

Evaluación y seguimiento de medidas de ajuste y corrección en equipos de refrigeración y aire acondicionado, utilizando información de PLC en edificio inteligente

Alumno: David Felipe Romero Moreno

Carrera:

Ingeniería Mecánica

No. control: 2203362

Director: Saul Andrés Hernández Moreno
Carlos Alberto León Medina

Universidad Santo Tomas
Tunja
2021

Evaluación y seguimiento de medidas de ajuste y corrección en equipo de refrigeración y aire acondicionado, utilizando información de PLC en edificio inteligente

DAVID FELIPE ROMERO MORENO

Proyecto realizado para optar el título de Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
TUNJA
2021

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Tunja 03/02/2021

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION	8
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
3. OBJETIVOS	11
3.1. OBJETIVO GENERAL	11
3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	11
4. MARCO REFERENCIAL	12
4.1 MARCO CONTEXTUAL	12
4.2-MARCO TEORICO	13
4.3 MARCO LEGAL	17
5. DESARROLLO DE PASANTIA	20
5.1. IDENTIFICACION DE EQUIPOS	20
5.1.1. Equipo de refrigeración de cuarto varios 1.	21
5.1.2. Equipo de refrigeración de Cuarto frio varios 2.	22
5.1.2. Equipo de refrigeración para Cuarto frio de cerveza.	23
5.1.3. Equipo de refrigeración para Cuarto frio de hielo.	24
5.1.4. Equipo central de aire acondicionado de 5 toneladas de refrigeración.	25
5.2 PLATAFORMA DIGITAL	26
5.2.1. Obtención de datos.	26
5.3 CAPACITACIONES	32
6. RESULTADOS	36
7. ANEXOS	37
8. CONCLUSIONES	41
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Empresa de Refrigeración y climas (Hermosillo).	12
Figura 2. Equipo de refrigeración, Varios 1.....	21
Figura 3. Equipo de refrigeración, Varios 2.....	22
Figura 4. Equipo de refrigeración, Cerveza.	23
Figura 5. Equipo de refrigeración, hielo.	24
Figura 6. Equipo central de aire acondicionado, 5 toneladas.	25
Figura 7. Panel de navegación PLC.	26
Figura 8. Sensor de corriente.....	27
Figura 9. Función de monitoreo.	27
Figura 10. Presiones de cuartos fríos.	28
Figura 11. Componentes de equipo refrigeración y aire acondicionado.	32
Figura 12. Ajuste de presión.	33
Figura 13. Refrigerantes.	33
Figura 14. Obtención de datos en PLC.....	34
Figura 15. Herramienta y equipo a utilizar en el área de trabajo.	34
Figura 16. Grupo de capacitación.....	35

TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Marco legal (a)	17
Tabla 2. Marco legal (b)	18
Tabla 3. Marco legal (c)	19
Tabla 4. Características técnicas de los equipos.	20
Tabla 5. Datos obtenidos por PLC (a).....	29
Tabla 6. Datos obtenidos por PLC (b).....	30
Tabla 7. Datos obtenidos por PLC (c).....	31

RESUMEN

Refrigeración y climas es una empresa nacional, ubicada en la zona norte de México; se caracteriza por ser una de las empresas líder en servicios, instalación y ventas del sector en México, ya que su compromiso está en satisfacer la necesidad del cliente, implementando nuevas tecnologías, como refrigerantes, controladores lógicos programables (PLC) y demás componentes que se necesitan para el buen funcionamiento de los equipos de refrigeración y aire acondicionado. A su vez, por tener esta clase de servicios y ser una empresa de gran incidencia en esta zona del país, dentro de su normatividad cuenta con un conjunto de reglas, en las que destaca el cumplimiento con el medio ambiente y esto se tiene que ver reflejado en las más de 100 tiendas que tiene a su cargo. Sin embargo, se vienen presentando falencias en el monitoreo de los equipos y ajustes de estos, obteniendo fugas de gas refrigerante, altos consumos de energía y otros servicios los cuales se pueden evitar teniendo el monitoreo y consolidación de los datos mes a mes de cada equipo. Por lo tanto, se hizo de gran importancia diseñar una guía de monitoreo que cuente con todos los datos que arroja el controlador lógico programable (PLC) de cada equipo, y así visualizar la mejora o mal funcionamiento de estos. Por otra parte, implementara capacitaciones a personal nuevo con el fin de obtener un buen desempeño a la hora de la obtención de datos y posterior ajuste de cada uno de estos.

1. INTRODUCCION

Refrigeración y climas establecida en 1983 por el Ingeniero Rogelio Bonillas Olivas actualmente ubicada en Hermosillo, Sonora y Guaymas, Sonora, en el país de México, cuenta con superficie de aproximadamente 1000 m², donde se encuentran oficinas administrativas y de ingeniería, taller para manufactura de herrería y ductos de lámina, bodega de materiales, herramienta y equipo, almacén de refacciones y materiales de consumo, sala de juntas, aula de capacitación y laboratorio de pruebas. Actualmente Esta empresa dedicada a la solución de problemas de confort ambiental, conservación de productos perecederos, funcionalidad en sistemas eléctricos de potencia y control; ofrece a sus clientes productos y servicios profesionales de la más alta calidad, comprometidos a buscar soluciones rentables con mayor eficiencia energética para aprovechar los recursos y preservar nuestro entorno.

La labor principal de esta empresa es realizar mantenimiento preventivo y correctivo, ajustar y controlar los equipos de refrigeración y aire acondicionado en edificios inteligentes, los cuales son llamados así dada la implementación de tecnología como lo son: sensores, alarmas, luces, puertas y equipos, todo esto controlado por medio del PLC ya instalado. Cuenta con diferentes ingenieros mecánicos y técnicos los cuales están bien capacitados para elaborar esta clase de trabajos de alta demanda en la zona norte de México, debido a las altas temperaturas que presenta la ciudad. El uso de la refrigeración y aire acondicionado, cada día se va incrementando y encuentra más aplicaciones; hace algunos años, el uso principal de la refrigeración era la producción de hielo, ahora la refrigeración es esencial, en la producción y distribución de alimentos, y para el funcionamiento de la industria alimenticia y química, siendo estas tiendas muy completas al tener todos los sistemas de refrigeración y aire acondicionado para prestar un buen servicio en todo el territorio Mexicano.

Algunas instalaciones cuentan con PLC (Programable logic controller) que procesan la información recibida a través de señales de entrada sean analógicas o digitales, estas son tomadas por el sistema de control como condiciones reales las cuales son comparadas con valores previamente establecidos en el programa para ejecutar una acción que implique por ejemplo energizar un circuito de iluminación, abrir o cerrar una puerta, poner en operación el sistema de aire acondicionado o calefacción, arrancar o detener el sistema de refrigeración que conserva alimentos, bebidas, entre otros.

Actualmente el desarrollo de nuevos sistemas de control para edificios inteligentes no se limita al encendido y apagado de circuitos, sino que además tienen la capacidad para monitorear, registrar, representar de manera gráfica o tabular, y llevar historial de las condiciones en que están operando los diferentes equipos controlados de manera automatizada

Lograr medir el consumo de energía y otras variables eléctricas del edificio en tiempo real permite lograr mayor eficiencia, pues el uso que se dé a la información proporcionada por el sistema inteligente es de gran importancia para quienes desarrollan proyectos de instalación, mantenimiento y acondicionamiento de espacios, ya que les ayudara a tomar decisiones acertadas en el trabajo que se esté desempeñando.

Teniendo en cuenta que el principal objetivo de los programas de pasantía en el exterior es el de capacitar a los estudiantes o jóvenes profesionales para aplicar los conocimientos adquiridos en el aula de clases, dentro del lugar de trabajo enfocado a un área específica, al mismo tiempo que obtienen valiosa experiencia laboral en una compañía extranjera en un cargo directamente relacionado con su carrera o profesión. Así como un valor agregado en la hoja de vida con el fin aspirar a un mayor ámbito profesional no solo en el país de origen si no en el exterior.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Refrigeración Y Climas se ve en la necesidad de capacitar a su personal constantemente en temas referentes al uso de sistemas de control, pues buena parte de sus clientes cuentan con sistemas programables en los así llamados edificios inteligentes.

Dado que sus aplicaciones son muy diversas, desde el control de sistemas de aire acondicionado, sistemas de refrigeración, entre otras aplicaciones, se facilita la obtención de información actualizada que puede ser empleada para mejorar el provecho de recursos, especialmente la energía eléctrica teniendo en cuenta que en México el uso de aires acondicionados ocupa el segundo lugar en consumo de energía, superado por la iluminación, lo que se implica 75 mil millones de pesos mexicanos anuales. Teniendo en cuenta lo anterior, en este estudio es importante que se propongan estrategias para disminuir el consumo de energía; algunos países vecinos como lo son Estados Unidos, en pro del mejoramiento sostenible, han tenido una serie de adelantos en materia de climatización, entendiéndose por ellas los procesos de aire acondicionado de confort. Esto es contrario a lo que sucede en América Latina, que, en medio de este tiempo de grandes revoluciones tecnológicas, ha tenido un desarrollo minúsculo en este aspecto.

Los controladores lógicos programables con que cuentan las instalaciones de algunos clientes atendidos por la empresa, no han sido aprovechados al máximo, se tiene la necesidad de obtener la mayor cantidad de información disponible, para proponer una plataforma que monitoree los equipos y así obtener la mayor ventaja posible de los datos de dicha fuente con el fin de lograr hacer más eficiente el funcionamiento de los equipos.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar y seguir las medidas de ajuste y corrección en equipos de aire acondicionado y refrigeración, a partir de datos obtenidos por el PLC en edificios inteligentes.

3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar los equipos de aire acondicionado y refrigeración ya instalados en edificios inteligentes, para entender el funcionamiento e identificar los elementos que lo componen.
- Diseñar una guía de monitoreo de equipos de aire acondicionado y refrigeración, teniendo como base, los datos obtenidos por el PLC.
- Capacitar al personal de la empresa en obtención de datos con PLC, ajuste de presión, refrigerantes y componentes de los equipos de aire acondicionado y refrigeración.

Comentado [EBRR1]: Desde que pagina esta la guía de monitoreo?

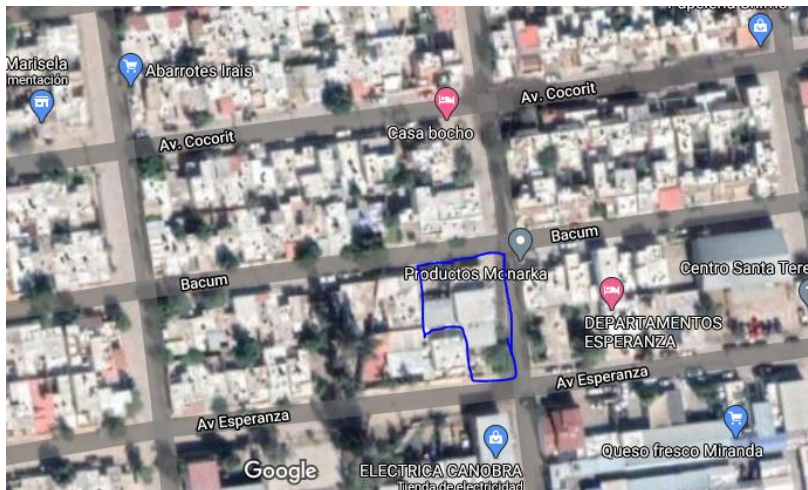
Comentado [EBRR2]: Su objetivo era capacitar al personal?

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO CONTEXTUAL

La empresa se encuentra situada en la ciudad de Hermosillo en el estado de Sonora, siendo país de origen México, fue creada en 1983 por el ingeniero y docente del Instituto Tecnológico de Hermosillo Rogelio Bonillas Olivas, datando sus inicios en Hermosillo, sonora y expandiéndose hasta Guaymas, sonora Bacum 1130, Misión, 83120 Hermosillo, Son, México.

Figura 1. Empresa de Refrigeración y climas (Hermosillo).



Fuente: Tomado de Google earth Pro.

4.2-MARCO TEORICO

REFRIGERACIÓN: La refrigeración es un proceso que consiste en bajar o mantener el nivel de calor de un cuerpo o un espacio. Considerando que realmente el frío no existe y que debe hablarse de mayor o menor cantidad de calor o de mayor o menor nivel térmico (nivel que se mide con la temperatura), refrigerar es un proceso termodinámico en el que se extrae calor del objeto considerado (reduciendo su nivel térmico), y se lleva a otro lugar capaz de admitir esa energía térmica sin problemas o con muy pocos problemas.

Los fluidos utilizados para llevar la energía calorífica de un espacio a otro, son llamados refrigerantes. (SRC, 2019)

SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN: Los denominados sistemas frigoríficos o sistemas de refrigeración corresponden a arreglos mecánicos que utilizan propiedades termodinámicas de la materia para trasladar energía térmica en forma de calor entre dos o más focos, conforme se requiera. Están diseñados primordialmente para disminuir la temperatura del producto almacenado en cámaras frigoríficas o cámaras de refrigeración las cuales pueden contener una variedad de alimentos o compuestos químicos, conforme especificaciones. (SRC, 2019)

PLC: Es un “cerebro” que activa los componentes de la maquinaria para que desarrollen actividades potencialmente peligrosas para las personas, muy lentas o imperfectas. es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, electroneumáticos, electrohidráulicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje u otros procesos de producción así como atracciones mecánicas.

el PLC está diseñado para múltiples señales de entrada y de salida, rangos de temperatura ampliados, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a la vibración y al impacto. Los programas para el control de funcionamiento de la máquina se suelen almacenar en baterías, copia de seguridad o en memorias no volátiles. Un PLC es un ejemplo de un sistema de tiempo real, donde los resultados de salida deben ser producidos en respuesta a las condiciones de entrada dentro de un tiempo limitado, de lo contrario no producirá el resultado deseado. (SRC, 2019)

CPU: Es el cerebro del PLC y está formado por el procesador y la memoria. El procesador se encarga de ejecutar el programa escrito por el usuario, que se encuentra almacenado en la memoria. Además el procesador se comunica con

el exterior mediante sus puertos de comunicación y realiza funciones de autodiagnóstico. (SRC, 2019)

SWITCH DE DE CORRIENTE: Los sensores de corriente son dispositivos utilizados para medir el flujo de corriente en un circuito eléctrico. También se denominan transductores de corriente o transformadores de detección de corriente. Están disponibles en una variedad de tipos para medir flujos de corriente CA y CC. (ARROW, 2018)

SEPARADOR DE ACEITE: El separador de aceite es un dispositivo diseñado para separar el aceite lubricante del refrigerante, antes que entre a otros componentes del sistema y regresarlo al cárter del compresor. (EMERSON, 2016)

MÁQUINA FRIGORÍFICA POR COMPRESIÓN MECÁNICA: Una máquina frigorífica por compresión tiene por cometido desplazar energía térmica en forma de calor entre dos puntos. La más sencilla de ellas es la refrigeración por compresión mecánica de una etapa.

La refrigeración por compresión se logra evaporando un gas refrigerante en estado líquido a través de un dispositivo de expansión dentro de un intercambiador de calor, denominado evaporador. Para evaporarse este requiere absorber calor latente de vaporización. Al evaporarse el líquido refrigerante cambia su estado a vapor. Durante el cambio de estado el refrigerante en estado de vapor absorbe energía térmica del medio en contacto con el evaporador, bien sea este medio gaseoso o líquido. A esta cantidad de calor contenido en el ambiente se le denomina carga térmica.

Luego de este intercambio energético, un compresor mecánico se encarga de aumentar la presión del vapor para poder condensarlo dentro de otro intercambiador de calor conocido como condensador y hacerlo líquido de nuevo. En este intercambiador se liberan del sistema frigorífico tanto el calor latente como el sensible, ambos componentes de la carga térmica. Ya que este aumento de presión además produce un aumento en su temperatura, para lograr el cambio de estado del fluido refrigerante -y producir el subenfriamiento del mismo- es necesario enfriarlo al interior del condensador; esto suele hacerse por medio de aire y/o agua conforme el tipo de condensador, definido muchas veces en función del refrigerante. De esta manera, el refrigerante en estado líquido, puede evaporarse nuevamente a través de la válvula de expansión y repetir el ciclo de refrigeración por compresión.

Máquinas que aplican la refrigeración por compresión

- Equipos de refrigeración
- Aire acondicionado o acondicionador de aire
- Refrigerador, nevera o frigorífico
- Enfriador de agua
- Cámara de refrigeración
- Fábrica de hielo
- Aire acondicionado automotor

AIRE ACONDICIONADO: El acondicionamiento del aire es el proceso que enfría, limpia y circula el aire, controlando, además, su contenido de humedad. Consiste en un cierto tratamiento del aire de un lugar cerrado para generar una atmósfera agradable para quienes se encuentran en dicho espacio. Incrementar o reducir la temperatura y el nivel de humedad del aire suelen ser los objetivos más habituales, aunque el proceso también puede implicar una renovación o filtración del aire. Las características del aire que se controlan simultáneamente son: temperatura, humedad, pureza y distribución uniforme en el recinto. (EMERSON, 2016)

TRANSMISION DE CALOR: La segunda ley importante de la termodinámica es aquella según la cual el calor siempre viaja del cuerpo más cálido al cuerpo más frío. El grado de transmisión es directamente proporcional a la diferencia de temperatura entre ambos cuerpos. La transmisión de calor no puede tener lugar sin que exista una diferencia de temperatura.

Para reducir o mantener la temperatura de un ambiente por debajo de la temperatura del entorno se debe extraer calor del espacio y transferirlo a otro cuerpo cuya temperatura sea inferior a la del espacio refrigerado. El ciclo de refrigeración simple es el principio fundamental de ingeniería que rige todos los sistemas de aire acondicionado.

El alma del proceso es una sustancia refrigerante que viaja por un circuito con dos puntos de intercambio de temperatura, uno al interior del espacio y otro en el exterior. En el punto de intercambio interior (evaporador), el refrigerante captura el calor del recinto a climatizar y lo conduce hasta el segundo punto de intercambio exterior (condensador), donde es liberado. (EMERSON, 2016)

COMPRESOR: Consiste en forzar mecánicamente la circulación de un fluido en un circuito cerrado creando zonas de alta y baja presión con el propósito de que el fluido absorba calor en un lugar y lo disipe en el otro. es una máquina, cuyo trabajo consiste en incrementar la presión de un fluido. Al contrario que otro tipo de máquinas, el compresor eleva la presión de fluidos compresibles como el aire y todo tipo de gases. (EMERSON, 2016)

VALVULA DE EXPANSION: La válvula de expansión es un elemento que se encarga de controlar el paso de refrigerante a través de la compresión o la expansión, en función de la presión requerida por el sistema de aire acondicionado. Esta presión es la que enfría el refrigerante al circular a través de las bobinas del evaporador. (EMERSON, 2016)

REFRIGERANTE: Refrigerante es una sustancia que actúa como agente de enfriamiento, con propiedades especiales de punto de evaporación y condensación. Mediante cambios de presión y temperatura absorben calor en un lugar y lo disipa en otro mediante un cambio de líquido a gas y viceversa. (EMERSON, 2016)

SEPARADOR DE ACEITE: El separador de aceite es un dispositivo diseñado para separar el aceite lubricante del refrigerante, antes que entre a otros componentes del sistema y regresarlo al cárter del compresor. (EMERSON, 2016)

CAPACITACION: En el mundo laboral y empresarial, la capacitación es el conjunto de actividades didácticas o de enseñanza y mejoramiento de las capacidades de trabajo que se ofrecen a los trabajadores de una organización o empresa. Tienen como objetivo expandir sus conocimientos, habilidades o aptitudes. (Raffno, 2020).

VALVULA SOLENOIDE: Es el componente que se utiliza más a menudo para controlar el flujo de refrigerante. Esta válvula posee una bobina magnética que, cuando tiene corriente, levanta el émbolo de su interior. Estas válvulas pueden ser del tipo normalmente abierto o normalmente cerrado. (EMERSON, 2016)

4.3 MARCO LEGAL

Tabla 1. Marco legal (a)

Ley, Norma, Resolución	DESCRIPCION	ESTADO
NTC 4838-1. Equipos de refrigeración comercial. Métodos de ensayo. Parte 1: Cálculo de dimensiones lineales áreas y volúmenes.	Define los términos y especifica los métodos para determinar las dimensiones lineales, áreas, volúmenes para artefactos de refrigeración comercial. (FAIAR, 2017)	Vigente
Prohibición del uso de Ref. HCFC en refrigeradores y congeladores	Por la cual se prohíbe la fabricación e importación de refrigeradores, congeladores y combinaciones de refrigerador - congelador, de uso doméstico, que contengan o requieran para su producción u operación las sustancias Hidroclorofluorocarbonadas (HCFC), listadas en el Anexo C del Protocolo de Montreal, y se adoptan otras determinaciones. (FAIAR, 2017)	Vigente
NTC 5315. Sistemas de refrigeración mecánicos usados para enfriamiento y calefacción. Requisitos de seguridad.	Especifica los requisitos relativos a la seguridad de las personas y las propiedades para el diseño, construcción, instalación y operación de sistemas de refrigeración. (FAIAR, 2017)	Vigente
NTC 4838-4. Equipos de Refrigeración comercial. Método de ensayo. Parte 4. Ensayo de descongelación.	Especifica el procedimiento del método de ensayo para descongelación de equipos de refrigeración comercial. (FAIAR, 2017)	Vigente
NTC 2911. Refrigeración. Guía para la presentación de los datos de rendimiento de compresores de refrigeración.	Las pruebas de esta norma se aplican únicamente a compresores de refrigeración de una etapa y del tipo de desplazamiento positivo. Los métodos de prueba seleccionados describen la forma de determinar la capacidad refrigerante, la potencia, la eficiencia, isen. (FAIAR, 2017)	Vigente

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Marco legal (b)

NTC 3291. Refrigeración. Prueba de sistemas de refrigeración	Contiene unidades, definiciones y datos de prueba, determinación del desempeño técnico, organización de los ensayos, medición de la capacidad del refrigerante, medición del consumo de energía, instrumentos de medición, tolerancias, presentación de los resultados.(FAIAR, 2017)	Vigente
NTC 4295 - método de ensayo para clasificación de acondicionadores de aire para recinto.	indica un método de ensayo con el cual obtener la relación de eficiencia energética, las capacidades de refrigeración y cantidades de flujo de aire, que permitan clasificar acondicionadores de aire (FAIAR, 2017)	Vigente
Resolución No. 4445 de 1996. Ministerio de salud	Cumplimiento del contenido del Título IV de la Ley 09 de 1979, en lo referente a las condiciones sanitarias que deben cumplir (FAIAR, 2017)	Vigente
Resolución No. 601 de 2006. Ministerio de ambiente, vivienda y Desarrollo territorial	Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.	Vigente
Decreto No. 979 de 2006. Ministerio de ambiente, vivienda y Desarrollo territorial	Por el cual se modifican los artículos 7,10, 93, 94 y 108 del Decreto 948 de 1995. De las clases de normas de calidad del aire o de los distintos niveles periódicos de inmisión.	Vigente
NTC 2050. Aire acondicionado. acondicionadores de aire para recintos.	Esta norma establece requisitos para acondicionadores de aire para recintos, clasificados para no más de 600 V de corriente alterna (c.a.) y destinados a la instalación según el Código Eléctrico Nacional. (FAIAR, 2017)	Vigente

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Marco legal (c)

NTC 5183 - ventilación para una calidad aceptable del aire en espacios interiores.	Rige para todos los espacios interiores o cerrados que la gente puede ocupar, excepto cuando otras normas y requisitos vigentes requieran mayor cantidad de ventilación que esta norma. (FAIAR, 2017)	Vigente.
NTC 5852 norma de seguridad para sistemas de refrigeración.	Esta norma especifica diseño, construcción, instalación y funcionamiento con seguridad de los sistemas de refrigeración.	Vigente
NTC 5853 designación y clasificación de seguridad de refrigerantes	Esta norma presenta un sistema inequívoco para la numeración de refrigerantes y la asignación de prefijos para la designación de la composición de refrigerantes. Se incluyen clasificaciones de seguridad basadas en datos de toxicidad e inflamabilidad, junto con los límites de concentración de los refrigerantes. Esta norma no da a entender respaldo ni acuerdo acerca de que un refrigerante individual sea adecuado para alguna aplicación particular. (FAIAR, 2017)	Vigente

Fuente: Elaboración propia.

5. DESARROLLO DE PASANTIA

5.1. IDENTIFICACION DE EQUIPOS.

Cada una de las tiendas cuenta con 4 equipos de refrigeración dirigidos a cuartos diferentes y 2 centrales de aire acondicionado los cuales estarán monitoreados continuamente por el PLC ya instalado en la tienda. Cada equipo cuenta con su ficha técnica como se muestra en la (tabla 4).

Las toneladas de refrigeración es la capacidad de enfriamiento que va a tener el equipo, así como es importante ajustar las presiones de trabajo ya que todos los equipos trabajan a diferente temperatura.

Tabla 4. Características técnicas de los equipos.

EQUIPOS	VOLTAJE V	POTENCIA W	TONELADAS DE REFRIGERACION	PRESION DE TRABAJO
Cuarto frio varios 1	230 v	900-2000 w	2 toneladas	55-65 psi
Cuarto frio varios 2	230 v	900- 2000w	2 toneladas	55-65 psi
Cuarto frio de cerveza	230 v	900- 2000 w	2 toneladas	50-60 psi
Cuarto frio de hielo	230 v	900-2000 w	2 toneladas	30-38 psi
Central AC 1	208 – 240 v	900-2000w	4 toneladas	120-140 psi
Central AC 2	208- 240 v	900- 2000 w	4 toneladas	120-140 psi

Fuente: Elaboración propia.

5.1.1. Equipo de refrigeración de cuarto varios 1.

Este equipo trabaja a unas presiones entre 55 y 65 psi, esta dirigido a un cuarto con dimensiones de 3m de largo x 2m de ancho x 2 metros de alto, el equipo de refrigeración cuenta con el evaporador en el cuarto frio y la condensadora en la parte alta de la tienda la cual cuenta con los siguientes componentes como se muestra en la (figura 2).

1. Recibidor de refrigerante
2. Separador de aceite
3. Motor de condensadora.
4. Filtro deshidratador.
5. Switch de alta presión
6. Compresor
7. Presostato de baja

Figura 2. Equipo de refrigeración, Varios 1.



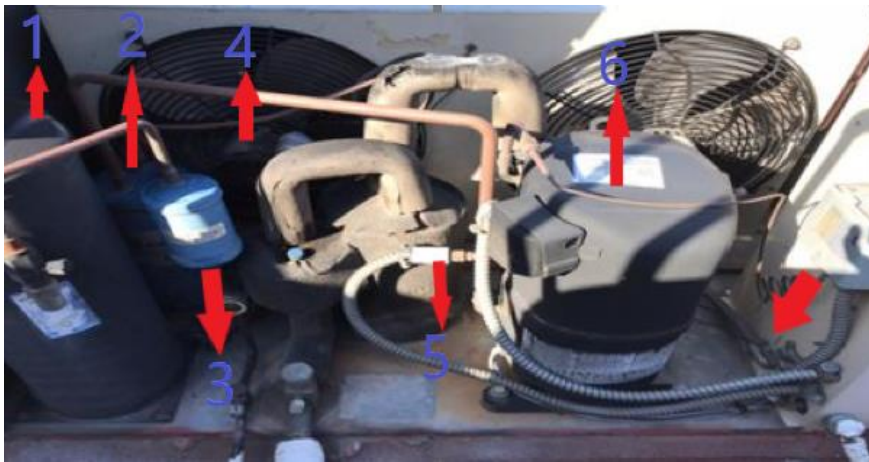
Fuente: Elaboracion propia.

5.1.2. Equipo de refrigeración de Cuarto frio varios 2.

Este equipo trabaja a unas presiones entre 55 y 65 psi, está dirigido a un cuarto con dimensiones de 3m de largo x 2m de ancho x 2 metros de alto, el equipo de refrigeración cuenta con el evaporador en el cuarto frio y la condensadora en la parte alta de la tienda la cual cuenta con los siguientes componentes como se muestra en la (figura 3).

1. Recibidor de refrigerante
2. Separador de aceite.
3. Filtro deshidratador
4. Motor de condensadora.
5. Swtich de presion
6. Condensandor
7. Prestostato de baja

Figura 3. Equipo de refrigeración, Varios 2.



Fuente: Elaboracion propia.

5.1.2. Equipo de refrigeración para Cuarto frio de cerveza.

Este equipo trabaja a presiones entre 50 y 60 psi, su presión es más baja debido a que se necesitan temperaturas más bajas, el cuarto frio cuenta con unas dimensiones de 3m de largo x 2 de ancho x 2 de alto, como su nombre lo indica este cuarto será únicamente para depósito de cerveza, trabaja con un refrigerante R 404; sus componentes se ven señalados en la (figura 4).

1. Recibidor de refrigerante
2. Separador de aceite
3. Filtro deshidratador.
4. Acumulador de succión.
5. Switch de presión.
6. Compresor

Figura 4. Equipo de refrigeración, Cerveza.



Fuente: Elaboración propia.

5.1.3. Equipo de refrigeración para Cuarto frio de hielo.

Este equipo cuenta con una presión de trabajo que está entre los 30 y 38 psi, esto se debe a las bajas temperaturas que debe operar; el cuarto frio al que está dirigido cuentan con unas dimensiones de 1m de ancho x 1m de largo x 2m de alto, su función será evitar el descongelamiento del hielo. Este equipo cuenta con algunos componentes que se ven señalados en la (figura 5).

En el cuarto de hielo estará ubicado el evaporador, la válvula de expansión, el motor del evaporador, y un sensor PT1000 el cual estará conectado al PLC, que estará monitoreando la temperatura del cuarto frio de hielo

- 1- Recibidor de refrigerante
- 2- Separador de aceite.
- 3- Filtro deshidratador.
- 4- Acumulador de succión.
- 5- Compresor.
- 6- Motor de condensadora.

Figura 5. Equipo de refrigeración, hielo.



Fuente: Elaboración propia.

5.1.4. Equipo central de aire acondicionado de 5 toneladas de refrigeración.

Es un equipo que cuenta con una presión de trabajo que esta entre 120 y 140 psi, este equipo es el encargado de mantener una temperatura apropiada tanto en tiempo de calor, como en tiempo de frio; el porcentaje de operación debe estar en 50% o menor. Este equipo cuenta con condensador, evaporador, compresor, turbina, refrigerante R404a.

Figura 6. Equipo central de aire acondicionado, 5 toneladas.



Fuente: Elaboracion propia.

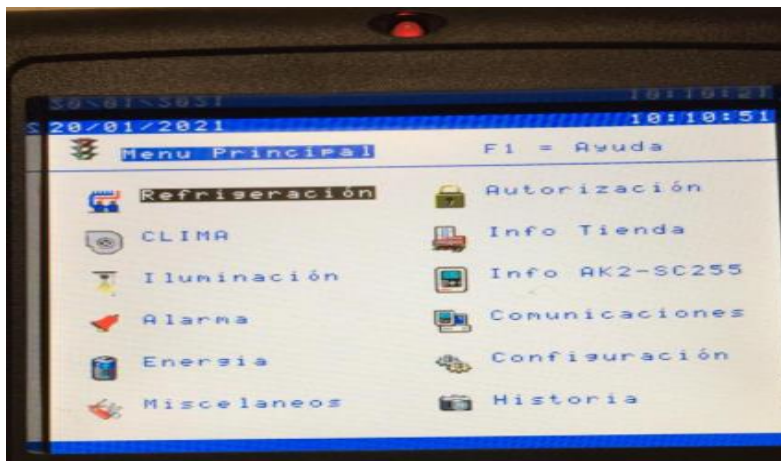
5.2 PLATAFORMA DIGITAL.

5.2.1. Obtención de datos.

El correcto manejo del controlador lógico programable (PLC), ayudara a la obtención de los datos requeridos para el análisis y posterior ajuste de los equipos. Es importante conocer el contenido con el que cuenta el PLC, ya que este controlador lógico no solo tiene refrigeración y aire acondicionado se puede evidenciar alarmas, luces, puertas, iluminación exterior e interior como se muestra en la (figura 7).

La obtención de datos entre equipos y PLC se da mediante un switch de corriente digital o sensor de corriente (imagen 8); a través de dos hilos conductores envía la señal a la tarjeta de entrada del PLC para registrar el tiempo de operación del compresor y válvula solenoide. Mediante el orificio de sensor de corriente se hace pasar uno de los cables que alimenta al compresor de energía eléctrica.

Figura 7. Panel de navegación PLC.



Fuente: Elaboración propia.

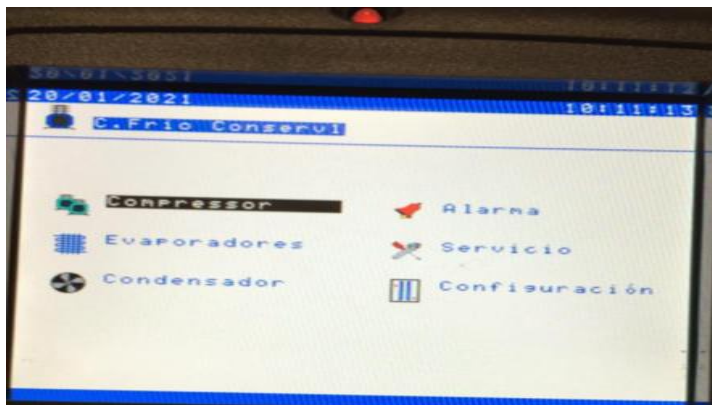
Figura 8. Sensor de corriente.



Fuente: elaboración propia.

El PLC tendrá la función de monitorear, compresor, temperaturas de evaporador y condensador, esto se evidencia en la pantalla del PLC. (Figura 9)

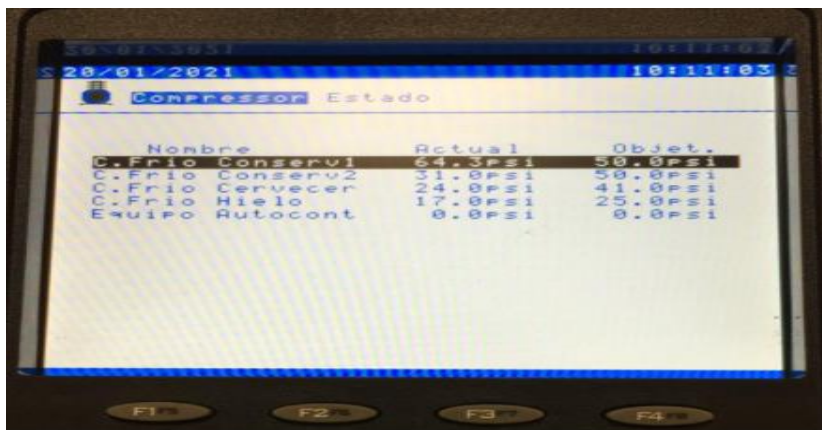
Figura 9. Función de monitoreo.



Fuente: elaboración propia.

Todos los equipos de refrigeración y aire acondicionado están acompañados de un compresor, por eso es importante estar monitoreando este componente como se ve en la (figura 10), se obtienen las presiones de los cuartos fríos de la tienda.

Figura 10. Presiones de cuartos fríos.



The image shows a handheld device screen displaying a table of compressor data. The title at the top is 'COMPRESSOR Estado'. The table has three columns: 'Nombre', 'Actual', and 'Objet.'. The data rows are as follows:

Nombre	Actual	Objet.
C.Frio Conserv1	34.0PSI	50.0PSI
C.Frio Conserv2	31.0PSI	50.0PSI
C.Frio Cervecer	24.0PSI	41.0PSI
C.Frio Hielo	17.0PSI	25.0PSI
Equipo Autocont	0.0PSI	0.0PSI

Fuente: elaboracion propia.

A continuación, se presenta los datos obtenidos por el PLC durante 3 meses de operación de los equipos, ya condensada en la plataforma digital diseñada para la empresa. (Tabla 5).

- Los equipos deben trabajar por debajo del 50%, para obtener bajos consumos de energía.
- El número de ciclos del compresor y de la válvula deben estar siempre iguales, si **sobre pasan** los 100 ciclos cada 24 horas, el equipo tendrá un mayor porcentaje de operación tanto en válvula como en compresor.
- El diferencial de temperatura debe estar entre 2 y 5 °C.
- La temperatura de retorno debe estar igual a la temperatura objetivo que indica el PLC.
- El % de operación de la válvula solenoide y el % de operación del compresor hace referencia al tiempo que dura encendido u operando el equipo en un tiempo de 24h

- Los ciclos de compresor y la válvula, indica cuantas veces se apagó y se encendió el equipo en lapso de 24 horas.
- La temperatura de retorno es la que indica a que temperatura se encuentra el cuarto donde está el evaporador.
- El delta de temperatura es la diferencia entre la temperatura de inyección (salida del evaporador) y temperatura de retorno (temperatura de cuarto frio), es importante mantener este delta en un rango de 3 o mayor a este, esto con el fin de mantener la temperatura en el cuarto frio

Tabla 5. Datos obtenidos por PLC (a).

Columna1	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	ACTIVIDADES SEPTIEMBRE	ACTIVIDADES OCTUBRE
C.F.V.1					
% DE OP VALVULA SOLENOIDE	60.3%	57.3%	48.2%		
% DE OP COMPRESOR	60.3%	57.2	47.9%		
# DE CICLOS VALVULA	17	28	20		
# DE CICLOS COMPRESOR	17	28	21		SE CORRIGIÓ FUGA EN SALIDA DE COMPRESOR.
TEMPERATURA RETORNO °C	5.8	5.5	6.0		
Δ TEMPERATURA °C	2.9	2.8	3.6		
C.F.V.2					
% DE OP VALVULA SOLENOIDE	70.2%	67.2%	49.5%		
% DE OP COMPRESOR	70.7%	67.8%	49.6%		
# DE CICLOS VALVULA	17	24	30	COMPLETAR CORTINAS HAWAYANAS	
# DE CICLOS COMPRESOR	17	24	30		
TEMPERATURA RETORNO °C	6.1	5.9	3.2		
Δ TEMPERATURA °C	2.9	2.8	2.7		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 6. Datos obtenidos por PLC (b).

Columna1	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	ACTVIDADES SEPTIEMBRE	ACTVIDADES OCTUBRE
% DE OP VALVULA SOLENOIDE	75.6%	58.6%	60.8%		
% DE OP COMPRESOR	76.1%	58.9%	60.7%	COMPLETAR CORTINAS HAWAYANAS	
# DE CICLOS VALVULA	57	59	67		
# DE CICLOS COMPRESOR	57	59	67	CAMBIO DE MOTOR	NO SE REALIZO
TEMPERATURA RETORNO	4.4	3.8	4.8		
Δ TEMPERATURA	3	3	3.8		
C.F.H					
% DE OP VALVULA SOLENOIDE	41%	49.2%	21.7%		
% DE OP COMPRESOR	43%	51.6%	24.3%		
# DE CICLOS VALVULA	169	124	92		
# DE CICLOS COMPRESOR	170	125	100		
TEMPERATURA RETORNO °C	-1,9	-1,7	-6,8		
Δ TEMPERATURA °C	3.2	3.7	2.3		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 7. Datos obtenidos por PLC (c).

AC1				
% DE OP. ETAPA ENFRIAMIENTO	74.4%	63.4%	64.8%	
% DE OP COMPRESOR	73.9%	63.5%	64.8%	
# DE CICLOS COMPRESOR	40	41	46	TEMPERATURA OBJETIVO 25 °C
# DE CICLOS ET. ENFRIAMIENTO	40	41	47	NO SE REALIZÓ
TEMPERATURA RETORNO °C	25.7	25.6	25.9	
Δ TEMPERATURA °C	13.3	13	13.7	
AC2				
% DE OP. ERAPA ENFRIAMIENTO	15.4%	14.6%	17.4%	
% DE OP COMPRESOR	15.4%	15.7%	17.5%	TEMPERATURA OBJETIVO 25.5 °C
# DE CICLOS COMPRESOR	55	54	63	SE REQUIERE BAJAR EL SET POINT PARA QUE EL AIRE 2 TRABAJE MAS Y ASI DISMINUIR EL % DE OPERACIÓN DEL AIRE 1
#DE CICLOS ET. ENFRIAMIENTO	55	54	63	AJUSTAR SET POINT PARA QUE EL EQUIPO 2 TRABAJE MAS
TEMPERATURA RETORNO °C	25.4	26.4	26.6	
Δ TEMPERATURA °C	14	14	13.7	
TEMPERATURA DE TIENDA	26.6 °C	26.1 °C	24.0 °C	
TEMPERATURA DE ISLA	24.7 °C	24.2 °C	20.1 °C	
RENDIMIENTO DE LA TIENDA	79.8 %	84.1%	89.4%	

Fuente: elaboracion propia.

Durante el monitoreo de la tienda, en los 3 meses podemos observar que el rendimiento de la tienda mejora un 10%, esto debido a los ajustes que se les hace cada mes a los equipos tanto de refrigeración como de aire acondicionado, este rendimiento se ve reflejado a todos los monitoreos de la tienda, como los son alarmas, puertas, iluminación exterior e interior.

5.3 CAPACITACIONES.

Refrigeración y climas se ve en la necesidad de capacitar al personal nuevo que ingrese a la empresa, dándole una gran importancia ya que es necesario contar con conceptos, métodos y utilización de herramienta, para desenvolverse con mayor efectividad en el área de trabajo.

La capacitación es necesaria especialmente en aquellos casos en que se requiera del empleo de herramientas complejas, artefactos peligrosos o simplemente se necesiten saberes muy puntuales que, de otro modo, los trabajadores no podrían poseer.

La capacitación realizada se dividió en el siguiente contenido:

- Equipos de refrigeración y aire acondicionado, encontrados en cada una de las tiendas (figura 11)
-

Figura 11. Componentes de equipo refrigeración y aire acondicionado.



Fuente: Elaboración propia en power point.

- Ajustes de presión en cada uno de los equipos para el buen funcionamiento de estos. (figura 12)

Figura 12. Ajuste de presión.

AJUSTES DE PRESION		
EQUIPO	REFRIGERANTE	PRESION DE TRABAJO
CUARTO FRIO VARIOS I	R 404a	55-65 psi
CUARTO FRIO VARIOS II	R 404a	55-65 psi
CUARTO DE CERVEZA	R 404a	50-60 psi
CUARTO DE HIELO	R 404a	30-38 psi
CENTRA I	R 404a	120-140 psi
CENTRAL II	R 404a	120-140 psi



Fuente: Elaboración propia en power point.

Figura 13. Refrigerantes.

REFRIGERANTES		
Genetron® Producto	Aplicaciones	Lubricante / Aceite
Genetron® 22	Aire Acondicionado Refrigeración	Alquilbenceno
Genetron® 23	Baja Temperatura Refrigeración	Poliéster
Genetron® 123	Chillers Centrífugos	Alquilbenceno
Genetron® 134a	Aire Acondicionado Automotriz, Refrigeración	Poliéster
Genetron® 422D	Aire Acondicionado Drop-in del R 22	Alquilbenceno/ Mineral / Poliéster
Genetron® MP29 (R 401A)	Refrigeración Retrolis	Alquilbenceno
Genetron® 404A	Baja / Media Temp. Refrigeración.	Poliéster
Genetron® 407C	Aire Acondicionado	Poliéster
Genetron® Performax LT (R 407-F)	Refrigeración media / baja Temperatura ideal Para Reemplazo del R 22 / R 404A (equipo nuevo)	Poliéster
Genetron® 409 A	Media Temp. Refrigeración Retrolis	Alquilbenceno
Genetron® AZ-20 (R 410A)	Aire Acondicionado	Poliéster
Genetron® AZ-50 (R 507)	Baja / Media Temp. Chillers para Refrigeración	Poliéster
Genetron® 508B	Sistemas ultra bajas temperaturas/ Equipos de Cascada	Poliéster

Fuente: Elaboración propia en power point.

Figura 14. Obtención de datos en PLC.



Fuente: Elaboración propia en power point.

Figura 15. Herramienta y equipo a utilizar en el área de trabajo.



Fuente: Elaboración propia en power point.

Grupo al que se le dicta la capacitación, el cual cuenta con técnicos, auxiliares que ingresan nuevos a la empresa (Figura 16).

Figura 16. Grupo de capacitación.



Fuente: Elaboración propia.

6. RESULTADOS

- Refrigeración y climas contará con una guía donde podrá estar monitoreando mes a mes las mas de 100 tiendas que tiene al mando, esto se vera reflejado a lo largo del año 2021, consolidándose como una empresa con mejora continua en sus procesos y en su forma de realizar algún proyecto a futuro.
- invertir en la capacitación de su personal obtuvo beneficios que se reflejaron a corto, mediano y largo plazo, algunos aspectos fueron:
 - Obtención de trabajadores especializados en labores de alta precisión, de mucho riesgo o de manejo de herramientas complejas, que llevarán adelante las labores prioritarias de la empresa.
 - Fomento del sentido de pertenencia entre el cuerpo de los trabajadores y la empresa, permitiendo además el ascenso laboral y la apertura de nuevos cargos, crucial para el crecimiento de la organización.
 - Aumento de la productividad y disminución de las pérdidas, retrasos o “cuellos de botella” organizacionales.

7. ANEXOS

- 7.1. Carta de presencialidad en la empresa, cursando un periodo entre el mes de febrero y el mes de junio.

REFRIGERACION & CLIMAS		
SUMINISTROS	SERVICIOS	INSTALACIONES
CERTIFICACION		
Por medio de la presente me permito certificar que el señor DAVID FELIPE ROMERO MORENO, identificado con la cedula de ciudadanía No. 1057607672 de Sogamoso, estudiante de la Facultad de Ingeniería Mecánica, realizó el proyecto: "EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE MEDIDAS DE AJUSTE Y CORRECCIÓN EN EQUIPO DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO, UTILIZANDO INFORMACIÓN DE PLC EN EDIFICIO INTELIGENTE", de la empresa REFRIGERACION Y CLIMAS en Hermosillo, Sonora, siendo el país residente México; con la asesoría del ingeniero Carlos Alberto León, docentes de la institución, como parte del programa de Responsabilidad Social Universitaria RSU de apoyo y asesoría a MiPymes. Lo anterior fue realizado entre el 01 de febrero de 2020 y el 05 de junio de 2020.		
Atentamente  Administradora general		

- 7.2. Carta de modalidad virtual en la empresa refrigeración y climas realizada en los periodos de agosto hasta noviembre.

**REFRIGERACION
&
CLIMAS**

SUMINISTROS SERVICIOS INSTALACIONES

CERTIFICACIÓN

Por medio de la presente me permito certificar que el señor **DAVID FELIPE ROMERO MORENO**, identificado con cedula de ciudadanía No. **1057607672** de Sogamoso, Boyacá, Colombia, estudiante de la facultad de Ingeniería Mecánica, realizó el proyecto **"EVALUACION Y SEGUIMIENTO DE MEDIDAS DE AJUSTE Y CORRECCIÓN EN EQUIPO DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO, UTILIZANDO INFORMACIÓN DE PLC EN EDIFICIO INTELIGENTE"**, de la empresa **"REFRIGERACIÓN Y CLIMAS"** ubicada en Hermosillo, Sonora, México.

Lo anterior realizado en las fechas entre el **01 de agosto del año 2020** y el **20 de noviembre del año 2020**, en **modalidad virtual**. La presente se expide a solicitud del interado el día **01 de diciembre del año 2020**.

Atentamente



MA. TERESA ALVAREZ RAMOS
Administradora General.

**REFRIGERACION
&
CLIMAS**

MA. TERESA ALVAREZ RAMOS
R.F.C.: AART650904GQ9
REP. DE CUBA SIN ESQ. BACUM
COL. MISION C.P. 83178
TEL: (662) 219-60-80, 219-99-59
HERMOSILLO, SONORA.

- 7.3. Carta por proyección social con la asesoría del ingeniero Carlos Alberto León Medina, de la universidad Santo Tomas.



7.4. Constancia de horas de capacitación.

**REFRIGERACION
&
CLIMAS**

SUMINISTROS SERVICIOS INSTALACIONES

CERTIFICACIÓN

Por medio de la presente me permito certificar que el señor **DAVID FELIPE ROMERO MORENO**, identificado con cedula de ciudadanía No. **1057607672** de Sogamoso, Boyacá, Colombia, estudiante de la Facultad de **Ingeniería Mecánica**, realizó capacitación a: personal de la empresa **Refrigeración y Climas** en los siguientes aspectos: componentes de un equipo de refrigeración, refrigerantes, obtención de información en PLC, servicio a los equipos, ajustes de presión y equipos a utilizar en el área de trabajo, como parte del proyecto de pasantía, **"EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE MEDIDAS DE AJUSTE Y CORRECCIÓN EN EQUIPO DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO, UTILIZANDO INFORMACIÓN DE PLC EN EDIFICIO INTELIGENTE"** a miembros de la empresa **"REFRIGERACIÓN Y CLIMAS"** en Hermosillo, Sonora, siendo el país residente México, en las fechas del **16 al 20** del mes de **marzo** y del **13 al 17** de **abril** del mes de abril del año **2020**, con una intensidad de 2 horas diarias para un total de **20 horas**.

Atentamente



MA. TERESA ALVAREZ RAMOS
Administradora general

**REFRIGERACION
&
CLIMAS**

MA. TERESA ALVAREZ RAMOS
R.F.C.: AART650904GQ0
REP. DE CUBA S/N ESQ. BACUM
COL. MISION C.P. 83175
TEL: (662) 219-60-60, 219-99-59
HERMOSILLO, SONORA.

República de Cuba S/N Esq. con BÁCUM, Col. Misión Tel.: (662) 219-60-60, Hermosillo, Son.
E-mail: refriclima@hotmail.com Tel./fax: (662) 219-99-59

8. CONCLUSIONES

- Un sistema de control como el PLC es una herramienta que nos facilita la obtención de datos y comportamiento de cualquier equipo o sistema de ingeniería
- La pasantía internacional se debería aplicar en toda la universidad ya que no solo le abre puertas al estudiante, sino que también se podrá evidenciar los avances tecnológicos y trabajo en otros países.
- Capacitar a un personal es importante, para que el trabajador cumpla y entienda las labores que debe realizar a la hora de ejecutar dicha actividad.
- La practica en una empresa ayuda al estudiante de ingeniería a desenvolverse más en su campo, teniendo en cuenta que debe manejar personal, y transmitir el conocimiento adquirido en el transcurso de la carrera universitaria.
- El cambio climático es un problema que nos asecha día a día obteniendo días más calurosos como días bastantes fríos, por esto es importante implementar tecnología en los equipos de aire acondicionado para seguir obteniendo un gran beneficio sin afectar al cambio climático.
- Los resultados esperados se verán reflejados a un largo plazo, debido a la consolidación de los datos mes a mes de cada tienda, siendo este el primer paso para que la empresa tengo su propio monitoreo de los equipos.
- El PLC nos brinda la posibilidad de ahorrar tiempo en la elaboración de proyectos, pudiendo realizar modificaciones sin costos adicionales. Por otra parte, son de tamaño reducido y mantenimiento de bajo costo, además permiten ahorrar dinero en mano de obra y la posibilidad de controlar más de una máquina con el mismo equipo. Así como soportar las vibraciones mecánicas generadas por la maquinaria ya que otros dispositivos serían altamente frágiles o propensos a fallas o rupturas.

Comentado [EBRR3]: Se espera que las conclusiones sean hallazgos o descubrimientos que arrojen nueva información sobre el tema.

Fuente:

<https://concepto.de/conclusion/#ixzz6mfPNVRWe>

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adan, M. R. (22 de agosto de 2018). *Monografías* . (Universidad pedagógica Fidel Velasquez) Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos/aireacondi/aireacondi.shtml>

debate, E. a. (2019). Aires acondicionados consumen \$ 75,000 millones anuales. *energía al debate* .

debate, E. a. (27 de agosto de 2019). *energía al debate* . Obtenido de energía al debate : <https://www.energiaadebate.com/tecnologias/aires-acondicionados-consumen-75-000-millones-anuales/#:~:text=El%20uso%20de%20los%20aires,mil%20millones%20de%20pesos%20anuales.>

EMERSON. (16 de Octubre de 2016). *EMERSON CLIMATE TECHNOLOGIES* . Obtenido de <https://corpfeser.com.pe/wp-content/uploads/2016/12/Manual-T%c3%a9cnico-de-Refrigeraci%c3%b3n-y-Aire-Acondicionado.pdf>

FAIAR. (8 de AGOSTO de 2017). *REGLAMENTACION EN COLOMBIA* . Obtenido de <https://www.faiar.net/wp-content/uploads/2015/08/Colombia-150723-Normatividad-Sector-CR.pdf>

Hernandez, I. A. (28 de MAYO de 2018). *mundo HVACR*. Obtenido de <https://www.mundohvacr.com.mx/2007/06/sistemas-de-control-buscando-el-ahorro-energetico-sustentable-2/>

raffno, M. e. (14 de Agosto de 2020). *CONCEPTO*. Obtenido de <https://concepto.de/capacitacion-2/#:~:text=Objetivos%20de%20la%20capacitaci%C3%B3n&text=El%20principal%20objetivo%20de%20toda,el%20manejo%20de%20nuevas%20herramientas.>

Rua. (15 de abril de 2011). *Refrigeracion* . Recuperado el 15 de abril de 2011, de <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/17271/1/refrigeracion.pdf>

SRC. (24 de FEBRERO de 2019). *SRC*. Obtenido de <https://srcsl.com/que-es-un-plc>

