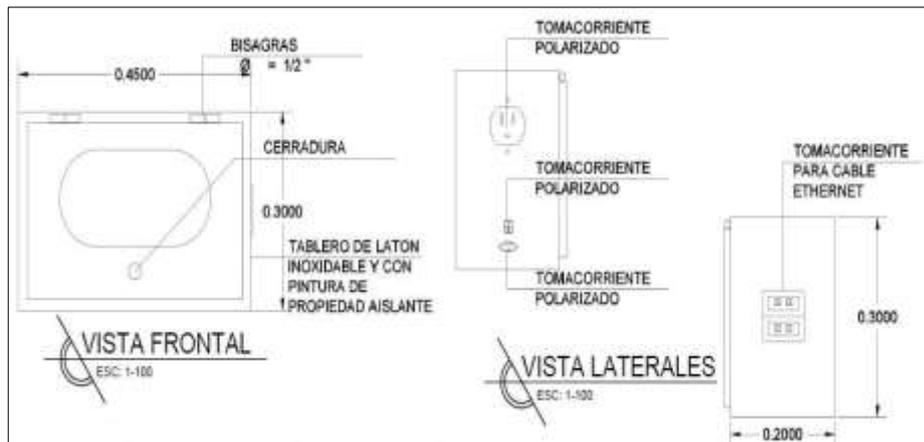


Figura 50. Diagrama 1 del panel de comunicación Ethernet.

Con estos planos se procedió a encargar la elaboración de los mismos por parte del personal especializado y se supervisó para asegurarse que se cumplan lo especificado en los esquemas.



Figura 51. Panel en crudo.



Figura 52. Paneles terminados

3.4.2 Descripción y Conexiones del Panel de comunicación Ethernet.

El cada panel de comunicaciones Ethernet se instalaran los elementos con las siguientes características:

- 4 puertos de comunicación tipo RJ45
- 3 borneras porta fusibles
- 1 Switch Ethernet
- 1 LOGO fuente de alimentación de 110 V a 24 VDC
- 1 entradas de voltajes de 110V
- 1 tomacorriente
- 2 fusible de 1A y 1 de 1,5 A

A continuación se colocó las canaletas y el riel din en el plafón del panel.



Figura 53. Panel con canaletas y riel instalados.

Luego se procedió con el montaje y cableado de elemento conforme al plano de conexiones eléctricas que se elaboró previamente. Asimismo se colocan las marquillas en cada uno de los cables para tener un buen control y orden de los mismos.



Figura 54. Conexión de elementos en el panel



Figura 55. Cables marquillados.

Como son dos paneles idénticos en componentes y conexión se continuó con el armado del segundo panel.

3.5. Diseño y construcción del soporte de las antenas.

Se diseñaron tres soportes desacuerdo al sitio en el que iban a ser ínstalos, dos de ellos para montaje fijo sobre las mesas de las plantas y una móvil. Seguidamente se presentan los planos propuestos para los soportes.

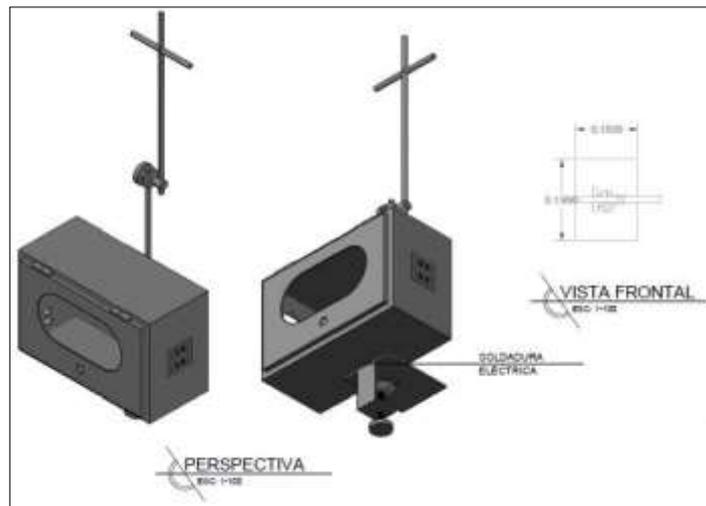


Figura 56. Diagrama del soporte de la antena para la Planta de control de nivel.

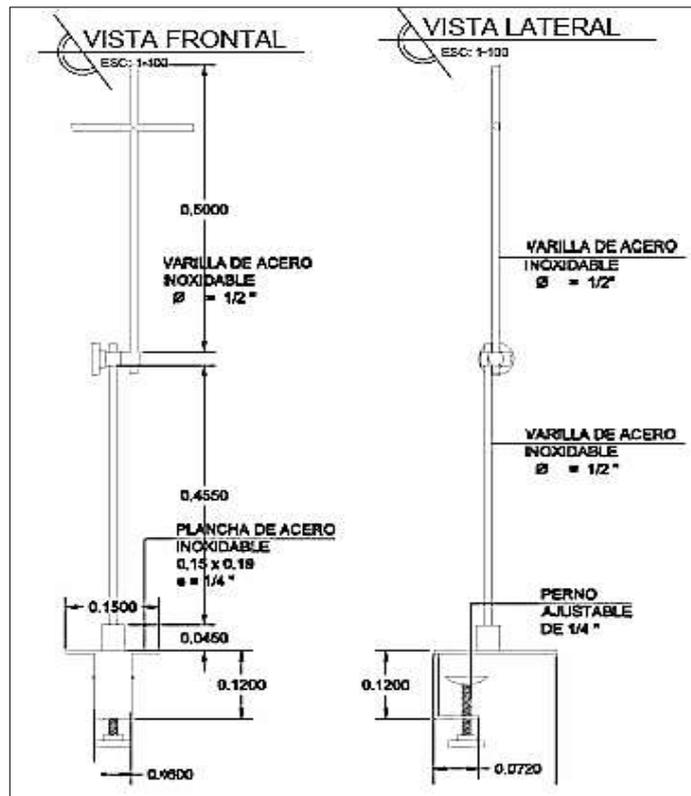


Figura 57. Vistas frontal y lateral del soporte de la antena para la Planta de control de nivel.

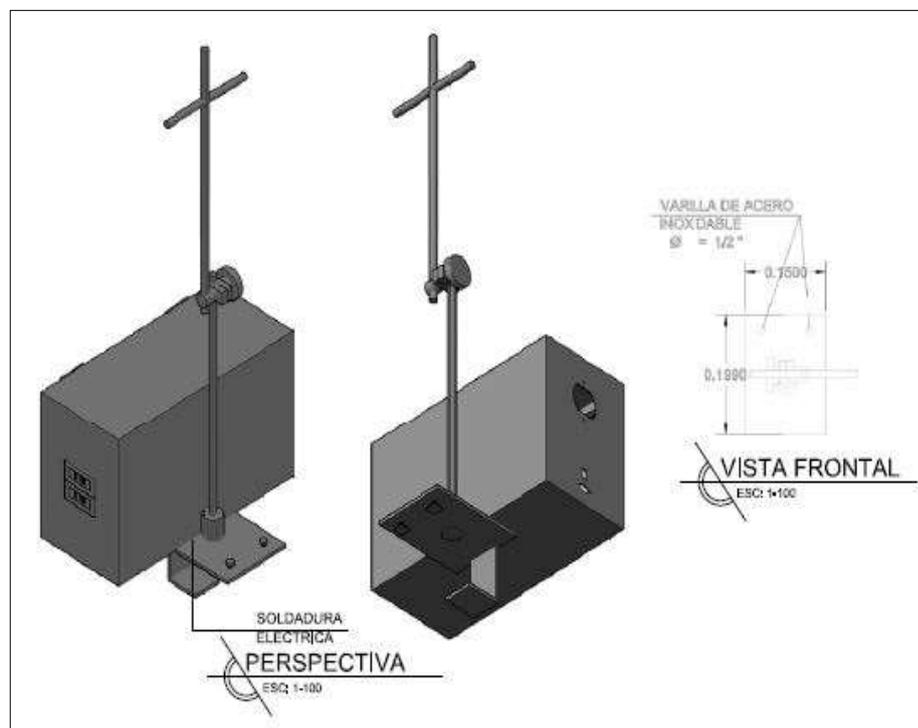


Figura 58. Diagrama del soporte de la antena para la Planta FESTO.

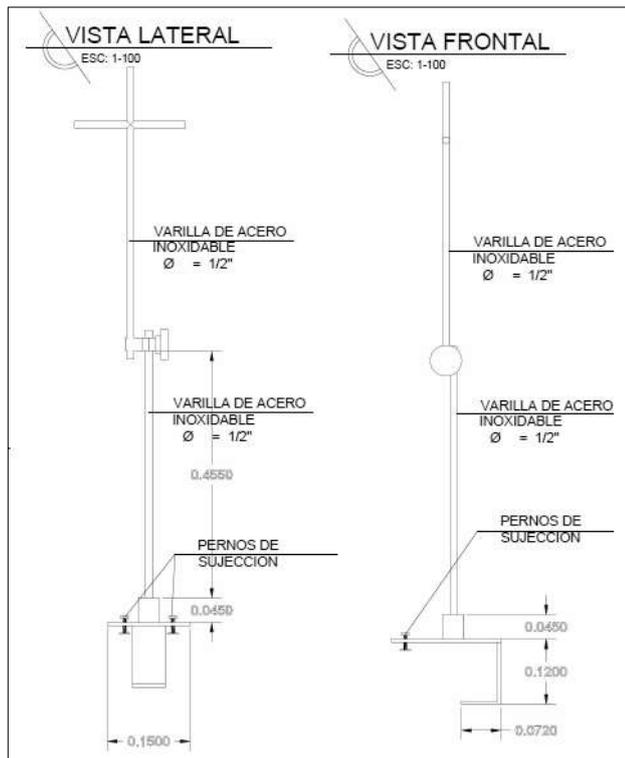


Figura 59. Vistas frontal y lateral del soporte de la antena para la Planta FESTO



Figura 60. Diagrama del soporte móvil de la antena.

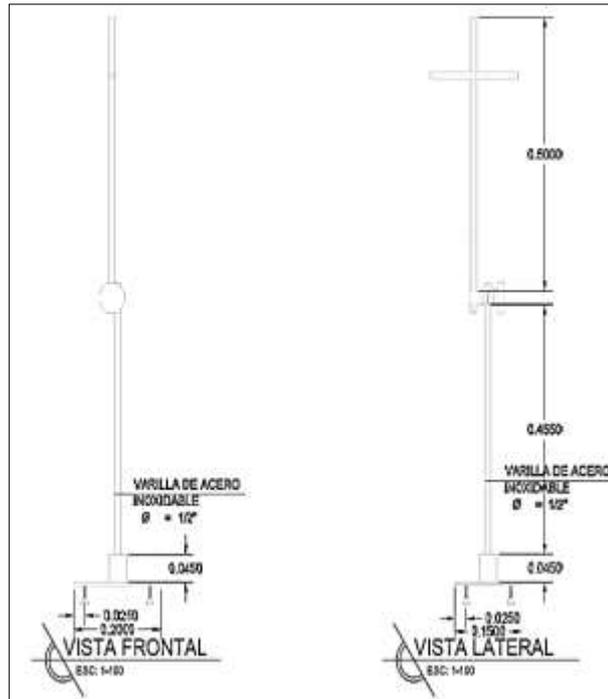


Figura 61. Vista frontal y lateral del soporte móvil de la antena.

Con los planos se encargó la fabricación de los soportes al personal capacitado y se controló que se cumplan las especificaciones indicadas. Los soportes se fabricaron en acero inoxidable para asegurar su funcionalidad por mas tiempo debido que ambas plantas se manejan liquido pudiendo probocar oxidacion o corrosion en las mimas.



Figura 62. Soportes antes de pulir.

3.6. Montaje de los soportes y paneles

Se instalaron los soportes de las antenas junto con los paneles en las mesas de sus respectivas plantas. Los paneles se ubicaron en la posición en la que están, para evitar que con su volumen dificulte el tránsito de los estudiantes en el laboratorio.



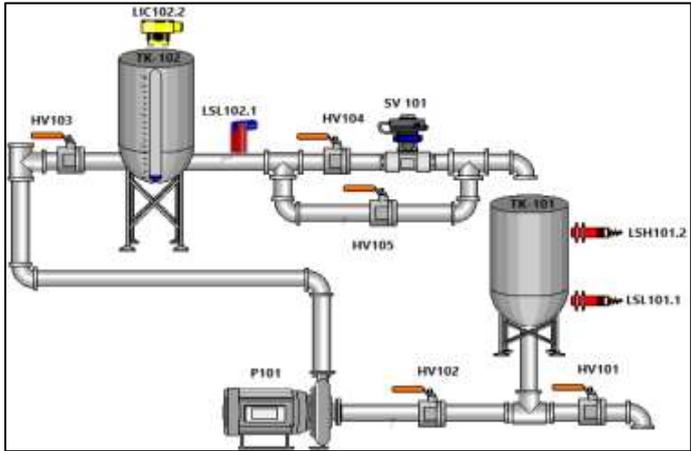
Figura 63. Soporte y panel instalado en la Planta de Control de Nivel.



Figura 64. Soporte y panel instalado en la Planta FESTO.

4. GUÍAS DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

4.1. PRÁCTICA 1

		FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO / TALLERES / CENTROS DE SIMULACIÓN – PARA DOCENTES	
CARRERA: Ingeniería Electrónica		ASIGNATURA:	
NRO. PRÁCTICA:	1	TÍTULO PRÁCTICA: RECONOCIMIENTO DE ENTRADAS Y SALIDAS EN PLANTA DIDÁCTICA PARA CONTROL DE NIVEL.	
OBJETIVO GENERAL: Realizar un proyecto en TIA PORTAL para poder llevar a cabo la automatización del proceso propuesto.			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS: <ul style="list-style-type: none"> Realizar el control de encendido/apagado de actuadores para el llenado/vaciado de tanques, utilizando lógica de contactos y sensores de nivel. Analizar las posibles fallas que podría tener el programa y colocar las protecciones adecuadas. 			
INSTRUCCIONES	Considere el siguiente proceso		
	 <p style="text-align: center;">Figura 65. Proceso.</p>		
Panel de mando del proceso propuesto:			
 <p style="text-align: center;">Figura 66. Panel de mando</p>			

1. EQUIPAMIENTO

Para la realización de la presente práctica, se utilizará una de las Plantas Didácticas para Control de Nivel que se encuentran en el Laboratorio de Automatización Industrial. En esta planta didáctica se dispondrá de los siguientes elementos que se encuentran debidamente etiquetados:

- Dos tanques de diez litros de capacidad cada uno (TK101 / TK102)
- Actuadores:
 - Una bomba centrífuga (P101), que puede funcionar de forma On/Off a una sola velocidad (la máxima a 24VDC) o a velocidad variable (variando su voltaje de 0 a 10VDC).
 - Una electro válvula (SV101)
- Sensores:
 - Dos sensores de proximidad capacitivos en TK101 (LSH101.2 / LSL101.1)
 - Sensor tipo boya en tanque TK102 (LSL102.1)
 - Sensor de nivel ultrasónico en TK102 (LIC102.2)
- Cinco válvulas manuales (HV101 / HV102 / HV103 / HV104 / HV105)
- Un panel de mando con múltiples pulsadores, luces piloto y un selector de dos posiciones, divididos en entradas y salidas e identificados como:
 - Pulsador MARCHA – entrada S1
 - Pulsador PARO – entrada S2
 - Botón PARO EMERGENCIA – entrada S3
 - Selector: MANUAL – entrada S4, AUTOM – entrada S5
 - Pulsador JOG VÁLVULA – entrada S6
 - Pulsador JOG VARIADOR – entrada S7
 - Luz piloto LLTK102 – entrada S8
 - Luz piloto VÁLVULA ABIERTA – entrada S9
 - Luz piloto VÁLVULA CERRADA – entrada S10
 - Luz piloto HLTK101 – entrada S11
 - Luz piloto LLTK101 – entrada S12
 - Luz piloto VARIADOR On/Off – salida H2
 - Luz piloto VARIADOR Analógico – salida H3
 - Luz piloto – salida H4
 - Luz piloto – salida H5
 - Luz piloto – salida H6
 - Luz piloto – salida H7
 - Luz piloto – salida H8
- Un panel de control principal donde estará instalado un PLC SIEMENS S7-1200 CPU 1214C AC/DC/RLY, que físicamente tiene conectadas las siguientes entradas/salidas que deberán ser usadas a criterio del estudiante al momento de desarrollar la solución al proceso propuesto:

NOMBRE	DIRECCIÓN
PULSADOR_MARCHA	%I0.0
PULSADOR_PARO	%I0.1
BOTON_PARO_EMERGENCIA	%I0.2
BOTON_SEL_MANUAL	%I0.3
BOTON_SEL_AUTOMATICO	%I0.4
PULSADOR_JOG_VALVULA	%I0.5
PULSADOR_JOG_VARIADOR	%I0.6
NIVEL_BAJO_TANQUE102	%I0.7
VALVULA_ABIERTA	%I1.0
VALVULA_CERRADA	%I1.1
NIVEL_ALTO_TANQUE101	%I1.2
NIVEL_BAJO_TANQUE101	%I1.3
ELECTROVALVULA	%Q0.0
BOMBA_ON/OFF	%Q0.1
BOMBA_PRESET	%Q0.2
LUZ_PILOTO_(H4)	%Q0.3
LUZ_PILOTO_(H5)	%Q0.4
LUZ_PILOTO_(H6)	%Q0.5
LUZ_PILOTO_(H7)	%Q0.6
LUZ_PILOTO_(H8)	%Q0.7
ENTRADA_ANALOGICA_NIVEL_TANQUE 102	%IW64
ENTRADA_ANALOGICA_RESERVA	%IW66
SALIDA_ANALOGICA_VARIADOR	%QW80

Tabla 3. E/S de la Planta Control de Nivel

2. GENERALIDADES

El proceso que se va a describir a continuación consiste en la acción de llenado/vaciado de líquido, entre dos tanques de cierta capacidad. Tendrá dos estados de operación, determinados por el selector en el panel de mando:

- Estado manual – Selector en MANUAL
- Estado automático – Selector en AUTOM

Cada estado tendrá un funcionamiento particular y en ambos, sus condiciones iniciales serán:

- El tanque TK101 estará lleno de líquido y por lo tanto los sensores de proximidad LSH101.2 y LSL101.1 estarán cerrados.
- El tanque TK102 estará vacío y por lo tanto el sensor de boya LSL102.1 estará abierto.
- La electroválvula SV101 cerrada.
- La bomba centrífuga P101 apagada.
- Las válvulas manuales HV1, HV5 deben estar cerradas y las válvulas HV2, HV3, HV4 deben estar abiertas.
- El sensor de nivel ultrasónico LIC102.2 estará permanentemente funcionando y emitiendo un repiqueteo característico.

	<p>A este conjunto de características se le llamará Condición Inicial Normal y será común para alguna de las prácticas que se realizarán.</p>
	<p>3. DESCRIPCIÓN</p> <p>Estado Manual.</p> <p>Previa confirmación de la Condición Inicial Normal de la planta, la bomba centrífuga P101 funcionará a velocidad variable en una rampa ascendente mientras se tenga presionado el pulsador JOG VARIADOR. La rampa se repetirá una y otra vez luego de haber alcanzado la máxima velocidad.</p> <p>A medida que el líquido es transportado por la bomba, el nivel en el tanque TK102 irá aumentando hasta llegar a cerrarse el sensor de boya LSL102.1. Pasado este punto la electroválvula SV101 se habilitará para ser abierta mientras se mantenga presionado el pulsador JOG VÁLVULA, antes no podrá ser abierta.</p> <p>De mantener presionado el pulsador JOG VARIADOR, el nivel de líquido en el tanque TK101 seguirá descendiendo, pero al alcanzar el nivel del sensor LSL101.1 la bomba P101 será deshabilitada hasta que nuevamente el sistema regrese a su Condición Inicial Normal. Esto es para garantizar la integridad de la bomba P101 al evitar funcione en seco.</p> <p>Si por el contrario, en lugar de mantener presionado el pulsador JOG VARIADOR mantenemos presionado el pulsador JOG VÁLVULA, la electroválvula SV101 permanecerá abierta hasta que el nivel del líquido en el tanque TK101 ascienda hasta alcanzar el nivel del sensor LSH101.2, deshabilitando así la electroválvula al regresar el sistema a su Condición Inicial Normal. Esto es para garantizar que, si hay mucho más líquido en el tanque TK102, el tanque TK101 no se rebose.</p> <p>Estado Automático.</p> <p>Previa confirmación de la Condición Inicial Normal de la planta, el sistema arrancará al presionar el pulsador MARCHA, encendiéndose la bomba centrífuga P101 a la máxima velocidad y manteniéndose encendida hasta que el sensor tipo boya LSL102.1 se cierre y el sensor capacitivo LSL101.1 se abra secuencialmente, apagándose. Entonces también se abrirá la electroválvula SV101 y de esta manera el líquido que se encuentre en el tanque TK102 será descargado en el tanque TK101, hasta que nuevamente ambos sensores capacitivos LSH101.2 y LSL101.1 se activen, volviendo a la Condición Inicial Normal e iniciando nuevamente el ciclo encendiendo la bomba P101 y cerrando la electroválvula SV101.</p> <p>El sistema se detendrá en cualquier instante de ambos estados al presionar el pulsador PARO, deshabilitando la bomba y la</p>

electroválvula por igual, debiendo regresar a la condición inicial para dar marcha nuevamente. De igual manera al mover el selector entre ambos estados.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

1. Diseñar una solución al problema de automatización utilizando un autómata programable.
2. Realizar la puesta en marcha de la solución validando la efectividad del mismo y las seguridades del caso.

RESULTADO(S) OBTENIDO(S):

a) Configuración de E/S

Se usen o no, quedarán registradas todas las entradas y salidas que se encuentran conectadas físicamente al PLC.

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Comentario	Rema...
1	PULSADOR_MARCHA	Bool	%I0.0	PULSADOR MARCHA	<input type="checkbox"/>
2	PULSADOR_PARO	Bool	%I0.1	PULSADOR PARO	<input type="checkbox"/>
3	BOTON_PARO_EMERGENCIA	Bool	%I0.2	PULSADOR PARO DE EMERGENCIA	<input type="checkbox"/>
4	BOTON_SEL_MANUAL	Bool	%I0.3	SELECTOR MANUAL	<input type="checkbox"/>
5	BOTON_SEL_AUTOMATICO	Bool	%I0.4	SELECTOR AUTOMATICO	<input type="checkbox"/>
6	PULSADOR_JOG_VALVULA	Bool	%I0.5	IMPULSO EN ELECTROVALVULA	<input type="checkbox"/>
7	PULSADOR_JOG_VARIADOR	Bool	%I0.6	IMPULSO EN BOMBA	<input type="checkbox"/>
8	NIVEL_BAJO_TANQUE102	Bool	%I0.7	SENSOR BOYA NIVEL BAJO TANQUE 102	<input type="checkbox"/>
9	VALVULA_ABIERTA	Bool	%I1.0	VALVULA ABIERTA	<input type="checkbox"/>
10	VALVULA_CERRADA	Bool	%I1.1	VALVULA CERRADA	<input type="checkbox"/>
11	NIVEL_ALTO_TANQUE101	Bool	%I1.2	SENSOR CAPACITIVO NIVEL ALTO TANQUE 101	<input type="checkbox"/>
12	NIVEL_BAJO_TANQUE101	Bool	%I1.3	SENSOR CAPACITIVO NIVEL BAJO TANQUE 101	<input type="checkbox"/>
13	ENTRADA_ANALOGICA_NIVEL_TA...	Word	%IW64	SENSOR ULTRASONICO NIVEL TANQUE 102	<input type="checkbox"/>
14	ENTRADA_ANALOGICA_RESERVA	Word	%IW66	RESERVA	<input type="checkbox"/>
15	ELECTROVALVULA	Bool	%Q0.0	ELECTROVALVULA	<input type="checkbox"/>
16	BOMBA_ON/OFF	Bool	%Q0.1	FUNCIONAMIENTO ON/OFF DE BOMBA	<input type="checkbox"/>
17	BOMBA_PRESET	Bool	%Q0.2	ENCENDIDO VARIADOR DE BOMBA / Q0.1=0	<input type="checkbox"/>
18	LUZ_PILOTO_(H4)	Bool	%Q0.3	H4	<input type="checkbox"/>
19	LUZ_PILOTO_(H5)	Bool	%Q0.4	H5	<input type="checkbox"/>
20	LUZ_PILOTO_(H6)	Bool	%Q0.5	H6	<input type="checkbox"/>
21	LUZ_PILOTO_(H7)	Bool	%Q0.6	H7	<input type="checkbox"/>
22	LUZ_PILOTO_(H8)	Bool	%Q0.7	H8	<input type="checkbox"/>
23	SALIDA_ANALOGICA_VARIADOR	Word	%QW80	VARIADOR DE BOMBA	<input type="checkbox"/>
24	Clock_Byte	Byte	%MB100		<input type="checkbox"/>
25	Clock_10Hz	Bool	%M100.0		<input type="checkbox"/>
26	Clock_5Hz	Bool	%M100.1		<input type="checkbox"/>
27	Clock_2.5Hz	Bool	%M100.2		<input type="checkbox"/>
28	Clock_2Hz	Bool	%M100.3		<input type="checkbox"/>
29	Clock_1.25Hz	Bool	%M100.4		<input type="checkbox"/>
30	Clock_1Hz	Bool	%M100.5		<input type="checkbox"/>
31	Clock_0.625Hz	Bool	%M100.6		<input type="checkbox"/>
32	Clock_0.5Hz	Bool	%M100.7		<input type="checkbox"/>

Figura 67. Configuración de E/S

b) Configuración del hardware

Se utilizará un PLC S7-1200 CPU 1214C ac/dc/rly junto a un Signal Board AQ1x12 bits. Se habilitará la marca de ciclo en el byte MB100 y el número IP asignado en este caso será 192.168.0.50.

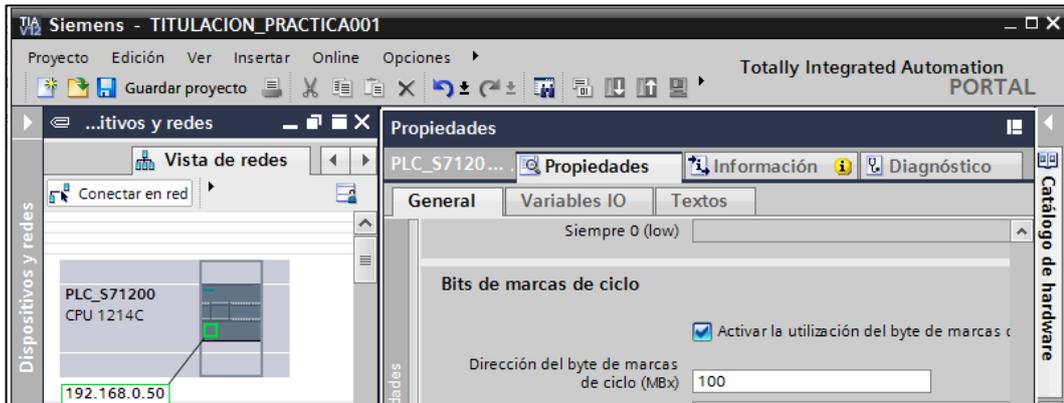


Figura 68. Configuración de hardware.

c) Programación Propuesta para Tia Portal V12

Se sugiere realizar la programación empleando bloques de función FC o FB para que el PLC se encargue de gestionar las direcciones de las áreas de memoria que se podrían utilizar.

Programación del bloque Main [OB1]:

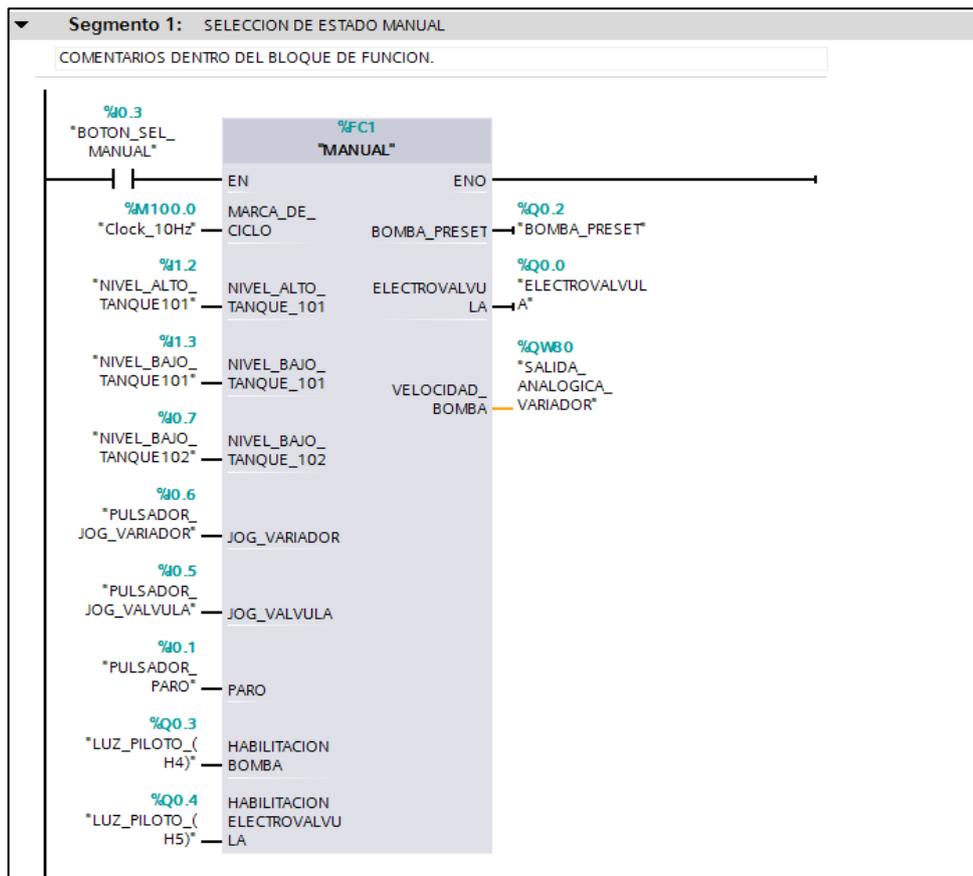


Figura 69. Segmento 1/Main[OB1]

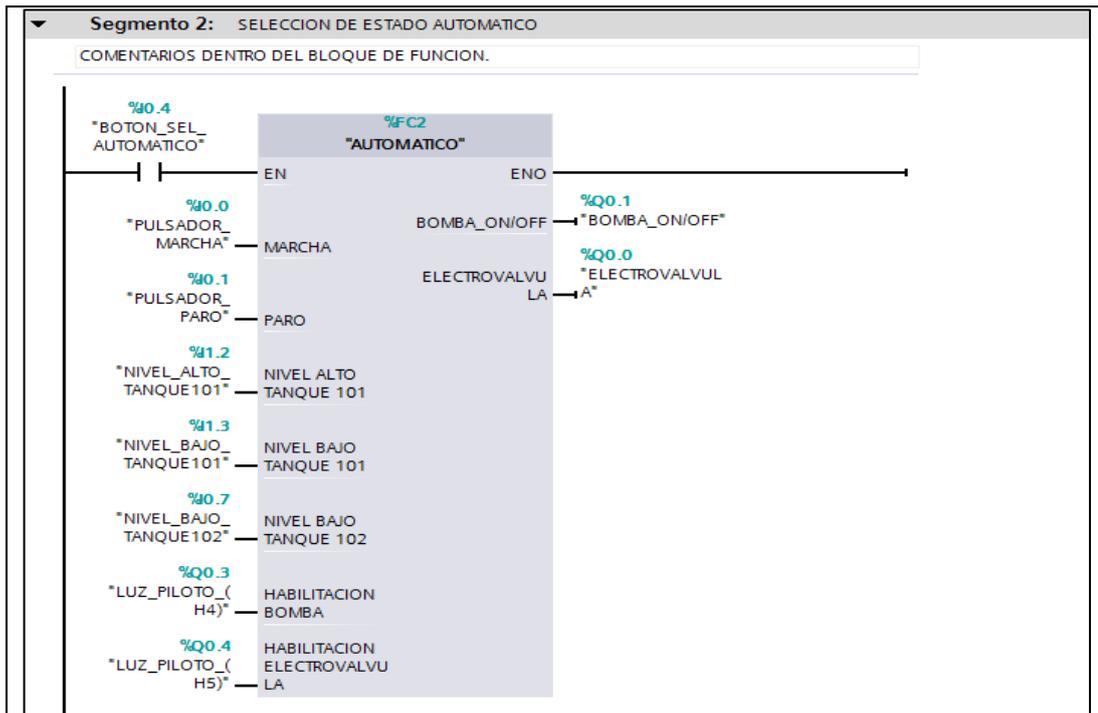


Figura 70. Segmento 2/Main[OB1]

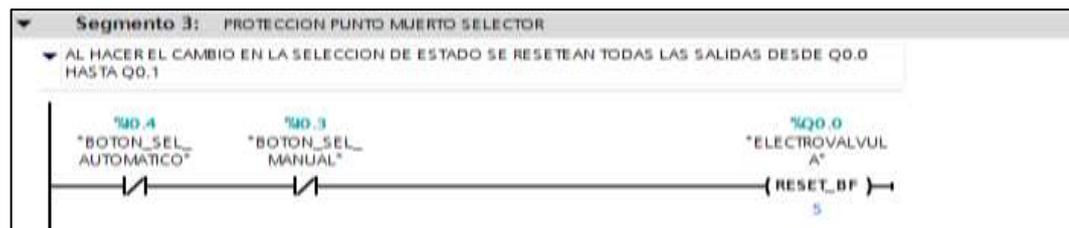


Figura 71. Segmento 3/Main[OB1]/

Entradas y salidas del bloque MANUAL [FC1]

...ON_PRACTICA001 ▶ PLC_571200 [CPU 1214C AC/DC/Rly] ▶ Bloques de programa ▶ MANUAL [FC1]

Interfaz	Nombre	Tipo de datos	Comentario
1	Input		
2	MARCA_DE_CICLO	Bool	
3	NIVEL_ALTO_TANQUE_101	Bool	
4	NIVEL_BAJO_TANQUE_101	Bool	
5	NIVEL_BAJO_TANQUE_102	Bool	
6	JOG_VARIADOR	Bool	
7	JOG_VALVULA	Bool	
8	PARO	Bool	
9	Output		
10	BOMBA_PRESET	Bool	
11	ELECTROVALVULA	Bool	
12	VELOCIDAD_BOMBA	Word	
13	InOut		
14	HABILITACION BOMBA	Bool	
15	HABILITACION ELECTROVALVULA	Bool	
16	Temp		
17	PASOS VARIADOR UINT	Word	
18	PASOS VARIADOR REAL	Real	
19	VELOCIDAD BOMBA REAL	Real	
20	PROPORCION	Real	
21	Return		
22	MANUAL	Void	

Figura 72. Configuración de E/S Bloque MANUAL[FC1]

Programación del bloque MANUAL [FC1]

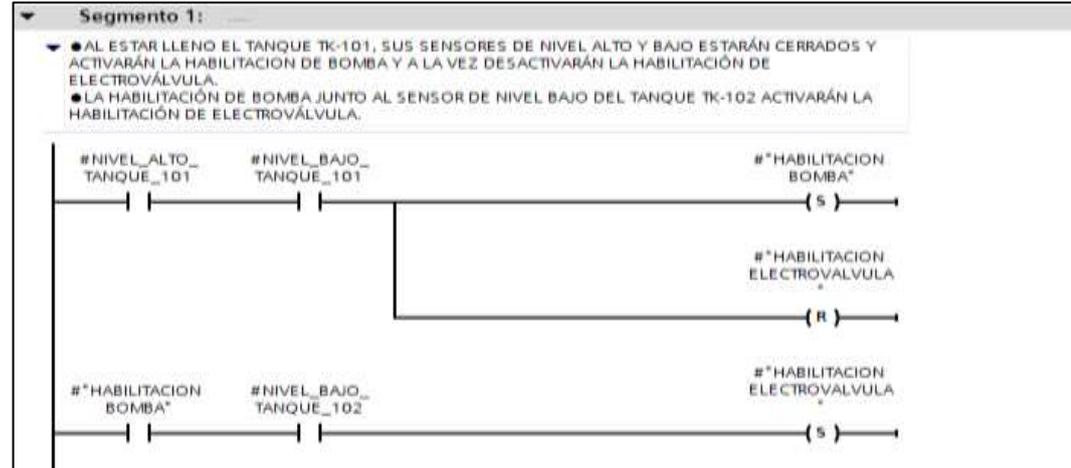


Figura 73. Segmento 1/Bloque MANUAL[FC1]

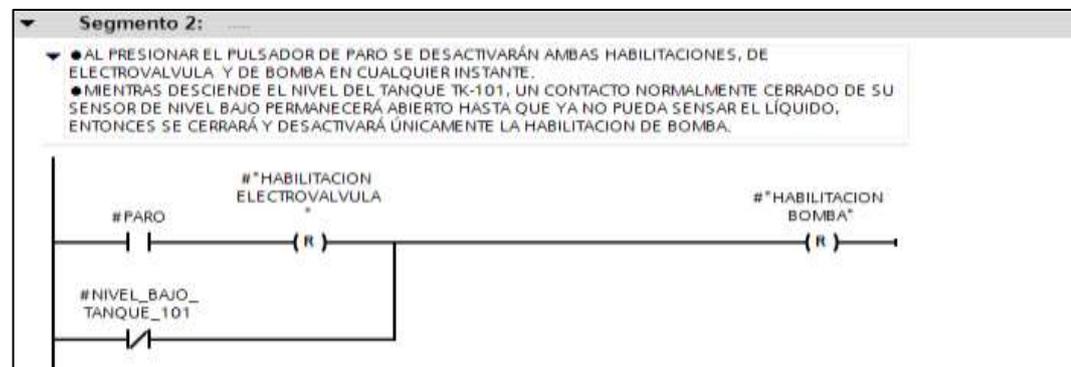


Figura 74. Segmento 2/Bloque MANUAL[FC1]

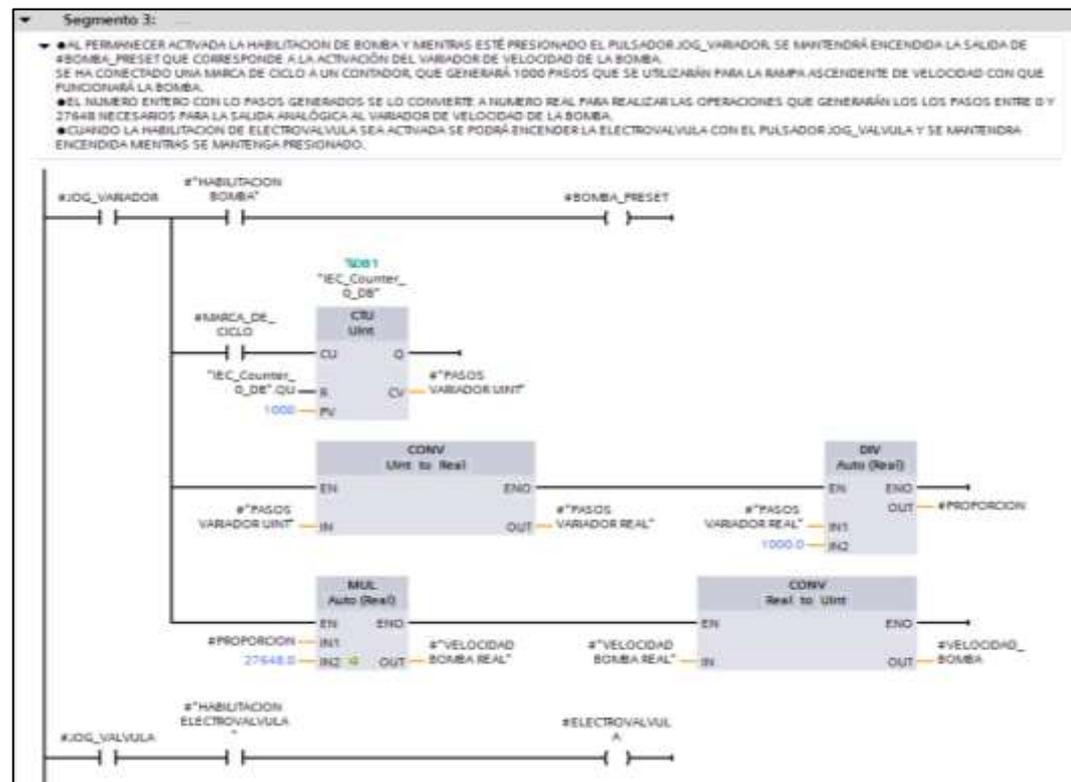


Figura 75. Segmento 3/Bloque MANUAL[FC1]

Entradas y salidas del bloque AUTOMÁTICO [FC2]

Nombre	Tipo de datos	Comentario
Input		
1 MARCHA	Bool	
2 PARO	Bool	
3 NIVEL ALTO TANQUE 101	Bool	
4 NIVEL BAJO TANQUE 101	Bool	
5 NIVEL BAJO TANQUE 102	Bool	
Output		
6 BOMBA_ON/OFF	Bool	
7 ELECTROVALVULA	Bool	
InOut		
8 HABILITACION BOMBA	Bool	
9 HABILITACION ELECTROV...	Bool	
Temp		
10 <Agregar>		
Return	Void	
AUTOMÁTICO	Void	

Figura 76. Configuración de E/S Bloque AUTOMÁTICO [FC2].

Programación del bloque AUTOMÁTICO [FC2]

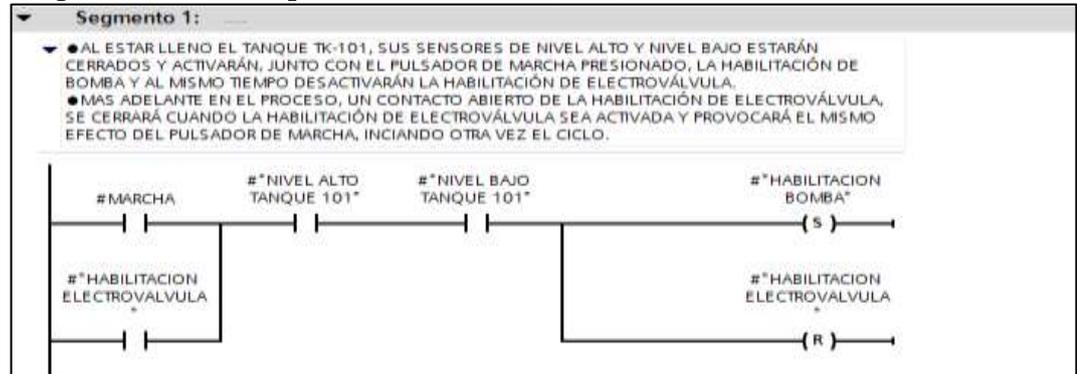


Figura 77. Segmento 1/Bloque AUTOMÁTICO[FC2]



Figura 78. Segmento 2/Bloque AUTOMÁTICO[FC2]

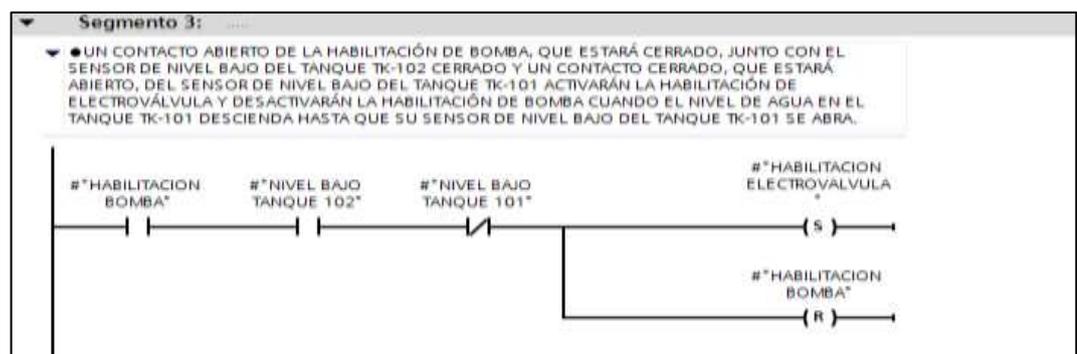


Figura 79. Segmento 3/Bloque AUTOMÁTICO[FC2]

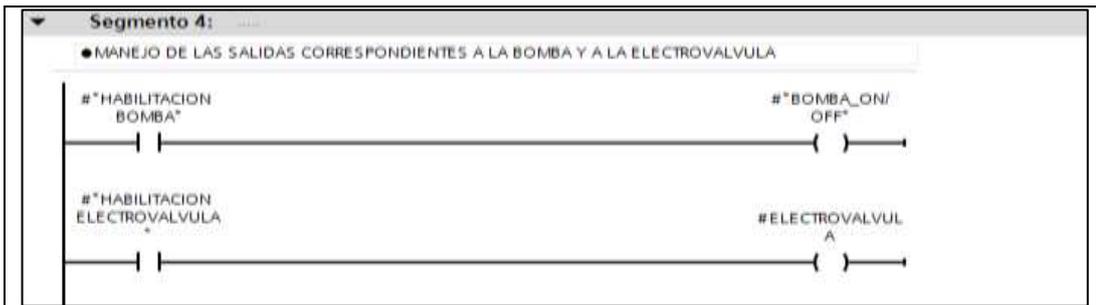


Figura 80. Segmento 4/Bloque AUTOMÁTICO[FC2]

VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA

Visualización por tabla de observación de la entrada analógica IW64 correspondiente al sensor de nivel ultrasónico y de la salida analógica QW80 correspondiente al variador de velocidad de la bomba P101, cuando entra en funcionamiento el estado manual del proceso planteado.

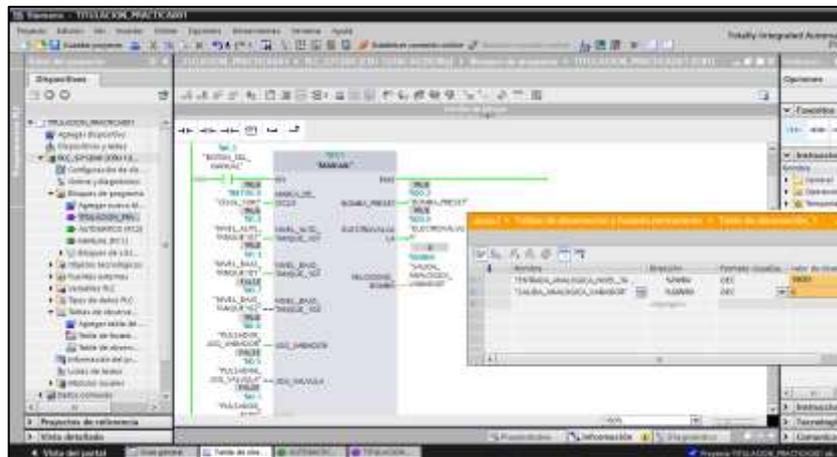


Figura 81. Validación de Funcionamiento del estado manual.

Visualización por tabla de observación de la entrada analógica IW64 correspondiente al sensor de nivel ultrasónico cuando entra en funcionamiento el estado automático del proceso deseado.

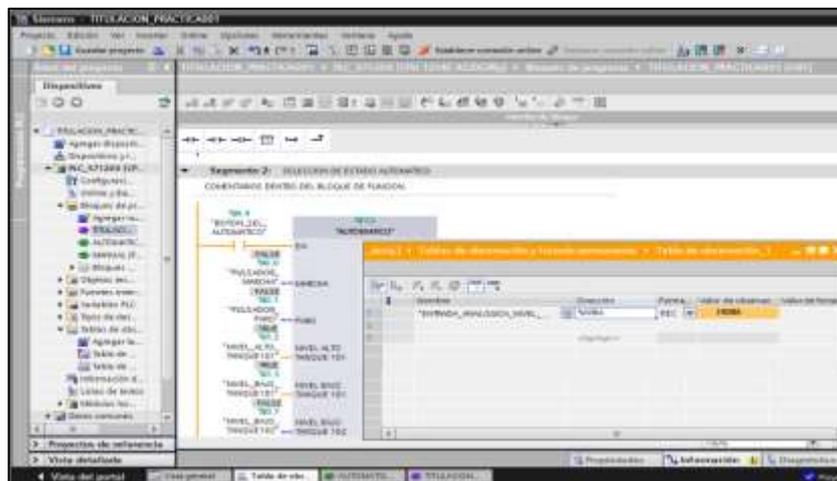


Figura 82. Validación de Funcionamiento del estado automático

CONCLUSIONES:

- Se cumplieron los objetivos propuestos al inicio de la práctica, logrando familiarizarse con las entradas y salidas existentes

RECOMENDACIONES:

- Se debe revisar varias veces la programación antes de implementarla para evitar oscilaciones no deseadas de las salidas.
- Previo a la programación se debe analizar el funcionamiento de la instrumentación y el comportamiento de los elementos de fuerza.
- Analizar en detalle las medidas de seguridad para evitar cualquier percance.
- Revisar la apertura y cierre de las válvulas manuales de acuerdo a su uso.

4.2. PRÁCTICA 2

		FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO / TALLERES / CENTROS DE SIMULACIÓN – PARA DOCENTES
CARRERA: Ingeniería Electrónica		ASIGNATURA:
NRO. PRÁCTICA:	2	TÍTULO PRÁCTICA: RECONOCIMIENTO DE ENTRADAS Y SALIDAS EN PLANTA COMPACT WORKSTATION DE FESTO PARA CONTROL DE NIVEL Y TEMPERATURA
OBJETIVO GENERAL: Realizar un proyecto en TIA PORTAL para poder llevar a cabo la automatización del proceso propuesto.		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS: <ul style="list-style-type: none"> Realizar el control de encendido/apagado de actuadores para el llenado/vaciado de tanques y aumento/reducción de temperatura de un líquido utilizando lógica de contactos, sensores de nivel y de temperatura. Analizar las posibles fallas que podría tener el programa y colocar las protecciones adecuadas. 		
INSTRUCCIONES	Considere el siguiente proceso:	
		Figura 83. Proceso.
		Panel de mando del proceso propuesto:
		Figura 84. Panel de mando

1. EQUIPAMIENTO

Para la realización de la presente práctica, se utilizará la Planta Compact Workstation de Festo que se encuentra en el Laboratorio de Automatización Industrial. En esta planta didáctica se dispondrá de los siguientes elementos que se encuentran debidamente etiquetados:

- Dos tanques de diez litros de capacidad cada uno (B101 / B102)
- Un tanque acumulador de presión (B103)
- Actuadores:
 - Una bomba centrífuga (P101), que puede funcionar de forma On/Off a una sola velocidad (la máxima a 24VDC) o a velocidad variable (variando su voltaje de 0 a 10VDC).
 - Una válvula proporcional, que variará su apertura de acuerdo a la variación de 0 a 10VDC con que se la vaya a alimentar (V106).
 - Una válvula de accionamiento electro neumático (V102)
 - Un calefactor de 1000W a 110VAC (E104)
- Sensores:
 - Dos sensores de proximidad capacitivos en tanque B101 (B113 / B114)
 - Un sensor tipo boya en tanque B101 (S111)
 - Un sensor tipo boya en tanque B102 (S112)
 - Un sensor de nivel ultrasónico en tanque B102 (B101)
 - Un sensor de flujo (B102)
 - Un sensor de presión (B103)
 - Un sensor de temperatura RTD (B104)
- Nueve válvulas manuales (V101 / V103 / V104 / V105 / V107 / V108 / V109 / V110 / V112)
- Un panel de mando con unos pocos pulsadores, luces piloto y un selector de dos posiciones, identificados como:
 - Pulsador START
 - Pulsador STOP
 - Pulsador RESET
 - Selector de llave AUTO / MAN
 - Luz piloto en pulsador START
 - Luz piloto en pulsador RESET
 - Luz piloto Q1
 - Luz piloto Q2
- Un panel de control EduTrainer® donde estará instalado un PLC SIEMENS S7-300 CPU 313C, que físicamente tendrá conectadas las siguientes entradas/salidas que deberán ser usadas a criterio del estudiante al momento de desarrollar la solución al proceso propuesto:

NOMBRE	DIRECCIÓN
FLUJO_TANQUE101	%I0.0
DESBORDE_TANQUE101	%I0.1
NIVEL_BAJO_TANQUE102	%I0.2
NIVEL_BAJO_TANQUE101	%I0.3
NIVEL_ALTO_TANQUE101	%I0.4
ELECTROVALVULA_ABIERTA	%I0.5
ELECTROVALVULA_CERRADA	%I0.6
PULSADOR_START	%I1.0
PULSADOR_STOP	%I1.1
SELECTOR_AUTO_MANUAL	%I1.2
PULSADOR_RESET	%I1.3
ELECTROVALVULA	%Q0.0
CALENTADOR	%Q0.1
BOMBA_PRESET	%Q0.2
BOMBA_ON/OFF	%Q0.3
VALVULA_PROPORCIONAL	%Q0.4
LUZ_START	%Q1.0
LUZ_RESET	%Q1.1
LUZ_Q1	%Q1.2
LUZ_Q2	%Q1.3
ENTRADA_ANALOGICA_NIVEL	%IW64
ENTRADA_ANALOGICA_FLUJO	%IW66
ENTRADA_ANALOGICA_PRESION	%IW68
ENTRADA_ANALOGICA_TEMPERATURA	%IW70
SALIDA_ANALOGICA_VARIADOR	%QW64
SALIDA_ANALOGICA_VALVULA_PROPORCIONAL	%QW66
Tabla 4. E/S de la Planta Compact Workstation de Festo. (<i>Festo Didactic, 2008</i>)	
<p>2. GENERALIDADES</p> <p>El proceso que se va a describir a continuación consistirá en dos estados de operación, determinados por el selector de llave en el panel de mando, que serán:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estado automático – Selector en AUTO • Estado manual – Selector en MAN <p>Cada estado tendrá un funcionamiento particular, en donde se comprobarán las variables de Nivel y Temperatura, que son dos de las cuatro variables físicas con las que la planta didáctica Compact Workstation de FESTO está en capacidad de realizar lazos de control.</p> <p>En el estado automático, se trabajará con la variable de Nivel y su condición inicial normal será:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El tanque B101 estará lleno de líquido y por lo tanto los sensores de proximidad B113 y B114 estarán cerrados. - El tanque B102 estará vacío y por lo tanto el sensor de boya S112 estará abierto. 	

	<ul style="list-style-type: none"> - La válvula de accionamiento electro neumático V102 cerrada. - La bomba centrífuga P101 estará apagada. - La válvula proporcional V106 estará cerrada. - El calefactor E104 estará apagado. - Las válvulas manuales V101 y V112 deben estar abiertas y las demás cerradas. - Los sensores correspondientes a las entradas analógicas estarán permanentemente funcionando: el ultrasónico de nivel B103, el de presión B103, el de flujo B102 y el de temperatura B104. <p>En el estado manual, se trabajará con la variable de Temperatura y su condición inicial normal será:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Al tanque B101 se le retirará líquido hasta la marcación #4 de la graduación (en litros) del tanque y por lo tanto el sensor B113 estará cerrado y el sensor B114 estará abierto. - El tanque B102 recibirá el líquido que se le retire al tanque B101 para alcanzar la marca deseada, por lo tanto el sensor de boya S112 estará cerrado. - La válvula de accionamiento electro neumático V102 cerrada. - La bomba centrífuga P101 estará apagada. - La válvula proporcional V106 estará cerrada. - El calefactor E104 estará apagado. - La válvula manual V104 debe estar abierta y las demás cerradas. - Los sensores correspondientes a las entradas analógicas estarán permanentemente funcionando: el ultrasónico de nivel B101, el de presión B103, el de flujo B102 y el de temperatura B104.
	<p>3. DESCRIPCIÓN</p> <p>Estado Automático Previa confirmación de la Condición Inicial Normal de la planta mediante el encendido de la luz piloto LUZ_START, el sistema arrancará al presionar el pulsador START, (LUZ_STAR deberá apagarse) encendiéndose la bomba centrífuga P101 a la máxima velocidad y manteniéndose encendida hasta que el sensor tipo boya S112 en el tanque B102 se cierre y el sensor capacitivo B113 en el tanque B101 se abra, secuencialmente.</p> <p>Entonces también se abrirá la válvula de accionamiento electro neumático V102 y de esta manera el líquido que se encuentre en el tanque B102 será descargado en el tanque B101, hasta que nuevamente ambos sensores capacitivos B113 y B114 se activen, volviendo a la Condición Inicial Normal e iniciando</p>

nuevamente el ciclo encendiendo la bomba P101 y cerrando la válvula de accionamiento electro neumático V102.

Estado Manual

Para alcanzar su Condición Inicial Normal, se utilizará la función de vaciado del Estado Automático, hasta que el nivel de líquido de B101 llegue a la marcación #4 de la capacidad del tanque. El propósito de vaciar el tanque B101 hasta esa marca es porque esa es “la menor capacidad medible a la que el calentador puede funcionar” y garantizar que la práctica podrá repetirse con una cantidad conocida de líquido. Nótese el fragmento que ha sido subrayado y encerrado en paréntesis, esto es porque se debe hacer énfasis, que al decir que a ese nivel el calentador puede funcionar, es porque a ese nivel el sensor tipo boya S117 (que no fue mencionado al inicio) se cierra. El sensor tipo boya no es parte de las entradas que están conectadas al PLC S7-300 sino que es parte de la protección que el fabricante de la planta FESTO dispuso, para evitar que el calefactor E104 vaya a funcionar sin estar sumergido totalmente en algún líquido y pueda dañarse.

Una vez alcanzada la marcación solicitada se debe cerrar la válvula manual V101 para evitar que vuelva a llenarse el tanque B101, ya que el paso a través de la bomba P101 no está sellado, pudiendo circular libremente el líquido de regreso por gravedad.

Se colocan el resto de válvulas manuales tal como lo solicita la Condición Inicial Normal y el encendido de la luz piloto LUZ_START indicará que el sistema está listo para arrancar. El sistema arrancará al presionar el pulsador START (LUZ_START se apagará), encendiéndose el calefactor E104 y empezará a calentarse el líquido contenido en el tanque B101.

Al visualizar por tabla de observación la entrada analógica correspondiente al sensor de temperatura, RTD, se notará que el valor se incrementará poco a poco. Al llegar este valor a 7300 el calefactor E104 deberá apagarse y la bomba P101 deberá encenderse a su máxima velocidad para que recircule el agua en el tanque B101 y así la temperatura descienda. Como los procesos térmicos toman tiempo y como el objetivo es la visualización del proceso, se abrirá la válvula manual V110 para descargar el líquido que se encuentra en el tanque B102 hacia el tanque B101 y acelerar el enfriamiento.

Ahora el valor mostrado por la entrada analógica del sensor de temperatura descenderá más rápido y observaremos que al llegar este valor a 7150 la bomba P101 se apagará y el calefactor E104 volverá a encenderse, iniciando otra vez el ciclo. Se habrá conseguido un control ON/OFF de temperatura.

Para volver a realizar la práctica dejar enfriar la mezcla de líquido y volver a vaciar el tanque B101 hasta la marca deseada, por tabla de observación verificar la temperatura inicial del líquido y modificar los valores a los que se desea que se

produzca el control. Tratar que los valores no sean tan espaciados, hay que recordar una vez más que los procesos térmico demoran.

El sistema se detendrá en cualquier instante de ambos estados al presionar el pulsador STOP, deshabilitando la bomba, la válvula de accionamiento electro neumático y el calefactor por igual, debiendo regresar a la condición inicial para dar marcha nuevamente. De igual manera al mover el selector de llave entre ambos estados.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

1. Diseñar una solución al problema de automatización utilizando un autómata programable.
2. Realizar la puesta en marcha de la solución validando la efectividad del mismo y las seguridades del caso.

RESULTADOS OBTENIDOS:

a) Configuración de E/S

Se usen o no, quedarán registradas todas las entradas y salidas que se encuentran conectadas físicamente al PLC.

Nombre	Tipo	Dirección	Comentario
1 FLUJO_TANQUE101	Bool	%I0.0	SENSOR DE FLUJO FRECUENCIA 0...1000HZ
2 DESBORDE_TANQUE101	Bool	%I0.1	SENSOR BOYA TANQUE 101 SEGURIDAD DE REBOSE
3 NIVEL_BAJO_TANQUE102	Bool	%I0.2	SENSOR DE BOYA NIVEL BAJO TANQUE 102
4 NIVEL_BAJO_TANQUE101	Bool	%I0.3	SENSOR CAPACITIVO NIVEL BAJO TANQUE 101
5 NIVEL_ALTO_TANQUE101	Bool	%I0.4	SENSOR CAPACITIVO NIVEL ALTO TANQUE 101
6 ELECTROVALVULA_ABIERTA	Bool	%I0.5	VÁLVULA DE BOLA V102 ABIERTA
7 ELECTROVALVULA_CERRADA	Bool	%I0.6	VÁLVULA DE BOLA V102 CERRADA
8 PULSADOR_START	Bool	%I1.0	BOTÓN DE INICIO DEL PANEL TÁCTIL
9 PULSADOR_STOP	Bool	%I1.1	BOTÓN DE PARADA DEL PANEL TÁCTIL (NC)
10 SELECTOR_AUTO_MANUAL	Bool	%I1.2	SELECTOR MANUAL/AUTOMÁTICO
11 PULSADOR_RESET	Bool	%I1.3	BOTÓN DE REINICIO DEL PANEL TÁCTIL
12 ELECTROVALVULA	Bool	%Q0.0	VALVULA DE BOLA V102
13 CALENTADOR	Bool	%Q0.1	0 = CALENTADOR APAGADO, 1 = CALENTADOR ENCENDIDO
14 BOMBA_PRESET	Bool	%Q0.2	BOMBA_VARIADOR = 1, BOMBA_ON/OFF = 0
15 BOMBA_ON/OFF	Bool	%Q0.3	1 => BOMBA_VARIADOR = 0
16 VALVULA_PROPORCIONAL	Bool	%Q0.4	ACTIVAR VÁLVULA PROPORCIONAL
17 LUZ_START	Bool	%Q1.0	LUZ INTERIOR DEL BOTON DE INICIO
18 LUZ_RESET	Bool	%Q1.1	LUZ INTERIOR DEL BOTON DE REINICIO
19 LUZ_Q1	Bool	%Q1.2	LUZ Q1
20 LUZ_Q2	Bool	%Q1.3	LUZ Q2
21 ENTRADA_ANALOGICA_NIVEL	Word	%IW64	ENTRADA ANALOGICA SENSOR ULTRASONICO NIVEL TANQUE
22 ENTRADA_ANALOGICA_FLUJO	Word	%IW66	ENTRADA ANALOGICA SENSOR DE FLUJO
23 ENTRADA_ANALOGICA_PRESION	Word	%IW68	ENTRADA ANALOGICA SENSOR DE PRESION
24 ENTRADA_ANALOGICA_TEMPERATURA	Word	%IW70	ENTRADA ANALOGICA SENSOR DE TEMPERATURA PT100
25 SALIDA_ANALOGICA_VARIADOR	Word	%QW64	SALIDA ANALOGICA VARIADOR DE BOMBA
26 SALIDA_ANALOGICA_VALVULA_PROPORCIONAL	Word	%QW66	SALIDA ANALOGICA VALVULA PROPORCIONAL
27 M_AUTOMATICO	Bool	%M0.0	
28 M_MANUAL	Bool	%M0.1	
29 M_HABILITACION_ELECTROVALVULA	Bool	%M1.1	
30 M_HABILITACION_CALENTADOR	Bool	%M1.2	
31 BYTE_SALIDAS_ACTUADORES	Byte	%QB0	
32 BYTE_MARCAS_HABILITADORES	Byte	%MB1	
33 M_FLANCO_NEGATIVO_SELECTOR_AUTO_MANUAL	Bool	%M2.1	
34 M_HABILITACION_BOMBA_ON/OFF	Bool	%M1.0	
35 M_FLANCO_POSITIVO_SELECTOR_AUTO_MANUAL	Bool	%M2.0	

Figura 85. Configuración de E/S

b) Configuración del hardware

Se utilizará un PLC S7300 CPU 313C junto a un módulo de comunicación ethernet CP 343-1 LEAN. Se habilitará la marca de ciclo en el byte MB100 y el número IP asignado en este caso será 192.168.0.40.

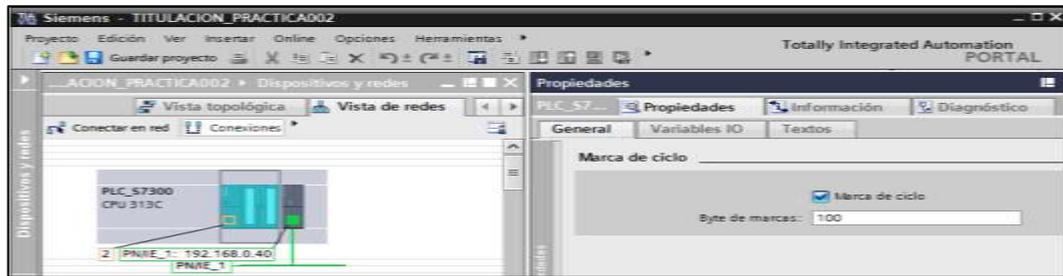


Figura 86. Configuración de Hardware

c) Programación Propuesta para Tia Portal V12.

Se sugiere realizar la programación empleando bloques de función FC o FB para que el PLC se encargue de gestionar las direcciones de gran parte de las áreas de memoria que se podrían utilizar.

Programación del bloque Main [OB1]:

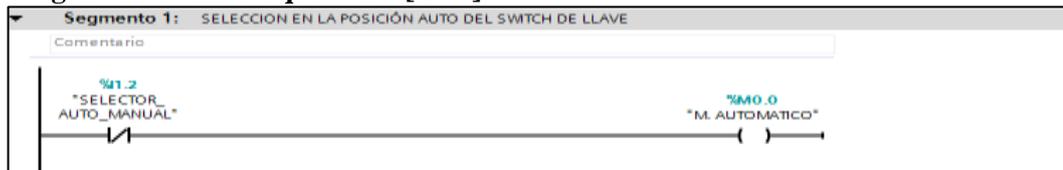


Figura 87. Segmento 1/Main[OB1]

4



Figura 88. Segmento 2/Main[OB1]

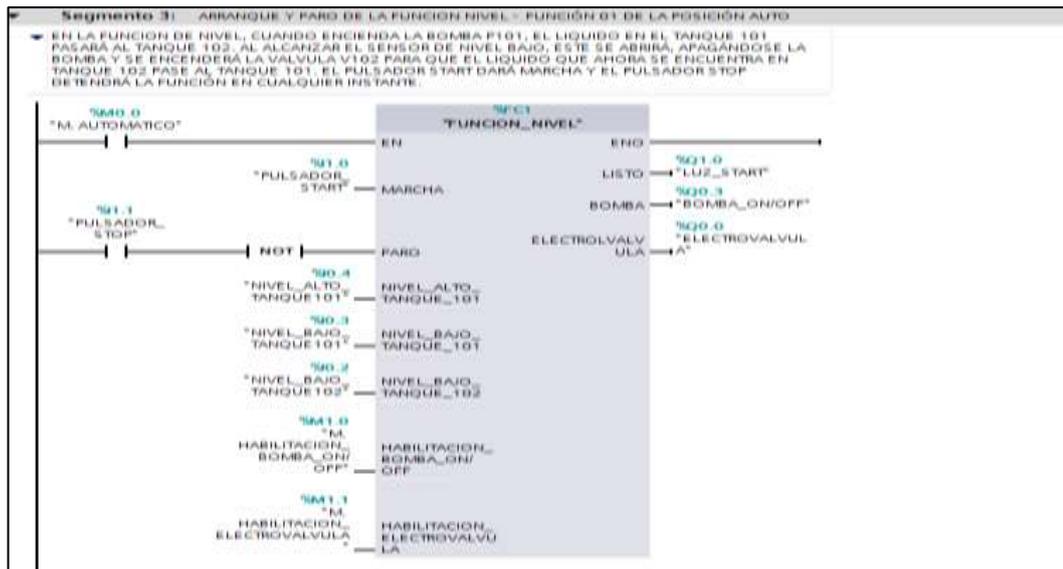


Figura 89. Segmento 3/Main[OB1]

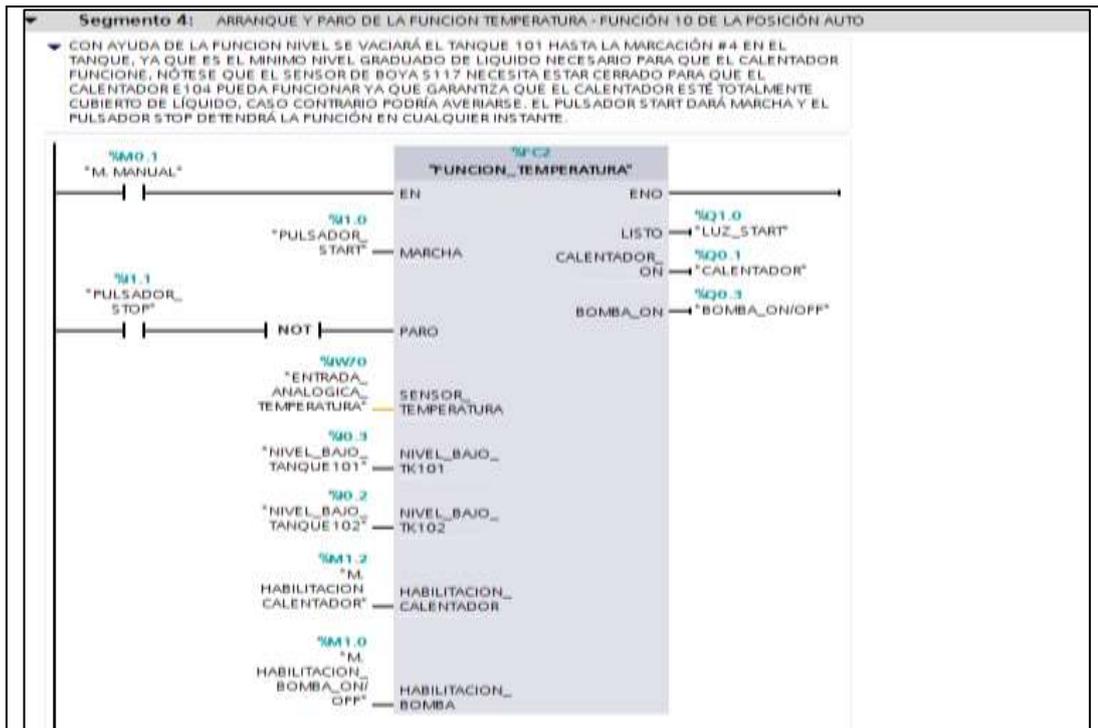


Figura 90. Segmento 4/Main[OB1]

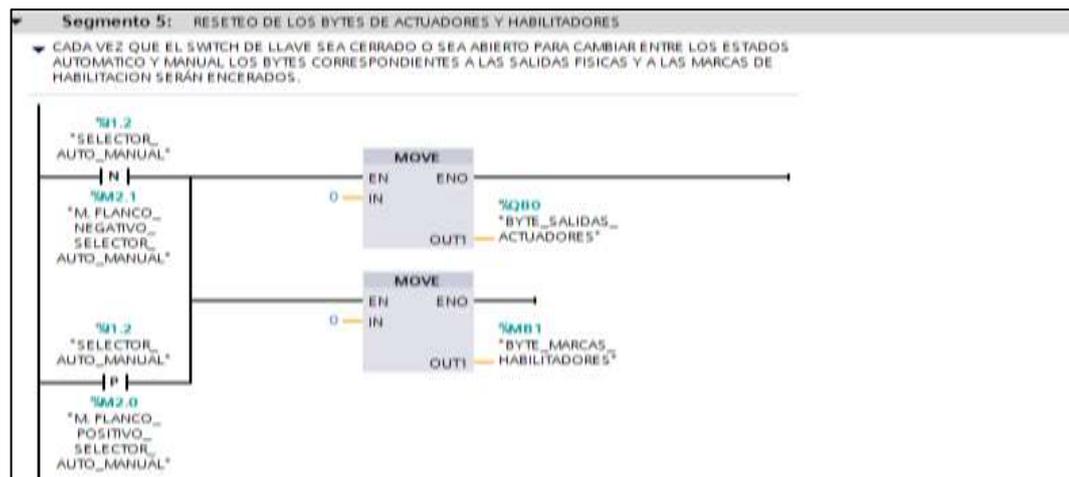


Figura 91. Segmento 5/Main[OB1]

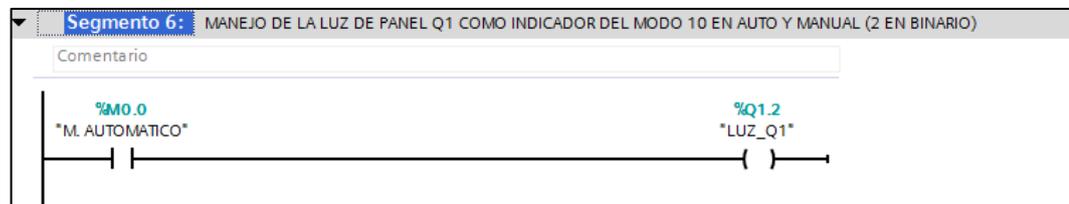


Figura 92. Segmento 6/Main[OB1]

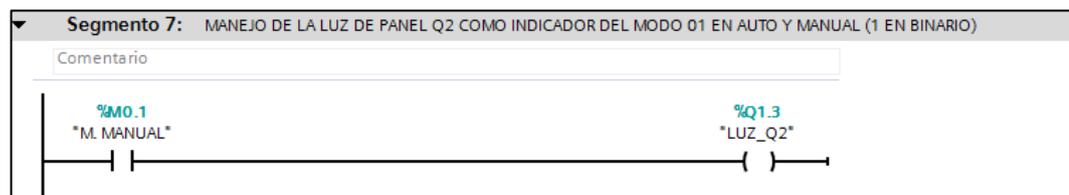


Figura 93. Segmento 7/Main[OB1]

Entradas y Salidas del bloque FUNCION_NIVEL [FC1]

Nombre	Tipo de datos	Offset	Comentario
Input			
MARCHA	Bool	5	
PARO	Bool		
NIVEL_ALTO_TANQUE_101	Bool		
NIVEL_BAJO_TANQUE_101	Bool		
NIVEL_BAJO_TANQUE_102	Bool		
Output			
LISTO	Bool		
BOMBA	Bool		
ELECTROVALVULA	Bool		
InOut			
HABILITACION_BOMBA_...	Bool		
HABILITACION_ELECTROV...	Bool		
Temp			
Return			
FUNCION_NIVEL	Void		

Figura 94. Configuración de E/S Bloque FUNCION_NIVEL[FC1]

Programación de bloque FUNCION_NIVEL [FC1]

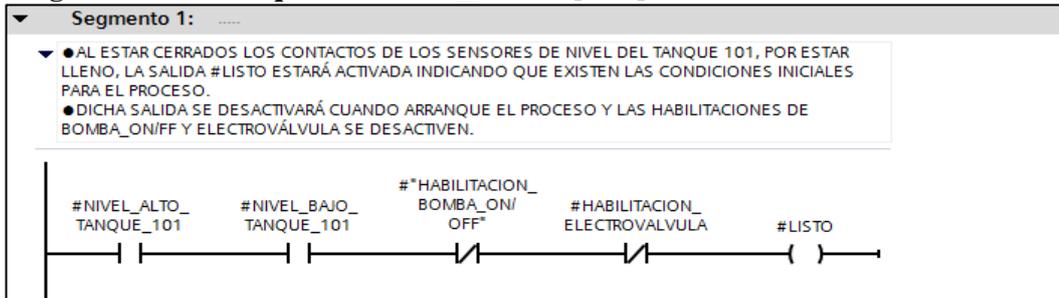


Figura 95. Segmento 1/Bloque FUNCION_NIVEL[FC1]



Figura 96. Segmento 2/Bloque FUNCION_NIVEL[FC1]

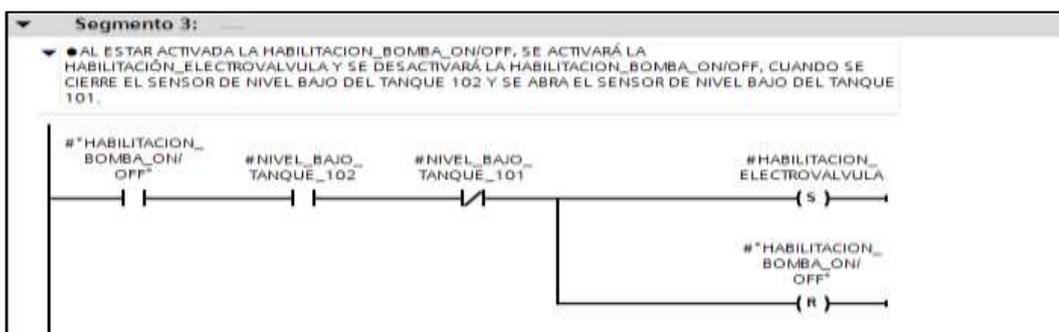


Figura 97. Segmento 3/Bloque FUNCION_NIVEL[FC1]

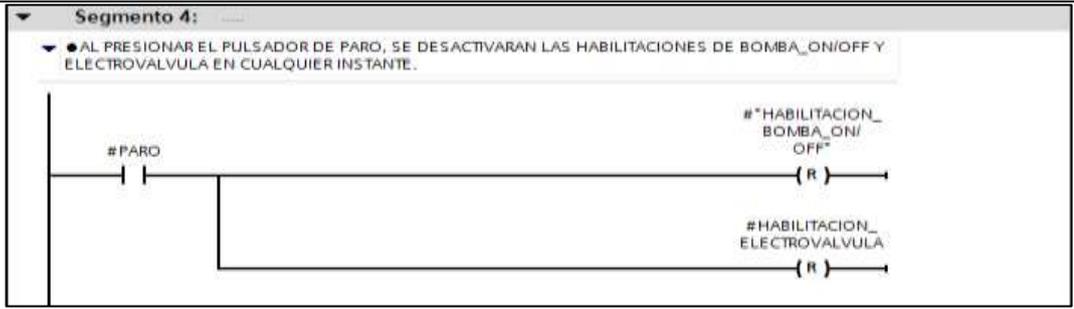


Figura 98. Segmento 4/Bloque FUNCION_NIVEL[FC1]

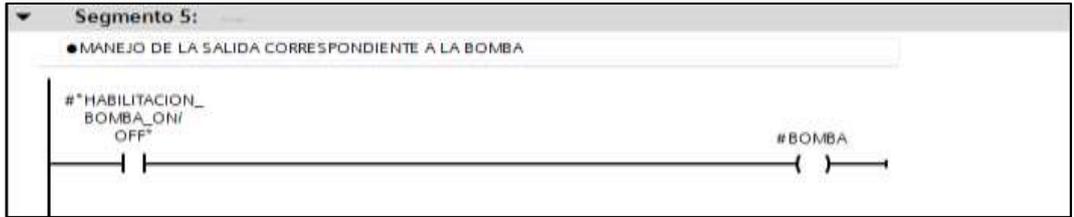


Figura 99. Segmento 5/Bloque FUNCION_NIVEL[FC1]

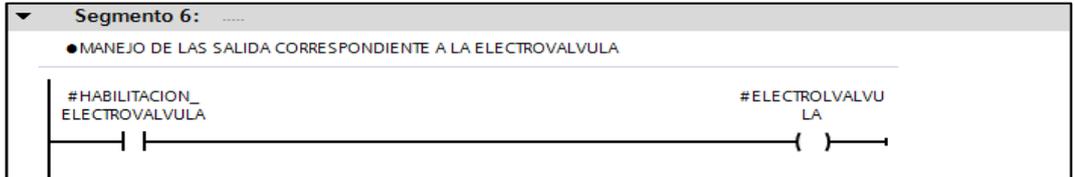


Figura 100. Segmento 6/Bloque FUNCION_NIVEL[FC1]

Entradas y Salidas del bloque FUNCION_TEMPERATURA [FC2]

Interfaz	Nombre	Tipo de datos	Offset	Comentario
1	Input			
2	MARCHA	Bool	0	
3	PARO	Bool		
4	SENSOR_TEMPERATURA	Word		
5	NIVEL_BAJO_TK101	Bool		
6	NIVEL_BAJO_TK102	Bool		
7	Output			
8	LISTO	Bool		
9	CALENTADOR_ON	Bool		
10	BOMBA_ON	Bool		
11	InOut			
12	HABILITACION_CALENTADOR	Bool		
13	HABILITACION_BOMBA	Bool		
14	Temp			
15	CICLO_CALENTADOR	Bool	D.0	
16	CICLO_BOMBA	Bool	D.1	
17	Return			
18	FUNCION_TEMPERATURA	Void		

Figura 101. Configuración de E/S Bloque FUNCION_TEMPERATURA[FC2]

Programación del bloque FUNCION_TEMPERATURA [FC2]

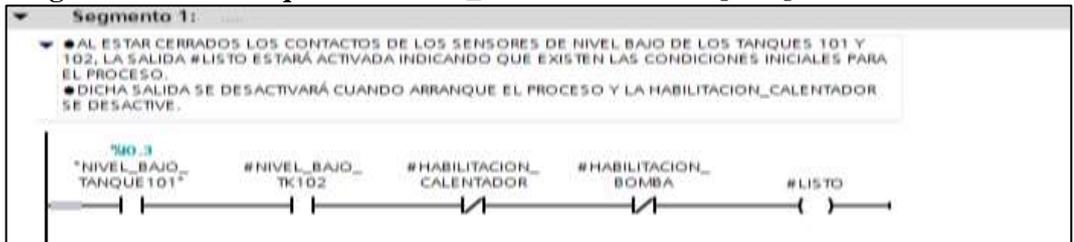


Figura 102. Segmento 1/ FUNCION_TEMPERATURA[FC2]

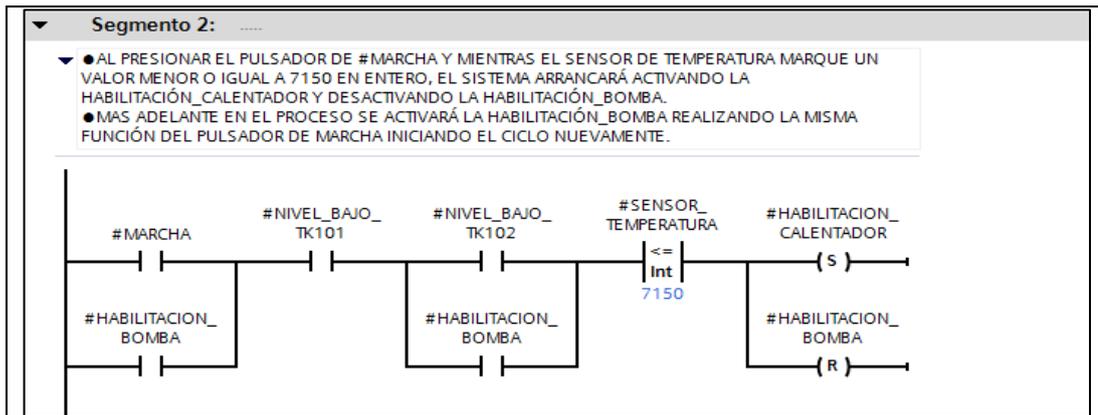


Figura 103. Segmento 2/ FUNCION_TEMPERATURA[FC2]

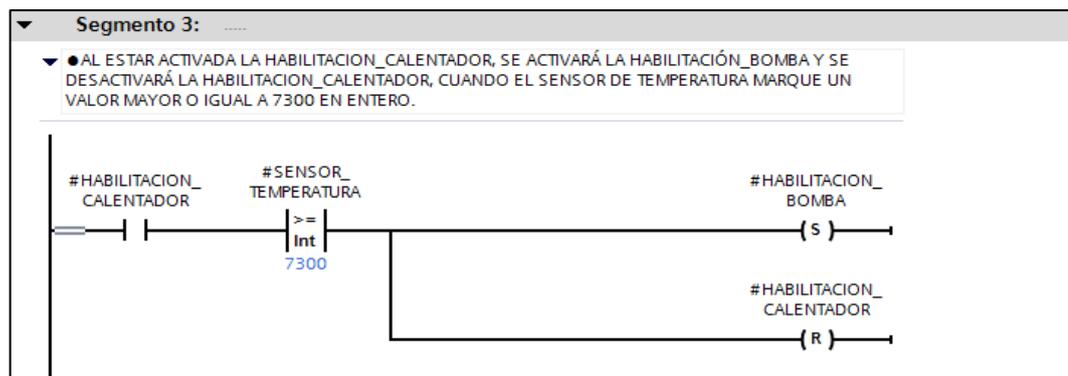


Figura 104. Segmento 3/ FUNCION_TEMPERATURA[FC2]

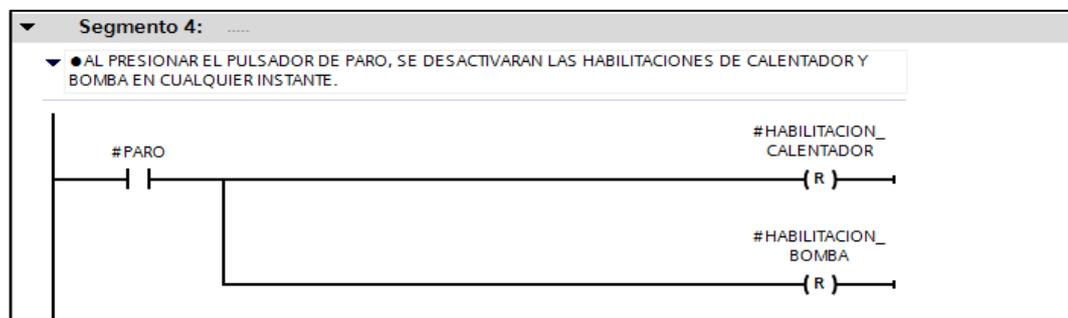


Figura 105. Segmento 4/ FUNCION_TEMPERATURA[FC2]

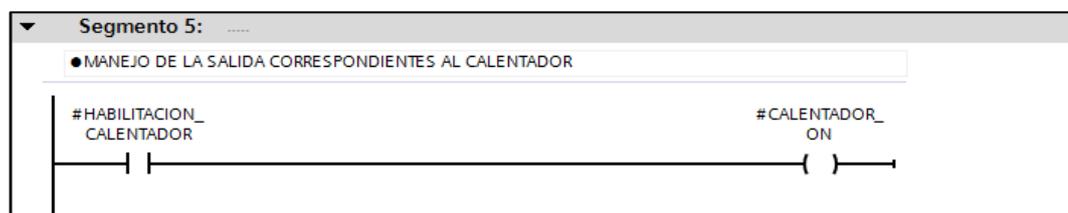


Figura 106. Segmento 5/ FUNCION_TEMPERATURA[FC2]

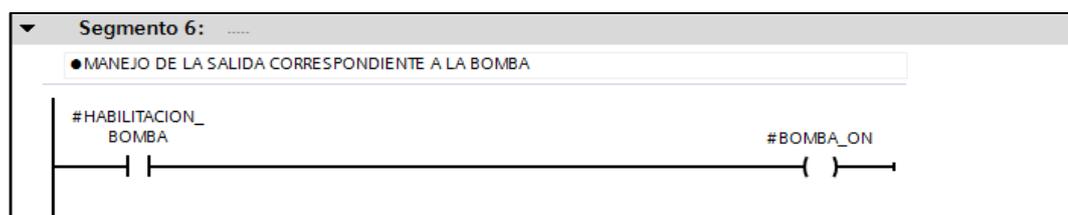


Figura 107. Segmento 6/ FUNCION_TEMPERATURA[FC2]

VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA

Visualización por tablas de observación, de la entrada analógica IW64 correspondiente al sensor de nivel ultrasónico, cuando entra en funcionamiento el estado automático del proceso planteado.

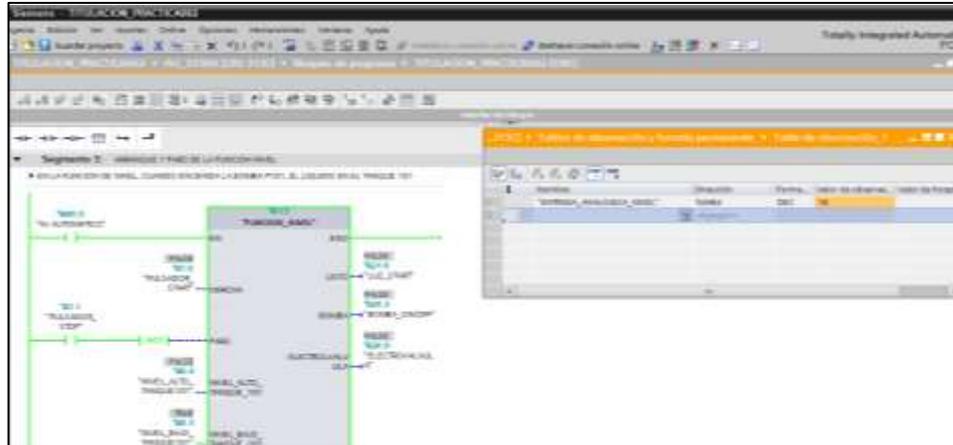


Figura 108. Validación de Funcionamiento del estado automático.

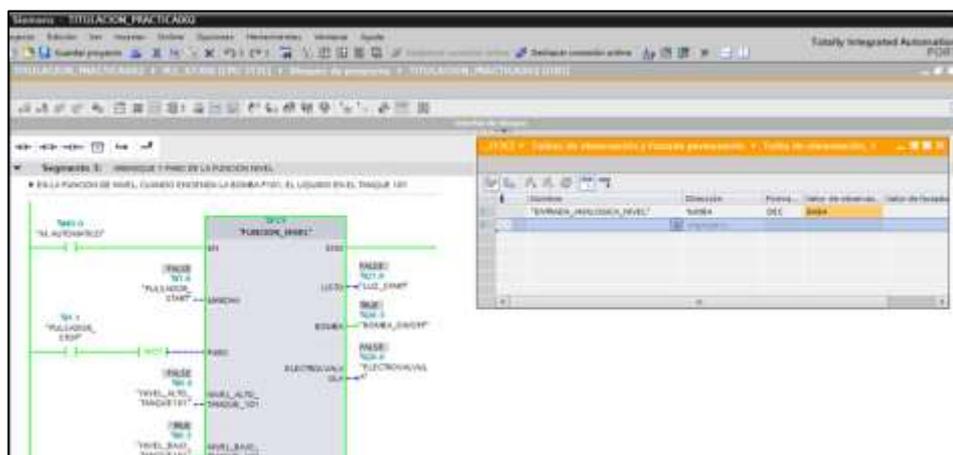


Figura 109. Validación de Funcionamiento del estado automático.

Visualización por tablas de observación, de la entrada analógica IW70 correspondiente al sensor de temperatura, cuando entra en funcionamiento el estado manual del proceso planteado.

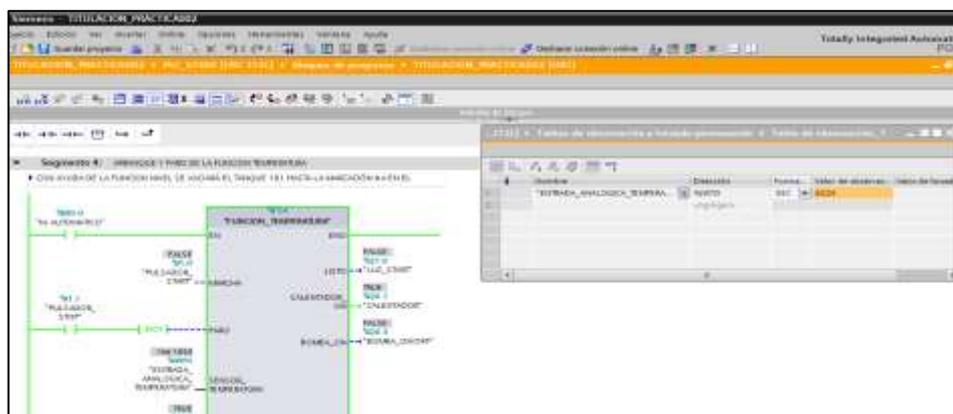


Figura 110. Validación de Funcionamiento del estado manual.

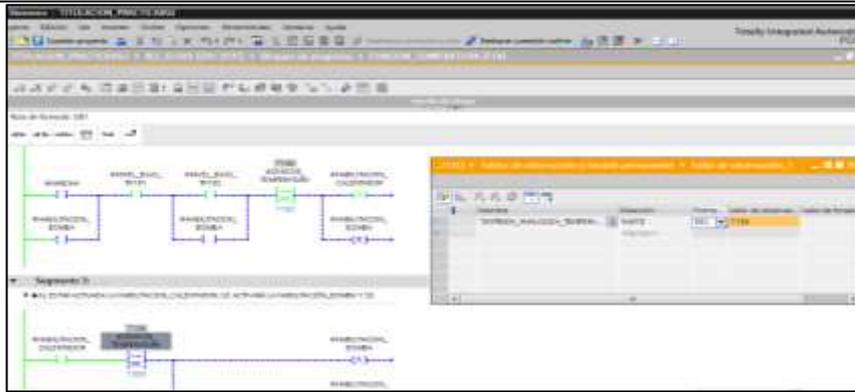


Figura 111. Validación de Funcionamiento del estado manual.

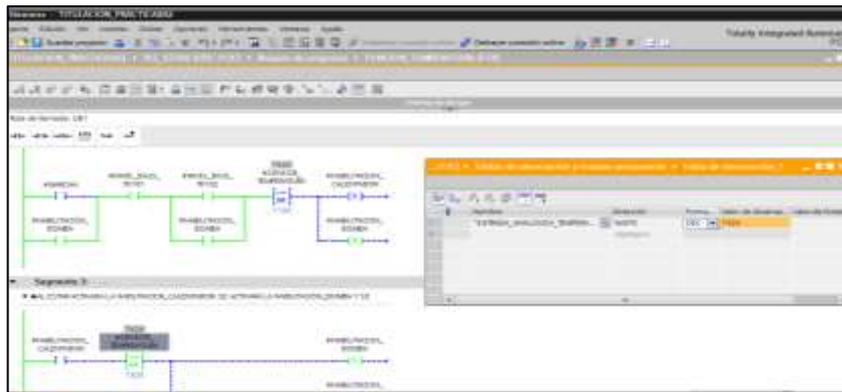


Figura 112. Validación de Funcionamiento del estado manual.

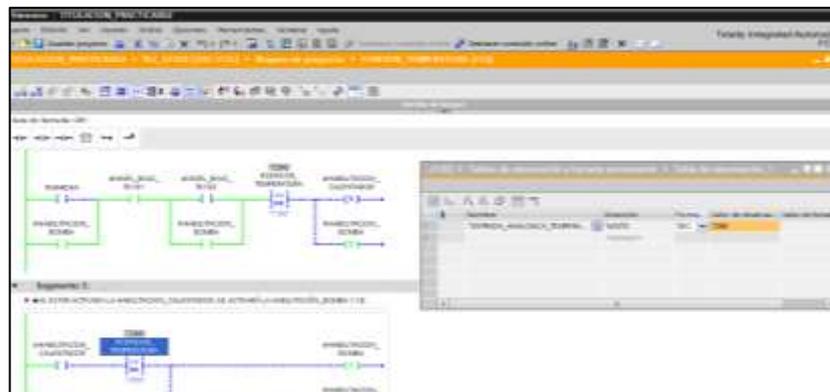


Figura 113. Validación de Funcionamiento del estado manual.

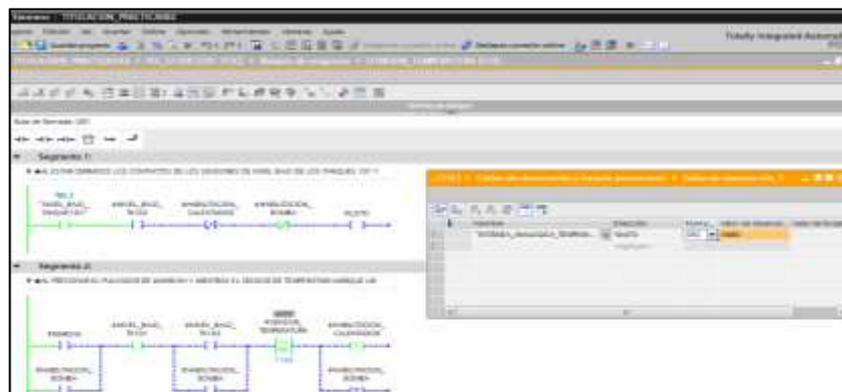


Figura 114. Validación de Funcionamiento del estado manual.

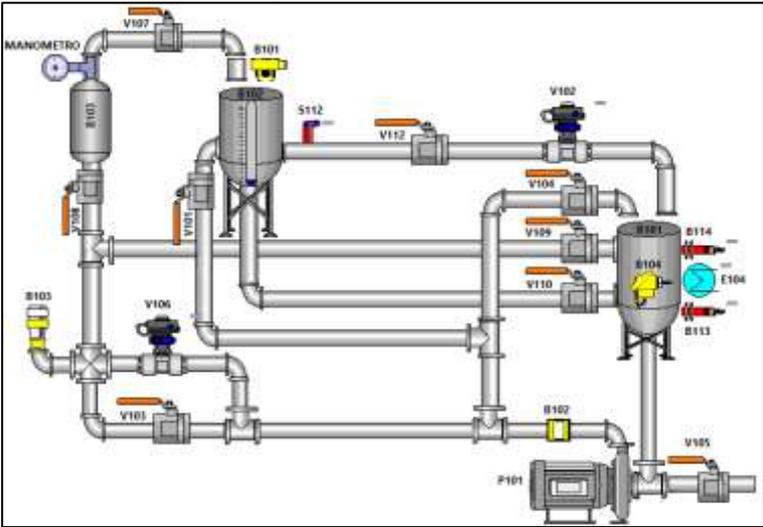
CONCLUSIONES:

- Se cumplieron los objetivos propuestos al inicio de la práctica, logrando familiarizarse con las entradas y salidas existentes

RECOMENDACIONES:

- Se debe revisar varias veces la programación antes de implementarla para evitar oscilaciones no deseadas de las salidas.
- Previo a la programación se debe analizar el funcionamiento de la instrumentación y el comportamiento de los elementos de fuerza.
- Analizar en detalle las medidas de seguridad para evitar cualquier percance.
- Revisar la apertura y cierre de las válvulas manuales de acuerdo a su uso.

4.3. PRÁCTICA 3

		FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO / TALLERES / CENTROS DE SIMULACIÓN – PARA DOCENTES
CARRERA: Ingeniería Electrónica		ASIGNATURA:
NRO. PRÁCTICA:	3	TÍTULO PRÁCTICA: RECONOCIMIENTO DE ENTRADAS Y SALIDAS EN PLANTA COMPACT WORKSTATION DE FESTO PARA CONTROL DE FLUJO Y PRESIÓN.
OBJETIVO GENERAL: Realizar un proyecto en TIA PORTAL para poder llevar a cabo la automatización del proceso propuesto.		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS: <ul style="list-style-type: none"> Realizar el control de encendido/apagado de actuadores para el control del flujo y la presión de un líquido utilizando lógica de contactos, sensores flujo y presión. Analizar las posibles fallas que podría tener el programa y colocar las protecciones adecuadas. 		
INSTRUCCIONES	<p>Considere el siguiente proceso:</p> 	
	<p>Figura 115. Proceso</p>	
<p>Panel de mando del proceso propuesto:</p> 		<p>Figura 116. Panel de mando</p>

1. EQUIPAMIENTO

Para la realización de la presente práctica, se utilizará la Planta Compact Workstation de Festo que se encuentra en el Laboratorio de Automatización Industrial. En esta planta didáctica se dispondrá de los siguientes elementos que se encuentran debidamente etiquetados:

- Dos tanques de diez litros de capacidad cada uno (B101 / B102)
- Un tanque acumulador de presión (B103)
- Actuadores:
 - Una bomba centrífuga (P101), que puede funcionar de forma On/Off a una sola velocidad (la máxima a 24VDC) o a velocidad variable (variando su voltaje de 0 a 10VDC).
 - Una válvula proporcional, que variará su apertura de acuerdo a la variación de 0 a 10VDC con que se la vaya a alimentar (V106).
 - Una válvula de accionamiento electro neumático (V102)
 - Un calefactor de 1000W a 110VAC (E104)
- Sensores:
 - Dos sensores de proximidad capacitivos en tanque B101 (B113 / B114)
 - Un sensor tipo boya en tanque B101 (S111)
 - Un sensor tipo boya en tanque B102 (S112)
 - Un sensor de nivel ultrasónico en tanque B102 (B101)
 - Un sensor de flujo (B102)
 - Un sensor de presión (B103)
 - Un sensor de temperatura RTD (B104)
- Nueve válvulas manuales (V101 / V103 / V104 / V105 / V107 / V108 / V109 / V110 / V112)
- Un panel de mando con unos pocos pulsadores, luces piloto y un selector de dos posiciones, identificados como:
 - Pulsador START
 - Pulsador STOP
 - Pulsador RESET
 - Selector de llave AUTO / MAN
 - Luz piloto en pulsador START
 - Luz piloto en pulsador RESET
 - Luz piloto Q1
 - Luz piloto Q2
- Un panel de control EduTrainer® donde estará instalado un PLC SIEMENS S7-300 CPU 313C, que físicamente tendrá conectadas las siguientes entradas/salidas que deberán ser usadas a criterio del estudiante al momento de desarrollar la solución al proceso propuesto:

NOMBRE	DIRECCIÓN
FLUJO_TANQUE101	%I0.0
DESBORDE_TANQUE101	%I0.1
NIVEL_BAJO_TANQUE102	%I0.2
NIVEL_BAJO_TANQUE101	%I0.3
NIVEL_ALTO_TANQUE101	%I0.4
ELECTROVALVULA_ABIERTA	%I0.5
ELECTROVALVULA_CERRADA	%I0.6
PULSADOR_START	%I1.0
PULSADOR_STOP	%I1.1
SELECTOR_AUTO_MANUAL	%I1.2
PULSADOR_RESET	%I1.3
ELECTROVALVULA	%Q0.0
CALENTADOR	%Q0.1
BOMBA_PRESET	%Q0.2
BOMBA_ON/OFF	%Q0.3
VALVULA_PROPORCIONAL	%Q0.4
LUZ_START	%Q1.0
LUZ_RESET	%Q1.1
LUZ_Q1	%Q1.2
LUZ_Q2	%Q1.3
ENTRADA_ANALOGICA_NIVEL	%IW64
ENTRADA_ANALOGICA_FLUJO	%IW66
ENTRADA_ANALOGICA_PRESION	%IW68
ENTRADA_ANALOGICA_TEMPERATURA	%IW70
SALIDA_ANALOGICA_VARIADOR	%QW64
SALIDA_ANALOGICA_VALVULA_PROPO RCIONAL	%QW66

Tabla 5. E/S de la Planta Compact Workstation de Festo.
(Festo Didactic, 2008)

2. GENERALIDADES

El proceso que se va a describir a continuación consistirá en dos estados de operación, determinados por el selector de llave en el panel de mando, que serán:

- Estado automático – Selector en AUTO
- Estado manual – Selector en MAN

Cada estado tendrá un funcionamiento particular, en donde se comprobarán las variables de Flujo y Presión, que son dos de las cuatro variables físicas con las que la planta didáctica Compact Workstation de FESTO está en capacidad de realizar lazos de control.

En el estado automático, se trabajará con la variable de Flujo y su condición inicial normal será:

- El tanque B101 estará lleno de líquido y por lo tanto los sensores de proximidad B113 y B114 estarán cerrados.
- El tanque B102 estará vacío y por lo tanto el sensor de boya S112 estará abierto.

	<ul style="list-style-type: none"> - La válvula de accionamiento electro neumático V102 cerrada. - La bomba centrífuga P101 estará apagada. - La válvula proporcional V106 estará cerrada. - El calefactor E104 estará apagado. - La válvula manual V104 debe estar abierta y las demás cerradas. - Los sensores correspondientes a las entradas analógicas estarán permanentemente funcionando: el ultrasónico de nivel B103, el de presión B103, el de flujo B102 y el de temperatura B104. <p>En el estado manual, se trabajará con la variable de Presión y su condición inicial normal será:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El tanque B101 estará lleno de líquido y por lo tanto los sensores de proximidad B113 y B114 estarán cerrados. - El tanque B102 estará vacío y por lo tanto el sensor de boya S112 estará abierto. - La válvula de accionamiento electro neumático V102 cerrada. - La bomba centrífuga P101 estará apagada. - La válvula proporcional V106 estará cerrada. - El calefactor E104 estará apagado. - Las válvulas manuales V107, V108 y v110 deben estar abiertas y las demás cerradas. La válvula manual V103 deberá estar abierta sólo al inicio del proceso, posteriormente permanecerá cerrada. - Los sensores correspondientes a las entradas analógicas estarán permanentemente funcionando: el ultrasónico de nivel B103, el de presión B103, el de flujo B102 y el de temperatura B104.
	<p>3. DESCRIPCIÓN</p> <p>Estado Automático</p> <p>Previa confirmación de la Condición Inicial Normal de la planta mediante el encendido de la luz piloto LUZ_START, el sistema arrancará al presionar el pulsador START (LUZ_START deberá apagarse), encendiéndose la bomba centrífuga P101 en una rampa de velocidad ascendente haciendo recircular el líquido del tanque B101. Por tablas de observación se podrá visualizar el cambio que se produce en los valores que muestra la dirección de la entrada analógica correspondiente al sensor de flujo B102 a medida que la bomba P101 varía su velocidad.</p>

	<p>Estado Manual</p> <p>Previa confirmación de la Condición Inicial Normal de la planta mediante el encendido de la luz piloto LUZ_START, el sistema arrancará al presionar el pulsador START (LUZ_START deberá apagarse), encendiéndose la bomba centrífuga P101 a la máxima velocidad.</p> <p>Se observará que el líquido del tanque B101 comenzará a ascender por la sección vertical transparente más larga de tubería indicando que el tanque de presión B103 se está llenando. Cuando el líquido comience a salir hacia el tanque B102, se deberá cerrar poco a poco la válvula manual V107 y se observará como el manómetro de carátula comenzará a marcar el incremento de presión. Continuar cerrando la válvula manual V107 hasta llegar a la marcación de 0,2 BAR, luego cerrar totalmente y definitivamente la válvula manual V103 como se lo mencionó en el punto 2 sobre la Condición Inicial Normal.</p> <p>Una vez cerrada la válvula manual V103 se podrá observar en el manómetro de carátula como asciende y desciende la presión a manera de vaivén. Esto va a ser producto de la apertura y cierre de la válvula proporcional V106 a la que se le hará funcionar primero con una rampa ascendente de 0 a 10VDC y seguidamente con una rampa descendente de 10 a 0VDC.</p> <p>El sistema se detendrá en cualquier instante de ambos estados al presionar el pulsador STOP, deshabilitando la bomba P101, el variador de velocidad y la válvula proporcional V106 por igual, debiendo regresar a la condición inicial para dar marcha nuevamente. De igual manera al mover el selector de llave entre ambos estados.</p>
--	--

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR
<ol style="list-style-type: none"> 1. Diseñar una solución al problema de automatización utilizando un autómata programable. 2. Realizar la puesta en marcha de la solución validando la efectividad del mismo y las seguridades del caso.
<p>RESULTADOS OBTENIDOS:</p> <p>a) Configuración de E/S Se usen o no, quedarán registradas todas las entradas y salidas que se encuentran conectadas físicamente al PLC.</p>

TITULACION_PRACTICA003 ▶ PLC_S7300 [CPU 313C] ▶ Variables PLC				
Variables				
Variables PLC				
	Nombre	Típ...	Dirección	Comentario
1	FLUJO_TANQUE101	Bool	%I0.0	SENSOR DE FLUJO FRECUENCIA 0...1000HZ
2	DESBORDE_TANQUE101	Bool	%I0.1	SENSOR BOYA TANQUE 101 SEGURIDAD DE REBOSE
3	NIVEL_BAJO_TANQUE102	Bool	%I0.2	SENSOR DE BOYA NIVEL BAJO TANQUE 102
4	NIVEL_BAJO_TANQUE101	Bool	%I0.3	SENSOR CAPACITIVO NIVEL BAJO TANQUE 101
5	NIVEL_ALTO_TANQUE101	Bool	%I0.4	SENSOR CAPACITIVO NIVEL ALTO TANQUE 101
6	ELECTROVALVULA_ABIERTA	Bool	%I0.5	VÁLVULA DE BOLA V102 ABIERTA
7	ELECTROVALVULA_CERRADA	Bool	%I0.6	VÁLVULA DE BOLA V102 CERRADA
8	PULSADOR_START	Bool	%I1.0	BOTÓN DE INICIO DEL PANEL TÁCTIL
9	PULSADOR_STOP	Bool	%I1.1	BOTÓN DE PARADA DEL PANEL TÁCTIL (NC)
10	SELECTOR_AUTO_MANUAL	Bool	%I1.2	SELECTOR MANUAL/AUTOMATICO
11	PULSADOR_RESET	Bool	%I1.3	BOTÓN DE REINICIO DEL PANEL TÁCTIL
12	ELECTROVALVULA	Bool	%Q0.0	VALVULA DE BOLA V102
13	CALENTADOR	Bool	%Q0.1	0 = CALENTADOR APAGADO, 1 = CALENTADOR ENCENDIDO
14	BOMBA_PRESET	Bool	%Q0.2	BOMBA_VARIADOR = 1, BOMBA_ON/OFF = 0
15	BOMBA_ON/OFF	Bool	%Q0.3	1 => BOMBA_VARIADOR = 0
16	VALVULA_PROPORCIONAL	Bool	%Q0.4	ACTIVAR VÁLVULA PROPORCIONAL
17	LUZ_START	Bool	%Q1.0	LUZ INTERIOR DEL BOTON DE INICIO
18	LUZ_RESET	Bool	%Q1.1	LUZ INTERIOR DEL BOTON DE REINICIO
19	LUZ_Q1	Bool	%Q1.2	LUZ Q1
20	LUZ_Q2	Bool	%Q1.3	LUZ Q2
21	ENTRADA_ANALOGICA_NIVEL	Word	%IW64	ENTRADA ANALOGICA SENSOR ULTRASONICO NIVEL TANQUE
22	ENTRADA_ANALOGICA_FLUJO	Word	%IW66	ENTRADA ANALOGICA SENSOR DE FLUJO
23	ENTRADA_ANALOGICA_PRESION	Word	%IW68	ENTRADA ANALOGICA SENSOR DE PRESION
24	ENTRADA_ANALOGICA_TEMPERATURA	Word	%IW70	ENTRADA ANALOGICA SENSOR DE TEMPERATURA PT100
25	SALIDA_ANALOGICA_VARIADOR	Word	%QW64	SALIDA ANALOGICA VARIADOR DE BOMBA
26	SALIDA_ANALOGICA_VALVULA_PROPORCIONAL	Word	%QW66	SALIDA ANALOGICA VALVULA PROPORCIONAL
27	M. AUTOMÁTICO	Bool	%M0.0	
28	M. MANUAL	Bool	%M0.1	
29	M. HABILITACION_BOMBA_PRESET	Bool	%M1.3	
30	M. HABILITACION_BOMBA_ON/OFF_VALVULA_PROP...	Bool	%M1.4	
31	M. HABILITADOR CAMBIO SENTIDO RAMPA	Bool	%M1.5	
32	BYTE_SALIDAS_ACTUADORES	Byte	%QB0	
33	BYTE_MARCAS_HABILITADORES	Byte	%MB1	
34	M. FLANCO_POSITIVO_SELECTOR_AUTO_MANUAL	Bool	%M2.0	
35	M. FLANCO_NEGATIVO_SELECTOR_AUTO_MANUAL	Bool	%M2.1	
36	M. MARCA DE CICLO 10HZ	Bool	%M100.0	

Figura 117. Configuración de E/S

b) Configuración del hardware

Se utilizará un PLC S7300 CPU 313C junto a un módulo de comunicación ethernet CP 343-1 LEAN. Se habilitará la marca de ciclo en el byte MB100 y el número IP asignado en este caso será 192.168.0.40.

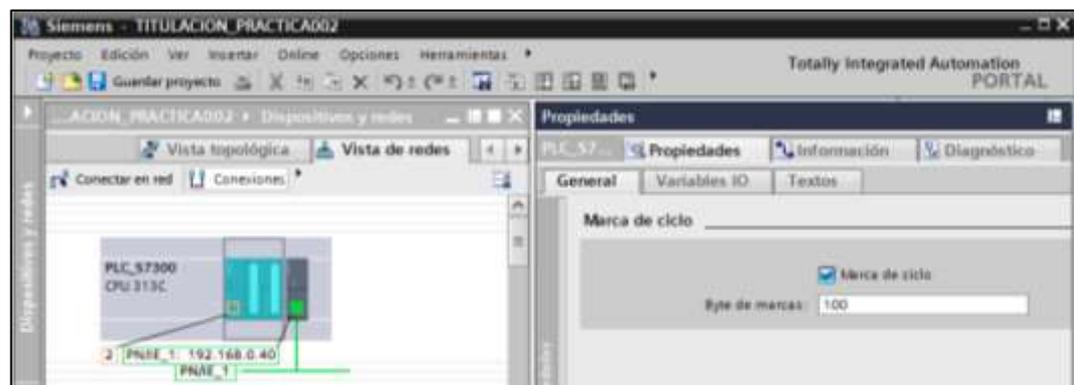


Figura 118. Configuración de Hardware

c) Programación Propuesta

Se sugiere realizar la programación empleando bloques de función FC o FB para que el PLC se encargue de gestionar las direcciones de gran parte de las áreas de memoria que se podrían utilizar.

Programación del bloque Main [OB1]:

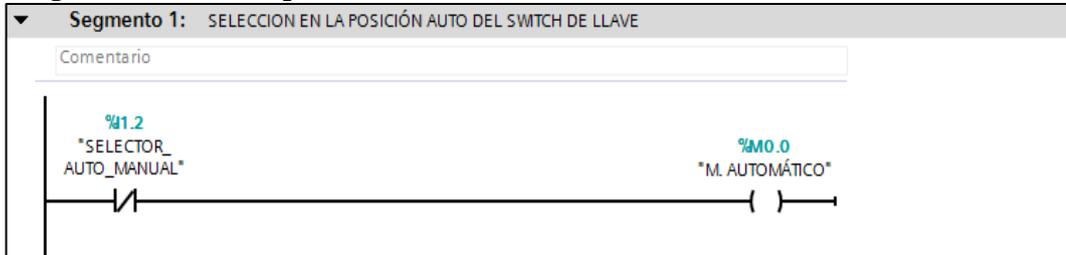


Figura 119. Segmento 1/Main[OB1]

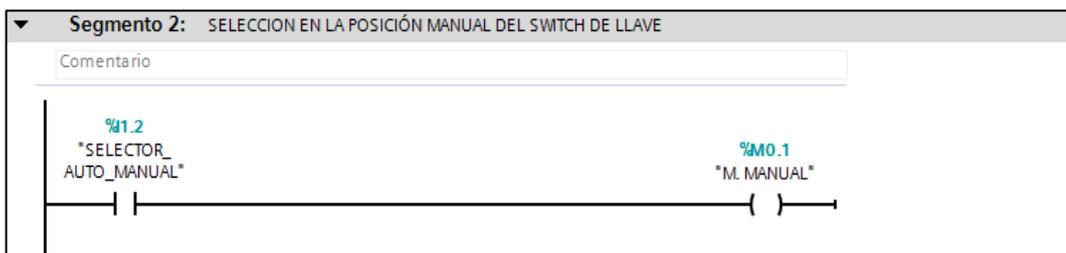


Figura 120. Segmento 2/Main[OB1]

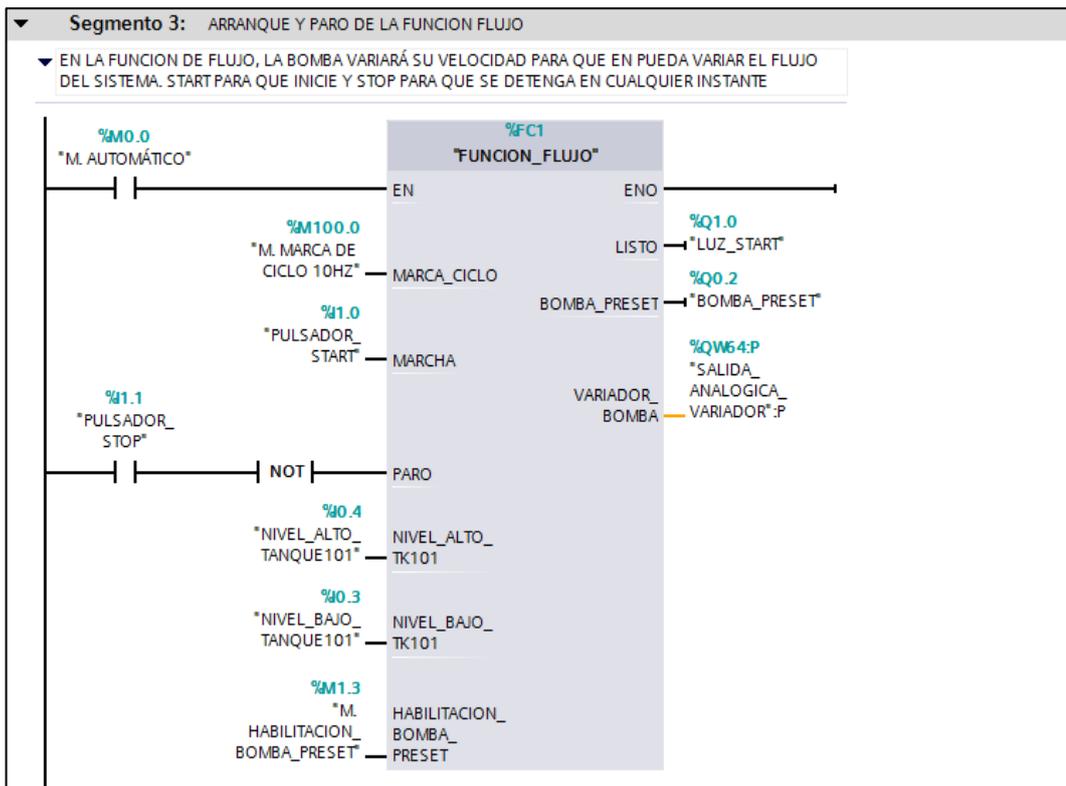


Figura 121. Segmento 3/Main[OB1]

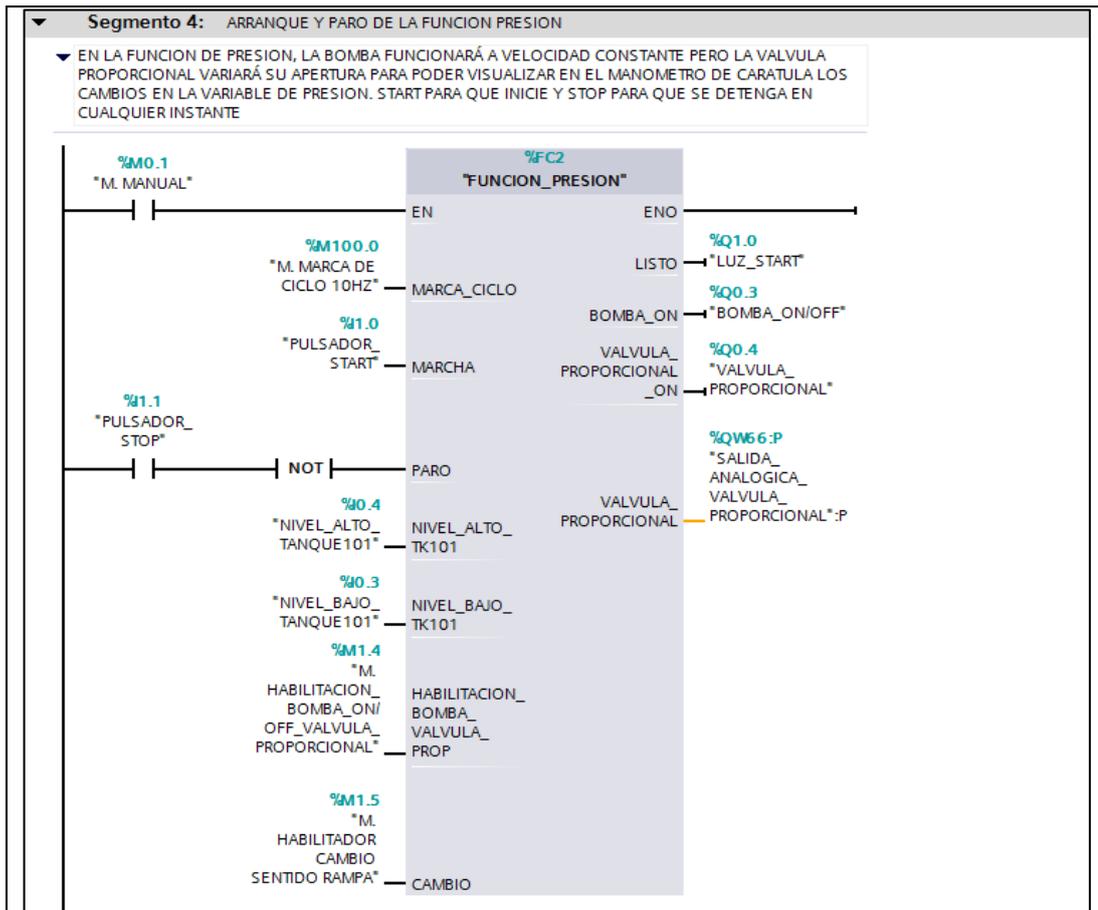


Figura 122. Segmento 4/Main[OB1]

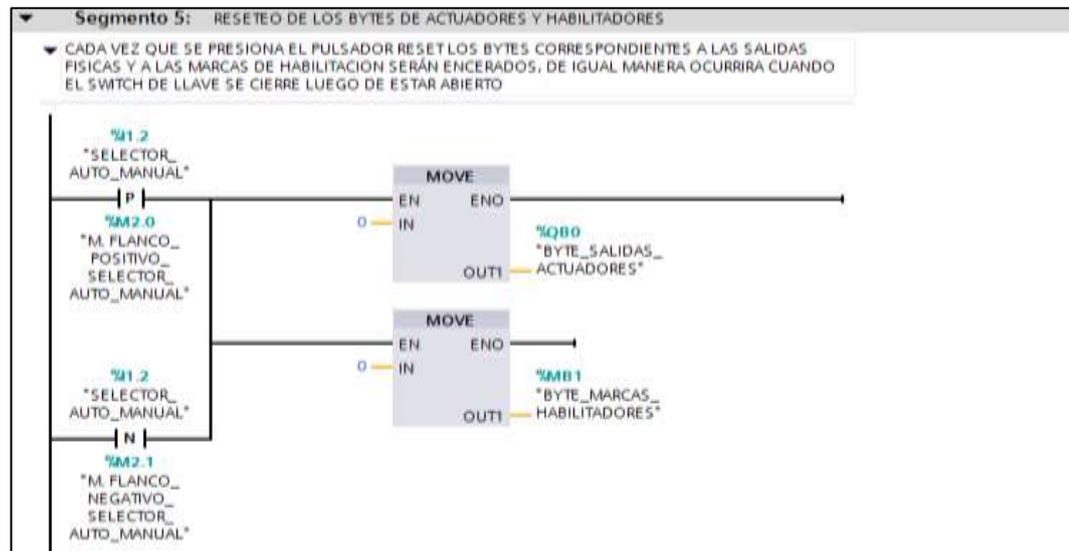


Figura 123. Segmento 5/Main[OB1]

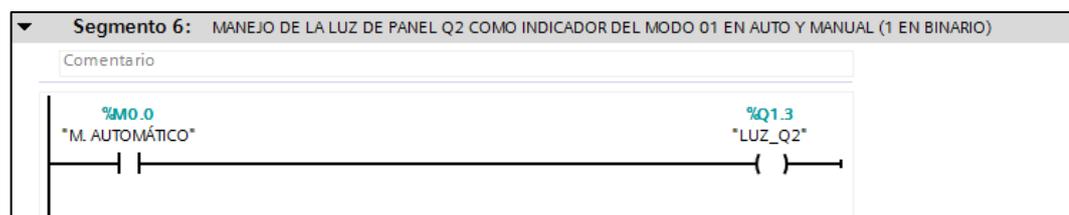


Figura 124. Segmento 6/Main[OB1]

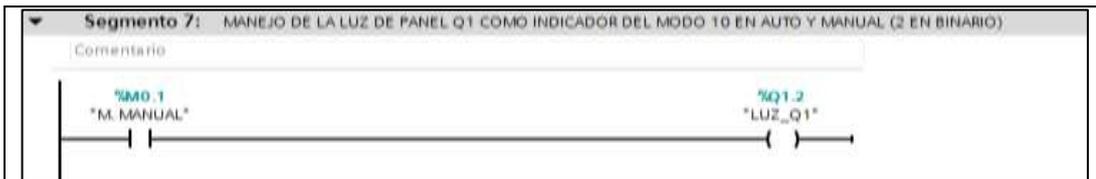


Figura 125. Segmento 7/Main[OB1]

Entradas y Salidas del bloque FUNCION_FLUJO [FC1]

Nombre	Tipo de datos	Offset	Comentario
Input			
MARCA_OCLO	Bool		
MARCHA	Bool		
PARO	Bool		
NIVEL_ALTO_TK101	Bool		
NIVEL_BAJO_TK101	Bool		
Output			
LISTO	Bool		
BOMBA_PRESET	Bool		
VARADOR_BOMBA	Word		
INOut			
HABILITACION_BOMBA_P	Bool		
Temp			
CONTADOR	Int	0.0	
A	Dir	2.0	
B	Real	5.0	
C	Real	10.0	
D	Real	14.0	
E	Dir	18.0	
AI_BOMBA_ON	Bool	22.0	
Return			
FUNCION_FLUJO	Void		

Figura 126. Configuración de E/S Bloque FUNCION_FLUJO[FC1]

Programación de bloque FUNCION_FLUJO [FC1]

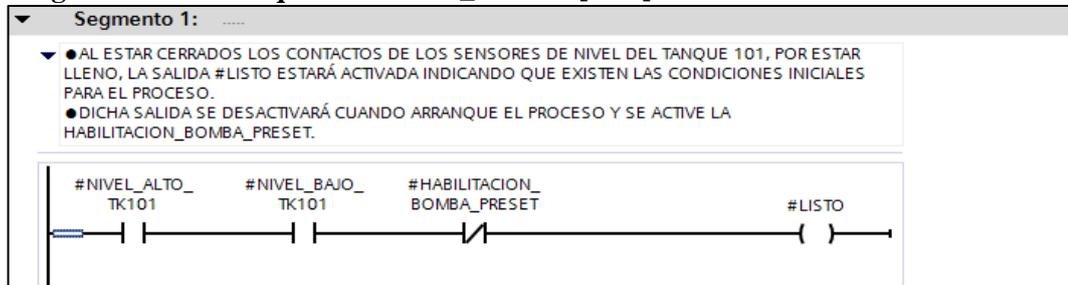


Figura 127. Segmento 1/Bloque FUNCION_FLUJO[FC1]

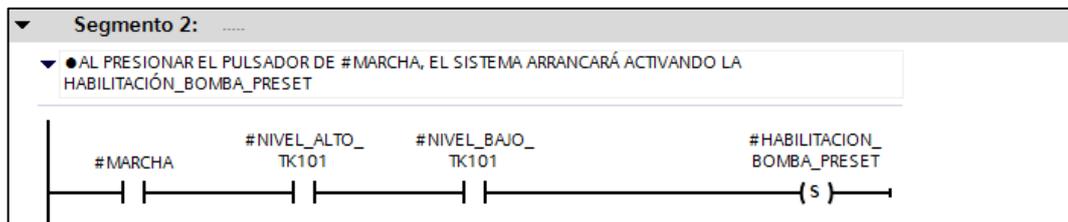


Figura 128. Segmento 2/Bloque FUNCION_FLUJO[FC1]

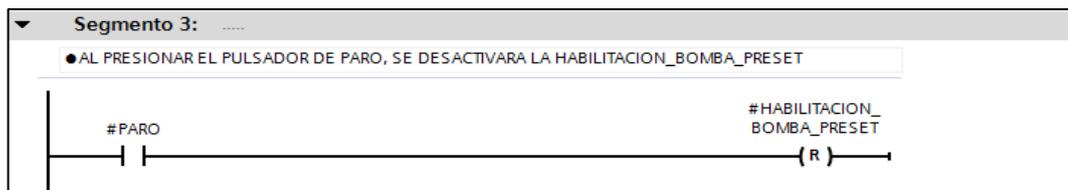


Figura 129. Segmento 3/Bloque FUNCION_FLUJO[FC1]

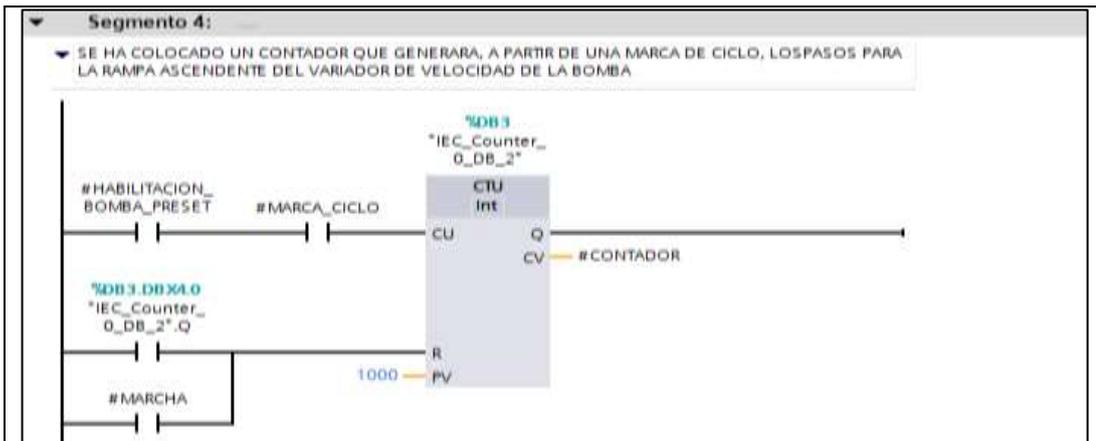


Figura 130. Segmento 4/Bloque FUNCION_FLUJO[FC1]

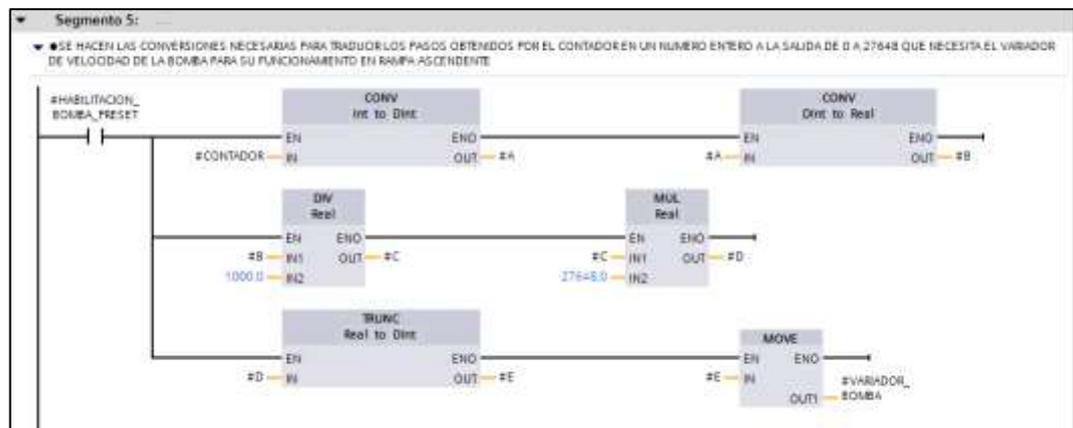


Figura 131. Segmento 5/Bloque FUNCION_FLUJO[FC1]

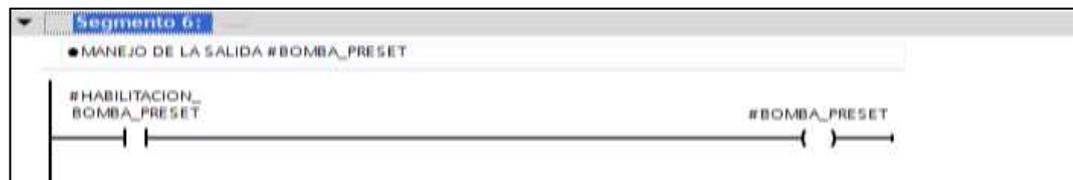


Figura 132. Segmento 6/Bloque FUNCION_FLUJO[FC1]

Entradas y Salidas del bloque FUNCION_PRESION [FC2]

TITULACION_PRACTICA003 - PLC_S7300 [CPU 313C] - Bloques de programa - FUNCION_PRESION [FC2]

Nombre	Tipo de datos	Offset	Comentario
Input			
1 MARCA_CICLO	Bool	0	
2 MARCHA	Bool	1	
3 FINO	Bool	2	
4 NIVEL_ALTO_3K101	Bool	3	
5 NIVEL_BAJO_3K101	Bool	4	
Output			
6 LISTO	Bool	0	
7 BOMBA_ON	Bool	1	
8 VALVULA_PROPORCIONAL_1	Bool	2	
9 VALVULA_PROPORCIONAL_2	Word	3	
InOut			
10 HABILITACION_BOMBA_V...	Bool	0	
11 CAMBIO	Bool	1	
Temp			
12 CONTADOR	Int	0.0	
13 M_VALVULA_PROPORCIO...	Bool	2.0	
14 A	Dint	4.0	
15 B	Real	8.0	
16 C	Real	12.0	
17 D	Real	16.0	
18 E	Dint	20.0	
19 F	Bool	24.0	
Return			
FUNCION_PRESION	Void		

Figura 133. Configuración de E/S Bloque FUNCION_PRESION[FC2]

Programación del bloque FUNCION_PRESION [FC2]

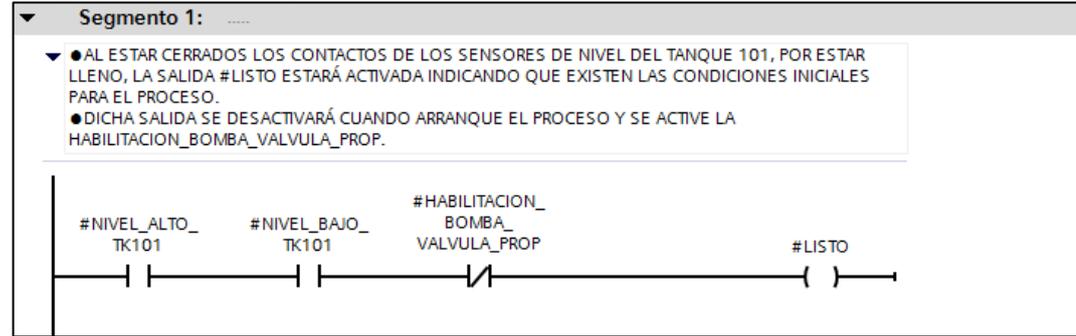


Figura 134. Segmento 1/ FUNCION_PRESION[FC2]

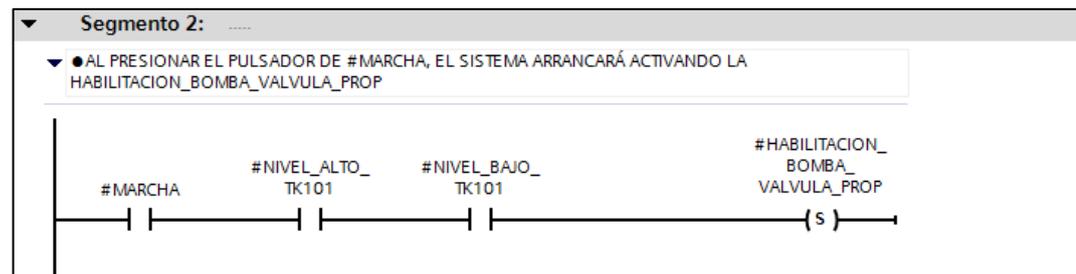


Figura 135. Segmento 2/ FUNCION_PRESION[FC2]

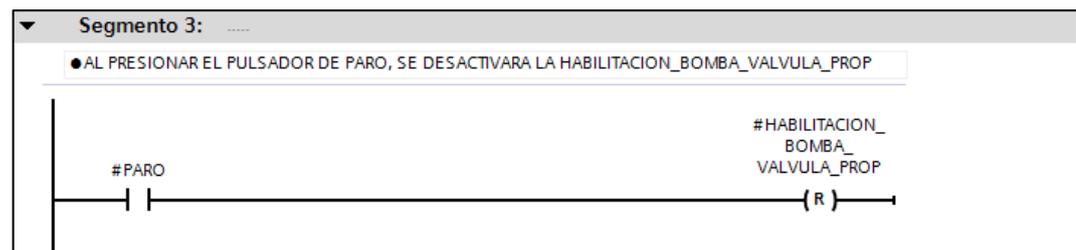


Figura 136. Segmento 3/ FUNCION_PRESION[FC2]

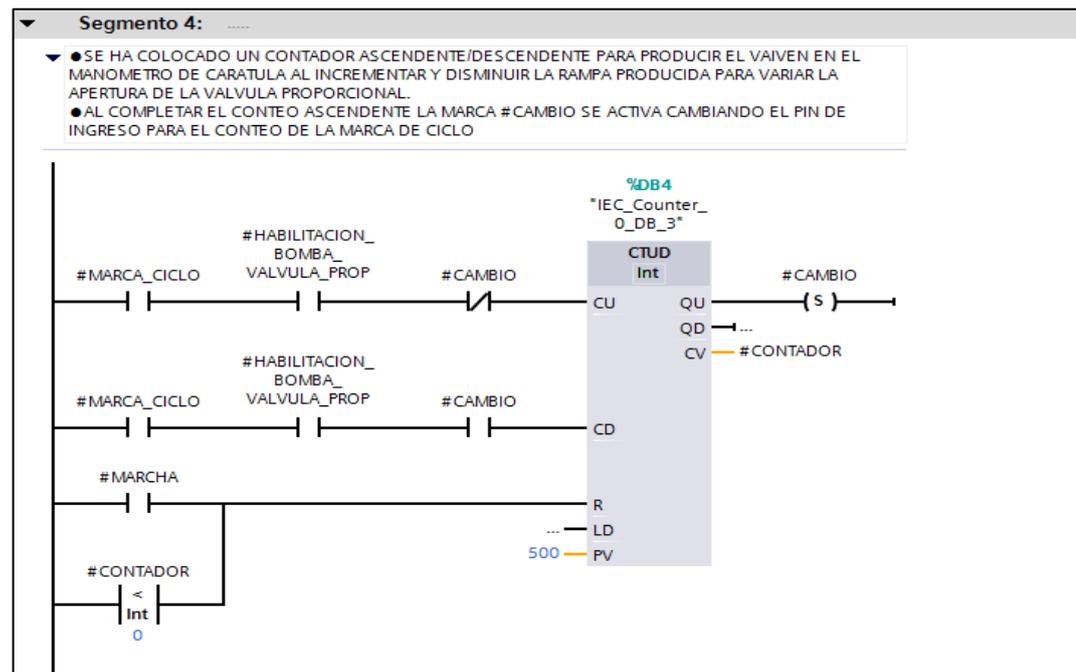


Figura 137. Segmento 4/ FUNCION_PRESION[FC2]

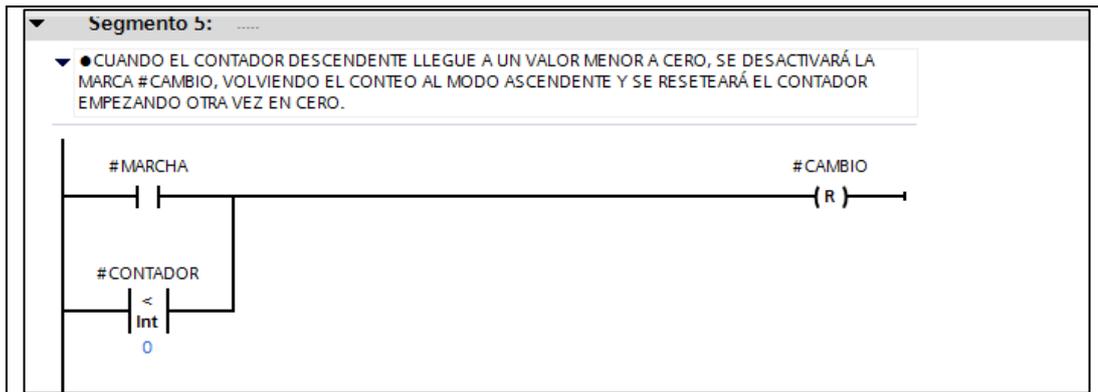


Figura 138. Segmento 5/ FUNCION_PRESION[FC2]

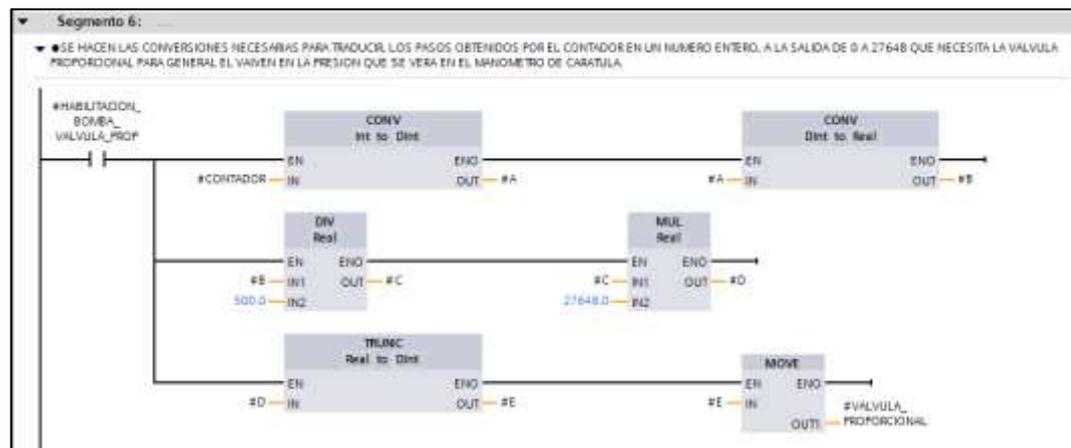


Figura 139. Segmento 6/ FUNCION_PRESION[FC2]

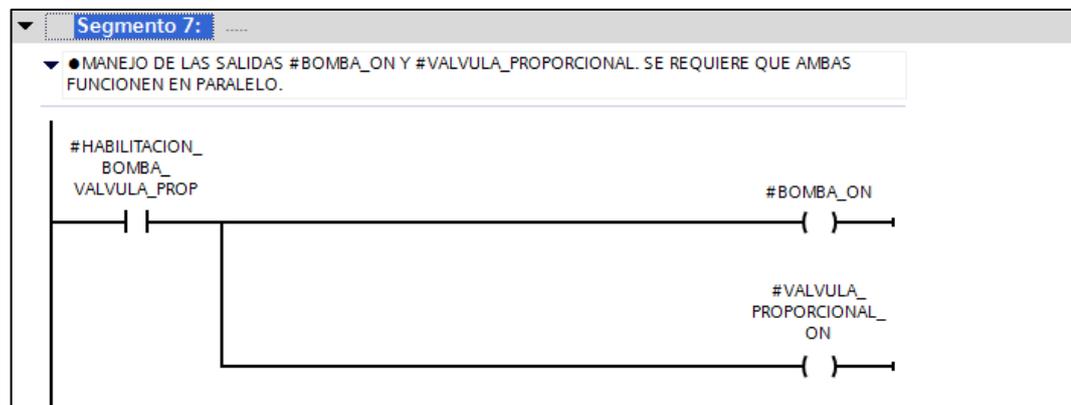


Figura 140. Segmento 7/ FUNCION_PRESION[FC2]

VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA

Visualización por tablas de observación, de la entrada analógica IW66 correspondiente al sensor de flujo y de la salida analógica QW64 correspondiente al variador de velocidad de la bomba, cuando entra en funcionamiento el estado automático del proceso planteado.

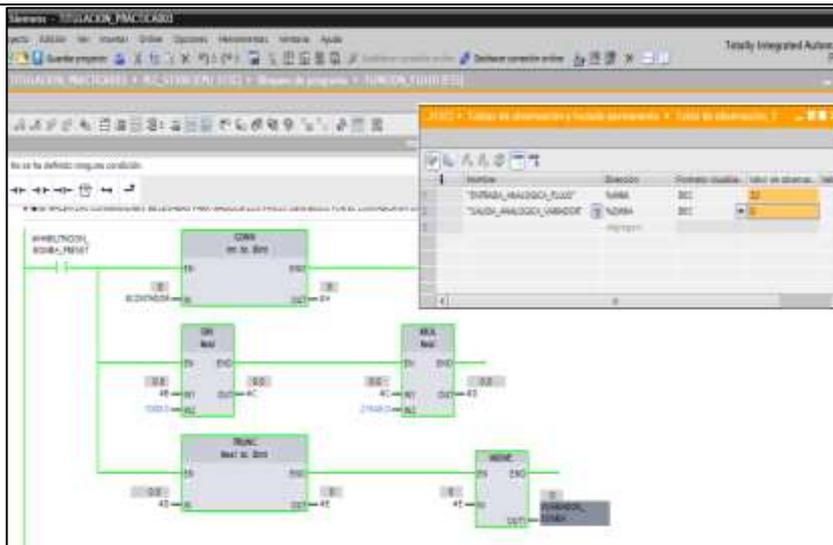


Figura 141. Validación de Funcionamiento del estado automático

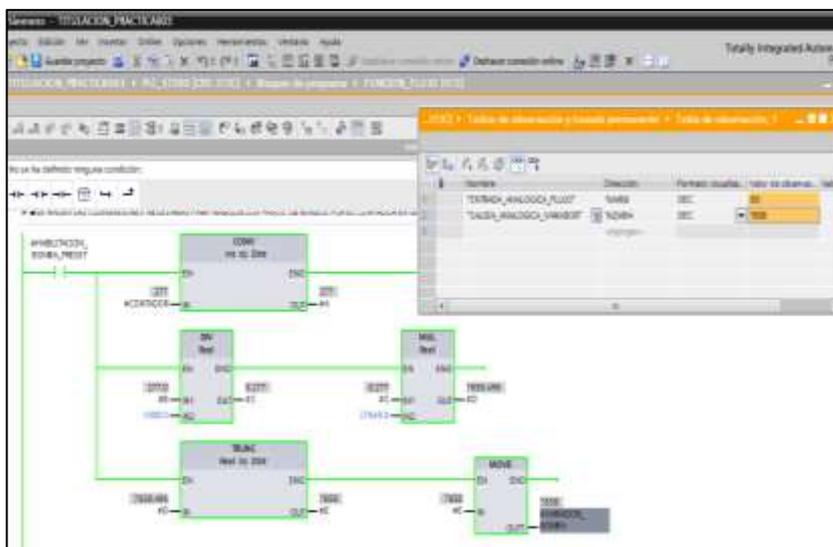


Figura 142. Validación de Funcionamiento del estado automático

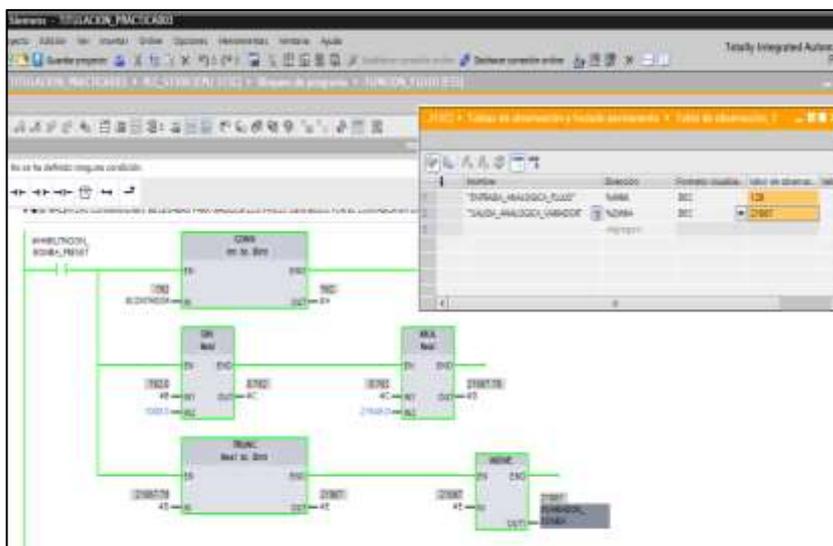


Figura 143. Validación de Funcionamiento del estado automático

Visualización por tablas de observación, de la entrada analógica IW68 correspondiente al sensor de presión y de la salida analógica QW66 correspondiente a la válvula proporcional, cuando entra en funcionamiento el estado manual del proceso planteado.

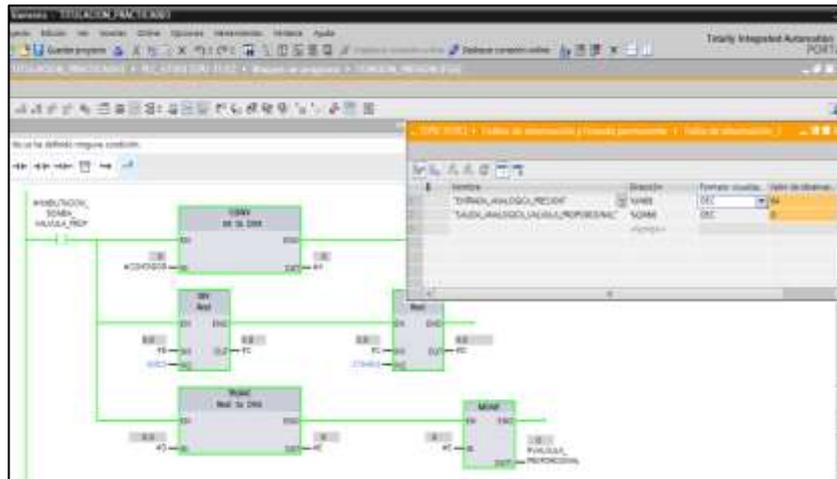


Figura 144. Validación de Funcionamiento del estado manual.

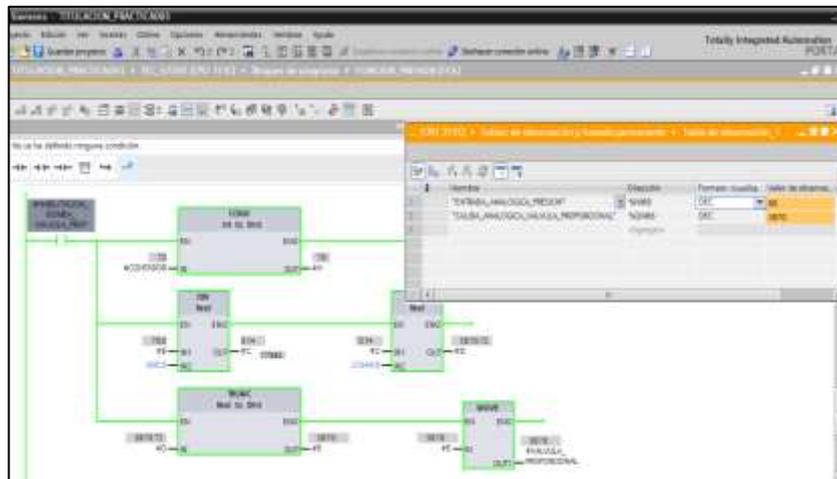


Figura 145. Validación de Funcionamiento del estado manual.

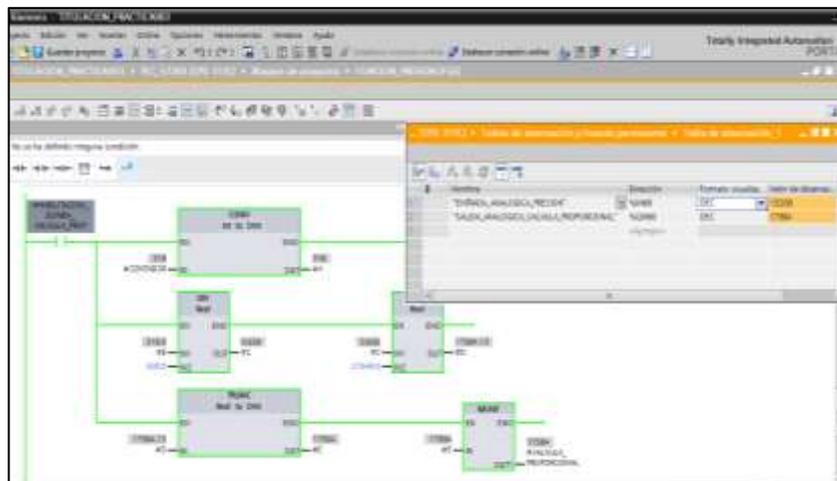


Figura 146. Validación de Funcionamiento del estado manual.

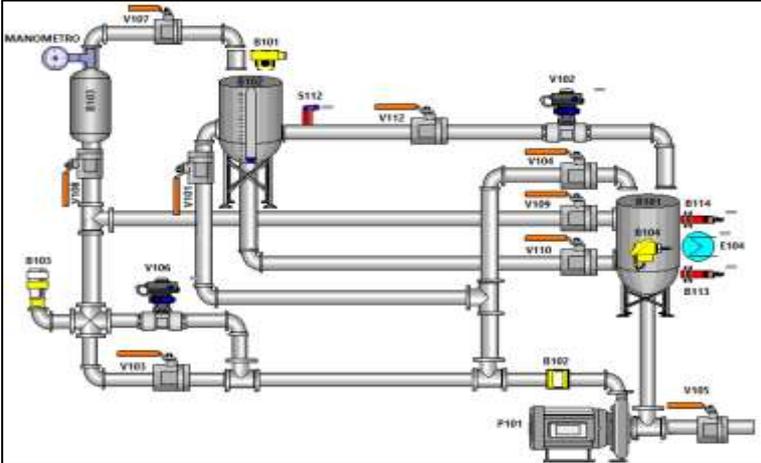
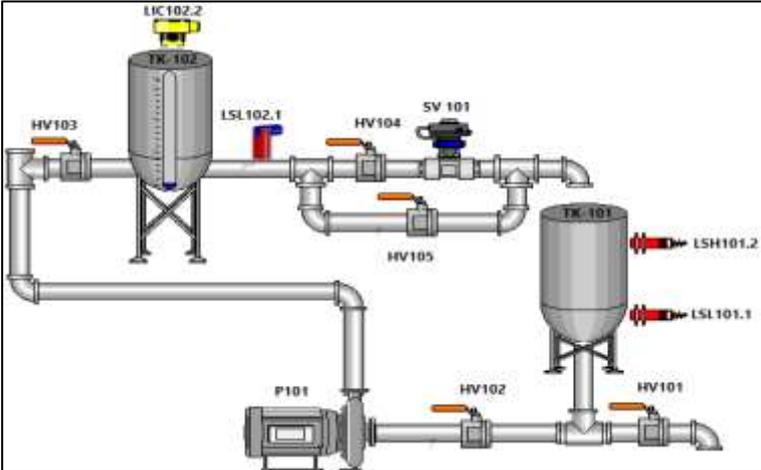
CONCLUSIONES:

- Se cumplieron los objetivos propuestos al inicio de la práctica, logrando familiarizarse con las entradas y salidas existentes

RECOMENDACIONES:

- Se debe revisar varias veces la programación antes de implementarla para evitar oscilaciones no deseadas de las salidas.
- Previo a la programación se debe analizar el funcionamiento de la instrumentación y el comportamiento de los elementos de fuerza.
- Analizar en detalle las medidas de seguridad para evitar cualquier percance.
- Revisar la apertura y cierre de las válvulas manuales de acuerdo a su uso.

4.4. PRÁCTICA 4

		FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO / TALLERES / CENTROS DE SIMULACIÓN – PARA DOCENTES
CARRERA: Ingeniería Electrónica		ASIGNATURA:
NRO. PRÁCTICA:	4	TÍTULO PRÁCTICA: CONEXIÓN Y CONFIGURACIÓN DE UN HMI BAJO LABVIEW. CONEXIÓN Y CONFIGURACIÓN DE ANTENAS UBIQUITI NANOSTATION5
OBJETIVO GENERAL: Realizar un proyecto en TIA PORTAL para poder llevar a cabo la automatización del proceso propuesto. Elaborar un VI en Labview para visualizar la ejecución del proceso propuesto		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS: <ul style="list-style-type: none"> Realizar el control de encendido/apagado de actuadores para el llenado/vaciado de tanques utilizando lógica de contactos y sensores de nivel. Analizar las posibles fallas que podría tener el programa y colocar las protecciones adecuadas. 		
INSTRUCCIONES	Considere los siguientes procesos:	
		
		Figura 147. Proceso de la Planta Compact Workstation de FESTO
		
		Figura 148. Proceso de la Planta Didáctica para Control de Nivel

Paneles de mando de los procesos propuestos:



Figura 149. Panel de mando de la Planta Compact Workstation de FESTO (izquierda) y Panel de mando de la Planta Didáctica para Control de Nivel (derecha)

1. EQUIPAMIENTO

Para la realización de la presente práctica, se utilizarán la Planta Compact Workstation de FESTO y la Planta Didáctica para Control de Nivel que se encuentran en el Laboratorio de Automatización Industrial. Los elementos de los que disponemos en ambas plantas ya han sido detallados en las Prácticas 1 y 2.

2. GENERALIDADES

El proceso que se va a describir a continuación utilizará el subproceso del estado automático descrito en la Práctica #1 y el subproceso del estado automático descrito en la Práctica #2. Deberán considerarse las Condiciones Iniciales Normales de cada estado descritos en las respectivas prácticas.

3. DESCRIPCIÓN

En cada planta deberá realizarse un proceso de llenado/vaciado de tanques, controlado por los sensores capacitivos en el tanque inferior 101 y el sensor de boya en el tanque superior 102. Tal como fueron realizados en las Prácticas 1 y 2.

Se deberá elaborar un VI en Labview que permita la visualización de estos procesos al mismo tiempo, cada uno independiente del otro.

El monitoreo del VI se lo realizará de forma inalámbrica mediante el uso de tres antenas, modelo Nanostation5 de Ubiquiti Networks.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

1. Diseñar una solución al problema de automatización utilizando un autómata programable.
2. Realizar la puesta en marcha de la solución validando la efectividad del mismo y las seguridades del caso.

RESULTADOS OBTENIDOS:

a) Configuración de E/S

Se usen o no, quedarán registradas todas las entradas y salidas que se encuentran conectadas físicamente a los PLC's SIEMENS S7-1200 y S7-300 en ambas plantas didácticas, como fueron descritas en las Prácticas 1 y 2.

b) Configuración del hardware

Se configurará un PLC S7300 CPU 313C junto a un módulo de comunicación ethernet CP 343-1 LEAN con número IP asignado de 192.168.0.40 y un PLC S7-1200 CPU 1214C ac/dc/rly junto a un módulo Signal Board AQ1x12 bits con número IP asignado de 192.168.0.50.

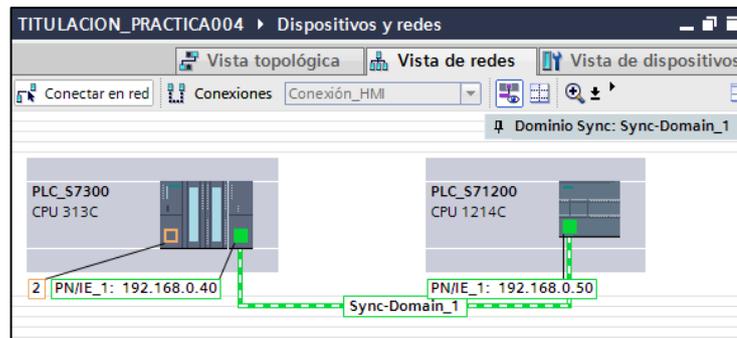


Figura 150. Configuración de Hardware/Práctica 4

c) Programación Propuesta para Tia Portal V12

Se utilizará la misma programación empleada para el estado AUTOMÁTICO, en cada una de las Prácticas 1 y 2. Se sugiere realizar la programación empleando bloques de función FC o FB para que el PLC se encargue de gestionar las direcciones de las áreas de memoria que se podrían utilizar.

Programación del Bloque Main[OB1] PLC S7300

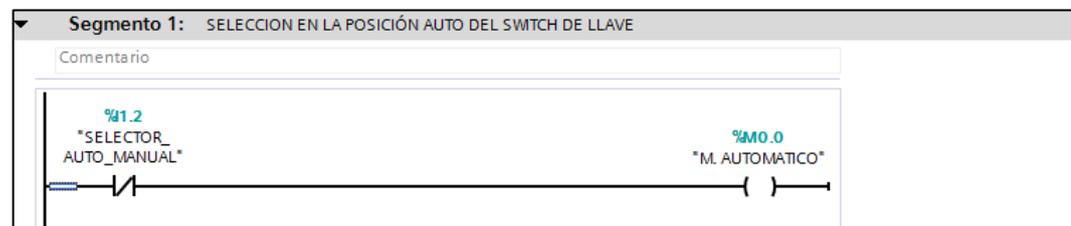


Figura 151. Segmento 1/Main[OB1]/PLCS7300

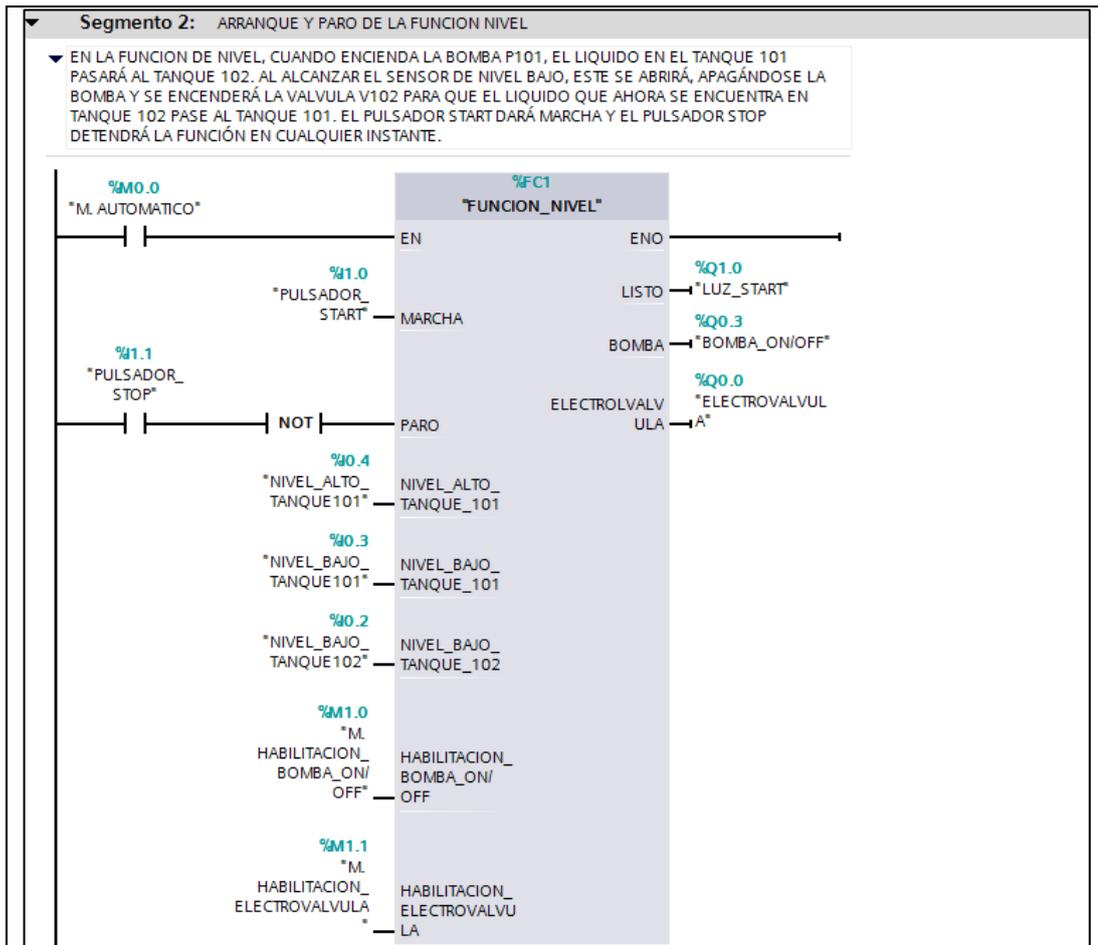


Figura 152. Segmento 2/Main[OB1]/PLCS7300

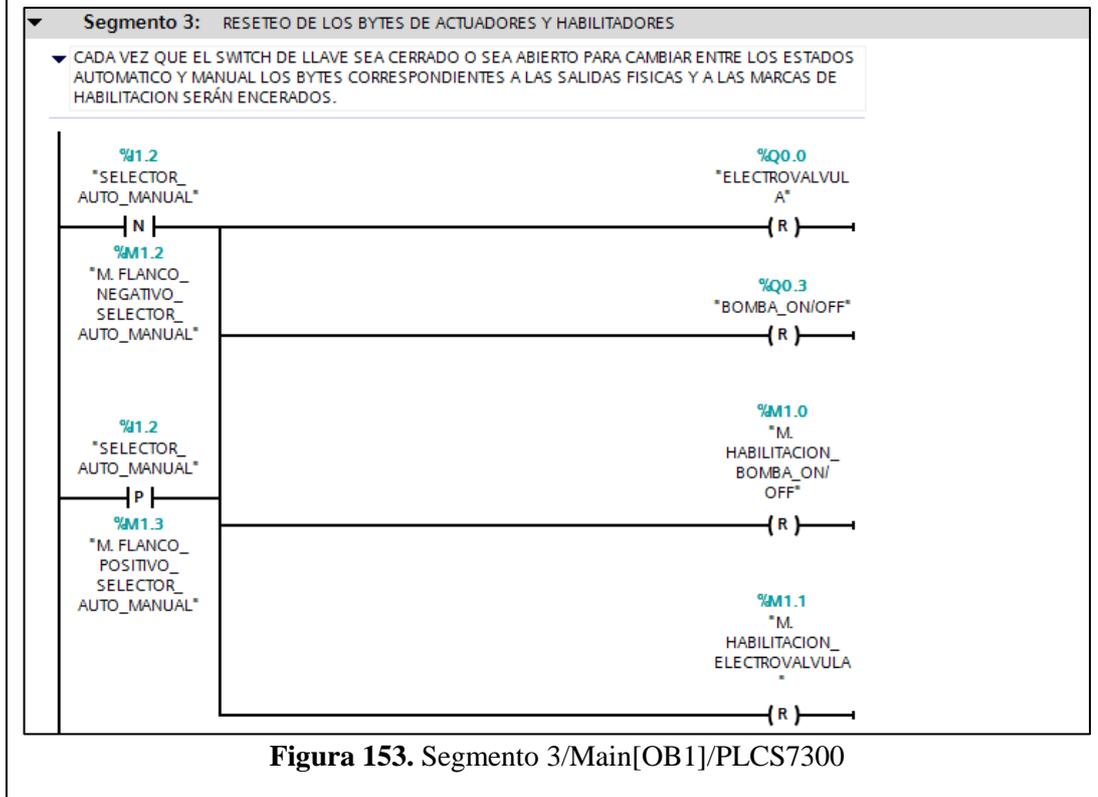


Figura 153. Segmento 3/Main[OB1]/PLCS7300

Entradas y salidas del bloque AUTOMÁTICO [FC1] PLC S7300

TITULACION_PRACTICA004 ▶ PLC_S7300 [CPU 313C] ▶ Bloques de programa ▶ FUNCION_NIVEL [FC1]				
Interfaz				
	Nombre	Tipo de datos	Offset	Comentario
1	Input			
2	MARCHA	Bool		
3	PARO	Bool		
4	NIVEL_ALTO_TANQUE_101	Bool		
5	NIVEL_BAJO_TANQUE_101	Bool		
6	NIVEL_BAJO_TANQUE_102	Bool		
7	Output			
8	LISTO	Bool		
9	BOMBA	Bool		
10	ELECTROVALVULA	Bool		
11	InOut			
12	HABILITACION_BOMBA_ON/OFF	Bool		
13	HABILITACION_ELECTROVALVULA	Bool		
14	Temp			
15	<Agregar>			
16	Return			
17	FUNCION_NIVEL	Void		

Figura 154. Configuración de E/S Bloque AUTOMÁTICO[FC1]PLCS7300

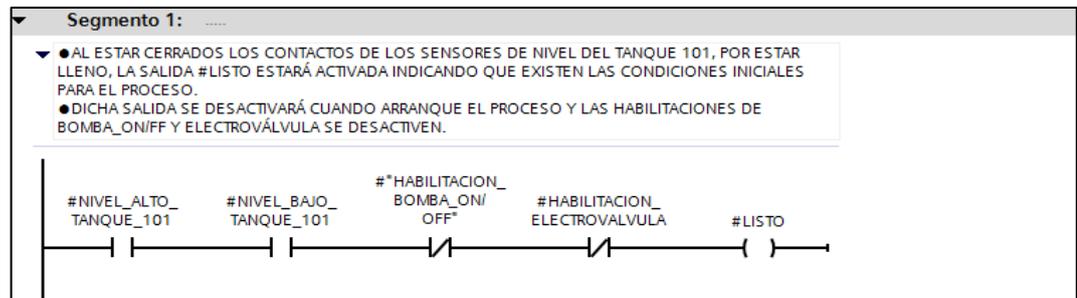


Figura 155. Segmento 1/Bloque AUTOMÁTICO[FC1]/PLCS7300

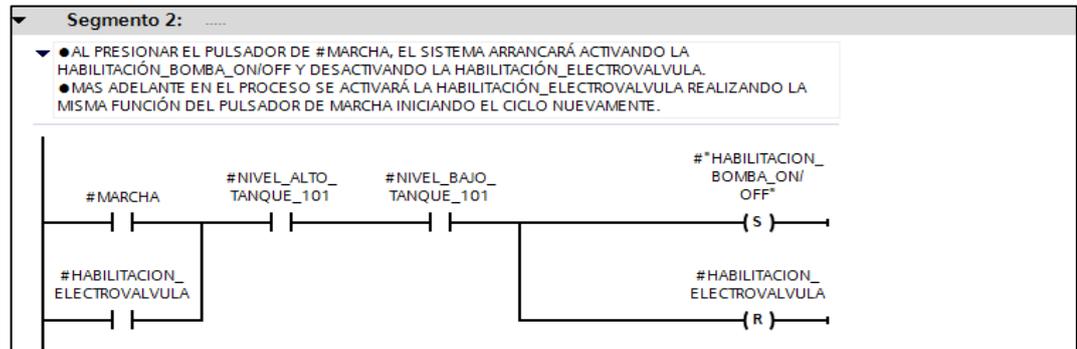


Figura 156. Segmento 2/Bloque AUTOMÁTICO[FC1]/PLCS7300

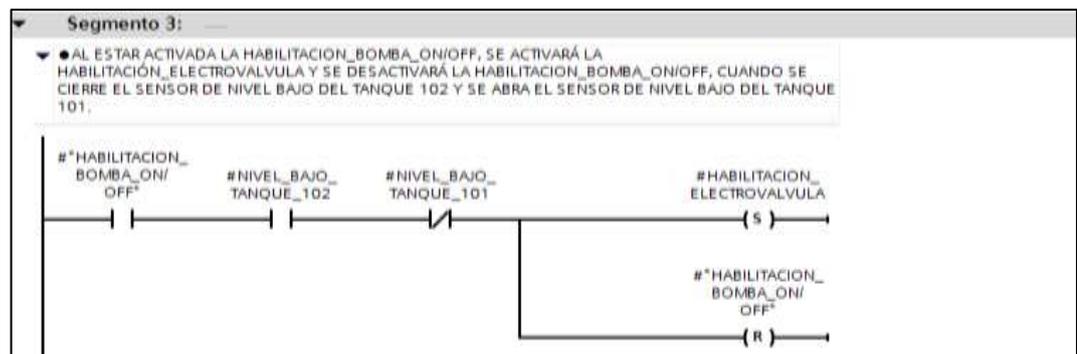


Figura 157. Segmento 3/Bloque AUTOMÁTICO[FC1]/PLCS7300

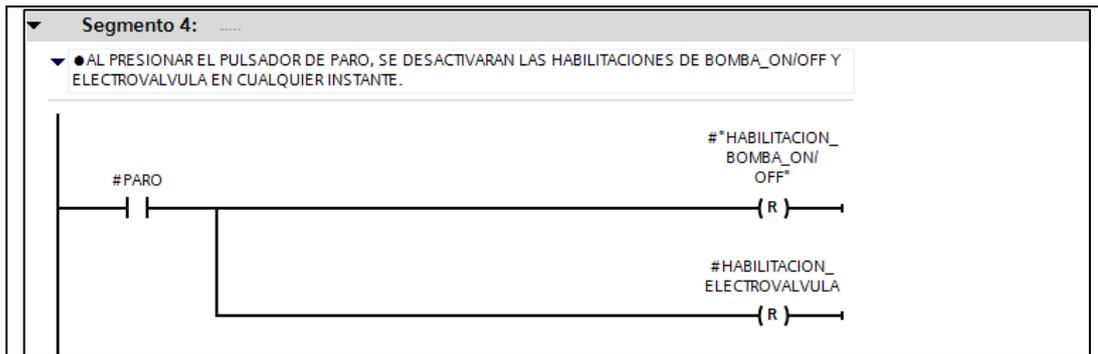


Figura 158. Segmento 4/Bloque AUTOMÁTICO[FC1]/PLCS7300

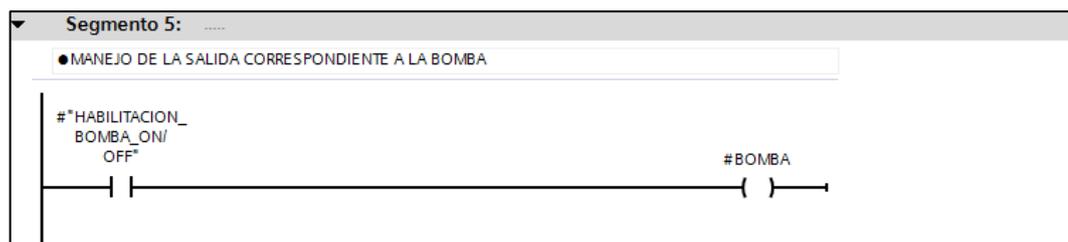


Figura 159. Segmento 5/Bloque AUTOMÁTICO[FC1]/PLCS7300

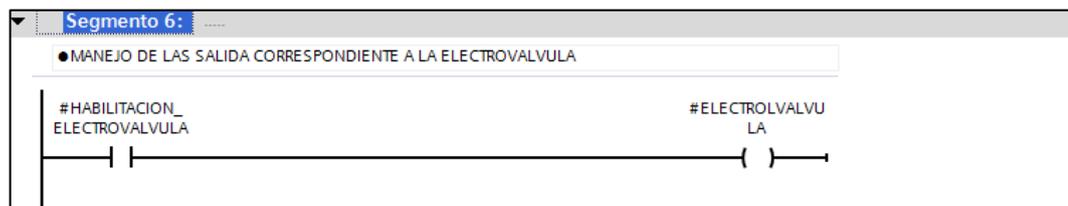


Figura 160. Segmento 6/Bloque AUTOMÁTICO[FC1]/PLCS7300

Programación del Bloque Main[OB1] PLC S71200

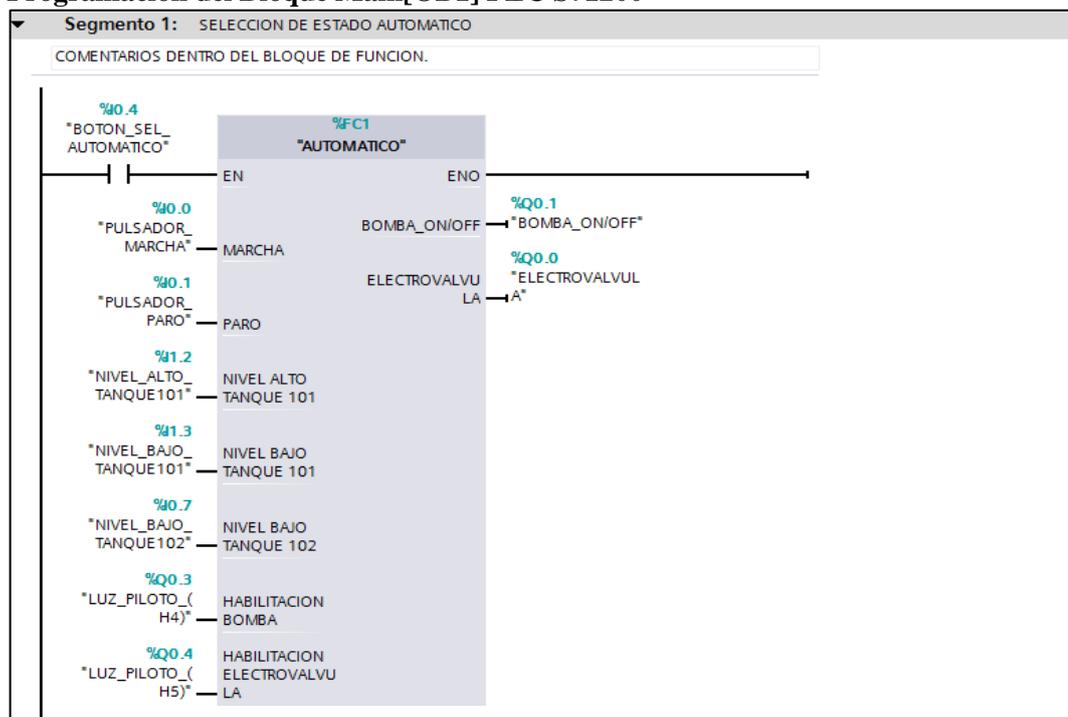


Figura 161. Segmento 1/Main[OB1]/PLCS71200

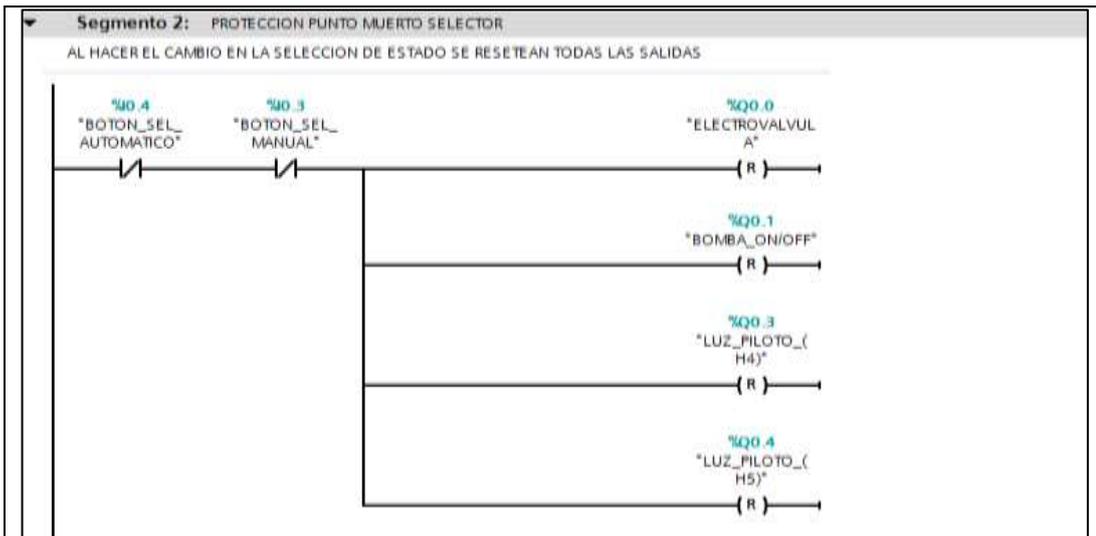


Figura 162. Segmento 2/Main[OB1]/PLCS71200

Entradas y salidas del bloque AUTOMÁTICO [FC1] PLC S7300

... PLC_S71200 [CPU 1214C AC/DC/Rly] ▶ Bloques de programa ▶ AUTOMATICO [FC1]

Interfaz

	Nombre	Tipo de datos	Comentario
1	Input		
2	MARCHA	Bool	
3	PARO	Bool	
4	NIVEL ALTO TANQUE 101	Bool	
5	NIVEL BAJO TANQUE 101	Bool	
6	NIVEL BAJO TANQUE 102	Bool	
7	Output		
8	BOMBA_ON/OFF	Bool	
9	ELECTROVALVULA	Bool	
10	InOut		
11	HABILITACION BOMBA	Bool	
12	HABILITACION ELECTROVALVULA	Bool	
13	Temp		
14	<Agregar>		
15	Return		
16	AUTOMATICO	Void	

Figura 163. Configuración de E/S Bloque AUTOMÁTICO[FC1]PLCS71200

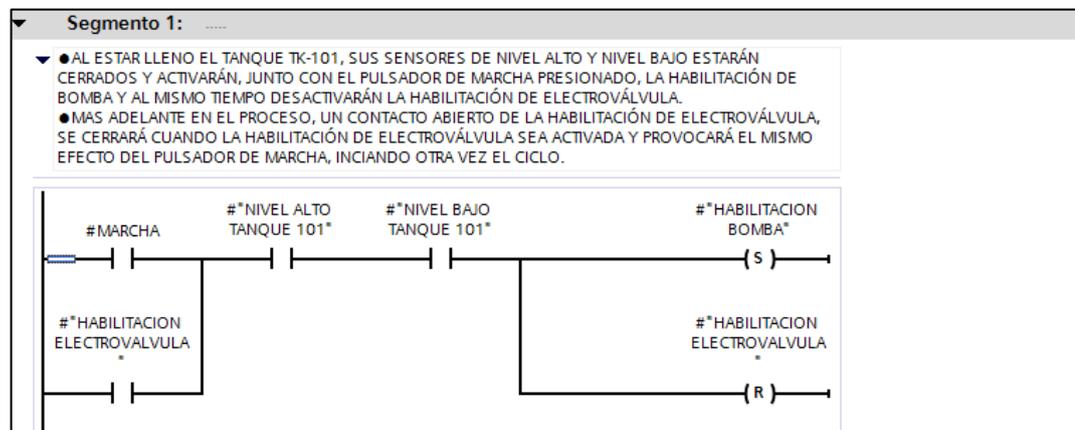


Figura 164. Segmento 1/Bloque AUTOMÁTICO[FC1]/PLCS71200

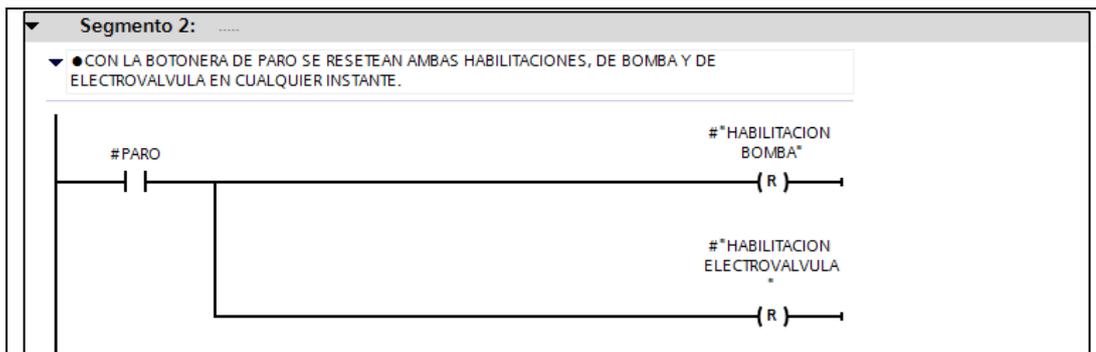


Figura 165. Segmento 2/Bloque AUTOMÁTICO[FC1]/PLCS71200

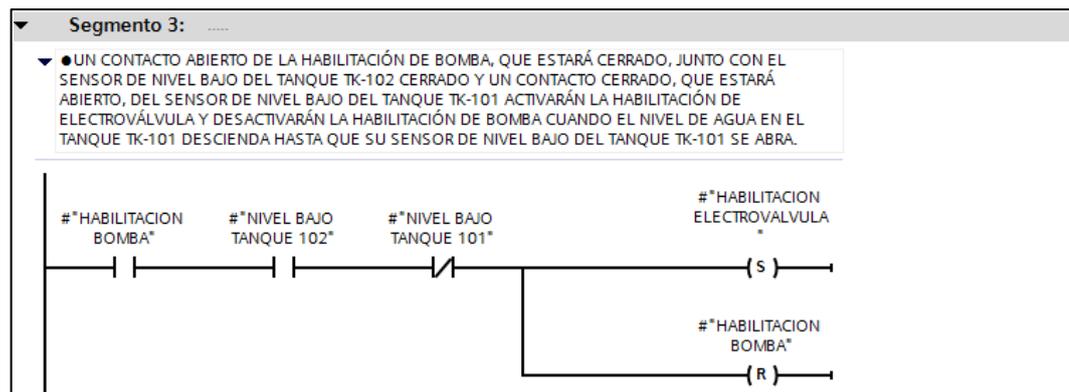


Figura 166. Segmento 3/Bloque AUTOMÁTICO[FC1]/PLCS71200

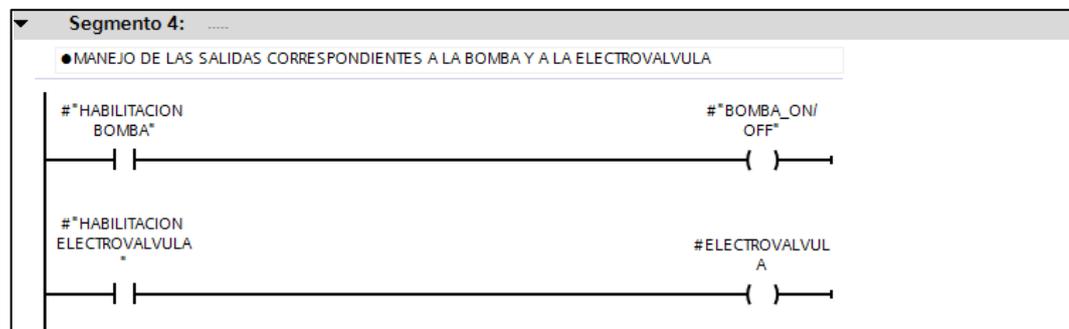


Figura 167. Segmento 4/Bloque AUTOMÁTICO[FC1]/PLCS71200

d) Programación Propuesta para Labview 2012

Se elaborará un VI que permita la visualización de los estados booleanos correspondientes a las siguientes entradas y salidas booleanas en cada una de las plantas:

Planta Compact Workstation de FESTO		
Nombre	Dirección	Comentario
NIVEL_BAJO_TANQUE102	%I0.2	SENSOR DE BOYA NIVEL BAJO TANQUE 102
NIVEL_BAJO_TANQUE101	%I0.3	SENSOR CAPACITIVO NIVEL BAJO TANQUE 101
NIVEL_ALTO_TANQUE101	%I0.4	SENSOR CAPACITIVO NIVEL ALTO TANQUE 101
PULSADOR_START	%I1.0	BOTÓN DE INICIO DEL PANEL TÁCTIL

PULSADOR_STOP	%I1.1	BOTÓN DE PARADA DEL PANEL TÁCTIL (NC)
ELECTROVALVULA	%Q0.0	VÁLVULA DE BOLA V102
BOMBA_ON/OFF	%Q0.3	1 => BOMBA_VARIADOR = 0

Tabla 6. Estados Booleanos para monitoreo en Labview. (Festo Didactic, 2008)

Planta Didáctica para Control de Nivel		
Nombre	Dirección	Comentario
PULSADOR_MARCHA	%I0.0	PULSADOR MARCHA
PULSADOR_PARO	%I0.1	PULSADOR PARO
NIVEL_BAJO_TANQUE102	%I0.7	SENSOR BOYA NIVEL BAJO TANQUE 102
NIVEL_ALTO_TANQUE101	%I1.2	SENSOR CAPACITIVO NIVEL ALTO TANQUE 101
NIVEL_BAJO_TANQUE101	%I1.3	SENSOR CAPACITIVO NIVEL BAJO TANQUE 101
ELECTROVALVULA	%Q0.0	ELECTROVÁLVULA
BOMBA_ON/OFF	%Q0.1	FUNCIONAMIENTO ON/OFF DE BOMBA

Tabla 7. Estados Booleanos para monitoreo en Labview. (Tumbaco & Viña , 2015)



Figura 168. Panel Frontal Labview

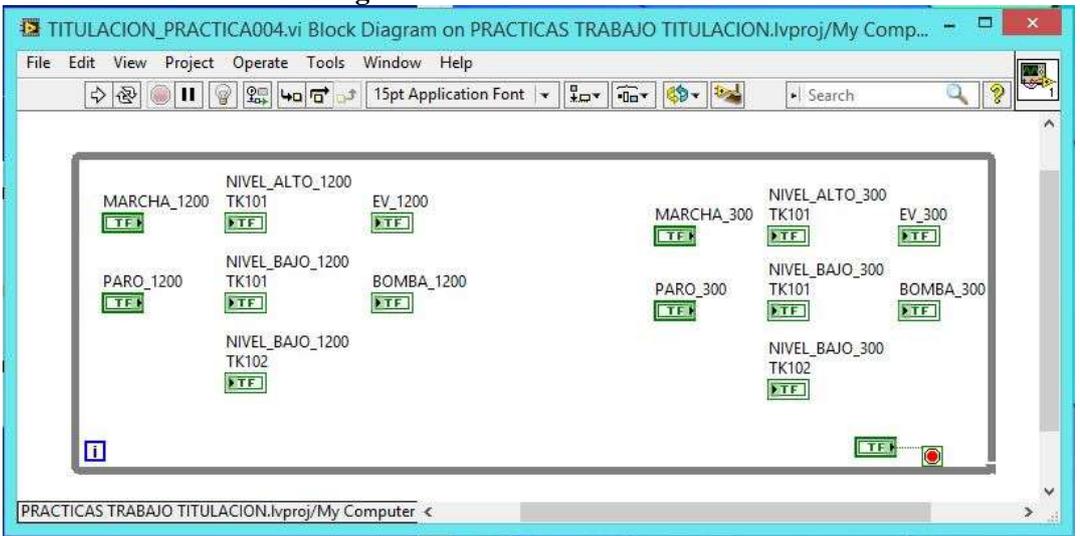


Figura 169. Diagrama de Bloques Labview

e) Configuración de E/S a ser monitoreadas con el OPC Server.

Una vez que se ha elaborado el VI con sus respectivos Panel Frontal y Diagrama de Bloques, se procede a configurar las entradas y salidas que se desean visualizar en la aplicación OPC Server, incluida en la suite de LABVIEW 2012. El ícono del software normalmente se lo puede encontrar en el área de notificaciones de la barra de tareas de Windows. Al dar click derecho sobre el ícono, se desplegará un menú emergente, de cual se elegirá la opción Configuration.

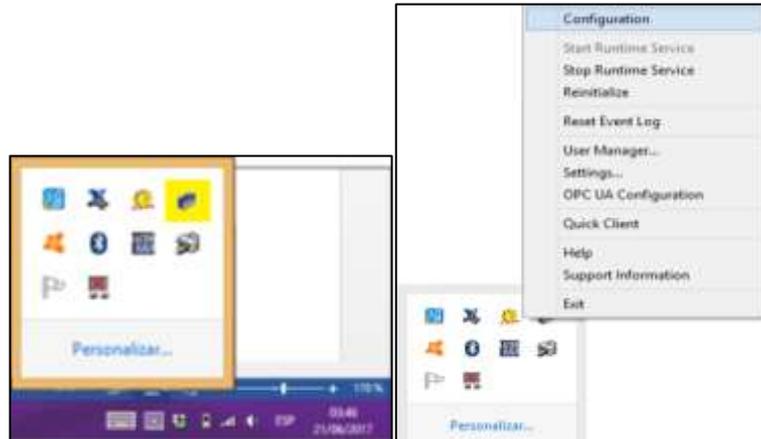


Figura 170. Configuración E/S OPC Server 001

Se abrirá la pantalla principal de configuración y al hacer click sobre el texto: "Click to add a channel" empezará la configuración del Canal registrando el nombre que se desee. En este caso se dejará el nombre por default: Channel1

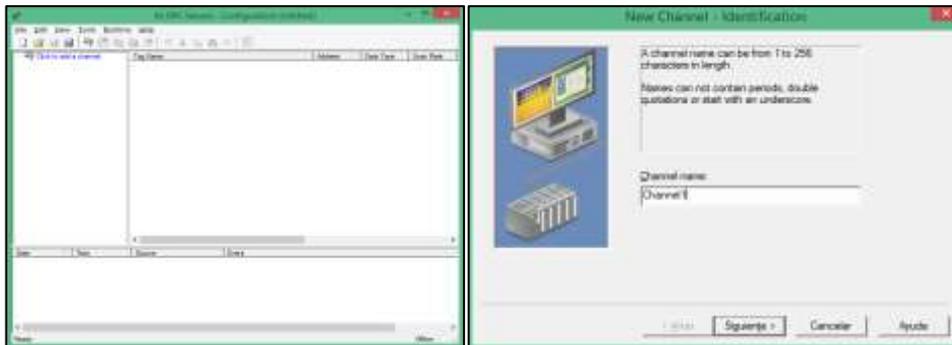


Figura 171. Configuración E/S OPC Server 002

Se escoge el tipo de controlador con el que se va a trabajar, seleccionando el Siemens TCP/IP Ethernet y posteriormente la tarjeta de red del computador. Verificar que el número IP que tenga asignada la tarjeta de red del computador se encuentre dentro de la subred en donde se encuentran los números IP de los PLC's.

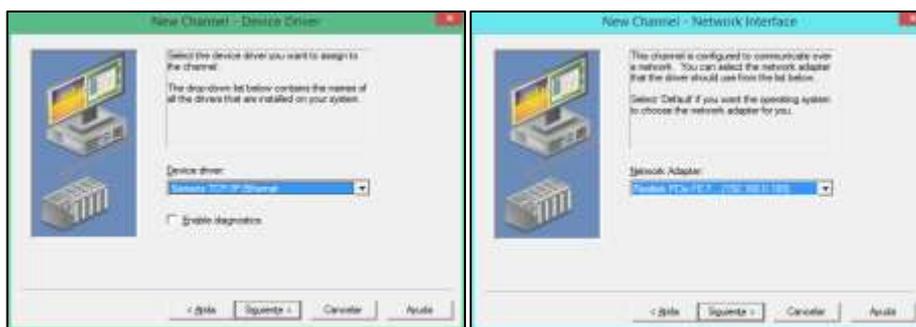


Figura 172. Configuración E/S OPC Server 003

En la optimización de escritura permanecerán los valores por default y finalmente el sumario indicará las características del canal que se ha configurado para que puedan ser confirmadas al finalizar.

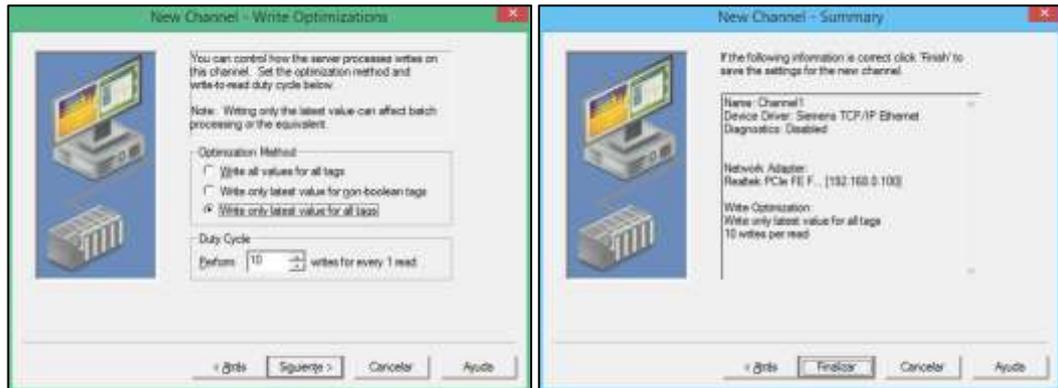


Figura 173. Configuración E/S OPC Server 004

Luego de configurar con éxito el Canal 1, se configurará el Canal 2 siguiendo los mismos pasos. Posteriormente se configurarán los dispositivos (PLC's) que irán, uno en cada Canal.

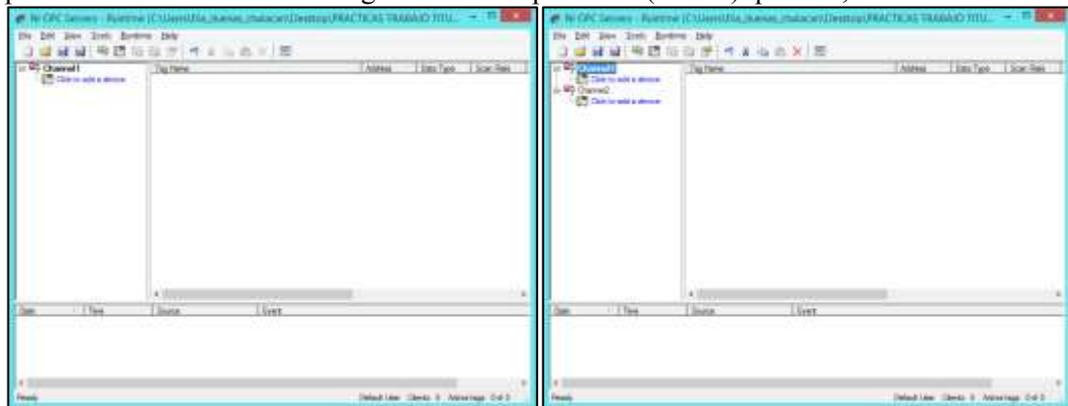


Figura 174. Configuración E/S OPC Server 005

Se empezará con el Canal 1, asignándole un nombre y modelo al nuevo dispositivo. En este caso se le pondrá S7300 de nombre y se le asignará el modelo correspondiente.



Figura 175. Configuración E/S OPC Server 006

Posteriormente se le asignará el numero IP que ya previamente fue configurado en el PLC S7300. Y el resto de configuraciones se las dejará en los datos por default.



Figura 176. Configuración E/S OPC Server 007



Figura 177. Configuración E/S OPC Server 008

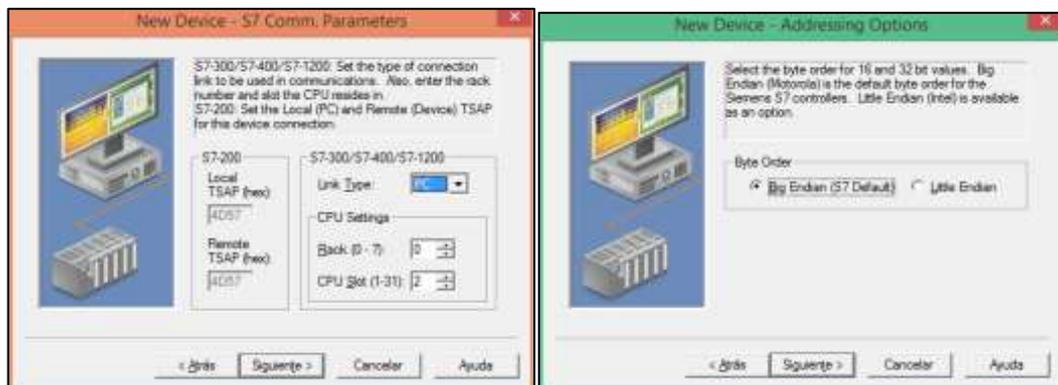


Figura 178. Configuración E/S OPC Server 009

Finalmente en el sumario se muestran las características que se han configurado del nuevo dispositivo y se confirma al finalizar.



Figura 179. Configuración E/S OPC Server 010

De la misma manera que se ha configurado el dispositivo S7300 en el Canal 1, se configurará el dispositivo S71200 en el Canal 2. Una vez ya configurados ambos PLC se agregarán a la configuración, la información de las E/S que se deseen monitorear. Empezando primero por las E/S del PLC S7300. Al seleccionar el dispositivo S7300 aparecerá el texto: “Click to add a static tag” y al hacer click en él, comenzará la configuración de las E/S que deberán ser monitoreadas.

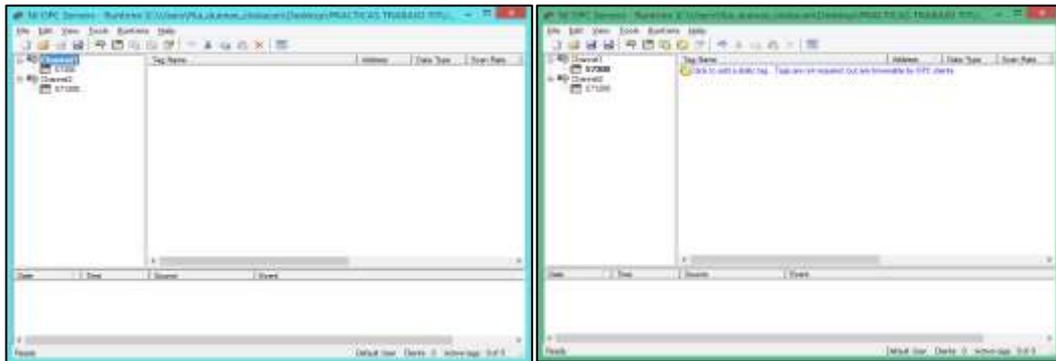


Figura 180. Configuración E/S OPC Server 011

Como sólo se espera visualizar/monitorear la E/S deseadas, en la opción de acceso al cliente se seleccionará Sólo Lectura: READ ONLY. Se le colocará el nombre asociado para identificar la E/S y la dirección a la que está conectado al PLC. Se puede anotar una descripción y se selecciona el tipo de dato que corresponde a la dirección anotada. En las posteriores prácticas se requerirá escribir sobre las direcciones de memoria alojadas en el Plc, por lo que en esos casos al configurarse en el OPC Server deberá seleccionarse la opción Read/Write (Leer/Escribir)

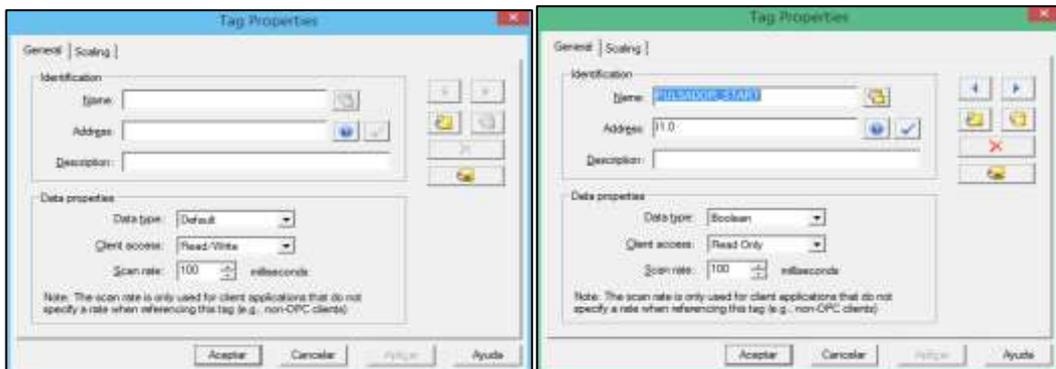


Figura 181. Configuración E/S OPC Server 012

Se procederá a configurar el resto de E/S en cada uno de los PLC's sólo con acceso de Lectura.

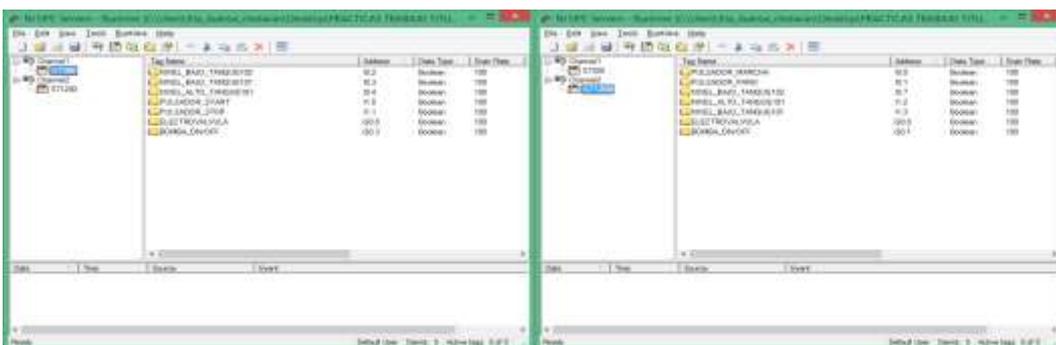


Figura 182. Configuración E/S OPC Server 013

f) Asignación de las E/S configuradas en el OPC Server, a las gráficas correspondientes en el Panel Frontal del VI que se realizó para el monitoreo. Sobre las gráficas realizadas en el Panel Frontal se hace click derecho, seleccionando la opción Properties del menú emergente que aparecerá.



Figura 183. Panel frontal

Se escoge la pestaña DATA BINDING, eligiendo de los menús las opciones indicadas: DataSocket, Read only, DSTP Server...

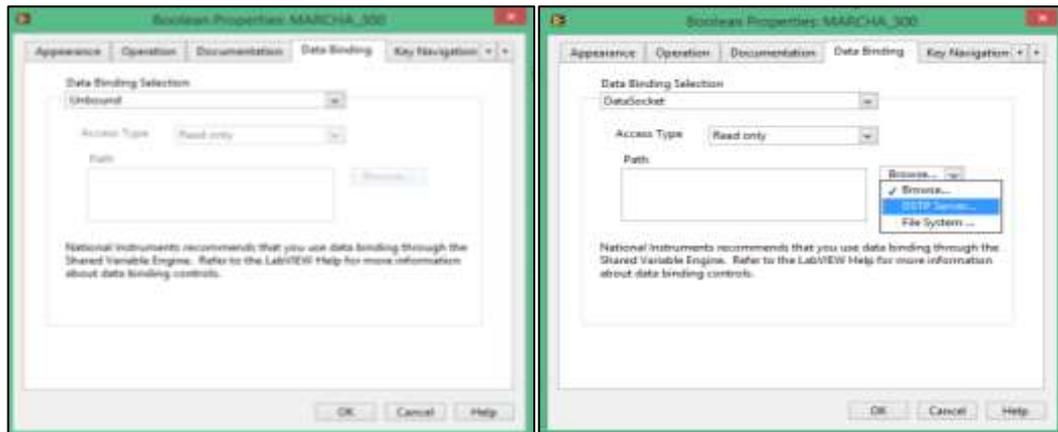


Figura 184. Asignación de las E/S configuradas en el OPC Server 001

En el cuadro Select URL se navegará hasta encontrar las E/S que ya fueron configuradas en el OPC Server, siguiendo la dirección indicada a continuación:

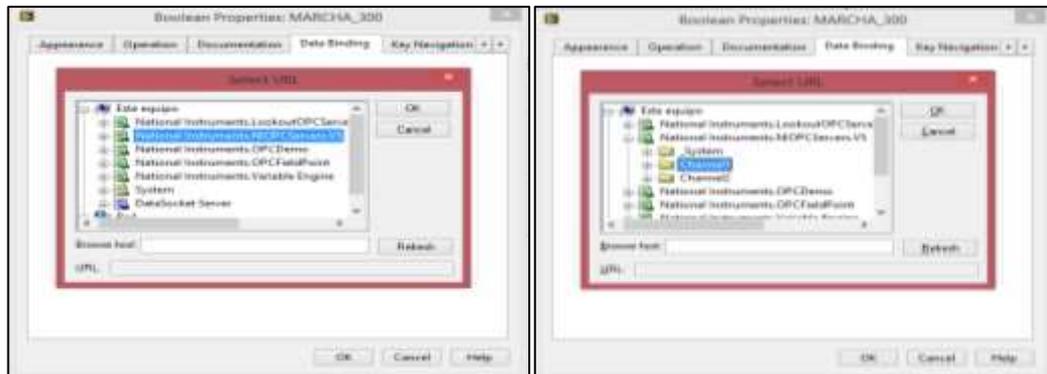


Figura 185. Asignación de las E/S configuradas en el OPC Server 002

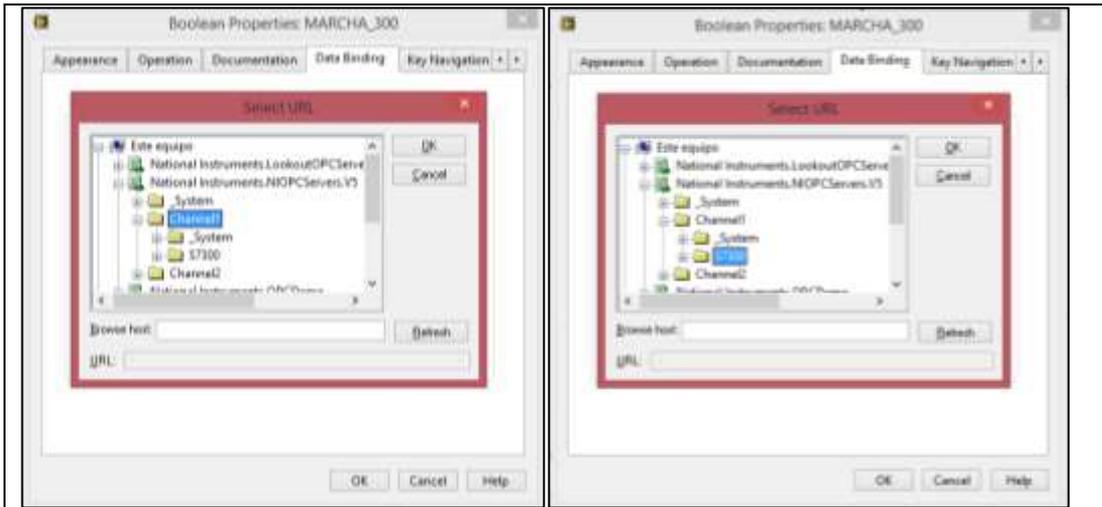


Figura 186. Asignación de las E/S configuradas en el OPC Server 003

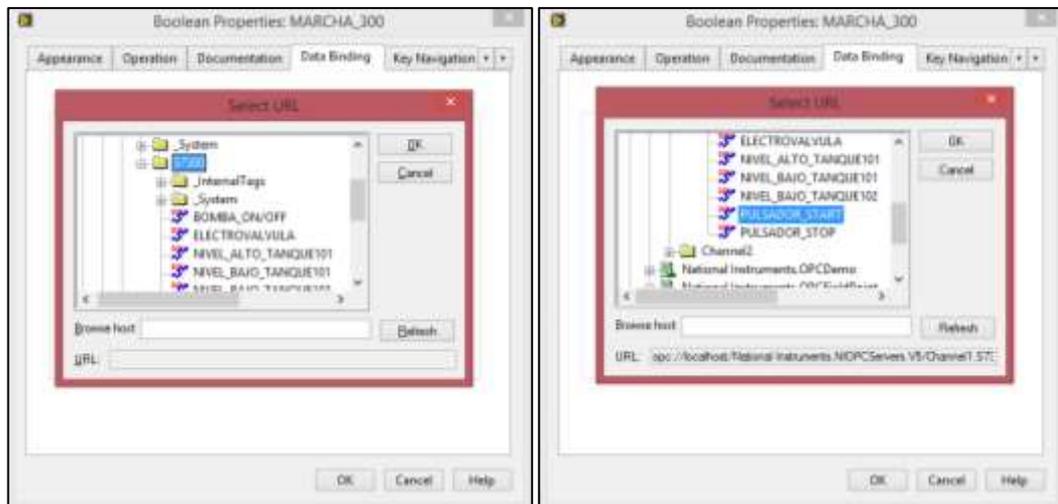


Figura 187. Asignación de las E/S configuradas en el OPC Server 004

Al encontrar la ubicación de las E/S que se configuraron en el OPC Server, en el cuadro Path se podrá leer una línea donde constan: el Canal, el dispositivo y la E/S, en este caso Channel1.S7300.PULSADOR_START

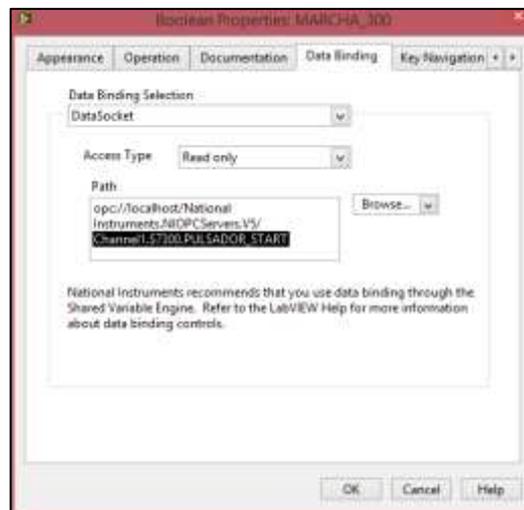


Figura 188. Asignación de las E/S configuradas en el OPC Server 005

Al configurar las imágenes, para que puedan visualizarse los estados que presenten las E/S, se ubicará un pequeño rectángulo a su costado derecho que cambiará de color cuando el VI comience a correr lo que se programó. Como podemos visualizar a continuación, están encendidos los leds nivel alto y nivel bajo en los tanques 101 porque están llenos de líquido y al pulsar la marcha de cada planta, su respectiva bomba entra en funcionamiento.



Figura 189. Asignación de las E/S configuradas en el OPC Server 006

g) Configuración de antenas Nanostation5 de Ubiquiti Networks

Como se desea monitorear ambas plantas a la vez, se necesita llevar a las antenas Nanostation5 a una configuración Punto – Multipunto, en la que un Punto de Acceso WDS (Acces Point WDS – Wireless Distribution System/Sistema de Distribución Inalámbrico) sirve o atiende a más de un Cliente o Estación WDS (Client WDS).

Para esto, se recordarán los números IP asignados a las antenas con las que se trabajarán.

DEVICE TYPE	NAME	HOST	MAC
NS5	UBNT_10	192.168.0.10	00:15:6D:5C:CA:E5
NS5	UBNT_20	192.168.0.20	00:27:22:4E:B7:00
NS5	UBNT_30	192.168.0.30	00:15:6D:5C:CA:83

Tabla 8. IP's de las Antenas.

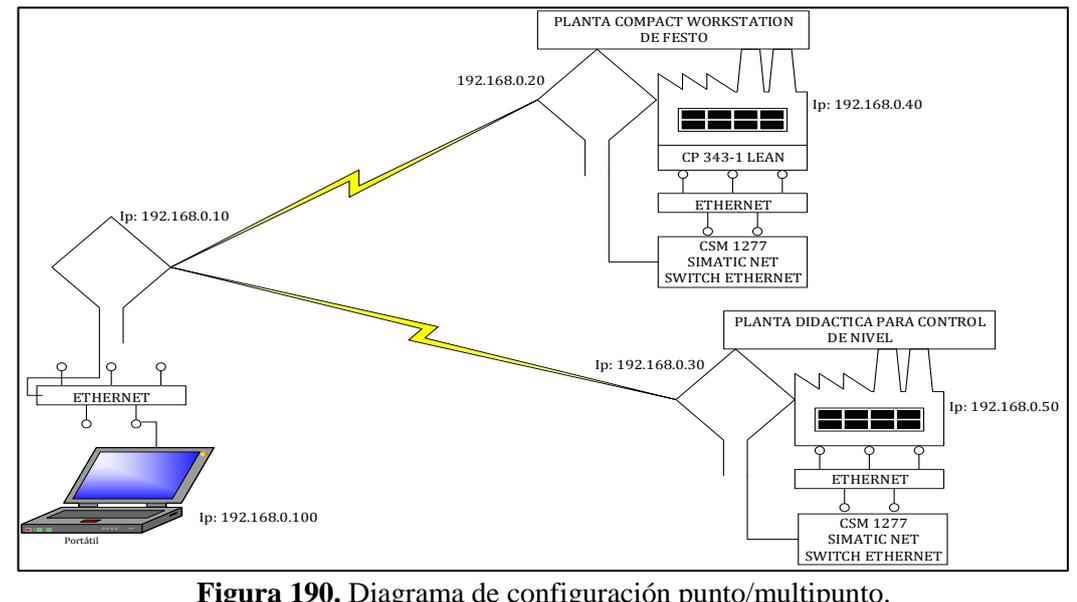


Figura 190. Diagrama de configuración punto/multipunto.



Figura 191. Equipos de laboratorio en configuración punto/multipunto.

Recordar que para ingresar a la configuración de las antenas, se debe escribir en cualquier explorador de internet el numero Ip de la que vayamos a configurar.

La antena UBNT_10 será la que irá conectada al computador y será configurada como Punto de Acceso WDS. A continuación se anotarán las MAC ADDRESS de las estaciones a las que debe servir o atender.

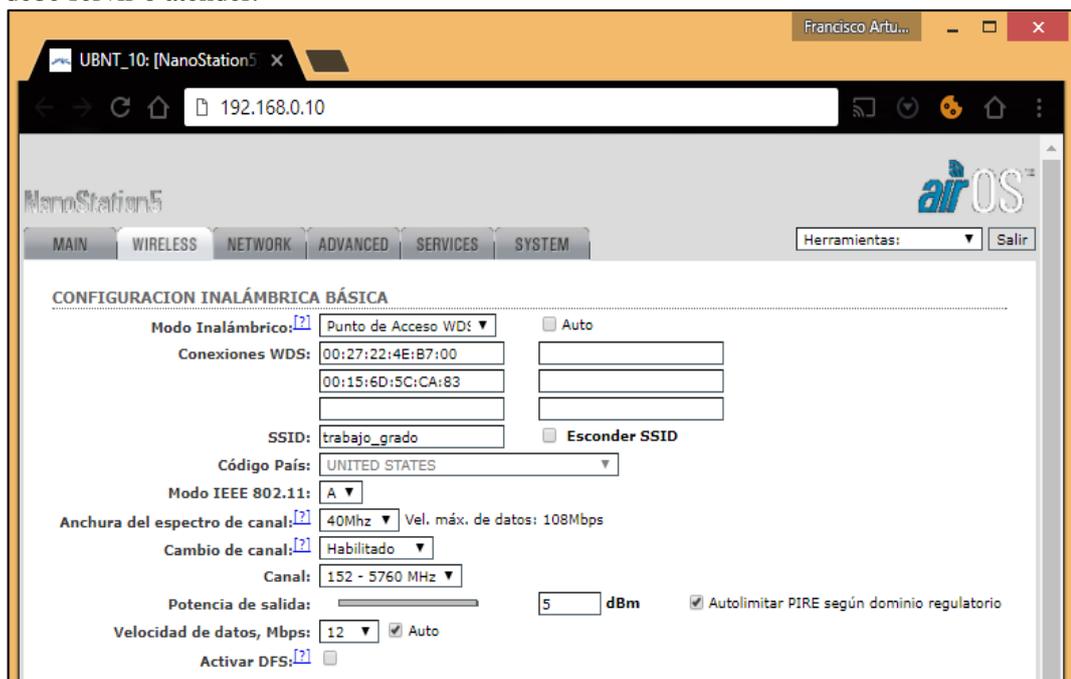


Figura 192. Configuración de la antena 001

La antena UBNT_20 será la que irá conectada a la Planta Workstation de Festo y será configurada como Estación WDS. A continuación se anotará la MAC ADDRESS del Punto de Acceso WDS que la atenderá, o sea de la UBNT_10.

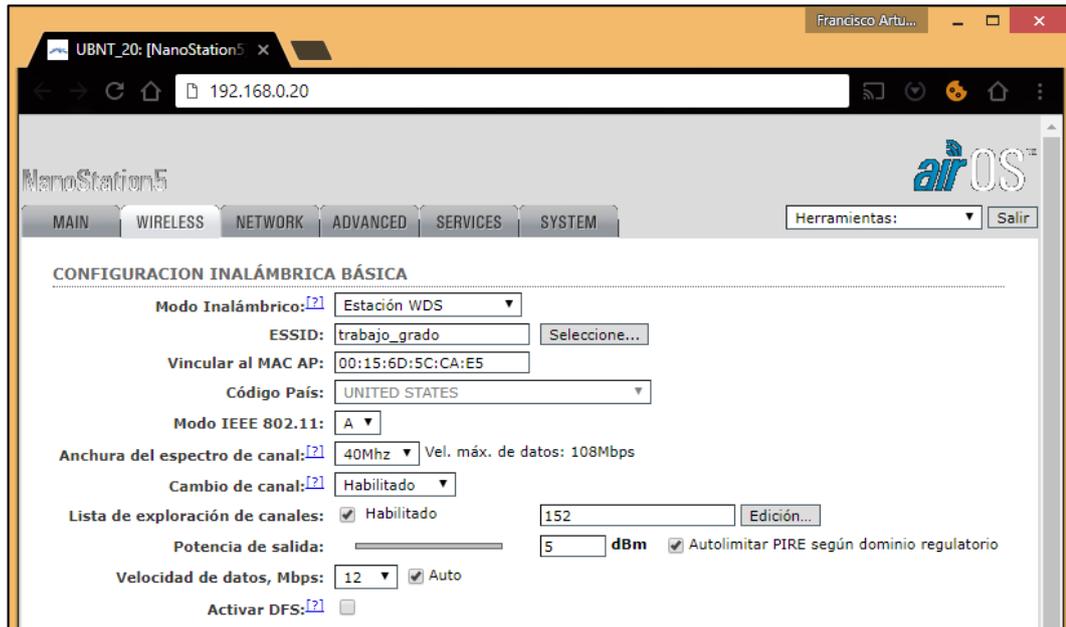


Figura 193. Configuración de la antena 002

La antena UBNT_30 será la que irá conectada a la Planta Didáctica para Control de Nivel y será configurada como Estación WDS. A continuación se anotará la MAC ADDRESS del Punto de Acceso WDS que la atenderá, o sea de la UBNT_10.

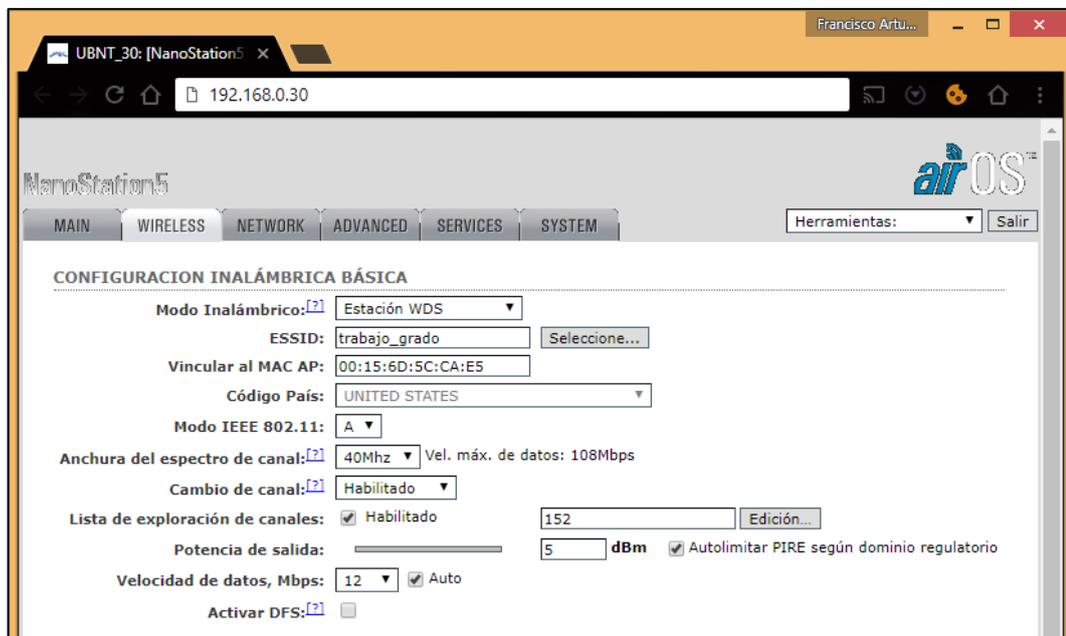


Figura 194. Configuración de la antena 003

VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA

Se puede contrastar la visualización en línea desde la programación en Tia Portal contra el panel frontal del VI en Labview del control de nivel en la planta Workstation de Festo.

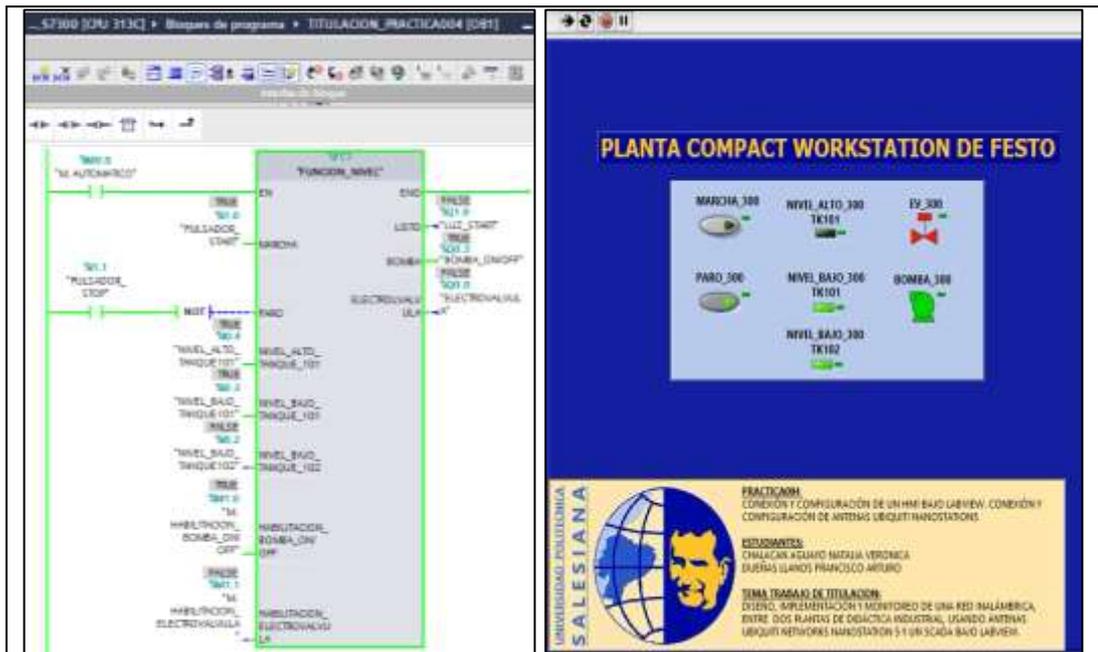


Figura 195. Validación de la Práctica 4

Se puede contrastar la visualización en línea desde la programación en Tia Portal contra el panel frontal del VI en Labview del control de nivel en la planta Didáctica para Control de Nivel.

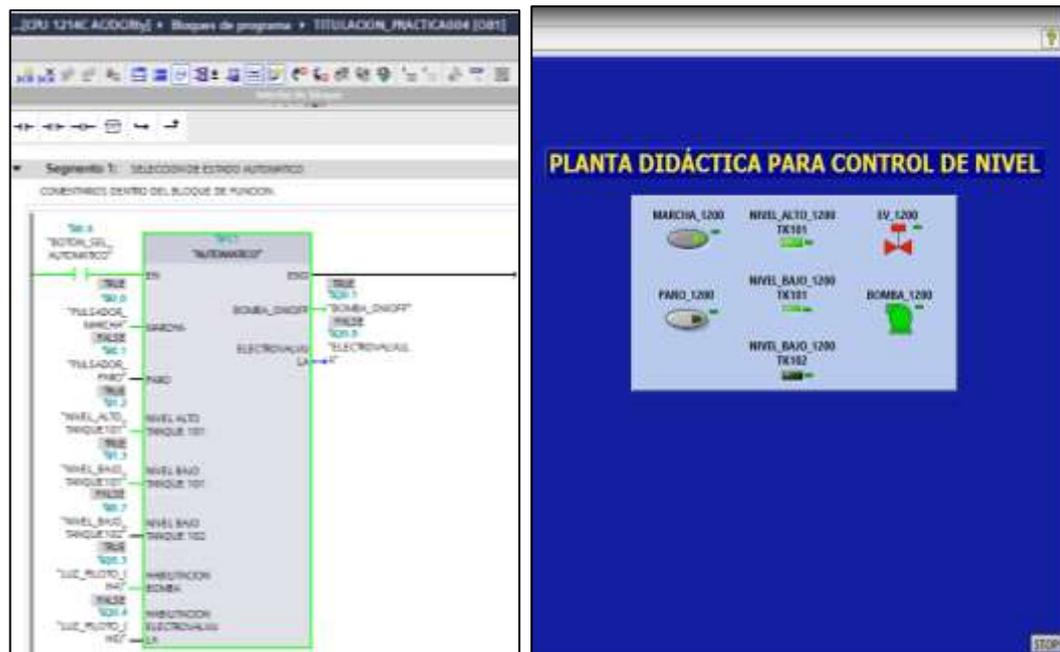


Figura 196. Validación de la Práctica 4

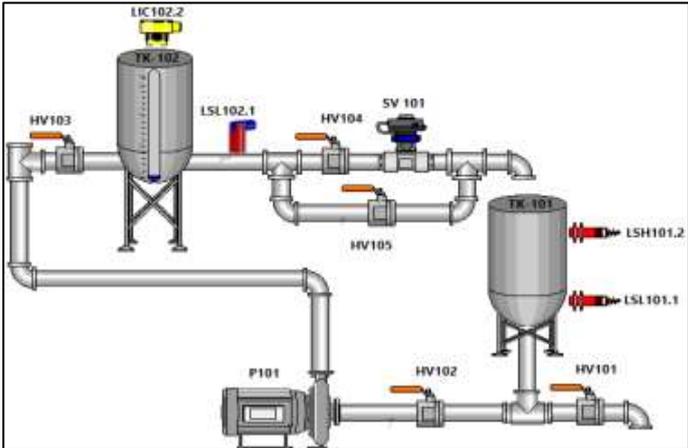
CONCLUSIONES:

- Se cumplieron los objetivos propuestos al inicio de la práctica, logrando visualizar los estados de las entradas y salidas deseadas en la interface de Labview.

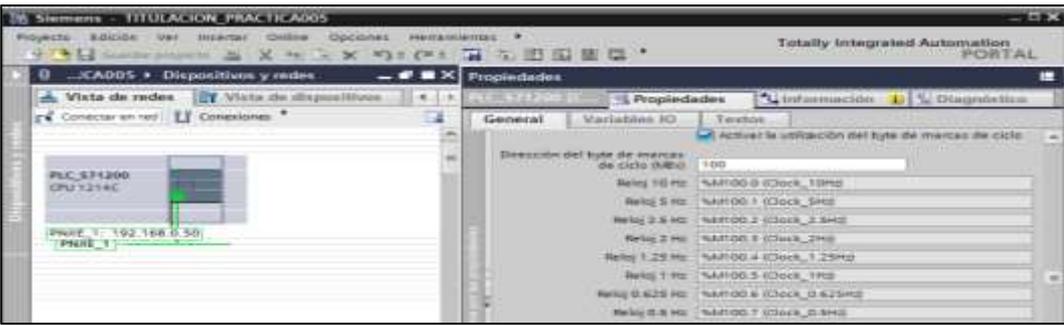
RECOMENDACIONES:

- Poner mucha atención al momento de configurar y asignar las E/S digitales o analógicas en le OPC Server para que no haya problemas al momento de que sean llamadas desde el Scada de Labview.
- Asegurarse que todos los dispositivos se encuentren en la misma red por su número IP.
- Analizar en detalle las medidas de seguridad para evitar cualquier percance.
- Revisar la apertura y cierre de las válvulas manuales de acuerdo a su uso.

4.5. PRÁCTICA 5

		FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO / TALLERES / CENTROS DE SIMULACIÓN – PARA DOCENTES
CARRERA: Ingeniería Electrónica		ASIGNATURA:
NRO. PRÁCTICA:	5	TÍTULO PRÁCTICA: OBTENCIÓN DE LA CURVA PARA EL CONTROL DEL NIVEL EN PLANTA DIDÁCTICA PARA CONTROL DE NIVEL. MONITOREO INALÁMBRICO EN SCADA BAJO LABVIEW.
OBJETIVO GENERAL: Realizar un VI en Labview para monitorear un proceso ya existente		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS: <ul style="list-style-type: none"> Hacer los cambios que se consideren necesarios a la programación de la Práctica #1 para que pueda ser visualizado el proceso en un Scada bajo Labview sin que modifique el proceso. Obtener la curva para el control de nivel de la planta. 		
INSTRUCCIONES	Considere el siguiente proceso	
		
		Figura 197. Proceso
		Panel de mando del proceso propuesto:
		
		Figura 198. Panel de mando.

	<p>1. EQUIPAMIENTO</p> <p>Para la realización de la presente práctica, se utilizará la Planta Didáctica para Control de Nivel que se encuentran en el Laboratorio de Automatización Industrial. Los elementos de los que disponemos en la planta ya han sido detallados en las Prácticas #1.</p>
	<p>2. GENERALIDADES</p> <p>El proceso que se va a describir a continuación será el mismo descrito en la Práctica #1. Deberán considerarse las Condiciones Iniciales Normales descritas en la respectiva práctica.</p>
	<p>3. DESCRIPCIÓN</p> <p>Luego de haber realizado los cambios en la programación que permitan visualizar y actuar sobre el proceso y previa confirmación de la Condición Inicial Normal en cada uno de los estados de operación, estos podrán dar marcha, tanto desde el panel de control físico como desde un panel de control virtual en el SCADA bajo Labview que haya configurado.</p>

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR
<p>1. Diseñar una solución al problema de automatización utilizando un autómata programable.</p>
<p>2. Realizar la puesta en marcha de la solución validando la efectividad del mismo y las seguridades del caso.</p>
<p>RESULTADO(S) OBTENIDO(S):</p>
<p>a) Configuración de E/S</p> <p>Se usen o no, quedarán registradas todas las entradas y salidas que se encuentran conectadas físicamente al PLC SIEMENS S7-1200 como fueron descritas en la Práctica #1.</p>
<p>b) Configuración del hardware</p> <p>Se utilizará un PLC S7-1200 CPU 1214C ac/dc/rly junto a un Signal Board AQ1x12 bits. Se habilitará la marca de ciclo en el byte MB100 y el número IP asignado en este caso será 192.168.0.50.</p>
 <p>Figura 199. Configuración de Hardware</p>

c) Programación Propuesta para Tia Portal V12

Sobre la misma programación realizada para la Práctica #1 se colocarán en paralelo, a los contactos correspondientes a los pulsadores del panel de control, contactos de marcas de memoria que serán utilizados para configurar un panel de control virtual en el SCADA bajo Labview, por lo que sólo variará la programación del Bloque Main [OB1].

Programación del bloque Main [OB1]:

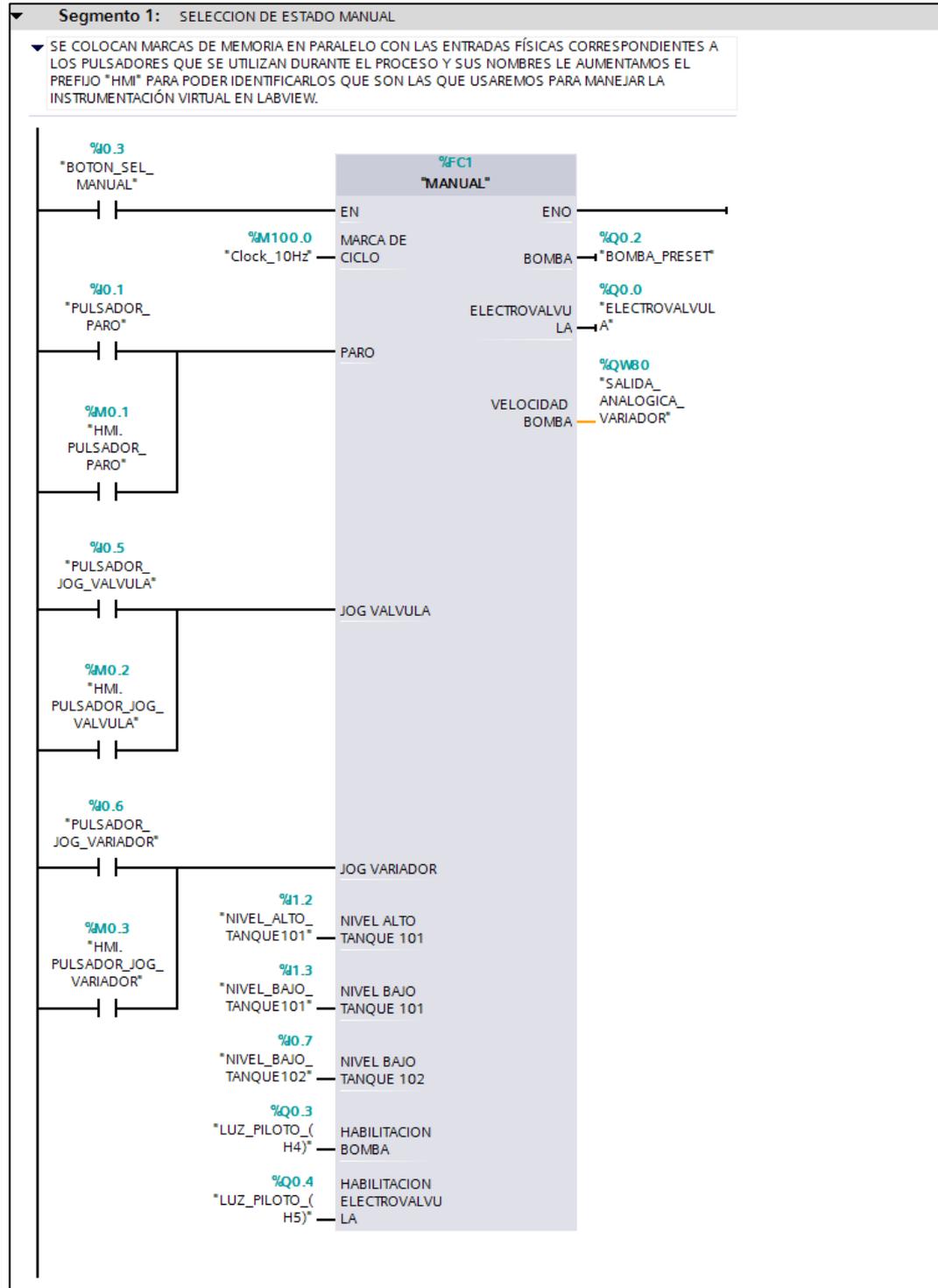


Figura 200. Segmento 1/Main[OB1]

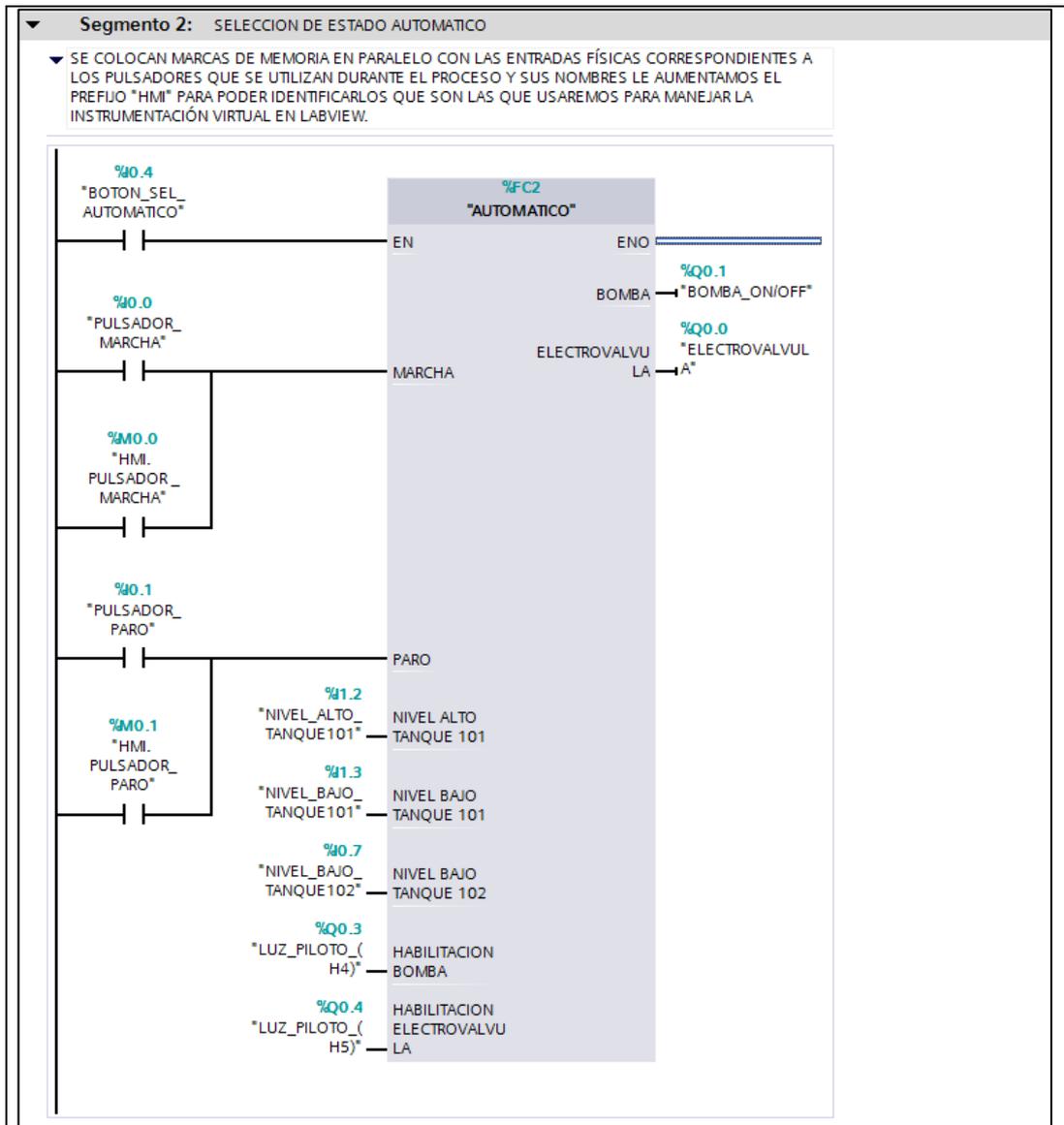


Figura 201. Segmento 2/Main[OB1]

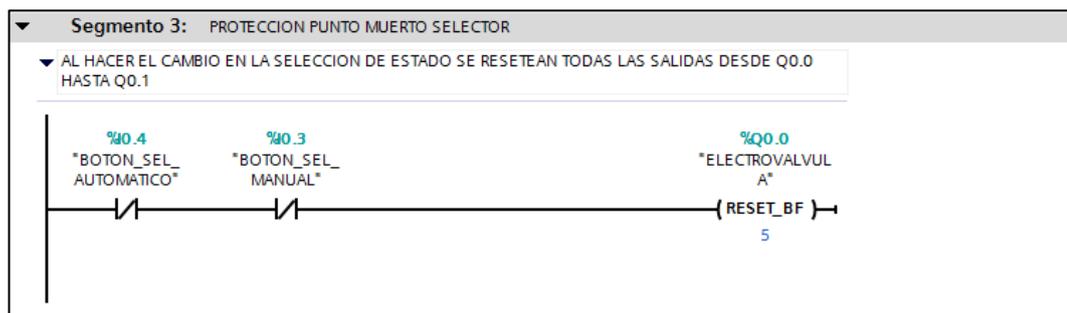


Figura 202. Segmento 3/Main[OB1]

d) Programación Propuesta para Labview 2012

Se elaborará un VI que permita la visualización de los estados booleanos correspondientes a las siguientes entradas y salidas booleanas en la planta Didáctica para Control de Nivel. Como ahora se requiere elaborar un panel de control virtual en SCADA de Labview, al momento de configurar el OPC Server de acuerdo a los pasos ya vistos en la anterior práctica, se debe indicar que a más de ser leídas, estas áreas de memoria puedan ser escritas en el PLC.

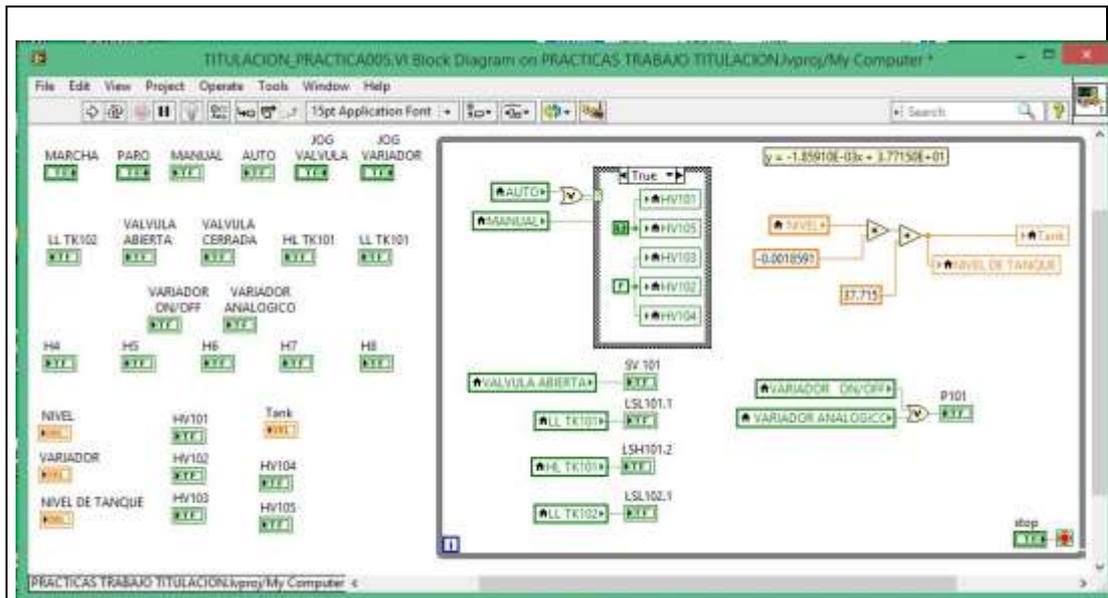


Figura 204. Diagrama de Bloques Labview 001

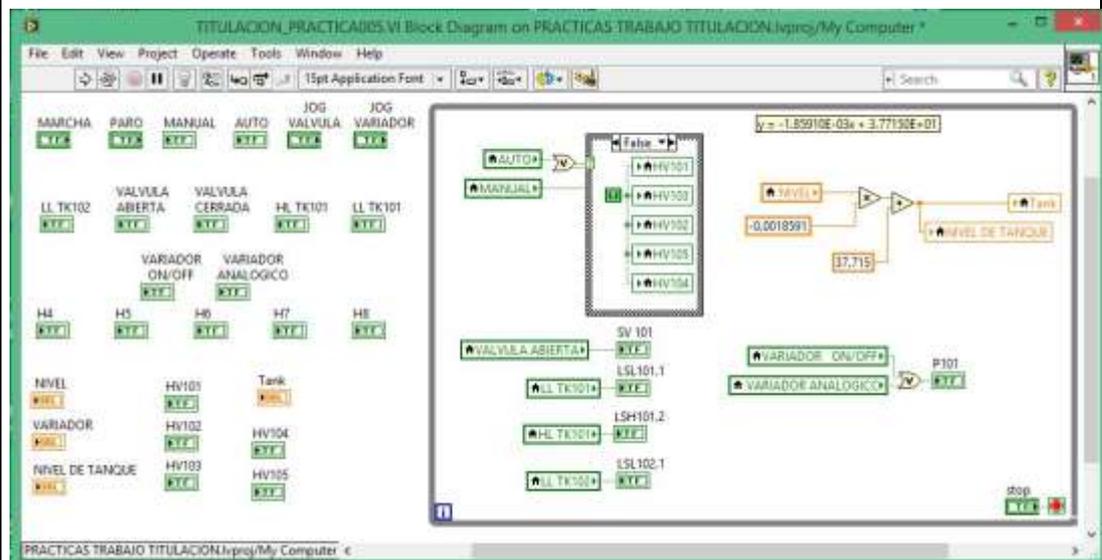


Figura 205. Diagrama de Bloques Labview 002

e) Obtención de curva para control de nivel

Una vez configurado el sistema para su monitoreo en Labview, se procede a la toma de datos para obtener la curva de nivel de la planta. Para esto se irán tomando pares de datos y al final evaluarlos en una hoja de cálculo de Excel. Lo primero es llenar el tanque TK102 hasta lo máximo que lo permita el volumen de líquido que se disponga en el momento y apagar los actuadores (bomba y electroválvula). Inmediatamente cerrar la válvula manual HV103 para que el agua no retorne por gravedad al tanque TK101.

La visualización en Labview debe de estar corriendo y leyendo datos. Luego se abrirá la válvula manual HV105 para que el líquido vaya descargándose hacia TK101, observando siempre el nivel de TK102 en la regla graduada (cm) para cerrar nuevamente la válvula manual HV105 tan pronto llegue a alguna marcación numerada. Se espera a que el líquido en TK102 se estabilice y se anota el valor indicado por la entrada analógica IW64 correspondiente al sensor de nivel en la pantalla de monitoreo de Labview. Esta acción se repetirá hasta la última medición permitida.

En este caso las mediciones empezaron desde la marcación de los 20 centímetros y se abrió la válvula manual HV105 para descargar el líquido y cerrándola en cada división.



Figura 206. Inicio de toma de datos.

Se consigue la siguiente tabla y al graficarla se obtuvo la ecuación de la recta que se utilizará en adelante para los procesos que así lo necesiten. La ecuación que resulte será introducida en la programación de diagrama de bloques de Labview para validar los valores de nivel que se muestren

Nivel (cm)	20	19	18	17	16	15	14	13	12
IW64	10009	10534	11018	11559	12129	12652	13086	13778	14157
Nivel (cm)	11	10	9	8	7	6	5	4	
IW64	14730	15261	15901	16325	16979	17596	18135	18664	

Tabla 10. Tabla de valores oobtenidos.

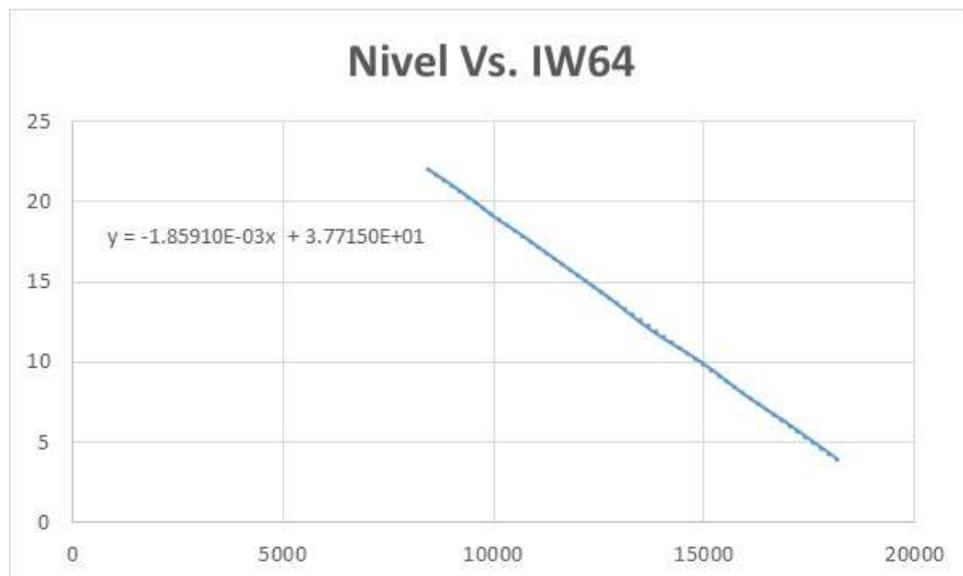


Figura 207. Curva de nivel vs. Entrada analógica IW64.

f) Configuración de antenas Nanostation5 de Ubiquiti Networks

Como se desea monitorear una sola planta, se necesita llevar a las antenas Nanostation5 a una configuración Punto – Punto, en la que una de ellas trabaja como Punto de Acceso WDS

(Acces Point WDS – Wireless Distribution System/Sistema de Distribución Inalámbrico) sirviendo o atendiendo a otra como Cliente o Estación WDS (Client WDS).

Para esto, se recordarán los números IP asignados a las antenas con las que se trabajarán.

DEVICE TYPE	NAME	HOST	MAC
NS5	UBNT_10	192.168.0.10	00:15:6D:5C:CA:E5
NS5	UBNT_30	192.168.0.30	00:15:6D:5C:CA:83

Tabla 11. IP's de las Antenas utilizadas.

Recordar que para ingresar a la configuración de las antenas, se debe escribir en cualquier explorador de internet el número IP de la que vayamos a configurar.

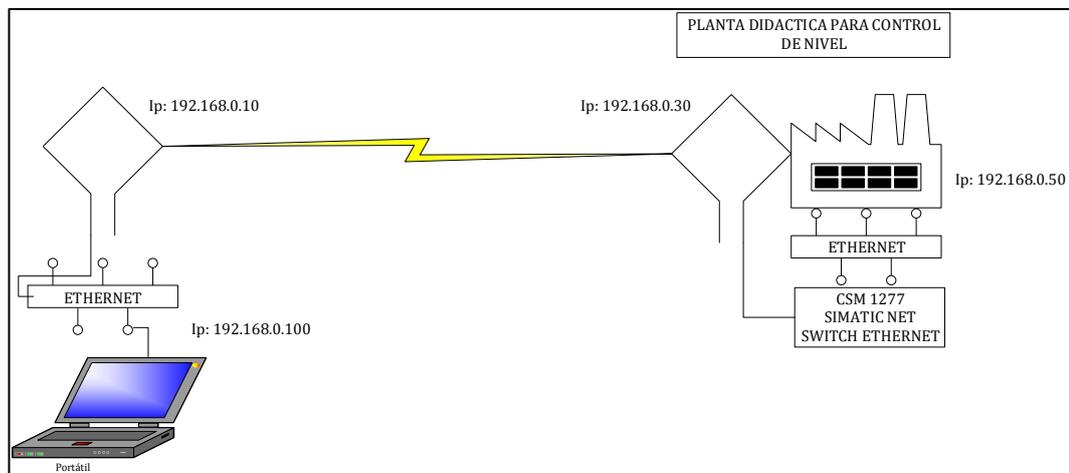


Figura 208. Diagrama de configuración punto/punto.



Figura 209. Equipos de laboratorio en configuración punto/punto.

La antena UBNT_10 será la que irá conectada al computador y será configurada como Punto de Acceso WDS. A continuación se anotarán las MAC ADDRESS de las estaciones a las que debe servir o atender.

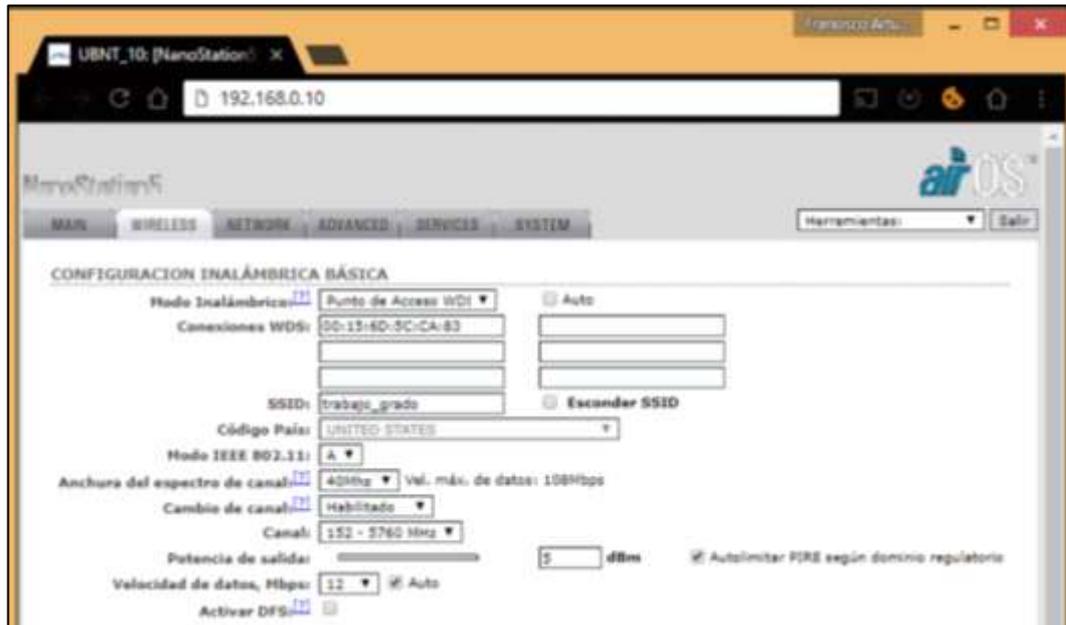


Figura 210. Configuración de la antena 001

La antena UBNT_30 será la que irá conectada a la Planta Didáctica para Control de Nivel y será configurada como Estación WDS. A continuación se anota la MAC ADDRESS del Punto de Acceso WDS que la atenderá, o sea de la UBNT_10.

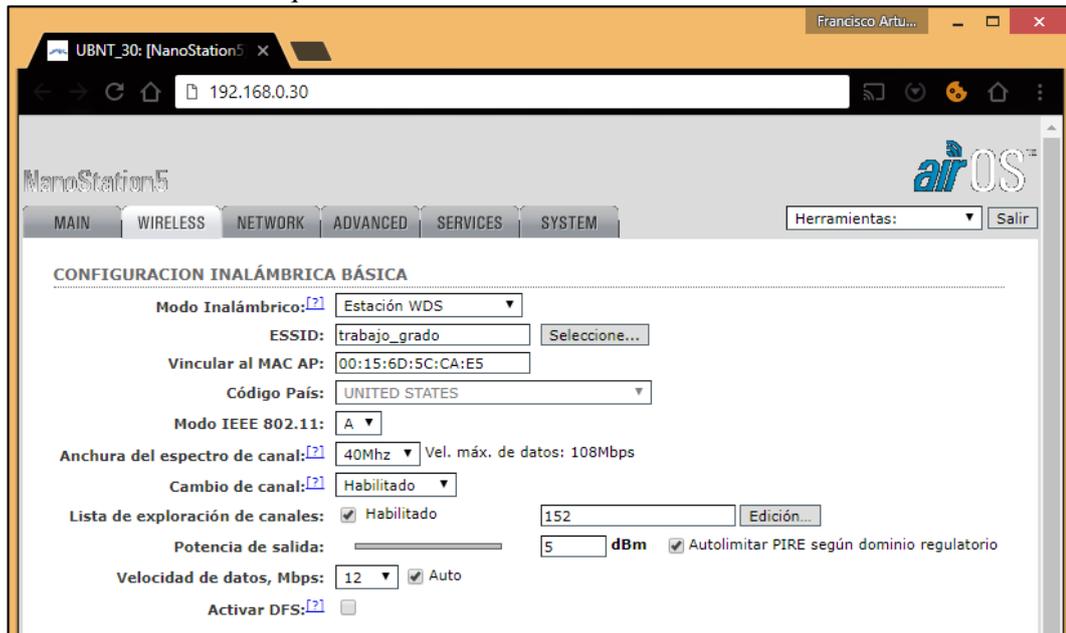


Figura 211. Configuración de la antena 002

VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA

Visualización del Panel Frontal del VI programado y configurado el enlace OPC Server con la planta funcionando en el Estado Manual. Se podrá ir comparando la respuesta del panel de control físico con el panel de control virtual.



Figura 212. Validación de la Práctica 5/Estado Manual 001



Figura 213. Validación de la Práctica 5/Estado Manual 002



Figura 214. Validación de la Práctica 5/Estado Manual 003

Visualización del Panel Frontal del VI programado y configurado el enlace OPC Server con la planta funcionando en el Estado Automático. Se podrá ir comparando la respuesta del panel de control físico con el panel de control virtual.



Figura 215. Validación de la Práctica 5/Estado Automático 001



Figura 216. Validación de la Práctica 5/Estado Automático 002



Figura 217. Validación de la Práctica 5/Estado Automático 003

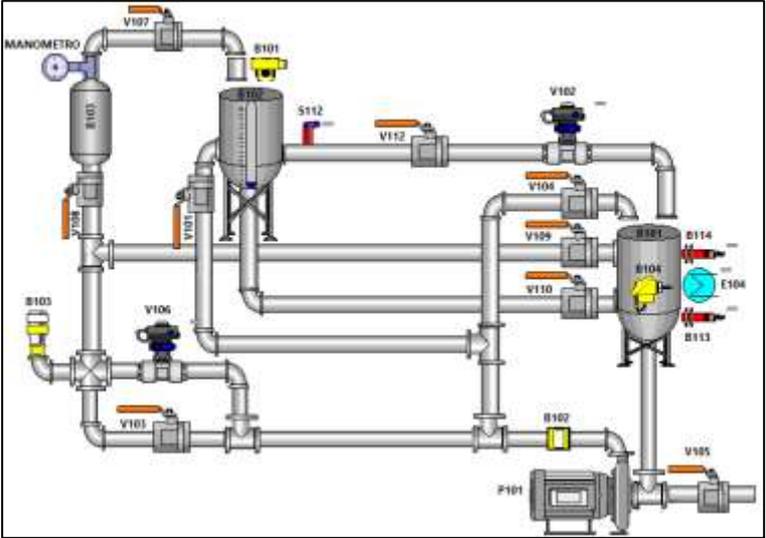
CONCLUSIONES:

- Se cumplieron los objetivos propuestos al inicio de la práctica, logrando familiarizarse con las entradas y salidas existentes

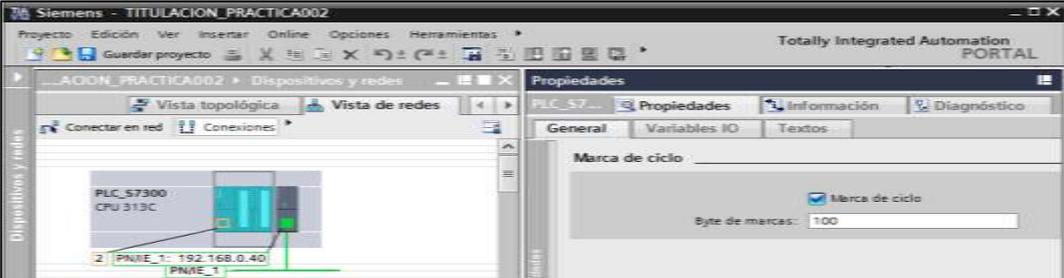
RECOMENDACIONES:

- Poner mucha atención al momento de configurar y asignar las E/S digitales o analógicas en le OPC Server para que no haya problemas al momento de que sean llamadas desde el Scada de Labview.
- Asegurarse que todos los dispositivos se encuentren en la misma red por su número IP.
- Analizar en detalle las medidas de seguridad para evitar cualquier percance.
- Revisar la apertura y cierre de las válvulas manuales de acuerdo a su uso.

4.6. PRÁCTICA 6

		FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO / TALLERES / CENTROS DE SIMULACIÓN – PARA DOCENTES
CARRERA: Ingeniería Electrónica		ASIGNATURA:
NRO. PRÁCTICA:	6	TÍTULO PRÁCTICA: OBTENCIÓN DE CURVA PARA CONTROL DE NIVEL EN PLANTA DIDÁCTICA WORKSTATION DE FESTO. MONITOREO INALÁMBRICO EN SCADA BAJO LABVIEW
OBJETIVO GENERAL: Realizar un VI en Labview para monitorear un proceso ya existente		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS: <ul style="list-style-type: none"> • Hacer los cambios que se consideren necesarios a la programación de la Práctica #2 para que pueda ser visualizado el proceso en un Scada bajo Labview sin que modifique el proceso. • Obtener la curva para el control de nivel de la planta. 		
INSTRUCCIONES	<p>Considere el siguiente proceso:</p>  <p style="text-align: center;">Figura 218. Proceso.</p> <p>Panel de mando del proceso propuesto:</p>  <p style="text-align: center;">Figura 219. Panel de mando.</p>	

	<p>1. EQUIPAMIENTO</p> <p>Para la realización de la presente práctica, se utilizará la Planta Compact Workstation de Festo que se encuentra en el Laboratorio de Automatización Industrial. Los elementos de los que disponemos en la planta ya han sido detallados en las Práctica #2.</p>
	<p>2. GENERALIDADES</p> <p>El proceso que se va a describir a continuación será el mismo descrito en la Práctica #2 Deberán considerarse las Condiciones Iniciales Normales descritas en la respectiva práctica.</p>
	<p>3. DESCRIPCIÓN</p> <p>Luego de haber realizado los cambios en la programación que permitan visualizar y actuar sobre el proceso y previa confirmación de la Condición Inicial Normal en cada uno de los estados de operación, estos podrán dar marcha, tanto desde el panel de control físico como desde un panel de control virtual en el SCADA bajo Labview que haya configurado.</p>

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR
<p>1. Diseñar una solución al problema de automatización utilizando un autómata programable.</p>
<p>2. Realizar la puesta en marcha de la solución validando la efectividad del mismo y las seguridades del caso.</p>
<p>RESULTADOS OBTENIDOS:</p>
<p>a) Configuración de E/S</p>
<p>Se usen o no, quedarán registradas todas las entradas y salidas que se encuentran conectadas físicamente al PLC SIEMENS S7-1200 como fueron descritas en la Práctica #2.</p>
<p>b) Configuración del hardware</p>
<p>Se utilizará un PLC S7300 CPU 313C junto a un módulo de comunicación ethernet CP 343-1 LEAN. Se habilitará la marca de ciclo en el byte MB100 y el número IP asignado en este caso será 192.168.0.40.</p>

Figura 220. Configuración de Hardware

c) Programación Propuesta para Tia Portal V12.

Sobre la misma programación realizada para la Práctica #2 se colocarán en paralelo, a los contactos correspondientes a los pulsadores del panel de control, contactos de marcas de memoria que serán utilizados para configurar un panel de control virtual en el SCADA bajo Labview, por lo que sólo variará la programación del Bloque Main[OB1].

Programación del bloque Main [OB1]:

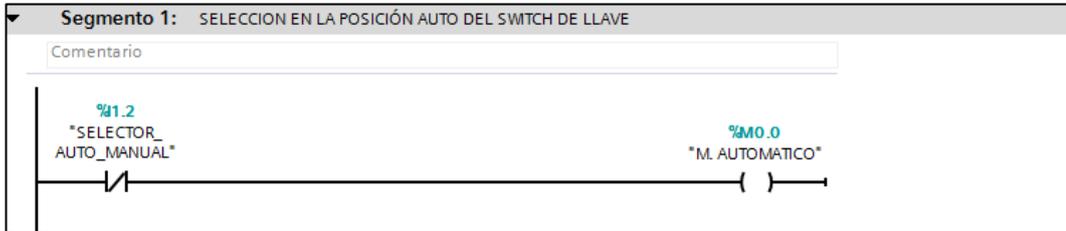


Figura 221. Segmento 1/Main[OB1]

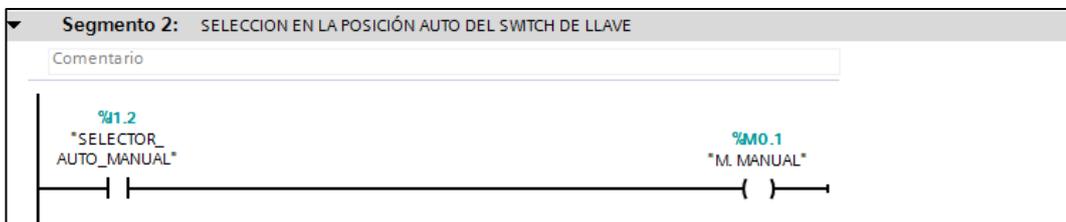


Figura 222. Segmento 2/Main[OB1]

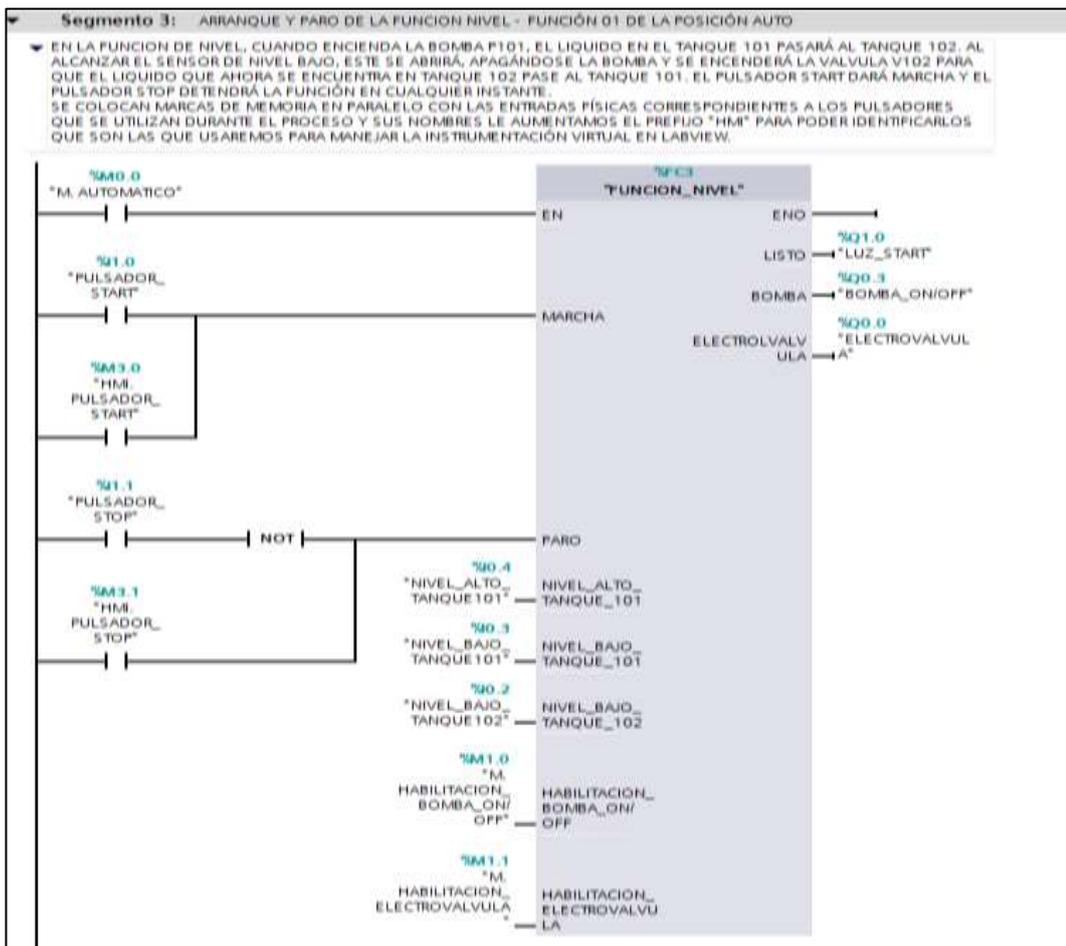


Figura 223. Segmento 3/Main[OB1]

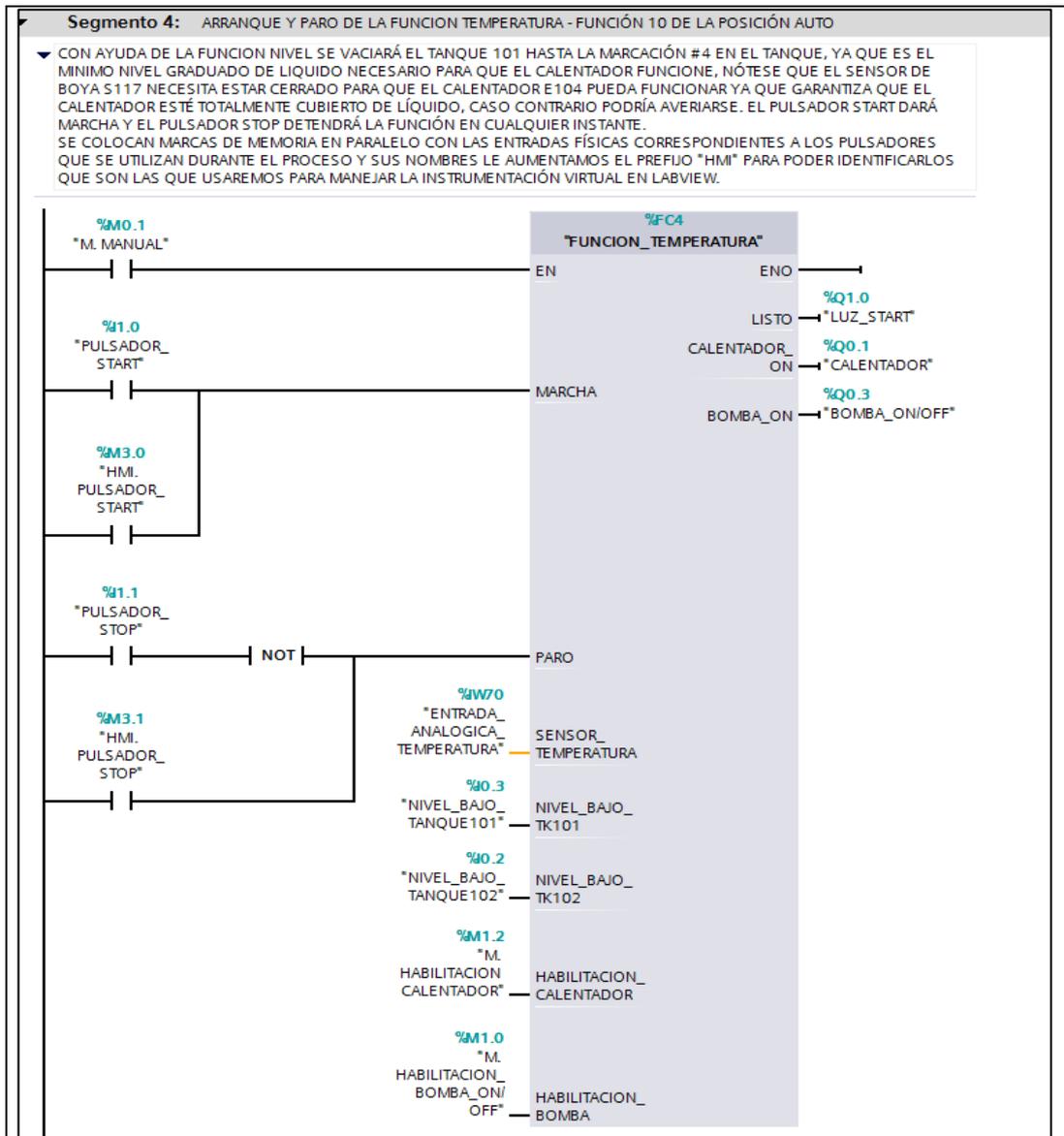


Figura 224. Segmento 4/Main[OB1]

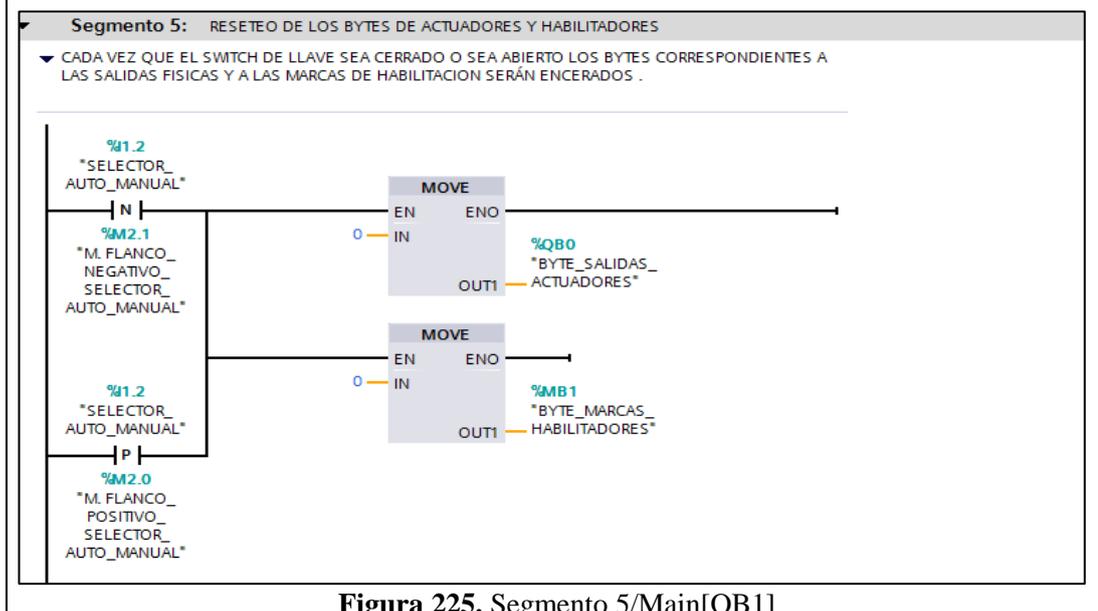


Figura 225. Segmento 5/Main[OB1]

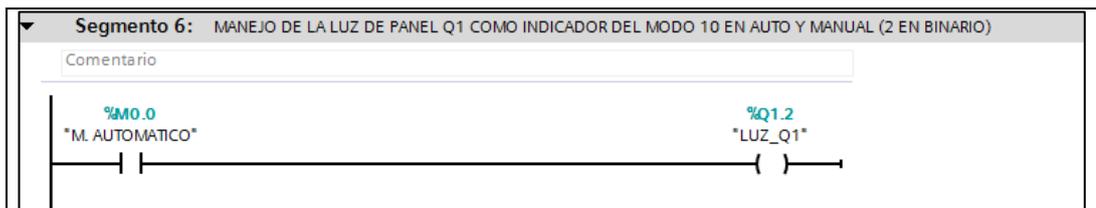


Figura 226. Segmento 6/Main[OB1]

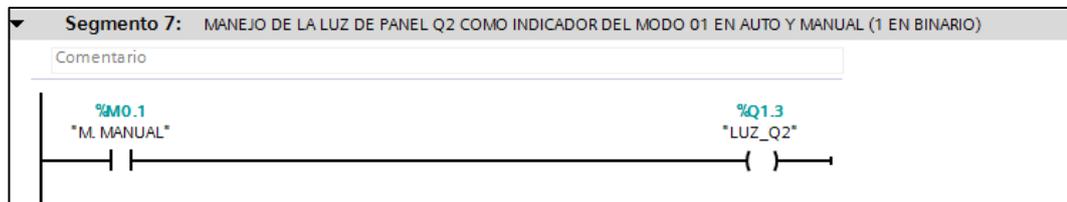


Figura 227. Segmento 7/Main[OB1]

d) Programación Propuesta para Labview 2012

Se elaborará un VI que permita la visualización de los estados booleanos correspondientes a las siguientes entradas y salidas booleanas en la planta Didáctica para Control de Nivel. Como ahora se requiere elaborar un panel de control virtual en SCADA de Labview, al momento de configurar el OPC Server de acuerdo a los pasos ya vistos en la anterior práctica, se debe indicar que a más de ser leídas, estas áreas de memoria puedan ser escritas en el PLC.

Nombre	Dirección	Comentario
NIVEL_BAJO_TANQUE102	%I0.2	SENSOR DE BOYA NIVEL BAJO TANQUE 102
NIVEL_BAJO_TANQUE101	%I0.3	SENSOR CAPACITIVO NIVEL BAJO TANQUE 101
NIVEL_ALTO_TANQUE101	%I0.4	SENSOR CAPACITIVO NIVEL ALTO TANQUE 101
SELECTOR_AUTO_MANUAL	%I1.2	SELECTOR MANUAL/AUTOMÁTICO
ELECTROVALVULA	%Q0.0	VÁLVULA DE BOLA V102
CALENTADOR	%Q0.1	0 = CALENTADOR APAGADO, 1 = CALENTADOR ENCENDIDO
BOMBA_ON/OFF	%Q0.3	1 => BOMBA_VARIADOR = 0
LUZ_START	%Q1.0	LUZ INTERIOR DEL BOTÓN DE INICIO
LUZ_Q1	%Q1.2	LUZ Q1
LUZ_Q2	%Q1.3	LUZ Q2
ENTRADA_ANALOGICA_NIVEL	%IW64	ENTRADA ANALÓGICA SENSOR ULTRASÓNICO NIVEL TANQUE 102
ENTRADA_ANALOGICA_TEMPERATURA	%IW70	ENTRADA ANALÓGICA SENSOR DE TEMPERATURA PT100
HMI. PULSADOR_RESET	%M3.2	CONTROL VIRTUAL LABVIEW

HMI. PULSADOR_START	%M3.0	CONTROL VIRTUAL LABVIEW
HMI. PULSADOR_STOP	%M3.1	CONTROL VIRTUAL LABVIEW

Tabla 12. Estados booleanos para monitoreo en Labview.



Figura 228. Panel Frontal Labview 001

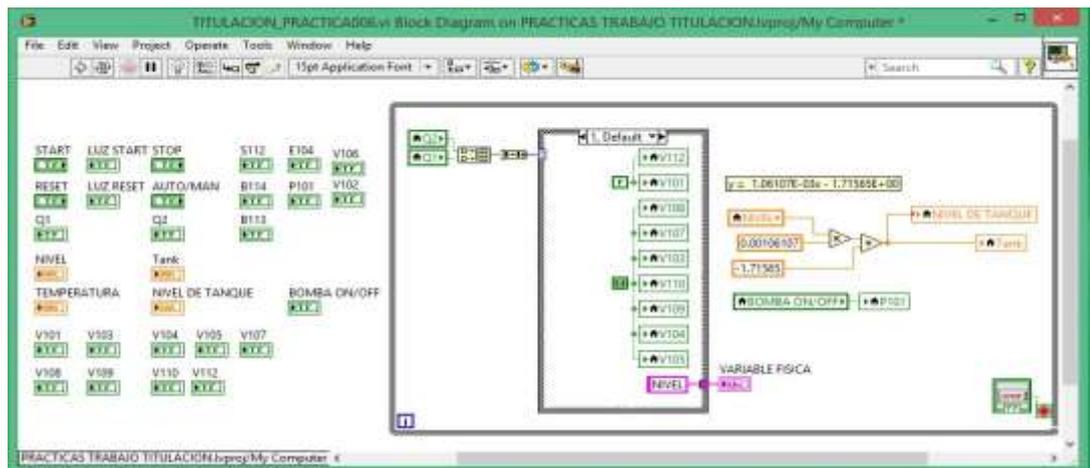


Figura 229. Diagrama de Bloques Labview 002

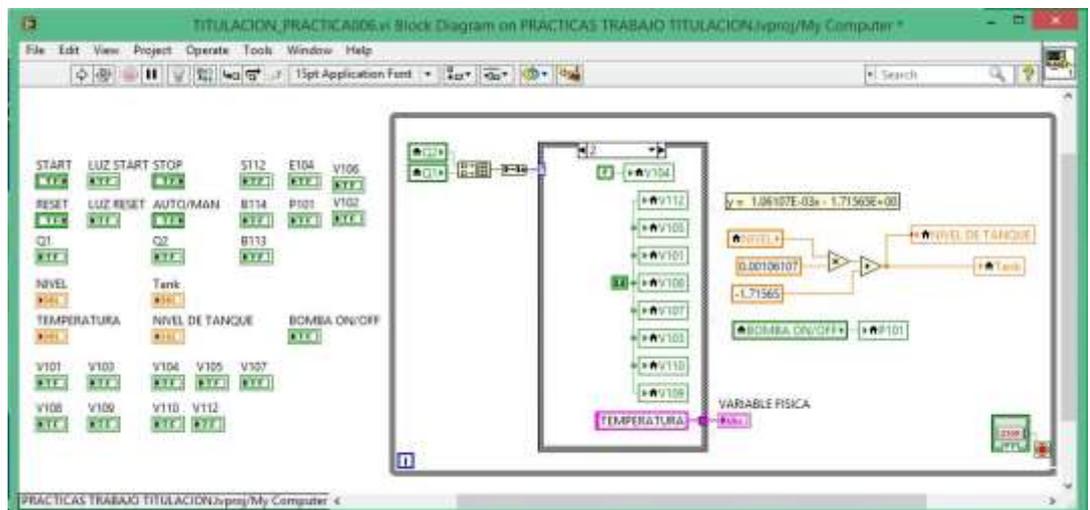


Figura 230. Diagrama de Bloques Labview 003

e) Obtención de curva para control de nivel

Una vez configurado el sistema para su monitoreo en Labview, se procede a la toma de datos para obtener la curva de nivel de la planta. Para esto se irán tomando pares de datos y al final evaluarlos en una hoja de cálculo de Excel. Lo primero es llenar el tanque B102 hasta lo máximo que lo permita el volumen de líquido que se disponga en el momento y apagar los actuadores (bomba y electroválvula).

Inmediatamente cerrar la válvula manual V101 para que el agua no retorne por gravedad al tanque B101. La visualización en Labview debe de estar corriendo y leyendo datos. Luego se abrirá la válvula manual V110 para que el líquido vaya descargándose hacia B101, observando siempre el nivel de B102 en la regla graduada (cm) para cerrar nuevamente la válvula manual V110 tan pronto llegue a alguna marcación numerada.

Se espera a que el líquido en B102 se estabilice y se anota el valor indicado por la entrada analógica IW64 correspondiente al sensor de nivel en la pantalla de monitoreo de Labview. Esta acción se repetirá hasta la última medición permitida.

En este caso las mediciones empezaron desde la marcación de los 22 centímetros y se iba abriendo la válvula manual V110 para descargar el líquido y cerrándola en cada segunda división.

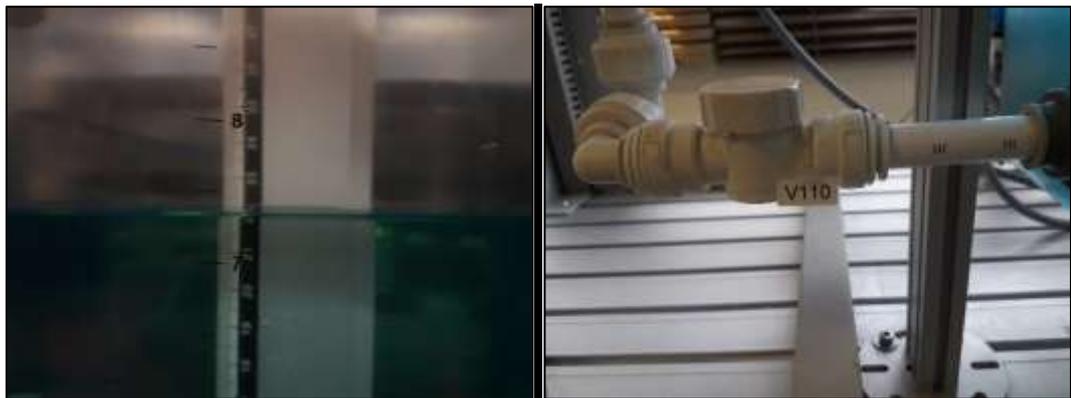


Figura 231. Inicio de toma de datos.

Se consigue la siguiente tabla y al graficarla se obtuvo la ecuación de la recta que se utilizará en adelante para los procesos que así lo necesiten. La ecuación que resulte será introducida en la programación de diagrama de bloques de Labview para validar los valores de nivel que se muestren

Nivel (cm)	22	20	18	16	14	12	10	8	6	4
IW64	22224	20528	18544	16688	14768	12944	11008	9184	7264	5408

Tabla 13. Tabla de valores obtenidos

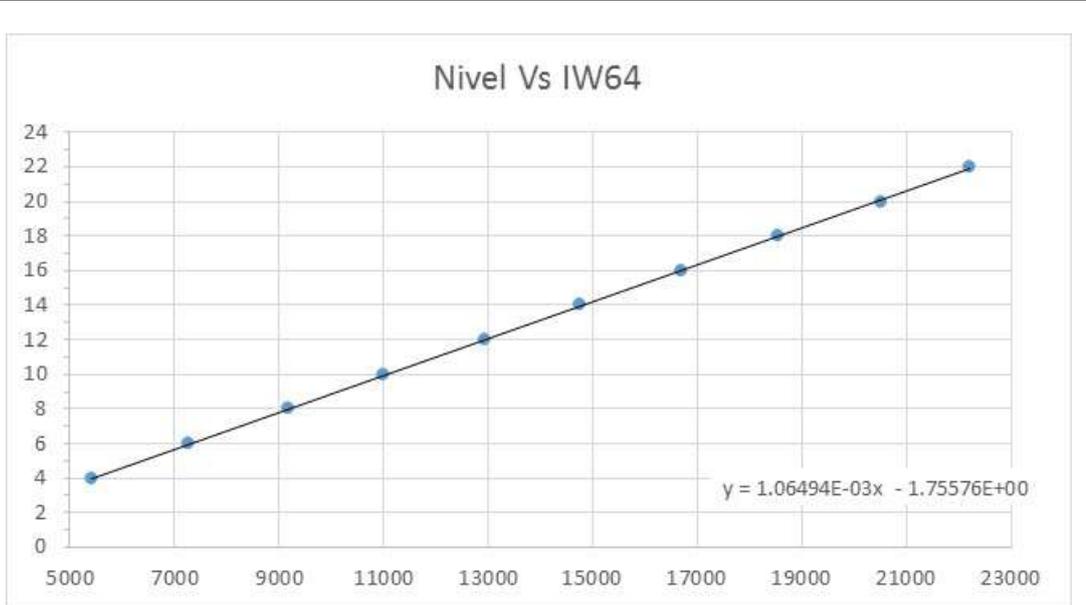


Figura 232. Curva de nivel vs. Entrada analógica IW64.

f) Configuración de antenas Nanostation5 de Ubiquiti Networks

Como se desea monitorear una sola planta, se necesita llevar a las antenas Nanostation5 a una configuración Punto – Punto, en la que una de ella trabaja como Punto de Acceso WDS (Acces Point WDS – Wireless Distribution System/Sistema de Distribución Inalámbrico) sirviendo o atendiendo a otra como Cliente o Estación WDS (Client WDS).

Para esto, se recordarán los números IP asignados a las antenas con las que se trabajarán.

DEVICE TYPE	NAME	HOST	MAC
NS5	UBNT_10	192.168.0.10	00:15:6D:5C:CA:E5
NS5	UBNT_20	192.168.0.20	00:27:22:4E:B7:00

Tabla 14. IP's de las Antenas utilizadas

Recordar que para ingresar a la configuración de las antenas, se debe escribir en cualquier explorador de internet el numero Ip de la que vayamos a configurar.

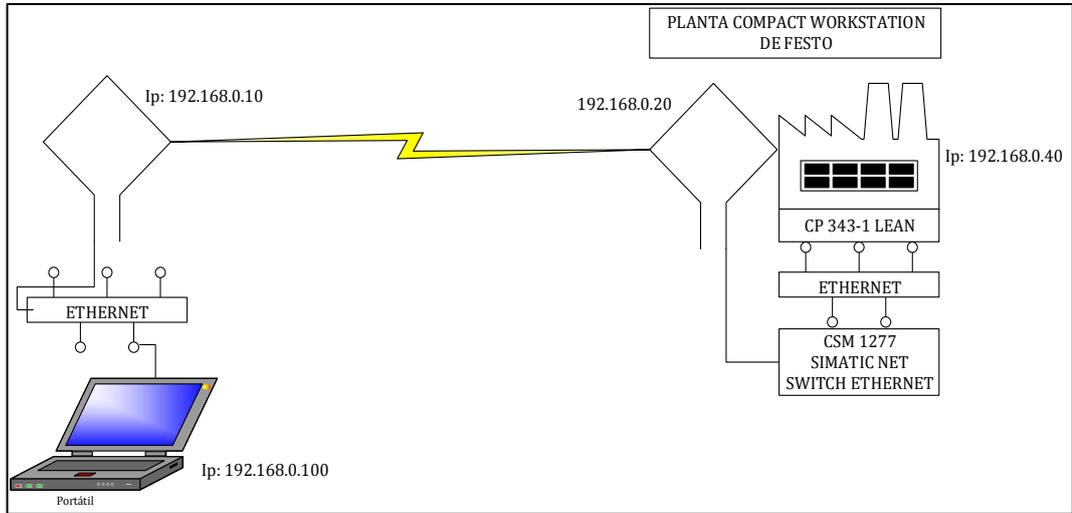


Figura 233. Diagrama de configuración punto/punto.



Figura 234. Equipos de laboratorio en configuración punto/punto.

La antena UBNT_10 será la que irá conectada al computador y será configurada como Punto de Acceso WDS. A continuación se anotarán las MAC ADDRESS de las estaciones a las que debe servir o atender.

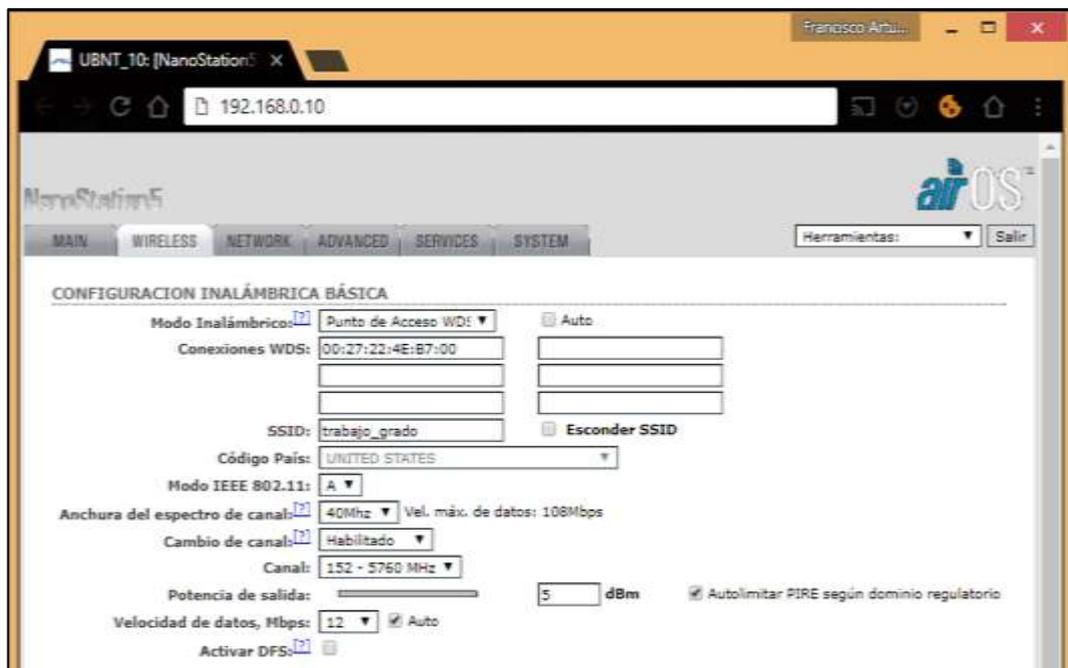


Figura 235. Configuración de la antena 001

La antena UBNT_20 será la que irá conectada a la Planta Workstation de Festo y será configurada como Estación WDS. A continuación se anotará la MAC ADDRESS del Punto de Acceso WDS que la atenderá, o sea de la UBNT Configuración de la antena 001_10.



Figura 236. Configuración de la antena 002

VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA

En el panel frontal del VI se puede observar virtualmente lo que está pasando en la planta real y una vez obtenida la función de nivel e ingresada en el diagrama de bloques se podrá ir comparando la medida obtenida con la función con la que se ve en la regla.



Figura 237. Validación de la Práctica 6/Función Nivel 001

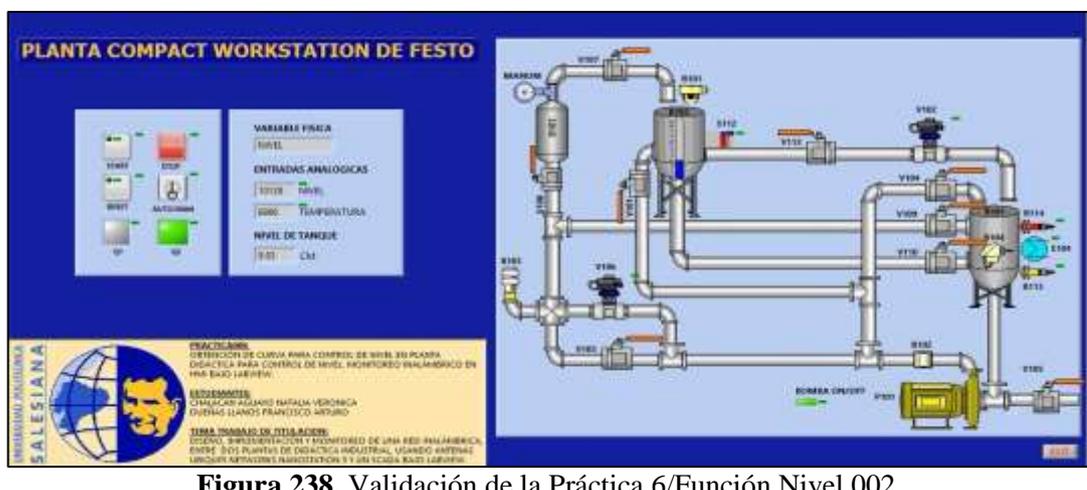


Figura 238. Validación de la Práctica 6/Función Nivel 002



Figura 239. Validación de la Práctica 6/Función Nivel 003

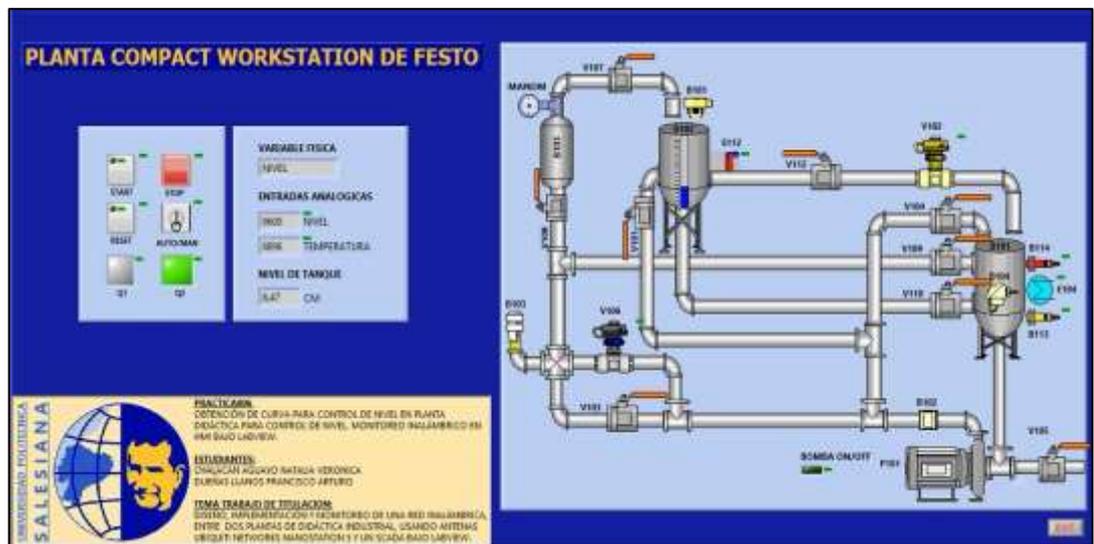


Figura 240. Validación de la Práctica 6/Función Nivel 004

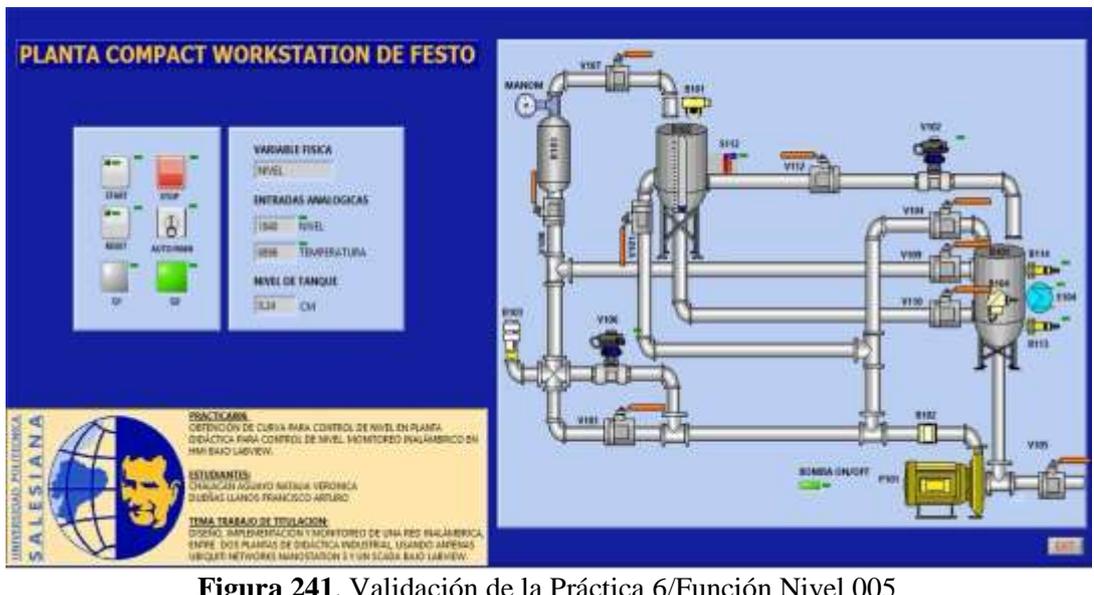


Figura 241. Validación de la Práctica 6/Función Nivel 005



Figura 242. Validación de la Práctica 6/Función Nivel 006

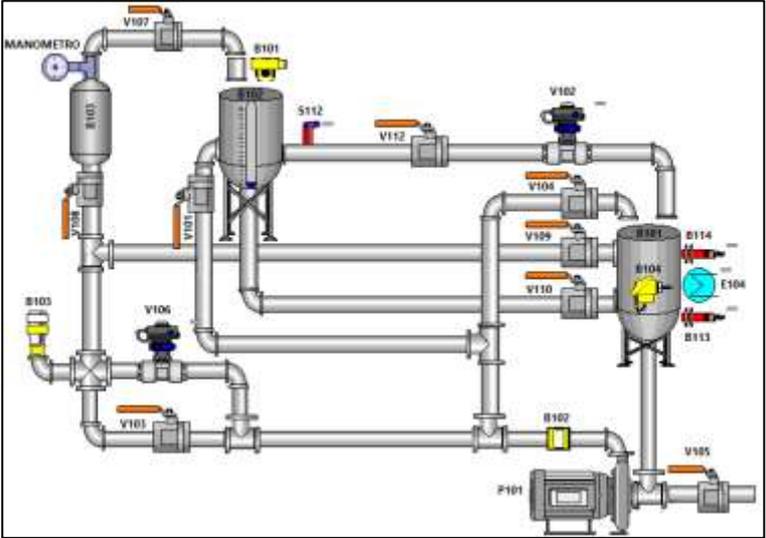
CONCLUSIONES:

- Se cumplieron los objetivos propuestos al inicio de la práctica, logrando familiarizarse con las entradas y salidas existentes

RECOMENDACIONES:

- Poner mucha atención al momento de configurar y asignar las E/S digitales o analógicas en le OPC Server para que no haya problemas al momento de que sean llamadas desde el Scada de Labview.
- Se debe revisar varias veces la programación antes de implementarla para evitar oscilaciones no deseadas de las salidas.
- Asegurarse que todos los dispositivos se encuentren en la misma red por su número IP.
- Previo a la programación se debe analizar el funcionamiento de la instrumentación y el comportamiento de los elementos de fuerza.
- Analizar en detalle las medidas de seguridad para evitar cualquier percance.
- Revisar la apertura y cierre de las válvulas manuales de acuerdo a su uso.

4.7. PRÁCTICA 7

		FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO / TALLERES / CENTROS DE SIMULACIÓN – PARA DOCENTES
CARRERA: Ingeniería Electrónica		ASIGNATURA:
NRO. PRÁCTICA:	7	TÍTULO PRÁCTICA: OBTENCIÓN DE CURVA PARA CONTROL DE PRESIÓN EN PLANTA DIDÁCTICA WORKSTATION DE FESTO. MONITOREO INALÁMBRICO EN HMI BAJO LABVIEW
OBJETIVO GENERAL: Realizar un VI en Labview para monitorear un proceso ya existente		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS: <ul style="list-style-type: none"> • Hacer los cambios que se consideren necesarios a la programación de la Práctica #3 para que pueda ser visualizado en un Scada bajo Labview. • Modificar el subproceso del estado Manual en la Practica #3 para determinar la curva de presión en función de la variación de velocidad de la bomba 		
INSTRUCCIONES	<p style="text-align: center;">Considere el siguiente proceso:</p>  <p style="text-align: center;">Figura 243. Proceso</p>	
	<p style="text-align: center;">Panel de mando del proceso propuesto:</p>  <p style="text-align: center;">Figura 244. Panel de mando</p>	

	<p>4. EQUIPAMIENTO</p> <p>Para la realización de la presente práctica, se utilizará la Planta Compact Workstation de Festo que se encuentra en el Laboratorio de Automatización Industrial. Los elementos de los que disponemos en la planta ya han sido detallados en las Práctica #3.</p>
	<p>5. GENERALIDADES</p> <p>El proceso que se va a describir a continuación será el mismo descrito en la Práctica #3 en cuanto a que el estado de operación Automático controlará la variable física Flujo y el estado de operación Manual controlará la variable física Presión. Deberán considerarse las Condiciones Iniciales Normales descritas en la respectiva práctica.</p>
	<p>6. DESCRIPCIÓN</p> <p>Se realizarán los cambios respectivos para que el proceso pueda ser monitoreado y controlado desde el Scada en Labview y como en las otras ocasiones esto sólo afectará a la programación del bloque principal Main[OB1]. Por otro lado el bloque de Función Presión que corresponde al control de la variable física</p> <p>Presión será modificado para que esta variable cambie en función de la variación de velocidad de la bomba, siendo que en la programación original esa variación en la presión se lograba con el cambio en la apertura de la válvula proporcional. En la programación de Labview se deberá construir un potenciómetro virtual que nos ayude a escribir cambios continuos en la velocidad de la bomba.</p> <p>Esto nos permitirá tener un mayor control en la variación de presión para poder ajustarla a la graduación del manómetro de carátula para utilizarlo como referencia al momento de obtener la curva de presión.</p>

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR
<p>1. Diseñar una solución al problema de automatización utilizando un autómata programable.</p>
<p>2. Realizar la puesta en marcha de la solución validando la efectividad del mismo y las seguridades del caso.</p>
<p>RESULTADOS OBTENIDOS:</p> <p>a) Configuración de E/S</p> <p>Se usen o no, quedarán registradas todas las entradas y salidas que se encuentran conectadas físicamente al PLC SIEMENS S7-1200 como fueron descritas en la Práctica #3.</p>

b) Configuración del hardware

Se utilizará un PLC S7300 CPU 313C junto a un módulo de comunicación ethernet CP 343-1 LEAN. Se habilitará la marca de ciclo en el byte MB100 y el número IP asignado en este caso será 192.168.0.40.

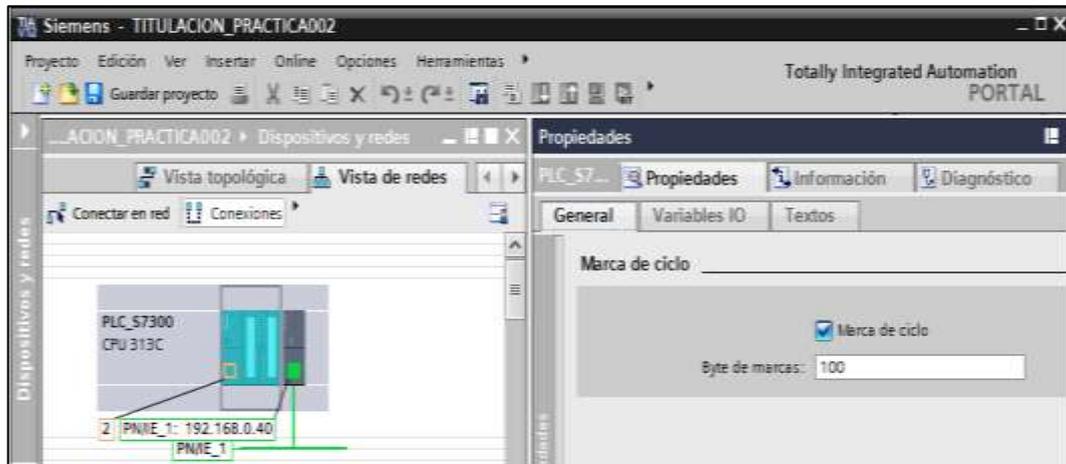


Figura 245. Configuración de Hardware

c) Programación Propuesta para Tia Portal V12.

Sobre la misma programación realizada para la Práctica #2 se colocarán en paralelo, a los contactos correspondientes a los pulsadores del panel de control, contactos de marcas de memoria que serán utilizados para configurar un panel de control virtual en el SCADA bajo Labview y Además del cambio en el bloque Manual para controlar la Presión por cambio de velocidad en la bomba, no se realizará ningún otro más.

Programación del bloque Main [OB1]:

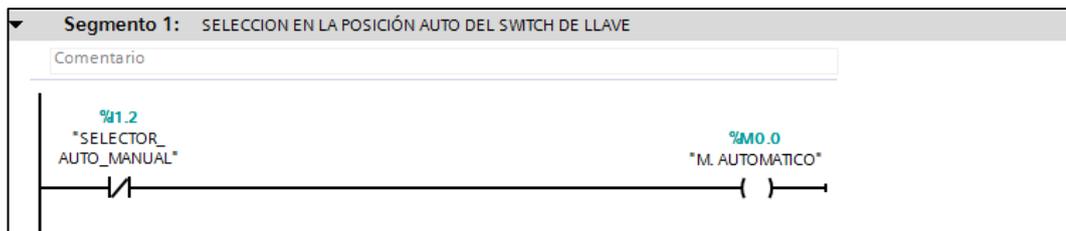


Figura 246. Segmento 1/Main[OB1]

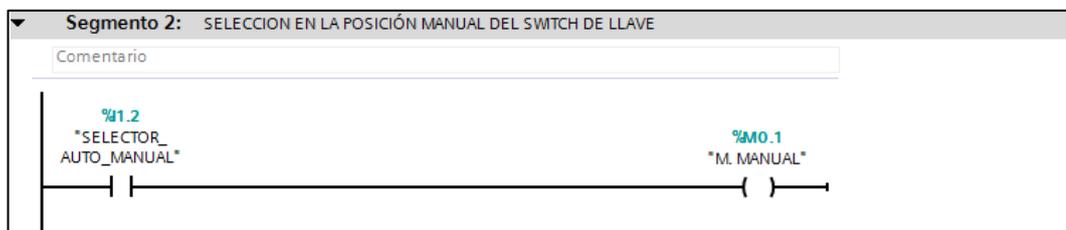


Figura 247. Segmento 2/Main[OB1]

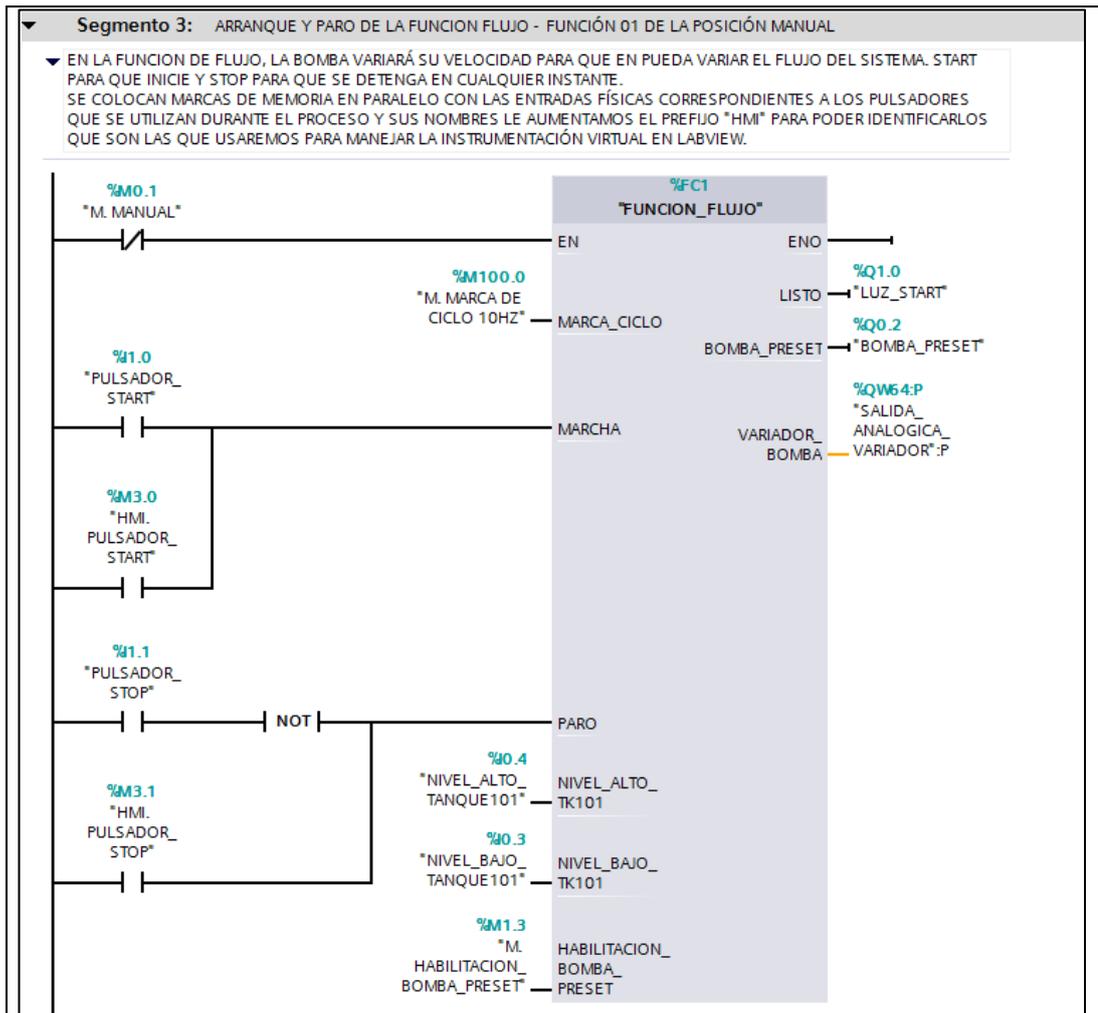
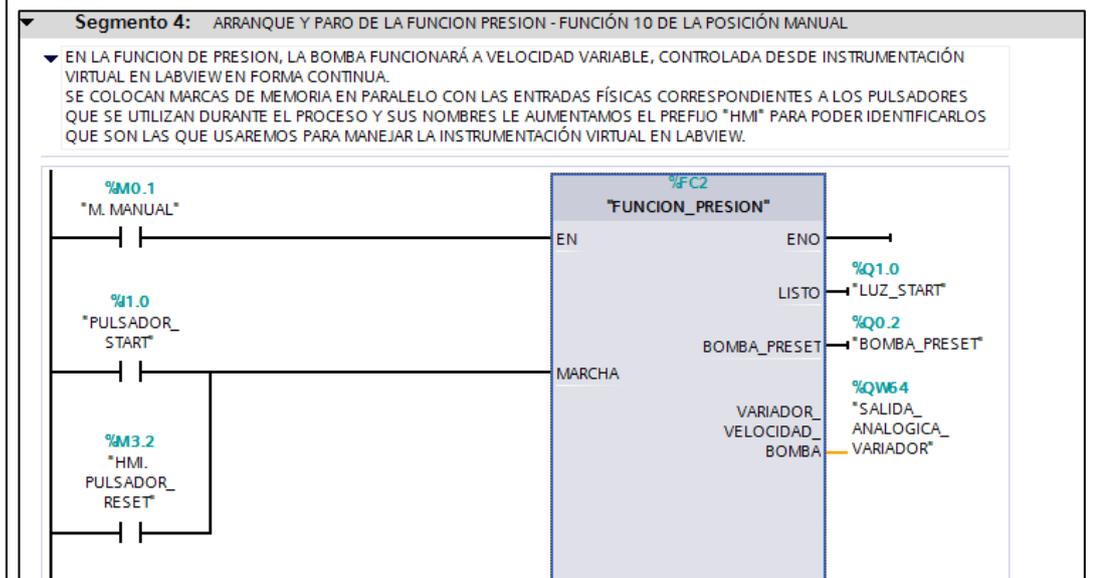


Figura 248. Segmento 3/Main[OB1]



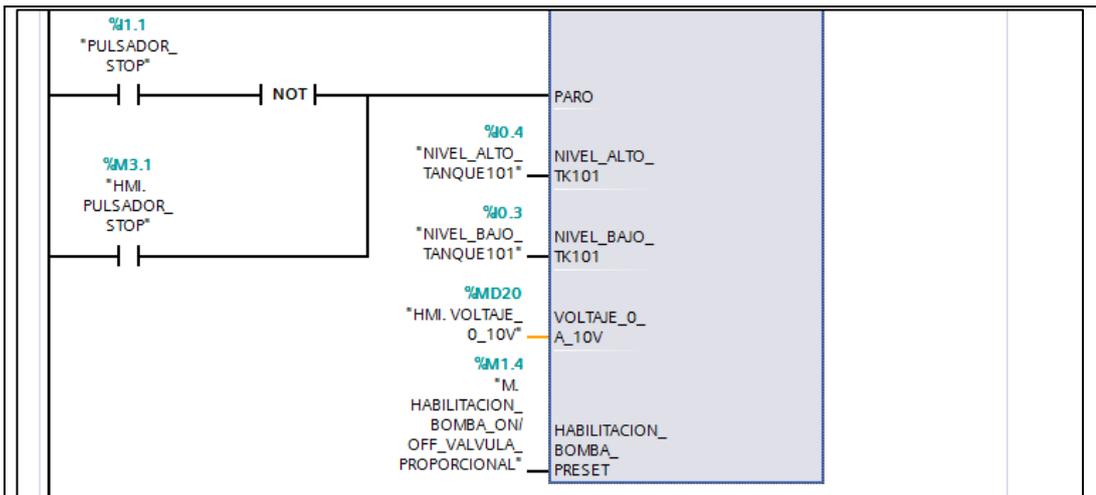


Figura 249. Segmento 4/Main[OB1]

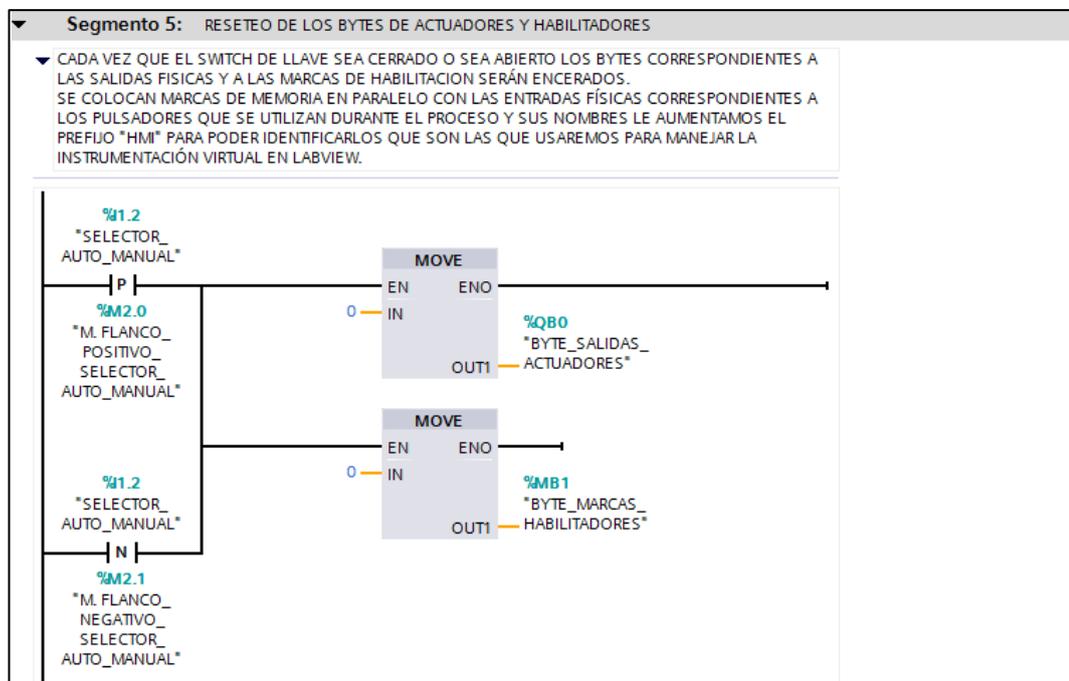


Figura 250. Segmento 5/Main[OB1]

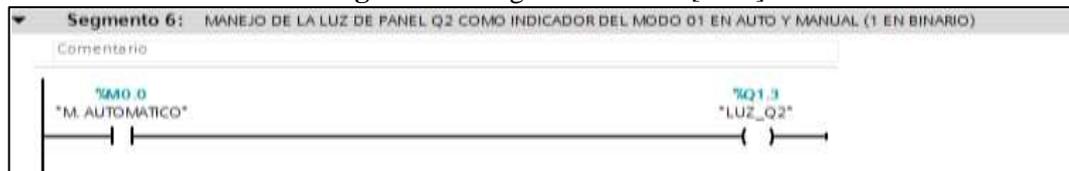


Figura 251. Segmento 6/Main[OB1]

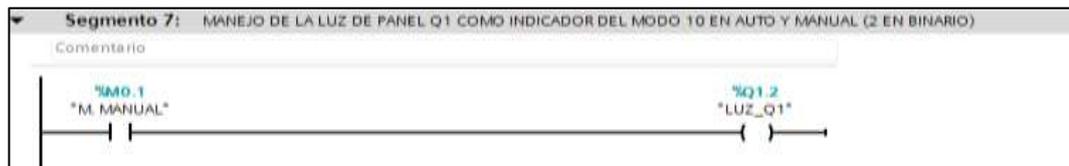


Figura 252. Segmento 7/Main[OB1]

Entradas y salidas del bloque FUNCIÓN_PRESION [FC2]

...PRACTICA007 > PLC_S7300 [CPU 313C] > Bloques de programa > FUNCION_PRESION [FC2]					
Interfaz					
	Nombre	Tipo de datos	Offset	Comentario	
1	Input				
2	MARCHA	Bool			
3	PARO	Bool			
4	NIVEL_ALTO_TK101	Bool			
5	NIVEL_BAJO_TK101	Bool			
6	VOLTAJE_0_A_10V	Real			
7	Output				
8	LISTO	Bool			
9	BOMBA_PRESET	Bool			
10	VARIADOR_VELOCIDAD_B...	Word			
11	InOut				
12	HABILITACION_BOMBA_P...	Bool			
13	Temp				
14	CONTADOR	Int	0.0		
15	A	Real	2.0		
16	B	DInt	6.0		
17	Return				
18	FUNCION_PRESION	Void			

Figura 253. Configuración de E/S Bloque FUNCION_PRESION

Programación del Bloque FUNCIÓN_PRESION [FC2]

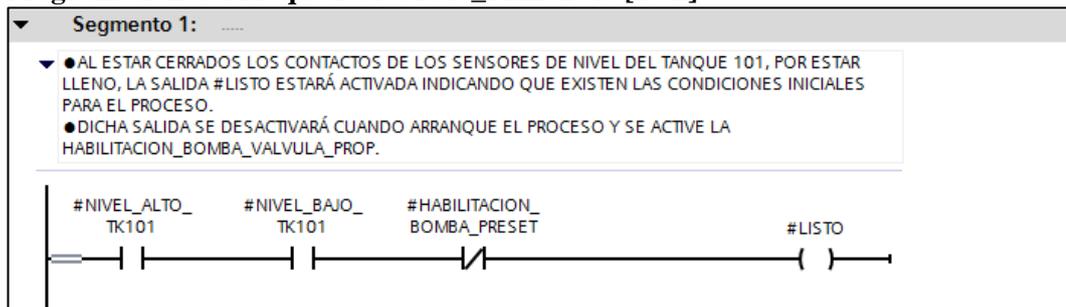


Figura 254. Segmento 1/Bloque FUNCION_PRESION[FC1]

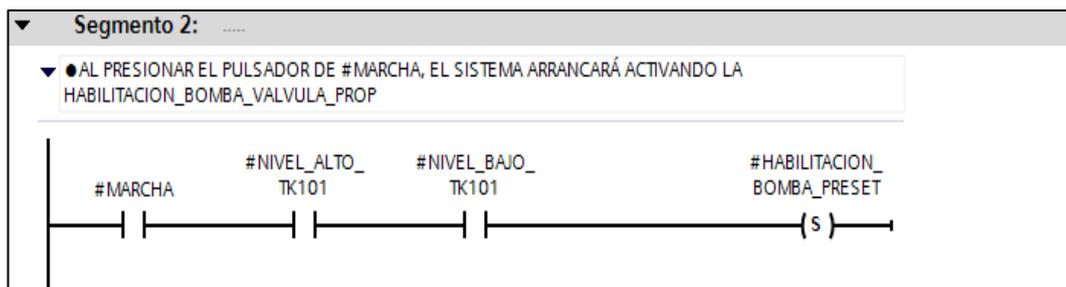


Figura 255. Segmento 2/Bloque FUNCION_PRESION[FC1]

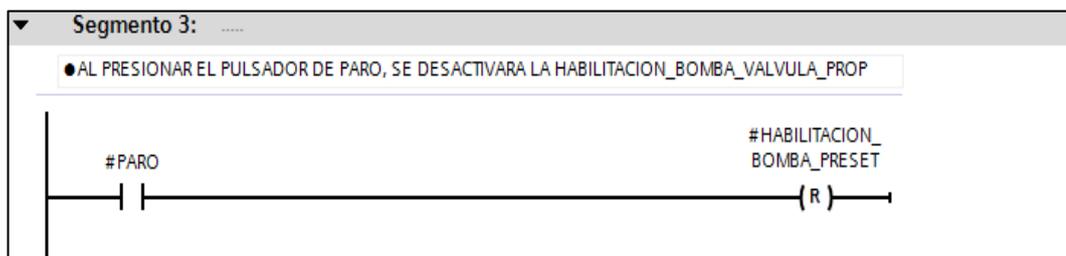


Figura 256. Segmento 3/Bloque FUNCION_PRESION[FC1]

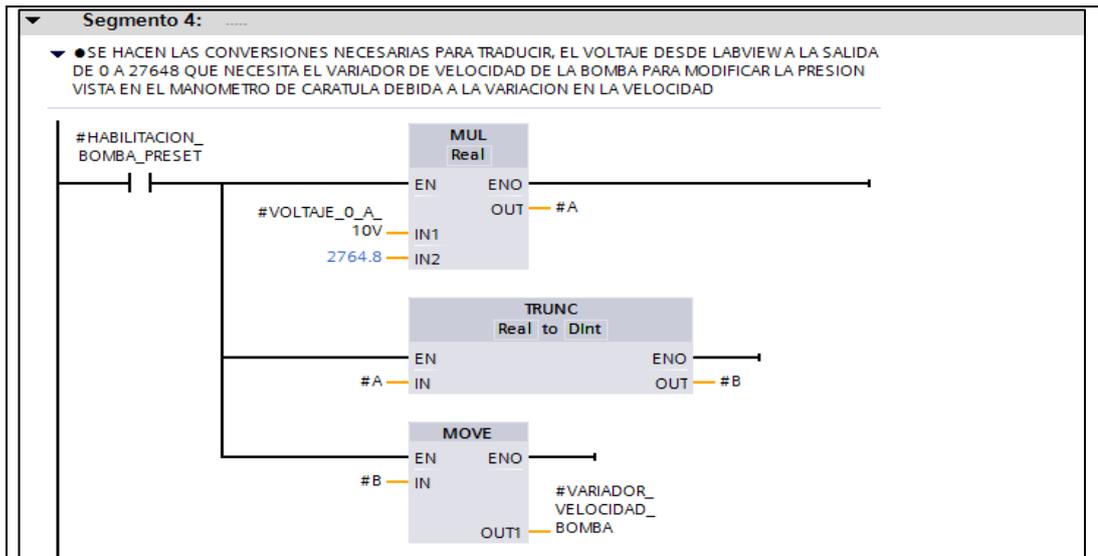


Figura 257. Segmento 4/Bloque FUNCION_PRESION[FC1]

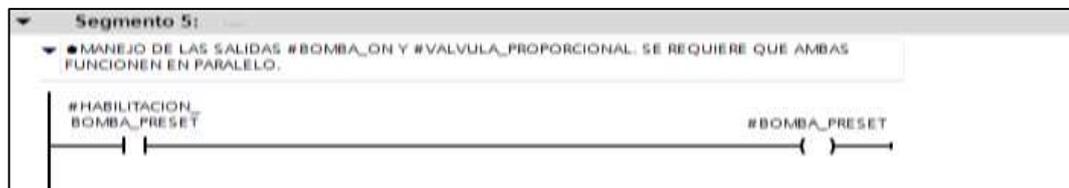


Figura 258. Segmento 5/Bloque FUNCION_PRESION[FC1]

d) Programación Propuesta para Labview 2012

Se elaborará un VI que permita la visualización de los estados booleanos correspondientes a las siguientes entradas y salidas booleanas en la planta Compact Workstation de Festo. Como ahora se requiere elaborar un panel de control virtual en SCADA de Labview, al momento de configurar el OPC Server de acuerdo a los pasos ya vistos en la anterior práctica, se debe indicar que a más de ser leídas, estas áreas de memoria puedan ser escritas en el PLC.

Nótese que se ha colocado un control deslizante de 0 a 10VDC para escribir este valor de entrada al bloque de Funcion_Presion modificado para que ahora sea la bomba trabajando a velocidad variable la que produzca la variación de presión que será observada en el manómetro de carátula.

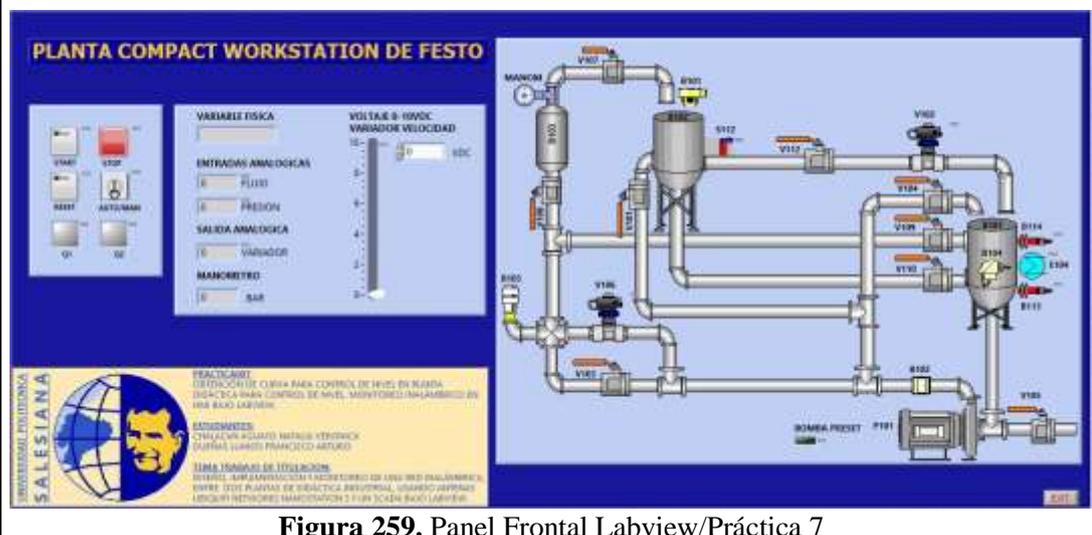


Figura 259. Panel Frontal Labview/Práctica 7

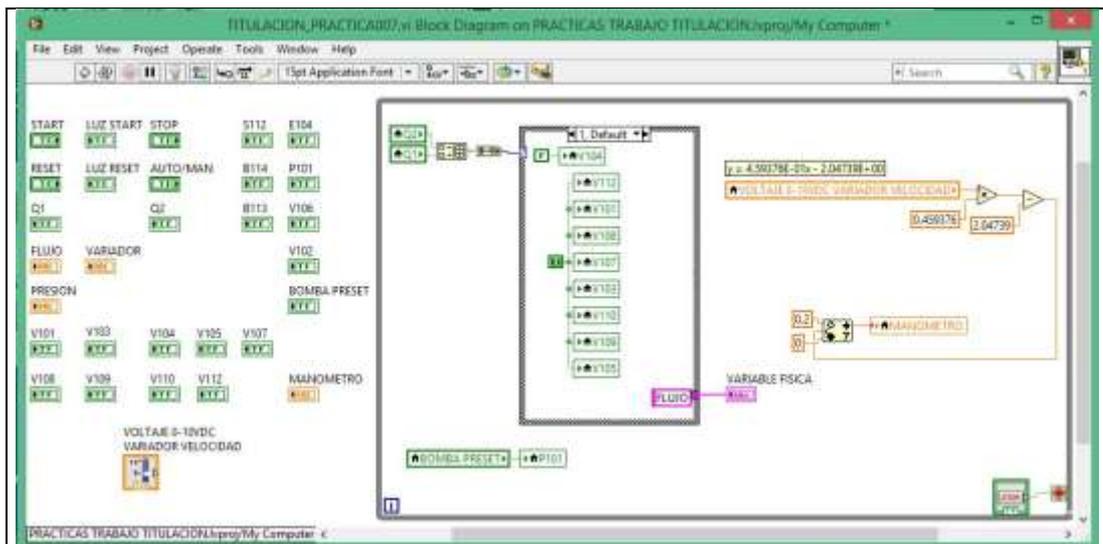


Figura 260. Diagrama de Bloques Labview /Práctica 7

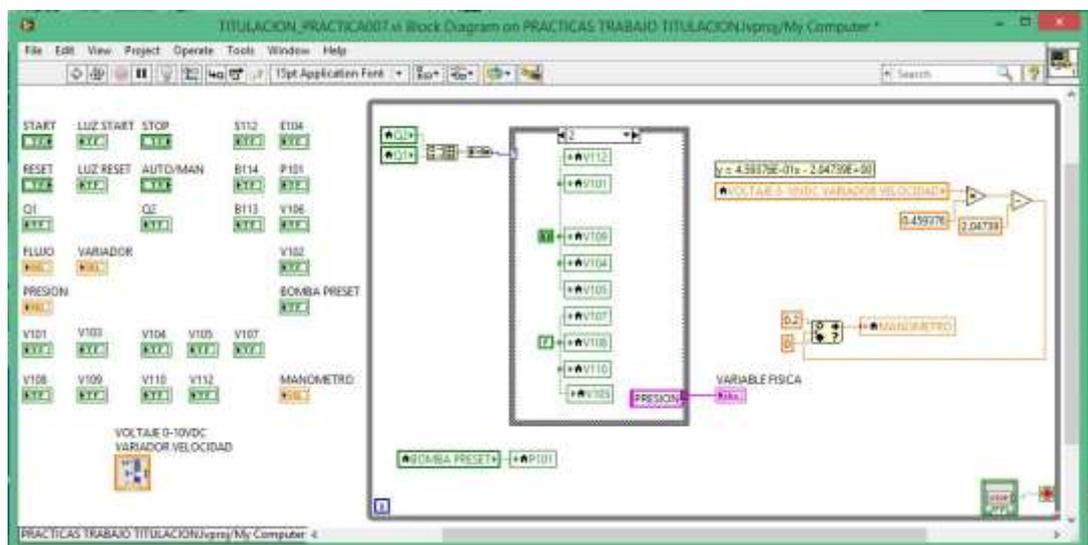


Figura 261. Diagrama de Bloques Labview /Práctica 7

e) Obtención de curva para control de presión

Una vez configurado el sistema para su monitoreo en Labview, se coloca el selector de llave en la posición Manual y se da arranque enviando 10VDC hacia el variador de velocidad de la bomba, esto es para poder calibrar la visualización de la presión en el manómetro de carátula cerrando poco a poco la válvula manual V107 hasta que el dial marque 0.2 BAR.

A continuación se irá reduciendo el voltaje de alimentación al variador de velocidad y observando el manómetro de carátula para detenerlo en cada graduación correspondiente a la medida en BAR. Se registraran en cada paso el valor de la entrada analógica de presión y el valor de la salida analógica al variador de la bomba.

Se consigue la siguiente tabla y se realiza la gráfica que al momento se busca, que es la de Presión VS IW68, posterior se obtiene la ecuación de la recta que se utilizará en adelante para los procesos que así lo necesiten. La ecuación que resulte será introducida en la programación de diagrama de bloques de Labview para validar los valores de nivel que se muestren.

Presión (BAR)											
	IW68	15776	14016	12736	11664	10160	8656	7120	6336	4688	3408
	QW64	24192	22972	21955	20940	19718	18297	16668	15856	13824	11993

Tabla 15. Tabla Presión vs. IW68

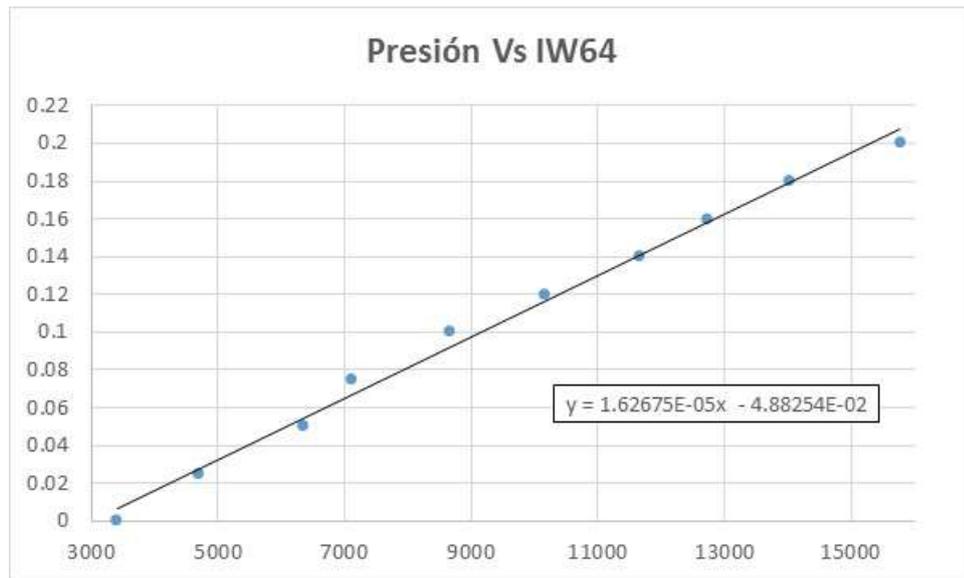


Figura 262. Curva de presión vs. Entrada analógica IW64.

f) Configuración de antenas Nanostation5 de Ubiquiti Networks

Como se desea monitorear una sola planta, se necesita llevar a las antenas Nanostation5 a una configuración Punto – Punto, en la que una de ella trabaja como Punto de Acceso WDS (Acces Point WDS – Wireless Distribution System/Sistema de Distribución Inalámbrico) sirviendo o atendiendo a otra como Cliente o Estación WDS (Client WDS).

Para esto, se recordarán los números IP asignados a las antenas con las que se trabajarán.

DEVICE TYPE	NAME	HOST	MAC
NS5	UBNT_10	192.168.0.10	00:15:6D:5C:CA:E5
NS5	UBNT_20	192.168.0.20	00:27:22:4E:B7:00

Tabla 16. IP's de las Antenas utilizadas.

Recordar que para ingresar a la configuración de las antenas, se debe escribir en cualquier explorador de internet el numero Ip de la que vayamos a configurar.

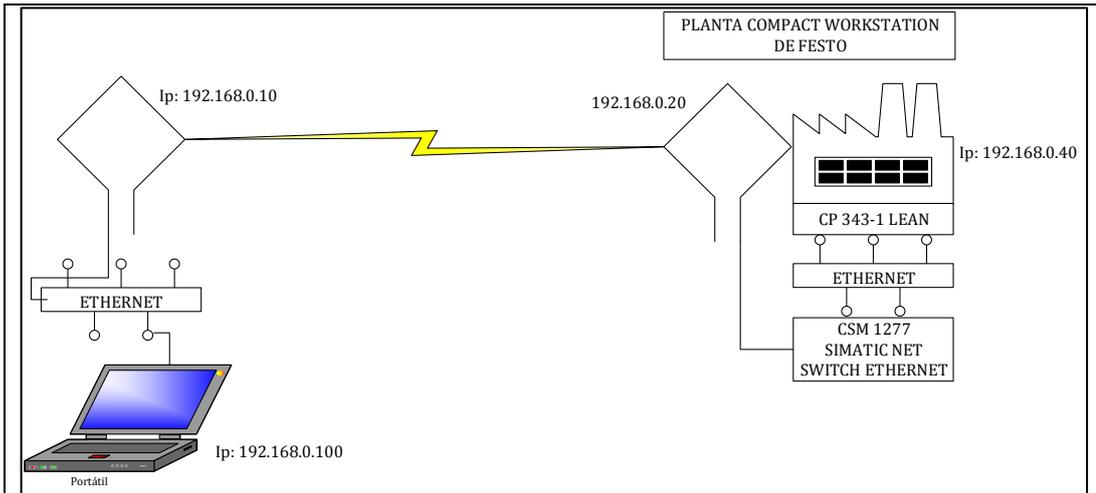


Figura 263. Diagrama de configuración punto/punto.



Figura 264. Equipos de laboratorio en configuración punto/punto.

La antena UBNT_10 será la que irá conectada al computador y será configurada como Punto de Acceso WDS. A continuación se anotarán las MAC ADDRESS de las estaciones a las que debe servir o atender.



Figura 265. Configuración de la antena 001

La antena UBNT_20 será la que irá conectada a la Planta Workstation de Festo y será configurada como Estación WDS. A continuación se anotarará la MAC ADDRESS del Punto de Acceso WDS que la atenderá, o sea de la UBNT_10.

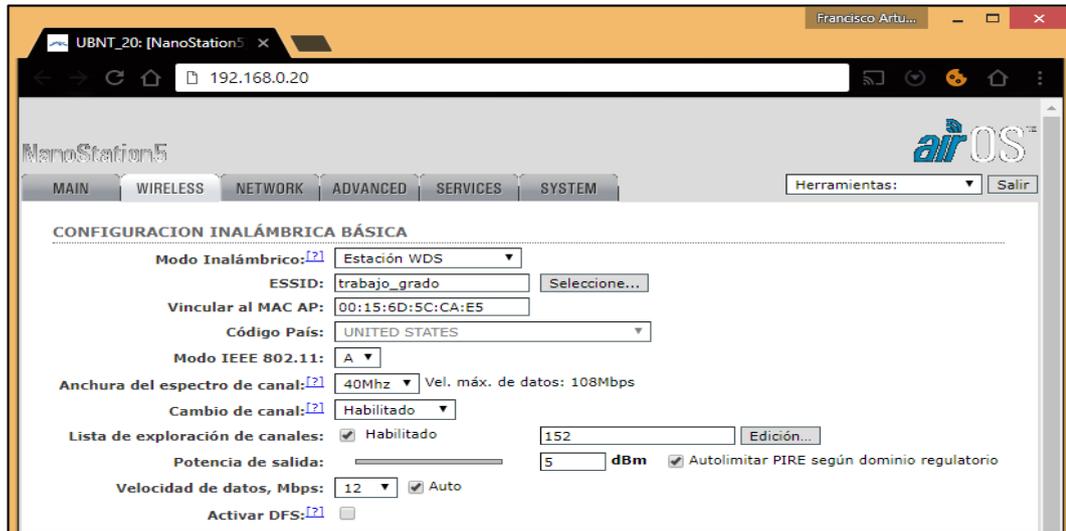


Figura 266. Configuración de la antena 002

VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA



Figura 267. Validación de la Práctica 7/Función Nivel 001



Figura 268. Validación de la Práctica 7/Función Nivel 002



Figura 269. Validación de la Práctica 7/Función Nivel 003



Figura 270. Validación de la Práctica 7/Función Nivel 004



Figura 271. Validación de la Práctica 7/Función Nivel 005



Figura 272. Validación de la Práctica 7/Función Nivel 006



Figura 273. Validación de la Práctica 7/Función Nivel 007



Figura 274. Validación de la Práctica 7/Función Nivel 008

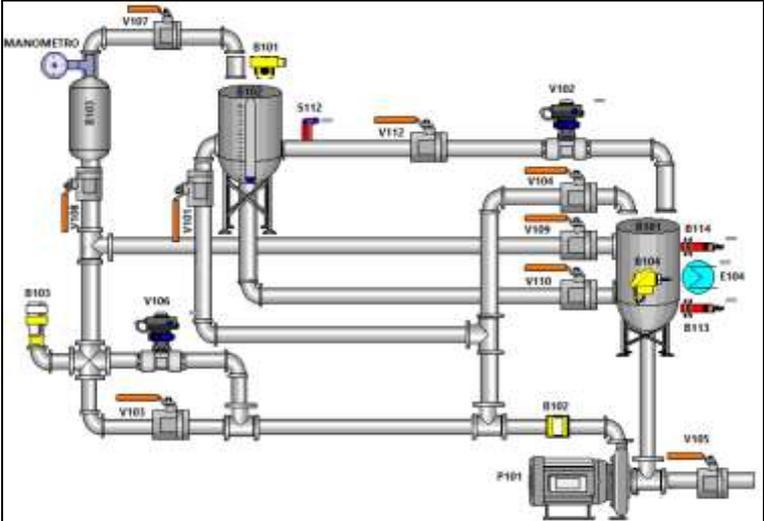
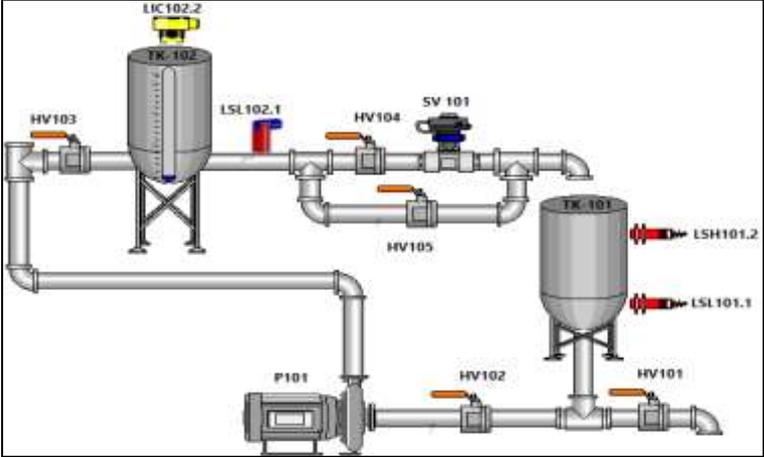
CONCLUSIONES:

- Se cumplieron los objetivos propuestos al inicio de la práctica, obteniendo la función para control de presión.

RECOMENDACIONES:

- Poner mucha atención al momento de configurar y asignar las E/S digitales o analógicas en le OPC Server para que no haya problemas al momento de que sean llamadas desde el Scada de Labview.
- Se debe revisar varias veces la programación antes de implementarla para evitar oscilaciones no deseadas de las salidas.
- Asegurarse que todos los dispositivos se encuentren dentro de la misma subred por medio de su número IP
- Analizar en detalle las medidas de seguridad para evitar cualquier percance.
- Revisar la apertura y cierre de las válvulas manuales de acuerdo a su uso.

4.8. PRÁCTICA 8

		FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO / TALLERES / CENTROS DE SIMULACIÓN – PARA DOCENTES
CARRERA: Ingeniería Electrónica		ASIGNATURA:
NRO.PRÁCTICA:	8	TÍTULO PRÁCTICA: CONTROL ON/OFF CON HISTÉRESIS PARA PROCESOS DE NIVEL Y PROCESOS DE PRESIÓN. MONITOREO INALÁMBRICO EN HMI BAJO LABVIEW
OBJETIVO GENERAL: Realizar un proyecto en TIA PORTAL para poder llevar a cabo la automatización del proceso propuesto. Elaborar un VI en Labview para visualizar la ejecución del proceso propuesto		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS: <ul style="list-style-type: none"> Realizar un control de nivel con histéresis en la Planta Didáctica para Control de Nivel Realizar un control de presión con histéresis en la Planta Compact Workstation de Festo 		
INSTRUCCIONES	Considere los siguientes procesos:	
		
	Figura 275. Proceso Planta Compact Workstation de FESTO.	
		
	Figura 276. Proceso Planta Didáctica de Control de Nivel	

Paneles de mando de los procesos propuestos:



Figura 277. Panel de mando de la Planta FESTO (izquierda) y Panel de control de la Planta control de Nivel (derecha).

1. EQUIPAMIENTO

Para la realización de la presente práctica, se utilizarán la Planta Compact Workstation de Festo y la Planta Didáctica para Control de Nivel que se encuentran en el Laboratorio de Automatización Industrial. Los elementos de los que disponemos en ambas plantas ya han sido detallados en las Prácticas 1 y 2.

2. GENERALIDADES

Se implementará en la Planta Compact Workstation de Festo un control de presión On/Off con histéresis y en la Planta Didáctica para Control de Nivel un control de nivel On/ Off con histéresis.

En la planta Compact Workstation de Festo deberán considerarse las Condiciones Iniciales de los procesos ya realizados en los que se involucra la variable física Presión y en la planta Didáctica de Control de Nivel considerar su Condición Inicial Normal.

3. DESCRIPCIÓN

El control On/Off con histéresis pedirá dos datos variables, el valor del Setpoint y el valor de la histéresis. Internamente el valor de la histéresis se dividirá para dos y el cociente obtenido sumado al setpoint dará el límite superior y restado del setpoint dará el límite inferior.

Para el control On/Off de presión, se usarán los datos obtenidos en la práctica #7, tanto para la conversión de la entrada analógica de presión a valor de presión en Bar, como para la conversión del valor de presión en Bar al valor de la salida analógica del variador de velocidad.

	<p>La primera conversión expresará el estado actual del nivel del líquido y la segunda conversión transformará los valores de umbral (límite de presión superior y límite de presión inferior) al valor del variador de velocidad para que el motor gire a la velocidad adecuada y que pueda generar la presión solicitada. En cada paso el motor girará inmediatamente a la velocidad que genere cada límite encontrado de presión solicitado y de esa manera se cumplirán los dos estados que demanda el control.</p> <p>De igual manera el control On/Off de nivel usará la información obtenida en prácticas anteriores, específicamente de la práctica #6, en donde se obtuvo la función para convertir los valores de entrada analógica de nivel a valor de nivel en centímetros.</p> <p>Se escribirá un Scada en Labview para monitorear y controlar estos procesos inalámbricamente mediante el uso de las antenas Nanostation5 de Ubiquiti Networks.</p>
--	---

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR
<p>1. Diseñar una solución al problema de automatización utilizando un autómata programable.</p>
<p>2. Realizar la puesta en marcha de la solución validando la efectividad del mismo y las seguridades del caso.</p>
<p>RESULTADOS OBTENIDOS:</p> <p>a) Configuración de E/S</p> <p>Se usen o no, quedarán registradas todas las entradas y salidas que se encuentran conectadas físicamente a los PLC's SIEMENS S7-1200 y S7-300 en ambas plantas didácticas, como fueron descritas en las Prácticas 1 y 2.</p> <p>b) Configuración del hardware</p> <p>Se configurará un PLC S7300 CPU 313C junto a un módulo de comunicación ethernet CP 343-1 LEAN con número IP asignado de 192.168.0.40 y un PLC S7-1200 CPU 1214C ac/dc/rly junto a un módulo Signal Board AQ1x12 bits con número IP asignado de 192.168.0.50.</p> <div data-bbox="384 1532 1318 1944" data-label="Diagram"> </div> <p>c) Programación Propuesta para Tia Portal V12</p>

Figura 278. Configuración de Hardware/ Práctica 8

Se sugiere realizar la programación empleando bloques de función FC o FB para que el PLC se encargue de gestionar las direcciones de las áreas de memoria que se podrían utilizar.

PROGRAMACIÓN DEL PLC S7-300

Programación del Bloque Main[OB1] PLC S7300

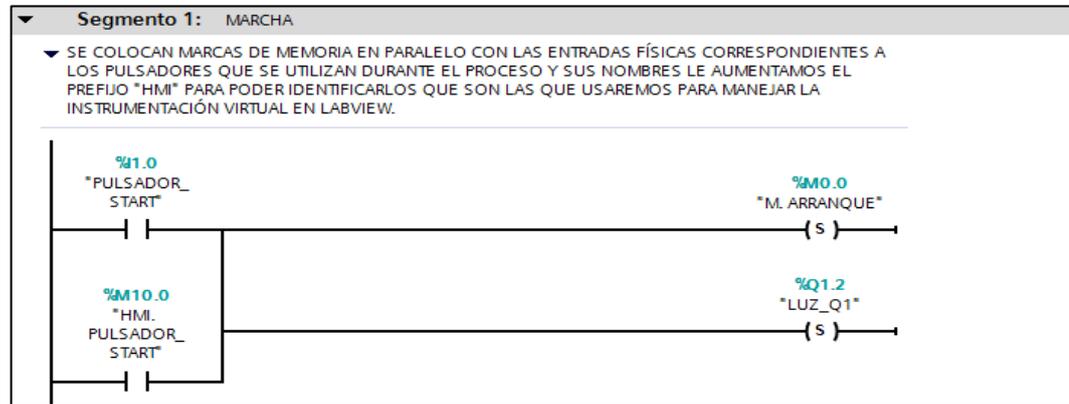


Figura 279. Segmento 1/Main[OB1]] PLC S7300/ Práctica 8

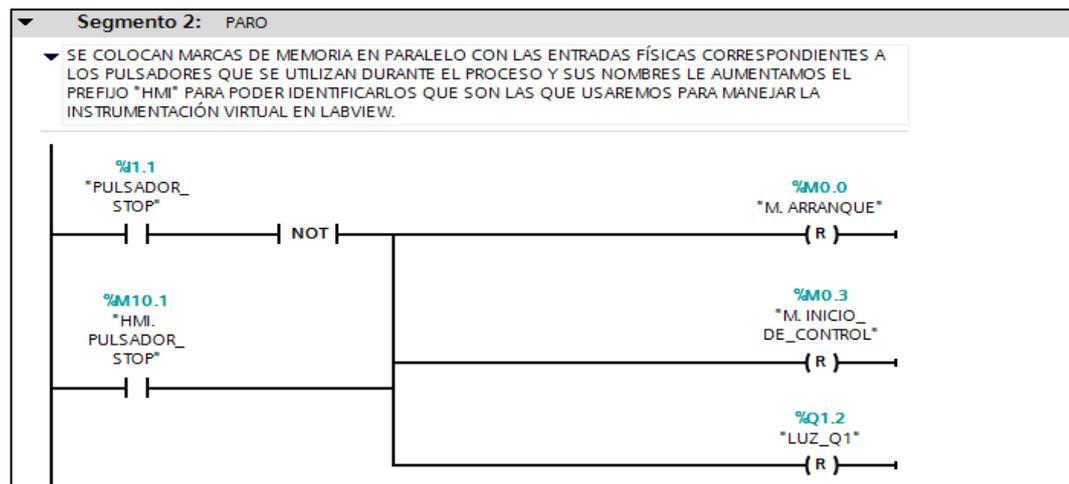


Figura 280. Segmento 2/Main[OB1] PLC S7300/ Practica 8

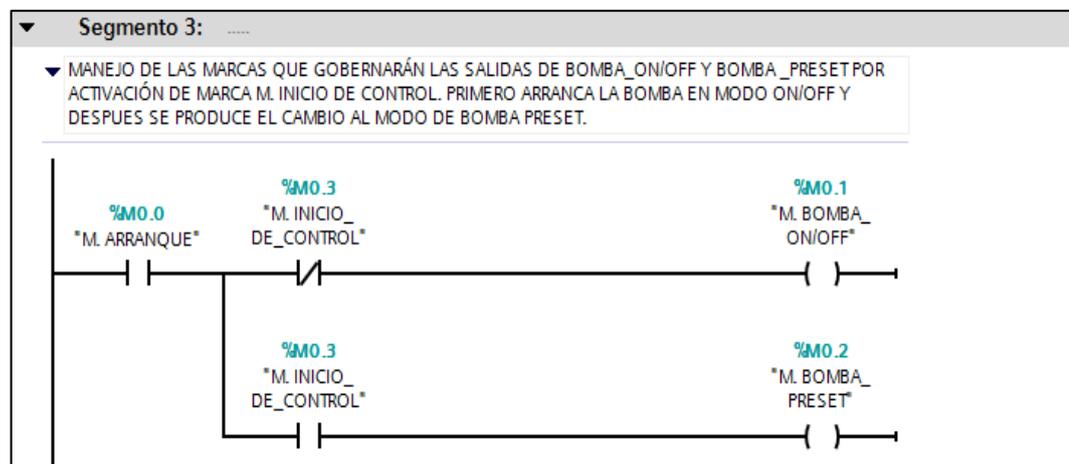


Figura 281. Segmento 3/Main[OB1] PLC S7300/ Práctica 8

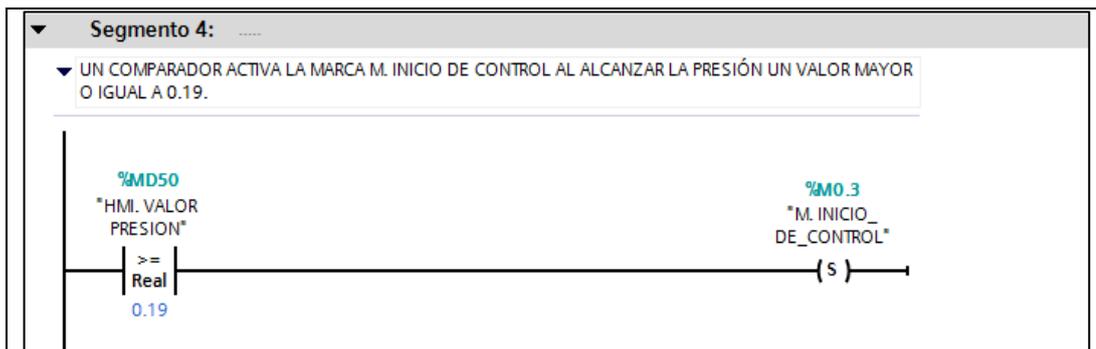


Figura 282. Segmento 4/Main[OB1] PLC S7300/ Práctica 8

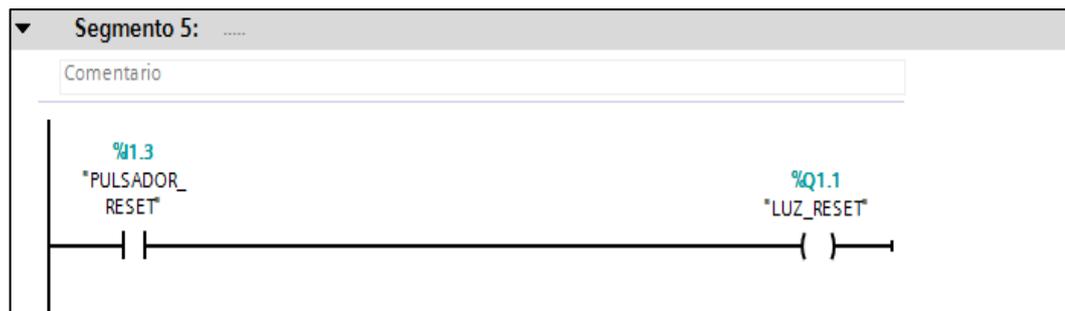


Figura 283. Segmento 5/Main[OB1] PLC S7300/ Práctica 8

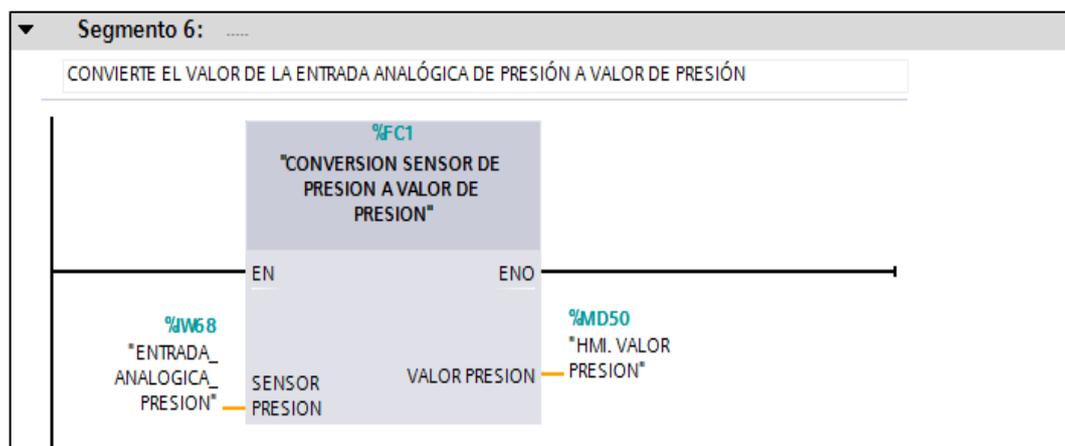


Figura 284. Segmento 6/Main[OB1] PLC S7300/ Práctica 8

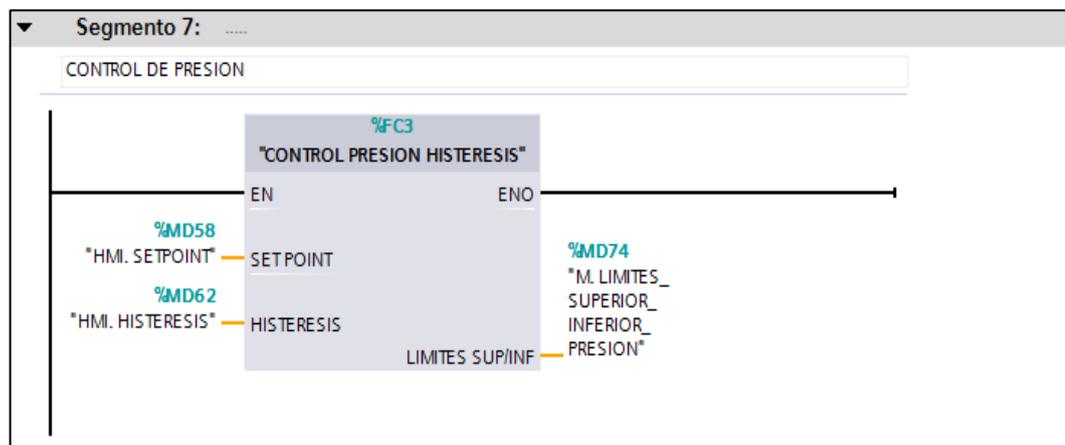


Figura 285. Segmento 7/Main[OB1] PLC S7300/ Práctica 8

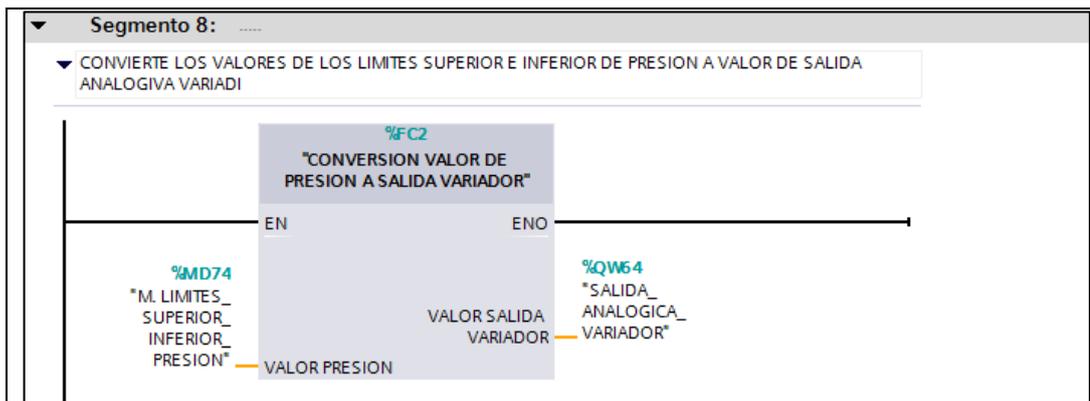


Figura 286. Segmento 8/Main[OB1] PLC S7300/ Práctica 8



Figura 287. Segmento 9/Main[OB1] PLC S7300/ Práctica 8

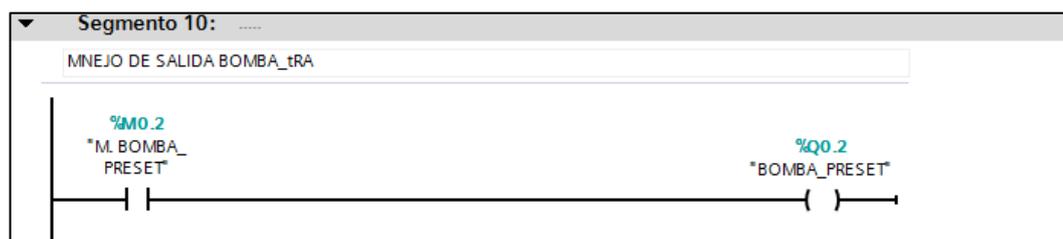


Figura 288. Segmento 10/Main[OB1] PLC S7300/ Práctica 8

Entradas y salidas del bloque CONVERSIÓN SENSOR DE PRESIÓN A VALOR DE PRESIÓN [FC1] PLC S7300

...:300 [CPU 313C] > Bloques de programa > CONVERSION SENSOR DE PRESION A VALOR DE PRESION [FC1]

Interfaz				
	Nombre	Tipo de datos	Offset	Comentario
1	Input			
2	SENSOR PRESION	Word		
3	Output			
4	VALOR PRESION	Real		
5	InOut			
6	<Agregar>			
7	Temp			
8	SENSOR PRESION REAL	Real	0.0	
9	SENSOR PRESION DINT	Dint	4.0	
10	AX	Real	8.0	
11	Return			
12	CONVERSION SENSOR DE PRESION A VALOR DE PRESION	Void		

Figura 289. Configuración de E/S Bloque CONVERSIÓN A VALOR DE PRESIÓN [FC1] PLC S7300.

Programación del Bloque CONVERSIÓN SENSOR DE PRESIÓN A VALOR DE PRESIÓN [FC1] PLC S7300

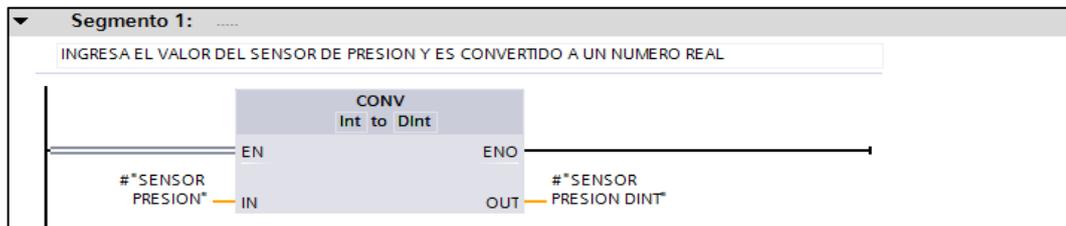


Figura 290. Segmento 1/Bloque CONVERSIÓN A VALOR DE PRESIÓN [FC1] PLC S7300.

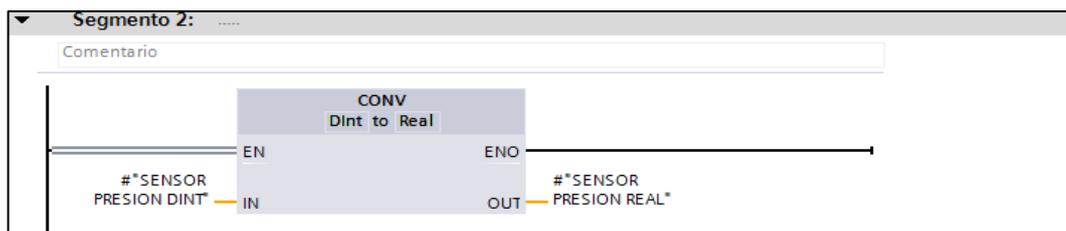


Figura 291. Segmento 2/Bloque CONVERSIÓN A VALOR DE PRESIÓN [FC1] PLC S7300.

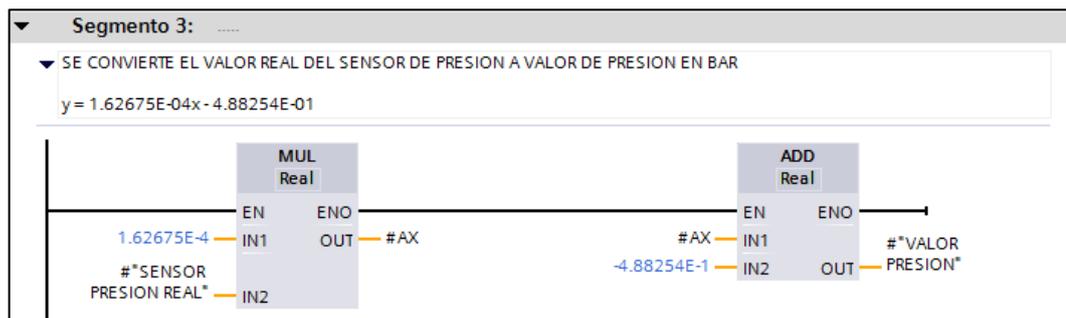


Figura 292. Segmento 3/Bloque CONVERSIÓN A VALOR DE PRESIÓN [FC1] PLC S7300.

Entradas y salidas del bloque CONTROL PRESIÓN HISTÉRESIS [FC3] PLC S7300

Nombre	Tipo de datos	Offset	Comentario
Input			
SET POINT	Real		
HISTERESIS	Real		
Output			
LIMITES SUP/INF	Real		
InOut			
<Agrega>			
Temp			
SUPERIOR	Real	0.0	
INFERIOR	Real	4.0	
HISTERESIS/2	Real	8.0	
Return			
CONTROL PRESION HISTERESIS	Void		

Figura 293. Configuración de E/S Bloque CONTROL PRESIÓN HISTÉRESIS [FC3] PLC S7300

Programación del Bloque CONTROL PRESIÓN HISTÉRESIS [FC3] PLC S7300

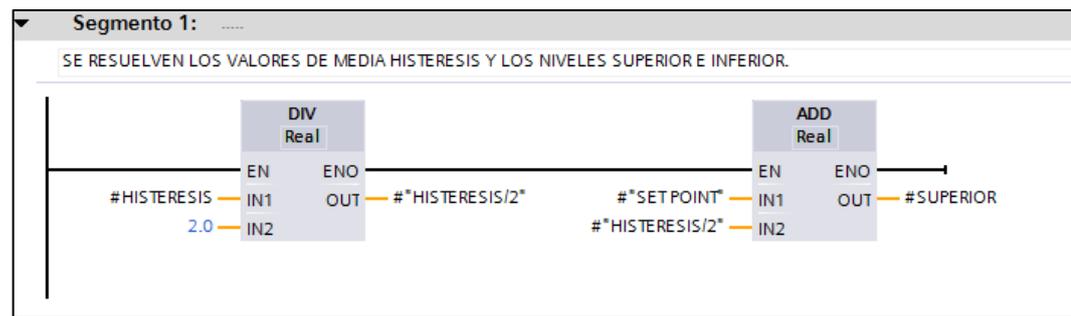


Figura 294. Segmento 1/Bloque CONTROL PRESIÓN HISTÉRESIS [FC3] PLC S7300

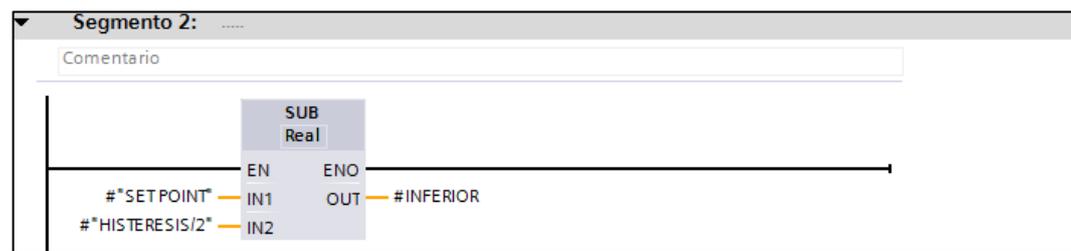


Figura 295. Segmento 2/Bloque CONTROL PRESIÓN HISTÉRESIS [FC3] PLC S7300

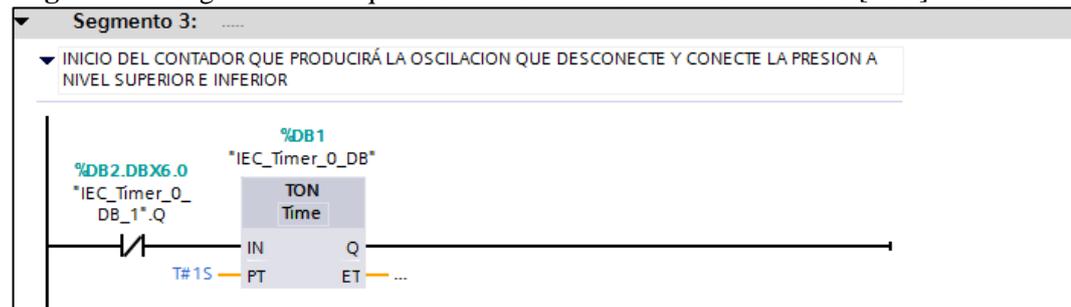


Figura 296. Segmento 3/Bloque CONTROL PRESIÓN HISTÉRESIS [FC3] PLC S7300

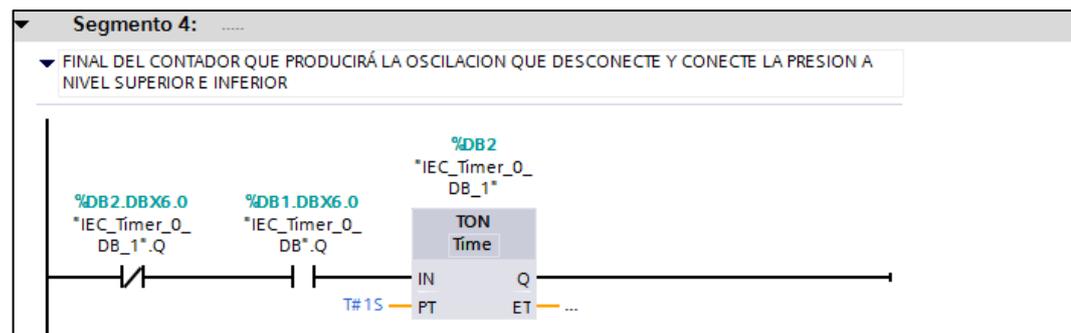


Figura 297. Segmento 4/Bloque CONTROL PRESIÓN HISTÉRESIS [FC3] PLC S7300

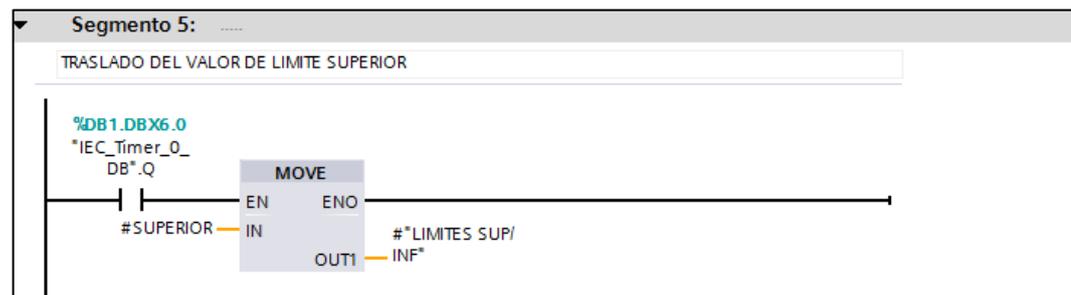


Figura 298. Segmento 5/Bloque CONTROL PRESIÓN HISTÉRESIS [FC3] PLC S7300

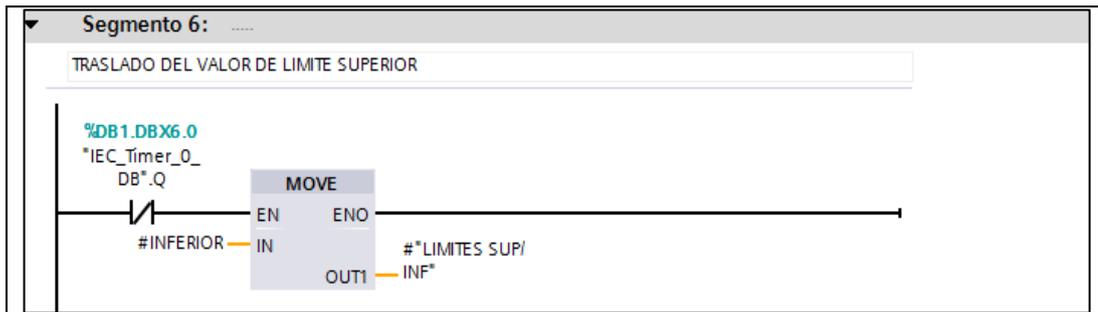


Figura 299. Segmento 6/Bloque CONTROL PRESIÓN HISTÉRESIS [FC3] PLC S7300

PROGRAMACIÓN DEL PLC S7-1200

Programación del Bloque Main[OB1] PLC S7-1200

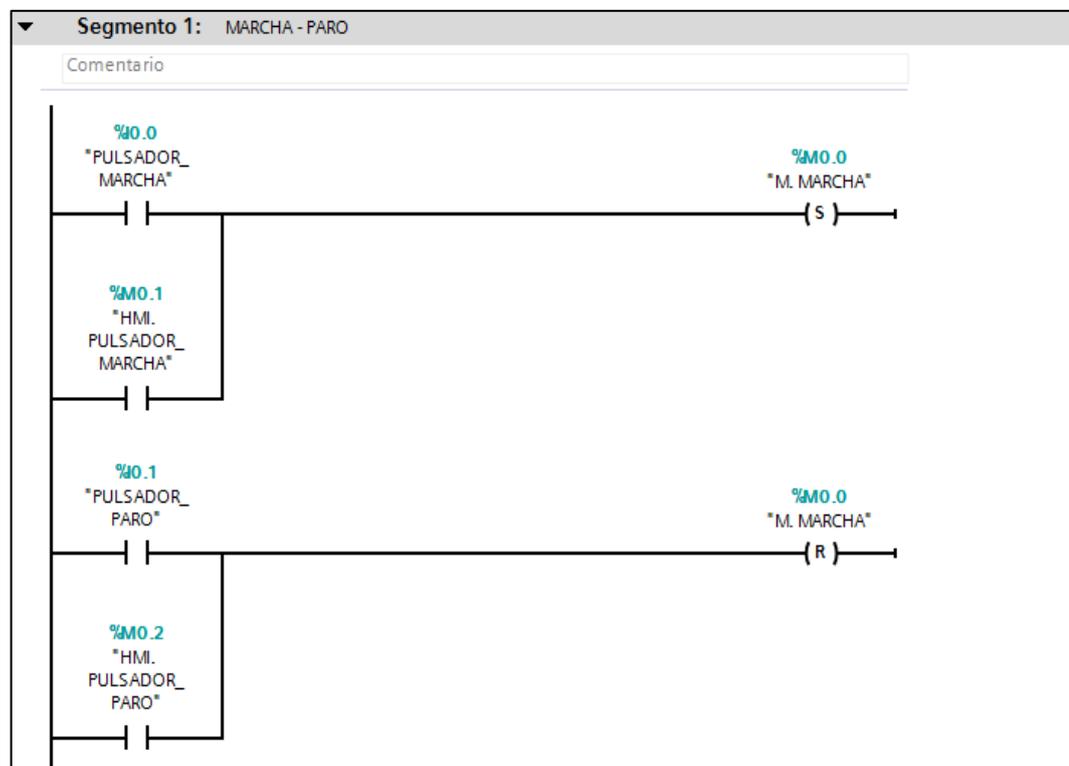


Figura 300. Segmento 1/Main[OB1] PLC S7-1200/ Práctica 8

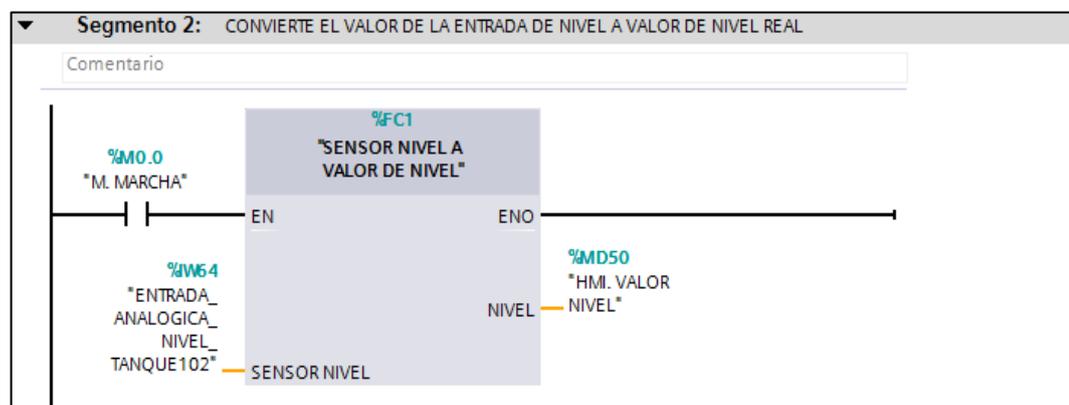


Figura 301. Segmento 2/Main[OB1] PLC S7-1200/ Práctica 8

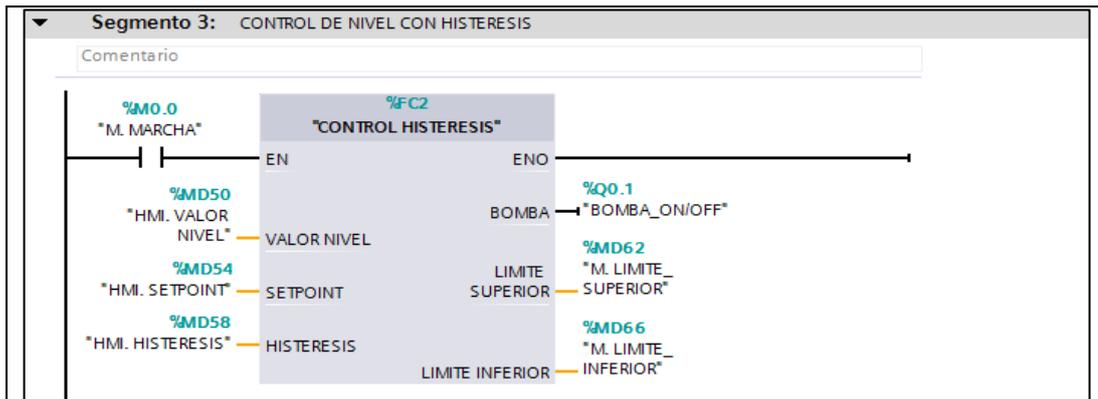


Figura 302. Segmento 3/Main[OB1] PLC S7-1200/ Práctica 8

Entradas y salidas del bloque SENSOR NIVEL A VALOR DE NIVEL [FC1] PLC S71200

Nombre	Tipo de datos	Comentario
Input		
1		
2	Word	
3		
4	Real	
5		
6		
7		
8	Real	
9		
10	Void	

Figura 303. Configuración de E/S Bloque SENSOR NIVEL A VALOR DE NIVEL [FC1] PLC S71200

Programación del Bloque SENSOR NIVEL A VALOR DE NIVEL [FC1] PLC S71200

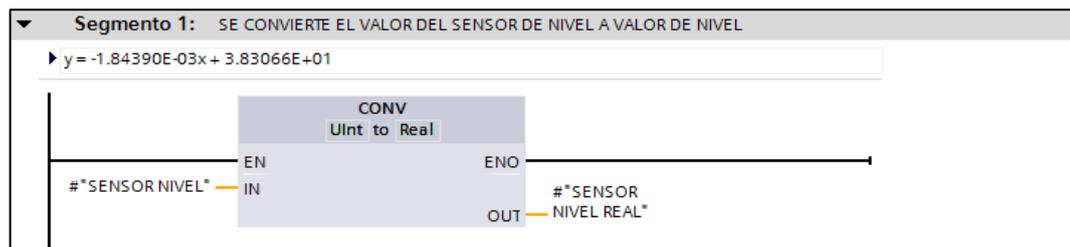


Figura 304. Segmento 1/Bloque SENSOR NIVEL A VALOR DE NIVEL [FC1] PLC S71200

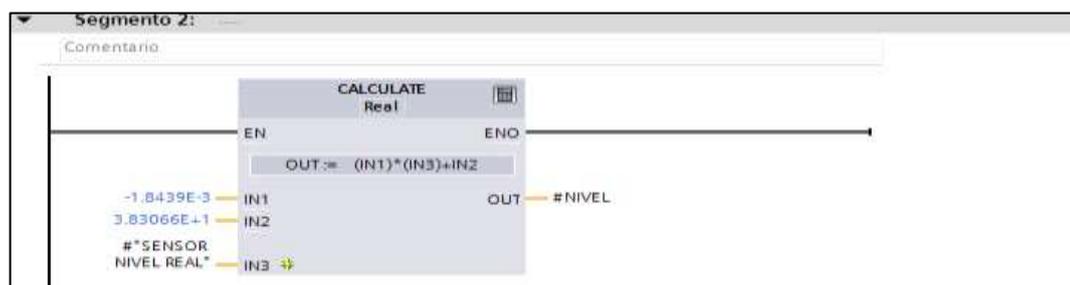


Figura 305. Segmento 2/Bloque SENSOR NIVEL A VALOR DE NIVEL [FC1] PLC S71200

Entradas y salidas del bloque CONTROL HISTÉRESIS [FC2] PLC S71200

...IACTICA008 ▶ PLC_S71200 [CPU 1214C AC/DC/Rly] ▶ Bloques de programa ▶ CONTROL HISTERESIS [FC2]			
Interfaz			
	Nombre	Tipo de datos	Comentario
1	Input		
2	VALOR NIVEL	Real	
3	SETPOINT	Real	
4	HISTERESIS	Real	
5	Output		
6	BOMBA	Bool	
7	LIMITE SUPERIOR	Real	
8	LIMITE INFERIOR	Real	
9	InOut		
10	<Agregar>		
11	Temp		
12	SUPERIOR	Real	
13	INFERIOR	Real	
14	HISTERESIS/2	Real	
15	Return		
16	CONTROL HISTERESIS	Void	

Figura 306. Configuración de E/S Bloque CONTROL HISTÉRESIS [FC2] PLC S71200

Programación del Bloque CONTROL HISTÉRESIS [FC2] PLC S71200

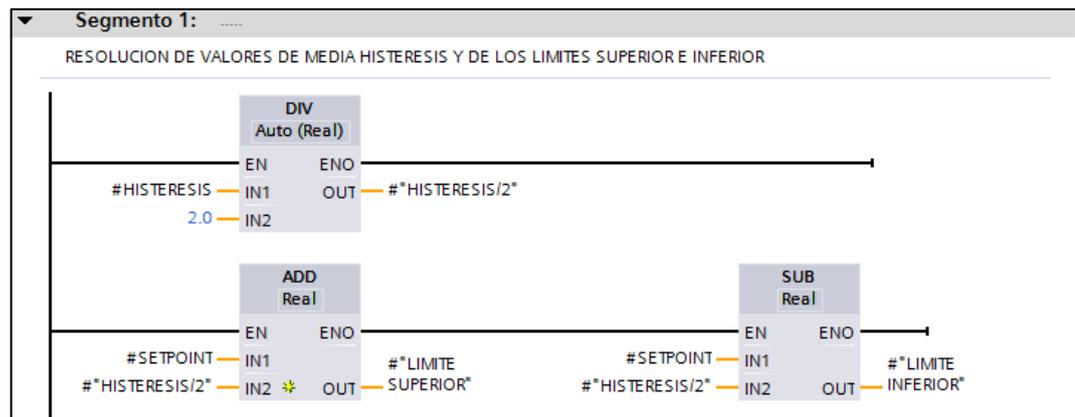


Figura 307. Segmento 1/Bloque CONTROL HISTÉRESIS [FC2] PLC S71200



Figura 308. Segmento 2/Bloque CONTROL HISTÉRESIS [FC2] PLC S71200

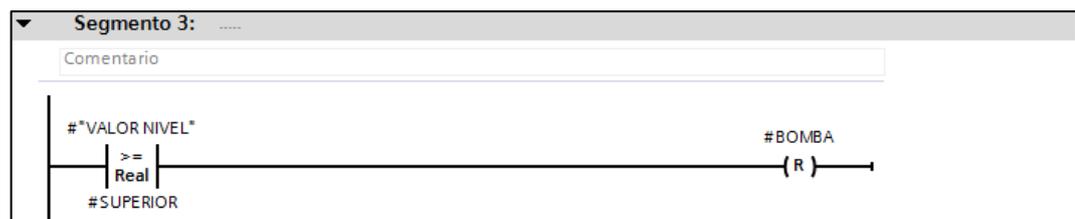


Figura 309. Segmento 3/Bloque CONTROL HISTÉRESIS [FC2] PLC S71200

d) Programación Propuesta para Labview 2012

Se elaborará un VI que permita el control y monitoreo de los procesos realizados en cada una de las plantas:

Planta Compact Workstation de Festo		
Nombre	Dirección	Comentario
NIVEL_BAJO_TANQUE102	%I0.2	SENSOR DE BOYA NIVEL BAJO TANQUE 102
NIVEL_BAJO_TANQUE101	%I0.3	SENSOR CAPACITIVO NIVEL BAJO TANQUE 101
NIVEL_ALTO_TANQUE101	%I0.4	SENSOR CAPACITIVO NIVEL ALTO TANQUE 101
SELECTOR_AUTO_MANUAL	%I1.2	SELECTOR MANUAL/AUTOMATICO
ELECTROVALVULA	%Q0.0	VÁLVULA DE BOLA V102
BOMBA_ON/OFF	%Q0.3	1 => BOMBA_VARIADOR = 0
ENTRADA_ANALOGICA_PRESION	%IW68	ENTRADA ANALÓGICA SENSOR DE PRESIÓN
SALIDA_ANALOGICA_VARIADOR	%QW64	SALIDA ANALÓGICA VARIADOR DE BOMBA
HMI. VALOR PRESION	%MD50	INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL LABVIEW
HMI. PULSADOR_START	%M10.0	INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL LABVIEW
HMI. PULSADOR_STOP	%M10.1	INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL LABVIEW
HMI. SETPOINT	%MD58	INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL LABVIEW
HMI. HISTERESIS	%MD62	INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL LABVIEW

Tabla 17. E/S para monitoreo en Labview.

Planta Didáctica para Control de Nivel		
Nombre	Dirección	Comentario
BOTON_SEL_MANUAL	%I0.3	SELECTOR MANUAL
BOTON_SEL_AUTOMATICO	%I0.4	SELECTOR AUTOMÁTICO
NIVEL_BAJO_TANQUE102	%I0.7	SENSOR BOYA NIVEL BAJO TANQUE 102
VALVULA_ABIERTA	%I1.0	VÁLVULA ABIERTA
VALVULA_CERRADA	%I1.1	VÁLVULA CERRADA
NIVEL_ALTO_TANQUE101	%I1.2	SENSOR CAPACITIVO NIVEL ALTO TANQUE 101
NIVEL_BAJO_TANQUE101	%I1.3	SENSOR CAPACITIVO NIVEL BAJO TANQUE 101
ENTRADA_ANALOGICA_NIVEL_TANQUE 102	%IW64	SENSOR ULTRASÓNICO NIVEL TANQUE 102
ELECTROVALVULA	%Q0.0	ELECTROVÁLVULA

BOMBA_ON/OFF	%Q0.1	FUNCIONAMIENTO ON/OFF DE BOMBA
HMI. PULSADOR_MARCHA	%M0.1	INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL LABVIEW
HMI. PULSADOR_PARO	%M0.2	INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL LABVIEW
HMI. VALOR NIVEL	%MD50	INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL LABVIEW
HMI. SETPOINT	%MD54	INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL LABVIEW
HMI. HISTERESIS	%MD58	INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL LABVIEW

Tabla 18. E/S para monitoreo en Labview.



Figura 310. Panel Frontal Labview PLC S7-300/Práctica 8



Figura 311. Panel Frontal Labview PLC S7-1200/Práctica 8



Figura 312. Panel Frontal Labview PLC S7-300/Práctica 8



Figura 313. Panel Frontal Labview PLC S7-300/Práctica 8

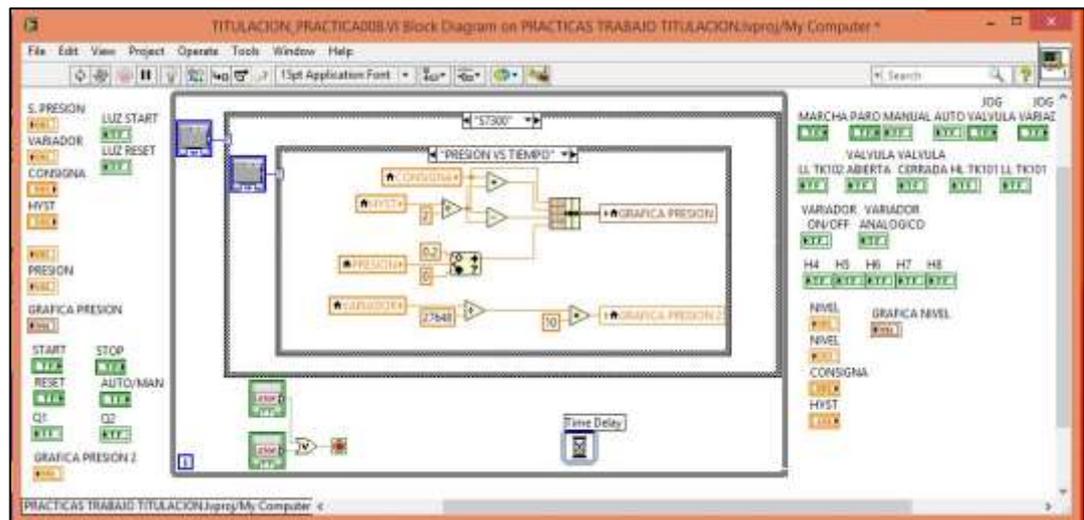


Figura 314. Diagrama de Bloques Labview PLC S7-1200/Práctica 8

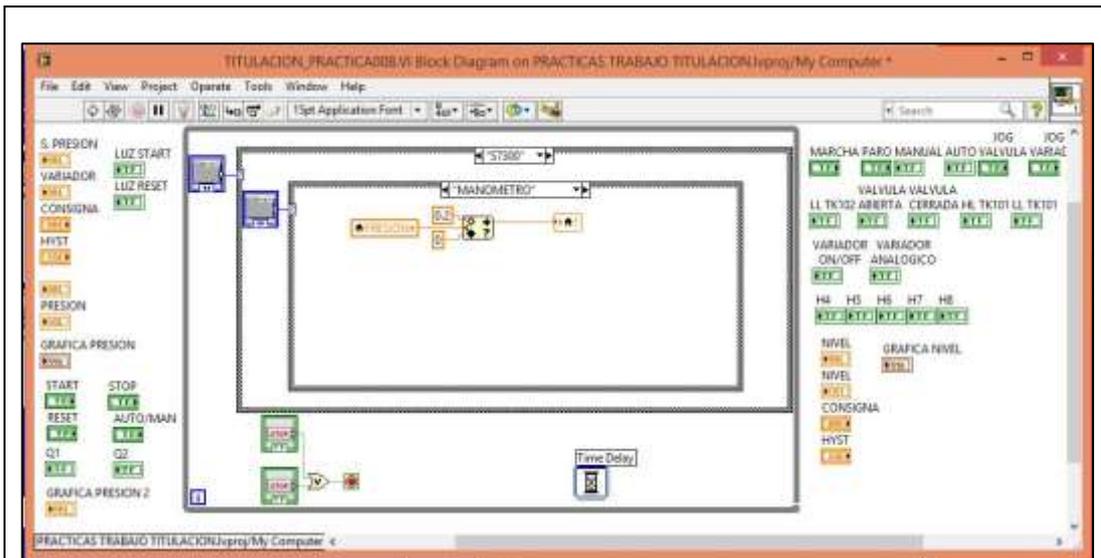


Figura 315. Diagrama de Bloques Labview PLC S7-1200/Práctica 8

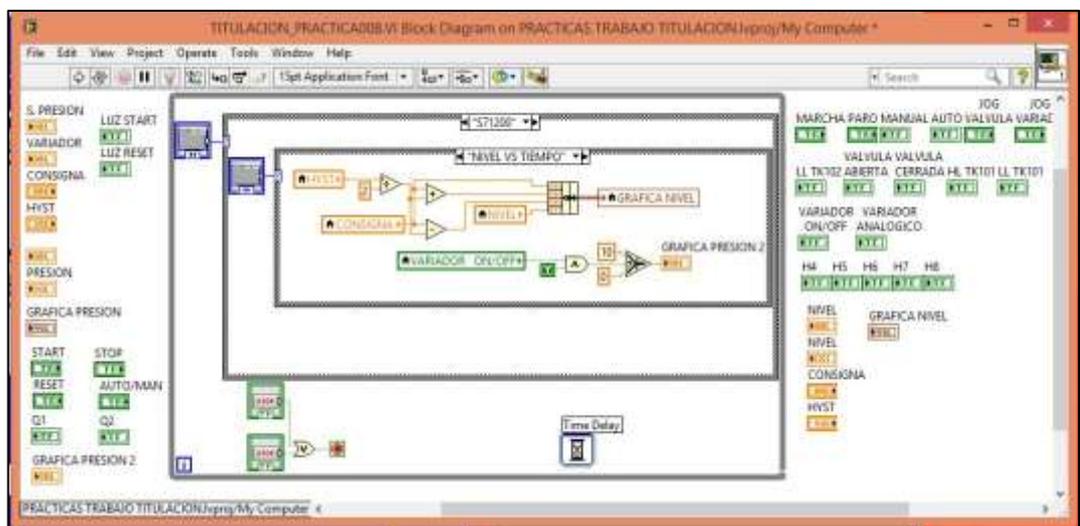


Figura 316. Diagrama de Bloques Labview PLC S7-300/Práctica 8

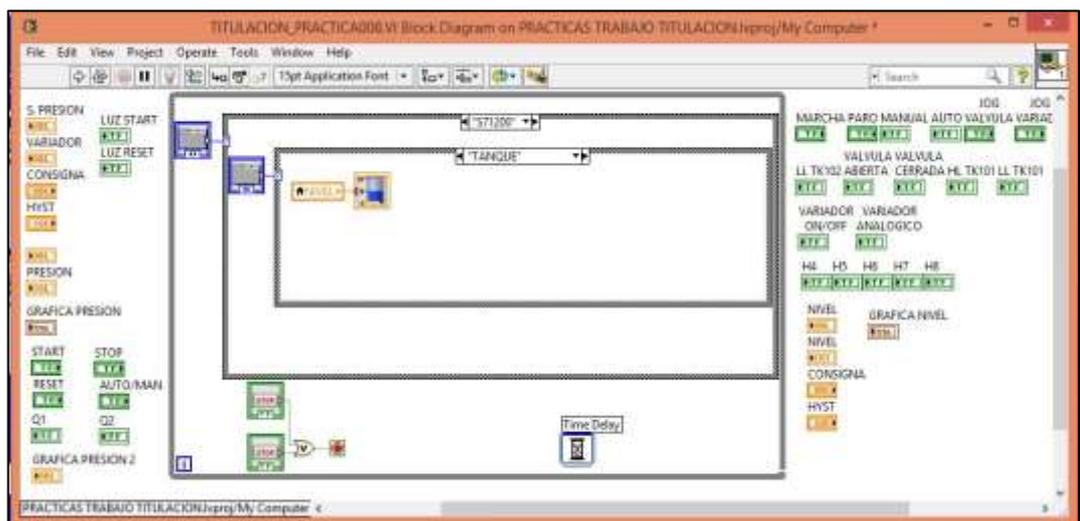


Figura 317. Diagrama de Bloques Labview PLC S7-300/Práctica 8

e) Configuración de E/S a ser monitoreadas con el OPC Server.

Una vez que se ha elaborado el VI con sus respectivos Panel Frontal y Diagrama de Bloques, se procede a configurar las entradas y salidas que se desean visualizar en la aplicación OPC Server, incluida en la suite de LABVIEW 2012.

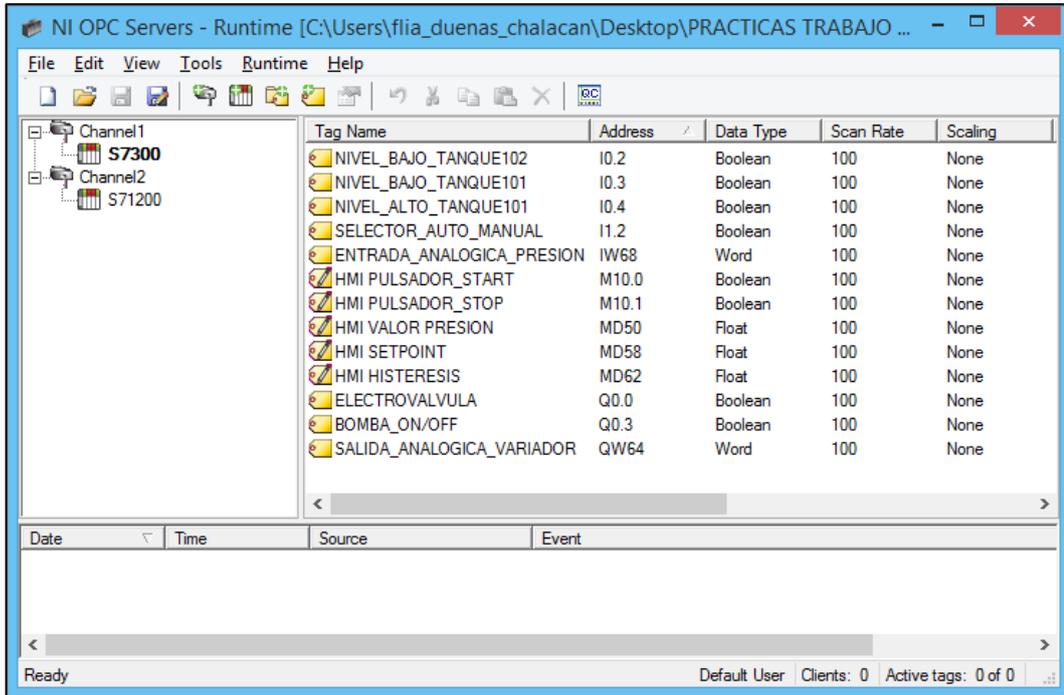


Figura 318. Configuración de E/S del OPC Server/Práctica 8

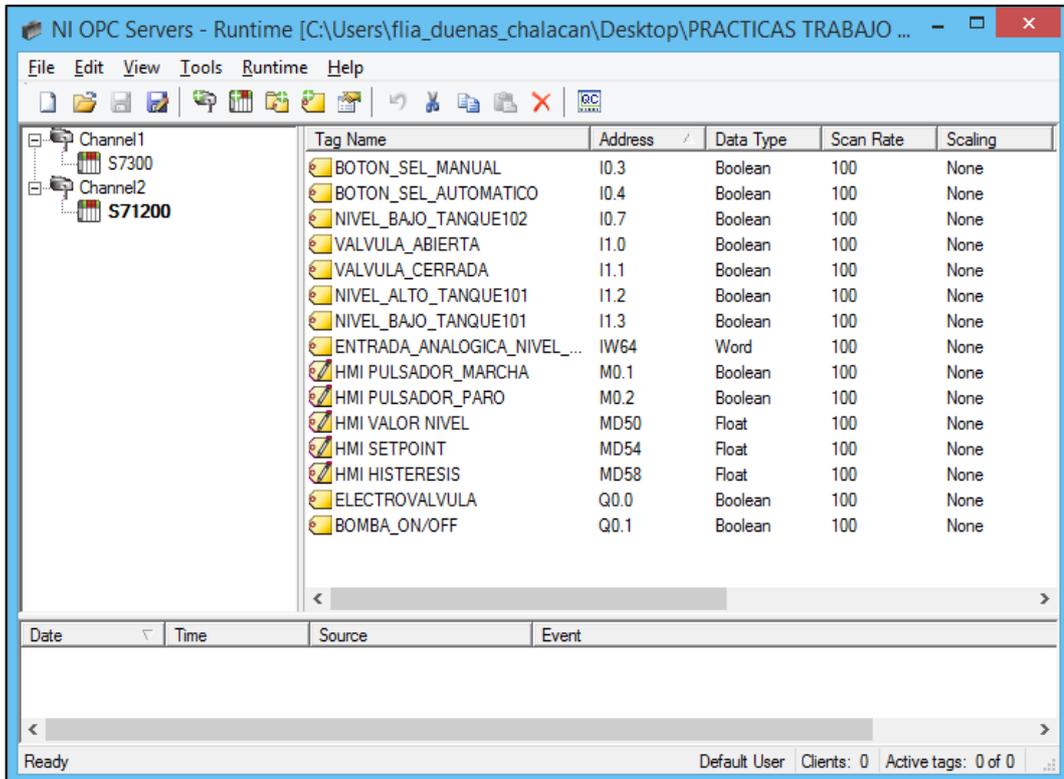


Figura 319. Configuración de E/S del OPC Server/Práctica 8

f) Configuración de antenas Nanostation5 de Ubiquiti Networks

Como se desea monitorear ambas plantas a la vez, se necesita llevar a las antenas Nanostation5 a una configuración Punto – Multipunto, en la que una de ella trabaja como Punto de Acceso WDS (Acces Point WDS – Wireless Distribution System/Sistema de Distribución Inalámbrico) sirviendo o atendiendo a las otras dos que trabajaran como Cliente o Estación WDS (Client WDS) a la vez.

Para esto, se recordarán los números IP asignados a las antenas con las que se trabajarán.

DEVICE TYPE	NAME	HOST	MAC
NS5	UBNT_10	192.168.0.10	00:15:6D:5C:CA:E5
NS5	UBNT_20	192.168.0.20	00:27:22:4E:B7:00
NS5	UBNT_30	192.168.0.30	00:15:6D:5C:CA:83

Tabla 19. IP's de las Antenas utilizadas.

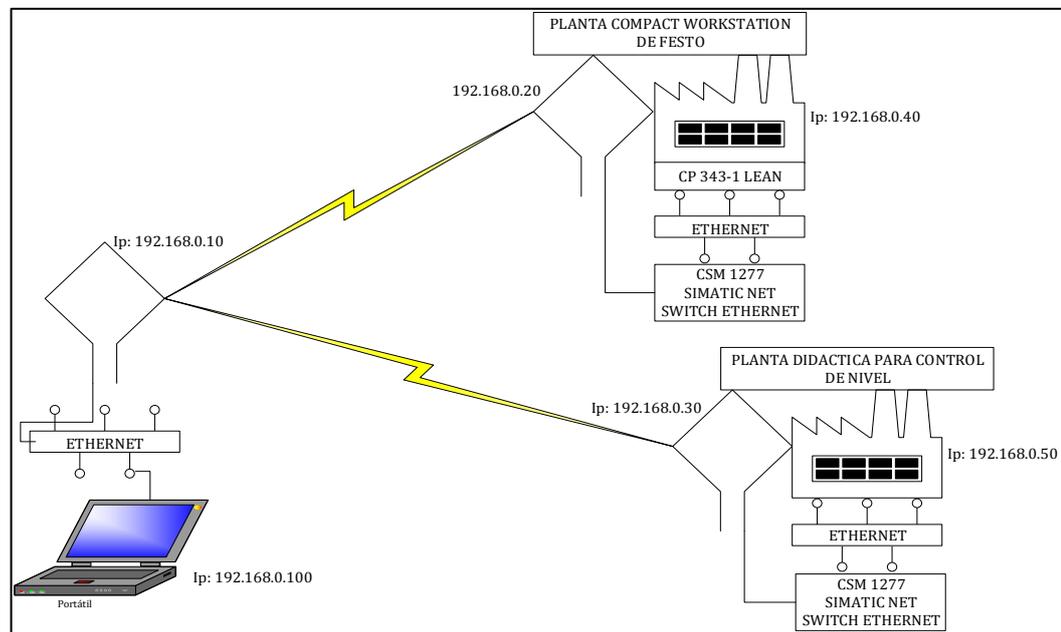


Figura 320. Diagrama de configuración punto/multipunto



Figura 321. Equipos de laboratorio en configuración punto/multipunto

Recordar que para ingresar a la configuración de las antenas, se debe escribir en cualquier explorador de internet el numero IP de la que vayamos a configurar.

La antena UBNT_10 será la que irá conectada al computador y será configurada como Punto de Acceso WDS. A continuación se anotarán las MAC ADDRESS de las estaciones a las que debe servir o atender.



Figura 322. Configuración de la antena/Práctica 8

La antena UBNT_20 será la que irá conectada a la Planta Workstation de Festo y será configurada como Estación WDS. A continuación se anotará la MAC ADDRESS del Punto de Acceso WDS que la atenderá, o sea de la UBNT_10.

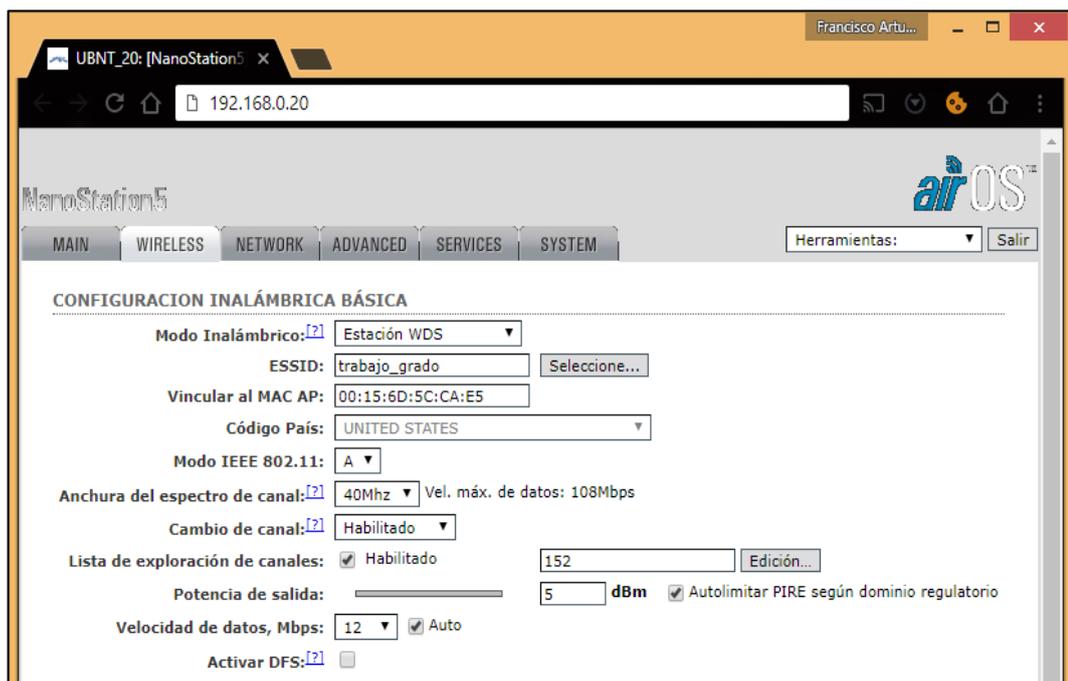


Figura 323. Configuración de la antena/Práctica 8

La antena UBNT_30 será la que irá conectada a la Planta Didáctica para Control de Nivel y será configurada como Estación WDS. A continuación se anotará la MAC ADDRESS del Punto de Acceso WDS que la atenderá, o sea de la UBNT_10.

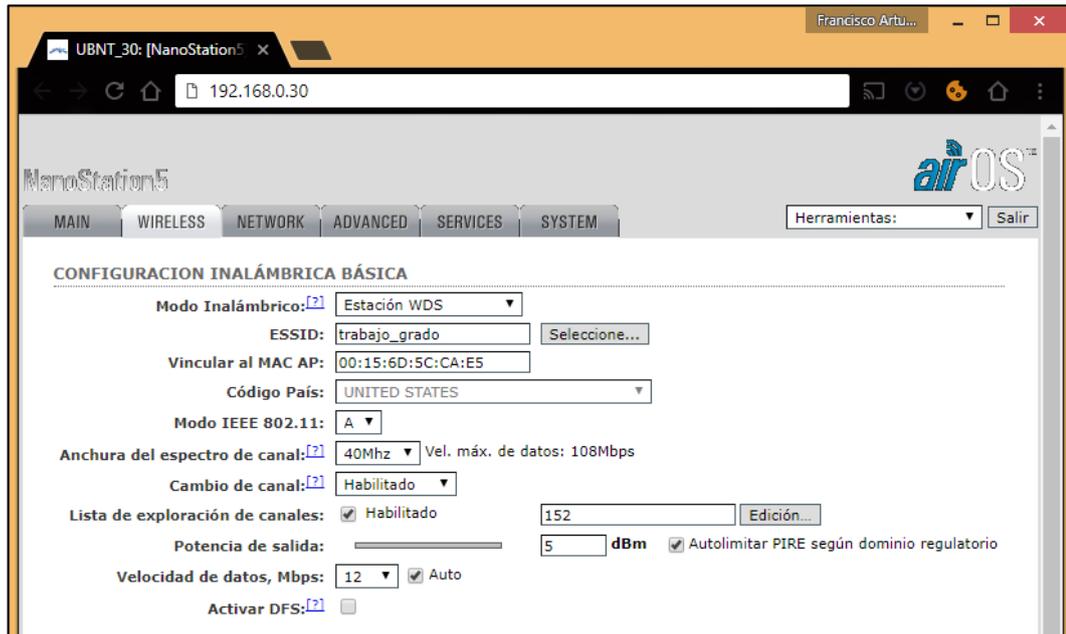


Figura 324. Configuración de la antena/Práctica 8

VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA



Figura 325. Validación de la Práctica 8/S7-1200



Figura 326. Validación de la Práctica 8/S7-1200



Figura 327. Validación de la Práctica 8/S7-1200

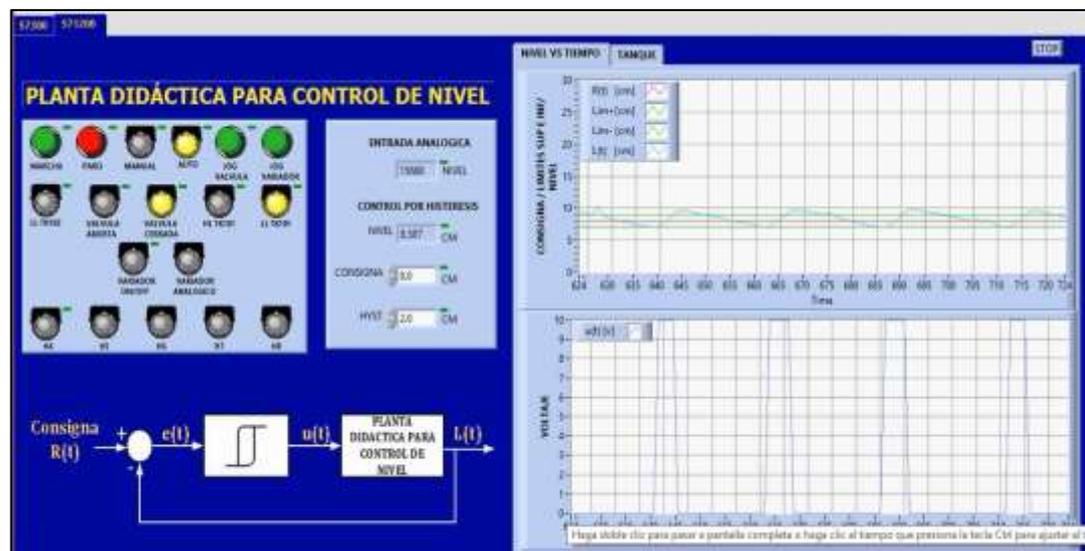


Figura 328. Validación de la Práctica 8/S7-1200



Figura 329. Validación de la Práctica 8/S7-300

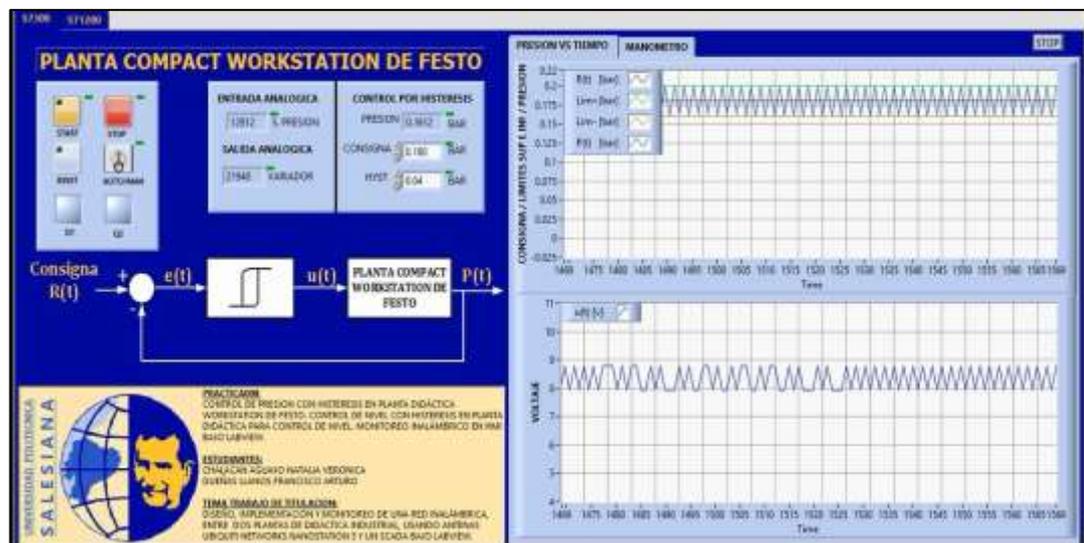


Figura 330. Validación de la Práctica 8/S7-300



Figura 331. Validación de la Práctica 8/S7-300

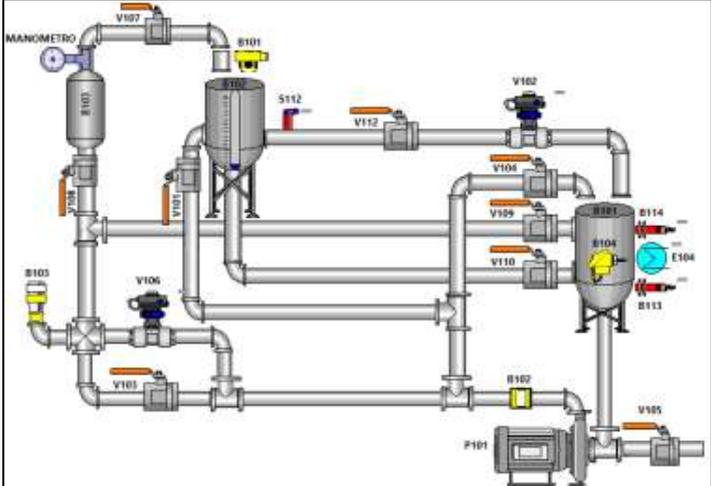
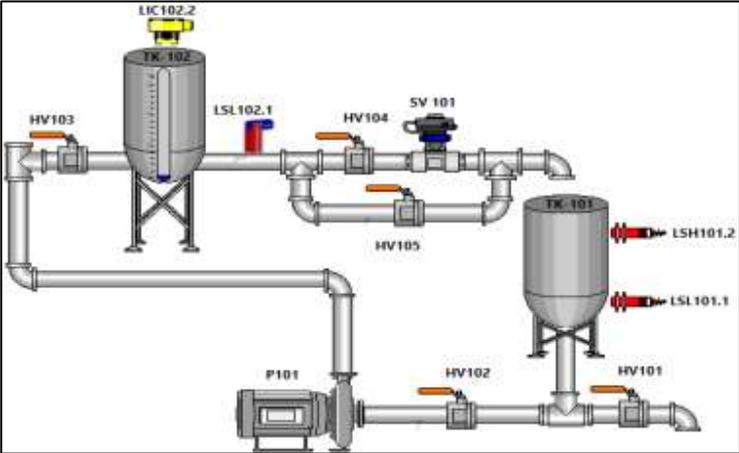
CONCLUSIONES:

- Se lograron los objetivos planteados al obtener los controles por histéresis tanto de presión en la planta FESTO como de nivel en la planta didáctica de control de nivel.

RECOMENDACIONES:

- Poner mucha atención al momento de configurar y asignar las E/S digitales o analógicas en le OPC Server para que no haya problemas al momento de que sean llamadas desde el Scada de Labview.
- Se debe revisar varias veces la programación antes de implementarla para evitar oscilaciones no deseadas de las salidas.
- Asegurarse que todos los dispositivos se encuentren dentro de la misma subred por medio de su número IP
- Analizar en detalle las medidas de seguridad para evitar cualquier percance.
- Revisar la apertura y cierre de las válvulas manuales de acuerdo a su uso.

4.9. PRÁCTICA 9

		FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO / TALLERES / CENTROS DE SIMULACIÓN – PARA DOCENTES
CARRERA: Ingeniería Electrónica		ASIGNATURA:
NRO. PRÁCTICA:	9	TÍTULO PRÁCTICA: COMUNICACIÓN MAESTRO-ESCLAVO ENTRE PLC SIEMENS S71200 DE PLANTA DIDÁCTICA PARA CONTROL DE NIVEL Y PLC SIEMENS S7300 DE PLANTA DIDÁCTICA WORKSTATION DE FESTO. CONTROL PID DE NIVEL EN PLANTA FESTO MEDIANTE BLOQUE "PID_COMPACT" DEL PLC S71200
OBJETIVO GENERAL: Realizar un proyecto en TIA PORTAL para poder llevar a cabo la automatización del proceso propuesto. Elaborar un VI en Labview para visualizar la ejecución del proceso propuesto.		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS: <ul style="list-style-type: none"> • Comunicar los PLC's de cada una de las plantas con las que se están trabajando entre sí, en un esquema de Maestro-Esclavo • Realizar un control nivel PID con autoajuste de la planta FESTO controlado por el plc S71200 		
INSTRUCCIONES	<p style="text-align: center;">Considere los siguientes procesos:</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Figura 332. Proceso Planta Compact Workstation de FESTO</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Figura 333. Planta Didáctica para Control de Nivel</p>	

Paneles de mando de los procesos propuestos:



Figura 334. Paneles de mando

7. EQUIPAMIENTO

Para la realización de la presente práctica, se utilizarán la Planta Compact Workstation de Festo y la Planta Didáctica para Control de Nivel que se encuentran en el Laboratorio de Automatización Industrial. Los elementos de los que disponemos en ambas plantas ya han sido detallados en las Prácticas 1 y 2.

8. GENERALIDADES

Se implementará en el PLC S71200 la programación necesaria para comunicarse con el PLC S7300 a fin de poder enviar y/o recibir la información que se requiere para el control de la función de nivel en la Planta Compact Workstation de Festo.

9. DESCRIPCIÓN

Se configurarán las botoneras de Marcha y Paro en la Planta Didáctica para Control de Nivel de forma que enciendan/apaguen el variador de velocidad de la bomba en la Planta Compact Workstation de Festo y la botonera de Jog_Valvula, para habilitar la válvula de accionamiento electro neumático, que permitirá aplicarle perturbaciones al sistema.

De manera continua se leerán los datos que el sensor de nivel ultrasónico escriba en la memoria del PLC S7300 para que mediante la ecuación de la recta obtenida en la práctica #5 configurar la conversión a valor de nivel que será introducido al bloque PID_Compact del PLC S71200. De igual forma, se escribirán de manera continua los datos que arroje la función de auto ajuste de dicho bloque hacia el área de memoria del PLC S7300 destinada a la salida analógica del variador de velocidad.

	<p>Se diseñará un VI en Labview que leerá y graficará la curva de nivel del control PID en contraste con el valor de consigna que se solicite. Además se graficará la curva de velocidad del variador de 0 a 10Vdc junto al valor del error del sistema, que se logra de la diferencia entre la consigna y el valor instantáneo de nivel. Desde el VI se podrá cambiar el valor de la consigna y se podrá también aplicarle las perturbaciones ya indicadas.</p> <p>La botonera de Paro detendrá el sistema al apagar el variador de velocidad de la bomba de la Planta Compact Workstation de FESTO.</p>
--	---

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

3. Diseñar una solución al problema de automatización utilizando un autómata programable.
4. Realizar la puesta en marcha de la solución validando la efectividad del mismo y las seguridades del caso.

RESULTADOS OBTENIDOS:

d) Configuración de E/S

Se usen o no, quedarán registradas todas las entradas y salidas que se encuentran conectadas físicamente a los PLC's SIEMENS S7-1200 y S7-300 en ambas plantas didácticas, como fueron descritas en las Prácticas 1 y 2.

e) Configuración del hardware

Se configurará un PLC S7300 CPU 313C junto a un módulo de comunicación ethernet CP 343-1 LEAN con número IP asignado de 192.168.0.40 y un PLC S7-1200 CPU 1214C ac/dc/rly junto a un módulo Signal Board AQ1x12 bits con número IP asignado de 192.168.0.50.

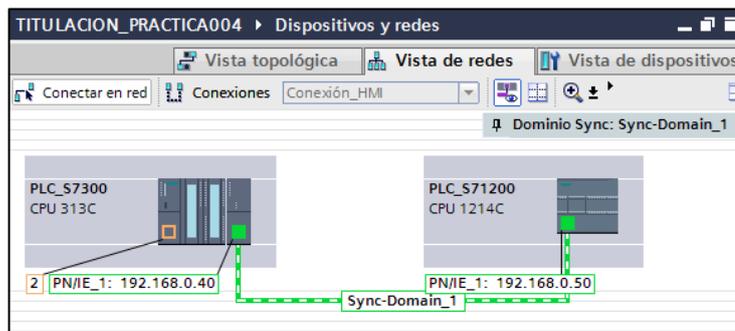


Figura 335. Configuración de Hardware

f) Programación Propuesta para Tia Portal V12

Se sugiere realizar la programación empleando bloques de función FC o FB para que el PLC se encargue de gestionar las direcciones de las áreas de memoria que se podrían utilizar.

Programación en TIA Portal del Main PLC S71200

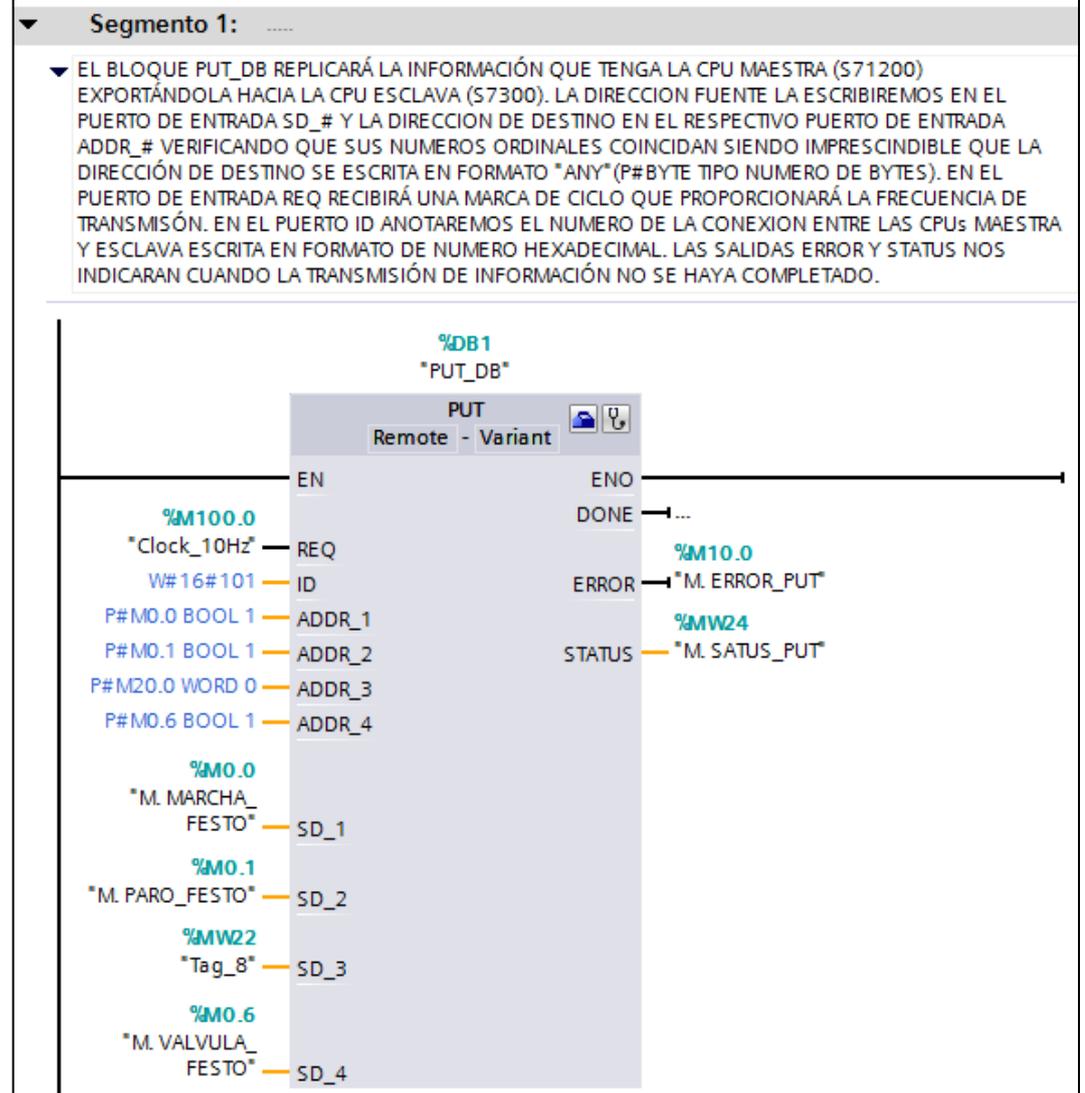


Figura 336. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 1/ Practica009/S71200

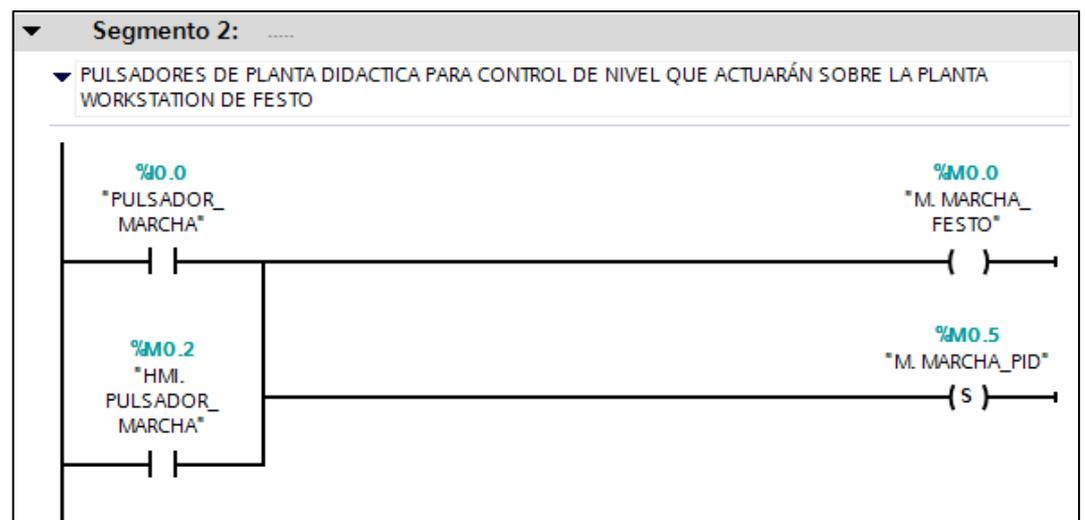




Figura 337. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 2/ Practica009/S71200

Segmento 3:

▼ EL BLOQUE GET_DB REPLICARÁ LA INFORMACIÓN QUE TENGA LA CPU ESCLAVA (S7300) IMPORTÁNDOLA HACIA LA CPU MAESTRA (S71200). LA DIRECCION FUENTE LA ESCRIBIREMOS EN EL PUERTO DE ENTRADA ADDR_# Y LA DIRECCION DE DESTINO EN EL RESPECTIVO PUERTO DE ENTRADA RD_# VERIFICANDO QUE SUS NUMEROS ORDINALES COINCIDAN SIENDO IMPRESCINDIBLE QUE LA DIRECCIÓN FUENTE SEA ESCRITA EN FORMATO *ANY*(P#BYTE TIPO NUMERO DE BYTES). EL PUERTO DE ENTRADA REQ RECIBIRÁ UNA MARCA DE CICLO QUE PROPORCIONARÁ LA FRECUENCIA DE RECEPCIÓN, EN EL PUERTO ID ANOTAREMOS EL NUMERO DE LA CONEXION ENTRE LAS CPU_s MAESTRA Y ESCLAVA ESCRITA EN FORMATO DE NUMERO HEXADECIMAL. LAS SALIDAS ERROR Y STATUS NOS INDICARAN CUANDO LA RECEPCIÓN DE INFORMACIÓN NO SE HAYA COMPLETADO.

Figura 338. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 3/ Practica009/S71200

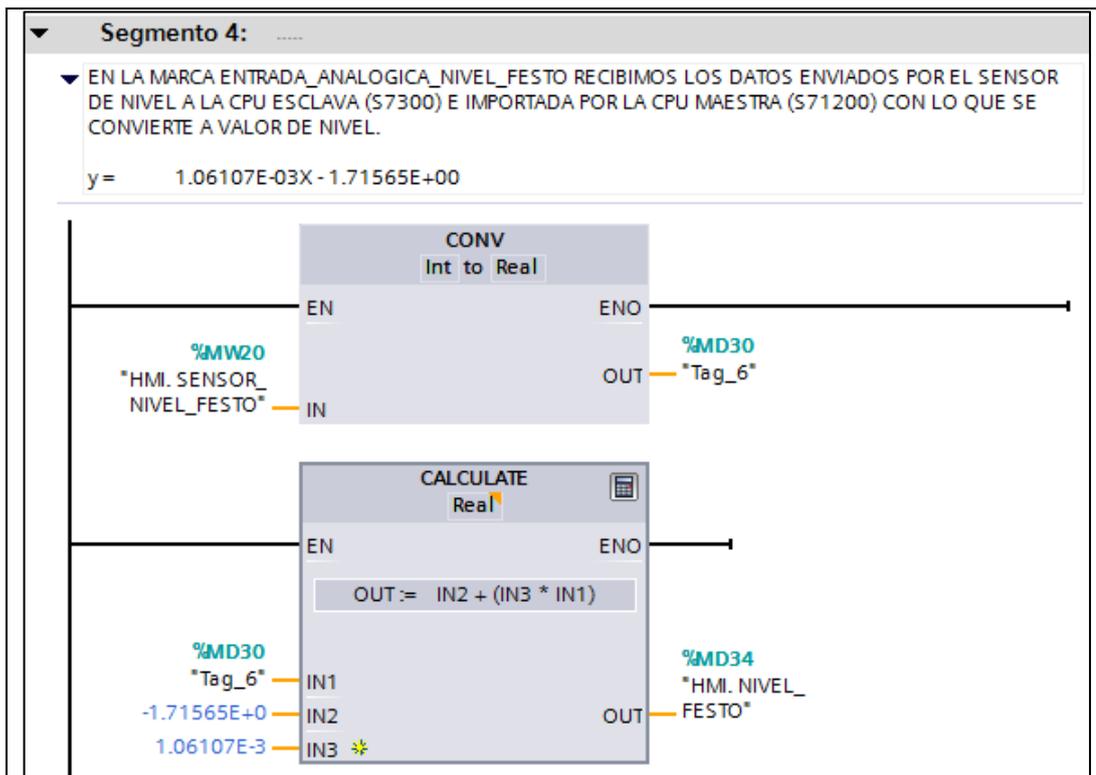


Figura 339. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 4/ Practica009/S71200

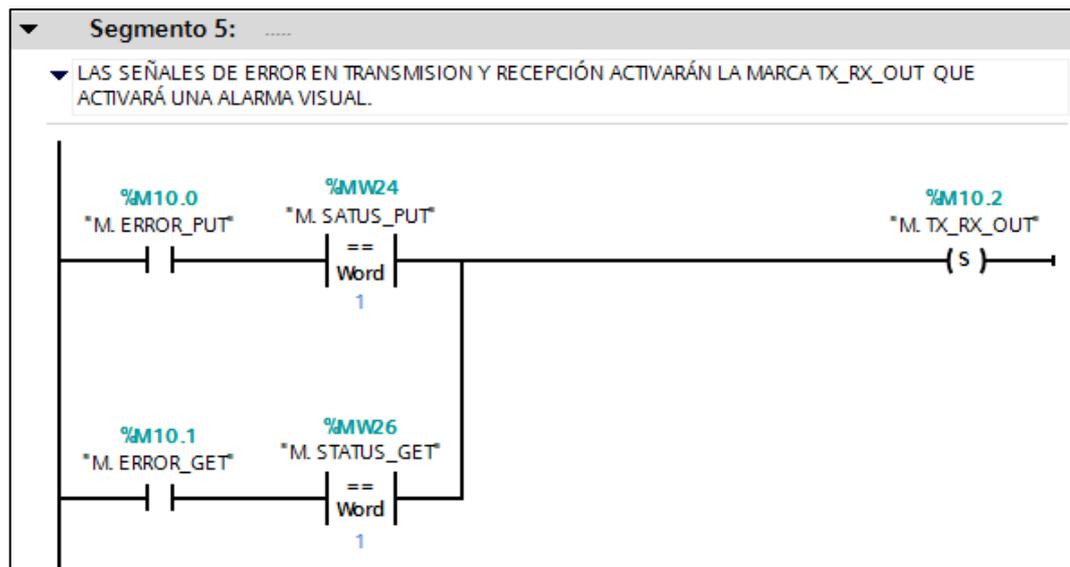


Figura 340. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 5/ Practica009/S71200

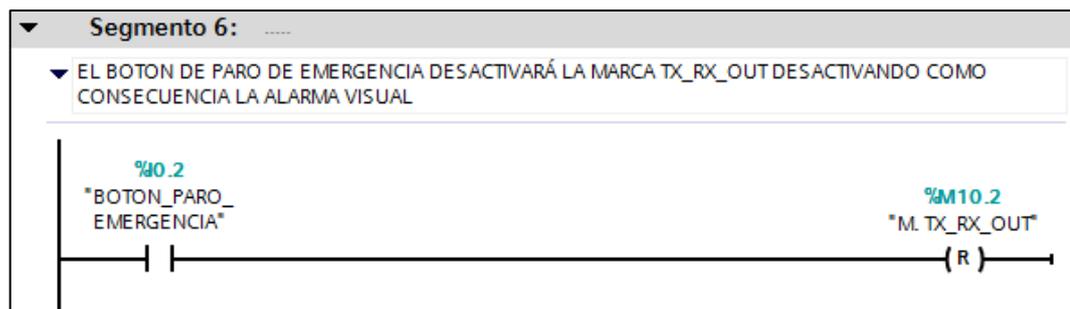
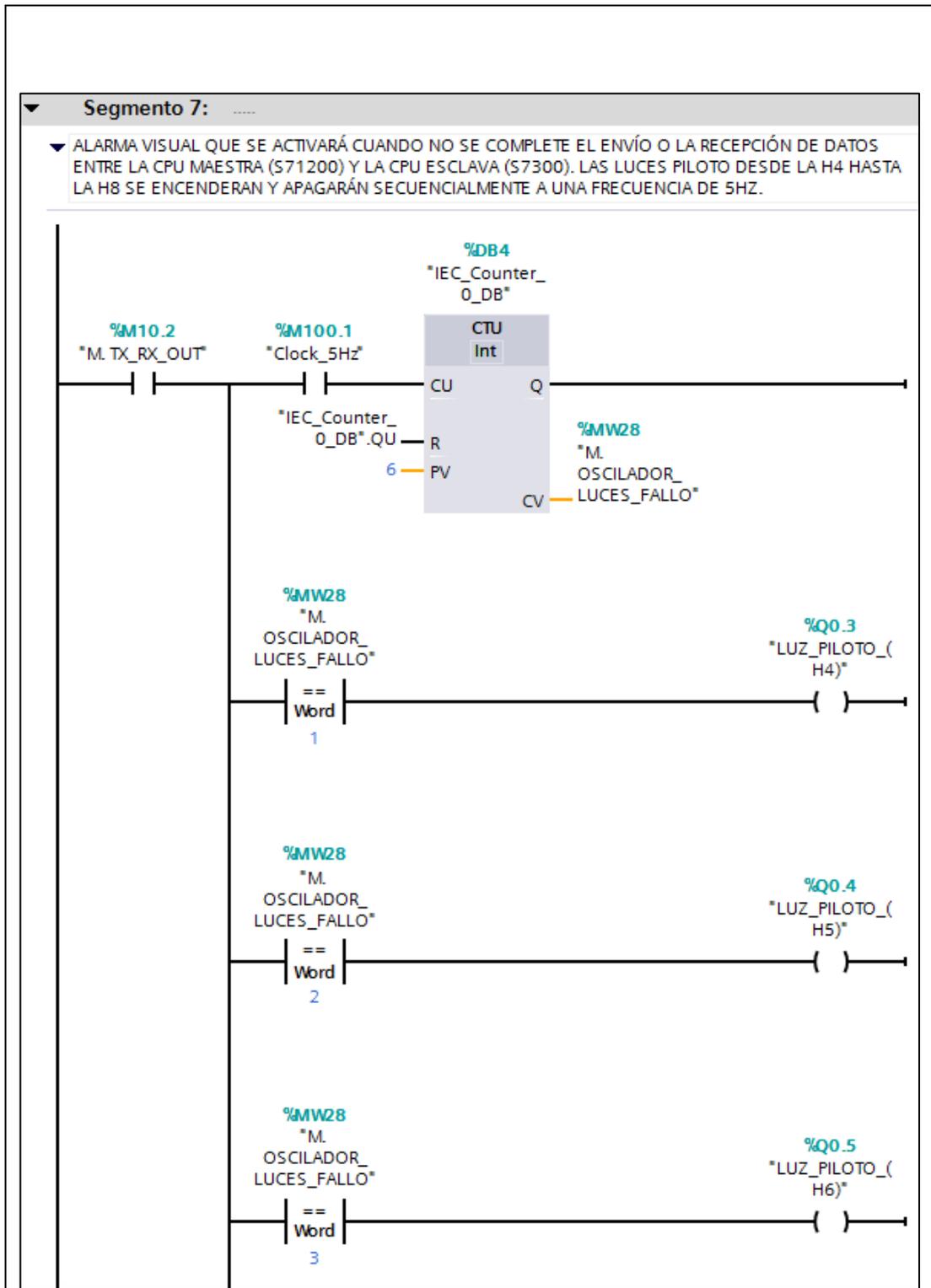


Figura 341. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 6/ Practica009/S71200



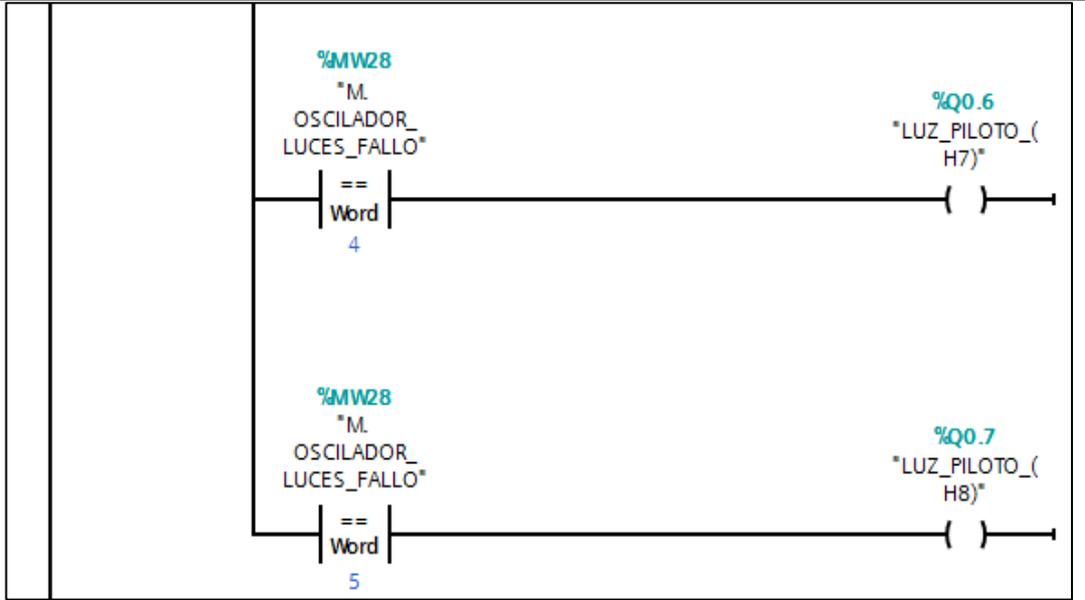


Figura 342. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 7/ Practica009/S71200

Programación del bloque de interrupción cíclica en donde irá alojado el bloque PID_Compact.

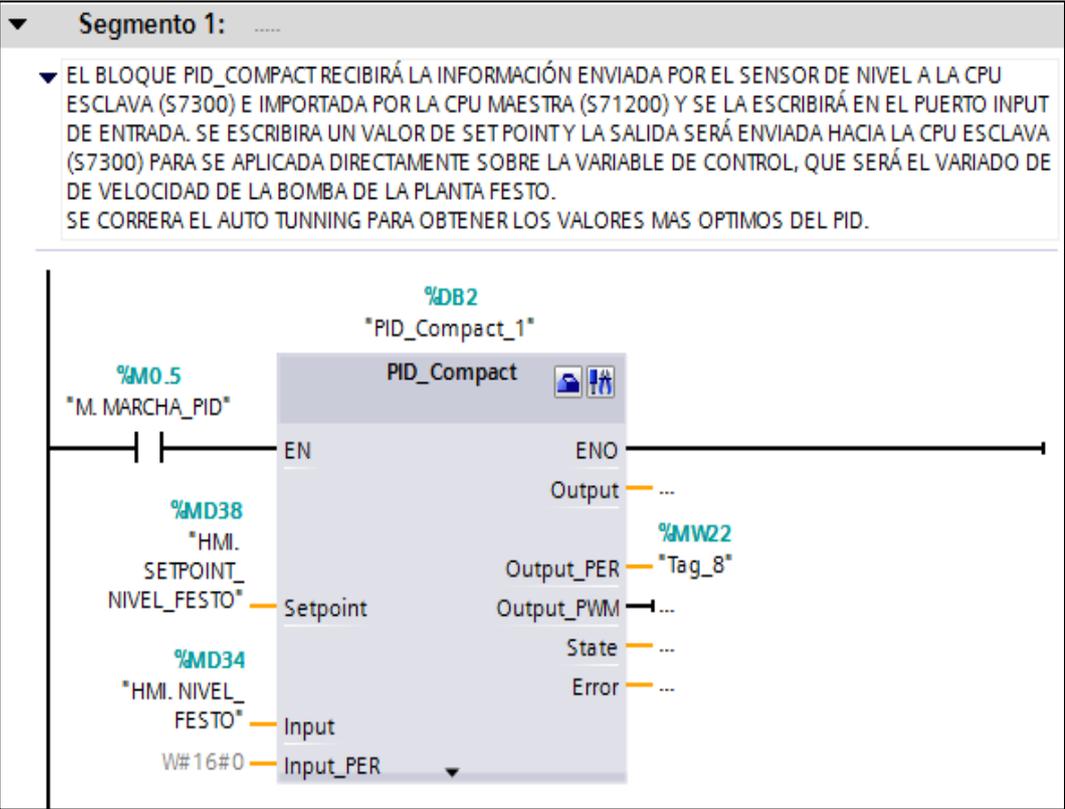


Figura 343. Programación Bloque CYC_INT5 [OB35] Segmento 1/ Practica009/S71200

Programacion en TIA Portal del Main PLC S7300

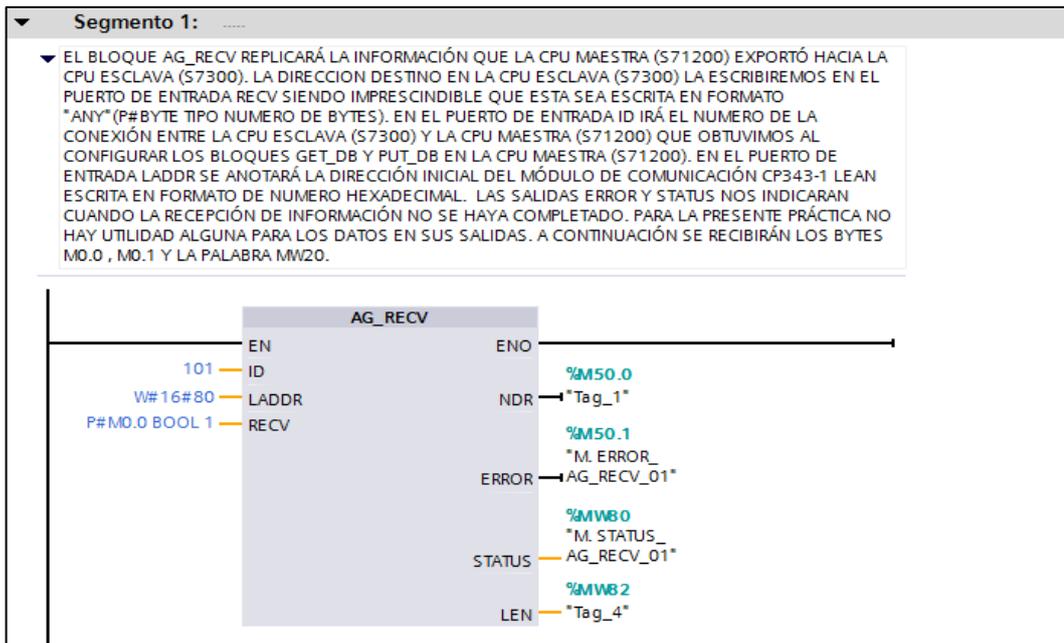


Figura 344. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 1/ Practica009/S7300

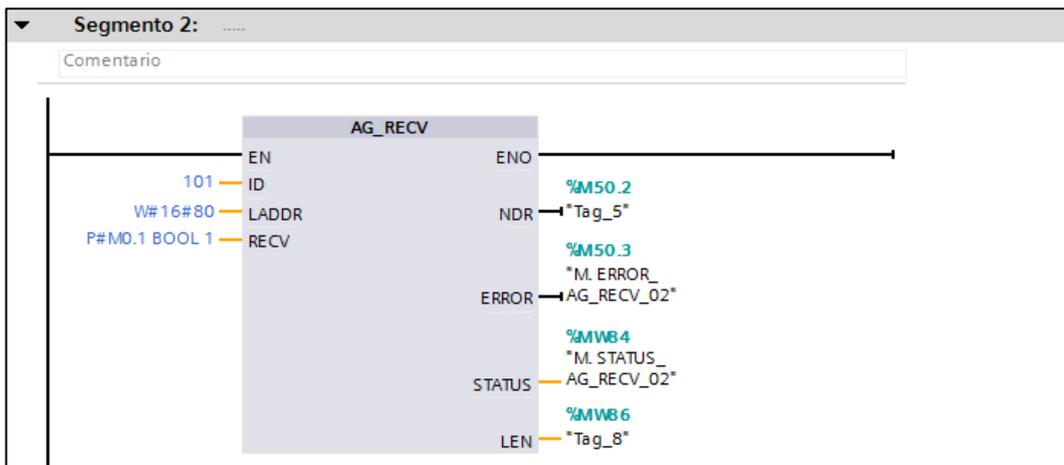


Figura 345. Programación Bloque Main [OB1] Segmento2/ Practica009/S7300

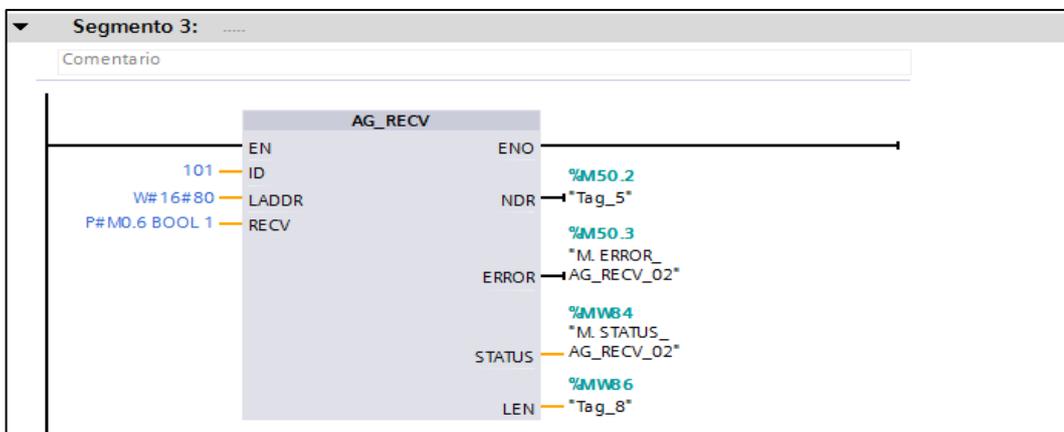


Figura 346. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 3/ Practica009/S7300

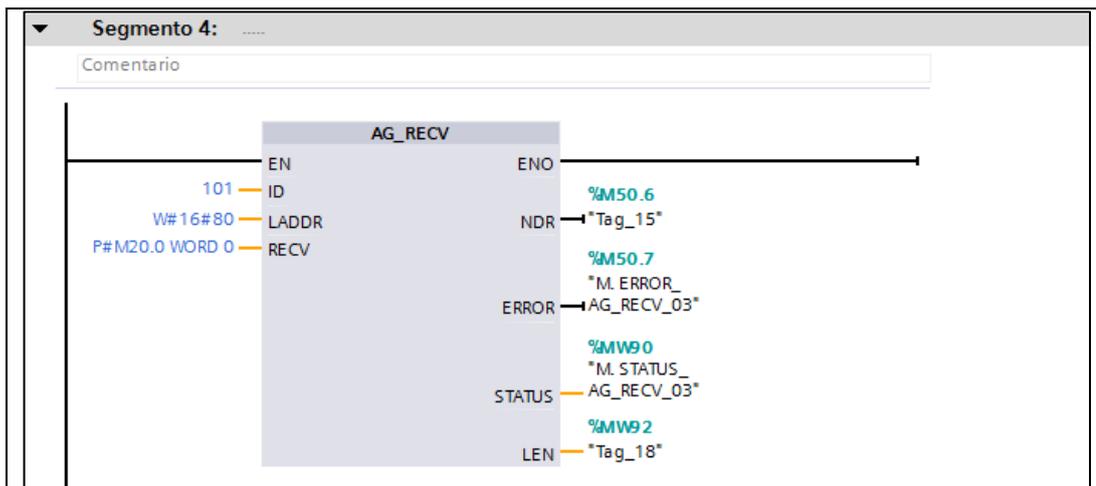


Figura 347. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 4/ Practica009/S7300

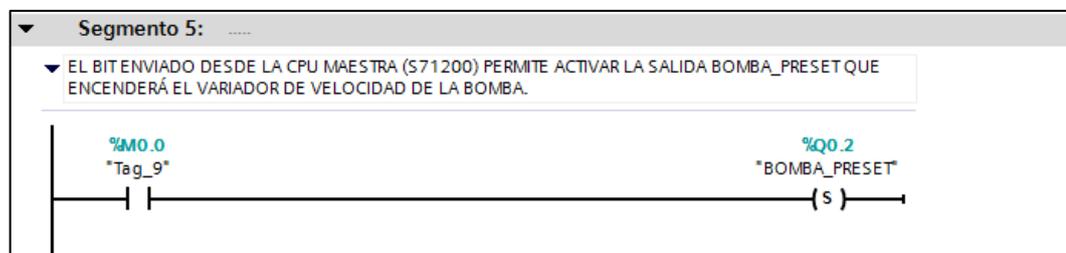


Figura 348. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 5/ Practica009/S7300

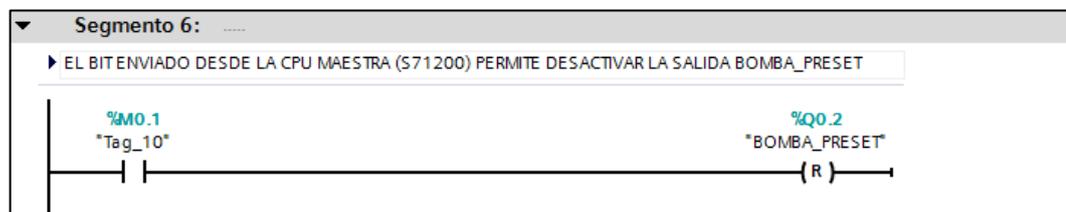


Figura 349. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 6/ Practica009/S7300



Figura 350. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 7/ Practica009/S7300

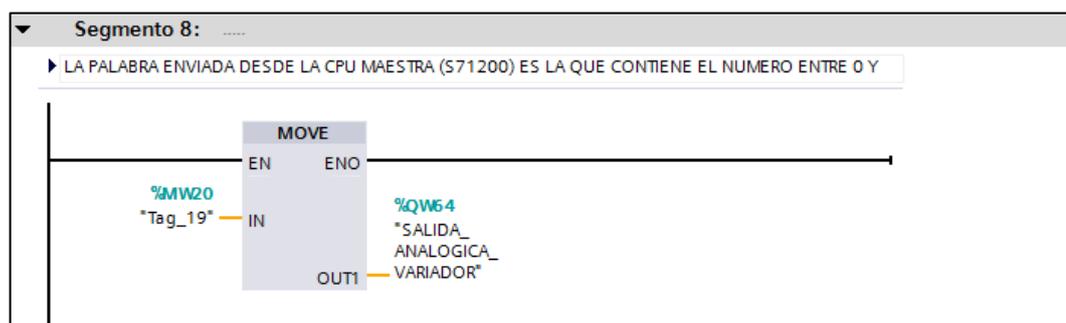


Figura 351. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 8/ Practica009/S7300

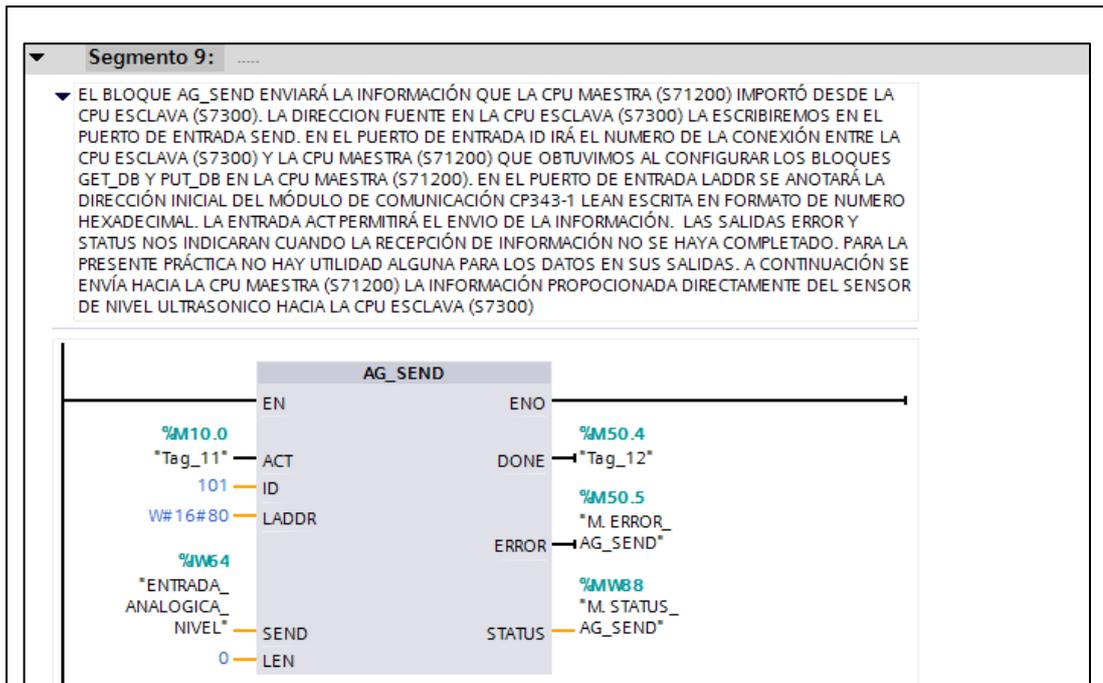


Figura 352. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 9/ Practica009/S7300

g) Programación Propuesta para Labview 2012

Como el PLC S71200 es el que va a controlar lo que suceda en la planta Compact Workstation el VI a realizarse solo configuraremos variables de este PLC en el OPC Server.

Planta Didáctica para Control de Nivel		
Nombre	Dirección	Comentario
HMI. SENSOR_NIVEL_FESTO	%MW20	INSTRUMENTACION VIRTUAL LABVIEW
HMI. NIVEL_FESTO	%MD34	INSTRUMENTACION VIRTUAL LABVIEW
HMI. SALIDA_VARIADOR_BOMBA_FESTO	%MW22	INSTRUMENTACION VIRTUAL LABVIEW
HMI. SETPOINT_NIVEL_FESTO	%MD38	INSTRUMENTACION VIRTUAL LABVIEW
HMI. PULSADOR_MARCHA	%M0.2	INSTRUMENTACION VIRTUAL LABVIEW
HMI. PULSADOR_PARO	%M0.3	INSTRUMENTACION VIRTUAL LABVIEW
HMI. PULSADOR_JOG_VALVULA	%M0.7	INSTRUMENTACION VIRTUAL LABVIEW

Tabla 20. E/S para monitoreo en Labview



Figura 353. Panel Frontal LabVIEW/Práctica 9

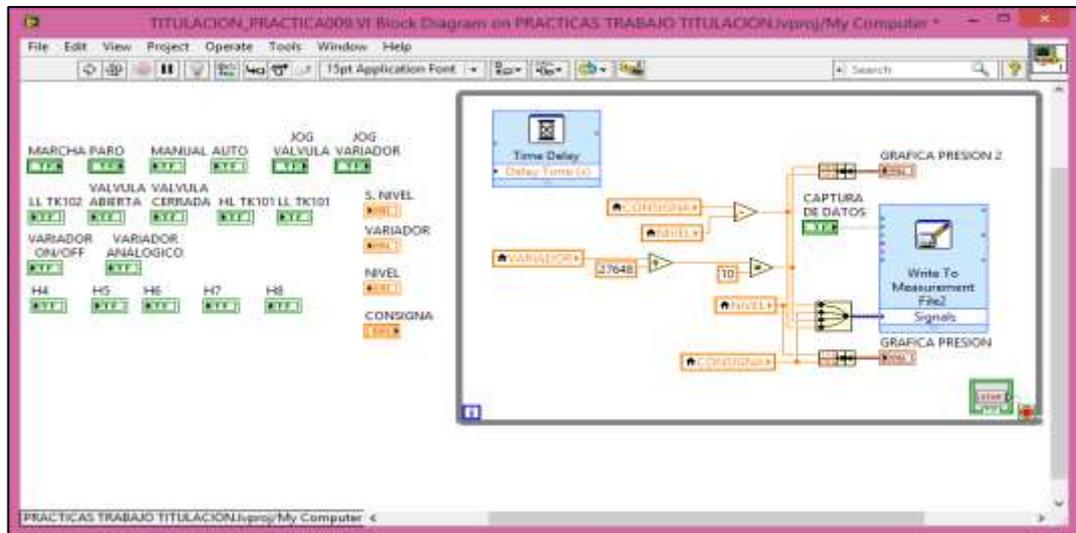


Figura 354. Diagrama de Bloques Labview PLC/Práctica 9

h) Configuración de E/S a ser monitoreadas con el OPC Server.

Una vez que se ha elaborado el VI con sus respectivos Panel Frontal y Diagrama de Bloques, se procede a configurar las entradas y salidas que se desean visualizar en la aplicación OPC Server, incluida en la suite de LABVIEW 2012.

Tag Name	Address	Data Type	Scan Rate	Scaling	Description
HMI PULSADOR_MARCHA	MD 2	Boolean	100	None	
HMI PULSADOR_PARO	MD 3	Boolean	100	None	
HMI PULSADOR_JOG_VALVULA	MD 7	Boolean	100	None	
HMI NIVEL_FESTO	MD34	Float	100	None	
HMI SETPOINT_NIVEL_FESTO	MD38	Float	100	None	
HMI SENSOR_NIVEL_FESTO	MW20	Word	100	None	
HMI SALIDA_VARIADOR_BOMBA_FESTO	MW22	Word	100	None	

Figura 355. Configuración E/S OPC Server / Practica009

i) Configuración de antenas Nanostation5 de Ubiquiti Networks

Como se desea monitorear ambas plantas a la vez, se necesita llevar a las antenas Nanostation5 a una configuración Punto – Multipunto, en la que una de ella trabaja como Punto de Acceso WDS (Acces Point WDS – Wireless Distribution System/Sistema de Distribución Inalámbrico) sirviendo o atendiendo a las otras dos que trabajaran como Cliente o Estación WDS (Client WDS) a la vez. Para no dañar la programación previa de las antenas

Para esto, se recordarán los números IP asignados a las antenas con las que se trabajarán.

DEVICE TYPE	NAME	HOST	MAC
NS5	UBNT_10	192.168.0.10	00:15:6D:5C:CA:E5
NS5	UBNT_20	192.168.0.20	00:27:22:4E:B7:00
NS5	UBNT_30	192.168.0.30	00:15:6D:5C:CA:83

Tabla 21. IP's asignadas a las antenas

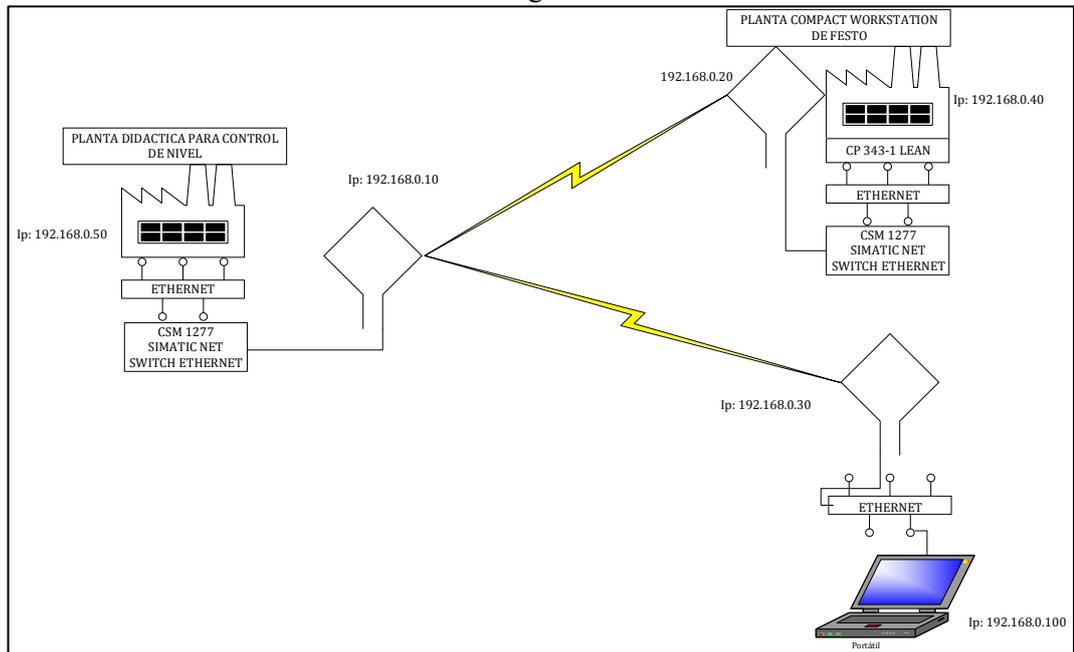


Figura 356. Esquema de red de comunicación Ethernet inalámbrica Punto - Multipunto



Figura 357. Red de comunicación Ethernet inalámbrica Punto - Multipunto

Recordar que para ingresar a la configuración de las antenas, se debe escribir en cualquier explorador de internet el numero Ip de la que vayamos a configurar.

La antena UBNT_10 será la que irá conectada a la Planta Didáctica con Control para Nivel y configurada como Punto de Acceso WDS. A continuación se anotarán las MAC ADDRESS de las estaciones a las que debe servir o atender.

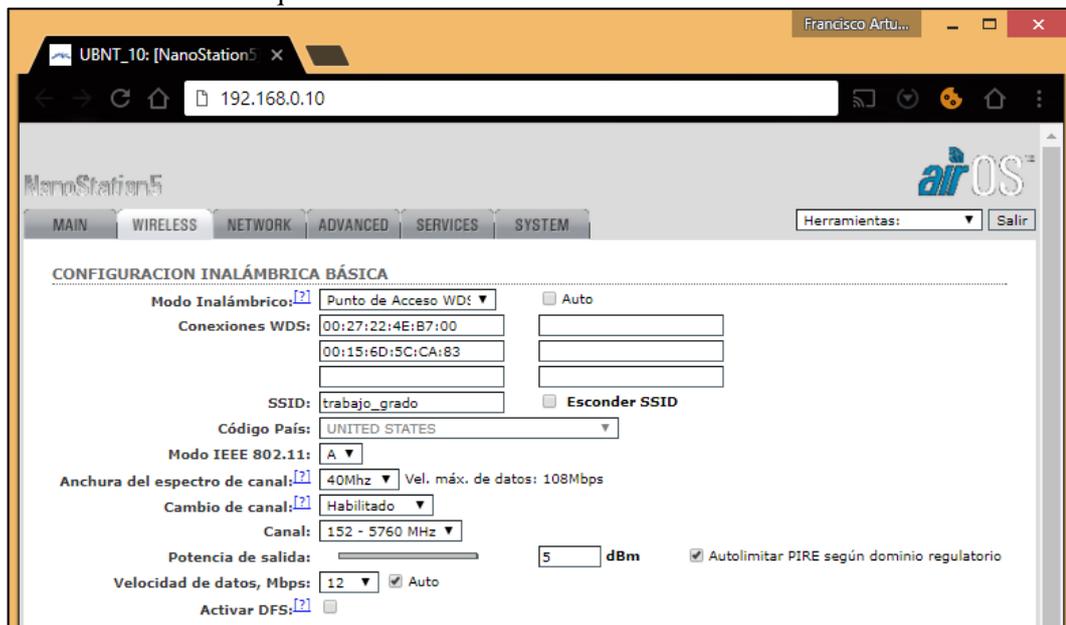


Figura 358. Configuración de antena Ubiquiti conectada a la Planta Didáctica para Control de Nivel

La antena UBNT_20 será la que irá conectada a la Planta Workstation de Festo y será configurada como Estación WDS. A continuación se anotará la MAC ADDRESS del Punto de Acceso WDS que la atenderá, o sea de la UBNT_10.

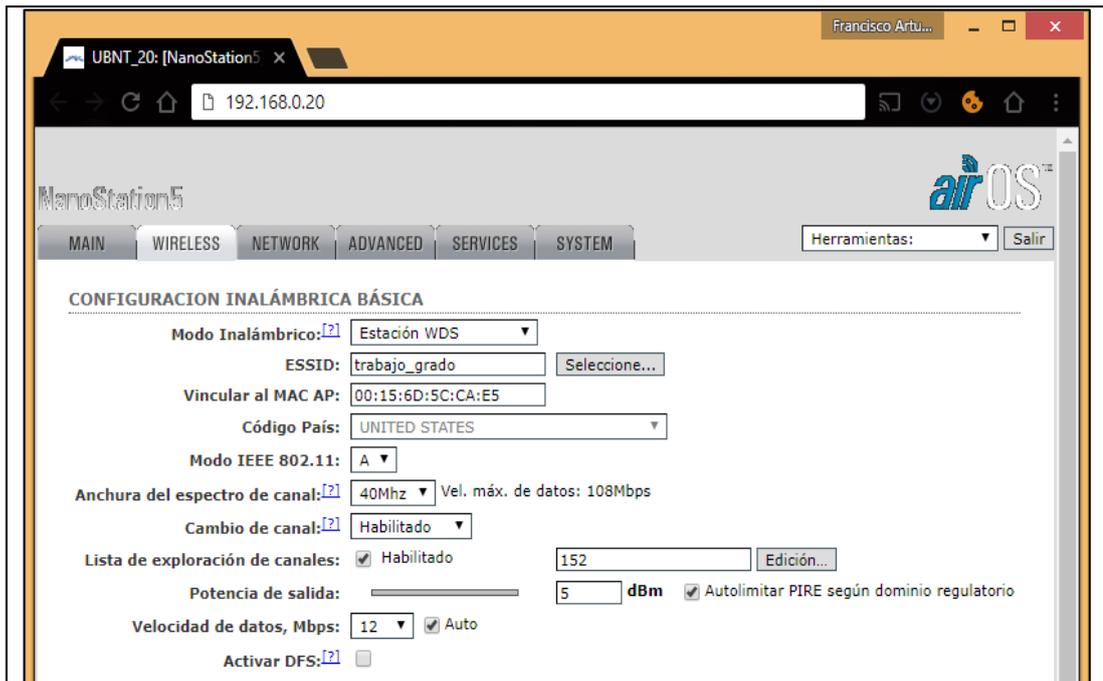


Figura 359. Configuración de antena Ubiquiti conectada a la Planta Didáctica Compact Workstation de Festo

La antena UBNT_30 será la que irá conectada al computador y tendrá cargado el VI para controlar y visualizar el proceso. Estará configurada como Estación WDS. A continuación se anotará la MAC ADDRESS del Punto de Acceso WDS que la atenderá, o sea de la UBNT_10.



Figura 360. Configuración de antena Ubiquiti conectada al computador de control y monitoreo

VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA

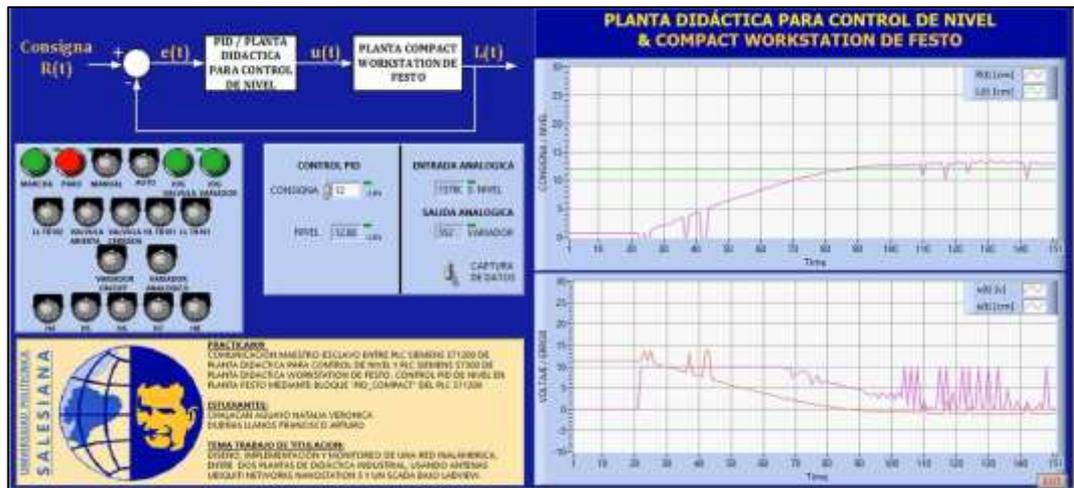


Figura 361. Validación de la Práctica 9

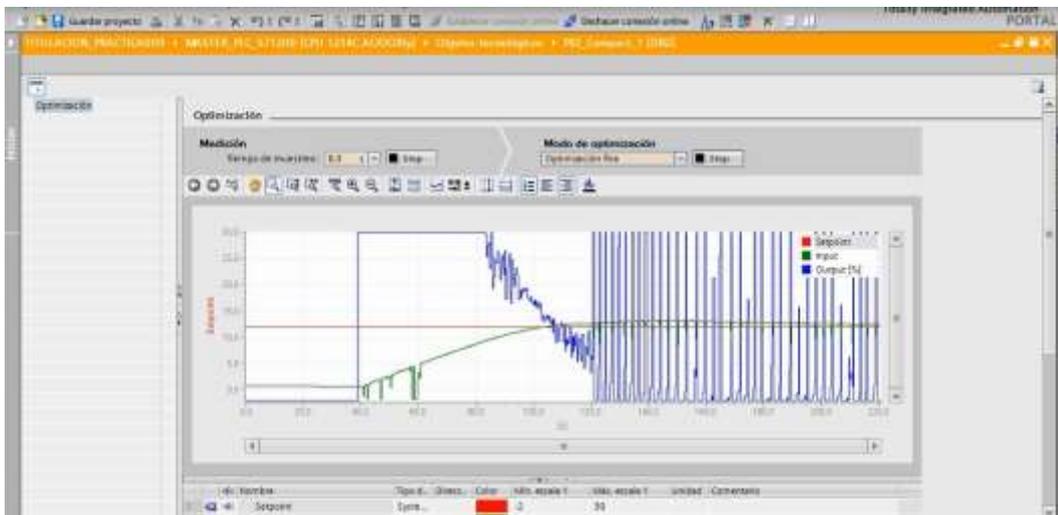


Figura 362. Validación de la Práctica 9

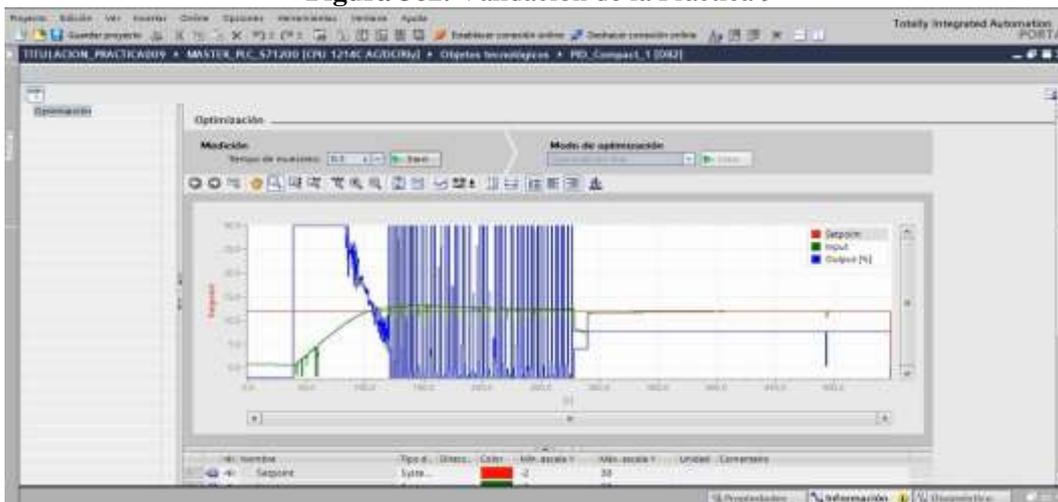


Figura 363. Validación de la Práctica 9

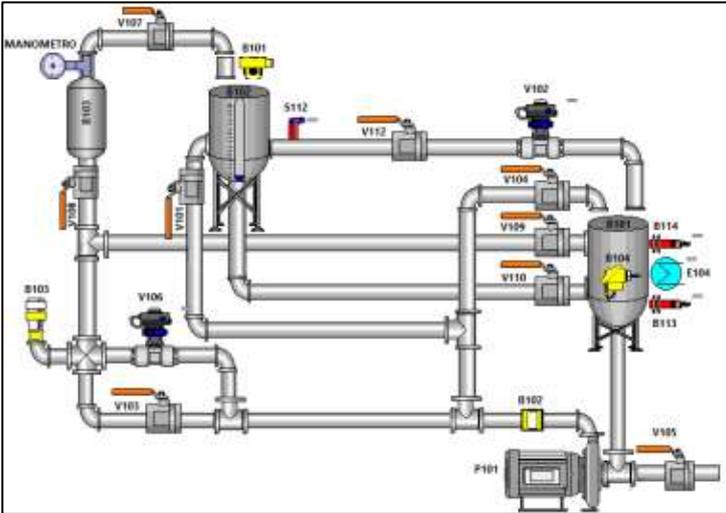
CONCLUSIONES:

- Se cumplieron los objetivos propuestos al inicio de la practica
- Se creó el Vi que controlará y monitoreará el sistema.

RECOMENDACIONES:

- Poner mucha atención al momento de configurar y asignar las E/S digitales o analógicas en le OPC Server para que no haya problemas al momento de que sean llamadas desde el Scada de Labview.
- Se debe revisar varias veces la programación antes de implementarla para evitar oscilaciones no deseadas de las salidas.
- Asegurarse que todos los dispositivos se encuentren dentro de la misma subred por medio de su número IP.
- Analizar en detalle las medidas de seguridad para evitar cualquier percance.
- Revisar la apertura y cierre de las válvulas manuales de acuerdo a su uso.

4.10. PRÁCTICA 10

		FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO / TALLERES / CENTROS DE SIMULACIÓN – PARA DOCENTES	
CARRERA: Ingeniería Electrónica		ASIGNATURA:	
NRO. PRÁCTICA:	10	TÍTULO PRÁCTICA: SINTONIZACIÓN DE VALORES PARA CONTROL DE NIVEL POR PID, MÉTODO DE ZIEGLER-NICHOLS POR RESPUESTA DE ESCALÓN EN PLANTA DIDÁCTICA WORKSTATION DE FESTO	
<p>OBJETIVO GENERAL: Realizar un proyecto en TIA PORTAL para poder llevar a cabo la automatización del proceso propuesto. Elaborar un VI en Labview para visualizar la ejecución del proceso propuesto.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Obtener la gráfica de proceso en lazo abierto de llenado del Tanque B102 cuando se le aplique un escalón de voltaje (0 – 10VDC) proporcional a la velocidad de la bomba. Determinar los valores PID a partir de dicha gráfica de escalon. • Configurar el bloque PID en el TIA Portal con los valores obtenidos e ir modificándolos para observar los cambios que se producen en la gráfica de proceso. 			
INSTRUCCIONES		<p>Considere el siguiente proceso:</p> 	
		<p>Figura 364. Planta Compact Workstation de Festo</p>	

Panel de mando del proceso propuesto:



Figura 365. Panel de mando

1. EQUIPAMIENTO

Para la realización de la presente práctica, se utilizará la Planta Compact Workstation de Festo que se encuentra en el Laboratorio de Automatización Industrial. Los elementos de los que disponemos en la planta ya han sido detallados en las Práctica #2.

2. GENERALIDADES

Se realizará el llenado del Tanque B102 en un lazo abierto, aplicándole un voltaje de escalón al variador de velocidad de la bomba P101. Posterior se realizará un control PID en lazo cerrado al cual se le aplicarán perturbaciones con la válvula V102 de accionamiento electro neumático.

3. DESCRIPCIÓN

Se realizará la instrumentación virtual necesaria para aplicar el voltaje de escalón de 0 – 10 VDC proporcionales a la velocidad del variador de velocidad de la bomba. La gráfica obtenida de la función escalón junto a la del cambio de nivel en el tiempo será llevada a una hoja de cálculo en Excel que nos permitirá mediante observación y de una forma muy subjetiva obtener los valores K_p , T_i , T_d para nuestro control PID.

Una vez determinados estos valores, los ingresaremos al bloque PID del TIA Portal mediante Labview y observaremos la gráfica de dicho control para posteriormente ir cambiando un poco estos valores ajustándolos para mejorar la respuesta.

ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

1. Diseñar una solución al problema de automatización utilizando un autómata programable.
2. Realizar la puesta en marcha de la solución validando la efectividad del mismo y las seguridades del caso.

RESULTADOS OBTENIDOS:

a) Configuración de E/S

Se usen o no, quedarán registradas todas las entradas y salidas que se encuentran conectadas físicamente al PLC SIEMENS S7-1200 como fueron descritas en la Práctica #3.

b) Configuración del hardware

Se utilizará un PLC S7300 CPU 313C junto a un módulo de comunicación ethernet CP 343-1 LEAN. Se habilitará la marca de ciclo en el byte MB100 y el número IP asignado en este caso será 192.168.0.40.

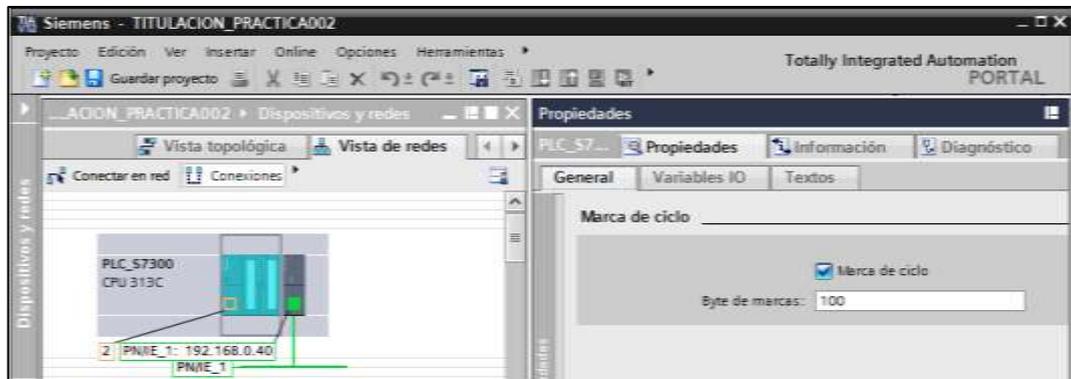


Figura 366. Configuración de Hardware Practica010

c) Programación Propuesta para Tia Portal V12.

Programación del Bloque Main [OB1]

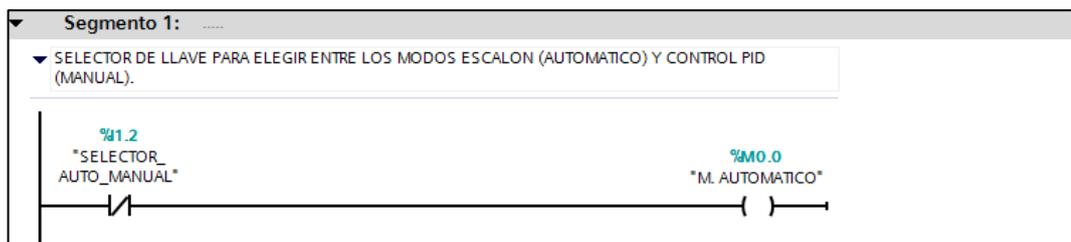


Figura 367. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 1/ Practica010

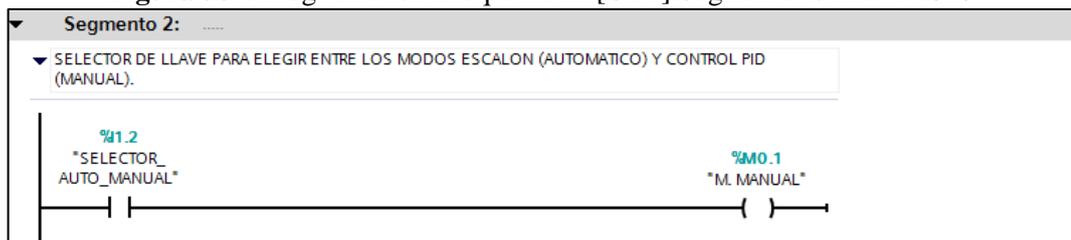


Figura 368. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 2/ Practica010

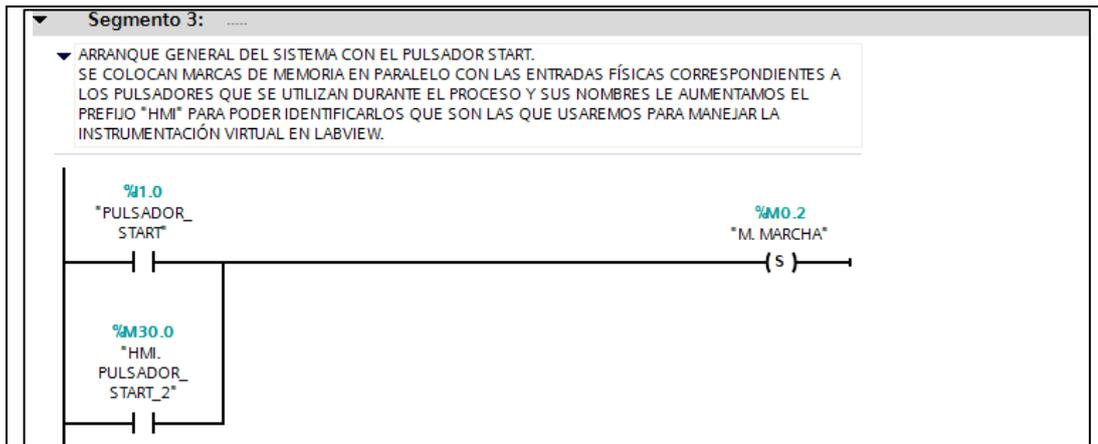


Figura 369. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 3/ Practica010

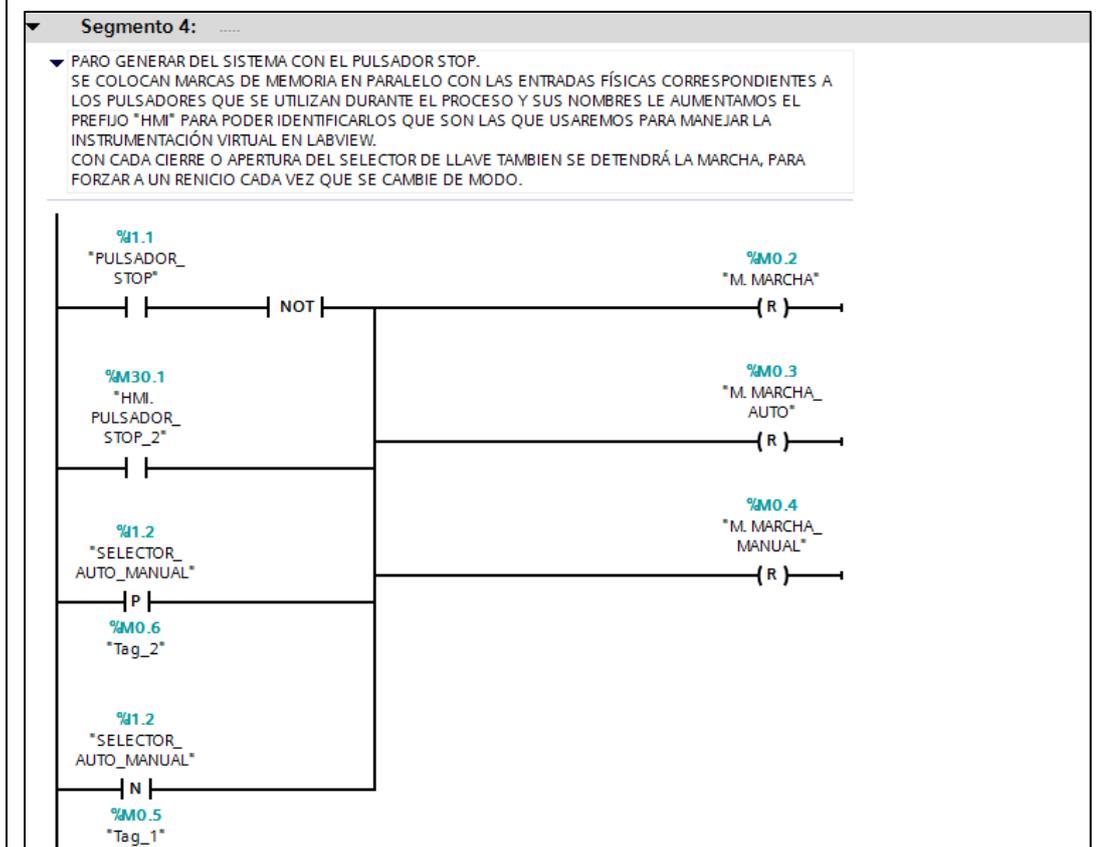


Figura 370. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 4/ Practica010

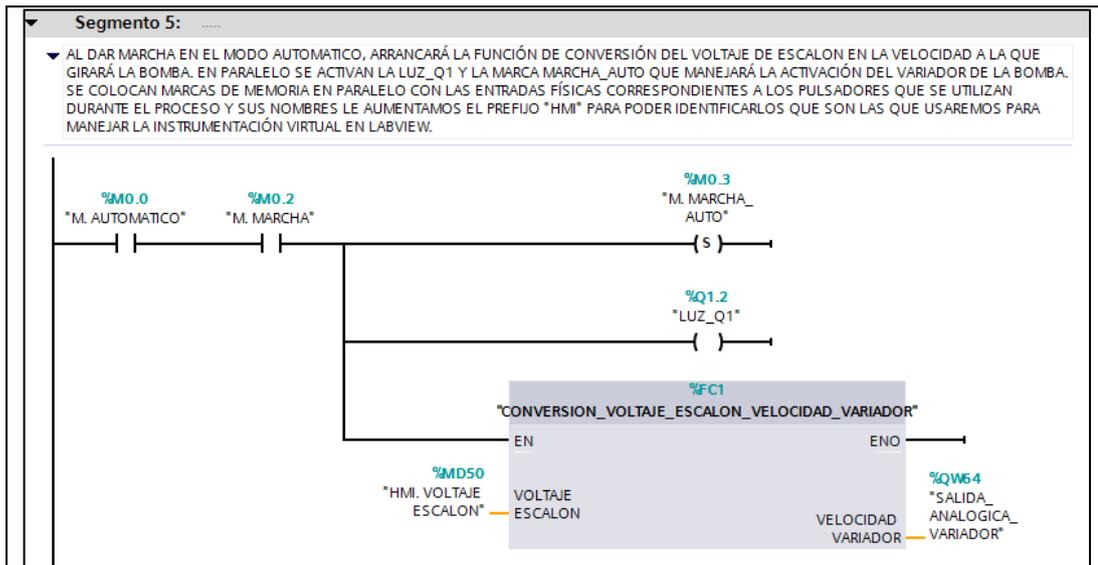


Figura 371. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 5/ Practica010

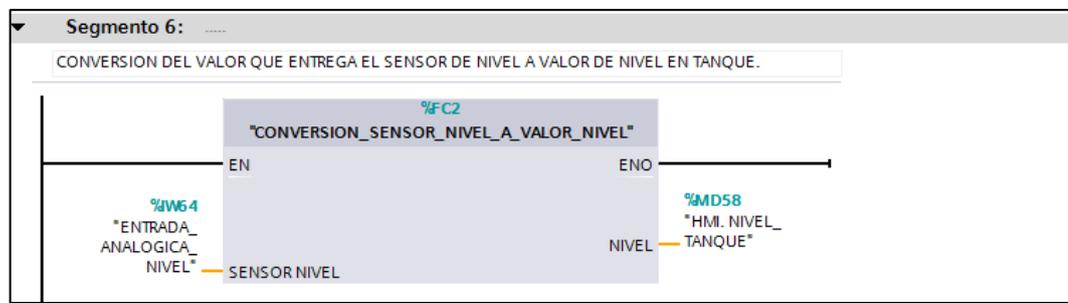


Figura 372. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 6/ Practica010

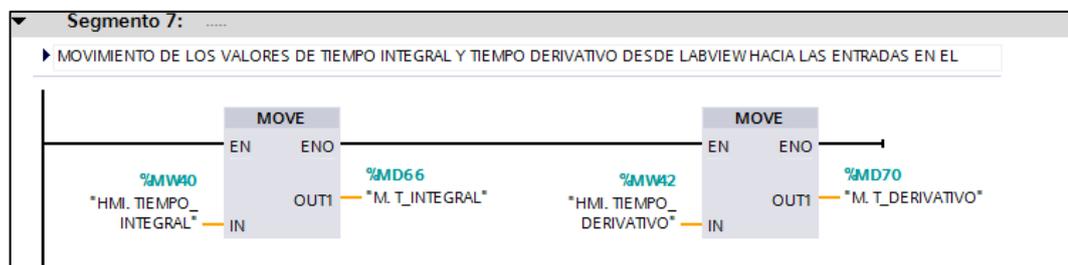


Figura 373. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 7/ Practica010

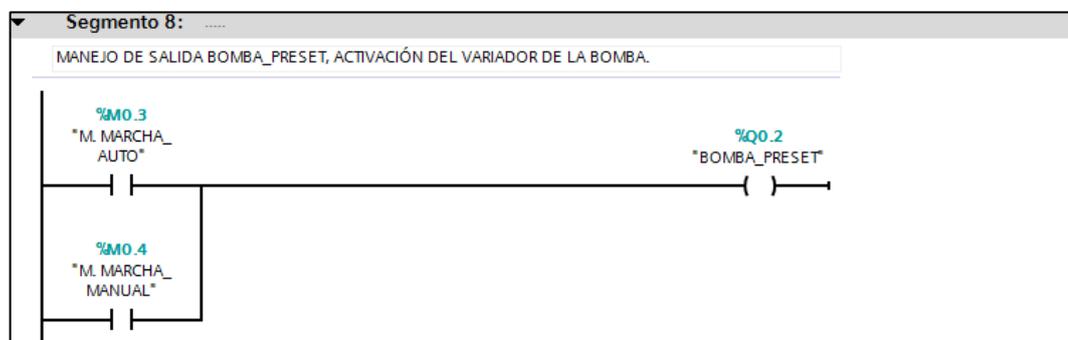


Figura 374. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 8/ Practica010

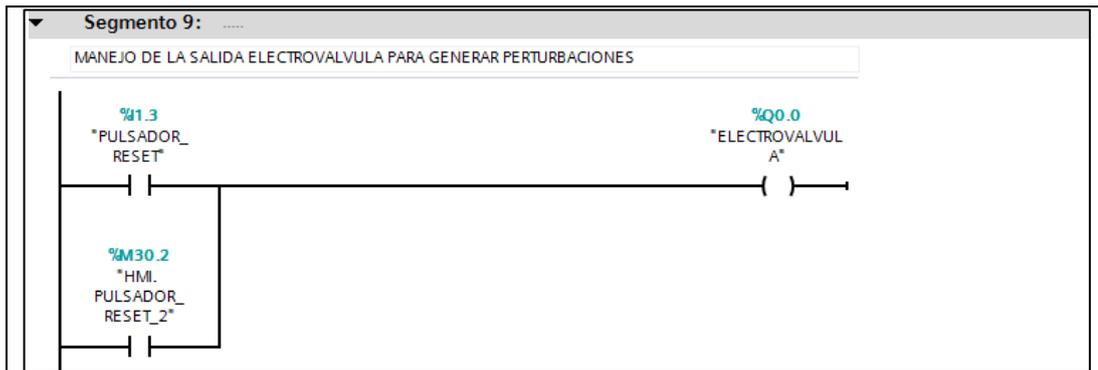


Figura 375. Programación Bloque Main [OB1] Segmento 9/ Practica010

Programación del Bloque de Función CONVERSIÓN VOLTAJE ESCALÓN VELOCIDAD VARIADOR [FC1]

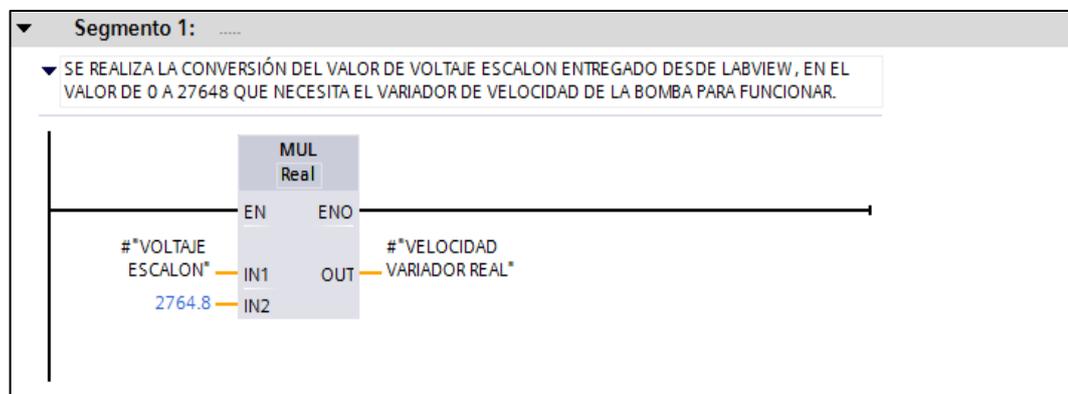


Figura 376. Programación Bloque Función [FC1] Segmento 1/ Practica010

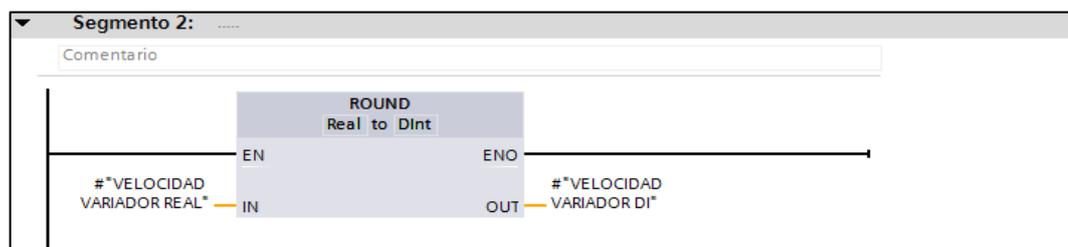


Figura 377. Programación Bloque Función [FC1] Segmento 2/ Practica010

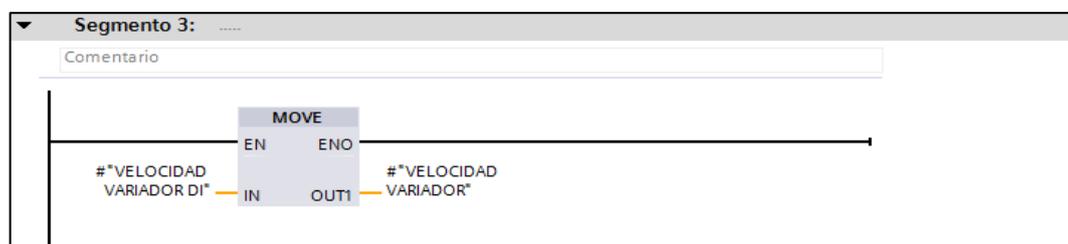


Figura 378. Programación Bloque Función [FC1] Segmento 3/ Practica010

Programación de Bloque de Función CONVERSIÓN SENSOR NIVEL A VALOR NIVEL [FC2]

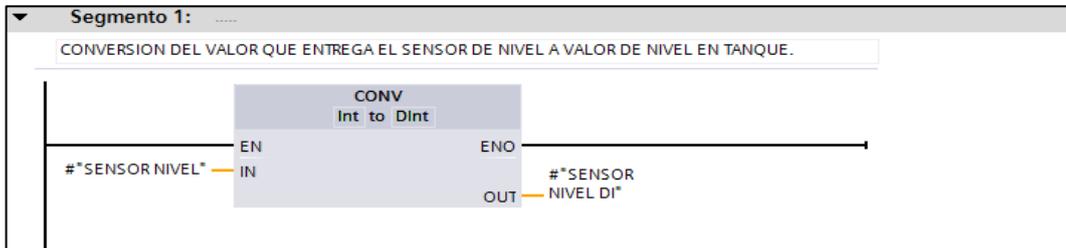


Figura 379. Programación Bloque Función [FC2] Segmento 1/ Practica010

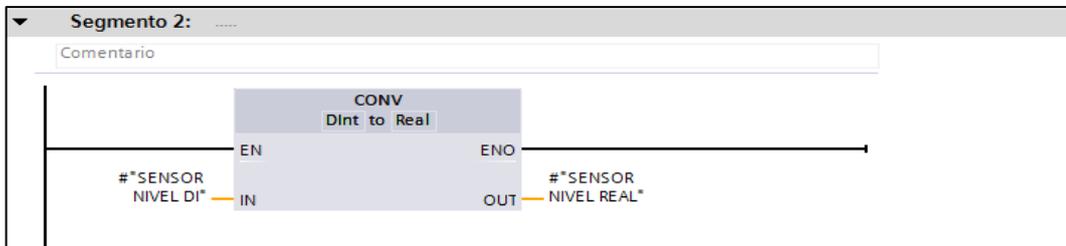


Figura 380. Programación Bloque Función [FC2] Segmento2/ Practica010



Figura 381. Programación Bloque Función [FC2] Segmento 3/ Practica010

Programación del Bloque de Interrupción Cíclica CYC_INT5 [OB35]

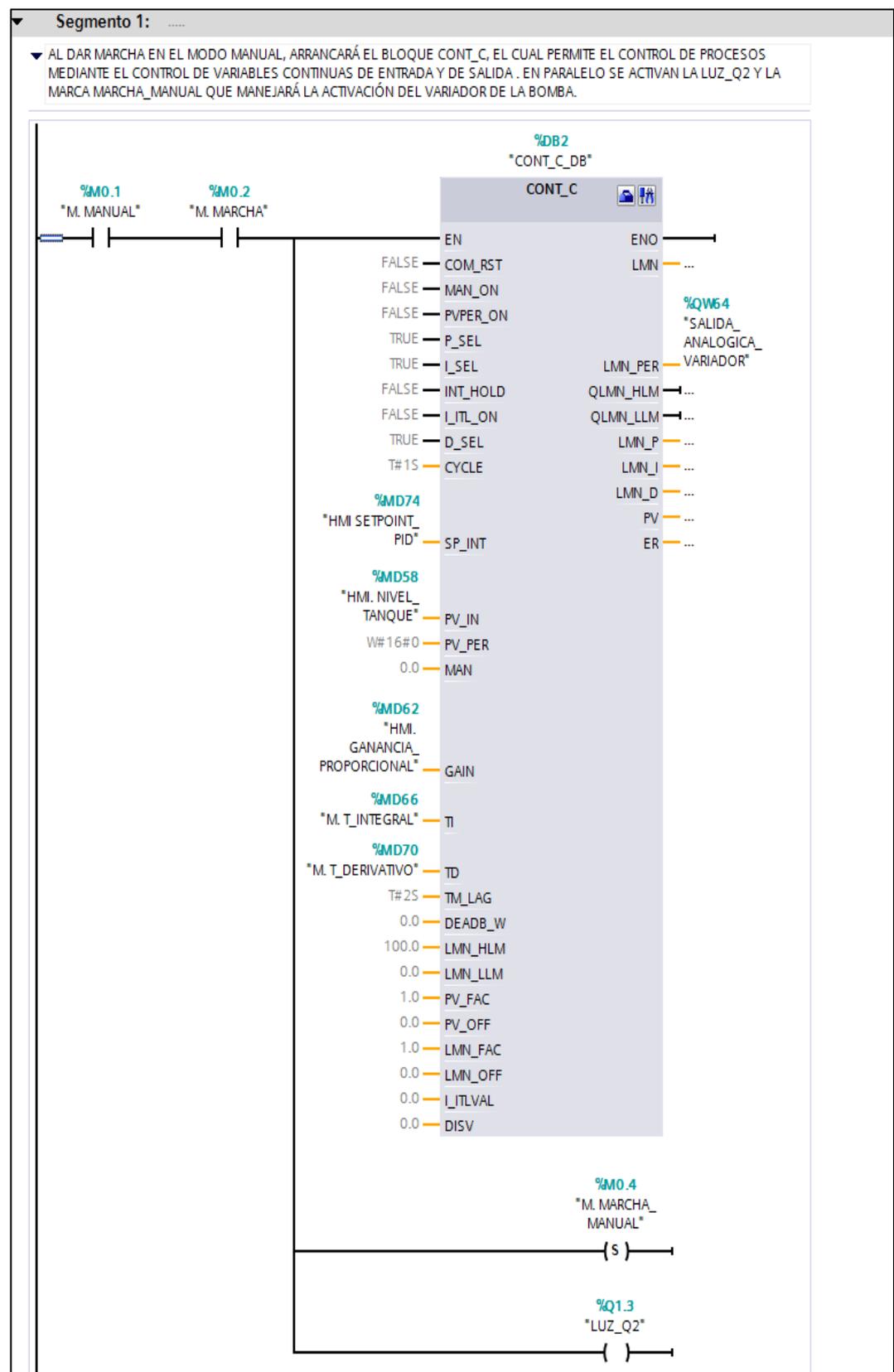


Figura 382. Programación Bloque CYC_INT5 [OB35] Segmento 1/ Practica010

d) Programación Propuesta para Labview 2012

Se configuran en el OPC Server las siguientes E/S presentes en la programación del TIA Portal.

Tag Name	Address	Data Type	Scan Rate	Scaling	Description
SELECTOR_AUTO_MANUAL	I1.2	Boolean	100	None	
ENTRADA_ANALOGICA_NIVEL	W64	Word	100	None	
HMI PULSADOR_START_2	M30.0	Boolean	100	None	
HMI PULSADOR_STOP_2	M30.1	Boolean	100	None	
HMI PULSADOR_RESET_2	M30.2	Boolean	100	None	
HMI VOLTAJE_ESCALON	M090	Float	100	None	
HMI NIVEL_TANQUE	M098	Float	100	None	
HMI GANANCIA_PROPORCIONAL	M062	Float	100	None	
HMI SETPOINT_PID	M074	Float	100	None	
HMI TIEMPO_INTEGRAL	MW40	Word	100	None	
HMI TIEMPO_DERIVATIVO	MW42	Word	100	None	
LUZ_Q1	Q1.2	Boolean	100	None	
LUZ_Q2	Q1.3	Boolean	100	None	
SALIDA_ANALOGICA_VARIADOR	QW64	Word	100	None	

Figura 383. Configuración de E/S en el OPC Server

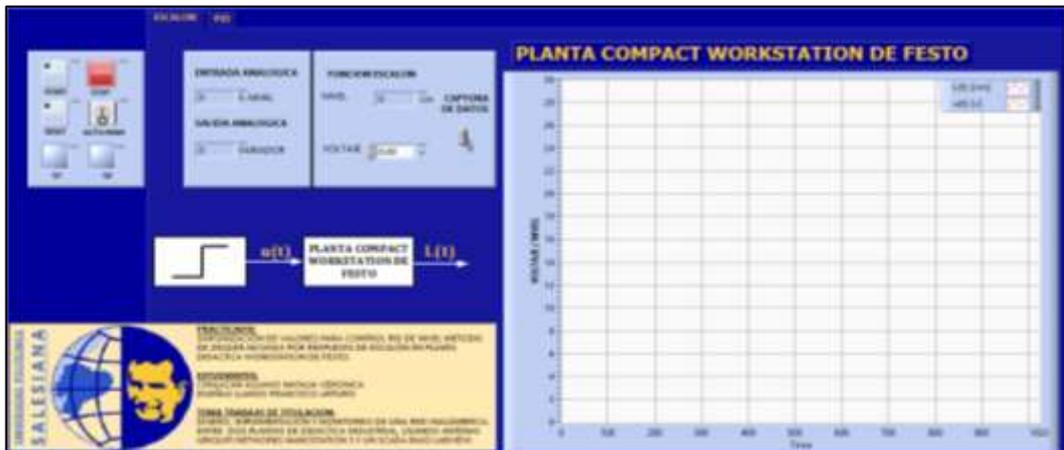


Figura 384. Panel Frontal / Práctica010

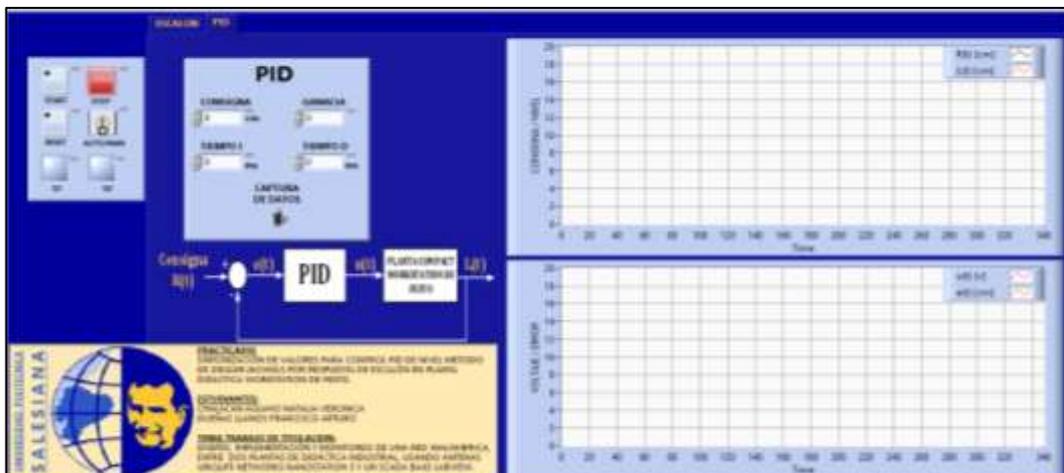


Figura 385. Panel Frontal / Práctica010

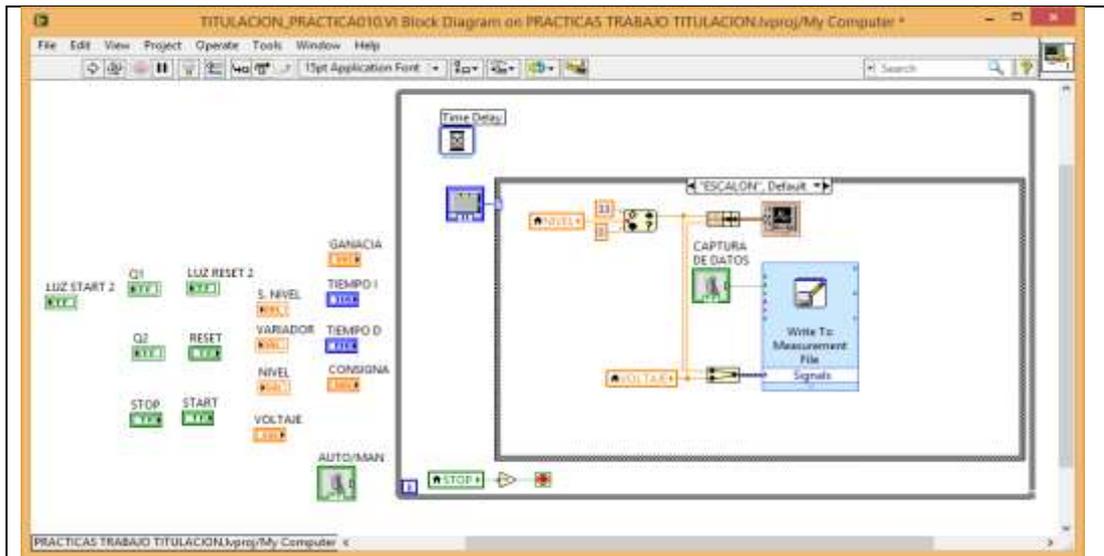


Figura 386. Diagrama d Bloque / Práctica010

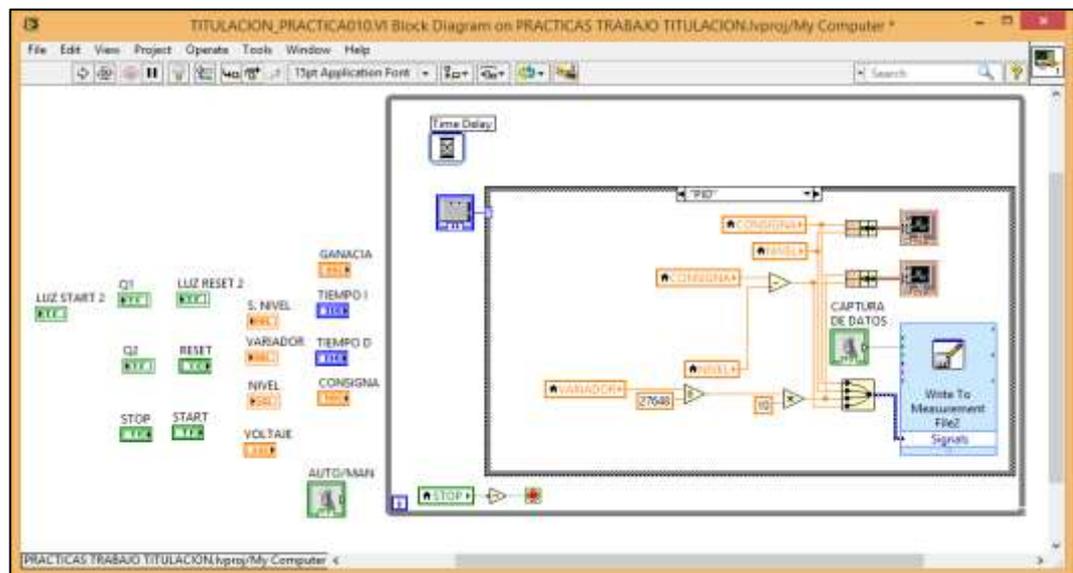


Figura 387. Diagrama d Bloque / Práctica010

e) Configuración de antenas Nanostation5 de Ubiquiti Networks

Como se desea monitorear una sola planta, se necesita llevar a las antenas Nanostation5 a una configuración Punto – Punto, en la que una de ella trabaja como Punto de Acceso WDS (Acces Point WDS – Wireless Distribution System/Sistema de Distribución Inalámbrico) sirviendo o atendiendo a otra como Cliente o Estación WDS (Client WDS).

Para esto, se recordarán los números IP asignados a las antenas con las que se trabajarán.

DEVICE TYPE	NAME	HOST	MAC
NS5	UBNT_10	192.168.0.10	00:15:6D:5C:CA:E5
NS5	UBNT_20	192.168.0.20	00:27:22:4E:B7:00

Tabla 22. IP's asignadas a las antenas.

Recordar que para ingresar a la configuración de las antenas, se debe escribir en cualquier explorador de internet el número IP de la que vayamos a configurar.

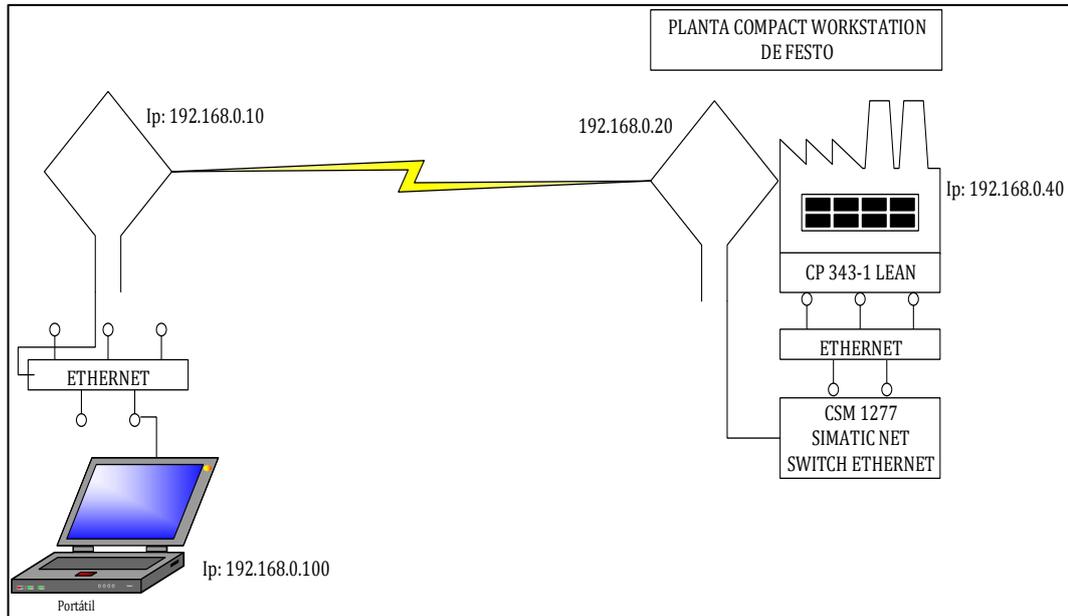


Figura 388. Diagrama de conexión Punto - Punto



Figura 389. Configuración Punto - Punto

La antena UBNT_10 será la que irá conectada al computador y será configurada como Punto de Acceso WDS. A continuación se anotarán las MAC ADDRESS de las estaciones a las que debe servir o atender.

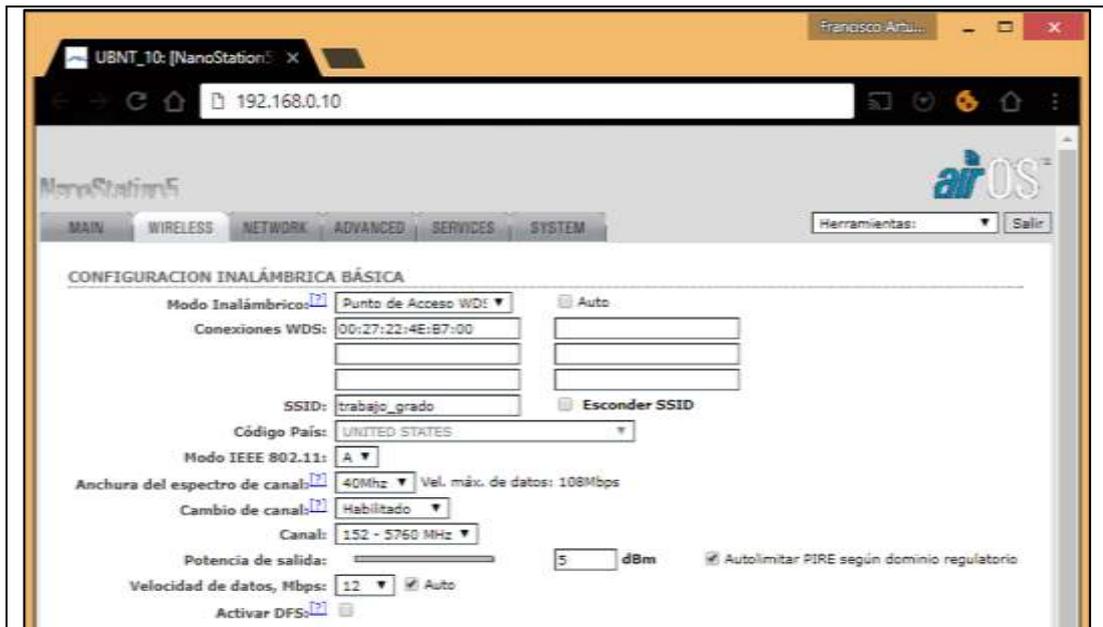


Figura 390. Configuración de antena UBNT_10

La antena UBNT_20 será la que irá conectada a la Planta Workstation de Festo y será configurada como Estación WDS. A continuación se anotará la MAC ADDRESS del Punto de Acceso WDS que la atenderá, o sea de la UBNT_10.

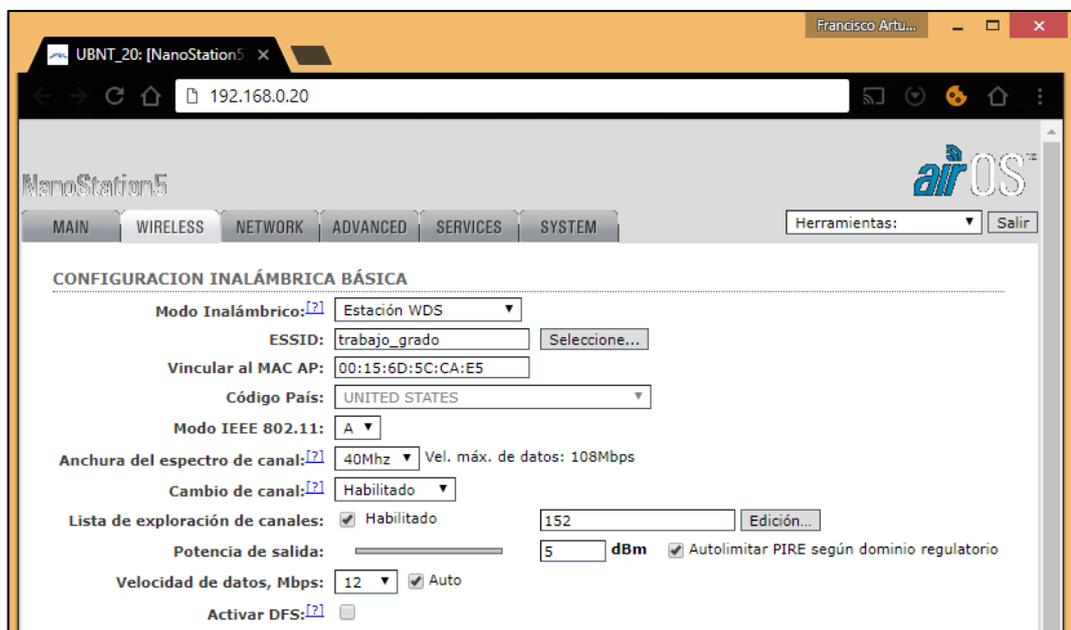


Figura 391. Configuración de antena UBNT_20

VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA

Al ejecutar el llenado del tanque en lazo de control abierto con un escalón a 3 [v] de amplitud se consigue la gráfica mostrada y se la analiza en una hoja de excel.



Figura 392. Curva de Función Escalón a lazo abierto

Haciendo zoom al area de interés para el análisis.

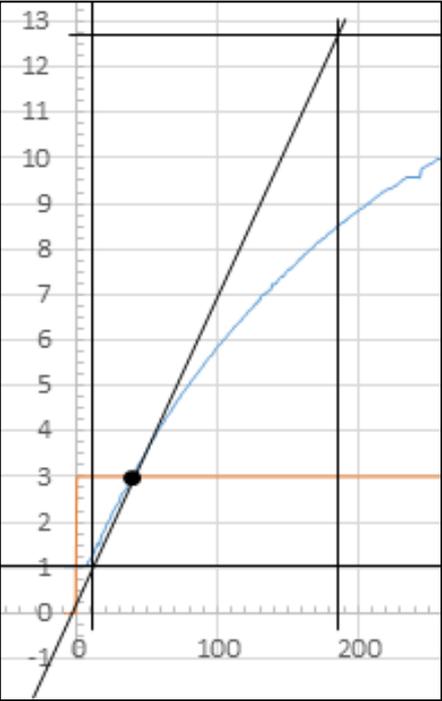


Figura 393. Acercamiento para análisis de los puntos de intersección

A partir de la gráfica obtenida se procede a obtener los datos requeridos para determinar los la constante del Sistema K_o y que a su vez se utilizará para sintonizar el control PID, empleando la siguiente formula:

$$K_o = \frac{(dx \times T2)}{(dy \times T1)}$$

Para calcular los parámetros se comienza por trazar una línea recta tangente a la señal de salida del sistema.

El tiempo T1 corresponde al tiempo muerto. Este es el tiempo que tarda el sistema en comenzar a responder. Este intervalo se mide desde que la señal escalón sube, hasta el punto de corte de la recta tangente con el valor inicial del sistema, que en este caso el valor es de 1.03464 cm.

El tiempo T2 es el tiempo de subida. Este tiempo se calcula desde el punto en el que la recta tangente corta al valor inicial del sistema hasta el punto en el que la recta tangente llega al valor final del sistema, que en este caso el valor es de 12.7 cm.

Por observación se determina que los valores para los tiempos serán:

$$T1: 10s$$

$$T2: 185-10 = 175s$$

Dx es la variación de la función escalón, que en este caso el valor es de 3 [v]. Y Dy es la variación, desde el nivel de partida del sistema hasta el nivel donde se estabiliza el Sistema, que en este caso el valor es de $12.7 - 1.0346 = 11.6654$ [cm]

Para los distintos tipos de control en donde se conjugan las acción P, acción I y la acción D se disponen de la siguientes fórmula para determinar los valores de ajuste.

	Kp	Ti	Td
P	Ko		
PI	0.9(Ko)	3.3(T1)	
PID	1.2(Ko)	2(T1)	0.5(T1)

Para este caso particular se elegirán las operaciones para determinar los valores correspondientes a PID.

$$K_o = \frac{(dx \times T2)}{(dy \times T1)} = \frac{(3 \times 175)}{(11.6654 \times 10)}$$

$$K_o = 4.5005$$

PID			
Kp	1.2(Ko)	1.2(4.5005)	5.4006
Ti	2(T1)	2(10)	20 s
Td	0.5(T1)	0.5(10)	5 s

Al realizar el control PID con los valores obtenidos se llegó a la siguiente gráfica en la que se puede observar que el sistema alcanza a estabilizarse luego de $T=160-40=120$ [s].

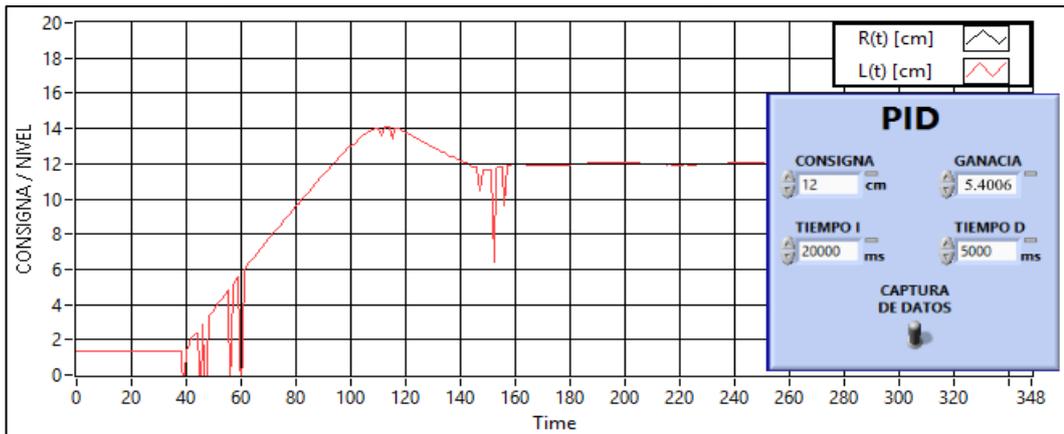


Figura 394. Grafica de control PID con datos obtenidos

Se varían los tiempos T_i y T_d y se observa el cambio que presenta en el sistema. Y se determina que el tiempo de estabilización se ha reducido a $T=120-15=105$ [s]

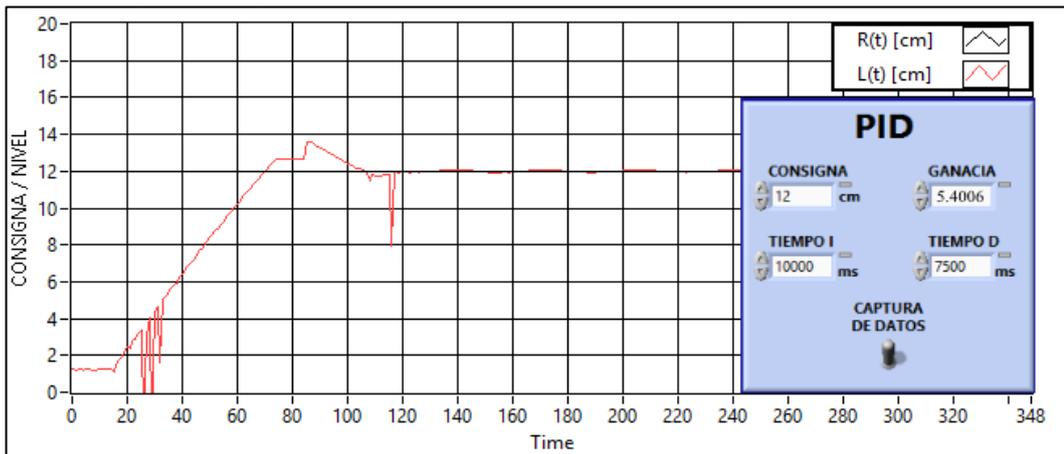


Figura 395. Mejoramiento de respuesta al ajustar los datos

Se vuelven a ajustar los valores de T_i y T_d y se observa que continúa reduciéndose el tiempo de estabilización. Ahora a $T=100-15=85$ [s].

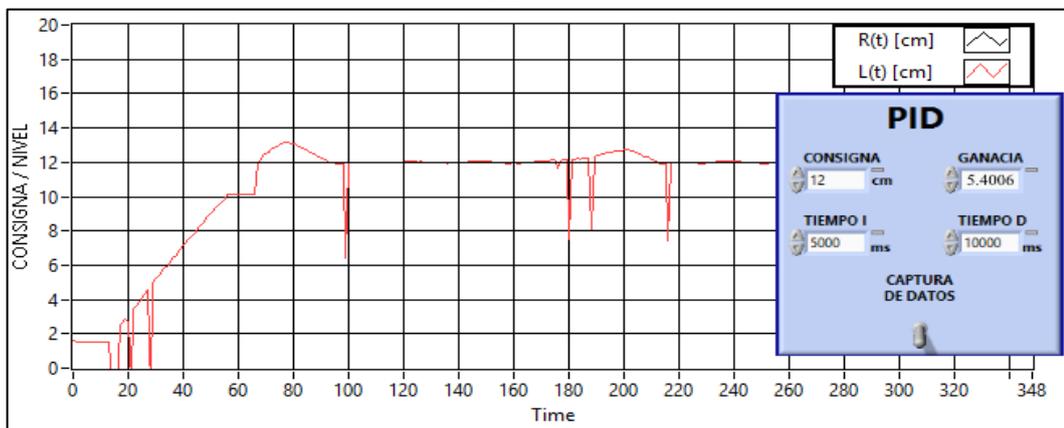


Figura 396. Mejoramiento de respuesta con último ajuste de datos

Y así se seguirían ajustando los parámetros del control PID hasta encontrar el que más se acerque a los requerimientos.

CONCLUSIONES:

- Se cumplieron los objetivo propuestos al inicio de la practica

RECOMENDACIONES:

- Poner mucha atención al momento de configurar y asignar las E/S digitales o analógicas en le OPC Server para que no haya problemas al momento de que sean llamadas desde el Scada de Labview.
- Se debe revisar varias veces la programación antes de implementarla para evitar oscilaciones no deseadas de las salidas.
- Asegurarse que todos los dispositivos se encuentren dentro de la misma subred por medio de su número IP
- Analizar en detalle las medidas de seguridad para evitar cualquier percance.
- Revisar la apertura y cierre de las válvulas manuales de acuerdo a su uso.

5. RESULTADOS

5.1. RESULTADOS OBTENIDOS

El resultado de este proyecto de titulación fue la integración de dos plantas de didáctica industrial mediante la comunicación de las mismas dentro de una red ethernet, siendo esta comunicación tanto inalámbrica como cableada. Para lo cual se detalla a continuación el proceso de elaboración de la propuesta:

- Se colocó el módulo de comunicación Ethernet CP 343-1 Lean en el panel EduTrainer junto al PLC S7-300 de la Planta Compact Workstation de FESTO.
- Se instalaron reglas graduadas en los tanques TK102 y B102 de su correspondiente planta.
- Se reemplazaron los sensores capacitivos defectuosos situados en el tanque TK101 de la Planta de Control de Nivel.
- Se trasladó del panel de mando al panel de control el cable concéntrico de alimentación y salida de señal del sensor ultrasónico en la Planta de Control de Nivel mediante cuatro terminales de banana con su correspondiente jack de colores.
- Se colocó el respectivo panel de comunicación junto al soporte de antena en la mesa de cada una de las plantas.
- Se hicieron pruebas de transmisión y recepción de datos entre antenas.
- Se elaboraron prácticas para la validación de lo realizado.



Figura 397. Conexión de elementos en panel de comunicaciones.



Figura 398. Planta de Control de Nivel (izquierda) y Planta FESTO (derecha) con sus respectivos módulos de comunicación y soportes de antenas.

- Se desarrolló la correspondiente programación requerida para las prácticas propuestas en cada PLC de las plantas didácticas, mediante la plataforma TIA Portal versión 12.
- Se determinó la debida configuración de cada una de las antenas Nanostation5 de acuerdo a su ubicación y función dentro de la red Ethernet.
- Se elaboró la instrumentación virtual (HMI) necesaria, mediante el software LabView 2012, para complementar lo desarrollado en la plataforma TIA Portal versión 12.

5.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Una vez que se consideraron cumplidos los objetivos del trabajo de titulación se pensó en exponer lo logrado, a estudiantes que ya estuvieran en alguno de los últimos semestres de la carrera Ingeniería Electrónica.

Por lo que se procedió a organizar una clase demostrativa a un grupo de 11 estudiantes que se encontraban tomando el seminario de Variadores de velocidad durante el periodo de vacaciones del año 2017.

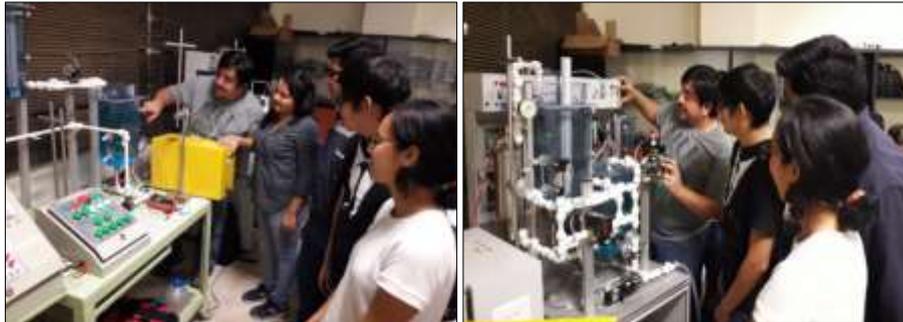


Figura 399. Clase demostrativa.

Posterior a dicha clase se elaboró una encuesta a este grupo de estudiantes que permitiera establecer el grado de interés o de aceptación que pudiesen tener los temas tratados en el trabajo de titulación.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR

TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA: DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y MONITOREO DE UNA RED INALÁMBRICA, ENTRE DOS PLANTAS DE DIDÁCTICA INDUSTRIAL, USANDO ANTENAS UBIQUITI NETWORKS NANOSTATION 5 Y UN SCADA BAJO LABVIEW.

AUTORES: NATALIA VERÓNICA CHALACÁN AGUAYO
FRANCISCO ARTURO DUEÑAS LLANOS

CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

TUTOR: ING. BYRON XAVIER LIMA CEDILLO

Encuesta anónima de percepción a un grupo de estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana acerca del uso de la Planta Didáctica Industrial, MPS@ PA Compact Workstation repotenciada, para refuerzo de los conocimientos adquiridos en clase.

- Ciclo que cursa el/la estudiante _____
- Nombre del seminario que está tomando el/la estudiante _____
- Género (masculino/femenino) _____
- Al momento el/la estudiante posee alguna experiencia en el ámbito industrial. (sí/no) _____

Cómo calificaría los siguientes aspectos de acuerdo a la siguiente ponderación, marcando la casilla correspondiente:

1 = nada
2 = muy poco
3 = poco
4 = regular
5 = mucho

	nada	muy poco	poco	regular	mucho
	1	2	3	4	5
Interés en los temas expuestos.					
Dificultad de los temas expuestos.					
Importancia de los temas expuestos en su formación como ingeniero electrónico					
Importancia de los temas expuestos en aplicaciones industriales reales.					
Domnio de los temas por parte del expositor					

Figura 400. Encuesta

En base a los resultados observados se puede concluir que los temas, tratados durante la clase demostrativa, despertaron interés en los estudiantes y revelaron una alta expectativa del impacto que pudieran tener tanto dentro de su perfil profesional como de lo que pudiesen encontrar en su futuro campo laboral.

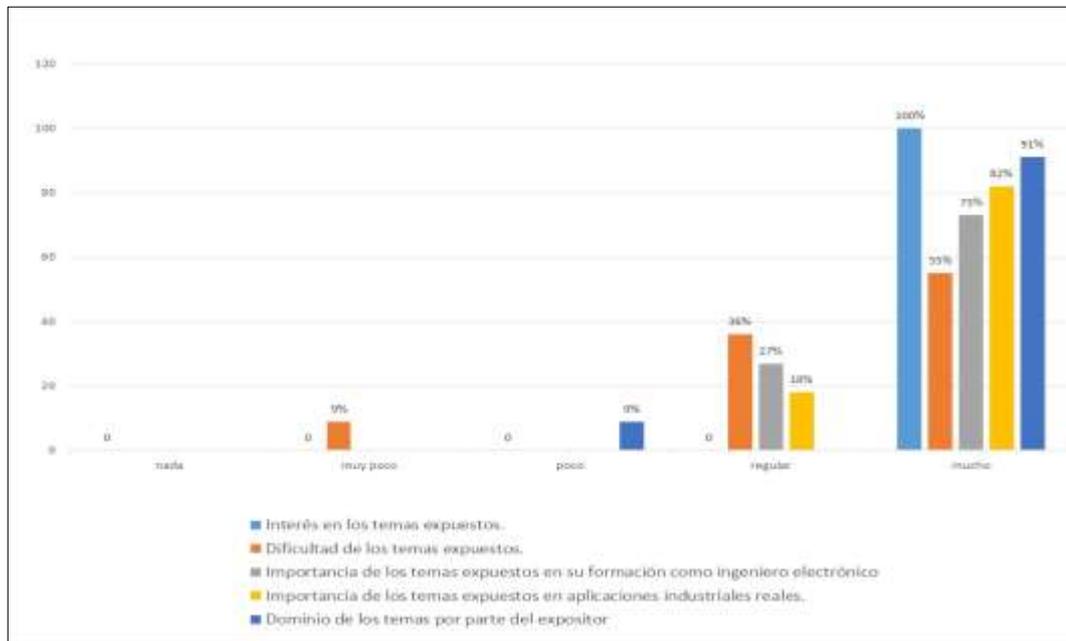


Figura 401. Resultado de la encuesta

6. CONCLUSIONES

Al término del desarrollo del presente trabajo de titulación se ha podido concluir que la experimentación ocupa un gran porcentaje en la educación ya que los autores a lo largo del cumplimiento de cada uno de los objetivos, principalmente, los referentes a la práctica de laboratorio, han podido recordar, reforzar y ampliar todas y cada una de las destrezas que adquirieron durante su vida estudiantil y profesional.

La comunicación de la Planta FESTO y la Planta de Control de nivel se pudo llevar a cabo gracias a la adquisición e instalación del módulo de comunicación CP343-1 Lean y la correcta configuración de las antenas UBIQUITI NETWORKS NanoStation5.

Mediante el diseño de los HMI bajo LABVIEW se consiguió dar los primeros pasos en el desarrollo de los sistemas SCADA, tan necesarios en la gestión de control a todo nivel, dentro de las plantas industriales.

Gracias a la flexibilidad de las plantas didácticas con las que se desarrolló este trabajo de titulación, se ofrece al estudiante una visión real de comportamiento de la instrumentación que encontrará en su futura vida profesional, sean estos actuadores, como bombas, calefactores y válvulas o así también sensores, sean de nivel, presión, temperatura o flujo.

7. RECOMENDACIONES

Se recomienda implementar un programa de mantenimientos preventivos periódicos a todas las plantas didácticas del Laboratorio de Automatización Industrial.

Se sugiere que si las plantas no van a ser utilizadas por un periodo largo de tiempo, lavar y vaciar los tanques.

Se podrían realizar a modo de Proyecto de Mejora, varios cambios en la Planta Compact Workstation de Festo, en base a novedades encontradas durante su utilización, a saber:

- La válvula de bola de accionamiento electro neumático en la planta FESTO podría ser reemplazada por una de accionamiento netamente eléctrico para no depender de una entrada de aire comprimido al realizar las practica, ya que el uso del compresor dentro del laboratorio de Automatización Industrial, resulta molesto por el ruido producido.
- Instalación de válvulas proporcionales en lugar de las válvulas manuales V107 y V110. La primera por cuanto si no se mantiene la misma estrangulación de cuando se obtuvieron los datos para la curva de presión, se producirán variaciones muy drásticas de las lecturas en proceso. Y la segunda, de igual manera, si no se mantiene la misma estrangulación de cuando se realice el autoajuste del PID de nivel o cuando se obtiene la curva de Escalon, el control

aplicado no producirá los resultados deseados, y las válvulas proporcionales garantizarían la misma abertura en todo momento que se desee.

De no poderse realizar las mejoras sugeridas, se podría replicar la Planta Compact Workstation de Festo con los componentes mencionados o con mejoras mayores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arana Ercilla, M. H. (2005). La educación científico-tecnológica desde los estudios de ciencia, tecnología, sociedad e innovación. (3), 293-313. Bogotá, Cundimarca, Colombia: Tabula Rasa.
- Festo Didactic. (Diciembre de 2008). Compact Workstation Manual and Technical Documentation. Alemania.
- Idrovo, A., & Peña, C. (2014). *Construcción de una plataforma de instrumentación virtual sobre Labview, monitoreo remoto e implementación de controladores PID para las variables de nivel, caudal, temperatura y presión de la planta MPS.PA Compact Workstation (trabajo de titulación)*. Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
- Martín Castillo, J. C., & García García, M. P. (2009). Automatismos Industriales. 6-359. (J. Ablanque, Ed.) Pozuelo de Alarcón, Madrid, España: Editex.
- Monsalve Posada, J. F., Arias Londoño, A., & Mejía Arango, J. G. (2015). Desempeño de redes inalámbricas y redes industriales inalámbricas en procesos de control en tiempo real bajo ambientes industriales. *18(34)*, 87-99. Tecno Lógicas.
- National Instruments. (2017). Obtenido de National Instruments: <http://www.ni.com/white-paper/8534/en/>
- Núñez Sánchez, G. J. (2016). *Redes Inalámbricas en la Industria: Comparación WirelessHART y ZigBee*.
- Secretaría Técnica de Capacitación y Formación Profesional. (2013). Plan Nacional de Capacitación y Formación Profesional del Talento Humano del Sector Productivo Nacional 2013-2017. *1*, 1-110. Quito, Pichincha, Ecuador: SETEC. Obtenido de <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2015/10/Plan-Nacional-de-Capacitacion-para-el-Sector-Publico-2015-2017.pdf>
- Siemens. (2017). *Siemens AG*. Obtenido de <http://w3.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/logic-module-logic/overview/Pages/default.aspx?tabcardname=generation%20comparison>
- Siemens AG. (noviembre de 2009). Simatic S7 Controlador programable S7-1200 Manual del sistema. (A5E02486683-02), 3-378. Nürnberg, Baviera, Alemania: Siemens. Obtenido de <https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200-MANUAL%20DEL%20SISTEMA.PDF>
- Siemens AG. (Agosto de 2009). Simatic S7-300 CPU 31xC y CPU 31x: Configuración Instrucciones de servicio. (A5E00105494-10), 3-328. Nürnberg, Baviera, Alemania: Siemens. Obtenido de <http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7300-CONFIGURACION.PDF>

- Siemens AG. (abril de 2012). Simatic S7-1200 Easy book Manual del Producto. (A5E02486778-05), 3-272. Nürnberg, Baviera, Alemania: Siemens. Obtenido de <https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/s71200EasyBook0411.pdf>
- Siemens AG. (febrero de 2013). Simatic S7-300 Sistema de automatización S7-300 Datos de los módulos Manual del producto. (A5E00105507-08), 3-702. Nürnberg, Baviera, Alemania: Siemens. Obtenido de https://cache.industry.siemens.com/dl/files/629/8859629/att_55798/v1/s7300_module_data_manual_es-ES_es-ES.pdf
- TIA PORTAL, S. (2009). Obtenido de Siemens: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/542/40263542/att_829830/v1/GS_STEP7Bas105esES.pdf
- Tumbaco Castro, A. J., & Viña Palomino, R. C. (2015). Diseño e implementación de una planta didáctica industrial con aplicaciones para el control de nivel en un reservorio, para el laboratorio de automatización industrial. 0-187. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Tumbaco, A., & Viña, R. (2015). *Diseño e implementación de una planta didáctica industrial con aplicaciones para el control de nivel en un reservorio, para el laboratorio de automatización industrial (trabajo de titulación)*. Guayaquil: Universidad Politecnica Salesiana.
- Ubiquiti, N. (2017). *Ubiquiti Networks*. Obtenido de https://dl.ubnt.com/ns5_datasheet.pdf

ANEXOS

ANEXO 1

PRESUPUESTO

DETALLES DE GASTOS				
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	SIEMENS MÓDULO DE COMUNICACIÓN CP343-1 LEAN	1	\$1305.60	\$1305.60
2	SIEMENS SWITCH ETHERNET 4 PUERTOS RJ45	2	\$182.40	\$364.80
3	SIEMENS LOGO FUENTE DE ALIMENTACIÓN 120-230/24VDC	2	\$89.60	\$179.20
4	SENSOR CAPACITIVO M30Sn=15MM 10..30VDC	2	\$52.05	\$104.10
5	RIEL DIN 35MM	1	\$2.48	\$2.48
6	CANALETA 25X25 MM	1	\$4.05	\$4.05
7	CANALETA 33X33 MM	1	\$5.53	\$5.53
8	TOPE DE BORNERA	12	\$2.70	\$32.40
9	BORNERA PORTA FUSIBLE	6	\$5.50	\$33
10	BORNERA I POLO 32 AMP	6	\$1.80	\$10.80
11	BORNERA 1 POLO ATERRIZADA	4	\$3	\$12
12	CONECTORES RJ45	8	\$0.25	\$2
13	JACK CAT 5	8	\$2.61	\$20.88
14	FACE PLATE 2 SERVICIOS	4	\$1.25	\$5
15	CABLE UTP/5M	1	\$0.50	\$2.50
16	TERMINAL TIPO U #16-14 FUNDA	1	\$4.75	\$4.75
17	TERMINAL TIPO PIN #16-14 FUNDA	1	\$7.78	\$7.78
18	CABLE FLEXIBLE #14 / 10 M	1	\$3.06	\$3.06
19	MARQUILLAS	1	\$5	\$5
20	CAJA METÁLICA	2	\$70	\$140
21	SOPORTE EXTENSIBLES DE ACERO INOXIDABLE	3	\$150	\$450

22	SOPORTE DE ACERO INOXIDABLE PARA REGLA	2	\$35	\$70
		SUBTOTAL		\$2764.93
		IVA 14%		\$387,09
		TOTAL		\$3152.02

Tabla 23. Presupuesto.

ANEXO 2

Diagramas de los paneles y soportes de las antenas.

ANEXO 3

Puesta en servicio de PLANTA DIDÁCTICA PARA CONTROL DE NIVEL.

Antes de empezar a trabajar con la Planta Didáctica para Control de Nivel se sugiere validar la siguiente lista de acciones.

El cable DB25 debe estar en su lugar, comunicando el panel del plc S71200 con el panel de mando de la planta.



Figura 402. Conexión de cable DB25.

Los cables con terminales de banana también deberán estar en su lugar respetando sus colores al ser conectado.



Figura 403. Conexión de cables terminal de banana.

El cable de poder debe estar en su lugar, a mano izquierda del panel del PLC S71200 y conectado a 110VAC

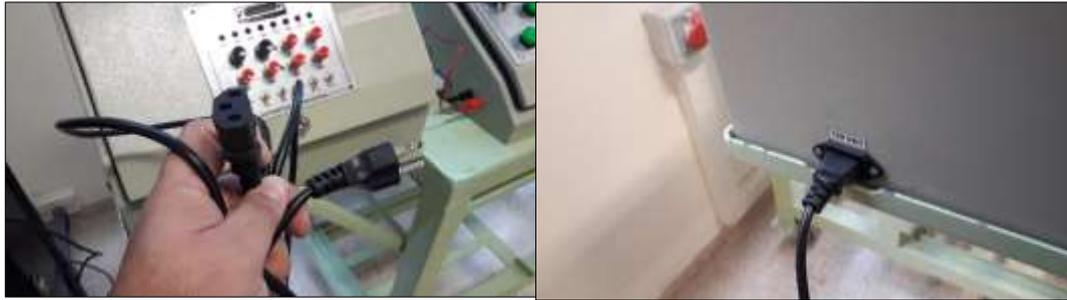


Figura 404. Conexión de cable de poder.

El cable de poder atrás del panel de mando debe estar conectado a 110VAC.



Figura 405. Conexión de cable de poder del Panel de mando.

Al estar todo conectado y en su sitio, cuando accionemos el switch a un costado del panel del PLC S71200, deberíamos observar de esta manera el panel de mando, encendidas las luces piloto de los sensores de nivel del tanque TK-101 y la luz piloto correspondiente a la electroválvula cerrada.



Figura 406. Configuración de estado inicial de la Planta de Control de nivel.

ANEXO 4

Puesta en servicio de la PLANTA COMPACT WORKSTATION DE FESTO

Antes de la ejecución de la Planta Compact Workstation de FESTO se deben cumplir todas las condiciones de puesta en marcha según la variable física con la que se vaya a trabajar.

Primeramente se deben comprobar las conexiones eléctricas.



Figura 407. Cables de terminal de banana de alimentación al PLC (izquierda) y Cable de alimentación del Calefactor (derecha).



Figura 408. Cable de alimentación de la Planta FESTO.

Se deben verificar la correcta instalación y estado de las tuberías y sus conectores.



Figura 409. Tuberías y conectores de la Planta FESTO.

Además inspeccionar las instalaciones y estado de las conexiones de aire comprimido, y especialmente el estado el compresor.



Figura 410. Compresor.

A continuación se deben conectar los cables de alimentación a los tomacorrientes.



Figura 411. Conexión del PLC a 24 VDC.



Figura 412. Alimentación del Calefactor (izquierda) y alimentación de la Planta FESTO (derecha).

Ahora puede empezar a utilizar la Planta FESTO eligiendo uno de los sistemas de control que maneja la misma.

ANEXO 5

Puesta en servicio de la ANTENA UBIQUITI NANOSTATION5

Como primer paso se conecta la PC o Lapto a través de Ethernet a la Antena Nanostation5 como se muestra a continuación. Nota: Se debe utilizar cable UTP 5T o superior para las conexiones Ethernet.

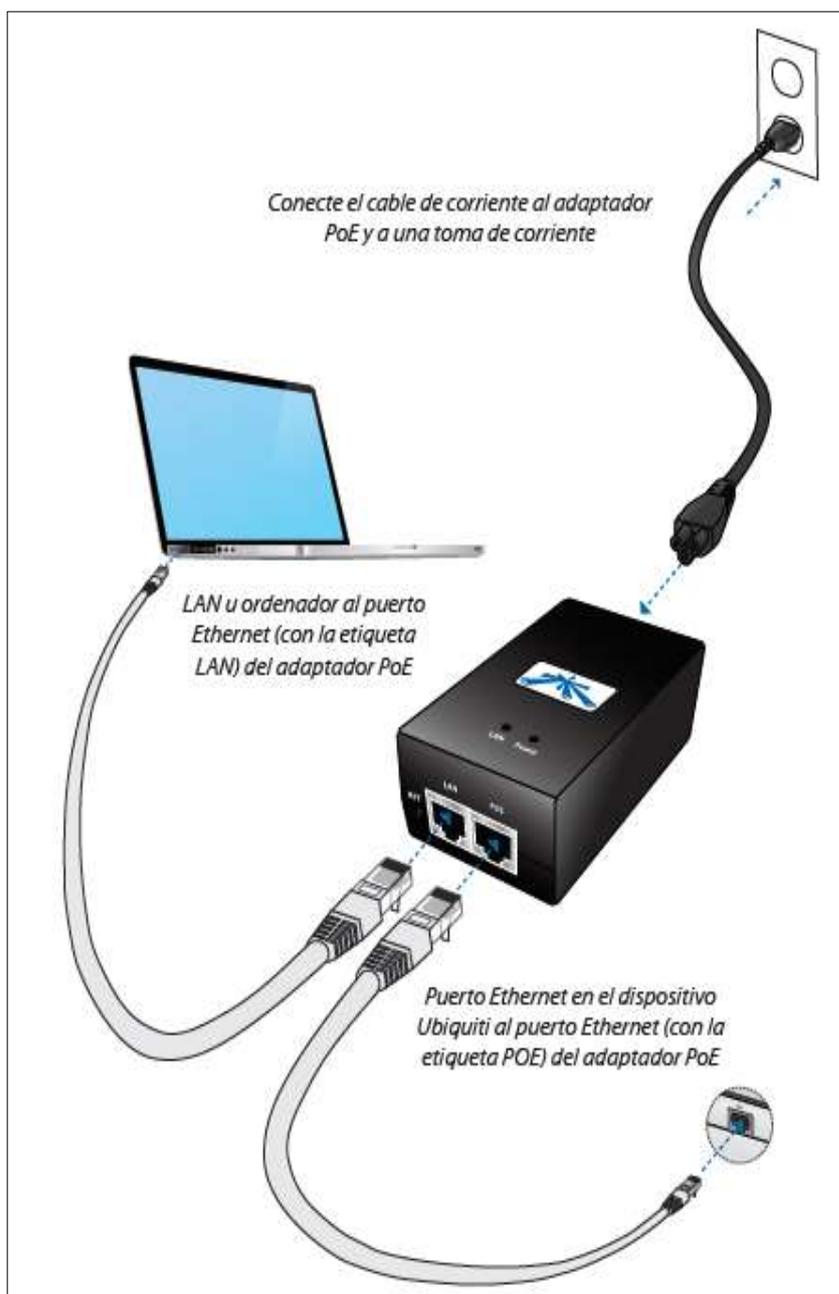


Figura 413. Conexión de la Antena.

(Ubiquiti, 2017)

Se recomienda resetear la antena al estado de fábrica pulsando el botón que se encuentra al lado de la conexión RP-SMA, garantizando así su correcta configuración.



Figura 414. Ubicación del botón reset en la antena.

Configure el adaptador Ethernet de su PC o Laptop con una dirección IP estática en la subred 192.168.1.X. (Ejemplo 192.168.1.50)

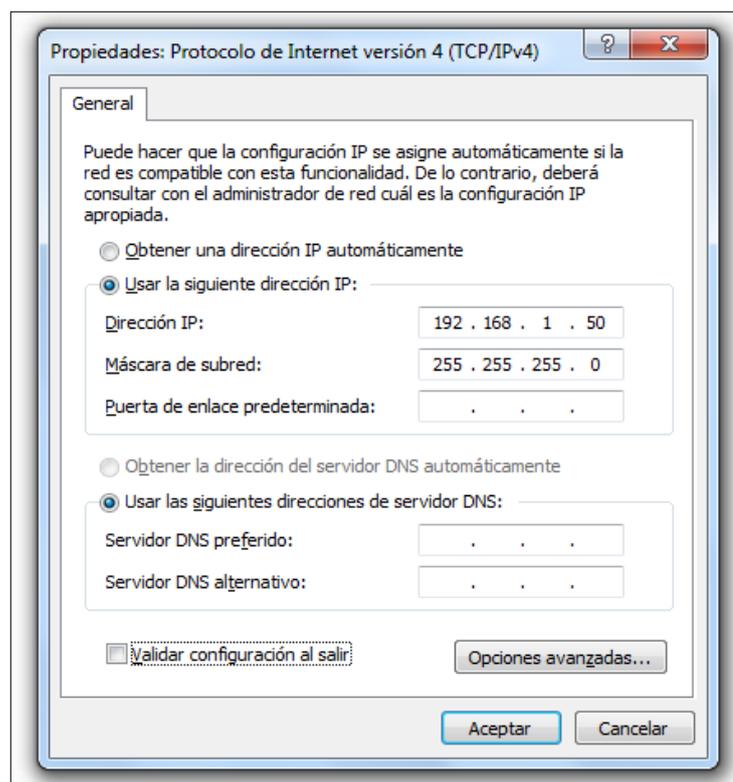


Figura 415. Configuración de la IP en el host.

Abra su navegador Web e introduzca `http://192.168.1.20` en el campo de direcciones y pulse enter.



Figura 416. IP para ingresar a la configuración de la antena.
(Ubiquiti, 2017)

Aparecerá la pantalla de inicio de sesión. Coloque `ubnt` en los campos Username y Password y haga clic en Login (iniciar sesión).

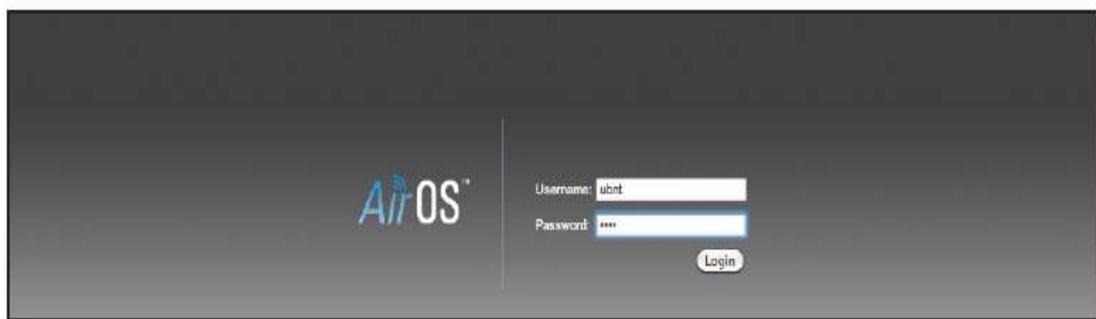


Figura 417. Pantalla de ingreso.
(Ubiquiti, 2017)

Aparecerá la pantalla AirOS, lo que permitirá personalizar la configuración según sea lo necesario.



Figura 418. Puesta en servicio Antenas Ubiquiti Nanostation5
(Ubiquiti, 2017)

Existen dos modos de red que se pueden utilizar: Router y Bridge, para este proyecto se elegirá el modo de red Bridge.

En la pestaña Networks se configura la IP **192.168.0.10** y el modo de red que usará la **antena móvil conectada al computador**:

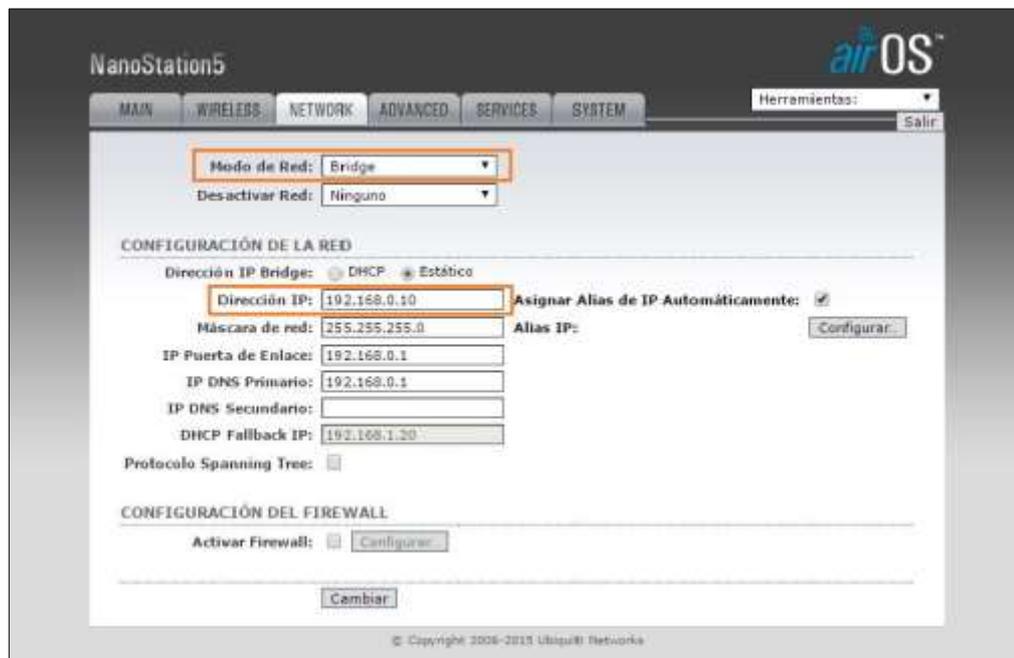


Figura 419. Puesta en servicio Antenas Ubiquiti Nanostation5

Luego, se la configura en la pestaña Wireless como Punto de acceso WDS.

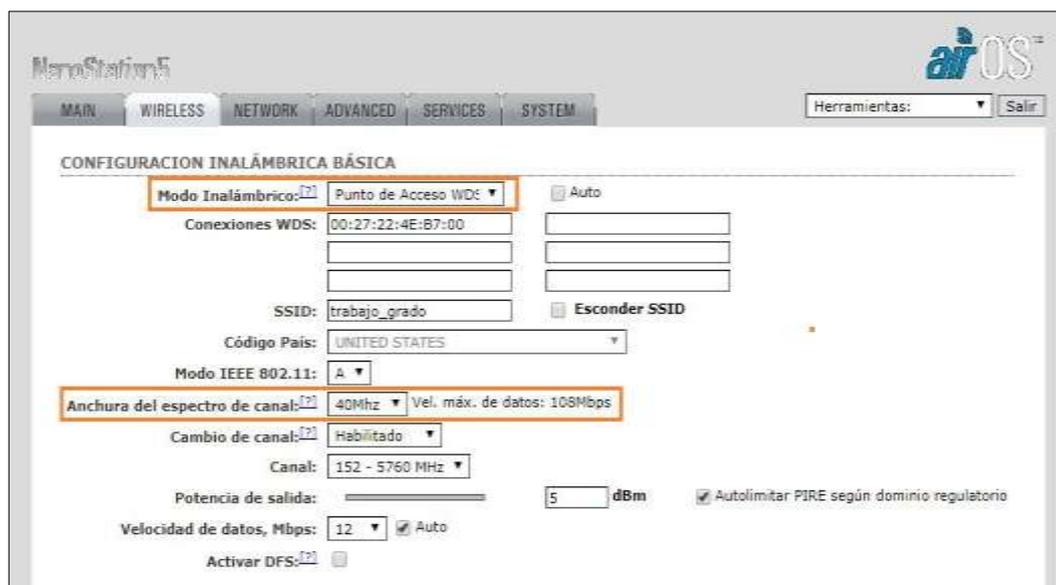


Figura 420. Puesta en servicio Antenas Ubiquiti Nanostation5

Adicional, en la pestaña System se colocará el nombre para identificar a la antena

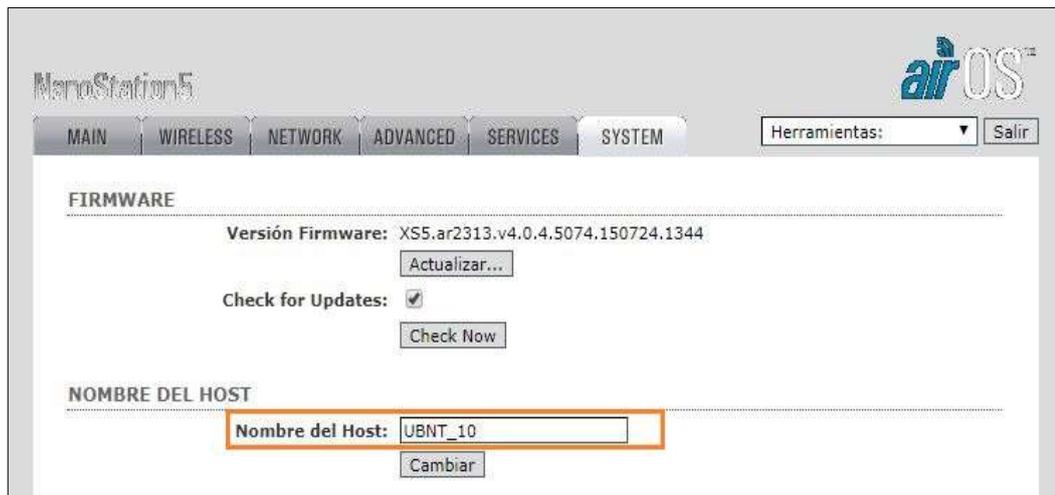


Figura 421. Puesta en servicio Antenas Ubiquiti Nanostation5

Las antenas que utilizaran las plantas se configuran en la pestaña Networks las siguientes IP's según correspondan:

192.168.0.20 que será la antena que se usará en la Planta FESTO.



Figura 422. Puesta en servicio Antenas Ubiquiti Nanostation5

192.168.0.30 que será la antenna que se usará en la Planta Control de Nivel.



Figura 423. Puesta en servicio Antenas Ubiquiti Nanostation5

A continuación, se la configura en la pestaña Wireless como Estación WDS.

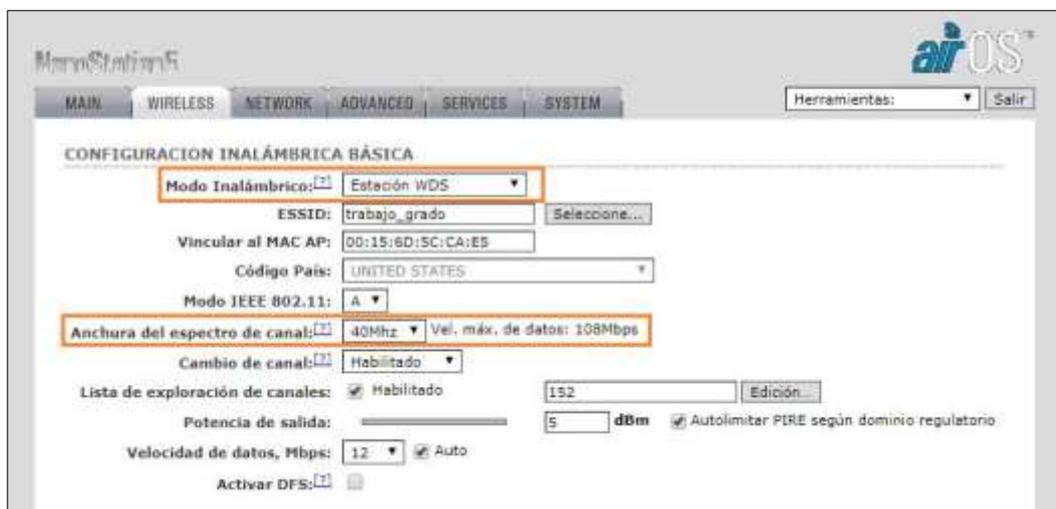


Figura 424. Puesta en servicio Antenas Ubiquiti Nanostation5

También, en la pestaña System se colocará el nombre para identificar a las antenas según a la planta donde estén instaladas.

UBNT_20 para la antena que se usará en la Planta FESTO.



Figura 425. Puesta en servicio Antenas Ubiquiti Nanostation5

UBNT_30 para la antena que se usará en la Planta Control de Nivel.



Figura 426. Puesta en servicio Antenas Ubiquiti Nanostation5

Por ultimo en la pestaña Advanced se debe elegir la orientación **vertical** en la **Configuración de antena** para todas las antenas.



Figura 427. Puesta en servicio Antenas Ubiquiti Nanostation5