UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PROYECTO TÉCNICO:

"DISEÑO E IMPLEMENTACION DE MALETA DIDACTICA PARA PRÁCTICAS DE REDES INDUSTRIALES UTILIZANDO VARIADORES DE VELOCIDAD"

AUTORES:

ERICKA KATIUSKA REYES CEREZO

JUDITH LUCIA GUAZHCO MONTES

TUTOR:

ING. BYRON XAVIER LIMA CEDILLO, Msc

GUAYAQUIL – ECUADOR

2021

CERTIFICADO DE RESONSABILIDAD Y AUTORIA

Nosotros, Lucia Guazhco y Ericka Reyes autorizamos a **la Universidad Politécnica Salesiana** la publicación total o parcial de este proyecto de titulación y su reproducción sin fines de lucro.

Además, se declara que los conceptos y análisis desarrollados y conclusiones del presente proyecto son de exclusiva responsabilidad de tutor.

Lucia Guazhco Montes
C.I. 0923163588

Ericka Reyes Cerezo
C.I. 1205859638

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Judith Lucia Guazhco Montes con documento de identificación N° 0923163588 y Ericka Katiuska Reyes Cerezo con documento de identificación N° 1205859638, manifestamos nuestra voluntad y ceder a **LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA** la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud que somos autores de trabajo de grado titulado: **"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MALETA DIDÁCTICA PARA PRÁCTICAS DE REDES INDUSTRIALES UTILIZANDO VARIADORES DE VELOCIDAD"**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de **INGENIERO ELECTRÓNICO**, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos antes cedidos.

En la aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citadas. En concordancia, suscrito este documento en el momento que se realiza la entrega de trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Lucia Guazhco Montes
C.I. 0923163588

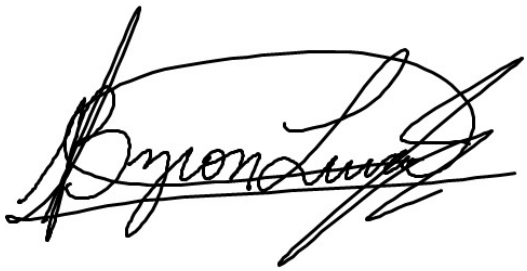
Ericka Reyes Cerezo
C.I. 1205859638

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo declaro bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación "DISEÑO E IMPLEMENTACION DE MALETA DIDACTICA PARA PRÁCTICAS DE REDES INDUSTRIALES UTILIZANDO VARIADORES DE VELOCIDAD", que se ajusta a las normas establecidas por la Universidad Politécnica Salesiana, por tanto, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

Realizado por los estudiantes Ericka Katiuska Reyes Cerezo, con documento de identificación N 1205859638 y Judith Lucia Guazhco Montes, con documento de identificación N 0923163588, obteniendo un producto que cumple con los objetivos del diseño de aprobación, informe final y demás requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerado como trabajo final de titulación.

Guayaquil, 27 de septiembre del 2021



Ing. Byron Lima MSc.

DIRECTOR DEL PROYECTO

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de titulación a mi Dios por haberme permitido concluir mi carrera, a mi mamá Narcisa Montes Bajaña, mi papá Ricardo Guazhco Ocaña, hermana Yuly Guazhco Montes quienes fueron un gran apoyo emocional y económico durante todo el tiempo transcurrido.

Mi mamá por a ver creído en mí, apoyarme para poder llegar a esta instancia de mis estudios, ya que mis padres han estado presentes desde el día uno. A mi abuela Laura Bajaña Sellan que desde el cielo me ilumina para seguir adelante con mis proyectos.

Para mí es una gran satisfacción poder dedicarles a ellos que con mucho esfuerzo, esmero y trabajo me lo he ganado.

Judith Lucia Guazhco Montes

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerzas para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mi padre Miguel Reyes Gamarra, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a él eh logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía de no temer a las adversidades, es un orgullo y privilegio ser su hija, es el mejor papa.

A mis abuelos Walter Cerezo y Juana Rosado y a mi madre Katty Cerezo Rosado y hermana Ximena Zamora Cerezo por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa mi vida.

Ericka Katiuska Reyes Cerezo

AGRADECIMIENTO

El presente proyecto de titulación le agradezco a Dios, mis padres por acompañarme cada día en mis decisiones, por todo lo que me han enseñado, haber contribuido a mi desarrollo profesional. Gracias a mi tutor Ing. Byron Lima y compañera de tesis por toda la paciencia, ayuda, aporte y a todos los que hicieron posible que este proyecto sea posible.

Judith Lucia Guazhco Montes

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo agradezco a Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindarme paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

A mis padres y abuelos por ser el pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron.

Agradezco a mi director de tesis Ing. Byron Lima Msc. Quien con su experiencia, conocimiento y motivación me oriento en la investigación.

Agradezco a todos los que me apoyaron y motivaron a desarrollarme como persona y profesional en la Universidad Politécnica Salesiana.

Ericka Katiuska Reyes Cerezo

RESUMEN

Año	Alumnos	Director de proyecto técnico	Tema de proyecto técnico
2021	Lucia Guazhco Ericka Cerezo	Ing. Byron Lima Msc.	Diseño e implementación de maleta didáctica para prácticas de redes industriales utilizando variadores de velocidad.

La universidad politécnica salesiana, de la ciudad de Guayaquil es una institución académica que brinda servicios de educación superior, consta con una infraestructura adecuadamente como laboratorios para prácticas de industriales para dar facilidad educativa a los estudiantes puedan tener conocimientos de los mismo.

El objetivo del proyecto técnico está determinado a los estudiantes de la carrera de ingeniería electrónica del noveno, décimo semestre que cursan redes industriales 1-2, puedan realizar sus prácticas y resolver varios procesos industriales de forma eficiente.

El problema que se detectó en las dos materias es que no constan con módulos suficientes para simular prácticas de los diferentes procesos industriales.

Por lo tanto, el "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MALETA DIDÁCTICA PARA PRÁCTICAS DE REDES INDUSTRIALES UTILIZANDO VARIADORES DE VELOCIDAD" formara a los estudiantes para que tengan prácticas en procesos industriales y puedan trabajar con variadores de velocidad en distintas empresas.

Palabras claves: Diseño, implementación, TIA PORTAL, motores, variadores, pantalla HMI.

ABSTRACT

Year	Students	Technical project mánager	Technical project topic
2021	Lucia Guazhco Ericka Reyes	Ing. Byron Lima MSc.	Design and implementation of teaching suitcase for industrial network practices using speed variators.

The Salesian Polytechnic University, in the city of Guayaquil is an academic institution that provides higher education services, has a well-equipped infrastructure as laboratories for industrial practices to make it easier for students to learn about it.

The objective of the technical project is determined to the students of the career of electronic engineering of the ninth, tenth semester that study industrial networks 1-2, can carry out their practices and solve several industrial processes efficiently.

The problem that has been detected in the two subjects is that they do not have sufficient modules to simulate practices of the different industrial processes.

Therefore, the "DESIGN AND IMPLEMENTATION OF TEACHING SUITCASE FOR INDUSTRIAL NETWORK PRACTICES USING SPEED VARIATORS" will train students to have an internship in industrial processes and to work with speed variators in different companies.

Keywords: Design, implementation, TIA PORTAL, motors, variators, HMI display.

INDICE

INTRODUCCIÓN **17**
1. El PROBLEMA **18**
1.1. Antecedentes 18
1.2 Importancia y Alcance 18
1.3 Delimitación del Problema 18
1.4 Delimitación Temporal 19
1.5 Delimitación Espacial 19
1.6 Delimitación Académica 19
1.6.1 Beneficiarios 19
1.7 Objetivos 20
1.7.1 Objetivos General 20
1.7.2 Objetivos Específicos 20
2. MARCO TEÓRICO **21**
2.1. Introducción a la automatización industrial. 21
2.2. Redes de comunicación industrial. 21
2.3. Protocolo PROFINET (Process Field Network) 22
2.3.1. Ethernet 23
2.3.2. Ethernet industrial 23
2.3.3. Características de PROFINET 23
2.3.4. Canales de comunicación PROFINET 24
2.3.5. Ventajas de PROFINET 25
2.3.6. Topología de red 26
3. MARCO METODOLÓGICO **27**
3.1. Diseño del módulo didáctico 27
3.2. Elementos que conforman el módulo didáctico. 28
3.2.1. SIMATIC S7-1200 28
3.2.2. Variador Sinamics G120 Modulador 30
3.2.3. Guardamotor 31
3.2.4. Pantalla HMI KTP700 32
3.2.5. Switch Naxos 500 33
3.2.6. Fuente de poder 24 V DC 34
3.2.7. Motor trifásico siemens 1HP 3600 Rpm 220/380/440 V 35
3.2.8. Transformador reductor 220/280/440 35
3.2.9. Selector 36
3.2.10. Pulsador 36
3.2.11. Luces piloto 37

3.2.12. Relé térmico 37
3.2.13. Potenciómetro 38
3.2.14. Amperímetro 38
3.2.15. Breaker 2 polos 4 amperios 39
3.2.16. Tía Portal 39
4. PRÁCTICAS DE LABORATORIO 41
4.1. PRÁCTICA #1 41
4.2. PRÁCTICA #2 43
4.3. PRÁCTICA #3 46
4.4. PRÁCTICA #4 49
4.5. PRÁCTICA #5 52
4.6. PRÁCTICA #6 55
4.7. PRÁCTICA #7 59
4.8. PRACTICA #8 62
4.9. PRÁCTICA #9 65
4.10. PRÁCTICA #10 69
5. RESULTADOS 73
5.1. ANALISIS DE RESULTADOS 75
5.1.1. Práctica 1: 75
5.1.2. Práctica 2: 76
5.1.3. Práctica 3: 77
5.1.4. Práctica 4: 78
5.1.5. Práctica 5: 79
5.1.6. Práctica 6: 79
5.1.7. Práctica 7: 80
5.1.8. Práctica 8: 81
5.1.9. Práctica 9: 82
5.1.10. Práctica 10: 82
CONCLUSIONES 84
RECOMENDACIONES 85
6. ANEXOS 86
6.1. Anexo 1: Práctica uno 86
6.2. Anexo 2: Práctica dos 88
6.3. Anexo 3: Práctica tres 92
6.4. Anexo 4: Práctica cuatro 99
6.5. Anexo 5: Practica cinco 106
6.6. Anexo 6: Práctica seis 112

6.7. Anexos 7: Practica siete 122
6.8. Anexo 8: Práctica ocho 131
6.9. Anexo 9: Práctica nueve 138
6.10. Anexo 10: Práctica diez..... 149
6.11. Anexos planos eléctricos. 160
BIBLIOGRAFÍA 162

Índice de figuras

Figura 1. Delimitacion Espacial del proyecto técnico ups Guayaquil. 19
Figura 2. Piramide de la automatización industrial. 22
Figura 3 Ejemplo de conexión PROFINET. 23
Figura 4. Modelo OSI con los diferentes canales de PROFINET. 25
Figura 5. Topología de red en estrella. 26
Figura 6. Cuerpo del módulo. 27
Figura 7. Topología de red. 28
Figura 8. PLC SIMATIC S7-1200. 30
Figura 9. Variador de frecuencia G120 SIEMENS. 31
Figura 10. Guardamotor sirius SIEMENS. 32
Figura 11. HMI KTP700 Simatic Siemens. 33
Figura 12. Switch de 5 puertos naxos 500. 33
Figura 13. Fuente de Poder 24V DC. 35
Figura 14. Motor trifásico siemens. 35
Figura 15. Transformador reductor. 36
Figura 16. Selectores. 36
Figura 17. Pulsadores. 36
Figura 18. Luces Piloto. 37
Figura 19. Relé térmico. 38
Figura 20. Potenciómetro. 38
Figura 21. Amperímetro. 39
Figura 22. Breaker 2P/4A. 39
Figura 23. Tabla de variable PLC practica 2. 44
Figura 24. Tabla de variable HMI practica 2. 44
Figura 25. Pantalla HMI practica 2. 44
Figura 26. Diagrama de conexion practica 2. 45
Figura 27. Tabla de variable PLC practica 3. 47
Figura 28. Tabla de variable HMI practica 3. 47
Figura 29. Pantalla HMI practica 3. 48
Figura 30. Diagrama de conexion practica 3. 48
Figura 31. Tabla de variable PLC practica 4. 50
Figura 32. Tabla de variable HMI practica 4. 50
Figura 33. Pantalla HMI practica 4. 51
Figura 34. Diagrama de conexión practica 4. 51
Figura 35. Tabla de variable PLC practica 5. 53
Figura 36. Tabla de variable HMI practica 5. 53
Figura 37. Pantalla HMI practica 5. 53
Figura 38. Diagrama de conexion practica 5. 54
Figura 39. Tabla de variable PLC practica 6. 56
Figura 40. Tabla de variable HMI practica 6 parte 1. 57
Figura 41. Tabla de variable HMI practica 6 parte 2. 57
Figura 42. Pantalla HMI practica 6. 57
Figura 43. Diagrama de conexion practica 6. 58
Figura 44. Tabla de variable PLC practica 7. 60
Figura 45. Tabla de variable HMI practica 7 parte 1. 60
Figura 46. Tabla de variable HMI practica 7 parte 2. 61
Figura 47. Pantalla HMI practica 7 parte 1. 61
Figura 48. Diagrama de conexion practica 7. 61

Figura 49. Tabla de variable PLC practica 8. 63
Figura 50. Tabla de variable HMI practica 8 parte 1. 63
Figura 51. Tabla de variable HMI practica 8 parte 2. 64
Figura 52. Pantalla HMI practica 8. 64
Figura 53. Diagrama de conexion. 64
Figura 54. Tabla de variable PLC practica 9 parte 1. 66
Figura 55. Tabla de variable PLC practica 9 parte 2. 66
Figura 56. Tabla de variable HMI practica 9 parte 1. 67
Figura 57. Tabla de variable HMI practica 9 parte 2. 67
Figura 58. Pantalla HMI practica 9. 67
Figura 59. Diagrama de conexion practica 9. 68
Figura 60. Tabla de variable PLC práctica 10 parte 1. 70
Figura 61. Tabla de variable PLC práctica 10 parte 2. 70
Figura 62. Tabla de variable HMI práctica 10 parte 1. 71
Figura 63. Tabla de variable HMI práctica 10 parte 2. 71
Figura 64. Pantalla HMI práctica 10. 71
Figura 65. Diagrama de conexion práctica 10. 72
Figura 66. Equipo instalados parte 1. 73
Figura 67. Equipo instalados parte 2. 74
Figura 68. Equipo instalados parte 3. 74
Figura 69. Botoneras instaladas. 75
Figura 70. Resultados de práctica 1. 76
Figura 71. Resultados de Practica 2. 77
Figura 72. Resultados de Practica 3. 78
Figura 73. Resultados de Practica 4. 78
Figura 74. Resultados de Practica 5. 79
Figura 75. Resultados de Practica 6. 80
Figura 76. Resultados de Practica 7. 81
Figura 77. Resultados de Practica 8. 81
Figura 78. Resultados de Practica 9. 82
Figura 79. Resultados de Practica 10. 83
Figura 80. Analisis en Proneta. 86
Figura 81. Datos y direccione IP. 86
Figura 82. Diagrama topologico de la red. 87
Figura 83. Pantalla de inicio. 88
Figura 84. Pantalla HMI paractica 2. 88
Figura 85. Animaciones Pantalla HMI paractica 2 eje 1. 89
Figura 86. Animaciones Pantalla HMI paractica 2 eje 2. 89
Figura 87. Configuracion de varidor 1. 90
Figura 88. Configuracion de varidor 2. 90
Figura 89. Tabla de variable estandar practica 2. 91
Figura 90. Vista de red de practica 2. 91
Figura 91. Pantalla de inicio. 92
Figura 92. Pantalla HMI practica 3. 92
Figura 93. Animaciones Pantalla HMI practica 3 inicio. 93
Figura 94. Animaciones Pantalla HMI practica 3 eje 2. 93
Figura 95. Animaciones Pantalla HMI practica 3 bomba. 93
Figura 96. Animaciones Pantalla HMI practica 3 movimiento. 94
Figura 97. Bloque de proceso. 94
Figura 98. Configuracion de variador 1. 95

Figura 99. Configuracion de variador 2..... 95
Figura 100. Inicio de proceso de embotelladora..... 96
Figura 101. Arranque de variador 1..... 96
Figura 102. Arranque de variador 2..... 96
Figura 103. Animacion de banda..... 97
Figura 104. Llenado de botellas. 97
Figura 105. Tabla de variables estandar práctica 3 97
Figura 106. Vista de red de practica 3. 98
Figura 107. Pantalla de inicio. 99
Figura 108. Pantalla de HMI práctica 4..... 99
Figura 109. Animaciones pantalla de HMI práctica 4 nivel de tanque 1. 100
Figura 110. Animaciones pantalla de HMI práctica 4 eje 2. 100
Figura 111. Animaciones pantalla de HMI práctica 4 eje 1. 100
Figura 112. Configuracion de Variador 1..... 101
Figura 113. Configuracion de Variador 2..... 101
Figura 114. Inicio de proceso. 102
Figura 115. Animacion de tanque 1..... 102
Figura 116. Limites del nivel del tanque 1. 103
Figura 117. Arranque de bomba 1 103
Figura 118. Animacion de tanque 2..... 103
Figura 119. Limites del nivel del tanque 2. 104
Figura 120. Arranque de bomba 2 104
Figura 121. Tabla de variable estandar de la practica 4. 104
Figura 122. Vista de red de practica 4. 105
Figura 123. Pantalla de inicio. 106
Figura 124. Pantalla HMI practica 5 106
Figura 125. Animaciones Pantalla HMI practica 5 eje 1..... 107
Figura 126. Animaciones Pantalla HMI practica 5 eje 2..... 107
Figura 127. Configuración de variador 1..... 108
Figura 128. Configuración de variador 2..... 108
Figura 129. Normalizar y escalar. 109
Figura 130. Control de accionamiento variador 1. 109
Figura 131. Control de accionamiento variador 2 109
Figura 132. Control de velocidades fijas variador 2..... 110
Figura 133. Tabla de variable estándar de la práctica 5. 110
Figura 134. Vista de red de practica 5. 111
Figura 135. Pantalla de inicio. 112
Figura 136. Pantalla HMI practica 6 112
Figura 137. Animaciones Pantalla HMI practica 6 posición x y..... 113
Figura 138. Animaciones Pantalla HMI practica 6 compuerta. 113
Figura 139. Bloque de inicio de proceso. 114
Figura 140. Configuración de variador 1..... 115
Figura 141. Configuración de variador 2..... 115
Figura 142. Bloque de inicio de proceso. 116
Figura 143. Movimiento de barco horizontal. 116
Figura 144. Animación y contador para subir y bajar el barco. 116
Figura 145. Contador para subir y bajar el nivel del agua..... 117
Figura 146. Tiempo de apertura de compuerta..... 117
Figura 147. apertura de compuerta. 118
Figura 148. Animación de cierre de compuerta. 118

Figura 149. Tiempo de apertura de la compuerta. 119
Figura 150. Avance del barco. 119
Figura 151. Bloque Habilitación de motor 1. 119
Figura 152. Dámper esclusa. 120
Figura 153. Tabla de variable estándar de practica 6 parte 1. 120
Figura 154. Tabla de variable estándar de practica 6 parte 2. 121
Figura 155. Vista de red de practica 6. 121
Figura 156. Tabla de variable estándar de practica 6 parte 2. 122
Figura 157. Pantalla HMI practica 7. 122
Figura 158. Animaciones Pantalla HMI practica 7 motor 1. 123
Figura 159. Animaciones Pantalla HMI practica 7 motor 2. 123
Figura 160. Animaciones Pantalla HMI practica 7 piedra 4. 123
Figura 161. Animaciones Pantalla HMI practica 7 piedra 5. 123
Figura 162. Configuración de variador 1. 124
Figura 163. Configuración de variador 1. 124
Figura 164. Bloque de proceso. 125
Figura 165. Bloque de proceso del tornillo elevador. 126
Figura 166. Bloque animación de tornillo horizontal. 127
Figura 167. Bloque desconexión total. 127
Figura 168. Bloque desconexión bajo nivel. 128
Figura 169. Bloque desconexión de motores. 128
Figura 170. Tabla de variable estándar de practica 7 parte 1. 129
Figura 171. Tabla de variable estándar de practica 7 parte 2. 129
Figura 172. Vista de red de practica 7. 130
Figura 173. Pantalla de inicio. 131
Figura 174. Pantalla HMI practica 8. 131
Figura 175. Animaciones Pantalla HMI practica 8 eje 1. 132
Figura 176. Animaciones Pantalla HMI practica 8 posición del barco. 132
Figura 177. Animaciones Pantalla HMI practica 8 silos. 132
Figura 178. Animaciones Pantalla HMI practica 8 vaciar silos. 133
Figura 179. Animaciones Pantalla HMI practica 8 planta. 133
Figura 180. Animaciones Pantalla HMI practica 8 vaciar planta. 133
Figura 181. Configuracion de variador 1. 134
Figura 182. Configuración de variador 2. 134
Figura 183. Bloque llenado de trigo. 135
Figura 184. Bloque de llenado y vacio de silos. 135
Figura 185. Bloque de llenado y vacio de planta 136
Figura 186. Contador de toneladas. 136
Figura 187. Tabla de variable estándar de practica 8 parte 1. 137
Figura 188. Tabla de variable estándar de practica 8 parte 2. 138
Figura 189. Vista de red de practica 8. 138
Figura 190. Pantalla de inicio. 138
Figura 191. Pantalla HMI practica 9. 139
Figura 192. Pantalla de numero de arranque. 139
Figura 193. Animaciones Pantalla HMI practica 9 eje 1. 140
Figura 194. Animaciones Pantalla HMI practica 9 eje 2. 140
Figura 195. Configuración de variador 1. 141
Figura 196. Configuración de variador 2. 142
Figura 197. Bloque de sistema de riego. 142
Figura 198. Bloque de sistema de riego. 143

Figura 199. Bloque de mantenimiento preventivo de las bombas. 144
Figura 200. Bloque sistema alternado de motores. 144
Figura 201. Bloque de nivel máximo. 145
Figura 202. Bloque de nivel máximo. 145
Figura 203 Bloque de nivel máximo. 145
Figura 204. Voltaje y frecuencia de moto 2. 146
Figura 205. Arranque de motor 1. 146
Figura 206. Arranque de motor 2. 147
Figura 207. Tabla de variable estándar de practica 9 parte 1. 147
Figura 208. Tabla de variable estándar de practica 9 parte 2. 148
Figura 209. Vista de red de practica 9. 148
Figura 210. Pantalla de inicio 149
Figura 211. Pantalla HMI practica 10. 149
Figura 212. Animaciones Pantalla HMI practica 10 avión. 150
Figura 213. Animaciones Pantalla HMI practica 10 movimiento de personas. 150
Figura 214. Animaciones Pantalla HMI practica 10 avance de carrusel. 150
Figura 215. Animaciones Pantalla HMI practica 10 movimiento de avión vertical . . 151
Figura 217. Animaciones Pantalla HMI practica 10 aterrizaje del avion. 151
Figura 218. Configuracion de variador 1. 152
Figura 219. Configuracion de variador 2. 152
Figura 220. Proceso de aterrizaje del carrusel. 153
Figura 221. Proceso de aterrizaje del carrusel. 154
Figura 222. Grafico de aviones. 154
Figura 223. Arranque de manga. 155
Figura 224. Habilitación de motor 2. 155
Figura 225. Arranque de carrusel. 155
Figura 226. Bloque de contador de maletas. 156
Figura 227. Bloque contador de personas. 156
Figura 228. Bloque de animación de personas. 157
Figura 229. Tabla de variable estándar de practica 10 parte 1. 157
Figura 230. Tabla de variable estándar de practica 10 parte 2. 158
Figura 231. Tabla de variable estándar de practica 10 parte 2. 158
Figura 232. Modulo terminado. 159
Figura 233. Planos de conexión eléctricas de PLC y VARIADORES. 160
Figura 234. Diagrama de potencia. 161

INTRODUCCIÓN

Actualmente la Universidad Politécnica Salesiana de la ciudad de Guayaquil se encuentra en planes de implementar varios módulos donde se podrán simular procesos industriales con esto se realizará grandes cambios en la metodología de la enseñanza.

Por esta razón el principal objetivo de este proyecto técnico fue propuesto a la Universidad Politécnica Salesiana de la cuidad de Guayaquil el diseño e implementación de maleta didáctica para prácticas de redes industriales utilizando variadores de velocidad.

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

Se encontrará el planteamiento del problema donde surgió la idea de que existe la necesidad de implementar un nuevo módulo, para que los docentes a cargo de las materias correspondientes puedan mejorar la enseñanza y el aprendizaje.

Se diseñó e implementó una maleta didáctica con variadores de velocidad para que los alumnos de ingeniería electrónica y automatización pueden realizar simulaciones mediante el uso de software Tía Portal, para programar estrategias de procesos industriales.

Este proyecto de titulación consta de planteamiento del problema con los antecedentes y los alcances que se obtendrán, fundamentos teóricos aquí se explicó las principales estructuras de la maleta didáctica mediante la descripción de las características. Se establece marco metodológico que se implementó, descripción e imágenes de cada equipo que se instaló. Se define las 10 prácticas para que los estudiantes puedan realizar las simulaciones en las materias primordiales. Se finalizó con resultados obtenidos y análisis durante todo el proceso del proyecto.

1. El PROBLEMA

1.1. Antecedentes

En la actualidad la Carrera de Ingeniería Electrónica y Automatización requieren maletas de entrenamiento para complementar las materias asignadas a la malla curricular. La universidad actualmente no cuenta con la cantidad de maletas necesarias debido a la gran demanda de estudiantes.

Los docentes imparten sus clases de manera teórica y simulada ya que no pueden llevar lo teórico a lo práctico por la falta de maletas didácticas en ciertas materias específicas como redes industriales 1-2, afectando al estudiante a no poder realizar las prácticas y a que sea capaz de utilizar la capacidad creativa para alcanzar sus objetivos, finalidades y metas educativas.

Se consideró realizar diez prácticas industriales para que los estudiantes tengan conocimiento de los diferentes procesos que se pueden implementar en los módulos mediante la programación con el software Tía Portal.

1.2 Importancia y Alcance

Se diseñó e implemento una maleta didáctica con variadores de velocidad para que los alumnos de ingeniería electrónica y automatización puedan hacer prácticas, elaborar varios procesos industriales que permitan mejorar su desempeño.

Este proyecto técnico es de mucha importancia para nuestra universidad dada la elaboración de planos eléctricos y electrónicos que sirvieron de base para la construcción de un nuevo módulo, manteniendo un desarrollo profesional.

1.3 Delimitación del Problema

Se diseño e implementó una maleta didáctica con variadores de velocidad para que los alumnos de ingeniería electrónica y automatización pueden realizar prácticas mediante el uso de software Tía Portal, para programar estrategias de procesos industriales.

1.4 Delimitación Temporal

La puesta en práctica de proyecto técnico duró un tiempo de 6 meses.

1.5 Delimitación Espacial

La maleta didáctica va a ser aprovechado en el laboratorio de automatización de la Universidad Politécnica Salesiana de la sede Guayaquil.

Figura 1. Delimitacion Espacial del proyecto técnico ups Guayaquil.

(Maps, 2021)

1.6 Delimitación Académica

Este proyecto tiene el alcance académico basado en los parámetros y requerimientos específicos, reglamentos oficiales que deben cumplir la maleta didáctica, además se muestra un análisis de ingeniería mediante el uso del software en tiempo real sustentando así el conocimiento adquirido en el pensum académico materias tales como Programación, Instalaciones Industriales, Automatización 1-2, Redes Industriales 1-2, Informática Industrial.

1.6.1 Beneficiarios

Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Electrónica y Automatización.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivos General

Diseñar e implementar una maleta didáctica para prácticas de redes industriales con variadores de velocidad.

1.7.2 Objetivos Específicos

- Diseñar y construir la maleta didáctica.
- Realizar las conexiones eléctricas de los elementos de control, maniobra y
- protección
- Parametrizar los equipos HMI y variadores de velocidad para realizar una comunicación.
- Configurar una comunicación profinet a los variadores en sincronización de motores.
- Desarrollar diez prácticas para verificar el funcionamiento del proyecto.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Introducción a la automatización industrial.

Hoy en día es una de las tecnologías más utilizadas en la ingeniería que nos ayuda a monitorear y mejorar los procesos industriales que nos ayudarían a reducir la interacción del humano, podemos crear sistemas hidráulicos, neumáticos, mecánicos, eléctricos y electrónicos, para así determinar un proceso automático donde dependa de parámetros y condiciones. (Brunete, San Segundo, & Herrero, 2020)

Los objetivos de la automatización son:

- Incrementar la productividad y flexibilizar las herramientas
- Producir con calidad constante
- Dedicar a los humanos a las tareas creativas

El gran auge de la automatización industrial se debe a la aparición del autómata programable (PLC), que sustituyo a los sistemas de control basados en lógica cableada y permitió incrementar la productividad y flexibilizar las herramientas y la programación. (Brunete, San Segundo, & Herrero, 2020)

2.2. Redes de comunicación industrial.

Las redes industriales han evolucionado con el pasar del tiempo. Antes nos tomaba mucho tiempo transferir datos, hoy ofrecemos respuestas en tiempo real. Las comunicaciones industriales son de particular importancia en la automatización ofrecen innovar en la supervisión de las instalaciones y reducen costos. (Gandhi, 2015)

Los beneficios para la industria automatizada son grandes y los protocolos de comunicación que se muestran en la Figura 2, se han convertido en estándares y continúan evolucionando, esto significan una inversión inteligente para los entornos de producción. Las redes industriales representan reducción y simplificación de cableado, flexibilidad en sistemas de manufactura, optimización para procesos. (Gandhi, 2015)

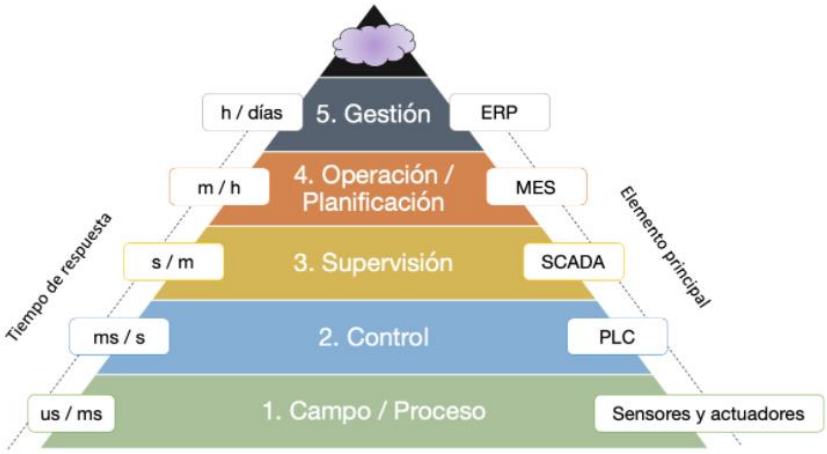


Figura 2. Piramide de la automatización industrial.
(Brunete, San Segundo, & Herrero, 2020)

El proyecto está enfocado en el protocolo ampliamente difundido e implementado, PROFINET, es un estándar de Ethernet industrial tiene capacidades que le permiten ofrecer una comunicación más rápida y flexible. (Gandhi, 2015)

2.3. Protocolo PROFINET (Process Field Network)

Es la evolución del estándar abierto de Ethernet industrial para la automatización. Utiliza industrial Ethernet y nos permite la comunicación en tiempo real hasta el nivel de campo, aprovechando plenamente los estándares de las tecnologías de la información existentes. PROFINET tiene determinismo y permite establecer prioridades en la red, evitando así la saturación de la red e incrementando la seguridad en la comunicación. (Hurtado , 2013)

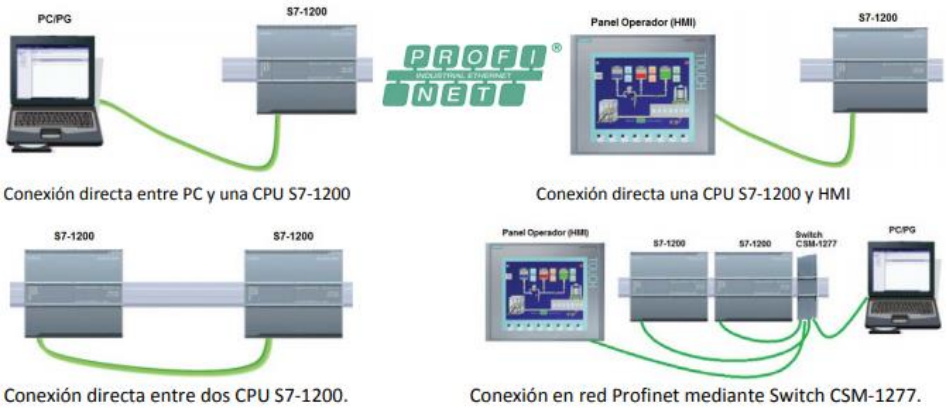


Figura 3 Ejemplo de conexión PROFINET.

(Aula, 2018)

2.3.1. Ethernet

Es un estándar de transmisión de datos para redes de área local que utiliza protocolos TCP/IP, bajo el método de control de acceso al medio conocido como CSMA/CD "Carrier Sense Multiple Access, With Collision Detection". CSMA/CD determina como y cuando un paquete de datos es ubicado en la red. Antes de que un dispositivo Ethernet este habilitado a transmitir datos, tiene que asegurarse que el medio este "libre" y no hay otro dispositivo transmitiendo. (Hurtado , 2013)

2.3.2. Ethernet industrial

Es una red de área y célula con la que se pueden crear redes de comunicación eficaces de gran extensión. Ofrece medidas de seguridad, incluidas las de control de acceso y autenticación, conectividad y administración, todo con el fin de garantizar la confiabilidad e integridad de la red y datos libres de interferencias. Funcionan en duras condiciones ambientales, interrupciones de red y fallas de los equipos. La caída de una red puede ser peligrosa y cara. (Hurtado , 2013)

2.3.3. Características de PROFINET

- PROFINET I/O ofrece funcionamiento en "tiempo real" para datos E/S cíclicos. (Hurtado , 2013)
- Se puede utilizar los cables y switches estándar de Ethernet. (Hurtado , 2013)
- Sistema Maestro-Esclavo, como en Profibus. (Hurtado , 2013)

- Se configura como una red de campo. (Hurtado , 2013)
- Los dispositivos ya no se direccionan mediante número de nodo, sino mediante nombre. (Hurtado , 2013)
- comunicación fácil, rápida, flexible y abierta. (Hurtado , 2013)
- Protocolo abierto, estándar industrial. (Hurtado , 2013)
- Tan sencillo como un bus de campo. (Hurtado , 2013)
- Alta velocidad, tiempo de ciclo por dispositivo. (Hurtado , 2013)
- 100 metros entre dispositivos. (Hurtado , 2013)
- Utiliza conectores industriales apantallados RJ45. (Hurtado , 2013)
- Grandes velocidades de transmisión (10-100-1000 Mps). (Hurtado , 2013)

2.3.4. Canales de comunicación PROFINET

Real Time

Son malas noticias para un protocolo de automatización industrial en tiempo real la latencia y la fluctuación por eso PROFINET diseño el canal "Tiempo Real", para reducir ambos valores. Este canal RT pasa por alto los pasos de encapsulación en las capas de red, transporte y sesión. Utiliza capas uno y dos del modelo OSI para transmitir datos en tiempo real. Sobre el cableado, significa que las direcciones MAC del destino y origen están empaquetadas en el telegrama, junto con el Ethertype. (profinet, 2021)

No Real Time (NTR)

Pueden ser un problema real las restricciones de ruteo en las redes grandes, en el que las herramientas de diagnóstico requieren tener acceso a los dispositivos PROFINET y así poder vigilar el estado operativo de la red. Por ello PROFINET cuenta con un canal de comunicación "no real time". Usa todas Las capas del modelo OSI y cuenta con direcciones IP. Es un canal de comunicación menos sensible al tiempo, permite configurar una conexión entre un dispositivo y un controlador acceder a datos y obtener diagnostico atreves de una red externa.

Isócrono Real Time (IRT)

En el canal RT se presentan fluctuaciones inevitables en la transmisión por medio de los switches de Ethernet estándar, los mismos que actúan como intersecciones de tránsito, canalizando múltiples flujos de datos hasta una conexión, intersección sobrecargada, los switches pueden agregar retrasos inesperados al tráfico.

El canal IRT se encarga de eliminar esos retrasos conmutando el tráfico de red y cre3ando reglas especiales para el tráfico PROFINET. Técnicamente convierte una red estocástica CSMA-CD en una red TDMA determinista. (profinet, 2021)

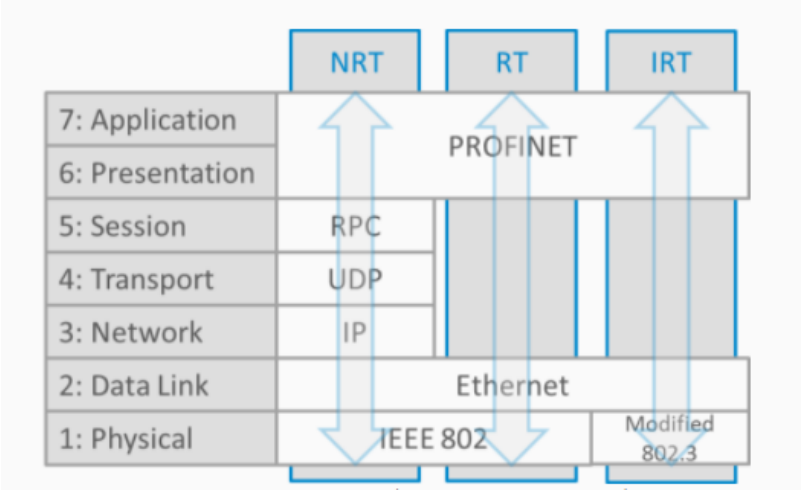


Figura 4. Modelo OSI con los diferentes canales de PROFINET. (Aula, 2018)

2.3.5. Ventajas de PROFINET

- Alta velocidad: capacidad de desplegar miles de nodos con actualizaciones de 1 ms. (Aula, 2018)
- Amplia difusión: tiene la mayor base de instalación de cualquier Ethernet Industrial y está creciendo rápidamente. (Aula, 2018)
- Diagnostico avanzados: proporcionan diagnostico a nivel de dispositivo, modulo y canal. Los protocolos Ethernet como el Simple Network Management Protocolo (SNMP) se utilizan para extraer datos de los conmutadores Ethernet. (Aula, 2018)
- Apoyo de la comunidad de usuarios: muchos expertos de PROFINET un activo comité técnico/grupo de trabajo y asociaciones de proveedores en colaboración. (Aula, 2018)
- Facilidad de instalación. (Aula, 2018)

- Tiempo mínimo de puesta en marcha y apoyo de ingeniería. (Aula, 2018)

2.3.6. Topología de red

PROFINET le ofrece flexibilidad para el diseño de la red. PROFINET es compatible con topologías de línea, árbol, anillo y estrella. Además, es compatible con conexiones inalámbricas mediante Bluetooth o Wi-Fi. (Ayllon, 2020)

Estrella y árbol

Los conmutadores incorporados o autónomos permiten topologías de estrella o árbol.

- **Ventajas:** Si falla un solo nodo, no se afecta el funcionamiento de toda la red.
- **Desventajas:** Si falla un conmutador central de la estrella o árbol, se afecta la comunicación con todos los nodos de esa área. Igualmente, estas topologías necesitan más cables y conmutadores externos, lo que cuesta más. (Ayllon, 2020)

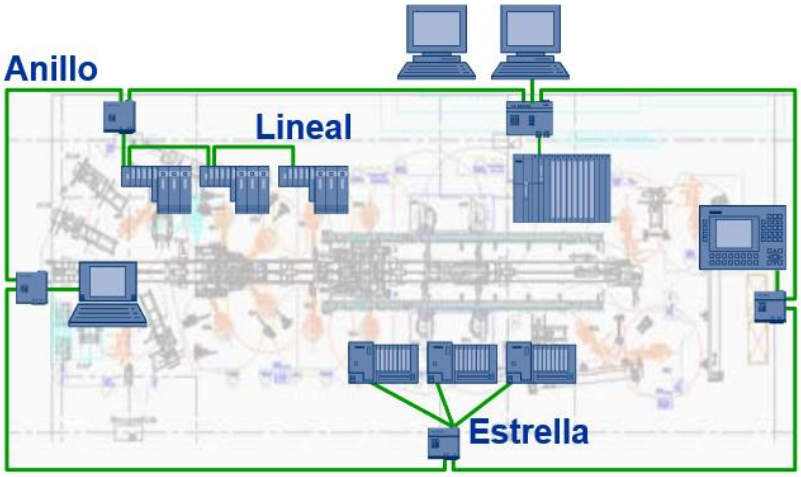


Figura 5. Topología de red en estrella.

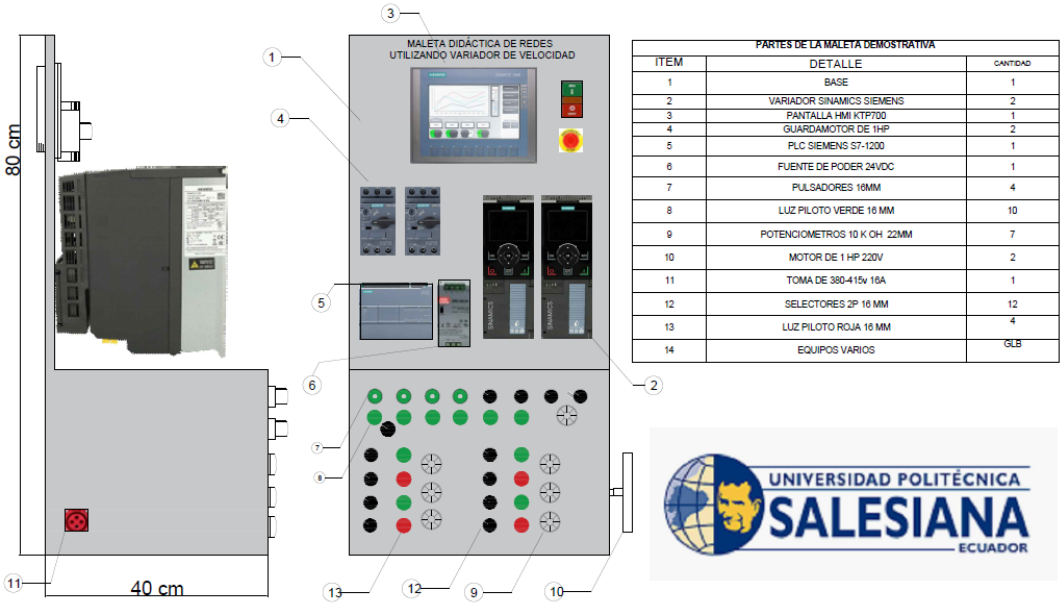
(Barrera, 2008)

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Diseño del módulo didáctico

Para el desarrollo del módulo didáctico, para las prácticas de redes industriales con comunicación PROFINET. Se usó equipos de la marca siemens al igual que el panel táctil, selectores, pulsadores, relés, fuente de voltaje, luces piloto, potenciómetros. Conjuntamente con puertos Ethernet.

La estructura del módulo didáctico está conformada por metal, fue creado de forma cerrada donde habrá ciertos elementos a la vista de los estudiantes para su fácil manipulación.



PARTES DE LA MALETA DEMOSTRATIVA

ITEM	DETALLE	CANTIDAD
1	BASE	1
2	VARIADOR SINAMICS SIEMENS	2
3	PANTALLA HMI KTP700	1
4	GUARDAMOTOR DE 1HP	2
5	PLC SIEMENS S7-1200	1
6	FUENTE DE PODER 24VDC	1
7	PULSADORES 16MM	4
8	LUZ PILOTO VERDE 16 MM	10
9	POTENCIOMETROS 10 K OH 22MM	7
10	MOTOR DE 1 HP 220V	2
11	TOMA DE 380-415v 16A	1
12	SELECTORES 2P 16 MM	12
13	LUZ PILOTO ROJA 16 MM	4
14	EQUIPOS VARIOS	GLB

Figura 6. Cuerpo del módulo.

Dentro del módulo tenemos switch, transformador, los motores, y las interconexiones eléctricas que logran el funcionamiento del módulo.

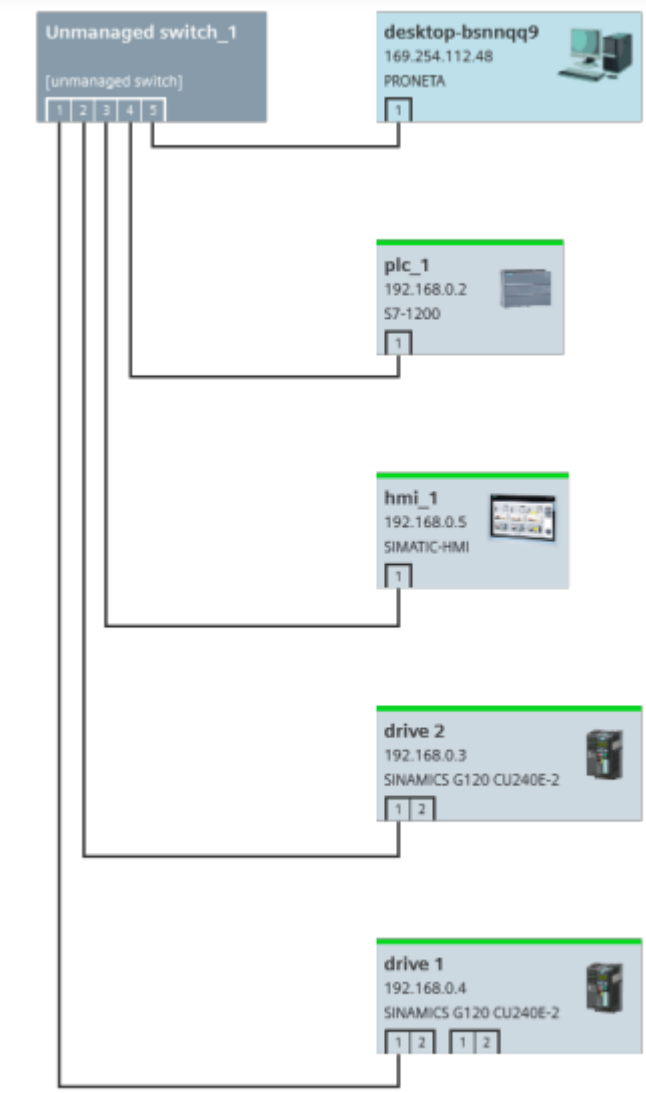


Figura 7. Topología de red.

3.2. Elementos que conforman el módulo didáctico.

3.2.1. SIMATIC S7-1200

El autómata programable o controlador lógico programable, es conocido por sus siglas en ingles PLC (Programmable Logic Controller), se usa en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos. (Brunete, San Segundo, & Herrero, 2020)

SIMATIC S7-1200 puede adaptarse perfectamente a la tarea de automatización industrial. La interfaz profinet integrada garantiza que los equipos y el marco de ingeniería de TIA Portal funcionen perfectamente juntos. Una amplia variedad de módulos de señal para entrada y salida. (Autycom, PLC S7-1200 Automatizacion de tareas simples con alta presion, 2018)

Su diseño, es escalable y flexible, en sus cinco CPU's, y reduce los requisitos de espacio en el cuadro de control. Por esta flexibilidad y adaptabilidad, el software es fácil de aprender y de usar, con una navegación sencilla gracias a que los símbolos y los menús están estandarizados en todas las vistas. (Autycom, PLC S7-1200 Automatizacion de tareas simples con alta presion, 2018)

Este hardware está disponible en versiones estándar y de seguridad, y es escalable en términos de rendimiento y equipamiento. Con IOs integradas, interfaz integrada, PROFINET para programación, conexiones HMI, IOs distribuidas y arquitecturas de unidades distribuidas, el equipo S7-1200 es altamente adaptable según las necesidades individuales de los procesos, gracias a sus módulos de señal enchufables, así como también por sus módulos de comunicación. (Autycom, PLC S7-1200 Automatizacion de tareas simples con alta presion, 2018)

Entre sus características principales, se encuentran:

- Alta capacidad de procesamiento. Cálculo de 64 bits.
- Interfaz Ethernet / PROFINET integrado.
- Entradas analógicas y digitales integradas.
- Con el equipo S7-1200, los personales de mantenimiento pueden obtener información de los diagnósticos transmitidos y así prevenir contingencias y tomar decisiones previas que aseguren el flujo correcto de cada proceso.

Figura 8. PLC SIMATIC S7-1200.

3.2.2. Variador Sinamics G120 Modulador

El variador de frecuencia modular SINAMICS G120 es eficiente, seguro, y robusto. Aplica para cualquier condición gracias a su sistema de refrigeración inteligente figura 6. Un variador sencillo de dos unidades, una de potencia (Power Module - PM) y una de control (Control Unit - CU). También se destaca su fácil configuración gracias al Basic Operator Panel (BOP-2). (Siemens, Sinamics G120, 2016)

Con una tensión de alimentación 380 a 480 V y frecuencia 50 a 60 Hz también cuenta con función ahorro de energía. Es un equipo que presta facilidades en costos de adquisición y almacenamiento además de su esquema simple que agiliza el reemplazo de piezas durante el servicio técnico. (Siemens, Sinamics G120, 2016)

Para funciones de seguridad (Safety Integrated):

- Totalmente integradas en la automatización estándar y, con un trabajo mínimo, también en los accionamientos, con una Control Unit de seguridad. Para la regeneración de energía: Con el innovador Power Module con capacidad de realimentación.
- Para condiciones duras y alta resistencia: Mayor robustez gracias a un inteligente sistema de refrigeración.

- Para una instalación, manejo y mantenimiento sin problemas
- SINAMICS G120 forma parte de la familia SINAMICS para soluciones de accionamiento innovadoras y con garantía de futuro.

Figura 9. Variador de frecuencia G120 SIEMENS.
(Edisa, 2015)

3.2.3. Guardamotor

El guardamotor es un dispositivo electromecánico único para el comando de motores que se compone de un relé térmico más un contactor, de esta manera se puede energizar por línea desde una botonera de arranque y parada. Incluyen un relé de sobrecargas que se dispara de acuerdo con curvas de calibración apropiadas cuando la corriente alcanza valores peligrosos durante tiempos máximos bien determinados. (Nivihe, Que es guardamotor y para que se usa, 2016)

Las características principales de los guardamotores, es la capacidad de ruptura, la intensidad nominal o calibre y la curva de disparo figura 10. Proporciona protección frente a sobrecargas del motor y cortocircuitos, así como, en algunos casos, frente a falta de fase.

Los componentes del sistema:

- Maniobra
- Protección
- Arranque
- Vigilancia

Figura 10. Guardamotor sirius SIEMENS.
(Nivihe, Que es guardamotor y para que se usa, 2016)

3.2.4. Pantalla HMI KTP700

KTP700 Basic es un panel táctil de 7" con 8 teclas de función táctiles adicionales que pueden programarse y pertenece a la nueva serie de iniciación HMI de Siemens para aplicaciones sencillas. Posee conectividad para interfaz PROFINET o PROFIBUS más conexión USB, además de facilidades para ser configurada desde WinCC, Basic V13, STEP7 y TIA portal. (Autycom, 2018)

Funcionamiento

La función principal de los HMI es mostrar información en tiempo real, proporcionar gráficos visuales, digeribles, contexto sobre el estado del motor, la válvula, niveles y demás parámetros de un determinado proceso, proporcionan información operativa al proceso, permiten controlar y optimizar los objetivos de equipos entre en sí.

Ventajas de pantalla HMI

Las pantallas HMI son displays como se observa en la figura 8 desarrollados específicamente para satisfacer necesidades en la industria y dar a los operarios un medio de monitoreo efectivo. (Autycom, 2018)

Figura 11. HMI KTP700 Simatic Siemens.
(Autycom, 2018)

3.2.5. Switch Naxos 500

El Naxos 500 es un conmutador compacto no administrado, dispone de 5 puertos UTP/STP con función de negociación automática MDI/MDIX, además del modo de almacenamiento y reenvío para mandar paquetes a cada puerto en forma efectiva. La detección automática plug and play simplifica la instalación. Su fácil configuración, a la par con la transferencia de datos a alta velocidad y gran estabilidad, convierten a este conmutador en la opción ideal para compartir redes estables. (Proinfoaccesorios, 2018)

Figura 12. Switch de 5 puertos naxos 500.
(Proinfoaccesorios, 2018)

3.2.6. Fuente de poder 24 V DC

Regula y filtra la electricidad que recibe la maleta para que los circuitos y el funcionamiento de este no se vea afectado por sobrecargas eléctricas y pueda operar de manera óptima, lo que quiere decir que la fuente de poder evite que el arranque se optimice hasta que estén presentes todos los niveles correctos de energía. (Durtron, 2017)
Especificaciones:

- Modelo: DR-120-24. (Durtron, 2017)
- Marca: Mean Well*.
- Potencia:120 Watts.
- Entrada nominal VAC:120/208/240 Volts AC.
- Entrada VAC:88 to 132/176 to 264 Volts AC.
- Frecuencia de entrada:47 a 63 Hertz.
- Fases (entrada):1.
- Salida nominal: VDC :24
- Salida VDC:24
- Corriente de salida: 5 A
- Número de salidas:1
- Auto rango de voltaje de entrada: Sí
- Protección de sobre voltaje: Sí
- Protección de sobrecarga: Sí
- Protección de corto circuito: Sí
- Eficiencia %:84 Porciento
- Aprobaciones: UL508, UL60950, TUV, cULus, cURus, CE
- Medidas: H x W x D:3.94 in x 2.58 in x 4.93 in

Figura 13. Fuente de Poder 24V DC.

(Durtron, 2017)

3.2.7. Motor trifásico siemens 1HP 3600 Rpm 220/380/440 V

Los motores Siemens son fabricados para operar a clase térmica B (130ºC) de sobrelevación de temperatura. Pero los bobinados están dimensionados hasta la clase F (155ºC) de sobrelevación, permitiendo la reserva térmica necesaria para soportar perfectamente las pérdidas adicionales que se pueden producir en la operación con convertidor de frecuencia, elevados niveles de temperatura del ambiente o condiciones de sobrecarga considerables en operación directa de red. La reserva térmica mencionada implica que los motores Siemens categoría IE2 pueden operar en arranque directo un 15% por encima de su potencia nominal en continua durante toda su vida útil. (Siemens, 2019)

Figura 14. Motor trifásico siemens.

(Nivihe, 2018)

3.2.8. Transformador reductor 220/280/440

Permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la potencia. La potencia que ingresa al equipo, en el caso de un transformador, es igual a la que se obtiene a la salida. Los equipos presentan un pequeño porcentaje de pérdidas, dependiendo de su diseño y tamaño, entre otros factores.

Figura 15. Transformador reductor.

(Transelec, 2015)

3.2.9. Selector

Es un dispositivo utilizado para interrumpir la tramitación de una corriente eléctrica, mediante el accionamiento manual de un eje que se rota a posiciones definidas, a fin de cambiar simultáneamente un choque eléctrico de contactos internos del equipo. (Core, 2015)

Figura 16. Selectores.

3.2.10. Pulsador

Se utilizaron 4 entradas de tipo pulsante y 4 entradas de tipo interruptor para poder simular señales digitales continuas y señales digitales temporales.

Figura 17. Pulsadores.

3.2.11. Luces piloto

Son instaladas con la función de indicar si algún tablero o línea se encuentra energizada o bien simplemente para indicar algún proceso. (Bekam, 2017)

Figura 18. Luces Piloto.

3.2.12. Relé térmico

Un relé térmico es un dispositivo de protección que funciona contra las sobrecargas y calentamientos, por lo que se utiliza principalmente en motores, con lo que se garantiza alargar su vida útil y la continuidad en el trabajo y garantizando volver a arrancar de forma rápida y con seguridad. (Transelec, 2015)

Características:

- Están compuestos por una lámina bimetálica, esto es, la unión de dos láminas que se forman de la aleación de diversos metales, los cuales poseen diferentes coeficientes de dilatación.
- Los relés térmicos pueden utilizarse en corriente alterna o continua.
- Compensan la temperatura.
- Una vez disparado el relé, permiten el reencendido del motor sin ningún tipo de inconvenientes.
- Evitan las paradas o retardo para proteger a los motores de potenciales recalentamientos.

Figura 19. Relé térmico.

3.2.13. Potenciómetro

El usuario al manipularlo obtiene entre el terminal central (cursor) y uno de los extremos una fracción de la diferencia de potencial total se comporta como un divisor de tensión o voltaje.

Un potenciómetro es un componente que permite controlar la intensidad de corriente a lo largo de un circuito conectándolo en paralelo o la caída de tensión al conectarlo en serie.

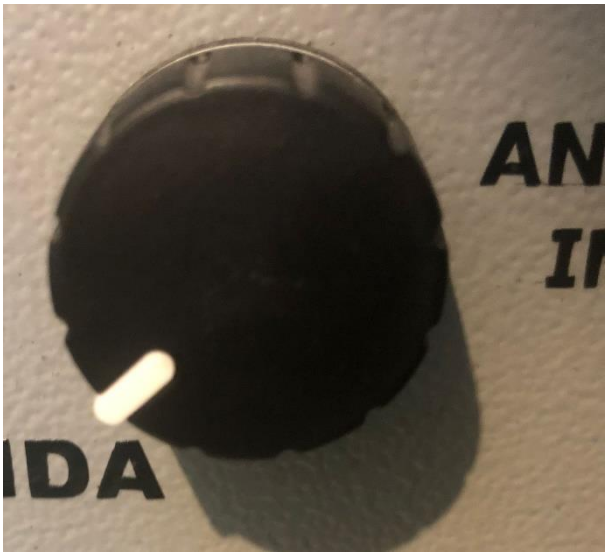


Figura 20. Potenciómetro.

3.2.14. Amperímetro

Amperímetro digital para la instalación sobre panel con transformador de intensidad (incluido en el suministro), montaje empotrado, con un diámetro de montaje de 22mm,

dispone de un displays de 7 segmentos con 3 dígitos. El rango de tensión de medida es de 0 a 440v. (Adajusa, 2017)

Figura 21. Amperímetro.

3.2.15. Breaker 2 polos 4 amperios

C60K-2P-4AMP es la capacidad de división según la norma BS3871 y IEC 898, utilizado en la protección de cortocircuitos y la sobrecarga del circuito. CAMSCO es un fabricante especializado y Distribuidor de Interruptores Automáticos y Disyuntores sin Fusible de Taiwán. (camsco, 2016)

Figura 22. Breaker 2P/4A.

3.2.16. Tía Portal

Tía portal es un software donde se puede controlar procedimientos y operaciones en tiempo real donde tiene variedades de funciones, para así satisfacer las necesidades de una industria que requiera automatización y trabajar de forma efectiva donde en la programación podemos reducir tiempos de paradas en la planta, detección de errores, rápida puesta en marcha, ya que consta con la mejor disponibilidad de la instalación.
En la actualidad, la ingeniería y su software de diseño son inseparables. Siemens, como líder en el desarrollo de herramientas de software para ingeniería, es muy consciente de la importancia que tiene disponer de un software de ingeniería intuitivo, eficaz y comprobado que permita a los usuarios continuar siendo competitivo.
Totally Integratred Automation Portal (TIA Portal) es el software de ingeniería único para todas las tareas de automatización. Se integran las soluciones de controladores, redes industriales, sistemas HMI, variadores de velocidad Sinamics G120, relés inteligentes para gerenciamiento de motores Simocode y sistemas Safety para funcionalidades de seguridad.

Herramientas a utilizar:
SIMATIC STEP7
Es el software que permite configurar, programar, revisar y diagnosticar todos los controladores SIMATIC. Gracias a una serie de funciones de fácil manejo SIMATIC STEP 7 garantiza un ahorro de gastos considerable en todos los procesos de automatización.

SIMATIC WinCC
WinCC es el software para todas las aplicaciones HMI: desde las soluciones simples con paneles de operador básicos hasta visualización de procesos de sistemas multiusuarios basados en PC.

SINAMICS StartDrive
Con SINAMICS StartDriver los accionamientos de SINAMICS G120 se integran de forma transparente en las soluciones de automatización de SIMATIC, facilitando la parametrización y diagnóstico de sistema. Esto se supone un ahorro de tiempo, reduce los errores en la ingeniería el esfuerzo en la capacitación.

4. PRÁCTICAS DE LABORATORIO

4.1. PRÁCTICA #1

<table>
<tr><td> </td><td>GUIA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO</td></tr>
<tr><td>CARRERA: Ingeniería Electrónica</td><td>ASIGNATURA: REDES INDUSTRIALES</td></tr>
<tr><td>NÚMERO DE PRÁCTICA:1</td><td>TÍTULO DE PRÁCTICA: Detección de dispositivos en red profinet</td></tr>
<tr><td colspan="2">OBJETIVOS:
• Utilizar software de diagnóstico (PRONETA) para detección de dispositivos y obtener la información de estos.
• Verificar la topología y conexión en red entre dispositivos.</td></tr>
<tr><td colspan="2">PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Realizar detección de equipos conectados a la red:
• PLC
• HMI
• VARIADORES SINAMICS G120 MODULARES
Adquisición de información de dispositivos:
• Dirección IP
• Versión de firmware
• Máscaras de subred
• Dirección Mac
• Modelo de dispositivo
Configuración de direcciones IP en cada dispositivo:
• PLC: 192.168.0.2
• VARIADOR 1: 192.168.0.3
• VARIADOR 2: 192.168.0.4
• HMI: 192.168.0.5
Exportar toda la información en un archivo PDF:
• Tabla de dispositivos</td></tr>
</table>

- Detalles del puerto de comunicación ethernet
- Diagrama topológico

4.2. PRÁCTICA #2

<table>
<tr><td>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR</td><td>GUIA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO</td></tr>
<tr><td>CARRERA: Ingeniería Electrónica</td><td>ASIGNATURA: REDES INDUSTRIALES</td></tr>
<tr><td>NÚMERO DE PRÁCTICA:2</td><td>TÍTULO DE PRÁCTICA: Simulación de un arranque marcha y paro.</td></tr>
<tr><td colspan="2">OBJETIVOS:
• Crear accionamientos para arranque de cada motor desde HMI y cuadros numéricos para configurar la consigna de velocidad.
• Conectar en red el PLC, HMI, VARIADORES DE FRECUENCIA.</td></tr>
<tr><td colspan="2">PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Utilizar librería (buttons and switches) para crear accionamientos de interruptor rotativo para cada motor, conectando cada uno de ellos a una variable tipo marca digital.
Configurar variadores de frecuencia para control por bus de campo mediante telegrama estándar.
Agregar una instrucción sinaspeed para control de cada motor.
Configurar variables de entrada y salida para instrucción sinaspeed:

<table>
<tr><th>Instrucción</th><th>Tipo</th></tr>
<tr><td>Enableaxis: habilitar_eje</td><td>Bool(marca)</td></tr>
<tr><td>Ackerror: acusar_error</td><td>Bool(marca)</td></tr>
<tr><td>Speedref: velocidad_de_referencia (3440 rpm)</td><td>Real(marca)</td></tr>
<tr><td>Speedsp: consigna de velocidad</td><td>Real(marca)</td></tr>
<tr><td>HWIDSTW</td><td>Telegrama_estandar</td></tr>
</table>
Utilizar cuadro numérico conectado a una variable de tipo real para la consigna de velocidad, con lo siguientes límites: -3440 rpm hasta 3440 rpm.</td></tr>
</table>

Tabla de variables estándar

	Nombre	Tipo de datos	Dirección
1	Habilitar_eje_2	Bool	%M0.0
2	Acusar_error_2	Bool	%M0.1
3	Consigna_de_velocidad_Variad..	Real	%MD10
4	Consigna_de_velocidad_Variad..	Real	%MD14
5	Habilitar_eje_1	Bool	%M1.0
6	Acusar_error_1	Bool	%M1.1

Figura 23. Tabla de variable PLC práctica 2.

Tabla de variables estándar

Nombre	Tipo de datos	Conexión
Acusar_error_1	Bool	HMI_Conexi...
Acusar_error_2	Bool	HMI_Conexión_1
Consigna_Variador_1	Real	HMI_Conexión_1
Consigna_Variador_2	Real	HMI_Conexión_1
Habilitar_eje_1	Bool	HMI_Conexión_1
Habilitar_eje_2	Bool	HMI_Conexión_1
Número_imagen_variable	UInt	<Variable intern...

Figura 24. Tabla de variable HMI práctica 2.

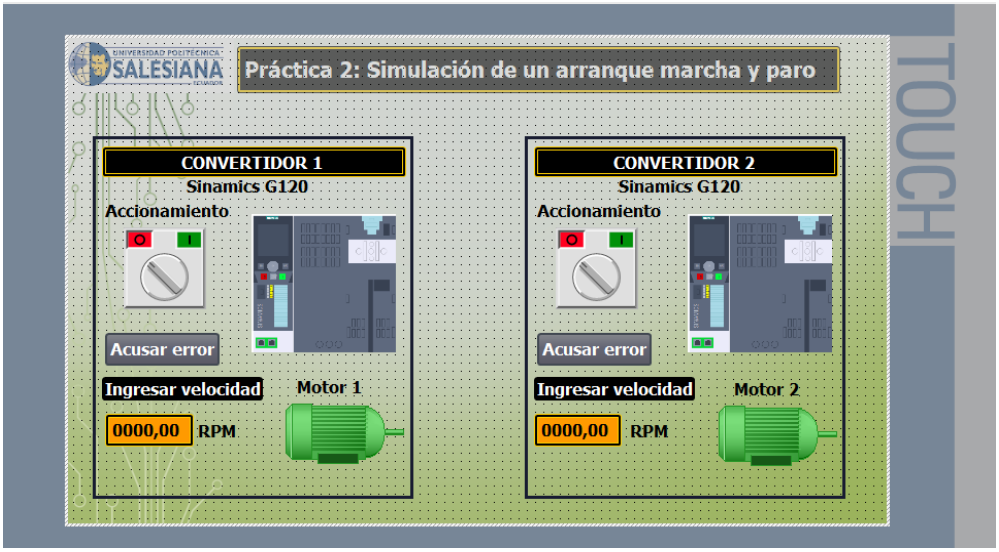


Figura 25. Pantalla HMI práctica 2.

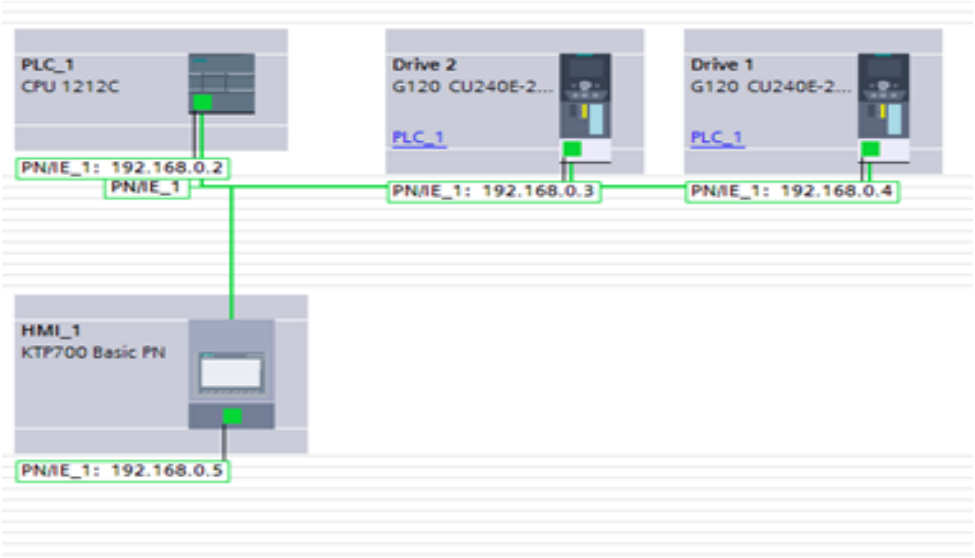


Figura 26. Diagrama de conexión práctica 2.

4.3. PRÁCTICA #3

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR	GUIA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO
CARRERA: Ingeniería Electrónica	ASIGNATURA: REDES INDUSTRIALES
NÚMERO DE PRÁCTICA:3	TÍTULO DE PRÁCTICA: Simulación de una maquina embotelladora

OBJETIVOS:

- Comunicación de PLC, HMI y VARIDORES en red PROFINET.
- Aplicar contadores ascendentes para crear animaciones de movimiento.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Realizar simulación de un proceso de llenado donde la secuencia es la siguiente:

1. Al activar el selector rotativo añadido desde la librería de gráficos se llena el tanque hasta un nivel máximo configurado luego se desplaza una botella sobre la banda transportadora, cuando el sensor detecta que esta se encuentra en posición, se detiene su movimiento e inicia el proceso de llenado.

2. Este proceso se repite hasta que el operador desactive el selector rotativo.

3. Cuando el tanque se esté quedando vacío debe llenarse automáticamente siempre y cuando este activado el selector rotativo.

Tabla de variables estándar

	Nombre	Tipo de datos	Dirección
1	Habilitar_eje_2	Bool	%M0.0
2	Acusar_error_2	Bool	%M0.1
3	Consigna_2	Real	%MD10
4	Consigna_1	Real	%MD14
5	Habilitar_eje_1	Bool	%M1.0
6	Acusar_error_1	Bool	%M1.1
7	Clock_Byte	Byte	%MB100
8	Clock_10Hz	Bool	%M100.0
9	Clock_5Hz	Bool	%M100.1
10	Clock_2.5Hz	Bool	%M100.2
11	Clock_2Hz	Bool	%M100.3
12	Clock_1.25Hz	Bool	%M100.4
13	Clock_1Hz	Bool	%M100.5
14	Clock_0.625Hz	Bool	%M100.6
15	Clock_0.5Hz	Bool	%M100.7
16	Inicio	Bool	%M2.0
17	Agitar	Bool	%M2.1
18	Bajo_Nivel	Bool	%M2.2
19	Nivel_Ok	Bool	%M2.3
20	Maximo nivel alcanzado	Bool	%M2.4
21	llenado	Bool	%Q0.0
22	Tiempo transcurrido	Time	%MD18
23	Nivel	Int	%MW70
24	Movimiento	Int	%MW72
25	Bomba	Bool	%Q0.1

Figura 27. Tabla de variable PLC práctica 3.

Tabla de variables estándar

Nombre	Tipo de datos	Conexión
Acusar_error_1	Bool	HMI_Conexi...
Acusar_error_2	Bool	HMI_Conexión_1
Agitar	Bool	HMI_Conexión_1
Bajo_Nivel	Bool	HMI_Conexión_1
Bomba	Bool	HMI_Conexión_1
Consigna_1	Real	HMI_Conexión_1
Consigna_2	Real	HMI_Conexión_1
Habilitar_eje_1	Bool	HMI_Conexión_1
Habilitar_eje_2	Bool	HMI_Conexión_1
Inicio	Bool	HMI_Conexión_1
llenado	Bool	HMI_Conexión_1
Movimiento	Int	HMI_Conexión_1
Nivel	Int	HMI_Conexión_1
Nivel_Ok	Bool	HMI_Conexión_1
Número_imagen_variable	UInt	<Variable intern...
Tiempo transcurrido	Time	HMI_Conexión_1

Figura 28. Tabla de variable HMI práctica 3.

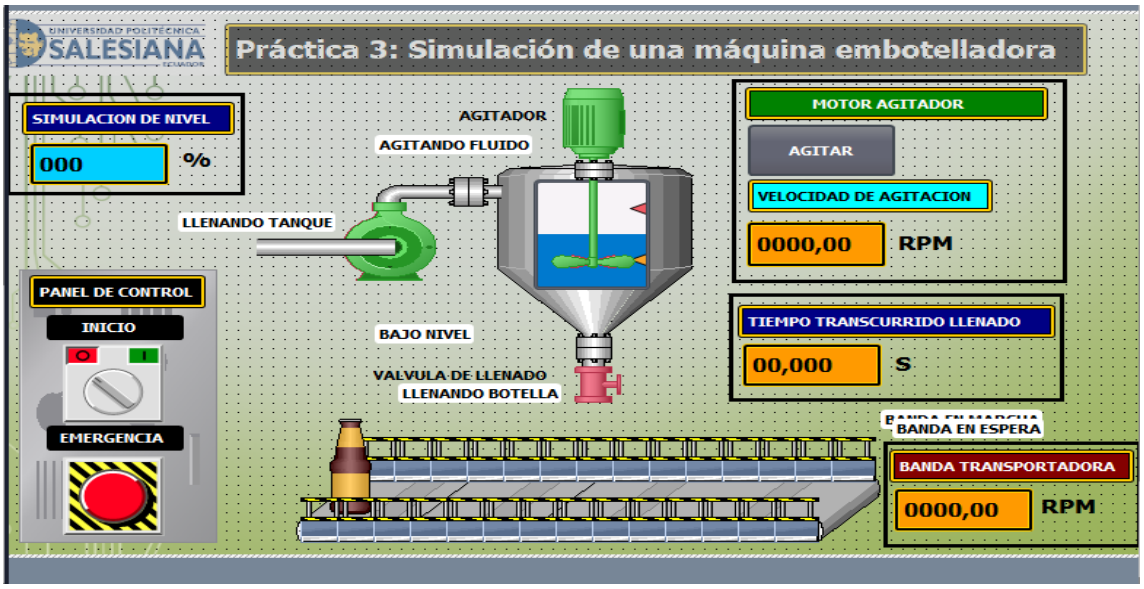


Figura 29. Pantalla HMI práctica 3.

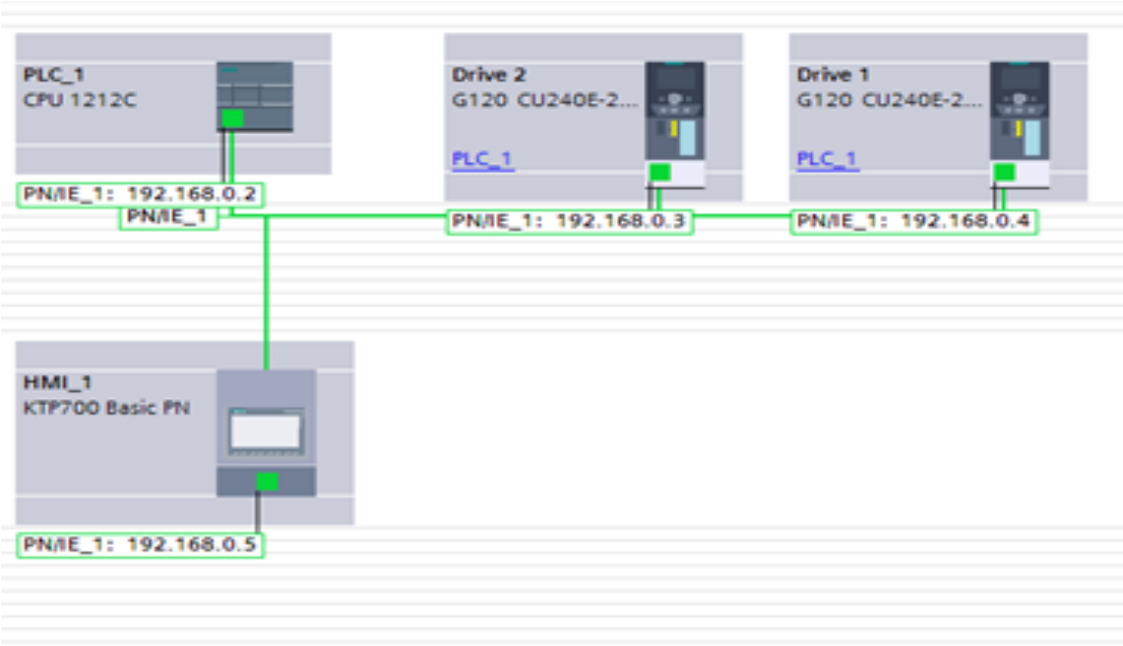


Figura 30. Diagrama de conexion práctica 3.

4.4. PRÁCTICA #4

<table>
<tr><td> </td><td>GUIA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO</td></tr>
<tr><td>CARRERA: Ingeniería Electrónica</td><td>ASIGNATURA: REDES INDUSTRIALES</td></tr>
<tr><td>NÚMERO DE PRÁCTICA:4</td><td>TITULO DE PRÁTICA: Simulación de arranque en cascada de 2 bombas</td></tr>
<tr><td colspan="2">OBJETIVOS:

• Crear animaciones para simular el proceso de llenado secuencial
• Utilizar animaciones de apariencia para representar el estado de cada motor</td></tr>
<tr><td colspan="2">PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Al activar el interruptor rotativo se inicia el llenado de un tanque según el nivel máximo configurado, una vez alcanzado este se llenará un taque elevado hasta un nivel máximo configurado dando arranque a la primera bomba, una vez esto alcanzado arrancará la segunda bomba hasta que este se quede vacío.
Este proceso se repetirá hasta desactivar el interruptor rotativo. El nivel de los tanques debe visualizarse en la HMI mediante un indicador de tipo barra y también el estado de las bombas con animaciones de apariencia.
Utilizar instrucción de contador ascendente y descendente para poder representar el nivel de cada tanque, generando el cambio por medio de marcas de ciclo. Establecer límites de velocidad de motores y de nivel de llenado, configurando las propiedades de las variables HMI correspondientes.</td></tr>
</table>

Tabla de variables estándar

		Nombre	Tipo de datos	Dirección
1		Habilitar_eje_2	Bool	%M0.0
2		Acusar_error_2	Bool	%M0.1
3		Consigna_velocidad_2	Real	%MD10
4		Consigna_velocidad_1	Real	%MD14
5		Habilitar_eje_1	Bool	%M1.0
6		Acusar_error_1	Bool	%M1.1
7		Clock_Byte	Byte	%MB200
8		Clock_10Hz	Bool	%M200.0
9		Clock_5Hz	Bool	%M200.1
10		Clock_2.5Hz	Bool	%M200.2
11		Clock_2Hz	Bool	%M200.3
12		Clock_1.25Hz	Bool	%M200.4
13		Clock_1Hz	Bool	%M200.5
14		Clock_0.625Hz	Bool	%M200.6
15		Clock_0.5Hz	Bool	%M200.7
16		Iniciar_proceso	Bool	%M0.2
17		Tag_1	Bool	%Q0.0
18		Nivel_Max_Alcanzado	Bool	%M0.3
19		Nivel TK1	Int	%MW30
20		Nivel_TK2	Int	%MW32

Figura 31. Tabla de variable PLC práctica 4.

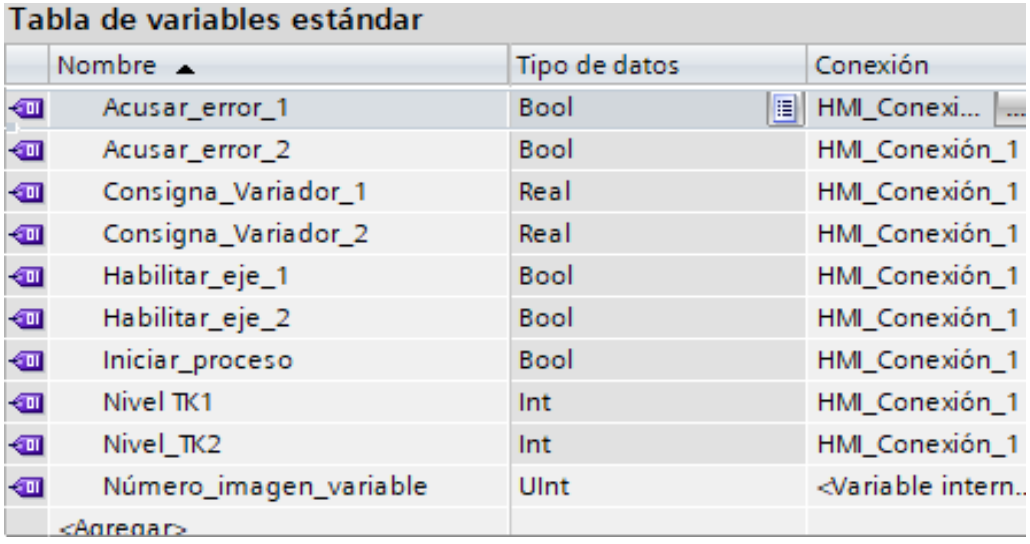


Tabla de variables estándar

	Nombre	Tipo de datos	Conexión
	Acusar_error_1	Bool	HMI_Conexi...
	Acusar_error_2	Bool	HMI_Conexión_1
	Consigna_Variador_1	Real	HMI_Conexión_1
	Consigna_Variador_2	Real	HMI_Conexión_1
	Habilitar_eje_1	Bool	HMI_Conexión_1
	Habilitar_eje_2	Bool	HMI_Conexión_1
	Iniciar_proceso	Bool	HMI_Conexión_1
	Nivel TK1	Int	HMI_Conexión_1
	Nivel_TK2	Int	HMI_Conexión_1
	Número_imagen_variable	UInt	<Variable intern...
	<Agregar>		

Figura 32. Tabla de variable HMI práctica 4.

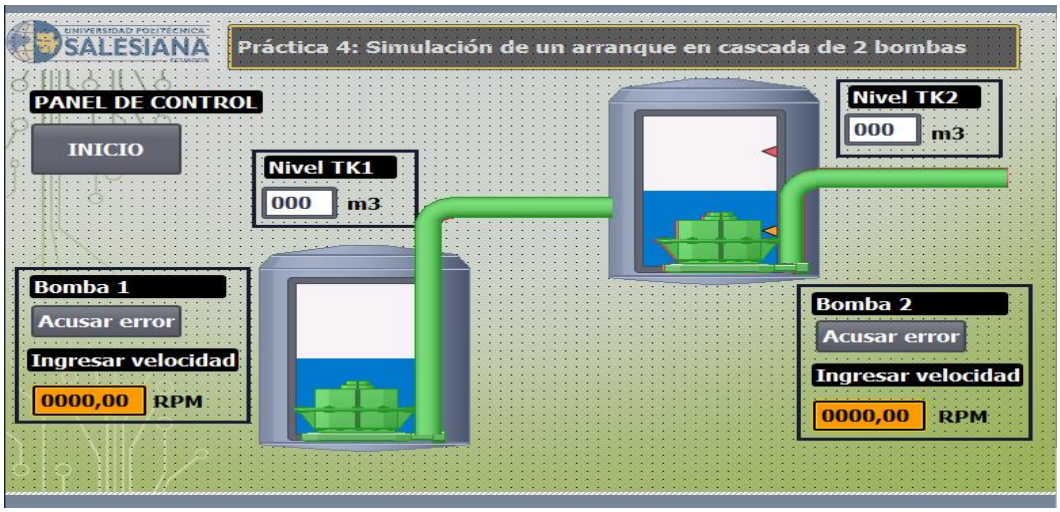


Figura 33. Pantalla HMI práctica 4.

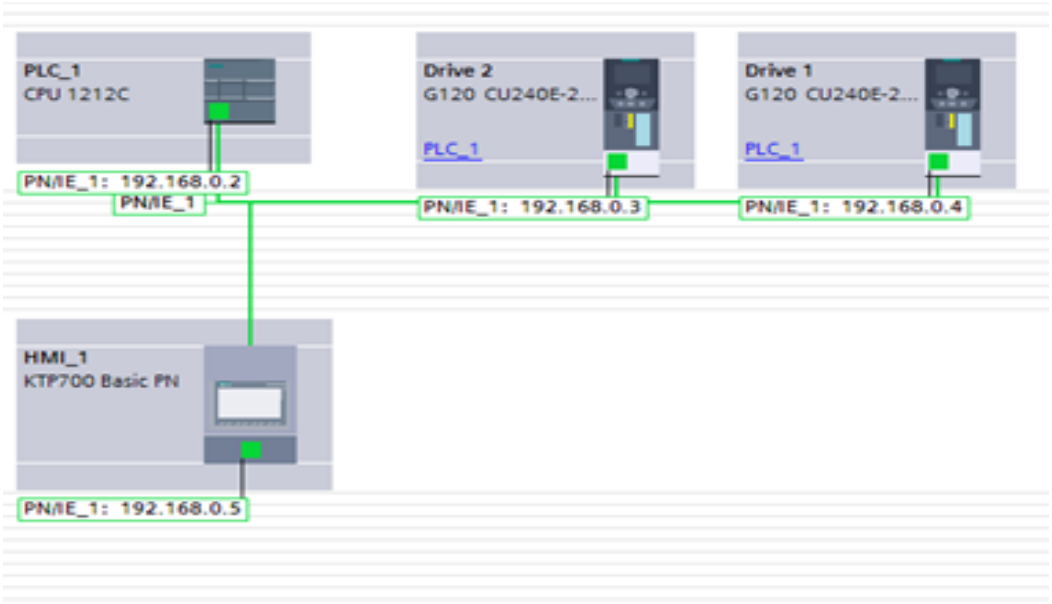


Figura 34. Diagrama de conexión práctica 4.

4.5. PRÁCTICA #5

<table>
<tr><td> </td><td>GUIA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO</td></tr>
<tr><td>CARRERA: Ingeniería Electrónica</td><td>ASIGNATURA: REDES INDUSTRIALES</td></tr>
<tr><td>NÚMERO DE PRÁCTICA:5</td><td>TÍTULO DE PRÁCTICA: Control analógico de motores</td></tr>
<tr><td colspan="2">OBJETIVOS:
• Utilizar potenciómetro conectado a entrada analógica del PLC para controlar la velocidad del motor 1
• Control de 3 velocidades fijas para el motor 2 con entradas digitales</td></tr>
<tr><td colspan="2">PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Crear un accionamiento de interruptor rotativo para arranque de cada motor.
Controlar velocidad de motor 1 con entrada analógica IW64, normalizando y escalando para establecer un valor mínimo y máximo de velocidad.
Controlar velocidades fijas de motor con las entradas digitales, utilizando instrucción MOVE para cada una de ellas:
• I0.3 Velocidad Baja
• I0.4 Velocidad Media
• I0.5 Velocidad Alta
Utilizar cuadro numérico en HMI, para visualización de la consigna de velocidad (cuadro numérico de lectura)
Crear animaciones de apariencia para representar el estado de los motores.</td></tr>
</table>

Tabla de variables estándar

	Nombre	Tipo de datos	Dirección
1	Habilitar_eje_2	Bool	%M0.0
2	Acusar_error_2	Bool	%M0.1
3	consigna variador 2	Real	%MD10
4	Consigna variador 1	Real	%MD14
5	Habilitar_eje_1	Bool	%M1.0
6	Acusar_error_1	Bool	%M1.1
7	Tag_3	Word	%IW64
8	Valor normalizado	Real	%MD18
9	Tag_4	Real	%MD22
10	Marcha variador 1	Bool	%I0.0
11	Parada variador 1	Bool	%I0.1
12	Marcha variador 2	Bool	%I0.2
13	Parada variador 2	Bool	%I0.3
14	Velocidad baja	Bool	%I0.4
15	Velocidad media	Bool	%I0.5
16	Velocidad alta	Bool	%I0.6

Figura 35. Tabla de variable PLC práctica 5.

Tabla de variables estándar

Nombre	Tipo de datos	Conexión
Acusar_error_1	Bool	HMI_Conexi...
Acusar_error_2	Bool	HMI_Conexión_1
Consigna_Variador_1	Real	HMI_Conexión_1
Consigna_Variador_2	Real	HMI_Conexión_1
Habilitar_eje_1	Bool	HMI_Conexión_1
Habilitar_eje_2	Bool	HMI_Conexión_1
Iniciar_proceso	Bool	HMI_Conexión_1
Nivel TK1	Int	HMI_Conexión_1
Nivel_TK2	Int	HMI_Conexión_1
Número_imagen_variable	UInt	<Variable intern...
<Agregar>		

Figura 36. Tabla de variable HMI practica 5.

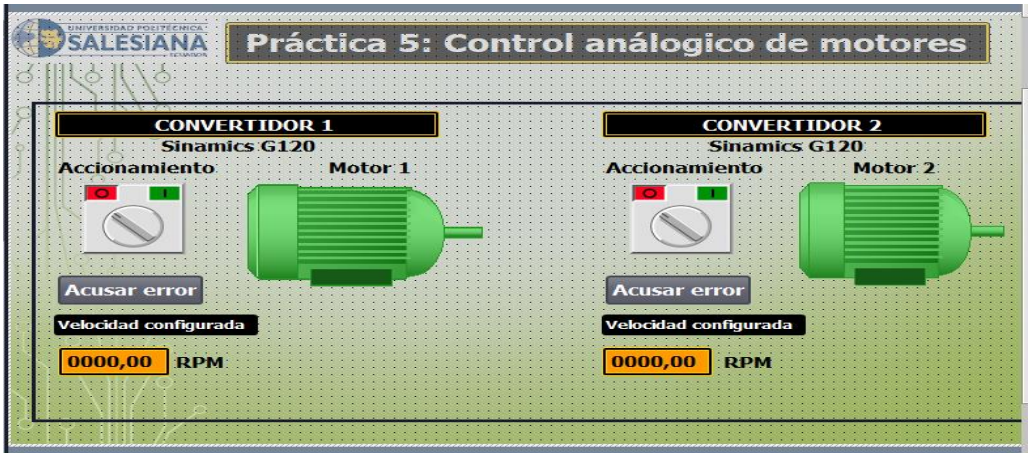


Figura 37. Pantalla HMI práctica 5.

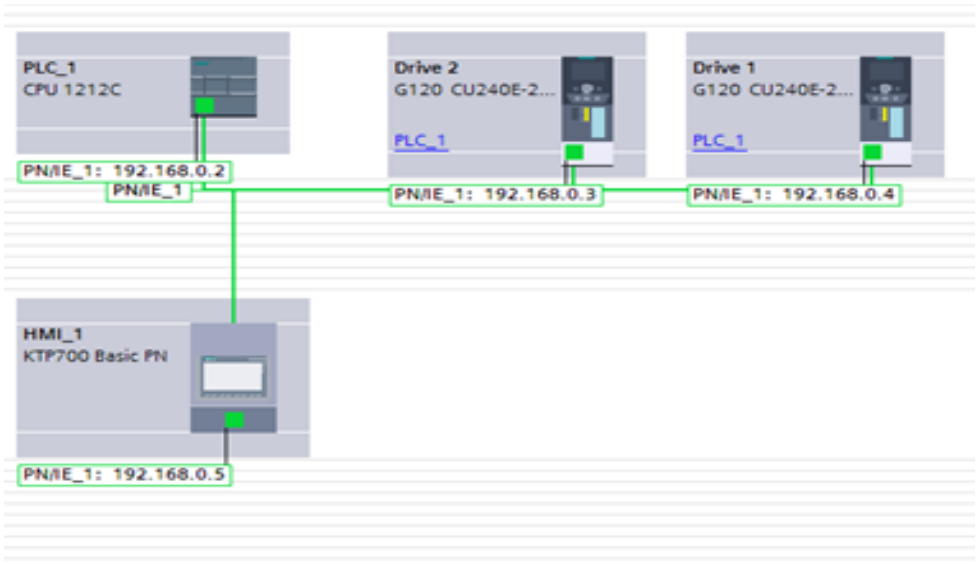


Figura 38. Diagrama de conexion práctica 5.

4.6. PRÁCTICA #6

<table>
<tr><td> </td><td>GUIA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO</td></tr>
<tr><td>CARRERA: Ingeniería Electrónica</td><td>ASIGNATURA: REDES INDUSTRIALES</td></tr>
<tr><td>NÚMERO DE PRÁCTICA:6</td><td>TÍTULO DE PRÁCTICA: Apertura de esclusas para entrada de barco mercantil.</td></tr>
<tr><td colspan="2">OBJETIVOS:
• Simular proceso de apertura de esclusas basado en obra hidráulica del canal de Panamá.
• Simular movimientos horizontales y verticales del barco según su avance y nivel de agua.</td></tr>
<tr><td colspan="2">PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Utilizar un interruptor rotativo para iniciar la secuencia:

Al activar interruptor inicio el barco avanzará 100 metros y se detendrá esperando el tiempo de apertura de la esclusa.

En el instante de apertura de la esclusa los motores giraran en direcciones opuestas a una velocidad máxima de 200 rpm ya que este proceso en campo es lento por los caudales de agua que se manejan, durante ese tiempo se representara un incremento de nivel y se encenderá una luz roja para indicar que el barco se encuentra detenido.

Una vez abierta la esclusa se encenderá una luz verde, el barco avanzará y cuando haya ingresado por completo se cerrará la esclusa nuevamente, activando los motores en el sentido opuesto a la apertura durante un tiempo.

Este proceso se repetirá hasta desactivar el interruptor rotativo o al presionar la botonera de paro de emergencia.</td></tr>
</table>

Tabla de variables estándar

	Nombre	Tipo de datos	Dirección
1	Habilitar_eje_2	Bool	%M0.0
2	Acusar_error_2	Bool	%M0.1
3	Consigna_2	Real	%MD10
4	Consigna_1	Real	%MD14
5	Habilitar_eje_1	Bool	%M1.0
6	Acusar_error_1	Bool	%M1.1
7	Clock_Byte	Byte	%MB100
8	Clock_10Hz	Bool	%M100.0
9	Clock_5Hz	Bool	%M100.1
10	Clock_2.5Hz	Bool	%M100.2
11	Clock_2Hz	Bool	%M100.3
12	Clock_1.25Hz	Bool	%M100.4
13	Clock_1Hz	Bool	%M100.5
14	Clock_0.625Hz	Bool	%M100.6
15	Clock_0.5Hz	Bool	%M100.7
16	Inicio	Bool	%M2.0
17	Agitar	Bool	%M2.1
18	Bajo_Nivel	Bool	%M2.2
19	Nivel_Ok	Bool	%M2.3
20	Subir nivel	Bool	%M2.4
21	BARCO	Bool	%Q0.0
22	Tiempo transcurrido	Time	%MD18
23	Movimiento vertical	Int	%MW70
24	Movimiento	Int	%MW72
25	Marea animacion	Int	%MW74
26	Bajar_Nivel	Bool	%M2.5
27	Maximo nivel	Bool	%M2.6
28	Acusar errores	Bool	%I0.7
29	Compuerta	Int	%MW76
30	Consigna real M2	Real	%MD22
31	Consigna real M1	Real	%MD26
32	MOTOR_2	Bool	%Q0.1

Figura 39. Tabla de variable PLC práctica 6.

Tabla de variables estándar

Nombre	Tipo de datos	Conexión
Acusar_error_1	Bool	HMI_Conexi...
Acusar_error_2	Bool	HMI_Conexión_1
Agitar	Bool	HMI_Conexión_1
Bajar_Nivel	Bool	HMI_Conexión_1
Bajo_Nivel	Bool	HMI_Conexión_1
Compuerta	Int	HMI_Conexión_1
Consigna_1	Real	HMI_Conexión_1
Consigna_2	Real	HMI_Conexión_1
Habilitar_eje_1	Bool	HMI_Conexión_1
Habilitar_eje_2	Bool	HMI_Conexión_1
Inicio	Bool	HMI_Conexión_1
llenado	Bool	HMI_Conexión_1
Marea animacion	Int	HMI_Conexión_1
Maximo nivel	Bool	HMI_Conexión_1
Movimiento	Int	HMI_Conexión_1
Nivel	Int	HMI_Conexión_1

Figura 40. Tabla de variable HMI práctica 6 parte 1.

Nivel_Ok	Bool	HMI_Conexión_1
Número_imagen_variable	UInt	<Variable intern...
Subir nivel	Bool	HMI_Conexión_1
Tiempo transcurrido	Time	HMI_Conexión_1

Figura 41. Tabla de variable HMI práctica 6 parte 2.

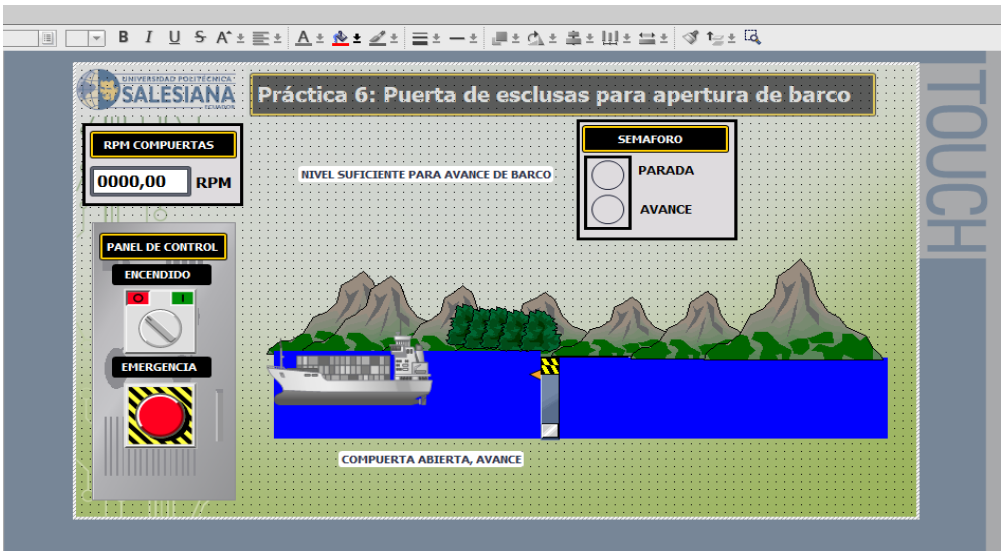


Figura 42. Pantalla HMI práctica 6.

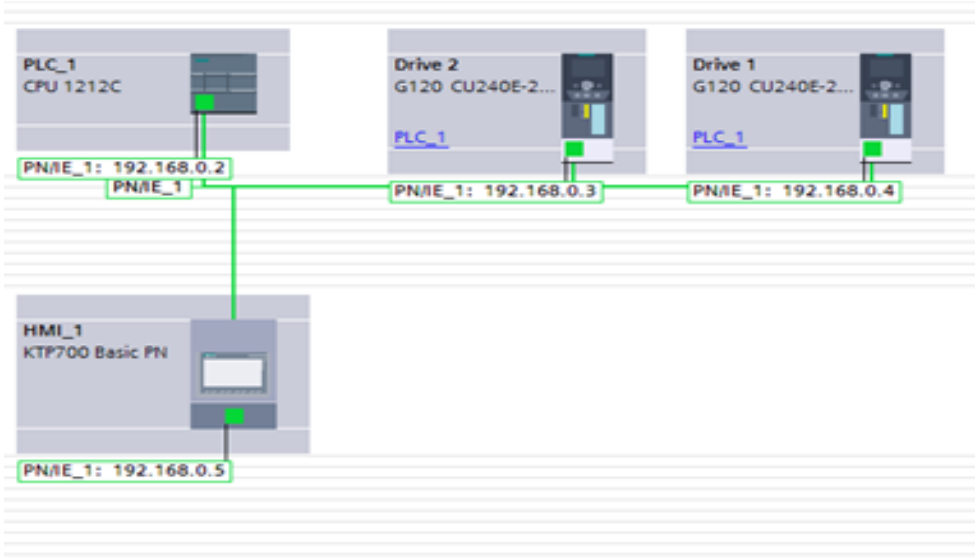


Figura 43. Diagrama de conexión práctica 6.

4.7. PRÁCTICA #7

<table>
<tr><td> </td><td>GUIA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO</td></tr>
<tr><td>CARRERA: Ingeniería Electrónica</td><td>ASIGNATURA: REDES INDUSTRIALES</td></tr>
<tr><td>NUMERO DE PRÁCTICA:7</td><td>TITULO DE PRÁCTICA: Maquina para demoler piedras en cantera controlada por variador de velocidad.</td></tr>
<tr><td colspan="2">OBJETIVOS:
• Simular un proceso de demolición de piedras desde su captación.
• Utilizar animaciones de movimientos y limitar el peso de piedras trituradas en el tanque de almacenamiento</td></tr>
<tr><td colspan="2">PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Al activar el interruptor rotativo el tractor ubicará las piedras en el punto que se encuentra el tornillo sinfín diagonal. Este moverá las piedras hacia la parte superior, para luego ser transportado horizontalmente con otro tornillo sinfín. Las piedras caerán en el tanque de almacenamiento hasta alcanzar el peso que se configura manualmente en un cuadro numérico en la HMI. Posteriormente se podrá realizar una descarga del tanque para que se repita el proceso de manera automática.

Para detener el proceso, se debe desactivar el interruptor rotativo.

En el HMI se debe crear el accionamiento, visualizar el transporte de piedras y el nivel de llenado, animaciones de apariencia para representar el estado de los motores y de la válvula de descarga.</td></tr>
</table>

Tabla de variables estándar

	Nombre	Tipo de datos	Dirección
1	Habilitar_eje_2	Bool	%M0.0
2	Acusar_error_2	Bool	%M0.1
3	Consigna_Velocidad_2	Real	%MD10
4	Consigna_Velocidad_1	Real	%MD14
5	Habilitar_eje_1	Bool	%M1.0
6	Acusar_error_1	Bool	%M1.1
7	Piedra_1	Bool	%M5.0
8	Piedra_2	Bool	%M5.1
9	Piedra_3	Bool	%M5.2
10	Piedra_4	Bool	%M5.3
11	Piedra_5	Bool	%M5.4
12	Piedra_6	Bool	%M5.5
13	Tiempo_trascurrido_T1	Time	%MD50
14	Tiempo_trascurrido_T2	Time	%MD54
15	Acusar_errores	Bool	%I0.7
16	Nivel_Tanque	Word	%MW50
17	Descargar	Bool	%M2.0
18	Clock_Byte	Byte	%MB200
19	Clock_10Hz	Bool	%M200.0
20	Clock_5Hz	Bool	%M200.1
21	Clock_2.5Hz	Bool	%M200.2
22	Clock_2Hz	Bool	%M200.3
23	Clock_1.25Hz	Bool	%M200.4
24	Clock_1Hz	Bool	%M200.5
25	Clock_0.625Hz	Bool	%M200.6
26	Clock_0.5Hz	Bool	%M200.7
27	Nivel maximo alcanzado	Bool	%M2.1
28	Set_Peso	Int	%MW80
29	Etapa_2	Bool	%M2.2
30	MOTOR_1	Bool	%M2.3
31	MOTOR_2	Bool	%M2.4

Figura 44. Tabla de variable PLC práctica 7.

Tabla de variables estándar

Nombre	Tipo de datos	Conexión
Acusar_error_1	Bool	HMI_Conexión_1
Acusar_error_2	Bool	HMI_Conexión_1
Clock_Byte	Byte	HMI_Conexión_1
Consigna_de_velocidad_1	Real	HMI_Conexi...
Consigna_de_velocidad_2	Real	HMI_Conexión_1
Descargar	Bool	HMI_Conexión_1
Etapa_2	Bool	HMI_Conexión_1
Habilitar_eje_1	Bool	HMI_Conexión_1
Habilitar_eje_2	Bool	HMI_Conexión_1
MOTOR_1	Bool	HMI_Conexión_1
MOTOR_2	Bool	HMI_Conexión_1
Nivel_Tanque	Word	HMI_Conexión_1
Número_imagen_variable	UInt	<Variable intern...

Figura 45. Tabla de variable HMI práctica 7 parte 1.

	Piedra_1	Bool	HMI_Conexión_1
	Piedra_2	Bool	HMI_Conexión_1
	Piedra_3	Bool	HMI_Conexión_1
	Piedra_4	Bool	HMI_Conexión_1
	Piedra_5	Bool	HMI_Conexión_1
	Piedra_6	Bool	HMI_Conexi...
	Set_Peso	Int	HMI_Conexión_1

Figura 46. Tabla de variable HMI práctica 7 parte 2.

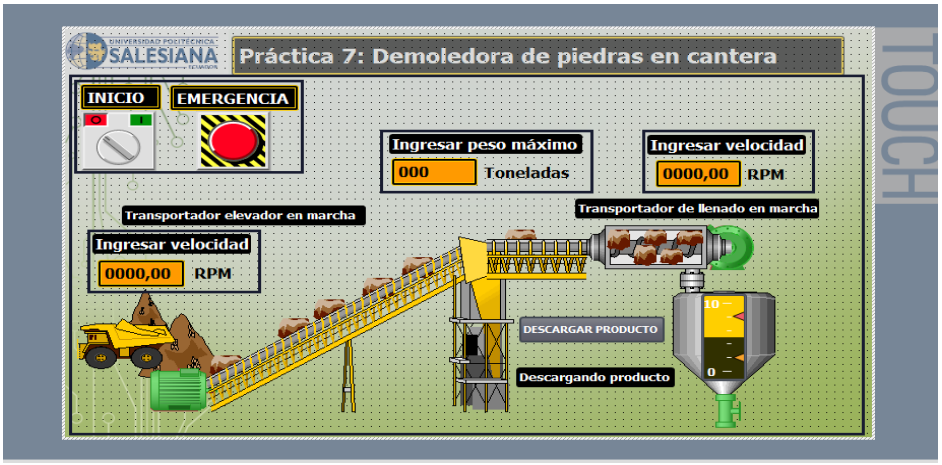


Figura 47. Pantalla HMI práctica 7 parte 1.

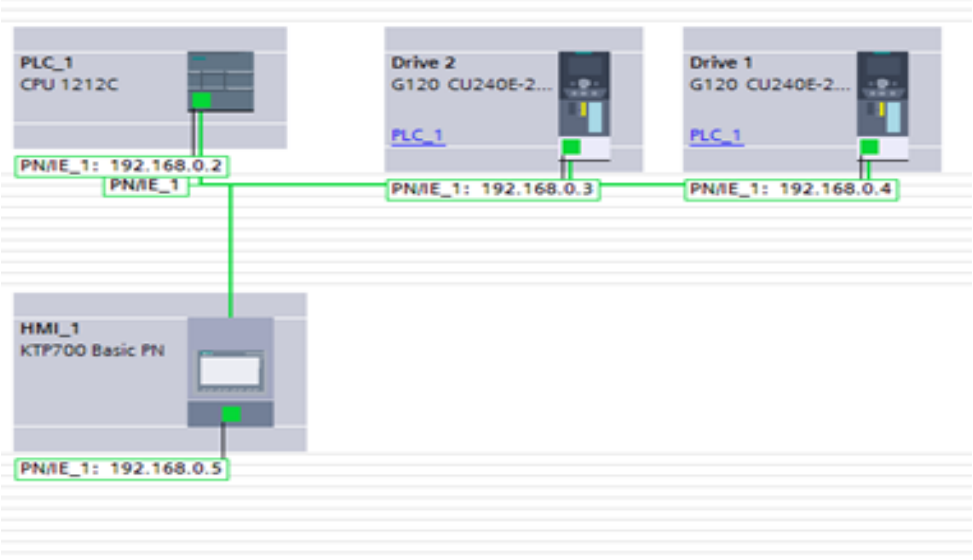


Figura 48. Diagrama de conexion práctica 7.

4.8. PRACTICA #8

<table>
<tr><td> </td><td>GUIA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO</td></tr>
<tr><td>CARRERA: Ingeniería Electrónica</td><td>ASIGNATURA: REDES INDUSTRIALES</td></tr>
<tr><td>NUMERO DE PRÁCTICA:8</td><td>TITULO DE PRÁCTICA: Movimiento de llenado de tolvas de trigo desde barco</td></tr>
<tr><td colspan="2">OBJETIVOS:
• Simular proceso de llenado, estableciendo algunas condiciones de seguridad y accionamiento</td></tr>
<tr><td colspan="2">PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Un barco trae el producto de trigo para que este se pueda transportar a los silos de almacenamiento o directamente a la planta de proceso. Una condición de seguridad es que el barco debe encontrarse en posición en el muelle, si no hay dicha confirmación no es posible transportar.

Una vez confirmada la posición del barco desde un botón de la HMI, se activa una marca de arranque del proceso. En la HMI se debe seleccionar si se desea transportar trigo a los silos o la planta de proceso, dentro del rango establecido y dar clic en inicio. El silo, o los tanques de planta se llenarán hasta alcanzar el nivel configurado y luego desconectarán al tornillo transportador de trigo.

Se podrá descargar manualmente el producto en silos o en planta por medio de botones creados en la HMI. El nivel será visualizado en los silos y en planta, contando con un cuadro numérico que especifica dicho nivel.</td></tr>
</table>

Tabla de variables estándar

	Nombre	Tipo de datos	Dirección
1	Habilitar_eje_2	Bool	%M0.0
2	Acusar_error_2	Bool	%M0.1
3	Consigna_2	Real	%MD10
4	Consigna_1	Real	%MD14
5	Habilitar_eje_1	Bool	%M1.0
6	Acusar_error_1	Bool	%M1.1
7	Piedra_1	Bool	%M5.0
8	Piedra_2	Bool	%M5.1
9	Piedra_3	Bool	%M5.2
10	Piedra_4	Bool	%M5.3
11	Piedra_5	Bool	%M5.4
12	Piedra_6	Bool	%M5.5
13	Tag_7	Time	%MD50
14	Tag_8	Time	%MD54
15	Clock_Byte	Byte	%MB200
16	Clock_10Hz	Bool	%M200.0
17	Clock_5Hz	Bool	%M200.1
18	Clock_2.5Hz	Bool	%M200.2
19	Clock_2Hz	Bool	%M200.3
20	Clock_1.25Hz	Bool	%M200.4
21	Clock_1Hz	Bool	%M200.5
22	Clock_0.625Hz	Bool	%M200.6
23	Clock_0.5Hz	Bool	%M200.7
24	Confirmar_posicion_barco	Bool	%M1.2
25	Vaciar Silos	Bool	%M1.3
26	Nivel_Silos	Int	%MW20
27	Nivel_Planta	Int	%MW22
28	Sw_Silos	Bool	%M1.4
29	Set_Peso_Silos	Int	%MW24
30	Set_Peso_Planta	Int	%MW26
31	Sw_Planta	Bool	%M1.5
32	Vaciar_Planta	Bool	%M1.6

Figura 49. Tabla de variable PLC práctica 8.

Nombre	Tipo de datos	Conexión
Acusar_error_1	Bool	HMI_Conexi...
Acusar_error_2	Bool	HMI_Conexión_1
Confirmar_posicion_barco	Bool	HMI_Conexión_1
Consigna_1	Real	HMI_Conexión_1
Consigna_2	Real	HMI_Conexión_1
Habilitar_eje_1	Bool	HMI_Conexión_1
Habilitar_eje_2	Bool	HMI_Conexión_1
Nivel_Planta	Int	HMI_Conexión_1
Nivel_Silos	Int	HMI_Conexión_1
Número_imagen_variable	UInt	<Variable intern...
Piedra_1	Bool	HMI_Conexión_1
Piedra_2	Bool	HMI_Conexión_1
Piedra_3	Bool	HMI_Conexión_1
Piedra_4	Bool	HMI_Conexión_1
Piedra_5	Bool	HMI_Conexión_1

Figura 50. Tabla de variable HMI práctica 8 parte 1.

	Piedra_6	Bool	HMI_Conexión_1
	Set_Peso_Planta	Int	HMI_Conexión_1
	Set_Peso_Silos	Int	HMI_Conexión_1
	Sw_Planta	Bool	HMI_Conexión_1
	Sw_Silos	Bool	HMI_Conexión_1
	Vaciar Silos	Bool	HMI_Conexión_1
	Vaciar_Planta	Bool	HMI_Conexión_1
	<Agregar>		

Figura 51. Tabla de variable HMI práctica 8 parte 2.

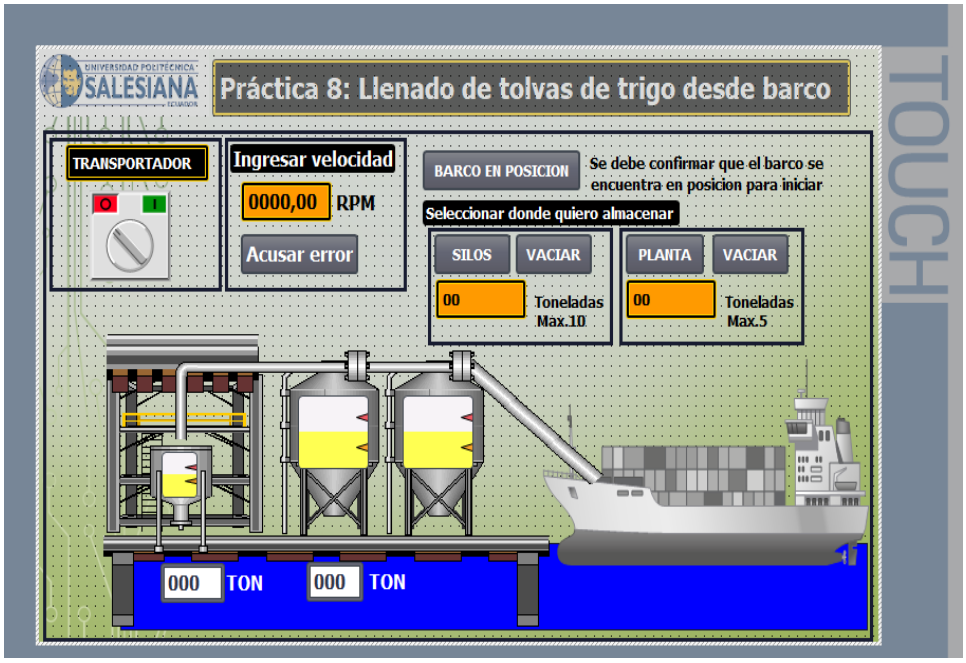


Figura 52. Pantalla HMI práctica 8.

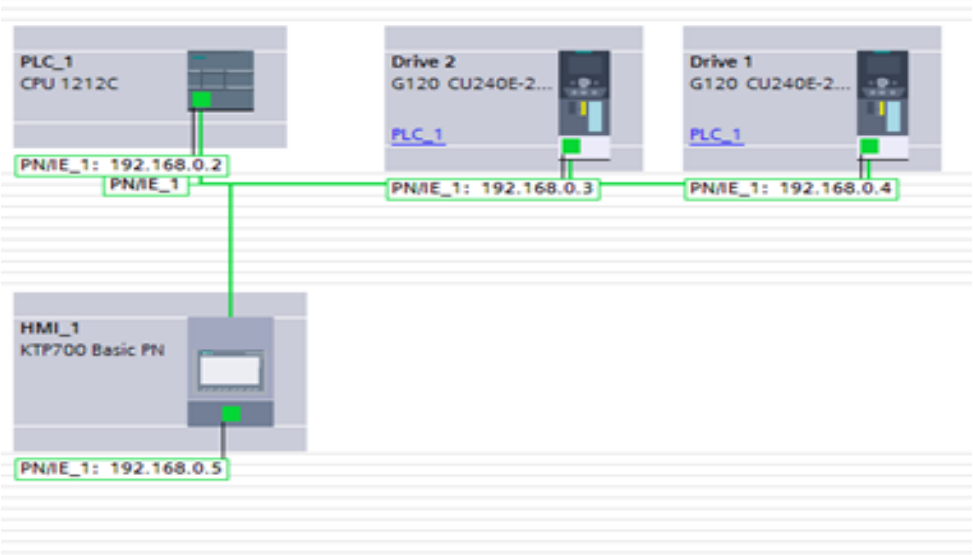


Figura 53. Diagrama de conexión práctica 8.

4.9. PRÁCTICA #9

<table>
<tr><td> </td><td>GUIA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO</td></tr>
<tr><td>CARRERA: Ingeniería Electrónica</td><td>ASIGNATURA: REDES INDUSTRIALES</td></tr>
<tr><td>NUMERO DE PRÁCTICA:9</td><td>TITULO DE PRÁCTICA: Sistema de riego agrícola o industrial.</td></tr>
<tr><td colspan="2">OBJETIVOS:
• Simular un sistema de riego de bombas alternadas, con número limitado de arranques para mantenimiento.
• Visualización de curvas de voltaje y frecuencia.</td></tr>
<tr><td colspan="2">PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Al activar el interruptor rotativo de inicio se llenará el tanque de almacenamiento de agua hasta su máximo nivel. Una vez este alcanzado arrancaran las bombas de manera alternada, hasta que el tanque se quede vacío, una vez que este se quede vacío se volverá a llenar automáticamente, hasta alcanzar el número de arranques máximos configurados para las bombas.

Cuando se alcance el número de arranques limite, aparecerá un aviso en la HMI que indique aquello y a que motor corresponde.

Se crearán dos pantallas adicionales, una de configuración para número de arranques máximos y para poder poner a cero dichos contadores. La otra pantalla será un visor de curvas de voltaje y frecuencia de cada motor, con barra de herramientas para pausar, retroceder y hacer zoom.

El estado de los motores debe ser representado con animaciones de apariencia.

Al desactivar el interruptor rotativo, se detendrá el proceso.</td></tr>
</table>

Tabla de variables estándar

	Nombre	Tipo de datos	Dirección
1	Habilitar_eje_2	Bool	%M0.0
2	Acusar_error_2	Bool	%M0.1
3	Habilitar_eje_1	Bool	%M1.0
4	Acusar_error_1	Bool	%M1.1
5	Inicio	Bool	%M3.0
6	Nivel	Int	%MW20
7	Bajo_Nivel	Bool	%M3.1
8	Tiempo	Time	%MD70
9	Clock_Byte	Byte	%MB200
10	Clock_10Hz	Bool	%M200.0
11	Clock_5Hz	Bool	%M200.1
12	Clock_2.5Hz	Bool	%M200.2
13	Clock_2Hz	Bool	%M200.3
14	Clock_1.25Hz	Bool	%M200.4
15	Clock_1Hz	Bool	%M200.5
16	Clock_0.625Hz	Bool	%M200.6
17	Clock_0.5Hz	Bool	%M200.7
18	Nivel_Maximo	Int	%MW22
19	Llenado	Bool	%M3.2
20	Maximo nivel alcanzado	Bool	%M3.3
21	Acusar errores	Bool	%I0.7
22	Velocidad activa 1	Real	%MD50
23	Velocidad activa 2	Real	%MD54
24	Tag_1	Real	%MD58
25	Tag_2	Real	%MD62
26	Tag_3	Real	%MD66
27	Tag_4	Real	%MD80

Figura 54. Tabla de variable PLC práctica 9 parte 1.

28	Voltaje M1	Real	%MD90
29	Voltaje M2	Real	%MD94
30	Frecuencia M1	Real	%MD98
31	Frecuencia M2	Real	%MD102
32	Numero de arranques motor 1	Int	%MW120
33	Numero de arranques motor 2	Int	%MW122
34	Reset	Bool	%M4.0
35	Mantenimiento M1	Bool	%Q0.0
36	Mantenimiento M2	Bool	%Q0.1
37	Arranques actuales M1	Int	%MW124
38	Arranques actuales M2	Int	%MW126
39	Desconectar	Bool	%M5.0
40	Consigna variador 1	Real	%MD30
41	Consigna variador 2	Real	%MD34
42	Motor 1 activo	Bool	%M6.0
43	Motor 2 activo	Bool	%M6.2

Figura 55. Tabla de variable PLC práctica 9 parte 2.

Tabla de variables estándar

Nombre	Tipo de datos	Conexión
Acusar_error_1	Bool	HMI_Conexi...
Acusar_error_2	Bool	HMI_Conexión_1
Arranques actuales M1	Int	HMI_Conexión_1
Arranques actuales M2	Int	HMI_Conexión_1
Bajo_Nivel	Bool	HMI_Conexión_1
Consigna variador 1	Real	HMI_Conexión_1
Consigna variador 2	Real	HMI_Conexión_1
Frecuencia M1	Real	HMI_Conexión_1
Frecuencia M2	Real	HMI_Conexión_1
Habilitar_eje_1	Bool	HMI_Conexión_1
Habilitar_eje_2	Bool	HMI_Conexión_1
Inicio	Bool	HMI_Conexión_1
Llenado	Bool	HMI_Conexión_1

Figura 56. Tabla de variable HMI práctica 9 parte 1.

Mantenimiento M1	Bool	HMI_Conexión_1
Mantenimiento M2	Bool	HMI_Conexión_1
Motor 1 activo	Bool	HMI_Conexión_1
Motor 2 activo	Bool	HMI_Conexión_1
Nivel	Int	HMI_Conexión_1
Nivel_Maximo	Int	HMI_Conexión_1
Numero de arranques motor 1	Int	HMI_Conexión_1
Numero de arranques motor 2	Int	HMI_Conexión_1
Número_imagen_variable	UInt	<Variable intern...
Reset	Bool	HMI_Conexión_1
Voltaje M1	Real	HMI_Conexión_1
Voltaje M2	Real	HMI_Conexión_1

Figura 57. Tabla de variable HMI práctica 9 parte 2.

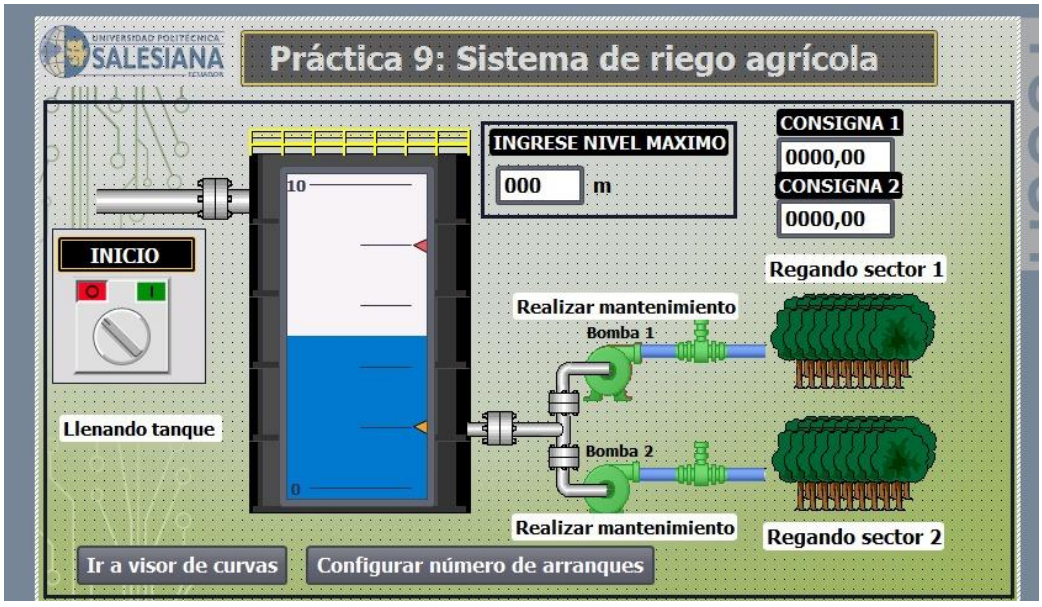


Figura 58. Pantalla HMI práctica 9.

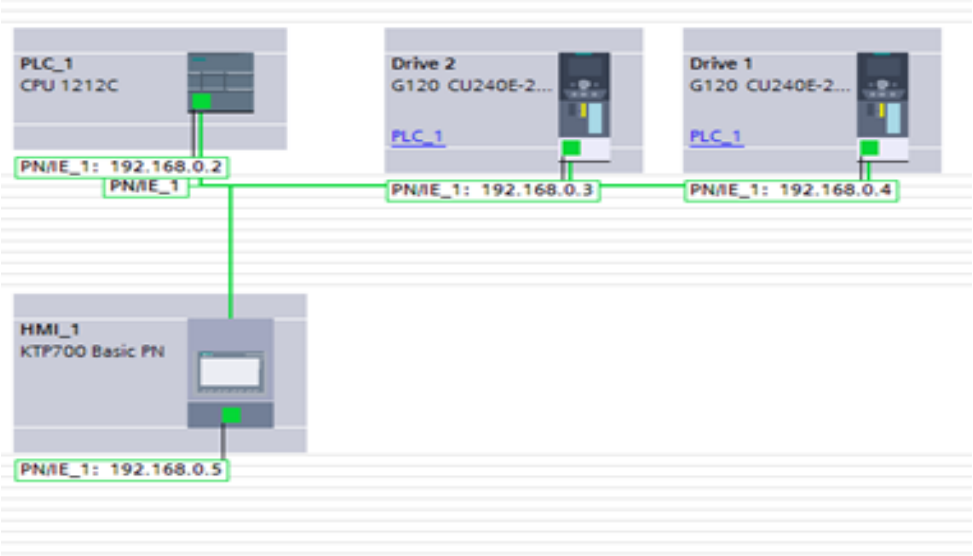


Figura 59. Diagrama de conexión práctica 9.

4.10. PRÁCTICA #10

<table>
<tr><td> </td><td>GUIA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO</td></tr>
<tr><td>CARRERA: Ingeniería Electrónica</td><td>ASIGNATURA: REDES INDUSTRIALES</td></tr>
<tr><td>NUMERO DE PRÁCTICA:10</td><td>TITULO DE PRÁCTICA: Motor de envió de maletas por medio de bandas de transportadoras para avión.</td></tr>
<tr><td colspan="2">OBJETIVOS:
• Simular el proceso de aterrizaje, avance de manga, ingreso de personas y equipaje a la aeronave</td></tr>
<tr><td colspan="2">PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se simulará la confirmación del aterrizaje desde un botón de la torre de control, representado en la HMI. La aeronave avanzará sobre la pista y luego hará un giro hacia la izquierda para estacionarse. Un texto de aviso indicara que la aeronave se encuentra en posición. El siguiente paso es hacer llegar la manga hasta la puerta del avión por medio de un motor, para que ingresen un número de pasajeros que se deben configurar en un cuadro numérico.

Una vez que ingresen el número de pasajeros configurados, aparecerá un aviso que va a indicar que la aeronave está llena. Paralelamente se puede configurar un número de maletas que serán dirigidas a la bodega del avión. Para ingresar las maletas se debe dar arranque al carrusel y configurar su velocidad. La banda estará en marcha hasta alcanzar el límite de maletas.</td></tr>
</table>

Tabla de variables estándar

	Nombre	Tipo de datos	Dirección
1	Habilitar_eje_2	Bool	%M0.0
2	Acusar_error_2	Bool	%M0.1
3	Consigna_2	Real	%MD150
4	Consigna_1	Real	%MD154
5	Habilitar_eje_1	Bool	%M1.0
6	Acusar_error_1	Bool	%M1.1
7	Tag_7	Time	%MD50
8	Tag_8	Time	%MD54
9	Confirmar_aterrizaje	Bool	%M3.0
10	Clock_Byte	Byte	%MB100
11	Clock_10Hz	Bool	%M100.0
12	Clock_5Hz	Bool	%M100.1
13	Clock_2.5Hz	Bool	%M100.2
14	Clock_2Hz	Bool	%M100.3
15	Clock_1.25Hz	Bool	%M100.4
16	Clock_1Hz	Bool	%M100.5
17	Clock_0.625Hz	Bool	%M100.6
18	Clock_0.5Hz	Bool	%M100.7
19	Avance_manga	Bool	%M3.1
20	Retroceso_manga	Bool	%M3.2
21	Arranque_de_carrusel	Bool	%M3.3
22	Movimiento_avion	Int	%MW10
23	Fin_Pista	Bool	%M3.4
24	Avion_horizontal	Bool	%M3.5
25	Avion_vertical	Bool	%M3.6
26	Manga	Bool	%M3.7
27	Carrusel_en_marcha	Bool	%M4.0

Figura 60. Tabla de variable PLC práctica 10 parte 1.

28	Avance_carrusel	Int	%MW12
29	Reset	Bool	%M4.1
30	Maletas Maximas	Int	%MW14
31	Max#de personas	Int	%MW16
32	Maletas contadas	Int	%MW18
33	Personas contadas	Int	%MW20
34	Poner a cero contador de malet.	Bool	%M4.2
35	Poner a cero contador de perso..	Bool	%M4.3
36	Avion lleno	Bool	%M4.4
37	Llegada a puerta de avion	Bool	%M4.5
38	Movimiento personas	Int	%MW22
39	Acusar errores	Bool	%I0.7
40	Bodega llena	Bool	%M4.6

Figura 61. Tabla de variable PLC práctica 10 parte 2.

Tabla de variables estándar

Nombre	Tipo de datos	Conexión
Acusar_error_1	Bool	HMI_Conexi...
Acusar_error_2	Bool	HMI_Conexión_1
Arranque_de_carrusel	Bool	HMI_Conexión_1
Avance_carrusel	Int	HMI_Conexión_1
Avance_manga	Bool	HMI_Conexión_1
Avion lleno	Bool	HMI_Conexión_1
Avion_horizontal	Bool	HMI_Conexión_1
Avion_vertical	Bool	HMI_Conexión_1
Bodega llena	Bool	HMI_Conexión_1
Confirmar_aterrizaje	Bool	HMI_Conexión_1
Consigna_1	Real	HMI_Conexión_1
Consigna_2	Real	HMI_Conexión_1
Habilitar_eje_1	Bool	HMI_Conexión_1
Habilitar_eje_2	Bool	HMI_Conexión_1

Figura 62. Tabla de variable HMI práctica 10 parte 1.

Maletas contadas	Int	HMI_Conexión_1
Maletas Maximas	Int	HMI_Conexión_1
Manga	Bool	HMI_Conexión_1
Max#de personas	Int	HMI_Conexión_1
Movimiento personas	Int	HMI_Conexión_1
Movimiento_avion	Int	HMI_Conexión_1
Número_imagen_variable	UInt	<Variable intern...
Personas contadas	Int	HMI_Conexión_1
Poner a cero contador de malet.	Bool	HMI_Conexión_1
Poner a cero contador de perso..	Bool	HMI_Conexión_1
Reset	Bool	HMI_Conexión_1
Retroceso_manga	Bool	HMI_Conexión_1

Figura 63. Tabla de variable HMI práctica 10 parte 2.

Figura 64. Pantalla HMI práctica 10.

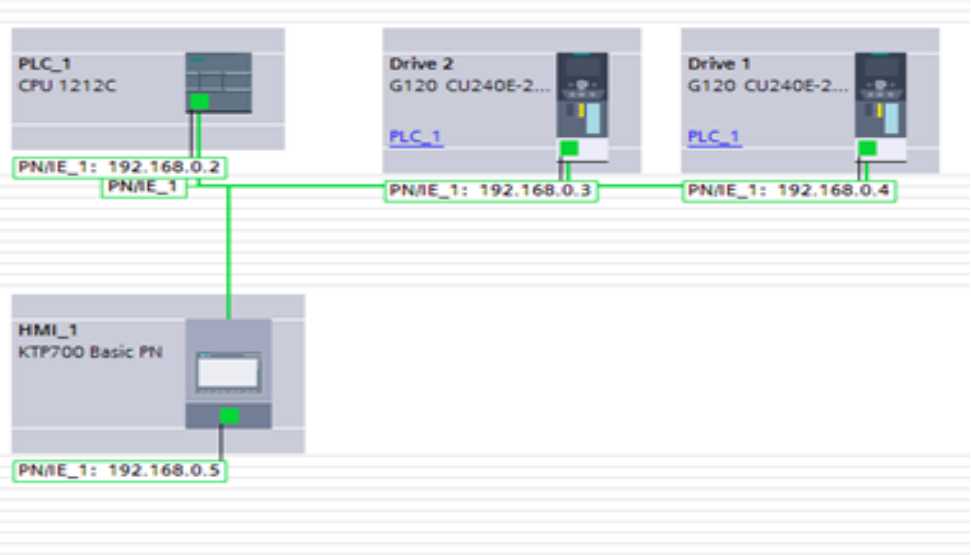


Figura 65. Diagrama de conexión práctica 10.

5. RESULTADOS

Uno de los resultados de este proyecto de titulación consistió en la realización de una maleta didáctica para los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana, en el cual se utiliza una comunicación del PLC, Variador y Hmi en red profinet en topología tipo Estrella.

Los detalles del diseño e implementación a continuación:
Se coloco equipos adecuados como HMI KTP 700, VARIADOR SINAMICS G120, PLC S7-120 CPU 1212C AC/DC RELAY. También se incluyeron estos elementos como selectores, luces de pilotos, relés, potenciómetros, pulsadores, amperímetros, guardamotores, breaker, motores 1HP.

Se elaboro 10 practicas sobre aplicaciones de control entre Plc, variador y Hmi con la maleta para el uso de automatización industrial.

Programamos y configuramos el Plc, la interfaz HMI y variadores para la ejecución respectiva de las practicas planteadas.

Mediante figuras se muestra la culminación de la maleta didáctica.

Figura 66. Equipo instalados parte 1.

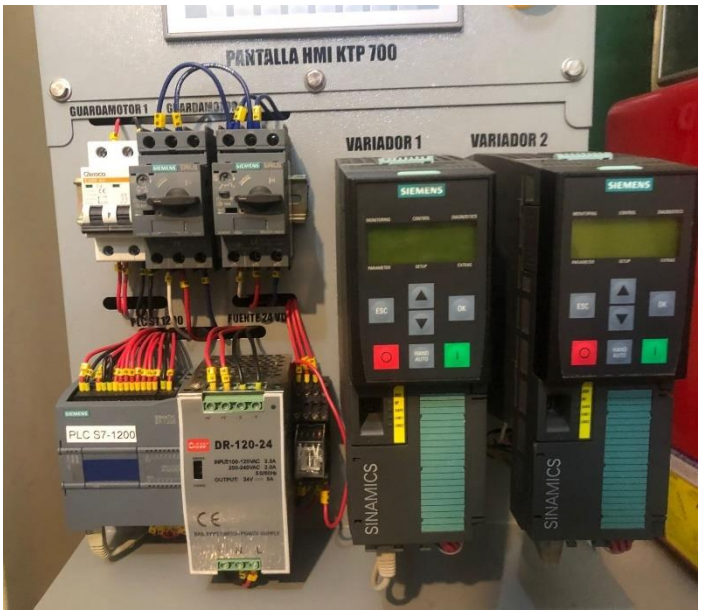


Figura 67. Equipo instalados parte 2.

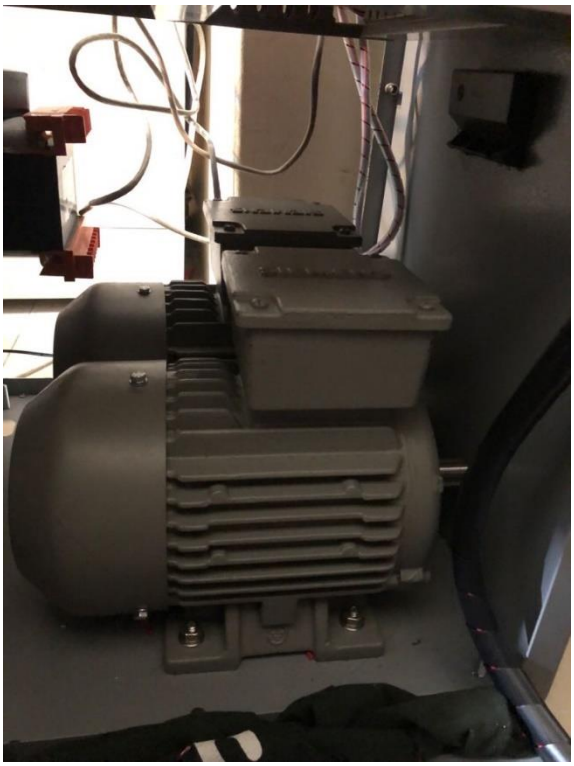


Figura 68. Equipo instalados parte 3.

Figura 69. Botoneras instaladas.

5.1. ANALISIS DE RESULTADOS

5.1.1. Práctica 1:

El software Proneta nos permitió detectar los dispositivos conectados sin necesidad de ingresar a TIA Portal, de una forma rápida y sencilla.

Al tener la información de datos puntuales como la versión de firmware, podemos realizar de manera más rápida la configuración de hardware de los dispositivos en TIA Portal.

La información de dispositivos como dirección IP, mascara de subred, dirección MAC y el diagrama topológico fue exportado en PDF.

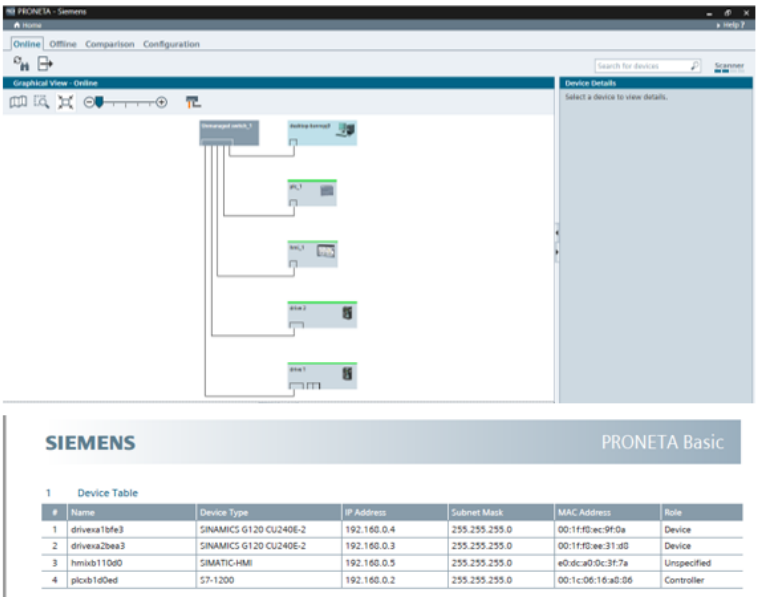


Figura 70. Resultados de práctica 1.

5.1.2. Práctica 2:

El control por telegrama estándar es un método simple que permitió minimizar los pasos de programación, la parametrización desde Sinamics StartDrive de los variadores de frecuencia simplifica en gran manera el tiempo de puesta en servicio, ya que cuenta con un asistente que nos indica cómo realizar cada uno de los pasos para llegar la configuración ideal para nuestra aplicación didáctica, de control por bus de campo utilizando el telegrama estándar.

Todos los dispositivos del módulo didáctico se conectaron en red para poder realizar un arranque desde el panel HMI.

Se logró establecer la comunicación y lograr el arranque de motores, configuración de consigna de velocidad desde HMI.

Al tener una consigna de velocidad desde -3440 a 3440 podemos trabajar en ambas direcciones de rotación.

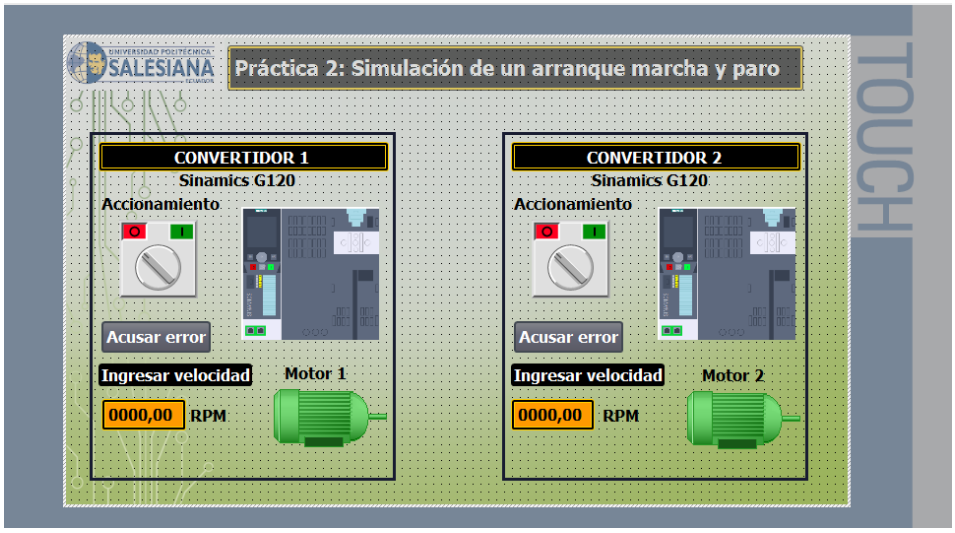


Figura 71. Resultados de Práctica 2.

5.1.3. Práctica 3:

Los sistemas de llenado requieren de análisis especifico de etapas de proceso secuencial. Un resultado que destaca es el saber utilizar animaciones y pausar en este caso, en la etapa de llenado.

Se representó el nivel de llenado en un tanque y se pudo visualizar como este aumentaba y disminuía.

El llenado y el vaciado se realizaron de manera automática al dar la orden de inicio el uso de programación estructurada nos ayudó a tener una lógica mucho más organizada, ubicando en el bloque de organización principal las instrucciones Sinaspeed para habilitar cada variador de frecuencia y en el bloque de función todo el proceso, las animaciones de movimiento.

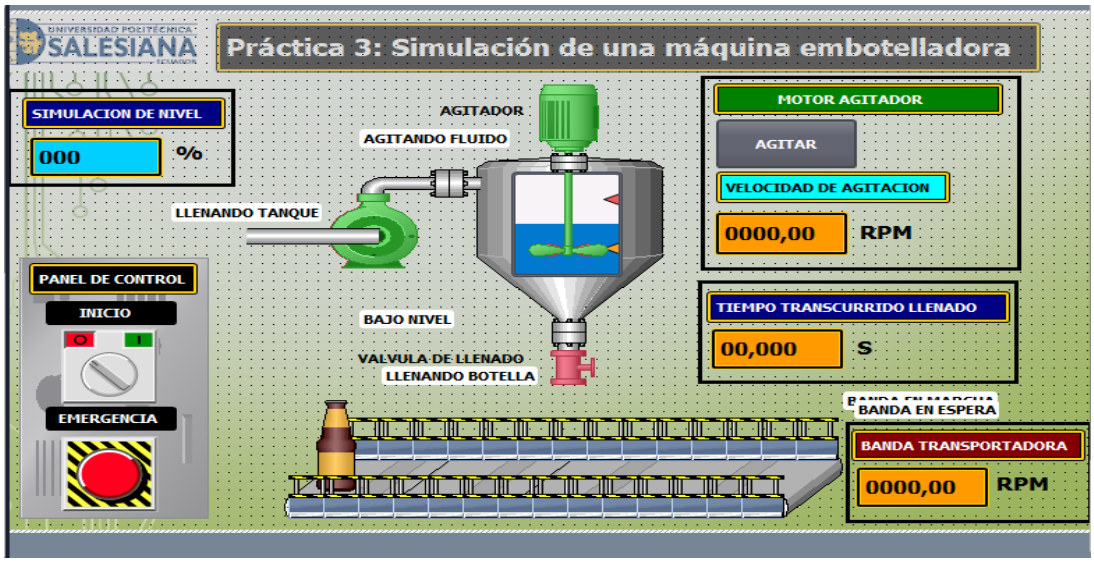


Figura 72. Resultados de práctica 3.

5.1.4. Práctica 4:

Este proceso de conexión y desconexión en cascada permitió establecer un orden de arranque de nuestros motores. Al iniciar se logró visualizar el llenado del primer tanque hasta el nivel máximo, luego el arranque de la primera bomba para transportar el fluido al siguiente tanque hasta llenarlo y posteriormente el arranque de la segunda bomba, hasta vaciar el tanque. El proceso se logró automatizar totalmente sin depender de nada más que la orden de arranque inicial. Los accionamientos de las bombas fueron representados con colores.

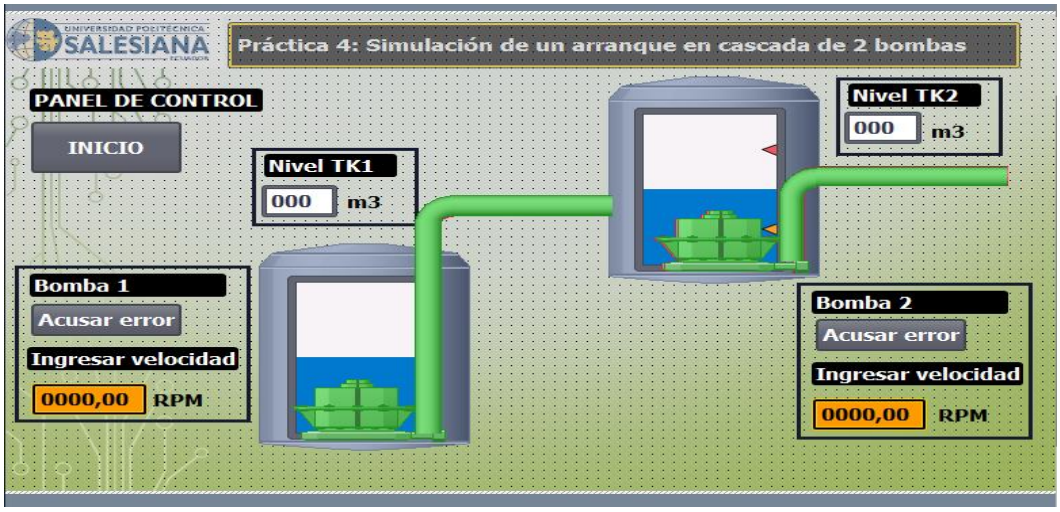


Figura 73. Resultados de práctica 4.

5.1.5. Práctica 5:

En esta práctica se incorporó señales analógicas y control de velocidades fijas. Fue posible transportar un dato analógico desde el PLC hacia los variadores de frecuencia por medio del bus de campo industrial ethernet.

El accionamiento de los variadores se realizó desde el panel HMI y la consigna de velocidad en el variador 1, desde un potenciómetro conectado a la entrada analógica del PLC y en el variador 2, usando entradas digitales del PLC con instrucciones MOVE para establecer consignas fijas de velocidad.

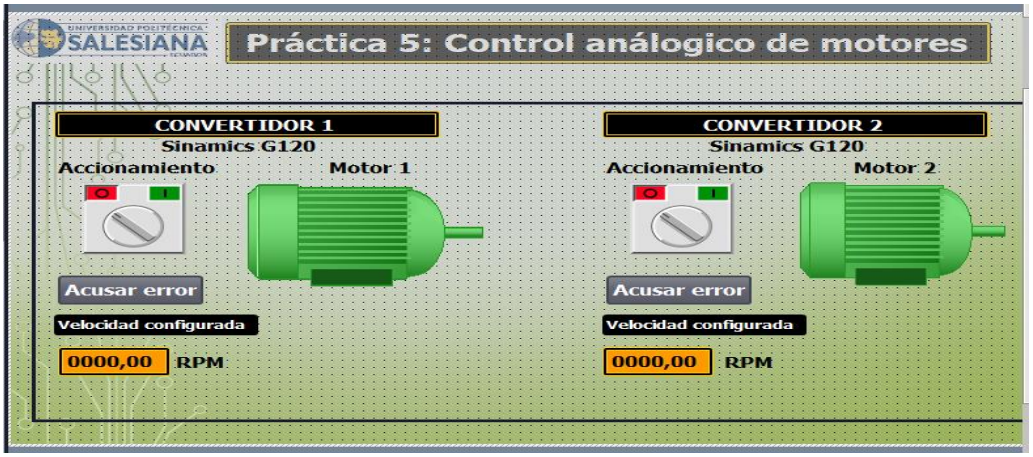


Figura 74. Resultados de práctica 5.

5.1.6. Práctica 6:

Un gran tema de práctica es apertura de esclusas basándonos, en la obra de ingeniería del canal de Panamá. El análisis puntual de este tipo de aplicaciones nos llevó a hacer un sistema similar a menor escala en simulación.

Se generó la animación de movimiento horizontal del barco, la animación de apertura y cierre de la compuerta y el llenado, creando un ascensor hidráulico, el avance y parada del barco se sujeta a un semáforo con sus respectivos colores indicadores rojo y verde.

Con los motores se representaron dos compuertas que abren hacia sentidos opuestos, es decir los dos motores tienen diferente sentido de rotación. Cuando el barco ha pasado por completo la esclusa se visualiza la animación de cierre de la compuerta y el arranque de los motores en la dirección opuesta a la dirección que tenían en la apertura.

En cuanto a la parte programable, se realizó una lógica con programación estructurada, con la menor cantidad de variables, siguiendo una secuencia de etapa y transición.
Para esta práctica fue necesario hacer pruebas, para coordinar los tiempos con respecto a las animaciones de movimiento, pero al final se logró llegar a simular esta aplicación.

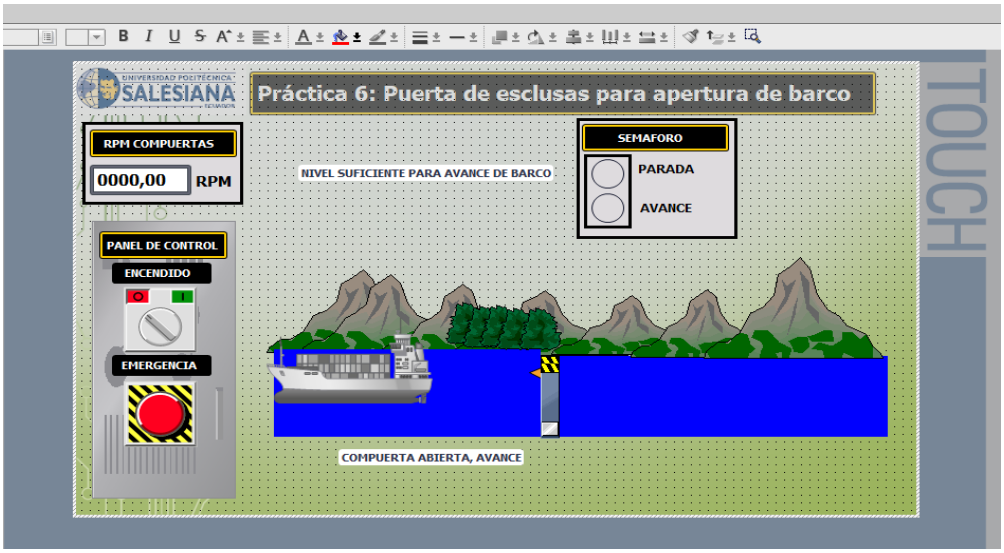


Figura 75. Resultados de práctica 6.

5.1.7. Práctica 7:

Demolición de piedras, un proceso con un sistema de pesaje simulado. Es importante entender la dinámica de estos procesos, la medición en estos casos no es netamente nivel, ya que el asentamiento de las piedras no es uniforme, razón por la cual se puso como variable condicional el pesaje. Primero se adquiere la materia prima, se transportó, se trituro y se llenó un tanque según el peso requerido. Luego se procede a realizar una descarga del producto.
Las animaciones de visibilidad con temporizadores y comparadores permitieron visualizar en la HMI el proceso con un alto nivel gráfico.

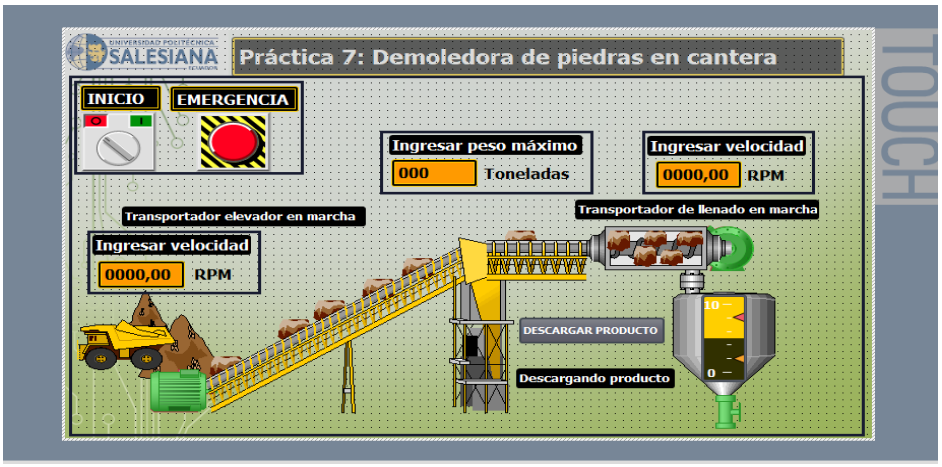


Figura 76. Resultados de práctica 7.

5.1.8. Práctica 8:

Llenado de tolvas de trigo desde el barco, un proceso de llenado en silos y planta controlados por medio de un contador máximo de toneladas a ingresar, después que se adquiere el trigo en ambos se puede accionar a vaciar para volver a proceder con el llenado.

Para esta práctica fue necesario hacer pruebas, para coordinar los tiempos con respecto a las animaciones de llenado, pero al final se logró llegar a simular esta aplicación.

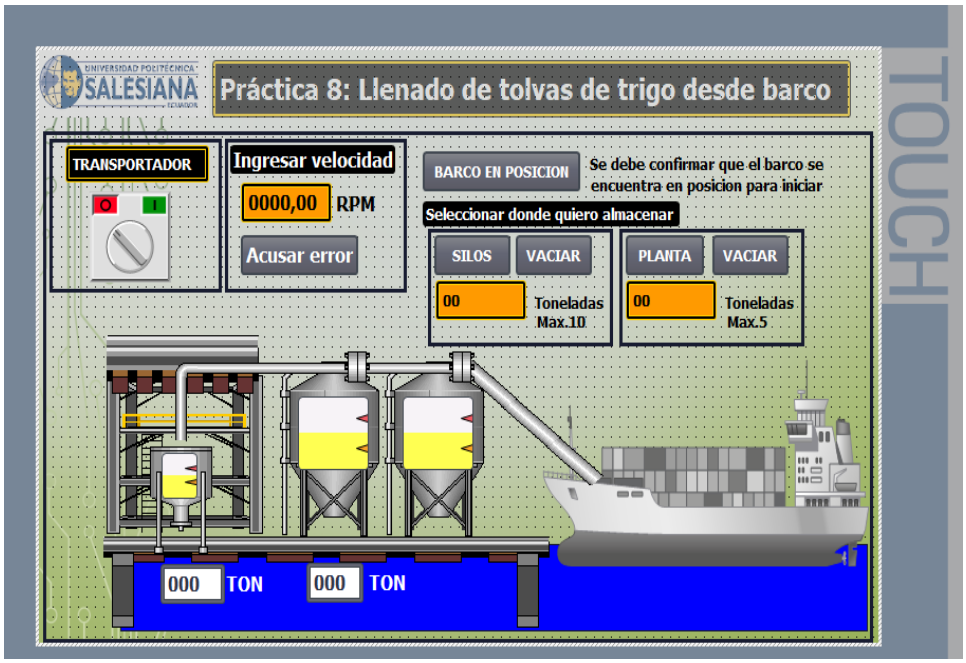


Figura 77. Resultados de práctica 8.

5.1.9. Práctica 9:

Es un proceso de sistema de riego agrícola donde procederemos a ingresar el nivel máximo del tanque donde simula un caudal de un rio o cisterna donde podremos obtener una alarma prevención de mantenimiento preventivo a la bombas según el número de arranques que se desee, se ingresa la velocidad de ambos consignas n el cual se proceder a dar marcha y comienza el riego agrícola de cada sector donde se va simular que cada riego va bajando el llenado en el cual llega a su tope y procede automáticamente el llenado se apaga automáticamente cuando se activa la alarma de mantenimiento y podremos obtener la gráfica de frecuencia y voltaje donde indicara todo sus datos.

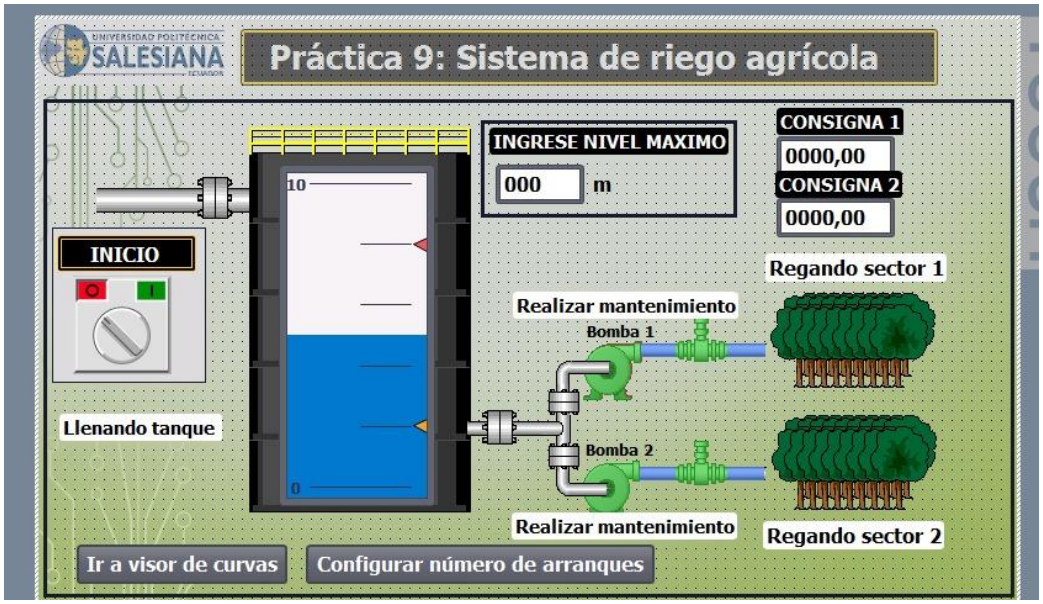


Figura 78. Resultados de práctica 9.

5.1.10. Práctica 10:

Se aterriza el avión para poder comenzar con la simulación, se observa él envió de maleta por el carrusel será activado por un contador de maletas a máximo a la decisión de criterio de ingreso, la velocidad del carrusel se podrá utilizar 0 a 3340v, saldrá una alarma indicando bodega llena, para que puedan ingresar las personas al avión hay que accionar la manga para que pueda entrar así mismo será activado por un contador de personas que será a criterio de ingreso, la velocidad de la manga se podrá utilizar de 0 a 200v ya que en la vida real es solo una palanca que activa por unos cuantos segundo al final saldrá

alarma avión lleno y se puede retroceda la manga. Las 2 simulaciones se pueden hacer por separado o trabajar mutuamente para poder tener todo el proceso.

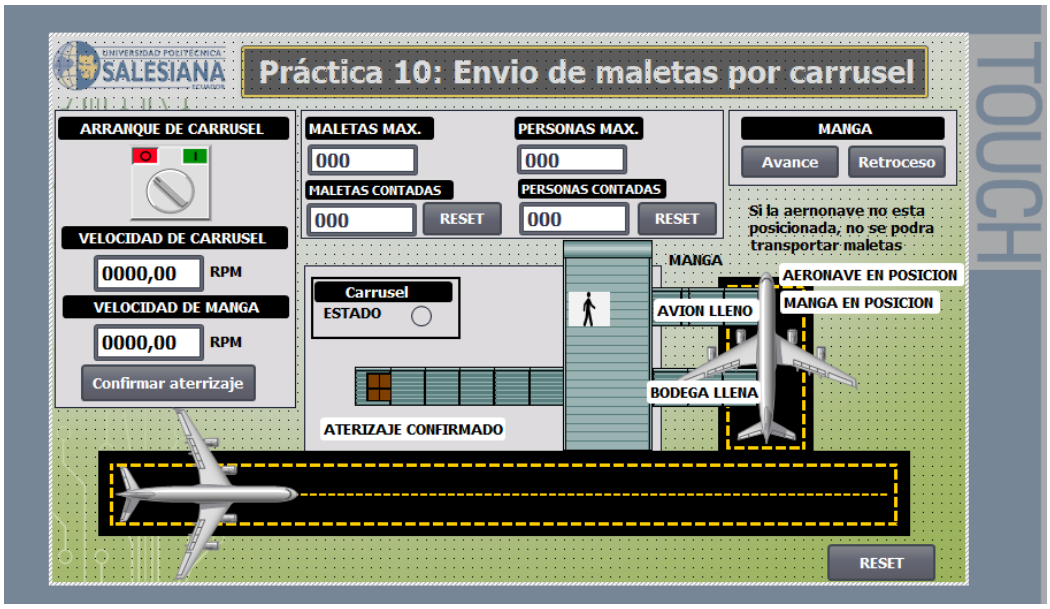


Figura 79. Resultados de práctica 10.

CONCLUSIONES

Se llego a plasmar y efectuar todos los objetivos, tanto generales como específicos para el proyecto de titulación, se podrá usar para el desarrollo de futuras prácticas de control y movimiento controlada por bus de campo, por señales analógicas y digitales.

Se logro culminar con el diseño e implementación de la maleta didáctica utilizando un Plc s7-1200, variador Sinamics g120 e interfaz HMI KTP 700, que permitirá que los estudiantes realicen prácticas. Para llevar a cabo este proyecto, se analizó investigaciones anteriores implementados en la Universidad y de esta manera se realizó una innovación en la maleta didáctica.

Después de realizar las 10 practicas, tiene un nivel de dificultad mayor en las cuales todas fueron completamente funcionales ya que reflejo los objetivos de cada práctica, la maleta proporciona herramientas de nivel de aprendizaje para un estudiante de automatización 1 hasta automatización 3 y redes industriales.

Podemos concluir que la maleta didáctica es innovadora para los estudiantes aparte de programar ellos puedan interesarse y proponer nuevos requerimientos hacia la maleta didáctica.

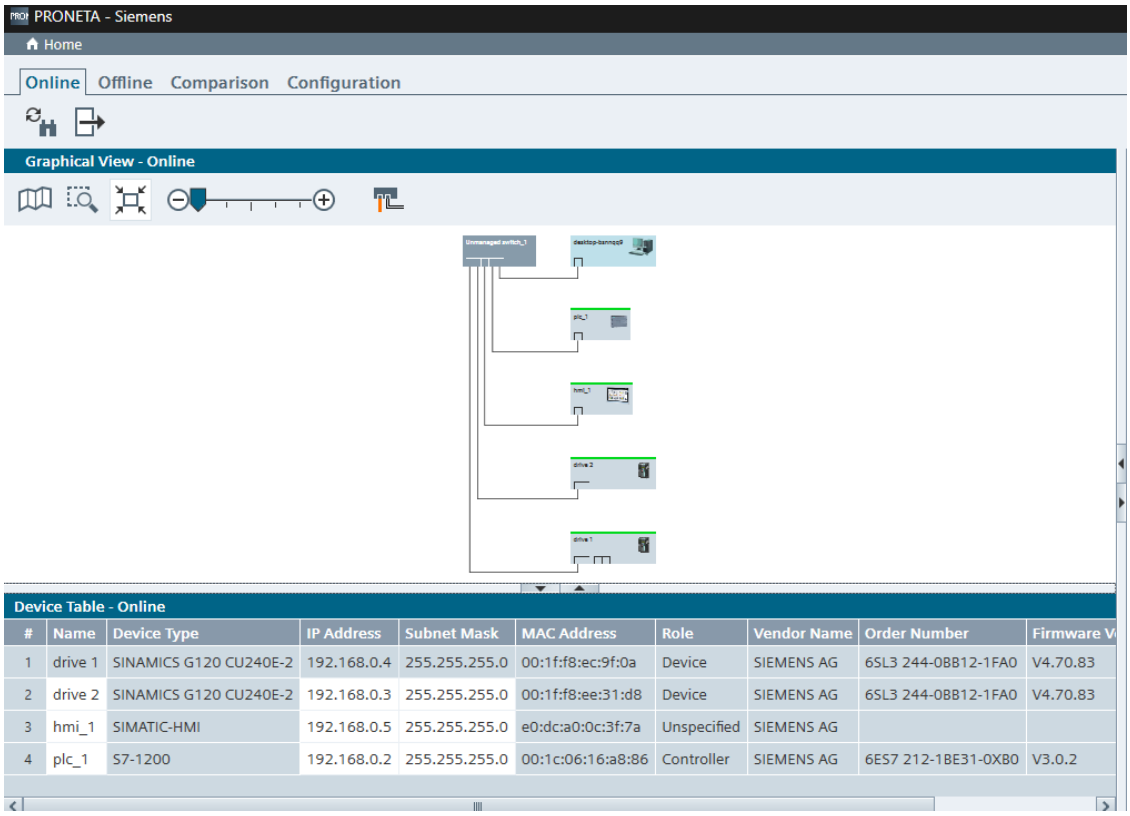
RECOMENDACIONES

- Se considero que la maleta didáctica trabaja a 110v, para poder trabajar con normalidad en los laboratorios de la Universidad.
- Se procedió a colocar una guarda en los motores para la protección de los estudiantes por cualquier maniobra establecida.
- No manipular la parte activa del módulo para ajuste o reajuste de conexiones es necesario cortar la alimentación eléctrica ya que el nivel de tensión se manejó de alto riesgo (440v)
- Antes de realizar cambios en la conexiones y equipos o presentarse algún problema revisar los planos eléctricos.
- Cuando se valla reemplazar luces pilotos o selectores respetar las especificaciones técnicas porque la configuración eléctrica fue diseñada para trabajar en ese nivel de tensión.
- Si se va a realizar prácticas de movimiento intermítete con temporizador se debe considerar el tiempo de rampa de deceleración configurado en los variadores de frecuencia para evitar contra torques y estrés mecánico al hacer inversión de giro.
- Se recomienda mantener el cuidado del módulo con la finalidad de hacer que el tiempo útil del mismo se prolongue lo más posible, con mantenimiento preventivos como limpieza de equipos.
- Para el uso de las practicas simuladas en este proyecto de titulación es que se hagan soluciones, luego se muestre la resolución a los estudiantes, para así comparar resultados y poder crear diferentes soluciones a un mismo problema.
- Para poder obtener un proceso rápido en programar variadores se puede descargar Sinaspeed en el cual nos facilitó las 10 practicas tener las consignas de velocidad inmediatamente.
- Se recomienda utilizar telegrama estándar para así reducir el cableado físico ya que nos ayudó a controlar el variador por red profinet y desde el PLC reducir módulos de entradas y salidas.

6. ANEXOS

6.1. Anexo 1: Práctica uno

Ingresar al software Proneta para realizar el análisis de dispositivos conectados en la red. Conectar el cable ethernet que está conectado directamente al switch del módulo, esperamos 20 segundos para que el software realice el análisis y nos arroje los respectivos datos.



#	Name	Device Type	IP Address	Subnet Mask	MAC Address	Role	Vendor Name	Order Number	Firmware V
1	drive 1	SINAMICS G120 CU240E-2	192.168.0.4	255.255.255.0	00:1f:f8:ec:9f:0a	Device	SIEMENS AG	6SL3 244-0BB12-1FA0	V4.70.83
2	drive 2	SINAMICS G120 CU240E-2	192.168.0.3	255.255.255.0	00:1f:f8:ee:31:d8	Device	SIEMENS AG	6SL3 244-0BB12-1FA0	V4.70.83
3	hmi_1	SIMATIC-HMI	192.168.0.5	255.255.255.0	e0:dc:a0:0c:3f:7a	Unspecified	SIEMENS AG		
4	plc_1	S7-1200	192.168.0.2	255.255.255.0	00:1c:06:16:a8:86	Controller	SIEMENS AG	6ES7 212-1BE31-0XB0	V3.0.2

Figura 80. Analisis en Proneta.

SIEMENS PRONETA Basic

1 Device Table

#	Name	Device Type	IP Address	Subnet Mask	MAC Address	Role
1	drivexa1bfe3	SINAMICS G120 CU240E-2	192.168.0.4	255.255.255.0	00:1f:f8:ec:9f:0a	Device
2	drivexa2bea3	SINAMICS G120 CU240E-2	192.168.0.3	255.255.255.0	00:1f:f8:ee:31:d8	Device
3	hmixb110d0	SIMATIC-HMI	192.168.0.5	255.255.255.0	e0:dc:a0:0c:3f:7a	Unspecified
4	plcxb1d0ed	S7-1200	192.168.0.2	255.255.255.0	00:1c:06:16:a8:86	Controller

Figura 81. Datos y direccione IP.

SIEMENS

2 Graphical View

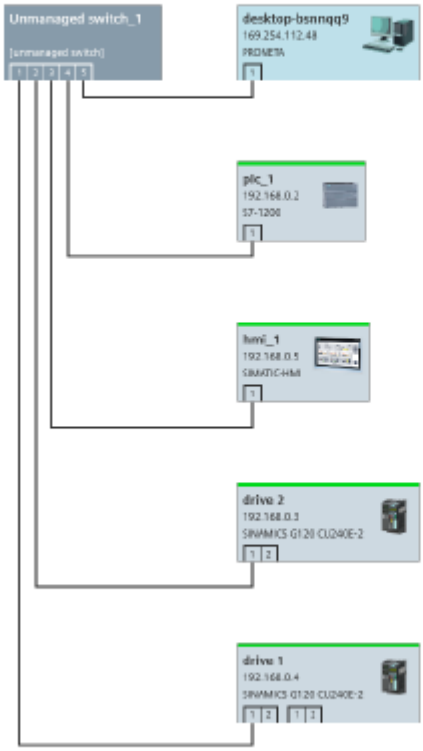


Figura 82. Diagrama topologico de la red.

6.2. Anexo 2: Práctica dos

Pantalla de inicio

Figura 83. Pantalla de inicio.

Pantalla HMI

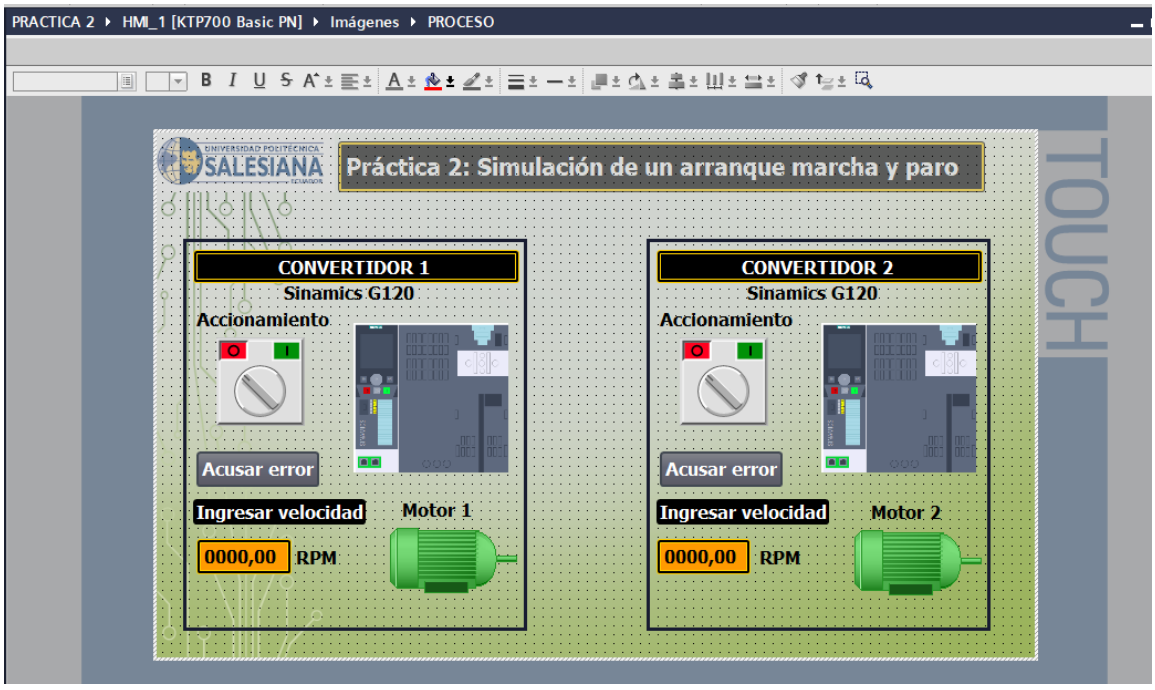


Figura 84. Pantalla HMI paractica 2.

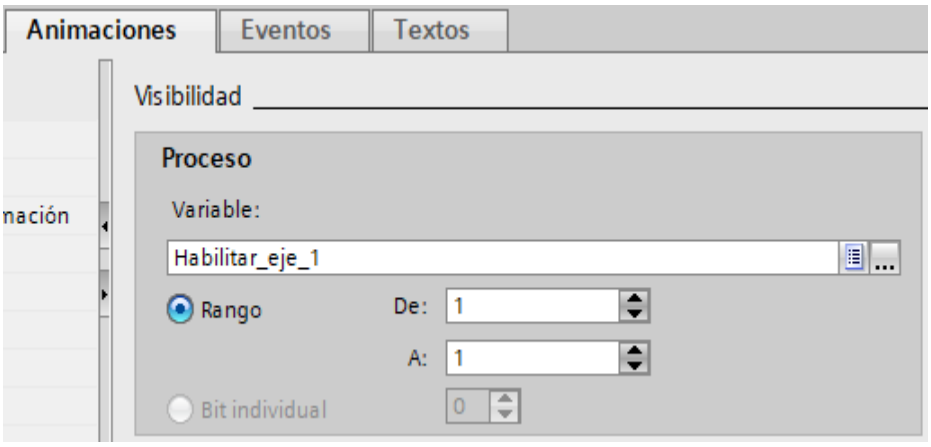


Figura 85. Animaciones Pantalla HMI práctica 2 eje 1.

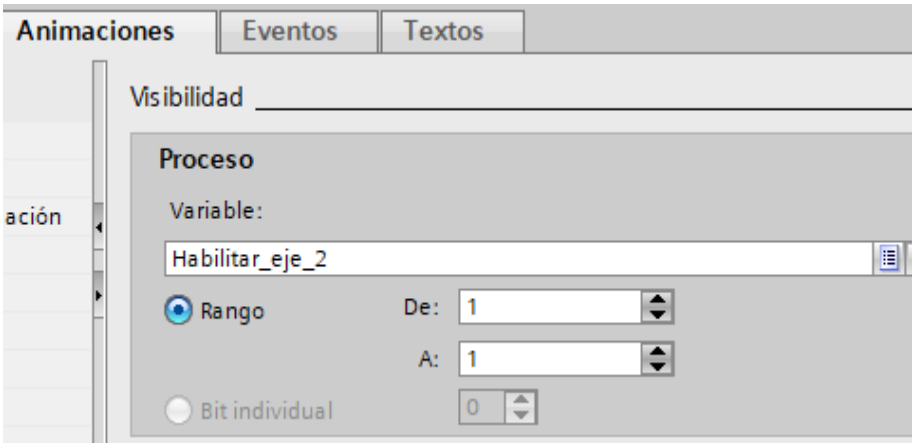


Figura 86. Animaciones Pantalla HMI práctica 2 eje 2.

Programación en Software Tia Portal

Este es un control por medio de telegrama para que los variadores tengan un control con una instrucción que hace la programación más compacta, en este caso Sina- Speed.

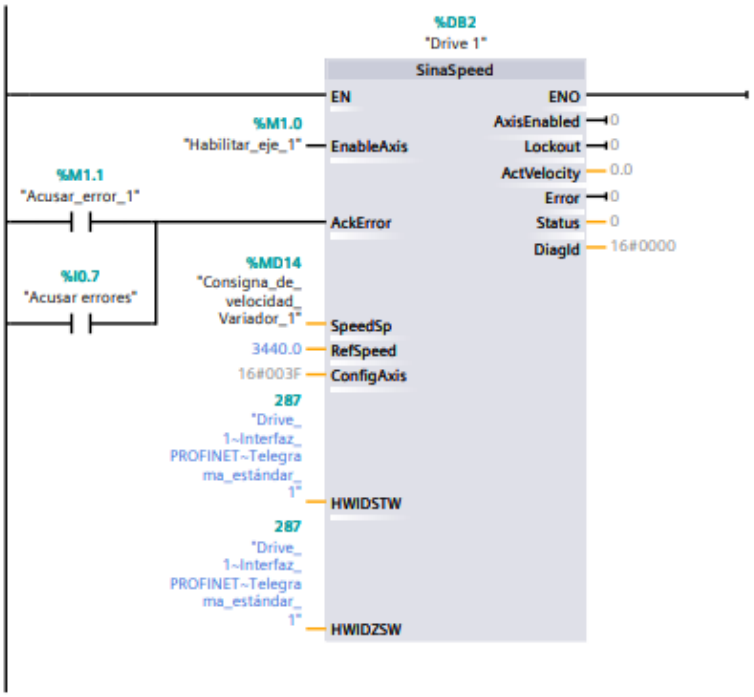


Figura 87. Configuracion de varidor 1.

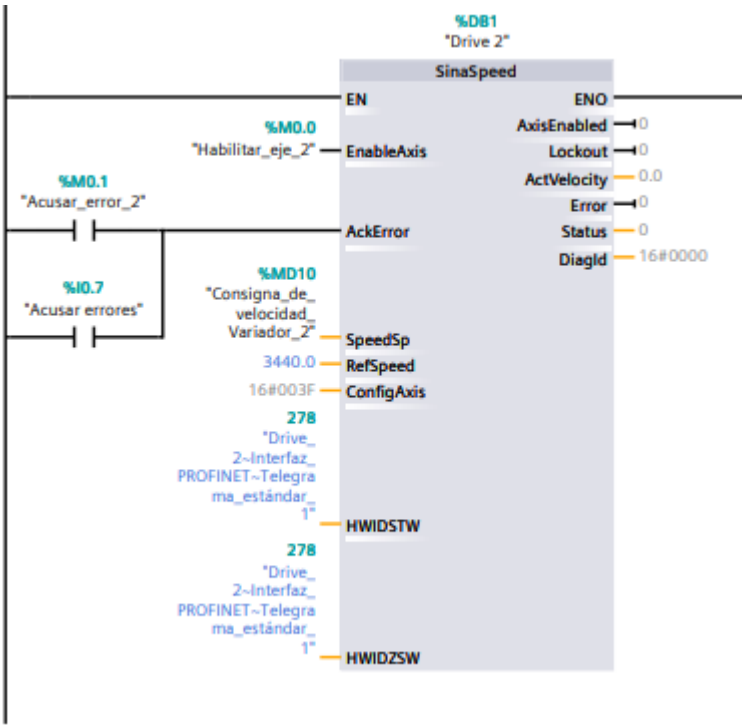


Figura 88. Configuracion de varidor 2.

Tabla de variables estándar

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...	Com
	Habilitar_eje_2	Bool	%M0.0	☐	☑	☑	☑	
	Acusar_error_2	Bool	%M0.1	☐	☑	☑	☑	
	Consigna_de_velocidad_Variad..	Real	%MD10	☐	☑	☑	☑	
	Consigna_de_velocidad_Variad..	Real	%MD14	☐	☑	☑	☑	
	Habilitar_eje_1	Bool	%M1.0	☐	☑	☑	☑	
	Acusar_error_1	Bool	%M1.1	☐	☑	☑	☑	
	<Agregar>			☐	☑	☑	☑	

Figura 89. Tabla de variable estandar práctica 2.

Comunicacion de dispositivos en la red.

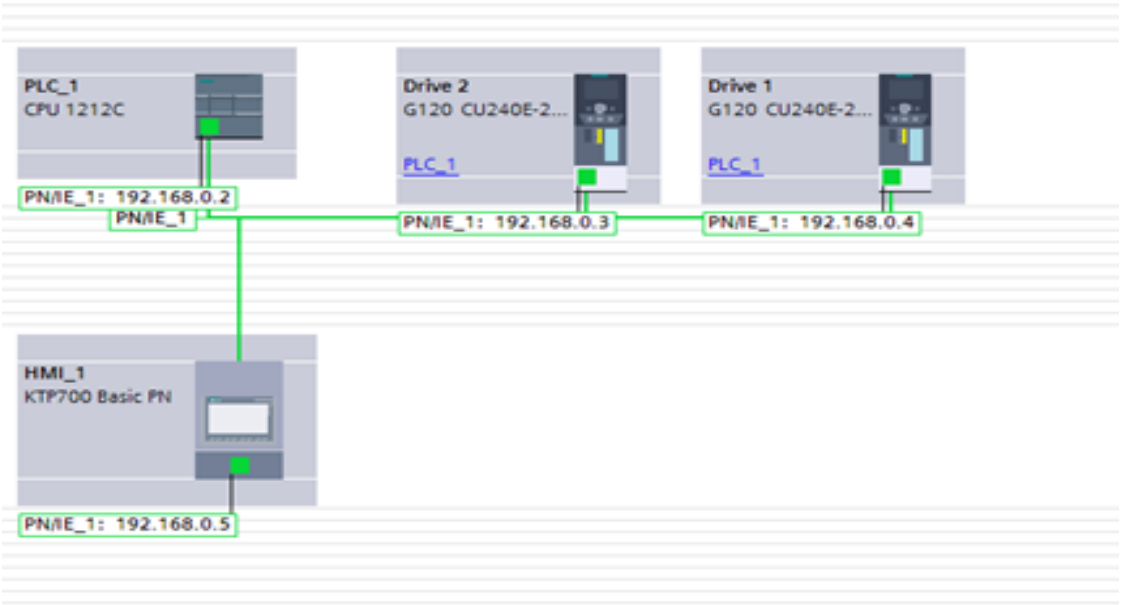


Figura 90. Vista de red de práctica 2.

6.3. Anexo 3: Práctica tres

Pantalla de inicio

Figura 91. Pantalla de inicio.

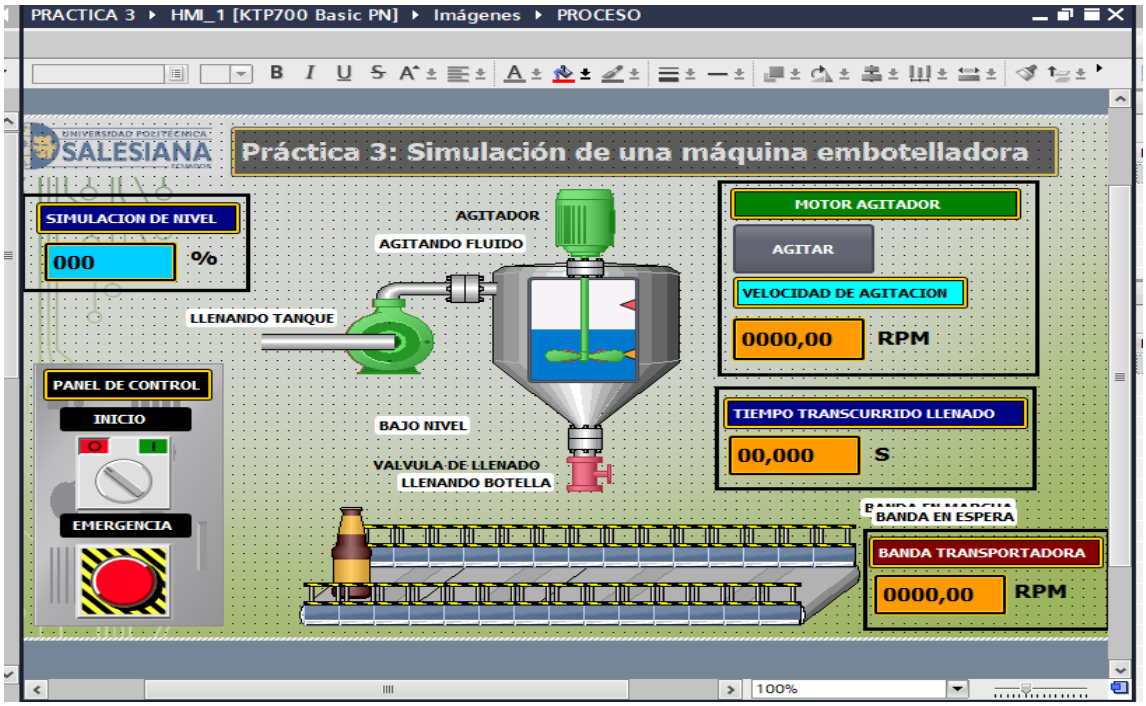


Figura 92. Pantalla HMI práctica 3.

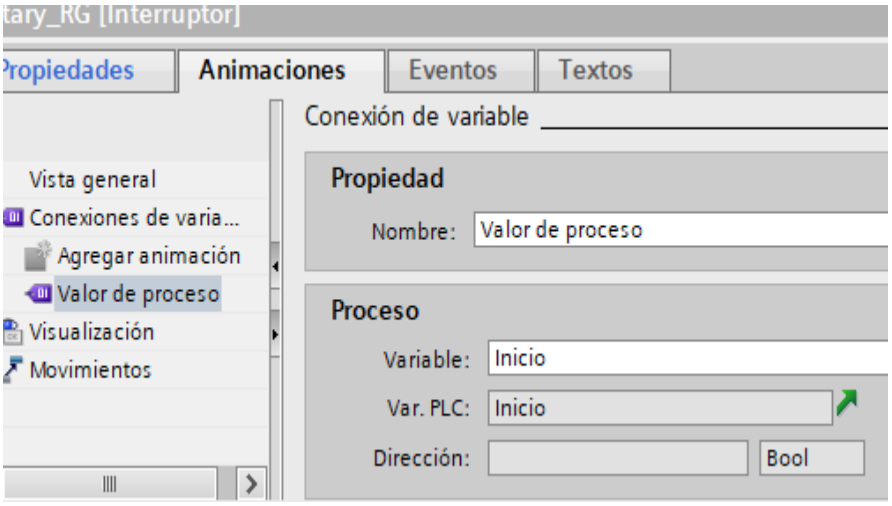


Figura 93. Animaciones Pantalla HMI práctica 3 inicio.

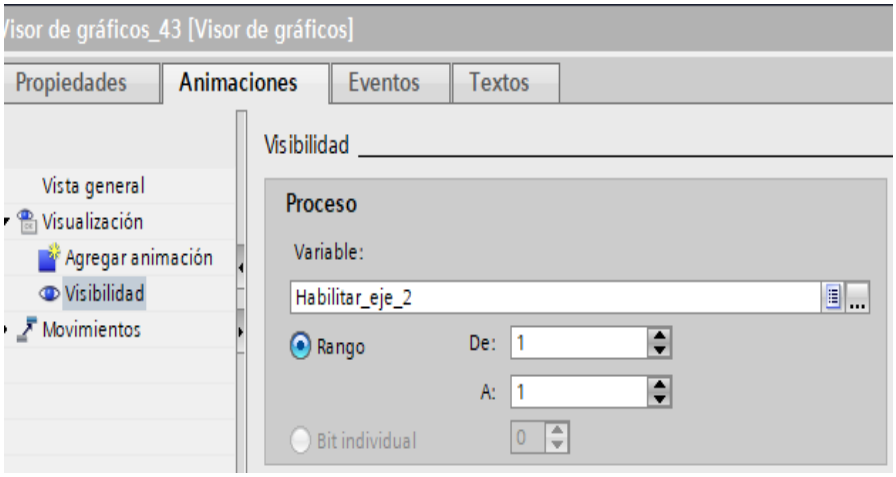


Figura 94. Animaciones Pantalla HMI práctica 3 eje 2.

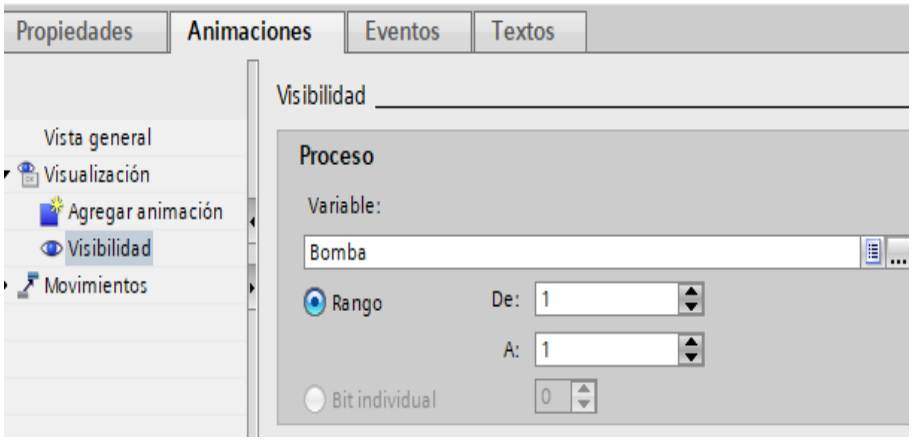


Figura 95. Animaciones Pantalla HMI práctica 3 bomba.

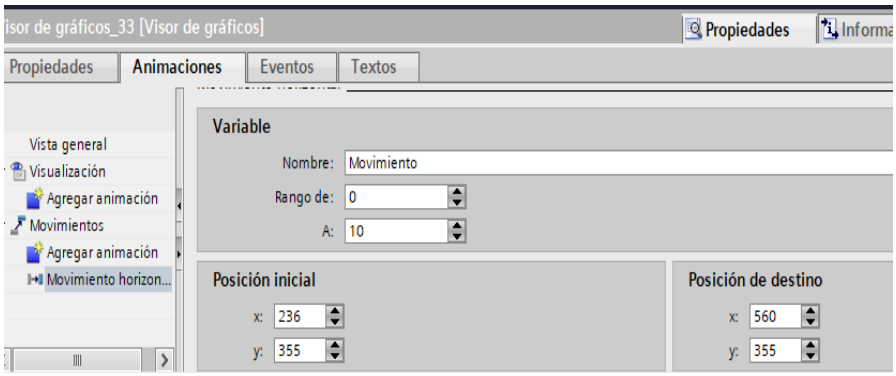


Figura 96. Animaciones Pantalla HMI práctica 3 movimiento.

Bloque de proceso de la embotelladora

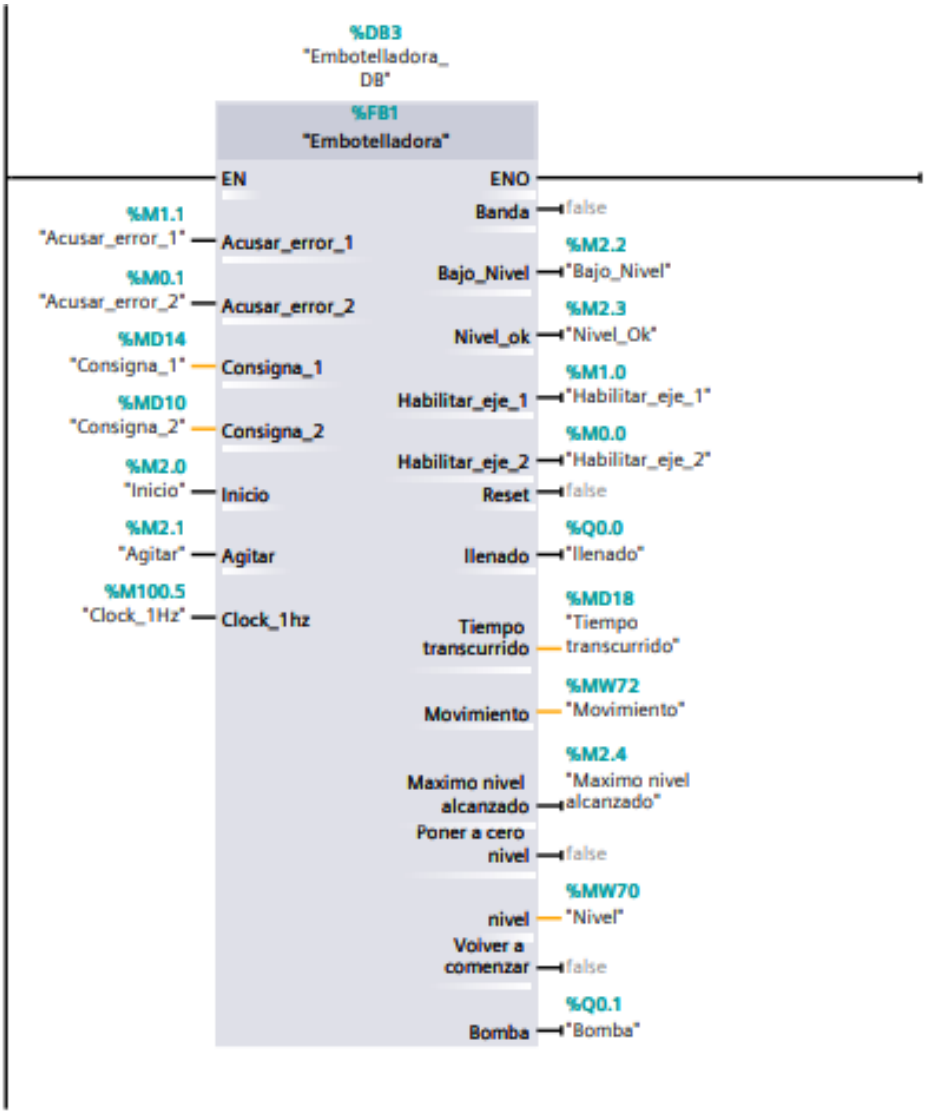


Figura 97. Bloque de proceso.

Variador 1

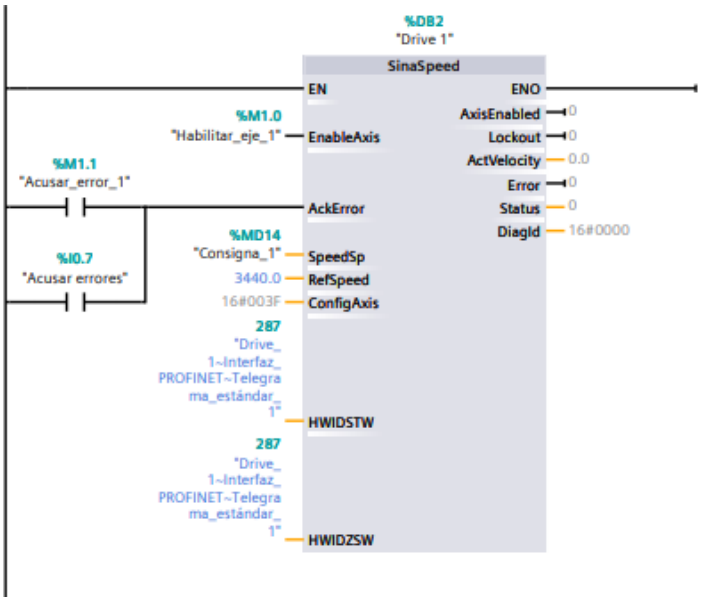


Figura 98. Configuracion de variador 1.

Variador 2

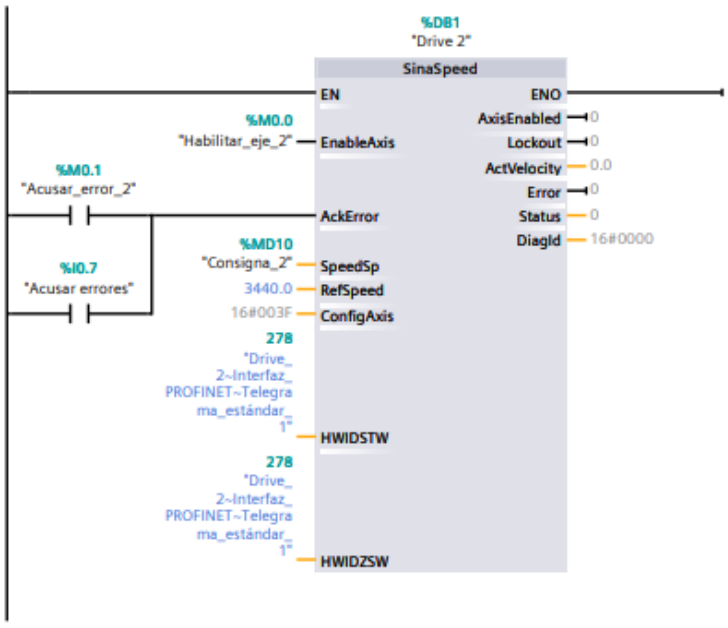


Figura 99. Configuracion de variador 2.

Inicio de proceso de llenado de botellas bloque de animacion y conteo de botellas.

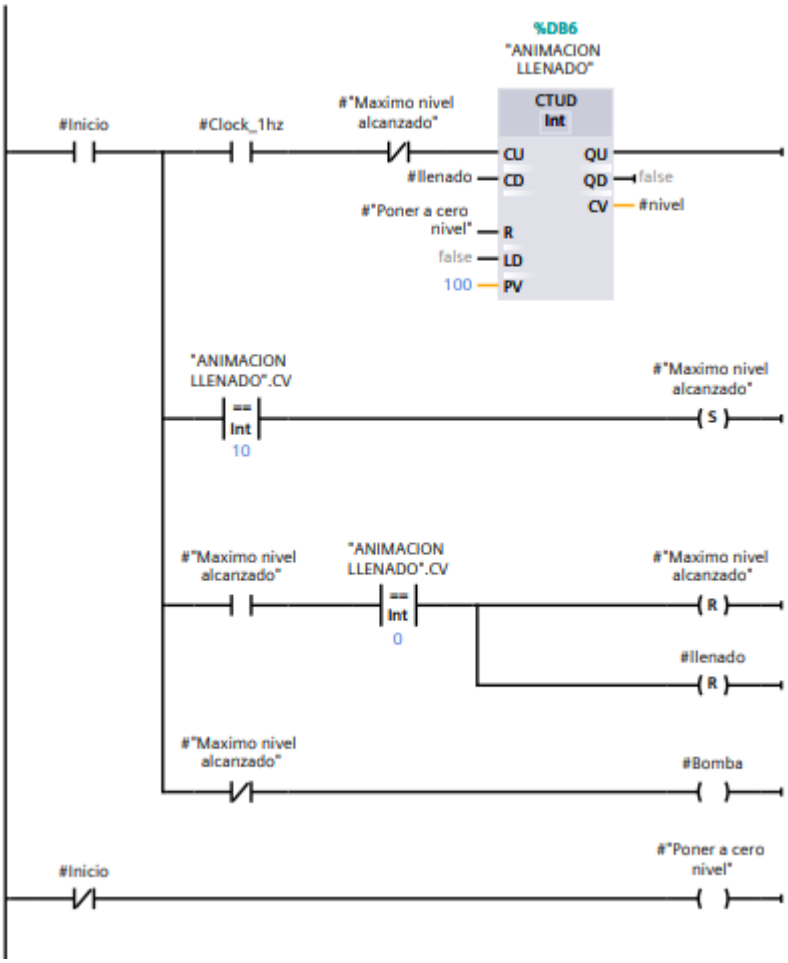


Figura 100. Inicio de proceso de embotelladora.

Arranque del variador 1 habilitando al motor 1

Figura 101. Arranque de variador 1.

Arranque del variador 2 para dar movimiento al agitador habilitando al motor 2

Figura 102. Arranque de variador 2.

Animación de la banda transportadora de botellas con una secuencia de 10 botellas

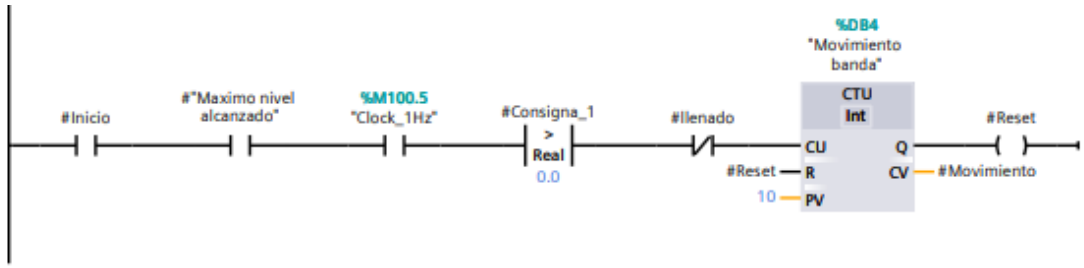


Figura 103. Animacion de banda.

Bloque de llenado, con un temporizador para llenar la botella en 5 segundos.

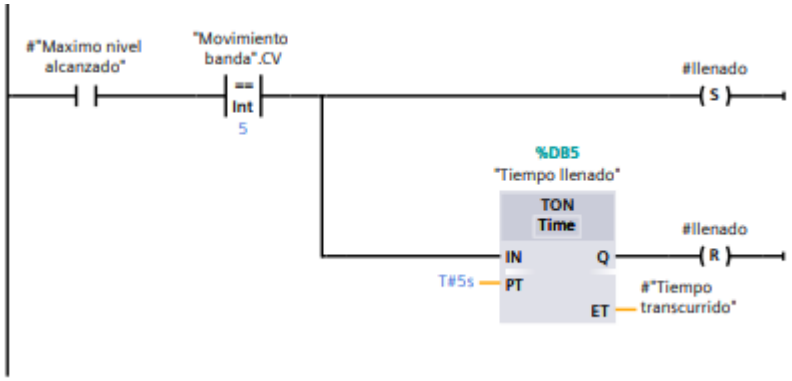


Figura 104. Llenado de botellas.

Tabla de variables

Tabla de variables estándar

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
	Habilitar_eje_2	Bool	%M0.0		✓	✓	✓
	Acusar_error_2	Bool	%M0.1		✓	✓	✓
	Consigna_2	Real	%MD10		✓	✓	✓
	Consigna_1	Real	%MD14		✓	✓	✓
	Habilitar_eje_1	Bool	%M1.0		✓	✓	✓
	Acusar_error_1	Bool	%M1.1		✓	✓	✓
	Clock_Byte	Byte	%MB100		✓	✓	✓
	Clock_10Hz	Bool	%M100.0		✓	✓	✓
	Clock_5Hz	Bool	%M100.1		✓	✓	✓
	Clock_2.5Hz	Bool	%M100.2		✓	✓	✓
	Clock_2Hz	Bool	%M100.3		✓	✓	✓
	Clock_1.25Hz	Bool	%M100.4		✓	✓	✓
	Clock_1Hz	Bool	%M100.5		✓	✓	✓
	Clock_0.625Hz	Bool	%M100.6		✓	✓	✓
	Clock_0.5Hz	Bool	%M100.7		✓	✓	✓
	Inicio	Bool	%M2.0		✓	✓	✓
	Agitar	Bool	%M2.1		✓	✓	✓
	Bajo_Nivel	Bool	%M2.2		✓	✓	✓
	Nivel_Ok	Bool	%M2.3		✓	✓	✓
	Maximo nivel alcanzado	Bool	%M2.4		✓	✓	✓
	llenado	Bool	%Q0.0		✓	✓	✓
	Tiempo transcurrido	Time	%MD18		✓	✓	✓
	Nivel	Int	%MW70		✓	✓	✓
	Movimiento	Int	%MW72		✓	✓	✓
	Bomba	Bool	%Q0.1		✓	✓	✓

Figura 105. Tabla de variables estandar práctica 3

Comunicacion de dispositivos en la red.

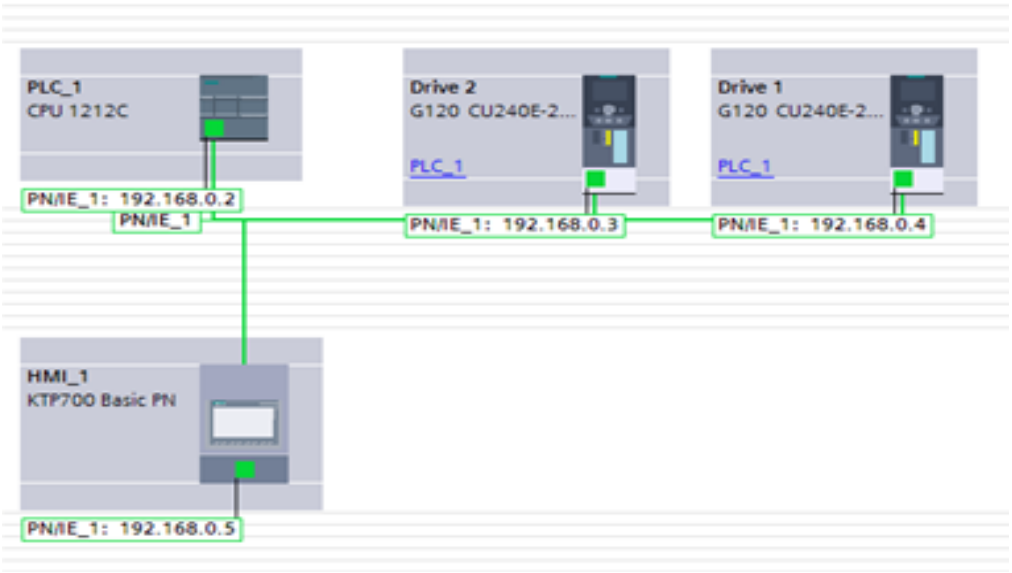


Figura 106. Vista de red de práctica 3.

6.4. Anexo 4: Práctica cuatro

Pantalla de inicio

Figura 107. Pantalla de inicio.

Pantalla HMI

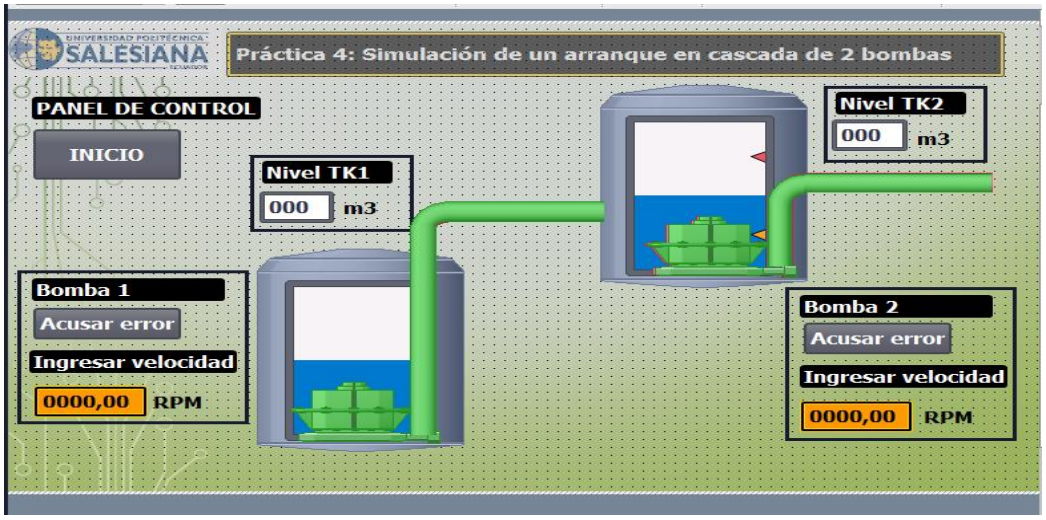


Figura 108. Pantalla de HMI práctica 4.

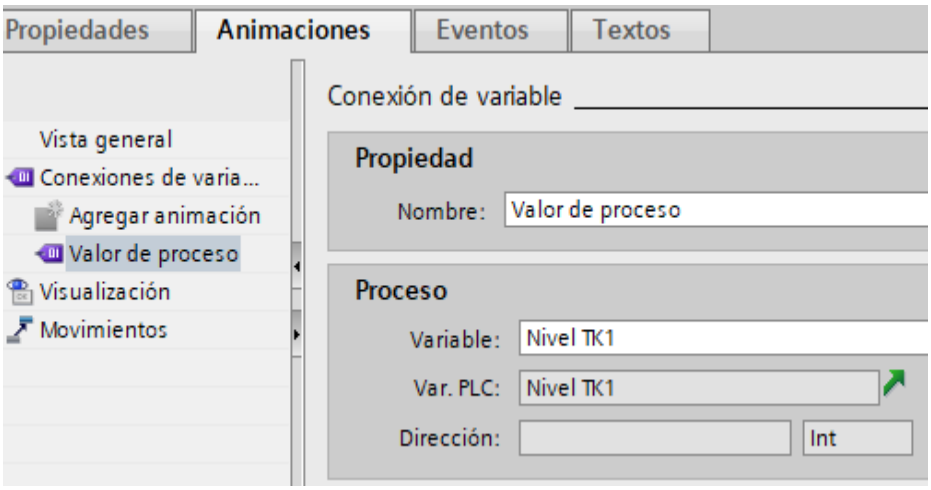


Figura 109. Animaciones pantalla de HMI práctica 4 nivel de tanque 1.

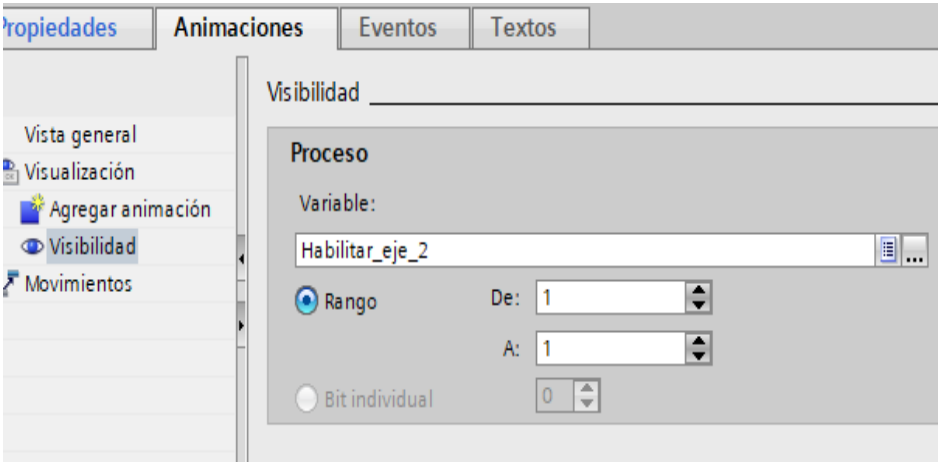


Figura 110. Animaciones pantalla de HMI práctica 4 eje 2.

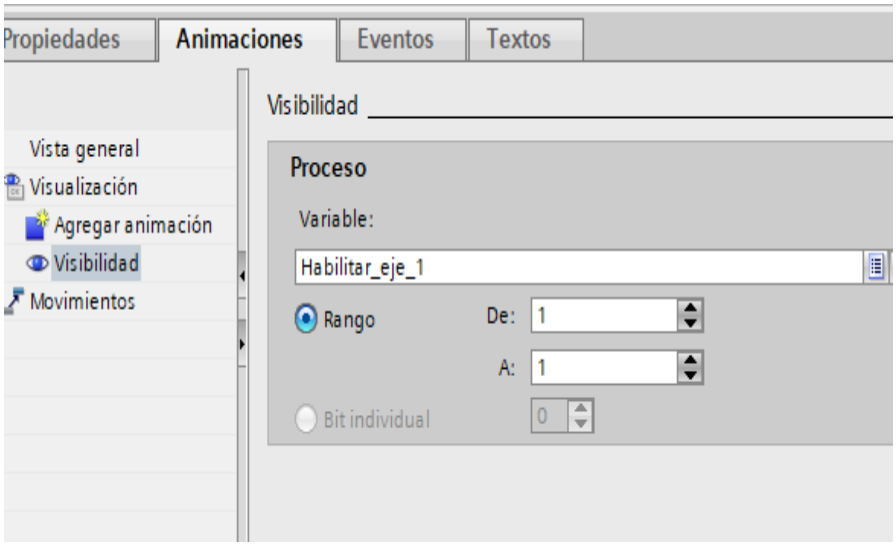


Figura 111. Animaciones pantalla de HMI práctica 4 eje 1.

Variador 1

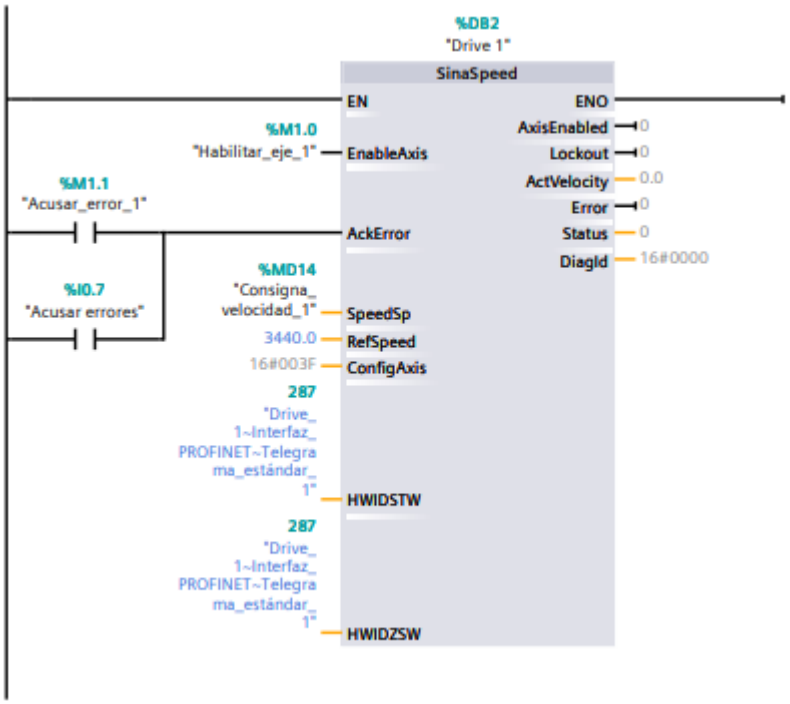


Figura 112. Configuracion de Variador 1.

Variador 2

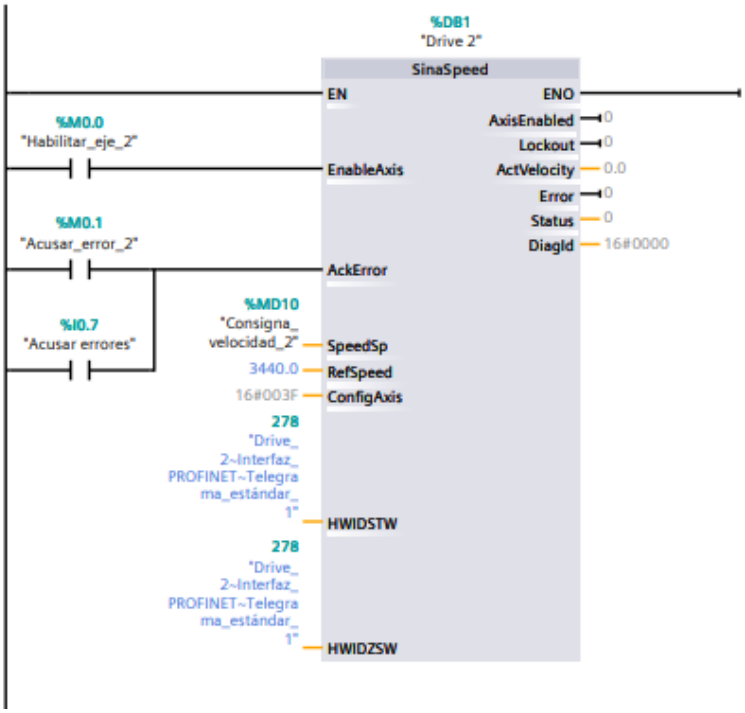


Figura 113. Configuracion de Variador 2.

Bloque de inicio de proceso del sistema de llenado en cascada.

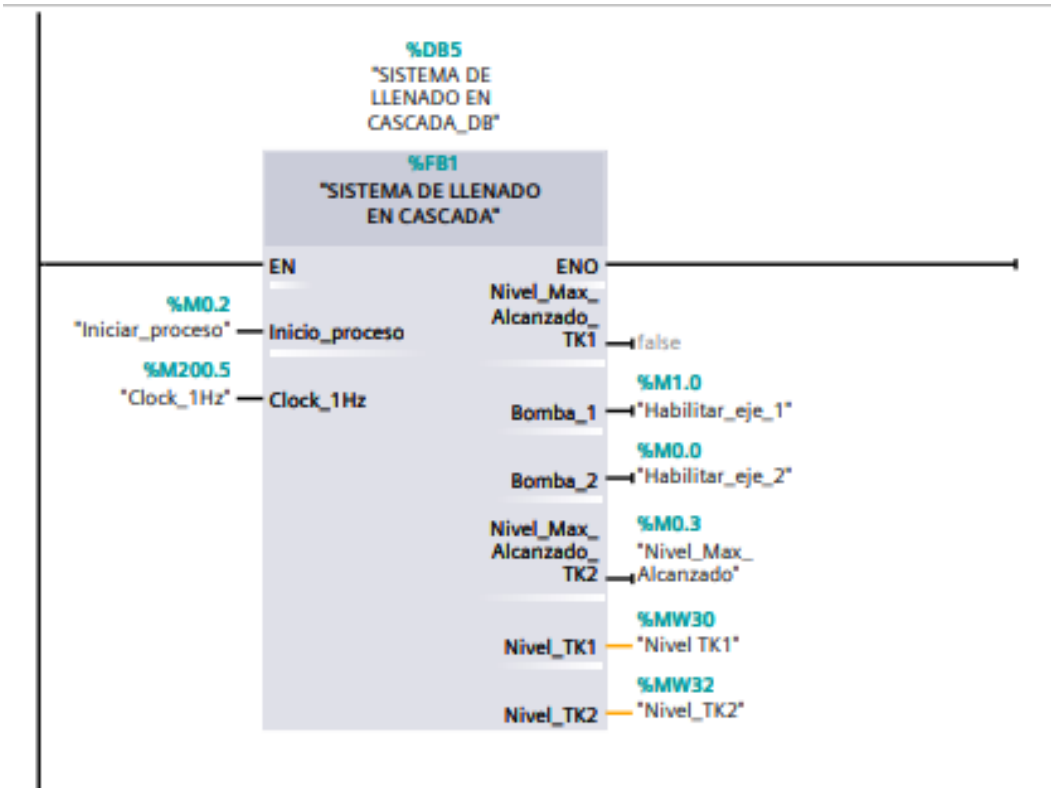


Figura 114. Inicio de proceso.

Animación del tanque 1 con contador.

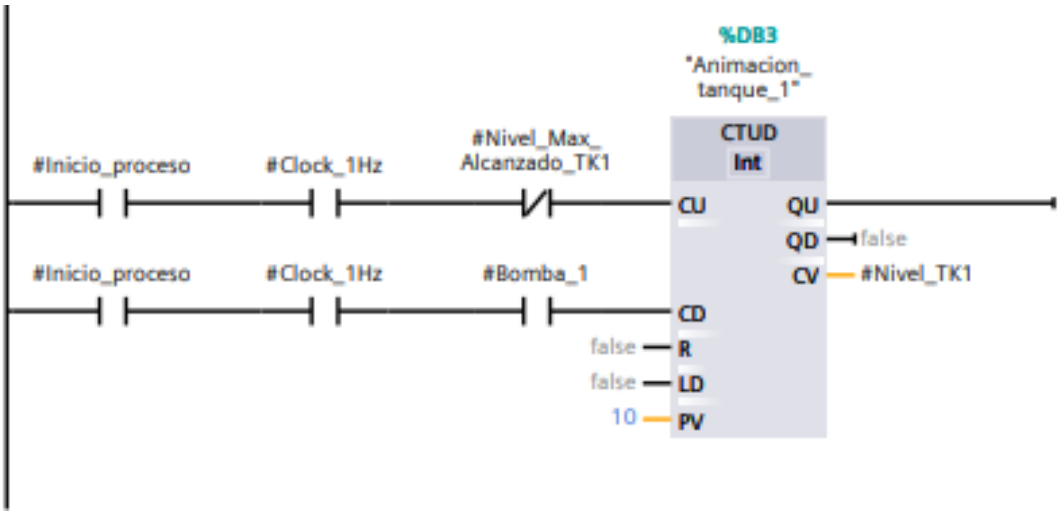


Figura 115. Animacion de tanque 1.

Limites máximo y mínimo de nivel de tanque 1

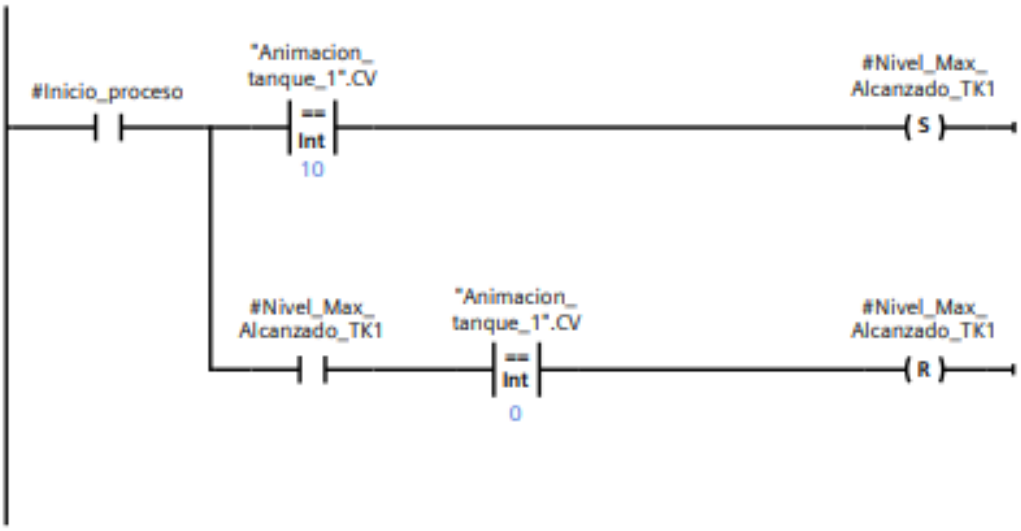


Figura 116. Limites del nivel del tanque 1.

Arranque de bomba 1.

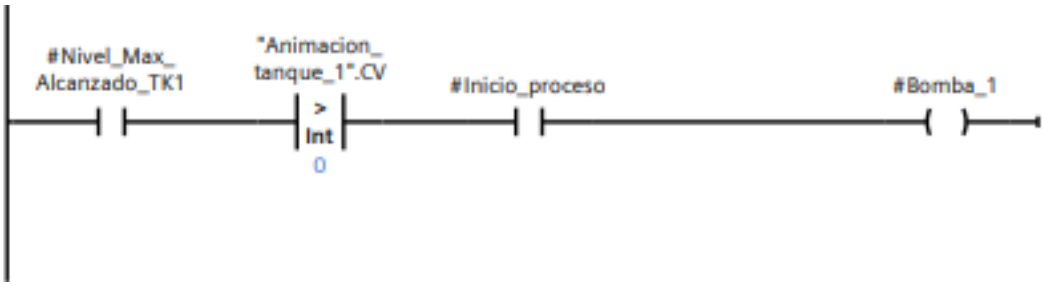


Figura 117. Arranque de bomba 1

Animación del tanque 2 con contador.

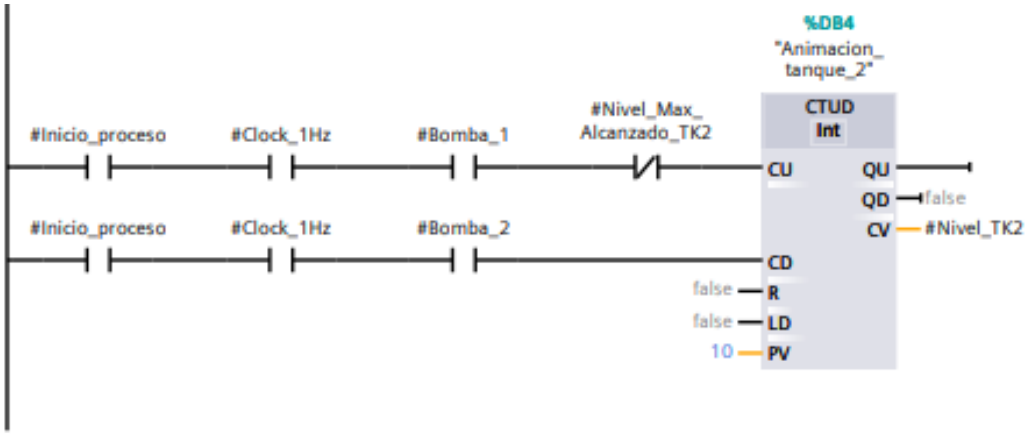


Figura 118. Animacion de tanque 2.

Limites máximo y mínimo de nivel de tanque 2

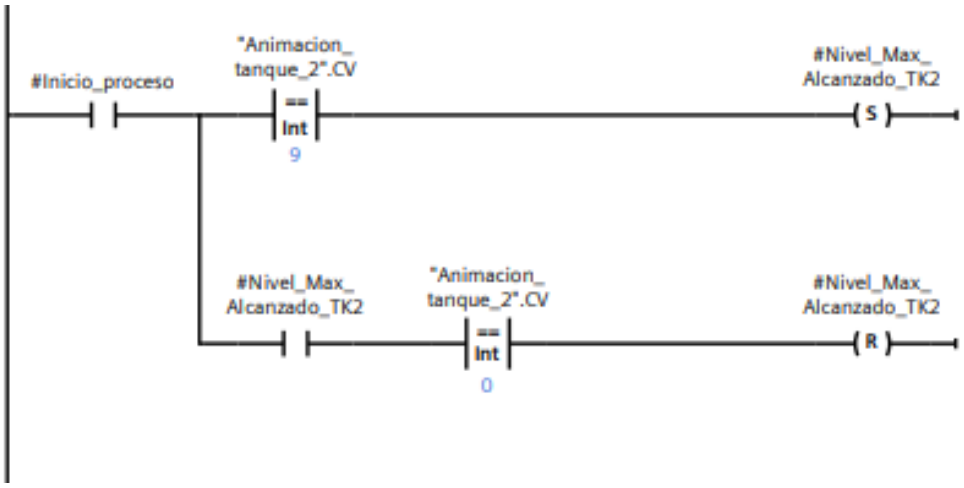


Figura 119. Limites del nivel del tanque 2.

Arranque de bomba 2.

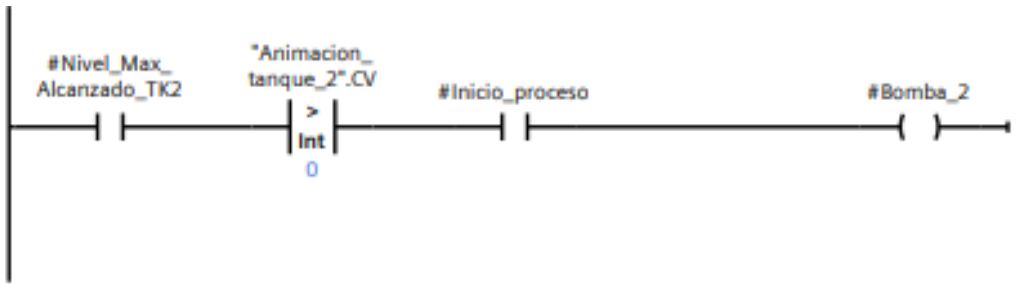


Figura 120. Arranque de bomba 2

Tabla de variable

Tabla de variables estándar

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
	Habilitar_eje_2	Bool	%M0.0		✓	✓	✓
	Acusar_error_2	Bool	%M0.1		✓	✓	✓
	Consigna_velocidad_2	Real	%MD10		✓	✓	✓
	Consigna_velocidad_1	Real	%MD14		✓	✓	✓
	Habilitar_eje_1	Bool	%M1.0		✓	✓	✓
	Acusar_error_1	Bool	%M1.1		✓	✓	✓
	Clock_Byte	Byte	%MB200		✓	✓	✓
	Clock_10Hz	Bool	%M200.0		✓	✓	✓
	Clock_5Hz	Bool	%M200.1		✓	✓	✓
	Clock_2.5Hz	Bool	%M200.2		✓	✓	✓
	Clock_2Hz	Bool	%M200.3		✓	✓	✓
	Clock_1.25Hz	Bool	%M200.4		✓	✓	✓
	Clock_1Hz	Bool	%M200.5		✓	✓	✓
	Clock_0.625Hz	Bool	%M200.6		✓	✓	✓
	Clock_0.5Hz	Bool	%M200.7		✓	✓	✓
	Iniciar_proceso	Bool	%M0.2		✓	✓	✓
	Tag_1	Bool	%Q0.0		✓	✓	✓
	Nivel_Max_Alcanzado	Bool	%M0.3		✓	✓	✓
	Nivel TK1	Int	%MW30		✓	✓	✓
	Nivel_TK2	Int	%MW32		✓	✓	✓
	<Agregar>				✓	✓	✓

Figura 121. Tabla de variable estandar de la práctica 4.

Comunicaion de dispositvos en la red

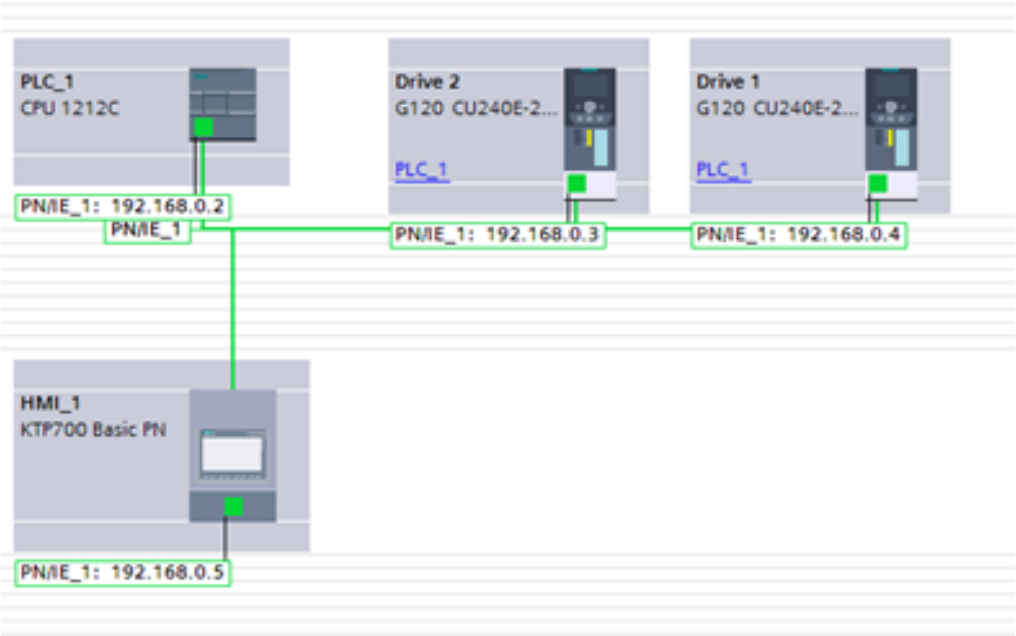


Figura 122. Vista de red de práctica 4.

6.5. Anexo 5: Practica cinco

Pantalla de inicio

Figura 123. Pantalla de inicio.

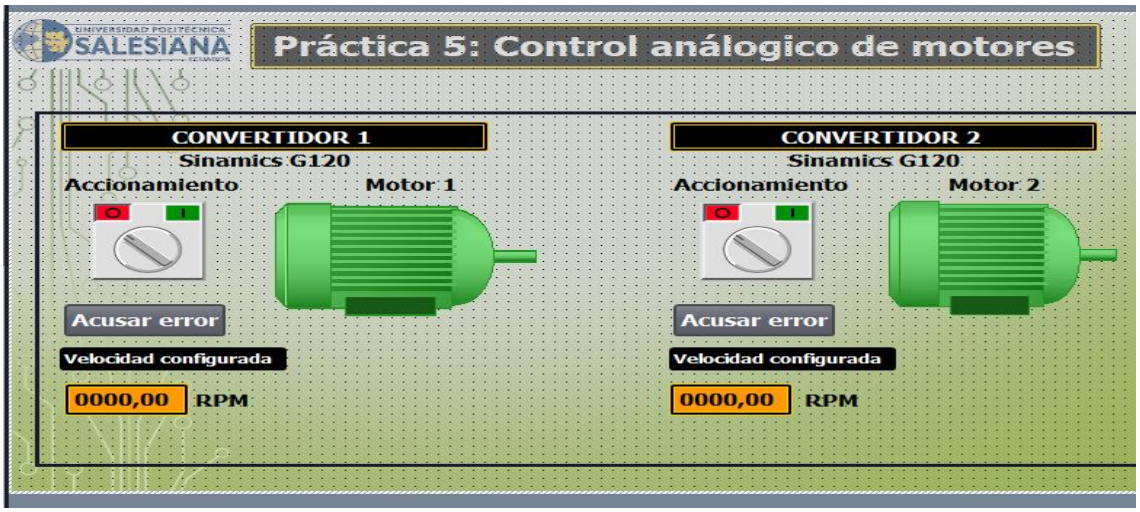


Figura 124. Pantalla HMI práctica 5

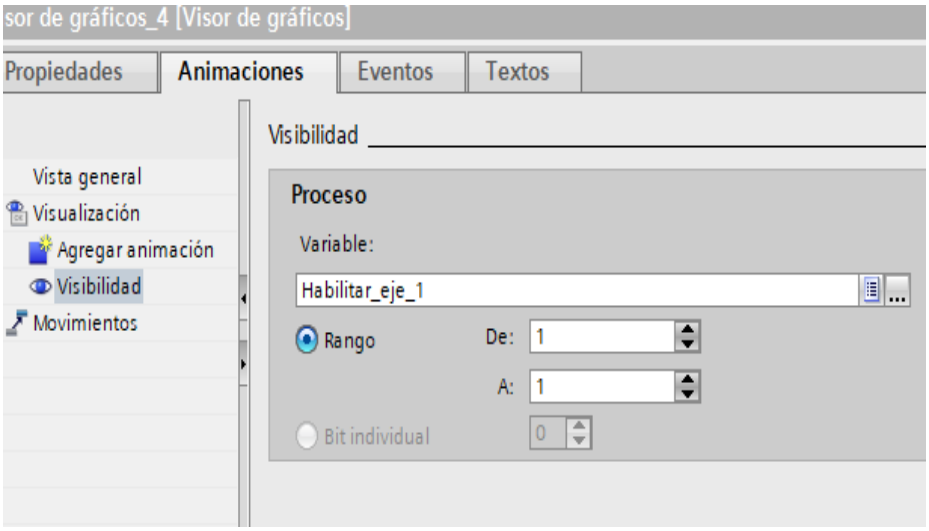


Figura 125. Animaciones Pantalla HMI práctica 5 eje 1.

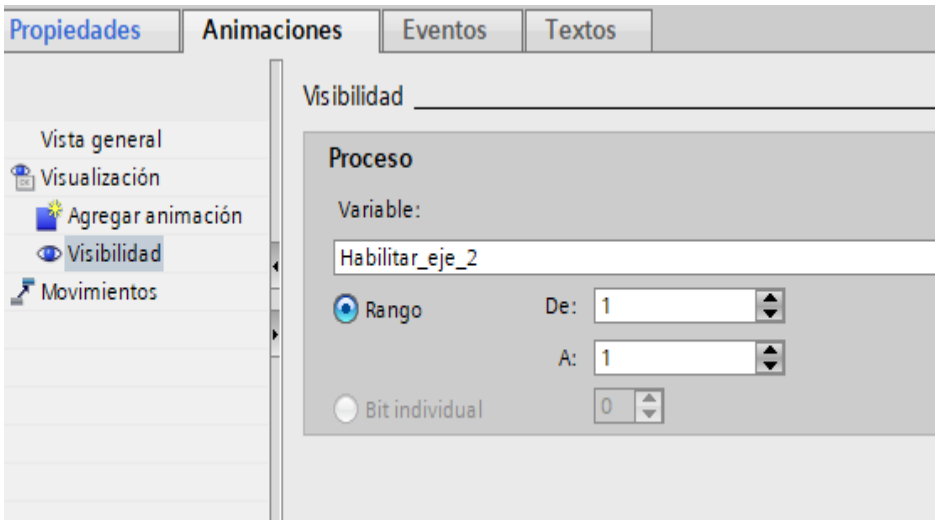


Figura 126. Animaciones Pantalla HMI práctica 5 eje 2.

Variador 1

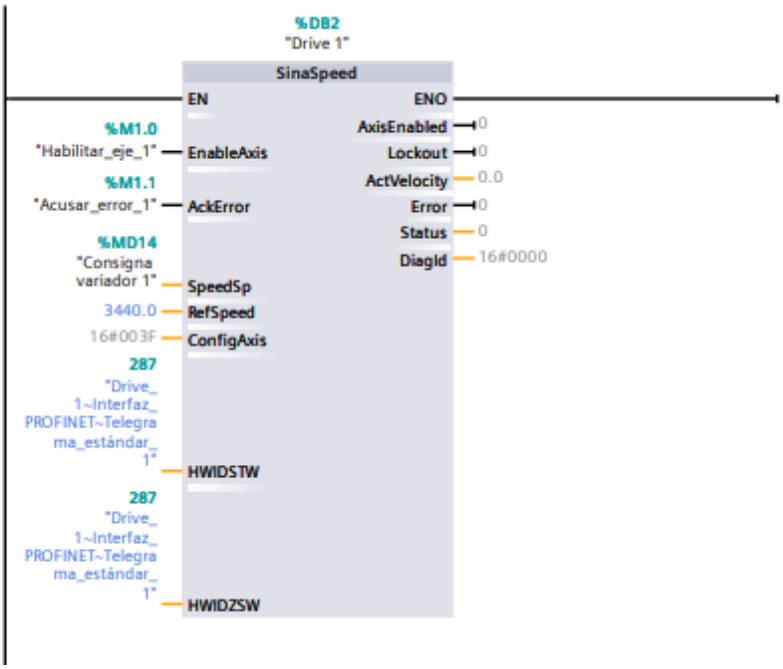


Figura 127. Configuración de variador 1.

Variador 2

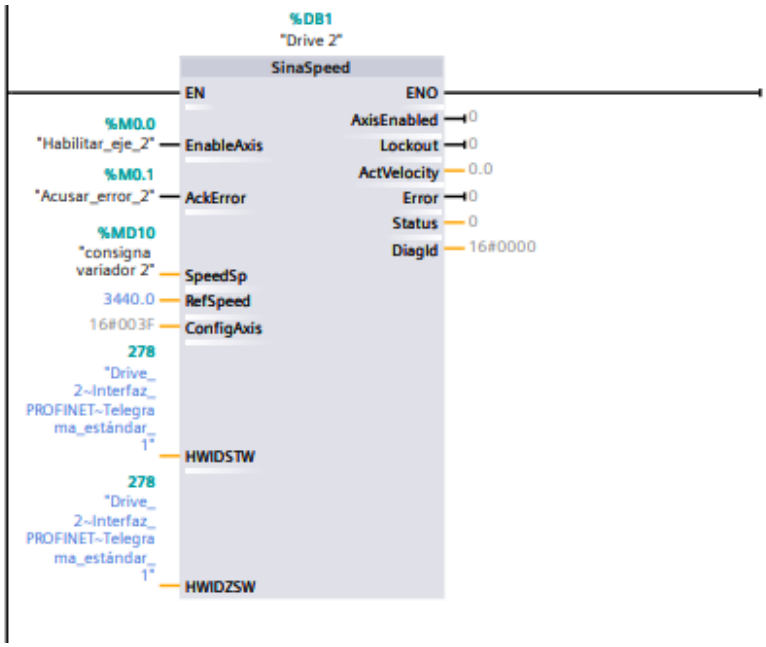


Figura 128. Configuración de variador 2.

Normalizar y escalar para obtener el valor real de la entrada analógica.

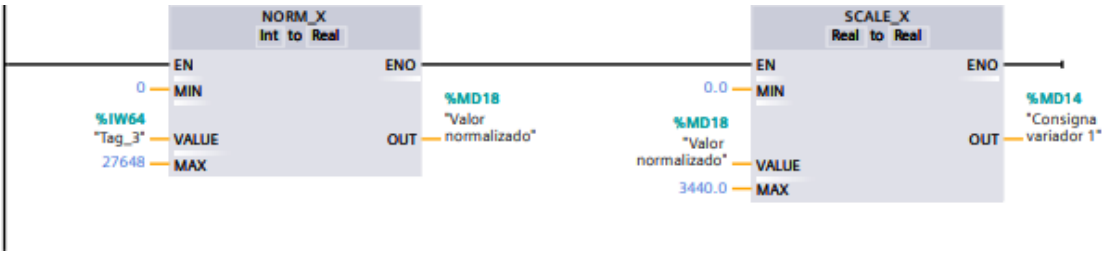


Figura 129. Normalizar y escalar.

Control de accionamiento variador 1

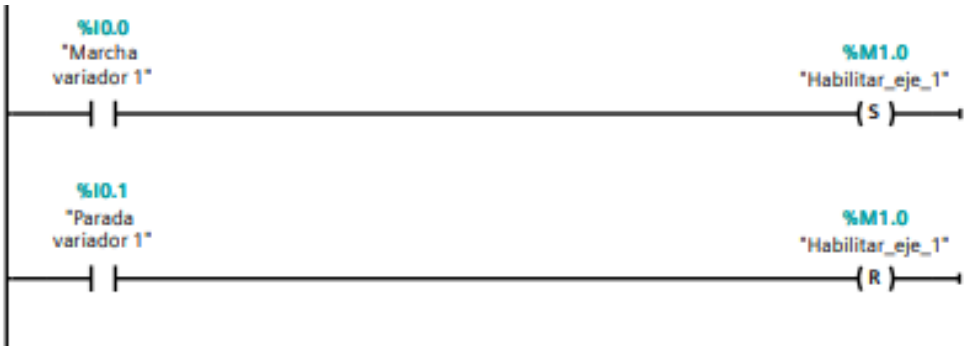


Figura 130. Control de accionamiento variador 1.

Control de accionamiento variador 2

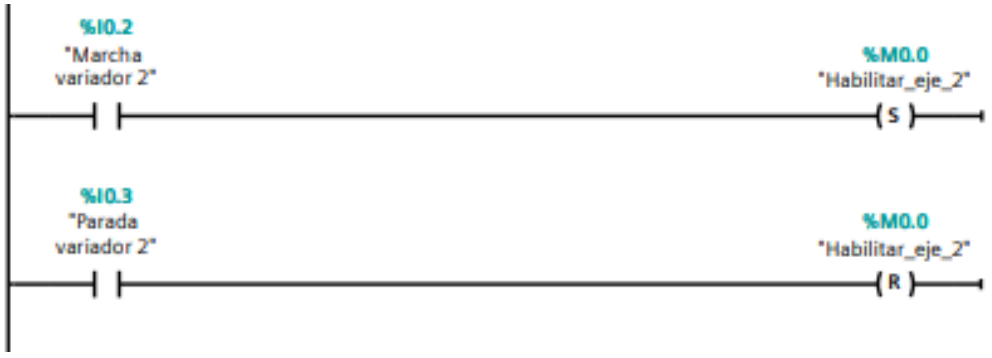


Figura 131. Control de accionamiento variador 2

Control de velocidades fijas digitales accionadas mediante selectores en el variador 2

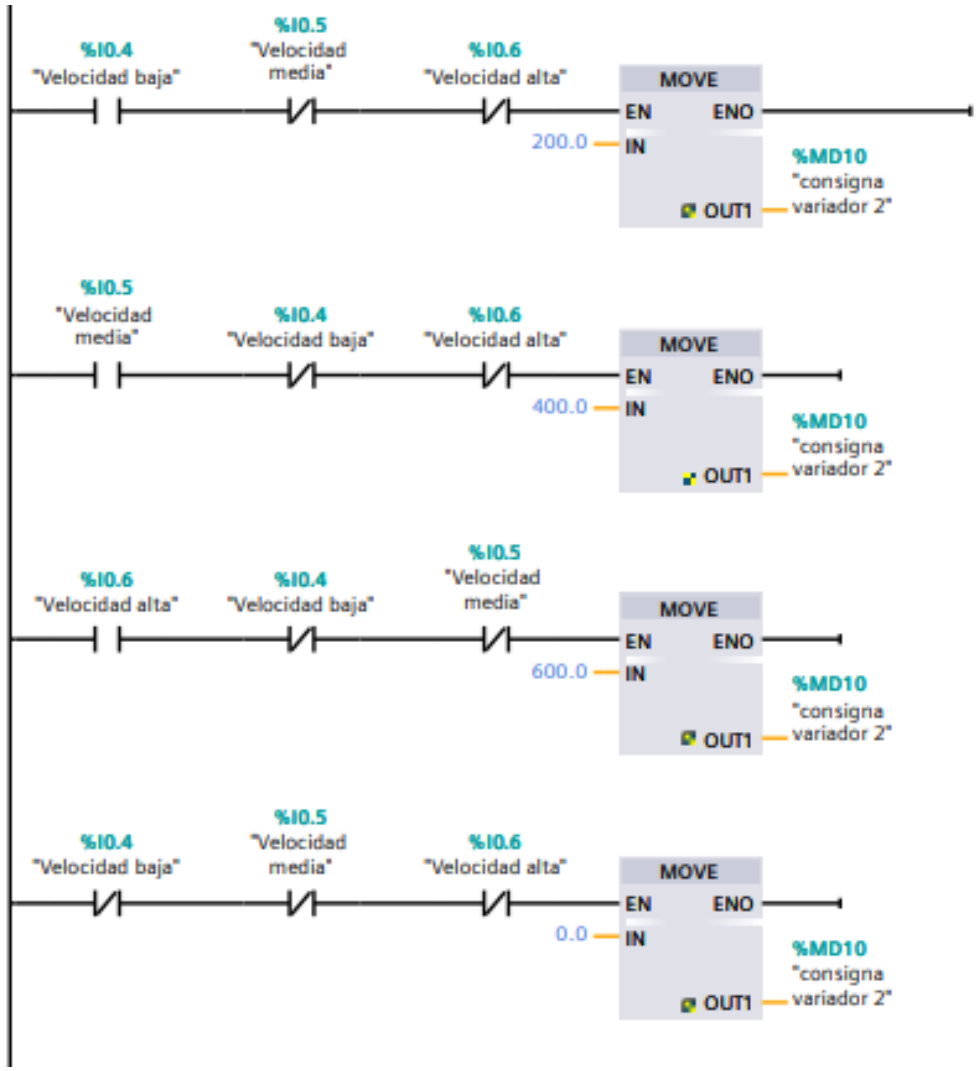


Figura 132. Control de velocidades fijas variador 2.

Tabla de variables

Tabla de variables estándar

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
	Habilitar_eje_2	Bool	%M0.0				
	Acusar_error_2	Bool	%M0.1				
	consigna variador 2	Real	%MD10				
	Consigna variador 1	Real	%MD14				
	Habilitar_eje_1	Bool	%M1.0				
	Acusar_error_1	Bool	%M1.1				
	Tag_3	Word	%IW64				
	Valor normalizado	Real	%MD18				
	Tag_4	Real	%MD22				
	Marcha variador 1	Bool	%I0.0				
	Parada variador 1	Bool	%I0.1				
	Marcha variador 2	Bool	%I0.2				
	Parada variador 2	Bool	%I0.3				
	Velocidad baja	Bool	%I0.4				
	Velocidad media	Bool	%I0.5				
	Velocidad alta	Bool	%I0.6				

Figura 133. Tabla de variable estándar de la práctica 5.

Comunicación de dispositivos en la red.

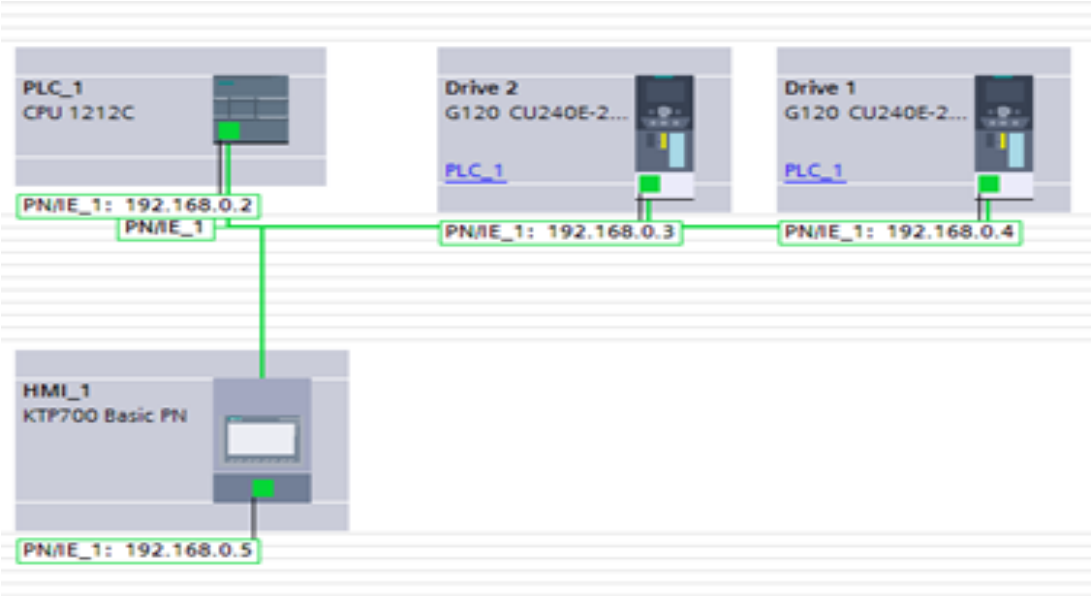


Figura 134. Vista de red de práctica 5.

6.6. Anexo 6: Práctica seis

Pantalla de Inicio

Figura 135. Pantalla de inicio.

Pantalla HMI

Figura 136. Pantalla HMI práctica 6

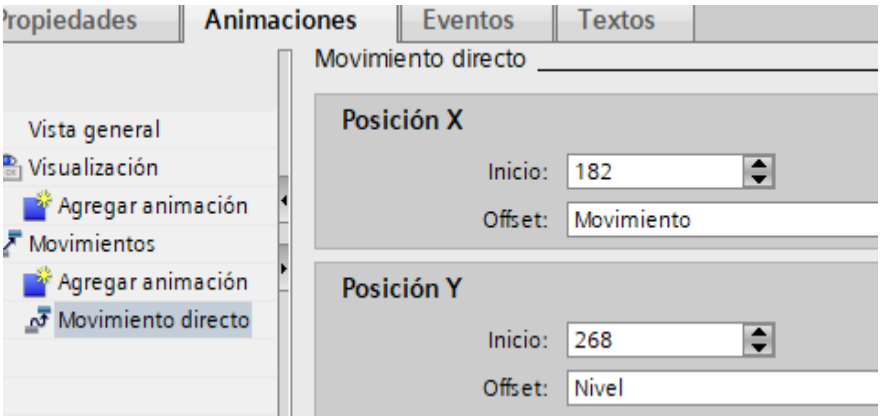


Figura 137. Animaciones Pantalla HMI práctica 6 posición x y.

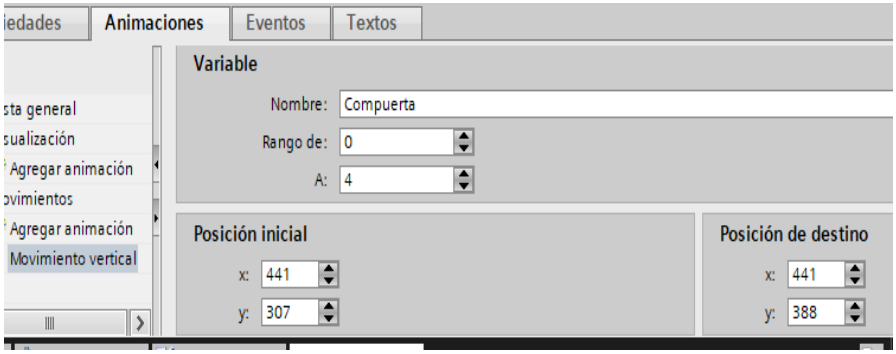


Figura 138. Animaciones Pantalla HMI práctica 6 compuerta.

Inicio de Proceso.

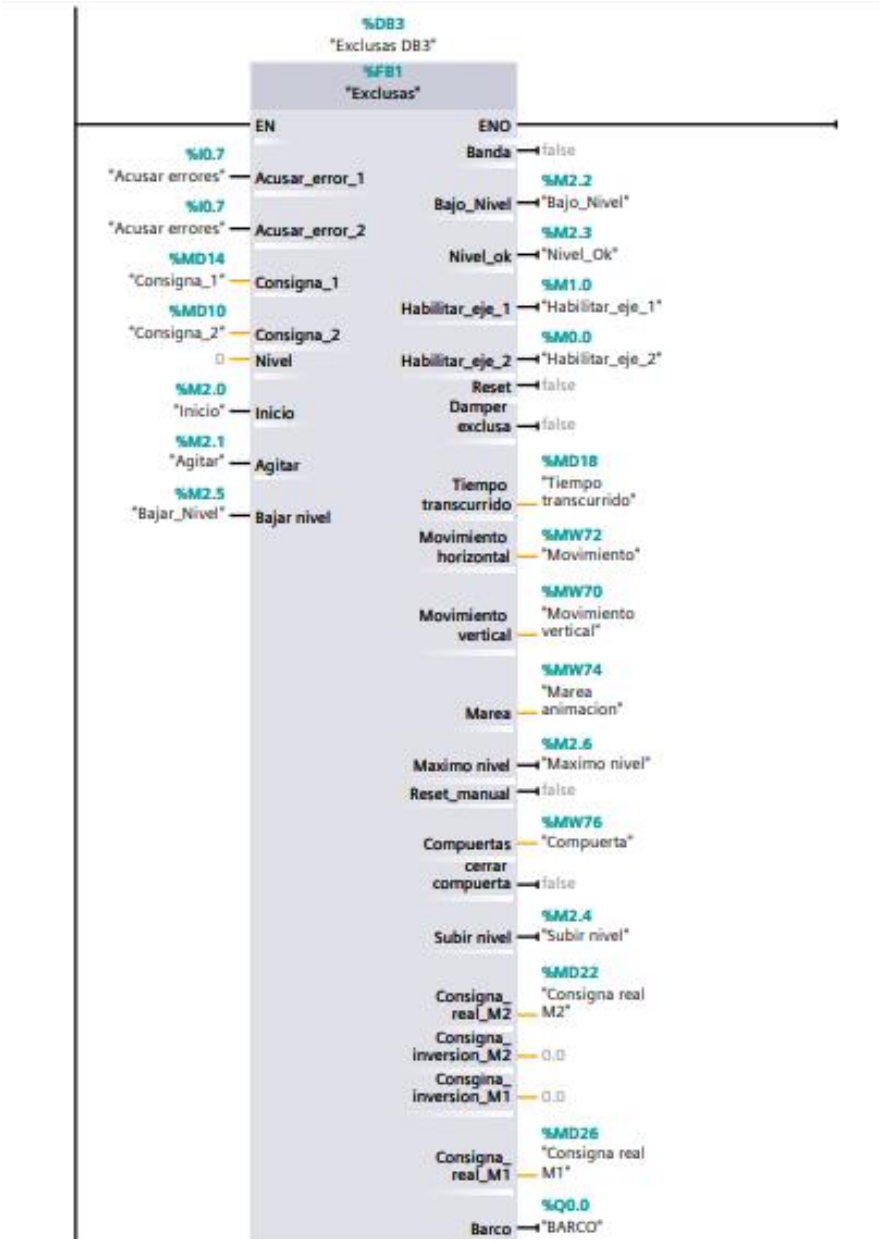


Figura 139. Bloque de inicio de proceso.

Variador 1

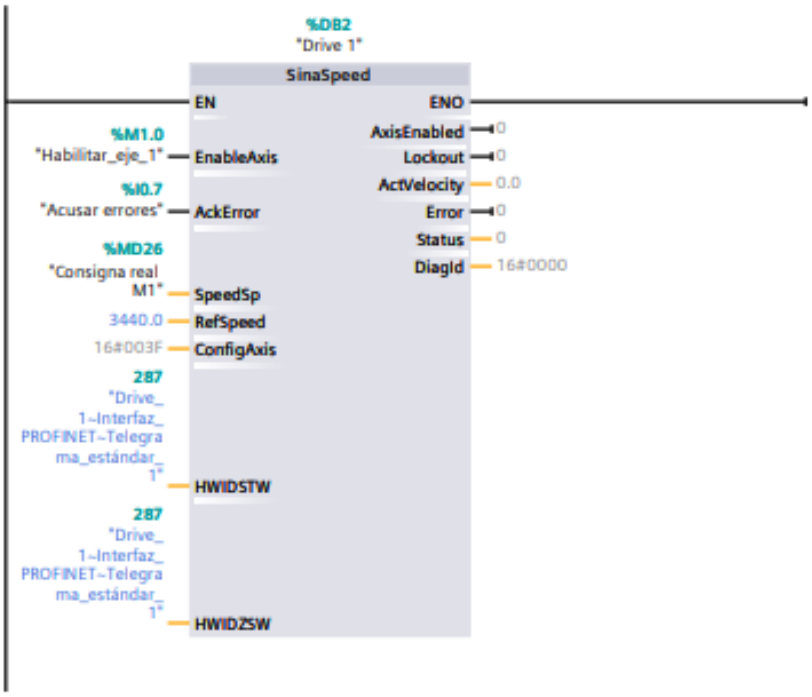


Figura 140. Configuración de variador 1.

Variador 2.

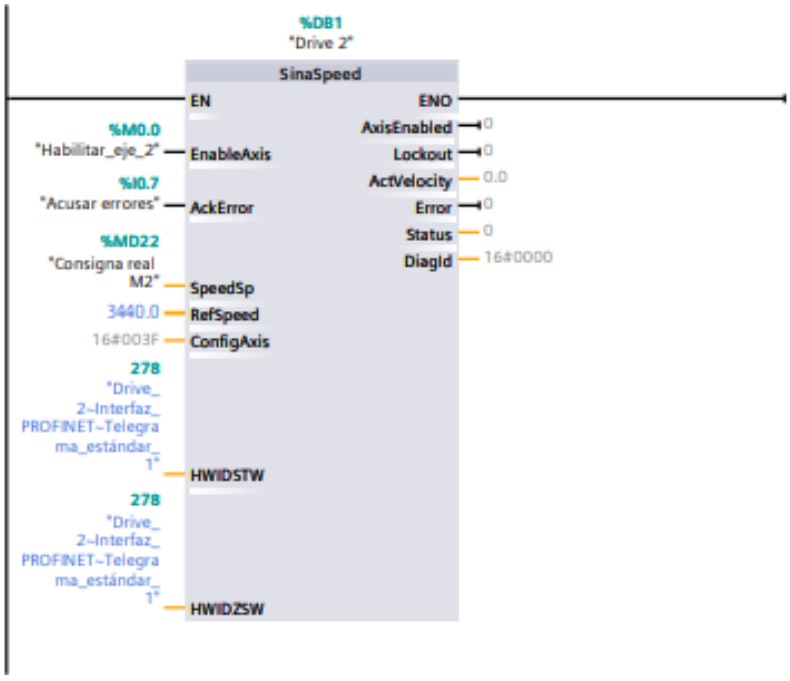


Figura 141. Configuración de variador 2.

Inicio de proceso

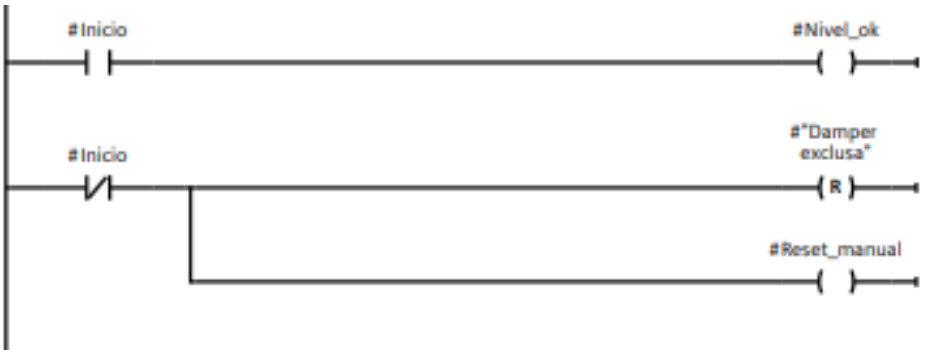


Figura 142. Bloque de inicio de proceso.

Animación de barco horizontal

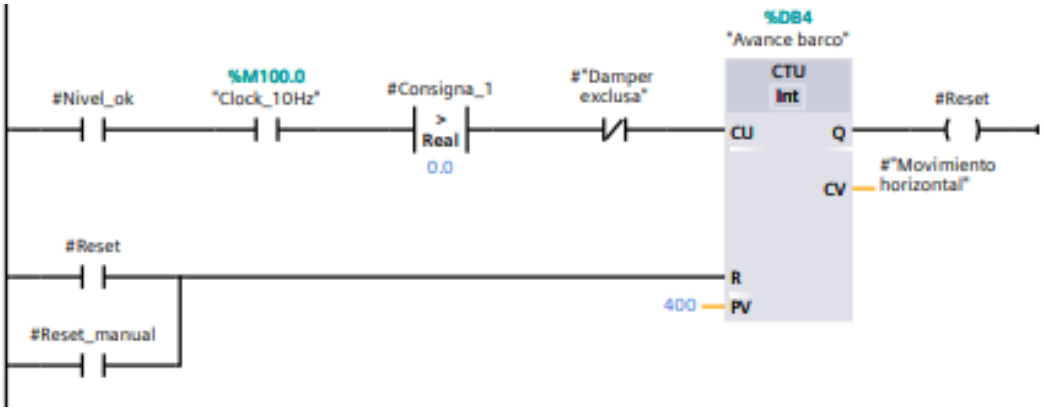


Figura 143. Movimiento de barco horizontal.

Subir y bajar el barco

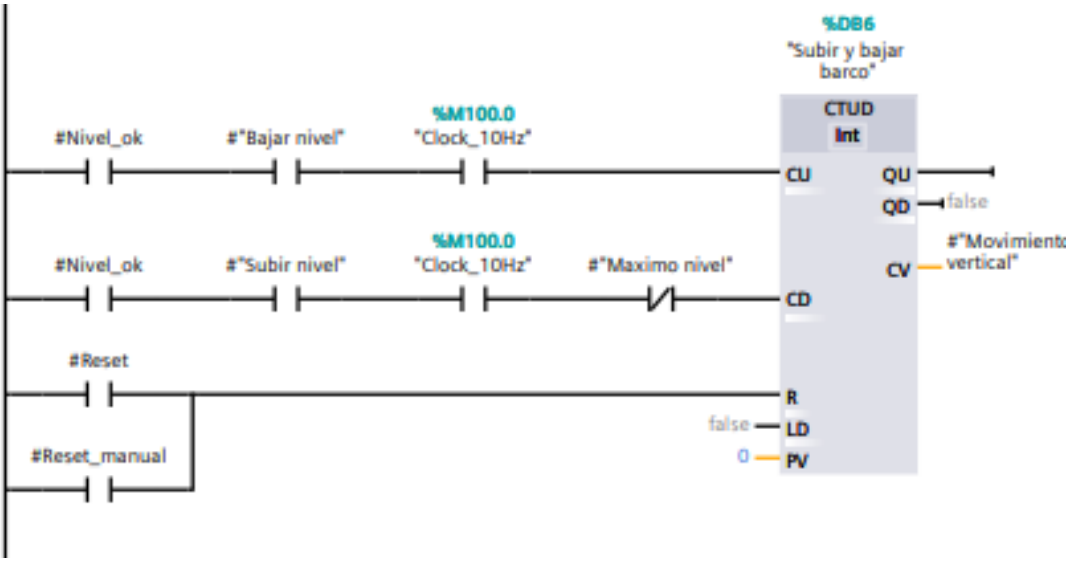


Figura 144. Animación y contador para subir y bajar el barco.

Subir y bajar el nivel del agua (marea)

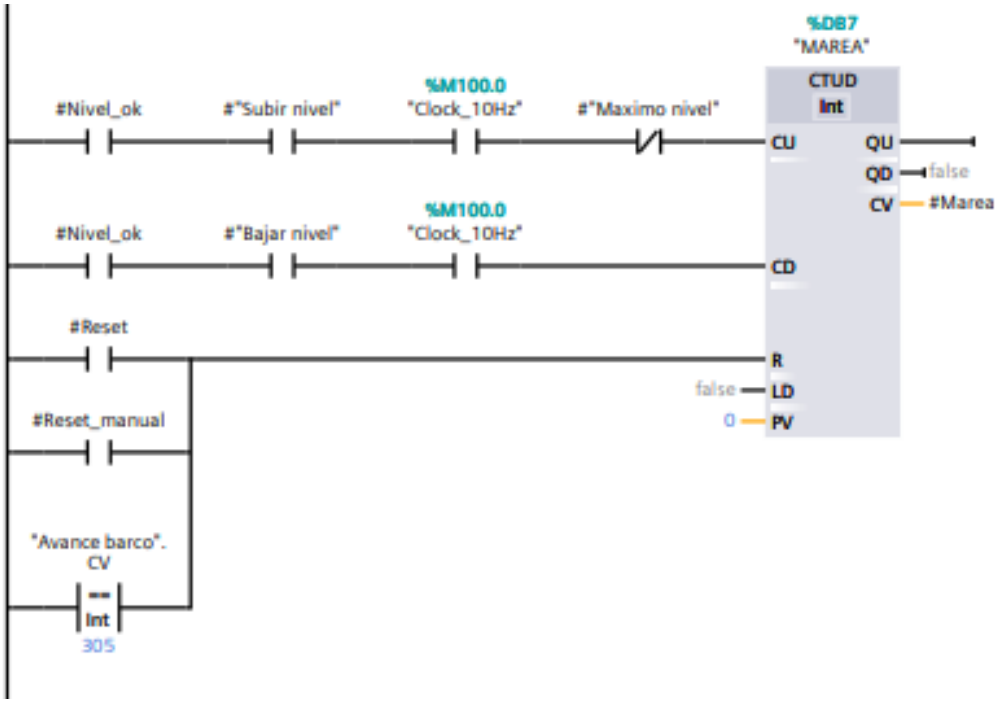


Figura 145. Contador para subir y bajar el nivel del agua.

Llenado.

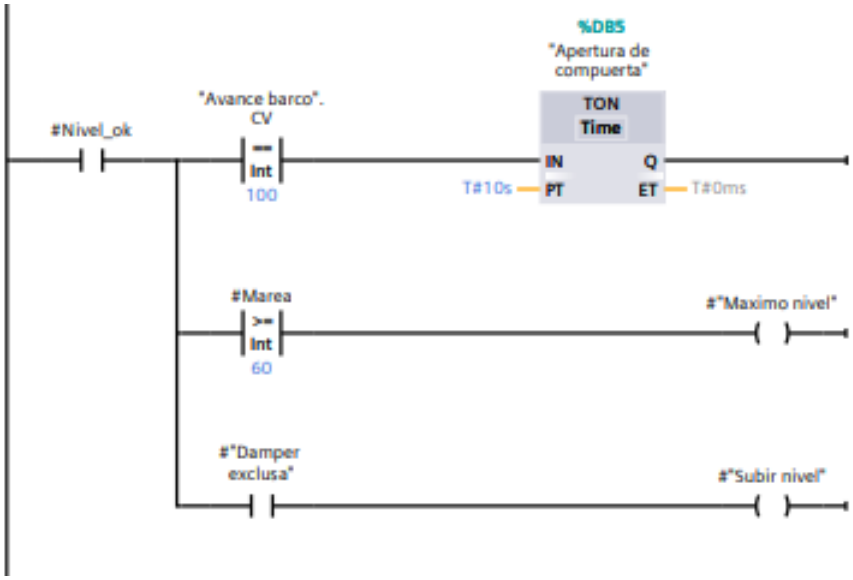


Figura 146. Tiempo de apertura de compuerta.

Apertura de la esclusa

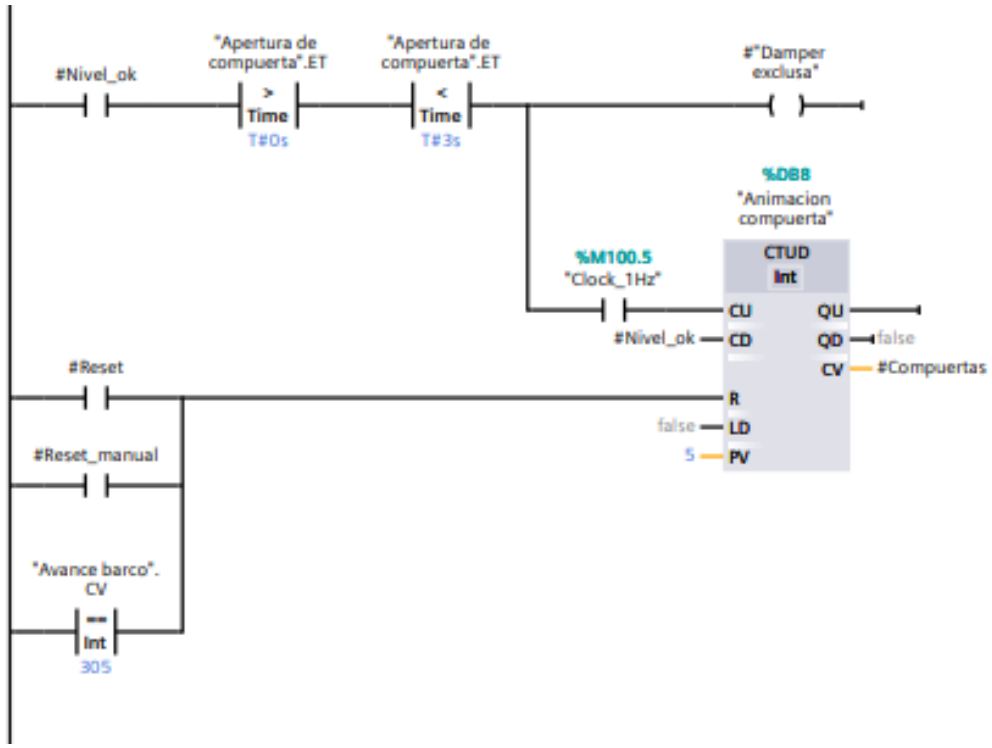


Figura 147. apertura de compuerta.

Cierre de compuerta

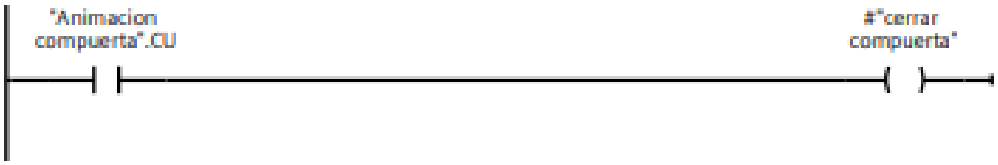


Figura 148. Animación de cierre de compuerta.

Tiempo de apertura de la compuerta

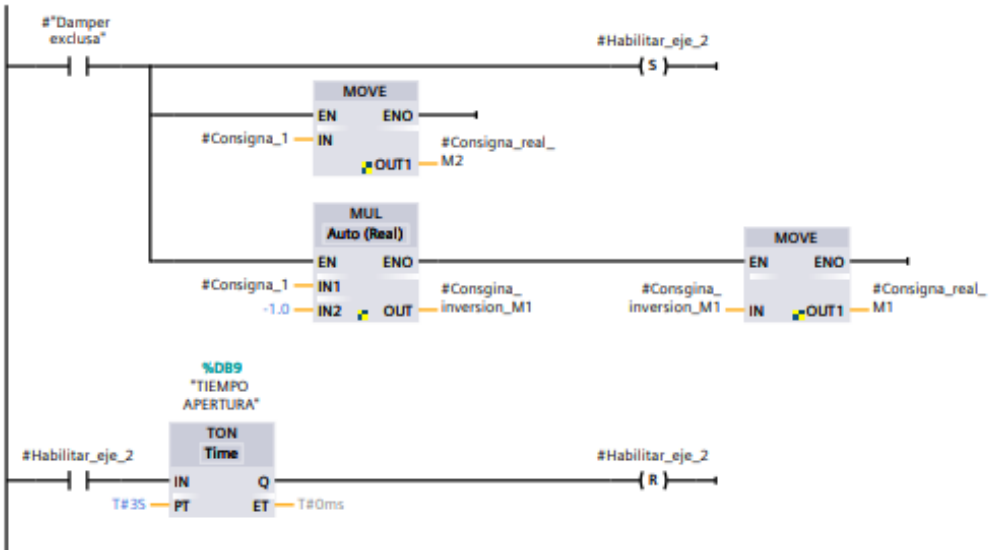


Figura 149. Tiempo de apertura de la compuerta.

Avance de barco en 30 segundas se hablita el motor 2.

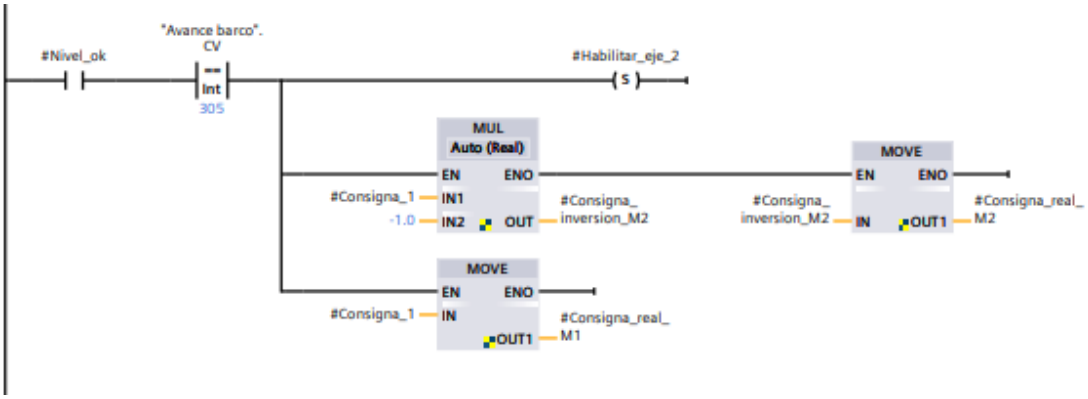


Figura 150. Avance del barco.

Figura 151. Bloque Habilitación de motor 1.

Nivel alto.

Figura 152. Dámper esclusa.

Tabla de variables.

Tabla de variables estándar

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
	Habilitar_eje_2	Bool	%M0.0	☐	☑	☑	☑
	Acusar_error_2	Bool	%M0.1	☐	☑	☑	☑
	Consigna_2	Real	%MD10	☐	☑	☑	☑
	Consigna_1	Real	%MD14	☐	☑	☑	☑
	Habilitar_eje_1	Bool	%M1.0	☐	☑	☑	☑
	Acusar_error_1	Bool	%M1.1	☐	☑	☑	☑
	Clock_Byte	Byte	%MB100	☐	☑	☑	☑
	Clock_10Hz	Bool	%M100.0	☐	☑	☑	☑
	Clock_5Hz	Bool	%M100.1	☐	☑	☑	☑
	Clock_2.5Hz	Bool	%M100.2	☐	☑	☑	☑
	Clock_2Hz	Bool	%M100.3	☐	☑	☑	☑
	Clock_1.25Hz	Bool	%M100.4	☐	☑	☑	☑
	Clock_1Hz	Bool	%M100.5	☐	☑	☑	☑
	Clock_0.625Hz	Bool	%M100.6	☐	☑	☑	☑
	Clock_0.5Hz	Bool	%M100.7	☐	☑	☑	☑
	Inicio	Bool	%M2.0	☐	☑	☑	☑
	Agitar	Bool	%M2.1	☐	☑	☑	☑
	Bajo_Nivel	Bool	%M2.2	☐	☑	☑	☑
	Nivel_Ok	Bool	%M2.3	☐	☑	☑	☑
	Subir nivel	Bool	%M2.4	☐	☑	☑	☑
	BARCO	Bool	%Q0.0	☐	☑	☑	☑
	Tiempo transcurrido	Time	%MD18	☐	☑	☑	☑
	Movimiento vertical	Int	%MW70	☐	☑	☑	☑
	Movimiento	Int	%MW72	☐	☑	☑	☑
	Marea animacion	Int	%MW74	☐	☑	☑	☑
	Bajar_Nivel	Bool	%M2.5	☐	☑	☑	☑
	Maximo nivel	Bool	%M2.6	☐	☑	☑	☑

Figura 153. Tabla de variable estándar de práctica 6 parte 1.

Tabla de variables estándar

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
	Clock_Byte	Byte	%MB100	☐	☑	☑	☑
	Clock_10Hz	Bool	%M100.0	☐	☑	☑	☑
	Clock_5Hz	Bool	%M100.1	☐	☑	☑	☑
	Clock_2.5Hz	Bool	%M100.2	☐	☑	☑	☑
	Clock_2Hz	Bool	%M100.3	☐	☑	☑	☑
	Clock_1.25Hz	Bool	%M100.4	☐	☑	☑	☑
	Clock_1Hz	Bool	%M100.5	☐	☑	☑	☑
	Clock_0.625Hz	Bool	%M100.6	☐	☑	☑	☑
	Clock_0.5Hz	Bool	%M100.7	☐	☑	☑	☑
	Inicio	Bool	%M2.0	☐	☑	☑	☑
	Agitar	Bool	%M2.1	☐	☑	☑	☑
	Bajo_Nivel	Bool	%M2.2	☐	☑	☑	☑
	Nivel_Ok	Bool	%M2.3	☐	☑	☑	☑
	Subir nivel	Bool	%M2.4	☐	☑	☑	☑
	BARCO	Bool	%Q0.0	☐	☑	☑	☑
	Tiempo transcurrido	Time	%MD18	☐	☑	☑	☑
	Movimiento vertical	Int	%MW70	☐	☑	☑	☑
	Movimiento	Int	%MW72	☐	☑	☑	☑
	Marea animacion	Int	%MW74	☐	☑	☑	☑
	Bajar_Nivel	Bool	%M2.5	☐	☑	☑	☑
	Maximo nivel	Bool	%M2.6	☐	☑	☑	☑
	Acusar errores	Bool	%I0.7	☐	☑	☑	☑
	Compuerta	Int	%MW76	☐	☑	☑	☑
	Consigna real M2	Real	%MD22	☐	☑	☑	☑
	Consigna real M1	Real	%MD26	☐	☑	☑	☑
	MOTOR_2	Bool	%Q0.1	☐	☑	☑	☑

Figura 154. Tabla de variable estándar de práctica 6 parte 2.

Comunicación de dispositivos en la red

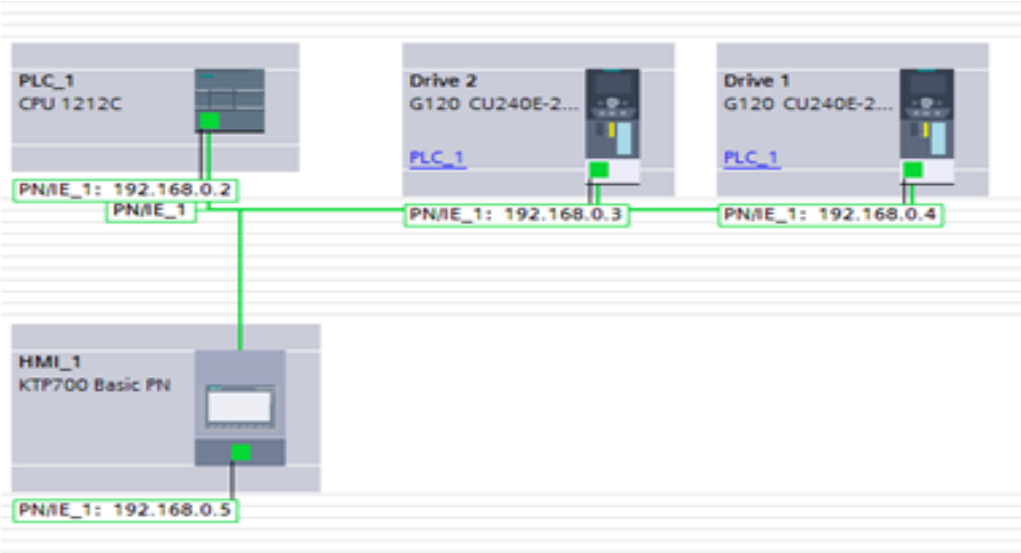


Figura 155. Vista de red de práctica 6.

6.7. Anexos 7: Práctica siete

Pantalla de inicio.

Figura 156. Tabla de variable estándar de práctica 6 parte 2.

Pantalla HMI.

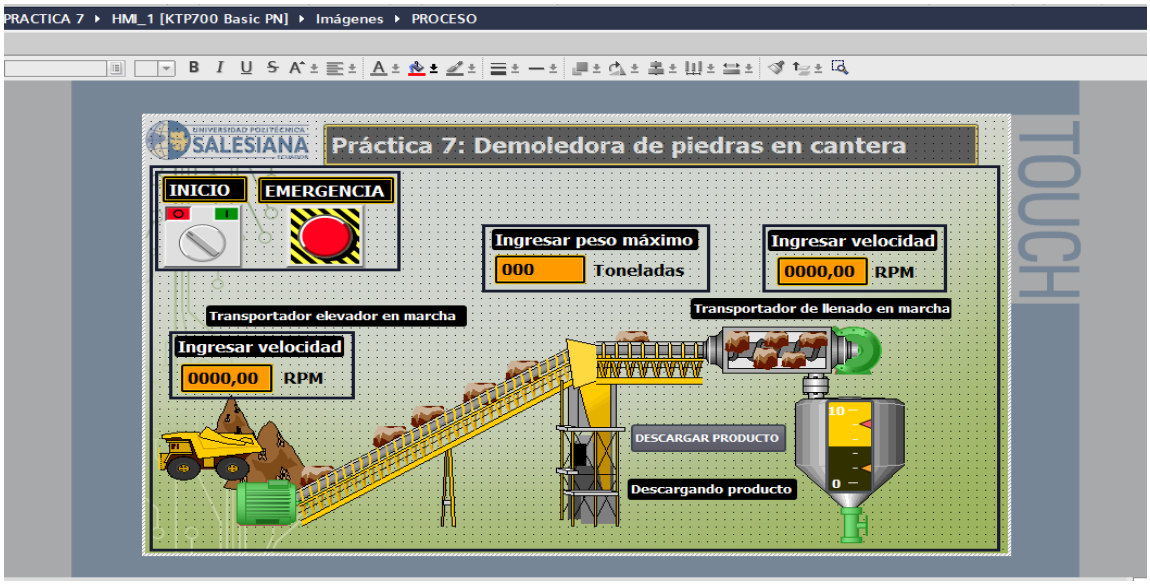


Figura 157. Pantalla HMI práctica 7.

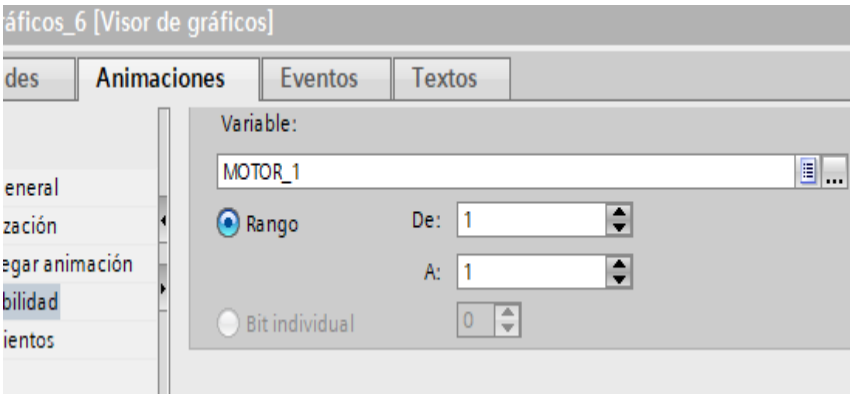


Figura 158. Animaciones Pantalla HMI práctica 7 motor 1.

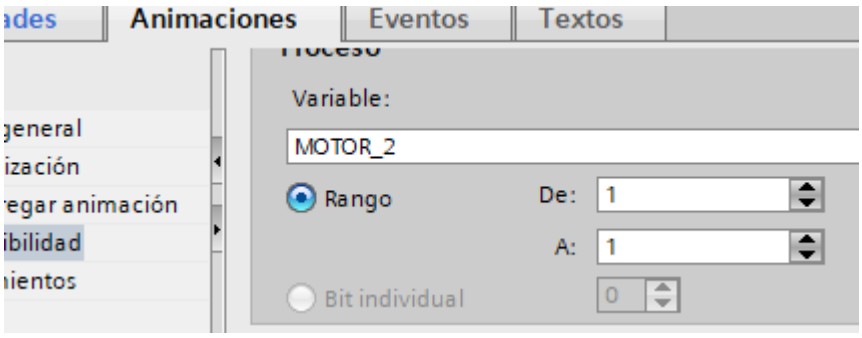


Figura 159. Animaciones Pantalla HMI práctica 7 motor 2.

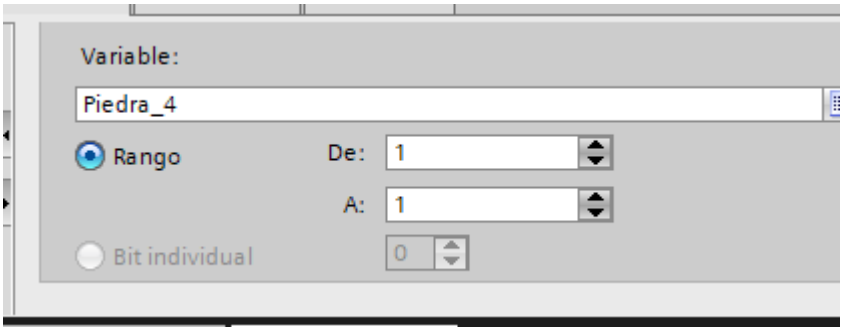


Figura 160. Animaciones Pantalla HMI práctica 7 piedra 4.

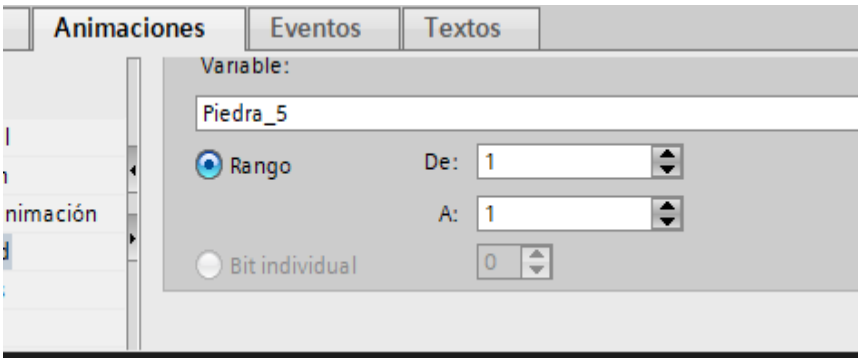


Figura 161. Animaciones Pantalla HMI práctica 7 piedra 5.

Variador 1

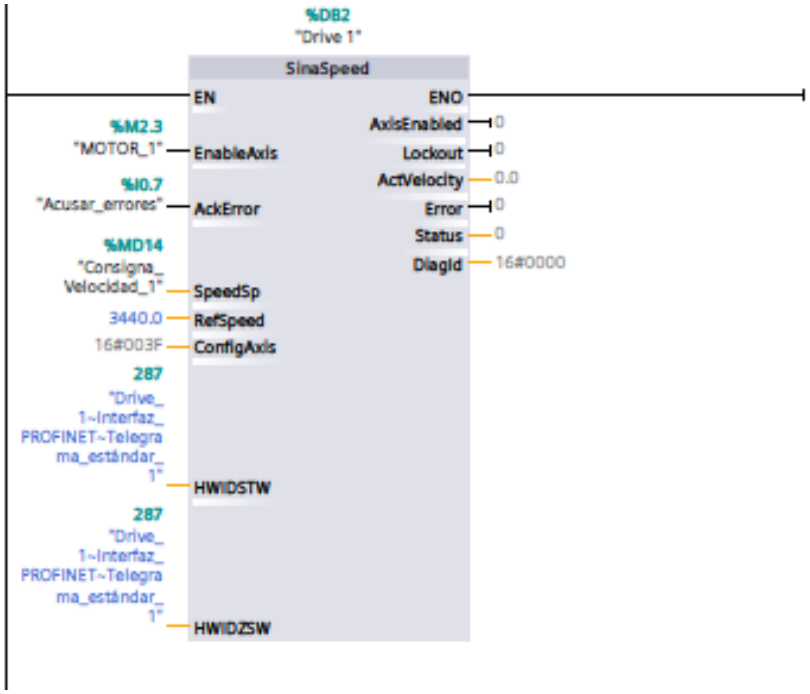


Figura 162. Configuración de variador 1.

Variador 2

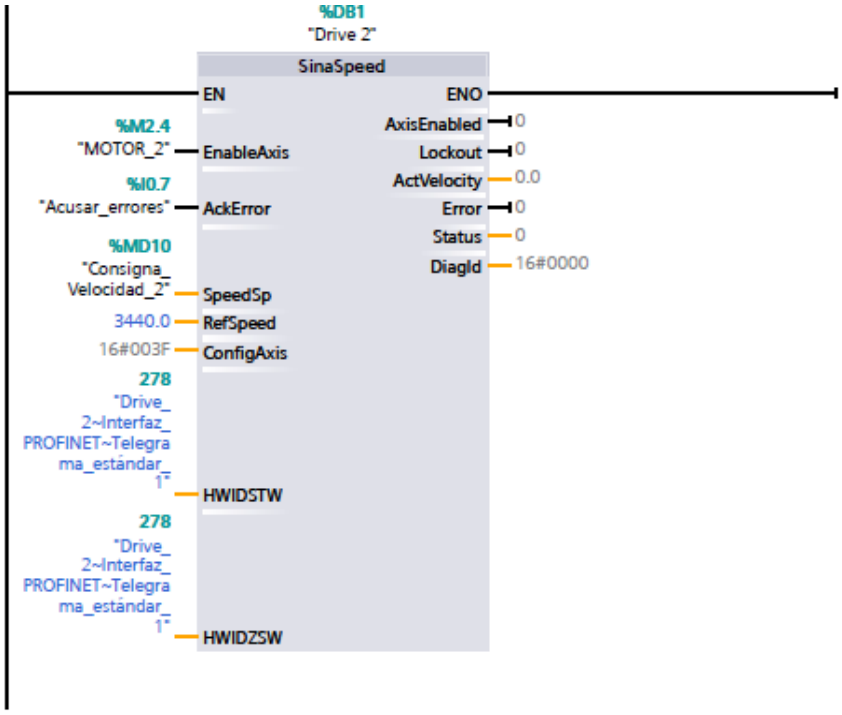


Figura 163. Configuración de variador 1.

Proceso de demoledora

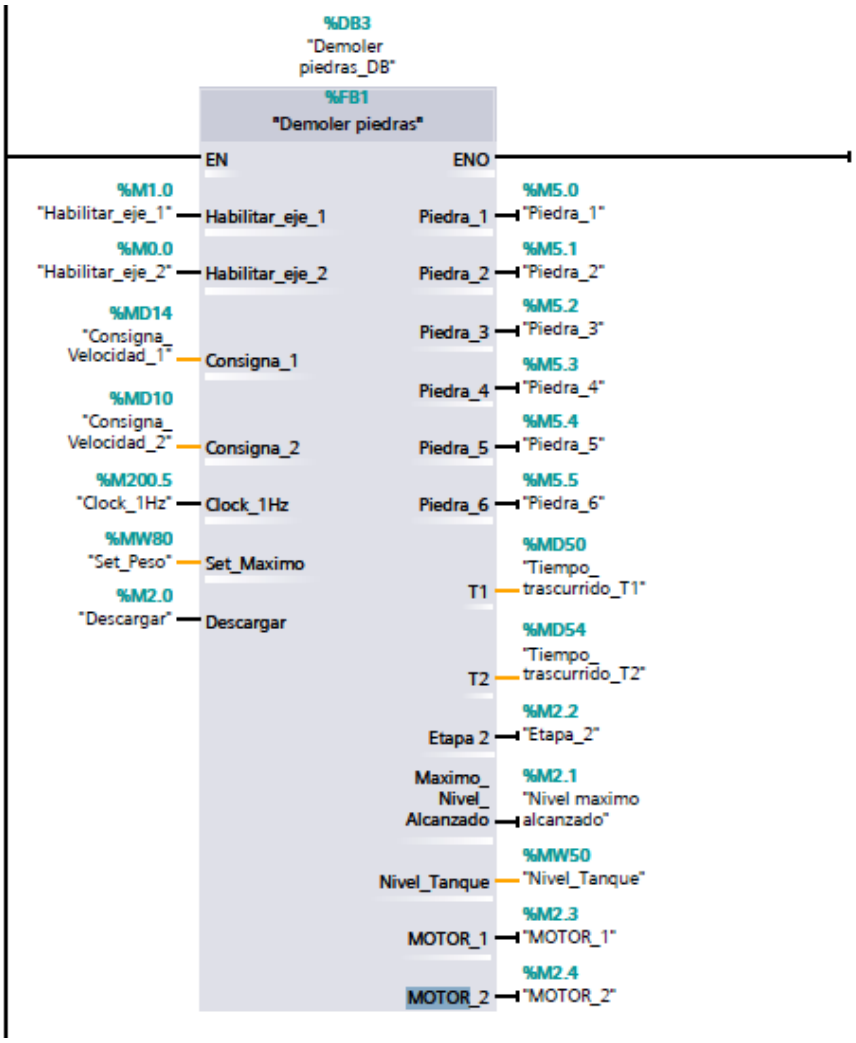


Figura 164. Bloque de proceso.

Transporte de polvo desde tornillo elevador

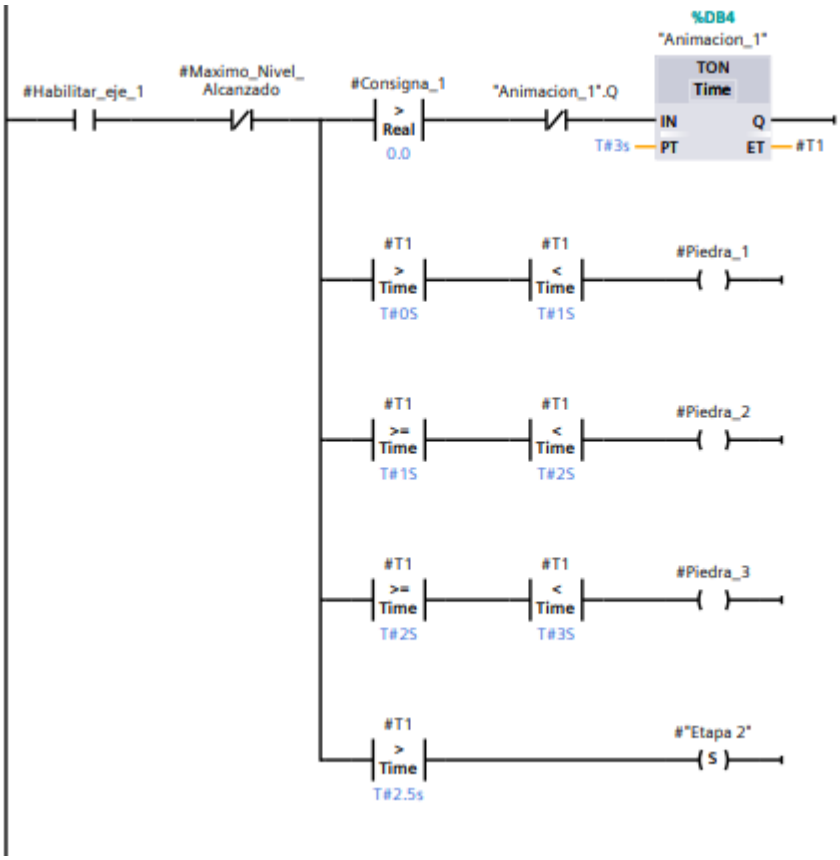


Figura 165. Bloque de proceso del tornillo elevador.

Transporte de tornillo horizontal

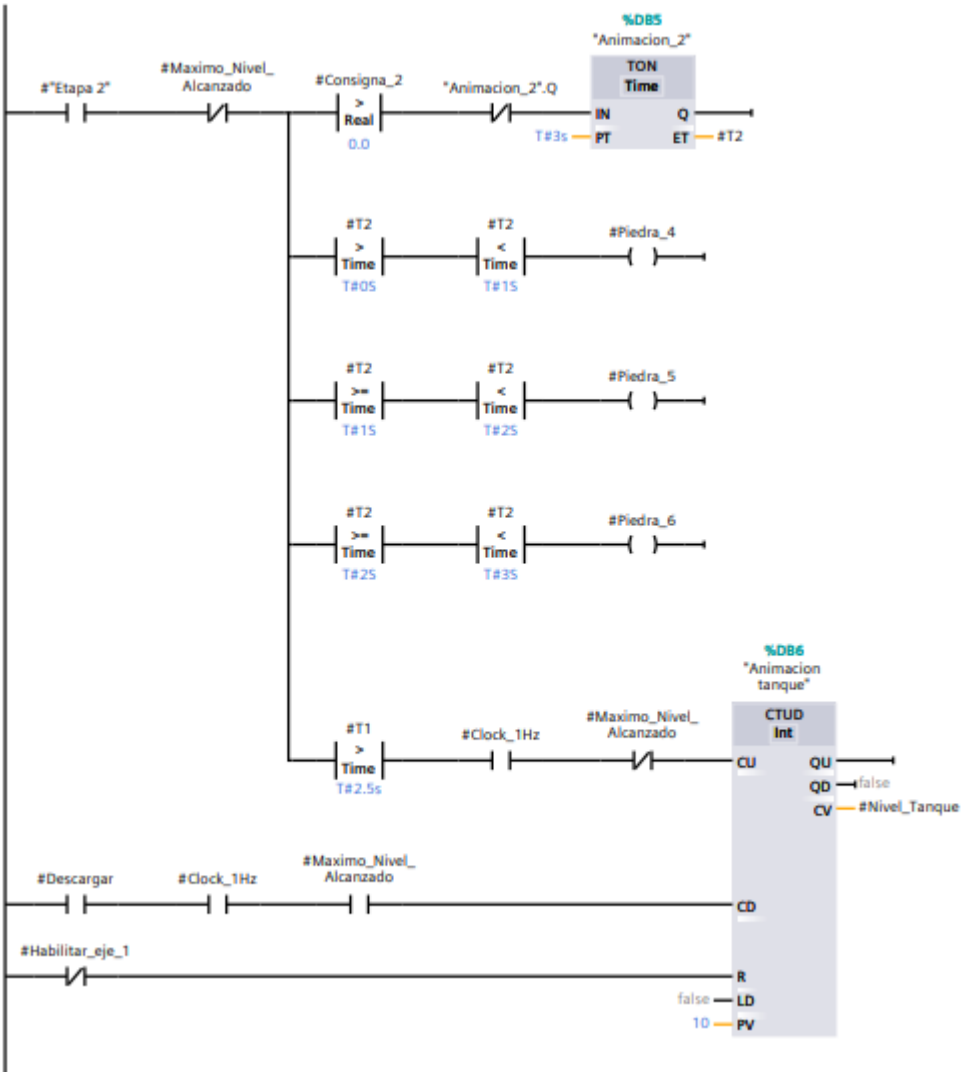


Figura 166. Bloque animación de tornillo horizontal.

Desconexión total

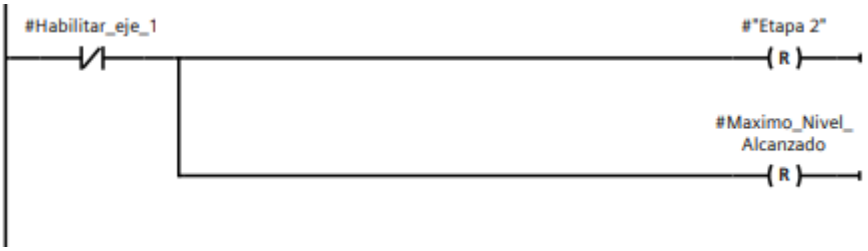


Figura 167. Bloque desconexión total.

Desconexión por bajo nivel

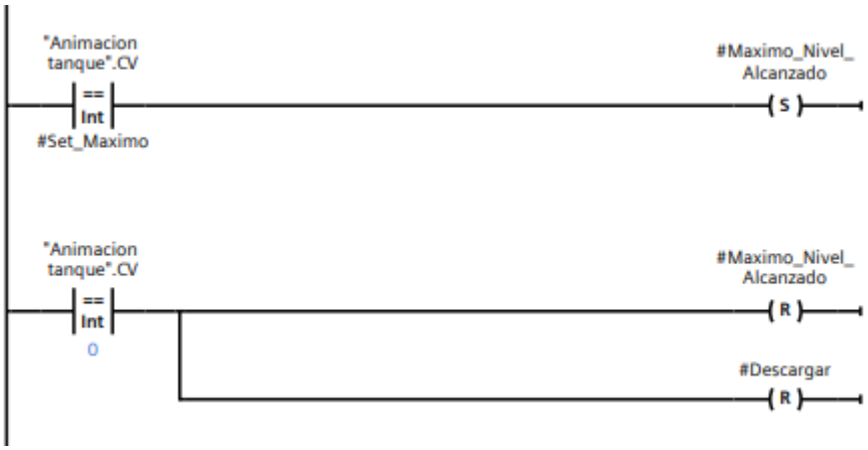


Figura 168. Bloque desconexión bajo nivel.

Desconexión de motores

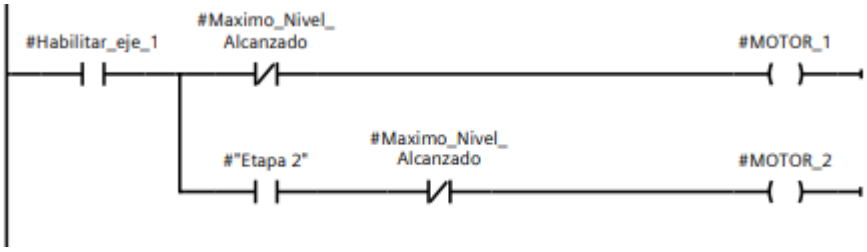


Figura 169. Bloque desconexión de motores.

Tabla de variable.

Tabla de variables estándar

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
	Habilitar_eje_2	Bool	%M0.0		☑	☑	☑
	Acusar_error_2	Bool	%M0.1		☑	☑	☑
	Consigna_Velocidad_2	Real	%MD10		☑	☑	☑
	Consigna_Velocidad_1	Real	%MD14		☑	☑	☑
	Habilitar_eje_1	Bool	%M1.0		☑	☑	☑
	Acusar_error_1	Bool	%M1.1		☑	☑	☑
	Piedra_1	Bool	%M5.0		☑	☑	☑
	Piedra_2	Bool	%M5.1		☑	☑	☑
	Piedra_3	Bool	%M5.2		☑	☑	☑
	Piedra_4	Bool	%M5.3		☑	☑	☑
	Piedra_5	Bool	%M5.4		☑	☑	☑
	Piedra_6	Bool	%M5.5		☑	☑	☑
	Tiempo_trascurrido_T1	Time	%MD50		☑	☑	☑
	Tiempo_trascurrido_T2	Time	%MD54		☑	☑	☑
	Acusar_errores	Bool	%I0.7		☑	☑	☑
	Nivel_Tanque	Word	%MW50		☑	☑	☑
	Descargar	Bool	%M2.0		☑	☑	☑
	Clock_Byte	Byte	%MB200		☑	☑	☑
	Clock_10Hz	Bool	%M200.0		☑	☑	☑
	Clock_5Hz	Bool	%M200.1		☑	☑	☑
	Clock_2.5Hz	Bool	%M200.2		☑	☑	☑
	Clock_2Hz	Bool	%M200.3		☑	☑	☑
	Clock_1.25Hz	Bool	%M200.4		☑	☑	☑
	Clock_1Hz	Bool	%M200.5		☑	☑	☑
	Clock_0.625Hz	Bool	%M200.6		☑	☑	☑
	Clock_0.5Hz	Bool	%M200.7		☑	☑	☑
	Nivel maximo alcanzado	Bool	%M2.1		☑	☑	☑

Figura 170. Tabla de variable estándar de práctica 7 parte 1.

Tabla de variables estándar

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
	Piedra_1	Bool	%M5.0		☑	☑	☑
	Piedra_2	Bool	%M5.1		☑	☑	☑
	Piedra_3	Bool	%M5.2		☑	☑	☑
	Piedra_4	Bool	%M5.3		☑	☑	☑
	Piedra_5	Bool	%M5.4		☑	☑	☑
	Piedra_6	Bool	%M5.5		☑	☑	☑
	Tiempo_trascurrido_T1	Time	%MD50		☑	☑	☑
	Tiempo_trascurrido_T2	Time	%MD54		☑	☑	☑
	Acusar_errores	Bool	%I0.7		☑	☑	☑
	Nivel_Tanque	Word	%MW50		☑	☑	☑
	Descargar	Bool	%M2.0		☑	☑	☑
	Clock_Byte	Byte	%MB200		☑	☑	☑
	Clock_10Hz	Bool	%M200.0		☑	☑	☑
	Clock_5Hz	Bool	%M200.1		☑	☑	☑
	Clock_2.5Hz	Bool	%M200.2		☑	☑	☑
	Clock_2Hz	Bool	%M200.3		☑	☑	☑
	Clock_1.25Hz	Bool	%M200.4		☑	☑	☑
	Clock_1Hz	Bool	%M200.5		☑	☑	☑
	Clock_0.625Hz	Bool	%M200.6		☑	☑	☑
	Clock_0.5Hz	Bool	%M200.7		☑	☑	☑
	Nivel maximo alcanzado	Bool	%M2.1		☑	☑	☑
	Set_Peso	Int	%MW80		☑	☑	☑
	Etapa_2	Bool	%M2.2		☑	☑	☑
	MOTOR_1	Bool	%M2.3		☑	☑	☑
	MOTOR_2	Bool	%M2.4		☑	☑	☑
	<Agregar>				☑	☑	☑

Figura 171. Tabla de variable estándar de práctica 7 parte 2.

Comunicación de dispositivos en la red.

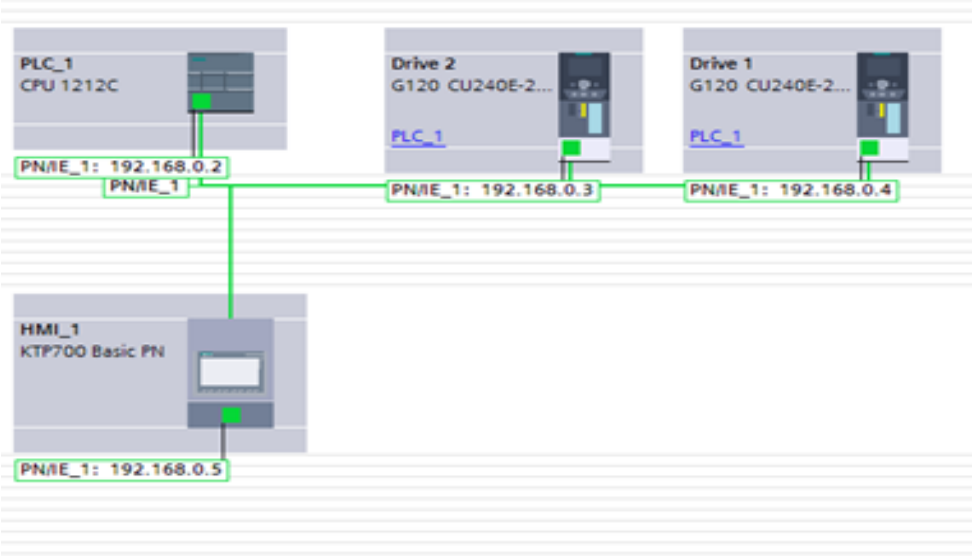


Figura 172. Vista de red de práctica 7.

6.8. Anexo 8: Práctica ocho

Practica de inicio

Figura 173. Pantalla de inicio.

Pantalla HMI

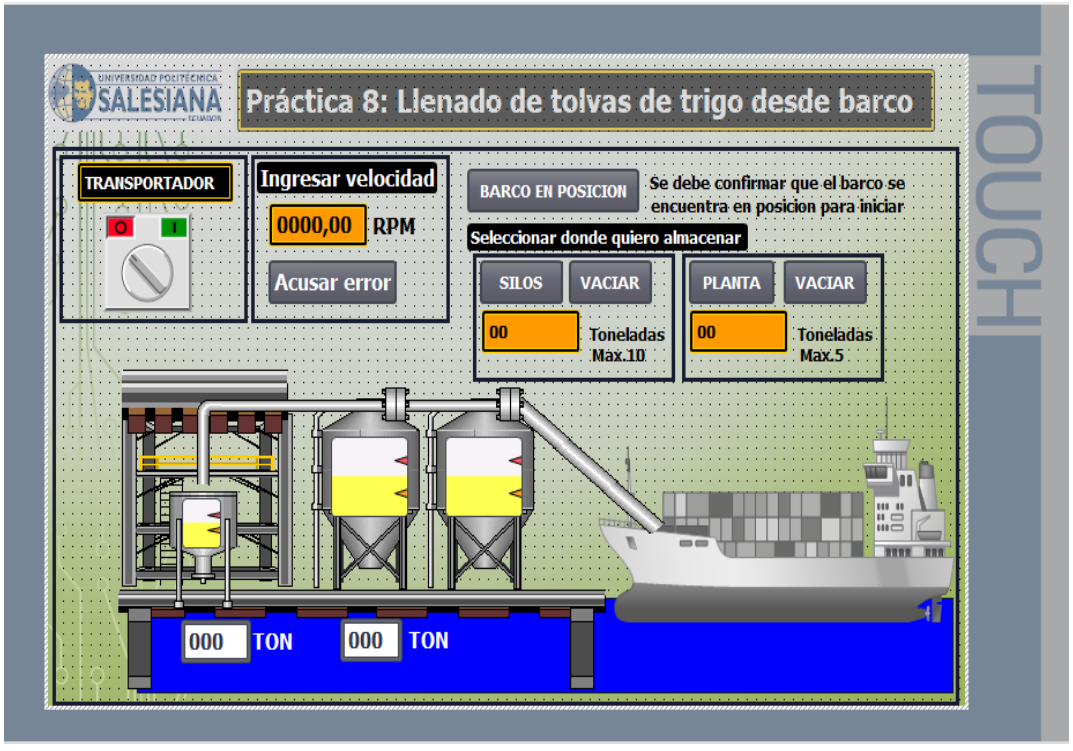


Figura 174. Pantalla HMI práctica 8.

Figura 175. Animaciones Pantalla HMI práctica 8 eje 1.

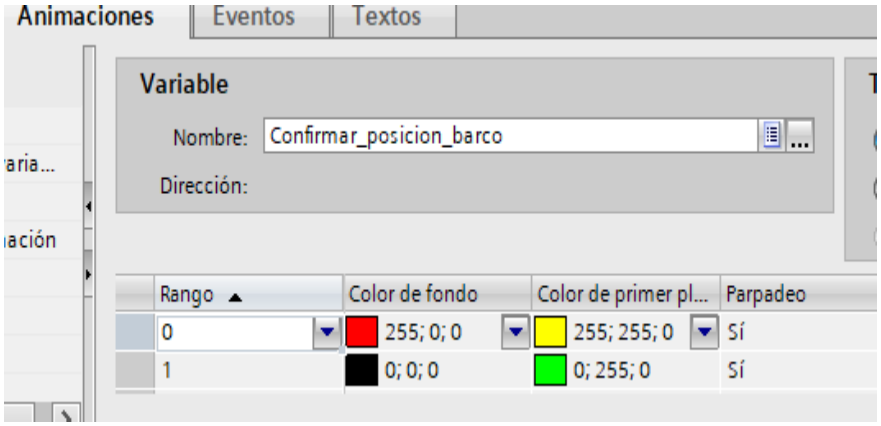


Figura 176. Animaciones Pantalla HMI práctica 8 posición del barco.

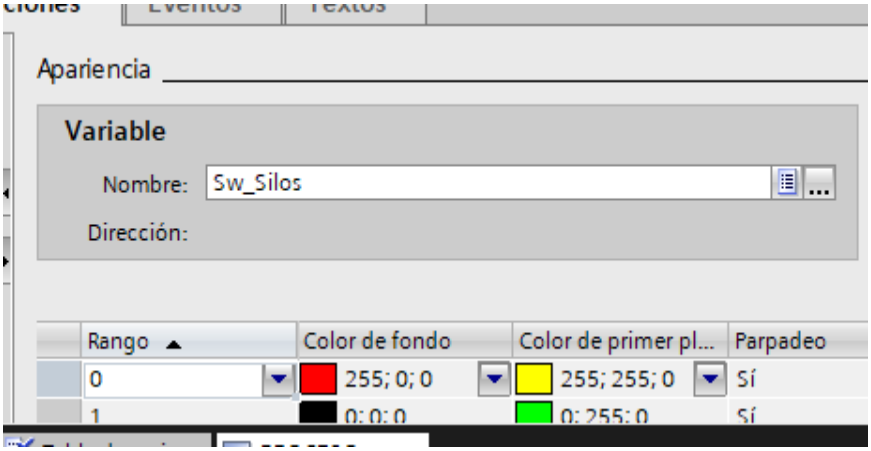


Figura 177. Animaciones Pantalla HMI práctica 8 silos.

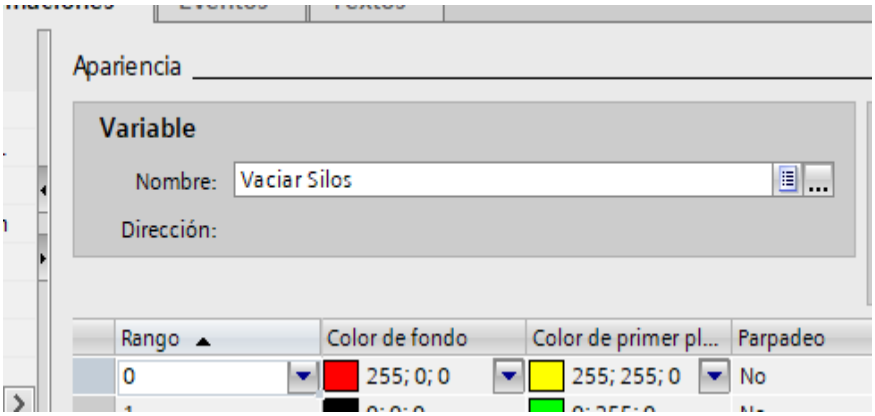


Figura 178. Animaciones Pantalla HMI práctica 8 vaciar silos.

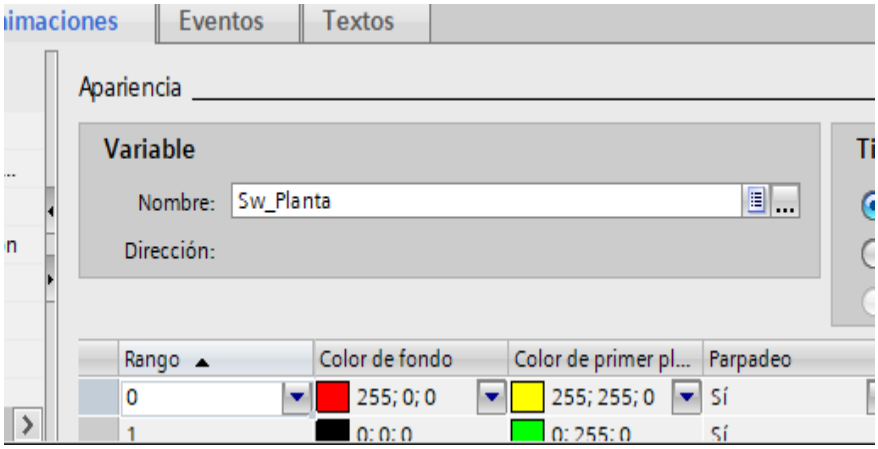


Figura 179. Animaciones Pantalla HMI práctica 8 planta.

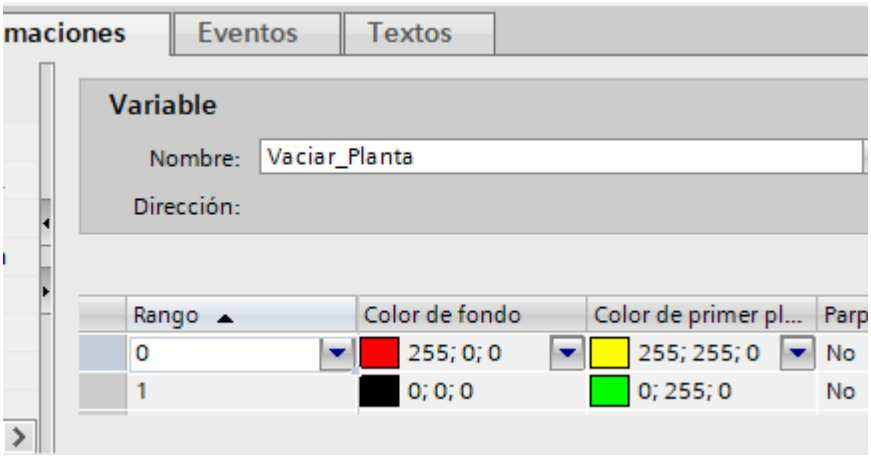


Figura 180. Animaciones Pantalla HMI práctica 8 vaciar planta.

Variador 1

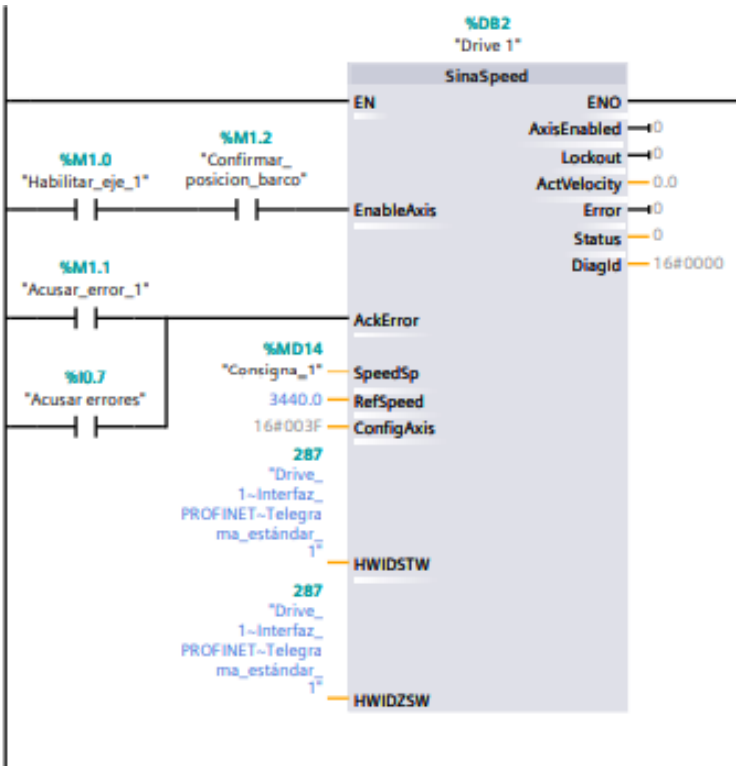


Figura 181. Configuracion de variador 1.

Variador 2

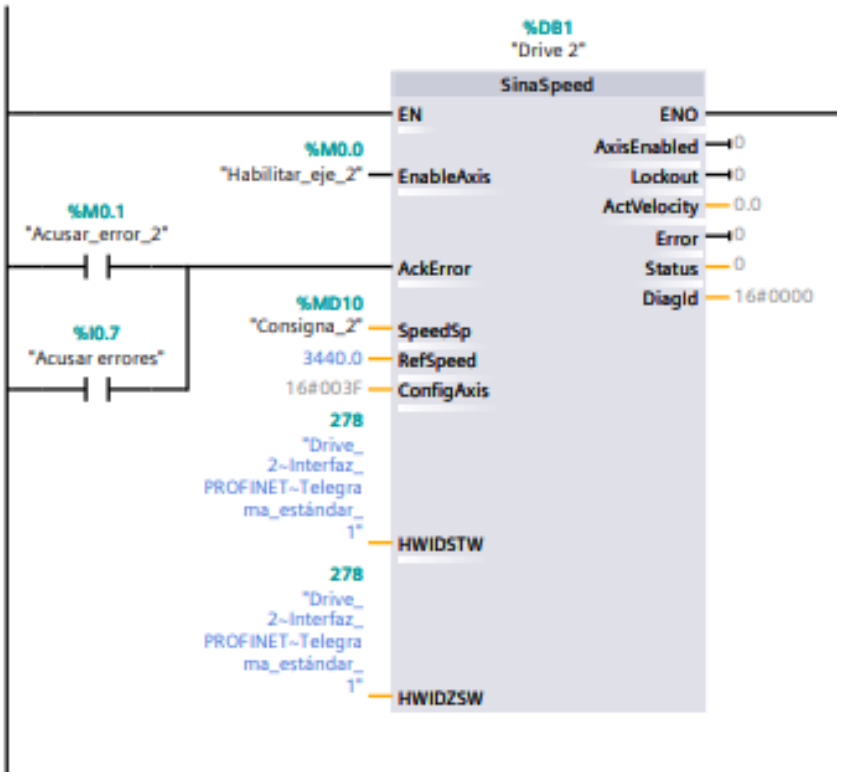


Figura 182. Configuración de variador 2.

Proceso de llenado de trigo.

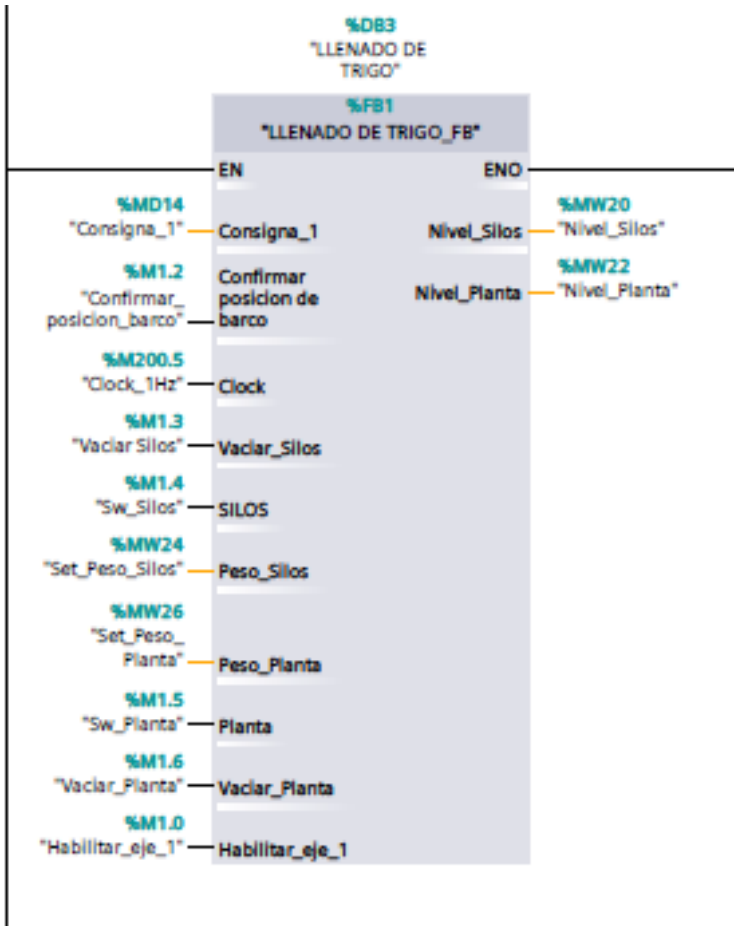


Figura 183. Bloque llenado de trigo.

Llenado y vacío de silos a través contador.

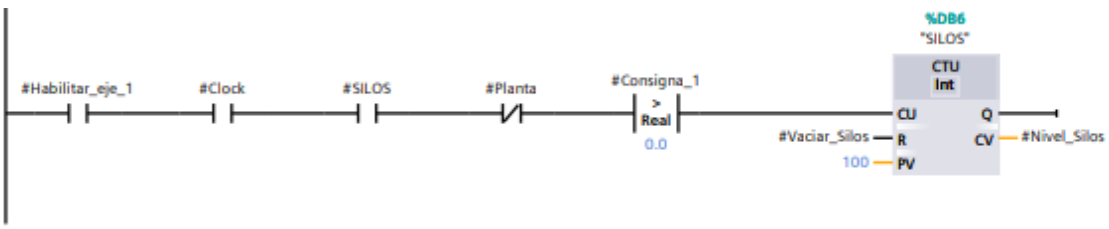


Figura 184. Bloque de llenado y vacio de silos.

Llenado y vacío de planta a través de contador.

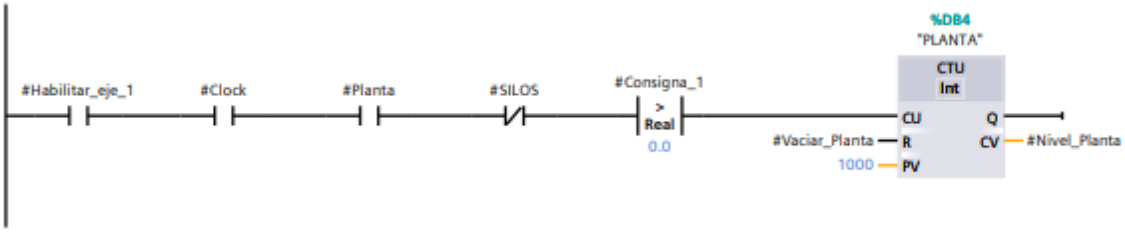


Figura 185. Bloque de llenado y vacio de planta

Contador de toneladas de silos y planta.

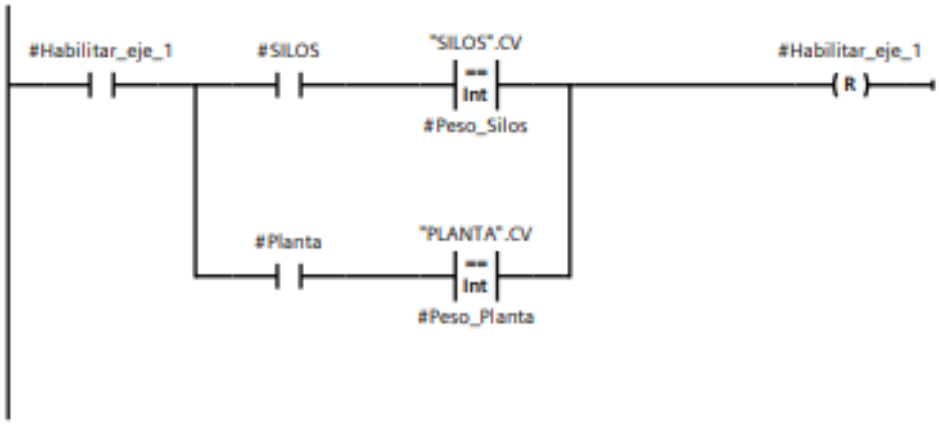


Figura 186. Contador de toneladas.

Tabla de variables

Tabla de variables estándar

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
	Habilitar_eje_2	Bool	%M0.0		☑	☑	☑
	Acusar_error_2	Bool	%M0.1		☑	☑	☑
	Consigna_2	Real	%MD10		☑	☑	☑
	Consigna_1	Real	%MD14		☑	☑	☑
	Habilitar_eje_1	Bool	%M1.0		☑	☑	☑
	Acusar_error_1	Bool	%M1.1		☑	☑	☑
	Piedra_1	Bool	%M5.0		☑	☑	☑
	Piedra_2	Bool	%M5.1		☑	☑	☑
	Piedra_3	Bool	%M5.2		☑	☑	☑
	Piedra_4	Bool	%M5.3		☑	☑	☑
	Piedra_5	Bool	%M5.4		☑	☑	☑
	Piedra_6	Bool	%M5.5		☑	☑	☑
	Tag_7	Time	%MD50		☑	☑	☑
	Tag_8	Time	%MD54		☑	☑	☑
	Clock_Byte	Byte	%MB200		☑	☑	☑
	Clock_10Hz	Bool	%M200.0		☑	☑	☑
	Clock_5Hz	Bool	%M200.1		☑	☑	☑
	Clock_2.5Hz	Bool	%M200.2		☑	☑	☑
	Clock_2Hz	Bool	%M200.3		☑	☑	☑
	Clock_1.25Hz	Bool	%M200.4		☑	☑	☑
	Clock_1Hz	Bool	%M200.5		☑	☑	☑
	Clock_0.625Hz	Bool	%M200.6		☑	☑	☑
	Clock_0.5Hz	Bool	%M200.7		☑	☑	☑
	Confirmar_posicion_barco	Bool	%M1.2		☑	☑	☑
	Vaciar Silos	Bool	%M1.3		☑	☑	☑
	Nivel_Silos	Int	%MW20		☑	☑	☑
	Nivel_Planta	Int	%MW22		☑	☑	☑

Figura 187. Tabla de variable estándar de práctica 8 parte 1.

Tabla de variables estándar

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
	Piedra_1	Bool	%M5.0		☑	☑	☑
	Piedra_2	Bool	%M5.1		☑	☑	☑
	Piedra_3	Bool	%M5.2		☑	☑	☑
	Piedra_4	Bool	%M5.3		☑	☑	☑
	Piedra_5	Bool	%M5.4		☑	☑	☑
	Piedra_6	Bool	%M5.5		☑	☑	☑
	Tag_7	Time	%MD50		☑	☑	☑
	Tag_8	Time	%MD54		☑	☑	☑
	Clock_Byte	Byte	%MB200		☑	☑	☑
	Clock_10Hz	Bool	%M200.0		☑	☑	☑
	Clock_5Hz	Bool	%M200.1		☑	☑	☑
	Clock_2.5Hz	Bool	%M200.2		☑	☑	☑
	Clock_2Hz	Bool	%M200.3		☑	☑	☑
	Clock_1.25Hz	Bool	%M200.4		☑	☑	☑
	Clock_1Hz	Bool	%M200.5		☑	☑	☑
	Clock_0.625Hz	Bool	%M200.6		☑	☑	☑
	Clock_0.5Hz	Bool	%M200.7		☑	☑	☑
	Confirmar_posicion_barco	Bool	%M1.2		☑	☑	☑
	Vaciar Silos	Bool	%M1.3		☑	☑	☑
	Nivel_Silos	Int	%MW20		☑	☑	☑
	Nivel_Planta	Int	%MW22		☑	☑	☑
	Sw_Silos	Bool	%M1.4		☑	☑	☑
	Set_Peso_Silos	Int	%MW24		☑	☑	☑
	Set_Peso_Planta	Int	%MW26		☑	☑	☑
	Sw_Planta	Bool	%M1.5		☑	☑	☑
	Vaciar_Planta	Bool	%M1.6		☑	☑	☑

Figura 188. Tabla de variable estándar de práctica 8 parte 2.

Comunicación de dispositivos en la red.

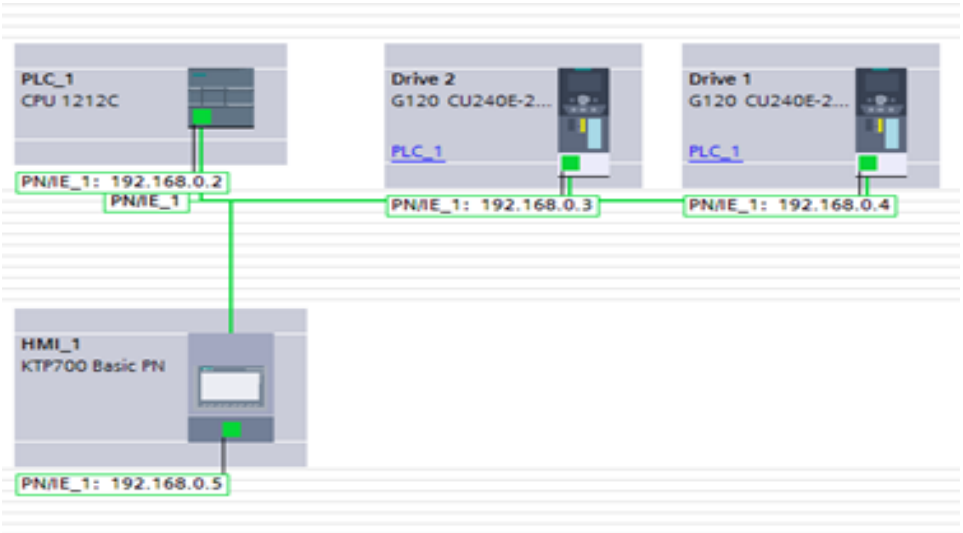


Figura 189. Vista de red de práctica 8.

6.9. Anexo 9: Práctica nueve

Pantalla de inicio.

Figura 190. Pantalla de inicio.

Pantalla HMI

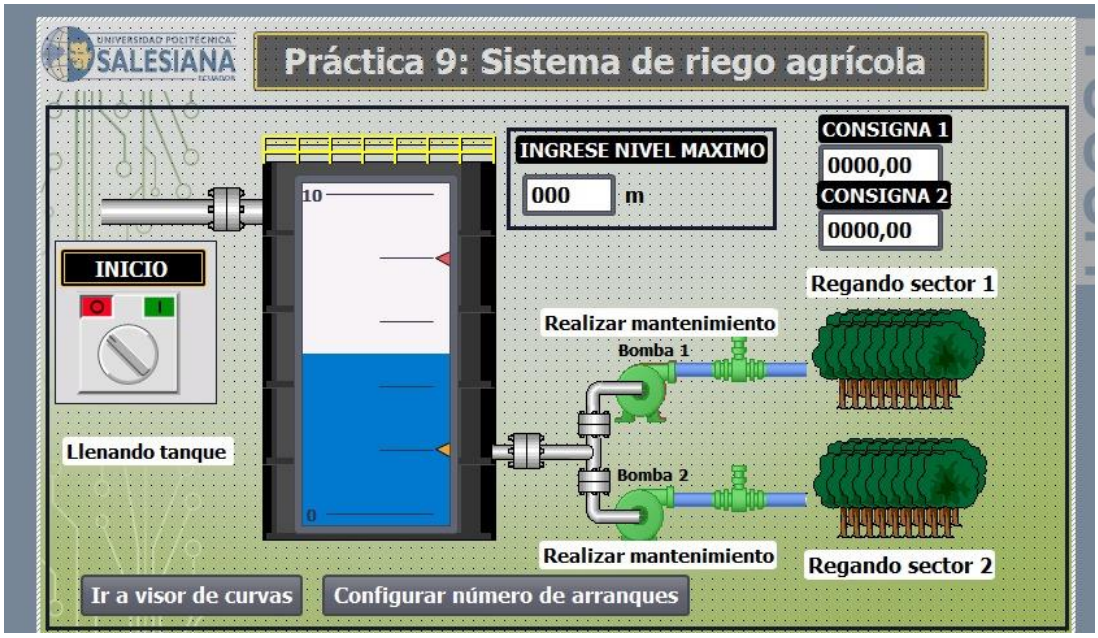


Figura 191. Pantalla HMI práctica 9.

Pantalla de envio a mantenimeinto

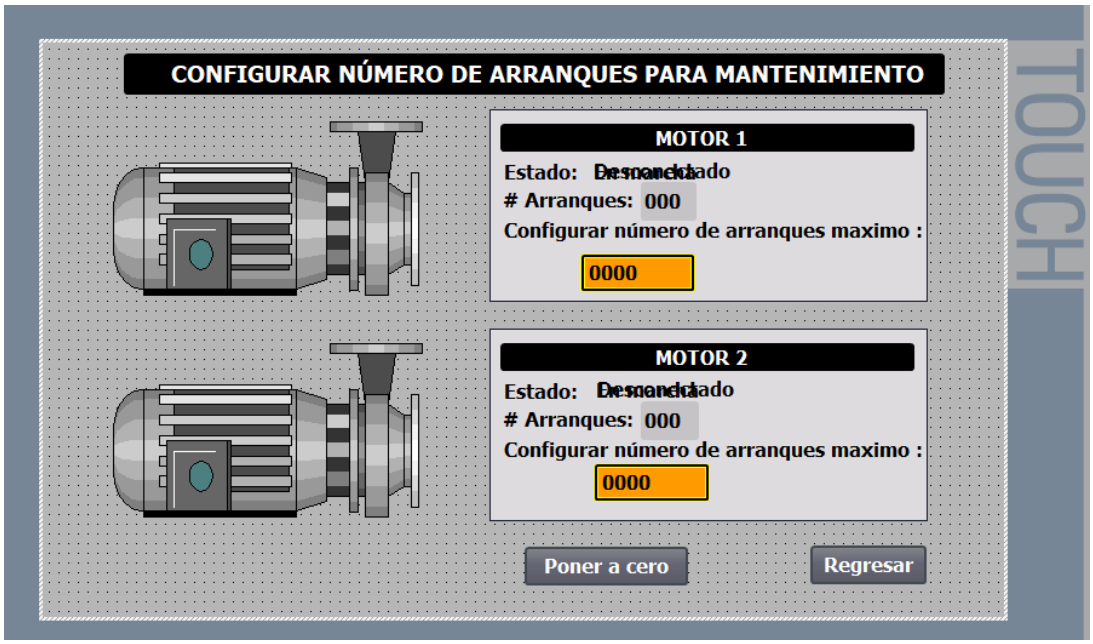


Figura 192. Pantalla de numero de arranque.

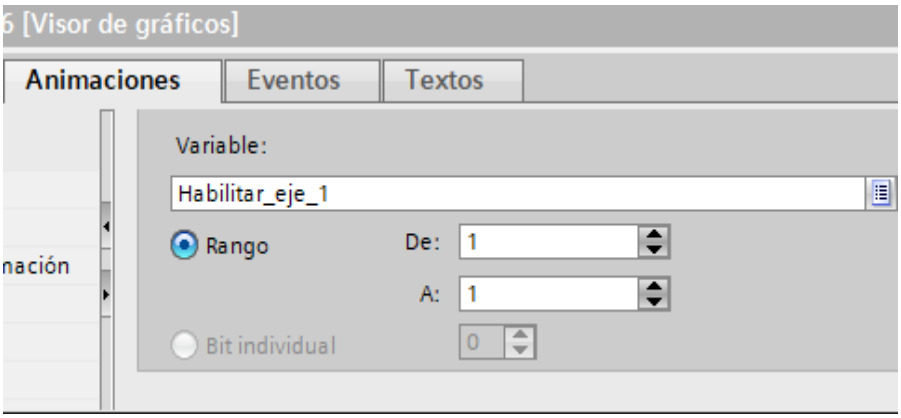


Figura 193. Animaciones Pantalla HMI práctica 9 eje 1.

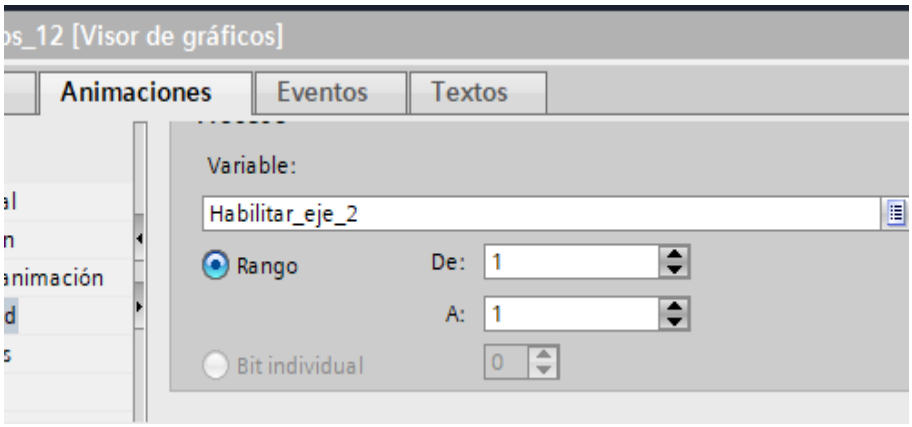


Figura 194. Animaciones Pantalla HMI práctica 9 eje 2.

Variador 1.

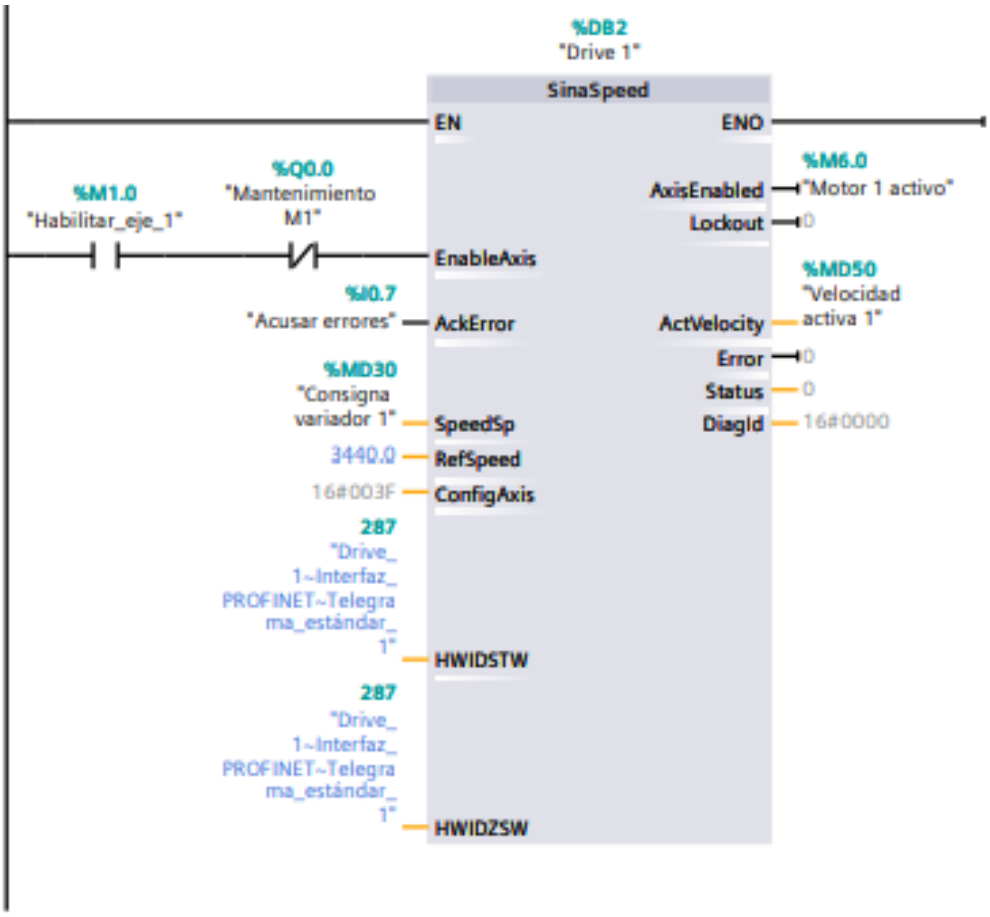


Figura 195. Configuración de variador 1.

Variador 2.

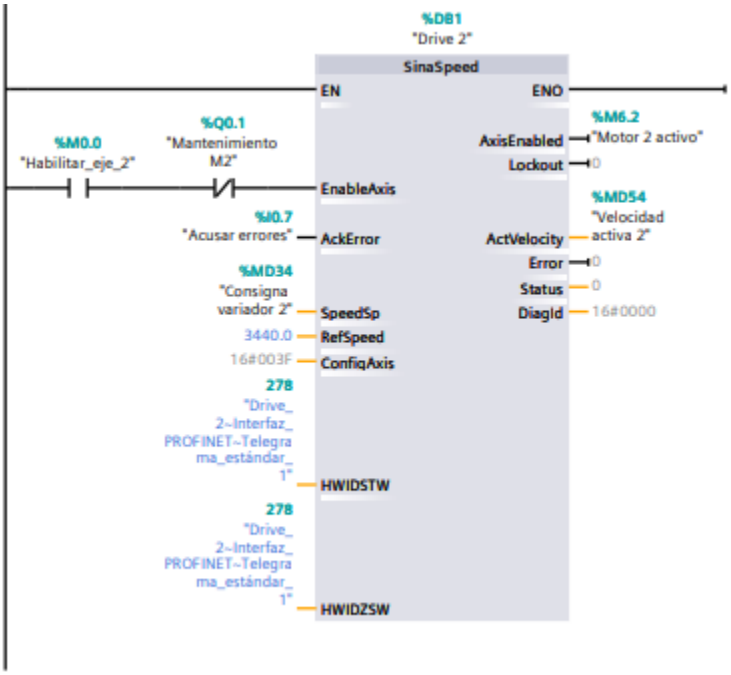


Figura 196. Configuración de variador 2.

Proceso de sistema de riego agrícola activando 2 bombas automático.

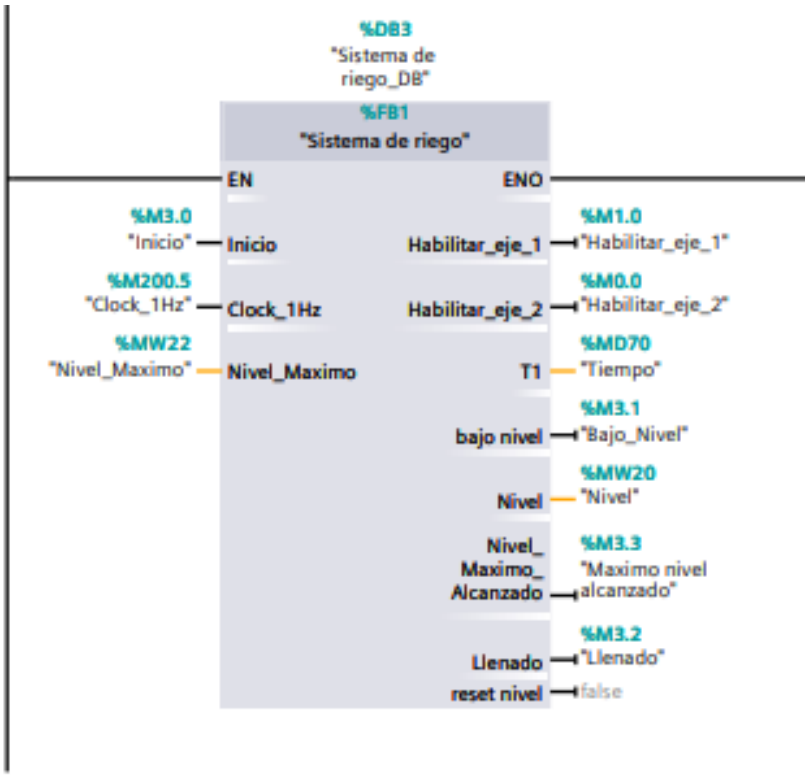


Figura 197. Bloque de sistema de riego.

Obtener magnitudes eléctricas para visualización de curvas.

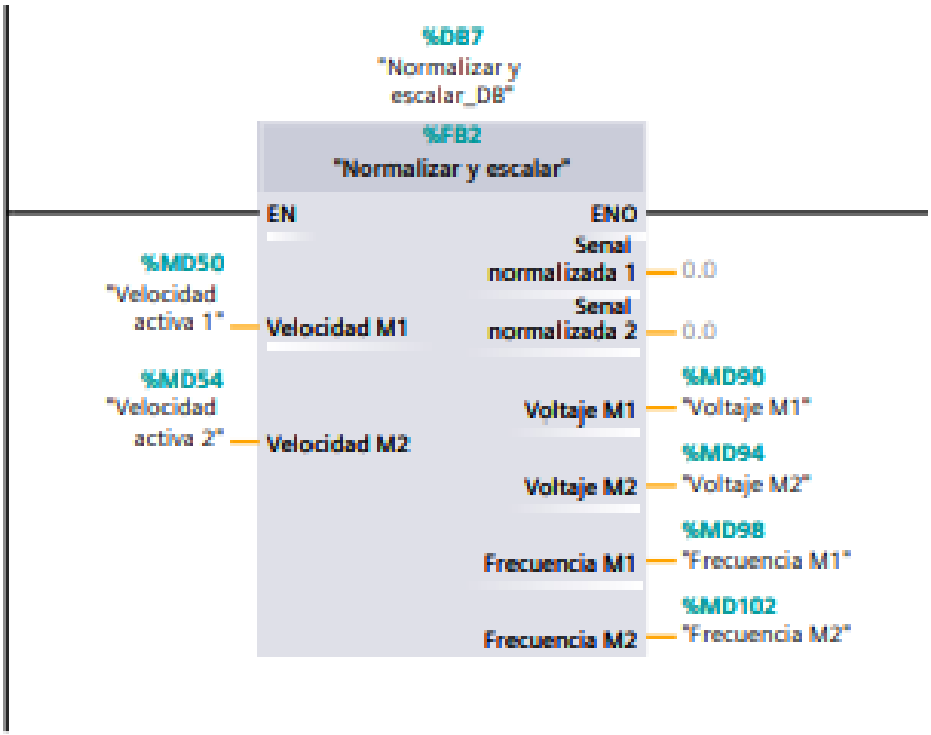


Figura 198. Bloque de sistema de riego.

Contador de numero arranque para mantenimiento preventivo de las bombas.

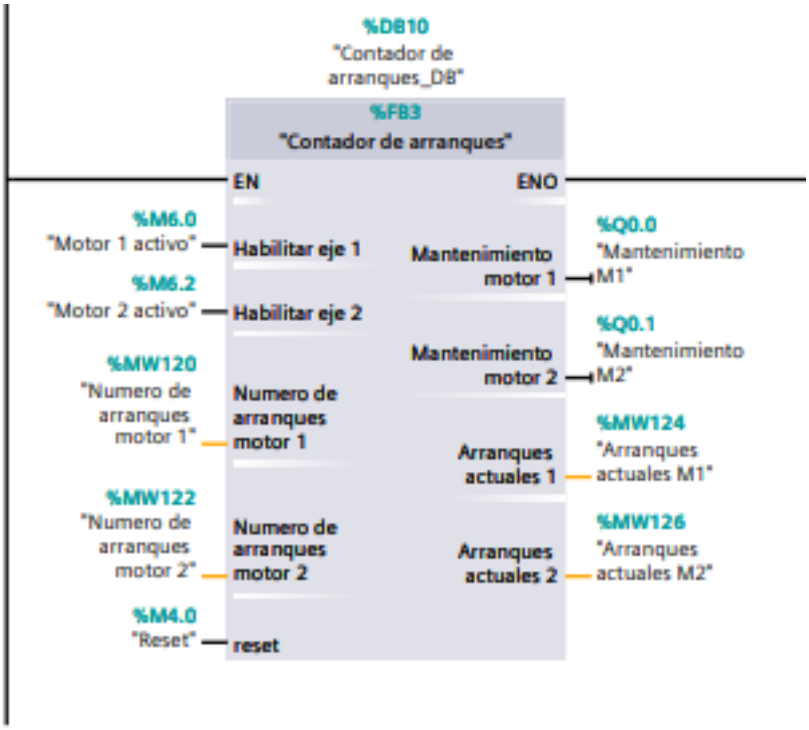


Figura 199. Bloque de mantenimiento preventivo de las bombas.

Sistema de riego alternado en motores.

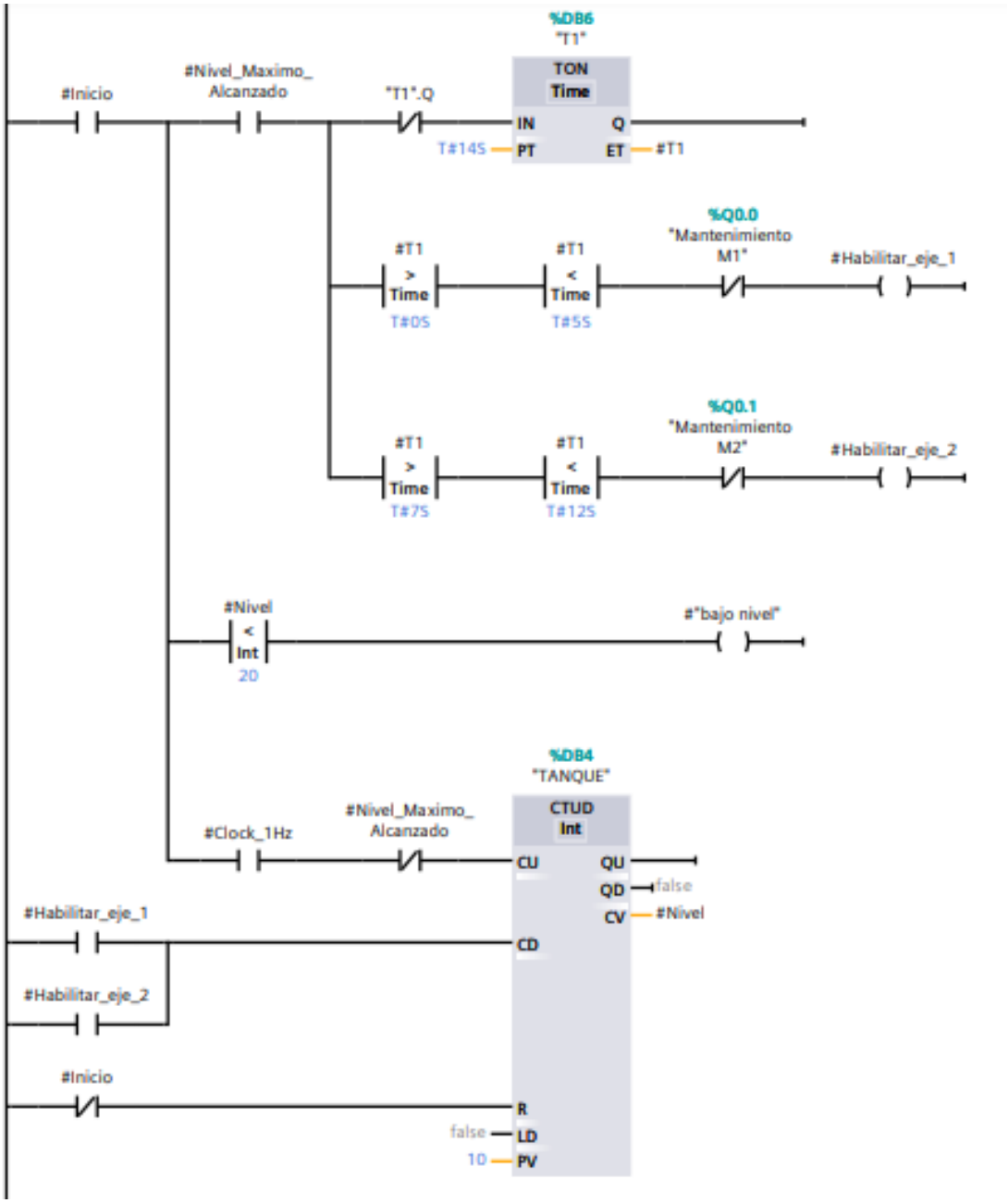


Figura 200. Bloque sistema alternado de motores.

Nivel de máximo alcanzado en el tanque de riego.

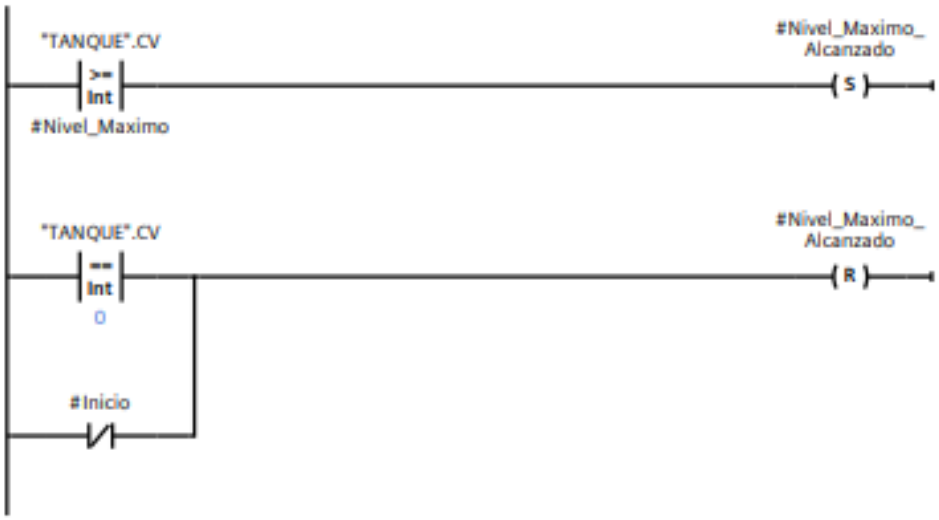


Figura 201. Bloque de nivel máximo.

Temporizador de llenado en el tanque de riego.

Figura 202. Bloque de nivel máximo.

Adquirir voltaje y frecuencia de motor 1.

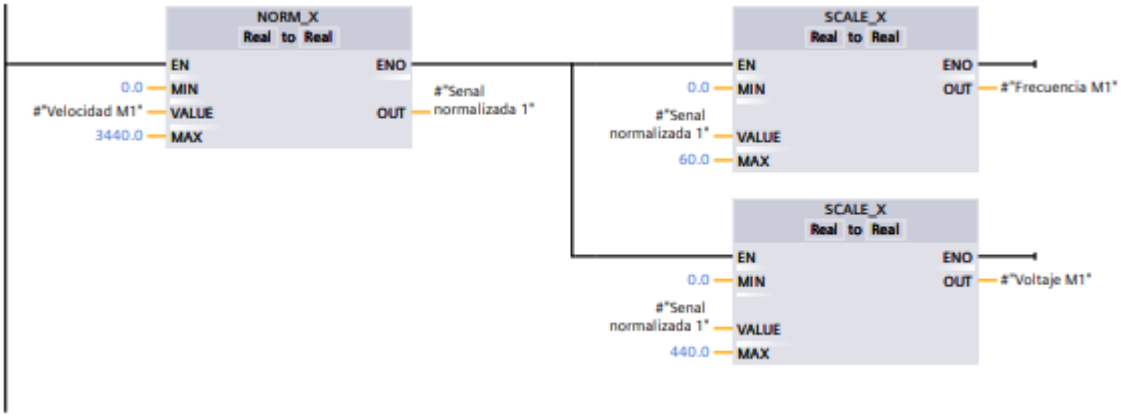


Figura 203 Bloque de nivel máximo.

Adquirir voltaje y frecuencia de motor 2.

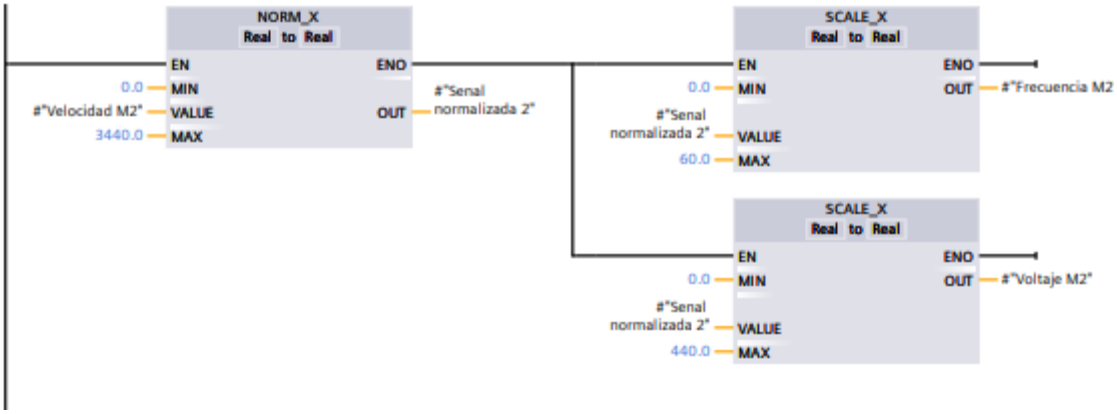


Figura 204. Voltaje y frecuencia de moto 2.

Numero de arranques de motor 1 para la alarma de mantenimiento preventivo a las bombas de riego.

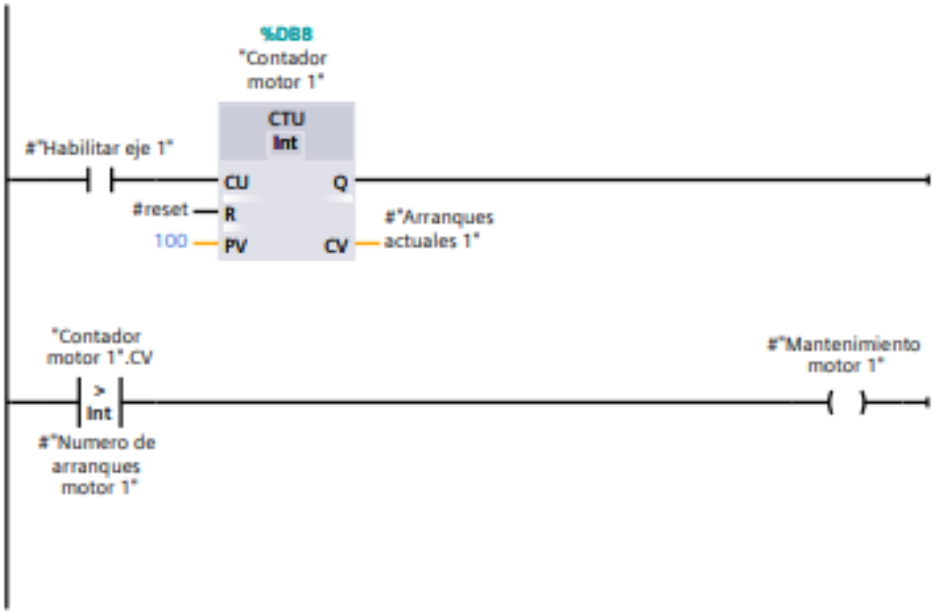


Figura 205. Arranque de motor 1.

Numero de arranques de motor 2 para la alarma de mantenimiento preventivo a las bombas de riego.

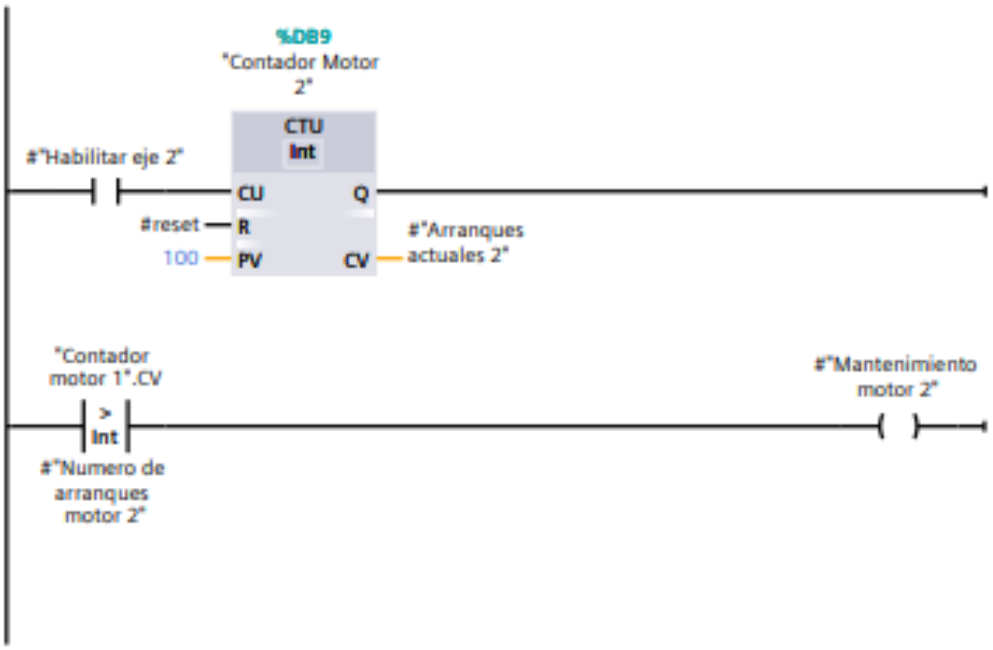


Figura 206. Arranque de motor 2.

Tabla de variable.

Tabla de variables estándar

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
	Habilitar_eje_2	Bool	%M0.0		☑	☑	☑
	Acusar_error_2	Bool	%M0.1		☑	☑	☑
	Habilitar_eje_1	Bool	%M1.0		☑	☑	☑
	Acusar_error_1	Bool	%M1.1		☑	☑	☑
	Inicio	Bool	%M3.0		☑	☑	☑
	Nivel	Int	%MW20		☑	☑	☑
	Bajo_Nivel	Bool	%M3.1		☑	☑	☑
	Tiempo	Time	%MD70		☑	☑	☑
	Clock_Byte	Byte	%MB200		☑	☑	☑
	Clock_10Hz	Bool	%M200.0		☑	☑	☑
	Clock_5Hz	Bool	%M200.1		☑	☑	☑
	Clock_2.5Hz	Bool	%M200.2		☑	☑	☑
	Clock_2Hz	Bool	%M200.3		☑	☑	☑
	Clock_1.25Hz	Bool	%M200.4		☑	☑	☑
	Clock_1Hz	Bool	%M200.5		☑	☑	☑
	Clock_0.625Hz	Bool	%M200.6		☑	☑	☑
	Clock_0.5Hz	Bool	%M200.7		☑	☑	☑
	Nivel_Maximo	Int	%MW22		☑	☑	☑
	Llenado	Bool	%M3.2		☑	☑	☑
	Maximo nivel alcanzado	Bool	%M3.3		☑	☑	☑
	Acusar errores	Bool	%I0.7		☑	☑	☑
	Velocidad activa 1	Real	%MD50		☑	☑	☑
	Velocidad activa 2	Real	%MD54		☑	☑	☑
	Tag_1	Real	%MD58		☑	☑	☑
	Tag_2	Real	%MD62		☑	☑	☑
	Tag_3	Real	%MD66		☑	☑	☑
	Tag_4	Real	%MD80		☑	☑	☑

Figura 207. Tabla de variable estándar de práctica 9 parte 1.

Tabla de variables estándar

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
	Llenado	Bool	%M3.2	☐	☑	☑	☑
	Maximo nivel alcanzado	Bool	%M3.3	☐	☑	☑	☑
	Acusar errores	Bool	%I0.7	☐	☑	☑	☑
	Velocidad activa 1	Real	%MD50	☐	☑	☑	☑
	Velocidad activa 2	Real	%MD54	☐	☑	☑	☑
	Tag_1	Real	%MD58	☐	☑	☑	☑
	Tag_2	Real	%MD62	☐	☑	☑	☑
	Tag_3	Real	%MD66	☐	☑	☑	☑
	Tag_4	Real	%MD80	☐	☑	☑	☑
	Voltaje M1	Real	%MD90	☐	☑	☑	☑
	Voltaje M2	Real	%MD94	☐	☑	☑	☑
	Frecuencia M1	Real	%MD98	☐	☑	☑	☑
	Frecuencia M2	Real	%MD102	☐	☑	☑	☑
	Numero de arranques motor 1	Int	%MW120	☐	☑	☑	☑
	Numero de arranques motor 2	Int	%MW122	☐	☑	☑	☑
	Reset	Bool	%M4.0	☐	☑	☑	☑
	Mantenimiento M1	Bool	%Q0.0	☐	☑	☑	☑
	Mantenimiento M2	Bool	%Q0.1	☐	☑	☑	☑
	Arranques actuales M1	Int	%MW124	☐	☑	☑	☑
	Arranques actuales M2	Int	%MW126	☐	☑	☑	☑
	Desconectar	Bool	%M5.0	☐	☑	☑	☑
	Consigna variador 1	Real	%MD30	☐	☑	☑	☑
	Consigna variador 2	Real	%MD34	☐	☑	☑	☑
	Motor 1 activo	Bool	%M6.0	☐	☑	☑	☑
	Motor 2 activo	Bool	%M6.2	☐	☑	☑	☑
	<Agregar>			☐	☑	☑	☑

Figura 208. Tabla de variable estándar de práctica 9 parte 2.

Comunicación de dispositivos en la red.

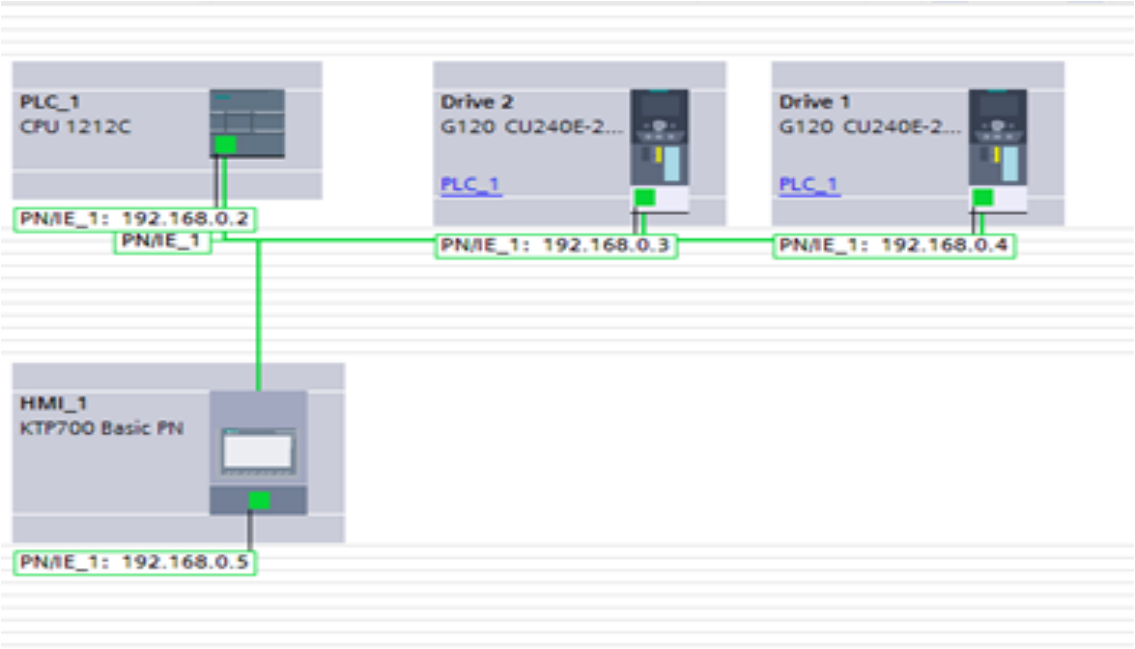


Figura 209. Vista de red de práctica 9.

6.10. Anexo 10: Práctica diez

Pantalla inicio.

Figura 210. Pantalla de inicio

Pantralla HMI

Figura 211. Pantalla HMI práctica 10.

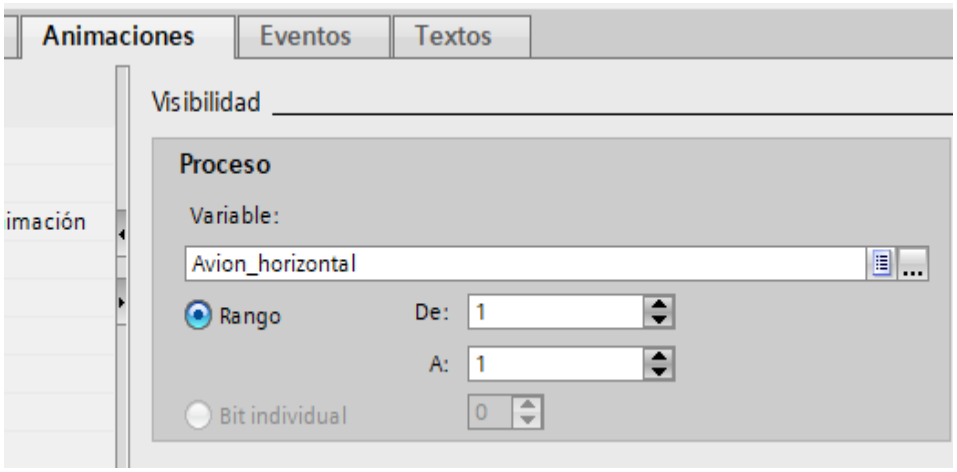


Figura 212. Animaciones Pantalla HMI práctica 10 avión.

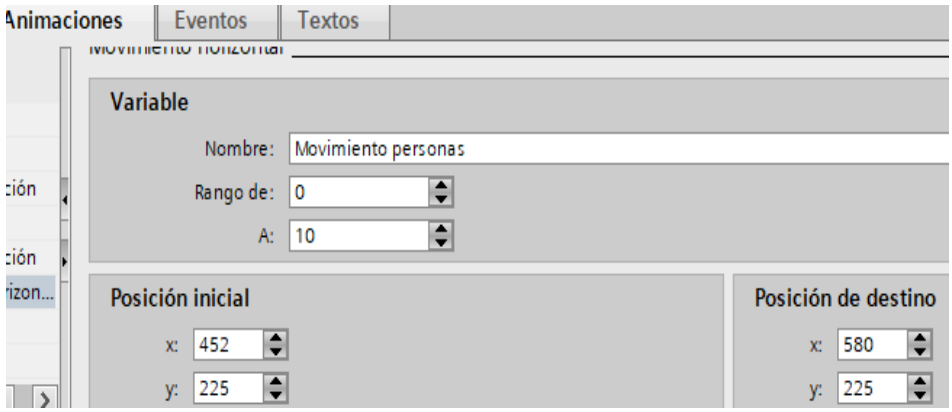


Figura 213. Animaciones Pantalla HMI práctica 10 movimiento de personas.

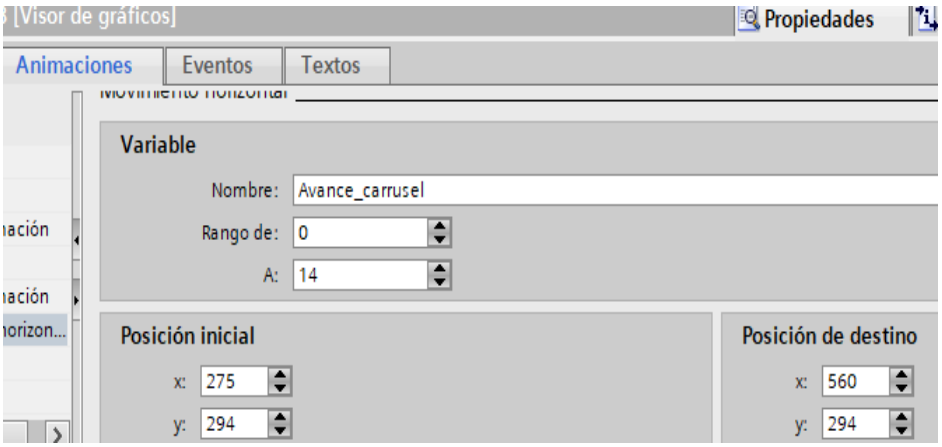


Figura 214. Animaciones Pantalla HMI práctica 10 avance de carrusel.

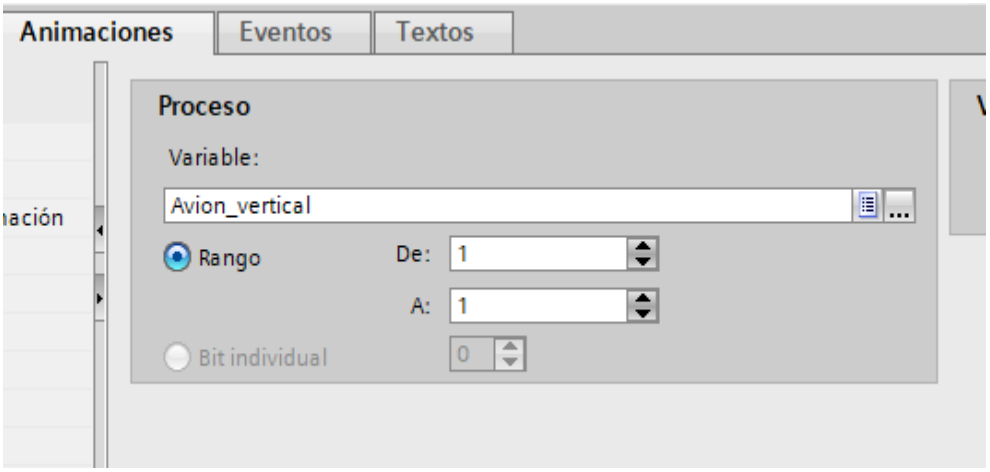


Figura 215. Animaciones Pantalla HMI práctica 10 movimiento de avión vertical .

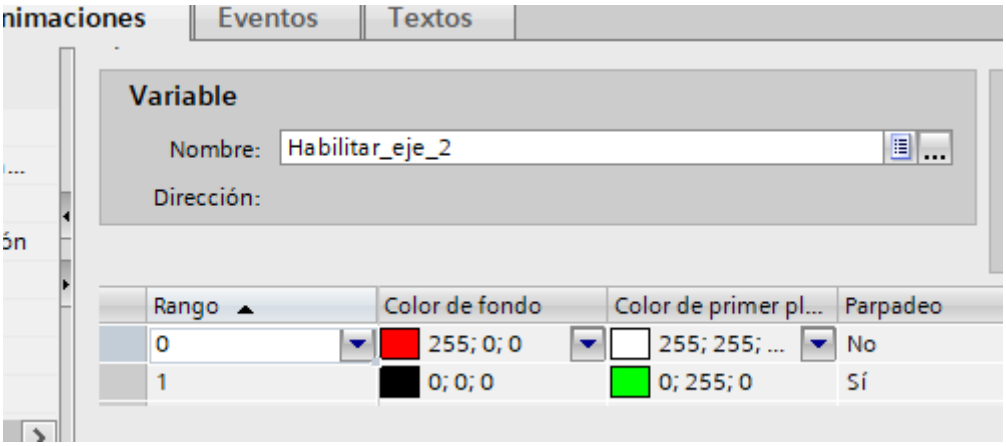


Figura 216. Animaciones Pantalla HMI práctica 10 eje 2.

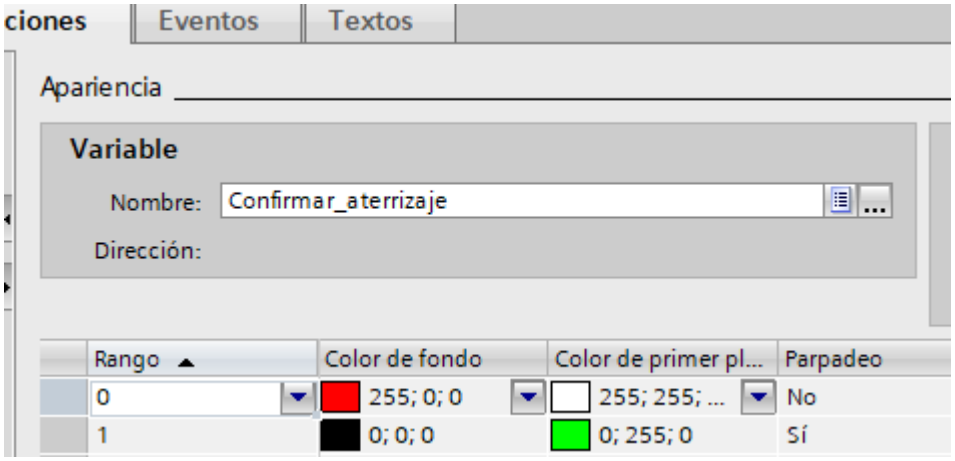


Figura 217. Animaciones Pantalla HMI práctica 10 aterrizaje del avion.

Variador 1.

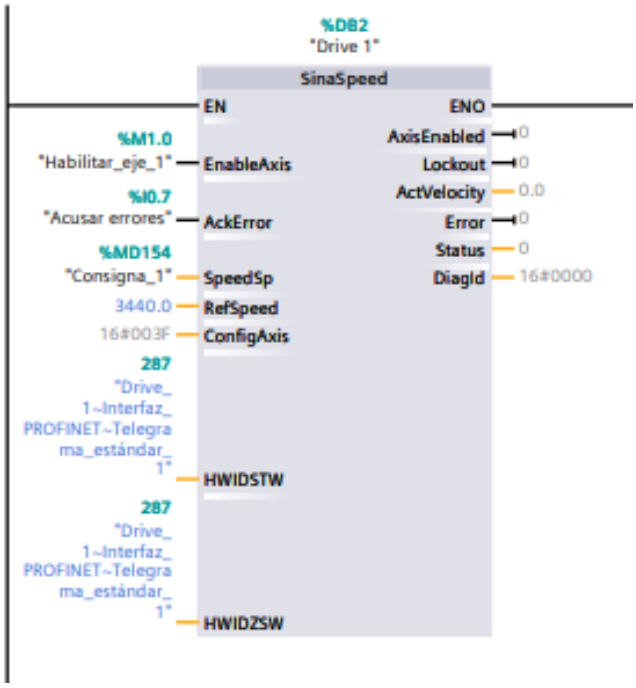


Figura 218. Configuracion de variador 1.

Variador 2.

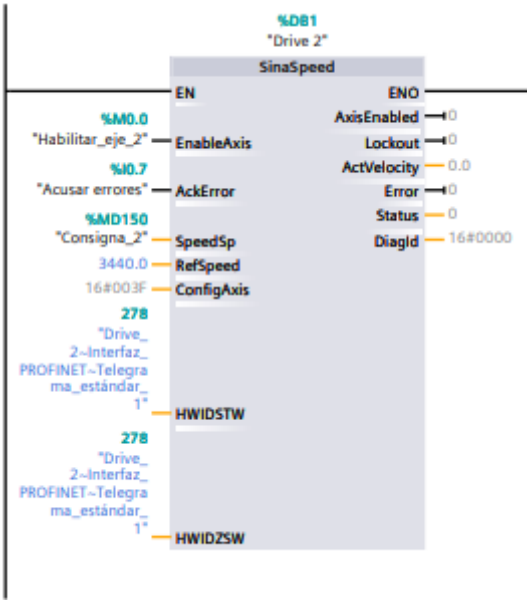


Figura 219. Configuracion de variador 2.

Proceso de aterrizaje y carrusel.

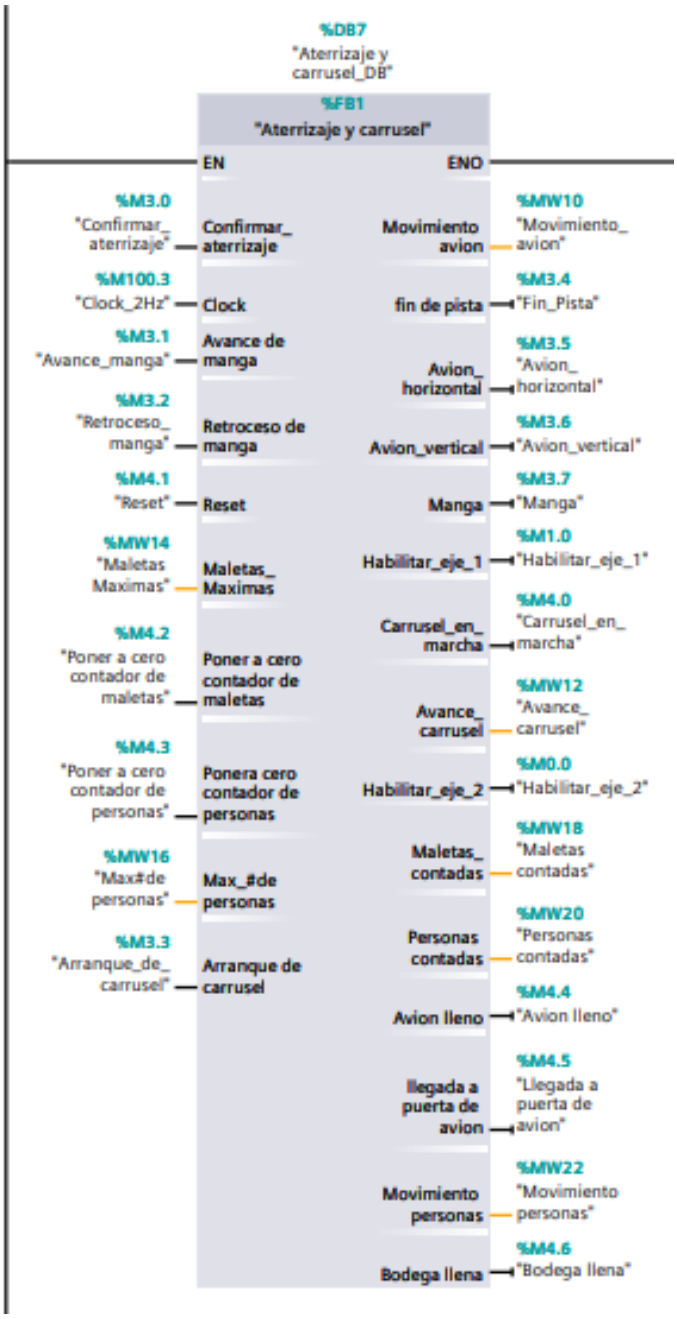


Figura 220. Proceso de aterrizaje del carrusel.

Movimiento de avión sobre la pista.

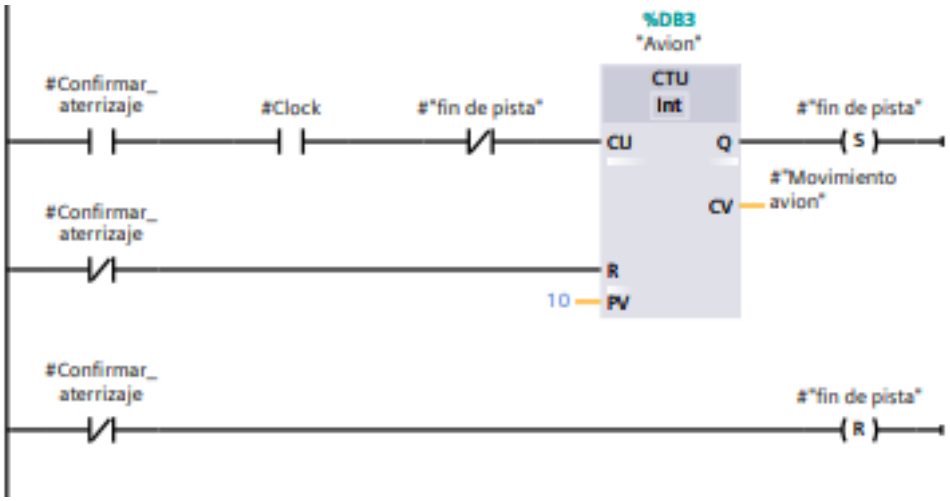


Figura 221. Proceso de aterrizaje del carrusel.

Gráfico de aviones.

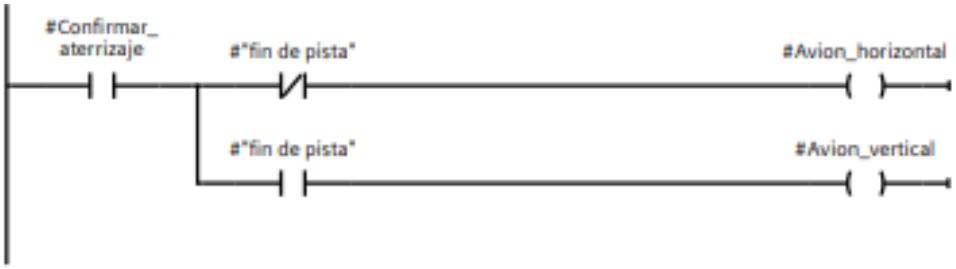


Figura 222. Grafico de aviones.

Avance de manga para dar paso las personas que suban al avión.

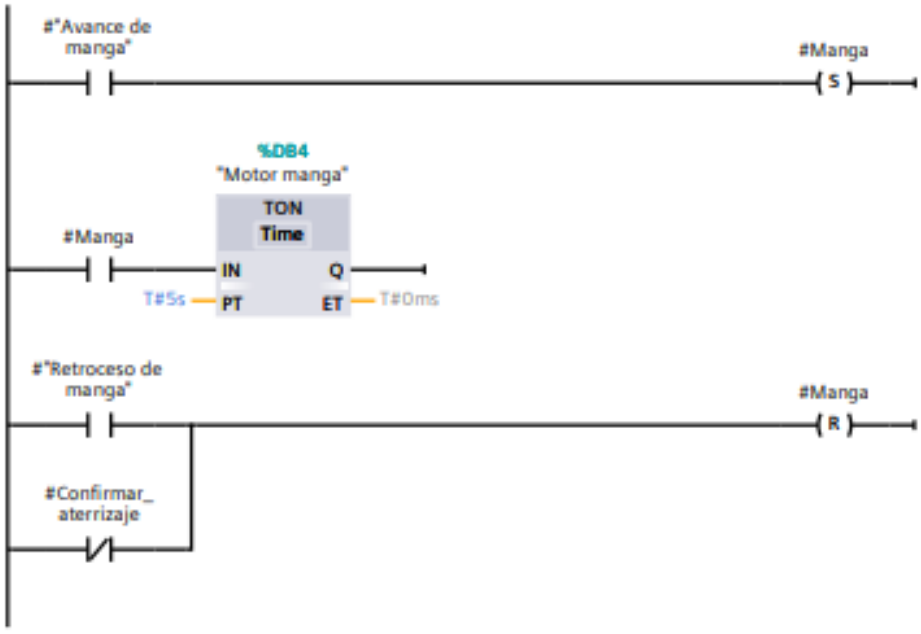


Figura 223. Arranque de manga.

Habilitar el motor 2 para el avance de la manga.

Figura 224. Habilitación de motor 2.

Animación de carrusel transportador de maletas.

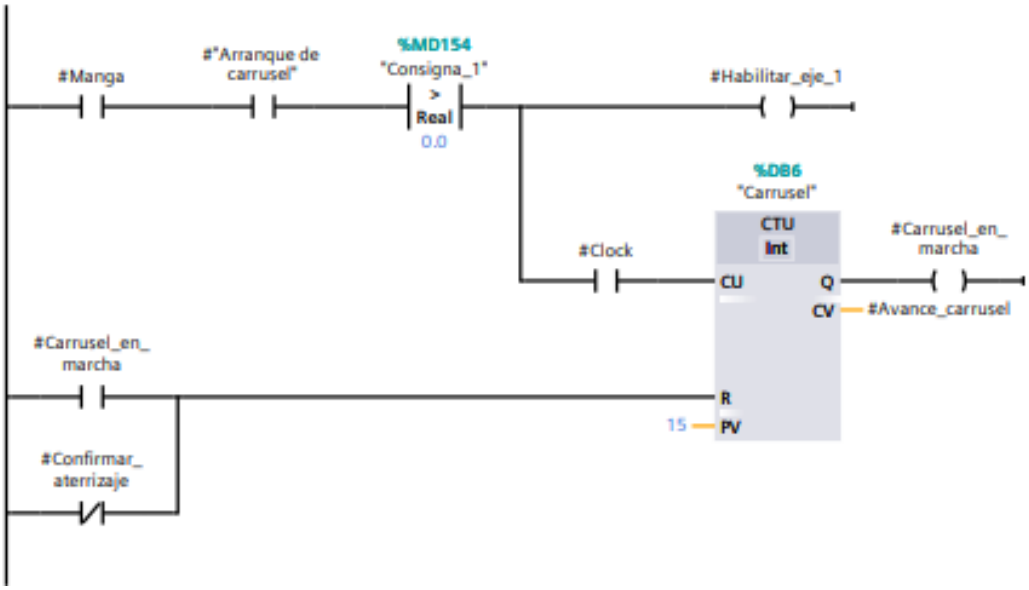


Figura 225. Arranque de carrusel.

Proceso de contador de maletas.

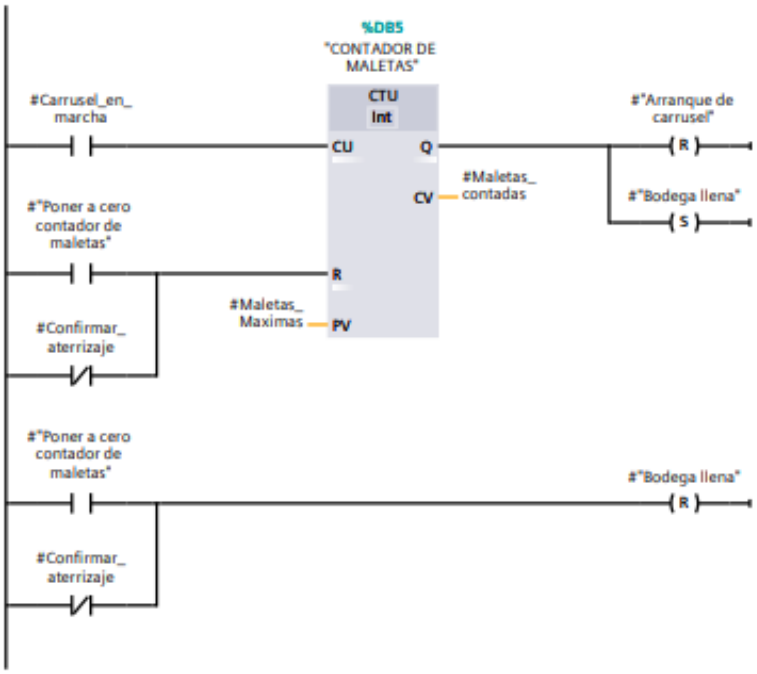


Figura 226. Bloque de contador de maletas.

Proceso de personas hacia el avión.

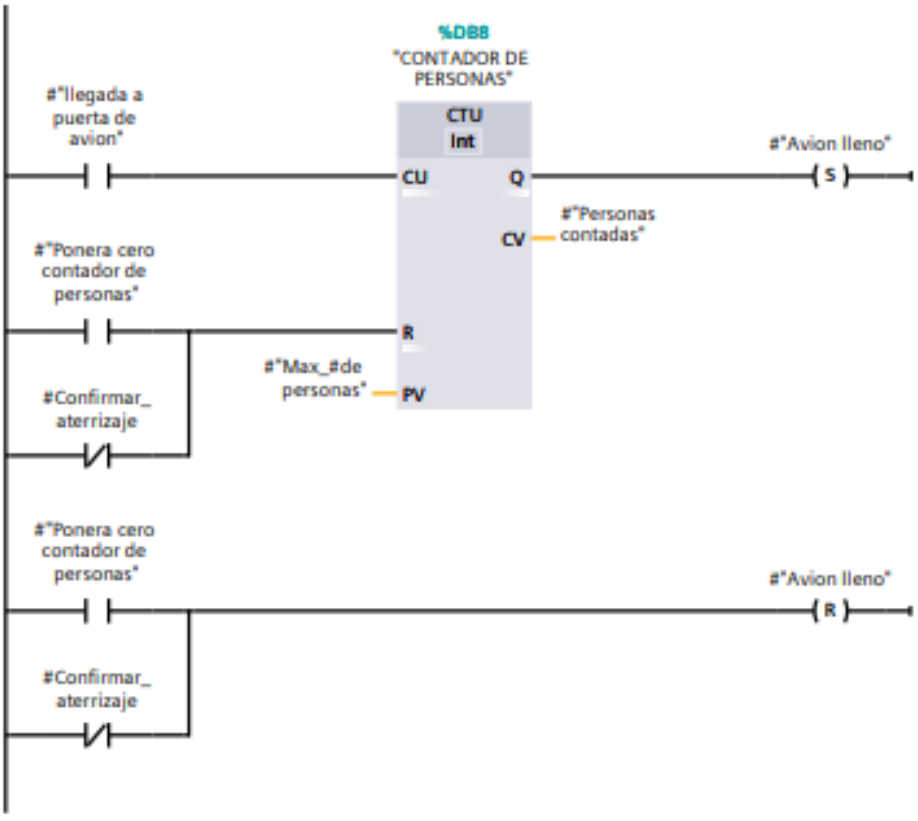


Figura 227. Bloque contador de personas.

Proceso de personas caminando al avión.

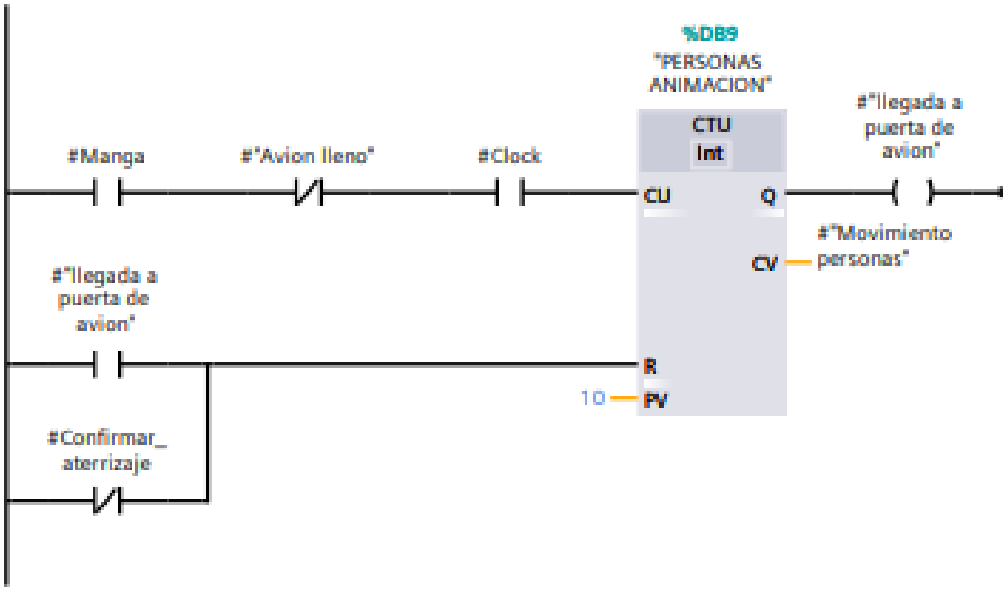


Figura 228. Bloque de animación de personas.

Tabla de variables

Tabla de variables estándar

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
	Habilitar_eje_2	Bool	%M0.0	☐	☑	☑	☑
	Acusar_error_2	Bool	%M0.1	☐	☑	☑	☑
	Consigna_2	Real	%MD150	☐	☑	☑	☑
	Consigna_1	Real	%MD154	☐	☑	☑	☑
	Habilitar_eje_1	Bool	%M1.0	☐	☑	☑	☑
	Acusar_error_1	Bool	%M1.1	☐	☑	☑	☑
	Tag_7	Time	%MD50	☐	☑	☑	☑
	Tag_8	Time	%MD54	☐	☑	☑	☑
	Confirmar_aterrizaje	Bool	%M3.0	☐	☑	☑	☑
	Clock_Byte	Byte	%MB100	☐	☑	☑	☑
	Clock_10Hz	Bool	%M100.0	☐	☑	☑	☑
	Clock_5Hz	Bool	%M100.1	☐	☑	☑	☑
	Clock_2.5Hz	Bool	%M100.2	☐	☑	☑	☑
	Clock_2Hz	Bool	%M100.3	☐	☑	☑	☑
	Clock_1.25Hz	Bool	%M100.4	☐	☑	☑	☑
	Clock_1Hz	Bool	%M100.5	☐	☑	☑	☑
	Clock_0.625Hz	Bool	%M100.6	☐	☑	☑	☑
	Clock_0.5Hz	Bool	%M100.7	☐	☑	☑	☑
	Avance_manga	Bool	%M3.1	☐	☑	☑	☑
	Retroceso_manga	Bool	%M3.2	☐	☑	☑	☑
	Arranque_de_carrusel	Bool	%M3.3	☐	☑	☑	☑
	Movimiento_avion	Int	%MW10	☐	☑	☑	☑
	Fin_Pista	Bool	%M3.4	☐	☑	☑	☑
	Avion_horizontal	Bool	%M3.5	☐	☑	☑	☑
	Avion_vertical	Bool	%M3.6	☐	☑	☑	☑
	Manga	Bool	%M3.7	☐	☑	☑	☑
	Carrusel_en_marcha	Bool	%M4.0	☐	☑	☑	☑

Figura 229. Tabla de variable estándar de práctica 10 parte 1.

Tabla de variables estándar

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
	Clock_1Hz	Bool	%M100.5	☐	☑	☑	☑
	Clock_0.625Hz	Bool	%M100.6	☐	☑	☑	☑
	Clock_0.5Hz	Bool	%M100.7	☐	☑	☑	☑
	Avance_manga	Bool	%M3.1	☐	☑	☑	☑
	Retroceso_manga	Bool	%M3.2	☐	☑	☑	☑
	Arranque_de_carrusel	Bool	%M3.3	☐	☑	☑	☑
	Movimiento_avion	Int	%MW10	☐	☑	☑	☑
	Fin_Pista	Bool	%M3.4	☐	☑	☑	☑
	Avion_horizontal	Bool	%M3.5	☐	☑	☑	☑
	Avion_vertical	Bool	%M3.6	☐	☑	☑	☑
	Manga	Bool	%M3.7	☐	☑	☑	☑
	Carrusel_en_marcha	Bool	%M4.0	☐	☑	☑	☑
	Avance_carrusel	Int	%MW12	☐	☑	☑	☑
	Reset	Bool	%M4.1	☐	☑	☑	☑
	Maletas Maximas	Int	%MW14	☐	☑	☑	☑
	Max#de personas	Int	%MW16	☐	☑	☑	☑
	Maletas contadas	Int	%MW18	☐	☑	☑	☑
	Personas contadas	Int	%MW20	☐	☑	☑	☑
	Poner a cero contador de malet.	Bool	%M4.2	☐	☑	☑	☑
	Poner a cero contador de perso..	Bool	%M4.3	☐	☑	☑	☑
	Avion lleno	Bool	%M4.4	☐	☑	☑	☑
	Llegada a puerta de avion	Bool	%M4.5	☐	☑	☑	☑
	Movimiento personas	Int	%MW22	☐	☑	☑	☑
	Acusar errores	Bool	%I0.7	☐	☑	☑	☑
	Bodega llena	Bool	%M4.6	☐	☑	☑	☑
	<Agregar>			☐	☑	☑	☑

Figura 230. Tabla de variable estándar de práctica 10 parte 2.

Comunicación de dispositivos en la red

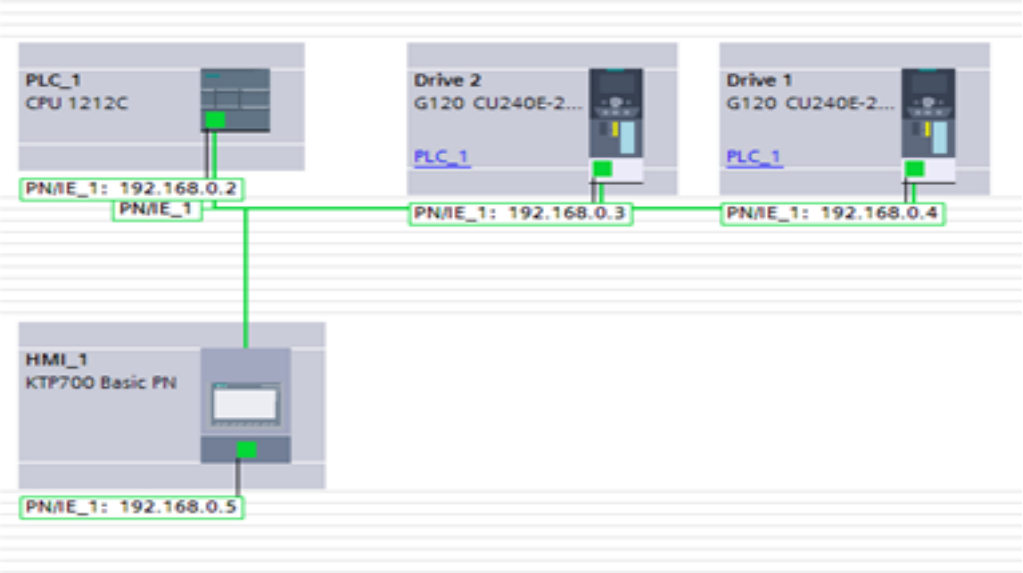


Figura 231. Tabla de variable estándar de práctica 10 parte 2.

Figura 232. Modulo terminado.

6.11. Anexos planos eléctricos.

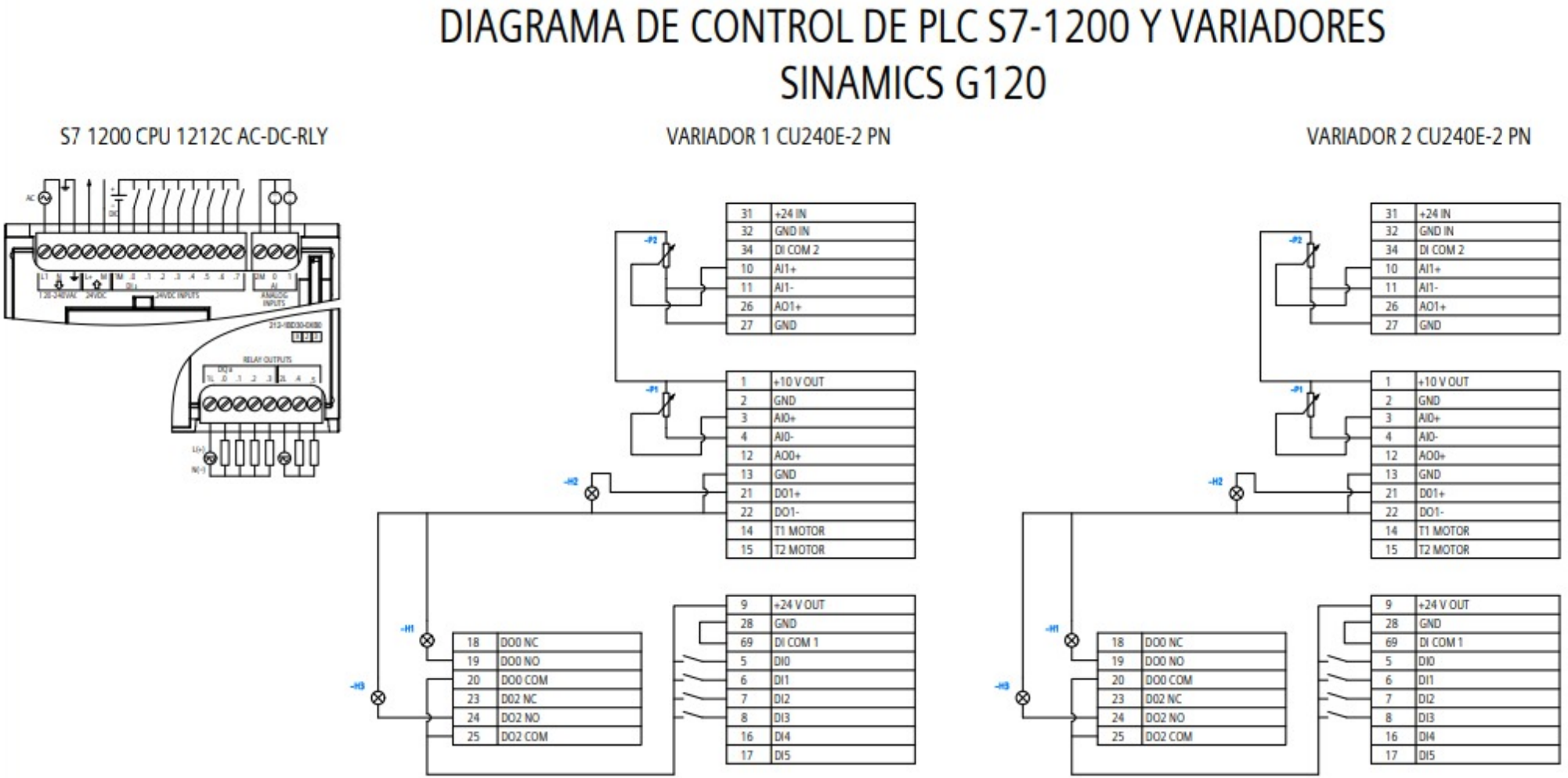


Figura 233. Planos de conexión eléctricas de PLC y VARIADORES.

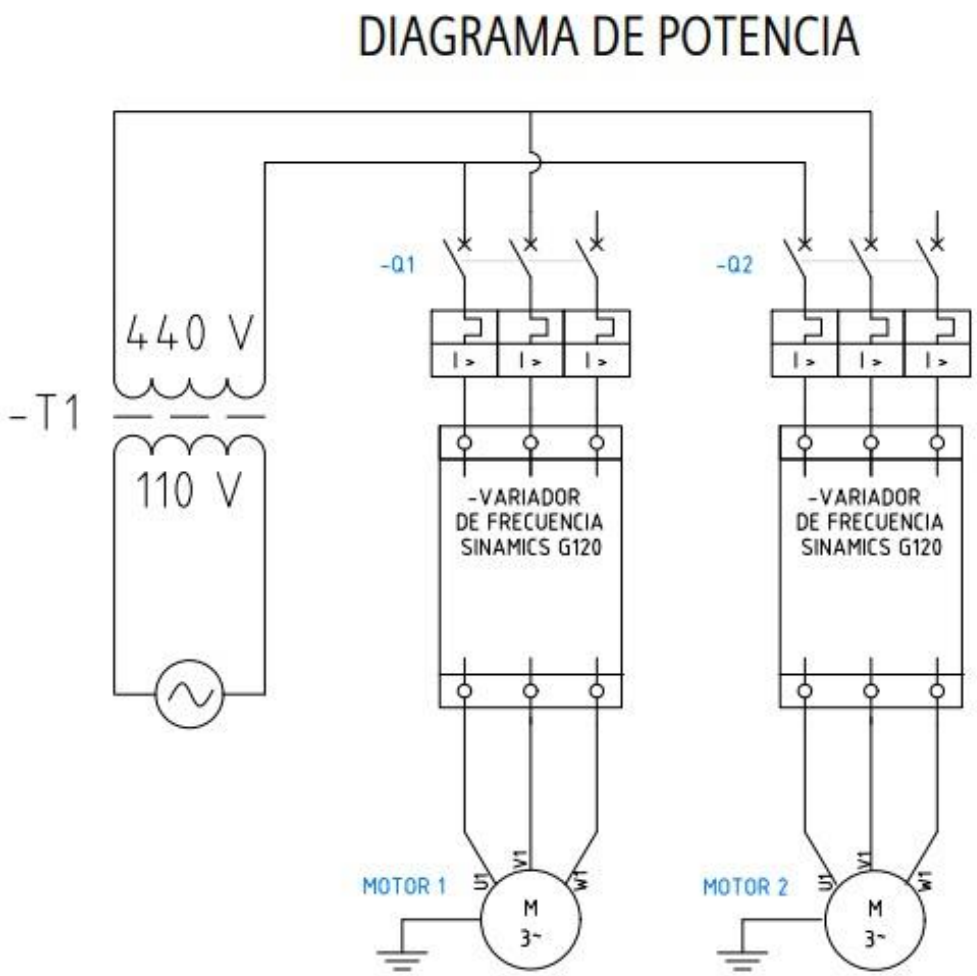


Figura 234. Diagrama de potencia.

BIBLIOGRAFÍA

Adajusa. (2017). *AMPERÍMETRO DIGITAL DE PANEL 0-100ACA CIRCULAR 22MM.* Obtenido de https://adajusa.es/instrumentos-de-medida/amperimetro-digital-de-panel-0-100aca-circular-22mm.html

Anonimo. (2015). *Profinet* . Lima . Obtenido de http://informefebrerotanquehidraulico828826.blogspot.com/2015/10/profinet.html

Aula. (2018). *Profinet: Que es y como funciona.* En linea. Obtenido de https://www.cursosaula21.com/profinet-que-es-y-como-funciona/

Autycom. (2018). PLC S7-1200 Automatizacion de tareas simples con alta presion. Obtenido de https://www.autycom.com/simatic-s7-1200-automatizacion-tareas-con-precision/

Autycom. (2018). *Que es un sistema HMI.* Monterrey. Obtenido de https://www.autycom.com/que-es-un-sistema-hmi/

Autycom. (2018). *Ventaja de pantalla HMI KTP700.* Monterrey. Obtenido de https://www.autycom.com/ventajas-pantallas-hmi/

Ayllon, N. (2020). *Opciones de topologia de red.* Norte america . Obtenido de https://us.profinet.com/como-elegir-una-topolgia-de-red/

Barrera, D. (2008). *Diseño e implementación de un sistema de entrenamineto profinet para el laboratorio de plc y robotica del departamento de electrica y electronica de la ESPE.* Quito. Obtenido de http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/606/1/T-ESPE-021951.pdf

Bekam. (2017). *Luces piloto.* Chile. Obtenido de http://bekam.cl/wp-content/uploads/2017/08/Luces_Piloto_final.pdf

Brunete, A., San Segundo, P., & Herrero, R. (2020). *Introduccion a la automatizacion industrial.* Madrid: Diseño industrial. Obtenido de https://bookdown.org/alberto_brunete/intro_automatica/

camsco. (2016). *Interruptores Automáticos.* Taiwan. Obtenido de https://www.camsco.com.tw/spa/circuit-breakers.htm

Core. (2015). *Comutadores y selectores.* Mexico. Obtenido de http://www.eecore.com/Conmutadores.aspx

Durtron. (2017). *Fuente de poder 24 V DC.* Mexico. Obtenido de https://www.durtron.com/producto/fuente-de-poder-mean-well-24vdc-dr-120-24/

Edisa. (2015). *Variador de frecuencia.* Obtenido de http://edisani.com/producto/6sl32101ke213af1-variador-de-frecuencia-g120-siemens/

Gandhi, M. (2015). Redes Industriales. *Autycom*, 40. Obtenido de https://www.autycom.com/que-son-redes-industriales/#:~:text=Ethernet%20Industrial,utilizarla%20en%20ambientes%20industriales%20hostiles.

Hurtado , J. (2013). *Comunicaciones Industriales.* Guayaquil: Electricidad-Electronica I.E.S. Himilce-Linares. Obtenido de http://www.infoplc.net/files/descargas/siemens/infoplc_net_comunicacic3b3n-entre-dos-cpus-s7-1200-en-red-profinet-vc3ada-tcp-doc.pdf

Maps, G. (2021). *20 de mayo del 2021.* Guayaquil. Obtenido de https://www.google.com.ec/maps/place/Universidad+Polit%C3%A9cnica+Salesiana+Sede+Guayaquil+-+Carrera+de+Comunicaci%C3%B3n+-+Bloque+F+-+Barrio+Cuba/@-2.2207758,-

79.889214,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x902d6e4e3576dcfd:0xd8b28a108c16b09!8m2!3d-2.2207812!4d-

Motorex. (2019). *Motores trifasicos y sus ventajas.* Peru. Obtenido de http://www.motorex.com.pe/blog/motores-trifasicos-ventajas/#:~:text=Los%20motores%20trif%C3%A1sicos%20son%20m%C3%A1quinas,utilizada%20en%20muchas%20aplicaciones%20industriales.

Nivihe. (2016). *Que es guardamotor y para que se usa.* Buenos Aires. Obtenido de https://motores-electricos.com.ar/que-es-un-guardamotor/

Nivihe. (2018). *Motor electrico trifásico Siemens.* Buenos Aires . Obtenido de https://motores-electricos.com.ar/catalogo/motores-trifasicos-siemens/motor-electrico-trifasico-siemens-1500-rpm-4-polos-copia/

profinet, U. (2021). *Profinet Basico.* Guayaquil: vision general y consideraciones para implementacion. Obtenido de https://profinetuniversity.com/profinet-basico/canales-de-comunicacion-en-profinet/#:~:text=Existen%20tres%20canales%20de%20comunicaci%C3%B3n,trav%C3%A9s%20de%20una%20red%20Ethernet.

Proinfoaccesorios. (2018). *Switch Naxos 500.* Madrid. Obtenido de https://proinfoaccesorios.com/catalog/product/view/id/1069/s/switch-de-5-puertos-10-100-nexxt-naxos-500-rj45/category/52/

Siemens. (2016). *Sinamics G120.* Mexico. Obtenido de https://siemensmexico.com.mx/productos/variadores-de-velocidad/sinamics-g120.html

Siemens. (2019). *Simotics el portafolio de motores mas amplio del mundo.* Colombia. Obtenido de https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:782b04d0-82f4-488a-936b-514cd8bb5d5f/version:1580149154/arteimpresioncatalogosimotics.pdf

Transelec. (2015). Que es un rele. Obtenido de https://www.transelec.com.ar/soporte/18413/-que-es-un-rele-termico-/