



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Apizaco

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

DAIMLER MOPF VC-167

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO EN ELECTRONICA**

**PRESENTA:
ERNESTO LUNA PALMA**

**NOMBRE DEL ASESOR:
ING. LUIS ERVEY SÁNCHEZ SAMPEDRO**



APIZACO, TLAX., JUNIO 2025



Instituto Tecnológico de Apizaco
Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Apizaco, Tlaxcala, 17/octubre/2024
Departamento: Ingeniería Eléctrica y Electrónica
No. De oficio: I.E.E. /937/2024

Asunto: Liberación de Proyecto
para la Titulación Integral

CÉSAR REYNALDO RAMOS GÓMEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE

Por este medio le informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación Integral:

Nombre del egresado:	ERNESTO LUNA PALMA
Carrera:	INGENIERÍA ELECTRÓNICA
No. De Control:	19370509
Nombre del proyecto:	"DAIMLER MOPF VC-167."
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®

JAIME ALBERTO ELIZALDE OLIN
JEFE DEL DEPTO. DE INGENIERÍA
ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



LUIS ERVEY SÁNCHEZ SAMPEDRO
Nombre y firma del asesor

JAEO/lsa*
C.p. Archivo





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala, 06/Junio/2025

LUNA PALMA ERNESTO
EGRESADO(A) DE LA CARRERA INGENIERÍA
ELECTRÓNICA.
CON NÚMERO DE CONTROL 19370509.
PRESENTE.

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: DAIMLER MOPF VC - 167, 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



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DIVISIÓN DE
ESTUDIOS PROFESIONALES

ISRAEL JORGE SÁNCHEZ SÁNCHEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ccp. Archivo
IJSS/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

Muestro mi agradecimiento a mis asesores:

El Ing. Luis Ervey Sánchez Sampedro y el Ing. Javier Villar Lopez que fueron mi guía para la correcta realización del proyecto.

Agradezco a mis padres:

Ernesto Luna Tovar y **Patricia Palma Chamorro** que, a pesar de las circunstancias y obstáculos de la vida, siempre hicieron lo posible para que yo saliera adelante. Quienes me enseñaron a ser una persona independiente y capaz desde muy temprana edad, agradezco las enseñanzas, los principios y valores que me han hecho ser la persona que soy hoy en día. Gracias por ser mi motor día tras día y haberme apoyado para poder superarme en el ámbito personal y profesional.

También agradezco a mi hermano **Adrián Luna Palma** cuyo apoyo e impulso desde que he tenido la ambición de querer ser ingeniero en electrónica, han sido importantes e indispensables para ser alguien competente en el ámbito profesional, agradezco tan profundamente el empeño y ánimos durante todos estos años, ya que este trabajo es el resultado de nuestros esfuerzos y sacrificios, solo me queda decir: ¡Gracias totales!

RESUMEN

El presente proyecto describe el proceso de manufactura y automatización de una línea de ensamble de faros automotrices, partiendo desde la planeación de las actividades que se implican para llevar a cabo el proyecto de manera eficiente.

Después se llevan a cabo las actividades que implican la recepción del material necesario para la fabricación de las estaciones. Seguido del ensamble de elementos estructurales, así como mecánicos de la línea de ensamble. Para continuar con el ensamble e instalación de elementos eléctricos y neumáticos. Posteriormente se desarrollan; bajo normas internacionales, los diagramas de dicha línea de ensamble, donde se describen con detalle la parte eléctrica y neumática de estas. Siguiendo así con el cableado y conexión de los elementos eléctricos y neumáticos bajo estándares requeridos por el cliente. Y así continuar con la programación de las secuencias de la línea de ensamble. De esta manera, una vez concluidas las actividades, se entrega la línea de ensamble al cliente FORVIA.

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN.....	5
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO	16
INTRODUCCIÓN.....	16
DATOS DE LA EMPRESA	16
UBICACIÓN	17
PUESTO O ÁREA DEL TRABAJO DEL ESTUDIANTE	17
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
OBJETIVO GENERAL.....	18
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
JUSTIFICACIÓN	18
DELIMITACIÓN	19
LIMITACIÓN	19
2. MARCO TEÓRICO	19
2.1 Normas utilizadas	19
2.1.1 Norma IEC 61439.	19
2.1.2 Norma 250 de la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (NEMA). ...	20
2.1.3 Normas Underwriter Laboratories (UL) 50, 50E.	20
2.1.4 Puntos principales de los que se ocupan las normas.	20
2.1.5 Calificaciones IP para gabinetes.	21
2.1.6 Requisitos mínimos para el diseño de gabinetes.	22
2.1.7 Norma TIA-606.....	22
2.2 Elementos estructurales y sus características	23
2.2.1 Perfil de aluminio BOSCH.....	23
2.2.2 Gabinete eléctrico.....	23
2.2.3 Glándula eléctrica.....	24
2.2.4 Canaleta ranurada.....	24
2.2.5 Riel DIN	25
2.3 Elementos eléctricos y sus características	25
2.3.1 Controlador Lógico Programable (PLC).....	25
2.3.2 Entradas digitales en un PLC	26
2.3.3 Entrada analógica en un PLC	26

2.3.4	Salidas digitales en un PLC	27
2.3.5	Unidad de Transmisión Remota (RTU).....	27
2.3.6	Interfaz Humano-Máquina (HMI).....	28
2.3.7	Switch ethernet.....	28
2.3.8	PROFINET	29
2.3.9	Conector ethernet RJ45 industrial.....	29
2.3.10	Interruptor seccionador	30
2.3.11	Interruptor automático magnetotérmico	30
2.3.12	Clemas eléctricas.....	31
2.3.13	Clema portafusible	31
2.3.14	Fuente de 24 VCD industrial.....	32
2.3.15	Relevadores	32
2.3.16	Sensor fotoeléctrico	33
2.3.17	Sensor capacitivo	33
2.3.18	Sensor de campo magnético	34
2.3.19	Distribuidor se sensores.....	34
2.3.20	Encoder rotativo	35
2.3.21	Encoder lineal	35
2.3.22	Interruptores bimanuales.....	36
2.3.23	Pulsador normalmente abierto y normalmente cerrado	36
2.3.24	Conector harting.....	37
	Existen gran variedad de ellos y se caracterizan por su sencillez y manejo rápido, la robustez que aporta, la flexibilidad de uso, el ciclo de vida tan duradero, y la posibilidad de montaje sin usar ningún tipo de herramientas.	37
2.3.25	Sistema de visión.....	38
2.3.26	Sistema de escaneo fijo	38
2.4	Elementos neumáticos y sus características	39
2.4.1	Unidad de filtro, regulador, lubricador (RFL).....	39
2.4.2	Válvula de corte neumática	39
2.4.3	Presostato	40
2.4.4	Bloc de válvulas	40
2.4.5	Clamp de sujeción neumática	41
2.5	Conceptos sobre industria 4.0 y programación de PLC ´s	41
2.5.1	Lean manufacturing.....	41

2.5.2	Sistema de ejecución de fabricación (MES)	42
2.5.3	TIA Portal	42
2.5.4	Lenguaje de programación de escalera (LADDER)	43
2.5.5	Lenguaje de programación GRAFCET	43
2.5.6	Lenguaje de programación AWL.....	44
3.	DESARROLLO	45
3.1	Recepción de ayudas visuales de estaciones.....	45
3.2	Recepción de ayudas visuales de herramientas	50
3.3	Recepción de perfiles que conforman la estructura de las estaciones	54
3.4	Recepción de gabinetes eléctricos, glándulas eléctricas y planos mecánicos para barrenado	55
3.5	Recepción de canaleta, riel din y planos para estructurados de tableros	57
3.6	Recepción e identificación de elementos eléctricos de tablero	58
3.7	Recepción de material para conectores harting de estaciones	62
3.8	Recepción de material para unidad de mantenimiento y bloc de válvulas	64
3.9	Recepción de material para botonera	67
3.10	Recepción de material para interruptores seccionadores	69
3.11	Recepción de material para pedestales de atornillador	71
3.12	Recepción de módulos y atornilladores CVIC.....	72
3.13	Diseño de diagramas para el cableado de elementos eléctricos de tablero. ...	74
3.13.1	Arquitectura de red PROFINET.....	74
3.13.2	Alimentación 220 VCA.	75
3.13.3	Alimentación 24 VCD	75
3.13.4	Conexión de botonera	75
3.13.5	Entradas digitales	76
3.13.6	Entradas analógicas.....	76
3.13.7	Salidas digitales	77
3.14	Recepción de material mecánico, eléctrico y neumático del herramental.....	78
3.15	Ensamble de estructuras de estaciones	79
3.16	Barrenado y ensamble de componentes de gabinetes de eléctricos	80
3.17	Instalación e identificación de elementos eléctricos de tablero	81
3.18	Armado de conectores harting de estaciones.....	82
3.19	Ensamble e instalación de elementos neumáticos de estación	86

3.20	Instalación y cableado de elementos eléctricos de botonera	88
3.21	Ensamble y cableado de interruptores seccionadores	90
3.22	Ensamble e instalación de pedestales de atornillador	91
3.23	Instalación y conexión de controlador de atornillador CVIC	93
3.24	Cableado de tableros eléctricos	94
3.24.1	Cableado de componentes internos.....	94
3.24.2	Instalación de tableros dentro de gabinetes eléctricos.....	99
3.24.3	Cableado de componentes externos	100
3.24.4	Conexión de red PROFINET	108
3.25	Ensamble de estructura de herramental e instalación de componentes	110
3.26	Enrutado y conexión de componentes eléctricos y neumáticos de herramental 111	
3.26.1	Enrutado y conexión de sensores	111
3.26.2	Enrutado y conexión de dispositivos de red de herramental	112
3.26.3	Conexión interna de conectores harting de herramental.....	113
3.27	Suministro eléctrico y encendido seguro de estación	115
3.28	Suministro de presión neumática de estación.....	120
3.29	Programación de secuencia de herramental en TIA Portal	122
3.30	Ajuste de parámetros de controlador de atornillador CVIC.....	131
3.31	Registro de puntos de atornillado.....	133
3.32	Configuración de escáner de herramental	134
3.33	Configuración de sistema de visión de herramental.....	138
4.	RESULTADOS.....	141
5.	CONCLUSION.....	149
6.	COMPETENCIAS DESARROLLADAS	149
7.	REFERENCIAS.....	150
8.	ANEXOS	155

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1.1 Área de ensamble y automatización	17
Figura 2.1 Calificaciones IP para gabinetes eléctricos.....	21
Figura 2.2 Etiquetado con norma TIA-606-B	22
Figura 2.3 Perfil BOSCH	23
Figura 2.4 Gabinete Eléctrico	23
Figura 2.5 Glándula Eléctrica	24
Figura 2.6 Canaleta Eléctrica.....	24
Figura 2.7 Riel DIN	25
Figura 2.8 PLC Siemens S7-1500.....	25
Figura 2.9 Representación de entrada digital de un PLC	26
Figura 2.10 Representación de entrada analógica de un PLC	26
Figura 2.11 Representación de salida digital de un PLC	27
Figura 2.12 Unidad de Transmisión Remota	27
Figura 2.13 Interfaz Humano-Máquina	28
Figura 2.14 Switch Ethernet	28
Figura 2.15 Logo PROFINET.....	29
Figura 2.16 Tipos de conectores RJ45 industriales	29
Figura 2.17 Interruptor seccionador	30
Figura 2.18 Interruptor automático magnetotérmico.....	30
Figura 2.19 Clemas eléctricas	31
Figura 2.20 Clema portafusible.....	31
Figura 2.21 Fuente de 24 VCD	32
Figura 2.22 Relevador	32
Figura 2.23 Sensor fotoeléctrico	33
Figura 2.24 Sensor capacitivo	33
Figura 2.25 Sensor de campo magnético	34
Figura 2.26 Distribuidor de sensores	34
Figura 2.27 Encoder rotativo	35
Figura 2.28 Encoder lineal.....	35
Figura 2.29 Interruptores bimanuales.....	36
Figura 2.30 Pulsador normalmente abierto y normalmente cerrado.....	36
Figura 2.31 Conector harting.....	37
Figura 2.32 Conector harting en la industria.....	37
Figura 2.33 Sistema de visión	38
Figura 2.34 Sistema de escaneo fijo	38
Figura 2.35 Unidad FRL.....	39
Figura 2.36 Válvula de corte neumática.....	39
Figura 2.37 Presostato	40
Figura 2.38 Bloc de válvulas	40
Figura 2.39 Clamps de sujeción neumática	41
Figura 2.40 Lean Manufacturing	41
Figura 2.41 Sistema MES	42
Figura 2.42 TIA Portal.....	42

Figura 2.43 Descripción de Lógica Ladder	43
Figura 2.44 Elementos de un GRAFCET	44
Figura 2.45 Código AWL comparado con esquema de contactos	44
Figura 3.1 Ayuda visual de estación	45
Figura 3.2 Ayuda visual de lampara.....	45
Figura 3.3 Ayuda visual de pedestal de estación	46
Figura 3.4 Ayuda visual de botonera	46
Figura 3.5 Ayuda visual de Escáner manual	47
Figura 3.6 Ayuda visual de bimanuales	47
Figura 3.7 Ayuda visual de conector harting	47
Figura 3.8 Ayuda visual de interruptor seccionador	48
Figura 3.9 Ayuda visual de controlador de atornillador	48
Figura 3.10 Ayuda visual de elementos neumáticos	49
Figura 3.11 Ayuda visual de gabinete eléctrico.....	49
Figura 3.12 Ayuda visual de herramental con y sin faro	50
Figura 3.13 Ayuda visual de estructura de herramental	50
Figura 3.14 Ayuda visual de clamps de sujeción de herramental.....	51
Figura 3.15 Ayuda visual de sistema de visión de herramental.....	51
Figura 3.16 Ayuda visual de escáner fijo de herramental.....	52
Figura 3.17 Ayuda visual de elementos eléctricos de herramental.....	52
Figura 3.18 Ayuda visual de sensor fotoeléctrico de herramental.....	52
Figura 3.19 Ayuda visual de sensor capacitivo de herramental	53
Figura 3.20 Ayuda visual de conectores harting de herramental.....	53
Figura 3.21 Ayuda visual de distribuidor de sensores de herramental.....	54
Figura 3.22 Perfiles de estructuras de estaciones	54
Figura 3.23 Placa de ½ pulgada de estación.....	54
Figura 3.24 Placas de 1/8 de pulgada de estación	55
Figura 3.25 Estructura de bimanuales de estación	55
Figura 3.26 Recibiendo gabinetes eléctricos	56
Figura 3.27 Plano mecánico con medidas de barrenado.....	56
Figura 3.28 Recibiendo riel DIN y canaleta	57
Figura 3.29 Plano mecánico con medidas de corte.....	57
Figura 3.30 Recibiendo elementos eléctricos	58
Figura 3.31 PLC Siemens S7-1500.....	58
Figura 3.32 Switch Ethernet	59
Figura 3.33 Unidad remota IP20 Weidmuller	59
Figura 3.34 Clemas eléctricas	60
Figura 3.35 Cajas con clemas eléctricas.....	60
Figura 3.36 Disyuntor.....	60
Figura 3.37 Fuente 24 VCD	61
Figura 3.38 Clema portafusible.....	61
Figura 3.39 Relevador	61
Figura 3.40 Ayuda visual de tablero de estación.....	62
Figura 3.41 Recibiendo material de conectores harting.....	63

Figura 3.42 Carcasa de conector harting.....	63
Figura 3.43 Licuatite de conectores harting	63
Figura 3.44 Carcasa eléctrica y neumática de conectores harting	64
Figura 3.45 Recibiendo material neumático.....	64
Figura 3.46 Llave manual neumática	65
Figura 3.47 Válvula de corte	65
Figura 3.48 FRL.....	66
Figura 3.49 Presostato	66
Figura 3.50 Bloc de válvulas	67
Figura 3.51 Recibiendo material para botonera	67
Figura 3.52 Carcasa de botonera.....	68
Figura 3.53 HMI KTP700	68
Figura 3.54 Paro de emergencia	68
Figura 3.55 Botón de reset con carcasa	69
Figura 3.56 LED indicador verde con carcasa	69
Figura 3.57 Recibiendo material de seccionadores	70
Figura 3.58 Carcasa de seccionadores.....	70
Figura 3.59 Interruptor seccionador	70
Figura 3.60 Recibiendo material de pedestales	71
Figura 3.61 Base de pedestal	71
Figura 3.62 Base de efector.....	72
Figura 3.63 Encoder rotativo	72
Figura 3.64 Controlador de atornillador.....	73
Figura 3.65 Controlador de atornillador.....	73
Figura 3.66 Atornillador de tipo lápiz.....	73
Figura 3.67 Recibiendo material mecánico para herramienta	78
Figura 3.68 Recibiendo material eléctrico y neumático para herramienta	78
Figura 3.69 Ensamblando estructura inferior de estaciones	79
Figura 3.70 Ensamblando estructura central de estaciones	79
Figura 3.71 Estructura de bimanuales	80
Figura 3.72 Barrenando gabinetes eléctricos	80
Figura 3.73 Insertando componentes de gabinetes eléctricos	81
Figura 3.74 Instalando gabinetes en estructura de estaciones	81
Figura 3.75 Instalando componentes en tablero eléctrico	82
Figura 3.76 Multiconductor de conector harting	82
Figura 3.77 Multiconductor de conector harting ponchado con pines harting	83
Figura 3.78 Pines harting insertados en carcasas eléctricas	83
Figura 3.79 Mangueras de conector harting	84
Figura 3.80 Pines de manguera insertados en carcasas eléctricas	84
Figura 3.81 Armaduras de conectores harting.....	85
Figura 3.82 Insertando multiconductor y mangueras dentro de armadura de conector harting	85
Figura 3.83 Ensamblando conectores harting en estaciones.....	85
Figura 3.84 Insertando electroválvulas en bloc de válvulas.....	86
Figura 3.85 Insertando elementos neumáticos de estación	87

Figura 3.86 Conectando alimentación de bloc de válvulas	87
Figura 3.87 Instalando elementos neumáticos en estaciones	87
Figura 3.88 Instalando elementos externos de botonera	88
Figura 3.89 Instalando elementos internos de botonera	89
Figura 3.90 Cableando e instalando botoneras en estaciones	89
Figura 3.91 Material para ensamblar interruptores seccionadores	90
Figura 3.92 Conectando multiconductor en interruptor seccionador	90
Figura 3.93 Instalando interruptores seccionadores en estaciones	91
Figura 3.94 Elementos de base de pedestal	91
Figura 3.95 Elementos de base de efector	91
Figura 3.96 Encoder rotativo	92
Figura 3.97 Instalando pedestales de atornillador en estaciones	92
Figura 3.98 Instalando controladores de atornilladores en estaciones	93
Figura 3.99 Identificando componentes de controlador de atornillador CVIC	93
Figura 3.100 Cableando elementos de controlador de atornillador CVIC	94
Figura 3.101 Cableando salida de disyuntor	95
Figura 3.102 Cableando alimentación de fuente de 24 VCD	95
Figura 3.103 Cableando salida de fuente de 24 VCD	96
Figura 3.104 Cableando alimentación de PLC	96
Figura 3.105 Cableando alimentación de unidad remota	97
Figura 3.106 Cableando alimentación de Switch Ethernet	97
Figura 3.107 Cableando negativo de bobina de relés	98
Figura 3.108 Cableando contactos de relés	98
Figura 3.109 Cableando entradas digitales de unidad remota	99
Figura 3.110 Cableando salidas digitales de unidad remota	99
Figura 3.111 Instalando tableros eléctricos dentro de gabinetes eléctricos	99
Figura 3.112 Enrutando elementos externos de estación hacia el gabinete eléctrico	100
Figura 3.113 Conectando bloc de válvulas en tablero eléctrico	100
Figura 3.114 Conectando alimentación de conector harting	101
Figura 3.115 Conectando I/O's de conector harting	101
Figura 3.116 Conectando bimanuales en tablero eléctrico	102
Figura 3.117 Conectando presostato en tablero eléctrico	102
Figura 3.118 Conectando válvula de corte en tablero eléctrico	103
Figura 3.119 Cableando relé de válvula de corte	103
Figura 3.120 Cableando señal de seguridad en tablero eléctrico	104
Figura 3.121 Conectando alimentación de botonera	104
Figura 3.122 Conectando I/O's de botonera	105
Figura 3.123 Conectando relé de lampara de estación	105
Figura 3.124 Conectando alimentación de lampara de estación	106
Figura 3.125 Conectando interruptor seccionador en tablero eléctrico	106
Figura 3.126 Conectando I/O's de controlador de atornillador CVIC	107
Figura 3.127 Conectando alimentación de I/O's de controlador de atornillador	107
Figura 3.128 Conectando elementos de gabinete eléctrico	108
Figura 3.129 Conectando cable de comunicación de PLC	108

Figura 3.130 Conectando cable de comunicación de unidad remota	109
Figura 3.131 Conectando cable de comunicación de nodo de servicio.....	109
Figura 3.132 Conectando cable de comunicación de HMI.....	110
Figura 3.133 Ensamblando perfiles de herramental.....	110
Figura 3.134 Insertando elementos neumáticos y eléctricos de estación	111
Figura 3.135 Sensores de herramental	111
Figura 3.136 Conectando sensores en distribuidor de sensores	112
Figura 3.137 Escaner y sistema de visión de herramental	112
Figura 3.138 Switch ethernet y controlador de sistema de visión de herramental..	113
Figura 3.139 Conexión interna de conector eléctrico harting.....	113
Figura 3.140 Conexión interna de conector harting derecho	114
Figura 3.141 Atornillando conector harting derecho.....	114
Figura 3.142 Conexión interna de harting izquierdo	114
Figura 3.143 Atornillado de conector harting izquierdo	115
Figura 3.144 Conectando clavija de alimentación a 220 VAC	115
Figura 3.145 Midiendo voltaje de entrada en interruptor seccionador	116
Figura 3.146 Cerrando interruptor seccionador y midiendo su voltaje de salida....	116
Figura 3.147 Verificando que no haya cortocircuito.....	117
Figura 3.148 Portafusibles abiertos.....	117
Figura 3.149 Cerrando disyuntor termomagnético	118
Figura 3.150 Midiendo voltaje en clemas de 220 VAC	118
Figura 3.151 Encendiendo controlador de atornillador CVIC	119
Figura 3.152 Midiendo voltaje en clemas de 24 VCD.....	119
Figura 3.153 Unidad remota y switch ethernet encendiendo adecuadamente.....	120
Figura 3.154 HMI de botonera encendiendo educadamente.....	120
Figura 3.155 Conectando manguera de aire en unidad de mantenimiento	121
Figura 3.156 Abriendo conductos de válvula de corte y presostato.....	121
Figura 3.157 Cerrando el interruptor manual de aire.....	122
Figura 3.158 Conectando computadora a gabinete de estación.....	122
Figura 3.159 Iniciando TIA Portal.....	123
Figura 3.160 Dispositivos PROFINET de estación	123
Figura 3.161 Dispositivos PROFINET de herramental	124
Figura 3.162 Registrando sensores en bloque de programa del herramental	124
Figura 3.163 Registrando sensores en bloque de programa de la estación	125
Figura 3.164 Etapa de insertar carcasa de faro.....	125
Figura 3.165 Etapa de clampeo de carcasa.....	126
Figura 3.166 Etapa de confirmación de clampeo de carcasa	126
Figura 3.167 Etapa de insertar empaque de unidad de control del faro	126
Figura 3.168 Etapa de sistema de visión	127
Figura 3.169 Etapa de insertar unidad de control del faro	127
Figura 3.170 Etapa de clampeo de unidad de control de faro	128
Figura 3.171 Etapa de confirmación de clampeo de unidad de control del faro	128
Figura 3.172 Etapa de escaneo de carcasa de faro.....	128
Figura 3.173 Etapa de envío de datos al sistema MES	129

Figura 3.174 Etapa de atornillado de unidad de control de faro	129
Figura 3.175 Etapa de desclampeo de carcasa de faro	130
Figura 3.176 Etapa de confirmación de desclampeo de carcasa de faro	130
Figura 3.177 Etapa de remover carcasa de faro del herramental	130
Figura 3.178 Menú principal de controlador de atornillador CVIC	131
Figura 3.179 Modo de comunicación de controlador de atornillador	131
Figura 3.180 Entradas y salidas de controlador de atornillador	132
Figura 3.181 Seleccionando ciclo en controlador de atornillador	132
Figura 3.182 Parámetros de controlador de atornillador	132
Figura 3.183 Registrando primer punto de atornillado	133
Figura 3.184 Registrando segundo punto de atornillado	133
Figura 3.185 Registrando tercer punto de atornillado	134
Figura 3.186 Registrando último punto de atornillado	134
Figura 3.187 Iniciando configuración de escáner de herramental	135
Figura 3.188 Seleccionando método de activación de escáner	135
Figura 3.189 Seleccionando dispositivo con el que se comunicará el escáner	136
Figura 3.190 Seleccionando protocolo de comunicación	136
Figura 3.191 Asignando nombre a escáner	136
Figura 3.192 Calibración de escáner	137
Figura 3.193 Ajuste mecánico de escáner	137
Figura 3.194 Iniciando conexión con sistema de visión	138
Figura 3.195 Ingresando dirección IP de sistema de visión	138
Figura 3.196 Ajustando imagen de sistema de visión	139
Figura 3.197 Ajustando mecánicamente el sistema de visión	139
Figura 3.198 Insertando imagen maestra de sistema de visión	140
Figura 3.199 Seleccionando herramienta de sistema de visión	140
Figura 3.200 Insertando cuadrantes en sistema de visión	141
Figura 4.1 Accediendo al modo manual de la estación	141
Figura 4.2 Insertando carcasa en herramental	142
Figura 4.3 Mensaje de presionar bimanuales en HMI de estación	142
Figura 4.4 Presionando bimanuales de estación	143
Figura 4.5 Carcasa de faro clampeada en herramental	143
Figura 4.6 Mensaje de insertar empaque de unidad de control del faro	144
Figura 4.7 Insertando empaque de unidad de control de faro	144
Figura 4.8 Presionando bimanuales para realizar inspección visual	145
Figura 4.9 Mensaje de insertar unidad de control del faro	145
Figura 4.10 Presionando bimanuales para realizar escaneo	146
Figura 4.11 Realizando primer punto de atornillado	146
Figura 4.12 Realizando segundo punto de atornillado	146
Figura 4.13 Realizando tercer punto de atornillado	147
Figura 4.14 Realizando cuarto punto de atornillado	147
Figura 4.15 Mensaje para presionar bimanuales y liberar pieza	147
Figura 4.16 Presionando bimanuales y desclampeando pieza	148
Figura 4.17 Mensaje de pieza correctamente ensamblada en HMI	148

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tiene por objetivo la planeación y ejecución de actividades necesarias para la elaboración de una línea de ensamble destinada al sector automotriz, permitiendo que esta pueda desempeñar su tarea de ensamblar adecuadamente faros automotrices de manera adecuada, requiriendo para ello de personal con conocimiento en las áreas de electricidad, neumática y programación de controladores lógicos

DATOS DE LA EMPRESA

SAED INGENIERÍA S.A. DE C.V.

Es una empresa con más de 10 años de experiencia en el sector automotriz, enfocada en el diseño y fabricación de soluciones automáticas y/o semiautomáticas para el ensamble de componentes industriales del sector de automoción.

MISIÓN

Desarrollar soluciones integrales y a la medida, para automatización, diseño y fabricación de maquinaria especializada dirigida a la industria de manufactura tecnológica

VISIÓN

Ser una empresa líder en servicios de automatización para procesos industriales de manufactura tecnológicos

POLÍTICA DE CALIDAD

Somos una empresa comprometida con la gestión de excelencia de sus procesos con el objetivo de brindar la completa satisfacción, certeza y confianza a clientes y usuarios.

Desarrollamos y fabricamos productos en total cumplimiento con los requerimientos y especificaciones de los clientes y partes interesadas, adoptando tecnología en maquinaria de última generación del ramo metalmecánico y gestionando un equipo multidisciplinario altamente especializado en sistemas y equipos electromecánicos para el desarrollo de soluciones y automatización de procesos industriales, enfocado en la innovación y la mejora continua de nuestros procesos.

VALORES

- Lealtad
- Honestidad
- Compañerismo
- Disciplina

UBICACIÓN

Dirección: Calle Paseo de la presa No. 214-A, Ixtlahuacán de los membrillos, Jalisco, 45877, México

RFC: SIN 090403 DZ9

Ciudad: Ixtlahuacán de los membrillos, Jalisco

Teléfono: 554 596 8658

PUESTO O ÁREA DEL TRABAJO DEL ESTUDIANTE

Área: Ensamble y Automatización

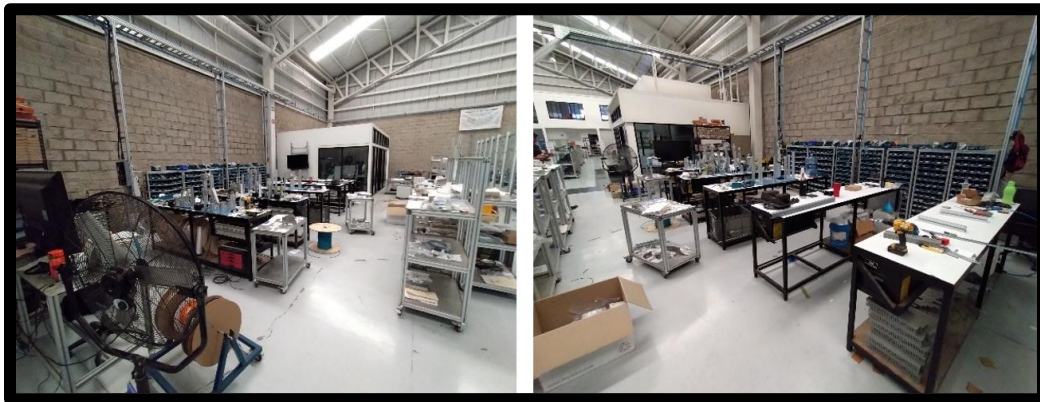


Figura 1.1 Área de ensamble y automatización

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

FORVIA siendo una empresa dedicada a la fabricación de faros automotrices, requiere fabricar un u nuevo modelo de faro de faro, requiriendo a la vez, la elaboración de una línea de ensamble que cumpla con la función de atornillado y ensamble de las partes del faro. De esta manera ofreciendo seguridad a los clientes que adquieran un vehículo, garantizando una conducción segura durante las noches o durante climas torrenciales.

SAED Ingeniería fue elegida para llevar a cabo la fabricación de la línea de ensamble semi automática para el ensamble de los componentes de dichos faros automotrices.

Para que esta línea de ensamble diseñada por SAED Ingeniería logre realizar sus

funciones requiere de montaje eléctrico y neumático, así como la programación de las secuencias de cada estación, cumpliendo especificaciones de los diagramas, desarrollados en SAED Ingeniería a partir de los requerimientos del cliente, a su vez realizando cableado y enrutado de cables y mangueras a través de la estructura de las estaciones. Respetando normas de etiquetado y cableado eléctrico.

OBJETIVO GENERAL

Llevar a cabo el ensamble, cableado y automatización de una línea de ensamble para faros automotrices aplicando herramientas de planeación de actividades y reportando a lo largo del desarrollo del proyecto el avance de este.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recibir ayudas visuales de línea de ensamble por parte del departamento de diseño.
- Recibir piezas maquinadas por parte del departamento de maquinados.
- Recibir material eléctrico y neumático por parte del departamento de almacén.
- Realizar una observación de los elementos de componen a las estaciones.
- Realizar un “Timing plan” de las actividades necesarias para la manufactura de la línea de ensamble.
- Ensamblar elementos mecánicos y estructurales de las estaciones a partir de las ayudas visuales proporcionadas por el departamento de diseño.
- Ensamblar y montar elementos eléctricos y neumáticos de las estaciones a partir de las ayudas visuales proporcionadas por el departamento de diseño
- Realizar diagramas eléctricos y neumáticos de las estaciones.
- Realizar cableado y conexión de elementos eléctricos y neumáticos de las estaciones a partir de diagramas.
- Programar secuencias de estaciones a partir del “Process Plan” proporcionado por el cliente FORVIA.
- Realizar liberación técnica y administrativa de estaciones.

JUSTIFICACIÓN

La realización de este proyecto es debido a que la empresa FORVIA al ser un proveedor mundial de partes automotrices, necesita de una línea de ensamble para la producción de faros automotrices.

Debido a la importancia de los faros en un automóvil para un manejo seguro ya que estos ayudan a tener una correcta iluminación para evitar accidentes durante las noches o durante climas torrenciales. FORVIA recurrió a SAED Ingeniería ya que es una empresa dedicada a realizar maquinaria especializada.

SAED Ingeniería diseñó una línea de ensamble automatizada que se acondiciona a las necesidades de FORVIA y a sus estándares.

En este proyecto mi enfoque es en el cableado, ensamble y automatización de la línea de ensamble, aplicando los conocimientos adquiridos en el Instituto. SAED Ingeniería requería de un personal con conocimientos en electrónica, neumática y programación de PLC's para aportarlos en la manufactura de la línea de ensamble y de esta forma garantizar un correcto ensamble, cableado y automatización.

También llevé a cabo la documentación de la línea de ensamble, donde se especifica la funcionalidad de la línea de ensamble en el área eléctrica y neumática, solicitada por la empresa FORVIA a SAED Ingeniería.

DELIMITACIÓN

Al formar parte del departamento de Ensamble y Automatización, llevamos a cabo la manufactura de la línea de ensamble. Donde mediante las ayudas visuales proporcionadas por el departamento de diseño se ensamblan los componentes mecánicos de las estaciones proporcionados por el departamento de maquinados CNC. Insertamos los elementos eléctricos y neumáticos de las estaciones proporcionados por el departamento de almacén. Realizamos los diagramas correspondientes a la parte eléctrica y neumática de las estaciones para llevar a cabo el cableado y conexión adecuado de las estaciones. Además de llevar a cabo la automatización de la línea de ensamble para su puesta en marcha.

LIMITACIÓN

Este proyecto no cuenta con ninguna limitación, debido a que, al formar parte del departamento de Ensamble y Automatización, llevamos a cabo de forma continua diversos proyectos de varias empresas del rol automotriz a los que SAED Ingeniería provee servicios de maquinaria especializada.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Normas utilizadas

2.1.1 Norma IEC 61439.

La norma IEC 61439 para tableros eléctricos es un marco de estandarización de las gestiones de seguridad en equipos de distribución y control en baja tensión. Es decir, garantiza que el fabricante cumpla con los requerimientos pertinentes a la hora de ofrecer su producto al cliente. Esta normativa exige en el tablero de control eléctrico especificaciones definidas y claras, placa de características completa, límites de temperatura establecidas, entre otros elementos.

Por esta razón, la IEC 61439 ha sido adoptada en la fabricación de gabinetes eléctricos alrededor del mundo

2.1.2 Norma 250 de la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (NEMA).

NEMA promueve la competitividad de todos los productos de la industria eléctrica de los EE. UU. a través del desarrollo, la defensa en las legislaturas federal y estatal y las agencias ejecutivas, y la recolección y el análisis de datos económicos. Similar a la IEC 60529, la norma NEMA 250 cubre gabinetes para equipo eléctrico.

Igual que la IEC 60529, NEMA 250 se ocupa de la protección contra el ingreso, pero difiere en que también se ocupa de las especificaciones que detallan los criterios mínimos de la construcción, el rendimiento, de pruebas, la resistencia a la corrosión y mucho más. Aun cuando su comienzo está basado en los Estados Unidos, NEMA es una organización global que trabaja para promover las normas eléctricas en todo el mundo.

2.1.3 Normas Underwriter Laboratories (UL) 50, 50E.

Las normas UL 50, 50E se basan en las normas NEMA 250. Mientras que se ocupan de muchos de los mismos puntos, NEMA simplemente indica la intención del diseño, pero no exige el cumplimiento a través de las pruebas de un tercero y visitas de cumplimiento en el sitio.

Se puede construir un producto de acuerdo a las normas NEMA, pero el cumplimiento del rendimiento real está a discreción del fabricante. Sin embargo, la certificación UL es una confirmación formal de que se ha cumplido con la construcción y el rendimiento exigidos después de que se hayan efectuado análisis y pruebas. Resumiendo, ambas, NEMA y UL definen normas, pero sólo UL hace cumplir sus normas mediante pruebas y la inspección de terceros.

2.1.4 Puntos principales de los que se ocupan las normas.

Para estandarizar el rendimiento de los gabinetes, las organizaciones que incluyen a IEC, NEMA y UL ofrecen sistemas de calificación para identificar la capacidad de un gabinete para resistir influencias ambientales, desde líquidos que gotean a la infiltración de polvo y la inmersión completa. El objetivo de la calificación de las tres organizaciones es ayudar a los usuarios finales a hacer una selección apropiada, informada, de gabinetes que cumplan con las exigencias específicas de su aplicación.

Se califican los gabinetes eléctricos por Tipo (NEMA y UL) y/o calificación IP (IEC) de acuerdo al grado de protección proporcionado. Las calificaciones de Tipo e IP cubren:

- El grado de protección humana contra componentes peligrosos adentro del gabinete.
- El grado de protección para el equipo adentro del gabinete contra el ingreso de cuerpos extraños sólidos incluido el polvo.

- El grado de protección para el equipo adentro del gabinete contra el ingreso de agua.

Estas tres normas principales tienen similitudes y diferencias en sus criterios de rendimiento, influencia en los elementos del diseño de un gabinete, requisitos de pruebas y métodos de cumplimiento. La tabla a continuación indica los puntos principales tratados por cada una de las normas. Los tres se ocupan de la protección contra el ingreso, sin embargo, NEMA 250 y UL 50, 50E también definen los requisitos mínimos para el diseño de los gabinetes.

2.1.5 Calificaciones IP para gabinetes.

Las calificaciones de Tipo UL/ NEMA e IEC, IP son bastante distintas en sus definiciones, métodos de prueba y criterios de pasa/falla.

Si bien la calificación de Tipo UL se basa en las calificaciones de tipo NEMA, y por lo tanto son muy similares a ellas, son muy distintas de las calificaciones de IP de IEC y, por lo tanto, no se puede comparar o equiparar. La diferencia entre las normas UL e IEC son principalmente el tipo de prueba requerida y los criterios de pasa/falla de cada una.

Sin embargo, la calificación UL y NEMA Tipo 12 es mucho más estricta en que no se permite el ingreso de polvo ni líquido durante la prueba, mientras que la calificación IP55 permite el ingreso de algo de polvo y líquido en el gabinete, siempre que no sea dañino. La Tabla 1.9 define los requisitos de prueba y los criterios de pasa/falla para las calificaciones UL y NEMA. Las Tablas 5 y 6 definen los requisitos de prueba y los criterios de pasa/falla para las calificaciones IP.

0		Sin protección
1		Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 50 mm (por ej., contactos involuntarios de la mano)
2		Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 12.5 mm (por ej., dedos de la mano)
3		Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 2.5 mm (por ej., herramientas, tornillos)
4		Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 1 mm (por ej., herramientas finas y cables pequeños)
5		Protegido contra el polvo (sin sedimentos perjudiciales)
6		Totalmente protegido contra el polvo

0		Sin protección
1		Protegido contra caída vertical de gotas de agua (condensación)
2		Protegido contra caída de gotas de agua en ángulo de hasta 15° con la vertical
3		Protegido contra el agua de lluvia en ángulo de hasta 60° con la vertical
4		Protegido contra proyecciones de agua en todas direcciones
5		Protegido contra chorros de agua de manguera en todas direcciones
6		Totalmente protegido contra proyecciones de agua similares a golpes de mar
7		Protegido contra los efectos de la inmersión
8		Protegido contra los efectos de la inmersión prolongada en condiciones específicas

Figura 2.1 Calificaciones IP para gabinetes eléctricos

2.1.6 Requisitos mínimos para el diseño de gabinetes.

Si bien las tres normas definen la protección contra el ingreso, sólo las normas NEMA 250 y UL 50, 50E definen los requisitos mínimos del diseño de gabinetes. NEMA y UL definen los requisitos para:

- Impacto mecánico en las paredes del gabinete.
- Requisitos de espesor de la capa de metal.
- Sellado.
- Resistencia al aceite.
- Material/Acabado.
- Requisitos de cierre de la puerta y de la cubierta.
- Térmico.
- Unión/Conexión a tierra.

Sólo UL 50, 50E y NEMA 250 se ocupan de las normas de diseño mínimas para los gabinetes. IEC 60529 no cubre el diseño de la caja.

2.1.7 Norma TIA-606.

Esta norma para etiquetado de cables proporciona directrices voluntarias para etiquetado y mantenimiento de registro para alambrado de sistemas de red o de comunicaciones de voz y datos.

La norma TIA-606-B también recomienda tener cables, conectores, cordones, puentes, campos de terminación, etiquetas, rutas y otros componentes con código de color. Esto crea una forma más uniforme de identificar el tipo, aplicación, función o posición de un componente dentro de una infraestructura.

De acuerdo a TIA, el uso de la norma TIA-606-B tiene la finalidad de agregar valor a la infraestructura de telecomunicaciones. Con el mantenimiento de registros adicionales y la comunicación de la información de la etiqueta, los sistemas podrían actualizarse fácilmente y los problemas podrían resolverse más rápido.

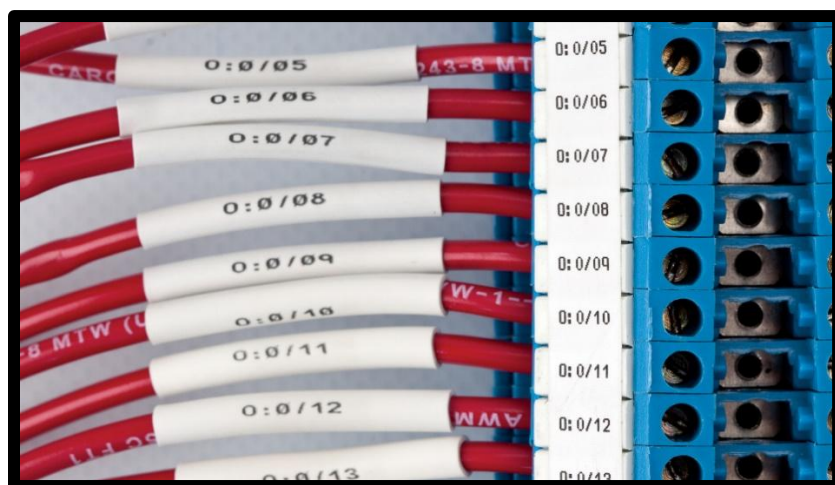


Figura 2.2 Etiquetado con norma TIA-606-B

2.2 Elementos estructurales y sus características

2.2.1 Perfil de aluminio BOSCH

Componente versátil y esencial. Su amplio rango de aplicaciones abarca desde la construcción hasta la manufactura de maquinaria. A lo largo de décadas, el aluminio ha demostrado ser un material ideal para la fabricación de perfiles industriales debido a sus propiedades únicas como:

- **Ligereza:** El aluminio es un metal liviano, aproximadamente un tercio del peso del acero, lo que facilita su manipulación y transporte.
- **Resistencia a la Corrosión:** La capa de óxido natural que se forma en la superficie del aluminio lo protege de la corrosión, lo que lo hace adecuado para aplicaciones en ambientes húmedos y corrosivos.
- **Conductividad Térmica y Eléctrica:** El aluminio es un buen conductor de calor y electricidad, lo que lo convierte en un material esencial en la fabricación de componentes eléctricos y sistemas de refrigeración.
- **Maleabilidad:** El aluminio es altamente maleable y se puede formar en una variedad de formas, lo que lo hace versátil para una amplia gama de aplicaciones.



Figura 2.3 Perfil BOSCH

2.2.2 Gabinete eléctrico

Elemento clave para la protección y funcionamiento de todo sistema eléctrico que pueda existir en cualquier empresa o industria. Por lo tanto, seleccionar, adquirir e instalar uno es un proceso delicado que requiere que se tengan en cuenta una serie de condiciones críticas en cuanto a seguridad, calidad y cumplimiento normativo.



Figura 2.4 Gabinete Eléctrico

2.2.3 Glándula eléctrica

También conocido como prensaestopas o pasacables, es un accesorio complementario que debe usarse siempre que se conecte un cable (conductor) a un gabinete, equipo o dispositivo, garantizando la fijación del cable (conductor), al mismo tiempo que impide el acceso al interior de nuestro sistema (gabinete/equipo/dispositivo) de agentes externos como agua, polvo o vapores de gases (que se encuentran presentes en el medio ambiente) y que si ingresan al interior del sistema pueden ocasionar una falla. Del mismo modo, evita que en caso de una falla del eléctrica o mecánica de nuestro sistema, exista alguna fuga hacia el exterior de gases, calor o vapores que pudiesen alterar la seguridad.



Figura 2.5 Glándula Eléctrica

2.2.4 Canaleta ranurada

Se usan para tableros de control en el sector industrial. Están fabricadas de plástico resistente a aceites y lubricantes, aunque también soporta fuego y altas temperaturas. Son una solución que cuenta con distintas ventajas, como es la capacidad de almacenamiento definida. Se caracteriza por ser antideslizante, evitando así desplazamientos en las tapas. La canaleta ranurada aparte de organizar también es utilizada para dar protección de cables que necesitan mayor seguridad personal y material en caso de incendio. La canaleta ranurada es la indicada para el alambrado en tableros de control, ya que los cables pueden ser colocados o retirados sin problema con gran facilidad.



Figura 2.6 Canaleta Eléctrica

2.2.5 Riel DIN

Estructura de metal estandarizada que se utiliza para el montaje de componentes eléctricos, tanto en aplicaciones industriales como residenciales, algunos ejemplos son:

- **Breakers electrónicos:** Interruptores de circuito que protegen a equipos eléctricos y cableado.
- **Fuentes de poder**
- **Bloques terminales:** Carcasa modular que conecta dos o más cables entre sí.
- **Controladores lógicos programables (PLC):** Ordenador utilizado para procesos de automatización industrial y monitoreo de piezas o sistemas.
- **Relés:** Dispositivo electromagnético que abre o cierra circuitos electrónicos.
- **Controladores de motor**



Figura 2.7 Riel DIN

2.3 Elementos eléctricos y sus características

2.3.1 Controlador Lógico Programable (PLC)

Computadora industrial que usa la ingeniería para la automatización de procesos y tiene como finalidad, que las máquinas desarrollen efectivamente todos los sistemas que la componen. Gracias a estas bondades los PLC se han convertido en una herramienta fundamental para el desarrollo tecnológico de las industrias y todo el entorno social. El PLC (Control Lógico Programable) es un equipo comúnmente utilizado por aquellas industrias que buscan dar un salto significativo en la automatización de todos sus procesos. Estos dispositivos se encuentran inmersos en la vida de la sociedad de distintas formas y maneras.



Figura 2.8 PLC Siemens S7-1500

2.3.2 Entradas digitales en un PLC

Encargadas de leer el estado de elementos físicos tales como sensores capacitivos, sensores inductivos, botones o interruptores que aportan información al propio PLC de lo que está sucediendo en la instalación. Estos elementos físicos van cableados en las entradas digitales de los PLC, para que estos reciban las señales de dichas entradas, que, al tratarse de señales digitales, la información que los PLC reciben se trata de estados lógicos, es decir, valores de 1 y 0.

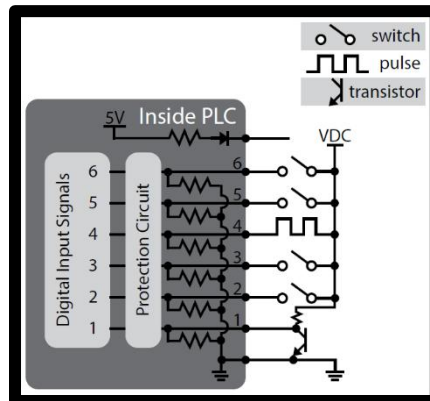


Figura 2.9 Representación de entrada digital de un PLC

2.3.3 Entrada analógica en un PLC

Parte de un PLC que le permite leer la magnitud que le proporciona un sensor de medición o sonda. Tales como un sensor de temperatura, presión, humedad, consumo eléctrico... En definitiva, con una entrada analógica, un PLC puede leer una magnitud física determinada proveniente de un sensor para controlar un proceso. Evidentemente, dicho sensor debe estar cableado en una entrada analógica del PLC.

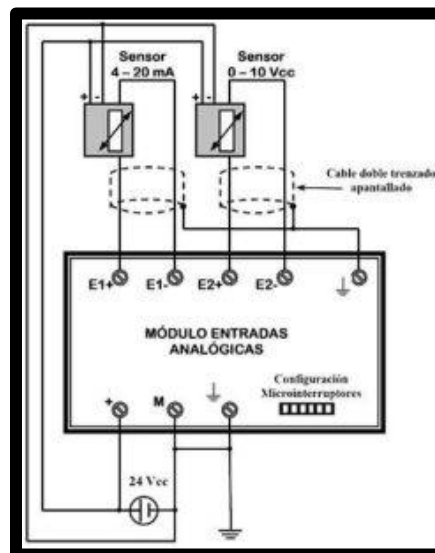


Figura 2.10 Representación de entrada analógica de un PLC

2.3.4 Salidas digitales en un PLC

Encargadas de “escribir” el estado que deben tener elementos físicos tales como cintas transportadoras, bombas, leds, pistones... Estos elementos físicos van cableados a las salidas digitales del PLC, de tal forma que si por la salida digital salen 24V (en el programa el estado lógico sería 1), enciende el actuador. Si el estado lógico fuera 0, la salida digital sacaría 0 V y apagaría el actuador.

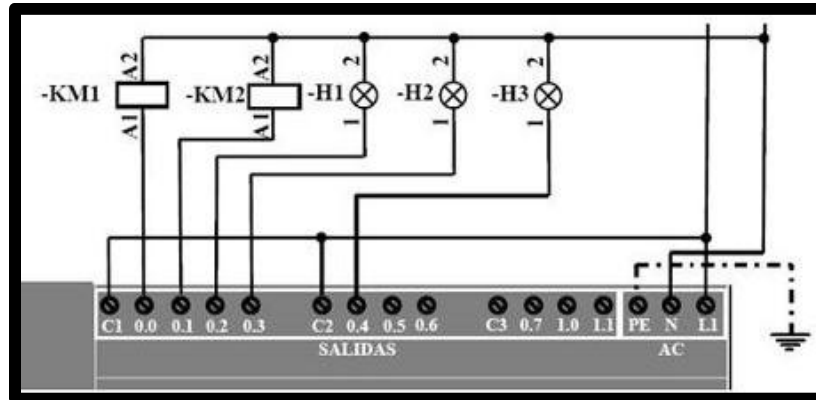


Figura 2.11 Representación de salida digital de un PLC

2.3.5 Unidad de Transmisión Remota (RTU)

Dispositivo electrónico que permite controlar un determinado número de entradas/salidas y enviarlas a un sistema de control superior, generalmente un PLC, o bien directamente a un SCADA. Las RTUs recolectan información directamente de los sensores, medidores y equipamiento de campo. Normalmente, están localizadas cerca de los procesos monitoreados y transfieren información a los sistemas de control; están diseñadas para operar en forma segura en ambientes hostiles, protegidas de la erosión, humedad, polvo y de otros contaminantes atmosféricos.



Figura 2.12 Unidad de Transmisión Remota

2.3.6 Interfaz Humano-Máquina (HMI)

Interfaz de usuario o panel de control que conecta a una persona con una máquina, sistema o dispositivo. Aunque el término puede aplicarse técnicamente a cualquier pantalla que permita al usuario interactuar con un dispositivo, la HMI se utiliza más comúnmente en el contexto de los procesos industriales que controlan y monitorean máquinas de producción.

Por otro lado, HMI es la abreviatura de Human Machine Interface. De igual manera, entre profesionales se suele emplear su traducción al castellano Interfaz Humano-Máquina para denominar a este tipo de paneles de operador.

Además, estos paneles de control pueden conectarse a los PLC y mostrar su comportamiento para resolver problemas a los técnicos de mantenimiento, lo que supone un ahorro muy valioso.



Figura 2.13 Interfaz Humano-Máquina

2.3.7 Switch ethernet

También conocidos como conmutadores son dispositivos que además de trabajar en la capa 2 del Modelo OSI, lo que les permite conectar y servir de puente entre varias redes, incluyen características como el aislamiento eléctrico que los hacen más resistentes contra el agua, aceite, polvo, vibración y mucho más, o permiten realizar conexiones entre Ethernet y fibra óptica, incluso algunos pueden ser programables.

La capacidad de los switches Ethernet industriales de ser robustos, los convierte en excelentes para ambientes de uso rudo.



Figura 2.14 Switch Ethernet

2.3.8 PROFINET

PROFINET (PROcess Field NETwork) es un protocolo de comunicación desarrollado por la organización PROFIBUS & PROFINET International (PI). Está diseñado para conectar dispositivos industriales con varios tipos de equipamiento productivo, como motores, sensores y otros dispositivos electrónicos. El protocolo fue diseñado para ser independiente del fabricante, lo que significa que los dispositivos de diferentes marcas pueden funcionar juntos sin problemas. Además, el protocolo se ha optimizado para proporcionar un rendimiento óptimo a través de soluciones innovadoras como la detección automática de equipamiento, herramientas de diagnóstico avanzadas y recuperación rápida en caso de fallas. Estas características hacen que las redes basadas en PROFINET sean ideales para los entornos industriales modernos.



Figura 2.15 Logo PROFINET

2.3.9 Conector ethernet RJ45 industrial

Conectores de datos rectangulares diseñados para redes Ethernet en aplicaciones industriales. Admiten velocidades de datos de 10/100 Mbps y 1 Gbps. Los módulos magnéticos Ethernet como piezas específicas permiten un diseño de puerto Ethernet personalizado optimizado para EMC o sobretensión. Todas las piezas magnéticas Ethernet admiten soldadura SMD y por reflujo.

Están compuestos por varios factores de forma, conectores RJ45, módulos magnéticos Ethernet y conectores de cable instalables en campo, que también admiten alimentación a través de Ethernet (PoE), PoE +, PoE ++ (IEEE802.3at e IEEE802.3bt).



Figura 2.16 Tipos de conectores RJ45 industriales

2.3.10 Interruptor seccionador

Elementos fundamentales para toda red eléctrica, ya que son lo que permite trabajar en ella sin tener que desconectar la fuente original de energía. Son también lo que permite, como su nombre lo indica, seccionar las instalaciones eléctricas en distintas partes, permitiendo mediciones específicas y lecturas acordes al consumo de un área determinada. También permite darles mayor estabilidad y duración a las conexiones eléctricas de un edificio, pues usualmente vienen acompañados de potenciadores o reguladores de potencia.



Figura 2.17 Interruptor seccionador

2.3.11 Interruptor automático magnetotérmico

Protegen las instalaciones contra sobrecargas y cortocircuitos, por lo que garantizan la fiabilidad y la seguridad de las maniobras. Disponen de dos mecanismos de disparo diferentes: el mecanismo de disparo térmico para la protección contra sobrecargas y el mecanismo de disparo electromagnético para la protección contra cortocircuitos. Cumpliendo la normativa internacional vigente, esta gama puede ser utilizada globalmente en un amplio abanico de aplicaciones.



Figura 2.18 Interruptor automático magnetotérmico

2.3.12 Clemas eléctricas

Dispositivo que cuenta con una parte metálica para la conducción de la electricidad y una carcasa de plástico con orificios. Éstos permitirán realizar la conexión de diferentes cables de una forma muy sencilla y segura. Tiene además unos tornillos que ayudan a sujetar los cables. Además, de evitar accidentes, las clemas tienen una serie de ventajas:

- Evitan sobrecalentamientos repentinos y protegen contra los cortocircuitos.
- Se instalan de una manera sencilla.
- Sirven para organizar el cableado por polos.

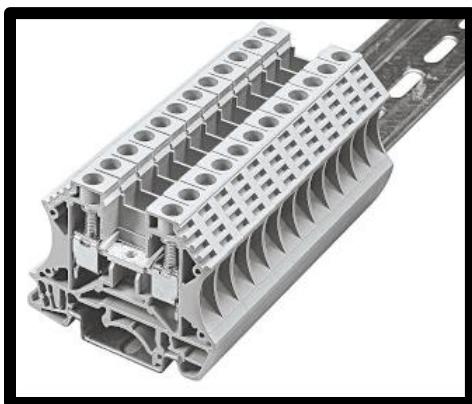


Figura 2.19 Clemas eléctricas

2.3.13 Clema portafusible

Para algunas aplicaciones en el cuadro o el aparellaje eléctricos, es ventajoso proteger la conexión de paso con un fusible independiente. Los bornes portafusibles con portafusibles para carril DIN constan de una base de bornes y un portaeslabones fusibles para varios eslabones fusibles de CA y CC. El fusible utilizado limita los datos nominales (corriente nominal y tensión nominal) o la corriente de fuga baja - LLC del borne portafusibles.

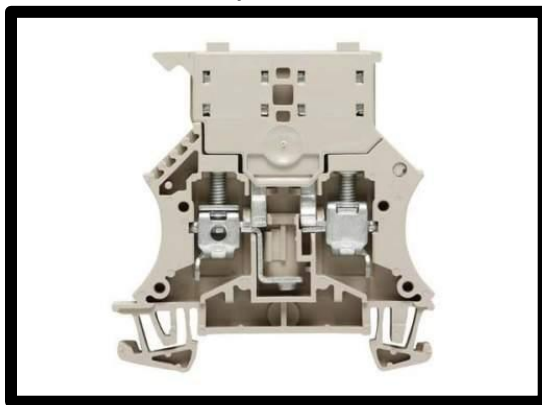


Figura 2.20 Clema portafusible

2.3.14 Fuente de 24 VCD industrial

Las fuentes de alimentación conmutadas se caracterizan por su alto rendimiento, dimensiones compactas y mínima generación de calor. Se trata de soluciones excelentes y fiables para suministrar corriente a todo tipo de aplicaciones de automatización, que garantizan el suministro seguro de una tensión de 24 VDC. Las distintas gamas de productos están optimizadas para la industria de la automatización.



Figura 2.21 Fuente de 24 VCD

2.3.15 Relevadores

Conocidos también como relés, son dispositivos electromagnéticos que se encargan de abrir y cerrar el paso de la corriente eléctrica y son accionados bajo este mismo tipo de energía. Los relevadores tienen una bobina conectada a una corriente, cuando esta se activa produce un campo electromagnético, el cual provoca que el contacto del relé que se encuentra normalmente abierto se cierre y de esta forma, permite el paso de la corriente por un circuito para ejercer cierta acción, como arrancar un motor. Cuando se deja de proveer corriente a la bobina, el campo electromagnético se retira y el contacto del relé se vuelve a abrir, dejando sin corriente al circuito eléctrico que iba al motor o al objeto en cuestión.

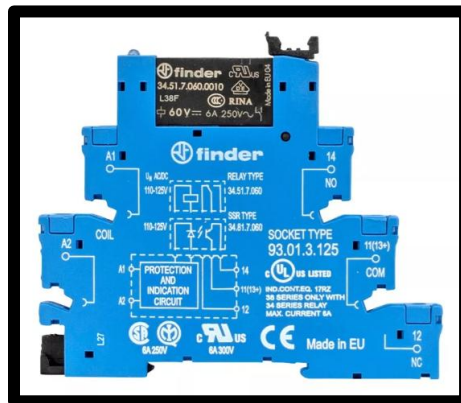


Figura 2.22 Relevador

2.3.16 Sensor fotoeléctrico

Emite un haz de luz (visible o infrarrojo) desde su elemento emisor de luz. Un sensor fotoeléctrico de tipo reflectivo se utiliza para detectar el haz de luz reflejado desde el objeto. Un sensor de tipo de haz de barrera se utiliza para medir el cambio en la cantidad de luz causado por el objeto al cruzar el eje óptico. Se emite un haz luminoso desde el elemento emisor de luz, el cual es recibido por el elemento receptor de luz.



Figura 2.23 Sensor fotoeléctrico

2.3.17 Sensor capacitivo

Un sensor capacitivo es un dispositivo diseñado para detectar la presencia o ausencia de un objeto, así como su posición o características eléctricas, utilizando el principio de la capacitancia eléctrica. La capacitancia se refiere a la capacidad de un sistema para almacenar carga eléctrica cuando se aplica un voltaje entre dos conductores separados por un dieléctrico (un material aislante). La función principal de un sensor capacitivo es detectar cambios en la capacitancia causados por la interacción de un objeto o sustancia con los electrodos del sensor. Cuando un objeto se acerca o entra en contacto con los electrodos del sensor capacitivo, la capacitancia cambia debido a la influencia dieléctrica del objeto.

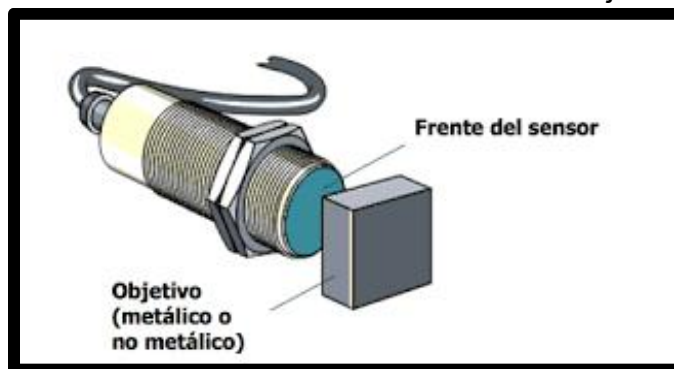


Figura 2.24 Sensor capacitivo

2.3.18 Sensor de campo magnético

Se utilizan principalmente para la supervisión selectiva o continua de la posición del pistón en cilindros y pinzas. El sensor reconoce el campo del imán integrado en el émbolo a través de la pared del actuador. A diferencia de los sensores inductivos o capacitivos, los sensores de campo magnético reaccionan ante la presencia de un campo magnético. No importa si este campo se genera con un electroimán o un imán permanente. Gracias a esta particularidad, los sensores de campo magnético son especialmente resistentes a manipulaciones e interferencias.



Figura 2.25 Sensor de campo magnético

2.3.19 Distribuidor de sensores

Conectan los sensores y actuadores con la unidad de control. Son ideales para condiciones adversas, especialmente cuando se utilizan refrigerantes y lubricantes. Su carcasa completamente encapsulada ofrece un alto grado de protección y una excelente resistencia a golpes y vibraciones. Gracias a su diseño, estas interfaces se integran perfectamente en todas las instalaciones y máquinas, quedando garantizada la precisión de ajuste de los conectores por los puertos roscados metálicos.



Figura 2.26 Distribuidor de sensores

2.3.20 Encoder rotativo

Se utilizan para proporcionar información sobre el movimiento de un objeto o dispositivo giratorio, como el eje de un motor o la rueda de una bicicleta. El encoder rotatorio convierte la posición angular del eje en movimiento en una señal de salida analógica o digital que luego permitirá que un sistema de control establezca la posición o la velocidad del eje. Esa es la razón por la que a estos analizadores de velocidad se les conoce como encoders de eje.

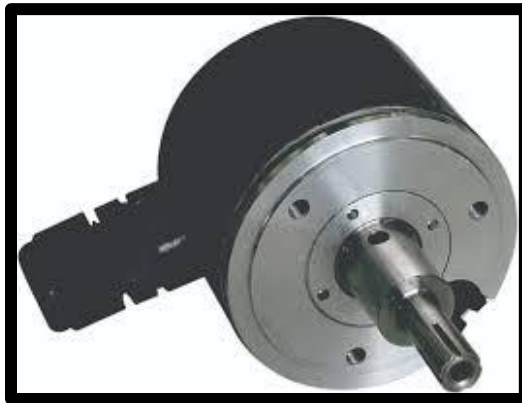


Figura 2.27 Encoder rotativo

2.3.21 Encoder lineal

Dispositivo orientado a la obtención de datos en aplicaciones con movimientos lineales. Los encoders lineales, son sensores que pueden parametrizar el movimiento lineal de un aparato y generar información relacionada con la velocidad, la posición, la aceleración o aplicación móvil.



Figura 2.28 Encoder lineal

2.3.22 Interruptores bimanuales

Tienen la función de evitar que los trabajadores coloquen sus manos en la zona de riesgo durante el funcionamiento de la máquina, garantizando así su seguridad. Su principio de funcionamiento se basa en la activación simultánea de dos botones de control.

El mando bimanual existe para obligar al operador a mantener sus manos en lugar seguro durante el ciclo de funcionamiento de las máquinas, evitando de esta manera, posibles accidentes. La caja de control tiene la función de dificultar la manipulación del sistema de accionamiento.



Figura 2.29 Interruptores bimanuales

2.3.23 Pulsador normalmente abierto y normalmente cerrado

Un botón normalmente abierto (NO) es un botón que, en su estado predeterminado, no hace contacto eléctrico con el circuito. Sólo cuando se presiona el botón se hace contacto eléctrico con el circuito. Cuando se presiona el botón, el interruptor hace contacto eléctrico y el circuito ahora está cerrado. Un botón pulsador normalmente cerrado (NC) es un botón que, en su estado predeterminado, está cerrado al circuito. Solo cuando se presiona el botón se desconecta del circuito.



Figura 2.30 Pulsador normalmente abierto y normalmente cerrado

2.3.24 Conector harting

Existen gran variedad de ellos y se caracterizan por su sencillez y manejo rápido, la robustez que aporta, la flexibilidad de uso, el ciclo de vida tan duradero, y la posibilidad de montaje sin usar ningún tipo de herramientas.



Figura 2.31 Conector harting

Esto último es muy importante, ya que muchos de los conectores que hay en la empresa, ya sean para uso industrial o para cualquier otro uso, siempre implican usar algunas herramientas para su instalación.

Además de todo eso, el conector Harting también ha sido protegido IP (protección contra el contacto, el polvo y el agua) para que pueda resistir a ciertas condiciones externas de humedad, polvo, cuerpos extraños, sacudidas mecánicas, fluidos derramados, etc. Por supuesto, la protección está certificada bajo normas IEC 60 529 y DIN EN 60 529.



Figura 2.32 Conector harting en la industria

2.3.25 Sistema de visión

Los sistemas de visión artificial son métodos automatizados e inteligentes que permiten, de forma precisa y detallada, procesar y analizar las imágenes de los productos en las líneas de montaje. Gracias a los diferentes softwares instalados en los sistemas y en las cámaras de visión artificial, las máquinas automatizadas pueden llegar a detectar o identificar anomalías en los productos.

Por tanto, pueden efectuar cualquier acción para corregir tales detalles siguiendo los parámetros establecidos por el operador. Es por esto que la visión artificial es una herramienta imprescindible para inspeccionar y detectar cualquier error en los procesos de producción



Figura 2.33 Sistema de visión

2.3.26 Sistema de escaneo fijo

El escaneo industrial fijo permite a las empresas innovadoras aumentar su rendimiento, mejorar su precisión y añadir un alto nivel de trazabilidad a sus procesos de fabricación, almacenamiento, logística y distribución. La integración de escáneres industriales fijos en este tipo de aplicaciones proporciona una forma rentable de aumentar y mejorar los procesos internos sin la molestia de añadir personal adicional y gastos generales.



Figura 2.34 Sistema de escaneo fijo

2.4 Elementos neumáticos y sus características

2.4.1 Unidad de filtro, regulador, lubricador (RFL)

Suministran aire limpio a una presión fija. Se lubrican, si es necesario, para garantizar el correcto funcionamiento de los componentes neumáticos, lo que aumenta su vida útil. El aire suministrado por los compresores suele estar contaminado, sobre presurizado y sin lubricar, por lo que se necesita una unidad FRL para evitar daños en los equipos.



Figura 2.35 Unidad FRL

2.4.2 Válvula de corte neumática

Forman parte del conjunto de dispositivos de seguridad de que una instalación debe estar dotada, siendo capaz desviar el flujo y en consecuencia caudales de diversa entidad de una dirección a otra. El mecanismo de accionamiento de las válvulas de corte puede ser mecánico o electrónico.



Figura 2.36 Válvula de corte neumática

2.4.3 Presostato

Artefacto que cierra o abre un circuito eléctrico que depende de la lectura de presión de un fluido. También es conocido como interruptor de presión o switch de presión. El fluido hace una presión sobre un pistón interno haciendo que se mueva hasta que se unen dos contactos. Cuando la presión baja, un resorte empuja el pistón en sentido contrario y los contactos se separan. Un tornillo permite ajustar la sensibilidad de disparo del presostato al aplicar más o menos fuerza sobre el pistón a través del resorte.



Figura 2.37 Presostato

2.4.4 Bloc de válvulas

Conjunto de válvulas distribuidoras neumáticas, colocadas de manera que pueden incluir entradas y salidas eléctricas, que pueden ser controladas de forma individual o por bus de campo. Su objetivo principal es reducir los costes de instalación neumática y facilitar el mantenimiento, aunque los últimos avances tecnológicos permiten otras funciones tales como diagnosis, señales eléctricas, señales de presión o de temperatura, entre otras. Esto permite centralizar las diferentes señales e informaciones de la máquina en un único elemento, optimizando así los costes de comunicación. Además, gracias al control por bus de campo, se ahorra espacio y tiempo en cableado, entubado y puesta en marcha, lo que permite reducir también los costes totales de mantenimiento.

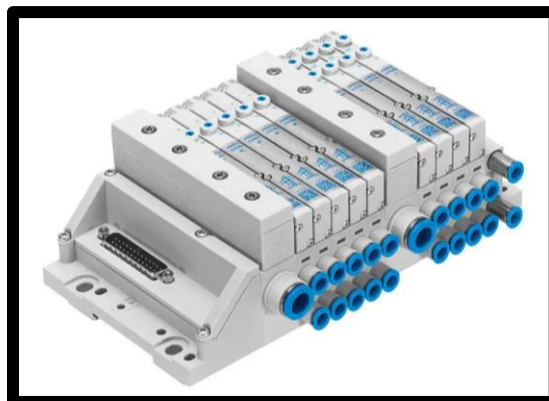


Figura 2.38 Bloc de válvulas

2.4.5 Clamp de sujeción neumática

Fijan a piezas de trabajo en su lugar, posicionan mecanismos y mantienen moldes juntos. De esta manera, no solo simplifican la manipulación, sino que también permiten procesos totalmente automatizados.



Figura 2.39 Clamps de sujeción neumática

2.5 Conceptos sobre industria 4.0 y programación de PLC's

2.5.1 Lean manufacturing

Se refiere a una serie de métodos, filosofías y herramientas para minimizar el desperdicio en su negocio y maximizar la producción. Lea acerca de las diferentes formas en que su empresa puede mejorar.

Es una estrategia de fabricación que se centra en eliminar los residuos del proceso de producción para mejorar la eficiencia. La fabricación ajustada es un método popular de producción de bienes porque puede aumentar la eficiencia de la producción y reducir los costes.



Figura 2.40 Lean Manufacturing

2.5.2 Sistema de ejecución de fabricación (MES)

Un sistema de ejecución de fabricación, o MES, es un sistema de software integral y dinámico que monitorea, rastrea, documenta y controla el proceso de fabricación de bienes desde la materia prima hasta los productos terminados. Al proveer una capa funcional entre la planificación de recursos empresariales (ERP) y los sistemas para control de procesos, un MES brinda a los responsables de la toma de decisiones los datos que necesitan para que la planta sea más eficiente y optimizar la producción.



Figura 2.41 Sistema MES

2.5.3 TIA Portal

TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal) es un software de ingeniería desarrollado por Siemens que permite la programación, configuración y diagnóstico de dispositivos de automatización, como:

- Controladores lógicos programables (plcs)
- Sistemas de control distribuido (DCS)
- Sistemas de supervisión y adquisición de datos (SCADA)
- Paneles de operador (HMI)
- Servomotores
- Variadores de frecuencia, entre otros.

Este software integra varias aplicaciones, como SIMATIC STEP 7, SIMATIC wincc y SINAMICS Startdrive, facilitando el diseño y la puesta en marcha de sistemas de automatización industrial.

La automatización industrial ha experimentado un rápido avance en las últimas décadas, y uno de los protagonistas principales de este crecimiento es TIA Portal.

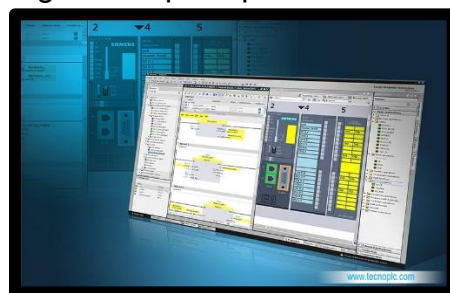


Figura 2.42 TIA Portal

2.5.4 Lenguaje de programación de escalera (LADDER)

Los diagramas de escalera son esquemas de uso común para representar la lógica de control de sistemas industriales. Se le llama diagrama "escalera" porque se asemejan a una escalera, con dos rieles verticales (de alimentación) y "escalones" (líneas horizontales), en las que hay circuitos de control que definen la lógica a través de funciones.

De esta manera Las principales características del lenguaje ladder son:

- Instrucciones de entrada se introducen a la izquierda
- Instrucciones de salida se situarán en el derecho.

La mayoría de los PLC permiten más de una salida por cada renglón (Rung). El procesador (o "controlador") explora peldaños de la escalera de arriba a abajo y de izquierda a derecha.

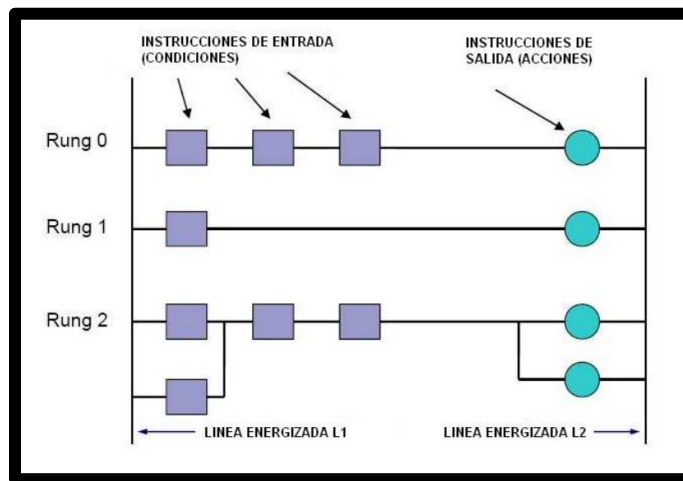


Figura 2.43 Descripción de Lógica Ladder

2.5.5 Lenguaje de programación GRAFCET

GRAFCET es un sistema gráfico que utiliza elementos como etapas, acciones asociadas y transiciones para crear flujos de trabajo lógicos.

Un GRAFCET está compuesto de:

- **Etapas:** define un estado en el que se encuentra el automatismo. Las etapas de inicio se marcan con un doble cuadrado.
- **Acción asociada:** define la acción que va a realizar la etapa, por ejemplo, conectar un contactor, desconectar una bobina, etc.
- **Transición:** es la condición o condiciones que, conjuntamente con la etapa anterior, hacen evolucionar el GRAFCET de una etapa a la siguiente, por ejemplo, un pulsador, un detector, un temporizador, etc.

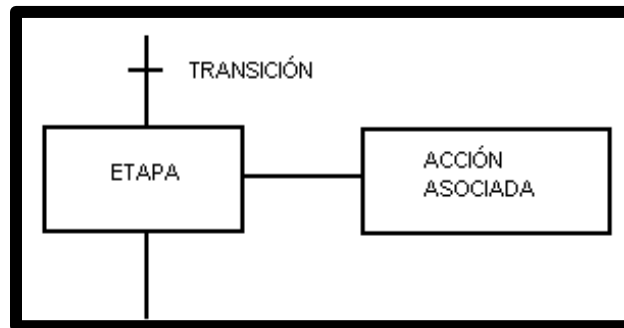


Figura 2.44 Elementos de un GRAFCET

2.5.6 Lenguaje de programación AWL

Es un lenguaje de programación textual orientado a la máquina. En un programa creado en AWL, las instrucciones equivalen en gran medida a los pasos con los que la CPU ejecuta el programa.

Para facilitar la programación, AWL se ha ampliado con estructuras de lenguajes de alto nivel (tales como accesos estructurados a datos y parámetros de bloques).

Es el más completo y el más complejo visualmente de seguir.

Para instrucciones sencillas es muy útil pero cuando se quiere hacer una lógica un poco compleja el trabajo de seguimiento y de depuración es complicado y fácilmente susceptible de cometer errores.

En su haber, si lo que necesitas no lo puedes programar en AWL, es que no se puede programar con ninguno de los 3.

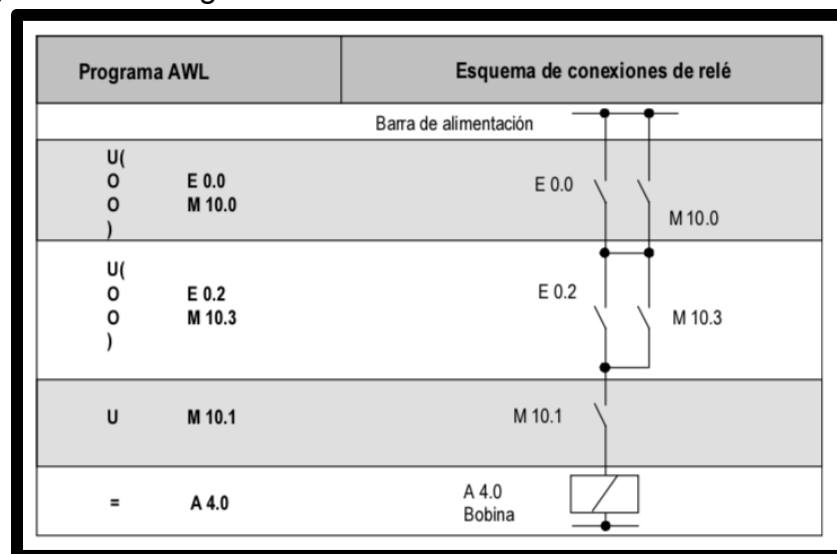


Figura 2.45 Código AWL comparado con esquema de contactos

3. DESARROLLO

3.1 Recepción de ayudas visuales de estaciones

Para comenzar con la manufactura de las estaciones, debemos recibir las ayudas visuales por parte del departamento de diseño, ya que con estas identificamos los elementos mecánicos, eléctricos y neumáticos que las estaciones necesitan para funcionar adecuadamente y así los miembros que conformamos al departamento de ensamble y automatización nos familiaricemos con las estaciones y con los componentes que llevan.

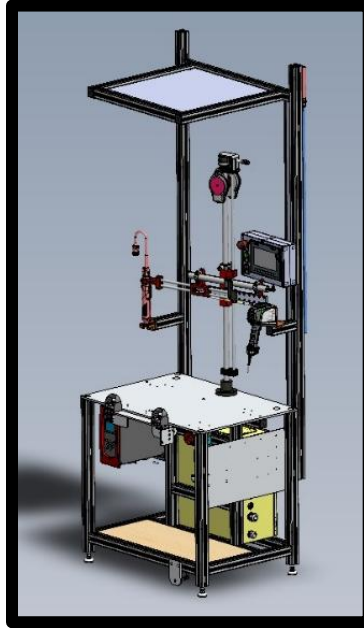


Figura 3.1 Ayuda visual de estación

En la parte superior de la estación, se encuentra la lámpara la cual se encarga de brindar una iluminación constante a la mesa de la estación donde se situará el herramental para el ensamble las piezas del faro. Esto con la finalidad de que los sistemas de escaneo, visión y sensores no les afecte el cambio de iluminación del ambiente. Se encuentra enmarcada en perfiles Bosch de 45x45mm.

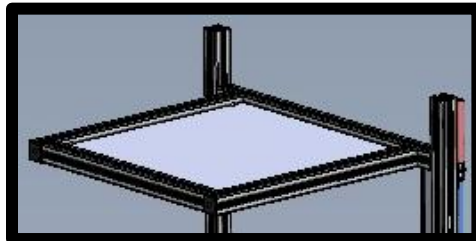


Figura 3.2 Ayuda visual de lámpara

A continuación, se encuentra el pedestal, el cual se encarga de sostener el efector que en este caso es un atornillador de tipo lápiz con el que se atornillarán las piezas de los faros a un torque específico proporcionado por el cliente. Además, se encuentran un encoder lineal encargado de medir la posición del atornillador en los ejes X/Y, así como un encoder rotativo encargado de medir el ángulo en el que el atornillador se encuentre. El pedestal se encuentra atornillado en la mesa de la estación.

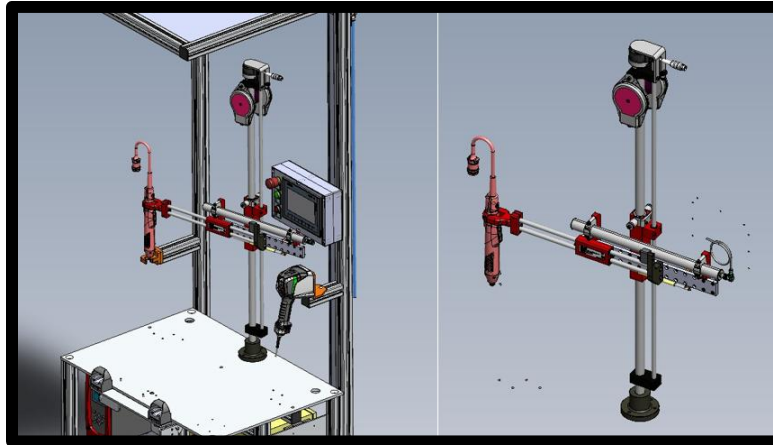


Figura 3.3 Ayuda visual de pedestal de estación

Se encuentra una botonera que la conforma una HMI, pulsadores y luces indicadoras. Con esta parte de la estación es por donde el operador interactuara con la estación y con el proceso de esta. Se encuentra atornillada en una placa de aluminio fijada sobre un perfil Bosch de 45x45mm.

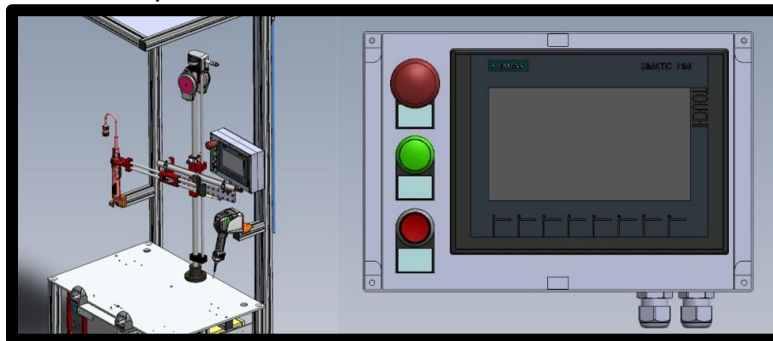


Figura 3.4 Ayuda visual de botonera

Posteriormente se encuentra un escáner manual con el cual el operador será capaz de escanear algún código de alguna pieza específica que lleva el faro y el dato se envíe al sistema de trazabilidad de Forvia. Este escáner cuenta con su soporte el cual se fija sobre un perfil Bosch de 45x45mm.

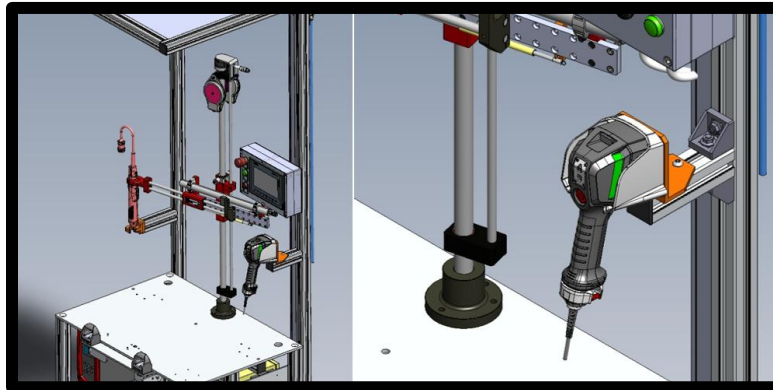


Figura 3.5 Ayuda visual de Escáner manual

Tenemos unos bimanuales que son un elemento de seguridad. Estos sirven para que el operador tenga sus manos “ocupadas” al presionar los bimanuales con ambas manos y de esta forma evitar algún daño hacia sus extremidades mientras la máquina esté en proceso de sujetar o liberar de la pieza del faro. Estos elementos se fijan con una pieza de aluminio con ángulo de 90° atornillada con ayuda de unos eslabones a la mesa de la estación.

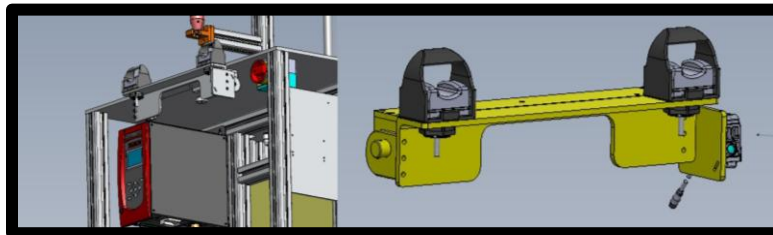


Figura 3.6 Ayuda visual de bimanuales

Contamos con un conector HARTING de tipo aéreo, el cual se conecta en el conector HARTING del herramental, esto con el fin de suministrar los elementos neumáticos con presión de aire y los elementos eléctricos con 24 VCD y que de transmitan las señales de los sensores hacia el PLC.



Figura 3.7 Ayuda visual de conector harting

También contamos con un interruptor seccionador encargado de abrir o cerrar el suministro principal de alimentación de la estación. Este se encuentra atornillado en la mesa de la estación en la parte frontal.

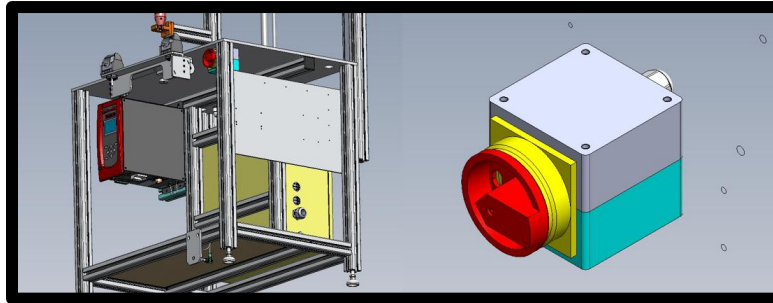


Figura 3.8 Ayuda visual de interruptor seccionador

Después, tenemos al controlador del dispositivo de atornillado de la estación, este sirve para regular el torque, velocidad y tiempo de atornillado de los puntos de atornillado. Además, este dispositivo se comunica con el PLC para habilitar y deshabilitar el atornillador cuando se necesite en la secuencia de atornillado. Este controlador se encuentra fijado sobre la estructura de perfiles Bosch de 45x45mm en la parte inferior de la estación.

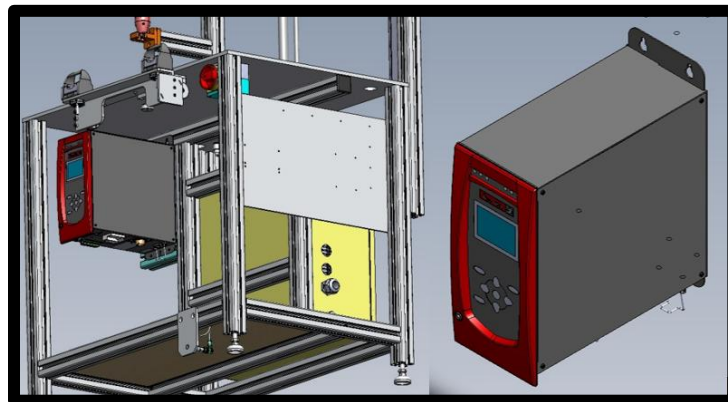


Figura 3.9 Ayuda visual de controlador de atornillador

La estación cuenta con una unidad de mantenimiento y un bloc de válvulas que conforman al sistema neumático. La unidad de mantenimiento sirve para acondicionar la presión de aire de entrada de la estación, así como para interrumpir la presión de aire por seguridad. El bloc de válvulas es por el cual se controlan por medio de solenoides el flujo de aire de las 4 válvulas de acuerdo con la secuencia de la máquina. Estos elementos se atornillan sobre una placa de aluminio y esta se fija sobre los perfiles Bosch de la parte inferior de la estación.

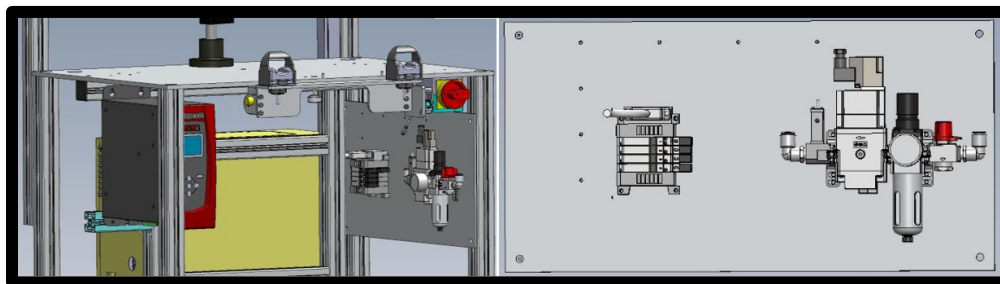


Figura 3.10 Ayuda visual de elementos neumáticos

Además, la estación cuenta con un gabinete eléctrico de 500x500x300mm encargado de mantener los elementos de control y alimentación eléctrica aislados del entorno al ser componentes importantes y costosos. Cuenta con glándulas eléctricas por las cuales ingresan los cables hacia el tablero, tomas de alimentación a 220 VAC y un nodo ethernet para conectarse a la red de la máquina. El gabinete se sitúa en la parte inferior de la estructura de la máquina de perfiles Bosch.



Figura 3.11 Ayuda visual de gabinete eléctrico

Una vez visualizados los elementos que conforman a las estaciones, nos hemos familiarizado más con estas, esto será de mucha utilidad al momento que comencemos a con la fabricación de 58 máquinas, debido a que tenemos que considerar que su fabricación sea secuencial, eficiente y lo más conveniente posible para el departamento de Ensamble y automatización.

Al visualizar el diseño de las estaciones de ensamble y atornillado podemos apreciar que son un estándar muy planeado por parte de la empresa FORVIA, ya que este tipo de estaciones se pueden utilizar en otro proyecto para la producción de un modelo diferente de faro. FORVIA tiene esta ventaja ya que practica desde hace años el “Lean Manufacturing”, este método de organización les ayuda a no perder tiempo y costes en la producción de más maquinaria.

3.2 Recepción de ayudas visuales de herramientas

Para comenzar con la manufactura de los herramientas, debemos recibir las ayudas visuales por parte del departamento de diseño, ya que al igual que con las estaciones, con estas identificamos los elementos mecánicos, eléctricos y neumáticos que los herramientas y de esta forma, los miembros que conformamos al departamento de ensamble y automatización nos familiaricemos con los elementos que estas llevan para un correcto ensamble y conexión. En el lado izquierdo de la imagen X, podemos visualizar el diseño del herramental sujetando el faro con su controlador y en el lado derecho el herramental en sí.

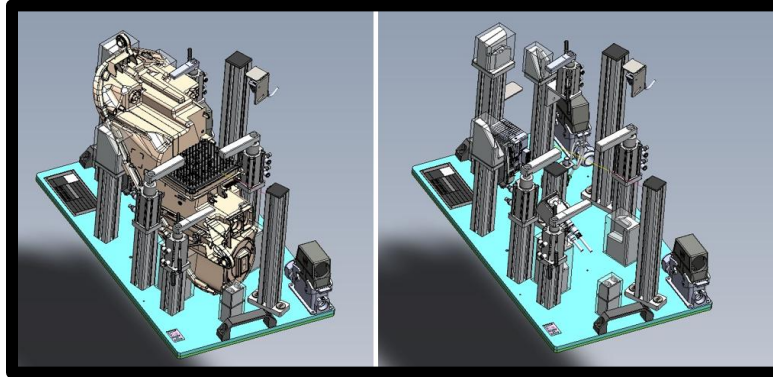


Figura 3.12 Ayuda visual de herramental con y sin faro

Visualizando más a detalle, podemos visualizar la estructura mecánica del herramental, donde está conformada por unos perfiles BOSCH de 45x45mm donde estos se sujetan de la placa de aluminio de 1/2 pulgada. Estos perfiles tienen la función de sujetar las piezas maquinadas de aluminio donde asienta el faro, además, de sujetar los elementos neumáticos y eléctricos del herramental como lo son los clamps de sujeción y los escáneres y sistemas de visión.

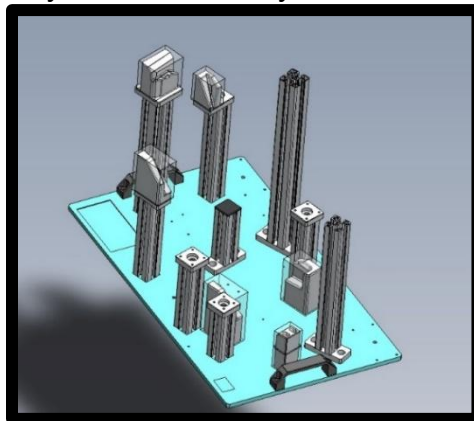


Figura 3.13 Ayuda visual de estructura de herramental

El herramental cuenta con cuatro clamps de sujeción neumática, los cuales sostienen al faro para que este se mantenga estático y que nada lo pueda mover cuando comience el ciclo de atornillado del controlador con la carcasa del faro. Estos se controlan a lo largo de la secuencia mediante una electroválvula.

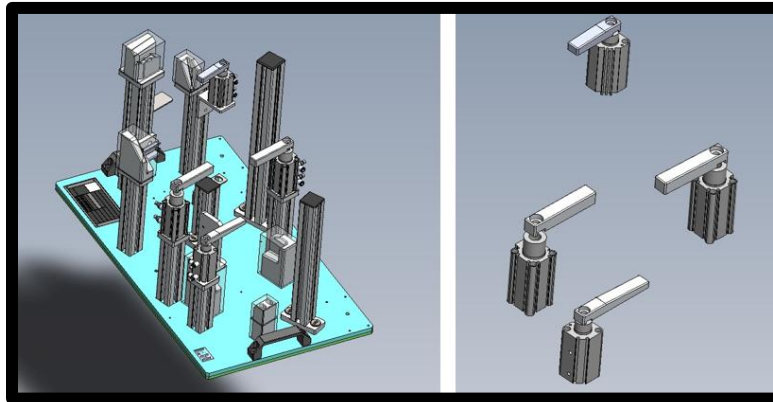


Figura 3.14 Ayuda visual de clamps de sujeción de herramienta

Podemos observar que el herramienta cuenta con un sistema de visión, el cual se posiciona en uno de los perfiles de 45x45mm. Este dispositivo sirve para verificar que el controlador del faro que se debe atornillar a este se posicione de manera adecuada antes de comenzar con el ciclo de atornillado. Se debe añadir a la red PROFINET de la estación este dispositivo para poder controlarlo a lo largo de la secuencia.

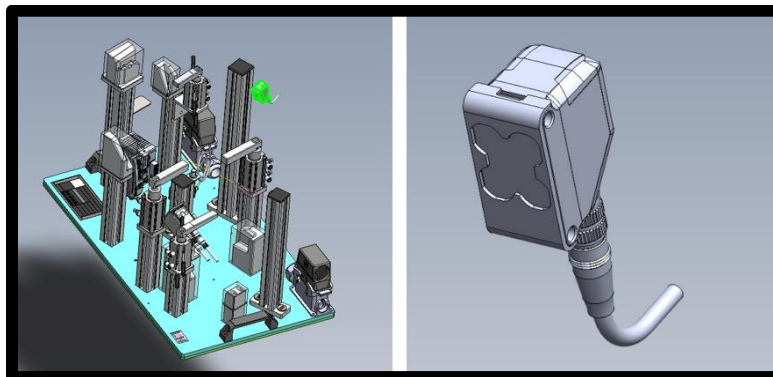


Figura 3.15 Ayuda visual de sistema de visión de herramienta

Se cuenta con un escáner el cual se fija en un perfil de la estructura del herramienta. Este dispositivo se encarga de escanear el código que pertenece a la carcasa del faro, este dato es de suma importancia para el sistema de trazabilidad de FORVIA ya que de esta forma se registra el faro en una base de datos con la fecha y hora de escaneo y así poder tener un seguimiento de este en caso de algún defecto en este. Para poder involucrar a este dispositivo en la secuencia, se debe añadir a la red PROFINET de la estación.

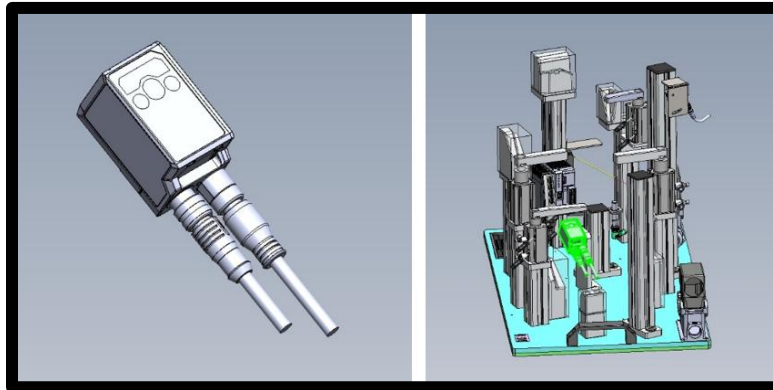


Figura 3.16 Ayuda visual de escáner fijo de herramienta

El sistema de visión requiere de un módulo por el cual se alimenta y comunica a la red. Además, se necesita de un switch ethernet en el herramental para poder conectar el sistema de visión y el escáner a la red de la estación. Por lo que se posicionan ambos dispositivos mediante un riel DIN en un perfil de la estructura del herramental.

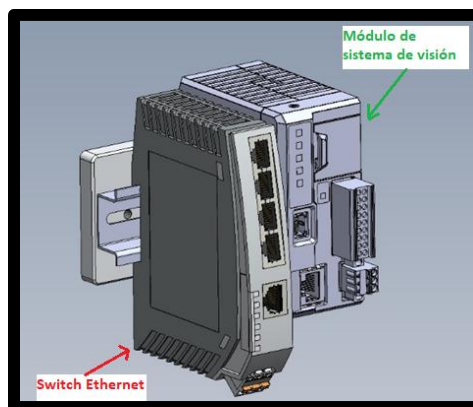


Figura 3.17 Ayuda visual de elementos eléctricos de herramental

El herramental cuenta con un sensor fotoeléctrico, el cual se encarga de detectar la presencia del controlador del faro una vez que se posiciona sobre la carcasa. Este sensor se conecta a un distribuidor de sensores para posteriormente enviar su señal al PLC y utilizarla en la secuencia. El sensor se encuentra sujeto en un perfil BOSCH de 45x45mm.

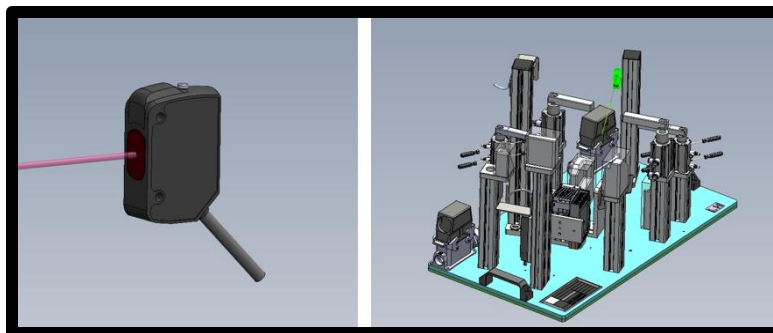


Figura 3.18 Ayuda visual de sensor fotoeléctrico de herramental

Además, se encuentra en el herramental un sensor capacitivo encargado de detectar la carcasa del faro una vez que esta se posiciona adecuadamente en el herramental, este sensor se conecta en un distribuidor de sensores para poder enviar su señal al PLC y utilizarla en la secuencia de la estación. Este se sujeta de un perfil BOSCH de 45x45mm.

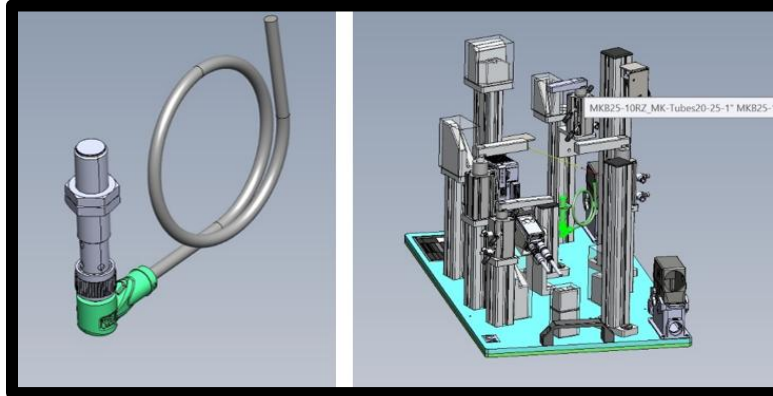


Figura 3.19 Ayuda visual de sensor capacitivo de herramental

Se encuentran fijados en la placa de aluminio de $\frac{1}{2}$ pulgada del herramental dos conectores HARTING. El primer conector HARTING se encarga de alimentar con 24VCD los elementos eléctricos del herramental, conectar los clamps de sujeción con el bloc de válvulas de la estación, además de enviar las señales de los sensores a la unidad remota. El segundo conector HARTING está destinado a conectar el switch ethernet del herramental con el switch ethernet de la estación y de esta forma que todos los dispositivos PROFINET tanto de la estación como del herramental estén en red.

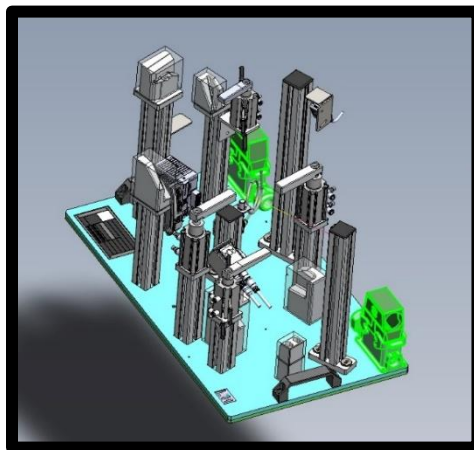


Figura 3.20 Ayuda visual de conectores harting de herramental

Además, el herramental cuenta con un distribuidor de sensores el cual se conecta al HARTING. Este dispositivo se encarga de alimentar a los sensores con 24VCD. Mediante su multiconductor de colores que se conecta al HARTING, se envían las señales de cada sensor a las entradas digitales de la unidad remota.



Figura 3.21 Ayuda visual de distribuidor de sensores de herramental

3.3 Recepción de perfiles que conforman la estructura de las estaciones

Por parte del departamento de maquinados recibimos los perfiles con las longitudes especificadas en la ayuda visual, así como también todas las placas maquinadas que necesita de la estación. Por medio de la “Lista maestra” (consultar anexo 1) es como el departamento de ensamble y automatización revisamos que la cantidad de perfiles y placas por plano sea la indicada y después de esto aceptar el material entregado este como se requiere.



Figura 3.22 Perfiles de estructuras de estaciones

Utilizando las ayudas visuales recibidas por el departamento de diseño, debemos identificar las partes de las estaciones que conforman su estructura. Como se muestra en la figura X, la máquina se conforma principalmente de perfiles Bosch de 45mm x 45mm (consultar anexo 6) cortados a diferentes longitudes que están ensamblados entre si con tornillos de diámetro de 12mm.

También tiene una placa de ½ pulgada donde estará situado el fixture y el pedestal del atornillador.

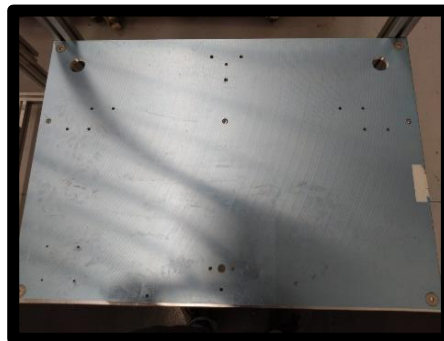


Figura 3.23 Placa de ½ pulgada de estación

Y también se encuentran las placas de 1/8 de pulgada donde se sitúan el panel visual y la unidad de mantenimiento con el bloc de válvulas



Figura 3.24 Placas de 1/8 de pulgada de estación

Además, se encuentra la estructura en la cual se instalan los bimanuales previamente ensamblada.



Figura 3.25 Estructura de bimanuales de estación

Al analizar la cantidad de piezas que se necesitan por estación para que estas se ensamblen al 100% y el tiempo que se toma por estación para que este proceso de ensamble se realice adecuadamente, el departamento de ensamble y automatización define que el tiempo para llevar a cabo la actividad será de 1 semana laboral, por lo que se anota en el formato de “Timing plan” (consultar anexo 2).

3.4 Recepción de gabinetes eléctricos, glándulas eléctricas y planos mecánicos para barrenado

Por parte del área de almacén, recibimos la cantidad de 58 gabinetes eléctricos de 500x500x300mm (consultar anexo 7) así como las glándulas eléctricas por las cuales entrara el cable eléctrico dentro del tablero, cada estación llevara uno donde se encontrarán los dispositivos de control eléctricos. Una vez que confirmamos la cantidad de gabinetes recibida, firmamos la correspondiente “Lista maestra” (consultar anexo 1).



Figura 3.26 Recibiendo gabinetes eléctricos

Ahora debemos recibir los planos por parte del departamento de diseño para llevar a cabo la estructuración de los gabinetes eléctricos, esto para que cumplan adecuadamente con los requerimientos de las estaciones, por lo que debemos realizar ciertos barrenos para montar elementos que nos servirán para que los cables de los elementos de la estación entren en este y puedan ser conectados en el tablero.

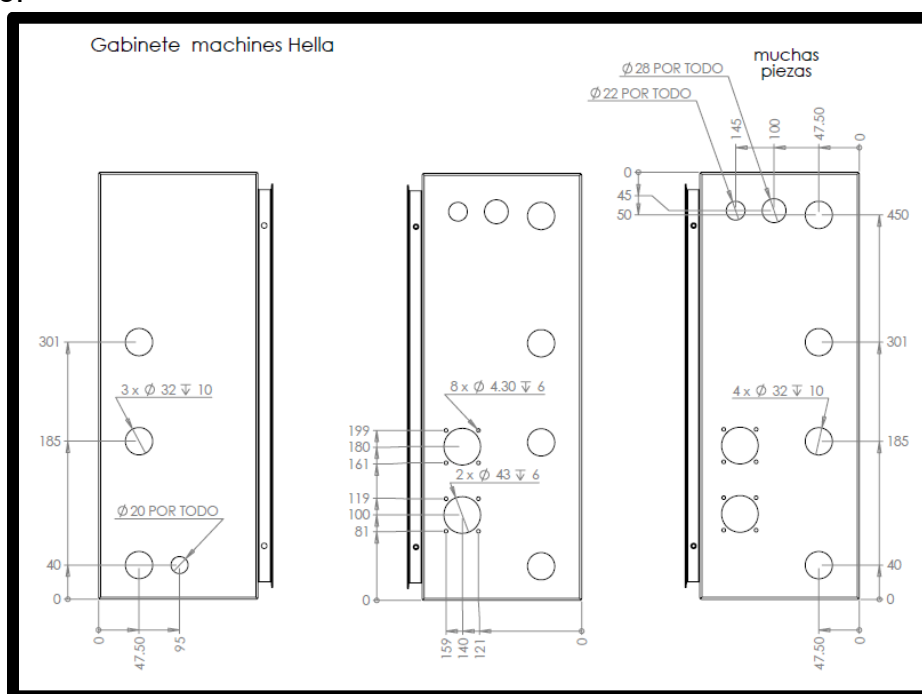


Figura 3.27 Plano mecánico con medidas de barrenado

Contabilizando el tiempo de barrenado por gabinete, así como el montaje de las glándulas eléctricas en el mismo, el departamento de ensamble y automatización define que el tiempo para llevar a cabo la actividad será de 1 semana laboral, por lo que se anota en el formato de "Timing plan" (consultar anexo 2)

3.5 Recepción de canaleta, riel din y planos para estructurado de tableros

Ahora recibimos canaleta y riel DIN por parte del área de almacén y contabilizamos la cantidad recibida para firmar la “Lista maestra” (consultar anexo 1).

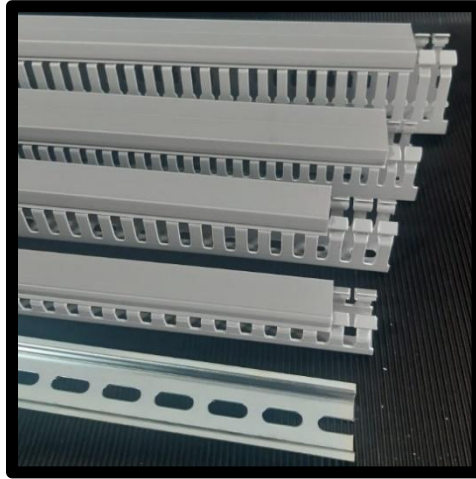


Figura 3.28 Recibiendo riel DIN y canaleta

Por parte del departamento de diseño recibimos los planos que especifican la longitud de la canaleta y riel din que conformarán a los tableros, ya que en estos se encontrarán los elementos eléctricos, de alimentación y comunicación de las estaciones, para realizar esto primero debemos comprender los planos mecánicos donde vienen las longitudes de las canaletas y rieles DIN necesarios.

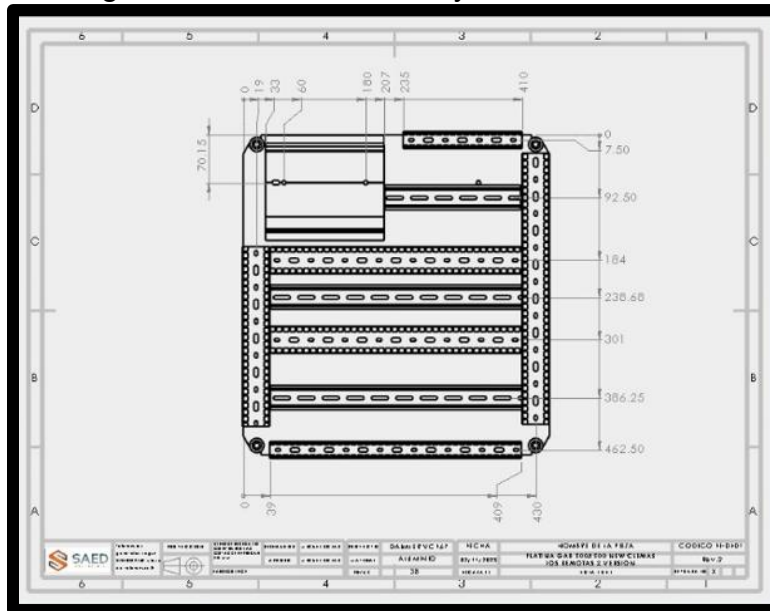


Figura 3.29 Plano mecánico con medidas de corte

Buscando cortar el riel y la canaleta de forma que se desperdicie lo menos posible, así como fijarlos sobre la platina, el departamento de ensamble y automatización determina que se tomaran 3 días laborales el llevar a cabo esta actividad, finalmente se anota en el formato de “Timing plan” (consultar anexo 2)

3.6 Recepción e identificación de elementos eléctricos de tablero

Nuevamente, recibimos los elementos eléctricos para el gabinete de control por parte del área de almacén y contabilizamos las cajas y la cantidad de elementos que estas contengan y si todo se encuentra en regla, firmamos la “Lista maestra” (consultar anexo 1).



Figura 3.30 Recibiendo elementos eléctricos

En primer lugar, contamos con el CPU del PLC S7 Siemens 1500 (consultar anexo 8), el cual se utiliza en este proyecto debido a que es el estándar de Forvia para las estaciones de atornillado. Este será el cerebro de la máquina y podrá ser capaz de procesar el programa que le dé función a cada elemento de la estación y funcione correctamente.



Figura 3.31 PLC Siemens S7-1500

Después, se encuentra el Switch Ethernet, el cual es el encargado de conectar a todos los dispositivos de la estación que necesiten estar dentro de la red de la estación para poder enviar y recibir información al PLC por medio del protocolo PROFINET. Para las estaciones se utilizará un switch de 8 puertos.



Figura 3.32 Switch Ethernet

Posteriormente se encuentra la Unidad Remota IP20 Weidmüller (consultar anexo 10), la cual es encargada de procesar las entradas y salidas físicas de la máquina para después enviarle los datos al PLC por medio de la red PROFINET y este procese la información en su programa. Para las estaciones de atornillado utilizan 2 tarjetas de entradas digitales para los sensores e interruptores. También se utilizan 2 tarjetas de salidas digitales para los actuadores. Además de una tarjeta de entradas analógicas encargada de leer los sensores analógicos.



Figura 3.33 Unidad remota IP20 Weidmuller

También se cuenta con clemas de I/O's, las cuales sirven para conectar los elementos físicos de la estación como sensores, interruptores, y actuadores hacia los pines de la unidad remota. Se encuentra además unas clemas de suministro eléctrico, por las cuales se conecta la clavija de alimentación que vendrá de la toma principal.

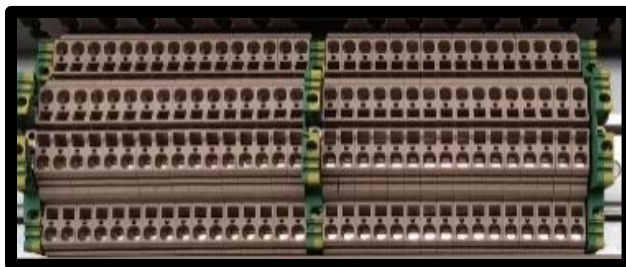


Figura 3.34 Clemas eléctricas

Se tiene un bus de clemas encargadas de suministrar el voltaje de salida de la fuente de 24 VCD a los elementos que necesitan alimentarse a esta tensión.



Figura 3.35 Cajas con clemas eléctricas

Así también de un disyuntor de 6A (consultar anexo 12) encargado de proteger los elementos eléctricos de la máquina en caso de un posible fallo eléctrico.



Figura 3.36 Disyuntor

Tenemos también una fuente de voltaje de 24 VCD de 5A encargada de alimentar todos los elementos de la estación que trabajen a este voltaje como lo son el PLC, unidad remota, HMI, etc.



Figura 3.37 Fuente 24 VCD

Además, se cuenta con clemas portafusibles de protección encargados de proteger los elementos más costosos de la estación como lo son el PLC, la unidad remota, HMI.

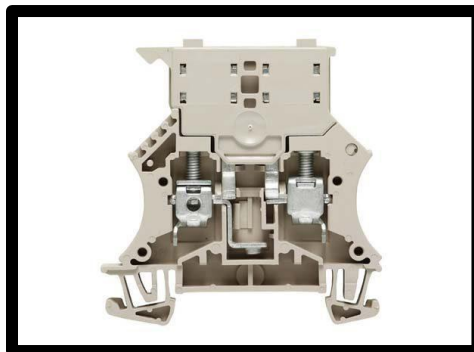


Figura 3.38 Clema portafusible

Finalmente, encontramos uno relés encargados de controlar la lampara de la estación, la seguridad de la máquina y la válvula de corte de la presión neumática.



Figura 3.39 Relevador

Una vez que identificamos cada elemento por separado, consultamos la ayuda visual del tablero para identificar su ubicación de cada elemento.

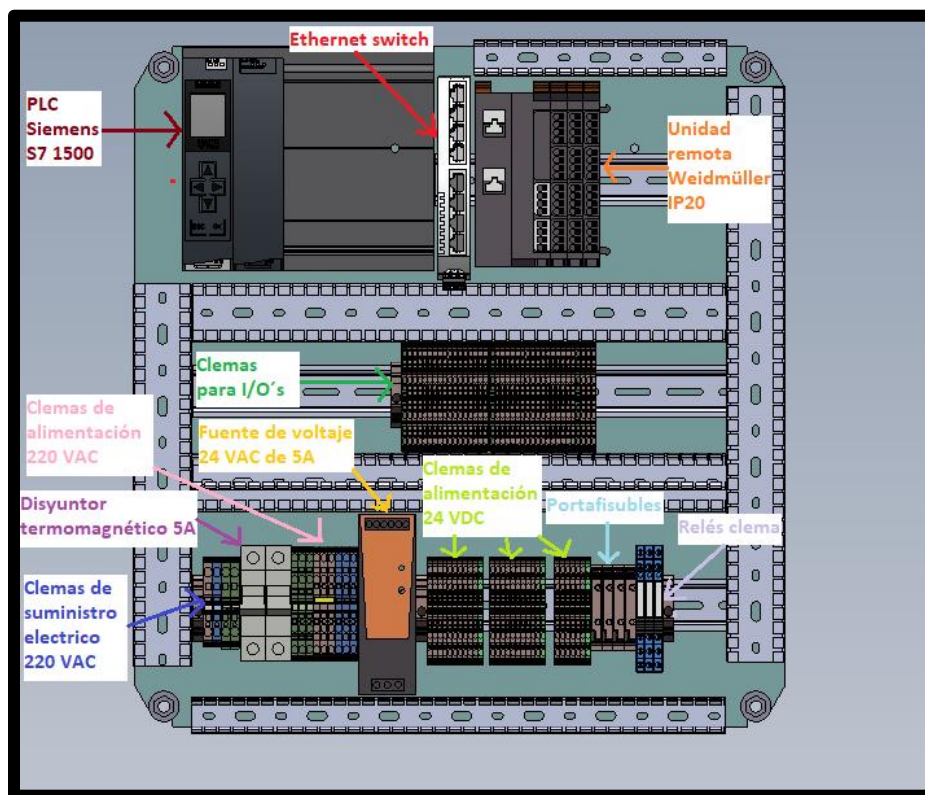


Figura 3.40 Ayuda visual de tablero de estación

Se busca realizar la instalación de los componentes de una forma secuencial donde no haya tanto tiempo perdido, así como brindando que estos dispositivos se instalen con el cuidado que necesitan, por lo que el departamento de ensamble y automatización determina que se tomaran 2 días laborales para llevar a cabo esta actividad, finalmente se anota en el formato de "Timing plan" (consultar anexo 2)

3.7 Recepción de material para conectores harting de estaciones

Ahora, recibimos los elementos para el armado de los conectores HARTING de las estaciones por parte del área de almacén y contabilizamos las cajas y la cantidad de elementos que estas contengan y si todo se encuentra en regla, firmamos la "Lista maestra" (consultar anexo 1).



Figura 3.41 Recibiendo material de conectores harting

Tenemos la carcasa del conector, con el cual se protegen los conectores eléctricos y neumáticos de las posibles amenazas que pueda tener en su entorno, además que esta garantiza que los conectores internos hagan un contacto totalmente hermético y sin falsos contactos.

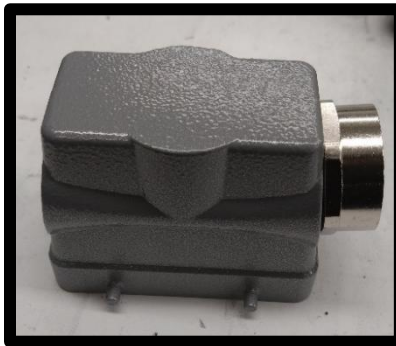


Figura 3.42 Carcasa de conector harting

También recibimos el “Licuatite”, que es un forro que protegerá los cables y mangueras del entorno, este viene previamente cortado con una longitud estándar para las estaciones.



Figura 3.43 Licuatite de conectores harting

Después, tenemos los slots donde se acomoda cada cable eléctrico y cada manguera para un correcto contacto. Cada slot eléctrico cuenta con doce ranuras para doce cables, y los neumáticos con tres ranuras para tres mangueras.

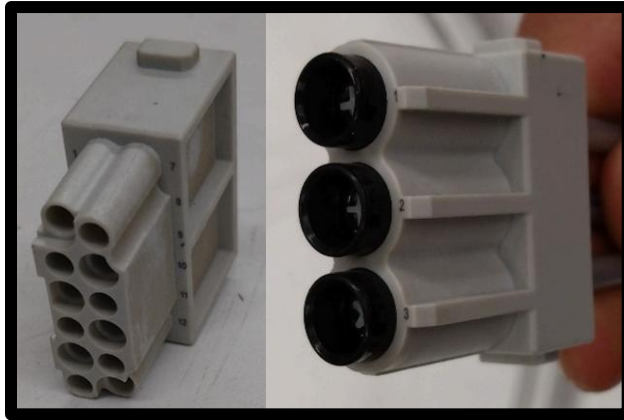


Figura 3.44 Carcasa eléctrica y neumática de conectores harting

Los conectores HARTING son indispensables en cada estación, y requieren de un ensamble de la caraca y conexión de elementos eléctricos y neumáticos antes de su instalación. El departamento de ensamble y automatización determina que se tomaran 3 días laborales para llevar a cabo esta actividad, finalmente se anota en el formato de “Timing plan” (consultar anexo 2).

3.8 Recepción de material para unidad de mantenimiento y bloc de válvulas

Al recibir los elementos neumáticos para el armado de unidades de mantenimiento y bloc de válvulas de las estaciones, por parte del área de almacén y contabilizamos las cajas y la cantidad de elementos que estas contengan y si todo se encuentra en regla, firmamos la “Lista maestra” (consultar anexo 1).



Figura 3.45 Recibiendo material neumático

En primer lugar, tenemos una llave manual, la cual abra o cerrara el paso de la presión neumática, esta se requiere con fines de mantenimiento y soporte para la estación, en caso de que se necesite realizar mantenimiento en la estación.



Figura 3.46 Llave manual neumática

Se contará con una válvula de corte, la cual cuando se alimente con 24 VCD permitirá el paso de la presión de aire, esta formará parte de la seguridad de la máquina y se alimentará cuando se necesite suministrar con presión neumática al proceso.



Figura 3.47 Válvula de corte

Se encuentra el FRL que es el filtro encargado de regular y lubricar el aire que alimenta la presión neumática de alimentación de la estación esto con la finalidad de cuidar la vida útil de los componentes neumáticos.



Figura 3.48 FRL

Se instalará además un presostato que es un sensor que permite detectar si es que hay presión de aire en el sistema neumático de la estación mediante el flujo de corriente a una entrada del PLC, cuando detecte presión de aire en la unidad de mantenimiento de la estación, este permite el paso de corriente eléctrica.



Figura 3.49 Presostato

Posteriormente, tenemos un bloc de válvulas con el cual se controlarán por medio de solenoides las válvulas de las estaciones de acuerdo con lo que se le solicite en el programa, este se alimentará de la unidad de mantenimiento, por medio de un cable multiconductor, se mandan activar los solenoides por parte de las salidas digitales de la unidad remota.



Figura 3.50 Bloc de válvulas

Las unidades de mantenimiento son necesarias para el correcto suministro de aire en la estación, así como los blocs de válvulas, para el desarrollo de esta actividad se implica que todo se ensamble de forma que no haya fugas en los elementos. El departamento de ensamble y automatización determina que se tomarán 3 días laborales para llevar a cabo esta actividad, finalmente se anota en el formato de “Timing plan” (consultar anexo 2).

3.9 Recepción de material para botonera

Ahora debemos recibir los elementos para el armado de las botoneras por parte del área de almacén y contabilizamos las cajas y la cantidad de elementos que estas contengan y si todo se encuentra en regla, firmamos la “Lista maestra” (consultar anexo 1).



Figura 3.51 Recibiendo material para botonera

Primero contamos con la carcasa previamente maquinada en donde se incrustarán todos los elementos de la botonera.



Figura 3.52 Carcasa de botonera

Contamos con una HMI Siemens KTP700 Basic (consultar anexo 9) por la cual el operador interactuará con la estación.



Figura 3.53 HMI KTP700

Después, contamos con un botón de paro de emergencia que es un elemento de seguridad importante a la hora de interrumpir el proceso de la estación de manera repentina, este funcionará con un pulsador normalmente cerrado.



Figura 3.54 Paro de emergencia

Se necesita un pulsador para resetear el proceso en caso de que se necesite, por lo que se utiliza una carcasa de botón rojo la cual accionará un botón normalmente abierto que realizará la función de reseteo. Además, el botón contará con un LED de color rojo el cual encenderá cuando haya algún error en la máquina.



Figura 3.55 Botón de reset con carcasa

Tenemos la carcasa verde, donde un LED verde indicará si es que la pieza del faro que se ensambla en el herramental ha sido ensamblada de manera exitosa.



Figura 3.56 LED indicador verde con carcasa

La botonera es el elemento de la máquina donde el operador interactuará con la maquina y sabrá el estado del proceso, para el desarrollo de esta actividad se implica que todos los elementos se empotren en la carcasa de la botonera, para después ser cableados con un multiconductor para conectarlo al gabinete del control. El departamento de ensamble y automatización determina que se tomarán 4 días laborales para llevar a cabo esta actividad, finalmente se anota en el formato de “Timing plan” (consultar anexo 2).

3.10 Recepción de material para interruptores seccionadores

Después, recibimos los elementos para el armado de los seccionadores por parte del área de almacén y contabilizamos las cajas y la cantidad de elementos que estas contengan y si todo se encuentra en regla, firmamos la “Lista maestra” (consultar anexo 1).



Figura 3.57 Recibiendo material de seccionadores

Primero contamos con la carcasa donde se ensamblará el seccionador para que este pueda estar aislado adecuadamente.



Figura 3.58 Carcasa de seccionadores

Posteriormente, contamos con la parte del seccionador con la que se hace el movimiento de encender o apagar, esta se fija en exterior de la carcasa. También tenemos la parte interna que es la encargada de conmutar los polos de la alimentación de 220 VAC de manera segura, en esta es donde se conectará el cable eléctrico que se dirige al gabinete eléctrico.



Figura 3.59 Interruptor seccionador

El seccionador (consultar anexo 11) es un elemento simple pero que brinda un correcto encendido de la máquina, para el desarrollo de esta actividad se implica conectar el cable del seccionador y este ensamblarlo en la carcasa. El departamento de ensamble y automatización determina que se tomarán 3 días laborales para llevar a cabo esta actividad, finalmente se anota en el formato de “Timing plan” (consultar anexo 2).

3.11 Recepción de material para pedestales de atornillador

Posteriormente, recibimos las partes que conforman al pedestal del atornillador por parte del área de almacén y contabilizamos las cajas y la cantidad de elementos que estas contengan y si todo se encuentra en regla, firmamos la “Lista maestra” (consultar anexo 1).



Figura 3.60 Recibiendo material de pedestales

Primero, se encuentra la parte del pedestal encargada de desplazar al atornillador en el eje Z, además de que la base hace rotar a este en el mismo eje, cuenta con poleas encargadas de devolver al atornillador a la posición inicial en el eje Z.



Figura 3.61 Base de pedestal

Posteriormente tenemos la pieza que conforma al fin del pedestal, la cual la conforma la base donde va el efector que en este caso es el atornillador, además de un desplazamiento en X/Y en paralelo tenemos el encoder lineal el cual medirá la distancia del desplazamiento X/Y, esta medición se envía a las entradas analógicas de la Unidad Remota.

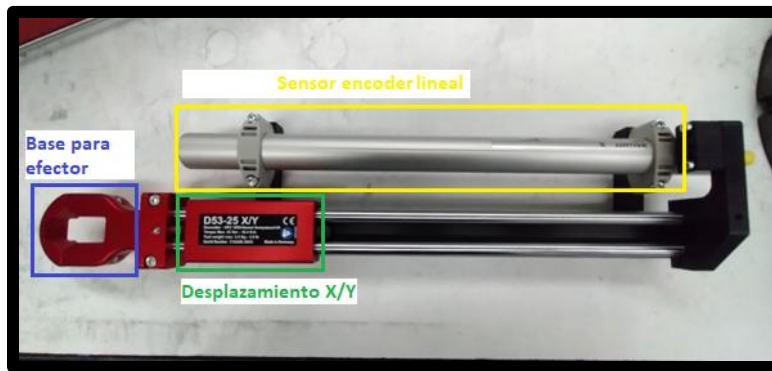


Figura 3.62 Base de efector

Además, también se cuenta con un encoder el cual se instala en la parte superior del pedestal, este será encargado de medir de manera rotativa el grado en el que se encuentra el atornillador y de igual manera, se envía la lectura a las entradas analógicas de la unidad remota.



Figura 3.63 Encoder rotativo

Estos pedestales tienen la función de proporcionar la ubicación del atornillador, que es un dato necesario al momento de realizar la secuencia de atornillado. Para el desarrollo de esta actividad se implica armar las estructuras e insertar los respectivos encoders. El departamento de ensamble y automatización determina que se tomará 2 días laborales para llevar a cabo esta actividad, finalmente se anota en el formato de “Timing plan” (consultar anexo 2).

3.12 Recepción de módulos y atornilladores CVIC

Ahora, recibimos las partes que conforman al pedestal del atornillador por parte del área de almacén y contabilizamos las cajas y la cantidad de elementos que estas contengan y si todo se encuentra en regla, firmamos la “Lista maestra” (consultar anexo 1).



Figura 3.64 Controlador de atornillador

Tenemos el módulo CVIC que se encarga de controlar al atornillador y donde se insertan los parámetros de atornillado que se necesiten de acuerdo con el proceso.



Figura 3.65 Controlador de atornillador

También contamos con el efector, que viene siendo un atornillador de tipo lápiz, el cual se fijará en el pedestal, este dispositivo será utilizado por el operador para atornillar las piezas del faro adecuadamente



Figura 3.66 Atornillador de tipo lápiz

Ambos dispositivos son indispensables para realizar la secuencia de atornillado. Para el desarrollo de esta actividad se implica únicamente instalar el módulo CVIC en la estructura de la estación y el atornillador en el pedestal. El departamento de ensamble y automatización determina que se tomará 1 día laboral para llevar a cabo esta actividad, finalmente se anota en el formato de “Timing plan” (consultar anexo 2).

3.13 Diseño de diagramas para el cableado de elementos eléctricos de tablero.

3.13.1 Arquitectura de red PROFINET.

En primer lugar, se consideran todos los dispositivos que se conectarán en la red de la estación utilizando el protocolo PROFINET los cuales son:

- **Siemens S7 1500:** Es el PLC encargado de procesar el programa de la estación.
- **KTP700 Basic:** HMI con la cual el operador comprenderá el proceso de la estación.
- **ITAC:** Se considera un puerto para conectar el Sistema de ejecución de fabricación (MES) de Forvia, con el cual esta empresa se encarga de llevar la trazabilidad de sus piezas en el proceso de fabricación de faros.
- **IP20:** Sistema de Entradas/ Salidas (DCS) encargado de recibir las señales de entrada digitales y analógicas y accionar las salidas digitales de acuerdo con lo que le mande el PLC.
- **Módulo de comunicación de Scanner Hand Held:** Dispositivo con el cual el operador escaneará alguna pieza y este dato se envíe al sistema de trazabilidad de Forvia.
- **Herramental:** Se considera un puerto para conectar los dispositivos del herramental como lo son sistemas de visión o scanner's dentro de la red de la estación.
- **Puerto de servicio:** Se considera un puerto para dejar un nodo de entrada por si se necesita conectar algún programador con su PC para darle el respectivo servicio a la estación.

Una vez que consideramos todos los dispositivos que formarán parte de a la red de la estación, les asignamos un numero de puerto y diseñamos el respectivo diagrama como se muestra en el anexo 9.

3.13.2 Alimentación 220 VCA.

Consideramos un suministro de 220 VCA al cual se conectará cada estación, este suministro llegará a los bornes de entrada del interruptor seccionador, des pues se conecta de los bornes de salida los bornes de entrada del disyuntor termomagnético, en los bornes de salida de este, se conecta el bus de clemas de 220 VCA donde se alimentarán:

- Fuente de 24 VCD,
- 2 conectores para clavija de 220 VCA
- lámpara de la estación
- Luz indicadora de gabinete encendido
- Controlador CVIC
- Escáner Hand Held

Al contemplar todos los elementos que se formarán parte de la etapa de 220 VAC de la estación, diseñamos el diagrama insertando la con su simbología correspondiente a cada dispositivo y los conectamos entre si como se muestra en los anexos.

3.13.3 Alimentación 24 VCD

La salida de la fuente de 24 VCD se conecta a través de un portafusibles a las clemas de alimentación, donde se alimenta la Unidad remota IP20, el Ethernet switch, los bimanuales y el módulo de comunicación del Scanner Hand Held. Se designa un portafusibles exclusivo para la alimentación del PLC Siemens S7 1500. Ahora designamos los símbolos para cada elemento y los insertamos en la parte de los diagramas de la alimentación 24 VCD como se muestra en el anexo.

3.13.4 Conexión de botonera

Este dispositivo estará fuera del gabinete eléctrico, por lo que le asigna un cable multiconductor de 12 hilos, con el cual se conectará adecuadamente de la botonera hacia el gabinete eléctrico. La botonera se compondrá de:

- HMI KTP700 Basic
- Interruptor normalmente cerrado (botón de paro de emergencia).
- Interruptor normalmente abierto (botón de reset).
- Buzzer.
- Luces indicadoras verde y roja.

Se asigna dentro del gabinete un portafusibles por el cual se alimentará a 24 VCD el HMI KTP700 Basic. Con el borne positivo de la alimentación se alimenta la entrada de los interruptores normalmente abierto y cerrado, la salida de estos interruptores se le asignan los cables #4 y #3 respectivamente, el borne negativo de la alimentación se conecta al cátodo del buzzer, y de una las luces indicadoras roja y una verde, los cables #5, #7 y #6 se conectan en el ánodo de estos dispositivos respectivamente.

Una vez que se plantean los elementos que conformarán a la botonera y como se conectarán hacia el gabinete eléctrico, desarrollamos su respectivo diagrama asignando a cada elemento un símbolo y los conectamos como se muestra en el anexo.

3.13.5 Entradas digitales

En esta parte es donde se conectan principalmente los sensores e interruptores que conforman a toda la máquina, por lo que antes de asignar a cada elemento un pin de entrada, debemos hacer un levantamiento por el cual consideramos a todos los dispositivos que se conectarán en esta parte de la unidad remota IP20.

- Señales de bimanuales: 2 señales, uno del lado izquierdo y otra del derecho que se activan cuando los bimanuales se presionan.
- Botonera: 1 señal correspondiente al reset y otra al paro de emergencia. Se activan cuando el operador las presione.
- Seguridad: El PLC necesita 1 señal para saber cuándo se ha interrumpido la alimentación secundaria de 24 VCD.
- Señal de presostato: 1 señal que se activa cuando hay presencia de presión neumática en la unidad de mantenimiento.
- Salidas de CVIC: Cuatro señales que indican el estado del CVIC, como les cuando está listo para atornillar, cuando se encuentra atornillado, cuando el atornillado es correcto y cuando el atornillado es incorrecto.
- Primer Harting: Lo conforman 4 señales que utiliza el PLC para identificar si el herramental corresponde al faro izquierdo o derecho. Además de 14 señales disponibles para los sensores del herramental.
- Segundo Harting: 16 señales disponibles para conectar un segundo harting donde se añadan más sensores.

Una vez consideradas las señales de entrada que se necesitan integrar en el programa, se le asigna una entrada digital a cada uno y se especifican en los diagramas tal como se muestra en los anexos.

3.13.6 Entradas analógicas

En esta parte se conectarán los sensores analógicos, los cuales se utilizan en el pedestal del atornillador para determinar la posición espacial del atornillador en los ejes X/Y, y la posición en ángulo con respecto a estos dos ejes, por lo que se conectan:

- Encoder rotativo: Encargado de medir la posición en grados del atornillador.
- Encoder lineal: Mide la posición en los ejes X/Y del atornillador.

De acuerdo con la configuración de estos se conectan en la tarjeta de entradas analógicas y realizamos el diagrama correspondiente como se muestra en el anexo.

3.13.7 Salidas digitales

Aho debemos identificar elementos como luces, electroválvulas o relés que contiene la máquina, para que posteriormente se asigne a cada elemento los pines de salida necesarios, debemos hacer un levantamiento por el cual consideramos a todos los dispositivos que se conectaran en esta parte de la unida remota IP20.

- Relés: 2 señales para los relés que controlarán la lampara de la estación y la válvula de corte de unidad de mantenimiento neumática.
- Botonera: 2 señales para controlar la luz indicadora roja con un buzzer y otra para la luz indicadora verde
- Bloc de válvulas: 6 señales para conectar los solenoides de las 4 válvulas que necesita la estación.
- Entradas de CVIC: 6 señales para controlar el CVIC de acuerdo con lo que se necesite en el proceso.
- Primer Harting: 4 señales para que el Harting active alguna electroválvula del Harting.

Ya que se hizo la estimación de las señales de salida que se necesitan en el programa, se le asigna una salida digital a cada una y se especifican en los diagramas tal como se muestra en los anexos.

El desarrollo de los diagramas eléctricos es una actividad fundamental para llevar a cabo de manera adecuada las conexiones en los gabinetes eléctricos de las estaciones. Por lo que el departamento de ensamble y automatización determina que se tomarán 1 semana laboral para llevar a cabo esta actividad, finalmente se anota en el formato de “Timing plan” (consultar anexo 2).

Una vez hechos los diagramas, debemos realizar la conexión de los gabinetes eléctricos de las estaciones. El desarrollo de las conexiones de los tableros es una tarea que implica cablear primero las alimentaciones de los elementos internos, para posteriormente instalarlos dentro de los gabinetes y que a los tableros se les conecten los elementos externos que conforman a las estaciones.

Al realizar esta actividad se debe cumplir con la norma TIA-606-B que hace referencia a que cada conexión que se realice internamente en los tableros esté etiquetada con una nomenclatura preestablecida para poder identificar al elemento. Además, debemos cumplir con la NOM 001 que hace referencia a los requisitos mínimos de seguridad para los gabinetes eléctricos.

El llevar a cabo la actividad de conectar los gabinetes, es tediosa y fundamental para lograr que la estación encienda adecuadamente, por lo que el departamento de ensamble y automatización determina que nos tomaremos alrededor de 1 semana laboral para llevar a cabo esta actividad, finalmente se anota en el formato de “Timing plan” (consultar anexo 2).

3.14 Recepción de material mecánico, eléctrico y neumático del herramental

Por parte del departamento de maquinados recibimos los perfiles BOSCH de 45x45mm con las longitudes específicas, así como también todas las placas y piezas maquinadas que se necesitan en el herramental. Nuevamente, por medio de la “Lista maestra” (consultar anexo 1) revisamos que la cantidad de perfiles y placas y piezas de aluminio maquinadas por plano sea la indicada y después aceptamos el material entregado este como se requiere.

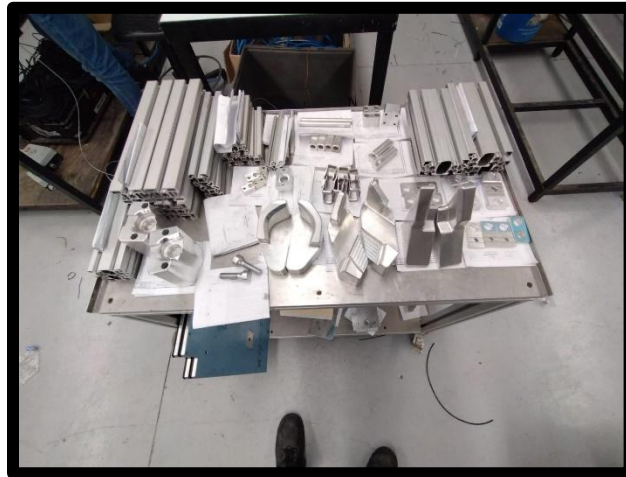


Figura 3.67 Recibiendo material mecánico para herramental

Por parte del departamento de almacén recibimos los clamps de sujeción neumático, escáners, sistemas de visión, sensores, distribuidores de sensores y conectores HARTING que se necesitan en el herramental. Y por medio de la “Lista maestra” (consultar anexo 1) revisamos que la cantidad de cada elemento sea la indicada y después aceptamos el material entregado este como se requiere.

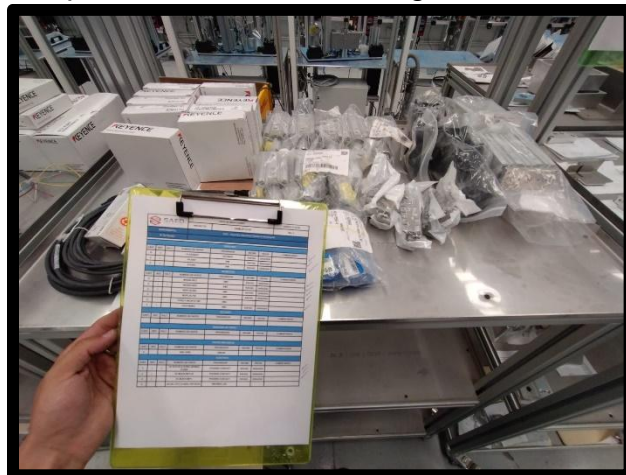


Figura 3.68 Recibiendo material eléctrico y neumático para herramental

El ensamble de los herramentales implica fijar los perfiles sobre la placa de ½ pulgada. En algunos perfiles se sujetan las bases maquinadas donde asienta el faro, en otros los clamps de sujeción neumática además del sistema de visión y escáner.

Una vez que ensamblamos las partes mecánicas del herramental, debemos insertar los elementos eléctricos y neumáticos en sus respectivas bases para posteriormente comenzar a enrutar sus cables mangueras. Al analizar la cantidad de piezas que se necesitan ensamblar, además de la instalación y conexión de los elementos eléctricos y neumáticos, el departamento de ensamble y automatización define que el tiempo para llevar a cabo la actividad será de 5 semanas laborales, por lo que se anota en el formato de “Timing plan” (consultar anexo 2).

3.15 Ensamble de estructuras de estaciones

Primero ensamblamos la parte de la base, que es la parte de la estructura fundamental donde se encontrará el gabinete eléctrico, así como el módulo del atornillador en las estaciones de atornillado.



Figura 3.69 Ensamblando estructura inferior de estaciones

Ahora, se ensamblan las placas de aluminio donde se situarán lo herramentales encargados de posicionar las piezas del faro para el correcto ensamble de este. Así también como unos perfiles de travesaño que tendrán la función de sostener una lámpara que brindará una iluminación constante a las estaciones.



Figura 3.70 Ensamblando estructura central de estaciones

En esta parte, también se ensamblan y añaden a las maquinas unas estructuras encargadas de fijar en la parte frontal de las estaciones un par de optoacopladores, los cuales sirven para la seguridad del operador; además, en esta estructura se ensambla un aire ionizado, encargado de eliminar la estática del operador y así evitar que pueda dañar algún elemento eléctrico del faro.



Figura 3.71 Estructura de bimanuales

Una vez llevada a cabo esta actividad, indicamos que está concluida en el informe de actividades (consultar anexo 3). Este documento es útil para evaluar la eficiencia del departamento de Ensamble y Automatización al cumplir con el tiempo de las actividades propuestas en el Timing plan (consultar anexo 2).

3.16 Barrenado y ensamble de componentes de gabinetes de eléctricos

Una vez interpretados adecuadamente los planos y contando con los gabinetes RITTAL de 500 mm X 500 mm, se procede a trazar y barrenar cada uno de los gabinetes para que estos cumplan con las necesidades y los requerimientos del diseño inicial de las estaciones.



Figura 3.72 Barrenando gabinetes eléctricos

Una vez barrenados, procedemos a insertar los componentes que estos necesitan para estar completamente acondicionados, como son las glándulas para cable eléctrico por donde entrarán los cables de los elementos eléctricos que conformarán a las estaciones, así como luz indicadora de encendido de estación, tomas de corriente a 220 VAC, y un nodo para conectarse a la red de cada estación en caso de necesitar algún mantenimiento.

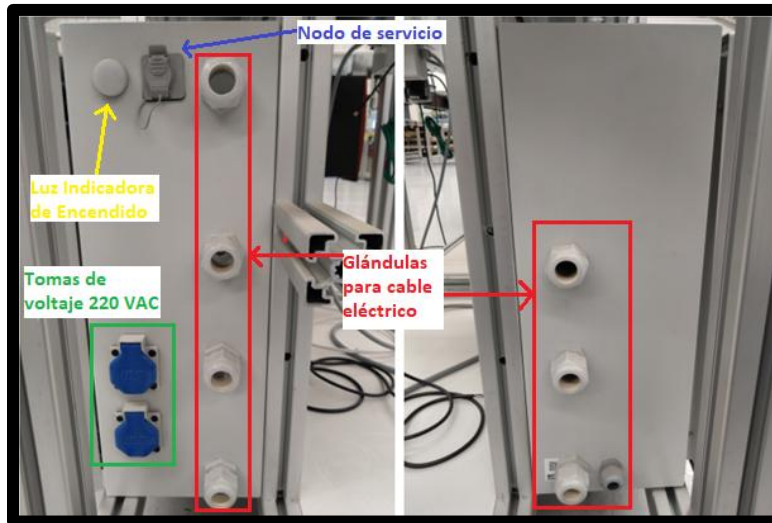


Figura 3.73 Insertando componentes de gabinetes eléctricos

Finalmente, se ensamblan los gabinetes en las estructuras de las máquinas, y con esta última parte se estaría completando el armado de las estructuras de cada estación.



Figura 3.74 Instalando gabinetes en estructura de estaciones

Una vez concluida la actividad, indicamos su finalización en el informe de actividades (consultar anexo 3).

3.17 Instalación e identificación de elementos eléctricos de tablero

Una vez estructurado el tablero, se consulta una ayuda visual en la que se muestra la posición exacta y estratégica de cada elemento que conforma el gabinete eléctrico y se insertan en su respectivo lugar. esto con la intención de tener estandarizado el orden de la platina.

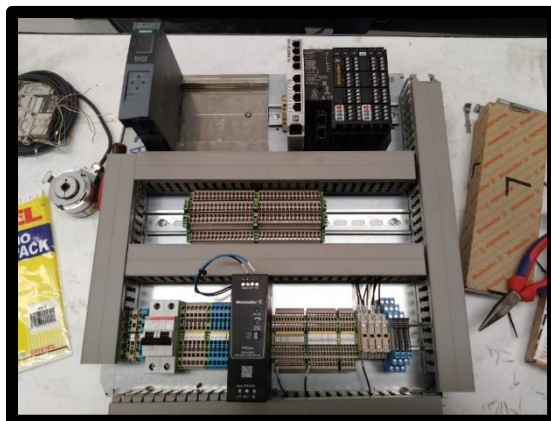


Figura 3.75 Instalando componentes en tablero eléctrico

Una vez concluida la actividad, indicamos su término en el informe de actividades (consultar anexo 3).

3.18 Armado de conectores harting de estaciones

Los conectores de tipo HARTING son muy utilizados en la industria, ya que brindan gran seguridad en las conexiones eléctricas neumáticas, tienen una fácil conexión, uso rudo y su fiabilidad. Por lo que serán de suma importancia para que la estación se conecte adecuadamente al herramental para que este tenga alimentación eléctrica y neumática, así como también la máquina pueda saber el estado del herramental y de los elementos que lo conforman y pueda llevar a cabo la secuencia de atornillado o ensamble de la pieza del faro adecuadamente.

Si visualizamos el diagrama donde se muestran los elementos que forman parte del conector HARTING (consultar anexo 19), se muestra que en los puertos A y B del conector HARTING se conecta un multiconductor de 24 hilos, y en los puertos C y D se conectan las mangueras que suministrarán de presión neumática el herramental.

Por lo que primero se corta el cable que se utilizará para el HARTING con la longitud necesaria, el cual es un cable de 24 hilos enumerado de calibre 20 AWG con cable de tierra.



Figura 3.76 Multiconductor de conector harting

Una vez cortado, se procede a ponchar las puntas con punteras HARTING hembra, las cuales son indispensables para que el conector HARTING pueda hacer el contacto adecuado con cada pin del cable y este no presente falsos contactos.

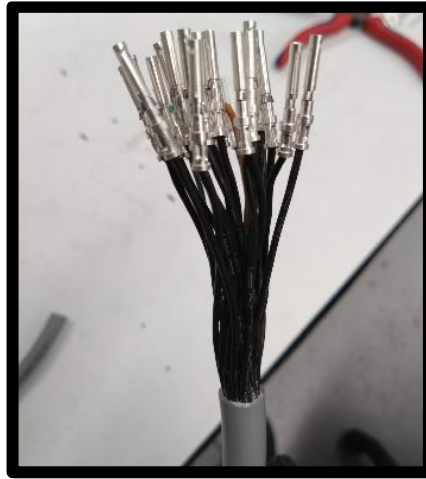


Figura 3.77 Multiconductor de conector harting ponchado con pines harting

Una vez ponchados cada hilo del cable con una puntera HARTING, se insertan los hilos en dos slots divididos; es decir, los primeros 12 hilos del cable en un slot y los últimos 12 hilos del cable en un segundo slot.

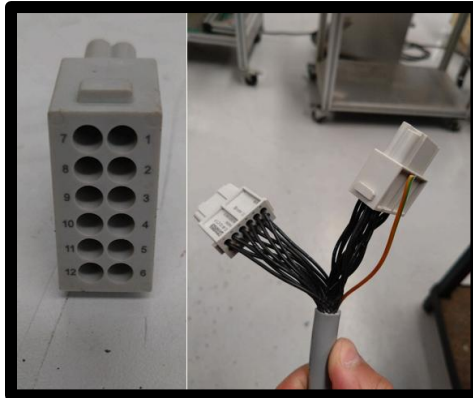


Figura 3.78 Pines harting insertados en carcasas eléctricas

Ahora procedemos a cortar las mangueras que utilizara para el HARTING con la longitud necesaria, estas mangueras conectaran el herramental con 3 válvulas del bloc de válvulas de la estación, cada válvula necesita una manguera de activación que es la de color blanco y una de retorno que es la de color negra, por lo que se utilizaran 6 mangueras, 3 de activación y 3 de retorno



Figura 3.79 Mangueras de conector harting

Una vez cortadas, se procede a ponchar las puntas de las mangueras con unas punteras neumáticas hembra, las cuales son indispensables para que el conector HARTING pueda hacer el contacto un contacto hermético y no presentar fugas.



Figura 3.80 Pines de manguera insertados en carcasas eléctricas

Una vez ponchados cada manguera con una puntera neumática, se insertan las mangueras en dos slots divididos; es decir, las 3 mangueras blancas de activación irán en el puerto C del conector HARTING y las otras 3 mangueras negras de retorno en el puerto D del conector HARTING.

Ahora procedemos a armar las armaduras de los conectores HARTING, las cuales son de uso rudo y bastante resistentes para proteger el cable de 24 hilos y las 6 mangueras neumáticas de alimentación.

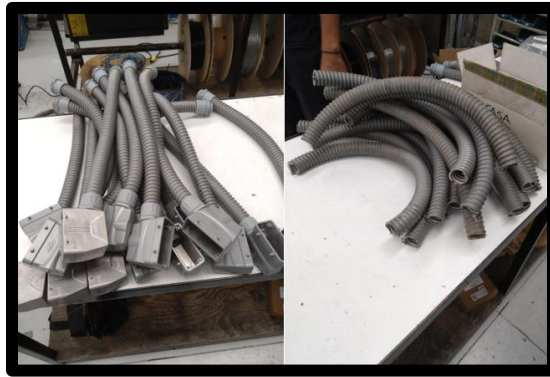


Figura 3.81 Armaduras de conectores harting

Ahora se insertan el cable de 24 hilos y las 6 mangueras dentro del HARTING aéreo.

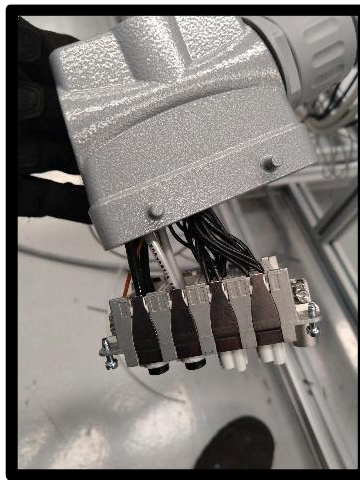


Figura 3.82 Insertando multiconductor y mangueras dentro de armadura de conector harting

Finalmente se atornilla el HARTING en la superficie de la estación donde también estará situado el herramienta, de esta forma al final se brinda una rápida y sencilla conexión entre la máquina y el herramienta.



Figura 3.83 Ensamblando conectores harting en estaciones

Una vez finalizada la actividad, indicamos su que ha sido concluida en el informe de actividades (consultar anexo 3).

3.19 Ensamble e instalación de elementos neumáticos de estación

Ahora debemos estructurar la charola neumática, se consulta una ayuda visual en la que se muestra la posición exacta y estratégica de cada elemento que conforma la charola neumática y se atornilla en su respectivo lugar. esto con la intención de tener estandarizado el orden de la charola.

En primer lugar, contamos con el Manifold o bloc de válvulas de 4 válvulas, que es donde se sitúan las electroválvulas neumáticas encargadas de accionar los elementos neumáticos de los herramientales, por lo que a este llegarán las mangueras del HARTING de la estación y su cable eléctrico por el cual se accionan las electroválvulas se conectará en el gabinete eléctrico de la estación. A este le añadimos una válvula biestable en la primera posición y en las otras tres se le insertan válvulas monoestables.



Figura 3.84 Insertando electroválvulas en bloc de válvulas

Después se encuentra el presostato, que es el elemento que se encarga de detectar la presencia de aire en la unidad de mantenimiento y este dato es importante en la programación por lo cual su cable eléctrico se conecta en el gabinete eléctrico.

Posteriormente se encuentra la válvula de corte, encargada de cortar la presión de aire de manera inmediata al interrumpir la alimentación eléctrica de su bobina, este elemento es importante para la seguridad de la estación, por lo cual su cable va conectado en el gabinete eléctrico.

También contamos con una unidad FRL, encargado de regular manualmente la presión que deseemos en la estación.

Finalmente, contamos con una válvula de bloqueo, la cual sirve para cortar la presión de aire de manera manual en la estación.

Todos los elementos anteriores van embebidos uno con otro, por lo que procedemos a ensamblarlos y sean un solo elemento.

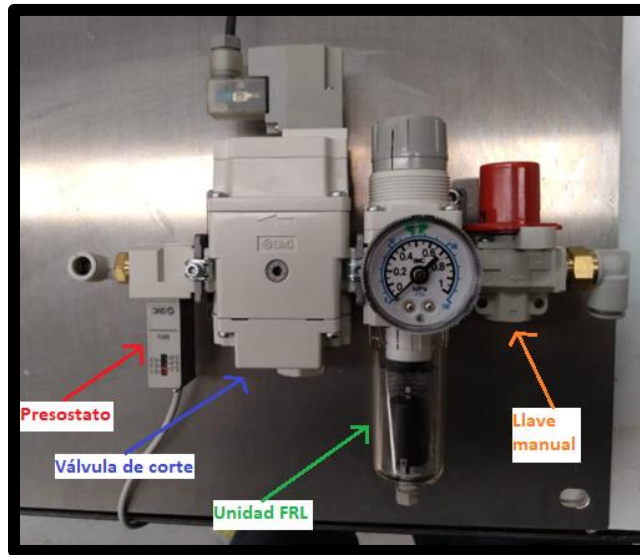


Figura 3.85 Insertando elementos neumáticos de estación

Ahora hacemos las respectivas conexiones de alimentación neumática a la charola neumática de la estación, donde simplemente la salida de la unidad de mantenimiento se conecta hacia la alimentación de entrada del bloc de válvulas, ya que este último será el encargado de suministrar de aire a los herramientales y sus electroválvulas serán controladas desde el gabinete eléctrico.

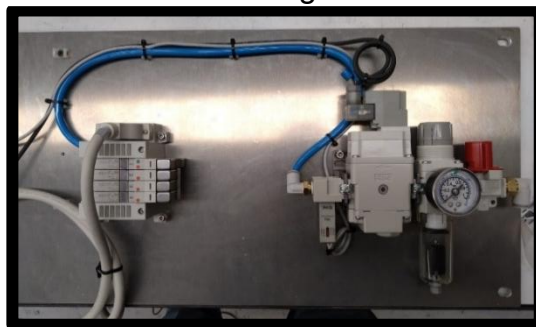


Figura 3.86 Conectando alimentación de bloc de válvulas

Una vez hechas las conexiones necesarias, procedemos a montar las charolas neumáticas en cada estación.



Figura 3.87 Instalando elementos neumáticos en estaciones

Una vez terminada la actividad, indicamos que ha sido finalizada en el informe de actividades (consultar anexo 3).

3.20 Instalación y cableado de elementos eléctricos de botonera

Ahora consultamos la ayuda visual en la que se muestra la posición exacta de cada elemento que conforma el panel visual y se insertan en su respectivo lugar. esto con la intención de tener estandarizado el orden del panel visual.

En la parte externa, contamos con una HMI Siemens KTP700 Basic por la cual el operador interactuará con la estación. Después, contamos con la carcasa de un botón de paro de emergencia que es un elemento de seguridad importante a la hora de interrumpir el proceso de la estación de manera repentina. Tenemos la carcasa de un LED verde donde se indica si es que la pieza del faro que se ensambla en el herramental ha sido ensamblada de manera exitosa. Además de la carcasa de un botón rojo el cual sirve para reiniciar la estación una vez que se haya quitado el paro de emergencia.



Figura 3.88 Instalando elementos externos de botonera

En la parte interna, se realizan las conexiones eléctricas de los componentes con un multiconductor de 12 hilos el cual se dirigirá al gabinete eléctrico, por lo que consultamos el diagrama de conexión del panel visual, donde se especifica el número de cable y donde se conectará (consultar anexo 18).

En primer lugar, el HMI cuenta con unos bornes donde conectaremos la alimentación a 24 VDC con los cables #1 y #2 del cable multiconductor. Además, cuenta con un puerto RJ45 por el cual la conectaremos a la red PROFINET de la estación.

Tenemos un pulsador normalmente cerrado que realizará la función del paro de emergencia, en borne de entrada se conecta el cable #1 de 24 VCD y en el borne de salida el cable #4.

Posteriormente tenemos un LED verde en cual se encenderá cuando el ciclo se la maquina sea exitoso. En su borne positivo conectamos el cable #6 y en el borne negativo el cable #2 de negativo.

Después tenemos un LED rojo en la parte del pulsador rojo, este parpadeará cuando haya algún error en la estación. Se conecta en su borne positivo el cable #5 y en el negativo el cable #2 de negativo.

Tenemos un pulsador normalmente abierto el cual funcionará para reiniciar el proceso de la estación. Se conecta su borne entrada el cable #1 de 24 VCD y en borne de salida el cable #3.

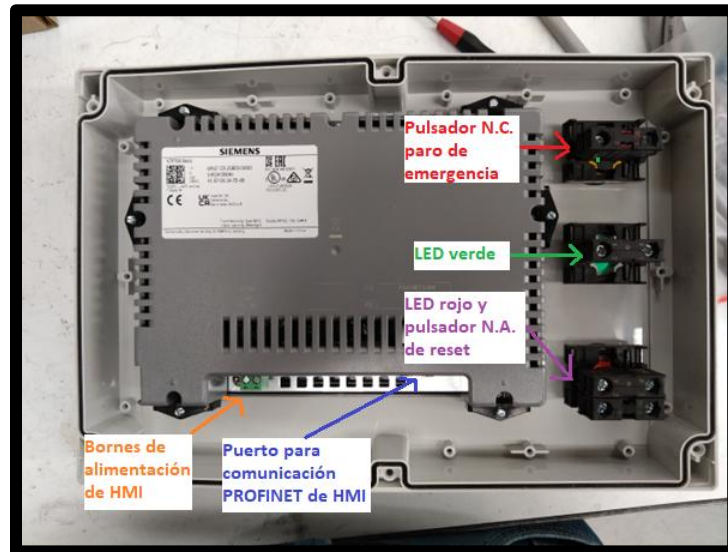


Figura 3.89 Instalando elementos internos de botonera

Una vez que realizamos el cableado adecuado, procedemos a instalar la botonera en la placa de aluminio donde esta se fija en la estación.



Figura 3.90 Cableando e instalando botoneras en estaciones

Una vez que terminamos la actividad, procedemos a indicar que ha sido concluida en el informe de actividades (consultar anexo 3).

3.21 Ensamble y cableado de interruptores seccionadores

Un interruptor seccionador es indispensable para una máquina, ya que es un elemento que se utiliza para poder encender o apagar todo el sistema eléctrico de una estación, también sirven como un elemento de seguridad cuando se necesita realizar un mantenimiento en esta.

Para realizar su correcto cableado y que este cumpla con su función de interruptor de dos fases debemos consultar su diagrama eléctrico (consultar anexo 14).

Ahora debemos cortar el cable con la longitud necesaria, en este caso se utilizará un cable enumerado de 4 hilos con tierra calibre 14 AWG.



Figura 3.91 Material para ensamblar interruptores seccionadores

Ahora debemos hacer las conexiones necesarias del cable en los bornes del interruptor principal, donde los cables #1 y #2 estarán conectados en los bornes de entrada de cada fase y los cables #3 y #4 estarán conectados en los bornes de salida de cada fase. El diagrama de conexión lo podemos ver en el anexo.

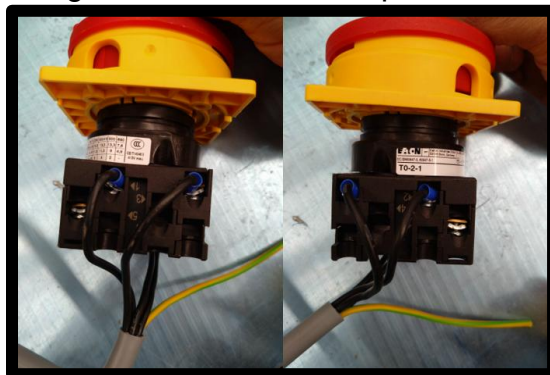


Figura 3.92 Conectando multiconductor en interruptor seccionador

Finalmente, se inserta el interruptor principal ya cableado dentro de una carcasa para poderlo fijar en la parte frontal de la estación.



Figura 3.93 Instalando interruptores seccionadores en estaciones

Una vez concluida esta actividad, se procede a indicar su finalización en el informe de actividades (consultar anexo 3).

3.22 Ensamble e instalación de pedestales de atornillador

Es indispensable para las estaciones de tipo atornillado que lleven en la parte de la mesa de la estructura el pedestal, el cual es el encargado de sostener al atornillador, además de contar con un encoder rotativo y un encoder lineal.

Primero, se encuentra la parte del pedestal encargada de desplazar al atornillador en el eje Z, además de que la base hace rotar a este en el mismo eje, cuenta con poleas encargadas de devolver al atornillador a la posición inicial en el eje Z.



Figura 3.94 Elementos de base de pedestal

Posteriormente tenemos la pieza que conforma al fin del pedestal, la cual la conforma la base donde va el efector que en este caso es el atornillador, además de un desplazamiento en X/Y, en paralelo tenemos un encoder lineal el cual medirá la distancia del desplazamiento X/Y, esta medición se envía a las entradas analógicas de la Unidad Remota.

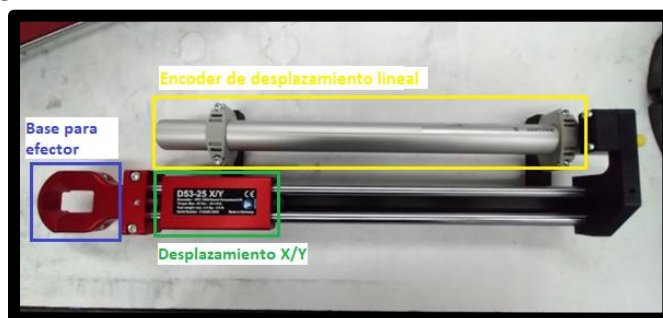


Figura 3.95 Elementos de base de efector

Además, también se cuenta con un encoder rotativo el cual se instala en la parte superior del pedestal, este será encargado de medir de manera rotativa el grado en el que se encuentra el atornillador y de igual manera, se envía la lectura a las entradas analógicas de la unidad remota.



Figura 3.96 Encoder rotativo

Una vez ensamblado el pedestal, se instala en la parte de la mesa de la estación, instalamos en efector que es el atornillador y los cables del sensor de posición lineal y el encoder son enrutados hacia el gabinete eléctrico.



Figura 3.97 Instalando pedestales de atornillador en estaciones

Una vez que finalizamos la actividad, debemos indicar que ha sido concluida en el informe de actividades (consultar anexo 3).

3.23 Instalación y conexión de controlador de atornillador CVIC

Una vez que se identifica el lugar donde este se va a instalar el controlador, este dispositivo es de suma importancia ya que por medio de este podremos insertarle los parámetros necesarios al atornillador que necesitemos para programar la secuencia de atornillado, así también como para saber el estatus del atornillador.



Figura 3.98 Instalando controladores de atornilladores en estaciones

En este módulo es donde irá conectado el atornillador ya que por medio de este se alimentará y controlará. Además, por medio de las I/O's del módulo, se comunica el módulo del atornillador con la unidad remota. Por medio del cable de entradas del módulo del atornillador es como la unidad remota controlará al módulo y por medio del cable de salidas del módulo del atornillador, este le indicará a la unidad remota su estatus en todo momento. Finalmente, el módulo del atornillador va alimentado a 220 VAC y este cuenta con un disyuntor embebido para su protección eléctrica.

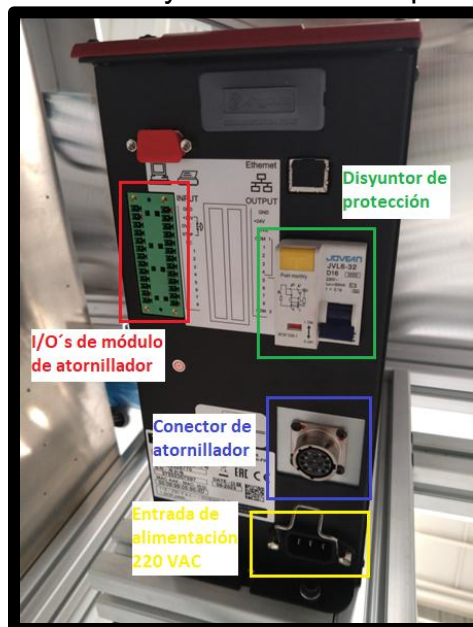


Figura 3.99 Identificando componentes de controlador de atornillador CVIC

Una vez identificados los elementos necesarios para el módulo del atornillador, conectamos el atornillador en el puerto designado. Posteriormente, conectamos los conectores de las I/O's del módulo con multiconductores de colores calibre 20 AWG los cuales se enrutarán hacia el gabinete eléctrico, estos serán los encargados de comunicar al controlador del atornillador con las I/O's de la unidad remota, por lo que a cada cable se le designa una función, ya sea como entrada del controlador para recibir alguna orden de la unidad remota, así como salida para enviar algún dato del estatus de la unidad remota (consultar anexo 35). Por último, se conecta el cable de alimentación a 220 VAC del módulo el cual se alimenta de una de las tomas de corriente del gabinete eléctrico.



Figura 3.100 Cableado elementos de controlador de atornillador CVIC

Una vez terminada la actividad, indicamos que está concluida en el informe de actividades (consultar anexo 3).

3.24 Cableado de tableros eléctricos

3.24.1 Cableado de componentes internos

Una vez que se realizan los diagramas eléctricos, debemos realizar el cableado de los elementos internos de los tableros antes de montarlos dentro de los gabinetes eléctricos, donde principalmente conectaremos estos elementos a su alimentación correspondiente, además de pasarlos por fusibles de protección. Además, el cableado se realiza mediante la norma TIA-606-B ya que esta especifica que los cables deben portar etiquetas en las terminales, así como también las clemas deben ir etiquetadas con alguna referencia. Esto en conjunto hace que identifiquemos el cable y el borne de la cema donde este debe ir atornillado.

3.24.1.1 Cableado de elementos de 220 VAC

En primera instancia, debemos cablear la entrada de alimentación a las clemas de 220 VAC, por lo que cableamos los bornes de salida de voltaje del disyuntor a un borne de atornillado de cada fase de estas clemas de alimentación (consultar anexo 14).

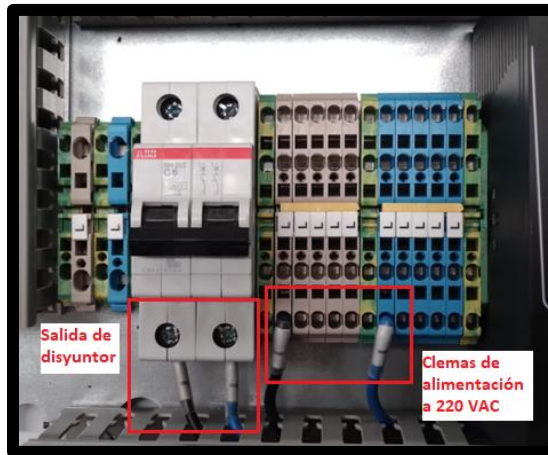


Figura 3.101 Cableado salida de disyuntor

Una vez que conectamos los cables de suministro a las clemas de 220 VAC procedemos a conectar los elementos del tablero que se alimentan con este voltaje, uno de ellos es la fuente de 24 VDC, por lo que cableamos sus terminales de alimentación a las clemas de 220 VAC con su respectivo cable de tierra (consultar anexo 14).

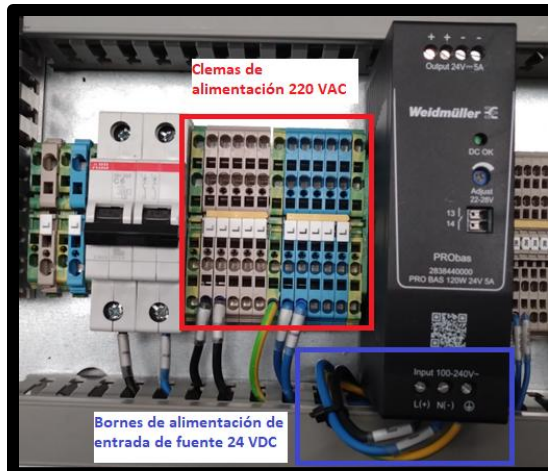


Figura 3.102 Cableado alimentación de fuente de 24 VDC

3.24.1.2 Cableado de salida de voltaje de fuente de 24VDC

Ahora debemos cablear la salida de voltaje de la fuente de 24 VDC a las clemas de 24 VDC, pasando el borne positivo por una cema portafusibles la cual portará un fusible de 5 amperios ya que esta es la cantidad máxima de corriente que la fuente suministra. También debemos conectar este borne en las demás entradas de los portafusibles que corresponden a la alimentación de 24 VDC secundaria, el HMI y el PLC (consultar anexo 14). Finalmente, la salida del fisible de alimentación de 24 VDC junto con el negativo de la fuente lo conectamos a las clemas de 24 VDC.

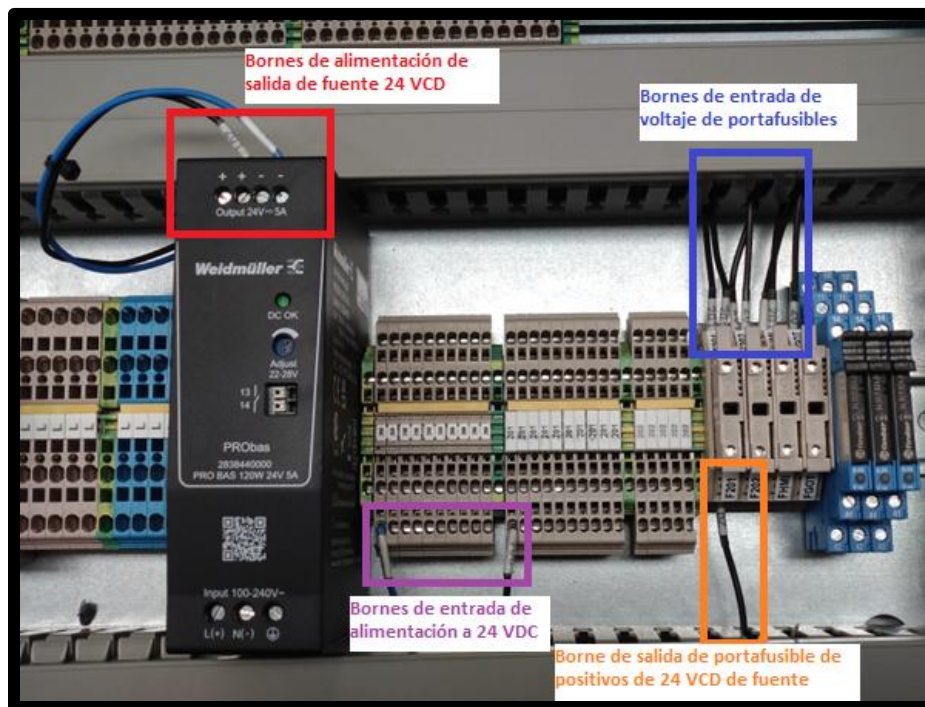


Figura 3.103 Cableado salida de fuente de 24 VCD

Ahora, cableamos la alimentación del PLC Siemens S7 1500, el cual se alimenta a 24 VCD, para esto conectamos el borne positivo en la salida del portafusibles que corresponde a la alimentación de este, y el borne negativo lo conectamos a la parte negativa de las clemas de 24 VCD (consultar anexo 16).

3.24.1.3 Cableado de alimentación de PLC

Conectamos el borne positivo en el portafusibles que corresponde al PLC y el borne negativo lo mandamos a el bus de clemas negativo.

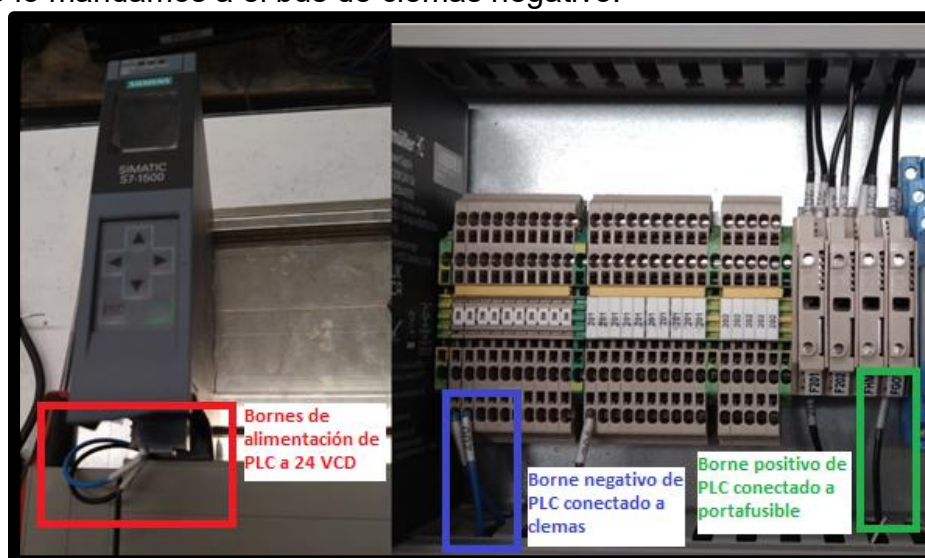


Figura 3.104 Cableado alimentación de PLC

3.24.1.4 Cableado de alimentación de unidad remota

Después, conectamos la unidad remota Weidmüller IP20 a las clemas de alimentación de 24 VDC (consultar anexo 16).



Figura 3.105 Cableado alimentación de unidad remota

3.24.1.5 Cableado de alimentación de Switch Ethernet

Posteriormente, alimentamos el switch ethernet a las clemas de 24 VDC con su respectivo cable de tierra (consultar anexo 17).

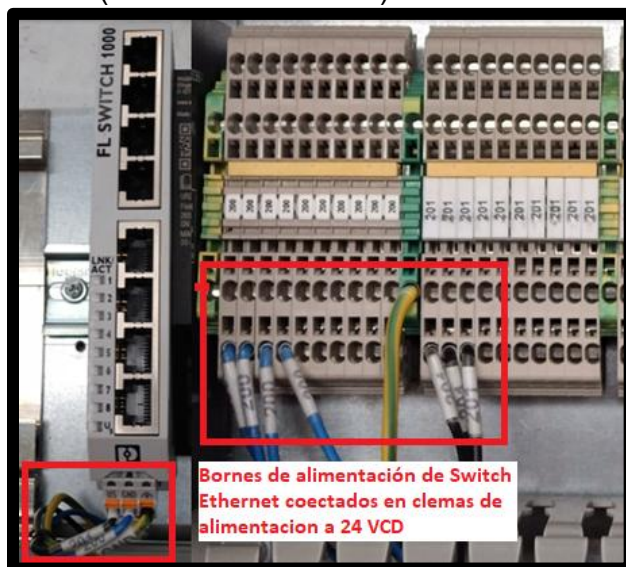


Figura 3.106 Cableado alimentación de Switch Ethernet

3.24.1.6 Cableado de relés

Ahora debemos hacer el cableado de los relés, los cuales el primero es para controlar con el paro de emergencia la alimentación 24 VDC secundaria, el segundo para controlar la válvula de corte del aire y el tercero para controlar la alimentación de la lámpara de la estación. En primera instancia conectamos el negativo de las bobinas de los relés a la parte negativa de las clemas de 24 VDC (consultar anexo 14, 31 y 32).

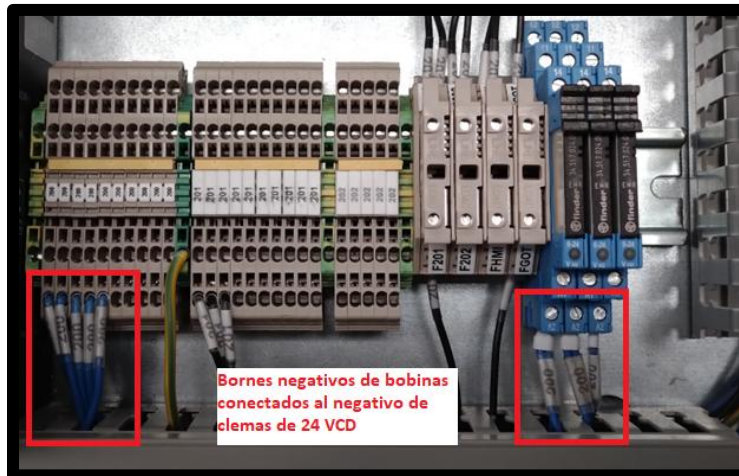


Figura 3.107 Cableado negativo de bobina de relés

Posteriormente, cableamos la salida del portafusibles correspondiente al voltaje de 24 VCD secundario hacia el común de los contactos del primer relé, ya que este conmutará el voltaje secundario y cuando se interrumpa la alimentación de su bobina auxiliar por parte del contacto normalmente cerrado del paro de emergencia (consultar anexo 18 y 24), este interrumpirá la alimentación secundaria de 24 VCD. Además, también cableamos del bus de alimentación secundaria de 24 VCD al común del segundo relé ya que de este voltaje se alimentará la válvula de corte de la presión neumática de la estación (consultar anexo 31).

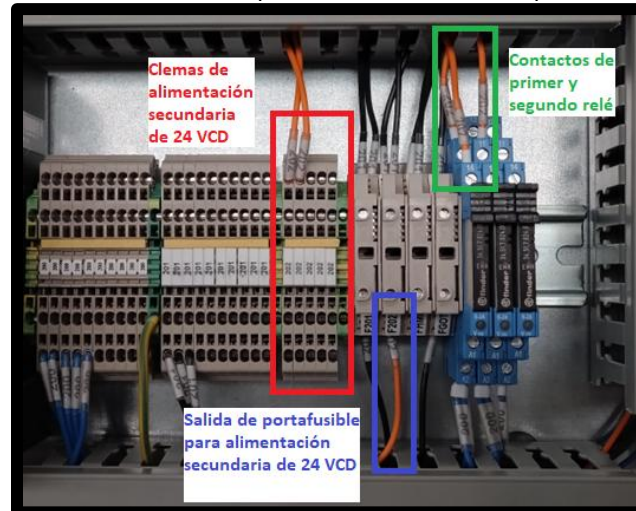


Figura 3.108 Cableado contactos de relés

3.24.1.7 Cableado de I/O's de unidad remota

Ahora procedemos a realizar los arneses de las entradas digitales de la unidad remota, para esto debemos etiquetar cada cable para poder identificar la dirección al momento de conectar los elementos de la estación, en el piso de debajo de las clemas conectamos los primeros 2 bytes de entradas digitales, los cuales son de

la I0.0 a la I0.7 y de la I1.0 a la I1.7. Y en el piso de arriba conectamos los últimos dos bytes, cuyas direcciones van desde la I2.0 a la I2.7 y de la I3.0 a la I3.7.



Figura 3.109 Cableando entradas digitales de unidad remota

De igual manera que con las entradas, conectamos y etiquetamos las salidas digitales de la unidad remota, al igual que con las entradas, también contamos con 4 bytes las cuales conectamos los primero dos bytes en la parte de abajo y los últimos dos en la parte de arriba.

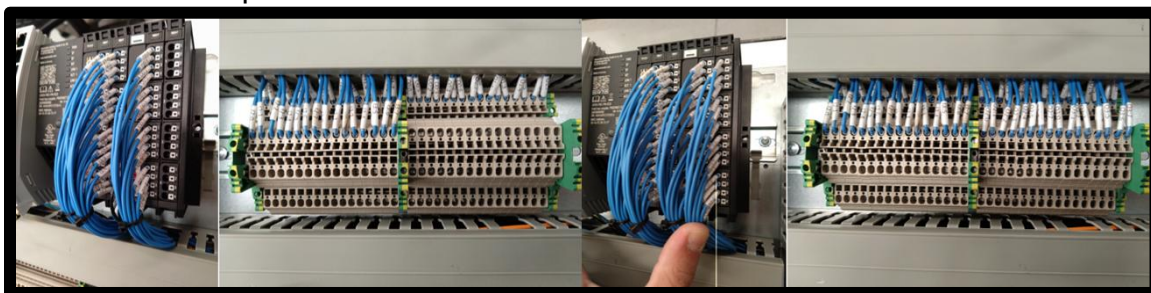


Figura 3.110 Cableando salidas digitales de unidad remota

3.24.2 Instalación de tableros dentro de gabinetes eléctricos

Una vez cableados los elementos internos de las platinas eléctricas, se instalan dentro de los gabinetes eléctricos de las estaciones, estos elementos son de suma importancia ya que todo el cableado de los elementos de monitoreo, control y seguridad de las estaciones llegan a estos tableros para comunicarse con los elementos internos.



Figura 3.111 Instalando tableros eléctricos dentro de gabinetes eléctricos

3.24.3 Cableado de componentes externos

3.24.3.1 Enrutado de cables de componentes de estación

Una vez que montamos los tableros dentro de los gabinetes eléctricos, procedemos a enrutar los cables de los componentes externos hacia las glándulas del gabinete, esto con la finalidad de que entren y se conecten en el tablero eléctrico.



Figura 3.112 Enrutando elementos externos de estación hacia el gabinete eléctrico

3.24.3.2 Conexión de bloc de válvulas

Comenzamos conectando el multiconductor que corresponde al bloc de válvulas con el cual se manda a excitar a los solenoides para accionar las válvulas neumáticas. Los respectivos cables de cada válvula se conectan en las salidas digitales de la unidad remota de la O0.3 hasta la salida O1.0 y el común de los solenoides se conecta en el bus de negativo de 24 VCD (consultar anexos 31 y 32).



Figura 3.113 Conectando bloc de válvulas en tablero eléctrico

3.24.3.3 Conexión de conector HARTING

Ahora procedemos a conectar el multiconductor del conector HARTING, donde los cables #1 y #2 se conectan a la alimentación de 24VCD (consultar anexo 24).

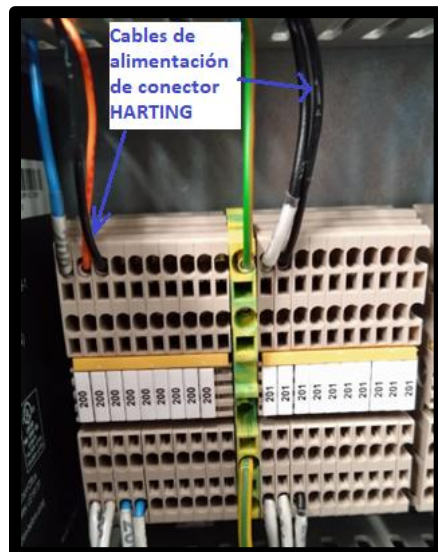


Figura 3.114 Conectando alimentación de conector harting

Ahora conectamos los cables que se dirigen a las entradas de la unidad remota, donde los cables del #3 al #6 se conectan de la entrada I0.5 a la I0.8, estos cables son los encargados de detectar el binario para que la estación detecte si el herramental el derecho o izquierdo. Posteriormente conectamos los cables del #7 al #20 en las entradas I2.0 a la I3.5 respectivamente, estos cables se encargan de recibir la lectura de los sensores del herramental y de esta forma llevar a cabo la secuencia (consultar anexos 24, 25, 26 y 27).

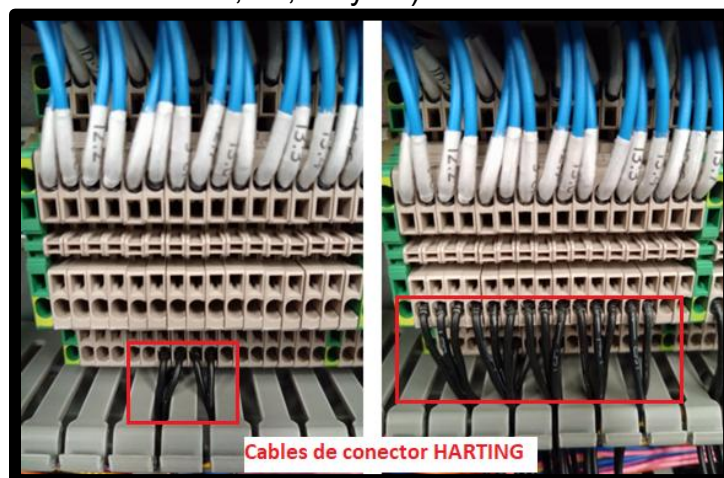


Figura 3.115 Conectando I/O's de conector harting

3.24.3.4 Conexión de bimanuales

Después, conectamos los conductores de los bimanuales, donde el cable de señal del bimanual izquierdo se conecta en la entrada I0.0 y del bimanual derecho en la entrada I0.1 (revisar anexo 24). Posteriormente ambos bimanuales se conectan a la alimentación de 24 VCD (consultar anexo 17).

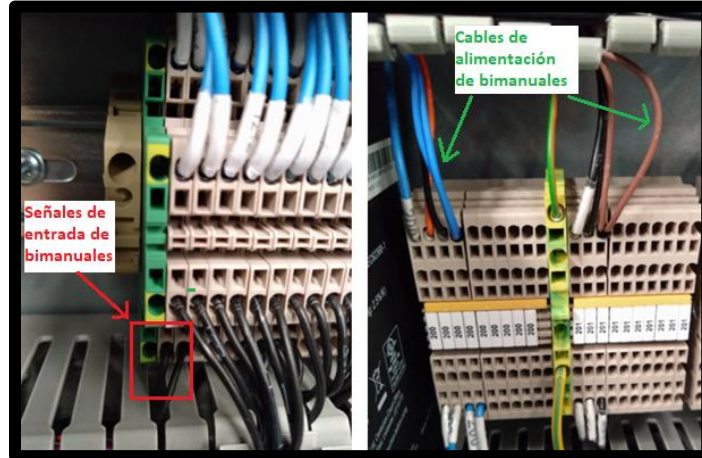


Figura 3.116 Conectando bimanuales en tablero eléctrico

3.24.3.5 Conexión de unidad de mantenimiento neumática

Ahora procedemos a conectar el presostato, que es un elemento de la unidad de mantenimiento neumática. El cable azul del presostato se conecta en la entrada I0.4 y el cable café se conecta en el bus positivo de 24 VCD (consultar anexo 24). De esta forma, cuando haya presión neumática en la válvula de corte, se envía un voltaje a un borne de entrada de la unidad remota.

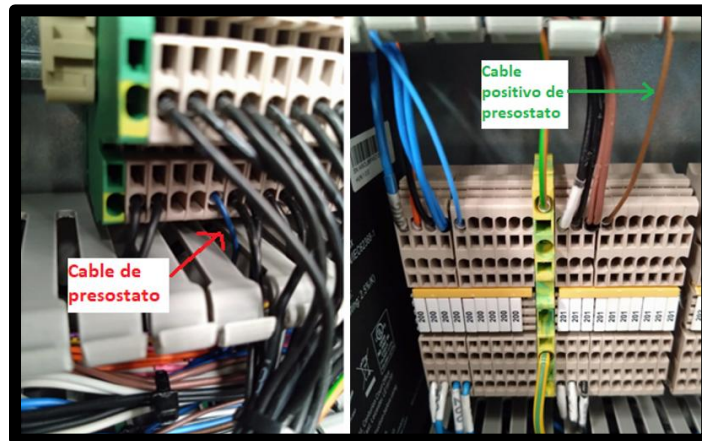


Figura 3.117 Conectando presostato en tablero eléctrico

Después conectamos la válvula de corte, la cual su borne positivo se conecta en el contacto normalmente abierto del segundo relé esto con la finalidad de interrumpir su alimentación en caso de una emergencia durante el proceso. Su borne negativo se conecta en el bus negativo de 24 VCD (consultar anexo 31).

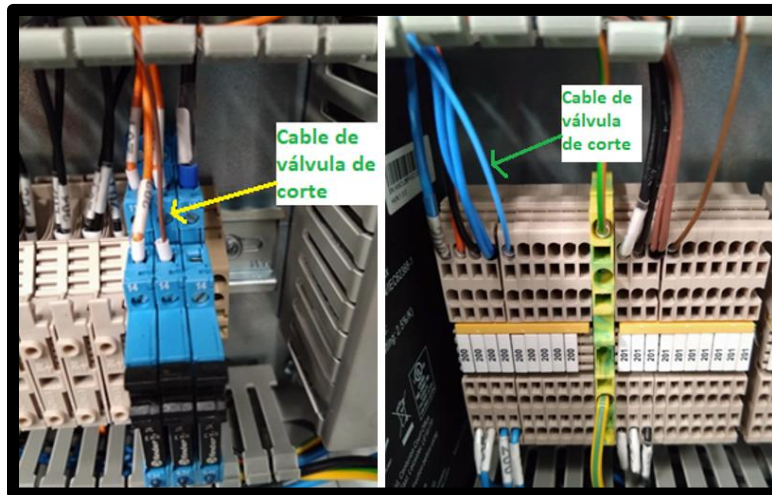


Figura 3.118 Conectando válvula de corte en tablero eléctrico

3.24.3.6 Cableado de seguridad

Ahora conectamos la alimentación de la bobina del relé que interrumpirá la alimentación de la válvula de corte, la cual se cablea a la salida O0.0 (consultar anexo 31), ya que con esta se habilita la válvula cuando el programa lo decida.



Figura 3.119 Cableando relé de válvula de corte

Posteriormente, insertamos un cable que vaya del bus de alimentación secundaria a la entrada I0.3 (consultar anexo 24), esto debido a que la unidad remota necesita de una retroalimentación para confirmar si es que el paro de emergencia ha sido accionado.



Figura 3.120 Cableado señal de seguridad en tablero eléctrico

3.24.3.7 Conexión de botonera

Procedemos a conectar el multiconductor de la botonera, donde el cable #1 se conecta en la salida del portafusible que corresponde a la alimentación positiva de 24VCD de la botonera, después conectamos el cable #2 que corresponde al polo negativo de la alimentación de la botonera al bus negativo de 24 VCD (consultar anexo 18). Además, conectamos el cable #8 que corresponde al paro de emergencia en el primer relé, ya que mediante el paro de emergencia controlaremos la alimentación secundaria (consultar anexo 14).

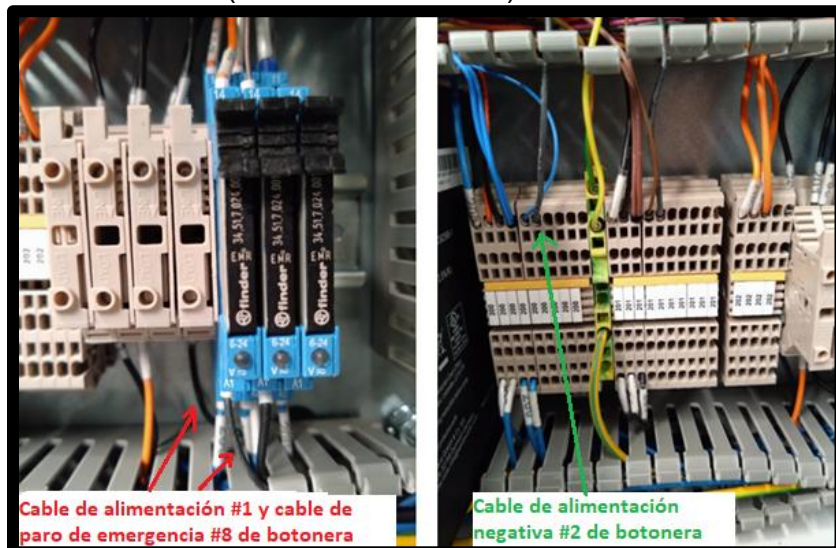


Figura 3.121 Conectando alimentación de botonera

También conectamos el cable #3 que corresponde al reset en la entrada digital I0.2 (consultar anexo 24). Además, conectamos el cable #5 que corresponde al LED rojo y el cable #6 del LED verde en las salidas digitales O0.1 y O0.2 respectivamente (consultar anexo 31). El LED rojo se encenderá cuando haya algún error en la estación y el LED verde se encenderá cuando el proceso de la estación haya sido exitoso.

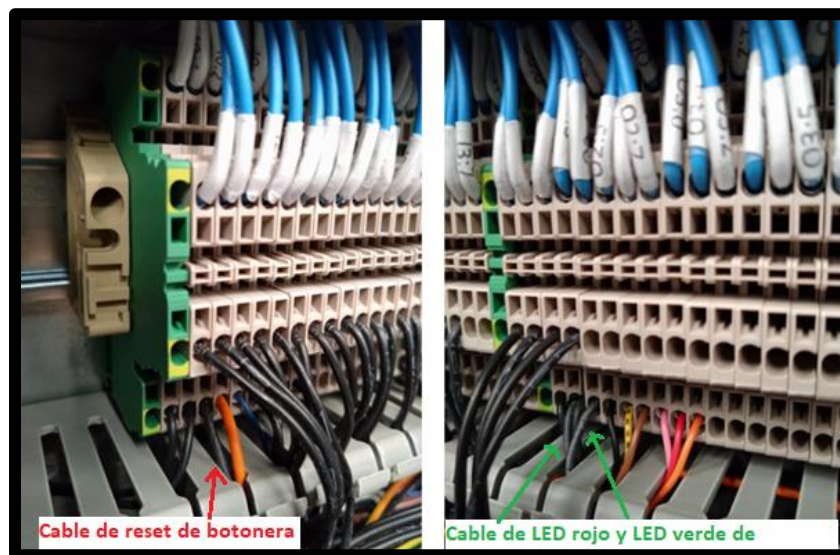


Figura 3.122 Conectando I/O's de botonera

3.24.3.8 Conexión de lámpara de estación

Conectamos en la salida digital O1+.1 la bobina del tercer relé (consultar anexo 32), el cual se encarga de controlar la alimentación de la lámpara de la estación, ya que esta brindará una iluminación constante en la estación.

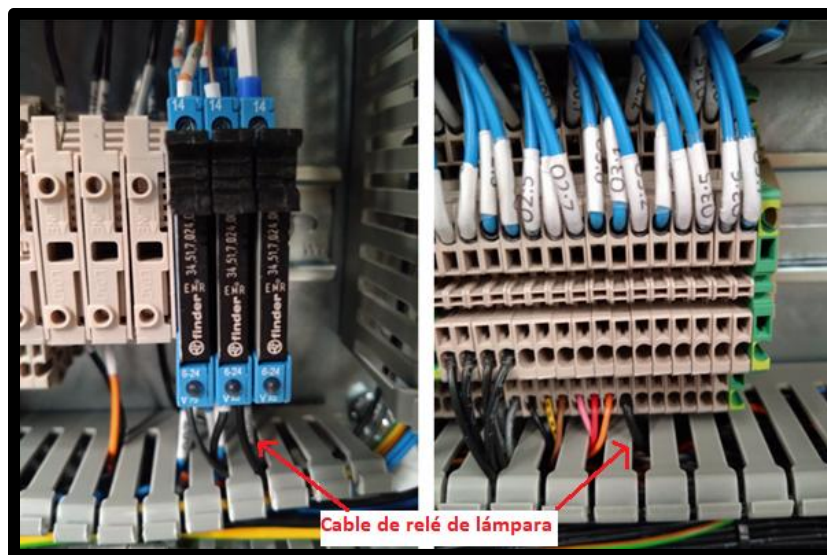


Figura 3.123 Conectando relé de lámpara de estación

Ahora conectamos un cable de la lámpara en el contacto normalmente abierto del tercer relé y el otro en el bus de clemas que corresponden a la línea 2 (consultar anexo 15).

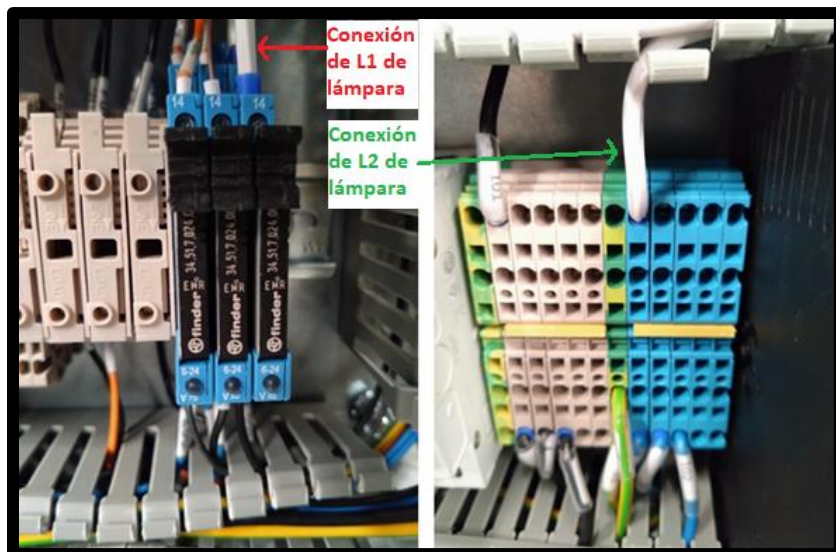


Figura 3.124 Conectando alimentación de lámpara de estación

3.24.3.9 Conexión de interruptor seccionador

Conectamos los cables #1 y #2 en los bornes donde entrará el suministro eléctrico, ya que estos cables corresponden a los bornes de entrada de cada línea en el seccionador. Y se conectan los cables #3 y #4 que corresponden a los bornes de salida del seccionador en los bornes de entrada del disyuntor (consultar anexo 14).

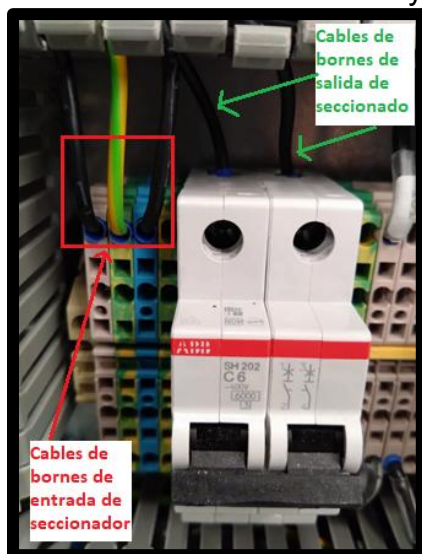


Figura 3.125 Conectando interruptor seccionador en tablero eléctrico

3.24.3.10 Conexión de I/O's de controlador de atornillador CVIC

Ahora debemos conectar los arneses que corresponden a las I/O's que comunican a la unidad remota con el controlador del atornillador. Conectamos los cables amarillo, gris, rosa y azul del arnés de salidas del controlador CVIC a las entradas digitales I1.4 a la I1.7 respectivamente (consultar anexo 25), estos cables corresponden al estatus del controlador (consultar anexo 35). Posteriormente conectamos los cables gris, amarillo, rosa, azul, roja, verde salidas del arnés de entradas del controlador CVIC a las salidas digitales (consultar anexo 32), estos cables tienen la función de que la unidad remota mande las instrucciones necesarias al controlador CVIC a lo largo del proceso (consultar anexo 35).

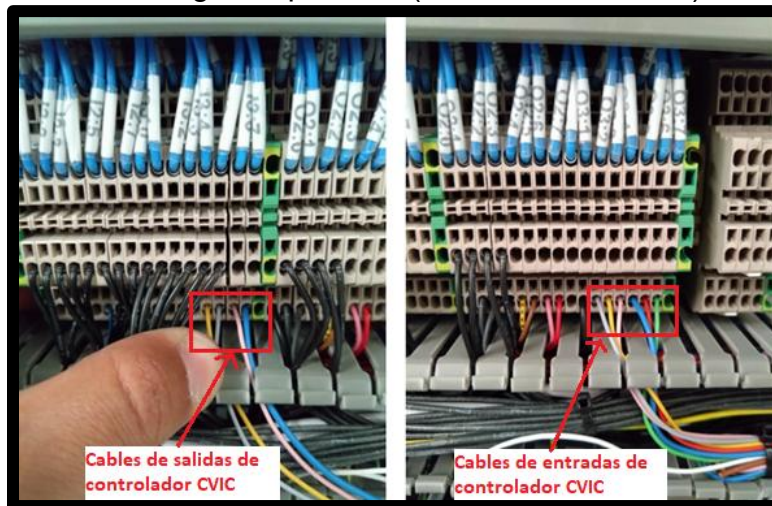


Figura 3.126 Conectando I/O's de controlador de atornillador CVIC

Finalmente, conectamos las alimentaciones de estos arneses, donde el cable blanco de cada arnés se conecta en el bus negativo de 24VCD y los cables verdes y café del arnés de salidas del CVIC se conectan al bus positivo de 24 VCD (consultar anexo 35).

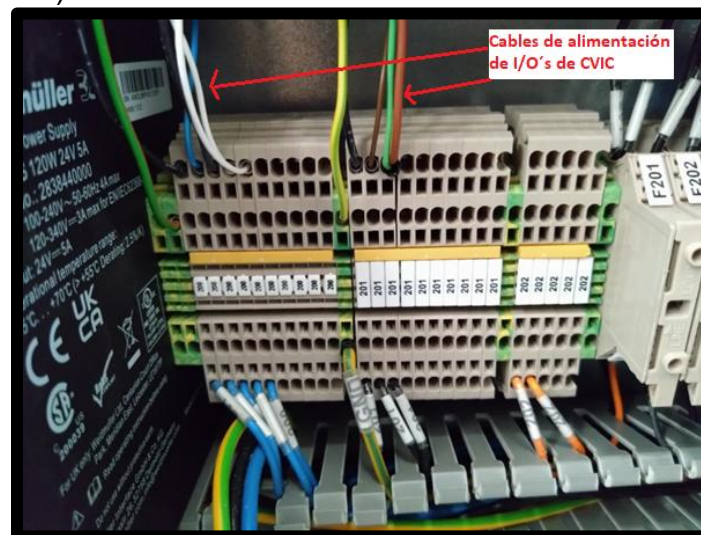


Figura 3.127 Conectando alimentación de I/O's de controlador de atornillador

3.24.3.11 Conexión de elementos eléctricos de gabinete

Debemos conectar una luz de color blanco, la cual indicará que el tablero eléctrico está energizado, por lo que se conecta directamente en el bus de alimentación de 220 VAC (consultar anexo 15), también conectamos las tomas de voltaje donde se suministra de voltaje 220 VAC al controlador CVIC, por lo que de igual forma se conectan al bus de alimentación de 220 VAC (consultar anexo 15).



Figura 3.128 Conectando elementos de gabinete eléctrico

3.24.4 Conexión de red PROFINET

Ahora debemos conectar a los elementos que se deben conectar a la red PROFINET de la estación (consultar anexo 13). Donde mediante conectores RJ45, cada elemento se conecta en el Ethernet Switch.

En primer lugar, conectamos el CPU del PLC Siemens S7 1500, este es el cerebro de la estación por lo que es indispensable que se conecte a la red.



Figura 3.129 Conectando cable de comunicación de PLC

Posteriormente, conectamos la unidad remota Weidmüller IP20 en el ethernet switch, ya que esta recibirá las señales de los diferentes componentes de la estación y los enviará al PLC, además recibirá las instrucciones del mismo para controlar los elementos de la estación de acuerdo al proceso.

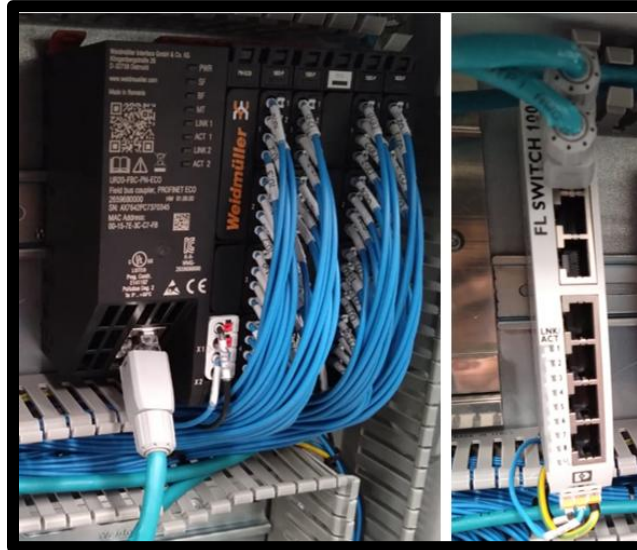


Figura 3.130 Conectando cable de comunicación de unidad remota

Posteriormente conectamos el nodo de servicio al switch ethernet, este es el encargado de meter la computadora para realizar la programación de la estación.

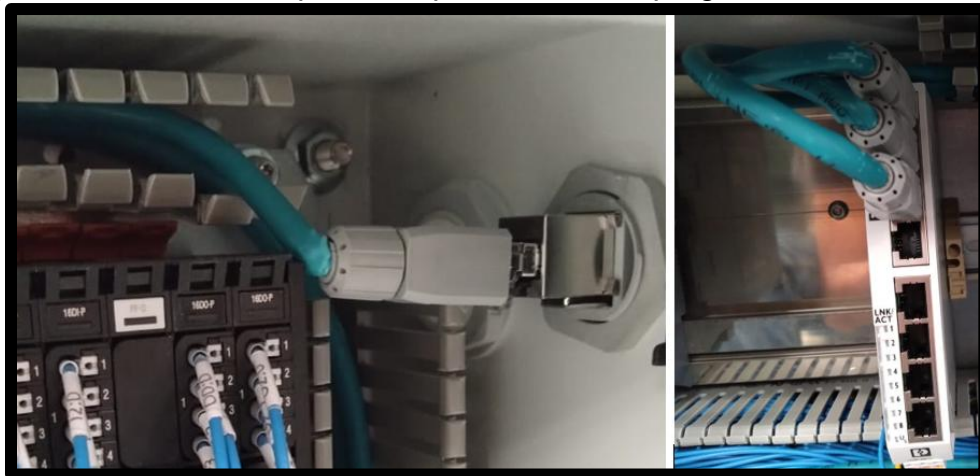


Figura 3.131 Conectando cable de comunicación de nodo de servicio

Finalmente, conectamos la HMI Siemens KTP700 por la cual se monitorea el proceso de la estación y es indispensable que se conecte a la red para llevar a cabo su programación.



Figura 3.132 Conectando cable de comunicación de HMI

Una vez concluida esta actividad, indicamos que ha sido finalizada en el informe de actividades (consultar anexo 3).

3.25 Ensamble de estructura de herramental e instalación de componentes

Ahora comenzamos con el ensamble de la estructura del herramental, guiándose de la ayuda visual insertamos los perfiles BOSCH en la posición a adecuada, en estos se sujetarán las piezas maquinadas donde el faro se sitúa, además de los componentes eléctricos y neumáticos del herramental.

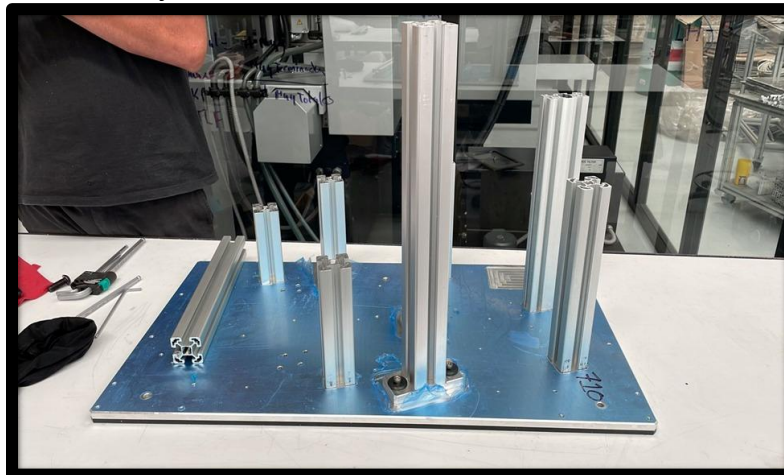


Figura 3.133 Ensamblando perfiles de herramental

Nuevamente, nos guiamos de la ayuda visual del herramental para insertar los componentes neumáticos como lo son los clamps de sujeción y los elementos eléctricos como lo son los sensores, sistemas de visión, escáneres y conectores harting.



Figura 3.134 Insertando elementos neumáticos y eléctricos de estación

3.26 Enrutado y conexión de componentes eléctricos y neumáticos de herramental

3.26.1 Enrutado y conexión de sensores

Los sensores del herramental se conectan al distribuidor de sensores el cual de encarga de alimentarlos y enviar la señal eléctrica al conector harting que este a su vez envía las señales de los sensores a las entradas de la unidad remota.

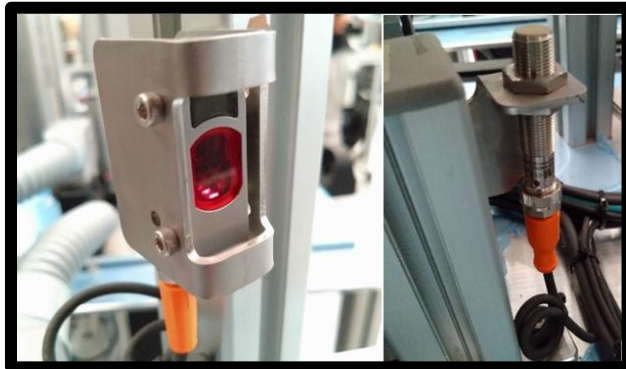


Figura 3.135 Sensores de herramental

Para este herramental contamos con cuatro sensores, los cuales, para designar su orden de conexión en el distribuidor de sensores, debemos guiarnos de la filosofía de funcionamiento del “Process Plan” (Consultar anexo X) por lo que quedarán conectados de la siguiente manera:

1. Sensor inductivo que detecta la carcasa.
2. Sensor de campo magnético de clamp de sujeción de la carcasa.
3. Sensor fotoeléctrico que detecta la unidad de control del faro.
4. Sensor de campo magnético de clamp de sujeción de la unidad de control del faro.



Figura 3.136 Conectando sensores en distribuidor de sensores

Una vez que los conectamos, debemos registrar su orden el archivo de direccionamiento (consultar anexo X).

3.26.2 Enrutado y conexión de dispositivos de red de herramental

Los dispositivos más sofisticados del herramental como lo son el escáner y el sistema de visión, para enviar y recibir los datos con el PLC, debe estar conectados a la red PROFINET de la estación.



Figura 3.137 Escaner y sistema de visión de herramental

En este herramental, el escaner se encarga de escanear el número de parte de la carcasa del faro y este dato se envía al sistema de trazabilidad de FORVIA. El sistema de visión se encarga de verificar que la unidad de control del faro este bien conectada antes de su atornillado. Para que el PLC involucre estos dispositivos en la secuencia deben estar conectados en la misma red PROFINET.

Por lo que se inserta un switch ethernet en el herramental el cual se encarga de añadir al escaner y al controlador del sistema de visión a la red PROFINET de la estación y de esta forma involucrarlos en la secuencia del herramental.



Figura 3.138 Switch ethernet y controlador de sistema de visión de herramental

3.26.3 Conexión interna de conectores harting de herramental

Ahora debemos realizar la conexión interna de los conectores harting que son los encargados de alimentar los componentes eléctricos y neumáticos de la estación, además de comunicar al herramental con la red PROFINET de la estación.

3.26.3.1 Conexión interna de conector harting derecho

De acuerdo con el direccionamiento del herramental (consultar anexo X) debemos conectar en el primer conector eléctrico la alimentación de 24 VCD del distribuidor de sensores en los pines 1 y 2. A partir del pin 7 conectamos las señales de los sensores del distribuidor de sensores hasta el pin 12.

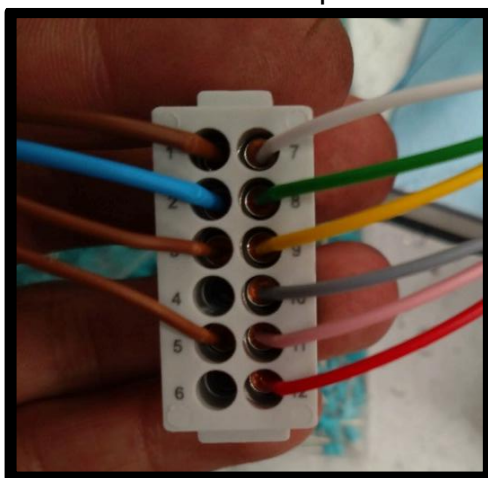


Figura 3.139 Conexión interna de conector eléctrico harting

Posteriormente, conectamos las mangueras de activación y retorno de los clamps de sujeción de la carcasa en los pines 1 de los conectores de activación y retorno. Además, conectamos las mangueras de activación y retorno del clamp de sujeción de la unidad de control del faro en los pines 2.

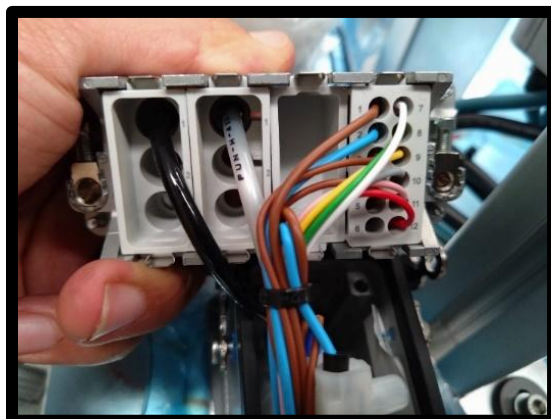


Figura 3.140 Conexión interna de conector harting derecho

Una vez que terminamos con la conexión del conector harting, lo atornillamos para que este selle bien y aíse las conexiones internas del ambiente.



Figura 3.141 Atornillando conector harting derecho

3.26.3.2 Conexión de conector harting izquierdo

De acuerdo con el direccionamiento del herramental (consultar anexo X) debemos conectar en el primer conector eléctrico la alimentación de 24 VCD del escáner, sistema de visión, switch ethernet en los pines 1 y 2. Posteriormente, en el segundo conector eléctrico conectamos los pines del cable de red (consultar anexo X).

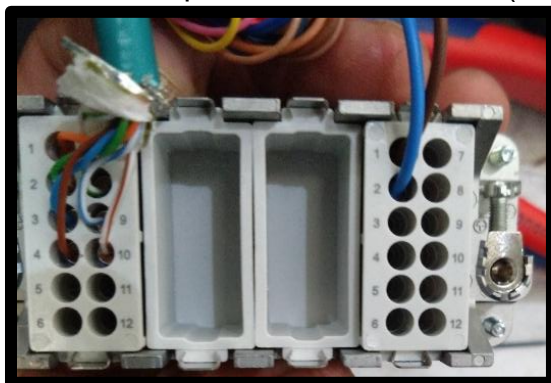


Figura 3.142 Conexión interna de harting izquierdo

Una vez que terminamos con la conexión del conector harting, lo atornillamos para que este selle bien y aísle las conexiones internas del ambiente.

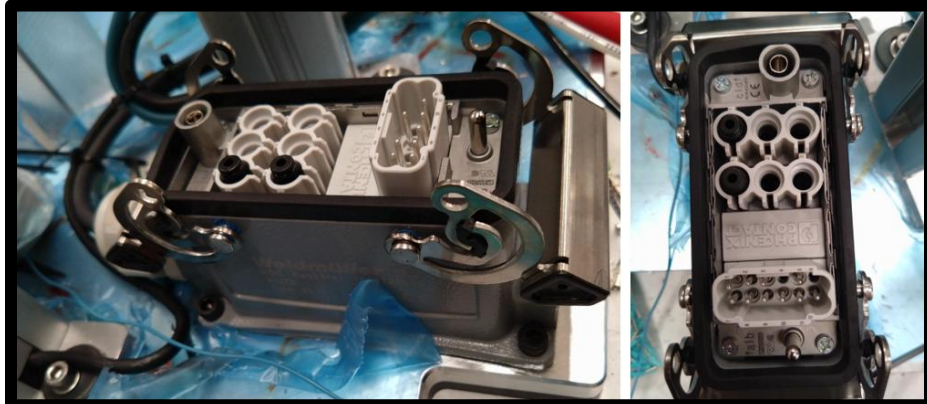


Figura 3.143 Atornillado de conector harting izquierdo

Ya que terminamos de ensamblar y conectar los elementos del herramental, indicamos que la actividad ha sido concluida en el informe de actividades (consultar anexo 3).

3.27 Suministro eléctrico y encendido seguro de estación

Una vez que terminamos de conectar todos los componentes dentro del gabinete eléctrico, debemos alimentar la maquina al suministro eléctrico de 220 VAC. Por lo que; en primera instancia, debemos conectar los cables de la clavija en las clemas de suministro dentro del gabinete eléctrico. Posteriormente, conectamos la clavija a la toma de 220 VAC.

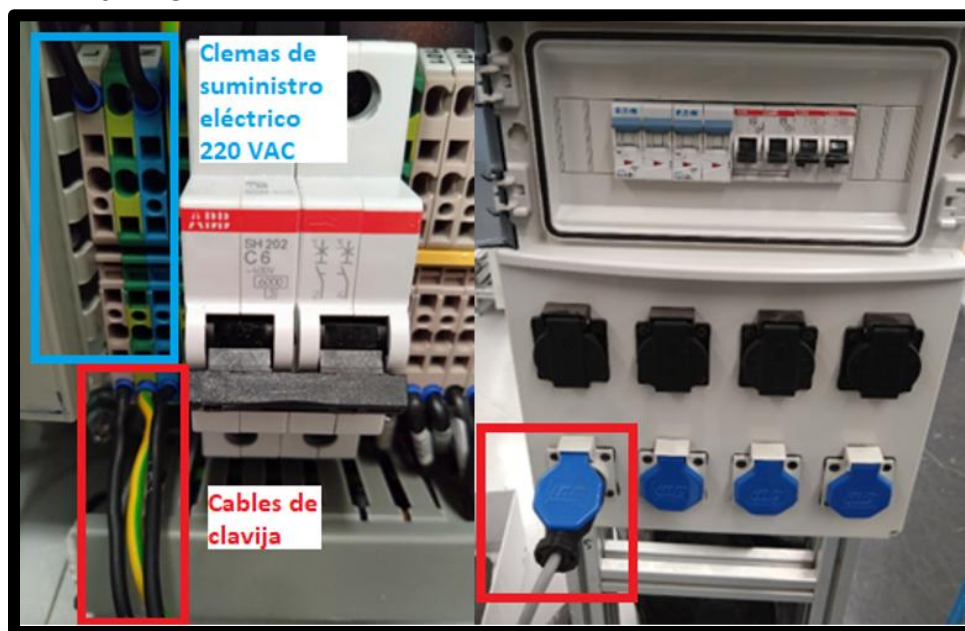


Figura 3.144 Conectando clavija de alimentación a 220 VAC

Una vez conectada la clavija al suministro, debemos medir el voltaje que se encuentra en las clemas de suministro del gabinete eléctrico y verificar que el voltaje en estas sea de 220 VAC o aproximado.

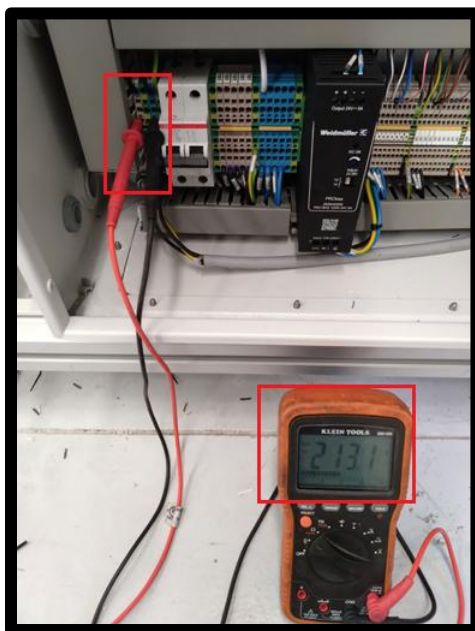


Figura 3.145 Midiendo voltaje de entrada en interruptor seccionador

Una vez que tenemos el voltaje adecuado en las clemas de suministro, procedemos a cerrar el interruptor principal de la estación, al realizar esto, el voltaje de 220 VAC pasará a los bornes de entrada del disyuntor del gabinete eléctrico, por lo que de igual forma lo medimos para verificar que sea el voltaje adecuado de entrada.

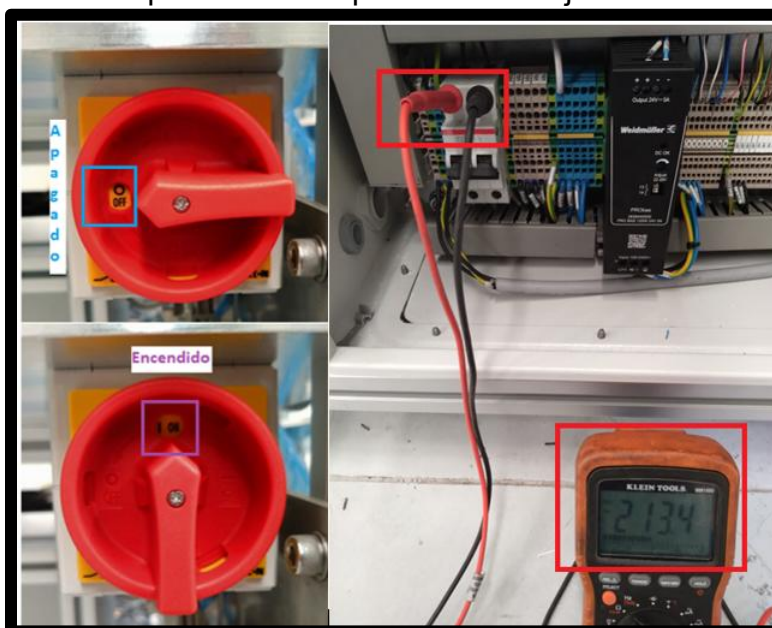


Figura 3.146 Cerrando interruptor seccionador y midiendo su voltaje de salida

Antes de cerrar los contactos del disyuntor, debemos verificar con el modo de continuidad del multímetro que no haya ninguna continuidad entre la línea 1 y la línea 2 de las clemas de alimentación de 220 VAC así como entre el positivo y negativo de las clemas de alimentación de 24 VDC.

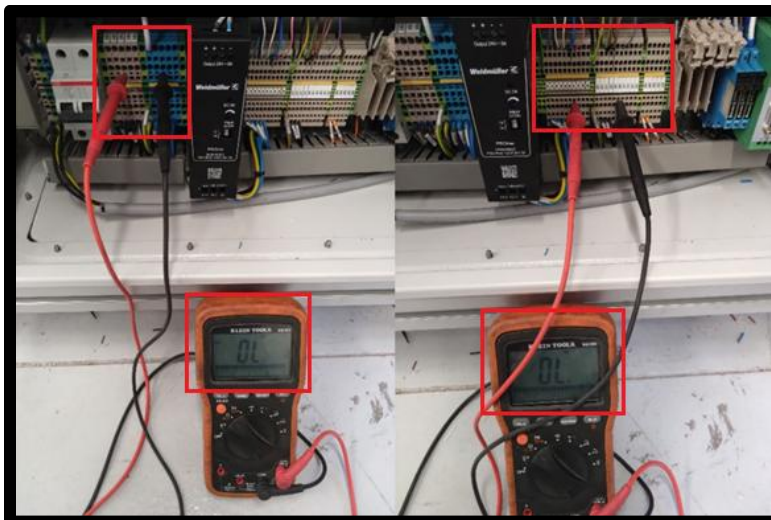


Figura 3.147 Verificando que no haya cortocircuito

Además, antes de cerrar los contactos del disyuntor, debemos quitar los fusibles de las clemas portafusibles para instalarlos uno por uno una vez que ya esté energizada la estación por completo, esto se hace por seguridad, ya que si hay alguna anomalía al momento de energizar la estación, los elementos que estos fusibles protegen no se verán perjudicados.



Figura 3.148 Portafusibles abiertos

Ahora cerramos el disyuntor y si no hay ningún cortocircuito, este no abrirá sus contactos y entonces, el LED indicador del gabinete se encenderá avisando que las clemas de alimentación a 220 VAC están suministradas adecuadamente.

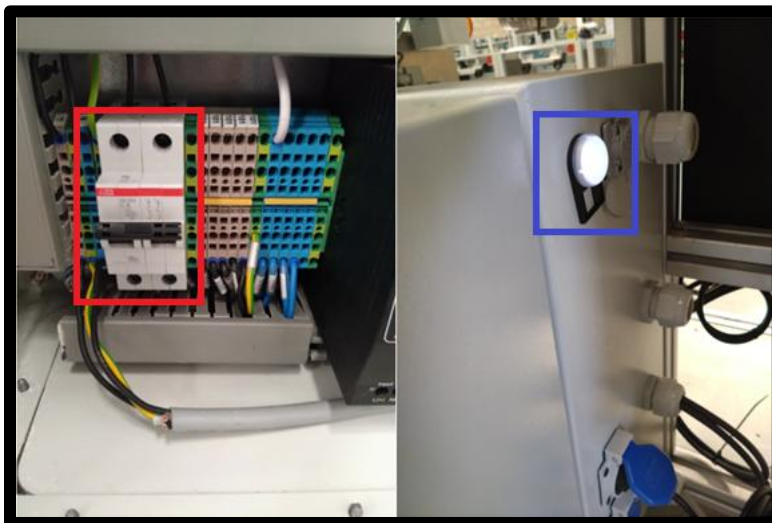


Figura 3.149 Cerrando disyuntor termomagnético

Ahora con el multímetro medimos el voltaje en el bus de 220 VAC y verificamos que la lectura de un voltaje adecuado, si es que se está suministrando el voltaje adecuado, la fuente de 24 VCD que se alimenta de estas mismas clemas, encenderá adecuadamente.

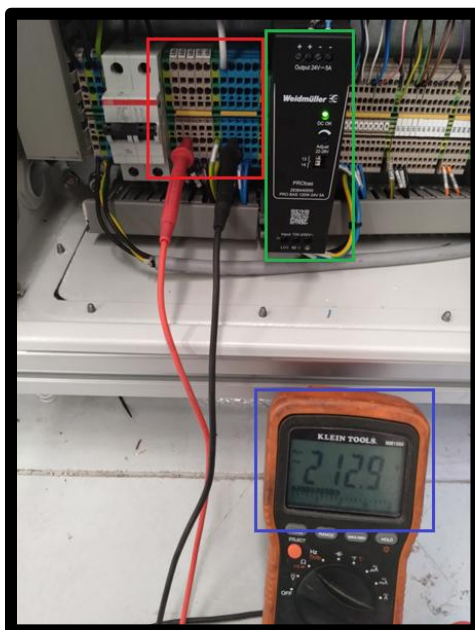


Figura 3.150 Midiendo voltaje en clemas de 220 VAC

Ahora procedemos a suministrar modulo del atornillador ya que este se encuentra de igual forma alimentado a 220 VAC, al cerrar el disyuntor este se encenderá y mostrara un mensaje de bienvenida.

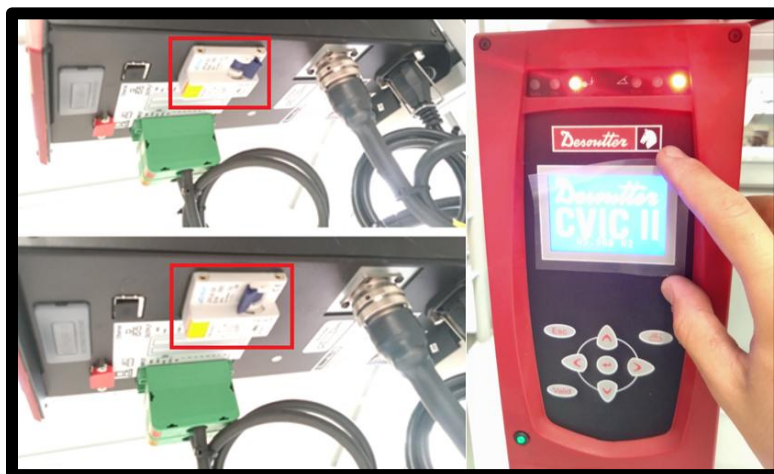


Figura 3.151 Encendiendo controlador de atornillador CVIC

Después, alimentamos las clemas de 24 VCD, por lo que insertamos un fusible de 5 amperios en el portafusibles que corresponde al positivo de la salida de la fuente, ya que es la cantidad de corriente máxima que suministra la fuente, después de insertarlo adecuadamente, medimos con el multímetro y verificamos que el voltaje suministrado por la fuente de 24 VCD sea adecuada.

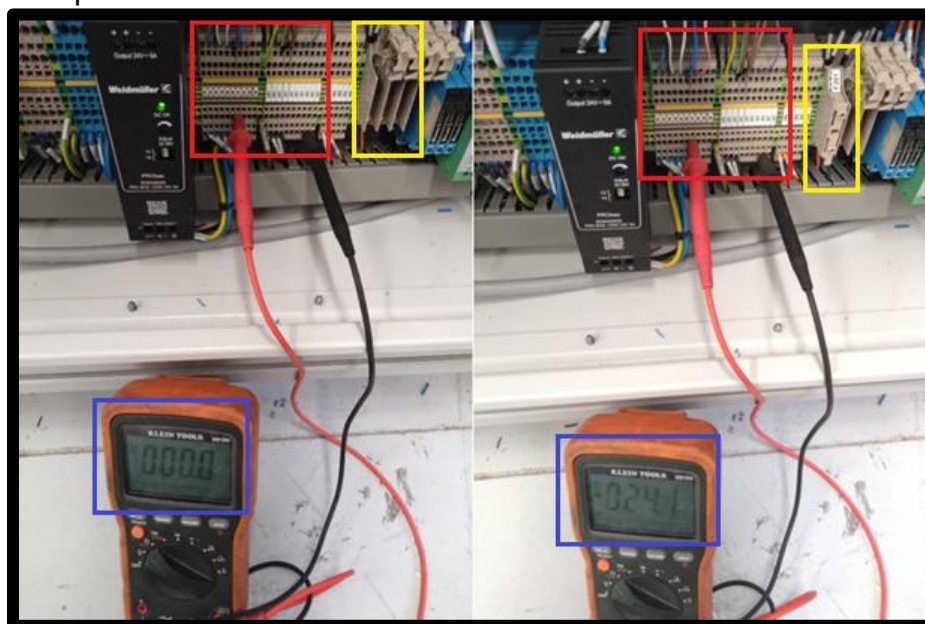


Figura 3.152 Midiendo voltaje en clemas de 24 VCD

Al suministrar las clemas de alimentación de 24 VCD, algunos dispositivos como la unidad remota y el switch ethernet se encenderán.

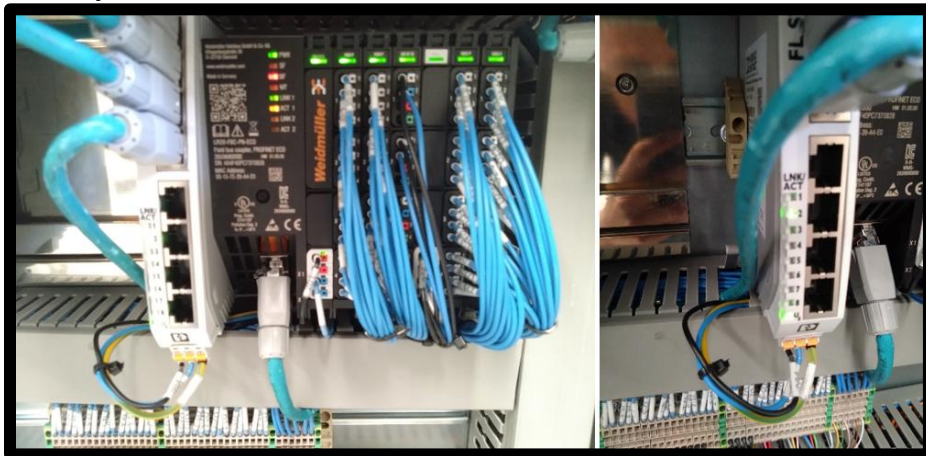


Figura 3.153 Unidad remota y switch ethernet encendiendo adecuadamente

Ahora insertamos un fusible de 1.5 amperios en el portafusibles de la HMI, que se encargará de protegerla de cualquier sobrecarga, y esta mostrará una animación de bienvenida.



Figura 3.154 HMI de botonera encendiendo educadamente

3.28 Suministro de presión neumática de estación

Ahora debemos alimentar la presión neumática de la estación, por lo que conectamos la toma de aire en la entrada de la unidad de mantenimiento

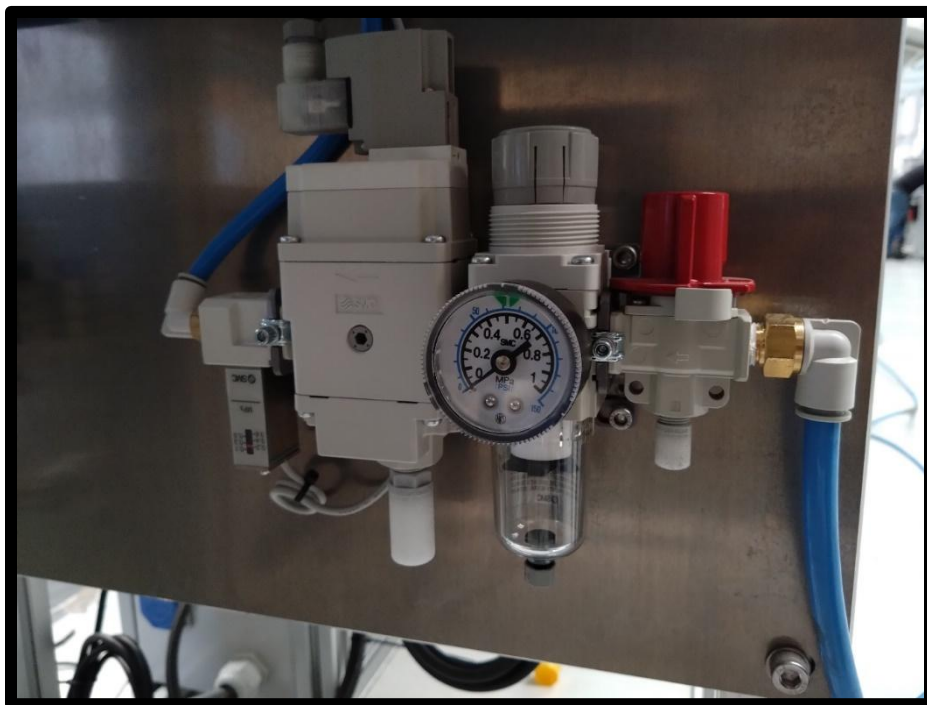


Figura 3.155 Conectando manguera de aire en unidad de mantenimiento

Ahora abrimos los conductos de la válvula de corte y el presostato ya que de esta manera permitimos el paso de la presión de aire.

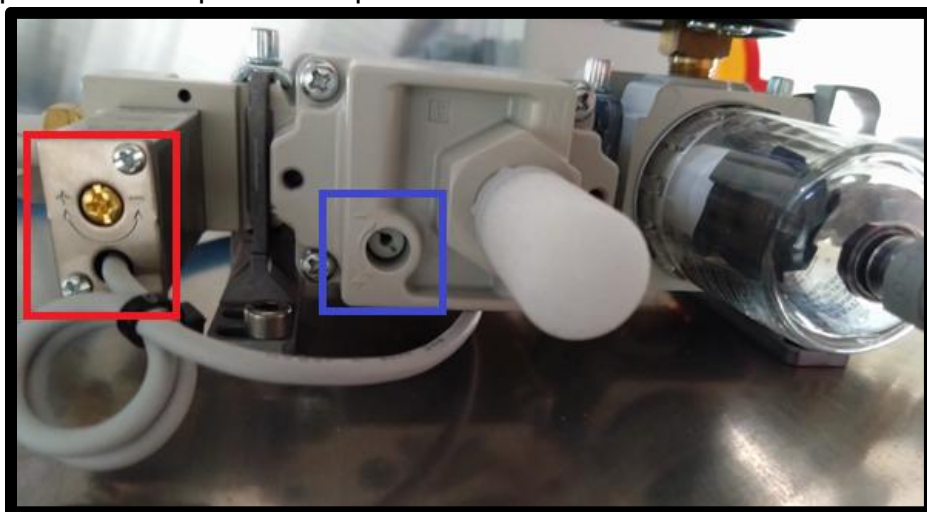


Figura 3.156 Abriendo conductos de válvula de corte y presostato

Ahora cerramos el interruptor manual de aire y permitimos el paso de aire, posteriormente con el regulador del filtro ajustamos la presión del aire a 0.6 KPa.

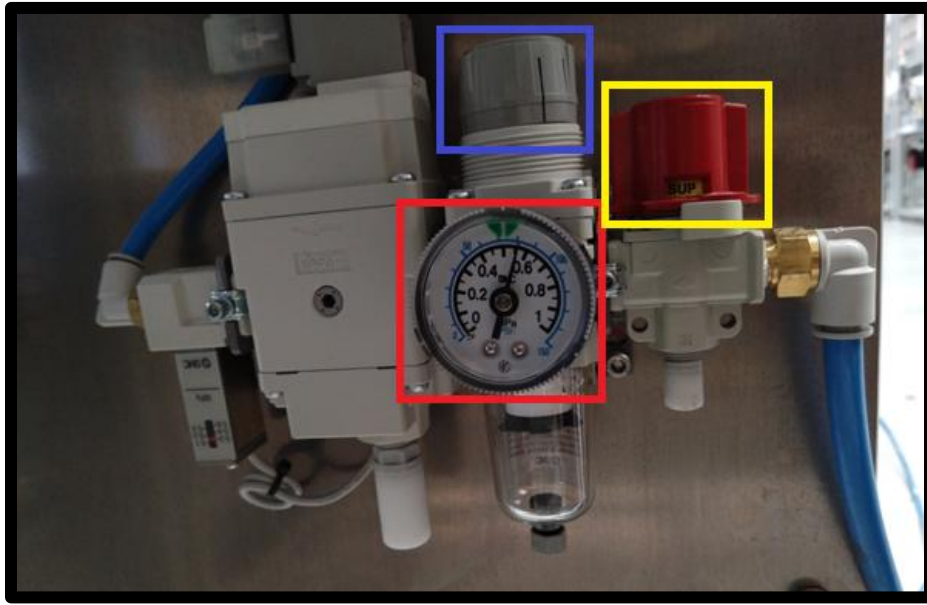


Figura 3.157 Cerrando el interruptor manual de aire

3.29 Programación de secuencia de herramental en TIA Portal

Ahora debemos llevar a cabo la programación de la secuencia, por lo que, en primer lugar, debemos añadir a la red de la estación a la computadora con la cual llevaremos a cabo la programación.



Figura 3.158 Conectando computadora a gabinete de estación

Ahora iniciamos el software TIA Portal y abrimos el programa estándar de estaciones de atornillado en donde programaremos la secuencia.

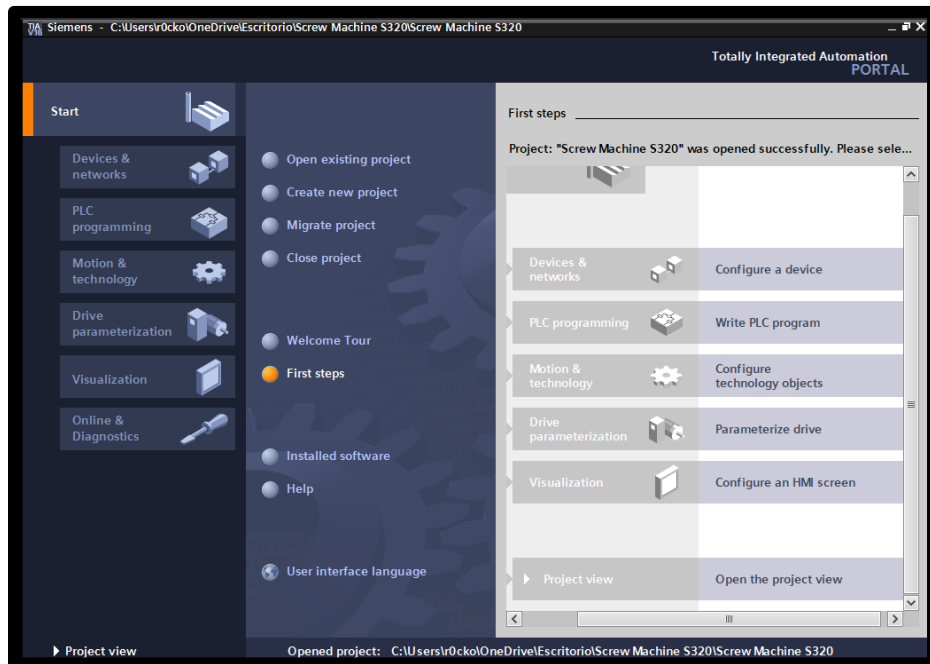


Figura 3.159 Iniciando TIA Portal

Una vez abierto el programa, lo primero que debemos hacer es dar de alta a los dispositivos que se comunicarán por la red PROFINET de la estación, por lo que nos dirigimos al apartado de “Devices and networks”

Por parte de la estación, contamos con el PLC, el HMI y la unidad remota, por lo que los damos de alta en la red asignándoles una dirección IP a cada dispositivo.

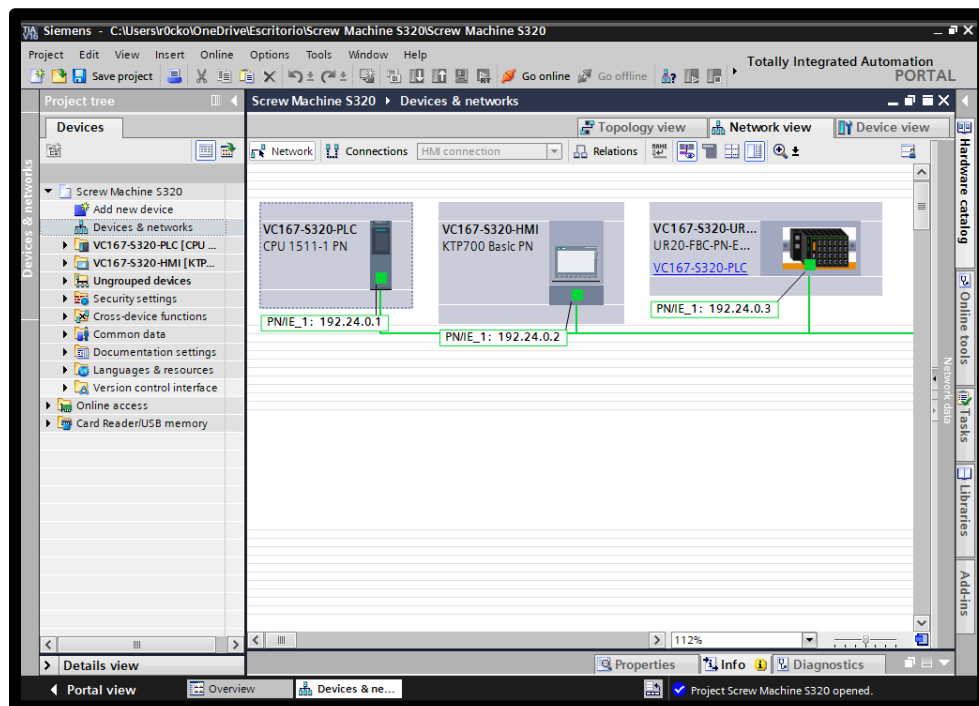


Figura 3.160 Dispositivos PROFINET de estación

Por parte del herramental, contamos con un escáner y un sistema de visión, que de igual manera damos de alta asignándoles una dirección IP.

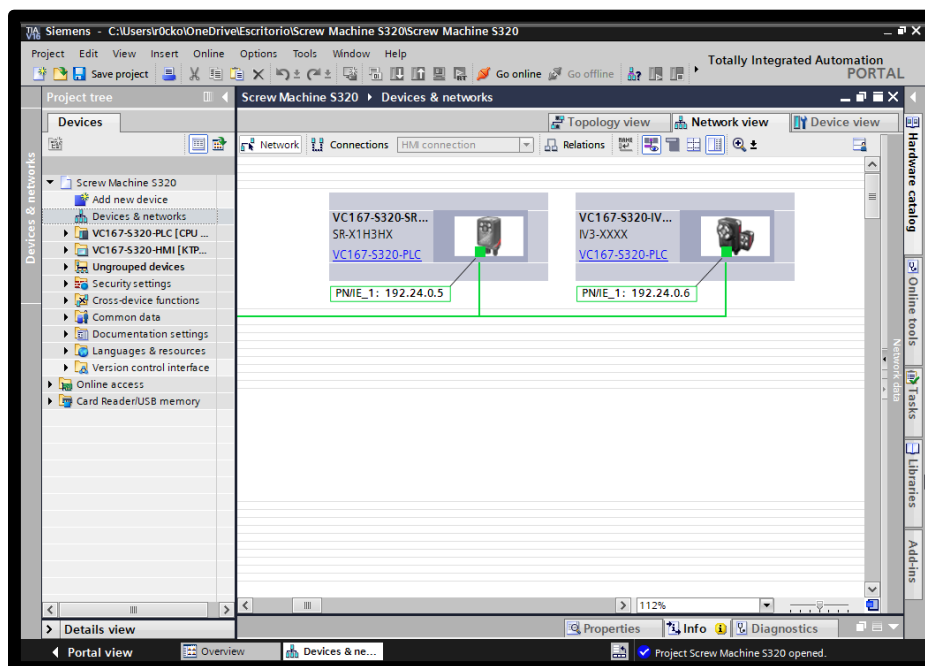


Figura 3.161 Dispositivos PROFINET de herramental

Posteriormente, nos dirigimos al bloque de programa donde se dan de alta las entradas y salidas del herramental el cual se encuentra en lenguaje AWL. En esta parte damos de alta los sensores del herramental, el primero es el sensor capacitivo encargado de detectar la carcasa del herramental y el segundo es el sensor fotoeléctrico encargado de detectar el controlador del faro.

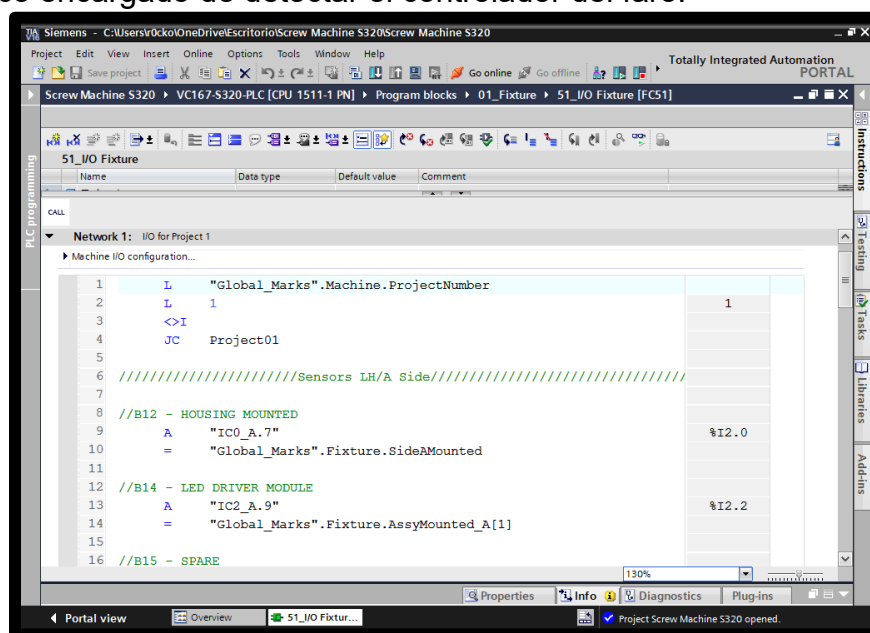


Figura 3.162 Registrando sensores en bloque de programa del herramental

Para declarar los sensores de campo magnético, debemos dirigirnos al bloque de programa de las entradas y salidas de la estación el cual también está en lenguaje AWL y declaramos el que corresponde a los clamps de sujeción de la carcasa y a los del controlador del faro.

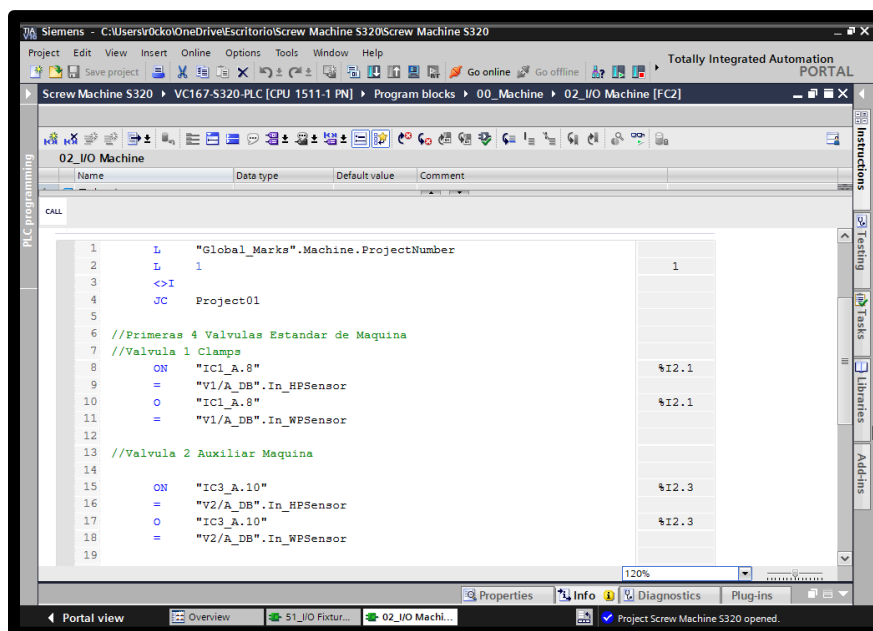


Figura 3.163 Registrando sensores en bloque de programa de la estación

Ahora nos dirigimos al bloque del programa que corresponde a la secuencia del herramental, el cual se desarrolla en lenguaje GRAFCET.

En primer lugar, se lleva a cabo la etapa que corresponde al insertar la carcasa del faro en el herramental, se envían mensajes a la HMI para que el operador lleve a cabo la acción requerida y como condición para pasar a la siguiente etapa, condicionamos que el sensor capacitivo debe estar detectando a la carcasa del faro.

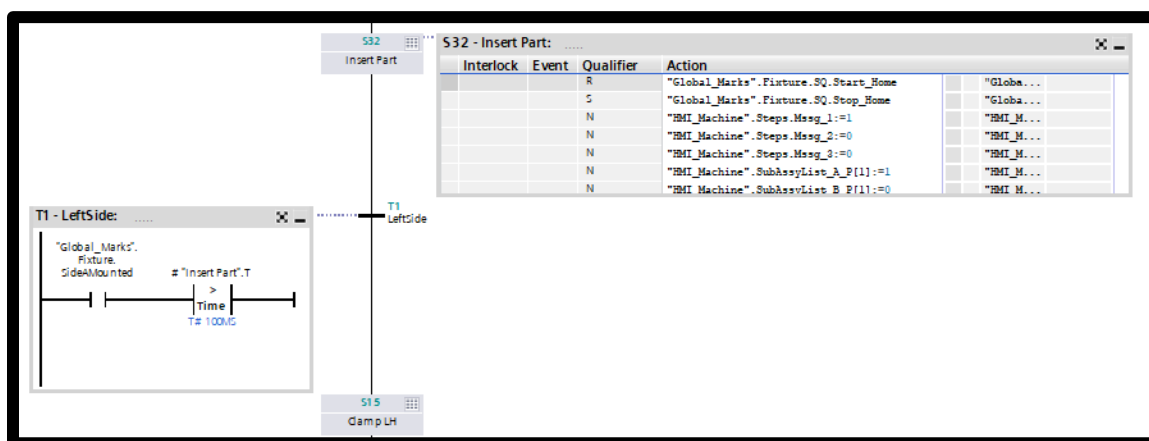


Figura 3.164 Etapa de insertar carcasa de faro

Continúa el programa con la etapa donde se solicita al operador de la estación por medio de mensajes en el HMI que presione los bimanuales y como condición para pasar a la siguiente etapa, se condiciona la señal que corresponde a los mismos.

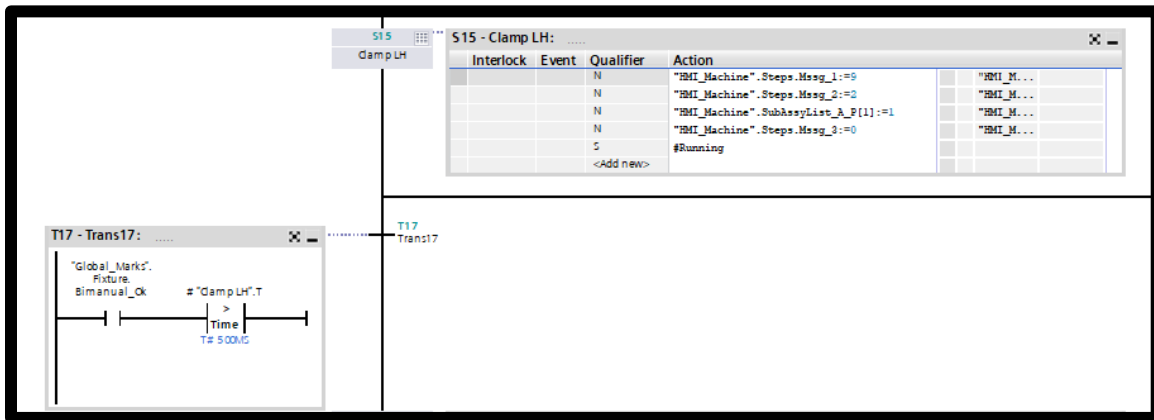


Figura 3.165 Etapa de clampeo de carcasa

En la etapa posterior, se manda a activar la válvula que corresponde a los clamps de sujeción de la carcasa del faro y se condiciona la señal que corresponde al sensor de campo magnético de estos para pasar a la siguiente etapa.

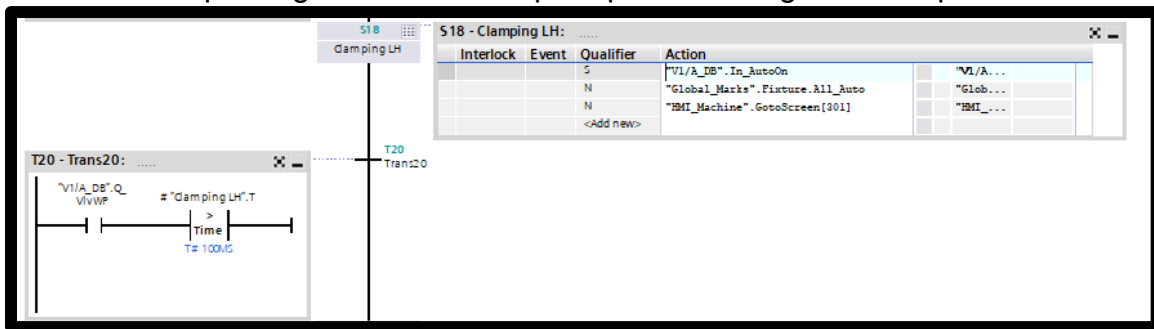


Figura 3.166 Etapa de confirmación de clampeo de carcasa

Se continúa con la secuencia solicitando al operador enviando mensajes al HMI que inserte el empaque de la unidad de control del faro, y como condición para pasar a la siguiente etapa que el operador presione los bimanuales

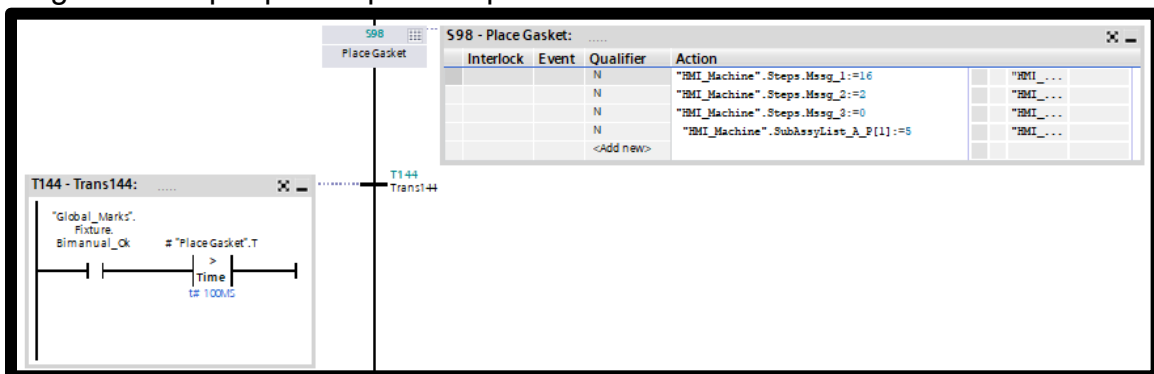


Figura 3.167 Etapa de insertar empaque de unidad de control del faro

En la siguiente etapa se realiza la prueba con el sistema de visión para verificar que el empaque se encuentre puesto adecuadamente, y como condición para pasar a la siguiente etapa, insertamos la variable del sistema de visión que corresponde a que la pieza se encuentra puesta adecuadamente.

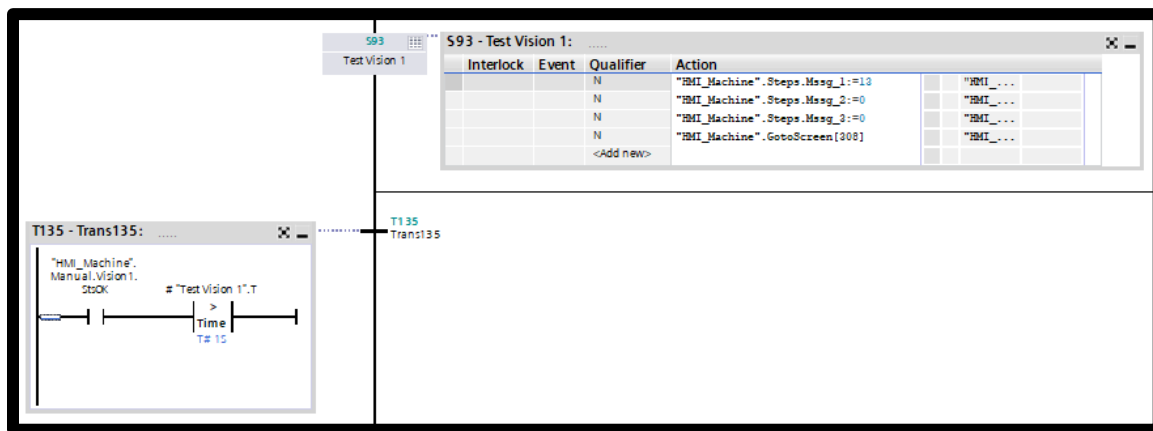


Figura 3.168 Etapa de sistema de visión

Ahora se lleva a cabo la etapa donde se envían mensajes a la HMI indicando al operador que inserte la unidad de control del faro y se condiciona al sensor fotoeléctrico que detecta esta pieza para pasar a la siguiente etapa de la secuencia.

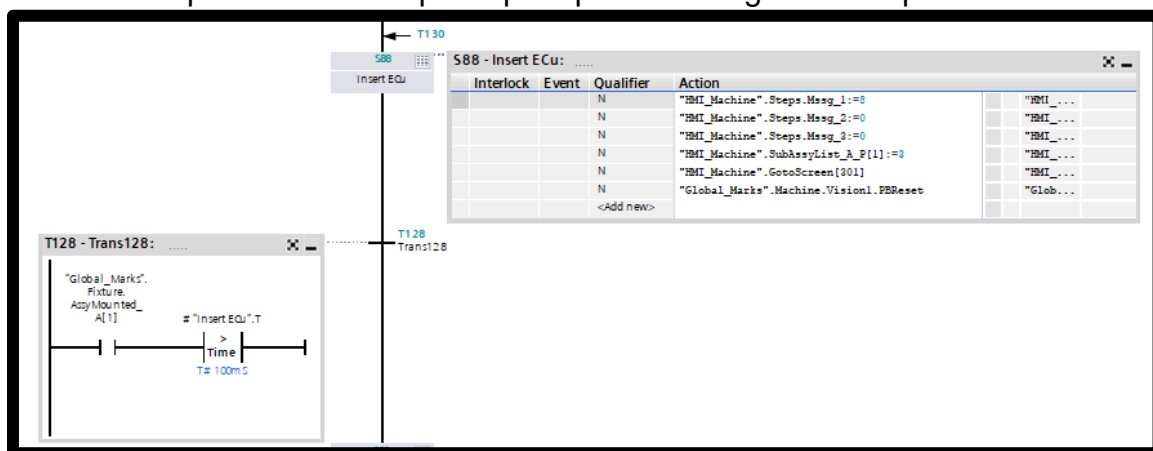


Figura 3.169 Etapa de insertar unidad de control del faro

La secuencia continúa con una etapa enviando mensajes al HMI solicitando al operador que presione nuevamente los bimanuales para clampearse la unidad de control del faro y se condiciona la señal de los bimanuales para pasar a la siguiente etapa.

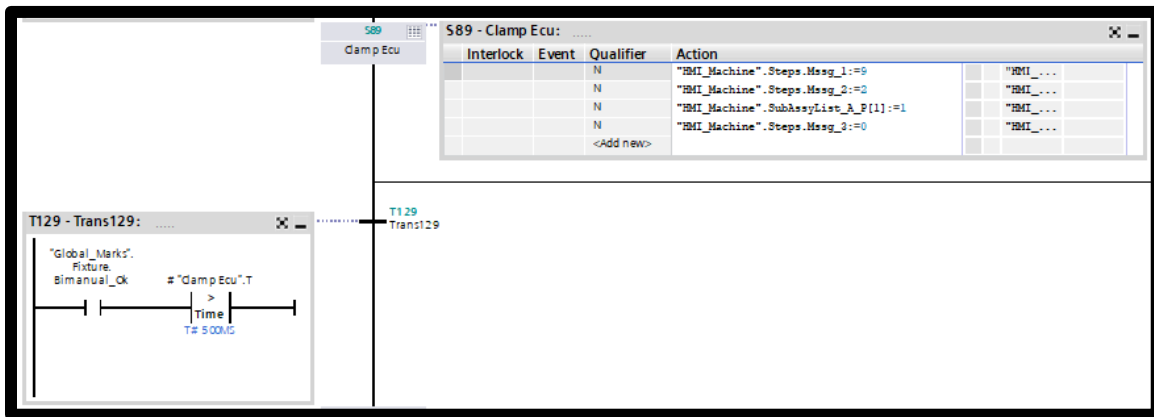


Figura 3.170 Etapa de clampeo de unidad de control de faro

En la siguiente etapa mandamos a accionar la segunda válvula que corresponde a los clamps de la unidad de control del faro y condicionamos la señal del sensor de campo magnético de estos clamps para pasar a la siguiente etapa.

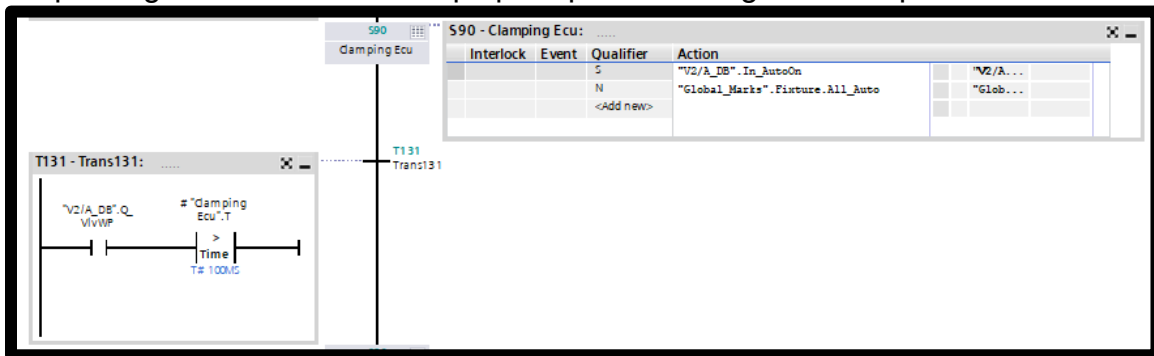


Figura 3.171 Etapa de confirmación de clampeo de unidad de control del faro

Posteriormente se realiza el escaneo de la unidad de control del faro y se condiciona la variable del escaneo correcto para continuar con el siguiente paso de la secuencia.

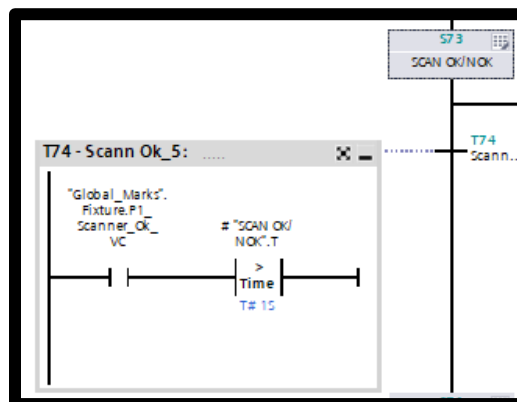


Figura 3.172 Etapa de escaneo de carcasa de faro

La secuencia sigue con la etapa de enviar el dato escaneado al sistema de MES de FORVIA, y se condicionan las variables del dato enviado para continuar con la secuencia.

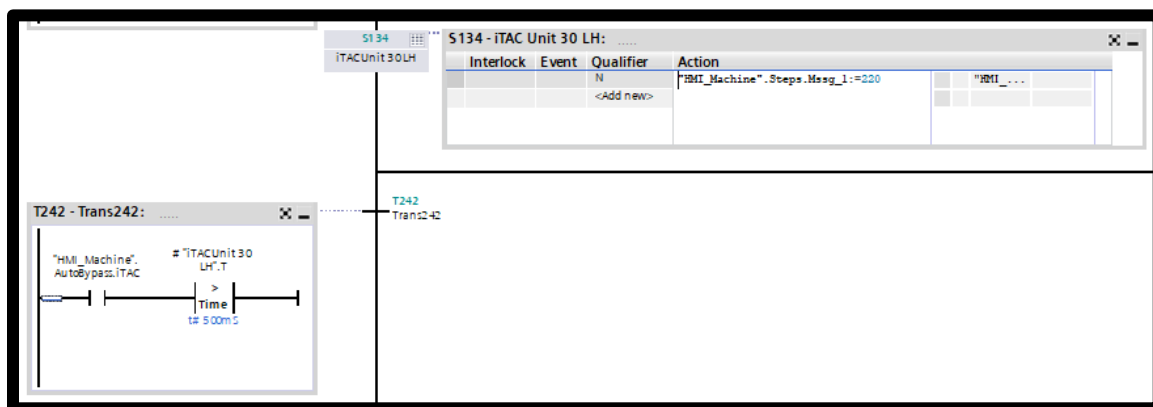


Figura 3.173 Etapa de envío de datos al sistema MES

Ahora se lleva a cabo la etapa de atornillado de la unidad de control del faro y se condiciona la variable de atornillado completado para pasar a la siguiente etapa.

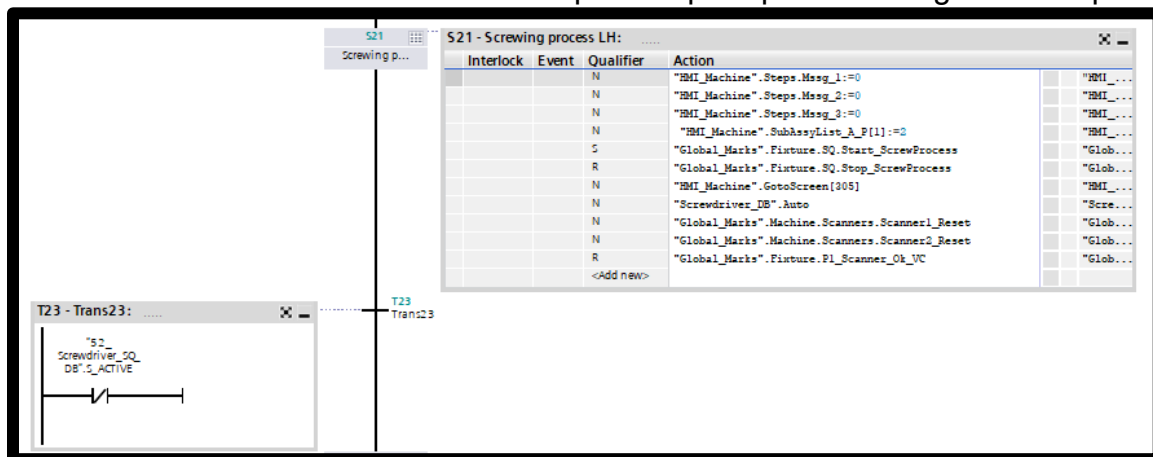


Figura 3.174 Etapa de atornillado de unidad de control de faro

En la etapa posterior se solicita al operador por medio de mensajes en el HMI que presione los bimanuales para desactivar los clamps de sujeción de la carcasa y la unidad de control del faro y se condiciona la señal de los bimanuales para pasar a la etapa siguiente

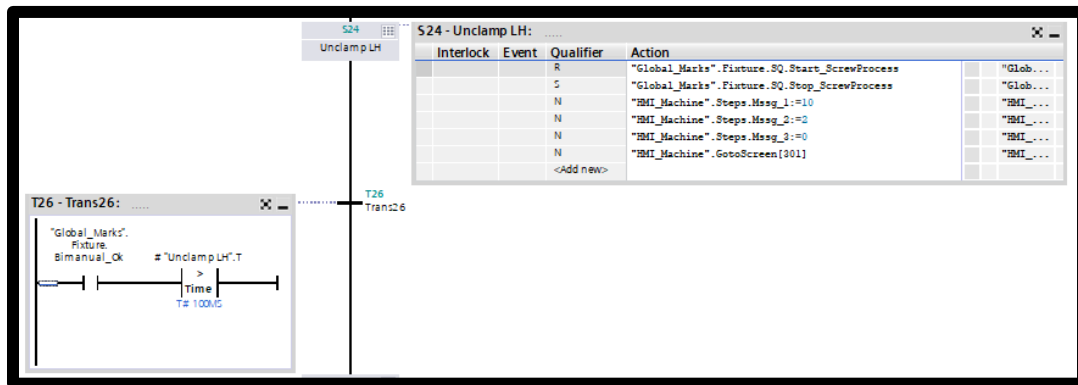


Figura 3.175 Etapa de desclampeo de carcasa de faro

Continuando la secuencia, se desactivan las electroválvulas que corresponden a los clamps de sujeción del herramental y de condicionan los sensores de campo magnético de los clamps para pasar a la siguiente etapa.

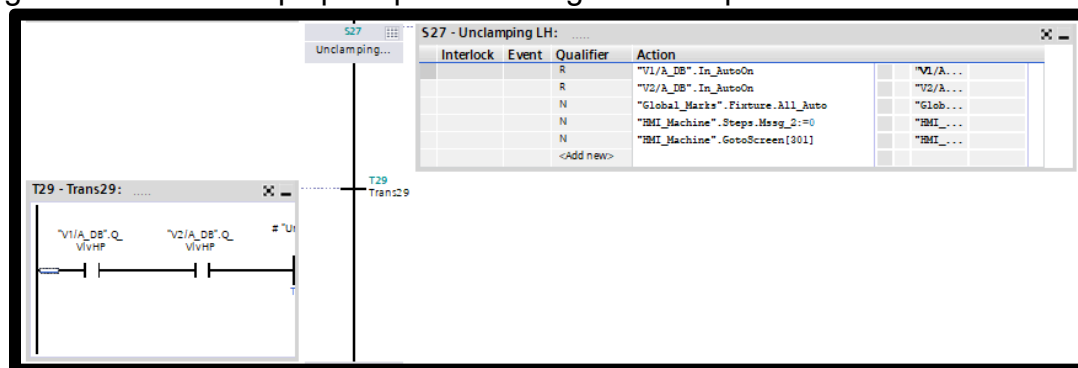


Figura 3.176 Etapa de confirmación de desclampeo de carcasa de faro

Como última etapa, se solicita por medio de mensajes en el HMI al operador que quite la carcasa del faro, y se condiciona que el sensor de pieza presente de este ya no detecte para terminar con la secuencia.

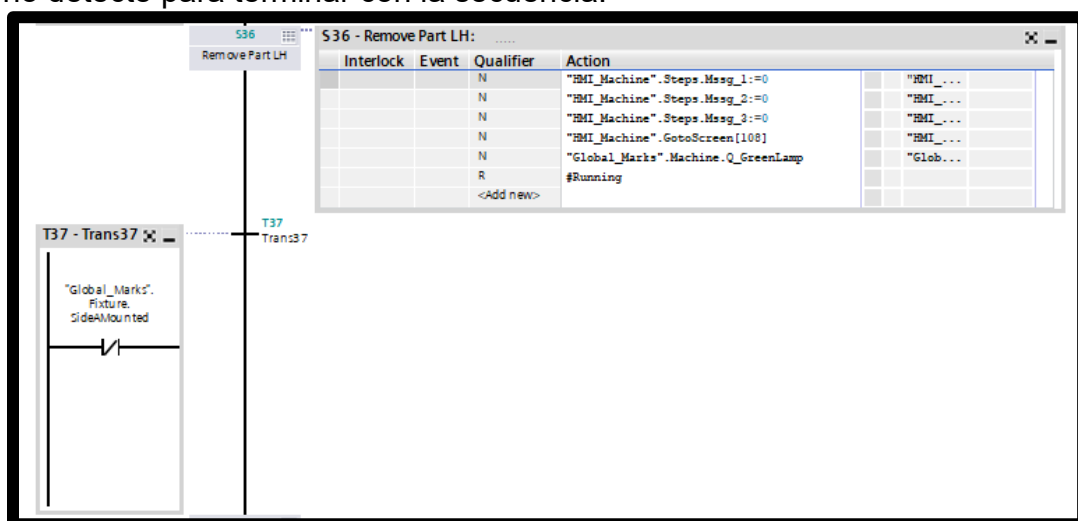


Figura 3.177 Etapa de remover carcasa de faro del herramental

El desarrollo de la secuencia se llevó a cabo bajo las especificaciones solicitadas por el cliente FORVIA por medio del “Process Plan” (consultar anexo 4).

3.30 Ajuste de parámetros de controlador de atornillador CVIC

Para que podamos involucrar al controlador del atornillador en la secuencia, debemos configurar algunos parámetros iniciales en la interfaz de este, por lo que nos dirigimos a la parte de “parámetros de estación”.



Figura 3.178 Menú principal de controlador de atornillador CVIC

Posteriormente seleccionamos el modo en el cual se comunicará con el PLC, el cual será por medio de I/O's.



Figura 3.179 Modo de comunicación de controlador de atornillador

Después, designamos a cada pin de entrada y salida la función que llevará a cabo a partir de los diagramas realizados (consultar anexo 35), en el caso de las entradas sirven para involucrar al controlador en la secuencia, y en las salidas, sirven para retroalimentar al PLC durante la secuencia.



Figura 3.180 Entradas y salidas de controlador de atornillador

Ahora nos dirigimos a la parte de “ciclo”, y seleccionamos un espacio que es donde el controlador guardará la configuración de parámetros para la secuencia de atornillado.



Figura 3.181 Seleccionando ciclo en controlador de atornillador

Por último, nos dirigimos a la parte de “parámetros” que es donde insertamos las magnitudes que se necesitan en el atornillado.

Para el atornillado de la unidad de control del faro, el cliente FORVIA necesita ciertos parámetros de velocidad, par mínimo y máximo, así como también de cierto tiempo de atornillado, todos estos valores se especifican en la figura x.



Figura 3.182 Parámetros de controlador de atornillador

3.31 Registro de puntos de atornillado

Una vez que se configura el controlador del atornillador, ahora debemos configurar los puntos en los que necesitamos que este atornille. Por lo que nos dirigimos al modo servicio de la estación y en la parte de puntos de atornillado nos muestra la posición lineal y de radio del atornillados además de las tolerancias que tiene el atornillado en los ejes para llevar a cabo el atornillados. Debemos registrar los puntos que en este caso con cuatro y que corresponden a la unidad de control del faro.

Posicionamos la punta del atornillador en el primer punto y posteriormente registramos el punto.

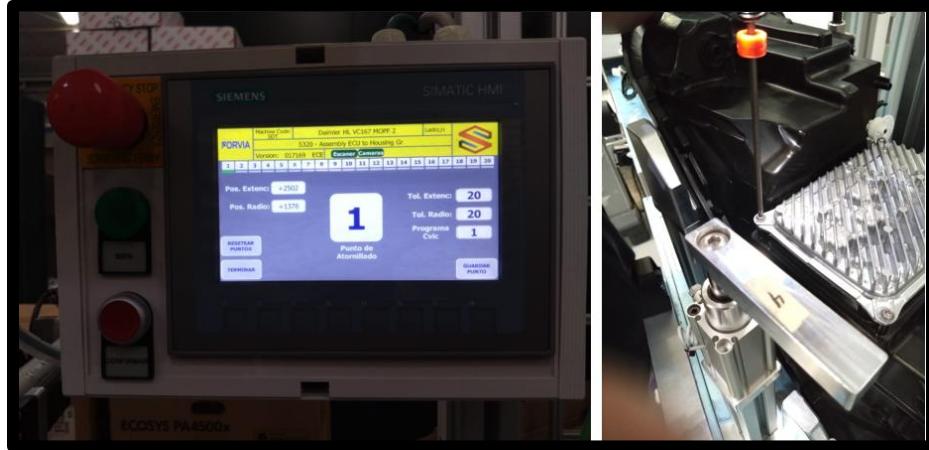


Figura 3.183 Registrando primer punto de atornillado

Ahora posicionamos el atornillador en el segundo punto de atornillado y guardamos la posición.

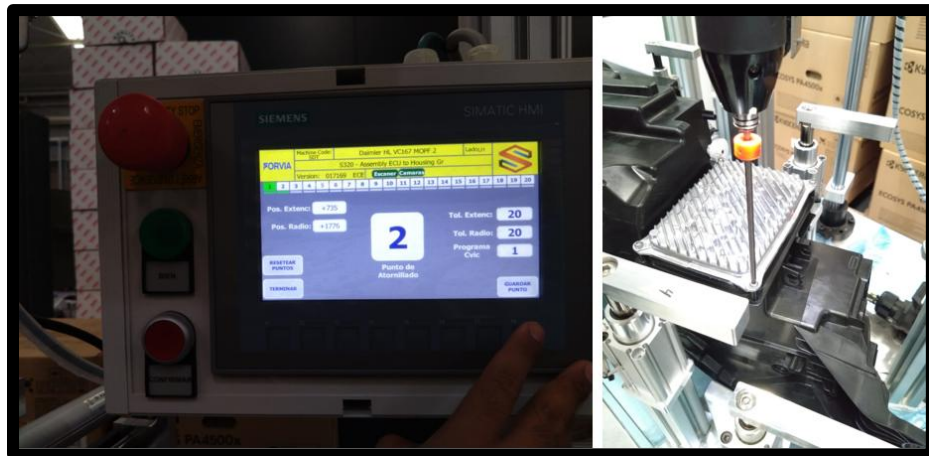


Figura 3.184 Registrando segundo punto de atornillado

Posicionamos el atornillador en el tercer punto y guardamos la posición.



Figura 3.185 Registrando tercer punto de atornillado

Finalmente, registramos el cuarto y último punto y lo guardamos de igual manera.

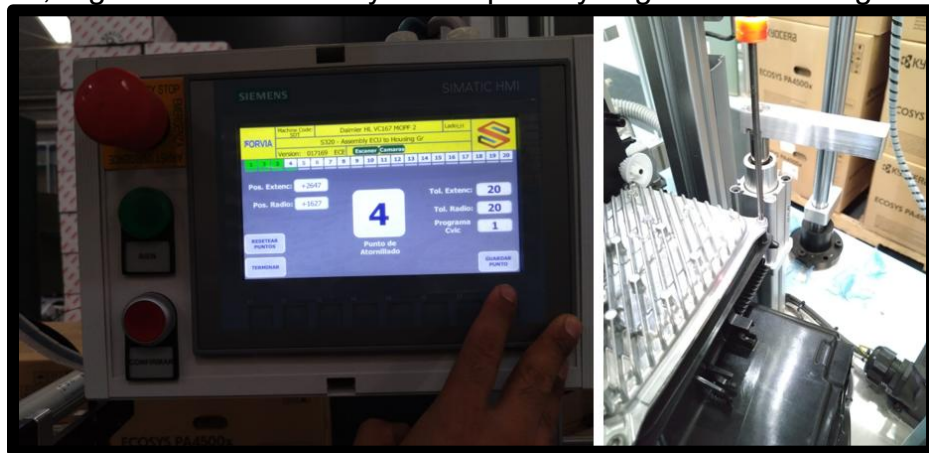


Figura 3.186 Registrando último punto de atornillado

3.32 Configuración de escáner de herramienta

Para poder integrar al escáner en la secuencia, debemos asignarle una dirección IP, así como realizar el enfoque de su cámara para que lea el código QR de la unidad de control del faro de manera adecuada. Esta configuración la realizamos por medio del software "AutoID Network Navigator".

Una vez que abrimos el software, seleccionamos la opción "Start the setup wizard"

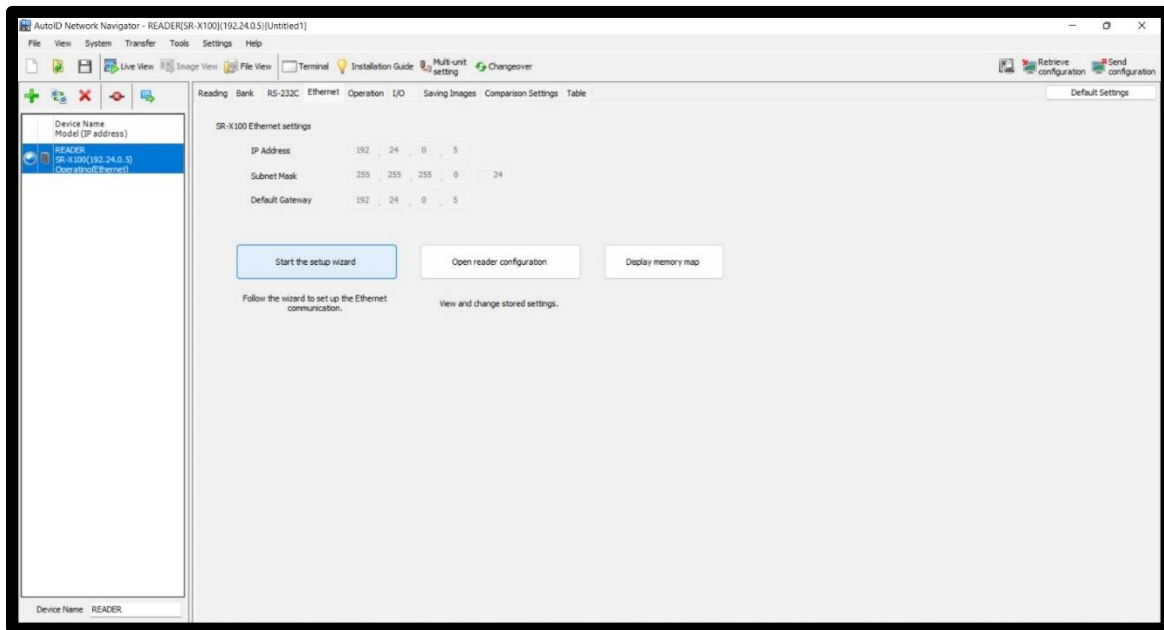


Figura 3.187 Iniciando configuración de escáner de herramienta

Seleccionamos el modo en el cual se llamará a activar el escáner que en este caso es “Command input” ya que le enviaremos por medio de la red PROFINET el comando adecuado para su activación.



Figura 3.188 Seleccionando método de activación de escáner

Posteriormente, seleccionamos el tipo de dispositivo que leerá el dato escaneado, en este caso es el PLC por lo que seleccionamos la opción “Field network/PLC”.

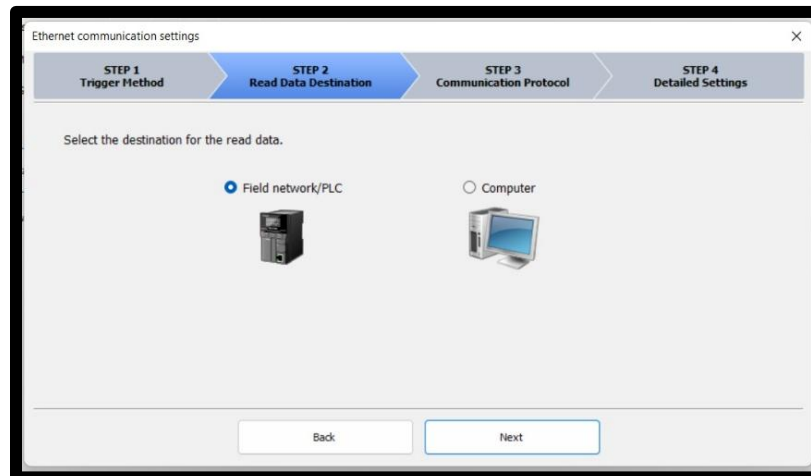


Figura 3.189 Seleccionando dispositivo con el que se comunicará el escáner

Ahora seleccionamos el protocolo de comunicación por el cual enviará y recibirá datos, en este caso seleccionamos la opción de “PROFINET”.

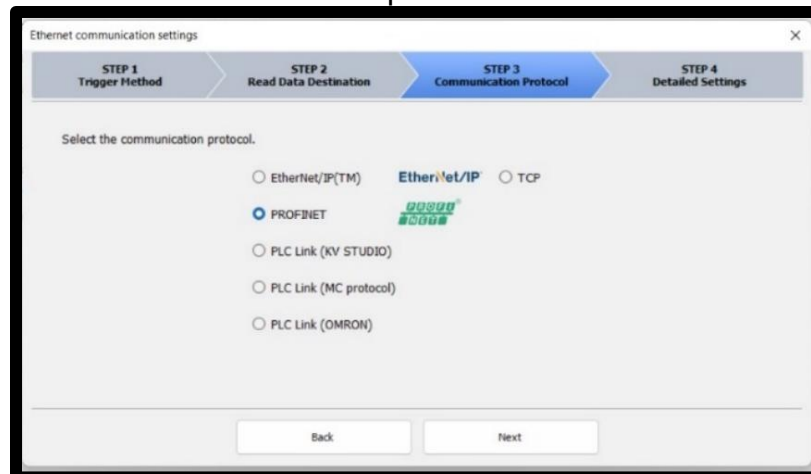


Figura 3.190 Seleccionando protocolo de comunicación

Se le debe asigna un nombre al escáner y finalmente concluimos su configuración.

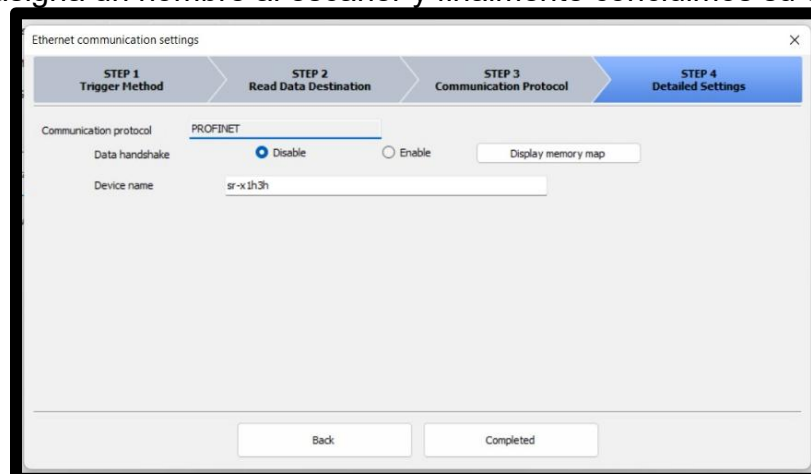


Figura 3.191 Asignando nombre a escáner

Ahora solo debemos seleccionar la opción “Start turning” para que el escáner comience con el autoajuste.

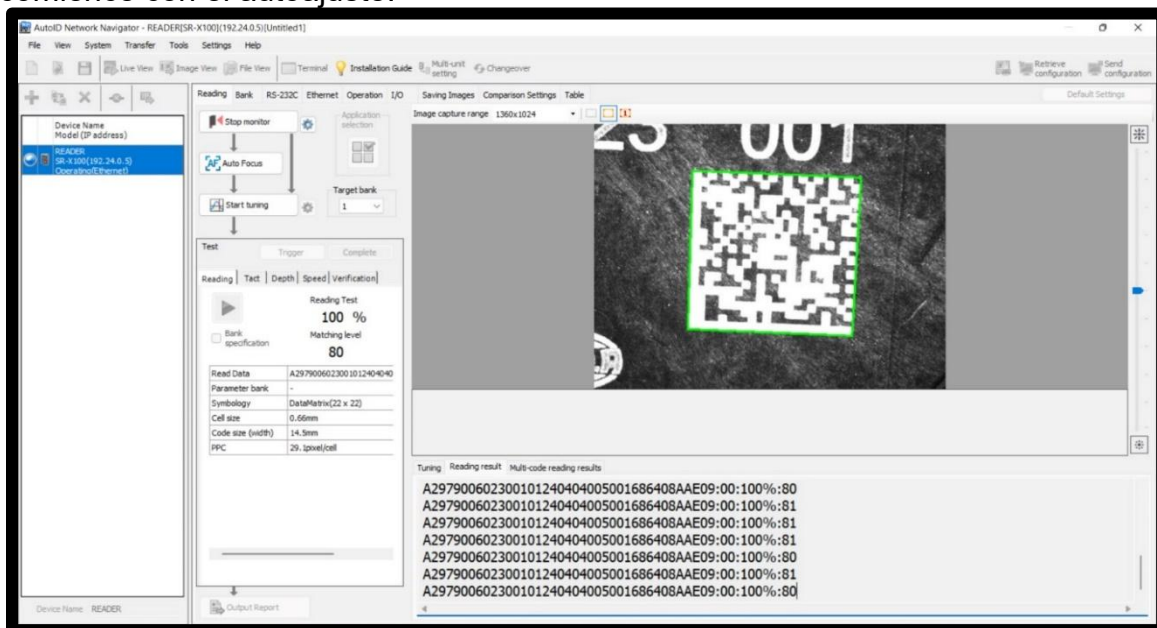


Figura 3.192 Calibración de escáner

De manera física, debemos realizar el ajuste mecánico de escáner para mejorar la lectura de este.

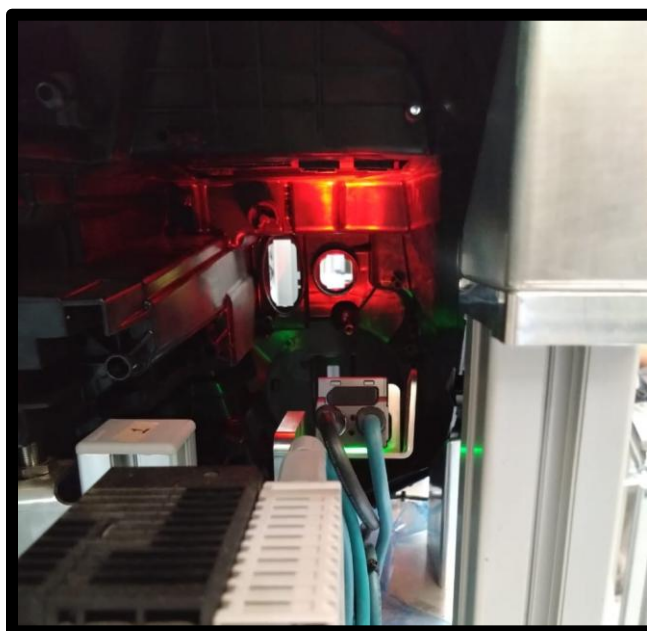


Figura 3.193 Ajuste mecánico de escáner

3.33 Configuración de sistema de visión de herramental

Es necesario que, para poder integrar al sistema de visión en la secuencia, debemos asignarle una dirección IP, así también, debemos realizar la integración de inteligencia artificial para que este pueda distinguir cuando el empaque del controlador esté bien puesto. Esta configuración la realizamos por medio del software “AutoID Network Navigator”.

Una vez que abrimos el software, seleccionamos la opción “Conectar”

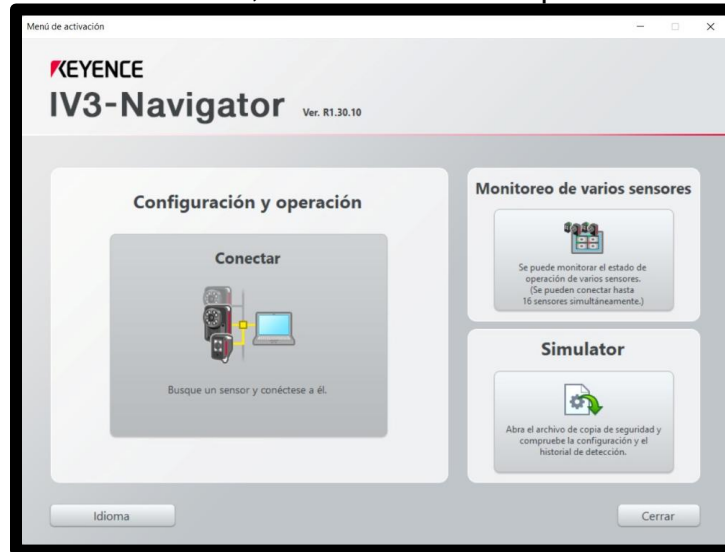


Figura 3.194 Iniciando conexión con sistema de visión

Ingresamos la dirección IP del sistema de visión y damos clic en “conectar”

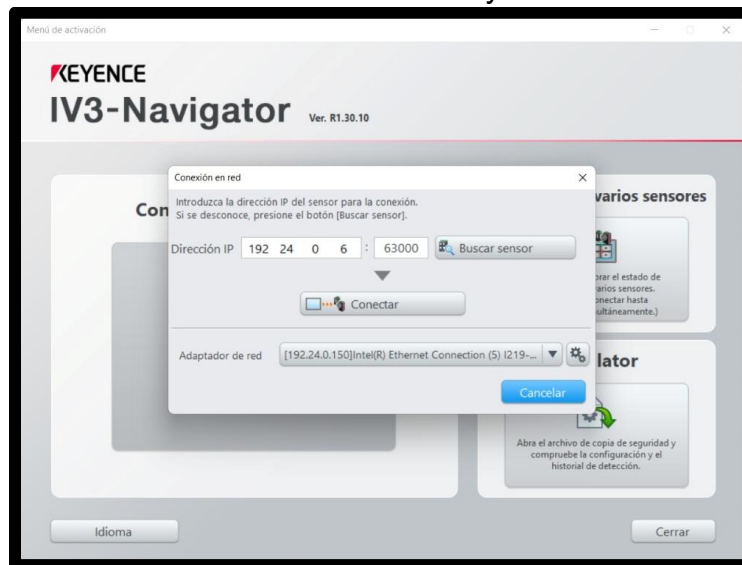


Figura 3.195 Ingresando dirección IP de sistema de visión

Una vez que el software encuentra al sistema de visión, lo seleccionamos y damos clic en conectar.

Ahora ya comenzamos con el ajuste del sistema de visión, en el primer paso debemos regular el brillo e iluminación de sistema de visión por lo que se ajusta hasta conseguir la imagen más clara posible.

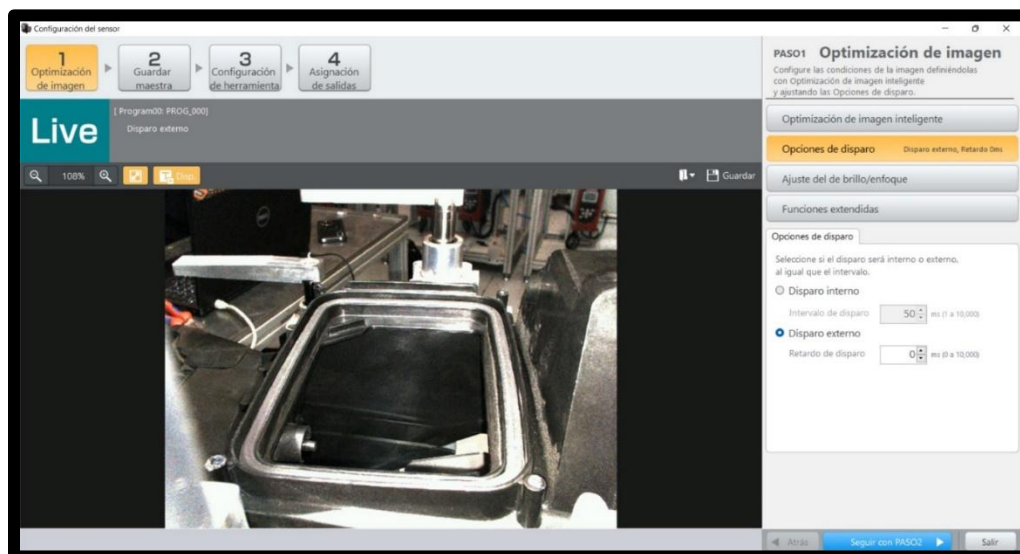


Figura 3.196 Ajustando imagen de sistema de visión

Además, debemos realizar el ajuste mecánico del sistema de visión para tener una imagen clara y totalmente enfocada al empaque del controlador del faro.



Figura 3.197 Ajustando mecánicamente el sistema de visión

Ahora debemos registrar una imagen maestra de cómo es que debe estar posicionado el empaque de manera adecuada y la guardamos.

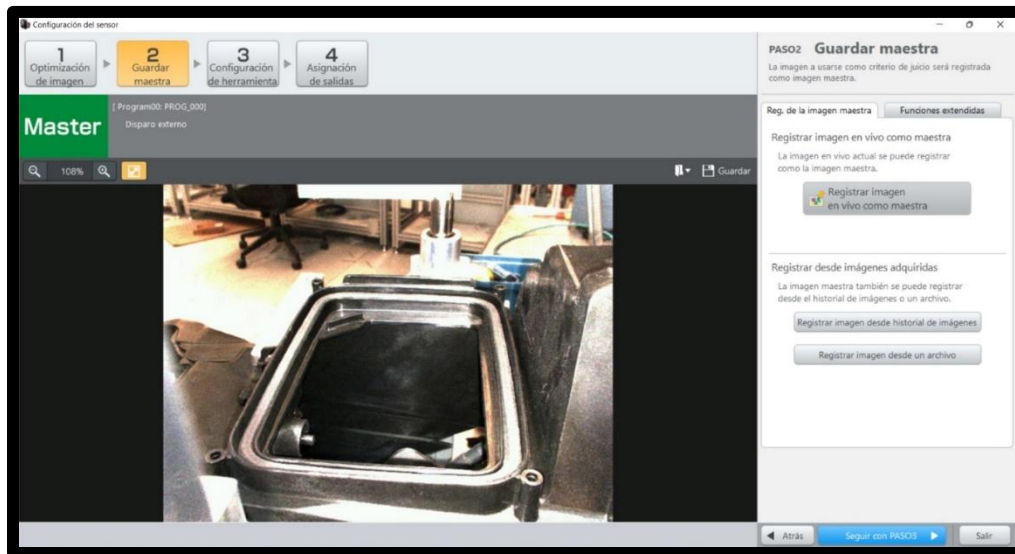


Figura 3.198 Insertando imagen maestra de sistema de visión

Después, seleccionamos la herramienta por la cual el sistema de visión se guiará para verificar que el empaque esté bien puesto, para este caso se utiliza aprendizaje por medio de inteligencia artificial.



Figura 3.199 Seleccionando herramienta de sistema de visión

Ahora insertamos cuadrantes en lugares estratégicos que ayuden a identificar si es que la pieza está mal puesta, para esto también debemos tomar fotos de el empaque en posiciones incorrectas para que el medio de aprendizaje realice un muestreo de varios casos posibles en que se puedan dar donde la pieza este mal insertada.

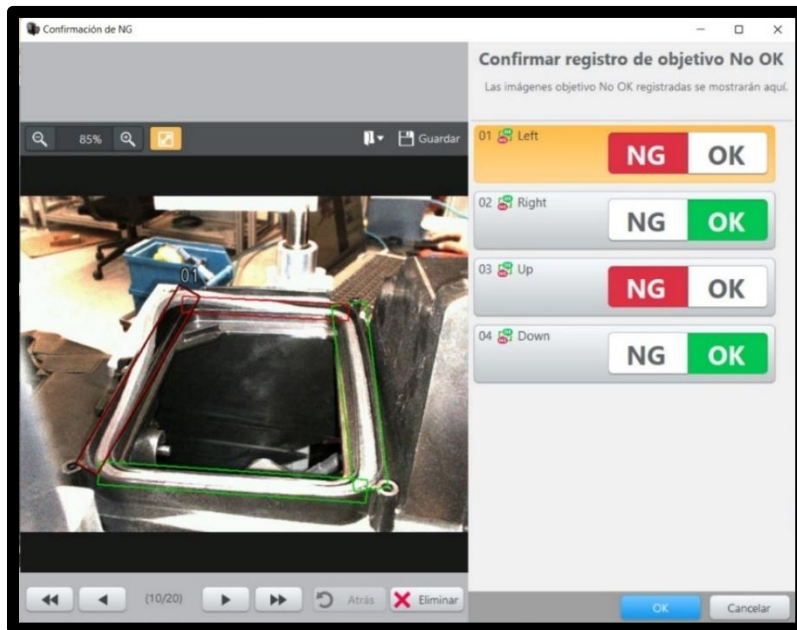


Figura 3.200 Insertando cuadrantes en sistema de visión

4. RESULTADOS

Ahora procedemos a ejecutar la secuencia de la estación. Por lo que nos dirigimos al modo automático de la estación. Y en primera estancia, el primer paso nos solicitará insertar la carcasa del faro en el herramental.



Figura 4.1 Accediendo al modo manual de la estación

Insertamos la pieza en el herramental asegurándonos que haga un muy buen contacto con las bases donde debe asentar la carcasa.

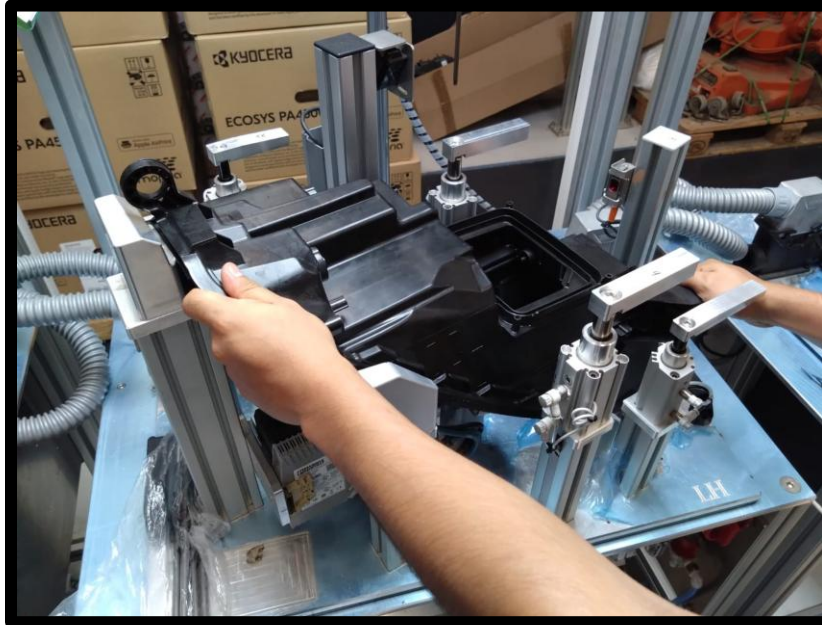


Figura 4.2 Insertando carcasa en herramental

Como siguiente paso, la secuencia nos solicita presionar los bimanuales de la estación.



Figura 4.3 Mensaje de presionar bimanuales en HMI de estación

Presionamos los bimanuales con ambas manos, debido a que este es un proceso de seguridad importante para el operador.



Figura 4.4 Presionando bimanuales de estación

Después de haber presionado los bimanuales, podemos apreciar que la carcasa del faro ha sido clampeada en el herramental.

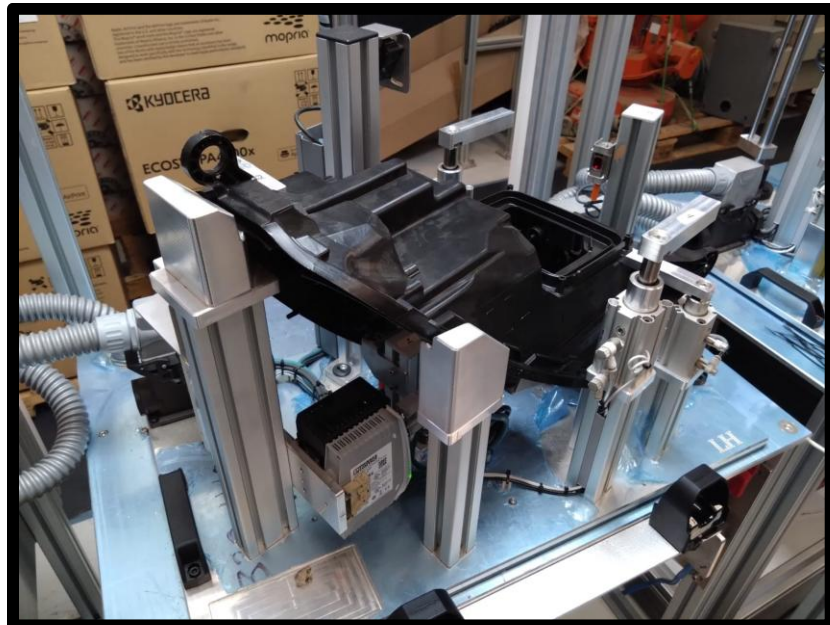


Figura 4.5 Carcasa de faro clampeada en herramental

Como siguiente paso, la secuencia nos pide insertar el empaque de la unidad de control del faro y después presionar bimanuales para que se realice la inspección con el sistema de visión.



Figura 4.6 Mensaje de insertar empaque de unidad de control del faro

Se inserta de manera adecuada el empaque de la unidad de control del faro para evitar que el sistema de visión lo reconozca como error de ensamble.

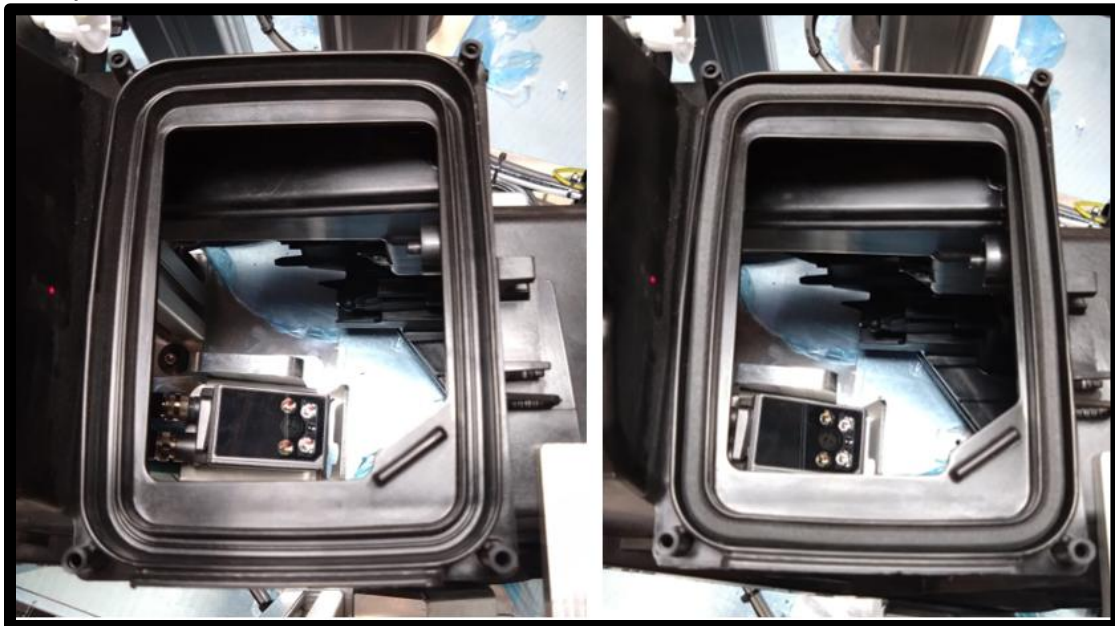


Figura 4.7 Insertando empaque de unidad de control de faro

Presionamos nuevamente los bimanuales para iniciar con la inspección del sistema de visión.



Figura 4.8 Presionando bimanuales para realizar inspección visual

Posteriormente, la secuencia nos pide insertar la unidad de control del faro para posteriormente presionar bimanuales para comenzar con el escaneo de la unidad de control del faro

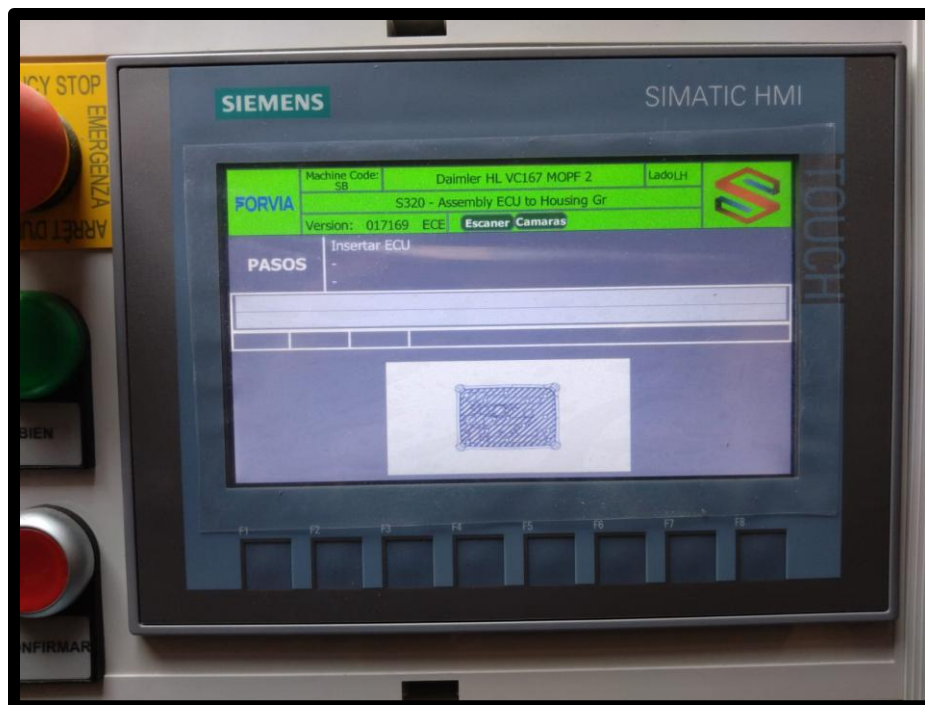


Figura 4.9 Mensaje de insertar unidad de control del faro

Procedemos a presionar los bimanuales y el escaneo de la unidad de control del faro comienza

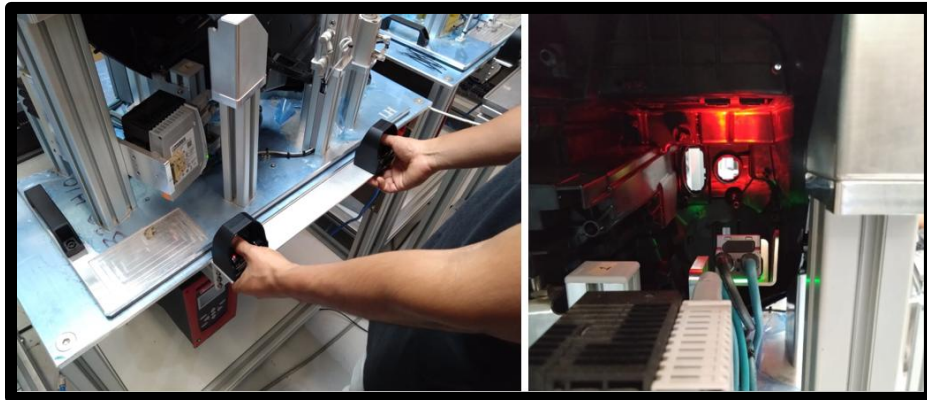


Figura 4.10 Presionando bimanuales para realizar escaneo

Ahora se presenta en el HMI la pantalla para llevar a cabo los puntos de atornillado, así que llevamos a cabo el primer punto moviendo el atornillador a los puntos guardado.



Figura 4.11 Realizando primer punto de atornillado

Atornillamos el segundo punto aproximando la punta a las coordenadas guardadas



Figura 4.12 Realizando segundo punto de atornillado

De igual manera hacemos lo mismo con el tercer punto



Figura 4.13 Realizando tercer punto de atornillado

Y para terminar con el ciclo de atornillado realizamos el cuarto y último punto.



Figura 4.14 Realizando cuarto punto de atornillado

Como último paso, la secuencia nos pide presionar bimanuales para liberar la pieza

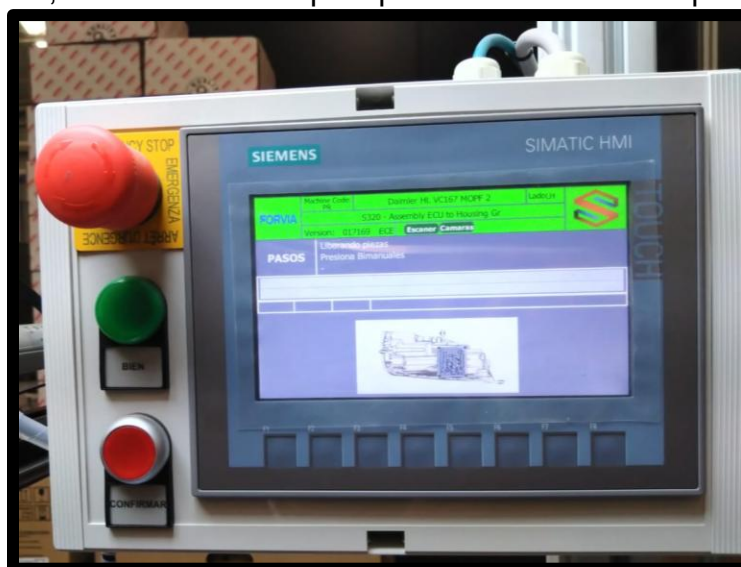


Figura 4.15 Mensaje para presionar bimanuales y liberar pieza

Así que presionamos bimanuales para desclampear la carcasa ya ensamblada con la unidad de control del faro

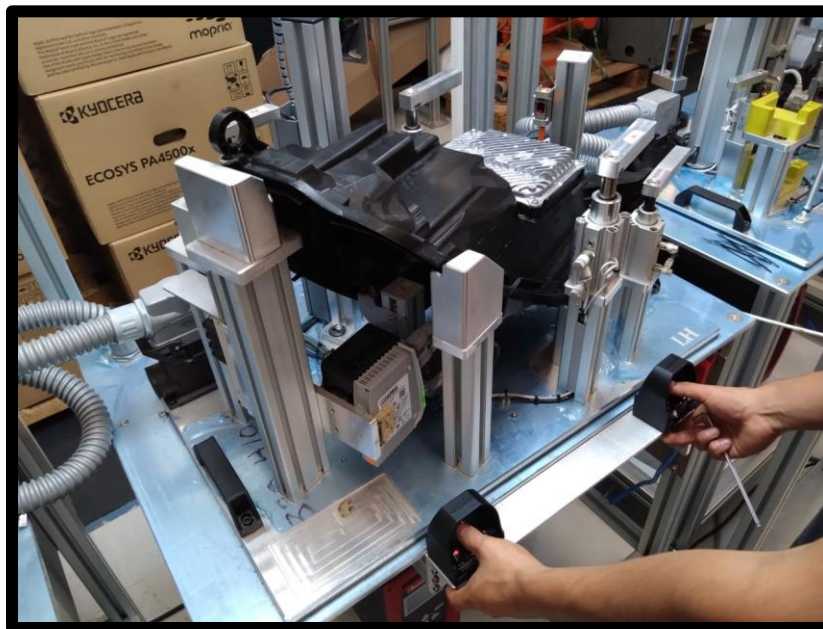


Figura 4.16 Presionando bimanuales y desclampeando pieza

Finalmente, se presentará un mensaje para retirar la pieza del herramental y la secuencia de atornillado ha sido concluida.



Figura 4.17 Mensaje de pieza correctamente ensamblada en HMI

Una vez que terminamos de programar la secuencia de la estación, llevamos cabo la liberación técnica y administrativa de este llenando adecuadamente el documento de "liberación interna de estaciones" (consultar anexo 5).

5. CONCLUSION

En este proyecto se logró aplicar los diagramas eléctricos y neumáticos, llevados a cabo a partir de los requerimientos del cliente, así como la programación de las secuencias de las estaciones permitiendo que la línea de ensamble pueda desempeñar su tarea de ensamblar los componentes de los faros.

Se elaboró el cableado de cada dispositivo de la estación en el tablero eléctrico, así como las mangueras de los actuadores neumáticos, etiquetando los componentes mas relevantes de la máquina.

Se verificaron con seguridad las conexiones eléctricas y neumáticas con respecto a los diagramas para verificar que todo estuviese correcto,

6. COMPETENCIAS DESARROLLADAS

Capacidad para trabajar en equipo. Para el cumplimiento de los deberes en el área de trabajo, se implicó colaborar con compañeros para poder cumplir con las actividades en tiempo y forma.

Capacidad de una comunicación efectiva. Una habilidad indispensable fue la correcta comunicación en el área de trabajo debido a que se agilizó el desarrollo de las tareas y hubo un correcto entendimiento con los miembros del área de trabajo.

Agilidad mental para resolución de problemas. Fue indispensable el flujo de ideas e intelectualidad para llevar a cabo las actividades rigurosas como lo fueron el cableado de tableros eléctricos o la programación de secuencias de las estaciones.

Agilidad para la toma de decisiones. Durante el desarrollo de la planeación de actividades, se implicó bastante la elección de tiempos para el desarrollo de estas, por lo que fue importante tener agilidad para elegir las mejores opciones.

Solidaridad, cooperación y respeto. El tener siempre presentes valores entre los compañeros del área de trabajo, es un factor importante para que todos tengan un correcto actuar y tener un trato justo entre todos.

Formación profesional. Se obtuvieron conocimientos y habilidades que son indispensables para tener competencia en el sector automotriz, esto gracias al llevar a cabo actividades en el mundo laboral real.

Saber redactar informes. El llevar a cabo informes fue una actividad bastante crucial ya que se documenta la información de las actividades y esto fue útil para la toma de decisiones.

7. REFERENCIAS

Arteaga, A. A. (2023, 21 noviembre). ¿Qué es el Lean Manufacturing, cuáles son los pilares y herramientas? *LeanConstructionMexi*.

<https://www.leanconstructionmexico.com.mx/post/qu%C3%A9-es-el-lean-manufacturing-cuales-son-los-pilares-y-herramientas>

Ulbrinox. (2023, 1 octubre). ¿Cómo es el perfil de aluminio utilizado en la industria? *Ulbrinox*. <https://www.ulbrinox.com.mx/blog/como-es-el-perfil-de-aluminio-utilizado-en-la-industria>

Ltda, A. S. E. I. (s. f.). *Mando bimanual - Schmersal*. ACE Schmersal Eletroeletrônica Industrial Ltda. <https://www.schmersal-latam.com/seguridad-industrial/mando-bimanual>

Antilao, A., & Antilao, A. (2023, 30 noviembre). *Gabinetes eléctricos: qué son, tipos y cómo funcionan*. Rittal Net. <https://rittalnet.cl/gabinete-electrico/>

Conectores glándula BIMED – Conectores glándula. (s. f.). <https://conectoresglandula.com/#:~:text=Un%20conector%20gl%C3%A1ndula%2C%20tambi%C3%A9n%20conocido,al%20interior%20de%20nuestro%20sistema%20>

Redacción. (2023, 9 mayo). *Canaleta ranurada: ¿para qué sirve? - Blog*. Blog. <https://eegsa.com.mx/blog/canaleta-ranurada-para-cables/#:~:text=Las%20canaletas%20ranuradas%20son%20aquellas,soporta%20fuego%20y%20altas%20temperaturas>.

Por qué implementar Riel DIN en una instalación eléctrica | Iluminet revista de iluminación. (2021, 8 diciembre). Iluminet Revista de Iluminación. <https://iluminet.com/riel-din-instalacion-electrica/>

Admin. (2023, 1 febrero). *¿Qué es un PLC y cómo funciona?* Industrias GSL. <https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/que-es-un-plc-y-como-funciona>

Switches - Ethernet - Industriales - Logicbus. (s. f.). <https://www.logicbus.com.mx/switch-ethernet-industrial.php>

Revista ElectroIndustria - Unidades de Transmisión Remota: Control y supervisión remota en tiempo real.

(s. f.). <https://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=1303&ni=unidades-de-transmision-remota-control-y-supervision-remota-en-tiempo-real>

Mapfre, B. H., & Mapfre, B. H. (2023, 31 marzo). Qué tipos de clemas hay y cuál usar. *Blogs MAPFRE*. [https://www.hogar.mapfre.es/bricolaje/electricidad/tipos-clemas/#Que son las clemas y por que deberias utilizarlas](https://www.hogar.mapfre.es/bricolaje/electricidad/tipos-clemas/#Que%20son%20las%20clemas%20y%20por%20que%20deberias%20utilizarlas)
Bornes portafusibles - bornes con portafusibles para fusibles de hilo fino. (s. f.). Weidmüller. https://www.weidmuller.com.mx/es/productos/conectividad/clemas/bornes_portafusibles.jsp

Yuridia, & Yuridia. (2024, 16 abril). *Relevadores*. SDI. <https://sdindustrial.com.mx/blog/relevadores/>

Isaac. (2020, 23 julio). Conectores Harting: lo que necesitas saber. *Hardware Libre*. <https://www.hwlibre.com/conectores-harting/>

Scafperu. (2021, 16 diciembre). *UNIDAD DE MANTENIMIENTO NEUMÁTICA*. Scaf Control Systems. <https://scaf.com.pe/unidad-de-mantenimiento-neumatica/>

Glacomtech. (s. f.). *Las características de una válvula de corte*. <https://www.gnalibocia.es/blog-es/Las-caracter%C3%ADsticas-de-una-v%C3%A1lvula-de-corte-20.html#:~:text=Las%20v%C3%A1lvulas%20de%20corte%20forman,puede%20ser%20mec%C3%A1nico%20o%20electr%C3%B3nico>.

Kolstad, C. (2024, 8 mayo). *Unidades FRL explicadas*. Tameson.es. <https://tameson.es/pages/filtro-regulador-lubricador-filtrop-regulador-y-lubricador-como-funcionan>

Instrumentación, A. E. (2021, 16 noviembre). Preguntas y respuestas sobre los bloques de electroválvulas. *Automática E Instrumentación - la Revista de la Industria 4.0*. <https://www.automaticaeinstrumentacion.com/texto-diario/mostrar/3306491/preguntas-respuestas-sobre-bloques-electrovalvulas7>

¿Qué significa HMI? Interfaz humano-máquina | COPA-DATA. (2023, 12 diciembre). <https://www.copadata.com/es/productos/zenon-software-platform/visualizacion-control/que-significa-hmi-interfaz-humano-maquina-copa-data/#:~:text=HMI%20son%20las%20siglas%20de,para%20las%20de%20entornos%20industriales>

Gd-Admin. (2022, 22 marzo). *News - What is NO push button? What is NC push*

button? <https://www.chinacdoe.com/>. <https://es.chinacdoe.com/news/what-is-no-push-button-what-is-nc-push-button/>

Comunicacion. (2024, 21 abril). *PROFINET: ¿Qué es y cómo funciona?* Cursos Centro de Entrenamiento Internacional de PROFIBUS & PROFINET. [https://profibus.com.ar/profinet-que-es-y-como-funciona/#%C2%BFQue es PROFINET](https://profibus.com.ar/profinet-que-es-y-como-funciona/#%C2%BFQue%20es%20PROFINET)

¿Qué es un Sistema de ejecución de fabricación (MES)? | SAP Insights. (s. f.). SAP. <https://www.sap.com/latinamerica/products/scm/execution-mes/what-is-mes.html#:~:text=Los%20sistemas%20para%20ejecuci%C3%B3n%20de,de%20p%20reducci%C3%B3n%20y%20ahorrar%20costos.>

Domínguez, A., & Domínguez, A. (2024, 3 enero). *En esta lección vas a aprender todo lo que debes saber sobre Leer más.* . <https://www.programacionmultidisciplinar.com/curso-de-tia-portal/entradas-y-salidas-digitales/#:~:text=Las%20entradas%20digitales%20en%20un,est%C3%A1%20sucediendo%20en%20la%20instalaci%C3%B3n.>

Domínguez, A., & Domínguez, A. (2024a, enero 3). *En esta lección tu profe Abel va a enseñarte todo lo que Leer más.* . <https://www.programacionmultidisciplinar.com/curso-de-tia-portal/entradas-y-salidas-analogicas/#:~:text=en%20TIA%20Portal-%C2%BFQu%C3%A9%20es%20una%20Entrada%20y%20Salida%20Anal%C3%B3gica%20en%20un%20PLC,presi%C3%B3n%20C%20humedad%20consumo%20el%C3%A9ctrico%E2%80%A6>

Admin. (2022, 28 marzo). *Encoder lineal.* Industrias GSL. <https://industriassgsl.com/blogs/automatizacion/encoder-lineal-TIA-606-C:¿Quéhaydenuevo?> (s. f.). <https://www.bradyid.com.mx/recursos/norma-tia-606-c#:~:text=La%20norma%20TIA%20606%20DB,componente%20dentro%20de%20una%20infraestructura.>

Conectores RJ45 industriales. (s. f.). TE Connectivity. <https://www.te.com/es/products/connectors/modular-jacks-plugs/rj45-connectors/intersection/industrial-rj45.html>

JW Winco México, S.A. de C.V. (s. f.). *Sujeción neumática efectiva*. J.W. Winco, Inc. <https://www.jwwinco.com/es-mx/company/noticias/detalles/sujecion-neumatica-efectiva#:~:text=Los%20clamps%20de%20sujeci%C3%B3n%20neum%C3%A1tica,tambi%C3%A9n%20permiten%20procesos%20totalmente%20automatizados.>

Marketing. (2022, 2 enero). *Sistemas de Visión Artificial Industrial: 3 tipos y aplicaciones*(2022). EDS Robotics. <https://www.edsrobotics.com/blog/sistemas-de-vision-artificial-tipos-aplicaciones/>

Datalogic SPA. (s. f.). <https://www.datalogic.com/esp/industrial-automation/esc%C3%A1neres-industriales-fijos-pc-13.html#:~:text=El%20escaneo%20industrial%20fija%20permite,%2C%20almacenamiento%2C%20log%C3%ADstica%20y%20distribuci%C3%B3n>

¿Qué es un sensor fotoeléctrico? | Fundamentos del sensor: Guía de sensores para fábricas clasificados por principios | KEYENCE.
(s. f.). <https://www.keyence.com.mx/ss/products/sensor/sensorbasics/photoelectric/info/>

Crodriguez, & Crodriguez. (2023, 10 octubre). *Qué es y para qué sirve un sensor capacitivo*. SDI. <https://sdindustrial.com.mx/blog/sensor-capacitivo-que-es/>

Distribuidores pasivos | Balluff. (s. f.). <https://www.balluff.com/es-es/products/areas/A0011/products/G1106>

Pepperl+Fuchs. (2022, 9 agosto). *Sensores de campo magnético | Método de detección y función*. Pepperl+Fuchs. <https://www.pepperl-fuchs.com/mexico/es/46713.htm>

Ripipsa. (2023, 7 diciembre). *perfil de aluminio estructural 45x45 - Ripipsa*. Ripipsa. <https://ripipsa.com/perfiles-aluminio-estructural/45x45/>

029382 T0-3-8342/EA/SVB | Interruptor seccionador, 6 polos, 6 NA, Corriente 20A, Potencia 6,5kW, IP65 Interruptor principal Interruptor de | RS. (s. f.). <https://es.rs-online.com/web/p/interruptores-seccionadores/1038424>

S202-C6. (s. f.). ABB. <https://new.abb.com/products/es/2CDS252001R0064/s202-c6>

UR20-FBC-CC-TSN. (s. f.).

Weidmuller. <https://catalog.weidmueller.com/catalog/Start.do?ObjectID=2680260000>

¿Qué es un Presostato? (2020, 7 julio). FESMEX.
<https://www.fesmex.com.mx/article/que-es-un-presostato/>

Diferencia entre los encoders rotatorios y lineales. (2022, 20 diciembre). VITRUIVE. <https://vitruve.fit/es/blog/diferencia-entre-los-encoders-rotatorios-y-lineales/>

SIMATIC. (2014, diciembre). Siemens. https://cache.industry.siemens.com/dl/files/492/68020492/att_75352/v1/s71500_cpu1511_1_pn_manual_es-ES_es-ES.pdf

Hoja de datos del producto. (2014, 10 septiembre). SIEMENS.
<https://media.automation24.com/datasheet/es/6AV21232GB030AX0.pdf>

Aula. (2023, 5 mayo). TIA Portal: Descubre qué es y para qué sirve en la automatización. *aula21 | Formación para la Industria.* <https://www.cursosaula21.com/tia-portal/>
Studocu. (s. f.). *Programacion Ladder - Material - PROGRAMACION LADDER PLC BASICA Descripción del lenguaje ladder - Studocu.* <https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-tecnologico-de-durango/electricidad-y-electronica-industrial/programacion-ladder-material/56088521>

PROGRAMACIÓN GRAFTCET – Suiler Altamirano.
(s. f.). <https://blog.suileraltamirano.com/programacion-graftcet/>

Herrero, A. B. P. S. S. y. R. (s. f.). *4.4 Lista de instrucciones (AWL) | Introducción a la Automatización Industrial.* https://bookdown.org/alberto_brunete/intro_automatica/lista-de-instrucciones-awl.html

8. ANEXOS

Anexo 1. Lista maestra

 LISTA MAESTRA				CODIGO FT-DI-04
				Rev. 2
<i>VC167 - BASES FACE DOWN</i>				
N°	NOMBRE DE LA PIEZA	N° PIEZAS	PROCESO	FECHA
1	FORVIA-VC167-FACE DOWN-001-V1	4(2LH Y 2RH)	CNC	
2	FORVIA-VC167-FACE DOWN-002-V1	4(2LH Y 2RH)	CNC	
3	FORVIA-VC167-FACE DOWN-004-V1	6(3LH Y 3RH)	CNC	
4	FORVIA-VC167-FACE DOWN-005-V1	4	CNC	
5	FORVIA-VC167-FACE DOWN-006-V1	4(2LH Y 2RH)	CNC	
6	FORVIA-VC167-FACE DOWN-007-V1	8	CNC	
7	FORVIA-VC167-FACE DOWN-008-V1	4	CNC	
8	FORVIA-VC167-FACE DOWN-009-V1	6(3LH Y 3RH)	CNC	
9	FORVIA-VC167-FACE DOWN-010-V1	4(2LH Y 2RH)	CNC	
10	FORVIA-VC167-FACE DOWN-011-V1	2	CNC	
11	FORVIA-VC167-FACE DOWN-012-V1	4	CNC	
12	FORVIA-VC167-FACE DOWN-013-V1	4	CNC	

ENTREGA MIGUEL ROJAS

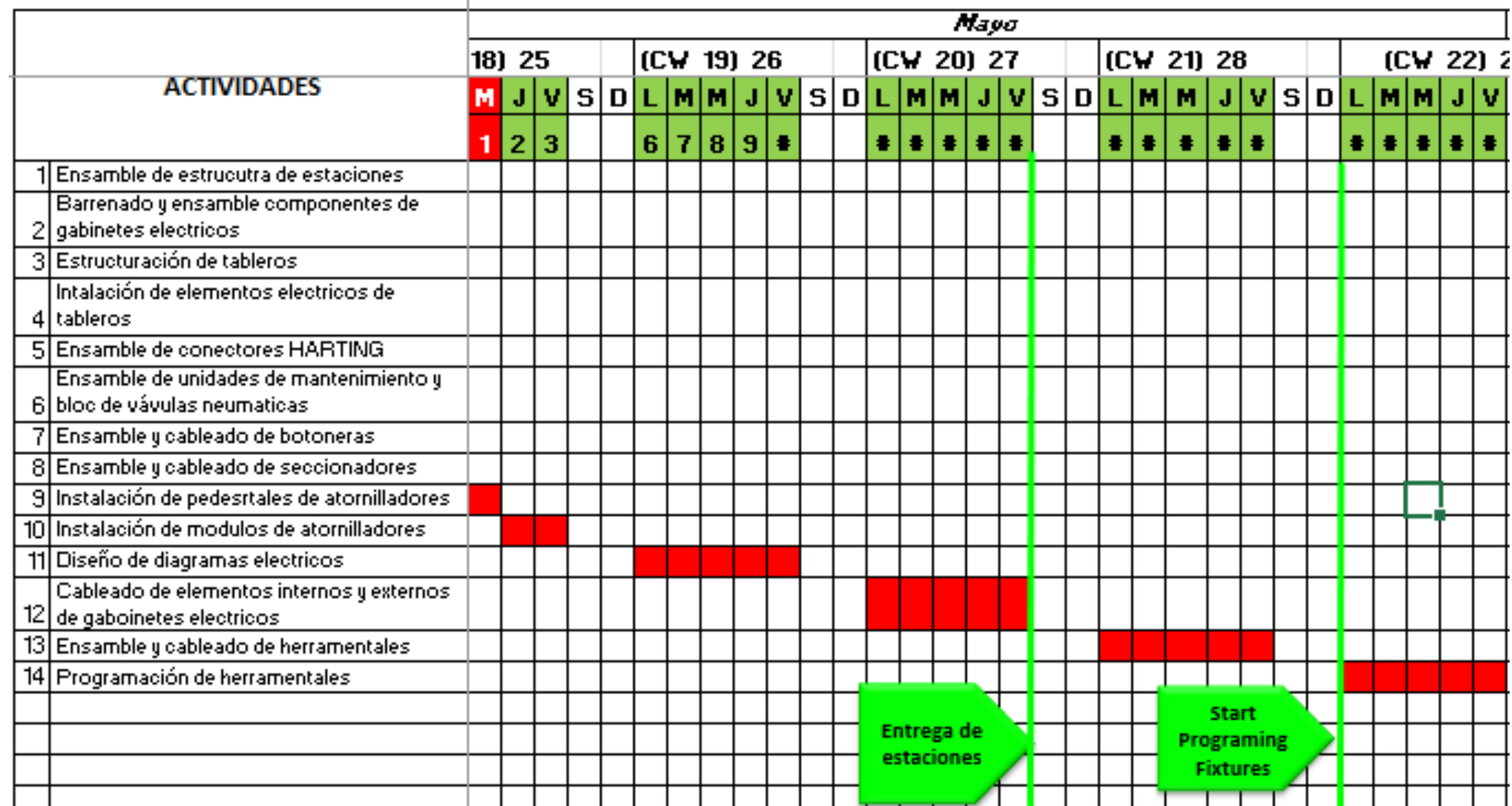
RECIBE HECTOR GUERRA

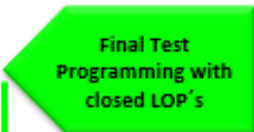
RECIBE ROBERTO GUERRA

RECIBE JONATHAN JADHIR

FORVIA IRAPUATO VC167

[illegible]



[illegible]

Anexo 3. Informe de actividades

	INFORME DE ACTIVIDADES					Hoy	Codigo	Rev. 1
						#####	EN-AT-01	
Nombre del Colaborador:	Ernesto Luna	Nº Actividades	Nº Finalizadas	Nº Detenidas				
Puesto:	Residente en Ensamble	14	0	0				
Detalles de Actividades								
Nº	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	PROYECTO	AREA	FECHA INICIO	FECHA FINAL	ESTADO	CAUSA NO TERMINO O RETRASO	
1	Ensamble de estrucutra de estaciones	DAIMLER	Ensamble	25/03/2024 .	29/03/2024 00:00			
2	Barrenado y ensamble componentes de gabinetes electricos	DAIMLER	Ensamble	01/04/2024 00:00	05/04/2024 00:00			
3	Estructuración de tableros	DAIMLER	Ensamble	08/04/2024 00:00	10/04/2024 00:00			
4	Intalación de elementos electricos de tableros	DAIMLER	Ensamble	11/04/2024 00:00	12/04/2024 00:00			
5	Ensamble de conectores HARTING	DAIMLER	Ensamble	15/04/2024 00:00	17/04/2024 00:00			
6	Ensamble de unidades de mantenimiento y bloc de válvulas neumaticas	DAIMLER	Ensamble	18/04/2024 00:00	22/04/2024 00:00			
7	Ensamble y cableado de botoneras	DAIMLER	Ensamble	23/04/2024 00:00	26/04/2024 00:00			
8	Ensamble y cableado de seccionadores	DAIMLER	Ensamble	29/04/2024.	30/04/2024 00:00			
9	Instalación de pedesrtales de atornilladores	DAIMLER	Ensamble	01/05/2024	02/05/2024 00:00			
10	Instalación de modulos de atornilladores	DAIMLER	Ensamble	03/05/2024	03/05/2024 00:00			
11	Diseño de diagramas electricos	DAIMLER	Ensamble	06/05/2024	10/05/2024 00:00			
12	Cableado de elementos internos y externos de gaboinetes electricos	DAIMLER	Ensamble	13/05/2024	17/05/2024 00:00			
13	Ensamble y cableado de herramientas	DAIMLER	Ensamble	20/05/2024	24/05/2024 00:00			
14	Programación de herramientas	DAIMLER	Ensamble	27/05/2024	07/04/2024			

Anexo 4. Process plan

Daimler HL VCX167 MOPF 2 (PURPLE)

Housing Gr (VC 167) (VC 167 SAE | VC 167 ECE)



Equipment

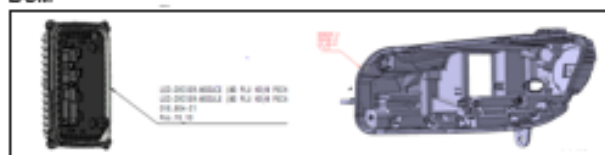
STND Screwing Station FMS (new generation with ...[S1]
Logistic check workplace(OTS)
Device Moderate[]

QTY



S320-S320 - ATORNILLADO – Ensamble de unidad de control en carcasa de faro

BOM



Filosofía de funcionamiento

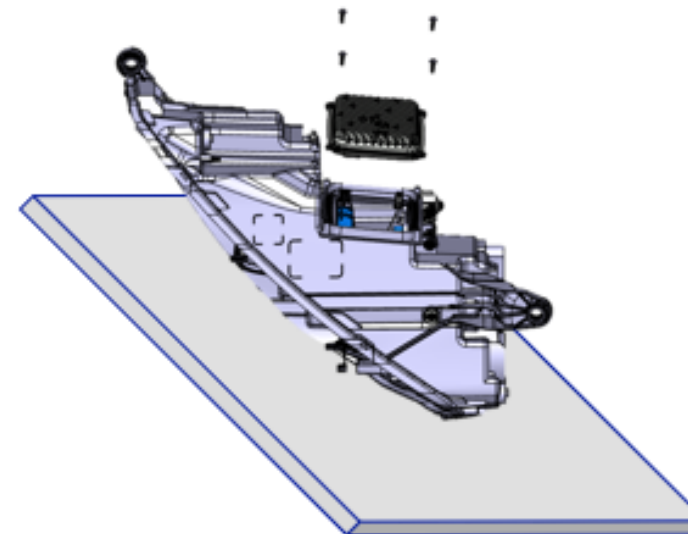
1. Tomar carcasa de faro de anterior estación y situarla en el herramental.
2. Presionar bimanuales para clampear carcasa de faro y escanearla automáticamente
3. Tomar unidad de control de faro y posicionarla sobre el faro
4. Pull down a lever to fix ECU with connector
5. Press buttons to start cycle
6. Screw (x4) ECU to Housing Gr
7. Remove part visual inspection & pass to next station
8. Fixed DMC reader for main label

Remarks and open points

PRINTER AND SCANNER (FIXED/HAND HELD) AND DEFINE SEQUENCE

POKAYOKE

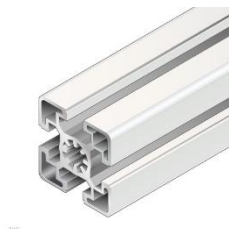
Presence sensor for housing
Fixed DMC reader for housing
Handheld DMC reader for ECU
TV sensor to ensure connection of ECU and ethernet connector
Screwing sequence with defined torque to avoid lack of screws



Anexo 5. Liberación interna de estaciones

[illegible]

Anexo 6. Perfil soporte 45X45 L=6170



Sección transversal	45x45L
Ranura del perfil	10
Dimensiones de retícula	45 mm
Medidas	45x45 mm
Tipo de perfil	estándar
Ranuras abiertas	4
Longitud	6070 mm
unidad de suministro	20
Superficie del perfil	6 cm ²
Abreviatura del producto	45x45L -/-
Momento de resistencia en dirección Y	5.2 cm ³
Momento de inercia de la superficie en dirección Y	11.7 cm ³
Momento de inercia torsional	1.46 cm ³
Momento de resistencia en dirección X	5.2 cm ³
Momento de inercia de la superficie en dirección X	11.7 cm ³
Momento de resistencia a la torsión	0.75 cm ³
Masa	1.6 kg
Accesorios recomendados	Tapa 45x45,
pesos	216 kg

Anexo 7. Gabinete rittal 500X500X300



Referencia:	AE 1350.500
Material	Caja: chapa de acero Puerta: chapa de acero, junta continua de poliuretano inyectado
Superficie	Caja y puerta: imprimación por inmersión, exterior texturizado, pintura estructurada Placa de montaje: galvanizada
Color	RAL 7035
Unidad de envase	Caja con puerta(s) con bisagras, cerrada en todo el contorno Placa(s) entrada de cables en el suelo de la caja Placa de montaje Cierre: doble paletón 3 mm
Grado de protección NEMA	NEMA 4
Grado de protección IP según EN 60 529	IP 66
Código IK	IK08
Dimensiones	Anchura: 500 mm Altura: 500 mm Profundidad: 300 mm
Grosor del material de la puerta	1.75 mm
Grosor del material de la caja	1.5 mm
Grosor del material de la placa de montaje	2.5 mm
Dimensiones placa de montaje (An. x Al.)	449 mm x 470 mm
Número puertas	1
Bisagras de la puerta intercambiables de izquierda a derecha	Sí
Nº de cierres	2
Cierre	Ejecución cierre: Aldabilla Nº de cierres: 2 Bombín de cierre: Doble paletón 3 mm
Placa de entrada de cables	Tamaño: 4 Cantidad: 1
Material básico	Chapa de acero
Unidad de embalaje	1 pza(s).
Material básico	Chapa de acero
Unidad de embalaje	1 pza(s).
Peso/UE	19.6 kg
Código arancelario	94032080
EAN	4028177252486
ETIM 7.0	EC000261
ECLASS 8.0	27180101
Descripción producto	AE ARMARIO COMPACTO 500x500x300, RAL7035 Standard, con placa de montaje

Anexo 8. SIMATIC S7-1500 CPUs



Nombre del producto	CPU 1511-1 PN
Información general	
Versión de HW	FS06
Versión de firmware	V1.7
Ingeniería con	
STEP 7 TIA Portal configurable/integrado desde versión	V13 SP1
Display	
Diagonal del display (cm)	3,45 cm
Elementos de mando	
Cantidad de teclas	6
Selector de modo	1
Tensión de alimentación	
Tipo de tensión de alimentación	24 V DC
Rango admisible, límite inferior (DC)	19,2 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Protección contra inversión de polaridad	sí
Puenteo de fallos de red y corte de alimentación	
Tiempo de puenteo de fallos de red y corte de alimentación	5 ms
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	0,7 A
Extracorrente de conexión, máx.	1,9 A; valor nominal
I^2t	0,02 A²s
Potencia	
Potencia consumida del bus de fondo (balance)	5,5 W
Potencia alimentada en el bus de fondo	10 W
Potencia disipada	
Potencia disipada, tlp.	5,7 W
Memoria	
Precisa SIMATIC Memory Card	Sí
Memoria de trabajo	
Integrada (para programa)	150 kbytes
Integrada (para datos)	1 MB
Memoria de carga	
Enchufable (SIMATIC Memory Card), máx.	32 Gbytes
Respaldo	
Libre de mantenimiento	sí

Anexo 9. KTP700 Basic



Display	
Tipo de display	Pantalla TFT panorámica, retroiluminación LED
Diagonal de pantalla	7 in
Achura del display	154,1 mm
Altura del display	85,9 mm
Nº de colores	65536
Resolución (píxeles)	
Resolución de imagen horizontal	800
Resolución de imagen vertical	480
Retroiluminación	
MTBF de la retroiluminación (con 25 °C)	20000 h
Retroiluminación variable	Sí
Elementos de mando	
Teclado	
Nº de teclas de función	8
Teclas con LED	No
Teclas del sistema	No
Teclado numérico/alfanumérico	
Teclado numérico	Sí ; Teclado en pantalla
Teclado alfanumérico	Sí ; Teclado en pantalla
Manejo táctil	
Como pantalla táctil	Sí
Diseño/montaje	
Montaje vertical (formato retrato) posible	Sí
Montaje horizontal (formato apaisado) posible	Sí
Tensión de alimentación	
Tipo de tensión de la alimentación	24 V DC
Valor nominal (DC)	24 V
Rango admisible, límite inferior (DC)	19,2 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	230 mA
Intensidad transitoria de cierre A²s	0,2 A²s
Potencia	
Consumo, típ.	5,5 W
Procesador	
Tipo de procesador	
X86	No
ARM	Sí
Memoria	
Flash	Sí
RAM	Sí
Memoria de usuario	10 Mbyte

Anexo 10. Sistema de E/S IP20 u-remote



Dimensiones y pesos

Profundidad	76 mm	Profundidad (pulgadas)	2.992 inch
Altura	120 mm	Altura (pulgadas)	4.724 inch
Anchura	52 mm	Anchura (pulgadas)	2.047 inch
Peso neto	210 g		

Temperaturas

Temperatura de almacenamiento	-40 °C ... +85 °C
-------------------------------	-------------------

Alimentación

Consumo de corriente desde I_{V2} , typ.	140 mA
--	--------

Corriente de alimentación para $I_{ENTRADA}$ (línea de corriente de entrada)	máx.	10,000 mA
	nominal	10,000 mA
	mín.	10,000 mA

Corriente de alimentación para $I_{ENTRADA}$ (línea de corriente de entrada), máx.	10 A
--	------

Corriente de alimentación para I_{SALIDA} (línea de corriente de salida)	mín.	10,000 mA
	máx.	10,000 mA
	nominal	10,000 mA

Corriente de alimentación para I_{SALIDA} (línea de corriente de salida), máx.	10 A
--	------

Tensión de alimentación	24 V DC +20 %/-15 %, vía bus del sistema
-------------------------	--

Tensión de alimentación para salidas	24 V DC +20 %/-15 %
--------------------------------------	---------------------

Tensión de alimentación y entradas	24 V DC +20 %/-15 %
------------------------------------	---------------------

Datos de conexión

Sección de conexión del conductor, flexible, máx.	1.5 mm ²	Sección de conexión del conductor, flexible, máx. (AWG)	AWG 16
Sección de conexión del conductor, flexible, mín.	0.14 mm ²	Sección de conexión del conductor, flexible, mín. (AWG)	AWG 26
Sección de conexión del conductor, rígido, máx.	1.5 mm ²	Sección de conexión del conductor, rígido, mín.	0.14 mm ²
Sección de conexión del conductor, rígido, máx. (AWG)	AWG 16	Sección de conexión del conductor, rígido, mín. (AWG)	AWG 26
Tipo de conexión	PUSH IN		

Datos del sistema

Conexión	2x conectores enchufables RJ45	Datos de diagnóstico	3,008 Byte
Datos de parámetros	4 kByte	Datos de procesos	1,024 Byte
Interfaz	Bus de sistema u-remote	Interfaz para la configuración	Micro USB 2.0
Número máx. de módulos	64	Protocolo bus de campo	CC-Link IE TSN
Separación galvánica	500 V DC entre los circuitos de corriente	Tipo de módulo	Cabecera de bus
Velocidad de transmisión bus de sistema, máx.	48 Mbit/s	Velocidad de transmisión de bus de campo, máx.	1 Gbit/s

Anexo 11. Interruptor seccionador, 6 polos, 6 NA, Corriente 20A, Potencia 6,5kW



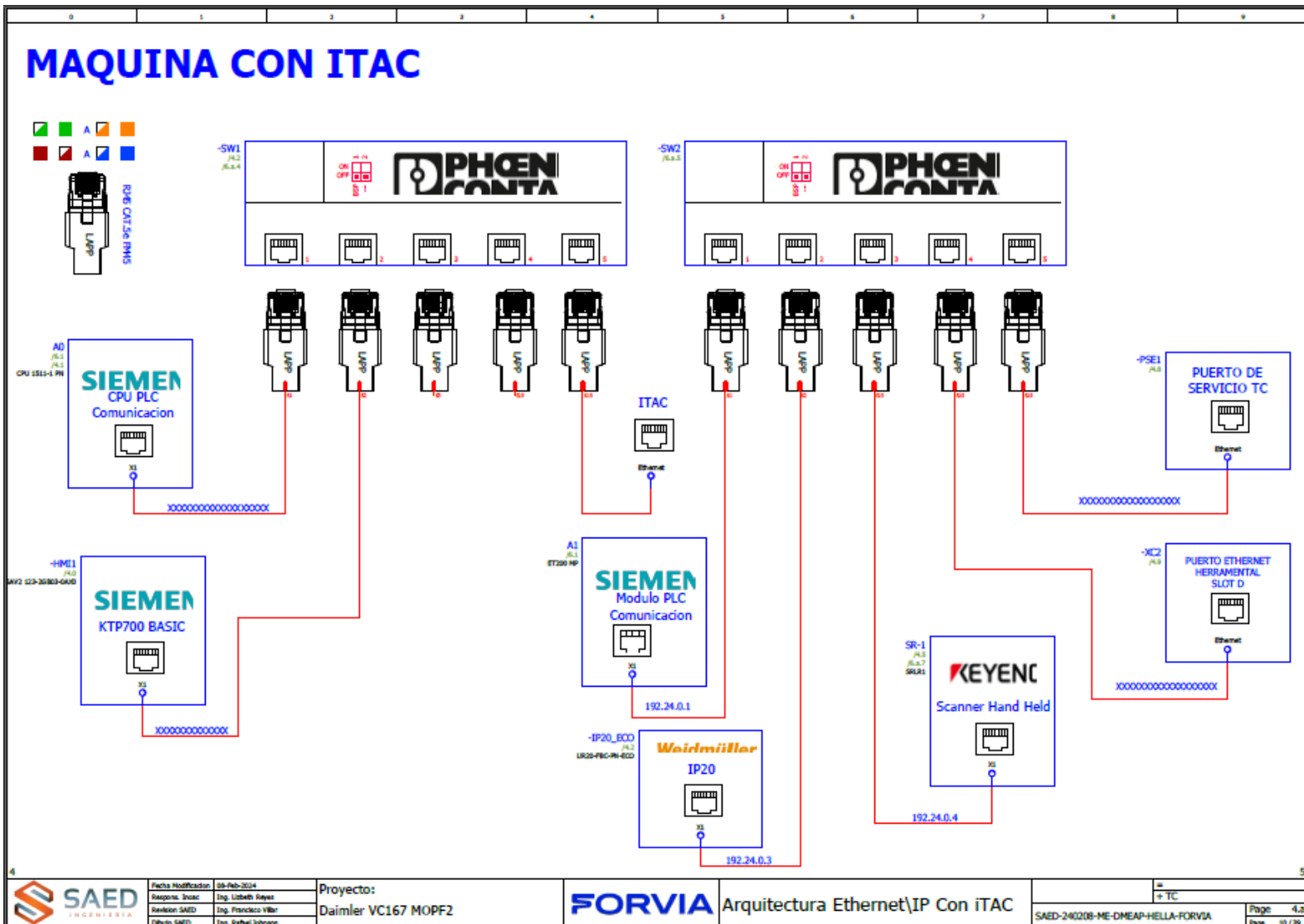
Número de Polos	6 polos
Corriente Máxima	20A
Tipo de Montaje	Montaje en Panel
Índice de Protección IP	IP65
Potencia Nominal	6,5kW
Tensión Nominal	690V
Fase Eléctrica	1, 3
Color del tirador	Rojo
Admite Candados	Sí
Serie	Eaton Moeller
Contactos Auxiliares Disponibles	Sí
Configuración Normal del Estado	6 NA
Rango	Interruptor principal Interruptor de mantenimiento Interruptor de reparación
Rango del Interruptor	110A
Longitud:	48mm
Anchura	100mm
Profundidad	65mm
Tipo de Terminal	Roscado
Temperatura Máxima de Funcionamiento	+50°C
Configuración de vías	Simple
Temperatura Mínima de Funcionamiento	-25°C

Anexo 12. Interruptor seccionador termomagnetico S202-C6



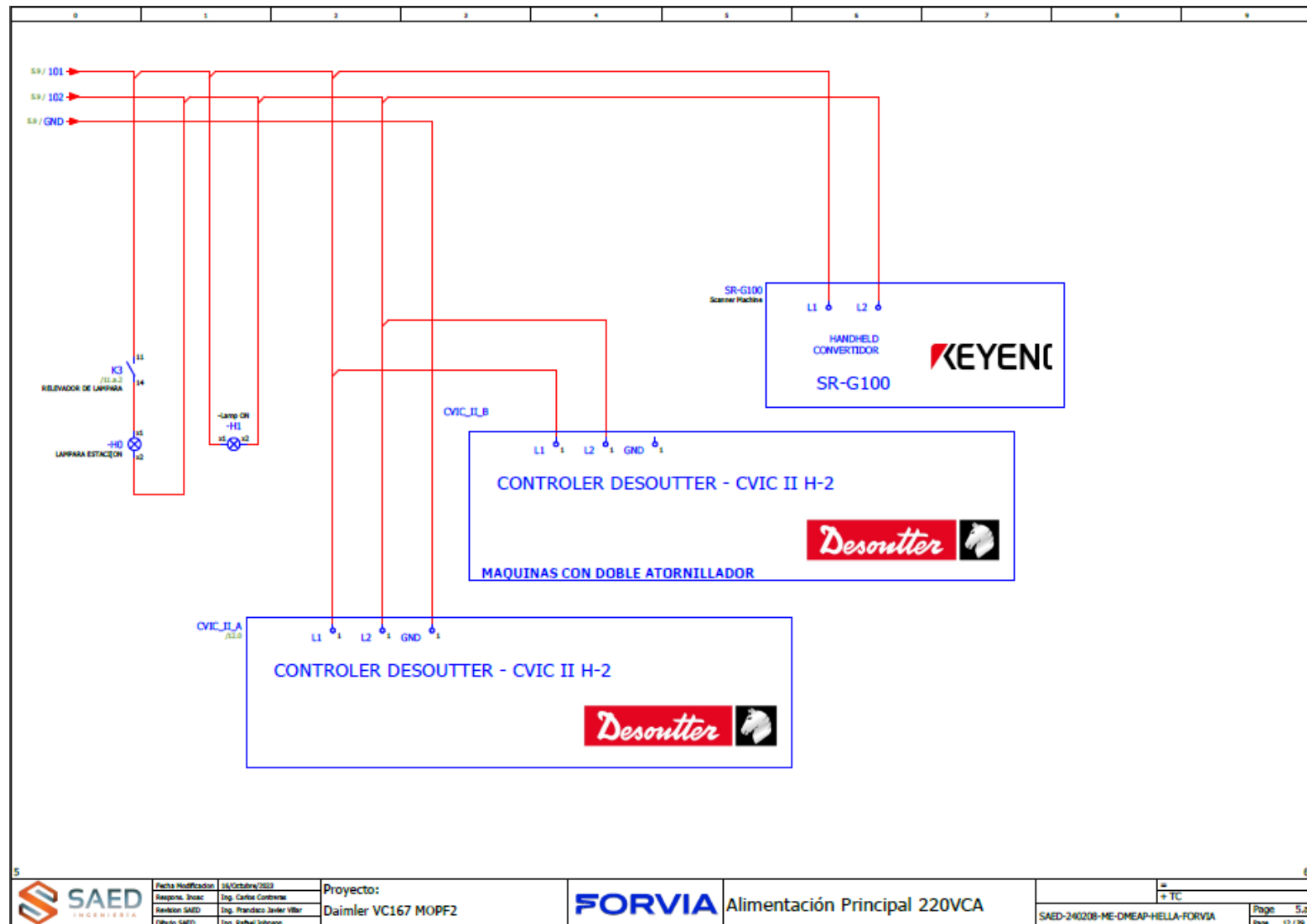
Normas:	IEC/EN 60898-1 IEC/EN 60947-2 UL 1077
Característica de tropiezo:	C
Tensión nominal de operación:	acc. to IEC 60898-1 400 V AC acc. to IEC 60898-1 400 V acc. to IEC 60947-2 440 V AC
Tensión operativa:	Maximum (Incl. Tolerance) 125 V DC Maximum (Incl. Tolerance) 440 V AC Minimum 12 V AC Minimum 12 V DC
Tensión nominal de aislamiento (U_i):	acc. to IEC/EN 60664-1 440 V
Tensión nominal soportada por impulsos (U_{imp}):	4 kV at 2000 ms 5 kV at Sea Level 6.2 kV
Tensión de prueba dieléctrica:	50/60 Hz, 1 min: 2 kV
Tipo de tensión de entrada:	AC/DC
Corriente nominal (I_n):	6 A
Capacidad nominal de cortocircuito:	(AC) 6 kA (DC) 6 kA (400 V AC) 6 kA (400 V) 6 kA
Capacidad nominal de corte en cortocircuito (I_{cu}):	(125 V DC) 10 kA (230 V AC) 20 kA (400 V AC) 10 kA (440 V AC) 10 kA (48 V DC) 20 kA (230 V) 20 kA (400 V) 10 kA
Corriente nominal de cortocircuito condicional (I_{nc}):	(230 V) 20 kA (400 V) 20 kA
Capacidad nominal de corte en cortocircuito en servicio (I_{cs}):	(230 V AC) 15 kA (400 V AC) 7.5 kA (440 V AC) 7.5 kA
Frecuencia (f):	50 Hz
Frecuencia nominal (f):	50 / 60 Hz

Anexo 13. Arquitectura Ethernet/IP con ITAC

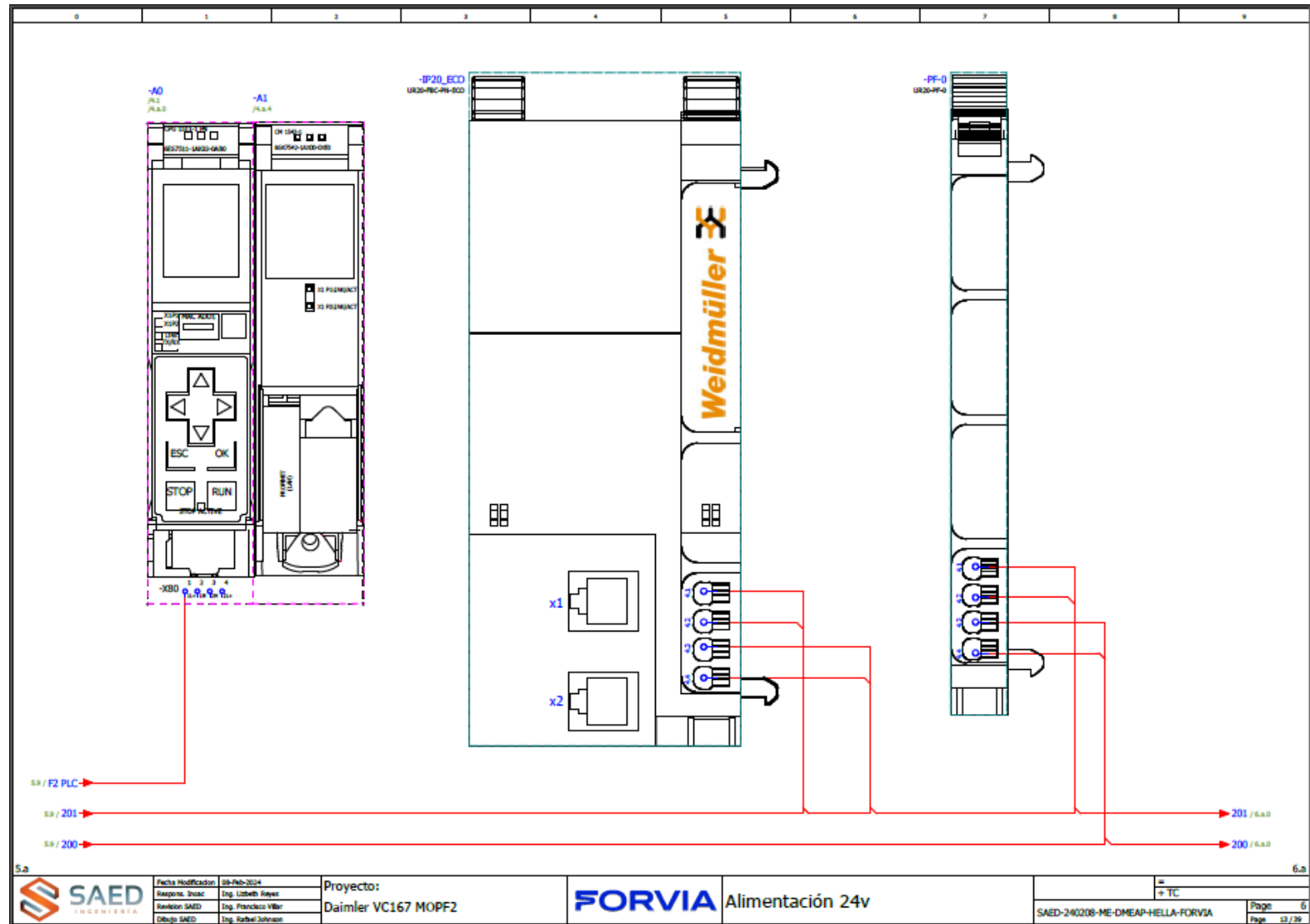


[illegible]

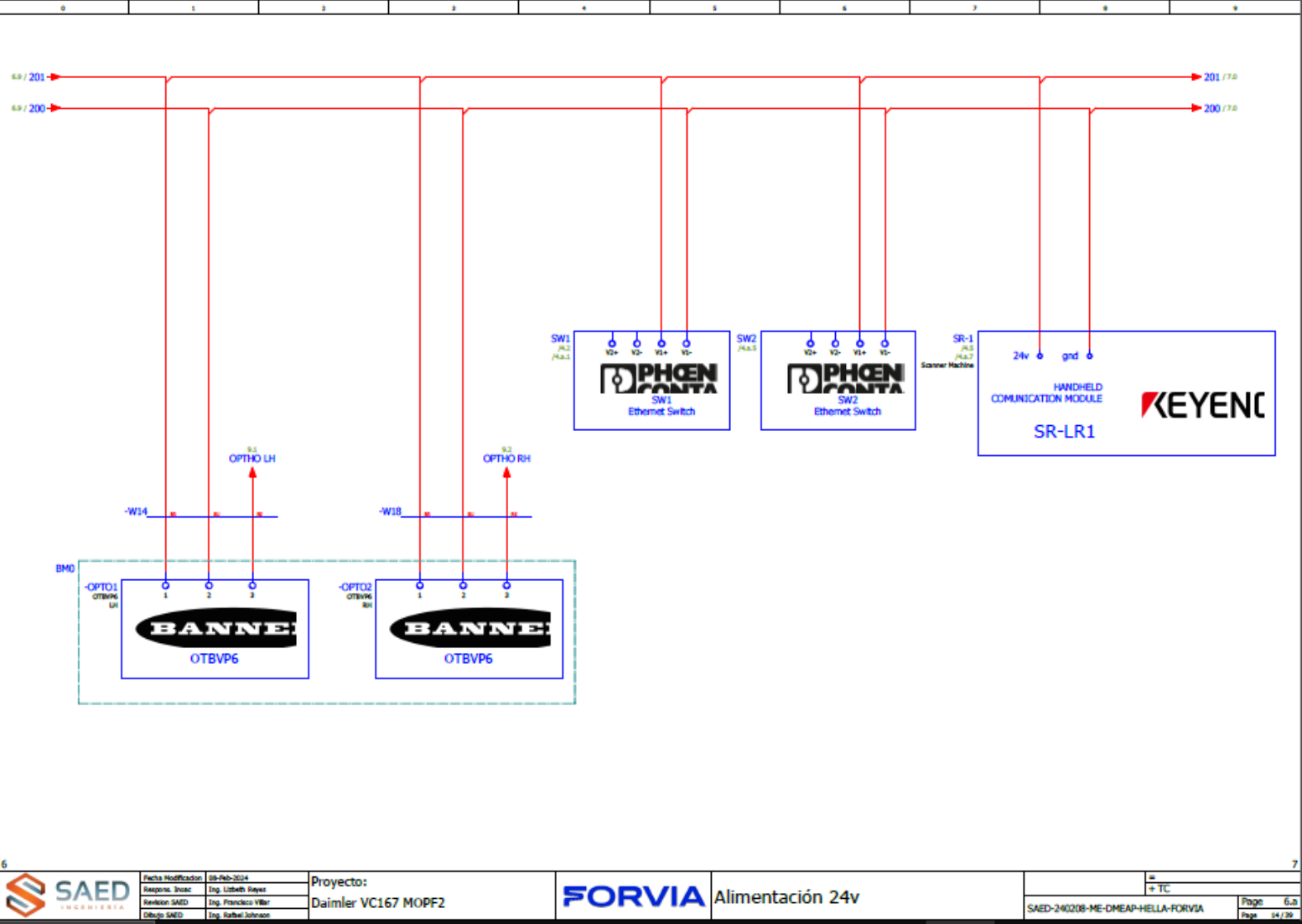
Anexo 15. Alimentación principal 220 VCA 2



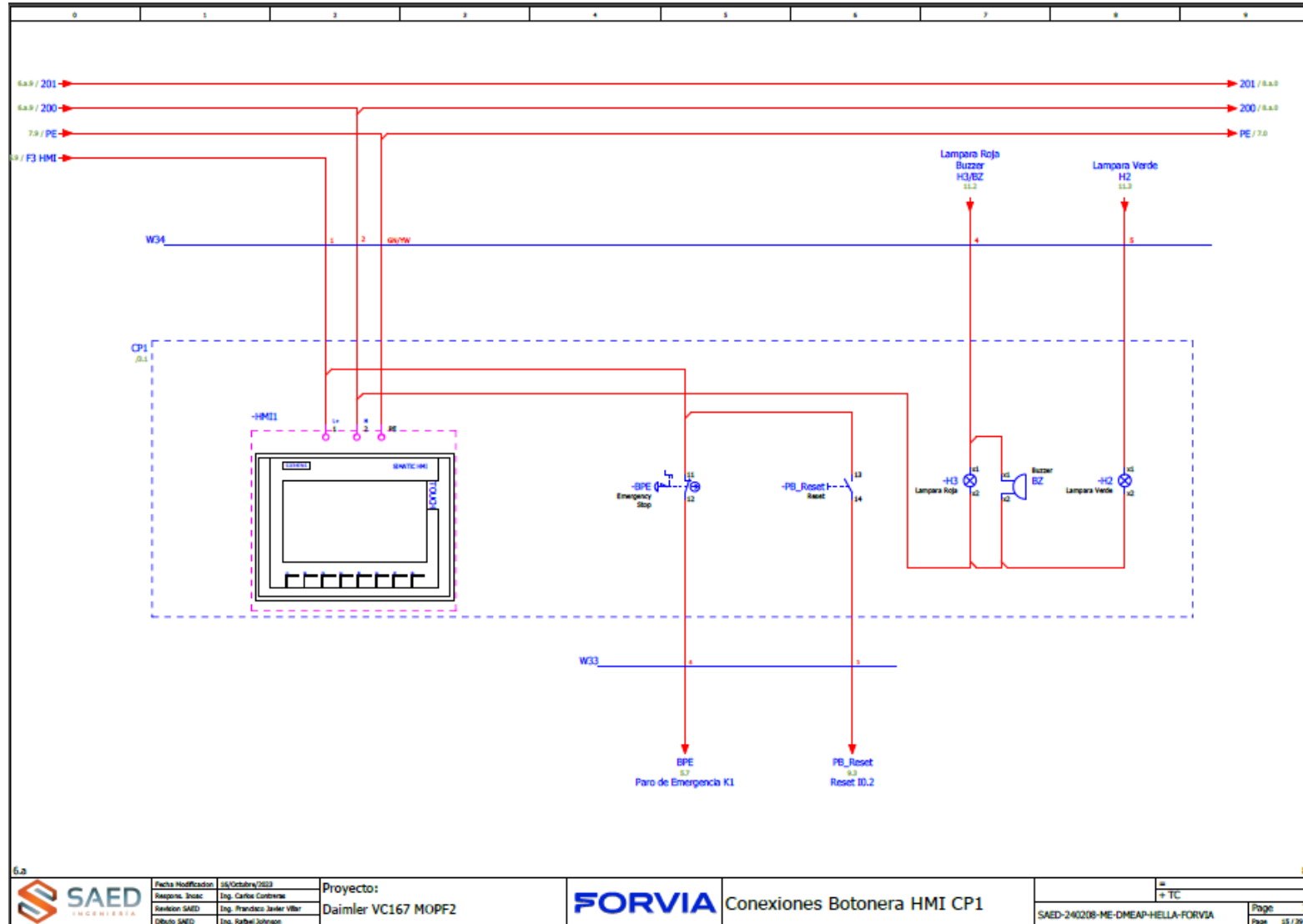
Anexo 16. Alimentación 24 VDC 1



Anexo 17. Alimentación 24 VDC 2



Anexo 18. Conexión de botonera HMI



6.a



Fecha Modificado:	16/Octubre/2023
Revisión:	Ing. Carlos Contreras
Revisión SAED:	Ing. Francisco Javier Villar
Dibujó SAED:	Ing. Rafael Johnson

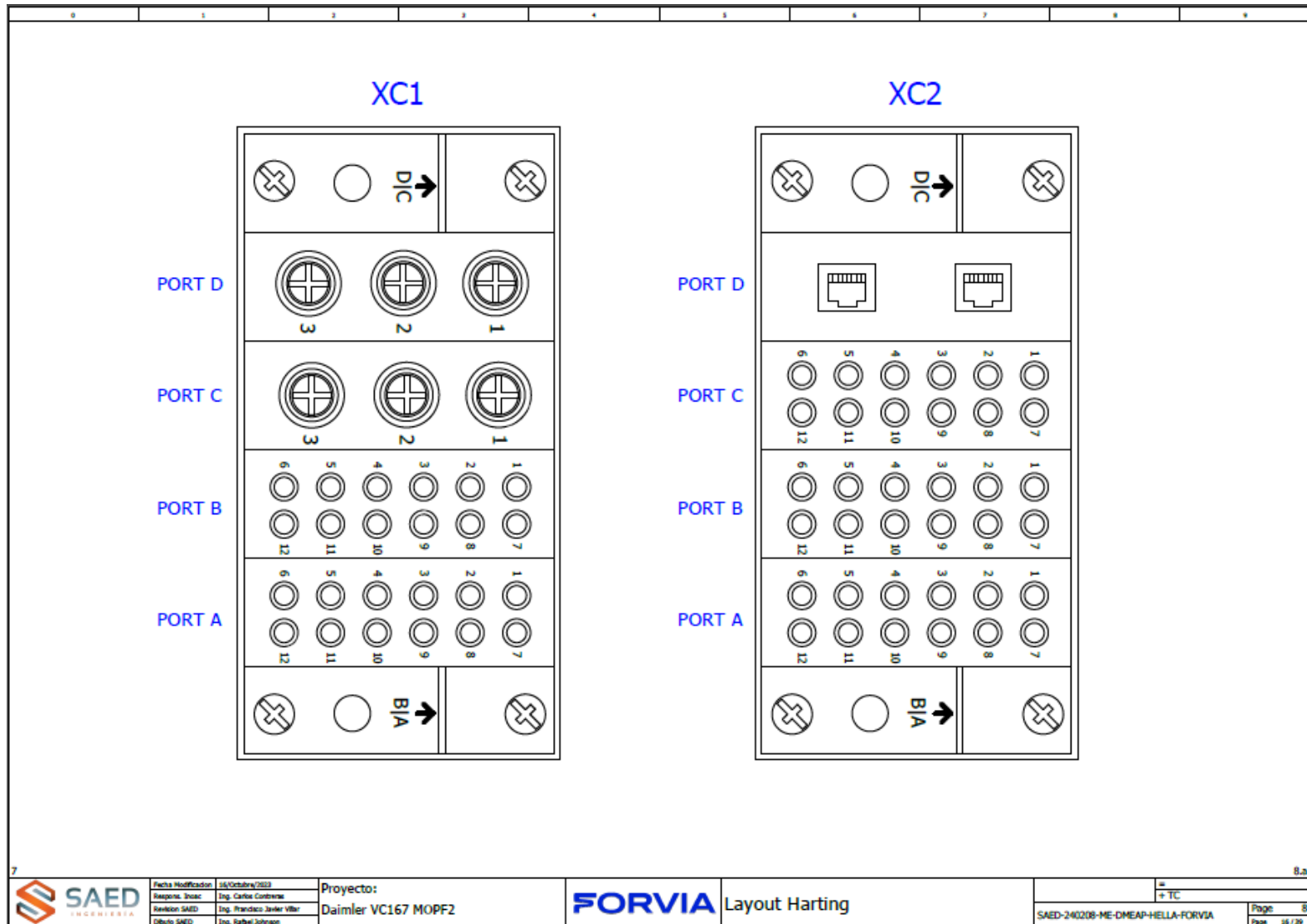
Proyecto:
Daimler VC167 MOPF2

FORVIA

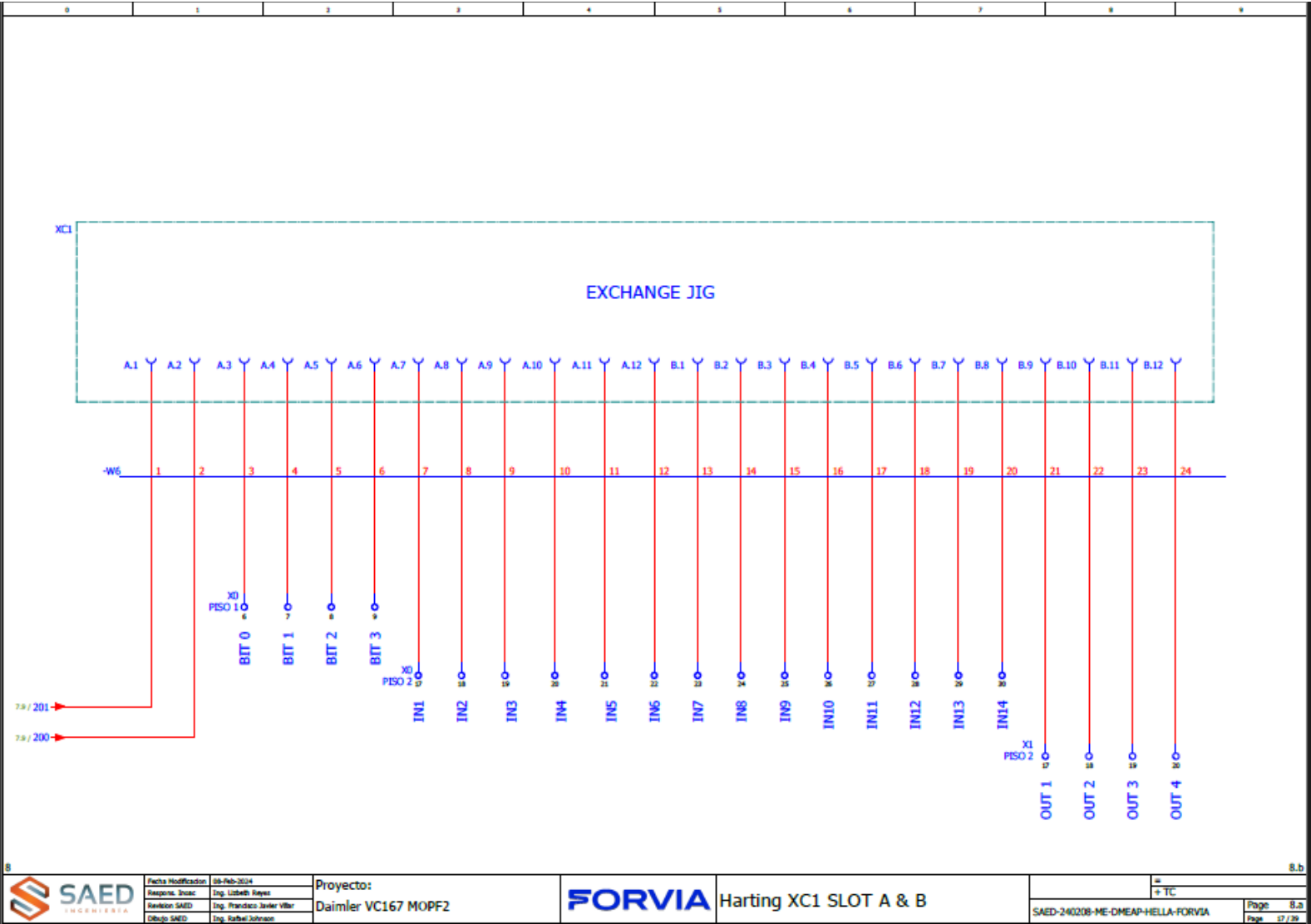
Conexiones Botonera HMI CP1

SAED-240208-ME-DMEAP-HELLA-FORVIA	Page 7
	Page 15 / 20

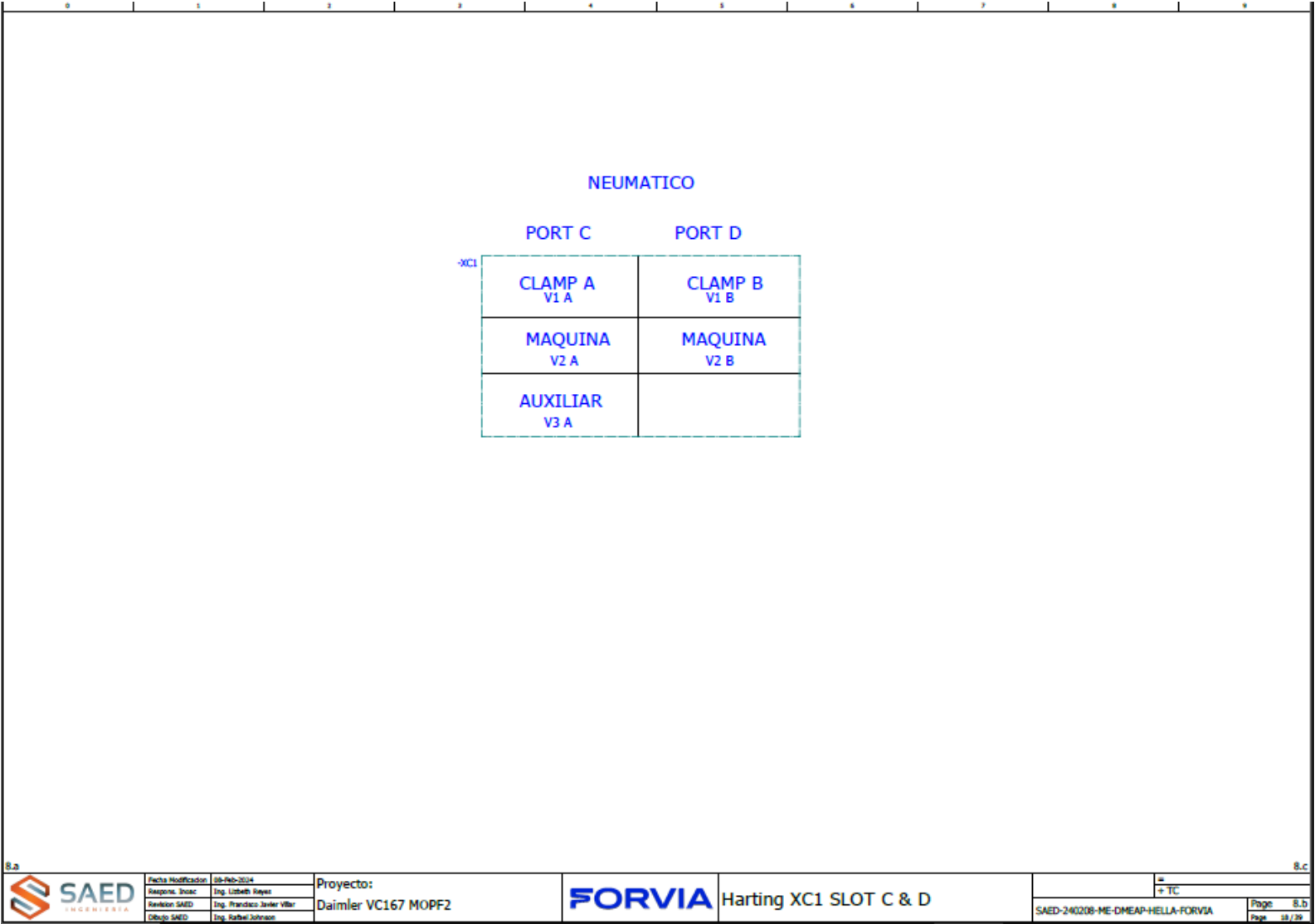
Anexo 19. Layout Harting



Anexo 20. Harting XC1 Slot A y B



Anexo 21. Harting XC1 Slot C y D

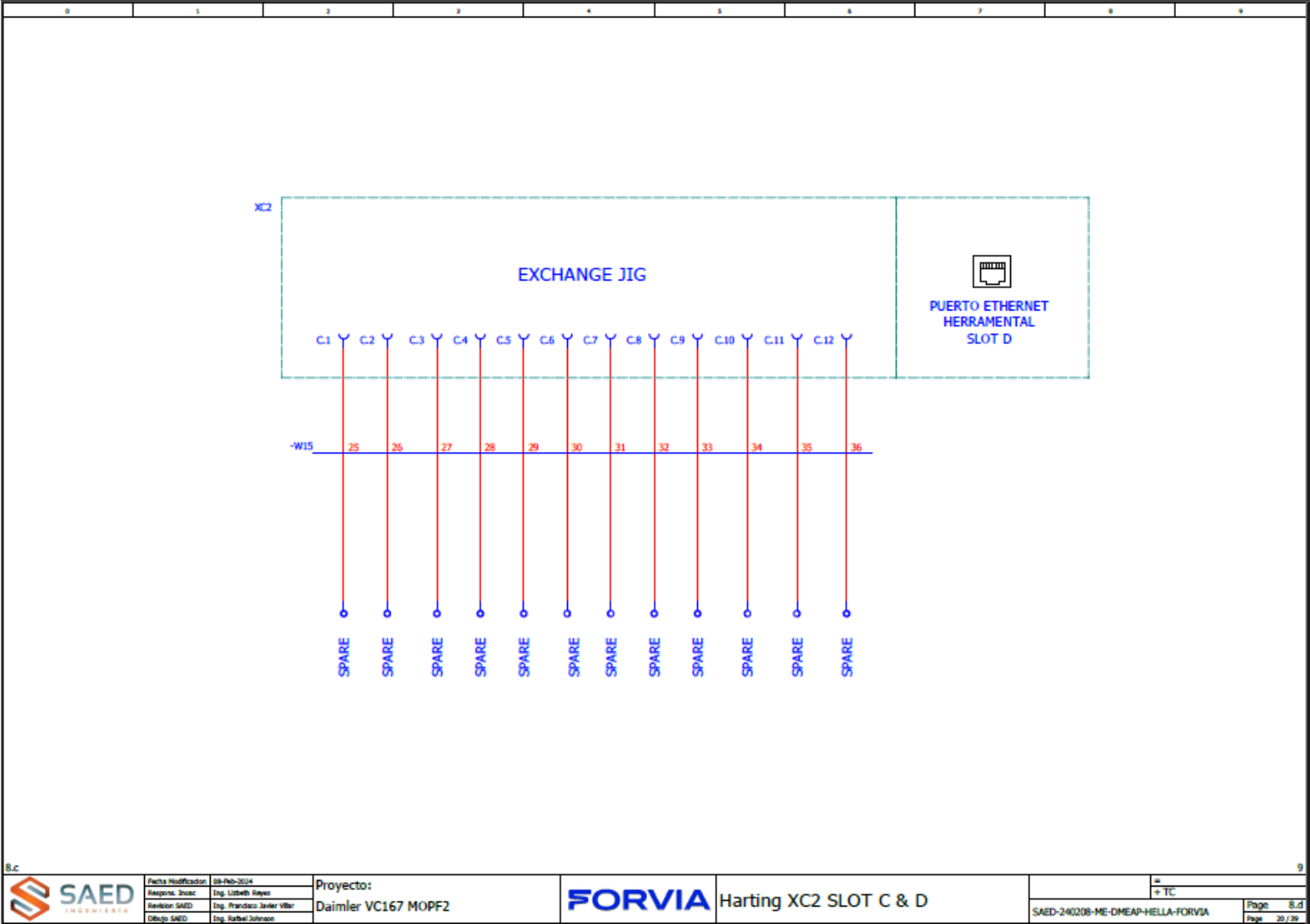


Wiring diagram for Harting XC2 Slot A & B. The diagram shows a horizontal bus labeled -W15 with 24 positions (1-24). Above the bus, 24 pins are labeled A.1 to A.12 and B.1 to B.12. Below the bus, 24 pins are labeled IN15 to IN30, with positions 19-24 marked as SPARE. A dashed green box labeled 'EXCHANGE JIG' encloses the top pins. Red lines connect the bus to the bottom pins. A legend at the bottom left shows a red line for 'SA / 201' and a green line for 'SA / 200'. A table at the bottom right contains project information.

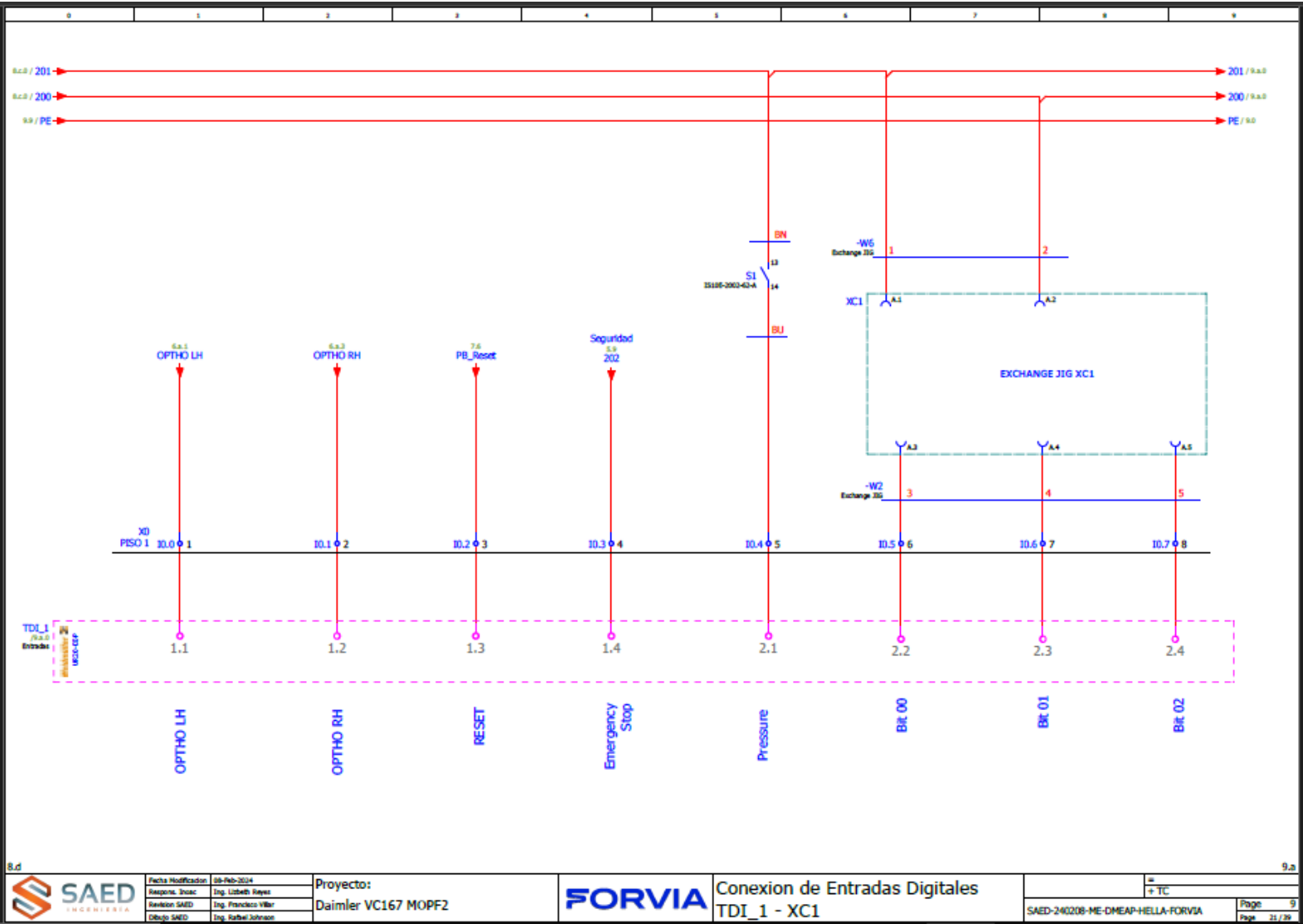
Fecha Modificación	08-Feb-2024	Proyecto:	Daimler VC167 MOPF2
Responsable	Ing. Lisbeth Reyes		
Revisión SAED	Ing. Práxedes Javier Villar		
Dibujó SAED	Ing. Rafael Johnson		

+ TC	
SAED-240208-ME-DMEAP-HELLA-FORVIA	Page 8.5
	Page 19 / 29

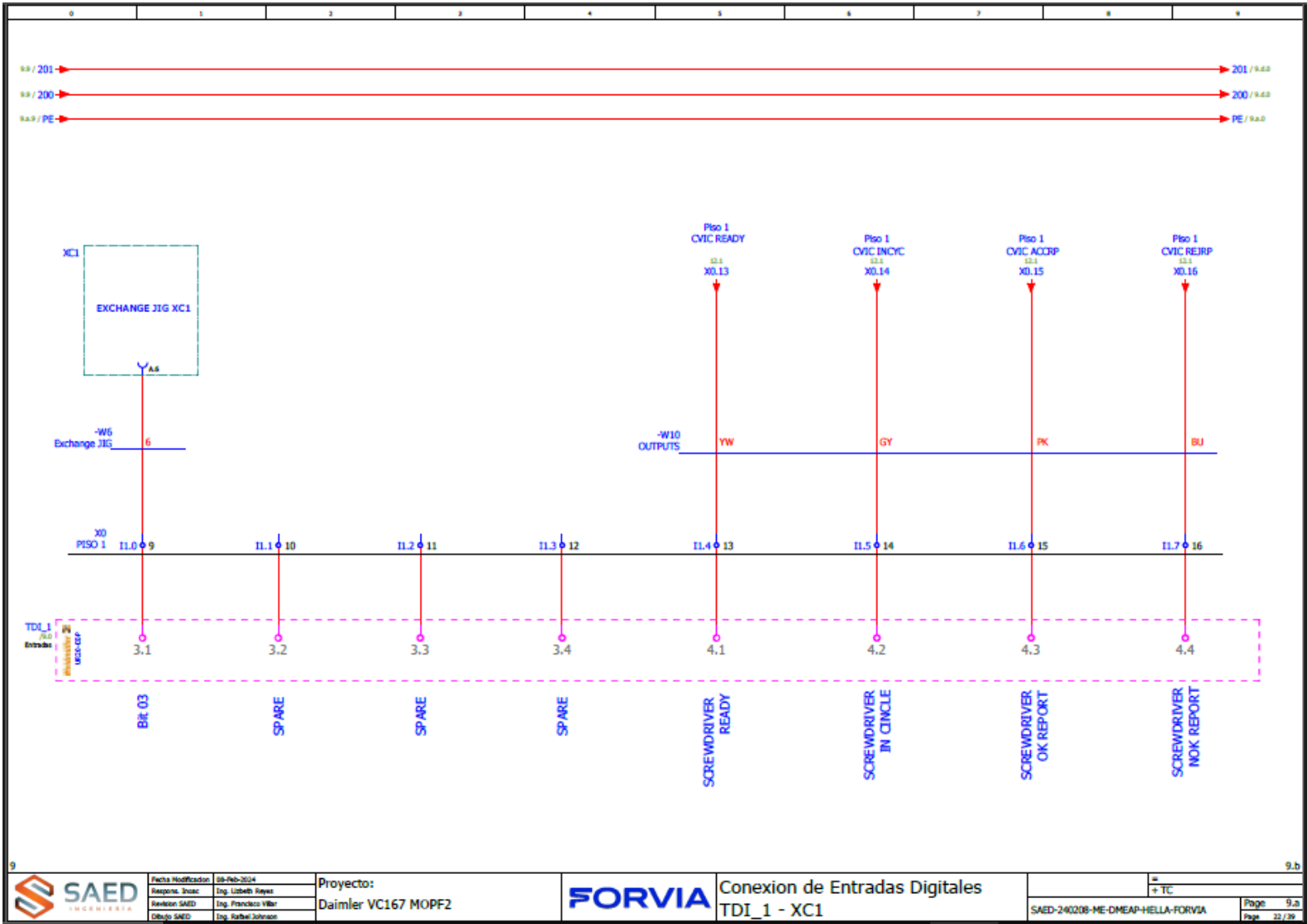
Anexo 23. Harting XC2 Slot C y D



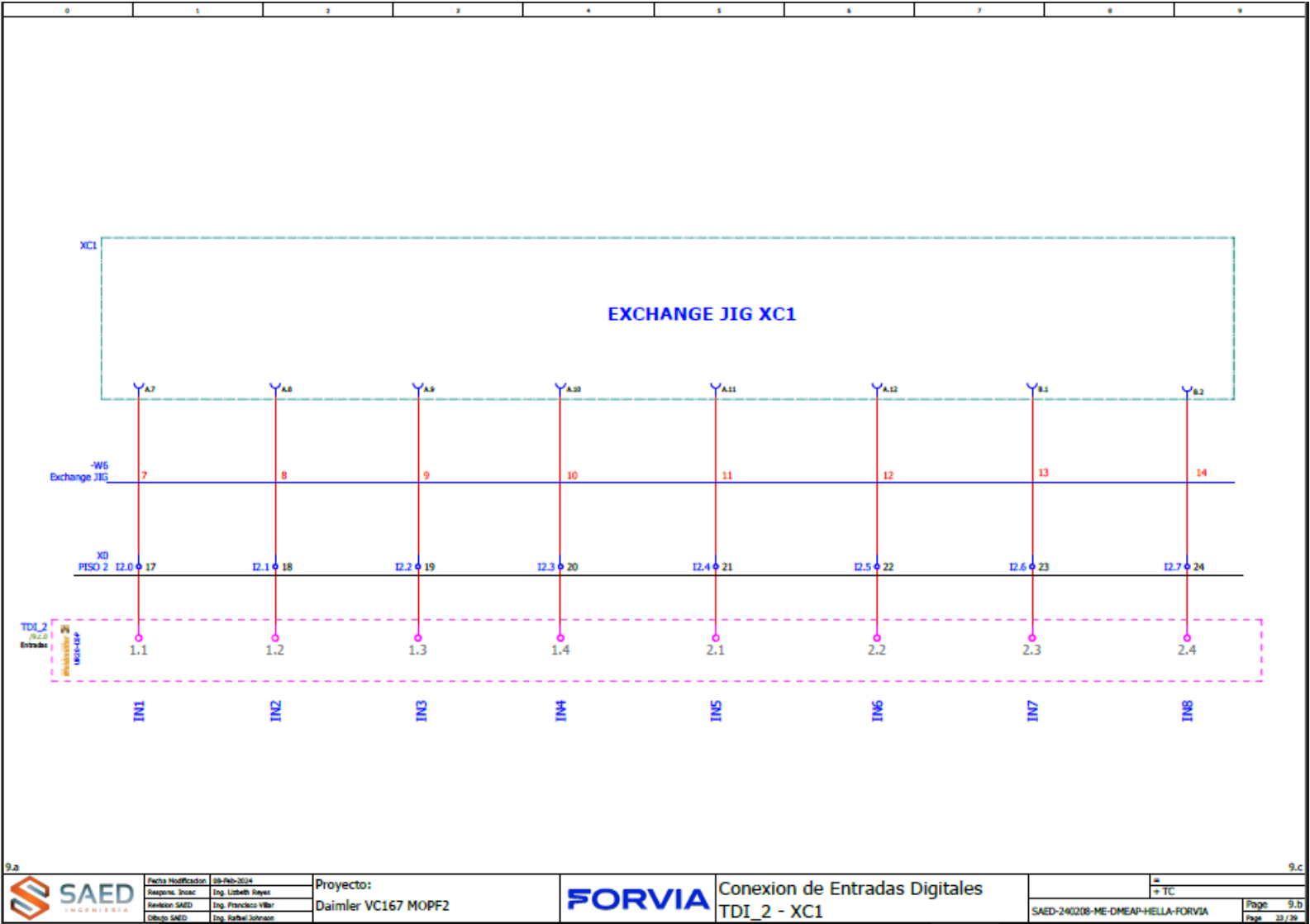
Anexo 24. Conexión de entradas digitales 1



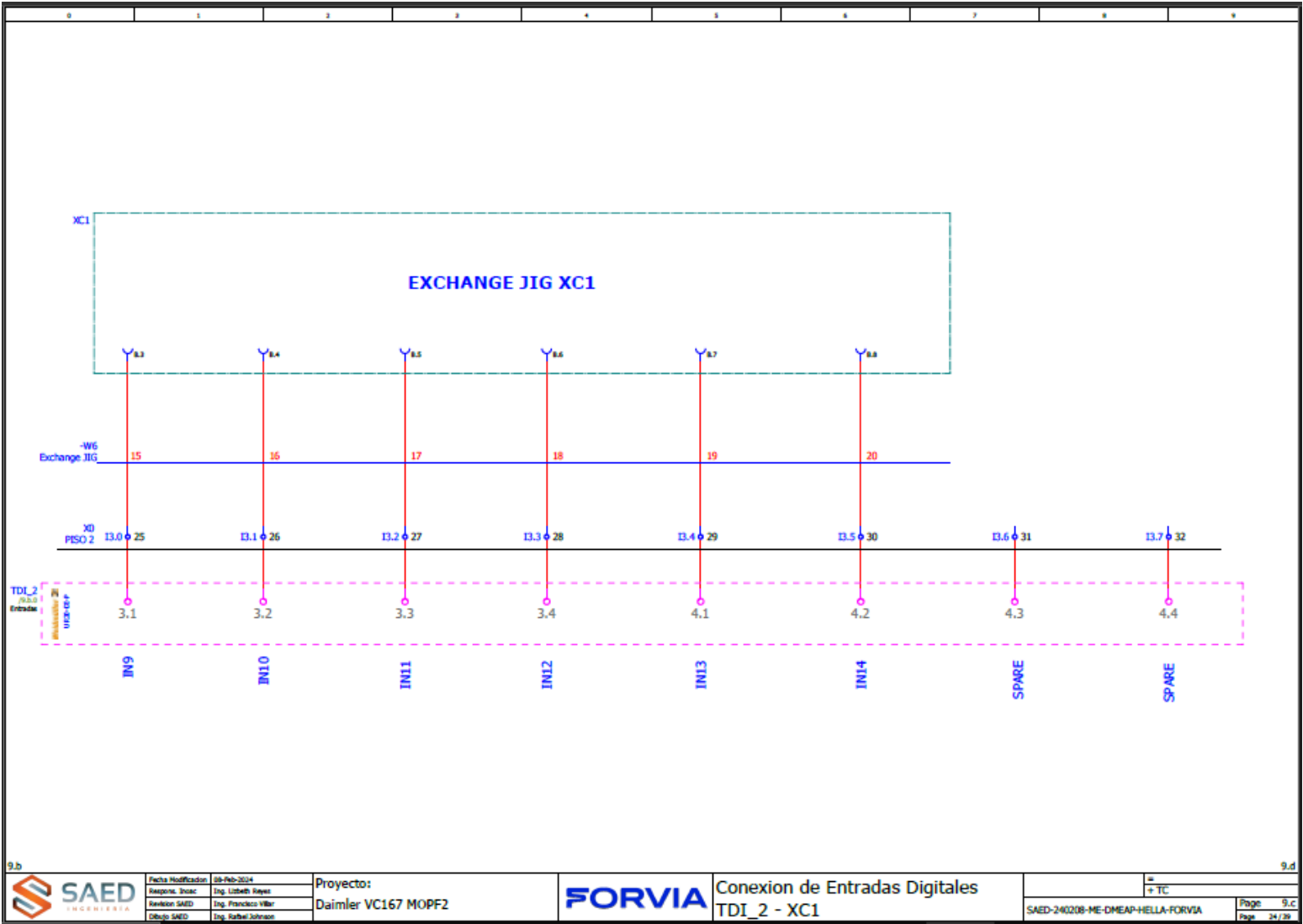
Anexo 25. Conexión de entradas digitales 2



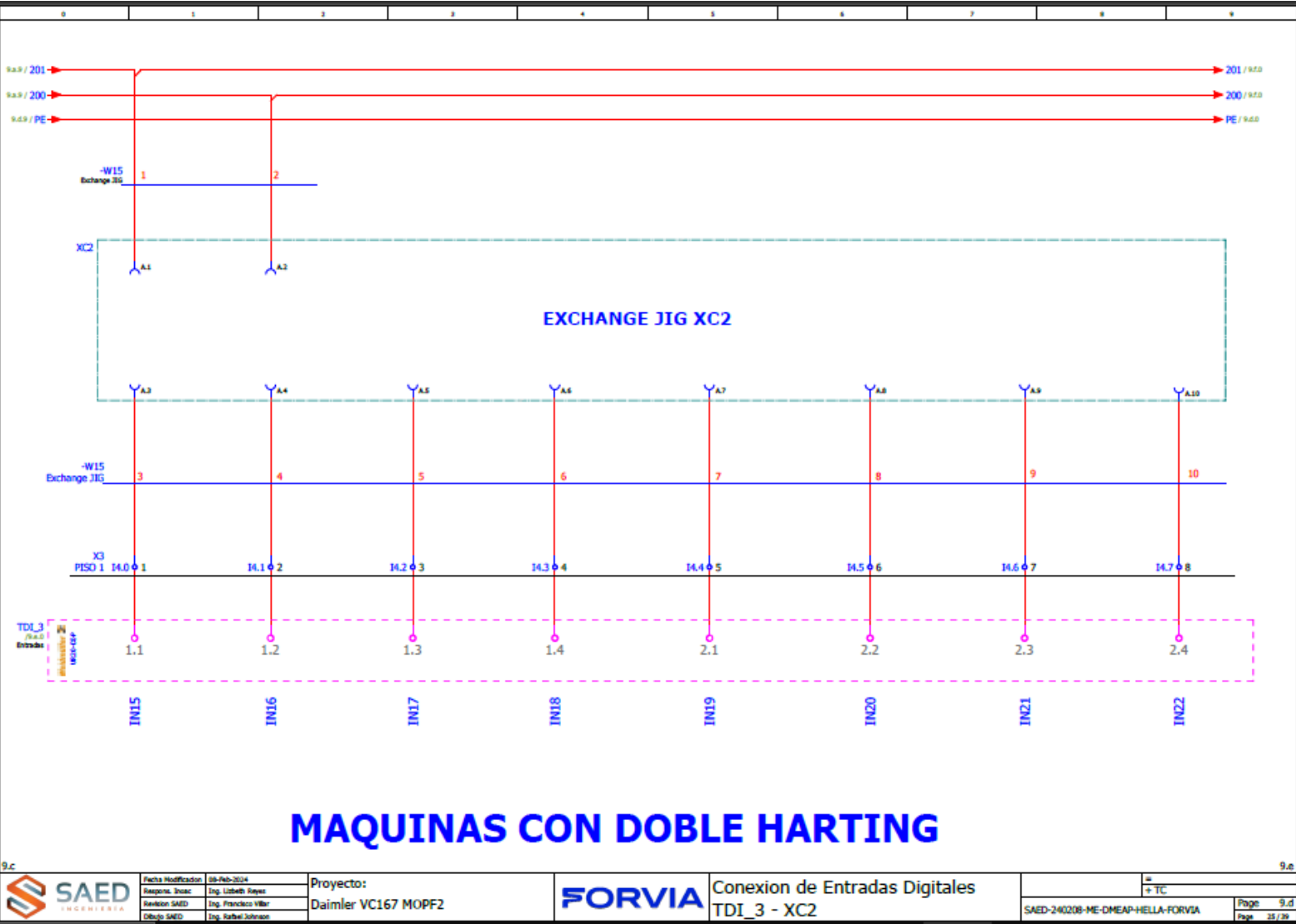
Anexo 26. Conexión de entradas digitales 3



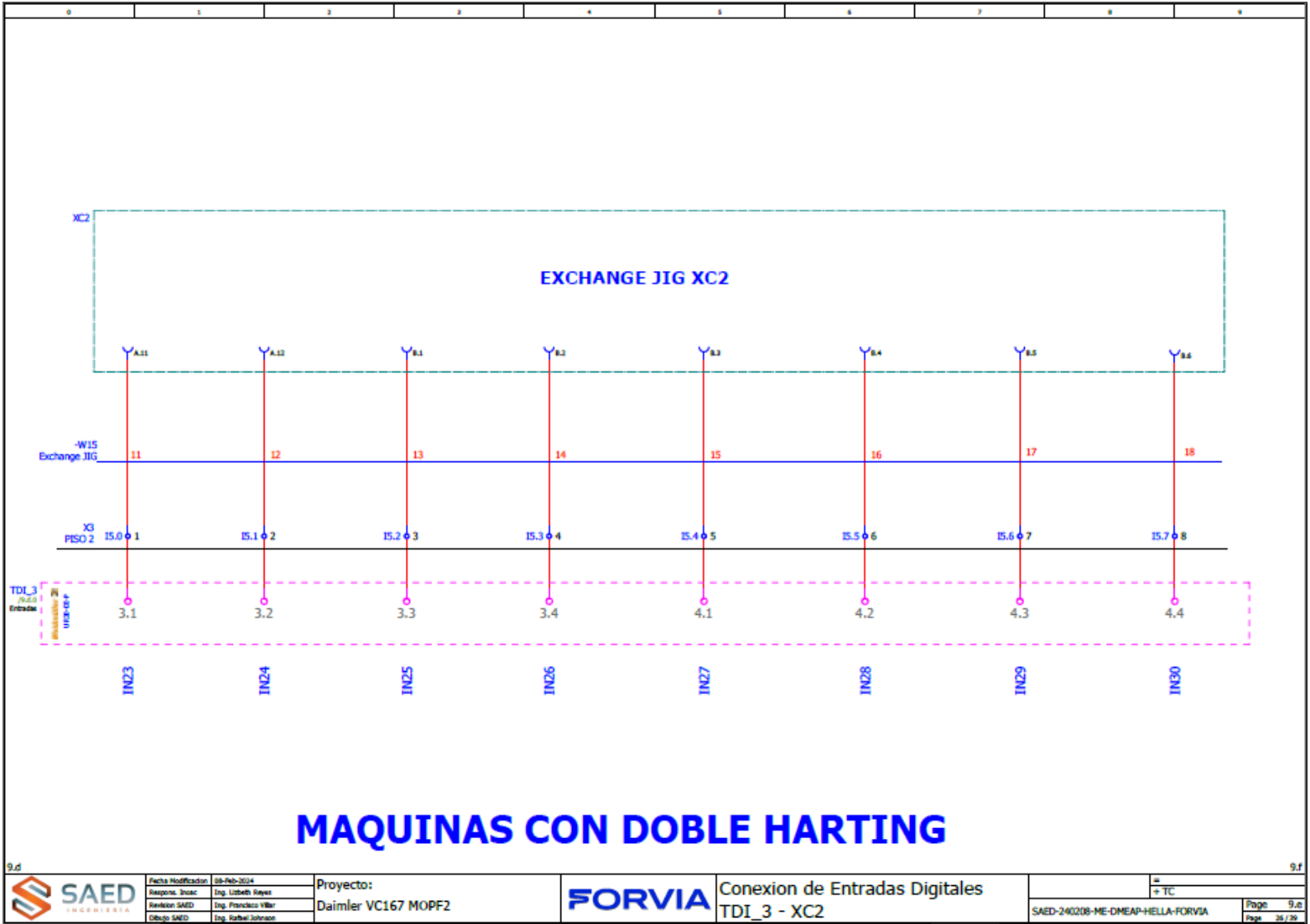
Anexo 27. Conexión de entradas digitales 4



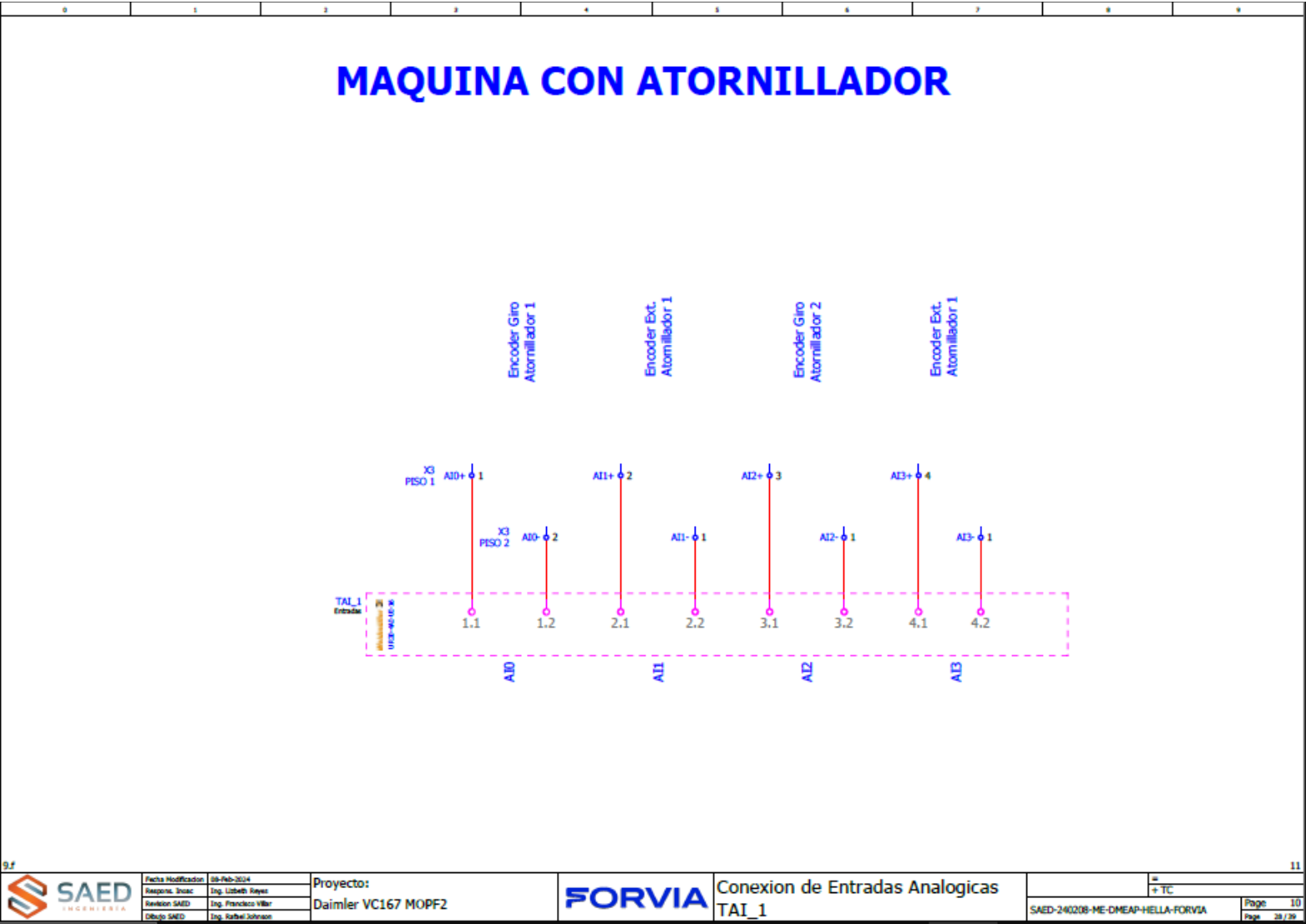
Anexo 28. Conexión de entradas digitales 5



Anexo 29. Conexión de entradas digitales 6



Anexo 30. Conexión de entradas analógicas



9.f



Fecha Modificación	08-Feb-2024
Respons. Inicac	Ing. Lizbeth Reyes
Revisión SAED	Ing. Francisco Villar
Dibujó SAED	Ing. Rafael Johnson

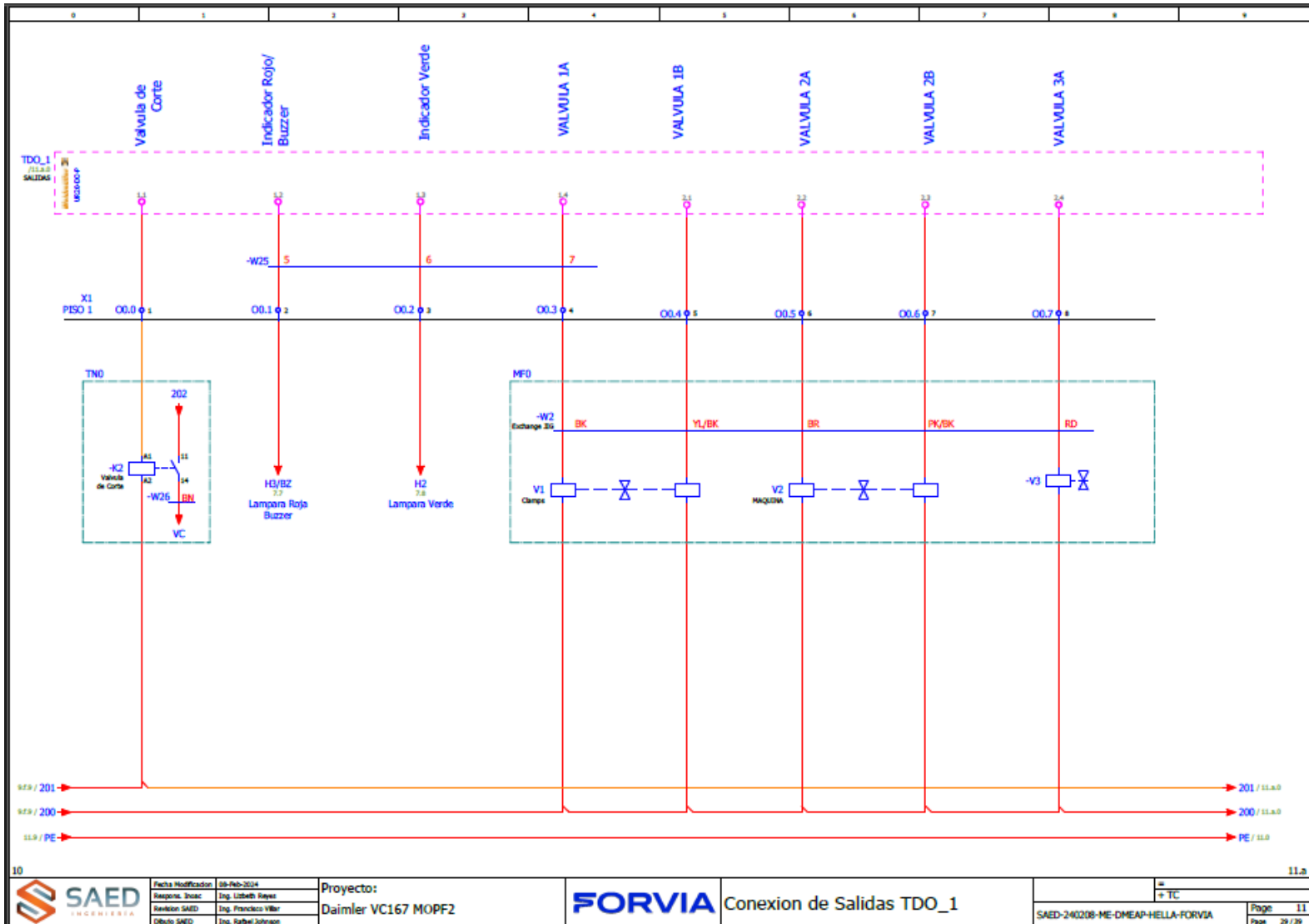
Proyecto:
Daimler VC167 MOPF2



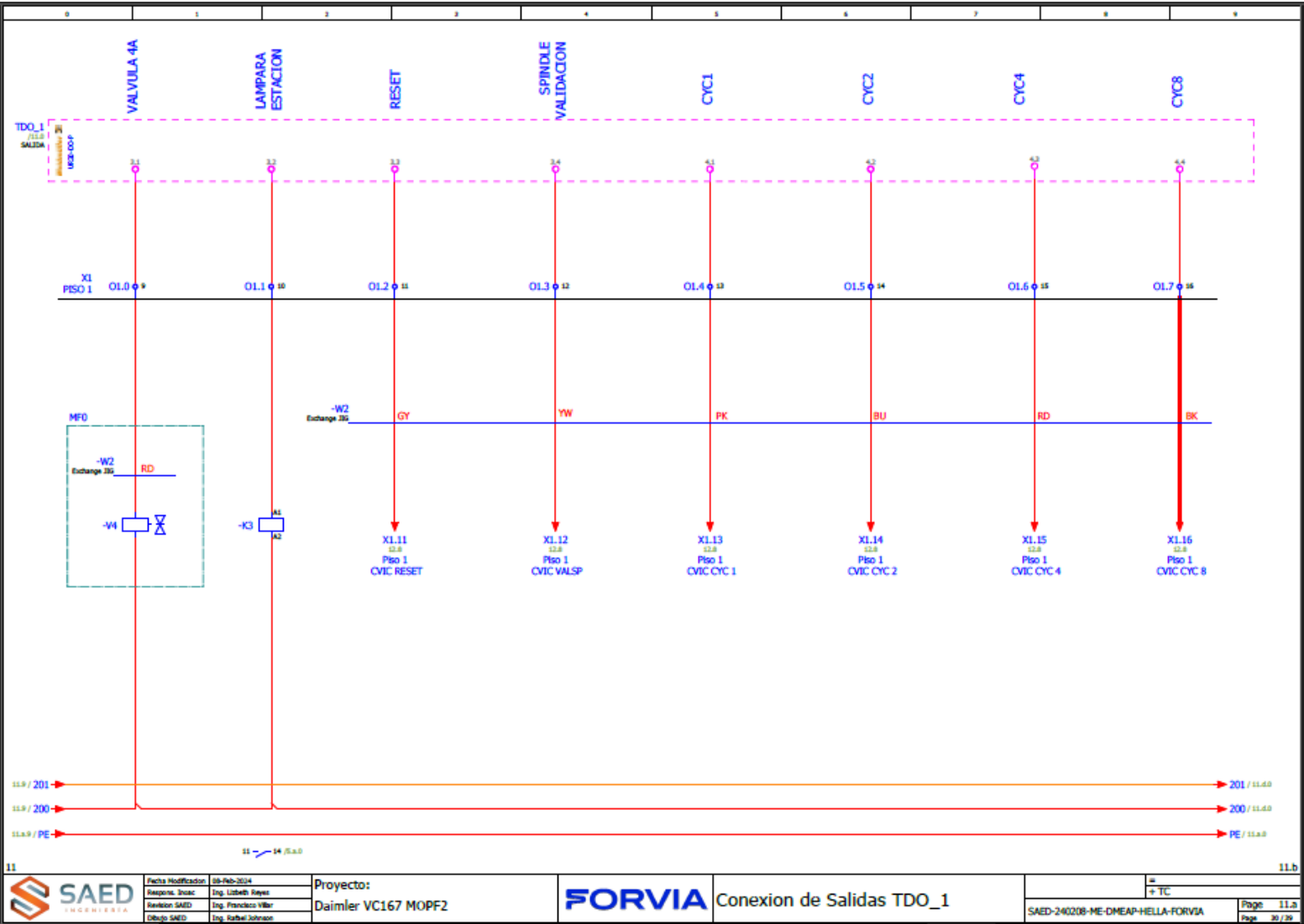
Conexión de Entradas Analógicas
TAI_1

SAED-240208-ME-DNEAP-HELLA-FORVIA

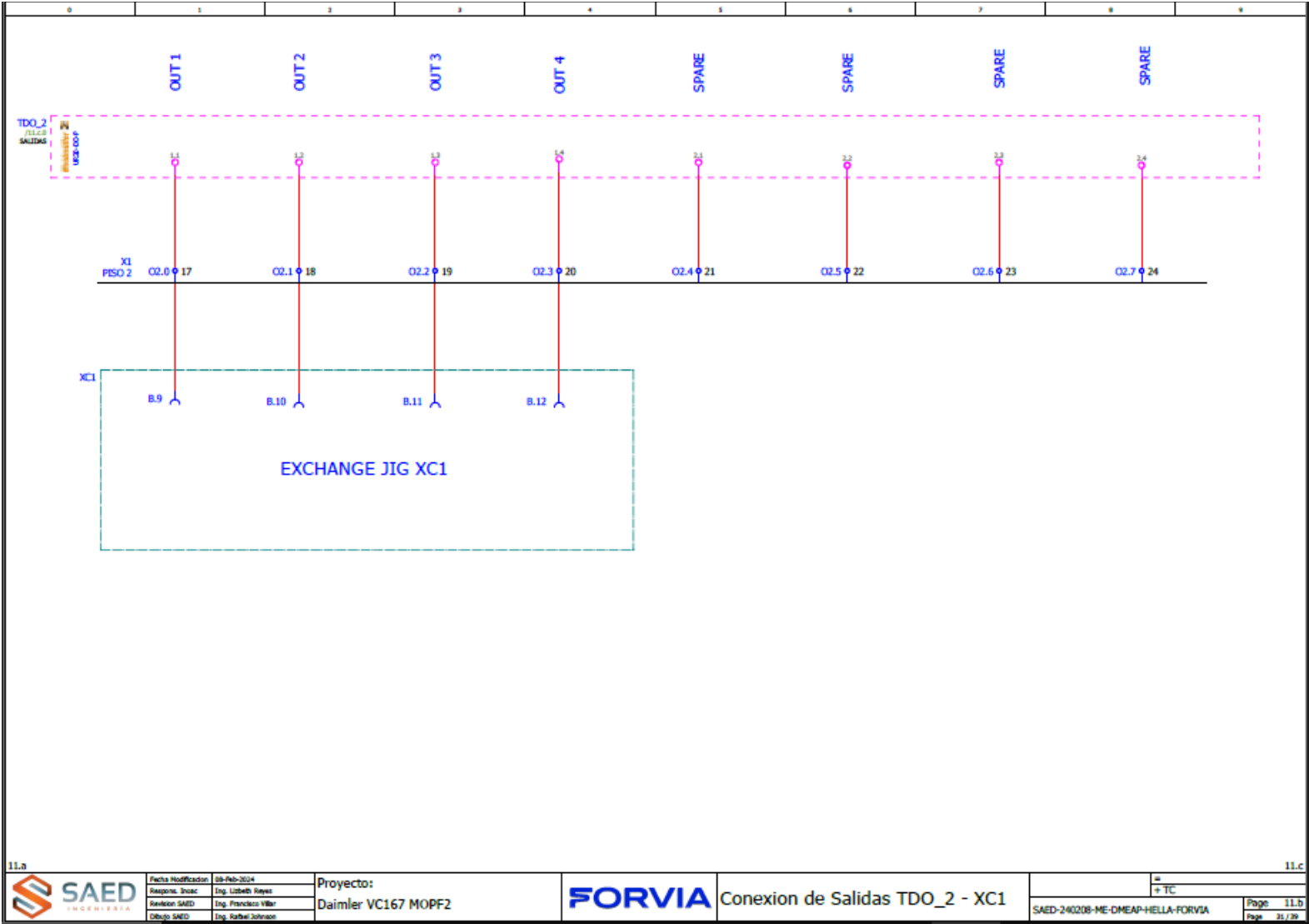
Anexo 31. Conexión de salidas digitales 1



Anexo 32. Conexión de salidas digitales 2



Anexo 33. Conexión de salidas digitales 3



11.a

11.c



Fecha Modificación	08-Feb-2024
Responsable	Ing. Lizbeth Reyes
Revisión	SAED
Dibujó	SAED

Proyecto:
Daimler VC167 MOPF2



Conexión de Salidas TDO_2 - XC1

SAED-240208-ME-DHEAP-HELLA-FORVIA	Page 11.b
	Page 31/39

Anexo 34. Conexión de salidas digitales 4

