



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍAS

CARRERA INGENIERÍA ELECTRÓNICA.

Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Electrónico

TÍTULO:

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE LLENADO Y DISTRIBUCIÓN DE BOTELLAS.

AUTORES:

Ube Consuegra Luis Antonio

DIRECTOR:

ING. MÓNICA MIRANDA

GUAYAQUIL, Marzo del 2015

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo: Luis Antonio Ube Consuegra, portador de cédula de ciudadanía n.-0926528134; declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual por su reglamento y por su normatividad institucional vigente.

Guayaquil, 11 de febrero del 2015

Luis Antonio Ube Consuegra.

C.C. 0926528134

DEDICATORIA

El presente trabajo de tesis está dedicado a mis padres, por ser los pilares fundamentales de mi vida como personas y profesionales, porque sin sus ejemplos y dedicación no habría hecho posible la existencia de los valores y responsabilidades que represento, fruto de su perseverancia y consejos.

De igual manera dedico este trabajo a la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, profesores y alumnos, para que sea ejemplo de dedicación y esfuerzo, y una ayuda en los futuros lineamientos de esta prestigiosa Institución.

Esto es por y para ustedes,

Luis Antonio Ube Consuegra.

AGRADECIMIENTO

A Dios, porque diariamente me da clases de vida y en esta etapa me enseñó que la dedicación y el esfuerzo tienen su fruto bien merecido como es el de concluir de forma satisfactoria una etapa de mi vida como es la profesional.

A nuestros padres: Sr. Luis Antonio Ube Fajardo y Sra. Deysy Eddy Consuegra Sayas, por ser todo en mi vida y a quienes va dirigido este logro porque sin amor, esfuerzo y su fe en mí no hubiera podido llegar a esta meta.

A la Tutora: Ing. Mónica María Miranda Ramos, por ser nuestra guía en la elaboración del proyecto haciéndome sentir en todo momento que contaba no solo con una tutora sino también con una amiga, que iba caminando junto a mí en el desarrollo del proyecto animándome constantemente.

A nuestros Profesores y a la Universidad, por abrirme las puertas y su confianza, preparándome con sus conocimientos y experiencias para triunfar en el campo laboral.

A nuestros amigos y demás familiares, por ser mi apoyo incondicional y darme palabras de aliento en aquellos momentos que me veían decaído.

Con Cariño,

Luis Antonio Ube Consuegra.

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
ÍNDICE GENERAL.....	V
ÍNDICE DE GRÁFICOS O ILUSTRACIONES.....	XIV
RESUMEN.....	XXIII
ABSTRACT.....	XXIV
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
1. EL PROBLEMA.	3
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	3
1.2. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.	3
1.3. OBJETIVOS.	4
1.4. JUSTIFICACIÓN	6
1.5. VARIABLE E INDICADORES.....	6
1.6. METODOLOGÍA.....	7
1.7. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	7
1.8. RESUMEN DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.....	8
1.9. BENEFICIARIOS.....	12
1.10. Impacto.....	12
CAPÍTULO II	14
2. MARCO TEÓRICO.	14
2.1. Antecedentes.	14
2.2. Fundamentación Teórica.....	15
2.2.1. PID.	15
2.2.2. Comunicación PROFINET.....	16
2.2.3. Caudal.	18
2.2.4. OPC.....	19
2.2.4.1. Comunicaciones Cliente OPC/ Servidor OPC (Servidor OPC DA, Servidor OPC HDA, Servidor OPC A&E).....	20
2.2.4.2. Servidor OPC- Traducción de Datos/Mapping.....	20

2.2.4.3. Servidor OPC- Comunicación Fuente de Datos.....	20
2.2.5. Variadores de frecuencia.....	21
2.2.5.1. Etapas de trabajo de un variador de frecuencia.....	22
2.2.6. PLC	23
2.2.7. HMI.....	24
2.2.7.1. Características básicas de las HMI.....	25
2.2.7.2. Tipos de HMI.	26
2.2.8. SCADA.	27
2.2.8.1. Definición.....	27
2.2.9. LABVIEW	28
CAPÍTULO III.....	29
3. IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.	29
3.1. Breve reseña.	29
3.2. Construcción del proyecto.	29
3.2.1. Construcción mecánica:	29
3.2.1.1. Desarrollo de la construcción.....	30
3.2.1.1.1. Banda transportadora de entrada.....	30
3.2.1.1.2. Sistema dosificación 1	35
3.2.2. Implementación del sistema eléctrico.	37
3.2.2.1. Selección y ubicación de los sensores inductivos, reflectivos y ultrasónico.38	
3.2.2.2. Ubicación de los motores.	42
3.2.2.3. Selección y ubicación del encoder.	44
3.2.2.4. Selección de equipos electrónicos.....	44
3.2.2.5. Diseño y construcción del tablero de control.....	46
3.2.2.6. Diseño y ubicación del tablero “entradas/salidas”.	47
CAPÍTULO IV.....	48
4. FUNCIONAMIENTO Y PROGRAMACIÓN DEL PROTOTIPO.	48
4.1. Funcionamiento del prototipo.	48
4.2. Programación del prototipo.....	50
4.2.1. Levantamiento de la red.	50
4.2.1.1. Desarrollo de la red PROFINET.	51
4.2.1.1.1. Levantamiento de los equipos virtuales.	51

4.2.1.1.2. Creación del PLC virtual.....	51
4.2.1.1.3. Creación Del HMI Virtual.	54
4.2.1.1.4. Creación del LOGO Virtual.	56
4.2.1.2. Asignación de IP.	57
4.2.1.2.1. Instrucciones para programar PC.....	58
4.2.1.2.2. Instrucciones para programar la Máquina Virtual.	61
4.2.1.2.3. Instrucciones para programar el PLC`S S7-1200.....	62
4.2.1.2.4. Instrucciones para programar el HMI KTP600.....	63
4.2.1.2.5. Instrucciones para programar el LOGO! 230RCE.....	65
4.2.1.3. Comunicación maestro-esclavo.	66
4.2.1.3.1. PLC S7-1200.....	66
4.2.1.4. Transferir configuración.....	71
4.2.1.4.1. Transferencia de datos PC`S - S7-1200.	71
4.2.1.4.2. Transferencia de datos PC`S – HMI.	73
4.2.1.4.3. Transferencia de datos PC`S - LOGO RCE 230.....	76
4.2.2. Red Profinet / Industrial Ethernet.	78
4.2.2.1. Sinopsis.	78
4.2.2.2. BENEFICIOS.....	79
4.2.2.3. Topologías.....	79
4.2.2.3.1. Rendimiento y tecnologías de redes con Industrial Ethernet.	79
4.2.2.3.2. Redundancia con algoritmo SpanningTree.	81
4.2.3. Estándares de la red Ethernet.	82
4.3. Programación lógica de equipos.	83
4.3.1. TIA PORTAL.	84
4.3.1.1. Programación del PLC.	84
4.3.1.1.1. Bloques OB.	84
4.3.1.1.2. Bloque de organización para la elaboración cíclica del programa.....	84
4.3.1.1.3. Bloque de organización para la elaboración de alarmas de tiempo (S7-1200/1500).	85
4.3.1.1.4. Bloques de Función FB.....	85
4.3.1.1.5. Bloques de Datos DB.....	86
4.3.1.1.6. Instrucciones del TIA PORTAL.	87
4.3.1.1.7. Favoritos:	87

4.3.1.1.8. Instrucciones Básicas:	88
4.3.1.1.9. Instrucciones Avanzadas:	88
4.3.1.1.10. Instrucciones Tecnológicas:	89
4.3.1.1.11. Instrucciones Comunicaciones:	89
4.3.2. Programación del HMI.....	89
4.3.2.1. Creación de imágenes.	89
4.3.2.2. Herramientas del TIA PORTAL para pantallas.	92
4.3.2.2.1. Objetos Básicos:.....	92
4.3.2.2.2. Elementos.....	92
4.3.2.2.3. Controles:	93
4.3.2.2.4. Gráficos: En este submenú se puede insertar imágenes industriales estándares.	93
4.3.3. Programación lógica del Sistema SCADA.	93
4.3.4. Programación de KEPSERVER.....	94
4.3.5. Programación de LABVIEW.	102
4.3.5.1. Creación de un nuevo VI.....	102
4.3.5.2. Edición básica del panel de control.....	104
4.3.5.3. Creación de botones.	104
4.3.5.4. Creación de indicador luminoso.....	105
4.3.5.5. Direccionamiento de TAGS	106
4.3.6. Programación de Sensores Analógicos.	109
4.4. Control PID.	110
4.4.1. Introducción.	110
4.4.2. Bloque PID_COMPACT en el TIA PORTAL.	111
4.4.2.1. Descripción.	111
4.4.2.2. Programación.	114
4.4.2.2.1. PID_DERECHO	114
4.4.2.2.1.1. Configuración.....	118
4.4.2.2.1.2. Puesta en marcha.....	121
4.4.2.2.1.3. Pruebas del Control PID.	126
4.4.2.2.2. PID_IZQUIERDO.....	127
4.4.2.2.2.1. Configuración.....	130
4.4.2.2.2.2. Puesta en marcha.....	134

4.4.2.2.2.3. Pruebas del control PID	138
CAPÍTULO 5	140
5. PRÁCTICAS.	140
5.1. Introducción.	140
5.2. Práctica 1: Marcha y paro de motores eléctricos a través del HMI.	140
5.3. Práctica 2: Comunicación Maestro-Esclavo.	146
5.4. Práctica 3: Transferencia de dato del PLC esclavo al maestro..	149
5.5. Práctica 4: Comunicación Ethernet entre KTP 600- S7-1200 - Logo.....	156
5.6. Práctica 5: Programación de un encoder incremental.	160
5.7. Práctica 6: Programación remota de un variador de frecuencia G 110.....	165
5.8. Práctica 7: Programación remota de un variador de frecuencia G 110 controlado por una topología maestro-esclavo.....	169
5.9. Práctica 8: Medir la altura del dosificado de líquido en el envase a través de un sensor ultrasónico.....	174
5.10. Práctica 9: Control del sistema de dosificado de envase a través de un control PID.	178
5.11. Práctica 10: Distribución de envases a sus respectivas estaciones de dosificado.	182
CONCLUSIONES	190
RECOMENDACIONES	191
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	192
PRESUPUESTO	194
BIBLIOGRAFÍA	197
ANEXO 1	199
ANEXO 2.....	200
ANEXO 3.....	202
ANEXO 4.....	210
ANEXO 6.....	219
ANEXO 7.....	224
ANEXO 8.....	229
ANEXO 9.....	233
ANEXO 10.....	238
ANEXO 11.....	243

ANEXO 12.....	245
ANEXO 13.....	246
ANEXO 14.....	247
ANEXO 15.....	248
ANEXO 16.....	249

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de Variables VS Indicadores.....	6
Tabla 2. Direcciones IP de los dispositivos.	57
Tabla 3. Parámetros de entrada del Bloque PID_COMPACT.....	112
Tabla 4. Parámetros de salida del Bloque PID_COMPACT.	113
Tabla 5. Definición de variables de entradas.	117
Tabla 6. Definición de variables de salidas.....	117
Tabla 7. Definición de variable de entrada del bloque PID_Izquierdo.....	129
Tabla 8. Definición de variable de salida del bloque PID_COMPACT_1.	130
Tabla 9. Fundamentos, Objetivos, Equipos y Materiales de la Práctica 1.....	140
Tabla 10. Diagrama de control y procedimiento de la práctica 1.....	141
Tabla 11. Datos y conclusiones de la práctica 1..	145
Tabla 12. Firmas Autorizadas para aprobación de la práctica 1.....	145
Tabla 13. Nombre, Fundamentos y Objetivos de la práctica 2.	146
Tabla 14. Diagrama de control y procedimiento de la práctica 2.	147
Tabla 15. Datos y conclusiones de la práctica 2.	148
Tabla 16. Firmas Autorizadas para aprobación de la práctica 2.	148
Tabla 17. Nombre, Fundamentos y Objetivos de la práctica 3.	149
Tabla 18. Diagrama de control y procedimiento de la práctica 3.....	150
Tabla 19. Datos y conclusiones de la práctica 3.....	155
Tabla 20. Firmas Autorizadas para aprobación de la práctica 3.....	155
Tabla 21. Nombre, Fundamentos y Objetivos de la práctica 4.....	156
Tabla 22. Diagrama de control y procedimiento de la práctica 4.	157
Tabla 23. Datos y conclusiones de la práctica 4.....	159
Tabla 24. Firmas Autorizadas para aprobación de la práctica 4.....	159
Tabla 25. Nombres, Fundamentos y Objetivos de la práctica 5.....	160
Tabla 26. Diagrama de control y procedimiento de la práctica 5.....	161
Tabla 27. Datos y conclusiones de la práctica 5.....	164
Tabla 28. Firmas Autorizadas para aprobación de la práctica 5.....	164
Tabla 29. Nombres, Fundamentos y Objetivos de la práctica 6.	165
Tabla 30. Diagrama de control y procedimiento de la práctica 6.....	166

Tabla 31. Datos y conclusiones de la práctica 6.	168
Tabla 32. Firmas Autorizadas para aprobación de la práctica 6.	168
Tabla 33. Nombre, Fundamentos y Objetivos de la práctica 7	169
Tabla 34. Diagrama de control y procedimiento de la práctica 7	170
Tabla 35. Datos y conclusiones de la práctica 7	173
Tabla 36. Firmas Autorizadas para aprobación de la práctica 7.	173
Tabla 37. Nombre, Fundamentos y Objetivos de la práctica 8	174
Tabla 38. Diagrama de control y procedimiento de la práctica 8	175
Tabla 39. Datos y conclusiones de la práctica 8.....	177
Tabla 40. Firmas Autorizadas para aprobación de la práctica 8.....	177
Tabla 41. Nombre, Fundamentos y Objetivos de la práctica 9	178
Tabla 42. Diagrama de control y procedimiento de la práctica 9	179
Tabla 43. Datos y conclusiones de la práctica 9.....	181
Tabla 44. Firmas Autorizadas para aprobación de la práctica 9.	181
Tabla 45. Nombre, Fundamentos y Objetivos de la práctica 10.	182
Tabla 46. Diagrama de control y procedimiento de la práctica 10.....	183
Tabla 47. Datos y conclusiones de la práctica 10.....	189
Tabla 48. Firmas Autorizadas para aprobación de la práctica 10.	189
Tabla 49. Presupuesto para la construcción del proyecto	194
Tabla 50. Descripción de Elementos de indicación y manejos.	204
Tabla 51. Datos técnicos del sensor reflectivo.....	204
Tabla 52. Indicadores de ajuste de funcionamiento del sensor reflectivo.....	207
Tabla 53. Datos técnicos del sensor ultrasónico.	211
Tabla 54. Estado del sensor ultrasónico.....	215
Tabla 55. Característica Técnicas del sensor inductivo.	218
Tabla 56. Datos del motor trifásico.....	219
Tabla 57. Dimensiones de la medidas constructivas del motor.	221
Tabla 58. Datos Técnicos el Encoder Incremental.....	225
Tabla 59. Nomenclatura eléctrica.	227
Tabla 60. Datos de funcionamiento A n=2900 l/min.....	230
Tabla 61. Dimensiones de las medidas constructiva de la bomba..	232
Tabla 62. Especificaciones técnicas del PLC S7-1200.	233
Tabla 63. Especificaciones Técnicas del HMI KTP 600 PN monocromática.	238

Tabla 64. Especificaciones técnicas del LOGO ETHERNET.	243
---	-----

ÍNDICE DE GRÁFICOS O ILUSTRACIONES

Figura 1. Diagrama de proceso.	9
Figura 2. Vista superior del prototipo. Por: El Autor.....	10
Figura 3. Demostración de curva de Control. Por: El Autor.....	11
Figura 4. Programador Lógico Programable s7-1200.....	12
Figura 5. Diagrama PID en bloques.....	16
Figura 6. Configuración con redundancia rápida en el anillo óptico.	18
Figura 7. Gasto O Caudal.....	19
Figura 8. Variador Altivar 312.....	22
Figura 9. Diagrama en bloques de un variador.	23
Figura 10. PLC S7-1200.	24
Figura 11. Ejemplo de una HMI de un sistema SCADA.	27
Figura 12. Símbolo del software de Labview.	28
Figura 13. Secuencia de construcción mecánica.....	30
Figura 14. Envase metálico pequeño.	31
Figura 15. Envase metálico mediano.	31
Figura 16. Rodillo guía.	31
Figura 17. Sistema de Fijación de los templadores.....	32
Figura 18. Chumacera de pared.	32
Figura 19. Piñón acoplado en la chumacera de pared.....	33
Figura 20. Motor asíncrono.....	33
Figura 21. Montaje de la cadena de transmisión entre el sistema de transportador y el motor asíncrono.....	34
Figura 22. Instalación de la guarda de seguridad.....	34
Figura 23. Sensor Ultrasónico con salida analógica 0-10Vdc.	35
Figura 24. Reservorio para el llenado.	35
Figura 25. Bomba de agua.	36
Figura 26. Sistema dosificador.....	36
Figura 27. Sistema de calibración del sensor analógico.	37
Figura 28. Ubicación de los sensores en el sistema alimentador de envases.....	38

Figura 29. Ubicación de los sensores en el sistema clasificador de envases y en el sistema de dosificado derecho e izquierdo.	39
Figura 30. Ubicación de los sensores en el sistema de dosificado derecho.	40
Figura 31. Ubicación de los sensores en el sistema de dosificado izquierdo.	41
Figura 32. Motor del sistema alimentador de envase.	42
Figura 33. Motor del sistema clasificador de envase.	43
Figura 34. Motor derecho e izquierdo del sistema dosificador de envases.	43
Figura 35. Ubicación del encoder incremental.	44
Figura 36. Equipo S7-1200 y Logo Ethernet.	45
Figura 37. HMI KTP 600 PN.	45
Figura 38. Tablero de control.	46
Figura 39. Inicialización del TIA PORTAL.	51
Figura 40. Edición de segmentos para la creación de proyectos.	52
Figura 41. Creación del proyecto nuevo.	52
Figura 42. Selección de Equipos.	53
Figura 43. Entorno del programa TIA PORTAL.	54
Figura 44. Selección del HMI.	55
Figura 45. Hardware del HMI creado.	55
Figura 46. Plataforma del LOGO SOFT.	56
Figura 47. Creación de un nuevo programa.	56
Figura 48. Plataforma de programación del LOGO SOFT.	57
Figura 49. Conexión de Área Local.	58
Figura 50. Configuración de Red Local.	59
Figura 51. Ventana de propiedades de conexión de área local.	59
Figura 52. Propiedades de protocolo de Internet versión 4 (TCP/IPv4).	60
Figura 53. Modificación del IP.	60
Figura 54. Propiedades de red de la máquina virtual.	61
Figura 55. Configuración de la red.	62
Figura 56. Configuración de propiedades PLC S7-1200.	62
Figura 57. Configuración IP del S7-1200.	63
Figura 58. Configuración de propiedades del HMI.	64
Figura 59. Propiedades del PLC en el TIA PORTAL.	64
Figura 60. Opciones del LOGO en el LOGO SOFT CONFORT.	65

Figura 61. Ventana de "Configurar Dirección y Conexiones"	65
Figura 62. Vista de red en el TIA PORTAL.	66
Figura 63. Agregar Dispositivo a la red en el TIA PORTAL.	67
Figura 64. Creación de conexión de red en el TIA PORTAL.....	67
Figura 65. Edición de las propiedades generales de conexión de red en el TIA PORTAL.	68
Figura 66. Opción "DETALLE DE DIRECCIONES" de la red.....	69
Figura 67. Agregar conexión en el LOGO SOFT CONFORT.	69
Figura 68. Conexión de red creada en el LOGO SOFT.	70
Figura 69. Ventana de edición de la conexión creada.....	71
Figura 70. Ventana principal del TIA PORTAL.....	72
Figura 71. Ventana de carga avanzada.....	72
Figura 72. Mostrar dispositivo compatible en la red.....	73
Figura 73. Ventana de información del TIA PORTAL.....	74
Figura 74. Ventana principal de la aplicación del WINCC en el TIA PORTAL.....	74
Figura 75. Proceso de compilación del WINCC en el TIA PORTAL.	75
Figura 76. "Vista Preliminar Carga".	75
Figura 77. Ventana de información del WINCC en el TIA PORTAL.....	76
Figura 78. Transferencia del programa al LOGO.	76
Figura 79. Asignación de IP de destino para la transferencia de datos.....	77
Figura 80. Configuración de parada de equipo.	77
Figura 81. Ventana de información del LOGO SOFT.....	78
Figura 82. Ventana de creación de nuevo bloque.	84
Figura 83. Menú de bloque de organización.	85
Figura 84. Menú de bloque de función.	86
Figura 85. Menú de bloque de datos.	86
Figura 86. Ventana de opciones del TIA PORTAL.....	87
Figura 87. Instrucciones Favoritas.	87
Figura 88. Instrucciones básicas.	88
Figura 89. Instrucciones Avanzadas.	88
Figura 90. Instrucciones Tecnológicas.....	89
Figura 91. Árbol del proyecto del HMI en el TIA PORTAL.....	90
Figura 92. Modificación de imagen creada.....	90

Figura 93. Propiedades del HMI.	91
Figura 94. Modelo de imagen creada.	91
Figura 95. Ventana de herramienta.	92
Figura 96. Ventana de Elemento.	92
Figura 97. Ventana de Controles.	93
Figura 98. Ventana de Gráficos.	93
Figura 99. Acceso directo de KEPSERVER.	94
Figura 100. Ventana de inicio del KEPSERVER.	94
Figura 101. Ventana de identificación de nuevo canal.	95
Figura 102. Ventana "Device Drive".	95
Figura 103. Ventana "Network Interface".	96
Figura 104. Ventana "Write Optimizations".	96
Figura 105. Ventana "Non-Normalized Float Handling".	97
Figura 106. Ventana " New Channel-Summary".	97
Figura 107. Ventana "RunTime".	98
Figura 108. Ventana "Name".	98
Figura 109. Ventana "Model".	99
Figura 110. Ventana "ID".	99
Figura 111. Ventana "Communications Parameters".	100
Figura 112. Ventana "New Device-Summary".	100
Figura 113. Creación de los Tags.	101
Figura 114. Edición del Tags creado.	101
Figura 115. Ventana para abrir o crear un proyecto.	102
Figura 116. Creación de un nuevo VI.	103
Figura 117. Creación de la plataforma de un programa nuevo de Labview.	103
Figura 118. Barra de herramienta de Labview.	104
Figura 119. Creación del botón.	105
Figura 120. Creación del indicador luminoso.	106
Figura 121. Propiedades del botón.	106
Figura 122. Configuración de "Data Binding" del boton.	107
Figura 123. Modificación "DATA BINDING" finalizada.	108
Figura 124. Vista del VI con el botón referenciado a variable de un OPC.	108
Figura 125. Creación de un OB interrupción cíclica.	115

Figura 126. Creación de un bloque de instancia del PID_COMPACT.....	116
Figura 127. Edición del bloque de instancia del PID_COMPACT.	116
Figura 128. Variables ingresadas.	117
Figura 129. Configuración del bloque PID_COMPACT.....	118
Figura 130. Configuración de Ajustes Básicos del PID DERECHO.....	119
Figura 131. Configuración de límites del valor real.	119
Figura 132. Configuración de Escala de valor real del bloque PID_COMPACT. ..	120
Figura 133. Parámetros iniciales del bloque PID_COMPACT.	121
Figura 134. Icono de puesta en marcha del bloque PID-COMPACT.....	122
Figura 135. Repuesta del proceso durante la optimización inicial.....	123
Figura 136. Parámetros del PID obtenidos en el dosificador de envase mediano durante la optimización inicial.	123
Figura 137. Visualizador de las variables de control del PID DERECHO.....	124
Figura 138. Repuesta del proceso durante la optimización Fina.	125
Figura 139. Parámetros del PID obtenidos en el dosificador de envase mediano durante la optimización Fina.	125
Figura 140. Repuesta 1 del proceso con el bloque PID_COMPACT del PID DERECHO.....	126
Figura 141. Repuesta 2 del proceso con el bloque PID_COMPACT del PID DERECHO.....	127
Figura 142. Creación del Cyclic Interrupt_1.....	128
Figura 143. Creación del bloque de instancia del PID_COMPACT_1.	128
Figura 144. Edición del bloque de instancia del PID_COMPACT_1.	129
Figura 145. Edición del bloque PID_COMPACT_1.	130
Figura 146. Visualizador del icono de configuración del bloque PID_COMPACT_1.	131
Figura 147. Configuración de Ajuste Básicos del PID_COMPACT_1.....	131
Figura 148. Configuración de límite del valor real del bloque PID_COMPACT_1.	132
Figura 149. Configuración de la escala del valor real del bloque PID_COMPACT_1.	133
Figura 150. Parámetros iniciales del bloque PID_COMPACT_1.	133

Figura 151. Visualización del icono de puesta en marcha del bloque PID_COMPACT_1.....	134
Figura 152. Repuesta del proceso durante la optimización inicial.....	135
Figura 153. Parámetros del PID obtenidos en el dosificador de envase pequeño durante la optimización inicial del bloque PID_COMPACT_1.	135
Figura 154. Carga de parámetros del PID actuales al bloque PID_COMPACT_1.	136
Figura 155. Repuesta del proceso durante la optimización Fina del bloque PID_COMPACT_1.	137
Figura 156. Parámetros del PID obtenidos en el dosificador de envase pequeño durante la optimización Fina del bloque PID_COMPACT_1.	137
Figura 157. Repuesta 1 del proceso con el bloque PID_COMPACT del PID IZQUIERDO.	138
Figura 158. Repuesta 2 del proceso con el bloque PID_COMPACT del PID IZQUIERDO.	139
Figura 159. Diagrama de control de la práctica 1.	141
Figura 160. Diagrama de potencia de la práctica 1.....	141
Figura 161. Arranque directo del sistema transportador de entrada.	142
Figura 162. Habilitador del arranque directo del sistema clasificador.	142
Figura 163. Sentido de giro derecho del sistema clasificador.....	143
Figura 164. Giro izquierdo del sistema clasificador.	143
Figura 165. Arranque directo del sistema transportador de entrada.	144
Figura 166. Imagen de la pantalla del HMI de la práctica 1.	144
Figura 167. Diagrama de control de la práctica 2.	147
Figura 168. Creación de la nueva red.....	147
Figura 169. Diagrama de los sensores de la práctica 3.	150
Figura 170. Diagrama de entradas de los PLC`S de la práctica 3.....	150
Figura 171. Programación de las entradas I1 y I2 en el TIA PORTAL.....	151
Figura 172. Programación de las entradas I3 y I4 en el TIA PORTAL.....	151
Figura 173. Programación de las entradas I5 y I6 en el TIA PORTAL.....	152
Figura 174. Programación de las entradas I7 y M110.0 en el TIA PORTAL.....	152
Figura 175. Programación de la entrada de red M110.1 en el TIA PORTAL.	153
Figura 176. Programación de las entradas de red M110.2 y M110.3 en el TIA PORTAL.	153

Figura 177. Programación de las entradas de red M110.4 y M110.5 en el TIA PORTAL.	154
Figura 178. Programación de las entradas de red M871.0, M871.1, M871.2, M871.4, M871.5 y M 871.6 en el TIA PORTAL.....	154
Figura 179. Arquitectura de red entre HMI, S7-1200 y LOGO.....	157
Figura 180. Conexiones de red del TIA PORTAL.	157
Figura 181. Asignación de IP al HMI.	158
Figura 182. Vista topología de red entre los tres equipos.....	158
Figura 183. Arquitectura de red entre HMI y S7-1200.....	161
Figura 184. Diagrama de la entrada del PLC de la práctica 5.....	161
Figura 185. Activar la entrada rápida del PLC.	162
Figura 186. Asignarle la funcionalidad del contador rápido.....	162
Figura 187. Asignación de la entrada rápida del S7-1200.	163
Figura 188. Programación del bloque HSC.	163
Figura 189. Diagrama de control de la práctica 6.	166
Figura 190. Diagrama de fuerza de la práctica 6.	166
Figura 191. Programación del Logo.....	167
Figura 192. Diagrama de control de la práctica 7.	170
Figura 193. Diagrama de potencia de la práctica 7.....	170
Figura 194. Programación de la pendiente de la señal analógica en el TIA PORTAL.	171
Figura 195. Programación de la salida de frecuencia en el TIA PORTAL.....	171
Figura 196. Conversión de la señal analógica en Word.....	171
Figura 197. Salida analógica del variador.....	172
Figura 198. Diagrama de control de la práctica 8.	175
Figura 199. Escalamiento 1 de señal analógica.	176
Figura 200. Escalamiento 2 de señal analógica.	176
Figura 201. Escalamiento 3 de la señal analógica.....	176
Figura 202. Ventana del HMI de la práctica 8.	176
Figura 203. Diagrama de control de la práctica 9.	179
Figura 204. Diagrama de potencia de la práctica 9.....	179
Figura 205. Venta del HMI de la práctica 9.....	181
Figura 206. Diagrama de control 1 de la práctica 10.	183

Figura 207. Diagrama de control 2 de la práctica 10.	183
Figura 208. Arranque de motor eléctrico de la práctica 10.....	184
Figura 209. Asignación de las botellas para el sistema de dosificación derecho de la práctica 10.	184
Figura 210. Reset de marcas de la asignación de las botellas para el sistema de dosificación derecho de la práctica 10.	185
Figura 211. Asignación de las botellas para el sistema de dosificación izquierdo de la práctica 10.	185
Figura 212. Reset de marcas de la asignación de las botellas para el sistema de dosificación derecho de la práctica 10.	185
Figura 213. Set de la cantidad de botellas a dosificar en la estación de llenado izquierdo.....	186
Figura 214. Set de la cantidad de botellas a dosificar en la estación de llenado Derecho.	186
Figura 215. Conteo de las botellas a dosificar en las dos estaciones.	186
Figura 216. Imagen de la pantalla del HMI de la práctica 10.	188
Figura 217. Imagen de la pantalla del HMI de la práctica 10.	188
Figura 218. Cronograma de trabajo.	192
Figura 219. Resultado de la pregunta 1 de la encuesta realizada a los estudiantes que cursan automatismo 1 y 2 de la Carrera Ingeniería Electrónica.....	200
Figura 220. Resultado de la pregunta 2 de la encuesta realizada a los estudiantes que cursan automatismo 1 y 2 de la Carrera Ingeniería Electrónica.....	200
Figura 221. Resultado de la pregunta 3 de la encuesta realizada a los estudiantes que cursan automatismo 1 y 2 de la Carrera Ingeniería Electrónica.....	201
Figura 222. Resultado de la pregunta 4 de la encuesta realizada a los estudiantes que cursan automatismo 1 y 2 de la Carrera Ingeniería Electrónica.....	201
Figura 223. Sensor Reflectivo.....	202
Figura 224. Vista Superior.	203
Figura 225. Vista frontal.	203
Figura 226. Curva de repuesta del sensor reflectivo.	208
Figura 227. Potencia relativa de recepción lumínica en posición de conmutación "I...III"	209

Figura 228. Potencia relativa de recepción lumínica en posición de conmutación "N".	209
Figura 229. Sensor Ultrasónico UB300-18GM40-U-V1.	210
Figura 230. Curva de respuesta característica de sensor ultrasónico.	211
Figura 231. Diagrama de conexión del sensor ultrasónico.	213
Figura 232. Diagrama de rampas de programación de salida de conmutación del sensor analógico.	214
Figura 233. Medidas constructiva del sensor ultrasónico.	216
Figura 234. Sensor Inductivo XS618B1PAL2.	217
Figura 235. Medidas constructiva del sensor inductivo.	217
Figura 236. Medidas Constructivas 1 del motor eléctrico.	220
Figura 237. Medidas Constructivas 2 del motor eléctrico.	220
Figura 238. Diagrama de conexión eléctrica en estrella de un motor trifásico.	222
Figura 239. Diagrama de conexión eléctrica en delta de un motor trifásico.	223
Figura 240. Encoder Incremental.	224
Figura 241. Medidas Constructivas del encoder.	227
Figura 242. Señal de salida del encoder incremental.	228
Figura 243. Curva de funcionamiento A n=2900 l/min.	231
Figura 244. Medidas constructivas de la bomba.	231
Figura 245. Plano del Armario de Control.	245
Figura 246. Plano del Armario de Entrada y Salida.	246
Figura 247. Plano de construcción de sistema transportador de entrada.	247
Figura 248. Plano de construcción del sistema transportador de clasificación de envase.	248
Figura 249. Diseño de construcción del sistema transportador de dosificación de envases.	249

RESUMEN

AÑO	TITULO	ALUMNO	TUTOR	TEMA
2015	Ingeniería Electrónica.	Luis Antonio Ube Consuegra.	Ing. Mónica María Miranda Ramos.	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE LLENADO Y DISTRIBUCIÓN DE BOTELLAS.

La Universidad Politécnica Salesiana de la ciudad de Guayaquil es una Institución Académica que brinda servicios de educación superior, en la actualidad se encuentra en el proceso de construcción de la infraestructura que corresponde al campo investigativo, con laboratorios de procesos industriales para dar facilidad educativa de que los estudiantes puedan tener conocimientos de los mismos.

El objetivo del presente trabajo está determinado a que los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Electrónica del sexto semestre que cursan Automatismo 1 y del séptimo semestre que cursan automatismo 2, puedan realizar sus prácticas de procesos industriales y resolver emergencias en un proceso de dosificado industrial de forma eficiente, para reducir los tiempos de parada de línea en un proceso de llenado automático en caso de presentarse.

El problema que actualmente se ha detectado en las dos materiales docentes mencionadas es el hecho de que los estudiantes simulan un proceso pero no realizan prácticas en una maqueta.

Por lo tanto “EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE LLENADO Y DISTRIBUCIÓN DE BOTELLAS”, formará a los estudiantes para que tengan práctica en un proceso industrial, que puedan encontrar en las empresas donde se trabaja con dosificadores automáticos de cualquier producto líquido de distinta naturaleza.

Palabras Claves: Diseño, Dosificado y Distribución de Envases, Implementación, PID, Sensores, Sistema de Automatización.

ABSTRACT

YEAR	MAJOR	STUDENT	TUTOR	TOPIC
2015	Electronic Engineer	Luis Antonio Ube Consuegra.	Ing. Mónica María Miranda Ramos.	DESING AND IMPLEMENTATION OF A PROTOTYPE OF A SYSTEM OF AUTOMATION OF FILLING AND DISTRIBUTION OF BOTTLES.

The Salesiana Polytechnic University of Guayaquil is an academic institution providing higher education services, currently is in the process of building the infrastructure that corresponds to the field of research, industrial laboratories processes to educational facility that students will have knowledge of them.

The aim of this work is given to students of the School of Electronic Engineering of the sixth semester enrolled Automatismos 1 and the seventh semester coursing Automatismos 2 to perform their practices of industrial processes and solve emergencies in a process of industrial dosed efficient way to reduce downtime line in a process of automatic filling in case of.

The given problem and now has been detected in the two subjects mentioned is the fact that students simulate a process but not intern at a model.

Therefore “THE DESING AND IMPLEMENTATION OF A PROTOTYPE OF A SYSTEM OF AUTOMATION OF FILLING AND DISTRIBUTION OF BOTTLES” will prepare students for practice in an industrial process that can be found in businesses where they work with automatic dispensers any liquid product of a different nature.

Key Words: Automatization System, Desing, Filling and Distribution of Packages, Implementation, Transducers, PID.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado toma como base a los estudiantes de sexto y séptimo semestre de la Carrera Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.

Este trabajo fue realizado con el fin de mejorar la educación en ciertas materias, como en este caso Automatización 1 y 2 que necesita que los estudiantes puedan realizar sus prácticas de una forma similar a la que tendrán que afrontar en los procesos existentes de cualquier industria.

Actualmente la Universidad Politécnica Salesiana de la ciudad de Guayaquil se encuentra en planes de implementar un laboratorio donde se podrán simular procesos industriales que se utilizan en la elaboración de cualquier producto para el consumidor final, con esto se realiza grandes cambios en la metodología de la enseñanza.

Por esta razón, el principal objetivo de este proyecto es proponer a la Universidad Politécnica Salesiana de la ciudad de Guayaquil, el Diseño E Implementación de un Prototipo De Un Sistema De Automatización De Llenado Y Distribución de Envases.

Donde los estudiantes puedan desarrollar destrezas para que tengan la capacidad de solucionar los problemas críticos de una empresa.

En el capítulo I se encontrará el planteamiento del problema donde surge la idea de que existe la necesidad de implementar una nueva forma de que los Ingenieros a cargo de las materias Automatismo 1 y 2, pueda mejorar la enseñanza y el aprendizaje.

En el capítulo II se encontrará los sustentos teórico más relevantes en la implementación de la investigación.

En el capítulo III se encontrará el proceso de construcción de la parte mecánica y eléctrica del prototipo.

En el capítulo IV se detallará el funcionamiento del prototipo con su respectiva programación del sistema.

Y finalmente en el último capítulo, se detallará las prácticas que el módulo debe proporcionar para que los estudiantes puedan ejecutar el desarrollo del prototipo.

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Actualmente en la Universidad Politécnica Salesiana los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica realizan las prácticas en módulos didácticos que están compuestos por: PLC, pulsadores y HMI, lo que implica que los estudiantes no tengan noción de un proceso industrial, las prácticas son realizadas mediante una simulación a través de un sistema SCADA pero no ven físicamente el proceso que se está controlando.

Debido a que el laboratorio de Automatización no consta todavía con un prototipo para realizar prácticas, se consideró realizar un banco de pruebas que satisfaga esta necesidad, para que los estudiantes que cursen las materias de (Automatismo 1 y Automatismo 2), puedan realizar sus prácticas con las distintas variables que se encuentran en un proceso industrial.

1.2. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.

La propuesta a desarrollar será implementada en la Universidad Politécnica Salesiana ubicada en las calles Robles 107 y Chambers, de la ciudad de Guayaquil en la Carrera de Ingeniería en el Laboratorio de Automatización.

El proceso de llenado y distribución de botellas, se lo realizará a través de una banda transportadora que nos proporcionará el traslado de las botellas que tendrán dos tamaños diferentes a las dos estaciones de llenado respectivamente, este medio de transporte será controlado a través de un motor AC, luego será almacenado tomando en consideración el tamaño de cada una de las botellas.

Todas las variables de entrada de carácter físico serán conectadas a la entrada de un PLC, el cual ejecutará un programa, y sus salidas serán controladas por el mismo para que podamos obtener el producto final.

El PLC (Siemens Simatic S7 1200), tendrá un módulo de comunicación Ethernet, el cual permitirá enviar las señales del proceso en tiempo real a un HMI (Siemens), para que lo visualice de manera gráfica en la estación de trabajo, como se lo realizaría en cualquier estación de trabajo en una empresa. El HMI permitirá dar aviso de cualquier falla que ocurra en el sistema durante cualquier etapa del proceso.

El sistema SCADA se lo realizará utilizando el software LABVIEW.

Tiempo de duración de ejecución: 12 meses

1.3. OBJETIVOS.

1.3.1. OBJETIVO GENERAL.

- Diseñar e implementar un proceso industrial de llenado y distribución de botellas a escala, el cual será controlado por un PLC y monitoreado por un sistema SCADA para el Laboratorio de Automatización de la Universidad Politécnica Salesiana de la carrera Ingeniería Electrónica.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Diseñar el monitoreo y control de un sistema SCADA, en la estación de trabajo, para que mediante un HMI pueda ponerse en marcha (manual o automático). Si es manual podrá activarse manualmente cada uno de los actuadores y si es automático hará el monitoreo en tiempo real.
- Programar un PLC que mande a activar los motores correspondientes, cuando previamente se cumpla las condiciones para aquello. Habilitar el

direccionamiento de variables (TAGS), para que puedan ser utilizados en la visualización del sistema SCADA.

- Diseñar e instalar dos estaciones de dosificación de agua para 2 alturas diferentes de envases metálicos.
- Instalar sensores inductivos y reflectivos en la entrada del proceso, los cuales indicaran la altura del envase que se esté ingresando al mismo, para que cada una de las botellas se pueda dirigir a la estación de llenado correspondiente.
- Instalar motores AC, para que estos puedan dar movimiento a las bandas transportadoras del prototipo.
- Direccionar el envase hacia la estación respectiva de llenado utilizando un cilindro neumático.
- Instalar una bocina para que se active cuando se origine una falla.
- Programar un RESET para que en un caso de falla, pueda éste reiniciar un BATCH o un proceso nuevo.
- Comunicar el PLC con el HMI y el sistema SCADA por medio de un módulo de comunicación Industrial (Ethernet).
- Diseñar 10 prácticas interactivas para que los estudiantes puedan realizarlas cuando estén cursando las materias de Automatización 1 y Automatización 2.

1.4. JUSTIFICACIÓN.

Debido a que las prácticas se realizan de forma simulada y no de forma física, en las materias automatismo 1 y automatismo 2, de la carrera de Ingeniería eléctrica y electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana, se ha considerado la implementación de un sistema de llenado para que los estudiantes realicen las prácticas de una forma real y tengan una idea de los diferentes procesos que se encuentran en una fábrica, con esto se promoverá la confianza y experiencia que los estudiantes puedan obtener antes de ir a una industria, además el prototipo serviría para materias que se encuentran en ciclos superiores como los son: Instrumentación, Procesamiento de señales digitales, Sensores y electiva 3 “ Monitoreo”.

1.5. VARIABLE E INDICADORES.

Tabla 1.

Análisis de Variables VS Indicadores.

Variables.	Indicadores.
Válvula manual.	<ul style="list-style-type: none">• Se estrangula la salida del flujo de salida del sistema.• Genera perturbación el control PID.
Velocidad de la bomba de agua.	<ul style="list-style-type: none">• Aumenta o reduce la velocidad del caudal.
Velocidad del motor eléctrico.	<ul style="list-style-type: none">• Aumenta o reduce la velocidad lineal del proceso.
Altura del envase.	<ul style="list-style-type: none">• Diferencia de altura en los envases.• Clasificación del envase a su respectivo sistema de dosificado.
Sensores.	<ul style="list-style-type: none">• Detectan la presencia del envase metálico.• Activan la secuencia lógica del proceso.
Conteo de botellas	<ul style="list-style-type: none">• Control de inventario.

Nota: Se detalla las variables más significativas del proyecto con sus respectivos indicadores.

1.6. METODOLOGÍA.

Deductiva.

Este tipo de maqueta a escala ayudaría en el campo educativo e investigativo a los estudiantes de otras universidades que pertenezcan a la carrera de ingeniería eléctrica y electrónica con un pensum similar de la Universidad Politécnica Salesiana.

Inductiva.

El diseño e implementación de un sistema de llenado industrial facilita que el estudiante que cursa las materias de automatismo 1 y 2 desarrolle la habilidad de reconocer los dispositivos de medición como sensores y dispositivos de salidas como actuadores que se encuentren en una aplicación industrial dada.

Sintético.

Este tipo de proyecto puede ayudar para realizar prácticas de las materias teórica como por ejemplo: sensores, informática industrial, instrumentación y DSP (procesamiento de señales digitales).

1.7. POBLACIÓN Y MUESTRA

Población:

La población estará delimitada por los estudiantes de sexto y séptimo ciclo de la carrera de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad politécnica Salesiana ubicada en la ciudad de Guayaquil.

Muestra:

La muestra se realizó en el curso de automatismo 1 y 2 que se encuentra en el edificio de la Facultad de Ingenierías Técnicas, a continuación se presenta el formato de la encuesta en el Anexo 1. La encuesta se realizó a diez estudiantes que actualmente cursan el sexto ciclo de la carrera de Ingeniería Electrónica, donde el resultado de la misma se muestra en el Anexo 2.

1.8. RESUMEN DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.

La tesis está basada en el diseño, la construcción e implementación de un prototipo a escala. Esta maqueta se trata de un prototipo de un sistema de automatización de llenado y distribución de botellas, que estará ubicada en el Laboratorio de Automatismo, que se encuentra en la Universidad Politécnica Salesiana. En dicha maqueta se realizarán prácticas las cuales corresponderán a las materias de Automatismo 1 y Automatismo 2. El diseño constará de un panel operador donde se encontrará un paro de emergencia y un HMI. El HMI es el que se va a encargar de ejecutar el proceso de una forma automática o manual. Si es en modo manual sólo se podrá hacer pruebas de cada uno de los actuadores; si es en modo automático tendrá cargado el proceso industrial. A continuación, se detallará el proceso tomando como referencia que está trabajando en forma automática.

Modo Automático:

Antes de detallar el funcionamiento del sistema, se debe conocer que la entrada del mismo es:

- Envase pequeño.
- Envase mediano.

Donde la única diferencia entre ellos es su altura.

FUNCIONAMIENTO.

Una vez que se ingresó los parámetros en el HMI para que active el proceso en modo automático, se irán colocando uno a uno los envases metálicos en el sistema transportador de entrada, cuando éste cense la presencia del objeto, ya sea pequeño o mediano, este manda activar el motor Ay hace que el envase se desplace al sistema clasificador, donde una vez identificada la altura del envase lo direcciona a su estación de dosificación correspondiente (estación de llenado de envases pequeños y medianos). La capacidad en el sistema de dosificación será de tres botellas, una vez que los dos sistemas de dosificado indiquen que los tres envases se encuentran en posición para el dosificado ya no se podrá ingresar envases al sistema y automáticamente el sistema de dosificado se habilitará.

El HMI constara de varias ventanas donde se indicará lo siguiente: presentación, proceso, alarmas, panel operador.

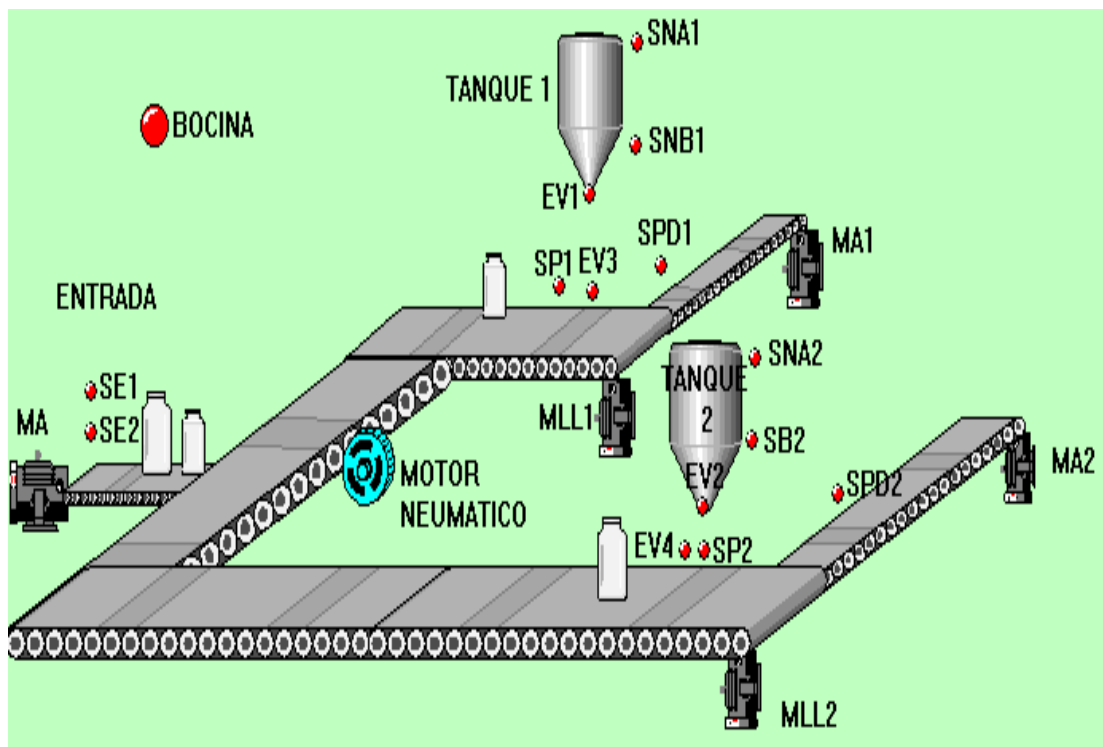


Figura 1. Diagrama de proceso.

Por: El Autor.

MEDIDAS DEL PROTOTIPO.

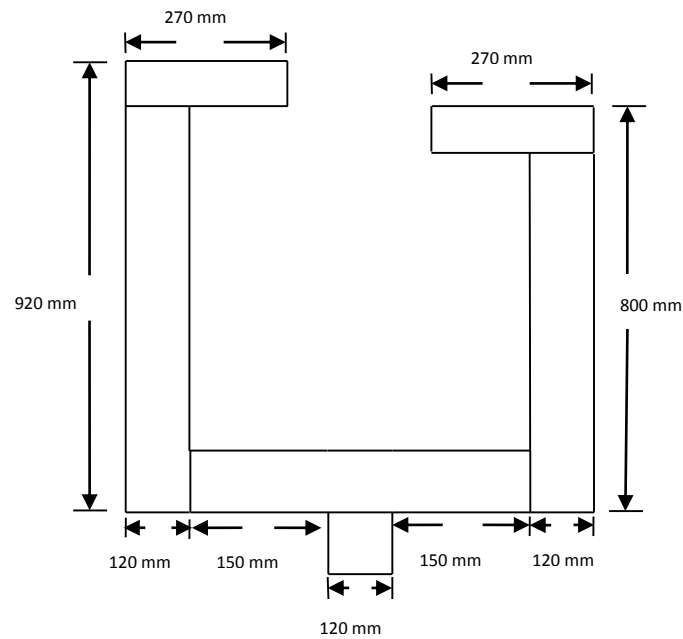


Figura 2. Vista superior del prototipo.
Por: El Autor

ALARMAS.

En este sistema se pueden ocasionar diferentes tipos de fallas, las mismas se convertirán en alarmas, para que los estudiantes de la materia de automatismo 1 y automatismo 2, puedan visualizar y localizar donde se originó el problema como se lo haría en un proceso real en una industria. Cada alarma tendrá su RESET para poder resetear el sistema con el cual podrá reiniciar el proceso nuevamente. Estas son las alarmas que se pueden presentar en proceso en marcha:

- Obstrucción de electroválvula de llenado.
- Mensaje de sobre tolerancia de la altura de llenado.
- Falta de parámetros para arrancar la línea.

CONTROL DE PROCESO.

Se implementará un control “PID” el cual gobernará la dosificación de un solo envase, en el proceso de llenado envases pequeño y mediano, se lo realizará en el programa TIA PORTAL. Como instrumento de medición para este control utilizará sensores ultrasónicos para que pueda medir los llenados de las botellas, para poder realizar el control PID requerido. Se visualizará la gráfica de cómo se comporta el sistema en tiempo real (en marcha) y a su vez podremos obtener las variables que este de control que son K_p , K_i , K_d y E_{ss} .

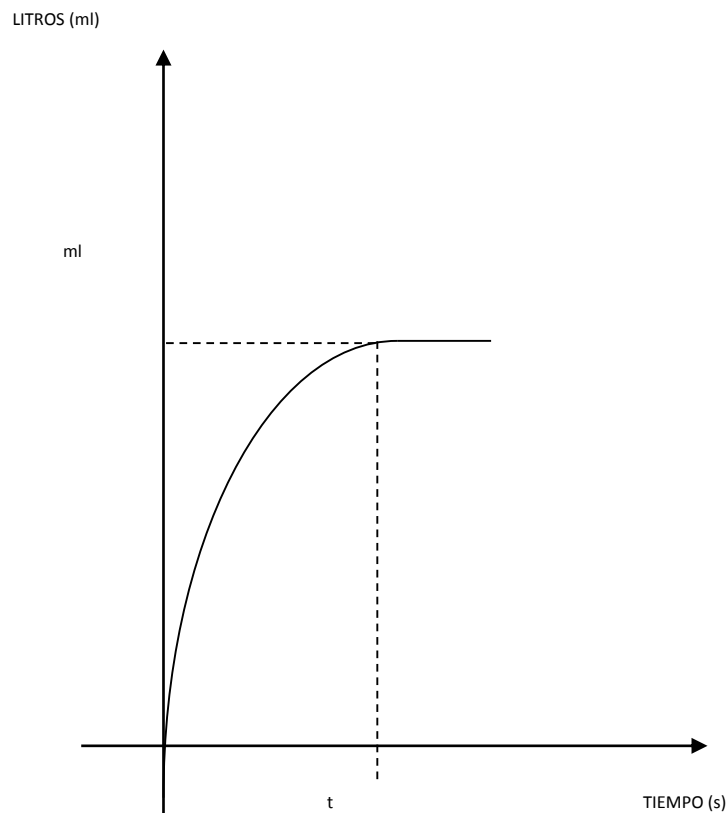


Figura 3. Demostración de curva de Control.
Por: El Autor.

DIAGRAMA DE ENTRADAS Y SALIDAS.



Figura 4. Programador Lógico Programable s7-1200.
Por: SIEMENS (2015). PLC SIEMENS .Recuperado de:
<https://otomotroaccess.wordpress.com/>

1.9. BENEFICIARIOS.

Los principales beneficiarios de este proyecto serían los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana de la ciudad de Guayaquil perteneciente a la carrera de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

1.10. Impacto.

El impacto de este proyecto es mejorar el método de la enseñanza de la Universidad Politécnica Salesiana en las materias prácticas como son automatismo 1 y 2, debido que los laboratorios actualmente no consta con algún prototipo de proceso industrial donde el estudiante pueda realizar sus prácticas, con la implementación de este

proyecto el estudiante se sentirá satisfecho en su búsqueda de adquirir nuevos conocimientos y experiencias en su proceso de aprendizaje; y al universidad ganara prestigio por formar profesionales de excelencia académica.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. Antecedentes.

El autor ha realizado lo siguiente:

“Diseño e implementación de un prototipo de sistema de control de llenado y sellado de bebidas infantiles”, que indica:

Que la investigación trata del diseño e implementación de un prototipo de control de llenado y sellado de bebidas infantiles, controlado mediante un Controlador Lógico Programable (PLC).

Para Alfa construcción en aceros ubicada en la ciudad de Riobamba. Se aplicó el método inductivo, tras una primera etapa de observación, análisis y clasificación de los hechos; mediante lógica cableada y control automático, alcanzando control y funcionamiento óptimo del proceso.

La construcción del proyecto utiliza los siguientes materiales: estructura del sistema, cadena transportadora, ferrules, abrazaderas de acero inoxidable; conectores, racores, manguera festo; sensores magnéticos y ópticos, relés y PLC. El prototipo está diseñado para operaciones directas con un PLC utilizando el software ZELIOSOFT 2, para la programación. La estructura física se basa en un sistema transportador, al iniciar el proceso lleva la botella hasta un sensor óptico que detiene su avance cuando ubique su presencia, a continuación, la banda desplaza un envase hacia la zona de sellado finalizando así con el proceso con la salida del producto. Mencionado proceso puede realizarse las 24 horas del día ininterrumpidamente. Mediante pruebas realizadas al personal se demostró que es factible en un 76%, utilizar el prototipo para el aumento y automatización de la producción. Se concluye

que el Control del sistema de dosificado y sellado es importante para la industria donde se requiera este proceso, por ejemplo: alimenticia y farmacéutica. Aumentando la productividad, disminuyendo el área de trabajo humano, y reduciendo los accidentes laborales. Se recomienda que Alfa construcciones en aceros, debe dar manejo adecuado al sistema mecatrónico, para disminuir el deterioro de su vida útil según (Correa & Vinicio, 2014).

2.2. Fundamentación Teórica.

2.2.1. PID.

Es un mecanismo de control que a través de un lazo de retroalimentación permite regular la variable de control como por ejemplo: velocidad, temperatura, presión y fluido entre otras variables de un proceso industria. El controlador PID calcula la diferencia entre nuestra variable real contra la variable deseada.

El algoritmo de control está compuesto de tres parámetros fundamentales: Ganancia proporcional (P), Integral (I) y Derivativo (D).

El parámetro Proporcional (P) mide la diferencia entre el valor actual y el set point (en porcentaje) y aplica el cambio.

El parámetro Integral (I) se refiere al tiempo que se toma para llevar a cabo acción correctiva. Mientras el valor sea lo más mínimo posible, el ajuste es más rápido y como consecuencia puede que se produzca inestabilidad en el sistema, oscilaciones, vibración de motor y de la bomba.

El parámetro Derivativo (D) emite una acción predictiva, es decir, prevé el error y automáticamente responde con una acción oportuna. Responde a la velocidad del cambio del error y produce una corrección significativa antes de que la magnitud del error se vuelva demasiado grande. La correcta programación de estos parámetros ayudará a controlar de manera efectiva nuestra presión o flujo deseado. Si no se

programa adecuadamente estos parámetros, el sistema se vuelve inestable como indica (Garcia, 2013)

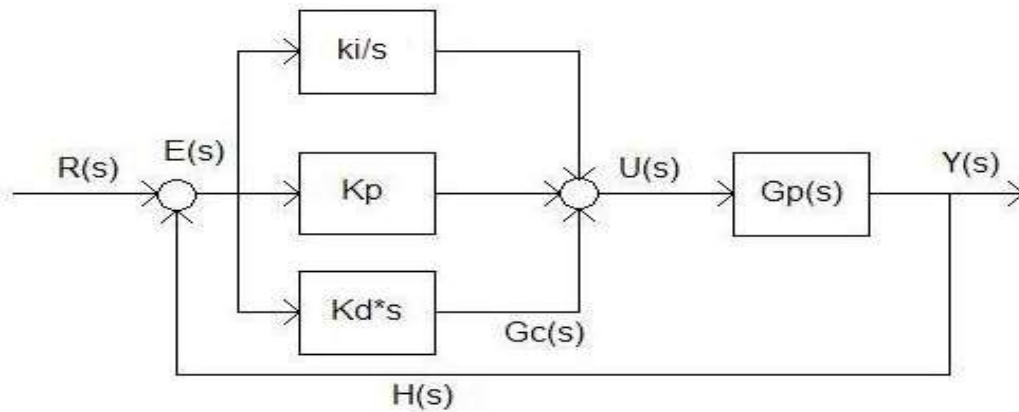


Figura 5. Diagrama PID en bloques.

Por: Vázquez, J. (2015).PID. Recuperado de:

<http://proton.ucting.udg.mx/~jaimevda/practica8.html>

2.2.2. Comunicación PROFINET.

Este tipo de comunicación cumple con la especificación IEC 61158 para la automatización industrial, donde permite conectar equipos desde el nivel del campo (PLC's y otros dispositivos) hasta el nivel de gestión (sistemas informáticos e internet).

La cual permite una comunicación homogénea con la ingeniería cubriendo toda la planta industrial y de gestión apoyando las tecnologías de la información hasta el nivel del automóvil, la industria de alimentación y bebidas como en la logística, son ejemplos utilización del estándar de comunicación PROFINET. Esta red integra los sistemas actuales de PROFIBUS sin ninguna modificación. Con una explicación sencilla del concepto que involucra PROFINET, se refiere a la modernización de las redes de campo que incluye los PLC'S y los sistemas de comunicación entre estos dispositivos a la red Ethernet pero aportando un alto rendimiento en la respuestas y seguridad requeridas en las instalaciones industriales. Existen diferencias notables

que se deben tener en cuenta y por cuanto ha requerido la adopción de PROFINET como un estándar para las industrias. Pero eso no es suficiente, los sistemas industriales necesitan repuestas inmediatas para actuar y reaccionar a diferentes circunstancias que se llevan a cabo en forma cotidiana o en algunos casos en la aparición de eventos que requieran su rápida actuación. ¿Qué cosas más agrega PROFINET? Como ya se explicó la interconexión de nivel de campo funcionando bajo ETHERNET, pero no viendo como un funcionamiento Ethernet tradicional con muchos problemas en las interconexiones, sino como una Ethernet especializada que posibilita el mejor manejo de las repuestas del sistema frente a eventos y el dominio de las prioridades que se requieran para que los dispositivos como PLC'S y otros equipos industriales puedan funcionar en tiempo real. Por tanto PROFINET asegura las repuestas en tiempo real que son definidos por ingenieros en el proceso de diseño y puesta a punto de las instalaciones que permitan las repuestas en tiempo real adecuadas y funcionando en Ethernet conviviendo con sistemas de redes estándares, y sistemas de gestión tradicionales. Como es un estándar asegura que independientemente de los fabricantes de PLC'S u otros equipos interconectados puedan funcionar armoniosamente, que sistemas que ya están implementados puedan ingresar al mundo PROFINET sin cambios en los equipos. Que podamos contar con equipos de diferentes fabricantes y lo más importante que puedan funcionar en conjunto bajo un mismo concepto y en una red integrada. Que aporta de beneficio ya que las operaciones industriales y empresariales puedan estar más íntimamente ligados, como así poder integrar los procesos industriales de una mejor manera, incluso yendo un poco más hacia una visión de que podamos interconectar varias líneas de procesos incluso sin limitaciones físicas, que quiere decir eso, que podamos interconectar los procesos industriales incluso de instalaciones que no están próximamente en la misma área de influencia, es decir, que no se encuentran próximos, incluso pensar que se puedan conectar de regiones a regiones, con algún motivo de sincronizar ciertas tareas, como indica (RAMA ESTUDIANTIL DE LA UCSA, 2010).

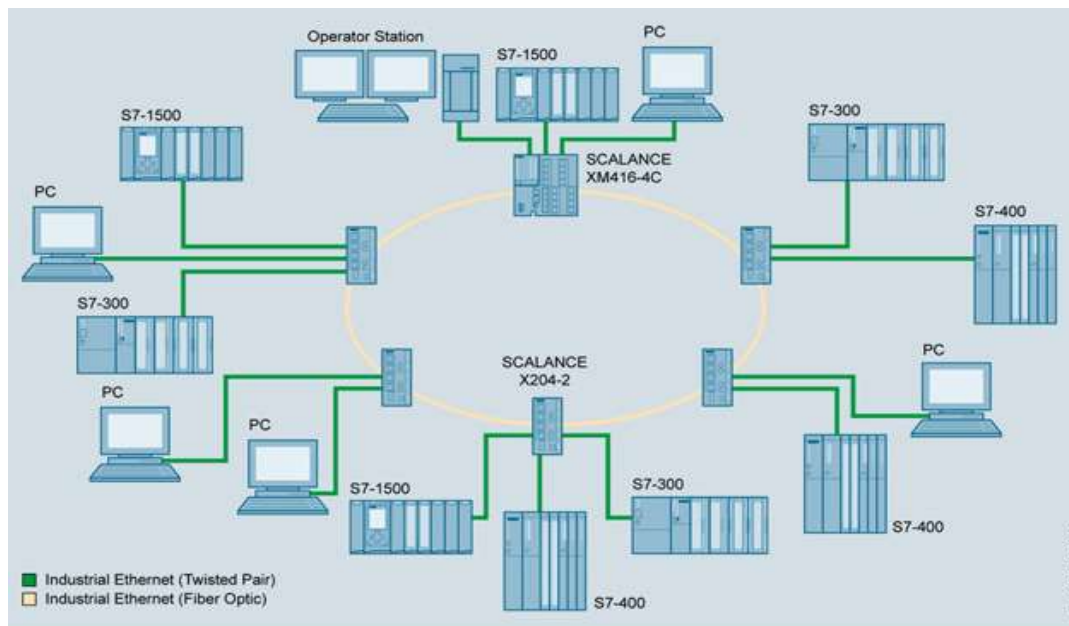


Figura 6. Configuración con redundancia rápida en el anillo óptico.
 Por: SIEMENS (2015). Full Duplex. Recuperado de:
<http://coxambra.blogspot.com/2010/10/profinet.html>.

2.2.3. Caudal.

Es la cantidad de fluido que desplaza en una unidad de tiempo. También es denominado caudal volumétrico (masa) o índice de flujo fluido (volumen).

De acuerdo a lo asociado:

- Caudal Sólido: denominación para el material arrastrado por la corriente de agua.
- Caudal regularizado: determinación de la capacidad reguladora de embalse.
- Régimen Fluvial: Se refiere a las variaciones en el caudal de un río a lo largo de un año.

Fórmula de caudal: $Q=V/\Delta t$.

En donde:

Q =caudal

V = volumen

Δt =derivada del tiempo.

Como indica (Rodriguez, 2012).

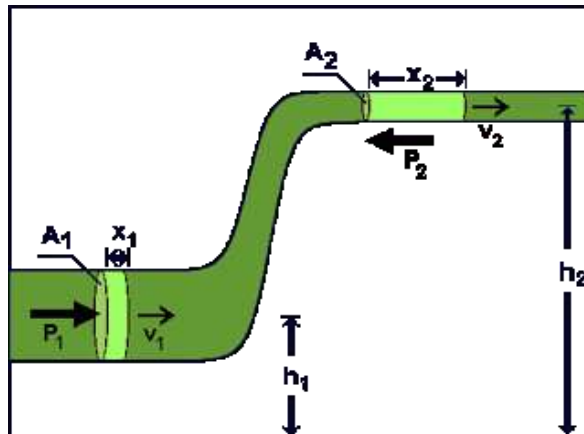


Figura 7. Gasto O Caudal.

Por: Rodríguez, D. (2012). Física Termodinámica. Recuperado de: <https://danielarodriguez792.wordpress.com/segundo-corte/gasto-o-caudal/>.

2.2.4. OPC.

Es una aplicación de software (driver) que cumple con algunas especificaciones definidas por la OPC Foundation. El servidor OPC hace de interfaz comunicando por un lado con una o más fuentes de datos utilizando sus protocolo nativos, como por ejemplo: PLC'S, DCS'S, básculas, Módulos I/O, controladores, etc. Y por el otro lado con clientes OPC, como por ejemplo: SCADA'S, HMI'S, generadores de informes, generadores de gráficos, aplicaciones de cálculos, etc. En una arquitectura cliente OPC/ Servidor OPC, el Servidor OPC es el esclavo mientras que el cliente OPC es el maestro. Las comunicaciones entre el cliente OPC y el Servidor OPC son bidireccionales, lo que significa que los clientes pueden leer y escribir en los dispositivos a través del servidor OPC.

Existen tres tipos de servidores OPC establecidos por la OPC Foundation, y son los siguientes:

- Servidor OPC DA --- Basado en Spezifikationsbasis: OPC Data Access – especialmente diseñado para la transmisión de datos en tiempo real.
- Servidor OPC HDA—Basado en la especificación de Acceso a Datos históricos que provee al cliente OPC HDA de datos históricos.
- Servidor OPC UA --- Basado en la especificación de Arquitectura Unificada -- basado en el set más nuevo y avanzado de la OPC Foundation, permite a los Servidores OPC trabajar con cualquier tipo de datos.

2.2.4.1. Comunicaciones Cliente OPC/ Servidor OPC (Servidor OPC DA, Servidor OPC HDA, Servidor OPC A&E).

Los servidores OPC clásicos utilizan la infraestructura COM/DCOM de Microsoft Windows para el intercambio de datos. Lo que significa que esos Servidores OPC son instalados bajo el Sistema Operativo de Microsoft Windows. Un servidor OPC puede soportar comunicaciones con múltiples Cliente OPC simultáneamente.

2.2.4.2. Servidor OPC- Traducción de Datos/Mapping.

Traduce la información nativa de la fuente de datos en un formato OPC que sea compatible con una o más especificaciones OPC mencionadas anteriormente (ejemplo: OPC DA para datos en tiempo real). Las especificaciones de la OPC Foundation solo definen la porción OPC de las comunicaciones del Servidor OPC, así que la eficiencia y calidad de traducción del protocolo nativo a OPC y de OPC al protocolo nativo dependen enteramente de la implementación del desarrollador del Servidor OPC.

2.2.4.3. Servidor OPC- Comunicación Fuente de Datos.

Este comunican nativamente con las fuentes de datos, por ejemplo: dispositivos, controladores y aplicaciones. Las especificaciones de la OPC Foundation no

especifican como el Servidor OPC se debe comunicar con la fuente de datos porque hay una gran variedad de fuentes de datos disponibles en el mercado. Cada PLC'S, DCS, controlador, etc. El cual tiene su propio protocolo de comunicación o API que a su vez permiten la utilización cualquier cantidad de conexiones físicas, como por ejemplo: serial RS485 O RS232, Ethernet, redes propietarias, etc.)

Dos ejemplos comunes de la comunicación de los Servidores OPC con la Fuente de Datos son:

- A través de una interfaz de programación de aplicaciones (API) para un driver personalizado escrito específicamente para la fuente de Datos.
- A través de un protocolo que puede o no ser propietario, o basado en un estándar abierto (por ejemplo utilizando el protocolo modbus).

Como indicó (Honeywell International Inc, 2014).

2.2.5. Variadores de frecuencia.

Son dispositivos electrónicos que controlan los motores eléctricos de inducción y existente de dos tipos: los hay de Corriente Continua (variación de la tensión), y de Corriente Alterna (variación de la frecuencia); los más utilizados son los de motor trifásico de inducción y rotor sin bobinar (jaula de ardilla). También se les suele denominar inversores (Inverter) o variadores de velocidad.



Figura 8. Variador Altivar 312.

Por: Schneider Electric (2015). Variador de frecuencia trifásico. Recuperado de: [.http://ingenieros.es/files/proyectos/Variadores_de_frecuencia.pdf](http://ingenieros.es/files/proyectos/Variadores_de_frecuencia.pdf).

2.2.5.1. Etapas de trabajo de un variador de frecuencia.

El variador se compone de las siguientes partes:

- Rectificador: partiendo de la red de suministro de C.A., monofásica o trifásica, se obtiene C.C. mediante diodos rectificadores.
- Bus de continua: Condensadores de gran capacidad los cuales almacenan y filtran la Corriente Continua rectificada, para obtener un valor de tensión continua estable, y reserva de energía suficiente para proporcionar la intensidad requerida por el motor.
- Etapa de salida: desde la tensión del bus de continua, un ondulator convierte esta energía en una salida trifásica, con valores de tensión, intensidad y frecuencia de salida variables. Como elementos de conmutación, se usan principalmente transistores bipolares (BJT), CMOS o similares, IGBT, tiristores (SCR), GTO... etc. Las señales de salida, se obtiene por diversos procedimientos como troceado, mediante ciclo convertidores, o señales de aproximación senoidal mediante modulación por anchura de impulsos PWM.
- Control y E/S: circuitos de control de los diferentes bloques del variador, protección, regulación... y entradas y salidas, tanto analógicas como digitales. Además se incluye el interfaz de comunicaciones con buses u otros dispositivos de control y usuario. Como dijo (Calvo, 2010).

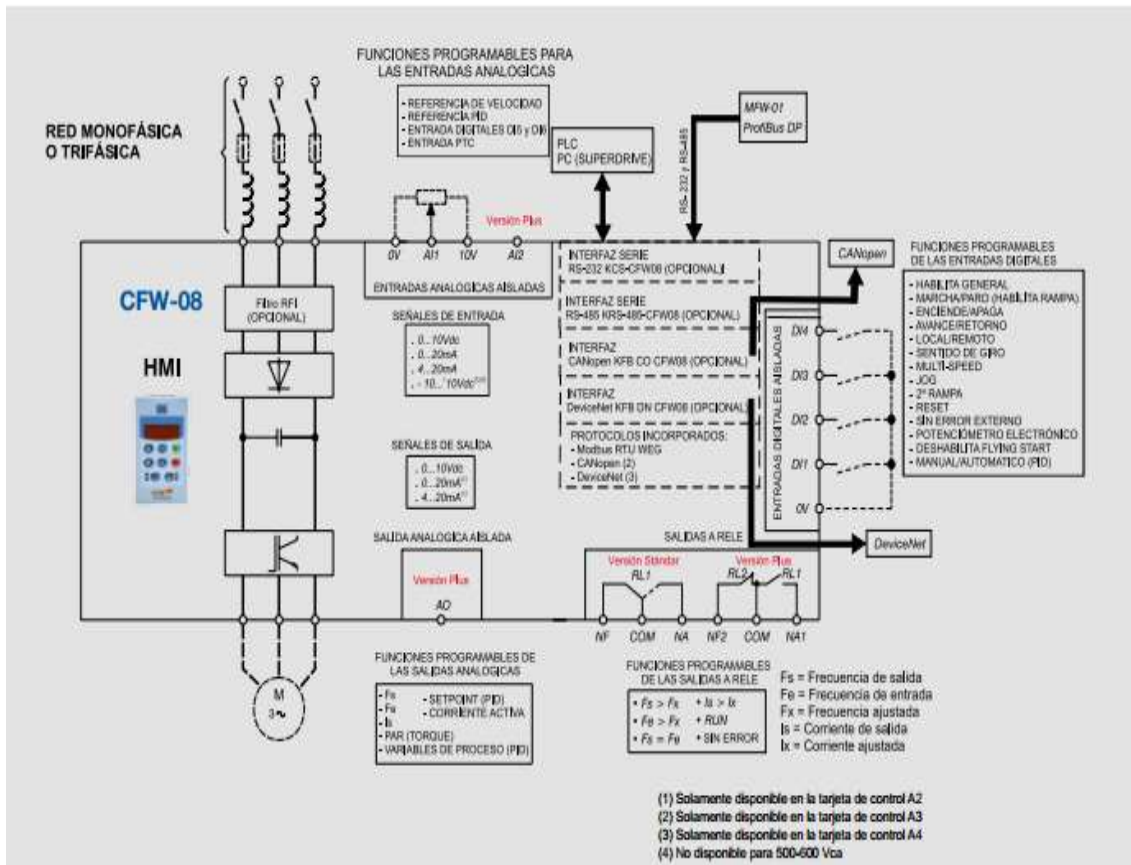


Figura 9. Diagrama en bloques de un variador.

Por: WEG (2009). Automatización convertidores de frecuencia. Recuperado de: <http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-cfw-08-convertidores-de-frecuencia-1033-catalogo-espanol.pdf>

2.2.6. PLC

Es un dispositivo electrónico programable diseñado para ser utilizado en un entorno industrial (hostil), el cual está compuesto de una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones orientadas al usuario, para implantar soluciones específicas tales como funciones lógicas, secuencias, temporizadores, recuentos y funciones aritméticas, con el fin de controlar mediante entradas y salidas, digitales y analógicas diversos tipos de máquinas o procesos, según (Mateos, 2001).

AP= PLC.

Autómata programable= Programmable Logic Controller.



Figura 10. PLC S7-1200.

Por: SIEMENS (2015). CPU S7-1200. Recuperado de:

https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/press/img_prensa/Pages/Siemens_lanza_controlador_industrial.aspx

2.2.7. HMI

Es una interfaz que ayuda a la interacción entre un humano y una máquina, las cuales pueden ir desde los paneles de control para plantas nucleares hasta botones de entrada en un celular. Una interfaz hombre maquina es la que permite que el usuario u operador del sistema de control o supervisión, interactúe con los procesos.

Dos componentes son necesarios en una interfaz hombre maquina:

- La entrada de un usuario humano necesita de algún medio para decirle a la máquina que hacer, hacerle peticiones o ajustarla.
- La interfaz requiere de una salida, que le permita a la máquina mantener al usuario actualizado acerca del progreso de los procesos, o la ejecución de comandos en unos espacios físicos.

Una adecuada interfaz hombre maquina busca, en primer lugar obtener el estado del proceso de un vistazo. Se persigue entonces:

- Captar la situación en forma rápida.
- Crear condiciones para la toma de decisiones correctas.
- Que los equipos se utilicen en forma óptima y segura.
- Garantiza la confiabilidad al máximo.
- Cambiar con facilidad los niveles de actividades del operador.

2.2.7.1. Características básicas de las HMI.

Las características esenciales que se realizan en la comunicación hombre máquina son:

- Indicación del estado del proceso: Para ello se pueden utilizar: equipos convencionales, terminales de video, impresoras, registradoras, diodos emisores de luz (LED). Para la selección en pantallas se pueden emplear: mouse, teclado, lápiz óptico, touchscreen.
- Tratamiento e indicación de alarmas (Buscan informar al operador de una situación anormal): Las alarmas pueden representar:
 - En la propia pantalla, mediante símbolos que aparecen intermitentemente, cambios repetidos de color en el nombre de alguna variable o grupo, intermitencia de textos, mensajes, etc.
 - Mediante el uso de videos específicos.
 - Mediante indicación sonora.
 - Utilizando impresoras para imprimir los mensajes de alarma.
- Ejecución de acciones de mando: Estas se pueden realizar por técnicas convencionales (pulsadores, interruptores, potenciómetros, etc.), o mediante teclados, lápiz óptico, mouse, pantallas táctiles, etc.

Las características del puesto de mando deben estudiarse cuidadosamente. Con el puesto de mando se debe buscar comodidad para el operador: temperatura estable, presión atmosférica ligeramente superior al exterior, muebles cómodos y funcionales, buena iluminación.

2.2.7.2. Tipos de HMI.

Que la interfaz de manipulación directa es el nombre de una clase general de interfaces de usuario, que permiten a los usuarios manipular los objetos que se les presenten, con las acciones que correspondan al menos vagamente con el mundo físico.

Los siguientes tipos de interfaz de usuario son los más comunes:

- Las interfaces gráficas de usuarios (GUI) aceptan la entrada a través de un dispositivo como el teclado de la computadora y el ratón, y proporcionar una salida gráfica en la pantalla del ordenador. Hay por lo menos dos principios diferentes utilizados en el diseño de interfaz gráfica de usuarios: Interfaces de usuario orientada a objetos (OOUIs) e Interfaces orientadas a aplicaciones.
- Interfaces basadas en web de usuario o interfaces de usuario web (IUF), son una subclase de interfaces gráficas de usuario que aceptan una entrada y proporcionar una salida mediante las páginas web que se transmiten a través de internet y vistos por el usuario mediante un navegador web.
- Las pantallas táctiles son dispositivos que aceptan una entrada a través del tacto de los dedos o un lápiz. Se utiliza en una amplia cantidad de dispositivos móviles y muchos tipos de punto de venta, procesos industriales y máquinas, máquinas de autoservicio.
- Las interfaces de línea de comandos, donde el usuario proporciona la entrada al escribir una cadena de comando con el teclado del ordenador y el sistema proporciona una salida de impresión de texto en la pantalla del ordenador. Utilizado por los programadores y administradores de sistema, en los ambientes científicos y de ingeniería, y por los usuarios de computadoras personales de tecnología avanzada.
- Las interfaces de voz del usuario, que acepta la entrada y proporcionar una salida mediante la generación de mensaje de voz. La entrada del usuario se realiza pulsando las teclas o botones, o responder verbalmente a la interfaz, como indican (Arenas, Castilla, & Rojas, 2012).

2.2.8. SCADA.

Los sistemas SCADA originalmente se diseñaron para cubrir las necesidades de un sistema de control centralizado, sobre procesos o complejos industriales distribuidos sobre áreas geográficas muy extensas. Tal es así que en la definición clásica de un sistema SCADA se hace referencia a esta característica.

2.2.8.1. Definición.

SCADA viene de las siglas: “Supervisory Control And Data Acquisition”, es decir: hace referencia a un sistema de adquisición de datos y control supervisor. Tradicionalmente se define a un SCADA como un sistema que permite supervisar una planta o proceso por medio de una estación central que hace de Master (llamada también estación maestra o unidad terminal maestra, MTU) y una o varias unidades remotas (generalmente RTUs) por medio de las cuales se hace el control/ adquisición de datos hacia/desde el campo.

Si bien las topologías que sobre las que se sustentan los sistemas SCADA se han adecuado a los servicios de los sistemas operativos y protocolos actuales, las funciones de adquisición de datos y supervisión no han variado mucho respecto a las que proponían en sus inicios, según (Corrales, 2007).

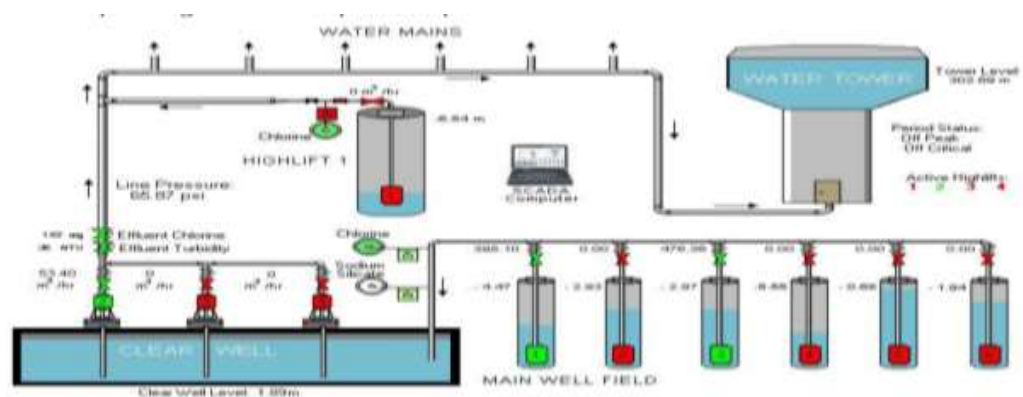


Figura 11. Ejemplo de una HMI de un sistema SCADA.

Por: Corrales, L. (2007). Sistema SCADA. Recuperado de:

<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10020/2/PARTE%202.pdf>

2.2.9. LABVIEW

Es un entorno de desarrollo integrado que se especializa en informática Industrial y científica. Su particularidad es que se basa en el lenguaje G (G por Gráfico), creada por Nacional Instrumentos que es enteramente gráfica. Permite el desarrollo de programas informáticos complejos facilitando al mismo tiempo la programación y en consecuencia disminuir los plazos de desarrollo. Gracias a sus librerías de funciones decididas a la adquisición de datos, la instrumentación, al análisis matemático de las mediciones y la visualización, LABVIEW se dedica especialmente a los bancos de pruebas y mediciones. También es especialmente conveniente a la informática Industrial y científica, con lo se podrá utilizar en el desarrollo de:

- Software para Windows, UNIX/Linux o Mac, Windows Mobile o Palm OS.
- Librería (Dll, Archivo X, .NET).
- Controles de instrumentos.
- Componentes embarcados.
- Componentes tiempo real.
- Tarjetas FPGA.

LABVIEW no se programa con líneas de códigos o con una sintaxis compleja sino que la programación se hace por medio de iconos los cuales representan funcionalidades, ligados entre ellos por cables quienes representan los flujos de datos. Como indicó (Jolly, 2006).



Figura 12. Símbolo del software de Labview.

Por: National Instruments (2015). Labview Logo. Recuperado de:
<http://www.ni.com/labview/esa/>

CAPÍTULO III

3. IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.

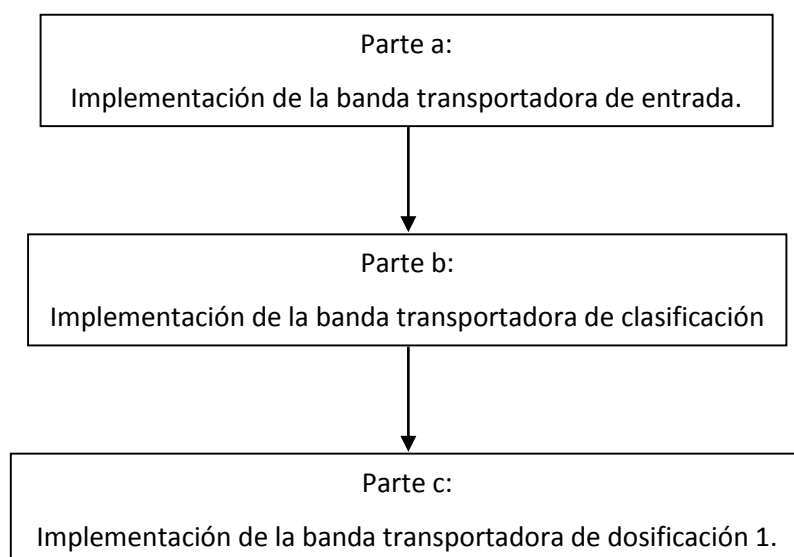
3.1. Breve reseña.

La implementación del proyecto consta de dos partes, la primera que es: la estructura mecánica (maqueta) y la segunda parte que se refiere al sistema eléctrico. Las cuales fueron diseñadas a la necesidad de un proceso innovador para que los estudiantes puedan realizar y analizar sus prácticas en las materias de automatismo 1 y 2.

3.2. Construcción del proyecto.

3.2.1. Construcción mecánica:

En la construcción mecánica del prototipo didáctico se consideró un sistema de transmisión de movimiento, por medio de una serie de bandas transportadoras que ayudará a transportar los envases metálicos de un sector a otro. A continuación voy a enumerar las etapas de la construcción del prototipo, en el siguiente cuadro sinóptico:



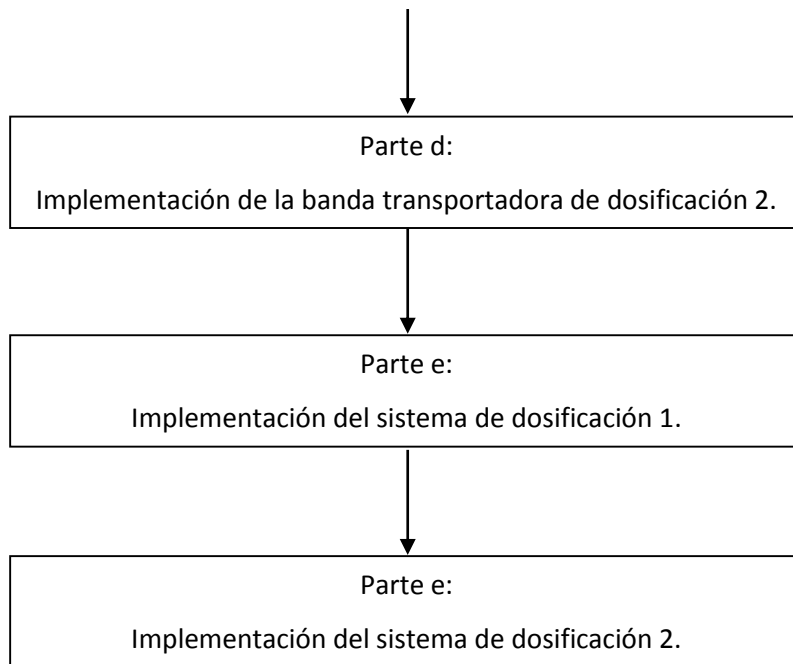


Figura 13. Secuencia de construcción mecánica.
Por: El Autor.

3.2.1.1. Desarrollo de la construcción.

El siguiente desarrollo explicativo de la implementación de la banda transportadora es común para todas las existentes en el sistema, por esta razón solo se detallará el ensamblaje de la banda transportadora de entrada.

Además también se detalla el montaje de los sistemas de dosificación.

3.2.1.1.1. Banda transportadora de entrada.

A continuación se detallan los pasos para armar el sistema transportador de envases:

1. Seleccionar el tipo de envase metálico.
2. Toma de medidas del envase metálico, diámetro del envase es 100mm.



Figura 14. Envase metálico pequeño.
Por: El Autor.

3. Definir la longitud del ancho de la banda transportadora, el ancho de la misma es de 120mm.



Figura 15. Envase metálico mediano.
Por: El Autor.

4. Rectificar los templadores de Nylon de 4" y de 3" lateralmente en ambas caras una circunferencia de 35mm.
5. Ensamblar los rodamientos en sus respectivos ejes de transmisión.



Figura 16. Rodillo guía.
Por: El Autor.

6. Cortar y soldar las bases estructurales del sistema.
7. Construir un sistema de calibración para los templadores de la banda.
8. Soldar el sistema de calibración de los templadores a la estructura laterales del sistema.
9. Instalar un esparrago a través de los templadores de calibración de las bandas.



Figura 17. Sistema de Fijación de los templadores.
Por: El Autor.

10. Fijar los ejes de transmisión en las bases estructurales del sistema.
11. Instalar la chumacera de pared al eje de transmisión principal.

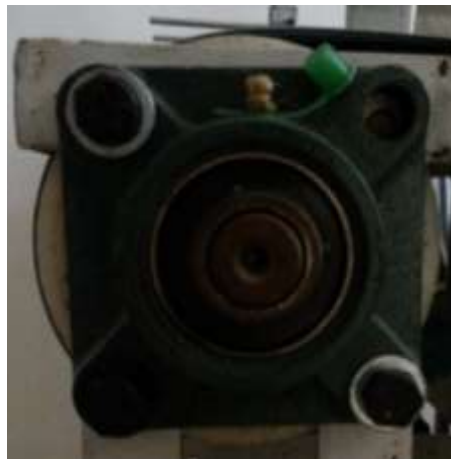


Figura 18. Chumacera de pared.
Por: El Autor.

12. Instalar el piñón al eje de la chumacera.



Figura 19. Piñón acoplado en la chumacera de pared.
Por: El Autor.

13. Fijar motor asíncrono en las bases de la banda transportadora de entrada.

14. Instalar el piñón en el eje del motor.



Figura 20. Motor asíncrono.
Por: El Autor.

15. Instalar la cadena entre el piñón de la chumacera y el piñón del motor.



Figura 21. Montaje de la cadena de transmisión entre el sistema de transportador y el motor asíncrono.

Por: El Autor.

16. Instalar la guarda de protección.



Figura 22. Instalación de la guarda de seguridad.

Por: El Autor.

3.2.1.1.2. Sistema dosificación 1

A continuación se detallan los pasos para ensamblar el sistema dosificación de envases:

1. Finalizar la construcción del transportador de dosificación derecho.
2. Seleccionar el tipo de fluido a dosificar.
3. Escoger el tipo de sensor que mida la altura de dosificado en el envase.



Figura 23. Sensor Ultrasónico con salida analógica 0-10Vdc.
Por: El Autor.

4. Determinar el volumen del reservorio, las cuales sus medidas son: 29 X 19 X 22cm.



Figura 24. Reservorio para el llenado.
Por: El Autor.

5. Determinar la ubicación del tanque en la planta de dosificado. La cual está instalado en la parte central de la maqueta entre el sistema transportador de dosificado derecho e izquierdo.
6. Cortar y soldar material para la construcción de la base del reservorio.
7. Determinar ubicación de la bomba de dosificado. La cual está instalada en la parte inferior del tanque.



Figura 25. Bomba de agua.
Por: El Autor.

8. Instalar universal entre el tanque y la bomba.
9. Instalar accesorios tales como: codo, reductores, etc. Entre la bomba y las válvulas de paso de dosificado.



Figura 26. Sistema dosificador.
Por: El Autor.

10. Instalación de un sistema calibración para el sensor analógico de llenado.



Figura 27. Sistema de calibración del sensor analógico.
Por: El Autor.

3.2.2. Implementación del sistema eléctrico.

Etapas a seguir:

- Seleccionar y ubicar los tipos de sensores inductivos, reflectivos y ultrasónico.
- Ubicación de los motores.
- Selección y ubicación del encoder incremental.
- Selección de equipos electrónicos.
- Diseñar y construir el tablero de control.
- Diseño y ubicación del tablero “entradas/salidas”.

A continuación se detallan cada una de las etapas de implementación del sistema eléctrico:

3.2.2.1. Selección y ubicación de los sensores inductivos, reflectivos y ultrasónico.

Dos de los tres sensores que se utilizan en el prototipo son inductivos y reflectivos, porque estos tipos de sensores detectan la presencia de un cuerpo metálico. La ubicación de los sensores es la siguiente:

S1:

Tipo: Sensor Inductivo.

Ubicación: En el extremo inicial del sistema alimentador de envases.

S2:

Tipo: Sensor Inductivo.

Ubicación: En el extremo inicial del sistema alimentador de envases.

S3:

Tipo: Sensor Reflectivo.

Ubicación: En el extremo final del sistema alimentador de envases.

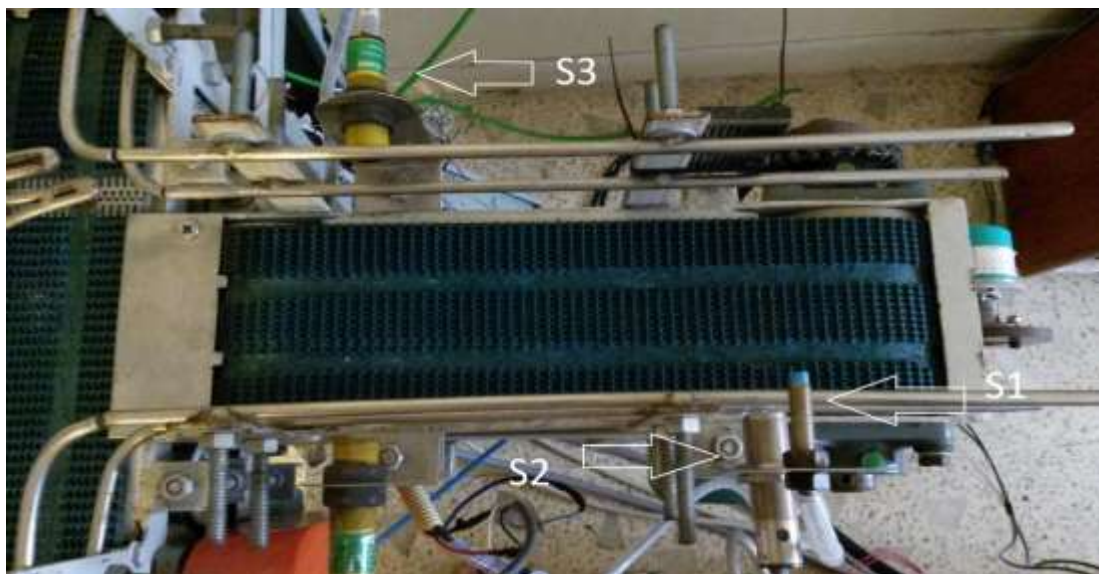


Figura 28. Ubicación de los sensores en el sistema alimentador de envases.
Por: El Autor.

S4:

Tipo: Sensor Inductivo.

Ubicación: En medio del sistema clasificador de envase.

S5:

Tipo: Sensor Inductivo.

Ubicación: En medio del sistema clasificador de envase.

S6:

Tipo: Sensor Reflectivo.

Ubicación: En el extremo inicial del sistema de dosificado izquierdo.

S7:

Tipo: Sensor Reflectivo.

Ubicación: En el extremo inicial del sistema de dosificado derecho.

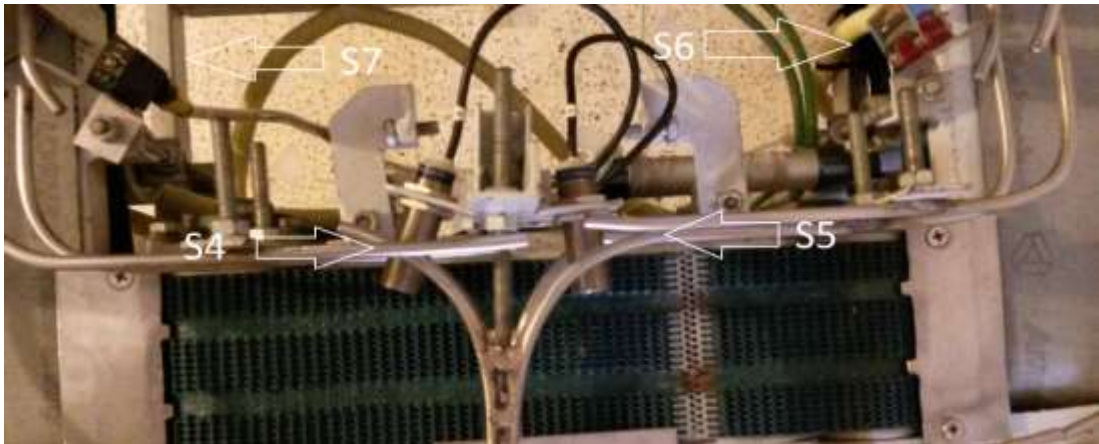


Figura 29. Ubicación de los sensores en el sistema clasificador de envases y en el sistema de dosificado derecho e izquierdo.

Por: El Autor.

S8:

Tipo: Sensor Reflectivo.

Ubicación: En el extremo final del sistema de dosificado derecho.

S9:

Tipo: Sensor Reflectivo.

Ubicación: En el extremo final del sistema de dosificado derecho.

S10:

Tipo: Sensor Reflectivo.

Ubicación: En el extremo final del sistema de dosificado derecho.

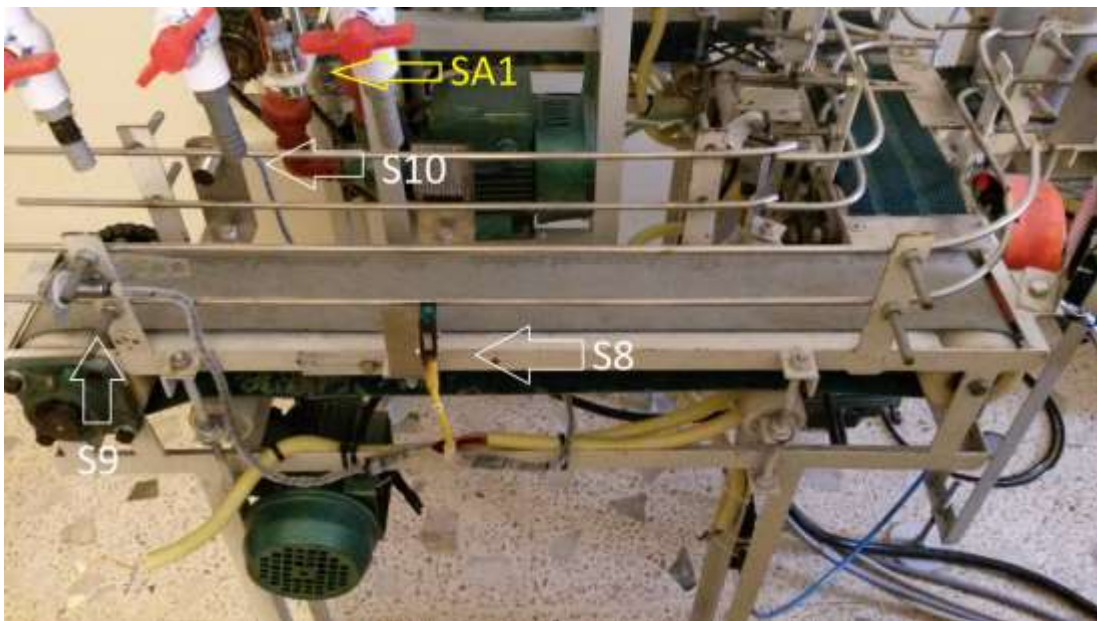


Figura 30. Ubicación de los sensores en el sistema de dosificado derecho.
Por: El Autor.

S11:

Tipo: Sensor Reflectivo.

Ubicación: En el extremo final del sistema de dosificado izquierdo.

S12:

Tipo: Sensor Reflectivo.

Ubicación: En el extremo final del sistema de dosificado izquierdo.

S13:

Tipo: Sensor Reflectivo.

Ubicación: En el extremo final del sistema de dosificado izquierdo.



Figura 31. Ubicación de los sensores en el sistema de dosificado izquierdo.
Por: El Autor.

Y el otro sensor que se utilizó en el prototipo es el sensor ultrasónico, porque este tipo de sensor mide el nivel de llenado de cualquier sólido o líquido. La ubicación de los sensores es la siguiente:

SA1:

Tipo: Sensor Ultrasónico.

Ubicación: En la parte superior del sistema de dosificado derecho, como lo muestra la figura 30.

SA2:

Tipo: Sensor Ultrasónico.

Ubicación: En la parte superior del sistema de dosificado izquierdo, como lo muestra la figura 31.

Los Anexos 3, 4 y 5 contienen especificaciones técnicas de los equipos antes mencionados.

3.2.2.2. Ubicación de los motores.

Se los instaló en las bases de apoyo de la maqueta, para aprovechar menos desplazamiento posible en las cadenas de transmisión.

M1: En la parte inferior inicial del sistema alimentador de envase.



Figura 32. Motor del sistema alimentador de envase.
Por: El Autor.

M2: En la parte inferior del sistema clasificador de envase.



Figura 33. Motor del sistema clasificador de envase.
Por: El Autor.

M3: En la parte inferior final del sistema dosificador derecho.

M4: En la parte inferior final del sistema dosificador izquierdo.



Figura 34. Motor derecho e izquierdo del sistema dosificador de envases.
Por: El Autor.

En el Anexo 6 se detalla las especificaciones técnicas de los motores.

3.2.2.3. Selección y ubicación del encoder.

Se utiliza un encoder incremental debido a que proporciona datos de lectura de la velocidad lineal cuando el sistema transportador de entrada de envase está trabajando. Está instalado en el sistema transportador antes mencionado, como lo muestra la figura a continuación y en el Anexo 7 se especificará las especificaciones técnicas del equipo.

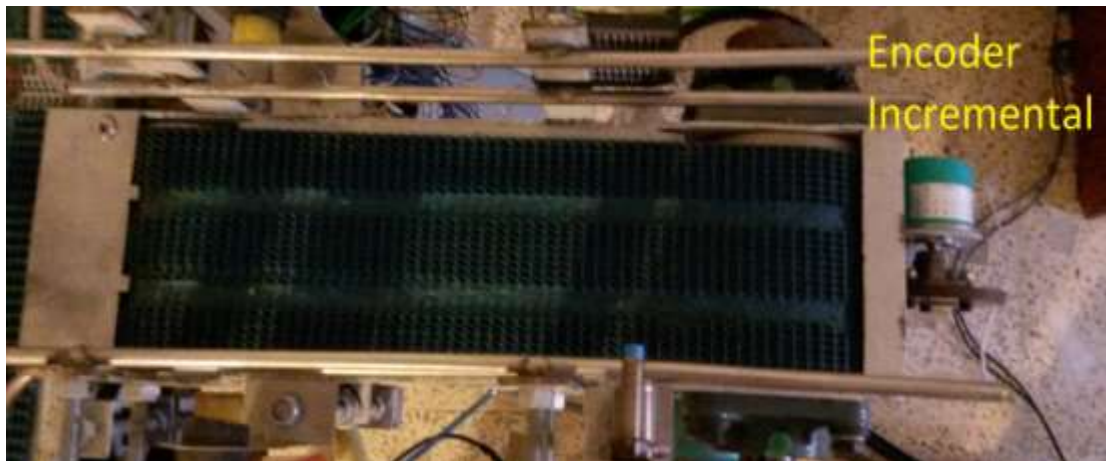


Figura 35. Ubicación del encoder incremental.
Por: El Autor.

3.2.2.4. Selección de equipos electrónicos.

Para esta selección se discutió varios conceptos que iban relacionados en la destreza y aprendizaje que el alumno iba a recibir versus el costo de estos equipos. A continuación detallo los siguientes puntos que se consideró para su selección:

- Se escogió la marca siemens porque la Universidad Politécnica Salesiana tiene su metodología de enseñanza con estos equipos.
- Controladores:
 - Marca siemens, familia s7-1200, modelo CPU1212AC/DC/RLY.
 - Marca siemens, familia Logo!, modelo 12/24RCE versión Ethernet.



Figura 36. Equipo S7-1200 y Logo Ethernet.
Por: SIEMENS (2015). Fotografía del Logo y PLC's S7-1200.

- HMI:
 - Marca siemens, familia basic panel, modelo KTP 600PN mono.



Figura 37. HMI KTP 600 PN.
Por: SIEMENS (2015). Fotografía del HMI KTP 600 PN monocromática.

En los Anexos 9, 10 Y 11 se encontrará las especificaciones técnicas de los equipos.

3.2.2.5. Diseño y construcción del tablero de control.

Para el diseño se consideró el tamaño constructivo de PLC'S, HMI, contactores, relays, entradas al proceso que están instaladas en el tablero como: focos led's, selectores, etc. y los sensores: analógicos y digitales que están instalados en el prototipo, número del calibre del conductor para la etapa de control y fuerza. Una vez culminado con la selección de las partes antes mencionadas, comenzamos a tomar medidas de los equipos, elementos actuadores y las entradas.

Por esta razón se diseñó el tablero de control con las medidas de: ancho 1.05 metros, largo 1.05 metros y profundidad 0.3 metros. Posterior a eso se construyó una base al tablero de control para el montaje y desmontaje del mismo, y está ubicado en la parte lateral derecha de la planta, en el anexo se encontrará los planos de construcción mecánicos.

En el anexo 12 se encontrará los planos de construcción del tablero del control.



Figura 38. Tablero de control.
Por: El Autor.

3.2.2.6. Diseño y ubicación del tablero “entradas/salidas”.

Es un sistema modular donde se reciben y envían las señales de entrada y salida del sistema.

Su ubicación está en la parte lateral inferior de la banda de dosificación izquierda.

En el anexo 13 se encontrará los planos de construcción del tablero “entrada /salida”.

CAPÍTULO IV

4. FUNCIONAMIENTO Y PROGRAMACIÓN DEL PROTOTIPO.

4.1. Funcionamiento del prototipo.

El prototipo de manera general consta de cuatro sistema de transportadores, dos sistema de dosificado y un panel de control. A continuación se detallará el funcionamiento del prototipo:

En el panel de control el operador puede poner el sistema en dos modos que son:

- Manual: Se puede encender y apagar cada una de las bombas de agua, pistón neumático, motores alternos y continuos que integran la maqueta didáctica.
- Automático: El sistema está gobernado por el algoritmo de control que está cargado en el PLC. A continuación se especificará el funcionamiento del mismo y para su mayor comprensión se detallará primero el funcionamiento del sistema con el envase pequeño y luego con el envase mediano:

El sensor “S2” cuando ve la presencia del envase pequeño manda activar la bobina 2 de la electroválvula 1, la cual hace que el embolo del pistón neumático corra del punto A al punto B con eso realiza que el envase pequeño se dirija a su sistema de dosificado 1 y también energiza el motor de la banda transportadora de entrada para que el envase se mueva a la banda transportadora de clasificación, cuando el sensor “S5” ve la presencia del envase pequeño activa la banda de clasificación izquierda y desactiva la banda de entrada y hace que el envase pequeño se dirija al sistema de dosificación 1 que queda en el lado izquierda de la máquina, cuando el “S6” ve la presencia del envase desactiva la banda de clasificación izquierda y energiza la banda de dosificación de envases pequeños, la cual va estar energizada hasta cuando el sensor “S13” vea la presencia del envase pequeño y desactive la banda. Al volver a ingresar un envase pequeño el sistema realiza el mismo procedimiento en la banda transportadora de entrada, pistón neumático y en la banda de clasificación izquierda

pero cuando el segundo envase pequeño pasa por el sensor “S6” vuelve a encender la banda de dosificación de envases pequeños y este pasa por el sensor “S11”, el cual manda apagar después de un tiempo la misma banda. Después se pasa el último envase pequeño y otra vez se repite la secuencia de encendido y apagado del pistón neumático, bandas transportadoras de entrada y clasificación izquierda, pero cuando el envase pasa por el sensor “S6” enciende de nuevo la banda de dosificación de envases pequeños y cuando el sensor “S11” ve la presencia del envase pequeño manda a parar la banda.

El sensor “S1” y “S2” cuando ve la presencia del envase mediano manda activar la bobina 1 de la electroválvula 1, la cual hace que el embolo del pistón neumático corra del punto B al punto A con eso realiza que el envase mediano se dirija a su sistema de dosificado 2 y también energiza el motor de la banda transportadora de entrada para que el envase se mueva a la banda transportadora de clasificación, cuando el sensor “S4” ve la presencia del envase mediano activa la banda de clasificación derecha y desactiva la banda de entrada y hace que el envase mediano se dirija al sistema de dosificación 2 que queda en el lado derecho de la máquina, cuando el “S7” ve la presencia del envase desactiva la banda de clasificación derecha y energiza la banda de dosificación de envases medianos, la cual va estar energizada hasta cuando el sensor “S10” vea la presencia del envase mediano y desactive la banda. Al volver a ingresar un envase mediano el sistema realiza el mismo procedimiento en la banda transportadora de entrada, pistón neumático y en la banda de clasificación derecha pero cuando el segundo envase pequeño pasa por el sensor “S7” vuelve a encender la banda de dosificación de envases medianos y este pasa por el sensor “S8”, el cual manda apagar después de un tiempo la misma banda. Después se pasa el último envase mediano y otra vez se repite la secuencia de encendido y apagado del pistón neumático, bandas transportadoras de entrada y clasificación derecha, pero cuando el envase pasa por el sensor “S7” enciende de nuevo la banda de dosificación de envases mediano y cuando el sensor “S8” ve la presencia del envase mediano manda a parar la banda.

Luego cuando los tres envases pequeños y medianos están en su respectiva ubicación para su dosificado se energizan las dos bombas de dosificación y el control PID gobernará el dosificado en cada estación de llenado; el cual trabajará de la siguiente manera: cuando el sensor analógico 1 vea el envase vacío el hará que la bomba trabaje al 100% de su capacidad y conforme vaya subiendo el nivel del líquido bajara la velocidad de la bomba y cuando el nivel del líquido sea igual o superior al SETPOINT la velocidad de la bomba será igual a cero y se encenderá una luz piloto que indicará que la botella se dosificó.

En los dos sistemas de dosificación se instaló válvulas manuales de paso que nos ayudaran como perturbación al control PID.

4.2. Programación del prototipo.

4.2.1. Levantamiento de la red.

En esta parte depende del tipo de hardware que tiene incorporado los equipos, tales como por ejemplo: PLC`S, HMI y PC. Por esta razón se consideró la comunicación Ethernet, la cual es conocida en el ámbito industrial como PROFINET. A continuación vamos describir los equipos a utilizar:

- El PLC`S que es utilizado es una CPU 1212C AC/DC/RLY, que pertenece a la familia S7-1200, el cual tiene incorporado un puerto de comunicación PROFINET.
- El PLC que es utilizado como esclavo es un LOGO! 230RCE Ethernet, que pertenece a la familia LOGO!, el cual tiene incorporado un puerto de comunicación Ethernet.
- El HMI que es utilizado es una KTP600 PN monocromática, que pertenece a la familia KTP, la cual tiene incorporado un puerto de comunicación PROFINET.
- La PC de escritorio que será utilizada tiene incorporado un puerto de comunicación Ethernet.

- En esta implementación de red, también se realizó un enlace de red maestro-esclavo, donde el maestro es el PLC`S S7-1200 y el esclavo es LOGO! RCE230.

Los software que serán utilizados para el levantamiento de la red industrial Ethernet y posteriormente la programación para cada uno de los equipos son: TIA PORTAL, LOGO SOFT v7 y LABVIEW.

4.2.1.1. Desarrollo de la red PROFINET.

4.2.1.1.1. Levantamiento de los equipos virtuales.

Consiste en crear virtualmente al equipo para luego ingresarle atributos de red, y después programarlo.

4.2.1.1.2. Creación del PLC virtual.

Abrir el programa TIA PORTAL.



Figura 39. Inicialización del TIA PORTAL.
Por: SIEMENS (2015). TIA PORTAL.

Asignación del nombre del proyecto, la ruta donde se desea guardar el proyecto, asignación del nombre del autor y detalle de cualquier descripción del programa.

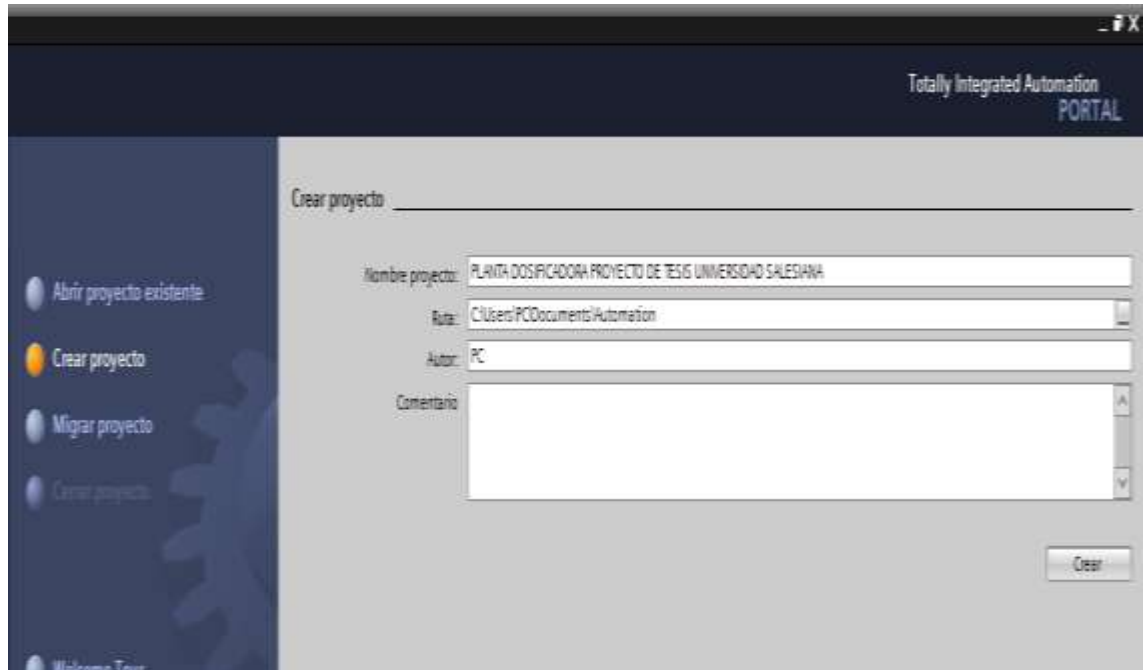


Figura 40. Edición de segmentos para la creación de proyectos.
Por: El Autor.

Hacer click en la opción CREAR.

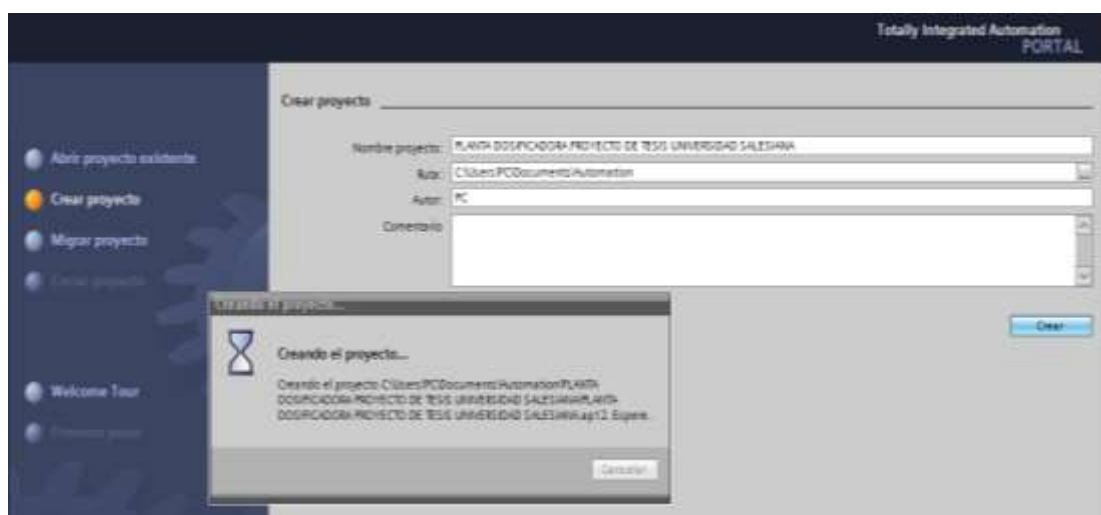


Figura 41. Creación del proyecto nuevo.
Por: El Autor.

Luego que haya terminado de inicializar el proyecto, se abre una ventana donde se puede seleccionar el controlador que tenemos físicamente. A continuación se desglosa los pasos a seguir para la selección del PLC'S:

- Dispositivos y redes
- Agregar dispositivos
- Controladores
- SIMATIC S7-1200
- CPU
- CPU 1212C AC/DC/RLY
- 6ES7 212-1BE31-0XB0
- Agregar.

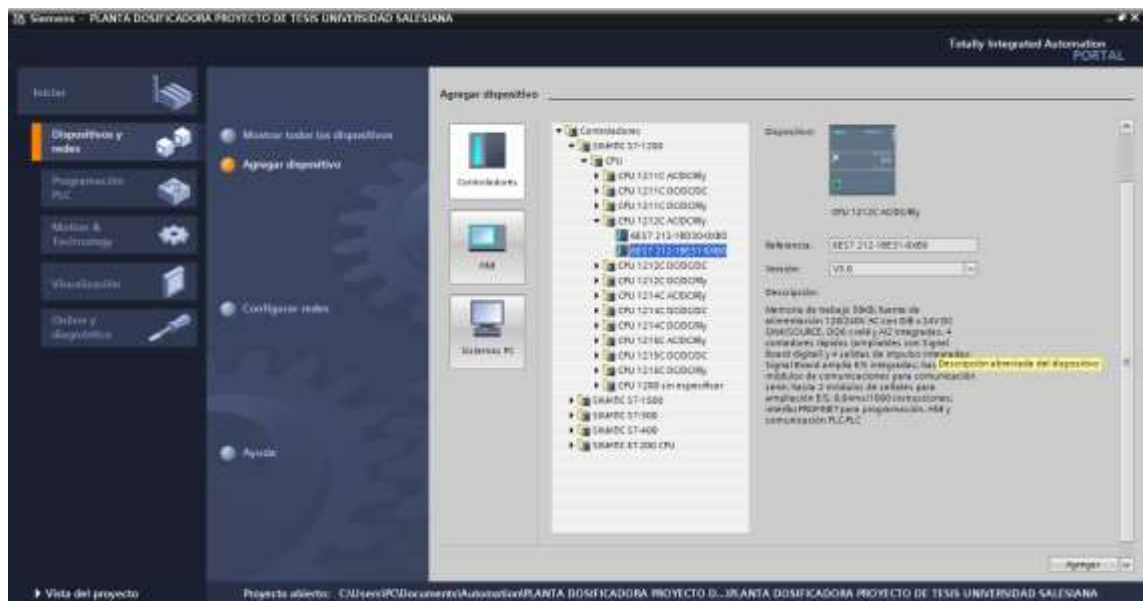


Figura 42. Selección de Equipos.
Por: SIEMENS (2015). TIA PORTAL.

Finalizamos la creación del controlador.

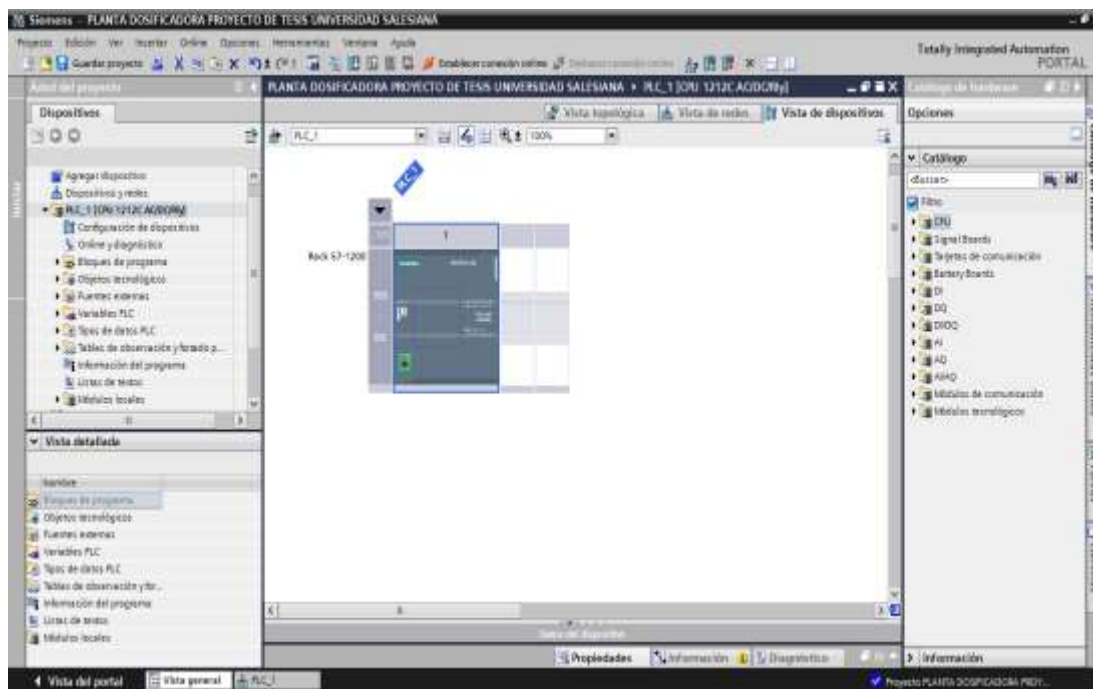


Figura 43. Entorno del programa TIA PORTAL.
Por: El Autor.

4.2.1.1.3. Creación Del HMI Virtual.

Una vez creado el PLC, inmediatamente se comienza con la creación del HMI siguiendo las instrucciones indicadas:

Procedemos a dar click en:

- Dispositivos y redes.
- Vista de redes.
- HMI.
- 6” Display.
- KTP600 basic mono Profinet.
- Enter.

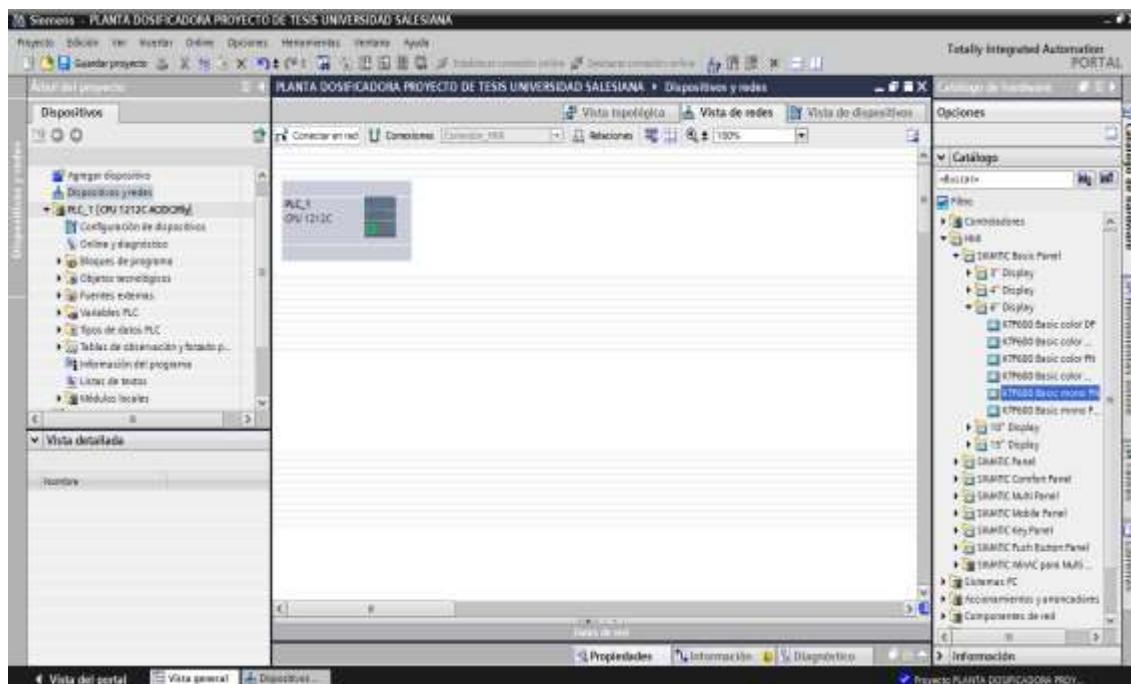


Figura 44. Selección del HMI.
 Por: El Autor.

Finalizamos la creación del HMI.

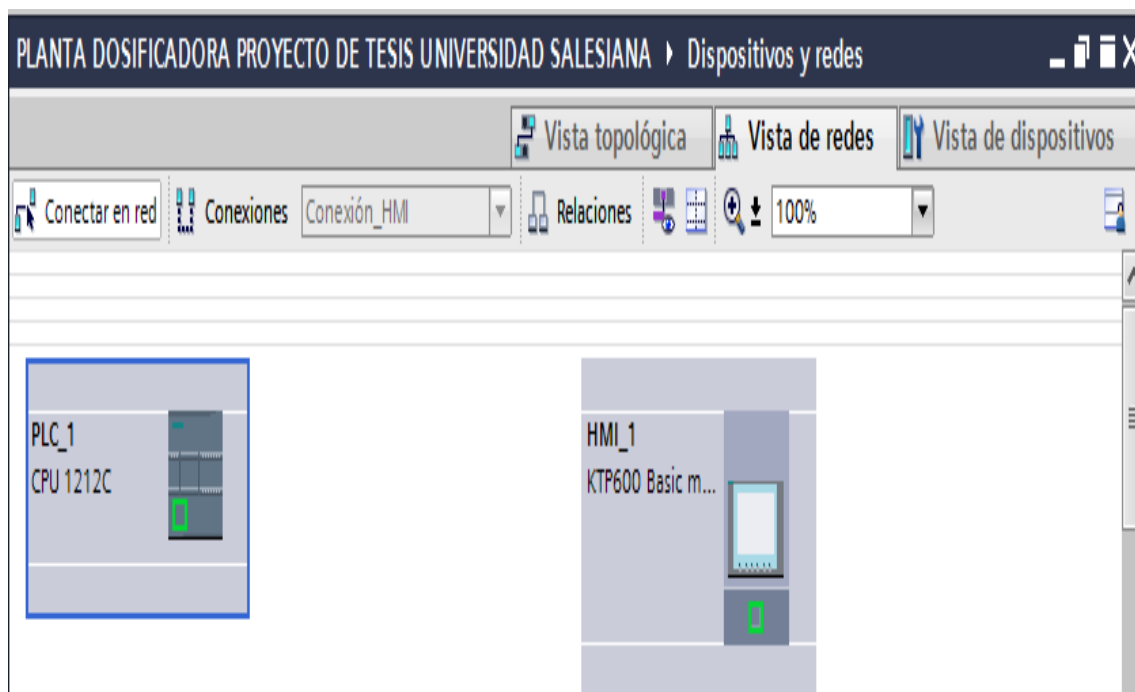


Figura 45. Hardware del HMI creado.
 Por: El Autor.

4.2.1.1.4. Creación del LOGO Virtual.

Abrir el programa Logo Soft!



Figura 46. Plataforma del LOGO SOFT.
Por: SIEMENS (2015). LOGO SOFT CONFORT.

Se procede a crear un archivo nuevo, siguiendo los pasos que a continuación se enumeran:

- Archivo.
- Nuevo.
- Diagrama de funciones (FUP).



Figura 47. Creación de un nuevo programa.
Por: SIEMENS (2015). LOGO SOFT CONFORT.

El programa se ha creado con éxito.

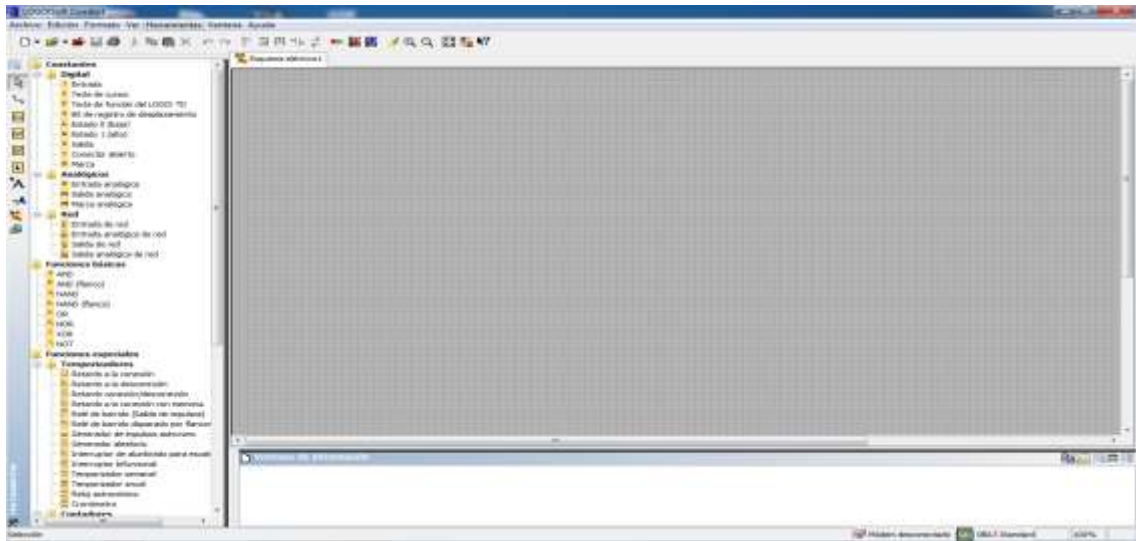


Figura 48. Plataforma de programación del LOGO SOFT.
 Por: SIEMENS (2015). LOGO SOFT CONFORT.

4.2.1.2. Asignación de IP.

Para el direccionamiento de los equipos se debe tomar en consideración que el direccionamiento de la red y la máscara debe ser igual para todos los equipos, por ese motivo se planteó una matriz con las direcciones IP de los equipos presente para que no se presente problema en el momento de transmitirse datos. A continuación desgloso las direcciones:

Tabla 2.

Direcciones IP de los dispositivos.

Ítem	Equipo	Dirección IP	Dirección mascara
1	S7-1200	192.168.0.3	255.255.255.0
2	Logo	192.168.0.15	255.255.255.0
3	HMI	192.168.0.8	255.255.255.0
4	PC	192.168.0.100	255.255.255.0

Nota: Se detalla las direcciones IP actuales de los equipos existentes.

A continuación se detalla los pasos para la asignación de las IP a cada uno de los equipos:

4.2.1.2.1. Instrucciones para programar PC.

Para poder cambiar la dirección IP de la máquina, se debe buscar en la opción “CENTRO DE REDES Y RECURSOS COMPARTIDOS”, que se encuentran en “PANEL CONTROL”, posteriormente se da click en la opción del menú vertical que se denomina “CAMBIAR CONFIGURACIÓN DEL ADAPTADOR”. Como se muestra en la figura a continuación.



Figura 49. Conexión de Área Local.
Por: Windows (2015). Sistema Operativo de Windows.

Donde se encuentran todas las conexiones de red que tiene el equipo, en este caso se seleccionará la red que menciona: “CONEXIÓN DE ÁREA LOCAL”, se realiza click derecho “PROPIEDADES”.

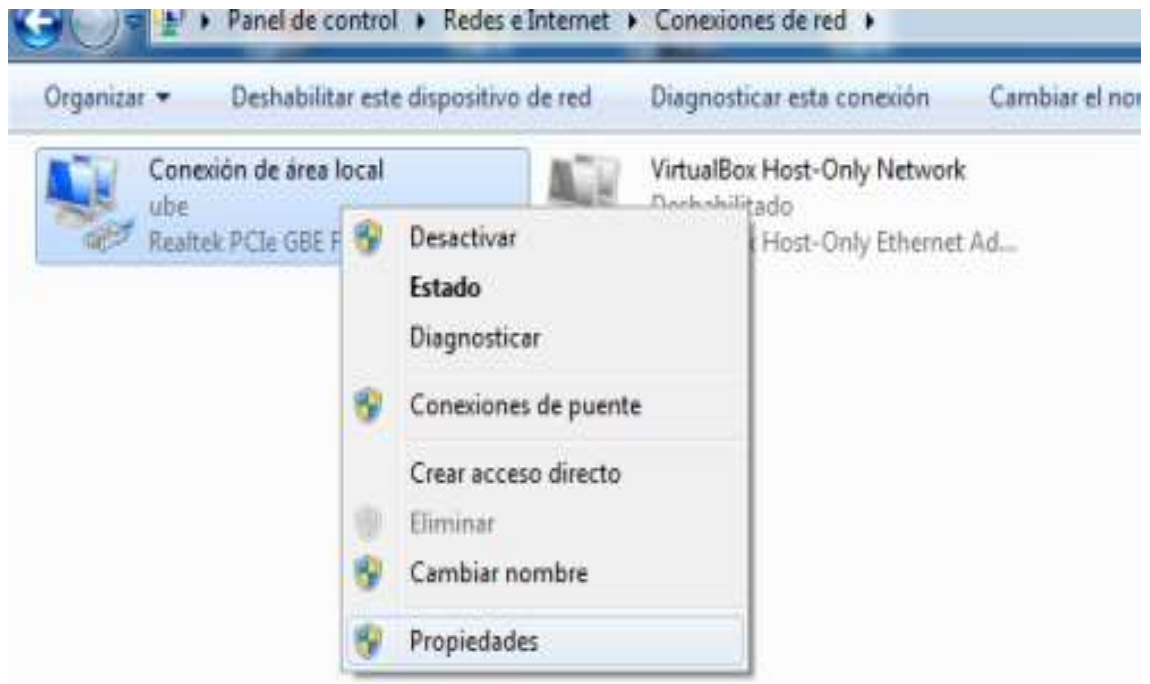


Figura 50. Configuración de Red Local.
Por: Windows (2015). Sistema Operativo Windows.

Luego se abre la ventana de: “PROPIEDADES DE CONEXIÓN DE ÁREA LOCAL”, se busca el menú de: “ESTA CONEXIÓN USA LOS SIGUIENTES ELEMENTOS” y se selecciona “PROTOCOLO DE INTERNET VERSIÓN 4 (TCP/IPV4)” y luego se da click en “PROPIEDADES”.

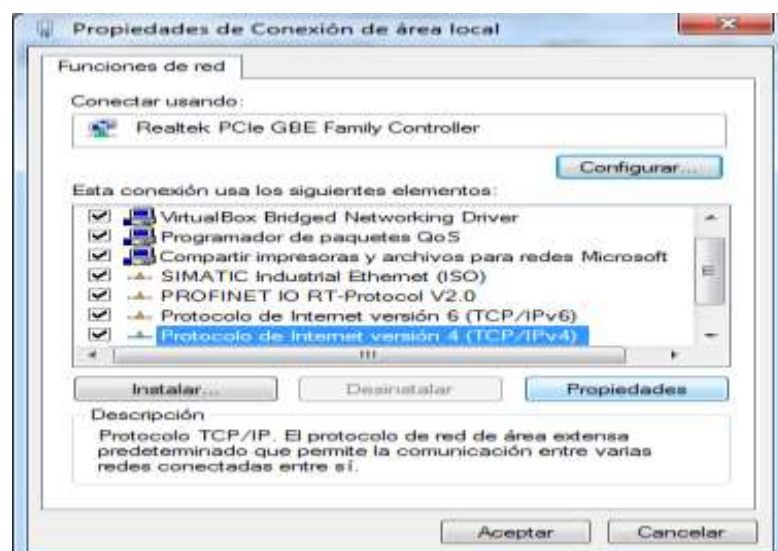


Figura 51. Ventana de propiedades de conexión de área local.
Por: Windows (2015). Sistema Operativo de Windows.

Después se abre la siguiente ventana: “PROPIEDADES PROTOCOLO DE INTERNET VERSIÓN 4(TCP/IPV4)”, se escoge la opción de: “USAR LA SIGUIENTE DIRECCIÓN IP”.

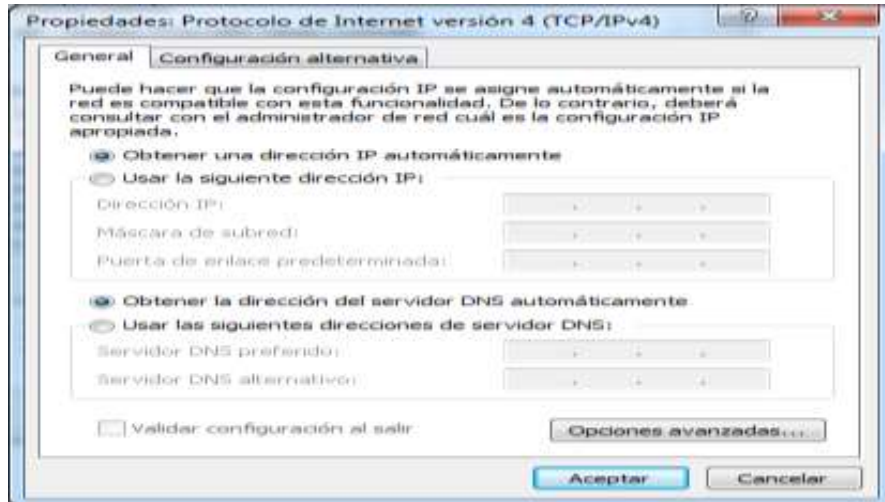


Figura 52. Propiedades de protocolo de Internet versión 4 (TCP/IPv4).
Por: Windows (2015). Sistema Operativo de Windows.

Donde se habilita las siguientes opciones que son: “DIRECCIÓN IP”, “MÁSCARA DE SUBRED” y “PUERTA DE ENLACE PREDETERMINADA”. En la cual, se ingresan la dirección IP y la máscara de subred de la PC ya definidas, después se presiona el botón de “Aceptar”.

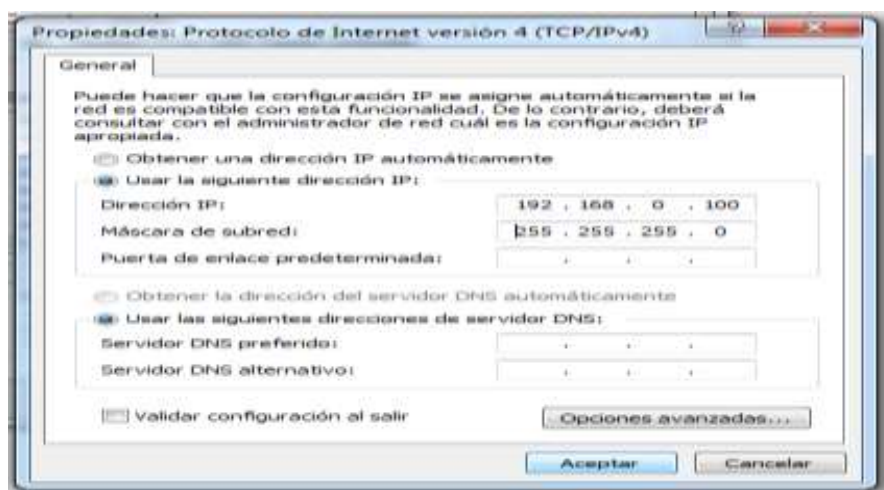


Figura 53. Modificación del IP.
Por: El Autor.

En la máquina virtual “WINDOWS7_TIAPORTAL” se establece el enlace a la red de la siguiente manera: en la opción del menú se procede a dar click en “DISPOSITIVOS”, luego se selecciona el sub menú “RED”, después se presiona “PREFERENCIA DE RED”.

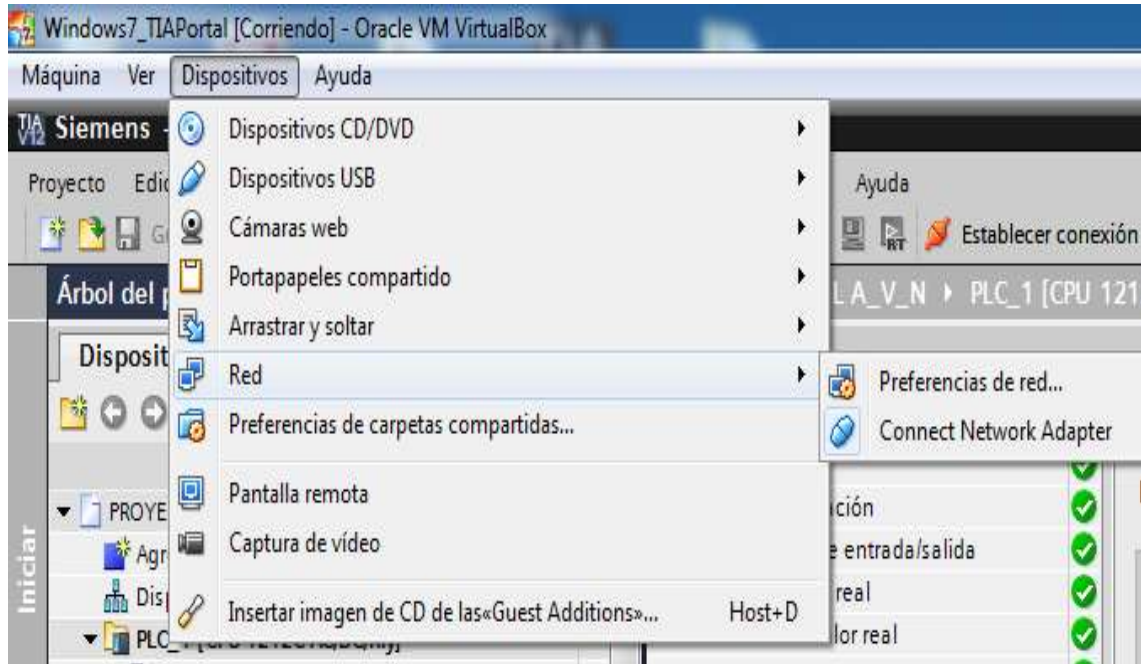


Figura 54. Propiedades de red de la máquina virtual.
Por: Windows (2015). Oracle VM VirtualBox.

4.2.1.2.2. Instrucciones para programar la Máquina Virtual.

Se abre la siguiente ventana: “WINDOWS7_TIAPORTAL_CONFIGURACIÓN” en donde se selecciona “RED”, en la cual se realiza la siguiente configuración:

- ADAPTADOR 1:
 - CONECTADO A: se debe escoger la opción “ADAPTADOR PUENTE”, con esto se realiza una conexión virtual entre la PC y la máquina virtual.
 - NOMBRE: se debe seleccionar el hardware de la PC.

- Opciones Avanzadas:
 - MODO PROMISCUO: se debe escoger la opción “PERMITIR TODO”.
 - CABLE CONECTADO: debe estar seleccionado.

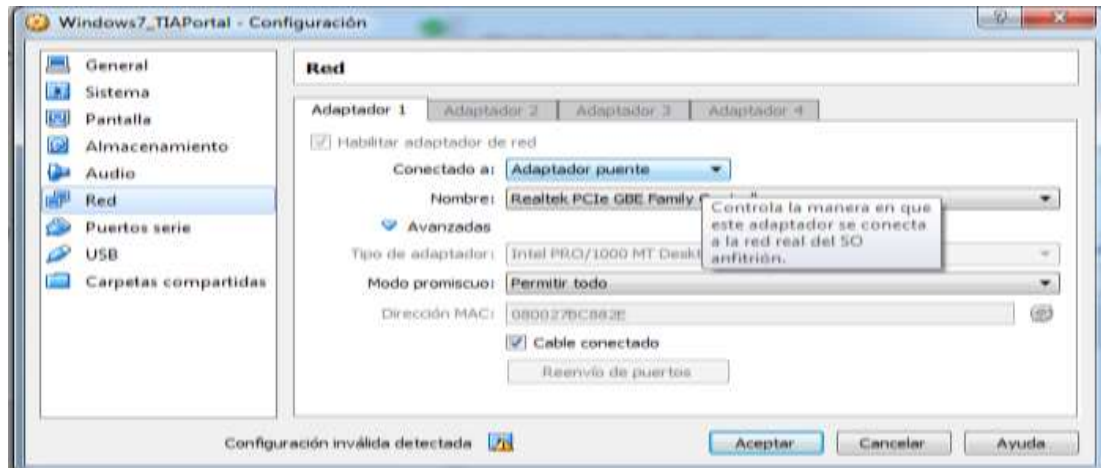


Figura 55. Configuración de la red.
 Por: Windows (2015). Oracle VM VirtualBox.

4.2.1.2.3. Instrucciones para programar el PLC`S S7-1200.

Se procede a seleccionar el bloque de la imagen del PLC, luego se hace click derecho y seleccionar la opción de “propiedades”.

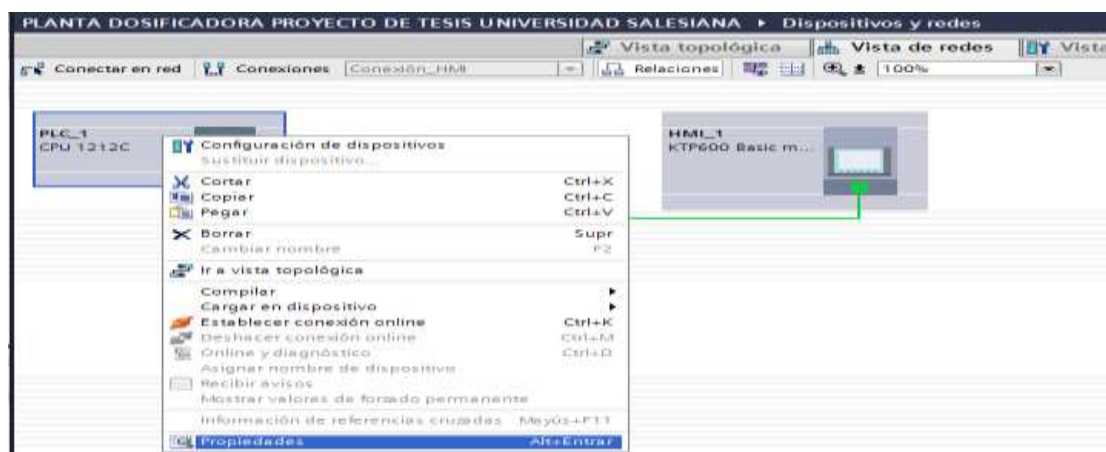


Figura 56. Configuración de propiedades PLC S7-1200.
 Por: El Autor.

Luego se realiza la siguiente secuencia, se procede a dar clic en las siguientes opciones:

- General.
- Interfaz Profinet.
- Direcciones Ethernet.
- Protocolo IP
- Se selecciona la opción “Ajustar Dirección IP en el Proyecto”.
- Luego se procede a ingresar la dirección IP ya antes establecida.

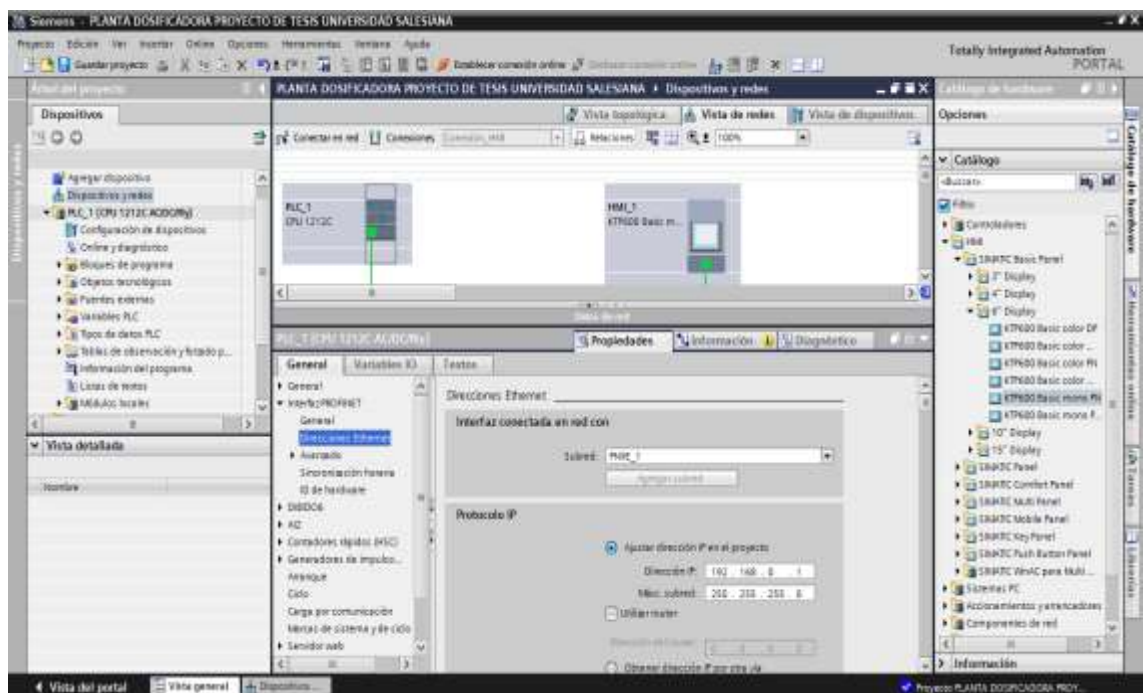


Figura 57. Configuración IP del S7-1200.
Por: El Autor.

4.2.1.2.4. Instrucciones para programar el HMI KTP600.

Se procede a seleccionar el bloque de la imagen del HMI, luego se hace click derecho y seleccionar la opción de “propiedades”.

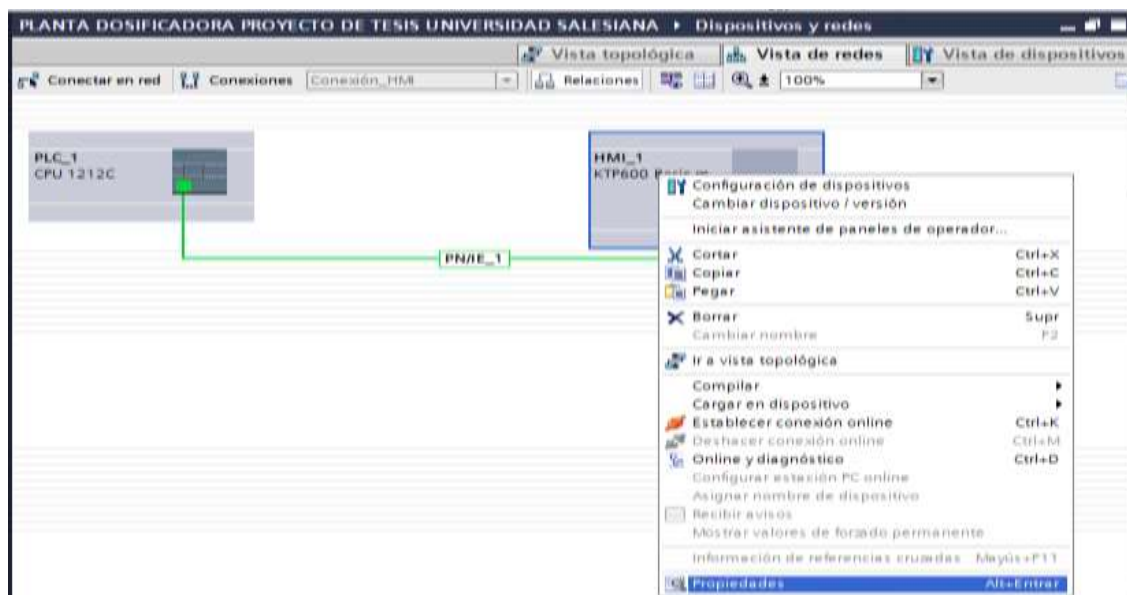


Figura 58. Configuración de propiedades del HMI.
Por: El Autor.

Luego se realiza la siguiente secuencia, se procede a dar clic en las siguientes opciones:

- General.
- Interfaz Profinet.
- Direcciones Ethernet.
- Protocolo IP.
- Se selecciona la opción “Ajustar Dirección IP en el Proyecto”.
- Luego se procede a ingresar la dirección IP ya antes establecida.

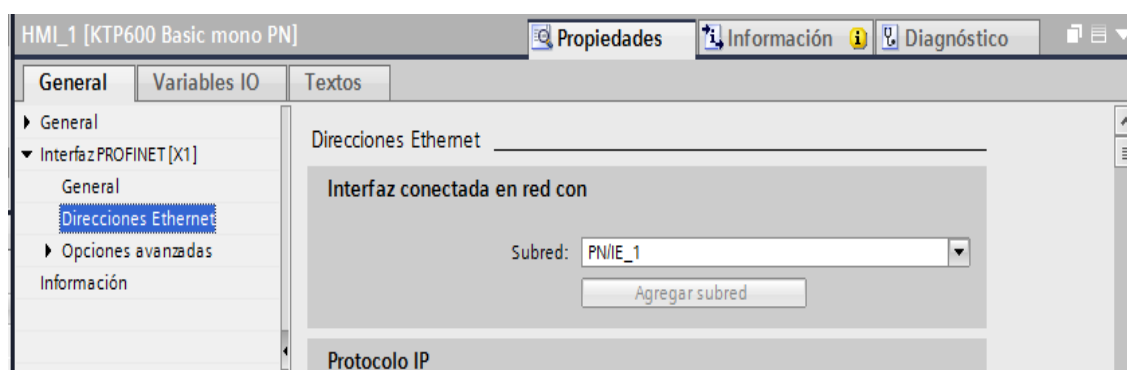


Figura 59. Propiedades del PLC en el TIA PORTAL.
Por: El Autor.

4.2.1.2.5. Instrucciones para programar el LOGO! 230RCE.

Se hace click en herramientas y luego selecciona "OPCIONES".

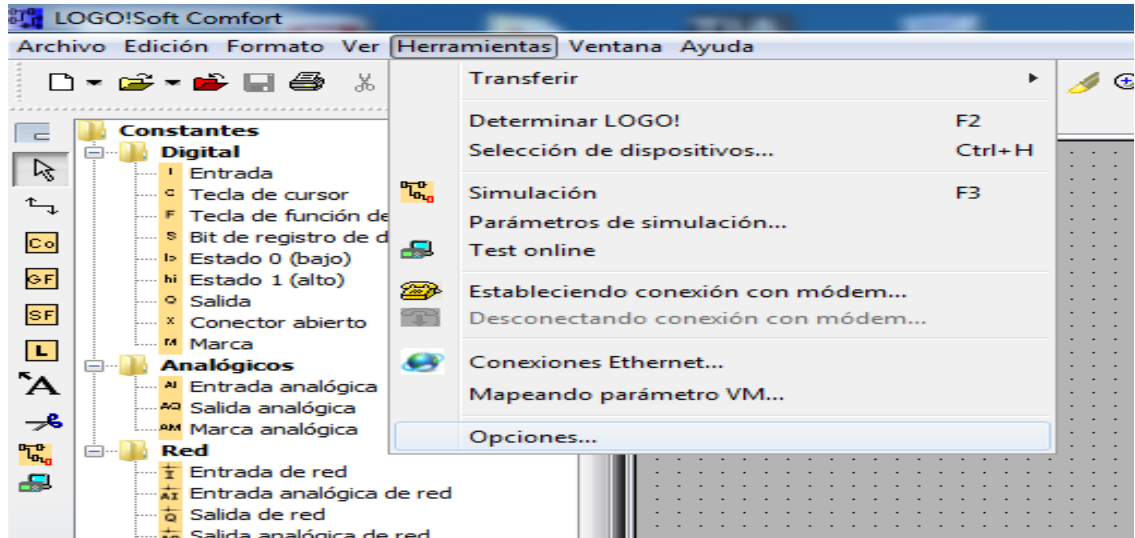


Figura 60. Opciones del LOGO en el LOGO SOFT CONFORT.
Por: SIEMENS (2015). LOGO SOFT CONFORT.

Se abre una ventana donde indica que ingrese la dirección ip y la submascara del equipo, luego se presiona "aceptar"; para terminar con la asignación ip del equipo antes mencionado.

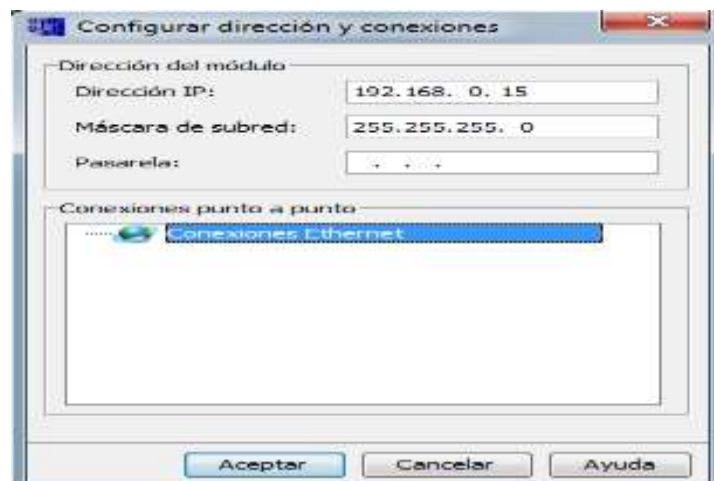


Figura 61. Ventana de "Configurar Dirección y Conexiones".
Por: El Autor.

4.2.1.3. Comunicación maestro-esclavo.

En esta parte del desarrollo de red PROFINET, se define el PLC que actuará como maestro, en este caso es el S7-1200, y posterior se programará el PLC que actua como esclavo, el cual es LOGO RCE230.

A continuación se describirá los pasos que se debe realizar para este tipo de aplicación de red:

4.2.1.3.1. PLC S7-1200.

Se procede hacer click en la opción donde dice “conexiones”.

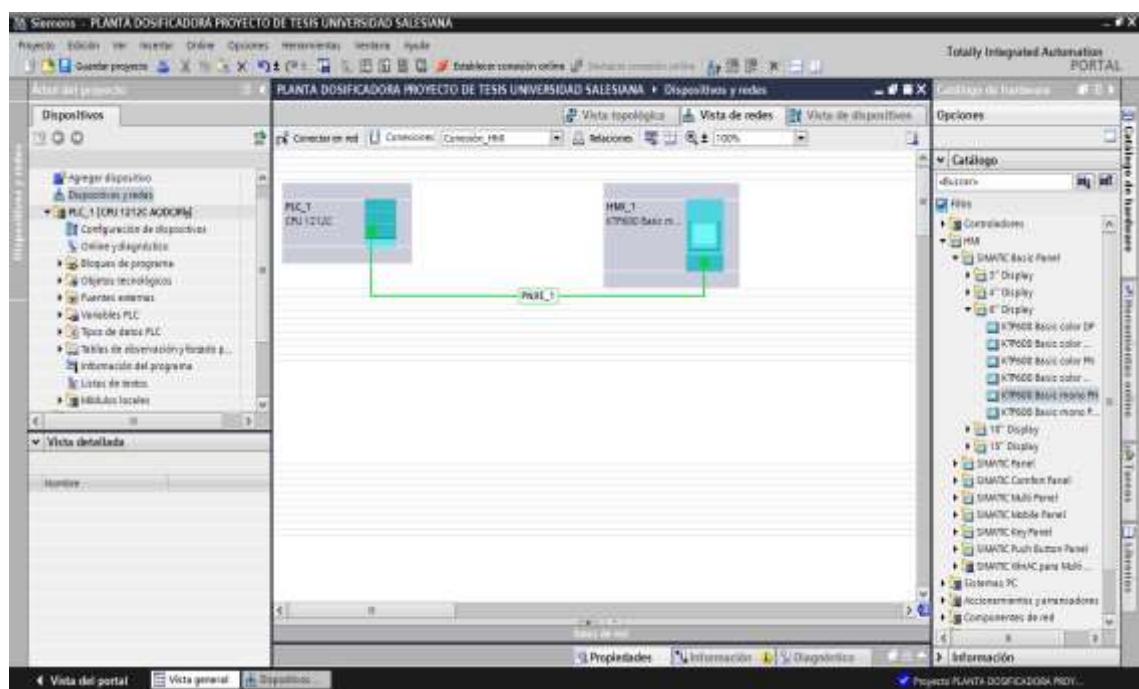


Figura 62. Vista de red en el TIA PORTAL.
Por: El Autor.

Luego se realiza un click izquierdo sobre la imagen del s7-1200 y se selecciona la opción “AGREGAR CONEXIÓN”.

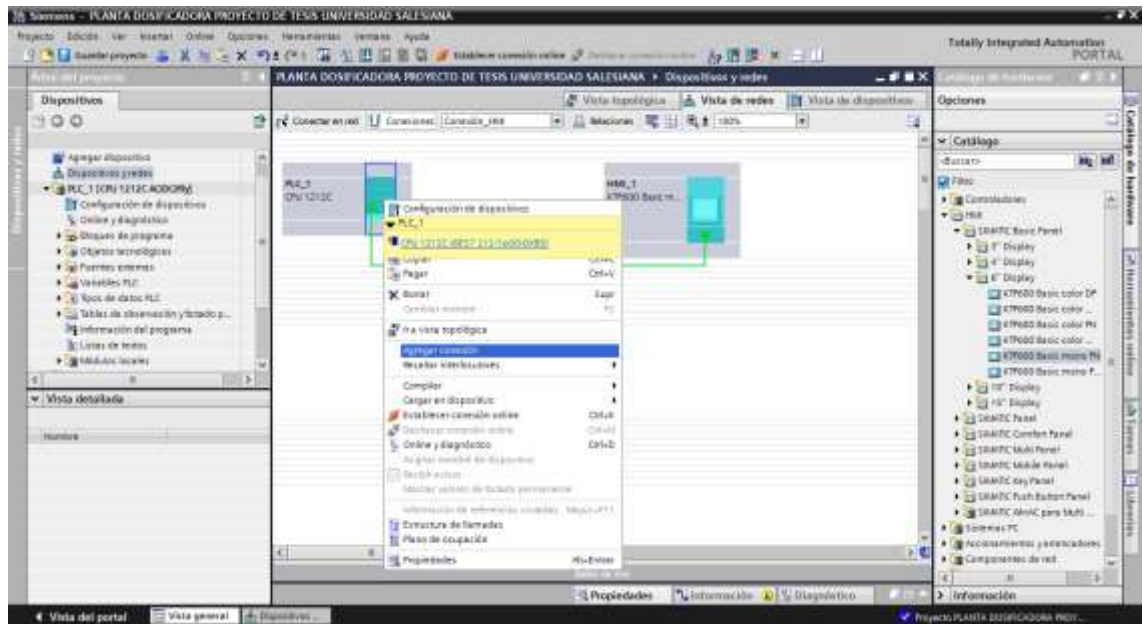


Figura 63. Agregar Dispositivo a la red en el TIA PORTAL.
Por: El Autor.

Se abre una ventana, en la cual se cambia la variable que dice “TIPO” de “CONEXIÓN_HMI” a “CONEXIÓN S7”, luego en la opción que dice “ID LOCAL HEX” se ingresa el número 102 y para finalizar se presiona la opción “AGREGAR”

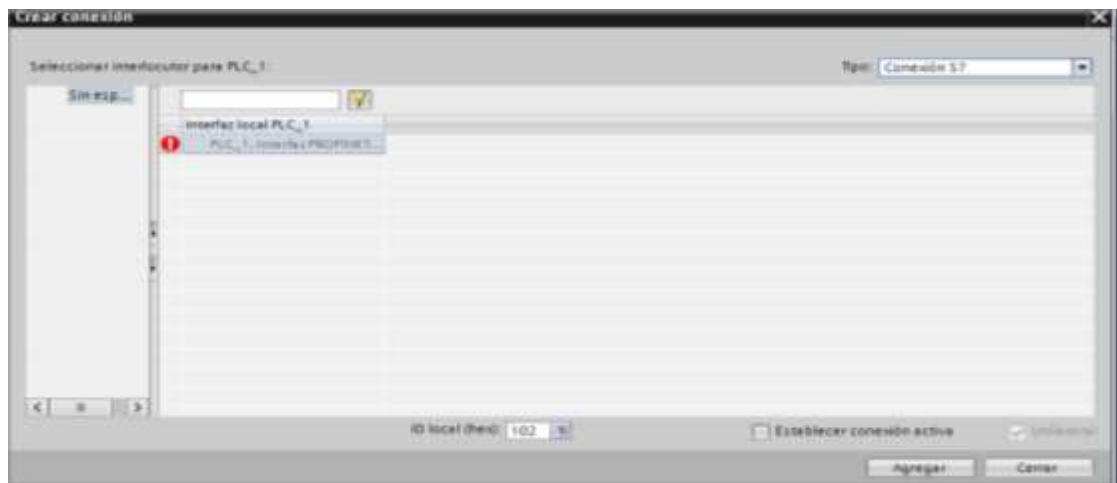


Figura 64. Creación de conexión de red en el TIA PORTAL.
Por: El Autor.

Automáticamente aparece una ventana deslizable, donde se verifica el orden de los ítems seleccionados:

- Propiedades.
- General.

En la opción General, se debe ingresar el nombre y la dirección IP del Interlocutor, luego se puede verificar su estado ok visualizando una imagen de un conector de red a lado de la opción de subred del dispositivo local y el interlocutor.

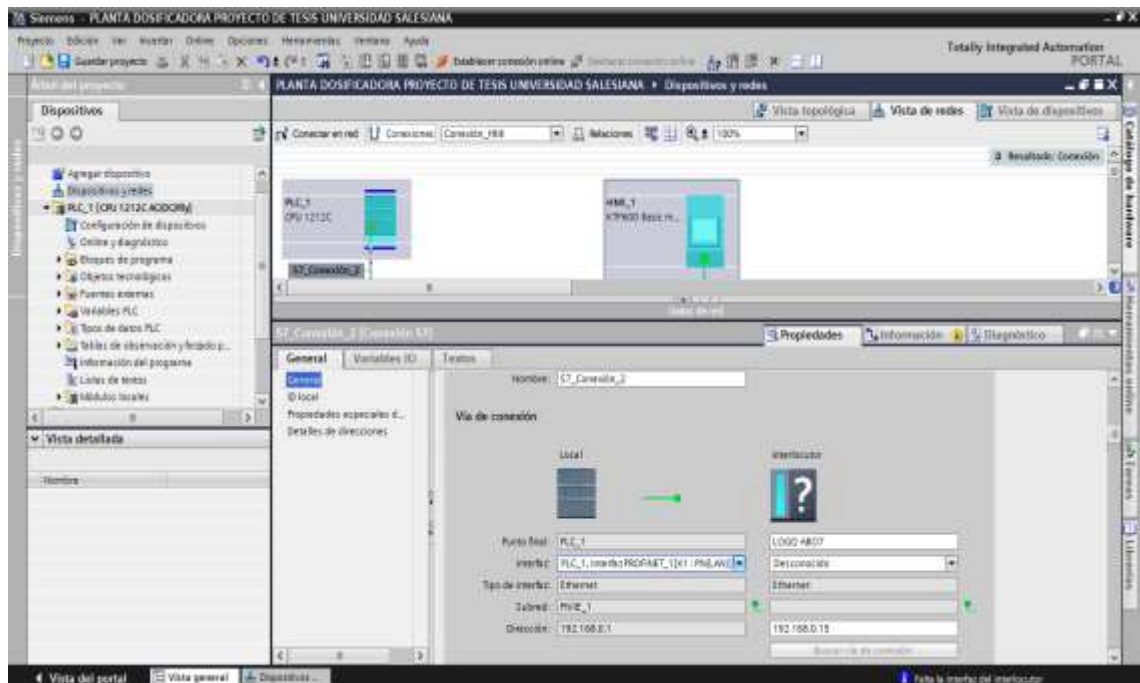


Figura 65. Edición de las propiedades generales de conexión de red en el TIA PORTAL.

Por: El Autor.

Luego de establecer e ingresar las direcciones IP de cada uno de los equipos presente, se procede a realizar el detalle de comunicación es sus direcciones de red entonces se hace click en la opción de “DETALLE DE DIRECCIONES”, después en “RECURSO CONEXIÓN (HEX)” se ingresa en Local: 10 y en interlocutor: 20. Y con eso se finaliza la configuración de red en el maestro.

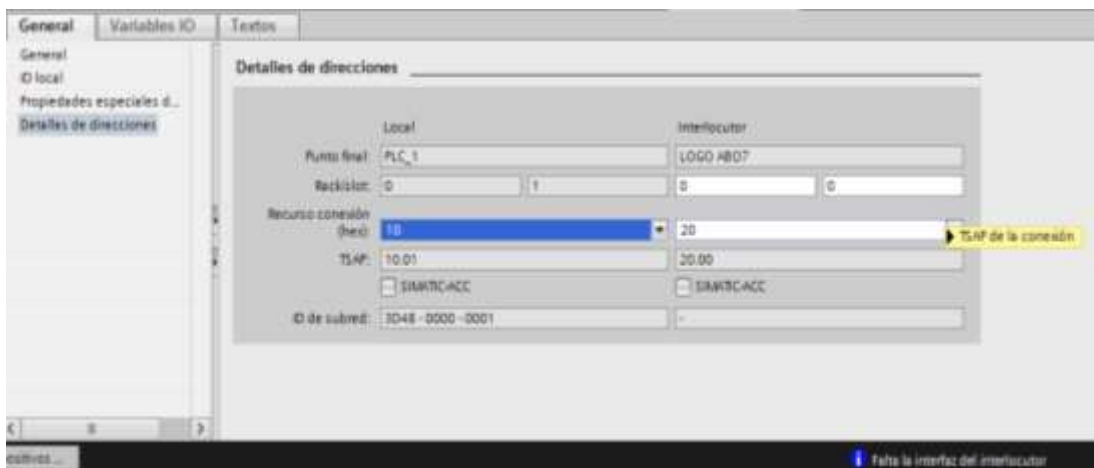


Figura 66. Opción "DETALLE DE DIRECCIONES" de la red.
 Por: El Autor.

Para programar realizar la programación modo esclavo en el LOGO! Se procede a dar click en la opción “HERRAMIENTAS” y luego en “OPCIONES”, como se muestra en la imagen 38.

Se abre la ventana de “CONFIGURAR DIRECCIÓN Y CONEXIONES” y se procede a realizar click izquierdo y se presiona la opción “AGREGAR CONEXIÓN”.

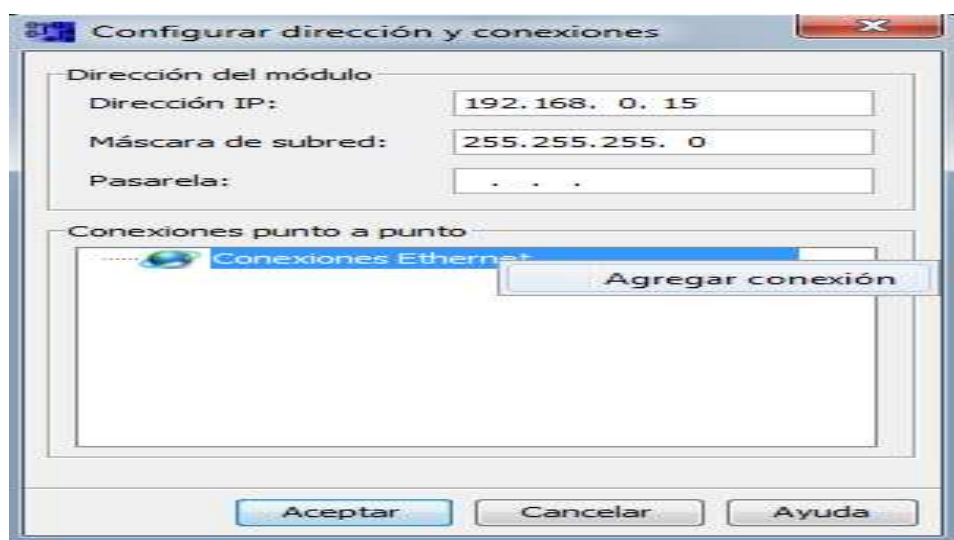


Figura 67. Agregar conexión en el LOGO SOFT CONFORT.
 Por: El Autor.

Luego se crea en la opción “CONEXIONES ETHERNET” un submenú. En el cual se realiza click en la opción que dice “CONEXIÓN 1”

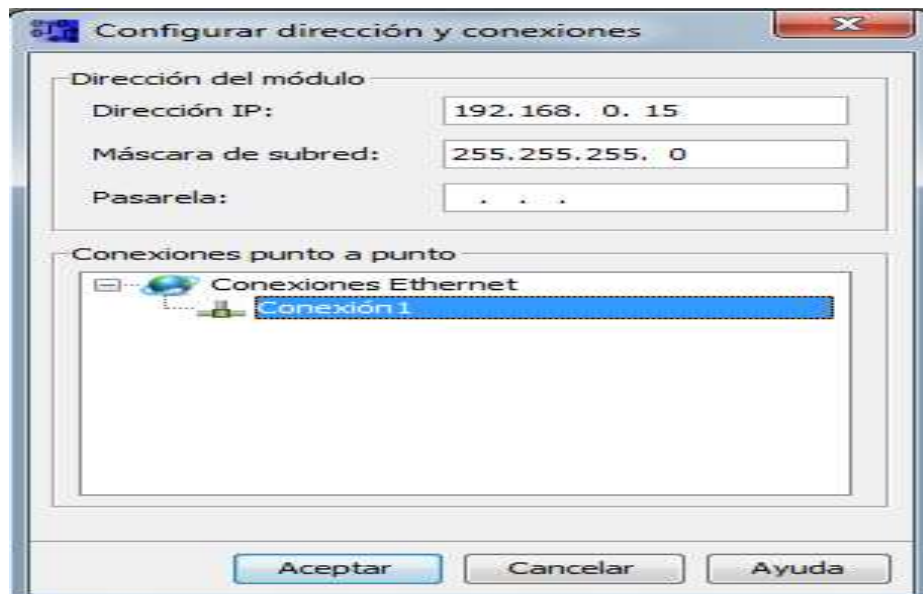


Figura 68. Conexión de red creada en el LOGO SOFT.
Por: El Autor.

Se abre la ventana “CONEXIÓN 1” donde se procede a seleccionar el tipo de conexión, en nuestro caso se selecciona la opción “CONEXIÓN CLIENTE: SOLICITA LA TRANSFERENCIA DE DATOS ENTRE EL PLC LOCAL Y UN PLC REMOTO”. Luego se ingresa en las propiedades de la conexión lo siguiente:

Propiedades Locales (cliente): ese número aparece por default.

Propiedades remotas (servidor):

- TSAP: 10.01.
- DIRECCIÓN IP: 192.168.0.1.

En la opción de: “TRANSFERENCIA DE DATOS (LECTURA: LOCAL REMOTO; ESCRITURA: LOCAL REMOTO)” se ubica las variables de entrada y salida que van hacer transmitidas de un PLC a otro, con la opción que puede especificar si la variable es de lectura o es de escritura. Para citar un ejemplo se

utilizó los siguientes direccionamientos de marcas lógicas, como muestra en la figura.

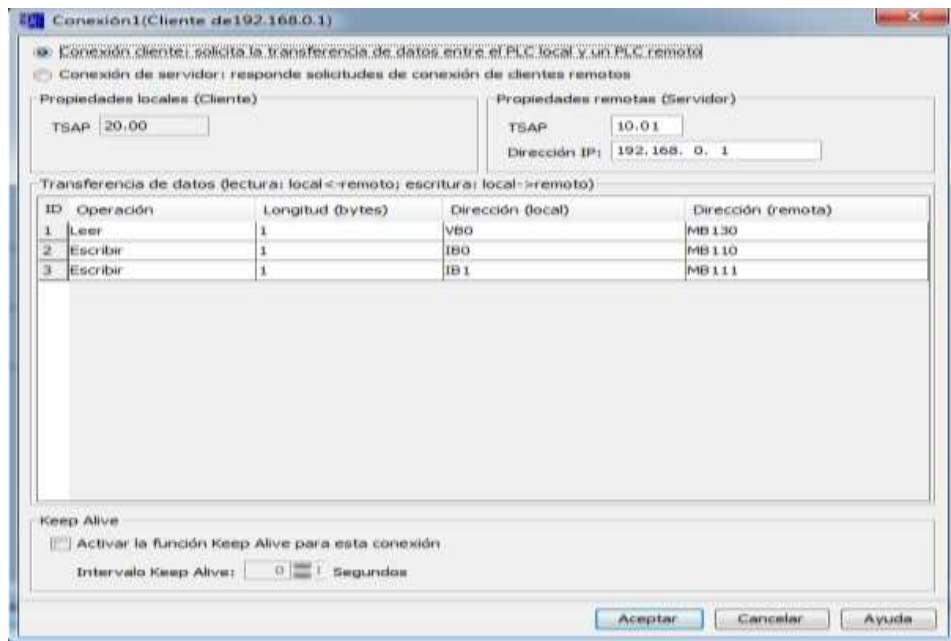



Figura 69. Ventana de edición de la conexión creada.
Por: El Autor.

4.2.1.4. Transferir configuración.

Una vez que se ha culminado los pasos anteriores, se procede a realizar la transferencia de la configuración asignada de cada una de las CPU`S y HMI, para esto se debe ingresar a cada uno de sus respectivos programas, como se lo muestra a continuación:

4.2.1.4.1. Transferencia de datos PC`S - S7-1200.

Para poder hacer la transferencia de datos al PLC`s, se tiene que seguir los siguientes pasos:

- Se realiza click en este icono  que se encuentra en la barra de menú de accesos rápidos como se muestra en la siguiente imagen a continuación:

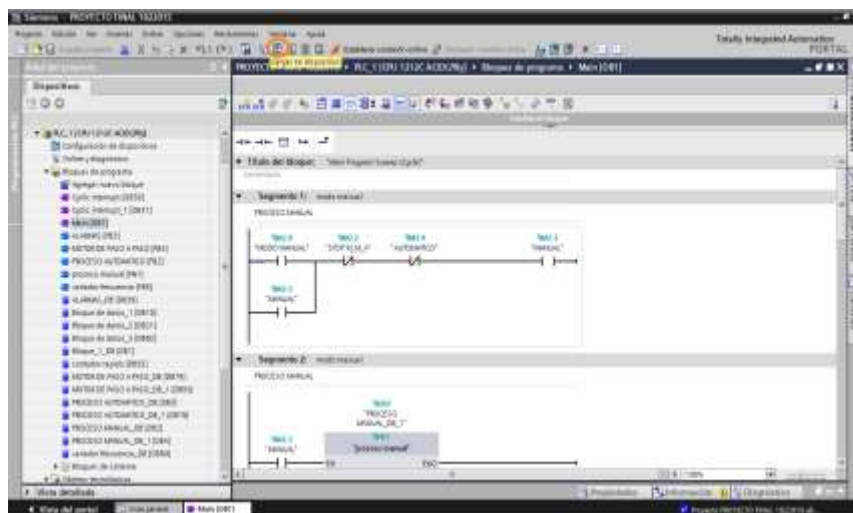


Figura 70. Ventana principal del TIA PORTAL.
Por: El Autor.

- A continuación se abre la siguiente ventana que se denomina “Carga Avanzada”, en la cual se debe seleccionar los siguientes parámetros:
 - Tipo de interfaz PG/PC: PN/IE.
 - Interfaz PG/PC: Adaptador de escritorio Intel (R).
 - Conexión de subred: Directo slot “1x1”.

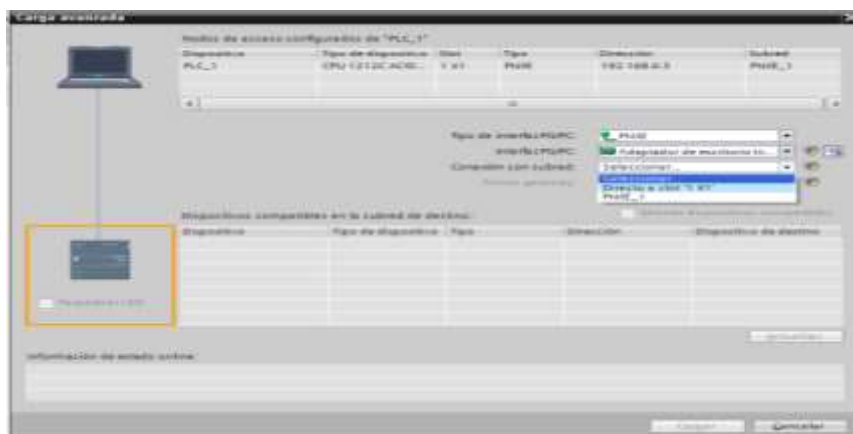


Figura 71. Ventana de carga avanzada.
Por: El Autor.

- Una vez culminado con la selección de los parámetros. Automáticamente el programa procede a buscar todos los dispositivos que se encuentra en la red Ethernet. En la opción de: “Dispositivos compatibles en la subred de

destino”; en donde se buscar al PLC’S que tenga la misma dirección IP de destino con la dirección IP remota y posteriormente se realiza click en el botón “Carga”.

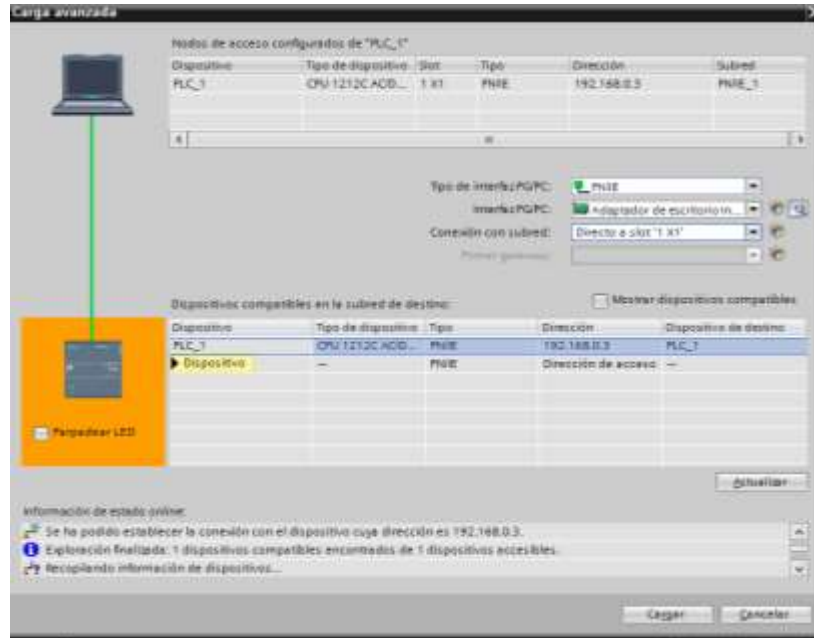


Figura 72. Mostrar dispositivo compatible en la red.
Por: El Autor.

- EL TIA PORTAL muestra un mensaje que la transferencia de datos ha finalizado con éxito.

4.2.1.4.2. Transferencia de datos PC’S – HMI.

Para poder realizar la transferencia de datos al HMI, se tiene que seguir los siguientes pasos:

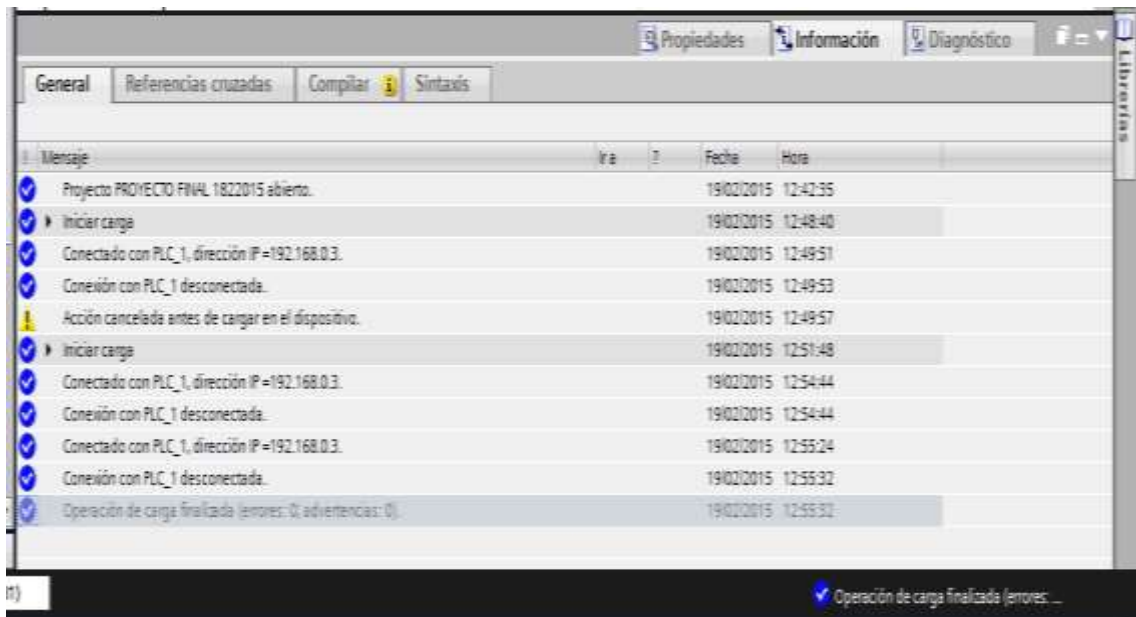



Figura 73. Ventana de información del TIA PORTAL.

Por: El Autor.

- Se da click en el siguiente icono  que se encuentra en la barra de menú de accesos rápidos como se muestra en la siguiente imagen a continuación:

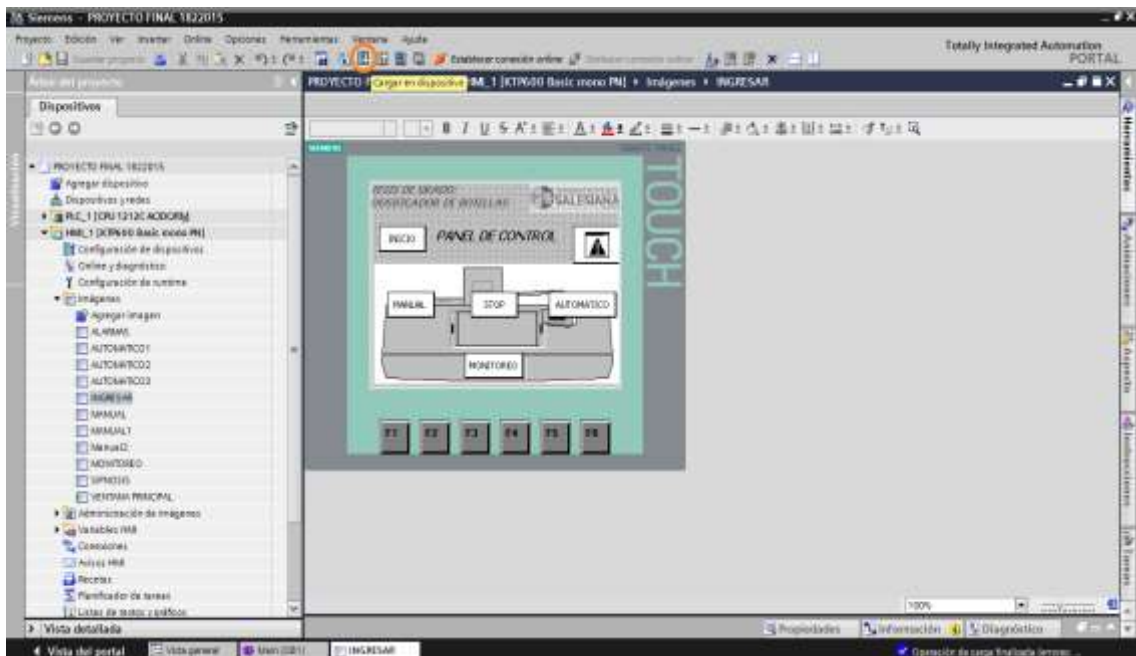


Figura 74. Ventana principal de la aplicación del WINCC en el TIA PORTAL.

Por: El Autor.

- Luego se abre la ventana de compilación del WINCC Flex, el cual compila la programación que se desea cargar en el HMI.

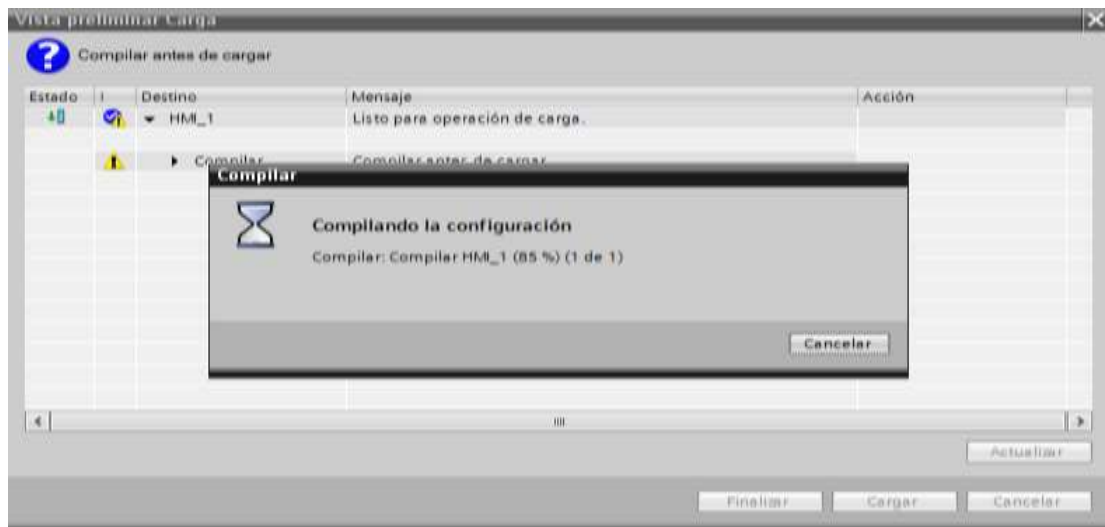


Figura 75. Proceso de compilación del WINCC en el TIA PORTAL.
Por: El Autor.

- Si no se obtiene algún error en la compilación, automáticamente el software abre una ventana que se denomina “Vista preliminar de Carga” y se procede a realizar click en la opción “sobrescribir todo” y posteriormente se hace click “Cargar”.

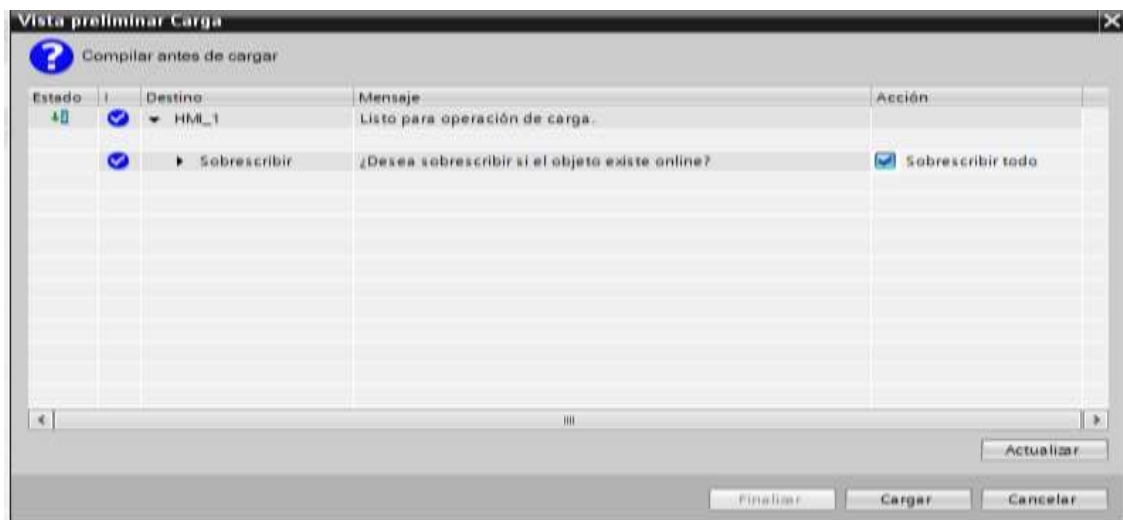


Figura 76. "Vista Preliminar Carga".
Por: El Autor.

- Después el WINCC FLEX muestra un mensaje que la operación de carga ha finalizado con éxito.

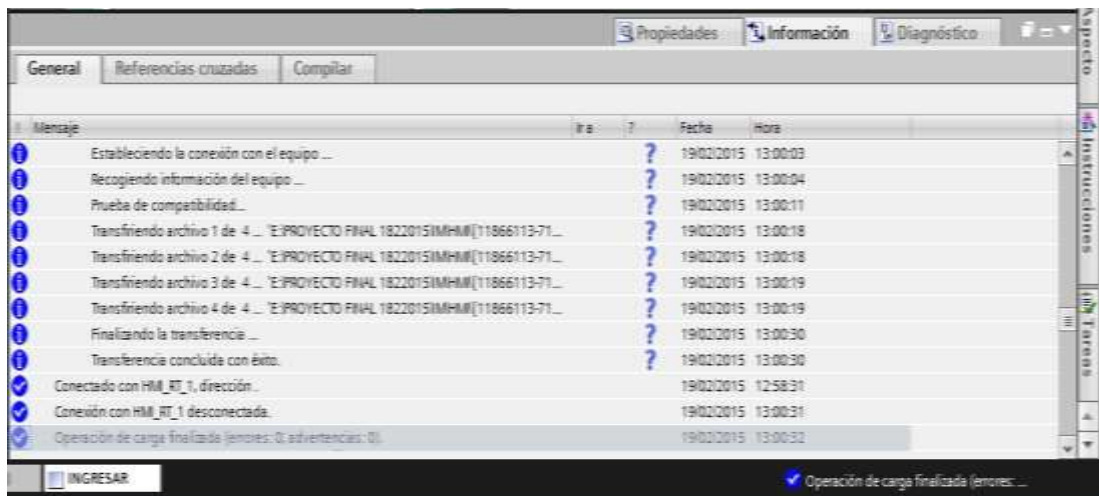


Figura 77. Ventana de información del WINCC en el TIA PORTAL.
Por: El Autor.

4.2.1.4.3. Transferencia de datos PC'S - LOGO RCE 230.

- Se procede a realizar click en la opción de “Herramientas”, que se encuentra en el menú principal del LOGO SOFT V7, luego se selecciona la opción de “Transferir” y después se realiza click en la opción de “PC- LOGO”.

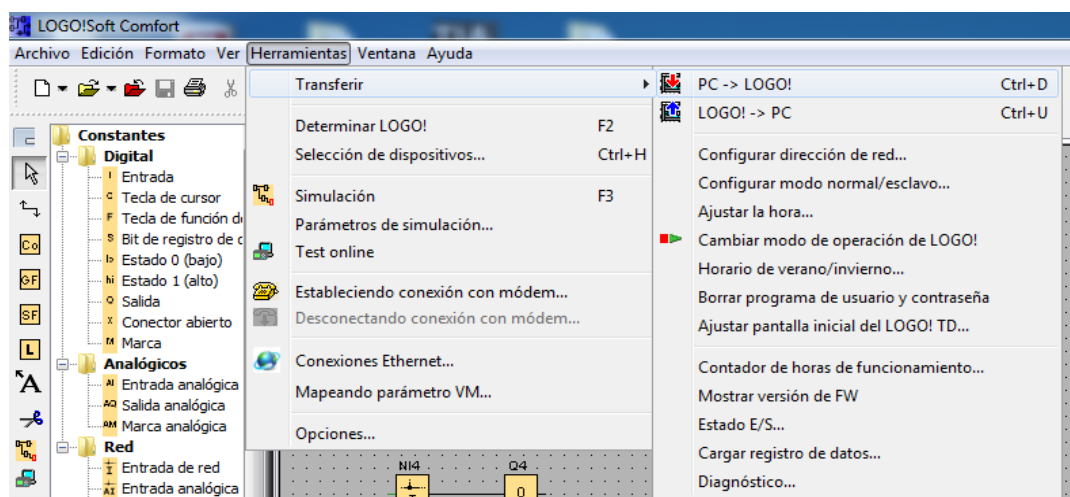


Figura 78. Transferencia del programa al LOGO.
Por: El AUTOR.

- Automáticamente se abre la siguiente ventana “Configuración dirección IP”, donde se ingresa la dirección IP que tiene el equipo físicamente y luego se procede a dar click en el botón “Aceptar”.

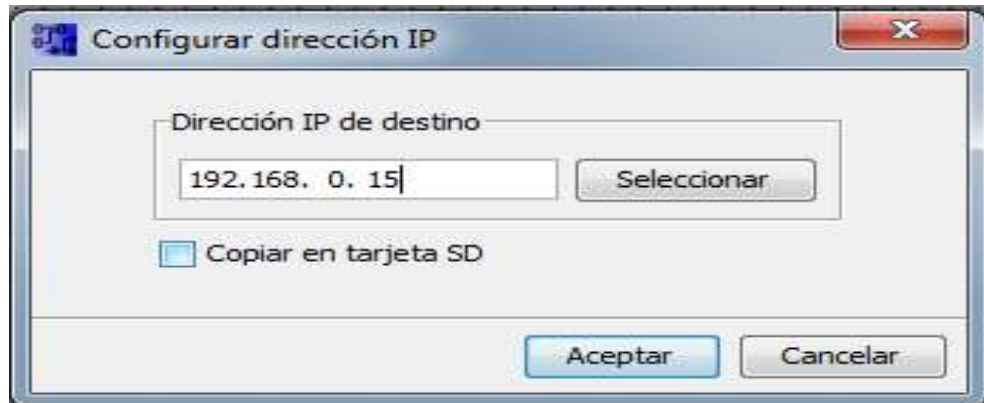


Figura 79. Asignación de IP de destino para la transferencia de datos.
Por: El Autor.

- Luego se muestra la siguiente ventana, donde se procede a realizar click, en el botón “SI”.

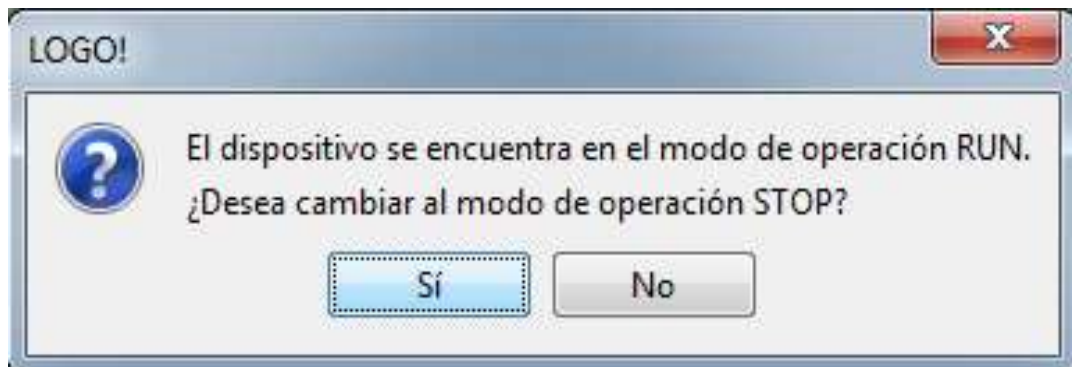


Figura 80. Configuración de parada de equipo.
Por: El Autor.

- Después el WINCC FLEX muestra un mensaje que la operación de carga ha finalizado con éxito.

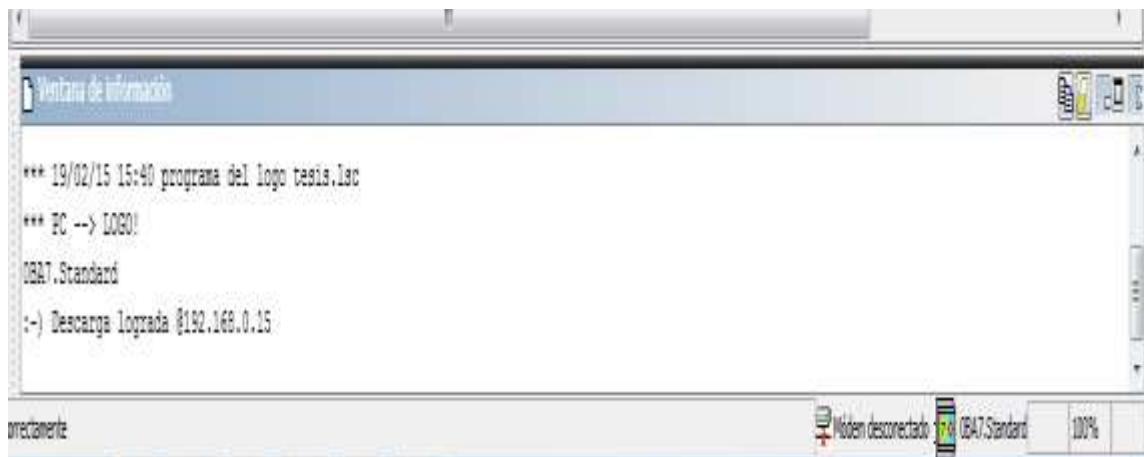


Figura 81. Ventana de información del LOGO SOFT.
Por: El Autor.

4.2.2. Red Profinet / Industrial Ethernet.

4.2.2.1. Sinopsis.

- Red de área y célula según el estándar internacional IEE 802.3 (Ethernet), dimensionada para el ámbito industrial hasta el nivel del campo.
- Conexión de componentes de automatización (controlador y equipos de campo) entre ellos y con PC y estaciones de trabajo, así como componentes para la comunicación inalámbrica.
- Profinet, el estándar abierto para la automatización, se basa en Industrial Ethernet y permite la conexión de equipos desde el nivel del campo hasta el nivel de gestión.
- Posibilidad de realizar amplias soluciones de red abiertas.
- Alto rendimiento de transmisión hasta 1 Gigabit/s.
- Industrial Ethernet es el estándar de la industria, probado y aceptado en el mundo entero.
- Conexión a redes inalámbricas wireless LAN (WLAN) e Industrial Wireless LAN(IWLAN) según IEEE 802.11.

4.2.2.2. BENEFICIOS.

Que la red Ethernet es con una proporción de más del 90%, y tendencia al aumento. Ethernet ofrece características importantes que pueden aportar ventajas esenciales para su aplicación, las cuales son:

- Seguridad para las inversiones gracias a constantes desarrollos compatibles.
- Puesta en marcha rápida gracias a un sistema de conexionado extremadamente simple.
- Alta disponibilidad gracias a topologías de red redundantes.
- Vigilancia permanente de los componentes de red por esquema de diagnóstico sencillo y eficaz.
- Industrial Ethernet permite control horario en toda la instalación. Esto permite una asignación cronológica exacta de los eventos en la instalación global.
- Alta flexibilidad; las instalaciones existentes se pueden ampliar sin repercusiones.
- Base para PROFINET.
- Rendimiento de comunicación prácticamente ilimitado; si se necesita se puede escalar el rendimiento aplicando tecnología de conmutación.
- Interconexión de las áreas más diversas, como oficina y fabricación.

4.2.2.3. Topologías.

En la topología de red Ethernet se debe considerar los siguientes puntos que se va a detallar a continuación:

4.2.2.3.1. Rendimiento y tecnologías de redes con Industrial Ethernet.

Que las actuales tecnologías de Industrial Ethernet Pueden, utilizándose de forma combinada, aumentar el rendimiento de la red unas 50 veces e incluso más en comparación con la tecnología original de 10 Mbits/s. Estas tecnologías son:

- **Fast Ethernet: con 100Mbits/s:** En comparación con Ethernet, los telegramas se transportan a 10 Mbits/s, una velocidad considerablemente superior, por lo cual ocupan el bus solo durante muy poco tiempo.
- **Gigabit Ethernet con 1 Gbit/s:** Frente a Fast Ethernet, Gigabit Ethernet es aún más rápido en el factor 10; la ocupación del bus se reduce a 1/10 del tiempo.
- **Full Duplex excluye el riesgo colisiones:** El volumen de transmisión de datos aumenta enormemente, dado que se evitan las usuales repeticiones de telegramas. Entre dos estaciones se puede transmitir y recibir datos de forma simultánea. El volumen de transmisión de datos de una comunicación Full Duplex aumenta así a 200 Mbits/s con Fast Ethernet y a 2 Gbits/s con Gigabit Ethernet.
- **Switching posibilita la comunicación paralela:** La división de una red en varios segmentos mediante un switch o la conexión de estaciones individuales directamente a un switch permiten desacoplar las cargas. En cada segmento es posible intercambio de datos local, independiente de otros segmentos.
- **Autocrossover:** permite el cruce automático de las líneas de transmisión y de recepción en puertos de par trenzado.
- **Autosensing:** describe la característica de nodos de red (equipos terminales y componentes de red) que detectan automáticamente la velocidad de transferencia de una señal (10 Mbits/s, 100 Mbits/s o 1 Gbits/s) y soportan la función de Autonegotiation).
- **Conmutación en Ethernet:**
El switch Industrial Ethernet tiene las funciones siguientes:
 - Según el número de puertos disponibles, los switches pueden conectar simultáneamente de forma temporal y dinámica varios pares de subredes o estaciones; cada conexión dispone de todo el caudal de datos.
 - Mediante filtrado del tráfico de datos en base a la dirección Ethernet (MAC) de los equipos terminales el tráfico de datos local permanece a dicho nivel; el switch solo retransmite los datos a estaciones de otra subred.

- Ampliación del número de equipos terminales conectables en comparación con una red Ethernet clásica.
- Limitación de la propagación de errores a la subred afectada.

La tecnología de conmutación ofrece ventajas decisivas:

- Posibilidad de crear redes parciales y segmentos de red.
- Aumento del volumen de transmisión de datos y, en consecuencia, del rendimiento de la red por estructuración del intercambio de datos.
- Reglas sencillas para la configuración de redes.
- Topologías de red con 50 switches y una extensión total de hasta 150Km se puede realizar sin problemas y sin necesidad de tener en cuenta tiempos de propagación de señales.
- A partir de 150 Km se tienen que considerar los tiempos de propagación de señales.
- Ampliación sencilla y sin repercusiones de redes existentes.

4.2.2.3.2. Redundancia con algoritmo SpanningTree.

Que el estándar IEEE 802.1d se describe el algoritmo SpanningTree que sirve para organizar estructuras Ethernet libremente malladas y formadas por Bridges y switches.

Para evitar que circulen paquetes de datos en la red, se conmutan, con mallas cerradas, distintas conexiones a Standby, de modo que la estructura mallada se convierte en una estructura de árbol abierta.

Los bridges/switches se comunican al efecto a través del protocolo SpanningTree. Dado que este protocolo SpanningTree. Dado que este protocolo tiene que dominar cualquier estructura de red, es muy complejo.

La organización de estructura de red con el protocolo SpanningTree dura aprox. 30-60 segundos. Durante este tiempo no es posible la comunicación productiva para la visualización o control del proceso fiable en la red.

4.2.3. Estándares de la red Ethernet.

Los estándares principales son los siguientes:

- **Safety Integrated:** Profinet cumple también todos los requisitos para una completa seguridad para las personas, máquinas y el medio ambiente. A este respecto, Profisafe permite la utilización de una misma red para la comunicación estándar y para la comunicación de seguridad, todo por un solo cable.
- **Estándares de ti y seguridad:** Profinet ofrece todas las funciones necesarias para una configuración y un diagnóstico óptimos. A través de internet es posible acceder a todos los datos importantes desde cualquier lugar del mundo. Además, Profinet cumple los requisitos más exigentes en cuanto a seguridad de datos y de la red.
- **Instalación sencilla de redes:** Profinet apuesta por la tecnología de conmutación a 100 Mbits/s y, además del cableado en estrella habitual en topologías Ethernet, admite topologías de redes lineales y en anillo. De esta forma se minimiza el gasto en cableado al tiempo que se consigue un alto grado de disponibilidad. Además, la comunicación inalámbrica permite conquistar nuevas aplicaciones en la industria.
- **Inteligencia distribuida:** Profinet abre perspectivas totalmente nuevas en la implantación de estructuras de automatización distribuidas: Modularización coherente y fácil comunicación entre máquinas con un tipo de ingeniería para toda la planta gracias a la automatización basada en componentes.

- **Comunicación en tiempo real:** Profinet responde a todas las necesidades de tiempo real impuestas en las tareas de automatización, incluso las de tipo isócrono. Profinet también resulta ideal para las aplicaciones especialmente complejas, como las aplicaciones de control de movimiento.
- **Proceso:** Profinet ha sido concebido como estándar completo para todas las tareas de automatización. Dentro del marco de la estandarización se encuentran actualmente en elaboración requisitos especiales para la aplicación en plantas de proceso y la integración de instrumentación de procesos y equipos de análisis.
- **Motion control:** Profinet permite implementar, sin grandes gastos ni esfuerzos, soluciones de regulación de accionamientos muy rápidas e isócronas para aplicaciones de control de movimiento de alto rendimiento, disponiendo al mismo tiempo de la comunicación TCP/IP.
- **Aparatos de campo descentralizados:** Profinet permite la conexión directa de dispositivos de campo a Industria Ethernet. De esta forma es posible un intercambio de datos rápido entre la periferia y el controlador, y se mejoran considerablemente las posibilidades de diagnóstico.

Las redes industriales dieron su origen a la necesidad de implementar un nuevo protocolo de comunicación, para la medición y control de procesos donde todos los instrumentos puedan comunicarse en la misma plataforma, donde cualquier fabricante de equipos de instrumentación, PLC'S, etc. Puedan integrarse a la red de campo existente. Como indicó (SIEMENS AG, 2006).

4.3. Programación lógica de equipos.

En el desarrollo de la programación se debe tomar en consideración la existencia de dos equipos de diferentes familias de la marca siemens, por esa razón se debe realizar la programación en dos software distinto como son: TIA PORTAL y LOGO SOFT.

Para el monitoreo se utilizará LABVIEW, y la plataforma que unirá los PLC`S con la PC`S será Kepservers. Entonces se procederá a dar una introducción de las características y herramientas que tiene cada uno en el siguiente orden:

4.3.1. TIA PORTAL.

Para poder empezar con la creación de los bloques de programación que utilizaremos en la implementación del proyecto son variados. Por esa razón se describirá solos los bloques que se implementara en el desarrollo de la programación:

4.3.1.1. Programación del PLC.

4.3.1.1.1. Bloques OB.

Un OB es llamado por el sistema operativo de forma cíclica y constituye la interfaz entre el programa de usuario y el sistema operativo. En este OB, se enlaza con la unidad de control del sistema de automatización para que asigne que bloques del programa debe ejecutar a través de comandos de llamada de bloque. Según (SIEMENS AG, 2012).

4.3.1.1.2. Bloque de organización para la elaboración cíclica del programa

Estos bloques de organización pueden insertados y programados fácilmente en el proyecto. No es necesario parametrizar ni llamar a estos bloques de organización.



Figura 82. Ventana de creación de nuevo bloque.
Por: El Autor.

4.3.1.1.3. Bloque de organización para la elaboración de alarmas de tiempo (S7-1200/1500).

Estos bloques de organización se deben parametrizar tras ser insertados en el programa. Según (SIEMENS AG, 2012).



Figura 83. Menú de bloque de organización.
Por: El Autor.

4.3.1.1.4. Bloques de Función FB.

El Bloque de Función necesita un área de memoria asignada para cada llamada (instancia). Al llamar a un FB se le puede asignar, por ejemplo: un bloque de datos (DB) como bloque de datos instancia.

A los datos de este DB de instancia se accede a través de las variables del FB. Si se llama varias veces a un FB, se le deben asignar distintas áreas de memoria. En un bloque de función también pueden ser llamados otros FB y FC. Según (SIEMENS AG, 2012).



Figura 84. Menú de bloque de función.
Por: El Autor.

4.3.1.1.5. Bloques de Datos DB.

Los Bloques de Datos se utilizan para suministrar espacio de memoria para las variables de datos. Existen dos tipos de bloques de datos.

- DB globales: son aquellos en los que todos los OB, FB y FC pueden leer los datos almacenados o incluso escribir datos en los DB.
- DB de instancia, que están asignados a un FB determinado.

Según (SIEMENS AG, 2012).



Figura 85. Menú de bloque de datos.
Por: El Autor.

4.3.1.1.6. Instrucciones del TIA PORTAL.

Las Instrucciones del TIA PORTAL es el menú principal donde se puede encontrar los bloques de instrucciones avanzadas y básicas, tecnológicas y comandos: lógicos, binarios, etc. A continuación se enumerará y realizará una breve descripción de cada una de las opciones de la misma:

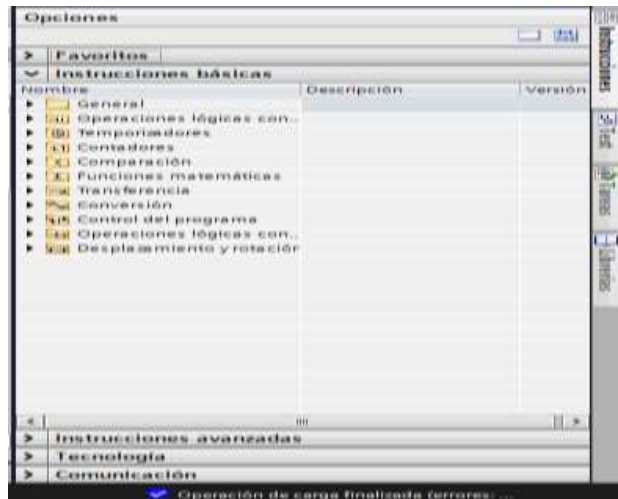


Figura 86. Ventana de opciones del TIA PORTAL.
Por: El Autor.

4.3.1.1.7. Favoritos:

En esta opción se puede ingresar a accesos rápidos de contactos, bobinas, bloques de función y líneas de uniones lógicas de programación.

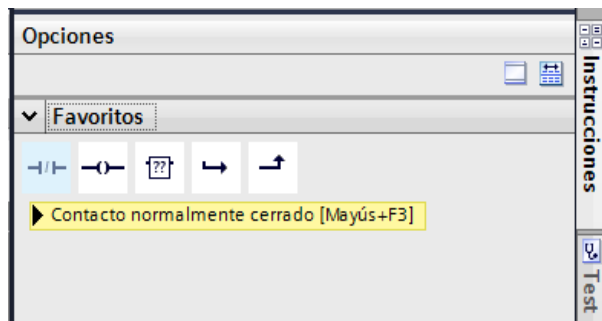


Figura 87. Instrucciones Favoritas.
Por: El Autor.

4.3.1.1.8. Instrucciones Básicas:

Aquí se puede encontrar las operaciones más básicas para controlar la automatización del proceso. Por ejemplo: Contactos, Bobinas, Contadores, temporizadores, transferencia, convertidores, etc.



Figura 88. Instrucciones básicas.

Por: El Autor.

4.3.1.1.9. Instrucciones Avanzadas:

Dentro de este submenú se puede encontrar operaciones especiales. Por ejemplo: programación de periféricas descentralizadas, para el control de datos, escritura y lectura de datos, almacenamiento de información en la memoria en el PLC'S, etc.



Figura 89. Instrucciones Avanzadas.

Por: El Autor.

4.3.1.1.10. Instrucciones Tecnológicas:

Dentro de este submenú se puede encontrar Bloques de funciones especiales. Por ejemplo: bloques de PID, contadores rápidos y motion control.

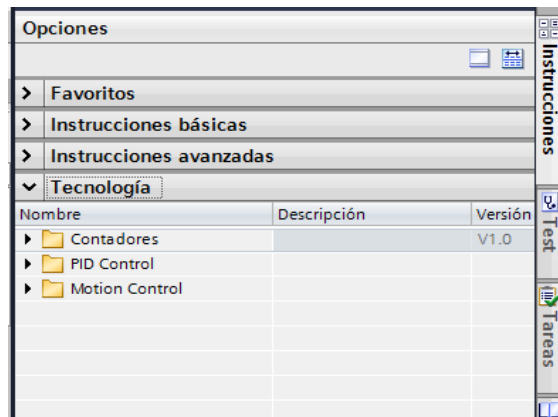


Figura 90. Instrucciones Tecnológicas.
Por: El Autor.

4.3.1.1.11. Instrucciones Comunicaciones:

En este submenú se puede encontrar bloques de control que son utilizados para la transferencia de datos, transferencia de datos vía Ethernet, servidor de páginas web, etc.

4.3.2. Programación del HMI.

4.3.2.1. Creación de imágenes.

En este paso se procede a dar la creación de pantallas, las cuales el operador las utilizará para el control del proceso. A continuación se detallará los pasos para la creación de una pantalla nueva:

- Seleccionar la opción “Imágenes”, luego se hace click en la opción de “Agregar imagen”, como se muestra en la imagen 69.

- Luego aparece la imagen creada dentro del submenú de “IMÁGENES”.

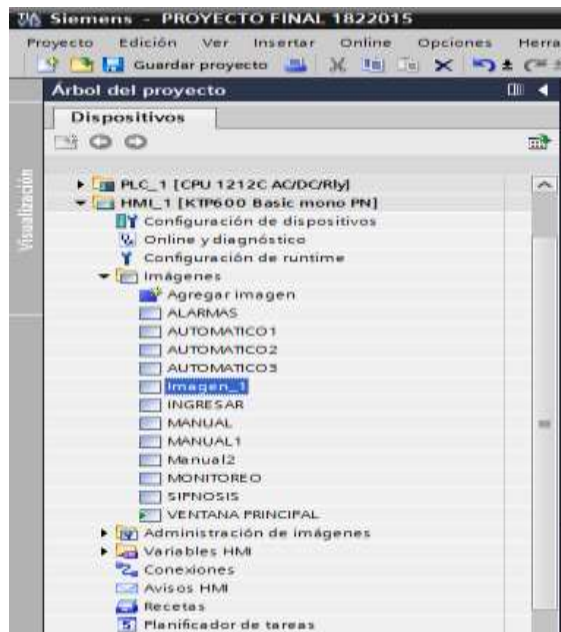


Figura 91. Árbol del proyecto del HMI en el TIA PORTAL.

Por: El Autor.

- Se da click derecho en la imagen que se acabó de crear y se busca la opción “Propiedades”.

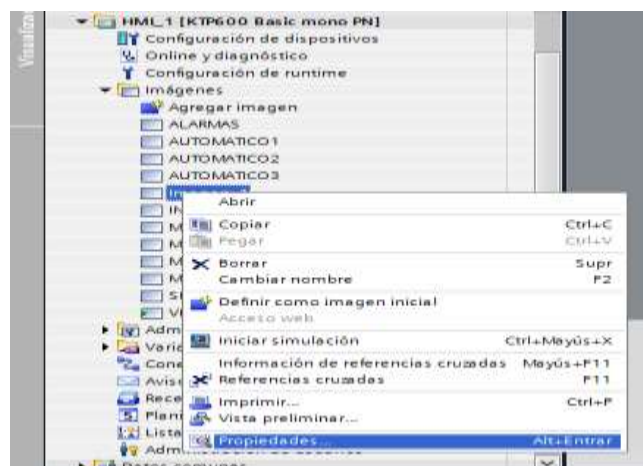


Figura 92. Modificación de imagen creada.

Por: El Autor.

- Inmediatamente se abre la ventana donde se detalla las propiedades y las animaciones de la imagen que se creó en pasos anteriores. En la opción de “Propiedades”, se busca la opción “General” luego “Configuración” en esta opción se puede ingresar y cambiar el nombre de la imagen, darle una plantilla a la imagen, color de pantalla, etc. Posteriormente se da click en “Aceptar” para finalizar la configuración de la pantalla.



Figura 93. Propiedades del HMI.
Por: El Autor.

- Una vez culminado los pasos anteriores. Se culminó la creación de la imagen del HMI, como lo muestra la figura a continuación:

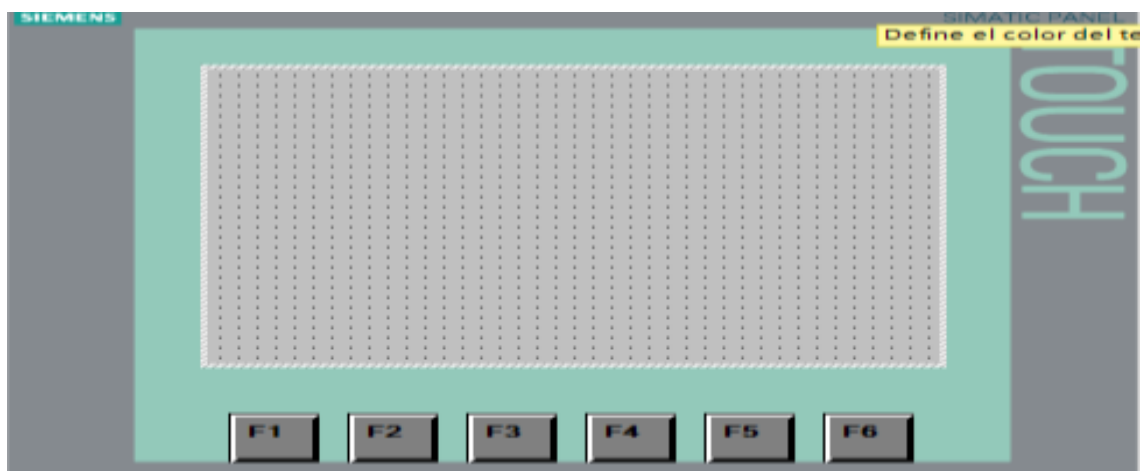


Figura 94. Modelo de imagen creada.
Por: El Autor.

4.3.2.2. Herramientas del TIA PORTAL para pantallas.

Las herramientas del TIA PORTAL para las pantallas del HMI, se las utilizará para insertar objetos y dar atributos a los mismos que estarán presentes en cada una de las imágenes del HMI. A continuación se enumerará y detallará cada una de las herramientas que tiene el programa:

4.3.2.2.1. Objetos Básicos: Aquí se encuentran objetos básicos que se utilizan para realizar dibujos, insertar texto e imagen para la edición de la pantalla en el HMI.

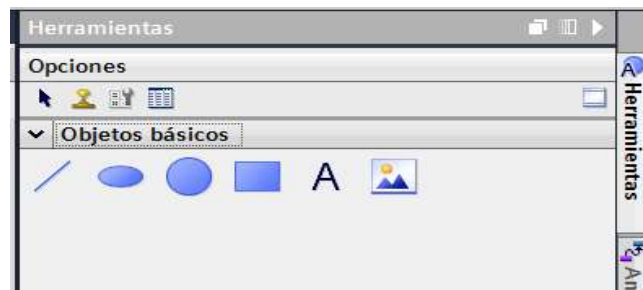


Figura 95. Ventana de herramienta.
Por: SIEMENS (2015). TIA PORTAL.

4.3.2.2.2. Elementos: se utilizan para poder insertar botones, visualizador de cifras numéricas, ingresar números, campo de fecha y hora, etc.



Figura 96. Ventana de Elemento.
Por: SIEMENS (2015). TIA PORTAL.

4.3.2.2.3. Controles: En este submenú contiene las siguientes instrucciones. Por ejemplo: visor de curvas, recetas, visor de alarmas, etc. Que son indispensables para el control de cualquier proceso.



Figura 97. Ventana de Controles.
Por: SIEMENS (2015). TIA PORTAL.

4.3.2.2.4. Gráficos: En este submenú se puede insertar imágenes industriales estándares.



Figura 98. Ventana de Gráficos.
Por: El Autor.

4.3.3. Programación lógica del Sistema SCADA.

Para programar el sistema SCADA, se analizó el tipo de software que se iba a implementar y en este caso se consideró utilizar el LABVIEW, para la plataforma OPC se utilizó el KEPSERVER, y a continuación voy a detallar los pasos para la programación de cada uno de los software ya mencionados.

4.3.4. Programación de KEPSERVER.

Para programar este software se debe seguir los siguientes pasos:

- Se procede hacer click izquierdo para abrir el programa.



Figura 99. Acceso directo de KEPSERVER.

Por: KEPWARE (2015). KEPSERVER.

- Se procede hacer click en “CLICK TO ADD A CHANNEL”.

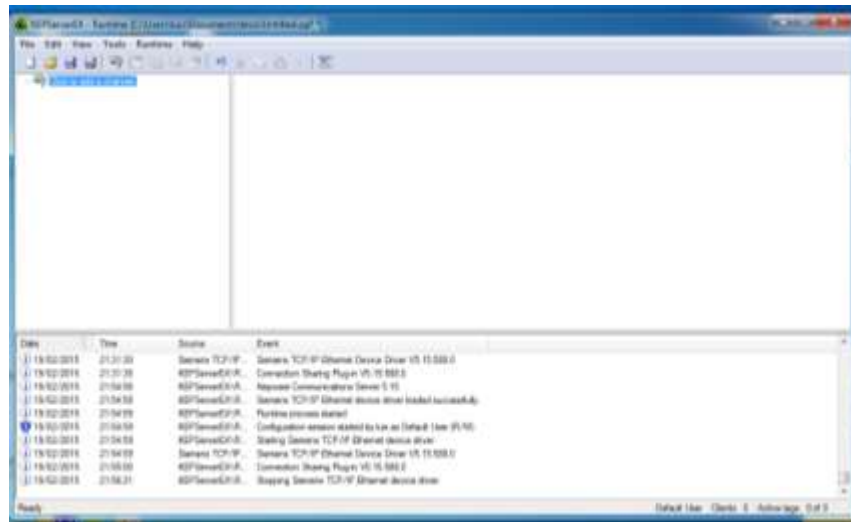


Figura 100. Ventana de inicio del KEPSERVER.

Por: KEPWARE (2015). KEPSERVER.

- Luego aparece una ventana donde se dará nombre a la conexión y se realiza click en la opción siguiente.

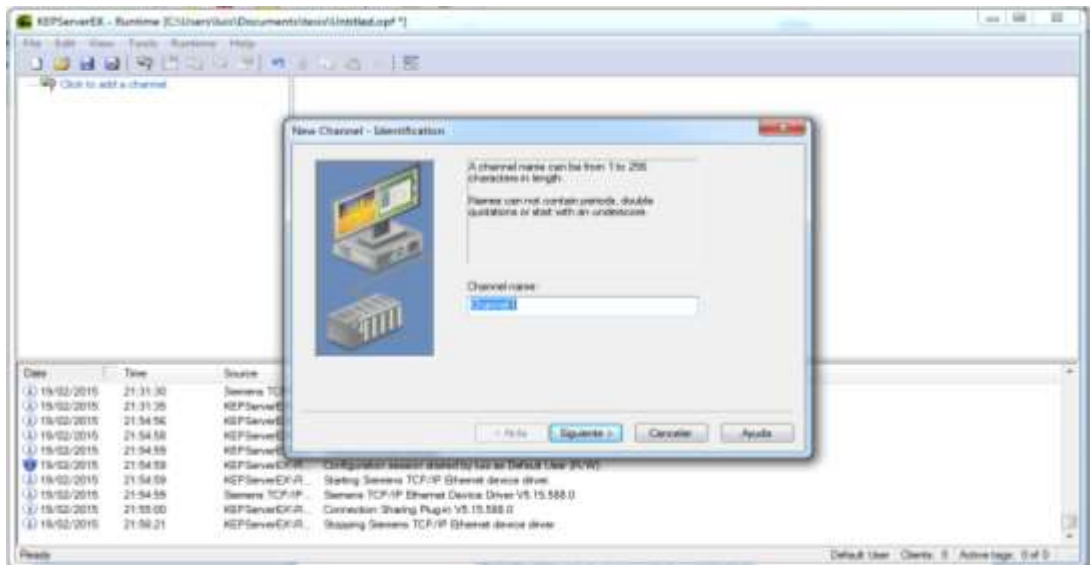


Figura 101. Ventana de identificación de nuevo canal.
Por: KEPWARE (2015). KEPSERVER.

- Después se debe escoger el tipo de red industrial que se va a levantar entre el sistema SCADA y el PLC'S, entonces en "DEVICE DRIVER" se selecciona "SIEMENS TCP/IP ETHERNET" y se presiona la opción "SIGUIENTE".

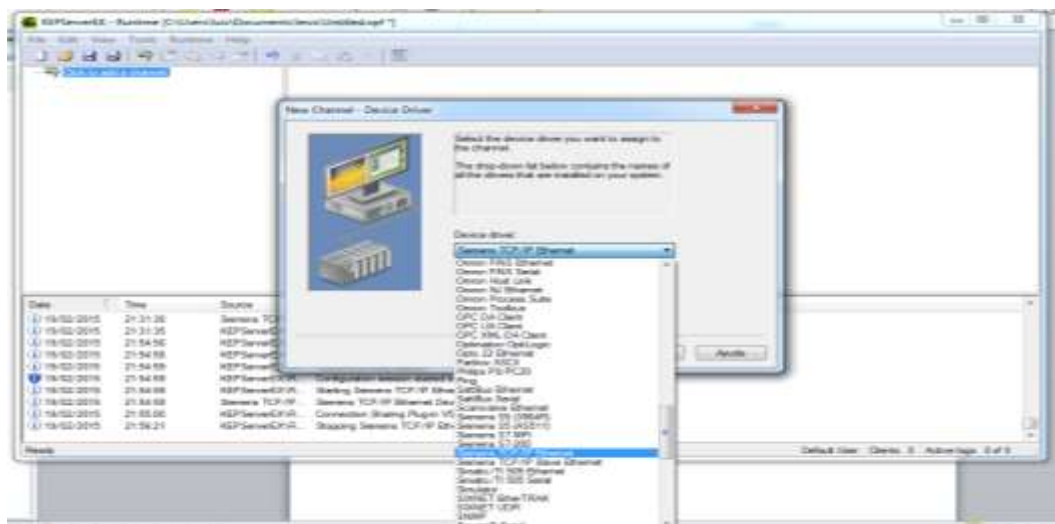


Figura 102. Ventana "Device Drive".
Por: KEPWARE (2015). KEPSERVER.

- Luego aparece la siguiente ventana donde en la opción “NETWORK ADAPTER” se selecciona ”DEFAULT” y se hace click en “SIGUIENTE”.

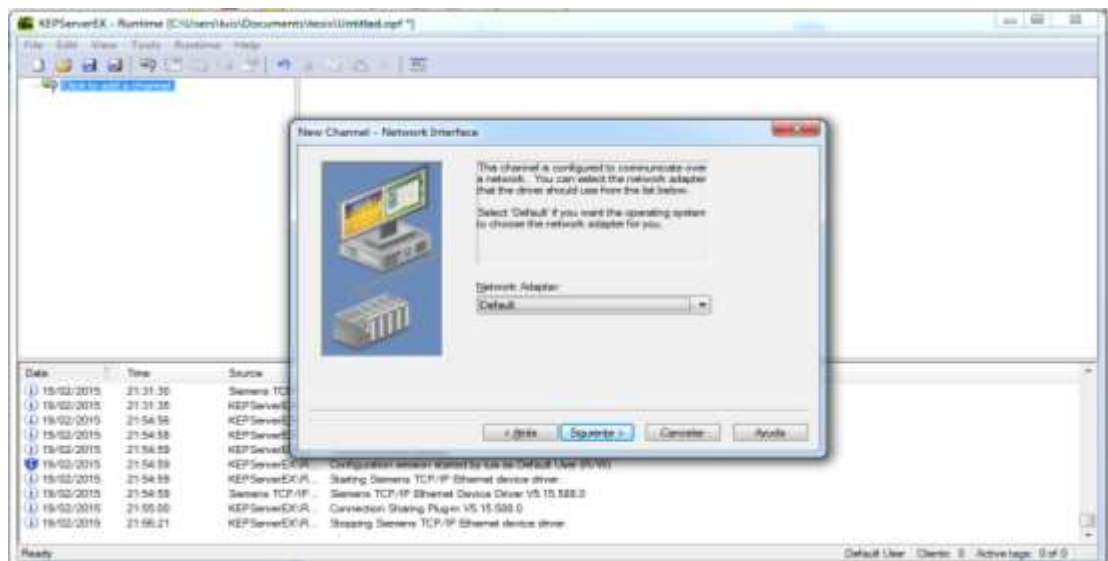


Figura 103.Ventana "Network Interface".
Por: KEPWARE (2015). KEPSERVER.

- Después aparece la ventana “NEW CHANNEL- WRITE OPTIMIZATIONS” en donde se parametriza el “OPTIMIZATIONS METHOD” en el cual se debe seleccionar la opción “WRITE ONLY LASTET VALUE FOR ALL TAGS” y en el “DUTY CYCLE” se ingresa el número “10” y luego se da click en “SIGUIENTE”.

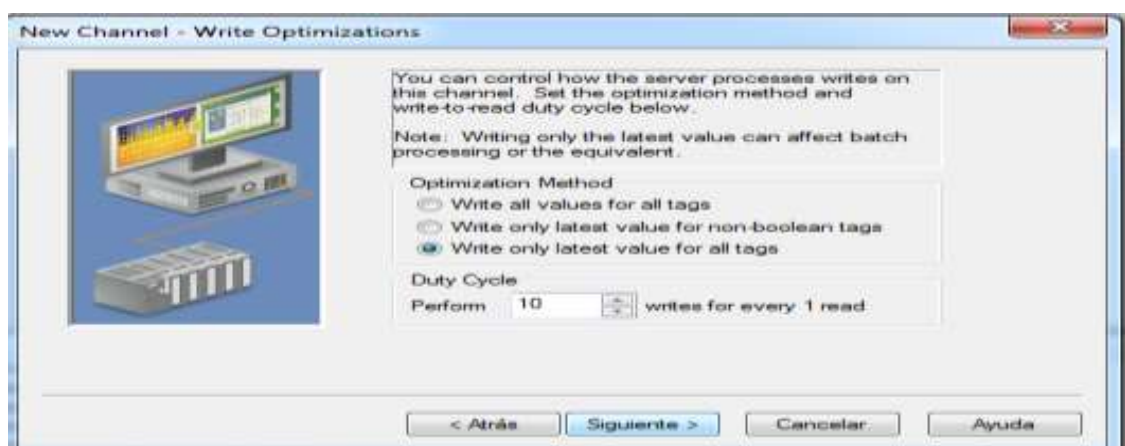


Figura 104.Ventana "Write Optimizations".
Por: KEPWARE (2015). KEPSERVER.

- Luego en la siguiente ventana “NEW CHANNEL- NON-NORMALIZED FLOAT HANDLING” se debe escoger la opción “REPLACED WITH ZERO”.



Figura 105. Ventana "Non-Normalizaed Float Handling".
Por: KEPWARE (2015). KEPSERVER.

- Posteriormente para finalizar con la creación de la red virtual se da click en finalizar.

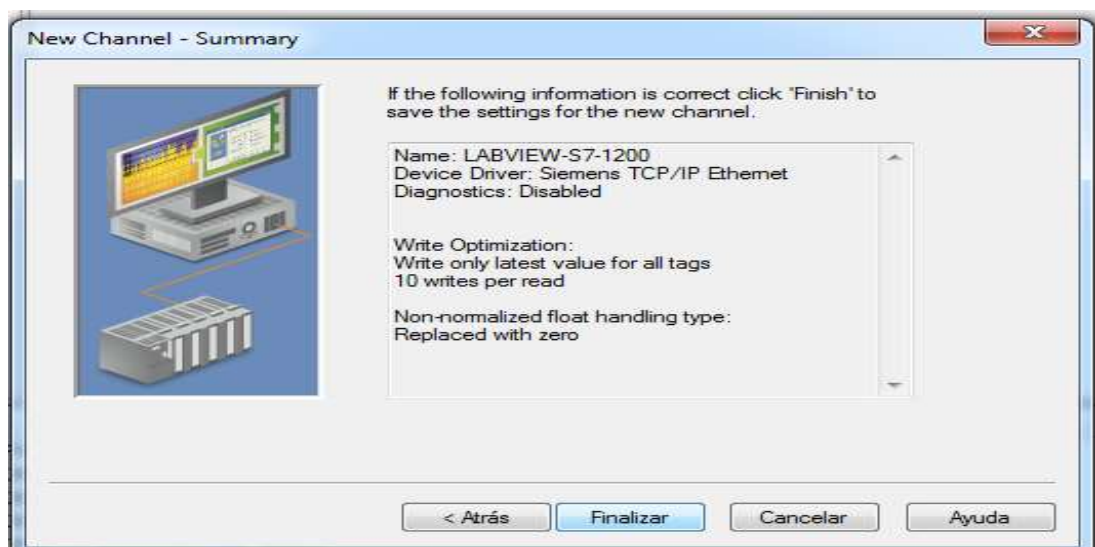


Figura 106. Ventana " New Channel-Summary".
Por: KEPWARE (2015). KEPSERVER.

- Una vez culminado los pasos anteriores, se genera la siguiente ventana en donde se da click en la opción “CLICK TO ADD A DEVICE”.

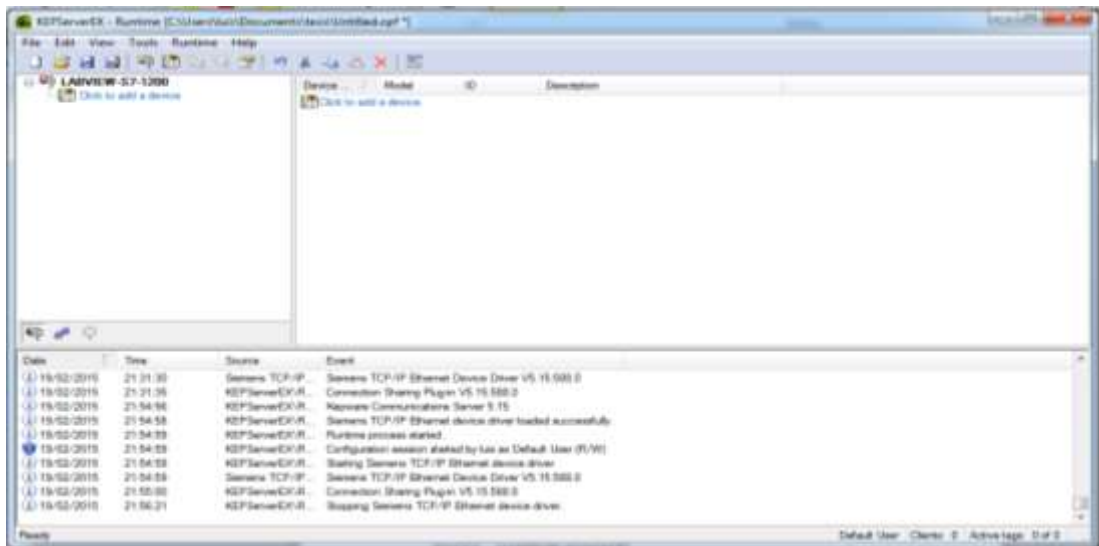


Figura 107. Ventana "RunTime".
Por: KEPWARE (2015). KEPSERVER.

- Luego aparece la siguiente ventana “NEW DEVICE-NAME” en donde se ingresa el nombre del dispositivo y se da click en “SIGUIENTE”.

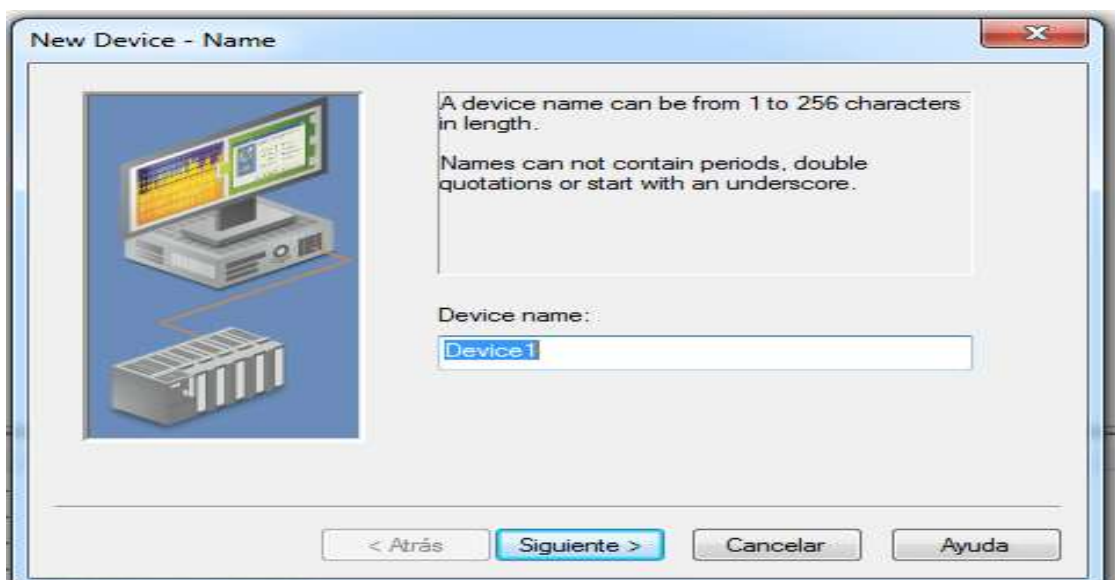


Figura 108. Ventana "Name".
Por: KEPWARE (2015). KEPSERVER.

- Después aparece la ventana “NEW DEVICE-MODEL” en la cual se selecciona el modelo del PLC’S en este caso se escoge la opción “S7-1200” y se presiona la opción “SIGUIENTE”.

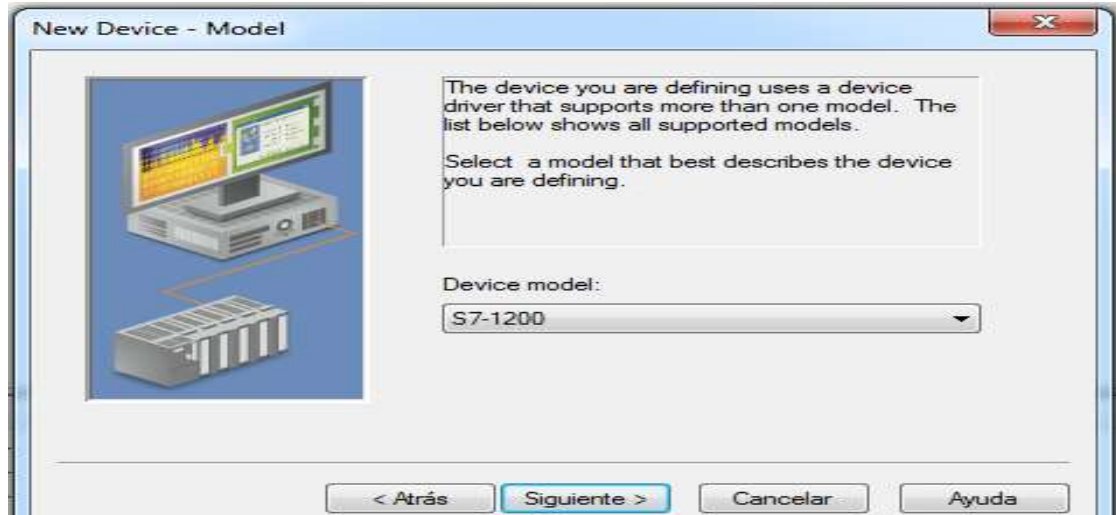


Figura 109. Ventana "Model".
Por: KEPWARE (2015). KEPSERVER.

Posteriormente aparece la ventana “NEW DEVICE-ID” en la cual se debe ingresar la dirección IP del dispositivo de control la cual es: 192.168.0.3 y se da click en “SIGUIENTE”.



Figura 110. Ventana "ID".
Por: El Autor.

- En la ventana “NEW DEVICE- COMMUNICATIONS PARAMETERS” en la opción “PORT NUMBER” es 102 y se presiona el botón “SIGUIENTE”.



Figura 111. Ventana "Communications Parameters".
Por: KEPWARE (2015). KEPSERVER.

- Una vez culminado los pasos anteriores, se da click en finalizar.

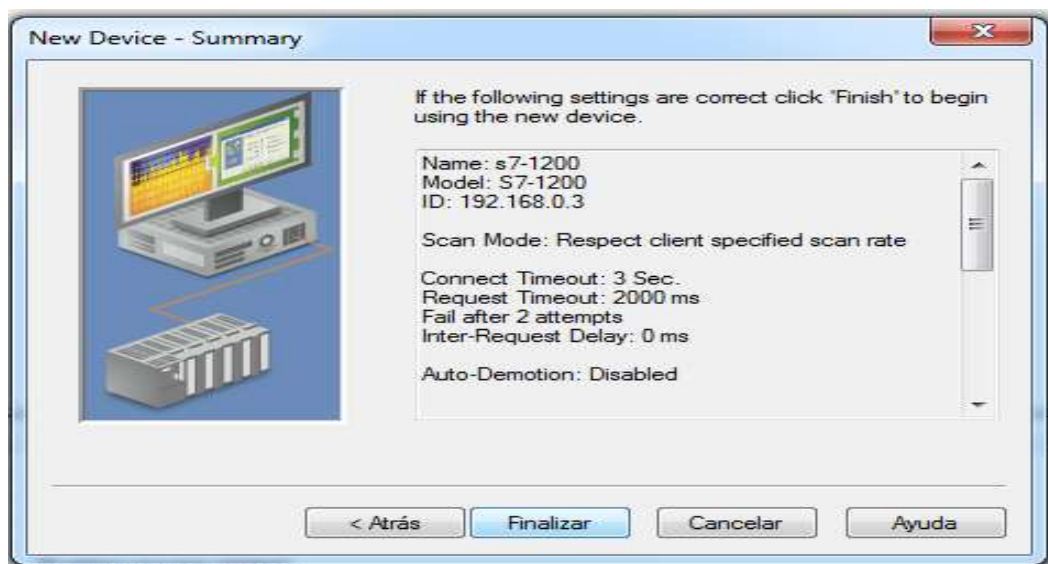


Figura 112. Ventana "New Device-Summary".
Por: KEPWARE (2015). KEPSERVER.

- Después aparece la siguiente ventana en donde se da doble click en “CLICK TO ADD A STATIC TAG”.

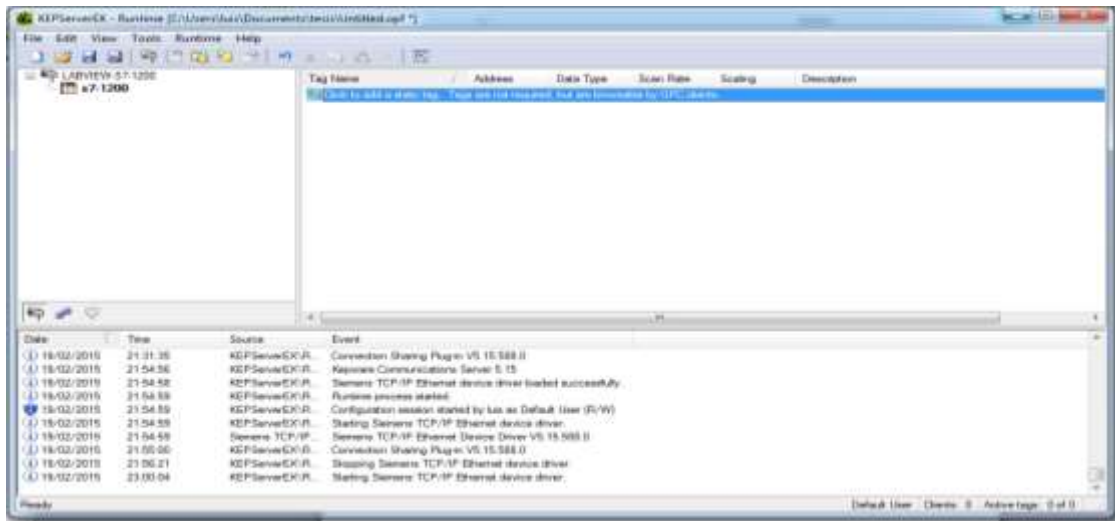


Figura 113. Creación de los Tags.
Por: KEPCWARE (2015). KEPSERVER.

- Después de haber realizado click en esa opción aparece la ventana “TAG PROPERTIES” en donde en identificación se procede a dar nombre de la variable, dirección de la variable y una descripción de la variable y posteriormente se realiza click en “ACEPTAR”.

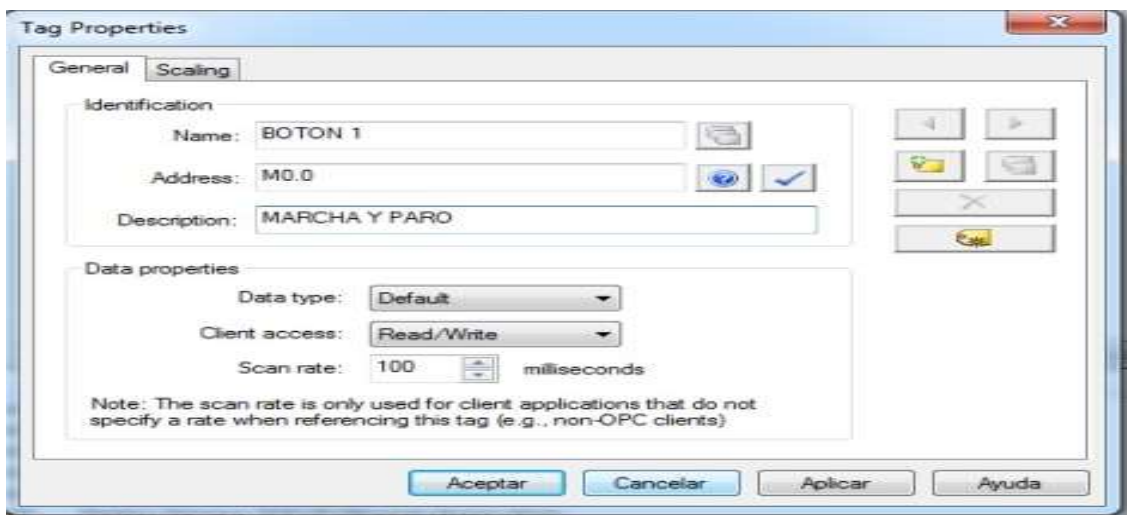


Figura 114. Edición del Tags creado.
Por: El Autor.

- El paso anterior se repite para añadir los controles e indicadores necesarios para el sistema SCADA.

4.3.5. Programación de LABVIEW.

Para proceder con la programación del software, se debe seguir los siguientes pasos que se va a enumerar a continuación:

4.3.5.1. Creación de un nuevo VI

- Se procede a abrir el software, se selecciona la opción “LABVIEW” y luego se da click en “START LABVIEW” como lo muestra en la imagen a continuación.

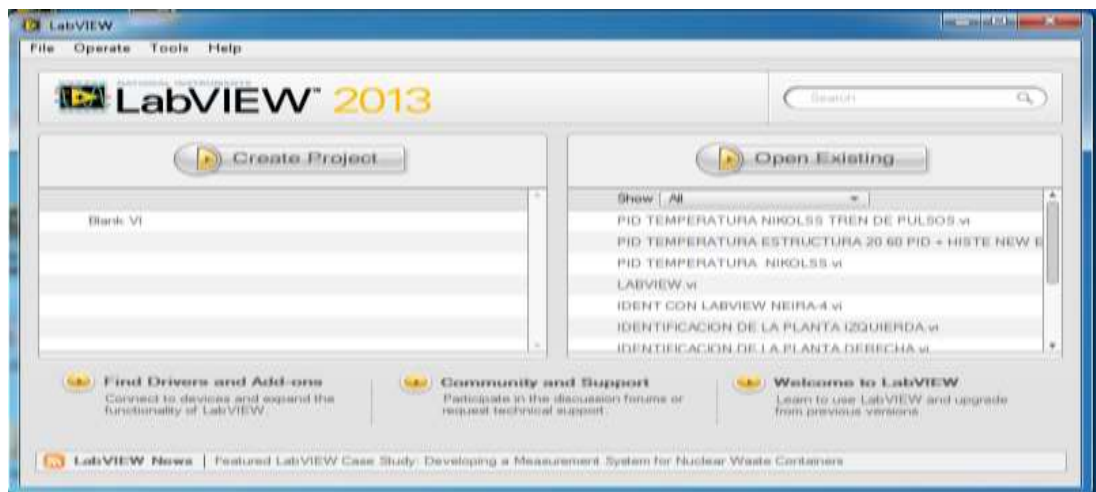


Figura 115. Ventana para abrir o crear un proyecto.
Por: National Instruments (2015). Labview.

Se debe dar click en la única opción en “CREATE PROJECT” que se denomina “BLANK VI”. Con esto se procede a abrir un archivo nuevo.



Figura 116. Creación de un nuevo VI.
Por: National Instruments (2015). Labview.

- En la siguiente imagen se puede apreciar la creación de un nuevo programa.

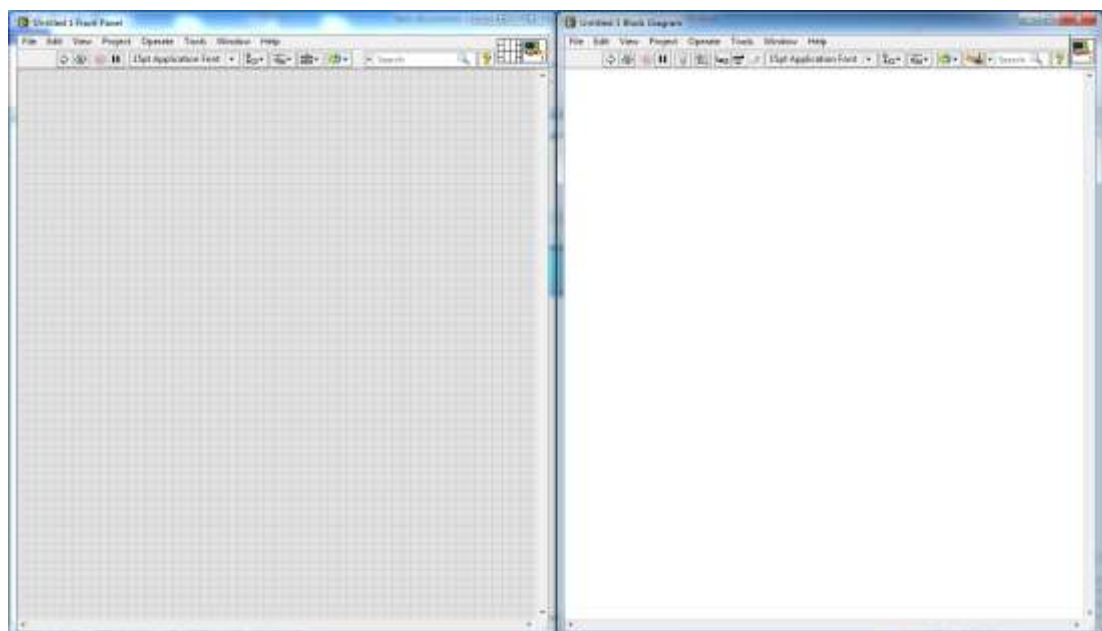


Figura 117. Creación de la plataforma de un programa nuevo de Labview.
Por: National Instruments (2015). Labview.

4.3.5.2. Edición básica del panel de control.

En el panel de control de LABVIEW se realiza las ediciones que ayudarán con la representación del sistema SCADA, el cual es una herramienta fuerte para la creación de los sistemas de monitoreo ya mencionados, por ese motivo para nuestra aplicación solo se limitará la creación de controles básico e indicadores. Por ejemplo: creación de botones en el caso de control, creación de focos en el caso de indicadores.

4.3.5.3. Creación de botones.

Para la creación de los botones en la plataforma de LABVIEW se debe seguir con los siguientes pasos:

- Se realiza click derecho en la ventana de panel control, luego se selecciona el menú de "MODERN", después se hace click en la opción "BOOLEAN", se abre un submenú donde se selecciona el icono "PUSH BUTTON".

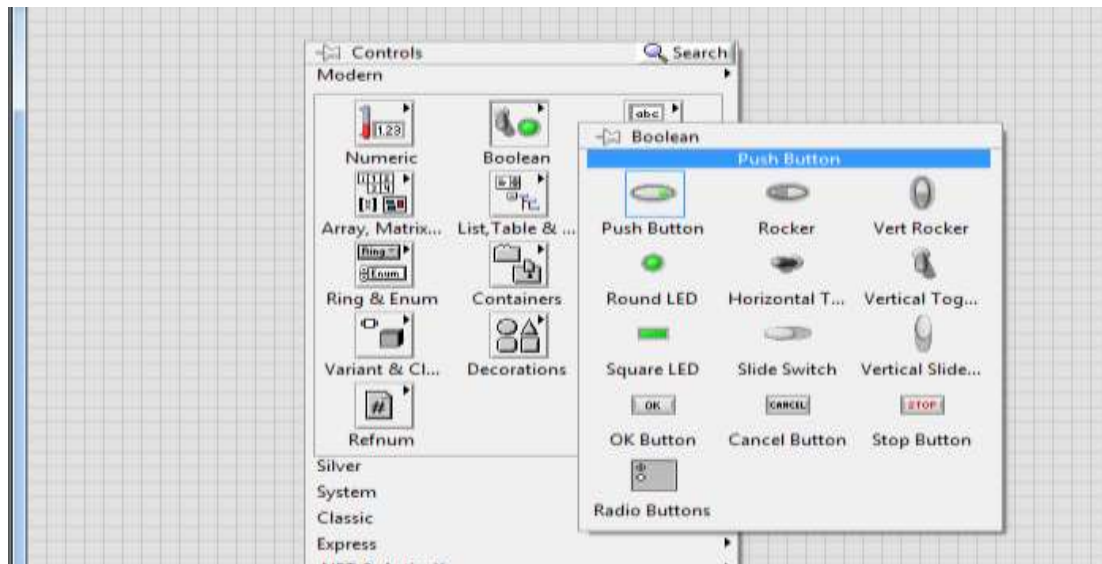


Figura 118. Barra de herramienta de Labview.
Por: National Instruments (2015). Labview.

Una vez seleccionado el control se crea automáticamente en la ventana de panel control, como lo muestra en la siguiente imagen:

4.3.5.4. Creación de indicador luminoso.

Para la creación del indicador luminoso en la plataforma de LABVIEW se debe seguir con los pasos que se va enumerar a continuación:

- Se realiza click derecho en la ventana de panel control, luego se selecciona el menú de "MODERN", después se hace click en la opción "BOOLEAN", se abre un submenú donde se selecciona el icono "ROUND LED".

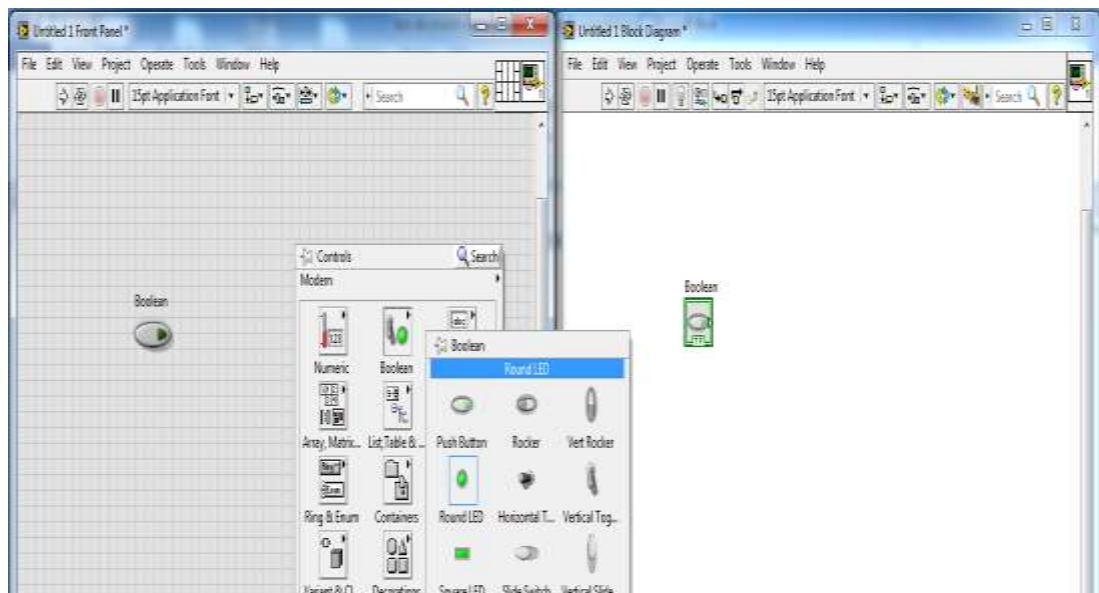


Figura 119. Creación del botón.

Por: El Autor.

- Una vez seleccionado el indicador luminoso se crea automáticamente en la ventana de panel control, como lo muestra en la siguiente imagen:

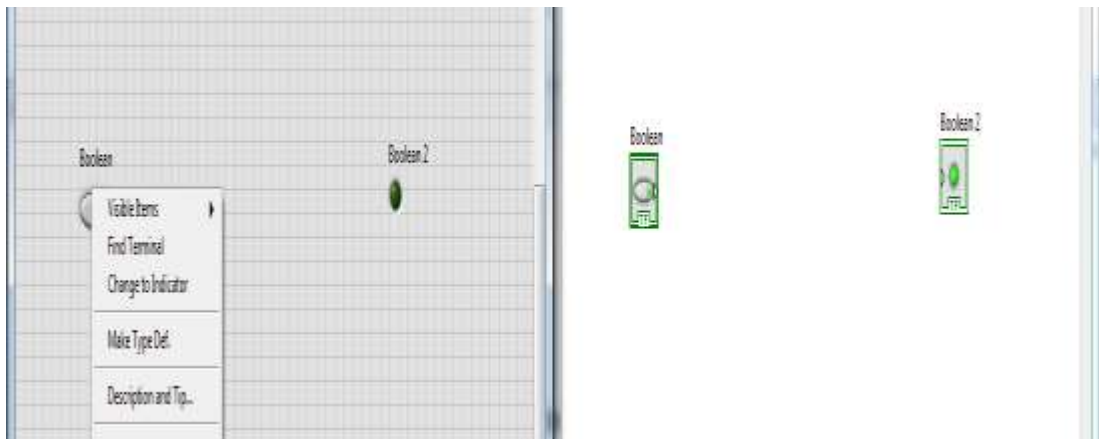


Figura 120. Creación del indicador luminoso.
Por: El Autor.

4.3.5.5. Direccionamiento de TAGS

Para poder conectar un boton o un indicador con una variable fisica de un proceso se procede a realizar un direccionamiento conocido como TAGS, el cual consiste en referenciar el control o indicador con una variable creado por un OPC. A continuacion detallo los pasos a seguir:

- Se debe dar click derecho al objeto de control y se selecciona la opción de propiedades como se muestra en la siguiente figura.

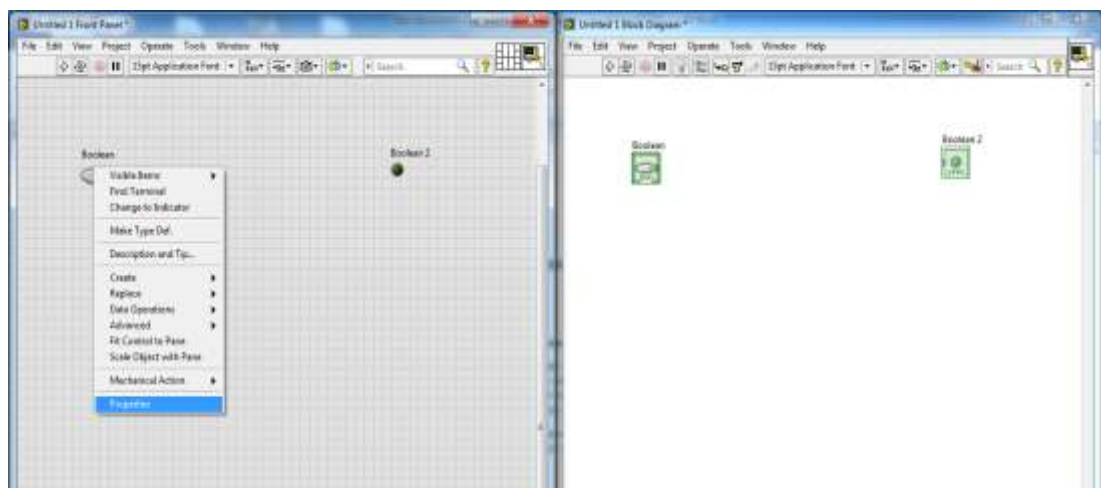


Figura 121. Propiedades del botón.
Por: EL Autor.

- Aparece una ventana en donde se debe escoger la opción de “DATA BINDING”, luego en “DATA BINDING SELECTION” se selecciona la opción de “DATASOCKET”, en “ACCESS TYPE” se escoge la opción “WRITE ONLY”, ya que se desea que al presionar el botón en LABVIEW se prenda el foco, en la barra donde dice “BROWSE...” se debe seleccionar “DSTP SERVER...”, se abre una ventana en donde se elige “KEPWARE.KEPSERVEREX.V5”, y se debe escoger el nombre del programa que creamos en KEPSERVER en este caso se debe seleccionar la opción “LABVIEW S7-1200”, consecutivamente se selecciona la carpeta que dice: s7-1200 y se despliega una serie de opciones donde se debe escoger el TAG que se creó en KEPSERVE en este caso “BOTON 1”, luego se da click en “OK”.

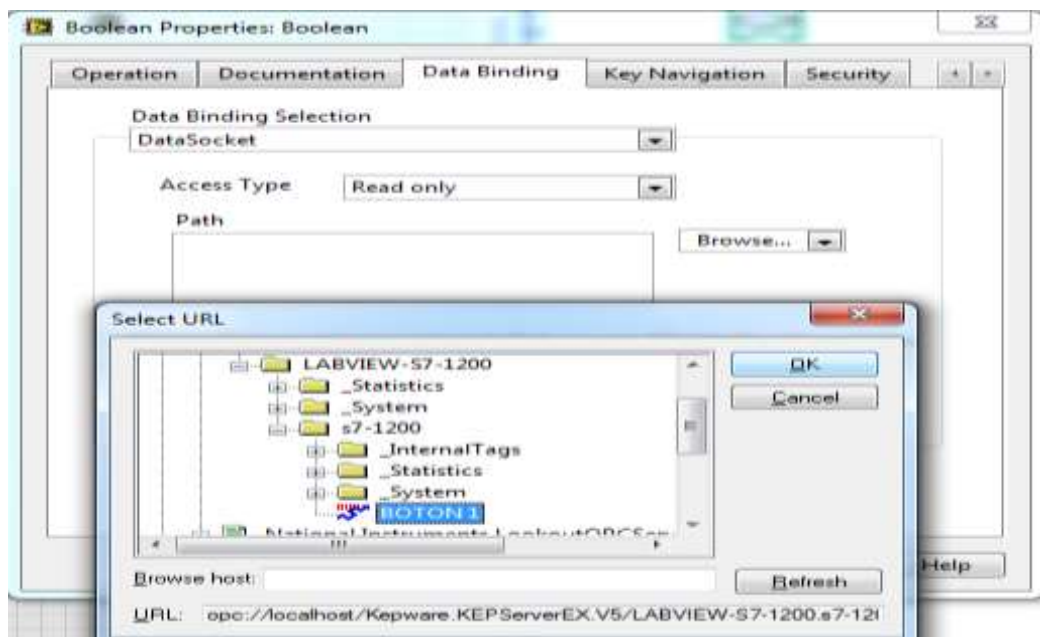


Figura 122. Configuración de "Data Binding" del boton.
 Por: El Autor.

- Se confirma las modificaciones realizadas en el paso anterior dando un click en la opción “OK”.

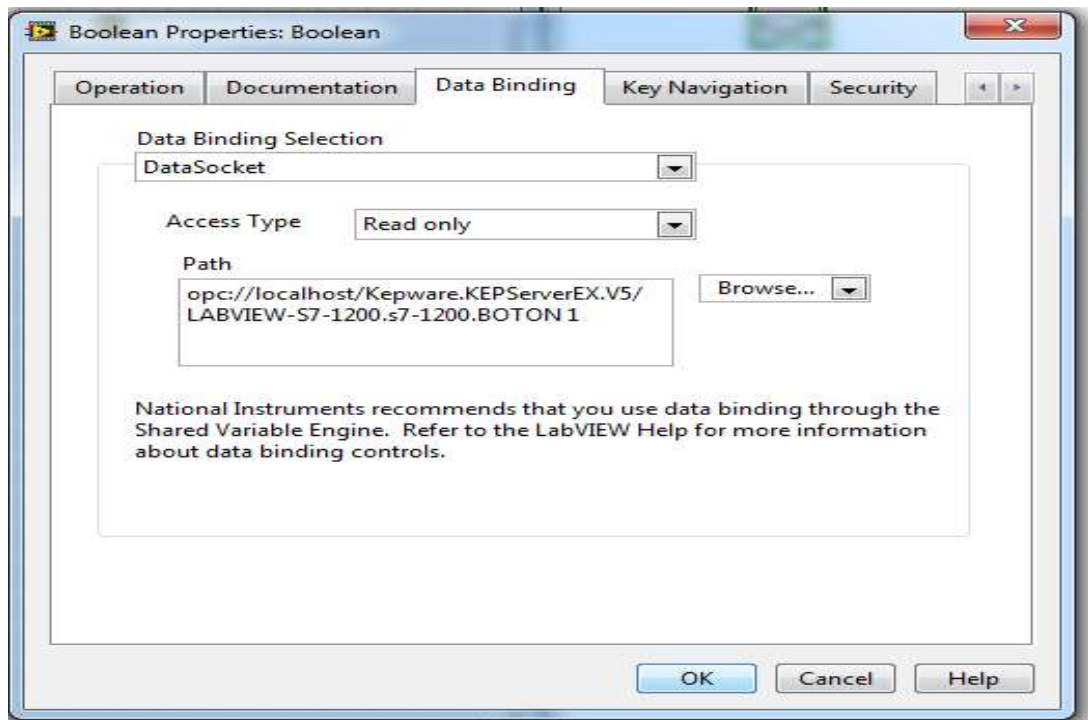


Figura 123. Modificación "DATA BINDING" finalizada.
Por: El Autor.

- El paso anterior se repite para la programación del indicador.

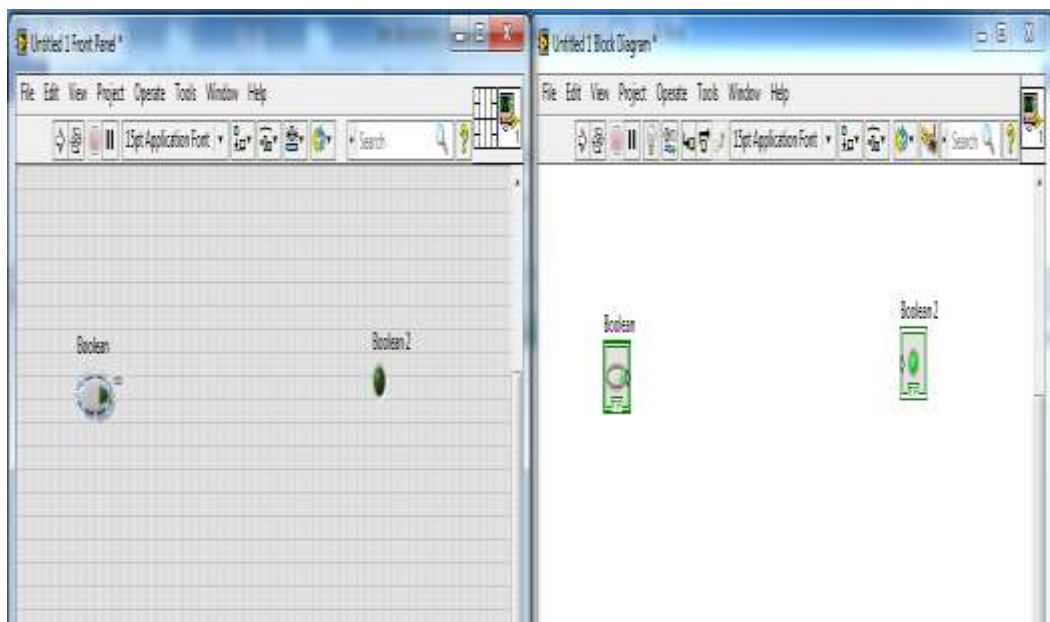


Figura 124. Vista del VI con el botón referenciado a variable de un OPC.
Por: EL Autor.

4.3.6. Programación de Sensores Analógicos.

Para la programación de los sensores analógicos en primera instancia se debe conocer que el sensor utilizado en el prototipo es el ultrasónico, el cual permite tomar la lectura de las diferentes alturas del fluido a través del tiempo. El modelo de este sensor es el: UB300-18GM40-U-V1, el cual indica que su salida es programable.

A continuación detallo los parámetros básicos que se debe considerar antes de la programación del equipo:

- Se debe verificar el alcance de lectura del sensor, en el prototipo el sensor que está instalado tiene un alcance de 50... 500mm.
- Se verifica la altura del envase que se va a dosificar, en el prototipo la altura del envase mediano es de 130mm, este tipo de envase se encuentra en el rango de medición del sensor.
- Se verifica el tipo de rampa que se desea programar ya que la cual va a funcionar como entrada del PLC, en este sistema de control se eligió la rampa ascendente con la cual se obtiene una lectura de cero voltios cuando el envase este vacío y de 10 voltios cuando el envase haya alcanzado el set point.

Después de analizar los parámetros anteriores se procede con la programación del sensor:

- Se desconectó el cable de color negro (salida del sensor).
- Se conectó el cable de color blanco (entrada de aprendizaje) a cero voltios con el envase vacío por un aproximado de 5 segundos.

- Luego se procedió a llenar el envase a su altura máxima y se cambió la conexión de la entrada aprendizaje de 0 a 10 voltios por un aproximado de 5 segundos.
- Luego se procede a desconectar el cable de color blanco y a conectar el cable de color negro a la entrada analógica del PLC.
- Una vez culminado los pasos anteriores se ha finalizado la programación del sensor analógico 1
- Repetir los pasos anteriores para la programación del sensor analógico 2.

4.4. Control PID.

4.4.1. Introducción.

Es un proceso de control interno en el regulador, que en base a la información de consigna marcada (SP.- Setpoint) y al valor recibido por la variable de proceso (PV.- Process Variable) regula una variable de control (CV.- Control Variable) de la forma más adecuada para lograr un ajuste o valor deseado. El control PID es uno de los controles automáticos industriales más utilizados, que a su vez implica la aplicación de tres tipos de control, cada uno de ellos con un fin:

- Proporcional (P): Es el tipo de control en la que la salida del controlador es proporcional a la magnitud del error (Diferencia entre PV y SP).
- Integral (I): Es el tipo de control en el que la salida del controlador es proporcional a la magnitud del error (diferencia entre PV y SP) y al tiempo en que esta se mantiene (error de estado estacionario).

- Derivativo (D): El control derivativo reacciona a la tendencia de la magnitud del error (diferencia entre PV y SP), y por tanto únicamente se aplica cuando hay cambios en el valor absoluto del error.

Cada uno de estos tipos de control está diseñado con un fin, y aunque es posible emplearlos por separado, la mayoría de los reguladores basados en PLC incorporan funcionamientos específicos parametrizables que realizan el control en conjunto: proporcional, integral y derivativo. Según (J. & Pecellín Campos, 2012).

4.4.2. Bloque PID_COMPACT en el TIA PORTAL.

4.4.2.1. Descripción.

Para que el control sea más eficiente en el llenado de los envases se consideró la implementación de programar el control PID en el mismo PLC s7-1200. El cual en su plataforma de programación tiene ya incorporado un bloque de programación tecnológico “PID_COMPACT”, donde se detallará las entradas y salidas del bloque ya mencionado a continuación:

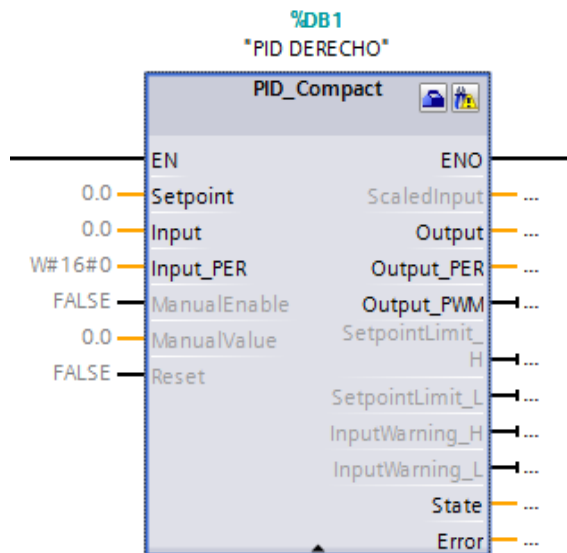


Imagen 1. Bloque PID_COMPACT.
Por: TIA PORTAL, SIEMENS.

Entradas del bloque

Tabla 3

Parámetros de entrada del Bloque PID_COMPACT.

Parámetro	Tipo de datos	Ajuste predeterminado	Descripción
Setpoint	Real	0.0	Consigna del regulador PID en modo automático
Input	Real	0.0	Una variable del programa de usuario se utiliza como origen del valor real.
Input_PER	Word	W#16#0	Entrada analógica como origen del valor real
ManualEnable	Bool	false	El flanco FALSE-TRUE selecciona el modo de operación "Modo manual" State =4.
ManualValue	Real	0.0	Este valor se utiliza en el modo manual como valor de salida.
Reset	Bool	False	El parámetro Reset realiza un re arranque del regulador.

Nota: esta tabla describe las características de las variables de entradas.
Por:SIEMENS (2015), TIA PORTAL.

Salidas del bloque

Tabla 4

Parámetros de salida del Bloque PID_COMPACT.

Parámetro	Tipo de Datos	Ajuste predeterminado	Descripción
caledInput	Real	0.0	Salida del valor real escalado.
Las salidas “Output”, “Output_PER” Y “Output_PWM” pueden utilizarse paralelamente.			
Output	Real	0.0	Valor de salida en el formato Real.
Output_PER	WORD	W#16#0	Valor de salida analógico.
Output_PWM	Bool	False	Valor de salida modulado por ancho de impulso
SetpointLimit_H	Bool	False	Cuando SetpointLimit_H=TRUE, significa que se ha alcanzado el límite superior absoluto de la consigna.
SetpointLimit_L	Bool	False	Cuando SetpointLimit_L=True, significa que se ha alcanzado el límite inferior absoluto de la consigna.
InputWarning_H	Bool	False	Cuando InputWarning_H=TRUE, significa que se ha alcanzado o rebasado el límite superior de advertencia de valor real.
InputWarnin_L	Bool	False	Cuando InputWarning_L=TRUE, significa que se ha alcanzado o rebasado por defecto el límite inferior de

			advertencia del valor real.
State	Int	0	El parámetro STATE indica el modo de operación actual del regulador PID. El modo de operación se cambia con la variable Sreti_Mode. State=0: Inactivo State=1: Optimización Inicial. State=2: Optimización Fina. State=3: Modo Automático. State=4: Modo Manual
Error	DWORD	W#16#0	El parámetro Error indica los mensajes de error.

Nota: Esta tabla describe las características de las variables de salida. **Por:** SIEMENS (2015). TIA PORTAL.

4.4.2.2. Programación.

Como el prototipo tiene dos sistemas de dosificación se tendrá que realizar la programación de dos bloques PID_COMPACT. A continuación se detallará la programación del bloque PID para cada uno de ellos:

4.4.2.2.1. PID_DERECHO.

Se detallará los pasos para seguir a continuación:

- Se hace click en “AGREGAR NUEVO BLOQUE”, luego se abre una ventana donde se seleccionará “CYCLIC INTERRUPT” y después se modifica las siguientes opciones:

- **Nombre** se ingresa “Cyclic Interrupt”.
- **Lenguaje** se selecciona “KOP”.
- Se escoge la opción “AUTOMÁTICO”
- **Tiempo de ciclo (ms)** se ingresa 160



Figura 125. Creación de un OB interrupción cíclica.
 Por: SIEMENS (2015). TIA PORTAL.

- Luego se crea el bloque “CYCLIC INTERRUPT OB30”, de ahí se hace click en “INSTRUCCIONES”, luego en “TECNOLOGÍA”, después se da click en la carpeta “COMPACT PID” y se busca el bloque “PID_COMPACT” que se arrastra al segmento 1 del bloque ya creado.

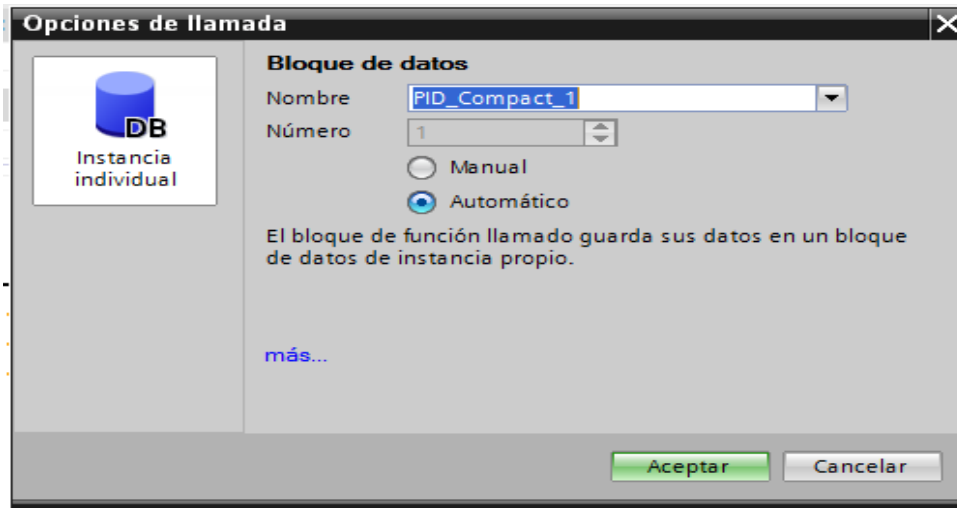


Figura 126. Creación de un bloque de instancia del PID_COMPACT.
 Por: SIEMENS (2015). TIA PORTAL.

- Luego aparece la siguiente ventana” OPCIONES DE LLAMADA” en la cual está la opción “NOMBRE” donde se debe ingresar “PID_DERECHO” y luego se da click en “ACEPTAR”.

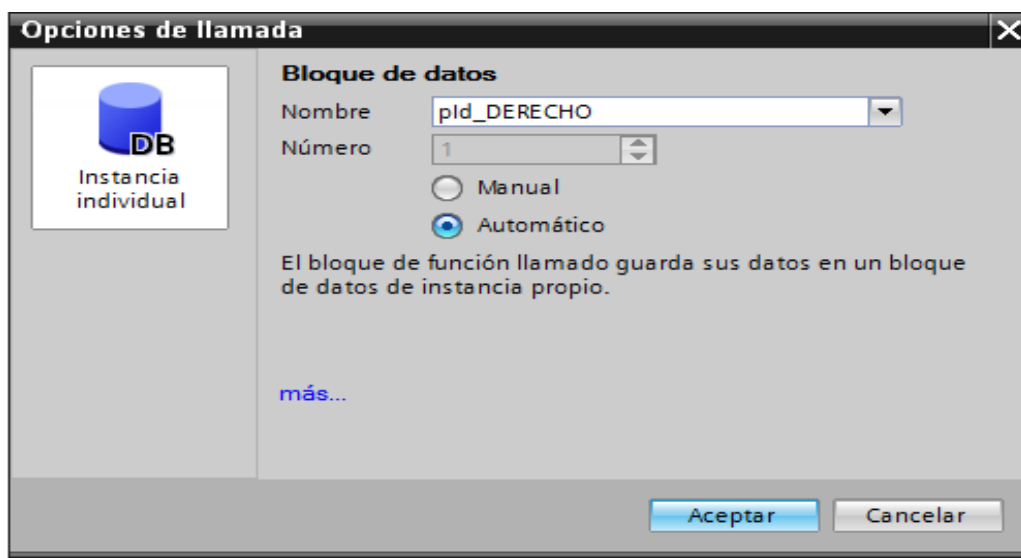


Figura 127. Edición del bloque de instancia del PID_COMPACT.
 Por: SIEMENS (2015). TIA PORTAL.

- Entonces automáticamente se crea el bloque PID_COMPACT en el “OB30”, donde se ingresa las siguientes variables las cuales son:

Entradas del bloque

Tabla 5.

Definición de variables de entradas.

Parámetro	Variable	Nombre de la Variable
Setpoint	MD0	Set Point Derecha
Input_PER	IW96	Entrada Analógica Derecha
Reset	M10.0	Reset PID Derecho

Nota: Las variables que están en la tabla son el tipo de dato que se debe usar al momento de programar el bloque. Por: El Autor.

Salidas del bloque

Tabla 6.

Definición de variables de salidas.

Parámetro	Variable	Nombre de la Variable.
Output_PER	QW96	Salida Analógica Izquierda
STATE	MW4	Estado PID Derecho
ERROR	MD6	Error PID Derecho

Nota: Las variables que están en la tabla son el tipo de dato que se debe usar al momento de programar el bloque. **Por:** El Autor.

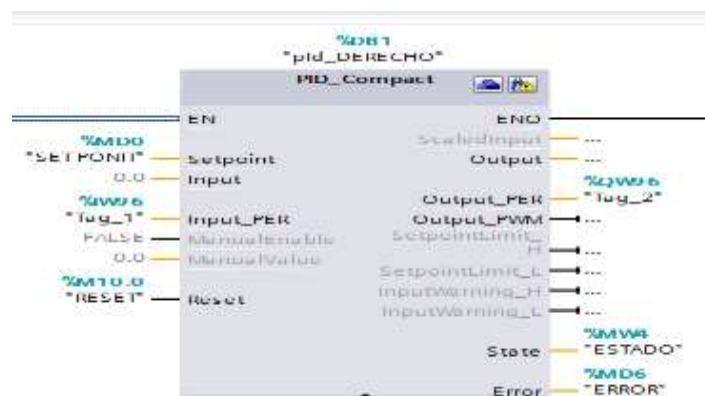


Figura 128. Variables ingresadas.

Por: El Autor.

4.4.2.2.1.1. Configuración.

A continuación se procede a configurar el bloque PID_Derecho:

- Se da click en el siguiente botón como lo muestra la imagen posterior.

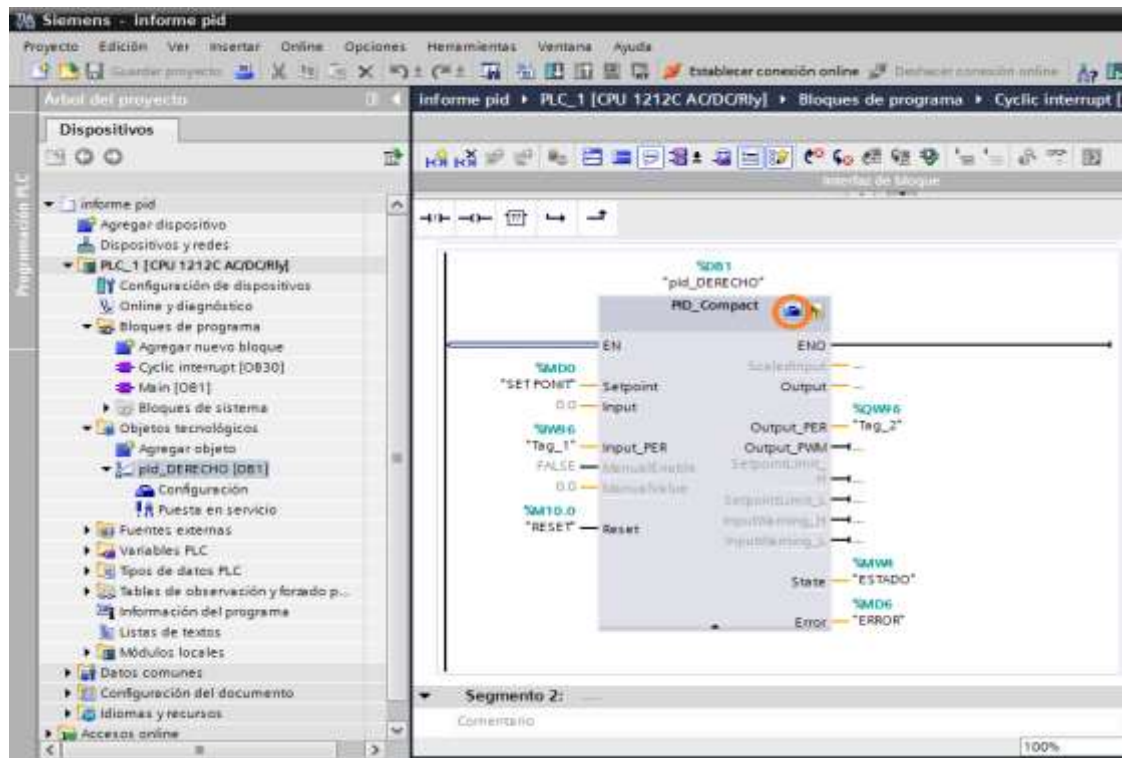


Figura 129. Configuración del bloque PID_COMPACT.

Por: El Autor.

- Se abre la siguiente ventana automáticamente y se da click en “AJUSTES BÁSICOS”, donde hay dos menú:
- TIPO DE REGULACIÓN: se selecciona “Longitud”, “mm” y “ACTIVAR ÚLTIMO MODO DE OPERACIÓN TRAS REARRANQUE DE LA CPU”
- PARÁMETROS DE ENTRADA/SALIDA: en la opción “INPUT” se selecciona “INPUT_PER (ANALÓGICA)” y en la opción “OUTPUT” se selecciona “OUTPUT_PER (ANALÓGICA)”.

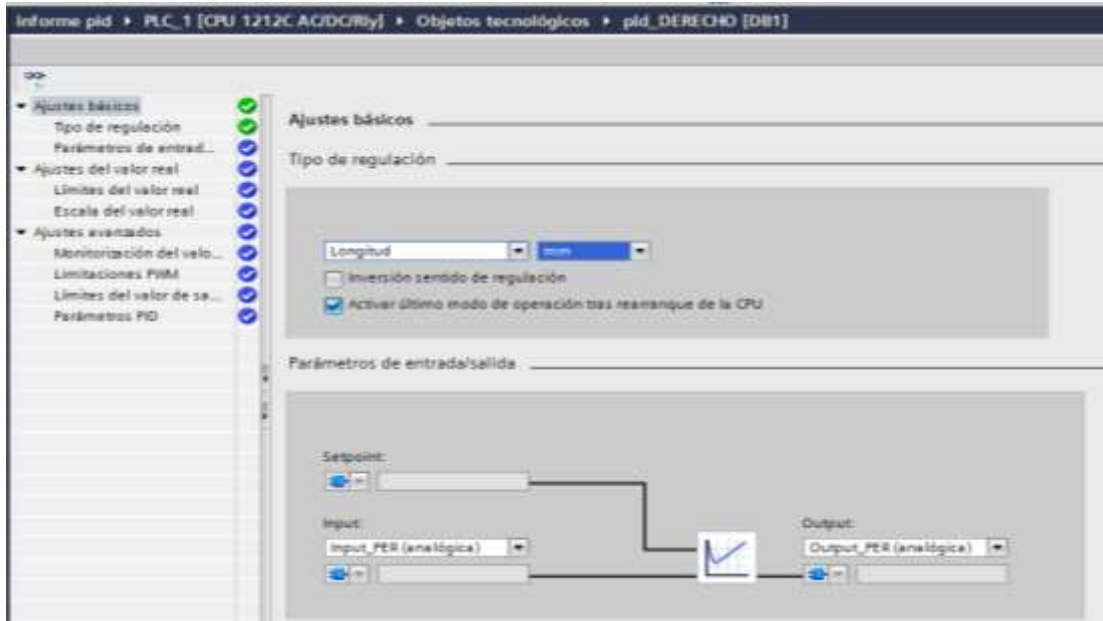


Figura 130. Configuración de Ajustes Básicos del PID DERECHO.
 Por: El Autor.

- Luego se hace click en “AJUSTE DEL VALOR REAL” y se selecciona “LÍMITES DE VALOR REAL”, donde en la opción de “LÍMITE SUPERIOR DEL VALOR REAL” se ingresa “100” y en la opción de “LÍMITE INFERIOR DEL VALOR REAL” se ingresa “0”.

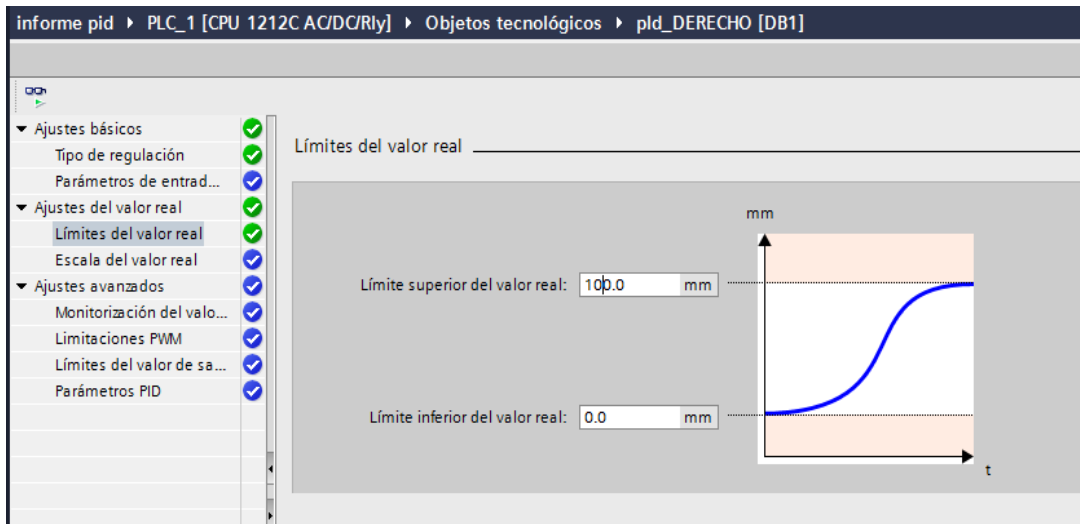


Figura 131. Configuración de límites del valor real.
 Por: El Autor.

- Después se da click en “ESCALA DEL VALOR REAL” y se modifica las siguientes opciones:
 - VALOR REAL SUPERIOR ESCALADO = 100.
 - VALOR REAL INFERIOR ESCALADO= 0.
 - ABAJO = 0.
 - ARRIBA= 27648.



Figura 132. Configuración de Escala de valor real del bloque PID_COMPACT.
Por. El Autor.

- Luego se da click en “PARÁMETROS PID” en los cuales se puede apreciar como el bloque PID_Derecho setea valores automáticamente para el arranque de las dos optimizaciones, las cuales son:
 - Inicial.
 - Final.

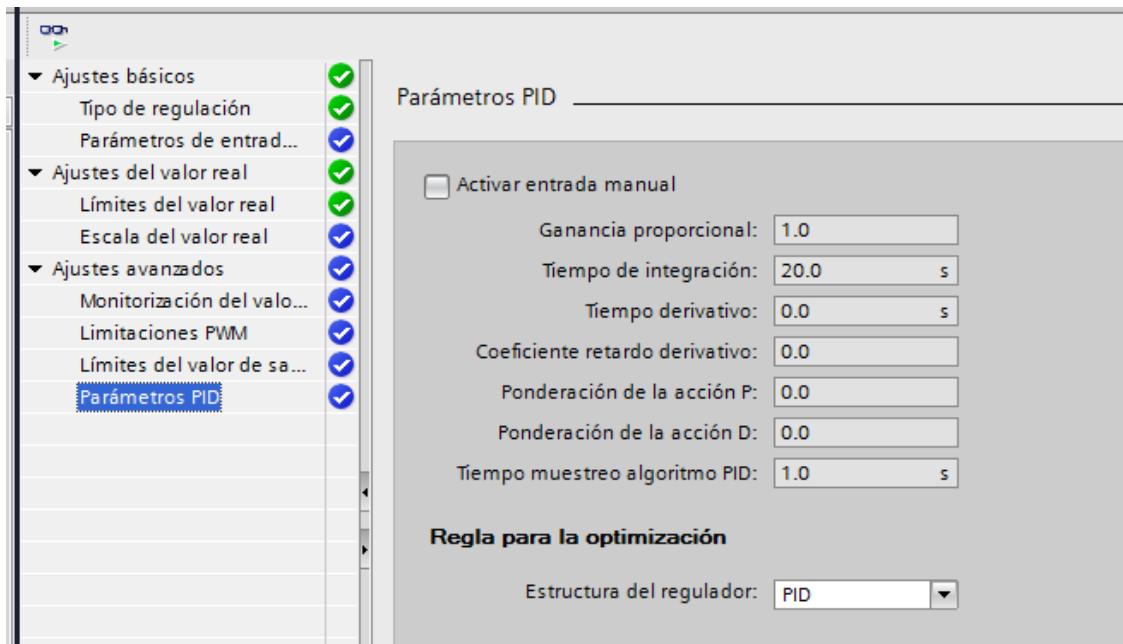


Figura 133. Parámetros iniciales del bloque PID_COMPACT.
 Por: SIEMENS (2015). TIA PORTAL.

4.4.2.2.1.2. Puesta en marcha.

El bloque tecnológico del bloque PID, para que funcione correctamente necesita de dos optimizaciones, las cuales son:

- Optimización Inicial: que este tipo de optimización determina la respuesta del sistema a una entrada escalón (cambio súbito de SP) y auto sintoniza los parámetros del controlador PID. Según (J. & Pecellín Campos, 2012).

A continuación se describe los pasos para realizar la optimización del bloque:

- Se da click en el siguiente botón que se muestra en la imagen a continuación.

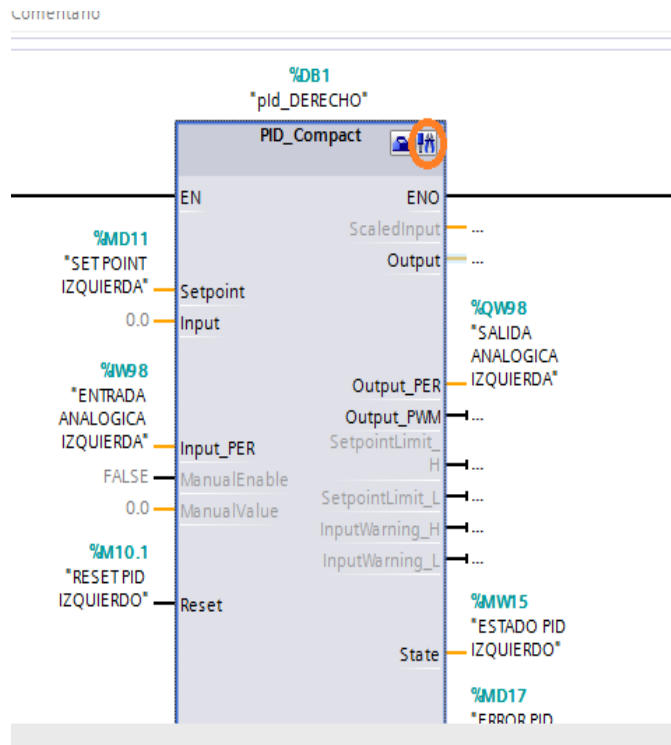


Figura 134. Icono de puesta en marcha del bloque PID-COMPACT.
Por: El Autor.

- Luego se abre la siguiente ventana donde se debe modificar dos menús:
 - **Medición:** 0.3 s.
 - **Modo de optimización:** Optimización Inicial.

Luego se da click en “START” para cada uno de los botones de las opciones antes mencionadas. Posteriormente el programa comienza a graficar las curvas de repuesta de la variable de control (CV), variable de proceso (PV) y set point (SP). A continuación la imagen donde se puede verificar el tipo de curva de repuesta:

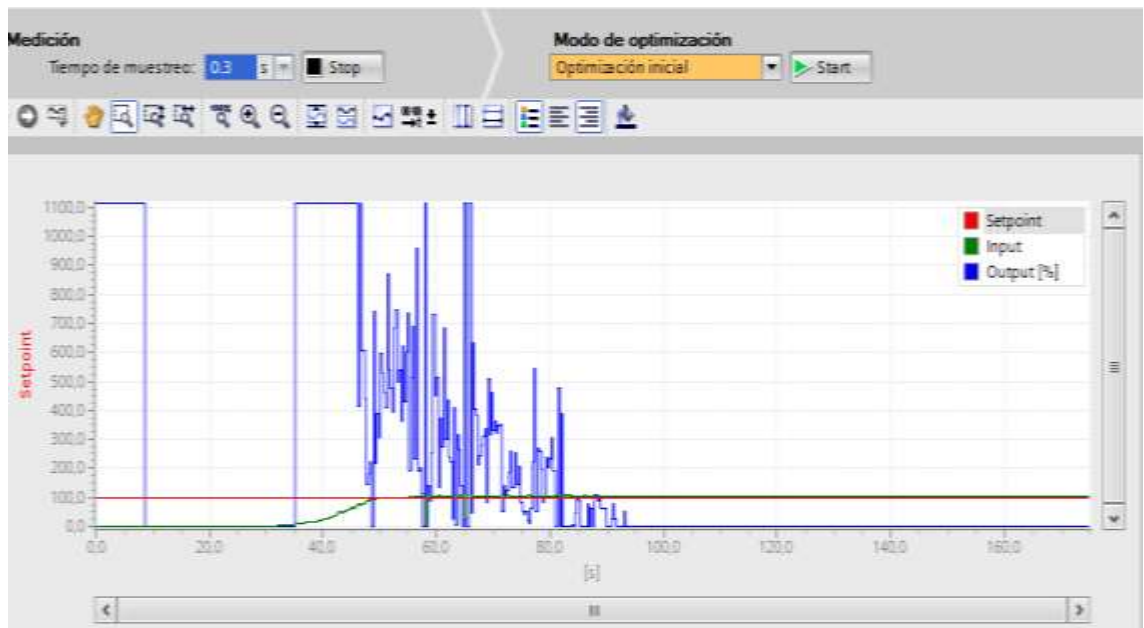


Figura 135. Respuesta del proceso durante la optimización inicial.
Por: El Autor.

En la siguiente imagen se puede apreciar como la optimización inicial cambia los parámetros PID.

<input type="checkbox"/>	Activar entrada manual	
Ganancia proporcional:		2.404442
Tiempo de integración:		9.777246 s
Tiempo derivativo:		1.711018 s
Coefficiente retardo derivativo:		0.1
Ponderación de la acción P:		0.8
Ponderación de la acción D:		0.0
Tiempo muestreo algoritmo PID:		0.1599983 s
Regla para la optimización		
Estructura del regulador:		PID

Figura 136. Parámetros del PID obtenidos en el dosificador de envase mediano durante la optimización inicial.
Por: SIEMENS (2015), TIA PORTAL.

A continuación se da click en el siguiente botón para cargar al PID los parámetros que se obtuvieron en el paso anterior.

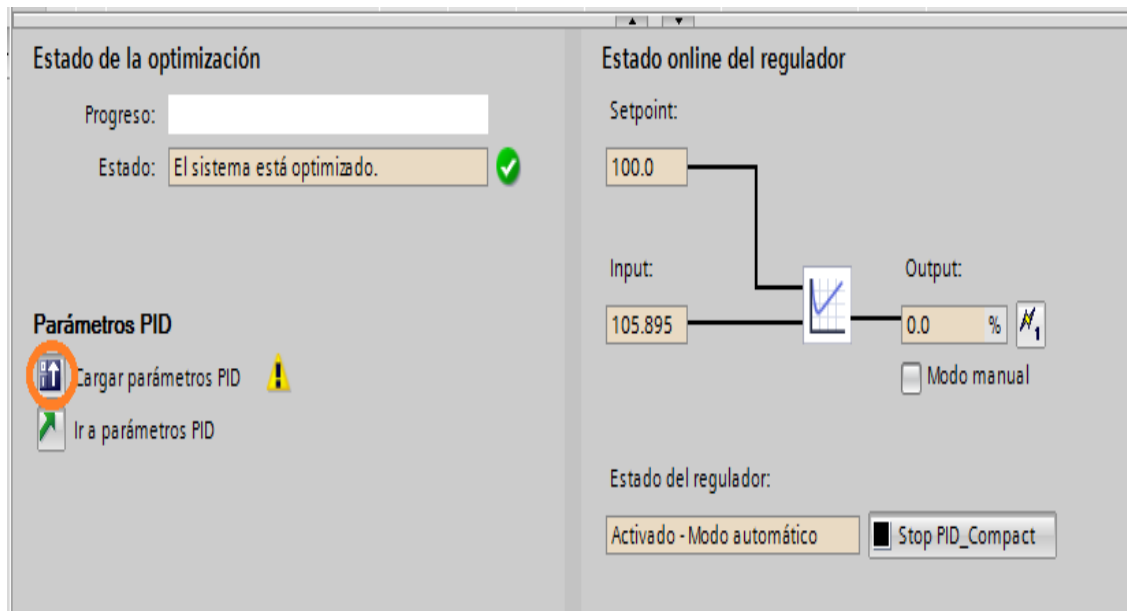


Figura 137. Visualizador de las variables de control del PID DERECHO.
Por: El Autor.

Una vez terminada la primera optimización se procede a realizar la segunda.

- **Optimización Fina:** Es el complemento de la Optimización inicial. A continuación se describe los pasos para su ejecución:
 - En la misma ventana donde se realizó la Optimización Inicial, se realiza la Optimización Fina y se modifica los siguientes parámetros:
 - **Medición:** 0.3s.
 - **Modo de optimización:** Optimización Fina.

Luego se da click en “START” para cada uno de los botones de las opciones antes mencionadas. Posteriormente el programa comienza a graficar las curvas de respuesta de la variable de control (CV), variable de proceso (PV) y set point (SP). A continuación la imagen donde se puede verificar el tipo de curva de repuesta:

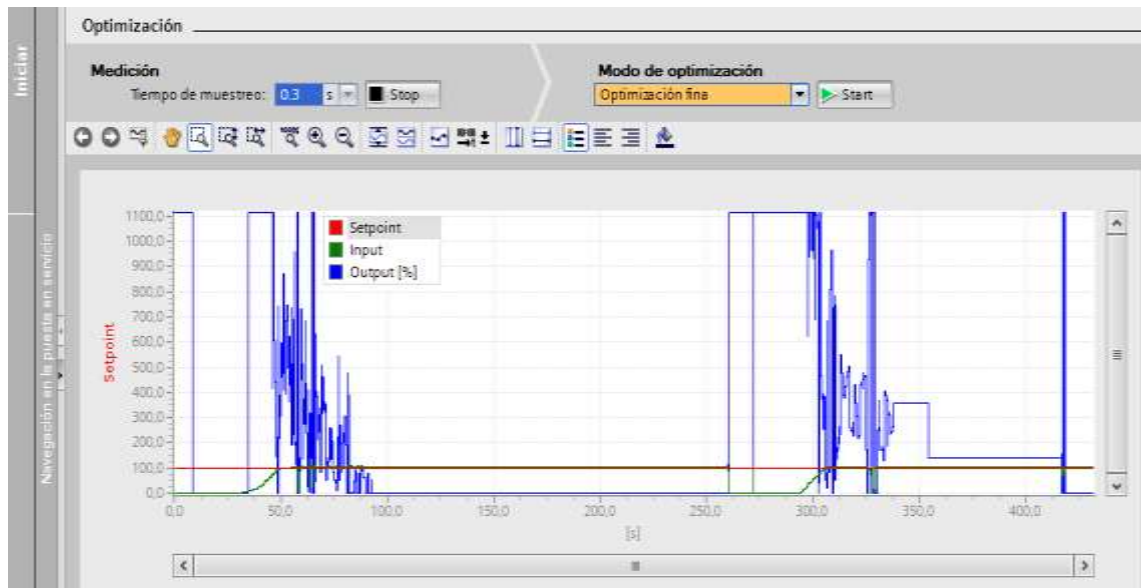


Figura 138. Repuesta del proceso durante la optimización Fina.
Por: El Autor.

En la siguiente imagen se puede apreciar como la Optimización Fina cambia los parámetros PID.

Parámetro	Valor	Unidad
Ganancia proporcional:	2.404442	
Tiempo de integración:	9.777246	s
Tiempo derivativo:	1.711018	s
Coeficiente retardo derivativo:	0.1	
Ponderación de la acción P:	0.8	
Ponderación de la acción D:	0.0	
Tiempo muestreo algoritmo PID:	0.1599983	s

Regla para la optimización

Estructura del regulador: PID

Figura 139. Parámetros del PID obtenidos en el dosificador de envase mediano durante la optimización Fina.
Por: SIEMENS (2015). TIA PORTAL.

A continuación se da click en el siguiente botón para cargar el PID los parámetros que se obtuvieron en el paso anterior, como lo muestra en la imagen 116.

4.4.2.2.1.3. Pruebas del Control PID.

Se realizó dos tipos de prueba para el dosificado de envase mediano, con el bloque PID_COMPACT se obtuvieron los siguientes resultados:

- **Prueba A:** Para realizar esta prueba se hizo la apertura de la válvula manual al 100% y se obtuvo la siguiente gráfica:

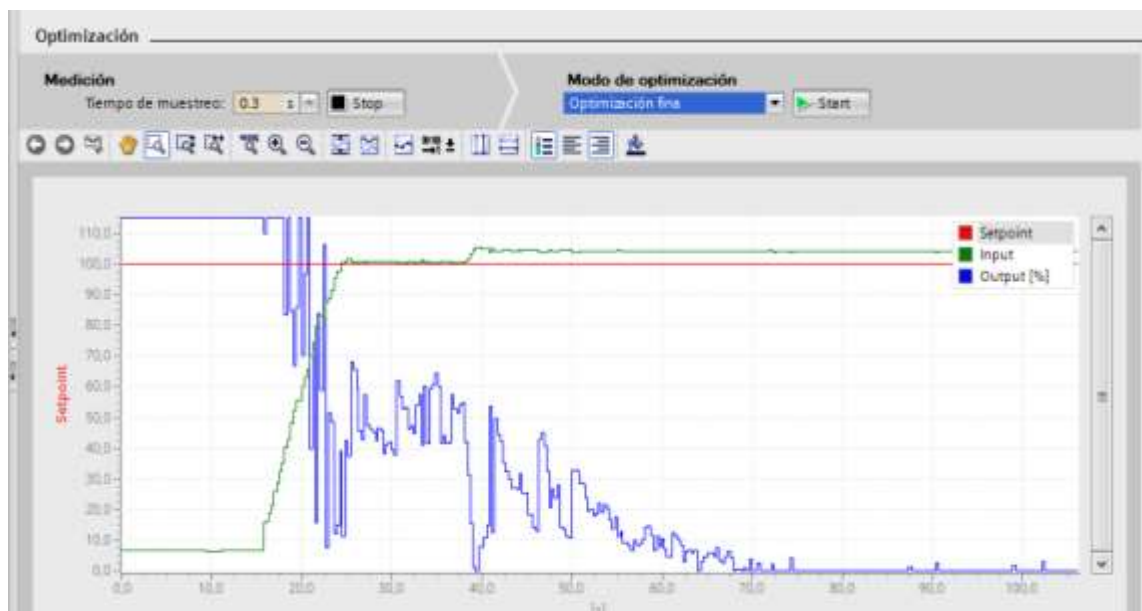


Figura 140. Repuesta 1 del proceso con el bloque PID_COMPACT del PID DERECHO.

Por: El Autor.

- **Prueba B:** Para realizar esta prueba se hizo la apertura de la válvula manual del 50% y se obtuvo la siguiente gráfica:

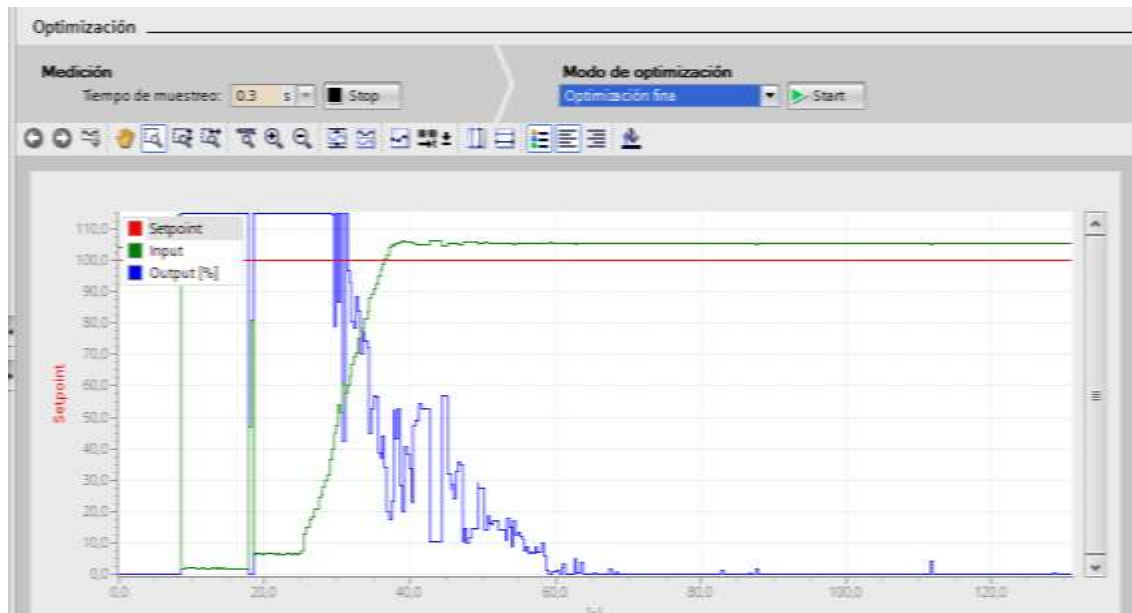


Figura 141. Respuesta 2 del proceso con el bloque PID_COMPACT del PID DERECHO.
 Por: El Autor.

4.4.2.2.2. PID_IZQUIERDO.

Se detallará los pasos para a seguir a continuación:

- Se da click en “AGREGAR NUEVO BLOQUE”, luego se abre una ventana donde se seleccionará “CYCLIC INTERRUPT” y después se modifica las siguientes opciones:
 - **Nombre** se ingresa “Cyclic Interrupt_1”.
 - **Lenguaje** se selecciona “KOP”.
 - Se escoge la opción “AUTOMÁTICO”
 - **Tiempo de ciclo (ms)** se ingresa 160

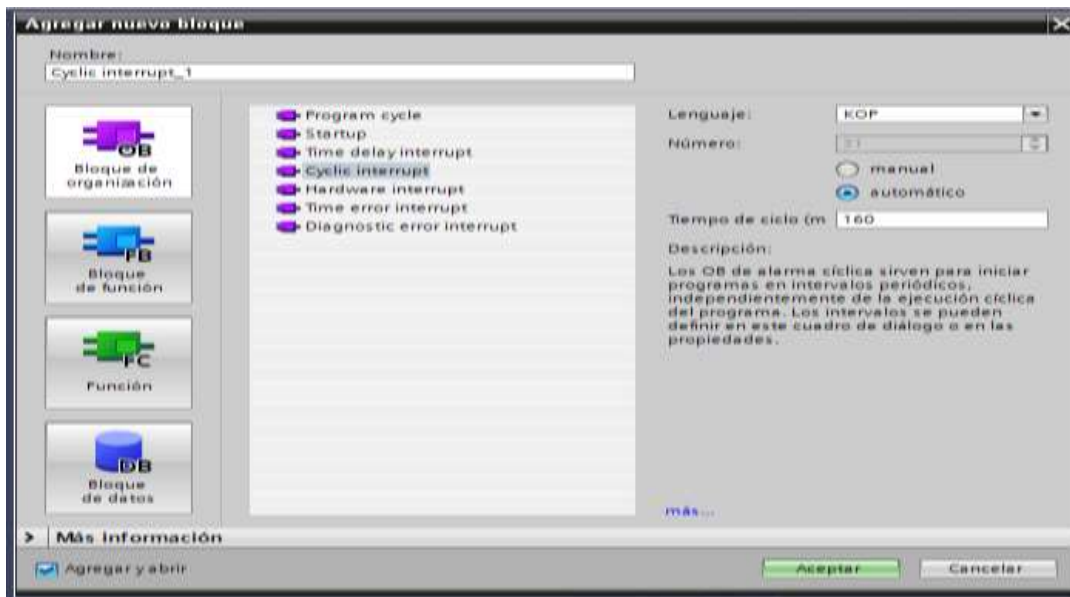


Figura 142. Creación del Cyclic Interrupt_1.
 Por: SIEMENS (2015). TIA PORTAL.

- Luego se crea el bloque “CYCLIC INTERRUPT OB30” y a continuación se debe dar click en “INSTRUCCIONES”, luego en “TECNOLOGÍA” y después se da click en la carpeta “COMPACT PID”, donde se busca el bloque “PID_COMPACT” y se arrastra al segmento 1 del bloque ya creado.

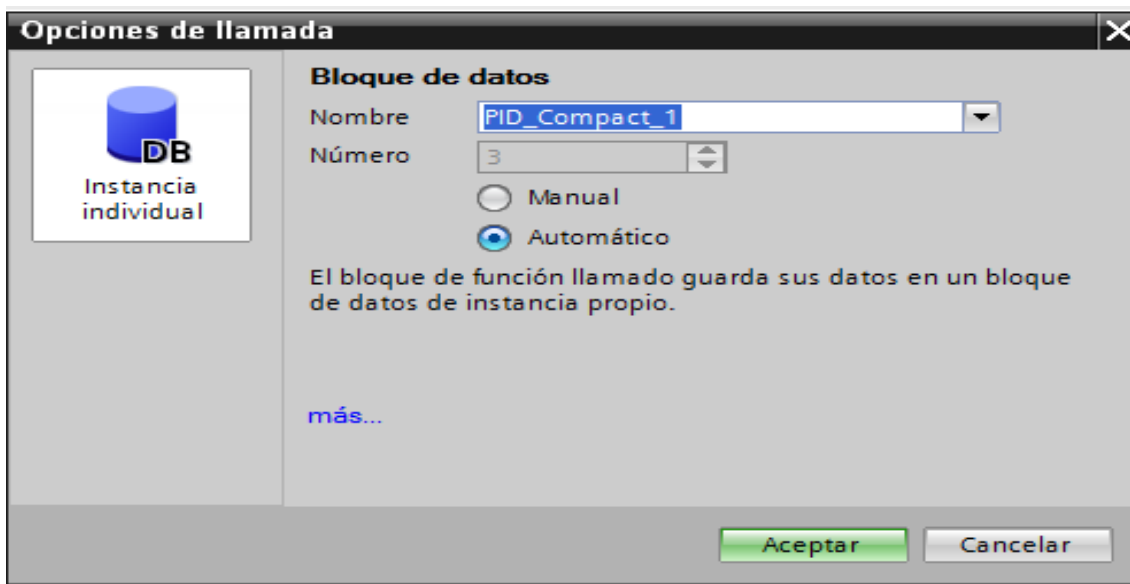


Figura 143. Creación del bloque de instancia del PID_COMPACT_1.
 Por: SIEMENS (2015). TIA PORTAL.

- Luego aparece la siguiente ventana” OPCIONES DE LLAMADA” donde en la opción “NOMBRE” se ingresa “PID_DERECHO” y luego se da click en “ACEPTAR”.

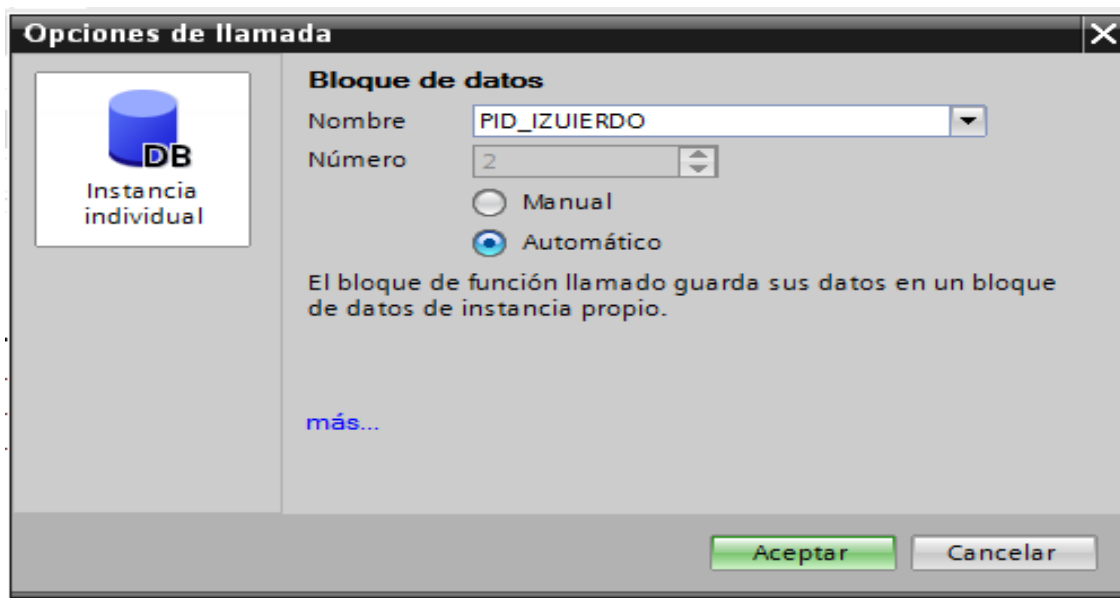


Figura 144. Edición del bloque de instancia del PID_COMPACT_1.
Por: El Autor.

- Entonces automáticamente se crea el bloque PID_COMPACT en el “OB31”, donde se ingresa las siguientes variables:

Entradas del bloque

Tabla 7.

Definición de variable de entrada del bloque PID_Izquierdo.

Parámetro	Variable	Nombre de Variable
Setponit	MD11	Set Point Izquierda
Input_PER	IW98	Entrada Analógica Izquierda
Reset	M10.1	Salida Analógica Izquierda

Nota: Las variables que están en la tabla son el tipo de dato que se debe usar al momento de programar el bloque. **Por:** El Autor.

Salidas del bloque

Tabla 8.

Definición de variable de salida del bloque PID_COMPACT_1.

Parámetro	Variable	Nombre de variable
Output_PER	QW98	Salida Analógica Izquierda
STATE	MW15	Estado PID Izquierdo
ERROR	MD17	Error PID Izquierdo

Nota: Las variables que están en la tabla son el tipo de dato que se debe usar al momento de programar el bloque. **Por:** El Autor.

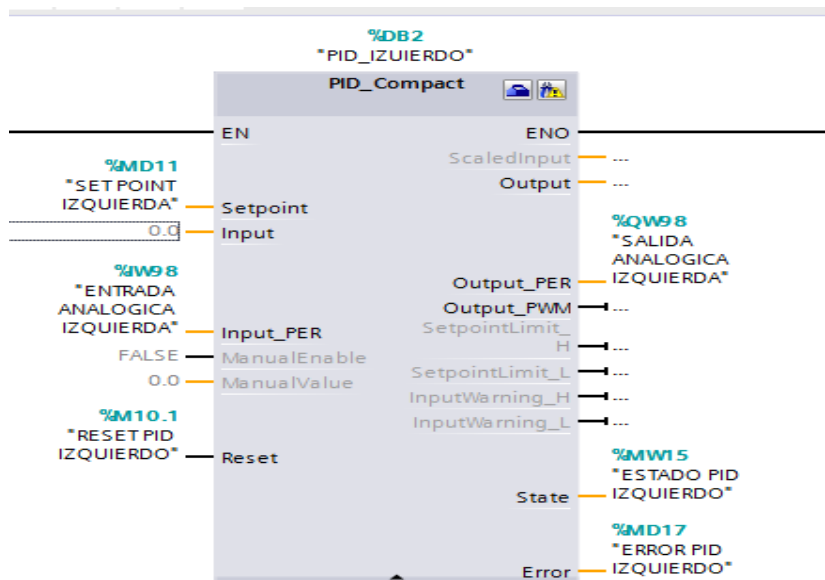


Figura 145. Edición del bloque PID_COMPACT_1.

Por: El Autor.

4.4.2.2.1. Configuración.

A continuación se procede a configurar el bloque PID_Izquierdo:

- Se da click en el siguiente botón como lo muestra la imagen posterior.

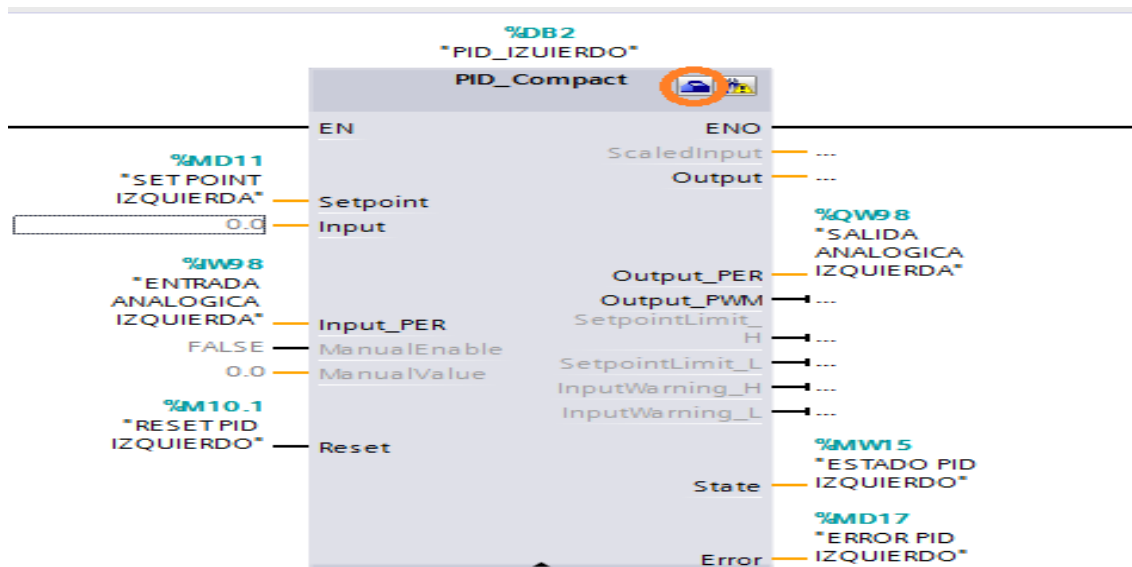


Figura 146. Visualizador del icono de configuración del bloque PID_COMPACT_1.
Por: El Autor.

- Se abre la siguiente ventana automáticamente y se hace click en “AJUSTES BÁSICOS”, donde hay dos menús:
 - TIPO DE REGULACIÓN: se selecciona “Longitud”, “mm” y “ACTIVAR ÚLTIMO MODO DE OPERACIÓN TRAS REARRANQUE DE LA CPU”
 - PARÁMETROS DE ENTRADA/SALIDA: en la opción “INPUT” se selecciona “INPUT_PER (ANALÓGICA)” y en la opción “OUTPUT” se selecciona “OUTPUT_PER (ANALÓGICA)”.

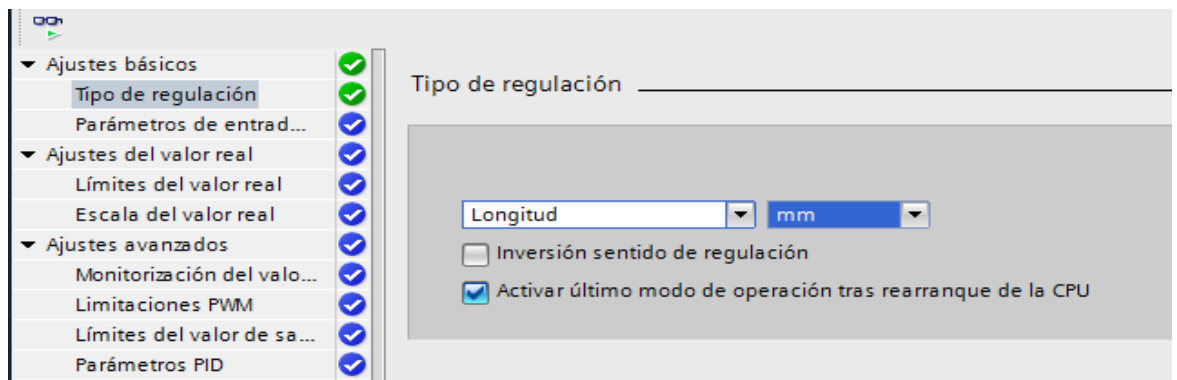


Figura 147. Configuración de Ajuste Básicos del PID_COMPACT_1.
Por: El Autor.

- Luego se da click en “AJUSTE DEL VALOR REAL”, donde se selecciona “LÍMITES DE VALOR REAL” y en la opción de “LÍMITE SUPERIOR DEL VALOR REAL” se ingresa “115” y en la opción de “LÍMITE INFERIOR DEL VALOR REAL” se ingresa “0”.

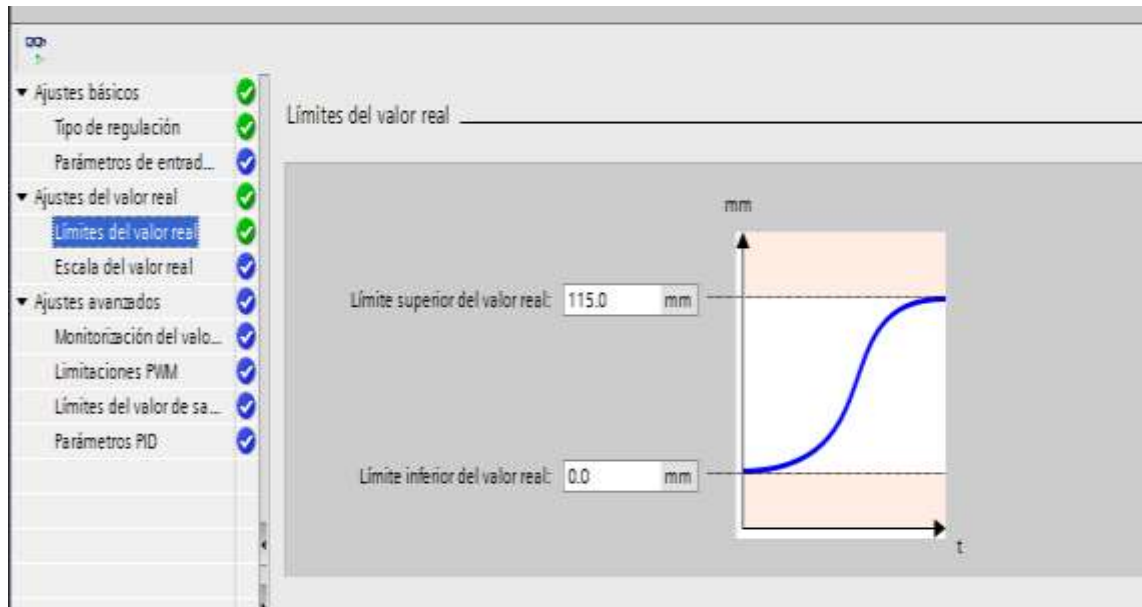


Figura 148. Configuración de límite del valor real del bloque PID_COMPACT_1.
Por: El Autor.

- Después se da click en “ESCALA DEL VALOR REAL” y se modifica las siguientes opciones:
 - VALOR REAL SUPERIOR ESCALADO = 115.
 - VALOR REAL INFERIOR ESCALADO= 0.
 - ABAJO = 0.
 - ARRIBA= 27648.

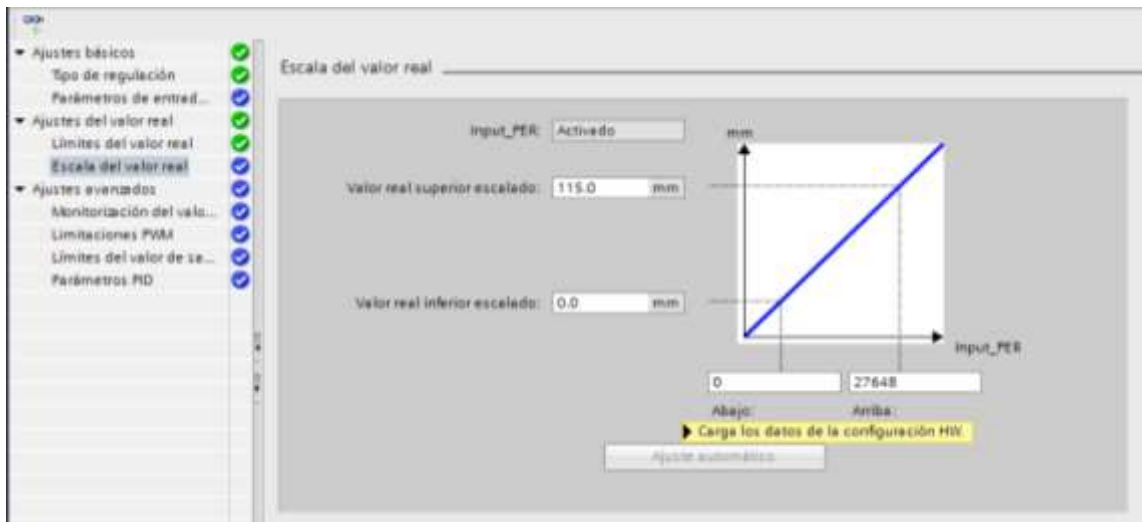


Figura 149. Configuración de la escala del valor real del bloque PID_COMPACT_1.
Por: El Autor.

- Luego se da click en “PARÁMETROS PID” en los cual se puede apreciar como el bloque PID_Izquierdo setea valores automáticamente para el arranque de las dos optimizaciones, las cuales son:
 - Inicial.
 - Final.

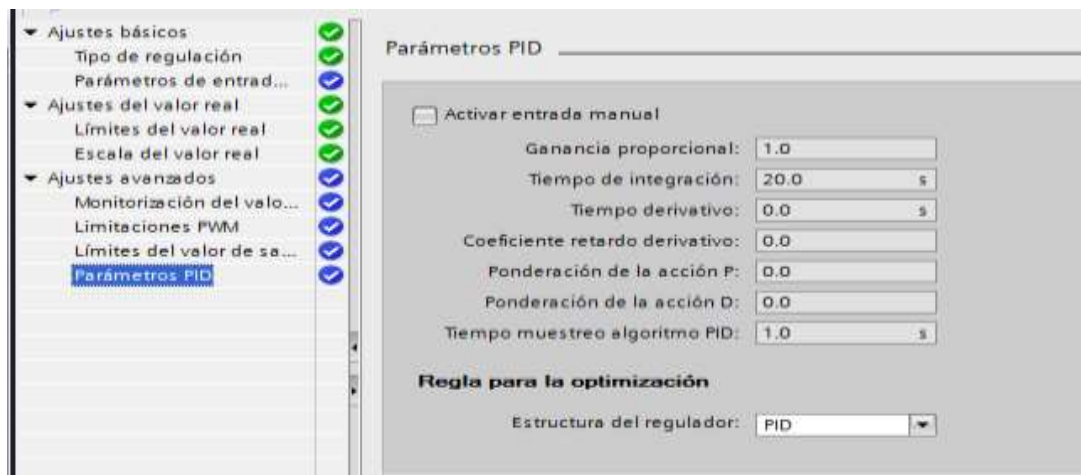


Figura 150. Parámetros iniciales del bloque PID_COMPACT_1.
Por: El Autor.

4.4.2.2.2. Puesta en marcha.

El bloque tecnológico del bloque PID, para que funcione correctamente necesita de dos optimizaciones, las cuales son:

- Optimización Inicial: nos indica que este tipo de optimización determina la respuesta del sistema a una entrada escalón (cambio súbito de SP) y auto sintoniza los parámetros del controlador PID. Según (J. & Pecellín Campos, 2012).

A continuación se describe los pasos para realizar la optimización del bloque:

- Se da click en el siguiente botón que se muestra en la imagen a continuación.

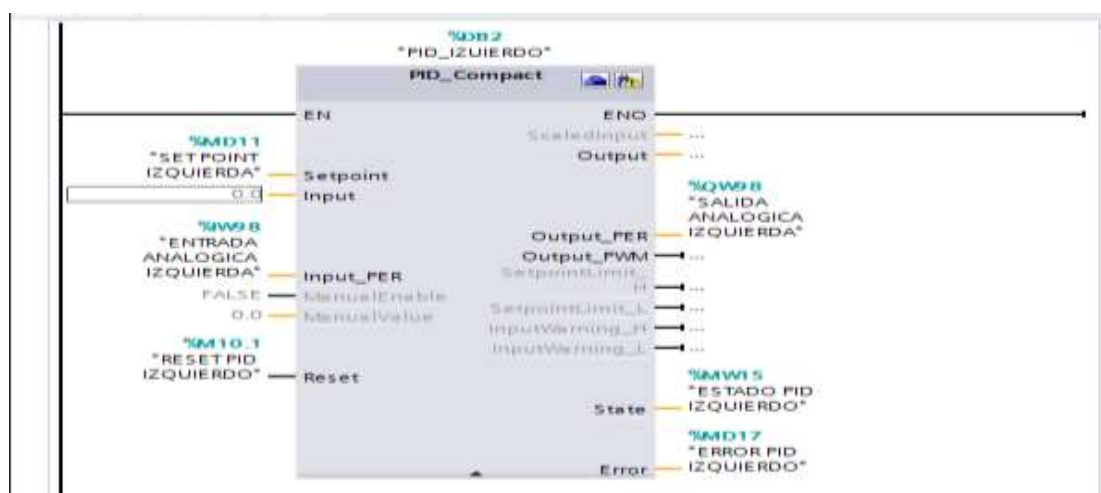


Figura 151. Visualización del icono de puesta en marcha del bloque PID_COMPACT_1.

Por: El Autor.

- Luego se abre la siguiente ventana donde se debe modificar dos menú:
 - **Medición:** 0.3 s.
 - **Modo de optimización:** Optimización Inicial.

Luego se da click en “Start” para cada uno de los botones de las opciones antes mencionadas. Posteriormente el programa comienza a graficar las curvas de respuesta de la variable de control, variable de proceso y set point. A continuación la imagen donde se puede verificar el tipo de curva de respuesta:

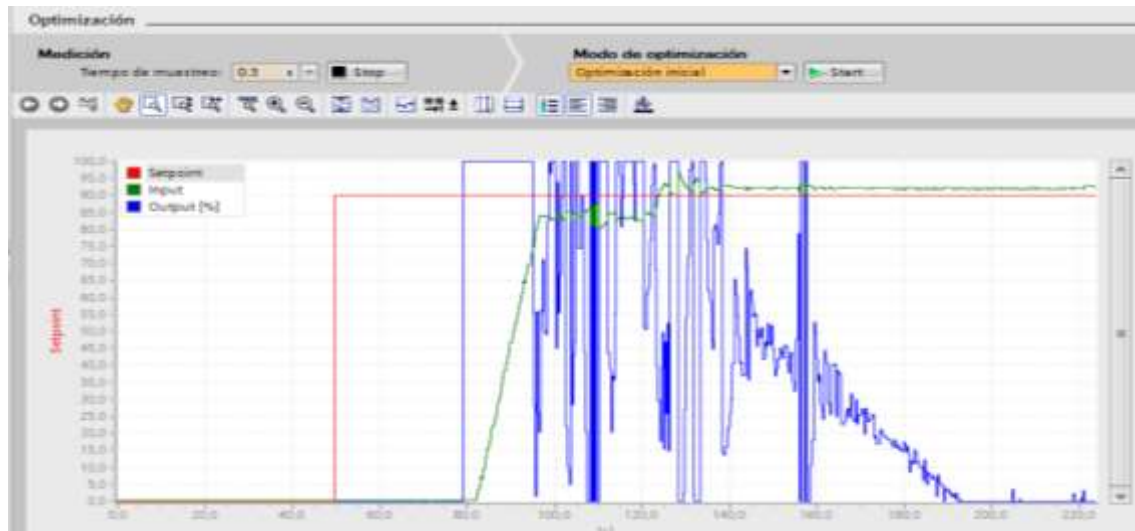


Figura 152. Repuesta del proceso durante la optimización inicial.
Por: El Autor.

En la siguiente imagen se puede apreciar cómo la optimización inicial cambia los parámetros PID.

La interfaz muestra los parámetros de configuración de un controlador PID. El checkbox 'Activar entrada manual' está desactivado. Los parámetros de ajuste son:

Ganancia proporcional:	4.510445
Tiempo de integración:	8.045485 s
Tiempo derivativo:	1.40796 s
Coefficiente retardo derivativo:	0.1
Ponderación de la acción P:	0.8
Ponderación de la acción D:	0.0
Tiempo muestreo algoritmo PID:	0.1599999 s

Regla para la optimización:
Estructura del regulador: PID

Figura 153. Parámetros del PID obtenidos en el dosificador de envase pequeño durante la optimización inicial del bloque PID_COMPACT_1.
Por: El Autor.

A continuación se da click en el siguiente botón para cargar al PID los parámetros que se obtuvieron en el paso anterior.



Figura 154. Carga de parámetros del PID actuales al bloque PID_COMPACT_1.
Por: El Autor.

Una vez terminada la primera optimización se procede a realizar la segunda.

- **Optimización Fina:** Es el complemento de la Optimización Inicial. A continuación se describe los pasos para su ejecución:
 - En la misma ventana donde se realizó la Optimización Inicial, se realiza la optimización Fina y se modifica los siguientes parámetros:
 - **Medición:** 0.3 s.
 - **Modo de optimización:** Optimización fina.

Luego se da click en “Start” para cada uno de los botones de las opciones antes mencionadas. Posteriormente el programa comienza a graficar las curvas de

respuesta de la variable de control, variable de proceso y set point. A continuación la imagen donde se puede verificar el tipo de curva de respuesta:

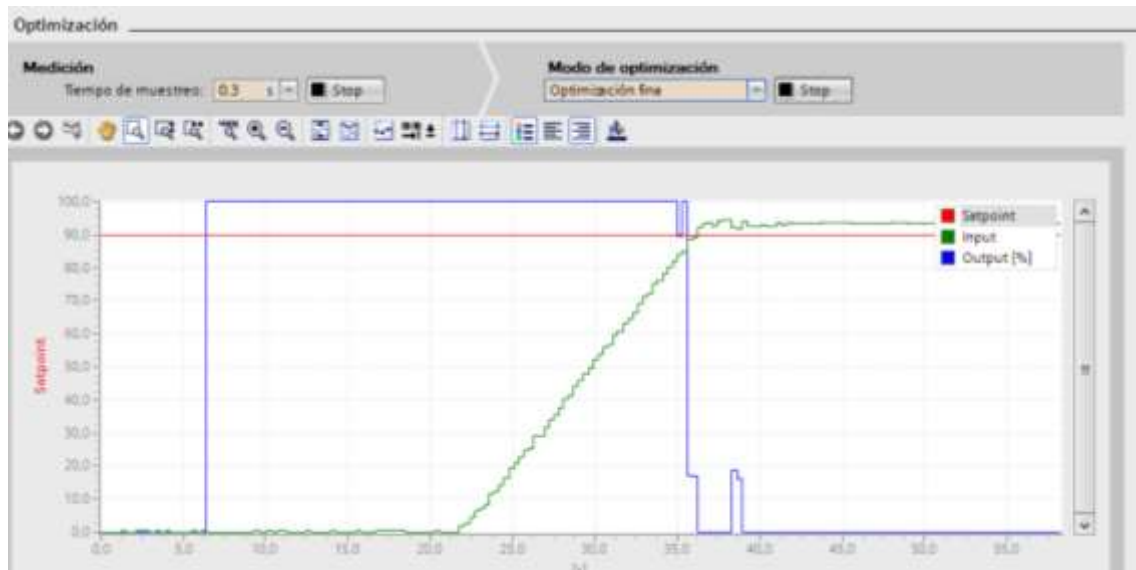


Figura 155. Respuesta del proceso durante la optimización Fina del bloque PID_COMPACT_1.

Por: El Autor.

En la siguiente imagen se puede apreciar cómo la optimización fina cambia los parámetros PID.

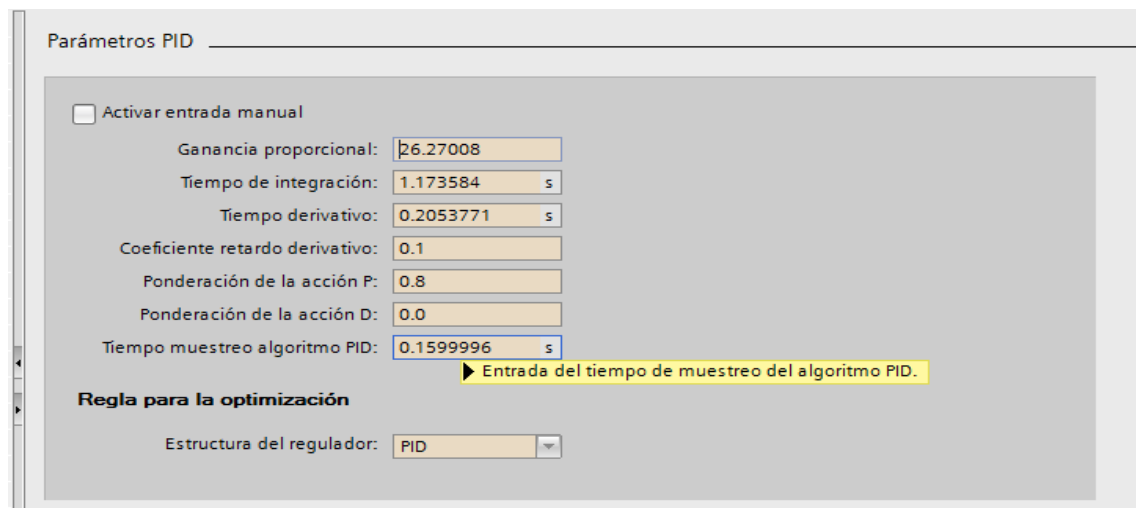


Figura 156. Parámetros del PID obtenidos en el dosificador de envase pequeño durante la optimización Fina del bloque PID_COMPACT_1.

Por: El Autor.

A continuación se da click en el siguiente botón para cargar al PID los parámetros que se obtuvieron en el paso anterior, como lo muestra en la imagen 133.

4.4.2.2.3. Pruebas del control PID

Se realizó dos tipos de prueba para el dosificado del envase mediano, con el bloque PID_COMPACT se obtuvieron los siguientes resultados:

- **Prueba A:** Para realizar esta prueba se hizo la apertura de la válvula manual al 100% y se obtuvo la siguiente gráfica:

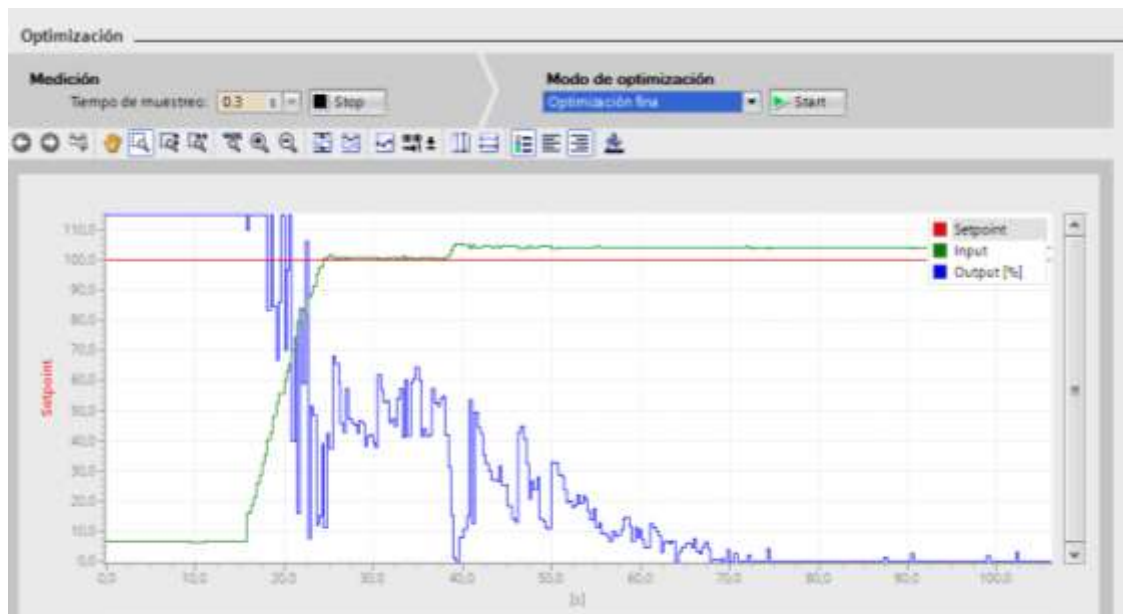


Figura 157. Repuesta 1 del proceso con el bloque PID_COMPACT del PID IZQUIERDO.
Por: El Autor.

- **Prueba B:** Para realizar esta prueba se hizo la apertura de la válvula manual del 50% y se obtuvo la siguiente gráfica:

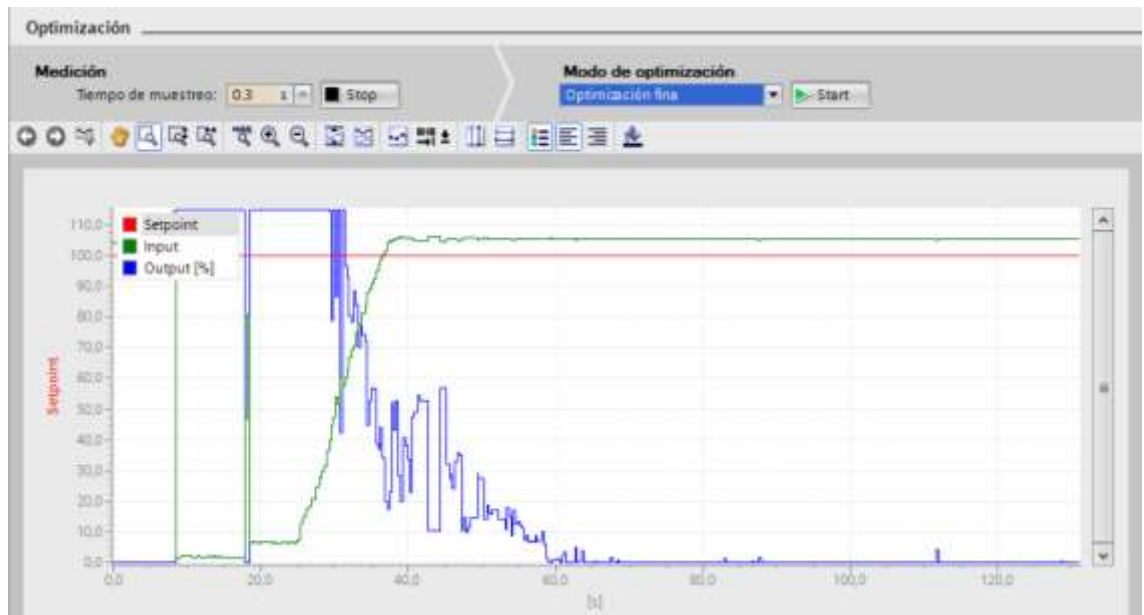


Figura 158. Respuesta 2 del proceso con el bloque PID_COMPACT del PID IZQUIERDO.
Por: El Autor.

CAPÍTULO 5

5. PRÁCTICAS.


5.1. Introducción.

En este capítulo se describen las diez prácticas que se realizó en el prototipo. A continuación se detallan cada una de ellas:

5.2. Práctica 1.

Tabla 9.

Fundamentos, Objetivos, Equipos y Materiales de la Práctica 1.

	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA FACULTAD DE INGENIERÍAS	
PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	DURACIÓN (HORAS)
01	Marcha Y Paro De Motores Eléctricos A Través Del HMI.	2 Horas
FUNDAMENTO		
El paro y marcha permite tener el control del funcionamiento de un actuador, por ejemplo: Las frutas no ingresan al sistema de centrifugado sino está activado el motor que mueve la banda de alimentación. Un modo de ejecutar esto es a través de programación lógica en un controlador.		
OBJETIVOS		
<ul style="list-style-type: none">• Identificar los tipos de variables booleanas del software a utilizar.• Programar un Arranque Manual.• Programar visualizador de Arranque de los motores.		
EQUIPOS Y MATERIALES		
<ul style="list-style-type: none">• CPU 1212 ac/dc/rly.• HMI HTP 600 PN.• Motores	<ul style="list-style-type: none">• Amperímetros• Relés• Guarda motores	

Nota: Esta Tabla contiene información de los fundamentos, objetivos, equipos y materiales para su desarrollo de la práctica 1. **Por:** El Autor.

Tabla 10.

Diagrama de control y procedimiento de la práctica 1.

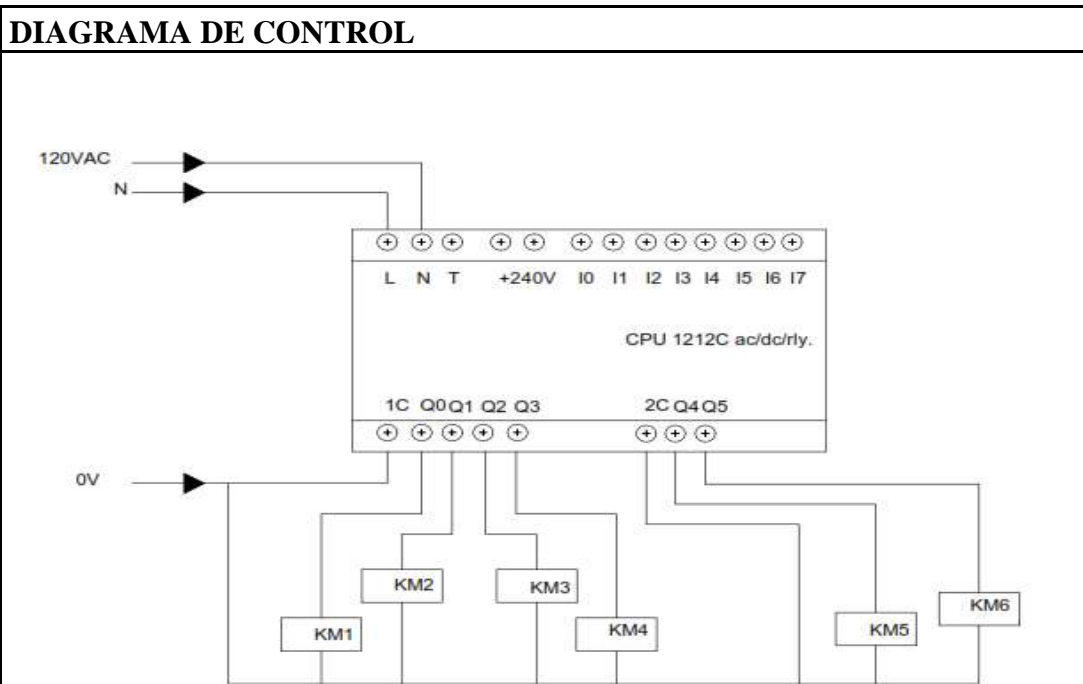


Figura 159. Diagrama de control de la práctica 1.

Por: El Autor.

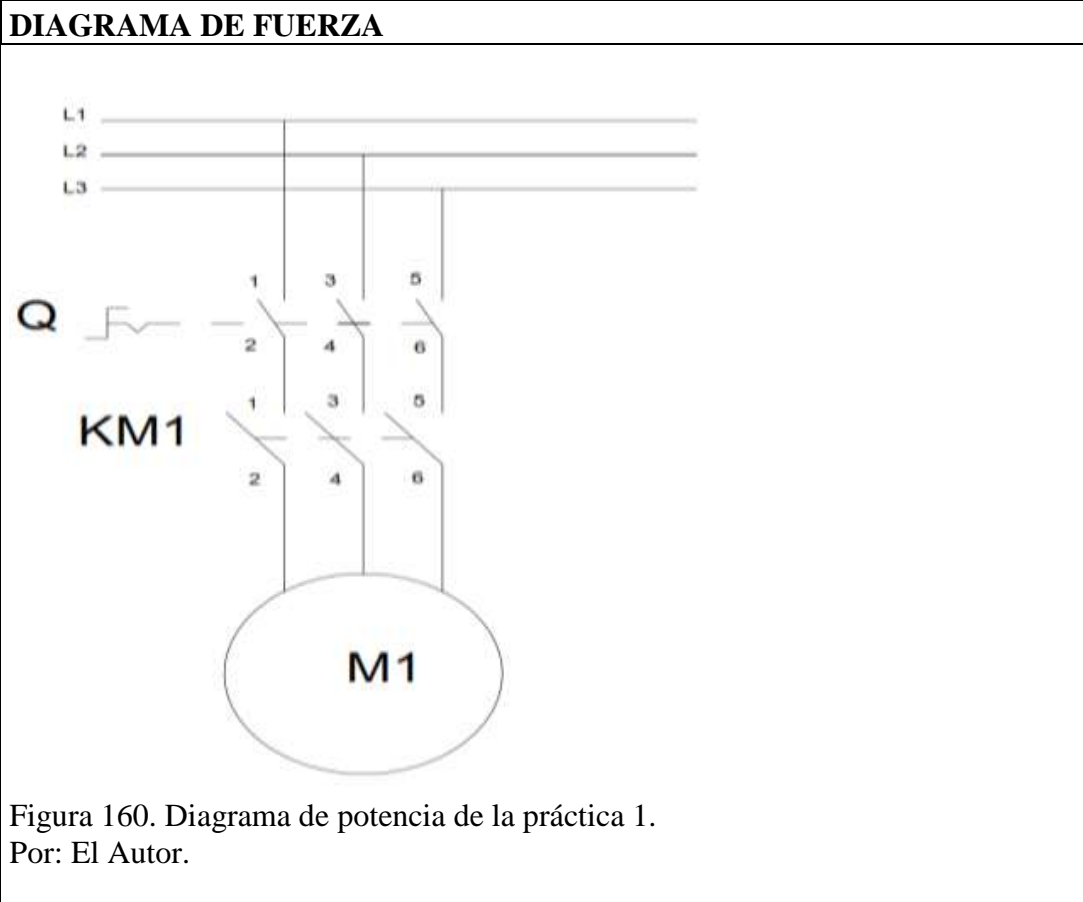


Figura 160. Diagrama de potencia de la práctica 1.

Por: El Autor.

PROCEDIMIENTO

Se procedió a realizar la siguiente programación al PLC:

PASO 1.

Arranque directo del motor del sistema transportador de entrada.

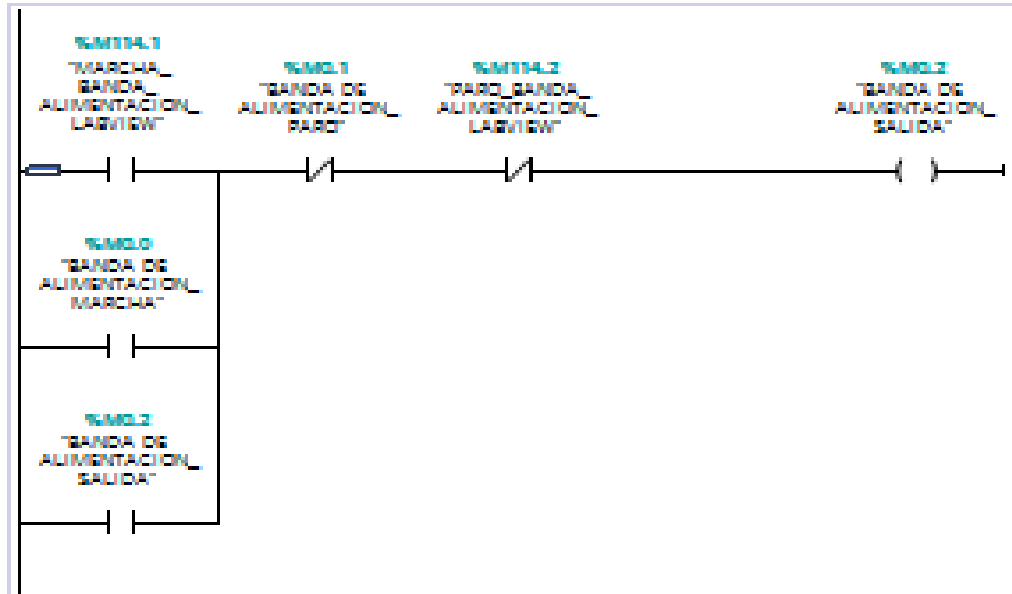


Figura 161. Arranque directo del sistema transportador de entrada.

Por: El Autor.

Paso 2.

Arranque directo del motor del sistema transportador de clasificador con la condición que este transportador tiene dos sentidos de giro: derecho e izquierdo.

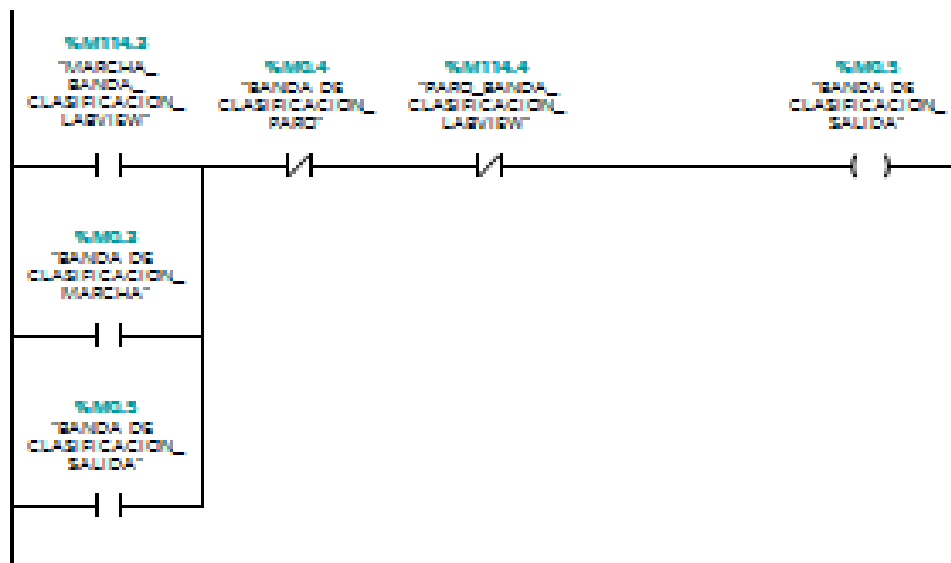


Figura 162. Habilitador del arranque directo del sistema clasificador.

Por: El Autor.

Paso 3.1.

Giro derecho.

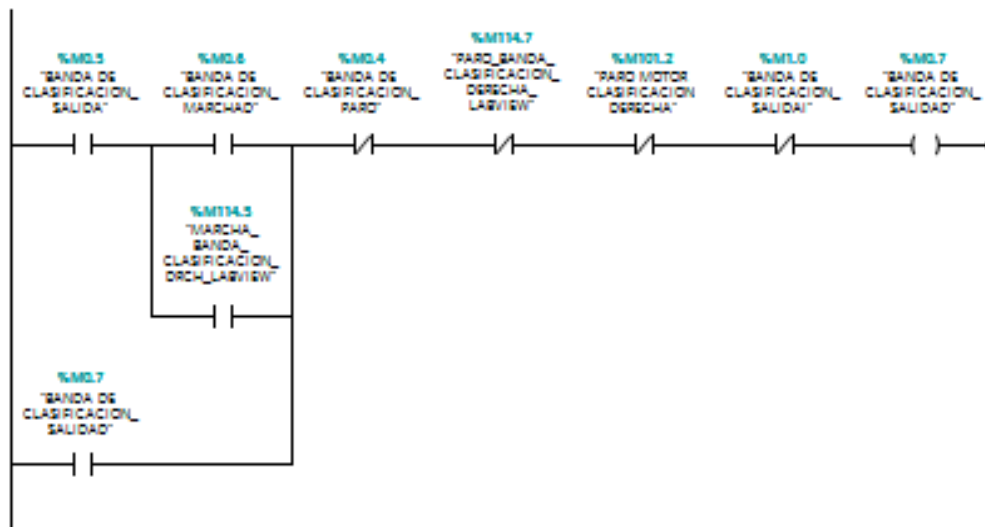


Figura 163. Sentido de giro derecho del sistema clasificador.

Por: El Autor.

Paso 4.1.

Giro Izquierdo.

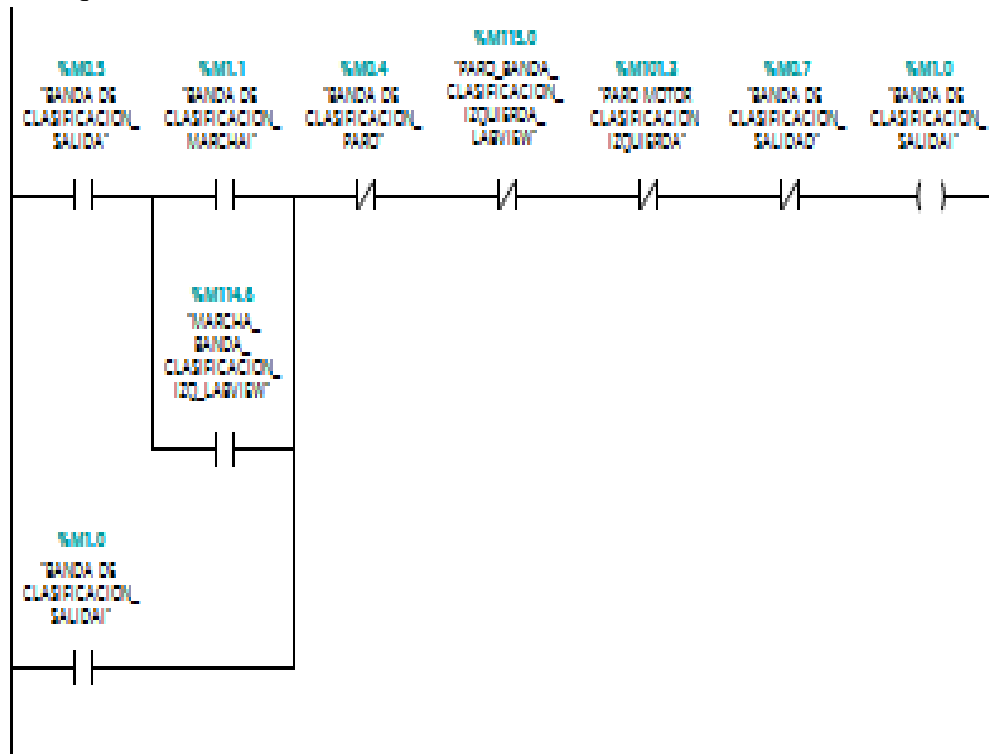


Figura 164. Giro izquierdo del sistema clasificador.

Por: El Autor.

Paso 5.

Arranque directo del motor del sistema transportador de dosificación.

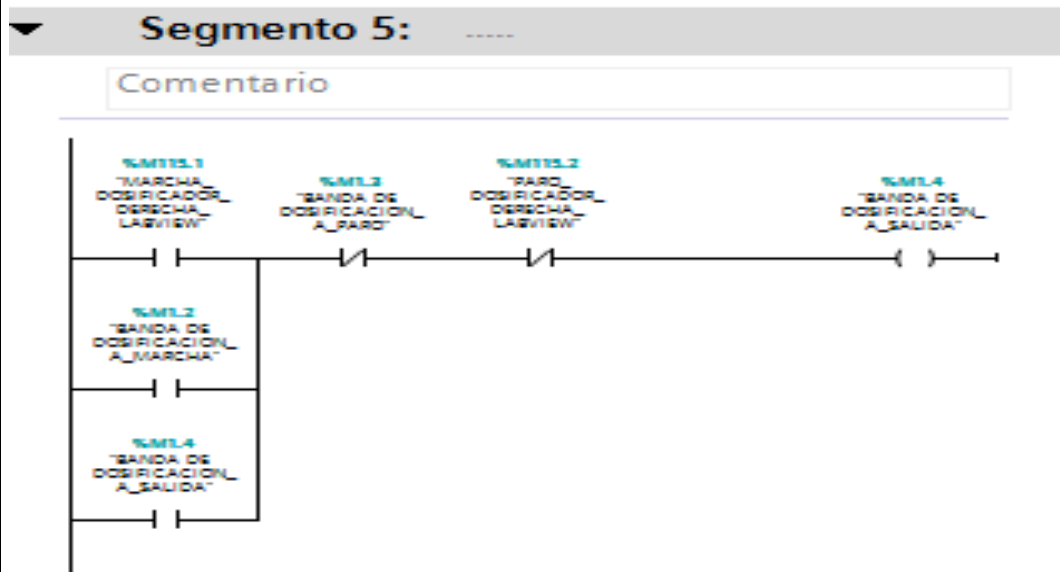


Figura 165. Arranque directo del sistema transportador de entrada.
Por: El Autor.

Edición del HMI.

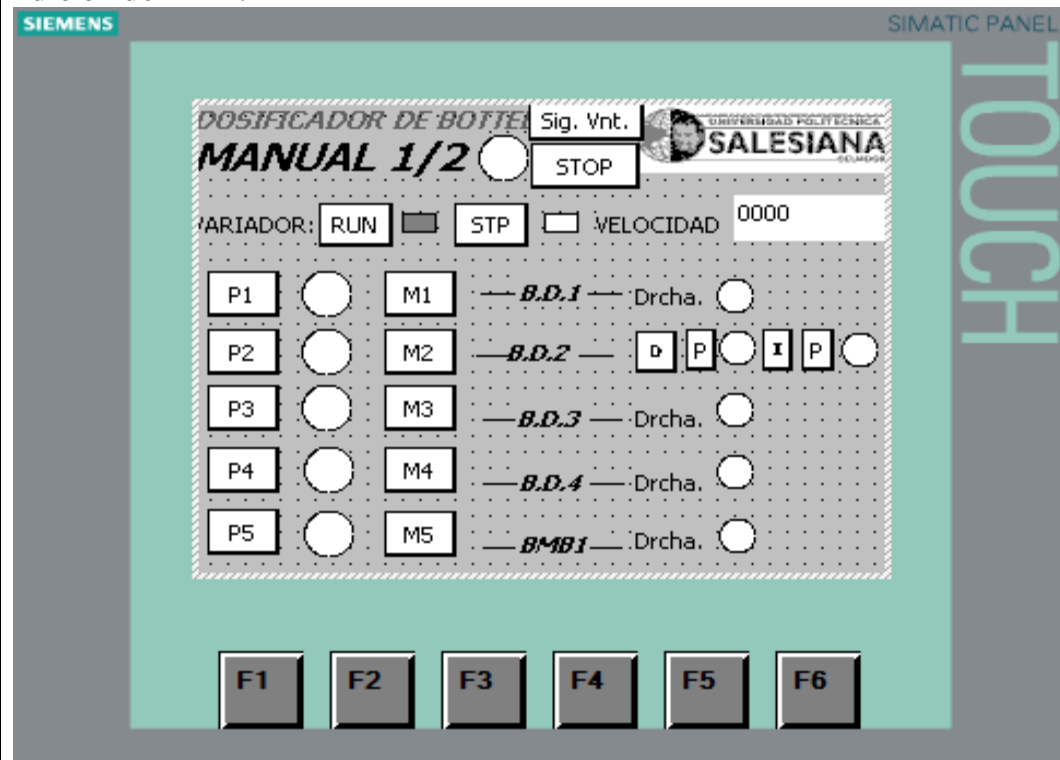


Figura 166. Imagen de la pantalla del HMI de la práctica 1.
Por: El Autor.

Nota: En esta tabla se detalla el desarrollo de la práctica 1. **Por:** El Autor.

Tabla 11.

Datos y conclusiones de la práctica 1.

DATOS Y CÁLCULOS
<p>Nombres de las entradas lógicas del PLC:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Marcha de la banda de transmisión de entrada: M0.0. • Marcha de la banda de transmisión clasificadora: M0.3. • Marcha de la banda de transmisión clasificadora sentido derecho: M0.6. • Marcha de la banda de transmisión clasificadora sentido izquierdo: M1.1. • Marcha de la banda transportadora de llenado A: M1.2. • Paro de la banda de transmisión de entrada: M0.1. • Paro de la banda de transmisión clasificadora: M0.4. • Paro de la banda de transmisión clasificadora sentido derecho: M101.2. • Paro de la banda de transmisión clasificadora sentido izquierdo: M101.3. • Paro de la banda transportadora de llenado A: M1.2. <p>Nombres de las entradas lógicas del PLC:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Salida de la banda de transmisión de entrada: M0.2. • Salida de la banda de transmisión clasificadora: M0.5. • Salida de la banda de transmisión clasificadora sentido derecho: M0.7. • Salida de la banda de transmisión clasificadora sentido izquierdo: M1.0. • Salida de la banda transportadora de llenado A: M1.4.
CONCLUSIONES
<ul style="list-style-type: none"> • Se controla el arranque de un motor a través de un Interfaz Humano Máquina. HMI. • La salida del PLC es un tipo de dato booleana. • La entrada del PLC es un tipo de dato booleana. • Se ahorra espacio físico. • Se minimiza tiempo en el desarrollo de la aplicación.

Nota: En esta tabla se detallan datos más importantes para el desarrollo de la tesis con sus conclusiones. **Por:** El Autor.

Tabla 12.

Firmas Autorizadas para aprobación de la práctica 1.

FORMULÓ Luis Antonio Ube Consuegra	REVISÓ Ing. Mónica Miranda	APROBÓ Ing. Orlando Barcia	AUTORIZÓ Ing. Víctor Huilecapi
TESISTA	TUTOR	ÁREA DE TITULACIÓN	DIRECCIÓN DE CARRERA

Nota: En esta tabla se detalla lo siguiente: la persona que realizó la práctica 1 y quienes la aprobaron. **Por:** El Autor.

5.3. Práctica 2.

Tabla 13.

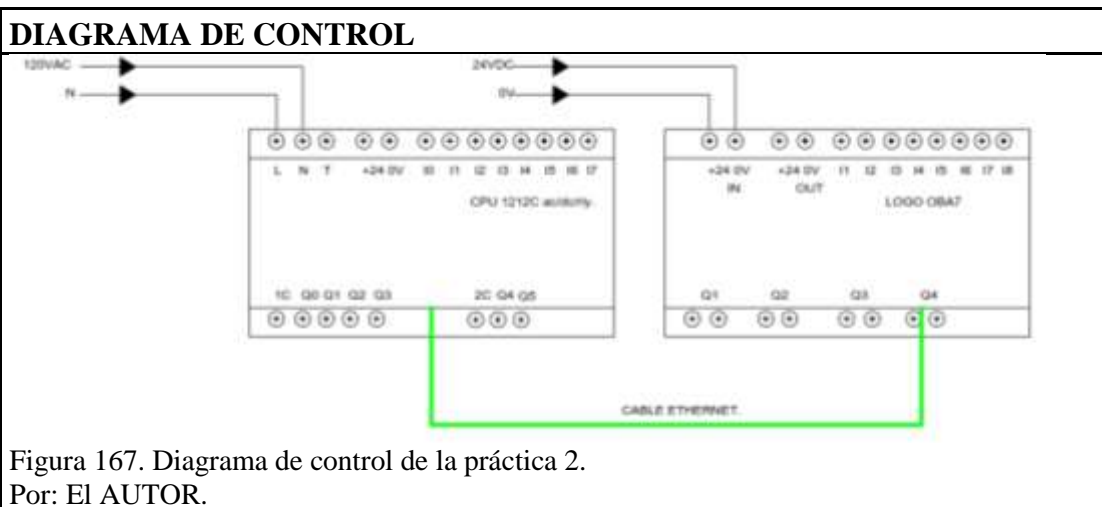
Nombre, Fundamentos y Objetivos de la práctica 2.

		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA FACULTAD DE INGENIERÍAS	
FACULTAD	CARRERA	TEMA DE APRENDIZAJE	
Ingenierías	Electrónica	Comunicación maestro-esclavo a través de comunicación Ethernet.	
PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA		DURACIÓN (HORAS)
02	Comunicación Maestro-Esclavo.		2 Horas
FUNDAMENTO			
<p>La comunicación maestro-esclavo es una comunicación innovadora porque se la utiliza en procesos donde se requiere tener los cuartos de control eléctricos separados de las líneas de procesos y también es útil para poder monitorear el proceso desde una gerencia donde pueden determinar si el proceso es óptimo.</p>			
OBJETIVOS			
<ul style="list-style-type: none"> • Parametrizar el PLC S7-1200 como maestro. • Parametrizar el Logo como esclavo. • Establecer comunicación Ethernet. • Enlaces de comunicación entre los dos equipos. • Prueba de respuesta de transmisión de datos local. 			
EQUIPOS Y MATERIALES			
<ul style="list-style-type: none"> • CPU 1212 ac/dc/rly. • HMI KTP 600 PN. • Logo Ethernet. • Cable Ethernet. • Conductores. • Fuente 12 Vdc. • Switch. • PC. • TIA PORTAL. • LOGO SOFT. 			

Nota: Esta Tabla contiene información de los fundamentos, objetivos, equipos y materiales para su desarrollo de la práctica 2. **Por:** El Autor.

Tabla 14.

Diagrama de control y procedimiento de la práctica 2.



PROCEDIMIENTO

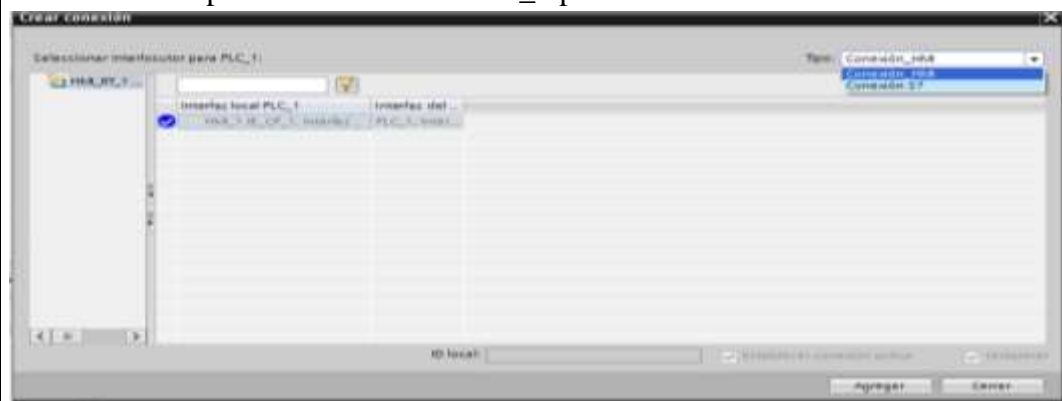
Para realizar dicha práctica se comenzara por programar el s7-1200 y posteriormente el LOGO OBA7.

Paso 1.

Programación de la red en el S7-1200, como lo muestra la figura 63.

Paso 2.

Selección del tipo de interfaz local PLC_1 para la creación de la red.



Paso 4.

Se debe desactivar la opción “Establecer conexión activa” y se debe ingresar en “ID local (HEX)” 102, como lo muestra la figura 64.

Paso 5.

Edición de las propiedades de la “conexión 2”, como lo muestra la figura 65.

<p>Paso 6. Edición de las propiedades “Detalles de Direcciones”, como lo muestra la figura 66.</p> <p>Programación del Logo Ethernet:</p> <p>Paso 7. Se procede con la creación de nueva conexión de red en la ventana de “Configuración de dirección y conexión”, como lo muestra la figura 67.</p> <p>Paso 8. Se presiona la conexión que se acabó de crear en el paso anterior y automáticamente aparece una ventana, como se muestra la figura 69.</p>
--

Nota: En esta tabla se detalla el desarrollo de la práctica 2. **Por:** El Autor.

Tabla 15.

Datos y Conclusiones de la práctica 2.

DATOS Y CÁLCULOS
Direcciones IP: Logo: 192.168.0.15 S7-1200: 192.168.0.1
CONCLUSIONES
<ul style="list-style-type: none"> • La comunicación maestro-esclavo es ideal para poder comunicarse con una periferia descentralizada. • Los tiempos de repuesta son óptimos para procesos normales. • Se minimiza costo en recorrido de cables. • Se ahorra tiempo en mantenimiento. • Se puede apreciar el diagnóstico del problema vía ONLINE o Gerencial.

Nota: En esta tabla se detallan datos más importantes para el desarrollo de la práctica con sus conclusiones. **Por:** El Autor.

Tabla 16.

Firmas Autorizadas para aprobación de la práctica 2.


FORMULÓ Luis Antonio Ube Consuegra	REVISÓ Ing. Mónica Miranda	APROBÓ Ing. Orlando Barcia	AUTORIZÓ Ing. Víctor Huilcapi
TESISTA	TUTOR	ÁREA DE TITULACIÓN	DIRECCIÓN DE CARRERA

Nota: En esta tabla se detalla lo siguiente: la persona que realizo la práctica 2 y quienes la aprobaron. **Por:** El Autor.

5.4. Práctica 3.

Tabla 17.

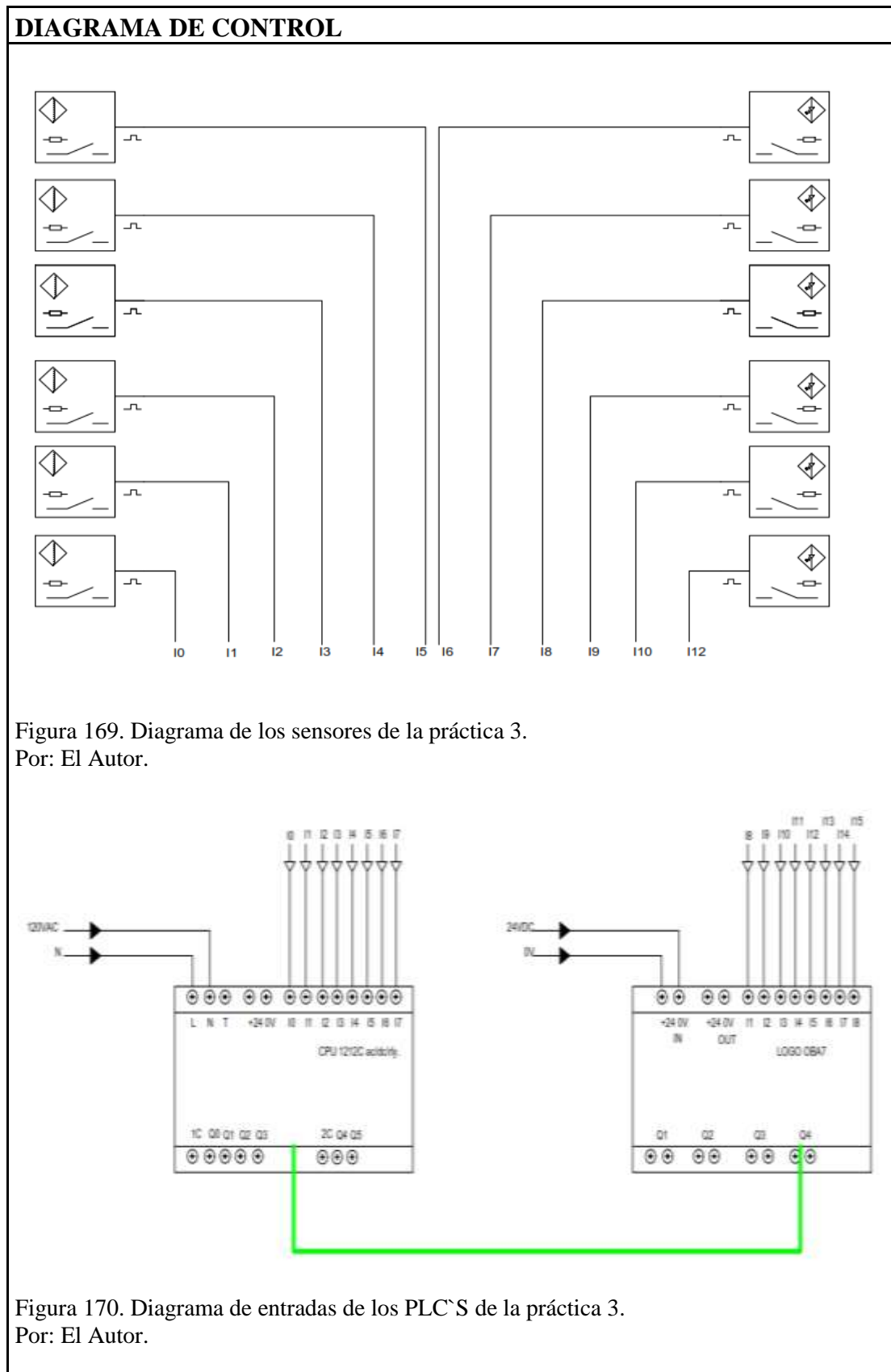
Nombre, Fundamentos y Objetivos de la práctica 3.

		
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA FACULTAD DE INGENIERÍAS		
FACULTAD	CARRERA	TEMA DE APRENDIZAJE
Ingenierías	Electrónica	Transferencia de datos del PLC esclavo al maestro.
PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	DURACIÓN (HORAS)
03	Transferencia de dato del PLC esclavo al maestro.	2 Horas
FUNDAMENTO		
<p>La comunicación se establece cuando hay transferencia de datos. El esclavo le envía las señales físicas del medio donde se encuentra al maestro para que él ejecute la acción debida en ese instante, por ejemplo: en el sistema de corte de tubo metálico, el esclavo está a lado del sistema de corte y envía sus datos a un cuarto de control centralizado donde se encuentra el maestro.</p>		
OBJETIVOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Parametrizar el PLC S7-1200 como maestro. • Parametrizar el Logo como esclavo. • Enlaces de comunicación entre los dos equipos. • Enviar datos del PLC´s esclavo al maestro. 		
EQUIPOS Y MATERIALES		
<ul style="list-style-type: none"> • CPU 1212 ac/dc/rly. • Logo Ethernet. • Cable Ethernet. • Switch. • PC. • Conductores. • Sensor Inductivo. • Sensor Reflectivo. • Multímetro. • Fuente de poder. 		

Nota: Esta Tabla contiene información de los fundamentos, objetivos, equipos y materiales para su desarrollo de la práctica 3. **Por:** El Autor.

Tabla 18.

Diagrama de control y procedimiento de la práctica 3.



PROCEDIMIENTO

Una vez establecida la comunicación entre los dos dispositivos, se procede a programar el Logo y posteriormente el S7-1200.

Paso 1.

Se ingresa las variables de direccionamiento., como lo muestra en la figura 69.

Una vez terminada la programación en el Logo se procede a programar el S7-1200.

Paso 2.

Programación de las entradas del sistema.

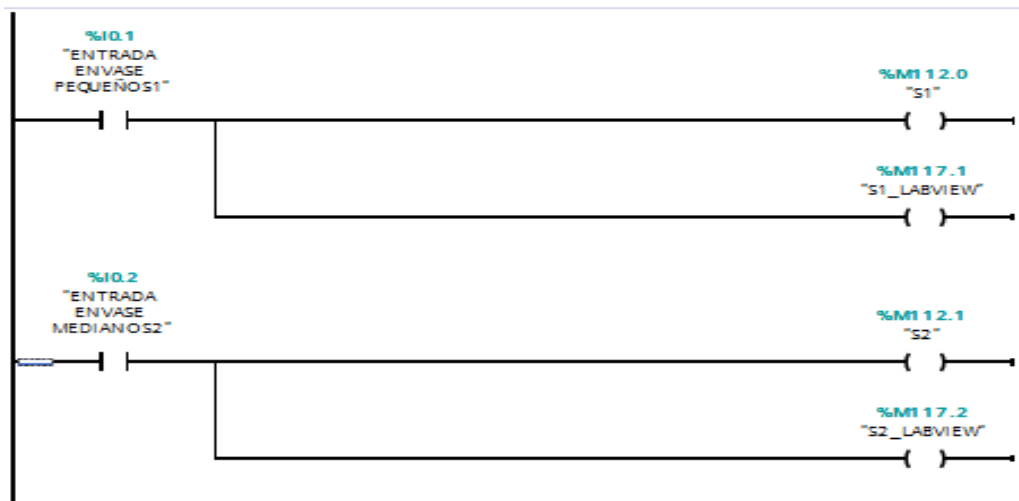


Figura 171. Programación de las entradas I1 e I2 en el TIA PORTAL.

Por: El Autor.

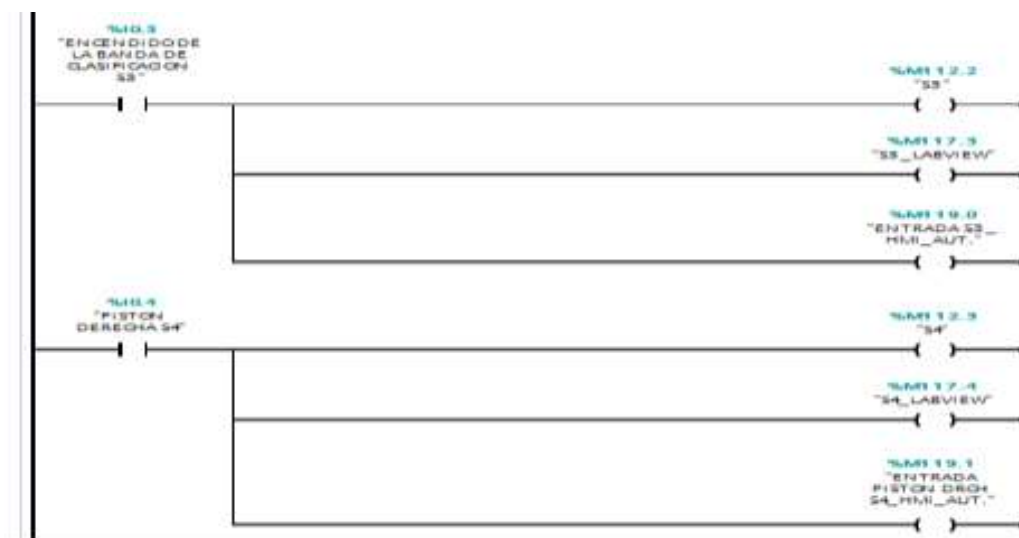


Figura 172. Programación de las entradas I3 e I4 en el TIA PORTAL.

Por: El Autor.

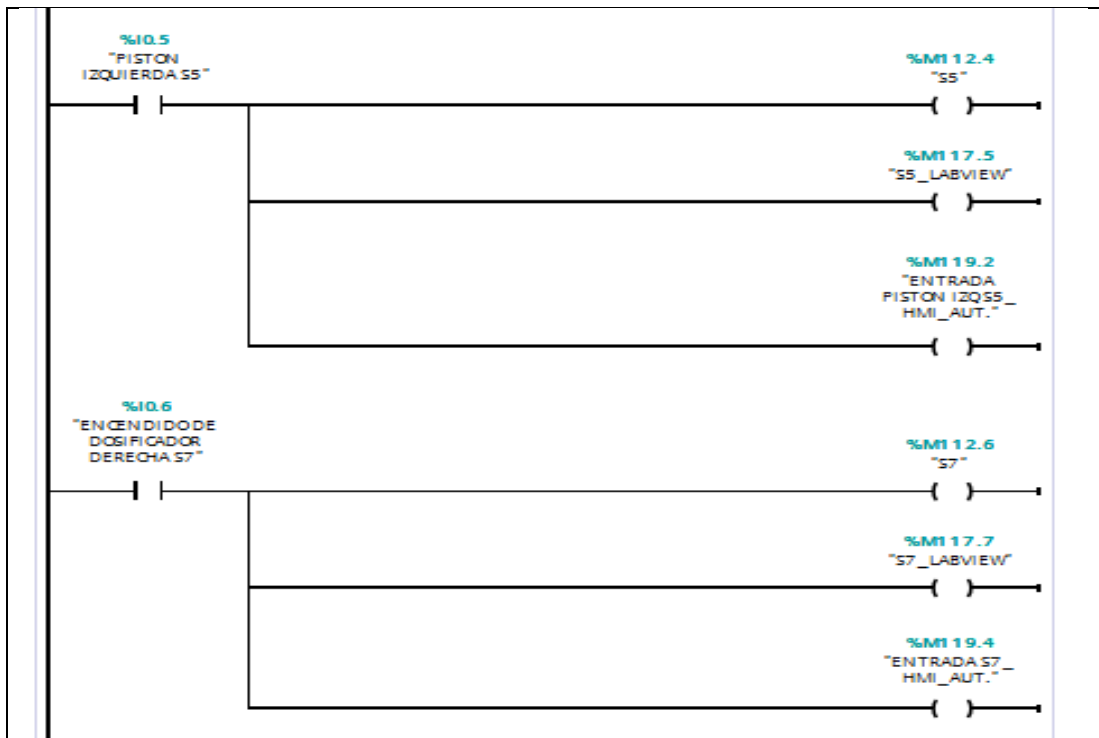


Figura 173. Programación de las entradas I5 y I6 en el TIA PORTAL.
 Por: El Autor.

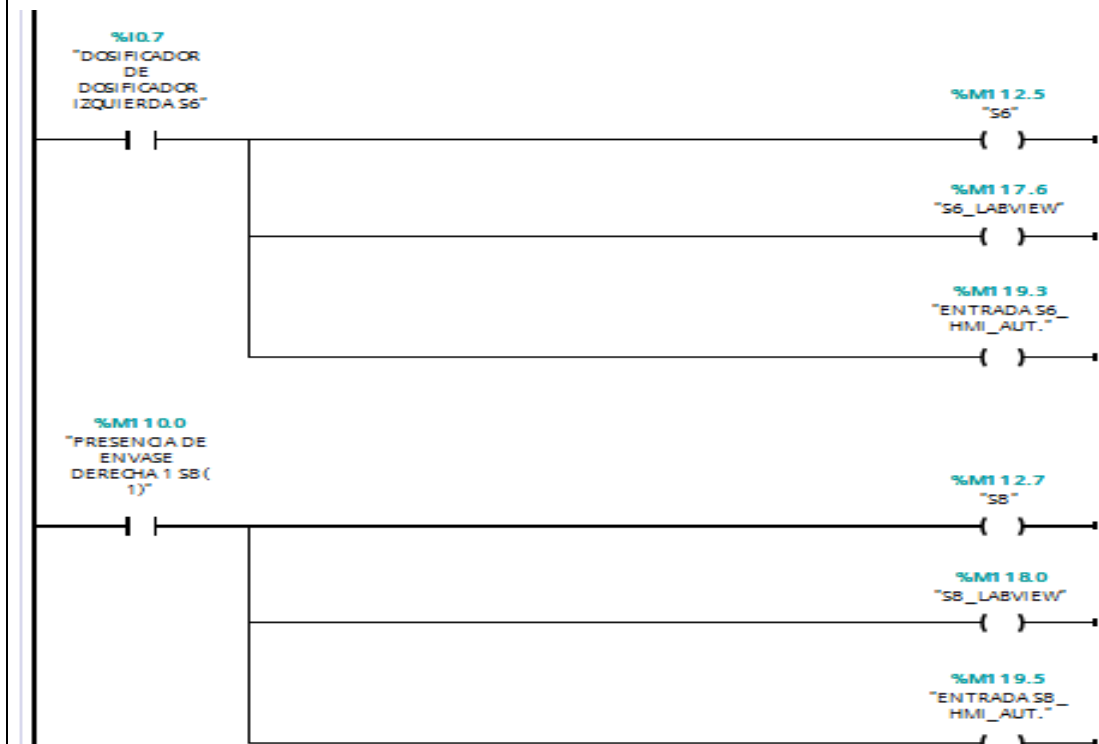


Figura 174. Programación de las entradas I7 y M110.0 en el TIA PORTAL.
 Por: El Autor.

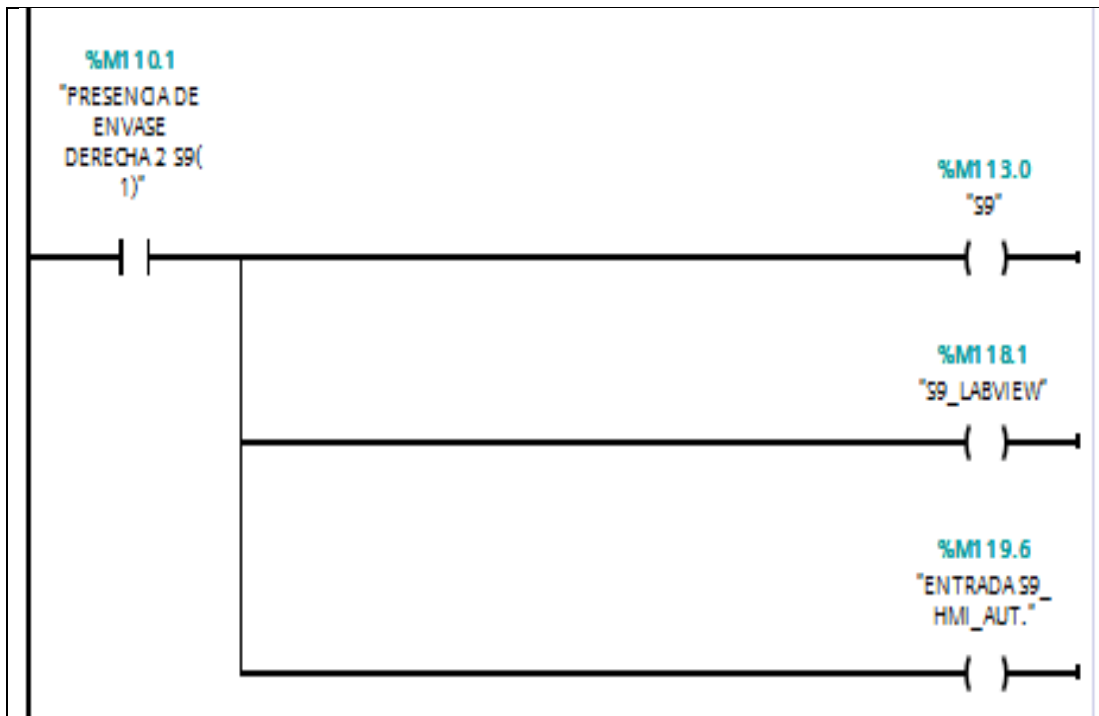


Figura 175. Programación de la entrada de red M110.1 en el TIA PORTAL.
 Por: El Autor.

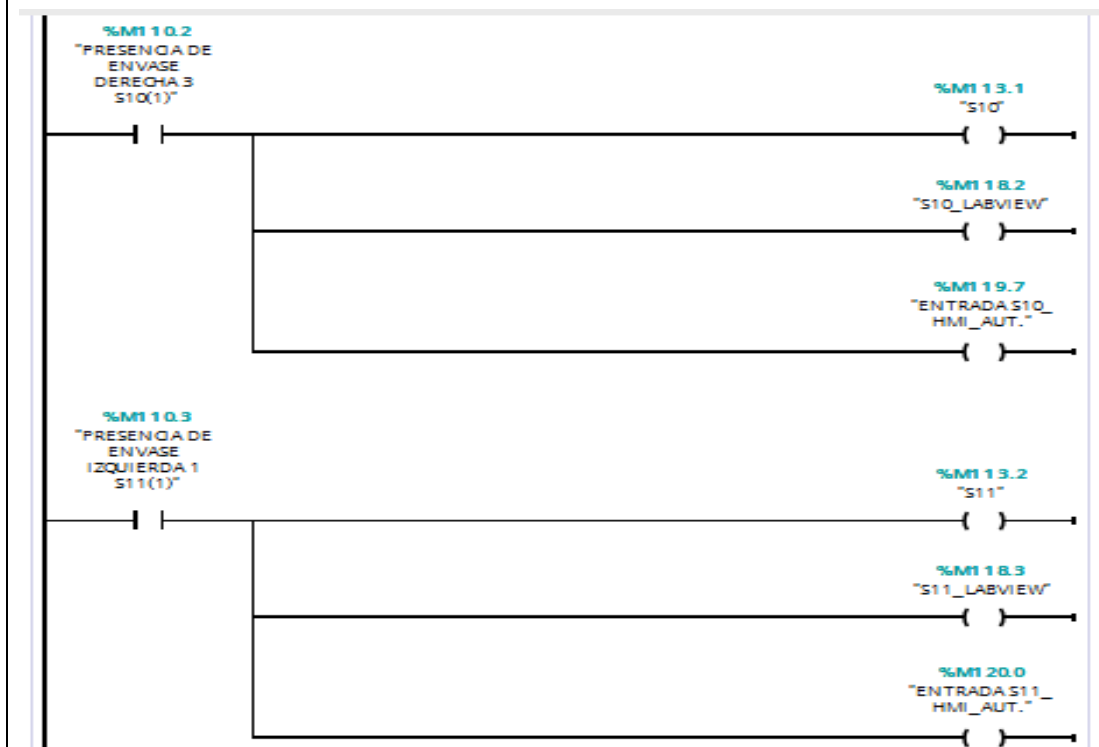


Figura 176. Programación de las entradas de red M110.2 y M110.3 en el TIA PORTAL.
 Por: El Autor.

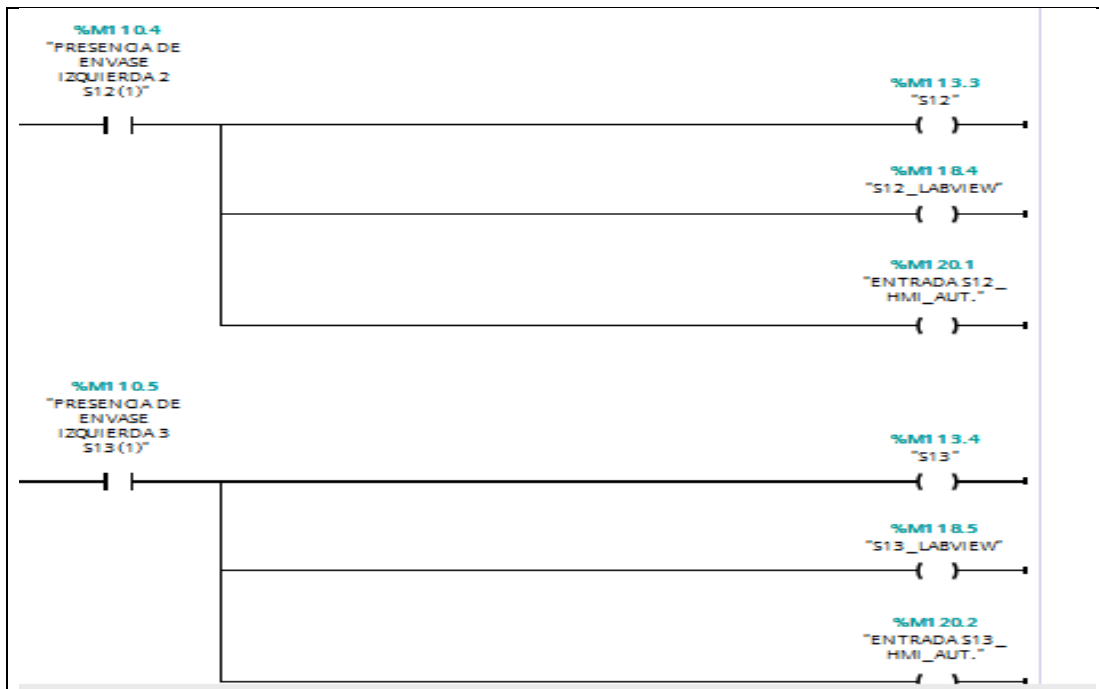


Figura 177. Programación de las entradas de red M110.4 y M110.5 en el TIA PORTAL.
 Por: El Autor.

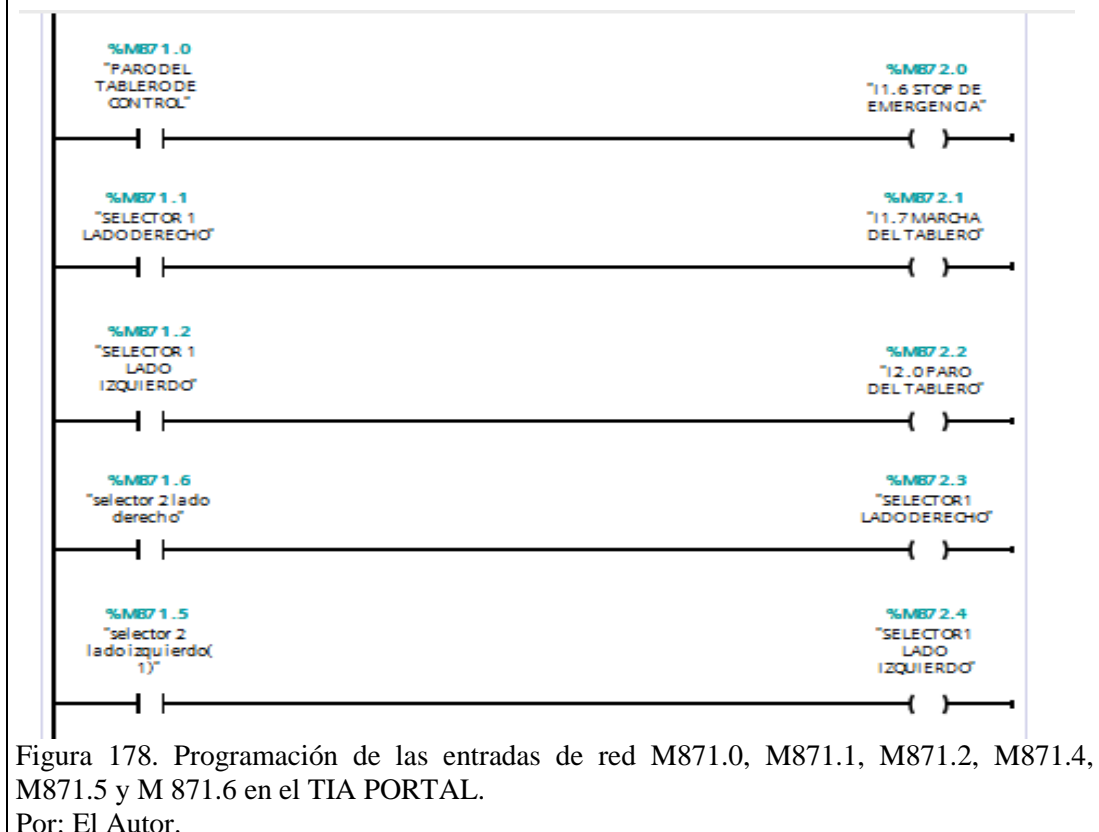


Figura 178. Programación de las entradas de red M871.0, M871.1, M871.2, M871.4, M871.5 y M 871.6 en el TIA PORTAL.
 Por: El Autor.

Nota: En esta tabla se detalla el desarrollo de la práctica 3. **Por:** El Autor.

Tabla 19.

Datos y conclusiones de la práctica 3.

DATOS Y CÁLCULOS	
Entradas del s7-1200: <ul style="list-style-type: none"> • I0: ---. • I1: s1 • I2: s2 • I3: s3 • I4: s4 • I5: s5 • I6: s7 • I7: s8 	Entradas del Logo: <ul style="list-style-type: none"> • I1: M110.0 • I2: M110.1 • I3: M110.2 • I4: M 110.3 • I5: M 110.4 • I6: M 110.5 • I7: M871.0 • I8: M871.1
CONCLUSIONES	
<ul style="list-style-type: none"> • La comunicación maestro-esclavo es ideal para poder comunicarse con una periferia descentralizada. • Los tiempos de repuesta son óptimos para procesos normales. • Necesita almacenamiento de memoria de los equipos. • Se puede apreciar el diagnóstico del problema vía ONLINE. • Pueden integrarse a un sistema SCADA. • Se puede monitorear al esclavo y al maestro a la vez. • El esclavo obedece al maestro. 	

Nota: En esta tabla se detallan datos más importantes para el desarrollo de la práctica con sus conclusiones. **Por:** El Autor.

Tabla 20.

Firmas autorizadas para la aprobación de práctica 3.

FORMULÓ Luis Antonio Ube Consuegra	REVISÓ Ing. Mónica Miranda	APROBÓ Ing. Orlando Barcia	AUTORIZÓ Ing. Víctor Huilcapi
TESISTA	TUTOR	ÁREA DE TITULACIÓN	DIRECCIÓN DE CARRERA

Nota: En esta tabla se detalla lo siguiente: la persona que realizo la práctica 3 y quienes la aprobaron. **Por:** El Autor.

5.5. Práctica 4.

Tabla 21.

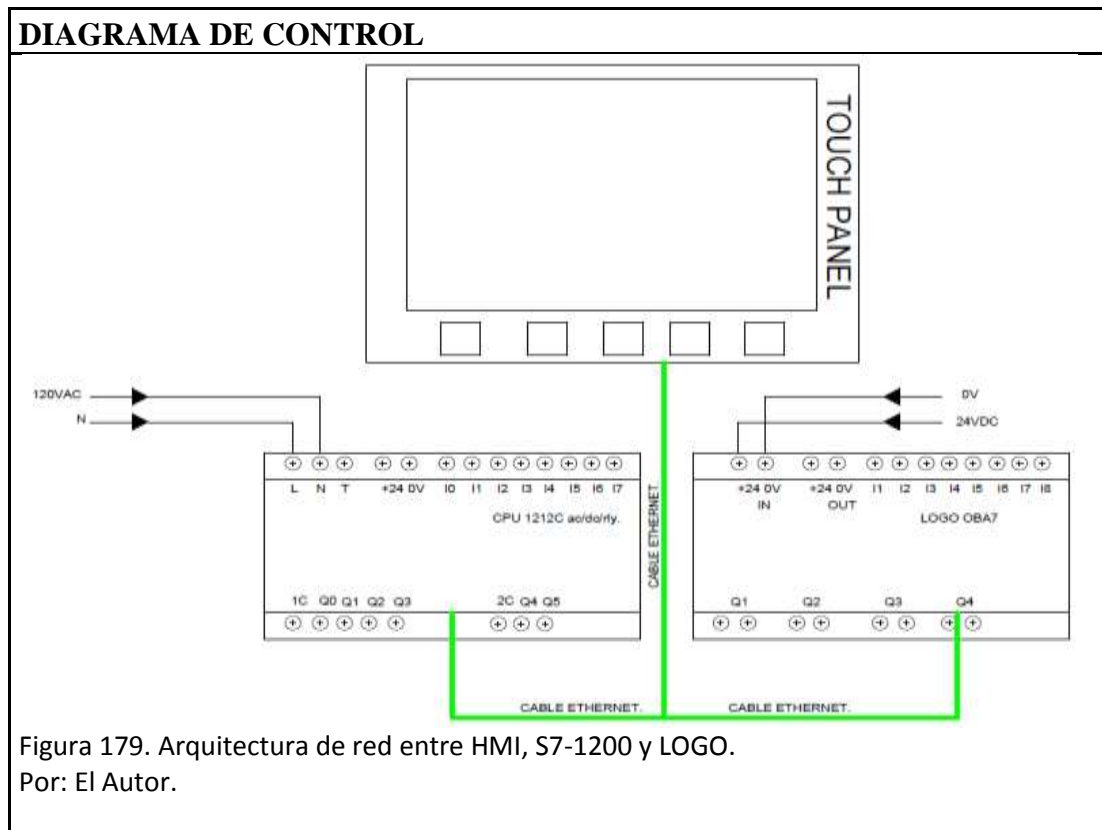
Nombres, Fundamentos y Objetivos de la práctica 4.

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA FACULTAD DE INGENIERÍAS		
FACULTAD	CARRERA	TEMA DE APRENDIZAJE
Ingenierías	Electrónica	Comunicación Profinet.
PRACTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	DURACIÓN (HORAS)
04	Comunicación Ethernet entre KTP 600-S7-1200-LOGO.	2 Horas
FUNDAMENTO		
<p>La comunicación Profinet es una de las más sencillas y ventajosas en la industria, ya que su principio es la comunicación Ethernet, por esa razón todos los equipos que van integrar esta red deben ser programados con una dirección IP única y el dominio debe ser igual para todos.</p>		
OBJETIVOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Parametrizar el PLC S7-1200 como maestro. • Parametrizar el Logo como esclavo. • Parametrizar el HMI como visualizador del proceso. • Enlaces de comunicación entre los tres equipos. • Enviar datos de los PLC's al HMI. 		
EQUIPOS Y MATERIALES		
<ul style="list-style-type: none"> • CPU 1212 ac/dc/rly. • HMI HTP 600 PN. • Logo Ethernet. • Cable Ethernet. • Conductores. • Sensor Inductivo. • Sensor Reflectivo. • Multímetro. • Fuente de poder. • Amperímetro. 		

Nota: Esta Tabla contiene información de los fundamentos, objetivos, equipos y materiales para su desarrollo de la práctica 4. **Por:** El Autor.

Tabla 22.

Diagrama de control y procedimiento de la práctica 4.



PROCEDIMIENTO

Una vez que se establecieron las IP de los equipos. En la practica 2 Y 3 se realizó la comunicación entre S7-1200 y Logo y se transfirió datos de un equipo a otro respectivamente, posteriormente se comenzará con el levantamiento de la red del HMI y a continuación se detallarán los pasos:

Paso 1.

Una vez que se realizó la transferencia de datos como lo muestra la imagen a continuación, se procedió a levantar la red con el HMI.

Vista general de la red					
Vista general de la red	Conexiones	Relaciones	Comunicación E/S	VPN	
Nombre de conexión local	Punto final local	ID local (hex)	ID del interloc...	Interlocutor	Tipo de conexión
S7_Conexión_1	PLC_1	100		LOGO OBA7	Conexión S7

Figura 180. Conexiones de red del TIA PORTAL.

Por: El Autor.

Paso 2.

Levantamiento del HMI.

Direcciones Ethernet

Interfaz conectada en red con

Subred: PN/IE_1

Agregar subred

Protocolo IP

Ajustar dirección IP en el proyecto

Dirección IP: 192 . 168 . 0 . 8

Másc. subred: 255 . 255 . 255 . 0

Utilizar router

Dirección del router: 0 . 0 . 0 . 0

Obtener dirección IP por otra vía

PROFINET

Obtener nombre de dispositivos PROFINET por otra vía

Generar automáticamente el nombre del dispositivo PROFINET

Nombre del dispositivo PROFINET: hmi_1

Nombre convertido: hmixb110d0

Figura 181. Asignación de IP al HMI.

Por: El Autor.

Paso 3.

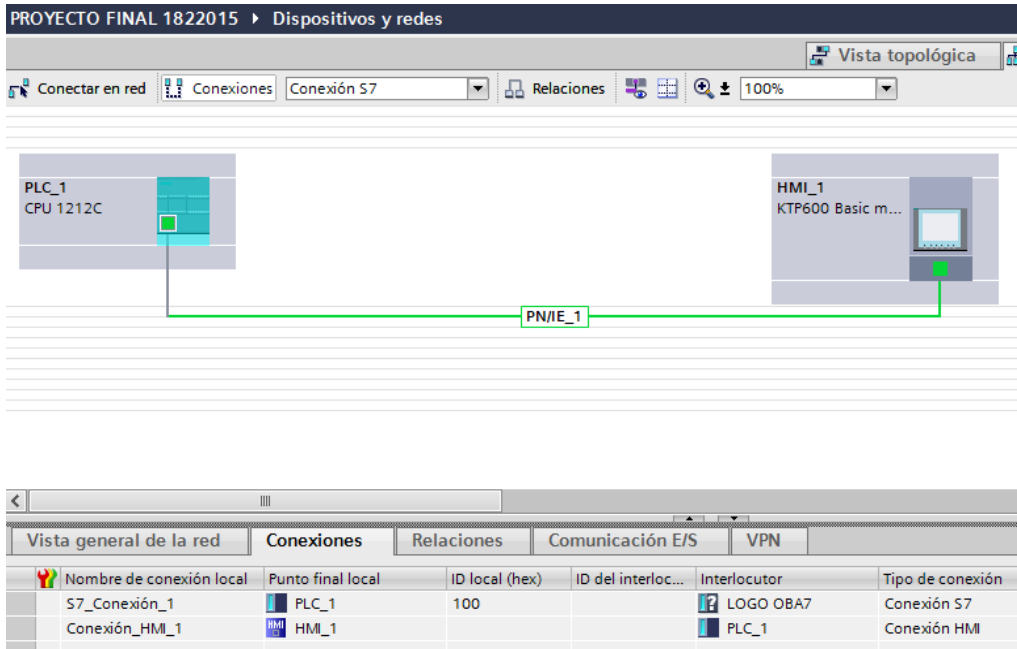


Figura 182. Vista topología de red entre los tres equipos.

Por: El Autor.

Nota: En esta tabla se detalla el desarrollo de la práctica 4. **Por:** El Autor.

Tabla 23.

Datos y conclusiones de la práctica 4.

DATOS Y CÁLCULOS
<ul style="list-style-type: none"> • Direcciones IP de los equipos: <ul style="list-style-type: none"> ○ HMI: 192.168.0.8/24. ○ S7-120: 192.168.0.1/24. ○ LOGO: 192.168.0.15/24.
CONCLUSIONES
<ul style="list-style-type: none"> • Los dispositivos pueden instalarse hasta 100 metros lineales. • Los tiempos de recepción del HMI son muy bajos. • La comunicación entre el HMI y el Logo se interrumpe siempre y cuando el maestro este averiado o no conectado. • Se debe direccionar correctamente las IP para evitar conflictos en la red. • Pueden integrarse a un sistema SCADA. • Se puede monitorear al esclavo y al maestro a la vez. • El esclavo obedece al maestro.

Nota: En esta tabla se detallan datos más importantes para el desarrollo de la práctica con sus conclusiones. **Por:** El Autor.

Tabla 24.

Firmas autorizadas para la aprobación de la práctica 4.


FORMULÓ Luis Antonio Ube Consuegra	REVISÓ Ing. Mónica Miranda	APROBÓ Ing. Orlando Barcia	AUTORIZÓ Ing. Víctor Huilcapi
TESISTA	TUTOR	ÁREA DE TITULACIÓN	DIRECCIÓN DE CARRERA

Nota: En esta tabla se detalla lo siguiente: la persona que realizo la práctica 4 y quienes la aprobaron. **Por:** El Autor.

5.6. Práctica 5.

Tabla 25.

Nombres, Fundamentos y Objetivos de la práctica 5.

		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA FACULTAD DE INGENIERÍAS	
FACULTAD	CARRERA	TEMA DE APRENDIZAJE	
Ingenierías	Electrónica	Contadores Rápidos.	
PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA		DURACIÓN (HORAS)
05	Programación de un encoder incremental		2 Horas
FUNDAMENTO			
<p>El encoder incremental tiene varias aplicaciones en la industrias una de ellas es para tomar la velocidad lineal de la línea de producción.</p> <p>Estos dispositivos electrónicos funcionan de la siguiente manera: por cada vuelta que se le realiza al eje del encoder este genera flancos positivos y negativos a una gran frecuencia de conmutación conocido como tren de pulso.</p> <p>Por tal motivo para programar en el TIA PORTAL se usa la instrucción HSC la cual es la única que puede leer los cambios de pulso que produce el encoder.</p>			
OBJETIVOS			
<ul style="list-style-type: none"> • Programar la instrucción avanzada “HSC”. • Visualizar la lectura en el HMI. • Obtener velocidad lineal. 			
EQUIPOS Y MATERIALES			
<ul style="list-style-type: none"> • CPU 1212 ac/dc/rly. • HMI HTP 600 PN. • Cable Ethernet. • Conductores. • Multímetro. • Fuente de poder. • Encoder incremental. 			

Nota: Esta Tabla contiene información de los fundamentos, objetivos, equipos y materiales para su desarrollo de la práctica 5.

Tabla 26.

Diagrama de control y procedimiento de la práctica 5.

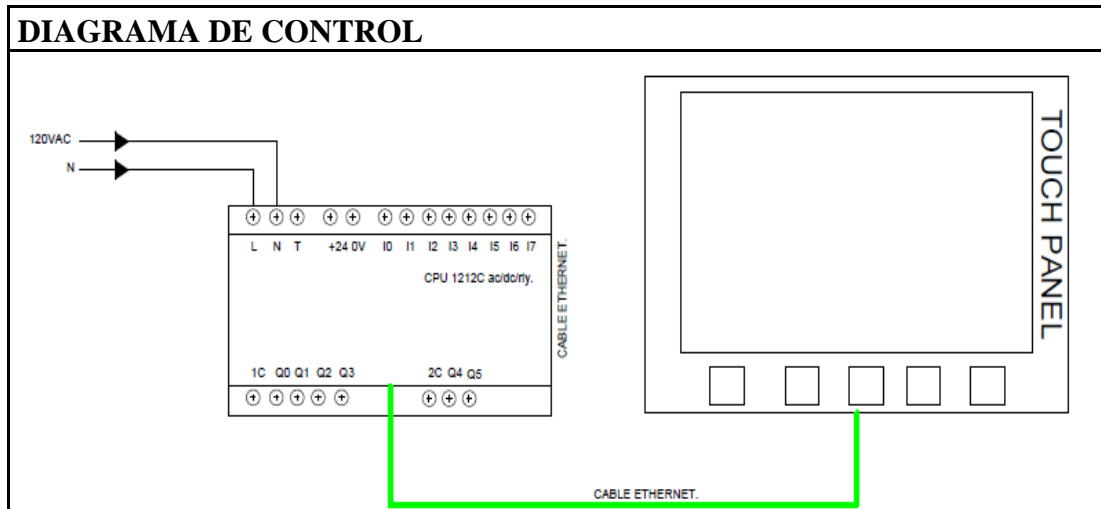


Figura 183. Arquitectura de red entre HMI y S7-1200.

Por: El Autor.

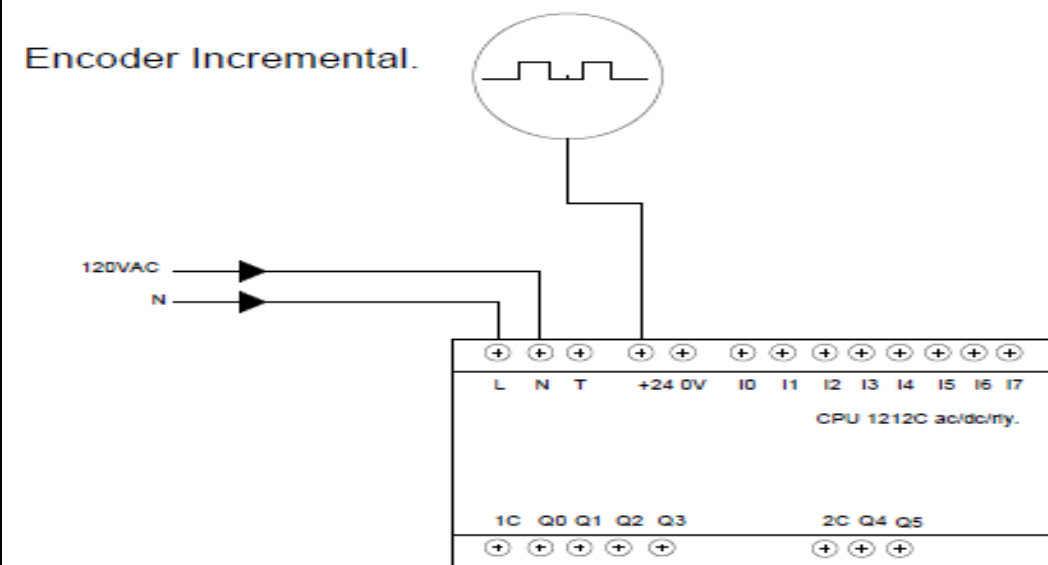


Figura 184. Diagrama de la entrada del PLC de la práctica 5.

Por: El Autor.

PROCEDIMIENTO

Para proceder con el desarrollo del ejercicio se debe acoplar un rodamiento al eje del encoder y posteriormente ajustar a un sistema mecánico que permita medir la velocidad lineal. Después se procede a conectar el encoder a 24 Vdc y se conecta la salida A del dispositivo electrónico a una entrada rápida del PLC. A continuación se detalla la programación del bloque de HSC.

Paso 1.

Se programa la entrada rápida del PLC.

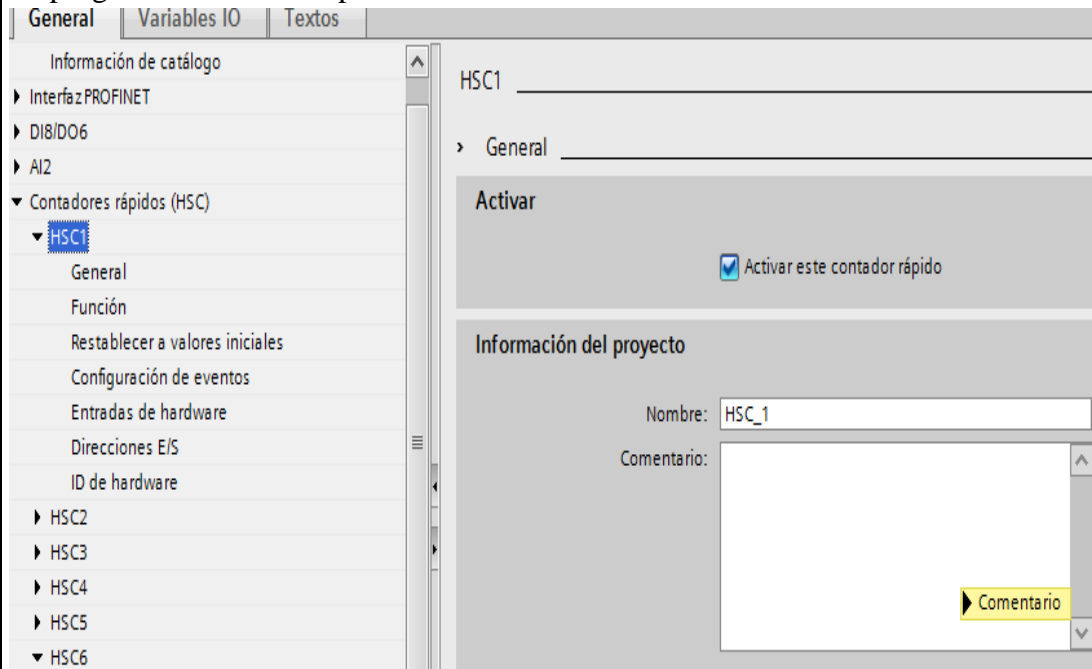


Figura 185. Activar la entrada rápida del PLC.

Por: El Autor.

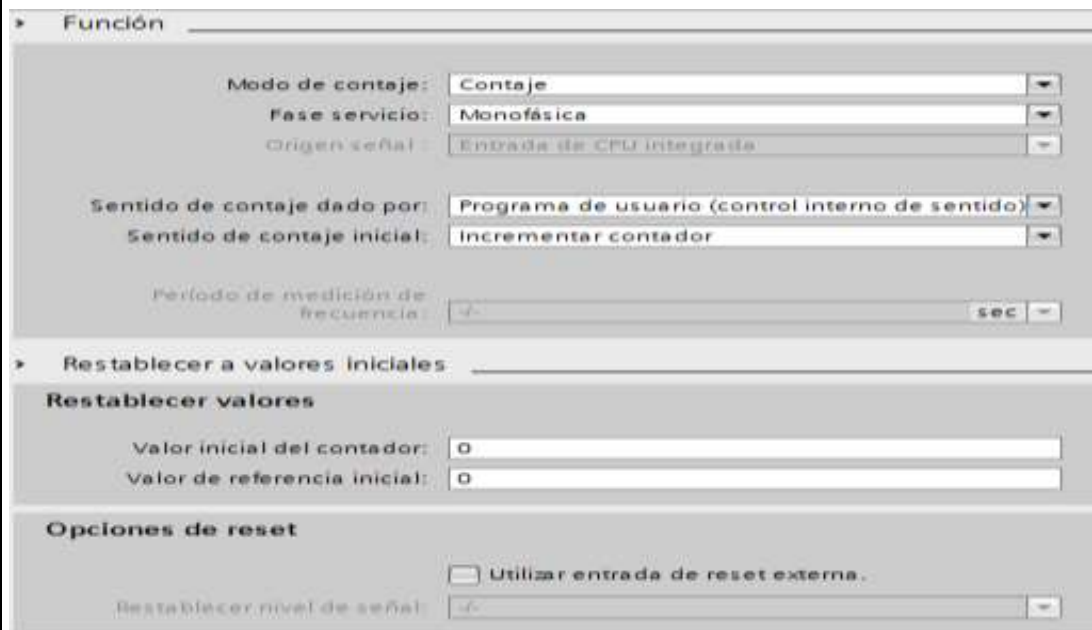


Figura 186. Asignarle la funcionalidad del contador rápido.

Por: El Autor.

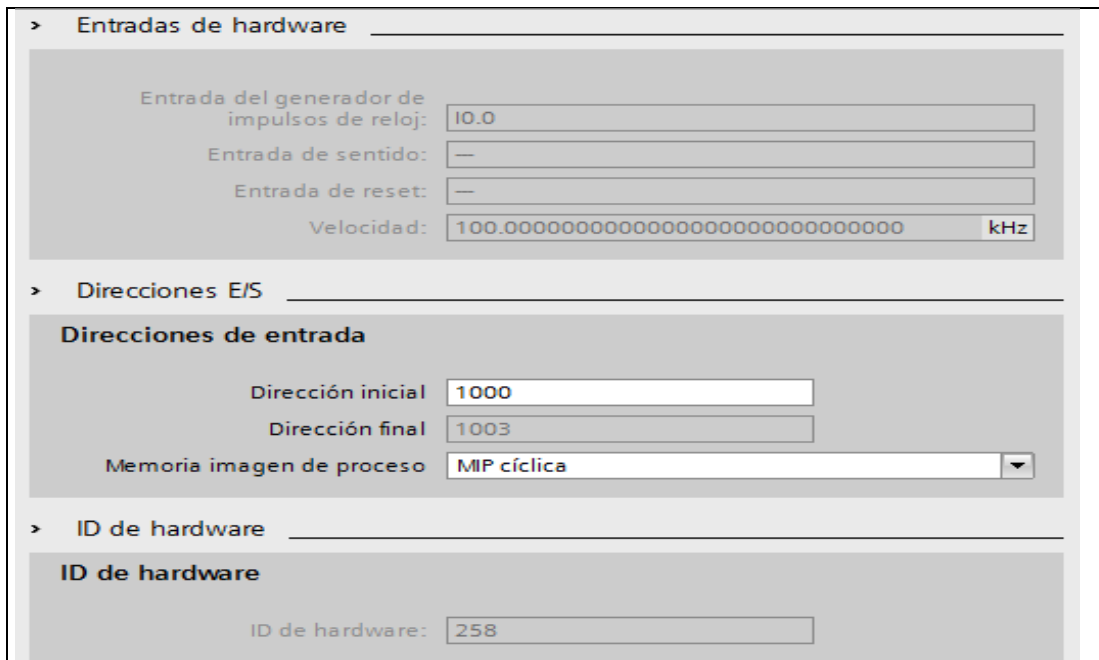


Figura 187. Asignación de la entrada rápida del S7-1200.
 Por: Siemens (2015). TIA PORTAL.

Paso 2.

Programación del bloque HSC.

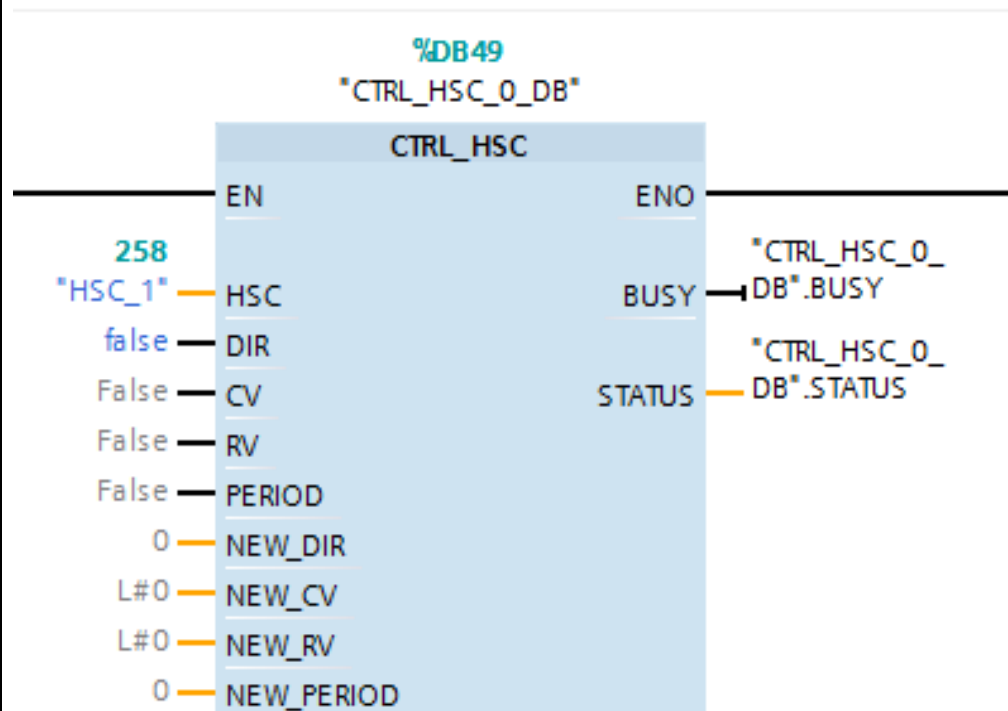


Figura 188. Programación del bloque HSC.
 Por: El Autor.

Nota: En esta tabla se detalla el desarrollo de la práctica 5.

Tabla 27.

Datos y conclusiones de la práctica 5.

DATOS Y CÁLCULOS
<ul style="list-style-type: none"> • Direcciones IP de los equipos: <ul style="list-style-type: none"> ○ HMI: 192.168.0.8/24. ○ S7-120: 192.168.0.1/24. ○ LOGO: 192.168.0.15/24. • Memoria de datos del s7-1200: <ul style="list-style-type: none"> ○ ID1000: Variable de entrada del sistema para el contador rápido.
CONCLUSIONES
<ul style="list-style-type: none"> • El encoder incremental se lo utiliza no solo para tomar la velocidad lineal sino que también se puede utilizar para la velocidad angular, desplazamiento, etc. • El S7-1200 solo puede leer al encoder a través de su bloque de instrucción avanzada HSC. • A través de un HMI se puede visualizar la velocidad lineal.

Nota: En esta tabla se detallan datos más importantes para el desarrollo de la práctica con sus conclusiones.

Tabla 28.

Firmas autorizadas para la aprobación de la práctica 5.

FORMULÓ Luis Antonio Ube Consuegra	REVISÓ Ing. Mónica Miranda	APROBÓ Ing. Orlando Barcia	AUTORIZÓ Ing. Víctor Huilcapi
TESISTA	TUTOR	ÁREA DE TITULACIÓN	DIRECCIÓN DE CARRERA

Nota: En esta tabla se detalla lo siguiente: la persona que realizo la práctica 5 y quienes la aprobaron. **Por:** El Autor.

5.7. Práctica 6.

Tabla 29.

Nombres, Fundamentos y Objetivos de la práctica 6.

		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA FACULTAD DE INGENIERÍAS	
FACULTAD	CARRERA	TEMA DE APRENDIZAJE	
Ingenierías	Electrónica	Arranque de un motor trifásico a través de un variador de frecuencia.	
PRACTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA		DURACIÓN (HORAS)
06	Programación remota de un variador de frecuencia G 110.		1 Horas
FUNDAMENTO			
<p>Para controlar la velocidad del motor en los diferentes requerimientos que tienen ciertas aplicaciones industriales se utilizan los convertidores de frecuencia. Su funcionamiento es subir o bajar la frecuencia de entrada al motor con lo que ocasiona que el motor cambie su velocidad.</p>			
OBJETIVOS			
<ul style="list-style-type: none"> • Programar el variador Sinamics G 110. • Arrancar el motor por medio del OP del variador. • Realizar el control a través del Logo. • Configurar los parámetros de dato de placa del motor en el variador. 			
EQUIPOS Y MATERIALES			
<ul style="list-style-type: none"> • Logo Ethernet. • Conductor. • BOP. • Amperímetro. • PC. • Fuente dc • Selector. • G110. • Conductores. • Multímetro. 			

Nota: Esta Tabla contiene información de los fundamentos, objetivos, equipos y materiales para su desarrollo de la práctica 6.

Tabla 30.

Diagrama de control y procedimiento de la práctica 6.

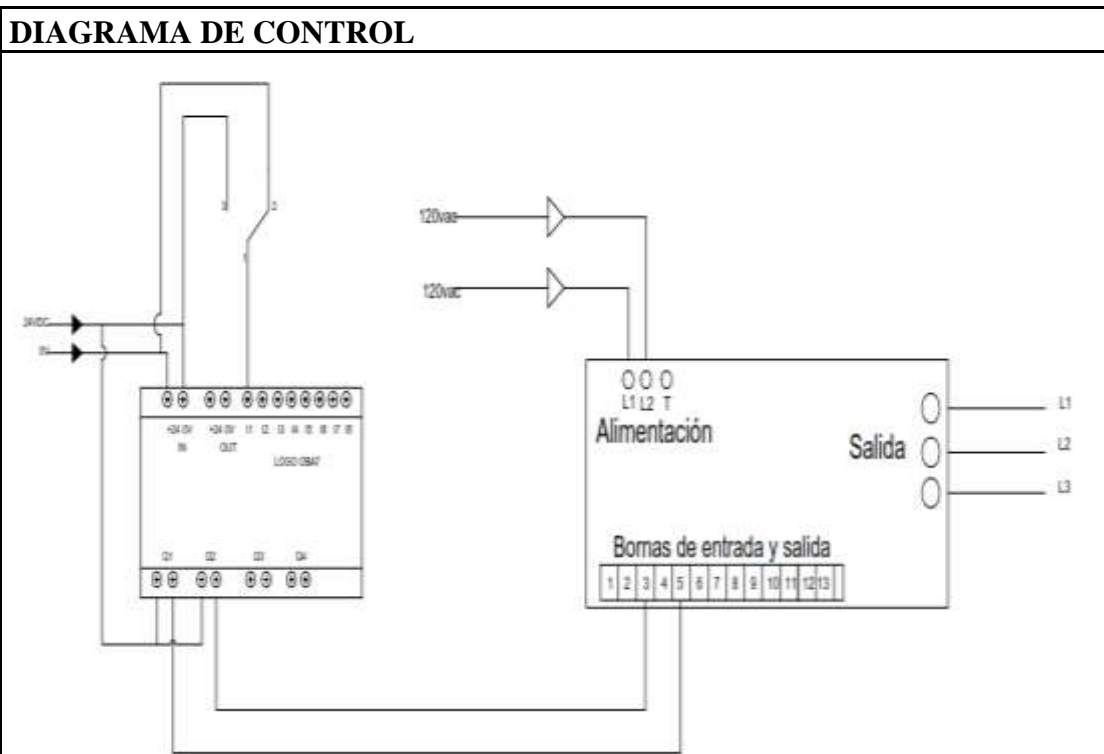


Figura 189. Diagrama de control de la práctica 6.

Por: El Autor.

Diagrama de fuerza

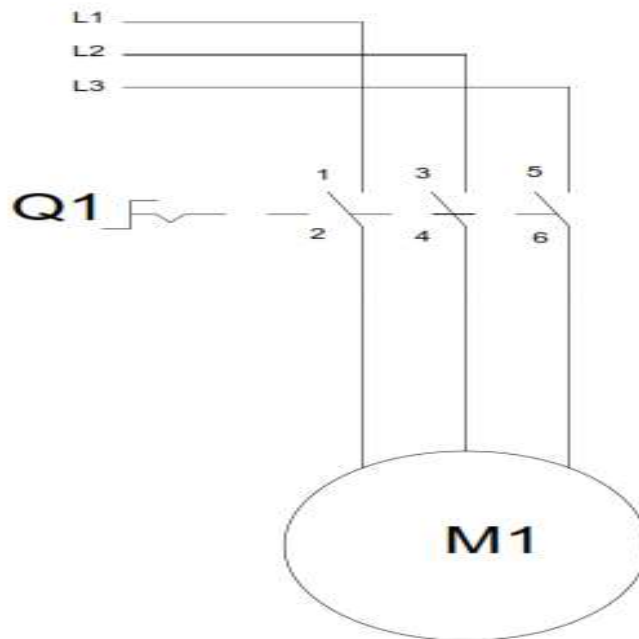


Figura 190. Diagrama de fuerza de la práctica 6.

Por: El Autor.

PROCEDIMIENTO

Primero se debe considerar que la entrada es un selector de tres posiciones, y cada estado tiene una función específica, las cuales son:

Selector lado derecho: Run al variador.

Selector lado central: Stop del variador.

Selector lado izquierdo: ACK.

Donde esas señales son ingresadas al logo el cual se lo programa con las condiciones de funcionamiento ya establecidas.

Y la velocidad se la regula a través del BOP del variador. Una vez identificado el funcionamiento de la práctica se procede a programar:

Paso 1.

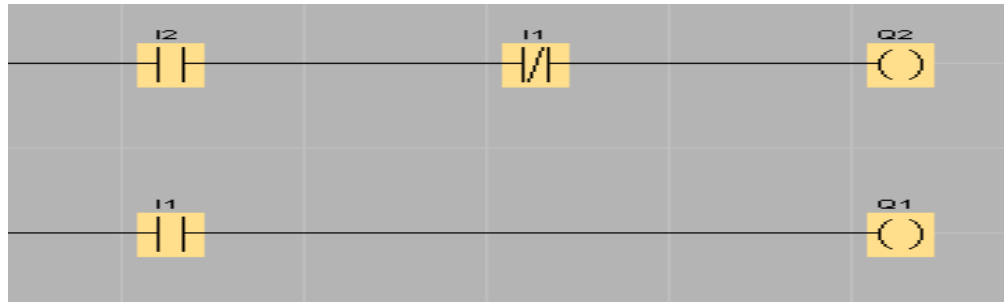


Figura 191. Programación del Logo.

Por: El autor.

Paso 2.

Programación del variador.

Se debe copiar los valores del dato de placa del motor, para poder parametrizar el variador y no provoque daños al motor o incluso la muerte:

- Potencia: 0.5 HP.
- Voltaje: 220VAC.
- Corriente: 0.8 A.
- Factor de potencia: 0.82.
- Factor de servicio: 1.
- Rpm= 1200.
- Frecuencia= 60hz.

Luego se debe parametrizar el variador:

P0100 "Europa/Norte América"= 1.

P0304" Tensión nominal del motor" = 220Vac.

P0305 "Corriente nominal del motor"= 0.5 A.

P0307 "Potencia nominal del motor"= 0.25 Hp.

P0308" Rendimiento nominal del motor"=1.

P0311"Velocidad nominal RPM"= 1200.

P1080"Velocidad Max."= 60.

P1082"Velocidad min." =0.

<p>Paso3. Luego se programa la consigna de velocidad y de control. P0010"Filtro parámetros para puesta servicio"= 1. P0700"Selección de la fuente de órdenes" =2. P1000"Selección de la consigna de frecuencia"= 1.</p> <p>Paso 4. Finalización de la puesta en marcha del variador.</p>

Nota: En esta tabla se detalla el desarrollo de la práctica 6.

Tabla 31.

Datos y conclusiones de la práctica 6.

DATOS Y CÁLCULOS	
<ul style="list-style-type: none"> • Dato de placa de motor: <ul style="list-style-type: none"> ○ Potencia: 0.5 HP. ○ Voltaje: 220VAC. ○ Corriente: 0.8 A. ○ Factor de potencia: 0.82. ○ Factor de servicio: 1. ○ Rpm= 1200. ○ Frecuencia= 60hz. 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrada de logo. <ul style="list-style-type: none"> ○ I1: Run. ○ I2: ACK. • Salida de logo. <ul style="list-style-type: none"> ○ Q1= RUN VARIADOR. ○ Q2= ACK VARIADOR.
CONCLUSIONES	
<ul style="list-style-type: none"> • La parada del motor lo realiza por parada libre. • El PLC puede ejecutar el encendido o apagado de un motor por medio de su lógica cargada. • Se puede aumentar la velocidad de salida en el variador para que el motor pueda ganar más aceleración. 	

Nota: En esta tabla se detallan datos más importantes para el desarrollo de la práctica con sus conclusiones.

Tabla 32.

Firmas autorizadas para la aprobación de la práctica 6.


FORMULÓ Luis Antonio Ube Consuegra	REVISÓ Ing. Mónica Miranda	APROBÓ Ing. Orlando Barcia	AUTORIZÓ Ing. Víctor Huilcapi
TESISTA	TUTOR	ÁREA DE TITULACIÓN	DIRECCIÓN DE CARRERA

Nota: En esta tabla se detalla lo siguiente: la persona que realizo la práctica 6 y quienes la aprobaron. **Por:** El Autor.

5.8. Práctica 7.

Tabla 33.

Nombres, Fundamentos y Objetivos de la práctica 7.

		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA FACULTAD DE INGENIERÍAS	
FACULTAD	CARRERA	TEMA DE APRENDIZAJE	
Ingenierías	Electrónica	Arranque de un motor trifásico a través de un variador de frecuencia controlado por un s7-1200.	
PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA		DURACIÓN (HORAS)
07	Programación remota de un variador de frecuencia G 110 controlado por una topología maestro-esclavo.		2 Horas
FUNDAMENTO			
Debido a que hay aplicaciones en el sistema maestro-esclavo es muy utilizado. Esta práctica es basada en el diseño de control que un PLC a través de un intermediario, controle a un variador para que transforme la señal que se genera en el s7-1200. En el HMI se ingresa la consigna de velocidad del motor.			
OBJETIVOS			
<ul style="list-style-type: none"> • Programar el variador MicromasterM420. • Visualizar la lectura en el HMI. • Controlar el motor a través de una comunicación maestro- esclavo. 			
EQUIPOS Y MATERIALES			
<ul style="list-style-type: none"> • HMI HTP 600 PN. • Micromaster M420. • S7-1200. • Logo. • Conductores. • Multímetro. • Amperímetro. • Cable Ethernet. • Motor. • Desarmador • BOP. 			

Nota: Esta Tabla contiene información de los fundamentos, objetivos, equipos y materiales para su desarrollo de la práctica 7.

Tabla 34.

Diagramas de control y procedimiento de la práctica 7.

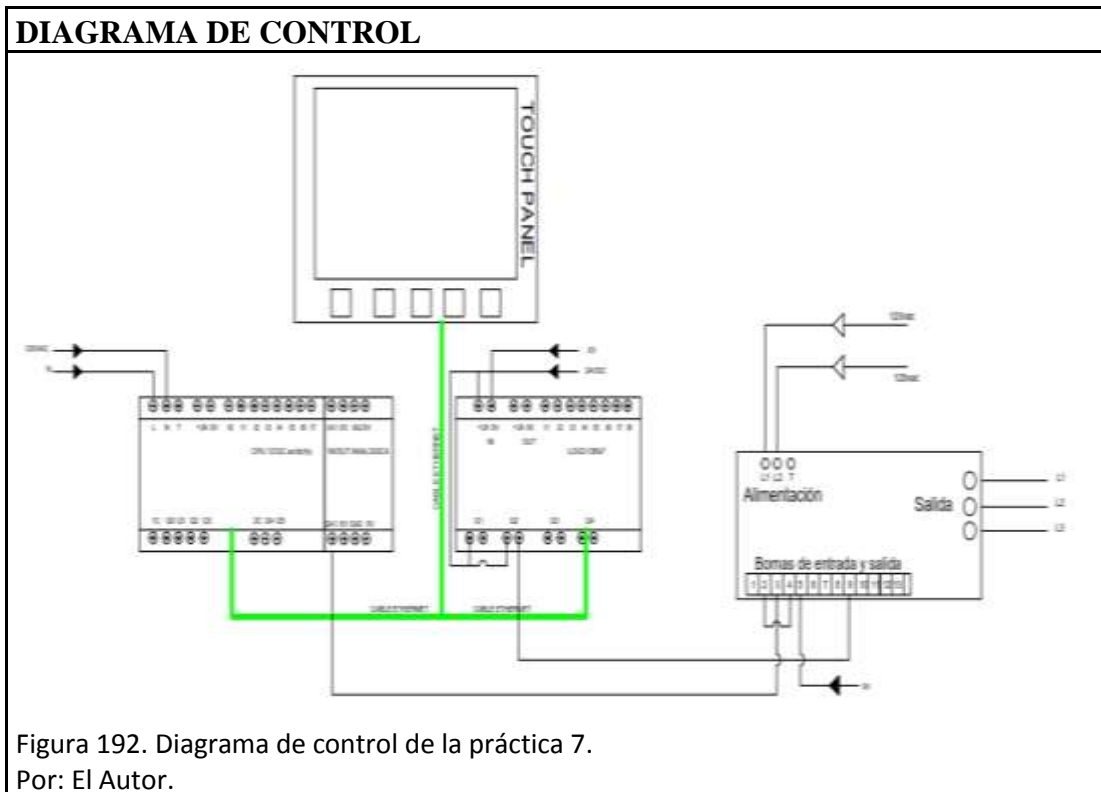


Figura 192. Diagrama de control de la práctica 7.

Por: El Autor.

Diagrama de fuerza

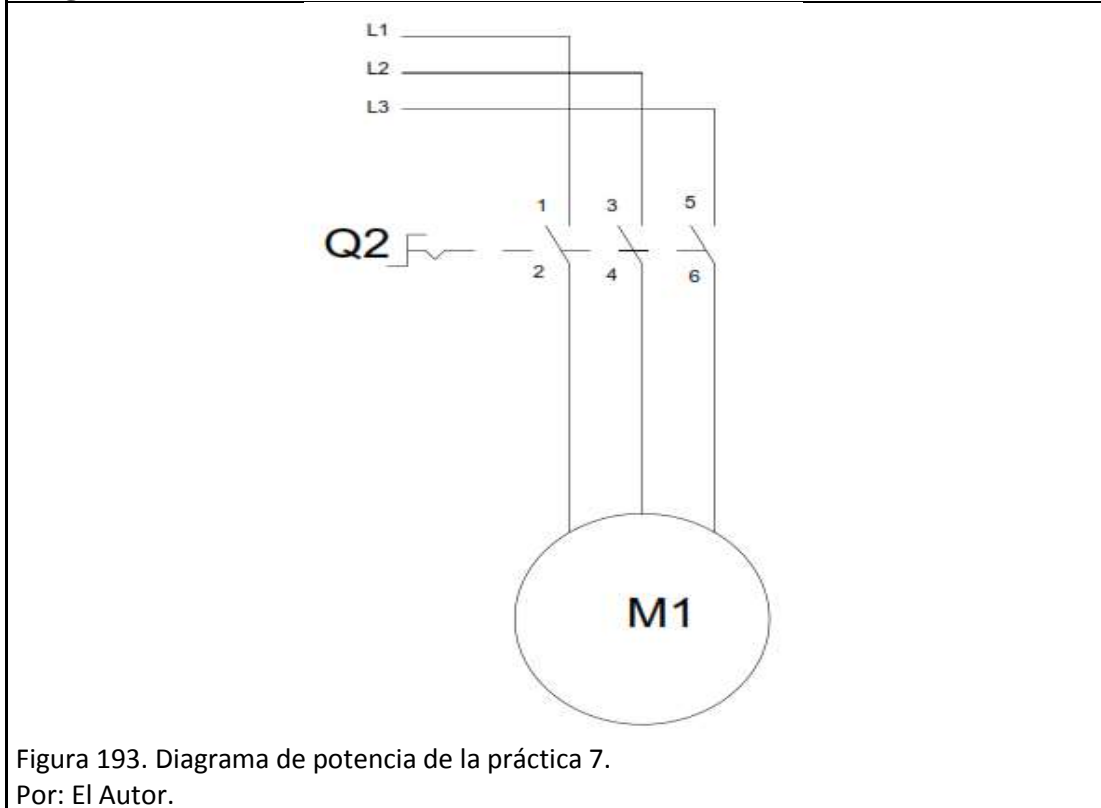


Figura 193. Diagrama de potencia de la práctica 7.

Por: El Autor.

PROCEDIMIENTO

Esta práctica es la unión de las práctica 4 y 6, entonces se detallara la programación de las consignas de velocidad en el TIA PORTAL.

Paso 1.

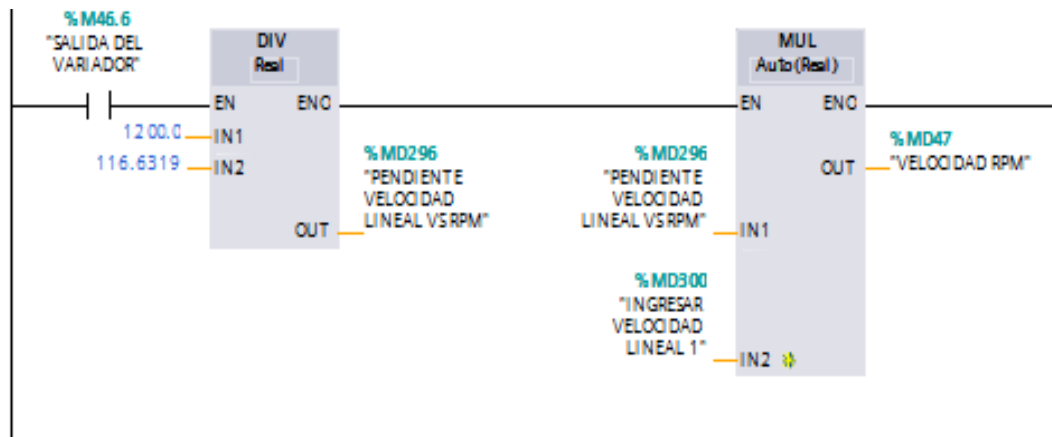


Figura 194. Programación de la pendiente de la señal analógica en el TIA PORTAL.

Por: El autor.

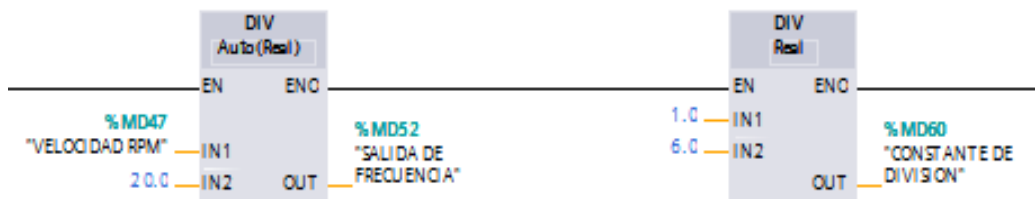


Figura 195. Programación de la salida de frecuencia en el TIA PORTAL.

Por: El Autor.

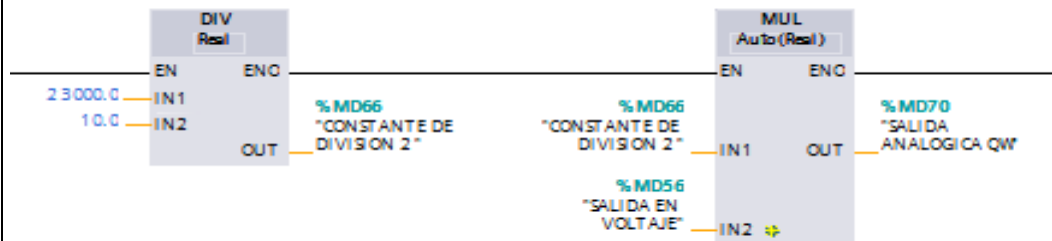


Figura 196. Conversión de la señal analógica en Word.

Por: EL Autor.

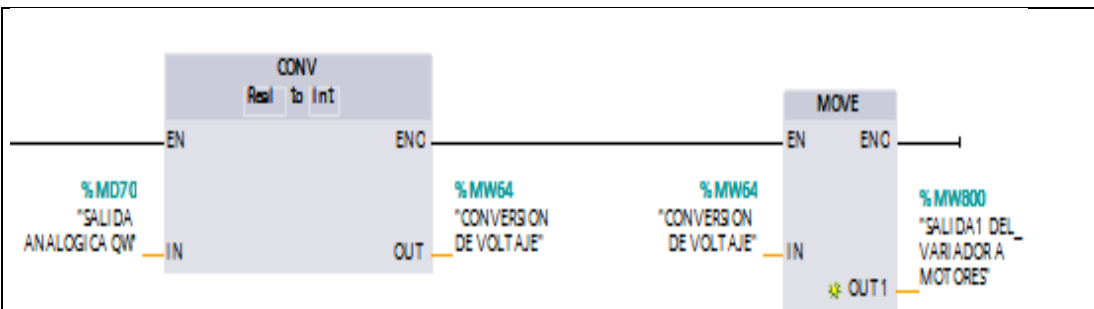


Figura 197. Salida analógica del variador.
Por: El Autor.

Paso 2.

Programación del variador.

Se debe copiar los valores del dato de placa del motor que se a arrancar con el variador:

- Potencia: 0.5 HP.
- Voltaje: 220VAC.
- Corriente: 0.8 A.
- Factor de potencia: 0.82.
- Rpm= 1200.
- Frecuencia= 60hz.

Luego se debe parametrizar el variador:

- P0100 "Europa/Norte América"= 1.
- P0304 "Tensión nominal del motor" = 220Vac.
- P0305 "Corriente nominal del motor"= 0.5 A.
- P0307 "Potencia nominal del motor"= 0.25 Hp.
- P0308" Rendimiento nominal del motor"=1.
- P0311 "Velocidad nominal RPM"= 1200.
- P1080 "Velocidad Max."= 60.
- P1082 "Velocidad min." =0.

Paso3.

Luego se programa la consigna de velocidad y de control.

- P0010 "Filtro parámetros para puesta servicio"= 1.
- P0700 "Selección de la fuente de órdenes" =2.
- P1000 "Selección de la consigna de frecuencia"= 2.

Paso 4.

Finalización de la práctica.

Nota: En esta tabla se detalla el desarrollo de la práctica 7.

Tabla 35.

Datos y conclusiones de la práctica 7.

DATOS Y CÁLCULOS	
<ul style="list-style-type: none"> • Dato de placa de motor: <ul style="list-style-type: none"> ○ Potencia: 0.5 HP. ○ Voltaje: 220VAC. ○ Corriente: 0.8 A. ○ Factor de potencia: 0.82. ○ Factor de servicio: 1. ○ Rpm= 1200. ○ Frecuencia= 60hz. • Salida del PLC s7-1200. <ul style="list-style-type: none"> ○ AI1: Consigna de vel. 1. 	<ul style="list-style-type: none"> • Salida de logo. <ul style="list-style-type: none"> ○ Q1= RUN VARIADOR. ○ Q2= ACK VARIADOR. • Variables del HMI. <ul style="list-style-type: none"> ○ M0.0= Marcha del variador. ○ M0.1= paro del variador. ○ M0.2= salida del variador.
CONCLUSIONES	
<ul style="list-style-type: none"> • La consigna de velocidad se ingresa en el HMI. • Se enciende el motor desde las entradas del PLC o del HMI. • Del que el PLC puede ejecutar el encendido o apagado de un motor por medio de su lógica programada. • Si no está correctamente programada la aplicación ésta no funciona. • Se puede aumentar la velocidad de salida en el variador para que el motor pueda ganar más aceleración. 	

Nota: En esta tabla se detallan datos más importantes para el desarrollo de la práctica con sus conclusiones.

Tabla 36.

Firmas autorizadas para la aprobación de la práctica 7.


FORMULÓ Luis Antonio Ube Consuegra	REVISÓ Ing. Mónica Miranda	APROBÓ Ing. Orlando Barcia	AUTORIZÓ Ing. Víctor Huilcapi
TESISTA	TUTOR	ÁREA DE TITULACIÓN	DIRECCIÓN DE CARRERA

Nota: En esta tabla se detalla lo siguiente: la persona que realizo la práctica 7 y quienes la aprobaron. **Por:** El Autor.

5.9. Práctica 8.

Tabla 37.

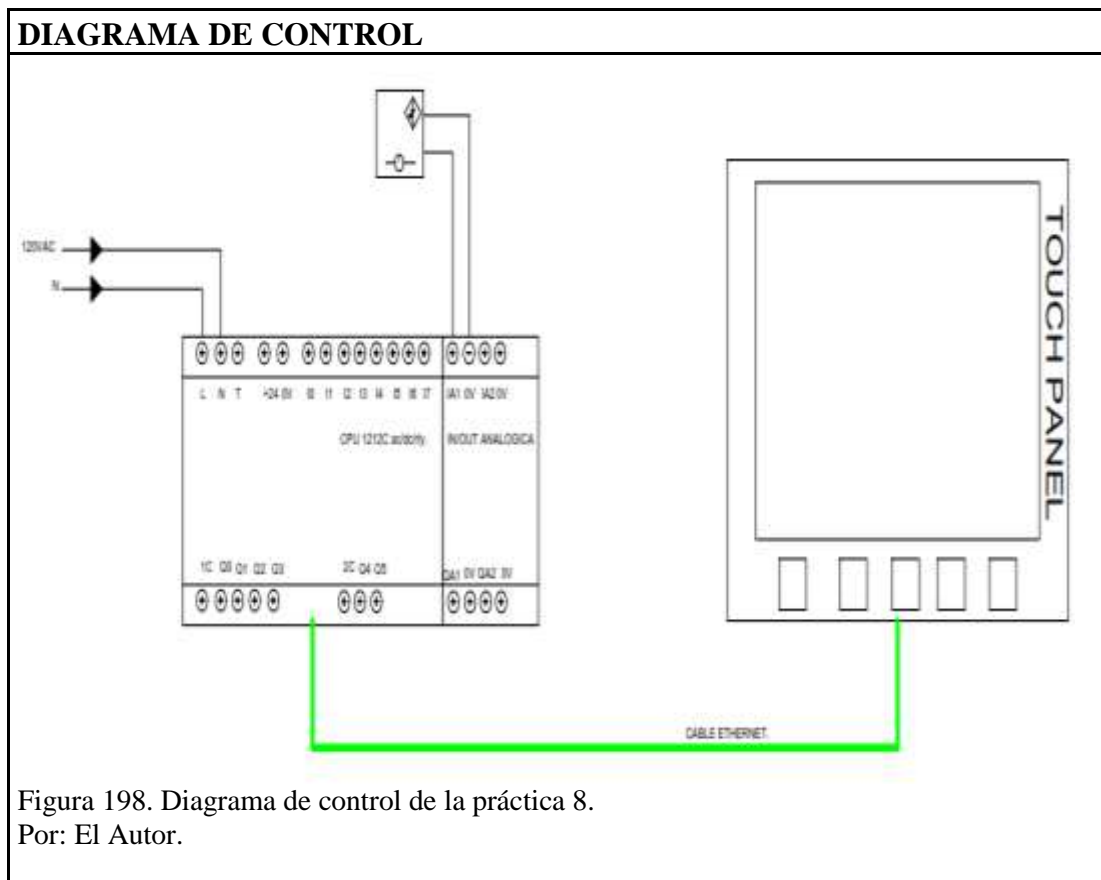
Nombres, Fundamentos y Objetivos de la práctica 8.

			UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA FACULTAD DE INGENIERÍAS		
FACULTAD		CARRERA	TEMA DE APRENDIZAJE		
Ingenierías		Electrónica	Programación y calibración de la salida analógica del sensor ultrasónico.		
PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA			DURACIÓN (HORAS)	
08	Medir la altura del dosificado de líquido en el envase a través de un sensor ultrasónico.			2 Horas	
FUNDAMENTO					
Debido a que se requiere medir la altura del líquido en el envase, se usará un sensor ultrasónico donde su salida es de 0-10Vdc. Una característica es que este sensor tiene un alcance en su medición de 30cm donde su salida puede ser programada en cualquier punto de ese rango.					
OBJETIVOS					
<ul style="list-style-type: none"> • Programar el sensor ultrasónico. • Programar la entrada analógica del PLC. • Medir la altura del dosificado hasta 100 mm. 					
EQUIPOS Y MATERIALES					
<ul style="list-style-type: none"> • S7-1200. • Sensor ultrasónico. • Conductores. • Envase. • HMI KTP 600. • Agua. • Desarmador. • Alicata. • Cinta aislante. • Cable Ethernet • Switch. 					

Nota: Esta Tabla contiene información de los fundamentos, objetivos, equipos y materiales para su desarrollo de la práctica 8.

Tabla 38.

Diagrama de control y procedimiento de la práctica 8.



PROCEDIMIENTO

Paso 1.

Se describe los pasos necesarios para programar el sensor analógico que mida la altura de 0 hasta 100 mm:

- Se desconectó el cable de color negro (salida del sensor).
- Se conectó el cable de color blanco (entrada de aprendizaje) a cero voltios por unos 5 segundos con el envase vacío.
- Luego se procedió a llenar el envase a su altura máxima y se cambia la conexión de la entrada aprendizaje de cero voltios a 10 voltios por unos 5 segundos.
- Luego se procede a desconectar el cable de color blanco y a conectar el cable de color negro a la entrada analógica del PLC.

Paso 2.

Programación en el PLC.

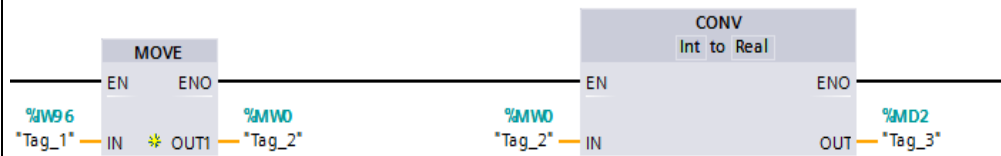


Figura 199. Escalamiento 1 de señal analógica.

Por: El Autor.

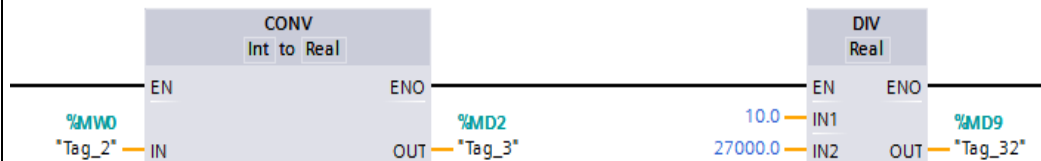


Figura 200. Escalamiento 2 de señal analógica.

Por: El Autor.

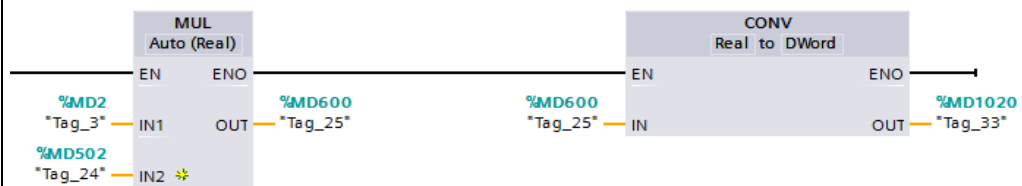


Figura 201. Escalamiento 3 de la señal analógica.

Por: El Autor.

PASO 3.

Programación del HMI.

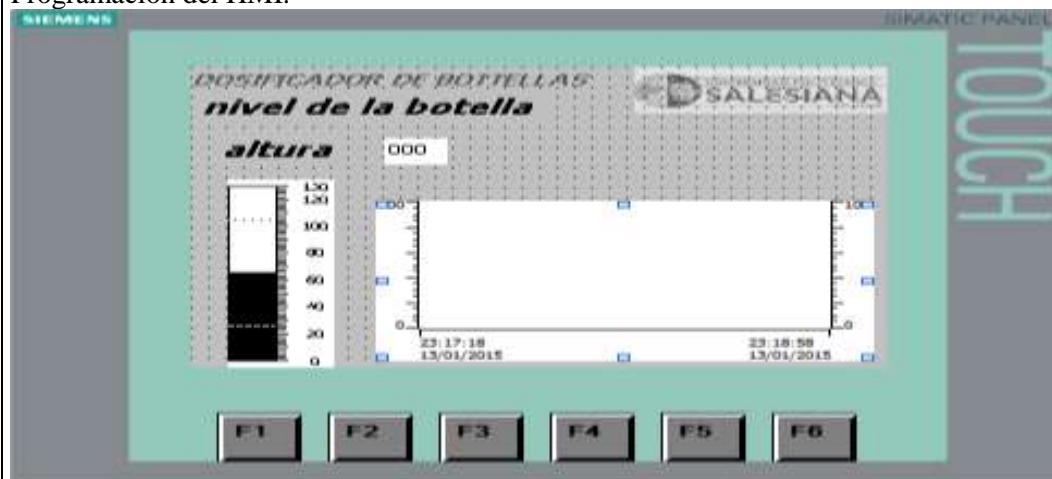


Figura 202. Ventana del HMI de la práctica 8.

Por: El Autor.

Nota: En esta tabla se detalla el desarrollo de la práctica 8.

Tabla 39.

Datos y conclusiones de la práctica 8.

DATOS Y CÁLCULOS
<ul style="list-style-type: none"> • Alturas del líquido en el envase. <ul style="list-style-type: none"> ○ 0 mm ○ 1000 mm • Rango de voltaje: <ul style="list-style-type: none"> ○ 0-10Vdc.
CONCLUSIONES
<ul style="list-style-type: none"> • Durante el llenado del envase su salida parte desde 0 voltios cuando el nivel de líquido es 0 mm y de ahí va subiendo progresivamente conforme sube la altura. • Si el envase no está alineado con el sensor este envía una lectura errónea. • Este sensor es fácil de acoplar en cualquier PLC por su nivel de voltaje y de su salida analógica. • No necesita el uso de transductor de señal.

Nota: En esta tabla se detallan datos más importantes para el desarrollo de la práctica con sus conclusiones.

Tabla 40.

Firmas autorizadas para la aprobación de la práctica 8.


FORMULÓ Luis Antonio Ube Consuegra	REVISÓ Ing. Mónica Miranda	APROBÓ Ing. Orlando Barcia	AUTORIZÓ Ing. Víctor Huilcapi
TESISTA	TUTOR	ÁREA DE TITULACIÓN	DIRECCIÓN DE CARRERA

Nota: En esta tabla se detalla lo siguiente: la persona que realizó la práctica 8 y quienes la aprobaron. **Por:** El Autor.

5.10. Práctica 9.

Tabla 41.

Nombres, Fundamentos y Objetivos de la práctica 9.

		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA FACULTAD DE INGENIERÍAS	
FACULTAD	CARRERA	TEMA DE APRENDIZAJE	
Ingenierías	Electrónica	Control PID.	
PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA		DURACIÓN (HORAS)
09	Control del sistema de dosificado de envase a través de un control PID.		4 Horas
FUNDAMENTO			
Para el control de dosificado del envase se utilizará un control PID porque es el más utilizado y sencillo para la implementación de cualquier sistema que requiera un control a lazo cerrado.			
OBJETIVOS			
<ul style="list-style-type: none"> • Programar el bloque PID_ COMPACT. • Programar la altura mínima y máxima del sensor. • Obtener valores PID prácticos. • Realizar la optimización fina e inicial del bloque PID_ COMPACT. 			
EQUIPOS Y MATERIALES			
<ul style="list-style-type: none"> • S7-1200. • Sensor ultrasónico. • Conductores. • Envase. • HMI KTP 600. • Agua. • Desarmador. • Alicata. • Cinta aislante. • Cable Ethernet • Switch. 			

Nota: Esta Tabla contiene información de los fundamentos, objetivos, equipos y materiales para su desarrollo de la práctica 9.

Tabla 42.

Diagrama de control y procedimiento de la práctica 9.

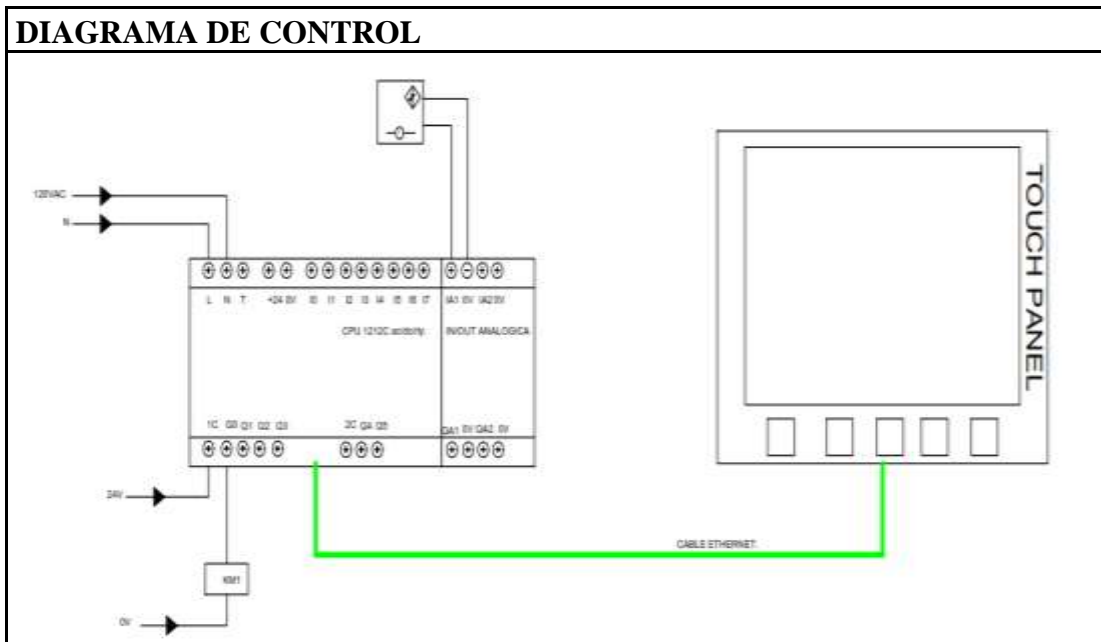


Figura 203. Diagrama de control de la práctica 9.
Por: El Autor.

Diagrama de fuerza

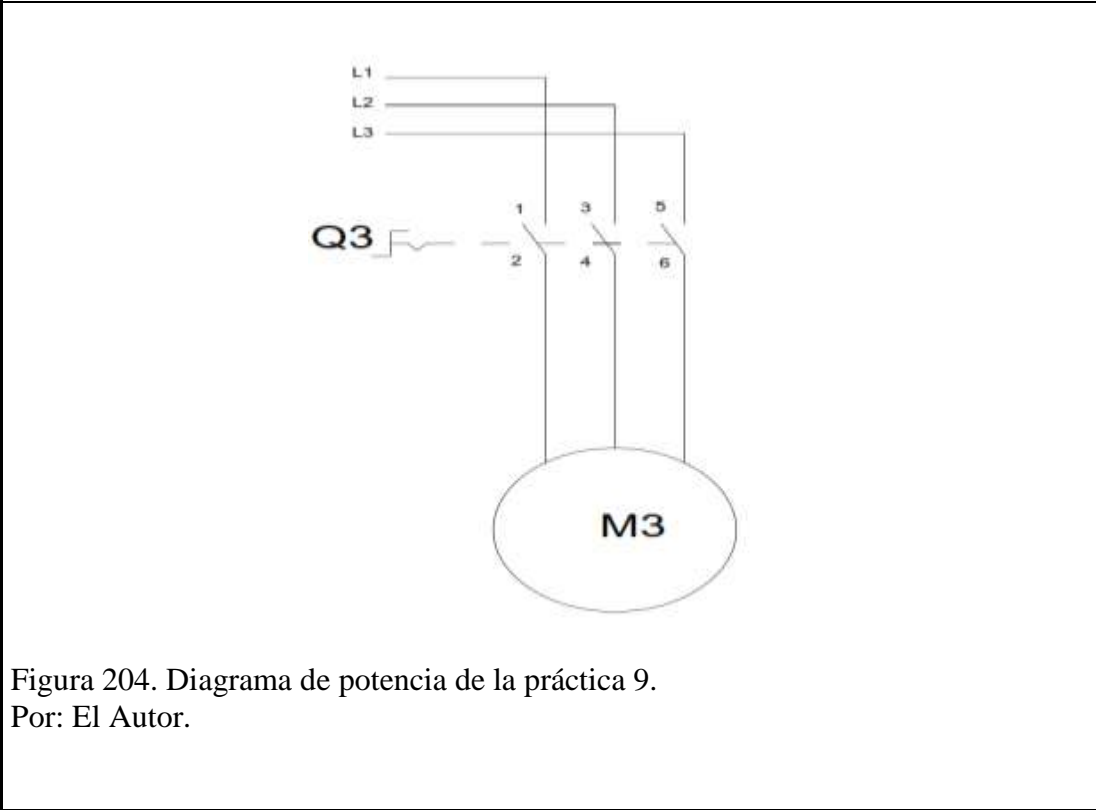


Figura 204. Diagrama de potencia de la práctica 9.
Por: El Autor.

PROCEDIMIENTO

Paso 1.

Se programa el sensor analógico bajo el requerimiento de la práctica:

- Se desconectó el cable de color negro (salida del sensor).
- Se conectó el cable de color blanco (entrada de aprendizaje) a cero voltios por unos 5 segundos con el envase vacío con el envase vacío.
- Luego se procedió a llenar el envase a su altura máxima y se cambia la conexión de la entrada aprendizaje de cero voltios a 10 voltios por unos 5 segundos con el envase lleno.
- Luego se procede a desconectar el cable de color blanco y a conectar el cable de color negro a la entrada analógica del PLC.

Paso 2.

Programación del variador de frecuencia.

Se debe copiar los valores del dato de placa del motor que se a arrancar con el variador:

- Potencia: 0.5 HP.
- Voltaje: 220VAC.
- Corriente: 0.8 A.
- Factor de potencia: 0.82.
- Factor de servicio: 1.
- Rpm= 1200.
- Frecuencia= 60hz.

Luego se debe parametrizar el variador:

- P0100 "Europa/Norte América"= 1.
- P0304 "Tensión nominal del motor" = 220Vac.
- P0305 "Corriente nominal del motor"= 0.5 A.
- P0307 "Potencia nominal del motor"= 0.25 Hp.
- P0308" Rendimiento nominal del motor"=1.
- P0311 "Velocidad nominal RPM"= 1200.
- P1080 "Velocidad Max."= 60.
- P1082 "Velocidad min." =0.

Luego se programa la consigna de velocidad y de control:

- P0010 "Filtro parámetros para puesta servicio"= 1.
- P0700 "Selección de la fuente de órdenes" =2.
- P1000 "Selección de la consigna de frecuencia"= 2.

Paso 3.

Programación del PID.

En el capítulo 4 página 118 hay indica como se configura el bloque PID.

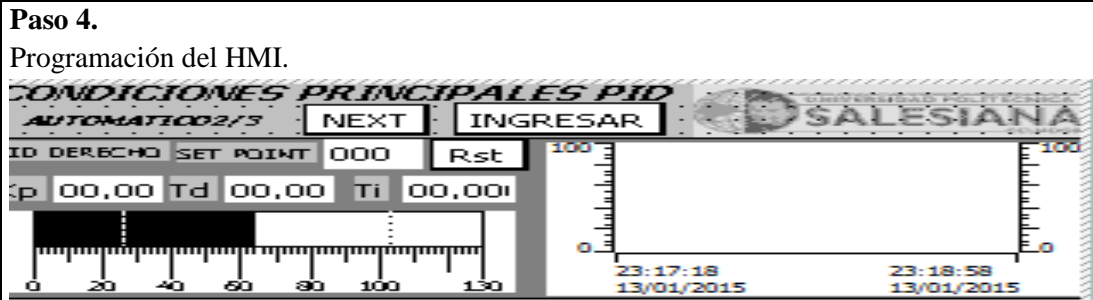


Figura 205. Vista del HMI de la práctica 9.

Por: EL Autor.

Paso 5.

Una vez terminado con su configuración se finaliza la práctica.

Nota: En esta tabla se detalla el desarrollo de la práctica 9.

Tabla 43.

Datos y conclusiones de la práctica 9.

DATOS Y CÁLCULOS	
<ul style="list-style-type: none"> • Dato de placa de motor: <ul style="list-style-type: none"> ○ Potencia: 0.5 HP. ○ Voltaje: 220VAC. ○ Corriente: 0.8 A. ○ Factor de potencia: 0.82. ○ Rpm= 1200. ○ Frecuencia= 60hz. 	<ul style="list-style-type: none"> • Salida del PLC s7-1200. <ul style="list-style-type: none"> ○ AI1: Consigna de velocidad 1. ○ Q0.0: bomba de agua. • Alturas del líquido en el envase. <ul style="list-style-type: none"> ○ 0 mm ○ 1000 mm • Rango de voltaje: 0-10 Vdc.
CONCLUSIONES	
<ul style="list-style-type: none"> • Se puede apreciar la forma de las curvas de las tres variables de control. • Se obtiene parámetros distintos por cada optimización. • La optimización inicial utiliza el segundo método de ZIEGLER-NICHOLS. • La optimización fina es el complemento de la inicial. 	

Nota: En esta tabla se detallan los datos más importantes para el desarrollo de la práctica con sus conclusiones.

Tabla 44.

Firmas autorizadas para la aprobación de la práctica 9.


FORMULÓ Luis Antonio Ube Consuegra	REVISÓ Ing. Mónica Miranda	APROBÓ Ing. Orlando Barcia	AUTORIZÓ Ing. Víctor Huilcapi
TESISTA	TUTOR	ÁREA DE TITULACIÓN	DIRECCIÓN DE CARRERA

Nota: En esta tabla se detalla lo siguiente: la persona que realizó la práctica 9 y quienes la aprobaron. **Por:** El Autor.

5.11. Práctica 10.

Tabla 45.

Nombres, Fundamentos y Objetivos de la práctica 10.

		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA FACULTAD DE INGENIERÍAS	
FACULTAD	CARRERA	TEMA DE APRENDIZAJE	
Ingenierías	Electrónica	Diseñar el sistema de automatización del llenado de botellas medianas y pequeñas.	
PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA		DURACIÓN (HORAS)
10	Distribución de envases a sus respectivas estaciones de dosificado.		4 Horas
FUNDAMENTO			
La práctica es basada en el sistema de dosificación de botellas que es utilizado en las industrias: alimenticia y química. Por tal motivo el desarrollo de esta práctica es de vital importancia para que el estudiante desarrolle destrezas que le ayudarán a solucionar una emergencia en su vida profesional.			
OBJETIVOS			
<ul style="list-style-type: none"> • Automatizar la línea de dosificado para dos estaciones. • Automatizar la clasificación de envase según su altura. • Implementar el control PID en el sistema de dosificado. 			
EQUIPOS Y MATERIALES			
<ul style="list-style-type: none"> • S7-1200. • Logo. • HMI. • Micromaster M420. • Sensor ultrasónico. • Switch. • Bomba. • Motores DC. • Cilindro neumático. • Válvula 5/2. • Manguera Festo. • Fuente Vdc. 		<ul style="list-style-type: none"> • Cable Ethernet. • Motores. • Sinamic g110. • Válvula 5/2. • Valvula de paso manual. • Transformador 220-380 VAC. 	

Nota: Esta Tabla contiene información de los fundamentos, objetivos, equipos y materiales para su desarrollo de la práctica 10.

Tabla 46.

Diagrama de control y procedimiento de la práctica 10.

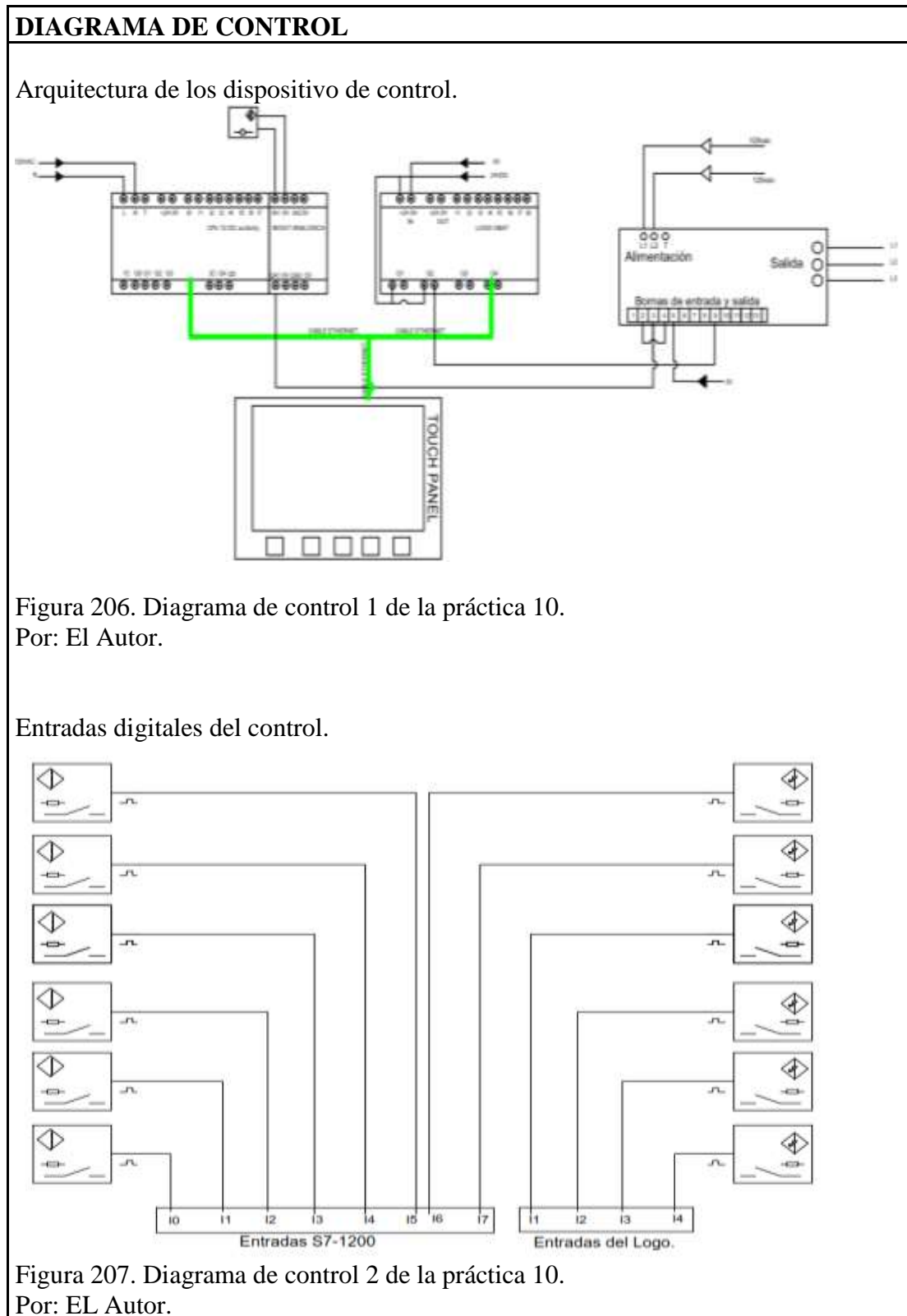


Diagrama de fuerza

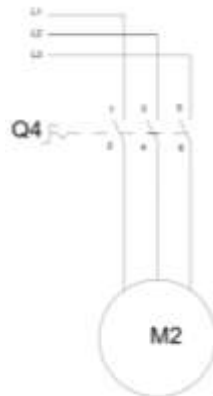


Figura 208. Arranque de motor eléctrico de la práctica 10.
Por: El Autor.

PROCEDIMIENTO

Esta práctica es la unión del desarrollo de todas las anteriores, donde se debe acoplar a cada una de ellas para el desarrollo de la práctica actual; con la condición que por cada estación de llenado se debe dosificar tres botellas. A continuación detallo la programación en modo automático:

Paso 1.

Programación de los sistemas dosificadores de botellas: pequeñas y medianas; en modo automático:

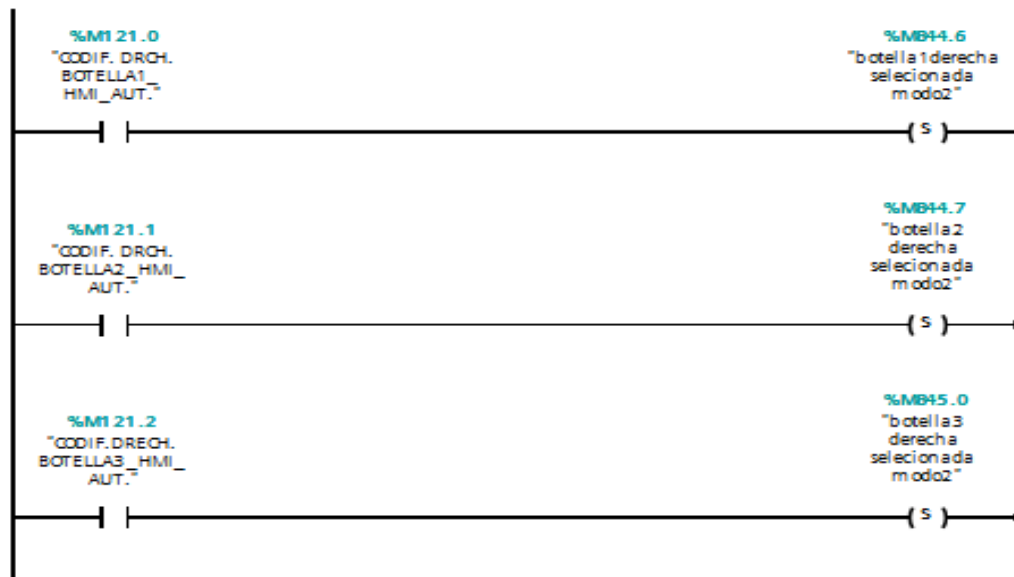


Figura 209. Asignación de las botellas para el sistema de dosificación derecho de la práctica 10.

Por: El Autor.



Figura 210. Reset de marcas de la asignación de las botellas para el sistema de dosificación derecho de la práctica 10.

Por: El Autor.



Figura 211. Asignación de las botellas para el sistema de dosificación izquierdo de la práctica 10.

Por: El Autor.

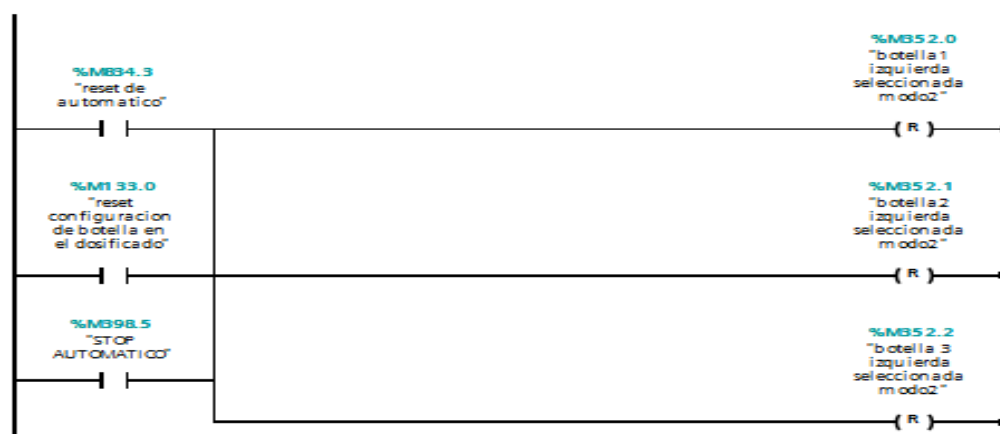


Figura 212. Reset de marcas de la asignación de las botellas para el sistema de dosificación derecho de la práctica 10.

Por: El Autor

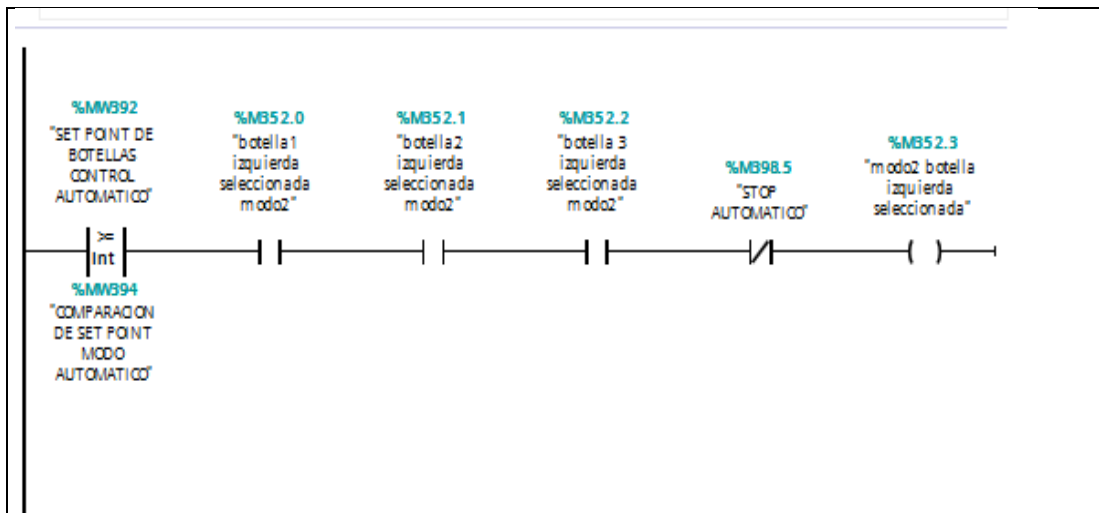


Figura 213. Set de la cantidad de botellas a dosificar en la estación de llenado izquierdo.

Por: El Autor.

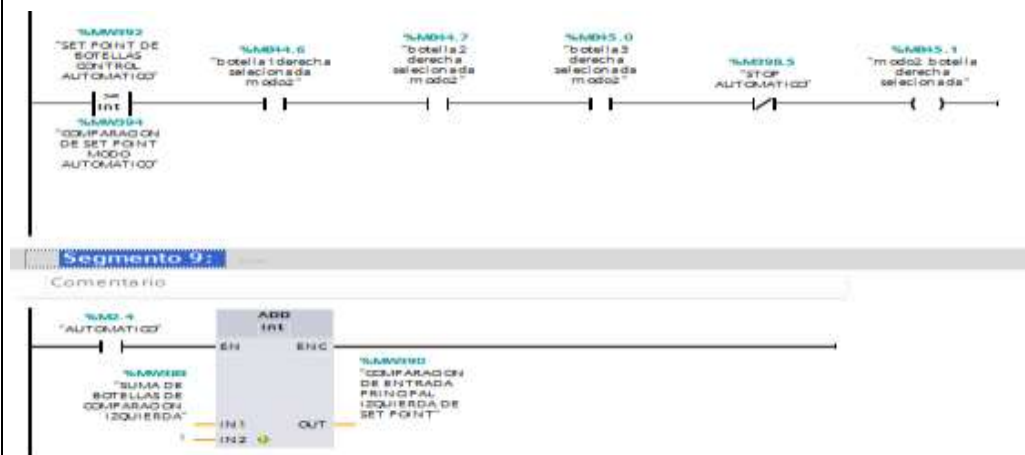


Figura 214. Set de la cantidad de botellas a dosificar en la estación de llenado Derecho.

Por: El Autor.



Figura 215. Conteo de las botellas a dosificar en las dos estaciones.

Por: El Autor.

Paso 2:

Programación de los sensores ultrasónicos.

Para detallar la programación de los dos sensores, se detallará la programación del sensor de dosificado derecho y luego del sensor de dosificado izquierdo:

Sistema de dosificado derecho:

- Se desconectó el cable de color negro (salida del sensor).
- Se conectó el cable de color blanco (entrada de aprendizaje) a cero voltios por unos 5 segundos con el envase vacío con el envase vacío.
- Luego se procedió a llenar el envase a su altura máxima y se cambia la conexión de la entrada aprendizaje de cero voltios a 10 voltios por unos 5 segundos con el envase lleno (115 mm).
- Luego se procede a desconectar el cable de color blanco y a conectar el cable de color negro a la entrada analógica del PLC'S.

Sistema de dosificado izquierdo:

- Se desconectó el cable de color negro (salida del sensor).
- Se conectó el cable de color blanco (entrada de aprendizaje) a cero voltios por unos 5 segundos con el envase vacío con el envase vacío.
- Luego se procedió a llenar el envase a su altura máxima y se cambia la conexión de la entrada aprendizaje de cero voltios a 10 voltios por unos 5 segundos con el envase lleno (100 mm).
- Luego se procede a desconectar el cable de color blanco y a conectar el cable de color negro a la entrada analógica del PLC'S.

Paso 3.

Programación del variador de frecuencia.

- P0100 "Europa/Norte América"= 1.
- P0304 "Tensión nominal del motor" = 220Vac.
- P0305 "Corriente nominal del motor"= 0.5 A.
- P0307 "Potencia nominal del motor"= 0.25 Hp.
- P0308" Rendimiento nominal del motor"=1.
- P0311 "Velocidad nominal RPM"= 1200.
- P1080 "Velocidad Max."= 60.
- P1082 "Velocidad min." =0.

Luego se programa la consigna de velocidad y de control:

- P0010 "Filtro parámetros para puesta servicio"= 1.
- P0700 "Selección de la fuente de órdenes" =2.
- P1000 "Selección de la consigna de frecuencia"= 2.

Paso 4.

Programación del PID.

En el capítulo 4 página 118 hay indica como se configura el bloque PID.

Paso 5.

Programación del HMI.

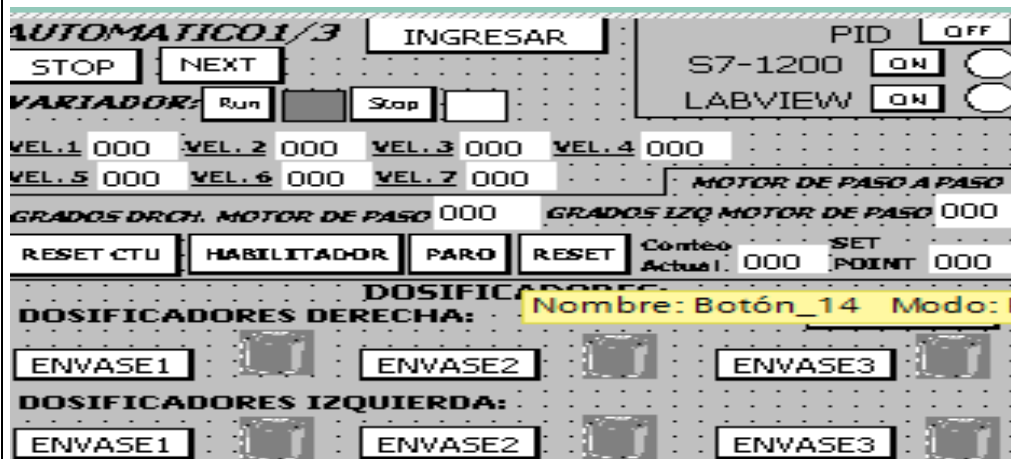


Figura 216. Imagen de la pantalla del HMI de la práctica 10.

Por: El Autor.

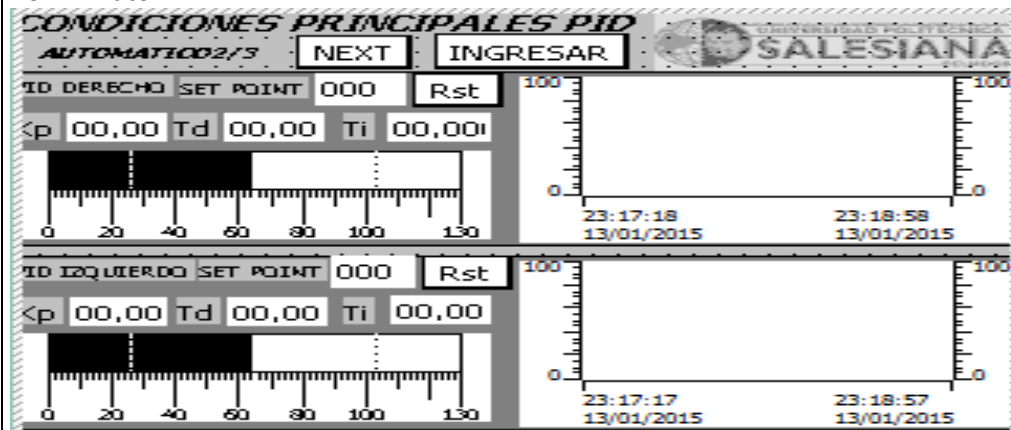


Figura 217. Imagen de la pantalla del HMI de la práctica 10.

Por: El Autor.

Paso 6.

Una vez terminado con su configuración se finaliza la práctica.

Nota: En esta tabla se detalla el desarrollo de la práctica 10.

Tabla 47.

Datos y conclusiones de la práctica 10.

DATOS Y CÁLCULOS	
<ul style="list-style-type: none"> • Entrada del S7-1200: <ul style="list-style-type: none"> ○ I0.1: s1. ○ I0.2: s2. ○ I0.3: s3. ○ I0.4: s4. ○ I0.5: s5. ○ I0.6: s6. ○ I0.7: s7. • Entrada del Logo: <ul style="list-style-type: none"> ○ I1: s8. ○ I2: s9. ○ I3: s10. ○ I4: s11. ○ I5: s12. ○ I6: s13. • Alturas del líquido en el envase izquierdo. <ul style="list-style-type: none"> ○ 0 mm ○ 115 mm 	<ul style="list-style-type: none"> • Salida del PLC s7-1200. <ul style="list-style-type: none"> ○ AI1: Consigna de velocidad 1. ○ Q0.0: Banda de alimentación. ○ Q0.1: Banda de Clasif. Derech. ○ Q0.2: Banda de Clasif. Izq. ○ Q0.3: Banda Dosif. Derch. ○ Q0.4: Banda Dosif. Izq. ○ Q0.5: Elect. Val. Lado Derch. • Salida del Logo: <ul style="list-style-type: none"> ○ Q1: Elect. Val. Lado Izq. ○ Q2: Bomba Dosif. Derch. ○ Q3: Bomba Dosif. Izq. ○ Q4: Motor DC1. ○ Q5: Motor DC2. ○ Q6: Run Variador • Alturas del líquido en el envase derecho. <ul style="list-style-type: none"> ○ 0 mm ○ 100 mm
CONCLUSIONES	
<ul style="list-style-type: none"> • La comunicación maestro-esclavo funciona correctamente en esta aplicación. • Los tiempos de transmisión de datos son óptimos. • Los parámetros PID obtenidos por la optimización del bloque PID hacen que la planta se estabilice. 	

Nota: En esta tabla se detallan datos más importantes para el desarrollo de la práctica con sus conclusiones.

Tabla 48.

Firmas autorizadas para la aprobación de la práctica 10.

FORMULÓ Luis Antonio Ube Consuegra	REVISÓ Ing. Mónica Miranda	APROBÓ Ing. Orlando Barcia	AUTORIZÓ Ing. Víctor Huilcapi
TESISTA	TUTOR	ÁREA DE TITULACIÓN	DIRECCIÓN DE CARRERA

Nota: En esta tabla se detalla lo siguiente: la persona que realizó la práctica 10 y quienes la aprobaron. **Por:** El Autor.

CONCLUSIONES

1. Este trabajo puede ayudar a mejorar el proceso de enseñanza de los estudiantes, para que estos vayan con noción de procesos industriales que se realizan en cualquier industria y puedan desenvolverse de manera eficaz.
2. El diseño de la maqueta encierra diferentes áreas técnicas, las cuales son: mecánica, electricidad, electrónica y neumática. Las mismas estarán presente en cualquier proceso general o complejo en la elaboración de un producto.
3. El módulo del panel de control del prototipo tiene la facilidad de poder conectarse a una red PROFINET o SCADA.
4. En cada desarrollo de las prácticas el estudiante va adquiriendo nuevos conocimientos y desarrollando nuevas destrezas.

RECOMENDACIONES

1. La consideración de implementar un prototipo para el laboratorio de Automatismo 1 y 2 de la Universidad Politécnica Salesiana, el cual sería muy útil ya que brinda la oportunidad de los estudiantes puedan analizar un proceso industrial que se encuentra en las industrias de dosificado de químicos.
2. El docente o el estudiante antes de usar el prototipo con fines educativos o de mejoras del proceso tendrá que leer el capítulo 4 en donde se detallará la funcionalidad del mismo.
3. El docente que vaya a realizar prácticas debe tener conocimientos básicos de los sistemas de transportadores, para que pueda solucionar cualquier inconveniente con el módulo de práctica.
4. Realizar plan de capacitación de docentes sino están familiarizados con procesos de sistemas de transportadores o procesos de dosificados.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

Este cronograma de actividades es hecho como referencia a la tesis (Sistema de automatización de llenado de botella), que se implementará en el laboratorio de automatismo 1 y 2 que pertenece a la carrera de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana.

Mes	Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto			
Semanas	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Actividad 1	X	X	X																					
Actividad 2			X	X	X	X	X																	
Actividad 3				X																				
Actividad 4					X	X	X	X	X															
Actividad 5									X	X	X	X	X											
Actividad 6													X	X	X	X	X							
Actividad 7																	X	X	X					
Actividad 8																					X	X	X	

Figura 218. Cronograma de trabajo.
Por: El Autor.

Actividades:

- **Actividad 1:** Diseño del prototipo parte mecánica.
- **Actividad 2:** Diseño del prototipo parte eléctrica.

- **Actividad 3:** Compra de equipos importados.

- **Actividad 4:** Construcción de la parte mecánica y eléctrica.

- **Actividad 5:** Programación de quipos.

- **Actividad 6:** Integración de la automatización por etapas.

- **Actividad 7:** Pruebas de equipos.

- **Actividad 8:** Puesta en marcha.

PRESUPUESTO:

Tabla 49.

Presupuesto para la construcción del proyecto.

N.	DESCRIPCIÓN	CANT	UND	TIPO	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
1	PLC S7-1200	1	UND	EQUIPO	\$ 420,00	\$ 420,00
2	HMI KTP 600	1	UND	EQUIPO	\$ 600,00	\$ 600,00
3	FUENTE LOGO 24 VDC	2	UND	EQUIPO	\$ 35,00	\$ 70,00
4	LOGO ETHERNET OBA 7	1	UND	EQUIPO	\$ 400,00	\$ 400,00
5	MODULO DE ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES LOGO	2	UND	EQUIPO	\$ 180,00	\$ 360,00
6	MODULO ANALÓGICO S7-1200	1	UND	EQUIPO	\$ 450,00	\$ 450,00
7	SWITCH ETHERNET	1	UND	EQUIPO	\$ 80,00	\$ 80,00
8	CABLE DE COMUNICACIÓN	7	UND	EQUIPO	\$ 12,00	\$ 84,00
9	VARIADOR 1 ϕ - 3 ϕ 1/2 HP	2	UND	EQUIPO	\$ 250,00	\$ 500,00
10	RELAY 24 VDC NO: 2 NC: 2	12	UND	ELÉCTRICO	\$ 4,50	\$ 54,00
11	CONTACTOR 220 VAC	5	UND	ELÉCTRICO	\$ 9,00	\$ 45,00
12	SENSORES INDUCTIVOS	4	UND	ELECTRÓNICO	\$ 45,00	\$ 180,00
13	SENSORES REFLECTIVOS	5	UND	ELECTRÓNICO	\$ 50,00	\$ 250,00
14	SENSORES ULTRASÓNICO	2	UND	ELECTRÓNICO	\$ 210,00	\$ 420,00
15	DISYUNTOR 15 AMP	1	UND	PROTECCIÓN	\$ 11,00	\$ 11,00
16	PORTA FUSIBLE	10	UND	PROTECCIÓN	\$ 3,50	\$ 35,00

17	FUSIBLE TIPO CARTUCHO 0.5 A	2	UND	PROTECCIÓN	\$ 3,00	\$ 6,00
18	FUSIBLE TIPO CARTUCHO 1 AMP	5	UND	PROTECCIÓN	\$ 5,00	\$ 25,00
19	FUSIBLE TIPO CARTUCHO 2 AMP	5	UND	PROTECCIÓN	\$ 5,00	\$ 25,00
20	FUSIBLE TIPO CARTUCHO 4 AMP	4	UND	PROTECCIÓN	\$ 6,00	\$ 24,00
21	SELECTOR	2	UND	MANDO ELEC.	\$ 5,00	\$ 10,00
22	PULSADOR NC	1	UND	MANDO ELEC.	\$ 5,00	\$ 5,00
23	ELECTROVÁLV ULAS 5/2	1	UND	NEUMÁTICO	\$ 55,00	\$ 55,00
24	CILINDRO DOBLE EFECTO	1	UND	NEUMÁTICO	\$ 40,00	\$ 40,00
25	RACORES DE 1/8" X 6MM	8	UND	NEUMÁTICO	\$ 2,00	\$ 16,00
26	SENSORES CAPACITIVOS	15	UND	ELÉCTRICO	\$ 10,00	\$ 150,00
27	SENSORES REFLECTIVO	9	UND	ELÉCTRICO	\$ 15,00	\$ 135,00
28	PANEL ELÉCTRICO	1	UND	INSUMO	\$ 350,00	\$ 350,00
29	CABLE # 14	200	MTS	INSUMO	\$ 0,90	\$ 180,00
30	CABLE # 16	200	MTS	INSUMO	\$ 0,90	\$ 180,00
31	CLAVIJAS DE 10 PINES	3	UND	INSUMO	\$ 30,00	\$ 90,00
32	CABIJAS DE 16 PINES	1	UND	INSUMO	\$ 55,00	\$ 55,00
33	CABLE CONCÉNTRICO 16X18	8	MTS	INSUMO	\$ 5,00	\$ 40,00
34	CABLE CONCÉNTRICO 4X14	35	MTS	INSUMO	\$ 1,14	\$ 39,90
35	TERMINAL TIPO PUNTERA # 16	100	UND	INSUMO	\$ 0,10	\$ 10,00
36	TERMINAL TIPO PUNTERA # 16	100	UND	INSUMO	\$ 0,08	\$ 8,00

37	TERMINAL TIPO U # 14	100	UND	INSUMO	\$ 0,10	\$ 10,00
38	FUNDA SELLADA 3/8"	70	MTS	INSUMO	\$ 0,20	\$ 14,00
39	FUNDA SELLADA 1/2"	70	MTS	INSUMO	\$ 0,30	\$ 21,00
40	BOCINA	1	UND	INSUMO	\$ 4,50	\$ 4,50
41	LUCES PILOTO	4	UND	INSUMO	\$ 4,00	\$ 16,00
42	RIEL DIN	1	MTS	INSUMO	\$ 2,50	\$ 2,50
43	BORNERA PARA CABLE 12-14	50	UND	INSUMO	\$ 0,70	\$ 35,00
44	MAQUETA	1	UND	INSUMO	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00
45	ARMARIO DE CONTROL	1	UND	INSUMO	\$ 250,00	\$ 250,00
47	ARMARIO DE SEÑALES DE PASO	1	UND	INSUMO	\$ 25,00	\$ 25,00
46	TRANSF. DE CONTROL	1	UND	INSUMO	\$ 300,00	\$ 300,00
48	MANO DE OBRA	1	UND	INSUMO	\$ 900,00	\$ 900,00
TOTAL						\$ 8.180,90

Nota: En este presupuesto se detallada todos los equipos e insumos que se necesita para ejecutar su construcción. **Por:** El Autor.

BIBLIOGRAFÍA

- ABC ELECTRONICS. (s.f.). <http://www.abcinnova.com/>. Recuperado el 11 de 1 de 2015, de <http://www.abcinnova.com/articulos-e-informacion/18-ique-es-un-plc-y-que-beneficios-tiene.html>
- Arenas, L., Castilla, A., & Rojas, D. (17 de 3 de 2012). <http://es.scribd.com/>. Recuperado el 11 de 1 de 2015, de <http://es.scribd.com/doc/85749234/Interfaz-Hombre-Maquina-HMI#scribd>
- Calvo, F. S. (2010). ingenieros.es. Recuperado el 21 de 02 de 2015, de http://ingenieros.es/files/proyectos/Variadores_de_frecuencia.pdf
- Cobo, R. (s.f.). <http://www.aie.cl/>. Recuperado el 11 de 1 de 2015, de <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/hmi.pdf>
- Corrales, L. (12 de 2007). <http://bibdigital.epn.edu.ec/>. Recuperado el 11 de 1 de 2015, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10020/2/PARTE%202.pdf>
- Correa, C., & Vinicio, M. (29 de 10 de 2014). dspace.esPOCH.edu.ec. Recuperado el 11 de 1 de 2015, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3533>
- García, P. (5 de Septiembre de 2013). Noticias del Mercado. Recuperado el 9 de Febrero de 2015, de ¿Que es el control PID?: <https://franklinlinkmx.wordpress.com/2013/09/05/que-es-el-control-pid/>
- Honeywell International Inc. (2014). Matrikon OPC. Recuperado el 20 de 02 de 2015, de <http://matrikonopc.es/opc-servidor/index.aspx>
- J., D. C., & Pecellín Campos, D. (2012). <http://www.slideshare.net>. Recuperado el 9 de 2 de 2015, de <http://www.slideshare.net/Jmardelc/ud5-19913890>
- Jolly, A. (2006). Ingeniero Independiente especialista en Sistemas Industriales Y Científicos, Banco de pruebas y Mediciones, Supervisión, Control. Recuperado el 11 de 1 de 2015, de <http://www.ajolly.com.mx/es/blog-labview-testand-labwindows/19-LabVIEW.html>
- Laughton, M. A., & Warne, D. J. (2003). Electrical Engineer's Reference book. Newnes.
- Mateos, F. (11 de 2001). <http://isa.uniovi.es/>. Recuperado el 11 de 1 de 2015, de <http://isa.uniovi.es/docencia/iea/teoria/plc.pdf>
- Mier, A. (6 de febrero de 2013). Fuente DC. Obtenido de <http://prezi.com/jp03-qx29dft/fuente-dc/>

- Miyara, F. (2004). Conversores D/A y A/D. Obtenido de <http://www.fceia.unr.edu.ar/enica3/da-ad.pdf>
- Olmos , D., & Barros , F. (28 de julio de 2008). Redes de Computadoras "Industrial Ethernet". Obtenido de http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&cad=rja&ved=0CFcQFjAF&url=http%3A%2F%2Fprofesores.elo.utfsm.cl%2F~agv%2Felo322%2F1s08%2Fproject%2FBarrosOlmos.doc&ei=YKI4UqOkBOb94AP5q4CACQ&usg=AFQjCNFyiSHa1ceSUz_IPDgZhdaU2Dsiw&vm=bv.521
- RAMA ESTUDIANTIL DE LA UCSA. (23 de NOVIEMBRE de 2010). RAMA ESTUDIANTIL DEL IEEE DE LA UCSA . Recuperado el 9 de FEBRERO de 2015, de <https://ramaucsa.wordpress.com/2010/11/23/profinet-introduccion/>
- Rodriguez, D. (Agosto de 2012). WordPress.com. Recuperado el 11 de Febrero de 2015, de WordPress.com: <https://danielarodriguez792.wordpress.com/segundo-corte/gasto-o-caudal/>
- Rubbermaid. (30 de abril de 2012). señales conyinuas y señales discretas. Obtenido de <http://systemsandsignalsrubbermaid.blogspot.com/2012/04/senales-continuas-y-senales-discretas.html>
- SIEMENS AG. (2006). Comunicación industrial para Automation and Drives. Catálogo IK PI.2007, 2/2.
- SIEMENS AG. (11 de 2009). www.swe.siemens.com. Recuperado el 11 de 1 de 2015, de <https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200-MANUAL%20DEL%20SISTEMA.PDF>
- SIEMENS AG. (2012). Documentación Didáctica SCE. Tipos de bloques en Simatic S7-1200, 10.

ANEXO 1

“UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA”
CARRERA INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA.
MODELO DE ENCUESTA

- 1) ¿Las prácticas de las materias de automatismo 1 y automatismo 2 llenan sus expectativa como estudiante?

SI

NO

TAL
VEZ

- 2) ¿Las practican que realizan en el laboratorio simulan el trabajo que realiza una maquina industrial?

SI

NO

TAL
VEZ

- 3) ¿Tienen una maqueta de práctica donde simulen un trabajo industrial?

SI

NO

TAL
VEZ

- 4) ¿Usted se siente seguro de poder resolver o detectar fallas en cualquier proceso industrial?

SI

NO

TAL
VEZ

PD. MARQUE CON UNA X, SU RESPUESTA

ANEXO 2

“UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA” CARRERA INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA. ENCUESTA

- 1) **¿Las prácticas de las materias de automatismo 1 y automatismo 2 llenan sus expectativa como estudiante?**

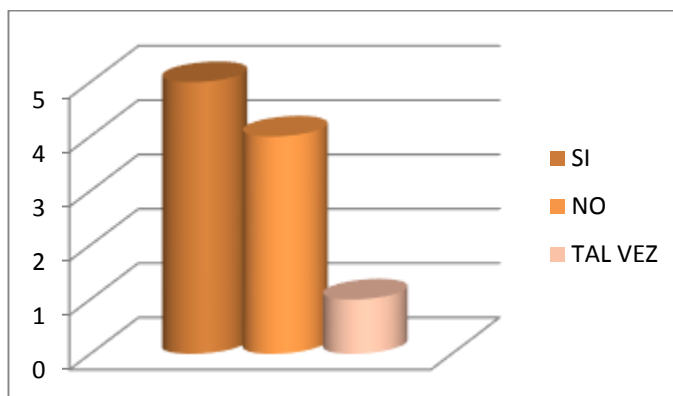


Figura 219. Resultado de la pregunta 1 de la encuesta realizada a los estudiantes que cursan automatismo 1 y 2 de la Carrera Ingeniería Electrónica.
Por: El Autor.

- 2) **¿Las practican que realizan en el laboratorio simulan el trabajo que realiza una maquina industrial?**

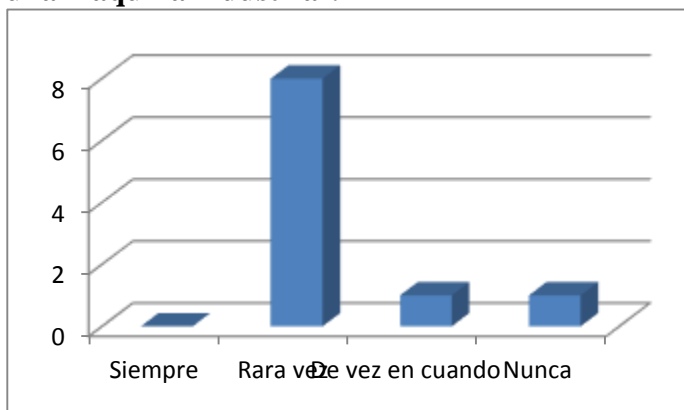


Figura 220. Resultado de la pregunta 2 de la encuesta realizada a los estudiantes que cursan automatismo 1 y 2 de la Carrera Ingeniería Electrónica.
Por: El Autor.

3) ¿Tienen una maqueta de práctica donde simulen un trabajo industrial?

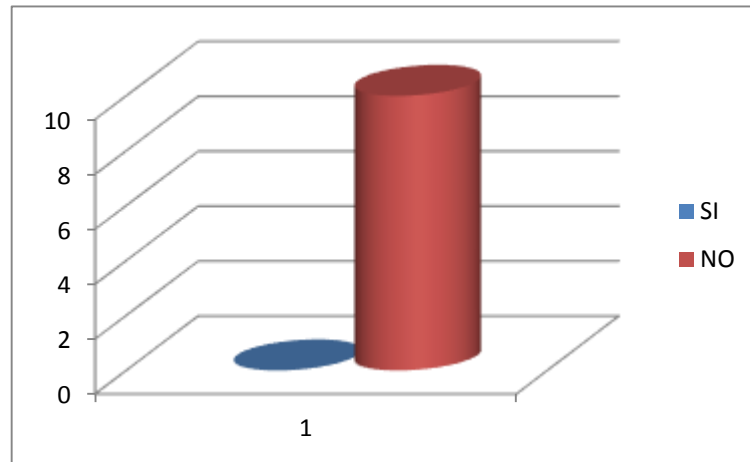


Figura 221. Resultado de la pregunta 3 de la encuesta realizada a los estudiantes que cursan automatismo 1 y 2 de la Carrera Ingeniería Electrónica.
Por: El Autor.

4) ¿Usted se siente seguro de poder resolver o detectar fallas en cualquier proceso industrial?

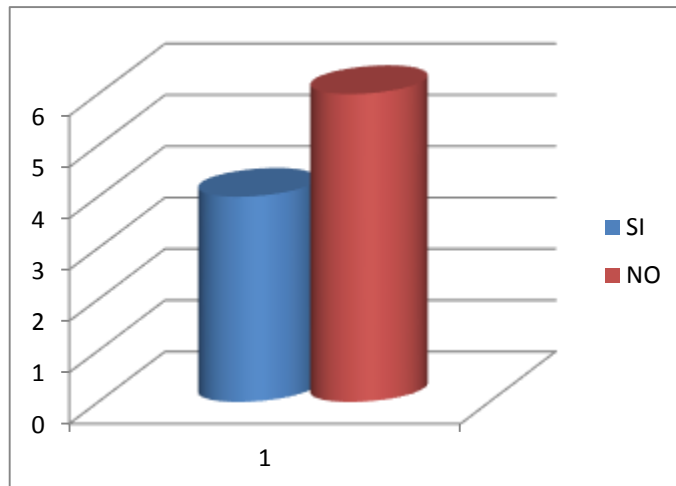


Figura 222. Resultado de la pregunta 4 de la encuesta realizada a los estudiantes que cursan automatismo 1 y 2 de la Carrera Ingeniería Electrónica.
Por: El Autor.

ANEXO 3

Sensor Reflectivo ML7-54-G/25/136/143.

Referencia de pedido:

- ML7-54-G/25/136/143.
- Sensor fotoeléctrico de barrera por reflexión.



Figura 223. Sensor Reflectivo.

Por: PEPPERL+FUCHS (2015). Barrera óptica por reflexión con filtro polarizado para la detección ML7-54-G/25/136/143. Recuperado de http://files.pepperl-fuchs.com/selector_files/navi/productInfo/edb/194187_spa.pdf.

Característica.

- Sensor fiable para aplicaciones estándar.
- Diseño en miniatura con opciones de montaje versátiles.
- Registro fiable de objetos reflectados.
- Dos aparatos en uno: modo operativo de detección de vidrio transparente o réflex con amplio alcance.
- Conmutador TEACH-IN para ajuste de etapas de identificación de contrastes.
- Reajuste automático en ensuciamiento en función de detección de contrastes.

Información de producción

Pequeños, robustos, potentes y fiables: son las propiedades de los sensores de la serie ML7. Gracias a su reducido tamaño, la gran variedad de versiones y las dos posiciones de salida de luz son especialmente adecuados para el montaje en lugares con espacio limitado. No obstante, su construcción es muy robusta, y los elevados estándares de calidad de Pepperl+Fuchs hacen posible su uso en condiciones ambientales adversas. Su avanzada tecnología, frecuencias de conmutación de hasta 1000 Hz, insensibilidad a luz externa y salida en contrafase universal permiten emplear esta serie en todas las aplicaciones de detección de objetos sin contacto.

Elementos de indicación y manejo

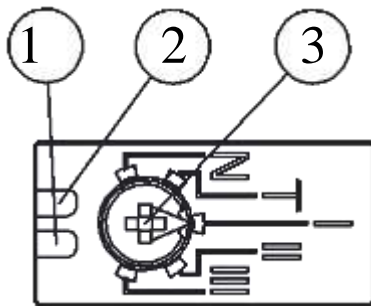


Figura 224. Vista Superior.

Por: PEPPERL+FUCHS (2015). Barrera óptica por reflexión con filtro polarizado para la detección ML7-54-G/25/136/143. Recuperado de http://files.pepperl-fuchs.com/selector_files/navi/productInfo/edb/194187_spa.pdf.

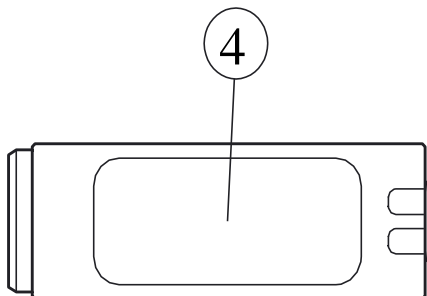


Figura 225. Vista frontal.

Por: PEPPERL+FUCHS (2015). Barrera óptica por reflexión con filtro polarizado para la detección ML7-54-G/25/136/143. Recuperado de http://files.pepperl-fuchs.com/selector_files/navi/productInfo/edb/194187_spa.pdf.

Tabla 50.

Descripción de Elementos de indicación y manejos.

1	Indicación de operación	verde
2	Indicador de señal	amarillo
3	Teach-In	
4	Axeoptique	

Nota: En esta tabla se describe el color de los indicadores luminosos durante la operación del sensor. **Por:** PEPPERL+FUCHS (2015). Barrera óptica por reflexión con filtro polarizado para la detección ML7-54-G/25/136/143. Recuperado de http://files.pepperl-fuchs.com/selector_files/navi/productInfo/edb/194187_spa.pdf.

Datos técnicos.

Tabla 51.

Datos técnicos del sensor reflectivo.

Datos generales	
Distancia útil operativa.	0...3, 5 m con operación TEACH 0...5,7 m con posición de conmutación "N".
Distancia del reflector.	0...3,5 m con operación TEACH 0...5,7 m con posición de conmutación "N".
Distancia útil límite.	7,6 m.
Objeto de referencia.	Reflector H85-2.
Emisor de luz.	LED.
Tipo de luz.	Luz alterna, roja, 660 nm.
Desviación del ángulo.	Max. $\pm 1^\circ$.
Diámetro del haz de luz.	Aprox. 40 mm en rango de detección 1 m.
Angulo de apertura.	1,7 $^\circ$.
Límite de luz extraña.	40000 Lux.
Datos característicos de seguridad funcional.	
MTTFd.	980 a.
Duración de servicio (TM).	20 a.
Factor de cobertura diagnóstico (DC).	0 %.

Elementos de indicación y manejo.	
Indicación de trabajo.	LED verde, iluminado estático Power on, Indicación de baja tensión: LED verde intermitente (aprox. 0,8 Hz), cortocircuito: LED verde intermitente (aprox. 4 Hz).
Indicación de la función.	LED amarillo: Estado de conmutación; Reserva de función ; TEACH-IN
Elementos de mando.	Conmutador de 5 posiciones para el ajuste de etapas de contrastes.
Identificación de contrastes.	10 % - botellas PET limpias, llenos de agua
Identificación de contrastes.	18 % - botellas de vidrio transparente
Identificación de contrastes.	40 % - vidrio de color o materiales opacas ajustable vía conmutador TEACH-IN.
Datos eléctricos.	
Tensión de trabajo.	UB 10...30 V CC Rizado máx. 10 %.
Corriente en vacío.	I ₀ < 20 mA a 24 V CC.
Salida.	
Tipo de conmutación.	Conmutación claro.
Señal de salida.	2 salidas de contrafase, antivalentes, protegidas contra corto- circuito y contra la inversión de la polaridad.
Tensión de conmutación.	Máx. 30 V CC.
Corriente de conmutación.	Máx. 100 Ma.
Frecuencia de conmutación.	F= 1 kHz.
Tiempo de respuesta.	500 μs.
Condiciones ambientales.	
Temperatura ambiente.	-20... 60 °C (-4... 140 °F).
Temperatura de almacenaje.	-40... 75 °C (-40... 167 °F).
Datos mecánicos.	
Tipo de protección.	IP67 / IP69K.
Conexión.	Conector macho M8 x 1, 4 polos.
Material.	

Carcasa.	PC (Makrolon, reforzado con fibra de vidrio).
Salida de luz.	PMMA.
Conectores.	Plásticos.
Masa.	10 g.
Conformidad con Normas y Directivas.	
Conformidad con estándar.	
Norma del producto.	<ul style="list-style-type: none"> • EN 60947-5-2:2007. • IEC 60947-5-2:2007.
Estándar.	EN 50178, UL 508.
Autorizaciones y Certificados.	
Clase de protección.	II, Tensión de medición ≤ 50 V CA con grado de ensuciamiento 1-2 según IEC 60664-1 aislamiento de función según DIN EN 50178.
Autorización UL.	CULus.
Autorización CCC.	Los productos cuya tensión de trabajo máx. ≤ 36 V no llevan el marcado CCC, ya que no requieren aprobación.

Nota: Aquí se detallan las características más importantes del sensor reflectivo. **Por:** PEPPERL+FUCHS (2015). Barrera óptica por reflexión con filtro polarizado para la detección ML7-54-G/25/136/143. Recuperado de http://files.pepperl-fuchs.com/selector_files/navi/productInfo/edb/194187_spa.pdf.

Indicaciones de ajuste funcionamiento Teach-In:

Tabla 52.

Indicadores de ajuste de funcionamiento del sensor reflectivo.

Paso	Posición del conmutador	LED verde	LED amarillo	Tiempo frecuencia	Aclaraciones/ notas
1	N	Encendido	Parpadea	4/s	Reflector detectado sin reserva de funcionamiento.
	N	Encendido	Encendido	-	Reflector detectado con reserva de funcionamiento.
2	T	Apagado Encendido	Encendido	200 ms	Si se apaga brevemente el LED verde, esto indica la selección de una nueva posición del conmutador.
	T	Parpadea	Parpadea	2,5 s	Parpadeo <i>lento</i> alternativamente: El procedimiento de teach-in se ha realizado correctamente.
	T	Parpadea	Parpadea	8/s	Parpadeo <i>rápido</i> alternativamente: El procedimiento de teach-in no se ha podido realizar correctamente.
3/1	I	Encendido	Encendido	-	El reconocimiento de contraste 10 % está activado. (
3/2	II	Encendido	Encendido	-	El reconocimiento de contraste 18 % está activado.
3/3	III	Encendido	Encendido	-	El reconocimiento de contraste 40 % está activado.

Nota: Aquí se detallan los pasos para la programación del sensor. **Por:** PEPPERL+FUCHS (2015). Barrera óptica por reflexión con filtro polarizado para la detección ML7-54-G/25/136/143. Recuperado de http://files.pepperl-fuchs.com/selector_files/navi/productInfo/edb/194187_spa.pdf.

Curva/Diagrama.

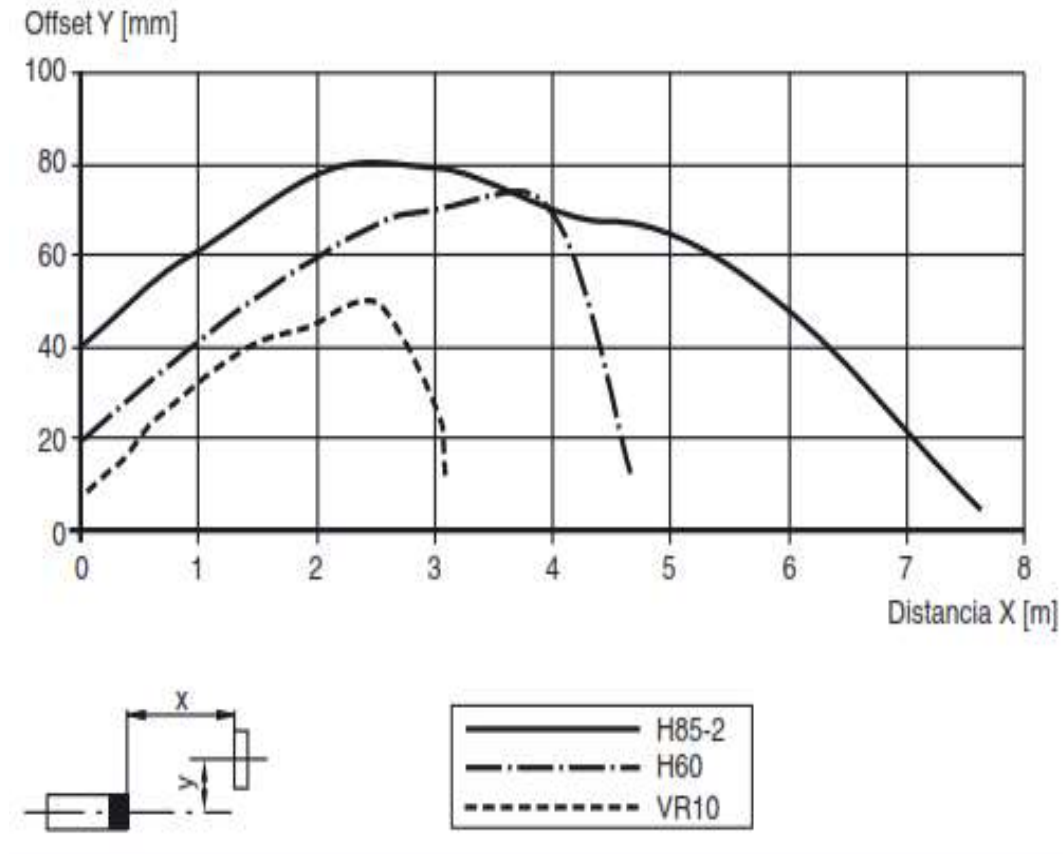


Figura 226. Curva de repuesta del sensor reflectivo.
 Por: PEPPERL+FUCHS (2015). Barrera óptica por reflexión con filtro polarizado para la detección ML7-54-G/25/136/143. Recuperado de http://files.pepperl-fuchs.com/selector_files/navi/productInfo/edb/194187_spa.pdf.

Potencia relativa de recepción lumínica en posición de conmutación "I...III".

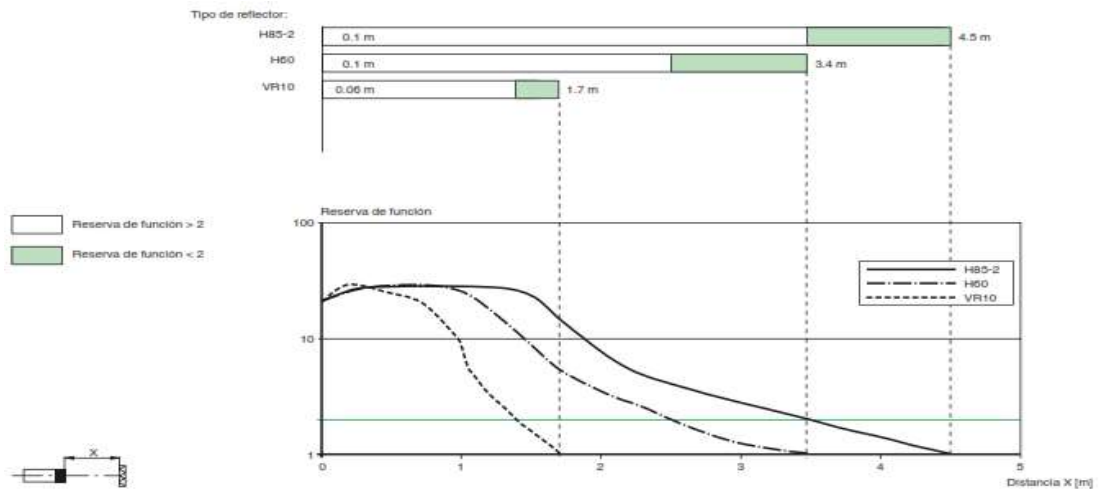


Figura 227. Potencia relativa de recepción lumínica en posición de conmutación "I...III".

Por: PEPPERL+FUCHS (2015). Barrera óptica por reflexión con filtro polarizado para la detección ML7-54-G/25/136/143. Recuperado de http://files.pepperl-fuchs.com/selector_files/navi/productInfo/edb/194187_spa.pdf.

Potencia relativa de recepción lumínica en posición de conmutación "N".

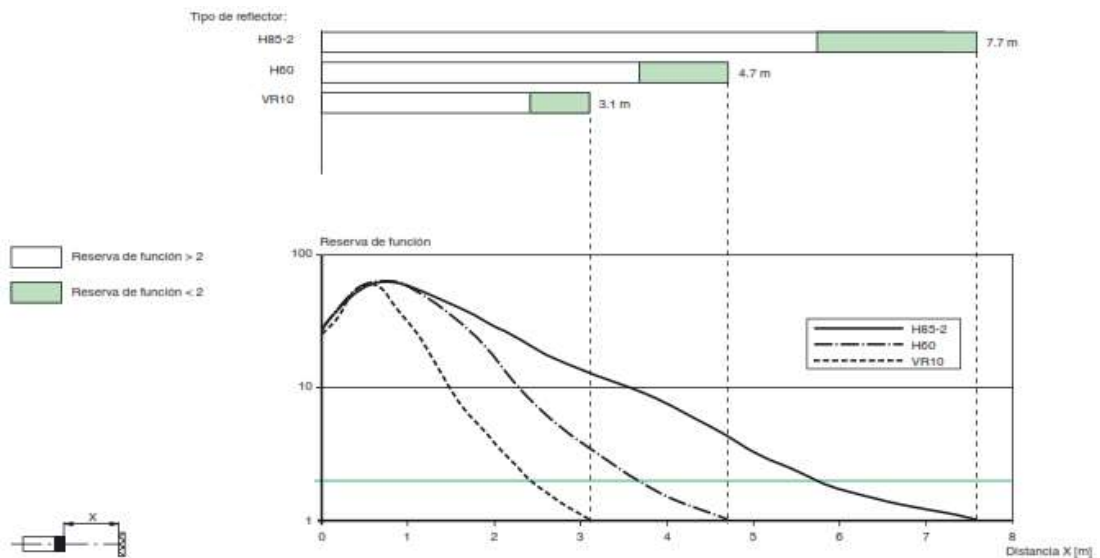


Figura 228. Potencia relativa de recepción lumínica en posición de conmutación "N".
Por: PEPPERL+FUCHS (2015). Barrera óptica por reflexión con filtro polarizado para la detección ML7-54-G/25/136/143. Recuperado de http://files.pepperl-fuchs.com/selector_files/navi/productInfo/edb/194187_spa.pdf.

ANEXO 4

Sensor Ultrasónico UB300-18GM40-U-V1.

Referencia de pedido

- UB300-18GM40-U-V1.
- Sistema cabezal único.



Figura 229.Sensor Ultrasónico UB300-18GM40-U-V1.

Por: PEPPERL+FUCHS (2014). Sensor Ultrasónico. Recuperado de: 220365_spa.xml.

Características

- Construcción corta, 40 mm
- Indicación de la función con visibilidad general
- Salida analógica 0...10 V
- Ventana de medición ajustable
- Entrada aprendizaje
- Compensación de temperatura

Curvas de respuesta características.

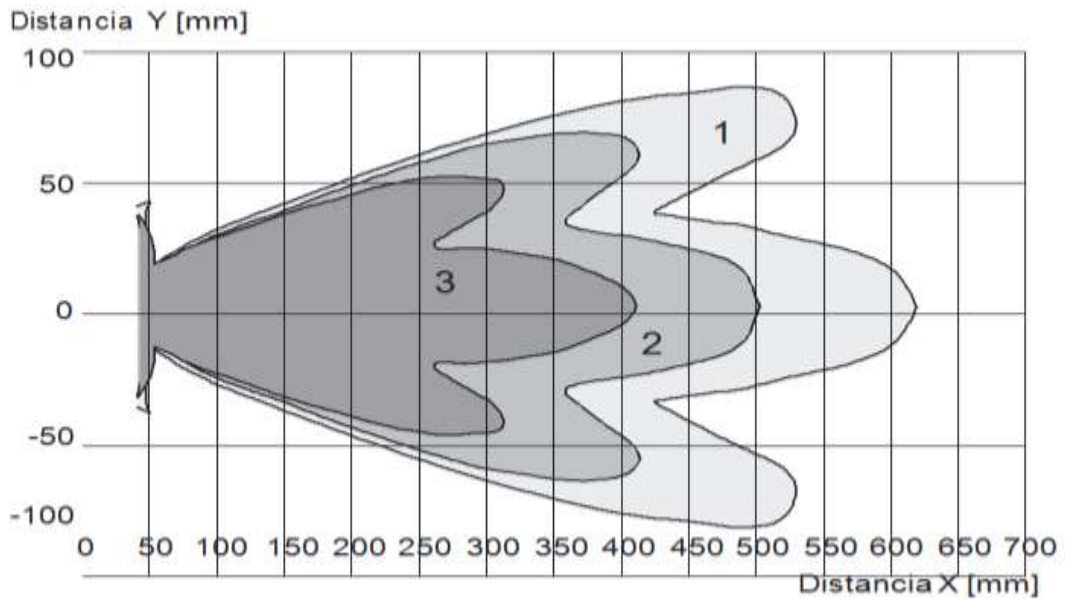



Figura 230. Curva de respuesta característica de sensor ultrasónico.

Por: PEPPERL+FUCHS (2014). Sensor Ultrasónico. Recuperado de: 220365_spa.xml.

- Curva 1: placa plana 100 mm x 100mm.
- Curva 2: placa plana 10 mm x 10mm.
- Curva 3: barra redonda, Ø 25mm. 

Datos Técnicos.

Tabla 53.

Datos técnicos del sensor ultrasónico.

Datos Generales	
Rango de detección	35... 300 mm
Rango de ajuste	50... 300 mm
Zona ciega	0 ... 35 mm
Estándar	100 mm x 100 mm
Frecuencia del transductor	Aprox. 390 kHz
Retardo de respuesta	Aprox. 50 ms

Elementos de indicación y manejo	
LED verde	Power on
LED amarillo	Amarillo permanente: objeto en rango evaluación amarillo intermitente.: función TEACH-IN, objeto detectado
LED rojo	Rojo permanente: Avería. rojo intermitente: función TEACH-IN, objeto no detectado
Datos eléctricos	
Tensión de trabajo UB	15... 30 V CC , rizado 10 %SS
Corriente en vacío I0	≤ 20 mA
Entrada	
Modo de entrada	1 entrada teach-in. Límite de evaluación inferior A1: -UB... +1 V, límite de evaluación superior A2: +4 V... +UB. Impedancia de entrada: > 4,7 kΩ, Impulso teach-in: ≥ 1 s.
Salida	
Tipo de salida	1 salida analógica 0... 10 V.
Pre ajuste	Límite de evaluación A1: 50 mm Límite de evaluación A2: 300 mm
Impedancia de carga	> 1 kOhm
Influencia de la temperatura	± 1,5 % del valor final
Datos mecánicos	
Tipo de conexión	Conector M12 x 1, 4 polos.
Grado de protección	IP67.
Material	
Carcasa	Latón, niquelado
Transductor	Resina Epoxy/Mezcla de esferas de vidrio; espuma Poliuretano, tapa PBT.
Masa	25 g.

Conformidad con estándar	
Estándar	EN 60947-5-7:2003. IEC 60947-5-7:2003.
Autorizaciones y Certificados.	
Autorización UL.	cULus Listed, General Purpose.
Autorización CSA.	cCSAus Listed, General Purpose.
Autorización CCC	Los productos cuya tensión de trabajo máx. ≤ 36 V no llevan el marcado CCC, ya que no requieren aprobación.

Nota: En esta tabla se detallan las características más importantes del sensor ultrasónico. **Por:** PEPPERL+FUCHS (2014). Sensor Ultrasónico. Recuperado de: 220365_spa.xml.

Conexión.

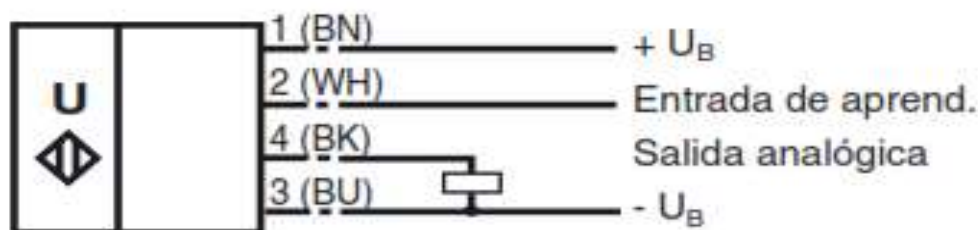


Figura 231. Diagrama de conexión del sensor ultrasónico.

Por: PEPPERL+FUCHS (2014). Sensor Ultrasónico. Recuperado de: 220365_spa.xml.

Color del conductor según EN 60947-5-2.

Ajuste de los límites de evaluación

El sensor ultrasónico dispone de una salida analógica con dos límites de evaluación memorizables. Estas entradas se ajustan colocando la tensión de alimentación $-U_B$ o $+U_B$ en la entrada teach-in. La tensión de alimentación debe estar como mínimo 1 segundo en la entrada teach-in. Durante el proceso teach-in los LEDs indican si el sensor ha detectado el objeto. Con $-U_B$ aprende el límite de evaluación inferior A1 y con $+U_B$ el límite de evaluación superior A2. Existen dos funciones diferentes de salida:

- Valor analógico asciendo si la distancia del objeto aumenta (rampa ascendente)
- Valor analógico desciendo si la distancia del objeto aumenta (rampa descendente).

Información Adicional

Programación de la salida de conmutación.



Figura 232. Diagrama de rampas de programación de salida de conmutación del sensor analógico.

Por: PEPPERL+FUCHS (2014). Sensor Ultrasónico. Recuperado de: 220365_spa.xml.

Teach-in Rampa ascendente ($A2 > A1$)

- 1) Coloca el objeto en el límite bajo de evaluación
- 2) Teach-in Límite bajo A1 con UB
- 3) Colocar el objeto en el límite alto de evaluación
- 4) Teach-in Límite alto A2 con +UB.

Teach-in Rampa descendente ($A1 > A2$)

- 1) Colocar el objeto en el límite bajo de evaluación.
- 2) Teach-in Límite bajo A2 con +UB.
- 3) Colocar el objeto en el límite alto de evaluación.
- 4) Teach-in Límite alto A1 con -UB.

Preajuste

- A1: Zona cercana.
- A2: Distancia nominal.
- Dirección de acción: Rampa ascendente.

Display por LED.

Tabla 54.

Estado del sensor ultrasónico.

Indicadores en función del estado de operación.	LED rojo	LED amarillo
Teach-in Límite de evaluación:		
Objeto detectado	Off	Parpada
Ningún objeto detectado	Parpadea	Off
Objeto inseguro (teach-in no válido)	ON	Off
Operación normal (rango de evaluación)	off	On
Perturbación	On	Último estado

Nota: En esta tabla se indica el significado de cada uno de los colores al momento de su operación. **Por:** PEPPERL+FUCHS (2014). Sensor Ultrasónico. Recuperado de: 220365_spa.xml.

Condiciones de montaje.

En caso de montaje del sensor en lugares en los que la temperatura de servicio puede descender por debajo de 0 °C, para el montaje deben utilizarse las bridas de fijación BF18, BF18-F o BF 5-30.

Si el sensor se debe montar directamente en un orificio de paso, la fijación se deberá realizar en el centro del casquillo del sensor utilizando las tuercas de acero adjuntas.

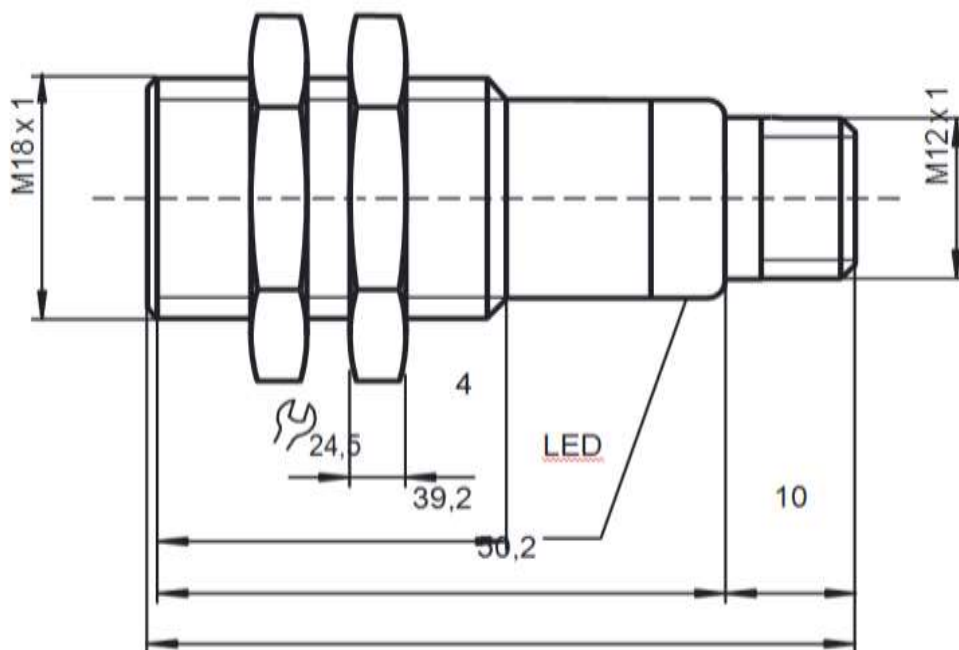


Figura 233. Medidas constructiva del sensor ultrasónico.

Por: PEPPERL+FUCHS (2014). Sensor Ultrasónico. Recuperado de: 220365_spa.xml.

ANEXO 5

Sensor Inductivo XS618B1PAL2.

Referencia de pedido

- XS618B1PAL2.

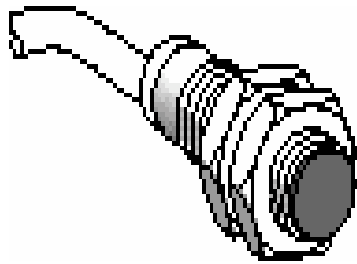


Figura 234. Sensor Inductivo XS618B1PAL2.

Por: Schneider Electric (2013). Sensores industriales Telemecanique. Recuperado de: <http://www.luminarweb.com/wimg/ar/20120910121839513.pdf>.

Dimensiones del sensor.

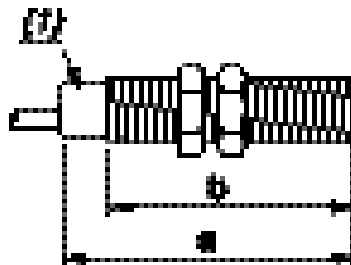


Figura 235. Medidas constructiva del sensor inductivo.

Por: Schneider Electric (2013). Sensores industriales Telemecanique. Recuperado de: <http://www.luminarweb.com/wimg/ar/20120910121839513.pdf>.

Dónde:

- Diámetro: 18
- Por cable (mm):
 - a: 60
 - b:51
- 1: led.

Características Técnicas:

Tabla 55.

Característica Técnicas del sensor inductivo.

Conexión	Cable largo 2m.
Rango de funcionamiento Ø 18mm	0...6,4.
Histéresis %	1...15 alcance efectivo (Sr).
Grado de protección	ip68 doble aislamiento.
Materiales	
Cuerpo	Latón niquelado.
Cable	PvR 3x0.34mm cuadrado
Resistencia de las vibraciones	25gn, duración 11ms
Señalización de estado salida	Led Amarillo: anular.
Tensión asignada de alimentación	12...48Vdc con protección contra inversión de los hilos.
Límite de tensión (ondulación incluida)	10...58Vdc
Corriente conmutada	≤ 200 c/ protección contra sobrecargas y cortocircuito.
Tensión residual, estado cerrado	≤ 2 Vdc.
Corriente consumida, sin carga	≤ 10mA
Frecuencia máxima de conmutación	1000Hz.
Retardos	
A la disponibilidad	≤ 10ms
Al accionamiento	≤ 0.3ms
Al des accionamiento	≤ 0.7 ms

Nota: Aquí se detallan las características técnicas del sensor inductivo. **Por:** Schneider Electric (2013). Sensores industriales Telemecanique. Recuperado de: <http://www.luminarweb.com/wimg/ar/20120910121839513.pdf>.

ANEXO 6

Motor Trifásico de 0.25 Hp / 220Vac.

Características del motor trifásico:

Tabla 56.

Datos del motor trifásico.

Tamaño Constructivo	M63b.
Velocidad.	1340 RPM
Corriente Inicial (220Vac).	0.71 A.
Cos ϕ .	0.62
Rendimiento %.	59
Par Nominal (Mn) Par Máximo (Nm).	1.28
Par máximo / Par Nominal.	2,4
Par de Arranque/ Par nominal.	2.2
Corriente inicial de arranque/ corriente nominal.	6
Momento de Inercia.	0.0002
Peso.	4.2
Potencia	
Kw.	0.18
Hp.	0.25

Nota: Debido a que los cuatros motores son iguales esta tabla se la utilizará para los motores eléctricos. **Por:** Electric Motors (2014). RED LINE. Recuperado de: <http://www.electricidadgeneral.com/descargas/Motores/Motores%20Siemens/Motores%20Informacion%20General.pdf>.

Dimensiones Constructivas del Motor.

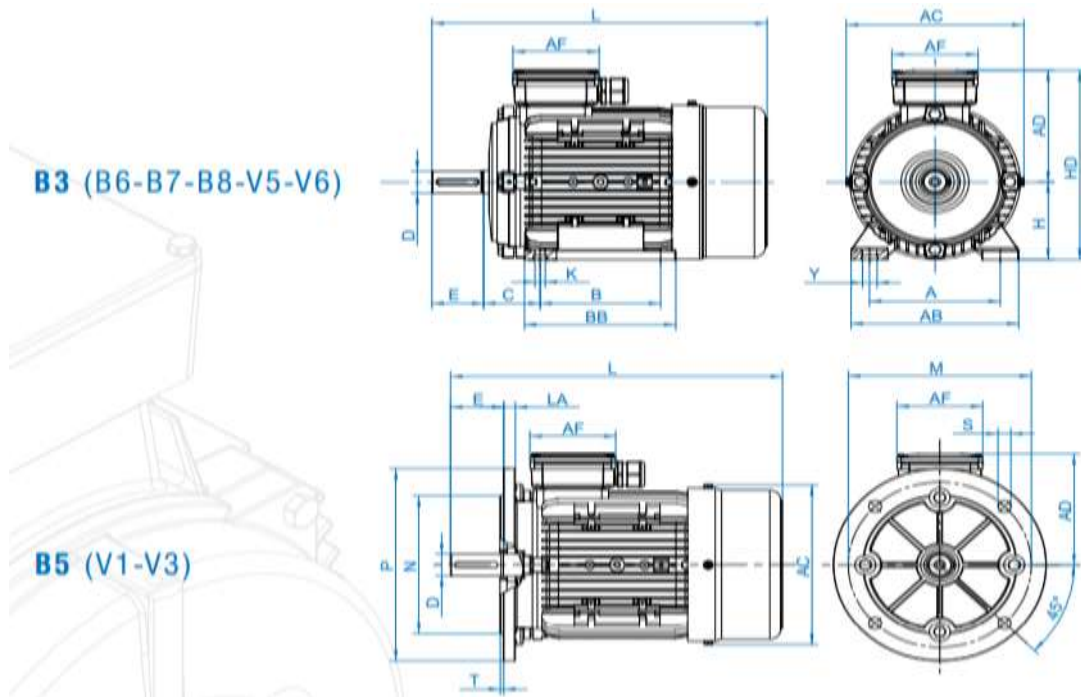


Figura 236. Medidas Constructivas 1 del motor eléctrico.

Por: Electric Motors (2014). REDLINE. Recuperado de: <http://www.electricidadgeneral.com/descargas/Motores/Motores%20Siemens/Motors%20Informacion%20General.pdf>.

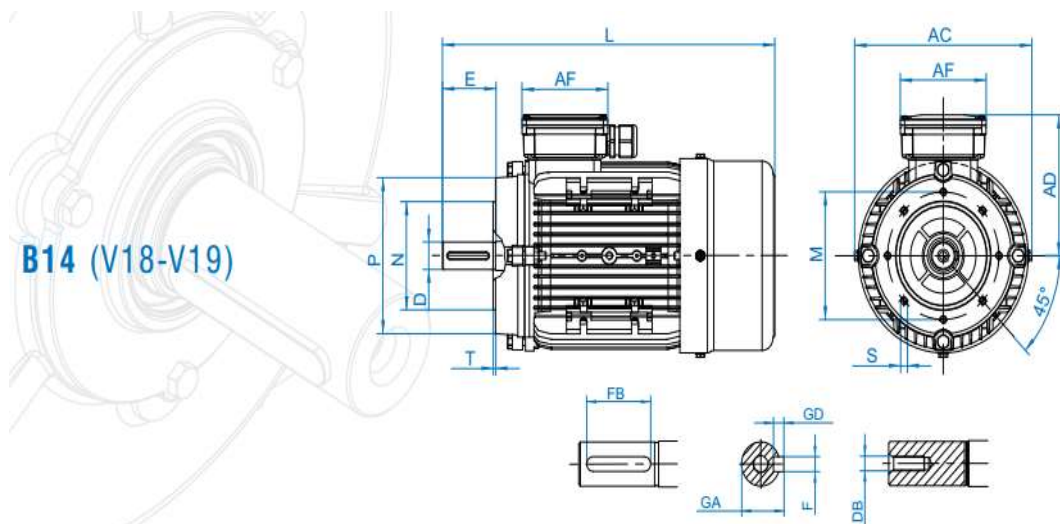


Figura 237. Medidas Constructivas 2 del motor eléctrico.

Por: Electric Motors (2014). REDLINE. Recuperado de: <http://www.electricidadgeneral.com/descargas/Motores/Motores%20Siemens/Motors%20Informacion%20General.pdf>.

Tabla 57.

Dimensiones de la medidas constructivas del motor.

B3	
Tamaño Constructivo.	M63
A	100
AB	111
AC	130
AD	99
AF	80
B	80
BB	103
C	40
D	11
DB	M4
E	23
F	4
FB	15
GA	12.5
GD	4
H	63
HD	162
K	7
Y	10
L	218
B5	
LA	9
M	115
N	95
P	140
S	10
T	3
B14	

M	75
N	60
P	90
S	M5
T	2.5

Nota: Esta tabla indica las medidas constructivas del motor según las figuras 177 y 178. **Por:** Electric Motors (2014). REDLINE. Recuperado de: <http://www.electricidadgeneral.com/descargas/Motores/Motores%20Siemens/Motores%20Informacion%20General.pdf>.

Diagrama de conexiones eléctricas.

- Estrella 440 VAC.

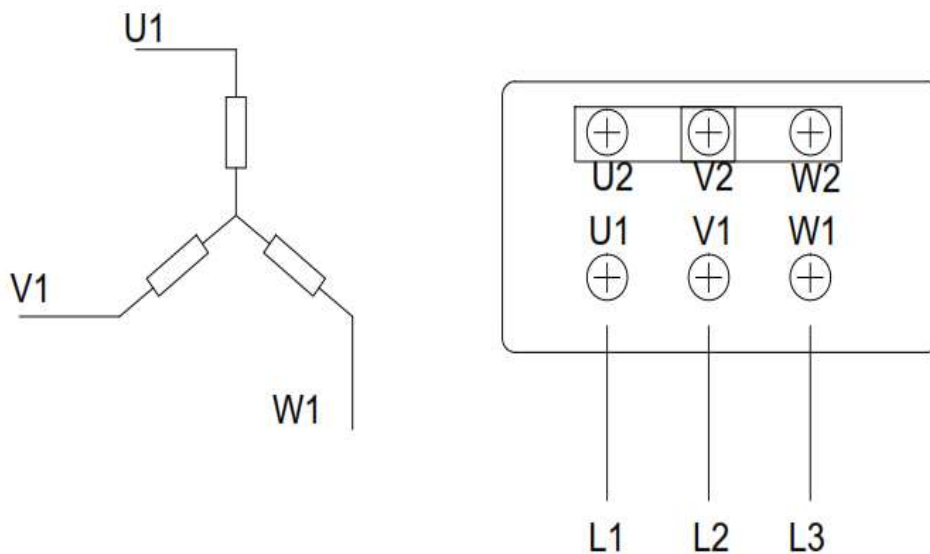


Figura 238. Diagrama de conexión eléctrica en estrella de un motor trifásico. **Por:** Electric Motors (2014). REDLINE. Recuperado de: <http://www.electricidadgeneral.com/descargas/Motores/Motores%20Siemens/Motores%20Informacion%20General.pdf>.

- **Delta 220VAC.**

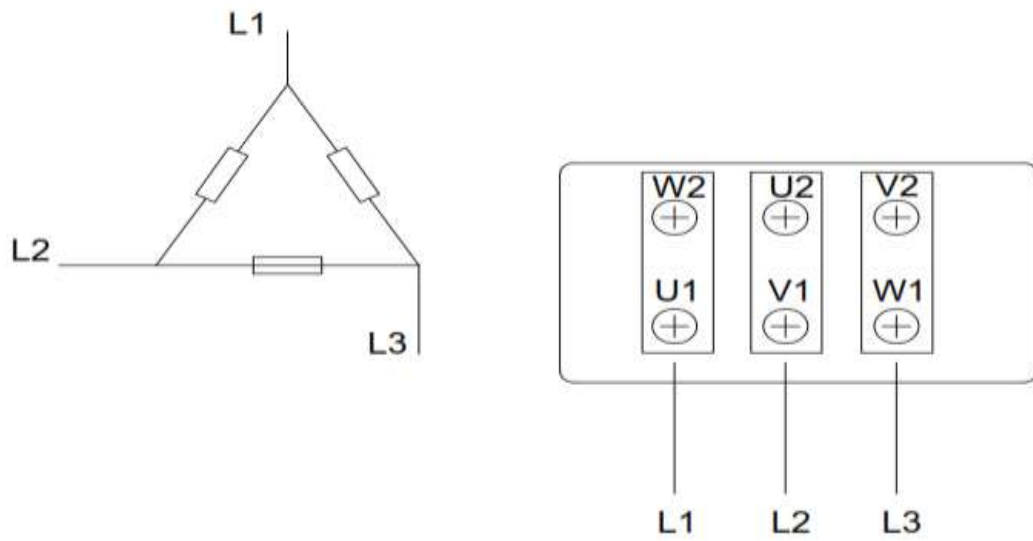


Figura 239. Diagrama de conexión eléctrica en delta de un motor trifásico.
 Por: Electric Motors (2014). REDLINE. Recuperado de:
<http://www.electricidadgeneral.com/descargas/Motores/Motores%20Siemens/Motors%20Informacion%20General.pdf>.

ANEXO 7

Encoder Incremental.



Figura 240. Encoder Incremental.

Por: PEPPERL+FUCHS (2014). Encoder Incremental. Recuperado de: http://files.pepperl-fuchs.com/selector_files/navi/productInfo/edb/t39661_spa.pdf.

Características

- Construcción compacta
- Hasta 1024 líneas
- 4,75 V... 30 V con etapas de salida de contrafase a prueba de cortocircuito.
- Funcionalidad RS 422 operando a 5 V.
- Salida del cable tangencial.

Descripción del producto

El TVI40 continúa la línea Target económica de Pepperl+Fuchs. El diámetro exterior pequeño de 40 mm es adecuado en cualquier lugar donde en el ámbito industrial el espacio es muy justo.

La técnica del transductor de rotación está adecuada a las nuevas exigencias del mercado de transductores de rotación. La innovadora tecnología fast con Opto-ASIC es la base central del aparato. El transductor de rotación está disponible hasta un número de impulsos de 1024 por vuelta.

El transductor de rotación ofrece la combinación ideal entre sensibilidad a la temperatura y una elevada resolución.

La característica exterior de este transductor de rotación es la salida de cables tangencial. Con esto se garantiza una colocación sin dobleces, protegida del cable de conexión en sentido tangencial, radial y axial.

Datos Técnicos

Tabla 58.

Datos Técnicos el Encoder Incremental.

Datos Generales.	
Modo de detección	Exploración Fotoeléctrica.
Número de Impulsos	Máx. 1024.
Datos Eléctricos.	
Tensión de trabajo UB.	4.75... 30 Vcc / 5Vcc con RS-422
Corriente en vacío I0	Max. 55mA.
Salida.	
Tipo de salida.	Contrafase, incremental o Rs-422, incremental.
Caída de tensión Ud.	$\leq 2,5 \text{ V}$ (< 2,5 V)
Corriente de carga.	Por un canal un máx. De 30 mA, protegido contra cortocircuito (por canal máx. 20mA, protegido contra cortocircuito).
Frecuencia de salida.	Máx. 100 KHz (Máx. 100 KHz).
Tiempo de subida.	980ns (225ns).
Tiempo de caída Toff.	980ns (225ns).
Conexión.	
Cable.	Ø6 mm, 8 x 0,128 mm ² , 0,5 m.
Grado de protección.	DIN EN 60529, IP 54.
Conformidad con estándar.	
Control climático.	DIN EN 60068-2-3, sin aturdimiento.
Aviso de perturbación.	EN 61000-6-4:2007/A1:2011.
Resistencia a la	EN 61000-6-2:2005.

perturbación.	
Resistencia a choques .	DIN EN 60068-2-27, 100 g, 6 ms.
Resistencia a las vibraciones.	DIN EN 60068-2-6, 10 g, 10... 2000 Hz.
Condiciones ambientales.	
Temperatura de trabajo.	-10... 70 °C (14... 158 °F).
Temperatura de almacenaje.	-25... 85 °C (-13... 185 °F).
Datos mecánicos.	
Material.	
Carcasa.	Policarbonato.
Brida.	Aluminio 3.1645.
Eje.	Acero inoxidable 1.4305 / AISI 303.
Masa.	Aprox. 180 g
Velocidad de rotación.	Máx. 6000 min ⁻¹
Momento de inercia.	≤ 4,3 gcm ² .
Momento de arranque.	≤ 0,2 Ncm.
Carga sobre el eje.	
Axial.	Máx. 20 N Radial.
Radial.	Máx. 30 N.
Vida mecánica.	≥ 2 x 10 ⁹ revoluciones (carga máx. de frecuencia).
Autorizaciones y Certificados	
Autorización UL.	cULus Listed, General Purpose, Class 2 Power Source.

Nota: En esta tabla se muestra las características técnicas más importantes del Encoder. **Por:** PEPPERL+FUCHS (2014). Encoder Incremental. Recuperado de: http://files.pepperl-fuchs.com/selector_files/navi/productInfo/edb/t39661_spa.pdf.

Dimensiones.

Tabla 59.

Nomenclatura eléctrica.

Señal.	Cable Ø6 mm, 8 hilos.
GND.	Azul.
+Ub.	Marrón.
A.	Negro.
B.	Blanco.
A negado.	Violeta.
B negado.	Gris.
0.	Naranja.
0 negado.	Amarillo.
Pantalla.	-

Nota: En esta tabla se define el color de cable que se debe utilizar para el funcionamiento del sensor. **Por:** PEPPERL+FUCHS (2014). Encoder Incremental. Recuperado de: http://files.pepperl-fuchs.com/selector_files/navi/productInfo/edb/t39661_spa.pdf.

Conexión Eléctrica.

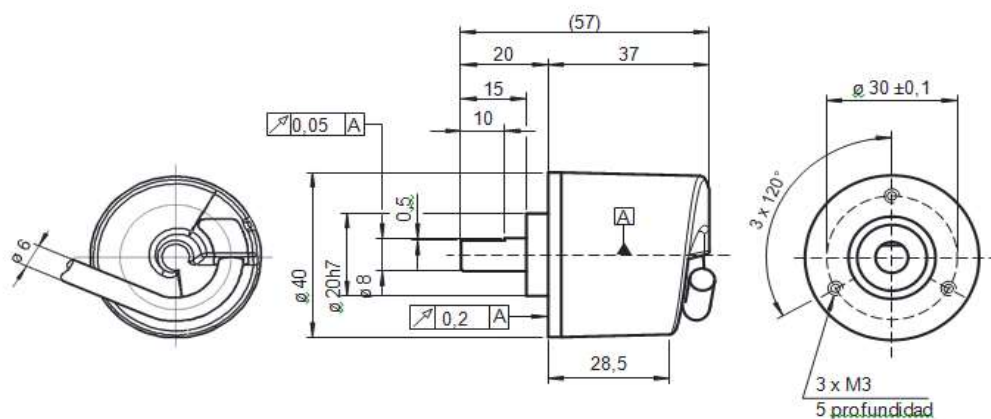


Figura 241. Medidas Constructivas del encoder.

Por: PEPPERL+FUCHS (2014). Encoder Incremental. Recuperado de: http://files.pepperl-fuchs.com/selector_files/navi/productInfo/edb/t39661_spa.pdf.

Señal de Salida.

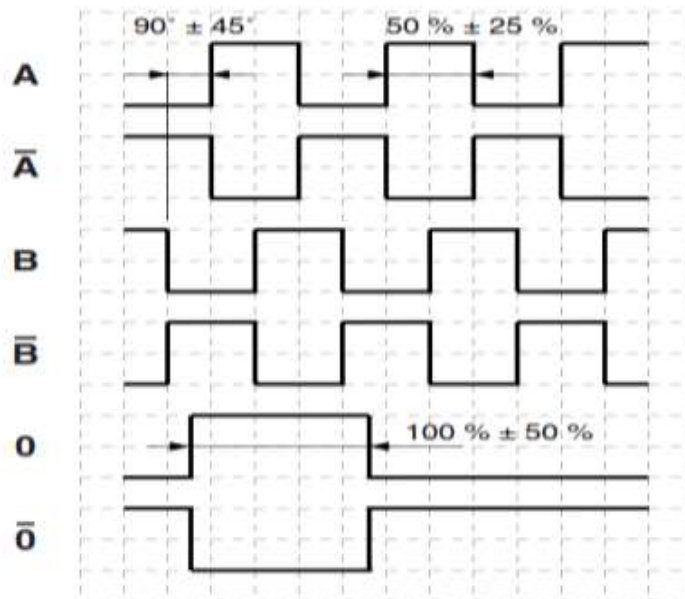


Figura 242. Señal de salida del encoder incremental.

Por: PEPPERL+FUCHS (2014). Encoder Incremental. Recuperado de: http://files.pepperl-fuchs.com/selector_files/navi/productInfo/edb/t39661_spa.pdf.

ANEXO 8

Bomba Eléctrica 0.5 HP / 220 VAC.

Campo de las prestaciones.

- Caudal hasta 90 l/min (5.4 m³ /h).
- Altura manométrica hasta 100 m.

Límites de uso.

- Altura de aspiración manométrica hasta 8 m.
- Temperatura del fluido hasta + 60°C.
- Máxima temperatura ambiente hasta + 40°C.

Ejecución y Normas de Seguridad.

- EN 60 335-1.
- IEC 335-1.
- CEI 61-150.

Características de construcción.

- **CUERPO BOMBA:** en hierro fundido, con bocas de aspiración e impulsión roscadas gas UNI ISO 228/1.
- **SOPORTE MOTOR:** patente n° 1289150: en aluminio con laminilla de ajuste frontal en latón que reduce las dificultades de arranque causadas por el bloqueo del rodete tras largos períodos de inactividad.
- **RODETE:** en latón, del tipo aspas periféricas radiales, flotante respecto al eje.
- **EJE MOTOR:** en acero inoxidable AISI 430F (AISI 416 hasta 0.50 kW).

- **SELLO MECÁNICO:** cerámica y grafito.
- **MOTOR ELÉCTRICO:** las bombas están acopladas directamente a un motor eléctrico PEDROLLO expresamente dimensionado, de tipo asincrónico con elevado rendimiento, silencioso, cerrado, con ventilación

externa, de forma constructiva "IM B3", apto para servicio continuo.
AISLAMIENTO clase F (B hasta a 0.75 kW).

- **PROTECCIÓN:** IP 44.

Datos de Funcionamiento A n=2900 1/min.

Tabla 60.

Datos de funcionamiento A n=2900 l/min.

Modelo Bomba	PK60
Potencia	0.5HP
Q m ³ /h	H(m)
0	40
0.3	38
0.6	33.5
0.9	29
1.2	24
1.5	19.5
1.8	15
2.1	10
2.4	5
3.0	-
3.6	-
4.2	-
4.8	-
5.4	-

Nota: Esta tabla es obtenida de la curva que relaciona la potencia y el caudal de la bomba. **Por:** Pedrollo (2014). Electrobombas con rodete periférico. Recuperado de: http://seaingenieria.cl/index/attachment.php?id_attachment=42.

Curvas de Funcionamiento A $n=2900$ l/min.

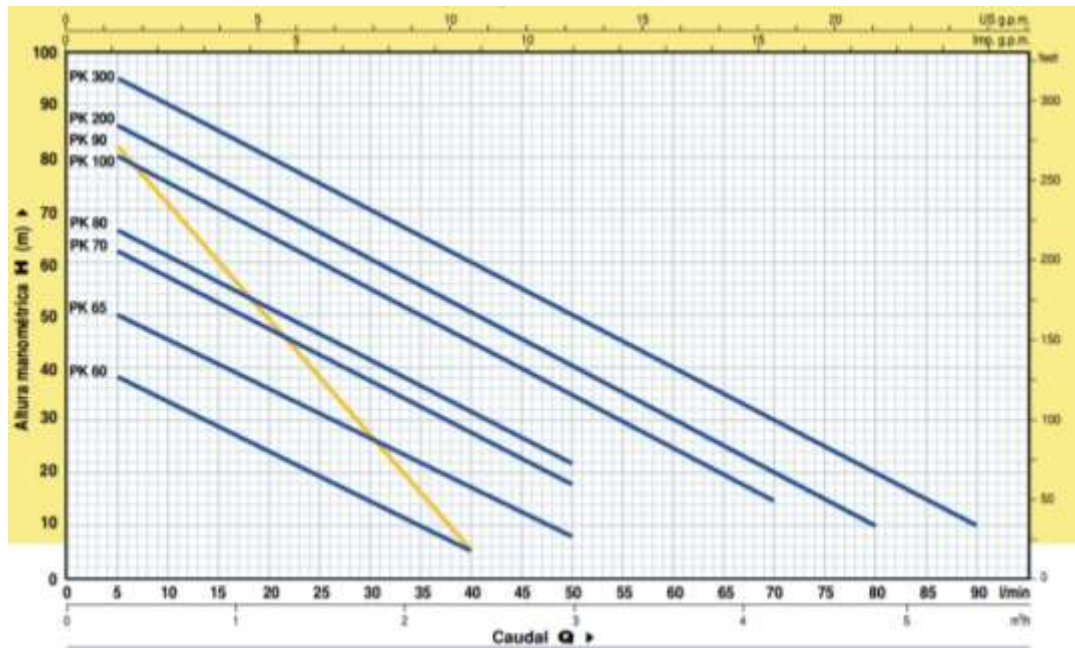


Figura 243. Curva de funcionamiento A $n=2900$ l/min.

Por: Pedrollo (2014). Electrobombas con rodete periférico. Recuperado de: http://seaingenieria.cl/index/attachment.php?id_attachment=42.

Medidas constructivas de la bomba.

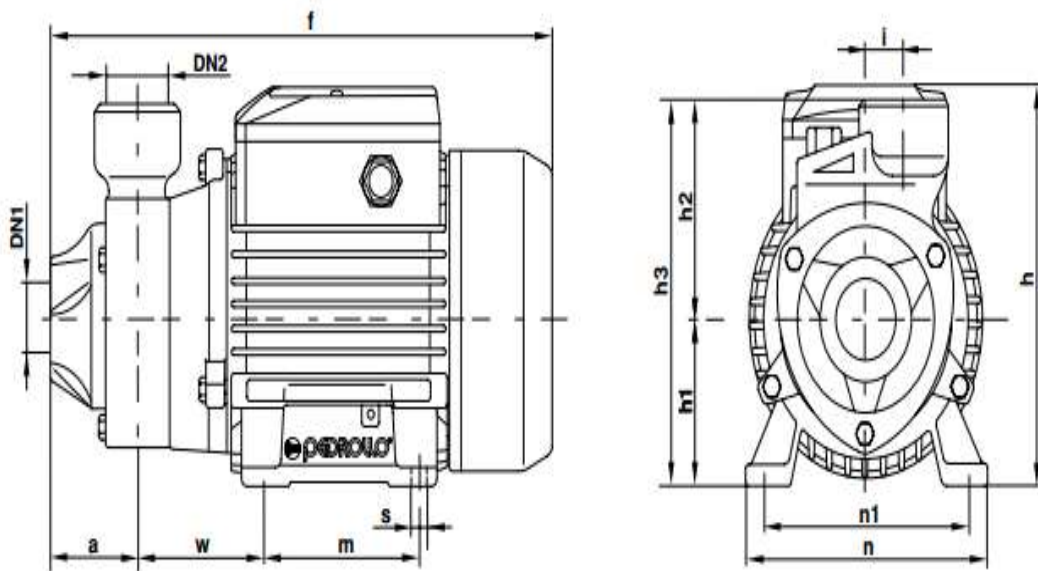


Figura 244. Medidas constructivas de la bomba.

Por: Pedrollo (2014). Electrobombas con rodete periférico. Recuperado de: http://seaingenieria.cl/index/attachment.php?id_attachment=42.

Tabla 61.

Dimensiones de las medidas constructiva de la bomba..

Modelo Bomba	PK 60
DN1	1"
DN2	1"
a	42
f	243
h	152
h1	63
h2	75
h3	138
i	20
m	80
n	120
n1	100
w	55
s	7

Nota: Esta tabla se relaciona con las medidas constructivas que se puede visualizar en la figura 185. **Por:** Pedrollo (2014). Electrobombas con rodete periférico. Recuperado de: http://seaingenieria.cl/index/attachment.php?id_attachment=42.

ANEXO 9

Tabla 62.

Especificaciones técnicas del PLC S7-1200.

Información general	
Tensión de alimentación	
120 V AC	Sí
230 V AC	Sí
Rango admisible, límite inferior (AC)	85 V
Rango admisible, límite superior (AC)	264 V
Frecuencia de red	
Frecuencia de la tensión de alimentación	47 Hz
Frecuencia de la tensión de alimentación	63 Hz
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	80 mA @ 120 VAC 40 mA @ 240 VAC
Intensidad de cierre, máx.	20 A; con 264 V
Alimentación de sensores	
Alimentación de sensores 24 V	
24 V	Rango permitido: 20,4 a 28,8 V
Intensidad de salida	
Intensidad en bus de fondo (5 V DC), máx.	1000 mA; máx. 5 V DC para SM y CM
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	11 W
Memoria	
Memoria de usuario	50 kbyte
Memoria de trabajo	
integrada	50 kbyte
Ampliable	No
Memoria de carga	

integrada	1 Mbyte
Respaldo	
existente	Sí; (sin mantenimiento)
sin pila	Sí
CPU-bloques	
Nº de bloques (total)	DBs, FCs, FBs, contadores y temporizadores. El número máximo de bloques direccionales es de 1 a 65535. No hay ninguna restricción, uso de toda la memoria de trabajo
OB	
Cantidad, máx.	Limitada únicamente por la memoria de trabajo para código
Áreas de datos y su remanencia	
Área de datos remanentes total (incl. temporizadores, contadores, marcas), máx.	10 kbyte
Marcas	
Cantidad, máx.	4 kbyte; Tamaño del área de marcas
Área de direcciones	
Área de direcciones de periferia	
Total área de direccionamiento de periferia	1024 bytes para entradas/1024 bytes para salidas
Imagen del proceso	
Entradas, configurables	1 kbyte
Salidas, configurables	1 kbyte
Configuración del hardware	
Nº de módulos por sistema, máx.	3 Com. Module, 1 Signal Board, 2 Signal Module
Hora	
Reloj	
Reloj por hardware (reloj tiempo real)	Sí

Desviación diaria, máx.	60 s/mes @ 25 °C
Duración del respaldo	480 h; típicamente
Entradas digitales	
Cantidad/entradas binarias	8; integrada
De ellas, entradas usable para funciones tecnológicas	4; HSC (High Speed Counting)
Canales integrados (DI)	8
De tipo M	Sí
Número de entradas atacables simultáneamente	
Todas las posiciones de montaje	
Hasta 40 °C, máx.	8
Tensión de entrada	
Valor nominal, DC	24 V
Para señal "0"	5 V DC, con 1 mA
Para señal "1"	15 V DC con 2.5 mA.
Intensidad de entrada	
Para señal "1", típ.	1 mA
Retardo de entrada (a tensión nominal de entrada)	
Para entradas estándar	
Parametrizable	0.2, 0.4, 0.8, 1.6, 3.2, 6.4, y 12.8 ms, elegible en grupos de 4
En transición "0" a "1", máx.	0,2 ms
En transición "0" a "1", máx.	12,8 ms
Para entradas de alarmas	
Parametrizable	Sí
Para contadores/funciones tecnológicas:	
Parametrizable	Sí; Monofásica: 3 con 100 kHz y 3 con 30 kHz Diferencial: 3 con 80 kHz y 3 con 30 kHz
Salidas digitales	
Número/salidas binarias	6; Relé

Canales integrados (DO)	6
Funcionalidad/resistencia a cortocircuitos	No; a prever externamente
Poder de corte de las salidas	
Con carga resistiva, máx.	2 A
Con carga tipo lámpara, máx.	30 W con DC, 200 W con AC
Sensor	
Sensores compatibles	
Sensor a 2 hilos	Sí
1. Interfaz	
Tipo de interfaz	PROFINET
Norma física	Ethernet
Con aislamiento galvánico	Sí
Detección automática de la velocidad de transferencia	Sí
Auto negociación	Sí
Autocrossing	Sí
Funcionalidad	
PROFINET IO-Controller	Sí
Funciones integradas	
Nº de contadores	4
Frecuencia de contaje (contadores), máx.	100 kHz
Frecuencímetro	Sí
Posicionamiento en lazo abierto	Sí
Regulador PID	Sí
Nº de entradas de alarma	4
Inmunidad a perturbaciones por tensiones de choque (sobretensión transitoria)	
Inmunidad a perturbaciones conducidas, inducidas mediante campos de alta frecuencia	
Inmunidad a campos electromagnéticos radiados a frecuencias radioeléctricas	Sí

según IEC 61000-4-6	
Emisión de radio interferencias según EN 55 011	
Emisión de perturbaciones radioeléctricas según EN 55 011 (clase A)	Sí; Grupo 1
Emisión de perturbaciones radioeléctricas según EN 55 011 (clase B)	Sí; Si se garantiza mediante medidas oportunas que se cumplen los valores límite de la clase B según EN 55011
Grado de protección y clase de protección	
IP20	Sí
Dimensiones	
Anchura	90 mm
Altura	100 mm
Profundidad	75 mm
Peso	
Peso, aprox.	425 g

Nota: Esta tabla es un resumen de las características más importantes del PLC S7-1200. **Por:** SIEMENS (2015). CPU 1212 ac/dc/rly. Recuperado de: <http://masvoltaje.com/simatic-s7-1200/1195-simatic-s7-1200-cpu-1212c-cpu-compacta-ac-dc-rele-6940408101340.html>.

ANEXO 10

Tabla 63.

Especificaciones Técnicas del HMI KTP 600 PN monocromática.

Display	
Tipo de display	STN
Diagonal de pantalla	5,7 in
Achura del display	115,2 mm
Altura del display	86,4 mm
Nº de colores	4; Tonos de gris
Resolución (píxeles)	
Resolución de imagen horizontal	320
Resolución de imagen vertical	240
Retro iluminación	
MTBF de la retroiluminación (con 25 °C)	50000 h
Retroiluminación variable	No
Elementos de mando	
Fuentes de teclado	
Nº de teclas de función	6
Teclas con LED	No
Teclas del sistema	No
Teclado numérico/alfanumérico	-----
Teclado numérico	Sí; Teclado en pantalla
Teclado alfanumérico	Sí; Teclado en pantalla
Manejo táctil	
Como pantalla táctil	Sí
Diseño/montaje	
Montaje vertical (formato retrato) posible	Sí
Montaje horizontal (formato apaisado)	Sí

posible	
Tensión de alimentación	
Tipo de corriente de alimentación	DC
Tensión asignada/DC	24 V
Rango admisible, límite inferior (DC)	19,2 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	0,24 A
I ² t, máx.	0,5 A ² ·s
Potencia	
Consumo, típ.	6 W
Procesador	
Tipo de procesador	
X86	No
ARM	Sí; RISC 32 bits
Memoria	
Flash	Sí
RAM	Sí
Memoria de usuario	1 Mbyte
Tipo de salida	
Acústica	
Zumbador	Sí
Altavoz	No
Hora	
Reloj	
Reloj por hardware (reloj tiempo real)	No
Reloj por software	Sí
Respaldado	No
Sincronizable	Sí
Interfaces	
Industrial Ethernet	

N.º de interfaces Industrial Ethernet	1
LED de estado Industrial Ethernet	2
Informes (logs)	
PROFINET	Sí
Soporta protocolo para PROFINET IO	No
IRT, función soportada	No
PROFIBUS	No
MPI	No
Protocolos (Ethernet)	
TCP/IP	Sí
DHCP	Sí
SNMP	Sí
DCP	Sí
LLDP	Sí
Alarmas/diagnósticos/información de estado	
Avisos de diagnósticos	
Se puede leer la información de diagnóstico	No
Grado de protección y clase de protección	
Clase de protección (EN 60529)	IP20
IP (frontal)	IP65
Condiciones ambientales	
Posición de montaje	vertical
Máx. ángulo de inclinación permitido sin ventilación externa	35°
Humedad relativa	
Humedad relativa máx.	90 %
Sistemas operativos	
Windows CE	No
propietarios	Sí
otros	No

Configuración	
Ventana de avisos	Sí
Con sistema de alarmas (con búfer y confirmación)	Sí
Representación de valores de proceso (salida)	Sí
Especificación de valores de proceso (entrada) posible	Sí
Software de configuración	
STEP 7 Basic (TIA Portal)	Sí; vía WinCC Basic (TIA Portal) integrado
STEP 7 Professional (TIA Portal)	Sí; vía WinCC Basic (TIA Portal) integrado
WinCC flexible Compact	Sí
WinCC flexible Standard	Sí
WinCC flexible Advanced	Sí
WinCC Basic (TIA Portal)	Sí
WinCC Comfort (TIA Portal)	Sí
WinCC Advanced (TIA Portal)	Sí
WinCC Professional (TIA Portal)	Sí
Funcionalidad bajo WinCC (TIA Portal)	
Librerías	Sí
Planificador de tareas	
controlada por tiempo	No
controlada por tarea	Sí
Sistema de ayuda	
Nº de caracteres por texto informativo	320
Con sistema de alarmas (con búfer y confirmación)	
Nº de clases de avisos	32
Nº de avisos de bit	200
Nº de avisos analógicos	15

Avisos del sistema HMI	Sí
Valores de caracteres por aviso	80
Valores de proceso por aviso	8
Indicador de avisos	Sí
Búfer de avisos	
Nº de entradas	256
Búfer circular	Sí
remanente	Sí
sin mantenimiento	Sí
Recetas	
Número de recetas	5
Registros por receta	20
Entradas por registro	20
Tamaño de la memoria de recetas interna	40 kbyte
Memoria de recetas ampliable	No
Variables	
Nº de variables por equipo	500
Nº de variables por sinóptico	30
Valores límite	Sí
Multiplexar	Sí
Estructuras	No
Matrices	Sí
Imágenes	
Número de imágenes configurables	50
Ventana permanente/platilla	Sí
Imagen global	Sí
Imagen inicial configurable	Sí

Nota: Esta tabla es un resumen de las características más importantes del HMI. **Por:** SIEMENS (2015). HMI KTP 600 PN. Recuperado de: <http://masvoltaje.com/simatic-hmi/1144-simatic-ktp600-basic-mono-pn-display-57-tft-mono-interfaz-ethernet-6940408100572.html>.

ANEXO 11

Tabla 64.

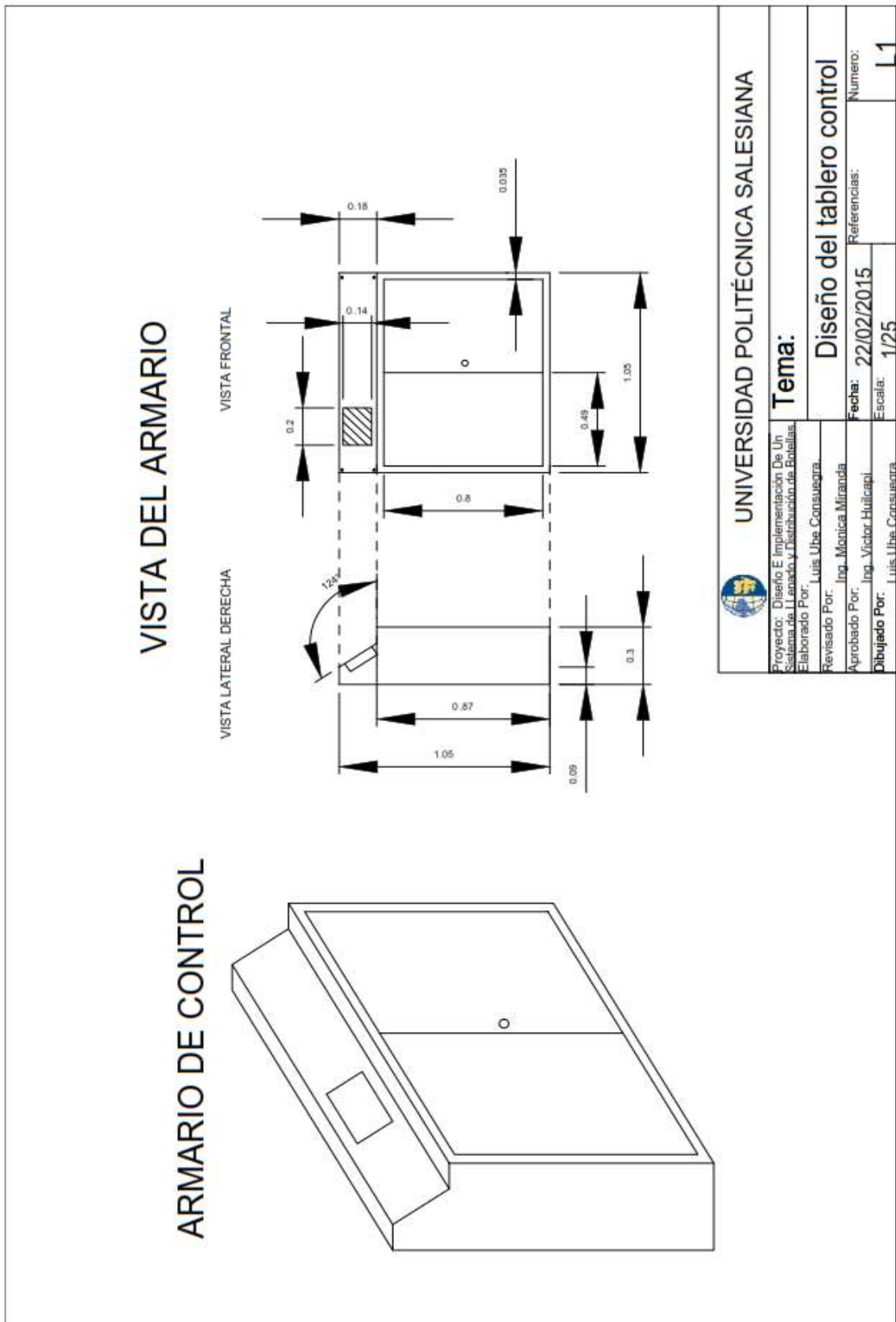
Especificaciones técnicas del LOGO ETHERNET.

Diseño/montaje	
Montaje	sobre perfil normalizado de 35mm, 6 módulos de ancho
Tensión de alimentación	
12 V DC	Sí
24 V DC	Sí
Rango admisible, límite inferior (DC)	10,8 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Hora	
Programador horario.	
Cantidad	333
Reserva de marcha	480 h
Entradas digitales	
Cantidad/entradas binarias	8; de ellas, 4 aptas como E analógicas (0 a 10 V)
Salidas digitales	
Número/salidas binarias	4; Relé
Funcionalidad/resistencia a cortocircuitos	No; requiere protección externa
Salidas de relé	
Poder de corte de los contactos	
Con carga inductiva, máx.	3 A
Poder de corte/contactos/con carga resistiva/máximo	10 A
CEM	
Emisión de radio interferencias según EN 55 011	
Emisión de perturbaciones radioeléctricas según EN 55 011 (clase	Sí; Desparasitado según EN 55011, clase límite B

B)	
Grado de protección y clase de protección	
IP20	Sí
Normas, homologaciones, certificados	
Homologación CSA	Sí
Homologación UL	Sí
Homologación FM	Sí
Homologaciones navales	Sí
Desarrollado según IEC 61131	Sí
Según VDE 0631	Sí
Condiciones ambientales	
Temperatura de empleo	
Mín.	0 °C
Máx.	55 °C
Dimensiones	
Anchura	107 mm
Altura	90 mm
Profundidad	55 mm

Nota: Esta tabla es un resumen de las características más importantes del LOGO ETHERNET. **Por:** SIEMENS (2015). LOGO ETHERNET. Recuperado de: <http://masvoltaje.com/siemens-logo/1165-logo-12-24rce-modulo-logico-ethernet-display-al-e-s-12-24v-dc-rele-6940408101197.html>.

ANEXO 12



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	
Tema:	
Diseño del tablero control	
Proyecto: Diseño E Implementación De Un Sistema de Llenado y Distribución de Botellas.	Referencias:
Elaborado Por: Luis Ube Consuegra.	Fecha: 22/02/2015
Revisado Por: Ing. Monica Miranda	Escala: 1/25
Aprobado Por: Ing. Victor Huilcapí	Numero: L1
Dibujado Por: Luis Ube Consuegra	

Figura 245. Plano del Armario de Control.
Por: El Autor.

ANEXO 13

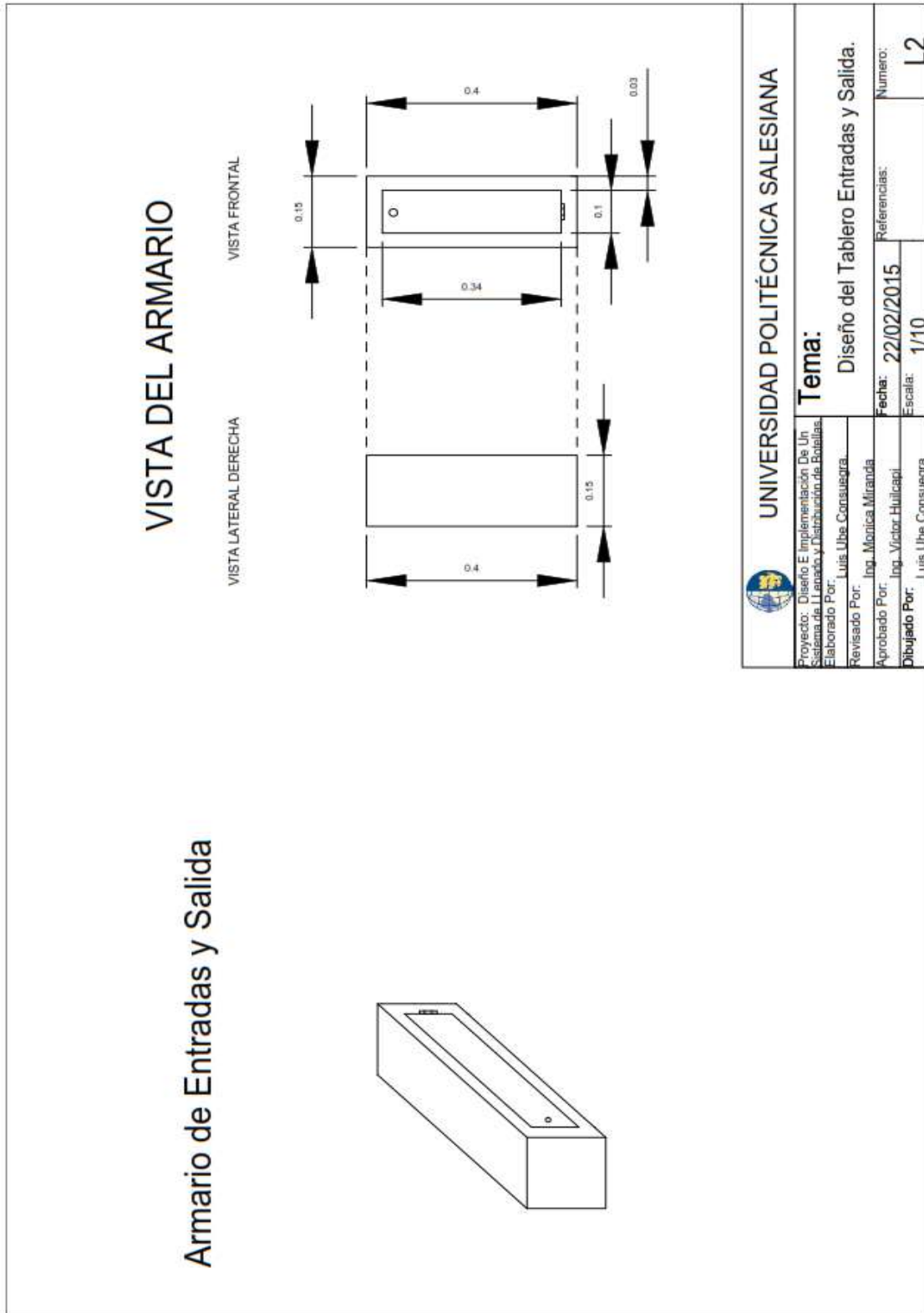


Figura 246. Plano del Armario de Entrada y Salida.
Por: El Autor.

ANEXO 15

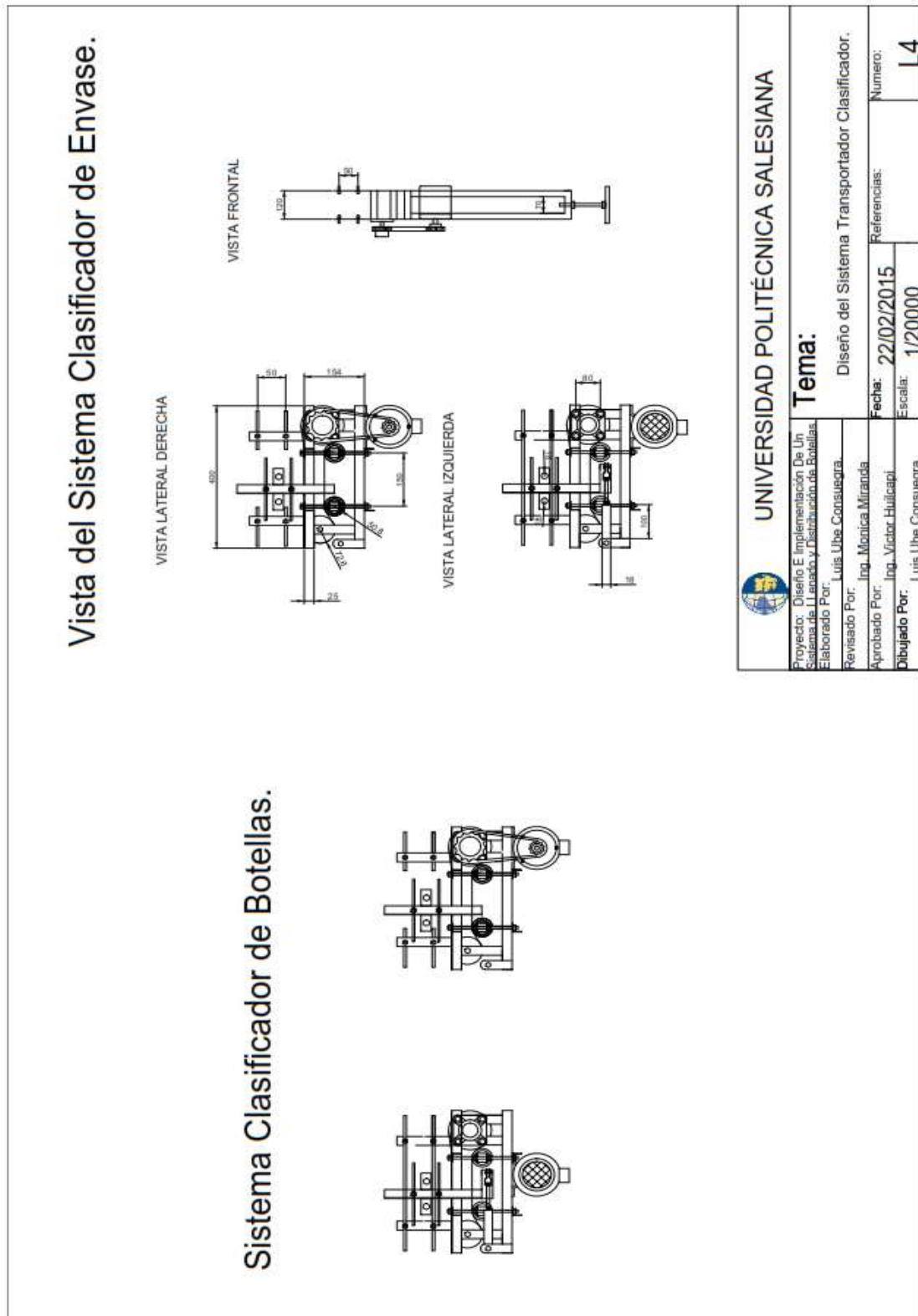


Figura 248. Plano de construcción del sistema transportador de clasificación de envase.

Por: El Autor.

ANEXO 16

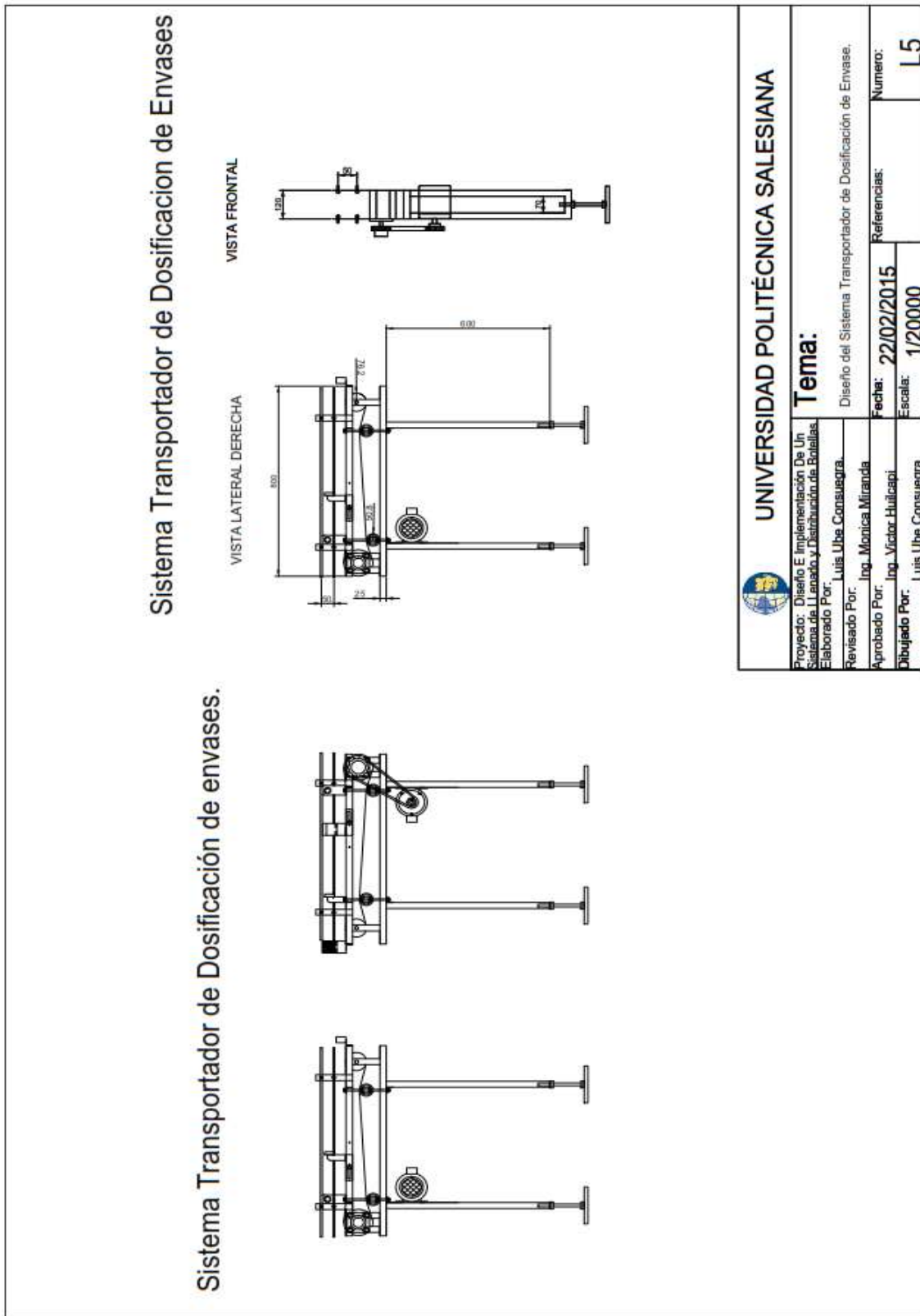


Figura 249. Diseño de construcción del sistema transportador de dosificación de envases.

Por: El Autor.