



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA


ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial
y Diseño Industrial

Diseño de un sistema de control de abastecimiento y
distribución de agua para un estanque.

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Ingeniería Mecatrónica

AUTOR/A: Alanoca Escalera, Joseff Abel

Tutor/a: Puche Panadero, Rubén

Cotutor/a: Terrón Santiago, Carla

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



*DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL
DE ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCION
DE AGUA PARA UN ESTANQUE*

MEMORIA PRESENTADA POR:

JOSEFF ABEL ALANOCA ESCALERA

Máster Universitario en Ingeniería Mecatrónica

DIRECTOR:

RUBEN PUCHE PANADERO

CODIRECTOR:

CARLA TERRON SANTIAGO

JUNIO DEL 2024

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme guiado y brindando de sabiduría para realizar este proyecto y haber estado en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar en todo lo que me propuse y conseguir mis objetivos.

A mi madre, Eva María Escalera Siles y a mi padre, Wilfredo Rene Choque Flores, quienes han velado por mi bienestar y educación a lo largo de mi vida. Han sido mi apoyo constante, depositando su confianza en mí en cada reto que se me presentaba.

A mi abuelita Clementina Flores y Victoria Siles, por enseñarme los valores de una persona y por inculcarme que nunca debo dejarme vencer por los obstáculos que se presenten y que debo luchar por mis metas.

A mi tutor Rubén Puche por sus recomendaciones, consejos y apoyo para poder concluir con este proyecto.

A mis amigos Rober, Hugo, Wendy, Ruth, Lucia y Sofia por su apoyo incondicional, sus palabras de aliento y sus constantes muestras de cariño han sido una fuente de inspiración y motivación para poder concluir con este proyecto.

RESUMEN



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



RESUMEN

El presente trabajo de fin de máster consiste en el desarrollo de un diseño de control para el proceso de abastecimiento y distribución de agua de un estanque ubicado en la zona de Almarda. Se recopiló información sobre los requisitos del proceso para la implementación de sensores, actuadores, dispositivos de protección y control. Además, se determinó de que se requiere el diseño de una compuerta que permita el paso de agua de estanque a otro.

Para el diseño de la compuerta, se desarrolló un modelo tridimensional teniendo en cuenta las dimensiones necesarias para su instalación en el estanque, así como también siguiendo las normas europeas (EN), establecidas para realizar un diseño adecuado. Además, se seleccionó un elevador de husillo teniendo en cuenta el peso de la compuerta para la elevación y cierre.

Se seleccionó el controlador lógico programable (PLC) que realizará la lógica de control del proceso y una interfaz hombre-máquina (HMI) para visualizar las variables del proceso, como el estado de sensores, actuadores y permitir la interacción con los procesos. Además, selecciono una fuente de alimentación DC para su funcionamiento.

Luego se dimensionaron los sensores de nivel para los estanques 1 y 2 con el fin de saber el nivel de agua y prevenir el desbordamiento en el estanque 1. Asimismo, se dimensiono las bombas para la distribución de agua y el motor para la apertura y cierre de la compuerta, para lo cual se tendrá interruptores de fin de carrera para determinar la posición. Por último, se seleccionó las distintas protecciones para los circuitos de potencia y de control.

Una vez seleccionado todos los dispositivos se realizó el diseño de planos eléctricos tanto en la parte de potencia como de control siguiendo las normas de la comisión electrotécnica internacional (IEC).

Se diseñó un programa de rotación que activa las bombas de dos en dos, evitando que alguna de ellas funcione más que las demás para la distribución de agua. Además, se implementó el control del motor de la compuerta para regular el abastecimiento de agua. La operación de estos elementos sea posible tanto en modo manual como en

modo automático. Por último, se diseñó la monitorización de los procesos, permitiendo la interacción con los mismos.

SUMMARY

The present master's thesis involves the development of a control design for the water supply and distribution process of a pond located in the Almarda area. Information was gathered on the process requirements for the implementation of sensors, actuators, protection devices, and control systems. Additionally, it was determined that a gate design is required to allow water to flow from one pond to another.

For the gate design, a three-dimensional model was developed, taking into account the necessary dimensions for its installation in the pond, as well as adhering to the European standards (EN) established for proper design. Additionally, a screw jack was selected, considering the weight of the gate for its lifting and closing.

The programmable logic controller (PLC) was selected to handle the control logic of the process, and a human-machine interface (HMI) was chosen to visualize process variables, such as the status of sensors and actuators, and to allow interaction with the processes. Additionally, a DC power supply was selected for its operation.

Next, the level sensors for tanks 1 and 2 were sized to determine the water level and prevent overflow in tank 1. Additionally, the pumps for water distribution and the motor for the gate opening and closing were sized, for which limit switches will be used to determine the position. Finally, various protections were selected for both power and control circuits.

After selecting all the devices, the electrical drawings of the power and control sections were designed, following the International Electrotechnical Commission (IEC) standards.

A rotation program was designed to activate the pumps in pairs, ensuring that none of them operates more than the others for water distribution. Furthermore, control of the gate motor was implemented to regulate the water supply. The operation of these elements is possible in both manual and automatic modes. Lastly, process monitoring was designed to allow interaction with them.

INDICE



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



INDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PAGINAS
CAPITULO 1: MEMORIA.....	1
1.1. INTRODUCCION.....	1
1.2. ANTECEDENTES.....	2
1.3. DESCRIPCIÓN ACTUAL DEL ESTANQUE.....	3
1.4. OBJETIVOS.....	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. JUSTIFICACION.....	4
1.6. DELIMITACION.....	4
1.6.1. Delimitación temática.....	5
1.6.2. Delimitación espacial.....	5
1.7. PROCESO DE ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE UN ESTANQUE. 5	5
1.7.1. Sistema de abastecimiento de agua a un estanque.....	6
1.7.2. Sistema de distribución de agua a la población.....	6
1.8. INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL.....	6
1.8.1. Sensores industriales.....	6
1.8.1.1. Según el tipo de señal eléctrica que generan.....	6
1.8.1.2. Detectores de nivel.....	7
1.8.1.3. Interruptor de posición.....	8
1.8.1.4. Motores eléctricos.....	9
1.8.1.5. Variador de frecuencia.....	11
1.9. CONTROL Y REGULACIÓN INDUSTRIAL.....	14
1.9.1. Elementos de un sistema de control.....	14
1.9.2. Clasificación de los sistemas de control.....	14
1.9.2.1. Sistema de control de lazo abierto.....	14
1.9.2.2. Sistema de control retroalimentado.....	15
1.9.3. Controladores de un sistema de control.....	16
1.9.3.1. Controlador ON-OFF.....	16

1.9.4.	Controladores lógicos programables.....	16
1.9.4.1.	Estructura de un controlador lógico programable.....	16
1.9.4.2.	Programación de controladores lógicos programables.	19
1.9.5.	Interfaz hombre máquina.	20
1.10.	DISPOSITIVOS DE ALIMENTACIÓN Y PROTECCIÓN.	20
1.10.1.	Fuente de alimentación de corriente continua.	20
1.10.2.	Protección eléctrica.....	21
1.10.2.1.	Dispositivos de protección.	21
1.11.	ESTUDIO DE MECANISMO Y SISTEMA DE MODELADO DE PIEZAS.	25
1.11.1.	Elevadores de husillo.	26
1.11.2.	Modelización de sistemas mecánicos con SolidWorks.	30
1.12.	DETERMINACION DE LOS REQUERIMIENTOS DE LA INSTALACION.	30
1.12.1.	Situación actual del estanque de agua para el proceso de abastecimiento y distribución....	30
1.12.2.	Elaboración de la propuesta para el proceso de abastecimiento y distribución de agua del estanque.	31
1.13.	DISEÑO MECÁNICO	32
1.13.1.	DISEÑO DE LA COMPUERTA Y DETERMINACION DEL ELEVADOR DE HUSILLO. 32	
1.13.1.1.	Diseño de la compuerta en SolidWorks.	32
1.13.1.2.	Selección del elevador de husillo.	33
1.14.	DISEÑO ELÉCTRICO	36
1.14.1.	DETERMINACIÓN DE LOS SENSORES Y ACTUADORES.	36
1.14.1.1.	Selección del sensor de nivel de punto.....	36
1.14.1.2.	Selección del final de carrera.....	37
1.14.1.3.	Selección de las bombas de agua.	38
1.14.1.4.	Selección del variador de frecuencia.	39
1.14.1.5.	Selección del motor.....	40
1.14.2.	DETERMINACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN, SELECCION DE ACCIONAMIENTO Y FUENTES DE ALIMENTACIÓN.	44
1.14.2.1.	Determinación del interruptor automático.	44
1.14.2.2.	Determinación del guardamotor motor compuerta.	46

1.14.2.3.	Selección del contacto auxiliar para el guardamotor e interruptor térmico.....	47
1.14.2.4.	Determinación del termomagnético.....	48
1.14.2.5.	Determinación del diferencial.....	48
1.14.2.6.	Determinación de relé.....	49
1.14.2.7.	Determinación de contactores.....	50
1.14.2.8.	Determinación de la fuente de alimentación.....	50
1.14.2.9.	Determinación de fusible.....	51
1.14.3.	PLANOS ELÉCTRICOS DEL PROCESO DE ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA.....	53
1.15.	DISEÑO DE CONTROL.....	53
1.15.1.	DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL PARA EL ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA.....	53
1.15.1.1.	Determinación del autómatas programable.....	53
1.15.1.2.	Diagrama de la lógica de control del autómatas programable.....	57
1.15.1.3.	Configuración del software Tía portal V15 y desarrollo del código.....	62
1.16.1.	DISEÑO DEL MODULO DE SUPERVISION Y MONITORIZACION.....	63
1.16.1.1.	Configuración inicial de la interfaz hombre máquina en Tía Portal V15.....	65
1.16.1.2.	Diseño de la interfaz hombre máquina en Tía Portal V15.....	65
1.17.	CONCLUSIONES.....	68
CAPITULO 2: PRESUPUESTO.....		70
2.1.	PRESUPUESTO ECONOMICO.....	70
2.1.1.	Coste material.....	70
2.1.2.	Coste personal.....	72
2.1.3.	Coste de software.....	72
2.1.4.	Coste total.....	73
2.2.	VIABILIDAD OPERATIVA.....	73
CAPITULO 3: PLANOS.....		74
3.1.	PLANOS DEL DISEÑO DE LA COMPUERTA.....	74
3.2.	PLANOS ELÉCTRICOS DE CONTROL Y POTENCIA.....	82
CAPITULO 4: PLIEGO DE CONDICIONES.....		96
4.1.	DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO.....	96

4.2.	CONDICIONES TÉCNICAS.....	96
4.2.1.	Objeto.	96
4.2.2.	Condiciones de los materiales.	96
4.2.3.	Condiciones de los planos eléctricos.	97
4.2.4.	Elementos electrónicos adicionales.	97
4.2.5.	Condiciones de la ejecución.	97
4.2.6.	Condiciones de ensamblaje.	98
4.2.7.	Pruebas de funcionamiento.	98
4.2.7.1.	Verificación de tensión.	98
4.2.7.2.	Verificación de conexión.	98
4.2.7.3.	Verificación final.	98

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: Símbolos de los elementos de programación de contactos.	19
TABLA 2: Características del elevador de husillo SMJ306.....	36
TABLA 3: Características técnicas del Pointek CLS200PF.....	37
TABLA 4: Características técnicas del final de carrera.	38
TABLA 5: Características de la bomba sumergible.	39
TABLA 6: Características del motor G120X.	40
TABLA 7: Características del motor Lenze.....	42
TABLA 8: Características del interruptor automático.....	45
TABLA 9: Características del interruptor automático para las bombas.	46
TABLA 10: Característica del guardamotor.....	47
TABLA 11: Características del relé.	49
TABLA 12: Cálculo de la corriente total de los componentes.....	50
TABLA 13: Características de la fuente de alimentación.	51
TABLA 14: Corriente nominal de dispositivos.	52
TABLA 15: Parámetros de los fusibles.....	52
TABLA 16: Entradas y salidas de los procesos de abastecimiento y distribución.....	53
TABLA 17: Total de entradas y salidas para el proceso de abastecimiento y distribución.....	56
TABLA 18: Características técnicas S7-1200 CPU 1214C.	56
TABLA 19: Condiciones de diagrama de flujo del modo automático.....	58
TABLA 20: Condiciones de diagrama de flujo de modo manual.	61
TABLA 21: Características del HMI KTP 700 Basic.	64
TABLA 22: Presupuesto material.	70
TABLA 23: Presupuesto personal.	72
TABLA 24: Presupuesto de software.	72
TABLA 25: Presupuesto total.	73

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Estanques para el proceso de abastacimientoy distribución.....	3
FIGURA 2: Sensor de nivel capacitivo.....	8
FIGURA 3: Final de carrera.....	9
FIGURA 4: Partes inter de un motor eléctrico.....	9
FIGURA 5: Clasificación de los motores eléctricos.....	10
FIGURA 6: Conexión triangulo y estrella.....	11
FIGURA 7: Diagrama de componentes básicos.....	13
FIGURA 8: Componentes básicos de un sistema de control.....	14
FIGURA 9: Diagrama de bloques de un sistema de control de lazo abierto.....	15
FIGURA 10: Diagrama de bloques de un sistema de control retroalimentado.....	15
FIGURA 11: Controlador ON-OFF.....	16
FIGURA 12: Estructura de un autómata programable.....	17
FIGURA 13: Conexión de entrada.....	18
FIGURA 14: Conexión de salida.....	19
FIGURA 15: Interruptor diferencial.....	23
FIGURA 16: Relé Térmico.....	23
FIGURA 17: Guardamotor.....	24
FIGURA 18: Interruptor magnetotérmico.....	25
FIGURA 19: Husillo.....	26
FIGURA 20: Elevador de husillo.....	26
FIGURA 21: Modelo de tornillo ACME.....	27
FIGURA 22: Modelo de tornillo trapezoidal.....	27
FIGURA 23: Modelo de tornillo con recirculación de bolas.....	28
FIGURA 24: Sistema de engranaje sinfín corona.....	28
FIGURA 25: Sistema de engranaje cono cóncavo helicoidal.....	29
FIGURA 26: Estanques de agua actuales.....	31
FIGURA 27: Diagrama de requerimientos en los procesos de abastecimientoy distribución.....	31
FIGURA 28: Diseño de la Compuerta.....	33
FIGURA 29: Elevador de husillo SMJ306.....	35

FIGURA 30: Sensor de nivel de detección por punto Pointek CLS200 y montura.....	37
FIGURA 31: Final de carrera.	38
FIGURA 32: Bomba de agua sumergible tipo L.	39
FIGURA 33: Variador de frecuencia G120X.	40
FIGURA 34: Motor de la marca Lenze.....	42
FIGURA 35: Brida 63B5.....	44
FIGURA 36: Interruptor automático.	45
FIGURA 37: Interruptor automático para las bombas.	46
FIGURA 38: Guardamotor.	47
FIGURA 39: Termomagnético bipolar.	48
FIGURA 40: Diferencial.	49
FIGURA 41: Rele de proteccion.....	49
FIGURA 42: Contactador para el motor.....	50
FIGURA 43: Fuente de alimentación DC.	51
FIGURA 44: Autómata programable S7-1200 CPU 1214C DC/DC/DC.	56
FIGURA 45: Módulo de expansión de entradas digitales.	57
FIGURA 46: Lógica del proceso de abastecimiento y distribución de agua del modo automático.	60
FIGURA 47: Lógica del proceso de abastecimiento y distribución de agua del modo manual.	62
FIGURA 48: Pantalla HMI KTP 700 Basic.	63
FIGURA 49: Conexión de alimentación transferencia de programa y comunicación.....	64
FIGURA 50: Pantalla de menú principal.	66
FIGURA 51: Pantalla de inicio de sesión.....	67
FIGURA 52: Pantalla de los procesos de abastecimiento y distribución de agua.....	68

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1: Volumen de la compuerta	33
ECUACIÓN 2: Peso del material de la compuerta.....	34
ECUACIÓN 3: Carga equivalente.....	34
ECUACIÓN 4: Fuerza resultante.....	41
ECUACIÓN 5: Fuerza de rozamiento.....	41
ECUACIÓN 6: Fuerza total.....	41
ECUACIÓN 7: Par de arranque del motor.....	42
ECUACIÓN 8: Velocidad de la compuerta.....	43
ECUACIÓN 9: Tiempo de la compuerta.....	43

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO "A" Programación del PLC

ANEXO "B" Programación del Variador

MEMORIA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



CAPITULO 1: MEMORIA

1.1. INTRODUCCION.

El agua es el principal e imprescindible componente del cuerpo humano. El cuerpo humano tiene un 75 % de agua al nacer y cerca del 60 % en la edad adulta. El cerebro es 75% agua, la sangre es un 92% agua, los huesos un 22% agua y los músculos un 75% agua. (Facsca, 2022)

El agua estructura el sistema circulatorio y distribuye nutrientes hacia todo el cuerpo a través de la sangre. Y otros de los principales beneficios del agua para nuestro organismo son: mantiene la temperatura somática al eliminar el calor sobrante con su salida en forma de transpiración y vapor a través de la piel, alivia la fatiga, evita dolores de cabeza o reduce los riesgos de problemas cardíacos. debido a esto es de vital importancia beber la cantidad adecuada de agua para la salud. Asimismo, el ser humano utiliza el agua para distintas actividades. Principalmente como ser para la agricultura en un 70%, en un 15% en la industria y el otro 15% para uso doméstico. (AQUAe, 2021)

En este aspecto los estanques de agua desempeñan un papel crucial en la infraestructura de distribución de agua al proporcionar almacenamiento, regulación y mejora de la calidad del agua. Son elementos fundamentales para garantizar un suministro de agua confiable y seguro para las comunidades y áreas urbanas. No todas las plantas de estanques son iguales en su diseño, construcción y operación, ya que depende de la densidad de la población a servir. Estas plantas son monitoreadas permanentemente, a través del centro de control de servicio en forma remota.

Para el consumo de agua debe pasar por un proceso de ser captada, almacenada y ser potabilización y una vez finalizado, el agua se lleva a la estación de bombeo donde son distribuidos por medio de una red de tuberías y de esa forma llegar a las viviendas.

Actualmente la zona de Almarda se han visto en la necesidad de automatizar la distribución de agua y el abastecimiento de agua, debido a que se lo realiza actualmente de manera manual y también para cumplir con la necesidad de suministro de agua a la población.

Por ello el motivo principal del presente trabajo de fin de master se basa en automatizar el estanque para y de esta manera también tener un mejor control de funcionamiento del abastecimiento, distribución del agua y de esta forma aprovechar el agua de la mejor manera, para poder cumplir con las necesidades de toda la población.

1.2. ANTECEDENTES.

El 22 de marzo de cada año se celebra el Día Mundial del Agua. Es una iniciativa puesta en marcha en 1993 por las Naciones Unidas para destacar la importancia del agua para el medio ambiente y el bienestar humano. (AQUAe, 2021)

El consumo de agua está presente y es relativamente constante, pero no lo es su disponibilidad. De ahí la necesidad de tener clara la importancia del agua para llevar a cabo una gestión adecuada y sostenible de su consumo que evite el agotamiento de este recurso y el estrés hídrico.

Es por eso que, con los datos que proporciona la Organización Mundial de la Salud (OMS), es fácil darse cuenta de la importancia del agua en nuestra vida, pero sobre todo hasta qué punto es imprescindible.

Así, que ya sea porque la escasez del agua es ya visible en muchas partes del planeta, o porque pueda serlo en un futuro cercano en otras muchas, debemos interiorizar la importancia del agua en nuestras vidas y cuidarla para que podamos disfrutar de este bien tan preciado el mayor tiempo posible. Porque la ausencia de la misma puede desatar además de problemas de salud, también diplomáticos y migratorios en un mundo ya complejo como el actual. (AQUAe, 2021)

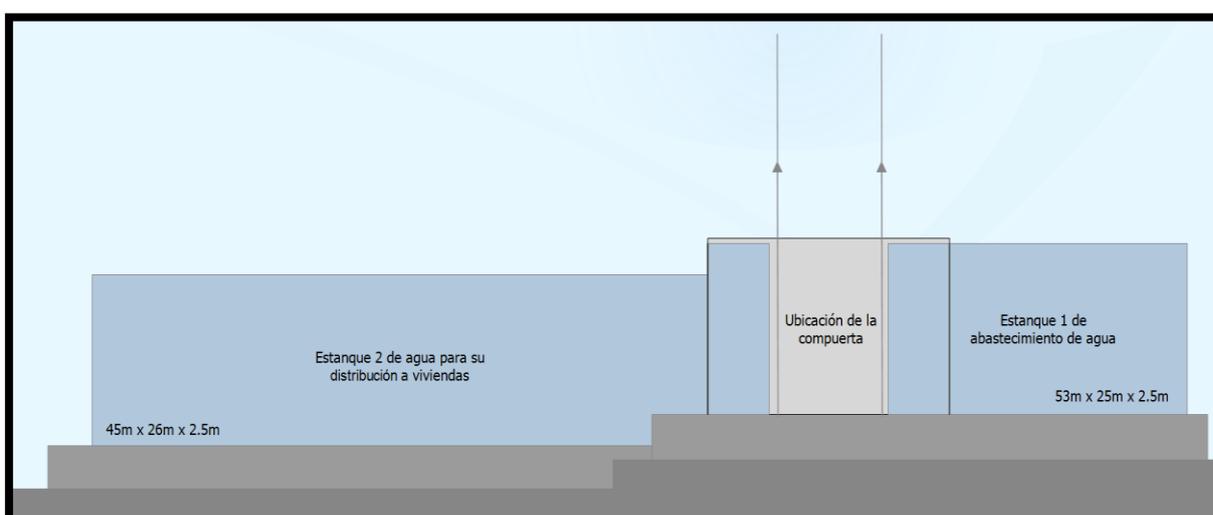
El abastecimiento de agua en un tanque es esencial para garantizar la seguridad, confiabilidad y eficiencia del suministro de agua en una comunidad o área determinada. Asimismo, optimiza el rendimiento del sistema, proporcionando flexibilidad operativa para gestionar eficazmente el suministro de agua para garantizar el acceso del mismo, promoviendo la higiene, el saneamiento, mejorar la calidad de vida, impulsar el desarrollo económico y social. Es un componente vital de la infraestructura urbana y requiere una planificación, gestión, mantenimientos adecuados para satisfacer las necesidades de las comunidades de manera efectiva y sostenible.

La zona de Almarda puede enfrentar desafíos relacionados con el suministro de agua, especialmente en épocas de sequía. Diseñar un sistema de control del estanque garantiza un adecuado abastecimiento y el suministro sostenible de agua para distintos usos, lo que puede ser crucial para mantener la salud de la fauna y flora local, como también para el uso responsable, salud, disfrute de la población y visitantes. Asimismo, dar seguridad, facilitar al operador el control y tener un mejor monitoreo de funcionamiento.

1.3. DESCRIPCIÓN ACTUAL DEL ESTANQUE.

El estanque que se encuentra ubicado en la zona de Almarda de la ciudad de Sagunto, se dedicado a la distribución de agua para el uso de la población y es abastecido por otro estanque de agua que se puede ver en la Figura 1.

FIGURA 1: Estanques para el proceso de abastecimiento y distribución.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

1.4. OBJETIVOS.

1.4.1. Objetivo general.

El presente trabajo fin de master consiste en el diseño de un sistema de control de abastecimiento y distribución de agua de un estanque ubicado en la zona de Almarda.

1.4.2. Objetivos específicos.

- Determinar los requerimientos de la situación actual del proceso de abastecimiento y distribución de agua del estanque.
- Diseñar el sistema mecánico de la compuerta para el estanque de agua.
- Seleccionar los accionamientos necesarios y diseños de su instalación.
- Determinar los sensores y actuadores más óptimos para el diseño de control.
- Implementar el programa de control para el estanque de agua.
- Implementar el sistema Scada
- Comunicación PLC- Scada.

1.5. JUSTIFICACION.

De acuerdo con la normativa universitaria oficiales que conducen a la obtención del Título Oficial de Máster se debe concluir con el Trabajo Fin de Máster, por lo que es necesario realizar el trabajo de carácter obligatorio para la obtención del título.

El diseño de sistema de control propuesto busca mediante la aplicación de la teoría y los conceptos obtenidos en el Master en Mecatrónica encontrar soluciones para el proceso de abastecimiento y distribución de agua que permita una manipulación adecuada de manera que no sean manipulados de forma manual, utilizando los Automatas Programables, Interfaz Hombre-Maquina, Sensores y Actuadores. Asimismo, se diseñará la compuerta para el abastecimiento de agua al tanque en SolidWorks que será accionada mediante un motor.

De esta manera se ayudará a cumplir con el suministro de agua a la población sin ponerlo en riesgo y permitirá que el personal implicado en la zona de trabajo, tome decisiones adecuadas que hará que el sistema trabaje de manera eficiente.

1.6. DELIMITACION.

El presente trabajo de Fin de Master tiene como delimitación diseñará un sistema de control para el abastecimiento y distribución de agua de un estanque que permitirá un control, supervisión y monitorización, para esto se consideran los siguientes procedimientos:

- Se estudiará sobre el proceso de abastecimiento y distribución de agua de un estanque, obteniendo todos los datos necesarios para diseñar el sistema de control.
- Se diseñará una compuerta será acciona mediante un motor, para el proceso de abastecimiento de agua al estanque.
- Se seleccionará los tipos de sensores de nivel y actuadores adecuados como las bombas para el abastecimiento y distribución de agua que permitirá realizar acciones de control de acuerdo al requerimiento, eligiendo el mejor modelo.
- Se determinará el diseño de control para el abastecimiento y distribución, estará orientado al control de los procesos a través de un autómatas programable y una interfaz de usuario-maquina interactuando con los sensores, actuadores.
- Se seleccionará un sistema de protección y accionamiento que permitirá proteger los dispositivos eléctricos, electrónicos del sistema evitando sobrecargas y cortocircuitos de igual manera se determinaran las fuentes de alimentación para los dispositivos y se diseñara los planos eléctricos.

1.6.1. Delimitación temática.

El área de investigación del trabajo de Fin de Master comprende las asignaturas de automatización distribuida, instalaciones eléctricas, Accionamientos electromecánicos, sistemas de medición y actuación, dinámica de sistemas mecánicos.

1.6.2. Delimitación espacial.

El presente proyecto se desarrollará para zona de Almarda ubicado en la ciudad de Sagunto que pertenece a la Comunidad Valenciana.

1.7. PROCESO DE ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE UN ESTANQUE.

Uno de los aspectos primordiales para cumplir con el suministro de agua potable a una población es su almacenamiento y distribución. (Valades, 2020)

Una red de agua potable es aquella que facilita que el agua avance desde el punto de captación hasta el punto de consumo en condiciones aptas. Por aptas no solo se

entiende en cuanto a condiciones sanitarias de calidad, sino también de cantidad. (GROUP, 2024)

1.7.1. Sistema de abastecimiento de agua a un estanque.

Una vez potabilizada el agua, este se almacena en estanques de agua grandes, para que siempre tenga agua disponible bajo cualquier demanda. Hay que destacar que dichos estanques suelen estar colocados en lugares lejanos,

1.7.2. Sistema de distribución de agua a la población.

Consta de una estación de bombeo que elevan e impulsa el agua, para que pueda llegar más lejos por medio tuberías principales, secundaria y luego a la red terciaria hasta cada sitio de la población.

1.8. INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL.

1.8.1. Sensores industriales.

Para efectuar el control de las máquinas es necesario que los controladores conozcan la posición de las partes móviles de las máquinas, de los objetos o de variables como ser temperatura, presión, etc. Para suministrar esa información será necesario disponer de sensores también denominados captadores o detectores (Piedrafita, 2004).

1.8.1.1. Según el tipo de señal eléctrica que generan.

- Sensores analógicos.

Los sensores analógicos generan señales eléctricas denominadas analógicas que pueden tomar cualquier valor dentro de unos determinados márgenes y que llevan la información en su amplitud.

- Sensores digitales.

Los sensores digitales generan señales eléctricas que sólo toman un número finito de niveles o estados entre un máximo y un mínimo, y por ello reciben el nombre de digitales. Las más utilizadas son las binarias, que sólo pueden tener dos niveles de tensión, que se asignan a los números binarios.

1.8.1.2. Detectores de nivel.

Los detectores de nivel se utilizan en diversas funciones integrales para el control de procesos en industrias, se puede distinguir de la siguiente manera:

- Los sensores de nivel de punto.

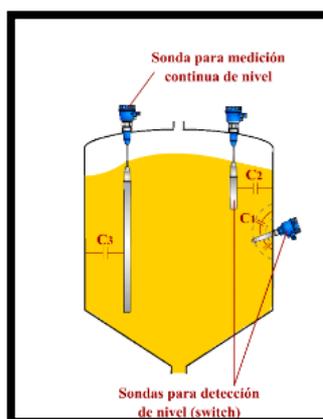
Se utilizan para marcar una altura de un líquido en un determinado nivel preestablecido. Generalmente, este tipo de sensor funciona como alarma, indicando un sobre llenado cuando el nivel determinado ha sido adquirido, o al contrario de una alarma de nivel bajo para indicar que el recipiente ya está casi vacío. (Creus, 2018).

a) Sensor de nivel por capacitancia.

Los sensores capacitancia son particularmente robustos, pudiendo soportar temperaturas y presiones muy altas. Son, también, fáciles de instalar y adecuados para medir productos líquidos, sólidos y en polvo e, incluso, garantizan la fiabilidad de medición de productos viscosos o altamente adherentes. Además, los modelos capacitivos no son sensibles a los productos conductores de la electricidad. (Directa, 2022)

En este tipo de dispositivos, una sonda metálica y la pared misma del tanque o si actúan como dos placas de un condensador. La capacidad de este condensador depende del medio que haya entre la sonda y la pared. Si solo hay aire, es decir, si el tanque está vacío, la capacidad del conductor es baja. Cuando parte de la sonda esté cubierta por el producto, la capacidad se incrementará. El cambio de capacidad se convierte mediante un amplificador en una acción de relé o en una señal de salida analógica. Por ello, este método es igualmente adecuado como indicador de nivel (disposición vertical de la sonda) y como switch de nivel (sonda en disposición horizontal) se puede ver en la Figura 2 el sensor de nivel.

FIGURA 2:Sensor de nivel capacitivo.



Fuente: https://docplayer.es/46364927-2-3-medicion-de-nivel.html#google_vignette.

Para realizar la medición de nivel por variación de capacidad, el condensador se conecta a un circuito de corriente alterna de alta frecuencia, de modo que el cambio de en la capacidad ΔC , que es el cambio de nivel, se puede convertir en señal eléctrica. (Gusman, 2018)

Un oscilador colocado en el cabezal de la sonda convierte los cambios de capacidad en variaciones de voltaje o frecuencia. Esta variación se convierte mediante un relé en un switch de capacidad o en un indicador de nivel por capacidad por señal estándar.

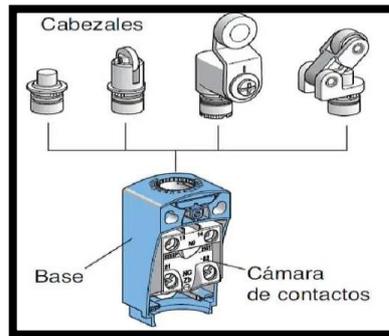
1.8.1.3. Interruptor de posición.

También denominados finales de carrera, se utilizan para detectar, por contacto físico, el final de recorrido de un elemento móvil de una máquina o dispositivo automático. Permiten abrir y/o cerrar circuitos cuando se ejerce presión sobre él, volviendo estos a su posición de reposo cuando cesa la acción.

Dependiendo de las necesidades de detección, existen numerosos tipos de cabezas de accionamiento (rodana, palanca, leva, varilla, etc.) intercambiables entre sí para un mismo modelo de final de carrera. Se puede ver en la Figura 3.

Un final de carrera consta de tres partes: base o envoltente, la cabeza de accionamiento y la cámara de contactos eléctrico (NO o NC). (Martin, 2019)

FIGURA 3: Final de carrera.



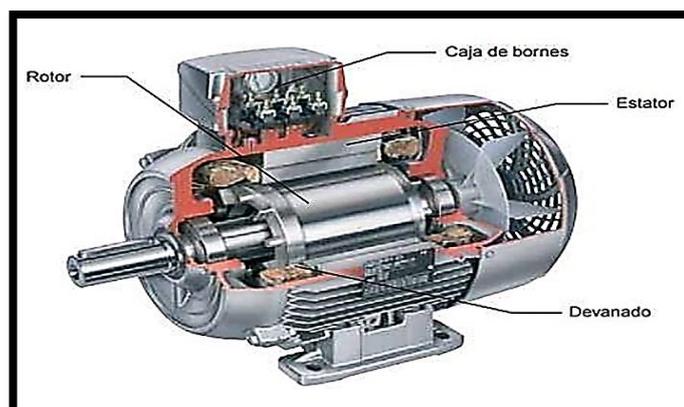
Fuente: [https://web.instipp.edu.ec/Libreria/libro/Automatismos_industriales_compressed%20\(2\)%20\(1\)- comprimido.pdf](https://web.instipp.edu.ec/Libreria/libro/Automatismos_industriales_compressed%20(2)%20(1)- comprimido.pdf)

1.8.1.4. Motores eléctricos.

Los motores eléctricos son máquinas que transforman la energía eléctrica en mecánica, que en la actualidad toma un papel muy importante en el área industrial, ya que se encuentran presentes en la mayoría de los procesos en los que se requiere un movimiento mecánico, tales como los agitadores, desplazadores, etc. Actualmente los motores se clasifican en motores de corriente alterna y motores de corriente continua. Debido a su fácil conexión, bajo mantenimiento y poco coste de fabricación, los más utilizados en la actualidad son los motores de corriente alterna. (Martin, 2019)

Un motor, y en general cualquier máquina eléctrica rotativa, está constituida por dos partes internas bien diferenciadas: el rotor y el estator que se puede ver en la Figura 4.

FIGURA 4: Partes inter de un motor eléctrico.



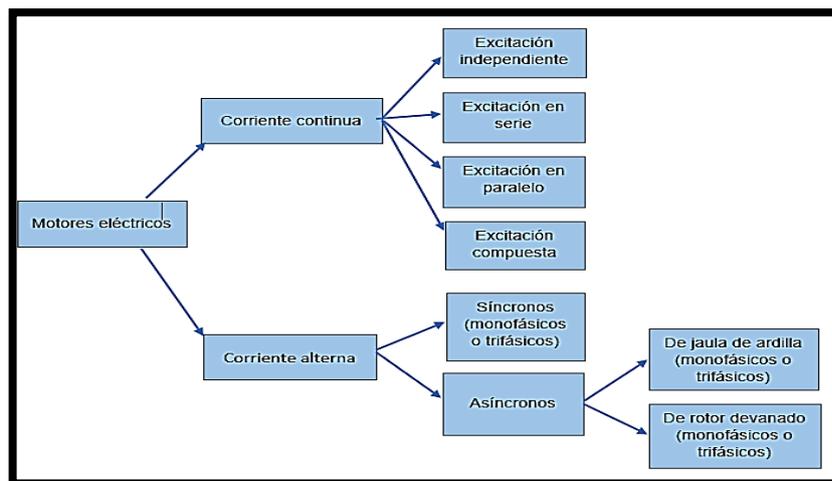
Fuente: Juan Carlos Martin, "Automatismos Industriales", Pág. 105.

El rotor es la parte giratoria de la máquina eléctrica y se aloja en el interior del circuito magnético del estator. Desde el exterior lo único que se puede ver de él es su eje. Dependiendo del tipo de máquina eléctrica, el rotor puede estar bobinado o no. En el primer caso, el conexionado eléctrico se realiza desde la caja de bornes, a través de escobillas, a un sistema de colector o anillos rozantes

El estator es la parte fija de la máquina. Está formado por chapa magnética ranurada (o piezas polares), en la que se aloja el devanado. La conexión eléctrica se realiza desde exterior a través de la caja de bornes. (Martin, 2019)

La clasificación de los motores eléctricos se puede ver en la Figura 5.

FIGURA 5: Clasificación de los motores eléctricos.



Fuente: Elaboración propia 2024.

En función del número de fases de la alimentación, los motores de corriente alterna pueden ser monofásicos y trifásicos. Los monofásicos se alimentan mediante fase y neutro y los trifásicos mediante tres fases. El primero se utilizan mayoritariamente en entornos domésticos y el segundo en entornos industriales.

a) Motores trifásicos.

Entre los motores trifásicos, existen dos tipos en función del devanado del rotor: Los de jaula de ardilla (o cortocircuito) y los de rotor bobinado (o también denominado de anillos rozantes) y además son asíncronos (para producir la torsión del rotor es inducida por inducción electromagnética del campo magnético de la bobina del estator).

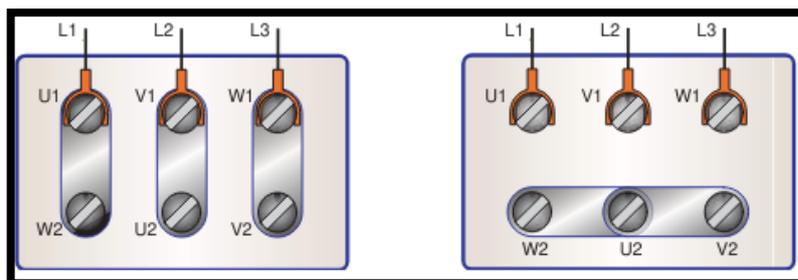
1) Motor trifásico asíncrono de rotor de jaula de ardilla.

Los motores trifásicos disponen en el estator tres devanados, uno por fase. Cada devanado tiene dos terminales, un principio y un final, que salen a la caja de bornes, quedando conectados internamente.

El motor de C.A. (corriente alterna) solo dispone de una sola velocidad que corresponde a la polaridad con la que está construido. Este puede aplicarse directamente a la máquina, como en un grupo hidráulico (motor - bomba), o a través de reductor (motor - reductor). En el primer caso, la velocidad aplicada es la que da el motor. En el segundo caso, la velocidad aplicada a la máquina será la que proporcione el reductor en su eje.

La primera conexión se denomina triángulo y es para la menor tensión de funcionamiento del motor. La segunda conexión se denomina estrella y es para la tensión mayor. Se puede ver en la Figura 6 el tipo de conexión.

FIGURA 6: Conexión triángulo y estrella.



Fuente: Automatismos industriales, Martín, Pág.108.

Si un motor trifásico indica en su placa de características, que la tensión nominal es de 230V/400V, si se conecta a una red de alimentación de 230V, la conexión debe hacerse en triángulo. Sin embargo, si la red de alimentación es de 400 V, la conexión de los bornes debe hacerse en estrella. (Martín, 2019)

1.8.1.5. Variador de frecuencia.

Un variador de frecuencia es un dispositivo de electrónica de potencia, que como su propio nombre dice, es capaz de modificar la frecuencia en hercios de la alimentación de un motor. Los variadores de frecuencia se utilizan con máquinas convencionales,

que no necesitan ningún devanado especial. Trabajan entre una frecuencia mínima y una máxima, pudiéndose regular en todo el rango con suma facilidad. (Martin, 2019)

a) Componentes básicos de un variador

- Red de suministro.

Una acometida de c.a.. monofásica en aparatos para motores pequeños de hasta 1,5 kw (2 C.V. aprox), y trifásica, para motores de más potencia, hasta valores de 630 kw o más.

- Entradas y salidas (E/S ó I/O).

Diferentes conexiones de entradas y salidas de control; pueden ser digitales tipo todo o nada (contactos, pulsadores, conmutadores, contactos de relé...) o analógicas mediante valores de tensión (0...10 V o similares) e intensidad (4...20 mA o similares). Además, puede incluir terminales de alarma, avería, etc.

- Comunicaciones.

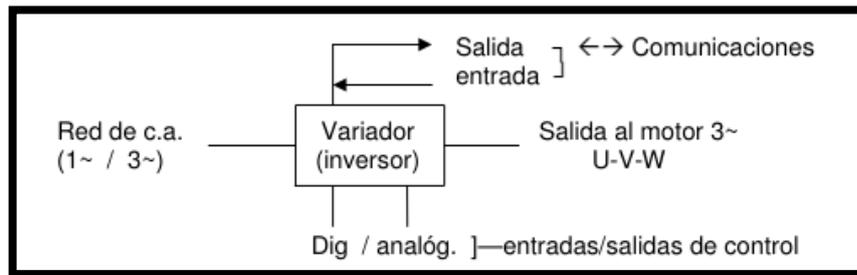
Estos dispositivos pueden integrarse en redes industriales, por lo que disponen de un puerto de comunicaciones, por ejemplo, RS-232, RS-485, red LAN, buses industriales (Profibus) o conexiones tipo RJ-45 o USB para terminales externos y ordenadores. Cada fabricante facilita el software de control, directo o mediante bus de comunicaciones. Que permitirá el control, programación y monitorización del variador (o variadores) en el conjunto de aparatos de control empleados.

- Salida.

Conexión al motor, generalmente de tres hilos (U-V-W) para conexión directa en triángulo o estrella según la tensión del motor. (Calvo, 2012)

Se puede ver en la Figura 7 el diagrama de componentes básicos de un variador.

FIGURA 7:Diagrama de componentes básicos.



Fuente: Sistema de regulación y control automáticos, Calvo, Pág.143.

b) Parámetros mas importantes.

Los parámetros más importantes que se deben observar para el correcto funcionamiento del variador son:

- Red de suministro de alimentación.
- Potencia del variador.
- Señales de salida: tensión e intensidad adecuada al motor.
- Frecuencias de salida mínima y máxima.
- Tiempo de aceleración y de parada.
- Control del par inicial.
- Protección térmica. Intensidad nominal, sobrecarga y rearme.
- Visualización: indicaciones de la pantalla (frecuencia, intensidad, etc.).
- Señales de alarma y monitoreo.
- Entradas/Salidas de control (todo o nada y analógicas).
- Elementos de control (pulsadores, terminales, potenciómetro, etc.).
- Funciones avanzadas.
- Ajuste de características del motor (auto tune).
- Control de par.
- Calibración.
- Borrado y reinicio de funciones y parámetros.
- Comunicaciones.
- Control mediante bucle PI, PID, etc.
- Operación sobre varios motores.

1.9. CONTROL Y REGULACIÓN INDUSTRIAL.

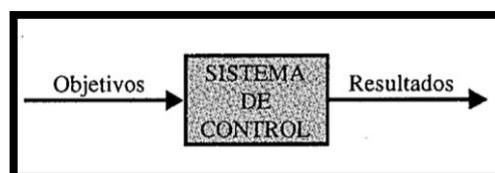
El control y regulación industrial se encarga de verificar equipos o plantas completas las cuales cumplan con las normas de seguridad ya estipuladas, esto permitirá garantizar el tiempo de vida del equipo y lograría resguardar la seguridad que se desea. A su vez permite diagnosticar el funcionamiento de los equipos industriales, que estos cumplan con los parámetros de seguridad y no presenten fallas en el sistema. (Díaz, 2011)

Los equipos más usados para el control de los procesos y sus respectivos monitoreos son: Autómatas programables o también llamados controladores lógicos programables (PLC), interfaz hombre máquina y buses de campo industriales que sirven para la comunicación entre los dispositivos que conforman el sistema de control.

1.9.1. Elementos de un sistema de control.

Los componentes básicos de un sistema de control se pueden describir mediante: Objetivos de control, componentes del sistema control y resultados o salidas, que se puede ver en la Figura 8.

FIGURA 8: Componentes básicos de un sistema de control.



Fuente: Sistemas de control automático, Kuo, Pág. 3.

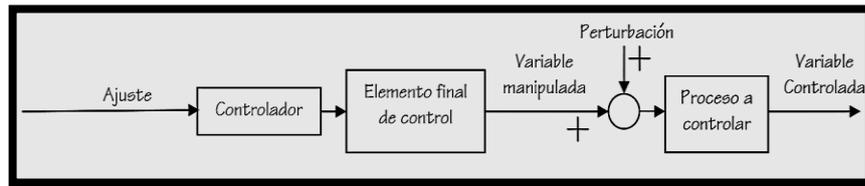
1.9.2. Clasificación de los sistemas de control.

Los sistemas de control se clasifican en: Sistema de control pasivo, sistema de control de lazo abierto y sistema de control realimentado.

1.9.2.1. Sistema de control de lazo abierto.

Es cuando el sistema de control utiliza la información de la entrada para realizar una acción de control, sin tomar en cuenta el valor de la variable controlada. Se puede ver en la Figura 9 el diagrama de un sistema de control en lazo abierto. (Dulhoste, 2020)

FIGURA 9: Diagrama de bloques de un sistema de control de lazo abierto.



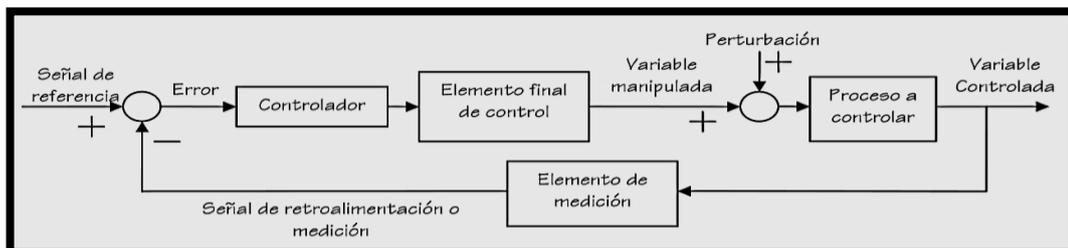
Fuente: Teoría de control, Dulhoste, Pág. 13.

Los sistemas en los cuales la salida no tiene efecto sobre la acción de control se denominan sistemas de control en lazo abierto. En otras palabras, en un sistema de control en lazo abierto no se mide la salida ni se realimenta para compararla con la entrada.

1.9.2.2. Sistema de control retroalimentado.

Es cuando la variable controlada se compara continuamente con la señal de referencia y cualquier diferencia produce una acción que tiende a reducir la desviación existente. En otras palabras, la acción de control realizada por el sistema de control depende del valor de la variable controlada en todo instante, por lo tanto, también toma el nombre de sistema de control de lazo cerrado. Se puede ver en la Figura 10 el diagrama de un sistema de control realimentado. (Dulhoste, 2020)

FIGURA 10: Diagrama de bloques de un sistema de control retroalimentado.



. Fuente: Teoría de control, Dulhoste, Pág. 14.

Un sistema que mantiene una relación determinada entre la salida y la entrada de referencia, comparándolas y usando la diferencia como medio de control, se denomina sistema de control realimentado.

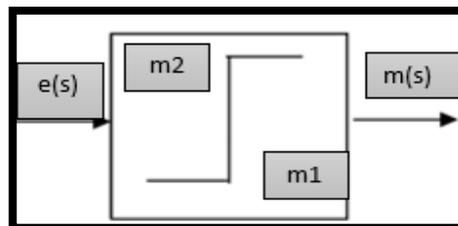
1.9.3. Controladores de un sistema de control.

Los controladores de un sistema de control son los instrumentos diseñados para detectar y corregir los errores producidos al comparar y computar el valor de la referencia (set point), con el valor medido del parámetro más importante a controlar en un proceso. Estos controladores son: Controlador encendido–apagado o on-off.

1.9.3.1. Controlador ON-OFF.

Este tipo de controlador también denominado de dos posiciones o encendido-apagado, es aquel que realiza la acción de modificación de la variable manipulada de manera discontinua, solo puede tomar un valor máximo o un valor mínimo. Estos valores pueden ser: Abierto o cerrado, conectado o desconectado. Consideran solamente dos estados de operación. Se puede ver en la Figura 11 el diagrama de un controlador ON-OFF.

FIGURA 11: Controlador ON-OFF.



Fuente: Elaboración propia 2024.

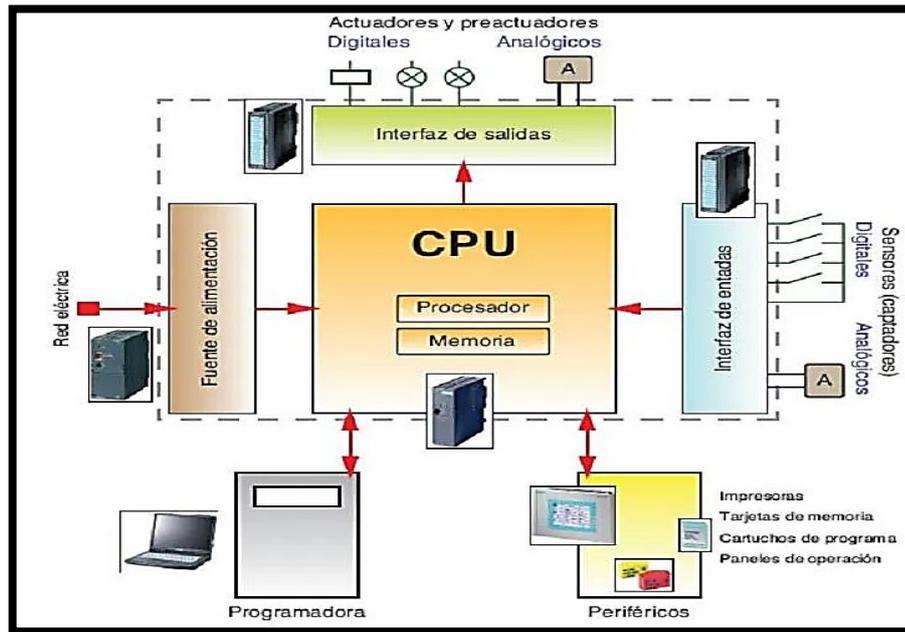
1.9.4. Controladores lógicos programables.

Un Autómata programable o PLC es toda máquina electrónica diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales. Realiza funciones lógicas: Series, paralelos, temporizadores, contadores, etc.

1.9.4.1. Estructura de un controlador lógico programable.

El autómata programable está gestionado por un sistema electrónico basado en un microprocesador, encargado de procesar las señales del exterior, tanto de lectura como de escritura, a través de las interfaces de entradas y salidas. puede ver en la Figura 12 el diagrama de bloques de la estructura de un autómata programable. (Martin, 2019)

FIGURA 12: Estructura de un autómata programable.



Fuente: Automatismos industriales, Martín, Pág. 260.

La función de la CPU consiste en leer de la memoria el programa que le ha sido programado instrucción por instrucción, para ir ejecutando una a una las instrucciones que dicho programa le está indicando. (Peralta, 2019)

Durante el ciclo, la CPU ejecuta las tareas siguientes:

- Lectura de entradas.
- Ejecución del programa de usuario.
- Procesamiento de peticiones de comunicación de dispositivos externos a la CPU.
- Autodiagnóstico de elementos del autómata. Comprueba en cada ciclo que todo está en perfecto estado de funcionamiento.
- Escribir el resultado del proceso en las salidas.

a) Módulos de entradas y salidas.

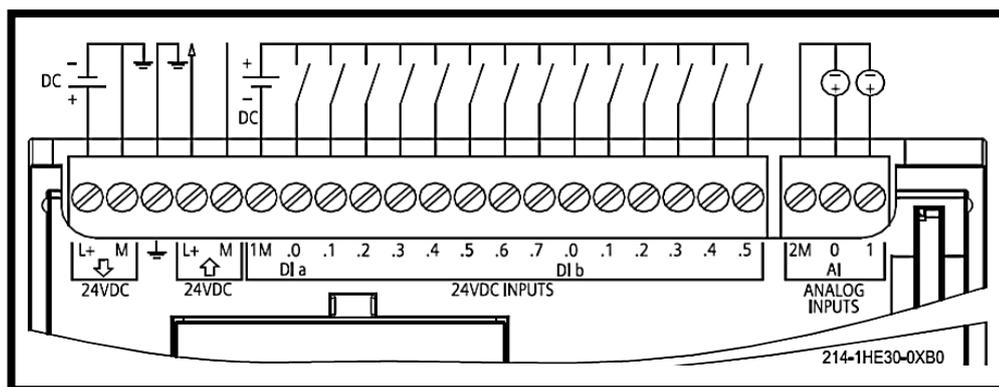
Las entradas digitales captan señales de tipo discreto que varían su estado ante cambios de tensión todo o nada. La CPU detecta un 1 lógico, cuando el valor es máximo, o un 0 lógico, cuando el valor es mínimo. (Peralta, 2019)

La alimentación de las entradas digitales se realiza atendiendo al tipo de autómeta y a la aplicación que va destinado, pueden ser:

- Entradas a 24 V DC: Se conectan directamente de la fuente de alimentación del autómeta o a una fuente de alimentación auxiliar.
- Entradas 100-240 V AC: Se conecta a la red de corriente alterna que alimenta la instalación.

Se puede ver en la Figura 13 el diagrama de conexión de las entradas.

FIGURA 13: Conexión de entrada.



Fuente: Autómetas Programables, Master.d, Pág. 55.

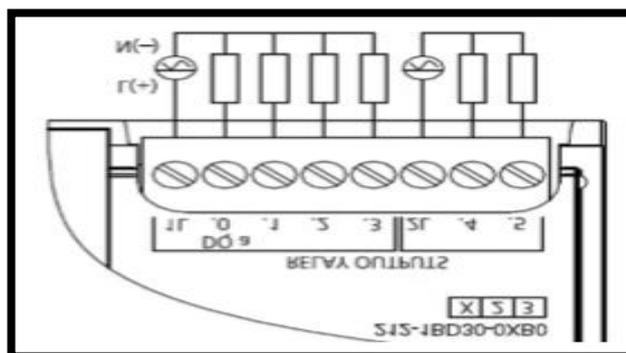
Las salidas tiene como misión enviar las señales de activación y desactivación a los actuadores, (bobinas de contactores, relés, módulos triacs, lámparas, etc.).

Los digitales envían señales todo o nada a los actuadores, pudiéndose distinguir los siguientes tipos:

- Las salidas a relés, son libres de tensión y por tanto se pueden utilizar para cualquier tipo de corriente (CC o CA) y para diferentes tensiones.
- Las salidas a transistor, también denominadas a colector abierto, se utilizan para activar actuadores de corriente continua. En este caso, la alimentación del autómeta sí que debe ser la misma que la de los actuadores y pre actuadores conectados a los bornes de salidas.

Se puede ver la Figura 14 el diagrama de conexión de las salidas.

FIGURA 14: Conexión de salida.



Fuente: Autómatas Programables, Master.d, Pág. 61.

1.9.4.2. Programación de controladores lógicos programables.

Los autómatas programables almacenan los datos que procesan en diferentes zonas de memoria. El desarrollo de programas requiere conocer adecuadamente el acceso a estas zonas, tanto para escribir como para leer datos.

a) Lenguaje de contactos.

Este tipo de lenguaje, también denominado lenguaje LADDER o de escalera, es un lenguaje de programación gráfico muy popular dentro de los Controladores Lógicos Programables (PLC), debido a que está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos. De este modo, con los conocimientos que todo técnico eléctrico posee, es muy fácil adaptarse a la programación en este tipo de lenguaje.

Para programar un PLC con lenguaje de contactos, además de estar familiarizado con las reglas de los circuitos de conmutación, es necesario conocer cada uno de los elementos de que consta este lenguaje. Se puede ver en la Tabla 1 los símbolos de los elementos básicos junto con sus respectivas descripciones.

TABLA 1: Símbolos de los elementos de programación de contactos.

Símbolo	Nombre	Símbolo	Nombre
	Contacto abierto NA		Bobina directa NA
	Contacto cerrado NC		Bobina inversa NC

Símbolo	Nombre	Símbolo	Nombre
	Flanco positivo		Bobina de activación SET
	Flanco negativo		Bobina de desactivación RESET

Fuente: Automatismos industriales, Martín, Pág. 290.

El lenguaje KOP facilita el trabajo a los programadores principiantes al resultar más intuitivo. La representación gráfica es fácil de comprender, siendo popular en el mundo entero. (Peralta, 2019)

1.9.5. Interfaz hombre máquina.

La Interfaz Hombre Máquina es la interfaz entre el proceso y los operadores, básicamente un panel del operador. Es la herramienta principal con la cual los operadores y los supervisores de la línea coordinan y controlan los procesos industriales y de fabricación en la planta.

El software de un HMI permite entre otras funciones las siguientes: Interfaz gráfica de modo que se pueda ver el proceso e interactuar con él, registro en tiempo real e histórico de datos y manejo de alarmas. (Perez, 2009)

1.10. DISPOSITIVOS DE ALIMENTACIÓN Y PROTECCIÓN.

Los dispositivos de protección eléctrica permiten entender cuán importante es mantener en óptimas condiciones el funcionamiento del sistema, estos comprenden principalmente funciones como: Conexión, protección, seccionamiento y control, además deben seguir reglamentos y normas de acuerdo al tipo de instalación que se tenga, para así determinar reglas de seguridad. (Harper, 2003).

1.10.1. Fuente de alimentación de corriente continua.

La fuente de poder o de alimentación es el dispositivo que se encarga de transformar la corriente alterna de la línea eléctrica en corriente continua o directa; que es la que utilizan los dispositivos electrónicos tales como PLC y sensores.

Las funciones esenciales de la fuente son:

- Transformación, se consigue reducir la tensión de entrada a la fuente (220 v o 125 v), que son las que suministra la red eléctrica. Allí participa un transformador en bobina. La salida de este proceso generará 24 voltios.
- Estabilización, cuando se dispone ya de la señal continua y casi del todo plana, solo resta estabilizarla por completo.

La alimentación a la CPU puede ser de continua a 24 Vcc, tensión muy frecuente en cuadros de distribución, o en alterna a 110/220 Vca. En cualquier caso, es la propia CPU la que alimenta las interfaces conectadas a través del bus interno. (Perez, 2009)

1.10.2. Protección eléctrica.

El estudio de la protección de los sistemas eléctricos es de vital importancia para alargar el tiempo de vida de los equipos y evitar daños al personal humano.

En el diseño de sistemas eléctricos, se han desarrollado varias técnicas para minimizar los efectos de las anomalías que ocurren en el mismo, de tal forma que se diseña el sistema para que sea capaz de:

- Aislar rápidamente la porción afectada del sistema, de manera que se minimice el efecto y se mantenga el servicio tan normal como sea posible.
- Reducir el valor de la corriente de cortocircuito, para reducir los daños potenciales al equipo o partes de la instalación.
- Proveer al sistema, siempre que sea posible, de medio de cierre automático, para minimizar la duración de fallas de tipo transitorio.

1.10.2.1. Dispositivos de protección.

Los equipos eléctricos pueden ser origen de un gran número de incidentes mecánicos o eléctricos. Con el fin de evitar que dichos incidentes estropeen los receptores y el equipo que los manda y que hagan extensiva la incidencia a la red o línea de alimentación, es necesario protegerlas. Estos incidentes suelen ser: Sobretensión, caída de tensión, falta de fase, sobrecarga y cortocircuitos.

Los diferentes dispositivos de protección utilizados en los equipos son: Fusibles, interruptor diferencial, relés térmicos, guardamotor e Interruptor termomagnético.

a) Fusibles.

El objetivo del fusible es que, ante cualquier aumento de temperatura debido a una intensidad excesiva, sea el primer punto en calentarse. Si la temperatura es la suficiente, el elemento se funde, interrumpiendo la continuidad del circuito y evitando por tanto que la sobreintensidad peligrosa siga circulando y dañe al resto de componentes. Realiza un corte o interrumpir muy rápidamente la corriente, en tiempo del orden de milisegundos. (Martin, 2019)

Las principales características que definen un fusible son:

- Intensidad nominal: Intensidad que circula por la instalación en condiciones normales.
- Tensión: Tensión a la cual va a ser colocado, es decir, la de la instalación.
- Poder de corte: Valor máximo de la intensidad que es capaz de cortar.
- Elemento percutor o dispositivo indicador de que el fusible se ha fundido.
- Tipo de fusible: El tipo de fusible hace referencia al principal uso para el que ha sido diseñado.

b) Interruptor diferencial.

Es un sistema de protección automático que se instala en el cuadro principal de cualquier instalación eléctrica y que tiene la función de proteger la instalación de derivaciones a tierra y a las personas, de contactos directos o indirectos. (Martin, 2019)

Debido a la gran variedad de diferenciales ofrecidos por los fabricantes es importante el conocimiento de alguna de sus características a la hora de seleccionarlos y caracterizarlos debidamente para su instalación:

- Grado de protección.
- Numero de polos (unipolar o bipolar).
- Corriente nominal.
- Voltaje nominal.

- Frecuencia Hz.
- Poder de corte nominal.
- Poder de cierre nominal.

En la Figura 15 se observa el interruptor diferencial.

FIGURA 15: Interruptor diferencial

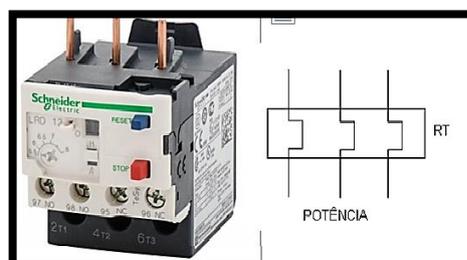


Fuente: <https://es.geindustrial.com/productos/aparamenta-modular/serie-fp-interruptores-diferenciales>.

c) Relé térmico.

Es utilizado para proteger motores contra las sobrecargas débiles y prolongadas. Se pueden utilizar en corriente alterna y en corriente continua. Su principio de funcionamiento se basa en que si la corriente sufre un incremento debido a una sobrecarga las tiras metálicas se calientan proporcionalmente a ella, deformándose y produciendo el desplazamiento de la corredera que abre los contactos. Se puede ver en la Figura 16 el relé térmico y su simbología.

FIGURA 16: Relé Térmico.



Fuente: <http://kevinorlandoasis.wordpress.com/2014/10/20/relevadores-térmicos-o-de-sobrecarga/>.

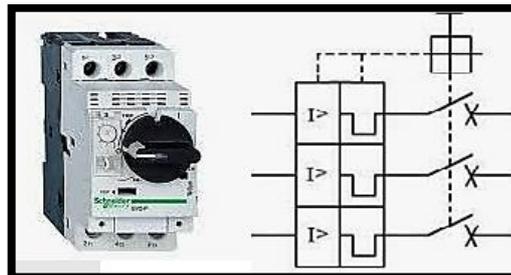
d) Guardamotor.

Los guardamotores (MMS) son dispositivos de protección para el circuito principal. Combinan el control del motor y la protección en un solo dispositivo. Posee un interruptor (on-off), un relé de sobrecarga y un disparo magnético perfectamente combinados entre sí. Se lo debe montar junto con un contactor sólo cuando se requiere accionamiento a distancia. Se puede ver en la Figura 17 el guardamotor más su simbología. (Guzman, 2018)

Las características de un guardamotor son:

- Control manual.
- Mecanismo de desconexión.
- El mango puede bloquearse en posición desactivada (OFF).
- Control remoto mediante bobina de mínima tensión o bobina de disparo.
- Indicador de desconexión.
- Compensación de temperatura.
- Ajuste de corriente configurable.

FIGURA 17: Guardamotor.



Fuente: <https://luisalbertopol.wordpress.com/mantiene-en-operacion-los-circuitos-de-control-electromagnetico-y-electronico/>.

e) Interruptor termomagnético.

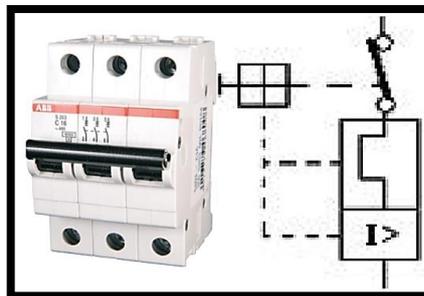
Un interruptor termomagnético, es un dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando éste sobrepasa ciertos valores máximos. Su funcionamiento se basa en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica en un circuito: el magnético y el térmico (efecto Joule). El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una bimetálica, conectadas en serie y por las que circula la corriente que va hacia la carga. (Martin, 2019)

Las principales características que definen un interruptor automático son:

- Número de polos: es el número de conductores que corta. Pueden ser unipolares, bipolares, tripolares, tetrapolares.
- Intensidad nominal: intensidad que va a circular por él en condiciones normales.
- Poder de corte: máxima intensidad que es capaz de cortar.
- Tipo de curva: determina el funcionamiento del dispositivo, tiempos de corte y disparador que actúa en función del valor de la intensidad. Los tipos de curvas más frecuentes son: Curva B, Curva C, Curva D y Curva ICP.

Se puede ver en la Figura 18 el interruptor magnetotérmico y su simbología.

FIGURA 18: Interruptor magnetotérmico



Fuente: Tablero de control eléctrico, Zamudio, Jiménez, Pág. 57.

f) Diagrama de control.

Se puede usar los siguientes programas para realizar planos dependiendo de la preferencia de cada uno como CadeSimu, Automation estudió, Autocad, Electrical, Eplan, Cad D y eléctrica entre otros.

1.11. ESTUDIO DE MECANISMO Y SISTEMA DE MODELADO DE PIEZAS.

En este texto se explora la cinemática y la dinámica de maquinaria con respecto a la síntesis de mecanismos para lograr los movimientos o tareas requeridas, así como el análisis de mecanismos para determinar su comportamiento dinámico de cuerpo rígido. Son fundamentales en el tema más amplio de diseño de máquinas. (Norton, 2009)

1.11.1. Elevadores de husillo.

El husillo es un tornillo sin cabeza y bastante largo en relación con su diámetro. Su funcionamiento requiere que sea combinado con alguna tuerca, de manera que, convierta el movimiento giratorio en uno longitudinal. Se puede ver en la Figura 19 el husillo.

FIGURA 19: Husillo.

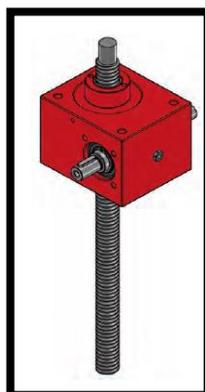


Fuente: <https://urany.net/blog/elevadores-de-husillo>.

En el ámbito industrial y comercial, los elevadores de husillos representan una solución ingeniosa para la elevación y descenso controlados de cargas. Su principio de funcionamiento se basa en un mecanismo de actuación lineal aparentemente simple pero altamente efectivo: un husillo roscado que gira dentro de una tuerca. Cuando este husillo gira, la tuerca se desplaza a lo largo del husillo, permitiendo un movimiento vertical preciso y controlado. (Torres, 2021)

Estos elevadores están constituidos, esencialmente, por un husillo, cuyo desplazamiento permite transformar un movimiento de rotación de entrada en un movimiento lineal de salida; la forma de accionarlos puede ser manual o motorizado (mediante motores de corriente continua o alterna, así como servomotores). En la Figura 20 se puede el elevador.

FIGURA 20: Elevador de husillo.

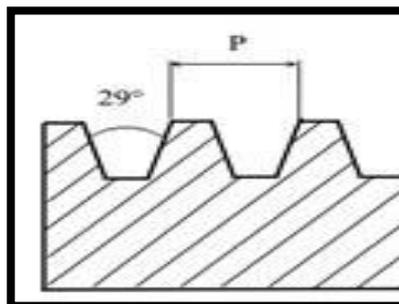


Fuente: Elevador a husillo, Grupo Gaes, Pag 11.

El elevador de husillo puede emplear tres clases de tornillos, las cuales te explicamos a continuación:

- Tornillo maquinado con tuerca ACME: la tuerca ACME es común en las máquinas que están diseñadas conforme a las unidades imperiales (pulgadas, pies, libras, etcétera). Las roscas ACME tienen un ángulo de 29° , así como una cara plana en la cresta y en la raíz. Estos elevadores con tuerca ACME son especialmente útiles para transmitir movimiento en prensas grandes tipo C, tornillos de banco y toda clase de máquina-herramienta. Se puede ver en la Figura 21 modelo de tornillo ACME.

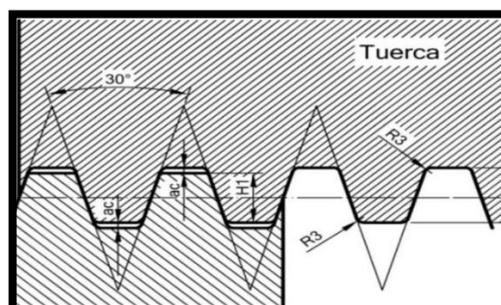
FIGURA 21: Modelo de tornillo ACME.



Fuente: <https://urany.net/blog/elevadores-de-husillo>.

- Tornillo maquinado con tuerca trapezoidal: el diente lo forma un triángulo isósceles de ángulo desigual de 30° (responde a la norma alemana DIN 103) y es óptimo para sistemas de alta fricción como las prensas, por ejemplo. Se puede ver en la Figura 22 el modelo de tornillo trapezoidal.

FIGURA 22: Modelo de tornillo trapezoidal.



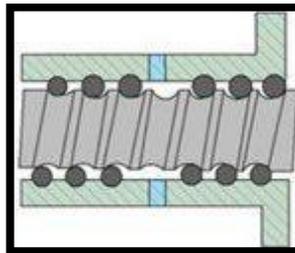
Fuente: <https://urany.net/blog/elevadores-de-husillo>.

- Tornillo con recirculación de bolas: es un mecanismo de baja fricción y, por lo tanto, su eficiencia es mayor. Estos husillos reducen la fricción gracias al

desplazamiento de bolas de acero dentro del canal ubicado entre las cuerdas del tornillo. Entre la tuerca y el husillo existen circuitos que están rellenos de bolas; de esta forma, el tornillo está en contacto con las bolas y las bolas con la tuerca. Estos husillos son empleados, usualmente, en máquinas que utilizan control numérico y que exigen alta precisión en el desplazamiento. (Torres, 2021)

Se puede ver en la Figura 23 el modelo de tornillo con recirculación de bolas.

FIGURA 23: Modelo de tornillo con recirculación de bolas.



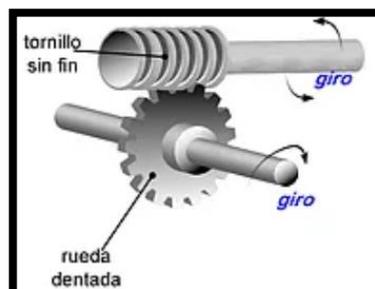
Fuente: <https://urany.net/blog/elevadores-de-husillo>.

Además de lo anterior, los elevadores por husillo también requieren un sistema de engranaje interno. Son dos tipos de los más usuales en la industria:

- Sinfín corona.

Transmite el movimiento de ejes que son perpendiculares entre sí; para ello, está conformado por dos piezas, el husillo sinfín con dentado helicoidal y el engranaje circular (la corona). El sinfín es el elemento de entrada o motriz y la rueda dentada es el elemento de salida. Este dispositivo es utilizado, usualmente, en los siguientes mecanismos: Cadenas de montaje, Puertas automáticas, Timones de barco, Laminadores, Compuertas hidráulicas, Escaleras mecánicas, Ascensores. Se puede ver en la Figura 24 el sistema de engranaje sinfín corona.

FIGURA 24: Sistema de engranaje sinfín corona.



Fuente: <https://urany.net/blog/elevadores-de-husillo>.

- Cónico helicoidal.

Utiliza la combinación de hélices derecha e izquierda; este tipo de engranaje es usado para transmitir el movimiento entre ejes que se cruzan o se cortan en el mismo plano. Otra característica es que los bordes de los dientes no son paralelos al eje de rotación, sino que están colocados en un ángulo. De esta forma, presentan un funcionamiento más gradual y mayor superficie de contacto; son más silenciosos y son óptimos para trabajar a altas velocidades. Algunos ejemplos de sus aplicaciones son los siguientes: Transmisiones del eje trasero de los vehículos a motor, Envasado y procesamiento de alimentos, Fabricación de latas, Propulsores para barcos, Transmisiones ferroviarias, Montacargas. (Torres, 2021)

Se puede ver en la Figura 25 el sistema de engranaje cono helicoidal.

FIGURA 25: Sistema de engranaje cono helicoidal.



Fuente: Maquinas y mecanismos, Myszka, Pag 261.

También debemos tomar algunos otros rasgos en cuenta acerca del funcionamiento de los sistemas de elevación de husillos:

- Control de velocidad: Cuando la aplicación utiliza un motor de AC, puedes emplear un variador para realizar esta tarea.
- Control de movimiento: Mediante una brida y un cople, es posible usar un servomotor para lograr control de posición, aceleración, velocidad y torque en el jack.
- Bajo consumo de energía: Las dos transformaciones mecánicas que componen un elevador de husillo funcionan como reductores de velocidad que, en consecuencia, producen una multiplicación de torque. Podemos encontrar ratios de reducción en los sistemas de engranaje desde 6 hasta 25 a 1 (relación del engranaje cuya configuración puede variar de 6 a 25 vueltas por una vuelta de salida). Adicionalmente, el paso del tornillo puede variar, siendo normalmente el de 5 mm el más pequeño disponible.

- Tensión y compresión: Un jack puede desplazar una carga en ambos sentidos o ejercer fuerzas de proceso en las dos direcciones de desplazamiento.

1.11.2. Modelización de sistemas mecánicos con SolidWorks.

Las principales características que hace de SolidWorks una herramienta versátil y precisa es su capacidad de ser asociativo, variacional y paramétrico de forma bidireccional con sus aplicaciones. Además, utiliza el gestor de diseño (gestor de funciones) que facilita enormemente la modificación rápida de operaciones tridimensionales y de croquis de operaciones sin tener que rehacer los diseños ya plasmados en el resto de sus documentos asociados.

Junto con las herramientas de diseño de pieza, ensamblajes y dibujo incluye también herramientas de productividad, gestión de proyectos, presentación y análisis y simulación. (Gonzales, 2015)

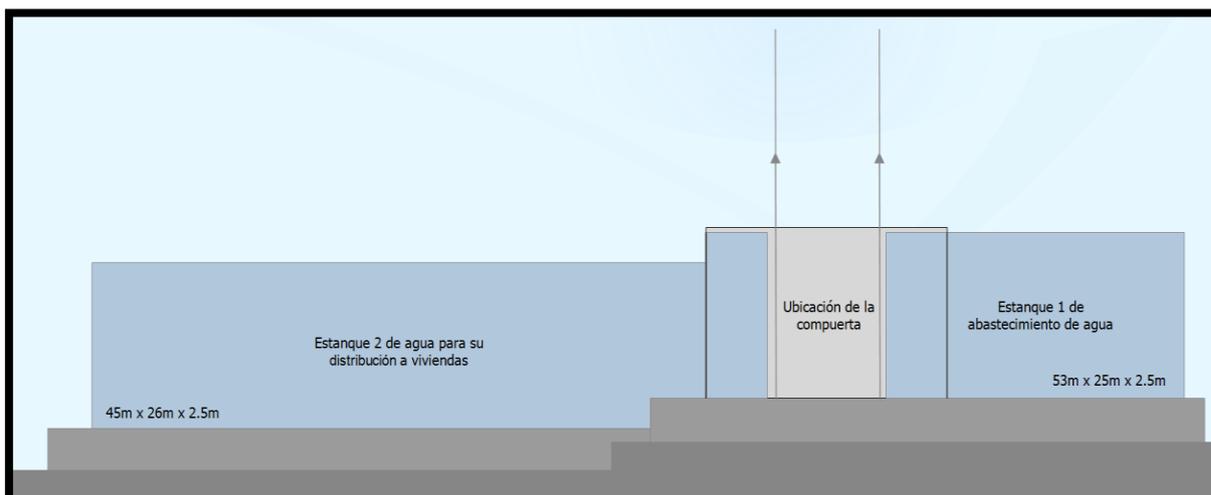
1.12. DETERMINACION DE LOS REQUERIMIENTOS DE LA INSTALACION.

Para abordar el proceso de mejora, primero se recopila información fidedigna sobre la situación actual del proceso de abastecimiento y distribución de agua del estanque en la zona de Almarda. Esta etapa es crucial para identificar y priorizar los requerimientos más importantes. La información necesaria se obtiene de la empresa Elecsasis, una reconocida instaladora eléctrica en la ciudad de Valencia. Esta recopilación permite conocer de manera directa las necesidades específicas en cuanto al funcionamiento y operación del proceso de abastecimiento y distribución de agua. Con esta información, se pueden determinar las mejoras necesarias para optimizar el sistema.

1.12.1. Situación actual del estanque de agua para el proceso de abastecimiento y distribución.

De acuerdo con la información recopilada de la empresa Elecsasis, se dispone de dos estanques. El estanque 1 con un volumen de 3312.5 m^3 , es el que abastece de agua al estanque 2 que se encarga para la distribución de agua a la población que tiene un volumen de 2925 m^3 . Entre ambos estanques se tiene un espacio para la instalación de la compuerta, como se muestra en la Figura 26.

FIGURA 26: Estanques de agua actuales.

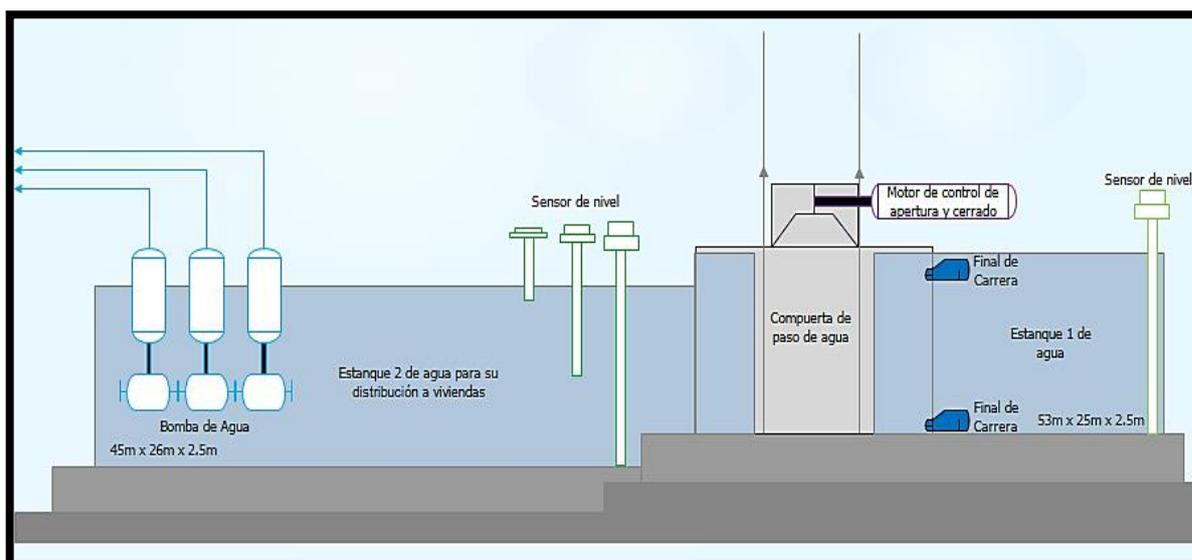


Fuente: Elaboración propia, 2024.

1.12.2. Elaboración de la propuesta para el proceso de abastecimiento y distribución de agua del estanque.

Se puede ver en la Figura 27 el diagrama en base a los requerimientos que requiere para los procesos.

FIGURA 27: Diagrama de requerimientos en los procesos de abastecimiento y distribución.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Para automatizar el proceso de abastecimiento, se diseñará una compuerta controlada por un motor, con dos finales de carrera (uno en la parte superior y otro en la inferior) para gestionar la apertura y cierre de la compuerta. La compuerta debe ser

de acero inoxidable el AISI 304, según las especificaciones de la empresa. Además, se debe instalar un sensor de nivel en el estanque 1 para detectar la presencia de agua.

Para el proceso de distribución la empresa Elecsasis indico que se requiere caudal de 6560 litros por segundo y solicitó que se instale de forma vertical tres bombas en el estanque 2, con el fin de que cada bomba proporcione 3280 litros por segundo, ya que el funcionamiento será de dos en dos para prolongar la vida útil de las bombas. Además, indico que se añada tres sensores de nivel para saber el nivel de agua y controlar el funcionamiento de las bombas que será de dos en dos.

De acuerdo con los requerimientos de la empresa Elecsasis, el proceso será tanto automático como manual y que se requiere una interfaz hombre-maquina. Para ello, se implementó un (HMI) que permitirá observar y controlar el funcionamiento del sistema. Esto garantizará una gestión eficiente y versátil del proceso de abastecimiento y distribución de agua.

1.13. DISEÑO MECÁNICO.

Se diseñó una compuerta en SolidWorks para facilitar el abastecimiento de agua del estanque 1 al estanque 2. Y para su operación, se seleccionó un elevador de husillo, que se encargará del movimiento para elevar la compuerta como de cerrarla.

1.13.1. DISEÑO DE LA COMPUERTA Y DETERMINACION DEL ELEVADOR DE HUSILLO.

Se diseñó la compuerta para el proceso de abastecimiento de agua y luego se determinó el elevador de husillo.

1.13.1.1. Diseño de la compuerta en SolidWorks.

Para el diseño de la compuerta, se empleó el software SolidWorks, seleccionando un material de acero AISI 304 que es de tipo sanitario. Las dimensiones de la compuerta fueron proporcionadas por la empresa Elecsasis, que especificó las medidas necesarias para su instalación en el estanque. También se tomó en cuenta para el diseño las dimensiones del elevador de husillo y del motor para su instalación en la parte superior.

Por último, se tomó en cuenta las dimensiones del final de carrera para su instalación en la parte superior e inferior del lateral izquierdo. Se puede ver en la Figura 28 el diseño de la compuerta.

FIGURA 28: Diseño de la Compuerta.



Fuente: Elaboración propia en base a la hoja de datos de SMJ306.

En el apartado de Planos se puede ver más detallado el diseño con sus respectivas medidas.

1.13.1.2. Selección del elevador de husillo.

Se comenzó calculando el volumen de la compuerta, teniendo en cuenta sus dimensiones.

ECUACIÓN 1: Volumen de la compuerta

$$V = L * W * G$$

$$V = 2.6 \text{ m} * 1.4 \text{ m} * 0.01 \text{ m} = 0.0364 \text{ m}^3$$

- V es el volumen.
- L es la longitud.
- W es el ancho.
- G es el grosor.

Con el dato del volumen, se podrá determinar el peso del material utilizado. Para ello, se procedió a calcular el peso de la compuerta, tomando en cuenta la densidad del acero AISI 304, que es de 7900 kg/m³.

ECUACIÓN 2: Peso del material de la compuerta.

$$P = V * D$$

$$P = 0.0364 \text{ m}^3 * 7900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 287.96 \text{ kg}$$

- P es el peso.
- V es el volumen.
- D es la densidad.

Considerando el peso del husillo, que es de 7.5 kg, basado en su longitud que es de 1.5 m y sumándolo al peso de la compuerta de 287.96 Kg, obtendremos la carga nominal. A partir de esta carga nominal, calcularemos la carga equivalente, tomando en cuenta los valores de f_t , f_a y f_s del elevador que selecciono, proporcionados en el catálogo de elevador de husillo de la empresa Grupo Gaes. (Gaes, 2023)

ECUACIÓN 3: Carga equivalente.

$$C_{eq} = C * f_t * f_a * f_s$$

$$C_{eq} = 295.96 \text{ Kg} * 1.39 * 1 * 2.8 = 1151.88 \text{ Kg}$$

- C_{eq} es la Carga equivalente.
- C es la carga nominal.
- f_t es el factor de servicio.
- f_a es el factor de carga.
- f_s es el factor de temperatura.

Para la selección del elevador del husillo se tomará en cuenta la carga equivalente multiplicada por la gravedad para obtener el valor de 11299 Newtons. Además, se considerará que el husillo sea de tipo trapezoidal, así como el tipo de material y el tipo de terminal del husillo. También se evaluaron los factores ambientales a los que estará expuesto el husillo y la posibilidad de maniobras incorrectas durante su funcionamiento.

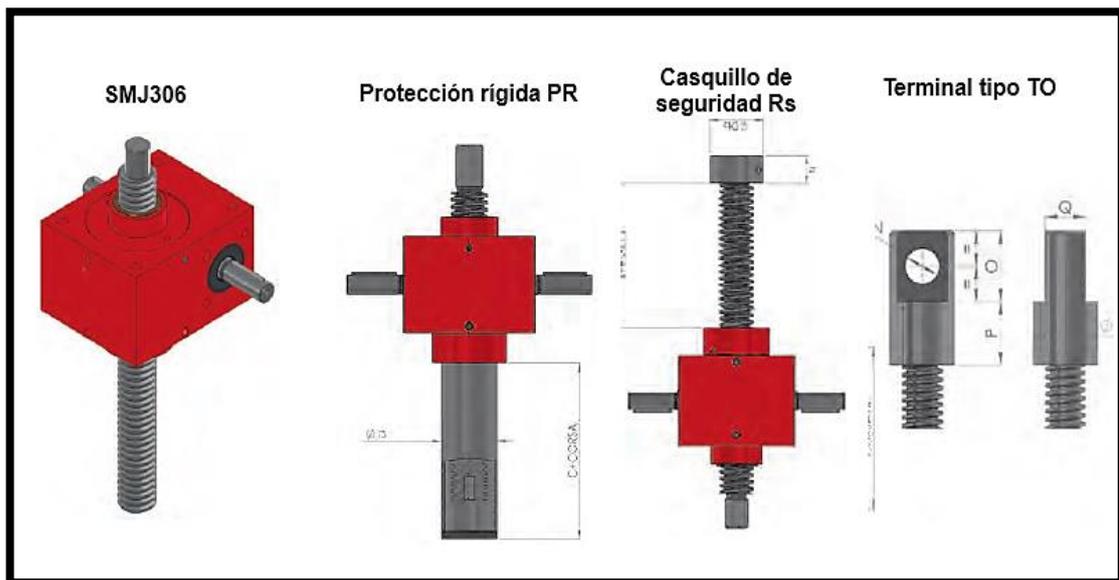
Para cumplir con los requisitos, se necesita un husillo de acero inoxidable capaz de tolerar temperaturas entre $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $38\text{ }^{\circ}\text{C}$, con protección contra impurezas ambientales. Además, debe ser capaz de soportar un peso de 11299 N y contar con un tipo de terminal TO para su unión con la compuerta.

Por lo tanto, se optó por seleccionar el elevador de husillo modelo SMJ306 del catálogo de elevadores de husillo de la marca Grupo Gaes ya que cumple con los requerimientos mencionados.

Este modelo puede soportar una carga de hasta 25000 N y está equipado con una protección rígida (PR) contra impurezas, garantizando su funcionamiento en entornos adversos. El husillo, fabricado en acero inoxidable, es capaz de resistir la temperatura necesitada. Además, cuenta con un casquillo de seguridad anti extracción (Rs) para prevenir posibles fallos debido a maniobras incorrectas y el tipo de terminal es tipo TO.

En la Figura 29 se puede ver el elevador de husillo seleccionado SMJ306.

FIGURA 29: Elevador de husillo SMJ306.



Fuente: Elaboración propia embace al catálogo de Grupo Gaes.

En la Tabla 2 se puede ver algunas de las características más importantes que podemos resaltar del elevador seleccionado.

TABLA 2: Características del elevador de husillo SMJ306.

Características del elevador de husillo	
Carga máxima permitida	25000 N
Diámetro y paso del Husillo trapezoidal	30x6
Peso del husillo cada 100 mm	0.5 Kg
Peso del elevador sin husillo	4.2 Kg
Temperatura de funcionamiento	-10 / 80 °C

Fuente: Elaboración propia en base a la hoja de datos de SMJ306.

1.14. DISEÑO ELÉCTRICO.

Para la automatización de la planta, se consideraron sensores de nivel, finales de carrera, bombas de agua y motores, que son esenciales para el módulo de control. Estos elementos se integrarán en el proceso de abastecimiento y distribución de agua y son herramientas fundamentales para desarrollar la lógica que rige todo el proceso mediante el autómata programable.

1.14.1. DETERMINACIÓN DE LOS SENSORES Y ACTUADORES.

Se determino los siguientes sensores y actuadores para el proceso de abastecimiento y distribución de agua.

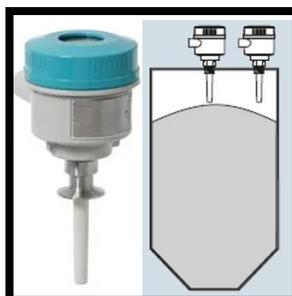
1.14.1.1. Selección del sensor de nivel de punto.

Para la selección del sensor de nivel de líquido para los estanques 1 y 2, se recopiló información sobre las necesidades y requisitos, incluyendo el tipo de tanque y su profundidad. Tras evaluar estas especificaciones, se optó por un único tipo de sensor de detección para ambos estanques, ya que cumple con las normativas sanitarias y se adapta a las diferentes longitudes necesarias para ambos estanques. Este sensor fue elegido por su capacidad para ajustarse a las distintas medidas de longitud requeridas en cada estanque, garantizando así la precisión y eficiencia en la medición del nivel de líquido.

Para el estanque 2, se seleccionó el sensor de detección por punto tipo varilla sanitaria Pointek CLS200PF, con longitudes de 11 cm, 150 cm y 245 cm, y un tamaño de

conexión de 2 pulgadas. Del mismo modo, para el estanque 1 se eligió una varilla de 245 cm con una conexión de 2 pulgadas. En la Figura 30 se puede ver el sensor de detección de nivel Pointek CLS200PF y su método de montaje.

FIGURA 30: Sensor de nivel de detección por punto Pointek CLS200 y montura.



Fuente: catálogo de sensores de nivel de Siemens.

En la Tabla 3 se puede ver algunas de las características más importantes que podemos resaltar del sensor elegido para el estanque 1 y 2.

TABLA 3: Características técnicas del Pointek CLS200PF.

Características sensor de nivel	
Tipo de medición	Detección por punto
Longitud máxima de la varilla	5.500 mm
Salida	Interruptor de estado sólido o contacto de relé
Tipo de sensores	Sonda de varilla robusta, eficaz en aplicaciones muy abrasivas.
Tiempo de respuesta	1 s.
Precisión	0.2%

Fuente: Elaboración propia en base a la hoja de datos técnicos de Siemens.

1.14.1.2. Selección del final de carrera.

Para la selección del final de carrera para la compuerta de paso de agua, se consideró que el material fuera acero inoxidable y que tuviera un grado de protección contra el agua, dado que estará en contacto con ella. Este dispositivo se utilizará tanto en la parte superior como en la inferior de la compuerta. En la Figura 31 se puede ver el final de carrera 3SE5413-0CD20-1EA5.

FIGURA 31: Final de carrera.



Fuente: catálogo de final de carrera de Siemens.

En la Tabla 4 se puede ver algunas de las características más importantes que podemos resaltar del final de carrera elegido para la compuerta.

TABLA 4: Características técnicas del final de carrera.

Características del final de carrera	
Tipo de accionamiento	1NA+1NC
Cabeza	Vástago de rodillo
Material	Acero inoxidable
Contacto eléctrico	Mecánico
Precisión	0.05 mm
Temperatura	-25 °C/+85 °C

Fuente: Elaboración propia en base a la hoja de datos técnicos de Siemens.

1.14.1.3. Selección de las bombas de agua.

Para la selección de la bomba de agua, se consideró los requerimientos solicitados por la empresa Elecsasis. En primer lugar, se consideró el caudal requerido de 6560 litros por segundo y que cada bomba proporcione 3280 litros por segundo, para tener el caudal requerido, dado que las 3 bombas funcionarán de manera intercalada en grupos de 2. Además, se pidió que el material de la bomba debe ser de tipo sanitario, lo que implica un diseño higiénico y apto para su uso en agua potable. Por último, se requiere que la bomba debe ser de tipo sumergible, adecuada para trabajar a una profundidad de 2.5 metros. Estos criterios garantizan que la bomba seleccionada cumpla con los requisitos.

En la Figura 32 se puede ver la bomba seleccionada, la cual pertenece a la marca Flygt y corresponde al modelo P 7081.

FIGURA 32: Bomba de agua sumergible tipo L.



Fuente: Catálogo de Solución de tratamiento de aguas de Lenntch.

En la Tabla 5 se puede ver algunas de las características más importantes que podemos resaltar de la bomba de agua para el estanque 2.

TABLA 5: Características de la bomba sumergible.

Características de la bomba de agua sumergible	
Tensión de alimentación	400 V
Potencia	100 KW
Velocidad de giro	730 rpm
Tipo de bomba	Columna
Profundidad de inmersión	20 m
Frecuencia	50 Hz
Corriente	250 A

Fuente: Elaboración propia en base a la hoja de datos técnicos del modelo P 7081.

1.14.1.4. Selección del variador de frecuencia.

Para la selección del variador se tomó en cuenta la corriente nominal, la potencia y la frecuencia de la bomba y el motor utilizados en el sistema de abastecimiento y

distribución de agua. Este proceso de selección tiene como objetivo principal optimizar el rendimiento de la bomba, prolongar su vida útil y garantizar un control preciso de su funcionamiento.

El variador que se seleccionó para la bomba de agua 1, 2 y 3 se puede ver en la Figura 33, se ha seleccionado un variador de la marca Siemens de la serie G120X, específicamente el modelo 6SL3220-3YE46-0UF0.

FIGURA 33: Variador de frecuencia G120X.



Fuente: Catálogo de variadores de frecuencia serie G120X.

En la Tabla 6 se puede ver algunas de las características más importantes que podemos resaltar del variador G120X.

TABLA 6: Características del motor G120X.

Características del motor	
Tensión de alimentación	400 V
Potencia	110 KW
Frecuencia	50 Hz
Corriente de salida máxima	277 A

Fuente: Elaboración propia en base a la hoja de datos técnicos de la serie G120X.

1.14.1.5. Selección del motor.

Para seleccionar el motor que controlará la apertura y cierre de la compuerta, permitiendo el paso de agua del estanque 1 al estanque 2, se consideró el par de arranque. Para obtener este par, se siguieron los siguientes pasos:

Se comenzó calculando el centro de presión de la compuerta debido al líquido, se tuvo en cuenta la densidad del agua.

ECUACIÓN 4: Fuerza resultante.

$$F_R = \rho * \frac{h}{2} * A^2$$

$$F_R = 10000 \frac{N}{m^3} * \frac{2.5 m}{2} * 1.4^2 m^2 = 24500 N$$

- F_R es la fuerza resultante o fuerza de presión total.
- ρ es la densidad del fluido.
- h es la profundidad.
- A es el área por lado.

Una vez obtenido la fuerza resultante, se calculó la fuerza de rozamiento, teniendo en cuenta el coeficiente de fricción del acero sobre acero, que es de 0.3.

ECUACIÓN 5: Fuerza de rozamiento.

$$F_{Roz} = \mu * F_R$$

$$F_{Roz} = 0.3 * 24500 N = 7350 N$$

- F_{Roz} es la fuerza de rozamiento.
- μ es el coeficiente de fricción.
- F_R es la fuerza de rozamiento.

Para calcular la fuerza total, se sumará la fuerza de rozamiento con la fuerza de la carga, la cual es de 11299 N y fue calculada previamente durante la selección del elevador de husillo.

ECUACIÓN 6: Fuerza total.

$$F = m * g + F_{Roz}$$

$$F = 11299 N + 7350 N = 18649 N$$

- F es la fuerza total.
- m es la masa de la carga equivalente.
- g es la gravedad.
- F_{Roz} es la fuerza de rozamiento.

Por último, para tener el par de arranque de necesario, se utilizó la siguiente formula:

ECUACIÓN 7: Par de arranque del motor.

$$T_{sp} = \frac{Cs * p}{2\pi * n_{as} * i}$$

$$T_{sp} = \frac{18649N * 0.006 m}{2\pi * 0.15 * 24} = 5 N * m$$

- T_{sp} es el par de arranque del motor.
- Cs es la carga estática total que es la Fuerza total.
- p es el paso.
- n_{as} es el rendimiento de arranque.
- i es la relación de reducción del elevador.

Una vez obtenido el par necesario, se procedió a la selección del motor. Se trata del modelo W22 Moto freno IE1 de la marca weg. En la Figura 34 se puede ver el motor seleccionado.

FIGURA 34: Motor de la marca Lenze.



Fuente: Catálogo de motores weg.

En la Tabla 7 se puede ver algunas de las características más importantes que podemos resaltar del motor.

TABLA 7: Características del motor Lenze.

Características del motor	
Tensión de alimentación	400 V
Potencia	1.1 KW
Velocidad de giro	1460 rpm

Características del motor	
Frecuencia	50 Hz
Par nominal	7.24 Nm
Corriente	2.88 A
Corriente de Bloqueo	2,57 A

Fuente: Elaboración propia en base a la hoja de datos técnicos del modelo M550-P90.

Una vez calculado el par de arranque y seleccionando un motor capaz de operar con ese par, se procedió a calcular la velocidad a la cual se moverá la compuerta y el tiempo requerido para elevar y cerrar la compuerta.

Cálculo de la velocidad a la cual se moverá la compuerta.

ECUACIÓN 8: Velocidad de la compuerta.

$$V_{comp} = \frac{P * n}{60 * i}$$

$$V_{comp} = \frac{6 \text{ mm} * 1500 \text{ rpm}}{60 * 24} = 6.08 \text{ mm/s}$$

- V_{comp} velocidad de la compuerta.
- P es el paso.
- n es la velocidad de rotación.
- i es la relación de reducción del sistema.

Después de obtener la velocidad, se procede a calcular el tiempo necesario para levantar y cerrar la compuerta.

ECUACIÓN 9: Tiempo de la compuerta.

$$t = \frac{h}{v}$$

$$t = \frac{1500 \text{ mm}}{6.08 \text{ mm/s}} = 247 \text{ s}$$

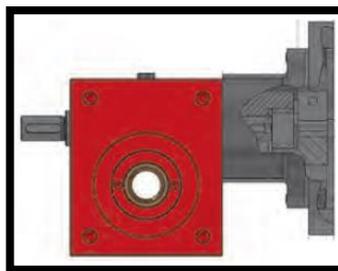
- t es el tiempo.
- h es la longitud del husillo.
- v es la velocidad de la compuerta.

Convirtiendo los 247 segundos en minutos sería 4.16 minutos.

Por lo tanto, este motor no requiere un variador de frecuencia ya que funcionará a una velocidad lineal de 1500 rpm.

Por último, se seleccionó una brida para el motor, teniendo en cuenta sus dimensiones, para así buscar en el catálogo de elevadores de husillo de Grupo Gaes la brida correcta que se ajuste al elevador SJM306 elegido anteriormente en la sección de diseño mecánico. En la Figura 35 se puede ver la brida 63B5 seleccionada. (Gaes, 2023)

FIGURA 35: Brida 63B5.



Fuente: Catálogo de Grupo Gaes.

1.14.2. DETERMINACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN, SELECCIÓN DE ACCIONAMIENTO Y FUENTES DE ALIMENTACIÓN.

Para determinar la protección, selección de accionamiento y fuentes de alimentación, se consideraron las características de todos los dispositivos seleccionados, incluyendo la bomba y el motor. Esto asegura que se elijan los sistemas adecuados para garantizar un funcionamiento seguro y eficiente de los equipos. Al evaluar las especificaciones de la bomba y el motor, se pueden determinar los requisitos de protección necesarios para evitar daños por sobrecargas, cortocircuitos u otros problemas eléctricos. Además, se seleccionan los sistemas de accionamiento y las fuentes de alimentación que sean compatibles con los equipos elegidos, garantizando una operación óptima y confiable en todo momento.

1.14.2.1. Determinación del interruptor automático.

El interruptor automático elegido proporcionará la protección adecuada contra sobrecargas y corto circuitos, optimizando así la seguridad y eficiencia del sistema.

Se seleccionó un interruptor automático de la marca Siemens, serie 3VA2, modelo 3VA2510-7KQ32-0AA0, para una corriente de 913 A. Esta corriente es la suma de la corriente de los tres variadores y la corriente del tablero de control. Se puede ver en la Figura 37 el interruptor.

FIGURA 36: Interruptor automático.



Fuente: Catálogo de interruptores automáticos de Siemens.

En la Tabla 9 se puede ver las características más importantes del interruptor automático seleccionado.

TABLA 8: Características del interruptor automático.

Características	
Parámetros	Datos
Referencia	3VA2510-7KQ32-0AA0
Alimentación	400 V
Regulación	400 A - 1000 A

Fuente: Elaboración propia en base a la hoja de datos de Siemens.

Las bombas que distribuirán agua tienen una tensión nominal de operación de 400 V AC, corriente nominal de operación de 250 A y una frecuencia de 50 Hz.

Tomando en cuenta las características eléctricas necesaria de la bomba se seleccionó un interruptor automático de la marca de Siemens, serie 3VA2, modelo 3VA2440-0MN32-0AA0, que se instalara en cada bomba para proporcionar protección individual, además de la protección general. En la Figura 38 se puede ver el interruptor.

FIGURA 37: Interruptor automático para las bombas.



Fuente: Catálogo de interruptores automáticos de Siemens.

En la Tabla 10 se puede ver las características más importantes del interruptor automático seleccionado.

TABLA 9: Características del interruptor automático para las bombas.

Características	
Parámetros	Datos
Referencia	3VA2440-0MN32-0AA0
Alimentación	400 V
Regulación	160 A - 400 A

Fuente: Elaboración propia en base a la hoja de datos de Siemens.

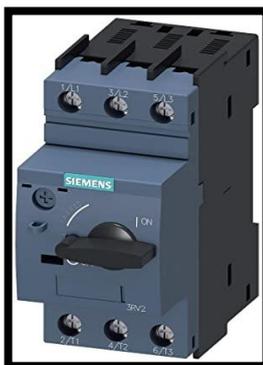
1.14.2.2. Determinación del guardamotor motor compuerta.

Para determinar el guardamotor, se tomó en cuenta las características del motor compuerta seleccionado para el proceso de abastecimiento. Esto asegura que el guardamotor elegido proporcionara la protección adecuada contra sobrecargas y fallos eléctricos, optimizando así la seguridad y eficiencia del sistema.

El motor que controlara la apertura y cierre de la compuerta que tiene una tensión nominal de operación de 400 V AC, corriente nominal de operación de 2.88 A, frecuencia de 50 Hz.

Tomando en cuenta las características eléctricas necesaria del motor se seleccionó el guardamotor que pertenece a la marca de Siemens de la serie 3RV20 modelo 3RV2021-1DA10. Se puede ver en la Figura 36 el guardamotor.

FIGURA 38: Guardamotor.



Fuente: Catálogo de guardamotores de Siemens.

En la Tabla 8 se puede ver las características más importantes del guardamotor seleccionado.

TABLA 10: Característica del guardamotor.

Características	
Parámetros	Datos
Referencia	3RV2021-1DA10
Alimentación	400 V
Regulación	2.2 A – 3.2 A

Fuente: Elaboración propia en base a la hoja de datos de Siemens.

1.14.2.3. Selección del contacto auxiliar para el guardamotor e interruptor térmico.

El guardamotor e interruptor térmico seleccionados no poseen contactos auxiliares integrados que puedan notificar al controlador sobre el disparo por fallo. Por lo tanto, es necesario dimensionar y seleccionar los contactos auxiliares adecuados para cada dispositivo. De esta manera, se implementará un indicador de estado en caso de fallo del motor o de las bombas.

De manera que se seleccionó el interruptor auxiliar modelo 3RV2901-1E para el guardamotor y el modelo 3VA9988-0AA12 para el interruptor térmico.

1.14.2.4. Determinación del termomagnético.

Se tomaron en cuenta las corrientes de los distintos dispositivos, para la selección de termomagnéticos adecuado.

Primero, se tomó en cuenta la corriente de la fuente, que es de 0.67 A, y la corriente del variador, que es de 7.16 A, lo que llevó a la elección de un termomagnético bipolar de 10 A de la serie 5SL6210-7. Además, se determinó un termomagnético bipolar de 2 A de la serie 5SY6202-7 para la fuente, cuya corriente es de 0.67 A.

Para el PLC, HMI, módulos y sensores, cuya corriente total es de 920 mA, se seleccionó un termomagnético monopolar de 4 A de la serie 5SY6104-7. Luego, se consideró una corriente de 860 mA correspondiente al PLC, HMI y sus módulos, lo que llevó a la selección de un termomagnético monopolar de 2 A de la serie 5SY4102-7. Finalmente, se tuvo en cuenta una corriente de 60 mA correspondiente a los sensores, eligiendo así un termomagnético monopolar de 1 A de la serie 5SY4101-7.

Se puede ver en la Figura 39 los termomagnéticos seleccionados que corresponden a la de Siemens.

FIGURA 39: Termomagnético bipolar.



Fuente: Catálogo de termomagnéticos de Siemens.

1.14.2.5. Determinación del diferencial.

En la selección del diferencial se consideró la corriente de la fuente de 0.67 A. De manera que se optó por un diferencial de 6 A de la marca Schneider de la serie A9DE33606. Se puede ver en la Figura 40 el diferencial seleccionado.

FIGURA 40: Diferencial.



Fuente: Catálogo de diferencial de Schneider.

1.14.2.6. Determinación de relé.

Se seleccionó un relé para proteger las salidas del PLC, ayudando así a prevenir daños causados por condiciones anormales de operación o eventos eléctricos inesperados. En la Figura 41 se puede ver el relé seleccionado.

FIGURA 41: Relé de proteccion.



Fuente: Catálogo de relé de la marca Siemens.

En la Tabla 11 se puede ver las características más importantes del interruptor automático seleccionado.

TABLA 11: Características del relé.

Características	
Parámetros	Datos
Marca	Siemens
Referencia	LZS: RT3A4L24
Alimentación	24 V DC

Características	
Corriente térmica	16 A

Fuente: Elaboración propia en base a la hoja de datos de Siemens.

1.14.2.7. Determinación de contactores.

Se selecciono un solo tipo de contactor de la marca Siemens de la serie 3RT2015-1AB01 para lo cual se consideró la corriente del motor y la corriente de freno. Se necesita dos contactores para el motor, ya que se realizará la inversión de giro y uno para el freno. En la Figura 42 se puede ver el contactor seleccionado.

FIGURA 42: Contactor para el motor.



Fuente: Catálogo de contactores de la marca Siemens.

1.14.2.8. Determinación de la fuente de alimentación.

Para este trabajo final de máster, se requiere una fuente de alimentación DC de 24 voltios, capaz de abastecer a todos los dispositivos que requieren esta tensión. En la Tabla 12 se pueden ver los equipos y sus respectivas corrientes de consumo.

TABLA 12: Cálculo de la corriente total de los componentes.

Equipo	Corriente de Consumo	Cantidad	Corriente de Consumo total
PLC	500 mA	1	500 mA
HMI	230 mA	1	230 mA
Módulo de entradas digitales	130 mA	1	130 mA
Sensor de capacitancia CLS200	15 mA	4	60 mA
TOTAL			0.92 A

Fuente: Elaboración propia mediante la hoja de datos técnicos de Siemens.

La corriente total de consumo de los componentes es de 0.92 A. Por lo tanto, para garantizar un funcionamiento seguro y confiable, se requiere una fuente de alimentación de 24 V CC con una capacidad nominal de 2.5 A en lugar de 1 A. Al seleccionar una fuente de alimentación con una capacidad superior a la corriente requerida, se establece un margen de seguridad adicional. Esto asegura que la fuente de alimentación no opere en el límite de su capacidad máxima, lo que ayuda a reducir el estrés en el sistema y minimiza la posibilidad de fallos prematuros. Se puede ver en la Figura 43 la fuente de alimentación seleccionado de la marca Siemens serie SITOP modelo 6EP1732-0AA00.

FIGURA 43: Fuente de alimentación DC.



Fuente: Catálogo de fuentes de alimentación de Siemens.

En la Tabla 13 se puede ver las características más importantes de la fuente de alimentación.

TABLA 13: Características de la fuente de alimentación.

Características	
Alimentación	230 V
Frecuencia de red	50 Hz
Corriente de salida	2.5 A
Tensión de salida	24 V DC

Fuente: Elaboración propia en base a la hoja de datos técnicos de Siemens.

1.14.2.9. Determinación de fusible.

Para la selección del fusible se tomó en consideración la corriente nominal de dispositivo a ser protegidos que se puede ver en la Tabla 14.

TABLA 14: Corriente nominal de dispositivos.

Dispositivo	Cantidad	Corriente	Total
HMI	1	230 mA	230 mA
Sensor de nivel Pointek CLS200	4	15 mA	60 mA
PLC	1	500 mA	500 mA
Módulo de entradas digitales	1	130 mA	130 mA
Fuente	1	670 mA	670 mA

Fuente: Elaboración propia en base a la hoja de datos técnicos de Siemens.

La selección de los fusibles para los dispositivos se basó en su corriente nominal, asegurando que el fusible sea de un valor superior al consumo del dispositivo. Este enfoque garantiza una protección efectiva del dispositivo, proporcionando un margen de seguridad significativo que previene disparos prematuros del fusible debido a fluctuaciones temporales en la corriente del dispositivo. Se puede ver en la Tabla 15 los datos de los fusibles seleccionados y el modelo de porta fusible que necesita.

TABLA 15: Parámetros de los fusibles.

Parámetros	Datos	Datos
Marca	Siemens	Siemens
Referencia	3NC2301-0MK	3NC1402
Corriente nominal	1 A	2 A
Cantidad	3	1
Porta fusible	3NC2391-0MK	3NC1493

Fuente: Elaboración propia en base a la hoja de datos técnicos de Siemens.

Los fusibles de 1 A se destinan al HMI, sensores de nivel, PLC y módulo, mientras que la de 2 A se utiliza para la fuente de alimentación.

1.14.3. PLANOS ELÉCTRICOS DEL PROCESO DE ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA.

En el apartado de Planos se puede ver los planos eléctricos de potencia y control para el proceso de abastecimiento y distribución de agua. Estos planos muestran la conexión a la alimentación de las bombas, motor, variadores, sensores, finales de carrera, PLC, HMI y el módulo de expansión digital. Además, se pueden ver los paneles de control y las conexiones de dispositivos de entrada y salida al PLC y al módulo de entradas digitales.

1.15. DISEÑO DE CONTROL.

Para determinar el autómeta y elaborar el sistema de control, es fundamental comprender cómo se llevará a cabo el proceso, teniendo en cuenta los aspectos detallados en la página 37, que constituyen elementos clave del sistema.

1.15.1. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL PARA EL ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA.

Para el diseño de control, inicialmente se determinará el autómeta programable adecuado. Posteriormente, se procederá al desarrollo de la programación para el proceso de abastecimiento y distribución, llevando a cabo previamente la elaboración de un diagrama de flujo.

1.15.1.1. Determinación del autómeta programable.

Para dimensionar el autómeta programable de manera adecuada, es esencial tener un conocimiento completo de todas las variables necesarias en el sistema.

En la Tabla 16 se puede ver las entradas y salidas del proceso de abastecimiento y distribución.

TABLA 16: Entradas y salidas de los procesos de abastecimiento y distribución.

Identificación	Variables	Tipo de dato	Señal	Descripción
PM1	Pulsador_marcha	Entrada	Digital	Poner en marcha la bomba 1

Identificación	Variables	Tipo de dato	Señal	Descripción
PM2	Pulsador_marcha	Entrada	Digital	Poner en marcha la bomba 2
PM3	Pulsador_marcha	Entrada	Digital	Poner en marcha la bomba 3
PM4	Pulsador_marcha	Entrada	Digital	Poner en marcha la apertura de la compuerta manual
PM5	Pulsador_marcha	Entrada	Digital	Poner en marcha el cerrado de la compuerta manual
PE	Pulsador_emergencia	Entrada	Digital	Parada de Emergencia
PP1	Pulsador_paro 1	Entrada	Digital	Parar la marcha de las bombas manual
PP2	Pulsador_paro 2	Entrada	Digital	Parar la marcha del motor manual
PR1	Pulsador_resteo	Entrada	Digital	Reseteo de tiempo de la bomba 3 automático
PR2	Pulsador_resteo	Entrada	Digital	Reseteo de tiempo de la bomba 3 automático
PR3	Pulsador_resteo	Entrada	Digital	Reseteo de tiempo de la bomba 3 automático
SL	Selector	Entrada	Digital	Selector de modo manual y automático
S1	Sensor de nivel_alto	Entrada	Digital	Sensor indica el nivel de agua estanque 1
S2	Sensor de nivel_medio	Entrada	Digital	Sensor indica el nivel de agua estanque 1
S3	Sensor de nivel_bajo	Entrada	Digital	Sensor indica el nivel de agua estanque 1
S4	Sensor de nivel_pozo	Entrada	Digital	Sensor indica el nivel de agua estanque 2
FC1	Final de carrera_1	Entrada	Digital	Final de carrera indica la apertura de compuerta
FC2	Final de carrera_2	Entrada	Digital	Final de carrera indica el cerrado de la compuerta
IT1	Dispositivo de protección_1	Entrada	Digital	Interruptor Automático para verificar la falla de bomba 1

Identificación	VARIABLES	Tipo de dato	Señal	Descripción
IT2	Dispositivo de protección_2	Entrada	Digital	Interruptor Automático para verificar la falla de bomba 2
IT3	Dispositivo de protección_3	Entrada	Digital	Interruptor Automático para verificar la falla de bomba 3
GM4	Dispositivo de protección_4	Entrada	Digital	Guardamotor magnético para verificar la falla del motor 4
VR	Variador de frecuencia_1	Entrada	Digital	Confirmación de arranque de la bomba 1
VR	Variador de frecuencia_2	Entrada	Digital	Confirmación de arranque de la bomba 2
VR	Variador de frecuencia_3	Entrada	Digital	Confirmación de arranque de la bomba 3
P1	Piloto_1	Salida	Digital	Piloto de funcionamiento bomba 1
P2	Piloto_2	Salida	Digital	Piloto de funcionamiento bomba 2
P3	Piloto_3	Salida	Digital	Piloto de funcionamiento bomba 3
P4	Piloto_4	Salida	Digital	Piloto de funcionamiento de apertura de compuerta
P5	Piloto_5	Salida	Digital	Piloto de funcionamiento de cerrado de compuerta
B1	Bomba_1	Salida	Digital	Bomba 1 distribución
B2	Bomba_2	Salida	Digital	Bomba 2 distribución
B3	Bomba_3	Salida	Digital	Bomba 3 distribución
MTC	Motor	Salida	Digital	Cerrado de compuerta
MTA	Motor	Salida	Digital	Apertura de compuerta
FM	Freno del motor	Salida	Digital	Para mantener o detener la posición del eje del motor

Fuente: Elaboración propia.

En Tabla 17 se puede ver el total de entrada y salidas del proceso de abastecimiento y distribución de agua.

TABLA 17: Total de entradas y salidas para el proceso de abastecimiento y distribución.

Descripción de entradas y salidas	Cantidad
Entrada digital	25
Salida digital	11

Fuente: Elaboración propia.

Se seleccionó el autómata programable S7-1200 CPU 1214C DC/DC/DC 6ES7214-1AG40-0XB0 debido a varias razones. Primero, ofrece la posibilidad de conexión de módulos de expansión y comunicación con otros dispositivos, lo que garantiza una mayor flexibilidad y capacidad de integración en el sistema. Además, sus características se ajustan a la cantidad requerida de entradas y salidas para el proceso de abastecimiento y distribución.

Además, se eligió este modelo porque cuenta con salidas tipo transistor, porque tienen una vida útil más larga debido a la falta de partes móviles. Además, se tiene un aislamiento óptico, para proporciona aislamiento galvánico entre la parte de control y la de potencia. En la Figura 44 se puede ver el autómata programable elegido.

FIGURA 44: Autómata programable S7-1200 CPU 1214C DC/DC/DC.



Fuente: Catálogo de siemens.

La Tabla 18 se puede ver características técnicas más importantes S7-1200 CPU 1214C.

TABLA 18: Características técnicas S7-1200 CPU 1214C.

Características	Valor
Uso compatible	Serie SIMATIC S7-1200
Tipo de Entrada	Digital, Analógico

Características	Valor
Número de Entradas	14 entradas digitales DC, 2 entradas analógicas.
Número de Salidas	10 salidas digitales (transistor) 2 A,
Categoría de Tensión	24 VDC
Tipo de interfaz	PROFINET
Temperatura máxima y mínima	-40 °C a 70 °C

Fuente: Elaboración propia en base de la hoja de datos SIEMENS 6ES7214-1AG40-0XB0.

El autómata programable SIEMENS S7-1200 CPU 1214C DC/DC/DC no cuenta con la cantidad de entradas necesarias, por lo que se opta por utilizar un módulo de expansión. Con la cantidad total de entradas y salidas especificadas en la Tabla 3, se determina el módulo de expansión adecuado. Este módulo se puede agregar en la parte lateral de la CPU para ampliar las entradas digitales según los requisitos del sistema.

Se puede ver en la Figura 45 el módulo seleccionado 6ES7223-1BL32-0XB0 de 16 entradas digitales de 24V DC y salida tipo transistor.

FIGURA 45: Módulo de expansión de entradas digitales.



Fuente: Catálogo de siemens.

1.15.1.2. Diagrama de la lógica de control del autómata programable.

Para la programación del PLC se realizará el diagrama de flujo para el proceso de abastecimiento y distribución de agua, serán dos tipos de modos el de modo manual y modo automático.

En el bloque de condiciones para verificar las condiciones iniciales, se consideró que el botón de parada de emergencia no esté activado y que no se encuentre en fallo en el guardamotor, el interruptor automático y variador.

Para la detectar de nivel de agua y detener las bombas se utiliza un sensor de nivel de punto. Y para detectar la posición de la compuerta y la detener el motor, se emplea un final de carrera. Durante el funcionamiento del motor de la compuerta, se contempla la inversión de su giro, donde "MTC" indica que el motor está activado para cerrar y "MTA" señala que el motor está activado para abrir.

En la Tabla 19 se puede ver las condiciones del diagrama de flujo del modo automático en términos de programación.

TABLA 19: Condiciones de diagrama de flujo del modo automático.

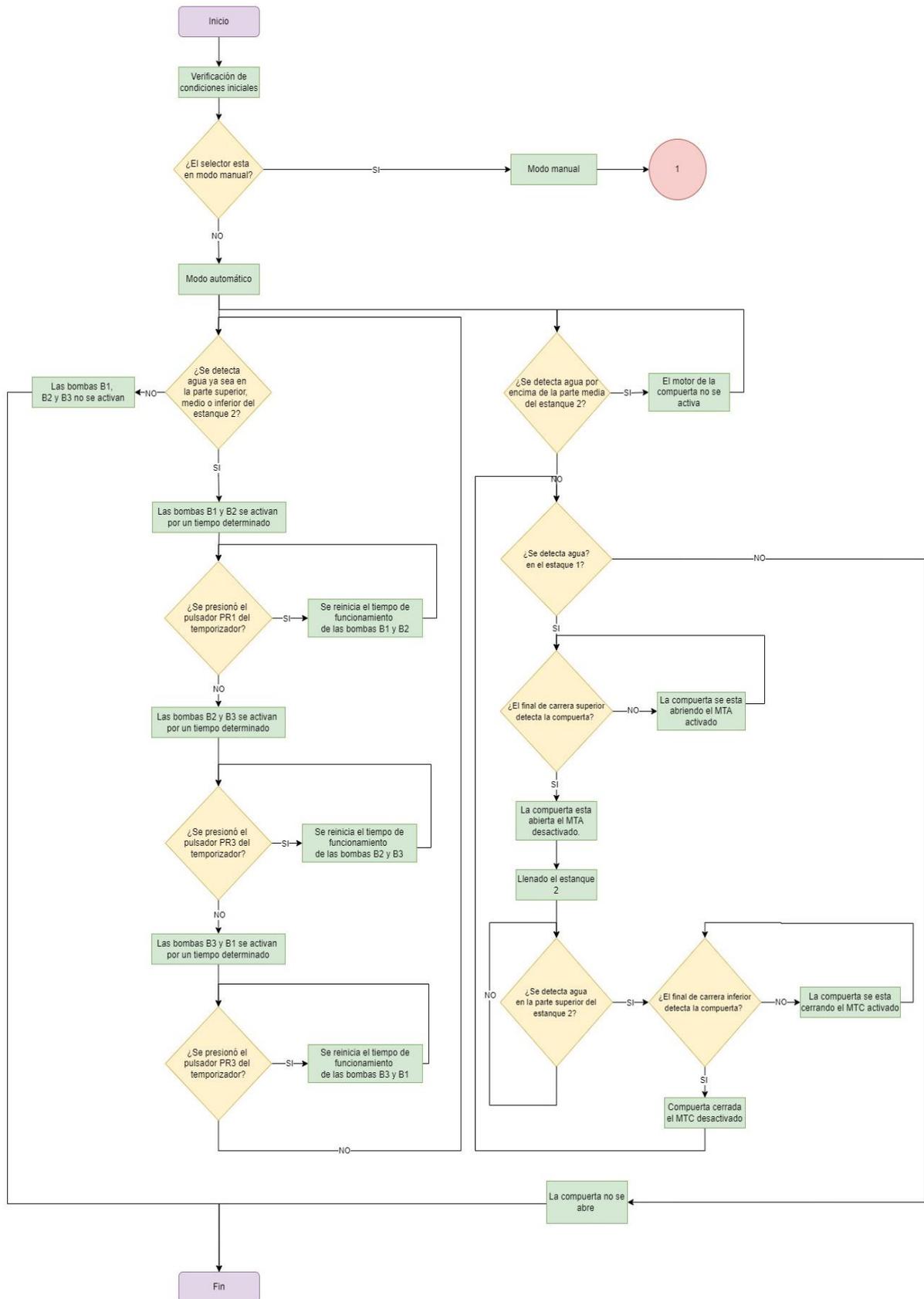
Condiciones del diagrama de flujo del proceso de abastecimiento y distribución de agua	Condiciones del diagrama de flujo del proceso de abastecimiento y distribución de agua
¿Se detecta agua ya sea en la parte superior, medio o inferior del estanque 2?	Para la detección de agua en el estanque 2, se trata de una señal digital, 0 lógico indica que no se encuentra y 1 lógico indica si se encuentra el agua en nivel inferior, medio o superior.
¿Se detecta agua por encima de la parte media del estanque 2?	Para la detección de agua por encima del nivel medio, se trata de una señal digital donde 0 lógico indica que no se encuentra y 1 lógico indica que si se encuentra en nivel medio del estanque 2.
¿Se detecta agua en el estanque 1?	Para la detección de agua en el estanque 1, se trata de una señal digital donde 0 lógico indica que no se encuentra agua y 1 lógico indica que si se encuentra agua.
¿El final de carrera superior detecta la compuerta?	Para la detección de posición de la compuerta, se trata de una señal lógica donde 1 lógico indica que la compuerta está abierta y 0 lógico indica que la compuerta no ha alcanzado la posición de abierto.

Condiciones del diagrama de flujo del proceso de abastecimiento y distribución de agua	Condiciones del diagrama de flujo del proceso de abastecimiento y distribución de agua
¿Se detecta agua en la parte superior del estanque 2?	Para la detección de agua por en la parte superior, se trata de una señal digital donde 0 lógico indica que no se encuentra y 1 lógico indica que si se encuentra agua en nivel superior del estanque 2.
¿El final de carrera inferior detecta la compuerta?	Para la detección de posición de la compuerta, se trata de una señal lógica donde 1 lógico indica que la compuerta está cerrada y 0 lógico indica que la compuerta no ha alcanzado la posición de cerrado.
¿Se presionó el pulsador PR1 del temporizador?	El PR1 es un pulsador de reset para reiniciar el temporizador de funcionamiento de las bombas B1 y B2.
¿Se presionó el pulsador PR2 del temporizador?	El PR2 es un pulsador de reset para reiniciar el temporizador de funcionamiento de las bombas B2 y B3.
¿Se presionó el pulsador PR3 del temporizador?	El PR3 es un pulsador de reset para reiniciar el temporizador de funcionamiento de las bombas B3 y B1.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 46 se puede ver el diagrama de flujo del modo automático del proceso de abastecimiento y distribución de agua.

FIGURA 46: Lógica del proceso de abastecimiento y distribución de agua del modo automático.



Fuente: Elaboración propia.

En el modo manual, se dispone pulsadores de arranque para cada bomba, identificados como PM1, PM2 y PM3, así como dos pulsadores de paro, identificados como PP1 y PP2.

En la Tabla 20 se puede ver las condiciones del diagrama de flujo del modo manual en términos de programación.

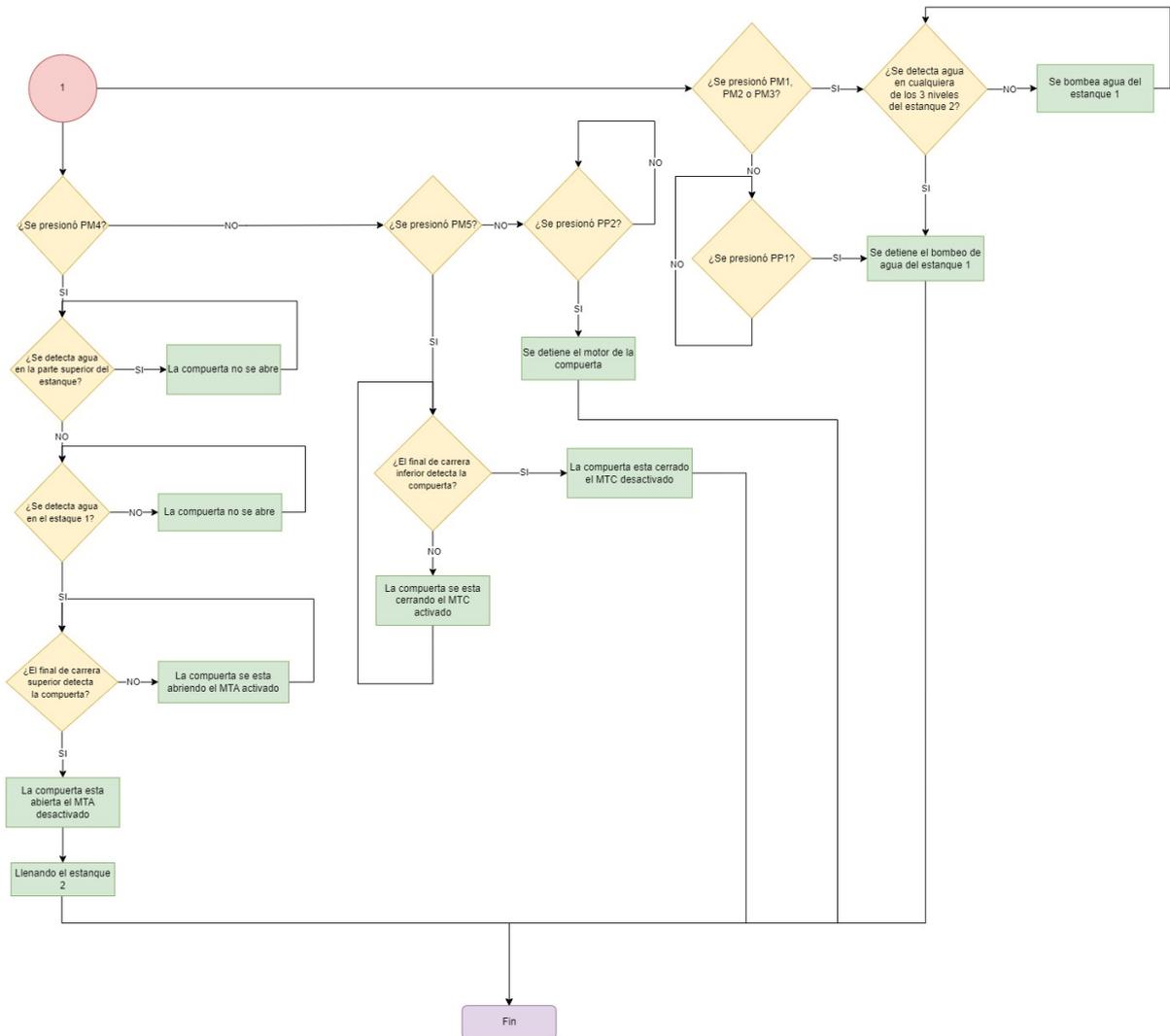
TABLA 20: Condiciones de diagrama de flujo de modo manual.

Condiciones del diagrama de flujo del proceso de abastecimiento y distribución de agua	Condiciones del diagrama de flujo del proceso de abastecimiento y distribución de agua
¿Se presiono es PM1, PM2 o PM3?	PM1 es para accionar la bomba 1. PM2 es para accionar la bomba 2. PM3 es para accionar la bomba 3.
¿Se detecta agua en cualquiera de los 3 niveles del estanque 2?	Para la detección de agua en el estanque 2, se trata de una señal digital, 0 lógico indica que no se encuentra y 1 lógico indica si se encuentra el agua en nivel inferior, medio o superior.
¿Se presiono PM4?	PM4 es para accionar el motor.
¿Se presiono PM5?	PM5 es para accionar el motor.
¿Se presiono es PP1?	PP1 es para detener cualquiera de las bombas.
¿Se presiono es PP2?	PP2 es para detener el motor.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 47 se puede ver el diagrama de flujo del modo manual del proceso de abastecimiento y distribución de agua.

FIGURA 47: Lógica del proceso de abastecimiento y distribución de agua del modo manual.



Fuente: Elaboración propia.

1.15.1.3. Configuración del software Tía portal V15 y desarrollo del código.

El software de programación del PLC S7-1200 es el TIA Portal V15. Para utilizar este software, es necesario adquirir la licencia correspondiente del fabricante Siemens.

Este software permite el uso de dos lenguajes de programación diferentes: el KOP (Esquema de contactos) y el FUP (Diagrama de funciones).

Después de configurar los parámetros iniciales y de red con la computadora, se procede a la etapa de programación. Para este proyecto, se utilizó el lenguaje de programación KOP, también conocido como lenguaje de programación Ladder. Se puede ver en el apartado de Anexos el programa realizado.

1.16. DISEÑO DE MONITORIZACIÓN.

Para el diseño de la monitorización, se implementará un sistema de supervisión y control que permitirá monitorear y gestionar eficientemente el proceso de abastecimiento y distribución de agua en la planta.

1.16.1. DISEÑO DEL MODULO DE SUPERVISION Y MONITORIZACION.

Se optó por seleccionar el HMI KTP 700 BASIC Siemens 6AV2123-2GB03-0AX0 porque el fabricante recomienda, por motivos de compatibilidad y facilidad de uso, que el HMI sea de la misma marca que el PLC. Además, este HMI ofrece un manejo sencillo para su programación y configuración en el programa TIA Portal. En la Figura 48 se puede ver el HMI seleccionado.

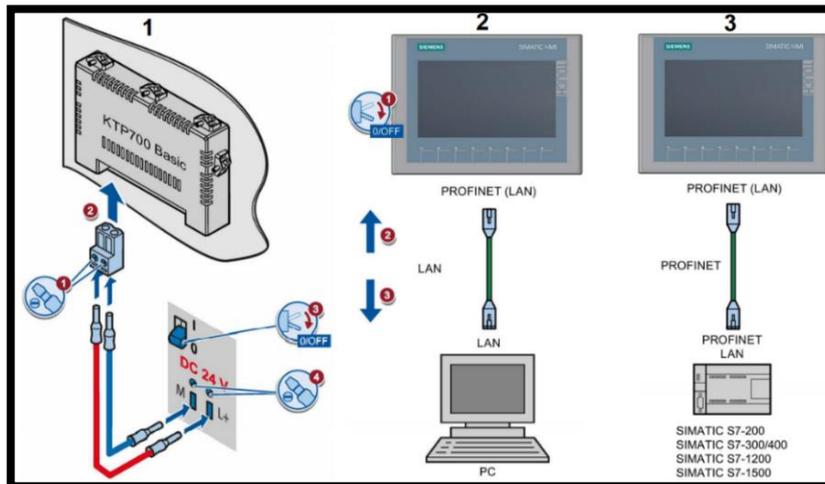
FIGURA 48: Pantalla HMI KTP 700 Basic.



Fuente: Catalogo de Siemens.

Se puede ver en la Figura 49 la conexión de alimentación (1), conexión de transferencia del programa (2) y la conexión de comunicación con el PLC (3).

FIGURA 49: Conexión de alimentación transferencia de programa y comunicación.



Fuente: Catálogo de Siemens HMI KTP 700 Basic.

El desarrollo de una interfaz hombre-máquina permitirá a la planta de lácteos obtener un control y monitoreo más efectivos del proceso. Esto incluirá la visualización de variables en pantalla, la configuración de botones, el registro de eventos, las salidas de alarma y otras funciones. En la Tabla 21 se detallan algunas características del HMI KTP 700 Basic que se utilizará para este propósito.

TABLA 21: Características del HMI KTP 700 Basic.

Características	Datos
Tamaño pantalla	7" TFT
Ancho display	154,1 mm
Interfaz	PROFINET
Alto display	85,9 mm
Tipo de pantalla táctil	Si
Fuente de alimentación	24 V DC
Rango de tensión admisible	19.2 V A 28.8 V DC
Consumo de corriente	230 mA
Dimensiones	197mm x 141mm x 39mm

Características	Datos
Material de la carcasa	Plástico
Protección	IP65
Memoria para datos del usuario	10 MB
Reloj para datos del usuario	Reloj de hardware
Protocolo	PROFINET
Software de configuración	Desde STEP7 basic, Wincc Basic (TIA Portal)

Fuente: Elaboración propia en base de la hoja de datos de HIM KTP 700 Basic.

1.16.1.1. Configuración inicial de la interfaz hombre máquina en Tía Portal V15.

Para llevar a cabo la configuración y programación del dispositivo, se necesita utilizar un software específico llamado TIA Portal, que se utilizó previamente para la programación del PLC. Este programa permite establecer la conexión entre los distintos controladores y las interfaces de visualización a través de un enlace S7 de Siemens.

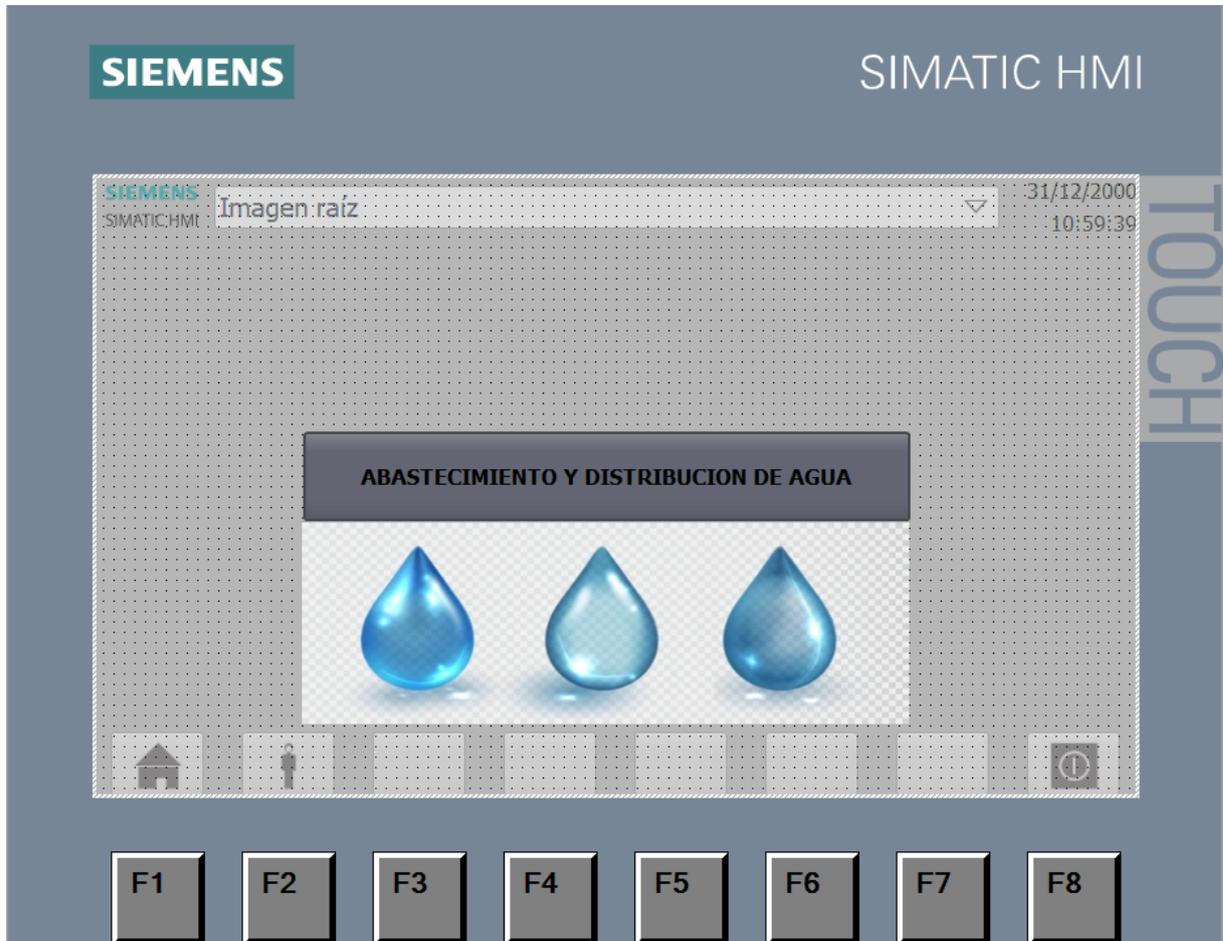
Una vez configurada la comunicación entre el PLC seleccionado y el HMI, se procede a la programación del HMI. Para ello, primero se agrega el dispositivo y luego se establece la comunicación con el PLC. Una vez completada esta configuración, se accede a la pantalla de inicio del HMI, desde donde se pueden añadir más pantallas para desarrollar el proyecto. Además, en el lado derecho de la pantalla se encuentran las herramientas necesarias para agregar figuras, botones, textos y otras funciones al diseño de la interfaz.

1.16.1.2. Diseño de la interfaz hombre máquina en Tía Portal V15.

El diseño se realizó de acuerdo a los requerimientos y los alcances propuestos. Para la configuración del HMI, se aprovecharon las diversas plantillas disponibles, que permiten al programador establecer una pantalla con una imagen predefinida y botones prediseñados. El diseño incluye dos pantallas que permiten monitorear y controlar cada etapa del proceso de abastecimiento y distribución de manera eficiente.

En la Figura 50 se puede ver la pantalla principal con el botón de ingreso a los procesos de abastecimiento y distribución de agua de un estanque.

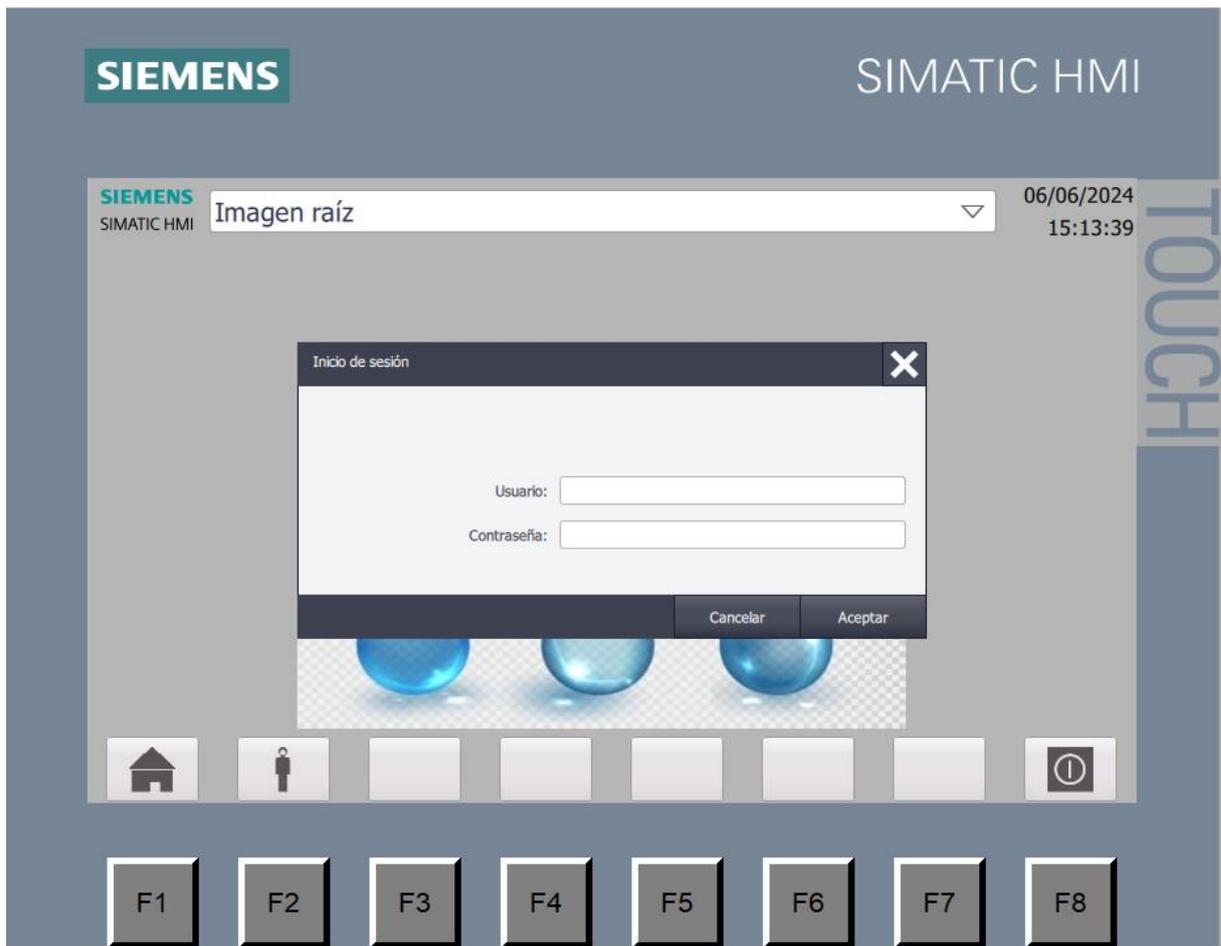
FIGURA 50: Pantalla de menú principal.



Fuente: Elaboración propia.

Una vez presionado el botón de abastecimiento y distribución de agua, se pedirá el inicio de sesión, como se puede ver en la Figura 51, donde se va introducir el usuario y la contraseña.

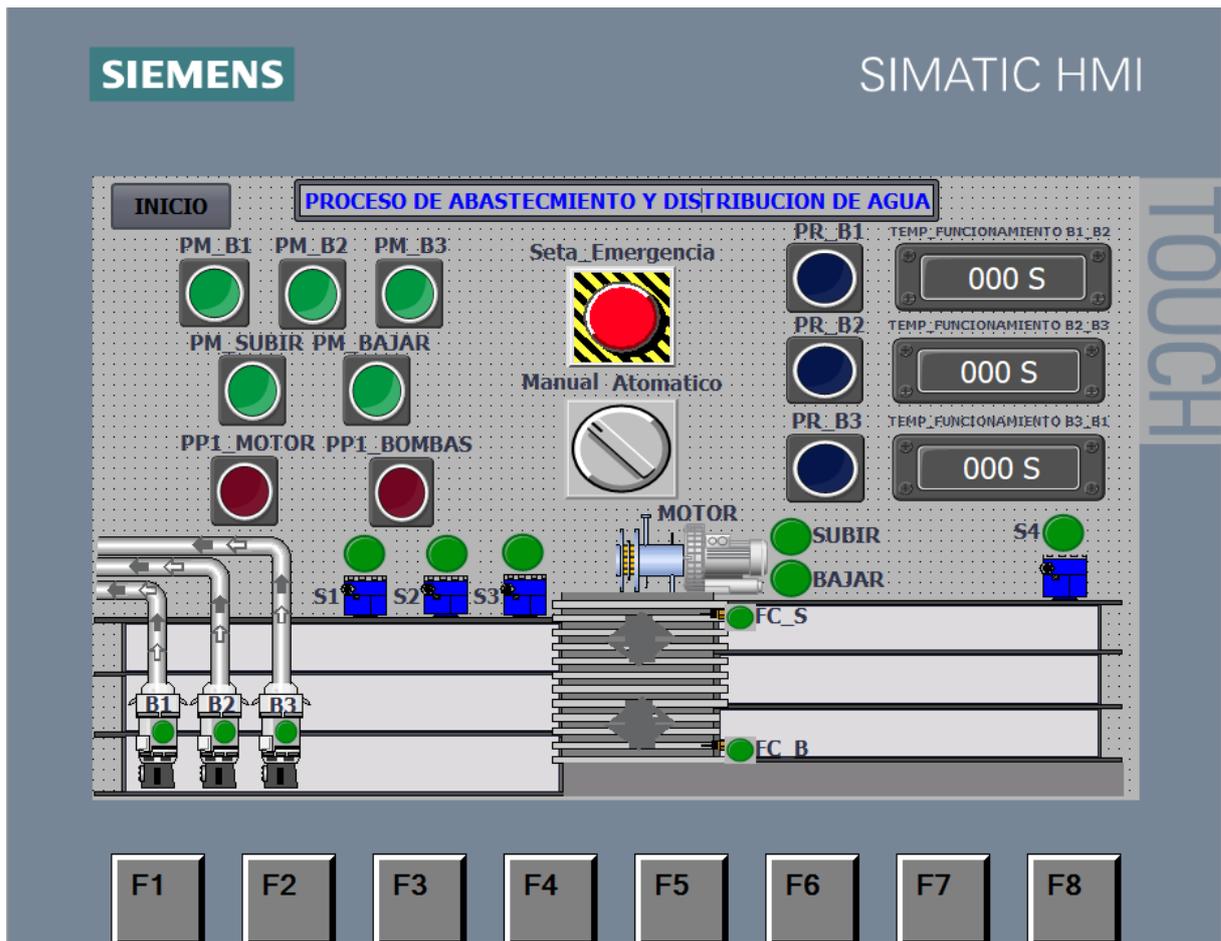
FIGURA 51: Pantalla de inicio de sesión.



Fuente: Elaboración propia.

Luego de introducir el usuario y contraseña, tendremos acceso a los procesos de abastecimiento y distribución de agua, como se puede ver en la Figura 52. En esta pantalla, podremos manipular las distintas botoneras y modos, así como también ver la activación de todas nuestras salidas y el tiempo de los temporizadores.

FIGURA 52: Pantalla de los procesos de abastecimiento y distribución de agua.



Fuente: Elaboración propia.

1.17. CONCLUSIONES.

El presente trabajo de fin de master, se concluye que el diseño de control destinado a los procesos de abastecimiento y distribución de agua de un estanque ubicado en Almarda, desarrollado a partir de dispositivos de control, accionamiento, protección, visualización y diseño mecánico, cumple con los objetivos planeados y permite llegar a las siguientes conclusiones.

- A partir de la información recolectada de la empresa Elecsasis se pudo identificar los requerimientos para el proceso de abastecimiento y distribución de agua. A partir de la identificación se concluye que el diseño de control realizado satisface plenamente los requisitos para los procesos. Este diseño no solo facilita un control más efectivo, sino que también garantiza el suministro de agua a la población.
- El diseño mecánico de la compuerta, se llevó a cabo utilizando SolidWorks, lo que ha permitido crear modelos virtuales y realizar modificaciones antes de su

fabricación. Esto garantiza una precisión y la eficiencia en todo el proceso de diseño.

- El material seleccionado para la compuerta es de acero inoxidable de tipo sanitario AISI 304, debido a que es un material específicamente para aplicaciones donde se requiere un alto nivel de higiene.
- Se implementó una fuente de corriente continua para los dispositivos que lo requieren, además se determinó las protecciones tanto para el circuito de fuerza, utilizando guardamotor, interruptor térmico, termomagnético y para el circuito de control que incluye fusibles, diferencial y termomagnético. En el diseño de los planos eléctricos, se han tenido en cuenta las normativas y regulaciones establecidas por la IEC y la EN para garantizar seguridad.
- Se seleccionaron los sensores de detección de nivel, los finales de carrera y los motores más adecuados, considerando cuidadosamente los requisitos específicos de la aplicación y las condiciones operativas. Esta elección asegura que el sistema funcione de manera óptima y fiable, proporcionando una detección precisa y un control eficaz.
- Para el dimensionamiento del autómatas programable y módulos se tomó en cuenta la cantidad de entradas y salidas que se requieren en el proyecto, de esta manera también se diseñó un sistema de control manual y automático para el proceso de abastecimiento y distribución de agua de un estanque.
- En la selección del HMI se consideró primordial la facilidad de monitoreo y control de los procesos para el usuario. Para lograrlo, se diseñó una interfaz que ofrece una ventana dedicada al monitoreo y ejecución de acciones de control, tanto en modo manual como automático, en el proceso de abastecimiento y distribución de agua de un estanque.

PRESUPUESTO



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



CAPITULO 2: PRESUPUESTO

2.1. PRESUPUESTO ECONOMICO.

Para realizar el presupuesto y facilitar la comprensión se divide en diferentes en 4 tipos de coste.

2.1.1. Coste material.

En la Tabla 22 se puede ver a detalle el presupuesto que corresponde a los materiales necesarios para la ejecución del proyecto de abastecimiento y distribución de agua de un estanque.

TABLA 22: Presupuesto material.

Descripción	Coste unitario (€)	Cantidad	Coste (€)
Elevador de husillo SMJ306	1469,58	1	1469,58
Sensor de nivel Pointek CLS200PF 245 cm	1159,46	2	2318,92
Sensor de nivel Pointek CLS200PF 150 cm	959,54	1	959,54
Sensor de nivel Pointek CLS200PF 11 cm	526,34	1	526,34
Final de carrera	60,44	2	120,88
Bomba de agua de la marca Flygt	2150,85	3	6452,55
Motor con freno de la marca weg	840,65	1	840,65
Variador siemens	7734	3	23202
Guardamotor	61,53	1	61,53
Interruptor automático 3VA2510-7KQ32-0AA0	4516,61	1	4516,61

Descripción	Coste unitario (€)	Cantidad	Coste (€)
Interruptor automático 3VA2440-OMN32-0AA0	2360,15	3	7080,45
Interruptor auxiliar 3RV2901-1E	6,94	1	6,94
Interruptor auxiliar 3VA9988- 0AA12	16,17	3	48,51
Termomagnético bipolar de 10 A	29,25	1	29,25
Termomagnético bipolar 2A	15,66	1	15,66
Termomagnético monopolar 4A	21,18	1	21,18
Termomagnético monopolar 2A	23,5	1	23,5
Termomagnético monopolar 1A	21,58	1	21,58
Diferencial	48	1	48
Relé	10,35	11	113,85
Contactores	30,69	3	90,07
Fuente de alimentación	180	1	180
Fusibles 1 A	44	3	132
Fusibles 2 A	83,93	1	83,93
PLC	239	1	239
HMI	429	1	429
Módulo de 16 entradas Y 16 salidas tipo transistor	357,77	1	357,77
Total			49389,29

2.1.2. Coste personal.

En la Tabla 23 se puede ver a detalle el presupuesto que corresponde a las horas dedicadas y el tipo de tarea que sea realizado para el proyecto de abastecimiento y distribución de agua de un estanque.

TABLA 23: Presupuesto personal.

Dedicación	Coste por hora (€/h)	Horas de trabajo (h)	Coste (€)
Diseño mecánico de piezas.	20	70	1400
Programación PLC	20	70	1400
Diseño SCADA	20	40	800
Diseño de planos	20	40	800
Documentación	15	20	300
Total			4700

2.1.3. Coste de software.

En la Tabla 24 se puede ver el coste del uso de las licencias de los programas por las horas trabajadas para la realización del proyecto de abastecimiento y distribución de agua para un estanque.

TABLA 24: Presupuesto de software.

Programa	Coste por hora de uso de la licencia (€)	Coste total, en las horas dedicadas (€)
Tia portal V17, Eplan electric, Solid Works	4,4	371
Total		371

Teniendo el coste de las licencias de los softwares, se calcula el monto correspondiente por cada hora de uso de los tres softwares que es de 4,4 euros. Posteriormente, este monto por hora se multiplica por el número total de horas utilizadas para llevar a cabo el proyecto, lo que asciende a un total de 371 euros.

2.1.4. Coste total.

Y por último en la Tabla 25 se puede ver el presupuesto definitivo del presente proyecto, que abarca el coste total de los materiales, la remuneración de la realización del proyecto y el coste del software utilizado.

TABLA 25: Presupuesto total.

Concepto	Precio (€)
Coste material	49389,29
Coste personal	4700
Coste software	371
Total (sin IVA)	54460,29
Beneficios Industrial (%8)	4356,82
Costes indirectos (%15)	8169,04
Total (Sin IVA) + BI + CI	66986,15
Total + 21% IVA	81053,24

2.2. VIABILIDAD OPERATIVA.

La viabilidad operativa se refiere al hecho de que la empresa será capaz de manejar el sistema automatizado propuesto sin ningún problema, sin la necesidad de tener personal especializado, considerando que el proyecto es una respuesta a la necesidad para el abastecimiento y distribución de agua de un estanque para la población, que vista por la población, se ve necesario la implementación de este tipo de sistema para satisfacer las necesidades.

El sistema propuesto requiere de un mantenimiento preventivo, como la inspección de cada una de las bombas y sensores cada 30 días para evitar fallos en cada uno de los procesos, así también en la parte eléctrica se requiere de mantenimiento cada 3

meses para evitar fallos por cortocircuitos, daños de humedad. Se plantean estos tiempos para el mantenimiento debido a la humedad que se puede presentar.

Con estos antecedentes descritos y considerando que el sistema es accesible para quien lo manipule se puede concluir que el proyecto es viable operativamente.

PLANOS

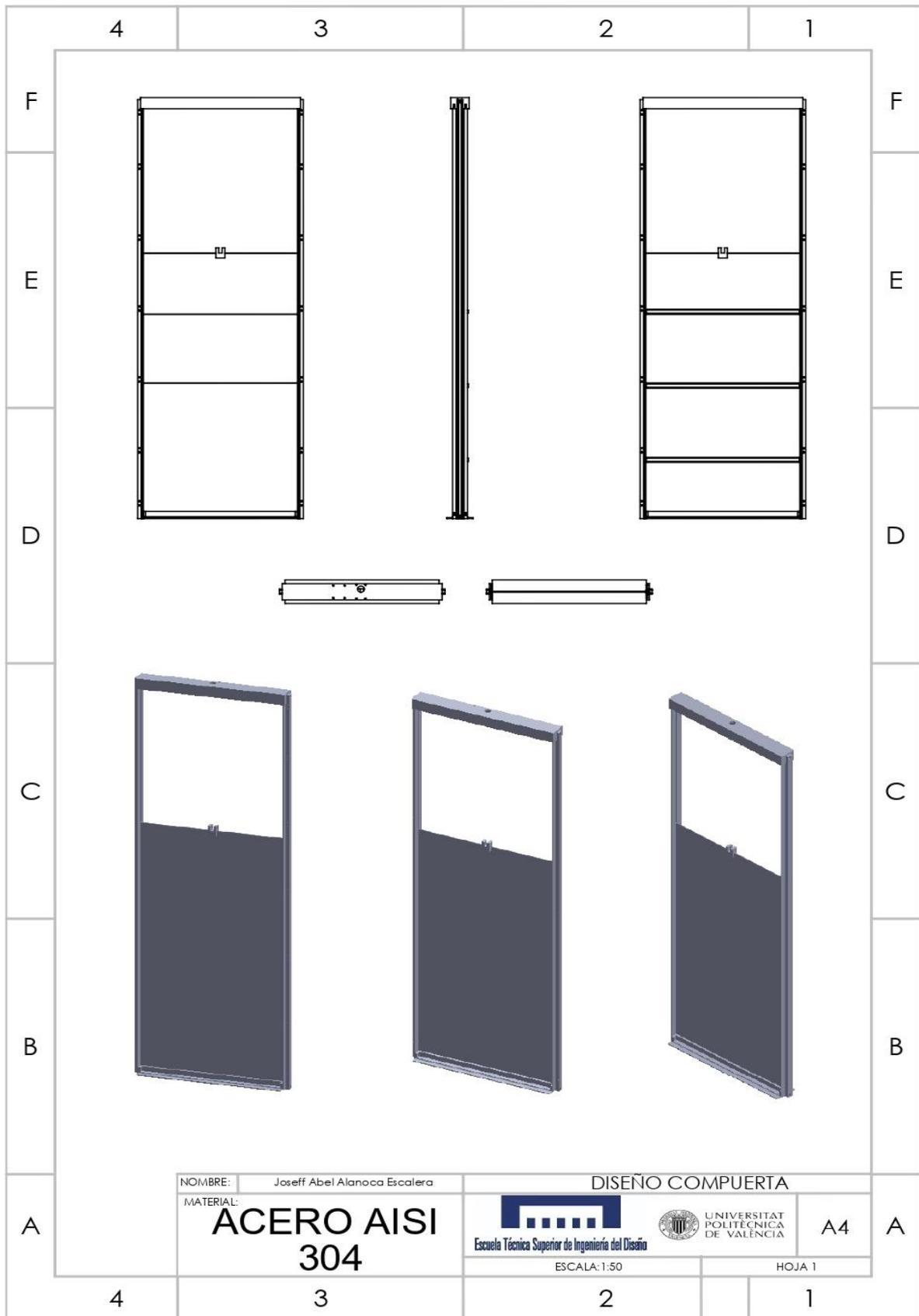


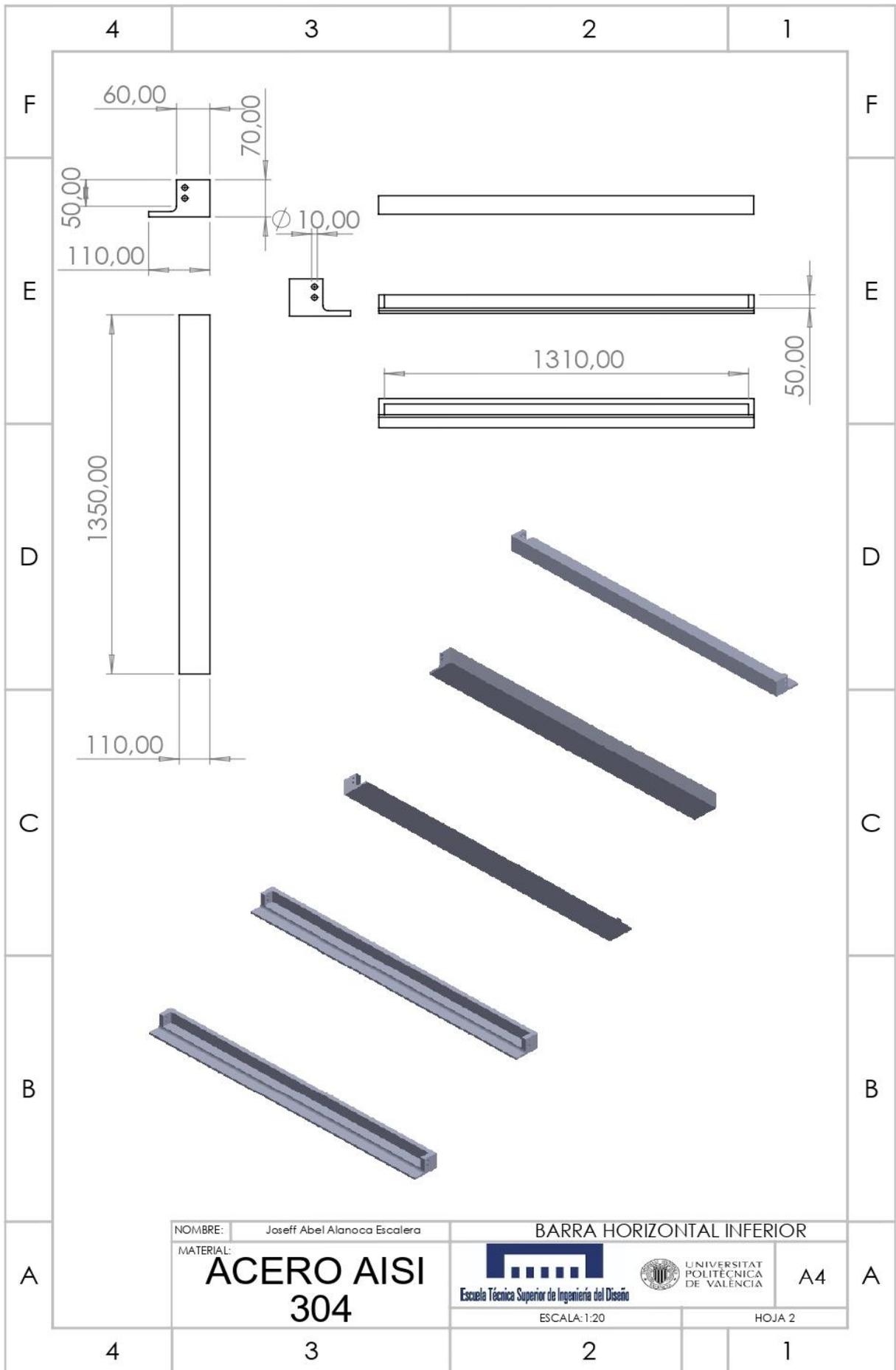
UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

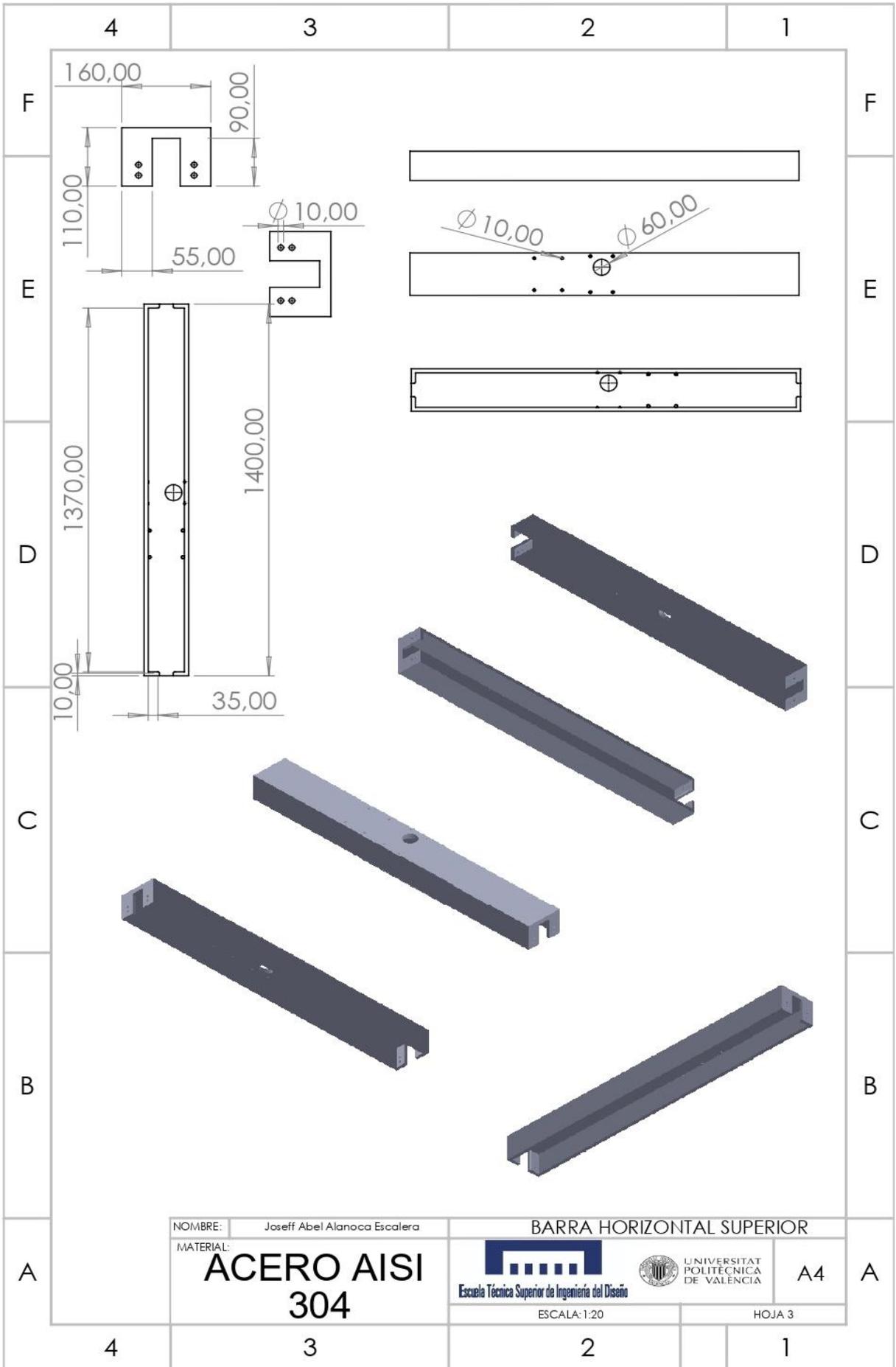


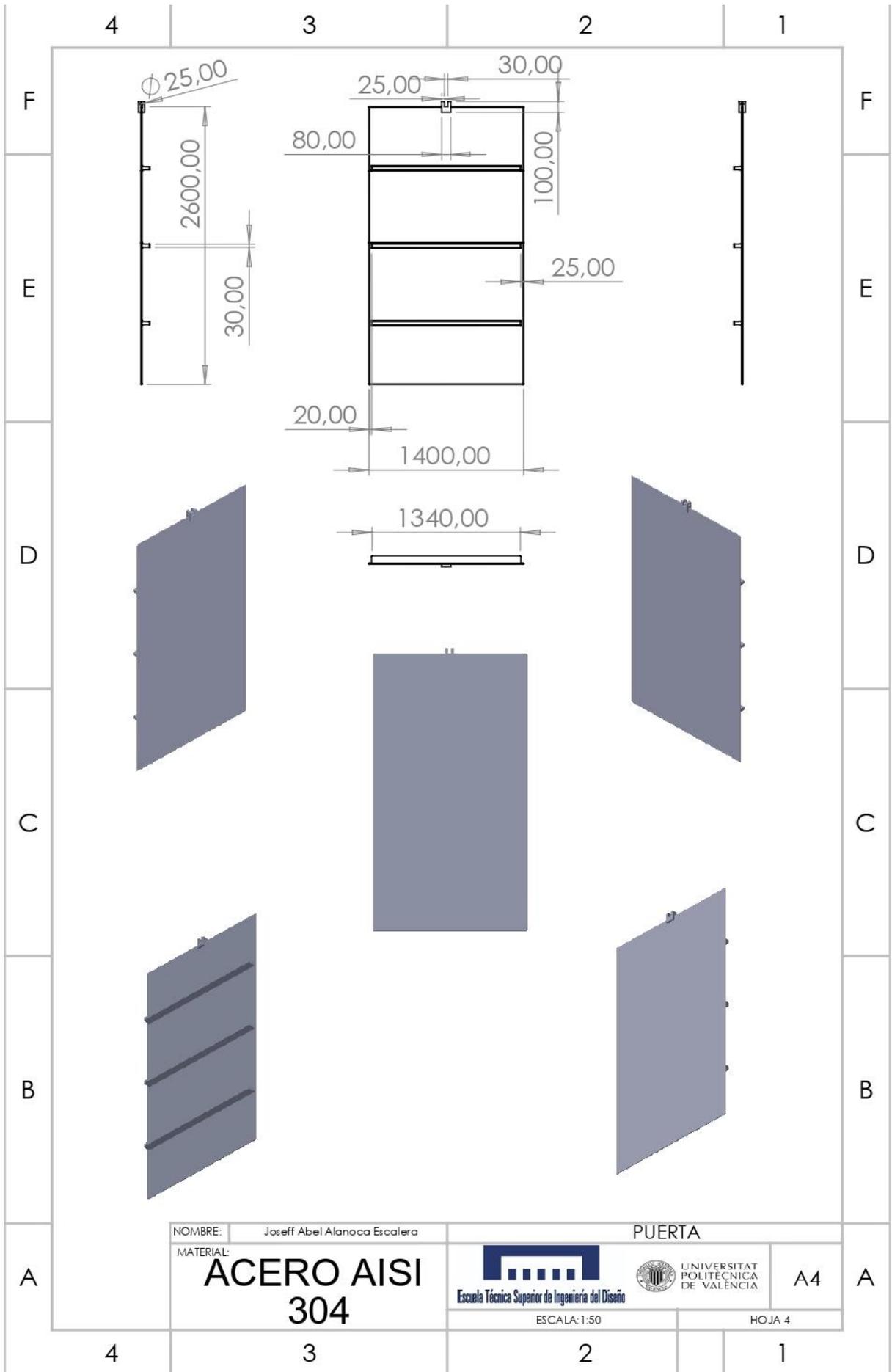
CAPITULO 3: PLANOS.

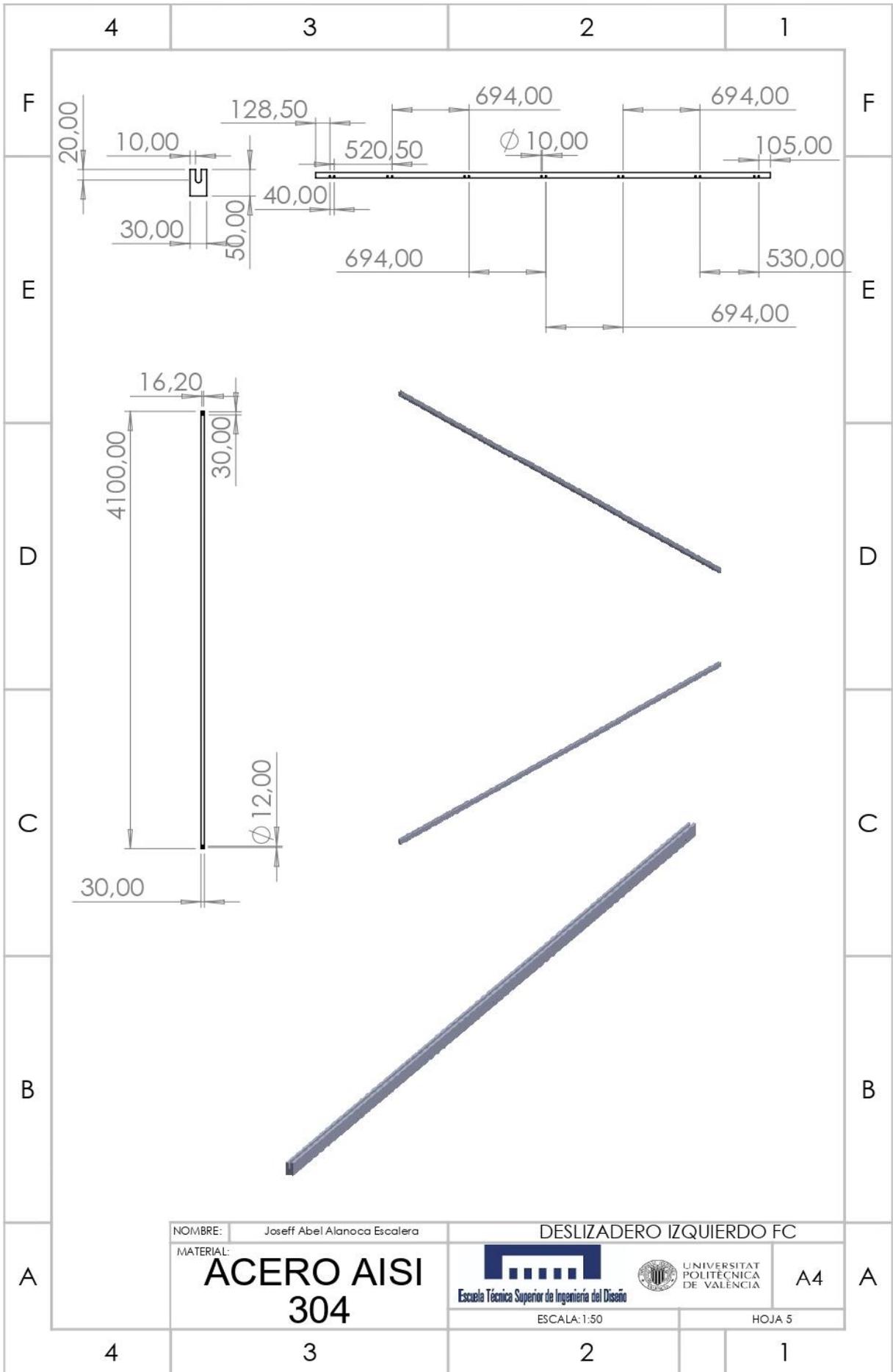
3.1. PLANOS DEL DISEÑO DE LA COMPUERTA

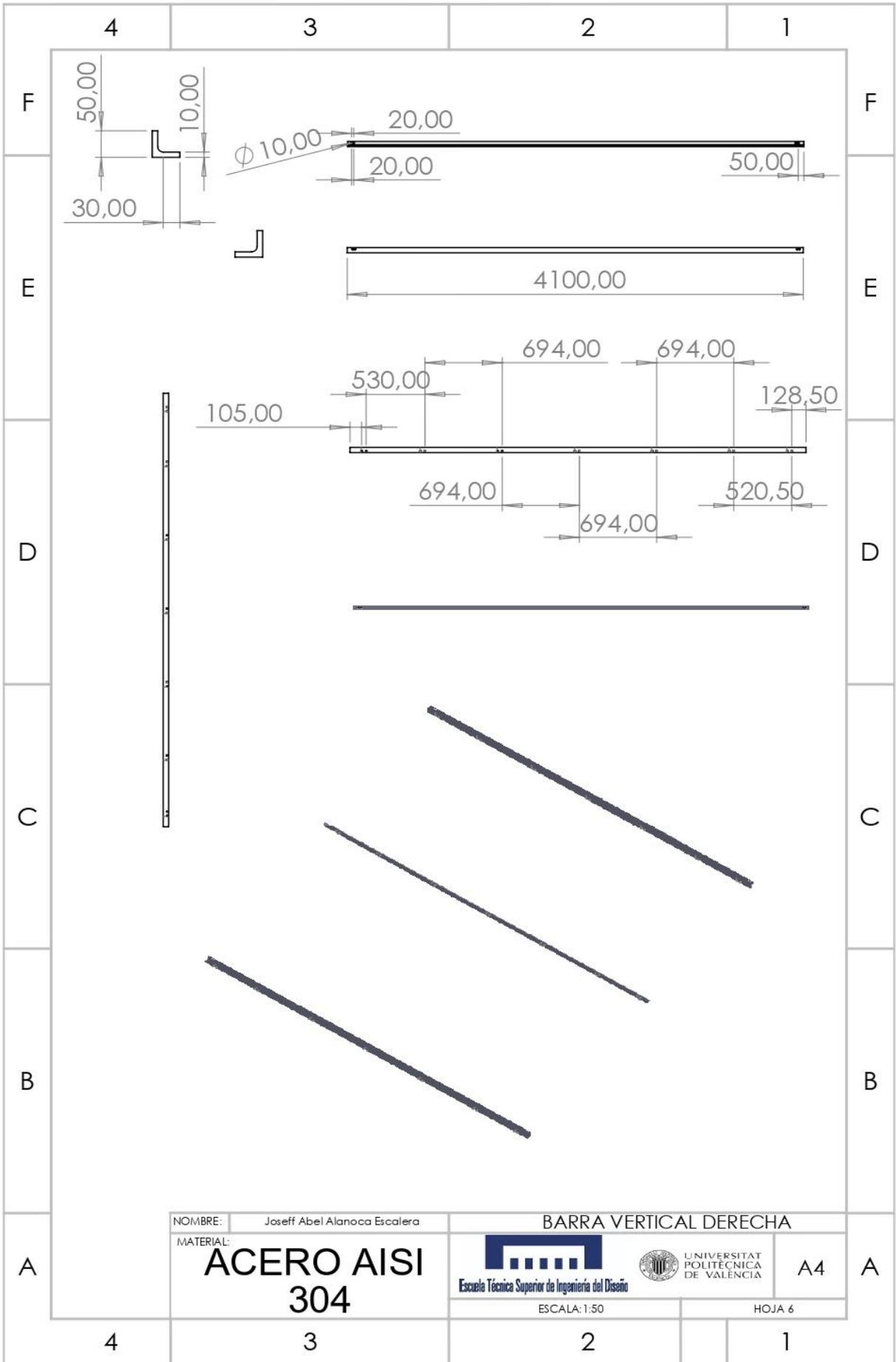


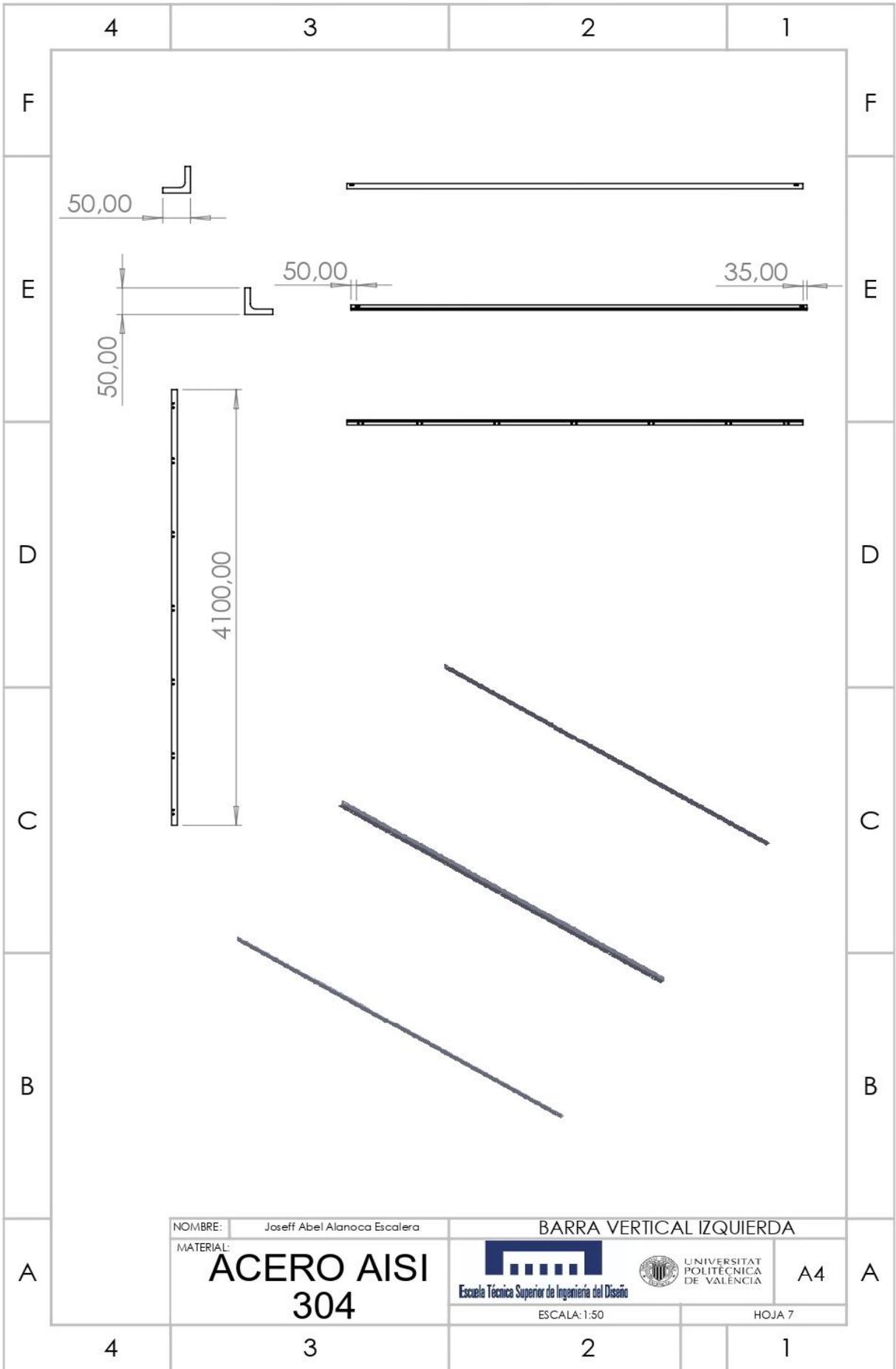


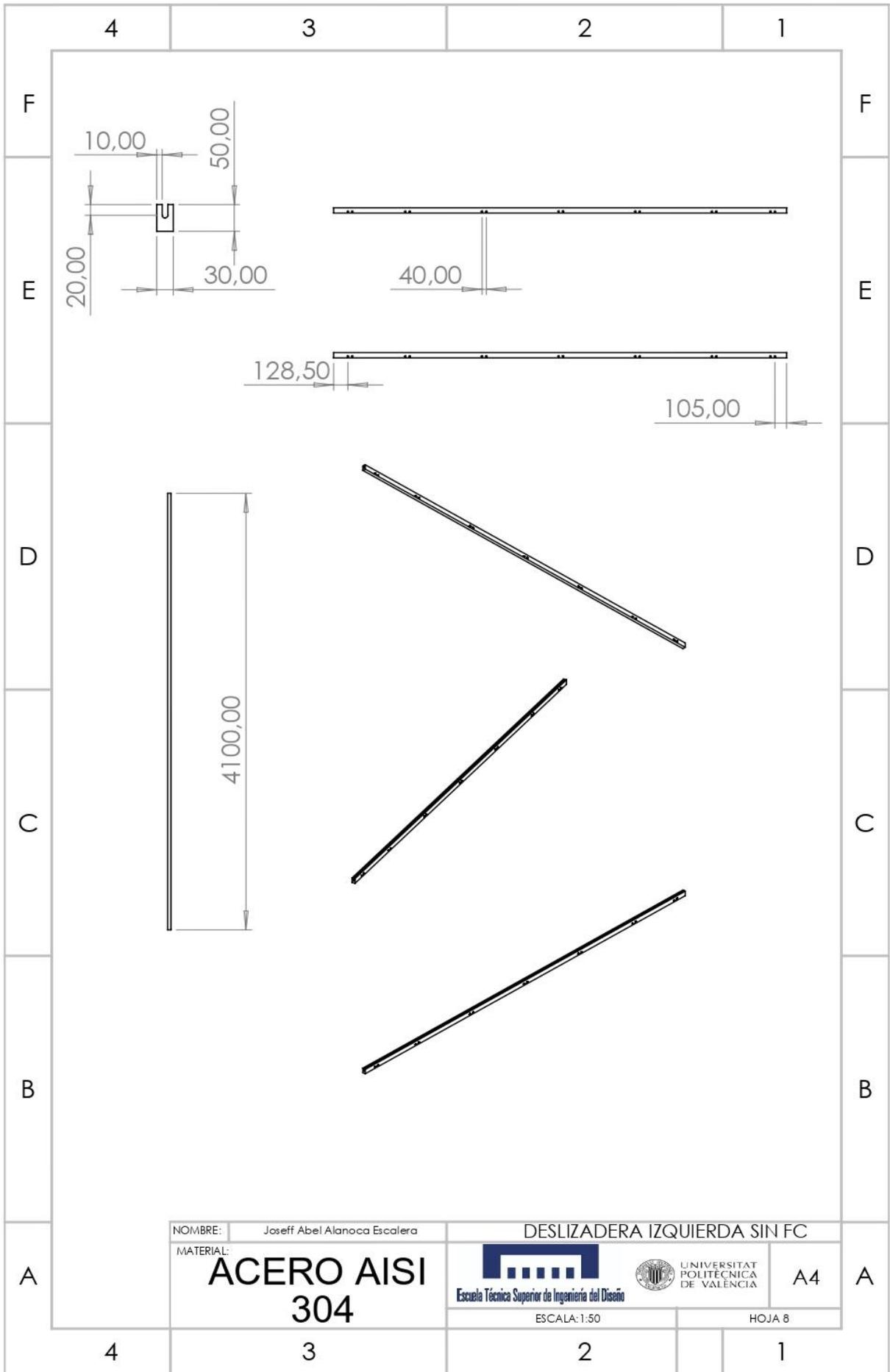












NOMBRE: Joseff Abel Alanoca Escalera

DESIZADERA IZQUIERDA SIN FC

MATERIAL:

**ACERO AISI
304**

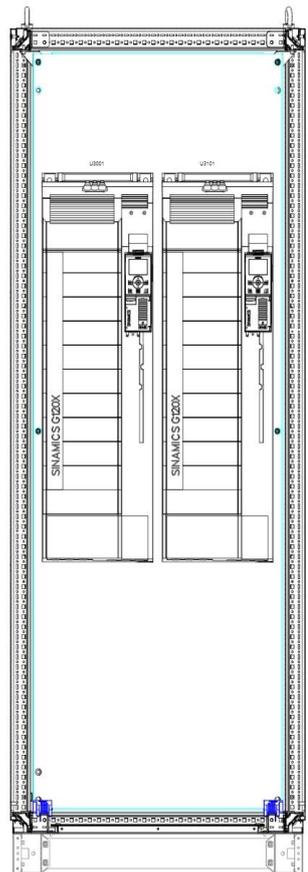
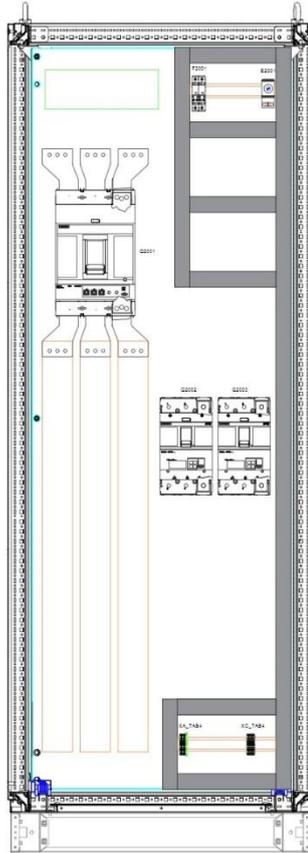


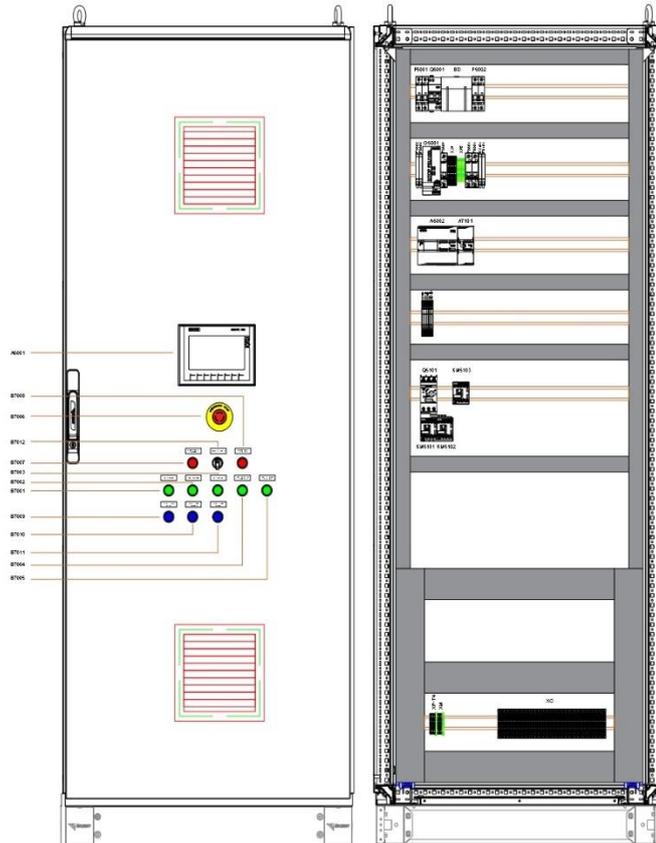
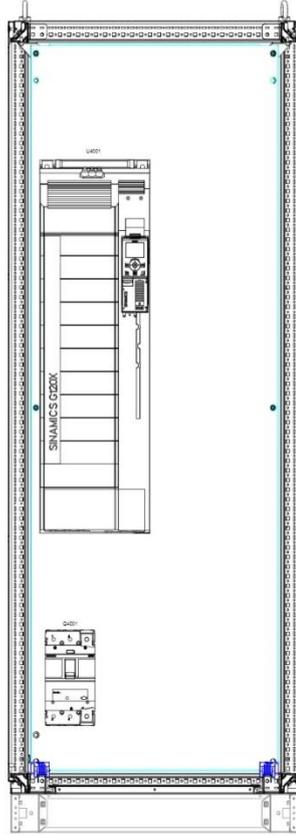
UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

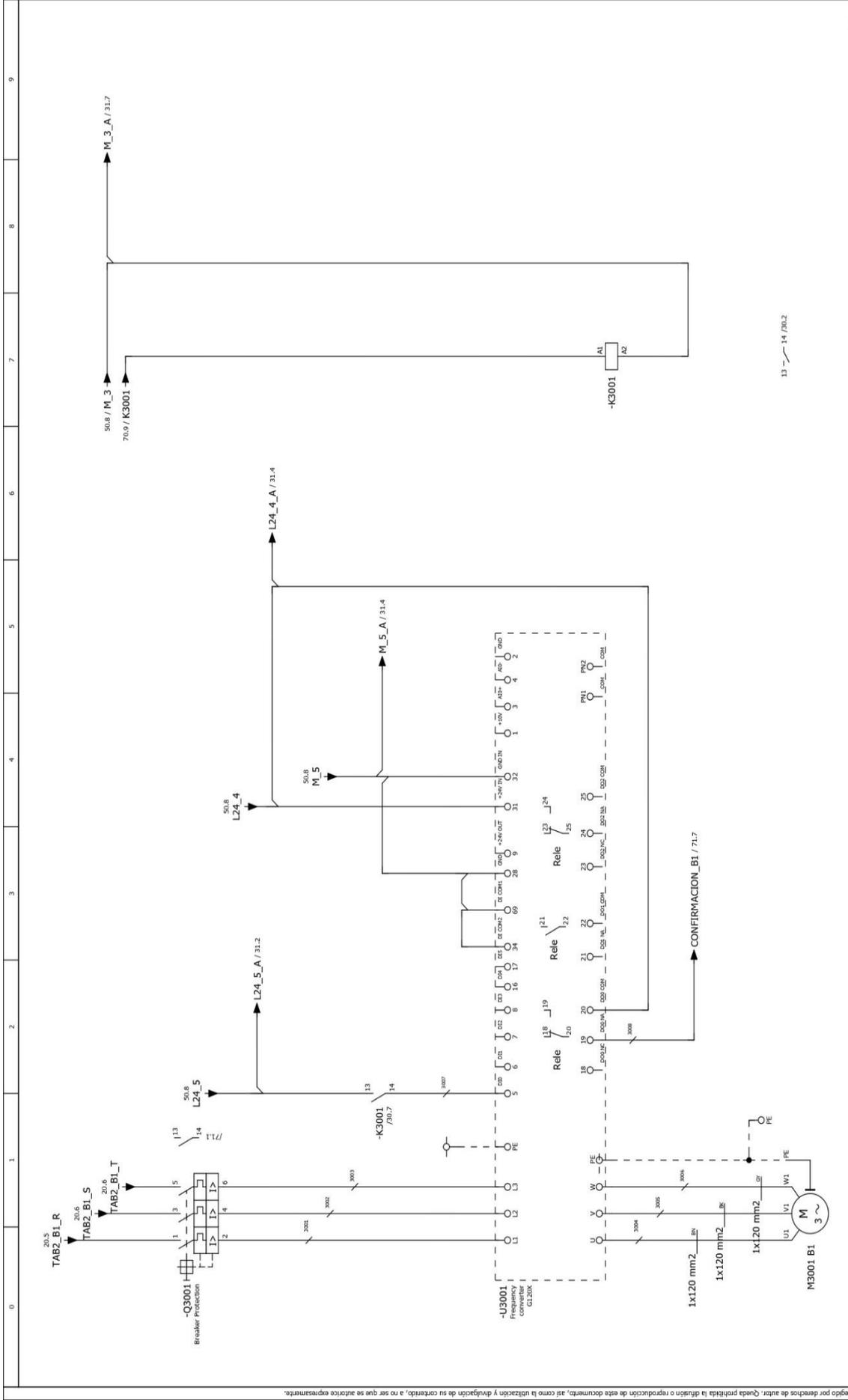
A4

ESCALA: 1:50

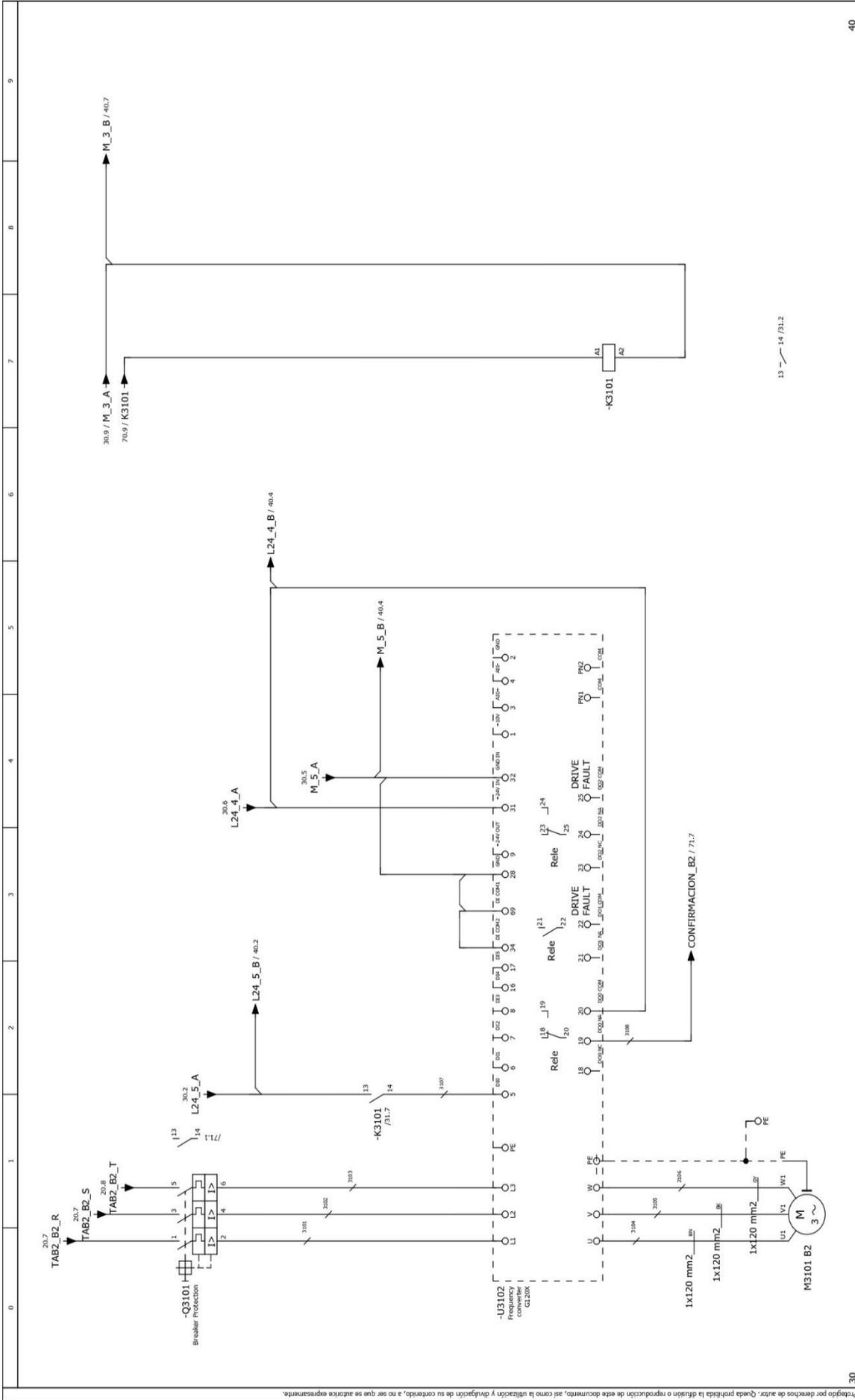
HOJA 8



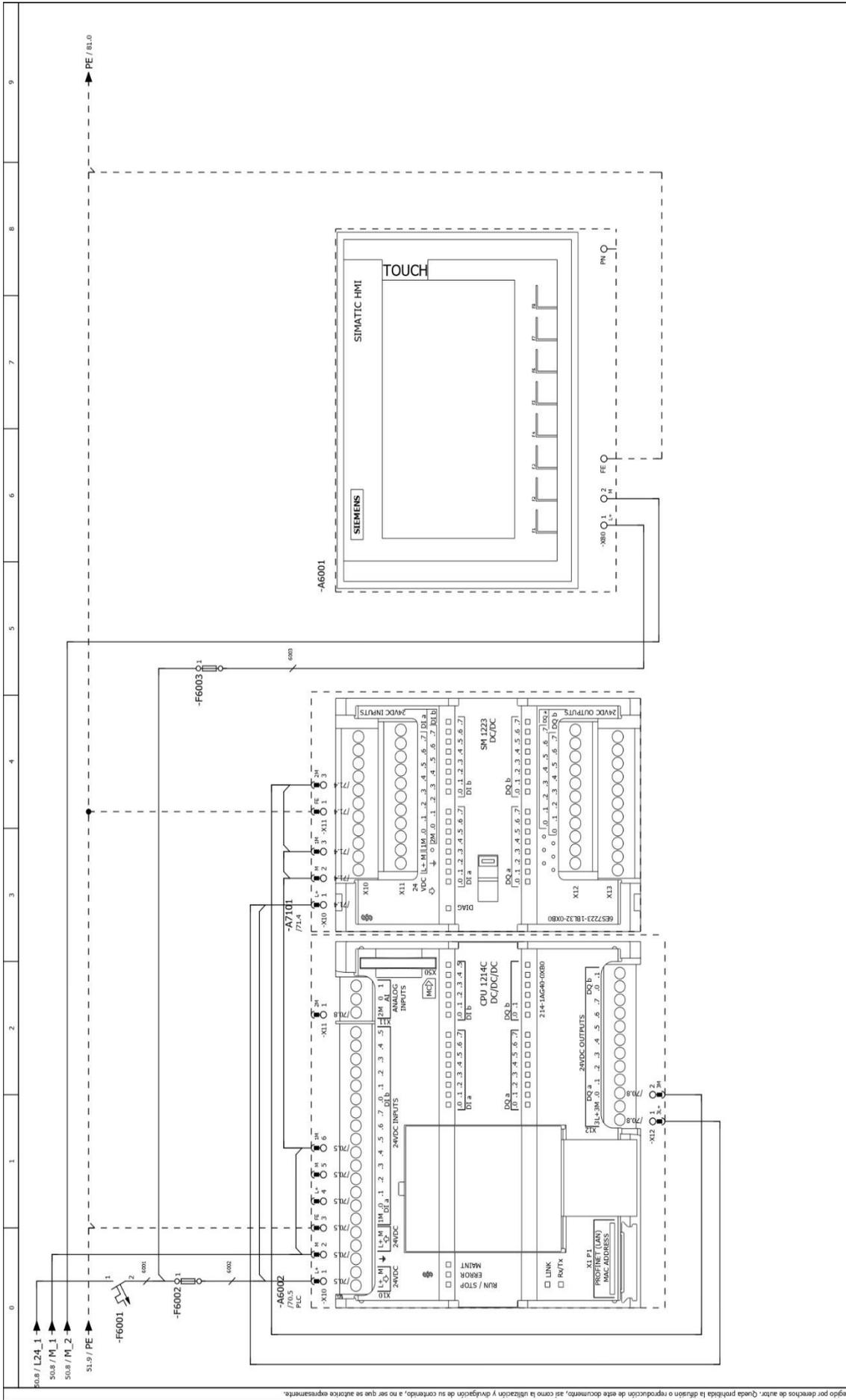




20		31	
Nombre de proyecto	Nombre de sistema de bombeo	TAB_002 BOMBA 1	
IEC ID-PLANTA.001	SISTEMA DE CONTROL		
Numero de dibujo	Josep Abel Alanca Escalera		
Comprobado por	JAAE		
Fecha		Fecha	
Cambio		Página	7 desde 16
		Hoja	30



30	Nombre de proyecto	SISTEMA DE BOMBEO	Nombre	JOSEPH ABEL ALANCOA ESCALERA	Comprobado por	JAAE	Fecha		40
	Número de proyecto	IEC_TD-PLANTA 001	Fecha						
	Número de planta	001	Fecha						
	Número de dibujo		Fecha						
	Comprobado por	JAAE	Fecha						
	Nombre	JOSEPH ABEL ALANCOA ESCALERA	Fecha						
	Fecha		Fecha						
	Nombre	SISTEMA DE CONTROL	Fecha						
	Fecha		Fecha						
	Nombre	SISTEMA DE BOMBEO	Fecha						
	Fecha		Fecha						
	Nombre	SISTEMA DE BOMBEO	Fecha						
	Fecha		Fecha						
	Nombre	SISTEMA DE BOMBEO	Fecha						
	Fecha		Fecha						
	Nombre	SISTEMA DE BOMBEO	Fecha						
	Fecha		Fecha						
	Nombre	SISTEMA DE BOMBEO	Fecha						
	Fecha		Fecha						
	Nombre	SISTEMA DE BOMBEO	Fecha						
	Fecha		Fecha						
	Nombre	SISTEMA DE BOMBEO	Fecha						
	Fecha		Fecha						
	Nombre	SISTEMA DE BOMBEO	Fecha						
	Fecha		Fecha						
	Nombre	SISTEMA DE BOMBEO	Fecha						
	Fecha		Fecha						
	Nombre	SISTEMA DE BOMBEO	Fecha						
	Fecha		Fecha						
	Nombre	SISTEMA DE BOMBEO	Fecha						
	Fecha		Fecha						
	Nombre	SISTEMA DE BOMBEO	Fecha						
	Fecha		Fecha						
	Nombre	SISTEMA DE BOMBEO	Fecha						
	Fecha		Fecha						
	Nombre	SISTEMA DE BOMBEO	Fecha						
	Fecha		Fecha						
	Nombre	SISTEMA DE BOMBEO	Fecha						
	Fecha		Fecha						
	Nombre	SISTEMA DE BOMBEO	Fecha						
	Fecha		Fecha						
	Nombre	SISTEMA DE BOMBEO	Fecha						
	Fecha		Fecha						
	Nombre	SISTEMA DE BOMBEO	Fecha						
	Fecha		Fecha						
	Nombre	SISTEMA DE BOMBEO	Fecha						
	Fecha		Fecha						
	Nombre	SISTEMA DE BOMBEO	Fecha						
	Fecha		Fecha						
	Nombre	SISTEMA DE BOMBEO	Fecha						
	Fecha		Fecha						
	Nombre	SISTEMA DE BOMBEO	Fecha						
	Fecha		Fecha						
	Nombre	S							

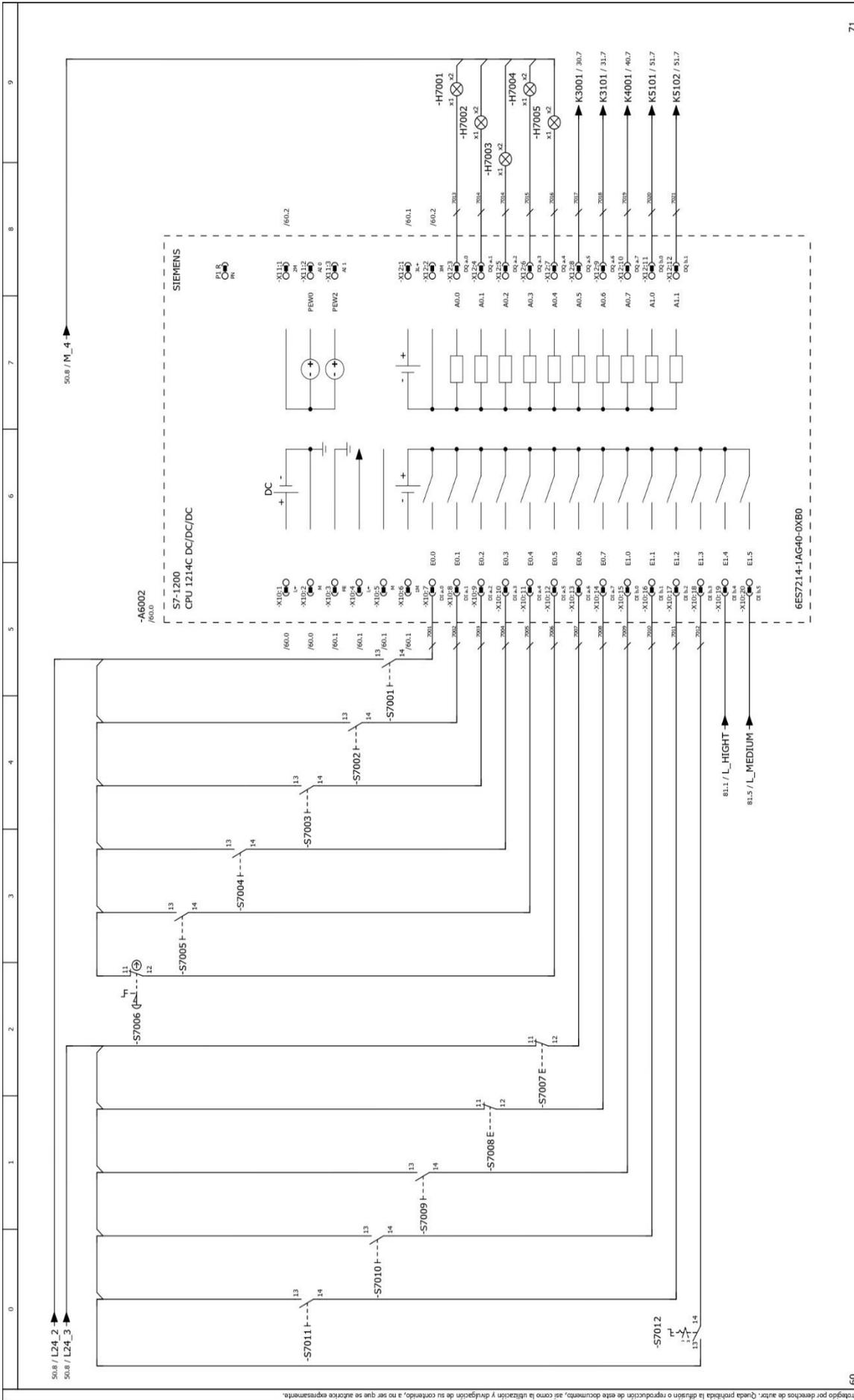


51. Protección por derechos de autor. Queda prohibida la difusión o reproducción de este documento, así como la utilización y divulgación de su contenido, a no ser que se acredite expresamente.

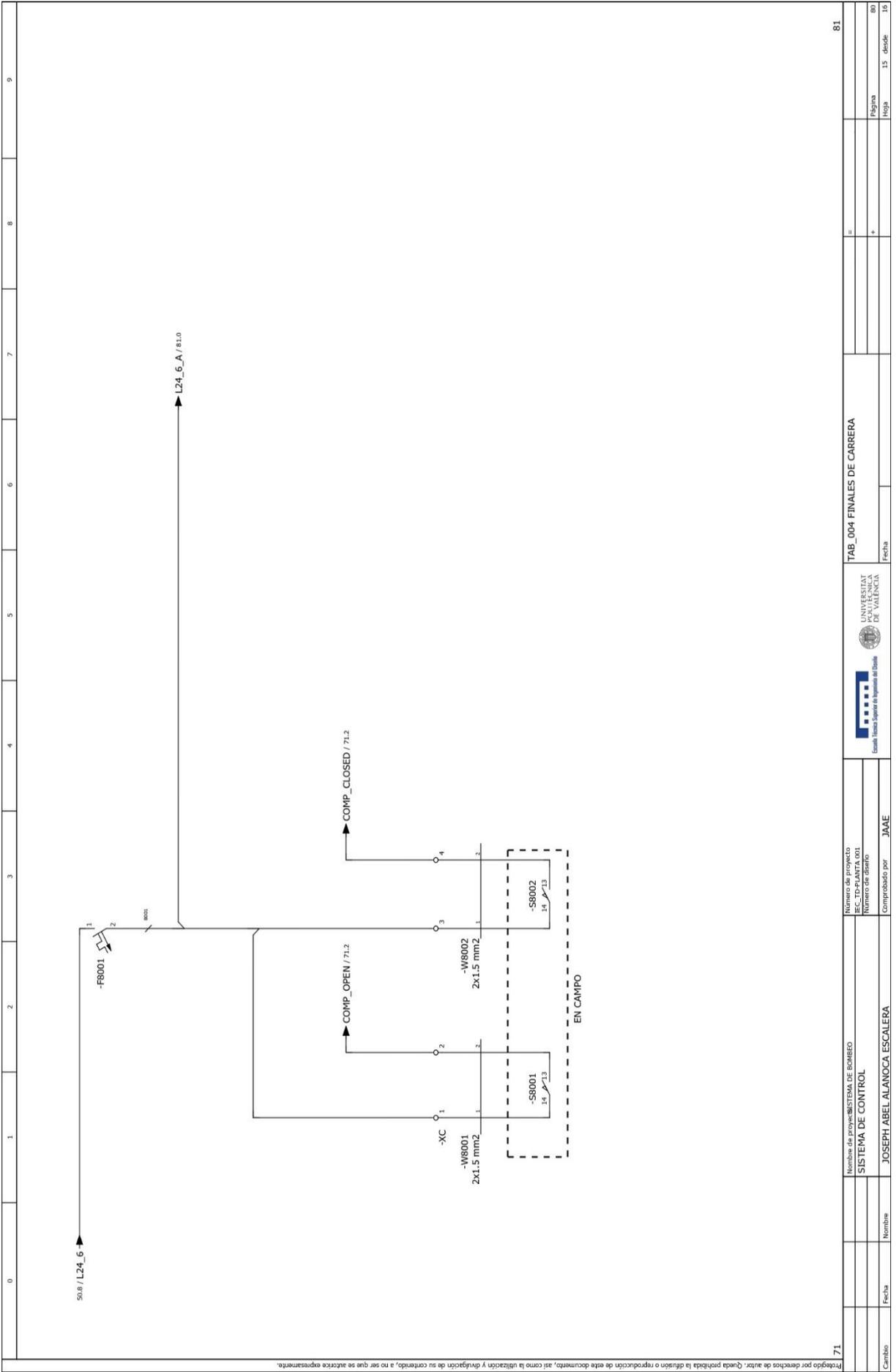
51		Nombre de proyecto: SISTEMA DE BOMBEO		Número de proyecto: EEC_TD-PLANTA_001		TAB_004 ALIMENTACION PLC Y HMI		70	
Cambio		SISTEMA DE CONTROL		Número de dibujo		Fecha		Página	
Fecha		JOSEPH ABEL ALANCOA ESCALERA		Comprobado por: JAAE		Fecha		Hoga	
								60	
								12 desde	
								16	



Estadística de Proyectos de Ingeniería



60	Nombre de proyecto: SISTEMA DE BOMBEO SISTEMA DE CONTROL Comprobado por: JAAE	UNIVERSITAT PAU I ENRIQUETA DE VALÈNCIA Càtedra: Tècniques bàsiques d'enginyeria elèctrica	TAB_004 ENTRADAS_SALIDAS PLC	71
Fecha	Fecha	Fecha	Página	70
Nombre	Nombre	Nombre	Hoy	13 desde 15



71 Prohibido por derechos de autor. Queda prohibida la difusión o reproducción de este documento, así como la utilización y divulgación de su contenido, a no ser que se autorice expresamente.

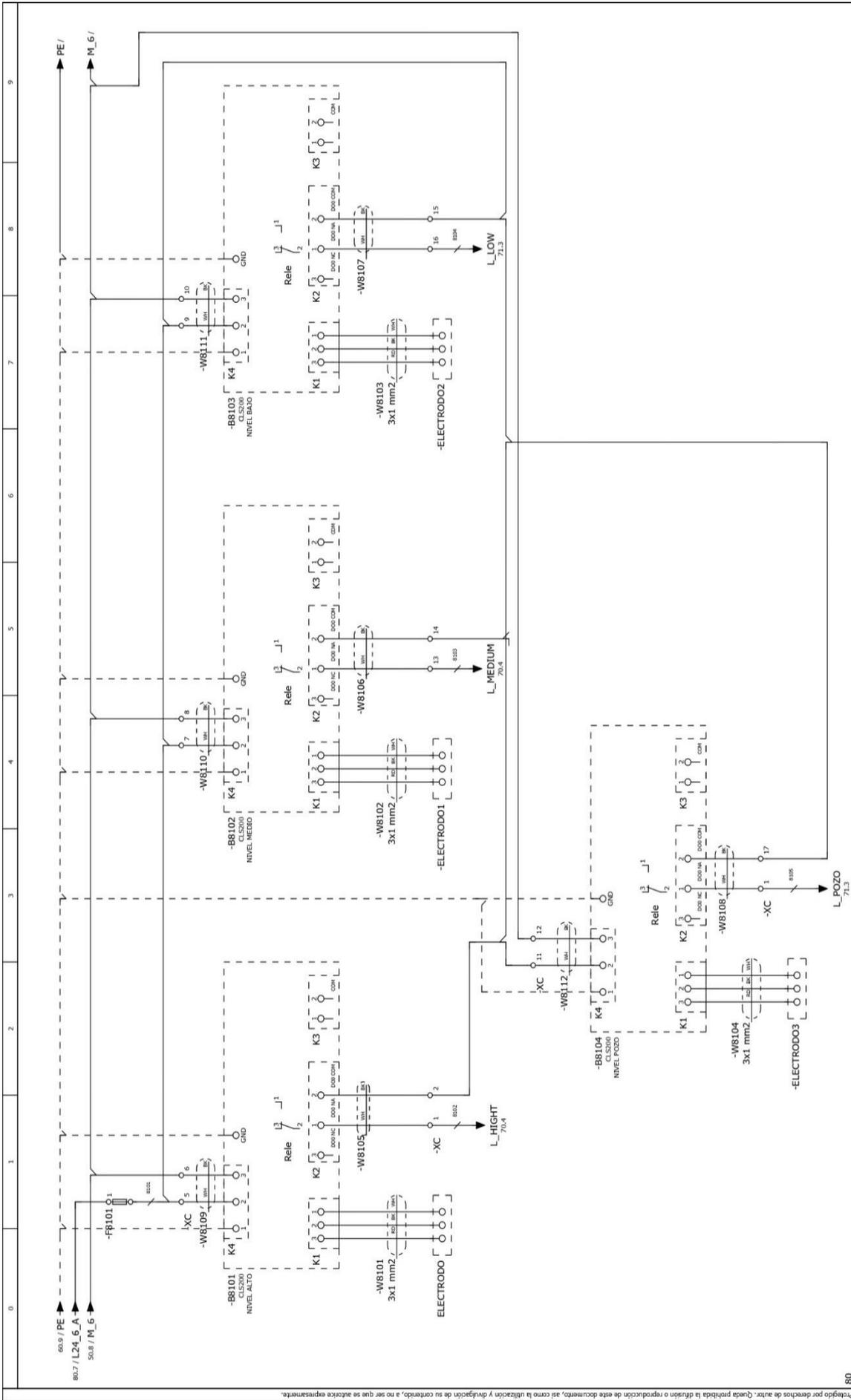
Nombre de proyecto	SISTEMA DE BOMBEO
Nombre de sistema	SISTEMA DE CONTROL
Nombre	JOSEPH ABEL ALANCOA ESCALERA
Fecha	
Comprobado por	JAAE

Número de proyecto
IEC_TD-PLANTA.001
Número de dibujo



TAB_004 FINALES DE CARRERA

81	
80	
15	desde
15	hasta
81	



80	Nombre de proyecto BEC_T0-PLANTA 001	Nombre de proyecto SISTEMA DE CONTROL	Nombre de proyecto JOSEPH ABEL ALANCOA ESCALERA	Comprobado por JAAE	Fecha	Fecha	TAB_004-SENSORES	81
	Numero de dibujo	Numero de dibujo	Numero de dibujo	Numero de dibujo	Fecha	Fecha	Fecha	81
								15

PLIEGO DE CONDICIONES



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAPITULO 4: PLIEGO DE CONDICIONES

4.1. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO.

El propósito de este pliego es establecer las condiciones necesarias para el diseño del sistema de control, eléctrico, mecánico, interfaz y se realizara una simulación utilizando el Tía Portal V17 y PLC sim V17 para el abastecimiento y distribución de agua para un estanque.

Este pliego abarca todas las etapas del proceso, que incluyen el modelado tridimensional, la simulación, la programación y la parte eléctrica, así como el diseño integral del sistema mecánico y eléctrico. También abarca el diseño del sistema de control y la interfaz del HMI (Interfaz Hombre-Máquina).

4.2. CONDICIONES TÉCNICAS.

4.2.1. Objeto.

El propósito de esta sección es establecer las condiciones técnicas necesarias para garantizar el adecuado desarrollo de todos los aspectos del proyecto que se enfocará en las fases de especificar componentes, diseño, programación, y pruebas de funcionamiento tipo virtual.

4.2.2. Condiciones de los materiales.

Los componentes a utilizar serán de primera calidad y cumplirán con todas las normativas establecidas para su uso.

Para garantizar su correcto funcionamiento, es fundamental que el material de los dispositivos pueda resistir las temperaturas y condiciones climáticas pertinentes, además de ser adecuado para el líquido con el que va estar en contacto. Asimismo, cada dispositivo deberá ir acompañado con sus correspondientes especificaciones técnicas.

En la parte mecánica se tomará en cuenta la norma europea, más conocida como la "EN". De esta manera, se realizó el diseño y la selección del material apropiado para nuestras piezas, para que sea compatible con el tipo de líquido al que estará expuesto.

Esta medida asegurará tanto la durabilidad del sistema como la integridad del líquido, evitando cualquier posibilidad de contaminación.

4.2.3. Condiciones de los planos eléctricos.

Para el diseño de los planos eléctricos se tendrá en cuenta las normas de la comisión electrotécnica internacional, más conocida como "IEC". Teniendo en cuenta las normas se desarrollarán los planos eléctricos tanto para la parte de control como para la de potencia.

Estos planos facilitarán la instalación y asegurarán un funcionamiento óptimo del sistema eléctrico.

4.2.4. Elementos electrónicos adicionales.

Todos los dispositivos de señalización y los pulsadores deben cumplir con las normas de IEC y también el pulsador de emergencia que debe ser en forma de seta de color rojo y que de estar colocado en un lugar accesible para el usuario.

4.2.5. Condiciones de la ejecución.

Al establecer las condiciones de ejecución, se garantizará un desarrollo adecuado de las etapas de diseño de control, eléctrico e interfaz, así como el modelado mecánico y la simulación del proyecto. Por lo tanto, es de vital importancia establecer requisitos precisos tanto para el software como para el hardware que se utilizará en el proceso.

Los requisitos de software principales son:

- Sistema operativo Windows 7 o superior.
- SolidWorks 2018 o superior.
- Tía portal V15 o superior.
- PLC sim V15 o superior.
- Eplan electric.

De la misma forma, se recomiendan una serie de requisitos mínimos de hardware que son:

- Memoria RAM de 8 GB o superior.
- 30 GB de almacenamiento libre.
- Procesador de 3.2 GHz.
- Sistema operativo de 32 bits.

4.2.6. Condiciones de ensamblaje.

Se debe verificar que las piezas de la compuerta este correctamente ensambladas y atornilladas antes de proceder al montaje del elevador de husillo con el motor. Una vez terminado con todo el ensamblaje se proceder a la verificación del mismo.

4.2.7. Pruebas de funcionamiento.

Las pruebas de funcionamiento se llevarán a cabo en un lugar designado específicamente para la elaboración de proyectos de esta naturaleza. Este lugar debe estar equipado con los dispositivos adecuados, así como con medidas de protección necesarias para trabajar con baja tensión. Y además antes de conectar a la red los equipos de los procesos se debe verificar que todo está conectado correctamente.

4.2.7.1. Verificación de tensión

Antes de proceder con la conexión de los componentes, es necesario verificar que la red de alimentación esté correctamente conectada para asegurar que los dispositivos de protección funcionen adecuadamente. Una vez verificado, se procederá con la conexión de los componentes.

4.2.7.2. Verificación de conexión.

Se debe verificar que todos los sensores y actuadores estén bien conectados, sujetos y ubicados en su sitio donde corresponde. Esto es fundamental para evitar daños en los componentes y garantizar su correcto funcionamiento.

4.2.7.3. Verificación final.

Antes de poner en marcha la bomba, se configurará previamente los variadores para que estén ajustados al tipo de funcionamiento requerido. Luego se llevará a cabo una

prueba de funcionamiento para asegurar que la configuración es la correcta para la bomba.

También es necesario verificar la correcta alimentación del PLC y HMI a 24 V DC. Luego se procede a verificar el correcto funcionamiento del programa tanto en el autómatas como en el scada. Si el funcionamiento es correcto, se dará por concluida la prueba de funcionamiento y con ello el proceso de montaje y puesta de marcha de los equipos.

BIBLIOGRAFIA.

AQUAe. (12 de 12 de 2021). *Fundacion AQUe*. Obtenido de <https://www.fundacionaquae.org/wiki/importancia-del-agua/>

Balcells. (2009). *Automatas Programables*.

Calvo, S. (2012). *Sistemas de Regulacion y Control Automaticos*. Obtenido de <https://www.eet460rafaela.edu.ar/descargar/apunte/1485>

Creus, A. (2018). *Instrumentacion Industrial*. Mexico: marcombo.

Díaz, A. (2011). *Sistemas de regulación y control* (Vol. 1). Barcelona: Marcombo. Recuperado el 16 de Febrero de 2020

Directa, I. (2022). *Industria Directa*. Obtenido de <https://guide.directindustry.com/es/que-sensor-de-nivel-elegir/>

Dulhoste, J. (2020). *Teoria de Control*. Obtenido de <https://tecnicadelaindia.edu.ar/wp-content/uploads/2020/03/Sistemas-Electronicos-de-Control-Bibliografia-N1.pdf>

Facsa. (2022). *Somos Facsa*. Obtenido de <https://www.facsa.com/beneficios-del-agua/>

Flores, A. V. (2020). *Introduccion a los motores electricos*. España: marcombo.

Gaes, G. (2023). *Elevador de husillo Grupo Gaes*. Obtenido de https://grupogaes.com/wp-content/uploads/2022/03/CA036MR2022V01_Catalogo_MARZORATI_SJM.pdf

Gonzales, S. G. (2015). *El gran libro de SolidWorks*. Barcelona: Marcomob.

GROUP, A. (2024). *AM GROUP*. Obtenido de <https://www.aristegui.info/como-funciona-una-red-de-abastecimiento-de-agua-potable/>

Gusman, C. O. (2018). *Reproductor de documentos*. Obtenido de <https://docplayer.es/46364927-2-3-medicion-de-nivel.html>

- Guzman, R. (2018). *Aparatos de mando de regulacion y control*. Barcelona: Marcombo.
- Harper, E. (2003). *Protección de instalaciones eléctricas industriales y comerciales* (Segunda ed.). Mexico: Limusa. Recuperado el 15 de Febrero de 2020
- Juarez, M., & Hernandez, J. (2011). *Procesos para la elaboración de productos lácteos* (Vol. 3). Guatemala: Maga. Recuperado el 10 de Febrero de 2020
- Martin, J. C. (2019). *Automatismos Industriales*. España: Editex.
- Norton, R. (2009). *Diseño de Maquinaria*. Mexico D.F.: Mc Graw Hill.
- Peralta, K. (2019). *Introduccion a los automatats programables*. España: Instituto tecnologico Master d.
- Perez, E. M. (2009). *Automatizacion, Automatas programables y sistemas*. Barcelona: Marcombo.
- Piedrafita, R. (2004). *Ingeniería de la automatización industrial* (Vol. 2). Malaga: RA-MA. Recuperado el 16 de Febrero de 2020
- Torres, G. (26 de 11 de 2021). *URANY*. Obtenido de <https://urany.net/blog/elevadores-de-husillo>
- Valades, L. d. (16 de 02 de 2020). *iagua*. Obtenido de <https://www.iagua.es/blogs/luis-anda-valades/almacenamiento-y-regulacion-agua-sistema-distribucion>

ANEXOS



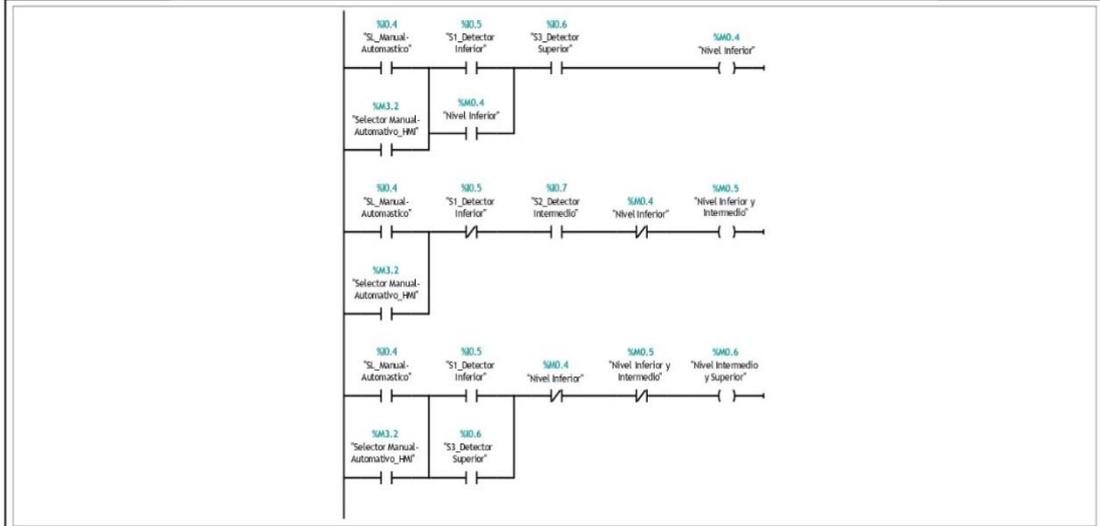
UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ANEXOS

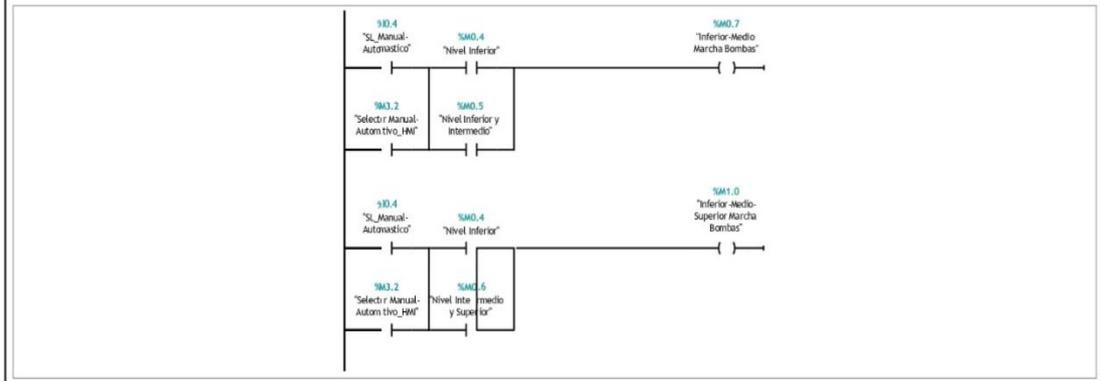
ANEXO "A" PROGRAMACION DEL PLC.

Totally Integrated Automation Portal					
Modo Manual y Automático Proceso de Abastecimiento y Distribución de Agua / PLC_1 [CPU 1212C DC/DC/DC] / Bloques de programa Main [OB1]					
Main Propiedades					
General					
Nombre	Main	Número	1	Tipo	OB
Numeración	Automático				
Información					
Título	Abastecimiento y Distribución de Agua de un Estanque	Autor: Josef Abel Alanoca Escalera		Comentario	Diagramas para el funcionamiento de abastecimiento y distribución de agua de una estaque para la población de Alrmada.
Versión	0.1	ID personaliza- do			
Main					
Nombre			Tipo de datos	Valor predet.	
▼ Input					
Initial_Call			Bool		
Remanence			Bool		
Temp					
Constant					
Segmento 1: Diagrama de Modo Manual Bombas					
Segmento 2: Diagrama de Modo Automático Sensores de Nivel					
<p>Marca para el modo automático, si el nivel del agua está por debajo del nivel inferior, también por encima del nivel inferior y por debajo del intermedio, asimismo por encima del nivel intermedio por debajo del superior</p>					



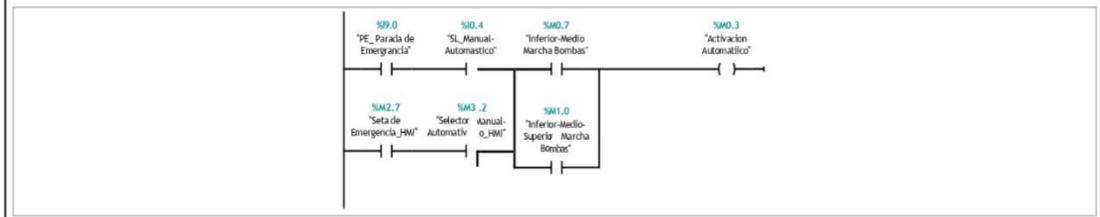
Segmento 3: Marcas de Puesta en Marcha de las Bombas Automático

Se agrupan todas las marcas de los sensores de nivel que ponen en funcionamiento las bombas.



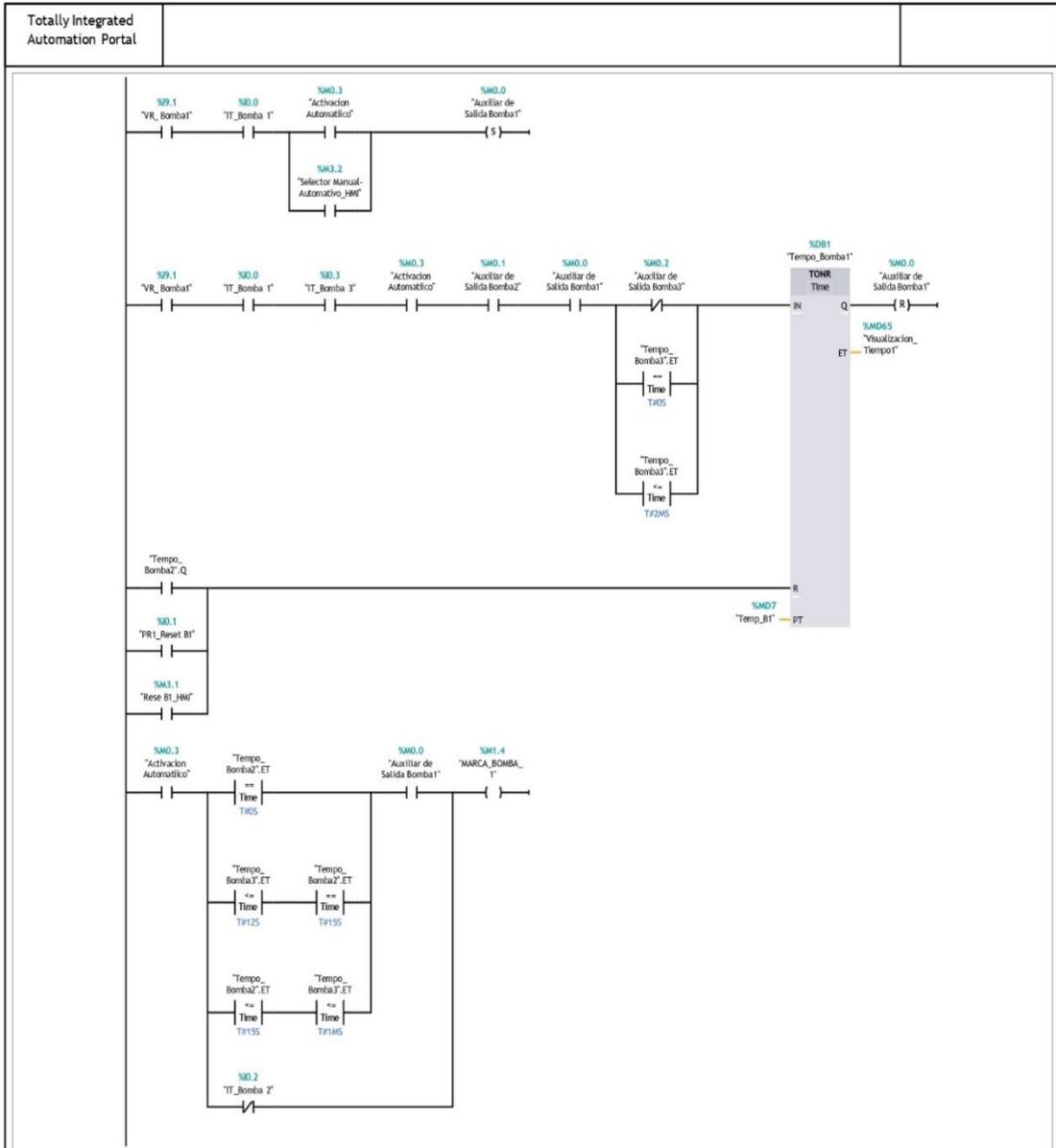
Segmento 4: Marcas de Puesta en Marcha de las Bombas Automático

Marca de activación de bomba por niveles

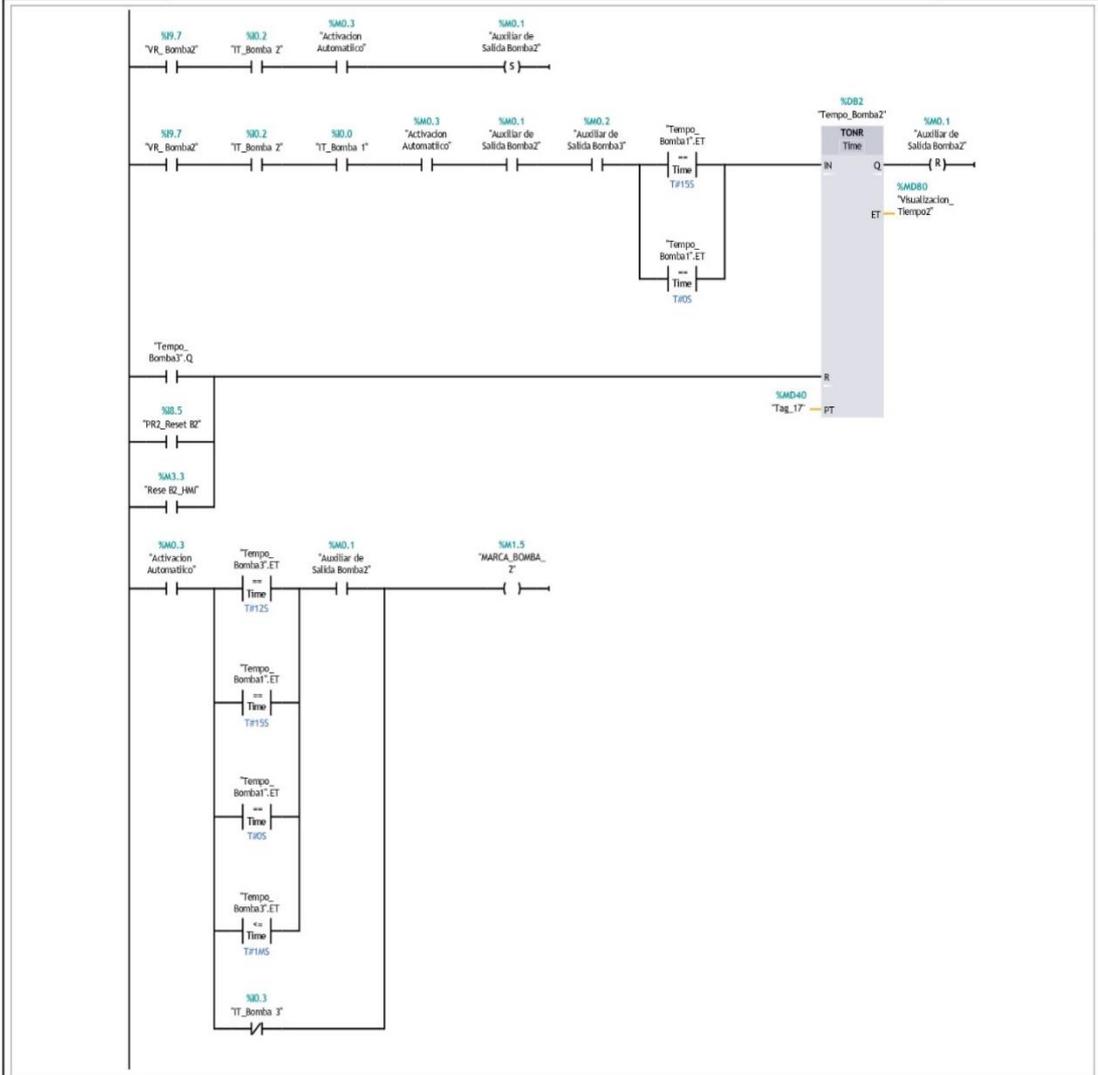


Segmento 5: Diagrama de la Bomba 1 Automático

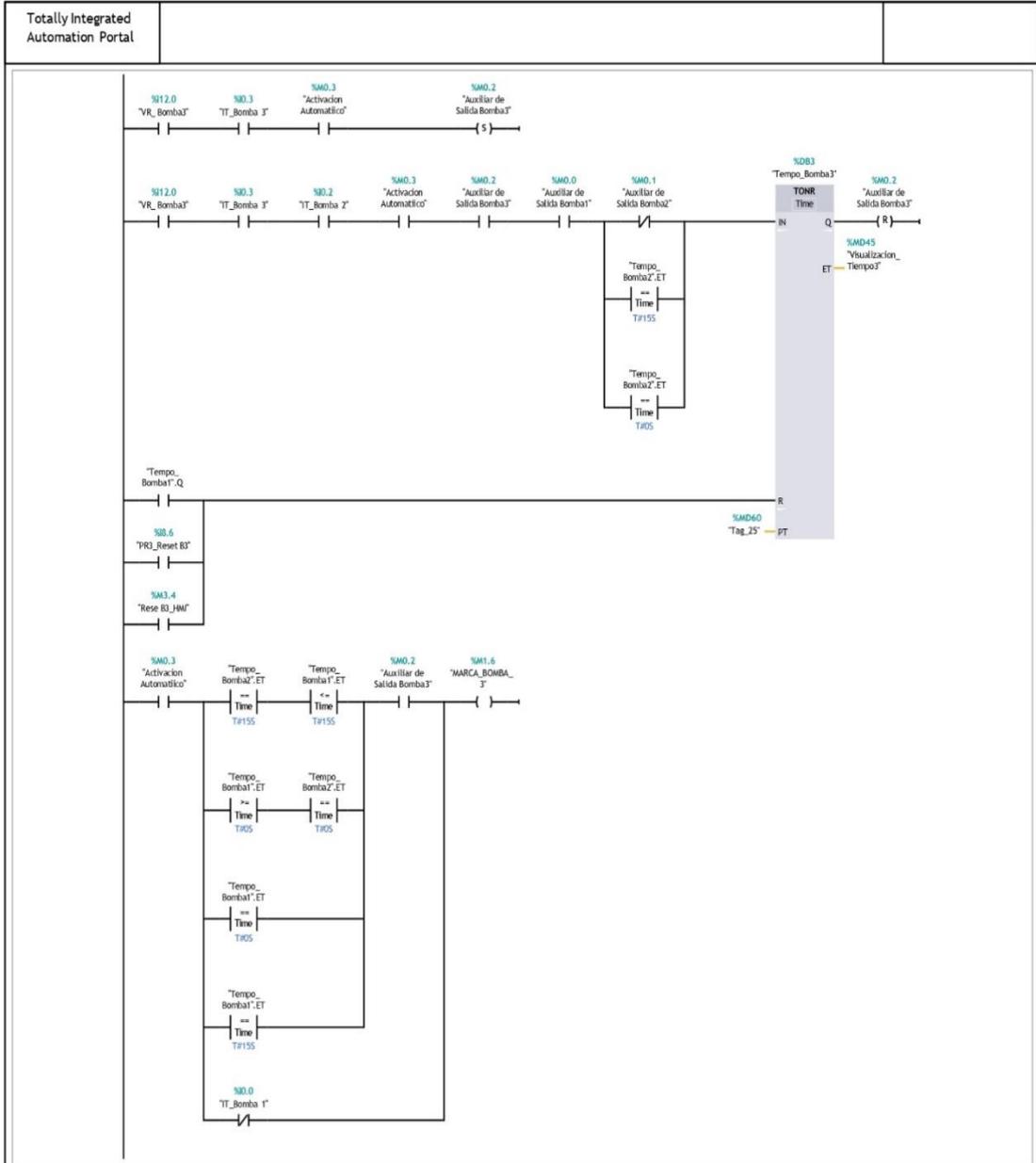




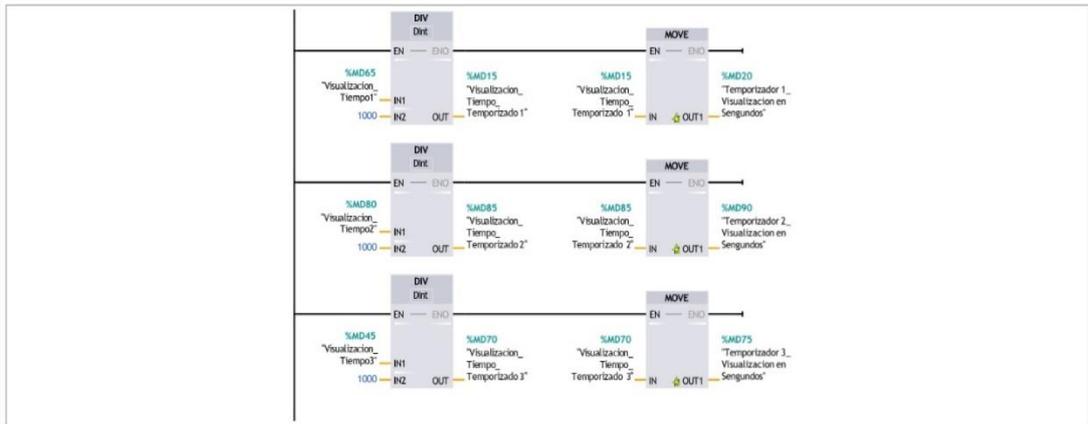
Segmento 6: Diagrama de la Bomba 2 Automático



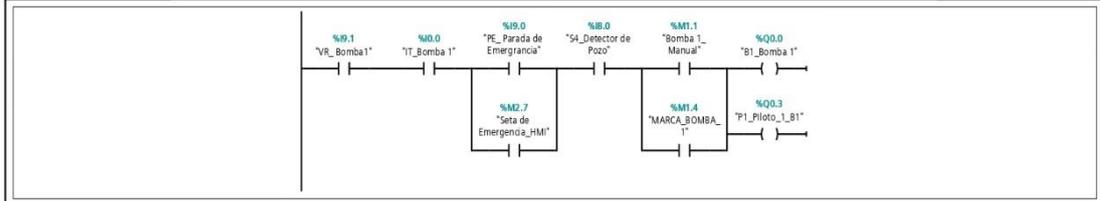
Segmento 7: Diagrama de la Bomba 3 Automático



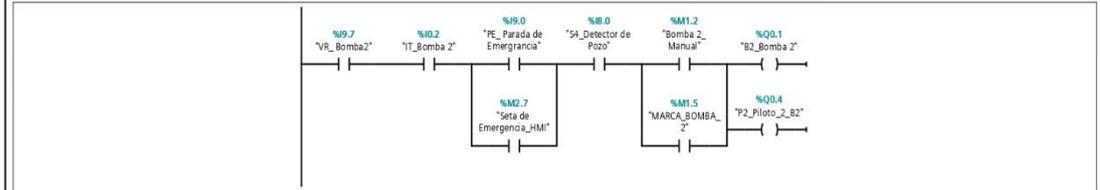
Segmento 8: Visualización de Valores en el HMI en Segundos de ET de cada Temporizador



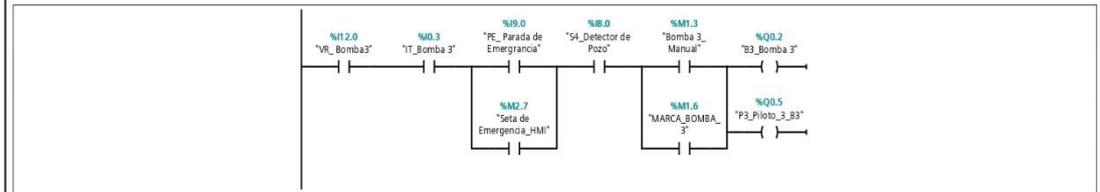
Segmento 9: Activación de la Bomba 1



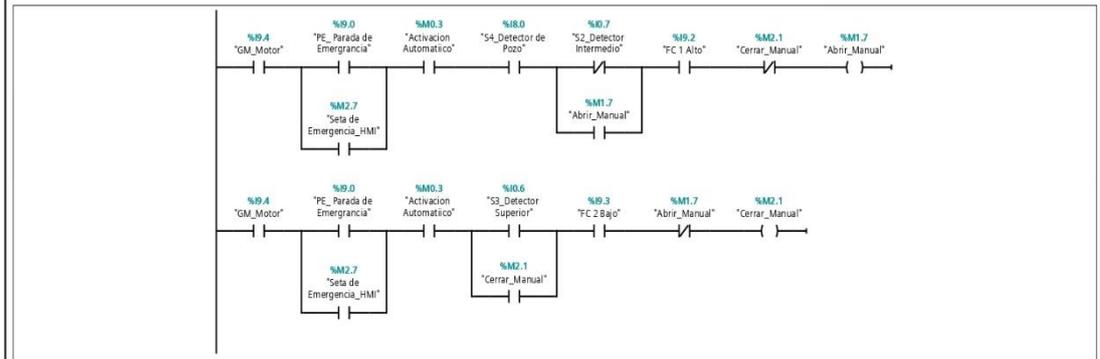
Segmento 10: Activacion de la Bomba 2



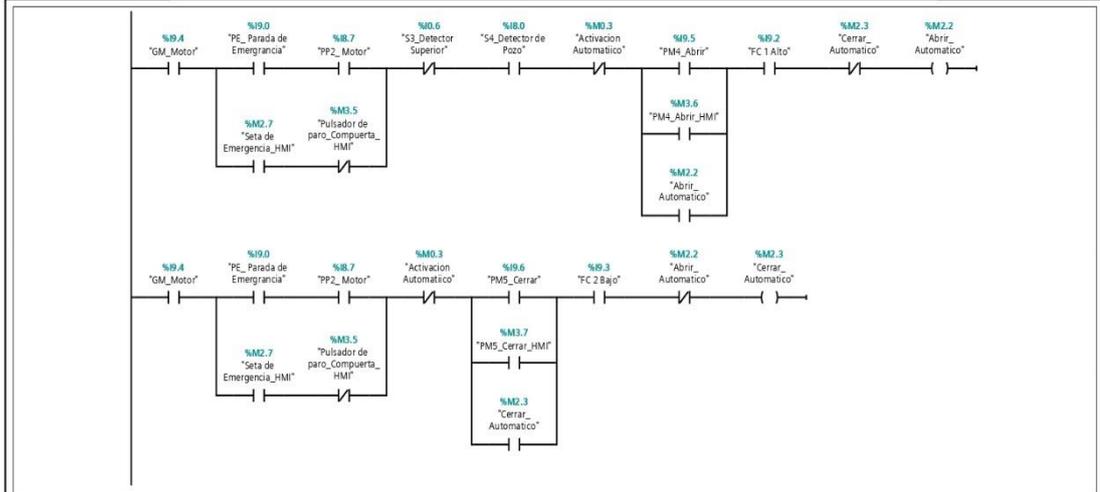
Segmento 11: Activacion de la Bomba 3



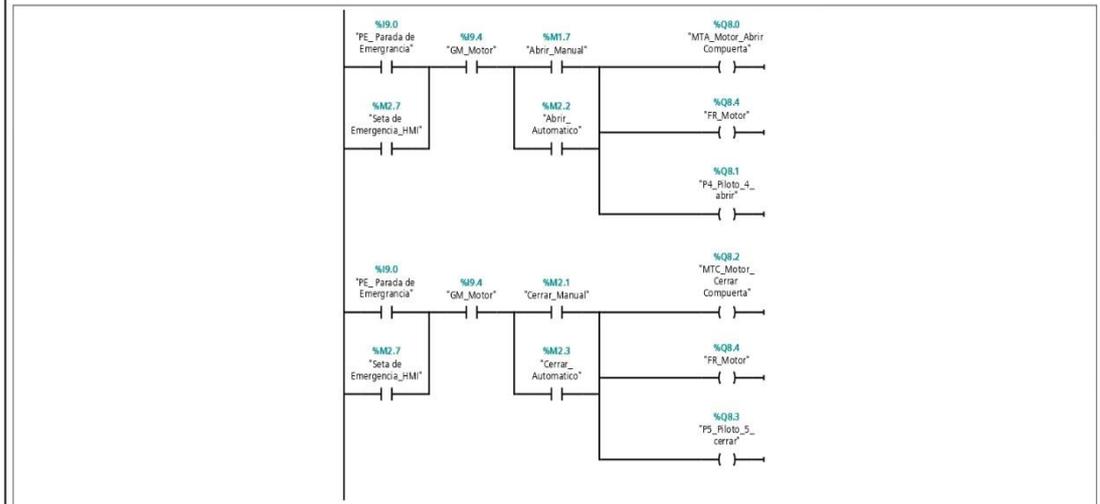
Segmento 12: Diagrama de Modo Automatico Motor Subir y Bajar



Segmento 13: Diagrama de Modo Manual Motor Subir y Bajar



Segmento 14: Activacion del Motor Compuerta Subir y Bajar



ANEXO "B" PROGRAMACION DEL VARIADOR

Programación variador de frecuencia G120X			
Parámetro	Descripción	Configuración	Función del parámetro
P0096	Clase de aplicación	2	Ajusta la vista de puesta en marcha y de la regulación
P0100	Norma IEC/NEMA	0	Define los ajustes de potencia del motor y convertidos
P0133	Configuración de motor	0	Configuración del motor durante la puesta en marcha
P0210	Tensión de conexión de equipos	400 V	Valor eficaz de la tensión de red
P0230	Tipo de filtro	0	Sin filtro
P0300	Selección tipo de motor	1	Selección motor asíncrono
P0304	Tensión asignada del motor	400 V	Asigna la tensión del motor
P0305	Intensidad asignada del motor	290 A	Intensidad según placa del motor
P0307	Potencia asignada del motor	140 KW	Potencia del motor
P0308	Factor de potencia	0.63	Factor de potencia del motor
P0310	Frecuencia asignada	50 HZ	Frecuencia del motor
P0311	Velocidad de giro	735 RPM	Velocidad de giro del motor

Programación variador de frecuencia G120X

Parámetro	Descripción	Configuración	Función del parámetro
P0314	Nº de pares de polos	0	Calculo automático de los pares de polos según la velocidad
P0322	Velocidad máxima	735 RPM	Velocidad de giro máxima del motor
P0335	Tipo de refrigeración	0	Refrigeración natural
P0500	Aplicación tecnológica	3	Aplicación para bombas y ventiladores
P0640	Límite de intensidad	305 A	Ajuste del límite de intensidad
P0730	Fuente señal DO0	r052.1	Listo para el servicio
P1000	Selección Consigna de velocidad	3	Consigna de velocidad prefijada
P1001	Consigna de velocidad prefijada 1	735 RPM	Ajuste de consigna de velocidad prefijada
P1080	Velocidad de giro mínimo	0 RPM	Velocidad mínima
P1082	Velocidad de giro máximo	735 RPM	Velocidad máxima
P1120	Rampa de aceleración	5 s	Rampa de ajuste a velocidad máxima
P1121	Rampa de desaceleración	5 s	Rampa de ajuste hacia velocidad mínima