

**SELECCIÓN Y ADQUISICIÓN DE UN DISPOSITIVO DE REGULACIÓN DE
FLUJO DE AIRE PARA EL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO.**

**JHON EDISON LOPEZ MONTES
HENRY OQUENDO ACEVEDO
REYNALDO TORRES BURGOS**

**TECNOLÓGICO PASCUAL BRAVO INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
TECNOLOGÍA ELECTROMECAÁNICA
MEDELLIN
2013**

**SELECCIÓN Y ADQUISICIÓN DE UN DISPOSITIVO DE REGULACIÓN DE
FLUJO DE AIRE PARA EL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO**

**JHON EDISON LOPEZ MONTES
HENRY OQUENDO ACEVEDO
REYNALDO TORRES BURGOS**

**TRABAJO PARA OPTAR POR EL TITULO DE TECNOLOGO EN
ELECTROMECHANICA**

ASESOR:

**ARLEY SALAZAR HINCAPIE
INGENIERO MECANICO**

**TECNOLÓGICO PASCUAL BRAVO INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
TECNOLOGÍA ELECTROMECÁNICA
MEDELLIN
2013**

NOTAS DE ACEPTACIÓN

Presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Medellín, Noviembre de 2013.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a DIOS por habernos dado la sabiduría y salud.

A nuestras mujeres, hijos y padres que supieron entender la ausencia de nosotros mientras nos encontrábamos recibiendo cátedra.

A nuestros profesores que hoy pueden ver el reflejo del conocimiento que nos han entregado.

A nuestro asesor y guía Ing. Arley Salazar Hincapié por toda su orientación y dedicación en la ejecución de esta tesis.

A la administración, funcionarios y a todo los que integran la Institución Universitaria Pascual Bravo.

A nuestros compañeros de clase, por haber compartido todo este tiempo con nosotros. .

A cada uno de nosotros que formamos parte de esta tesis por la entrega y dedicación en su ejecución.

Y todas aquellas personas que de una forma directa o indirectamente aportaron para la realización de esta tesis.

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCION	11
1. EL PROBLEMA	12
2. JUSTIFICACION	13
3. OBJETIVOS	14
3.1 OBJETIVO GENERAL	14
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	14
4. REFERENTES TEORICOS	15
4.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO	15
4.2 DESCRIPCION DE DISPOSITIVOS DEL UN SISTEMA DE VOLUMEN DE AIRE VARIABLE.	17
4.2.1 Caja de volumen variable (VAV)	17
4.2.2 Dámper	18
4.2.3 Sistema de Control	20

4.2.4 Actuador	20
4.2.5 Termostato	20
4.2.6 Acometidas Eléctricas	22
4.2.7 Criterios De Regulación	22
4.3 SELECCIÓN DE UN REGULADOR DE FLUJO DE AIRE	23
4.3.1 La Caída de presión y ventilador de Energía	24
4.3.2 Caudal de aire mínimo de set point.	25
5.METODOLOGIA	29
5.1. TIPO DE ESTUDIO	29
5.2. MÉTODO	29
5.3. POBLACIÓN	30
5.3.1 Fuentes primarias	30
5.3.2 Fuentes secundarias	30
5.4. PROCEDIMIENTO	30
6. RESULTADOS	31
6.1 SELECCIÓN DEL REGULADOR DE FLUJO DE AIRE	31
6.1.1 Características del equipo Seleccionado.	34
6.1.1.1 Dimensiones del equipo	34
6.1.1.2 Atenuadores de Ruidos	34
6.1.1.3 Componentes del Modelo TH 506	35
6.2 ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS Y DIAGRAMA ELECTRICO	35
6.3 PROCEDIMIENTO DE INSTALACION DEL REGULADOR DE FLUJO MODELO TH 506.	37
6.3.1 Inspección de recepción	37
6.3.2 Colgantes Requisitos / Instalación.	38
6.3.3 Espacio mínimo para el acceso	39
6.3.4 Conexión de red de conductos	39
6.4. INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PARA EL REGULADOR DE FLUJO MODELO TH 506.	39
6.4.1 Ruido Excesivo	39
6.4.2 Actividades de rutina Anuales.	40
6.5 PLANO ARQUITECTONICO, DISEÑO FINAL UBICACIÓN REGULADOR DE FLUJO DE AIRE	40

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Punto de Ajusto Mínimo de Aire para Reguladores de flujo de aire	28
Tabla 2. Coeficiente de Flujo para reguladores de Flujo Metal Aire	32
Tabla 3. Dimensiones del regulador de flujo TH 506.	34

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Sistema De Volumen De Aire Variable	16
Figura 2. Dispositivo de Regulación de Flujo de Aire	18
Figura 3. Dispositivo de Regulación de Flujo de Aire	18
Figura 4. Características de apertura de un dámper.	19
Figura 5. Sistema de Control de la VAV.	20
Figura 6. Termostato de Zona	21
Figura 7. Termostato Digital Proporcional.	21
Figura 8. Control del regulador de flujo de aire.	24
Figura 9. Rendimiento de la Sonda Flujo en un regulador de flujo.	27
Figura 10. Selección de Modelo del regulador de Flujo de Aire.	33
Figura 11. Actuador y Regulador de Flujo de aire.	33
Figura 12. Plano de regulador de Flujo TH 506.	34
Figura 13. Diagrama Eléctrico del regulador de flujo de aire.	36
Figura 14. Enlace del regulador de flujo de aire al sistema de automatización.	27
Figura 15. Detalle de instalación Modelo TH506.	38
Figura 16. Regulador de Flujo en el sistema de ductos del Laboratorio.	41

RESUMEN

Los Sistemas de Volumen de Aire Variable generalmente están diseñados para suministrar aire a un gran número de espacios en cantidades variables, que fluctúan desde un mínimo preestablecido hasta la plena carga del diseño, normalmente el volumen mínimo equivale al 20 o 25 por ciento del máximo.

El gasto volumétrico de aire se controla en las cajas terminales y la velocidad del ventilador debe responder a los requerimientos del sistema. Debido a que la capacidad del ventilador es directamente proporcional a su velocidad y la potencia requerida es proporcional al cubo de la velocidad, ésta debe disminuir cuando el gasto volumétrico decrece. En este caso deben hacerse varias consideraciones económicas y técnicas. Para estos sistemas la fuente de potencia ideal es el motor eléctrico de velocidad variable.

En la Institución Universitaria Pascual Bravo se instaló un sistema de Aire acondicionado, el cual cuenta con un completo montaje de distribución, al que le adaptaremos una caja de volumen variable para generar un método de enseñanza más apropiado y didáctico, en donde las generaciones futuras podrán encontrar una manera más ágil de comprender el funcionamiento de este sistema de distribución de aire al interior de un recinto cerrado.

Tomando en cuenta costos y calidad de equipos, se elige un equipo apropiado para realizar el debido proceso de mantener estable y controlado el flujo de aire en el laboratorio de Refrigeración, acoplado para facilidad de los estudiantes de la Institución Universitaria Pascual Bravo.

ABSTRACT

Systems Variable Air Volume are generally designed to supply air to a large number of spaces in varying amounts ranging from a minimum load to full preset design , typically the minimum volume equivalent to 20 or 25 percent of the maximum.

The volumetric flow is controlled on terminal boxes and fan speed must meet the system requirements. Because fan capacity is directly proportional to speed and the power required is proportional to the cube of the speed, it must decrease when the volume flow decreases. In this case should be several economic and technical considerations. For these systems the ideal power source is a variable speed electric motor.

At the University Institution Pascual Bravo system was installed Air Conditioning, which has a complete distribution assembly , which will adapt a box of variable volume to generate a more appropriate teaching method and teaching , where future generations can find a more agile way to understand the functioning of the air distribution system within an enclosure.

Considering cost and quality of equipment, appropriate equipment is chosen to perform the due process to maintain stable and controlled air flow in the laboratory of Refrigeration, coupled for ease of students of University Institution Pascual Bravo.

INTRODUCCION

El sistema de aire acondicionado del laboratorio del pascual bravo, será un sistema de volumen de aire Variable, con lo cual se conseguirá un ahorro energético al variar la frecuencia de alimentación del motor de la unidad Manejadora, tal variación se hará en función del aumento de presión en el sistema de ductos, presión que se transmitirá al controlador como parámetro para controlar la frecuencia de alimentación. El controlador debe de estar en capacidad de manejar todas las entradas y salidas analógicas y binarias necesarias para monitorear y controlar por completo las variables más importantes concebidas en esta automatización.

Además, con este sistema de control de flujo de aire se pretende generar una ayuda didácticas para los estudiantes en medio de su formación académica, por eso esta idea se enfoca de manera directa en explicar el funcionamiento de un claro sistema de Aire Acondicionado.

A continuación daremos a conocer nuestras pautas para el montaje de este sistema de control de fluido del aire dando ideas claras de su funcionamiento, el cual será mediante este sistema controlar el flujo del Aire Acondicionado en un recinto cerrado, en este caso el laboratorio de refrigeración.

1. EL PROBLEMA

El Tecnológico Pascual Bravo Institución Universitaria, es reconocido a nivel nacional y local por la calidad de sus carreras, enfocadas a satisfacer las necesidades de la industria.

En la institución se está adecuando un aula especial para el campo de la refrigeración, el cual será de gran ayuda para las actividades lúdicas de los estudiantes.

Para la organización de este proyecto general, se crearon diferentes etapas y se dividió por partes entre varios estudiantes para mayor facilidad, con el fin de entregar al final un aula realmente optimizada y que sirva para la realización de las prácticas de las generaciones futuras. Tocando el tema de nuestro proyecto, nos toca la parte de selección y adquisición de un dispositivo de regulación de flujo de aire para el sistema de aire acondicionado.

Esperamos que con nuestro proyecto logremos mostrar de manera clara y concisa el procedimiento por el cual se puede controlar el fluido del aire acondicionado y satisfacer las necesidades que se presenten en el laboratorio. La función principal de la caja de volumen variable en un sistema de aire acondicionado es controlar el flujo del aire, mediante un sistema de manejo en el dámper, el cual dejara salir el aire necesario para el momento y el lugar. Una razón clara para seleccionar un dispositivo de control del flujo del aire apropiado, es mostrar con facilidad el funcionamiento de este sistema, para que las generaciones futuras entiendan el cómo se maneja el nivel de aire acondicionado, dependiendo de la necesidad.

2. JUSTIFICACION

El interés principal del montaje de este sistema de regulación de flujo del aire acondicionado es dejarle a las generaciones futuras una muestra del funcionamiento de la refrigeración con un aula verdaderamente optimizada para prácticas detalladas y de alto nivel.

Además, con este proyecto se quiere mostrar el como la automatización ya es parte de nuestro diario vivir, ya es normal encontrar como de manera ágil se pueden realizar diferentes actividades las cuales en tiempos pasados eran más demoradas en su funcionamiento que en la actualidad.

Sin embargo, no podemos dejar de lado que sin un debido análisis del montaje de estos sistemas de control del fluido del aire no se podrá realizar una explicación del proceso en el cual logramos suministrar un aire acondicionado apropiado para un recinto cerrado.

Para el manejo del aire acondicionado, hoy en día se puede hablar de un método de control inducido por una caja de volumen variable, el cual nos ayuda a mantener un aire cómodo en el lugar donde esté instalado este sistema. En este caso, esencialmente hablamos del sistema de aire acondicionado instalado en el laboratorio de refrigeración de la Institución Universitaria Tecnológico Pascual Bravo, en donde se ha creado un área didáctica para los estudiantes en formación académica, y con este proyecto se quiere explicar de manera clara el funcionamiento del control del aire en este recinto.

Con esta tesis se espera dar una orientación precisa y una explicación concreta sobre el cómo funciona este sistema de control del flujo de aire acondicionado, además de mostrar una idea clara y entregar un proyecto completo en todas sus bases de formación.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- Seleccionar e instalar un dispositivo de control de flujo de un sistema de aire acondicionado instalado en el laboratorio de refrigeración de la Institución Universitaria Tecnológico Pascual.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Seleccionar un regulador de flujo de aire de acuerdo a las necesidades de caudal de aire en el laboratorio de refrigeración y aire acondicionado.
- Realizar un diagrama eléctrico para el control del equipo seleccionado
- Describir el procedimiento para la instalación del regulador de flujo de aire seleccionado.
- Redactar un instructivo de mantenimiento resaltando las fallas más relevantes que se puedan generar a futuro en el equipo.

4. REFERENTES TEORICOS

En esta parte de nuestra tesis recopilamos toda la información necesaria para poder comprender de lo que consta nuestro proyecto enfocado en controlar automáticamente el fluido del aire en el laboratorio de refrigeración que se está adaptando en la Institución Universitaria Pascual Bravo. Además nos enfocaremos en mostrarles el equipo que se eligió para realizar este montaje, incluyendo su descripción técnica.

El objetivo de este sistema de regulación de flujo de aire por medio de un controlador, es ofrecer al sistema de aire acondicionado tipo Split del laboratorio funcionar de manera automática según variables y parámetros de

programación, ahorrando energía y consiguiendo una eficiencia, que genera un máximo confort que puede ser ilustrado a las próximas generaciones que pasaran por este laboratorio y así dejando un equipo digno de una institución como es la I.U. Pascual Bravo.

4.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Un sistema variable de volumen de aire (VAV) es un sistema de aire que varía su tasa de flujo de volumen de aire de suministro al espacio en función de la reducción de la carga durante la operación parcial para mantener un espacio predeterminado, la variable que determina la cantidad del flujo es la temperatura del aire, y para conservar la energía de ventilador se realiza la reducción del flujo de aire.

En un sistema de volumen de aire constante este varía su temperatura de aire de suministro para que coincida con la reducción de la carga de espacio durante la carga parcial de operación para mantener una temperatura del aire de espacio predeterminado.

En comparación con un sistema de volumen constante, un sistema VAV tiene principalmente las siguientes ventajas:

- Reducción de consumo de energía del ventilador durante la operación de carga parcial cuando se reduce el caudal volumétrico de alimentación.
- Baja humedad relativa zona cuando la tasa de flujo de volumen de suministro es reducido durante la operación de carga parcial cuando se trabaja en modo de refrigeración en verano
- Zonas de control más individual

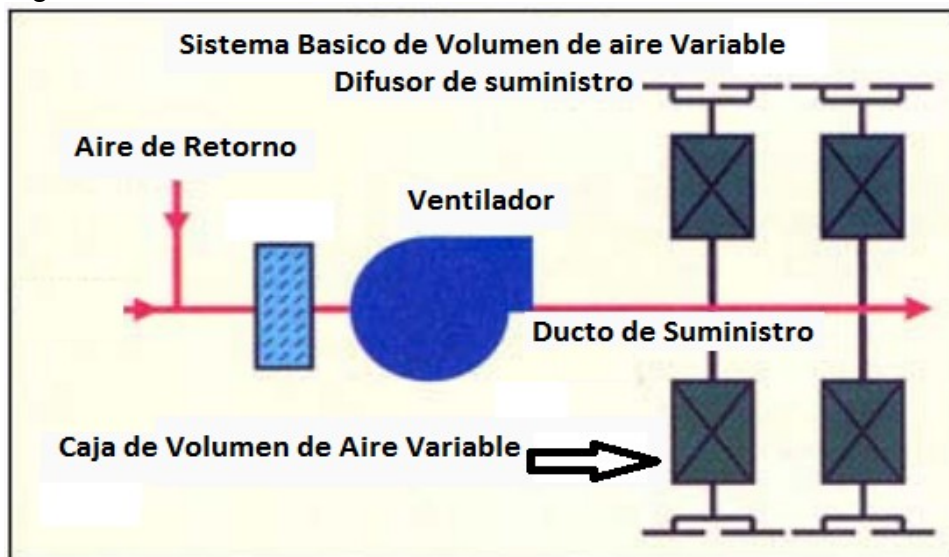
- Capacidad de auto-equilibrio de caudales de suministro de la zona
- Comodidad en la reubicación de los terminales y dispositivos de difusión del espacio durante el futuro la expansión o de la modificación

Este tipo de sistemas se hizo popular después de la crisis energética de 1973. Un Sistema de Volumen de Aire Variable (VAV) envía el aire primario a una temperatura constante y varía el flujo o volumen de aire para mantener la temperatura del espacio requerida a las condiciones de carga.

Los Sistemas de Volumen de Aire Variable generalmente están diseñados para suministrar aire a un gran número de espacios en cantidades variables, que fluctúan desde un mínimo preestablecido hasta la plena carga del diseño, normalmente el volumen mínimo equivale al 20 o 25 por ciento del máximo.

El gasto volumétrico de aire se controla en las cajas terminales y la velocidad del ventilador debe responder a los requerimientos del sistema. Debido a que la capacidad del ventilador es directamente proporcional a su velocidad y la potencia requerida es proporcional al cubo de la velocidad, ésta debe disminuir cuando el gasto volumétrico decrece. En este caso deben hacerse varias consideraciones económicas y técnicas. Para estos sistemas la fuente de potencia ideal es el motor eléctrico de velocidad variable.

Figura 1. Sistema De Volumen De Aire Variable



Fuente: HAINES, Roger W. and C. Lewis Wilson. *HVAC Systems Design Handbook*, 2nd ed. McGraw Hill, New York. 1994

Actualmente existe un sistema de control de velocidad del motor denominado control de frecuencia ajustable a variador de frecuencia, el cual tiene las mejores características desde el punto de vista del costo, confiabilidad y eficiencia. Este tipo de controlador se puede aplicar a la mayoría de los motores de corriente alterna, aun cuando es deseable que éstos sean de alta calidad.

Otra manera de controlar al ventilador es introduciendo un componente que regule un torbellino o movimiento rotacional del aire de entrada, lo cual alterará sus características de tal modo, que requerirá de menos potencia cuando baje el gasto. Esto se hace instalando alabes de inclinación variable en la entrada del ventilador, los cuales constituirán un sistema de control o regulación de flujo

radial mediante un actuador electrónico. A medida que se van cerrando los alabes, se reduce el gasto volumétrico del aire y esto cambia las características del ventilador. Sin embargo, este recurso no es tan efectivo para reducir el requerimiento de potencia del ventilador como lo es la reducción de velocidad rotacional del ventilador, aun cuando su costo y su mantenimiento son bajos.

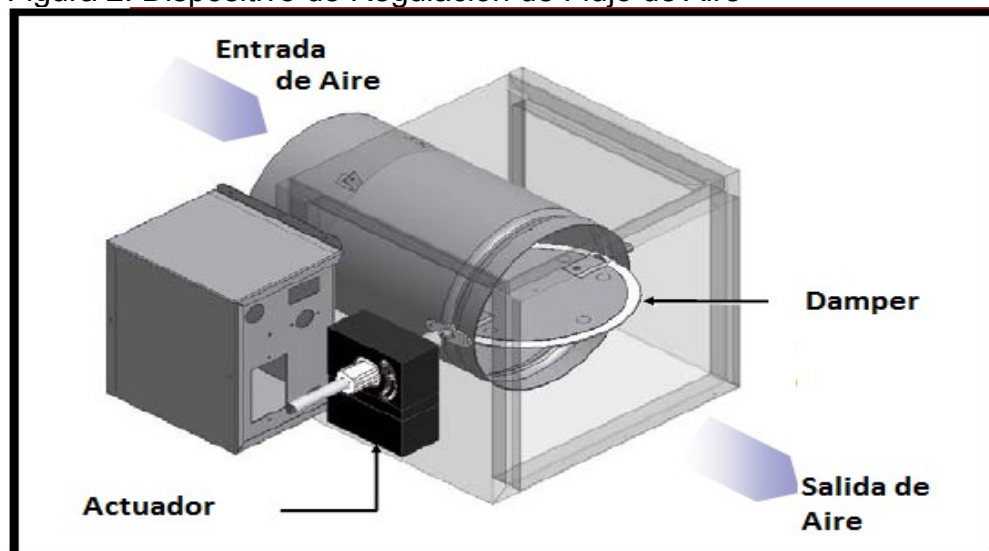
4.2 DESCRIPCION DE DISPOSITIVOS DEL UN SISTEMA DE VOLUMEN DE AIRE VARIABLE

Para un mayor entendimiento de la regulación del flujo en las zonas a acondicionar se describen las partes que componen una caja de Volumen de Aire Variable.

4.2.1 Caja de volumen variable

Las cajas de volumen variables, son sistemas autosuficientes, los cuales por medio de un dámper o persiana contenida en él, permite el paso gradual del flujo de aire hacia un recinto según control o programación. Dicho dámper es rotado por medio de una actuador. Estos equipos que operan normalmente con 24 vca. Su funcionamiento es del tipo analógico con funciones prefijadas en fábrica, aunque pueden ser cambiadas con el programador en el lugar. La figura 2 nos muestra un dispositivo de este tipo y sus partes

Figura 2. Dispositivo de Regulación de Flujo de Aire

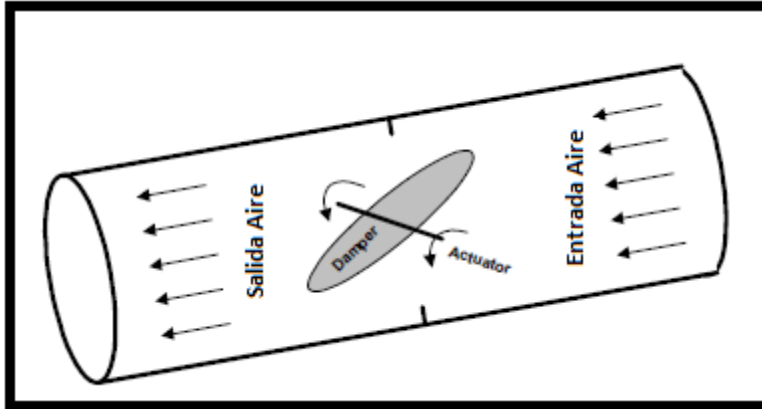


Fuente: SAUER, Harry J. and Ronald H. Howell. *Principles of Heating Ventilating and Air Conditioning*. ASHRAE, Atlanta. 1994

4.2.2 Dámper

El d mper VAV es un dispositivo mecánico que controla la cantidad de flujo de aire de suministro descargado en la habitación. Aunque hay muchos diseños de d mper disponibles en la industria del aire acondicionado de hoy, el diseño el d mper más común en aplicaciones VAV es un d mper met lico delgado circular de un solo eje, el cual es girado por un actuador, como se muestra en la figura 3.

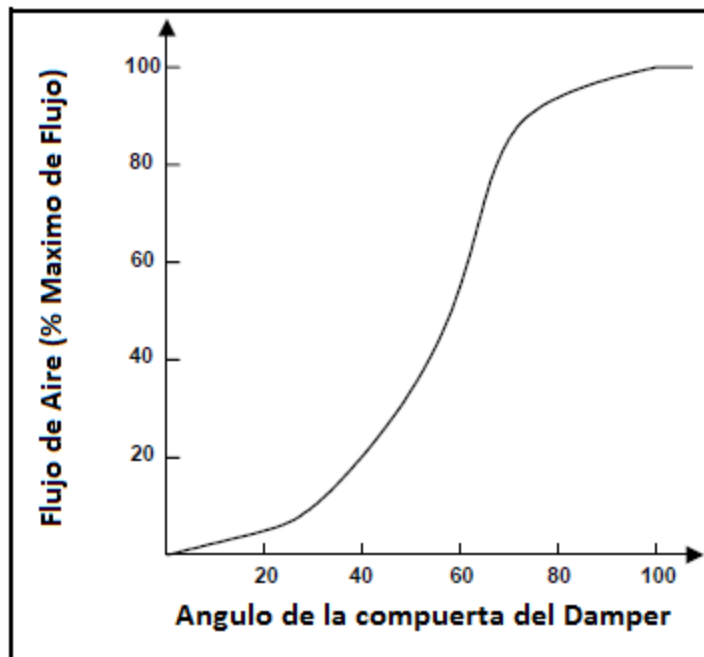
Figura 3. Dispositivo de Regulación de Flujo de Aire



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

La cantidad de aire suministrado por el d mper en la habitación depende del ángulo en el que el d mper se coloca. Como puede verse en la figura 3, cuando el d mper est  en 90  , o 0% abierto, el d mper est  completamente cerrado y no se suministra aire a la habitación. Por otra parte, cuando el d mper est  en 0  , o 100% abierta, el d mper suministra la cantidad máxima de aire permitido por la presión en el conducto .Por lo tanto, mediante la observación de la cantidad de flujo suministrado por el d mper frente a la posición de la compuerta, las características de apertura y suministro pueden ser vistos fácilmente como se ilustra en la Figura 4.

Figura 4. Características de apertura de un d mper.



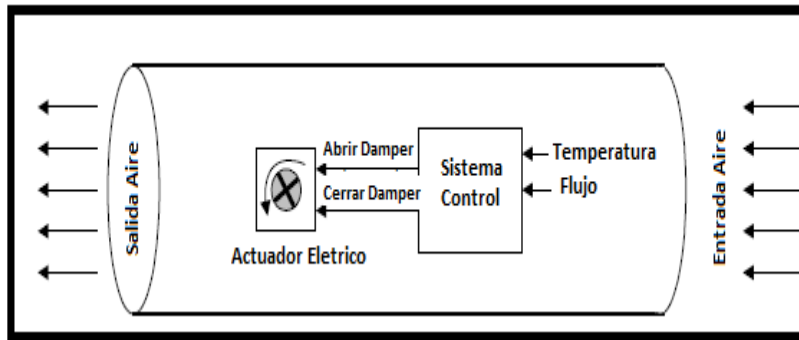
Fuente: ASHRAE Handbook. *HVAC Applications*, ASHRAE, Atlanta. 1995

A partir de la Figura 4, se concluye que existe una relación no lineal entre la cantidad de aire suministrada y la posición del damper. De hecho, los experimentos de laboratorio han demostrado que para la mayoría de damperes en VAV comerciales, cuando la posición de la compuerta es de aproximadamente entre 0 % a 15 %, la cantidad de aire suministrado por el damper es bastante bajo. Los mismos experimentos revelan que cuando la posición de la compuerta cruza el rango de 15 % a 70 %, el flujo de aire se vuelve más significativo. Por último, cuando la posición de la compuerta es aproximadamente entre 70 % a 100 %, se observaron aumentos de flujo de aire bajo. Esto es porque la mayoría del flujo de aire ha sido ya entregado por el tiempo de la posición de la compuerta alcanza el 60 % a 70 % alcance, e incrementos adicionales angulares del damper causan aumentos de flujo de aire bajo.

4.2.3 Sistema de Control

La mayoría de los controladores VAV están montados en el hardware de la caja VAV. El controlador instalado en la VAV, que por lo general contiene la electrónica de control y el actuador, se monta directamente en el eje de la VAV el cual esta acoplado al actuador de compuerta, como se muestra en la Figura 5.

Figura 5. Sistema de Control de la VAV



Fuente: SUN, Tseng-Yao. *Air Handling System Design*. McGraw Hill, New York. 1994

El controlador de la VAV que debe de coincidir con las solicitudes de la gráfica 4. La cual aplica solo para refrigeración de un solo conducto, dependiente de la presión de la VAV, se construye a partir de cuatro componentes principales:

- Un controlador PID
- Un modulador de ancho de pulso
- Un actuador de compuerta de dos estados eléctricos
- Los sensores y componentes de realimentación

4.2.4 Actuador

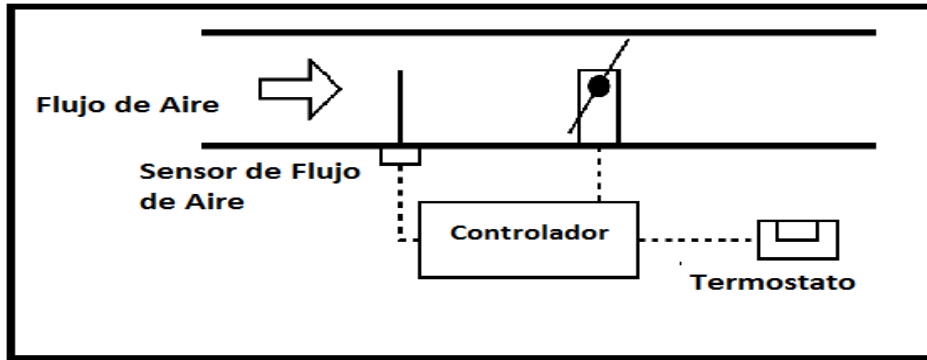
Es un dispositivo que interactúa con los sensores, los cuales dependiendo de la señal que recibe de estos, genera un torque transmitido al dámpfer que posee la caja de volumen variable. Estos actuadores pueden ser análogos o autónomos por medio de la interfaz con un controlador.

4.2.5 Termostato

El termostato en el sistema de aire es un dispositivo que se emplea para mantener la temperatura en un punto determinado de un ambiente o sistema.

El sensor de temperatura ambiente es normalmente un elemento de níquel o platino-resistivo y es altamente sensible a los cambios de temperatura. A medida que la temperatura de los cambios de la habitación, la resistencia del metal fluctúa debido a las propiedades dependientes de la temperatura de dilatación del metal. Las habitaciones del sensor de temperatura detecta la temperatura de la habitación, el uso de su elemento resistivo, a continuación, genera un voltaje que se linealiza y se alimenta de nuevo al controlador VAV. La señal de voltaje generada por el sensor se obtiene mediante el montaje de una fuente de corriente a través del elemento resistivo. La magnitud de la tensión, basado en la ley de Ohm, es igual al producto de las magnitudes de la corriente fuente y la resistencia del elemento de detección. Su ubicación dentro de un sistema de volumen de aire variable se puede observar en la figura 6.

Figura 6. Termostato de Zona



Fuente: CARRIER, Carrier Air Conditioning Company. Manual de Aire Acondicionado. New York. McGraw Hill. (1999).

El termostato regula la apertura del d mper a través del actuador proporciona como se observa en la figura 7.

Figura 7. Termostato Digital Proporcional.



Fuente: SAUER, Harry J. and Ronald H. Howell. *Principles of Heating Ventilating and Air Conditioning*. ASHRAE, Atlanta. 1994.

4.2.6 Acometidas Eléctricas

El cable a utilizar será el cable vehicular para control 24 vac, el cual hace el recorrido del tablero de control, a la caja de volumen variable, al termostato, al UMA (unidad manejadora de aire). De igual manera el cable apantallado de interface de la tarjeta con el ordenador.

4.2.7 Criterios De Regulación

Con la introducción de los sistemas de supervisión y operación de los edificios y los controladores ambiente, se pueden establecer diferentes modos de operación que redundan en mejoras de la eficiencia energética de la instalación y en la calidad del aire exterior. Para realizar estas maniobras con garantía de éxito, tanto en factibilidad como para asegurar que se llega a todas partes, es necesaria una instalación todo aire y con capacidad de regulación.

Parte de estos modos son los siguientes:

- Barrido del edificio previo a puesta en servicio. Sobre todo en edificios de tipo administrativo en los que no hay actividad nocturna es

recomendable realizar un barrido con todo aire exterior por la mañana para asegurar unos niveles óptimos de calidad de aire previamente al inicio de la actividad. Si esto lo unimos a la utilización de sondas de calidad de aire es posible que la instalación limite en gran medida la utilización de aire exterior en épocas extremas.

- Puesta en temperatura tras barrido. Posteriormente al barrido es necesario poner en consigna el edificio para lo cual se procede a recircular todo el aire y ajustar la consigna. En este momento incluso se podría establecer una consigna variable con el tiempo de ocupación de edificio para aprovechar la inercia de los cerramientos.
- Modo ocupación. Es el modo habitual de trabajo en el cual se establecen las consignas nominales y se trabaja de forma normal.
- Modo no ocupación. Se pueden establecer consignas extremas para el tiempo en que el edificio no esté ocupado de forma que la puesta en servicio de la instalación sea más rápida y se reduzca la energía necesaria para la misma. En este modo no ocupación es fundamental tener diferenciado el tratamiento de fachadas para resolver la transmisión de energía únicamente en la envolvente del edificio.

Las instalaciones de caudal de aire variable facilitan la supervisión y operación del sistema de gestión centralizada. Los controladores distribuidos de los sistemas VAV pueden conectarse al BMS general del edificio y la disponibilidad de aire exterior a través de los climatizadores permiten la realización de barridos iniciales para garantizar la ventilación del edificio, puestas en régimen con climatizadores de “fachada”, mantenimiento de las condiciones interiores en los periodos de “no ocupación”, etc.

4.3 SELECCIÓN DE UN REGULADOR DE FLUJO DE AIRE

La selección VAV tiene un impacto significativo en el sistema de aire acondicionado, asociado al consumo de energía y la comodidad. Cuanto más grande sea el equipo, menor será su caída de presión, y a su vez, menor consumo de la energía del ventilador. Sin embargo, la mayor de los equipos VAV requerirá un mínimo punto más alto de ajuste del flujo de aire, que a su vez aumente la cantidad de aire a enfriar. Además de estas ventajas en el consumo de energías, cajas más pequeñas también generan más ruido que las cajas más grandes en el mismo flujo de aire, pero pueden proporcionar un control más estable debido a que tienen una mayor autoridad.

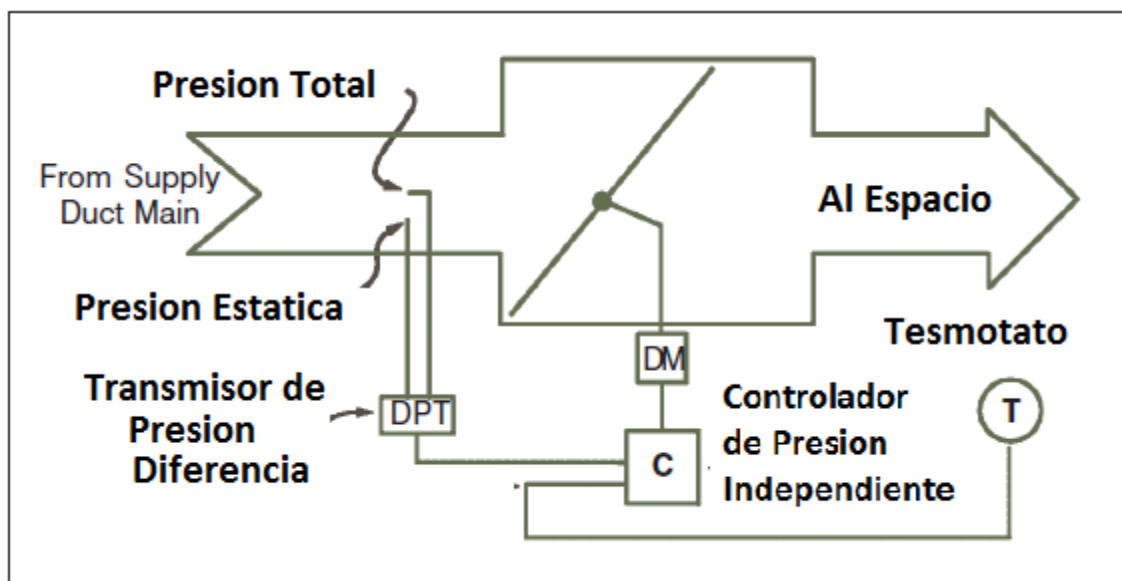
Seleccionar el tamaño de la entrada de un volumen de aire variable (VAV), requiere la consideración de cinco factores:

- La caída de presión a través de la caja
- La capacidad del controlador de caja VAV para medir y controlar el mínimo deseado y puntos de ajuste máximo flujo de aire
- Los costos iniciales de la caja VAV, su instalación, y los controles.
- La generación de ruido,
- Limitaciones de espacio.

Las tres primeras consideraciones afectan los costos de la energía y los primeros gastos e idealmente debe ser equilibrado para minimizar el costo del

ciclo de vida (LCC). Las dos últimas consideraciones representan limitaciones de instalación y de aplicación que pueden limitar el costo de ciclo de vida. Los controles VAV y consignas de flujo de aire se muestran en la figura 8, para una sola caja VAV en un conducto utilizando el control independiente de la presión lógica. Los Controles independientes de presión utilizando bucles de control en cascada. El primer bucle controla la temperatura del espacio, su producción en un punto de ajuste del flujo de aire limitado a un rango de entre el caudal de aire mínimo (V_{min}) y el máximo flujo de aire (V_{max}). Esta consigna se envía para el segundo bucle de control, que modula el dámper de la VAV para mantener la caja a una tasa de flujo de aire en el punto establecido.

Figura 8. Control del regulador de flujo de aire.



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

4.3.1 La Caída de presión y ventilador de Energía

La caída de presión en la caja VAV en el diseño de la zona caudal de aire afectará a la presión de diseño requerida por el ventilador de suministro de aire, siempre que la caja está en la "punto crítico" o " índice de marcha", que es el flujo de aire que tiene la más alta caída de presión total. Suponiendo que este sea el caso, cuanto mayor es la caída de presión en la caja, mayor es la potencia del ventilador. Cajas VAV con entradas más pequeñas tendrá mayores caídas de presión y, por lo tanto, se traducirá en una mayor energía del ventilador. Las caídas de presión VAV se pueden expresar en términos de caída de presión estática y la presión total de gota, los cuales están relacionados por la ecuación 1:

Ecuación 1. Caída de presión Total en un regulador de Flujo de Aire.

$$\begin{aligned}\Delta TP &= \Delta SP + \Delta VP \\ &= \Delta SP + \left[\left(\frac{v_{in}}{4005} \right)^2 - \left(\frac{v_{out}}{4005} \right)^2 \right] \\ &= \Delta SP + \left[\left(\frac{4Q}{4005\pi D^2} \right)^2 - \left(\frac{Q}{4005WH} \right)^2 \right]\end{aligned}$$

Donde

- ΔTP es la caída de presión total
- ΔSP es la caída de presión estática
- ΔVP es la caída de presión de la velocidad
- v_{in} y v_{out} son las velocidades de entrada y salida
- Q es la tasa de flujo de aire
- D es el diámetro de entrada de caja
- W y H son el ancho y la altura de la parte interior

La caída de presión estática a través de VAV comercial para cajas estándar siempre es menor que la caída de presión total desde ella velocidad en la entrada del cuadro es mucho mayor que la velocidad de salida resultante de la presión estática a recuperar. Pero la caída total de presión es el verdadero indicador de la energía del ventilador necesaria para entregar el flujo de aire de diseño a través de la caja ya que el ventilador para generar tanto la presión y la velocidad en la entrada. Desafortunadamente, fabricantes de cajas VAV más no una lista de caída de presión total en los catálogos. Si no, se puede calcular utilizando la Ecuación 1.

4.3.2 Caudal de aire mínimo de set point.

Una limitación de la consigna de mínimo flujo de aire para la caja VAV es la capacidad de control de la caja. Los fabricantes típicamente lista de un mínimo recomendado de flujo de aire de consigna para cada tamaño de la caja y para cada nivel y opción de control (por ejemplo, neumáticos, electrónica analógica, y digital). Sin embargo, el mínimo caudal de aire controlable es generalmente mucho menor que el previsto por el fabricante cuando se usan controles digitales modernos.

El mínimo controlable es una función del diseño de la sonda de flujo y la exactitud y precisión de la conversión digital de la señal de flujo en el regulador. La sonda de flujo está instalada en la entrada de la caja VAV y en la salida, proporciona una señal de presión de aire que es proporcional a la presión de la velocidad del flujo de aire a través de la caja. Las sondas de flujo, que se fabrican, típicamente van instaladas de fábrica en la caja VAV por fabricante, están diseñados para proporcionar señales precisas incluso cuando las condiciones de entrada no son ideales y para amplificar la señal de velocidad de presión para mejorar la medición de bajo flujo de aire. El factor de amplificación varía significativamente en función del fabricante de la caja y, en

menor medida por el tamaño de la caja. Cuanto mayor sea el factor de amplificación, menor es el mínimo controlable.

El fabricante de cajas VAV debe equilibrar este beneficio con otros objetivos de diseño, tales como minimizando costos, caída de presión y el ruido. El cuadro de mando debe convertir la presión de la señal de velocidad de la sonda a una señal de control. Para hacer esta conversión, se incluyen controles digitales y un transductor para convertir la señal de presión de la velocidad a un convertidor de señal analógico electrónica y un convertidor analógico a digital (A / D) para convertir la señal analógica en información que el controlador puede entender.

Para un control estable en torno a un punto de ajuste, el controlador debe ser capaz de detectar cambios en la presión de la velocidad que no sean demasiado bruscos. Un fabricante del controlador recomienda un punto de ajuste mínimo que equivale a por lo menos 14 bits para control estable.

Los pasos para calcular el caudal de aire mínimo (V_m) de una determinada combinación de la caja VAV y el controlador de caja VAV son como sigue:

- Determine la velocidad del sensor de presión de consigna, VPM en pulgadas de agua que equivale a 14 bits. Esto variará según el fabricante. Durante varios fabricantes que fueron contactados, VPM puede ser tan baja como 0.004 W.G. (1 Pa). Esta voluntad requerirá un 10 bits (o más alto) convertidor A / D y un 0 a 1 cm de agua (0 a 250 Pa) o de 0 a 1,5 pulgadas W. G. (0-375 Pa) transductor rango. El uso de un 8-bit A / D convertidor o un transductor con un amplio rango puede resultar en un control estable de consigna 0,01 cm de agua (2.5Pa) o superior.
- Calcular el factor de amplificación del sensor de presión sensor F, los fabricantes mide Q a 1 cm de agua (250Pa) la señal desde el sensor de VP como sigue en la ecuación 2.

Ecuación 2:

$$F = \left(\frac{4005A}{Q_{1in.}} \right)^2$$

Donde A es el área nominal del conducto (ft²), según la ecuación 3:

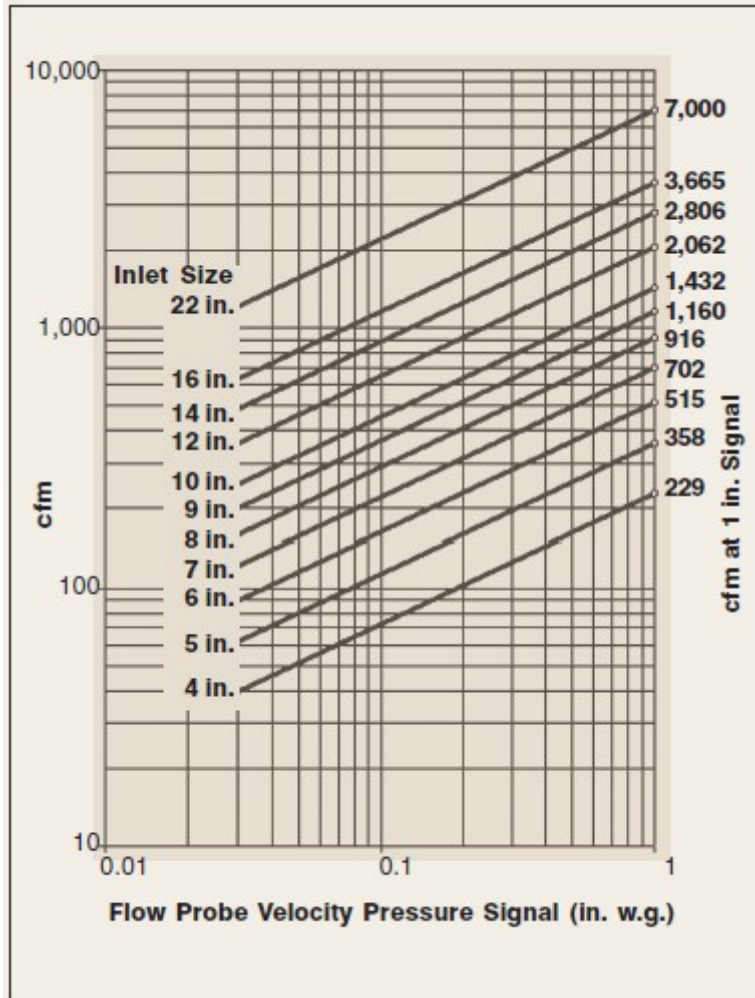
Ecuación 3.

$$A = \pi \left(\frac{D}{24} \right)^2$$

Donde D es el diámetro del conducto nominal (pulgadas).

La figura 9 muestra un ejemplo de un cuadro de rendimiento de la sonda de flujo VAV. Los datos sobre el tamaño de la derecha de la gráfica son el flujo de aire en 1 pulg W.G. para diversos tamaños de cuello (que se muestra a la izquierda). Por ejemplo el uso de esta figura, la sonda de este fabricante para una mitad de 8 pulgadas (0,2 m) de entrada de caja de los sentidos de un 1 cm W.G. (250 Pa) de la señal en 702 cfm (331 l / s).

Figura 9. Rendimiento de la Sonda Flujo en un regulador de flujo



Fuente: HAINES, Roger W. and C. Lewis Wilson. *HVAC Systems Design Handbook*, 2nd ed. McGraw Hill, New York. 1994

4.2.3 Calcular la velocidad v_m mínima para cada caja VA tamaño según la ecuación 4.

Ecuación 4.

$$v_m = 4005 \sqrt{\frac{VP_m}{F}}$$

Donde VPM es la consigna de presión de la velocidad aumentada de Paso 1.

4.2.4 Calcular el valor de consigna mínima del flujo de aire que permite los controles (VM) para cada tamaño de la caja VAV como:

$$V_m = v_m A$$

La Tabla 2 muestra el punto de ajuste mínimo flujo de aire para la VAV sonda de cuadro representado en la Figura 8 con un controlador capaz de un consigna de presión de la velocidad de 0.004 W. G. (1 Pa) y 0,01 pulgW.G. (2,5 Pa).

Tabla 1. Punto de Ajusto Mínimo de Aire para Reguladores de flujo de aire.

Nominal Inlet Diameter, in.	Area, ft ²	cfm at Q ₁ Sensor Reading	Amplification factor	Min. VP Sensor Reading = 0.004 in. w.g.		Min. VP Sensor Reading = 0.01 in. w.g.	
				Minimum Velocity, fpm	Minimum Flow, cfm	Minimum Velocity, fpm	Minimum Flow, cfm
<i>D</i>	<i>A</i>		<i>F</i>	<i>v_m</i>	<i>V_m</i>	<i>v_m</i>	<i>V_m</i>
4	0.087	229	2.33	166	14	263	23
5	0.136	358	2.33	166	23	263	36
6	0.196	515	2.33	166	33	263	52
7	0.267	702	2.33	166	44	263	70
8	0.349	916	2.33	166	58	263	92
9	0.442	1,160	2.33	166	73	263	116
10	0.545	1,432	2.33	166	91	263	143
12	0.785	2,062	2.33	166	130	263	206
14	1.069	2,806	2.33	166	177	263	281
16	1.396	3,665	2.33	166	232	263	367
22	2.64	7000	2.28	168	443	265	700

Fuente: HAINES, Roger W. and C. Lewis Wilson. *HVAC Systems Design Handbook*, 2nd ed. McGraw Hill, New York. 1994

Teniendo en cuenta todos estos conceptos teóricos relacionados con las partes de un regulador de flujo de aire, y el método de selección, procederemos a seleccionar nuestro equipo, sus componentes para su posterior instalación la red de conductos instalada en el laboratorio.

5.METODOLOGIA

5.1. TIPO DE ESTUDIO

El tipo de estudio realizado en esta seccion del proyecto es teorico – practico, donde la combinacion de los dos estudios nos serviran para la selección de un regulador de flujo de aire en el marco de un trabajo practico, el cual establecera los parametros para la instalacion, conexión electrica y arranque de este equipo.

5.2. MÉTODO

Para cumpllr con los objetivos propuesto se ha de desarrollar el trabajo en 2 fases como sigue a continuacion:

Fase 1. Selección del regulador de flujo de aire.

Para la selección del regulador de flujo de aire, se han de tener en cuenta las condiciones de operación bajo las cuales esta estara sometido. Por lo que debemos de tener en cuenta los siguientes parametros

Caudal Maximo a manejar: 333 CFM

Caudal Miniom: 10% del caudal maximo

Regulación: La regulación se hará por temperatura de zona.

Modo de operación: Solo enfriamiento

Caída de Presión Máxima: 0,35 W.C

Con estos datos se realizara la selección del equipo.

Fase 2. Definición de Parámetros de instalación, conexión eléctrica y mantenimiento.

Para la puesta en marcha del regulador de flujo de aire se han de establecer los procedimientos para su instalación que garanticen firmeza y el nivel mas bajo de vibraciones para evitar fallas y fugas en el sistema.

En base a las características eléctricas del equipo seleccionado, se ha de diseñar un diagrama eléctrico para su encendido, el cual debe de contener calibres de cables, protecciones y rutas de acometidas de comunicación para su enlace al sistema de automatización.

5.3. POBLACIÓN

El proceso de suministro de aire acondicionado en el laboratorio de refrigeración y aire acondicionado de la Institución Universitaria Pascual Bravo son el eje de elaboración de este proyecto, pues la selección, instalación y arranque del equipo impactaran en la forma en que el aire acondicionado se suministra a los ocupantes de este espacio. Propiciando así la simulación de procesos de enfriamiento de aire con variación de volumen como una practica de laboratorio a la cual los estudiantes tendrá acceso.

5.3.1 Fuentes primarias

La informacion necesaria para la selección del equipo se ha de fundamentar en la bibliografía que grandes fabricantes como TRANE, Jhonson Controls, Carrier y la norma ASHRAE, de donde se establecera el procedimiento para la selección y dimensionamiento del equipo adecuado.

5.3.2 Fuentes secundarias

Las fuenets secundarias disponibles estan denifidas por los fabricantes de este tipo de equipos dentro de los cuales hemos elegido a METALAIRE por su largo recorrido en el mercado en procesos de fabricacion y manufactura de dispotivos para la regulacion del flujo de aire en sistemas de volumen de aire variable.

5.4. PROCEDIMIENTO

Una vez recopilada la informacion, a traves de las curvas y formulas de calculo rapido extraidas de la bibliografía de la norma ASHRAE y del fabricante METALAIRE se realizara la selección del equipo, definicion de los parametos para su instalacion y arranque.

6. RESULTADOS

A continuación se describen la selección del regulador de flujo de aire para la red de conductos en el laboratorio de refrigeración del pascual así como sus características mecánicas, eléctricas, procedimientos de instalación y mantenimiento a lo largo del tiempo de operación.

6.1 SELECCIÓN DEL REGULADOR DE FLUJO DE AIRE

Para la selección del equipo deberemos tener en cuenta el caudal de aire a regular en el sistema, así como los niveles de ruido permitidos.

Parámetros de Selección:

- Caudal de Aire a manejar: 333 CFM.
- Nivel de Ruido Máximo 50 Decibeles.
- Tipo de actuador: Proporcional 24 Voltios.
- dámper: Tipo de control Neumático.
- Sección de los ductos: Rectangular 14" x 5".
- Sensor de presión diferencial: SI.
- Controlador: Controlador con lenguaje de programación tipo BACNET para enlace a PLC.

Teniendo en cuenta lo anterior nos referimos a los catálogos del fabricante Metal Aire y a las tablas de selección.

A partir de la ecuación 5 suministrada por el fabricante

Ecuacion 5.

$$CFM = \Delta P \times \text{Coeficiente de Flujo}$$

De donde podemos despejar la caída de presión y obtenemos la ecuación 6.

Ecuación 6.

$$\Delta P = \frac{CFM}{\text{Coeficiente de Flujo}^2}$$

Para 333 CFM y según la tabla 2 del fabricante de coeficiente de flujo.
 Tabla 2. Coeficiente de Flujo para reguladores de Flujo Metal Aire

ATU Model	Inlet Size	Flow Coefficient
TH, FC	06 Round	600
FV, DD	08 "	1100
DH, BP	10 "	1700
RT, RA	12 "	2500
TL (6-10)	14 "	3250
FCL Cs2 (6-8)	16 "	4400
12 TL	12 Oval	1965
14 TL	14 "	2600
16 TL	16 "	3150
FCL Cs4	16x8 Rect.	2340
FC & FV Cs7	18x16 "	5600
TH20	20x16 "	6200
TH24	24x16 "	7200

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

Según la tabla el coeficiente de flujo para los modelos TH (Solo enfriamiento) es de 600.

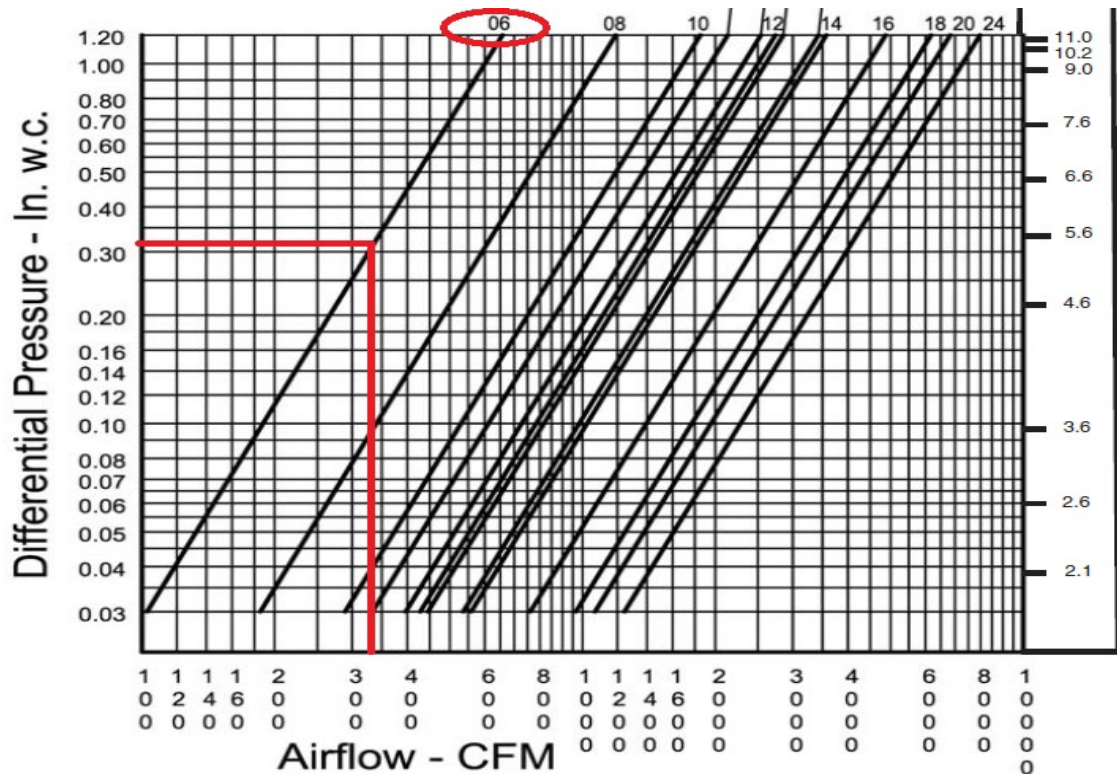
Con lo que la caída de presión total nos queda:

$$\Delta P = 3336002$$

$$\Delta P = 0,31 \text{ W.C}$$

Ahora vamos a la figura 10, en donde se relacionan los flujos de aire, la caída de presión total y se selecciona el modelo del equipo para la regulación del flujo de aire, teniendo en cuenta que nuestro equipo debe de operar a 333 CFM y según el cálculo anterior con una caída de presión de 0,31 W.C

Figura 10. Selección de Modelo del regulador de Flujo de Aire



Fuente: ASHRAE Handbook. *HVAC Fundamentals*, ASHRAE, Atlanta. 1994
 Según lo anterior el equipo a seleccionar que cumple con las condiciones de flujo de aire de 333 CFM y caída de presión de 0.31 W.C es el modelo TH-506. En la figura 11 se puede apreciar el modelo seleccionado.
 Figura 11. Actuador y Regulador de Flujo de aire.



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

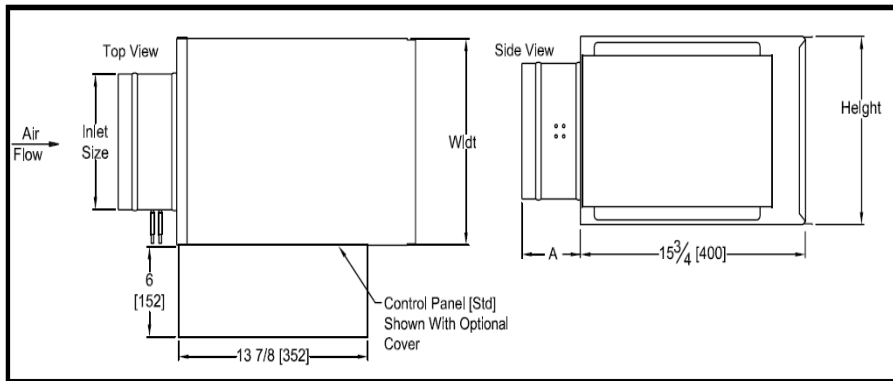
6.1.1 Características del equipo Seleccionado.

El modelo TH-50es de Metal Aire cuenta con las siguientes características y curvas que describen su funcionamiento.

6.1.1.1 Dimensiones del equipo

El equipo cumple con las dimensiones que lo hacen apto para el espacio disponible en la red de conductos del laboratorio. El cual según la figura 12 y la tabla 3 cuenta con las siguientes dimensiones.

Figura 12. Plano de regulador de Flujo TH 506.



Fuente: CARRIER, Carrier Air Conditioning Company. Manual de Aire Acondicionado. New York. McGraw Hill. (1999).

Tabla 3. Dimensiones del regulador de flujo TH 506.

Model Number	Inlet Size		A		Width		Height		Unit wt.	
	in.	mm.	in.	mm.	in.	mm.	in.	mm.	lb.	kg.
TH504	3 7/8	99	10	254	12	305	8	203	12	5
TH505	4 7/8	124	10	254	12	305	8	203	12	5
TH506	5 7/8	149	5	127	12	305	8	203	12	5

Fuente: CARRIER, Carrier Air Conditioning Company. Manual de Aire Acondicionado. New York. McGraw Hill. (1999).

6.1.1.2 Atenuadores de Ruidos

Estos equipos poseen un El sistema opcional de sonido acústico forrado atenuador está diseñado para reducir aún más los niveles de ruido de descarga. El atenuador de sonido de los modelos TH / TL son una sola pieza, una unidad integral. El extremo de descarga del atenuador de sonido tiene deslizamiento y conductos para facilitar la conexión a un accesorio de unidad. La tabla 4 a continuación da una reducción de las cifras de potencia sonora de descarga de presión estática mínima para cada banda de octava

Tabla 4. Potencia sonora de descarga de presión estática Modelo TH 506.

Air Terminal	TH-500					
	Band Frequency (Hz)					
Size	2 / 125	3 / 250	4 / 500	5 / 1000	6 / 2000	7 / 4000
506	1	1	3	10	13	8
508	1	1	3	9	11	8
510	1	1	3	8	10	7
512	1	1	2	7	9	6
514	1	1	2	7	7	6
516	1	1	2	6	7	5
520	1	1	2	6	6	5
524	1	1	2	6	5	4

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

6.1.1.3 Componentes del Modelo TH 506

- Válvula de admisión de aire

El conjunto de válvula METALAIR® de entrada tiene un tubo de entrada redondo sin fisuras ni soldaduras para minimizar las fugas y evitar el roce con el dämper. El eje de la compuerta gira en con baja fricción, el cual es autolubricado a través de un cojinete termoplástico.

- Eje del damper.

El eje de la compuerta incluye un indicador de posición del amortiguador incorporado. La hoja de la compuerta está fabricado con una junta flexible y montado sin adhesivos para proporcionar un excelente sello.

- Dämper

Está construido de acero calibre 24. Diseñado para fugas menores que 1 % del máximo caudal en CFM a 3.0 " presión estática

- El sensor de flujo

Es un dispositivo de alta precisión, diseñado para proporcionar lecturas de flujo reales, incluso con distintos entrada del conducto en condiciones flexible. El sensor de flujo de METALAIR proporciona una señal precisa a controladores de funcionamiento dentro de un rango típico 0,03 " a 1,0 " de presión.

6.2 ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS Y DIAGRAMA ELECTRICO

Teniendo en cuenta las características eléctricas del equipo las cuales se resumen a continuación.

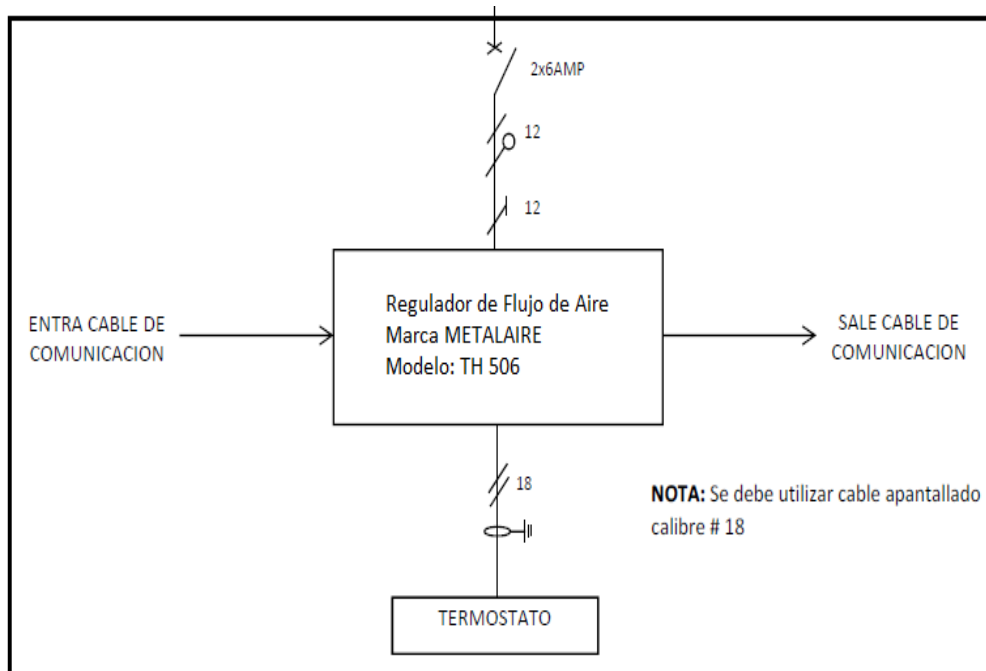
Suministro eléctrico:

115 v/1 fase/60 Hz

Consumo eléctrico: 10 Watts

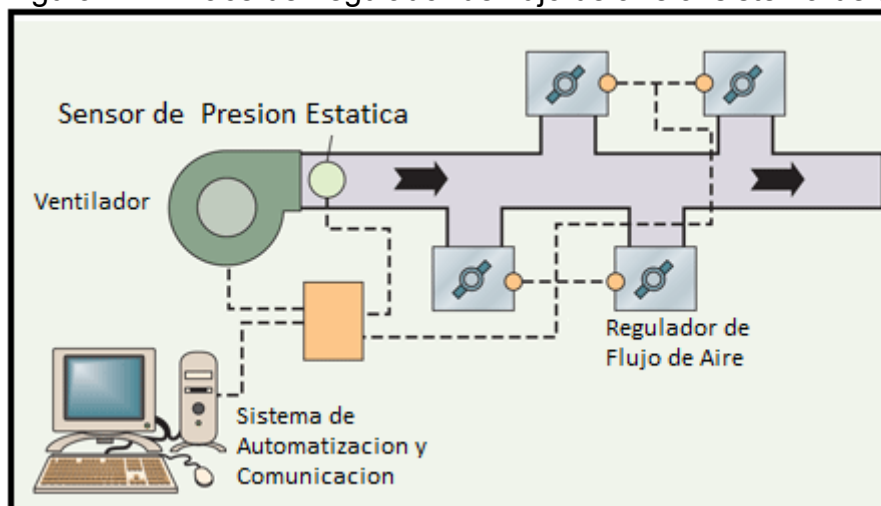
Con base en lo anterior, y a la lógica de control del sistema global, el cual contempla la posibilidad de realizar una automatización del sistema de aire acondicionado a través de un controlador con acceso a la red y al controlador del regulador de flujo de aire tenemos que el diagrama eléctrico es el mostrado en la figura 13.

Figura 13. Diagrama Eléctrico del regulador de flujo de aire.



Fuente: Diagrama realizado en base a la características del equipo. Este diagrama garantiza que el regulador de flujo de aire se enlazara al sistema de automatización del laboratorio como se muestra en la figura 14.

Figura 14. Enlace del regulador de flujo de aire al sistema de automatización.



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

Todo el cableado debe cumplir con los códigos locales y con la Código Eléctrico Nacional (ANSI / NFPA 70-2002).

Las características eléctricas, de control y diagramas de tuberías se pueden observar en las etiquetas al exterior de la unidad

Utilice sólo conductores de cobre

Todas las unidades se deben de conectados a tierra según NEC 424-14 y 250. Compruebe siempre la etiqueta del producto para los datos de voltaje y corriente para determinar el tamaño de cable adecuado y la protección actual

6.3 PROCEDIMIENTO DE INSTALACION DEL REGULADOR DE FLUJO MODELO TH 506.

A continuación se describe cual es el procedimiento de instalación del regulador de flujo de aire TH 506, como su ubicación dentro del laboratorio de refrigeración.

6.3.1 Inspección de recepción

Antes de retirar el material de envío, realizar una inspección visual de los materiales de embalaje. Debe de existir una tira de plástico negro envuelto en la envoltura retráctil de plástico transparente. Si la tira de plástico negro no se encuentra, el envío puede haber sido reempacado por el cargador y se debe de tomar nota de esto en los documentos de embarque e informar a la empresa de transportes.

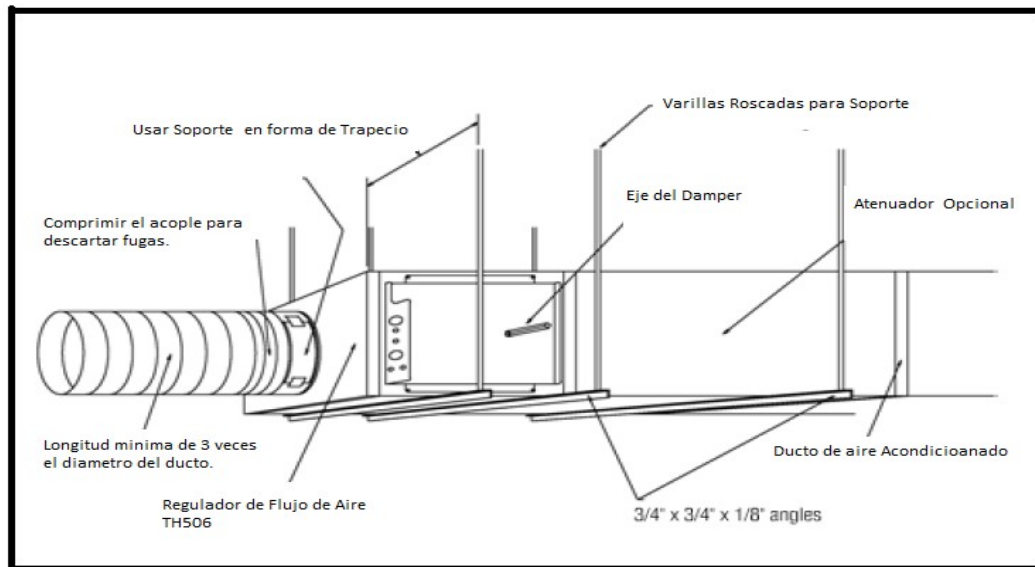
Después de desempaquetar el equipo, comprobar si el envío sufrió algún daño. Si se encuentra algún daño durante el envío, notifíquelo inmediatamente al transportista. Almacene el equipo en un lugar limpio y seco antes de la instalación. Las unidades de regulación de flujo con controles no se recomiendan para su uso en temperaturas ambiente superior a 95 ° F. Para la protección de los controles, no almacenar a una temperatura ambiente superior a 135 ° F.

Precaución: No utilice el sensor de flujo, conexión de tubos, o eje de la compuerta como un punto de elevación, ya que se pueden causar daños en el sensor de flujo o en los controles.

6.3.2 Colgante Requisitos / Instalación.

A menos que los códigos de construcción locales requieren perchas, el tamaño de los conductos pequeños pueden ser lo suficientemente ligero como para ser soportado por el propio conducto. Sin embargo, cuando se incluyen los módulos de accesorios, tales como los controles de DDC, serpentines de agua caliente, o atenuadores de sonido, la terminal de conducto único debería ser apoyada directamente con correas atornilladas directamente al lado de la terminal. La serie TH 500 no es adecuada para el uso al aire libre. En la figura 15 se puede apreciar algunos detalles de instalación.

Figura 15. Detalle de instalación Modelo TH506.



Fuente: HAINES, Roger W. and C. Lewis Wilson. *HVAC Systems Design Handbook*, 2nd ed. McGraw Hill, New York. 1994

Importante: Si está equipado con controles neumáticos, la orientación de la terminal es crítico. Los controles neumáticos deben montarse al derecho. La unidad de conducto único debe ser nivel dentro de $+ o - 10$ grados del plano horizontal, tanto paralelo al flujo de aire y en el ángulo recto del flujo de aire. El lado de control de la terminal está marcado con una flecha que indica ARRIBA. A menos que se indique lo contrario, los controles analógicos y digitales pueden ser instalados en cualquier orientación.

6.2.3 Espacio mínimo para el acceso

Los modelos TH506 requieren suficiente espacio para permitir el mantenimiento del actuador, control, conexiones individuales de energía eléctrica en circuito.

Requisitos de espacio horizontal depende de las dimensiones del panel de acceso que se indican en y el cual debe de tener un mínimo de 18".

6.2.4 Conexión de red de conductos

Se debe de instalar en cada conducto de entrada collar en acero galvanizado en la entrada del regulador de flujo de aire, este se debe de fijar y sellar utilizando el método prescrito por la especificación del trabajo según la norma ASHRAE para la instalación de conductos.

El diámetro del conducto de entrada "D" en pulgadas debe ser igual al tamaño de la lista del regulador de flujo de aire, por ejemplo, un conducto que realmente mide 8 pulgadas debe ser instalado en un tamaño de regulador de flujo de aire de 8". El cuello de entrada del equipo debe de ser 1/8 de pulgada más pequeño con el fin de encajar en el interior del conducto.

Nota: No inserte los conductos en el interior del cuello de entrada del conjunto. Conducto de entrada debe ser instalado de acuerdo con las directrices de SMACNA.

6.3. INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PARA EL REGULADOR DE FLUJO MODELO TH 506.

A continuación se detallan algunos síntomas en este tipo de equipos y sus posibles soluciones.

6.3.1 Ruido Excesivo

El ruido puede ser debido a una variedad de condiciones, y puede ser difícil de eliminar.

Solución

El primer paso es detectar el tipo, la fuente y la dirección. En general, el ruido escuchado en la salida de aire se considera un tipo de descarga.

Se escucha un ruido en el techo se considera un ruido radiado. Para obtener información detallada sobre el ruido, transmisión en edificios ver la norma ARI 885-98, "PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DEL ESPACIO OCUPADO NIVELES DE RUIDO EN LASOLICITUD DE TERMINALES" y salida de aire

Por lo general causada por la alta estática o poco o nada de revestimiento interior del conducto aguas abajo del regulador de flujo de aire.

A veces puede ser causada por la salida de aire en sí. En la salida de aire los sonidos generados pueden reducirse mediante la reducción de flujo o el aumento de tamaño de la salida de aire. La reducción de la presión estática o de flujo, o la adición de materiales adicionales de atenuación reduce los sonidos de alta de la unidad terminal.

A veces, moviendo el conducto flexible entre el terminal y la salida de aire para el cual el aire debe hacer una vuelta adicional ayuda a reducir el ruido.

6.3.2 Actividades de rutina Anuales.

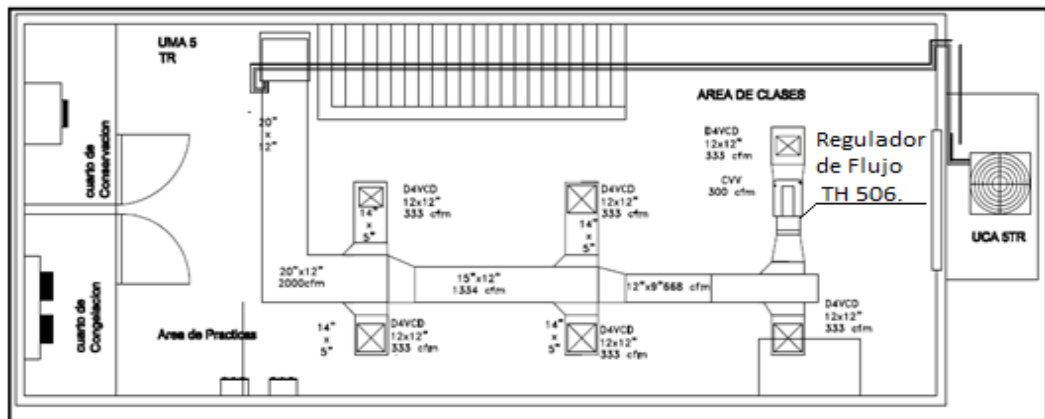
- Compruebe que los controles de operación activan el dámper de acuerdo con las especificaciones de diseño.
- Compruebe la vinculación del dámper, su tensión y lubrique ligeramente.
- Inspeccione los dámperes para la libre circulación.
- Inspeccione actuadores, estanqueidad a los soportes de montaje.
- Apriete las conexiones eléctricas al servomotor.

6.4 PLANO ARQUITECTONICO, DISEÑO FINAL UBICACIÓN REGULADOR DE FLUJO DE AIRE.

El regulador de flujo de aire será instalado en uno de los ramales del sistema de aire acondicionado, de manera que el flujo de aire pueda ser regulado en la zona de clases del laboratorio, así pues cuando no exista carga térmica en esta zona, el actuador del regulador de flujo de aire, regulara la apertura del dámper y por consiguiente el caudal de aire suministrado en función de una temperatura de setpoint.

La figura 16 muestra la ubicación del regulador de flujo de aire dentro del laboratorio.

Figura 16. Regulador de Flujo en el sistema de ductos del Laboratorio.



Fuente: Plano Arquitectónico Diseño Ingeniero Arley Salazar.

7. CONCLUSIONES

Los equipos para regulación de flujo de aire, puntualizan las zonas de inyección de aire acondicionado, permitiendo suplir la carga térmica en función de la demanda local, lo que garantiza un ahorro energético en el consumo de la unidad manejadora de aire, en donde la energía consumida es función del caudal en CFM de aire que esta impulsa a través del sistema de ductos.

La selección del equipo para regular el flujo es función principalmente del caudal de aire que se requiere en la zona y de la caída de presión en W.C, siendo esta un factor relevante pues de exceder su valor se generaría ruido en la zona acondicionada y por consiguiente los indicadores de confort por parte de los ocupantes seria bajo.

La integración del regulador de aire al sistema de automatización permite su control y operación de manera remota. Pal tal propósito el equipo debe de contar con un sistema de comunicación compatible con el lenguaje del controlador encargado de monitorear y operar todo los componentes del laboratorio de refrigeración y aire acondicionado. El lenguaje BACNET resulta ser el lenguaje número uno en el campo del aire acondicionado, por lo que el equipo elegido se seleccionó con una tarjeta de comunicación de este tipo para su enlace al sistema de automatización.

8. RECOMENDACIONES

El regulador de flujo de aire debe de instalarse, de manera que los espacios libres sean lo suficientemente amplios para permitir el acceso del personal técnico al momento de realizar maniobras de mantenimiento y reparación.

Las juntas entre ductos de suministro y retorno del equipo de regulación de flujo deben de sellarse 100%, pues una fuga en uno de estos empalmes causa una lectura falsa por parte del sensor de flujo de la unidad, suministrando así un caudal equivocado en la zona a acondicionar.

El equipo debe de ser instalado por pernos metálicos y sujetos a la losa, pues su pero no permite un acople directo a los ductos del sistema de aire acondicionado.

Al menos una vez al año se deben de hacer revisiones a todo el sistema mecánico y eléctrico del equipo para corroborar las buenas condiciones de operación.

BIBLIOGRAFIA

HAINES, Roger W. and C. Lewis Wilson. *HVAC Systems Design Handbook*, 2nd ed. McGraw Hill, New York. 1994

SAUER, Harry J. and Ronald H. Howell. *Principles of Heating Ventilating and Air Conditioning*. ASHRAE, Atlanta. 1994

SUN, Tseng-Yao. *Air Handling System Design*. McGraw Hill, New York. 1994

ASHRAE Handbook. *HVAC Fundamentals*, ASHRAE, Atlanta. 1994

ASHRAE Handbook. *HVAC Applications*, ASHRAE, Atlanta. 1995

CARRIER, Carrier Air Conditioning Company. *Manual de Aire Acondicionado*. New York. McGraw Hill. (1999).

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

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

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