



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

PROYECTO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

NOMBRE DEL PROYECTO DE RESIDENCIA PROFESIONAL:

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE
BOMBAS DE DSD

EMPRESA: SIMEC INTERNATIONAL SA DE CV

PERIODO: 08 DE ENERO A 29 DE JUNIO DE 2024

NOMBRE DEL RESIDENTE: JAVIER SALDAÑA YAÑES

NÚMERO DE CONTROL: 19370479

ESPECIALIDAD: INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

ASESOR EXTERNO: ING. ABAD BERNARDO CORONA MONTIEL

ASESOR INTERNO: ING. MARÍA GUADALUPE LÓPEZ ROBLES





Tzompantepec, Tlaxcala, **02/octubre/2025**

Oficio No. MM-596/2025

Asunto: Liberación de Proyecto para Titulación Integral.

CECILIA YARELLY ARREGUIN LARA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación integral:

Alumno (a):	JAVIER SALDAÑA YAÑES
Carrera:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
No. De Control:	19370479
Nombre del Proyecto:	"IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE BOMBAS DE DSD".
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®

Pensar para Servir, Servir para Triunfar®

JORGE AGUILAR VÁZQUEZ
JEFE DEL DEPTO. DE METAL-MECÁNICA



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE
METAL MECÁNICA

MARÍA GUADALUPE LÓPEZ ROBLES
ASESORA

c.p.- Archivo.
JAV*petry.



2025
Año de
La Mujer
Indígena





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala **07/octubre/2025**

SALDAÑA YAÑES JAVIER
EGRESADO(A) DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
ELECTROMECÁNICA
CON NÚMERO DE CONTROL 19370479.
P R E S E N T E.

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** y cuyo tema es: **IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE BOMBAS DE DSD**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar **2 USB** del mismo, apropiadamente empastados, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®

Pensar para Servir, Servir para Triunfar®



CECILIA YARELY ARREGUÍN LARA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ccp. Archivo

CYAL/rrc



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec,
Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010
Ext. 304, e-mail: dep_titulacion@apizaco.tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx



AGRADECIMIENTOS

A mis padres por darme siempre todo el apoyo incondicional, sus consejos, y por preocuparse mucho por mi salud tanto física como mental durante toda mi vida. Me han acompañado en cada etapa y no estaría en este camino si no fuera por su mentoría. A mi padre por haberme dado sus conocimientos de ingeniería y enseñarme que todo tiene solución. A mi madre por cuidarme en los momentos más difíciles y siempre ser un apoyo incondicional.

A mi hermana por su apoyo en momentos difíciles y consejos en cada uno de ellos, además, los momentos que platicábamos sobre experiencias académicas y sobre todo por compartir momentos de diversión durante nuestra infancia.

A mis abuelos por haber cuidado de mí de pequeño y siempre preocuparse por mis estudios y bienestar. Tanto los paternos como los maternos formaron parte de mi infancia, es por ello que la culminación de este proyecto es un símbolo de mi compromiso y agradecimiento hacia ellos.

A mis amigos por todos los momentos de diversión y aporte en cada una de nuestras etapas como estudiantes, las risas y salidas a lugares nuevos, las pláticas de nuestras experiencias, todo aquello que formó parte de nuestra formación como estudiantes de ingeniería electromecánica.

A mis profesores e ingenieros de SIMEC por ayudarme en cada una de mis dudas durante este proyecto y transmitirme todo su conocimiento profesional durante mi vida universitaria y durante mis residencias profesionales. Además, por darme la oportunidad y la confianza de formar parte del equipo de trabajo en el departamento de mantenimiento eléctrico – electrónico de laminación planta 2.

RESUMEN

El presente proyecto se desarrolló en la empresa Simec International S.A. de C.V. específicamente en el departamento de Mantenimiento Eléctrico – Electrónico, con la finalidad de implementar un sistema de control automático de bombas de DSD para el sistema de bombeo de agua en la fosa de dicha área.

El departamento de Mantenimiento Eléctrico – Electrónico es el encargado de mantener en óptimas condiciones de funcionamiento dos bombas que se encuentran instaladas en la fosa del DSD, debido a que estas bombas no tienen un tablero de control local y automático se accionaban de manera directa.

De acuerdo con lo planteado por el departamento de mantenimiento, cuando el nivel de agua sube el personal en turno se da a la tarea de encender las bombas para bajar el nivel de agua, esto genera que se deba de tener un seguimiento de no bajar mucho el nivel ya que esto provocaría que las bombas trabajen al vacío, es decir, sin agua.

Realizando un análisis e investigaciones correspondientes se logró determinar los principales factores por los cuales no se tiene un tablero de control manual y automático, los cuales son que la instalación no se completó y solo se tenía el circuito de fuerza instalado en la cabina eléctrica #2. Específicamente en =JD01E20+MCS01 “TREN DE LAMINACIÓN, TABLERO DE CONMUTADORES”, además, una de las tuberías de aspiración de una bomba se dañó por tanto se optó por colocar una bomba externa que mantenga el nivel de agua óptimo es por ello que se tiene la idea de mejorar la forma de accionar las bombas con la implementación de un sistema de control automático de bombas de DSD y eliminar la bomba provisional

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	4
RESUMEN	5
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	10
ÍNDICE DE TABLAS	19
CAPÍTULO I GENERALIDADES DEL PROYECTO	20
1.1 INTRODUCCIÓN	20
1.2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN Y DEL PUESTO O ÁREA DEL TRABAJO DEL ESTUDIANTE.	21
1.2.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....	21
1.2.2 ¿CÓMO NACIÓ SIMEC INTERNATIONAL?	22
1.2.3 MISIÓN	24
1.2.4 VISIÓN.....	24
1.2.5 VALORES.....	24
1.2.6 POLÍTICA DE CALIDAD	24
1.2.7 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA.....	25
1.2.8 UBICACIÓN DE LA EMPRESA	27
1.2.9 CERTIFICACIONES	28
1.2.10 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL ÁREA DE TRABAJO ...	32
1.2.11 FUNCIONES A REALIZAR COMO RESIDENTE	33
1.2.12 PROCESO DE ELABORACIÓN:	39
1.2.13 PRODUCTOS QUE OFRECE SIMEC INTERNATIONAL (PLANTA TLAXCALA)	39
1.3 PROBLEMAS A RESOLVER	41
1.4 OBJETIVOS	42
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	42
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	42
1.5 JUSTIFICACIÓN	42
1.6 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	43
1.7 ALCANCES.....	44
1.8 LIMITACIONES.....	44

1.9 MARCO TEÓRICO	45
1.9.1 HISTORIA DEL CONTROL AUTOMÁTICO	45
1.9.2 SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO	47
1.9.3 VARIABLES DEL SISTEMA	47
1.9.4 ENTRADA.....	47
1.9.5 SALIDA	48
1.9.6 PERTURBACIÓN	48
1.9.7 PLANTA.....	48
1.9.8 SISTEMA	48
1.9.9 ENTRADA DE MANDO	48
1.9.10 SEÑAL DE REFERENCIA	48
1.9.11 SEÑAL ACTIVA	48
1.9.12 UNIDAD DE CONTROL.....	48
1.9.13 UNIDAD DE REALIMENTACIÓN	48
1.9.14 ACTUADOR.....	48
1.9.15 TRANSDUCTOR	49
1.9.16 AMPLIFICADOR	49
1.9.17 CONTROL MANUAL	49
1.9.18 PLC.....	49
1.9.19 FUNCIONAMIENTO DE UN PLC	50
1.9.20 COMPONENTES BÁSICOS DE UN PLC	50
1.9.21 TIPOS DE PLC	51
1.9.22 SENSOR / INTERRUPTOR DE NIVEL CON FLOTADOR:	51
1.9.23 BOTÓN PULSADOR NORMALMENTE ABIERTO (NO)	52
1.9.24 BOTÓN PULSADOR NORMALMENTE CERRADO (NC)	52
1.9.25 INTERRUPTOR SELECTOR DE DOS POSICIONES.....	52
1.9.26 BOTÓN DE PARO DE EMERGENCIA	52
1.9.27 LUZ PILOTO O INDICADORA.....	52
1.9.28 RELEVADOR.....	53
1.9.29 FUSIBLE.....	53
1.9.30 GUARDAMOTOR	53

1.9.31 CONTACTOR TRIFÁSICO	53
1.9.32 CONTACTO NO	54
1.9.33 CONTACTO NC.....	54
1.9.34 CONTACTO AUXILIAR NO / NC	54
1.9.35 CLEMAS DE CONEXIÓN	54
1.9.36 BOMBA SUMERGIBLE	54
1.9.37 TIPOS DE BOMBAS SUMERGIBLES INDUSTRIALES	55
1.9.38 TABLERO DE CONTROL.....	57
1.9.39 CONTROL ELÉCTRICO.....	57
1.9.40 AUTOMATIZACIÓN.....	58
1.9.41 DIAGRAMA ELÉCTRICO	58
1.9.42 DIAGRAMA UNIFILAR	58
1.9.43 DIAGRAMA DE CONEXIONES.....	59
CAPITULO II ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO	60
2.1 INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO ACTUAL DE LAS BOMBAS DE DSD	60
2.1.1 COMPONENTES QUE CONFORMAN EL CIRCUITO DE FUERZA DE LA BOMBA SUMERGIBLE #1	64
2.1.2 COMPONENTES QUE CONFORMAN EL CIRCUITO DE FUERZA DE LA BOMBA SUMERGIBLE #2	65
2.1.3 DIAGRAMA DE FUERZA DE BOMBA SUMERGIBLE #1	67
2.1.4 DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE FUERZA DE BOMBA SUMERGIBLE #1	68
CAPÍTULO III DISEÑO.....	75
3.1 EVALUACIÓN DE REQUERIMIENTOS Y FACTORES IMPORTANTES	75
3.2 SELECCIÓN DEL SENSOR DE NIVEL DE AGUA	76
3.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO	80
3.3.1 DISEÑO DEL DIAGRAMA ELÉCTRICO DE CONTROL MANUAL Y AUTOMÁTICO EN EL SOFTWARE EPLAN ELECTRIC P8.....	81
3.3.2 SIMULACIÓN DEL CONTROL MANUAL Y AUTOMÁTICO EN EL SOFTWARE CADE SIMU.....	89
3.3.3 SELECCIÓN DE COMPONENTES QUE SE UTILIZARÁN PARA LA ELABORACIÓN DEL TABLERO ELÉCTRICO	97

3.3.4 DISEÑO DEL TABLERO ELÉCTRICO EN EL SOFTWARE SOLIDWORKS.	108
3.3.5 DISEÑO DE LA PROGRAMACIÓN DEL CONTROL MANUAL Y AUTOMÁTICO EMPLEANDO EL SOFTWARE SIMATIC STEP 7 V5.6.....	137
CAPÍTULO IV MONTAJE	166
4.1 ARMADO E INSTALACIÓN DE SISTEMA DE CONTROL	166
4.1.1 ENSAMBLE DE PIEZAS Y ARMADO DEL TABLERO ELÉCTRICO...	169
4.1.2 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE TABLERO ELÉCTRICO	176
4.1.3 INSTALACIÓN DE TABLERO ELÉCTRICO EN ÁREA DE DSD.....	179
4.1.4 INSTALACIÓN DE SENSORES EN ÁREA DE DSD	180
4.1.5 CARGA DE PROGRAMACIÓN EN PLC	183
CONCLUSIÓN	186
EXPERIENCIAS ADQUIRIDAS	187
COMPETENCIAS DESARROLLADAS	188
FUENTES DE INFORMACIÓN	189
ANEXOS	192

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. LOGOTIPO OFICIAL SIMEC INTERNATIONAL	21
ILUSTRACIÓN 2. ORGANIGRAMA GERENCIA DE LAMINACIÓN PLANTA 2 ...	25
ILUSTRACIÓN 3. ORGANIGRAMA DE MANTENIMIENTO LAMINACIÓN PLANTA 2	26
ILUSTRACIÓN 4. VISTA SATELITAL SIMEC INTERNATIONAL	27
ILUSTRACIÓN 5. VISTA SATELITAL AMPLIADA SIMEC INTERNATIONAL	27
ILUSTRACIÓN 6. CERTIFICADO DE REGISTRO NOM IATF 16949:2016.....	28
ILUSTRACIÓN 7. APÉNDICE DEL CERTIFICADO NOM IATF 16949:2016	29
ILUSTRACIÓN 8. CERTIFICADO DE REGISTRO NOM ISO 9001:2015	30
ILUSTRACIÓN 9. APÉNDICE DEL CERTIFICADO NOM ISO 9001:2015	31
ILUSTRACIÓN 10. INVENTARIO GENERAL DE TALLER DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO - ELECTRÓNICO	34
ILUSTRACIÓN 11. INVENTARIO DE REFACCIONAMIENTO CRÍTICO	35
ILUSTRACIÓN 12. ORDEN DE TRABAJO PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO	36
ILUSTRACIÓN 13. SOFTWARE PRISMA	37
ILUSTRACIÓN 14 DELIMITACIÓN DE ESPACIOS DE TALLER ELÉCTRICO.....	37
ILUSTRACIÓN 15. ORGANIZACIÓN DE ARTÍCULOS DE LIMPIEZA Y RESIDUOS.....	37
ILUSTRACIÓN 16. APOYO EN FALLAS ELÉCTRICAS DE DSD	38
ILUSTRACIÓN 17. REPARACIÓN DE TERMOPARES DE BGV	38
ILUSTRACIÓN 18. ETAPAS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS	39
ILUSTRACIÓN 19. BOMBA SUMERGIBLE DE DESAGÜE.....	55
ILUSTRACIÓN 20. BOMBAS LODERAS	56
ILUSTRACIÓN 21. FOSA DSD	60
ILUSTRACIÓN 22. REJA DE FOSA.....	60
ILUSTRACIÓN 23. VISTA SUPERIOR BOMBAS.....	60

ILUSTRACIÓN 24. MANGUERA DE BOMBA AUXILIAR	60
ILUSTRACIÓN 25. DESFOGUE DE AGUA DE DSD.....	60
ILUSTRACIÓN 26. VISTA DELANTERA BOMBA DSD	61
ILUSTRACIÓN 27. VISTA LATERAL BOMBA DSD.....	61
ILUSTRACIÓN 28. VISTA TRASERA BOMBA DSD.....	61
ILUSTRACIÓN 29. VISTA SUPERIOR BOMBA DSD.....	61
ILUSTRACIÓN 30. CABLE DE ALIMENTACIÓN BOMBA.....	62
ILUSTRACIÓN 31. CIRCUITO DE FUERZA BOMBAS DSD	63
ILUSTRACIÓN 32 PLACA DE TABLERO BOMBAS DSD.....	63
ILUSTRACIÓN 33. COMPONENTES DEL CIRCUITO DE FUERZA.....	63
ILUSTRACIÓN 34. DIAGRAMA DE FUERZA BOMBA 1	67
ILUSTRACIÓN 35. ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA 440 V	68
ILUSTRACIÓN 36. GUARDAMOTOR TRIFÁSICO IEC60947-4-1	68
ILUSTRACIÓN 37. CONTACTOR TRIFÁSICO.....	68
ILUSTRACIÓN 38. MOTOR DE BOMBA 1 DE DSD.....	69
ILUSTRACIÓN 39. CONEXIONES GUARDAMOTOR.....	69
ILUSTRACIÓN 40. PROTECCIONES DE MOTOR	70
ILUSTRACIÓN 41. CONEXIÓN DE PROTECCIONES.....	71
ILUSTRACIÓN 42. PROTECCIONES DE HUMEDAD Y EXCESO DE TEMPERATURA	72
ILUSTRACIÓN 43. PROTECCIÓN TÉRMICA Y DE HUMEDAD DEL MOTOR....	72
ILUSTRACIÓN 44. CONDICIONES START Y RUNNING	73
ILUSTRACIÓN 45. CONTACTORES DE PROTECCIONES.....	73
ILUSTRACIÓN 46. AS-I MAESTRO.....	73
ILUSTRACIÓN 47. TABLERO DE REMOTA DSD	74
ILUSTRACIÓN 48. PLACA DE IDENTIFICACIÓN REMOTA DSD	74
ILUSTRACIÓN 49. SENSOR LS-270.....	77
ILUSTRACIÓN 50. DIMENSIONES DE SENSOR LS-270.....	77
ILUSTRACIÓN 51. DIAGRAMA DE CONTROL ELÉCTRICO GENERAL DE PARO Y ARRANQUE DE UN MOTOR	81

ILUSTRACIÓN 52. DIAGRAMA DE CONTROL ELÉCTRICO DE MODO MANUAL	82
ILUSTRACIÓN 53. DIAGRAMA DE CONTROL AUTOMÁTICO BOMBAS DSD .	83
ILUSTRACIÓN 54. ENTRADAS DIGITALES DE CONTROL AUTOMÁTICO Y MANUAL	84
ILUSTRACIÓN 55. CONEXIÓN DE LÁMPARA INDICADORA DE NIVEL	85
ILUSTRACIÓN 56. DIAGRAMA DE CONTROL ELÉCTRICO MANUAL Y AUTOMÁTICO BOMBAS DSD.....	86
ILUSTRACIÓN 57. DIAGRAMA DE LÁMPARA INDICADORA DE NIVEL BOMBAS DSD.....	87
ILUSTRACIÓN 58. CONEXIÓN DE ENTRADAS DIGITALES	88
ILUSTRACIÓN 59. LOGO CADE SIMU	89
ILUSTRACIÓN 60. VENTANA DE INICIO CADE SIMU.....	90
ILUSTRACIÓN 61. DIAGRAMA ELÉCTRICO PARA SIMULACIÓN.....	90
ILUSTRACIÓN 62. BARRA DE HERRAMIENTAS CADE SIMU	91
ILUSTRACIÓN 63. SIMULACIÓN ACTIVA	91
ILUSTRACIÓN 64. FUSIBLE ACTIVO	91
ILUSTRACIÓN 65. FUSIBLE INACTIVO	91
ILUSTRACIÓN 66. SIMULACIÓN MODO AUTOMÁTICO	92
ILUSTRACIÓN 67. INDICACIÓN DE NIVEL MÍNIMO - MÍNIMO	92
ILUSTRACIÓN 68. INDICACIÓN DE NIVEL MÍNIMO.....	93
ILUSTRACIÓN 69. INDICACIÓN DE NIVEL MÁXIMO	93
ILUSTRACIÓN 70. INDICACIÓN DE NIVEL MÁXIMO - MÁXIMO	94
ILUSTRACIÓN 71. SIMULACIÓN DE CONTROL MANUAL.....	94
ILUSTRACIÓN 72. BOMBA 1 ACTIVA	95
ILUSTRACIÓN 73. BOMBA 2 ACTIVA	95
ILUSTRACIÓN 74. PARO DE EMERGENCIA ACTIVO EN MODO AUTOMÁTICO	96
ILUSTRACIÓN 75. PARO DE EMERGENCIA ACTIVO EN MODO MANUAL	96
ILUSTRACIÓN 76. FUSIBLE ACTIVADO EN CASO DE EMERGENCIA	97
ILUSTRACIÓN 77. VISTA DELANTERA FA.....	98
ILUSTRACIÓN 78. VISTA ISOMÉTRICA FA.....	98
ILUSTRACIÓN 79. VISTA ISOMÉTRICA 2 FA.....	98

ILUSTRACIÓN 80. CLEMA PORTA FUSIBLE VISTA 1	99
ILUSTRACIÓN 81. CLEMA PORTA FUSIBLE VISTA 2.....	99
ILUSTRACIÓN 82. BOTÓN DE EMERGENCIA.....	100
ILUSTRACIÓN 83. VISTA LATERAL BOTÓN.....	100
ILUSTRACIÓN 84. VISTA TRASERA BOTÓN.....	100
ILUSTRACIÓN 85. BASE DE BOTÓN SELECTOR.....	100
ILUSTRACIÓN 86. BOTÓN SELECTOR DE LLAVE	101
ILUSTRACIÓN 87. TORRE DE SEÑAL	101
ILUSTRACIÓN 88. CONEXIÓN DE TORRE DE SEÑAL.....	101
ILUSTRACIÓN 89. BOTÓN PULSADOR	102
ILUSTRACIÓN 90. RELEVADOR ABB	103
ILUSTRACIÓN 91. VISTA SUPERIOR DE RELEVADOR.....	103
ILUSTRACIÓN 92. BASE DE RELEVADOR.....	103
ILUSTRACIÓN 93. BASE DE RELEVADOR CON RELEVADOR COLOCADO..	103
ILUSTRACIÓN 94. LUZ PILOTO ABB	104
ILUSTRACIÓN 95. CAJA DE TABLERO ELÉCTRICO	104
ILUSTRACIÓN 96. VISTA LATERAL TABLERO ELÉCTRICO	104
ILUSTRACIÓN 97. CABLE CALIBRE 16	105
ILUSTRACIÓN 98. RIEL DIN	106
ILUSTRACIÓN 99. RIEL DIN G	106
ILUSTRACIÓN 100. EJEMPLO DE FIJACIÓN.....	106
ILUSTRACIÓN 101. CLEMAS DE CONEXIÓN PARA RIEL DIN G	107
ILUSTRACIÓN 102. CANALIZACIÓN PVC.....	107
ILUSTRACIÓN 103. CANALIZACIÓN CON TAPA.....	107
ILUSTRACIÓN 104. PIJA BROCA 1	108
ILUSTRACIÓN 105. PIJA BROCA 2.....	108
ILUSTRACIÓN 106. DISEÑO DE TABLERO ELÉCTRICO	109
ILUSTRACIÓN 107. DISEÑO DE PUERTA DE TABLERO ELÉCTRICO	110
ILUSTRACIÓN 108. DISEÑO DE BASE DE TABLERO ELÉCTRICO	111
ILUSTRACIÓN 109. DISEÑO DE PLACA DE TABLERO	112

ILUSTRACIÓN 110. DISEÑO DE CANALIZACIÓN ELÉCTRICA SUPERIOR....	113
ILUSTRACIÓN 111. DISEÑO DE CANALIZACIÓN ELÉCTRICA EN MEDIO	114
ILUSTRACIÓN 112. DISEÑO DE CANALIZACIÓN ELÉCTRICA INFERIOR	115
ILUSTRACIÓN 113. DISEÑO DE RIEL DIN.....	116
ILUSTRACIÓN 114. DISEÑO DE RIEL DIN G.....	117
ILUSTRACIÓN 115. DISEÑO DE CLEMA PORTA FUSIBLE	118
ILUSTRACIÓN 116. DISEÑO DE CLEMA DE CONEXIONES.....	119
ILUSTRACIÓN 117. DISEÑO DE BASE DE RELEVADOR ABB	120
ILUSTRACIÓN 118. DISEÑO DE RELEVADOR ABB	121
ILUSTRACIÓN 119. DISEÑO DE FUENTE DE ALIMENTACIÓN.....	122
ILUSTRACIÓN 120. DISEÑO DE BASE DE BOTÓN DE PARO DE EMERGENCIA	123
ILUSTRACIÓN 121. DISEÑO DE BASE PARA BOTÓN.....	124
ILUSTRACIÓN 122. DISEÑO DE BOTÓN DE PARO DE EMERGENCIA	125
ILUSTRACIÓN 123. DISEÑO DE BOTÓN PULSADOR	126
ILUSTRACIÓN 124. DISEÑO DE SELECTOR DE LLAVE	127
ILUSTRACIÓN 125. DISEÑO DE LUZ PILOTO.....	128
ILUSTRACIÓN 126. DISEÑO DE CANALIZACIÓN ELÉCTRICA PEQUEÑA.....	129
ILUSTRACIÓN 127. DISEÑO DE BISAGRA DE TABLERO	130
ILUSTRACIÓN 128. DISEÑO DE BISAGRA INCRUSTADA EN PUERTA	131
ILUSTRACIÓN 129. DISEÑO DE EJE DE BISAGRA	132
ILUSTRACIÓN 130. DISEÑO DE TAPA DE CANALIZACIÓN	133
ILUSTRACIÓN 131. DISEÑO DE TAPA DE CANALIZACIÓN ELÉCTRICA PEQUEÑA.....	134
ILUSTRACIÓN 132. VISTA FRONTAL TABLERO ELÉCTRICO	135
ILUSTRACIÓN 133. VISTA TRASERA TABLERO ELÉCTRICO.....	135
ILUSTRACIÓN 134. VISTA LATERAL IZQUIERDA TABLERO	135
ILUSTRACIÓN 135. VISTA LATERAL DERECHA TABLERO.....	135
ILUSTRACIÓN 136. IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES DE TABLERO ELÉCTRICO 1.....	136
ILUSTRACIÓN 137. IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES DE TABLERO ELÉCTRICO 2.....	136

ILUSTRACIÓN 138. PRIMERA PARTE DE PROGRAMACIÓN BOMBA 1.....	137
ILUSTRACIÓN 139. SECUENCIA AUTOMÁTICA	137
ILUSTRACIÓN 140. NIVEL MÍNIMO.....	137
ILUSTRACIÓN 141. NIVEL MÍNIMO - MÍNIMO	138
ILUSTRACIÓN 142. STOP.....	138
ILUSTRACIÓN 143. PARADA LOCAL	138
ILUSTRACIÓN 144. PERMISIVO DE BOMBA.....	138
ILUSTRACIÓN 145. PRIMER ESCANEO	139
ILUSTRACIÓN 146. PARADA DE CARRERA	139
ILUSTRACIÓN 147. REQUEST	139
ILUSTRACIÓN 148. EJECUCIÓN DE BOMBA.....	139
ILUSTRACIÓN 149. MANDOS DE BOMBA 1.....	140
ILUSTRACIÓN 150. CONTINUACIÓN DE MANDOS	141
ILUSTRACIÓN 151. PERMISIVO 1	142
ILUSTRACIÓN 152. CONTINUACIÓN DE PERMISIVO 1.....	143
ILUSTRACIÓN 153. CONTINUACIÓN DE PERMISIVO 1.1.....	143
ILUSTRACIÓN 154. PERMISIVO 2	144
ILUSTRACIÓN 155. CONTINUACIÓN DE PERMISIVO 2.....	145
ILUSTRACIÓN 156. CONTINUACIÓN DE PERMISIVO 2.1.....	146
ILUSTRACIÓN 157. PERMISIVO 3	147
ILUSTRACIÓN 158. CONTINUACIÓN DE PERMISIVO 3.....	148
ILUSTRACIÓN 159. CONTINUACIÓN DE PERMISIVO 3.1.....	149
ILUSTRACIÓN 160. CONTINUACIÓN PERMISIVO 3.2.....	150
ILUSTRACIÓN 161. PRIMERA PARTE DE PROGRAMACIÓN BOMBA 2.....	152
ILUSTRACIÓN 162. SECUENCIA AUTOMÁTICA	152
ILUSTRACIÓN 163. NIVEL MÍNIMO.....	152
ILUSTRACIÓN 164. NIVEL MÍNIMO - MÍNIMO	153
ILUSTRACIÓN 165. STOP.....	153
ILUSTRACIÓN 166. MANDO LOCAL	153
ILUSTRACIÓN 167. PERMISIVO PARA CORRER BOMBA 2	153
ILUSTRACIÓN 168. PRIMER ESCANEO.....	154

ILUSTRACIÓN 169. REQUEST	154
ILUSTRACIÓN 170. COMANDO DE FUNCIONAMIENTO	154
ILUSTRACIÓN 171. MANDOS BOMBA 2.....	155
ILUSTRACIÓN 172. CONTINUACIÓN DE MANDOS	156
ILUSTRACIÓN 173. PERMISIVO 1 BOMBA 2.....	157
ILUSTRACIÓN 174. CONTINUACIÓN PERMISIVO 1.....	158
ILUSTRACIÓN 175. PERMISIVO 2	159
ILUSTRACIÓN 176. CONTINUACIÓN PERMISIVO 2.....	160
ILUSTRACIÓN 177. PERMISIVO 3	161
ILUSTRACIÓN 178. CONTINUACIÓN PERMISIVO 3.....	162
ILUSTRACIÓN 179. CONTINUACIÓN PERMISIVO 3.1.....	163
ILUSTRACIÓN 180. CONTINUACIÓN PERMISIVO 3.2.....	164
ILUSTRACIÓN 181 PERFORACIÓN DE ORIFICIOS PARA BOTONES EN PUERTA DE TABLERO ELÉCTRICO.....	166
ILUSTRACIÓN 182. BOTONES, Y BASES DE BOTONES PULSADORES.....	166
ILUSTRACIÓN 183. LUZ PILOTO DE BOMBA 1 Y 2	167
ILUSTRACIÓN 184. BASE DE RELEVADOR Y RELEVADOR ABB	167
ILUSTRACIÓN 185. BASE Y BOTÓN DE PARO DE EMERGENCIA.....	167
ILUSTRACIÓN 186. RIEL DIN Y TIPO G.....	168
ILUSTRACIÓN 187. BOTÓN SELECTOR DE LLAVE	168
ILUSTRACIÓN 188. FUENTE DE ALIMENTACIÓN A 24 VCD.....	168
ILUSTRACIÓN 189. CLEMA PORTA FUSIBLES	168
ILUSTRACIÓN 190. CLEMA DE CONEXIONES.....	168
ILUSTRACIÓN 191. PLACA DE TABLERO ELÉCTRICO	169
ILUSTRACIÓN 192. CANALIZACIÓN PEQUEÑA Y TAPA.....	169
ILUSTRACIÓN 193. CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.....	169
ILUSTRACIÓN 194. ENSAMBLE DE BOTÓN DE PARO DE EMERGENCIA	169
ILUSTRACIÓN 195. ENSAMBLE DE BOTÓN SELECTOR DE LLAVE.....	170
ILUSTRACIÓN 196. ENSAMBLE DE BOTONES PULSADORES NO Y NC	170
ILUSTRACIÓN 197. ENSAMBLE DE LUZ PILOTO ABB	170
ILUSTRACIÓN 198 ENSAMBLE DE BASE Y RELEVADOR.....	170

ILUSTRACIÓN 199. ENSAMBLE DE FUSIBLE Y CLEMA PORTA FUSIBLES...	170
ILUSTRACIÓN 200. ENSAMBLE DE BOTONES EN PUERTA DE TABLERO ELÉCTRICO.....	171
ILUSTRACIÓN 201. ENSAMBLE DE LUCES PILOTO ABB EN PUERTA DE TABLERO ELÉCTRICO	172
ILUSTRACIÓN 202. PUERTA DE TABLERO ELÉCTRICO CON COMPONENTES	172
ILUSTRACIÓN 203. FIJACIÓN DE CANALIZACIONES EN PLACA DE TABLERO ELÉCTRICO.....	173
ILUSTRACIÓN 204. CANALIZACIONES ELÉCTRICAS Y COLOCACIÓN DE TAPAS	173
ILUSTRACIÓN 205. FIJACIÓN DE RIEL DIN Y TIPO G.....	173
ILUSTRACIÓN 206. COLOCACIÓN DE COMPONENTES ELÉCTRICOS	174
ILUSTRACIÓN 207. FIJACIÓN DE PLACA CON COMPONENTES EN CAJA DE TABLERO.....	174
ILUSTRACIÓN 208. FIJACIÓN DE BISAGRAS Y PUERTA DE TABLERO ELÉCTRICO.....	174
ILUSTRACIÓN 209. FIJACIÓN DE CANALIZACIÓN PEQUEÑA	175
ILUSTRACIÓN 210. COMIENZO DE CABLEADO.....	175
ILUSTRACIÓN 211. CABLEADO DE TABLERO 1	175
ILUSTRACIÓN 212. CABLEADO DE TABLERO 2.....	175
ILUSTRACIÓN 213. TAPAS COLOCADAS EN LAS CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.....	176
ILUSTRACIÓN 214. MODO AUTOMÁTICO	176
ILUSTRACIÓN 215. MEDICIÓN EN CLEMAS DE CONEXIONES PARA CONTROL AUTOMÁTICO.....	177
ILUSTRACIÓN 216. MODO MANUAL ACTIVADO	177
ILUSTRACIÓN 217. ACCIONAMIENTO DE BOMBA 1	177
ILUSTRACIÓN 218. MEDICIÓN EN CLEMA DE CONEXIONES	178
ILUSTRACIÓN 219. ACCIONAMIENTO DE BOMBA 2	178
ILUSTRACIÓN 220. TABLERO ELÉCTRICO INTERNAMENTE	179
ILUSTRACIÓN 221. TABLERO ELÉCTRICO EXTERNAMENTE.....	179
ILUSTRACIÓN 222. INSTALACIÓN DE TABLERO	179

ILUSTRACIÓN 223. CABLEADO DEL TABLERO.....	179
ILUSTRACIÓN 224. TABLERO ELÉCTRICO INSTALADO Y ENCENDIDO	180
ILUSTRACIÓN 225. ETIQUETADO DE TABLERO	180
ILUSTRACIÓN 226. SENSOR LS-270 CON CABLE CORTO	181
ILUSTRACIÓN 227. CANAL DE AGUA DSD.....	181
ILUSTRACIÓN 228. SÓTANO DSD 1	181
ILUSTRACIÓN 229. SÓTANO DSD 2	181
ILUSTRACIÓN 230. SÓTANO DSD 3	181
ILUSTRACIÓN 231. SENSOR FIJADO A TUBO	182
ILUSTRACIÓN 232. DISTRIBUCIÓN DE SENSORES	182
ILUSTRACIÓN 233. BOMBAS SUMERGIBLES EN SÓTANO DSD	183
ILUSTRACIÓN 234. BOMBA SUMERGIBLE 1	183
ILUSTRACIÓN 235. MANDOS BOMBA SUMERGIBLE 1.....	184
ILUSTRACIÓN 236. BOMBA SUMERGIBLE 2	184
ILUSTRACIÓN 237. MANDOS BOMBA SUMERGIBLE 2	185
ILUSTRACIÓN 238. CONTINUACIÓN DE MANDOS BOMBA SUMERGIBLE 2	185
ILUSTRACIÓN 239. CASCARILLA EN FOSA DSD	192
ILUSTRACIÓN 240. DIMENSIONES DE FOSA DSD	192
ILUSTRACIÓN 241. BOMBAS DE EMERGENCIA	192
ILUSTRACIÓN 242. CONDICIONES DE AGUA EN FOSA	192
ILUSTRACIÓN 243. MANTENIMIENTO ELÉCTRICO EN FOSA DSD	193
ILUSTRACIÓN 244. APOYO DE GRÚA VIAJERA 114 EN FOSA DSD	193

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. PRODUCTOS OFERTADOS POR SIMEC INTERNATIONAL PLANTA TLAXCALA	39
TABLA 2. DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES DEL CIRCUITO DE FUERZA BOMBA 1	64
TABLA 3. DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES DEL CIRCUITO DE FUERZA BOMBA 1	65
TABLA 4. CARACTERÍSTICAS DE SENSOR LS-270	78
TABLA 5. CARACTERÍSTICAS DE FUENTE DE ALIMENTACIÓN	98
TABLA 6. CARACTERÍSTICAS DE CLEMA PORTA FUSIBLE	99
TABLA 7. CARACTERÍSTICAS DE BOTÓN DE PARO DE EMERGENCIA.....	100
TABLA 8. CARACTERÍSTICAS DE TORRE DE SEÑAL	102
TABLA 9. CARACTERÍSTICAS DE BOTÓN PULSADOR	102
TABLA 10. CARACTERÍSTICAS DE RELEVADOR ABB	103
TABLA 11. CARACTERÍSTICAS DE BASE DE RELEVADOR ABB	104
TABLA 12. CARACTERÍSTICAS DE LUZ PILOTO ABB	104
TABLA 13. TABLA DE AMPACIDAD DE CONDUCTORES.....	105
TABLA 14. CARACTERÍSTICAS DE RIEL DIN	106
TABLA 15. CARACTERÍSTICAS DE RIEL DIN G.....	107
TABLA 16. CARACTERÍSTICAS DE CLEMAS PARA RIEL DIN G	107
TABLA 17. CARACTERÍSTICAS DE CANALIZACIÓN DE PVC.....	108

CAPÍTULO I GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 INTRODUCCIÓN

La automatización de procesos industriales hoy en día es de suma importancia para la industria. Con ella se obtienen múltiples beneficios, uno de ellos es la optimización de procesos industriales, que a su vez tiene una reducción de errores y costos de operación más bajos. Puede ser integrada fácilmente a otras áreas, todo esto es posible gracias a la implementación de PLC's (Controladores Lógicos Programables), estos nos permiten alcanzar los objetivos planteados al momento de automatizar un proceso. Principalmente se puede pasar de una lógica cableada donde se utilizan distintos dispositivos electromecánicos como lo son contactores, relevadores, entre otros más, a una lógica programable. La lógica programable reduce el uso de todos los dispositivos electromecánicos empleados y garantiza un funcionamiento más eficiente y continuo que reduce el margen de error o posibles fallas que se puedan presentar a futuro.

Como capítulo I se muestran todas las generalidades que conforman este proyecto desde la descripción de la empresa, problemas a resolver, objetivo general y específico, así como la justificación, alcance del proyecto y el marco teórico.

Como capítulo II se muestra la investigación y análisis del funcionamiento de las bombas, con la finalidad de conocer el estado actual del mismo, este análisis permitirá saber cómo solucionar de la mejor manera las problemáticas presentes.

Como capítulo III se muestra el diseño de sistema de control automático que se decidió implementar mediante el previo análisis e investigación realizados, además, los materiales necesarios para llevar a cabo la instalación del sistema, diagramas eléctricos, programación y simulación.

Como capítulo IV se presenta el armado en físico e instalación del sistema de control automático, la calibración de los parámetros de medición del nivel de agua y pruebas realizadas para verificar el correcto funcionamiento del sistema.

Finalmente, se presentan las conclusiones, experiencias y referencias entre otros aspectos que dejaron la realización de este proyecto.

1.2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN Y DEL PUESTO O ÁREA DEL TRABAJO DEL ESTUDIANTE.

SIMEC INTERNATIONAL S.A. DE C.V.



Ilustración 1. Logotipo Oficial Simec International

1.2.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Simec International es una empresa que produce, procesa y distribuye aceros especiales, así como perfiles estructurales de acero. Actualmente trabaja en México, Estados Unidos y Canadá, Simec International es considerada uno de los productores principales de aceros especiales en Norteamérica, esta empresa tiene una amplia gama de aceros especiales. En Estados Unidos se tiene un mercado creciente, además, cuenta con una planta recientemente abierta en Brasil.

Cabe destacar que en la planta Tlaxcala se cuenta con personal de origen brasileño, esto con la finalidad de aumentar la producción en dicha planta y con ello hacer que el personal aprenda más a profundo sobre el proceso de elaboración de aceros especiales. Se tiene una previsión de que este personal a finales del año 2024 se vaya a Brasil para implementar los conocimientos adquiridos en Simec planta Tlaxcala.

1.2.2 ¿CÓMO NACIÓ SIMEC INTERNATIONAL ?

Por más de 70 años, la industria CH, S.A.B de C.V. ha tenido un importante avance en el proceso de industrialización del país. CH es una empresa mexicana que produce y procesa acero la cual ha tenido un crecimiento constante en los últimos años. Como dato a destacar se tiene que es la principal productora de aceros especiales en Norteamérica, en perfiles comerciales y en perfiles estructurales de México. Tiene origen en el año 1934 con el nombre de Herramientas S.A. con la finalidad de producir herramientas de mano, construcción y agrícolas. A partir de los años 60's inicio la manufactura de aceros especiales, por otra parte, se diversifico con la fabricación de estructuras metálicas, grúas viajeras, pailería y construcción de barcos.

En el año 1991, fue adquirida por los actuales administradores los cuales tienen la estrategia de hacer más eficientes sus procesos y tener productos con mayor valor agregado, todo esto con la adquisición de empresas que se dediquen a la industria del acero dentro y fuera de México.

Para el 2001 se adquiere el 82.5 % de las acciones de Grupo Simec S.A de C.V. que cuenta con plantas fundidoras de acero en Guadalajara, Jalisco, Mexicali y Baja California. Simec ahora S.A.B de C.V. es la principal subsidiaria de CH la cual represento un 91 % de las ventas netas del grupo en 2010.

En 2004, Simec compra los activos en México de Grupo Sidenor, teniendo dos plantas: una en Apizaco, Tlaxcala y otra en Cholula, Puebla. Dedicadas a la producción de aceros especiales, perfiles comerciales y varilla. Así se incrementó de forma significativa la capacidad instalada y las ventas.

En el año 2005, Simec adquiere a la empresa Republic Steel, líder en el mercado de aceros especiales en Estados Unidos la cual contaba con siete plantas ubicadas en Canton, Solon, Lorain y Masillon en Ohio, Lackawanna, Nueva York, Gary, Indiana. También contaba con una planta más en Canadá, localizada en Hamilton, Ontario.

Con apoyo y gracias a Republic Steel, Simec se consolida como el principal productor de aceros especiales en el continente americano en 2006.

En 2008, Simec adquiere a la empresa Corporación Aceros DM, S.A. de C.V., esta empresa se dedica a la producción de aceros largos y varilla corrugada, destacando como una de las más importantes en México, ubicada en San Luis Potosí. Así ICH y Simec obtienen la segunda posición en producir varilla dentro del país y principal productor mexicano de acero.

Para 2011, Simec invierte en la construcción de una nueva planta en Brasil, siendo la primera empresa mexicana. Comenzando producción en 2015 con sus plantas de acería y laminación.

En 2012, Simec completa sus inversiones en su planta de San Luis Potosí, que le permitió alcanzar una capacidad de 1 millón de toneladas de billet y palanquilla de acero para producir varilla, alambrón, alambre, entre otros más.

Simec realiza una inversión en 2015 para la construcción de una nueva planta de acería y laminación en el estado de Tlaxcala con la finalidad de ampliar su producción de aceros especiales con nuevas dimensiones. Iniciando operaciones en Junio de 2018.

En 2017, Simec se expande su planta D.M con la obtención de un molino de mayor capacidad, aumentando de 480, 000 a 580, 000 toneladas anuales. Complementando con una inversión para construir una nueva planta de alambrón de alto y bajo carbón con una capacidad de 12 mil toneladas mensuales. Finalizando en Mayo de 2018.

Finalmente, en 2018, Simec adquiere dos plantas más, una en Itauna y otra en Cariacica en Brasil. Con esto se suman tres plantas en dicho país lo cual tuvo un aumento de 530, 000 toneladas a 1, 100, 000 toneladas anuales. Esto lo convirtió en el tercer productor con mayor producto de aceros largos y alambrón en Brasil.

1.2.3 MISIÓN

Satisfacer en forma rentable, confiable y permanente, las necesidades de productos de aceros largos, tomando ventaja de nuestra localización geográfica y aprovechando las oportunidades que presenta el sector.

1.2.4 VISIÓN

Ser la compañía líder en la fabricación y ventas de productos siderúrgicos en América y una referencia del mercado a nivel global.

1.2.5 VALORES

- Esfuerzo
- Orden
- Honestidad
- Austeridad

1.2.6 POLÍTICA DE CALIDAD

Grupo Simec S.A.B. de C.V., fabrica aceros especiales y se enfoca en garantizar las expectativas y la satisfacción de nuestros clientes, cumpliendo con las legislaciones y requisitos acordados, así como promover en todos los niveles de la organización la mejora continua, los objetivos de calidad y la prevención de defectos y desperdicios.

1.2.7 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

- Organigrama laminación planta 2 “Gerencia de laminación”

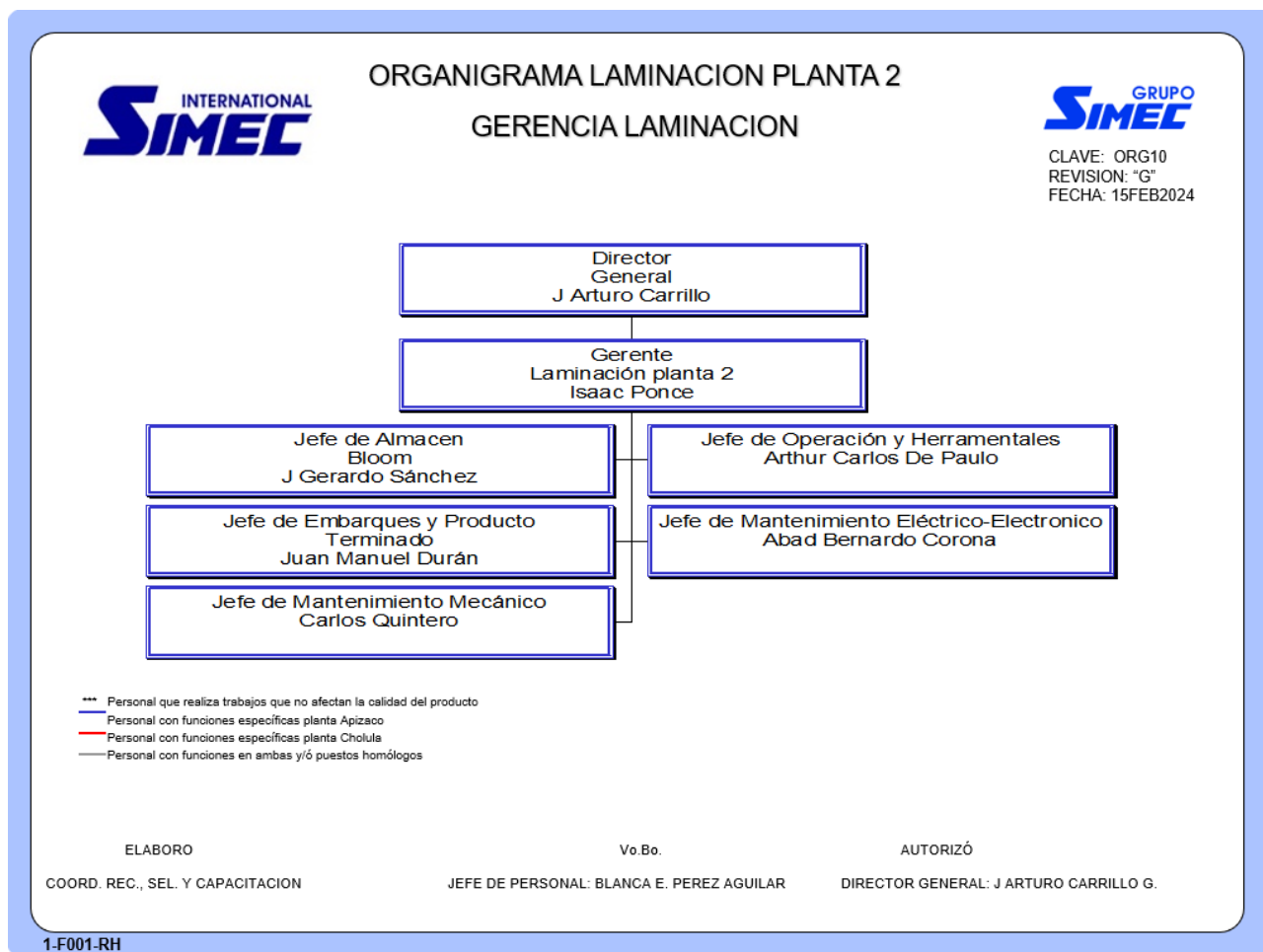


Ilustración 2. Organigrama Gerencia de laminación Planta 2

- Organigrama “Mantenimiento” laminación planta 2

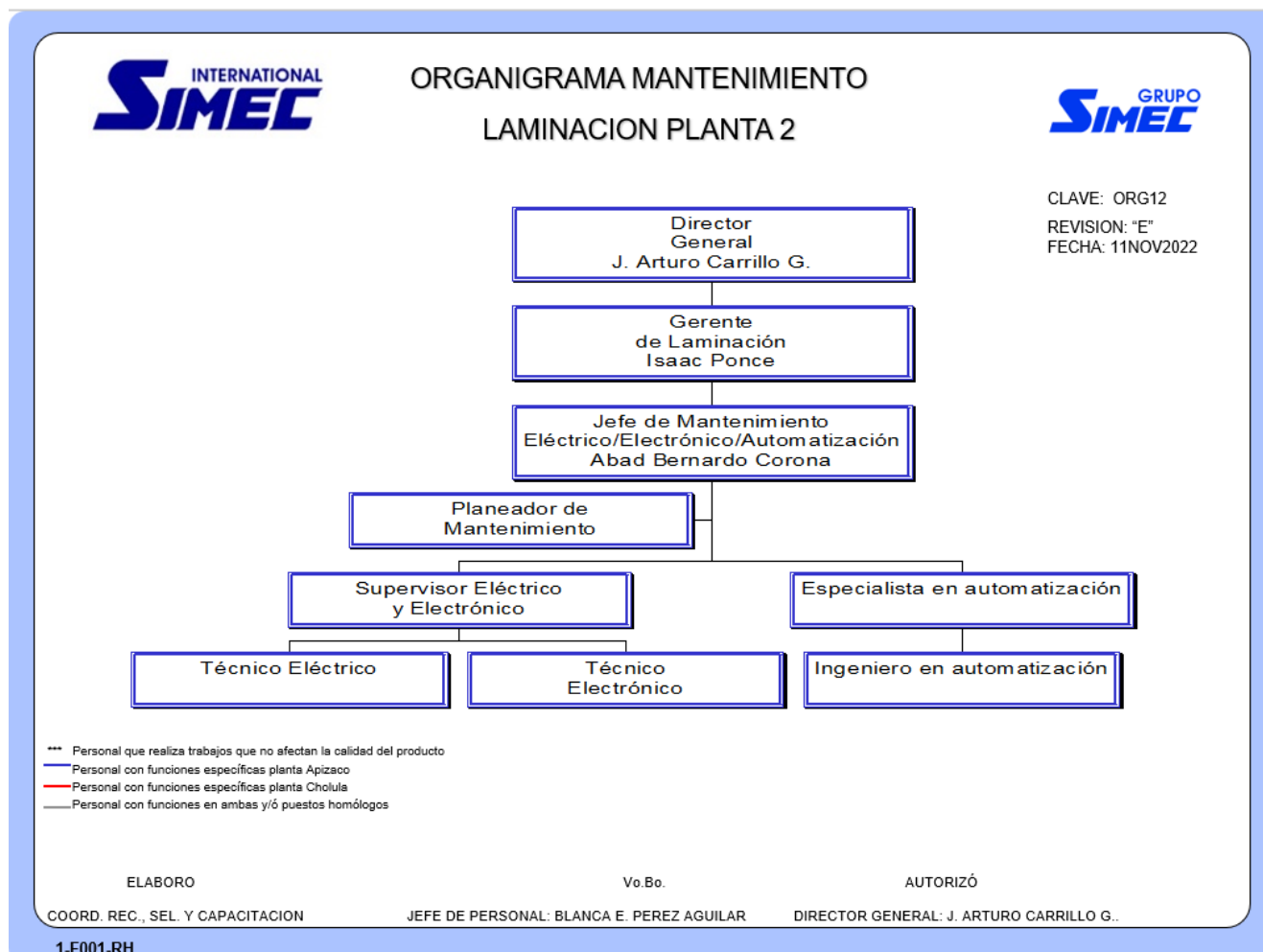


Ilustración 3. Organigrama de mantenimiento laminación planta 2

1.2.8 UBICACIÓN DE LA EMPRESA

Simec Tlaxcala, Carretera Federal México-Texcoco-Veracruz km 123 Colonia. San Cosme Xaloztoc CP90460. Acería y laminación

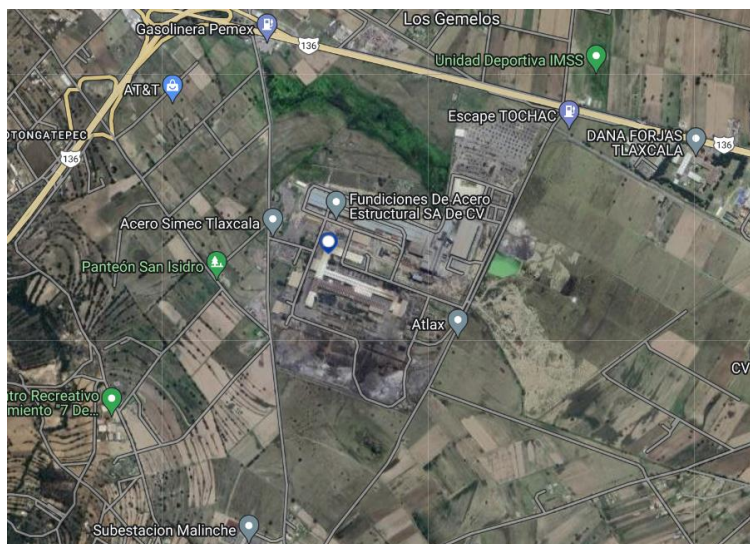


Ilustración 4. Vista satelital Simec International



Ilustración 5. Vista satelital ampliada Simec International

1.2.9 CERTIFICACIONES

Las certificaciones con las que cuenta Simec International:

- Certificación IATF 16949:2016



Ilustración 6. Certificado de registro NOM IATF 16949:2016



Appendix to Certificate

Production of Special Steel Components a) Hot Finished Products: Round, Flat, Square, Hexagonal Bars, Billet, Bloom and Wire Rod. b) Cold Finished Products: Round Bars, Turned, Cold Drawn and Ground Bars, Hexagonal, Flat, Square Bars. (Excludes Product Design under Clause 8.3)

**Extended Manufacturing Site 1
Km. 123 Carretera Federal México-Puebla S/N Interior B Colonia Lindavista de Jesús
San Pedro Cholula Puebla C.P. 72760 México.**

Activity: Production of Special Steel Components, including: Cold Finished Products: Round Bars, Turned, Cold Drawn and Ground Bars, Hexagonal, Flat, Square Bars.

Certificate Number 82903/B/0001/SM/En

Date of Issue of Certification Cycle	Issue Number	Certificate Expiry Date	Certification Cycle
--------------------------------------	--------------	-------------------------	---------------------

10 September 2021	3	09 September 2024	2
-------------------	---	-------------------	---

Revision Date	Revision Number	Original Certificate Issue Date	Scheme Number
---------------	-----------------	---------------------------------	---------------

10 September 2021	0	03 September 2018	0423823
-------------------	---	-------------------	---------

For detailed explanation for the data fields above, refer to <http://www.urs-holdings.com/logos-and-regulations>

Issued by

On behalf of the Schemes Manager



Ilustración 7. Apéndice del certificado NOM IATF 16949:2016

- Certificación ISO 9001:2015



Ilustración 8. Certificado de registro NOM ISO 9001:2015



Appendix to Certificate

Production of Special Steel Components a) Hot Finished Products: Round, Flat, Square, Hexagonal Bars, Billet, Bloom and Wire Rod. b) Cold Finished Products: Round Bars, Turned, Cold Drawn and Ground Bars, Hexagonal, Flat, Square Bars. (Excludes Product Design under Clause 8.3)

Certificate Number 82903/BB/0001/SM/En			
Date of Issue of Certification Cycle	Issue Number	Certificate Expiry Date	Certification Cycle
10 September 2021	3	09 September 2024	2
Revision Date	Revision Number	Original Certificate Issue Date	Scheme Number
10 September 2021	0	03 September 2018	

For detailed explanation for the data fields above, refer to <http://www.urs-holdings.com/logos-and-regulations>

Issued by

On behalf of the Schemes Manager



Ilustración 9. Apéndice del certificado NOM ISO 9001:2015

1.2.10 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL ÁREA DE TRABAJO

El área donde se está realizando el proyecto es el departamento de Mantenimiento Eléctrico-Electrónico, el cual se encarga de:

- Dar mantenimiento preventivo y correctivo a equipos eléctricos y electrónicos en la planta 2 de laminación.
- Mantener en óptimas condiciones de funcionamiento a los sensores inductivos que forman parte del proceso de laminación.
- Mantenimiento de sensores HMD.
- Mantenimiento de motores trifásicos en todos los caminos de rodillos.
- Mantenimiento de válvulas proporcionales.
- Mantenimiento de grúas viajeras del área de laminación.
- Mantenimiento de sensores de temperatura PT100.
- Mantenimiento correctivo a transmisores universales PR 4116.
- Mantenimiento de bombas sumergibles ubicadas en fosa de horno para el control de nivel de agua.
- Limpieza de tableros de control, cajas de conexiones, tuberías eléctricas, entre otros.
- Mantenimiento de cabinas de control eléctrico en los cuales se tienen diferentes equipos y componentes como lo son: guardamotores, relevadores, contactores, drives, interruptores termomagnéticos, DC-LINK, entre otros equipos.
- Mantenimiento a equipos eléctricos del área de inspección (NDT), como lo son: FOERSTER y OLYMPUS.
- Mantenimiento de equipos eléctricos del área de intermedio SHS.
- Mantenimiento eléctrico de estantes del área de DSD.
- Mantenimiento de equipos eléctricos del área de PFB.
- Mantenimiento de equipos eléctricos del área de BGV.
- Mantenimiento eléctrico a formador de espiras.

- Mantenimiento eléctrico de atadora para rollos de alambón.
- Mantenimiento a granalladora.
- Mantenimiento de polipastos y equipo eléctricos de área de sierra 1 y sierra 2.
- Mantenimiento a equipos del área de avellanado.
- Mantenimiento eléctrico a equipos del área de flejadora.
- Control de temperatura en cabinas 1, 2, 3, 4, 5.
- Mantenimiento a tableros de control de aire acondicionado en cabinas eléctricas.
- Instalación de luminarias y tomas de corriente en toda la planta de laminación.
- Mantenimiento de tarjetas electrónicas de módulos de potencia que conforman al amplificador para el área de inspección NDT.
- Control de nivel de agua de fosa ubicada en el área de DSD.

1.2.11 FUNCIONES A REALIZAR COMO RESIDENTE

- **Registro de inventario de todo el refaccionamiento eléctrico, electrónico y de automatización.**

Todo el refaccionamiento con el que se cuenta en taller eléctrico, área de automatización o también llamado server, bodega de cabina 3, bodega de cabina 4, y bodega de cabina 5, se inventaría frecuentemente para conocer con exactitud con que se cuenta y cuantas unidades de cada uno de componentes. Así mismo se conoce su ubicación exacta, por cabina, estantero, columna y fila. Para el caso de automatización es subterránea su bodega, pero también se tiene conocimiento en qué lugar está ubicado el refaccionamiento.

A continuación, podemos observar en la ilustración 10 la forma en como se registró.

BASE PARA BOTÓN	SCHNEIDER ELECTRIC	ZBE-102	1 pz.	E2 - F3	CABINA 3
BASE PARA BOTÓN	ABB	N/A	10 pz.	C1 - F1	TALLER ELÉCTRICO
BASE PARA CAUTÍN	WELLER	TC201T	1 pz.	E2 - F1	CABINA 3
BASE PARA RELEVADOR	GM	PI-50BE/3-R	6 pz.	C1 - F1	TALLER ELÉCTRICO
BASE PORTAFUSIBLE 3 POLOS	ABB	E 93/32	2 pz.	E2 - F2	CABINA 5
BASE SENSOR DE ÁREA	MICRO DETECTORS	BX80A/1P-1A	1 pz.	C2 - F2.1	TALLER ELÉCTRICO
BATERÍA LAPTOP	DELL	M5Y1K	1 pz.	SUBTERRÁNEO	AUTOMATIZACIÓN
BATERÍA UPS	PHOENIX CONTACT	QUINT-UPS/24DC/24DC/10	1 pz.	E1 - F3	CABINA 3
BLOQUE DE ALIMENTACIÓN	ABB	1SAM201907R1102	14 pz.	C1 - F2.1	TALLER ELÉCTRICO
BLOQUE DE ALIMENTACIÓN	ABB	1SAM201906R1104	1 pz.	E2 - F3	CABINA 3
BLOQUE DE CONEXIÓN POR ESPARRAGOS	PHOENIX CONTACT	RB0 S-T	1 pz.	E3 - F3	CABINA 3
BLOQUE DE CONTACTO AUXILIAR	ABB	CAL19-11	1 pz.	E3 - F3	CABINA 3
BLOQUE DE CONTACTO AUXILIAR NC	ABB	CA4-01	4 pz.	E3 - F3	CABINA 3
BLOQUE DE CONTACTOS	SCHNEIDER ELECTRIC	XENG1191	8 pz.	C3 - F2	TALLER ELÉCTRICO
BLOQUE DE TERMINAL PARA RIEL	WAGO	IEC60947-7-1	1 pz.	E3 - F3	CABINA 3
BLOQUE DE TERMINALES	ABB	Z54-D	3 pz.	E3 - F3	CABINA 3
BLOQUE DE TERMINALES DE TIERRA	ENTRELEC	MA2.5/5P	11 pz.	C1 - F1.1	TALLER ELÉCTRICO
BOBINA	HYDAC	3000249 12/17	1 pz.	E2 - F4	CABINA 3
BOBINA DE ELECTROVÁLVULA	FESTO	MSN1G-24V	5 pz.	C1 - F1.1	TALLER ELÉCTRICO
BOBINA PARA ELECTROVÁLVULA	REXROTH	CLASS F	3 pzs.	C3 - F1.1	TALLER ELÉCTRICO
BOBINA PARA ELECTROVÁLVULA	ACL ITALY	521	1 pz.	C3 - F1.1	TALLER ELÉCTRICO
BOBINA PARA ELECTROVÁLVULA	DANIELI	BB024DS	1 pz.	C3 - F1.1	TALLER ELÉCTRICO
BOBINA PARA VÁLVULA	FESTO	MSN1G-24V	1 pz.	E3 - F3	CABINA 3
BOBINA PARA VÁLVULA	CAMOZZI	G777	2 pz.	E3 - F3	CABINA 3

Ilustración 10. Inventario general de taller de mantenimiento eléctrico - electrónico

- **Registro de refaccionamiento crítico.**

Dentro del inventario que se realiza se subdivide a una clasificación llamada “refaccionamiento crítico” el cual esta denotado de esta manera porque es de equipos que son considerados muy importantes y dicho refaccionamiento se debe tener en caso de alguna falla, de no tenerlo generaría un problema mayor en los procesos de la planta de laminación. Los equipos que son considerados críticos son los siguientes:

- BDM
- Grúa 119
- Horno
- Sierra 1 y 2
- Enderezadora

Para la elaboración de este inventario se tiene un formato diferente como se muestra en la ilustración 11.



				REFACCIONAMIENTO HORNO	FECHA DE ACTUALIZACIÓN: 11/03/2024							
				PLANTA: LAMINACIÓN 2 - TLAXCALA	DEPTO: ELÉCTRICO/ELECTRÓNICO/ AUTOMATIZACIÓN							
				ÁREA: MANTENIMIENTO	ELABORÓ: Abad B. Corona M.							
POS	MARCA	MODELO	NO.PARTE	DESCRIPCIÓN	EQUIPO	MÁXIMO	MÍNIMO	CANTIDAD EXISTENTE	REQUERIMIENTO	UBICACIÓN DE REFACCION		CRITICA SI / NO
										ESTANTE	COLUMNA/FILA	
1	IFM	SI5010	N/A	FLUJÓMETRO	CDR	2	1	1		E1 (Taller)	C2 - F3	SI
2	PR ELECTRONICS	4116	N/A	TRANSMISOR TEMPERATURA UNIVERSAL	HORNO	6	1	6		E1 (Taller)	C2 - F3	SI
3	KROM SCHRODER	BCU480-5/3/1LR3GBD2B1/1	88611382	CONTROL DE QUEMADOR	HORNO	2	1	1		E1 (Taller)	C2 - F3	SI
4	ROSEMOUNT	3051CD1A22A1AM4B4DFQ4	22CLPG0025004	TRANSMISOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL	HORNO	2	1	1		E1 (Taller)	C2 - F3	SI
5	EBROARMATUREN	EB10.1SYS40	4535713A969640	ACTUADOR	HORNO	2	1	1		E1 (Taller)	C2 - F3	SI
6	KEYENCE	FD-R50	N/A	FLUJÓMETRO	HORNO	2	1	1		E1 (Taller)	C2 - F3	SI
7	KEYENCE	FD-R125	N/A	FLUJÓMETRO	HORNO	2	1	2		E1 (Taller)	C2 - F3	SI
8	KROM SCHRODER	UVS 10D0G1	84315200	DETECTOR UV	HORNO	2	1	2		E1 (Taller)	C2 - F3	SI
9	KROM SCHRODER	UVS 10D2	84315205	DETECTOR UV	HORNO	2	1	2		E1 (Taller)	C2 - F3	SI
10	KROM SCHRODER	VAS1T-/NQGR	88003713	VÁLVULA SOLENOIDE DE GAS	HORNO	3	1	3		E1 (Taller)	C2 - F3	SI
11	KROM SCHRODER	BCM400S0B1/1-0	N/A	MÓDULO PROFIBUS	HORNO	2	1	1		E1 (Taller)	C2 - F3	SI
12	DANIELI	ID6100	N/A	FOTOCELDA DE CALOR	HORNO	2	1	2		E1 (Taller)	C2 - F3	SI
13	EBROARMATUREN	EB6.1SYS40	4535688A956141	ACTUADOR	HORNO	2	1	1		E1 (Taller)	C2 - F3	SI
14	EBROARMATUREN	EB5.1SYD	4535688A947622	ACTUADOR	HORNO	2	1	1		E1 (Taller)	C2 - F3	SI
15	KROM SCHRODER	BCU48X.480	N/A	CONTROL DE QUEMADOR	HORNO	2	1	1		E1 (Taller)	C2 - F3	SI
16	DANIELI	ID2252/L	N/A	DETECTOR DE METALES CALIENTES	HORNO	2	1	1		E1 (Taller)	C2 - F3	SI
17	DANIELI	ID2202	N/A	FOTOCELDA DE CALOR	HORNO	2	1	1		E1 (Taller)	C2 - F3	SI
18	KROM SCHRODER	VAS1T-/NQ	88002361	VÁLVULA SOLENOIDE DE GAS	HORNO	3	1	3		E1 (Taller)	C2 - F3	SI

Ilustración 11. Inventario de refaccionamiento crítico

- Registro de ordenes de trabajo (OT) de mantenimiento preventivo realizado por parte del personal eléctrico.

Los ingenieros eléctricos y electrónicos realizan rutinas de mantenimiento preventivo las cuales son asignadas por parte del planeador eléctrico, en ellas se indica la fecha programada para realizar la rutina, el folio, el área, los equipos, entre otros datos importantes. Una vez que los ingenieros realizan la rutina de mantenimiento preventivo la colocan en una bandeja de OT's por registrar. El software que se utiliza se llama "PRISMA" donde con los datos proporcionados en la OT se registran y se guardan en el sistema.

En la ilustración 12 se observa un ejemplo de una OT realizada por personal de mantenimiento eléctrico y en la ilustración 13 la forma en cómo se va registrando la información proporcionada:

	Orden de Trabajo de Preventivo		Folio	
	SIMEC PLANTA 2		23831	
		1 / 2		

Fecha Programada	29/02/2024 12:00:00	Clase Trabajo	PREV PREVENTIVO
Tarea	LP2ETHBDM6 TALLER HERRAMENTALE BDM #6 (ARMADO ESTANTES BDM)		

IDENTIFICACION DEL ACTIVO		
AREA	L	LAMINACION
ESPECIALIDAD	LE	LAMINACION ELECTRICO
ZONA	LE002	Duo reversible (BDM)

Instrucción	Descripción Instrucción	
LP2ETHBDM	Revision.	☐
	Para los siguientes elementos es necesario revisar lo siguientes puntos en caso de aplicar: 1. LIMPIEZA, 2. VIBRACIÓN, 3. RUIDO, 4. TEMPERATURA, 5. TORNILLERIA, 6. FRACTURA, 7. FORZAMIENTO, 8. OPERACIÓN, 9. CORRIENTE.	
Instrucción	Descripción Instrucción	
LP2ETHBD6-	ROBOT # 1	☒
Instrucción	Descripción Instrucción	
LP2ETHBD6-	CAJA DE CONEXIONES JY01E06+LC501 GRIS	☒
Instrucción	Descripción Instrucción	
LP2ETHBD6-	ROBOT # 2	☒
Instrucción	Descripción Instrucción	
LP2ETHBD6-	CAJA DE CONEXIONES JY01E06+LC502 AMARILLO	☒
Instrucción	Descripción Instrucción	
LP2ETHBD6-	VOLTEADOR	☒
Instrucción	Descripción Instrucción	
LP2ETHBD6-	CAJA DE CONEXIONES JY01E06+LC505	☒
Instrucción	Descripción Instrucción	
LP2ETHBD6-	TABLERO LOCAL	☒
Instrucción	Descripción Instrucción	
LP2ETHBD6-	BDM / MOLINO TALLER	☒

REPORTE DE LA INTERVENCION						
Fecha	Técnico	Oficio	H. Inicio	H. Fin	Total	Tipo Hora
01-03-24	Hazel Kodihoto K	Plumero	01:00	02:00	60 min	Normal

Fecha	Artículo	Denominación	Cantidad	Almacén	Estante
01-03-24	Broche	Archetos de limpieza	120	N/A	N/A
01-03-24	Trapos	Archetos de limpieza	Varios	N/A	N/A

Defecto	Causa	Acción

Tiempo Parada + " " N/A

Estado OT + " " + " " N/A

1-F005-MA

247 de 259

Ilustración 12. Orden de trabajo para mantenimiento preventivo

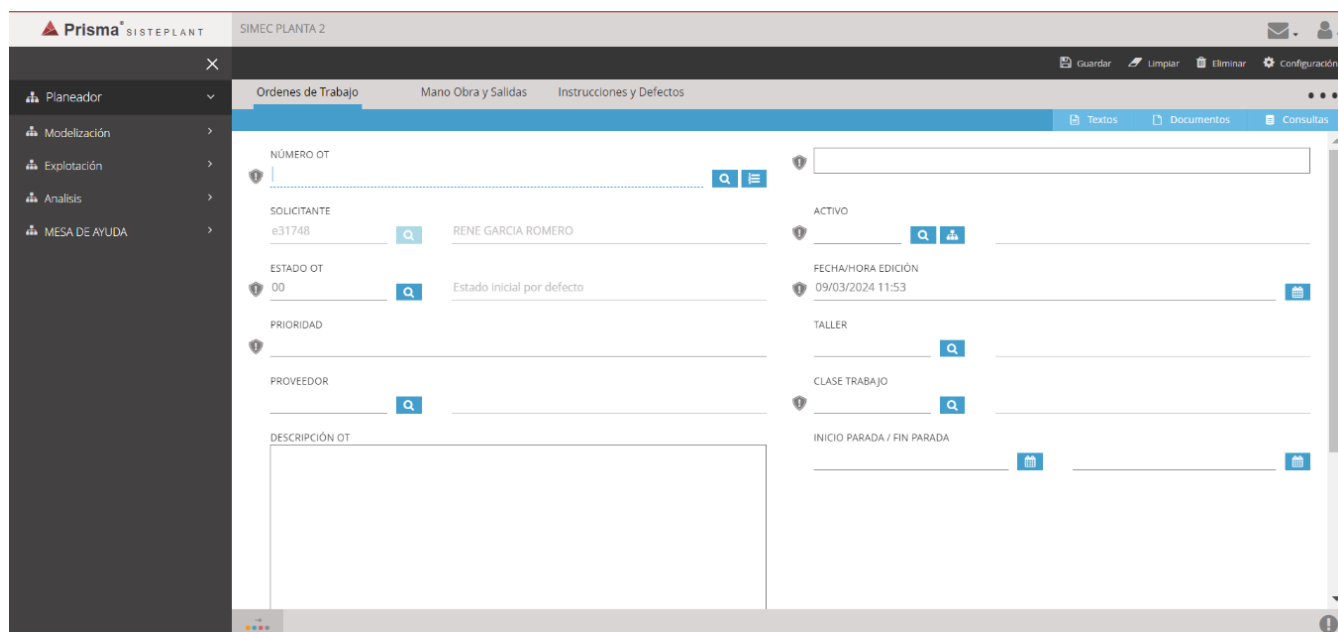


Ilustración 13. Software PRISMA

- **Apoyo en la implementación de las 5's.**

Dentro del departamento se está realizando la implementación de las 5's, se están delimitando áreas, identificando y separando residuos orgánicos y plásticos entre otras cosas como se puede ver en las ilustraciones 14 y 15:



Ilustración 14. Delimitación de espacios de taller eléctrico



Ilustración 15. Organización de artículos de limpieza y residuos

- **Apoyo a ingenieros en actividades asignadas por el planeador para mantenimiento preventivo y correctivo.**

Los lunes y martes se apoya al personal de turno mixto en el mantenimiento preventivo a equipos de diferentes zonas ya que no están como eléctricos de turno, y los miércoles, jueves y viernes en actividades que realiza el personal eléctrico de turno. Dichas actividades tienen una variación porque se pueden realizar de manera individual o con ellos. En la ilustración 16 se muestra una actividad en equipo mientras que en la ilustración 17 una actividad de una sola persona.



Ilustración 16. Apoyo en fallas eléctricas de DSD



Ilustración 17. Reparación de termopares de BGV

- **Apoyo en actividades administrativas del planeador eléctrico.**

En ocasiones se apoya al planeador eléctrico en actividades administrativas como lo son requisiciones de material, listas de asistencia, expedición de vacaciones y organización de documentación.

1.2.12 PROCESO DE ELABORACIÓN:

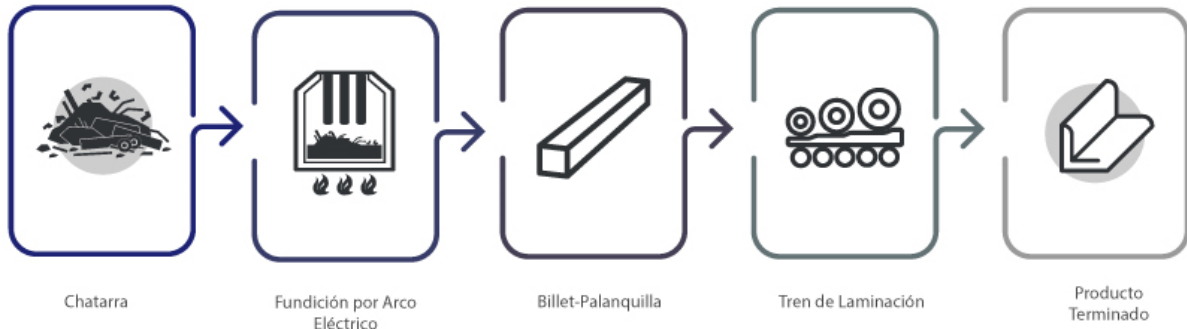
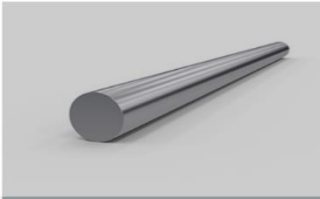


Ilustración 18. Etapas del proceso de elaboración de productos

- 1.- Chatarra: Materia prima 100% reciclada.
- 2.- Fundición por arco eléctrico: La chatarra es fundida a 1600°C en forma de palanquilla (producto semiterminado)
- 3.- Tren de laminación: La palanquilla es transformada a producto terminado por medio de rodillos de metal.

1.2.13 PRODUCTOS QUE OFRECE SIMEC INTERNATIONAL (PLANTA TLAXCALA)

PRODUCTO	FORMA	MEDIDAS
Redondo especial con o sin tratamiento térmico		1/2 in a 6 in

Rollo especial		5.5 mm a 25.4 mm
Solera especial		1.063x0.157 in a 3.976x0.748 in
Hexagonal especial		0.5 in a 1.563 in
Alambron		5.5 mm a 16 mm

Tabla 1. Productos ofertados por Simec Internacional planta Tlaxcala

En otras plantas de Simec Internacional se realizan otros productos, por ejemplo:

- Varilla
- Redondo
- Canal
- Viga IPS
- Clavos
- Concertina
- Alambre de puas
- Alambre
- Reja
- Malla

1.3 PROBLEMAS A RESOLVER

Realizando un recorrido por la fosa del DSD, se hace una inspección visual y con ayuda de los ingenieros de mantenimiento notamos que la necesidad de un sistema de control automático en las bombas es de vital importancia debido a que no existe un sistema automatizado que accione las bombas cuando el nivel del agua sube. Otro problema que se identifico es que no se tiene una lámpara indicadora o algún dispositivo que alerte que el nivel de agua excedio los niveles normales. Entonces esto hace que los ingenieros deban estar revisando continuamente el nivel de agua en la fosa del DSD. Y finalmente que no se cuenta con un tablero de mando local o automático que facilite el accionamiento de las bombas, además, se debe de eliminar la bomba provisional que se instalo para mantener en óptimas condiciones el nivel de agua en la fosa.

Por tanto, los problemas a resolver son los siguientes:

1. Falta de sistema de control automático que pueda accionar las bombas sumergibles en la fosa de DSD.
2. Inundaciones en la fosa de DSD.
3. Revisión continua del nivel de agua por parte de los ingenieros.
4. Falta de una señal visual que indique el nivel de agua a niveles altos.
5. Falta de tablero eléctrico que accione las bombas e indique el modo de operación de las mismas (manual o automático).

Durante el recorrido los ingenieros comentaron que durante sus rutinas diarias se tenian como prioridad revisar el nivel de agua en la fosa del DSD y en ocasiones las fallas se acumulaban ya que atendian una y después al darse cuenta los niveles altos en dicha fosa debian atender ambas fallas y el personal en turno se ve presionado.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar e implementar un sistema de control automático de las bombas en la fosa del área de DSD que permita una gestión más eficiente del nivel de agua, garantizando un funcionamiento continuo, seguro y adaptándose dinámicamente a las variaciones de la demanda.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un análisis del proceso de funcionamiento requerido para mantener el nivel de agua de la fosa en el DSD para la comprensión de las necesidades a cubrir por parte del sistema a implementar.
- Colocar sensores de nivel confiables de acuerdo a las características solicitadas para tener un mejor monitoreo.
- Mejorar la confiabilidad del sistema de accionamiento de las bombas y garantizar la vida útil del mismo.
- Establecer una alarma indicadora de nivel alto en la cisterna de DSD.
- Establecer los parámetros de nivel de agua requeridos para un óptimo funcionamiento en el sistema de control automático.

1.5 JUSTIFICACIÓN

La forma de accionar las bombas de DSD es de manera directa, es decir, no se cuenta con algún mando que pueda hacerlo tanto de manera local como automática, por ello se plantea mejorar la forma de como accionar las bombas y aún mejor haciendo que este proceso se realice de manera automatizada sin la necesidad de un operador que deba revisar continuamente los niveles de agua. La implementación de un sistema de control automático facilitará de manera visual la forma de interpretación de niveles altos de agua, con ello en el caso de que el modo automático no funcione se podrá accionar las bombas de manera manual o local, logrando solucionar completamente el problema.

1.7 ALCANCES

El proyecto se llevará a cabo en el estado de Tlaxcala, en la empresa Simec International SA DE CV, ubicada en el municipio de San Cosme Xaloztoc. Con este proyecto se pretende implementar mejoras en el sistema de bombeo con un control automático y complementar con la instalación de un tablero que contenga el mando local y remoto para obtener un mejor control del nivel de agua en la fosa del área de DSD, se pretende realizar este proyecto en un periodo del 08 de Enero al 29 de Junio de 2024 obteniendo resultados de mejora. Esto sera posible trabajando en conjunto con las diferentes áreas con las que cuenta la empresa en la planta 2 de laminación, específicamente con las áreas de mantenimiento eléctrico – electrónico y automatización, además de que se espera la cooperación del personal eléctrico para mantener en óptimas condiciones todo lo que conformará el sistema de control automático y de esta manera solucionar los problemas de inundación que en algunas ocasiones se presenta.

1.8 LIMITACIONES

- Desconocimiento del funcionamiento de las bombas del DSD, es decir, la importancia que tiene mantener el nivel de agua bajo.
- Desconocimiento de falta de control automático y tablero de mando local.
- Tablero eléctrico de fuerza instalado y alimentado, pero sin operación en las bombas, es decir, no se utiliza actualmente.
- Entrega de materiales con retardo por alta demanda en toda la planta.
- Este proyecto solo se centra en el control automático de las bombas de DSD, no considera el caudal que deben sacar las bombas por lapsos de tiempo o algún otro aspecto relacionado.

1.9 MARCO TEÓRICO

1.9.1 HISTORIA DEL CONTROL AUTOMÁTICO

Durante los últimos años el control automático ha tenido un desarrollo rápido en las industrias. Todo esto comenzó en el año 800 a.c., en la civilización griega, donde el hombre tenía el pensamiento de obtener el movimiento por sí mismo, todo esto se puede observar en los escritos de Homero conocido como la Iliada. Luego de 400 años, Aristóteles comentó que el automatismo liberaría el trabajo humano cuando cada una de las herramientas pudieran realizar una tarea obedeciendo una orden.

A lo largo de la historia la humanidad se puede seguir con base en su desarrollo y avances tanto tecnológicos como científicos. Se puede considerar que unos de los principales inventos que han revolucionado la forma de vida del hombre están: la creación de la rueda, la construcción de la imprenta, la máquina de vapor que generó la revolución industrial, la electrónica y sus aplicaciones en informática.

El control automático ha desempeñado una función vital en avances para la ingeniería y la ciencia. El primer trabajo que tomó mayor relevancia por parte del control automático fue a finales del siglo XVIII, fue el regulador de velocidad centrífugo de James Watt para el control de velocidad de una máquina de vapor. Cuando la máquina de vapor apareció y también se dio inicio a la revolución industrial, se inició paralelamente una necesidad de crear un sistema de control para poder manipular los distintos parámetros de dicha máquina. Ejemplo de ello fue el desarrollo e implementación del regulador de presión con el fin de controlar este parámetro en el sistema.

A inicios del siglo XX, había una necesidad industrial para crear instrumentos capaces de medir, grabar y controlar presiones, temperaturas entre otras variables más. A mediados del año 1930, los controles automáticos eran principalmente de tres tipos:

- Relé eléctrico con válvula accionada por un solenoide que da una acción de on/off.
- Relé eléctrico con válvula accionada por un motor: una acción proporcional de banda ancha.
- Relé neumático.

A continuación, se muestran algunos ejemplos de grandes avances que se dieron en conceptos y procesos de control:

- Minorsky en 1922 mostró que la estabilidad se puede determinar a partir de ecuaciones diferenciales, además, da a conocer la importancia de un controlador PID. Esta función proporcional se conocía desde el comienzo del relé, pero la parte integral no hasta el año 1920 y finalmente la derivativa en 1930.
- Una de las primeras personas en intentar desarrollar las bases teóricas para el apoyo del análisis y síntesis de los controladores de temperatura fue Ivanoff.
- En 1932, se diseñó un procedimiento simple para determinar la estabilidad en los sistemas de lazo cerrado, gracias a Nyquist.
- C.E. Mason y G.A. Philbrick en 1934 patentaron un controlador que tenía la acción proporcional y la acción integral, capaz de eliminar el error permanente.
- G. Ziegler y N.B. Nichols ponen en el mercado al primer controlador PID: Fulscope modelo 100, en 1940.
- En 1936, Ed S. Smith mencionó la importancia de utilizar controladores con parámetros ajustables, ya que antes los parámetros en los controladores eran fijos.

Con el paso de los años las empresas modernas con muchas entradas y salidas se vuelven más y más complejas, el sistema de control moderno requiere una gran cantidad de ecuaciones. La teoría de control clásico que trata a los sistemas con

una entrada y una salida, pierde su solidez ante sistemas con entradas y salidas múltiples.

- A partir de 1960, el control moderno se ha desarrollado para hacer frente a las crecientes complejidades de las industrias modernas así como los requerimientos limitativos con respecto a la precisión, peso y costo en las aplicaciones espaciales e industriales.
- En los años 1960 y 1970, se indagaron a fondo el control óptimo, de sistemas determinísticos como estocásticos, y el control adaptable, mediante un aprendizaje de sistemas complejos.
- Finalmente, desde 1980 hasta la actualidad, los distintos descubrimientos en la teoría de control moderno se centran en el control robusto, apareciendo los transmisores inteligentes que se aplican en el sistema industrial abierto.

1.9.2 SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO

Es un conjunto de componentes físicos que están conectados y relacionados entre sí, de tal forma que regulen o dirijan su actuación por sí mismos, sin intervención de agentes externos, corrigiendo posibles errores que se presenten en su funcionamiento. En la actualidad, cualquier sistema, mecanismo o planta industrial presenta una parte actuadora, esta corresponde al sistema físico que realiza una acción. Por otra parte se tiene el control o mando, que genera las ordenes necesarias para que se realice la acción o no.

1.9.3 VARIABLES DEL SISTEMA

Son todas aquellas magnitudes que están sometidas a un monitoreo y control, estas definen el comportamiento de un sistema, como por ejemplo: velocidad, posición, temperatura, por mencionar algunas.

1.9.4 ENTRADA

Es la excitación que provoca una fuente de energía externa y que se aplica a un sistema de control con el objetivo de provocar una respuesta.

1.9.5 SALIDA

Es una respuesta que el sistema de control proporciona

1.9.6 PERTURBACIÓN

Son aquellas señales que influyen de forma adversa en el funcionamiento, es decir, funciones no deseadas.

1.9.7 PLANTA

Sistema sobre el cual se pretende actuar.

1.9.8 SISTEMA

Conjunto de elementos interrelacionados que son capaces de realizar una operación y satisfacer una función deseada.

1.9.9 ENTRADA DE MANDO

Señal o condición externa que entra al sistema y que condiciona su funcionamiento.

1.9.10 SEÑAL DE REFERENCIA

Señal de entrada que sirve para calibrar al sistema.

1.9.11 SEÑAL ACTIVA

Representa la diferencia entre una señal de entrada y una realimentada, también se le puede conocer como señal de error.

1.9.12 UNIDAD DE CONTROL

Es aquella que puede gobernar la salida en función de una señal de activación.

1.9.13 UNIDAD DE REALIMENTACIÓN

Formada por uno o varios elementos que pueden captar la variable de salida, acondicionarla y trasladarla a una unidad de comparación.

1.9.14 ACTUADOR

Elemento que recibe una orden desde un controlador y la adapta a un nivel adecuado de acuerdo a la variable de salida necesaria para accionar el elemento final de control o proceso.

1.9.15 TRANSDUCTOR

Elemento capaz de transformar una magnitud física en otra que el sistema pueda interpretar.

1.9.16 AMPLIFICADOR

Proporciona una señal procedente de la realimentación, entrada o comparador, la cual adecua al elemento sobre el que actúa.

1.9.17 CONTROL MANUAL

Es aquel donde de forma consciente se realiza el control y que por medio de los sentidos se hacen las mediciones. Las acciones son musculares y el software es la mente con sus respectivas referencias.

1.9.18 PLC

El controlador lógico programable (PLC) es un elemento que esta presente en los procesos de fabricación actuales. Su construcción inicialmente fue para sustituir los sistemas con lógica cableada, ofreciendo una solución más sencilla para modificar un sistema de control. Un PLC es un sistema de control informático a nivel industrial que supervisa frecuentemente el estado de los elementos de entrada y toma decisiones con base en una programación personalizada para controlar el estado de los dispositivos de salida.

Los controladores son capaces de automatizar procesos específicos, funciones de máquinas, etc. Casi cualquier línea de producción que pueda mejorarse en gran medida con la implementación de un sistema de control. El beneficio de utilizar un PLC es la capacidad de cambiar y replicar un proceso mientras recaba información vital y la comunica.

Otras de las ventajas que se tienen es que un PLC es modular. El PLC puede mezclar y combinar los tipos de dispositivos de entrada y salida que se adapten mejor a la aplicación, ampliando las funciones que al usuario que incluyen control discreto, analógico, PID, de posición, de motor, así como una comunicación en serie con una conexión a la red de alta velocidad.

1.9.19 FUNCIONAMIENTO DE UN PLC

El PLC obtiene información de todos los dispositivos de entrada conectados como lo son sensores, procesando los datos y activando las salidas basadas en parámetros programados.

De acuerdo a las entradas y salidas el PLC puede monitorear así como registrar los datos en tiempo real, como la productividad de un equipo o la temperatura de funcionamiento, puede iniciar o detener de forma automática los procesos. También puede generar alarmas si algo en el proceso no esta funcionando correctamente.

1.9.20 COMPONENTES BÁSICOS DE UN PLC

- **Ensamblaje del bastidor:** En la mayoría de los PLC's medianos y grandes se montan de tal forma que los componentes individuales como CPU, entradas y salidas o fuentes de alimentación se mantienen unidos dentro de bastidores o carcasas llamados módulos.
- **Fuente de alimentación:** Es aquella que proporciona corriente continua interna para que los circuitos lógicos del procesador y los ensamblajes de entrada y salida. Los voltajes más comunes son 24 VCD o 120 VCA.
- **Procesador CPU:** El CPU es el cerebro del controlador lógico programable. El tamaño y tipo de CPU determinará cosas como las funciones de programación disponibles, el tamaño de su lógica de la aplicación disponible y la cantidad de memoria disponible entre otras más.
- **Entradas y salidas:** Las son las encargadas de llevar las señales que se tienen del proceso al PLC, estas pueden ser interruptores de entrada, sensores, entradas analógicas y digitales. Las salidas son señales que el PLC utiliza para enviarlos a los actuadores, y así poder ajustar o cambiar el proceso, por ejemplo, motores, iluminación, relevadores, por mencionar algunos.

Estas entradas como ya se habia mencionado anteriormente se dividen en dos grupos: analógicas y digitales.

Entradas/salidas analógicas: Las entradas y salidas analógicas tienen la característica de cambiar constantemente en un rango variable: temperatura, presión, posición.

- **Entradas/salidas digitales:** Las entradas y salidas digitales son aquellas que solo pueden tener valores binarios 0 y 1, es decir, si o no.

1.9.21 TIPOS DE PLC

- **Tipo compacto:** Este PLC se ajusta a las especificaciones de los PLC's, por lo regular tiene incorporada la fuente de alimentación, la CPU y los distintos módulos. También existen PLC's compactos de tamaño nano, tienen un tamaño muy reducido aunque su funcionamiento del PLC está más limitado por sus características.
- **Tipo modular:** Cuenta con módulos que son ampliables lo cual le aporta características más fuertes que el modelo compacto. Pueden trabajar con programas más complejos y tiene mayor capacidad de memoria.
- **Montaje en rack:** Este tipo de PLC ofrece un intercambio de información entre los distintos módulos, permitiendo una velocidad mayor en la transmisión de la información, por ende optimiza su funcionamiento.
- **PLC con HMI incorporado:** El HMI es un dispositivo capaz de ser programable, teniendo una interfaz gráfica que permite facilitar la experiencia de programación y el uso de la máquina. Reduciendo en los elementos el cableado hacia el PLC, mostrando una pantalla según sea programada.

1.9.22 SENSOR / INTERRUPTOR DE NIVEL CON FLOTADOR:

Un interruptor de nivel o flotador es aquel que detecta el nivel de líquido en un recipiente. Este sensor flota por encima o en el líquido y tiene la función de actuar como un interruptor mecánico cuando el nivel sube o baja. Estos interruptores pueden controlar bombas, válvulas, o alarmas que alerten a los operadores de alguna máquina o proceso. Son eficientes para distintas aplicaciones donde se utilicen líquidos.

1.9.23 BOTÓN PULSADOR NORMALMENTE ABIERTO (NO)

Un botón normalmente abierto es un botón que en su estado normal o predeterminado no conduce la electricidad en un circuito. Solamente cuando este cambie de estado a cerrado el botón hace contacto eléctrico con el circuito y permite el paso de la corriente. Cuando regrese a su estado normal volverá a abrir el circuito.

1.9.24 BOTÓN PULSADOR NORMALMENTE CERRADO (NC)

Un botón normalmente cerrado es un botón que en su estado normal o predeterminado conduce la electricidad en un circuito. Al contrario del normalmente abierto este al ser presionado ocasionará que el circuito se abra.

1.9.25 INTERRUPTOR SELECTOR DE DOS POSICIONES

El interruptor selector de dos posiciones es un tipo de interruptor el cual tiene dos opciones distintas. Estas posiciones pueden ser encendido o apagado, abierto o cerrado, posición 1 o posición 2. El operador puede elegir de acuerdo a las necesidades que se le presenten una de las dos opciones de acuerdo al tipo de proceso o funcionamiento.

1.9.26 BOTÓN DE PARO DE EMERGENCIA

Los botones de paro de emergencia están conectados en serie con un circuito de control o también llamado lazo cerrado de un equipo. Al accionar este botón se interrumpe el circuito lo que ocasiona que se detenga el proceso, este debe ser colocado donde sea fácil de ver y pueda ser accionado ya sea por el operador o por un espectador. Una vez pulsada la parada de emergencia se bloquea y no se restablecerá hasta que el operador lo haga manualmente.

1.9.27 LUZ PILOTO O INDICADORA

Los indicadores se utilizan regularmente en los procesos industriales para mostrar visualmente el estado de una máquina, pueden indicar que están encendidas y operando, alarmadas o en falla. Regularmente los colores que se utilizan son verde, amarillo, rojo, azul, naranja.

1.9.28 RELEVADOR

Los relevadores son dispositivos electromecánicos encargados de accionar circuitos de fuerza por medio de circuitos de control, estos relevadores suelen funcionar a bajos voltajes. Por medio de la excitación de una bobina electromagnética y un conjunto de contactos normalmente abiertos o cerrados realizan la apertura o cierre de circuitos eléctricos, estos son controlados a distancia desde un HMI o tableros de control.

1.9.29 FUSIBLE

Los fusibles son dispositivos de protección que están compuestos por un filamento que los caracteriza por un metal o aleación capaz de presentar un punto de fusión bajo. Dependiendo del valor de corriente que soporte este ofrecerá una protección en las instalaciones eléctricas, si el valor de la corriente es superado al nominal del fusible este abrirá el circuito y así evitará un daño mayor.

1.9.30 GUARDAMOTOR

Un guardamotor es un dispositivo de protección electromecánico elaborado para ser utilizado en motores eléctricos, permitiendo el arranque y detención de motores manualmente. Otorgan protección contra cortocircuitos, sobrecargas que en algún momento se puedan presentar desde el motor o hacia el motor.

1.9.31 CONTACTOR TRIFÁSICO

Los contactores son elementos electromecánicos utilizados en los circuitos de fuerza, por medio de los relevadores estos abren o cierran sus contactos haciendo que una máquina encienda como lo puede ser un motor trifásico, bombas, válvulas, entre otros más. En el caso del contactor trifásico se cuentan con tres contactos para cada una de las tres fases, existiendo distintas capacidades de corriente nominales y distintos tipos de voltajes de excitación en sus bobinas tanto en AC como en DC.

1.9.32 CONTACTO NO

Este elemento cuenta con dos platinos los cuales al cambiar de estado se cierran y cuando regresan a su estado normal se abren, se pueden encontrar en contactores y relevadores por mencionar algunos. Su función principal es cerrar los circuitos y permitir el paso de corriente a través de ellos en la línea principal o de fuerza.

1.9.33 CONTACTO NC

Este elemento al contrario de los normalmente abiertos cuenta con dos platinos que se encuentran en contacto en su estado normal y que al cambiar de estado se abren lo que ocasiona que el circuito se desconecte. De igual forma, pueden ser utilizados en la línea principal de un circuito o de fuerza.

1.9.34 CONTACTO AUXILIAR NO / NC

Se utilizan en dispositivos de conmutación secundarios que trabajan a la par de los primarios como lo son relés, interruptores, contactores, etc. Proporcionando señales auxiliares de control, existiendo normalmente abiertos y cerrados de igual forma que los primarios.

1.9.35 CLEMAS DE CONEXIÓN

La clema de conexión es un componente eléctrico encargado de unir dos puntos o más de un circuito a través de una parte metálica atornillable la cual proporciona y garantiza la unión de forma segura de los cables. Con el fin de evitar las uniones por medio de empalmes o con cintas de aislar y a su vez uniones permanentes como lo son la soldadura u otro medio difícil de quitar en caso de realizar modificaciones. Su uso no solo garantiza la unión de los cables sino que evita accidentes por electrocutamiento o cortocircuitos.

1.9.36 BOMBA SUMERGIBLE

Una bomba sumergible es un tipo de bomba que tiene la posibilidad de sumergirse completamente dentro del líquido. Con sus impulsores bombean el líquido hacia el exterior, por ejemplo, de una fosa hacia una cisterna superior, estas bombas

contienen un motor eléctrico sumergible que esta acoplado directamente y el cual esta herméticamente cerrado para que el líquido no pueda entrar y dañarlo. Regularmente se coloca aceite u otros fluidos para protegerlo de daños y evitar un cortocircuito en el recinto hermético.

1.9.37 TIPOS DE BOMBAS SUMERGIBLES INDUSTRIALES

- **Bombas de desagüe (manejo de agua con algo de sólidos, sedimentación, partículas pequeñas hasta 20 mm):** Las bombas de desagüe estan diseñadas para realizar las descargas de agua con poca presencia de sólidos, es decir, con mínimas particulas a presiones altas de descarga. Estas bombas no son ideales para trasladar lodo cocentrado ni líquidos con gran presencia de sólidos por lo que normalmente se utilizan en desagüe de obras de construcción, minas, y en el exterior. Si esta bomba se utiliza para mover lodos esto generará que se tenga un alto desgaste y como consecuencia que opere de forma ineficiente. El material utilizado en la elaboración de estas bombas más empleado es el aluminio debido a que es muy liviano y tiene la facilidad de moverse de un lugar hacia otro.



Ilustración 19. Bomba sumergible de desagüe

Para aplicaciones de desagüe con fluidos corrosivos la bomba se tiene que construir con material de fundición de hierro o inoxidable. Este tipo de bombas suelen ser más pesadas pero robustas y de mejor calidad lo cual les da una resistencia mayor y tiempo de vida más elevado.

- **Bombas loderas (manejo de lodos, grandes cantidades de sedimentos, y sólidos grandes hasta 30 mm:**

Las bombas loderas tiene como aplicación principal la limpieza de fosas o sumideros con presencia de algunos solidos acumulados como pueden ser en obras de contrucción o en lagunas. En lugares donde la cantidad de lodo hace que el mecanismo de sedimentación se vea



Ilustración 20. Bombas loderas

superado es necesario emplear este tipo de bombas para retirar todo el fluido. La mayoría de veces se instalan donde se corre el riesgo de un derrame y un cambio de consistencia del fluido, dando la confianza al usuario de que en caso de tener un aumento mayor de sólidos en suspensión, la bomba tenga la capacidad de bombeo necesaria. En cuanto a su construcción, son similares a las de desagüe, pero con tres principales diferencias importantes, a continuación se muestran:

- Presenta un impulsor semi abierto con la capacidad de mover fluidos con alta presencia de sólidos y lodos .
- Cuenta con un agitador que se encuentra antes del ingreso del fluido a la bomba. Permitiendo que cuando la bomba es colocada en el fondo de una fosa, el fluido pueda ingresar a la bomba para su extracción
- Los materiales de construcción de este tipo de equipos son comunmente de fundición de hierro con piezas de desgaste en aleación especial de alta dureza. Nominalmente operan a 1450 RPM, es una velocidad relativamente baja que puede reducir los efectos de la abrasión del fluido.

- **Bombas cloacales (manejo de fluidos cloacales, sólidos blandos grandes, papel, artículos domésticos):** Las bombas cloacales tienen una aplicación industrial, esto gracias a su capacidad de manejo de fluidos con alta presencia de sólidos en suspensión. Sin embargo, debido a que cuentan en su construcción con materiales en fundición de hierro y un diseño con impulsor abierto hacen que no tengan una eficiencia mayor para desagüe, ni sean las más duraderas para el desplazamiento de lodos. Su aplicación principal es de tipo municipal.

1.9.38 TABLERO DE CONTROL

Un tablero eléctrico es un gabinete que contiene diversos componentes que son necesarios para garantizar el funcionamiento de una instalación eléctrica. Estos componentes tienen elementos de conexión, control, protección, medición, señalización y distribución. Su función principal es actuar como un centro de control de un sistema eléctrico que permite la distribución de energía a diferentes zonas o equipos. Otras de las funciones que desempeña es proporcionar el monitoreo y protección de las instalaciones por medio de interruptores diferenciales, termomagnéticos, fusibles, relees, etc.

1.9.39 CONTROL ELÉCTRICO

El control eléctrico es otra área de la electricidad que tiene como enfoque el uso de dispositivos, sistemas de regulación y control de la energía eléctrica. En la industria, el control eléctrico es una parte esencial para la automatización de procesos de producción, también es utilizado en una amplia variedad de aplicaciones como lo puede ser el control de la iluminación, aires acondicionados, plazas comerciales, motores eléctricos y en general control de procesos industriales complejos. Tiene como objetivo principal la proporción de un control preciso y confiable de los sistemas eléctricos, garantizando una eficiencia, seguridad y calidad de las operaciones.

1.9.40 AUTOMATIZACIÓN

La automatización se enfoca en el control de sistemas electromecánicos de una forma precisa y continua, estos sistemas electromecánicos son empleados en los procesos de producción. Contempla el control de sistemas digitales, supervisión, gestión de datos, accionamientos, instrumentación, comunicación, producción, entre otras más. La automatización abarca elementos y dispositivos que garanticen un control preciso sobre los procesos y sus comportamientos, debe ser capaz de controlar efectivamente todo el conjunto de posibles eventos u ocurrencias, y en caso de presentarse una falla siempre lograr una situación favorable. Trabaja en conjunto con mantenimiento eléctrico y mecánico ya que el proceso depende de esas tres áreas, el ultimo recurso en caso de una falla es un error en la programación.

1.9.41 DIAGRAMA ELÉCTRICO

Un diagrama eléctrico es una representación gráfica de todos los circuitos empleados en un sistema. Por ejemplo, toda la parte eléctrica utilizada en un sistema de corte automatizado por parte de una sierra es representada en el plano con el fin de otorgar información al personal de mantenimiento eléctrico en caso de alguna falla. Estos diagramas eléctricos son muy importantes y estas presentes en todas las industrias.

1.9.42 DIAGRAMA UNIFILAR

El diagrama unifilar esta representado por un solo hilo que muestra la estructura de un sistema eléctrico de forma general, con simbología normalizada pero con un inconveniente ya que no especifica las conexiones eléctricas entre los equipos. Es uno de los diagramas más demandados y empleados en las industrias ya que son de guía de diseño y elaboración. Facilitan el tiempo de solución de fallas, además, facilitan el tiempo en realizar alguna modificación de ser necesario.

El diagrama unifilar es un requisito obligatorio para llevar a cabo tramites de conexión y verificación de todo sistema eléctrico

Los diagramas unifilares deben contener como mínimo:

- Nombre de la instalación.
- Ubicación.
- Acometida y sus especificaciones.
- Protecciones
- Calibres de conductores.
- Corriente nominal de los circuitos.
- Corriente de corto circuito.

1.9.43 DIAGRAMA DE CONEXIONES

Los diagramas de conexiones son los más empleados debido a su gran utilización en los manuales de instalación de los proveedores de equipos. En estos se representan de forma detallada la manera en que estan conectados los distintos equipos de un sistema, por tanto, son diagramas mutifilares que no utilizan una simbología normalizada y en su lugar emplean imágenes con la apariencia rela de los equipos. Tienen un nivel de detalle mayor pero a pesar de ello no cuentan con información suficiente en cuanto a especificaciones de conductores eléctricos, protecciones o distancias de instalación, es mejor que se empleen en conjunto con los demas diagramas con los que se cuenten sobre un sistema o equipo eléctrico y siempre con la supervisión de personal calificado.

CAPITULO II ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO

2.1 INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO ACTUAL DE LAS BOMBAS DE DSD

Realizando un recorrido por la fosa del área de DSD y con ayuda del personal en turno de las diferentes áreas que conforman la planta 2 de laminación encontramos dos bombas sumergibles que se encuentran trabajando para mantener el nivel de agua bajo. Cabe destacar que una de las bombas esta colocada de manera provisional, es decir, no es la bomba que originalmente se instalo para bombear el agua sino que se colocó ya que con una sola bomba sumergible no es posible sacar toda el agua. En las siguientes ilustraciones 21-25 se observa el estado actual de las bombas, donde se puede ver una manguera de color amarillo de la bomba provisional.



Ilustración 21. Fosa DSD



Ilustración 22. Reja de fosa



Ilustración 23. Vista superior bombas



Ilustración 24. Manguera de bomba auxiliar



Ilustración 25. Desfogue de agua de DSD

Una de las bombas que estaba instalada se tapo y se dañó por una falla mecánica en el cople que esta conectado a la tubería de expulsión del agua, solo el cople resulto dañado porque la bomba no tiene ninguna falla para operar pero debido a que dicho cople se dañó se tuvo que desmontar para reparar esa falla y además para poder sacar toda la cascarilla como se muestra en las ilustraciones 26-29. Entonces con una sola bomba instalada en la fosa del DSD no se puede mantener el nivel bajo, ambas bombas que se instalaron son del mismo modelo así que se realizó una investigación de sus especificaciones de funcionamiento.



Ilustración 26. Vista delantera bomba DSD



Ilustración 27. Vista lateral bomba DSD



Ilustración 28. Vista trasera bomba DSD



Ilustración 29. Vista superior bomba DSD

Otro aspecto que se encontro es que no se cuenta con un tablero de mando local instalado para poder accionar las bombas a lo cual el personal en turno menciona que las bombas son accionadas con una conexión provisional de un guardamotor a un tablero que se encuentra ahí.

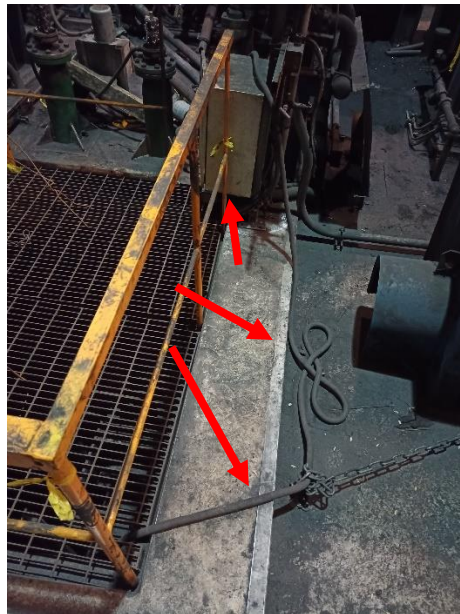


Ilustración 30. Cable de alimentación bomba

Como se puede mostrar en la ilustración 30, el cable de la bomba sumergible provisional esta conectado a un tablero cercano. Este cable fue sujetado con una cadena que lo sostiene para evitar que caiga al fondo de la fosa del DSD.

Posteriormente personal de mantenimiento menciona que se tiene un tablero eléctrico en la cabina #2 donde se tiene el circuito de fuerza instalado pero que no tiene conexión con las bombas sumergibles de la fosa de DSD, a lo que se comprende que debido a que no esta conectado el circuito de fuerza a las bombas no se instalo el tablero de control. En la ilustración 31 y 33 se observa el circuito de fuerza de la bomba 1 y 2, mientras que en la ilustración 32 la placa de identificación del tablero eléctrico.

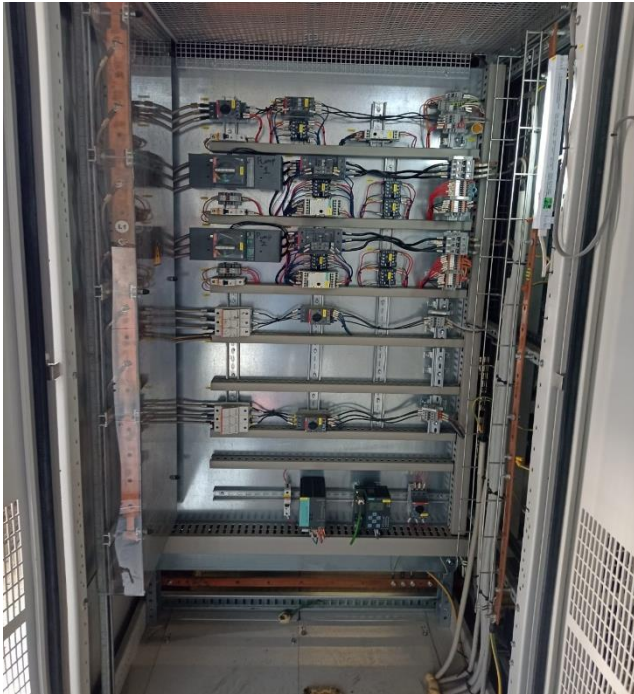


Ilustración 31. Circuito de fuerza bombas DSD



Ilustración 32. Placa de tablero bombas DSD

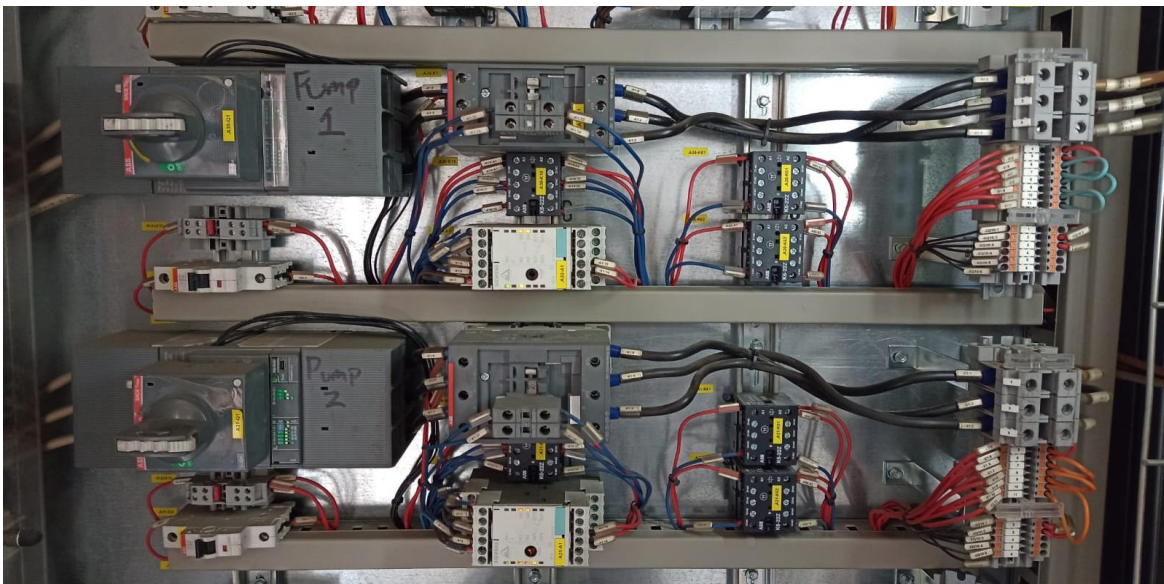


Ilustración 33. Componentes del circuito de fuerza

2.1.1 COMPONENTES QUE CONFORMAN EL CIRCUITO DE FUERZA DE LA BOMBA SUMERGIBLE #1

DESCRIPCIÓN	IMAGEN	MARCA	MODELO	VOLTAJE / CORRIENTE	ETIQUETA
Guardamotor trifásico		ABB	Tmáx IEC60947-4-1	63 A	A30-Q1
Contactor trifásico		ABB	AF52-30-00-13	100-250 V 50/60 Hz-DC	A30-K1
Contactos auxiliares NO y NC		ABB	CA4-10 y CA4-01	--	--
Mini contactor 1		ABB	K6-22Z	48 V 40-450 Hz	A30-K10
Módulo AS-I		Siemens	3RK1402- 3CE00-0AA2	24 V	A30-A1
Mini contactor 2 y 3		ABB	K6-22Z	48 V 40-450 Hz	A30-K61 y A30-K62

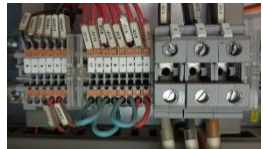
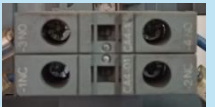
Interrupor automático y auxiliar		ABB	S201-C4	230-400 V 63 A	A30-Q2
Clemas de conexión		--	--	De potencia (grandes) De control (pequeñas)	--

Tabla 2. Descripción de componentes de circuito de fuerza bomba 1

2.1.2 COMPONENTES QUE CONFORMAN EL CIRCUITO DE FUERZA DE LA BOMBA SUMERGIBLE #2

DESCRIPCIÓN	IMAGEN	MARCA	MODELO	VOLTAJE / CORRIENTE	ETIQUETA
Guardamotor trifásico		ABB	Tmáx IEC60947-4- 1	63 A	A31-Q1
Contactor trifásico		ABB	AF80-30-00- 13	100-250 V 50/60 Hz-DC	A31-K1
Contactos auxiliares NO y NC		ABB	CA4-10 y CA4-01	--	--
Mini contactor 1		ABB	K6-22Z	48 V 40-450 Hz	A31-K10

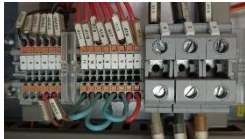
Módulo AS-I		Siemens	3RK1402-3CE00-0AA2	24 V	A31-A1
Mini contactor 2 y 3		ABB	K6-22Z	48 V 40-450 Hz	A31-K61 y A31-K62
Interruptor automático y auxiliar		ABB	S201-C4	230-400 V 63 A	A31-Q2
Clemas de conexión		--	--	De potencia (grandes) De control (pequeñas)	--

Tabla 3. Descripción de componentes de circuito de fuerza bomba 2

Fisicamente no están conectadas las bombas al circuito de fuerza pero indagando en los diagramas eléctricos se observa que ya se tienen los diagramas de conexión para poderlo conectar. Realizando la interpretación de los diagramas eléctricos podemos conocer el funcionamiento que se tiene con el circuito de fuerza instalado y los componentes que lo conforman.

2.1.3 DIAGRAMA DE FUERZA DE BOMBA SUMERGIBLE #1

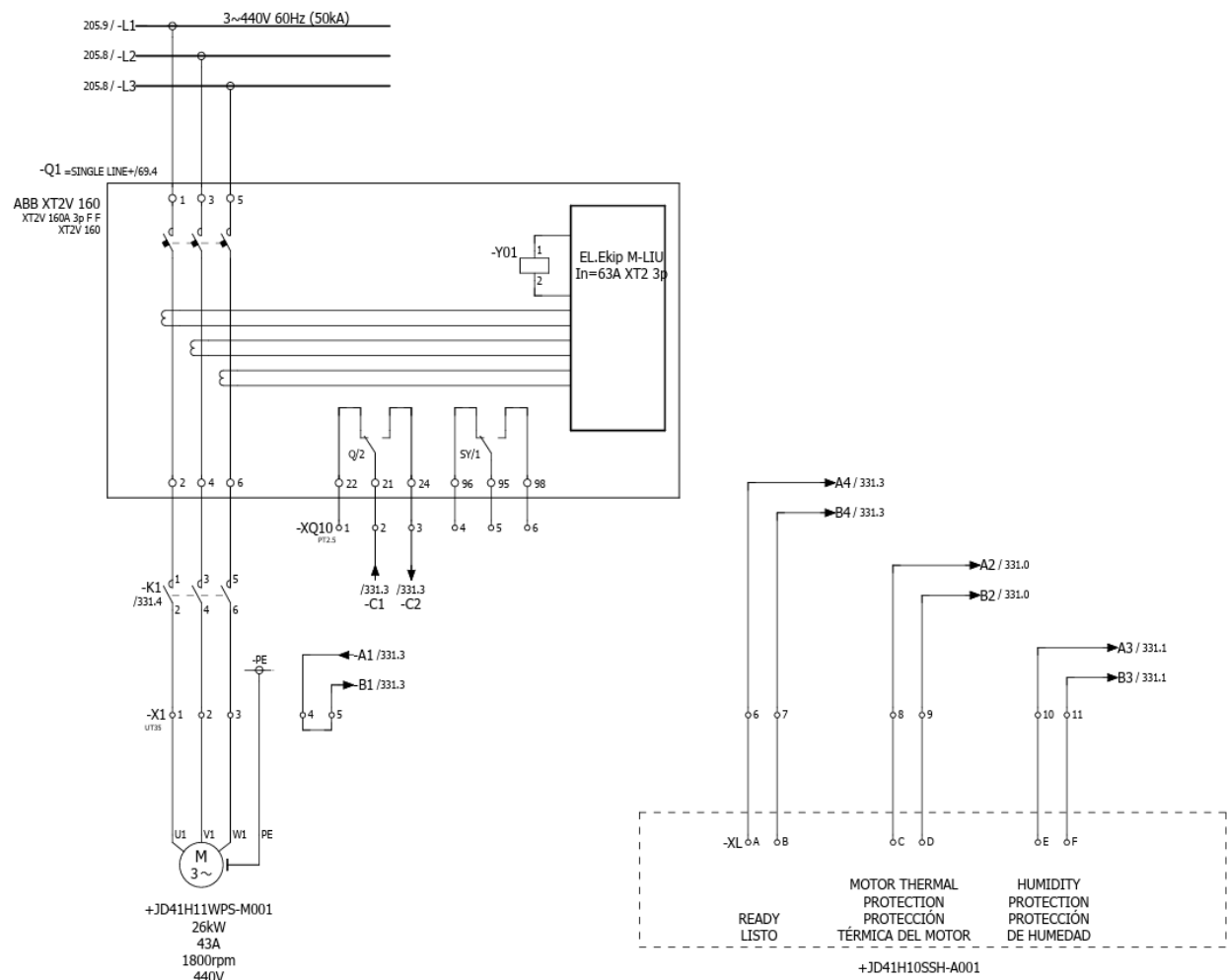


Ilustración 34. Diagrama de fuerza bomba 1

2.1.4 DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE FUERZA DE BOMBA SUMERGIBLE #1

Una alimentación trifásica (L_1, L_2, L_3) de 440 V, 60 Hz (50kA), llega al tablero de control =JD01E20+MCS01 “TREN DE LAMINACIÓN, TABLERO DE CONMUTADORES”. Ilustración 35:

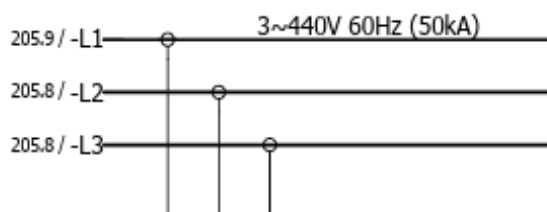


Ilustración 35. Alimentación trifásica 440 V

Posteriormente alimenta al guardamotor trifásico ABB Tmax IEC60947-4-1

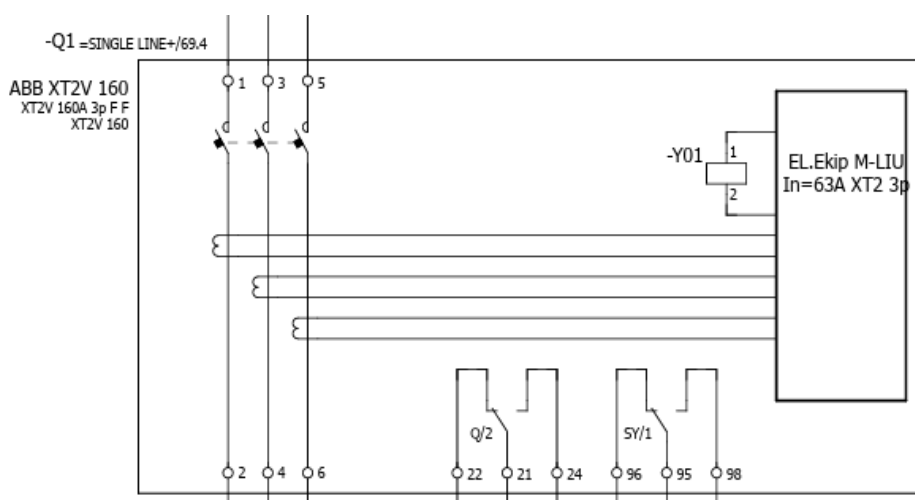


Ilustración 36. Guardamotor trifásico IEC60947-4-1

Luego el guardamotor alimenta al contactor trifásico ABB AF52-30-00-13.

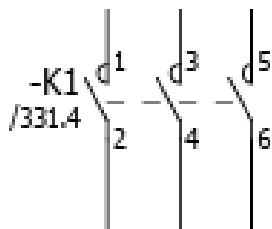


Ilustración 37. Contactor trifásico

Finalmente alimenta al motor trifásico de la bomba sumergible #1 de 26 kW, 43 A

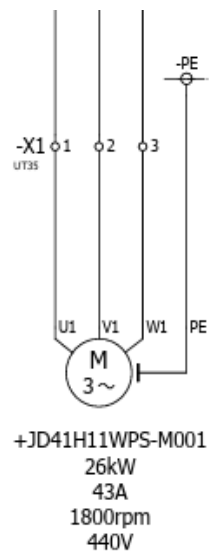


Ilustración 38. Motor de bomba 1 de DSD

Estas conexiones que tiene anexadas el guardamotor en su parte lateral derecha están asociadas a las protecciones que a continuación se muestran:

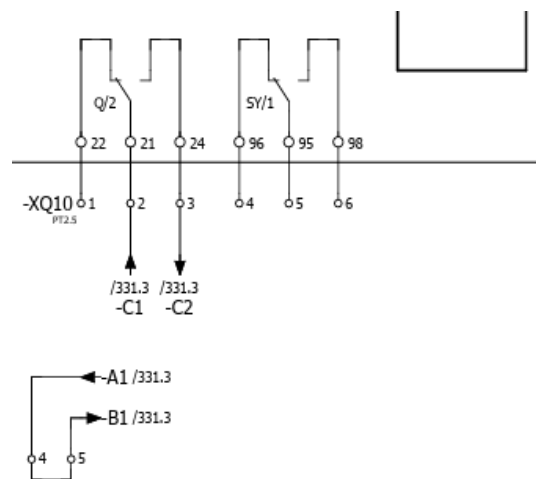


Ilustración 39. Conexiones guardamotor

Las protecciones ayudan a la bomba en caso de presentarse alguna de las siguientes fallas, esto como medida de seguridad para salvaguardar la integridad de la bomba sumergible #1. Ilustración 40:

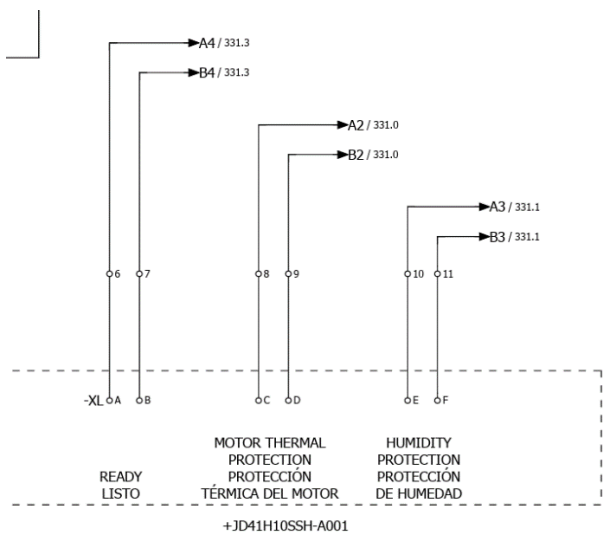


Ilustración 40. Protecciones de motor

La conexión de estas protecciones es la siguiente, ilustración 41:

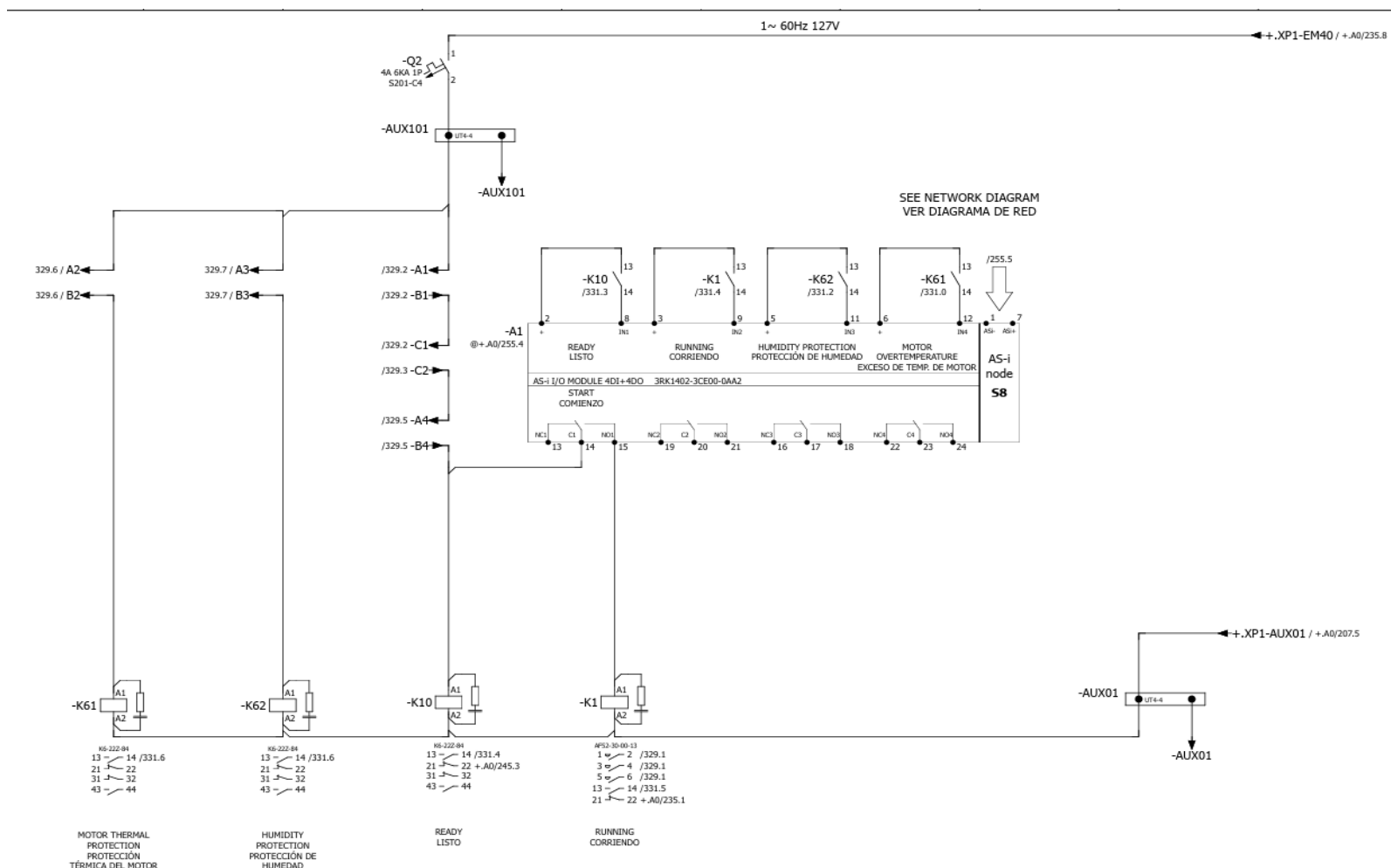


Ilustración 41. Conexión de protecciones

En este caso tenemos dos protecciones y dos condiciones para que nuestra bomba pueda ser accionada, las protecciones son, ilustración 42, 43:

- Protección de humedad (mini contactor K62)
- Exceso de temperatura en el motor (mini contactor K61)

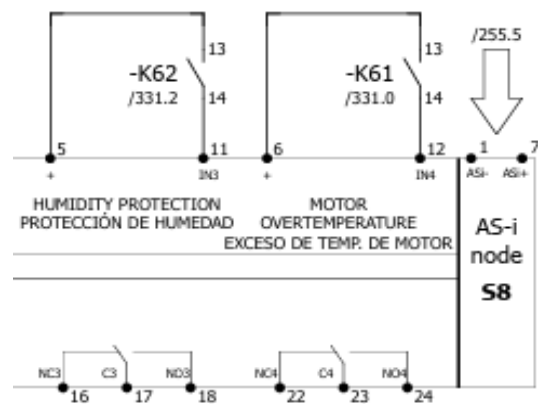


Ilustración 42. Protecciones de humedad y exceso de temperatura

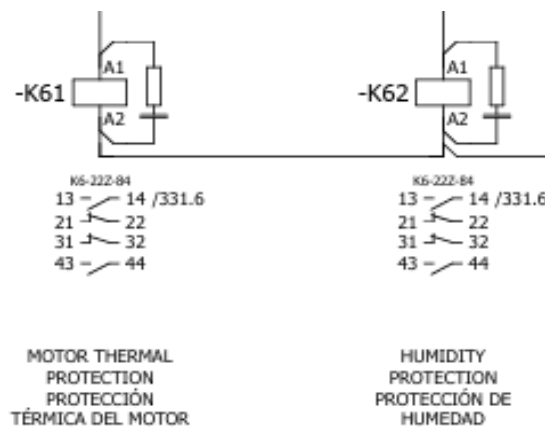


Ilustración 43. Protección térmica y de humedad del motor

Mientras tanto las dos condiciones que tenemos son, ilustración 44, 45:

- Listo (mini contactor K10)
- Corriendo (Contactor K1)

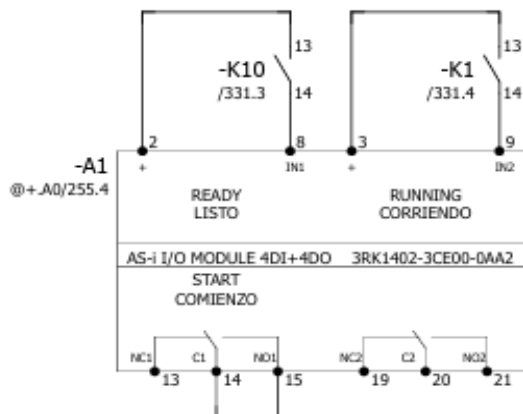


Ilustración 44. Condiciones start y running

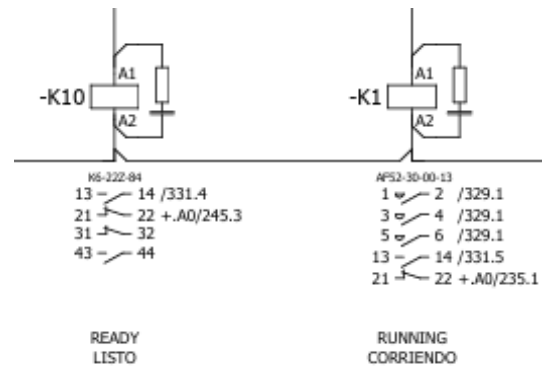


Ilustración 45. Contactores de protecciones

Cabe destacar que estas condiciones y protecciones que tienen las bombas sumergibles están conectadas al esclavo AS-I 3RK1402-3CE00-0AA2, ilustración 44, el cual es importante ya que se tiene una comunicación AS-I, este esclavo cuenta con cuatro entradas y cuatro salidas digitales que a su vez están conectadas a un AS-I maestro doble, ilustración 46, que se muestra a continuación:

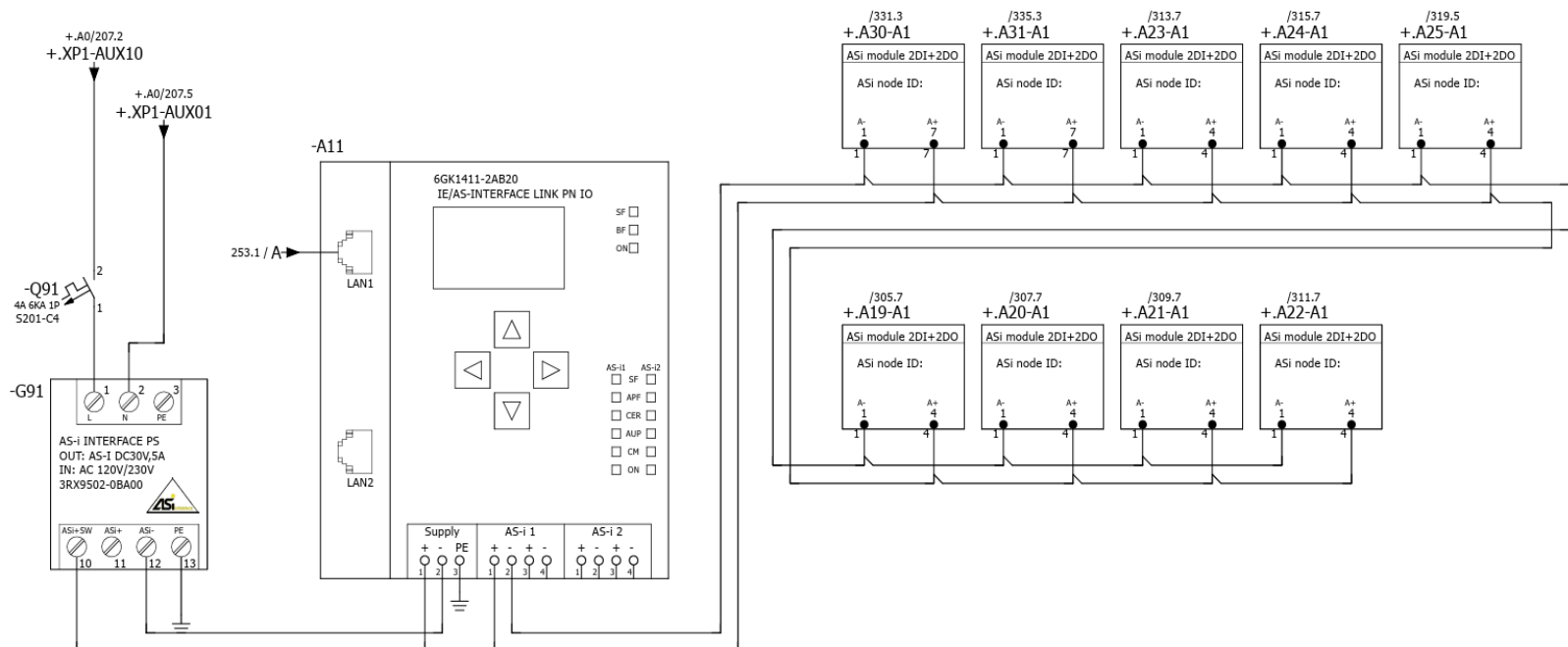


Ilustración 46. AS-I maestro

En la ilustración 46, se observan los distintos esclavos que tiene conectados el AS-I maestro que para nuestro interés solo son dos:

- AS-I **A30-A1** (bomba sumergible #1)
- AS-I **A31-A1** (bomba sumergible #2)

También se muestra la fuente de alimentación AS-I que suministra 30 V al AS-I maestro, a su vez este se comunica al PLC S7-400. Ilustración 46.

Ambas bombas sumergibles funcionan bajo el mismo principio, es decir, comparten el mismo diagrama de fuerza y de las protecciones mostradas. Pero como se menciona anteriormente no están conectadas directamente.

Finalmente, se investiga con el área de automatización también llamado server si ya se contaba con alguna programación previa a lo que no se encontro ninguna pero el personal comenta que existe un tablero de PLC o también llamado remota, ilustración 47, que puede ser utilizada para mandar las señales de entrada al PLC, en este caso se tiene un PLC S7-400, esto es un punto muy importante porque a pesar de que se cuentan con dos protecciones y dos condiciones de arranque, no se tiene asociada una programación.



Ilustración 47. Tablero de remota DSD

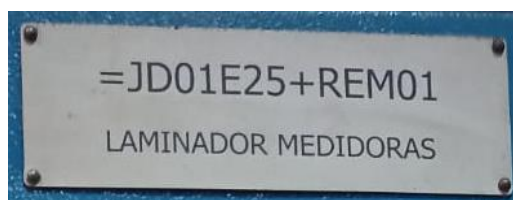


Ilustración 48. Placa de identificación remota DSD

CAPÍTULO III DISEÑO

Una vez que ya se realizó el análisis de funcionamiento de las bombas de DSD y las condiciones iniciales con las que se encuentra actualmente se comienza el diseño del sistema de control automático. Para eso se deben establecer los requerimientos y factores importantes que se desean por parte del sistema de control automático, partiendo de los requerimientos se busca la mejor solución.

3.1 EVALUACIÓN DE REQUERIMIENTOS Y FACTORES IMPORTANTES

Los requerimientos planteados se adjuntan con la ayuda del departamento de mantenimiento eléctrico – electrónico y con el área de automatización. Primeramente, con el departamento de mantenimiento para plantear la mejor solución en el caso del tablero de control y los aspectos más importantes para su elaboración y finalmente, con automatización para verificar la programación y todo lo relacionado con el PLC.

Dentro de los requerimientos más importantes a satisfacer podemos enunciar los siguientes:

1. Instalar un tablero de mando local y automático para el accionamiento de bombas en la fosa de DSD.
2. Colocar una alarma o señal que indique al personal el nivel de agua alto, con riesgo de una posible inundación.
3. Garantizar el correcto funcionamiento del control automático.
4. Colocar sensores de nivel de agua adecuados a la zona.
5. Instalar el control cerca de una zona segura para su acceso.
6. Utilizar el circuito de fuerza que se tiene previamente instalado en la cabina eléctrica #2.
7. Prevenir el riesgo de inundaciones con un control automático confiable.
8. Considerar que se utilicen las mismas bombas sumergibles

Estas necesidades son las principales a satisfacer y para el caso de los factores importantes que debe de cumplir son los siguientes:

1. Las bombas deben contener un tablero de control que pueda realizar el cambio tanto para manual como para automático.
2. El tipo de sensor de nivel de agua debe soportar perturbaciones, es decir, debe funcionar tanto en aguas calmadas como en aguas turbias y en condiciones de trabajo sucias.
3. El PLC por utilizar es S7-400.
4. Utilizar la remota más cercana que se encuentre dentro del área de DSD.
5. En la programación se deben establecer condiciones de arranque para las bombas.
6. Se deben establecer permisivos para el arranque de las bombas.
7. Las bombas deben de tener varios mandos de accionamiento.
8. Se deben establecer mínimo dos niveles a sensor en la fosa de DSD.
9. Solo se desea conocer el nivel de agua en ciertos puntos de la fosa, es decir, no se requiere un monitoreo continuo.
10. Utilizar entradas / salidas que estén disponibles en la remota y de ser necesario agregar más.

Todos los puntos anteriores forman parte para la selección del sensor de nivel y para el diseño del sistema de control automático.

3.2 SELECCIÓN DEL SENSOR DE NIVEL DE AGUA

Para la selección del sensor de nivel de agua se tomaron las siguientes consideraciones:

- Colocar sensores de nivel de agua adecuados a la zona.
- El tipo de sensor de nivel de agua debe soportar perturbaciones, es decir, debe funcionar tanto en aguas calmadas como en aguas turbias y en condiciones de trabajo sucias.

- Solo se desea conocer el nivel de agua en ciertos puntos de la fosa, es decir, no se requiere un monitoreo continuo.

Partiendo de estos puntos y realizando una investigación del tipo de sensor que mejor se adecua a las necesidades del proyecto se seleccionó el siguiente sensor:

“Interruptor de nivel de un solo punto LS-270”



Ilustración 49. Sensor LS-270

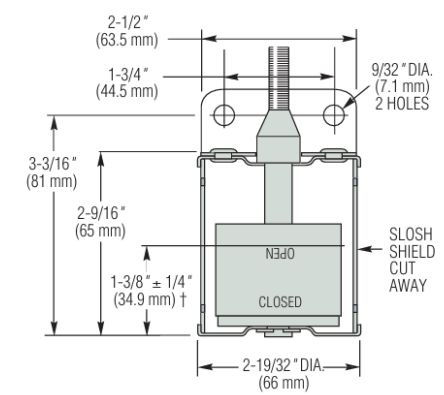


Ilustración 50. Dimensiones de sensor LS-270

Este tipo de sensor es un sensor de nivel tipo interruptor el cual esta conformado por dos hilos, donde solo pasarán los 24 VCD y que de acuerdo al nivel de agua en la fosa de DSD hará que se accione o no. Contiene una carcasa protectora la cual protege al sensor de aguas perturbadas o con suciedad, como se observa contiene orificios por los cuales ingresará el agua. En la parte de abajo también contiene orificios para el ingreso o desfogue de agua, además, puede funcionar tanto como interruptor NO o NC. En la ilustración 50 se puede ver las especificaciones de las dimensiones del sensor, así como el punto de conmutación del mismo.

En la siguiente tabla se muestran las características más importantes tomadas de la hoja de datos con la que cuenta el sensor LS-270:

INTERRUPTOR DE NIVEL DE UN SOLO PUNTO LS-270

Características

- Ligero.
- Estable en líquidos no estáticos altamente contaminados.
- Montado en soporte.

ESPECIFICACIONES

SKU

43765

Modelo

LS-270

Tipo de sensor

Tipo flotador

Material primario de construcción

Aleación

Materiales húmedos

Acero inoxidable 316, Buna N, cobre berilio, cobre-níquel, policarbonato, acero inoxidable 304

Material del tallo

Acero inoxidable

Material flotante	Buna N.
Diámetro del flotador	1 7/8"
Nivel de actuación	1 3/8
Mín. SG líquido	0,55
Presión máxima	150 psi
Temperatura mínima	-40°F
Temperatura máxima	140°F
Tamaño de montaje	Soporte
Estilo de montaje	Vertical
Terminación eléctrica	Cable de neopreno de 2 conductores, 72" de largo, 18 AWG
Tipo de interruptor	SPST (20VA)

Operación del interruptor	Normalmente abierto (reversible)
Aporte	N/A
Producción	N/A
Aprobaciones	Reconocido por UL, ROHS.

Tabla 4. Características de sensor LS-270

3.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO

Una vez que ya se seleccionó que tipo de sensor de nivel de agua se empleará se procede a iniciar con el diseño del sistema de control automático. Partiendo desde la idea de que el sensor es un interruptor de nivel de un solo punto se tiene conocimiento que la entrada que se utilizará es una señal digital, es decir, cuando este sensor se active mandará un 1 y en caso de que no sense nada este mandará una señal digital de 0. No se emplea el uso de señales analógicas ya que no se quiere conocer el nivel del agua en todo momento, sino que en ciertos puntos o niveles establecidos. Como se sabe, se debe establecer qué tipo de sensor se utilizará y con ello con qué tipo de señales se va a trabajar para el diseño eléctrico y la programación de nuestro PLC.

Este diseño se divide en distintas fases en las cuales se contemplan los siguientes puntos:

- Diseño del diagrama eléctrico de control manual y automático en el software EPLAN ELECTRIC P8
- Simulación del control manual y automático en el software CADE SIMU.

- Selección de componentes que se utilizarán para elaboración del tablero eléctrico.
- Diseño del tablero eléctrico en el software SOLIDWORKS.
- Diseño de la programación del control manual y automático empleando el software SIMATIC STEP 7 V5.6

3.3.1 DISEÑO DEL DIAGRAMA ELÉCTRICO DE CONTROL MANUAL Y AUTOMÁTICO EN EL SOFTWARE EPLAN ELECTRIC P8

Para el control manual de las bombas sumergibles se emplea un arranque y paro simple como se muestra en la ilustración 51, esto para que los ingenieros puedan arrancar o detener las bombas en cualquier momento desde el tablero de control instalado en la fosa del DSD, esta configuración satisface los requerimientos del control manual. A continuación, se muestra el diseño base del arranque y paro de las bombas sumergibles:

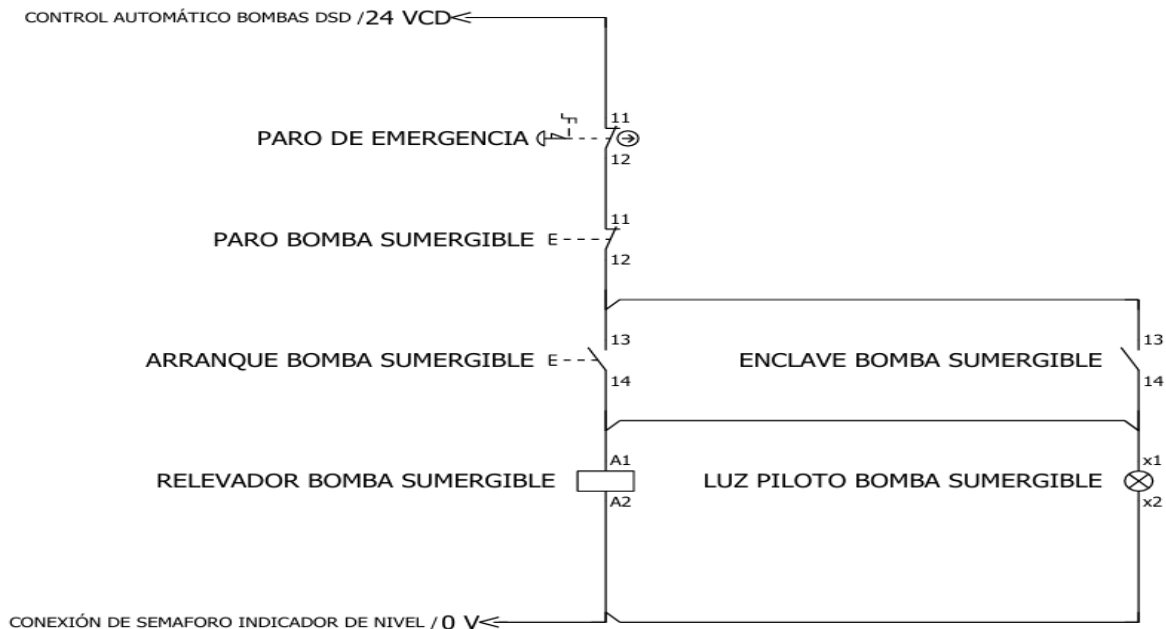


Ilustración 51. Diagrama de control eléctrico general de paro y arranque de un motor

Este circuito de control se compone por una alimentación a 24 VCD, ya que las entradas del PLC son a ese voltaje, posteriormente se tiene un botón de paro de emergencia que se reestablece cuando lo giran, un botón pulsador NC que hace la función de paro y un botón NA que se encarga del arranque de la bomba, además, se cuenta con un relevador a 24 VCD. El relevador tiene contactos asociados NA y aquí se utiliza uno para realizar el enclave y a su vez encender la luz piloto. Ahora que se tiene el diseño base del control manual se presenta el diagrama eléctrico oficial de control manual, ilustración 52, que contiene a ambas bombas sumergibles con su respectiva nomenclatura de cada símbolo.

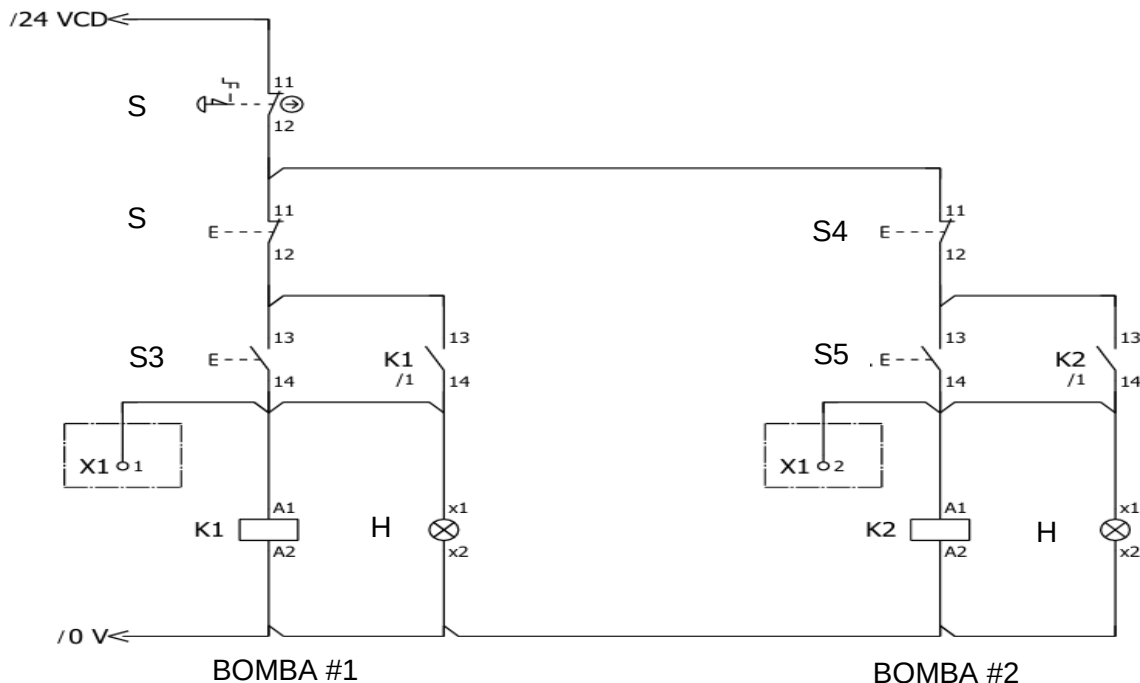


Ilustración 52. Diagrama de control eléctrico de modo manual

Cada una de las bombas cuenta con su propio arranque y paro, así como sus respectivos relevadores con sus contactos NA asociados que tienen la función de enclavar y encender la luz piloto que indica la puesta en marcha de cada bomba. Además, se tiene la conexión de клемas que serán las señales de entrada al PLC representadas con X1:1 y X1:2 a 24 VCD, más adelante se mostrará el arreglo en la programación sobre el control manual.

Continuando con el diseño de control automático se realiza el diagrama eléctrico que tiene como fin la implementación del sensor seleccionado, para ello se toman en cuenta las siguientes consideraciones:

- Colocar una alarma o señal que indique al personal el nivel de agua alto, con riesgo de una posible inundación.
- Prevenir el riesgo de inundaciones con un control automático confiable.
- Se deben establecer mínimo dos niveles a sensor en la fosa de DSD.
- Solo se desea conocer el nivel de agua en ciertos puntos de la fosa, es decir, no se requiere un monitoreo continuo.

Con estas consideraciones podemos realizar el diagrama de control automático:

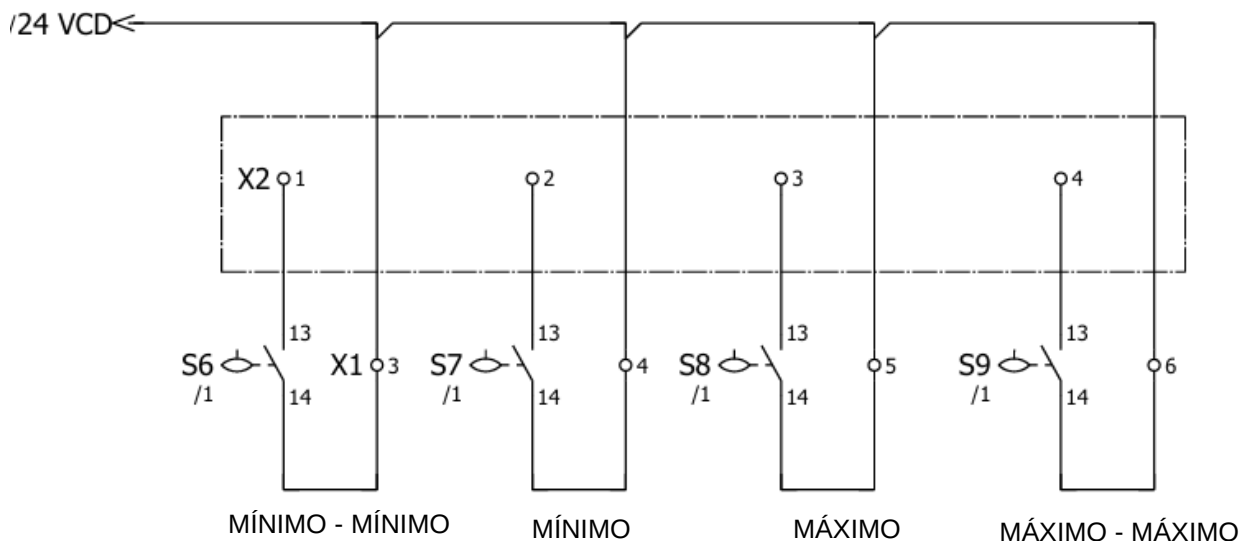


Ilustración 53. Diagrama de control automático bombas DSD

Este diagrama, ilustración 53, muestra la conexión de los sensores de nivel a 24 VCD los cuales van conectados a sus respectivas clemas: X1:3, X1:4, X1:5, X1:6 y después de los sensores van conectados a las clemas: X2:1, X2:2, X2:3, X2:4, que van dirigidas a las tarjetas de entradas digitales en el tablero de la remota más cercana =JD01E25+REM01 LAMINADOR MEDIDORAS.

Para la selección de las tarjetas y que entradas digitales estaban disponibles se investigó que se tienen 4 disponibles, ilustración 54, en la remota mencionada anteriormente, estas entradas no son utilizadas en algún otro proceso, por tanto, se decidió tomarlas para la implementación del sistema de control automático. En cuanto a las dos entradas faltantes para el control manual se toman de igual manera dos que estén libres.

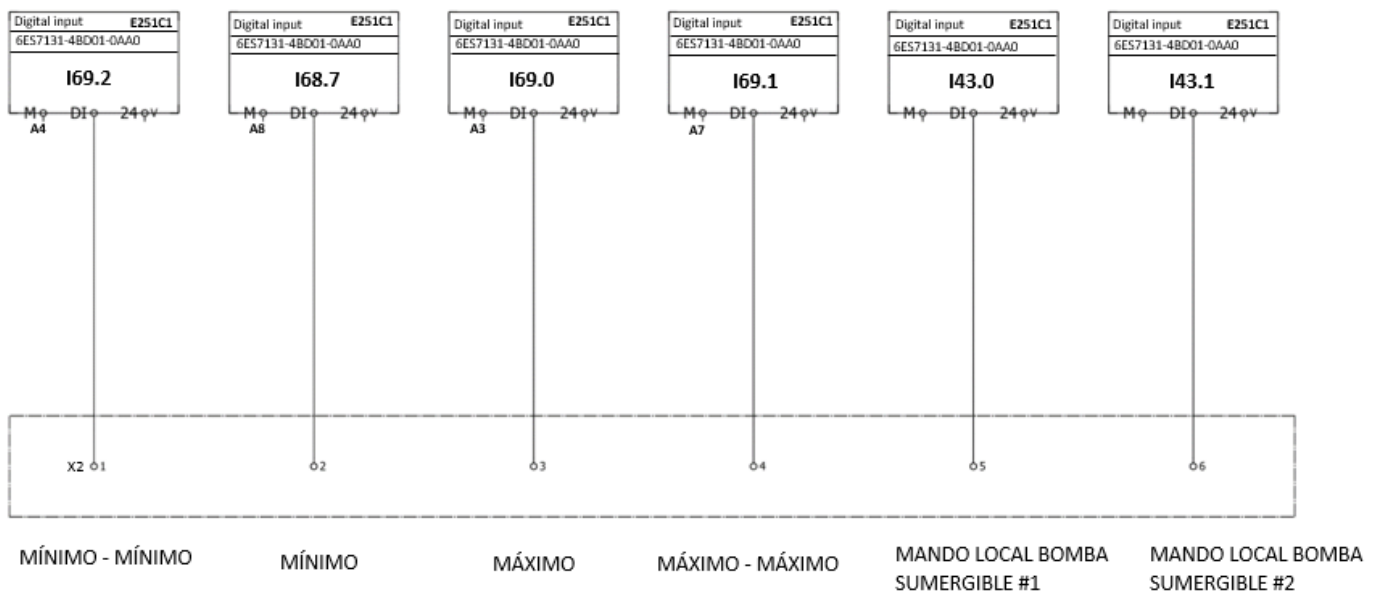


Ilustración 54. Entradas digitales de control automático y manual

Finalmente, para poder visualizar el nivel en el que se encuentra la fosa de DSD se realiza el diagrama eléctrico de la lámpara, ilustración 55, que indicará los 4 niveles y una alarma:

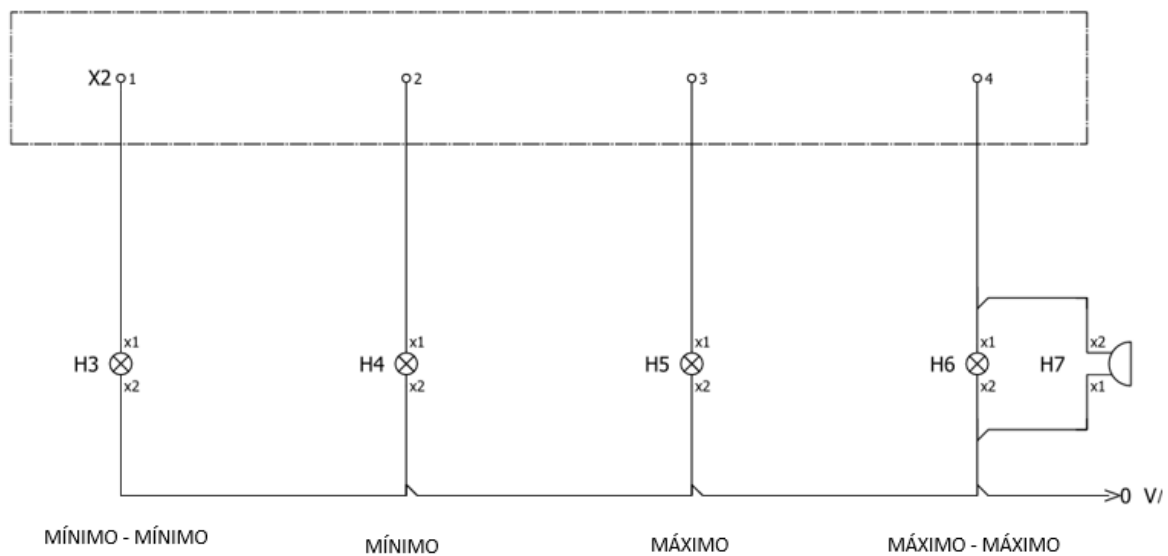


Ilustración 55. Conexión de lámpara indicadora de nivel

Por tanto, ya que se tienen todos los diagramas eléctricos se procede con el diagrama general del control, ilustración 56, que involucra a ambos diagramas de control manual y automático, además, de presentar los diagramas oficiales del diseño eléctrico en las ilustraciones 57 y 58.

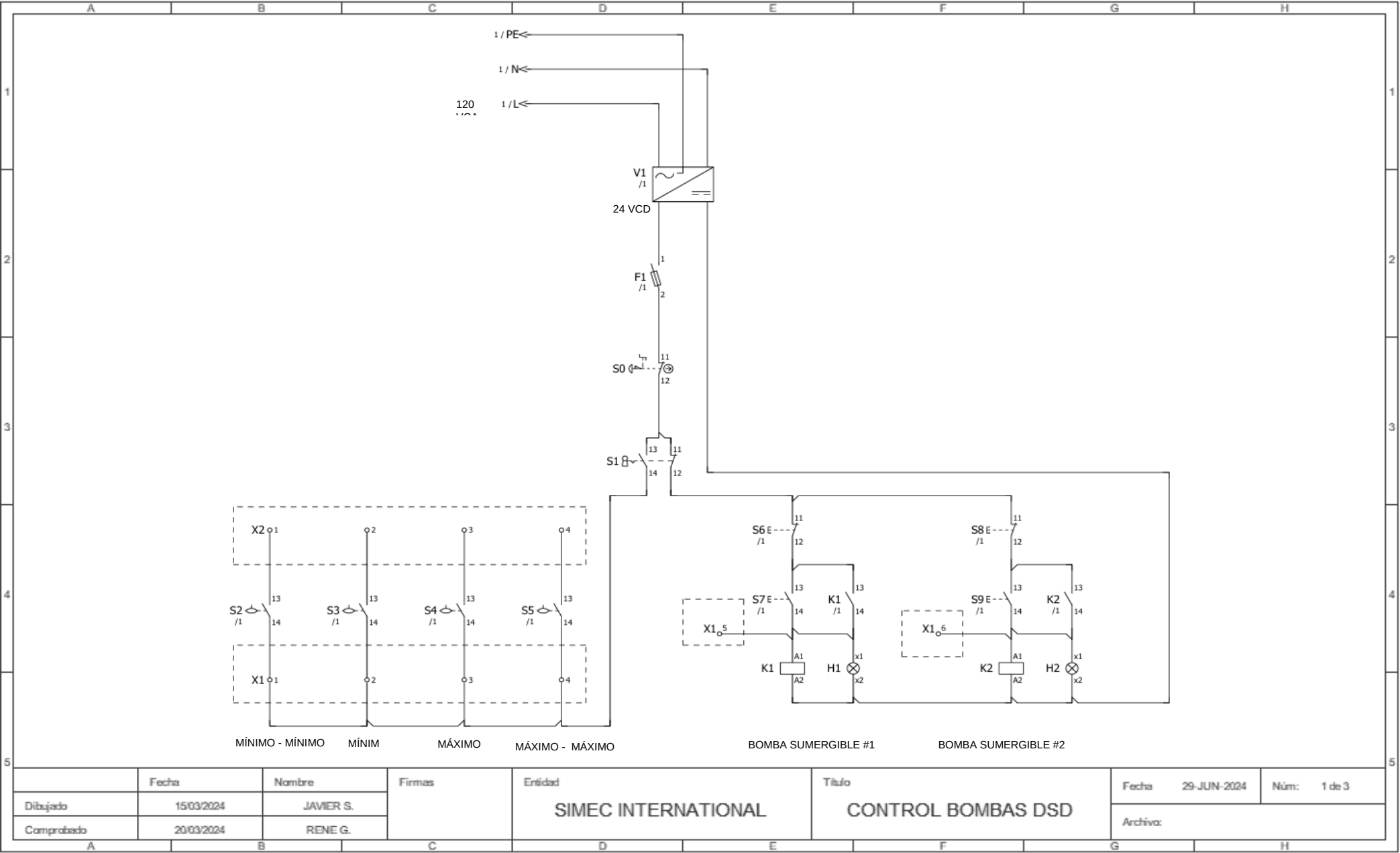


Ilustración 56. Diagrama de control eléctrico manual y automático bombas DSD

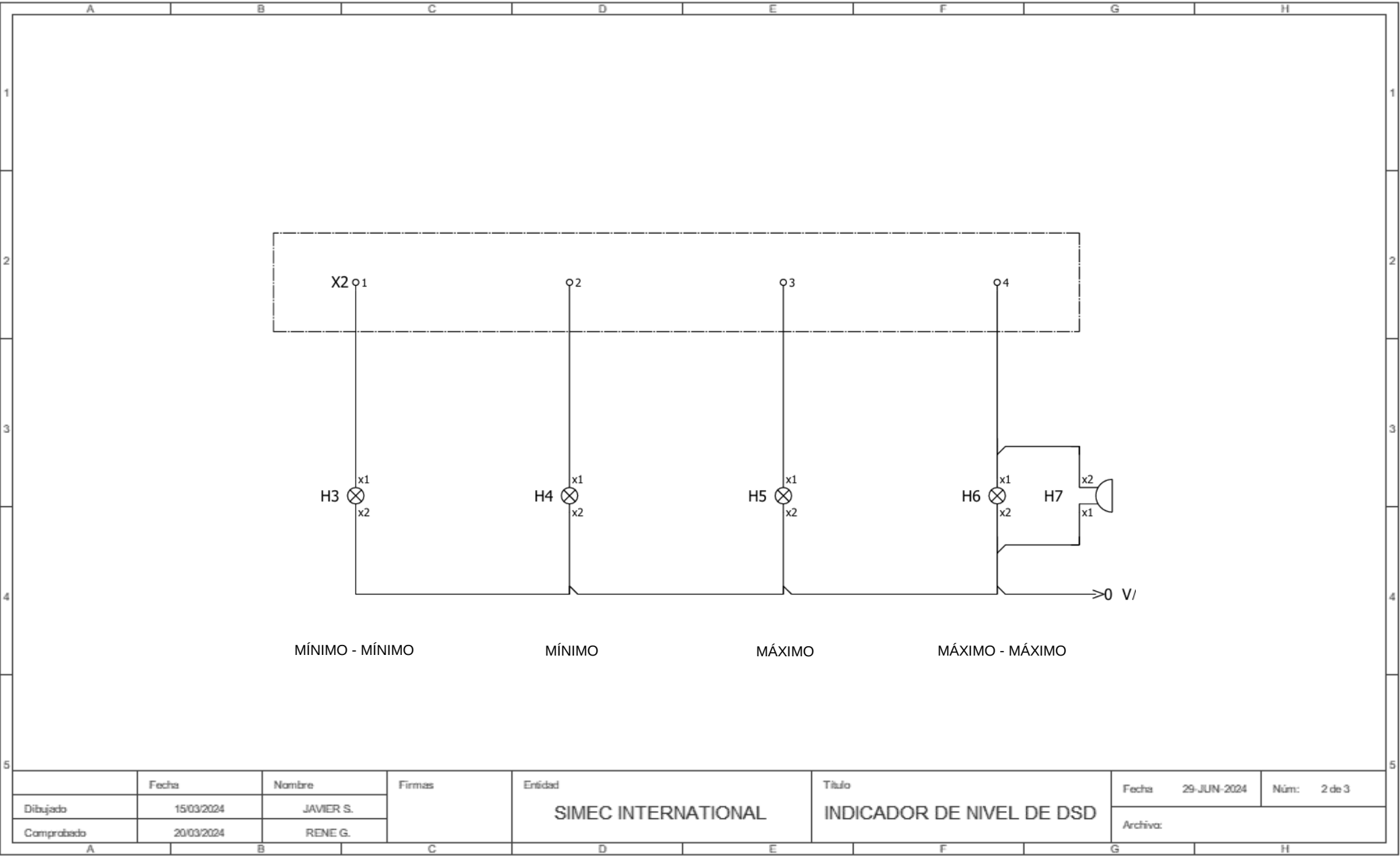


Ilustración 57. Diagrama de lámpara indicadora de nivel bombas DSD

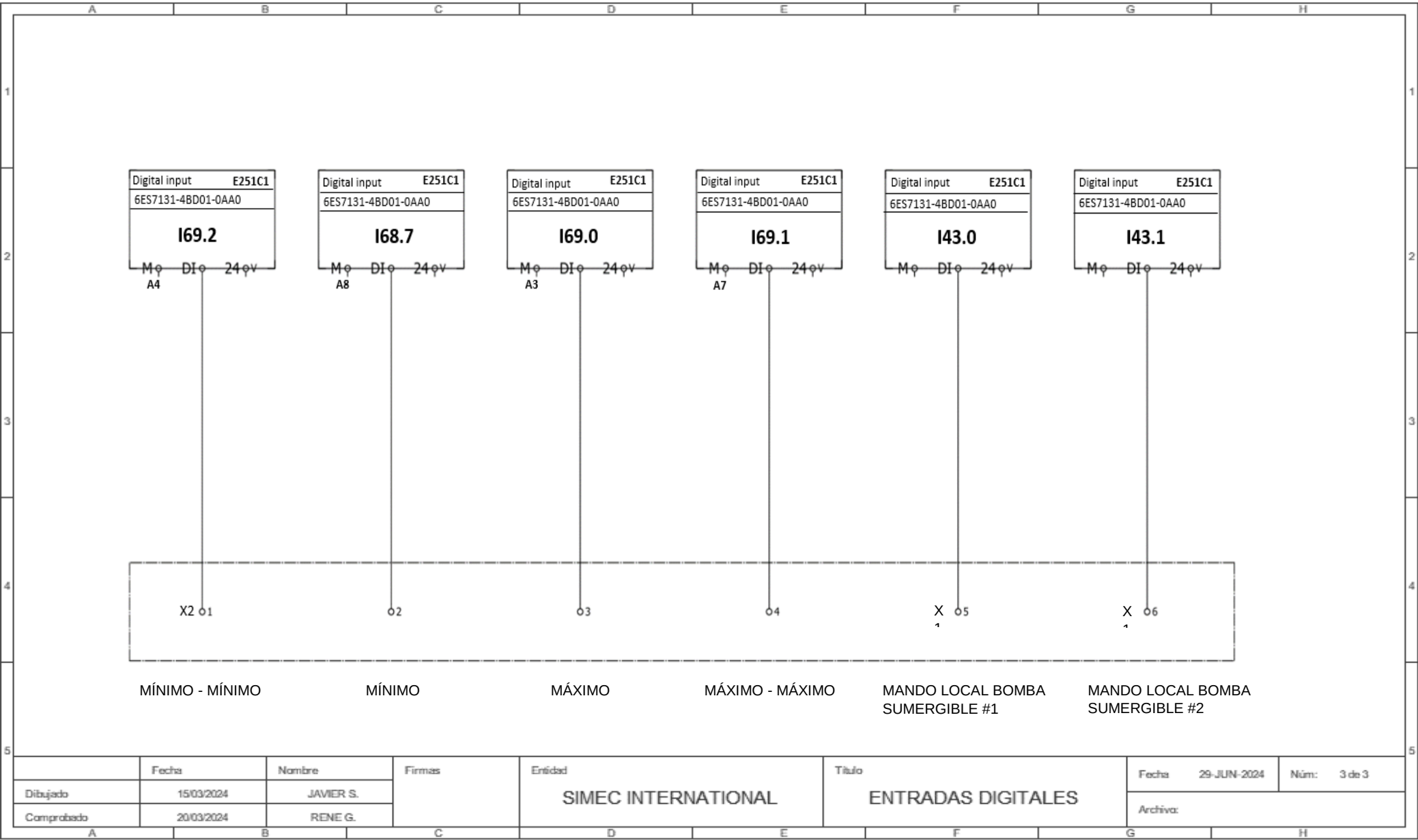


Ilustración 58. Conexión de entradas digitales

De acuerdo con los requerimientos solicitados se realizó un sistema de control automático el cual tiene:

- 4 niveles de sensado, es decir, hay 4 sensores que establecen los niveles: mínimo – mínimo, mínimo, máximo y máximo – máximo.
- Una alarma que indica el nivel máximo – máximo, esto con la finalidad de advertir que el nivel es muy alto y podría ocasionar problemas de inundación.
- Un control manual porque no se contaba con un tablero físico donde se pudiera accionar las bombas en caso de no utilizar el mando manual.
- Un tablero donde se tienen ambos controles, tanto manual y automático.
- Una lámpara indicadora de 4 colores que indican en que nivel se encuentra el agua, en el mismo orden que los niveles establecidos se asocian los colores: azul, verde, amarillo y rojo.

3.3.2 SIMULACIÓN DEL CONTROL MANUAL Y AUTOMÁTICO EN EL SOFTWARE CADE SIMU.

Con los diagramas eléctricos del control manual y automático se realiza la simulación para verificar el correcto funcionamiento, esto se hace de manera representativa en el accionamiento de las bombas de DSD. Este software nos va a permitir conocer cómo se comportará nuestro circuito y si desempeña las funciones que nosotros implementamos.



Ilustración 59. Logo CADE SIMU

Abriendo el software nos encontramos con la siguiente ventana, ilustración 60, donde colocaremos los símbolos de cada uno de los componentes del control manual y automático:

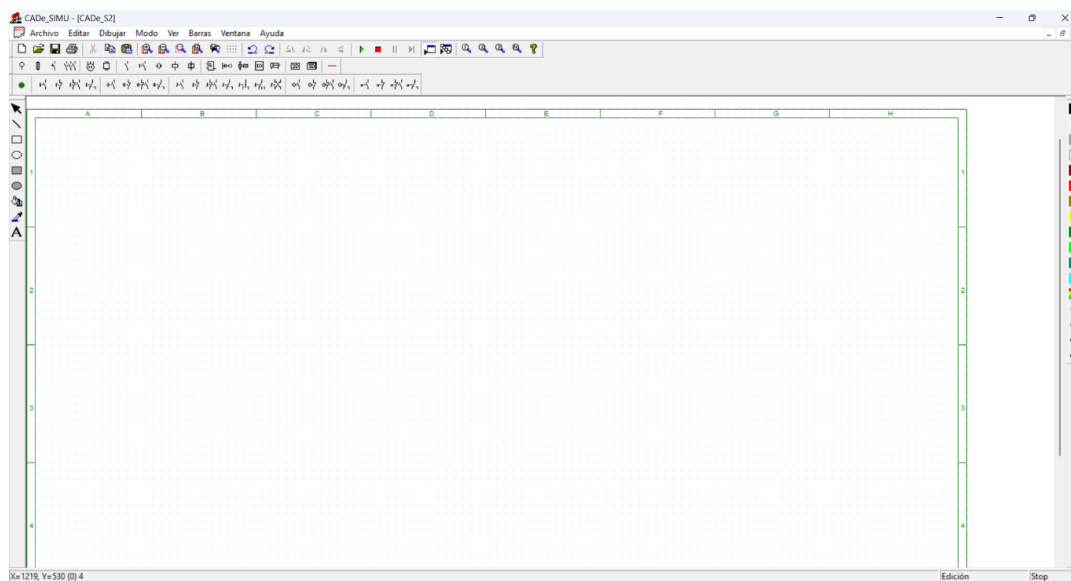


Ilustración 60. Ventana de inicio CADE SIMU

Luego se colocan los componentes que se utilizarán y se conectan conforme al diagrama, ilustración 61:

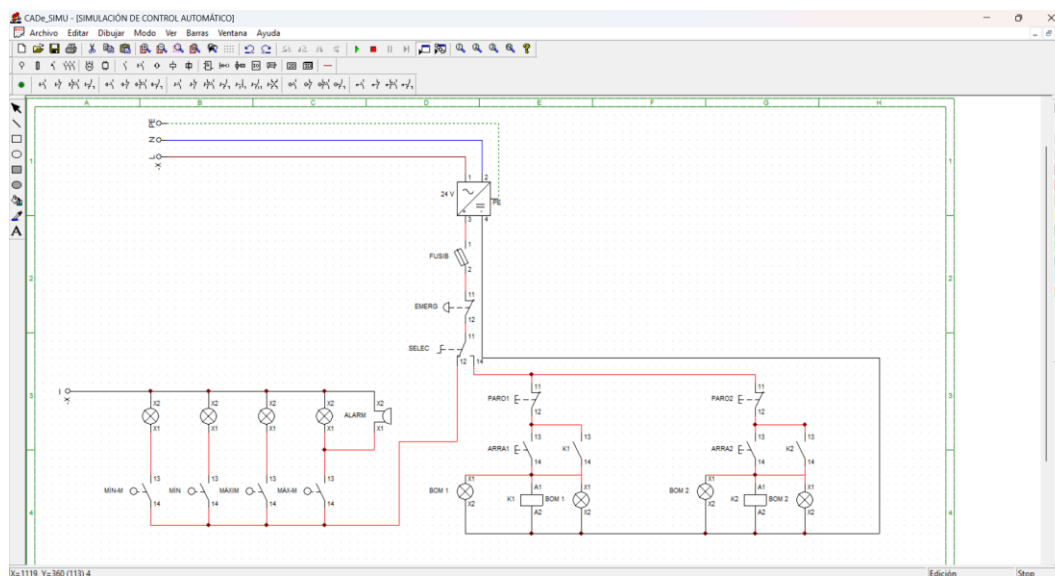


Ilustración 61. Diagrama eléctrico para simulación

Para iniciar con la simulación, en la barra de herramientas superior se da click izquierdo en el botón verde de play, ilustración 62:

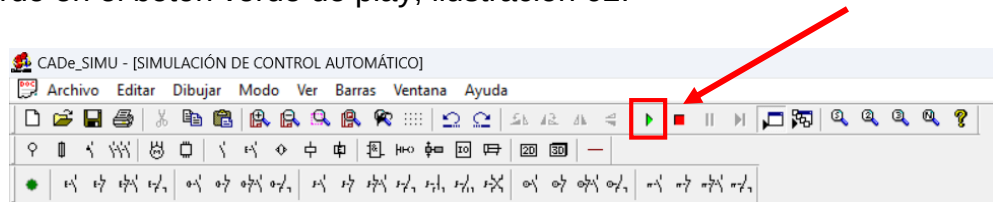


Ilustración 62. Barra de herramientas CADE SIMU

Con esto nuestra simulación estará corriendo y la ventana se colocará así, ilustración 63:

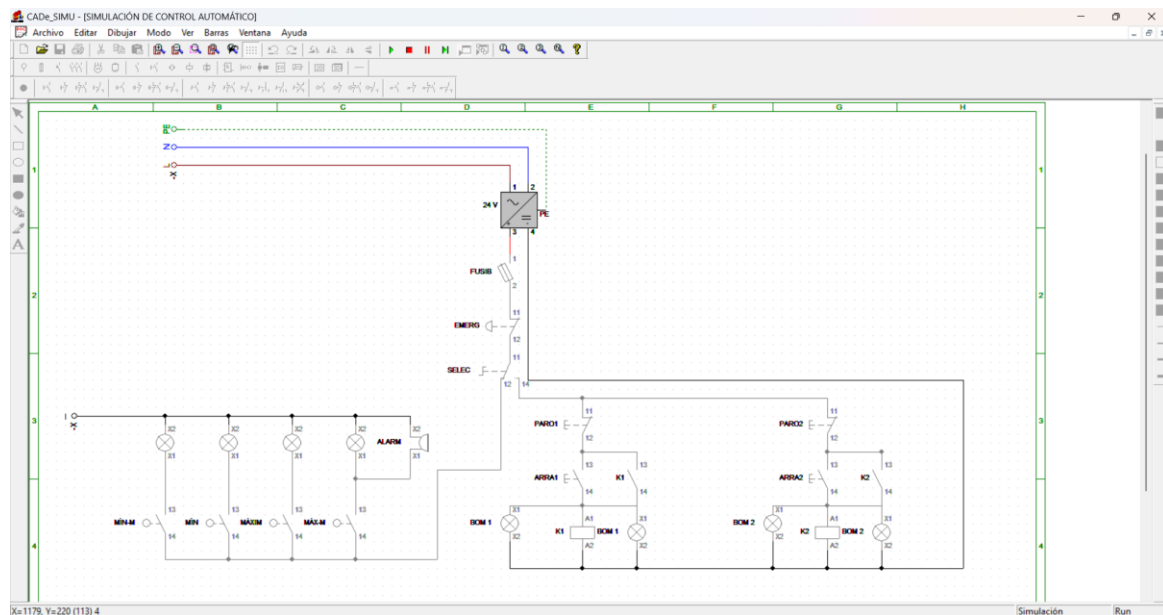
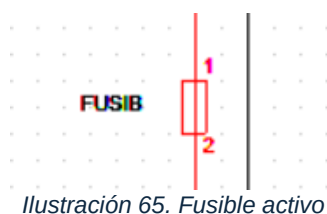


Ilustración 63. Simulación activa

La alimentación de 120 VCA que llega a la fuente de alimentación se ilumina como se muestra en ilustración 63. Para energizar los circuitos de control debemos activar el fusible de protección, ilustración 65:



Ya que se energizó, en este caso el botón selector está colocado en el modo automático, ilustración 66 (lado izquierdo), donde se representa cada uno de los sensores de nivel.

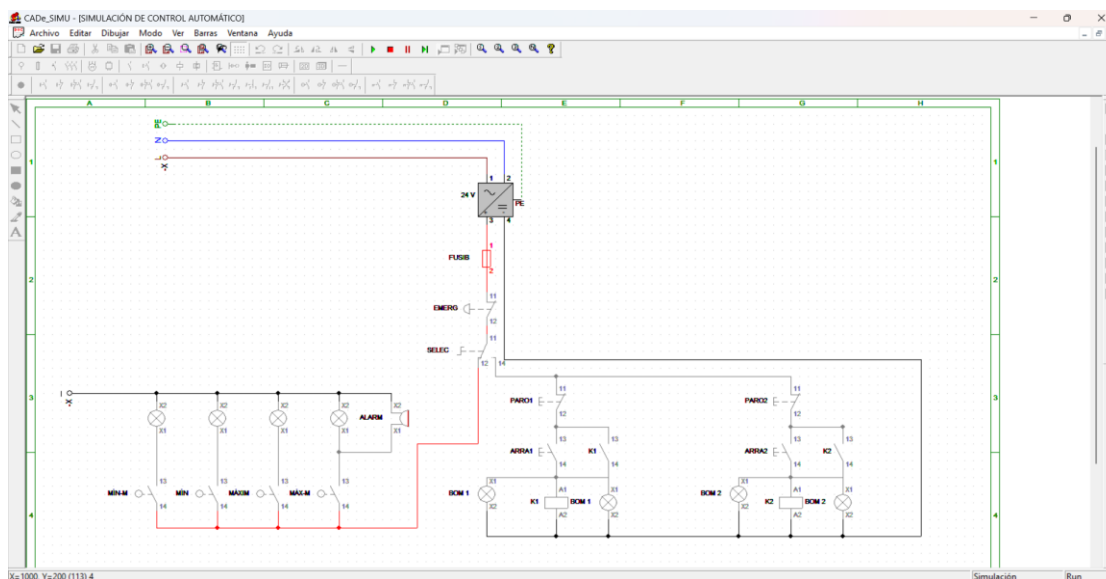


Ilustración 66. Simulación modo automático

Si el sensor del nivel mínimo – mínimo se acciona hará que mande una señal de 24 VCD a la entrada digital I69.2 y a su vez una lámpara indicadora se encenderá en color azul, ilustración 67:

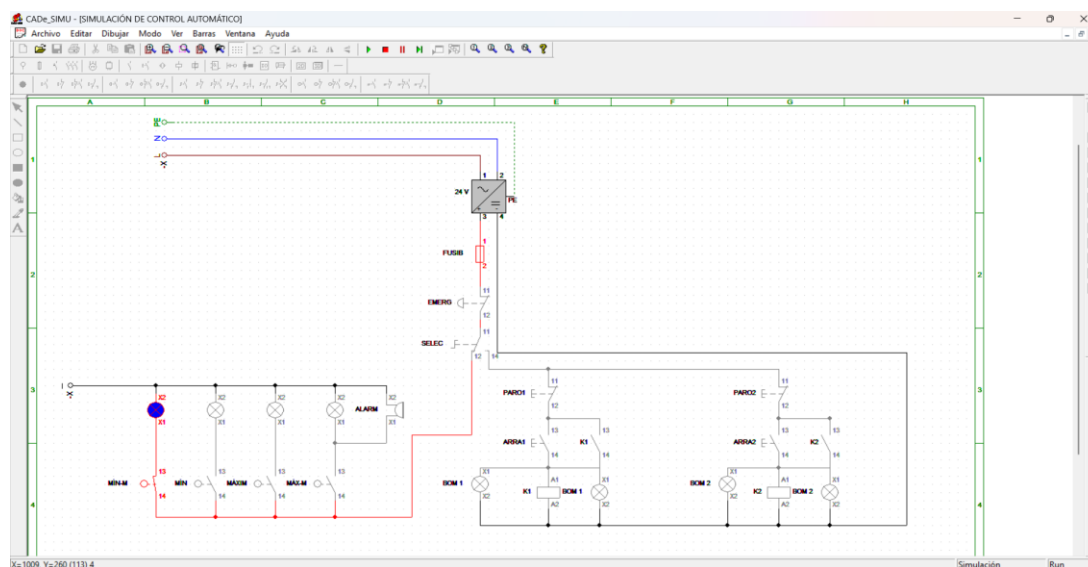


Ilustración 67. Indicación de nivel mínimo - mínimo

Si el sensor del nivel mínimo se acciona hará que mande una señal de 24 VCD a la entrada digital I68.7 y a su vez una lámpara indicadora se encenderá en color verde, ilustración 68:

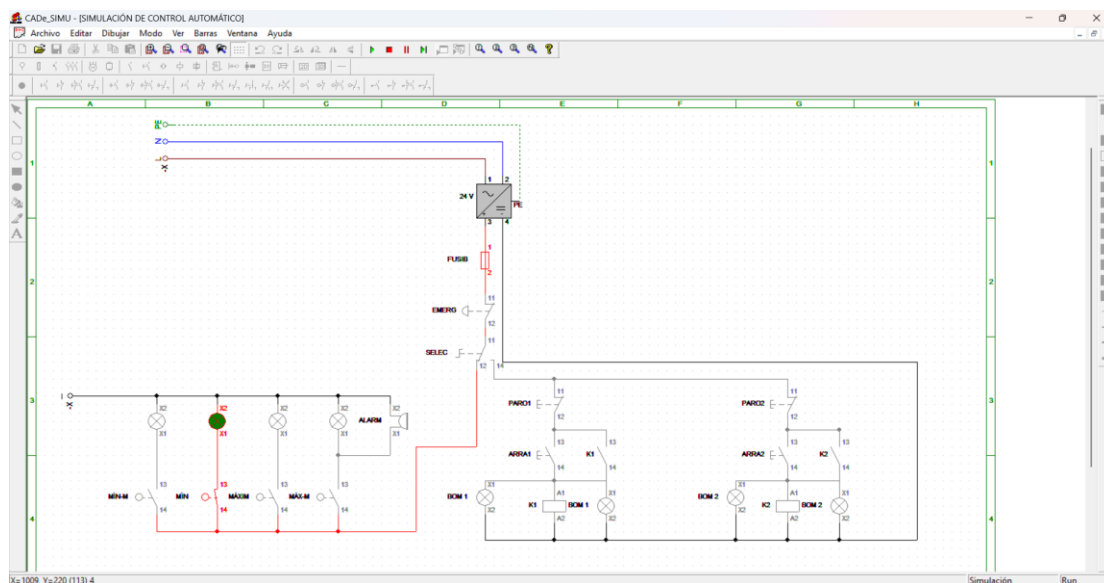


Ilustración 68. Indicación de nivel mínimo

Si el sensor del nivel máximo se acciona hará que mande una señal de 24 VCD a la entrada digital I69.0 y a su vez una lámpara indicadora se encenderá en color amarillo, ilustración 69:

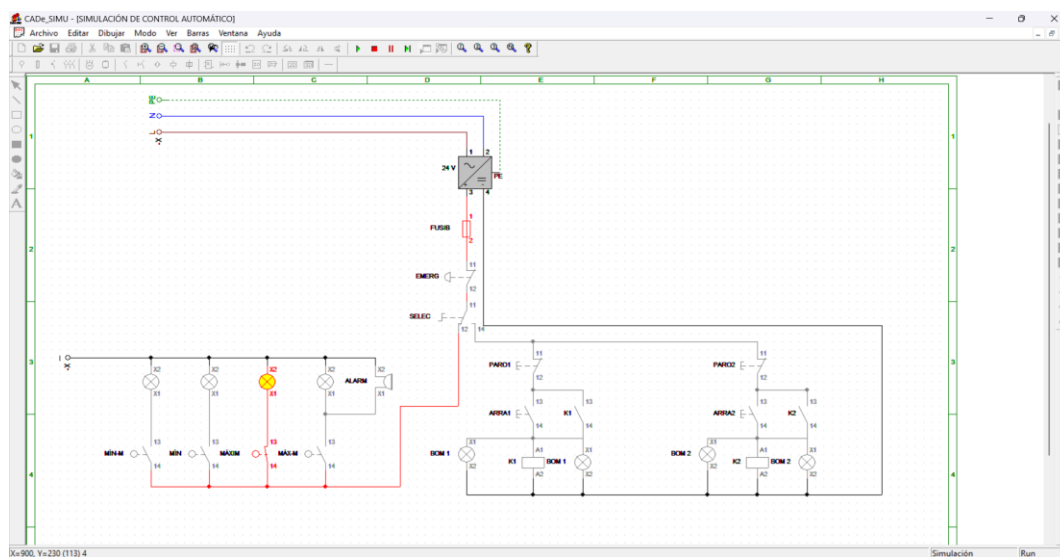


Ilustración 69. Indicación de nivel máximo

Si el sensor del nivel máximo – máximo se acciona hará que mande una señal de 24 VCD a la entrada digital I69.1 y a su vez una lámpara indicadora se encenderá en color rojo, además, una alarma sonará para que alerte al personal de un nivel de agua alto con posibilidad de inundación, ilustración 70:

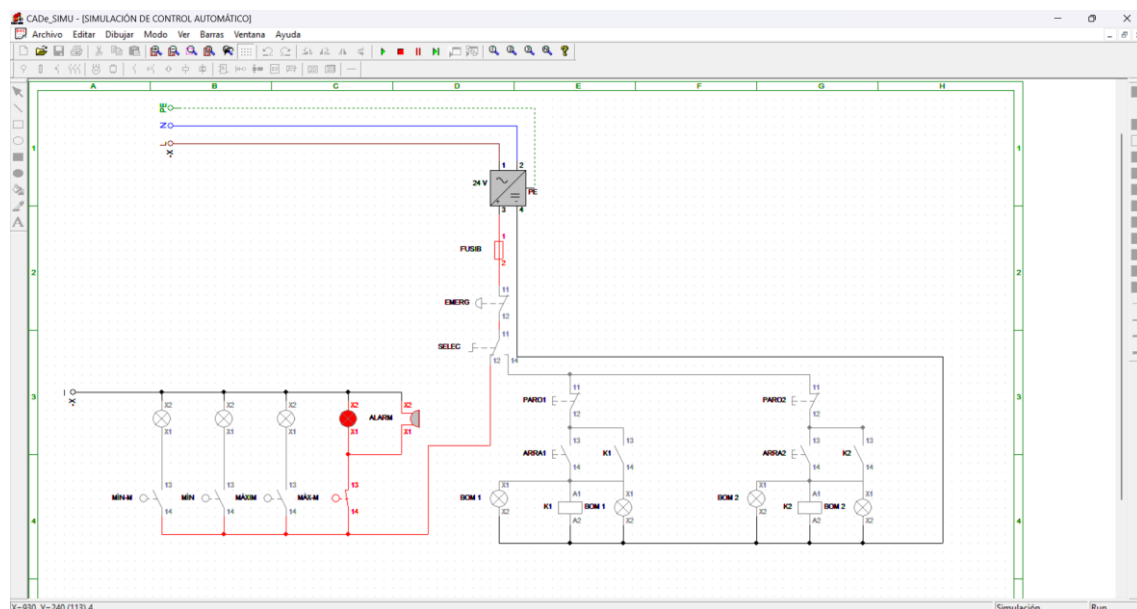


Ilustración 70. Indicación de nivel máximo - máximo

Para el control manual solamente se debe de mover el botón selector a manual y ahora se energizará el circuito de la derecha, ilustración 71:

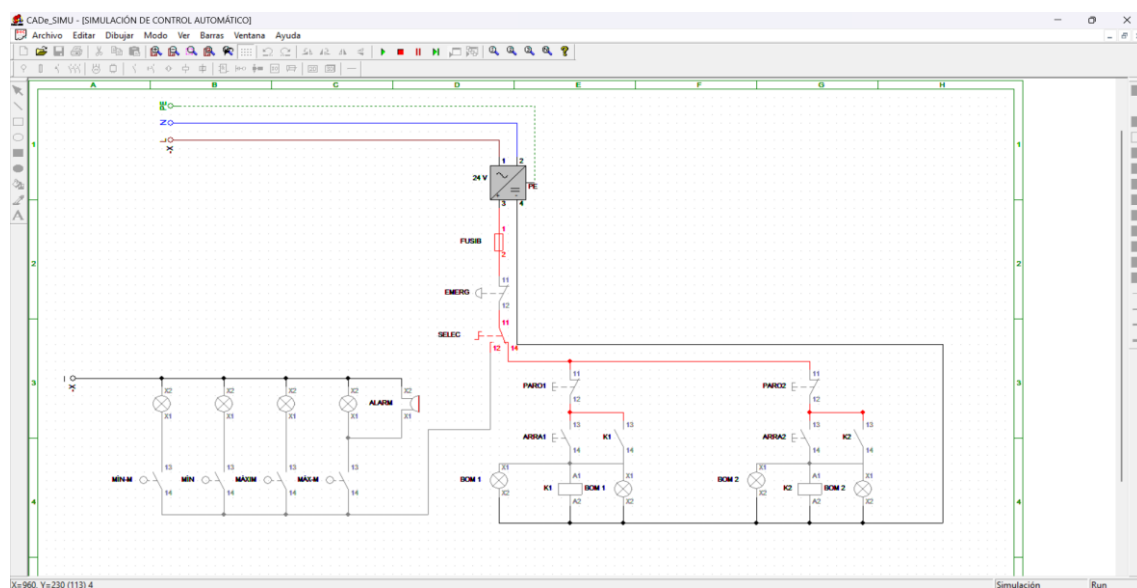


Ilustración 71. Simulación de control manual

De esta manera se pueden accionar cualquiera de las dos bombas sumergibles, por ejemplo, la bomba #1 que mandará una señal de 24 VCD a la entrada digital I43.0, ilustración 72:

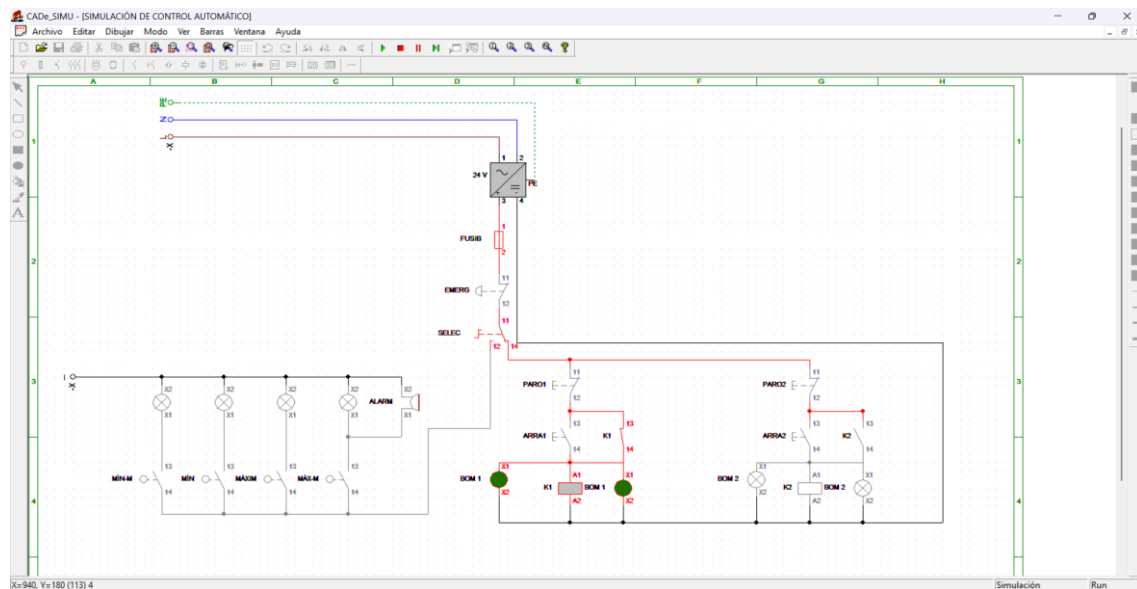


Ilustración 72. Bomba 1 activa

O la bomba #2 que mandará una señal de 24 VCD a la entrada digital I43.1, ilustración 73:

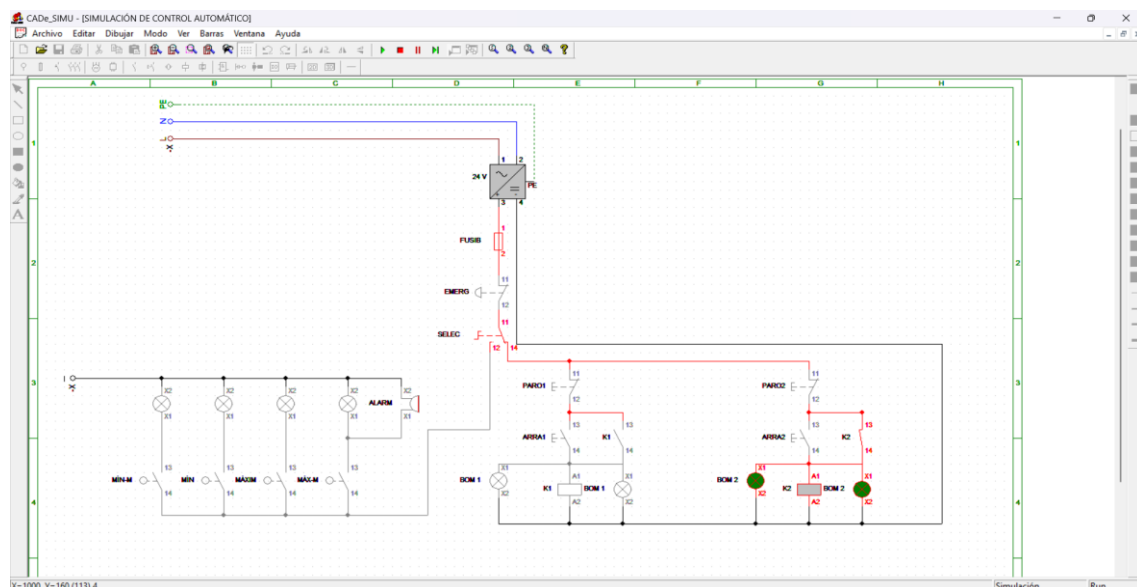


Ilustración 73. Bomba 2 activa

Para ambos casos se colocó otra lámpara indicadora en color verde que nos muestra la señal de 24 VCD como forma de representar las entradas digitales.

En cualquiera de los dos modos de funcionamiento se puede interrumpir la alimentación, ilustración 74 y 75, con el botón de paro de emergencia si así lo requiere la situación.

En modo automático:

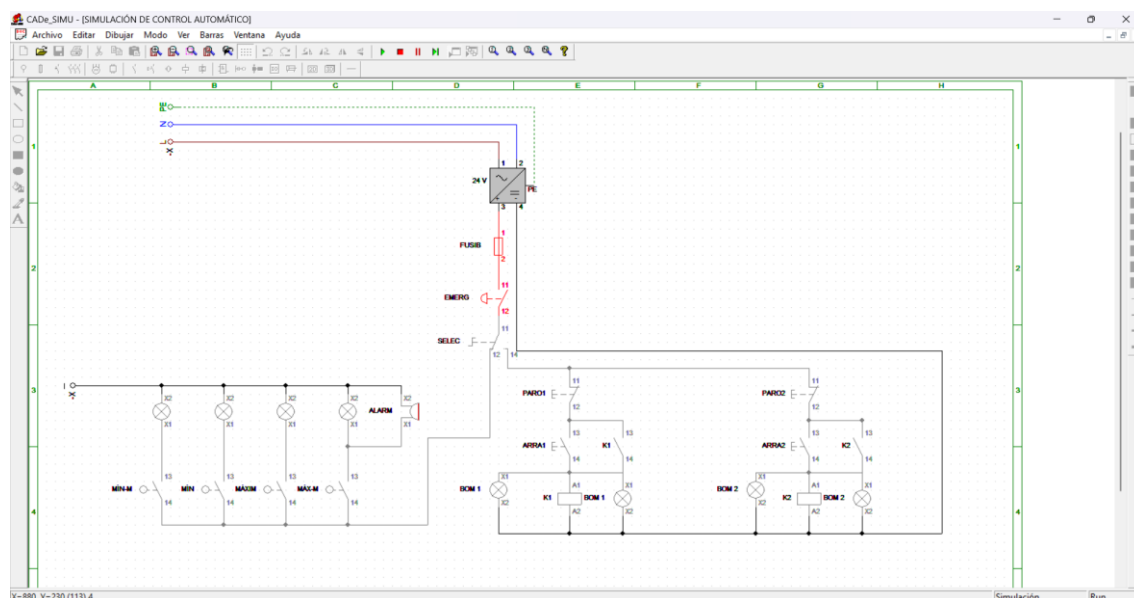


Ilustración 74. Paro de emergencia activo en modo automático

En modo manual:

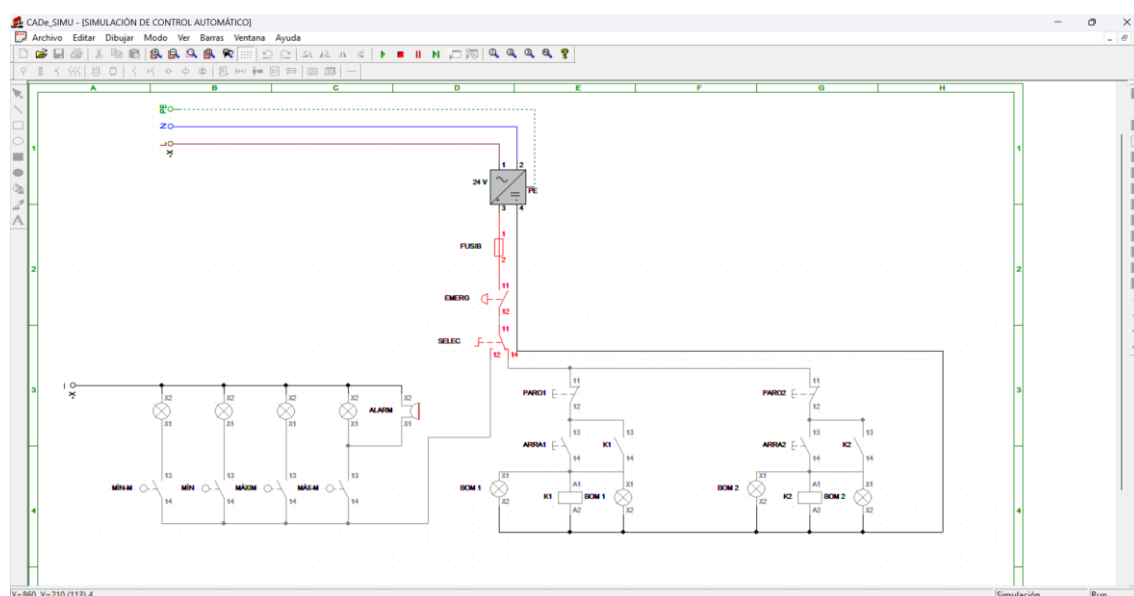


Ilustración 75. Paro de emergencia activo en modo manual

Y finalmente si se abre el circuito porque el fusible se funde para proteger el circuito, ilustración 76:

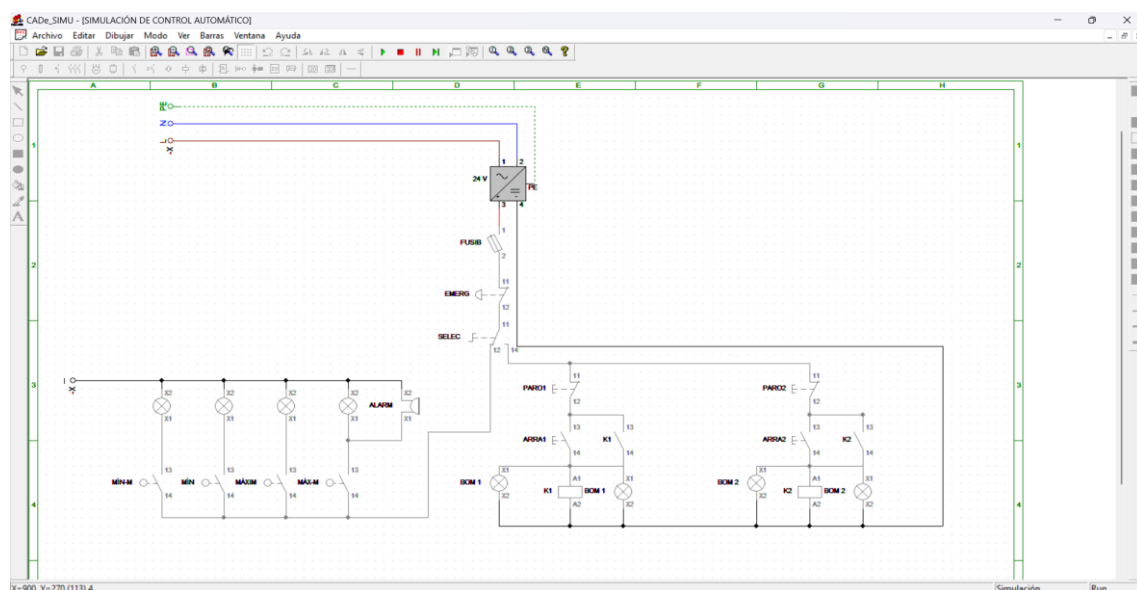


Ilustración 76. Fusible activado en caso de emergencia

Con esta simulación se pudo comprobar el correcto funcionamiento de nuestros circuitos de mando manual y automático, cumpliendo los requerimientos necesarios para garantizar su desempeño óptimo.

3.3.3 SELECCIÓN DE COMPONENTES QUE SE UTILIZARÁN PARA LA ELABORACIÓN DEL TABLERO ELÉCTRICO

De acuerdo con los diagramas mostrados anteriormente se hace la selección de componentes eléctricos que se van a utilizar, tomando en cuenta que en la empresa Simec International se cuentan con la mayoría de los componentes para la elaboración de este proyecto. En caso contrario se realizarán las respectivas requisiciones del material que deba obtenerse de manera externa.

- Fuente de alimentación de 120 VCA a 24 VCD:

Se requiere una fuente de alimentación que convierta 120 VCA a 24 VCD para lo cual en el taller de mantenimiento eléctrico – electrónico se encontró una fuente que cumple con las características, ilustraciones 77-79:



Ilustración 77. Vista delantera FA Ilustración 78. Vista isométrica FA Ilustración 79. Vista isométrica 2 FA

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	
Voltaje de entrada	100 VAC; 110 VAC; 115 VAC; 120 VAC; 127 VAC; 190 VAC; 200 VAC; 220 VAC; 230 VAC; 240 VAC
Tipo de montaje	Riel DIN
Número de salidas	1
Corriente de salida máxima	10 A
Potencia de salida	240 W
Voltaje de salida	24 VCD
Código UPC	4046356113793

Tabla 5. Características de fuente de alimentación

- Clema portafusibles tipo europeo:

3211903 PHOENIX CONTACT CLEMA PUSH IN PORTAFUSIBLE LED 24V PT 4-HESILED 2 PT 4-HESILED 24 (5X20), esta clema se adecua a la solicitada por nuestro fusible que no requiere de mucho amperaje para funcionar. Este componente se encuentra también en el taller de mantenimiento eléctrico – electrónico, ilustración 80 y 81:



Ilustración 80. Clema porta fusible vista 1



Ilustración 81. Clema porta fusible vista 2

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	
Tipo de fusible	Vidrio, cerámica
Potencia disipada máxima con condición nominal	4 KW
Fusible	G/5 x 20
Margen de tensión de indicación luminosa	12 V AC/DC ... 30 V AC/DC
Margen de corriente de indicación luminosa	0,31 mA ... 0,95 mA
Disipación máxima	máx. 1,6 W (para disposición individual del borne para fusible en caso de sobrecarga) máx. 4 W (para disposición individual del borne para fusible en caso de cortocircuito)

Tabla 6. Características de clema porta fusible

- Botón de paro de emergencia con reset al girar:

Este botón también se encontró en el taller y decidió utilizarse debido a que es de fácil instalación y el modelo de siemens se adapta perfectamente al diseño eléctrico, ilustración 82-84:



Ilustración 82. Botón de emergencia Ilustración 83. Vista lateral botón Ilustración 84. Vista trasera botón

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	
Lente de tipo de construcción	Redondo
Tapa de diámetro	40mm
Altura de apertura	45,3 mm
Método de desbloqueo	Liberación de giro
Función de conmutación enclavada	verdadero

Tabla 7. Características de botón de paro de emergencia

- Base de botones pulsadores, de emergencia y selector:

Para este caso la base de los botones que se tomó es siemens, esto porque se tienen en el taller de mantenimiento y se adecua a la mayoría de los botones que se tienen en Simec International, ilustración 85:



MODELO: 3SU1100-2BF10-1BA0

Ilustración 85. Base de botón selector

- Botón selector de llave de dos posiciones:

Para el botón selector de dos posiciones se eligió uno de llave para que solo el personal autorizado pueda realizar el cambio de control manual a automático, aunque no se niega la posibilidad de que cualquier persona que tenga la copia de la llave lo pueda cambiar, ilustración 86:



MODELO: 3SU11304BF111BA0

Ilustración 86. Botón selector de llave

- Torre de señal de 4 capas de 12 VCD A 24 VCD:

Esta torre de señal fue elegida ya que cuenta con 4 luces LED con diferentes colores los cuales nos sirven para los 4 niveles que establecimos y además, cuenta con un zumbador que nos sirve como alarma la advertencia de nivel alto en la fosa de DSD, ilustración 87 y 88:



Ilustración 87. Torre de señal

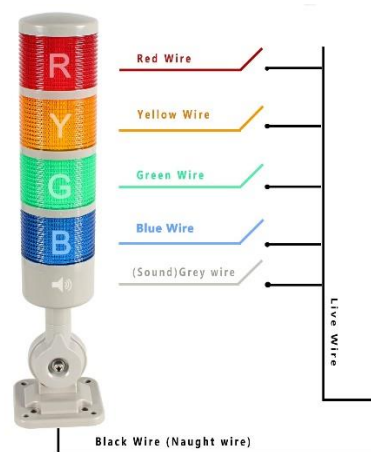


Ilustración 88. Conexión de torre de señal

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	
Color	Amarillo, rojo, verde, azul
Tipo de fuente de luz	Diodo emisor de luz
Vida útil	10,000 hrs, alarma de pitido de 90 dB
Clasificación	IP54 contra polvo y la humedad, NEMA 5
Voltaje de alimentación	12 a 24 VCD

Tabla 8. Características de torre de señal

- Botón pulsador NA y NC

El botón pulsador que se eligió es de la marca SIEMENS, este modelo de botón se utiliza mucho en los tableros de control de Simec International, es muy confiable y por ello se eligió. Se tiene en el inventario de taller eléctrico, ilustración 89.



Ilustración 89. Botón pulsador

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	
Tipo de botón	Pulsador de 22 mm redondo NA
Material de fabricación	Metal brillante blanco, rasante momentánea
Tipo de bornes	Tornillo
Marca	Siemens
Modelo	3SU11500AB601BA0Z X90

Tabla 9. Características de botón pulsador

- Relevador a 24 VCD

De acuerdo con nuestro voltaje de alimentación se seleccionó un relevador a 24 VDC de la marca ABB que cuenta con las siguientes características, ilustración 90 y 91:



Ilustración 90. Relevador ABB



Ilustración 91. Vista superior de relevador

CARACTERISTICAS PRINCIPALES	
Marca	ABB
Serie	CR-P
Modelo	CR-P024DC2
Voltaje	24 VCD
Tipo de montaje	PCB
Cantidad de polos principales	2
Cantidad de polos auxiliares	0

Tabla 10. Características de relevador ABB

- Base para relevador ABB CR-P024DC2

Para poder utilizar el relevador anterior debemos contar con una base donde se instala el componente con sus pines. Actualmente en el inventario de taller eléctrico, ilustración 92 y 93:



Ilustración 92. Base de relevador



Ilustración 93. Base de relevador con relevador colocado

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	
Base de relevador tipo	Base para relevador CR-PSS mca. ABB
Modelo	1SVR405650R1000

Tabla 11. Características de base de relevador ABB

- Luz piloto ABB

Esa luz piloto se selecciono ya que se contaba con ella en el taller eléctrico y trabaja a 24 VCD, se adecua perfectamente a las funciones del tablero eléctrico, ilustración 94:



Ilustración 94. Luz piloto ABB

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	
Marca	ABB
Modelo	1SFA619403R5022
Voltaje de alimentación	24 CA / CD
Color	Verde

Tabla 12. Características de luz piloto ABB

- Tablero eléctrico de control

El tablero eléctrico fue proporcionado por la empresa Simec International y es de la marca Danieli, el cual sirve para el control que requerimos instalar, ilustración 95 y 96:



Ilustración 95. Caja de tablero eléctrico



Ilustración 96. Vista lateral tablero eléctrico

- Cable calibre #16 para control eléctrico, ilustración 97:



Ilustración 97. Cable calibre 16

El cable que se utilizará es calibre #16 ya que es el que se utiliza en tableros de control eléctrico, la corriente nominal con la que opera el circuito es muy baja, es decir, son mA y el calibre #16 soporta corrientes de hasta 18 A. La tabla 13 muestra los diferentes calibres con sus respectivos datos de ampacidad:

Calibre AWG o kcmil	Temperatura máxima en conductor						Calibre AWG o kcmil
	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)	
	Tipo	Tipo	Tipo	Tipo	Tipo	Tipo	
	TW UF	RHW THHW THW XHHW	RHH THHN XHH XHHW	TW UF	RHW THHW THW XHHW	RHH THHN XHH XHHW	
	Cobre			Aluminio			
18	----	----	14	----	----	----	----
16	----	----	18	----	----	----	----
14	15	20	25	----	----	----	----
12	20	25	30	15	20	25	12
10	30	35	40	25	30	35	10
8	40	50	55	35	40	45	8
6	55	65	75	40	50	55	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	115	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	145	85	100	115	1
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	195	230	260	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400

Tabla 13. Tabla de ampacidad de conductores

- Riel DIN

Para que los componentes puedan ser fijados se utiliza riel DIN que se muestra en la ilustración 98:



Ilustración 98. Riel DIN

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	
Marca	WEIDMULLER
Para utilizarse con	Bloques terminales, soportes y placas finales Weidmuller
Número de parte	11B478
Fabricado con	Galvanizado, cromado

Tabla 14. Características de riel DIN

- Riel DIN G para bornes

Para el caso de las clemas que se utilizarán se colocó un riel DIN diferente al presentado primero ya que dichas clemas tienen otra forma de fijación, ilustración 99 y 100:

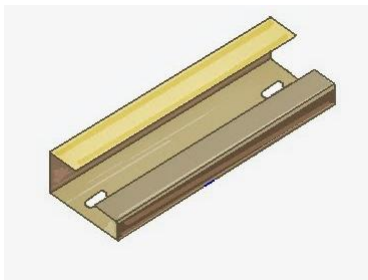


Ilustración 99. Riel DIN G

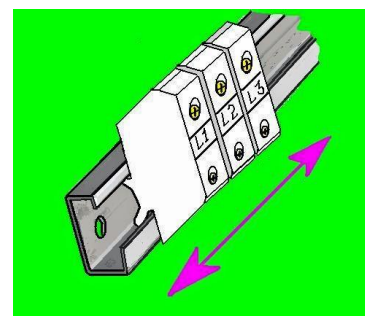


Ilustración 100. Ejemplo de fijación

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	
Tipo de riel DIN	G
Dimensiones	32 x15 mm

Tabla 15. Características de riel DIN G

- Clemas de conexión para riel DIN tipo G, ilustración 101:

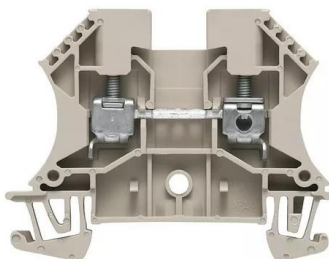


Ilustración 101. Clemas de conexión para riel DIN G

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	
Marca	Weidmüller
Modelo	102010 TS 35X7.5/LL 1M/ST/ZN
Tipo de conector	Clema riel DIN

Tabla 16. Características de clemas para riel DIN G

- Canalización eléctrica de PVC

Esta canalización se eligió ya que los conductores eléctricos deben de estar alojados de tal manera que no generen afectaciones de espacio, para la protección y mejor presentación del tablero eléctrico, ilustración 102 y 103:

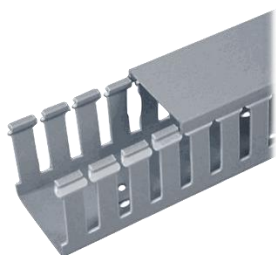


Ilustración 102. Canalización PVC

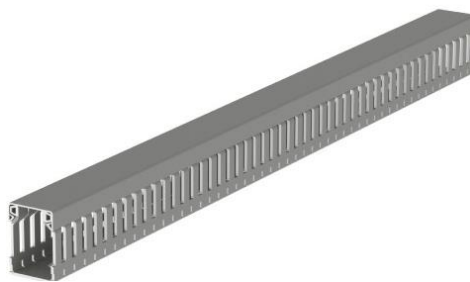


Ilustración 103. Canalización con tapa

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	
Marca	PANDUIT
Modelo	FC1X1LG2
Material de fabricación	PVC sin plomo
Color	Gris claro
Método de instalación	Orificios para tornillería

Tabla 17. Características de canalización de PVC

- Pija broca

Para la fijación del riel DIN y de las canalizaciones se colocarán pijas brocas para mayor fijación, ilustración 104 y 105:



Ilustración 104. Pija broca 1



Ilustración 105. Pija broca 2

3.3.4 DISEÑO DEL TABLERO ELÉCTRICO EN EL SOFTWARE SOLIDWORKS.

Para la elaboración del tablero eléctrico se realiza un previo diseño de como estará compuesto, por supuesto, esto nos dará una proyección de manera que podamos realizarlo físicamente con mayor facilidad. En este diseño se hace uso del software solidworks, ya que nos proporciona mejor un diseño además de ser uno de los mejores software de diseño.

A continuación, se presenta cada uno de los planos de las piezas que se seleccionaron para el tablero eléctrico y de las dimensiones que estos tienen físicamente, solo se muestran los elementos más relevantes, ilustraciones 106-131:

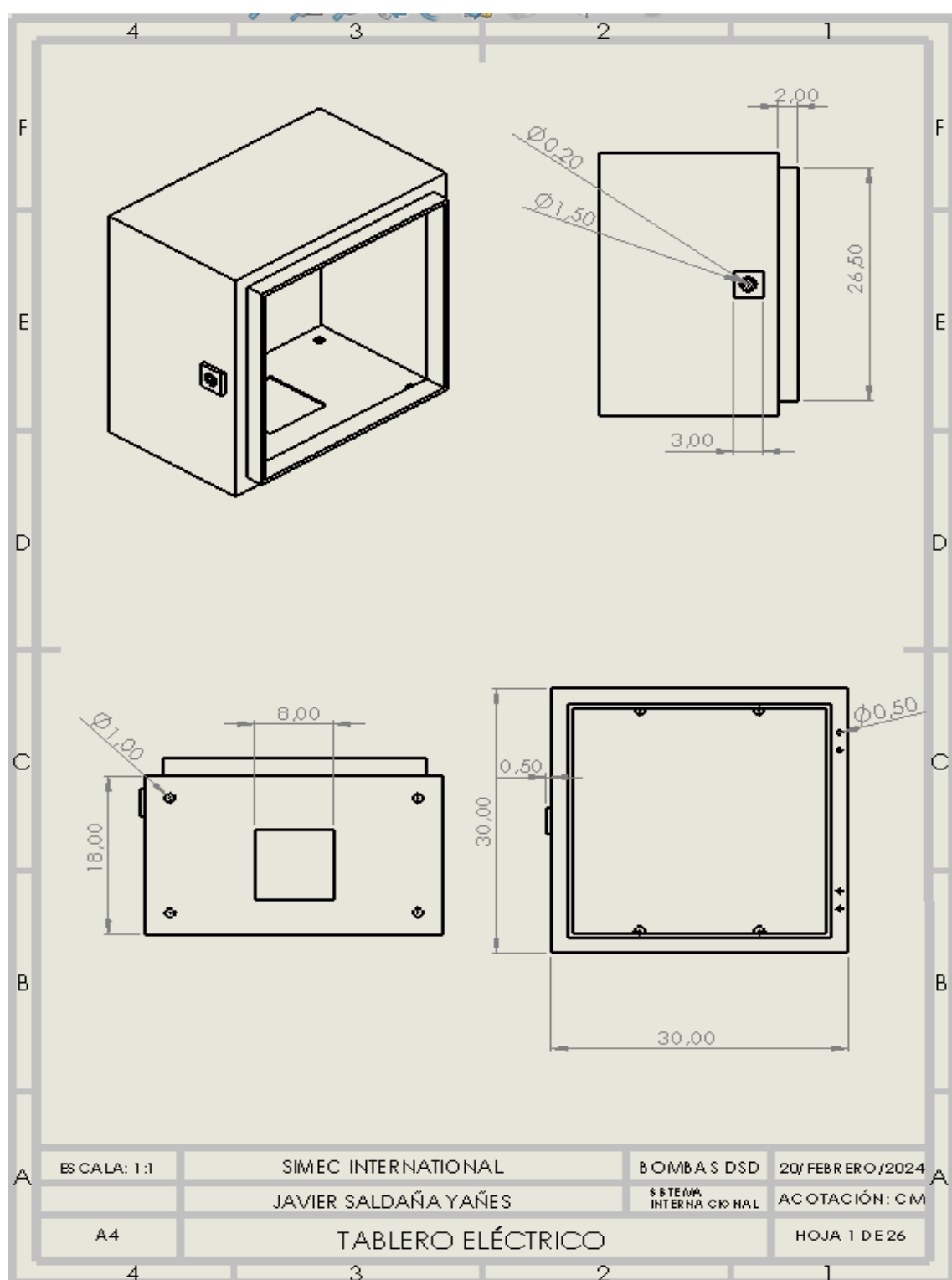


Ilustración 106. Diseño de tablero eléctrico

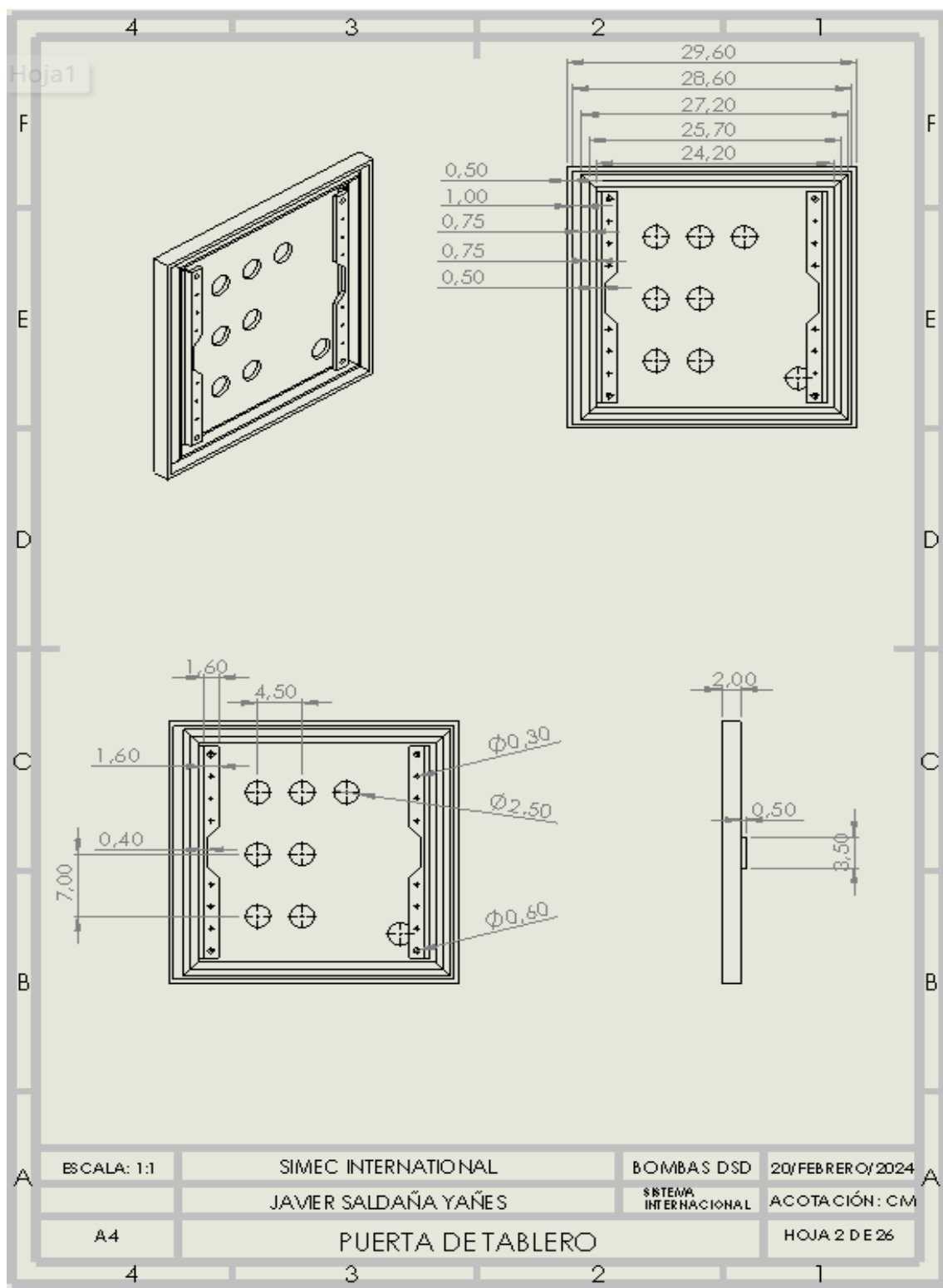


Ilustración 107. Diseño de puerta de tablero eléctrico

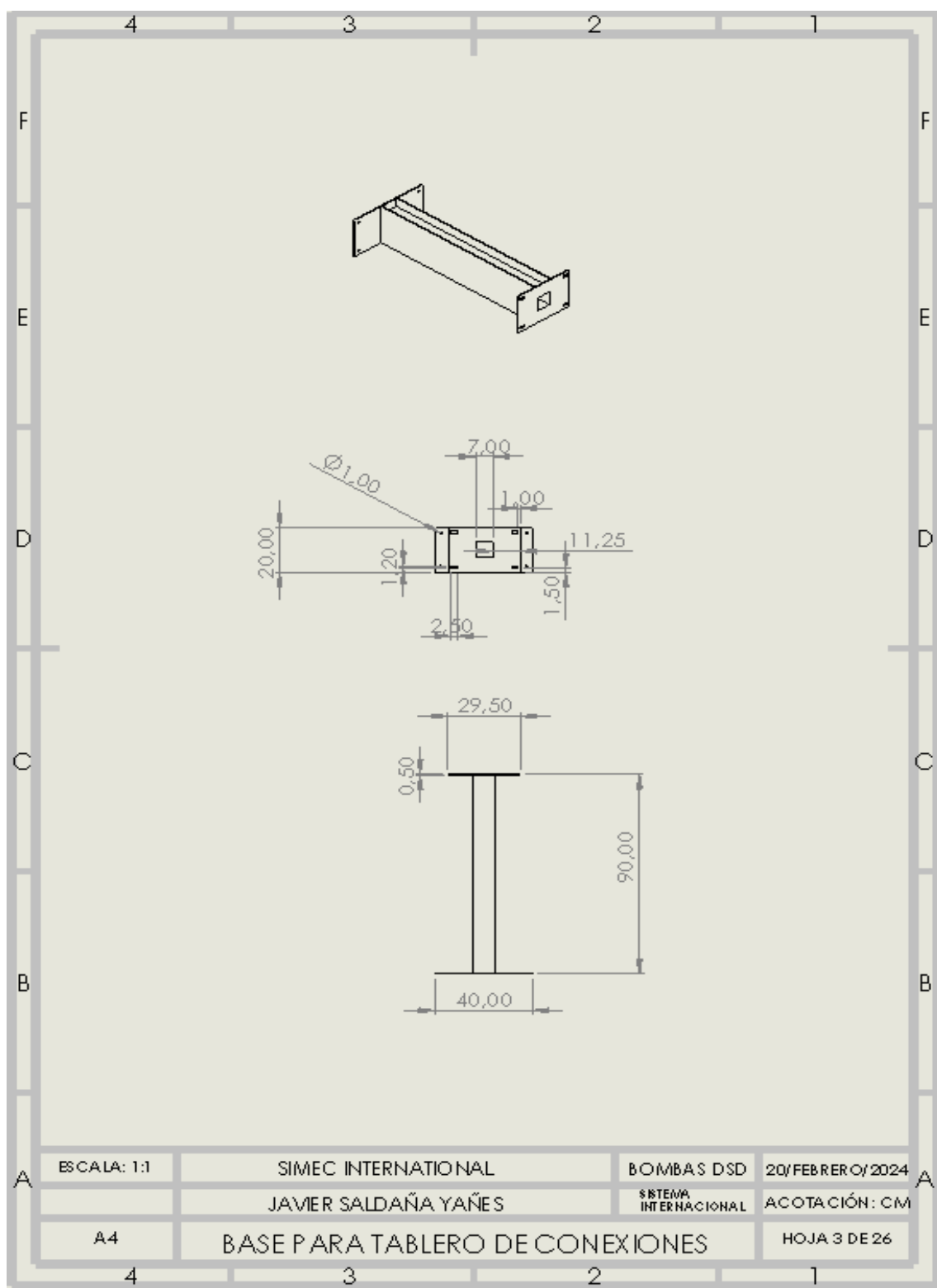


Ilustración 108. Diseño de base de tablero eléctrico

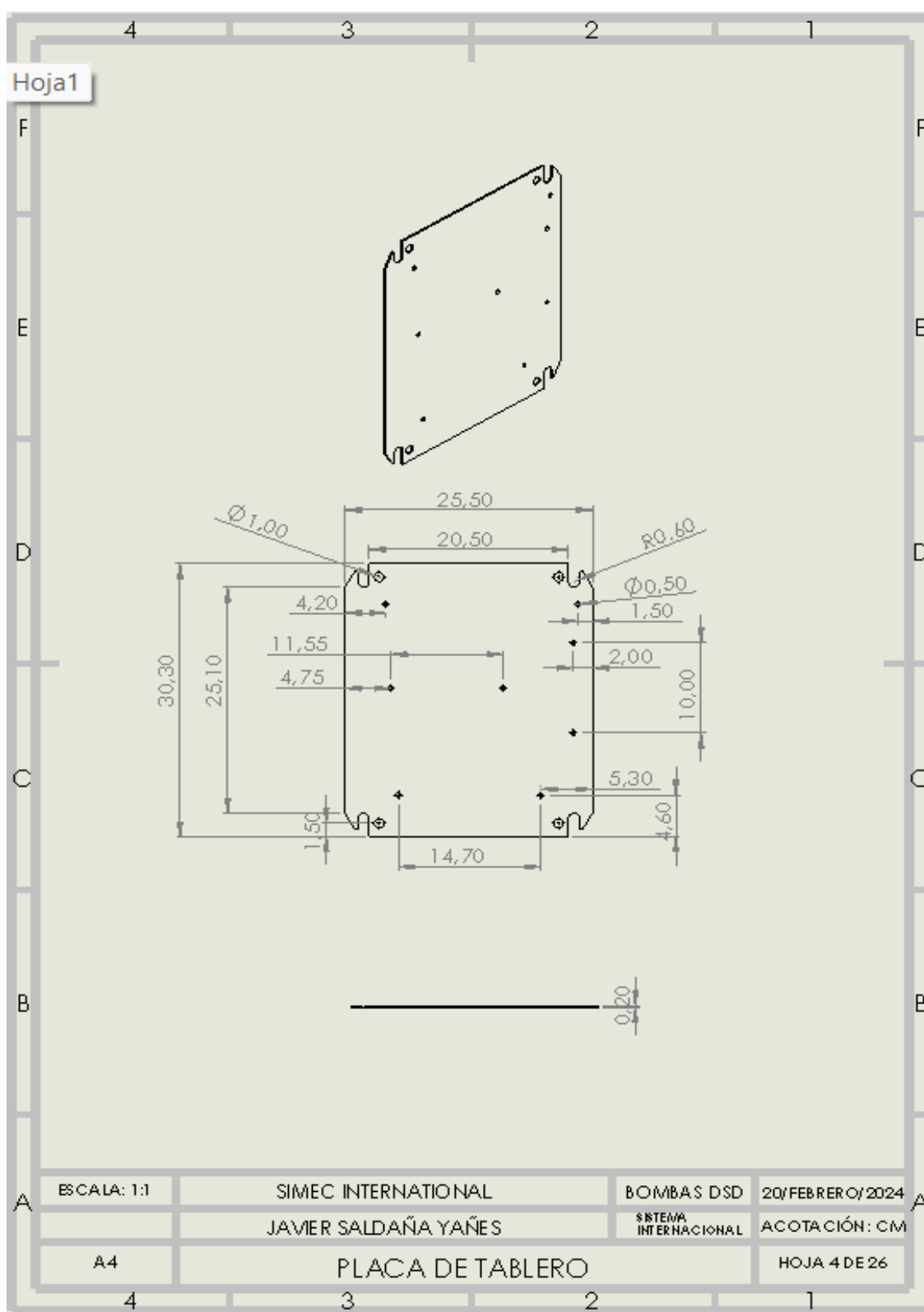


Ilustración 109. Diseño de placa de tablero

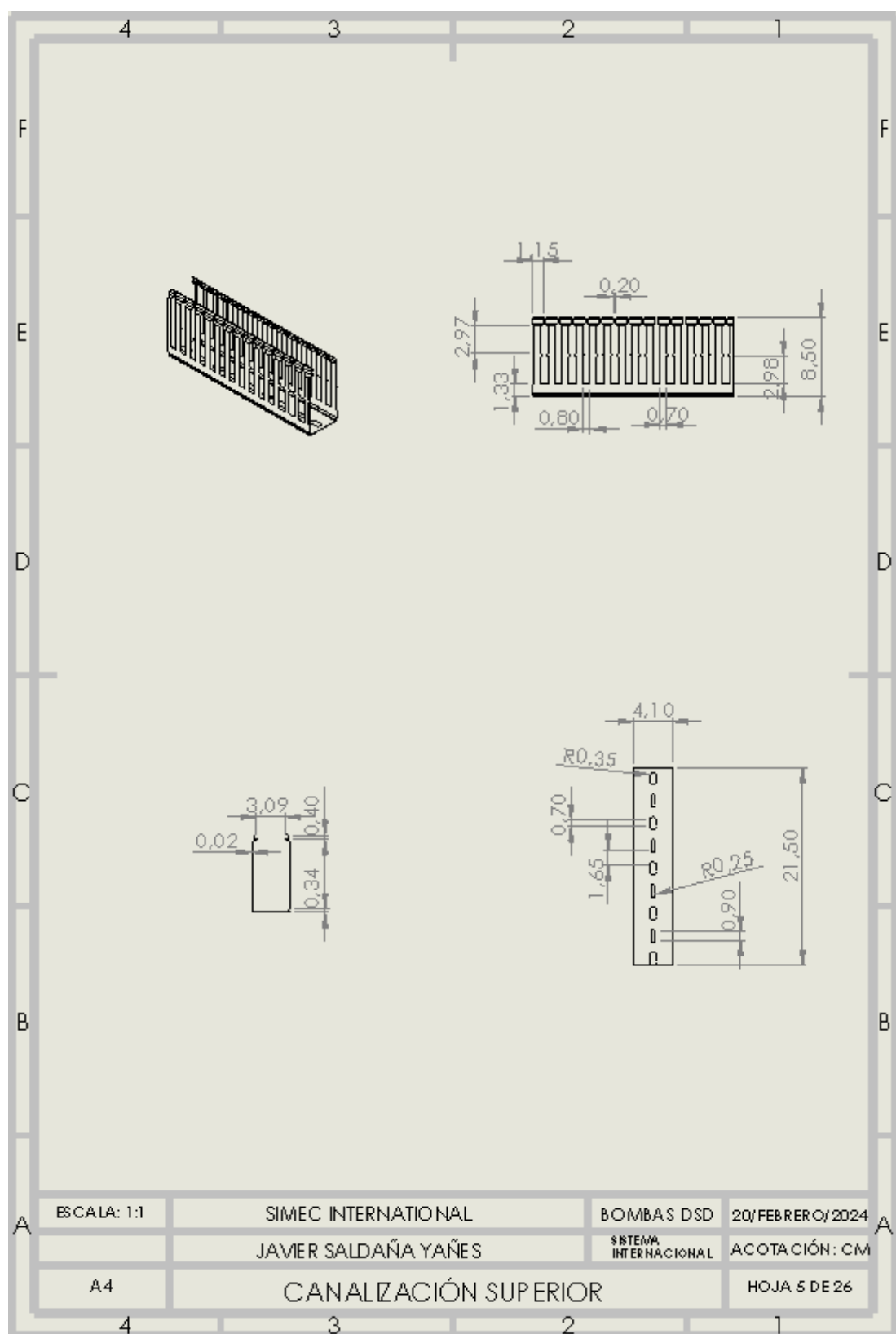


Ilustración 110. Diseño de canalización eléctrica superior

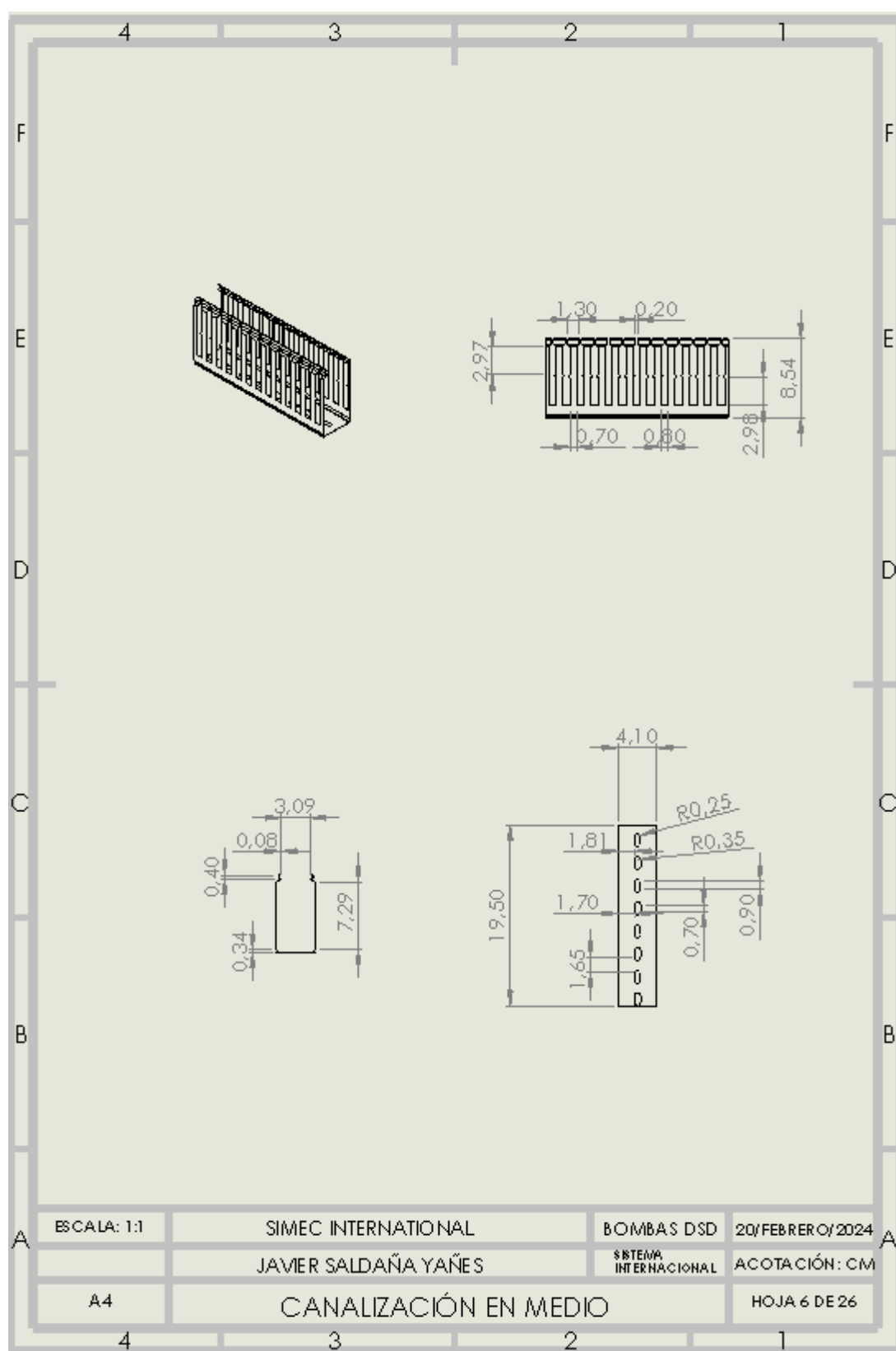


Ilustración 111. Diseño de canalización eléctrica en medio

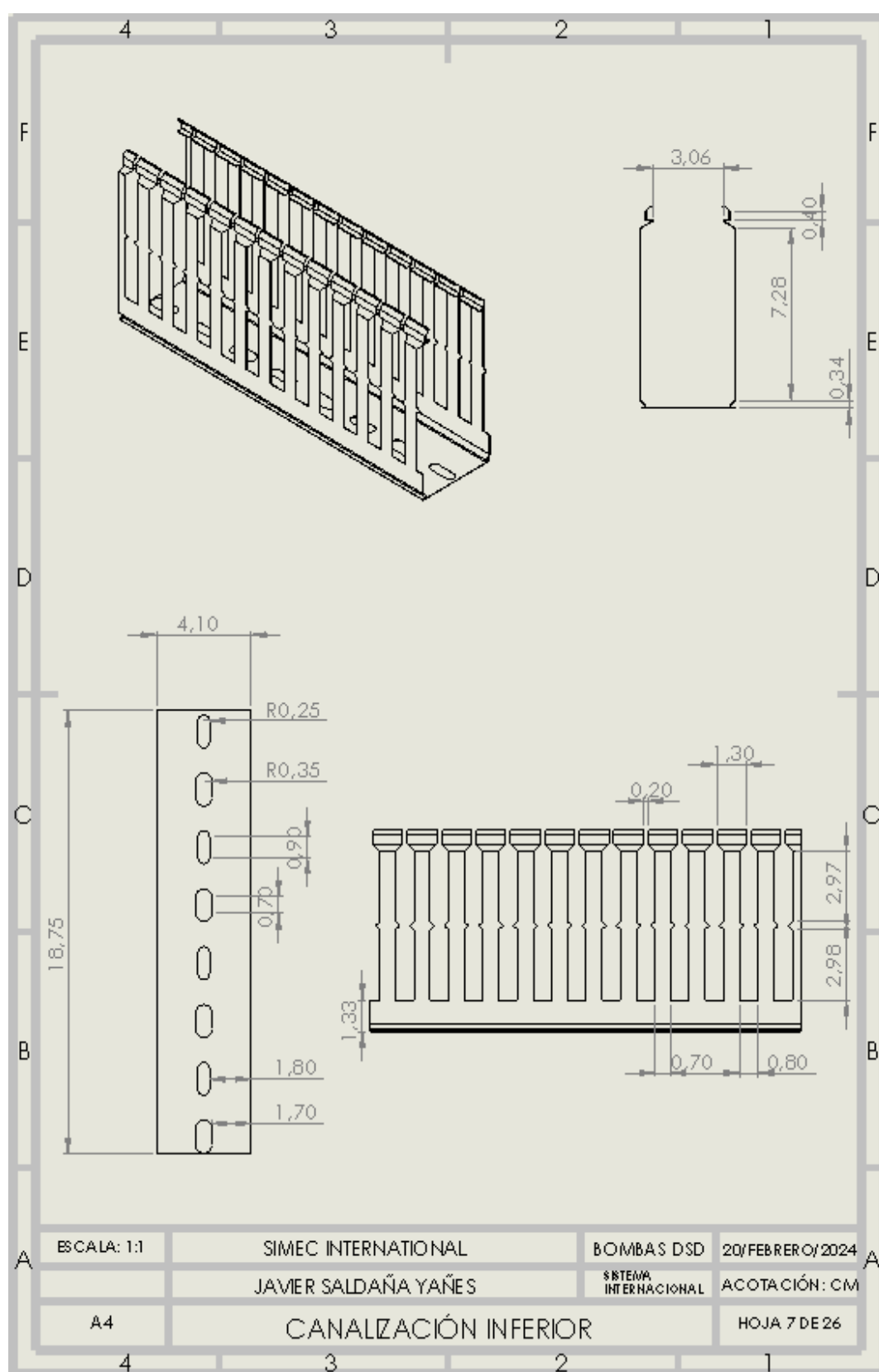


Ilustración 112. Diseño de canalización eléctrica inferior

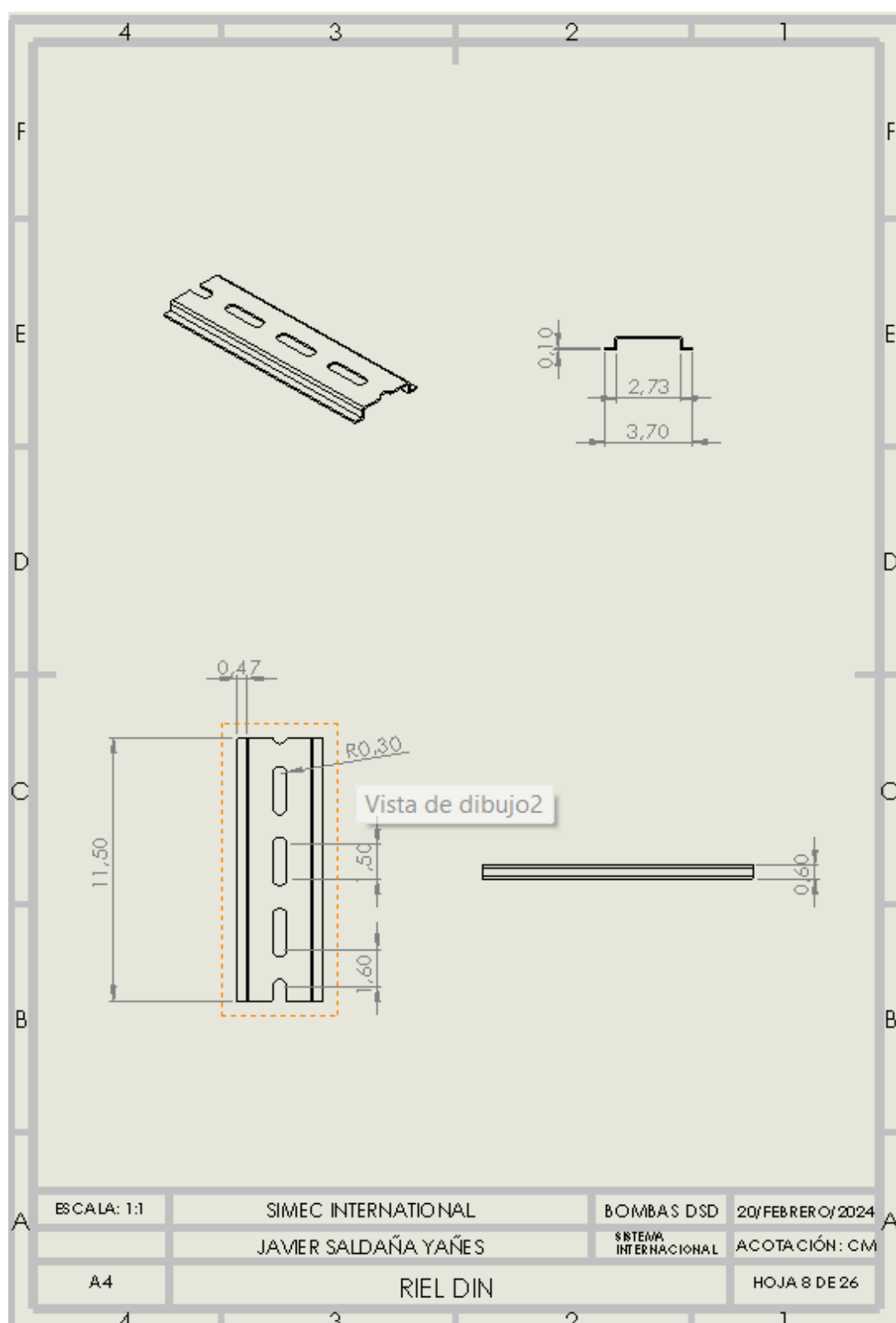


Ilustración 113. Diseño de riel DIN

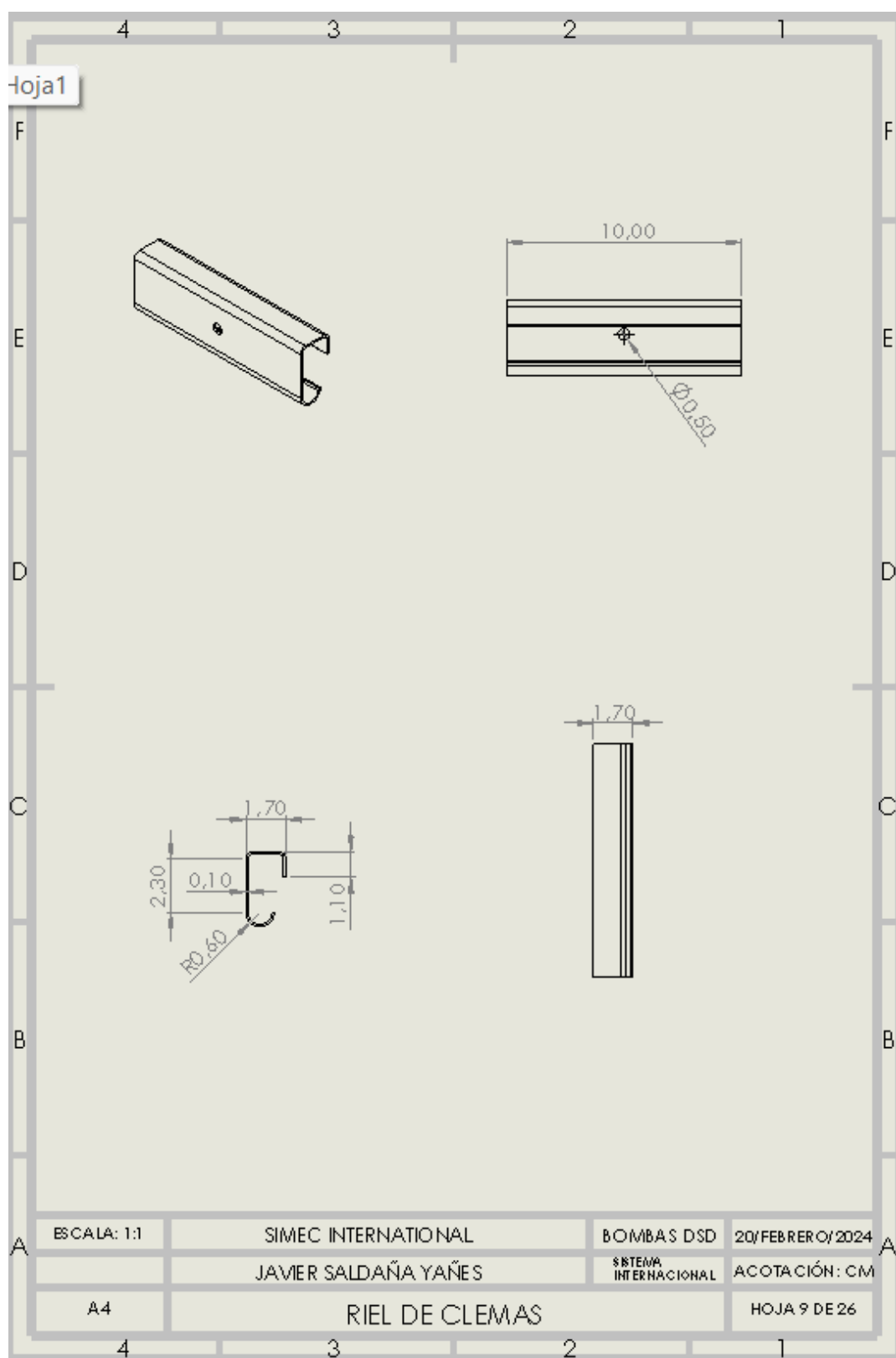


Ilustración 114. Diseño de riel DIN G

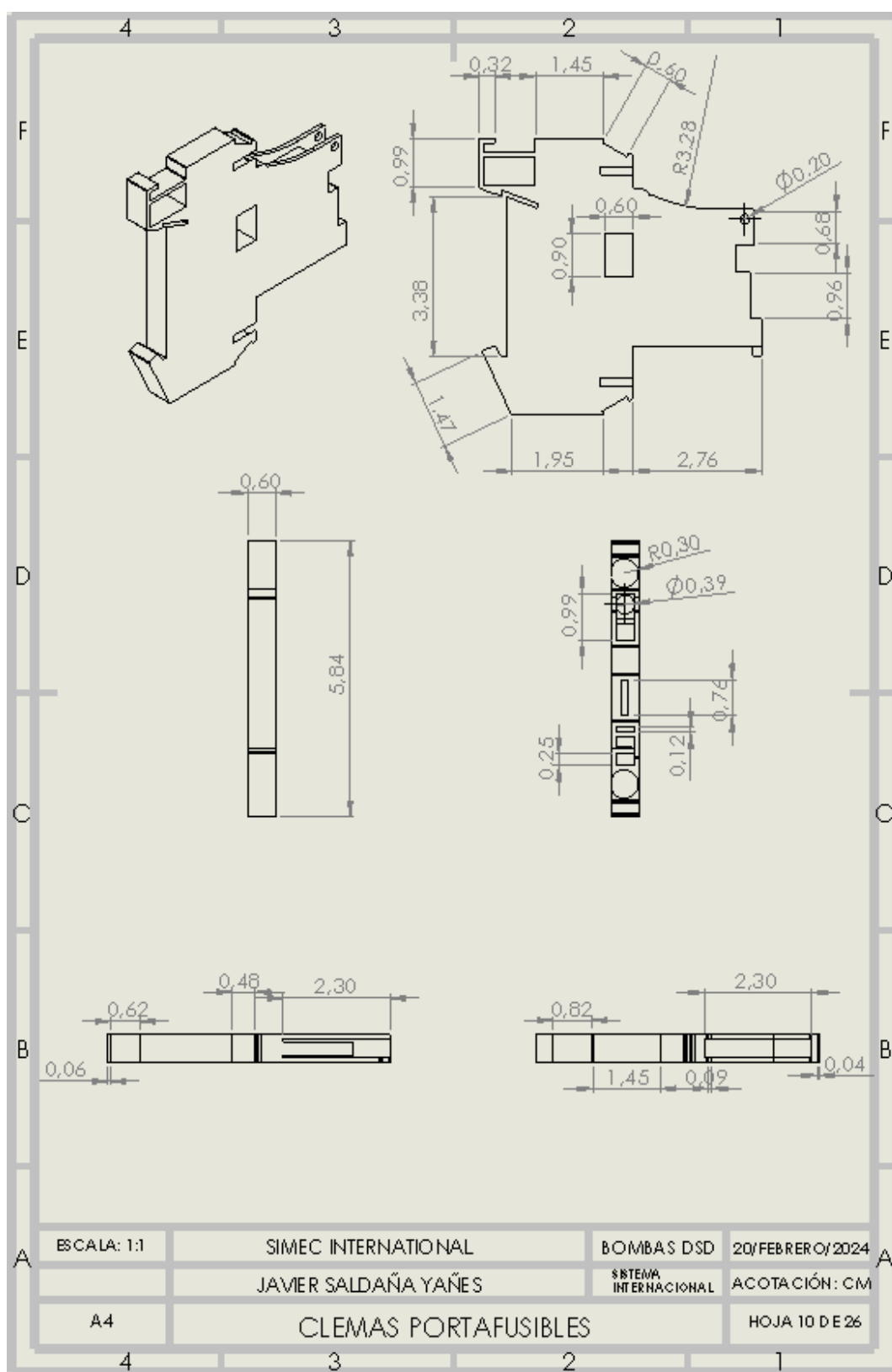


Ilustración 115. Diseño de clema porta fusible

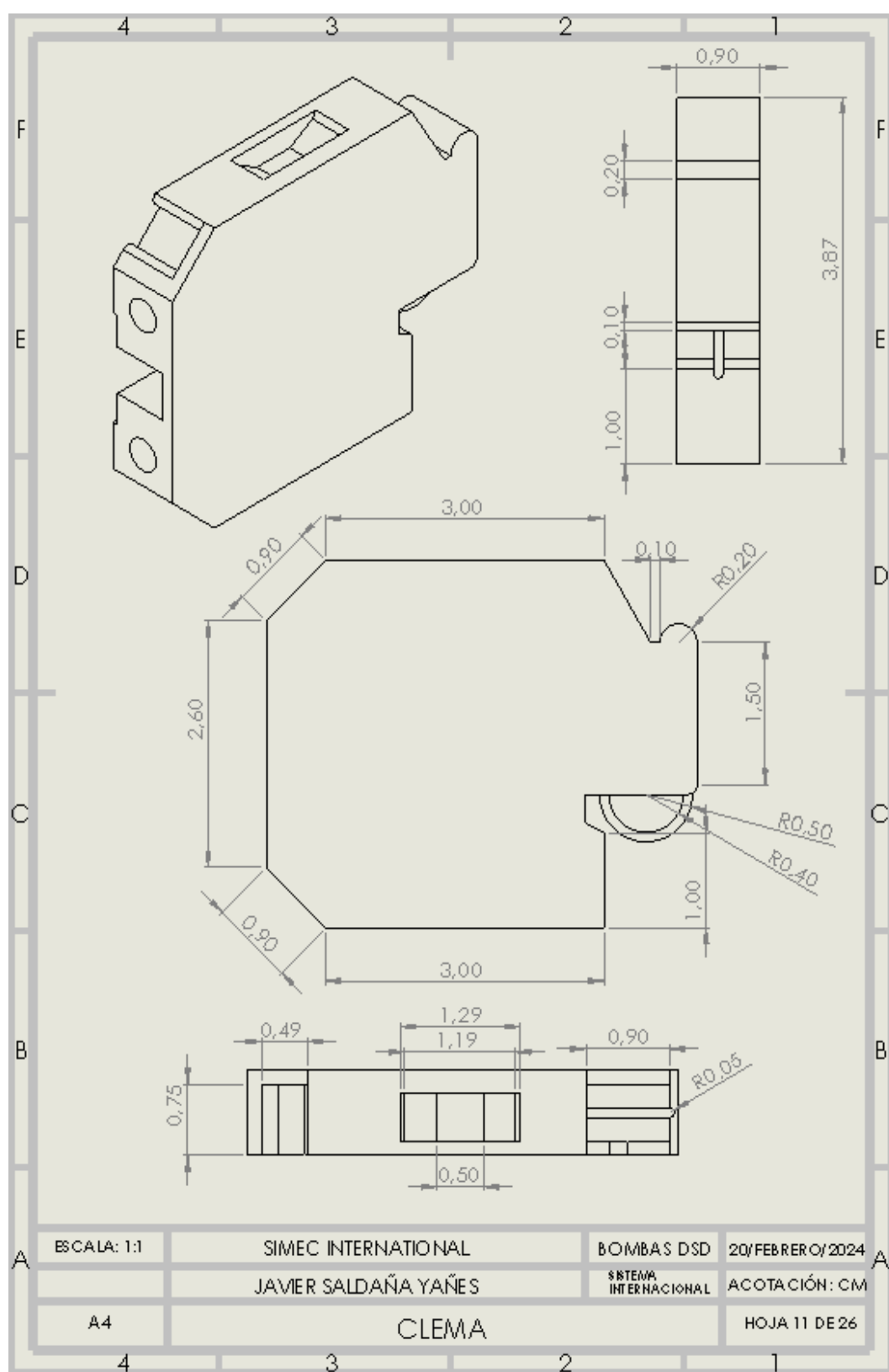


Ilustración 116. Diseño de clema de conexiones

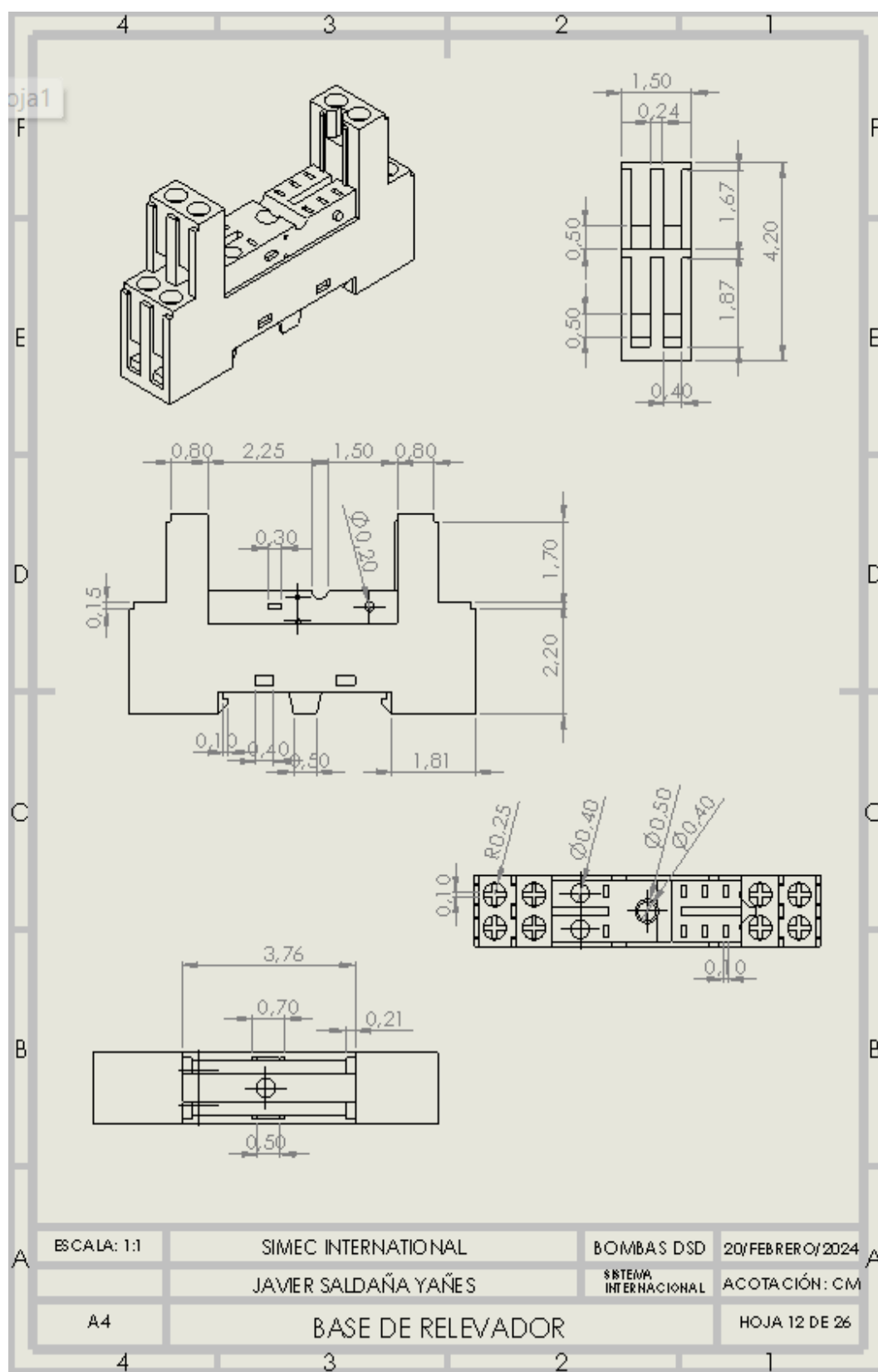


Ilustración 117. Diseño de base de relevador ABB

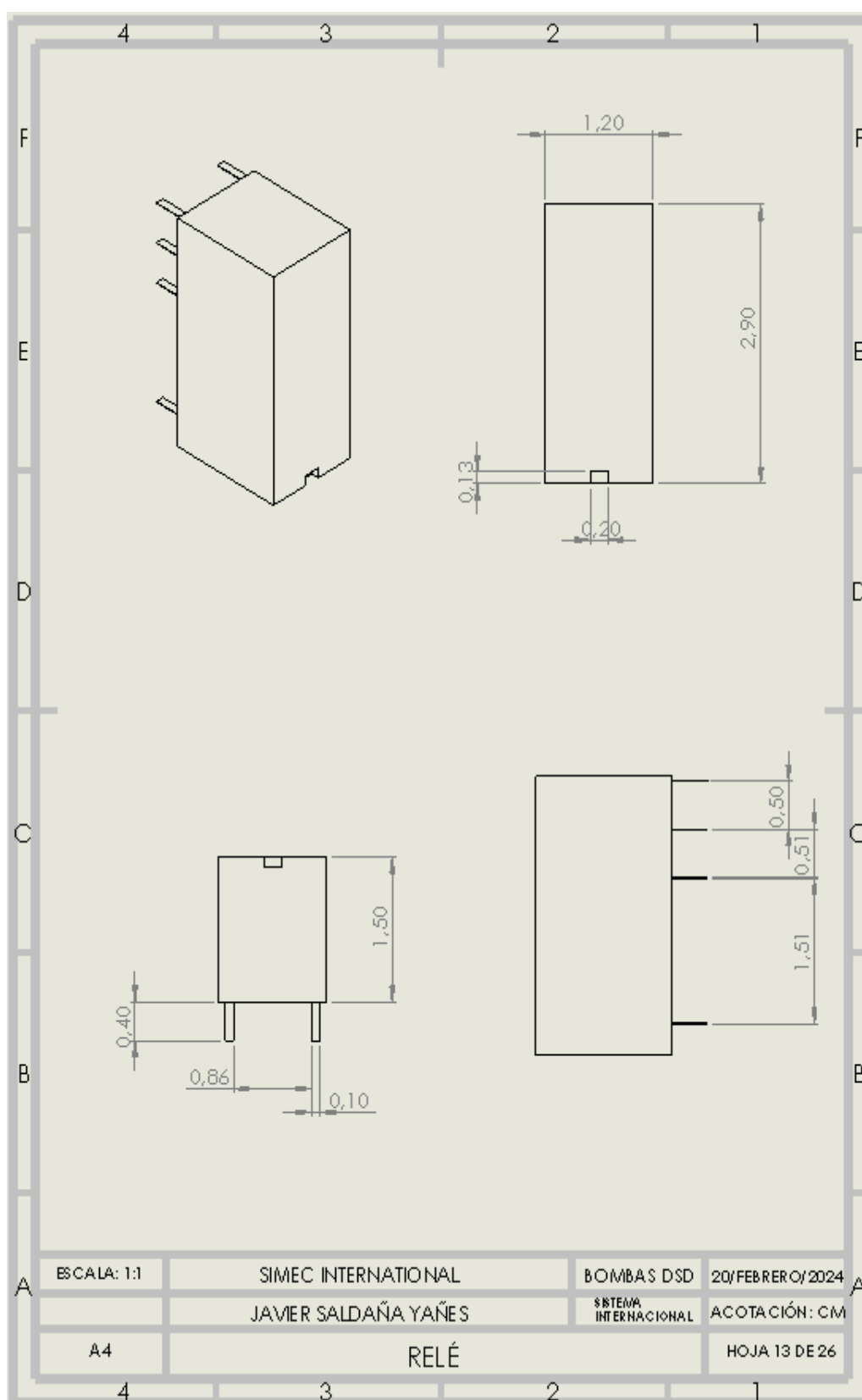


Ilustración 118. Diseño de relevador ABB

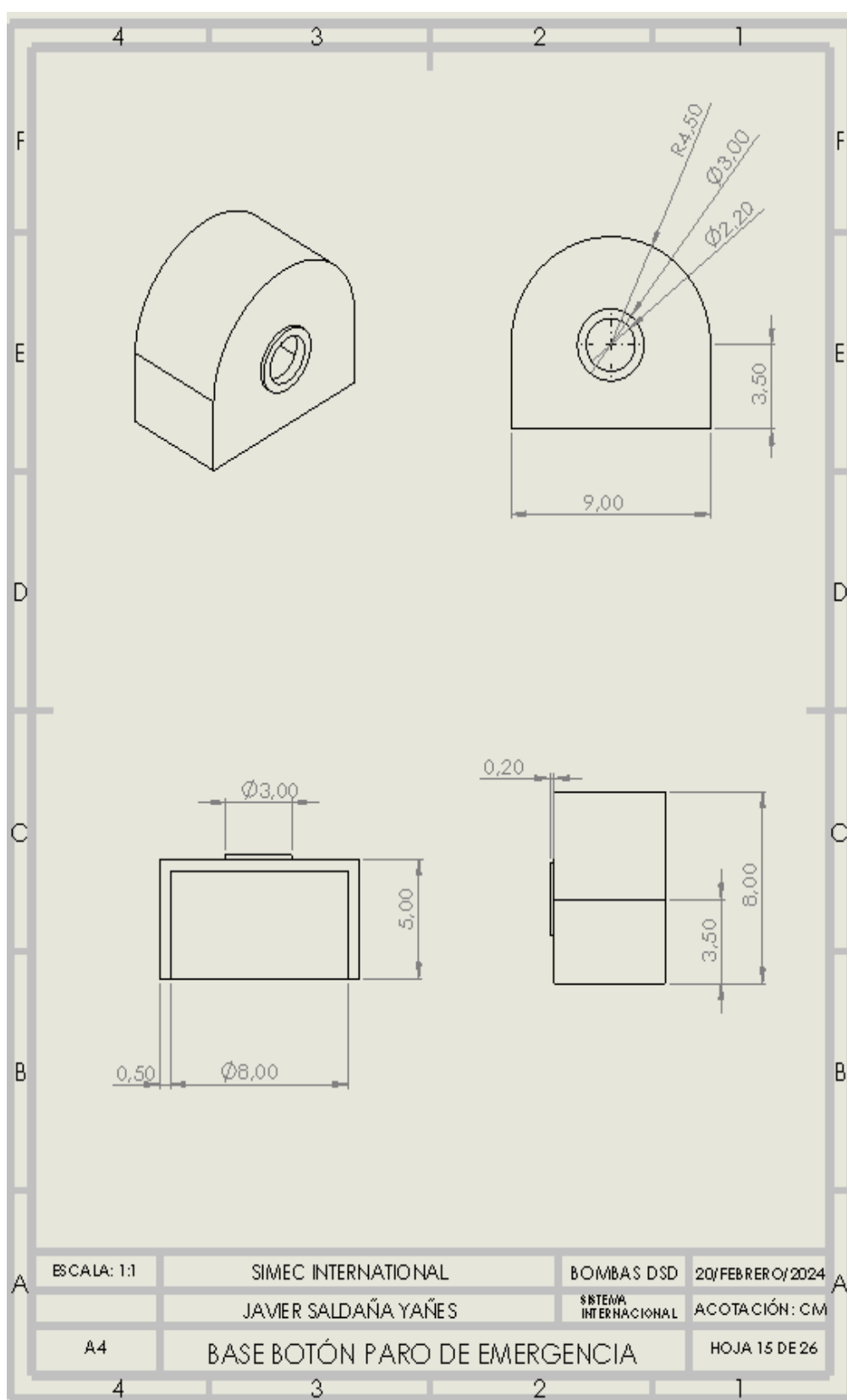


Ilustración 120. Diseño de base de botón de paro de emergencia

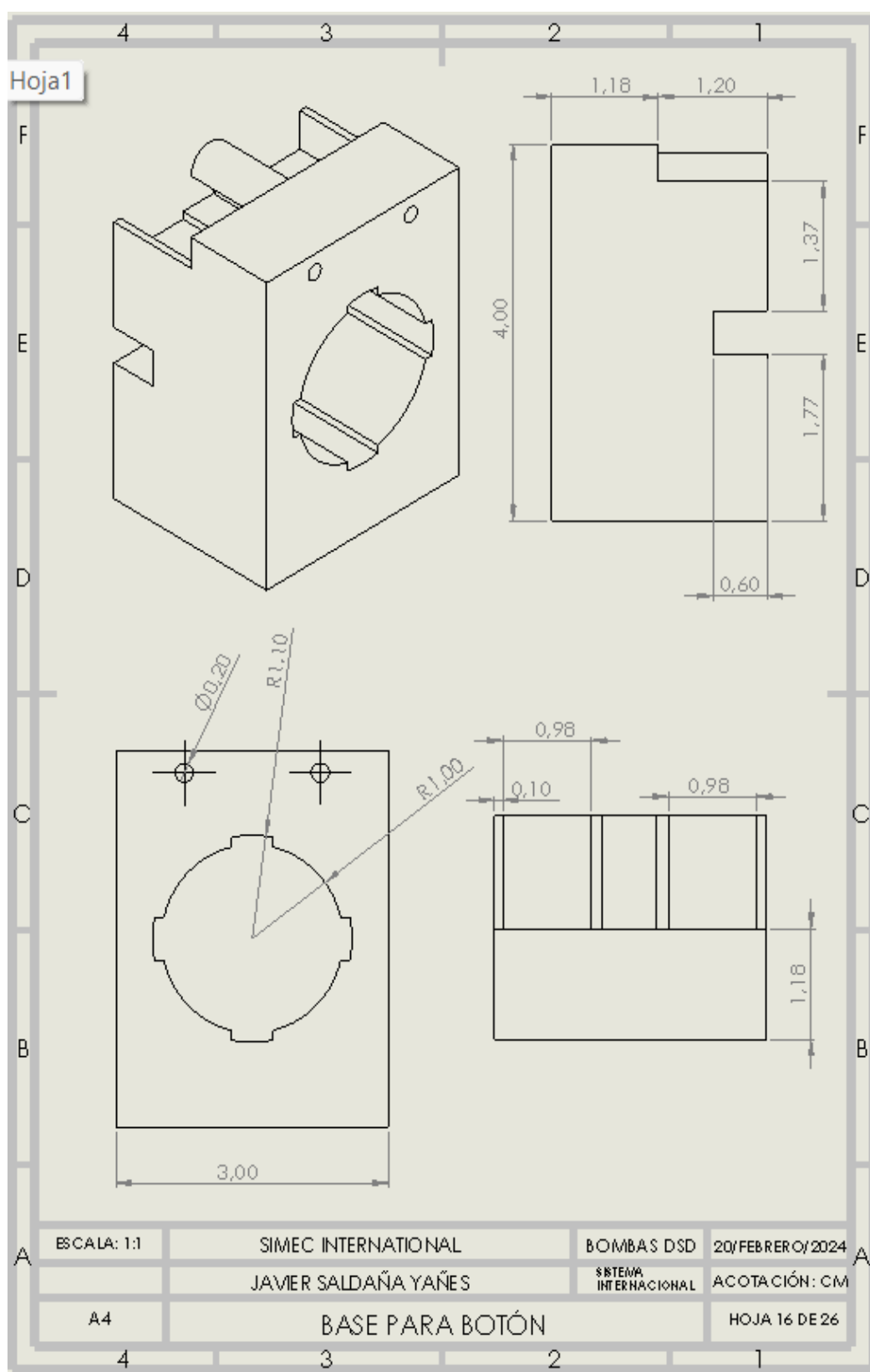


Ilustración 121. Diseño de base para botón

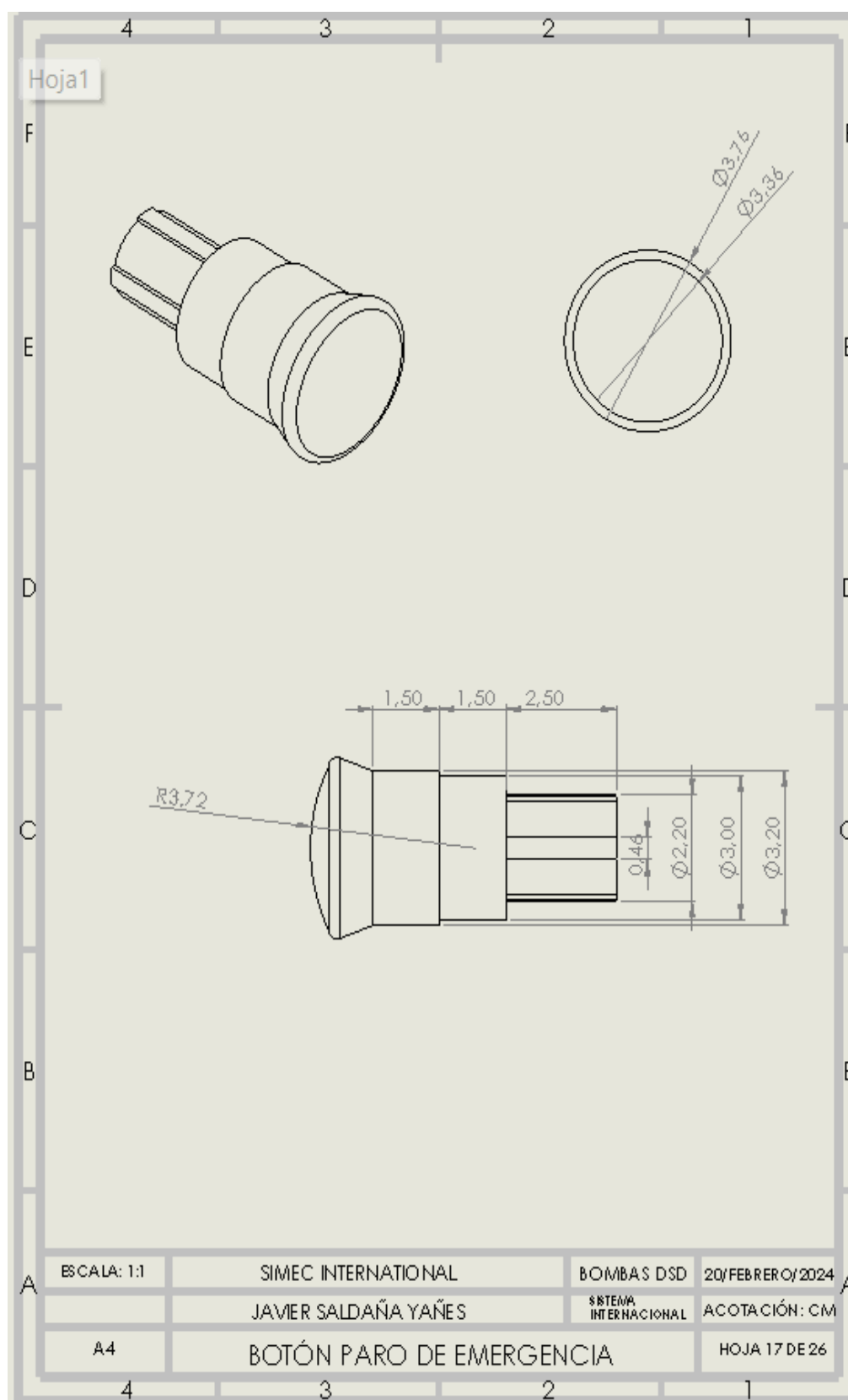


Ilustración 122. Diseño de botón de paro de emergencia

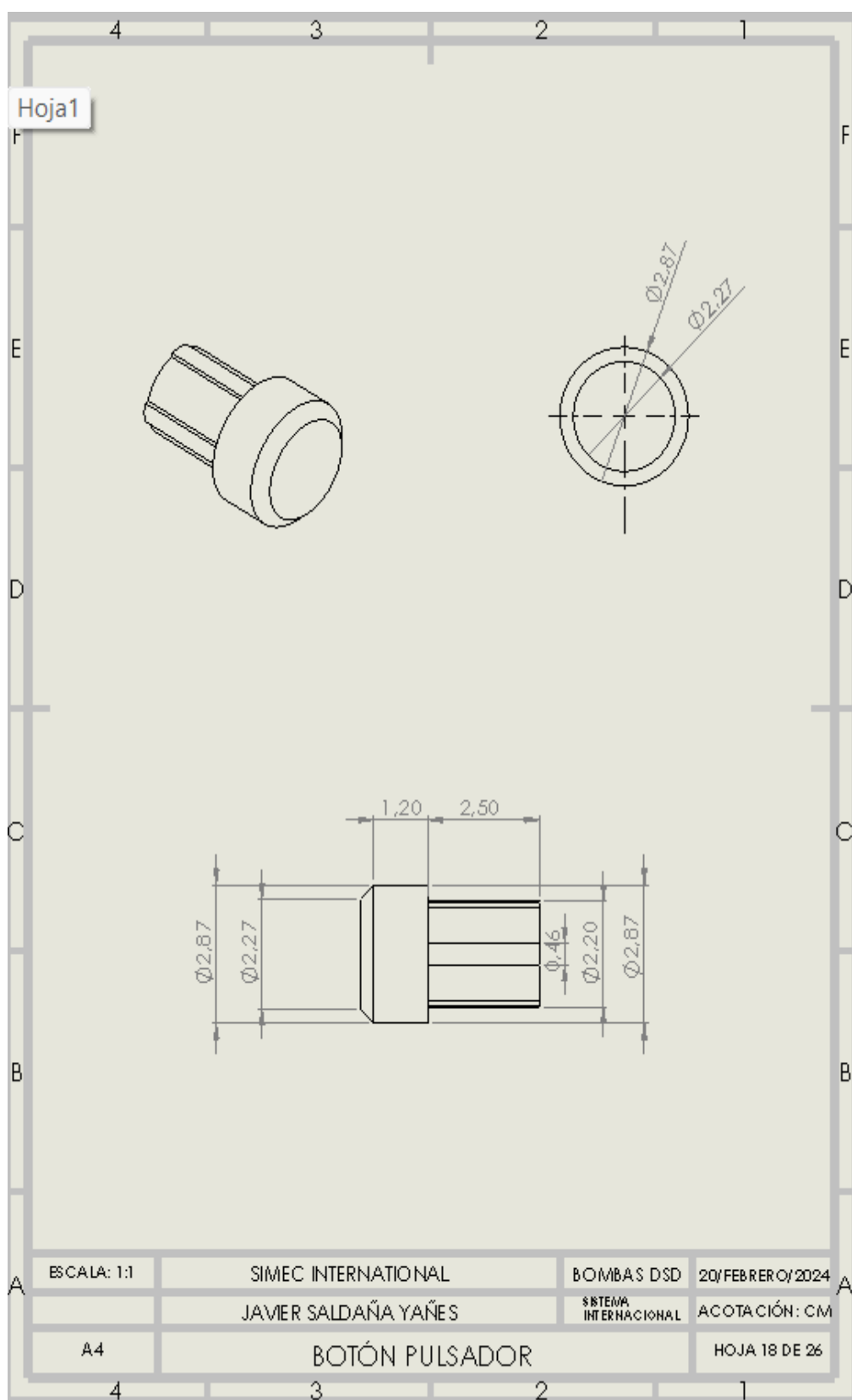


Ilustración 123. Diseño de botón pulsador

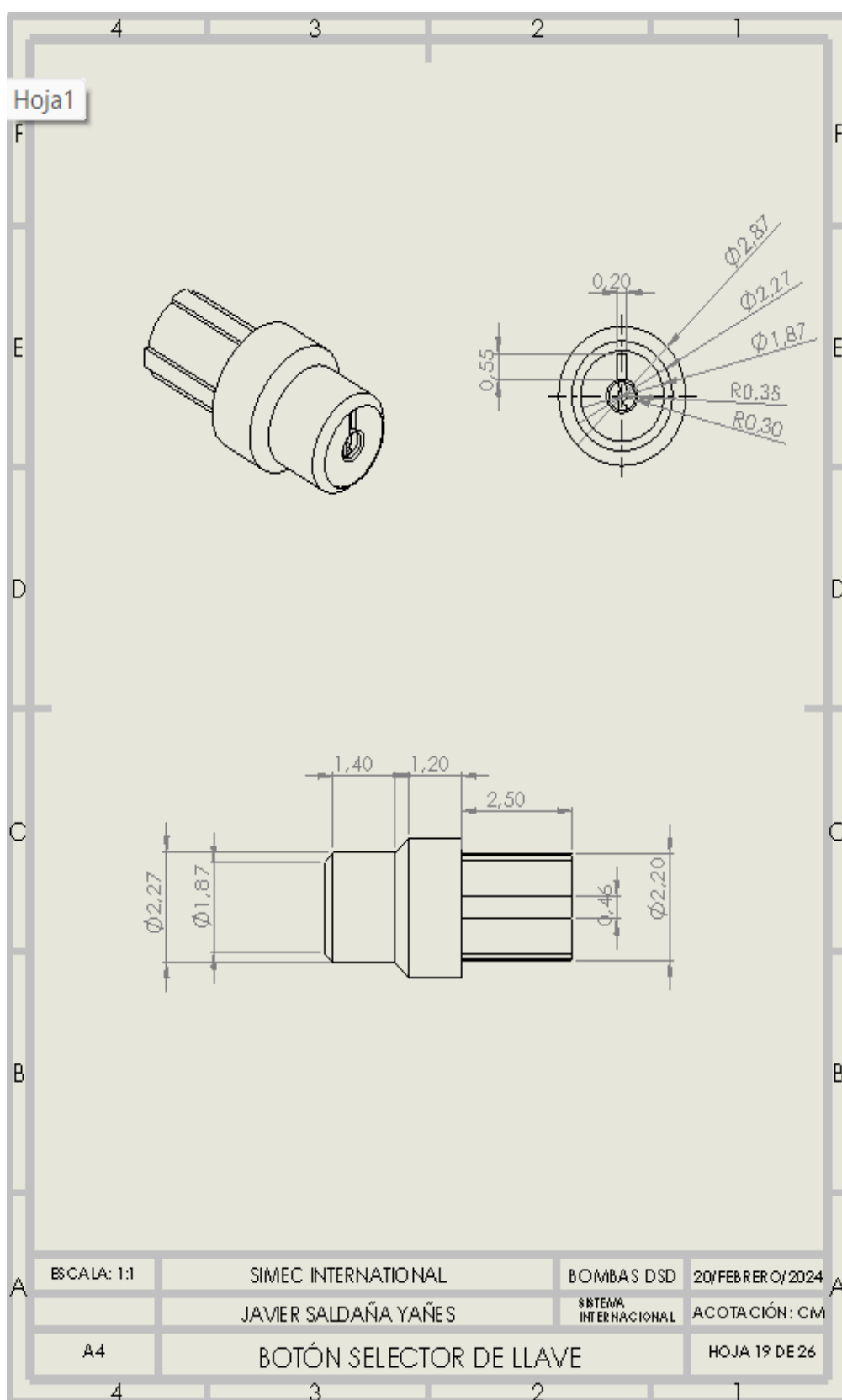


Ilustración 124. Diseño de selector de llave

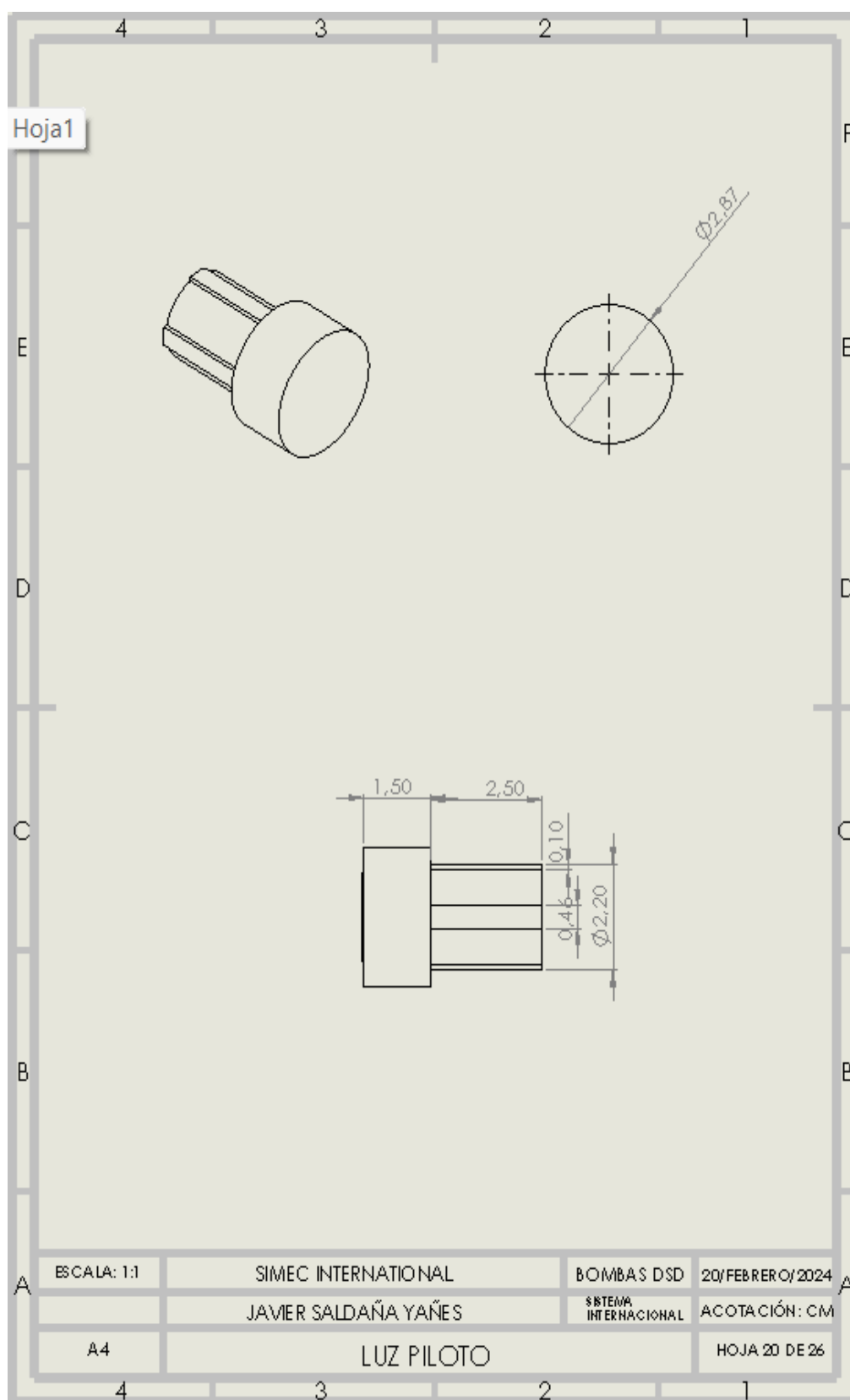


Ilustración 125. Diseño de luz piloto

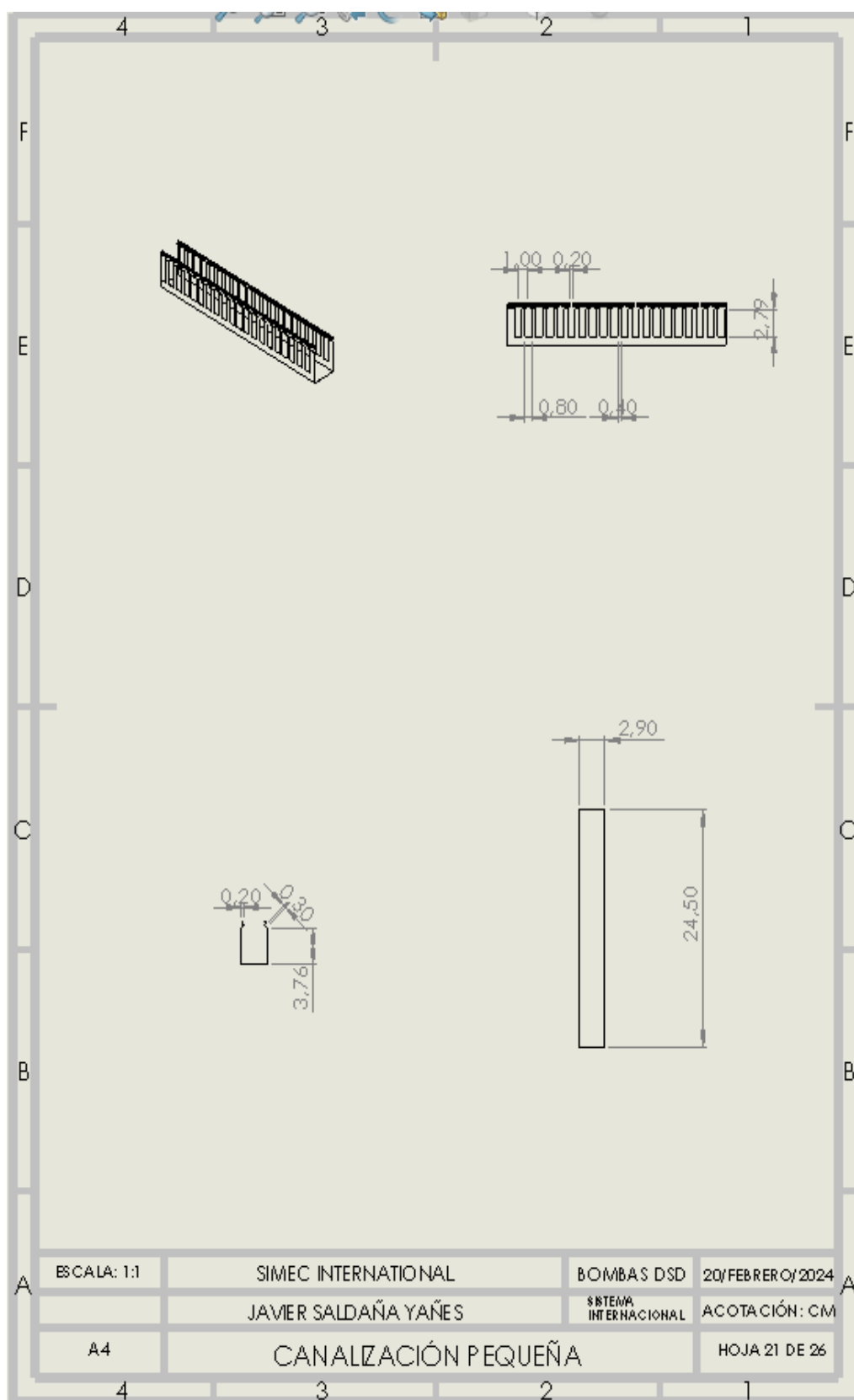


Ilustración 126. Diseño de canalización eléctrica pequeña

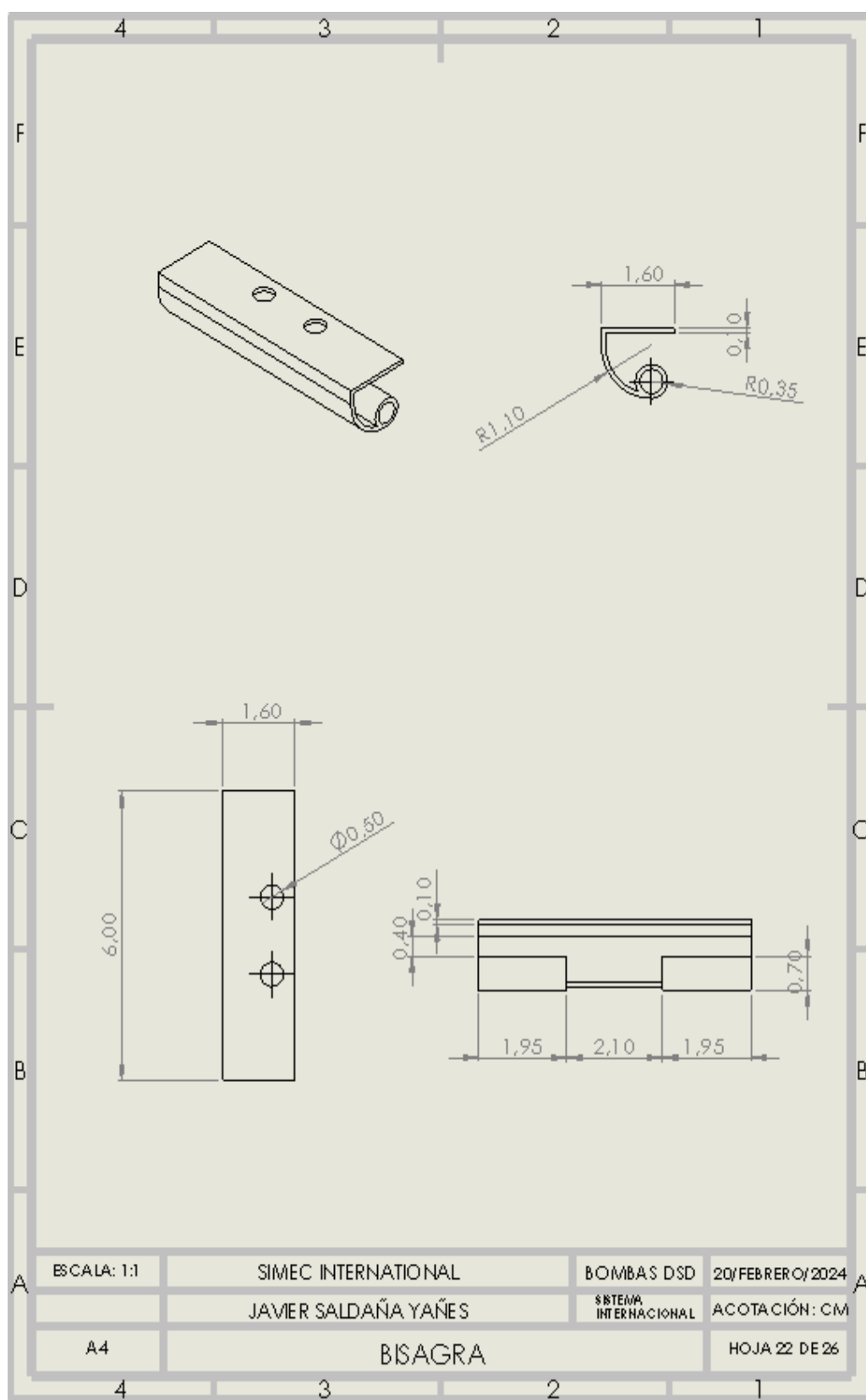


Ilustración 127. Diseño de bisagra de tablero

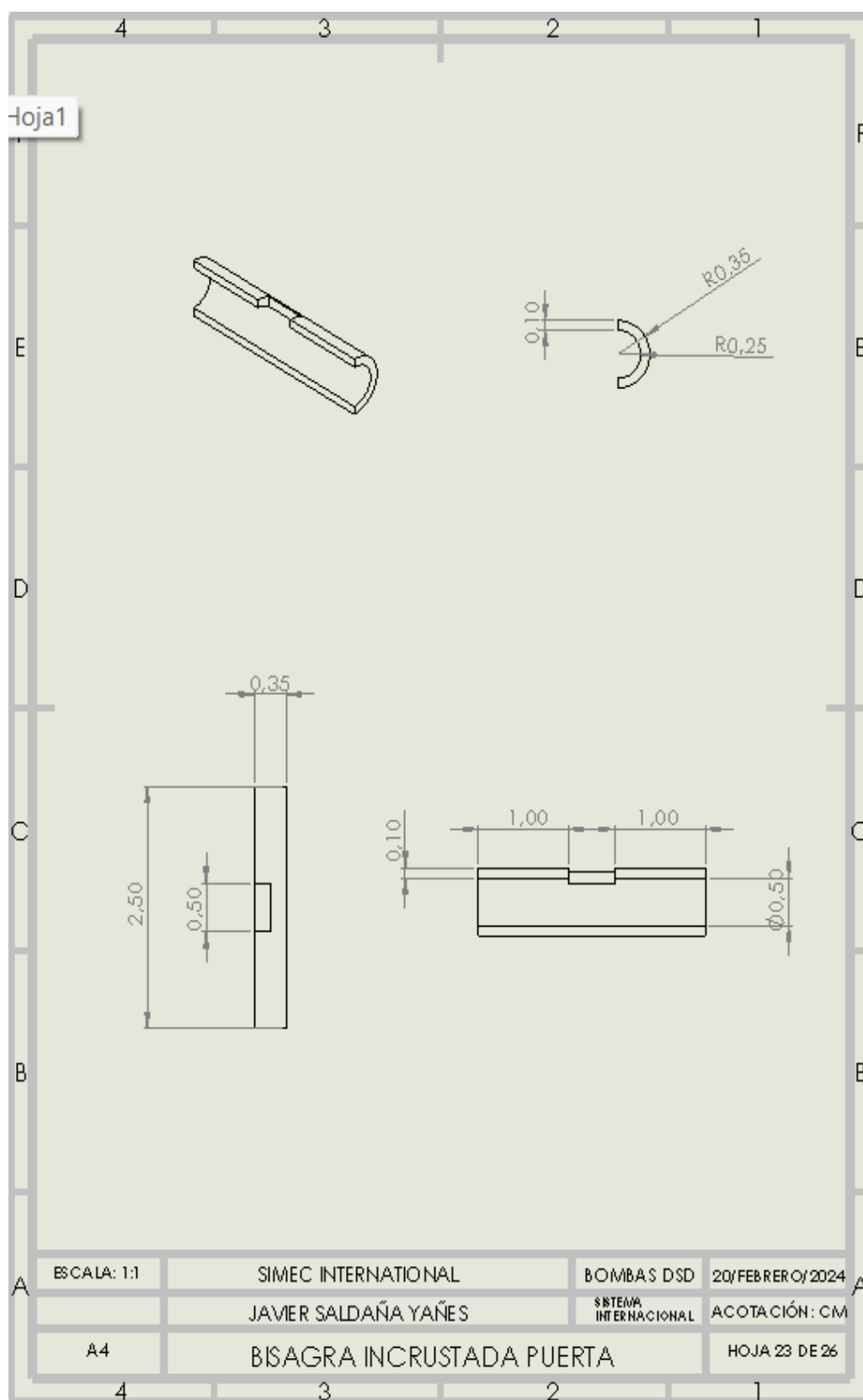


Ilustración 128. Diseño de bisagra incrustada en puerta

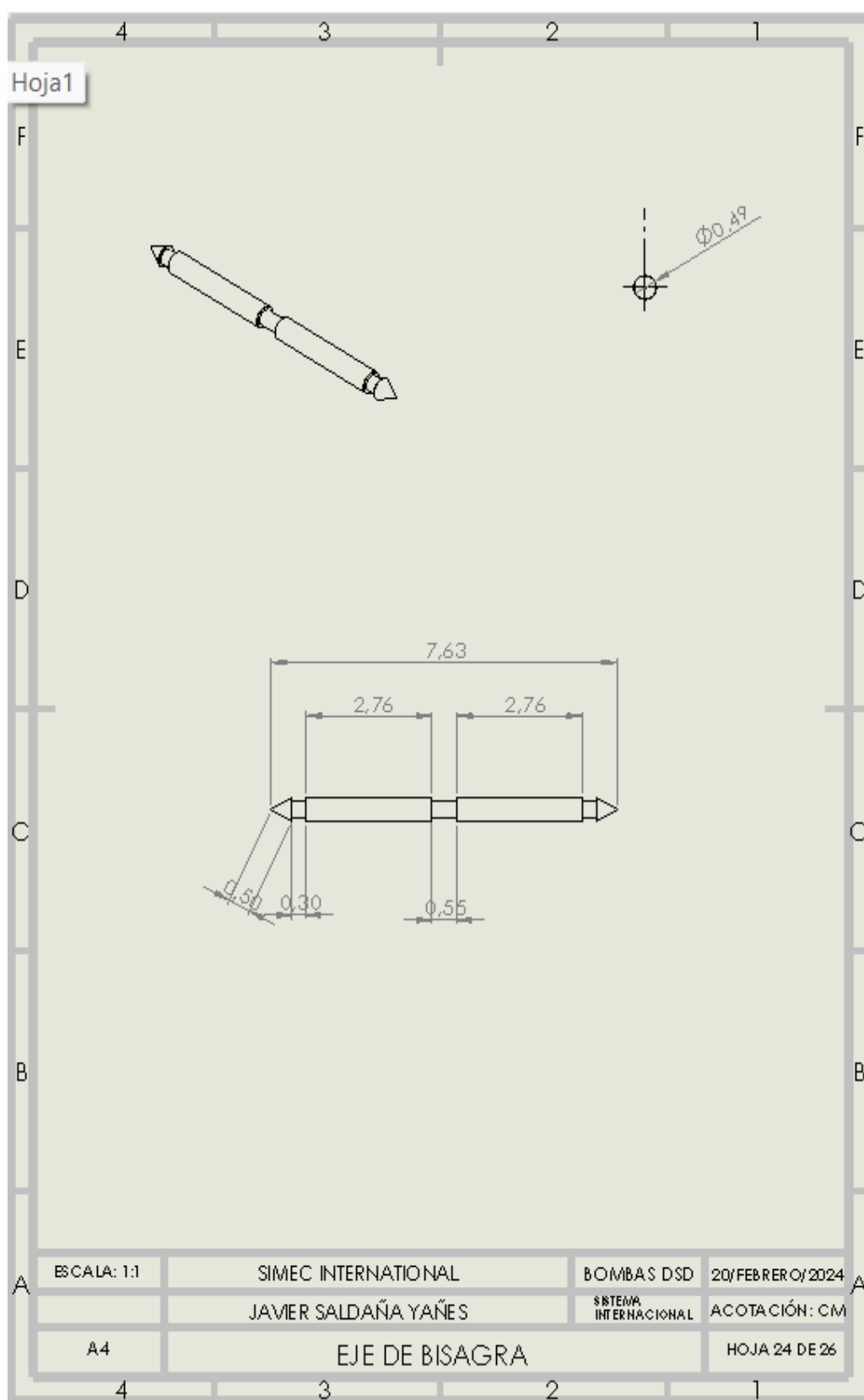


Ilustración 129. Diseño de eje de bisagra

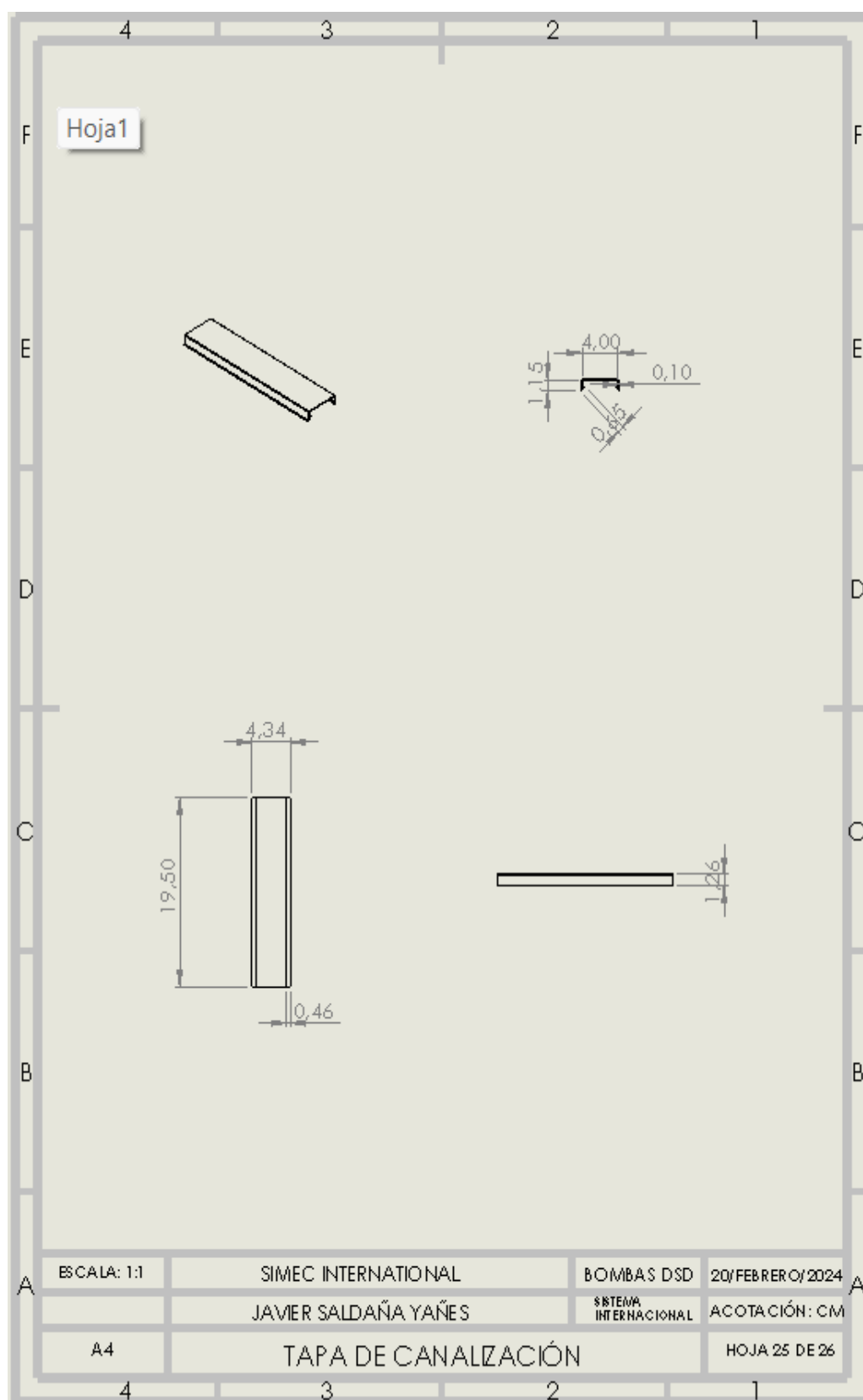


Ilustración 130. Diseño de tapa de canalización

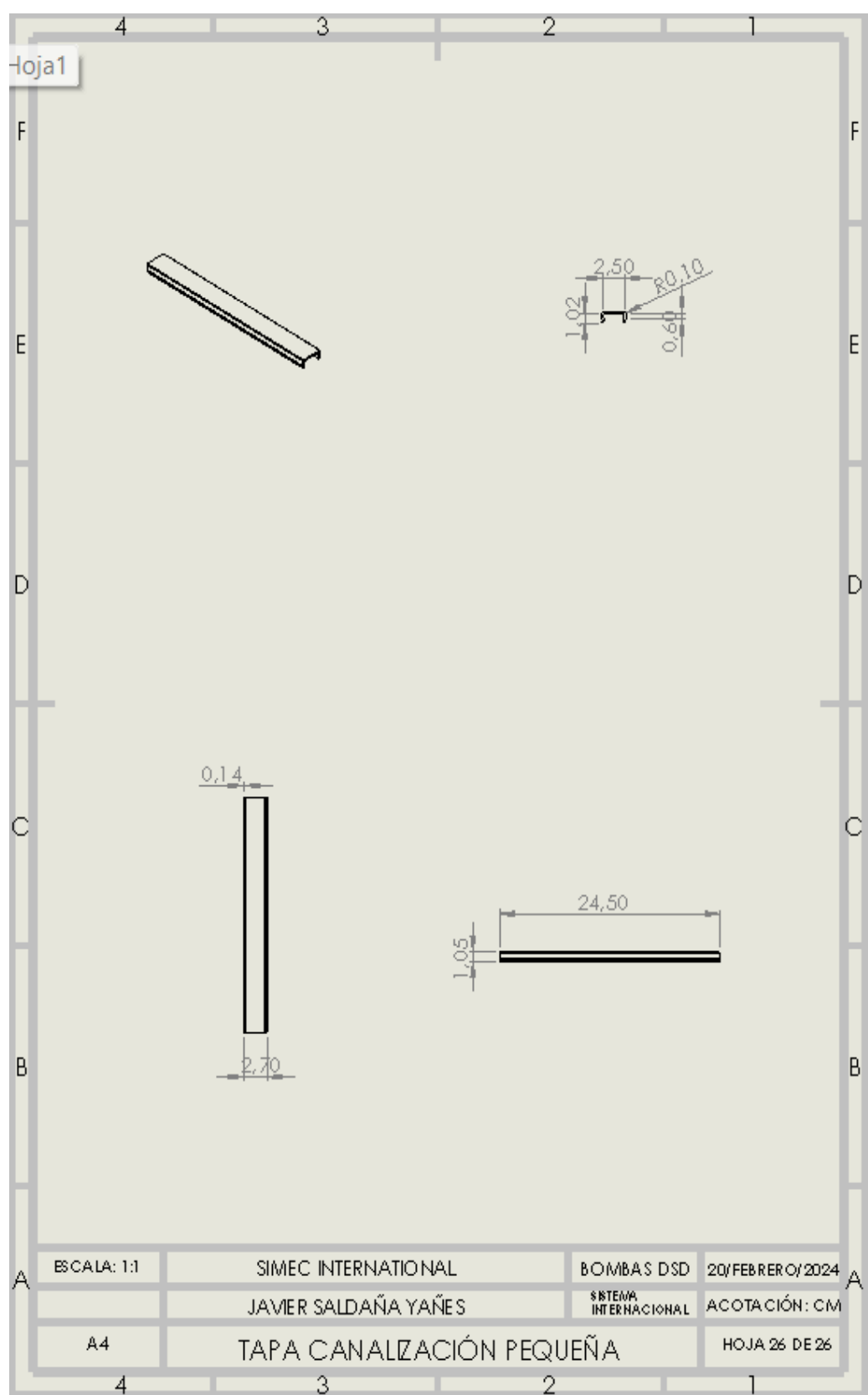


Ilustración 131. Diseño de tapa de canalización eléctrica pequeña

Todos los componentes mostrados anteriormente se contemplaron para el diseño del tablero de control manual y automático. Una vez que se tienen los componentes se realiza el ensamble general del tal manera que se visualizen e tablero eléctrico, ilustraciones 132-135:

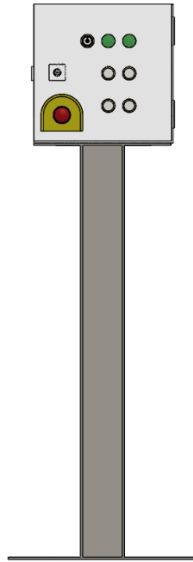


Ilustración 132. Vista frontal tablero eléctrico

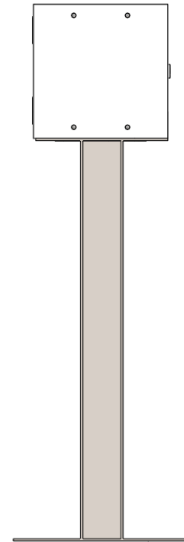


Ilustración 133. Vista trasera tablero eléctrico

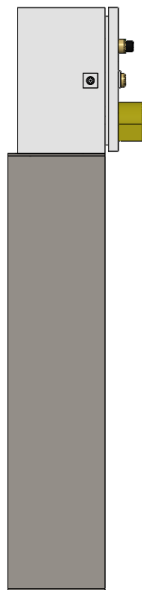


Ilustración 134. Vista lateral izquierda tablero

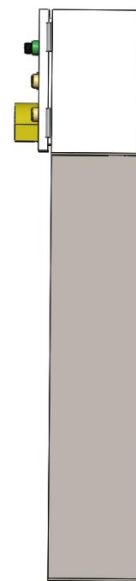


Ilustración 135. Vista lateral derecha tablero

- Identificación de componentes que conforman el tablero de control eléctrico, ilustraciones 136 y 137:

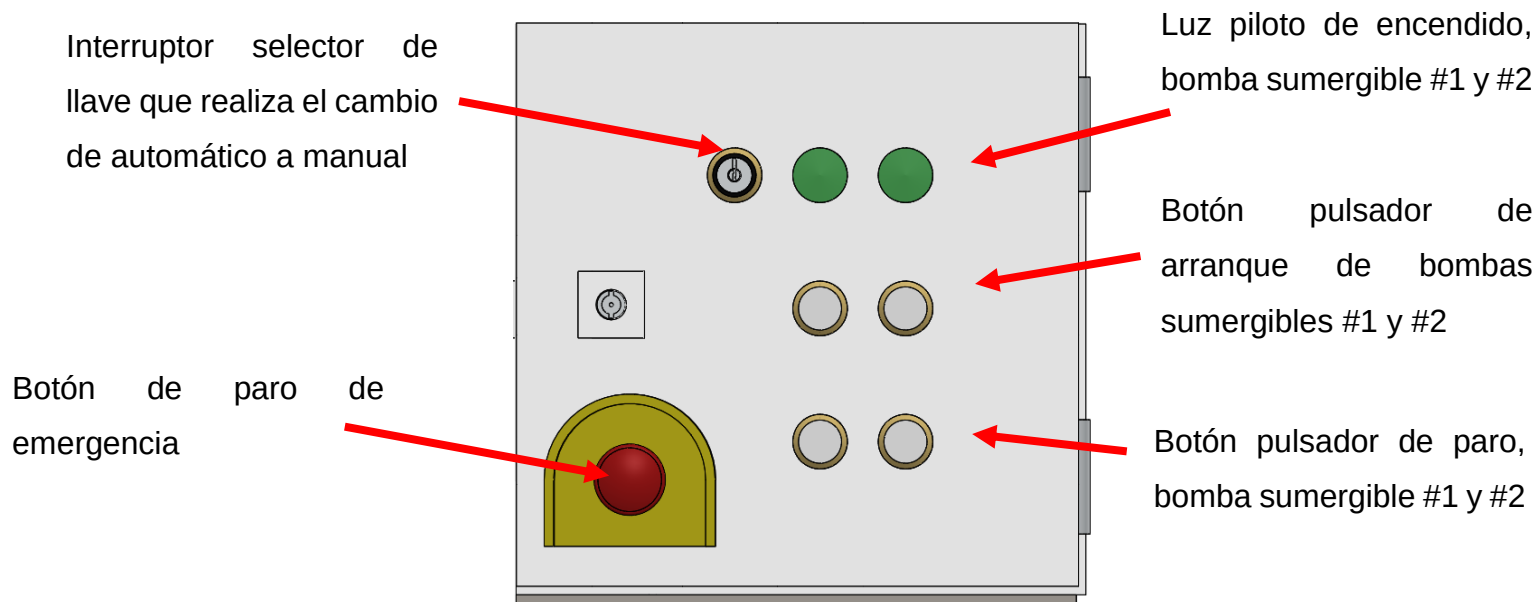


Ilustración 136. Identificación de componentes de tablero eléctrico 1

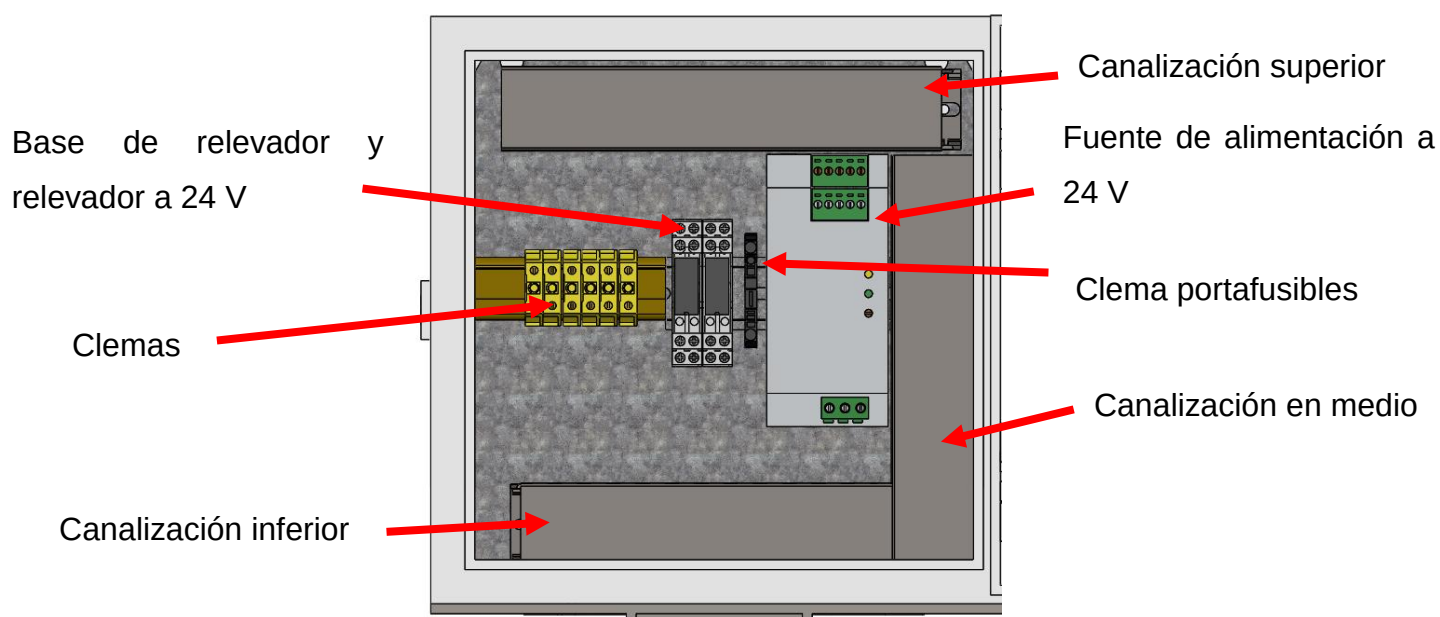


Ilustración 137. Identificación de componentes de tablero eléctrico 2

3.3.5 DISEÑO DE LA PROGRAMACIÓN DEL CONTROL MANUAL Y AUTOMÁTICO EMPLEANDO EL SOFTWARE SIMATIC STEP 7 V5.6

De acuerdo a las necesidades que se presentaron anteriormente se planteo y aplico la siguiente programación en la cual primero se establece para la bomba sumergible #1, ilustración 138:

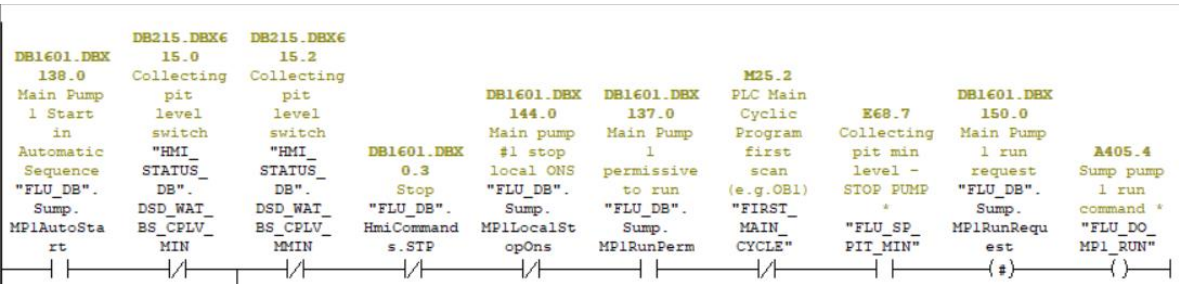


Ilustración 138. Primera parte de programación bomba 1

En esta primera parte de la programación se tiene lo siguiente: Arranque automático de la bomba principal 1 en secuencia automática **I38.0**, ilustración 139:

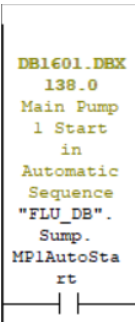


Ilustración 139. Secuencia automática

Interruptor de nivel de foso colector **I5.0 (mínimo)**, ilustración 140:

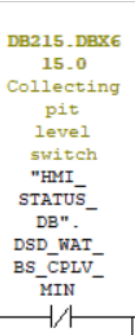


Ilustración 140. Nivel mínimo

Interruptor de nivel de foso colector **I5.2 (mínimo – mínimo)**, ilustración 141:

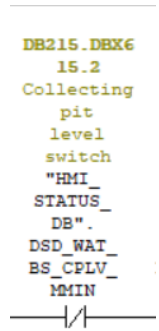


Ilustración 141. Nivel mínimo - mínimo

Stop, ilustración 142:



Ilustración 142. Stop

Bomba principal 1 parada local ONS **I44.0**, ilustración 143:

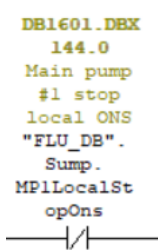


Ilustración 143. Parada local

Bomba principal 1 permisiva para funcionar **I37.0**, ilustración 144:

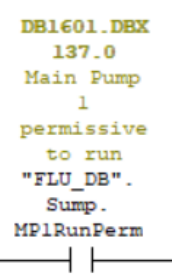


Ilustración 144. Permisivo de bomba

Primer escaneo del programa cíclico principal del PLC **M25.2**, ilustración 145:

```
M25.2
PLC Main
Cyclic
Program
first
scan
(e.g.OB1)
"FIRST_
MAIN_
CYCLE"
—|/|—
```

Ilustración 145. Primer escaneo

Nivel principal del pozo de recolección - parada de carrera **E68.7**, ilustración 146:

```
E68.7
Collecting
pit min
level -
STOP PUMP
*
"FLU_SP_
PIT_MIN"
—| |—
```

Ilustración 146. Parada de carrera

Bomba principal 1 solicitud de funcionamiento **I50.0**, ilustración 147:

```
DB1601.DBX
I50.0
Main Pump
l run
request
"FLU_DB".
Sump.
MPIRunRequ
est
—{#}—
```

Ilustración 147. Request

Comando de ejecución de la bomba de suma 1, ilustración 148:

```
A405.4
Sump pump
l run
command *
"FLU_DO_
MPI_RUN"
—{ }—|
```

Ilustración 148. Ejecución de bomba

Como segunda parte de la programación se implementan los mandos que accionaran a la bomba sumergible #1, ilustración 149 y 150:

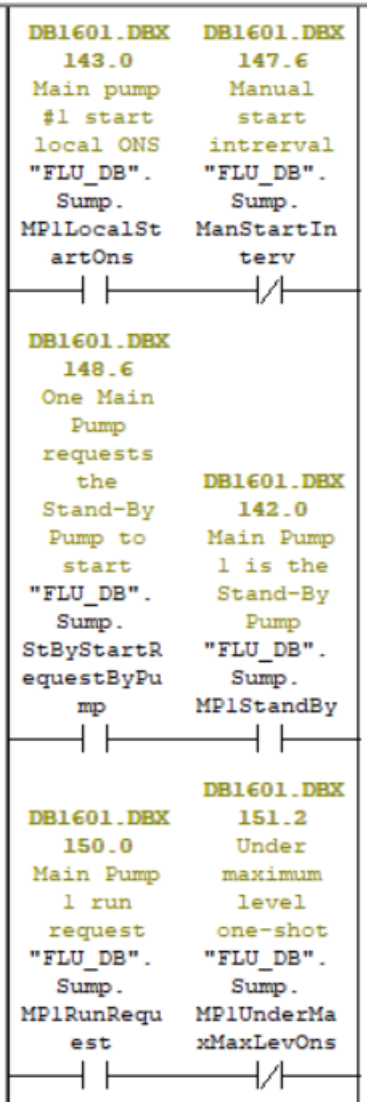
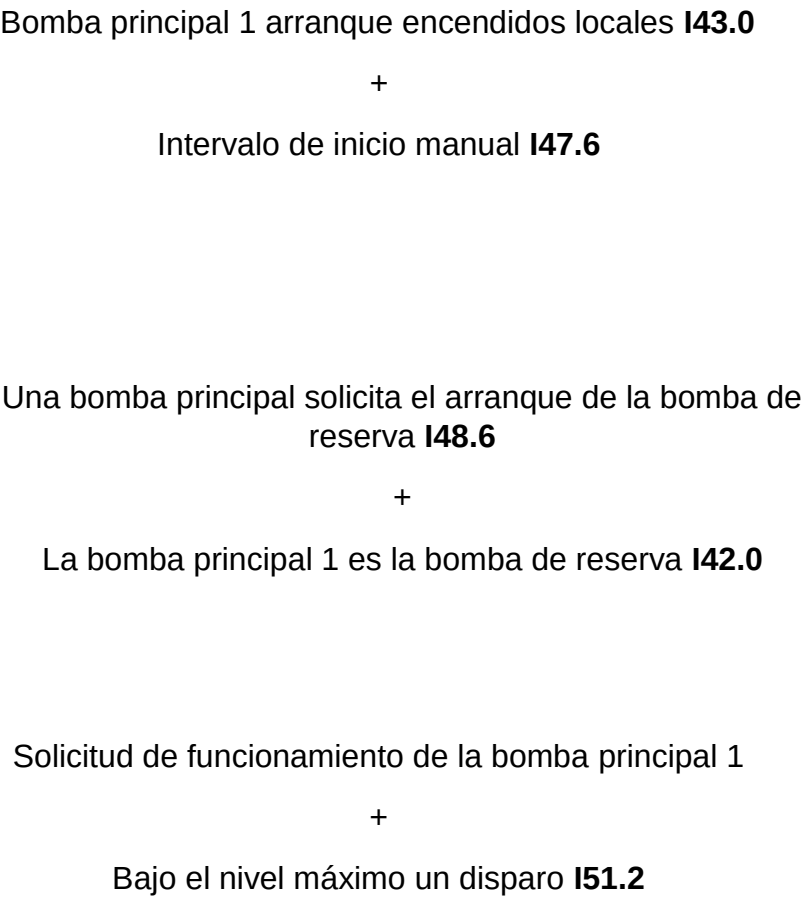


Ilustración 149. Mandos de bomba 1



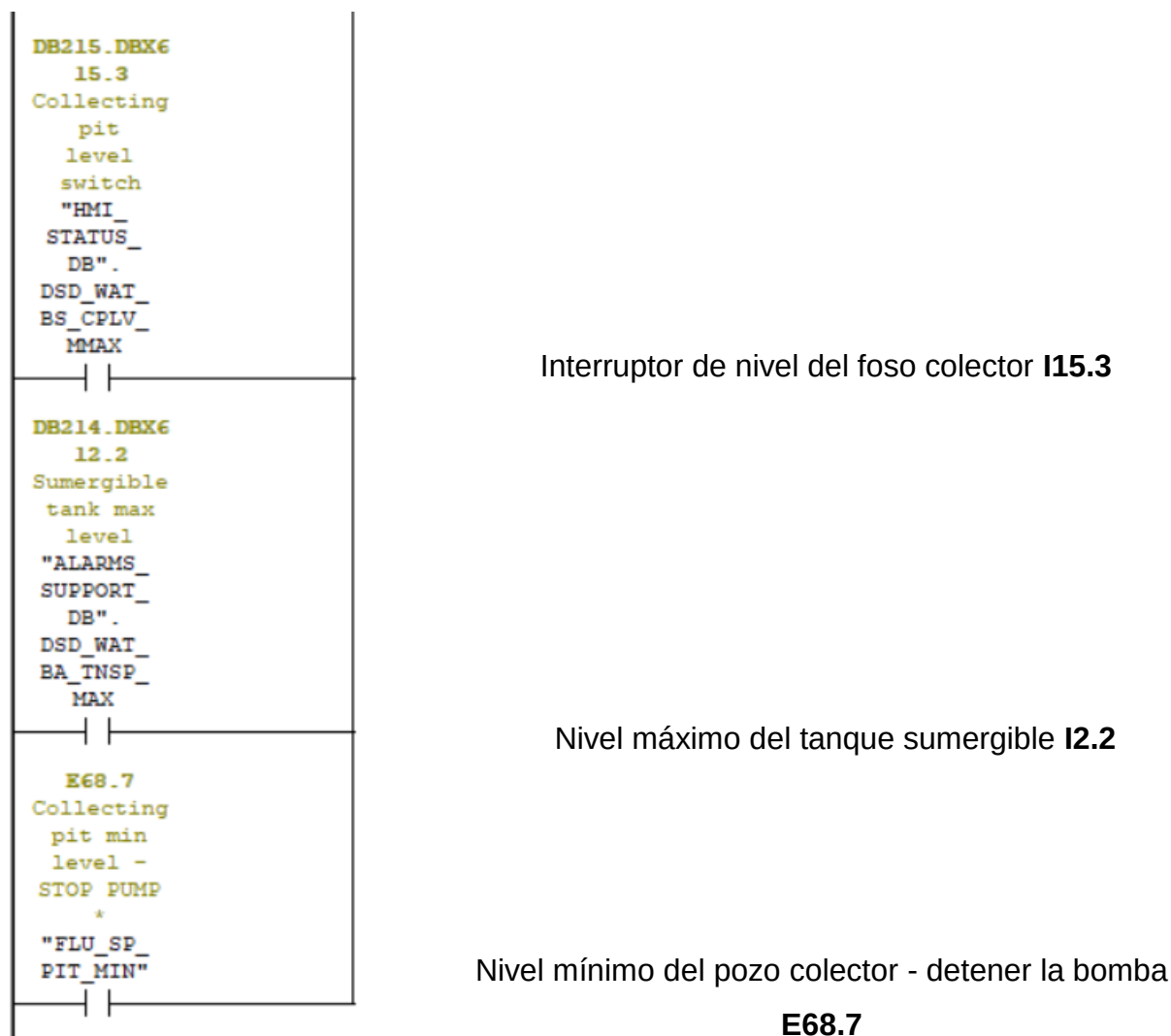


Ilustración 150. Continuación de mandos

La anterior programación se desprende de permisos que deben tenerse en cuenta para el accionamiento de la bomba sumergible #1. Estos permisos fueron propuestos por el área de automatización ya que en la mayoría de los procesos automatizados que se tienen en Simec International existen permisos que son necesarios para garantizar un correcto funcionamiento de los equipos.

A continuación, se muestran los permisos para la bomba sumergible #1:

Permisivo #1, ilustración 151-153:

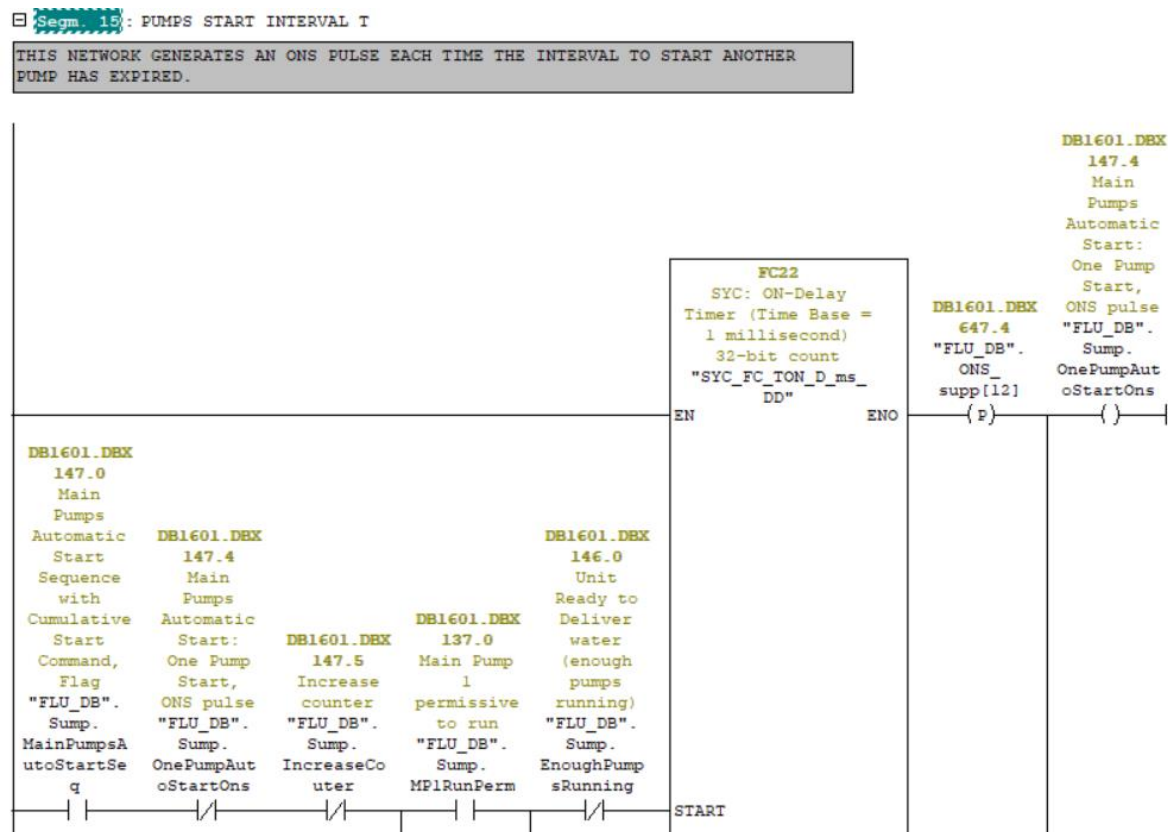


Ilustración 151. Permisivo 1

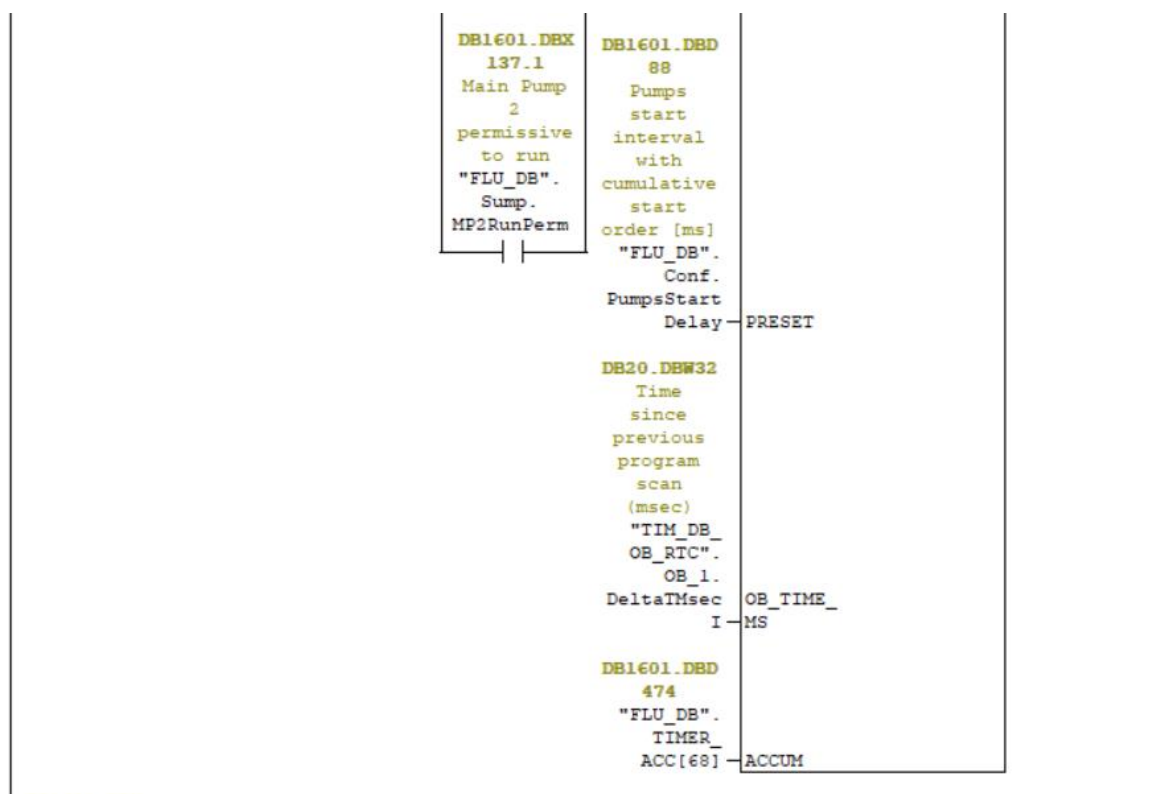


Ilustración 152. Continuación de permisivo 1



Ilustración 153. Continuación de permisivo 1.1

Permisivo #2, ilustración 154-156:

Segm. 16: PUMPS START SCAN, COUNTER

THIS NETWORK USES A COUNTER TO DETERMINE WHICH ONE OF THE PUMPS WILL START WITH EACH ONS PULSE FROM PREVIOUS NETWORK.

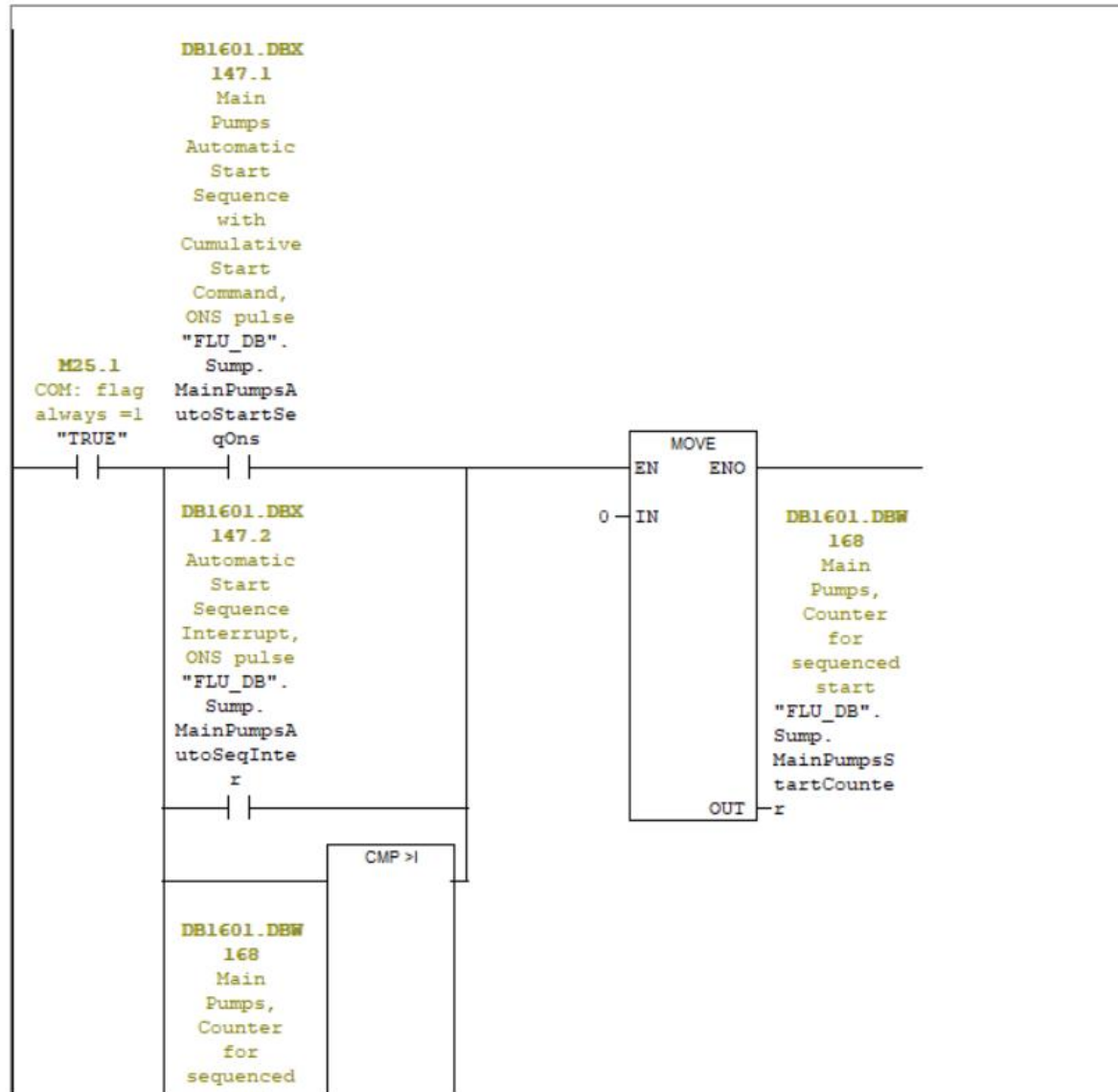


Ilustración 154. Permisivo 2

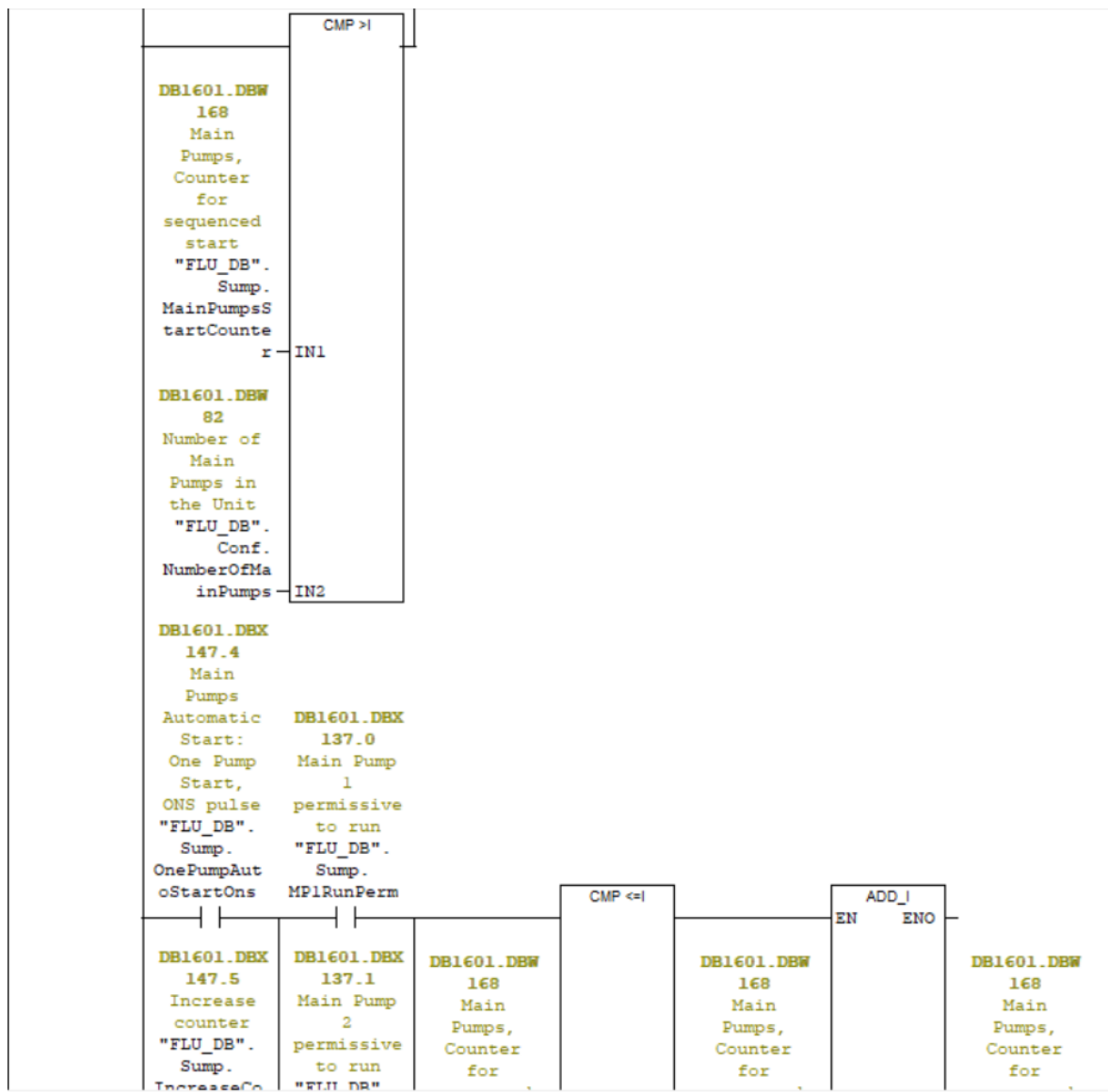


Ilustración 155. Continuación de permisivo 2

Permisivo #3, ilustración 157-160:

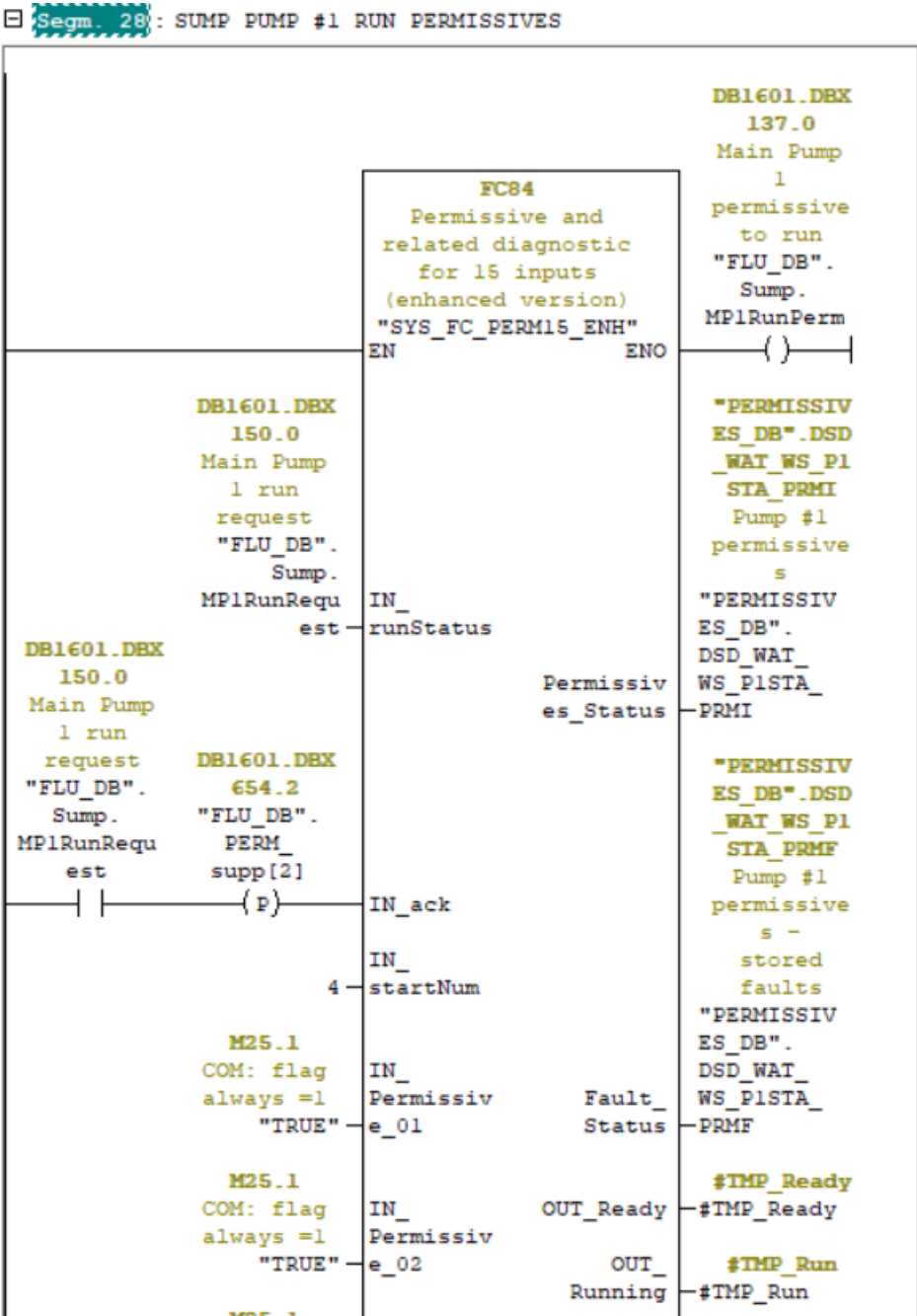


Ilustración 157. Permisivo 3

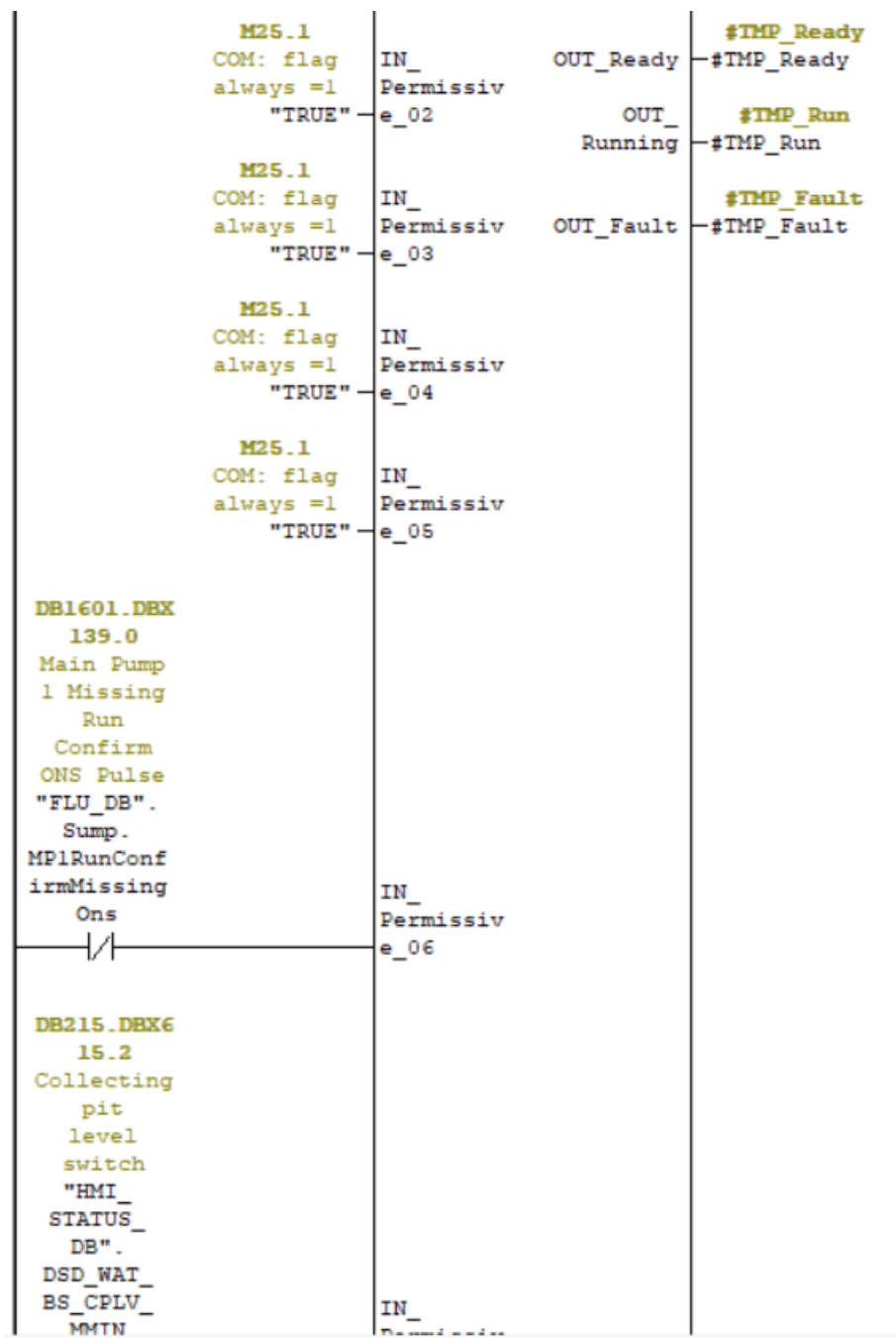


Ilustración 158. Continuación de permisivo 3

DB215.DBX6 15.2 Collecting pit level switch "HMI_ STATUS_ DB". DSD_WAT_ BS_CPLV_ MMIN 	IN_ Permissiv e_07
DB1601.DBX 145.4 Sump pump #1 delivery water min pressure "FLU_DB". Sump. DelWatMinP ressSP1 	IN_ Permissiv e_08
DB215.DBX6 12.0 Sumergible Pump #1 motor "HMI_ STATUS_ DB". DSD_WAT_ BS_P1_FLT 	IN_ Permissiv e_09
M25.1 COM: flag always =1 "TRUE" M25.1 -----	IN_ Permissiv e_10

Ilustración 159. Continuación de permisivo 3.1

DelWatMinP ressSP1	IN_ Permissiv e_08
DB215.DBX6 12.0 Sumergible Pump #1 motor "HMI_ STATUS_ DB". DSD_WAT_ BS_P1_FLT	IN_ Permissiv e_09
M25.1 COM: flag always =1 "TRUE"	IN_ Permissiv e_10
M25.1 COM: flag always =1 "TRUE"	IN_ Permissiv e_11
M25.1 COM: flag always =1 "TRUE"	IN_ Permissiv e_12
M25.1 COM: flag always =1 "TRUE"	IN_ Permissiv e_13
M25.1 COM: flag always =1 "TRUE"	IN_ Permissiv e_14
M25.1 COM: flag always =1 "TRUE"	IN_ Permissiv e_15

Ilustración 160. Continuación permisivo 3.2

Por tanto, para la bomba sumergible #1 tenemos lo siguiente:

CONDICIONES DE ARRANQUE:

1. Que no esté activo el mínimo – mínimo.
2. Que no tenga el mando de paro desde el HMI.
3. Que no tenga el mando “parar” desde local.
4. Que tenga permisivos de arranque.
5. Que el PLC haya hecho su primer escaneo.
6. Que tenga activo el sensor de mínimo.

PERMISIVOS QUE DEBE CUMPLIR:

1. Que la bomba no haya perdido la confirmación de arranque.
2. Que el sensor mínimo – mínimo no este activo.
3. Que no tenga presión mínima de suministro (agua).
4. Que no este tripeado el guardamotor de la bomba MCS.

MANDOS:

1. Mando de secuencia en automático + que no este activo el sensor de mínimo.
2. Mando local encendido + Intervalo mínimo de arranque entre las bombas.
3. Que le llegue la solicitud de bomba en espera + que la bomba este en modo espera.
4. Que le llegue la solicitud de la bomba + No este activo el nivel mínimo.
5. Que este activo el nivel máximo – máximo.
6. Que este activo el nivel máximo.
7. Que este activo el nivel mínimo.

Para la bomba sumergible #2 se tiene la siguiente programación, ilustración 161:

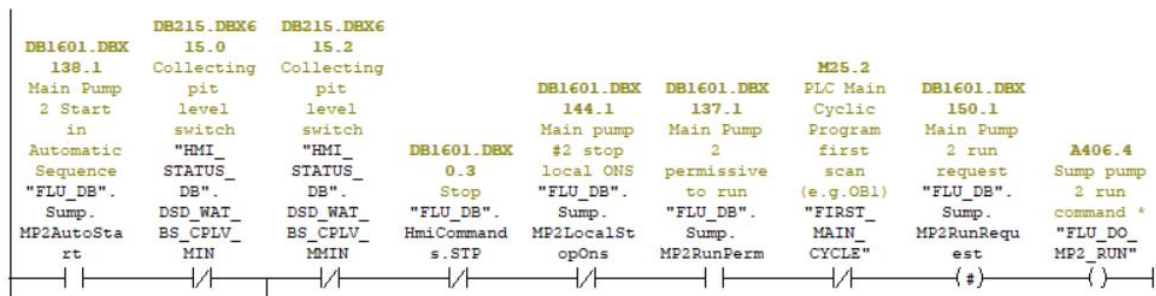


Ilustración 161. Primera parte de programación bomba 2

La bomba principal 2 arranca en secuencia automática, ilustración 162:

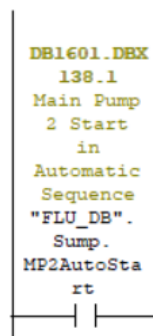


Ilustración 162. Secuencia automática

Interruptor de nivel del foso colector mínimo, ilustración 163:

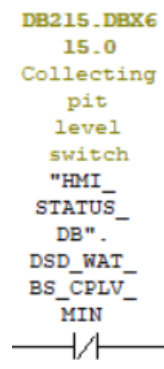


Ilustración 163. Nivel mínimo

Interruptor de nivel del foso colector mínimo – mínimo **I5.2**, ilustración 164:

```
DB215.DBX
15.2
Collecting
pit
level
switch
"HMI_
STATUS_
DB".
DSD_WAT_
BS_CPLV_
MMIN
—|/|—
```

Ilustración 164. Nivel mínimo - mínimo

Stop, ilustración 165:

```
DB1601.DBX
0.3
Stop
"FLU_DB".
HmiCommand
s.STP
—|/|—
```

Ilustración 165. Stop

Parada bomba principal 2 encendidos locales **I44.1**, ilustración 166:

```
DB1601.DBX
144.1
Main pump
#2 stop
local ONS
"FLU_DB".
Sump.
MP2LocalSt
opOns
—|/|—
```

Ilustración 166. Mando local

Bomba principal 2 permitida para funcionar **I37.1**, ilustración 167:

```
DB1601.DBX
137.1
Main Pump
2
permissive
to run
"FLU_DB".
Sump.
MP2RunPerm
—| |—
```

Ilustración 167. Permisivo para correr bomba 2

Primer escaneo del programa cíclico principal del PLC, ilustración 168:

```

M25.2
PLC Main
Cyclic
Program
first
scan
(e.g.OB1)
"FIRST_
MAIN_
CYCLE"
—|/|—

```

Ilustración 168. Primer escaneo

Solicitud de funcionamiento de la bomba principal 2, ilustración 169:

```

DB1601.DBX
150.1
Main Pump
2 run
request
"FLU_DB".
Sump.
MP2RunRequ
est
—{#}—

```

Ilustración 169. Request

Comando de funcionamiento de la bomba de sumidero 2, ilustración 170:

```

A406.4
Sump pump
2 run
command *
"FLU_DO_
MP2_RUN"
—{ }—|

```

Ilustración 170. Comando de funcionamiento

Al igual que la bomba sumergible #1 en la segunda parte de la programación se implementan los mandos que accionaran a la bomba sumergible #2, ilustración 171 y 172:

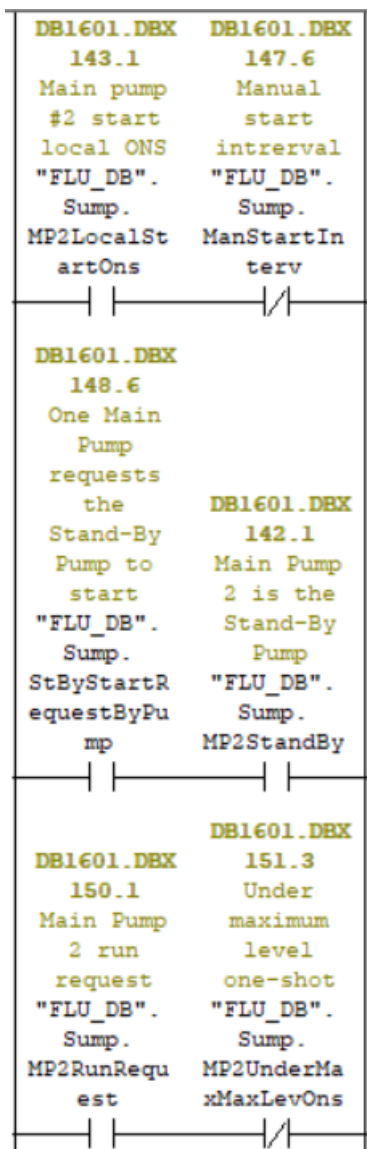


Ilustración 171. Mandos bomba 2

Bomba principal 2 arranque encendidos locales **I43.1**

+

Intervalo de inicio manual **I47.6**

Una bomba principal solicita el arranque de la bomba de reserva **I48.6**

+

La bomba principal 2 es la bomba de reserva **I42.1**

Solicitud de funcionamiento de la bomba principal 2 **I50.1**

+

Bajo el nivel máximo un disparo **I51.3**

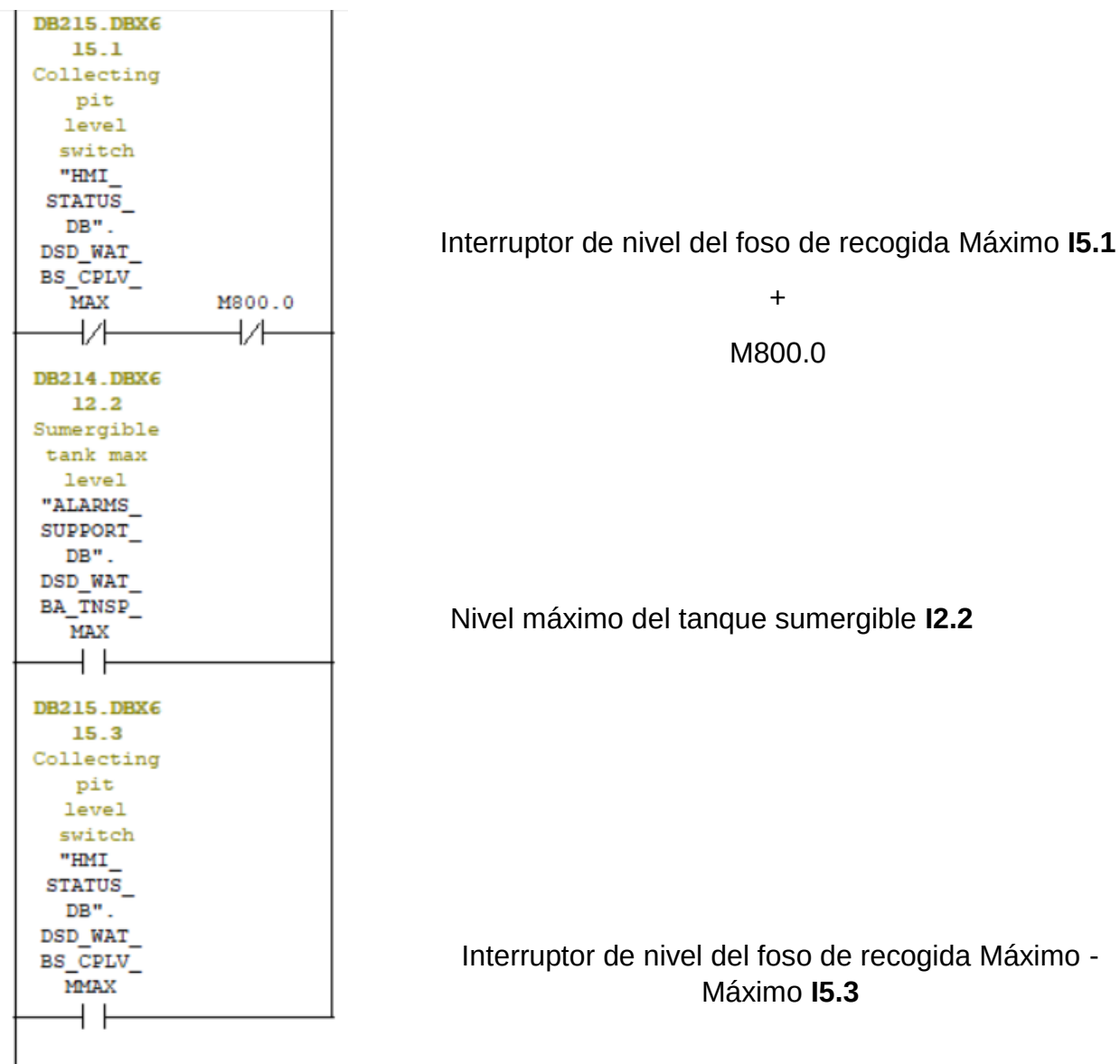


Ilustración 172. Continuación de mandos

Los permisivos que tiene la bomba sumergible #2 son:

Permisivo #1, ilustración 173 y 174:

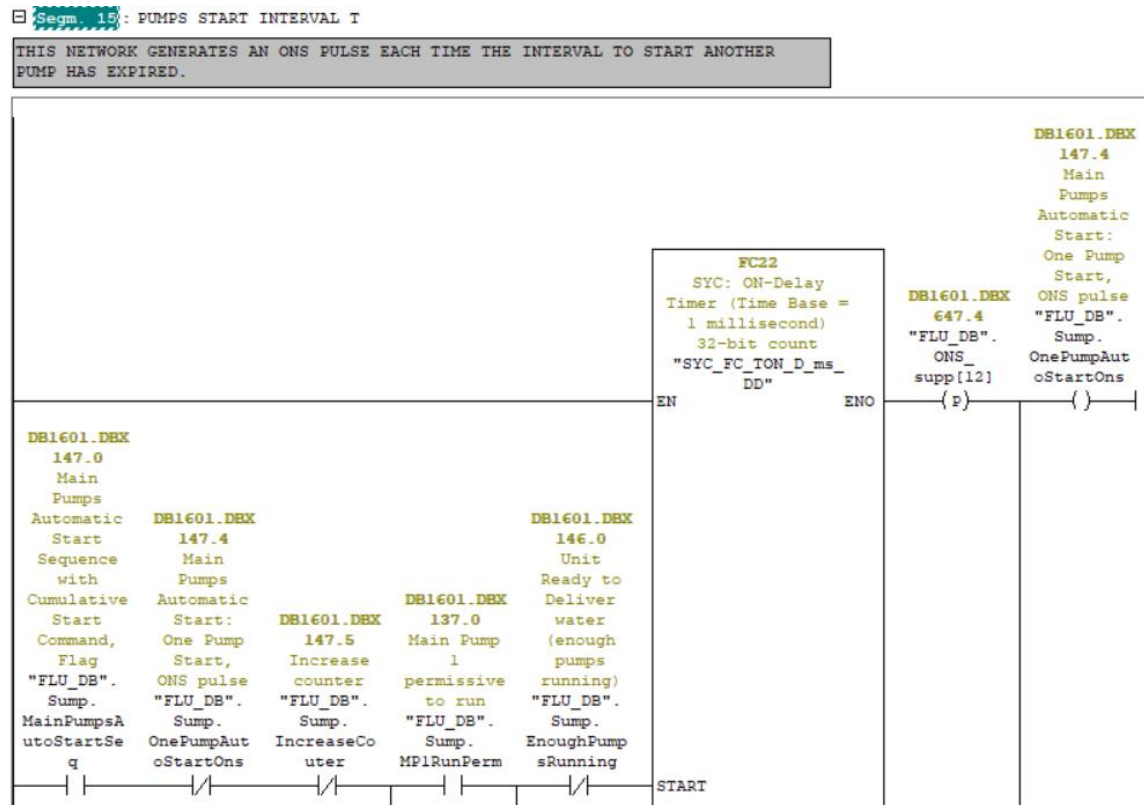


Ilustración 173. Permisivo 1 bomba 2

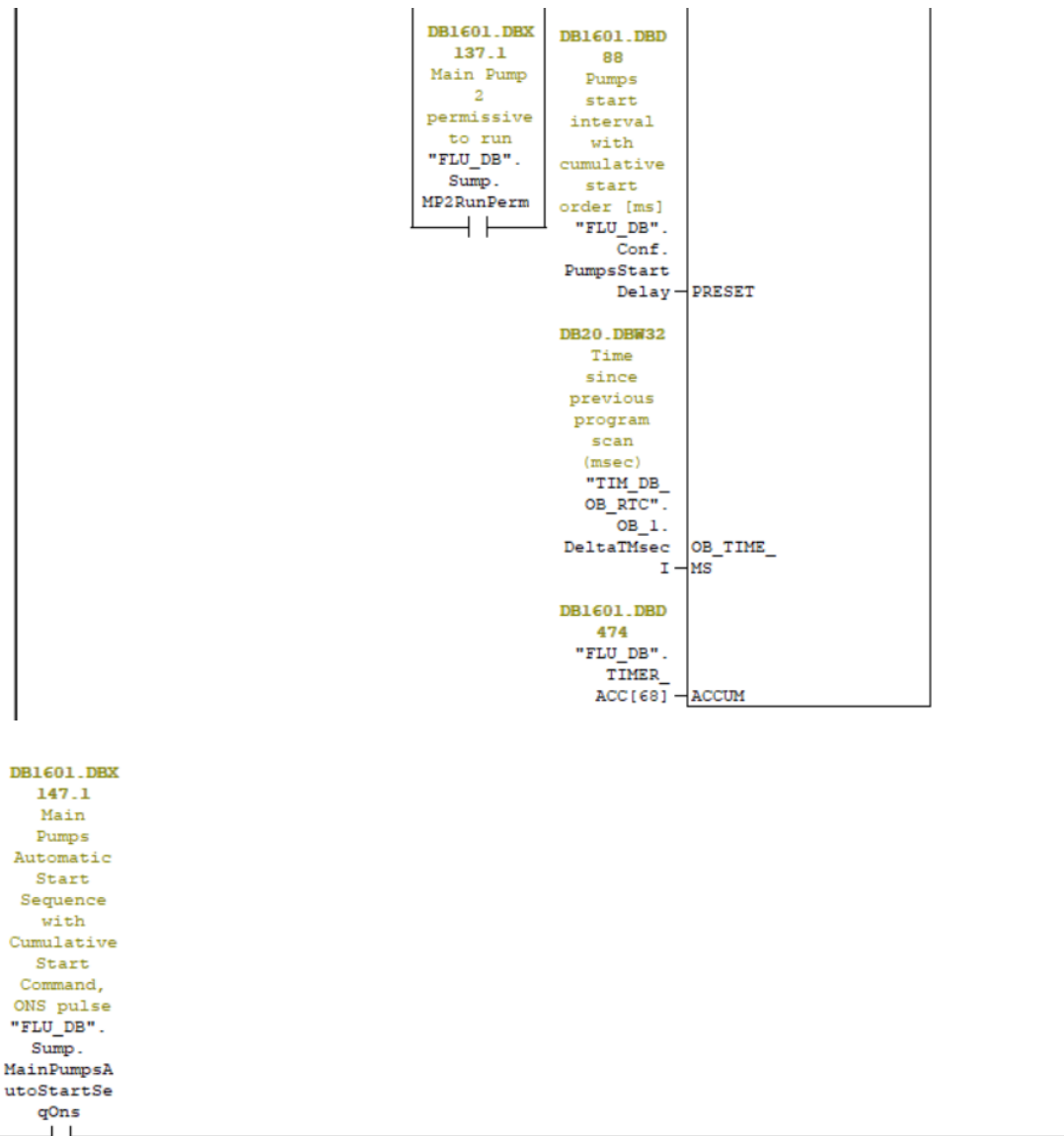


Ilustración 174. Continuación permisivo 1

Permisivo #2, ilustración 175 y 176:

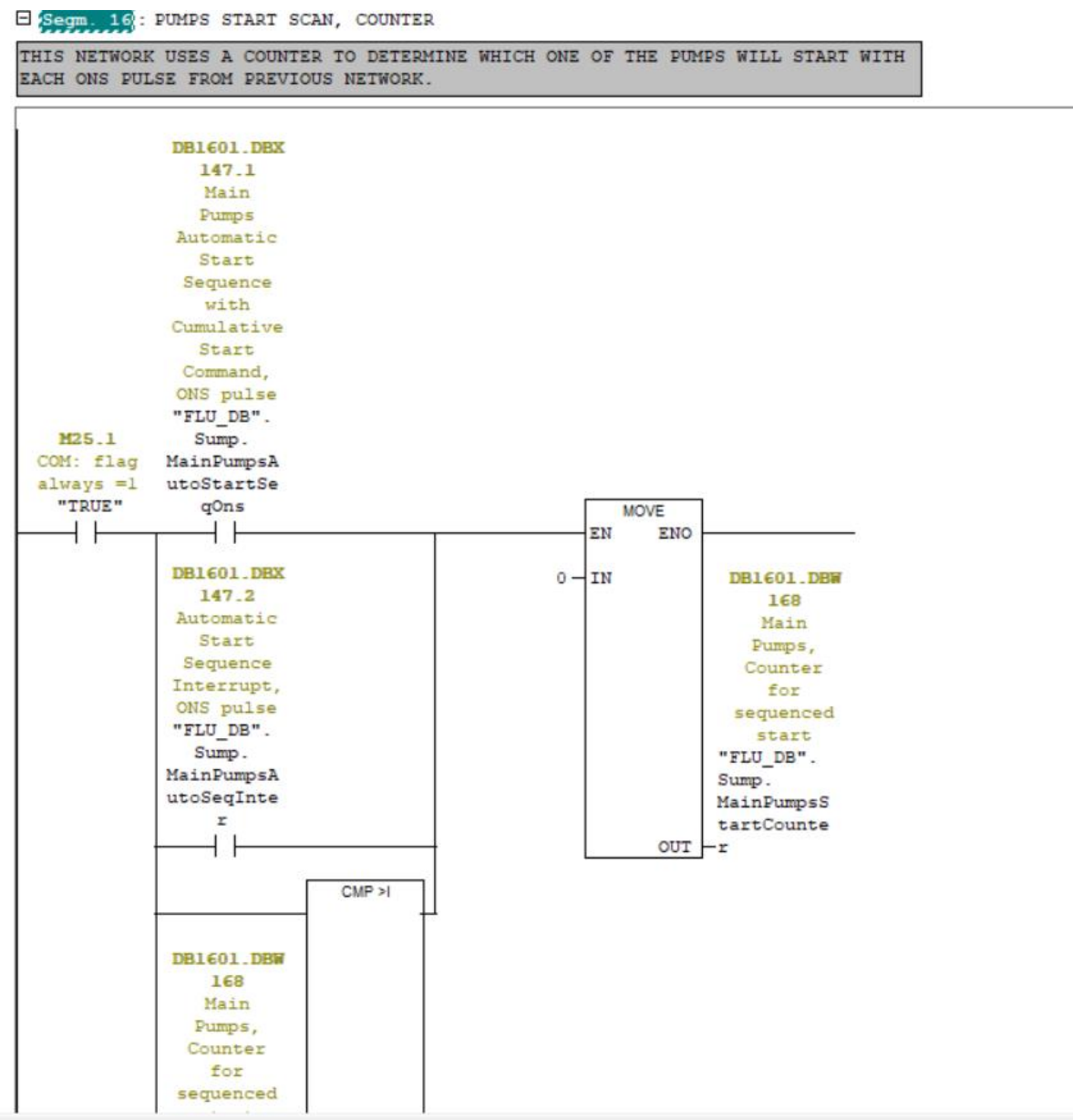


Ilustración 175. Permisivo 2

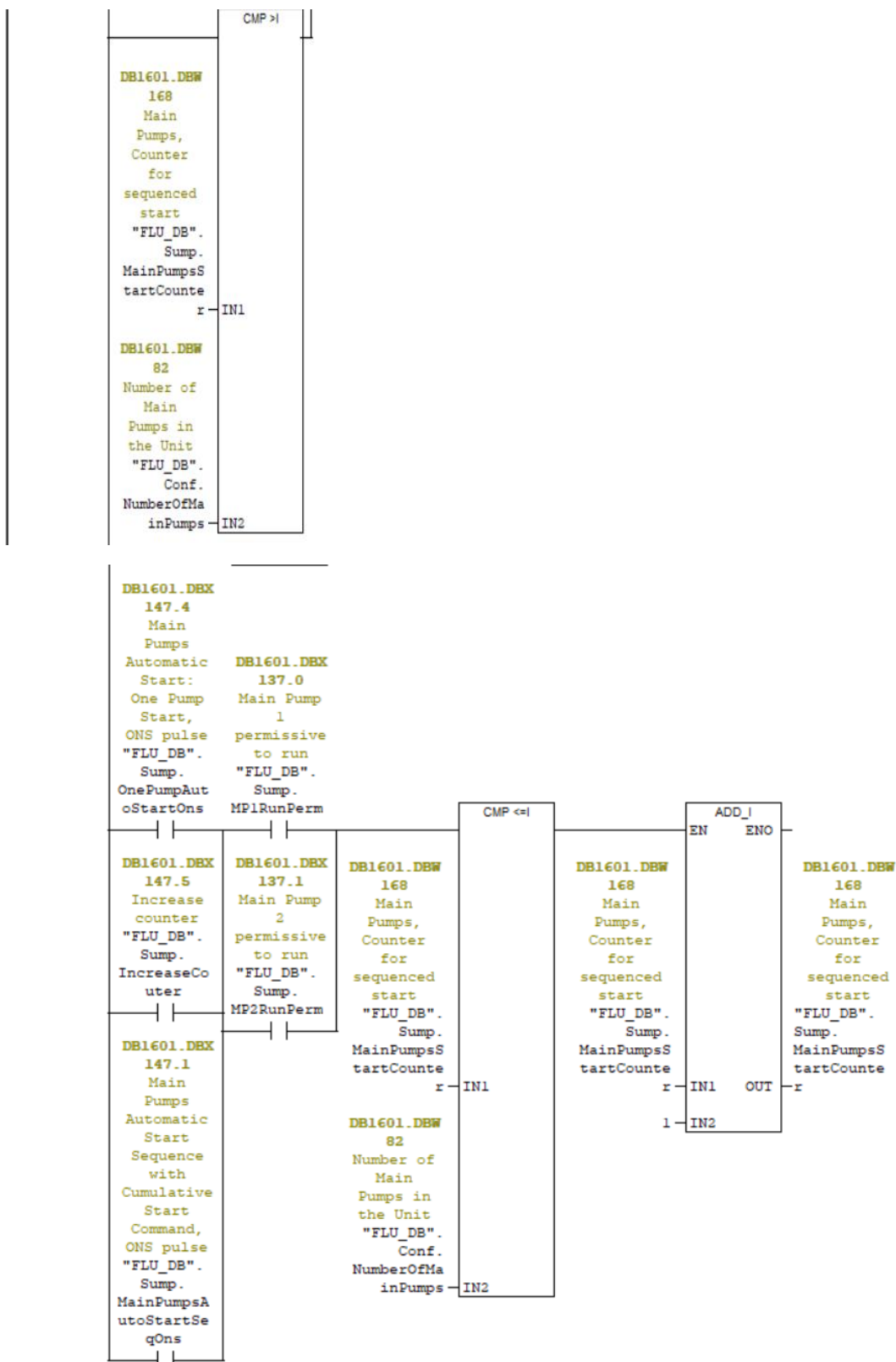


Ilustración 176. Continuación permisivo 2

Permisivo #3, ilustración 177-180:

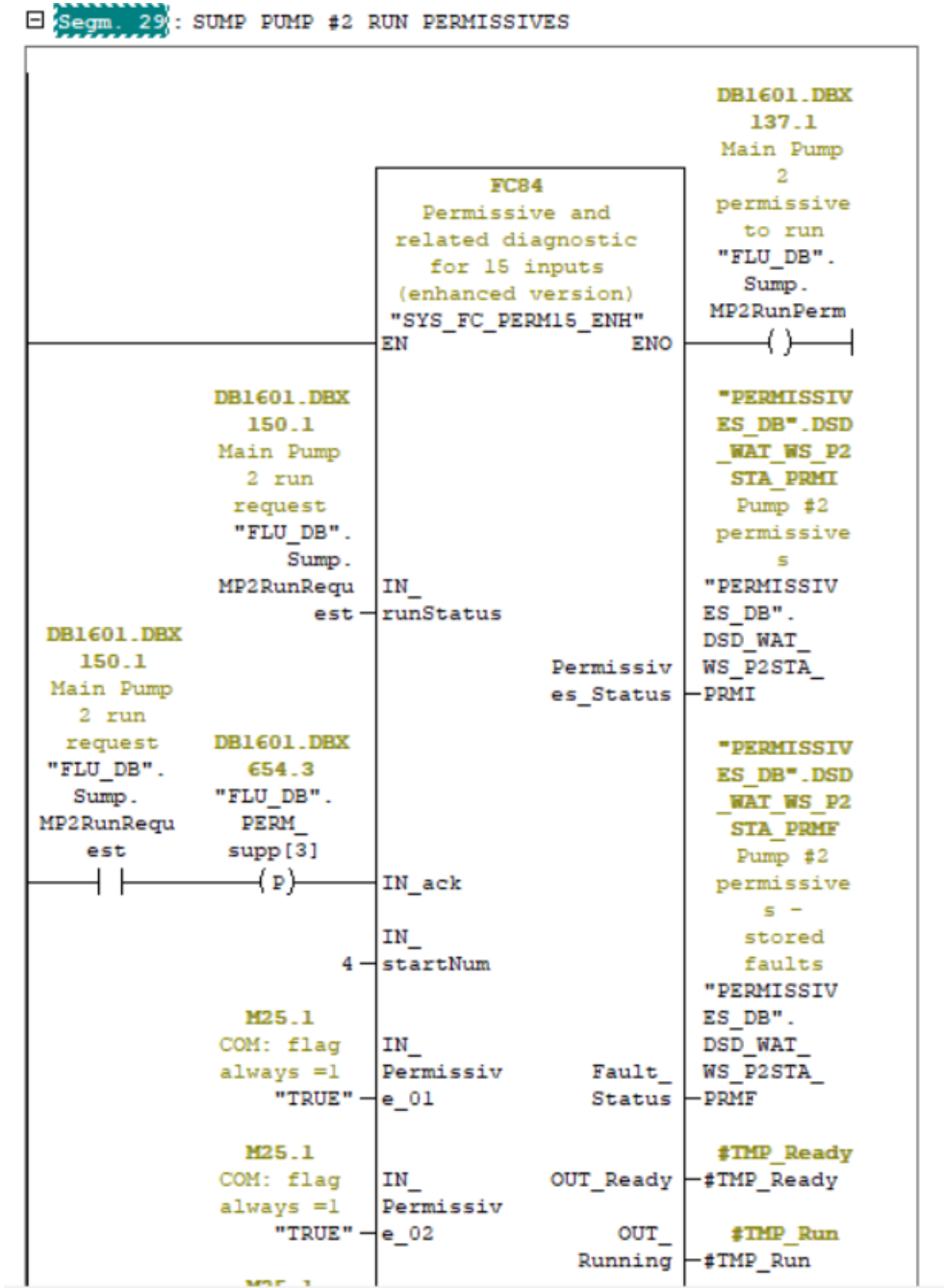


Ilustración 177. Permisivo 3

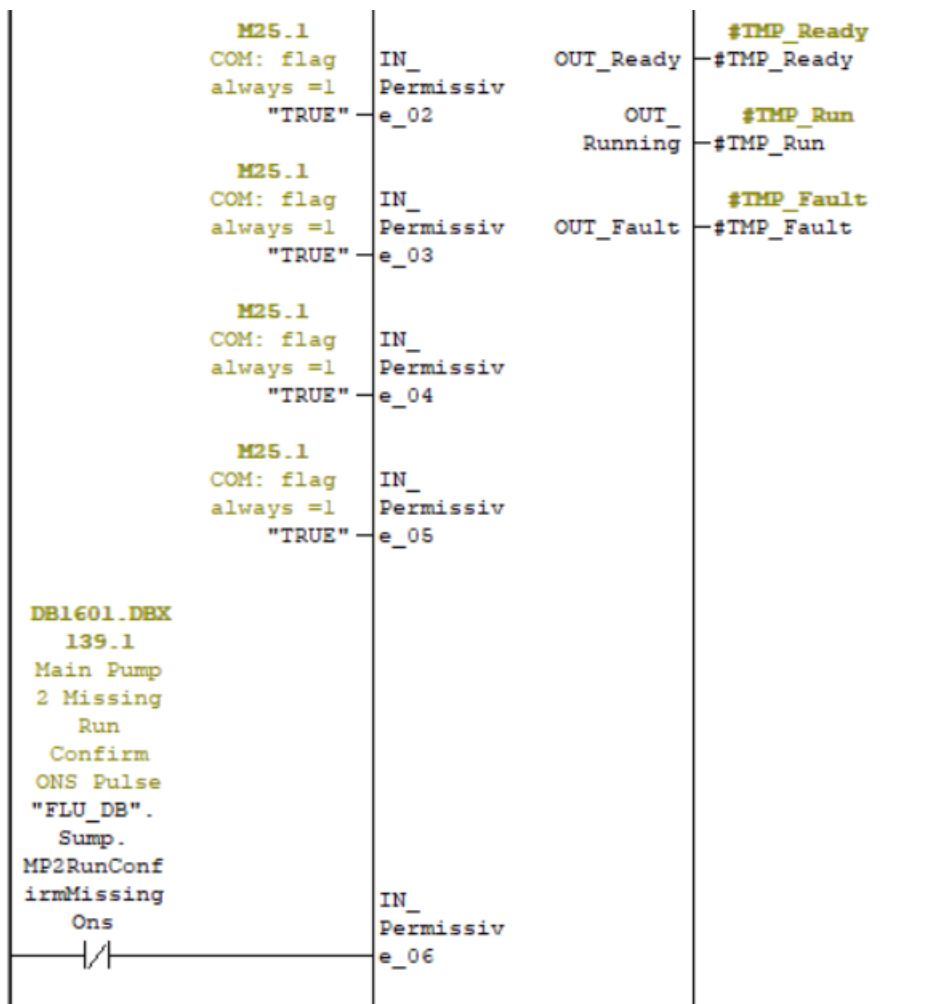


Ilustración 178. Continuación permisivo 3

DB215.DBX6 15.2 Collecting pit level switch "HMI_ STATUS_ DB". DSD_WAT_ BS_CPLV_ MMIN	IN_ Permissiv e_07		
DB1601.DBX 145.5 Sump pump #2 delivery water min pressure "FLU_DB". Sump. DelWatMinP ressSP2	IN_ Permissiv e_08		
DB215.DBX6 13.0 Sumergible Pump #2 motor "HMI_ STATUS_ DB". DSD_WAT_ BS_P2_FLT	IN_ Permissiv e_09		
M25.1 COM: flag always =1 "TRUE"	IN_ Permissiv e_10		

Ilustración 179. Continuación permisivo 3.1

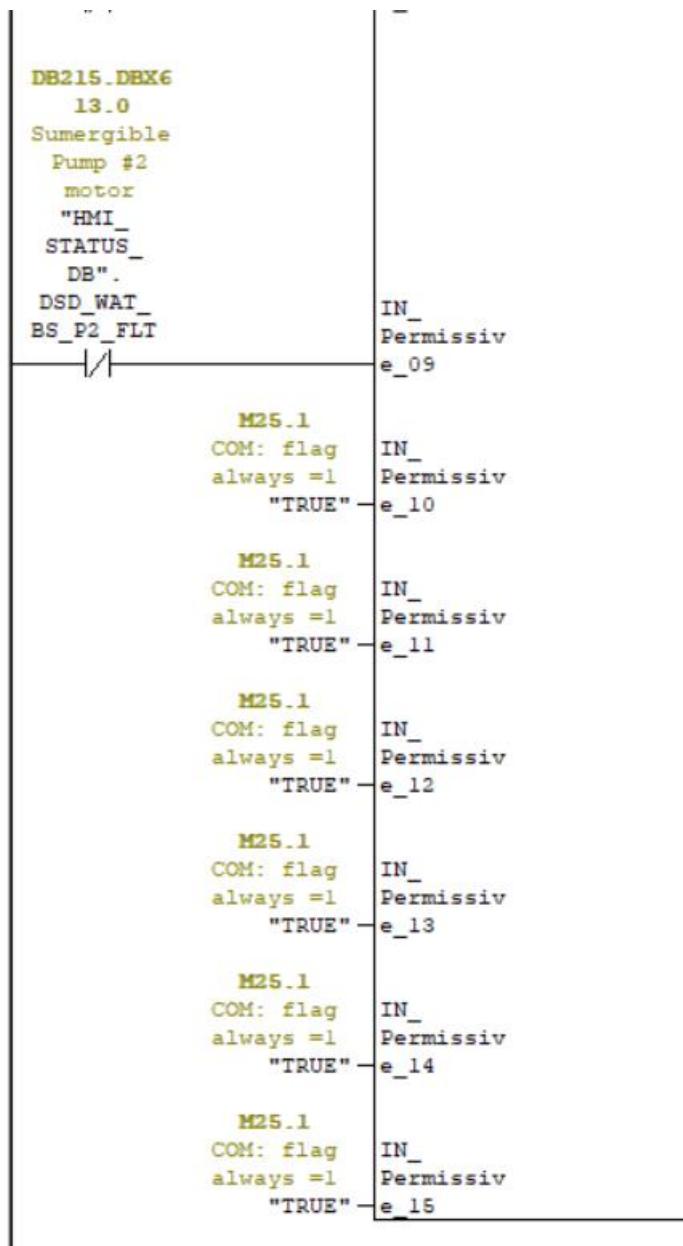


Ilustración 180. Continuación permisivo 3.2

Por tanto, para la bomba sumergible #2 tenemos lo siguiente:

CONDICIONES DE ARRANQUE:

1. Sensor mínimo – mínimo desactivado.
2. Que no tenga el mando de apagado desde el HMI.
3. Que no tenga el mando de apagado desde la local.
4. Que tenga permisivos de arranque.
5. Que el PLC haya hecho su primer escaneo.

PERMISIVOS:

1. Que la bomba no haya perdido la confirmación de arranque.
2. Que el sensor mínimo – mínimo no este activo.
3. Que la presión de suministro no esté en mínimo (agua).
4. Que el guardamotor no este tripeado en la MCS.

MANDOS:

1. Secuencia en automático + sensor de mínimo no activo.
2. Mando local + intervalo mínimo de arranque entre bombas.
3. Que le llegue la request + confirmación de bomba de espera.
4. Que llegue la request + no este activo el nivel mínimo.
5. Que no esté activo el nivel máximo.
6. Que si este activo el nivel máximo.
7. Que este activo el nivel máximo – máximo.

CAPÍTULO IV MONTAJE

4.1 ARMADO E INSTALACIÓN DE SISTEMA DE CONTROL

Una vez que ya se realizó todo el diseño de control automático, se procede a hacer el armado en físico del tablero eléctrico y la instalación de sensores de nivel seleccionados. Comenzando por el armado del tablero eléctrico, debemos de reunir todos los componentes necesarios.

Seleccionamos el tablero y hacemos las perforaciones respectivas de acuerdo con el diseño planteado como se muestra en la ilustración 181:



Ilustración 181 Perforación de orificios para botones en puerta de tablero eléctrico

Ahora seleccionamos los cuatro botones pulsadores que se instalarán en el tablero, en este caso son dos botones normalmente abiertos (color verde) y dos normalmente cerrados (color rojo), con sus respectivos módulos LED y sus bases, ilustración 182:



Ilustración 182. Botones, y bases de botones pulsadores

Siguiendo el diseño, seleccionamos las luces piloto que indicarán en el mando manual que las bombas están encendidas, ilustración 183:



Ilustración 183. Luz piloto de bomba 1 y 2

Para la base del relevador y el relevador se seleccionan los propuestos del diseño, marca ABB, ilustración 184:



Ilustración 184. Base de relevador y relevador ABB

El paro de emergencia será accionado por el botón que se muestra, con su respectiva base y tapa de color amarillo, ilustración 185:



Ilustración 185. Base y botón de paro de emergencia

Para la fijación de los componentes se utiliza el riel DIN convencional y otro para las clemas tipo G, ilustración 186:



Ilustración 186. Riel DIN y tipo G

También se contempla un botón selector de llave, este contiene su base del botón y sus dos contactos, ilustración 87. Además, una fuente de alimentación a 24 VCD de la marca phoenix contact, ilustración 188.



Ilustración 187. Botón selector de llave



Ilustración 188. Fuente de alimentación a 24 VCD

Así mismo una clema portafusibles, ilustración 189, y clemas de conexión forman parte del tablero, ilustración 190:



Ilustración 189. Clema porta fusibles



Ilustración 190. Clema de conexiones

La placa donde estan todos los componentes del tablero eléctrico, ilustración 191, se perfora previamente para conocer la ubicación de cada uno:

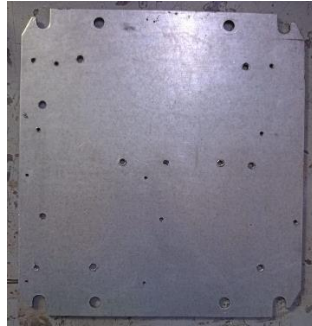


Ilustración 191. Placa de tablero eléctrico

Y finalmente, se tienen las canalizaciones que alojarán a todos los conductores que forman parte del tablero eléctrico, ilustración 192 y 193:



Ilustración 192. Canalización pequeña y tapa

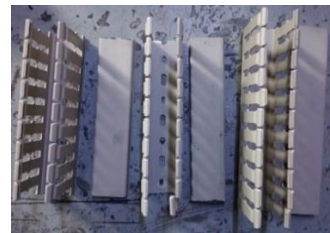


Ilustración 193. Canalizaciones eléctricas

4.1.1 ENSAMBLE DE PIEZAS Y ARMADO DEL TABLERO ELÉCTRICO

Ya que se tienen todas las piezas, se inicia el ensamble de cada uno, partiendo de los botones. Se ensambla el botón de paro de emergencia con su base amarilla y su base del botón, ilustración 194:



Ilustración 194. Ensamble de botón de paro de emergencia

El botón selector de llave se coloca en su base, y los módulos de contactos en la parte de atrás que son normalmente abiertos, ilustración 195:



Ilustración 195. Ensamble de botón selector de llave

Se repite la misma operación con los botones pulsadores normalmente abiertos y cerrados, ilustración 196:



Ilustración 196. Ensamble de botones pulsadores NO y NC

La luz piloto se ensambla, ilustración 197. La base del relevador con el relevador que le corresponde, ilustración 198:



Ilustración 197. Ensamble de luz piloto ABB



Ilustración 198. Ensamble de base y relevador

Para la clema portafusibles se le instala uno de 2 A ya que la demanda de corriente es muy poca, ilustración 199:



Ilustración 199. Ensamble de fusible y clema porta fusibles

Ahora los botones se colocan en la puerta del tablero eléctrico y se ajustan con un desarmador clemero para que queden justos y no se muevan al ser presionados, ilustración 200:

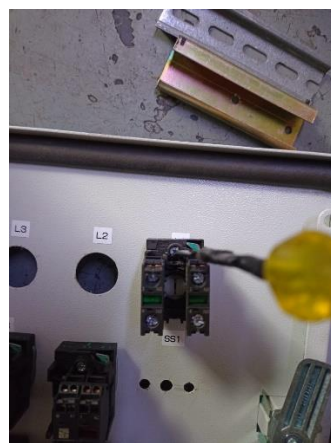


Ilustración 200. Ensamble de botones en puerta de tablero eléctrico

Luego se instala la luz piloto en los dos orificios faltantes del tablero, de manera diferente ya que son de distinta marca a los botones, ilustración 201:



Ilustración 201. Ensamble de luces piloto ABB en puerta de tablero eléctrico

Por ultimo, la puerta del tablero eléctrico queda de la siguiente forma, ilustración 202:



Ilustración 202. Puerta de tablero eléctrico con componentes

Para fijar las canalizaciones a la placa del tablero eléctrico se usaron pijas-broca como se presenta en la siguiente ilustración 203:

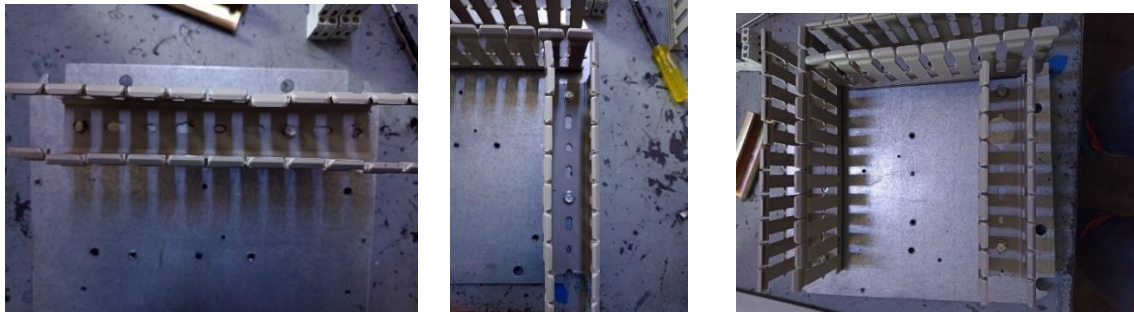


Ilustración 203. Fijación de canalizaciones en placa de tablero eléctrico

Ya que se fijaron las canalizaciones se colocan las tapas, ilustración 204:



Ilustración 204. Canalizaciones eléctricas y colocación de tapas

Continuando con el armado, se fijan los dos riel DIN que sostienen a los componentes, ilustración 205:



Ilustración 205. Fijación de riel DIN y tipo G

Después, se colocan los componentes que están montados sobre el DIN: Fuente de alimentación, base de relevador y relevador, clema porta fusible, y clemas de conexión. Ilustración 206:

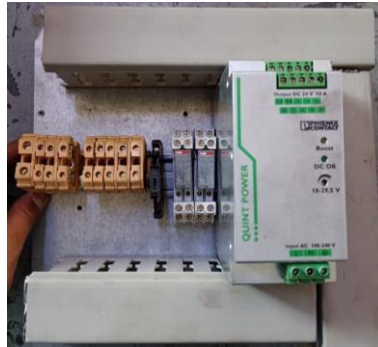


Ilustración 206. Colocación de componentes eléctricos

Ahora se instala la placa con los componentes y las canalizaciones dentro del tablero de conexiones, ilustración 207:



Ilustración 207. Fijación de placa con componentes en caja de tablero

Se ponen las bisagras en la parte derecha del tablero y se fija la puerta, ilustración 208:



Ilustración 208. Fijación de bisagras y puerta de tablero eléctrico

También se coloca la canalización pequeña, solo con la observación de que se puso en la parte inferior por condiciones de espacio y optimización al momento de realizar el cableado, ilustración 209 y 210:



Ilustración 209. Fijación de canalización pequeña



Ilustración 210. Comienzo de cableado

Se cablea y se conecta todo el circuito de control manual y automático de tal manera que obtenemos el circuito deseado, ilustración 211 y 212:



Ilustración 211. Cableado de tablero 1



Ilustración 212. Cableado de tablero 2

Ya que se tiene todo el cableado instalado se colocan las tapas de las canalizaciones eléctricas para ocultar todos los cables y darle una presentación más formal al tablero de control eléctrico, ilustración 213:



Ilustración 213. Tapas colocadas en las canalizaciones eléctricas

4.1.2 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE TABLERO ELÉCTRICO

Antes de instalar el tablero eléctrico se deben de realizar pruebas de funcionamiento que nos garanticen que todo haga sin problema su trabajo, con ayuda del calibrador de procesos se realizan las pruebas pertinentes.

Primero se coloca la llave en el selector para activar el circuito en modo automático, ilustración 214:



Ilustración 214. Modo automático

Posteriormente se realizan mediciones en las salidas que deben tener un valor de 24 VCD como se muestra en el calibrador de procesos, ilustración 215:



Ilustración 215. Medición en clemas de conexiones para control automático

Ahora se coloca el tablero en modo manual, ilustración 216 y 217. Se realizan las mediciones correspondientes en las clemas de conexiones, ilustración 218:



Ilustración 216. Modo manual activado

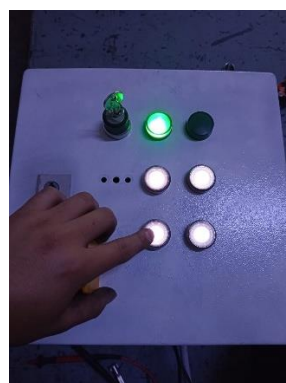


Ilustración 217. Accionamiento de bomba 1

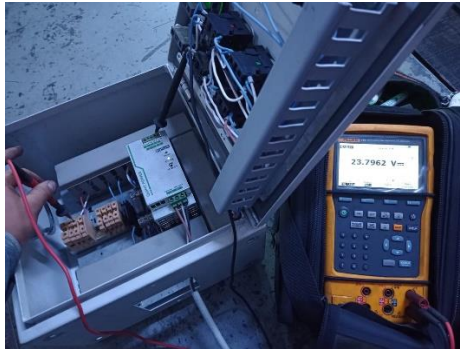


Ilustración 218. Medición en clema de conexiones

Para la bomba sumergible 2 se realizan las mismas pruebas, ilustración 219:



Ilustración 219. Accionamiento de bomba 2

Se comprobó que los botones de paro de ambas bombas funcionaran, así como también el paro de emergencia que fue accionado y con éxito todo el control eléctrico funcionó adecuadamente como se pretendía en el diseño.

De tal manera que se tiene el tablero de control manual y automático funcionando y diseñado de la manera deseada, ilustración 220 y 221:



Ilustración 220. Tablero eléctrico internamente



Ilustración 221. Tablero eléctrico externamente

4.1.3 INSTALACIÓN DEL TABLERO ELÉCTRICO EN ÁREA DE DSD

Para la instalación se decidió colocarlo en una zona cercana a la fosa del área del DSD donde se encuentran las bombas sumergibles, ilustración 222:



Ilustración 222. Instalación de tablero



Ilustración 223. Cableado del tablero

El cable de alimentación se coloca por la parte de abajo del tablero eléctrico que se alimenta a 120 VCA, ilustración 223:

Se enciende el tablero una vez más para verificar que todo se encuentre correctamente conectado, ilustración 224:



Ilustración 224. Tablero eléctrico instalado y encendido

También se hace el etiquetado del tablero en la parte delantera para identificar los botones de paro y arranque, así como el modo de operación, ilustración 225:



Ilustración 225. Etiquetado de tablero

4.1.4 INSTALACIÓN DE SENSORES EN ÁREA DE DSD

Para la instalación de sensores se colocó un tubo de 1 in y abrazaderas para sostener a los sensores LS-270. Debido a que los sensores tienen una longitud de cable corta, ilustración 226, se empalmo a cada uno de ellos otro extremo de cable el cual alcanzara hasta las clemas del tablero eléctrico.



Ilustración 226. Sensor LS-270 con cable corto



Ilustración 227. Canal de agua DSD

Para establecer la distancia a la que estarán distribuidos los sensores se toma como referencia el punto máximo al cual debe llegar el nivel de agua, es decir, el nivel máximo – máximo. De acuerdo a los requerimientos de la empresa no se debe de sobrepasar el nivel de agua hacia el canal mostrado en la ilustración 227. Ese canal de agua es por donde llega todo lo utilizado en el equipo DSD de laminación, ya que en ocasiones pasadas el nivel de agua llega a subir tanto que la misma agua se regresa y ocasiona que el otro sótano se inunde. Esto tiene como consecuencia que se deban colocar bombas sumergibles pequeñas. Como ejemplo de ello se muestran algunas evidencias de como se inunda el sótano, ilustración 228, 229 y 230.



Ilustración 228. Sótano DSD 1

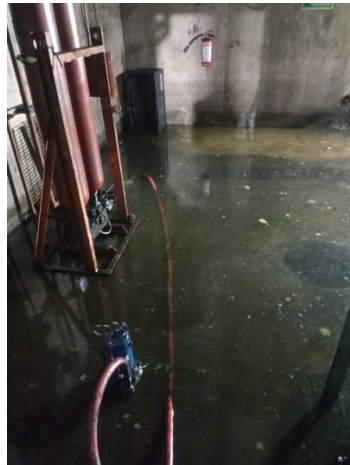


Ilustración 229. Sótano DSD 2.



Ilustración 230. Sótano DSD 3

En la ilustración 231 se muestra como se fijaron los sensores al tubo de 1 in utilizando abrazaderas y en la ilustración 232 la distribución de los sensores en el tubo:



Ilustración 231. Sensor fijado a tubo



Ilustración 232. Distribución de sensores

Los sensores fueron distribuidos de manera proporcional para que el punto máximo – máximo estuviera antes del canal mostrado anteriormente y el punto mínimo – mínimo antes de que el nivel del agua bajara a la misma altura que las bombas, en la ilustración 233 se puede observar las dos bombas sumergibles:



Ilustración 233. Bombas sumergibles en sótano DSD

Los sensores fueron colocados en distancias de separación de 40 a 50 cm aproximadamente, debido a que se dio un parametro entre niveles de sensado, esto con el fin de tener los cuatro niveles:

- Nivel mínimo – mínimo.
- Nivel mínimo
- Nivel máximo
- Nivel máximo – máximo

4.1.5 CARGA DE PROGRAMACIÓN EN PLC

Con ayuda del personal de automatización se realizó la carga de la programación en el sistema, todo lo presentado anteriormente se adjunta y se muestran imágenes donde se está corriendo la programación, ilustración 234-238:

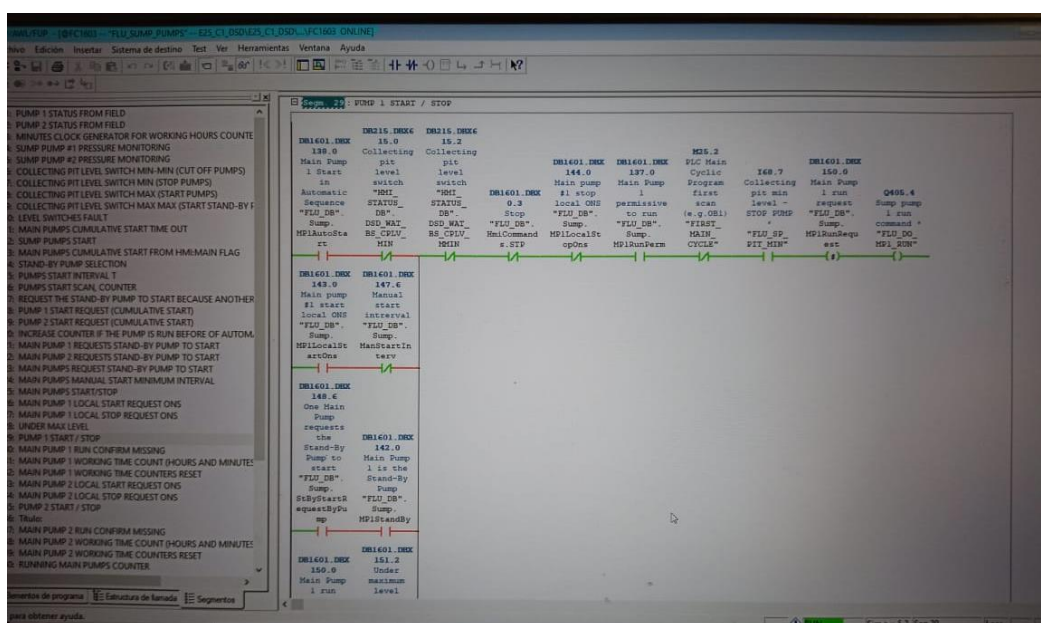


Ilustración 234. Bomba sumergible 1

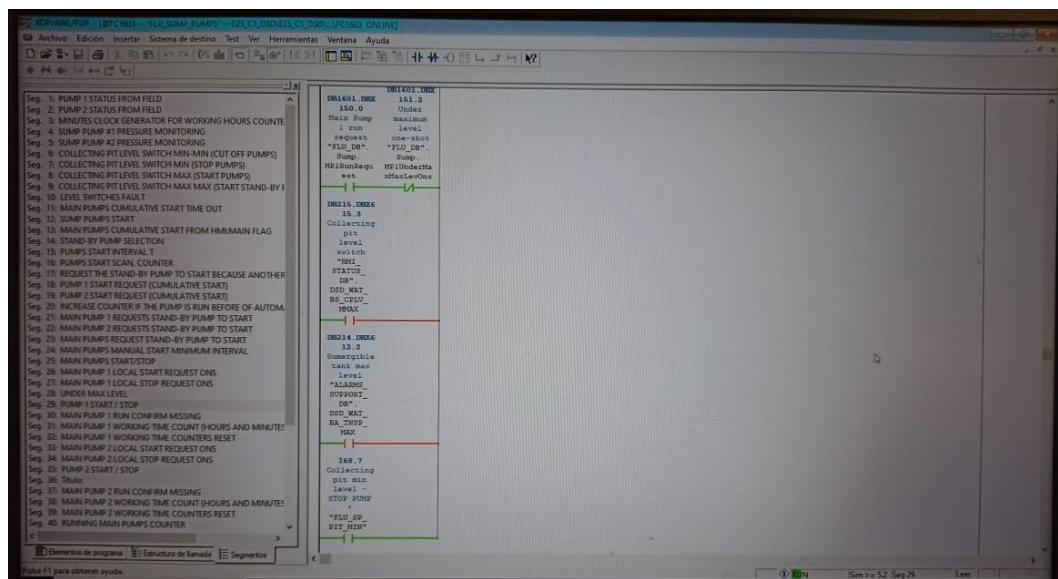


Ilustración 235. Mandos bomba sumergible 1

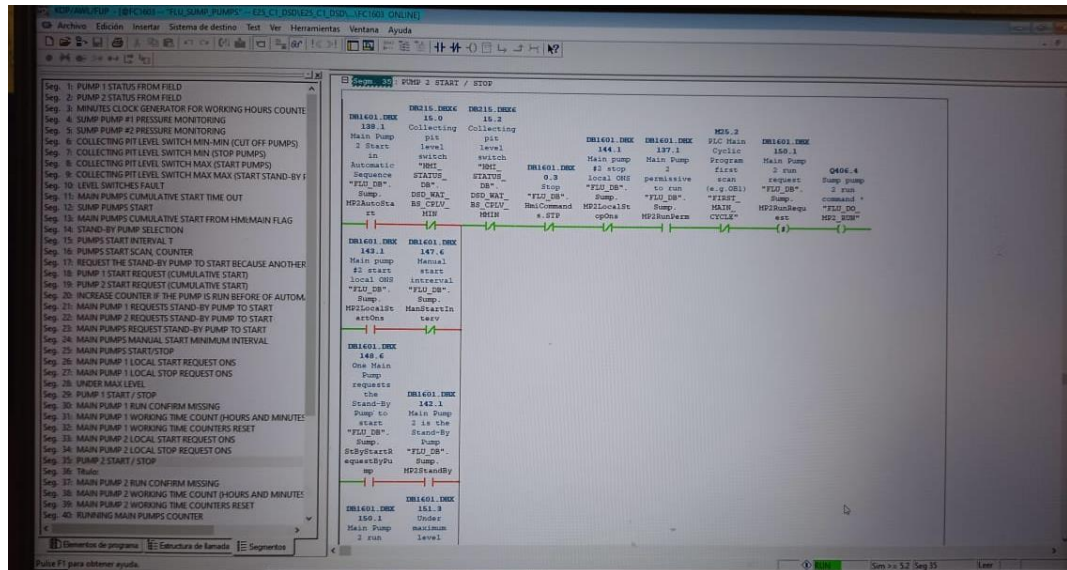


Ilustración 236. Bomba sumergible 2

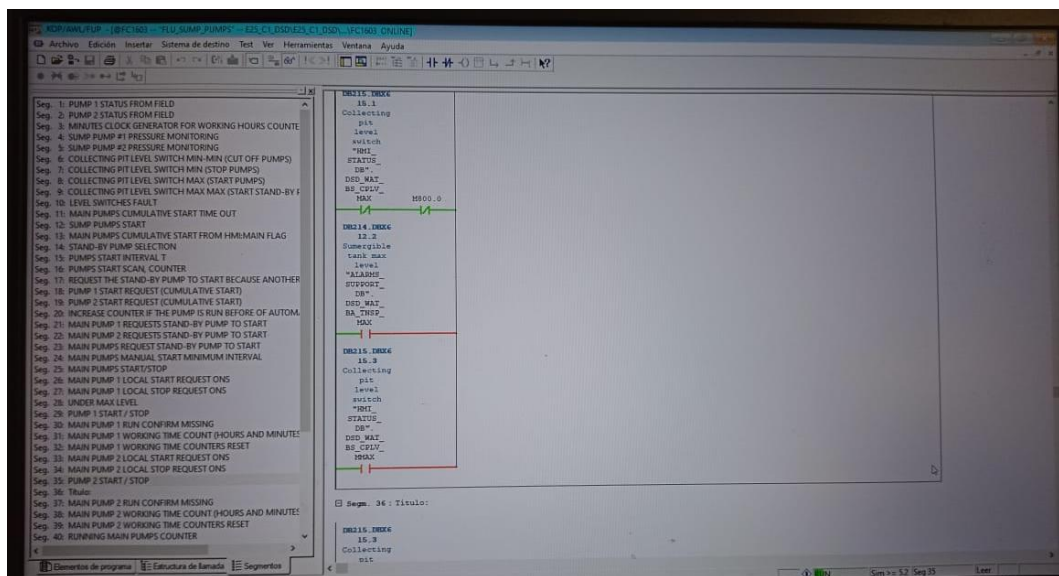


Ilustración 237. Mandos bomba sumergible 2

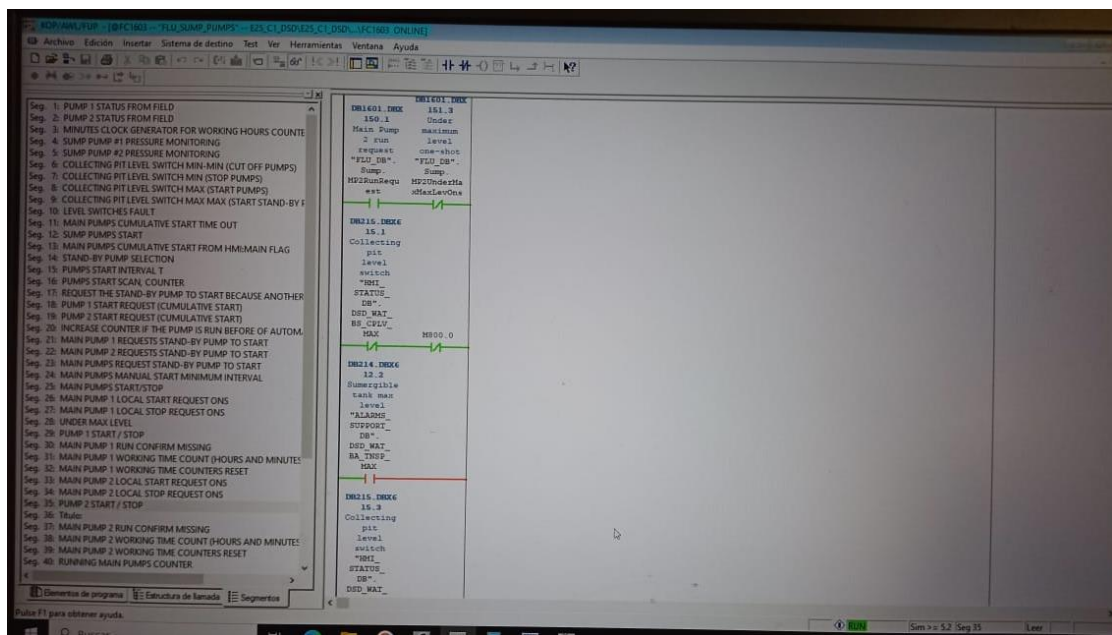


Ilustración 238. Continuación de mandos bomba sumergible 2

CONCLUSIÓN

Después de culminar este proyecto de residencias profesionales podemos darnos cuenta de lo importante que es un sistema de control automático de bombas sumergibles en la empresa Simec International, ya que, por medio de un trabajo en conjunto de distintas áreas de trabajo, como lo son el departamento eléctrico y automatización se pudo elaborar este sistema automatizado y simplificar tareas como lo es la supervisión continua del nivel de agua en la fosa de DSD. Se garantiza su correcto funcionamiento en las condiciones de trabajo que exige la empresa, esto al ser una empresa metalúrgica la cual lleva un proceso de trabajo fuerte. El agua que llega a la fosa de DSD muchas veces llega con materiales como lo es escoria y polvo que los sensores LS-270 son capaces de soportar gracias al diseño con el que cuentan.

Agregando algunos puntos podemos mencionar lo siguiente:

1. La implementación del sistema de control automático de las bombas de DSD es una innovación para la empresa Simec International, no se contaba con estos sensores en ninguna de las fosas conocidas.
2. Para el mantenimiento de las bombas es necesario la intervención tanto del área eléctrica como mecánica, ya que las condiciones de operación de las bombas en algún punto se pueden ver afectadas por el agua que circula con residuos contaminantes como polvo, cascarilla, etc.
3. Brindar constante atención del funcionamiento de las bombas y del sistema de control automático. Esto con el fin de mantener en óptimas condiciones de operación todo.
4. Como recomendación se requiere implementar una rutina de mantenimiento preventivo de este sistema, en el cual se contemplen todos los puntos de riesgo que puedan presentar una falla futura.
5. De acuerdo al impacto que tenga este proyecto y analizando su funcionamiento durante un tiempo de 3 meses se puede proponer la opción de implementarlo en las demás fosas existentes en la empresa Simec International.

EXPERIENCIAS ADQUIRIDAS

De manera personal se puede mencionar que la realización de este proyecto en la empresa Simec International y en especial en el departamento de mantenimiento eléctrico – electrónico fue una experiencia única y de mucho aprendizaje en muchas áreas de la ingeniería electromecánica.

Se hicieron uso de los conocimientos en electricidad, mecánica, automatización, electrónica, control eléctrico, por mencionar algunos, los cuales durante la formación académica se adquirieron. Sin embargo, en cuestión de los equipos y elementos utilizados no se tenía mucho conocimiento, esto por lo mismo de que en el sector industrial se tienen diferentes equipos y que son industriales en comparación con los que se cuenta en el instituto tecnológico de Apizaco.

Cabe resaltar que los conocimientos básicos en la mayoría de las áreas mencionadas se tienen y ayudaron en la elaboración de este proyecto. Agradeciendo a Simec International por la ayuda en formar parte del trayecto de la vida como universitario y al instituto tecnológico de Apizaco por fomentar esos conocimientos de ingeniería para poder culminar satisfactoriamente las residencias profesionales.

COMPETENCIAS DESARROLLADAS

Formulación de Proyectos: Organización, planificación y desarrollo de todo el proyecto. Al realizar este proyecto se utilizaron conocimientos adquiridos en la materia de “Formulación y evaluación de proyectos”.

Control eléctrico: Diseñar el sistema de control automático, considerando conocimientos en control eléctrico. Selección de componentes eléctricos que se adecuen a las necesidades del proyecto.

Conocimientos en Electrónica y Automatización: Comprensión de los principios de la electrónica y la automatización para la integración del sistema de control automático de bombas de DSD.

Programación de PLCs (Controladores Lógicos Programables): Desarrollar la programación utilizando permisos y mandos que garanticen el funcionamiento y accionamiento oportuno de las bombas ante los niveles establecidos.

Capacidad de Resolución de Problemas: Identificar y solucionar las necesidades que se presentan en mantener el nivel de agua en la fosa de DSD con dos bombas sumergibles a través de sensores de nivel tipo interruptor.

Habilidades de Comunicación: Mantener una comunicación efectiva con el equipo de trabajo y todos aquellos involucrados en este proyecto.

Conocimientos en Seguridad: Garantizar que el sistema de control cumpla con los estándares de seguridad establecidos, minimizando los riesgos de accidentes o daños tanto para el personal como para el equipo.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Simec | historia . (s.f.). Recuperado el 6 de junio de 2024, de <https://gsimec.com.mx/historia.php>
- SIMEC | Misión-Visión . (s.f.). Recuperado el 6 de junio de 2024, de <https://gsimec.com.mx/nuestros-valores.php>
- SIMEC | Nuestras plantas . (s.f.). Recuperado el 6 de junio de 2024, de <https://gsimec.com.mx/ubicaciones.php>
- Simec | proceso . (s.f.). Recuperado el 6 de junio de 2024, de <https://gsimec.com.mx/proceso.php>
- SIMEC | Venta de alambIÓN en México | Venta de trefilados | Aceros especiales en México . (s.f.). Recuperado el 6 de junio de 2024, de <https://gsimec.com.mx/productos.php>
- Sistema de control. (2024). En Wikipedia, la enciclopedia libre . [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Sistema de control&oldid=158637986](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Sistema_de_control&oldid=158637986) ID de versión de página: 158637986
- Sistema de Control Automático | Qué es y cómo implementarlo . (2023, 13 de septiembre). <https://sdindustrial.com.mx/blog/sistema-de-control-automatico/>
- Qué es un PLC, para qué sirve y cómo funciona . (2019, 15 de noviembre). <https://www.cursosaula21.com/que-es-un-plc/>
- PLC | ¿Qué es, funcionamiento, uso, tipos, programación? (28 de mayo de 2021). <https://sdindustrial.com.mx/blog/que-es-un-plc/>
- 04 de febrero y Kolstad, 2020 por Charles. (s.f.). Interruptor de flotador—Cómo funciona . Tameson.es. Recuperado el 6 de junio de 2024, de <https://tameson.es/pages/interruptor-de-flotador-como-funciona>
- gd-admin. (s.f.). Noticias - ¿Qué es NO pulsador? ¿Qué es el pulsador NC? <https://www.chinacdoe.com/>. Recuperado el 6 de junio de 2024, de <https://www.chinacdoe.com/news/what-is-no-push-button-what-is-nc-push-button/>

- Diagrama de un selector de 2 posiciones: Todo lo que necesitas saber - Polaridad.es . (2023, 12 de noviembre). <https://polaridad.es/selector-2-posiciones-diagrama/>
- Indicadores luminosos LED . (s.f.). Voltione. Recuperado el 6 de junio de 2024, de <https://voltione.com/collections/indicadores-luminosos>
- ¿Cómo funcionan los elevadores? (s.f.). Recuperado el 6 de junio de 2024, de <https://www.vegusamaquinaria.com.mx/blog/como-functiona-un-relevador-o-rele>
- Hola auto . (s.f.). Hola Auto. Recuperado el 6 de junio de 2024, de <https://helloauto.com/>
- Contactores: ¿Qué son y para qué sirven? | NIVIHE SA (2021, 13 de octubre). <https://motores-electricos.com.ar/contactores-que-son-y-para-que-sirven/>
- Tipos de contactos . (s.f.). Descubridor. Recuperado el 6 de junio de 2024, de <https://www.findernet.com/es/mexico/news/tipos-de-contactos/>
- Contactos auxiliares: Comprar contacto auxiliar | laObra . (s.f.). Recuperado el 6 de junio de 2024, de <https://www.laobra.es/cuadros-electricos/contactos-auxiliares/>
- reparacionesmadrid. (s.f.). ¿Qué son las clemas? ¿Qué tipos hay? Avisos y reparaciones urgentes: fontaneros, cerrajeros, etc. Recuperado 6 de junio de 2024, de <https://www.avisosreparaciones.com/blog/que-son-clemas-que-tipos-hay/>
- Bombas sumergibles: Qué son y para qué se utilizan en la industria | Steknos . (s.f.). Recuperado 6 de junio de 2024, de <https://steknos.es/blog-soluciones-industriales/bombas-sumergibles-que-son-para-que-se-utilizan>
- Control eléctrico . (s.f.). Electricidad básica. Recuperado el 6 de junio de 2024, de <https://electricidad-basica.com/control-electrico/>
- administración. (26 de febrero de 2021). La automatización ¿qué es? | definición, importancia y objetivos. Ripipsa Cobots . <https://ripipsacobots.com/automatizacion/>

- ccea. (s.f.). Diagramas eléctricos y sus diferencias. -CCEEA . ccea.mx. Recuperado el 6 de junio de 2024, de <https://ccea.mx/blog/energia-solar-fotovoltaica/diagramas-electricos-y-sus-diferencias/>
- Revista ElectroIndustria—Introducción histórica del Control Automático . (s.f.). Recuperado 6 de junio de 2024, de <https://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=474&ni=introduccion-historica-del-control-automatico>
- LS-270, 43765 . (s.f.). Sensores y controles de gemas. Recuperado el 6 de junio de 2024, de <https://www.gemssensors.com/search-products/product-details/lS-270-single-point-level-switch-43765>

ANEXOS



Ilustración 239. Cascarilla en fosa DSD

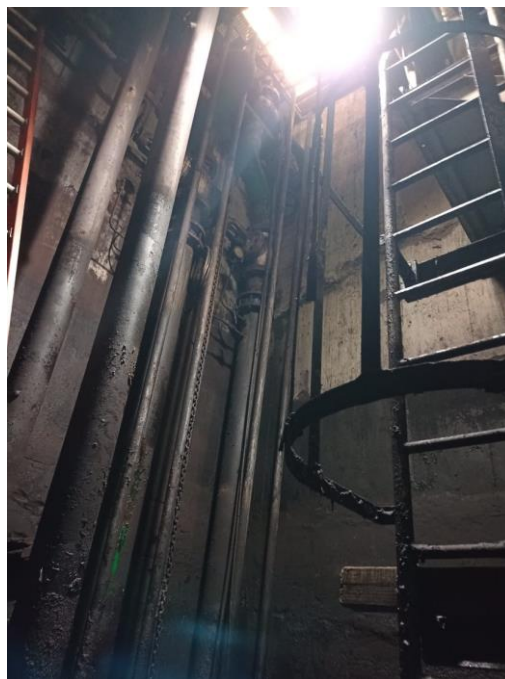


Ilustración 240. Dimensiones de fosa DSD



Ilustración 241. Bombas de emergencia



Ilustración 242. Condiciones de agua en fosa



Ilustración 243. Mantenimiento eléctrico en fosa DSD

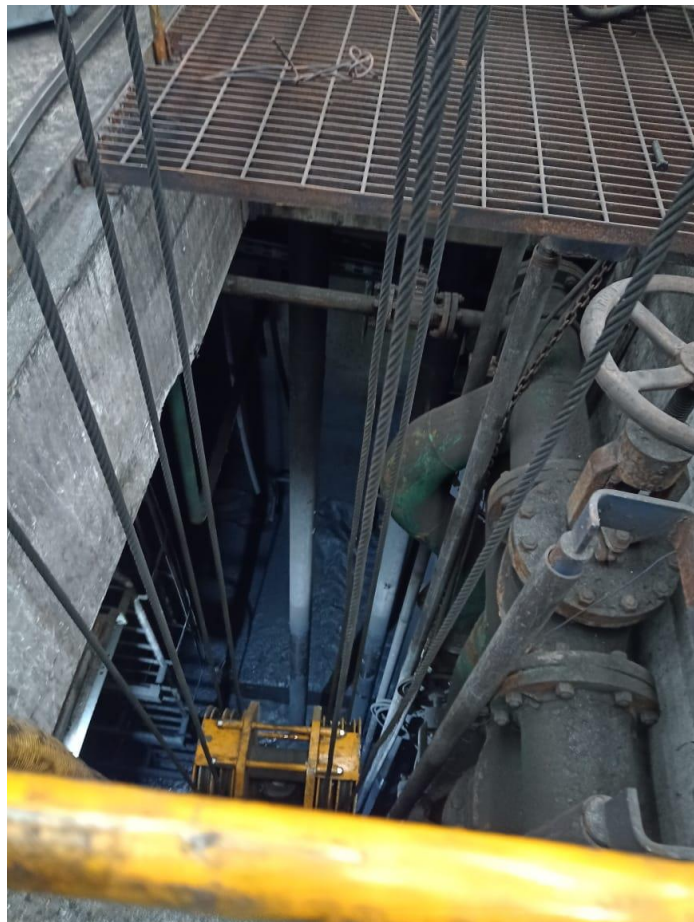


Ilustración 244. Apoyo de grúa viajera 114 en fosa DSD