

GUÍA SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN INTELIGENTE

Realizado por : Ing. Jorge Pinzon

INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de refrigeración generalmente se dividen en aplicaciones de climatización (air conditioning) y refrigeración. Las tecnologías de aire acondicionado se definen como aquellas que se utilizan para mantener condiciones de confort térmico aceptables para personas y equipos en edificios y espacios residenciales, comerciales e industriales, típicamente en un entorno que está entre 20° y 30°. Por su parte las tecnologías de refrigeración se definen como aquellas que se utilizan para mantener temperaturas cercanas o inferiores al punto de congelación (0°), esto para el correcto almacenamiento de artículos perecederos como alimentos, medicamentos y algunos equipos de laboratorio especializados. En su mayor parte, las tecnologías de compresión y absorción de vapor se pueden utilizar para aplicaciones de aire acondicionado o refrigeración simplemente cambiando la temperatura del refrigerante en el evaporador y el condensador; entonces es común que las tecnologías de evaporación y enfriamiento de gases se utilicen principalmente para aplicaciones de climatización.

CONFORT TÉRMICO

La función principal de un sistema de refrigeración HVAC es proporcionar condiciones ambientales aceptables para los ocupantes. En consecuencia, el ingeniero de construcción o el usuario debe elegir la temperatura del aire del espacio interior para que la mayoría de los ocupantes se sientan cómodos la mayor parte del tiempo, independientemente de las condiciones ambientales exteriores. Basado en una extensa investigación sobre el confort térmico, ASHRAE (2017b) ha desarrollado un conjunto de recomendaciones para el confort térmico que incluyen parámetros como la temperatura de bulbo seco, la temperatura radiante media, la humedad relativa y la velocidad del aire interno, así los rangos y las combinaciones de estos parámetros que proporcionan condiciones térmicas cómodas para las personas se han medido en condiciones controladas para muchos niveles de vestimenta y rangos de actividad metabólica diferentes.

En la investigación del confort térmico se utiliza una escala de sensación térmica que va del frío al calor para cuantificar la sensación térmica de una persona. La escala tiene valores enteros : +3 para sentirse caliente, +2 para cálido, +1 para ligeramente cálido, 0 para neutral, -1 para ligeramente frío, -2 para frío y -3 para sentirse frío. El promedio de las respuestas de los sujetos en los experimentos se denomina voto promedio predicho insatisfecho (PPD) se define como el porcentaje de personas en un grupo que encontraría inaceptable el entorno térmico. Las recomendaciones de ASHRAE se basan en una tasa de aceptación del 90%, basada en un PMV entre ligeramente fresco y ligeramente cálido.

Tabla 1.1 Tasas metabólicas para tareas típicas

Actividad	<i>M</i> (mets)
Dormir	0.7
Sentado, tranquilo	1.0
Trabajo de oficina ligero	1.1
De pie, relajado	1.2
Caminando	1.7–2.1
Trabajo de máquina ligero	2.0
Levantamiento/Embalaje	2.1
Calistenia/Ejercicio	3.0–4.0

Fuente adaptada del Manual ASHRAE 2017 - Fundamentos, cap. 9

Para la sensación térmica neutral, desde la primera ley de la termodinámica, la tasa de generación de energía por el metabolismo de una persona debe igualar la tasa de energía transferida al medio ambiente y la tasa de

trabajo. La energía térmica se transfiere mediante la transferencia de calor sensible y latente de la piel expuesta junto con las capas de ropa, respiración y trabajo. La transferencia de calor sensible es una combinación de convección y radiación de la piel y la superficie de la ropa; luego para una sensación cálida o caliente, la energía metabólica y la energía transferida no se equilibran, y como resultado, la energía se almacena en el cuerpo y hay un aumento en la temperatura de la piel y el cuerpo. Por el contrario, una sensación térmica fría o fría resulta de una disminución en la piel y la temperatura corporal.

El nivel de actividad física de una persona se cuantifica por el parámetro de la tasa metabólica M con unidades de mets. Así un valor de 1.0 met se define como la tasa metabólica de una persona sedentaria y es igual a 58.2 W/m^2 . Para una superficie de 1.8 m^2 , esto es igual a 105 W. En reposo, aproximadamente el 90% de la transferencia de energía proviene de la piel y la ropa, y el 10% de la respiración. A medida que aumenta el nivel de actividad, la fracción de respiración aumenta significativamente. Las tasas metabólicas para varios niveles de actividad se dan en la tabla 1.1. El nivel de aislamiento de la ropa de una persona se cuantifica por el parámetro I con unidades de clo, una medida de resistencia térmica. Un valor de 1.0 clo es equivalente a $0.155 \text{ (m}^2\text{-K)/W}$. Varios valores de aislamiento de ropa para una persona que no se mueve se dan en la tabla 1.2. Por ejemplo, un nivel típico de pantalones de ropa de verano y una camisa de manga corta tiene un valor de clo igual a 0.57. Los valores de aislamiento de la ropa para una persona activa que se mueve disminuyen debido al movimiento de aire entre las capas de ropa. Una estimación del aislamiento de la ropa para una persona activa con $1.2 < m < 2.0$ es

$$I_{active} = I \times (0.6 + 0.4/M).$$

La siguiente ecuación se usa para calcular la temperatura óptima del aire en un espacio para personas con un nivel de ropa dado I , un nivel por encima de 1.2 mets, para una velocidad de aire inferior a 0.15 m/s y 50% de humedad relativa. A medida que aumentan la ropa y los niveles de actividad, el punto de ajuste del termostato deberán bajar para mantener el confort térmico aceptable. En general, la temperatura del aire debe disminuir en 0.6°C por cada aumento de 0.1 clo en la ropa, y también disminuyó en 3°C por aumento met en la actividad por encima de 1.2 met:

$$T_{a,opt} = 27.2 - 5.9I - 3.0(1 + I)(M - 1.2).$$

Tabla 1.2 Valores de resistencia termica de ropa

Descripción de la prenda	I (clo)
Sin ropa	0
Pantalones cortos y camiseta	0.36
Falda hasta la rodilla, camisa de corta	0.54
Panty manguera, sandalias	
Pantalones y camisa de manga corta	0.57
Pantalones y camisa de manga larga	0.61
Pantalones de sudor y camisa de sudor	0.74
Igual que arriba mas chaqueta de traje	0.96

Fuente adaptada del Manual ASHRAE 2017 - Fundamentos, cap. 9

Las zonas de confort térmica ASHRAE se definen en términos de una temperatura operativa a la que es una medida del efecto combinado de convección y radiación. Para situaciones en las que los coeficientes de transferencia de calor para la radiación y la convección son aproximadamente iguales, y la velocidad del aire local es inferior a 0.2 m/s, la temperatura operativa esta dada por

$$T_o = \frac{T_a + T_r}{2}$$

Donde T_a es la temperatura promedio del aire en el espacio, y T_r es la temperatura radiante media, es decir, la temperatura promedio de las superficies circundantes, incluidas ventanas, paredes, techo y piso. En las zonas interiores de edificios comerciales, la temperatura operativa es esencialmente igual a la temperatura del aire. En las zonas perimetrales, el efecto de las ventanas aumentará la influencia de la radiación térmica en la temperatura operativa. La velocidad del aire local interior V también es una consideración importante para evitar molestias locales debido al cambio. Para actividades de oficina (labor sentada), con temperaturas operativas superiores a 25.5°C, la velocidad del aire no debe exceder 0.8 m/s, y para temperaturas operativas por debajo de 22.5°C, la velocidad del aire no debe exceder 0.15 m/s. Para las temperaturas operativas entre estos límites, un ajuste de la curva para la velocidad máxima del aire es

$$V = 50.49 - 4.4047 T_a + 0.096425 T_a^2$$

Donde V está en m/s y T_a está en °C

Ventajas de un sistema de gestión/climatización inteligente

1. Mejora del confort térmico y la calidad del aire interior.
2. Control de la renovación del aire y la eliminación de contaminantes.
3. Automatización de las operaciones y comodidad para los usuarios.
4. Ahorro energético y sostenibilidad

Opciones para un sistema de climatización inteligente (opciones comerciales)

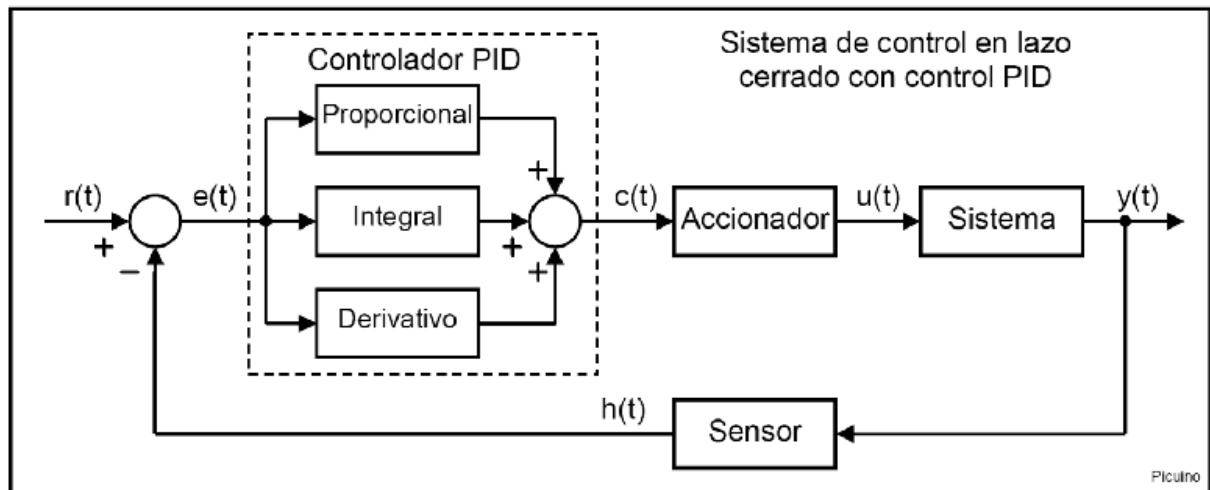
1. Conexión wifi y manejo remoto desde un teléfono móvil o un altavoz inteligente
2. Integración con soluciones como smarthome y soluciones varias de domotica, lo que permite entre otras cosas evaluar el consumo energético
3. Deshumificadores por área
4. Detección de luz para evitar «ruidos» de lectura por incidencia de luz en lugares específicos
5. Programación de las condiciones futuras en el transcurso del día
6. Ajuste de toldos y persianas para control de luz natural

Sugerencias

Recuerde que pese a que los sistemas de temperatura a menudo se consideran en la teoría de control, como sistemas de lazo abierto, para este proyecto en particular tendrá que proporcionarle todas las características aquí descritas y las consignadas en el repositorio oficial, tal y como sucedería con el control convencional (ver imagen-Control PID)

Nota: Un controlador PID proporcionan una variación continua de la salida dentro de un mecanismo de retroalimentación de bucle de control para controlar con precisión el proceso, eliminando la oscilación y aumentando la eficiencia. Estudios empíricos demuestran que un PID es la estructura que por lo general tiene la suficiente flexibilidad como para alcanzar excelentes resultados en muchas aplicaciones, y por ello se emplea en más del 90% de los lazos de control

El algoritmo de PID consta de tres parámetros: el proporcional, el derivativo y el integral. El conjunto de los tres sirve para ajustar un sistema a partir de un elemento de control



Ahora recuerde que esta solo es una guía de referencia, en un entorno real debe evaluar cada implicación de un sistema de esta naturaleza y de absolutamente todos los elementos que componen cada bloque y aquellos que podrían incluirse para realizar el control inteligente de climatización

Referencias:

Kirkpatrick, A. T. (2023). *Introduction to refrigeration and Air Conditioning Systems: Theory and applications* (2nd ed.). Springer.

Canduela, I., & Jose Ignacio. (2022). *SISTEMA DE CONTROL PID DE TEMPERATURA PARA LA DOCENCIA DE ASIGNATURAS DE REGULACIÓN AUTOMÁTICA. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN.*

Hal. (2020, 13 noviembre). *Climatización inteligente: 5 razones por las que deberías instalarla.* Recuperado de <https://hinforcom.com/blog/climatizacion-inteligente/>

Soporte. (2023, 31 enero). *Qué son los sistemas de climatización inteligente - Koolnova.* Recuperado de <https://koolnova.com/que-son-los-sistemas-de-climatizacion-inteligente/>