

LA MEJORA ENERGÉTICA A TRAVÉS DEL CONTROL AIRZONE

Laura Rizo

José Miguel Peña

Fermín Subires

MCarmen González

Corporación Empresarial Altra

Resumen

Los sistemas de control Airzone, permiten ampliar las opciones de control sobre las instalaciones de climatización y automatización, ofreciendo confort al usuario final y facilidad de uso. Aportan un valor añadido al proyecto con argumentos consolidados de la mejora de la eficiencia energética que incorporan.

Los sistemas de zonificación Airzone, en su origen, diseñados para satisfacer el confort en el sector residencial, han evolucionado y actualmente están presentes en sectores como hoteles, oficinas, centros educativos, sector sanitario, etc. En la presente comunicación expondremos las tecnologías y estrategias llevadas a cabo por la Compañía para el fomento de la eficiencia energética en las instalaciones.

Resumen en Inglés

Airzone control system enlarges control options available for air-conditioning and home automation. They offer increased comfort and a simple usage for the end users, they provide added values for projects of developers and consolidated arguments for the enhancement incorporated in the energy efficiency of the project for technicians.

Airzone zoning system originally designed to satisfy residential sector comfort needs, have now evolved and are nowadays present at many other sectors like hotels, offices, educational centres, sanitary centres, etc. In this communication we will discuss technologies and strategies undertaken by the Company for the promotion of energy efficient appliances.

Palabras clave: *energía; eficiencia energética; control; zonificación; confort*

Área temática: *Actuaciones sostenibles en la edificación.*

1. Introducción

La pérdida de productividad en el sector de la construcción y, en general, de la economía española en su conjunto, se ha visto acompañada de un cambio normativo que empuja el sector de la eficiencia energética y proyecta luz verde en el área de la edificación. La tecnología destinada a mejorar el consumo energético es un pilar estratégico en esta línea.

Desde la Corporación Empresarial Altra, nos preguntamos:

¿Por qué UN MILLÓN de viviendas necesitan Airzone?

- Por tu bolsillo, por el medio ambiente.
- Esas viviendas consumen un 112% más de lo que podrían llegar a consumir con Airzone.
- Por los kWh consumidos, una vivienda gasta 305 € al año sin Airzone y 143 € con Airzone.
- Una vivienda sin Airzone contamina 810 kg más de CO₂ al año*.
- Este millón de viviendas provocan una contaminación extra de 810.000 toneladas de CO₂.

*<http://arboliza.es/compensar-co2/calculo-co2.html> (Cálculos basados en indicaciones de la Comisión Europea)

2. Objetivos

2.1. Adecuar y optimizar al sector terciario los distintos elementos que intervienen en la regulación y control zonificado.

Los sistemas de zonificación Airzone, en su origen, diseñados para satisfacer el confort en el sector residencial, han evolucionado y actualmente están presentes en sectores como hoteles, oficinas, centros educativos, sector sanitario, etc.

Debido a la gran superficie de un edificio terciario, lo más habitual es que las cargas térmicas a combatir sean muy distintas de unas zonas a otras del edificio. Por tanto, es vital optar por una estrategia de climatización zonificada.

Los sistemas de zonificación de Airzone, permiten satisfacer las exigencias térmicas concretas de cada zona acondicionada. Al combatir únicamente la carga térmica de las zonas en las que existe simultáneamente demanda y ocupación, se reduce el consumo eléctrico. Además los algoritmos de control implementados por los sistemas de Airzone, hacen que los equipos de climatización trabajen a carga parcial el mayor tiempo posible (con un rango del PLR comprendido entre 0,3 y 0,8), mejorando la eficiencia de los mismo como puede comprobarse en la Figura 1.

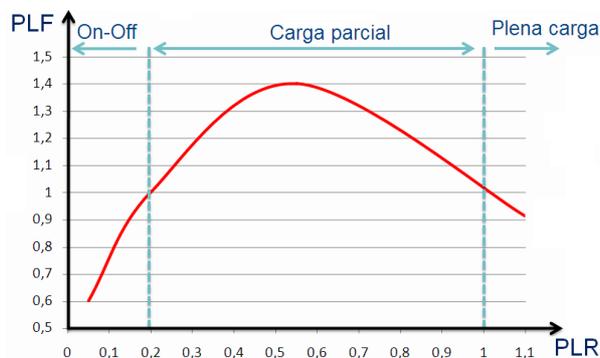


Figura 1. Rango de funcionamiento de un equipo de climatización en función del coeficiente de carga parcial

En la Figura 1, se distinguen tres regiones en función del factor de carga parcial, PLR (Part Load Ratio), expresado mediante la ecuación (1).

$$PLR = \frac{Q_{demanda}}{Q_{max}} \quad (1)$$

Donde:

- PLR = Coeficiente de carga parcial.
- $Q_{demanda}$ = Demanda térmica a vencer por el equipo (W).
- Q_{max} = Máxima demanda que es capaz de vencer el equipo (W).

El grado de mejora sobre el coeficiente de eficiencia se caracteriza mediante el factor de carga parcial PLF (Part Load Factor), definido en la ecuación (2).

$$Eficiencia = PLF \cdot Eficiencia_{nom} \quad (2)$$

Donde:

- PLF = Factor de carga parcial.
- $Eficiencia_{nom}$ = Índice de eficiencia energética en modo frío (EER) o calor (COP), en condiciones nominales.
- $Eficiencia$ = Índice de eficiencia energética en modo frío (EER) o calor (COP), en condiciones de trabajo.

2.2. Establecer estrategias de eficiencia energética mediante algoritmos que estén en concordancia con las necesidades del usuario final en cuanto a confort y usabilidad.

Como estrategia de control eficiente, el algoritmo Eco-Adapt establece una solución de compromiso entre confort y ahorro energético. El principio de funcionamiento básico de este algoritmo es realizar un control supervisado de la temperatura de consigna en las distintas zonas. El algoritmo limita la temperatura máxima seleccionable en modo calor y la temperatura mínima seleccionable en modo frío. De esta forma, se consigue reducir la demanda térmica y lograr un importante ahorro energético (al disminuir la demanda el equipo trabaja a carga parcial).

Se establecen cuatro modos de funcionamiento para el algoritmo Eco-Adapt, tres modos con un rango de temperatura pre-configurado (en función de la normativa vigente en cada país) y un cuarto modo en el que el rango lo establece el usuario. A continuación se indican los modos de funcionamiento del algoritmo Eco-Adapt y los rangos establecidos para el caso concreto de España.

- **Modo A.** Fija el rango de temperatura disponible a lo establecido por el RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en la Edificación), que está basado en la normativa europea UNE EN ISO 7730:2006. La temperatura máxima en invierno es de 22º C y la mínima en verano es de 24º C. Este rango es el que se toma como referencia para estimar el ahorro energético.
- **Modo A+:** Establece las temperaturas límites para elevar el nivel de eficiencia energética. La temperatura máxima en invierno es de 21,5º C y la mínima en verano es de 25º C.

- **Modo A++:** Establece las temperaturas límite para alcanzar la máxima eficiencia, manteniendo el confort según Real Decreto 1826/2009. La temperatura máxima en invierno es de 21º C y la mínima en verano es de 26º C.
- **Manual:** Rango limitado por el propio usuario.

La selección de uno u otro modo supondrá un cierto ahorro energético (tomando como referencia el consumo en el modo A). El departamento de Energía de la Escuela Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad de Málaga, mediante simulaciones térmicas anuales, ha verificado los distintos ahorros conseguidos para cada modo, en una vivienda tipo situada en una ciudad representativa de las distintas zonas climáticas de cada país. La Figura 2 muestra las diferentes zonas climáticas en España, impuestas por el CTE (Código técnico de la Edificación).

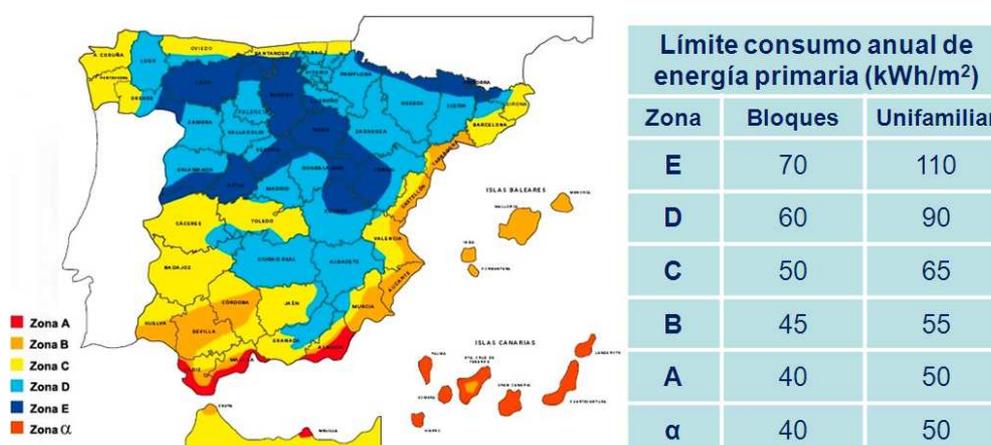


Figura 2. Zonas climáticas en España según el CTE

Los valores porcentuales de ahorro o sobre consumo se establecen en relación al intervalo de temperaturas de confort de referencia, y se definen en términos anuales. Es decir, indican el porcentaje de ahorro o sobre consumo anual del sistema de climatización, si durante todo el año se utilizaran las temperaturas de consigna definidas en el termostato para modo frío y modo calor. De esta forma, en ningún caso se representan ahorros o sobre consumos instantáneos.

Como ejemplo, se presentan los porcentajes de ahorro (valores negativos) y de sobre consumo (valores positivos) obtenidos en Madrid (ciudad representativa de la zona climática D3 en España), en función de la temperatura de consigna seleccionada.

En la Figura 3 aparecen los porcentajes correspondientes al funcionamiento en modo calor, para el cual la temperatura de referencia es de 22º C. El ahorro obtenido al seleccionar el modo A+ es del 6% y si se elige el modo A++ asciende al 12%. Por el contrario, si el modo del algoritmo Eco-Adapt está configurado en manual y el usuario elige una temperatura superior a la de referencia, por ejemplo 24º C (2º C por encima de la referencia), el sobre consumo de la instalación es del 25%.

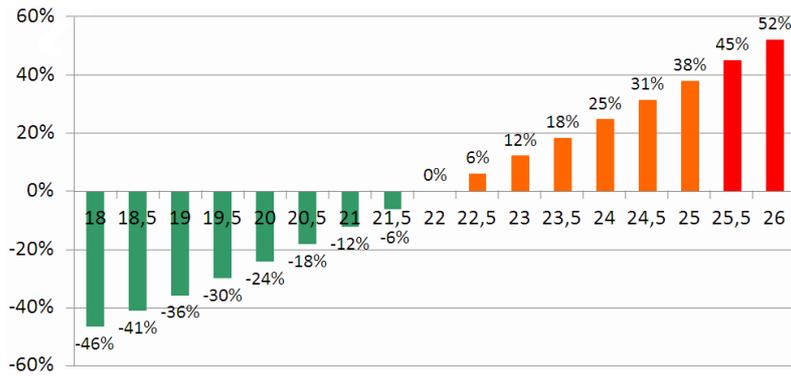


Figura 3. % de ahorro o sobre consumo en modo calor en función de la temperatura de consigna seleccionada

En la Figura 4 se presentan los porcentajes derivados del funcionamiento en modo frío, para el cual la temperatura de referencia es de 24º C. El ahorro obtenido al seleccionar el modo A+ es del 18% y si se elige el modo A++ asciende al 33%. En cambio, si el modo del algoritmo Eco-Adapt está configurado en manual y el usuario elige una temperatura inferior a la de referencia, por ejemplo 22º C (2º C por debajo de la referencia), el sobre consumo de la instalación es del 50%.

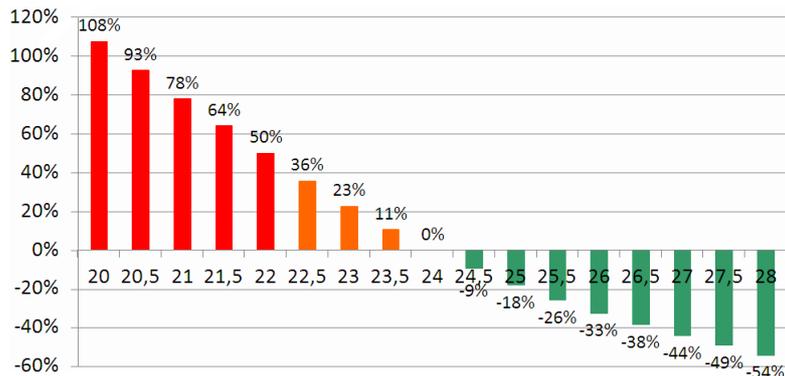


Figura 4. % de ahorro o sobre consumo en modo frío en función de la temperatura de consigna seleccionada

Los colores que aparecen tanto en la Figura 3 como en la Figura 4 siguen el siguiente criterio. Si existe ahorro energético, el color utilizado para representarlo es el verde. Si el sobre consumo es menor al 40% el color utilizado es el naranja. Por último se utiliza el color rojo cuando el sobre consumo es igual o superior al 40%.

La funcionalidad base del algoritmo Eco-Adapt es la limitación del rango de temperaturas de consigna seleccionables y es operativa independientemente del equipo que se esté controlando.

Además, si el equipo es un sistema de expansión directa inverter y se tiene acceso a la temperatura de retorno, el algoritmo Eco-Adapt incorpora una funcionalidad adicional denominada Efi-Adapt. Esta funcionalidad extra mejora el funcionamiento del equipo, aumentando el tiempo que trabaja a carga parcial y mitigando los problemas de condensación y estratificación vertical de la temperatura.

El principio con el que trabaja la funcionalidad adicional Efi-Adapt es controlar de forma dinámica la temperatura de consigna del equipo en función de dos saltos térmicos. El primer diferencial de temperatura es el existente entre la temperatura ambiente de cada zona y la temperatura de consigna de dicha zona. El segundo diferencial de temperatura es entre la temperatura del aire de retorno y la temperatura de consigna de máquina. De esta forma en el control se considera el efecto de la inercia térmica de cada zona, es decir, la velocidad con la que evoluciona su temperatura.

Existen tres modos de funcionamiento para la funcionalidad Efi-Adapt, que difieren entre sí en el grado de eficiencia que se impone. Estos modos se seleccionan de forma automática en función del modo de funcionamiento del algoritmo Eco-Adapt seleccionado por el usuario, tal y como se detalla a continuación.

- **Modo Efi.** Se activa cuando el Eco-Adapt se configura en modo manual.
- **Modo EfiPlus.** Se activa cuando el Eco-Adapt se configura en modo A, A+ o A++.
- **Modo Confort.** Se activa cuando el Eco-Adapt no se configura.

3. Metodología y/o Caso de estudio

Estos puntos han marcado las directrices para el estudio desarrollado. En este estudio se ha realizado el cálculo del porcentaje de ahorro energético que se produce en una solución formada por un sistema de climatización compuesto por el equipo de aire acondicionado con distribución por conductos y el sistema de zonificación integrado con el equipo mediante pasarela de comunicaciones.

Alcanzar un alto grado de confort y una reducción del consumo eléctrico requiere que la comunicación entre el sistema de zonas y el equipo inverter sea perfecta, para conseguir un funcionamiento conjunto armonioso. La pasarela de integración es el dispositivo que permite esta comunicación bidireccional, consiguiendo mejorar aspectos fundamentales del funcionamiento de la máquina tales como:

- Encendido y apagado.
- Cambio de modo de funcionamiento (frío o calor).
- Control de la velocidad del ventilador de la unidad interior de la máquina.
- Control de la temperatura de consigna de la máquina.

Con la supervisión de estos aspectos, se consigue mejorar el funcionamiento conjunto desde dos puntos de vista, operación y utilización.

- 1) Operación. Se configuran los equipos para que trabajen obteniendo el mayor rendimiento posible, adaptando la potencia térmica y el caudal de aire a la situación concreta de operación del sistema de zonas.
- 2) Utilización. Se configuran los equipos para que se ajusten a las exigencias concretas de confort de cada zona acondicionada. En cuanto a la utilización, se incluyen diferentes técnicas para mejorar el funcionamiento: limitación del tiempo de funcionamiento de los equipos (programaciones horarias), limitación de la temperatura de consigna (algoritmo Eco-Adapt), regulación de forma dinámica de la velocidad del ventilador de la unidad interior (algoritmo Q-Adapt), etc.

Además de estas ventajas es imprescindible destacar que la supervisión directa de los parámetros de climatización (apertura de compuertas, velocidad del ventilador, temperatura de consigna de máquina, etc), permite disminuir los efectos perjudiciales derivados de la condensación y de la estratificación vertical de la temperatura. El primer fenómeno se produce al trabajar en modo frío, ya que en verano, la diferencia de temperatura entre el intercambiador de calor de la unidad interior y el aire ambiente de las zonas provoca la condensación. El segundo fenómeno ocurre al trabajar en modo calor, pues en invierno, el aire caliente impulsado tiene menor densidad que el aire que se encuentra en las zonas y tiende a desplazarse hacia la parte superior de las mismas, provocando una estratificación vertical de la temperatura.

Finalmente al usuario, la pasarela de integración le permite gestionar el modo de funcionamiento del equipo y todos los algoritmos de control implementados por Airzone, haciéndole más fácil el manejo de toda la instalación y liberándolo de las partes más tediosas del control.

El sistema planteado, comparado con una solución más básica, basada en una única unidad de aire acondicionado con distribución de aire por conductos, plantea unos ahorros a partir del 17% (véase la Figura 5). El estudio técnico realizado para analizar el nivel de ahorro (expresado en tanto por ciento) que se obtiene al ir modificando las temperaturas de consigna establecida por el usuario sobre la instalación de climatización, arroja resultados que van desde el 41% al 53% según la zona climática.

Estos resultados vienen a corroborar el hecho de que la integración de los sistemas de zonas integrados mediante pasarela de comunicaciones con los equipos de aire acondicionado con distribución de aire por conductos consigue que el elemento de mayor consumo de la solución, el compresor, trabaje durante mayor tiempo en carga parcial. Por tanto, una buena estrategia de control aplicada mediante algoritmos, consigue instalaciones más eficientes que ahorran energía.

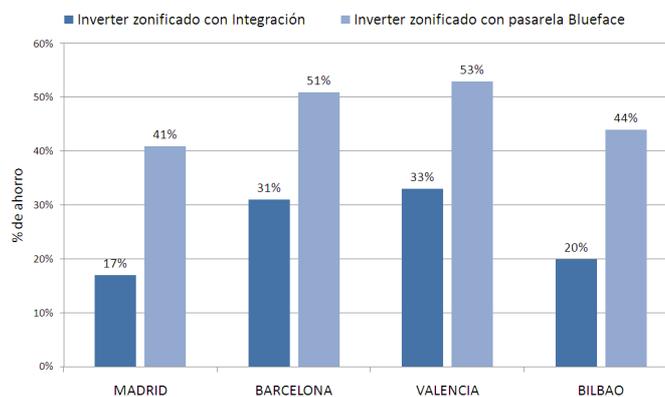


Figura 5. Porcentajes de ahorro energético de un sistema con zonificación integrada con y sin algoritmo de eficiencia energética respecto a un sistema no zonificado

De forma adicional se ha evaluado, a nivel de automatización, se ha analizado la reducción de la demanda de climatización en viviendas mediante el control domótico de persianas e iluminación artificial.

Se trata de un estudio realizado conjuntamente entre la corporación Altra y el Grupo de Energética de la Universidad de Málaga (GEUMA). El mismo se encauza dentro de la

línea de reducción de consumo energético de los edificios, que en los últimos años han tomado las normativas europeas de edificación, donde como se puede apreciar en la Figura 6, se produce el mayor consumo energético.

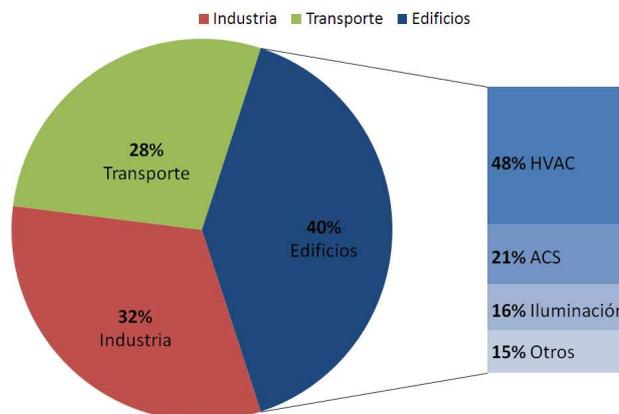


Figura 6. Reparto porcentual del gasto energético por sectores (fuente IDAE “Guía Práctica de la Energía”), desglosando el consumo producido en edificios

En este sentido, una herramienta que está cobrando cada vez más importancia es la del uso de la domótica para influir sobre el control de los sistemas de climatización e iluminación, así como sobre sistemas que reduzcan la carga de climatización.

El objetivo de esta línea de investigación se basaba en la posibilidad de conseguir una reducción de la demanda de los sistemas de climatización en el sector residencial mediante la actuación sobre la ganancia de calor debida a la radiación solar o la pérdida de calor a través de huecos acristalados en los cerramientos de la edificación. Estas actuaciones se plantean manteniendo siempre las condiciones de confort adecuadas en el interior, así como el ahorro de energía eléctrica mediante un aprovechamiento máximo de la luz natural, y la adaptación de la luz artificial a las necesidades de iluminación requeridas en cada momento mediante dimmer.

Para la consecución de estos objetivos se hizo uso del programa de simulación térmica de edificios Energy Plus. En el mismo se plantearon diversas estrategias de control de la posición de las persianas en ventanas y puertas acristaladas para distintos climas dentro de España. Dichas estrategias están basadas en parámetros directamente controlables desde el sistema de control At-home, como son la radiación solar en ventanas, la temperatura exterior e interior, sensores de luminosidad y las condiciones de uso del sistema (régimen de funcionamiento estacional, ocupación de la zona climatizada). En este sentido las estrategias planteadas variarían en función si la demanda del sistema es de refrigeración o calefacción. A continuación se definen los objetivos de ambos tipos de estrategias en función de la demanda del sistema:

- Épocas con demanda de calor: el objetivo principal será el de reducir la pérdida de calor a través de las superficies acristaladas durante la noche y aprovechar al máximo la ganancia de calor durante el día.
- Épocas con demanda de frío: en este caso el objetivo principal será el de reducir la demanda de climatización, si la radiación solar o la temperatura exterior sobrepasan un valor límite determinado. Para ello se aumenta la superficie de los elementos de sombra sobre las superficies acristalada. Esta medida puede

acarrear una reducción del nivel de luminosidad sobre las estancias, que será regulada de forma continua mediante un dimmer. Por otra parte, si estos límites de radiación y temperatura exterior no se sobrepasan, se regula el elemento de sombra en función del nivel de luminosidad necesario en cada estancia, evitando de esta forma el uso de la luz artificial.

4. Conclusiones

Los sistemas de control Airzone, permite ampliar las opciones de control sobre las instalaciones de climatización y automatización, ofreciendo confort al usuario final y facilidad de uso. Aportan un valor añadido al proyecto, desde el punto de vista del promotor y argumentos consolidados de la mejora de la eficiencia energética que incorporan, desde el punto de vista del técnico proyectista.

Correspondencia (Para más información contacte con):

Nombre y Apellido: MCarmen González Muriano

Teléfono: +34 648 008 179

Fax: + 34 902 400 445

E-mail: mcgonzalez@altracorporacion.es