

Área de Conocimiento de Tecnología de la
Información y Comunicación

Diseño de un prototipo de riego automático en canales aplicado en la industria cárnica con monitoreo remoto usando pantalla HMI e Internet de las cosas IoT

Trabajo Monográfico para optar al título de Ingeniero
Electrónico

Elaborado por:

Br. Jhomar de Jesús
Reyes Molina
Carnet: 2005-20380

Br. Luis Carlos
Barba Martínez
Carnet: 2004-21098

Br. José Luis Álvarez
Treminio
Carnet: 2004-20046

Tutor:

Ing. Álvaro Antonio
Gaitán

12 de agosto de 2025
Managua, Nicaragua

Dedicatoria

En primer lugar, agradezco a mi Padre Celestial, Dios Todopoderoso, por todas las bendiciones, por darme fuerza en los momentos difíciles. Gracias por la vida, la salud, por guiarme y protegerme, gracias por los padres que me dio. Él se merece toda la honra.

A mis amados padres y primeros maestros, Roberto Reyes Ferrey y Tania Molina Hernández, por ser excelente ejemplo a seguir para mí y mis hermanos, por su apoyo incondicional, amor y paciencia.

A mi esposo e hijas, quienes son mi mayor fuente de inspiración y motivación. Su amor incondicional y su apoyo constante me han sostenido en cada paso de este viaje. Mis hijas, ustedes son el motor que me impulsa a ser mejor cada día. Su alegría e inteligencia llenan mi corazón de orgullo y me inspiran a superar cualquier desafío. Gracias por iluminar mi vida y estar a mi lado en esta aventura.

Gracias a todos los docentes que durante mis años de estudiante contribuyeron para formarme en la profesional que hoy soy.

Gracias, Ing. Álvaro Gaitán e Ing. Jaime Álvarez, por su invaluable tutoría y aporte de conocimientos para la realización de esta monografía.

Les estaré eternamente agradecida.

Jhomar Reyes.

Dedico esta tesis a nuestro Padre Celestial quién nos ha otorgado su misericordia, sabiduría y las fuerzas cada día de nuestras vidas,

A nuestras familias motor significativo y fuente de inspiración para alcanzar nuestra meta, quienes nos dan su apoyo y comprensión.

A la Universidad por brindarnos la oportunidad de culminar nuestro pénsum académico y a nuestros estimados docentes por transmitirnos de sus conocimientos y darnos su acompañamiento en este proceso.

Luis Carlos Barba.

A Dios y a mi amada familia, pilar fundamental de mi vida, dedico este trabajo monográfico con todo mi corazón. Agradezco su amor incondicional, su apoyo constante y sus palabras de aliento en cada paso de este camino. Cada logro alcanzado es también de ustedes, porque sin su presencia, paciencia y motivación, este sueño no habría sido posible. Este esfuerzo es un reflejo de todo lo que me han enseñado y del valor de tenerlos siempre a mi lado.

José Luis Álvarez

Resumen

En la actualidad, la eficiencia en los procesos industriales es esencial para maximizar la productividad y asegurar la calidad del producto final. En este contexto, la presente tesis aborda el diseño y desarrollo de un prototipo de sistema de riego automático temporizado, específicamente diseñado para la industria cárnica procesadora de carne de res y porcino. Este sistema innovador busca optimizar el trasiego de agua desde un tanque hacia el cuarto frío, un proceso importante para asegurar la calidad y el peso adecuado de la carne durante su conservación.

El objetivo general de este proyecto es desarrollar un sistema de riego que no solo mejore la eficiencia operativa, sino que también incluya capacidades de monitoreo remoto aprovechando el Internet de las Cosas (IoT). Este enfoque permite una supervisión continua y precisa del sistema, asegurando una intervención rápida ante cualquier anomalía.

Dentro de los objetivos específicos, en primer lugar, se diseñó un sistema de llenado de tanque con alarmas sonoras y visuales integradas, que proporciona un monitoreo efectivo de los niveles de agua (alto, medio y bajo), garantizando así que el sistema opere dentro de los parámetros óptimos. En segundo lugar, se implementó un sistema para el control automatizado de dos bombas, que se alternan. Estas bombas operan bajo un ciclo de trabajo que puede ser configurado de acuerdo con los requerimientos del negocio, manteniendo una presión constante de 70 psi necesaria para el riego eficiente de la carne.

Por último, se desarrolló un sistema de monitoreo remoto que aprovecha las capacidades del IoT, permitiendo a los operadores supervisar y controlar las operaciones del sistema de riego desde cualquier ubicación con acceso a internet. Esta solución tecnológica proporciona un nivel adicional de control y seguridad, reduciendo la necesidad de vigilancia manual constante y permitiendo una reacción proactiva ante situaciones imprevistas.

En conclusión, el sistema diseñado no solo mejora la eficiencia del proceso de riego, sino que también proporciona una solución tecnológicamente avanzada que puede ser aplicada en diversas operaciones dentro de la industria cárnica, promoviendo así un enfoque más sostenible y controlado en la gestión de recursos hídricos.

Contenido

1.	Introducción	1
2.	Objetivos.....	3
2.1	Objetivo general	3
2.2	Objetivos específicos	3
3.	Justificación	4
4.	Marco Teórico.....	5
4.1	¿Qué son las canales en la industria cárnica?.....	5
4.2	Capacidad de Retención de Agua (CRA) en las canales	5
4.3	Componentes industriales.....	6
4.3.1	Electroválvulas	6
4.3.2	Interruptor de Nivel.....	7
4.3.3	Torre de señalización	9
4.3.4	Válvula de bola de accionamiento manual.....	10
4.3.5	Bombas Centrífugas	11
4.3.6	Variador de Frecuencia.....	13
4.3.7	Transmisor de presión (sensor)	16
4.3.8	Duplicador de señal	18
4.3.9	El control PID	19
4.3.10	Controlador Lógico Programable (PLC).....	20
4.3.11	Interfaz Humano-Maquina (HMI).....	24
4.3.12	Interruptor termomagnético.....	26
4.3.13	Relés Electromecánico	27
4.3.14	Selector industrial.....	29
4.3.15	Paro de emergencia.....	31
4.3.16	Alarma sonora industrial	33
4.3.17	Fuente de poder.....	33
4.3.18	Internet de las cosas (IoT) y su aplicación en la industria (IIoT) ...	35
5.	Análisis y presentación de resultados.....	38
5.1	Análisis del problema	38
5.2	Diseño del sistema.....	41
5.2.1	Criterios de diseño	41

5.3	Implementación y evaluación	42
5.3.1	Modos de Operación del Sistema	43
5.3.1.1	Operación Automática	44
5.3.1.2	Operación Manual	44
5.3.1.3	Modo en Reposo	44
5.3.2	Primera Etapa: Sistema de llenado de tanque con monitoreo visual y alarma 45	
5.3.2.1	Operación de la primera etapa	45
5.3.2.2	Componentes seleccionados.....	46
5.3.2.3	Sensor Interruptor de nivel de tipo flotador sencillo TCL001	46
5.3.2.4	Estados de los sensores de nivel	47
5.3.2.5	Electroválvula de llenado ASCO Serie 210	48
5.3.2.6	Alarma sonora bocina industrial	50
5.3.2.7	Torre de señalización Banner TL70.....	52
5.3.2.8	Válvulas de bola de accionamiento manual	53
5.3.2.9	Diagrama de flujo del sistema de llenado de tanque	54
5.3.3	Segunda Etapa: Sistema de bombas alternadas	57
5.3.3.1	Operación de la segunda etapa.....	57
5.3.3.2	Componentes Seleccionados	58
5.3.3.3	Bomba centrífuga 70MH.....	58
5.3.3.4	Variador de Frecuencia Hitachi C1-055LFU	61
5.3.3.5	Transmisor de presión Burkert Tipo 8316	64
5.3.3.6	Diagrama de flujo del sistema de bombas alternadas	65
5.3.4	Tercera Etapa: Sistema de Monitoreo Remoto	67
5.3.4.1	Operación de la Tercera Etapa.....	68
5.3.4.2	Componentes seleccionados.....	68
5.3.4.3	PLC LOGO 8 Siemens 6ED1052	68
5.3.4.4	Pantalla HMI SIMATIC KTP400.....	71
5.3.4.5	Fuente de poder SITOP PSU6200 24 V/5 A	72
5.3.4.6	Configuración del Servidor Web en el PLC	74
5.3.4.7	Supervisión Remota y Visualización Gráfica	79
5.3.4.8	Configuración de HMI SIMATIC KTP400 con el PLC LOGO.....	84
5.4	Tabla de Costos	86

6.	Conclusiones	87
7.	Recomendaciones	89
8.	Bibliografía.....	90
9.	Anexos.....	A
9.1	Diagrama P&ID del Prototipo	B
9.2	Diagrama eléctrico del sistema de control.....	C
9.3	Programación del PLC LOGO	D
9.4	Tags de la pantalla HMI	P
9.5	Hoja técnica del sensor de nivel.....	Q
9.6	Hoja técnica de la torre lumínica	U
9.7	Hoja técnica del controlador lógico programable LOGO Siemens	W
9.8	Configuración del PLC LOGO Siemens como servidor WEB.....	X
9.9	Hoja técnica de la pantalla SIMATEC-HMI Siemens.....	AA
9.10	Hoja técnica de módulo de expansión LOGO Siemens	BB
9.11	Hoja técnica de fuente de poder SITOP Siemens	CC
9.12	Hoja técnica del variador Hitachi	DD
9.13	Hoja técnica del transmisor de presión Burkert.....	GG
9.14	Hoja técnica de la bomba centrífuga	KK
9.15	Cotizaciones.....	NN

1. Introducción

La industria cárnica es un pilar crucial en la economía de Nicaragua, contribuyendo significativamente al producto interno bruto (PIB) a través de la producción y exportación de carne de res y porcino. La eficiencia en el procesamiento de carne es vital para maximizar la productividad y mantener la calidad del producto final. Sin embargo, un desafío persistente en la cadena de producción es el riego de canales en las cámaras frigoríficas, que enfrenta problemas recurrentes relacionados con el suministro constante y adecuado de agua. Esta limitación no solo compromete la calidad del producto, sino que también impacta negativamente en la productividad y economía del país.

En la actualidad, muchas operaciones de riego se realizan de manera manual o semiautomática. Esta falta de automatización eficiente provoca retrasos y puede dar lugar a daños en los equipos, como quemaduras de bomba, debido a la falta de presión constante. Estas interrupciones y fallas no controladas representan una amenaza económica importante para las industrias que dependen de márgenes ajustados para su viabilidad económica.

Este estudio propone el diseño e implementación de un sistema de riego automático en canales con monitoreo remoto, utilizando el Internet de las Cosas (IoT) y tecnología industrial avanzada. La solución tecnológica planteada aborda los desafíos actuales mediante la automatización y control inteligente, asegurando un manejo más eficiente, seguro, y sostenible del agua en el proceso de conservación de carne. La propuesta se fundamenta en tres etapas clave: el diseño de un sistema de control de nivel de agua, un sistema de bombeo automatizado, y un sistema de monitoreo en tiempo real, cada una contribuyendo a mejorar la eficiencia y reducir costos operativos.

Esta transformación en el proceso productivo no solo busca aumentar la eficacia operativa e impulsar la competitividad de las industrias cárnicas de Nicaragua, sino que también abre la puerta a futuras innovaciones en el sector. Al implementar este sistema, se espera no solo resolver las problemáticas actuales,

sino también establecer un precedente tecnológico que fomente un enfoque más sostenible y tecnológicamente avanzado en la gestión de recursos críticos.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Diseñar un prototipo de sistema de riego automático temporizado con componentes industriales para el trasvase de agua desde un tanque hacia un cuarto frío, integrando monitoreo y control remoto mediante un PLC, una interfaz HMI y tecnologías de Internet de las Cosas (IoT).

2.2 Objetivos específicos

- a. Seleccionar los componentes industriales adecuados para la automatización del sistema de llenado del tanque, incorporando indicadores de nivel y una alarma sonora para minimizar riesgos de interrupción en el proceso de riego.
- b. Diseñar un sistema de control PID para dos bombas con ciclos de trabajo y presión ajustables, que operen de manera alternada, optimizando los recursos.
- c. Configurar la interfaz HMI para el monitoreo y control remoto del sistema de riego, demostrando la capacidad del PLC LOGO de Siemens para la supervisión y operación a través de IoT, mediante ejemplos documentados.
- d. Validar el funcionamiento del prototipo mediante simulación en condiciones representativas a las de la industria cárnica, evaluando la eficacia del monitoreo remoto para mejorar la supervisión en tiempo real.

3. Justificación

En diversas industrias cárnicas y porcinas, se han identificado problemas en el sistema de riego en canales debido a un suministro inadecuado de agua durante la etapa de enfriado. Esta dificultad a menudo se origina por la falta de un sistema de control adecuado para el trasiego del agua, lo que puede provocar que las bombas sufran daños frecuentes. Aunque la carencia de documentación específica impide generalizar esta situación a toda la industria, en los casos donde se presenta, la ausencia de control y monitoreo puede derivar en pérdidas económicas significativas. Por tanto, la implementación de soluciones técnicas confiables es urgente para asegurar la eficiencia en el proceso de producción.

“El enfriamiento de las canales calientes es un paso crítico en la cadena de producción de carne. La rapidez en este proceso impacta significativamente la economía de la producción, afectando la calidad de la carne, las mermas de enfriamiento, su vida útil y la seguridad microbiológica.” (Institute, 2004).

Dado el impacto vital de estos aspectos, este trabajo monográfico se enfoca en diseñar un sistema de riego automático en canales, con monitoreo remoto. Esta solución permitirá reducir los tiempos muertos frente a fallas en el sistema de riego, mejorando así la eficiencia operativa y asegurando la calidad del producto final.

4. Marco Teórico

4.1 ¿Qué son las canales en la industria cárnica?

“Las canales de animales (Figura 1) comprenden hueso, músculo, grasa, tejido conectivo y agua en proporciones variables dependiendo de factores como la especie, tamaño, edad, género y otras consideraciones.” (Mark Gibson, 2018). En otras palabras, las "canales" se refieren a los cuerpos de animales que han sido sacrificados y preparados para el procesamiento de carne.

Figura 1

Canales en la industria cárnica



Nota. Adaptado de *La planta de procesamiento de carne. las canales de carne de vacuno colgar en ganchos.* - Foto de stock, por asikkk, 2018, iStock (<https://www.istockphoto.com/es/foto/la-planta-de-procesamiento-de-carne-las-canales-de-carne-de-vacuno-colgar-en-ganchos-gm970003724-264317830>)

4.2 Capacidad de Retención de Agua (CRA) en las canales

La Capacidad de Retención de Agua (CRA) se define como la propiedad o aptitud de la carne para mantener su agua durante la manipulación e incorporar y retener agua añadida durante el procesado. Es un parámetro fisicoquímico importante por su contribución a la calidad de la carne fresca y la de sus productos derivados. La

CRA está relacionada con la textura y color de la carne cruda y jugosidad y firmeza de la carne cocinada. (Scribd, n.d.)

La CRA es un factor importante, ya que las ganancias o pérdidas de agua afectan el peso y el valor económico de la carne, por esto, cuando la carne presenta poca CRA las pérdidas de humedad durante el almacenamiento son grandes, consecuentemente se pierde peso muscular durante esta etapa. Y todo esto se traduce en pérdidas económicas para la industria y el país. (Scribd, n.d.)

Para darle solución a esta problemática se efectuará un diseño técnico que nos garantice resolver de forma eficiente el riego del canal en la industria cárnica y porcina durante el proceso de producción.

4.3 Componentes industriales

Entre los componentes industriales que se utilizaran en el diseño tenemos:

4.3.1 Electroválvulas

Una electroválvula (Figura 2) es un dispositivo electromecánico utilizado para regular el paso de un fluido a través de una tubería o conducto. Su funcionamiento se basa en una bobina solenoide que mueve la válvula.

Generalmente, estas válvulas tienen dos posiciones: abierta y cerrada, o lo que se conoce como sistema de "todo o nada". Son empleadas en diversas aplicaciones para controlar el flujo de diferentes fluidos.

Una electroválvula consta de dos componentes principales: el solenoide y la válvula. El solenoide convierte la energía eléctrica en energía mecánica mediante magnetismo, lo que permite accionar la válvula. (Colaboradores de Wikipedia, 2024)

Existen diversos tipos de electroválvulas, las cuales se clasifican según el número de vías, su aplicación específica, el tipo de fluido que controlan, la cantidad de bobinas eléctricas que incorporan y su modo de operación. (S.L., 2024)

Figura 2

Electroválvula



Nota. Tomado de *2/2-way-solenoid valve, servo coupled*, por Burkert, 2018, Burkert Fluid Control Systems (<https://www.burkert.com.uy/es/products/electrovalvulas/solenoides-para-agua/252227>)

4.3.2 Interruptor de Nivel

Un interruptor de nivel (Figura 3) es un aparato que se instala en un tanque u otro recipiente donde se almacenan sólidos o líquidos, y que permite determinar si la altura o nivel del material almacenado está por encima o por debajo del nivel predeterminado. Cuando se alcanza esta condición, el dispositivo cambia de estado y activa una acción para evitar que el nivel continúe aumentando o bajando. (Wikipedia, Interruptor de nivel, 2024)

Figura 3

Sensor Interruptor de nivel



Nota. Adaptado de *Interruptor de nivel de flotador magnético LR*, por New-Flow (<https://www.directindustry.es/prod/golden-mountain-enterprise/product-33181-229972.html>)

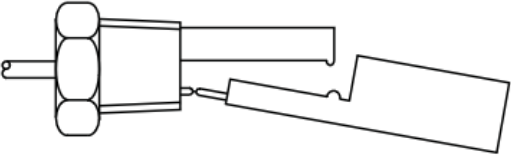
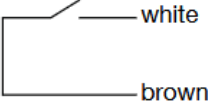
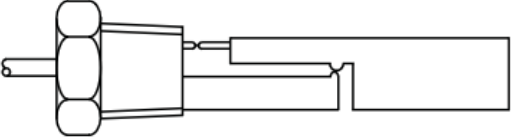
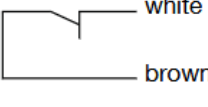
Los sensores de nivel se dividen en dos tipos principales: sensores de nivel de punto y sensores de nivel continuo. Los sensores de nivel de punto se utilizan para detectar la altura o nivel de un fluido o sólido en un punto específico del recipiente. Generalmente, estos sensores incluyen una pieza móvil y relé electromecánico que cambian de estado en dependencia de la altura del fluido, y puede configurarse para accionar una alarma, indicar un estado o ejecutar una acción. Por otro lado, los sensores de nivel continuo permiten medir el nivel en un rango determinado, generando una salida que puede ser en corriente o voltaje, la cual se correlaciona directamente con el nivel medido en el recipiente. (Engineering, 2025)

Existen diversos tipos de sensores de nivel, entre ellos: Sensores de nivel de flotador, sensores ultrasónicos, sensores de radar, sensores de paletas rotatorios, electrodos, sensores de nivel por capacitancia. (Engineering, 2025)

Como se observa en la figura 4, los sensores de flotador están compuestos por un flotador que sube o baja con el nivel de líquido y cierra o abre un contacto en función de su posición. El contacto se encuentra en la parte fija del interruptor y es accionado mediante imanes ubicados en la parte móvil del sensor, a esto se le llama interruptor Reed. (Wikipedia, Reed switch, 2024)

Figura 4

Funciones del sensor

Float position	Normally closed/open contact
	
	

Nota. Adaptado *Type TCL001 data sheet | Simple float switch* (p. 3), por Burkert Fluid Systems, Burkert (<https://www.burkert.com/en/Media/plm/DTS/DS/dstcl001-standard-eu-en.pdf?id=DTS00000000000000001000110262ENI>)

4.3.3 Torre de señalización

Una torre de señalización (Figura 5) es un componente industrial utilizado para mejorar la visibilidad y seguridad en entornos industriales. Tienen un diámetro standard de 50 mm y pueden encontrarse en distintos voltajes de entrada, 110 VAC, 220VAC, 24 VAC/DC. (Technologies, n.d.)

Estos componentes desempeñan un papel importante en el proceso de producción industrial. Estas se utilizan para indicar determinados estados en máquinas industriales convirtiéndose en un elemento clave para la seguridad y eficiencia en el proceso de producción. (Electronics, 2024)

Las torres de señalización utilizan diferentes colores y efectos para comunicar el estado de la máquina y alertar sobre posibles peligros. El color y el efecto de la luz son cruciales, ya que cada color tiene un significado específico, y los efectos como intermitente o giratorio ayudan a captar la atención de los operadores. Además, el brillo y la distancia visible son importantes para garantizar que la luz sea fácilmente visible en el entorno de trabajo. (Electronics, 2024)

También es fundamental que las luces sean duraderas y ofrezcan un buen nivel de protección, como los estándares IP, para resistir condiciones difíciles como temperatura, humedad o vibraciones. Esto asegura menos mantenimiento y reemplazos, mejorando la eficiencia y reduciendo costos. (Electronics, 2024)

Figura 5

Torre de señalización industrial



Nota. Adaptado de *TORRE DE SEÑALIZACIÓN 50mm 220VAC-17757*, por LARSSYSTEM (<https://www.larssystemgt.com/17757/>)

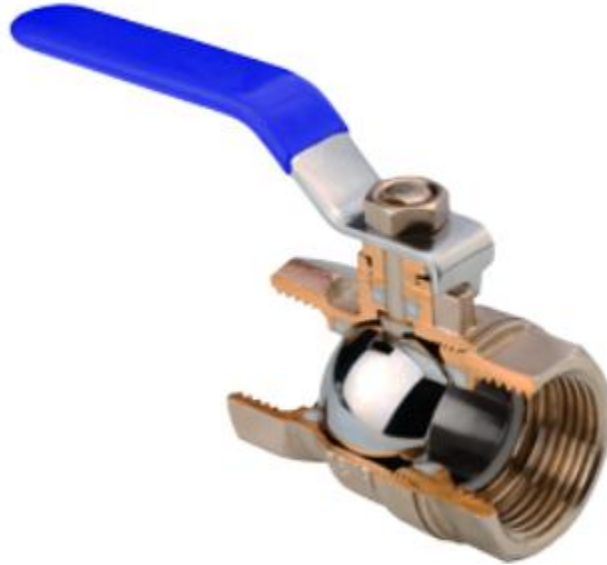
4.3.4 Válvula de bola de accionamiento manual

Una válvula de bola es un dispositivo utilizado para controlar el flujo de líquidos o gases, funcionando mediante una bola con un orificio que gira alrededor de su eje como se observa en la figura 6. Al girar la bola 90 grados, la válvula se abre o cierra, permitiendo o bloqueando el paso del fluido. Estas válvulas son conocidas por su durabilidad y por ofrecer un sellado confiable incluso después de largos períodos de inactividad. Además, son más resistentes a los medios contaminados en comparación con otros tipos de válvulas. (Kolstad, 2024)

Algunas versiones de válvulas de bola también se emplean como válvulas de control. Sin embargo, su capacidad para regular el flujo con precisión es limitada en comparación con otros tipos de válvulas de control. A pesar de esto, las válvulas de bola tienen ventajas, como asegurar un sellado confiable incluso cuando el medio está sucio. (Kolstad, 2024)

Figura 6

Válvula de bola



Nota. Tomado de *Tipos comunes de válvulas de bola | Tameson.es*, por Tameson (<https://tameson.es/pages/valvula-de-bola-como-funcionan>)

4.3.5 Bombas Centrífugas

Una bomba es un dispositivo mecánico diseñado para impulsar un fluido desde un nivel inferior a uno superior o para transportarlo de una zona de baja presión a otra de mayor presión. (Tolibia, 2016)

Este tipo de máquina absorbe energía mecánica, proveniente de un motor eléctrico, térmico u otra fuente, y la convierte en energía hidráulica. Gracias a esta transformación, el fluido puede desplazarse a diferentes niveles o velocidades según las necesidades del sistema. (Tolibia, 2016)

Las bombas se clasifican en dos grandes grupos:

1. Bombas dinámicas, que incluyen las centrífugas, periféricas y especiales.

2. Bombas de desplazamiento positivo, que abarcan las reciprocantes y rotatorias. (Tolibia, 2016)

Dentro de las bombas dinámicas, la bomba centrífuga (Figura 7) es una máquina diseñada para el transporte de líquidos. Su funcionamiento se basa en un impulsor rotatorio, ubicado dentro de una carcasa, que transfiere energía al fluido mediante la fuerza centrífuga. (Tolibia, 2016)

Figura 7

Bomba centrífuga



Nota. Tomado de *Las Bombas Centrífugas, Funcionamiento características y aplicaciones - Bombas centrífugas*, por bombascentrifugas.net (<https://www.bombascentrifugas.net/las-bombas-centrifugas/>)

Estructura de una bomba centrífuga:

- **Carcasa:** Protege los componentes internos de la bomba, resistiendo las tensiones generadas por la presión y la temperatura. Está fabricada con materiales como hierro fundido (para agua potable), bronce o acero inoxidable.
- **Impulsor:** Es el componente encargado de impartir energía cinética al fluido. Sus palas varían en diseño y tamaño según las propiedades del líquido y los requerimientos de la bomba. Se equilibra dinámicamente antes de la instalación.

- Eje: Conecta el motor con el impulsor, permitiendo la transferencia de energía. Puede reducir la deflexión en la zona de sellado y duplicar la velocidad de deflexión crítica. Cuenta con un sello impermeabilizante y un casquillo protector que evita daños por fricción.
- Elementos de apoyo: La bomba posee rodamientos diseñados para soportar hasta 20,000 horas de trabajo bajo condiciones adversas. Además, cuenta con un cojinete lateral de acoplamiento que mitiga el empuje axial residual del impulsor. Un sello adicional impide la entrada de aire o la pérdida de líquido a presión.
- Cubierta: Permite extraer el impulsor sin desmontar la carcasa de las tuberías. Existen versiones refrigeradas para líquidos de alta temperatura (hasta 4 bar) y versiones calefactadas para fluidos que deben mantenerse en estado líquido. (Inoxmim, 2025)

El proceso inicia cuando el fluido entra por la boquilla de succión hacia el impulsor. Una vez dentro, es acelerado radialmente por las palas del impulsor hasta alcanzar el borde, donde es drenado hacia la carcasa.

En este punto, la energía cinética adquirida por el líquido se transforma en energía de presión, permitiendo su desplazamiento a través del sistema. El sello del eje, ubicado en la sección central de la cubierta, asegura la separación entre la zona de alta presión (interior de la carcasa) y la zona de baja presión (boquilla de succión), evitando fugas o entradas no deseadas de aire. (Inoxmim, 2025)

4.3.6 Variador de Frecuencia

Los motores eléctricos son esenciales en nuestras vidas y negocios, ya que impulsan tanto actividades laborales como de ocio. Para funcionar, requieren una cantidad específica de energía eléctrica que les permita proporcionar el par y la velocidad adecuados. Su velocidad debe ajustarse a las necesidades del proceso para optimizar el consumo energético. (ABB, 1995 - 2025)

Los variadores de frecuencia (Figura 8) regulan la velocidad de los motores eléctricos, adaptando el suministro eléctrico a la demanda real de la aplicación, lo

que reduce el consumo energético entre un 20 % y un 70 %. Estos dispositivos se ubican entre la fuente de energía y el motor, ajustando la frecuencia y la tensión de acuerdo con los requerimientos operativos. (ABB, 1995 - 2025)

Figura 8

Variador de frecuencia



Nota. Tomado de *Variador de velocidad trifásico KD100*, por T&W 2000 (<https://tw2000.es/es/variadores-de-velocidad/492-variador-de-velocidad-trifasico-kd100.html>)

Al controlar la velocidad del motor, los variadores limitan la potencia de salida en aplicaciones como bombas y ventiladores, evitando un funcionamiento innecesariamente rápido. Su uso ofrece ventajas económicas, operativas y ambientales, mejorando la eficiencia energética, prolongando la vida útil del equipo y reduciendo fallas inesperadas. (ABB, 1995 - 2025)

También conocidos como convertidores de frecuencia o variadores de velocidad, los variadores convierten la corriente alterna de frecuencia fija en una de frecuencia y tensión variables. Aunque existen múltiples términos para referirse a ellos, el más común internacionalmente es VFD (Variable Frequency Drive), traducido como variador de frecuencia. (ABB, 1995 - 2025)

La operación de un convertidor de frecuencia se basa en tres etapas clave: rectificación, filtrado e inversión.

- Rectificación: Convierte la corriente alterna (CA) de entrada, generalmente de 50 o 60 Hz, en corriente continua (CC) mediante diodos o tiristores.
- Filtrado: Suaviza la corriente continua para eliminar fluctuaciones, asegurando un voltaje estable antes de la siguiente conversión.
- Inversión: Transforma la corriente continua filtrada en corriente alterna de frecuencia variable a través de un inversor. Este usa interruptores semiconductores, como los IGBT, y modulación por ancho de pulso (PWM) para ajustar con precisión la frecuencia y el voltaje de salida. (Hars, 2025)

La adopción de convertidores de frecuencia en diversas aplicaciones ofrece numerosos beneficios, que incluyen:

- Reducción del desgaste mecánico: Disminuye los arranques bruscos y el estrés en los componentes mecánicos.
- Arranque y parada suaves: Evita picos de corriente al encender el motor, protegiendo tanto el equipo como la red eléctrica.
- Compatibilidad con automatización: Se integran con sistemas de control industrial como PLCs y SCADA.
- Optimización de costos: Reduce la demanda de electricidad, disminuyendo costos operativos y aumentando la eficiencia energética. (Hars, 2025)

Los convertidores de frecuencia tienen múltiples aplicaciones en diversas industrias:

- Automatización industrial: Permiten el control preciso de velocidad y par en procesos como cintas transportadoras, manipulación de materiales y robótica.
- Sistemas HVAC: Regulan la velocidad de ventiladores, bombas y compresores para optimizar el clima interior y reducir el consumo energético.
- Tratamiento de agua: Ajustan la velocidad de bombas y sopladores en plantas de agua y aguas residuales, mejorando la eficiencia y reduciendo costos.

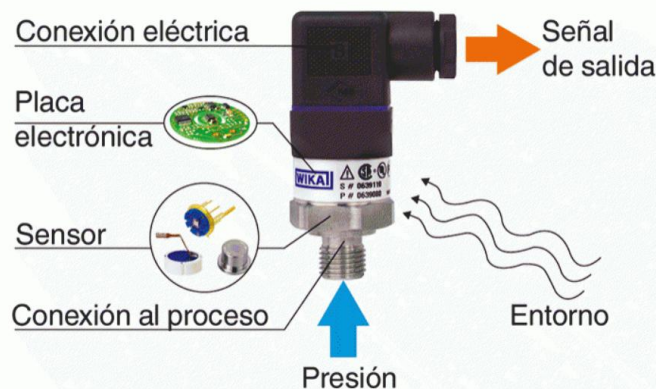
- Energía renovable: Facilitan la integración de turbinas eólicas y paneles solares a la red eléctrica al adaptar la frecuencia de salida.
- Minería: Controlan la velocidad de transportadores, trituradoras y molinos para mejorar la eficiencia y reducir el gasto energético.
- Transporte: Se utilizan en vehículos eléctricos, trenes y sistemas marítimos para optimizar el rendimiento del motor y la eficiencia operativa. (Hars, 2025)

4.3.7 Transmisor de presión (sensor)

Los transmisores de presión (Figura 9) son dispositivos ampliamente utilizados en diversas industrias para medir la presión de un medio y convertirla en una señal eléctrica analógica que puede ser procesada y analizada. Es importante diferenciar entre un transductor de presión y un transmisor de presión, ya que, aunque a menudo se mencionan juntos, no son lo mismo. (Realpars, 2021)

Figura 9

Transmisor de presión



Nota. Tomado de *¿Cómo funciona un transmisor de presión?*, por Blog de Wika (<https://blog.wika.com/es/productos/como-funciona-un-transmisor-de-presion/>)

Diferencia entre transductor y transmisor de presión:

- Un transductor de presión convierte una magnitud física, como la presión, en una señal eléctrica de baja intensidad (milivoltios, por ejemplo).
- Un transmisor de presión, en cambio, amplifica y adapta esta señal a niveles más altos (como 1-5V o 4-20mA) para su transmisión y procesamiento en sistemas de control o monitoreo. (Realpars, 2021)

Aplicaciones de los transmisores de presión:

Estos dispositivos se utilizan en múltiples sectores industriales, destacándose en:

- Exploración petrolera: donde miden la presión en el interior y exterior de equipos sensibles, ayudando a monitorear condiciones críticas.
- Industria marítima: proporcionando datos sobre procesos líquidos o gaseosos a la sala de máquinas o al puente de mando para supervisión.
- Automatización industrial y sistemas eléctricos: debido a su capacidad de integrarse en diversos circuitos de control y monitoreo. (Realpars, 2021)

Funcionamiento de un transmisor de presión:

A pesar de la diversidad de modelos, el principio de operación de los transmisores de presión es similar. Se componen de tres elementos clave:

- Sensor de presión: detecta la presión del medio.
- Circuito de medición: convierte la señal en un formato eléctrico interpretable.
- Conexión al proceso: permite la integración con el sistema de medición. (Realpars, 2021)

Además, el sistema de medición de un transmisor de presión consta de:

- Tubo guía de presión: canaliza la presión hacia la membrana de medición.
- Membrana de medición central: donde se registra la presión del medio.

- Diafragma aislante con aceite de silicona: permite la transmisión de la presión sin interferencias externas. (Realpars, 2021)

Durante su operación, la presión del medio deforma la membrana de medición, y esta deformación es medida y convertida en una señal eléctrica proporcional a la presión detectada. Esta señal puede ser enviada a sistemas de monitoreo y control, facilitando la supervisión en tiempo real de procesos industriales. (Realpars, 2021)

4.3.8 Duplicador de señal

Los duplicadores (Figura 10) son dispositivos que se usan para duplicar una señal eléctrica. Se ocupan para añadir un indicador local o para usar la señal adicional como entrada para otro proceso o sistema, la duplicación de señales es una técnica muy utilizada. (PRELECTRONICS, n.d.)

Figura 10

Duplicador de señal



Nota. Tomado de 2864273 Acondicionador de Señal, Duplicador, 3 Vías | Farnell España, por Farnell (<https://es.farnell.com/phoenix-contact/2864273/transductor-rtd-24vdc-carril-din/dp/2885851>)

Los duplicadores de señales son configurables y se utilizan para la separación galvánica, conversión, amplificación y filtrado de señales normalizadas estándar. A la entrada, permiten seleccionar señales analógicas como 0...20 mA, 4...20 mA,

0...10 V o 1...5 V. A la salida, ofrece dos salidas de corriente ajustables de forma independiente (0...20 mA o 4...20 mA), galvánicamente separadas. La configuración de los márgenes de señal de entrada y salida se realiza mediante interruptores DIP (Dual In-line Package) en la carcasa. La alimentación de tensión (19,2 V DC hasta 30 V DC) puede realizarse a través de bornes de conexión o mediante conectores para carriles simétricos. (PhoenixContact, n.d.)

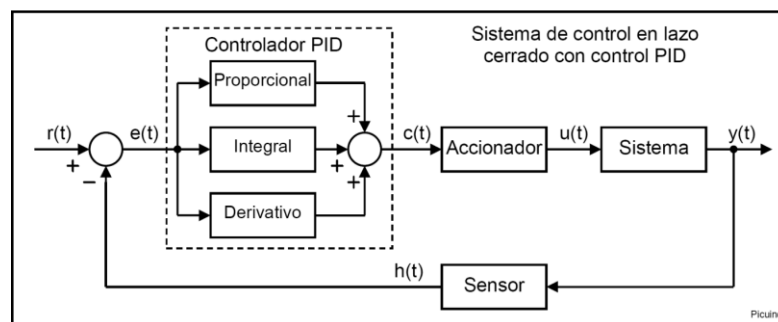
4.3.9 El control PID

El control PID, como se muestra en la figura 11, es un sistema de regulación que ajusta variables como velocidad, temperatura, presión y flujo en un proceso mediante un lazo de retroalimentación. Compara la diferencia entre el valor actual y el valor deseado (Set-Point) para realizar ajustes. (Electric, 2022)

En sistemas de bombeo, se usa principalmente para mantener constante la presión o el flujo, ajustando la velocidad del motor según la diferencia entre la presión actual y la requerida. (Electric, 2022)

Figura 11

Diagrama de Control PID



Nota. Tomado de *¿Qué es un control PID?* - 330ohms, por 330ohms (<https://www.330ohms.com/blogs/blog/que-es-un-control-pid>)

El algoritmo PID se basa en tres parámetros: Proporcional (P), Integral (I) y Derivativo (D).

- El parámetro Proporcional (P) ajusta la diferencia entre el valor actual y el set-point, y su valor recomendado varía según la aplicación (50% para sistemas sumergibles y 10% para centrífugas).
- El Integral (I) define el tiempo necesario para realizar una corrección; valores pequeños permiten ajustes rápidos, pero pueden causar inestabilidad, mientras que valores altos provocan respuestas más lentas.
- El Derivativo (D) predice el error y ajusta la acción antes de que se vuelva crítico, respondiendo a la velocidad del cambio del error. (Electric, 2022)

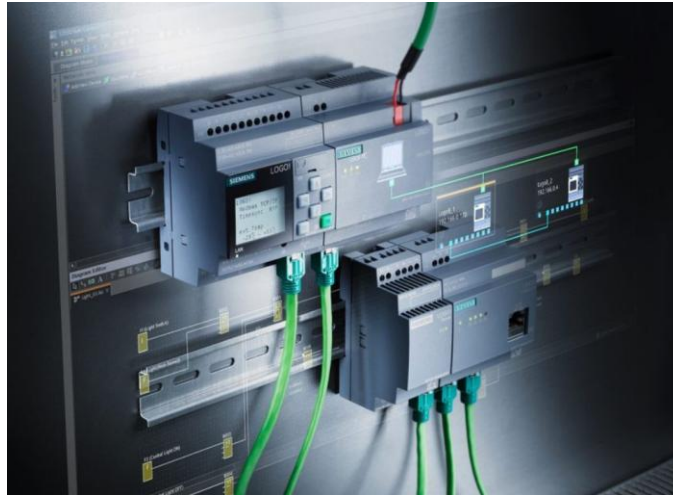
Una correcta configuración de estos parámetros es esencial para evitar inestabilidad, oscilaciones y posibles daños en el motor y la bomba. (Electric, 2022)

4.3.10 Controlador Lógico Programable (PLC)

Un Controlador Lógico Programable (PLC) como se observa en la figura 12, es una computadora industrial diseñada para automatizar y controlar procesos en líneas de producción. Su principal función es supervisar y gestionar sistemas de máquinas, eliminando la necesidad de intervención manual en las tareas repetitivas. Esto resulta en un aumento significativo de la eficiencia operativa, ya que permite ejecutar procesos de forma más rápida, precisa y consistente. En resumen, el PLC actúa como el cerebro que dirige la automatización de los procesos de fabricación, mejorando el control y la productividad. (SDI, ¿Qué es un PLC, cómo funciona y cuáles son sus ventajas?, 2022)

Figura 12

Controlador Lógico Programable (PLC)



Nota. Adaptado de *LOGO! – Lo pequeño es hermoso*, por Siemens (<https://www.siemens.com/cl/es/productos/tecnologias-de-automatizacion/sistemas/industrial/plc/logo.html>)

El PLC se considera un dispositivo inteligente, ya que interactúa estrechamente con la ingeniería automática y tiene la capacidad de ejecutar tareas electromecánicas. Dependiendo de las necesidades del proceso, sus funciones pueden ser programadas para cumplir diversas tareas. En su estructura, incluye una CPU, módulos de memoria y entradas/salidas, una fuente de alimentación y una unidad de programación. (SDI, ¿Qué es un PLC, cómo funciona y cuáles son sus ventajas?, 2022)

Para que el PLC funcione correctamente, debe ser previamente programado con un software adaptado al lenguaje de programación específico para la marca del PLC. Una vez programado, su tarea principal es detectar señales de entrada de dispositivos como sensores, procesar esos datos y ejecutar acciones basadas en los parámetros establecidos. Además, el PLC tiene la capacidad de recibir configuraciones y modificaciones de los operadores y puede emitir reportes sobre el rendimiento del sistema. (SDI, ¿Qué es un PLC, cómo funciona y cuáles son sus ventajas?, 2022)

Dependiendo de la configuración de entradas y salidas, un PLC puede monitorear y registrar variables como la productividad de una máquina, su temperatura de operación, y otros datos clave en el proceso. También es capaz de iniciar y detener procesos automáticamente, generar alarmas en caso de fallos, y realizar ajustes según las condiciones de operación. En general, los PLCs ofrecen una solución de control flexible, robusta y adaptable a una amplia gama de aplicaciones industriales. (SDI, ¿Qué es un PLC, cómo funciona y cuáles son sus ventajas?, 2022)

Los PLC (Controladores Lógicos Programables) se distinguen de las PC industriales, microcontroladores y otras soluciones de control industrial por varias características clave:

- Entradas/Salidas (E/S): La CPU del PLC gestiona los datos del programa, mientras que los módulos de E/S conectan el PLC a la máquina y permiten la interacción con el entorno. Estos módulos suministran información a la CPU y provocan las respuestas necesarias.
- Comunicaciones: Además de las entradas y salidas, un PLC puede requerir conexión con otros sistemas, como los SCADA, que supervisan y gestionan múltiples dispositivos conectados. Esto permite la exportación de datos y la integración con otros sistemas de control.
- HMI (Interfaz Hombre-Máquina): Para una interacción directa con el PLC en tiempo real, se utiliza una HMI. Estas interfaces pueden ser pantallas simples con texto y teclado o paneles táctiles avanzados, y permiten a los usuarios revisar y registrar información de manera eficiente. (SDI, ¿Qué es un PLC, cómo funciona y cuáles son sus ventajas?, 2022)

Estas características hacen que los PLCs sean altamente especializados y adecuados para la automatización industrial en comparación con otras soluciones de control.

Un PLC se compone principalmente de tres partes esenciales:

- Unidad Central de Procesamiento (CPU): Es el centro de control del PLC, donde se ejecutan los programas y se procesan las señales de entrada para determinar las acciones necesarias.
- Módulos de Entrada: Son dispositivos que captan señales del entorno (como sensores, interruptores, encoders, entre otros) y las convierten en señales digitales comprensibles por la CPU.
- Módulos de Salida: Reciben las señales procesadas por la CPU y las transforman en acciones físicas, como activar motores o válvulas.

La programación de un PLC se realiza utilizando lenguajes específicos como el ladder logic, que se asemeja a un diagrama de circuitos eléctricos, y el Diagrama de Bloques de Funciones (FBD), el cual es ampliamente utilizado en aplicaciones industriales. (SDI, ¿Qué es un PLC, cómo funciona y cuáles son sus ventajas?, 2022)

Los PLC (Controladores Lógicos Programables) ofrecen diversas ventajas frente a otros sistemas de control y automatización:

- Flexibilidad: Permiten reprogramación y reconfiguración fáciles, lo que ahorra tiempo y costos sin necesidad de cambiar el cableado físico.
- Facilidad de programación: Los lenguajes como el ladder logic son intuitivos y fáciles de aprender, lo que simplifica su desarrollo y mantenimiento.
- Seguridad: Incluyen funciones de protección para garantizar operaciones seguras y reducir riesgos para los operarios.
- Monitoreo y diagnóstico: Permiten supervisar en tiempo real y diagnosticar problemas, agilizando el mantenimiento.
- Integración: Se integran fácilmente con sistemas SCADA y redes industriales, permitiendo un control centralizado.
- Rapidez de respuesta: Son ideales para procesos que requieren actuaciones rápidas y precisas.
- Durabilidad: Resistentes a condiciones adversas como vibraciones, humedad y temperaturas extremas.

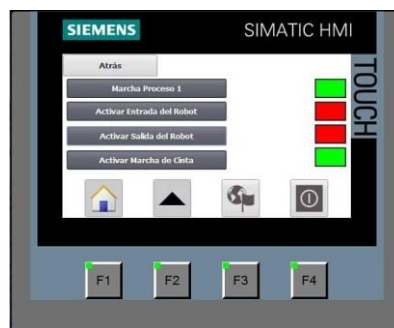
- Menor espacio y costo: Son más compactos y económicos en comparación con otros sistemas de control.
- Modularidad: Pueden expandirse fácilmente según las necesidades, adaptándose a más entradas, salidas y funcionalidades. (SDI, ¿Qué es un PLC, cómo funciona y cuáles son sus ventajas?, 2022)

4.3.11 Interfaz Humano-Maquina (HMI)

La Interfaz Humano-Máquina (HMI) es un sistema esencial que permite a los operarios supervisar y controlar maquinaria, visualizar datos clave y garantizar la eficiencia y seguridad en los procesos de producción. A través de pantallas o paneles de control, el HMI conecta al operario con las máquinas o sistemas productivos, proporcionando información en tiempo real sobre variables como temperatura, presión y velocidad de producción. Además, al integrarse con los PLC, facilita el diagnóstico de problemas y contribuye a reducir los costos de mantenimiento. (industria, ¿Qué es un sistema HMI y por qué es clave en la automatización industrial?, 2024)

Figura 13

Pantalla HMI



Nota. Tomado de *Cambiar color objeto TIA Portal al activar variable en HMI*, por Tecnopl (https://www.tecnopl.com/cambiar-color-objeto-tia-portal-al-activar-variable-en-hmi/)

Las funciones principales de una HMI son:

- Visualizar datos y monitorear el rendimiento.
- Seguir el tiempo de producción y controlar los KPI.
- Supervisar las entradas y salidas de la maquinaria.

Las HMIs se utilizan en sectores como fabricación, energía, alimentos, bebidas y agua, y en aplicaciones cotidianas como cajeros automáticos. (industria, ¿Qué es un sistema HMI y por qué es clave en la automatización industrial?, 2024)

El funcionamiento de una HMI incluye:

- Recibir información de sensores y PLC.
- Mostrar los datos en gráficos o paneles de control.
- Permitir que el operario ajuste parámetros o detenga el sistema en caso de anomalías.

Gracias a su integración con los PLC, las HMIs facilitan la recopilación y visualización de datos en tiempo real, reduciendo errores y optimizando procesos. (industria, ¿Qué es un sistema HMI y por qué es clave en la automatización industrial?, 2024)

La implementación de HMI ha marcado un avance significativo en la automatización industrial, ofreciendo múltiples beneficios:

- Centralización de datos: Todos los indicadores clave se muestran en una única pantalla, facilitando un monitoreo más eficiente y una supervisión integral.
- Reducción de tiempos de inactividad: La detección en tiempo real de anomalías permite una intervención inmediata, lo que minimiza las paradas no planificadas y optimiza la productividad.
- Optimización de procesos: Gracias a la información precisa y accesible, los operarios pueden tomar decisiones más rápidas y fundamentadas, mejorando la eficiencia de las operaciones.

- Facilidad de uso: Las HMI modernas están diseñadas para ser intuitivas, lo que simplifica las tareas del personal de mantenimiento y los ingenieros, permitiendo una operación más fluida y eficiente. (industria, ¿Qué es un sistema HMI y por qué es clave en la automatización industrial?, 2024)

4.3.12 Interruptor termomagnético

Los interruptores termomagnéticos (Figura 14) son dispositivos de protección eléctrica diseñados para interrumpir la corriente en un circuito cuando esta excede ciertos límites, protegiendo así las instalaciones y equipos contra sobrecargas y cortocircuitos. Actúan rápidamente para evitar daños a los componentes eléctricos al cortar la corriente de manera eficiente. (ROKER, 2019)

Figura 14

Interruptor termomagnético



Nota. Tomado de *Pastilla Interruptor Termomagnético QO170*, por Elektron Materiales eléctricos (<https://www.elektron.com.mx/pastilla-interruptor-termomagnetico-1-polo-70a-qo170-schneider-electric>)

Estos interruptores combinan dos mecanismos de protección:

- Mecanismo bimetálico: Detecta sobre corrientes. Cuando la corriente excede el límite, el bimetálico se calienta, se dobla y activa una barra de disparo que abre el circuito, proporcionando protección térmica.

- Mecanismo magnético: Utiliza un electroimán que responde a altas corrientes. Al generar suficiente fuerza magnética, el electroimán mueve una armadura que activa la barra de disparo y corta el flujo eléctrico, ofreciendo protección contra sobrecargas rápidas. (ROKER, 2019)

Los interruptores termomagnéticos son ideales para situaciones donde es crucial limitar rápidamente la corriente, ya que pueden cortar la corriente en menos de 4 milisegundos, mucho más rápido que otros tipos de interruptores, como los magnéticos hidráulicos. Sin embargo, son sensibles a la temperatura, por lo que su capacidad de manejo de corriente puede verse afectada en ambientes calurosos. (ROKER, 2019)

4.3.13 Relés Electromecánico

Un relé electromecánico (Figura 15) es un dispositivo eléctrico que actúa como interruptor controlado eléctricamente, permitiendo controlar el flujo de corriente en un circuito mediante una señal de otro circuito. Se utiliza para controlar dispositivos de alta potencia como motores, luces o bombas, y tiene aplicaciones en control, automatización, seguridad y protección de sistemas eléctricos. (Advantecnia, 2023)

Figura 15

Relé electromecánico



Nota. Tomado de *Relé electromecánico DC 21 series*, por Direct Industry (<https://www.directindustry.es/prod/werner-electric-gmbh/product-65144-855671.html>)

El relé consta de varios componentes clave:

- Bobina: Genera un campo magnético para activar el interruptor.
- Contactos: Abiertos o cerrados, cambian de posición cuando la bobina se activa.
- Resorte: Devuelve los contactos a su posición original al desactivarse la bobina.
- Armadura y núcleo: Mueven los contactos y concentran el campo magnético.
- Carcasa y terminales: Protegen los componentes y proporcionan las conexiones eléctricas. (Advantecnia, 2023)

Existen diferentes tipos de relés, como:

- Electromecánicos convencionales: Usan un electroimán para abrir o cerrar contactos.
- De núcleo móvil: Utilizan un núcleo móvil para conmutar contactos rápidamente.

- Polarizados: Mantienen un contacto cerrado durante períodos largos, controlados por un electroimán.
- Reed: Usan láminas de metal dentro de un tubo de vidrio y son eficientes en bajo consumo y alta velocidad.
- Estado sólido: No tienen partes móviles y son muy rápidos y duraderos. (Advantecnia, 2023)

Los relés son fundamentales en la automatización industrial y en sistemas que requieren un control preciso y rápido de dispositivos eléctricos.

4.3.14 Selector industrial

Un selector (Figura 16) es un dispositivo electromecánico que permite controlar el flujo de corriente en un circuito eléctrico. Su función principal es conectar o desconectar diferentes rutas dentro del sistema eléctrico, facilitando cambios manuales en la operación. (Elektron, 2024)

Figura 16

Selector industrial



Nota: Tomado de *Plastic 2 Way Selector Switch with Elements*, por Tsktech.in (<https://www.tsktech.in/product/plastic-2-way-selector-switch-with-elements/>)

Actúa como un interruptor con múltiples posiciones, lo que lo hace ideal para sistemas de control donde es necesario cambiar entre distintos modos de operación de manera segura y eficiente. Se utilizan ampliamente en tableros de control, maquinaria industrial y equipos con múltiples estados operativos. (Elektron, 2024)

Los selectores son indispensables en sistemas de control eléctricos, ya que permiten manejar circuitos de forma manual, ajustando parámetros y garantizando seguridad operativa. (Elektron, 2024)

Sus principales funciones incluyen:

- **Conmutación manual:** A diferencia de los dispositivos automáticos, los selectores permiten que el operador tenga control directo sobre los circuitos.
- **Ajuste de parámetros:** Se pueden configurar para modificar velocidad, dirección, potencia o cualquier otro parámetro de un sistema eléctrico.
- **Seguridad mejorada:** Permiten aislar circuitos manualmente, reduciendo el riesgo de fallos eléctricos y facilitando el mantenimiento de los equipos. (Elektron, 2024)

El uso de selectores en sistemas de control ofrece múltiples ventajas en términos de operación y seguridad:

- **Flexibilidad operativa:** Permiten cambiar la configuración del sistema rápidamente sin modificar el circuito.
- **Facilidad de uso:** Son intuitivos y reducen el margen de error humano.
- **Versatilidad:** Existen en diversas formas y tamaños con múltiples posiciones para adaptarse a distintas aplicaciones.
- **Durabilidad:** Diseñados para entornos industriales exigentes, resistiendo polvo, humedad y vibraciones. (Elektron, 2024)

Para seleccionar el mejor selector según las necesidades del sistema de control, es importante considerar los siguientes factores:

- **Número de posiciones:** Se debe elegir un selector con las posiciones adecuadas según la cantidad de opciones de conmutación necesarias.
- **Tipo de operación:**
 - **Rotativo:** Para cambios de estado secuenciales.
 - **De palanca:** Para cambios más directos y rápidos.

- Especificaciones eléctricas: Deben ser compatibles con los niveles de corriente y voltaje del sistema para evitar sobrecargas o fallos.
- Entorno de aplicación: En ambientes industriales con polvo, humedad o vibraciones, se requieren selectores con alta clasificación IP (protección contra ingreso de polvo y agua).
- Seguridad y normativas: Es recomendable que cumplan con certificaciones como UL o CE, garantizando su seguridad y calidad. (Elektron, 2024)

Los selectores son elementos clave en los sistemas de control eléctrico, ya que permiten flexibilidad y seguridad en la operación. Un selector mal elegido puede generar fallos eléctricos, comprometer el funcionamiento del sistema y provocar costosos tiempos de inactividad. (Elektron, 2024)

En entornos industriales, como fábricas con maquinaria pesada, un selector adecuado permite cambiar modos de operación de manera segura y eficiente, reduciendo riesgos de accidentes. También son esenciales en sistemas críticos como los de emergencia o respaldo, donde un selector confiable garantiza la activación o desactivación de equipos sin fallos. (Elektron, 2024)

Por ello, comprender la función y la correcta elección de un selector puede optimizar el rendimiento del sistema y garantizar una operación segura y eficiente.

4.3.15 Paro de emergencia

El botón de paro de emergencia (Figura 17) es un dispositivo esencial en entornos industriales, diseñado para detener de inmediato el funcionamiento de una máquina en situaciones críticas. Su activación interrumpe la energía o el sistema de control, priorizando la seguridad sobre cualquier otra operación. (SDI, ¿Qué es y dónde se instala el botón de paro de emergencia?, 2022)

Figura 17

Paro de emergencia



Nota: Tomado de *US CAJA PARA PARO DE EMERGENCIA SCHNEIDER*, por Coel de Puebla (<https://www.coelpuebla.com.mx/productos/121/us-caja-para-paro-de-emergencia-schneider>)

Características y Beneficios:

- Respuesta inmediata: Permite frenar máquinas en segundos, reduciendo riesgos de accidentes y daños en equipos.
- Diseño intuitivo: Botón grande, rojo y de fácil acceso, asegurando su identificación en situaciones de estrés.
- Ubicación estratégica: Se instala en zonas visibles y accesibles para garantizar una reacción rápida en caso de emergencia.
- Obligatorio en maquinaria de alto riesgo: Es un requisito en equipos como prensas, tornos y sistemas de corte para cumplir con normativas de seguridad. (SDI, ¿Qué es y dónde se instala el botón de paro de emergencia?, 2022)

El botón de paro de emergencia es una medida de seguridad indispensable en la industria, protegiendo tanto a los trabajadores como a la infraestructura.

4.3.16 Alarma sonora industrial

Las alarmas sonoras (Figura 18) comprenden el uso de elementos acústicos para indicar el estado de los equipos, máquinas y procesos. Considerados equipos de protección colectiva, las alarmas sonoras son esenciales para llamar la atención de los empleados ante la presencia de riesgos y avisar sobre acciones, inicio y fin de actividades de las máquinas y equipos. (Schmersal-latam, n.d.)

Figura 18

Alarma sonora industrial



Nota. Tomado de *Venta al por mayor altavoz de emergencia Industrial 150Db sirena 12V Auto Ce alarma sirena altavoz 1000 altavoz de bocina de sonido seguro*, por Gold Bridges (<https://www.goldbridgesz.com/es/products/Wholesale-Emergency-Speaker-Industrial-150Db-Siren-12V-Auto-Ce-Alarm-Siren-Speaker-1000-Safe-Sound-Horn-Speaker.html>)

4.3.17 Fuente de poder

Las fuentes de alimentación, también conocidas como fuentes de poder (Figura 19), son dispositivos esenciales que transforman la energía eléctrica para adaptarla a las necesidades específicas de distintos equipos y sistemas. Su uso es fundamental en múltiples sectores, desde la informática y las telecomunicaciones hasta la industria y el equipamiento médico.

Figura 19

Fuente de poder



Nota. Tomado de *S8VK-G01512*, por Omron (<https://industrial.omron.es/es/products/S8VK-G01512>)

En entornos industriales, la correcta selección y dimensionamiento de una fuente de alimentación es crucial. Un diseño inadecuado puede comprometer tanto la seguridad como la disponibilidad de los sistemas, afectando el rendimiento de toda la instalación. (Logicbus, 2025)

Las fuentes de alimentación convierten la corriente alterna en corriente continua mediante un proceso estructurado en varias etapas:

- Transformador: Reduce la tensión de entrada a un nivel adecuado.
- Rectificador: Convierte la corriente alterna en continua.
- Filtro de condensadores: Suaviza la señal eliminando fluctuaciones.
- Regulador de voltaje: Mantiene una salida estable, protegiendo los dispositivos conectados. (industria, Descubriendo el corazón electrónico: Todo sobre las fuentes de alimentación, 2024)
- Sistemas de seguridad: Protegen contra sobrecargas, picos de energía y cortocircuitos.

Las fuentes de alimentación son esenciales en líneas de producción, donde suministran energía a dispositivos que operan con corriente continua de 12V o 24V. Algunos de los componentes que dependen de ellas incluyen:

- Sensores inductivos, capacitivos y fotoeléctricos.
- Celdas de carga y electrónica de pesaje.
- PLCs y controladores industriales.
- Monitores, computadoras y sistemas de visualización.
- Motores a pasos y actuadores.
- Luces e indicadores. (Logicbus, 2025)

Las fuentes de alimentación son un elemento clave en la automatización y el control industrial, garantizando un suministro de energía seguro y eficiente para una amplia variedad de dispositivos y aplicaciones. (Logicbus, 2025)

4.3.18 Internet de las cosas (IoT) y su aplicación en la industria (IIoT)

El Internet de las Cosas (IoT) es un concepto que permite la conexión de objetos físicos cotidianos a Internet, facilitando la comunicación entre dispositivos y la recopilación de datos. Estos dispositivos pueden clasificarse en dos categorías:

- Sensores: Recopilan información y la transmiten.
- Interruptores: Reciben instrucciones y ejecutan acciones.

El IoT se aplica en múltiples sectores, desde el hogar inteligente (luces, cerraduras, termostatos) hasta la salud (dispositivos médicos) y las ciudades inteligentes. (Hat, 2021)

Internet Industrial de las Cosas (IIoT) y su Impacto

El Internet Industrial de las Cosas (IIoT) (Figura 20) es la aplicación de la tecnología IoT en entornos industriales. Su objetivo es mejorar la eficiencia y la automatización mediante la recopilación y análisis de datos en tiempo real. (Hat, 2021)

Figura 20

Representación del IoT en la industria



Nota. Tomado de *Industrial Internet Consortium publica un marco de referencia para la IIoT*, por TyN Magazine (<https://tynmagazine.com/industrial-internet-consortium-publica-un-marco-de-referencia-para-la-iiot/>)

La combinación de sensores, tecnologías en la nube, analítica avanzada y aprendizaje automático ha dado lugar a la Industria 4.0, permitiendo:

- Automatización y monitoreo en manufactura.
- Gestión inteligente de inventarios.
- Redes eléctricas y ciudades inteligentes.
- Logística y cadenas de suministro digitales.

Automatización y Beneficios del IIoT

El IIoT es clave para la autosupervisión y automatización en sectores como manufactura y energía. Algunas de sus aplicaciones incluyen:

- Mantenimiento predictivo: Sensores en maquinaria industrial detectan anomalías (vibraciones, temperatura) y generan alertas para evitar fallos.

- Optimización del rendimiento: En fábricas, el análisis en tiempo real de datos operativos mejora la eficiencia y reduce costos.
- Monitoreo remoto: Empresas energéticas utilizan dispositivos IIoT para supervisar redes eléctricas y flujos de tuberías en grandes extensiones geográficas. (Hat, 2021)

La automatización permite una gestión eficiente de miles de dispositivos IIoT, asegurando actualizaciones, validaciones y mantenimiento continuo, lo que minimiza interrupciones y optimiza el desempeño empresarial. (Hat, 2021)

5. Análisis y presentación de resultados

La estrategia metodológica es de tipo aplicada ya que se plantea el diseño y dimensionamiento de un sistema automático con funcionalidad a base de un PLC y software, este garantiza el trasiego de agua almacenada en un tanque hasta el cuarto de refrigeración.

El desarrollo del diseño metodológico constara de 3 etapas:

1. Análisis del problema.
2. Diseño del sistema.
3. Implementación y evaluación.

5.1 Análisis del problema

Al investigar la cadena de producción de carne se pudo identificar que en el proceso existe la etapa de riego de canales de res y porcino, en los cuales persiste la acción manual o semi automática. Aunque no existen estudios monográficos de la operación de estas plantas de procesamiento, se sabe que en estos sistemas existen problemas importantes en el suministro constante de agua y pérdidas que inciden en la productividad.

En esta etapa del trabajo monográfico abordaremos la problemática que se presenta en una planta procesadora de carne de res en Nicaragua, donde no se cuenta con un sistema de bombeo de agua automatizado.

El sistema de bombeo en la planta posee un tanque de agua que en algunas ocasiones experimenta problemas de nivel, ya que actualmente solo está equipado con un sensor de boya. La falta de indicadores de nivel y una alarma sonora, ocasionalmente resulta en situaciones de desbordamiento o falta de agua en el tanque.

Después del tanque de agua, se encuentran dos bombas, como se muestra en la figura 21, las cuales se activan mediante arranque directo.

Figura 21

Dos bombas centrífugas que se activan manualmente

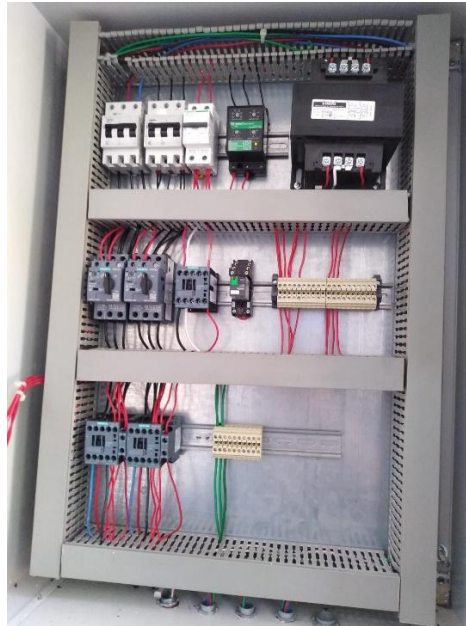


El ciclo de funcionamiento de estas bombas se regula a través de un temporizador, según se ilustra en la figura 22. Además, carecen de un sistema de alternancia de bombas automatizado, lo que implica que para activar cada una de las bombas, es necesario apagar una directamente en el panel eléctrico y luego encender la otra. Este método de accionamiento presenta diversas desventajas, entre las cuales podemos mencionar las siguientes:

- Este sistema resulta menos eficiente, ya que requiere la intervención manual de un operador para realizar cada cambio de bombas.
- Si las bombas no se activan o desactivan correctamente pueden funcionar durante periodos innecesarios lo que aumenta el consumo de energía y los costos asociados.
- La activación manual requiere una supervisión constante, lo que resulta poco práctico.

Figura 22

Sistema de arranque directo de las bombas



Otra problemática que se encuentra en los sistemas de riego de canales es el control de las bombas sin un variador de frecuencia. Entre las desventajas tenemos:

- Falta de eficiencia energética: Sin un variador de frecuencia, la bomba funciona a una velocidad constante, lo que significa que utiliza la misma cantidad de energía en todo momento, independientemente de las necesidades de riego. Esto resulta en un consumo excesivo de energía cuando la demanda de agua es baja o nula.
- Mayor desgaste y mantenimiento: La operación continua a una velocidad constante genera un mayor desgaste en la bomba, lo que acorta su vida útil y aumenta los costos de mantenimiento.
- Falta de precisión en el riego: Sin un variador de frecuencia, es difícil ajustar con precisión la cantidad y la presión de agua que se bombea, lo que afecta

negativamente el riego de canales y provoca en ocasiones averías en las tuberías.

Otra situación que se identificó fue la ausencia de monitoreo remoto. La falta de visibilidad en tiempo real conlleva a una supervisión menos eficiente, mayores riesgos de fallas no detectadas y una capacidad limitada para optimizar y tomar decisiones informadas. La incorporación de un sistema de monitoreo remoto puede mejorar significativamente la eficiencia, fiabilidad y seguridad del sistema de bombeo al proporcionar datos en tiempo real y una visión más completa del funcionamiento.

5.2 Diseño del sistema

Para abordar la problemática identificada en los sistemas de riego de canales en la industria cárnica, se seleccionaron cuidadosamente los componentes necesarios para abordar y cumplir los objetivos de este proyecto monográfico.

Esta sección describe las etapas y decisiones técnicas destinadas a optimizar el riego automatizado de canales, asegurando un eficiente uso de recursos y contribuyendo a la modernización de prácticas industriales mediante la integración de tecnologías avanzadas.

5.2.1 Criterios de diseño

El sistema de riego automático ha sido diseñado para optimizar la eficiencia y fiabilidad en el proceso de riego de canales de res y porcino, integrando control automatizado y monitoreo remoto. A continuación, se detallan los criterios clave considerados en el diseño:

Requerimientos principales del sistema:

- Aplicación específica: Sistema diseñado para el riego en canales de res y porcino.

- Capacidad de almacenamiento: Se utiliza un tanque de agua con una capacidad de 7,000 galones, garantizando un suministro adecuado para el proceso.
- Control de riego: Implementación de ciclos de riego configurables, permitiendo ajustar la frecuencia y duración según las necesidades operativas.
- Capacidad de bombeo: Las bombas seleccionadas entregan un caudal máximo de 44 GPM, asegurando un flujo eficiente para el proceso.
- Gestión automatizada del nivel de agua:
 - Medición de nivel en tres puntos: alto, medio y bajo, proporcionando una supervisión precisa del estado del tanque.
 - Monitoreo en tiempo real del nivel de agua mediante una torre de señalización, que indica visualmente los diferentes niveles del tanque.
 - Alarma sonora activada cuando el nivel de agua desciende por debajo del sensor de nivel bajo, alertando al personal para tomar acción inmediata y evitar interrupciones en el riego.
- Optimización del uso de bombas: Implementación de un sistema de alternancia automatizada de bombas, gestionado por control PID, para distribuir el desgaste y optimizar el consumo energético.
- Monitoreo y control remoto: Integración de una pantalla HMI para la supervisión en tiempo real y ajustes operativos a través de IoT.
- Simplicidad en la medición del consumo: No se requiere la medición de consumo de agua, enfocando el sistema en la regulación de la presión y control de riego.

5.3 Implementación y evaluación

Esta sección describe el funcionamiento del sistema en sus distintos modos de operación, detallando los componentes seleccionados y su integración para garantizar un control eficiente y seguro. Se explican los criterios de selección de los dispositivos utilizados, comparándolos con alternativas disponibles en el

mercado, y se presentan las etapas de implementación para asegurar el cumplimiento de los requisitos técnicos y operativos establecidos.

5.3.1 Modos de Operación del Sistema

El sistema está equipado con un selector de dos posiciones (Figura 23) de 22 mm sostenido para habilitar los modos de operación automático o manual, así como un botón de paro de emergencia (Figura 24).

Figura 23

Selector de dos posiciones



Nota. Tomado de *SELECTOR 2 POSICIONES 1 NA + 1 NC – XB4BD25*, por Tableros Eléctricos (<https://tableroselectricos.com.pe/producto/selector-2-posiciones-1-na-1-nc-xb4bd25-negro-schneider/>)

Figura 24

Paro de emergencia



Nota. Tomado de *PARO DE EMERGENCIA TIPO HONGO 22MM*, por Tornitec (<https://tornitec.com/product/paro-de-emergencia-t-hongo-22mm/>)

5.3.1.1 Operación Automática

Para activar el modo automático, el botón de paro de emergencia debe estar en posición retraída, habilitando la entrada digital I1 del PLC para eliminar el estado de parada. Simultáneamente, el selector debe estar en la posición izquierda, activando la entrada digital I2. Una vez cumplidas estas condiciones, el PLC activará el contactor K1, designado como prioritario en el primer arranque. Posteriormente el sistema almacenará en memoria qué bomba estuvo encendida antes de un corte de energía. Pasados 2 segundos, el PLC activa la entrada de ejecución en modo PID del variador. Es crucial que el contactor entre en acción primero; de lo contrario, el variador entraría en modo falla debido a la falta de carga. Con estas condiciones cumplidas, el sistema opera automáticamente siguiendo el ciclo de trabajo configurado, repitiendo el ciclo hasta que se alcance el tiempo de alternación, momento en el cual se cambia de bomba: se apagan la entrada digital del variador y el contactor K1, se activa el contactor K2, y el ciclo comienza de nuevo.

5.3.1.2 Operación Manual

En el modo manual, el botón de paro debe estar retraído para activar la entrada digital I1, mientras que el selector debe estar en la posición derecha, desactivando la entrada I2. Bajo estas condiciones, el sistema responde únicamente a dos botones digitales en la HMI, que permiten activar ya sea la bomba 1 o la bomba 2, pero solo una a la vez. En este modo, el sistema no considera los parámetros de temporización y solo obedece los comandos de encendido y apagado de estos botones.

5.3.1.3 Modo en Reposo

Para poner el sistema en modo de reposo, el botón de paro debe estar presionado, desactivando la entrada digital I1 del PLC. En este modo, el sistema no responde en ningún modo, ni manual ni automático.

5.3.2 Primera Etapa: Sistema de llenado de tanque con monitoreo visual y alarma

En esta etapa del prototipo, se establece un sistema para asegurar un suministro constante de agua mediante componentes seleccionados como electroválvulas, sensores de nivel, una torre de señalización, y una alarma sonora.

5.3.2.1 Operación de la primera etapa

Para el sistema de llenado, se considera una fuente de agua constante y un tanque diseñado para la instalación eficaz de los sensores de nivel. Se utilizan tres sensores de nivel tipo flotador horizontal que censan el nivel de agua bajo, medio y alto en el tanque. Estos sensores están conectados a las entradas digitales del PLC Siemens Logo, que controla las operaciones mediante su programación interna. A través de las salidas digitales del PLC, se maneja la apertura y cierre de la electroválvula y se gestiona la torre de señalización de tres colores: el verde indica que el nivel de agua es alto, el amarillo muestra un nivel medio, y el rojo señala un nivel bajo. Además, el PLC activa la alarma sonora cuando el nivel de agua desciende por debajo del nivel bajo, proporcionando una alerta inmediata al personal operativo.

Los sensores de nivel empleados en este sistema son de dos hilos y soportan un voltaje máximo de 250 Voltios y 1 Amperio de corriente. Para este sistema emplearemos una fuente de corriente directa Siemens SITOP PSU6200, esta fuente entrega 24 VDC, 5 Amperios máximo, la cual es suficiente para alimentar al PLC y los sensores de nivel.

Al ser sensores de dos hilos, una línea se conecta al positivo de la fuente de 24 VDC y la otra línea a una entrada del PLC. Ocupando 3 entradas digitales del PLC: I4, I5 e I6 (Ver Anexos: Diagrama eléctrico del sistema de control).

5.3.2.2 Componentes seleccionados

5.3.2.3 Sensor Interruptor de nivel de tipo flotador sencillo TCL001

Como se observa en la tabla 1, existen en el mercado otros tipos de sensores de nivel que podrían realizar la función requerida en este sistema, por ejemplo, sensores ultrasónicos y sensores de electrodos. Sin embargo, los sensores ultrasónicos son utilizados para medición de nivel continua, que para este prototipo no es requerida, además son más costosos y requieren de una fuente de alimentación continua. Por otra parte, los electrodos son utilizados para medición de nivel puntual, sin embargo, requieren mayor mantenimiento ya que suelen ensuciarse o corroerse, especialmente en ambientes con agua dura o con impurezas.

Tabla 1

Tabla comparativa de sensores de nivel

Tabla comparativa de sensores de nivel			
Tipo de sensor	Flotador	Electrodos	Ultrasónico
Tipo de medición	Puntual	Puntual	Continua
Costo	Bajo	Medio	Alto
Alimentación	AC/DC	AC	DC
Mantenimiento	Bajo	Regular	Bajo
Tipo de salida	Rele	Rele	Rele, corriente, modbus

Por lo antes mencionado, se optó por este tipo de sensor de flotador (Figura 25) ya que son adecuados para aplicaciones en las que se necesita una detección simple de nivel para encender o apagar una bomba cuando el nivel de líquido alcanza ciertos puntos, por la simpleza de su diseño y funcionamiento, por ser fáciles de instalar, por su confiabilidad y durabilidad. Además, comparados con otros tipos de sensores de nivel, los sensores de flotador tienden a ser más económicos en términos de costo y mantenimiento.

Figura 25

Sensor interruptor de nivel de tipo flotador



Nota. Tomado de *Water Level Sensor*, por Indiamart (<https://www.indiamart.com/proddetail/water-level-sensor-7169002733.html>)

Se considera que el tanque ya viene adecuado para instalar los sensores. Los tres sensores de nivel se colocan en la parte lateral del tanque en sentido horizontal y de modo que el contacto quede en posición normalmente cerrado (NC) cuando detecta el líquido, para que cuando el nivel del agua baje, el flotador baje y el imán interno abra el contacto interrumpiendo la señal lógica hacia las entradas del PLC.

5.3.2.4 Estados de los sensores de nivel

En este diseño, se asume que los sensores operan sin errores. Durante el proceso de llenado y control de nivel del tanque los sensores de nivel pueden presentar los siguientes estados (ver tabla 2) y en dependencia de estos, el PLC realizará las acciones correspondientes:

Tabla 2

Estados del sensor de nivel, alarma sonora y torre de señalización

Alto	Medio	Bajo	Válvula	Alarma	Torre
Secuencia de llenado					
OFF	OFF	OFF	Open	ON	OFF
OFF	OFF	ON	No change	OFF	Red
OFF	ON	ON	No change	OFF	Red/Yellow
ON	ON	ON	Close	OFF	Red/Yellow/Green
Secuencia de vaciado					
ON	ON	ON	Close	OFF	Red/Yellow/Green
OFF	ON	ON	No change	OFF	Red/Yellow
OFF	OFF	ON	Open	OFF	Red

OFF OFF OFF No change ON OFF

5.3.2.5 Electroválvula de llenado ASCO Serie 210

Para el llenado del tanque se consideraron distintos tipos de válvulas, por ejemplo en la tabla 3 compara las siguientes: Electroválvulas, válvulas de bola, válvulas de mariposa y válvulas de agua. Las válvulas de bola ofrecen un cierre hermético y son adecuadas para manejar presiones elevadas, pero incrementan la complejidad y el costo del sistema al requerir actuadores adicionales para su automatización. Las válvulas de mariposa, aunque eficientes para grandes caudales, no proporcionan el cierre hermético necesario para nuestro sistema. Por otro lado, las válvulas de aguja permiten una regulación precisa del flujo, que no es necesaria en este contexto, donde solo se requiere apertura o cierre del flujo.

Tabla 3

Tabla comparativa de válvulas

Tabla comparativa de válvulas			
Tipo de valvula	Electroválvula	Bola/Mariposa	Aguja
Operación	Electrica	Manual/Automática	Manual
Caudal	Bajo-Medio	Medio-Alto	Bajo
Precision	Media	Bajo	Alta
Tiempo de respuesta	Rapido	Lento	Lento
Mantenimiento	Regular	Bajo	Alto

Finalmente, se optó por usar una electroválvula marca ASCO serie 210 (Figura 26) debido a sus capacidades y adecuación para los requisitos específicos.

Figura 26

Electroválvula ASCO Serie 210



Nota: Tomado de *ASCO Válvulas Solenoides Serie 210*, por Recisa (<https://recisa.com.mx/producto/asco-solenoid-valves-series-210/>)

La elección de una electroválvula, específicamente la Serie 210 de ASCO, se justifica plenamente por su compatibilidad con los sistemas automatizados controlados por PLC, ofreciendo un control rápido y eficiente del flujo de agua. Esta facilidad de integración y su bajo costo de mantenimiento hacen que las electroválvulas sean la elección ideal para aplicaciones en las que se necesita una respuesta rápida y automatización completa, satisfaciendo así los requerimientos del riego efectivo en la industria cárnica bajo las presiones y caudales manejados.

La electroválvula ASCO Serie 210 está diseñada para el manejo de líquidos y es una válvula de función 2/2, es decir, posee 2 vías (entrada y salida) y 2 posiciones (abierta o cerrada).

Disponibles en configuraciones de tipo normalmente abierta (NA) o normalmente cerrada (NC), se eligió la configuración normalmente cerrada (NC) para esta aplicación. La válvula se monta en la tubería de llenado del tanque y permanece cerrada hasta que el nivel del agua cae por debajo del medio. En ese momento, el PLC envía una señal para abrir la válvula, permitiendo el paso de agua hasta que el nivel alto sea alcanzado, momento en el que la válvula se cierra nuevamente, asegurando un control óptimo del agua en el sistema.

5.3.2.6 Alarma sonora bocina industrial

Al considerar opciones para la alerta sonora en la automatización del sistema de llenado del tanque, se evaluaron diferentes tipos de alarmas, incluyendo zumbadores, bocinas y campanas como se observa en la tabla 4. Cada una de estas opciones presenta ventajas y limitaciones en términos de alcance, volumen y adaptabilidad a un entorno industrial.

Tabla 4

Tabla comparativa de alarmas sonoras

Tabla comparativa de alarmas sonoras			
Tipo de alarma	Buzzer	Bocina	Campanas
Nivel de sonido (dB)	Medio (70 - 90 dB)	Alto (100 - 130 dB)	Alto (90 - 120 dB)
Frecuencia del sonido	1 kHz - 10 kHz	200 Hz - 5 kHz	100 Hz - 1 kHz
Tipo de sonido	Continuo o intermitente	Variado, voz	Golpes metálicos
Alcance del sonido	Corto (Up to 5 m)	Largo (Up to 100 m)	Medio (Up to 50 m)
Costo	Bajo	Medio	Medio

Los zumbadores, aunque compactos y de bajo consumo energético, tienen un nivel de sonido moderado (70 - 90 dB) y frecuencias altas, lo que puede dificultar su percepción en ambientes industriales ruidosos. Además, la mayoría de los modelos carecen de opciones de ajuste de volumen y no ofrecen una variedad de tonos lo suficientemente distintivos para diferenciarse de otras señales sonoras en el área de trabajo.

Las campanas, por su parte, ofrecen un sonido fuerte (90 - 120 dB) y una frecuencia más baja, lo que las hace más audibles en entornos amplios. Sin embargo, su mecanismo de funcionamiento suele ser electromecánico, lo que genera un retraso en la activación y un patrón de sonido menos versátil. Además,

su sonido continuo basado en golpes metálicos puede no ser la opción más efectiva para alertas diferenciadas en procesos automatizados.

Por estas razones, se ha seleccionado una bocina industrial como la opción más adecuada para el sistema de alerta del tanque. Con un nivel de sonido de 100 a 130 dB, la bocina asegura que la alarma sea claramente audible incluso en entornos industriales con altos niveles de ruido. Además, su capacidad para emitir sonidos intermitentes o continuos permite configurar una alerta específica para indicar que el nivel del tanque ha caído por debajo del mínimo requerido. La bocina también ofrece mayor flexibilidad en términos de instalación y ajuste de volumen, lo que facilita su integración con el sistema automatizado.

Otro aspecto clave en la selección de la bocina es la frecuencia del sonido. Las bocinas operan en un rango de frecuencias medias (200 Hz - 5 kHz), que son las más efectivas en términos de audibilidad humana. La voz humana está en este rango, por lo que el oído está optimizado para detectarlas con facilidad. Esto significa que el sonido de la bocina no solo será potente, sino también claramente perceptible en el ambiente de trabajo, incluso en presencia de ruido industrial.

El modelo XVSM1 (Figura 27) se activa mediante las salidas digitales del PLC, lo cual permite alertar eficientemente al operario cuando el nivel del agua en el tanque desciende a nivel bajo al considerarse un nivel crítico. Esta capacidad de integración con sistemas automatizados asegura una respuesta rápida y fiable, activando la sirena en los momentos críticos y contribuyendo al mantenimiento adecuado del sistema.

Figura 27

Sirena industrial Harmony XVSM1



Nota: Tomado de *XVSM1 – SIRENA DE TONO 1 (SCHNEÍDER)*, por Edisa (<https://edisani.com/producto/xvsm1-sirena-de-tono-1-schneider/>)

5.3.2.7 Torre de señalización Banner TL70

En el diseño del sistema de riego automático, la comunicación visual fue asegurada mediante la integración de una torre de señalización de tres colores como se observa en la figura 28, proporcionando un estado visual instantáneo del nivel de agua en el tanque. Tras evaluar diversas alternativas, se constató que las pantallas LED y sistemas completamente digitales no ofrecen la visibilidad directa necesaria en esta aplicación.

Figura 28

Torre de señalización



Nota: Tomado de *Torres de iluminación*, por EcommerceSE (<https://ecommerce-se.com/torres-de-iluminacion/>)

La torre de señalización emplea luces rojas, amarillas y verdes para indicar de manera efectiva los estados del tanque: el verde indica un nivel alto de agua, el amarillo un nivel medio, y el rojo alerta sobre un nivel bajo. Cada luz de color fue

conectada a una salida digital separada del PLC, con condiciones lógicas predefinidas que reflejan las entradas de los sensores de nivel, garantizando así una respuesta visual precisa y oportuna.

La programación del PLC permitió que cada luz operara automáticamente, ajustándose según el cambio de los niveles de agua en tiempo real. Esta conexión asegura que la señalización sea precisa, reduciendo significativamente las posibilidades de error humano. Durante el proceso de integración, se realizaron pruebas exhaustivas para confirmar que cada luz cambiaba de manera adecuada al estado correspondiente del tanque, lo que garantizó la correcta implementación del cableado y la programación.

5.3.2.8 Válvulas de bola de accionamiento manual

Las válvulas de bola desempeñan un papel importante en este prototipo al permitir el control manual del flujo de agua en las tuberías. Estas válvulas están estratégicamente ubicadas antes de las electroválvulas, bombas y sensores. Su disposición facilita significativamente las tareas de mantenimiento y reemplazo, ya que permiten aislar secciones específicas del sistema sin interrumpir el funcionamiento en su totalidad. Este tipo de válvulas es particularmente útil en situaciones donde se requiere un cierre rápido y fiable, proporcionando además una resistencia mínima al flujo cuando están completamente abiertas.

5.3.2.9 Diagrama de flujo del sistema de llenado de tanque

La Figura 29 presenta el diagrama de flujo de la rutina principal (Main) de la programación, la cual da inicio al proceso del sistema. En esta fase, se consultan los valores de las variables que definen el ciclo de trabajo de las bombas (Cycle) y el tiempo de alternación (Toggle time) de las mismas.

A continuación, se evalúa el estado de la entrada del paro de emergencia (E-Stop). Si el valor lógico es 0 (paro de emergencia activado), el sistema entra en modo de reposo, apagando el variador de frecuencia (VFD), las bombas y la válvula de llenado del tanque.

Si, en cambio, el valor lógico es 1 (paro de emergencia desactivado), el flujo de programación sigue adelante y se evalúa la posición del selector de la entrada I2 que determina si el sistema operará en modo manual o automático. Dependiendo de esta decisión, el proceso continúa hacia el siguiente diagrama de flujo, que corresponde al proceso de llenado del tanque (Figura 30).

El diagrama de flujo de llenado del tanque comienza en el punto "A", donde se evalúan secuencialmente los niveles del tanque. En primer lugar, se verifica si el nivel es bajo (Low_Lvl "ON"). Si es así, se activa la señal Red_Lvl y se desactiva la alarma sonora Horn_Al. En caso contrario, la válvula V1 se abre, se activa la alarma Horn_Al y se desactiva la señal Red_Lvl.

Cuando el nivel alcanza el nivel medio (Med_Lvl "ON"), se activa la señal Yellow_Lvl. Si el nivel no llega a medio, la válvula V1 permanece abierta y se desactiva la señal Yellow_Lvl.

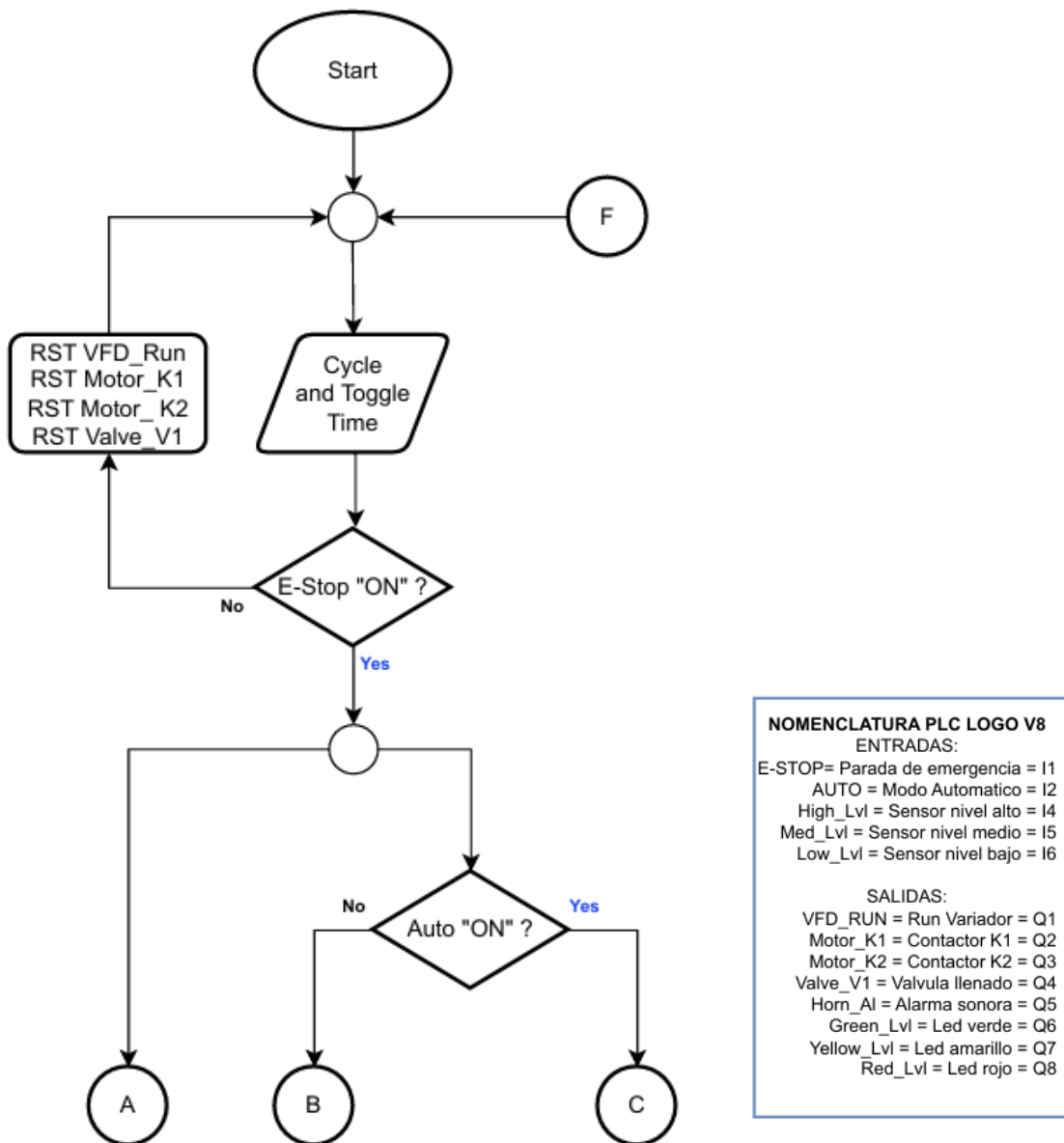
Finalmente, al alcanzar el nivel alto (High_Lvl "ON"), la válvula V1 se cierra y se activa la señal Green_Lvl. Si el nivel no es alto, solo se desactiva la señal Green_Lvl.

Es importante destacar que, para evitar que la válvula de llenado se active y desactive repetidamente durante el proceso, se implementó una retención del accionamiento de la válvula. Esta retención asegura que, dependiendo de si el

sistema está en la secuencia de llenado o en la secuencia de vaciado, la válvula mantenga su posición hasta que una acción específica en el flujo la active o desactive, garantizando un control más estable y eficiente del proceso de llenado. El ciclo termina al llegar al estado de fin del proceso ("F"), y se espera la siguiente evaluación del sistema.

Figura 29

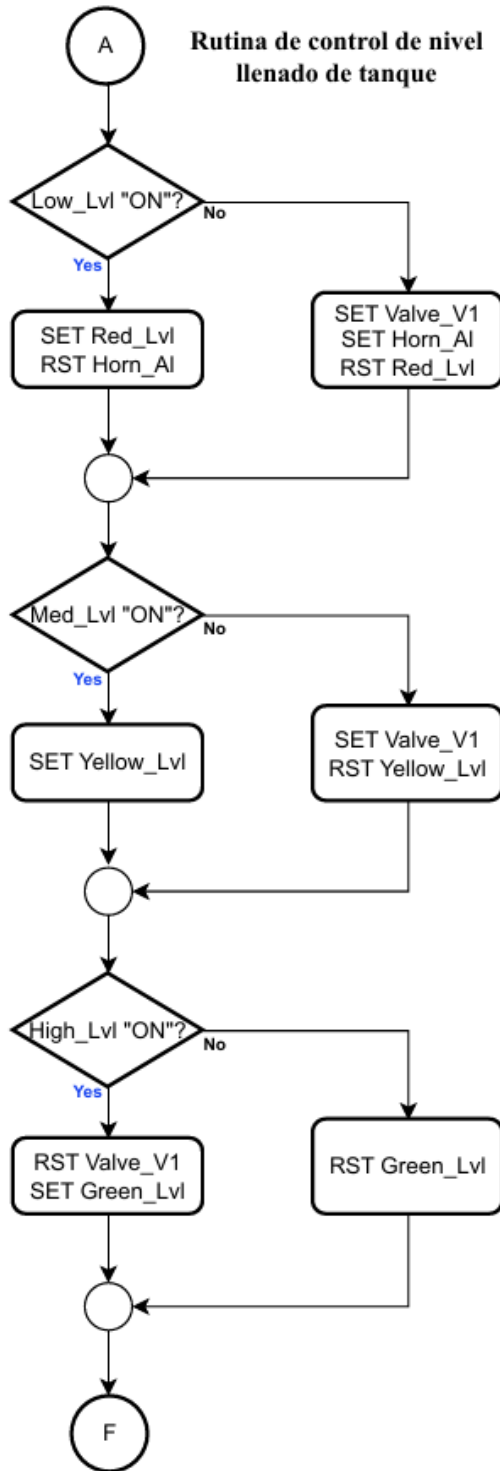
Diagrama de flujo de la rutina principal del sistema



NOMENCLATURA PLC LOGO V8	
ENTRADAS:	
E-STOP= Parada de emergencia = I1	
AUTO = Modo Automatico = I2	
High_Lvl = Sensor nivel alto = I4	
Med_Lvl = Sensor nivel medio = I5	
Low_Lvl = Sensor nivel bajo = I6	
SALIDAS:	
VFD_RUN = Run Variador = Q1	
Motor_K1 = Contactor K1 = Q2	
Motor_K2 = Contactor K2 = Q3	
Valve_V1 = Valvula llenado = Q4	
Horn_Al = Alarma sonora = Q5	
Green_Lvl = Led verde = Q6	
Yellow_Lvl = Led amarillo = Q7	
Red_Lvl = Led rojo = Q8	

Figura 30

Diagrama de flujo de la subrutina de llenado de tanque



5.3.3 Segunda Etapa: Sistema de bombas alternadas

La segunda etapa del prototipo se centra en el sistema de bombeo, que transporta agua desde el tanque hasta el cuarto frío. Se integran los siguientes componentes: dos bombas centrífugas, un variador de frecuencia, un duplicador de señal analógica y un transmisor de presión.

5.3.3.1 Operación de la segunda etapa

El diseño contempla que el tanque está a nivel del suelo y a una distancia no mayor de 50 metros del cuarto frío, con la entrada de agua situada a 4 metros del suelo. El sistema es capaz de entregar un caudal máximo de 44 GPM (galones por minuto) a una presión de 70 psi.

Las bombas funcionan de manera alternada para optimizar su durabilidad y eficiencia. El PLC controla la activación de las bombas mediante la lógica de programación, determinando cuál bomba entra en operación. La interacción con el sistema se facilita a través de una pantalla HMI SIMATIC KTP400, que permite configurar los ciclos de trabajo de las bombas, optimizando el rendimiento y extendiendo su vida útil. Además, la HMI proporciona información en tiempo real, permitiendo respuestas rápidas ante cualquier variación en los parámetros operativos y asegurando un control centralizado y eficiente del proceso de bombeo.

Ambas bombas son gestionadas por un único variador de frecuencia que opera alternadamente, manteniendo activa solo una bomba a la vez. Este variador está configurado en modo PID, recibiendo retroalimentación de un transductor de 4-20 mA, con un rango de presión de 0 a 10 bar (0 a 145 psi) y un valor de consigna de presión ingresado en los parámetros del variador de 70 psi. Con estos valores, el controlador PID ajusta la frecuencia para alcanzar y mantener la presión deseada.

El sistema responde dinámicamente a las variaciones de presión, garantizando un flujo constante y evitando fluctuaciones dañinas. La señal de retroalimentación

proviene de un sensor de presión tipo 8316, que emite una señal analógica proporcional a la presión medida. Esta señal se distribuye al PLC para monitoreo y a las entradas del variador de frecuencia, ajustando las revoluciones del motor.

Esta configuración optimiza las operaciones de bombeo, mejorando la eficiencia energética y prolongando la vida útil del equipo.

5.3.3.2 Componentes Seleccionados

5.3.3.3 Bomba centrífuga 70MH

Según la tabla comparativa número 5, cada tipo de bomba (centrífuga, de desplazamiento positivo y peristáltica) tiene características específicas que las hacen más o menos adecuadas según la aplicación. Las bombas centrífugas funcionan mediante la aceleración del fluido mediante un impulsor, lo que genera presión y permite mover grandes volúmenes de agua a presiones moderadas, siendo eficientes y de bajo mantenimiento. Son ideales para sistemas donde el fluido es limpio, como en el caso del agua en este proyecto, y donde se busca un alto caudal. Por otro lado, las bombas de desplazamiento positivo generan un flujo constante mediante la captura y desplazamiento de una cantidad fija de fluido en cada ciclo, lo que las hace ideales para aplicaciones donde la precisión del flujo es crítica, como en la dosificación de productos. Sin embargo, su mantenimiento es más complejo y costoso, y no son tan eficientes para mover grandes volúmenes de agua. Finalmente, las bombas peristálticas operan mediante la compresión de tubos flexibles, ideal para líquidos viscosos o con sólidos en suspensión. Aunque son útiles para transferir líquidos delicados, requieren un mantenimiento frecuente debido al desgaste de los tubos y no son eficientes para mover grandes volúmenes de agua.

Tabla 5*Tabla comparativa de bombas*

Tabla comparativa de bombas			
Tipo	Bomba Centrifuga	Bomba de Desplazamiento Positivo	Bomba Peristáltica
Tipo de fluido	Líquidos limpios o ligeramente viscosos	Líquidos viscosos, con sólidos	Líquidos viscosos, con sólidos
Rango de flujo	Alto volumen	Bajo volumen, flujo constante	Bajo volumen, flujo constante
Presión de operación	Moderada a alta (hasta 70 psi)	Alta presión (depende de modelo)	Baja presión
Mantenimiento	Bajo	Medio	Alto
Eficiencia	Alta, ideal para grandes volúmenes	Menor eficiencia en grandes volúmenes	Baja eficiencia en grandes volúmenes
Costo	Bajo	Medio	Alto

En este proyecto de riego automático, la bomba centrífuga es la opción más adecuada. Esto se debe a que el sistema maneja agua limpia, que no requiere la precisión en el flujo de las bombas de desplazamiento positivo ni las características de manejo de sólidos de las peristálticas. Además, las bombas centrífugas son más eficientes en aplicaciones de alto caudal y a presiones moderadas, como los 70 psi que se requieren para el riego. Su bajo costo de mantenimiento y alta fiabilidad hacen de la bomba centrífuga la opción más económica y efectiva para el proyecto, garantizando un rendimiento confiable en el sistema de riego.

Tomando en cuenta los requerimientos de este sistema, se optó por la bomba centrífuga modelo 70FMH3P-63E2IE3 de 5.5 HP de la figura 31.

Figura 31

Bomba centrífuga



Nota: Tomado de *Franklin Electric – Latin America - Serie MH IEC*, por Franklin Electric (<https://franklinagua.com/productos/residencial-superficie/bombas-multi-etapas/serie-mh-iec.aspx>)

Para garantizar que la bomba cumpla con el caudal y la presión requerida se realizaron los siguientes cálculos:

En la figura 32 se observa que la bomba serie 70MH tiene una carga en metros de 56 y un caudal de 44 GPM. La carga en metros se convierte a pies multiplicándolo por un factor de 3.28, lo que da 183.68 pies y esto se divide por un factor de 2.31 para convertirlo a psi, esto da 79.5 psi. De esta manera se corrobora que la bomba seleccionada cumple con lo requerido para este prototipo.

Figura 32

Información de selección de la bomba centrífuga

SERIE	HP	ETAPAS	SUCC/ DESC	L/MIN	33	42	75	92	100	117	142	167	200	267	283	367	467	500	MODELO	NO. DE PARTE		
				US GPM	9	11	20	24	26	31	37	44	53	70	75	96	123	132				
CARGA EN METROS																						
15 MH	1	3	1 1/4" x 1"	-	41	39	26	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15FMH3P-63 E2 IE3	96175015303		
	1.5	4		-	55	52	35	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15FMH4P-63 E2 IE3	96175115304	
	2	6		-	84	79	54	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15FMH6P-63 E2 IE3	96175115306	
	3	7		-	99	94	65	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15FMH7P-63 E2 IE3	96175115307	
30 MH	1	2	1 1/4" x 1"	-	-	31	28	26	25	22	16	-	-	-	-	-	-	-	-	30FMH2P-63 E2 IE3	96175030302	
	1.5	3		-	-	46	42	38	37	32	24	-	-	-	-	-	-	-	-	30FMH3P-63 E2 IE3	96175130303	
	2	4		-	-	63	57	53	50	45	33	-	-	-	-	-	-	-	-	30FMH4P-63 E2 IE3	96175130304	
	3	6		-	-	94	85	79	75	67	50	-	-	-	-	-	-	-	-	30FMH6P-63 E2 IE3	96175130306	
45 MH	4	7	1 1/2" x 1 1/4"	-	-	111	101	94	90	80	61	-	-	-	-	-	-	-	-	30FMH7P-63 E2 IE3	96175030307	
	2	2		-	-	-	-	31	30	29	28	24.5	15	12	-	-	-	-	-	45FMH2P-63 E2 IE3	96175145302	
	3	3		-	-	-	-	47	45	44	41	37	23	18	-	-	-	-	-	45FMH3P-63 E2 IE3	96175145303	
	4	5		-	-	-	-	77	75	72	68	61	37	29	-	-	-	-	-	45FMH5P-63 E2 IE3	96175145305	
70 MH	4	2	2" x 1 1/2"	-	-	-	-	-	-	-	-	38	36	34	33	27	17	-	-	70FMH2P-63 E2 IE3	96175170302	
	5.5	3		-	-	-	-	-	-	-	-	56	54	50	49	42	27	-	-	70FMH3P-63 E2 IE3	96175070303	
	7.5	4		-	-	-	-	-	-	-	-	77	75	70	69	59	40	-	-	70FMH4P-63 E2 IE3	96175070304	
	5.5	2		-	-	-	-	-	-	-	-	-	40.5	39	38	35	28	25	-	-	90FMH2P-63 E2 IE3	96175190302
90 MH	7.5	3	2" x 1 1/2"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60.5	58	57	52	42	37	-	-	90FMH3P-63 E2 IE3	96175090303

Nota: Ver anexos: 9.14 Tomado de Hoja técnica de la bomba centrífuga (P. 4).

Una ventaja significativa del sistema de bombeo empleado en este prototipo es que las electrobombas, según el manual del fabricante, no requieren operaciones

de mantenimiento ordinario programado. Esta característica reduce notablemente los tiempos de inactividad y los costos asociados al mantenimiento regular, asegurando así una operación continua y eficiente del sistema. Además, la falta de necesidad de mantenimiento frecuente simplifica las tareas del personal operativo, permitiendo que se enfoquen en otras áreas del proceso. El diseño de este tipo de electrobombas implica el uso de componentes de alta calidad y un enfoque en la durabilidad, lo que minimiza las interrupciones por mantenimiento y, por ende, reduce el riesgo de desgaste debido a la manipulación repetida. Esto contribuye a maximizar la longevidad de los equipos y la eficiencia del sistema en general.

5.3.3.4 Variador de Frecuencia Hitachi C1-055LFU

La tabla 6 a continuación resalta las diferencias entre los métodos de arranque directo, estrella-triángulo y variador de frecuencia, considerando aspectos clave como el consumo de energía, la protección del motor y el impacto en la red eléctrica. En el caso de bombas centrífugas utilizadas para trasegar agua de un tanque a un cuarto frío, es fundamental un arranque suave y un control preciso del caudal para evitar golpes de ariete y optimizar el consumo energético. Mientras que los métodos tradicionales pueden generar picos de corriente y desgaste mecánico prematuro, el variador de frecuencia permite ajustar progresivamente la velocidad de la bomba según la demanda, reduciendo el estrés en la instalación y mejorando la eficiencia del sistema. Por estas razones, se ha seleccionado el variador de frecuencia como la mejor opción para esta aplicación.

Tabla 6

Tabla comparativa de métodos de arranque de motores eléctricos

Tabla comparativa de métodos de arranque de motores eléctricos			
Tipo de arranque	Arranque Directo (DOL)	Arranque Estrella-Triángulo (Y-Δ)	Variador de Frecuencia (VFD)
Principio de funcionamiento	Conexión directa del motor a la red	Arranque en estrella y cambio a triángulo	Controla la velocidad y el arranque mediante variación de la frecuencia
Corriente de arranque	6 a 8 veces la corriente nominal	2 a 3 veces la corriente nominal	1 a 1.2 veces la corriente nominal
Impacto	Alto, genera picos de corriente	Medio, reduce el impacto inicial	Bajo, arranque suave y sin picos
Protección del motor	Limitada (depende de los relés térmicos)	Mejor que el DOL pero aún limitada	Óptima (protección térmica, sobrecorriente, voltaje)
Eficiencia energética	Baja, siempre funciona al 100%	Moderada, mejora en arranque	Alta, ajusta la velocidad según demanda
Costo	Bajo	Medio	Alto
Mantenimiento	Bajo, revisión de contactores	Medio, mantenimiento de contactores y relés	Alto, electrónica avanzada y ventilación
Aplicaciones	Bombas pequeñas, ventiladores, compresores simples	Bombas medianas, ventiladores, conveyors	Bombas centrífugas, HVAC, variación de velocidad en procesos industriales
Ventaja principal	Simplicidad y bajo costo	Reduce el golpe de arranque	Control total de velocidad y optimización energética
Desventaja principal	Alto impacto en la red y desgaste mecánico	Arranque con bajo par y complejidad del sistema	Costo elevado y mayor mantenimiento

En este prototipo, se seleccionó el variador de frecuencia Hitachi C1-055LFU para regular de manera eficiente la velocidad y el torque de los motores de las bombas. Este control se logra mediante el ajuste de la frecuencia y el voltaje del suministro eléctrico, permitiendo una operación más eficiente y un arranque suave. El variador admite una entrada y salida de voltaje trifásico entre 200 VAC y 240 VAC, lo que lo hace ideal para las bombas de 5.5 HP utilizadas en este sistema.

Su aplicación permite un ajuste eficiente de la velocidad de los motores, optimizando así el consumo de energía al evitar el uso innecesario de potencia máxima cuando no es requerido. Además, al proporcionar un arranque y parada suaves, el variador reduce el impacto sobre los componentes mecánicos, minimizando su desgaste y prolongando la vida útil del sistema.

En este sistema, que opera bajo condiciones de carga constante, el variador ha sido dimensionado conforme al modo de operación Normal Duty (ND), ver figura 33, soportando una potencia de 5.5 kW. Esto garantiza la estabilidad operativa del sistema y ofrece protección contra sobrecargas, contribuyendo a un funcionamiento eficiente y continuo del prototipo.

Figura 33

Información de selección de variador Hitachi

● Three Phase 200V Class

Model name (*1) C1-cccLF		001	002	004	007	015	022	037	055	075	110	150		
Motor (kW) (*2)	LD	0.2	0.4	0.75	1.1	2.2	3.0	5.5	7.5	11	15	18.5		
	ND	0.1	0.2	0.4	0.75	1.5	2.2	3.7	5.5	7.5	11	15		
Rated output current (A) (*3)	LD	1.2	1.9	3.5	6.0	9.6	12.0	19.6	30.0	40.0	56.0	69.0		
	ND	1.0	1.6	3.0	5.0	8.0	11.0	17.5	25.0	33.0	47.0	60.0		
Output	Rated output voltage (V) (*4)		Three phases 200 to 240V											
	Rated capacity (kVA)	200V	LD	0.4	0.6	1.2	2.0	3.3	4.1	6.7	10.3	13.8	19.3	23.9
			ND	0.2	0.5	1.0	1.7	2.7	3.8	6.0	8.6	11.4	16.2	20.7
		240V	LD	0.4	0.7	1.4	2.4	3.9	4.9	8.1	12.4	16.6	23.2	28.6
			ND	0.3	0.6	1.2	2.0	3.3	4.5	7.2	10.3	13.7	19.5	24.9
	Rated input voltage (V)		Three phases 200V to 240V (-15%/+10%), 50/60Hz ±5%											
Braking	Regenerative braking		Built-in transistor circuit (without resistor)											
	Minimum braking resistance (Ω)		100			50		35		20		17		10
Cooling method		Self-cooling					Forced air cooling							
Approx. Weight (kg)		1.0	1.0	1.1	1.2	1.6	1.8	2.0	3.5	3.5	4.5	6.5		

Nota: Ver anexos: 9.12 Tomado de Ficha técnica del variador Hitachi.

El Hitachi C1-055LFU se integra en un lazo de control PID, diseñado para mantener una presión constante en el sistema. Este control PID utiliza la entrada

analógica del variador, que recibe la señal del transmisor de presión de 4 a 20 mA, permitiendo un ajuste automático y preciso del sistema de riego según las variaciones detectadas en la presión.

5.3.3.5 Transmisor de presión Burkert Tipo 8316

Este sensor de presión (Figura 34) genera una señal de corriente de 4 a 20 mA para un rango de 0 a 145 psi, proporcional a la presión en la tubería de descarga de las bombas que trasiegan el agua hacia el cuarto frío. Se conecta al proceso mediante una rosca NPT de ¼". Además, requiere un conector eléctrico de dos hilos de tipo M12 y opera con una alimentación de 24 VDC.

Figura 34

Transmisor de presión Burkert tipo 8316



Nota: Adaptado de *Transmisores e Interruptores de Presion*, por Burkert (<https://www.burkert.es/es/products/sensores-transmisores-y-controladores/presion>)

La elección de un modelo con salida de corriente se basa en su robustez y confiabilidad para medir la presión del agua en una tubería. Esta configuración de 4 a 20 mA se destaca por su precisión, capacidad de mantenerse inmune al ruido, facilidad para detectar fallos y amplia compatibilidad con sistemas industriales. Estas características hacen de esta elección la más idónea para garantizar mediciones precisas y confiables en entornos industriales.

5.3.3.6 Diagrama de flujo del sistema de bombas alternadas

El diagrama de flujo de la Figura 35 representa el proceso de control manual de las bombas, permitiendo al operador gestionar directamente el encendido y apagado de cada unidad de bombeo desde la HMI (Interfaz Hombre-Máquina).

El proceso inicia en el nodo B, indicando que el sistema ha sido configurado en modo manual. A diferencia del modo automático, en esta rutina no se consideran parámetros de temporización ni alternancia entre bombas; en su lugar, la activación y desactivación de cada bomba depende exclusivamente de la posición de los selectores en la HMI.

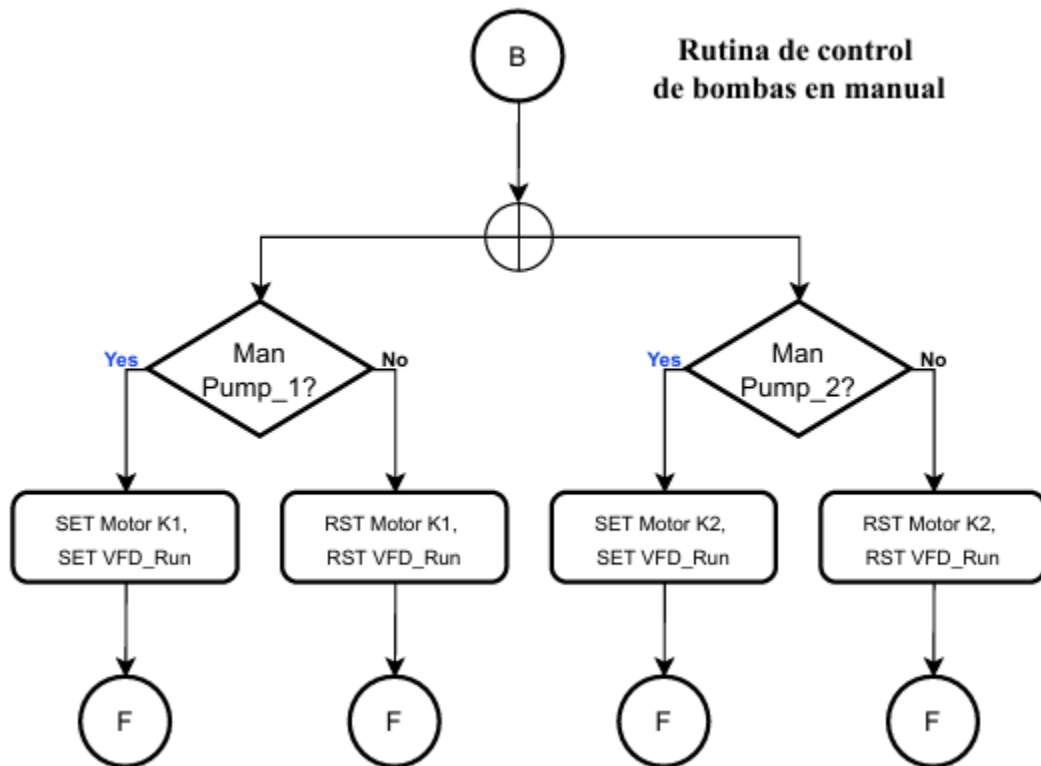
La lógica del programa establece que solo una bomba puede estar en operación a la vez, evitando activaciones simultáneas que podrían generar sobrecargas o conflictos en el sistema. Cuando el operador selecciona Man Pump_1, se activa el contactor del Motor K1 y se habilita la señal VFD_Run, indicando que la bomba está en funcionamiento. Si el selector está en posición opuesta, el sistema ejecuta el comando de reset, desactivando la bomba correspondiente.

El mismo principio aplica para Man Pump_2, donde el selector determina si se activa el Motor K2 con su correspondiente señal de arranque.

Este enfoque proporciona un control preciso y seguro, garantizando que la intervención del operador sea determinante en la operación de las bombas sin interferencias de automatización, permitiendo así el mantenimiento, pruebas operativas o ajustes sin depender de ciclos automáticos.

Figura 35

Rutina de control de bombas en modo manual



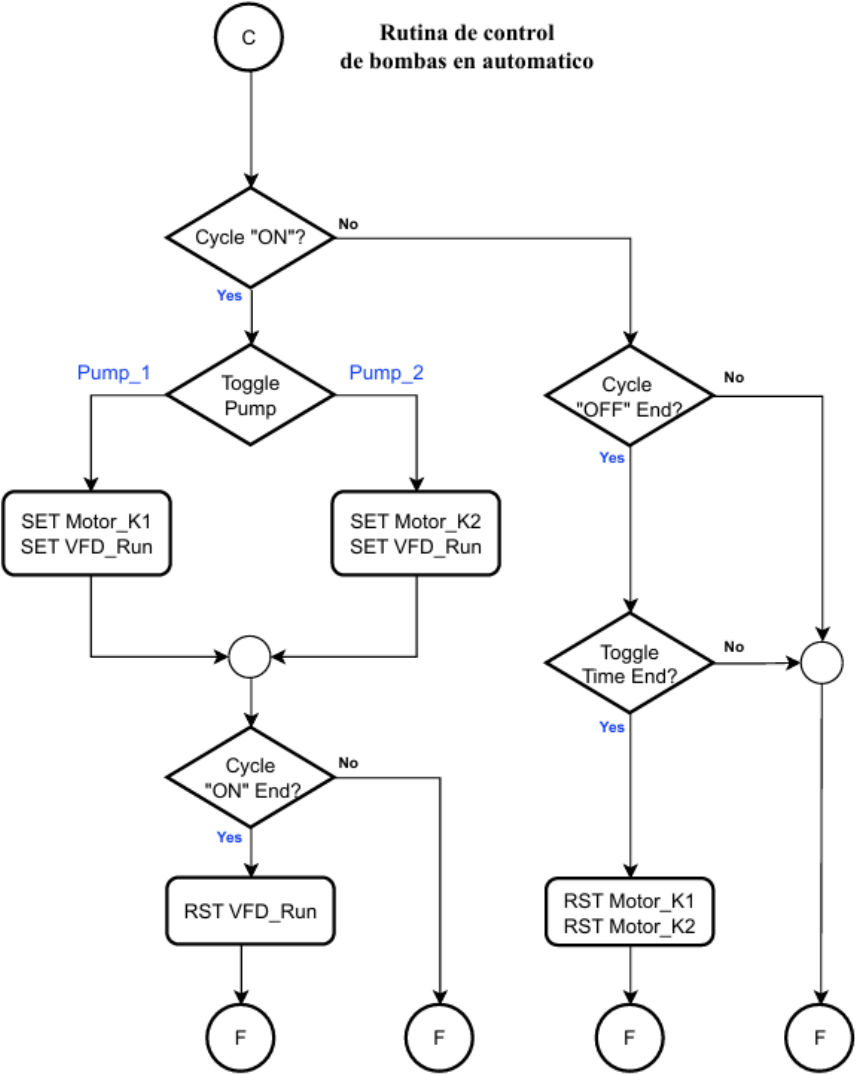
El diagrama de flujo de la figura 36 representa la subrutina de control automático de dos bombas, operando en un ciclo alternativo de encendido y apagado para optimizar su uso y garantizar una distribución equitativa de la carga. El proceso inicia evaluando el estado del ciclo:

- Ciclo "ON" activo: Se energiza la bomba correspondiente (Motor_K1 o Motor_K2) según la lógica de alternancia y se habilita el variador de frecuencia (VFD_Run). Mientras el tiempo de operación no haya expirado, el sistema mantiene el motor activo y retorna al inicio del programa principal (Main). Una vez concluido el tiempo de operación, el variador se desactiva y se procede al siguiente estado.
- Ciclo "OFF" activo: Se verifica si el tiempo de inactividad ha finalizado. Si aún está en curso, el variador permanece desactivado y el sistema regresa al Main. Cuando el tiempo de apagado concluye, se evalúa la alternancia

de las bombas. Si la condición de cambio se cumple, se desactiva el contactor del motor en uso y se reasigna la activación al otro motor en el siguiente ciclo.

Figura 36

Rutina de control de bombas en modo automático



5.3.4 Tercera Etapa: Sistema de Monitoreo Remoto

En esta etapa se diseñó el sistema de monitoreo remoto mediante tecnologías avanzadas como el Internet de las Cosas (IoT) y una interfaz Hombre-Maquina

(HMI). Para su implementación, se utilizan el PLC Siemens LOGO 6ED1052, una pantalla HMI SIMATIC KTP400, y una fuente de poder SITOP PSU6200 de 24 V/5 A.

5.3.4.1 Operación de la Tercera Etapa

En la tercera etapa del prototipo, el PLC LOGO, con su servidor web integrado, permite el monitoreo y control remoto del sistema de riego en tiempo real desde cualquier dispositivo con conexión a Internet. A través de la interfaz web y la pantalla HMI, los operadores pueden visualizar variables críticas como el nivel de agua en el tanque, el estado operativo de las bombas, la presión en las tuberías y los ciclos de trabajo configurados.

El acceso remoto no solo permite la supervisión del sistema, sino también su gestión eficiente, ya que los operadores pueden cambiar parámetros, activar o desactivar componentes y alternar entre los modos de operación manual y automático. La pantalla HMI, configurada en el entorno TIA Portal V16, actúa como una interfaz local para la supervisión directa en el sitio, mientras que el servidor web del PLC extiende esta funcionalidad a dispositivos externos mediante protocolos HTTP/HTTPS, accediendo directamente desde un navegador.

Además, el sistema cuenta con mecanismos de seguridad, como restricciones de acceso mediante credenciales, garantizando la protección contra accesos no autorizados. Esto no solo mejora la operatividad del sistema en la industria cárnica, sino que también optimiza la eficiencia del proceso de riego, reduciendo la necesidad de intervención manual y permitiendo una respuesta rápida ante posibles fallos o variaciones en las condiciones de operación.

5.3.4.2 Componentes seleccionados

5.3.4.3 PLC LOGO 8 Siemens 6ED1052

Como se muestra en la tabla 7, los controladores lógicos cableados, los microcontroladores (MCU) y los PLCs son opciones viables para la automatización

de sistemas, pero presentan diferencias clave en cuanto a flexibilidad, robustez y capacidad de integración. Los controladores cableados ofrecen soluciones básicas y confiables, pero carecen de adaptabilidad, ya que cualquier cambio en la lógica de control requiere una modificación física del cableado. Por otro lado, los microcontroladores son una alternativa programable y económica, con capacidad de comunicación IoT, pero su diseño orientado a aplicaciones embebidas y su limitada resistencia a entornos industriales los hace menos adecuados para este proyecto. En contraste, el PLC LOGO de Siemens es la mejor opción para el sistema de riego automático en la industria cárnica, ya que permite programar una lógica de control avanzada, integrar sensores de nivel, alarmas y un sistema de control PID para la gestión eficiente de las bombas. Además, su compatibilidad con interfaces HMI y conectividad IoT garantiza un monitoreo remoto robusto, facilitando la supervisión y el ajuste de parámetros en tiempo real. Su diseño industrial, con protección contra factores ambientales adversos, asegura confiabilidad y facilidad de mantenimiento, lo que lo convierte en la solución más adecuada para este prototipo.

Tabla 7

Tabla comparativa de controladores lógicos

Tabla comparativa de controladores			
Tipo de controlador	Microcontrolador (MCU)	Controladores Lógicos Cableados	PLC (Controlador Lógico Programable)
Programación	C, C++, Python, Arduino IDE	No programable, funciona con cableado físico	Ladder, Texto estructurado, FBD, SFC
Flexibilidad	Alta, configurable por software	Baja, requiere modificaciones físicas	Alta, cambios mediante software
Interfaz de Comunicación	UART, SPI, I2C, Wi-Fi, Bluetooth	No posee comunicación digital	Ethernet, Modbus, Profibus, RS-485
Aplicaciones	Electrónica de consumo, IoT, robótica	Control de motores, circuitos eléctricos simples	Automatización industrial y procesos en fábricas
Costo	Bajo	Medio	Alto
Durabilidad	Moderada	Alta	Muy alta, diseñado para entornos industriales
Mantenimiento	Requiere conocimientos de programación	Frecuente por desgaste de relés	Bajo, con diagnóstico remoto y módulos reemplazables
Escalabilidad	Baja, depende de los puertos disponibles	Muy baja, cambios requieren rediseño físico	Alta, expandible con módulos adicionales

5.3.4.4 Pantalla HMI SIMATIC KTP400

En este proyecto, la pantalla HMI y SCADA son dos opciones que pueden ser utilizadas para la supervisión y control del sistema de riego automático. Como se observa en la tabla 8, la pantalla HMI es ideal para sistemas más simples y locales, ya que permite la interacción directa con el PLC LOGO 8 para monitoreo en tiempo real. Es más económica, fácil de instalar y de utilizar, lo que la hace adecuada para este prototipo de riego automático en un solo sitio. Además, las pantallas HMI tienen la ventaja de ser más fáciles de configurar y requieren menos recursos, lo que simplifica su mantenimiento. Por otro lado, los sistemas SCADA están diseñados para supervisión y control de procesos más complejos y distribuidos, con múltiples dispositivos y sitios. Aunque ofrecen una visión global y capacidades avanzadas de control remoto, son más costosos, complejos de implementar y mantener, lo que no justifica su uso en este proyecto de alcance local. Debido a estas diferencias, la pantalla HMI es la opción más adecuada para este prototipo, ya que cumple con los requisitos del sistema de riego automatizado de forma eficiente y rentable, sin la necesidad de las capacidades adicionales que ofrece SCADA.

Tabla 8*Tabla comparativa de interfaces*

Tabla comparativa de interfaces		
Tipo de interfaz	Pantalla HMI	SCADA
Propósito	Interfaz local para la visualización y control en tiempo real de sistemas	Supervisión y control remoto de sistemas distribuidos a gran escala
Alcance	Local, para equipos o áreas específicas	Global, para supervisar y controlar múltiples ubicaciones o procesos
Interacción con el Usuario	Interfaz directa a nivel de máquina o equipo	Interfaz centralizada para múltiples usuarios a través de pantallas gráficas
Conexión y Red	Conexión directa con PLCs y dispositivos locales	Conexión a través de redes industriales, integrando PLCs y otros dispositivos distribuidos
Complejidad	Relativamente simple, enfocado en la máquina específica	Más complejo, con funciones de supervisión avanzada y control de sistemas grandes
Coste	Menos costosa debido a su alcance limitado	Más costosa por su infraestructura, licencias y funcionalidades avanzadas

5.3.4.5 Fuente de poder SITOP PSU6200 24 V/5 A

La fuente de alimentación SITOP PSU6200 de la figura 37, proporciona una alimentación eléctrica estable y regulada de 24 VDC para los componentes de control del sistema. Esta fuente recibe una entrada monofásica de corriente alterna de 120-230 VAC y convierte la energía a una salida de 24 VDC, con una

corriente máxima de 5 amperios, lo que es suficiente para alimentar dispositivos de bajo consumo como el PLC LOGO! 8 y la pantalla HMI SIMATIC KTP400.

Figura 37

Fuente de poder Siemens SITOP PSU6200 24 V/5 A



Nota: Tomado de *6EP3333-7SB00-0AX0*, por Siemens SiePortal (<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/6EP3333-7SB00-0AX0>)

La fuente de poder SITOP PSU6200 distribuye la energía a los componentes electrónicos esenciales del sistema. El PLC LOGO! 8 se alimenta directamente desde esta fuente. Para ello, se conecta la salida de 24 VDC del SITOP PSU6200 al terminal 24 VDC del PLC. De igual manera, el terminal GND de la fuente SITOP se conecta al terminal GND del PLC para completar el circuito y proporcionar la referencia de tierra necesaria para el funcionamiento adecuado del dispositivo.

La pantalla HMI SIMATIC KTP400 también recibe su energía desde la misma fuente de alimentación. En este caso, el terminal 24 VDC del SITOP PSU6200 se conecta al terminal de alimentación de la pantalla HMI, mientras que el terminal GND de la fuente se conecta al terminal GND de la HMI. Esto garantiza que ambos dispositivos, el PLC y el HMI, estén alimentados de manera segura y operativa para gestionar el sistema de riego y ofrecer una interfaz visual en tiempo real.

La SITOP PSU6200 cuenta con protecciones integradas contra sobrecarga, sobretensión y cortocircuitos, lo que garantiza un funcionamiento seguro y confiable para todos los componentes alimentados a través de ella. Su construcción robusta permite operar en condiciones industriales adversas, como

vibraciones y fluctuaciones de temperatura. Además, su diseño compacto facilita la instalación en paneles de control con espacio limitado.

Con la representación de la marca Siemens en el país, los usuarios tienen acceso a soporte técnico confiable y disponibilidad de repuestos, asegurando la continuidad operativa y un mantenimiento eficiente en caso de fallos.

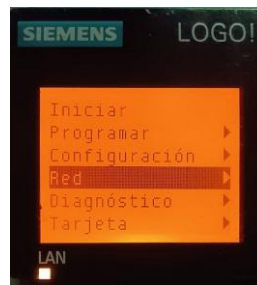
5.3.4.6 Configuración del Servidor Web en el PLC

Para acceder al servidor web del Siemens LOGO 8, no es necesario utilizar una plataforma específica. El acceso se puede realizar desde cualquier navegador web estándar (como Google Chrome, Mozilla Firefox, o Microsoft Edge) en dispositivos como PC, tabletas o smartphones, siempre que estos estén conectados a la misma red local (LAN) que el PLC. En caso de requerir acceso remoto, es posible hacerlo mediante VPN o utilizando técnicas de redirección de puertos a través del router, garantizando la conectividad fuera de la red local. Además, el servidor web permite monitorear y configurar el LOGO 8 de manera intuitiva, proporcionando acceso a las variables del PLC y la visualización de los datos de funcionamiento en tiempo real. Para mejorar la seguridad en nuestro diseño, se configura una contraseña de acceso que restringe el acceso no autorizado.

El servidor web está integrado en el Siemens LOGO! 8 a partir de su versión 8, permitiendo un acceso remoto intuitivo para la configuración y monitoreo del PLC. Para configurarlo, el LOGO 8 debe estar conectado a la red a través de un cable Ethernet. El primer paso consiste en asignar una dirección IP válida dentro de la subred, lo cual se realiza accediendo a las configuraciones de red del PLC, como se muestra en la figura 38. En este menú, se debe ingresar la dirección IP, la máscara de subred y la puerta de enlace (gateway) para asegurar que el PLC esté correctamente configurado y sea accesible desde otros dispositivos en la red.

Figura 38

Configuración de red de PLC



Nota: Adaptado de *WEB SERVER EN LOGO DE SIEMENS*, por Electrónica y Automatización AQP (<https://www.youtube.com/watch?v=aDh28TQp2dg>)

Como se ilustra en la Figura 39, se asignó la dirección IP 192.168.001.010, con la máscara de subred 255.255.255.000 y la puerta de enlace (Gateway) 192.168.001.001. Estos parámetros garantizan que el PLC LOGO 8 esté correctamente integrado en la red y pueda comunicarse con otros dispositivos dentro de la misma subred, así como con recursos externos a través de la pasarela configurada.

Figura 39

Dirección IP, máscara y puerta de enlace



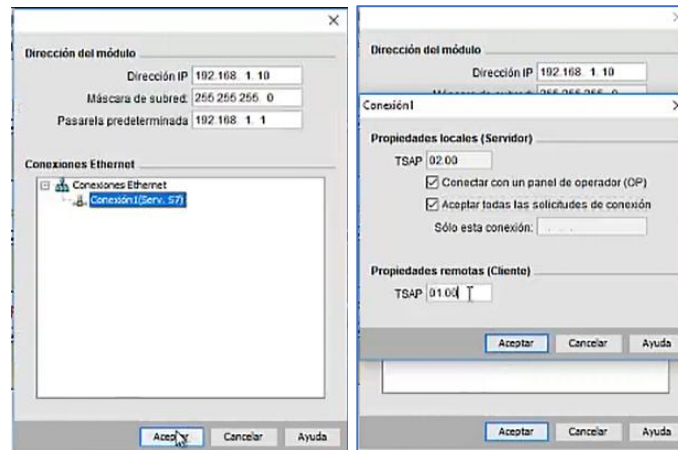
Nota: Adaptado de *WEB SERVER EN LOGO DE SIEMENS*, por Electrónica y Automatización AQP (<https://www.youtube.com/watch?v=aDh28TQp2dg>)

Una vez realizada la programación en LOGO! Soft Comfort, esta se carga en el PLC LOGO! 8 y se establece la comunicación mediante la configuración de los parámetros de red previamente asignados. Para ello, se accede a la ventana de

conexiones Ethernet del PLC, donde se ingresan los valores correspondientes de la dirección IP, máscara de subred y puerta de enlace, como se observa en la figura 40. Esta configuración permite la conexión exitosa entre el PLC y otros dispositivos en la red, facilitando el acceso y monitoreo remoto.

Figura 40

Pantalla de conexiones Ethernet del PLC



Nota: Adaptado de *WEB SERVER EN LOGO DE SIEMENS*, por Electrónica y Automatización AQP (<https://www.youtube.com/watch?v=aDh28TQp2dg>)

Una forma de verificar la conectividad entre el PC y el PLC LOGO! 8 es utilizando la herramienta CMD de Windows. Para ello, se debe abrir una ventana de símbolo del sistema (CMD) y ejecutar el comando ping hacia la dirección IP del PLC, tal como se muestra en la figura 41. Si la conexión es exitosa, el ping confirmará que el PLC está correctamente conectado a la red y es accesible desde el PC.

Figura 41

Ventana CMD o símbolo del sistema

```
Simbolo del sistema
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Respuesta desde 192.168.1.63: Host do destino inaccesible.
Respuesta desde 192.168.1.63: Host do destino inaccesible.

Estadísticas de ping para 192.168.1.10:
  Paquetes: enviados = 4, recibidos = 2, perdidos = 2
  (50% perdidos),
C:\Users\Usuario>ping 192.168.1.10

Haciendo ping a 192.168.1.10 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.10: bytes=32 tiempo=286ms TTL=255
Respuesta desde 192.168.1.10: bytes=32 tiempo=1ms TTL=255
Respuesta desde 192.168.1.10: bytes=32 tiempo=1ms TTL=255
Respuesta desde 192.168.1.10: bytes=32 tiempo=2ms TTL=255

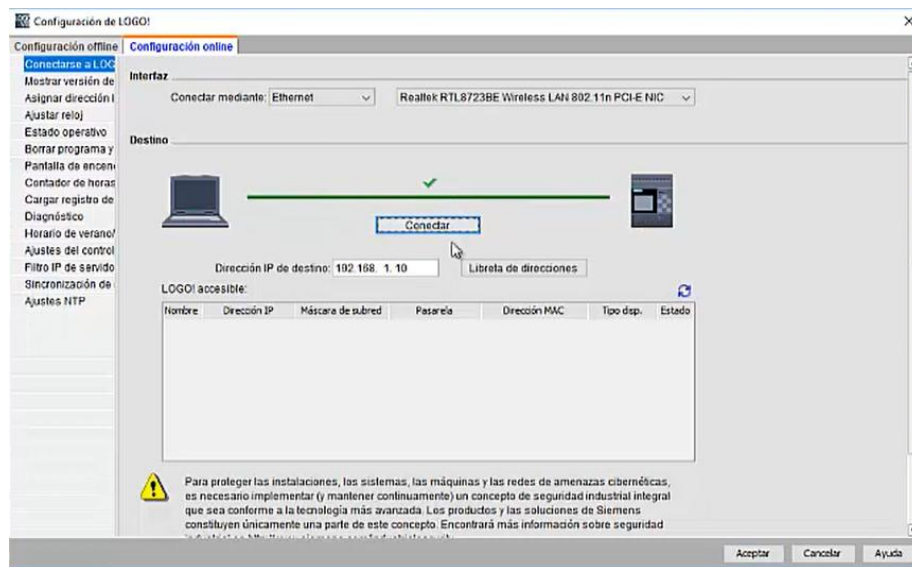
Estadísticas de ping para 192.168.1.10:
  Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
  (0% perdidos),
  Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 1ms, Máximo = 286ms, Media = 72ms
C:\Users\Usuario>
```

Nota: Adaptado de *WEB SERVER EN LOGO DE SIEMENS*, por Electrónica y Automatización AQP (<https://www.youtube.com/watch?v=aDh28TQp2dg>)

Una vez configurados los parámetros de red en el PLC, es posible establecer la conexión desde la computadora hacia el PLC, permitiendo la comunicación y el acceso remoto. Este proceso se puede verificar y visualizar en la figura 42, donde se muestra el estado de la conexión exitosa entre ambos dispositivos.

Figura 42

Pantalla de configuraciones online

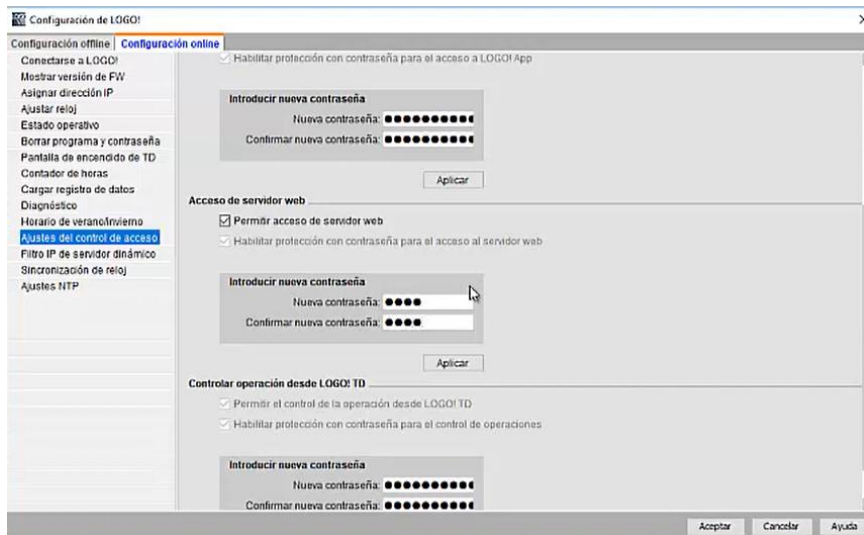


Nota: Adaptado de *WEB SERVER EN LOGO DE SIEMENS*, por Electrónica y Automatización AQP (<https://www.youtube.com/watch?v=aDh28TQp2dg>)

Luego, como se muestra en la figura 43, dentro de las opciones de ajuste de control de acceso, se habilita la opción "Permitir acceso de servidor web". Adicionalmente, para restringir el acceso y proteger la integridad de la información, es imprescindible establecer una contraseña de acceso, la cual será proporcionada exclusivamente al jefe de mantenimiento. Este mecanismo garantiza que solo el personal autorizado pueda supervisar y ajustar los parámetros operativos de las bombas, asegurando la estabilidad y eficiencia del sistema.

Figura 43

Pantalla Ajustes de control de acceso

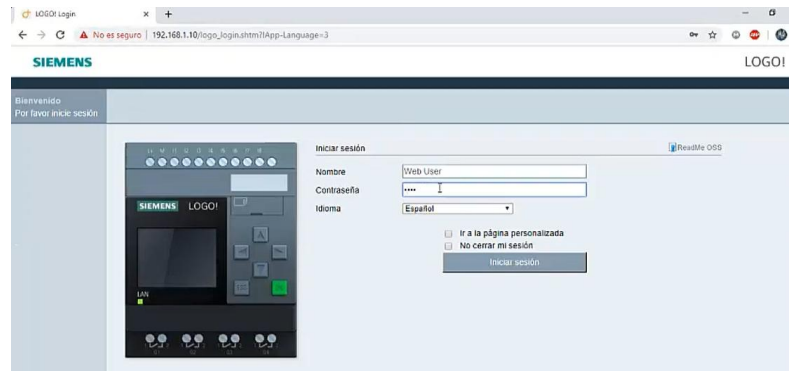


Nota: Adaptado de *WEB SERVER EN LOGO DE SIEMENS*, por Electrónica y Automatización AQP (<https://www.youtube.com/watch?v=aDh28TQp2dg>)

Como se observa en la figura 44, para probar la funcionalidad del servidor web, se debe abrir un navegador web en un dispositivo con conexión a Internet e ingresar la dirección IP del PLC. Esto cargará la interfaz de acceso del servidor web, donde será necesario ingresar la contraseña previamente configurada. Una vez autenticado, se podrá acceder a la interfaz del servidor web del PLC, lo que permitirá la supervisión y ajuste de los parámetros operativos de forma remota.

Figura 44

Interfaz de acceso desde navegador



Nota: Adaptado de *WEB SERVER EN LOGO DE SIEMENS*, por Electrónica y Automatización AQP (<https://www.youtube.com/watch?v=aDh28TQp2dg>)

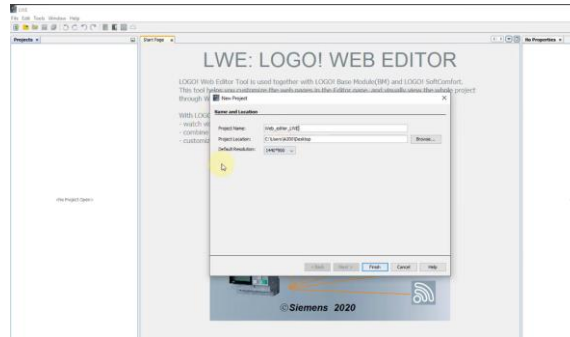
5.3.4.7 Supervisión Remota y Visualización Gráfica

Los programas LOGO! Soft Comfort V8 y Siemens LOGO! Web Editor permiten desarrollar interfaces web interactivas que facilitan la supervisión remota del sistema. Estas herramientas permiten visualizar en tiempo real el estado de las entradas y salidas del PLC LOGO! 8, junto con representaciones gráficas dinámicas de parámetros clave, como los niveles de agua, el estado operativo de las bombas, la presión en las tuberías y los tiempos de alternancia de los dispositivos. Las representaciones gráficas y los datos visualizados en la interfaz proporcionan una manera intuitiva y eficiente de monitorear y gestionar el sistema de control.

Una vez desarrollada la programación del sistema en LOGO! Soft Comfort, se procede a abrir Siemens LOGO! Web Editor. En este programa, se asigna un nombre al proyecto, se elige el directorio de destino para guardar el archivo del proyecto y se define la resolución de la interfaz de usuario (como se muestra en la figura 45). Esta configuración inicial es esencial para garantizar que la interfaz sea accesible y funcional en diversos dispositivos, facilitando su uso tanto en entornos locales como remotos.

Figura 45

Interfaz del software LOGO Web Editor



Nota: Adaptado de LOGO! 36/37 Web Editor LWE del Logo! de Siemens, por Maria Perez Cabezas (<https://www.youtube.com/watch?v=CkTSJLr4I2U>)

En LOGO! Web Editor, se diseña la interfaz web que permitirá interactuar con sistema propuesto a través del servidor web integrado, facilitando la supervisión y control remoto del sistema de riego desde cualquier dispositivo con acceso a Internet, demostrando la capacidad del PLC LOGO! de Siemens para la supervisión y operación remota mediante IoT, un aspecto clave del proyecto.

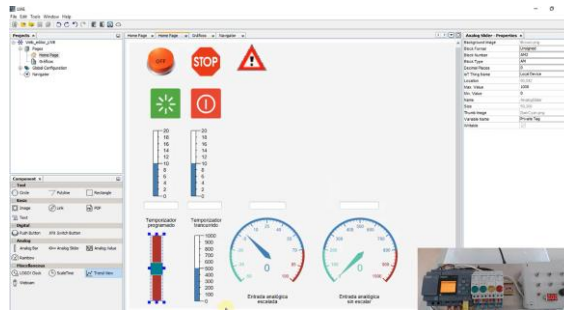
Durante el proceso de diseño, los objetos visuales de la interfaz, como botones de control, indicadores de estado y gráficos dinámicos, se vinculan directamente con las variables de entrada y salida definidas en el programa de LOGO! Soft Comfort. Este mapeo de variables asegura que las acciones realizadas en la interfaz web se reflejen en tiempo real en las operaciones del sistema controlado por el PLC, como el encendido o apagado de las bombas, el monitoreo de niveles de agua, la presión en las tuberías y otros parámetros relevantes para el sistema de riego.

En el ejemplo “A” (Figura 46), se muestra cómo se representan gráficamente estos objetos, proporcionando una interfaz intuitiva para el monitoreo y control del sistema. En la parte superior derecha de la ventana de LOGO! Web Editor, se encuentra la sección de propiedades de los objetos, desde donde se configuran las vinculaciones con las entradas y salidas del programa. Este mapeo no solo

facilita la visualización de los datos del sistema en tiempo real, sino que también demuestra la capacidad del PLC LOGO para operar a través de tecnologías IoT, permitiendo una gestión eficiente y remota del sistema de riego.

Figura 46

Ejemplo "A" creado en LOGO Web Editor.



Nota: Adaptado de LOGO! 36/37 Web Editor LWE del Logo! de Siemens, por Maria Perez Cabezas (<https://www.youtube.com/watch?v=CkTSJLr4I2U>)

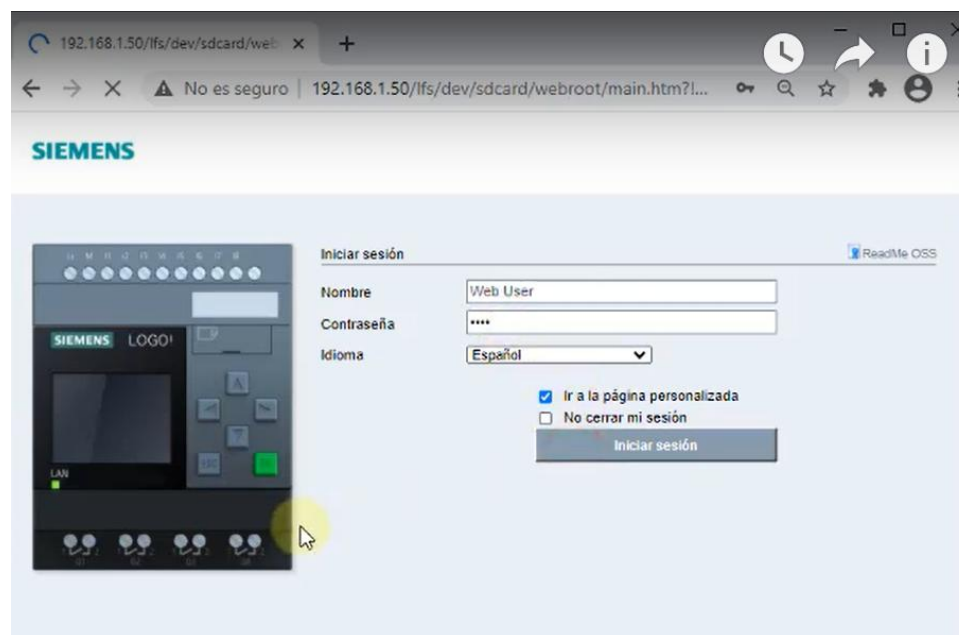
La interfaz web para este prototipo está diseñada para proporcionar un monitoreo detallado y en tiempo real de los componentes clave del sistema, como los selectores de posiciones, paros de emergencia, sensores de nivel del tanque, electroválvulas, bombas y sensores de presión. A través de la plataforma LOGO Web Editor, se pueden integrar estos elementos en la interfaz, lo que permite una supervisión eficaz y una rápida intervención en caso de fallos o condiciones operativas anómalas.

Es importante destacar que, gracias a la flexibilidad del LOGO! 8, se pueden crear múltiples páginas dentro de la interfaz web para representar distintas etapas del proceso o para visualizar gráficos de presión en intervalos de tiempo determinados. Esta capacidad de dividir la visualización permite una comprensión más clara de las dinámicas del sistema, mejorando la toma de decisiones y la eficiencia operativa. Una vez que se ha configurado y mapeado correctamente el proyecto en LOGO Soft Comfort, se transfiere al PLC, y el sistema queda listo para su monitoreo y control remoto.

Para visualizar el sistema en tiempo real, se debe acceder a la interfaz web desde cualquier dispositivo con conexión a Internet, utilizando un navegador estándar (Google Chrome, Mozilla Firefox, etc.) e ingresando la dirección IP asignada al PLC LOGO! 8. Al cargar la interfaz, se solicita la autenticación mediante una contraseña previamente configurada para asegurar el acceso restringido. Posteriormente, se debe seleccionar la opción "Ir a la página personalizada" (Figura 47), que redirige al usuario a la página específica del sistema, donde se pueden visualizar los parámetros operativos detallados y las representaciones gráficas del estado del sistema.

Figura 47

Pantalla de acceso a la interfaz web del sistema



Nota: Adaptado de *LOGO! 36/37 Web Editor LWE del Logo! de Siemens*, por Maria Perez Cabezas (<https://www.youtube.com/watch?v=CkTSJLr4I2U>)

Si el usuario omite esta opción, el sistema mostrará la interfaz básica de LOGO! 8, que solo permitirá observar las activaciones y desactivaciones de las entradas y salidas, lo que limita el acceso a funcionalidades más avanzadas, como la visualización de gráficos o el ajuste de parámetros operativos (Figura 48).

Figura 48

Interfaz predeterminada del web server



Nota: Adaptado de *WEB SERVER EN LOGO DE SIEMENS*, por Electrónica y Automatización AQP (<https://www.youtube.com/watch?v=aDh28TQp2dg>)

En la Figura 49, se muestra el proyecto de ejemplo "A" mencionado anteriormente, ya completado. En la ventana izquierda se visualiza el programa de bloques desarrollado en LOGO Soft Comfort, que define la lógica de funcionamiento del sistema. Este programa es el núcleo del sistema de automatización, donde se configuran las entradas y salidas, así como las secuencias de control necesarias para el monitoreo y operación del sistema.

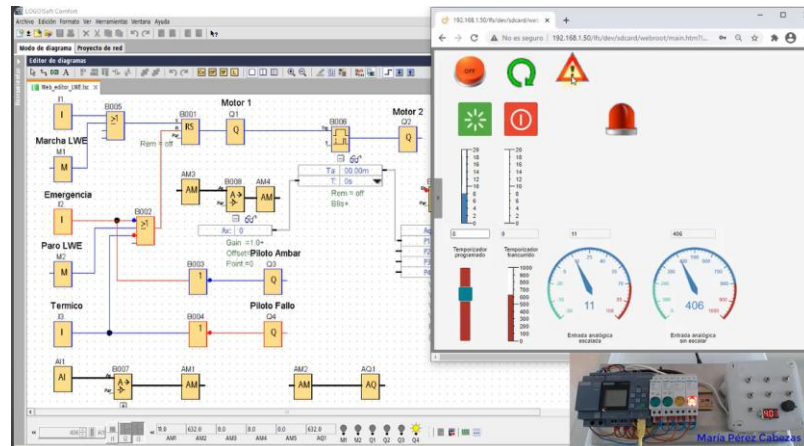
En la ventana superior derecha, se presenta la interfaz web creada utilizando LOGO Web Editor, que permite al usuario interactuar con el sistema a través de un navegador. Esta interfaz muestra visualmente los parámetros operativos, como el estado de las bombas, los niveles de agua en los tanques, la presión en las tuberías y el estado de las electroválvulas, entre otros. La interfaz es completamente personalizable y se puede adaptar a las necesidades específicas del proyecto.

Por último, en la ventana inferior derecha, se observa el PLC LOGO! 8, con todos los componentes físicos conectados, como las bombas, los sensores y las electroválvulas. Esta sección permite verificar visualmente cómo los componentes hardware interactúan con el sistema de automatización, asegurando que todo esté conectado y funcionando correctamente.

Esta disposición permite que tanto el software como el hardware estén completamente integrados, facilitando el monitoreo y el control remoto del sistema a través de la interfaz web, optimizando la supervisión y operación en tiempo real.

Figura 49

Integración del programa de bloques en LOGO Soft Comfort, interfaz web y PLC LOGO!



Nota: Adaptado de LOGO! 36/37 Web Editor LWE del Logo! de Siemens, por Maria Perez Cabezas (<https://www.youtube.com/watch?v=CkTSJLr4I2U>)

5.3.4.8 Configuración de HMI SIMATIC KTP400 con el PLC LOGO

La pantalla HMI SIMATIC KTP400 cuenta con una pantalla TFT (Thin Film Transistor) de 4", que emplea transistores de película delgada para controlar cada píxel, lo que mejora la calidad de la imagen, ofreciendo colores más nítidos y tiempos de respuesta rápidos. (Inelmatic, 2022). Esta pantalla opera con un voltaje de alimentación de 24 VDC, suministrado por la fuente de alimentación adecuada para el prototipo.

Para la integración y monitoreo del sistema, la pantalla HMI SIMATIC KTP400 se conecta al PLC LOGO 6ED1052 mediante un cable Ethernet. La configuración y programación de la HMI se realiza a través del software Siemens TIA Portal V16, que facilita la programación y la configuración de ambos dispositivos. TIA Portal

ofrece un entorno de desarrollo integrado que permite diseñar interfaces de usuario intuitivas y mapear de manera eficiente las variables del PLC a la pantalla HMI, optimizando la supervisión en tiempo real y la interacción con el sistema de control. (Centro de formación técnica para la industria, n.d.).

En la Figura 50 se presenta la interfaz gráfica de la pantalla HMI diseñada específicamente para este prototipo. Esta interfaz proporciona un acceso claro y fácil a los parámetros operativos del sistema, permitiendo monitorear en tiempo real las variables críticas del proceso, como los niveles de agua, estado de las bombas y sensores de presión, facilitando así el control y la supervisión desde la HMI.

Figura 50

Interfaz de la pantalla HMI diseñada para este prototipo



5.4 Tabla de Costos

La Tabla 9 presenta el desglose de costos de los componentes del sistema.

Tabla 9

Tabla de costos

Item	Cantidad	Descripcion	Precio unitario	Subtotal
1	3	783793 Sensor de nivel TCL001 contacto NC/N0 250V contacto REED Horizontal	C\$ 2,233.80	C\$ 6,701.40
2	1	Electrovalvula ASCO serie 210	C\$ 1,950.00	C\$ 1,950.00
3	1	814501 Torre de señalizacion Banner IP65, supply 12-30 V	C\$ 9,740.00	C\$ 9,740.00
4	2	Bomba Horizontal multietapas Modelo 70MH3P marca franklin electric acoplada a motor weg 3/60/230-460a 11.8/5.90 a 5 hp succ/desc 2" x 2" q=60 gpm @ 70 psi	C\$ 76,911.03	C\$ 153,822.06
5	1	Variador de frecuencia C1 055LFU de 7.5 HP 220 VAC trifásico torque constante heavy Duty	C\$ 32,385.04	C\$ 32,385.04
6	1	563780 Transmisor de presion Burkert 8316 IP67 Plug M12 Rango: 0-10Bar Out: 4 -20mA	C\$ 10,619.80	C\$ 10,619.80
7	1	Duplicador de señal analógica	C\$ 1,700.00	C\$ 1,700.00
8	1	6AV2123-2DB03-0AX0 SIMATIC HMI, KTP400 Basic, KEY touch 4" TFT Display 65536 colors	C\$ 18,177.90	C\$ 18,177.90
9	1	6ED1052—1MD08—0BA2 LOGO! 12/24RCE logic module display power supply/ I/O: 12/ 24 DC RELAY 8 DI (4 AI)/4 DO. memory. 400 blocks, ethernet, integrated Web	C\$ 8,563.80	C\$ 8,563.80
10	1	6EP3333—7SB00—0AX0 SITOP PSU6200 24V /5A Stabilized power supply. input: 120-240VAC	C\$ 10,906.72	C\$ 10,906.72
11	1	6ED1055-1CB00-0BA2 LUGU DM8 24 expansion module PS/I/O: 24V/24V/Trans 4 DI 4DO	C\$ 6,301.66	C\$ 6,301.66
12	1	Selector de dos posiciones sostenido	C\$ 450.00	C\$ 450.00
13	1	Paro de emergencia	C\$ 540.00	C\$ 540.00
Total			C\$	261,858.38

6. Conclusiones

El desarrollo del prototipo de riego automático temporizado con monitoreo remoto demostró ser una solución eficiente y viable para la industria cárnica, abordando los principales desafíos identificados en el proceso de bombeo de agua hacia los cuartos fríos. A continuación, se presentan las principales conclusiones alcanzadas:

- 1. Selección de componentes industriales adecuados:**
Se identificaron y seleccionaron los componentes óptimos para la automatización del sistema de llenado del tanque, asegurando un funcionamiento confiable y seguro. La integración de indicadores de nivel y una alarma sonora permitió minimizar los riesgos de interrupción en el proceso de riego, mejorando la supervisión operativa y reduciendo tiempos de respuesta ante posibles fallas.
- 2. Diseño de un sistema de control PID para la gestión eficiente de las bombas:**
Se implementó un sistema de control basado en PID que permite regular la presión y optimizar el uso de recursos humanos y energéticos. La alternancia de las bombas mediante ciclos de trabajo ajustables garantiza una distribución equitativa del desgaste de los equipos, prolongando su vida útil y mejorando la eficiencia operativa.
- 3. Implementación de monitoreo y control remoto mediante HMI e IoT:**
Se configuró exitosamente una interfaz HMI para la supervisión y operación del sistema de riego en tiempo real. Además, se demostró la capacidad del PLC LOGO de Siemens para integrarse con soluciones IoT, lo que facilita la visualización de datos y la ejecución de acciones remotas, reduciendo la necesidad de intervención física en la planta y aumentando la eficiencia operativa.
- 4. Validación del prototipo en condiciones representativas de la industria cárnica:**

A través de simulaciones en escenarios que replican las condiciones reales de la industria, se comprobó la efectividad del monitoreo remoto para mejorar la supervisión del sistema. Se evidenció que la visibilidad en tiempo real reduce significativamente los riesgos de fallas no detectadas, optimiza el proceso de toma de decisiones y mejora la fiabilidad del sistema de bombeo. Además, se identificaron oportunidades de mejora en la calibración de sensores y ajustes en los parámetros de control para una mayor precisión en la operación.

En conclusión, el desarrollo e implementación de este prototipo representa un avance significativo en la automatización de sistemas de riego en la industria cárnica, permitiendo una gestión más eficiente, segura y optimizada del proceso de bombeo de agua. La integración de tecnologías IoT y control PID ofrece una solución robusta con potencial para ser escalada y aplicada en entornos industriales similares.

7.Recomendaciones

Se recomienda integrar una Unidad de Alimentación Ininterrumpida (UPS) para asegurar la continuidad de las operaciones durante cortes de energía. Esto garantizaría que el sistema de monitoreo y control permanezca operativo, reduciendo el riesgo de desajustes y evitando paradas no planificadas.

Para asegurar la eficiencia y la seguridad del sistema de control de llenado del tanque, es esencial implementar un mecanismo para la detección de fallos en los sensores de nivel. La detección temprana de fallos en los interruptores de nivel es crucial, ya que un mal funcionamiento podría llevar a condiciones no deseadas, como el sobrellenado o el vaciado del tanque, lo que a su vez podría causar interrupciones en el suministro y posibles daños a los equipos.

Aunque el diseño actual cumple con los objetivos, sería beneficioso incorporar sistemas de alarmas visuales y sonoras para detectar y alertar sobre fallas o rendimiento reducido en las bombas. Esto permitiría intervenciones más rápidas, incrementando la eficiencia del mantenimiento preventivo.

Ampliar el sistema de monitoreo remoto para incluir registros históricos y análisis de datos podría brindar visibilidad sobre patrones de uso y potencialmente identificar áreas de mejora en la eficiencia del sistema.

8. Bibliografía

- 2000, T. (s.f.). *T&W 2000*. Obtenido de Variador de velocidad trifásico KD100: <https://tw2000.es/es/variadores-de-velocidad/492-variador-de-velocidad-trifasico-kd100.html>
- 330ohms. (s.f.). *330ohms*. Obtenido de ¿Qué es un control PID? - 330ohms: <https://www.siemens.com/cl/es/productos/tecnologias-de-automatizacion/sistemas/industrial/plc/logo.html>
- ABB. (1995 - 2025). *Qué es un variador de frecuencia: Definición, cómo funciona, características y ventajas*. Obtenido de ABB: <https://new.abb.com/drives/es/que-es-un-variador?lang=es>
- Acmax. (s.f.). *acmax*. Obtenido de acmax: <https://acmax.mx/que-es-una-fuente-de-poder#:~:text=Las%20fuentes%20de%20poder%20o,correcto%20funcionamiento%20de%20nuestros%20dispositivos>
- Advantecnia. (2023). *Qué es un relé y cómo funciona*. Obtenido de Advantecnia: <https://advantecnia.com/que-es-un-rele-y-como-funciona/>
- Aprende. (s.f.). *Aprende*. Obtenido de Aprende: <https://aprende.com/blog/oficios/instalaciones-electricas/que-es-un-panel-electrico/>
- AQP, E. y. (s.f.). *Electrónica y Automatización AQP*. Obtenido de WEB SERVER EN LOGO DE SIEMENS: <https://www.youtube.com/watch?v=aDh28TQp2dg>
- asikk. (07 de junio de 2018). *La planta de procesamiento de carne. las canales de carne de vacuno colgar en ganchos. - Foto de stock*. Obtenido de iStock by Getty Images: <https://www.istockphoto.com/es/foto/la-planta-de-procesamiento-de-carne-las-canales-de-carne-de-vacuno-colgar-en-ganchos-gm970003724-264317830>
- Autycom. (s.f.). *auticom*. Obtenido de auticom: <https://www.autycom.com/que-es-una-fuente-de-alimentacion/>
- bombascentrifugas.net. (s.f.). *bombascentrifugas.net*. Obtenido de Las Bombas Centrifugas, Funcionamiento características y aplicaciones: <https://www.bombascentrifugas.net/las-bombas-centrifugas/>
- Bridges, G. (s.f.). *Gold Bridges*. Obtenido de Venta al por mayor altavoz de emergencia Industrial 150Db sirena 12V Auto Ce alarma sirena altavoz 1000 altavoz de bocina de sonido seguro: <https://www.goldbridgesz.com/es/products/Wholesale-Emergency-Speaker-Industrial-150Db-Siren-12V-Auto-Ce-Alarm-Siren-Speaker-1000-Safe-Sound-Horn-Speaker.html>
- Burkert. (s.f.). *Burkert*. Obtenido de Transmisores e Interruptores de Presion: <https://www.burkert.es/es/products/sensores-transmisores-y-controladores/presion>
- Cabezas, M. P. (s.f.). *Maria Perez Cabezas*. Obtenido de LOGO! 36/37 Web Editor LWE del Logo! de Siemens: <https://www.youtube.com/watch?v=CkTSJLr4l2U>

Canada, G. o. (9 de Febrero de 2021). *17.12 Retained Water in Carcasses and Carcass Parts*. Obtenido de 17.12 Retained Water in Carcasses and Carcass Parts: <https://inspection.canada.ca/food-safety-for-industry/archived-food-guidance/meat-and-poultry-products/manual-of-procedures/chapter-17/eng/1367723343665/1367723573062?chap=13#s58c13>

Centro de formacion tecnica para la industria. (s.f.). Obtenido de Centro de formacion tecnica para la industria: <https://www.cursosaula21.com/tia-portal/>

Co, S. S. (2016). *Spraying Systems Co*. Obtenido de Spraying Systems Co: https://www.spray.com/-/media/dam/industrial/usa/sales-material/case-study/cs219_spray_nozzles_save_2,-d-,7_million_gallons_water_beef_processor.pdf

Colaboradores de Wikipedia. (15 de Septiembre de 2022). *Wikipedia*. Obtenido de Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_l%C3%B3gico_programable#Rel%C3%A9n_l%C3%B3gico_programable_\(PLR\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_l%C3%B3gico_programable#Rel%C3%A9n_l%C3%B3gico_programable_(PLR))

Colaboradores de Wikipedia. (11 de Diciembre de 2022). *Wikipedia*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Interruptor_magnetot%C3%A9rmico

Colaboradores de Wikipedia. (17 de Febrero de 2023). *Wikipedia*. Obtenido de Wikipedia: <https://es.wikipedia.org/wiki/Rel%C3%A9n>

Colaboradores de Wikipedia. (13 de Septiembre de 2024). *Electroválvula*. Obtenido de Wikipedia: <https://es.wikipedia.org/wiki/Electrov%C3%A1lvula>

EcommerceSE. (s.f.). *EcommerceSE*. Obtenido de Torres de iluminación: <https://ecommerce-se.com/torres-de-iluminacion/>

Edisa. (s.f.). *Edisa*. Obtenido de XVSM1 – SIRENA DE TONO 1 (SCHNEÍDER): <https://edisani.com/producto/xvsm1-sirena-de-tono-1-schneider/>

Electric, F. (16 de Febrero de 2022). *¿Qué es el control PID?* Obtenido de Franklin Electric: <https://franklinlinkmx.wordpress.com/2022/02/16/que-es-el-control-pid/>

eléctricos, E. M. (s.f.). *Elektron Materiales eléctricos*. Obtenido de Pastilla Interruptor Termomagnético QO170: <https://www.elektron.com.mx/pastilla-interruptor-termomagnetico-1-polo-70a-qo170-schneider-electric>

Eléctricos, T. (s.f.). *Tableros Eléctricos*. Obtenido de SELECTOR 2 POSICIONES 1 NA + 1 NC – XB4BD25: <https://tableroselectricos.com.pe/producto/selector-2-posiciones-1-na-1-nc-xb4bd25-negro-schneider/>

Electronicboard. (s.f.). *Electronicboard*. Obtenido de Electronicboard: <https://www.electronicboard.es/botones-industriales/>

Electronics, G. (2024). *¿Cómo elegir luces de torre de señalización industrial adecuadas para diferentes entornos de trabajo?* Obtenido de GQEM: <https://www.gqe.com/es/how-to-choose-industrial-signal-tower-lights-suitable-for-different-working-environments-id45210866.html>

ELECTRONICS, P. (s.f.). *Duplicación de señales analógicas: Cómo conseguir 2 salidas de 1 señal de entrada*. Obtenido de PRELECTRONICS: <https://www.prelectronics.com/es/servicio-al-cliente/pr-knowledge-library/consejos-y-trucos/duplicacion-de-senales-analogicas/>

Elektron. (23 de Septiembre de 2024). *Selector: funcionalidad y aplicaciones en sistemas de control eléctrico*. Obtenido de Elektron: <https://www.elektron.com.mx/blog/post/selector-funcionalidad-y-aplicaciones-en-sistemas-de-control-electrico>

Engineering, O. (2025). *Sensor de nivel*. Obtenido de Omega: <https://es.omega.com/prodinfo/sondas-de-nivel-medicion.html>

Farnell. (s.f.). *Farnell*. Obtenido de 2864273 Acondicionador de Señal, Duplicador, 3 Vías: <https://es.farnell.com/phoenix-contact/2864273/transductor-rtd-24vdc-carril-din/dp/2885851>

GRM. (s.f.). *GRM*. Obtenido de GRM: <https://www.grm.com.es/es/project/cuando-deberia-usar-una-valvula-de-bola>

Hars. (22 de Mayo de 2025). *Comprensión de los convertidores de frecuencia: información clave para aplicaciones industriales*. Obtenido de HARS: <https://www.hars-vfd.com/es/understanding-frequency-converters-key-insights-for-industrial-applications.html>

Hat, R. (7 de Mayo de 2021). *¿Qué es el Internet industrial de las cosas?* Obtenido de Red Hat: <https://www.redhat.com/es/topics/edge-computing/que-es-el-internet-industrial-de-las-cosas>

Indiamart. (s.f.). *Indiamart*. Obtenido de Water Level Sensor: <https://www.indiamart.com/proddetail/water-level-sensor-7169002733.html>

industria, A. 2.-C. (2024). *¿Qué es un sistema HMI y por qué es clave en la automatización industrial?* Obtenido de Aula 21 - Centro de formación técnica para la industria: <https://www.cursosaula21.com/que-es-un-hmi/>

industria, A. 2.-C. (2024). *Descubriendo el corazón electrónico: Todo sobre las fuentes de alimentación*. Obtenido de Aula 21 - Centro de formación técnica para la industria: <https://www.cursosaula21.com/fuentes-de-alimentacion/>

Industry, D. (s.f.). *Direct Industry*. Obtenido de Relé electromecánico DC 21 series: <https://www.directindustry.es/prod/werner-electric-gmbh/product-65144-855671.html>

Inelmatic. (2022). Obtenido de Inelmatic: <https://www.inelmatic.com/ES/blog/noticias-1/post/que-es-una-pantalla-tft-30>

Inoxmim. (2025). *Inoxmim*. Obtenido de ¿Cuál es el principio de funcionamiento de una bomba centrífuga?: <https://www.inoxmim.com/blog/principio-funcionamiento-bomba-centrifuga/>

- Institute, D. T. (Agosto de 2004). *ISSUU*. Obtenido de ISSUU:
https://issuu.com/teknologiskinstitut/docs/carcass_chilling_survey_and_derived_076500f8237a66
- Kolstad, C. (3 de Octubre de 2024). *TAMESON*. Obtenido de Tipos comunes de válvulas de bola:
<https://tameson.es/pages/valvula-de-bola-como-funcionan>
- Logicbus. (2025). *Fuentes, importancia en la industria*. Obtenido de Logicbus:
<https://www.logicbus.com.mx/fuentes-importancia-industria>
- Magazine, T. (s.f.). *TyN Magazine*. Obtenido de Industrial Internet Consortium publica un marco de referencia para la IIoT: <https://tynmagazine.com/industrial-internet-consortium-publica-un-marco-de-referencia-para-la-iiot/>
- Mark Gibson, P. N. (2 de Febrero de 2018). *Chapter 12 - Meat: Food and Science of the Animal Kingdom*. Obtenido de ScienceDirect:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128118160000129>
- New-Flow. (s.f.). *New-Flow*. Obtenido de Interruptor de nivel de flotador magnético LR:
<https://www.directindustry.es/prod/golden-mountain-enterprise/product-33181-229972.html>
- Omron. (s.f.). *Omron*. Obtenido de S8VK-G01512:
<https://industrial.omron.es/es/products/S8VK-G01512>
- Oracle. (s.f.). *Oracle*. Obtenido de Oracle: <https://www.oracle.com/mx/internet-of-things/what-is-iiot/>
- PhoenixContact. (s.f.). *MINI MCR-SL-UI-2I-SP-NC - Duplicador de señales*. Obtenido de Phoenix Contact: <https://www.phoenixcontact.com/es-pc/productos/duplicador-de-senales-mini-mcr-sl-ui-2i-sp-nc-2864189>
- Primametrology. (s.f.). *Primametrology*. Obtenido de Primametrology:
<https://primametrology.com/transmisor-de-presion/>
- puebla, C. d. (s.f.). *Coel de puebla*. Obtenido de US CAJA PARA PARO DE EMERGENCIA SCHNEIDER: <https://www.coelpuebla.com.mx/productos/121/us-caja-para-paro-de-emergencia-schneider>
- Realpars. (25 de Noviembre de 2021). *¿Qué es un transmisor de presión?* Obtenido de GMS INSTRUMENTS: <https://gms-instruments.com/es/blog/what-is-a-pressure-transmitter/>
- Recisa. (s.f.). *Recisa*. Obtenido de ASCO Válvulas Solenoides Serie 210:
<https://recisa.com.mx/producto/asco-solenoid-valves-series-210/>
- ROKER. (17 de Mayo de 2019). *Guía sobre los interruptores termomagnéticos*. Obtenido de ROKER: <https://www.roker.com.ar/productos-instrucciones/guia-sobre-los-interruptores-termomagneticos/>
- S.L., S. (2024). *Tipos de electroválvulas y su clasificación*. Obtenido de SUMIFLUID:
<https://sumifluid.com/blog-tipos-de-electrovalvulas/>

Schmersal-latam. (s.f.). *Schmersal-latam*. Obtenido de Schmersal-latam:
<https://www.schmersal-latam.com/automatizacion/alarmas-sonoras/>

Scribd. (s.f.). *Carnes - Capacidad de Retención de Agua*. Obtenido de Scribd:
<https://www.scribd.com/document/641098702/Carnes-Capacidad-de-Retencion-de-Agua>

SDI. (2022). *¿Qué es un PLC, cómo funciona y cuáles son sus ventajas?* Obtenido de SDI:
<https://sdindustrial.com.mx/blog/que-es-un-plc/>

SDI. (2022). *¿Qué es y dónde se instala el botón de paro de emergencia?* Obtenido de SDI:
<https://sdindustrial.com.mx/blog/boton-de-paro-de-emergencia/>

Sicma21. (s.f.). *Sicma21*. Obtenido de Sicma21: <https://www.sicma21.com/que-es-un-hmi-y-como-funciona/>

SiePortal, S. (s.f.). *Siemens SiePortal*. Obtenido de 6EP3333-7SB00-0AX0:
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/6EP3333-7SB00-0AX0>

Systems, B. F. (s.f.). *Burkert Fluid Systems*. Obtenido de 2/2-way-solenoid valve, servo coupled:
<https://www.burkert.com.uy/es/products/electrovalvulas/solenoides-para-agua/252227>

Systems, B. F. (s.f.). *Burkert Fluid Systems*. Obtenido de Type TCL001 data sheet | Simple float switch : <https://www.burkert.com/en/Media/plm/DTS/DS/dstcl001-standard-eu-en.pdf?id=DTS00000000000000001000110262ENI>

Tameson. (s.f.). *Tameson*. Obtenido de Tipos comunes de válvulas de bola:
<https://tameson.es/pages/valvula-de-bola-como-funcionan>

Technologies, L. (s.f.). *TORRE DE SEÑALIZACIÓN 50mm 220VAC-17757*. Obtenido de LARSSYSTEM Technologies: <https://www.larssystemgt.com/17757/>

Tecnopl. (s.f.). *Tecnopl*. Obtenido de Cambiar color objeto TIA Portal al activar variable en HMI: <https://www.tecnopl.com/cambiar-color-objeto-tia-portal-al-activar-variable-en-hmi/>

Tolibia, K. I. (5 de Septiembre de 2016). *Academia*. Obtenido de Academia:
https://www.academia.edu/35959237/CLASIFICACION_Y_TIPOS_DE_BOMBAS#:~:text=La%20bomba%20es%20una%20m%C3%A1quina%20que%20absorbe%20energ%C3%ADa,y%20a%20diferentes%20niveles%20y%20a%20diferentes%20velocidades.

Tornitec. (s.f.). *Tornitec*. Obtenido de PARO DE EMERGENCIA TIPO HONGO 22MM:
<https://tornitec.com/product/paro-de-emergencia-t-hongo-22mm/>

Tsktech.in. (s.f.). *Tsktech.in*. Obtenido de Plastic 2 Way Selector Switch with Elements:
<https://www.tsktech.in/product/plastic-2-way-selector-switch-with-elements/>

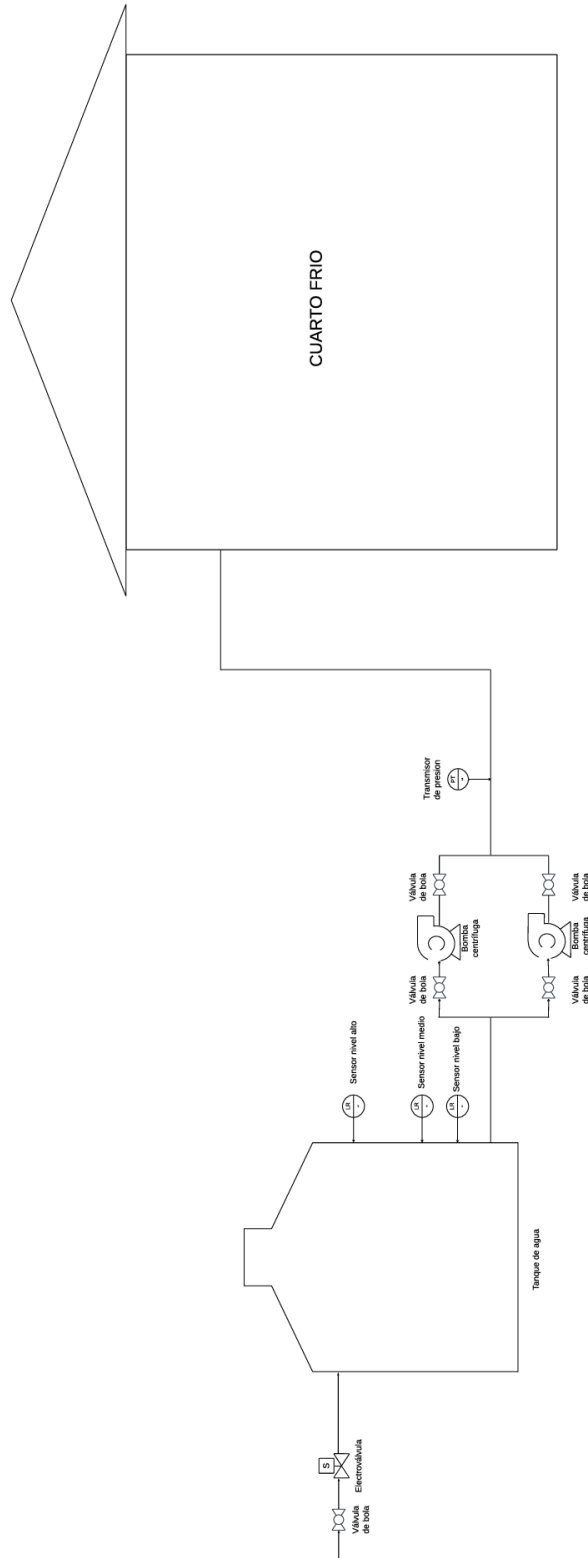
Wika, B. d. (s.f.). *Blog de Wika*. Obtenido de ¿Cómo funciona un transmisor de presión?:
<https://blog.wika.com/es/productos/como-funciona-un-transmisor-de-presion/>

Wikipedia. (28 de Diciembre de 2024). *Interruptor de nivel*. Obtenido de Wikipedia:
https://es.wikipedia.org/wiki/Interruptor_de_nivel

Wikipedia. (23 de Junio de 2024). *Reed switch*. Obtenido de Wikipedia:
https://es.wikipedia.org/wiki/Reed_switch

9. Anexos

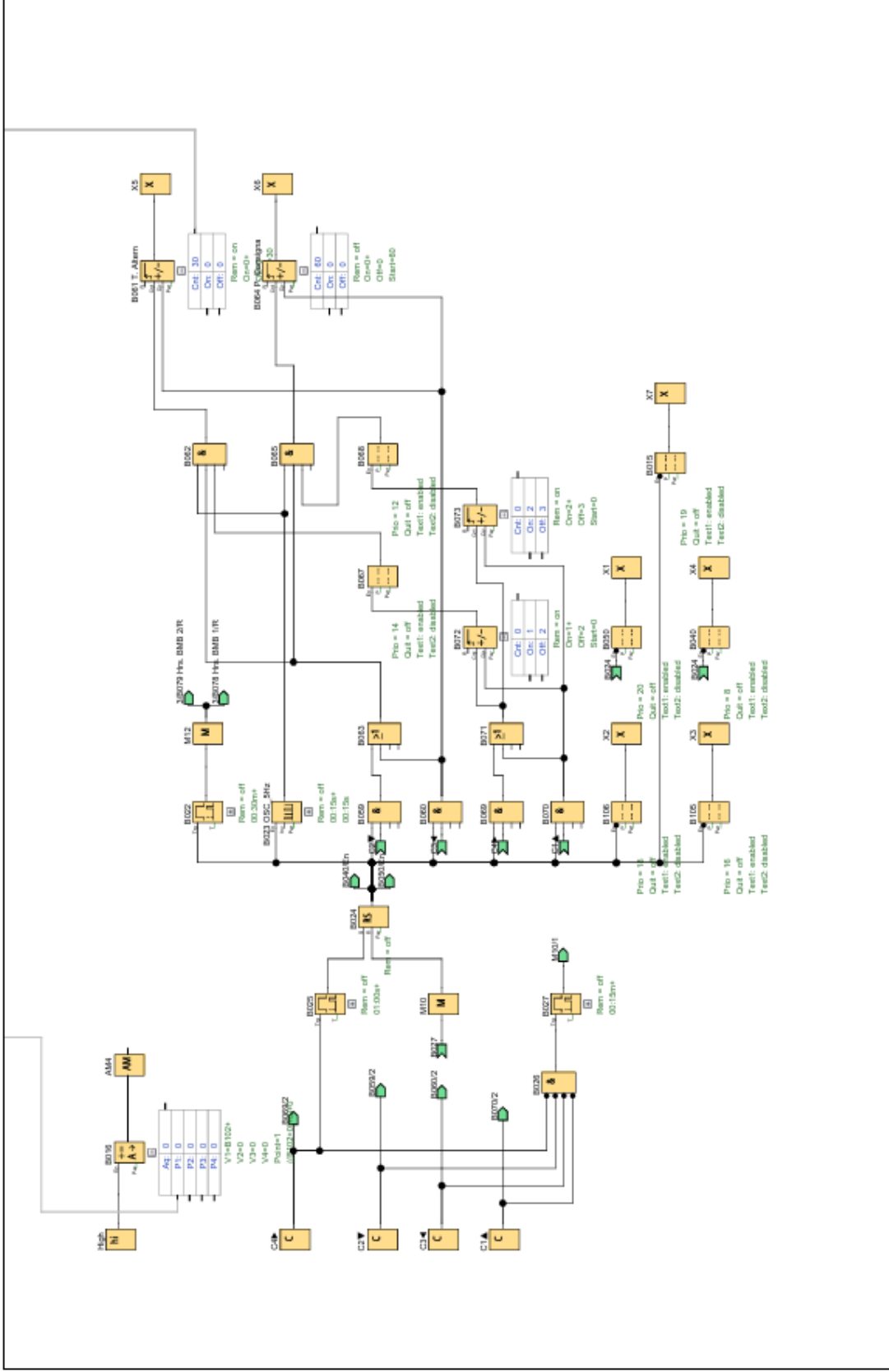
9.1 Diagrama P&ID del Prototipo



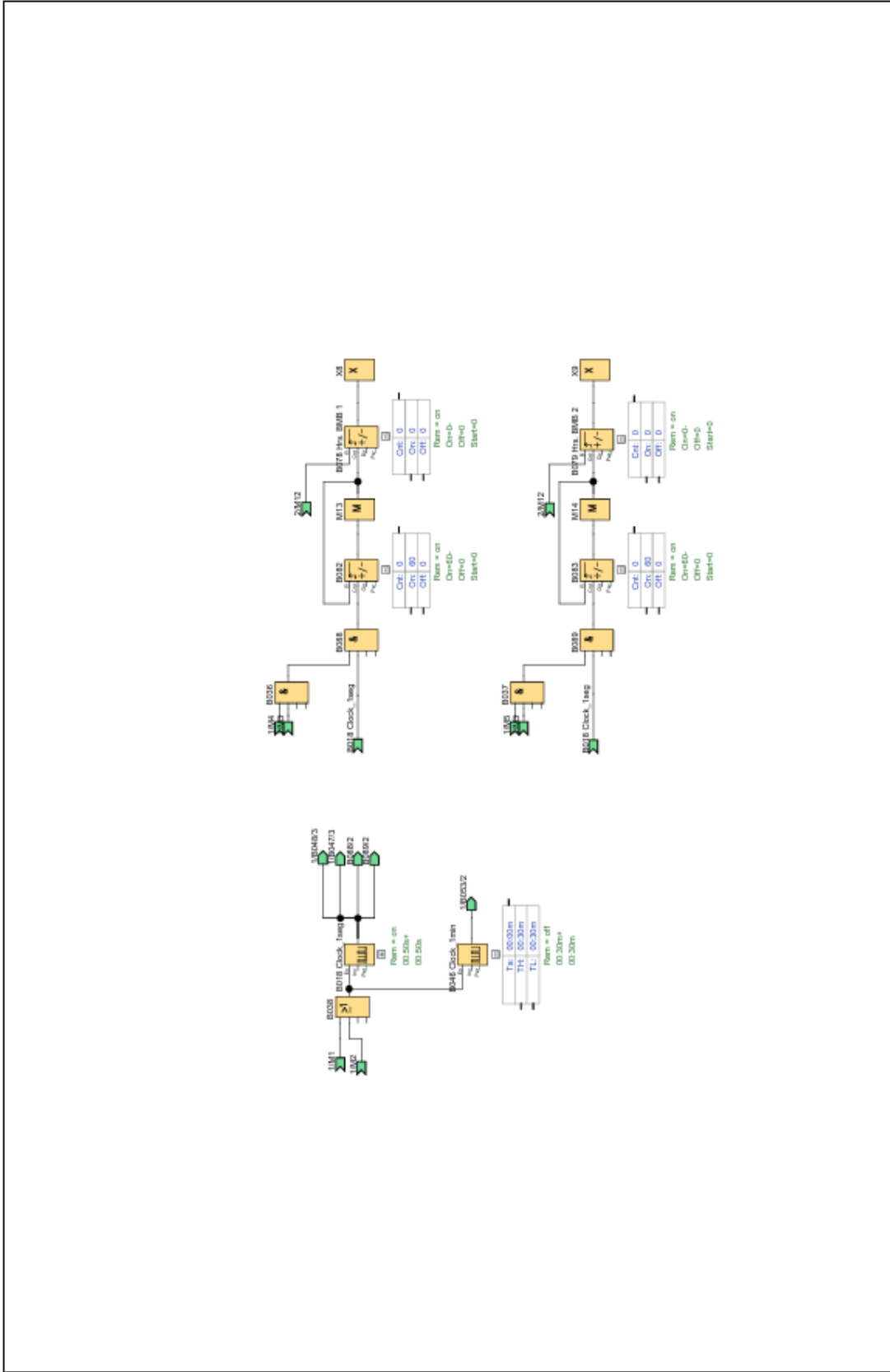
Parameter VM Mapping

ID	Block	Parameter	Type	Address
1	B061 T. Altern [Up/Down counter]	Start Value	DWord	0
2	B034 [Mathematic instruction]	Aq amplified	Word	4
3	B035 [Mathematic instruction]	Aq amplified	Word	6
4	B017 [Up/Down counter]	On Threshold	DWord	8
5	B045 [Up/Down counter]	On Threshold	DWord	12
6	B033 [Analog Amplifier]	Ax, amplified	Word	16
7	B016 [Mathematic instruction]	Aq amplified	Word	18

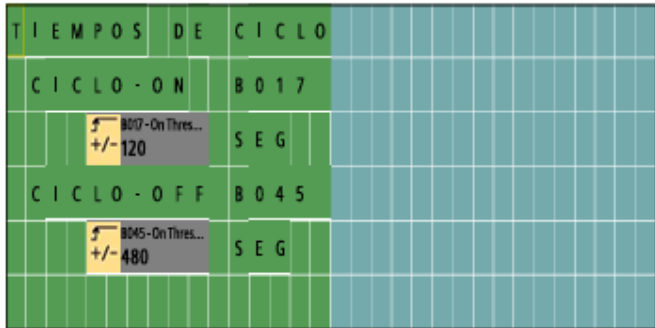
Created:	lcollado	Project:	Control de Riego	Customer:	UNL
Checked:		Installation:		Diagram No.:	1
Date:	17/10/23 5:49 PM (UTC-3) 1:01 AM	File:	Control de Riego V1.lxd	Page:	2 / 12

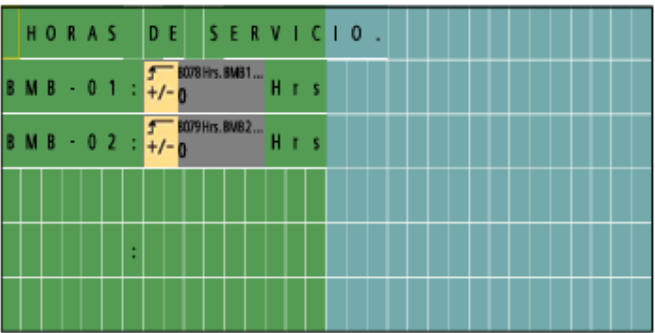


Created:	LeBlanc	Elencor Soluciones.	Project:	Control de riesgo	Client:	UNI
Checked:			Installation:		Diagram No.:	1
Date:	07/02/2019 10:01 AM		File:	Control de Riesgo V1.doc	Page:	4/12

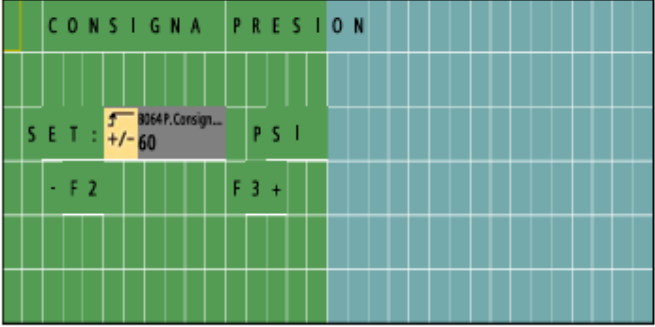



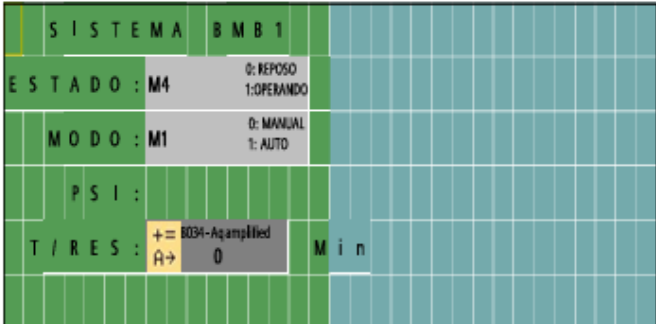
Creator:	LoBarba	Project:	Emence Solutions.	Canales de rings	Confirm:	UNI
Checked:		Installation:			Diagram No.:	1
Date:	07/02/2019 05:49 PM	File:	Control de Ringo V1.doc		Page:	5 / 12

Block Number (Type)	Parameter																					
B002 T1_SRTT(Up/Down counter) :	Rem = on On=B61+ Off=0 Start=0																					
B003 T2_SRTT(Up/Down counter) :	Rem = on On=B61+ Off=0 Start=0																					
B006(Latching Relay) :	Rem = off																					
B007(Latching Relay) :	Rem = off																					
B008(Latching Relay) :	Rem = off																					
B015(Message texts) :	Prio = 19 Quit = off Text1: enabled Text2: disabled Ticker setting - CBC - Line1: N - Line2: N - Line3: N - Line4: N - Line5: N - Line6: N Message Destination - Both																					
 <p>Line3.5 B017-On Line5.5 B045-On</p>																						
B016(Mathematic instruction) :	V1=B102+ V2=0 V3=0 V4=0 Point=1 ((B102+0)+0)+0																					
B017(Up/Down counter) :	Rem = off On=120+ Off=0 Start=0																					
B018 Clock_1seg(Asynchronous Pulse Generator) :	Rem = on 00:50s+ 00:50s																					
B019(On-Delay) :	Rem = off 00:01m+																					
B022(On-Delay) :	Rem = off 00:30m+																					
<table border="1"> <tr> <td>Creator:</td> <td>LcBarba</td> <td>Ebenezar Soluciones.</td> <td>Project:</td> <td>Canales de riego</td> <td>Customer:</td> <td>UNI</td> </tr> <tr> <td>Checked:</td> <td></td> <td></td> <td>Installation:</td> <td></td> <td>Diagram No.:</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Date:</td> <td>1/11/23 5:49 PM/1/13/25 1:01 AM</td> <td></td> <td>File:</td> <td>Control de Riego V1.lc</td> <td>Page:</td> <td>6 / 12</td> </tr> </table>		Creator:	LcBarba	Ebenezar Soluciones.	Project:	Canales de riego	Customer:	UNI	Checked:			Installation:		Diagram No.:	1	Date:	1/11/23 5:49 PM/1/13/25 1:01 AM		File:	Control de Riego V1.lc	Page:	6 / 12
Creator:	LcBarba	Ebenezar Soluciones.	Project:	Canales de riego	Customer:	UNI																
Checked:			Installation:		Diagram No.:	1																
Date:	1/11/23 5:49 PM/1/13/25 1:01 AM		File:	Control de Riego V1.lc	Page:	6 / 12																

Block Number (Type)	Parameter																		
B023 OSC_5Hz(Asynchronous Pulse Generator) :	Rem = off 00:15s+ 00:15s																		
B024(Latching Relay) :	Rem = off																		
B025(On-Delay) :	Rem = off 01:00s+																		
B027(On-Delay) :	Rem = off 00:15m+																		
B028(Latching Relay) :	Rem = on																		
B029(Latching Relay) :	Rem = on																		
B033(Analog Amplifier) :	Gain =1.81+ Offset=-362 Point=1																		
B034(Mathematic instruction) :	V1=B61+ V2=B2 V3=0 V4=0 Point=0 ((B61-B2)+0)+0																		
B035(Mathematic instruction) :	V1=B61+ V2=B3 V3=0 V4=0 Point=0 ((B61-B3)+0)+0																		
B040(Message texts) :	<p>Prio = 8 Quit = off Text1: enabled Text2: disabled</p> <p>Ticker setting - CBC - Line1: N - Line2: N - Line3: N - Line4: N - Line5: N - Line6: N Message Destination - Both</p>  <p>Line2.8 B078 Hrs. BMB 1-Cnt Line3.8 B079 Hrs. BMB 2-Cnt</p>																		
B045(Up/Down counter) :	Rem = off On=480+ Off=0 Start=0																		
<table border="1"> <tr> <td>Creator:</td> <td>LcBarba</td> <td>Project:</td> <td>Canales de riego</td> <td>Customer:</td> <td>UNI</td> </tr> <tr> <td>Checked:</td> <td></td> <td>Installation:</td> <td></td> <td>Diagram No.:</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Date:</td> <td>1/11/23 5:49 PM/1/13/25 1:01 AM</td> <td>File:</td> <td>Control de Riego V1..lsc</td> <td>Page:</td> <td>7 / 12</td> </tr> </table>		Creator:	LcBarba	Project:	Canales de riego	Customer:	UNI	Checked:		Installation:		Diagram No.:	1	Date:	1/11/23 5:49 PM/1/13/25 1:01 AM	File:	Control de Riego V1..lsc	Page:	7 / 12
Creator:	LcBarba	Project:	Canales de riego	Customer:	UNI														
Checked:		Installation:		Diagram No.:	1														
Date:	1/11/23 5:49 PM/1/13/25 1:01 AM	File:	Control de Riego V1..lsc	Page:	7 / 12														

Block Number (Type)	Parameter	
B046 Clock_1min(Asynchronous Pulse Generator) :	Rem = off 00:30m+ 00:30m	
B049(Latching Relay) :	Rem = off	
B050(Message texts) :	<p>Prio = 20 Quit = off Text1: enabled Text2: disabled</p> <p>→ Ticker setting - CBC - Line1: N - Line2: N - Line3: N - Line4: N - Line5: N - Line6: N Message Destination - Both</p> <p>Line2.8 IOStatus: M3;Off="REPOSO";On="OPERANDO" Line3.8 IOStatus: M1;Off="MANUAL";On="AUTO" Line4.8 B016-Aq</p>	
B061 T. Altern(Up/Down counter) :	Rem = on On=0+ Off=0 Start=30	
B064 P. Consigna(Up/Down counter) :	Rem = off On=0+ Off=0 Start=60	
B067(Message texts) :	<p>Prio = 14 Quit = off Text1: enabled Text2: disabled</p> <p>→ Ticker setting - CBC - Line1: N - Line2: N - Line3: N - Line4: N - Line5: N - Line6: N Message Destination - Both</p> <p>Line3.6 B061 T. Altern-Cnt</p>	
Creator: LcBarba	Project: Canales de riego	Customer: UNI
Checked:	Installation:	Diagram No.: 1
Date: 1/11/23 5:49 PM/1/13/25 1:01 AM	File: Control de Riego V1.lsc	Page: 8 / 12

Block Number (Type)	Parameter
<p>B068(Message texts) :</p>  <p>Line3.6 B064 P. Consigna-Cnt</p>	<p>Prio = 12 Quit = off Text1: enabled Text2: disabled</p> <p>-> Ticker setting - CBC - Line1: N - Line2: N - Line3: N - Line4: N - Line5: N - Line6: N Message Destination - Both</p>
<p>B072(Up/Down counter) :</p>	<p>Rem = on On=1+ Off=2 Start=0</p>
<p>B073(Up/Down counter) :</p>	<p>Rem = on On=2+ Off=3 Start=0</p>
<p>B078 Hrs. BMB 1(Up/Down counter) :</p>	<p>Rem = on On=0- Off=0 Start=0</p>
<p>B079 Hrs. BMB 2(Up/Down counter) :</p>	<p>Rem = on On=0- Off=0 Start=0</p>
<p>B082(Up/Down counter) :</p>	<p>Rem = on On=60- Off=0 Start=0</p>
<p>B083(Up/Down counter) :</p>	<p>Rem = on On=60- Off=0 Start=0</p>
<p>B102(Analog filter) :</p>	<p>SN = 16</p>
<p>Creator: LcBarba</p>	<p>Project: Canales de riego Customer: UNI</p>
<p>Checked:</p>	<p>Installation:</p>
<p>Date: 1/11/23 5:49 PM/1/13/25 1:01 AM</p>	<p>File: Control de Riego V1.lsc Diagram No.: 1 Page: 9 / 12</p>

Block Number (Type)	Parameter		
<p>B105(Message texts) :</p>  <p>Line2.8 IOStatus: M5;Off="REPOSO";On="OPERANDO" Line3.8 IOStatus: M1;Off="MANUAL";On="AUTO" Line5.8 B035-Aq</p>	<p>Prio = 16 Quit = off Text1: enabled Text2: disabled</p> <p>-> Ticker setting - CBC - Line1: N - Line2: N - Line3: N - Line4: N - Line5: N - Line6: N Message Destination - Both</p>		
<p>B106(Message texts) :</p>  <p>Line2.8 IOStatus: M4;Off="REPOSO";On="OPERANDO" Line3.8 IOStatus: M1;Off="MANUAL";On="AUTO" Line5.8 B034-Aq</p>	<p>Prio = 18 Quit = off Text1: enabled Text2: disabled</p> <p>-> Ticker setting - CBC - Line1: N - Line2: N - Line3: N - Line4: N - Line5: N - Line6: N Message Destination - Both</p>		
<p>Creator: LcBarba</p> <p>Checked:</p> <p>Date: 1/11/23 5:49 PM/1/13/25 1:01 AM</p>	<p>Ebenazar Soluciones.</p>	<p>Project: Canales de riego</p> <p>Installation:</p> <p>File: Control de Riego V1.1oc</p>	<p>Customer: UNI</p> <p>Diagram No.: 1</p> <p>Page: 10 / 12</p>

Connection	Label				
A11					
C1▲					
C2▼					
C3◀					
C4▶					
I1	E-Stop				
I2	Auto				
I4	High_Lvl				
I5	Med_Lvl				
I6	Low_Lvl				
AM1					
AM2					
AM3					
AM4					
M1					
M2					
M3					
M4					
M5					
M6					
M7	Man_Pump1				
M9					
M10					
M11					
M12					
M13					
M14					
M15	Man_Pump2				
M16					
M17					
M18					
M19					
M20					
M28	LOGO1 displays the amber backlight				
Q1	VFD_Run				
Creator:	LcBarba	Project:	Canales de riego	Customer:	UNI
Checked:		Installation:		Diagram No.:	1
Date:	1/11/23 5:49 PM/1/13/25 1:01 AM	File:	Control de Riego V1.lsc	Page:	11 / 12

Connection	Label
Q2	Motor_K1
Q3	Motor_K2
Q4	Valve_V1
Q5	Horn_AI
Q6	Green_Lvl
Q7	Yellow_Lvl
Q8	Red_Lvl
X1	
X2	
X3	
X4	
X5	
X6	
X7	
X8	
X9	

Creator:	LcBarba	Ebenazar Soluciones.	Project:	Canales de riego	Customer:	UNI
Checked:			Installation:		Diagram No.:	1
Date:	1/11/23 5:49 PM/1/13/25 1:01 AM		File:	Control de Riego V1.lc	Page:	12 / 12

9.4 Tags de la pantalla HMI

Totally Integrated Automation Portal					
Canales de riego / HMI_1 [KTP400 Basic PN]					
HMI tags					
Time_Remain_Pump2					
Name	Time_Remain_Pump2	Address	VW 6	Connection	LOGO_HMI
Data type	Word	Length	2		
Tag_ScreenNumber					
Name	Tag_ScreenNumber	Address		Connection	<Internal tag>
Data type	UInt	Length	2		
Man Pump_1					
Name	Man Pump_1	Address	M 0.6	Connection	LOGO_HMI
Data type	Bool	Length	1		
Man Pump_2					
Name	Man Pump_2	Address	M 1.6	Connection	LOGO_HMI
Data type	Bool	Length	1		
Motor1_K1					
Name	Motor1_K1	Address	Q 0.1	Connection	LOGO_HMI
Data type	Bool	Length	1		
Motor2_K2					
Name	Motor2_K2	Address	Q 0.2	Connection	LOGO_HMI
Data type	Bool	Length	1		
Run VFD_PID					
Name	Run VFD_PID	Address	Q 0.0	Connection	LOGO_HMI
Data type	Bool	Length	1		
Valve_V1					
Name	Valve_V1	Address	Q 0.3	Connection	LOGO_HMI
Data type	Bool	Length	1		
Sel_Auto					
Name	Sel_Auto	Address	M 0.0	Connection	LOGO_HMI
Data type	Bool	Length	1		
Push_Stop					
Name	Push_Stop	Address	M 0.1	Connection	LOGO_HMI
Data type	Bool	Length	1		
Set_Time_Altern					
Name	Set_Time_Altern	Address	VW 2	Connection	LOGO_HMI
Data type	Word	Length	2		
Time_Remain_Pump1					
Name	Time_Remain_Pump1	Address	VW 4	Connection	LOGO_HMI
Data type	Word	Length	2		
Time_Cycle_On					
Name	Time_Cycle_On	Address	VW 8	Connection	LOGO_HMI
Data type	Word	Length	2		
Time_Cycle_Off					
Name	Time_Cycle_Off	Address	VW 12	Connection	LOGO_HMI
Data type	Word	Length	2		
AI1_Real_Presion					
Name	AI1_Real_Presion	Address	VW 16	Connection	LOGO_HMI
Data type	Word	Length	2		
Red_Lvl					
Name	Red_Lvl	Address	M 2.1	Connection	LOGO_HMI
Data type	Bool	Length	1		
Yellow_Lvl					
Name	Yellow_Lvl	Address	M 2.3	Connection	LOGO_HMI
Data type	Bool	Length	1		
Green_Lvl					
Name	Green_Lvl	Address	M 2.2	Connection	LOGO_HMI
Data type	Bool	Length	1		

9.5 Hoja técnica del sensor de nivel

DATA SHEET
Type TCL001

bürkert
FLUID CONTROL SYSTEMS



Simple float switch

- Switch for neutral liquids
- NO/NC, changeover
- Reed contact
- Horizontal mounting

Product variants described in the data sheet may differ from the product presentation and description.

Type description

Float switches for horizontal installation are compact and are therefore ideal for use in small tanks, e.g. for generating alarm messages, leakage monitoring, dry and overflow protection or pump control.

A magnet in the float body moves when the medium rises. This magnet causes the reed contact to be actuated when a predefined switching point is reached.

By using reed contact technology, the float switches operate contact-free, wear-free and without energy and achieve a long service life. The reed contacts also have a high switching capacity.


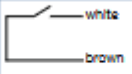
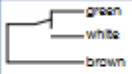
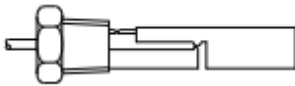
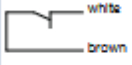
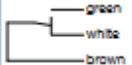
They are also easy to install and maintenance-free, i.e. commissioning and operating costs are minimised.

DTS 1000110262 EN Version: | Status: RL (released) | freigegeben | valide | printed: 18.12.2024

1. General technical data

Product properties	
Material	
Make sure the device materials are compatible with the fluid you are using. Further information can be found in chapter "4.1. Bürkert resistApp" on page 4.	
Wetted parts	
Stem, float	PP (PVDF on request)
Dimensions	Further information can be found in chapter "5. Dimensions" on page 4.
Switching point	At tilt of $12^\circ \pm 3^\circ$ ($8.5 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$)
Switching function	Normally closed/open or changeover
Electrical data	
Output type	Reed contact
Switching voltage	<ul style="list-style-type: none"> • Normally closed/open: max. 250 V • Changeover: max. 48 V
Switching current	<ul style="list-style-type: none"> • Normally closed/open: max. 1 A • Changeover: max. 0.25 A
Breaking power	<ul style="list-style-type: none"> • Normally closed/open: 50 W / VA • Changeover: 3 W / VA
Medium data	
Process temperature	-25...+105 °C (-13...+221 °F)
Process/Pipe connection & communication	
Process connection	Thread Rp 1/8"
Electrical connection	PVC cable, 3 m long (other cable lengths on request)
Approvals and conformities	
Directives	
CE directive	Further information on the CE Directive can be found in chapter "2.2. Standards" on page 4.
Environment and installation	
Ambient temperature	Operation and storage: -25...+105 °C (-13...+221 °F)
Degree of protection	IP67
Mounting position	Horizontal

2. Circuit functions

Float position	Normally closed/open contact	Changeover contact
		
		

3. Approvals and conformities

3.1. Conformity


In accordance with the Declaration of Conformity, the product is compliant with the EU Directives.

3.2. Standards

The applied standards which are used to demonstrate compliance with the EU Directives are listed in the EU-Type Examination Certificate and/or the EU Declaration of Conformity.

4. Materials

4.1. Bürkert resistApp



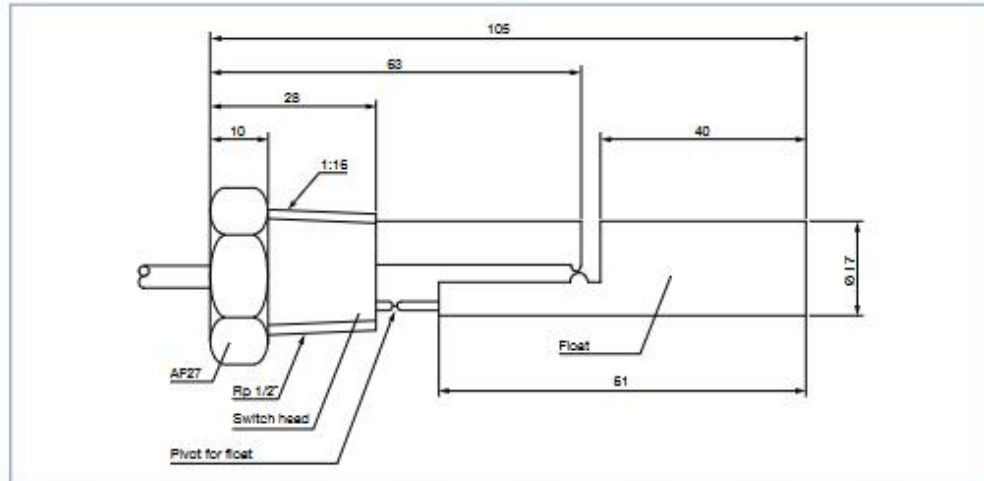
Bürkert resistApp – Chemical resistance chart

You want to ensure the reliability and durability of the materials in your individual application case? Verify your combination of media and materials on our website or in our resistApp.

[Start chemical resistance check](#)


5. Dimensions

Note:
Dimensions in mm, unless otherwise stated



6. Ordering information

6.1. Bürkert eShop



Bürkert eShop – Easy ordering and quick delivery

You want to find your desired Bürkert product or spare part quickly and order directly? Our online shop is available for you 24/7. Sign up and enjoy all the benefits.

[Order online now](#)

DTS 1000110262 EN Version: | Status: RL (released) | freigegeben | valide) | printed: 18.12.2024

6.2. Bürkert product filter

Bürkert product filter – Get quickly to the right product

You want to select products comfortably based on your technical requirements? Use the Bürkert product filter and find suitable articles for your application quickly and easily.

[Try out our product filter](#)

6.3. Ordering chart

Switching voltage	Switching current	Switching function	Mounting position	Process connection	Material	Electrical connection	Article no.
Max. 250 V	Max. 1 A	Normally closed/ open ¹⁾	Horizontal	Rp 1/8"	PP	3 m cable	783793 ☒
Max. 48 V	Max. 0.25 A	Changeover					783794 ☒

1.) Depending on the mounting orientation of the float

Further variants on request	
<p>Additional</p> <p>Variant with reed contact implemented as normally open/closed, made of PP or stainless steel, with a G 1/8", G 1/4", G 3/8", NPT 1/8" or Rp 1/8" threaded process connection and either 300 mm leads or 2 m/5 m cable as electrical connection for horizontal or vertical mounting (see data sheet Type 8181 ▶ for further information).</p>	<p>Material</p> <p>PVDF</p>

9.6 Hoja técnica de la torre lumínica

TL70 Basic Modular Tower Light Datasheet



Datasheet

	<p>For complete technical information about this product, including installation instructions, application requirements and guidelines, technical specifications, dimensions, and accessories, please refer to the manual at www.bannerengineering.com. Scan the QR code or follow the link below to go to the product series web page, and search for the TL70 Basic Modular Tower Light manual, p/n 233350, in the Downloads. Use of this document assumes familiarity with pertinent industry standards and practices. https://www.bannerengineering.com/qrl/TOWERTL70BASIC</p>	
--	---	--

Wiring

Refer to the manual for bimodal wiring.

Diagram	5-Pin Pinout	8-Pin Pinout
	<p>1 = Brown (Position 2) 2 = White (Position 3) 3 = Blue (Ground) 4 = Black (Position 1) 5 = Gray (Position 4)</p>	<p>1 = White (Position 3) 2 = Brown (Position 2) 3 = Green (Not used) 4 = Yellow (Position 5) 5 = Gray (Position 4) 6 = Pink (Position 1) 7 = Blue (Ground) 8 = Red (Not used)</p>

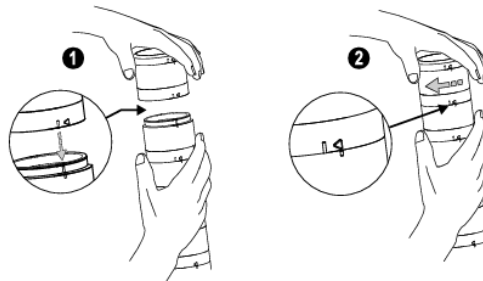
Flash/Pulse Control

The DIP switch is located in the TL70B base segment. DIP switch numbers 1-5 correlate to Positions 1-5 (see diagram above). DIP switch number 7 sets a global speed for the flashing function. DIP switch numbers 6 and 8 are not used.

Diagram	DIP Switch Number	Function	Light Segment		Audible Segment	
			On	Off	On	Off
	1-5	Toggle Flash ON/OFF	Flash	Steady	Pulse	Continuous
	7	Toggle Flash Speed	1.5 Hz	3 Hz	1.5 Hz	3 Hz

Assembly

Up to five segments only



Models

Base Models

B-TL70B-Q5
B-TL70B-Q8

Pre-Assembled Models

TL70B-GYRQ
TL70B-GYRAQ
TL70B-BGYRQ
TL70B-BGYRAQ
TL70B-WBGYRQ

Segment Models

SG-TL70B-G
SG-TL70B-Y
SG-TL70B-R
SG-TL70B-B
SG-TL70B-W
SG-TL70B-O
SG-TL70B-V
SG-TL70B-A

Specifications and Certifications

Supply Voltage and Current

12 V DC to 30 V DC

Supply Current (max.)

Light Segment: 120 mA to 205 mA per segment
Audible: 35 mA

Operating Temperature

-40 °C to +50 °C (-40 °F to +122 °F)

Environmental Rating

IP65

Audible Intensity

91 dB to 104 dB

Certifications



Key Accessories

Refer to the manual for additional accessories and complete information.

MQDC1-501.5

Straight 5-pin threaded M12 cordset—single ended

MQDC2S-806

Straight 8-pin threaded M12 cordset with open-shield—single ended

SMB30A

30 mm right-angle bracket with curved slot for versatile orientation

SMBAMS30P

30 mm flat bracket with curved slot for versatile orientation

LMBE12RA35

Right-angle mounting bracket with 35 mm offset and ½-14 NPSM nut for stand-off pipes

SOP-E12-150A

Elevated-use ½ in-14 NPSM stand-off pipe

SA-F12

Mounting base for ½-14 NPSM stand-off pipes (mounting hardware included)

SA-M30

Stand-off pipe adapter/cover for M30 threads (mounting hardware included)

SA-E12M30

Mounting base adapter/cover for ½-14 NPSM stand-off pipes (mounting hardware included)

9.7 Hoja técnica del controlador lógico programable LOGO Siemens

SIEMENS

Data sheet

6ED1052-1MD08-0BA2

Siemens
EcoTech



LOGO! 12/24RCE, logic module, display power supply / I/O: 12/ 24 V DC/relay, 8 DI (4 AI)/4 DO, memory 400 blocks, modularly expandable, Ethernet, integrated web server, data log, user-defined web pages, standard microSD card for LOGO! Soft Comfort V8.4 or higher, older projects executable cloud connection, MQTT in all LOGO! 8.4 basic units



Display	
with display	Yes
Installation type/mounting	
Mounting	on 35 mm DIN rail, 4 spacing units wide
Supply voltage	
Rated value (DC)	
• 12 V DC	Yes
• 24 V DC	Yes
permissible range, lower limit (DC)	10.8 V
permissible range, upper limit (DC)	28.8 V
Time of day	
Time switching clocks	
• Number	400; Max. 400, function-specific
• Power reserve	480 h
Digital inputs	
Number of digital inputs	8; Of which 4 can be used in analog mode (0 to 10 V)
Digital outputs	
Number of digital outputs	4; Relays
Short-circuit protection	No; external fusing necessary
Output current	
• for signal "1" permissible range for 0 to 55 °C, max.	10 A
Relay outputs	
Switching capacity of contacts	
— with inductive load, max.	3 A
— with resistive load, max.	10 A
EMC	
Emission of radio interference acc. to EN 55 011	
• Limit class B, for use in residential areas	Yes; Radio interference suppression according to EN55011, Limit Value Class B
Standards, approvals, certificates	
CE mark	Yes
CSA approval	No; covered by UL cert
UL approval	Yes
FM approval	Yes
developed in accordance with IEC 61131	Yes
according to VDE 0631	Yes
Marine approval	Yes; in preparation

9.8 Configuración del PLC LOGO Siemens como servidor WEB

5

Servidor web

LOGO! 0BA8 tiene un servidor web incluido que permite utilizar el módulo base LOGO! o el LOGO! TDE desde un PC tradicional o un dispositivo móvil.

De este modo, es posible acceder al módulo base LOGO! o al LOGO! TDE a través de su dirección IP utilizando un dispositivo conectado (PC convencional, tableta o teléfono inteligente con capacidad de navegación web).

El servidor web se maneja con el puntero del ratón o con la pantalla táctil, en función del dispositivo utilizado, lo que permite realizar operaciones rápidas y sencillas en el módulo base LOGO! y el LOGO! TDE virtualizados.

El LOGO! 0BA8 también ofrece un control de [acceso seguro a través del servidor web](#). Encontrará más información en el apartado [Seguridad de acceso a la red](#) (Página 289).

5.1 Habilitar el servidor web

Asegúrese de haber conectado el PC o dispositivo móvil al módulo base LOGO! o LOGO! TDE deseado y de haber habilitado el acceso de usuario web en LOGO!Soft Comfort tal como se indica en las instrucciones para la configuración del perfil de usuario de la Ayuda en pantalla de LOGO!Soft Comfort.

Navegadores de red soportados

El servidor web de LOGO! soporta los siguientes navegadores web:

- Microsoft Internet Explorer versión 8.0 o superior
- Mozilla Firefox versión 11.0 o superior
- Google Chrome versión 16.0 o superior
- Apple Safari versión 5.0 o superior
- Opera versión 12.0 o superior

Nota

Asegúrese de no desactivar las cookies en el navegador.

Dispositivos soportados

El servidor web de LOGO! soporta los siguientes dispositivos de comunicación cuando se utiliza uno de los navegadores anteriores:

- PC convencional
- series iPhone de Apple

- series iPad de Apple
- teléfonos inteligentes y tabletas con sistema Android en versión 2.0 o superior

Idiomas soportados de las páginas web

El servidor web de LOGO! soporta los siguientes idiomas para páginas web:

- Alemán
- Inglés
- Italiano
- Francés
- Español
- Chino simplificado
- Japonés

5.2 Iniciar sesión en el servidor web

Siga los pasos siguientes para iniciar sesión en el módulo base LOGO! que desee.

1. Abra el navegador web.
2. Introduzca la dirección IP del módulo base LOGO! en la barra de direcciones IP.
 - Acceso LAN (red de área local):




- Acceso remoto:



Nota

Asegúrese de haber habilitado el puerto TCP 8080 para el acceso remoto.

3. Pulse o toque el botón . El servidor web de LOGO! le redirecciona a la página de bienvenida.



Nota

Si ha habilitado el acceso de usuario web sin cambiar la contraseña, podrá iniciar sesión con la contraseña predeterminada "LOGO!".

5. Introduzca la contraseña.

Nota

- Solo es posible habilitar el acceso al servidor web o cambiar la contraseña de inicio de sesión por medio de LOGO!Soft Comfort. Encontrará más información acerca de la contraseña de usuario en la Ayuda en pantalla de LOGO!Soft Comfort.
- Si no desea volver a introducir el nombre de usuario y la contraseña en el próximo inicio de sesión, puede seleccionar la casilla de verificación "☑". Asegúrese de no poner el navegador en modo privado, pues en este caso el navegador no registrará ni el historial de navegación ni las contraseñas.
- Es posible acceder a un módulo base LOGO! desde varios clientes de servidor web de LOGO! pero, debido al uso de memoria, esto podría perjudicar el rendimiento del módulo base conectado.

6. Pulse o toque "Ⓜ" para iniciar sesión en el servidor web.

Nota

- Para el acceso remoto el inicio de sesión puede tardar varios segundos.
- Si falla el inicio de sesión, pulse o toque el botón de actualización del navegador (o la tecla de función "F5" en un PC convencional) para realizar otro intento.

5.3 Visualizar la información del sistema LOGO!

Una vez haya iniciado sesión, el servidor web de LOGO! muestra toda la información de sistema del módulo base LOGO!, incluida la generación del módulo, el tipo de módulo, la versión de firmware (FW), la dirección IP y el estado del módulo.

SIEMENS



The screenshot displays the Siemens LOGO! web interface. On the left, there is a navigation menu with options: 'Web User', 'Cerrar sesión', 'Sistema LOGO!', 'Variable LOGO!', 'LOGO! BM', and 'LOGO! TD'. The main content area is divided into two sections. The left section shows a live video feed of the LOGO! device's control panel, which includes a screen and several buttons. The right section, titled 'Sistema', contains a table of system parameters:

Sistema	
Serie de dispositivo	DBA8
Tipo de dispositivo	24CEo
Versión FW	V1.08.01.42
Dirección IP	192.168.0.31
Estado	En marcha

9.9 Hoja técnica de la pantalla SIMATEC-HMI Siemens

Data sheet

6AV2123-2DB03-0AX0



SIMATIC HMI, KTP400 Basic, Basic Panel, Key/touch operation, 4" TFT display, 65536 colors, PROFINET interface, configurable from WinCC Basic V13/ STEP 7 Basic V13, contains open-source software, which is provided free of charge see enclosed CD

General information	
Product type designation	KTP400 Basic
Display	
Design of display	TFT widescreen display, LED backlighting
Screen diagonal	4.3 in
Display width	95 mm
Display height	53.9 mm
Number of colors	65 536
Resolution (pixels)	
▪ Horizontal image resolution	480 pixel
▪ Vertical image resolution	272 pixel
Backlighting	
▪ MTBF backlighting (at 25 °C)	20 000 h
▪ Backlight dimmable	Yes
Control elements	
Keyboard fonts	
▪ Function keys	
— Number of function keys	4
— Number of function keys with LEDs	0
▪ Keys with LED	No
▪ System keys	No
▪ Numeric keyboard	Yes; Onscreen keyboard
▪ alphanumeric keyboard	Yes; Onscreen keyboard
Touch operation	
▪ Design as touch screen	Yes; Analog-resistive
Installation type/mounting	
Mounting position	vertical
Wall mounting/direct mounting	No
Mounting in portrait format possible	Yes
Mounting in landscape format possible	Yes
maximum permissible angle of inclination without external ventilation	35°
Supply voltage	
Type of supply voltage	DC
Rated value (DC)	24 V
permissible range, lower limit (DC)	19.2 V
permissible range, upper limit (DC)	28.8 V
Input current	
Current consumption (rated value)	125 mA
Starting current inrush I't	0.2 A²·s

9.10 Hoja técnica de módulo de expansión LOGO Siemens

Data sheet

6ED1055-1CB00-0BA2



LOGO! DM8 24 expansion module, PS/I/O: 24V/24V/trans., 4 DI/4 DO for LOGO! 8

Installation type/mounting	
Mounting	on 35 mm DIN rail, 2 spacing units wide
Supply voltage	
Rated value (DC)	
▪ 24 V DC	Yes
permissible range, lower limit (DC)	20.4 V
permissible range, upper limit (DC)	28.8 V
Digital inputs	
Number of digital inputs	4
Input voltage	
▪ Type of input voltage	DC
▪ for signal "0"	< 5 V DC
▪ for signal "1"	> 12 V DC
Input current	
▪ for signal "0", max. (permissible quiescent current)	0.88 mA
▪ for signal "1", typ.	2.1 mA
Input delay (for rated value of input voltage)	
for standard inputs	
— at "0" to "1", max.	1.5 ms
— at "1" to "0", max.	1.5 ms
Digital outputs	
Number of digital outputs	4
Short-circuit protection	Yes
Output current	
▪ for signal "1" rated value	0.3 A
Parallel switching of two outputs	
▪ for uprating	No
Switching frequency	
▪ with resistive load, max.	10 Hz
▪ with inductive load, max.	0.5 Hz
EMC	
Emission of radio interference acc. to EN 55 011	
▪ Limit class B, for use in residential areas	Yes
Degree and class of protection	
IP degree of protection	IP20
Standards, approvals, certificates	
CE mark	Yes
CSA approval	Yes
UL approval	Yes
FM approval	Yes

9.11 Hoja técnica de fuente de poder SITOP Siemens

Data sheet

6EP3333-7 SB00-0AX0

Siemens
EcoTech



SITOP PSU8200/1AC/24V/DC/5A

SITOP PSU8200 24 V/5 A Stabilized power supply Input: 120 - 230 V AC, (120 - 240 V DC) Output: 24 V DC/5 A



input	
type of the power supply network	1-phase AC or DC
supply voltage at AC	
▪ minimum rated value	120 V
▪ maximum rated value	240 V
▪ initial value	85 V
▪ full-scale value	264 V
supply voltage at DC	120 ... 240 V
input voltage at DC	99 ... 275 V
wide range input	Yes
overvoltage overload capability	300 V AC for 30 s
buffering time for rated value of the output current in the event of power failure minimum	80 ms
operating condition of the mains buffering	at $V_{in} = 240 V$
line frequency	50/60 Hz
line frequency	47 ... 63 Hz
input current	
▪ at rated input voltage 120 V	1.9 A
▪ at rated input voltage 240 V	1.1 A
current limitation of inrush current at 25 °C maximum	29 A
fuse protection type	3.15 A
fuse protection type in the feeder	Circuit breaker 4 A characteristic C or 6 A characteristic B/C or circuit breaker 3RV2011-1EA10 (setting 4 A) or 3RV2711-1ED10 (UL 489)
output	
voltage curve at output	Controlled, isolated DC voltage
number of outputs	1
output voltage at DC rated value	24 V
output voltage	
▪ at output 1 at DC rated value	24 V
output voltage adjustable	Yes; via potentiometer
adjustable output voltage	24 ... 28 V; max. 120 W (144 W up to 45°C)
relative overall tolerance of the voltage	3 %
relative control precision of the output voltage	
▪ on slow fluctuation of input voltage	0.1 %
▪ on slow fluctuation of ohm loading	0.2 %
residual ripple	
▪ maximum	30 mV

9.12 Hoja técnica del variador Hitachi

Send Quote Requests to Info@automatedpt.com

Call +1(800)985-6929 To Order or Order Online At Hitachiadrive.com

HITACHI
Inspire the Next

**Move forward to
Greener & Smarter Society**

WJ-C1

Compact, High-performance Inverter

NEW

**The Right Drive
to Succeed**



Cat.3 PLe, SIL3,
STO compliant
as standard

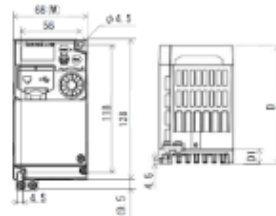
New UL standards,
EU directive,
RoHS2

Hitachi Industrial Equipment Systems Co., Ltd.

Send Quote Requests to Info@automatedpt.com
Call +1(800)985-6929 To Order or Order Online At Hitachiadrive.com

Dimensions

C1-001~004SF, C1-001~007LF



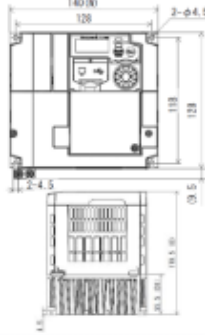
Model name	D	D1
001, 002SF / 001, 002LF	109	12.5
003SF / 003LF	122.5	27
007LF	145.5	50

C1-007~022SF, C1-015~022LF, C1-004~030HF

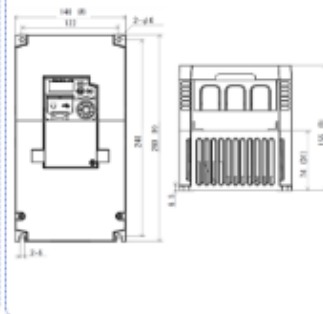


Model name	D	D1
007~022SF / 015~022LF / 007~030HF	170.5	55.5
004HF	142.5	28.5

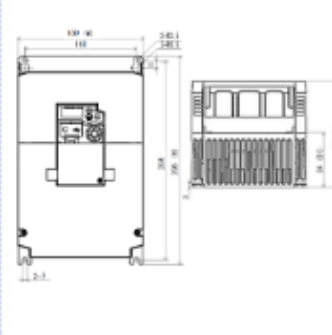
C1-037LF, C1-040HF



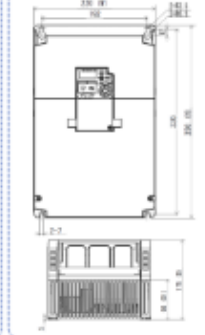
C1-055~075LF, C1-055~075HF



C1-110LF, C1-110~150HF



C1-150LF



Standard Specifications

Single Phase 200V Class

Model name (*)		001	002	004	007	015	022		
Motor (kW) (†2)	LD	0.2	0.4	0.55	1.1	2.2	3.0		
	ND	0.1	0.2	0.4	0.75	1.5	2.2		
Rated output current (A) (†2)	LD	1.2	1.9	3.5	6.0	9.6	12.0		
	ND	1.0	1.6	3.0	5.0	8.0	11.0		
Output	Rated output voltage (V) (†4)	Three phases 200 to 240V							
		LD	0.4	0.6	1.2	2.0	3.3	4.1	
	Rated capacity (kVA)	200V	LD	0.2	0.5	1.0	1.7	2.7	3.8
		240V	LD	0.4	0.7	1.4	2.4	3.9	4.9
ND	0.3	0.6	1.2	2.0	3.3	4.5			
Rated input voltage (V)		Single phase 200V to 240V (-15%/+10%), 50/60Hz ±5%							
Braking	Regenerative braking	Built-in transistor circuit (without resistor)							
	Minimum braking resistance (Ω)	100		50		35			
Cooling method		Self-cooling			Forced air cooling				
Approx. Weight (kg)		1.0	1.0	1.1	1.6	1.8	1.8		

Three Phase 200V Class

Model name (*)		001	002	004	007	015	022	037	055	075	110	150		
Motor (kW) (†2)	LD	0.2	0.4	0.75	1.1	2.2	3.0	5.5	7.5	11	15	18.5		
	ND	0.1	0.2	0.4	0.75	1.5	2.2	3.7	5.5	7.5	11	15		
Rated output current (A) (†2)	LD	1.2	1.9	3.5	6.0	9.6	12.0	19.6	30.0	40.0	56.0	69.0		
	ND	1.0	1.6	3.0	5.0	8.0	11.0	17.5	25.0	33.0	47.0	60.0		
Output	Rated output voltage (V) (†4)	Three phases 200 to 240V												
		LD	0.4	0.6	1.2	2.0	3.3	4.1	6.7	10.3	13.8	19.3	23.9	
	Rated capacity (kVA)	200V	LD	0.2	0.5	1.0	1.7	2.7	3.8	6.0	8.6	11.4	16.2	20.7
		240V	LD	0.4	0.7	1.4	2.4	3.9	4.9	8.1	12.4	16.6	23.2	28.6
ND	0.3	0.6	1.2	2.0	3.3	4.5	7.2	10.3	13.7	19.5	24.9			
Rated input voltage (V)		Three phases 200V to 240V (-15%/+10%), 50/60Hz ±5%												
Braking	Regenerative braking	Built-in transistor circuit (without resistor)												
	Minimum braking resistance (Ω)	100		50		35		20		17		10		
Cooling method		Self-cooling					Forced air cooling							
Approx. Weight (kg)		1.0	1.0	1.1	1.2	1.6	1.8	2.0	3.5	3.5	4.5	6.5		

Three Phase 400V Class

Model name (*)		004	007	015	022	030	040	055	075	110	150		
Motor (kW) (†2)	LD	0.75	1.5	2.2	3.0	4.0	5.5	7.5	11	15	18.5		
	ND	0.4	0.75	1.5	2.2	3.0	4.0	5.5	7.5	11	15		
Rated output current (A) (†2)	LD	2.1	4.1	5.4	6.9	8.8	11.1	17.5	23.0	31.0	38.0		
	ND	1.8	3.4	4.8	5.5	7.2	9.2	14.8	18.0	24.0	31.0		
Output	Rated output voltage (V) (†4)	Three phases 380 to 480V											
		LD	1.3	2.6	3.5	4.5	5.7	7.3	11.5	15.1	20.4	25.0	
	Rated capacity (kVA)	380V	LD	1.1	2.2	3.1	3.6	4.7	6.0	9.7	11.8	15.7	20.4
		480V	LD	1.7	3.4	4.4	5.7	7.3	9.2	14.5	19.1	25.7	31.5
ND	1.4	2.8	3.9	4.5	5.9	7.6	12.3	14.9	19.9	25.7			
Rated input voltage (V)		Three phases 380V to 480V (-15%/+10%), 50/60Hz ±5%											
Braking	Regenerative braking	Built-in transistor circuit (without resistor)											
	Minimum braking resistance (Ω)	180			100			70		35			
Cooling method		Self-cooling	Forced air cooling										
Approx. Weight (kg)		1.5	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	3.5	3.5	4.5	6.5	

*1) The model name indicates capacity code and voltage class.
 *2) LD: Light Duty, ND: Normal Duty (Dual rating).
 Applicable motors are Hitachi's three-phase (4P) standard motors.
 If use to other motors, be sure to prevent a rated current of a motor from exceeding the rated output current of the inverter.
 *3) When Basic mode is selected.
 *4) The inverter cannot output the voltage more than the input voltage (main power supply voltage).

Common Specifications

Item	Description
Control method	PWM control
Output frequency range (*1)	0.01 to 500.00Hz
Frequency accuracy	±0.01% for digital input / ±0.2% for analog input (at 25±10°C) (at the maximum frequency setting)
Frequency setting resolution	Digital input: 0.01 Hz, Analog input: (maximum frequency setting)/1000
Voltage/Frequency control mode (*2)	IM V/f control (constant- or reduced-torque, free V/f, Auto-boost mode), V/f control with sensor, IM sensorless vector control PM (SM/PMIM) PM sensorless vector control (*3)
Rated overload current	Dual Rating: Normal Duty (ND): 150%/60sec / Light Duty (LD): 120%/60sec
Acceleration/Deceleration time	0.00 to 3600.00 seconds (in linear or curved pattern)
Starting torque (*4)	200%, 0.5Hz (by IM sensorless vector control)
Regenerative braking	Built-in transistor circuit (without resistor)
Carrier frequency range	Normal Duty (ND): 2 to 15kHz, Light Duty (LD): 2 to 10kHz (with derating)
Monitor function (*5)	40 kinds
Protective function (*6)	Over Current, Over Voltage, Under Voltage, Electronic thermal, Over Load and etc.
Other functions	57 kinds
Digital panel	5 digits 7 seg, 1 sign LED, 7 status LED, 4 keys and 1 JOG dial (non-detachable)
Input	<p>Frequency reference: Keypad, Remote operator, Modbus®, Field network option, External analog signal</p> <p>RUN/STOP command: Keypad, Remote operator, Modbus®, Field network option</p> <p>Input terminals: 7 terminals (NO/NC selectable, Sink/PLC-P24 Jumper/Source/PLC-L Jumper) selectable</p> <p>Pulse train input: 2 terminals max. 32kHz x 2 (terminal [B])(fix to phase A), terminal [T](when enable phase B)</p> <p>Analog input: 2 terminals (terminal [AI1] for DC0 to 10V voltage input, terminal [AI2] for DC4 to 20mA current input)</p> <p>Thermistor input: 1 terminal (shared with terminal [S])(support for PTC type thermistor)</p> <p>Safety input: 2 terminals (terminal [ST1] and terminal [ST2])</p>
Output	<p>Output terminals: 2 terminals with open collector (NO/NC selectable, capable for Sink/Source circuit), 1 terminal for relay output (1c type)</p> <p>Safety output: 1 terminal (shared with terminal [11], switched to EDM by slide switch)</p> <p>Analog/Pulse train output: 2 terminals (terminal [Ao1] for DC0 to 10V voltage output, terminal [Ao2] for pulse train output, max. 32kHz/DC10V output)</p>
Serial interface	<p>USB: Micro-B (for inverter configuration software ProDriveNext)</p> <p>Modbus® (*7): Support for Modbus-RTU (RS-485 serial communication)</p> <p>External operator: RJ45 connector (Exclusive connector for remote operator)</p> <p>Field network Option: <ul style="list-style-type: none"> WJ200 series field network options. WJ-ECT: for EtherCAT® communication, WJ-PB: for PROFIBUS® communication, WJ-PN: for PROFINET® communication, WJ-CCL: for CC-Link® communication. (*7) One unit can be mounted. </p>
External control power supply	External 24 VDC can be input from [P24] terminal (Installation of reverse-current-prevention diode is mandatory).
EMC noise filter	Not built-in (optional external noise filter can be connected)
Environment	<p>Ambient temperature: ND (normal duty):-10 to 50°C / LD (light duty):-10 to 40°C</p> <p>Storage temperature (*8): -20 to 65°C</p> <p>Humidity: 20-90%RH (non-condensing)</p> <p>Vibration: 0.075 mm amplitude for 10 to 57 Hz, 9.8 m/s² (1.0G) for 57 to 150 Hz</p> <p>Installation (*9): Altitude: 1000m or less, Indoors (free from corrosive gases, oil mist, and dust)</p>
Structure	Protection: IP20 (UL open type), replaceable Fan
Standards (*10)	<p>CE: IEC 61800-5 (EMC-filter option required), IEC 61800-5-1</p> <p>UL: UL 61800-5-1, -Overvoltage Category 3, -Pollution Degree 2</p> <p>Others: c-UL</p> <p>Safety function: STO (Safe torque off) function/ IEC 61508, IEC 61800-5-2, SIL3, ISO 13849-1: Cat.3 Plus, IEC 60204-1: Stop Cat.0</p>
Other optional components	Noise Filter, DC link choke, AC reactor, Braking resistor, Regenerative braking unit, Remote operator (OPE-SR/OPE-SBK/OPE-SRMini/WOP), Inverter configuration software ProDriveNext, etc.

*1) The output frequency range depends on the control mode and the motor used. Consult the motor manufacturer for the maximum allowable frequency of the motor when operating beyond base frequency.

*2) Motor constants might need to be adjusted depending on the control mode.

*3) When using sensorless vector control for permanent magnet motor (PM), contact your dealer.

*4) The value is specified for the 4 poles Hitachi standard motor controlled by the IM sensorless vector control at ND rating. Torque characteristics may vary depending on the control mode and the motor used.

*5) Monitor function is for reference only. To obtain more accurate values, apply an external device.

*6) When a driver error (S20) occurs due to the protective function, it may be resulted from the short-circuit protection, as well as damaged IGBT. Depending on the operating conditions of the inverter, an overcurrent error may occur instead of a driver error.

*7) Trademark:

- Modbus® is a registered trademark of Schneider Automation Inc.
- EtherCAT® is registered trademark and patented technology, licensed by Beckhoff Automation GmbH, Germany.
- PROFIBUS® and PROFINET® are registered trademarks of PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (PNO).
- CC-Link® is a registered trademark of Mitsubishi Electric Corporation.

*8) The storage temperature is the temperature during transportation.

*9) For installation at an altitude of 1000m or more, the atmospheric pressure will decrease by approximately 1% for every 100m altitude increase.

Apply 1% current derating from the rated current for every 100m altitude increase and conduct an evaluation test. When using at an altitude of 2500m or more, please contact Hitachi Inverter distributor.

*10) The standards information on the common specifications is as of July 2022.

9.13 Hoja técnica del transmisor de presión Burkert

DATA SHEET

Type 8316

bürkert
FLUID CONTROL SYSTEMS






Pressure measuring device

- Ceramic/thick film measuring cell
- 2-wire variant for 4...20 mA output
- Compact, stable construction for the highest operational reliability



Product variants described in the data sheet may differ from the product presentation and description.

Can be combined with

- | | | |
|---|---|---|
|  | Type 8802
ELEMENT continuous control valve systems - overview | ▶ |
|  | Type 8611
eCONTROL - Universal controller | ▶ |
|  | Type 8619
multiCELL - multi-channel/multi-function transmitter/controller | ▶ |

Type description

The compact Type 8316 pressure measuring device meets the highest requirements with regard to mechanical loading, EMC characteristics and operational reliability. It is particularly suitable for demanding industrial applications.

For aggressive media where stainless steel is not resistant, process connections in PVDF are available.

DTS 1000182539 EN Version: K Status: RL (released | freigegeben | validé) printed: 18.12.2024

Electrical data	
Operating voltage (U)	<ul style="list-style-type: none"> Variant P_{max} ≤ 0.6 bar : 10...33 V DC, unregulated (variant with 4...20 mA output) Variant P_{max} > 0.6 bar : 7...33 V DC, unregulated (variant with 4...20 mA output), 12...33 V DC, unregulated (variant with 0...10 V DC output)
DC reverse polarity protection	Yes
Short circuit protection	Yes
Protection class	Class III
Current consumption	Max. 23 mA
Load	<ul style="list-style-type: none"> Variant P_{max} ≤ 0.6 bar: < (U - 10 V) / 0.02 A (in Ω) Variante P_{max} > 0.6 bar: < (U - 7 V) / 0.02 A (in Ω)
Insulation voltage	500 V DC
Output	<ul style="list-style-type: none"> Variant P_{max} ≤ 0.6 bar: standard signal 4...20 mA (two-wire) Variant P_{max} > 0.6 bar and ≤ 60 bar: standard signal 4...20 mA (two-wire) or 0...10 V DC (three-wire) Variant P_{max} = 100 bar: standard signal 4...20 mA (two-wire)
Medium data	
Fluid temperature	<ul style="list-style-type: none"> Variant P_{max} ≤ 0.6 bar: -15...+85 °C (+5...+185 °F) Variant P_{max} > 0.6 bar and ≤ 60 bar: -15...+125 °C (+5...+257 °F) Variant P_{max} = 100 bar: -40...+135 °C (-40...+275 °F)
Process/Pipe connection & communication	
Process connection	<ul style="list-style-type: none"> Thread G ¼" according to DIN 3852 Form E Thread NPT ¼"
Electrical connection	M12 x 1 male connector
Approvals and conformities	
Directives	
CE directive	Further information on the CE Directive can be found in chapter "2.2. Standards" on page 4.
Pressure equipment directive	<ul style="list-style-type: none"> The device does not meet the requirements for "safety accessories" within the meaning of the pressure equipment directive 2014/68/EU. Complying with article 4, paragraph 1 of 2014/68/EU directive. Further information on the pressure equipment directive can be found in chapter "2.3. Pressure Equipment Directive (PED)" on page 5.
North America (USA/Canada)	UL Listed for US and Canada (UL 61010-1 + CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1)
Environment and installation	
Ambient temperature	<ul style="list-style-type: none"> Variant P_{max} ≤ 0.6 bar: <ul style="list-style-type: none"> Operation: -25...+85 °C (-13...+185 °F) Storage: -40...+85 °C (-40...+185 °F) Variant P_{max} > 0.6 bar : <ul style="list-style-type: none"> Operation: -30...+85 °C (-22...+185 °F) Storage: -50...+100 °C (-58...+212 °F)
Application range	Indoors and outdoors Protect the device against electromagnetic interference, ultraviolet rays and, when installed outdoors, against the effects of climatic conditions.
Degree of protection according to IEC/EN 60529	IP67
Mounting condition	<ul style="list-style-type: none"> Variant P_{max} ≤ 0.6 bar : as required (position error: with horizontal mounting: +0.1 mbar, with vertical mounting, pressure connection upward: +0.2 mbar) Variant P_{max} > 0.6 bar and ≤ 60 bar: as required, preferably with pressure connection in downward position Variant P_{max} = 100 bar: as required

1. General technical data

Product properties

Material

Make sure the device materials are compatible with the fluid you are using.

Further information can be found in chapter "3.1. Bürkert resistApp" on page 6.

Non wetted parts

Housing Stainless steel 1.4404 (316L)

Wetted parts

Process connection Stainless steel 1.4404 (316L)

Measuring element

- Variant P_{max} ≤ 0.6 bar: ceramic Al₂O₃ (99.6 %)
- Variant P_{max} > 0.6 bar and ≤ 60 bar: ceramic Al₂O₃ (96 %)
- Variant 0...100 bar: stainless steel

Seal

- Variant P_{max} ≤ 0.6 bar: FKM (others on request)
- Variant P_{max} > 0.6 bar and ≤ 60 bar: FKM (others on request)
- Variant P_{max} = 100 bar: none

Dimensions

Further information can be found in chapter "4. Dimensions" on page 6.

Weight

- Variant P_{max} ≤ 0.6 bar: approx. 120 g
- Variant P_{max} > 0.6 bar: approx. 90 g

Measurement technology

- Variant P_{max} ≤ 0.6 bar: ceramic
- Variant P_{max} > 0.6 bar and ≤ 60 bar: ceramic
- Variant P_{max} = 100 bar: metallic

Measured quantity

Relative pressure (absolute pressure on request)

Measuring range

- Variant P_{max} ≤ 0.6 bar 0...0.05, 0.1 or 0.25 (0...0.4 or 0.6 bar on request)
- Variant P_{max} > 0.6 bar and ≤ 60 bar:
 - 0...1, 4, 6, 10, 16, 40 (0...60 bar on request)
 - 0...50, 150 or 300 PSI
- Variant P_{max} = 100 bar : 0...100 bar

Performance data

Temperature coefficient

- Variant P_{max} ≤ 0.6 bar: ± 0.07 % of full scale/10K (the zero point and range at -15...+85 °C (+5...+185 °F))
- Variant P_{max} > 0.6 bar: ± 0.2 % of full scale/10K (in the range -15...+85 °C (+5...+185 °F))

Measuring range resolution

< 0.1 % of full scale

Measurement deviation

Sum of linearity, hysteresis and reproducibility, balancing accuracy of zero point and full scale

- Variant P_{max} ≤ 0.6 bar: ± 0.35 % of full scale (for full scale < 100 mbar: ± 0.7 % of full scale)
- Variant P_{max} > 0.6 bar: ± 0.5 % max. of full scale (typical; ± 0.3 % of full scale)

Response time

Suitable for static and dynamic measurements

- Variant P_{max} ≤ 0.6 bar: < 150 ms
- Variant P_{max} > 0.6 bar: < 2 ms, typical 1 ms

Load cycle

< 100 Hz

Overload / bursting pressure

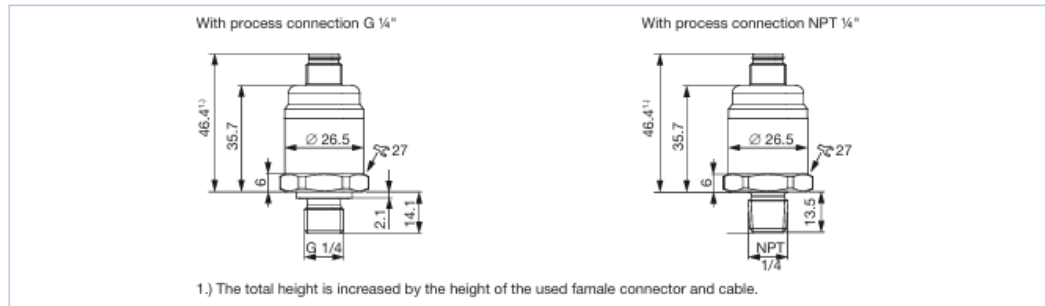
- Variant P_{max} ≤ 0.6 bar: 2 bar
- Variant P_{max} > 0.6 bar and ≤ 60 bar:
 - 3 x full scale (variant ≤ 0...4 bar)
 - 2.5 x full scale (0...4 bar < variant ≤ 0...60 bar)
- Variant P_{max} = 100 bar:
 - 3 x full scale (overload)
 - 6 x full scale (bursting pressure)

4. Dimensions

4.1. Variant $P_{max.} \leq 0.6$ bar

Note:

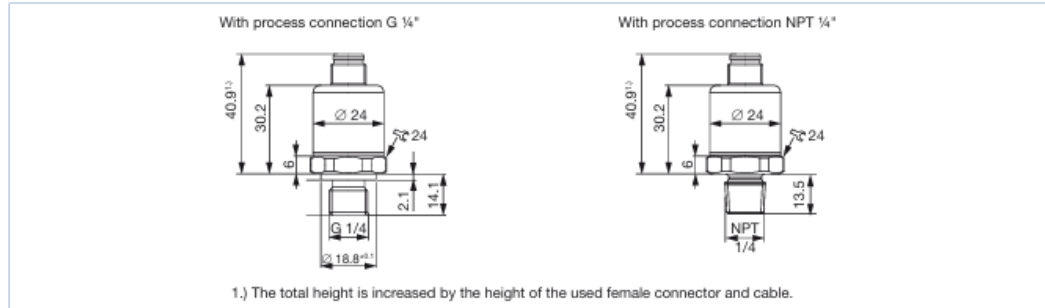
Dimensions in mm, unless otherwise stated



4.2. Variant $P_{max.} > 0.6$ bar and ≤ 60 bar

Note:

Dimensions in mm, unless otherwise stated



9.14 Hoja técnica de la bomba centrífuga



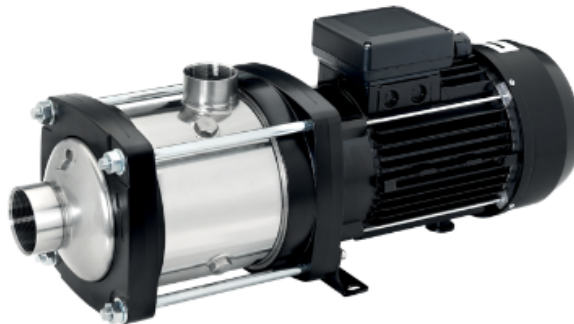
INFORMACION DE SELECCIÓN

SERIE MH - MONOFÁSICA

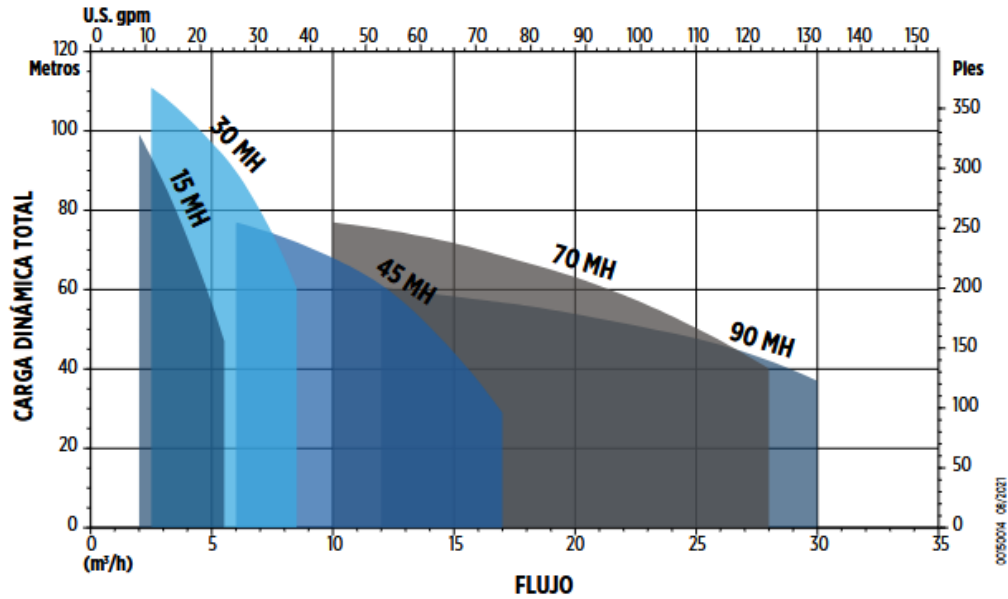
SERIE	HP	ETAPAS	SUCC/DESC	L/MIN	33	42	75	92	100	117	142	167	200	267	283	367	467	500	MODELO	NO. DE PARTE
				US GPM	9	11	20	24	26	31	37	44	53	70	75	96	123	132		
				CARGA EN METROS																
15 MH	1.5	5	1 1/2" x 1"	-	67	63	42	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15FMH5P-61 E2 IE1	96175215105
	2	7		-	96	90	61	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15FMH7P-61 E2 IE1	96175215107
30 MH	1.5	4	1 1/2" x 1"	-	-	63	57	53	50	45	33	-	-	-	-	-	-	-	30FMH4P-61 E2 IE1	96175230104
	2	5		-	-	77	69	64	61	54	39	-	-	-	-	-	-	-	30FMH5P-61 E2 IE1	96175230105
45 MH	1.5	2	1 1/2" x 1 1/4"	-	-	-	-	-	30	29	28	26	23	13	10	-	-	-	45FMH3P-61 E2 IE1	96175245103
	2	3		-	-	-	-	-	45	44	42	39	35	20	15	-	-	-	45FMH3P-61 E2 IE1	96175245103

SERIE MH - TRIFÁSICA

SERIE	HP	ETAPAS	SUCC/DESC	L/MIN	33	42	75	92	100	117	142	167	200	267	283	367	467	500	MODELO	NO. DE PARTE
				US GPM	9	11	20	24	26	31	37	44	53	70	75	96	123	132		
				CARGA EN METROS																
15 MH	1	3	1 1/2" x 1"	-	41	39	26	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15FMH3P-63 E2 IE3	96175015303
	1.5	4		-	55	52	35	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15FMH4P-63 E2 IE3	96175115304
	2	6		-	84	79	54	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15FMH6P-63 E2 IE3	96175115306
	3	7		-	99	94	65	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15FMH7P-63 E2 IE3	96175115307
30 MH	1	2	1 1/2" x 1"	-	-	31	28	26	25	22	16	-	-	-	-	-	-	-	30FMH2P-63 E2 IE3	96175030302
	1.5	3		-	-	46	42	38	37	32	24	-	-	-	-	-	-	-	30FMH3P-63 E2 IE3	96175130303
	2	4		-	-	63	57	53	50	45	33	-	-	-	-	-	-	-	30FMH4P-63 E2 IE3	96175130304
	3	6		-	-	94	85	79	75	67	50	-	-	-	-	-	-	-	30FMH6P-63 E2 IE3	96175130306
45 MH	2	2	1 1/2" x 1 1/4"	-	-	-	-	-	31	30	29	28	24.5	15	12	-	-	-	45FMH2P-63 E2 IE3	96175145302
	3	3		-	-	-	-	-	47	45	44	41	37	23	18	-	-	-	45FMH3P-63 E2 IE3	96175145303
	4	5		-	-	-	-	-	77	75	72	68	61	37	29	-	-	-	45FMH5P-63 E2 IE3	96175145305
	4	2		-	-	-	-	-	-	-	-	38	36	34	33	27	17	-	70FMH2P-63 E2 IE3	96175170302
70 MH	5.5	3	2" x 1 1/2"	-	-	-	-	-	-	-	-	56	54	50	49	42	27	-	70FMH3P-63 E2 IE3	96175070303
	7.5	4		-	-	-	-	-	-	-	-	77	75	70	69	59	40	-	70FMH4P-63 E2 IE3	96175070304
90 MH	5.5	2	2" x 1 1/2"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40.5	39	38	35	28	25	90FMH2P-63 E2 IE3	96175090302
	7.5	3		-	-	-	-	-	-	-	-	-	60.5	58	57	52	42	37	90FMH3P-63 E2 IE3	96175090303



CURVA DE FAMILIA



NOMENCLATURA

15 FMH 3 P - 6 3 E2 IE3

- Flujo nominal en GPM
- Serie de Bomba
- Número de Etapas
- Tipo de Conexión P = NPT
- Frecuencia 6 = 60 Hz
- Tipo de sello mecánico 1 (Monofásico) - 3 (Trifásico)
- Eficiencia del motor

COTIZACION

Ebenezer Soluciones

Fabiola Rivera | Ruc: 001-140689-0014T
Ingeniería Electrónica – Especialistas en Automatización
Correo: ebenezersoluciones15@gmail.com | Tel: 505-75091196

CLIENTE:

Luis Barba

Jueves, 09 de enero del 2025

Managua, Nicaragua

Ref.: ES0125-103

Agradecemos de antemano su interés en nuestros productos y servicios, sometemos a su consideración la presente oferta que lleva como título:

"Modulos simatic para sistema canal de riego"

Item	Cant.	DESCRIPCION	PRECIO/U	PRECIO
01	1	563780 Transmisor de presion BURKERT TYPE 8316 IP67, Plug M12, Rango: 0-10Bar, Out: 4 -20mA	10,619.80	10,619.80
02	3	783793 Switch flotador simple BURKERT TYPE TCL001 contacto NC/NO 250V, contacto REED, Horizontal	2,233.80	6,701.40
03	1	814501 Torre Luminica MANNER TL70B-GYRQ IP65, supply 12-30VDC, 5 pins Plug M12, 91-104dB	9,740.00	9,740.00
No cobramos IVA			TOTAL	C\$ 27,061.20

Términos Generales.

Garantía: 30 días por el servicio
Condiciones de pago: De contado
Validez de la oferta: 15 días
Tiempo de entrega: 15 días

Observaciones:

COTIZACION

Ebenezer Soluciones

Fabiola Rivera | Ruc: 001-140689-0014T
Ingeniería Electrónica – Especialistas en Automatización
Correo: ebenezersoluciones15@gmail.com | Tel: 505-75091196

CLIENTE:

Luis Barba

Jueves, 09 de enero del 2025

Managua, Nicaragua

Ref.: ES0125-102

Agradecemos de antemano su interés en nuestros productos y servicios, sometemos a su consideración la presente oferta que lleva como título:

"Modulos simatic para sistema canal de riego"

Item	Cant.	DESCRIPCION	PRECIO/U	PRECIO
01	1	6AV2123-2DB03-0AX0 SIMATIC HMI, KTP400 Basic, key touch, 4" TFT Display 65536 colors, Profinet interface	18,177.90	18,177.90
02	1	6ED1052-1MD08-0BA2 LOGO! 12/24RCE, logic module, display power supply/ I/O: 12/ 24 V DC/relay, 8 DI (4 AI)/4 DO, memory 400 blocks, Ethernet, integrated Web Server	8,563.80	8,563.80
03	1	6EP3333-7SB00-0AX0 SITOP PSU6200 24V /5A Stabilized power supply, input: 120-240VAC	10,906.72	10,906.72
04	1	6ED1055-1CB00-0BA2 LOGO DM8 24 expansion module PS/I/O: 24V/24V/Trans 4 DI 4DO	6,301.66	6,301.66
No cobramos IVA			TOTAL C\$	43,950.08

Términos Generales.

Garantía: 30 días por el servicio

Condiciones de pago: De contado

Validez de la oferta: 15 días

Tiempo de entrega: 15 días

Observaciones:

EMEBSA
Electromecánica y Equipo de Bombeo, S.A.
RUC J0310000311390

Managua, 12 de enero 2025

OFERTA N° EM-120125-008

Sr. Carlo Barba.

Estimado Ingeniero Barba:

Atendiendo a su gentil solicitud, le remito nuestra oferta técnica y económica, por suministros de los siguientes equipos:

Alcances:

ITEMS	CANT	DESCRIPCION	P. U	Total
1.00	1.00	Suministro de Variador de frecuencia C1-055LFU de 7.5 HP, 220 VAC trifásico torque constante heavy Duty	C\$ 32,385.04	C\$ 32,385.04
2.00	1.00	Bomba Horizontal multietapas Modelo: 70MH3P marca franklin electric acoplada a motor weg 3/60/230-460v 11.8/5.90 a 5 hp succ/desc 2" x 2" q=60 gpm @ 70 psi	C\$ 76,911.03	C\$ 76,911.03

Nota: Confirmar si aplican retenciones

Hacer Ck a nombre de: EMEBSA/William Martinez

NOTA: Esta oferta contempla mano de obra.

Sub Total C\$ 109,296.07

Iva C\$ 16,394.41

Gran total C\$ 125,690.48

Condiciones:

- 1. Forma de Pago:** 15 días de crédito
- 2. Tiempo de entrega:** Inmediata.
- 3. Validez de la oferta:** 15 días.

William Martínez López
Gerente de Proyectos
EMEBSA.