

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**



**“DISEÑO DE CABLEADO DE UN TABLERO DE TRANSFERENCIA
AUTOMÁTICA DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA MEJORAR TIEMPO DE
RESPUESTA DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO EN
EL EDIFICIO MORE EN SURCO 2020”**

TRABAJO DE SUICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

FLORES DONAYRE RENZO ANTONIO

**Villa el Salvador
2020**

DEDICATORIA

A Dios, a mis padres Norma Gabriela y Nilo Antonio, a mi hermana Sheila Milagros y al amor de mi vida mi hija Valentina Danae.

Renzo Antonio Flores Donayre

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme tener salud a pesar del momento que estamos pasando y poder titularme como ingeniero electromecánico.

A mis padres por el infinito apoyo incondicional que siempre me han brindado para que pueda ser un profesional.

A mi hija Valentina Danae que es mi motor y fuerza para proponerme todo en la vida y salir adelante junto a ella.

A la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (UNTELS), por brindarme todos los conocimientos necesarios para poder ser un profesional de calidad.

ÍNDICE

CAPITULO I: MARCO TEORICO	1
1.1 TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA (TTA)	1
1.1.1 FUNCIONAMIENTO DE UN TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA.....	2
1.1.2 COMPONENTES DE UN TABLERO DE TRASFERENCIA AUTOMÁTICA.....	3
1.1.2.1 SISTEMA OPERATIVO.....	3
1.1.2.2 TIEMPOS DE PROGRAMACIÓN DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	4
1.1.2.3 MEDIDOR DE PARÁMETROS.....	4
1.1.2.4 LUCES INDICADORAS.....	5
1.1.2.5 DISYUNTORES DE CONTROL.....	6
1.1.2.6 INTERRUPTORES AUTOMATICOS CON ACCIONAMIENTO MOTORIZADO.....	7
1.1.2.7 RELÉS DE CONTROL.....	7
1.1.3 NECESIDAD DE UN TABLERO ELÉCTRICO.....	9
1.2 GENERADOR ELÉCTRICO.....	9
1.2.1 FUNCIONAMIENTO DE LOS GENERADORES ELÉCTRICOS Y COMPONENTES QUE INTERVIENEN EN SU FUNCIONAMIENTO.....	10
1.3.1 COMPRESOR.....	12
1.3.2 CONDENSADOR.....	13
1.3.3 VÁLVULA DE EXPANSIÓN.....	14
1.3.4 EVAPORADOR.....	14
1.4 LA CLIMATIZACIÓN Y SUS TIPOS.....	15
1.4.1 LOS SISTEMAS AIRE – AIRE (INSTALACIONES TODO AIRE).....	16
1.4.2 LOS SISTEMAS AIRE – AGUA.....	17
1.4.3 LOS SISTEMAS AGUA – AGUA (TODO AGUA).....	18
1.4.4 LOS SISTEMAS AGUA – AIRE.....	19
1.5 ZONIFICACIÓN DEL AIRE.....	19
1.5.1 ZONIFICACIÓN POR SUELO RADIANTE.....	20

1.5.2 SISTEMAS DE CAUDAL VARIABLE DE REFRIGERANTE.....	20
1.5.3 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR CONDENSADO DE AGUA.....	23
1.6 LAS BOMBAS.....	27
1.6.1 TIPOS DE BOMBAS.....	28
1.6.1.1 SEGÚN EL PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.....	28
1.6.1.2 SEGÚN EL TIPO DE ACCIONAMIENTO.....	29
1.6.2 COMPONENTES DE LAS BOMBAS DE AGUA.....	30
1.6.3 PARTES DE UNA BOMBA.....	31
1.6.3.1 GUARDAMOTOR.....	31
1.6.3.4.1 REGENERACIÓN.....	35
1.6.3.5 IMPULSOR O RODETE.....	36
1.6.3.5.1 FUNCIONAMIENTO DE UN RODETE DE UNA BOMBA DE AGUA.....	36
1.6.3.6 INTERCAMBIADOR DE CALOR POR PLACAS.....	37
1.6.3.6.1 FUNCIONAMIENTO DE UN INTERCAMBIADOR POR PLACAS.....	37
1.6.3.6.2 BENEFICIOS DEL INTERCAMBIADOR DE PLACAS.....	38
1.6.3.6.3 CLASIFICACIÓN DE LOS INTERCAMBIADORES DE CALOR POR PLACAS ..	39
DEFINICION DE TERMINOS BASICOS.....	40
CAPITULO II: METODOLOGIA DE DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL.....	41
2.1 DELIMITACION TEMPORAL Y ESPACIAL DEL TRABAJO.....	41
2.2 DETERMINACION Y ANALISIS DEL PROBLEMA.....	41
2.3 MODELO DE SOLUCION PROPUESTO:.....	44
2.3.1 DIMENSIONADO DE INTERRUPTORES.....	45
2.3.2 DIMENSIONADO DE CONDUCTORES:	52
2.3.3 CALCULO DE CAIDA DE TENSIÓN.....	55
2.3.4 DIMENSIONADO DE BANDEJA PORTACABLES.....	56
2.4 RESULTADOS	57
CONCLUSIONES.....	58
RECOMENDACIONES.....	58
BIBLIOGRAFÍA.....	59
ANEXOS	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de compresores y su aplicación.....	12
Tabla 2. Componentes de los flujos variables de refrigerantes	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Medidor de parámetros.....	5
Figura 2. Luces medidoras	6
Figura 3. Disyuntores de control	6
Figura 4. Relés de control	9
Figura 5. Ciclo de Refrigeración de Carnot, Relación Presión- Temperatura y Relación Temperatura- Entropía.	12
Figura 6. Evaporador de un sistema de generación de Ice Slurry tipo rascador	15
Figura 7. Componentes del sistema Aire-Agua.....	17
Figura 8. Zonificación del aire	20
Figura 9. Esquema simplificado de un sistema de caudal variable de refrigerante.....	21
Figura 10. Ejemplo de una instalación con equipo caudal variable de refrigerante	21
Figura 11. Ejemplo de sistema de caudal refrigerante variable con recuperador de calor	22
Figura 12. Esquema de una torre como parte de un sistema de refrigeración de un edificio.	24
Figura 13. Esquema de una torre destinada a la refrigeración de un proceso industrial.....	25
Figura 14. Tuberías de Polipropileno	27
Figura 15. Bomba centrífuga	28
Figura 16. Guardamotor	31
Figura 17. Accesorios para vasos de expansión.....	33
Figura 18. Funcionamiento del intercambiador de placas	38
Figura 19. Ubicación de edificio More	41
Figura 20. Foto del sistema de enfriamiento 1 del edificio More piso 25	42
Figura 21. Foto del sistema de enfriamiento 2 del edificio More piso 25	43
Figura 22. Placa característica del transformador de 2500KVA	45
Figura 23. Tabla de ampacidades de cable	53
Figura 24. Tabla de Designación de clase carga/tramo.....	57

RESUMEN

El presente proyecto consiste en el diseño de cableado de un tablero de transferencia automática de energía eléctrica para mejorar el tiempo de respuesta del sistema de enfriamiento de aire acondicionado en el edificio More, esto debido a que cuando se corta la energía comercial del edificio el operador de mantenimiento tiene que subir al piso 25 y encender las bombas que están conectadas con la red de emergencia ya que las bombas del sistema de enfriamiento no están automatizadas. El aire acondicionado por sistema VRV (Volumen de Refrigerante Variable) tiene un sistema de enfriamiento enfriado por agua que a su vez estos conforman torres de enfriamiento, bombas primarias, bombas secundarias, intercambiador de calor, tanque de expansión, sistema de ablandador de agua y todo en conjunto está conectado por medio de tuberías de polipropileno que llegan a cada oficina del edificio y que es utilizado tanto para climatizar el ambiente su oficina como para climatizar el área donde se encuentra los data center. El sistema de enfriamiento de aire acondicionado trabaja las 24 horas y 7 los días a la semana debido a que alimenta ininterrumpidamente a los cuartos de data center de cada oficina, bajo esa premisa cuando la energía se va de manera imprevista tanto de noche o un fin de semana donde el personal de mantenimiento no trabaja, el personal demora 40 minutos trasladarse desde su hogar hasta el edificio y esperar 40 minutos para que el sistema de enfriamiento vuelva a encender es muy perjudicial para sus data center de cada oficina. Hemos tenido inconveniente en el mes de Noviembre del 2019, cuando el acople del motor de la única bomba primaria que esta alimentada de la red de emergencia se rompió producto de la falta de mantenimiento, el sistema de enfriamiento tuvo que estar apagado por aproximadamente 1 hora para la reparación de ese acople, ello hizo que cada una de las empresas del edificio que están alimentadas del sistema de enfriamiento mandaran una queja formal a la empresa indicando que esto no puede volver a repetirse ya que sus data center se pueden dañar y posteriormente presentar fallas. Para ello se diseñó el cableado y todos los procedimientos de acuerdo a normas como la NEC, IEC, IEEE, NTP que se requiera para que este proyecto funcione bajo ningún problema y para que el tablero de transferencia automática permite de manera inmediata e

independiente poder hacer la transferencia de la red comercial a la red emergencia y viceversa.

En el capítulo 1, se explicará todos los conocimientos necesarios para poder entender que equipos o sistemas están relacionado con el proyecto y poder entender mejor el funcionamiento de cada uno de estos, esta parte es fundamental ya que tiene sustento teórico como tesis, libros, etc., para poder explicar que contiene todo el proyecto.

En el capítulo 2, se explicará la metodología y los procedimientos a seguir para que todo este proyecto se lleve a cabo

ABSTRACT

The present project consists of the wiring design of an automatic electric power transfer board to improve the response time of the air conditioning cooling system in the More building, this because when the commercial power of the building is cut off, the operator maintenance has to go up to the 25th floor and turn on the pumps that are connected to the emergency network since the cooling system pumps are not automated. The air conditioning system VRV (Variable Refrigerant Volume) has a water-cooled cooling system that in turn these make up cooling towers, primary pumps, secondary pumps, heat exchanger, expansion tank, water softener system and everything as a whole is connected by means of polypropylene pipes that reach each office in the building and that is used both to air-condition your office environment and to air-condition the area where the data centers are located. The air conditioning cooling system works 24 hours and 7 days a week because it continuously feeds the data center rooms of each office, under that premise when the power goes out unexpectedly both at night or on a weekend. During the week when maintenance personnel are not working, it takes 40 minutes for staff to travel from their home to the building and waiting 40 minutes for the cooling system to turn back on is very detrimental to their data centers in each office. We had a problem in the month of November 2019, when the motor coupling of the only primary pump that is fed from the emergency network broke due to lack of maintenance, the cooling system had to be turned off for approximately 1 hour For the repair of this coupling, this made each of the companies in the building that are powered by the cooling system to send a formal complaint to the company indicating that this cannot be repeated since their data centers may be damaged and later present failures. For this, the wiring and all the procedures were designed according to standards such as the NEC, IEC, IEEE, NTP that is required for this project to work under no problem and so that the automatic transfer board allows immediately and independently to be able to do the transfer from the commercial network to the emergency network and do the retransfer.

In chapter 1, all the necessary knowledge will be explained to be able to understand which equipment or systems are related to the project and to be able to better

understand the operation of each of these, this part is fundamental since it has theoretical support such as thesis, books, etc., to be able to explain what the whole project contains.

In chapter 2, the methodology and procedures to follow will be explained for this entire project to be carried out.

INTRODUCCION

La necesidad de tener un respaldo de energía cuando la red comercial cae o hay algunos imprevistos sean programados o no programados hoy en día se ha vuelto muy importante debido a que muchas empresas del sector industrial, mineras, edificios, hospitales, etc., requieren de un sistema de transferencia de energía que de manera ininterrumpida no afecte a la carga para que así se eviten pérdidas económicas y fallas en los equipos. Este sistema permite que haga la transferencia de la red comercial a la red de emergencia por medio de PLC (Controlador Lógico Programable), de manera automática sin la necesidad de que exista un operador que esté haciendo el cambio de red de forma manual. Este sistema trabaja en conjunto con un grupo electrógeno permitiendo así la transferencia de energía.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Diseñar el cableado de un tablero de transferencia automática de energía eléctrica para mejorar tiempo de respuesta del sistema de enfriamiento de aire acondicionado en el edificio More en Surco

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar el cálculo de la demanda en el diseño de cableado de un tablero de transferencia automática de energía eléctrica para mejorar tiempo de respuesta del sistema de enfriamiento de aire acondicionado en el edificio More en Surco.
- Determinar la instalación de acuerdo a normas vigentes del diseño de cableado de un tablero de transferencia automática de energía eléctrica para mejorar tiempo de respuesta del sistema de enfriamiento de aire acondicionado en el edificio More en Surco

CAPITULO I: MARCO TEORICO

1.1 TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA (TTA)

Un Tablero de Transferencia Automática es una estructura metálica que contiene un grupo de dispositivos mecánicos, eléctricos y electrónicos que permite la conmutación de fuentes de alimentación de energía hacia la carga. Esta carga cambia entre dos fuentes que automáticamente detectan cuando una de ellas ha perdido o ganado poder. A este grupo de dispositivos se les denomina sistema de transferencia (Camacho, 2013).

En un sentido más explícito, (Camacho, 2013) explica que:

El Tablero de transferencia automática energiza el sistema de servicios auxiliares desde tres fuentes de alimentación diferentes, la fuente de alimentación principal (T1) que la proporciona el terciario del transformador de potencia, la fuente de alimentación secundaria, que proporciona la red pública (T2) y el grupo electrógeno de emergencia (GEN). (p. 31).

De esta forma, el TTA está conformado por dos módulos de acero, uno de control y el otro de accionamiento formando un tablero modular y en la parte interna se encuentran los equipos de control y maniobras.

1.1.1 FUNCIONAMIENTO DE UN TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA

En ciertos sectores industriales, minería, hospitales, edificios, etc., que requieren de una energía eléctrica constante sin interrupciones la transferencia automática entra a operar cuando la energía eléctrica de la red normal suministrada por el concesionario presenta algunas fallas como ausencia, pérdida de fases o variaciones de tensión, este es detectado por medio de un supervisor de tensión este dispositivo detecta la falla y envía una señal para dar arranque al grupo electrógeno previamente con el motor precalentado para que su arranque sea de forma inmediata todo ello transcurrido en un tiempo “t1”, transcurrido otro tiempo “t2” se realiza la transferencia automática activando el interruptor automático con accionamiento motorizado del lado del grupo electrógeno luego de esto se realiza la transferencia a la carga eléctrica instalada en este caso motores, esto es monitoreado por medio de un medidor de parámetros eléctricos que mide y visualiza parámetros de tensión, corriente, potencia, frecuencia, etc.

Cuando regresa la red eléctrica normal suministrada por el concesionario, el supervisor de tensión censa la presencia de tensión y envía una señal indicando que la falla de la red eléctrica normal está en condición estable, luego toma otro tiempo “t3”, este tiempo es para supervisar la red normal ya que puede presentar algunas fallas, el grupo electrógeno por su parte sigue trabajando con la carga eléctrica instalada, mientras que la red normal se estabiliza esta proceso es para asegurar que la carga instalada se mantenga siempre en funcionamiento.

Si la red eléctrica normal suministrada por el concesionario se estabiliza da paso a un tiempo “t4” para realizar la re-transferencia, el interruptor automático con accionamiento motorizado del lado del generador abre sus contactos para activar el interruptor automático con accionamiento motorizado del lado de la red normal mientras todo esto ocurre se da paso a un tiempo “t5” para enfriamiento del grupo electrógeno.

Es importante señalar que el grupo electrógeno sigue en funcionamiento en vacío (sin carga eléctrica) ya que el sistema permanecerá en alerta para una operación de transferencia ya que puede ocurrir una falla en la red normal suministrada por el concesionario de lo contrario sino ocurre ningún evento el grupo electrógeno se apagará de forma automática (Ochoa, 2012).

1.1.2 COMPONENTES DE UN TABLERO DE TRASFERENCIA AUTOMÁTICA

1.1.2.1 SISTEMA OPERATIVO

El Módulo de Transferencia Automática de Energía Eléctrica tiene dos modos de funcionamiento en forma Manual y forma Automática en los tres métodos de Transferencia de Energía Eléctrica (Transferencia Convencional, Transferencia por medio de un controlador lógico programable “PLC” y Transferencia por medio de un “MINI-PLC”) muy útil para un grupo electrógeno (Generador eléctrico) en aquellos casos de requerir un suministro de energía constante (Ochoa, 2012).

Así mismo, el Módulo Entrenador de Transferencia Automática se pone en marcha con el Generador previamente a un precalentamiento de este. Las Transferencias de Energía Eléctrica son programables según las necesidades.

Los generadores de corriente automática han sido creados para compensar las interrupciones eléctricas originadas por alguna falla en el sistema eléctrico regular, asegurando el abastecimiento de energía y su modo de operar según (Carrión, 2019). El Sistema Operativo de un Tablero de Transferencia Automática tiene como alcances, según indica (Carrión, 2019) los siguientes:

- Operación continua a carga constante, operando sin tiempo límite.
- Operación limitada a carga constante, operando cuando hay otra instalación en paralelo.

- Operación limitada en tiempo y carga variable, operando como soporte básico para una instalación.

En tal sentido que, el sistema operativo está diseñado con el fin de operar de forma programable para plantear soluciones a través de funciones lógicas para los procesos de generación de energía eléctrica.

1.1.2.2 TIEMPOS DE PROGRAMACIÓN DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

De acuerdo con lo planteado por (Ochoa, 2012) los tiempos programables del Módulo Entrenador para Transferencia Automática de Energía Eléctrica son:

- t_1 = Tiempo de Ausencia de la Red Eléctrica Externa y Pre calentamiento del grupo electrógeno (0 a 10 S)
- t_2 = Tiempo de Transferencia de Energía Eléctrica (0 a 15 S)
- t_3 = Retorno de la Red Eléctrica Externa (0 a 180 S)
- t_4 =Re-transferencia de energía a la carga eléctrica instalada (0 a 1 S)
- t_5 = Enfriamiento del grupo electrógeno (0 a 360 S)

1.1.2.3 MEDIDOR DE PARÁMETROS

El medidor de parámetros permite tener una lectura instantánea de magnitudes como intensidad de corriente por fase, tensiones de línea, tensiones de fase, factor de frecuencia y potencia (Glosario de electrónica, 2018).

Así mismo lo detallan (Ochoa, 2012) al afirmar que el medidor de parámetros controla la instalación eléctrica del modo que se detalla a continuación:

- Tensión
- Corriente

- Potencia
- Frecuencia
- THD
- Energía (kW/h)
- Corrientes armónicas

De modo que este tipo de instrumentos se crea para controlar el consumo de electricidad de los tableros de control y se puedan conocer de modo sencillo los parámetros eléctricos para su mayor optimización.



Figura 1. **Medidor de parámetros**
Fuente: Ochoa y Espinoza (2012)

1.1.2.4 LUCES INDICADORAS

Son dispositivos eléctricos utilizados para conocer el estado de un sistema, como, por ejemplo, si este encendido o apagado, si hay energía de la red eléctrica externa o no y también para indicar si la carga eléctrica instalada se encuentra energizada o desactivada (Ochoa, 2012).



Figura 2. **Luces medidoras**
Fuente: Ochoa y Espinoza (2012)

1.1.2.5 DISYUNTORES DE CONTROL

De acuerdo con lo expuesto por (Ochoa, 2012)

Un disyuntor o interruptor automático es un aparato capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que por él circula excede de un determinado valor o, en el que se ha producido un cortocircuito, con el objetivo de no causar daños a los equipos eléctricos. A diferencia de los fusibles, que deben ser reemplazados tras un único uso, el disyuntor puede ser rearmado una vez localizado y reparado el daño que causó el disparo o desactivación automática. (p.24)



Figura 3. **Disyuntores de control**
Fuente: Ochoa y Espinoza (2012)

1.1.2.6 INTERRUPTORES AUTOMATICOS CON ACCIONAMIENTO MOTORIZADO

Este tipo de interruptor permite una alimentación constante en caso de que la red suministrada por el concesionario falle. El sistema puede trabajar en forma automática o manual. Optimiza la transferencia de la red suministrada por el concesionario a la red de emergencia de manera automática, de tal forma que se utiliza particularmente para plantas industriales, hospitales, etc., que necesiten energía constante de manera ininterrumpida.

El interruptor de transferencia puede trabajar con Mini-PLC y PLC, cuando se requieren obtener otros resultados.

El modo de uso es sencillo y práctico. El sistema trabaja automáticamente, pero también puede ser manejado manualmente, por ejemplo, cuando se produzca una falla en la red de energía principal la transferencia no se realizará, este procedimiento lo tiene que realizar la persona encargada del área, presionando la botonera que permita hacer la transferencia (Ochoa, 2012).

1.1.2.7 RELÉS DE CONTROL

La Asociación Española de Normalización, a través de sus documentos de UNE (Una Norma Española) define al relé de control como dispositivos que son destinados a la producción de modificaciones cuando un circuito eléctrico influye en él en el mismo circuito o en otro circuito diferente. Un relé de control es un interruptor que se comanda a distancia y que vuelve a su reposo cuando la fuerza de accionamiento deja de mandarle mandos (UNE, 2002). El relé de control brinda diferentes ventajas, entre las que se encuentran principalmente que su instalación presenta costos bajos, ya que basta con los hilos que unen a la bobina del dispositivo con el puesto de mando, y que esto es capaz de aislar a las personas que lo operan de los puntos que pueden ser peligrosos (Pérez, 2003).

El funcionamiento de un relé de control se basa en la excitación de una bobina que se encarga de magnetizar a un núcleo de hierro, el cual atrae a una armadura móvil que está unida a los contactos. La parte donde se lleva el mando es el electroimán, que está constituido por una bobina y un núcleo magnético, a su vez, este núcleo lo conforman chapas laminadas que están aisladas unas a otras. Este aislamiento sucede en dos ocasiones, a saber: cuando el relé trabaja con corriente alterna o cuando trabaja con corriente continua y es de acero macizo (Pérez, 2003).

Uno de los componentes de un relé de control que realiza el trabajo más importante son los contactos, pues se encargan de la función, cierre y apertura de los circuitos, siendo esto lo que se busca casi totalmente con un relé de control; los contactos, según explica la UNE (2002) deben reunir ciertas cualidades, entre las que se encuentran las siguientes:

- Deben poseer alta conductividad térmica y eléctrica.
- Resistencia al contacto pequeña.
- Deben tener una tendencia al soldeo que sea débil.
- Como el arco produce erosión, los contactos deben tener una buena resistencia ante esta.
- Alto nivel de resistencia mecánica.
- Que no forme óxido o que lo haga en pequeñas proporciones, de igual forma con los sulfuros.

Para lograr estas cualidades, (Pérez, 2003) indica que “es un proceso difícil” indicando el autor que se pueden realizar combinaciones de materiales, entre las que menciona “plata-cadmio, por su buena conducción y buena dureza; y plata-níquel, por su buena conducción y gran resistencia al arco eléctrico; estos dos casos para cuando el relé realizará muchas maniobras por hora, pero cuando son pocas es posible el uso de la aleación platino-iridio” (p. 7)



Figura 4. **Relés de control**
Fuente: Pérez (2003)

1.1.3 NECESIDAD DE UN TABLERO ELÉCTRICO

Un tablero de transferencia es necesario debido a que permite una programación sencilla de trabajos complejos, un funcionamiento desde el primer instante y una fácil comprensión a los usuarios, además de que permite la disminución de costos en estos procesos y una comunicación rápida con los elementos de supervisión y control. Es importante resaltar que es resistente a dificultades, tales como ruido, humedad, temperatura y vibración (Revelo, 2019).

1.2 GENERADOR ELÉCTRICO

El generador eléctrico convierte la energía mecánica de rotación en energía eléctrica. También es denominado alternador, tiene el bobinado de campo excitado por corriente continua y la tensión desarrollada en la armadura es alterna. Está formado por dos partes: El estator, que es la parte fija y el rotor, que es la parte móvil (Briceño, 2008).

1.2.1 FUNCIONAMIENTO DE LOS GENERADORES ELÉCTRICOS Y COMPONENTES QUE INTERVIENEN EN SU FUNCIONAMIENTO

El generador eléctrico está compuesto por elementos a través de los cuales opera correctamente.

1.2.1.1 EL ESTATOR

A su vez se divide en los siguientes componentes:

- Componentes mecánicas: Las cuales son: La carcaza, el núcleo, las bobinas y la caja de terminales.
- Sistema de conexión en estrella: Compuesto por los devanados del generador eléctrico, formando una estrella y unidos forman el neutro.
- Sistema de conexión Delta: Esta se hace conectando las terminales 1-6, 2-4 y 3-5, con la cual se incrementa la corriente de línea (Harper, El libro práctico de los generadores, transformadores y motores eléctricos, 2004).

1.2.1.2 EL ROTOR

El campo magnético del rotor se produce utilizando polos que consisten en paquetes de laminaciones de hierro magnético que reducen las corrientes circulantes, con conductores de cobre arrollados alrededor del hierro. Los polos del rotor se arreglan por pares localizados o separados en 180° . En el rotor se encuentran las bobinas del devanado de campo que conducen al devanado de armadura y estas determinan si el generador es monofásico o trifásico (Harper, El libro práctico de los generadores, transformadores y motores eléctricos, 2004).

1.2.1.3 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

Los tipos de enfriamiento usados en los generadores de corriente alterna son: Los de aire enfriado, los de aire-agua con cambiador de calor y el de gasto de agua con cambiador de calor (Harper, El libro práctico de los generadores, transformadores y motores eléctricos, 2004).

1.2.1.4 LA EXITATRIZ DE CORRIENTE DIRECTA

Está compuesta por pequeños generadores de corriente directa acoplados directamente al eje del generador, los cuales generan corriente alterna y la rectifican por medio de un conmutador sobre el que se realizan las escobillas (Harper, El libro práctico de los generadores, transformadores y motores eléctricos, 2004)

1.3 COMPONENTES FUNDAMENTALES DE UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Todos los sistemas de enfriamiento obedecen a un principio básico el cual se encuentra en el ciclo de refrigeración de Carnot (Figura 5)

Según indica (Guanipa, 2010) “La mayoría de estos sistemas se encuentran equipados y conformados por los cuatro componentes fundamentales del ciclo de refrigeración los cuales son: el compresor, el condensador, la válvula de expansión y el evaporador”. (p. 7).

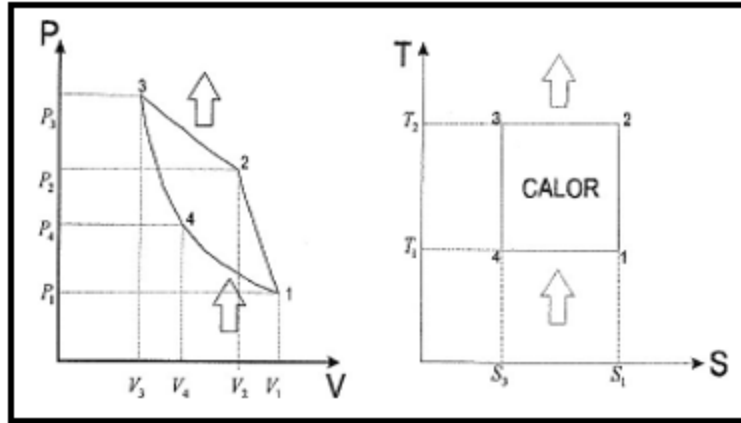


Figura 5. **Ciclo de Refrigeración de Carnot, Relación Presión- Temperatura y Relación Temperatura- Entropía.**

Fuente: Guanipa (2010)

1.3.1 COMPRESOR

Un compresor es un dispositivo mecánico que compone un sistema de refrigeración, utilizado para aumentar la presión, y por efecto termodinámico también la temperatura de un refrigerante en estado gaseoso. Según indican (Hernández, 2009) “Si lo vemos como una analogía con el cuerpo humano este componente del sistema de refrigeración vendría a ser como el corazón, cumpliendo así una función vital en el sistema” (p. 34).

En tal sentido hay distintos tipos de compresor, sin embargo, los principales son: el scroll, centrífugo, el helicoidal rotatorio, y el reciprocante. Cada uno de estos tiene un funcionamiento diferente, el cual influye en el uso que se le dé (Hernández, 2009) (Véase tabla 2).

Tabla 1. **Tipos de compresores y su aplicación**

Tipo	Aplicación
Centrífugo	Empleado por lo general en Chillers de agua helada en grandes instalaciones

Helicoidal rotatorio	Su principal aplicación se halla en sistemas Chillers, sin embargo, requiere grandes esfuerzos en mantenimiento para asegurar ausencias de vibraciones por cojinetes o rodamientos.
Scroll	Al ser muy silencioso por lo general es usado en sistemas de aire acondicionado de instalaciones domésticas.
Reciprocante o de pistón	Cualquier tipo de sistemas de refrigeración

Fuente: (Hernández, 2009).

1.3.2 CONDENSADOR

Es un tipo de intercambiador que se encarga de expulsar el calor proveniente del refrigerante al agua, la solución líquida, el aire o gas (Archila, 2008)

De esta forma, tal como lo explican (Hernández, 2009) “los condensadores cumplen la función de enfriar el gas refrigerante u otros vapores ya sea por flujo cruzado gas-aire o gas-agua, y por lo general estos se encuentran involucrados en los procesos de cambio de fase”. (p. 34).

Del modo que lo expresa (Franco, 2006)

Recordemos que el fluido refrigerante a la salida del compresor está en estado de vapor recalentado y es así como entra en el condensador. Dado que es un intercambiador de calor, cederá su calor al agente condensante, ya sea agua o aire, produciéndose un enfriamiento del fluido refrigerante hasta llegar a la temperatura de condensación, a la cual se efectuará el cambio de estado. (p.77)

1.3.3 VÁLVULA DE EXPANSIÓN

La válvula de expansión es un tipo de dispositivo de expansión regulable automática o gradualmente. De esta manera, (Hernández, 2009) afirman que:

Son equipos que se encargan de retener el diferencial de presión establecido por el compresor, facilitando así una temperatura de evaporación que haya decrecido lo suficiente como para absorber el calor del aire interno. A su vez estos equipos también se encargan de permitir la condensación a la presión con la que cuenta el evaporador. (p. 38).

1.3.4 EVAPORADOR

Es un intercambiador térmico que refrigera el aire que atraviesa sus aletas. Se sitúa entre la válvula de expansión y el compresor (Agueda C., 2009). Lo cual concuerda con lo planteado por (Archila, 2008)

Son un tipo de intercambiadores, los cuales a través de un proceso de expansión se encargan de proporcionar un enfriamiento a fluidos. Por lo general conforman sistemas de enfriamiento como los *wáteres chillers* y sistemas de aire acondicionado. (p. 51).

Su funcionamiento es producir una expansión de un gas, que puede ser un refrigerante que circule a través de los tubos y consigue la reducción de temperatura del fluido que se encuentra en la carcasa. (Archila, 2008).

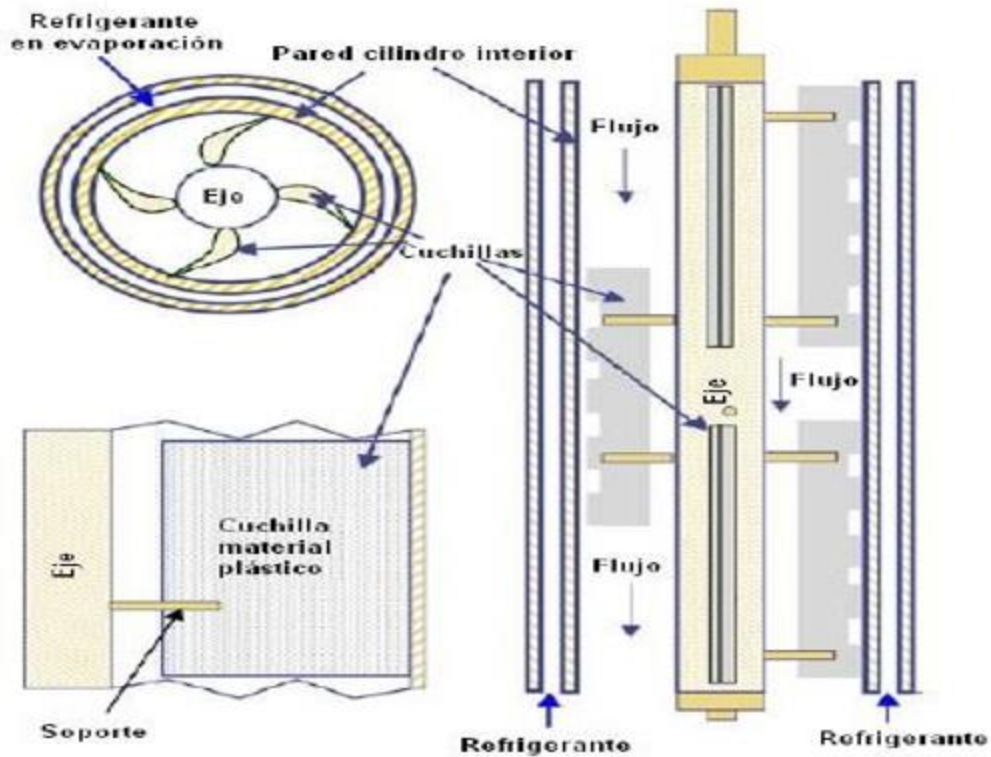


Figura 6. **Evaporador de un sistema de generación de Ice Slurry tipo rascador**
Fuente: (Archila, 2008)

1.4 LA CLIMATIZACIÓN Y SUS TIPOS

La climatización, es definida por (Pita, 2005) como: “La climatización es el proceso de tratamiento del aire en un ambiente controlado, con el fin de establecer y mantener los estándares requeridos de temperatura, humedad, limpieza y movimiento del aire para una aplicación específica”. (p. 2). Según la sistemática que emplean para la toma de energía primaria o la que ceden, la climatización se clasifica de la siguiente manera, según (Archila, 2008):

1.4.1 LOS SISTEMAS AIRE – AIRE (INSTALACIONES TODO AIRE)

Estos son los sistemas más comunes, que son utilizados en la construcción residencial y comercial. Este tipo de climatización es conectada a difusores de aire y conductos, disponen de una unidad exterior y estos están unidos por tuberías de cobre en la mayoría de los casos, las cuales están aisladas con los desagües pertinentes (Archila, 2008). En la siguiente imagen, se muestra un esquema de funcionamiento de un equipo aire-aire en una instalación de climatización.

Por otro lado, este tipo de climatización poseen una unidad de tratamiento del aire que está alejada del lugar que se acondiciona. Así, llega únicamente el aire al lugar, que circula por los conductos que se encargan de refrigerar el aire o de calentarlo. Generalmente, es utilizado en áreas que se controle la temperatura de humedad, aunque de igual forma pueden ser utilizados con condiciones variables y especificaciones exactas (Agueda C., 2009).

Los sistemas de todo aire que tienen mayor potencia, atendiendo a un funcionamiento normal, se encuentran los tipos de climatización que se mencionan a continuación.

1.4.1.1 TIPOS SISTEMAS AIRE – AIRE

La siguiente clasificación es tomada de (Agueda C., 2009) quienes clasifican por centrales a caudal de aire constante Aire-Aire y los centrales de caudal de aire variable Aire-Aire.

- Los centrales a caudal de aire constante Aire – Aire: La instalación introduce el aire en el lugar con un mismo caudal e regulará la potencia que aportará. El mismo sistema varía la temperatura que va aportando y la duración de la misma.

- Los centrales de caudal de aire variable Aire-Aire: La instalación principalmente tiene la función de ajuste de la cantidad de energía que porta, cambiando las cantidades de aire que aporta en el propio habitáculo (el caudal).

1.4.2 LOS SISTEMAS AIRE – AGUA

Se trata de un sistema todo-agua, pero donde el suministro de aire de ventilación está centralizado. Así, es eliminada la entrada de aire de afuera de cada unidad individual y es reunida en un sistema central (Ollero, 2008). Cuando es utilizada el agua para la condensación de los grupos productores se logran temperaturas más bajas y estables, y cuando están estables es posible el aumento y la mejora de la eficiencia de las instalaciones.

Las partes principales partes o componentes de este tipo de climatización, para (Ollero, 2008) son: Central térmica, distribución de agua, elementos terminales y elementos de regulación.

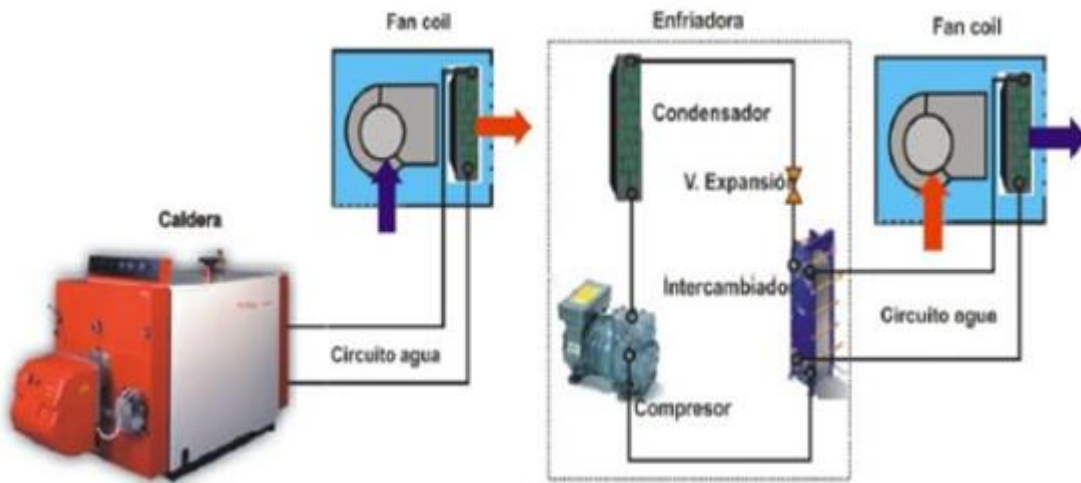


Figura 7. Componentes del sistema Aire-Agua
Fuente: (Ollero, 2008)

1.4.2.1 TIPOS SISTEMAS AIRE – AGUA

Para la clasificación de los sistemas de aire-agua, se tomará lo indicado por (Ollero, 2008), quien expone que, según la función del caudal de fluido, son los siguientes:

- Sistemas centrales a caudales de aire constante Aire-Agua.
- Sistemas centrales a caudal de aire variable Aire-Agua.
- Sistemas centrales a volumen constante de distribución multi-zona a diferentes temperaturas.

1.4.3 LOS SISTEMAS AGUA – AGUA (TODO AGUA)

En este tipo de sistema de climatización, el refrigerante es suministrado de una fuente que está lejos. El agua es impulsada por tuberías que circula desde el evaporador. Generalmente, es utilizado en lugares en los que se busca un control individual de temperatura, es decir, que no requieran de una estación central de ventilación. Este tipo de climatización es menos costoso que un sistema con conductos de aire (Katsuma, 2011).

1.4.3.1 TIPOS DE SISTEMAS AGUA-AGUA

Katsuma (2011) realiza la siguiente clasificación, en las que las diferencias están en el número de tuberías por donde entra el agua (caliente o fría) que se dirige a una tubería de retorno o varias.

- Dos tuberías: Una de entrada y una de retorno.
- Tres tuberías: Dos tuberías de entrada y una de retorno.
- Cuatro tuberías: Dos tuberías de entrada y dos de retorno.

1.4.4 LOS SISTEMAS AGUA – AIRE

Este tipo de sistemas son también conocidos como sistemas de Agua-Ambiente. Se refiere a los que aportan calor por transmisión y radiación principalmente.

Este sistema es similar al Aire-Agua, y (Cruz, 2017) indica que:

Estos sistemas mixtos usan dos tipos de unidades para suministrar aire. El aire primario proviene de unidades de tratamiento y el aire secundario es servido por unidades terminales ubicadas dentro de los mismos lugares. El agua es el fluido utilizado y puede provenir de calderas o unidades refrigerantes. (p. 40)

1.4.4.1 TIPOS DE SISTEMAS AGUA – AIRE

Para esta clasificación, se indica la expuesta por Cruz (2017)

- Techos radiantes
- Suelos radiantes
- Convectores y radiadores

1.5 ZONIFICACIÓN DEL AIRE

Se refiere al sistema de climatización que se da por zonas gracias a los termostatos. (Quadri, 2001)

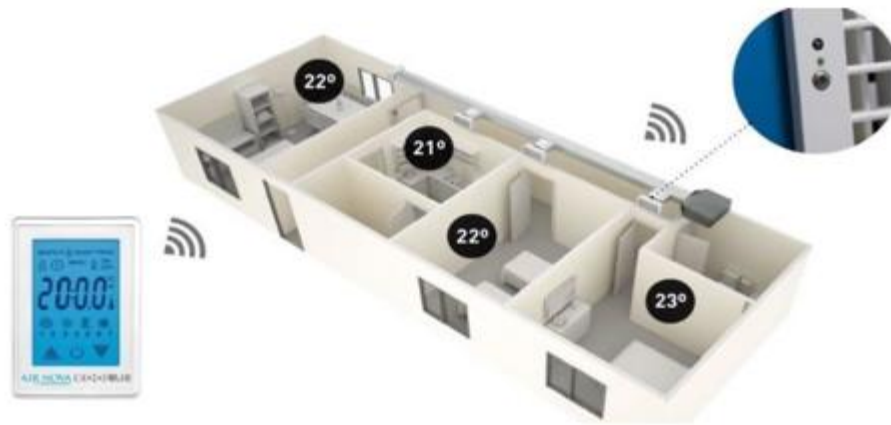


Figura 8. **Zonificación del aire**
Fuente: Quadri (2001)

1.5.1 ZONIFICACIÓN POR SUELO RADIANTE

Es una tubería empotrada en la capa del mortero que discurre en toda la superficie del lugar donde se necesita calefactor. Esta conduce el agua caliente la cual es producida por una caldera (Quadri, 2001).

1.5.2 SISTEMAS DE CAUDAL VARIABLE DE REFRIGERANTE

La variable que modifica es el caudal de flujo que se regula gracias a la tecnología invertir (Quadri, 2001).

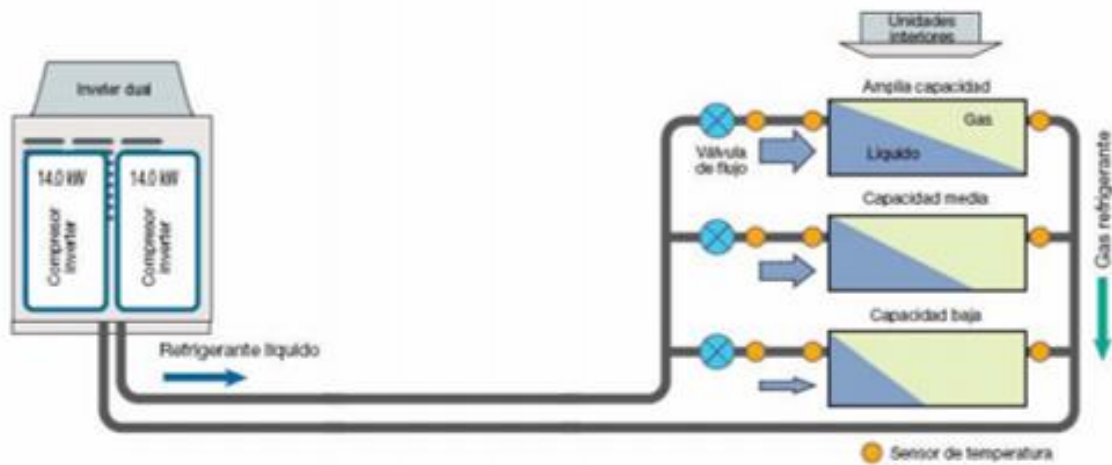


Figura 9. Esquema simplificado de un sistema de caudal variable de refrigerante
 Fuente: (Quadri, 2001)

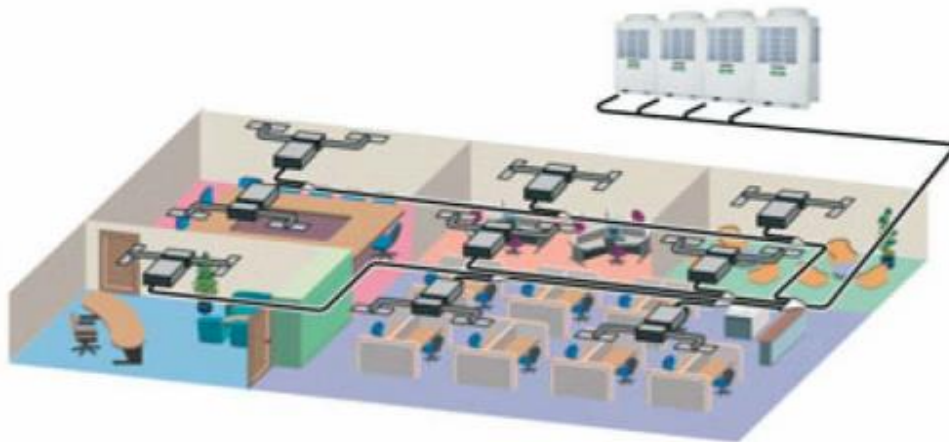


Figura 10. Ejemplo de una instalación con equipo caudal variable de refrigerante
 Fuente: (Quadri, 2001)

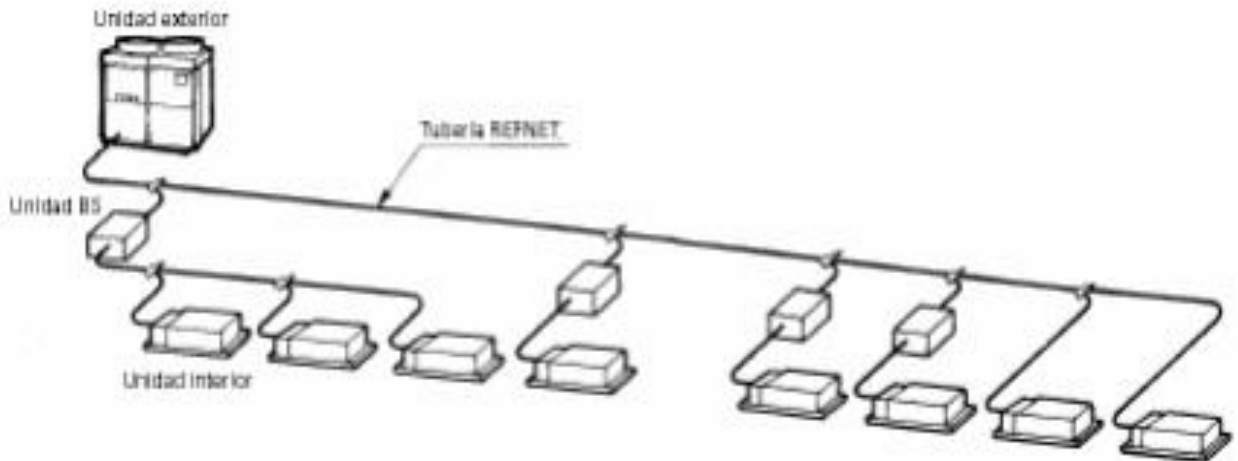


Figura 11. **Ejemplo de sistema de caudal refrigerante variable con recuperador de calor**

Fuente: (Quadri, 2001)

1.5.2.1 TIPOS DE UNIDADES DE CAUDAL VARIABLE DE REFRIGERANTE

- Sólo frío
- Bomba de calor

En los sistemas de Flujo Variable de Refrigerante, sistemas de expansión directa, además de las condensadoras y evaporadoras se necesitan otros componentes que se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 2. **Componentes de los flujos variables de refrigerantes**

Componentes	Solo frío/Bomba de calor	Recuperación del calor
Condensadoras	Uno o varios módulos	Uno o varios módulos
Evaporadoras	Varias unidades interiores	Varias unidades interiores
Distribución	Uno o varios kits de distribución (juntas o	Uno o varios kits de distribución (juntas o

	colectores de varias salidas)	colectores de varias salidas)
Cajas selectoras de flujo		Una o varias cajas distribuidoras
Controles locales	Individual (por cable o infrarrojo) Grupos (varias unidades controladas por el mismo mando)	Individual (por cable o infrarrojo) Grupos (varias unidades controladas por el mismo mando)
Control central	Centralistas temporizadores semanales, monitorización ON/OFF	Centralistas temporizadores semanales, monitorización ON/OFF
Controladores de red	Control vía PC, pantallas táctiles, interfaces de comunicación (BMS)	Control vía PC, pantallas táctiles, interfaces de comunicación (BMS)
Ventilación	Recuperadores entélpicos	Recuperadores entélpicos

Fuente: (Quadri, 2001)

1.5.3 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR CONDENSADO DE AGUA

1.5.3.1 TORRE DE REFRIGERACIÓN

Las torres de refrigeración se emplean en las instalaciones y de acondicionamiento de aire y su función es enfriar el agua empleada para la condensación. El agua a la salida del condensador es enviada mediante una bomba a la parte superior de la torre, donde es pulverizada por las toberas y cae sobre el panel o relleno, que es un conjunto de láminas de PCV soldadas entre sí de tal manera que aumenta la turbulencia de los flujos de aire y agua. (Franco, 2006)

Su funcionamiento sigue los siguientes pasos:

- El aire es impulsado por el ventilador de forma ascendente y descargado a la atmósfera.
- Al ceder calor, el agua se enfría y mientras más baja sea la temperatura del bulbo húmedo, más efectividad tiene la torre.
- El agua cae en la parte inferior en una bandeja y la bomba la aspira y regresa al condensador.
- La reposición del agua se consigue automáticamente.

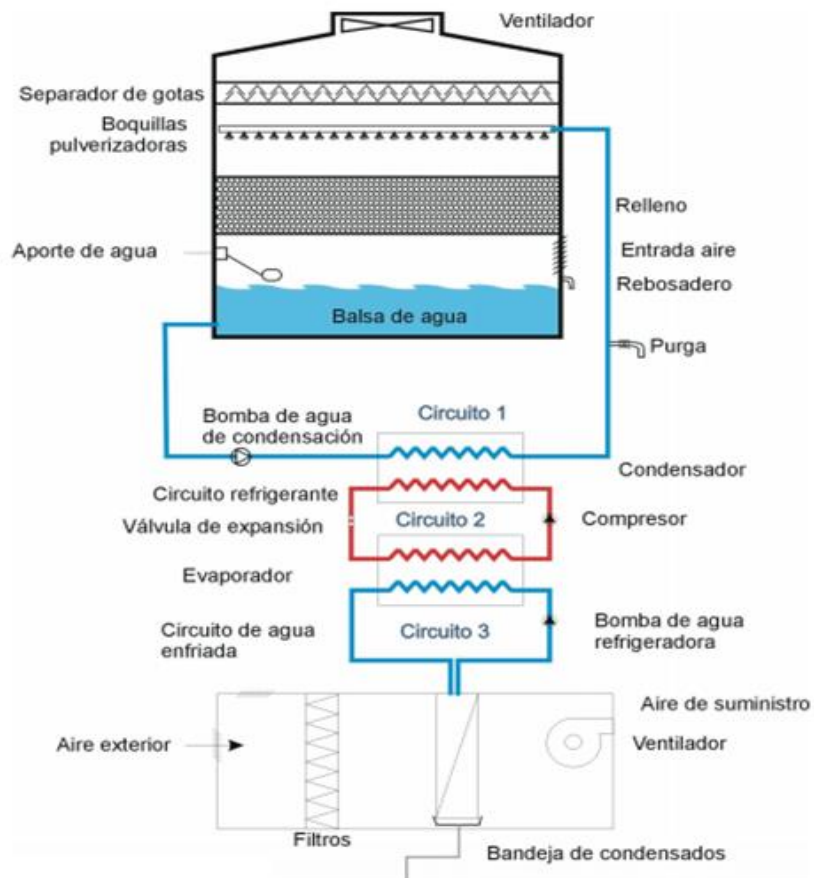


Figura 12. **Esquema de una torre como parte de un sistema de refrigeración de un edificio**

Fuente: (Franco, 2006)

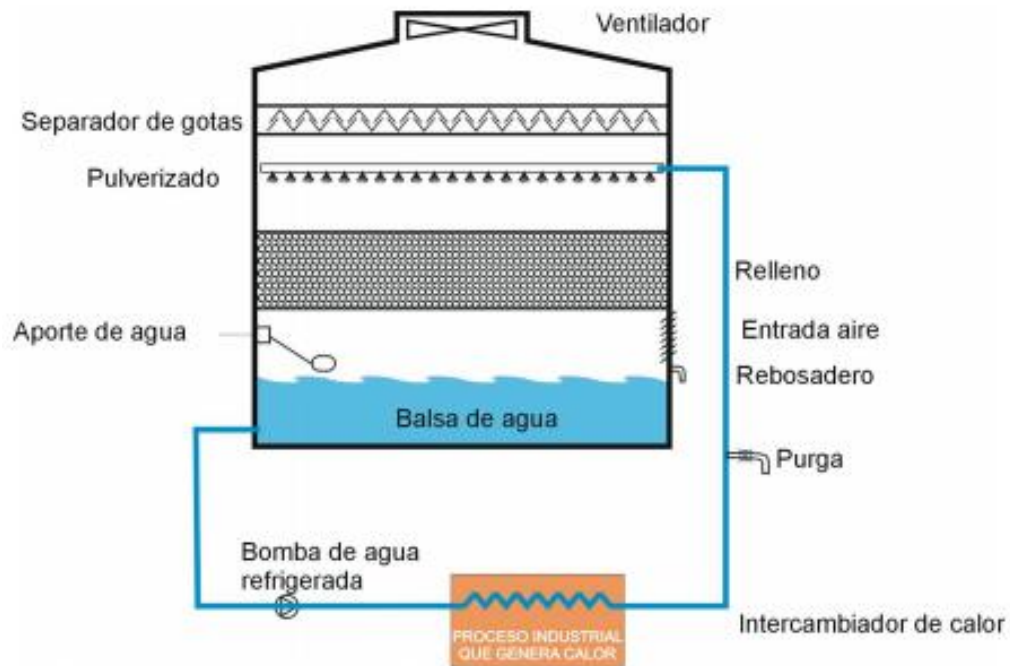


Figura 13. **Esquema de una torre destinada a la refrigeración de un proceso industrial**

Fuente: (Franco, 2006)

1.5.3.1.1 CLASIFICACIÓN DE TORRES DE REFRIGERACIÓN

La clasificación brindada por (Cervantes, 2015) indica que es de la siguiente manera:

- Torres de enfriamiento de tiro natural: El aire se obtiene como resultado de la diferencia de densidades. Estas son usadas con altas chimeneas para mayor funcionamiento.
- Torres de enfriamiento de tiro inducido: El aire se succiona mediante un ventilador que se encuentra en la parte superior de la torre. Es la más utilizada por su gran eficiencia.

- Torres de tiro forzado: El aire es forzado por un ventilador que se encuentra en la parte inferior de la torre y es descargado hacia la parte superior.
- Torres de flujo cruzado: El aire entra por los lados de la torre.
- Torres de tiro natural por efecto Venturi: Es un inyector que es utilizado para bombear los fluidos. Se denomina tipo Venturi, ya que utiliza este principio para funcionar. Usa el fluido primario, el cual ingresa por uno de los extremos del inyector a alta presión, luego este se va reduciendo hasta llegar a valores negativos de presión. Luego ingresa por el otro punto otro fluido para realizar el proceso de mezclado; allí este fluido que ingresa es succionado debido a la carga negativa, de este modo, la energía cinética se convierte en energía potencial.

1.5.3.2 TUBERÍAS PPR O TUBERÍAS DE POLIPROPILENO

Las tuberías de polipropileno son fabricadas por extrusión en formato de tiras semirrígidas de 4 m y de distintos espesores de acuerdo con su función. Además, se venden en formatos compuestos incluyendo en su estructura capas medias de materiales de refuerzo y protección. Las tuberías de polipropileno se pueden instalar en interiores de forma visible o también ocultas y estas se pueden encontrar en diversos (Agueda C., 2009)



Figura 14. **Tuberías de Polipropileno**
Fuente: Soria (2012)

1.6 LAS BOMBAS

Las bombas son las máquinas encargadas en la transformación de energía, la cual es aplicada para mover el agua en un movimiento ascendente. De esta forma es explicado por (Viejo, 2003) quienes indican que:

Un equipo de bombeo es un transformador de energía. Recibe energía mecánica, que puede proceder de un motor eléctrico, térmico, etc., y la convierte en energía que un fluido adquiere en forma de presión, de posición o de velocidad. Así se tiene que las bombas se utilizan para cambiar la posición de un cierto fluido. (p. 13)

Normalmente, según indican (Viejo, 2003) “las bombas son de dos tipos “volumétricas y turbo-bombas”. Lo que necesariamente deben tener en común es un orificio de entrada (de aspiración) y otro de salida (de impulsión)” (p. 16).

Las bombas volumétricas realizan el movimiento del agua a través de la variación periódica de un volumen y las turbo-bombas tienen un elemento que gira y hace que

el agua se mueva llamado “rodete” con forma de hélice o rueda con paletas (Rey y Velasco, 2005).

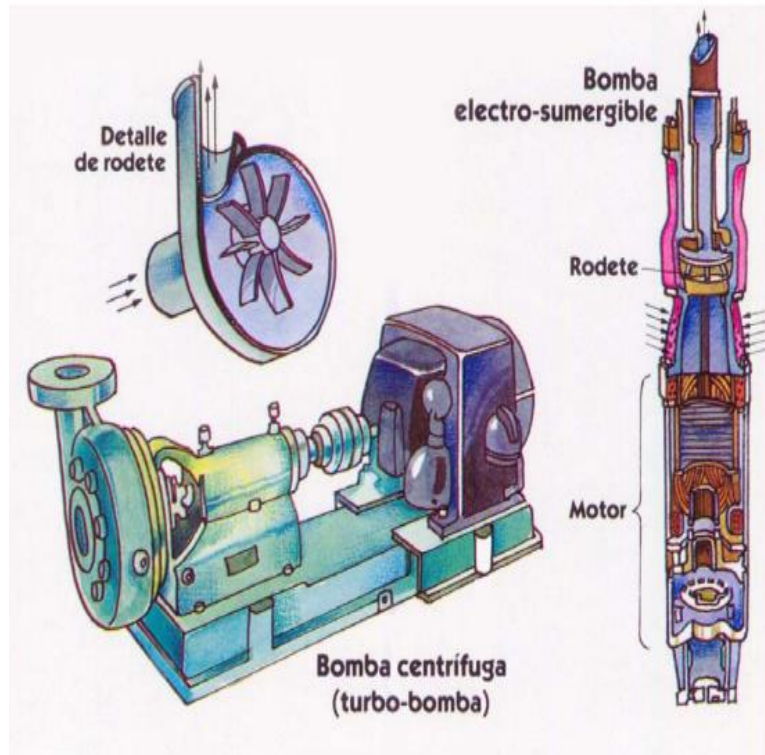


Figura 15. **Bomba centrífuga**

Fuente: Rey y Velasco (2005)

1.6.1 TIPOS DE BOMBAS

1.6.1.1 SEGÚN EL PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Para esta clasificación por su principio de funcionamiento, se tomará lo indicado por Rey y Velasco (2005)

- Bombas volumétricas: Para funcionar se basan en la hidrostática. Así, la presión aumenta por el empuje de las paredes de las cámaras, las cuales su volumen puede variar, pero en caso de que sea una bomba que no lo haga, se les llama bombas de volumen fijo.
- Bombas de émbolo alternativo: En estas bombas el volumen es variable pero los compartimientos son fijos. Para funcionar, la carga y descarga es realizada por válvulas que abren y cierran alternándose.
- Bombas volumétricas rotativas o roto estáticas: Para funcionar se basa en varios compartimientos que realizan un desplazamiento desde la entrada hasta la salida que confinan una masa de agua fluida.
- Bombas rotodinámicas: Para funcionar aplican la hidrodinámica y se basan en el intercambio de cantidad de movimiento máquina-fluido. Hay varios rodets con álabes que van girando y generan una presión en el fluido.
- Radiales o centrífugas: Para funcionar, el fluido debe seguir una trayectoria con el eje del rodete impulsor de forma perpendicular.
- Axiales: Para funcionar, el fluido pasa por los canales de los álabes. La trayectoria del fluido está contenida en un cilindro.
- Diagonales o helicocentrífugas: La trayectoria del fluido es diferente a las mencionadas. Este fluye mediante un cono coaxial con el eje del rodete.

1.6.1.2 SEGÚN EL TIPO DE ACCIONAMIENTO

Esta clasificación, la realizan (Viejo, 2003) de la siguiente manera:

- Electrobombas: Se refiere a las que son accionadas por un motor eléctrico.
- Bombas neumáticas: Se trata de las que reciben energía de entrada neumática.

- Bombas de accionamiento hidráulico: La energía que utilizan proviene del agua.
- Bombas manuales: La energía para su funcionamiento se realiza de forma manual.
- Motobombas Diesel: La energía que utilizan para su funcionamiento proviene del Diesel.

1.6.2 COMPONENTES DE LAS BOMBAS DE AGUA

Como se mencionó, existen diferentes tipos de bombas de agua que tienen componentes diferentes, pero básicamente, muchas tienen en común los siguientes componentes que explican (Viejo, 2003) y se detallan a continuación:

- Carcasa: Se trata del recubrimiento del agua y su trayectoria. Preferiblemente, la carcasa debe ser de acero inoxidable y se le debe realizar un tratamiento para evitar la corrosión, pues está en constante contacto con el agua.
- Entrada y salida: Se refiere a los conductos que permiten la circulación del agua. Como ha sido mencionado anteriormente, el conducto de entrada es denominado “conducto de aspiración” y el de salida “conducto de impulsión”.
- Impulsor, rotor o volutas: Son los encargados de que el agua sea impulsada (aspas, álabes, etc.).
- Sellos, retenes y anillos: Son los que permiten la compresión interna sellando la bomba
- Eje del impulsor: Es la pieza que se encarga de sostener al impulsor, permitiendo que gire.
- Cojinetes o rodamientos: Son, a su vez, los que sostienen al eje impulsor.

- Panel de control: Es el mando de la bomba, permite su correcto apagado/encendido y otras funciones a través, generalmente, de interruptores.
- Motor: Es la parte fundamental de una bomba, siendo el encargado del movimiento del eje e impulsor. Este, puede contener piezas adicionales (ventilador, bobina, imanes, etc.)

1.6.3 PARTES DE UNA BOMBA

1.6.3.1 GUARDAMOTOR

El guardamotor es un interruptor con un cierre automático que tiene un disyuntor térmico de sobrecarga y se ajusta a la intensidad de la máquina. Cuando el motor presenta una sobrecarga el interruptor principal se abre del circuito principal y se vuelve a conectar solo cuando la capa bimetálica se enfría. (Müller, 1994)



Figura 16. **Guardamotor**
Fuente: Muller (1994)

1.6.3.2 VARIADOR DE FRECUENCIA

El variador de frecuencia, también conocido como inversor, es un dispositivo electrónico que controla por completo el motor eléctrico. Este puede ser de corriente continua o de corriente alterna. Su uso va relacionado con el control de la velocidad rotacional del motor de corriente alterna controlando la frecuencia de alimentación que suministra el motor (Herrera, 2015).

De acuerdo con lo expuesto por (Herrera, 2015) el variador de frecuencia opera según el principio de que un motor de corriente alterna está determinado por la frecuencia de corriente, de este modo, indica que “la velocidad del motor cambia en la misma proporción en que cambia la frecuencia; así, el motor puede girar lento o muy rápido según la frecuencia suministrada por el variador”. (p. 4) y el autor distingue las siguientes partes y funcionamiento:

- Rectificador: Se obtiene corriente continua mediante diodos rectificadores.
- Bus de rectificadores: Condensadores que almacenan y filtran la corriente continua rectificada.
- Etapa de salida: Convierte el voltaje continuo en una tensión y frecuencia variable.
- Control y E/S: Ajustan la tensión y frecuencia de alimentación del motor de forma controlable y ajustable para el usuario. (Herrera, 2015)

1.6.3.3 TANQUE PURGADOR O DEPÓSITO DE EXPANSIÓN

El depósito de expansión es aquel que absorbe las variaciones de volumen de fluido al cambiar su temperatura manteniendo a límites la presión e impidiendo pérdidas de fluido. El depósito de expansión funciona al momento que comprime una cámara de aire que se encuentra dentro de este, separada por una pared sumamente sensible del agua. Cuando el agua aumenta el volumen se produce el aumento de presión

absorbida por el depósito de expansión. Cuando el volumen disminuye, el depósito devuelve el agua (González, 2018).

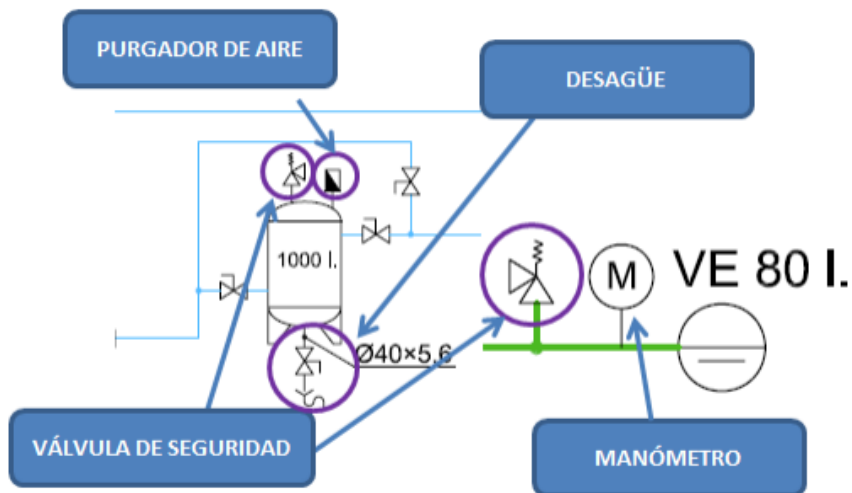


Figura 17. **Accesorios para vasos de expansión**
Fuente: (González, 2018)

1.6.3.4 SISTEMA ABLANDADOR DE AGUA

El ablandamiento del agua es un proceso químico que sirve para eliminar los iones de calcio y magnesio, así como también de hierro por medio de un proceso de sustitución (Cervantes, 2015).

Del mismo modo, lo expone (Yáñez, 2011) que indica que

El ablandador de agua también es conocido como descalcificador o suavizador y su misión principal es la reducción al máximo de sales minerales contenidas por el agua al ingreso de un caldero, la mitigación de dichos minerales es posible a través de medios mecánicos, electrónicos y químicos que ofrece el equipo ablandador, de esta forma se podrá contrarrestar posibles daños en un caldero y garantizar el buen funcionamiento de este (p.23)

De acuerdo con lo expuesto por (Cervantes, 2015) Un sistema descalcificador de agua consta de 3 componentes principales:

- El tanque de resina: Donde se realiza el ablandamiento real. Contiene microesferas y la resina, recubierta de iones de sodio (respectivamente de potasio).
- El tanque de salmuera: Donde se almacena la sal. Se utiliza para mezclar la solución de agua salada, conocida como salmuera, para dar paso a la sustitución.
- La válvula de cabezal: También llamado válvula de control, está ubicado en la parte superior del tanque de resina. Es el cerebro de cada ablandador y opera todo el sistema, sometiéndolo a sus diversos ciclos y controlando la dirección y la velocidad del flujo de agua.

De igual modo (Yáñez, 2011) cita otros componentes importantes como:

- Baipás incorporado.
- Motor de válvula
- Caudalímetro
- Medios de resina suavizante
- Tubo elevador
- Sal
- Montaje de flotador de salmuera.
- Inyector de salmuera/válvula Venturi
- Placa de rejilla
- Prefiltros (opcional)

1.6.3.4.1 REGENERACIÓN

Es el proceso mediante el cual se revierte la reacción que se produjo en el ciclo de servicio, tal como lo explica (Cervantes, 2015) al indicar

Los principales factores que deben ser considerados en este ciclo son: la concentración, la cantidad de productos químicos regenerantes, tiempo de contacto, y la temperatura. Estos factores variarán, dependiendo del tipo de resina, tipo de producto químico regenerante, la eficiencia del equipo, y la calidad deseada del agua producida. (p.40)

La regeneración es el proceso más importante, ya que es aquí donde se realiza la regeneración química de las resinas de intercambio iónico (Cervantes, 2015). El autor indica que las etapas del proceso de regeneración son las siguientes:

- ETAPA 1: RETRO LAVADO: En el ciclo de retro lavado la válvula saca el exceso del agua y residuos en un proceso de inversión de la circulación del fluido.
- ETAPA 2: SALMUERA: También llamado ciclo de recarga, en este importante proceso, se bombea la solución de salmuera al tanque de minerales donde se da el proceso de descalcificación con el fin de eliminar la dureza.
- ETAPA 3: ENJUAGUE: Se realiza introduciendo un caudal de agua elevado en el mismo sentido que ingresó el regenerante, luego de atravesar el lecho de resina estas aguas son canalizadas hasta el desagüe. Cuando el agua que sale por este no contiene sal, se puede dar por terminado el ciclo, quedando el equipo preparado para realizar un nuevo ciclo de ablandamiento.

1.6.3.5 IMPULSOR O RODETE

El impulsor o rodete es la parte más importante de una bomba centrífuga, es el sistema de impulsión de esta y por ende su mecanismo de acción. Está compuesto por un eje impulsor que gira y moviliza el fluido, encausándolo por medio del cuerpo de la bomba (Monsalvo, 2014).

1.6.3.5.1 FUNCIONAMIENTO DE UN RODETE DE UNA BOMBA DE AGUA

Como hemos mencionado anteriormente, el rodete es el aparato vital de la bomba de agua, siendo la parte de movilidad y acción. El mecanismo de funcionamiento inicia en el ojo del rodete, por donde entra el fluido, y es arrastrado por los álabes de forma radial, de ahí pasa a la voluta y luego a los tubos de salida. Todo este procedimiento es accionado por el motor de la bomba de agua (Monsalvo, 2014).

De una forma más detallada, el líquido entra de forma axial a la tubería, de aspiración y se dirige al eje del rodete, esto se da con un cambio brusco de dirección del fluido, acelerándose y absorbiendo un trabajo. Se da paso a los álabes del rodete, que someten a las partículas a un rápido movimiento producido por la fuerza centrífuga, de ahí pasa a gran velocidad por la voluta y aumenta su presión. Luego se evacua el líquido a la presión y velocidad del motor de la bomba (Monsalvo, 2014).

1.6.3.5.2 TIPOS DE RODETES

- El tipo de rodete influye de manera directa en el rendimiento de la bomba centrífuga y los distintos tipos se adaptan a las funciones de esta. Basado en eso, existen tres tipos de impulsor, que son los indicados por (Monsalvo, 2014).
- Abierto: Tienen los álabes libres en ambos lados. Son utilizados en bombas pequeñas.

- Semiabierto: Los álabes son libres por un lado y cerrados por el otro. Es un tipo de impulsor más eficiente que el abierto y son utilizados en bombas de tamaño medio.
- Cerrado: Los álabes se encuentran entre los dos discos y en un solo bastidor, Se utilizan en bombas grandes y de gran funcionamiento

1.6.3.6 INTERCAMBIADOR DE CALOR POR PLACAS

Es un equipo en el que dos fluidos intercambian calos bien sea para enfriar o calentar uno de ellos (fluido de proceso) y se usa el otro (fluido de servicio) como foco de calor o frio. Los intercambiadores por placas son de mejora tecnológica frente a los intercambiadores tubulares y estos pueden ser de flujo cruzado o paralelo (Marín, 2013).

1.6.3.6.1 FUNCIONAMIENTO DE UN INTERCAMBIADOR POR PLACAS

Los intercambiadores de calor por placas contienen una estructura armada que mantiene en posición un conjunto de placas paralelas que forman un conjunto de canales. Estas finas placas corrugadas y con un alto coeficiente de transferencia facilita la transferencia de calor, produciendo flujos turbulentos a velocidad pequeña. Al momento de funcionar, en una cara de la lámina desciende el fluido de calor, por la otra lámina completamente contigua circula a contraflujo. Estos fluidos no se mezclan ni se escapan (Varona, González, & Pérez, 2007).

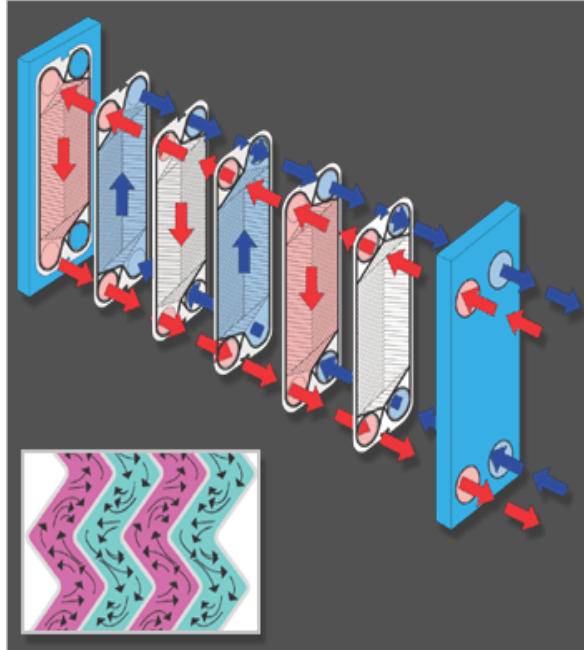


Figura 18. **Funcionamiento del intercambiador de placas**
Fuente: (Varona, González, & Pérez, 2007)

1.6.3.6.2 BENEFICIOS DEL INTERCAMBIADOR DE PLACAS

Existen numerosos beneficios del intercambiador de placas, los cuales van desde mayor eficiencia hasta menor costo; Gracias a su pequeño diámetro hidráulico y a la turbulencia inducida del flujo, puede alcanzar hasta cinco veces más eficiencia que los intercambiadores de tubos para aplicaciones parecidas. Otra de las ventajas es que el área de transferencia de calor es cambiada por adición o eliminación de placas, producto del cambio de las condiciones del proceso (Varona, González, & Pérez, 2007).

1.6.3.6.3 CLASIFICACIÓN DE LOS INTERCAMBIADORES DE CALOR POR PLACAS

Según (Marín, 2013) los intercambiadores de calor se clasifican en dos grandes grupos:

- Recuperadores: Son intercambiadores sin almacenamiento en el que los fluidos circulan simultáneamente a través del intercambiador en zonas separadas y el calor es transferido desde el fluido caliente al fluido frío a través de una pared que los separa.
- Regeneradores: Son intercambiadores con almacenamiento de energía térmica. (p.2)

DEFINICION DE TERMINOS BASICOS

TTA: TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA

ATS: INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA

THD: TOTAL HARMONIC DISTORTION

N.A: NORMALMENTE ABIERTO

N.C NORMALMENTE CERRADO

PLC: CIRCUITO LÓGICO PROGRAMABLE

VRV: VARIABLE REFRIGERANT VOLUME

PMV: PULSE MOTOR VALVE

UTA: UNIDADES DE TRATAMIENTO DE AIRE

PPR: POLIPROPILENO

AC: CORRIENTE ALTERNA

CC: CORRIENTE CONTINUA

VFD: VARIABLE FREQUENCY DRIVE

VSD: VARIABLE SPEED DRIVE

ASD: ADJUSTABLE SPEED DRIVE

RPM: REVOLUCIONES POR MINUTO

TDV: TRIPLE DUTY VALVE

CAPITULO II: METODOLOGIA DE DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL

2.1 DELIMITACION TEMPORAL Y ESPACIAL DEL TRABAJO

El presente proyecto se realizó en Lima -Perú en el distrito de Santiago de Surco para ser exactos en avenida circunvalación 170 del Golf los incas al costado del edificio Capital Golf.

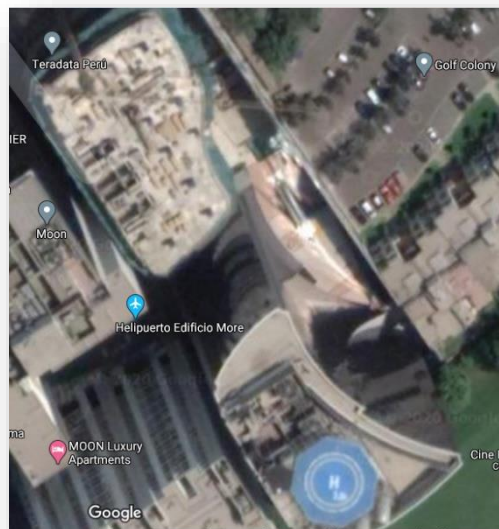


Figura 19. Ubicación de edificio More

Fuente: Google maps

2.2 DETERMINACION Y ANALISIS DEL PROBLEMA

El edificio como tal es un edificio bastante moderno tiene aproximadamente 2 años de construcción, el edificio tiene 25 pisos, 11 sótanos, 1 helipuerto, tiene un tablero de transferencia para lo que es iluminación y tomacorriente tanto como para áreas comunes (halla de ascensores, pisco bar, sala de niños, comedor, centro de control, gimnasio, área de recepción) y para lo que es oficinas del piso 1 al piso 25, también alimenta a los 11 sótanos.

Cabe recalcar que la energía entregada por el generador solo es del 30% para todo lo definido líneas arriba.

También cuenta con sistema de enfriamiento de agua condensada de aire acondicionado, este sistema se divide en 2 sub sistemas debido a que el edificio es bastante grande, por lo tanto, se tiene:

Sistema 1 de enfriamiento: (Alimenta a las oficinas 1,2,3)

- 3 bombas primarias de 40 HP cada una y 1 bomba primaria 15 HP
- 3 bombas secundarias de 60 HP cada una y 1 bomba secundaria de 25 HP
- 2 torres de enfriamiento con 2 motores de 30 HP cada una
- Sistema de ablandamiento de agua que tiene 2 motores de que ayudan a impulsar el agua a los motores de 20 HP del sótano 11.
- 1 tanque de expansión
- 2 intercambiador de placas



Figura 20. **Foto del sistema de enfriamiento 1 del edificio More piso 25**

Fuente: Edificio More (Santiago de Surco,2020)

Sistema 2 de enfriamiento: (Alimenta a las oficinas 4,5,6 y hall de ascensores)

- 3 bombas primarias de 50 HP cada una
- 3 bombas secundarias de 100 HP cada una
- 2 torres de enfriamiento con 2 motores de 40 HP cada una

- Sistema de ablandamiento de agua que tiene 2 motores de que ayudan a impulsar el agua a los motores de 20 HP del sótano 11.
- 1 tanque de expansión
- 2 intercambiador de placas



Figura 21. **Foto del sistema de enfriamiento 2 del edificio More piso 25**

Fuente: Edificio More (Santiago de Surco,2020)

Debido a que el edificio en la parte superior tiene todo este gran sistema de enfriamiento que es el que alimenta a los sistemas VRV que se encuentran en el piso 18, es una parte importante del edificio ya que trabaja las 24 horas y los 7 días a la semana por ende cuando sucede algún corte de energía yo como operador de mantenimiento del edificio tengo subir inmediatamente y hacer el cambio de bombas respectivas que están alimentadas con el grupo electrógeno en este caso son las bombas primarias número 2,3 y bombas secundarias número 2,3 de ambos sistemas, ya que el sistema no está automatizado.

Todas las oficinas cuentan con equipos de data center y por ello siempre el ambiente tiene que estar refrigerado.

Por lo tanto, si hay un corte de suministro de energía repentino el sistema de enfriamiento no tiene respaldo por ello no enfriara a los VRV de cada oficina y sus equipos de data center se recalentarán con la consecuencia de fallas posteriores.

La empresa NEXA (minera brasileña) y la USMP (Universidad San Martín de Porres) que tiene como oficinas todo el piso 21 y piso 22, y la USMP tiene como oficinas todo el piso 9 y el 11 tuvimos problemas debido a que cuando se fue la energía el sistema de enfriamiento dejó de funcionar y cuando se intentó encender la bomba primaria número 3 reventó el acople de este y se quedó sin energía su data center por aproximadamente 4 horas quisieron presentar una demanda pero llegaron a un acuerdo y se solucionó. Sin embargo, es necesario que se coloque un tablero de transferencia automática ya que este sistema trabaja las 24 horas y los 7 días a la semana.

Para ello en el siguiente punto explicare paso a paso todo el procedimiento que se requiera para instalar el tablero de transferencia automática.

Otro de los puntos importantes es que al colocar un tablero de transferencia automática el sistema de enfriamiento va a trabajar ininterrumpidamente evitando cualquier inconveniente con respecto a la energía eléctrica.

2.3 MODELO DE SOLUCION PROPUESTO:

Para poder colocar el tablero de transferencia automática necesitamos las cargas de las llaves principales y las llaves que van a dar el respaldo a las cargas que se requiera, también saber por dónde ira el cable de alimentación al TTA.

El diseño del TTA es colocar el tablero en la parte superior del edificio alimentando al sistema 1 y 2 de enfriamiento.

El edificio cuenta con 3 ductos eléctricos y se le definió de la siguiente forma:

Ducto eléctrico 3 que está mirando hacia la avenida Javier Prado. Este ducto va desde el piso 1 al piso 25.

Ducto eléctrico medio que esta al costado del hall de ascensores. Este ducto va desde el piso 1 al piso 25

Ducto eléctrico 4 que está mirando hacia el club El Golf. Este ducto va desde el sótano 11 al piso 25.

El cableado será por el ducto eléctrico 4 ya que está cerca al grupo electrógeno.

2.3.1 DATOS TECNICOS DEL TRANSFORMADOR

El edificio cuenta con 3 transformadores a diferentes niveles de tensión.

El concesionario entrega una red en media tensión de 22.9kV, el que nosotros utilizaremos es el transformador de 2500 KVA que tiene la relación de transformación de 22.9kV a 460V, tiene una corriente máxima de 3137.8 A.

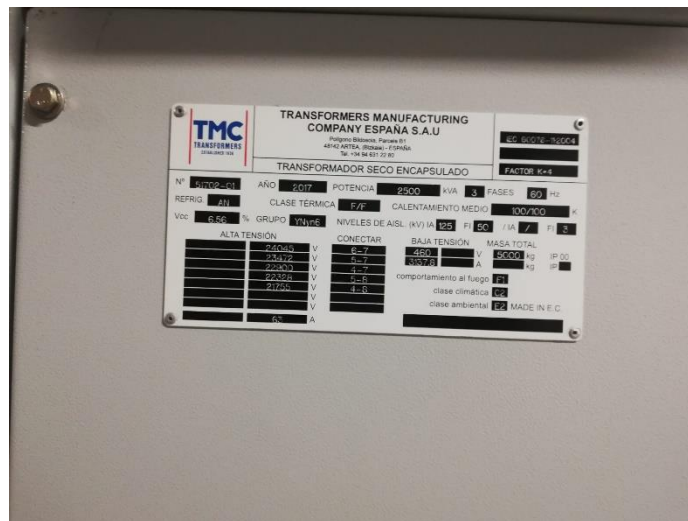


Figura 22. Placa característica del transformador de 2500KVA

Fuente: Edificio More (Santiago de Surco,2020)

2.3.1 DIMENSIONADO DE INTERRUPTORES

Para este cálculo necesitamos la siguiente formula:

$$P = \sqrt{3} * V * In * \cos\phi$$

Fuente: (Harper, El ABC de las Instalaciones Eléctricas Residenciales, 1998)

Donde:

P = Potencia

V = Voltaje 440 V

In = Intensidad nominal

Cos ϕ = Factor de potencia

Este cálculo será para hallar el interruptor automático termomagnético de la red comercial del tablero de transferencia automática, se optó por independizar lo siguiente:

Sistema de enfriamiento 1

- 2 bombas secundarias de 60 HP cada una
- 2 bombas primarias de 40 HP cada una
- 1 torre de enfriamiento con un motor de 25 HP

Sistema de enfriamiento 2

- 2 bombas secundarias de 100 HP cada una
- 2 bombas primarias de 50 HP cada una
- 1 torre de enfriamiento con un motor 30 HP

$$1 \text{ HP} = 746 \text{ w}$$

Fuente: (Harper, El ABC de las Instalaciones Eléctricas Residenciales, 1998)

Por lo tanto, tenemos:

$$60 * 746 * 2 = 89520 \text{ W}$$

$$40 * 746 * 2 = 59680 \text{ W}$$

$$25 * 746 = 18650 \text{ W}$$

$$100 * 746 * 2 = 149200 \text{ W}$$

$$50 * 746 * 2 = 74600 \text{ W}$$

$$30 * 746 = 22380 \text{ W}$$

$$\text{Potencia Total} = 414030 \text{ W}$$

$$\text{Maxima demanda} = 414.03 \text{ kW}$$

De acuerdo a la norma CNE (Utilización) en la sección 160-108 indica lo siguiente:
“Los conductores que alimenten a un grupo de 2 o más motores, deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que 125% de corriente nominal a

plena carga del motor mayor, más la corriente nominal a plena carga de todos los otros motores, cuando todos los motores del grupo son utilizados en un régimen de servicio continuo”.

Intensidades nominales del sistema de enfriamiento 1:

In de motor de bomba secundaria 1 de 60 HP = 72.73 A

In de motor de bomba secundaria 2 de 60 HP = 72.73 A

In de motor de bomba primaria 1 de 40 HP = 49.01 A

In de motor de bomba primaria 2 de 40 HP = 49.01 A

In de motor del ventilador de la torre de enfriamiento 1 de 25 HP = 31.64 A

Intensidades nominales del sistema de enfriamiento 2:

In de motor de bomba secundaria 1 de 100 HP = 121.22 A

In de motor de bomba secundaria 2 de 100 HP = 121.22 A

In de motor de bomba primaria 1 de 50 HP = 61.26 A

In de motor de bomba primaria 2 de 50 HP = 61.26 A

In de motor del ventilador de la torre de enfriamiento 1 de 30 HP = 37.55 A

$$Id = 72.73 + 72.73 + 49.01 + 49.01 + 31.64 + (121.22 * 1.25) + (121.22 * 1.25) \\ + 61.26 + 61.26 + 37.55$$

$$Id = 738.24 A$$

Se utilizará un interruptor automático regulable de caja moldeada con accionamiento motorizado de 1000 A.

Para mayor información ver Anexo N°2.

En el tablero de distribución estará colocado el interruptor que alimentará al interruptor de la red comercial hallado líneas arribas que será un interruptor automático regulable de caja moldeada de 1000A.

Para mayor información ver Anexo N°2.

Para calcular el interruptor termomagnético de la red de emergencia, se utilizará los mismos datos del sistema de enfriamiento 1 y 2.

Intensidades nominales del sistema de enfriamiento 1:

In de motor de bomba secundaria 1 de 60 HP = 72.73 A

In de motor de bomba secundaria 2 de 60 HP = 72.73 A

In de motor de bomba primaria 1 de 40 HP = 49.01 A

In de motor de bomba primaria 2 de 40 HP = 49.01 A

In de motor del ventilador de la torre de enfriamiento 1 de 25 HP = 31.64 A

Intensidades nominales del sistema de enfriamiento 2:

In de motor de bomba secundaria 1 de 100 HP = 121.22 A

In de motor de bomba secundaria 2 de 100 HP = 121.22 A

In de motor de bomba primaria 1 de 50 HP = 61.26 A

In de motor de bomba primaria 2 de 50 HP = 61.26 A

In de motor del ventilador de la torre de enfriamiento 1 de 30 HP = 37.55 A

$$Id = 72.73 + 72.73 + 49.01 + 49.01 + 31.64 + (121.22 * 1.25) + (121.22 * 1.25) \\ + 61.26 + 61.26 + 37.55$$

$$Id = 738.24 A$$

Por los datos obtenidos se colocará un interruptor automático regulable de caja moldeada con accionamiento motorizado de 1000 A.

Para mayor información ver Anexo N°2.

Cálculos de interruptores termomagnéticos para cada uno de los circuitos del sistema de enfriamiento 1 y 2.

Sistema de enfriamiento 1:

Bomba secundaria de 60 HP:

$$1 \text{ HP} = 746 \text{ w}$$

Fuente: (Harper, El ABC de las Instalaciones Eléctricas Residenciales, 1998)

$$P = \sqrt{3} * V * In * \cos\theta * \eta$$

Fuente: (Roldán, 2010)

Donde η es la eficiencia del motor.

De acuerdo a la placa característica del motor, la eficiencia (η) es de 95

$$60 * 746 = 44760$$

$$44760 = \sqrt{3} * 440 * In * 0.85 * 0.95$$

$$In = \frac{44760}{\sqrt{3} * 440 * 0.85 * 0.95}$$

$$In = 72.73 * 1.25$$

$$Id = 90.91 \text{ A}$$

Como son 2 bombas secundarias de la misma potencia entonces se colocará 2 interruptores termomagnéticos de caja moldeada de 100 A.

Para mayor información ver Anexo N°4.

Bomba Primaria de 40 HP:

$$1 \text{ HP} = 746 \text{ w}$$

Fuente: (Harper, El ABC de las Instalaciones Eléctricas Residenciales, 1998)

$$P = \sqrt{3} * V * In * \cos\varphi * \eta$$

Fuente: (Roldán, 2010)

$$40 * 746 = 29840$$

$$29840 = \sqrt{3} * 440 * In * 0.85 * 0.94$$

$$In = \frac{29840}{\sqrt{3} * 440 * 0.85 * 0.94}$$

$$In = 49.01 * 1.25$$

$$I_d = 61.26 A$$

Como son 2 bombas primarias de la misma potencia entonces se colocará 2 interruptores termomagnéticos de 63 A.

Para mayor información ver Anexo N°7

Torre de enfriamiento con un motor de 25 HP:

$$1 HP = 746 w$$

Fuente: (Harper, El ABC de las Instalaciones Eléctricas Residenciales, 1998)

$$P = \sqrt{3} * V * I_n * \cos\varphi * \eta$$

Fuente: (Roldán, 2010)

$$25 * 746 = 18650$$

$$18650 = \sqrt{3} * 440 * I_n * 0.85 * 0.91$$

$$I_n = \frac{18650}{\sqrt{3} * 440 * 0.85 * 0.91}$$

$$I_n = 31.64 * 1.25$$

$$I_d = 39.55 A$$

Para el motor de la torre de enfriamiento se utilizará un interruptor termomagnético de 40 A.

Para mayor información ver Anexo N°7.

Sistema de enfriamiento 2:

Bomba secundaria de 100 HP:

$$1 HP = 746 w$$

Fuente: (Harper, El ABC de las Instalaciones Eléctricas Residenciales, 1998)

$$P = \sqrt{3} * V * I_n * \cos\varphi * \eta$$

Fuente: (Roldán, 2010)

$$100 * 746 = 74600$$

$$74600 = \sqrt{3} * 440 * I_n * 0.85 * 0.95$$

$$I_n = \frac{74600}{\sqrt{3} * 440 * 0.85 * 0.95}$$

$$I_n = 121.22 * 1.25$$

$$I_d = 151.53 \text{ A}$$

Como son 2 bombas secundarias de la misma potencia entonces se colocará 2 interruptores termomagnéticos de 160 A.

Para mayor información ver Anexo N°5

Bomba Primaria de 50 HP:

$$1 \text{ HP} = 746 \text{ w}$$

Fuente: (Harper, El ABC de las Instalaciones Eléctricas Residenciales, 1998)

$$P = \sqrt{3} * V * I_n * \cos\varphi * \eta$$

Fuente: (Roldán, 2010)

$$50 * 746 = 37300$$

$$37300 = \sqrt{3} * 440 * I_n * 0.85 * 0.94$$

$$I_n = \frac{37300}{\sqrt{3} * 440 * 0.85 * 0.94}$$

$$I_n = 61.26 * 1.25$$

$$I_d = 76.58 \text{ A}$$

Como son 2 bombas primarias de la misma potencia entonces se colocará 2 interruptores termomagnéticos de 80 A.

Para mayor información ver Anexo N°6

Torre de enfriamiento con un motor de 30 HP:

$$1 \text{ HP} = 746 \text{ w}$$

Fuente: (Harper, El ABC de las Instalaciones Eléctricas Residenciales, 1998)

$$P = \sqrt{3} * V * I_n * \cos\varphi * \eta$$

Fuente: (Roldán, 2010)

$$30 * 746 = 22380$$

$$22380 = \sqrt{3} * 440 * I_n * 0.85 * 0.92$$

$$I_n = \frac{22380}{\sqrt{3} * 440 * 0.85 * 0.92}$$

$$I_n = 37.55 \text{ A}$$

$$I_d = 46.94 \text{ A}$$

Para el motor de la torre de enfriamiento se utilizará un interruptor termomagnético de 50 A.

Para mayor información ver Anexo N°7

2.3.2 DIMENSIONADO DE CONDUCTORES:

De acuerdo a la Norma CNE (Utilización) la sección 030-30 indica lo siguiente:

“Los conductores neutros con aislamiento con secciones mayores a 35 mm² y aquellos que tienen un aislamiento distinto al termoplástico o al caucho, deben tener una identificación, ya sea continua, o bien cada tramo continuo debe ser adecuadamente etiquetado o claramente marcado en cada uno de sus extremos en el momento de la instalación”.

Para el cálculo de conductores nos basaremos en la siguiente tabla 310-16 de la NEC:

Tamaño nominal	Temperatura nominal del conductor (véase Tabla 310-13)						Tamaño nominal
	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C	
mm 2	TW* TWD* CCE TWD- UV	RHW*, HHW*, THW*, THW-LS, THWN*, XHHW*, TT	RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THHW-LS, THW-2*, XHHW*, XHHW-2	UF*	RHW*, XHHW*, BM-AL	RHW-2, XHHW, XHHW-2, DRS	AWGkcmil
	Cobre			Aluminio			
0.8235			14				18
1.307			18				16
2.082	20*	20*	25*				14
3.307	25*	25*	30*				12
5.26	30	35*	40*				10
8.367	40	50	55				8
13.3	55	65	75	40	50	60	6
21.15	70	85	95	55	65	75	4
26.67	85	100	110	65	75	85	3
33.62	95	115	130	75	90	100	2
42.41	110	130	150	85	100	115	1
53.48	125	150	170	100	120	135	1/0
67.43	145	175	195	115	135	150	2/0
85.01	165	200	225	130	155	175	3/0
107.2	195	230	260	150	180	205	4/0
126.67	215	255	290	170	205	230	250
152.01	240	285	320	190	230	255	300
177.34	260	310	350	210	250	280	350
202.68	280	335	380	225	270	305	400
253.35	320	380	430	260	310	350	500
304.02	355	420	475	285	340	385	600
354.69	385	460	520	310	375	420	700
380.03	400	475	535	320	385	435	750
405.37	410	490	555	330	395	450	800
456.04	435	520	585	355	425	480	900
506.71	455	545	615	375	445	500	1000
633.39	495	590	665	405	485	545	1250
760.07	520	625	705	435	520	585	1500
886.74	545	650	735	455	545	615	1750
1013.42	580	685	750	470	560	630	2000

Figura 23. Tabla de ampacidades de cable

Fuente: National Electrical Code

Los conductores serán monopares y del tipo LSOH.

De acuerdo a la Norma NTP-370.301 nos indica lo siguiente:

“Los conductores paralelos sean cables unipolares o trenzados o conductores aislados en triangulo o formación en un plano y tengan un área de la sección transversal menor o igual a 50 mm² de cobre”.

Para los conductores de los interruptores de transferencia tanto para la red comercial y para la red de emergencia se definirá de la siguiente manera:

La I_d de ambas llaves son 738.24 A.

Para hallar los conductores se dividirá entre 3 la I_d :

$$\frac{738.24}{3} = 246.08 \text{ A}$$

Por lo tanto, se obtendrá 3 ternas de 120 mm² de acuerdo a tabla 310-16.

Estos conductores se colocarán tanto para la red comercial como para la red de emergencia.

De acuerdo a tabla 310-16 hallaremos los conductores que alimentaran las cargas.

Sistema de enfriamiento 1:

Bomba secundaria de 60 HP:

$I_d = 90.91 \text{ A}$, corresponde conductores de 25 mm² del tipo monopolar LSOH.

Bomba primaria de 40 HP:

$I_d = 61.26 \text{ A}$, corresponde conductores de 16 mm² del tipo monopolar LSOH.

Torre de enfriamiento con motor de 25 HP:

$I_d = 39.55 \text{ A}$, corresponde conductores de 6 mm² del tipo monopolar LSOH.

Sistema de enfriamiento 2:

Bomba secundaria de 100 HP:

$I_d = 151.53 \text{ A}$, corresponde conductores de 53.48 mm² o 1/0 AWG del tipo monopolar LSOH.

Bomba primaria de 50 HP:

$I_d = 76.58 \text{ A}$, corresponde conductores de 25 mm² del tipo monopolar LSOH.

Torre de enfriamiento con motor de 30 HP:

$I_d = 46.94 \text{ A}$, corresponde conductores de 10 mm² del tipo monopolar LSOH.

Para los conductores de tierra de alimentación general para la red comercial y la red de emergencia nos basamos a la Tabla N°17 de la Norma CNE (Utilización).

Nos indica que para corriente entre 201 a 260 A, le corresponde una sección de conductor de tierra de 35 mm².

Por lo tanto, se le colocará para cada terna 1 conductor de tierra de 35 mm² del tipo monopolar LSOH.

2.3.3 CALCULO DE CAIDA DE TENSION

De acuerdo a la norma CNE (Utilización) en la sección 050-102 nos indica lo siguiente:

“Los conductores de alimentadores deber ser dimensionados para que:

- (a) La caída de tensión no sea mayor del 2,5% y
- (b) La caída de tensión total máxima en el alimentador y los circuitos derivados hasta la salida o punto de utilización más alejado, no exceda del 4%”.

En este punto calcularemos la caída tensión para la alimentación general, para ello utilizaremos la siguiente formula:

$$\Delta V(\text{volt}) = \frac{\sqrt{3} * \rho * I_d * L * \cos(\varphi)}{S(\text{mm}^2)}$$

Fuente: (Harper, El ABC de las Instalaciones Eléctricas Residenciales, 1998)

Donde:

ΔV = Caída de tensión en Voltios.

ρ = Resistividad del cobre 0,017 en ($\Omega\text{mm}^2/\text{m}$)

L = Longitud del cable en metros (m)

$\cos(\varphi)$ = Factor de potencia

S = Sección del cable en milímetros cuadrados (mm^2)

Para hallar la caída de tensión del cable de red comercial:

Dado que la corriente de diseño (I_d) es 738.24 A, colocado en 3 ternas de 246.08 A, con una sección de conductor de 150 mm^2

$$\Delta V(\text{volt}) = \frac{\sqrt{3} * 0.017 * 246.08 * 110 * 0.85}{120}$$

Fuente: (Harper, El ABC de las Instalaciones Eléctricas Residenciales, 1998)

$$\Delta V(\text{volt}) = 5.65 \text{ v}$$

$$\Delta V(\text{volt}) = 1.28\% \text{ v}$$

Por lo tanto, el valor de la caída de tensión se encuentra dentro de la norma establecida.

La caída de tensión calculada para la red comercial es la misma para la red de emergencia ya que se tiene la misma tensión, la misma cantidad de ternas y la misma longitud.

De acuerdo a la norma CNE (Suministro 2011) nos indica lo siguiente:

“Las tolerancias admitidas sobre las tensiones nominales de los puntos de entrega de energía, en todas las etapas y en todos los niveles de tensión, es de hasta $\pm 5\%$ de las tensiones nominales de tales puntos”.

2.3.4 DIMENSIONADO DE BANDEJA PORTACABLES

Para hallar la bandeja me he basado en las fórmulas realizadas por la empresa GEDISA que tiene como referencia la Norma NEMA-VE1, que indica lo siguiente:
Para conductores mayores a 4/0 se aplica la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} N^{\circ} \text{ de cables} * \text{Diámetro de conductor} * 20\% \\ 18 * 1.64 * 20\% = 35.42 \text{ cm} \end{aligned}$$

Para conductores menores a 4/0 se aplica la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} N^{\circ} \text{ de cables} * \text{Área} * 0.33 * 20\% \\ 6 * 3.36 * 0.33 * 20\% = 7.98 \text{ cm} \end{aligned}$$

Por lo tanto, la bandeja a utilizar sería la suma de los 2

$$37.9 + 7.98 = 43.4 \text{ cm}$$

Se utilizará una bandeja de 450 cm de ancho por una profundidad de 10 cm.

El tipo de bandeja que se colocará es del tipo escalera.

Los soportes que se colocará según Norma NEMA VE-1 tiene las siglas 8B que soportan hasta 112kg/m, ubicados cada 2.4 m.

Carga de trabajo		Distancia entre soportes		Clase Designación
Lbs/Pies	Kgs/m	Pies	metros	
50	[74.4]	8	[2.44]	8A
75	[111.6]	8	[2.44]	8B
100	[148.8]	8	[2.44]	8C
50	[74.4]	12	[3.66]	12A
75	[111.6]	12	[3.66]	12B
100	[148.8]	12	[3.66]	12C
50	[74.4]	16	[4.87]	16A
75	[111.6]	16	[4.87]	16B
100	[148.8]	16	[4.87]	16C
50	[74.4]	20	[6.09]	20A
75	[111.6]	20	[6.09]	20B
100	[148.8]	20	[6.09]	20C

Figura 24. **Tabla de Designación de clase carga/tramo**

Fuente: NEMA VE-1

2.4 RESULTADOS

Al colocar un tablero de transferencia automática para los sistemas enfriamiento agiliza el tiempo de respuesta para que en caso de emergencia estos sistemas continúen trabajando con normalidad utilizando las normas NTP, CNE, NEMA,NFPA,IEC.

Se realizaron todos los cálculos de máxima demanda, cálculos de conductores y cálculos de bandeja porta cables para que en conjunto puedan funcionar de manera correcta.

Para el diseño de cableado del tablero de transferencia automática se utilizaron las normas vigentes del código nacional de electricidad.

CONCLUSIONES

El sistema de transferencia automática en este edificio es de mucha importancia ya que el sistema de enfriamiento no pararía y esto permitiría que sus equipos que tienen dentro de las oficinas como data center trabajen sin ningún problema ya que estos equipos siempre tienen que estar climatizados.

Al colocar el tablero de transferencia el tiempo de respuesta es inmediato ya que yo como operador de mantenimiento desde mi hogar hasta mi centro de trabajo me demora 40 minutos aproximadamente para cambiar de posición a las bombas que están alimentadas de la red de emergencia. Esto es un tiempo valioso que se gana para que los equipos como los data center no se recalienten y consecuentemente sufra algún daño en su interior.

Se concluye que, al trabajar con las normas vigentes, estos equipos funcionarían correctamente alargando su vida útil de los equipos y conductores.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar el mantenimiento respectivo de acuerdo al cronograma de mantenimiento de estos equipos para que tanto el sistema de transferencia automática y el grupo electrógeno funcionen con normalidad en caso la red comercial se desenergice.

Para verificar los sistemas de transferencia y grupo electrógeno siempre utilizar los EPP correspondiente.

En caso de que el sistema de transferencia automática no haga la transferencia el personal debe estar capacitado para poder encenderlo de forma manual ya que cualquier persona no puede manipular estos equipos.

BIBLIOGRAFÍA

- Agueda C., N. J. (2009). *Técnicas básicas de mecánica y electricidad*. Madrid.
- Archila, L. y. (2008). *Diseño y construcción de un dispositivo de almacenamiento térmico banco de hielo por medio de serpentín para procesos de alimentos, agroindustriales e industriales*. Bogotá.
- Briceño, E. E. (2008). *Manual de capacitación en operación y mantenimiento de pequeñas centrales hidráulicas*. . Lima: Soluciones Prácticas.
- Camacho, V. R. (2013). *Diseño e implementación de un tablero de transferencia automática para el sistema de servicios auxiliares de la subestación "Las Esclusas"*. Tesis de grado. Ecuador.
- Carrión, A. (2019). *Diseño de la transferencia automática de energía eléctrica monitoreado con SCADA para la máquina extrusora de plástico en la empresa peruana de Moldeados S.A*. Callao, Perú.
- Castro, M. (2008). *Controladores Lógicos Programables: Parte I*. . México.
- Cervantes, A. (2015). *Diseño y construcción de un ablandador de agua mediante el empleo de resinas de intercambio iónico para abastecer los equipos térmicos del laboratorio de termodinámica*. Ecuador.
- Cruz, F. (2017). *Diseño de un sistema de climatización agua-aire para el sector quirúrgico del mega laboratorio clínico universitario de la Una Puno*. Puno .
- Franco, L. J. (2006). *Manual de refrigeración*. Barcelona.
- González, D. (2018). *Diseño y cálculo de un tanque de almacenamiento de un fluido de alta temperatura*. España.
- Groover, J. (2008). *Robótica Industrial: Tecnología, programación y aplicaciones*. México.
- Guanipa, G. (2010). *Sistemas de refrigeración (Unidad extracurricular III)*. Universidad Nacional Experimental Francisco Miranda. Falcón, Venezuela.
- Harper, G. (1998). *El ABC de las Instalaciones Eléctricas Residenciales*. Mexico DF: Limusa.
- Harper, G. (2004). *El libro práctico de los generadores, transformadores y motores eléctricos*. México.
- Hernández, G. y. (2009). *Análisis de Cálculo, Diseño y Mantenimiento de una Cámara de Refrigeración utilizado en Productos Perecederos a 4°C*. México.
- Herrera, R. (2015). *Estudio del variador de frecuencia Mitsubishi Electric FR-A720 para aplicaciones de control en motores trifásicos*. . Colombia.
- Marín, J. y. (2013). *Diseño y cálculo de intercambiadores de calor monofásicos*. Madrid.
- Minas, M. d. (2006). *Código Nacional de Electricidad - Utilización*. Lima, Perú.

- Monsalvo, R. M. (2014). *Balance y materia de energía*. México.
- Müller, W. (. (1994). *Electrotecnia de potencia*. Bogotá.
- Ochoa, M. y. (2012). *Diseño e implementación de un módulo entrenador para transferencia de energía eléctrica*. . Ecuador.
- Ollero, K. (2008). *Manipuladores y Robots móviles*. Barcelona.
- Pérez, A. (2003). *Relés electromagnéticos y electrónicos. Parte I: Relés y contactores*.
- Pita, E. (2005). *Acondicionamiento del aire: principios y sistemas. Un enfoque energético*. México DF: Continental.
- Quadri, N. (2001). *Sistemas de aire acondicionado*. Buenos Aires.
- Quispe, M. (2014). *Diseño de un controlador de proceso industrial utilizando controladores lógicos programables de Siemens/Simatic-S7 interactuando con la planta virtual ITS y monitorización SCADA*. . Lima, Perú.
- Revelo, A. (2019). *Diseño e instalación de un tablero de transferencia automático (TTA) con monitoreo SCADA a una red aislada de entrenamiento en cielo*. Ecuador.
- Roldán, J. (2010). *Motores trifásicos. Características, cálculos y aplicaciones*. Madrid, España: Paraninfo.
- Vallejo, H. (2016). *Los controladores lógicos programables: artículo de tapa*. .
- Varona, B., González, R., & Pérez, R. (2007). *Análisis del intercambiador de calor de placas enfriador de "mostro" en la cervecería "Tinima"*. . Cuba.
- Viejo, M. y. (2003). *Bombas, teorías, diseños y aplicaciones*. . México.
- Yáñez, E. (2011). *Tratamiento de aguas en calderas de calor*. . Quito.

ANEXOS

ANEXO N°1: DIAGRAMA UNIFILAR DE LA SUBESTACION

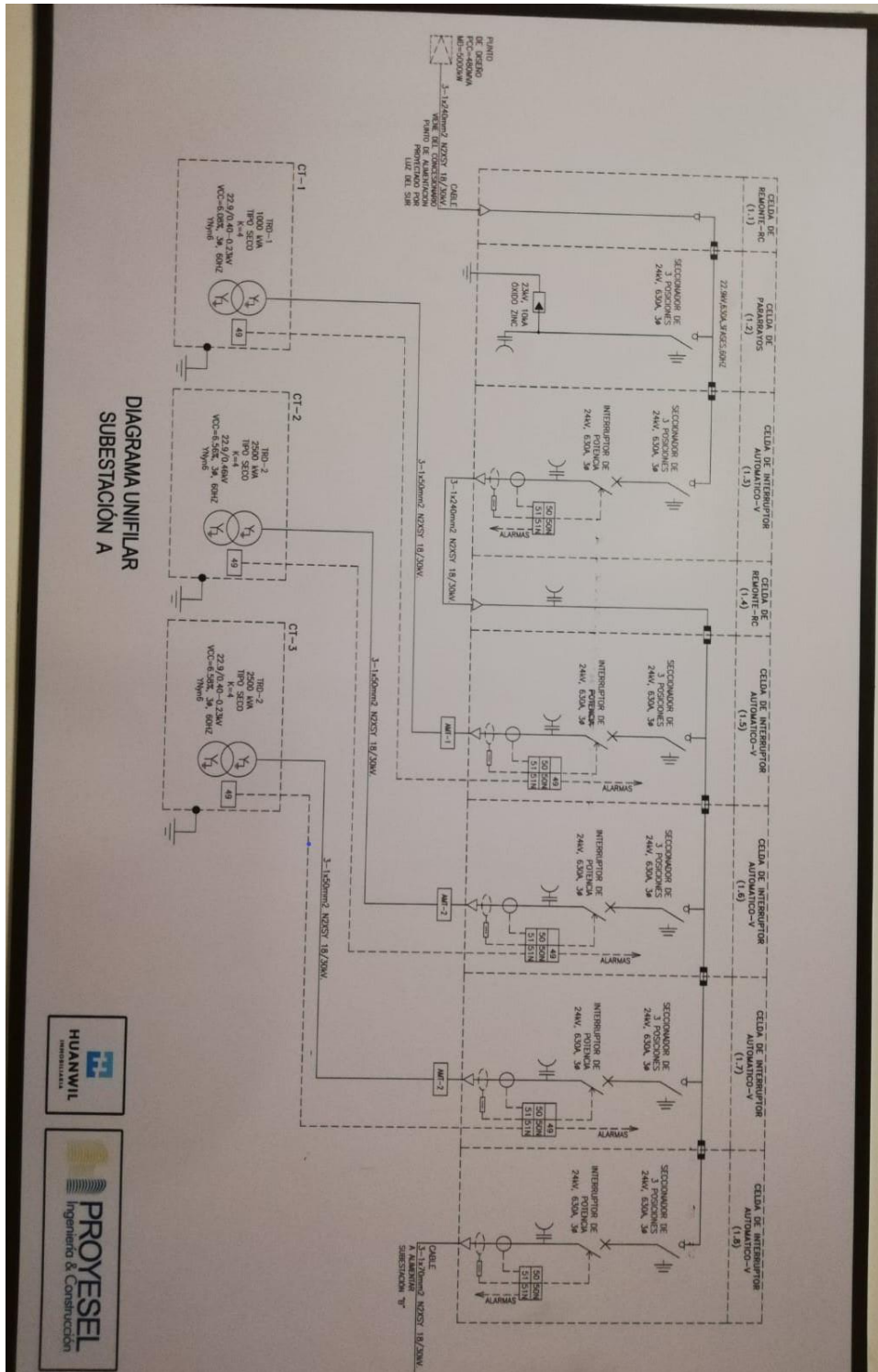


DIAGRAMA UNIFILAR
SUBSTACIÓN A

HUANWIL
INGENIERIA S.A.S.

PROYASEL
Ingeniería & Construcción

ANEXO N°2: ESPECIFICACIONES TECNICAS DE INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA

© Siemens AG 2008

Interruptores automáticos 3VT4 hasta 1000 A

Interruptores automáticos ·
Interruptores-seccionadores

Datos técnicos

Especificaciones		Interruptores automáticos 3VT4	Interruptores-seccionadores
Tipo			
Normas		EN 60 947-2, IEC 947-2	EN 60 947-3, IEC 947-3
Marcas de homologación		CE	
Número de polos		3	
Intensidad asignada I_n	A	315, 630, 800, 1000	--
Intensidad asignada normal I_{U1}	A	1000	
Intensidad asignada de empleo I_e	A	--	1000
Tensión asignada de empleo U_e	V	máx. 690 AC	máx. 690 AC máx. 440 DC
Frecuencia asignada f_n	Hz	50/60	
Tensión asignada soportada al impulso U_{imp}	kV	8	
Tensión asignada de aislamiento U_i	V	690	
Categoría de uso (selectividad) 690 V AC		A, B	--
Categoría de uso (modo de conmutación)	690 V AC ; 440 V DC	--	AC-23 B DC-23 B
Resistencia a la intensidad asignada de corta duración admisible $U_e=690\text{ V AC } I_{cu}/t$		15 kA/1 s	15 kA/1 s
Poder asignado límite de corte en cortocircuito capacidad (valor efectivo) I_{cu}/U_e		85 kA/230V AC 65 kA/415V AC 45 kA/500V AC 20 kA/690V AC	--
Tiempo de desconexión en I_{cu}		30 ms	--
Poder asignado límite de corte en cortocircuito (valor efectivo) I_{cu}/U_e		45 kA/230V AC 36 kA/415V AC 30 kA/500V AC 20 kA/690V AC	--
Poder asignado de cierre en cortocircuito (valor máximo) I_{cm}/U_e		140 kA/415 V AC	30 kA/415 V AC 30 kA/440 V DC
Disipación por polo con $I_n = 250\text{ A}$	W	100	
Vida útil mecánica	ciclos func.	10000	
Vida útil eléctrica ($U_e = 415\text{ V AC}$)	ciclos func.	4000	

Frecuencia de conmutación	ciclos func./h	120
Eficacia de funcionamiento	N	230
Protección frontal del dispositivo		IP40
Protección de bornes		IP20
Condiciones de funcionamiento		
Temperatura ambiente de referencia	°C	40
Rango de temperaturas ambiente		-40 ... +55
Entorno de trabajo		climas tropicales y secos
Grado de ensuciamiento		3
Elevación máx.	m	2000
Resistencia sísmica	Hz	3g (8 ... 50)
Modificaciones de diseño		
Conexión frontal/trasera		✓/✓
Versión de inserción directa		--
Versión extraíble		✓
Accesorios		
Interruptores: auxiliares/relativos/bloque señalización/anticipados		✓/✓/--/--
Bobina de emisión/con bloque de señalización		✓
Disp. de mín. tensión con interr. anticip. y bloque de señalización		✓/--
Accionamiento manual frontal/lateral derecho/izquierdo		✓/✓
Enclavamiento mecánico de los accionamientos manuales mediante cable Bowden		✓/✓
Accionamiento motorizado/con contador de operaciones		✓/✓
Palanca de cierre		✓
Inserto de sellado de pernos/cubierta adicional para disparador de sobrecorriente		✓/--

✓ Disponible
-- No disponible

1) En caso de inversión de la conexión del interruptor automático (bornes de entrada 2, 4, 6; bornes de salida 1, 3, 5), I_{cu} no varía.

ANEXO N°3:
**MANDO MOTORIZADO PARA INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA
AUTOMATICA**

SIEMENS

Ficha técnica

3VT9500-3MQ00

accessory for VT1000, VT1600 motorized op. mech. with stored
energy mech. 230V AC/220V DC



Figure similar

ANEXO N°4: ESPECIFICACIONES TECNICAS DE INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE BOMBA DE 60HP

SIEMENS

Hoja de datos

3VM1010-2ED32-0AA0

Interruptor automático 3VM1 IEC Frame 100 Clase de poder de corte B Icu=16kA @ 415V 3 polos, protección de distribuciones TM210, FTFM, In=100 A protección de sobrecarga Ir=100 A invariable protección de cortocircuito Ii=10 x In conexión plana con tornillos



La versión	
nombre comercial del producto	SENTRON
designación del producto	Interruptor automático de caja moldeada
tipo de producto	Protección de distribuciones
tipo del disparador de sobreintensidad	TM210
función de protección del disparador de sobreintensidad	LI
número de polos	3
Datos técnicos generales	
Tensión de aislamiento asignada Ui	690 V
Tensión de servicio asignada máx. Ue con AC	500 V
tensión de empleo / con DC / valor asignado	250 V
pérdidas [W] / máx.	39 W
pérdidas [W] / con valor asignado de la intensidad / con AC / en estado operativo caliente / por polo	13 W
vida útil mecánica (ciclos de maniobra) / típico	10 000
vida útil eléctrica (ciclos de maniobra) / con AC-1 / con 380/415 V	2 000

propiedad del producto / para neutro / ampliable/reequipable / protección de cortocircuito y sobrecarga	No
tipo de la vigilancia de defectos a tierra	Sin
función del producto	No
<ul style="list-style-type: none"> • función de comunicación • otras funciones de medición 	No
peso neto	0,944 kg
Electricidad	
corriente permanente / valor asignado / máx.	100 A
Corriente permanente asignada lu	100 A
intensidad de empleo	
<ul style="list-style-type: none"> • con 40 °C • con 45 °C • con 50 °C • con 55 °C • con 60 °C • con 65 °C • con 70 °C 	100 A 100 A 100 A 98 A 96 A 94 A 91 A
Capacidad de conmutación IEC 60947	
clase de poder de corte del interruptor automático	B
poder de corte corriente de cortocircuito límite (Icu)	
<ul style="list-style-type: none"> • con 240 V • con 415 V • con 440 V • con 500 V 	25 kA 16 kA 8 kA 5 kA
poder de corte corriente de cortocircuito de servicio (Ics)	
<ul style="list-style-type: none"> • con 240 V • con 415 V • con 440 V • con 500 V 	12 kA 8 kA 4 kA 2,5 kA
poder de cierre corriente de cortocircuito (Icm)	
<ul style="list-style-type: none"> • con 240 V • con 415 V • con 440 V • con 500 V 	53 kA 32 kA 13,6 kA 7,5 kA
Parámetros ajustables	
valor de respuesta ajustable para corriente / del disparador de sobrecarga dependiente de la corriente / valor inicial	100 A

ANEXO N°5: ESPECIFICACIONES TECNICAS DE INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE BOMBA DE 100HP

SIEMENS

Hoja de datos

3VM1116-3EE32-0AA0

Interruptor automático 3VM1 IEC Frame 160 Clase de poder de corte N Icu=25kA @ 415V 3 polos, protección de distribuciones TM220, ATFM, In=160 A protección de sobrecarga Ir=112A..160A protección de cortocircuito Ii=10 x In conexión plana con tornillos



La versión	
nombre comercial del producto	SENTRON
designación del producto	Interruptor automático de caja moldeada
tipo de producto	Protección de distribuciones
tipo del disparador de sobreintensidad	TM220
función de protección del disparador de sobreintensidad	LI
número de polos	3
Datos técnicos generales	
Tensión de aislamiento asignada Ui	690 V
Tensión de servicio asignada máx. Ue con AC	500 V
tensión de empleo / con DC / valor asignado	500 V
pérdidas [W] / máx.	38 W
pérdidas [W] / con valor asignado de la intensidad / con AC / en estado operativo caliente / por polo	12,67 W
vida útil mecánica (ciclos de maniobra) / típico	12 000
vida útil eléctrica (ciclos de maniobra) / con AC-1 / con 380/415 V	6 000

propiedad del producto / para neutro / ampliable/reequipable / protección de cortocircuito y sobrecarga	No
tipo de la vigilancia de defectos a tierra	Sin
función del producto	
• función de comunicación	No
• otras funciones de medición	No
peso neto	0,979 kg
Electricidad	
corriente permanente / valor asignado / máx.	160 A
Corriente permanente asignada Iu	160 A
intensidad de empleo	
• con 40 °C	160 A
• con 45 °C	160 A
• con 50 °C	160 A
• con 55 °C	158 A
• con 60 °C	155 A
• con 65 °C	153 A
• con 70 °C	150 A
Capacidad de conmutación IEC 60947	
clase de poder de corte del interruptor automático	N
poder de corte corriente de cortocircuito límite (Icu)	
• con 240 V	36 kA
• con 415 V	25 kA
• con 440 V	16 kA
• con 500 V	7 kA
poder de corte corriente de cortocircuito de servicio (Ics)	
• con 240 V	27 kA
• con 415 V	18 kA
• con 440 V	12 kA
• con 500 V	5 kA
poder de cierre corriente de cortocircuito (Icm)	
• con 240 V	76 kA
• con 415 V	53 kA
• con 440 V	32 kA
• con 500 V	11,9 kA
Parámetros ajustables	
valor de respuesta ajustable para corriente / del disparador de sobrecarga dependiente de la corriente / valor inicial	112 A

ANEXO N°6

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE BOMBA DE 50HP

SIEMENS

Hoja de datos

3VM1180-4EE32-0AA0

Interruptor automático 3VM1 IEC Frame 180 Clase de poder de corte S Icu=36 kA @ 415V 3 polos, protección de distribuciones TM220, ATFM, In=80 A protección de sobrecarga I=56A...80A protección de cortocircuito I=10 x In conexión plana con tornillos



La versión	
nombre comercial del producto	SENTRON
designación del producto	Interruptor automático de caja moldeada
tipo de producto	Protección de distribuciones
tipo del disparador de sobrecorriente	TM220
función de protección del disparador de sobrecorriente	LI
número de polos	3

Datos técnicos generales	
Tensión de aislamiento asignada UI	690 V
Tensión de servicio asignada máx. Ue con AC	500 V
tensión de empleo / con DC / valor asignado	500 V
pérdidas [W] / máx.	19,2 W
pérdidas [W] / con valor asignado de la intensidad / con AC / en estado operativo caliente / por polo	6,4 W
vida útil mecánica (ciclos de maniobra) / típico	12 000
vida útil eléctrica (ciclos de maniobra) / con AC-1 / con 380/415 V	6 000

propiedad del producto / para neutro / ampliable/reequipable / protección de cortocircuito y sobrecarga	No
tipo de la vigilancia de defectos a tierra	Sin
función del producto <ul style="list-style-type: none"> • función de comunicación • otras funciones de medición 	No No
peso neto	0,788 kg
Electricidad	
corriente permanente / valor asignado / máx.	160 A
Corriente permanente asignada lu	80 A
intensidad de empleo <ul style="list-style-type: none"> • con 40 °C • con 45 °C • con 50 °C • con 55 °C • con 60 °C • con 65 °C • con 70 °C 	80 A 80 A 80 A 78 A 77 A 75 A 74 A
Capacidad de conmutación IEC 60947	
clase de poder de corte del interruptor automático	S
poder de corte corriente de cortocircuito límite (Icu) <ul style="list-style-type: none"> • con 240 V • con 415 V • con 440 V • con 500 V 	55 kA 36 kA 25 kA 7 kA
poder de corte corriente de cortocircuito de servicio (Ics) <ul style="list-style-type: none"> • con 240 V • con 415 V • con 440 V • con 500 V 	41 kA 27 kA 18 kA 5 kA
poder de cierre corriente de cortocircuito (Icm) <ul style="list-style-type: none"> • con 240 V • con 415 V • con 440 V • con 500 V 	121 kA 76 kA 53 kA 11,9 kA
Parámetros ajustables	
valor de respuesta ajustable para corriente / del disparador de sobrecarga dependiente de la corriente / valor inicial	56 A

ANEXO N°7

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS PARA LAS BOMBAS DE 25HP, 30HP Y 40HP RESPECTIVAMENTE.

No. de Depósito	Descripción					
	Breakers 3VM1, Marco hasta 250 AMP.					3 Polos
	Capacidad de Ruptura (Icu/Ics)	220-240 VAC (Icu/Ics)	36 / 18 kA			
		380-415 VAC (Icu/Ics)	25 / 12 kA.			
		440 VAC (Icu/Ics)	16 / 8 kA.			
		500 VAC (Icu/Ics)	5 / 2,5 kA			
						
	Categoría:	A				
	Tensión de empleo:	Alterna: hasta 500 V AC 60 Hz Continua: hasta 500 V DC 60 Hz				
	Certificación:	Lug terminal				
	Conexión tipo:	Lug terminal uso c/barra de cobre directa o terminal de ojo				
Tipo		Corriente nominal		Capacidad de Interrupción (kA)		
		Sobrecarga (Ir)	Cortocircuito (Ii)	220/240 VAC	380/415 VAC	440 VAC
Breakers Fijo 3VM de 3 Polos						
100414369	3VM1096-3ED32-0AA0	16	160	36	25	16
100391163	3VM1020-3ED32-0AA0	20	320	36	25	16
100414370	3VM1025-3ED32-0AA0	25	300	36	25	16
100391453	3VM1032-3ED32-0AA0	32	320	36	25	16
100414371	3VM1040-3ED32-0AA0	40	400	36	25	16
100414372	3VM1050-3ED32-0AA0	50	500	36	25	16
100363072	3VM1063-3ED32-0AA0	63	630	36	25	16
100363331	3VM1080-3ED32-0AA0	80	800	36	25	16
100414373	3VM1010-3ED32-0AA0	100	1000	36	25	16
100346468	3VM1112-3ED32-0AA0	125	1250	36	25	16
100346469	3VM1116-3ED32-0AA0	160	1600	36	25	16
100346470	3VM1220-4ED32-0AA0	200	2000	55	36	25
100346471	3VM1225-4ED32-0AA0	250	2000	55	36	25
Ⓢ 100469242	3VM1340-4ED32-0AA0	400	4000	55	36	25
Ⓢ 100469243	3VM1463-4ED32-0AA0	630	6300	55	36	25

ANEXO N°8

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MODULO DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA ATC-6300

SIEMENS

Hoja de datos

3KC9000-8TL40

SENTRON ATC 6300;LCD;144x144;



La versión	
nombre comercial del producto	SENTRON
Temperatura de empleo	
• mín.	-30 °C
• máx.	70 °C
Tiempo de conmutación / del equipo de control	50 ms
categoría de sobretensión	3
tensión soportada a frecuencia industrial / en la alimentación auxiliar / con AC	3 000 V
Duración del servicio / sin alimentación auxiliar	300 s
Tensión de aislamiento (Ui) / en la alimentación auxiliar / con AC / valor asignado	250 V
Resistencia a tensión de choque (Uimp) / de la alimentación auxiliar / con AC / valor asignado	6 000 V
Duración de la inmunidad a perturbaciones / contra caídas de tensión / con AC / con 220 V	
• sin módulos de ampliación / máx.	250 ms
• con 1 módulo de ampliación / máx.	180 ms
• con 2 módulos de ampliación / máx.	120 ms

Tensión de alimentación / de la alimentación auxiliar	
• con AC / valor inicial asignado	100 V
• con AC / valor final asignado	240 V
• con AC / mín.	90 V
• con AC / máx.	264 V
• con DC / valor inicial asignado	110 V
• con DC / valor final asignado	250 V
• con DC / mín.	93,5 V
• con DC / máx.	300 V
Tensión de alimentación / en la alimentación DC	
• valor inicial asignado	12 V
• valor final asignado	24 V
• mín.	7,5 V
• máx.	33 V
grado de protección IP	
• frontal	IP40
• por el dorso	IP20
potencia aparente consumida / en la alimentación auxiliar / con AC / con 240 V / máx.	9,5 V·A
Pérdidas [W] / en la alimentación auxiliar	
• con AC / con 240 V	3,8 W
• con DC / con 250 V / máx.	3,6 W
Pérdidas [W] / en la alimentación DC	
• con 12 V / máx.	3,2 W
• con 24 V / máx.	2,9 W
corriente consumida / en la alimentación DC	
• con 12 V / máx.	230 mA
• con 24 V / máx.	120 mA
Frecuencia de empleo / valor asignado	
• mín.	45 Hz
• máx.	66 Hz
número de contactos conmutados / para contactos auxiliares	1
número de contactos NC / para contactos auxiliares	0
número de contactos NA / para contactos auxiliares	6
Componente del producto / del reloj de tiempo real de hardware / batería tampón	Sí
número de slots	2
Componente del producto / interfaz RS 485 integrada	No
número de entradas digitales	6
Tensión de salida / en las salidas de relé / con AC / valor asignado máximo	250 V

corriente de entrada / en entrada digital / con señal <0> / máx.	8 mA
Número de salidas / como elemento de conmutación con contactos	7
Intensidad de salida / en las salidas de relé <ul style="list-style-type: none"> • con AC-1 / con 250 V / valor asignado • con AC-15 / con 250 V / valor asignado • con DC-1 / con 30 V / valor asignado 	8 A 1,5 A 8 A
Poder de corte, corriente / en las salidas de relé / con DC / con 30 V / según UL 508	1 A
Vida útil mecánica (ciclos de maniobra) / de las salidas de relé	10 000 000
Vida útil eléctrica (ciclos de maniobra) / de las salidas de relé	100 000
Retardo de entrada	0,05 s
Tensión de aislamiento (Ui) / de las salidas de relé / valor asignado	250 V
Tensión de señal <ul style="list-style-type: none"> • para la señal <0> / con DC / valor nominal • para señal <1> / con DC / valor nominal 	2 V 3,4 V
Resistencia a tensión de choque (Uimp) / de las salidas de relé / valor asignado	4 000 V
Tensión soportada a frecuencia industrial / en entradas de medición	3 000 V
Impedancia de entrada <ul style="list-style-type: none"> • entre L y L / mín. • entre N y L / mín. 	1 M Ω 0,5 M Ω
Tensión de aislamiento (Ui) / en entradas de medición / valor asignado	480 V
Rango de medida de tensión / en entradas de medición <ul style="list-style-type: none"> • entre L y L / mín. • entre L y L / máx. • entre L y N / mín. • entre L y N / máx. 	50 V 576 V 50 V 333 V
Magnitud medida tensión <ul style="list-style-type: none"> • entre L y L / valor nominal • entre N y L / valor nominal 	480 V 277 V
desviación relativa de medida	0,25 %
Resistencia a tensión de choque (Uimp) / en entradas de medición / valor asignado	6 000 V
Frecuencia de la tensión de alimentación / en entradas de medición <ul style="list-style-type: none"> • mín. 	45 Hz

• máx.	65 Hz
Número de fases vigiladas	3
Sección de conductor conectable	
• mín.	0,2 mm ²
• máx.	2,5 mm ²
Sección de conductor conectable / según UL 508	
• mín.	0,75 mm ²
• máx.	2,5 mm ²
Calibre AWG / como sección de conductor conectable codificada	
• mín.	24
• máx.	12
Calibre AWG / como sección de conductor conectable codificada / según UL 508	
• mín.	18
• máx.	12
Par de apriete [lbf·in] / con bornes de tornillo / máx.	5 lbf·in
par de apriete / con bornes de tornillo / máx.	0,56 N·m

Diseño Mecánico

altura	144 mm
anchura	144 mm
profundidad	43,3 mm
Profundidad de montaje / con módulo de ampliación / máx.	73 mm
peso neto	600 g

Condiciones ambientales

temperatura ambiente / durante el almacenamiento	
• mín.	-30 °C
• máx.	80 °C

Certificados

designaciones de referencia	
• según EN 61346-2	K
• según IEC 81346-2:2009	K

General Product Approval

Declaration of Conformity



Miscellaneous



Más información

ANEXO N°9

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONDUCTORES INDECO



FREETOX NHX-90 (LSOHX-90)

Usos

Aplicación especial en aquellos ambientes poco ventilados en los cuales ante un incendio, las emisiones de gases tóxicos, corrosivos y la emisión de humos oscuros, pone en peligro la vida y destruye equipos eléctricos y electrónicos, como, por ejemplo, edificios residenciales, oficinas, plantas industriales, cines, discotecas, teatros, hospitales, aeropuertos, estaciones subterráneas, etc. En general en todas las instalaciones en ductos que requieran capacidades de corriente mayores al NH-80.

Descripción

Conductor de cobre electrolítico recocido, sólido o cableado. Aislamiento de compuesto termoestable no halogenado.

Características

Alta resistencia dieléctrica, es retardante a la llama, baja emisión de humos tóxicos y libre de halógenos.

Marca

INDECO S.A. FREETOX NHX-90 (LSOHX-90) 450/750 V <Sección> <Año>

Calibres

2.5 mm² – 300 mm²

Embalaje

De 2.5 a 6 mm²: En rollos estándar de 100 metros.

De 10 a 300 mm²: En carretes de madera.

Colores

De 2.5 a 6 mm²: blanco, negro, rojo, azul, amarillo y verde.

Mayores de 10 mm²: solo en color negro (*)



Norma(s) de Fabricación
NTP 370.252, IEC 60754-2,
IEC 60332-3 CAT. C
Tensión de servicio
450/750 V
Temperatura de operación
90 °C

TABLA DE DATOS TECNICOS NHX-90

CALIBRE CONDUCTOR	N° HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	RE. ELECT. MAX. CC 20°C	AMPERAJE (*)	
								AIRE	DUCTO
mm ²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	ohm/km	A	A
2.5	7	0.66	1.92	0.8	3.5	32	7.41	37	27
4	7	0.84	2.44	0.8	4.0	48	4.61	45	34
6	7	1.02	2.98	0.8	4.6	67	3.08	61	44
10	7	1.33	3.99	1.1	6.2	116	1.83	88	62
16	7	1.69	4.67	1.1	6.9	174	1.15	124	85
25	7	2.13	5.88	1.1	8.1	265	0.727	158	107
35	7	2.51	6.92	1.1	9.1	359	0.524	197	135
50	19	1.77	8.15	1.4	11.0	489	0.387	245	160
70	19	2.13	9.78	1.4	12.6	689	0.268	307	203
95	19	2.51	11.55	1.4	14.4	942	0.193	375	242
120	37	2.02	13.00	1.7	16.4	1197	0.153	437	279
150	37	2.24	14.41	1.7	17.8	1456	0.124	501	318
185	37	2.51	16.16	1.7	19.6	1809	0.0991	586	361
240	37	2.87	18.51	1.7	21.9	2352	0.0754	654	406
300	37	3.22	20.73	2	24.7	2959	0.0601	767	462

(*) No más de tres conductores por ducto.

Temperatura ambiente: 30°C.

ANEXO N°10

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE GRUPO ELECTROGENO DE 515 KW

Grupo Electrónico MP-515



MODELO	POTENCIA		VOLTAJE	FRECUENCIA	FACTOR DE POTENCIA	AMPERAJE
	PRIME	STAND BY				
MP-515	460 Kw/575 KVA	485 Kw/606 KVA	208V	60Hz	0.8	1682 A
MP-515	468 Kw/585 KVA	515 Kw/644 KVA	440V	60Hz	0.8	845 A
MP-515	469 Kw/586 KVA	515 Kw/644 KVA	480V	60Hz	0.8	775 A



GRUPO ELECTRÓGENO INSONORO



GRUPO ELECTRÓGENO ABIERTO

* Nota: Imágenes referenciales, pueden variar dependiendo de los accesorios

Datos Técnicos

Grupo Electrónico

Modelo	MP-515
Motor	PERKINS 2506C-E15TAG3
Alternador	STAMFORD HCI 534D
Módulo de control	Electrónico
Fases	Trifásico
Tanque combust. abierta/insonoro	258 Galones / 382 Galones
Sistema Eléctrico	24V.
Frecuencia	60Hz
Radiador flujo aire	866 m3/min
Combustión flujo aire	42.0 m3/min
Gases de escape flujo	112.0 m3/min
Temperatura gases escape	550°C

Nivel de Ruido G.E.	Máximo	Ambiente
Insonoro @ 7m	84 +/- 2 dBA	54 dBA

Motor

Número de cilindros	6 En Línea
Sistema de Gobernación	Electrónica
Ciclo	4 Tiempos
Aspiración	Turbocargador post enfr.
Combustible	Diesel
Sist. Combustión	Inyección directa
Sist. Enfriamiento	Agua
Diámetro pistón	137.0 mm
Desplazamiento pistón	171.0 mm
Capacidad	15200cc
Relación compresión	16:1
Cap. Sist. Lubricación	62.0 litros
Cap. Sist. Refrigeración	58.0 litros

Consumo de Combustible

Velocidad del motor	1800 RPM l/hr
Potencia Stand by (2)	132.0
Potencia Prime (1)	121.0
75% Potencia Prime (1)	96.0
50% Potencia Prime (1)	77.0

Alternador

Aislamiento	Clase "H"
Sistema de excitación	Separada
Tarjeta reguladora voltaje	MX341 ± 1.0%
Grado de Protección	IP 23

Normas Técnicas

Motor :	ISO 3046, BS 5514, DIN 6271
Alternador :	BS EN 60034, BS5000, IEC34 VDE 0530, NEMA MG1-32 CSA C22.2-100, AS1359
Grupo Electrónico :	ISO 8528, ISO 9001:2015

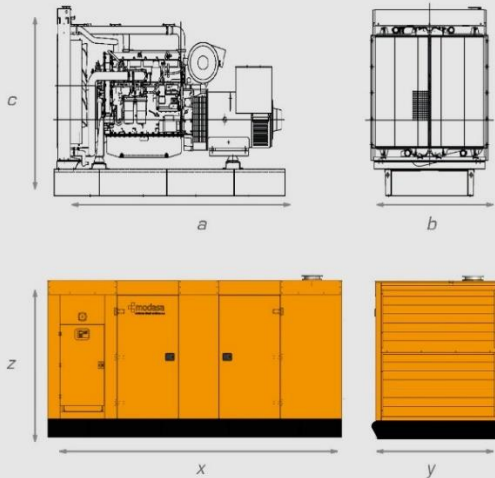
(1) Potencia Prime: Potencia disponible con carga variable durante un número ilimitado de horas al año (ISO8528-1). Acepta sobrecargas de 10% más de la potencia por una hora cada 12 horas.

(2) Potencia Stand By: Potencia disponible con carga variable para el caso en que la red comercial falle. No acepta sobrecargas (ISO8528-3); tiene un límite de uso de 500 horas anuales o 300 horas continuas.



Dimensiones

Dimensiones y Pesos	a	b	c	Peso	Ø Esc.
	3500 mm	1354 mm	2170 mm	4100 Kg	6"
x	y	z	Peso	Ø Esc.	
	4810 mm	1689 mm	2484 mm	5650 Kg	8"



Opcionales

- Silenciador Residencial, crítico. (incluido en GE insonoro)
- Calentador de agua de monoblock.
- Resistencia deshumedecedora del alternador.
- Tablero de transferencia automática.
- Diversos voltajes.
- Potenciómetro remoto de velocidad o voltaje.
- Medidor eléctrico de nivel de combustible

Tablero de Control



Equipado con módulo de control digital electrónico de última generación, permite el arranque, control, protección y parada del grupo electrógeno en los modos manual y automático. Realiza transferencia automática.

Mediciones con caracteres alfa numéricos a visualizar en la pantalla digital:

- Corriente de las tres fases L1, L2, L3.
- Demanda de energía KWh, KVAh, KVAh.
- Energía Activa KVAh.
- Factor de potencia.
- Frecuencia.
- Horas de operación.
- Memoria de los 250 últimos eventos, descripción, fecha y hora.
- Potencia Activa KW.
- Potencia Reactiva KVA.
- Presión de aceite.
- Secuencia de fases del generador.
- Temperatura de aceite.
- Temperatura de admisión aire.
- Temperatura de combustible.
- Temperatura de gases de escape.
- Temperatura de refrigerante.
- Velocidad de giro.
- Voltaje de batería.
- Voltaje de las tres fases L - L y L - N.

Protecciones:

- Alarma por mantenimiento activado configurado.
- Alta temperatura del motor.
- Baja/Alta frecuencia
- Baja presión de aceite.
- Bajo/Alto voltaje de batería.
- Bajo/Alto voltaje del generador.
- Diagnóstico CAN.
- Falla de arranque.
- Falla de paro.
- Falla de secuencia negativa de fase.
- Falla por sobre corriente.
- Falla por sobrecarga.
- Parada de emergencia.
- Pérdida de señal de velocidad por desconexión del pickup.

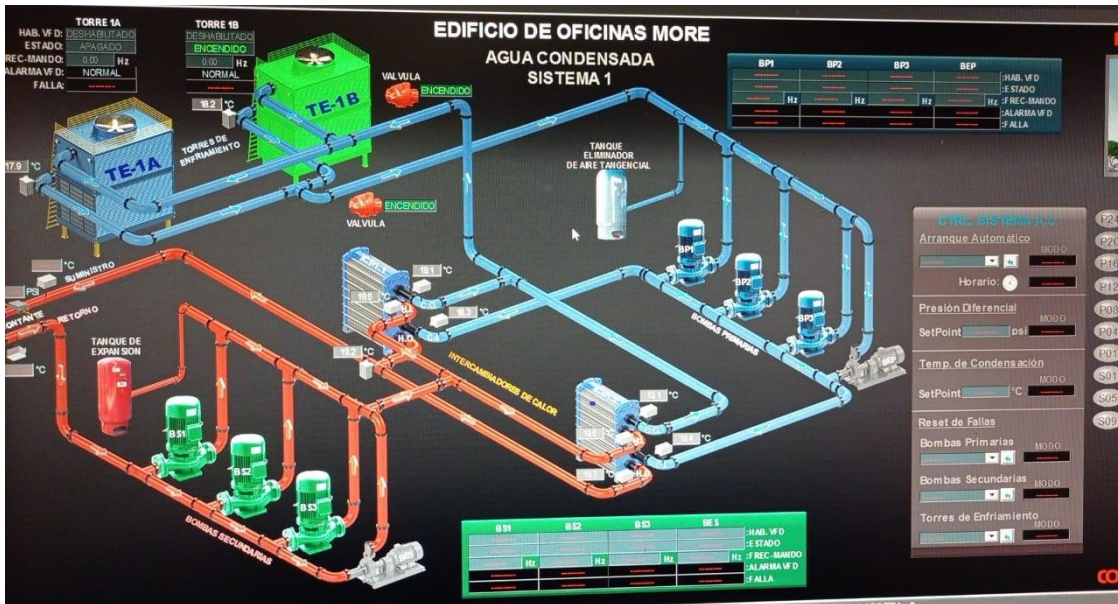
M: Modasa / P: Motor PERKINS / 515: Potencia referencial del G.E. / Q: 50 Hz 1500 RPM / I: Insonoro / M: Trifásico / E: EPA Tier

Ventas Nacionales: (+51-1) 615-8500 ANEXO 204
 Ventas Exportación: ES (+51-1) 615-8500 ANEXO 283
 Oficina: Av. Los Frutales 329 - Ate
 Planta: Ant. Panamericana Sur Km 38.2 - Lurin
 www.modasa.com.pe



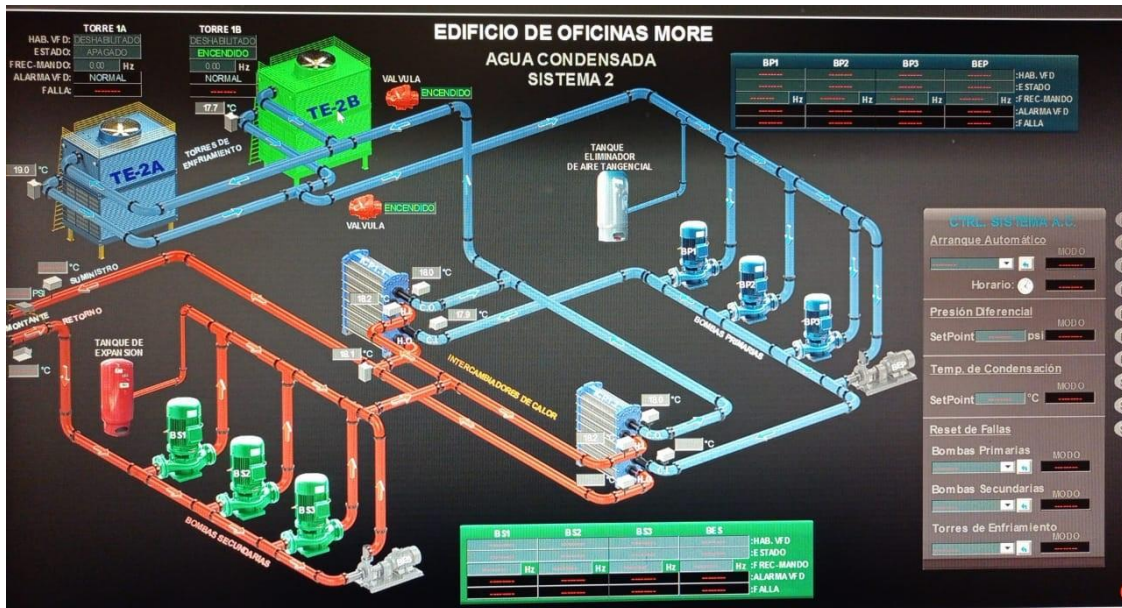
ANEXO N°11

REGISTRO FOTOGRAFICO DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO 1 TOMADO DESDE EL BMS



ANEXO N°12

REGISTRO FOTOGRAFICO DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO 1 TOMADO DESDE EL BMS



ANEXO N°13

REGISTRO FOTOGRAFICO DE TABLERO ELECTRICO DE 2 CUERPOS DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO 1



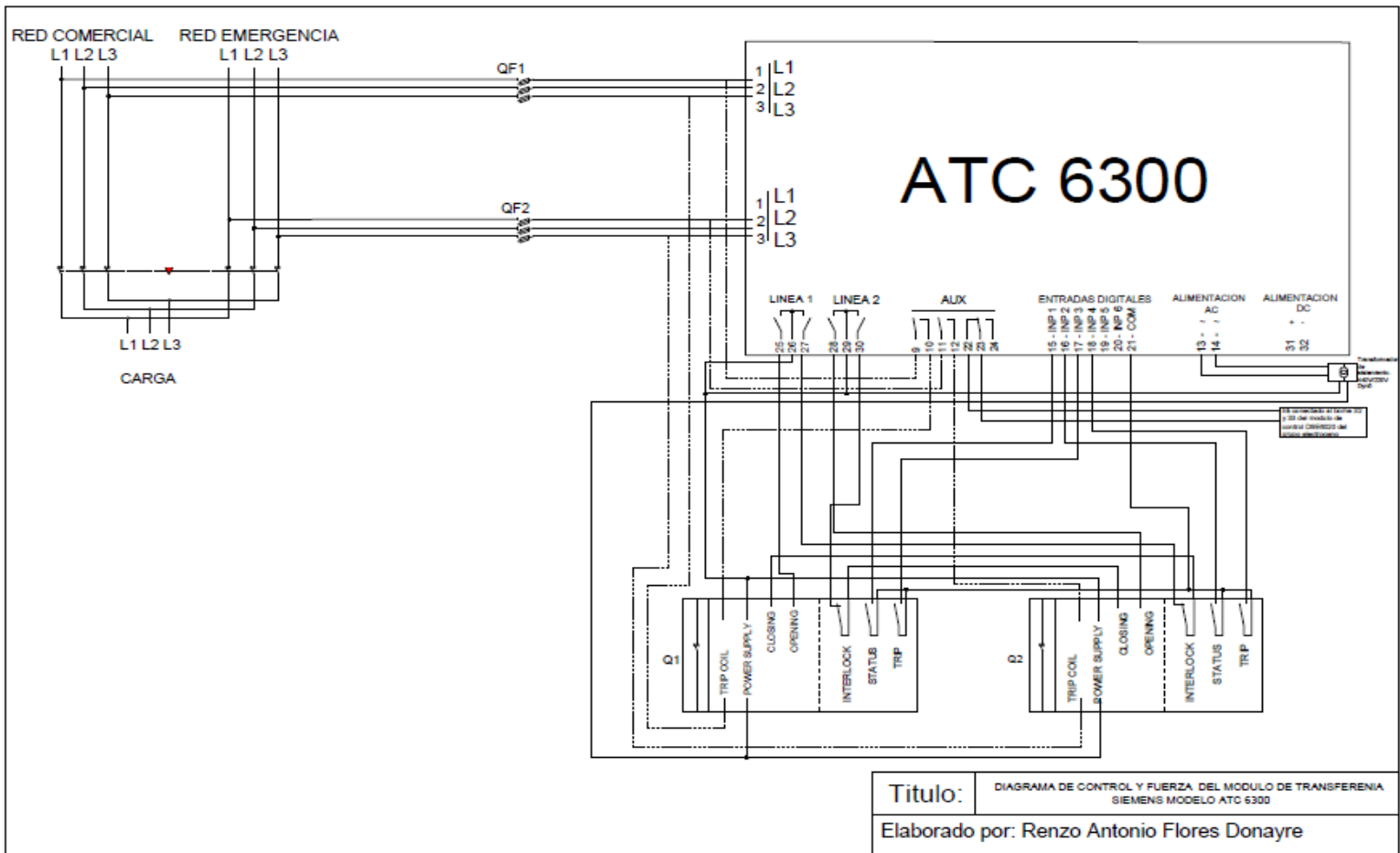
ANEXO N°14

REGISTRO FOTOGRAFICO DE TABLERO ELECTRICO DE 2 CUERPOS DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO 2



ANEXO N°15

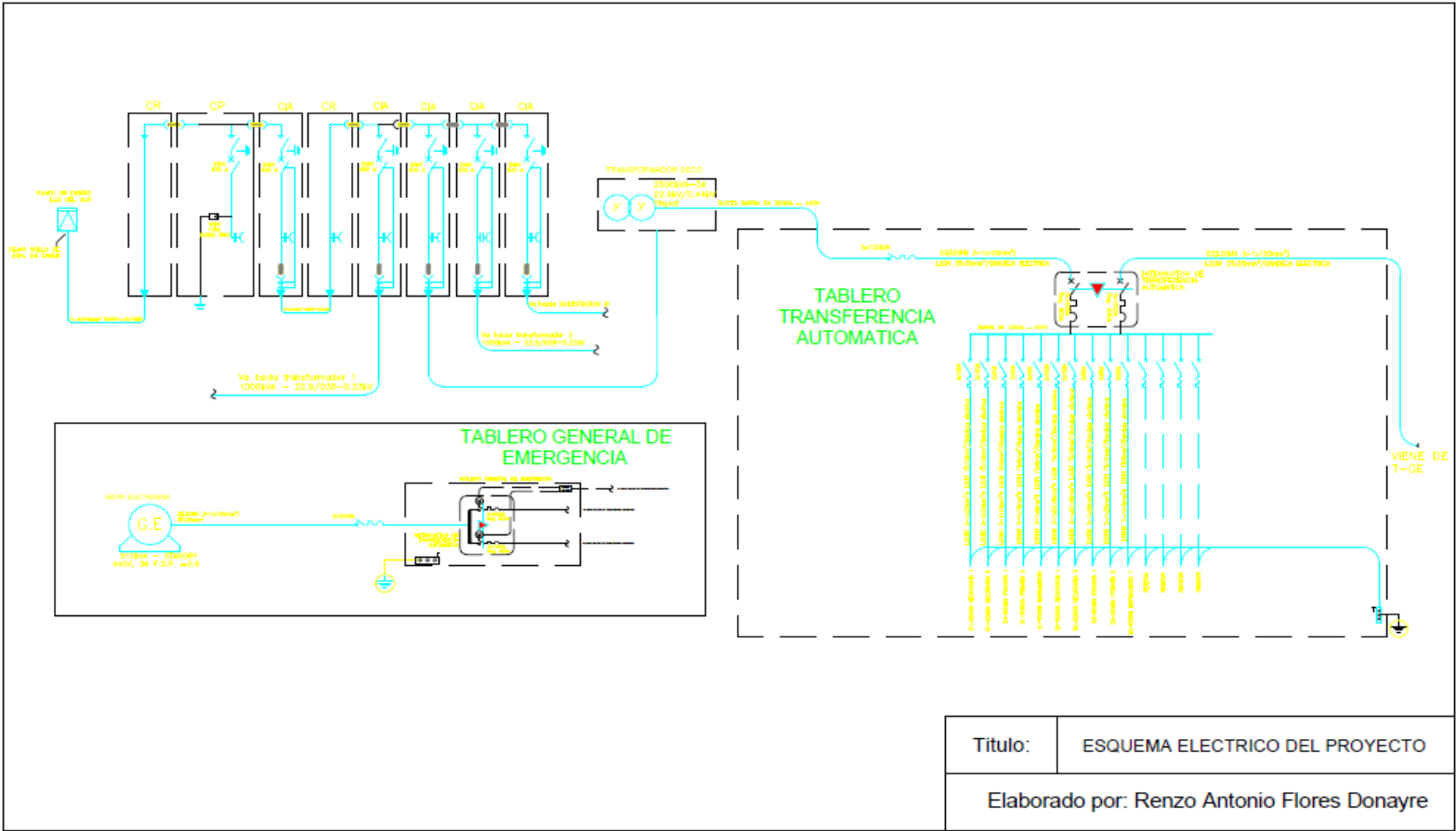
DIAGRAMA DE CONTROL Y FUERZA DEL MODULO DE TRANSFERENCIA



SIEMENS MODELO ATC 6300

ANEXO N°16

ESQUEMA ELECTRICO DEL PROYECTO



Titulo:	ESQUEMA ELECTRICO DEL PROYECTO
Elaborado por: Renzo Antonio Flores Donayre	