



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

TRABAJO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

TEMA:

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR AGUA “CHILLER” MEDIANTE SISTEMA SCADA PARA EL TALLER H-FRIO

Autor:

JOSEPH ELÍAS HERNÁNDEZ PALADINES

Tutor:

ING. VÍCTOR MANUEL HUILCAPI SUBÍA, PhD.

GUAYAQUIL-ECUADOR

MARZO 2021

DEDICATORIA

El presente proyecto de titulación, se lo dedico a mi familia; especialmente a mis padres, quienes con su apoyo incondicional han fortalecido mi carácter y me han motivado a buscar un futuro sustentable, de tal forma que a través de mi preparación como profesional, pueda defenderme en ámbitos laborales y sociales.

AGRADECIMIENTO

En primera instancia, agradezco a Dios, por darme la oportunidad de cumplir una de mis metas, por permitirme gozar de esta gran etapa académica; así mismo, agradezco a mis padres, quienes con mucho amor y esfuerzo fueron mi sustento y la esencia de cada logro obtenido. Agradezco a mis hermanos, por convertirse en una de mis motivaciones para cada día luchar por mis sueños y nunca rendirme, por último, quiero agradecer infinitamente, a mi tutor de tesis, por ser mi guía académico y sobre todo por ser un modelo a seguir, para quienes buscan un mejor futuro.

RESUMEN

Actualmente, las condiciones en las que se encuentra el sistema climatizado de un vehículo permiten estandarizar la optimización del confort para los ocupantes del interior del mismo. Cuando este sistema sufre algún daño, los usuarios asisten de forma temprana a los diferentes talleres que ofertan este servicio, para su consecuente reparación. Este proyecto está basado en el diseño e implementación de un sistema de enfriamiento por agua CHILLER mediante el sistema SCADA, el mismo que optimiza la atención al usuario por la disminución del tiempo de reparación, ya que mejora las condiciones de trabajo de los técnicos encargados, mediante el enfriamiento forzado del motor, evitando de esta forma el riesgo de quemaduras por contacto. Además, el control PI tiene la función de controlar la temperatura del automotor; es así que, el uso de programación digital que brinda el sistema SCADA, al realizar a distancia, un monitoreo y control eficaz en los sistemas de aire, a través de un software integrado que facilita las funciones en los tiempos establecidos, reduciendo costos y optimizando un mayor porcentaje de productividad.

En este caso para el taller en estudio, H-Frio. Por lo tanto, este proyecto técnico utilizó una metodología con enfoque investigativo, puesto que se ha realizado un prototipo para contribuir de forma positiva a otros proyectos vinculados a la UPS, de donde se obtuvieron resultados satisfactorios en cuanto al diseño del prototipo; sin embargo, es de suma importancia recalcar que durante el proceso de configuración se pueden presentar problemas leves.

Palabras claves: *aire acondicionado, temperatura, Chiller, SCADA*

ABSTRAC

Currently, the conditions in which the air conditioning system of a vehicle is found allow standardizing the optimization of comfort for the occupants inside the vehicle. When this system suffers any damage, users go early to the different workshops that offer this service, for its consequent repair. This project is based on the design and implementation of a CHILLER water cooling system through the SCADA system, which optimizes user service by reducing repair time, since it improves the working conditions of the technicians in charge, by forced cooling of the motor, thus avoiding the risk of contact burns. In addition, PI control has the function of controlling the temperature of the railcar; Thus, the use of digital programming provided by the SCADA system, by performing remote monitoring and effective control in air systems, through integrated software that facilitates the functions in the established times, reducing costs and optimizing a higher percentage of productivity.

In this case for the workshop under study, H-Frio. Therefore, this technical project used a methodology with an investigative approach, since a prototype has been made to contribute positively to other projects linked to the UPS, from which satisfactory results were obtained in terms of the design of the prototype; however, it is very important to emphasize that minor problems may occur during the configuration process.

Keywords: air conditioning, temperature, Chiller, SCADA

Contenido

INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO I	12
1. PROBLEMA	12
1.1 Descripción Del Problema	12
1.2 Antecedentes	12
1.3 Importancia y alcances.....	13
1.4 Delimitación	14
1.4.1 Temporal.....	14
1.4.2 Espacial	14
.....	15
1.4.3 Académica	15
1.5 Objetivos.....	16
1.5.1 Objetivo General.....	16
1.5.2 Objetivo Específicos	16
CAPÍTULO II	17
MARCO TEÓRICO	17
2.1 Sistema de climatización automotriz	17
2.2 Sistema de enfriamiento por Agua (Chiller).....	17
2.2.1 Funcionamiento del sistema Chiller	18
2.3 PCL (Programmable Logic Controller o Controlador Lógico Programable)	20
2.3.1 Tipos de señales utilizadas para un PLC.....	23
2.4 Sistema SCADA	23
2.4.1 Características generales	23
2.4.2 Componentes Hardware SCADA	25
2.4.3 Componentes Software SCADA.....	26
2.5 Profinet.....	27
2.6 Ventajas y Desventajas.....	30
2.7 Sensores y actuadores	32
2.8 Control PID.....	33
2.8.1 Proporcional.....	33
2.8.2 Integral	33
2.8.3 Derivativa	34
2.9 Breques.....	34
2.10 Canaleta ranurada.....	34
2.11 Borneras	34

2.12 Contactor.....	34
2.13 Transmisores de presión	34
2.14 Transmisores de temperatura.....	35
2.15 Riel din	35
2.16 Relevadores.....	35
CAPÍTULO III.....	36
MARCO METODOLÓGICO	36
3.1 Metodología de la investigación.....	36
3.2 Diseño de la propuesta.....	37
3.3 Diseño de estructura del sistema de enfriamiento por agua CHILLER	39
3.4 Diseño de Tablero de control.....	42
3.5 Programación en Tía Portal del PLC s71200.....	47
3.5.1 <i>Variables del PLC</i>	48
3.6 Programación KOP KONTAKTPLAN (Diagrama de contactos de Escalera)	50
3.6.1 <i>Segmentos en la programación KOP KONTAKPLAN</i>	50
3.6.2 <i>Bloque de funciones</i>	54
3.6.3 <i>Bloque de funciones para animación</i>	55
3.7 Programación en tía portal del sistema scada	58
3.7.1 <i>Variables para el sistema SCADA</i>	58
3.7.2 <i>Componentes</i>	59
CAPÍTULO IV	62
4.1 Resultados	62
CONCLUSIONES	68
RECOMENDACIONES	68
ANEXOS.....	69
Anexo 1. Plano del control Chiller	69
Anexo 2. Potencia del diagrama Chiller	70
Anexo 3. Transmisores Chiller	71
Bibliografía	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del taller H-Frío, sede Machala.....	15
Figura 2. Ubicación de la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Guayaquil.....	16
Figura 3. Partes del Chiller	19
Figura 4. Estructura general de un PLC	20
Figura 5. Ciclo de operación del PLC	22
Figura 6. Almacenamiento de datos en archivo central, disponible desde varias terminales	24
Figura 7. Flexibilidad Profinet.....	28
Figura 8. Redes Profinet	29
Figura 9. Ejemplos de conexión Profinet.....	31
Figura 10. Sistema de control PID.....	33
Figura 11. Ubicación del Chiller para el taller H-Frío.....	37
Figura 12. <i>Diagrama de bloque con la respectiva red profinet</i>	38
Figura 13. Diseño para base de compresor Chiller	39
Figura 14. Base y columnas para compresor Chiller.....	40
Figura 15. Colocación de tubos de cobre y tuberías PVC.....	40
Figura 16. Colación del difusor.....	41
Figura 17. Funcionamiento del Prototipo.....	42
Figura 18. Tablero de control	43
Figura 19. Sensores de presión, de temperatura para el PI y CHILLER; sistema de fuerza para el sistema de cargas.....	43
Figura 20. Diseño de regletas o sistema rieldin	44
Figura 21. Tapa del tablero de control.....	44
Figura 22. Conexión del sistema de relevadores del PLC, sistema contactor y guarda motor	45
Figura 23. Sistema cableado de la luz piloto, los pulsadores	45
Figura 24. Prueba piloto del sistema del PLC conectado al computador.....	46
Figura 25. Sistema de carga para el funcionamiento del CHILLER.....	46
Figura 26. Software de programación.....	47
Figura 27. Controlador CPU 1214C DC/DC/DC.....	47
Figura 28- Elección del módulo expansivo de entrada analógica	48
Figura 29. Variables de entrada.....	48
Figura 30. Variables de marca.....	49
Figura 31. Variables de salida.....	49
Figura 32. Creación de bloques en Main Chiller OB1	50
Figura 33. Segmento para el inicio de programación.....	50
Figura 34. Segmento para el encendido del compresor	51
Figura 35. Segmento para el encendido del ventilador.....	51
Figura 36. Segmento para el encendido de la bomba de agua.....	51
Figura 37. Segmento de animaciones para el compresor, ventilador, bomba de agua, tanque y tubular frío	52

Figura 38. Segmento para la temperatura del difusor.....	52
Figura 39. Segmento para la temperatura del PI	52
Figura 40. Temperatura de presión de gas r1334 por baja y alta	53
Figura 41. Segmento de configuración del PID.....	53
Figura 42. Segmento de alarmas y avisos	53
Figura 43. Segmento de encendido y apagado del compresor o controlador de temperatura.....	54
Figura 44. Bloques de funciones para alarmas	54
Figura 45. Bloques de funciones para histéresis, set y reset automático del compresor.....	55
Figura 46. Control PI para automatizar el sistema de blowers	55
Figura 47. Tanque de agua animado	56
Figura 48. Tubular frio	56
Figura 49. Ventilador animado	57
Figura 50. Alarma de bloque de datos.....	57
Figura 51. Configuración del SIMATIC PC station conectado con WinCCRT Ad.....	58
Figura 52. Variables para el sistema.....	58
Figura 53. Presentación	59
Figura 54. Proceso	59
Figura 55. Graficador de temperatura.....	60
Figura 56. Monitor	60
Figura 57. Indicador de alarmas	61
Figura 58. Prueba de temperatura del automotor	62
Figura 59. Aplicación del sistema de enfriamiento por Agua Chiller.....	63
Figura 60. Sistema Scada para la visualización del funcionamiento del sistema.....	64
Figura 61. Ingreso de la temperatura en el monitor del SCADA	64
Figura 62. Enfriamiento en el automotor del aire acondicionado	65
Figura 63. Visualización de temperatura	65
Figura 64: Regulación de temperatura	66
Figura 65. Funcionamiento del panel de control del Chiller	66
Figura 66. Parámetros del PI.....	67
Figura 67. Plano Chiller	69
Figura 68. Potencia del diagrama Chiller	70
Figura 69. Transmisores Chiller	71

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el sistema climatizado de un vehículo se ha convertido en una necesidad para los conductores; ya que las condiciones en las que se encuentre el sistema de climatización del mismo, determinarán qué tan óptimo está para que sus ocupantes sientan confort durante el tiempo transcurrido en su viaje. Normalmente los niveles de temperatura corporal oscilan entre 35.5 °C y 37 °C, pero la temperatura que se debería mantener dentro de un sistema automotriz que asegure la concentración, lucidez y confort del conductor y por ende de sus ocupantes, debería oscilar entre 18 °C y 25 °C, según las normas que estandarizan las condiciones óptimas dentro de un habitáculo automotriz (Szcurek & Maciejewska, 2015)

Al requerirse entonces un sistema acondicionado dentro de los vehículos que asegure el confort, éste se convierte en una necesidad para el usuario, y por ende cuando se suscitan daños repentinos los interesados asisten a lugares de reparación del mismo. El problema radica en la resolución del daño debido a que generalmente los motores se encuentran a temperaturas muy altas, creando el riesgo de quemaduras por contacto en los técnicos de climatización (Cachago, 2020). Esta problemática lleva a replantear el diseño de un sistema de enfriamiento de agua que ayude a controlar los niveles de temperatura del compresor, este sistema es conocido como Chiller.

Ciertamente, el Chiller es una unidad generadora de agua helada, es decir un refrigerador de líquido que utiliza un sistema de intercambio térmico para el enfriamiento de agua al remover el calor por expansión directa, esto crea un escenario óptimo para realizar el trabajo de mantenimiento, beneficiando tanto al ejecutor como al usuario que en la mayoría de ocasiones requieren una respuesta rápida en la corrección del sistema del aire (Bengtsson & et, 2019)

En contraste con el uso de las evaporadoras de aire convencionales que suelen emplearse para el mantenimiento de motores y compresores de aire, la implementación del equipo Chiller representa una gran ventaja debido a que tienen la capacidad de llevar el agua refrigerada a los procesos remotos, es decir puede monitorear y controlar la temperatura de las unidades desde cualquier distancia (Bengtsson & et, 2019)

Además, para este proceso es posible implementar el “SCADA”, por sus siglas en inglés, Supervisory Control and Data Acquisition, el cual es un sistema de control, supervisión y adquisición de datos que permiten mantener un monitoreo del sistema local o remoto gracias a una interfaz gráfica que da lugar a la comunicación entre el usuario y el sistema. Esto es dado gracias a la implementación de un software que realiza la supervisión y el monitoreo de todas las acciones previamente dispuestas y programadas en un dispositivo de control desde una planta industrial (Bárzaga & et, 2016)

Este sistema es diseñado especialmente para interactuar sobre ordenadores de producción a través de la comunicación digital con instrumentos, actores y un entorno que permite la visualización gráfica de las imágenes, para supervisar y adquirir datos con facilidad. Los SCADA favorecen la conectividad con otras aplicaciones por su flexibilidad y alta capacidad de adaptación y ampliación, mejorando así los procesos de regulación autónoma (Pérez, 2015)

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA

1.1 Descripción Del Problema

El taller H-frío, es un establecimiento de reparación y mantenimiento de aire acondicionado de todo tipo de vehículos. Este taller no cuenta con un sistema de enfriamiento por agua “Chiller” para automotores, el cual facilita la ejecución de los procesos de mantenimiento y reparación por el cambio de temperatura en los mismos, situación que expone al personal técnico a un alto riesgo de quemaduras por contacto debido a que los motores de los vehículos que son llevados para su reparación se encuentran en elevadas temperaturas y en muchas ocasiones los usuarios requieren la solución de tal problema de forma inmediata sin conocer el riesgo al que se expone aquel que realiza la obra de reparación.

El número de clientes que asisten diariamente al taller antes mencionado va en aumento, por ende, el tiempo de atención y resolución se acorta en cada sesión. La implementación del Sistema Chiller, permitiría solucionar de manera inmediata el proceso de reparación del sistema de A/C, satisfaciendo así la necesidad del usuario y disminuyendo los tiempos de espera.

1.2 Antecedentes

En la actualidad, el uso de aires acondicionados se ha convertido en una de las necesidades de los sectores públicos y privados por efecto de las ventajas que el empleo del mismo ofrece respecto al inmueble que lo requiere. Cuando este tipo de artefactos presentan ciertos problemas, los consumidores asisten de forma temprana a los diferentes puntos de reparación y mantenimiento para que ello sea solucionado de inmediato. El problema radica en mayor medida en el tiempo de intervención, como consecuencia de la condición por efecto de la temperatura de los motores o compresores, ya que, al estar con temperaturas muy altas, dificulta el trabajo inmediato para el operador técnico por el riesgo de quemaduras por contacto.

Para ello, se ha implementado el uso del Chiller, que actúa como un equipo de climatización para aumentar o disminuir temperaturas según se requiera, siendo una excelente opción para trabajar en aires acondicionados que necesiten de un mantenimiento inmediato por el enfriamiento a presión, ya que trabaja como un refrigerador de líquido mediante el intercambio térmico a través de un sistema de expansión directa.

1.3 Importancia y alcances

El taller H-Frio inicia sus actividades en el año 1994 en la ciudad de Machala, convirtiéndose en un ícono industrial dedicado a la venta, instalación, reparación y mantenimiento de sistemas de climatización, como lo son los aires acondicionados. A pesar de su amplio recorrido en este tipo de actividades, se ha logrado identificar a través de un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el trabajo, el riesgo que sus operadores tienen en la manipulación de los instrumentos, cuando se llevan a cabo los procesos de reparación de los mismos, por efecto de las condiciones térmicas en los que éstos se encuentran.

Por esta razón, se realizó una evaluación inicial que ha permitido determinar nuevas técnicas que disminuyan el riesgo antes mencionado y aumenten la probabilidad de brindar un mejor servicio a sus clientes manejando tiempos más cortos y aumentando así la productividad.

Ciertamente, este taller es una empresa que cuida de la integridad de sus trabajadores; por ende, cumplir con los requerimientos de la Ley de Seguridad y Salud Ocupacional es una de sus demandas continuas, al implementar nuevas técnicas en la reparación y mantenimiento de estos sistemas de aire, puesto que logra evitar accidentes laborales y, en consecuencia, la productividad mejora a corto plazo, porque las solicitudes de servicio pueden ser cubiertas en un menor tiempo.

Ante esto; articulistas como Telmo & et al. (2018) respaldan lo dicho, con una de sus investigaciones, donde descubrieron que la utilización de este sistema, está acorde a la nueva era de la tecnología siendo uno de los sistemas más actuales y con beneficios energéticos para la industria. Es decir que, este sector podría ser beneficiado de una atención con alta

tecnología por el diseño de un software que controla y monitorea el desempeño de los equipos desde una base de datos, como el sistema SCADA; el cual puede ser acoplado al sistema de enfriamiento por agua, Chiller.

Por otro lado, en otros estudios relacionados a la problemática, Portales & et al. (2019) demuestran en uno de sus artículos que el sistema SCADA es una herramienta eficaz para la supervisión y control de maquinarias; determinando que el modo de aplicación del mismo debe ser constante y responsable. Otra de las cosas que señalan en cuanto al sistema Chiller, es que, para el enfriamiento del agua existe un responsable intercambiador térmico que varía la carga del mismo con una potencia de 15 kW, capaz de controlar la temperatura del agua; demostrándose la rapidez de usabilidad y fiabilidad ante el uso de este sistema frente equipos primarios.

Contrastando lo dicho, Castro & et al. (2020) asumen que la funcionalidad e importancia del sistema Chiller, radica en un proceso termodinámico durante el proceso perteneciente al enfriamiento, es decir que bombea un líquido refrigerado para finalmente eliminar el calor del equipo y de esta forma canalizarlo nuevamente.

1.4 Delimitación

1.4.1 Temporal

La implementación del presente proyecto, está previsto desde diciembre del 2020 hasta mayo del 2021.

1.4.2 Espacial

Este sistema será aplicado en el área de producción del taller H-frío ubicado en la ciudad de Machala de la provincia de El Oro en Ecuador.

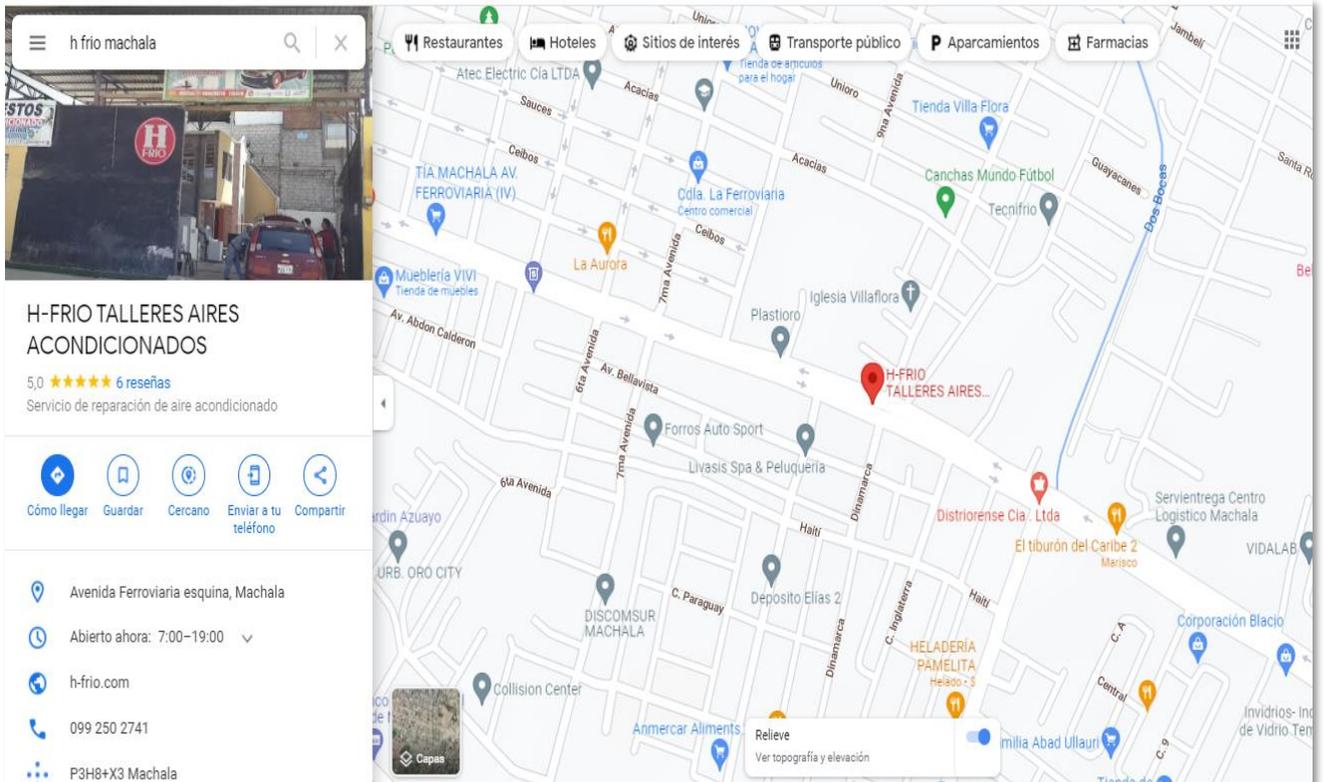


Figura 1. Ubicación del taller H-Frio, sede Machala

Fuente: Google Maps

1.4.3 Académica

El Proyecto técnico planteado, cumplirá con las exigencias de la Universidad Politécnica abarcando varias materias estudiadas en la carrera de Ingeniería Electrónica, tales como: circuitos eléctricos industriales, automatización industrial 1 y 2, que en conjunto aportan gran cantidad de conocimientos en el proceso de este trabajo de titulación, desde un eje teórico-práctico, necesario para la implementación de cada detalle adaptado a esta investigación de diseño metodológico.

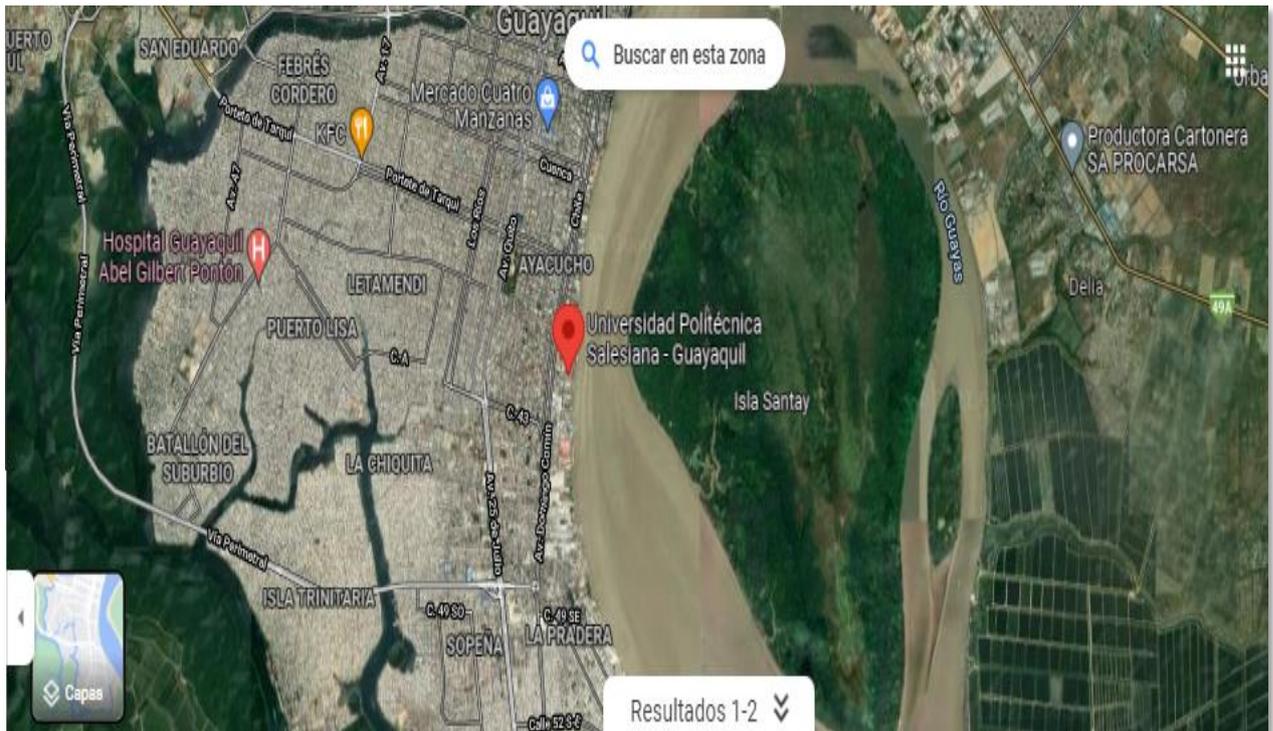


Figura 2. Ubicación de la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Guayaquil

Fuente: Google Maps

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

- Diseñar e implementar un sistema de enfriamiento por agua “Chiller” mediante sistema SCADA para el taller H-frio.

1.5.2 Objetivo Específicos

- Diseñar un SCADA para el monitoreo del sistema utilizando el PLC s7 1200 para todo el control de enfriamiento Chiller y blowers a través de una red profinet.
- Programar el control (ON, OFF, FALLO Y EL CONTROLADOR PI) de los 2 blowers.
- Implementar un sistema de seguridad en todo el circuito de control para parar todo el proceso, si el funcionamiento del sistema presenta un error eléctrico o electrónico.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Sistema de climatización automotriz

El sistema de climatización de un automóvil es una de las partes más importantes, ya que de esta depende la comodidad del conductor y acompañante, sobre todo en temporada de verano. Para autores como, el sistema de climatización es considerado como uno de los sistemas que ayudan a climatizar el automóvil juntamente con el aire acondicionado, los cuales trabajan con una variación de gases (Vásconez, 2021)

Mientras tanto, otros autores como Rocha & Villagómez (2019), asumen que el sistema de climatización es el reflejo del estado en el que se encuentra la ventilación del automóvil, el mismo que debe tener sus respectivos mantenimientos por motivos de salud y conservación de la máquina.

2.2 Sistema de enfriamiento por Agua (Chiller)

El sistema Chiller, es un “enfriador indirecto” utilizado en la industria para enfriar o calentar según las necesidades que requieran la utilización del mismo, entre los más usados actualmente están los CFC y HCFC, basados en curvas de operación. Algunos especialistas, señalan que, usar este sistema ayuda a disminuir fugas e incluso evitar recalentamiento del equipo primario; además, el Chiller se caracteriza por ser un refrigerador de líquido, puesto que su sistema trabaja mediante el intercambio térmico (Moreno & et, 2019)

Entre sus características principales se pueden denotar las siguientes:

- Si el equipo primario está en función de calor, puede llegar a convertirse en una bomba que transmite calor, manteniendo el líquido caliente.
- Y si el equipo primario está en función de frío, de la misma forma puede mantener el líquido refrigerado.

2.2.1 Funcionamiento del sistema Chiller

En cuanto al funcionamiento, es imprescindible saber que los sistemas de agua helada son la solución más rápida para requerimientos de aire; por ende, es importante que puedan ser drenados. Ante esto, Colorado (2015) señala que los especialistas en esta área deben tomar en cuenta que los principales métodos de enfriamiento industrial de este sistema son absorción y compresión (Zúñiga & et, 2019)

Esto significa que, cuando el ciclo de refrigeración está entra en proceso industrial, el refrigerante es extraído por el compresor y a su vez lo lleva comprimido hacia el condensador, allí el gas de estado caliente del compresor se va directamente hacia el condensador, donde su calor es emitido a un medio refrigerante, pudiendo ser de agua o aire, del tal modo que, el calor que ha sido extraído condense al refrigerante en alta presión.

Si bien es cierto, el refrigerante líquido puede ser transmitido hacia la vulva de expansión y a su vez ser inyectado en el evaporador, produciendo que el ciclo sea reiniciado (Moreno & et, 2019, pág. 22)

Tal y como se muestra en la figura 3 el sistema Chiller está compuesto por 22 partes importantes para su correcto funcionamiento; sin embargo, a continuación, se explican las más importantes:

- **Compresor:** Se considera como la parte esencial del Chiller, puesto que se encarga de generar la presión, que permite al refrigerante trabajar de manera indefinida. Su función principal es ayudar que la presión y la temperatura se eleven en forma de gas y de esta manera dirigirlo hacia el condensador.
- **Condensador:** Su función principal es transformar el refrigerante de un estado gaseoso al líquido, logrando rechazar niveles de calor extraídos del equipo primario, el mismo proceso se realiza al tratarse de agua.
- **Filtro de humedad:** Ayuda a la eliminación de partículas sólidas que se encuentran obstruyendo el sistema

- **Válvula de expansión:** Esta válvula ayuda a controlar el paso del refrigerante, el mismo que a su vez es dirigido mediante la expansión requerida por el sistema perteneciente al aire acondicionado, esta presión circula mediante bobinas del evaporador lo que da como resultado el enfriamiento el refrigerante; es decir que permite un control estricto del sobrecalentamiento.

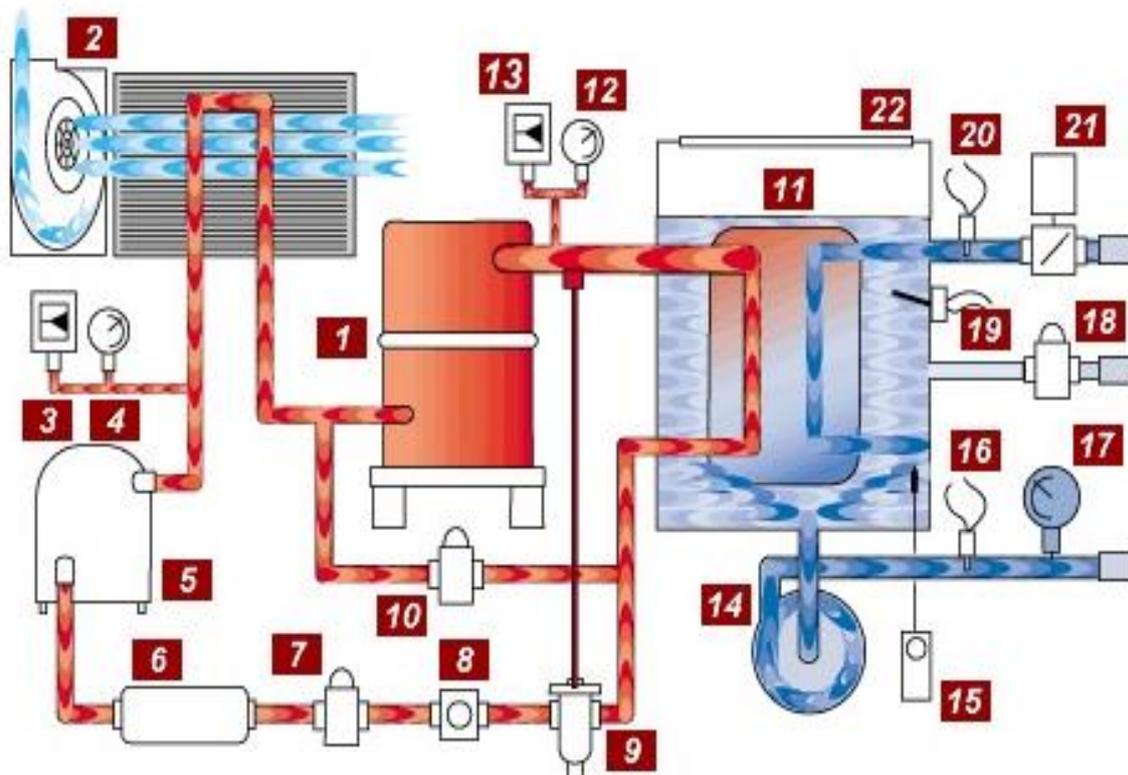


Figura 3. Partes del Chiller

Fuente: (Airson , 2021)

A su vez, Cheppudira & et al (2017) en uno de sus artículos afirman que el equipo Chiller es tan eficiente que puede llegar a enfriar el agua hasta 6 °C, generalmente este tipo de equipos son utilizados en lugares amplios debido a su tamaño; ya que su funcionamiento cambia de acuerdo a su tamaño; en la industria tecnológica es uno de los más solicitados, puesto que puede cumplir dos roles importantes, siendo un frigorífico y una bomba de calor.

2.3 PCL (Programmable Logic Controller o Controlador Lógico Programable)

Un controlador lógico programable más conocido como PCL, es un computador diseñado para automatizar cualquier tipo de procesos derivados de la ingeniería automática, ligadas a atracciones mecánicas. Entre otras particularidades, es uno de los programadores más ágiles dentro de la industria, presentando inmunidad al ruido eléctrico que incluso es resistente al impacto de grandes vibraciones (Vidal, 2015).

A diferencia de computador común, este PCL tiene múltiples salidas y entradas, por ejemplo, sensores, controladores, temporizadores y cualquier otra señal que entre al PLC; después de recibir las entradas, el controlador lógico envía las señales de salida correspondientes las cuales hacen actuar válvulas, pistones, lámparas hasta motores eléctricos.

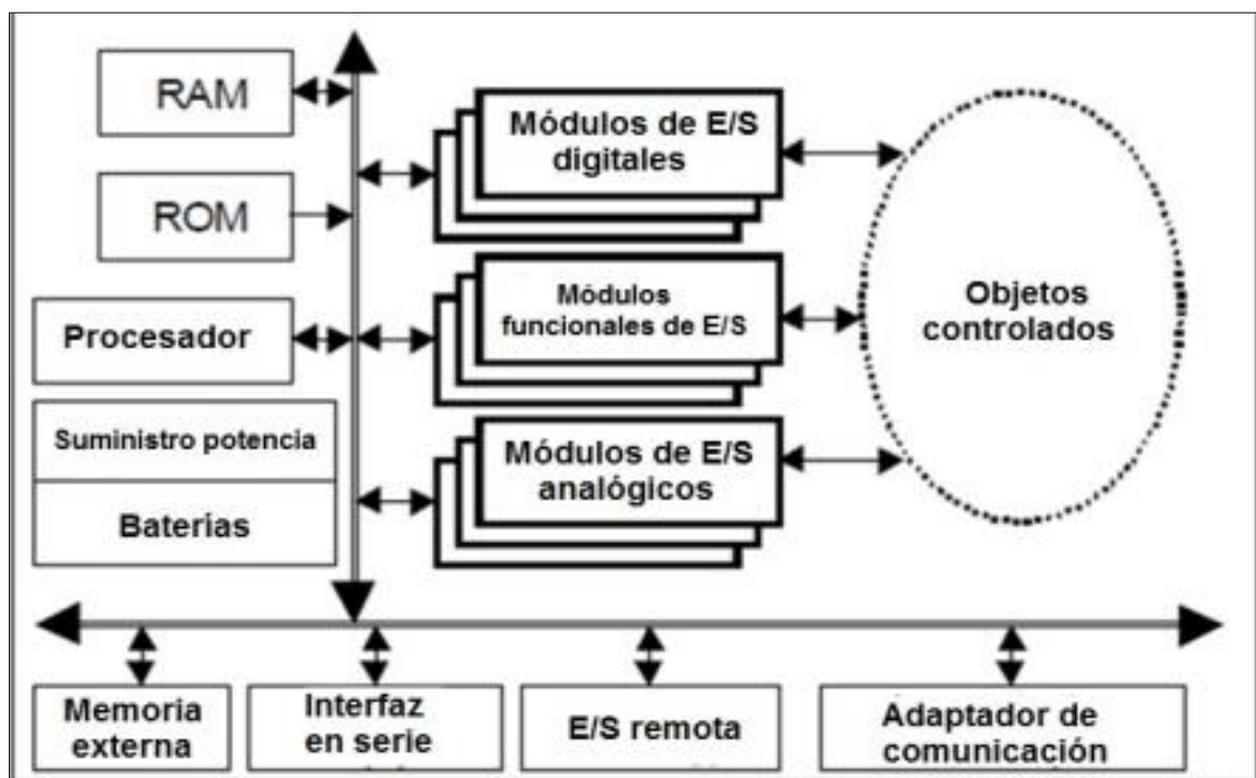


Figura 4. Estructura general de un PLC

Fuente: (Erasmus, 2011, pág. 9)

Como se puede notar en la figura 4 para el funcionamiento del sistema es importante la presencia de un “suministro de potencia”, que pueda facilitar el proceso desde los controladores internos hasta los bloques para de esta manera controlar los voltajes. Otras

definiciones, determinan a los PCL como dispositivos muy rápidos y versátiles en el desarrollo del diseño de aplicaciones de tipo industrial que incluso pueden llegar a ser especialistas para la domótica (Rodríguez & et, 2015).

Desde el enfoque de Erasmus (2011), el CPU es una de las partes esenciales del PLC, el mismo que trabaja con valores de 4v hasta 24v mediante operaciones numéricas, logrando así encontrar de una manera más rápida errores en un lapso corto de tiempo.

En consonancia, Ahmed & et al (2019) admiten que los principales componentes del PLC son los detallados a continuación:

- Programador, quien se encarga de realizar el programa y a su vez controla que el proceso asignado sea el correcto
- Sensores: Son considerados como un sistema de medición, pudiendo ser de presión, temperatura y demás; con el único de fin que el sistema de programación trabaje sin ningún problema técnico.
- CPU: Nombrado como el cerebro del PLC, se encarga de que accionar sobre las variables de salida
- Memoria de Trabajo: Memoria RAM
- Memoria del programa: Es la memoria Interna donde están todos los programas
- Circuitos de entrada y salida: Inician el programa y acciones del PLC

Ventajas del PLC

En uno de los proyectos técnicos realizados por Cortez, (2015), usar un PLC, es tener beneficios particulares, por ejemplo:

- Tiene uso industrial y también domiciliario; siempre y cuando el técnico sea especializado en su usabilidad

- Las modificaciones que se presenten en el transcurso de la operacionalidad, pueden realizarse sin cambiar el cableado
- Su control y ejecución puede ser a distancia
- Su mantenimiento es económico y en poco tiempo
- Rapidez en el tiempo de escaneo

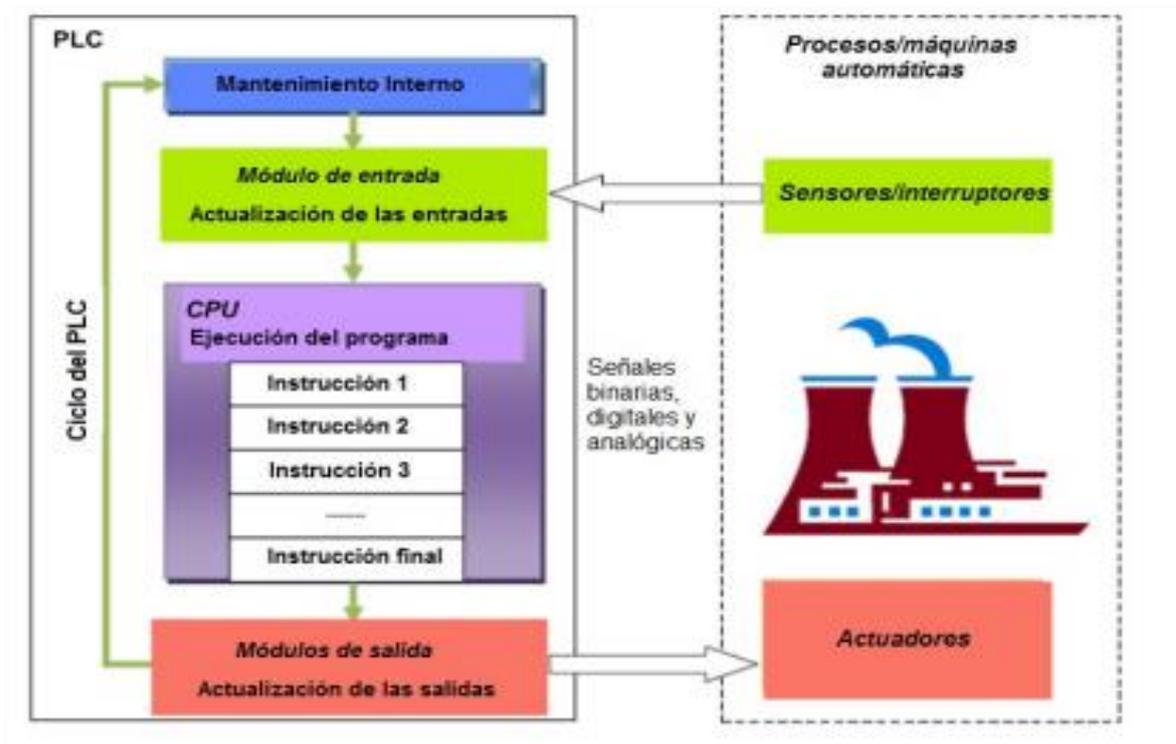


Figura 5. Ciclo de operación del PLC

Fuente: (Erasmus, 2011)

Ahora bien, en cuanto a su funcionamiento, existen cuatro etapas que para Erasmus (2011) son imprescindibles de conocer:

- Su funcionamiento es cíclico y comienza con un trabajo interno de autodiagnóstico de modo que el usuario no lo percibe
- La segunda etapa, es la actualización de sus entradas, emitiendo señales digitales o binarias, enviadas desde el CPU guardándose en la memoria

- La tercera etapa, consta de la ejecución del programa generando nuevas señales de salida
- Y la última etapa, se actualizan las señales de salidas enviándose un mensaje desde los datos de la memoria hasta volver a empezar un nuevo ciclo.

2.3.1 Tipos de señales utilizadas para un PLC

Generalmente los PLC emiten y receptan señales eléctricas, las mismas que son demostradas a través de variables físicas como por ejemplo temperatura y presión. Bajo la ideología de Reijnen & et al (2020) existen diferentes tipos de señales, entre estas: las señales binarias que son aquellas que están combinadas de un bit y a su vez con dos valores que se codifican con un interruptor; las señales digitales que son la secuencia de las binarias llamadas bit y por último están las señales analógicas que poseen números infinitos en cuanto a sus valores, sin embargo en la actualidad las señales analógicas ya no son usadas, sino más bien con mayor frecuencia las digitales.

2.4 Sistema SCADA

El sistema SCADA, está formado por diferentes aplicaciones que forman parte de un software, el mismo que sirve para procesos de automatización control mediante una computadora (Pérez, 2015).

Este sistema permite que los dispositivos puedan comunicarse entre sí, desde los controladores que son autónomos hasta sistemas dosificadores, con el objetivo de que el proceso que realiza sea controlado de manera automática desde el PC.

2.4.1 Características generales

Para Bárzaga & et al (2016) señalan a los sistemas SCADA como supervisores, característica articular que muy pocos sistemas tienen, sobre todo con la función de automatización más actual del siglo XXI. De hecho, mediante una red industrial tiene una comunicación directa con los controladores lógicos programables más conocidos como PLC. Es decir que, el

sistema se encarga de supervisar y monitorear aquello que está pasando en la planta, tanto así que, puede realizar modificaciones en tiempo real.

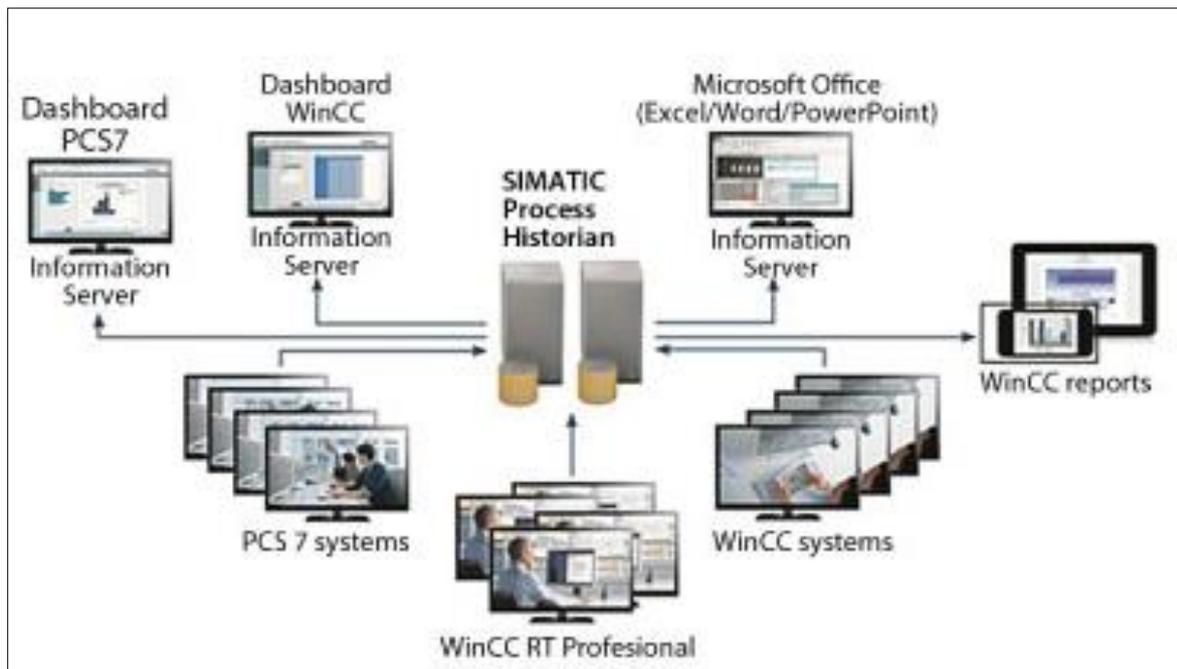


Figura 6. Almacenamiento de datos en archivo central, disponible desde varias terminales

Fuente: (Händler, 2017)

Los sistemas SCADA, utilizan una interfaz gráfica más conocida como HMI, significado que se la da a la Interfaz Hombre – Máquina, el mismo que sirve como un elemento para visualizar los procesos operativos entre los especialistas y la tecnología; si bien es cierto permite que los parámetros de control sean visualizados sobre una pantalla industrial, para detectar posibles fallas técnicas y luego ejecutar procedimientos que ayuden a solucionarlos (Shlomo & et, 2021). Sin embargo, es claro que no todos los sistemas SCADA tienen la interfaz de HMI, puesto que su función varía de acuerdo a la función de control.

Los sistemas SCADA, pueden ser utilizados en grandes y pequeñas industrias, facilitando la ingeniería con mayor usabilidad en tiempo reducido. Simultáneamente, Bengtsson, Abeywickrama, & et al (2019) aluden que las características más importantes en los sistemas SCADA, son los nombrados a continuación:

- Las variables del proceso son visualizadas en el monitor a través de representaciones gráficas.
- Este sistema presenta una arquitectura flexible para los especialistas, de tal forma que tienen una capacidad de amplificación eficaz y segura.
- Tiene un amplio almacenamiento de datos, desde la recolección hasta el procesamiento de la información.
- Facilidad de conectividad con otras aplicaciones y bases de datos que son distribuidas a través de redes tecnológicas
- El tiempo para acceder en este sistema es corto y ofrece eficacia de operatividad.
- La existencia de cambios o errores, es emitida por medio de alarmas de detección inmediata.
- Tienen la capacidad de crear informes personalizados completos.
- Si se trata de índole eléctrico, puede reducir el consumo de energía en ciertas máquinas

2.4.2 Componentes Hardware SCADA

Profundizando información, autores como Ochoa & et al (2018) exhiben que el sistema SCADA para su buen funcionamiento necesita de componentes propios para su hardware, para ello es trascendental nombrar algunos:

- **MTU:** Es el ordenador central del SCADA, se encarga de la supervisión y recolección de información en tiempo real; generalmente este ordenador sostiene al HMI de toda la estación, se encarga también de interrogar a las RTU transmitiéndole consignas actuando como un interfaz del operador.

- **RTU:** Se encargan de recibir las señales enviadas por los sensores, controlando las subestaciones, ubicado a nivel intermedio. Actualmente los PLC pueden funcionar también como RTU gracias a los niveles altos de integración y potencialidad del CPU.
- **Red de comunicación:** Actualmente gracias a los altos niveles de comunicación con dispositivos de campo, se puede implementar en los SCADA cualquier tipo de sistemas de comunicación, por ejemplos los WAN.
- **Instrumentación de campo:** Por ejemplo, módems, mini computadoras entre otros.

2.4.3 Componentes Software SCADA

Cada software implando en un sistema SCADA, va acorde a las necesidades de la industria, en particular Rogala & et al (2019) asumen que en el software intervienen la configuración y el interfaz gráfica.

- **Configuración:** En la configuración es donde se indican la lista de variables a definirse así mismo, su programación
- **Interfaz gráfica:** Cuando el operador va a diseñar en las pantallas debe considerar que las pantallas deben ser consistentes, las señales del controlador aparecerán en grupo, y los colores serán usados de acuerdo a su importancia; por ejemplo, si es rojo serían signos de alerta, y si es verde, normalidad de operatividad.

No obstante, especialistas como Prokhorov & et al (2018) en uno de sus artículos, manifiestan algunos ejemplares de software SCADA de las que se mencionan a continuación: LabView, Wincos Siemens WinCC y Simatic SCADA.

- **Wincos:** El hardware más completo, ya que puede ser usado en grandes industrias con números tipos de sensories.
- **LabView:** El tiempo de supervisión es menor desde este hardware, la compatibilidad es rápida.

- **Siemens WinC:** Este software se adapta fácilmente a Windows, el mismo que trabaja para sistemas mono puestos como multipuestos, se puede visualizar el proceso de manera ordenada y monitoreos constantes.
- **Simatic SCADA:** El simatic SCADA, es uno de los modelos más fáciles de configurar y adaptable a cualquier sistema

Por otra parte, estos sistemas han pasado por cuatro generaciones; los primeros que fueron utilizados en minicomputadoras y no estaban conectados en red; la segunda generación donde se conectaron por primera vez con LAN una red extensa; la tercera generación sus componentes se volvieron más sencillo y con extensión de múltiples redes; por último, la cuarta generación que adoptan un diseño de seguridad y supervisión moderna

En definitiva, los sistemas SCADA, pueden ser visualizados mediante representaciones gráficas, que ofrecen al público recursos completos de control y gestión de información técnica de una planta con una automatización de enfoque industrial. Los avances industriales y tecnológicos han permitido que las empresas busquen soluciones de integración y que a su vez los sistemas de automatización sean simplificados.

2.5 Profinet

El facilitador de comunicación Ethernet en la industria moderna, fijado en estándares TCP/IP, que tienen como función intercambiar datos entre controladores, en este caso generalmente pertenecer al grupo de los PLC Dias & et al (2018). Uno de los motivos por los que la automatización industrial se ha vuelto trascendental en el mundo, es que se han adaptado rápidamente a la nueva era de la tecnología, implementando nuevos sistemas de comunicación al igual que los estándares establecidos para su innovación.

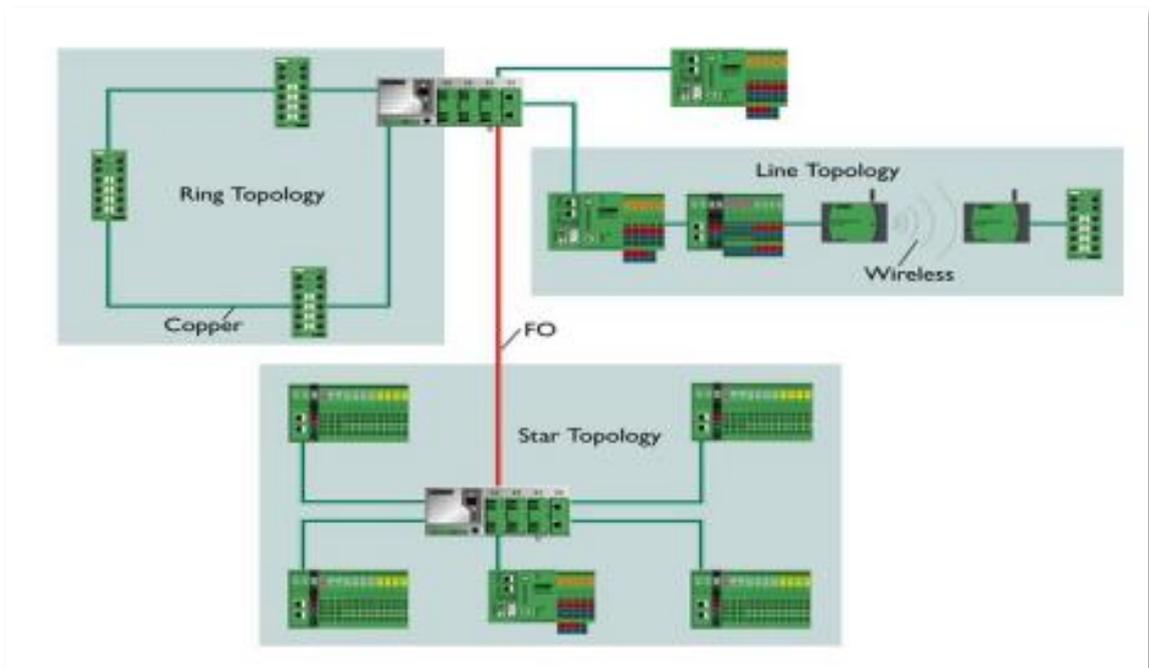


Figura 7. Flexibilidad Profinet

Fuente: (Guevara & Rosero, 2013, pág. 40)

Profinet es un método tecnológico que permite la proporción de un sinnúmero de servicios de comunicación ampliado en la ejecución de aplicaciones industriales en tiempo real, debido a su capacidad para configurar medidas, parámetros y ejes, con la consecuente actualización de la base de datos a utiliza, como ocurre en el reajuste del software. Como se muestra en la figura 8, al utilizar Profinet, se le puede asignar nombres a varios dispositivos, los mismos que pueden ser configurados antes o después de estar conectado a la red.

Al ser un programa de control que da lugar a la transmisión estándar (TCP) o al protocolo de datagramas de usuario (UDP), este programa proporciona un mejor rendimiento informático que se lleva a cabo por el paso cíclico de la transmisión de datos, controlando así eventos y procesos sistemáticos, característico de la tecnología Ethernet desarrollado por Siemens (Xuepei & Lihua, 2019)

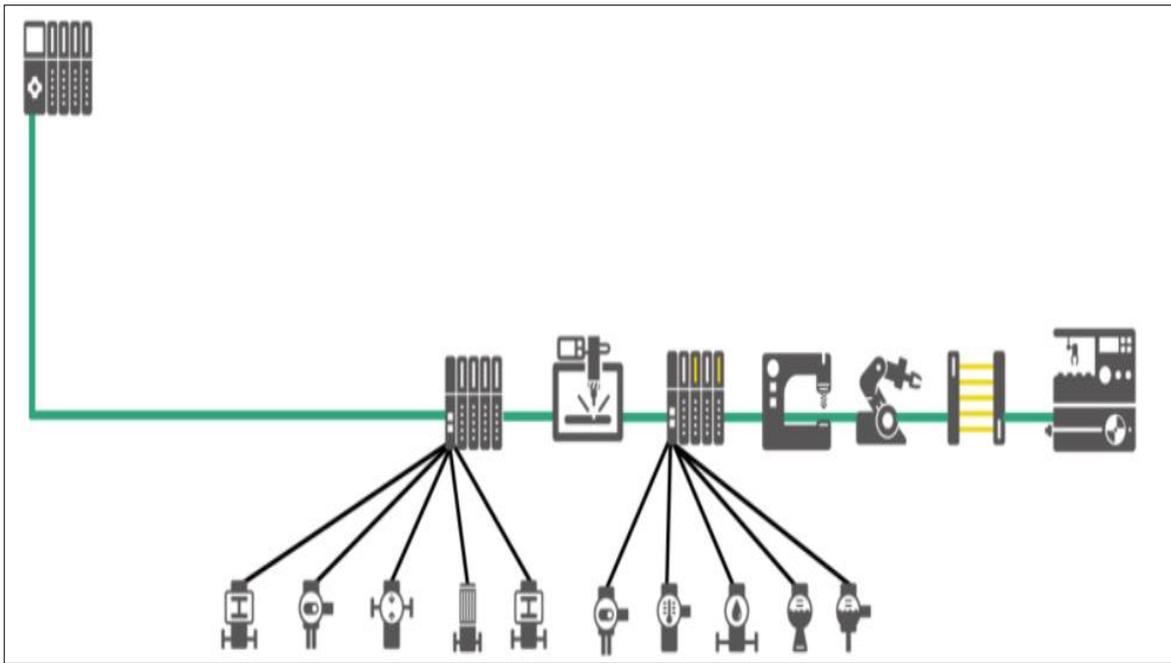


Figura 8. Redes Profinet

Fuente: (Ayllon, 2020)

Los Profinet, generalmente se caracterizan por tener Ethernet, los cuales pueden encontrarse interconectados por varios dispositivos ya sea dentro del hogar o desde el lugar de trabajo que puede ser una oficina. Uno de sus beneficios es que, les permiten a los técnicos no usar muchos cables a la hora de realizar procedimientos industriales ya que son adaptables al WLAN (Dias & et, 2018).

Por otro lado, autores como Wu & Xie (2019) describen las razones por las cuales los sistemas automatizados usan PROFINET, las mismas que se detallan a continuación:

- El rendimiento técnico de comunicación es el principal actor en el acceso para sistemas de supervisión
- El 85% de las industrias a nivel mundial han implementado esta interfaz en sus dispositivos por la gran automatización de soluciones en varios sectores de la industria.
- La productividad del mismo, tiene niveles altos en potencialidad y rendimiento de sistema gracias a que es una interfaz autónoma.

- Tiene la capacidad de adaptarse a cualquier tipo de bus de campo, para esta interfaz el más común es el Interbus.

2.6 Ventajas y Desventajas

Una de las ventajas que Profinet garantiza, es el trabajo en tiempo crítico al manipular de forma concreta el movimiento y la robótica, pues su intervención se divide en dos fases del proceso automatizado, y estas fases son: la fase roja y la fase verde. La primera, mantiene comunicaciones IRT y la segunda posee proporciona servicios RT y NRT. Ambas pueden agrupar y reintegran transmisiones de comunicación con el uso de un sistema de cables o a través de aplicaciones móviles por una red inalámbrica (Xuepei & Lihua, 2019).

Es importante destacar en qué tiempo deberían aplicarse el monitoreo de las redes, puesto que cuando el sistema Profinet se encuentra en fase roja, no es factible incluir ciclos inalámbricos debido a la amplificación del sistema de sincronización de los componentes cableados, puesto que los períodos inalámbricos requieren un mayor número de nodos que deben ser sincronizados en el reloj, por ende, es muy arriesgado añadir un sistema inalámbrico en este punto. Por otra parte, durante la fase verde, este riesgo disminuye, debido a la factibilidad de añadir una extensión inalámbrica por el ancho del puente, y por la programación; este tipo de nodo puede responder a un mecanismo de sondeo que controla los dispositivos antes y después de la comunicación de datos. (Xuepei & Lihua, 2019)

Profinet puede ser presentado en dos versiones:

- Profinet I/O: que actúa en la unificación de dispositivos simples de campo distribuidos y aplicaciones críticas
- Profinet CBA: trata con integración de componentes basados en sistemas de automatización distribuidos.

El modelo Profinet emplea además un canal de relación en comunicaciones, basados en una estación central y en la descentralización de dispositivos que ponen a disposición los datos del proceso al consumidor, de tal forma que es posible monitorear de manera externa el trabajo y evolución de todo un sistema integrado e informativo. Los dispositivos utilizados en este aspecto, actúan bajo los parámetros de programación.

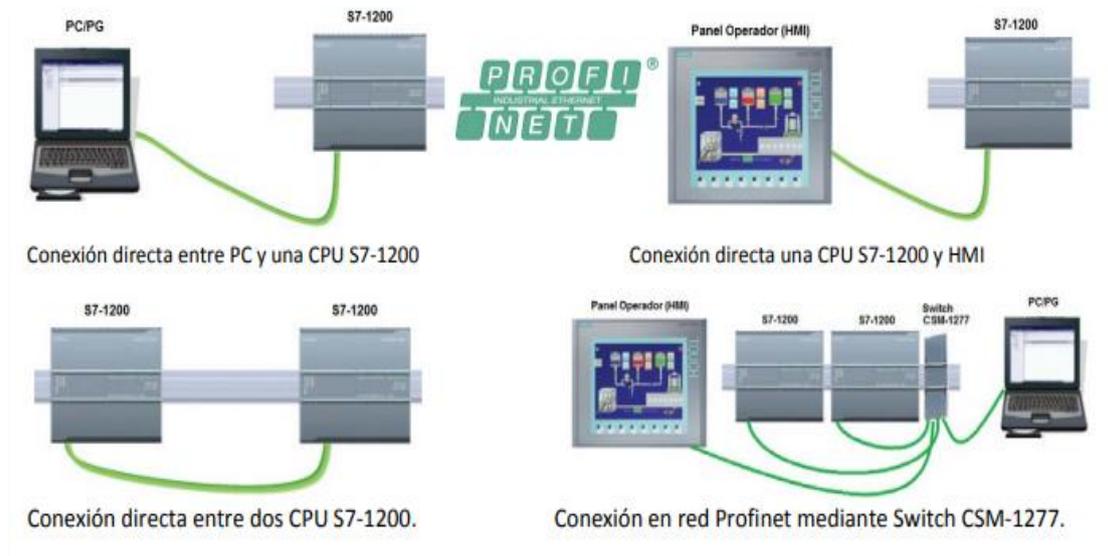


Figura 9. Ejemplos de conexión Profinet

Fuente: (Hurtado, 2020, pág. 4)

Es así que, (Dias & et, 2018) en una de sus investigaciones identifican a los dispositivos IO-Controller, IO-Device, IO-Sepervisor, con las siguientes características:

- El IO-Controller, se encargar de configurar y parametrizar dispositivos.
- IO-Device, facilita los datos de proceso cíclicos y;
- IO-Supervisor, actúa como una estación de ingeniería en donde se diagnostican los diferentes movimientos electrónicos.

En cuanto a la comunicación de Profinet, en la figura 9 se muestran claramente algunos ejemplares para la familia de CPU de Siemens, donde la comunicación se basa en protocolos TCP/IP, permitiéndoles el intercambio de datos con interlocutores desde Ethernet. Por otro lado, con la asociación de los dispositivos IO-Device y Controller, se logra obtener una

conexión en los diversos canales de comunicación, creando así una configuración de información de la red de forma completa.

En consecuencia, el intercambio de datos entre dispositivos puede establecerse a través de tres formas que son considerables importantes

- Clase de tiempo real 1: para el trabajo de intercambio cíclico en la función de datos y parámetros dispuestos
- Clase de tiempo real 2: para la identificación de la topología y las funciones diagnósticas en las redes añadidas
- Clase de tiempo real 3: para emplear la sincronización de información en ciclos bajos de tiempo

2.7 Sensores y actuadores

Los sensores y actuadores son artefactos imprescindibles en cualquier sistema industrial de control de índole automático, su función principal es indicar al sistema de control algún problema que se está suscitando dentro de la planta técnica, tanto desde la parte interna como externa, permitiéndoles realizar modificaciones dentro del mismo (Ortíz, Escobar, & al, 2016).

En cuanto a la funcionalidad, los sensores se encargan de la recolección de información física para luego enviarla al sistema de control, luego los controladores reciben dicha información y la transmiten a los actuadores, para que finalmente lo traduzcan con señales eléctricas. Desde la perspectiva de Ruiz (2019) existen varios tipos de sensores, por ejemplo, en sistemas de climatización los sensores son de temperatura, humedad, presión absoluta y diferencial, flujo de aire y agua, dividiéndose en:

- Según el tipo de salida: analógicos, binarios y digitales
- Según su estructura: pasivos y activos
- Según el tipo de parámetros: mecánicos, ambientales, distancia, entre otros.

2.8 Control PID

El control PID es un sistema de control que permite regular variables como presión, velocidad, temperatura, flujo, entre otras. Autores como Unal, & et al (2018) mencionan que, este tipo de control permite diferenciar el estado real del sistema con el que se desea conseguir, posteriormente medido por el sensor durante dicho proceso. Ciertamente, un controlador PID está formado por algoritmos, los mismos que se convierten en la base de su funcionamiento, se subdivide en proporcional, integral y derivativa.

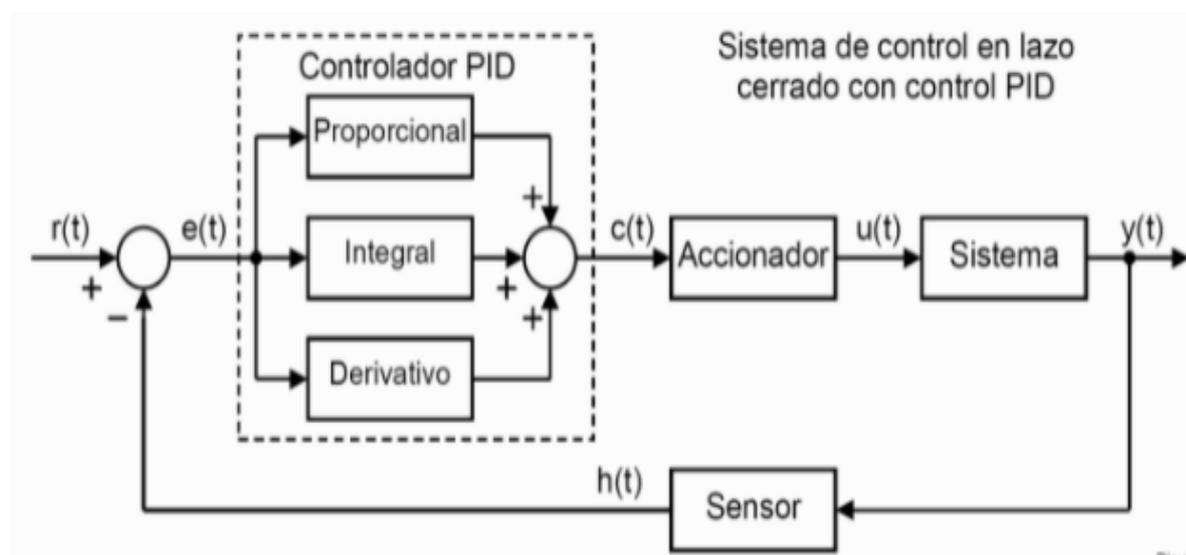


Figura 10. Sistema de control PID

Fuente: (Picuino- Tecno Recursos, 2021)

2.8.1 Proporcional

Los errores que se presentan durante el funcionamiento del sistema, dependen del valor proporcional. Esto quiere decir que dicha acción trata de disminuir los niveles de error, de tal manera que los niveles de velocidad aumenten, en lo que respecta al tiempo de respuesta (Unal & et, 2018).

2.8.2 Integral

Los errores que se presentan antes del funcionamiento del sistema, dependen del valor integral; puesto que, con la existencia de errores acumulados, los cuales a medida que pasa el tiempo se van sumando hasta crear el error mayor, permitiendo de cierta forma que el valor

integral reduzca esos valores, pero a su vez puede provocar ciertos niveles de inercia (Unal & et, 2018).

2.8.3 Derivativa

Los posibles errores que se presenten durante el funcionamiento del sistema dependerán del valor derivativo; esto quiere decir que es importante que los técnicos tengan en cuenta los valores de la inercia, en este caso la velocidad, ya que puede provocar un sobre pulso. Por lo tanto, para evitar este tipo de problemas, es necesario que el controlador reconozca los niveles de velocidad con anticipación para así frenar la velocidad y evitar que este crezca y sobrepase los límites (Unal & et, 2018).

2.9 Breques

Es un interruptor que se utiliza cuando existen desniveles de tensión, en este se encarga de controlar el paso de cortar la electricidad cuando se están presentando problemas eléctricos (Bastidas & et, 2021).

2.10 Canaleta ranurada

Una canaleta ranurada cumple con la función de proteger cableados, siendo uno de los conductos más apropiados para la elaboración de tableros de control (Conde & et, 2021).

2.11 Borneras

Las borneras sirven como alimentadores de electricidad, para terminales ubicados en dispositivos u aparatos eléctricos (Conde & et, 2021)

2.12 Contactor

Un contactor es una especie de dispositivo que trabaja con electricidad, el mismo que ayuda a cerrar o darles paso a los circuitos de carga (Conde & et, 2021)

2.13 Transmisores de presión

Los transmisores de presión, generalmente son conocidos como sensores de presión, los cuales se encuentran instalados en la parte interna de un compresor y en particular de los PLC. Existen dos tipos de transmisores de presión, manométrica y diferencial. La primera es

utilizada de forma directa hacia los puntos que se encuentran comprimidos en un compresor; mientras que, la segunda tiene como función medir la presión en puntos distintos de presión que existen dentro de un compresor o un sistema de control PLC (Barón, 2019)

2.14 Transmisores de temperatura

Los transmisores de temperatura sirven para regular las señales del sensor, en este caso la tensión, para volverla estandarizada de tal forma que pueda encontrarse estable para los procesos de industrialización. Es importante que, al utilizar los transmisores de temperatura, se pueda revisar la humedad integrada del sensor, así mismo cada una de las salidas y la temporalidad de las mediciones; otra de las cosas que se debe tener en cuenta, es que los transmisores de temperatura no solo sirven como un sistema de medición; sino que también, tienen la capacidad de evaluación integrada, es decir que revisará la resistencia del sistema conductor como una de las funciones para emitir una señal en caso de que se presente algún error (García & et, 2020)

2.15 Riel din

Un riel din, es una barra hecha de metal, la misma que se utiliza para procesos de montaje que conciernen a procesos industriales, este tipo de instrumento, generalmente es utilizado en dispositivos de PLC, interruptores, tarjetas e incluso en relevadores, por lo cual, Torres (2019) en uno de sus proyectos técnicos admite que el riel din es un aparato esencial para montajes que pueden ser realizados en tableros o paneles eléctricos.

2.16 Relevadores

Para autores como Bastidas & et al (2021) los relevadores son como un tipo de interruptor que permite el paso a la electricidad, en este caso abriendo y cerrando a través de electroimanes; existen diferentes tipos de relevadores, entre los más utilizados están los convencionales, de tipo reed y polarizados.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Metodología de la investigación

El presente estudio, es un proyecto técnico con enfoque investigativo, ya que consiste en el desarrollo de un prototipo que contribuirá de forma positiva a proyectos vinculados a la UPS u otros organismos que requieran información de este tipo de proyectos. Para tener una base de conocimiento sobre la conceptualización de un proyecto técnico, autores como Perico & et al (2020) asumen que, dentro del campo de ingeniería, los proyectos técnicos hacen referencia a ideas esquematizadas a través de planos o modelos representados en la fabricación de una máquina o en los procesos de instalación y reparación; de tal manera que pueda ser plasmado ya sea física o digitalmente y así brindar una solución viable o propuesta a futuro.

De forma similar, autores como Iglesias & et al (2018) consideran que los proyectos técnicos al ser fundamentados en el enfoque investigativo, son un producto tecnológico que brinda soluciones viables para mejorar el estilo de vida de la sociedad, los mismos que están relacionados con talleres y empresas dedicadas a la industrialización y climatización. En base a esto, el presente proyecto plantea el diseño e implementación del sistema de enfriamiento por agua Chiller, mediante el sistema SCADA para el taller H-frio utilizando el PLC s7 1200 para controlar el enfriamiento Chiller y blowers, a través del profinet. De tal manera que el control de los 2 blowers puedan ser programados a fin de implementar un sistema de seguridad en todo el circuito de control por si el funcionamiento del sistema presenta un error electrónico.

3.2 Diseño de la propuesta

Para el desarrollo del proyecto técnico, la instalación constará de un montaje en un área específica del taller H-Frío para tener la facilidad de control y manejo del equipo a través de la computadora; este proyecto cumplirá con todas las normativas de trabajo y seguridad; para ello se forzará el enfriamiento del motor de un vehículo, para que el control del PI regule la temperatura del automotor, el mismo que ventila al motor con aire a baja temperatura.

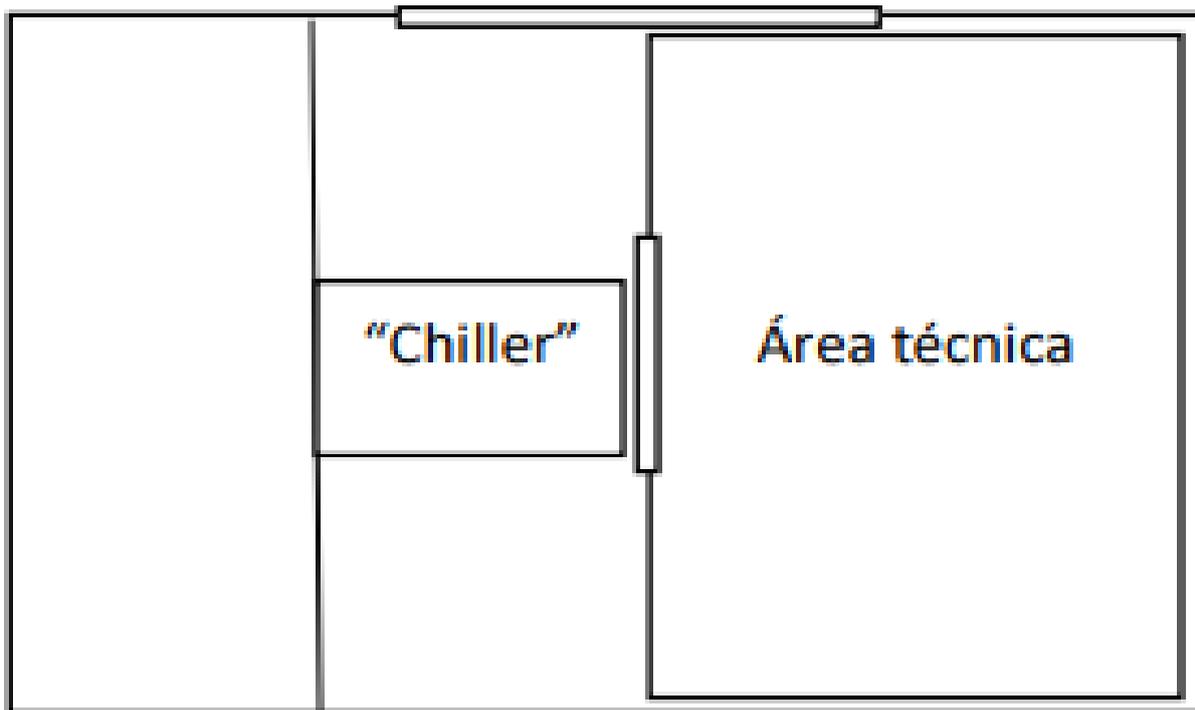


Figura 11. Ubicación del Chiller para el taller H-Frío

Elaborado por: El autor

Como se muestra en la figura 11, la posición del chiller estará ubicado a un costado del área técnica, ya que lo se quiere es ahorrar espacio y tener un manejo móvil sin problemas, a nivel de temperatura de 360°.

Para el proceso de empleo del chiller, se utilizará la programación por bloque en el programa de "Tía portal" para realizar todos los subprocesos del mismo y utilizar un PLC, sistema SCADA, auxiliares de entrada, salidas analógicas y digitales, así mismo sensores en cada etapa del proceso para tener mayor visualización del proceso, para optimizar el desarrollo

técnico del chiller y de esta manera obtener una buena salida de frío para dar el soplado adecuado a las maquinas del vehículo a través de blowers.

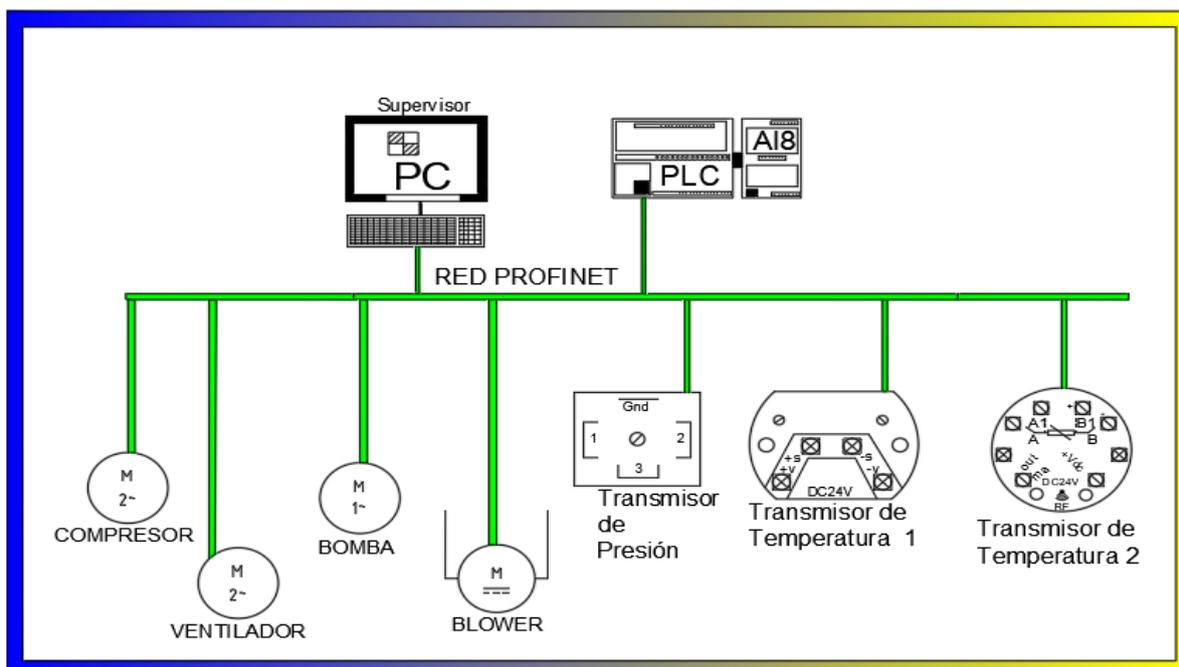


Figura 12. Diagrama de bloque con la respectiva red profinet

Elaborado por: El autor

Cabe recalcar, que el micro controlador PLC s7 1200 contiene luces piloto, indicadores de marcha y emergencia, así como también pulsadores; elementos que son parte fundamental para el tablero del PLC, ya que, ayudarán a que el proyecto técnico pueda funcionar de forma correcta especialmente durante la programación.

3.3 Diseño de estructura del sistema de enfriamiento por agua CHILLER

Para el diseño de la estructura del sistema de enfriamiento por agua Chiller, hemos utilizado rieles, de tal forma que la estructura pueda ser formada correctamente. En primera instancia hemos clasificado los rieles de nuestra base, luego de esto, procedemos a soldar y formar la base para el compresor de la caja Chiller.



Figura 13. Diseño para base de compresor Chiller

Elaborado por: El autor

Una vez, que ya se haya soldado la base para nuestro compresor Chiller, iremos colocando en cada ángulo las columnas que nos servirán para adecuar el sistema de compartimiento de la condensación; en este caso, en el sistema tubular de frío donde irá la bomba de agua y el sistema de reservorio.



Figura 14. Base y columnas para compresor Chiller

Elaborado por: El Autor

Es importante que cuando el sistema de condensación y la bomba de agua estén listos, se puedan colocar de forma correcta los tubos de cobre y las tuberías PVC, ya que estos, ayudan al bombeo normal del agua. Tal y como se muestra a continuación:



Figura 15. Colocación de tubos de cobre y tuberías PVC

Elaborado por: El autor

Como se puede observar, al estar lista la estructura metálica, se procede a instalar el sistema de evaporación; siempre y cuando, esté listo el sistema de cañerías de condensación, el tubular frío, el reservorio de agua, la bomba de agua y el sistema de tablero de control para colocar sin ningún problema el difusor, ya que este estará ubicado específicamente en la parte de arriba.



Figura 16. Colación del difusor

Elaborado por: El autor

Realizamos una prueba del prototipo utilizado al 80% con una medida de gas pre establecida, con el respectivo manómetro manual y bomba de vacío, el propósito de la prueba se realizó para determinar la existencia de cualquier tipo de fugas, aparte de las tuberías de PVC de la bomba reservorio. Como se puede notar en la imagen, el sistema funciona correctamente sin tableros de control.



Figura 17. Funcionamiento del Prototipo

Elaborado por: El autor

3.4 Diseño de Tablero de control

Luego de realizar la prueba procedemos a armar el tablero de control; donde se puede visualizar el PLC y el módulo de expansión de entradas analógicas, con sus respectivos dispositivos de protección, los cuales serían los sistemas Brackets.

Mientras tanto, para el PLC los dispositivos de protección son un motor de 220v, un ventilador y una bomba de agua; para el sistema de blowers, tenemos la fuente de 24v; para la alimentación del PLC tenemos un contactor, un guarda motor, sistema de luz piloto, así como también pulsadores de marcha y emergencia, así mismos reguladores para las señales continuas del PLC que ayudarán como respuesta para las señales de cada sistema de carga.

Otra de las cosas importantes que hay que mencionar, es que el tablero se muestran también los diferentes sensores de presión, de temperatura para el PI, el sensor de temperatura para el Chiller y el sistema de fuerza para el sistema de cargas.



Figura 18. Tablero de control

Elaborado por: El autor



Figura 19. Sensores de presión, de temperatura para el PI y CHILLER; sistema de fuerza para el sistema de cargas.

Elaborado por: El autor

Para darle paso a los conductores de cada uno de los dispositivos de protección, actuadores, PLC y brakes, se ha diseñado un sistema de regletas o también llamado sistema rieldin, el mismo que se muestra a continuación:



Figura 20. Diseño de regletas o sistema rieldin

Elaborado por: El autor

De esta forma, también tenemos la tapa del tablero de control, donde están colocados los pilotos de marcha, de falla, de paro, de emergencia o también llamado pulsador hongo, así mismo el pulsador de encendido y apagado.

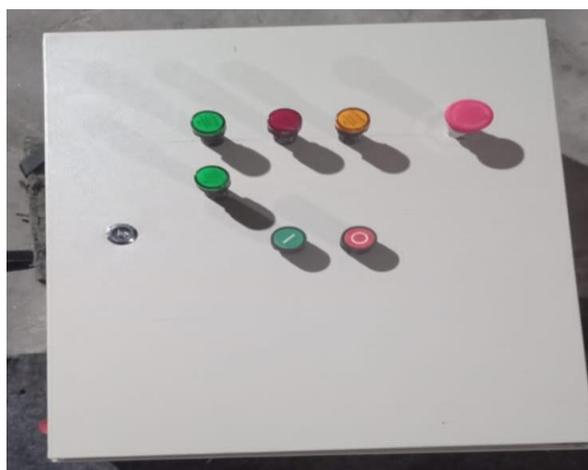


Figura 21. Tapa del tablero de control

Elaborado por: El autor

Seguidamente podemos observar el sistema de relevadores del PLC y el sistema contactor con el guarda motor conectados, tal y como se visualiza a continuación:



Figura 22. Conexión del sistema de relevadores del PLC, sistema contactor y guarda motor

Elaborado por: El autor

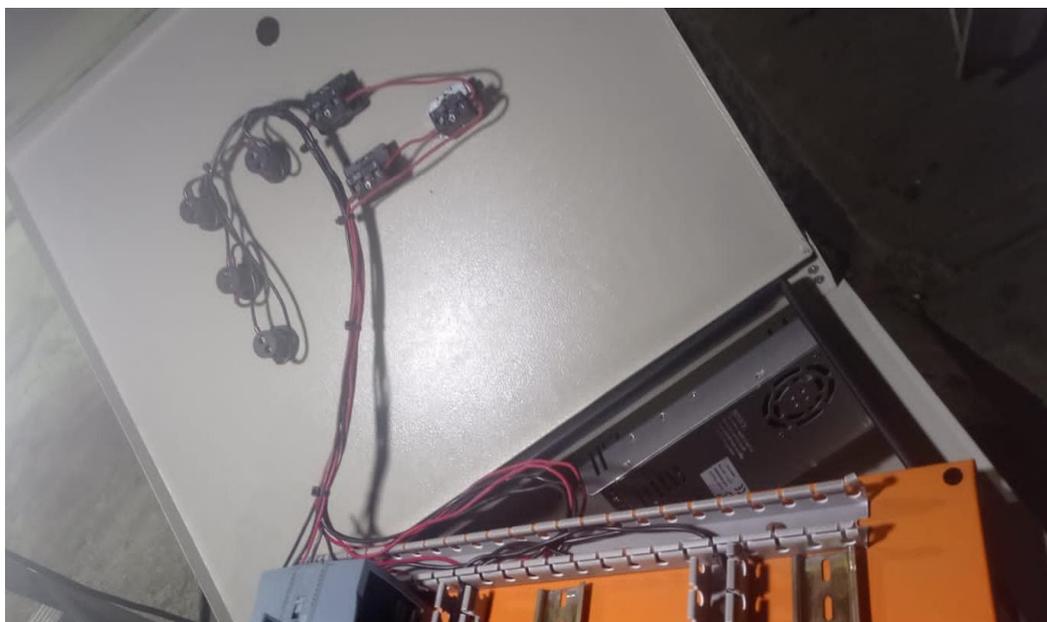


Figura 23. Sistema cableado de la luz piloto, los pulsadores

Elaborado por: El autor

Por último, realizamos una pequeña prueba del sistema del PLC conectado al computador; ya que cada uno de sus conductores se encuentran ordenados, al igual que los protectores, PLC, módulo de expansión de entradas analógicas, contactor, guarda motor y porta reveladores. De esta manera, al final de la rieldin, observamos también los borneros con todos los cables de señal de salida, los cuales van directamente para cada uno de los sistemas de carga que hace funcionar al CHILLER.



Figura 24. Prueba piloto del sistema del PLC conectado al computador

Elaborado por: El autor



Figura 25. Sistema de carga para el funcionamiento del CHILLER.

Elaborado por: El autor

3.5 Programación en Tía Portal del PLC s71200

Para la programación del CPU 1214C DC/DC/DC con la Serie 6ES7 214-1AG40-0XB0, se ha realizado el proceso que se muestra de la siguiente manera: En primera instancia, abrimos el software donde vamos a desarrollar el programa por lenguaje de bloques y posteriormente procedemos a crear un archivo para guardar la programación.

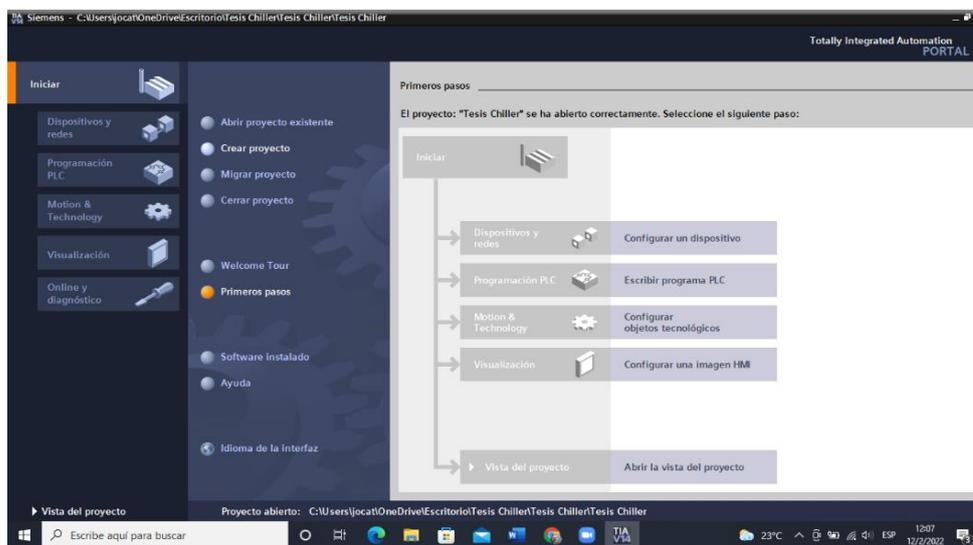


Figura 26. Software de programación

Elaborado por: El autor

Una vez creada la carpeta donde estará ubicado el archivo, elegimos el controlador de CPU 1214C DC/DC/DC de la Serie 6ES7 214-1AG40-0XB0

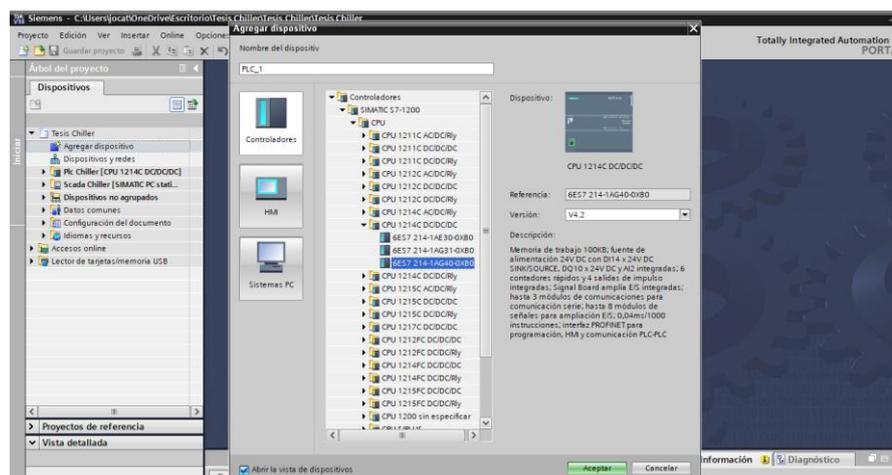


Figura 27. Controlador CPU 1214C DC/DC/DC

Elaborado por: El autor

Luego de tener listo nuestro archivo del controlador, es importante elegir el módulo expansivo de entrada analógica para conectar los transmisores a utilizar.

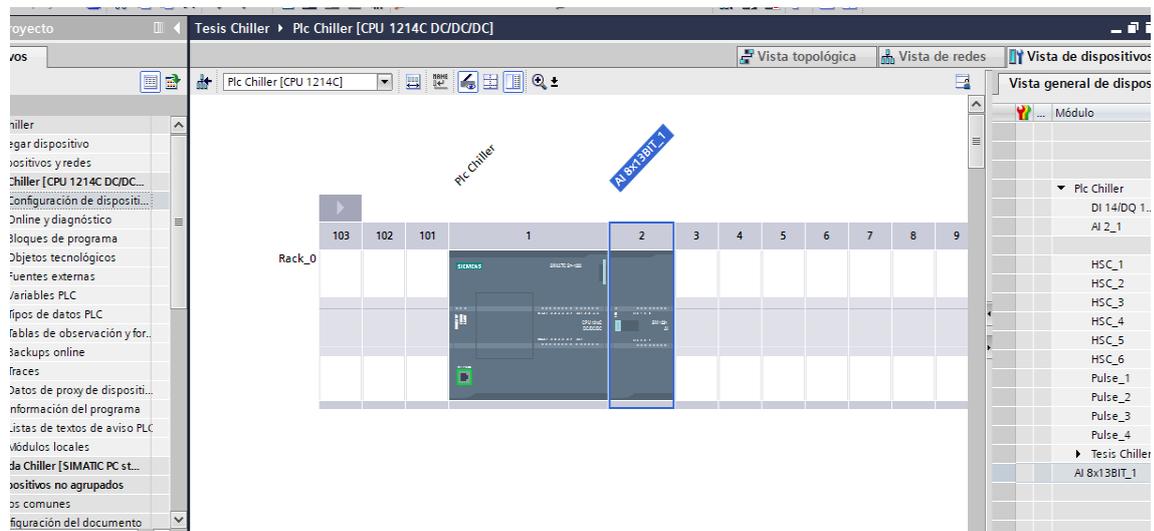


Figura 28- Elección del módulo expansivo de entrada analógica

Elaborado por: El autor

3.5.1 Variables del PLC

Para el proceso de programación, se han utilizado algunas variables que han servido como identificador para el correcto funcionamiento; dividiéndose en variables de entrada, de marca y salida. A continuación, se muestran de la siguiente manera:

ENTRADAS									
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibil...	Comer...	
1	rele termico compresor	Bool	%I0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
2	marcha	Bool	%I0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
3	paro	Bool	%I0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
4	paro de emergencia	Bool	%I0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
5	sensor temp. agua	Int	%IW64		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
6	sensor temp. difusor	Int	%IW98		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
7	sensor temp. PID	Int	%IW96		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
8	sensor de presion	Int	%IW100		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
9	Tag_1	Int	%IW2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
10	Tag_2	Int	%IW4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
11	<Agregar>				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

Figura 29. Variables de entrada

Elaborado por: El autor

MARCAS								
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...	Comentario
1	marcha scada	Bool	%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	paro scada	Bool	%M0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	paro de emergencia scada	Bool	%M0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	temp. agua normx	DWord	%MD56	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	temp. agua scalex	DWord	%MD58	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	temp. difusor normx	DWord	%MD64	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	temp. pid normx	DWord	%MD104	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	presion. normx	DWord	%MD86	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	secuencia 0	Bool	%M0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	secuencia 1	Bool	%M0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	secuencia 2	Bool	%M0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	secuencia 3	Bool	%M0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	marcha compresor scada	Bool	%M1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	paro compresor scada	Bool	%M1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	contador compresor	Bool	%M0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	run compresor	Int	%MW2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	activar compresor	Bool	%M1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	activar ventilador	Bool	%M1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	contador ventilador	Bool	%M1.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	run ventilador	Int	%MW4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	contador bomba de agua	Bool	%M1.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22	run bomba de agua	Int	%MW6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	activar bomba de agua	Bool	%M1.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
24	contador tanke	Bool	%M1.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figura 30. Variables de marca

Elaborado por: El autor

SALIDAS								
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...	Comentario
1	ventilador	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	bomba de agua	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	compresor	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	blower's del pid	Bool	%Q0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	rele termico	Bool	%Q0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	Tag_5	Bool	%Q0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	temp. pid scalex	Real	%ID6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	temp. difusor scalex	Real	%MD68	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	presion. scalex	Real	%MD88	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	sistema	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	<Agregar>			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figura 31. Variables de salida

Elaborado por: El autor

3.6 Programación KOP KONTAKTPLAN (Diagrama de contactos de Escalera)

Se ha optado por utilizar la programación KOP KONTAKTPLAN, ya que nos ayudará a comprender de mejor manera las funciones del PLC, en este caso desde una forma gráfica. Por lo tanto, creamos un bloque del programa Main Chiller OB1 para dar inicio a la programación por segmento.

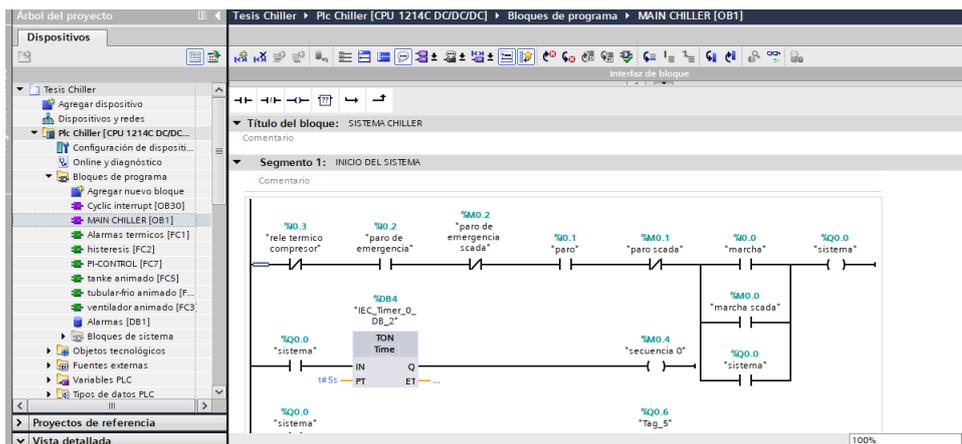


Figura 32. Creación de bloques en Main Chiller OB1

Elaborado por: El autor

3.6.1 Segmentos en la programación KOP KONTAKPLAN

A partir de la creación del bloque en Main Chiller, se crearon segmentos que servirán como guía para que exista orden y secuencia durante el proceso de programación. Para ello se han creado 11 segmentos, los cuales se mencionan a continuación:

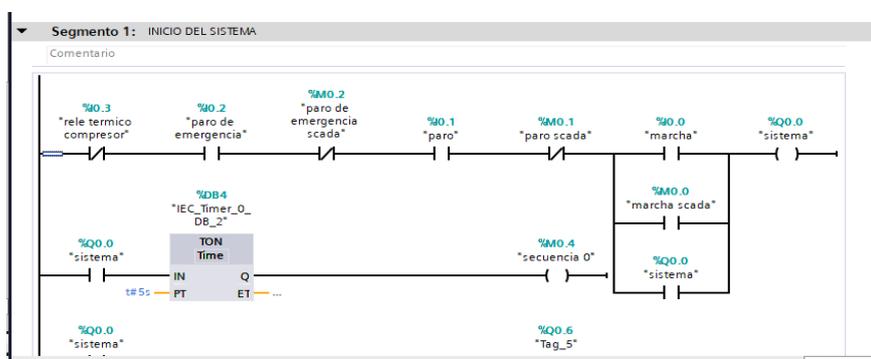


Figura 33. Segmento para el inicio de programación

Elaborado por: El autor

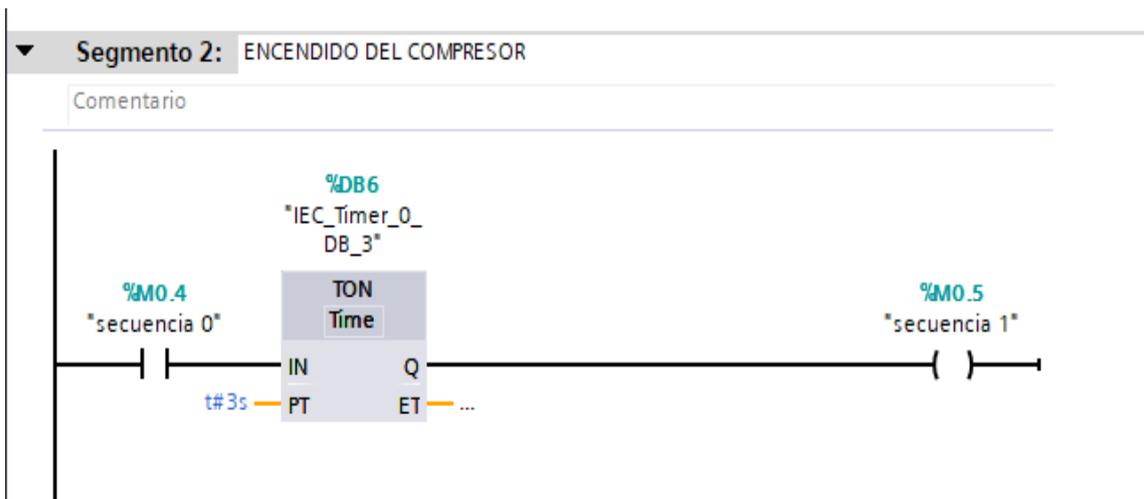


Figura 34. Segmento para el encendido del compresor

Elaborado por: El autor

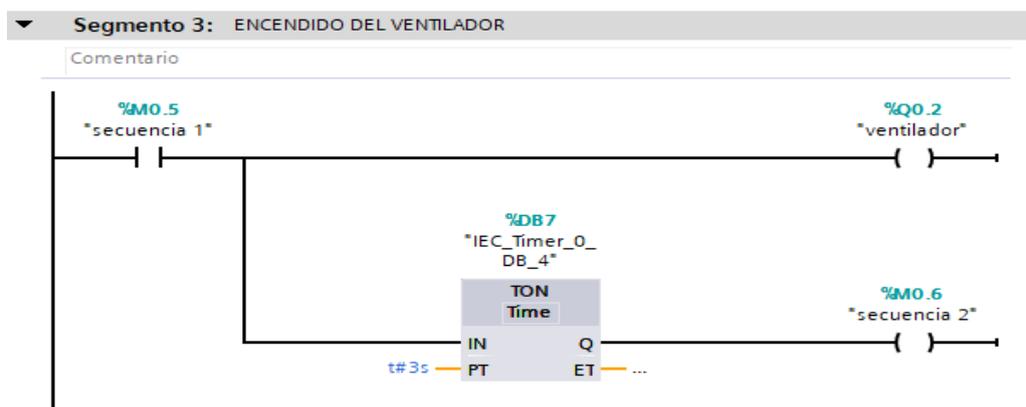


Figura 35. Segmento para el encendido del ventilador

Elaborado por: El autor

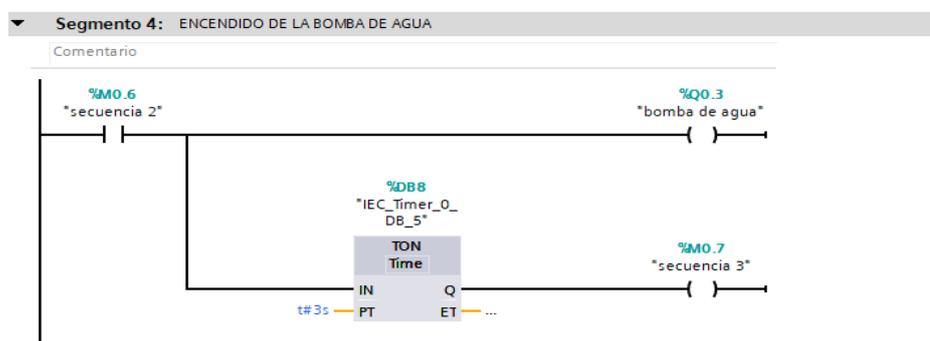


Figura 36. Segmento para el encendido de la bomba de agua

Elaborado por: El autor

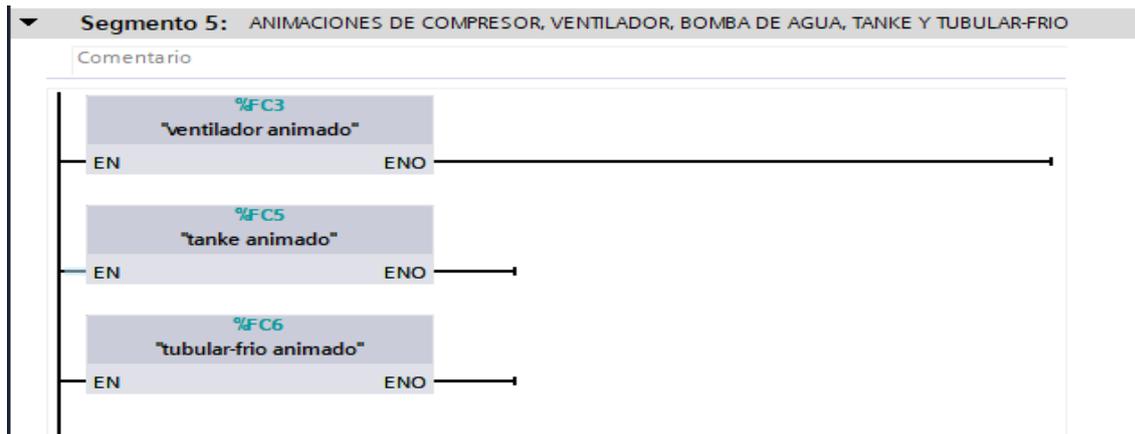


Figura 37. Segmento de animaciones para el compresor, ventilador, bomba de agua, tanque y tubular frio

Elaborado por: El autor

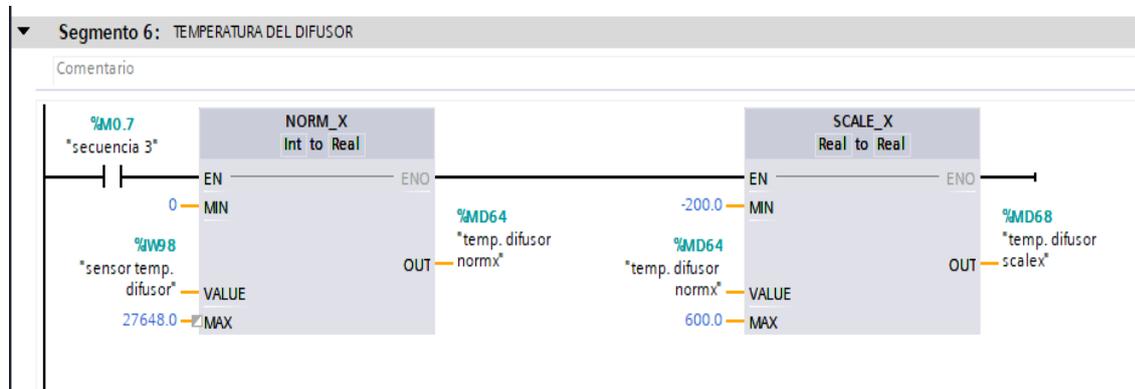


Figura 38. Segmento para la temperatura del difusor

Elaborado por: El autor

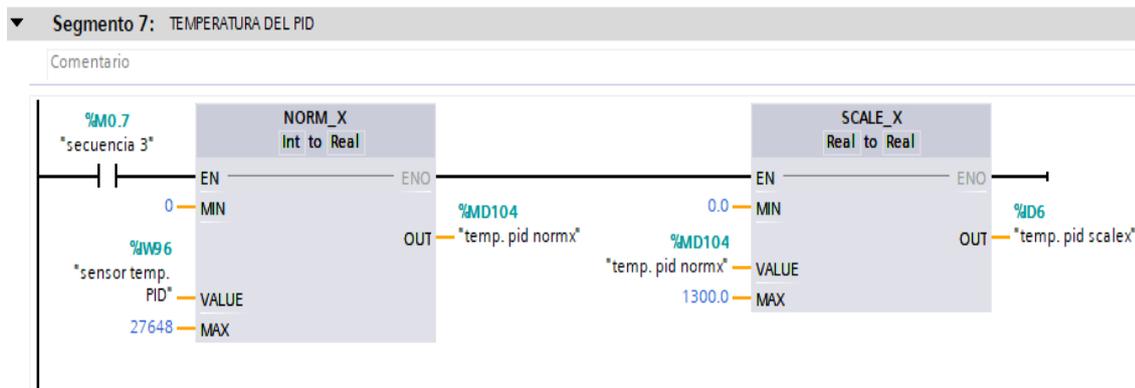


Figura 39. Segmento para la temperatura del PI

Elaborado por: El autor

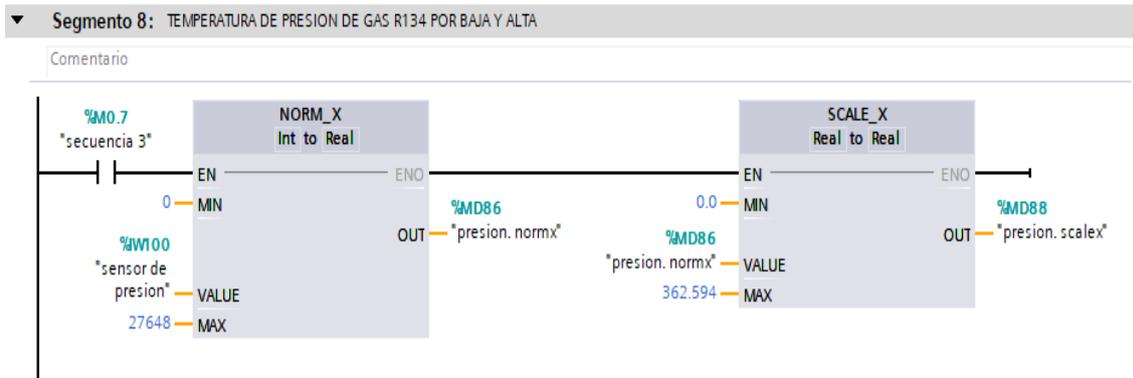


Figura 40. Temperatura de presión de gas r1334 por baja y alta

Elaborado por: El autor

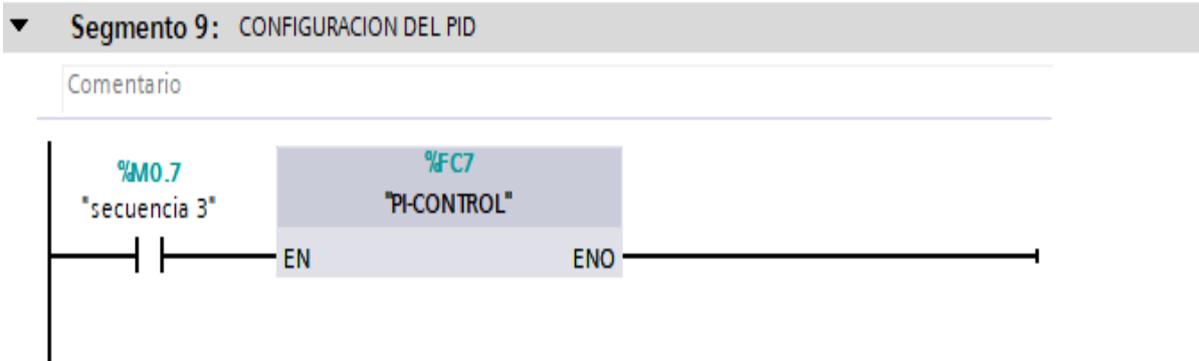


Figura 41. Segmento de configuración del PID

Elaborado por: El autor

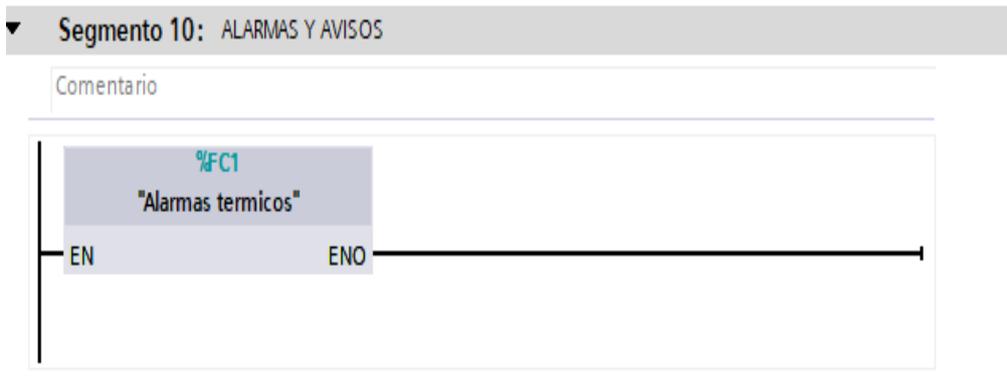


Figura 42. Segmento de alarmas y avisos

Elaborado por: El autor

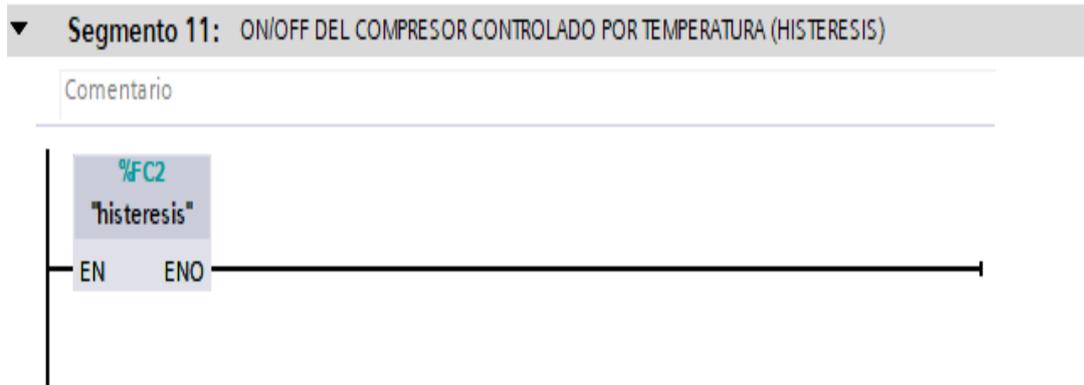


Figura 43. Segmento de encendido y apagado del compresor o controlador de temperatura

Elaborado por: El autor

3.6.2 Bloque de funciones

En esta sección, se han creado bloques de funciones los cuales son la representación del lenguaje gráfico de programación para los controladores. A continuación, se muestran los diferentes bloques:

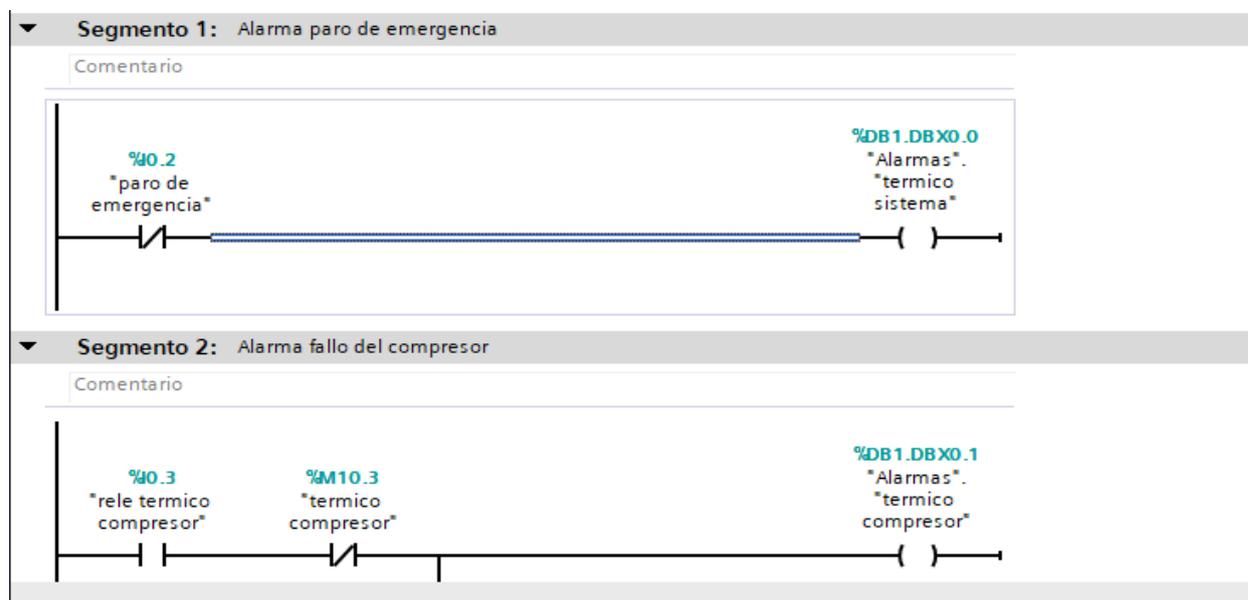


Figura 44. Bloques de funciones para alarmas

Elaborado por: El autor

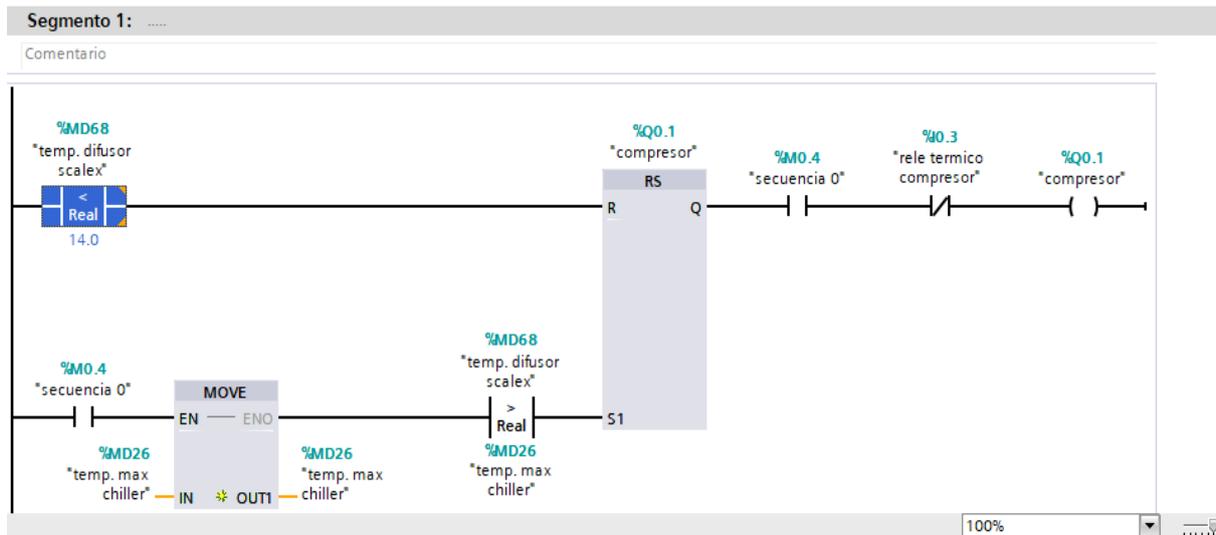


Figura 45. Bloques de funciones para histéresis, set y reset automático del compresor

Elaborado por: El autor

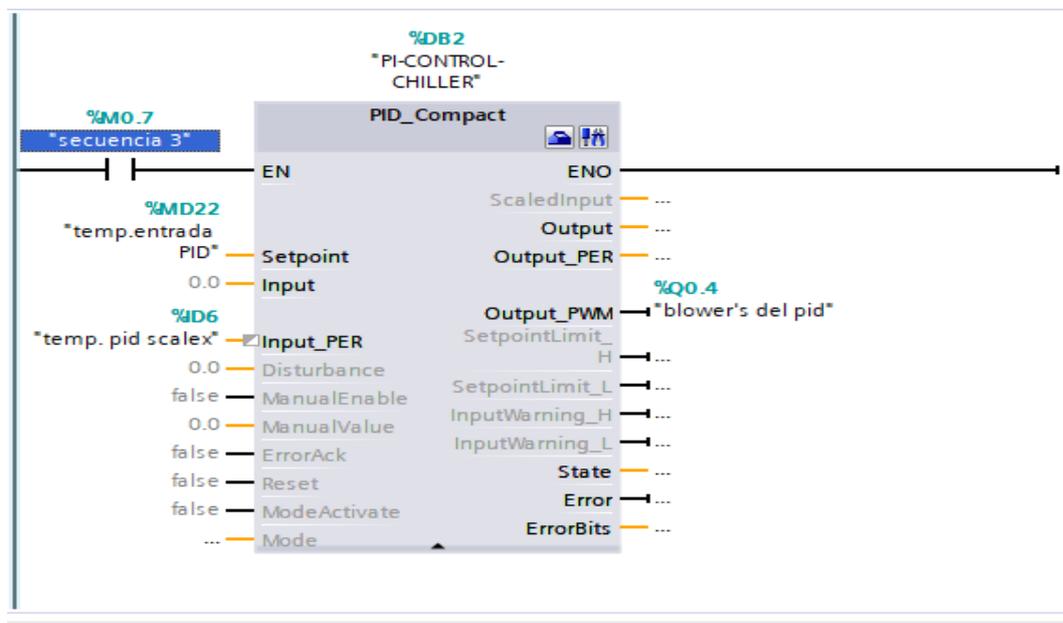


Figura 46. Control PI para automatizar el sistema de blowers

Elaborado por: El autor

3.6.3 Bloque de funciones para animación

Luego programamos el bloque de funciones de las animaciones del sistema de Chiller para visualizarlo en el sistema SCADA.

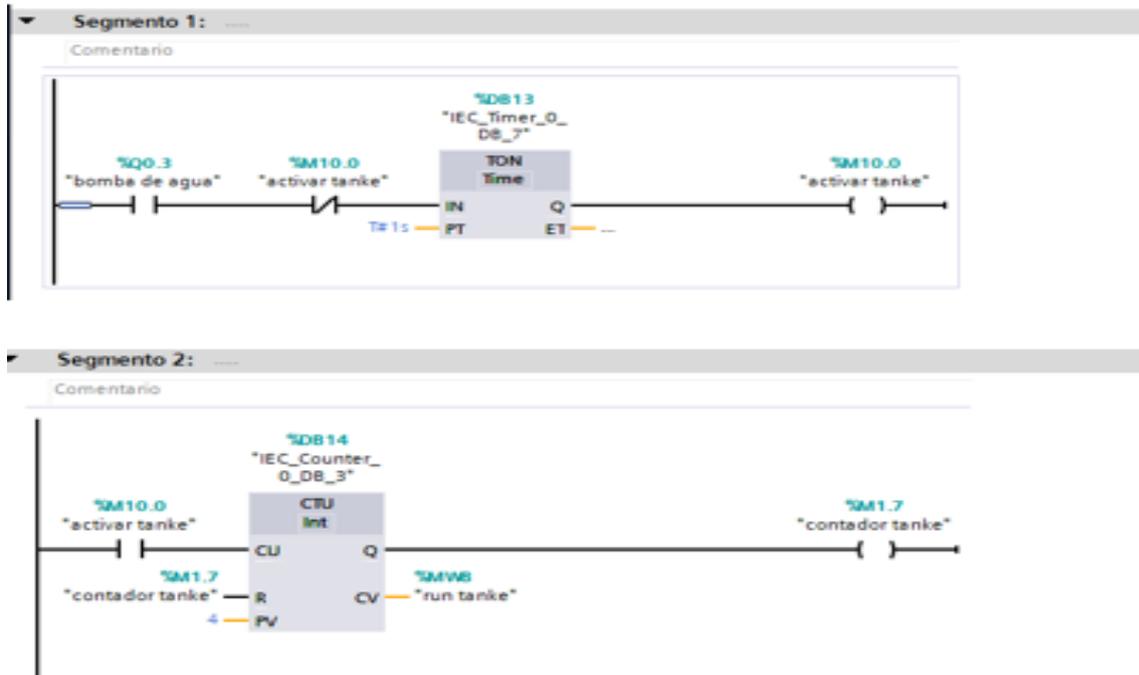


Figura 47. Tanque de agua animado

Elaborado por: El autor

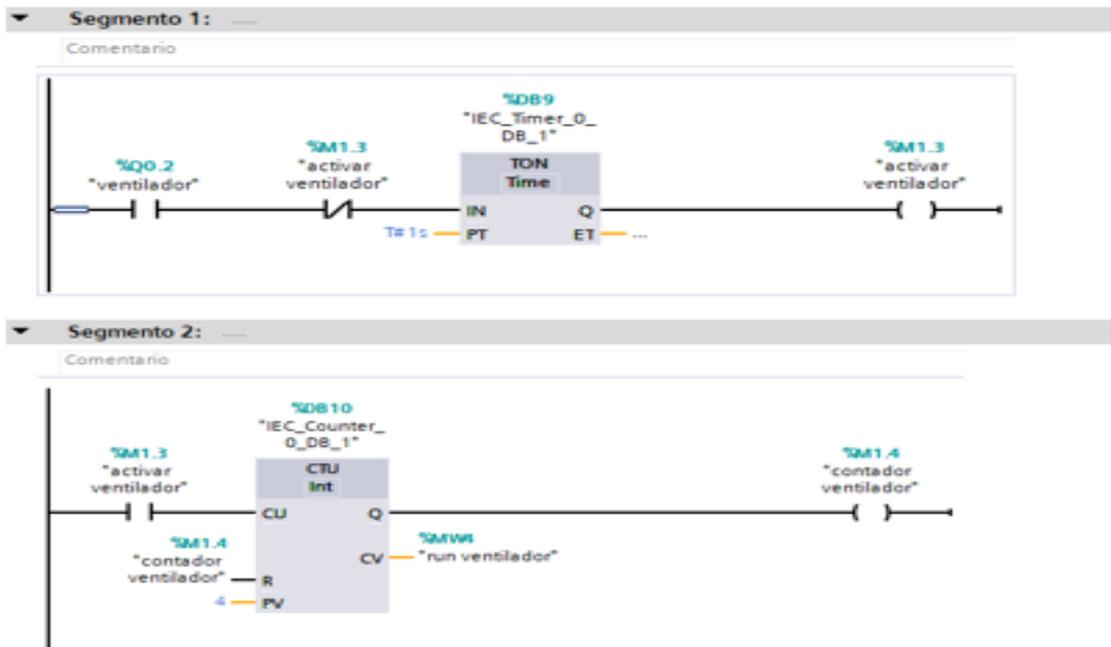


Figura 48. Tubular frio

Elaborado por: El autor

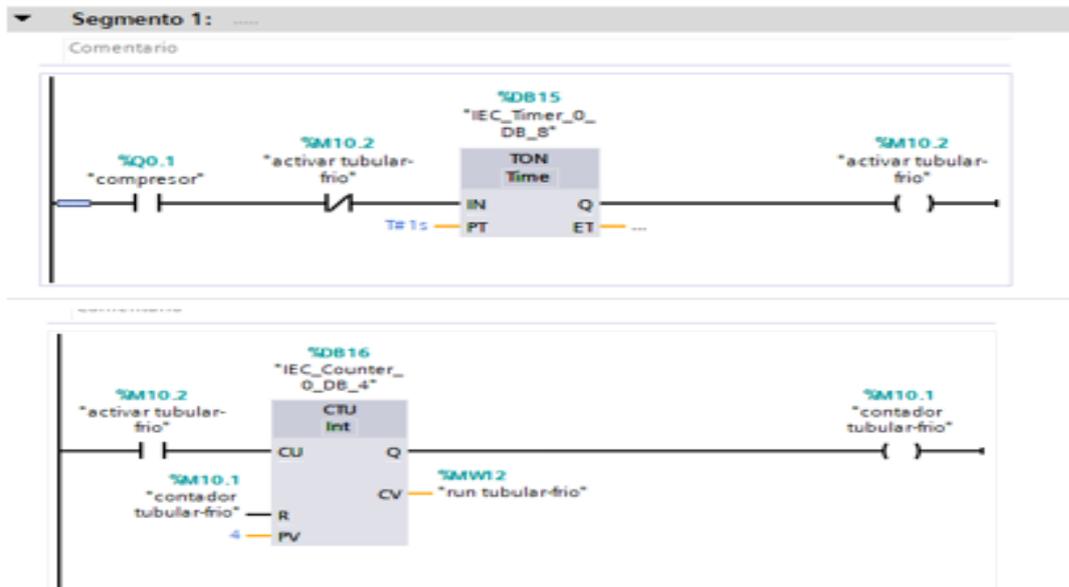


Figura 49. Ventilador animado

Elaborado por: El autor

Tesis Chiller ▶ Plc Chiller [CPU 1214C DC/DC/DC] ▶ Bloques de programa ▶ Alarmas [DB1]

Conservar valores actuales Instantánea Copiar instantáneas a valores de arranque

Alarmas

	Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranq...	Instantánea	Remanen...	Accesible d...	Escrib...	Visible en ..	Valor de a..	Comentario
1	▼ Static					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	termico sistema	Bool	...	false		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	termico compresor	Bool	...	false		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Figura 50. Alarma de bloque de datos

Elaborado por: El autor

3.7 Programación en tía portal del sistema scada

La programación realizada en Tía portal del sistema SCADA, nos ayudará a monitorear, procesar y regular la temperatura de enfriamiento por agua en la máquina que se vaya a utilizar para el trabajo técnico en reparación. Es así que, se procede a configurar el SIMATIC PC station conectado con WinCCRT Ad, visualizado a continuación:

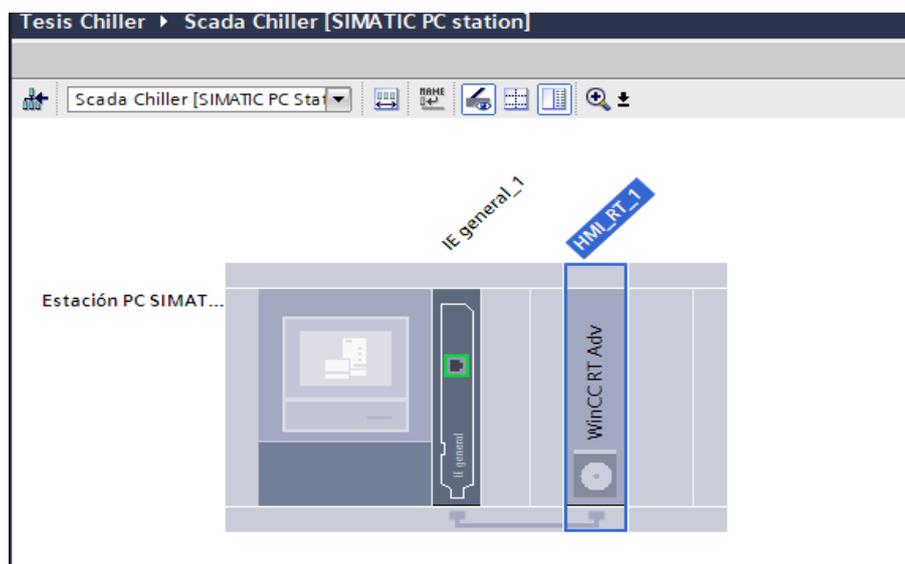


Figura 51. Configuración del SIMATIC PC station conectado con WinCCRT Ad

Elaborado por: El autor

3.7.1 Variables para el sistema SCADA

Variables HM					
	Inserir filas por encima de la fila seleccionada, e variables	Tipo de datos	Conexión	Nombre del PLC	Variable PLC
Alarmas	Tabla de variables estándar	Int	HMI_Conexión_1	Plc Chiller	<No definido>
blowers del pid	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	Plc Chiller	"blowers del pid"
bomba de agua	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	Plc Chiller	"bomba de agua"
compresor	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	Plc Chiller	compresor
marcha compresor scada	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	Plc Chiller	"marcha compresor scada"
marcha scada	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	Plc Chiller	"marcha scada"
paro	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	Plc Chiller	paro
paro compresor scada	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	Plc Chiller	"paro compresor scada"
paro de emergencia	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	Plc Chiller	"paro de emergencia"
paro de emergencia scada	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	Plc Chiller	"paro de emergencia sca..."
paro scada	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	Plc Chiller	"paro scada"
presion. scalex	Tabla de variables estándar	Real	HMI_Conexión_1	Plc Chiller	"presion. scalex"
run tanke	Tabla de variables estándar	Int	HMI_Conexión_1	Plc Chiller	"run tanke"
run tubular-frio	Tabla de variables estándar	Int	HMI_Conexión_1	Plc Chiller	"run tubular-frio"
run ventilador	Tabla de variables estándar	Int	HMI_Conexión_1	Plc Chiller	"run ventilador"
sensor temp. difusor	Tabla de variables estándar	Int	HMI_Conexión_1	Plc Chiller	"sensor temp. difusor"
sistema	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	Plc Chiller	sistema
lag_/_	Tabla de variables estándar	Int	HMI_Conexión_1	Plc Chiller	<No definido>
temp. difusor scalex	Tabla de variables estándar	Real	HMI_Conexión_1	Plc Chiller	"temp. difusor scalex"
temp. max chiller	Tabla de variables estándar	Real	HMI_Conexión_1	Plc Chiller	"temp. max chiller"
temp. min chiller	Tabla de variables estándar	Real	HMI_Conexión_1	Plc Chiller	"temp. min chiller"
temp. pid scalex	Tabla de variables estándar	Real	HMI_Conexión_1	Plc Chiller	"temp. pid scalex"
temp. entrada PID	Tabla de variables estándar	Real	HMI_Conexión_1	Plc Chiller	"temp. entrada PID"
termico compresor	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	Plc Chiller	"termico compresor"
termico sistema	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	Plc Chiller	"termico sistema"
ventilador	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	Plc Chiller	ventilador

Figura 52. Variables para el sistema

Elaborado por: El autor

3.7.2 Componentes

Seguidamente, se muestran los componentes de Sistema de enfriamiento por agua Chiller mediante el sistema SCADA



Figura 53. Presentación

Elaborado por: El autor

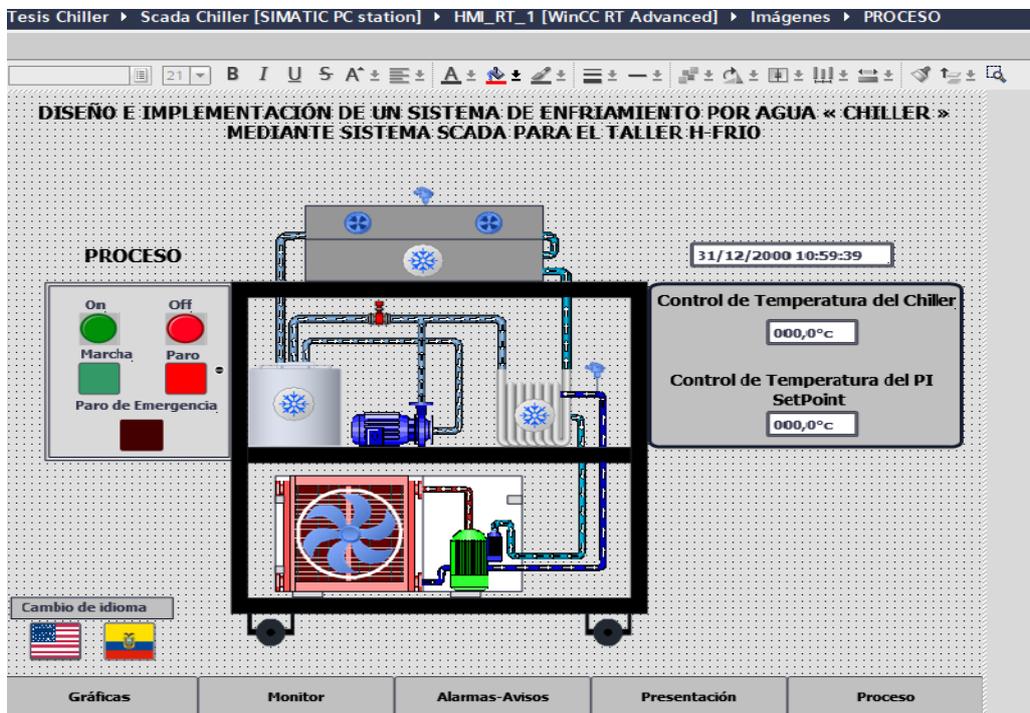


Figura 54. Proceso

Elaborado por: El autor

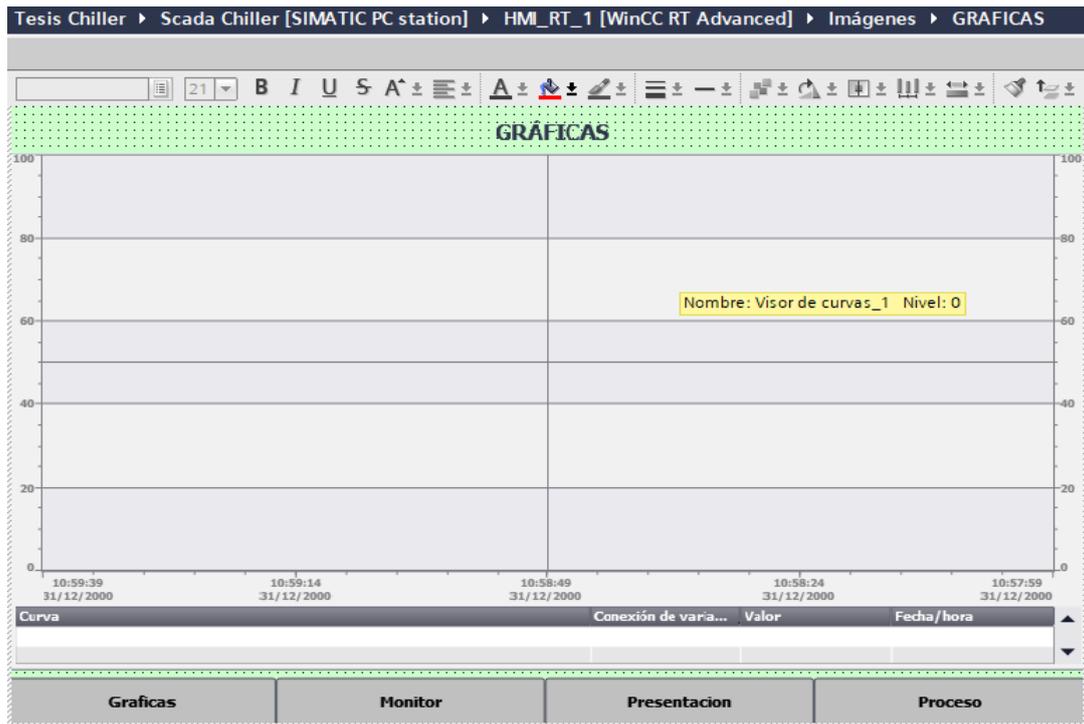


Figura 55. Graficador de temperatura

Elaborado por: El autor

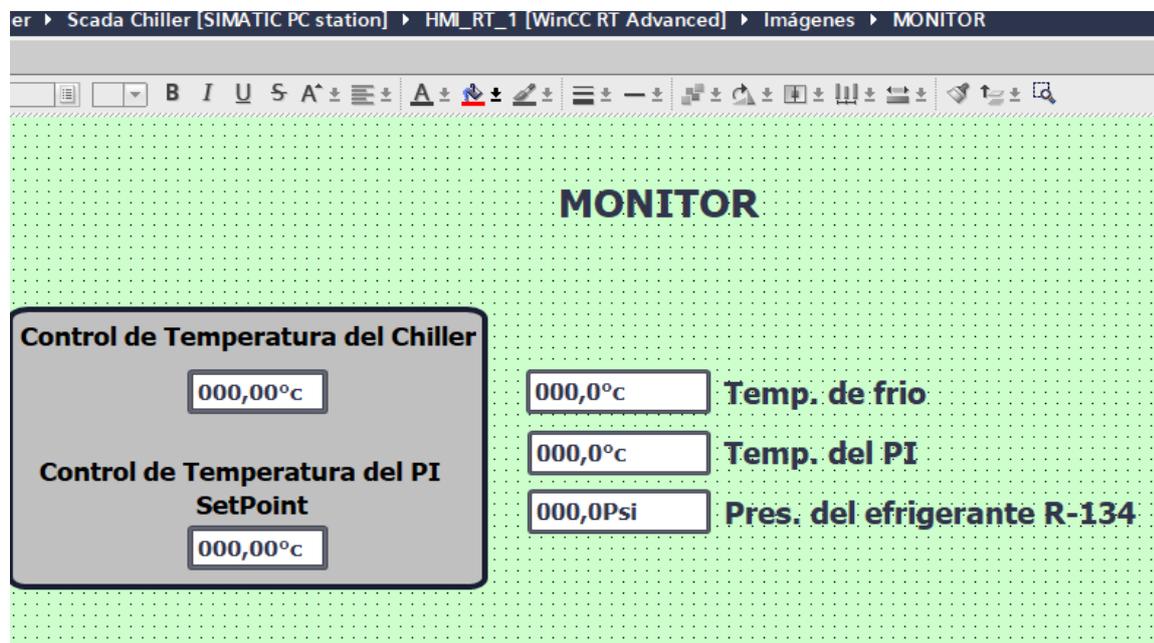


Figura 56. Monitor

Elaborado por: El autor



Figura 57. Indicador de alarmas

Elaborado por: El autor

CAPÍTULO IV

4.1 Resultados

Para la obtención de datos y errores de fallos en tiempo real, se utilizaron sensores en cada etapa del proceso para verificar y reparar más rápido, las fallas que emitirá el equipo chiller. Todo este proceso fue programado en TIA portal en diagrama de bloque. A través de este trabajo, se ha podido optimizar el rendimiento de servicios técnicos en talleres de aires acondicionados, mecánicas e industrias para poder bajar temperaturas altas y eliminar el riesgo de quemaduras al momento de tener contacto físico con las maquinas.

A continuación, se muestran las pruebas realizadas



Figura 58. Prueba de temperatura del automotor

Elaborado por: El autor

Una vez realizada la prueba de temperatura, se ha procedido a aplicar el aire frío para controlar la temperatura del automotor y de esta manera bajar los niveles de temperatura del mismo, mediante el control PI de nuestro sistema.

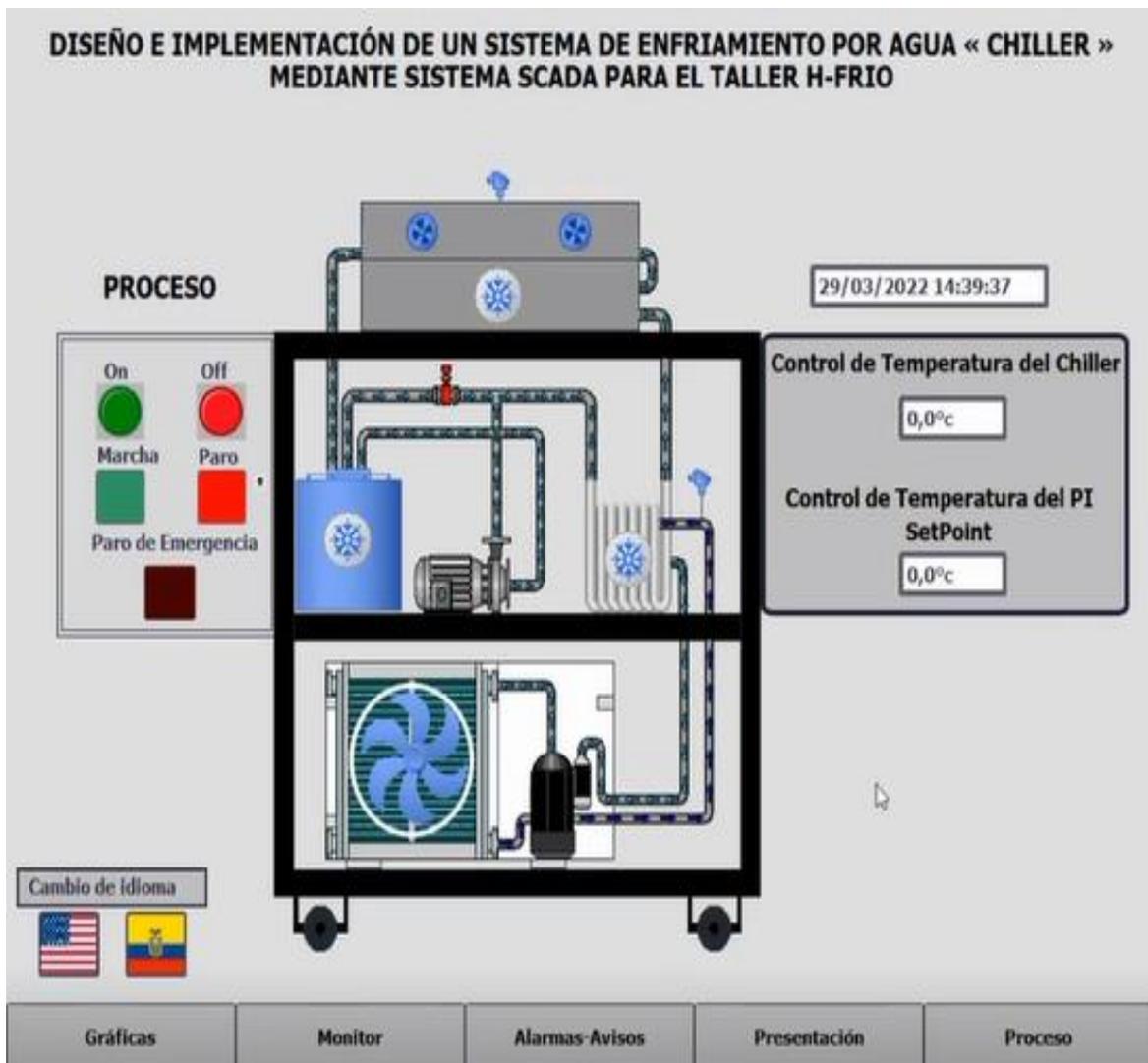


Figura 59. Aplicación del sistema de enfriamiento por Agua Chiller

Elaborado por: El autor

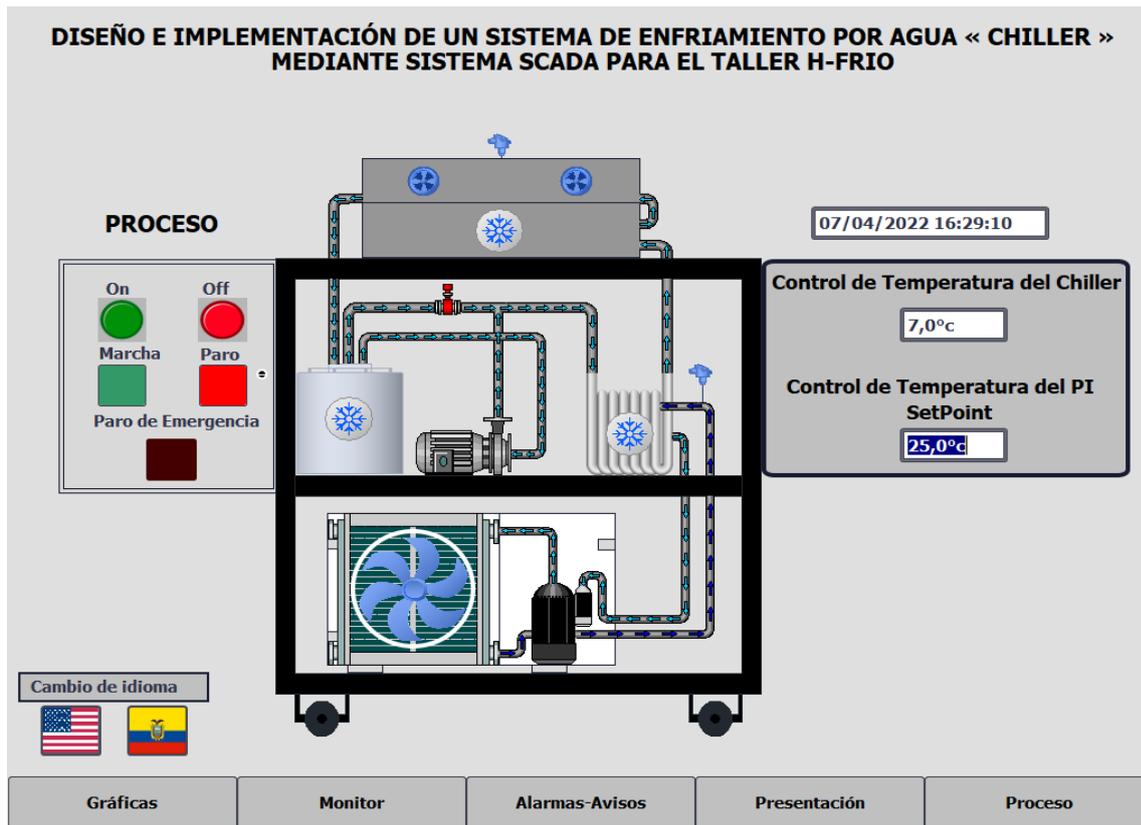


Figura 60. Sistema Scada para la visualización del funcionamiento del sistema

Elaborado por: El autor

Luego, ingresamos las temperaturas por pantalla en el monitor del sistema SCADA

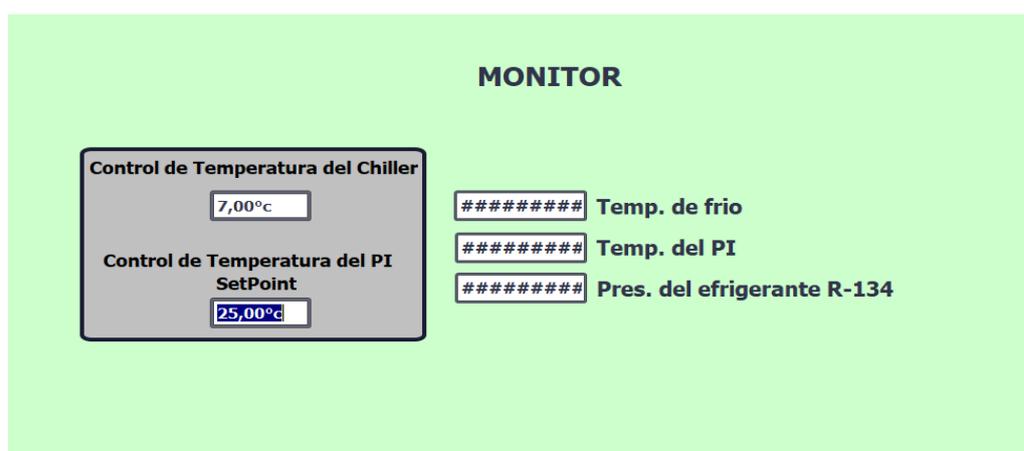


Figura 61. Ingreso de la temperatura en el monitor del SCADA

Elaborado por: El autor

Aplicamos el enfriamiento en la parte donde vamos a trabajar en el automotor del aire acondicionado



Figura 62. Enfriamiento en el automotor del aire acondicionado

Elaborado por: El autor

Procedemos a visualizar la temperatura controlada por el PI

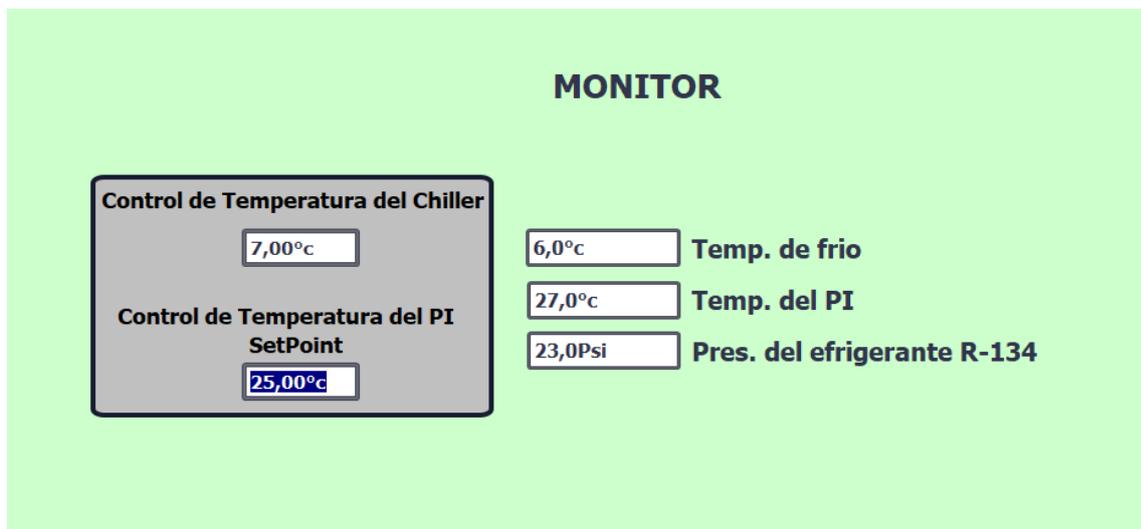


Figura 63. Visualización de temperatura

Elaborado por: El autor

Observamos cómo va regulando la temperatura deseada, el control PI

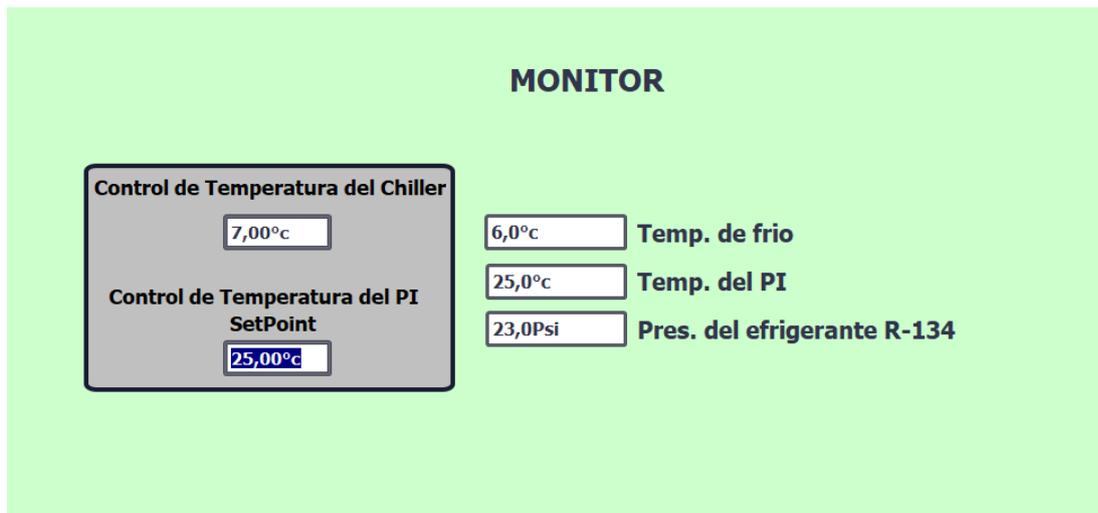


Figura 64: Regulación de temperatura

Elaborado por: El autor

Ahora verificaremos que el panel de control del equipo, se encuentre en funcionamiento total del Chiller, indicándonos que funciona correctamente



Figura 65. Funcionamiento del panel de control del Chiller

Elaborado por: El autor

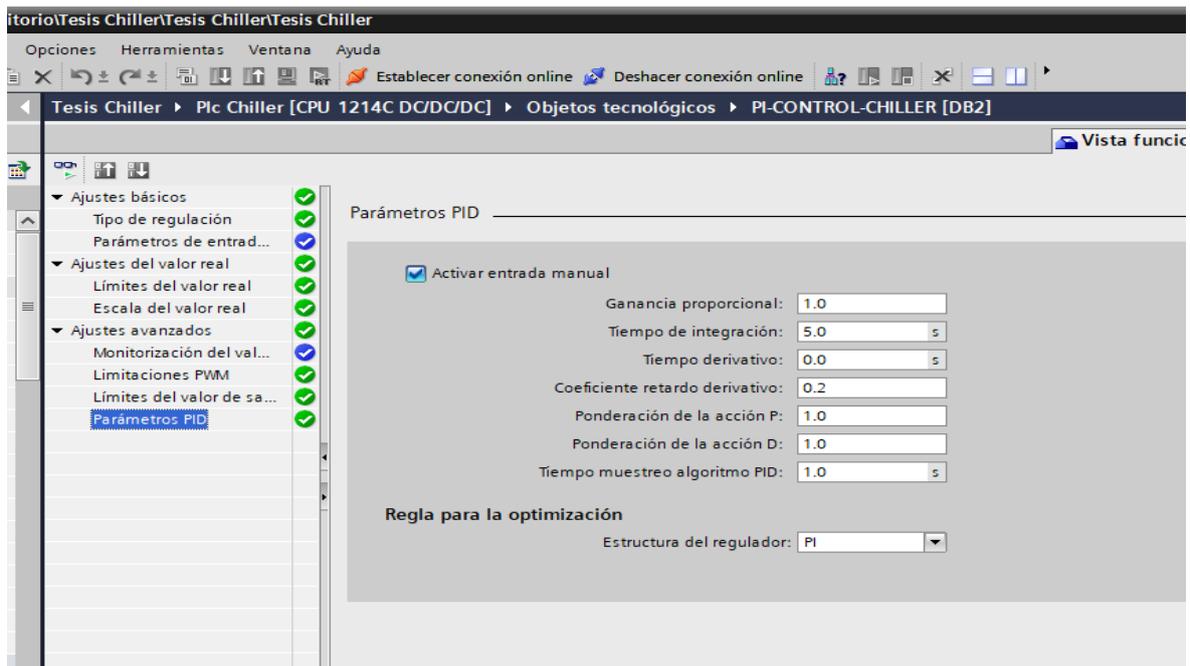


Figura 66. Parámetros del PI

Elaborado por: El autor

El programa empleado contribuirá a tener un mejor proceso de enfriamiento automatizado monitoreado desde sistema SCADA para regular la temperatura de enfriamiento por agua y poder ingresar los parámetros según la máquina que se desea enfriar para poder realizar el trabajo técnico de reparación. El chiller estará ubicado en la parte delantera del taller donde este pueda tener mayo acceso y se pueda utilizar directamente a los vehículos para trabajarlo móvilmente teniendo la facilidad para trabajarlo en cualquier parte del taller u exterior del mismo.

CONCLUSIONES

- Se implementó el diseño de un sistema de enfriamiento por agua Chiller, mediante el sistema SCADA, el cual ha permitido que exista un control y supervisión en cuanto a los niveles de temperatura de un compresor, evitando de esta manera la existencia de cualquier tipo de riesgos que involucren la salud y bienestar de técnicos en climatización.
- Al utilizar el PLC s7 1200 en el diseño SCADA, se ha logrado acoplar su automatización de forma continua, a los procesos donde interviene todo el sistema de control de enfriamiento Chiller, puesto que el funcionamiento del mismo, presenta una facilidad para los trabajos de industrialización.
- Al programar el control ON, OFF, FALLO y el controlador PI, ha permitido regular variables como temperatura, presión, con el único fin de que los procesos de la máquina sean automatizados y a su vez regulados.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que, en la configuración de la vista topológica, se pueda realizar una revisión minuciosa, ya que ésta puede unirse al sistema Chiller y al PLC, provocando que exista errores leves, los cuales pueden ser presentados al momento de conectar la red Profinet, manifestándose como un led rojo en sentido de alarma; sin embargo, no será preocupante ya que el error que se muestra, solo tendrá sentido de confusión para el operador o usuario.

ANEXOS

Anexo 1. Plano del control Chiller

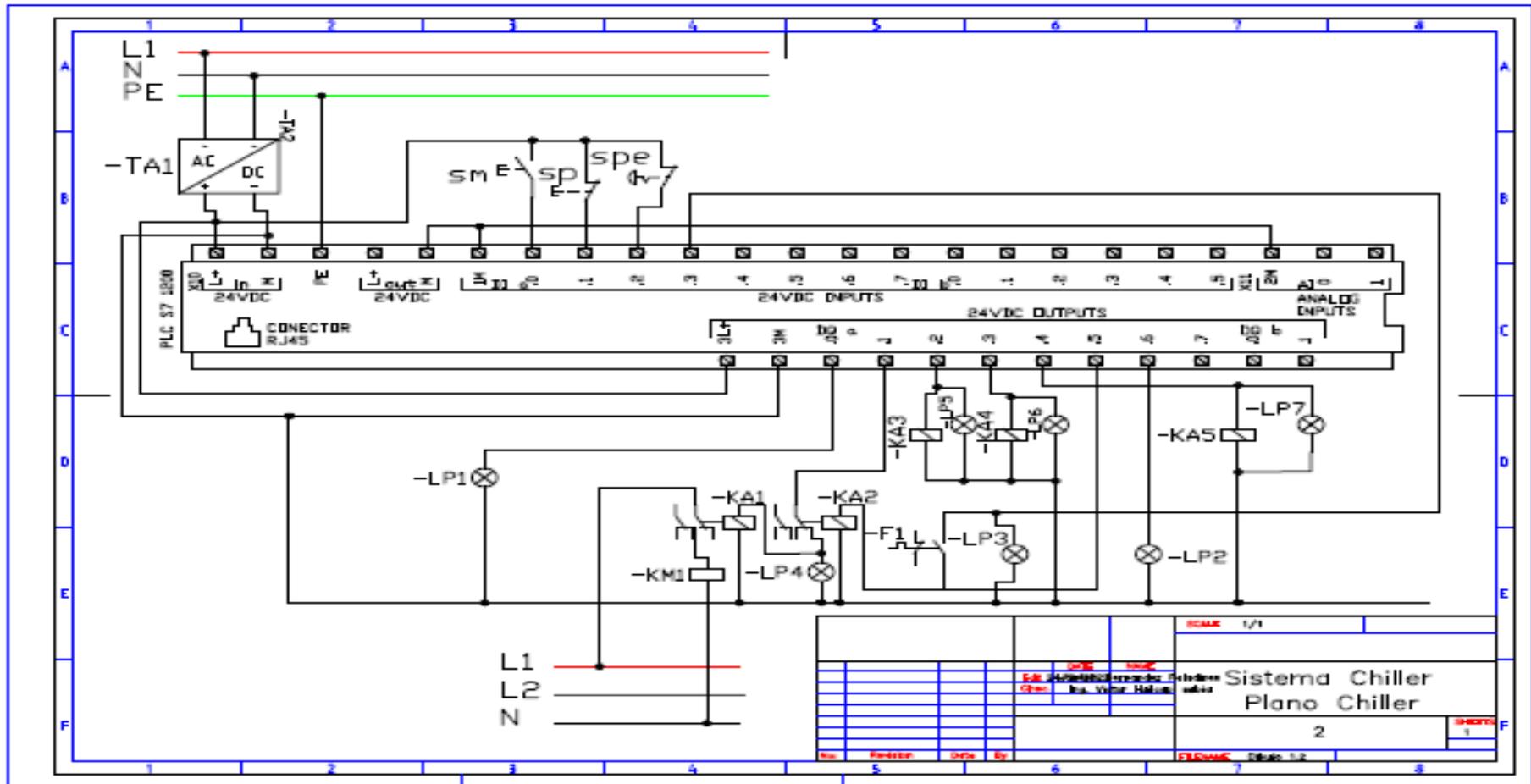


Figura 67. Plano Chiller

Elaborado por: El autor

Bibliografía

- Ahmed, I., & et, a. (2019). Programmable logic controller. *ournal of Computer Science and Information Systems*, 1(2), 1-5. Obtenido de <http://www.jcsis.org/papers/8-9>
- Airson . (2021). *¿Qué es un Chiller? Funcionamiento y mantenimiento*. Obtenido de <https://www.airsoningenieros.com/que-es-un-chiller-funcionamiento-y-mantenimiento/>
- Ayllon, N. (2020). *A DIFERENCIA ENTRE PROFIBUS Y PROFINET*. Obtenido de <https://us.profinet.com/la-diferencia-entre-profibus-y-profinet/>
- Barón, Y. (2019). Diseño prototipo banco de pruebas de presión de 0 a 100 Psig para transmisores de presión con salida analógica 4 a 20 mA para la empresa Hidrocasanare. *UNAD*(1), 2-115. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/28467>
- Bárzaga, L., & et, a. (2016). Sistemas SCADA para la automatización de los procesos productivos del CIGB. *Revista Científica de Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones*, 37(1), 20-37. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5764210>
- Bastidas, B., & et, a. (2021). Análisis de los niveles de Engagement en conductores titulares y relevadores de Cootranar LTDA, empresa de transporte intermunicipal terrestre de pasajeros del suroccidente colombiano. *UTADEO*, 1-37. Obtenido de <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/17558>
- Bengtsson, T., Abeywickrama, N., & et, a. (2019). Supervisión del rendimiento de los transformadores de potencia en SCADA. *Revista ABB*(4), 74-79. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7162454>
- Cachago, M. (2020). Diseño y construcción de un sistema de refrigeración didáctico para enfriamiento de agua (Chiller). *BIBDIGITAL*, 1(1), 1-67. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21088>
- Castro, L., & al, e. (2020). Comparación del comportamiento de refrigerantes secundarios a base de cloruro De calcio, propilenglicol y propolenglicol con nanopartículas de alofán a diferentes concentraciones en el equipo Chiller. *Polo del Conocimiento- Revista científico - profesional*, 5(3), 574-594. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7398395>
- Cheppudira, P., & et, a. (marzo de 2017). Evaluation of low - pressure flooded evaporator performance for absorption chillers. *ELSEVIER*, 122, 144-158. doi:<https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.01.085>
- Conde, S., & et, a. (2021). Simulación de procesos industriales mediante variadores de frecuencia y el protocolo de comunicación MODBUS-RTU. 5-36. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7502>
- Cortez, M. (septiembre de 2015). Tablero didáctico basado en controlador lógico programable (PLC), para los laboratorios de la asignatura de accionamiento eléctrico en la carrera de ing. electrónica de la UNAN-Managua. *Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua*. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/3168/>
- Días, A., & et, a. (enero de 2018). Panorama, desafíos y oportunidades en la investigación del protocolo PROFINET. *13th IEEE International Conference on Industry Applications (INDUSCON)*, 5-12. doi:10.1109 / INDUSCON.2018.8627173

- Doblado, O., & Ros, J. (2019). *Sistemas de seguridad y confortabilidad 2.ª edición*. Madrid: Paraninfo. Obtenido de <https://www.paraninfo.es/Ficha.aspx?EAN=9788428341615>
- Erasmus, B. (2011). Controladores Lógicos Programables (PLCs). *Lifelong Learning*(1), 1-21. Obtenido de http://www.ieec.uned.es/investigacion/dipseil/pac/archivos/informacion_de_referencia_ise_6_1_1.pdf
- García, J., & et, a. (2020). TRANSMISOR DE TEMPERATURA CON SALIDA ALÁMBRICA DE 4 A 20 mA, SALIDA INALÁMBRICA CON EL PROTOCOLO ZIGBEE, Y CON SALIDA DE CONTROL ON-OFF PROGRAMABLE. *Pistas Educativas*, 42(137), 12-56. Obtenido de <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/2295>
- Guevara, M., & Rosero, J. (2013). Diseño e implementación de una red industrial utilizando protocolo profinet para monitoreo y control de eestaciones de nivel, flujo y temperatura. *ESPE*, 1-204. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/6425>
- Händler, B. (abril de 2017). *SCADA - Sistema SCADA más confiable y seguro*. Obtenido de https://editores-srl.com.ar/revistas/aa/4/handler_sistema_scada
- Hurtado, J. (2020). *Comunicaciones Industriales*. Obtenido de http://www.infopl.net/files/descargas/siemens/infopl_net_comunicacic3b3n-entre-dos-cpus-s7-1200-en-red-profinet-vc3ada-tcp-doc.pdf
- Iglesias, A., & et, a. (2018). La formación de ingenieros y pedagogos en la UNSAM: innovaciones en el marco de un proyecto pedagógico compartido. *Revista Argentina de Educación Superior*(17), 72-86. Obtenido de <https://notablesdelaciencia.conicet.gov.ar/handle/11336/82190>
- Moreno, T., & et, a. (diciembre de 2019). Comparación del comportamiento de refrigerantes secundarios a base de cloruro de calcio y propilenglicol en equipos chiller. *Dominio de las Ciencias*, 5(2), 15-35. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7343643>
- Ochoa, J., & et, a. (mayo de 2018). Un modelo para desarrollar sistemas tipo SCADA en entornos productivos. *Computación y Sistemas*, 22(4), 1543–1558. doi:<https://doi.org/10.13053/cys-22-4-2823>
- Ortíz, Escobar, & al, e. (2016). Control Tolerante a Fallas Activo en Sensores y Actuadores: Aplicación a una Columna de Destilación. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial*, 13(1), 67-79. doi:<https://doi.org/10.1016/j.riai.2015.05.006>
- Pérez, E. (febrero de 2015). Los sistemas SCADA en la automatización industrial. *Tecnología en Marcha*, 28(4), 3-14. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5280242>
- Perico, N., & et, a. (2020). Guía práctica de investigación en ingeniería: apoyo a la formación de docentes y estudiantes. *Colecciones Digitales Uniminuto*(1), 3-92. Obtenido de <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/10822>
- Picuíno- Tecno Recursos. (2021). *Controlador PID*. Obtenido de <https://www.picuíno.com/es/control-pid.html>

- Portales, C., & et, a. (2019). UN NUEVO SISTEMA DE REALIDAD AUMENTADA PARA LA SUPERVISIÓN IN SITU DE MAQUINARIA CON SISTEMA SCADA. *Revista DYNA - Ingeniería e Industria*, 94, 155-160. doi:<https://doi.org/10.6036/8738>
- Prokhorov, A., & et, a. (2018). Implementación de software de sistemas de control utilizando el sistema SCADA de código abierto OpenSCADA. *IEEE*, 1(1), 3-27. doi: 10.1109/EIConRus.2018.8317069
- Reijnen, F., & et, a. (2020). Supervisory Control Synthesis for Safety PLCs. *ELSEVIER*, 53(4), 151-158. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.04.015>
- Rocha, J., & Villagómez, C. (2019). Sistema de control inteligente para el funcionamiento del sistema de aire acondicionado de un vehículo liviano. *Repositorio de la Universidad Internacional SEK Ecuador*, 108. Obtenido de <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/3312>
- Rodríguez, L., & et, a. (junio de 2015). Diseño domótico reconfigurable con controlador lógico programable. *Revista Científica Guarracuco*, 30(19), 1-6. Obtenido de http://revistas.unimeta.edu.co/index.php/rc_es_guarracuco/article/view/282
- Rogala, R., & et, a. (2019). Software Clase SCADA del Sistema de Control KOGA del Nodo de Beneficio Jig. *Serie de conferencias IOP: Ciencia e ingeniería de materiales*, 1, 1-15. doi:10.1088/1757-899X/545/1/012009
- Ruiz, J. (2019). Sistema de Control y Monitoreo de Consumo Energético para Equipos de Climatización Orientado a Internet de las Cosas. *Redicuc*, 2-88. Obtenido de <https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/3285>
- Shlomo, A., & et, a. (marzo de 2021). Detección de actividad maliciosa basada en patrones temporales en sistemas SCADA. *ELSEVIER*, 102, 8-36. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cose.2020.102153>
- Szczurek, A., & Maciejewska, M. (febrero de 2015). Clasificación de la calidad del aire en el interior de la cabina del automóvil mediante el sistema de sensores. *ACM Digital Library*, 4(1), 211-219. Obtenido de <https://dl.acm.org/doi/10.5220/0005225802110219>
- Telmo, J., & et, a. (enero de 2018). Análisis comparativo de la utilización de refrigerantes alternativos en un chiller. *Dominio de las ciencias*, 4(1), 418-433. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6313249>
- Torres, R. (2019). Desarrollo de dos plantas didácticas de Control ON-OFF de Temperatura. *BIGDIGITAL*(1), 1-133. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20425>
- Unal, Y., & et, a. (2018). PV system fuzzy logic MPPT method and PI control as a charge controller. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81(1), 994-1001. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032117311978>
- Vásconez, D. (2021). Estudio de la trayectoria tecnológica y científica del equipo de aire acondicionado en vehículos eléctricos. *Riunet*, 2-49. Obtenido de <https://riunet.upv.es/handle/10251/175640>
- Vidal, B. (junio de 2015). Generador de funciones periódicas con controlador lógico-programable (PLC). *Revista Afinidad*, 72(570), 89-94. Obtenido de <https://recercat.cat/handle/2072/443217>

- Wu, X., & Xie, L. (2019). On the Wireless Extension of PROFINET Networks. *IEEE*, 6(9), 8-40.
doi:10.1109/VTS-APWCS.2019.8851634
- Xuepei, W., & Lihua, X. (septiembre de 2019). Sobre la extensión inalámbrica de redes PROFINET.
IEEE, 1-5. doi:10.1109 / VTS-APWCS.2019.8851634
- Zúñiga, H., & et, a. (junio de 2019). Análisis termodinámico de un chiller de absorción de 1 y 2 etapas de una planta de cogeneración. *INGENIUS - Revista de Ciencia y Tecnología*(21), 41-52.
doi:<https://doi.org/10.17163/ings.n21.2019.04>