

INSTALACION Y CARACTERIZACION DE UN SISTEMA SPLIT DE ALTA EFICIENCIA PARA REALIZAR COMPARACIONES DE CONSUMOS ENERGETICOS EN EL LABORATORIO DE REFRIGERACION Y AIRE ACONDICIONADO DE LA IUPB

**JHON FREDY GONZALES
JHON ALEJANDRO GRAJALES
SIGIFREDO SANCHEZ ROJAS**

**TECNOLÓGICO PASCUAL BRAVO INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
TECNOLOGÍA MECÁNICA
MEDELLIN
2014**

**INSTALACION Y CARACTERIZACION DE UN SISTEMA SPLIT DE
ALTAEFICIENCIA PARA REALIZAR COMPARACIONES DE CONSUMOS
ENERGETICOS EN EL LABORATORIO DE REFRIGERACION Y AIRE
ACONDICIONADO DE LA IUPB**

**JHON FREDY GONZALES
JHON ALEJANDRO GRAJALES
SIGIFREDO SANCHEZ ROJAS**

**TrabajodeGradoparaOptarporelTítulodeTecnólogo
Enmecánicaindustrial**

**Asesor
ARLEYSALAZARHINCAPIE
IngenieroMecánico**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERIA
TECNOLOGÍA MECÁNICA
MEDELLIN
2014**

NOTAS DE ACEPTACIÓN

Presidente del jurado

Firma del jurado

Medellín, octubre de 2014

AGRADECIMIENTOS

A Dios quien hace posible todo lo que hemos logrado con el don de vida que nos ha regalado.

A nuestra familia bastón importante dentro de nuestra formación personal, por su apoyo incondicional a lo largo de nuestras vidas y su motivación para lograr ser tecnólogos.

A la institución universitaria Pascual Bravo y todos los docentes que han formado parte de nuestra educación universitaria.

A nuestros compañeros de universidad por todas sus enseñanzas.

A Arley Salazar Hincapié, asesor y líder del proyecto por su tiempo, dedicación y empeño en la construcción del laboratorio de refrigeración.

Contenido

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	14
1.1 IDENTIFICACION DEL PROBLEMA	15
2.1 OBJETIVO GENERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3. JUSTIFICACIÓN.....	17
4. REFERENTES TEÓRICOS	18
4.1 SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO TIPO SPLIT.....	18
4.2 EQUIPOS DE ALTA EFICIENCIA – EQUIPOS DE EFICIENCIA ESTÁNDAR	20
4.3 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	22
4.4 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	22
4.5 DATOS DE PLACA.....	22
4.6 PROCEDIMIENTO PARA LA INSTALACIÓN DE UN EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO TIPO SPLIT INVERTER.....	23
4.7 PARTES SUMINISTRADAS PARA LA INSTALACION O MONTAJE DE UN EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO EN PARED TIPO SPLIT MARCA LENNOX 18000BTU/H R 410 A	24
4.7.1 PARTES QUE SE DEBEN COMPRAR.....	24
4.8 PLAN GENERAL DE INSTALACION DE UN EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO TIPO SPLIT.....	24
4.9 MÉTODO PARA LA EVALUACIÓN ENERGÉTICA TERMODINÁMICA	26
5.0 CÁLCULOS PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DE UN CICLO DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR.....	31
5.1 COMO SE EVALUAR EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR, DE ACUERDO AL CICLO REAL.	32
5 .METODOLOGÍA	33
5.1 TIPO DE ESTUDIO.....	33
5.2 MÉTODO	33
5.3 POBLACIÓN.....	33
5.3.1 FUENTES PRIMARIAS.....	33
5.3.2 FUENTES SECUNDARIAS.....	33

6. RESULTADOS DEL PROYECTO.....	34
6.1 ESQUEMA DEL CICLO DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR	35
6.2 CÁLCULOS REALES.	38
6.3 CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA	39
6.4 PLANOS DEL MONTAJE DEL EQUIPO MINI SPLIT	44
6.5 FACTORES DE CONVERSIÓN	47
7 CONCLUSIONES	56
8. RECOMENDACIONES	57
9. BIBLIOGRAFÍA	58
10. CIBERGRAFIA	59

Ilustración 1 Manifold digital	27
Ilustración 2 Detector de fugas	28
Ilustración 3 Instrumentos de medición al vacío	29
Ilustración 4 Instrumentos de medición de temperatura.....	30
Ilustración 5 Medición de temperatura en cámara de refrigeración	30
Ilustración 6 Esquema del ciclo de refrigeración por compresión de vapor	35
Ilustración 7 Diagrama del ciclo	36
Ilustración 8 Carta psicométrica carrier.....	36
Ilustración 9 Carta psicométrica mollier	37
Ilustración 10 Diagrama propuesto por la American Society of Heating.....	38
Ilustración 11 Diagrama presión - Entalpía.....	44
Ilustración 12 Ensamble evaporador y condensador.....	45
Ilustración 13 Ensamble del aire acondicionado	46
Ilustración 14 Producción del calor.....	47
Ilustración 15 Equipo Mini Split evaporadora	49
Ilustración 16 Unidad interior condensadora	49
Ilustración 17 Unidad exterior evaporadora.....	50
Ilustración 18 Condensadora	50
Ilustración 19 Evaporadora	51
Ilustración 20 Mediciones de succión.....	51
Ilustración 21 Mediciones de temperatura de aire a la salida del evaporador	52
Ilustración 22 Medición de temperatura a la entrada del evaporador	53
Ilustración 23 Datos de placa del equipo mini Split.....	54
Ilustración 24 Factura Distribuidora Klima S.A.S.....	54
Ilustración 25 Factura de venta Tax & Carga Román.....	55
Ilustración 26 Factura Welington Felipe Agudelo.....	55

GLOSARIO

Aire de extracción: Aire, normalmente viciado, que se expulsa al exterior.

Aire de retorno: Aire procedente de los espacios acondicionados. Que retornan a la máquina de aire acondicionado para ser recirculada al espacio nuevamente.

Bomba de calor: Máquina térmica que permite transferir calor de una fuente fría a otra más caliente. En calefacción o climatización, aparato capaz de tomar calor de una fuente a baja temperatura (agua, aire, etc.) y transferirlo al ambiente que se desea calentar.

BTU (British Thermal Unit): Es la cantidad de calor para elevar en un grado Fahrenheit una libra de agua (de 59°F a 60°F). Equivalencias: $-3.967 \text{ BTU} = 1 \text{ Caloría} = 4 \text{ BTU}$

Calor específico: Cantidad de calor que es necesario suministrar a la unidad de masa de un cuerpo para elevar un grado su temperatura.

Calor latente: Cantidad de calor que cede o absorbe un cuerpo al cambiar de estado.

Calor sensible: Cantidad de calor que cede o absorbe un cuerpo sin cambiar de estado.

Climatización: Proceso de tratamiento de aire que se efectúa a lo largo de todo el año, controlando, en los espacios interiores, temperatura, humedad, pureza y velocidad del aire.

Climatizador: Unidad de tratamiento del aire sin producción propia de frío o calor.

Coefficiente de eficiencia energética de un aparato: Cociente entre la potencia térmica total útil y la potencia total absorbida, para unas condiciones de funcionamiento determinadas.

Coefficiente de prestación de un sistema: Relación entre la energía térmica cedida por el sistema y la energía de tipo convencional absorbida. Se representa por las siglas **COP**.

Demanda térmica: Potencia térmica sensible y latente requerida para acondicionar un espacio cerrado.

Higrómetro: Aparato para medir la humedad relativa del aire.

Humedad absoluta: En un sistema de aire húmedo, es la razón de la masa del vapor de agua respecto al volumen total del sistema; usualmente expresada en gramos por metro cúbico.

Humedad específica: Relación entre la masa de vapor de agua y la masa del aire húmedo.

Humedad relativa: Tipo de humedad que se basa en el cociente entre la presión actual del vapor del aire y la saturación de la presión del vapor. Usualmente se expresa en porcentajes.

Técnicas de confort: Cualquier proceso por el cual se controla alguna de las siguientes magnitudes en los espacios interiores: temperatura, humedad, pureza y movimiento del aire.

Termómetro: Aparato para medir la temperatura; pueden ser de distintos tipos según el principio físico en que se basan.

Termómetro húmedo: Aparato para medir la temperatura húmeda del aire.

Termostato: Dispositivo que mide y regula la temperatura de consigna que se ha fijado, encendiendo y apagando automáticamente el aparato o sistema de calefacción o climatización.

Tonelada de refrigeración: Es el calor que absorbe una tonelada de hielo al derretirse en 24 horas. Equivalencias: $-1\text{Ton} = 3025 \text{ Cal/h} = 3000 \text{ Cal/h}$.

RESUMEN

Este proyecto de grados se hizo con el fin de dar conocer más acerca del aire acondicionado en la vida real, Este abarca el aprendizaje a través de diferentes entornos de trabajo, durante la realización detectamos muchos errores que nos llevan a la realidad a mejorar el conocimiento y la practica en el área de la refrigeración.

El contenido es el montaje de un equipo de refrigeración mini Split.

Tuvo como idea principal identificar los equipos de aire acondicionado.

Conocimos la relación de eficiencia, el índice de eficiencia, el índice estacional de eficiencia, el coeficiente de desempeño, la tensión de operación, temperatura de operación del equipo, área total. Tiempo de uso, número de personas, calculo de carga térmica.

Para tal fin se realizo una consulta teórica para seleccionar el equipo adecuado que garantice que el equipo montado cuente con las características para el laboratorio de la institución.

Ya que se utilizará para fines académicos.

ABSTRACT

This project took degrees in order to learn more about air conditioning in real life, this covers learning through different working environments during the execution detect many errors that lead us to actually improve knowledge and practice in the field of refrigeration.

Content is mounting mini Split refrigeration equipment.

Main idea was to identify the air conditioning equipment.

We met the efficiency ratio, the efficiency ratio, seasonal efficiency ratio, the coefficient of performance, operating voltage, operating temperature of the equipment, the total area. Time of use, number of people, calculation of heat load.

For this purpose a theoretical inquiry was conducted to select the right equipment to ensure that the assembled team has the characteristics to the laboratory of the institution.

Since it will be used for academic purposes.

INTRODUCCIÓN

La tecnología mecánica es un ramo dentro de la ingeniería, debido a su gran campo de acción, a su constante evolución en busca de un mundo mejor.

Dentro del campo de acción de la tecnología mecánica y la ingeniería, esta como principal el área de la termodinámica y es donde se aplican todos los conocimientos de ciclo básico de refrigeración con fines de confort para espacios industriales, comerciales o residenciales.

La climatización consiste en crear unas condiciones de confort para la comodidad de las personas que se encuentran dentro del espacio acondicionado; esta puede ser natural o artificial, según las condiciones del ambiente a condicionar y según las variables que se deseen controlar, tales como la humedad y la calidad del aire que se requiera.

La refrigeración es el proceso de producir frío, realizando el transporte del calor del espacio acondicionado hacia otro lugar diferente al acondicionado.

El método más antiguo para la producción de frío es la evaporación, el cual se realizaba a través de un lavador de aire o de una torre de enfriamiento. Más tarde se consiguió producir frío artificial mediante los métodos de compresión y de absorción, el método de por compresión es el más utilizado, sin embargo el método por absorción solo se suele utilizar cuando hay una fuente de calor residual o barata.

El funcionamiento se basa en el denominado ciclo frigorífico. En este ciclo, un fluido, el refrigerante, se hace pasar por un compresor que eleva la presión del mismo, lo que aumenta su temperatura acá se recuerda la ley de los gases perfectos y la relación presión temperatura:

$P.V = R.m.T$, donde P es la presión, V es el volumen, m es la masa en kilos, R es la constante universal de los gases y T es la temperatura. Pasa entonces por el condensador que es un intercambiador donde el refrigerante cede calor y una parte del vapor pasa a estado líquido.

A continuación el refrigerante pasa por una válvula de expansión donde se baja bruscamente la presión del mismo, enfriándose y va al evaporador que es otro intercambiador donde se calienta, absorbiendo el calor de (enfriamiento) aire o agua que se destina a la refrigeración, finalmente recomienza el ciclo de nuevo en el compresor.

En el sistema de refrigeración por absorción, al igual que en el sistema de refrigeración por compresión se aprovecha que ciertas sustancias absorben calor al cambiar de estado líquido a gaseoso. En el caso de los ciclos de absorción se basan físicamente en la capacidad de absorber calor que tienen algunas sustancias, tales como el agua y algunas sales como el bromuro de litio, al

disolver, en fase líquida, vapores de otras sustancias tales como el amoníaco y el agua, respectivamente.

Más en detalle, el refrigerante se evapora en un intercambiador de calor, llamado evaporador, el cual enfría un fluido secundario, para acto seguido recuperarle vapor producido disolviendo una solución salina o incorporándolo a una masa líquida.

El resto de los componentes e intercambiadores de calor que configuran una planta frigorífica de absorción se utilizan para transportar el vapor absorbido y regenerar el líquido correspondiente para que la evaporación se produzca de una manera continua.

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la instalación de un equipo tipo mini Split de alta eficiencia para su posterior caracterización energética. El equipo ha de instalarse siguiendo las recomendaciones técnicas establecidas por la literatura para garantizar que las condiciones de operación satisfagan la carga térmica nominal.

La caracterización energética se realizara con el fin de evaluar el consumo de energía eléctrica en función de la carga térmica del espacio, para luego comparar estos consumos frente a los de un equipo con la misma capacidad de refrigeración pero con una eficiencia inferior, de esta manera será posible cuantificar la cantidad de energía ahorra al reemplazar los equipos tipo Split por equipos con eficiencias superiores.

1.1 IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

Actualmente en La Institución Universitaria Pascual Bravo está desarrollando un laboratorio de refrigeración y aire acondicionado con un enfoque en ahorro energético a nivel doméstico, comercial e industrial, para lo cual cuenta con un módulo de aire acondicionado tipo Split con una eficiencia estándar, con el fin de hacer comparaciones entre el consumo de energía del equipo actual contra los consumos de un equipo de alta eficiencia, se hace necesario la instalación y caracterización energética de un sistema con mayores valores de eficiencia para realizar comparaciones y obtener conclusiones que permitan cuantificar los ahorros energéticos y económicos al momento de implementar estos equipos en la sociedad actual.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar los consumos energéticos de un equipo de aire acondicionado tipo Split de alta eficiencia para evaluar su potencial ahorro frente a equipos de eficiencia estándar.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Instalar un equipo mini Split que cumpla con la demanda térmica del espacio a acondicionar.
- Calcular por medio de un diagrama presión entalpía el efecto refrigerante en el evaporador y el trabajo en el compresor
- Calcular el coeficiente de operación o rendimiento para determinar la eficiencia del ciclo de refrigeración por compresión de vapor
- Realizar un estudio experimental para determinar el consumo energético en un lapso de tiempo determinado.

3. JUSTIFICACIÓN

La eficiencia energética en el campo de la climatización es un tema que puede ser evaluado desde el momento de la adquisición de un equipo de aire acondicionado, de un análisis que demuestre los consumos energéticos entre un equipo y otro, se pueden obtener conclusiones que finalmente influenciarán en la toma de decisiones al momento de concretar la compra.

Desde la academia es posible determinar empíricamente el comportamiento energético de estos equipos a través de medidas y cálculos de ingeniería que permitirán a los estudiantes la adquisición de un conocimiento y una serie de criterios para tomar decisiones que repercuten en las empresas en cuanto a consumos de energía en cualquiera de sus formas.

4. REFERENTES TEÓRICOS

Un aire acondicionado es un conjunto de diversos componentes que se coordinan de una manera determinada para producir unas condiciones al aire circundante en el interior de un recinto.

Un sistema de acondicionamiento de aire, de refrigeración, implica la humidificación y circulación simultáneas, además debe tener ventilación y filtrado para evitar la permanencia y recirculación de las basuras y polvo.

Los sistemas de refrigeración del tipo evaporativo reducen la temperatura de bulbo seco del aire y proveen circulación. Proveen y también filtrado (esta se logra por medio de unas almohadillas húmedas o pulverizaciones de agua), ya que estos trabajan con el 100% del aire exterior, producen ventilación al mismo tiempo.

La necesidad de zonificación es la principal razón por la cual existen diferentes sistemas de acondicionamiento de aire

4.1 SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO TIPO SPLIT.

Son aquellos equipos que permiten hacer cambios de temperaturas en un ambiente, frío por calor o viceversa.

Los sistemas de aire acondicionado tipo Split se clasifican en domésticos y comerciales.

Domésticos:

Son modelos de equipos tipo Split los cuales vienen en una forma cuadrada donde se ubican las partes funcionales de la máquina.

Este tipo lleva la mitad o unidad condensadora incrustada en la pared y la parte delantera o la evaporadora, además su precio es bajo su instalación y mantenimiento es muy fácil el consumo de energía es poco y hacen demasiado ruido.

Tipos:

- Split de pared
- de ventana
- consola de techo
- portátil
- tipo Split usando fancoils.

Comerciales

Tipos:

- Split (consola de pared)
- Split (consola de techo),
- Centrales
- Compacto o tipo Split usando fancoils

Son los modelos de equipos que se instalan en gran cantidad en estos momentos, tiene un gran beneficio que es muy económico.

El nivel de sonido que esta máquina produce es demasiado bajo y su apariencia física está por encima de los domésticos. La última tecnología los sacan tipo inverter son muy estéticos, su mantenimiento es fácil y sencillo.

Para su construcción se utiliza la más alta tecnología bajo normas internacionales, poseen compresor rotativo con bajo nivel de ruido, resistente y duradero.

Filtro lavable fácilmente removible, ventilación Para la extracción del aire viciado.

Tres velocidades de ventilación, dos de Enfriamiento.

Termostato ajustable para un control preciso de la temperatura.

Control remoto para manejo de la unidad, acabado exterior e interior anticorrosivo.

Condiciones de operación regularmente son: 220 V / 60 Hz / 1 fase.

Tecnología inverter

Cuando hablamos de sistemas convencionales y tecnología de avanzada la que se adapta al sistema más idóneo, por eso hablamos de sistemas inverter que son los que adoptan la velocidad del compresor a las necesidades de cada persona o personas en su determinado momento.

Este sistema inverter permite consumir únicamente la energía necesaria, de esta manera se reducen al máximo las oscilaciones de temperaturas, y manteniéndolas en un margen entre +1°C y -1°C.

Y es el más importante que se puede gozar de mayor estabilidad en el ambiente y confort, Las revoluciones del motor del compresor varían gracias a un dispositivo electrónico de alimentación sensible a los cambios de temperatura y así proporcionar la potencia demandada y cuando está a punto de alcanzar la temperatura deseada los equipos disminuyen la potencia para evitar los picos de arranque del compresor y de esta forma se reduce el ruido y el consumo de energía.

La tecnología inverter posibilita que el compresor trabaje en 30% por encima de su potencia para conseguir rápidamente la temperatura deseada y por otra parte también puede funcionar hasta 15% por debajo de su potencia así esto se

traduce a un muy significativa reducción tanto del ruido y del consumo de energía.

Cabe señalar que existen sistemas de acondicionadores de aire que no son Inverter, pero son también de alta eficiencia y pueden ahorrar mucha energía. Tanto en éstos como en los Inverter, el ahorro va a depender de la selección adecuada del sistema según el uso que le va a dar y del SEER o EER específico del equipo.

4.2 EQUIPOS DE ALTA EFICIENCIA – EQUIPOS DE EFICIENCIA ESTÁNDAR

El propósito de apreciar la eficiencia de un equipo de aire acondicionado es establecer la cantidad de energía relativa requerida para remover una cantidad específica de calor.

Y así que una unidad con eficiencia mayor consumirá menos energía que otras para realizar el mismo trabajo. Existen establecimientos y programas reconocidos que certifican la eficiencia de los equipos. Existen algunas definiciones y tecnología disponible.

AHRI: el instituto de aire acondicionado y refrigeración, Instituto que representa a más de 300 empresas manufactureras, lo cual constituye el 90% de los equipos residenciales o comerciales de aire acondicionado, calentamiento de agua, calefacción y refrigeración comercial fabricados o vendidos en América del Norte. Para ser certificados, y sometidos a pruebas luego enviados a diferentes países para su consumo, estos equipos y sus componentes son evaluados usando los estándares propios de la industria para certificar que los niveles de rendimiento publicados tengan la trazabilidad requerida y su exactitud en todos sus componentes.

Energy Star : El Programa Energy Star es un esfuerzo conjunto de la Agencia Federal de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) y el Departamento de Energía de los Estados Unidos con el fin de promover el uso de enseres y la aplicación de prácticas que rebose en un ahorro energético. La eficiencia en unidades certificadas como Energy Star es superior a la que requieren las agencias federales, por tanto, éste es un buen indicador que de forma sencilla le garantiza que la unidad tiene una buena eficiencia.

S.E.E.R.

Ratio de eficiencia de energía estacional fue establecido por el Departamento de Energía de los Estados Unidos.

Es la producción de energía (BTU) de refrigeración durante su uso anual normal, dividido por la entrada de energía eléctrica total en vatios-horas durante el mismo periodo.

Cuanto mayor sea el SEER más eficiente es la unidad. En enero de 2006, el Departamento de Energía aumentó el mínimo de eficiencia de 10.0 a 13.0 SEER.

E.E.R.

Ratio de eficiencia energética.

El indica la capacidad de enfriamiento de los equipos en Btu/h por vatio de consumo (W) en condiciones estándar de 95 ° F de acuerdo al aire acondicionado y refrigeración Instituto (AHRI).

Una diferencia importante entre EER y SEER es la temperatura

El SEER mide el desempeño del equipo a 82°F de temperatura exterior. El EER mide el desempeño de enfriamiento a 95°F, condición más probable en otros climas calientes y húmedos. Por tanto, el EER puede dar una mejor idea de cuál será el consumo de energía.

Por medio de la siguiente fórmula, podemos ver como el EER puede ayudar en el ahorro de energía.

Demanda de Energía (KW) = toneladas x 12 = BTU/h / (EER x 1000) Vemos si aumentamos el EER del sistema de aire acondicionado, la demanda en energía se reducirá. Por ejemplo, si consideramos una unidad de 18.000 BTU/h con un EER de 12 y la comparamos con otra unidad de igual capacidad, pero con un EER de 16, la demanda de energía será: Para EER = 12 KW =

$$\begin{aligned} (18.000 \text{ BTU/h}) / (12 \times 1.000) &= 1,5 \text{ KW Para EER} = 16, \text{KW} \\ &= (18.000 \text{ BTU/h}) / (16 \times 1.000) = 1.125 \text{ KW} \end{aligned}$$

Por tanto, mientras más alto es el EER, más eficiente es el sistema de aire acondicionado y menos consumidor de energía.

COP.

El desempeño de refrigeradores y de bombas de calor se expresa en términos del **coeficiente de desempeño** por sus siglas en inglés (*Coefficient of performance*).

Y su fórmula es: $COP = Q/W$

Q significa calor del condensador

W significa potencia suministrada al compresor.

Las siguientes recomendaciones pueden resultar en ahorros de energía adicionales en los sistemas de aire acondicionado.

Mantenimiento de filtros y bobinas Se puede conseguir unidades de alta eficiencia, pero si éstos no se limpian con frecuencia, las unidades operarán ineficientemente y consumirán más energía. Se debe observar a menudo las condiciones de los filtros y de las bobinas del evaporador y condensador.

La frecuencia de limpieza depende del lugar donde se encuentran operando. Se debe, también, seguir las recomendaciones del fabricante para realizar el mantenimiento adecuado.

Localice la unidad condensadora en un lugar con buena ventilación donde no esté obstruido el flujo de aire exterior.

Mientras más alto se ponga el punto de ajuste (set point) de temperatura en la unidad, menor será el consumo de la unidad de aire acondicionado. Si ubica el set point de temperatura en 75°F, estará consumiendo menos energía que si lo tuviese en 70°F.

Reducir la carga solar ayudará también a reducir el consumo de energía en su sistema de aire acondicionado. Añadir cortinas en las ventanas, tintes en los cristales y aislación en los techos son algunas alternativas para reducir la carga solar.

4.3 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Alimentación eléctrica

El equipo que va a operar con un voltaje de 220 V, una frecuencia de 60 Hz y a una fase eléctrica, el trabajo de instalación eléctrica debe hacerse de acuerdo a los estándares nacionales de cableado, con personal autorizado.

4.4 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

El sistema estará compuesto por 2 unidades interconectadas entre sí por medio de tuberías de cobre con diámetros acordes a la capacidad de enfriamiento del equipo, el refrigerante con el que trabajarán las unidades será el R410A, por lo que las tuberías de cobre deben de ser tipo K,

El compresor debe de tener tecnología inverter para garantizar un funcionamiento más silencioso y un ahorro energético que los compresores convencionales.

La longitud y elevación de la tubería tanto líquida como a gas deben tener las siguientes características

- Capacidad,
- Tamaño del tubo,
- La longitud.

4.5 DATOS DE PLACA

Debe tener conducto posterior izquierdo y derecho, además hay que tener prudencia en cuanto a la ubicación de la placa de instalación y el direccionamiento del cableado hacia los toma corrientes.

Capacidad de enfriamiento: 18000BTU/h.

EER BTU/h. w; w/w 9.45; 2.65.

Tensión nominal: 208-230 Voltios.

Frecuencia clasificada: fase 1.

Carga de refrigerante: R 410/1.9 Lbs.

Entrada de energía de enfriamiento: 1920 W .

Nivel de protección resistente al agua: 1P X4

Precaución

1. La apertura del aire no se cubre.
2. Riesgo de choque eléctrico, desconecte la unidad antes de....
3. Por favor espere tres minutos antes de reconectar la energía.
4. Las partes móviles no operarlas con la tapa retirada
5. La conexión de cables según especificaciones es 20AWG, VW -1 o THHW y núcleos de cobre
6. Conexión de cables dañados deben sustituirse con una nueva fuente de alimentación del producto y repuestos.
7. Utilice solo conductor de cobre.

4.6 PROCEDIMIENTO PARA LA INSTALACIÓN DE UN EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO TIPO SPLIT INVERTER

El instalador o el técnico que manipule esta máquina debe ser una persona calificada ya que las partes de esta son muy delicadas y la instalación requiere de manos expertas en el rublo.

Instalación de los equipos interior y exterior.

1. Instalación de las líneas del refrigerante.
2. Instalación del sistema de control.
3. Instalación de las tuberías y respiraderos.
4. Cargar el sistema de refrigerante.

Potencia del equipo.

aquellas generadas por maquinaria o por personas, la altura de los techos, la ventilación con posibles sistemas de filtraje o renovaciones de aire, existencia de ventanas y el aislamiento del lugar, para mencionar algunos, por estos motivos el cálculo de la potencia y el equipo de aire acondicionado adecuado a cada caso concreto.

En este cálculo intervienen numerosos factores:

Tipo de sistema

La mayoría de **instalaciones de aire acondicionado Split** funcionan ya hoy en día con la tecnología inverter. En lugar de arrancar y parar frecuentemente, el compresor gira de forma continua, lo que ayuda a mantener constante la temperatura de la sala. Se asegura un gasto energético directamente proporcional a la capacidad de refrigeración requerida, evitando así consumos innecesarios y prolongando la vida del compresor.

4.7 PARTES SUMINISTRADAS PARA LA INSTALACION O MONTAJE DE UN EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO EN PARED TIPO SPLIT MARCA LENNOX 18000BTU/H R 410 A

- Tornillos tipo A,
- Placa de instalación,
- Control remoto,
- Pilas AAA,
- Tornillos tipo B
- Soporte control remoto,
- Tornillos de 6 mm,
- Abrazaderas poliamida con ojal,
- Grapa metálica tipo omega,
- Caño plástico para drenaje de 19mm.

4.7.1 PARTES QUE SE DEBEN COMPRAR.

- Cinta de vinilo ancha y estrecha, tubería de gas de cobre tipo k
- Tubería de líquido de cobre tipo k,
- Manguera de drenaje
- Cable conector.

4.8 PLAN GENERAL DE INSTALACION DE UN EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO TIPO SPLIT.

Requisitos de instalación.

Instalación de la unidad interior y unidad exterior.

Partes necesarias.

- Placa de instalación.
- Tornillos tipo A.
- Cable conector.

Herramientas necesarias.

- Nivelador,
- Broca de pared,
- Broca sierra o de núcleo hueco,
- Taladro eléctrico.

Conexión y abocardado de tubería.

- Conexión de tuberías interior y exterior.
- Conexión para tubería posterior derecha e izquierda.

Partes necesarias.

- Tubos de gas de 3/8 “,
- Tubos de líquido de 1/4 “
- Materiales aislantes,
- Manguera de drenaje adicional.
- Tornillos tipo B.

Herramientas necesarias.

- Juego de herramientas de abocardado.
- Llaves de torque especificado
- Llave de tuercas (boca fija).

Conexión del cable entre las unidades interior e interior.

Partes necesarias: Tornillos tipo B.

Herramientas necesarias: llave de tuercas.

Verificación del drenaje y forma de la tubería.

Herramientas necesarias:

- Un vaso de agua

- Destornillador.

Purga de aire

Herramientas necesarias:

- Llave hexagonal (4 mm)
- Detector de fugas de gas
- Bomba de vacío, Manifold.

Prueba de funcionamiento

Herramientas necesarias:

- Manual del usuario,
- Termómetro,
- Soporte de control remoto.

4.9 MÉTODO PARA LA EVALUACIÓN ENERGÉTICA TERMODINÁMICA

EL SEER o grado de rendimiento energético. Mide el consumo de energía y el rendimiento del aire acondicionado. Un grado de rendimiento elevado significa que consume menos energía.

EL EER de un aire acondicionado es su grado de BTU entre su voltaje. Por ejemplo si un aire acondicionado de 10.000 BTU consume 1.200 vatios, su grado de rendimiento energético es de 8.3 (10.000 BTU/1200 WATIOS).

Las unidades de medidas que se emplean son tres:

- Potencia térmica en vatios,
- BTU (british thermal unit),
- kilocalorías/ frigorías.

Para hacer la conversión de BTU a frigorías deberá multiplicarse BTU por 0.252.

Si por el contrario la conversión es de frigorías a BTU deberán dividirse las frigorías entre 0.252.

Para hacer la conversión de vatios a frigorías deberán multiplicarse los vatios por 0.86.

Si por el contrario la conversión es de frigorías a vatios deberán dividirse las frigorías entre 0.86

Para medir

En los sistemas de refrigeración, las presiones, temperaturas, sobrecalentamiento y subenfriamiento deben ser verificados para asegurar el correcto desempeño del sistema. Además es necesario verificar la estanqueidad del sistema y localizar fugas si existieran.

Besándose en estos parámetros y verificaciones se puede establecer de forma eficiente el estado de seguridad y eficiencia del sistema.



Ilustración 1 Manifold digital

Fuente: http://www.testo.com.ar/es/home/productos/tecnologia_de_refrigeracion

Analizador de refrigeración para mantenimiento y reparación en sistemas de refrigeración, sonda de pinzas para medición en tuberías, pilas y protocolo de calibración.



Ilustración 2 Detector de fugas

Fuente:http://www.testo.com.ar/es/home/productos/tecnologia_de_refrigeracion/tecnologia_refrigeracion.jsp

Es un detector de fugas de refrigerantes que debería formar parte del equipo básico de medición de todo profesional de la refrigeración. Detecta incluso las fugas más pequeñas gracias a su alta sensibilidad 4g/a, y cumple los requerimientos de las normativas internacionales SAE J 1627 EN 14624 y F GAS. El instrumento para ser utilizado inmediatamente tras la puesta en marcha, sin necesidad de seleccionar una curva característica, gracias a su puesta a cero automática este instrumento puede detectar fugas incluso en ambientes que ya han sido contaminadas.



Ilustración 3 Instrumentos de medición al vacío

Fuente:http://www.testo.com.ar/es/home/productos/tecnologia_de_refrigeracion/tecnologia_refrigeracion.jsp

Vacuometro digital con sensor de presión absoluta, libre de mantenimiento, le ayudara a realizar el vaciado de forma correcta y eficiente. Provee mediciones muy exactas y confiables, además de la visualización en pantalla de la presión alcanzada de vacío, muestra la temperatura de evaporación del agua a dicha presión poder verificar que el valor está bien por debajo de la temperatura ambiente y la humedad se está siendo vaporizada y evacuada del sistema. La alarma visual indica cuando se han excedido los valores límites.



Ilustración 4 Instrumentos de medición de temperatura

Fuente:http://www.testo.com.ar/es/home/productos/tecnologia_de_refrigeracion/tecnologia_refrigeracion.jsp

Está orientado a la medición de temperatura de superficie, aun en superficies irregulares. El termopar de banda cruzada se adapta a cualquier superficie y tiene un tiempo de respuesta real mente corto.

Esto le permite realizar mediciones directas de temperaturas sobre la superficie de cañerías o válvulas.



Ilustración 5 Medición de temperatura en cámara de refrigeración

Fuente:http://www.testo.com.ar/es/home/productos/tecnologia_de_refrigeracion/tecnologia_refrigeracion.jsp

Es un instrumento de medición de temperatura de un canal para sonda con sensor NTC. Es especialmente útil para medir en cámaras refrigeradas ya que la medición de la sonda externa no necesita ser compensada por la variación de temperaturas del equipo como sucede en los instrumentos con termocuplas.

Existe una gran variedad de sondas NTC de exactas de acuerdo a la aplicación. El instrumento además muestra mínimas, máximos y es posible retener los valores en pantalla.

5.0 CÁLCULOS PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DE UN CICLO DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR.

Un sistema de refrigeración por compresión a vapor son los que se usan con más frecuencia el cual consiste por la evaporación de fluido refrigerante.

Se necesita entonces de un compresor para elevar la presión y la temperatura.

La capacidad de un equipo de refrigeración está dada por el calor absoluto en el evaporador (QB). En cambio la carga de refrigeración corresponde a la energía térmica que contiene el medio que se desea refrigerar. El trabajo ejercido por el compresor sobre el fluido refrigerante (W) puede estimarse como la diferencia entre el calor disipado por el condensador (QA) y el calor absorbido por el evaporador.

El calor absorbido en el evaporador y el calor expulsado en el condensador y el trabajo ejercido sobre el fluido refrigerante pueden ser calculados por las variaciones de la entalpia del refrigerante en las diferentes etapas del ciclo, suponiendo que las válvulas de expansión son isoentálpicas (entalpia constante); consultando un documento de termodinámica podemos extraer las ecuaciones que nos podrá ayudar a evaluar el proceso las que vienen representadas por:

$$QB = m (h1 - h5) \text{ Evap} = m (h1 - h4) \text{ exp}$$

$$QA = m (h2 - h4) \text{ Cond}$$

$$W = m (h2 - h1) \text{ Comd}$$

M: flujo de refrigerante en unidades de masa/ tiempo

h: entalpias

Los ciclos reales se alejan en la práctica de ciclos teóricos y esto es debido a que las sustancias no se comportan en los estados ideales sobre los cuales se define la teoría del proceso. Esta realidad se comprueba en las siguientes etapas del ciclo. La compresión no sigue un proceso adiabático, ya que se producen pérdidas de calor del gas refrigerante en el compresor.

Los procesos de condensación y evaporación no son isobáricos debido a las pérdidas de carga por fricción.

Existe normalmente un pequeño su enfriamiento del líquido que llega a la válvula de expansión y un sobrecalentamiento del vapor que llega al compresor

El coeficiente de operación (COP) nos da una idea de la eficiencia con que está operando el sistema de refrigeración y este está dividido como:

$$COP = QB/W = (h4 - h1) \text{ evap} / (h2 - h1) \text{ comp}$$

Este coeficiente de operaciones aplicable de la misma forma tanto al ciclo ideal como el ciclo real. En la practico, si no se conocen con presión de la condiciones de P y T en punto 2, para calculo de h2 y W estas variables se pueden determinar considerando compresión isentropica y aplicando posteriormente la corrección correspondiente por medio de la eficiencia isotrópica (ns)

$$W = Ws/ns$$

Donde Ws es el trabajo isotrópico, para lo que hemos asumido que s1=s2. Conocida el eficiente isentropica, calculamos el trabajo real W.

También se puede calcular la potencia activa que desarrolla el motorEléctrico

Si este es el caso, conocida su tensión eléctrica, (V) volt, la corriente nominal (I); Amp y el factor de potencia (cos f) que toma el motor. Teniendo en cuenta si el motor es monofásico o trifásico, esta puede ser calculada por la expresión:

$$\text{Monofásico: } p = (V, \text{ volt}) \times (I, \text{ amp}) \times (\cos (f))$$

$$\text{Trifásico: } p = 1.7321 [(v, \text{ volt}) \times (I, \text{ amp}) \times (\cos (f))]$$

5.1 COMO SE EVALUAR EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR, DE ACUERDO AL CICLO REAL.

Pasos para evaluar la eficiencia energética frente auno de los sistemasenergéticos de mayor demanda en el consumo de energía, es razonable establecer un control de su operación. Para realizar el control se requiere que el sistema tenga instalado de los medios de diagnósticosimprescindibles.

Con el objetivo de poder medir los parámetros de presión y temperatura en los principales puntos del ciclo térmico. Debido a la amplia gama de capacidades, a lo que se refiere a sistemas de mediana y gran capacidad, 30kw de refrigeración en adelante. No obstante lo establecido anteriormente, este procedimiento podrá ser aplicado, si es interés del usuario, hasta un pequeño aire de ventana, siempre y cuando pueda tomar los parámetros básicos aunque miden el comportamiento del equipo.

5 .METODOLOGÍA

5.1 TIPO DE ESTUDIO

En el área de mecánica este proyecto es muy práctico ya que según el estudio y los métodos teóricos para desarrollar la instalación del equipo se debe de realizar bajo los estándares internacionales establecidos por la norma ASHRAE. Una vez instalado se debe de crear una guía para la evaluación energética del equipo y su posterior comparación con el equipo existente.

5.2 MÉTODO

La metodología utilizada se basa en la Carga térmica por ventilación o infiltración de aire exterior. La investigación para crear diseños óptimos en la instalación de un equipo Split de 18000 BTU/h con una eficiencia de valor SEER 15. Este equipo se instala en el laboratorio de refrigeración de la Institución Universitaria Pascual Bravo en el bloque 2 – 109, por lo cual el método directo fue basado en muchos conocimientos propios por el personal de apoyo

5.3 POBLACIÓN

Este montaje está diseñado bajo la supervisión de personal calificado y vigilado por ingeniero experto en asesorías consultorías en transductores de temperatura y refrigeración mientras que la instalación será realizada por nosotros estudiantes de la Institución Universitaria Pascual Bravo en compañía de técnicos capacitados para dicha instalación, el trabajo de montaje será realizado bajo las normas y lecturas de planos para garantizar un buen funcionamiento del mismo.

5.3.1 FUENTES PRIMARIAS. En las fuentes primarias la información tomada fue necesaria para organizar el diseño de diversos manuales universales que rigen en la ingeniería de la refrigeración y aire acondicionándolos cuales han sido planteados teniendo en cuenta que en los diseños hay que seguir unos alineamientos de ingeniería demostrables y sustentados matemáticamente que permiten corroborar los cálculos rápidos.

5.3.2 FUENTES SECUNDARIAS. Hemos recopilado las biografías propias de cada fabricante las cuales tienen establecidas sus diferentes métodos para los cálculos, fabricación e instalación según estándares establecidos por expertos de la materia.

6. RESULTADOS DEL PROYECTO

El proyecto consta de la instalación de un equipo Split de 18000 BTU/h con una eficiencia de valor SEER 15. Este equipo se instalara en el laboratorio de refrigeración de la Institución Universitaria Pascual Bravo en el bloque 2 – 109.

El sistema estará compuesto por 2 unidades interconectadas entre sí por medio de tuberías de cobre con diámetros acordes a la capacidad de enfriamiento del equipo, el refrigerante con el que trabajaran las unidades será el R410A, por lo que las tuberías de cobre deben de ser tipo K, el equipo operar con un voltaje de 220 V, una frecuencia de 60 Hz y será monofásico.

El compresor debe de tener tecnología invertir para garantizar un funcionamiento más silencioso y un ahorro energético que los compresores convencionales.

La instalación del equipo debe de realizarse bajo los estándares internacionales establecidos por la norma ASHRAE. Una vez instalado se debe de crear una guía para la evaluación energética del equipo y su posterior comparación con el equipo existente.

La información necesaria para desarrollar el proyecto para establecer los procedimientos de medición, interpretación de valores, se obtendrá a partir de la experiencia en campo de personal capacitado, los cuales describirán de manera técnica la forma en que deben de tomarse las medidas y el manejo de los diferentes instrumentos. Se debe de determinar cuál es el procedimiento más adecuado para el seguimiento del consumo de energía eléctrica en este tipo de equipos.

Así pues el proyecto se divide en 2 fases de la siguiente forma.

Fase 1. Instalación del equipo Split

En esta sección se debe de realizar la instalación del equipo Split, teniendo en cuenta que este debe de contar con toda la instrumentación necesaria para la evaluación de las siguientes magnitudes

- Presión de succión de refrigerante
- Presión de Descarga de refrigerante
- Temperatura de succión de refrigerante
- Temperatura de descarga de refrigerante
- Temperatura de aire de retorno
- Temperatura de aire de suministro.

Fase 2. Calculo de consumos y ahorros energéticos

Con los valores de presión y temperatura se ha de calcular el efecto refrigerante en el evaporador y el trabajo en el compresor, con estos valores se calculara el COP, es necesario recopilar estos valores durante un lapso de funcionamiento de manera que se garantice estabilidad en el proceso para acceder a lecturas confiables.

Este mismo procedimiento se ha de realizar en los equipos existentes para luego comparar con el equipo de alta eficiencia.

6.1 ESQUEMA DEL CICLO DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR

Los procesos del ciclo de refrigeración por compresión se presentan en los Diagramas termodinámicos *P-h* y *T-s*.

En este ciclo, el fluido de trabajo está inicialmente saturado o es un vapor ligeramente sobrecalentado a presiones relativamente bajas (estado1); luego se le comprime hasta una presión elevada (estado 2).

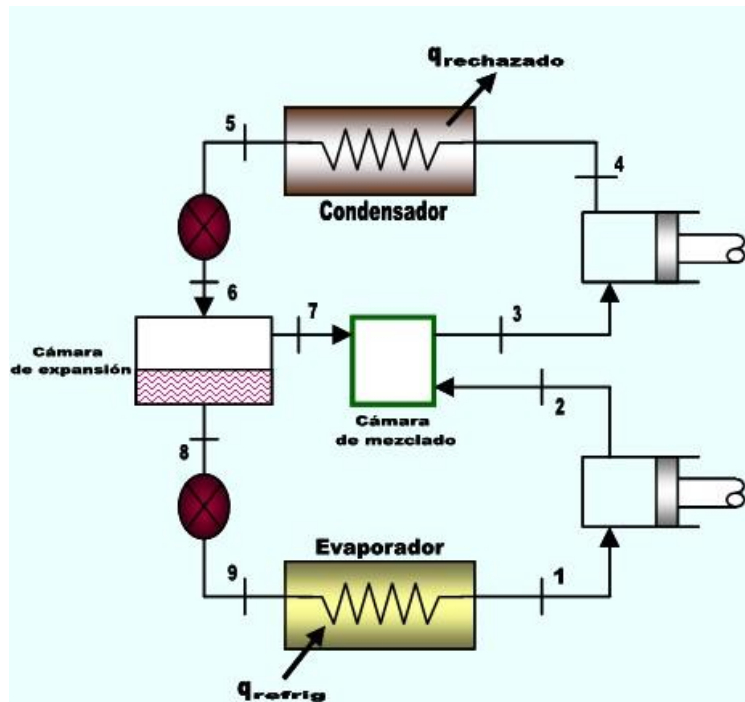


Ilustración 6 Esquema del ciclo de refrigeración por compresión de vapor

Fuente.: http://www.unet.edu.ve/~fenomeno/F_DE_T-152.htm

El ciclo de refrigeración por compresión de vapor se compone de los siguientes procesos:

- 1-2 Compresión adiabática ($s = \text{cte.}$)
- 2-3 Rechazo de calor a presión constante.
- 3-4 Expansión del fluido ($h = \text{cte.}$)
- 4-1 Suministro de calor a presión constante.

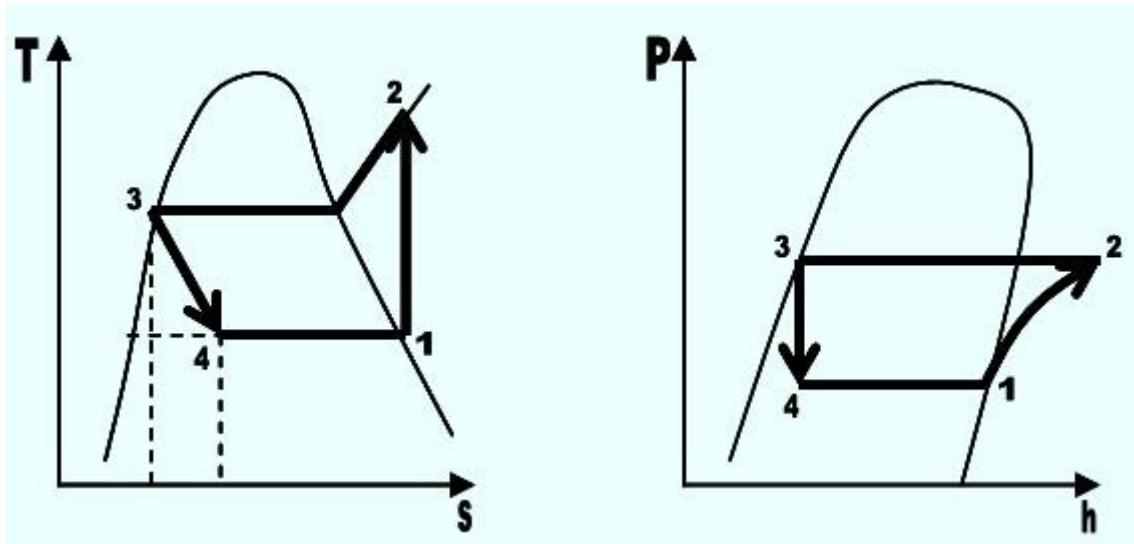


Ilustración 7 Diagrama del ciclo

Fuente: http://www.unet.edu.ve/~fenomeno/F_DE_T-152.htm

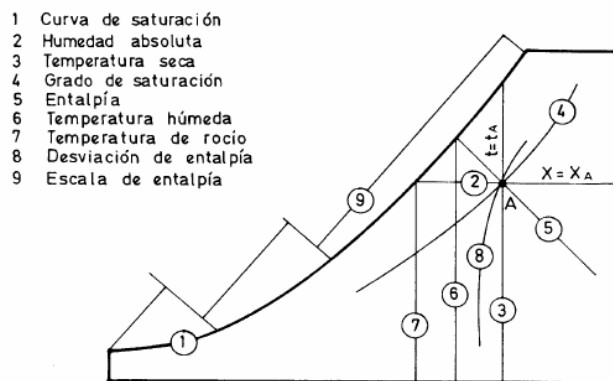


Ilustración 8 Carta psicrométrica carrier

Fuente: <https://es.scribd.com/doc/71712464/Diagram-Psicrometrico-Carrier>
 Representa la T ($^{\circ}\text{C}$) en el eje de abscisas (eje x) y la razón de mezcla o humedad (X , en kg de agua/kg de aire seco) en el eje de ordenadas (eje y, a la derecha).

La curva de saturación (HR = 100%) asciende hacia la derecha y representa el final del diagrama. En esta curva se localizan las temperaturas de termómetro húmedo y las temperaturas de rocío.

Las curvas de humedad relativa constante son similares a la de saturación, avanzando hacia abajo según disminuye la humedad del aire.

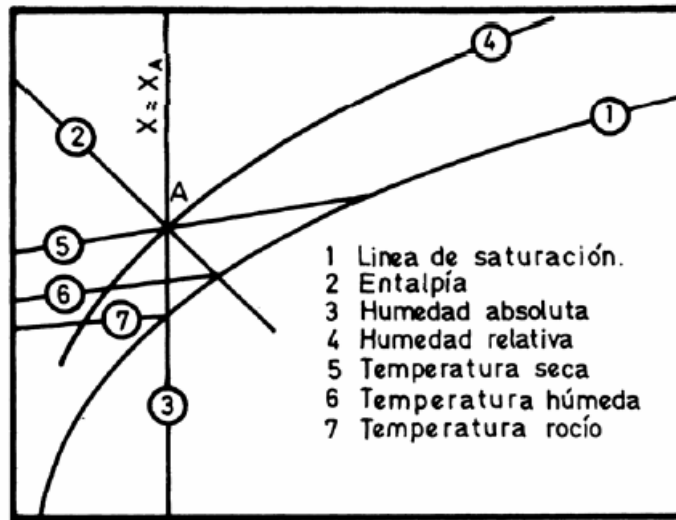


Ilustración 9 Carta psicométrica mollier

Fuente:https://www.google.com.co/search?q=diagrama+de+carrier&es_sm=93&biw=1024&bih=653&source=Inms&sa=X&ei=5kQ4VLX5loHDgg

Es el más antiguo de los diagramas psicrométricos, ya que fue propuesto por R. Mollier en 1932. Actualmente se utiliza, sobre todo, en Alemania y Francia. Representa la entalpía húmeda en el eje de ordenadas (a la izquierda) frente a la humedad X en abscisas. Las líneas de humedad constante son verticales, mientras que las isoentálpicas son rectas con pendiente negativa y paralelas entre sí.

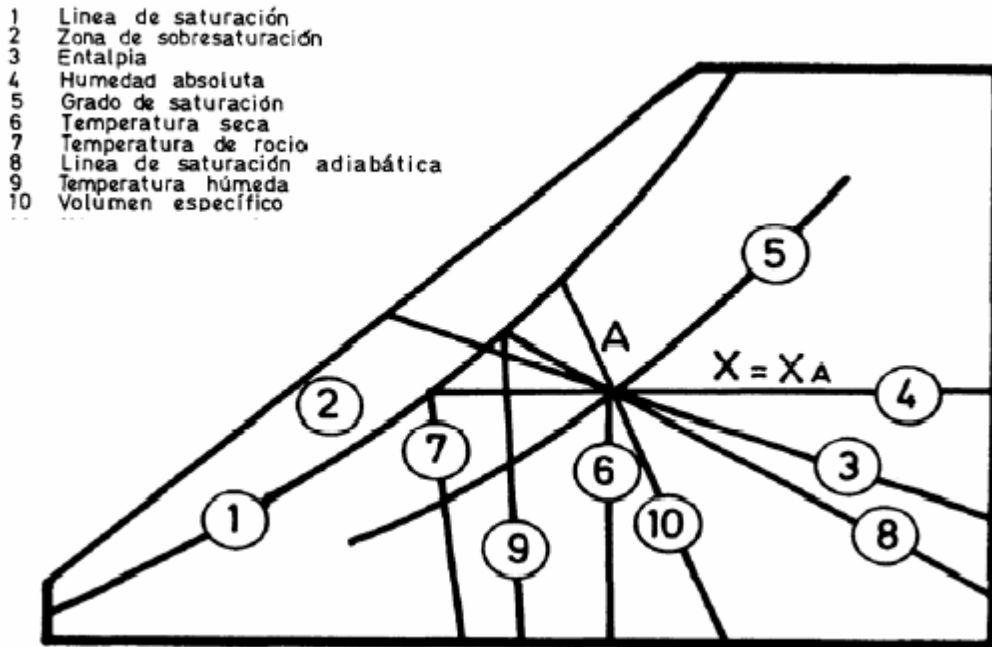


Ilustración 10 Diagrama propuesto por la American Society of Heating

Fuente:<http://termoaplicadaunefm.files.wordpress.com/2009/05/tema-v-psicrometric3ada1.pdf>

El diagrama propuesto por la American Society of Heating, Refrigerating and Airconditioning Engineers (ASHRAE) y su empleo se está generalizando tanto en América como en Europa.

Es muy similar al tipo Carrier, siendo la principal diferencia el que aquí se representa directamente la entalpía húmeda, en lugar de la entalpía de saturación. Además se elimina la aproximación de considerar exactamente iguales a las líneas isoentálpicas (Líneas continuas) y las de temperatura de termómetro húmedo (líneas discontinuas).

6.2 CÁLCULOS REALES.

$$18000 \text{ BTU/h} = 1.5 \times 3516.8 = 5.2 \text{ KW}$$

EER: ratio de eficiencia de energía

La unidad tiene marcada el EER equivalente a 9.45 BTU/h.W

Capacidad de enfriamiento 18000 BTU/h

Consumo de potencia hora 1920 W

En condiciones normales

$EER BTU/Wh \times 1055 J/BTU / 3600 J / (Wh)$.

COP

$COP = EER / 3.412 = 9.45 / 3.412 = 2.7696 kWh$

$COP = EER \times 0.293 = 2.7688$.

SEER: la fórmula para el SEER es la suma del resultado de ensobre el periodo de enfriamiento dividido por la suma de ingreso de energía eléctrica sobre el periodo de enfriamiento, el resultado de enfriamiento se mide en BTU, el ingreso de energía se mide en watts hora.

Ejemplo: consideremos un equipo mini Split de 1.5 toneladas de refrigerante, 18,000btu/h que se ejecuta en un promedio durante 8 horas al día durante temporada de refrigeración..

Suponga que la temporada de refrigeración es de 180 días la unidad funciona al 100%.

La energía de refrigeración:

Energía de enfriamiento en temporada

$18000 BTU/h \times 1 \times 8h/día \times 180 días = 25.592$

Energía eléctrica en temporada

$25.592 / SEER = 25.592 / 15 = 1.706 MWh$.

Eficiencia en KW/Ton

1 tonelada de refrigeración equivale a 3.517 KW.

$3.517 / COP = 3.517 / 2.76 = 1.2 KW/Ton$.

Entrada de energía. 45 BTU/h.w, la energía que se utiliza es:

$1.5 \times 12000 / 9.45 = 1.9 kw$. la unidad de aire acondicionado es de 1.5 toneladas de refrigeración y tiene un EER de 9.45 BTU/h.w

La energía que se utiliza es:

1 tonelada de refrigeración es igual a 1200 BTU/h

$18000 / 1200 = 1.5 toneladas de refrigeración$.

$1.5 \times 12000 / 9.45 = 1.9 KW$.

6.3 CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA

Definición de Carga Térmica

También nombrada como carga de enfriamiento, es la cantidad de energía que se requiere vencer en un área para mantener determinadas condiciones de temperatura y humedad para una aplicación específica, como es el caso de la comodidad de las personas.

En otras palabras es el calor que el aire acondicionado debe anular.

Es el calor que se genera en el sitio donde voy a poner el aire acondicionado.

Las condiciones básicas del aire acondicionado y refrigeración son cuatro

A saber:

Compresor comprime el refrigerante, lo pasa al condensador donde se le extrae el calor y cambio vapor al estado líquido, este líquido es obligado a pasar por un orificio diminuto llamado sistema de expansión y se convierte en pequeñas partículas de líquido que necesitan calor para evaporarse, en el evaporador, las pequeñas partículas absorben calor y se evaporan volviendo al compresor en estado de vapor.

El intercambio y transporte de calor lo realiza el refrigerante, ahora se le agregan al sistema de refrigeración la ventilación forzada.

También es la cantidad de calor que se retira de un espacio definido, se expresa en BTU.

La unidad utilizada comercialmente relaciona unidad de tiempo, Btu/h.

A través de años de trabajo, diversas compañías y organizaciones han evaluado múltiples factores requeridos para determinar las cargas de enfriamiento en diversas aplicaciones.

Cuando se utilizan estos factores para el cálculo de cargas en espacios y edificios, lo importante es aplicar un buen criterio para desarrollar algún procedimiento definido.

Para realizar el estimado de la carga de enfriamiento requerida con la mayor exactitud posible en oficinas, las siguientes condiciones son de las más importantes para evaluar:

- Datos atmosféricos del sitio.
- Característica de la edificación, dimensiones físicas. La orientación del la
- Dirección de las paredes del espacio a acondicionar.
- Momento del día en que la carga llega a su pico.
- Espesor y características de los aislamientos.
- La cantidad de sombra en los vidrios.
- Concentración de personas en el local.
- Las fuentes de calor internas.
- La cantidad de ventilación requerida.

Existen diferentes métodos para calcular la carga de enfriamiento en un área determinada,

En cualquier caso es necesario evaluar diversas características como las condiciones del lugar, en este caso las condiciones atmosféricas de la institución

Universitaria Pascual Bravo, tipo de construcción y aplicación del espacio a acondicionar, es decir, laboratorio en este casolas variables que afectan el cálculo de cargas térmicas son numerosas, frecuentemente difíciles para definir en forma precisa, y no siempre están relacionadas.

En el cálculo de carga de enfriamiento, es determinante el uso de valores adecuados para aplicarlos en un procedimiento determinado. Es imposible calcular con exactitud la carga térmica debido a la variación en los coeficientes de transmisión de calor de los materiales, la forma de construcción, orientación del edificio y la manera en cual el edificio opera.

Lo que significa que se obtendrá solo un cálculo aproximado de la carga real, esta aproximación se acepta como correcta desde que los procedimientos sean Usados en forma razonable por el diseñador para incluir estos factores.

En nuestro caso analizaremos la capacidad real del laboratorio de refrigeración de la institución universitaria pascual bravo ubicado en Medellín (sector belén sureste)

- El clima en el cual se va a instalar el equipo.
- Valor de temperatura bulbo seco adentro 25.6°C (78°F)
- Valor de temperatura bulbo seco afuera 11°C (51.8 °F)
- Valor de temperatura de bulbo húmedo afuera 34.5 °C (94° F)
- Valor de temperatura de bulbo húmedo adentro 25°C (77 °F)

Calor sensible únicamente.

A 24°C (75°F)

Diferencia de temperatura con el exterior

17°C

1. El área en m² a climatizar.

$$7.8m^2 \times 6.8m^2 = 53,04 m^2$$

La fórmula es k x superficie x diferencia de temperatura

Perdida de calor

$$(53.04 m^2 \text{ área total}) = k \times 53.4m^2 \times 0C = 2.40Kcal/h \times 53.4m^2 \times 17 =$$

$$2.40kcal/h / 0.252 = 9.52 BTU/h.$$

$$9.52BTU/h \times 53.04 m^2 \times 17 = 8558 BTU/h$$

2. Ventanas (ganancias por el sol)

Total de todas las ventanas $113 \times 103 = 23.27 \text{ m}^2 \text{ AS}$

Sombra interior

Área de 23.67 m^2

Vidrio sencillo

Vidrio el coeficiente de transmisión térmica es (K) 5 Kcal/h

Para pasar Kcal/h a BTU /h se divide por 0.252

$$5 / 0.252 = 19.84 \text{ BTU/h}$$

$$19.84 \text{ BTU/h} \times 23.67 \text{ m}^2 \times 170 \text{ C} = 7980 \text{ BTU/h}$$

3. Muros.

Sin aislamiento, revestimiento de ladrillo, bastidor, estuco, pintura etc.

Ladrillo hueco de 0.10 m el coeficiente de transmisión térmica es

$$(k) 1.62 \text{ Kcal/h} \times \text{m}^2 \times \text{C} \quad 1.62 / 0.252 = 6.42 \text{ BTU/h}$$

4. Techo de losa

El coeficiente de transmisión térmica es (K) $1.50 \text{ Kcal/h} = 1.50 \times 0.252 = 5.92 \text{ BTU/h}$, Área es $2,8 \text{ m}^2$. $5.92 \text{ BTU/h} \times 170 \text{ C} = 2817 \text{ BTU/h}$

5. Personas (alumnos)

30 personas sentadas.

Cada persona son 115 w.

$$\text{Sería } 115 \times 3.414 = 392.6 \text{ BTU/h}$$

$$\text{Son 30 alumnos sentados } 30 \times 392.6 = 11778 \text{ BTU/h.}$$

5. Luces

(Lámparas) potencia en (w)

Equipos (computadores, televisor etc.)

Para un total de 3500 W, $3500 \times 3.414 = 11.942 \text{ BTU/h}$

Subtotal = $8558 + 7980 + 3375 + 2817 + 11778 + 11942 = 46450 \text{ BTU/h}$

Calor latente permitido = $2817 + 11778 + 3375 + 7980 = 25950 \text{ BTU/H}$

TOTAL CARGA DE REFRIGERACION = $46450 - 25950 = 20500 \text{ BTU/h.}$

Total toneladas de refrigeración = T_R

$20500 / 12000 = 1.70 \text{ TR.}$

Según el equipo montado es apropiado para el laboratorio de refrigeración de la Institución Universitaria Pascual Bravo.

Ya que el equipo se usara únicamente para labores académicas.

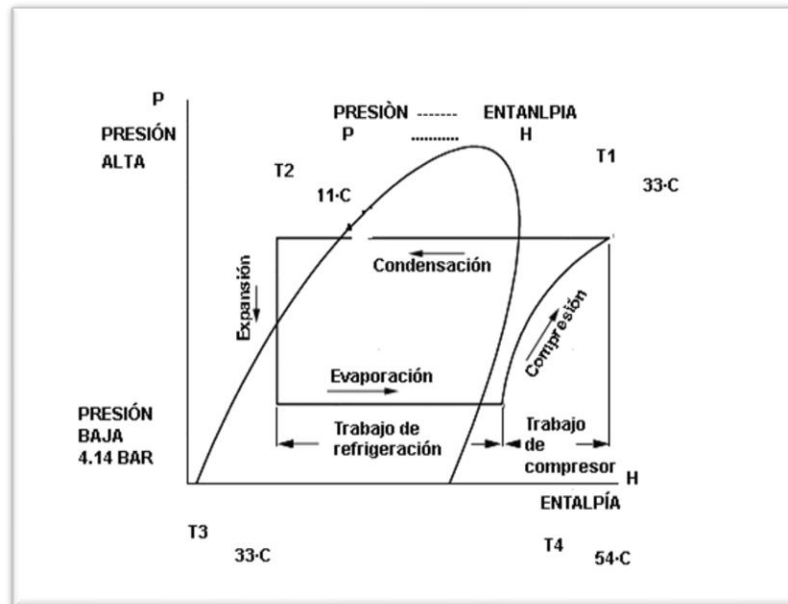


Ilustración 11 Diagrama presión - Entalpía

Fuente: Diseño propio del autor del proyecto.

- De acuerdo a las mediciones la temperatura a la salida del condensador es de 33°C.
- La presión a la que se condensa el refrigerante debe ser constante y elevada.
- Salida de la válvula de expansión 11°C.
- Salida del evaporador 13°C.
- Salida del compresor 54°C.

6.4 PLANOS DEL MONTAJE DEL EQUIPO MINI SPLIT

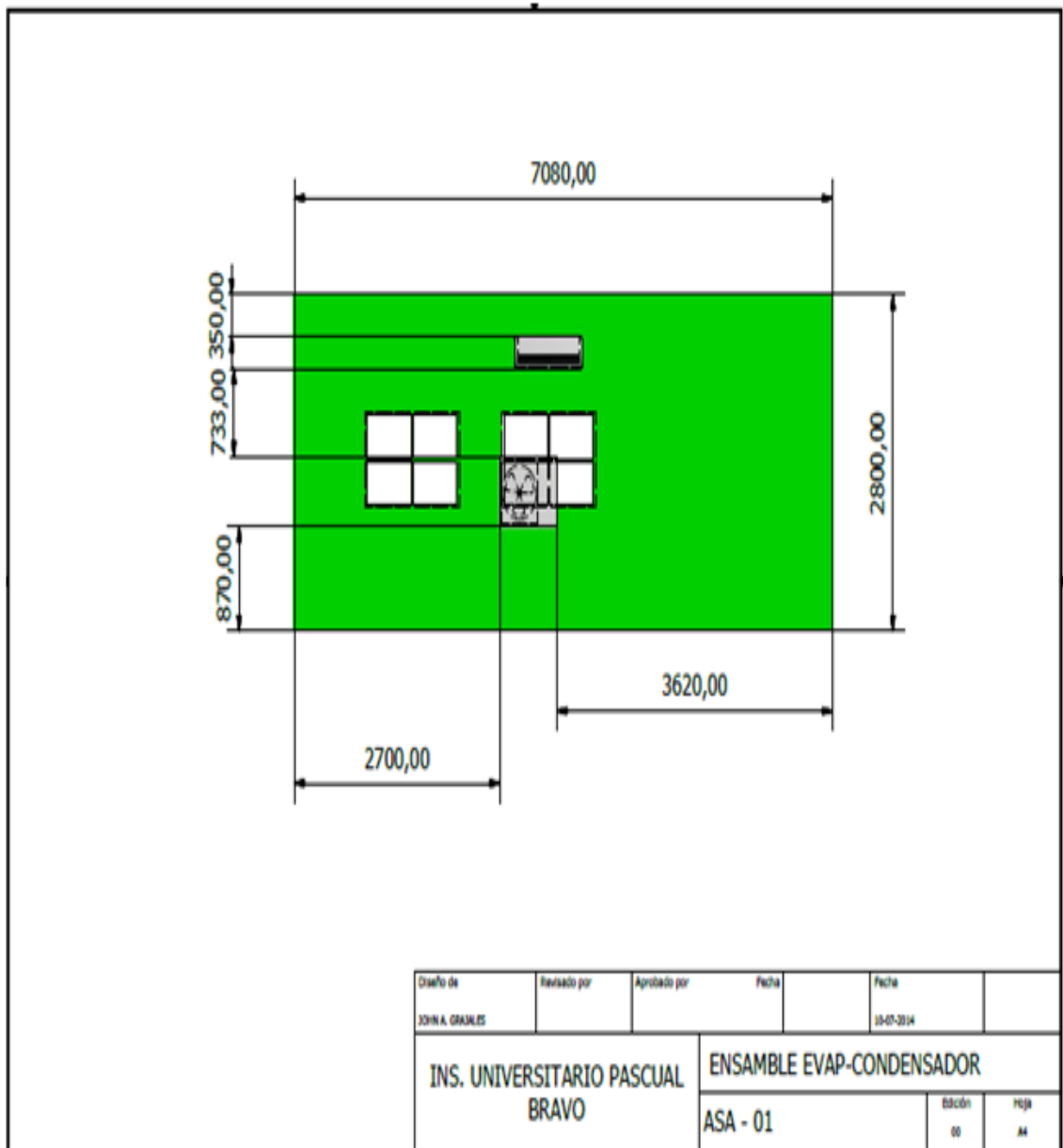


Ilustración 12 Ensamble evaporador y condensador

Fuente: hecho por el autor del proyecto

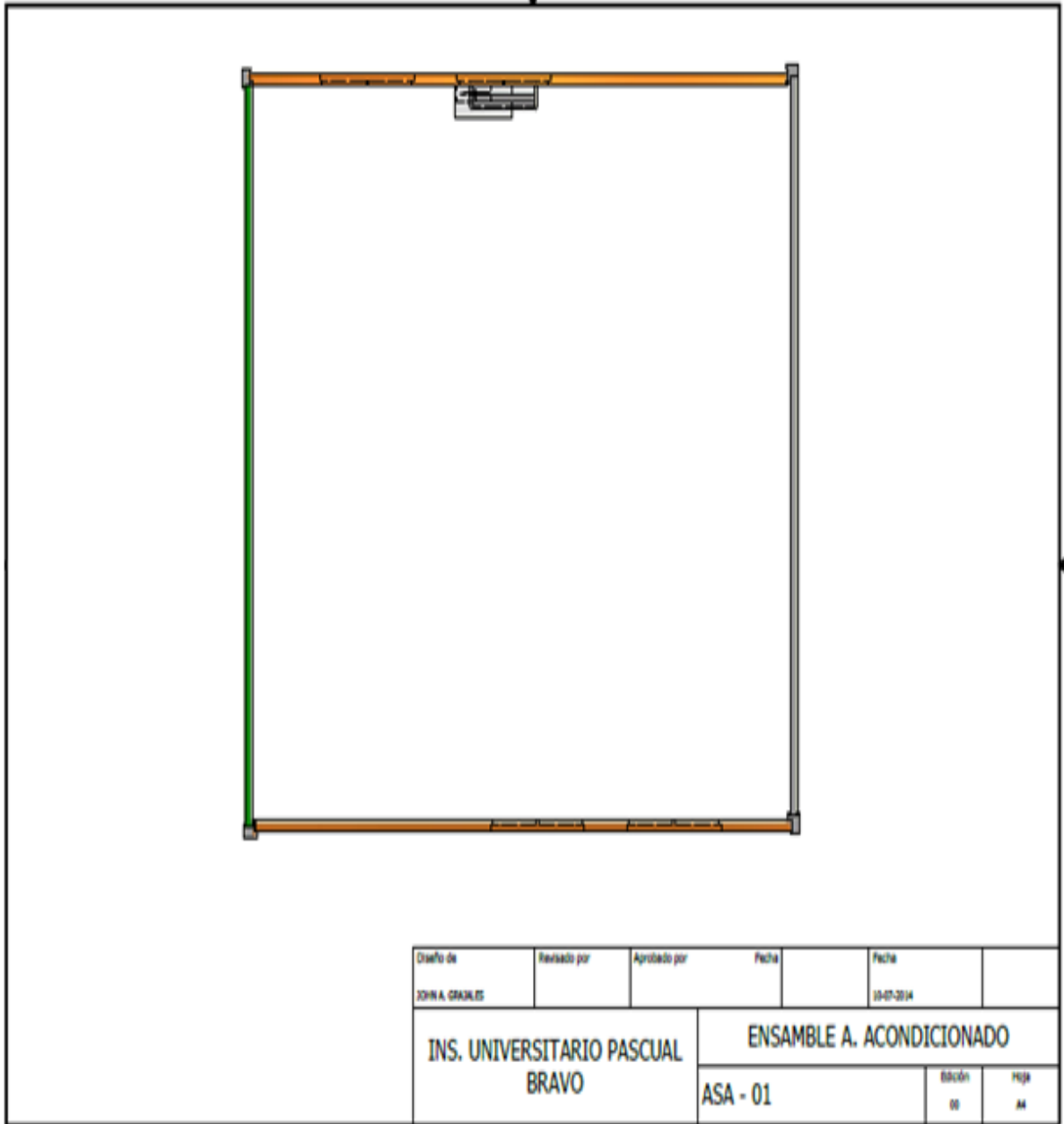


Ilustración 13 Ensamble del aire acondicionado

Fuente: hecho por el autor del proyecto

Tasas de calor metabólico excedente de acuerdo al nivel de actividad			
Actividad	W/m ²	Met	Watts
Dormir	40	0.7	72
Estar acostado (despierto)	45	0.8	81
Estar sentado en reposo	60	1.0	108
Estar sentado con actividad ligera	64	1.1	115
Estar de pie sin movimiento	70	1.2	126
Estar de pie con actividad ligera	78	1.3	140
Estar de pie con actividad moderada (industria ligera)	93	1.6	167
Trabajo manual ligero, cocinar	100	1.7	180
Caminar en horizontal (2 km/h)	110	1.9	198
Bailar (actividad social)	111	1.9	200
Construcción ligera	125	2.2	225
Trabajo manual moderado, ejercicio ligero	139	2.4	250
Lavar platos	145	2.5	261
Limpieza doméstica	150	2.6	270
Ejercicio moderado	167	2.9	300
Lavar a mano, planchar	170	2.9	306
Construcción moderada	180	3.1	324
Caminando en horizontal (5 km/h)	200	3.4	360
Trabajo manual pesado	235	4.1	423
Ejercicio intenso	250	4.3	450
Construcción pesada	275	4.7	495
Ejercicio y trabajo muy intensos	450	7.8	810
Correr (15 km/h)	550	9.5	990

Tabla 1 Tasas de calor metabólico

Fuente: http://www.fisicanet.com.ar/fisica/unidades/tb19_potencia.php

Dado un valor en	Multiplicar por	Para obtener
BTU por hora	0,293	vatios
vatios	3,41	BTU por hora
toneladas	3530	vatios
vatios	0,000283	toneladas

Tabla 2 Valores de conversión

Fuente: http://www.fisicanet.com.ar/fisica/unidades/tb19_potencia.php



Ilustración 15 Equipo Mini Split evaporadora

Fuente: Fotografías tomadas los autores del presente trabajo de grado



Ilustración 16 Unidad interior condensadora

Fuente: Fotografías tomadas los autores del presente trabajo de grados



Ilustración 17 Unidad exterior evaporadora

Fuente: Fotografías tomadas los autores del presente trabajo de grado



Ilustración 18 Condensadora

Fuente: Fotografías tomadas los autores del presente trabajo de grado



Ilustración 19 Evaporadora

Fuente: Fotografías tomadas los autores del presente trabajo de grado



Ilustración 20 Mediciones de succión



Fuente: Fotografías tomadas los autores del presente trabajo de grado



Ilustración 21 Mediciones de temperatura de aire a la salida del evaporador

Fuente: Fotografías tomadas los autores del presente trabajo de grado



Ilustración 22 Medición de temperatura a la entrada del evaporador

Fuente: Fotografías tomadas los autores del presente trabajo de grado



Fuente: Fotografías tomadas los autores del presente trabajo de grado

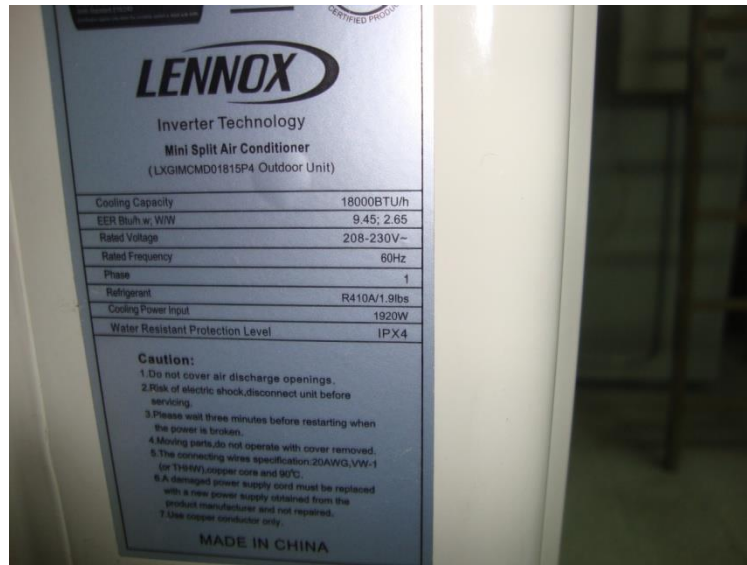


Ilustración 23 Datos de placa del equipo mini Split

Fuente: Fotografías tomadas los autores del presente trabajo de grado

Generada e impresa por **Klima** Nombre o razón social: DISTRIBUIDORA KLIMA SAS

Nit: 900543134-3
 Dirección: Calle 23 # 43a - 155
 Teléfono: 4411446 Ciudad: Medellín

Resolución de autorización DIAN No. 11000499187 Fecha: agosto 31, 2012

Page 1 of 1 Fecha de Impresión: 28/04/2014
Factura de venta
 No. 313

Vendido a: Institucion Universitaria Pascual Bravo
 Nit: 890980153-1
 Dirección: Calle 73 # 73A - 226 Int 7
 Teléfono: 4480520 Ciudad: Medellín

Fecha de Factura: 1000 M A 28 4 2014
 Calidad de agente retenedor de IVA
 Código CIU/Tarifca ICA

Código	Descripción	Vr. Unitario	Cantidad	Decto. %	IVA %	Valor total
Y5624 - Y5625	MINI SPLIT INVERTER 18.000BTU - R 410A - SEER 15 - 220V	1.491.379,00	1	21,00	16,00	1.366.700,00

Valores totales de la operación

Pago a cuotas	No. cuotas	Valor cuota	Fecha de pago	Total de IVA	Cantidad	Decto.	IVA	Total con IVA
SI	NO		28/04/2014	1.491.379,00	1			1.366.700,00

Observaciones: X 0 0

Garantía: 1 año en partes y componentes.
 UMA: D2020685902134-1130002
 LICO: D202113590413826150003

Fecha Vencimiento: 28/04/2014

Descuento: \$ 1.491.379,00
 IVA: \$ 313.189,59
Total a Pagar: \$ 188.510,31
 Valor total: (en letras) 1.366.700,00

UN MILLÓN TRESCIENTOS SESENTA Y SEIS MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y NUEVE PESOS CON SETENTA Y DOS CENTAVOS M.C.T.E.

El vendedor: C.C. NIT No
 El comprador: C.C. NIT No

forma minerva 85-0896 - Distribuida y actualizada según la Ley 40 por E.E.
 NOTA: Para que esta factura tenga validez, debe ser diligenciada con el software de facturación Sufactura LEGIS, previa autorización de la numeración ante la DIAN. REV. 04/2014

Ilustración 24 Factura Distribuidora Klima S.A.S

Fuente: Fotografías tomadas los autores del presente trabajo de grado

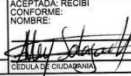
Acarreos livianos TAX & CARGA <small>FACTURAS</small>		TAX & CARGA ROMAN CRA. 43F No. 12-59 EL POBLADO - MED. TELEFONOS: 444 03 81 / 370 03 80 E-MAIL: taxi.carga@hotmail.com JULIO ROMAN ARCILA OSORIO NIT. 79.688.175-0		FACTURA DE VENTA No 52318	
CLIENTE PASCUAL BRAVO		NIT: 8909801531	FECHA FACTURA 28/04/14		
		CIUDAD MEDELLIN	FORMA DE PAGO CONTADO		
POR CONCEPTO DE TRANSPORTE SEGUN ACARREOS ADJUNTOS Y DETALLADOS A CONTINUACION:					
No ACARREO	PRODUCTO	CANTIDAD	VALOR ACARREO		
	POBLADO	PIPIRICA	27.000		
	11:20	12:20			
OBSERVACIONES:		SUBTOTAL			
SON:		IVA			
		TOTAL		27.000	
<small>ESTA FACTURA DE VENTA SE ASIMILA A UNA LETRA DE CAMBIO ART. 774 DEL C. COMERCIO (Modificado por el Art. 3 Ley 1231 de 2008). Por medio de esta factura de venta, el comprador declara haber recibido y pagado los servicios o bienes descritos en el presente documento y se obliga a pagar el precio pactado a favor de TAX & CARGA ROMAN. El original de esta factura de venta debe ser devuelto por el cliente debidamente anotado en un plazo máximo de 10 días contados a partir de la fecha de su recibo, según el artículo 2 de la Ley 1231 del 17 de julio de 2008. La no devolución por parte del cliente, de al librarse la acción cambiaria prevista en el artículo 780 del código de comercio.</small>		286 TAX & CARGA ROMAN FIRMA Y SELLO AUTORIZADO		ACEPTADA RECIBI CONFORME: NOMBRE:  CEDULA DE COCINA	

Ilustración 25 Factura de venta Tax & Carga Román

Fuente: Fotografías tomadas los autores del presente trabajo de grado


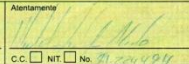
 Welinton Felipe Agudelo Martínez Nit. 71.224.494-5 Venta, mantenimiento y reparación de equipos de aire acondicionado.		Calle 91 N° 31B-06 Cels: 301 257 55 93 320 713 06 35 Medellín - Colombia	CUENTA DE COBRO 0056
Fecha de la Transacción: _____ Apellidos y Nombre y/o Razón Social: Sig. H. H.		C.C. o Nit. _____	
Dirección y Teléfono: _____		Ciudad: Medellin	
DEBE A:			
Apellidos y Nombre y/o Razón Social: welinton felipe agudelo		C.C. o Nit. 71224494-5	
Dirección y Teléfono: _____		Ciudad: _____	
POR CONCEPTO DE:			VALOR
1. Instalacion de Acometidas Electricas para alumbrado con de equipo 13000 BTU/h			\$100.000
1. Instalacion Mecanica de equipo de Aire Acondicionado Agua + cubricion			\$200.000
Son(Letras): Trescientos Mil Pesos - cancelado			TOTAL \$ 300.000
Forma de Pago: Efectivo		Aceptada (Firma y Sello):	
Nota: 100.000 de Anticipo		Alentamiento: 	
C.C. <input type="checkbox"/> NIT. <input type="checkbox"/> No. _____		C.C. <input type="checkbox"/> NIT. <input type="checkbox"/> No. 71224494	

Ilustración 26 Factura Welinton Felipe Agudelo

Fuente: Fotografías tomadas los autores del presente trabajo de grado

7 CONCLUSIONES

La práctica como parte esencial de la formación profesional de un estudiante de último semestre de tecnología mecánica en la cúspide de sus estudios, y es difícil plasmarlo, y lo conveniente es un trabajo escrito de aproximadamente de 60 hojas, todas las vivencias de dicha práctica, y más difícil aún en un resumen de una hoja, escribir lo realizado y aprendido a lo largo de estos seis meses que duró la inicialmente este proyecto

Se comienza este trabajo con una descripción del ciclo básico de refrigeración, como base fundamental para el entendimiento del proyecto de grados y en especial en el montaje de un equipo mini Split en el laboratorio de la Institución Universitaria Pascual Bravo el ciclo de refrigeración por compresión es el mismo para todos los sistemas de aire acondicionado por complejos o triviales que los sistemas sean, aunque a lo largo de la historia con el estudio de nuevas tecnología dicho proceso ha sido mejorado substancialmente, este sigue siendo la base para desarrollar nuevas tecnologías alrededor del proceso madre como se le podría decir.

Luego se brinda al lector un enfoque sobre los procesos psicométricos, parte importante en el cálculo y desarrollo de los diferentes sistemas de aire acondicionado, y va muy de lamano y tiene relación directa con el cálculo de carga térmica, un proceso va ligado al otro cuando de dimensionar y calcular un sistema de aire acondicionado se refiere, en el capítulo de carga térmica se esbozan las diferentes variables que influyen en el aumento de la carga calórica de un determinado espacio.

Luego de analizar la carga térmica del lugar el paso siguiente es seleccionar el sistema de aire acondicionado más adecuado desde el punto de vista térmico y económico, por lo que se mencionan los sistemas más comunes en el mercado; por último y parte no menos importante están los sistemas de distribución de aire, comúnmente llamados conductos, y se explica dimensionamiento y descarga hacia los espacios por acondicionar.

8. RECOMENDACIONES

De acuerdo con las condiciones de servicio y la operación del ambiente, el interior del aire acondicionado se ensuciará después de varias temporadas de servicio (3 a 5 años), resultando en una baja en el desempeño del equipo.

Es por eso que es necesario una constante inspección y mantenimiento, a parte de la limpieza en general del equipo.

Para la inspección y mantenimiento del equipo, consulte a su distribuidor. El servicio de inspección y mantenimiento requiere de honorarios de mano de obra y partes si lo requiere.

Se recomienda la inspección y mantenimiento durante la temporada de bajo uso.

El mantenimiento preventivo de un aire acondicionado consiste básicamente en realizar la limpieza y ajuste del equipo. En caso de presentar alguna falla que requiera determinada reparación generada durante el tiempo que estuvo en operación, se considera a partir de este momento mantenimiento correctivo.

Obviamente con el único fin de garantizar que dicho equipo trabaje en las mejores condiciones y la mayor eficiencia posible para alargar la vida del mismo.

En esta ocasión, el equipo al cual se le recomienda el mantenimiento es de una capacidad de 18000 Btu/h y opera a un voltaje de 220 volts y está ubicado en el laboratorio de refrigeración de la institución universitaria pascual bravo Medellín.

9. BIBLIOGRAFÍA

Jackson, J.D. (1975). Classical Electrodynamics. John Wiley & Sons, Inc. 2ª edición..ISBN 978-0-471-43132-9

Feynman, R. y Leighton, R.B. (1987). Física Vol. II: Electromagnetismo y materia. Addison-Wesley Iberoamericana, cop.ISBN 0-201-06622-X

Gérardin, Lucien (1968). Bionics. World University Library. ISBN

Sears, Francis W., Zemansky, Mark W., Young, Hugh D. (2004). Física Universitaria vol. 2 (Electricidad y Magnetismo). Editorial Pearson Educación; Madrid (España). ISBN 970-26-0512-1

ASHRAE, The Fundamentals volume of the ASHRAE Handbook, ASHRAE, Inc., Atlanta, GA, USA, 2005

HVAC Systems -- Duct Design, 3rd Ed., SMACNA, 1990

TRANE, Air Diffusion Council Flexible Duct Performance and Installation Standard, 4th Ed., 2003

JHONSOSN CONTROLS, Calefacción, ventilación y aire acondicionado. Análisis y Diseño, Ed Limusa, México, D.F 2008.

BOTERO, Manual de Refrigeración y Aire Acondicionado. Prentice-Hall hispanoamericana, S. A. (1997).

MIRANDA Ángel Luis; JUTGLAR Banyeras Luis, técnicas de refrigeración, Marcombo, S.A. 1ª ed. 2009.

WILLIAM C. Whitman, WILLIAM M. Johnson, Tecnología de la refrigeración y aire acondicionado 4 España.

10. CIBERGRAFIA

<http://www.carrier.com>

<http://www.york.com>

<http://www.calmac.com>

<http://www.ari.org>

http://books.google.com.co/books?id=NeyHmp0a_vAC&printsec=frontcover&hl=es&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

<http://www.ashrae.org>

<http://servicios.laverdad.es/extras/aire-acondicionado07/suscr/nec1.htm>

<http://www.accrweb.com/faqac.htm>

http://www.testo.com.ar/es/home/productos/tecnologia_de_refrigeracion/tecnologia_refrigeracion.jsp

<http://www.slideshare.net/MafeCaraballo/medidas-que-se-utilizan-para-medir-el-aire-tecnologia>

<http://www.caloryfrio.com/aire-acondicionado-domestico/split-aire-acondicionado.html>

<http://construccion-refrigeracion.blogspot.com/>

<file:///D:/Mis%20documentos/Downloads/ICA-Procobre-Brochure-Hotel-Palomas-V5-19.12.12.pdf>

<http://premiermundo.com/files/Product/Manuals/Web/EN-SP/2012/AA-4429.ensp.pdf>

http://www.disklima.com/images/docs/03_catalogo_minisplit_inverter16SEER.pdf