

Documento técnico

# Reconfiguración del control de una UTA para un mejor **rendimiento**

**75%**

Reducción de las  
fluctuaciones de  
temperatura al usar  
válvula PICV



## Contenido de este documento

1. Propósito del documento técnico
  2. Introducción
  3. ¿Qué soluciones se probaron?
  4. La prueba
  5. Conclusiones intermedias de la prueba
  6. Análisis
  7. Conclusión
  8. Apéndice
- 

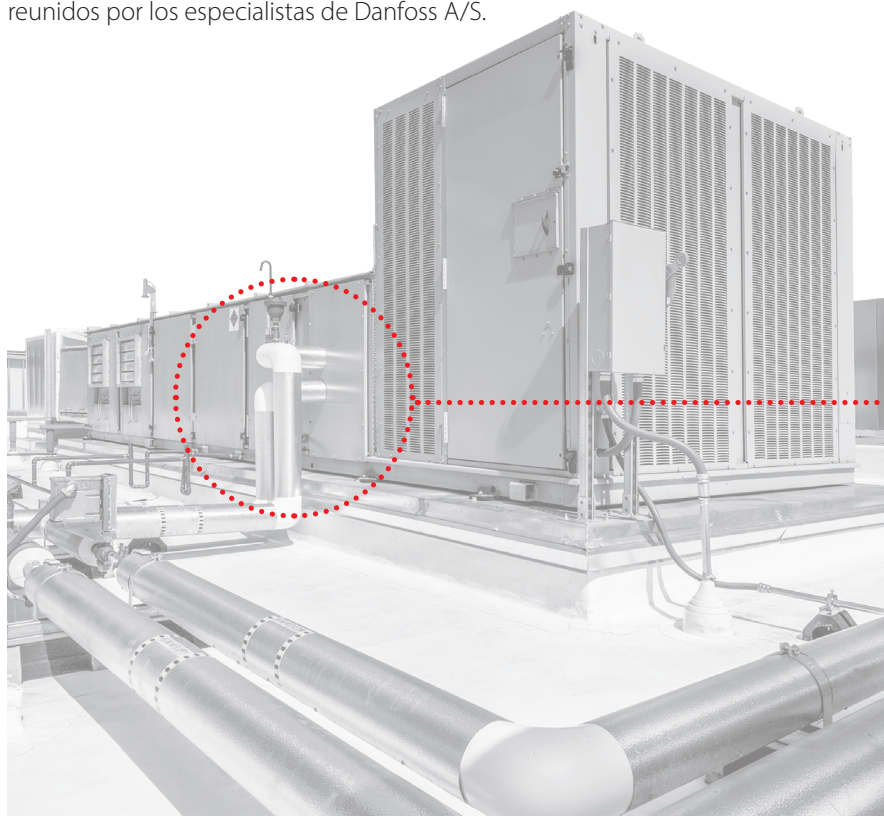
## Propósito del documento técnico

Este documento técnico está destinado a ayudar a los profesionales de HVAC a crear productos confiables y soluciones de control hidráulicas energéticamente eficientes para sistemas de unidades de tratamiento de aire (UTA) utilizadas en una amplia variedad de edificios comerciales, institucionales y de usos múltiples. La información y las recomendaciones finales son relevantes para la modernización, la renovación y las nuevas situaciones de construcción.

El documento técnico describe el rendimiento de control hidráulico de una unidad de tratamiento de aire instalada en el área de producción que está en uso durante las 24 horas del día. La UTA se prueba y monitorea utilizando 3 soluciones de control hidráulico diferentes.

En la situación original se utiliza una válvula de 3 vías con actuador modulante. Para el propósito de este documento técnico, se agregaron otras dos soluciones en paralelo, por lo que en todo el período de prueba una de las tres soluciones estuvo operativa.

Al leer este documento técnico, puede esperar explicaciones y recomendaciones claras y prácticas para usar. Temas como los principios de control de temperatura, la precisión de control, las condiciones de carga y la estabilidad de caudal fueron reunidos por los especialistas de Danfoss A/S.



## 2. Introducción

Tendemos a quedarnos con lo que sabemos que funciona. Pero, a veces, llegan al mercado nuevas tecnologías que nos obligan a repensar nuestros caminos establecidos.

Por décadas, las válvulas de 2 y 3 vías se han utilizado para controlar todo tipo de aplicaciones, como fancoils, vigas frías y unidades de tratamiento de aire. No hace mucho tiempo, las válvulas de control independientes de la presión (PICV) aparecieron en el mercado y ahora se utilizan predominantemente en la mayor parte del mundo. La comodidad y el control preciso de la PICV la convirtieron en una excelente razón para cambiar la forma de pensar en torno a las válvulas de control y mejorar los diseños existentes. Sin embargo, no todos están convencidos de que la PICV sea la mejor solución para todas las aplicaciones.

Un obstáculo específico es la válvula de control de 3 vías en las unidades de tratamiento de aire (UTA) y la válvula en la batería de calefacción específicamente. Este siempre ha sido el territorio de las válvulas de 3 vías porque si la UTA usa (parcialmente) aire exterior, la batería de calefacción puede correr el riesgo de congelarse. Por lo tanto, se requería un caudal constante de agua en la batería. La forma más sencilla de hacerlo era utilizar una válvula de 3 vías y una bomba de circulación en la UTA. Consulte la página 4 para obtener más detalles.

En este documento, explicamos cómo reemplazar la válvula de 3 vías con una solución más moderna y nos centraremos específicamente en el rendimiento del control. Estaremos probando 2 nuevas soluciones; la usada y probada PICV y la válvula controlada electrónicamente, que es una nueva solución que ofrecen varias empresas.

El control hidráulico y su precisión es fundamental porque proporciona confort a los ocupantes del edificio, obviamente, pero también porque garantizando un control estable de temperatura en el suministro de aire al edificio también creará mejores condiciones para controlar la humedad dentro del mismo. Por lo tanto, es importante garantizar un control preciso y estable. Adicionalmente, queremos mantener las características que ofrece el usar la solución de válvula de 3 vías (caudal constante en la batería para protección contra congelamiento), por lo que mantenemos la bomba de circulación y el bypass para que la solución de válvula de 2 vías sea funcionalmente igual.

Para más información de cómo funciona una UTA puede ver [este vídeo](#).



### 3. ¿Qué soluciones se probaron?

#### 3.1 Válvula de 3 vías con equilibrado manual

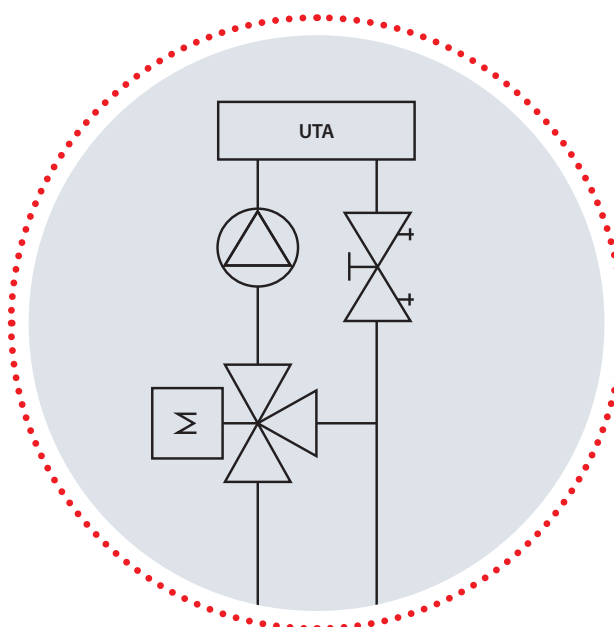
En este artículo veremos fundamentalmente tres principios de control diferentes:

Esta solución se puede considerar la forma tradicional de controlar la temperatura en una batería de calefacción para una UTA y se ha utilizado de esta manera durante décadas. Esta era la solución existente en esta UTA en particular, por lo que funciona como referencia para comparar con las nuevas soluciones.

La aplicación está diseñada de esta manera para reducir el riesgo de congelación cuando se usa aire exterior. La bomba mantendrá un caudal a través de la batería. El principio de 3 vías permite que la bomba mantenga el caudal porque asegura que el agua circule o que se extraiga agua caliente de la fuente. Además, se considera que las válvulas de 3 vías proporcionan una alta precisión en el control.

Se utiliza una válvula de equilibrado manual para establecer el caudal máximo a través de la UTA.

#### Válvula de 3 vías



### 3.2 Válvula de control (tipo bola) con dispositivo de medición de caudal

Este concepto ha recibido recientemente una mayor atención debido a una mayor demanda del mercado para obtener más datos de energía.

Esencialmente, el concepto es combinar una válvula de control normal con un dispositivo de medición de caudal y 2 sensores de temperatura. El algoritmo de control de la solución toma los datos de caudal del sensor y la entrada del controlador de la UTA (o BMS) y determina la posición del actuador para abrir o cerrar la válvula en consecuencia.

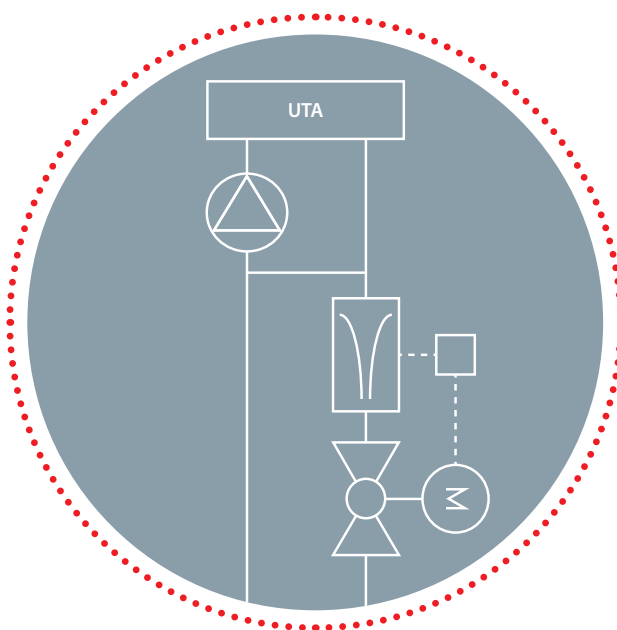
El caudal y el  $\Delta T$  se pueden combinar para indicar el consumo de energía de la UTA.

En esta solución, la válvula de control tiene múltiples funciones porque también debe garantizar el equilibrio en el sistema, ya que no hay otro elemento que cumpla con esta función, por ejemplo un estabilizador de presión diferencial, para garantizar el caudal correcto.

La solución se ha convertido en una válvula de 2 vías con bypass. De esta manera, la bomba aún puede garantizar que el riesgo de congelamiento sea bajo, pero es posible usar una válvula de 2 vías. Eso significa que la solución es funcionalmente un reemplazo uno a uno.

Varias empresas ofrecen hoy en día la válvula de control con dispositivo de medición de caudal en diferentes configuraciones. Probamos una EPIV, comúnmente utilizada en el mercado, con una válvula de control tipo bola.

#### EPIV

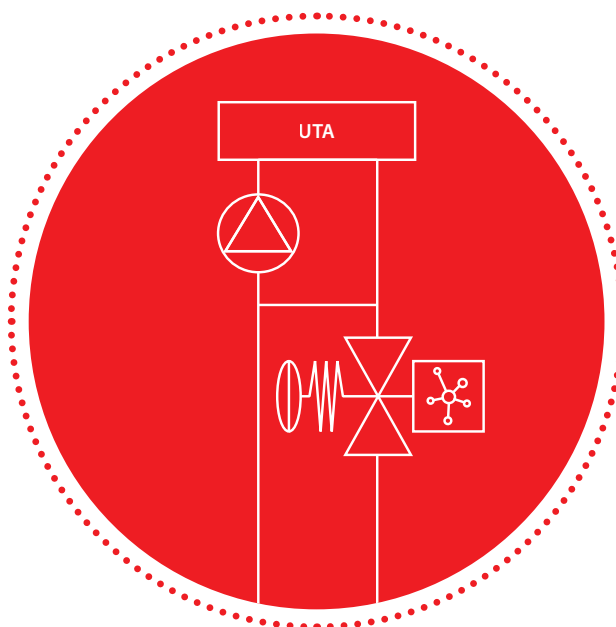


### 3.3 PICV con actuador digital con IoT

En los últimos 15 años, las PICV se han convertido en un estándar mundial para un control preciso y equilibrado automático (Para más información sobre las PICV vea [este vídeo](#)). El concepto es más sencillo en el sentido de que el estabilizador de presión diferencial incorporado se encarga de la función de equilibrado, mientras que la válvula de control solo necesita controlar la aplicación. Si se combina con un actuador digital y dos sensores de temperatura, la PICV puede calcular el consumo de energía de la UTA, que se puede comunicar con el sistema de gestión del edificio (BMS). Si se necesita una alta precisión para medir el consumo de energía, la PICV se puede ampliar con un dispositivo de medición de caudal y sensores de temperatura.

En comparación con una solución EPIV, la configuración es menos complicada porque la PICV no necesita los datos de medición de caudal para poder controlarlo. Una PCIV es una válvula de control y equilibrado independiente de la presión, por lo que no necesita lógica de control adicional ni datos de medición de caudal para controlar y limitar el caudal.

#### PICV





#### 4. La prueba

Para obtener una representación precisa de cómo se comportan estas diferentes soluciones en la vida real, a diferencia de llevarla a cabo en un entorno de laboratorio, utilizamos una UTA que forma parte de un edificio en funcionamiento, en este caso nuestra propia fábrica en Ljubljana, Eslovenia. Las temperaturas se midieron y registraron durante varios días con cada solución. Se seleccionaron periodos de cargas similares para poder hacer una comparación de manzanas con manzanas.

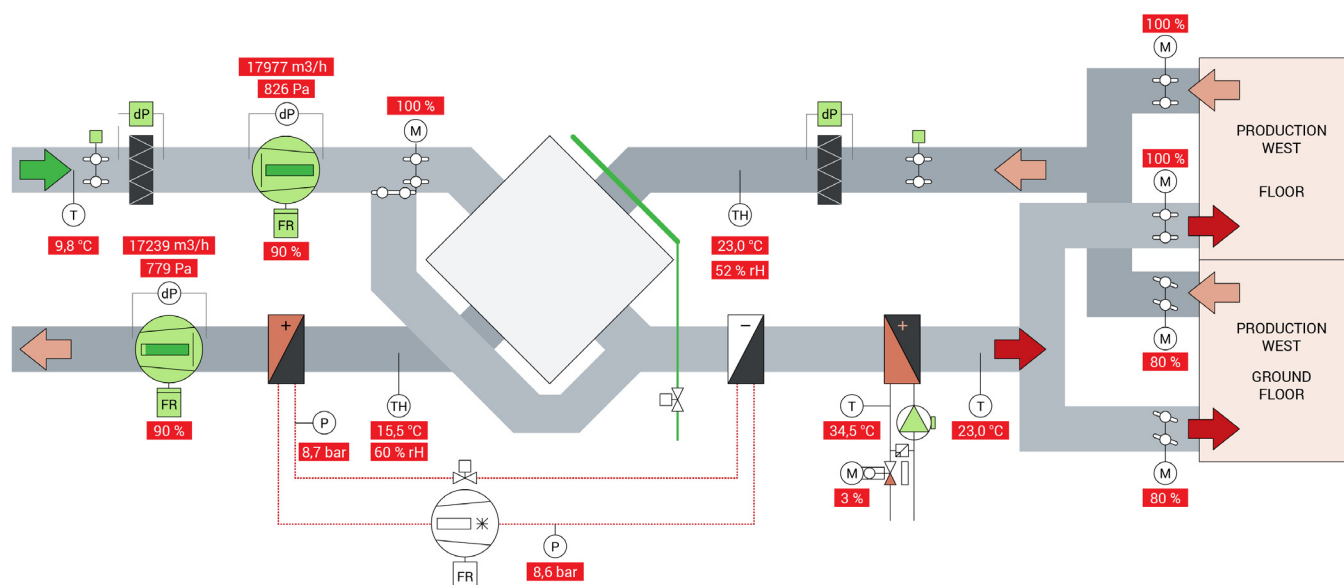
También es importante tener en cuenta que medimos durante períodos en los que el caudal a través de la batería de calefacción era relativamente bajo, por dos razones:

1. En la práctica, debido a la forma de las características de la batería, el perfil de carga anual y el sobredimensionamiento en la etapa de diseño; el caudal en la batería tiende a ser bastante bajo durante la temporada de calefacción (vea el apéndice).
2. Controlar caudales más pequeños es desafiante. Sin embargo, como se ha señalado en el punto 1, es una condición operativa muy común y una gran parte del confort en el edificio

La unidad de tratamiento de aire tiene una configuración bastante estándar, con una batería de refrigeración, una batería de calefacción y una unidad de recuperación de calor de flujo cruzado para recuperar energía del aire de retorno antes de que sea expulsado al exterior. La solución de control está diseñada para mantener estable la temperatura del aire de suministro.

#### Datos básicos de la UTA:

Flujo de aire:	17.500 m <sup>3</sup> /h
Capacidad de la batería de calefacción:	102 kW
Bomba de circulación:	UPS32-60 F, 185W



## 4.1 Resultado A

### Válvula de control de 3 vías Danfoss

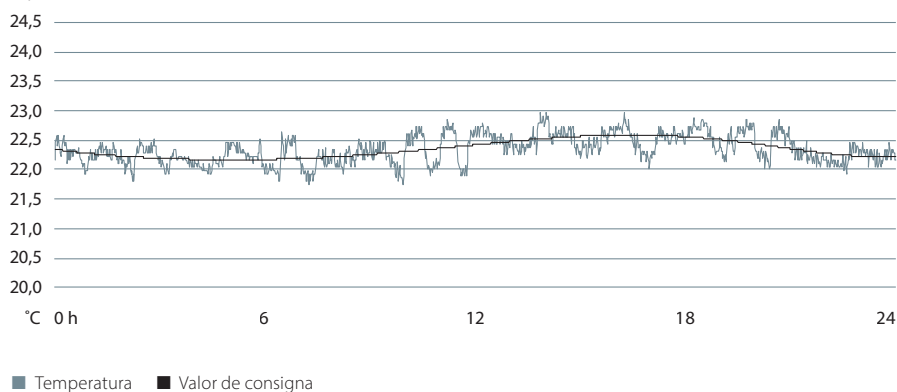
Modelo: VRB3 + AME435

Tamaño: DN40

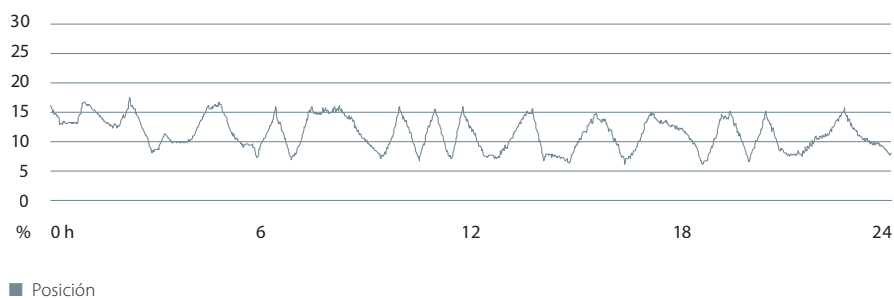
Kvs: 25 m<sup>3</sup>

Caudal de diseño: 6300 l/h

#### Temperatura del aire de suministro [°C]



#### Posición de apertura [%]



Como podemos ver, la solución existente con válvula de 3 vías funciona más o menos como se esperaba. El punto de referencia de la temperatura del aire de suministro varía ligeramente (línea negra), en función de la retroalimentación de la temperatura ambiente, pero la temperatura del aire de suministro real (línea gris oscuro) sigue muy de cerca la demanda.

En el gráfico inferior podemos ver que el grado de apertura de la válvula es bastante bajo, aproximadamente 5-15%, porque la carga en la batería es bastante baja. También se puede ver que la válvula es relativamente estable. Si bien se requieren pequeñas correcciones, la válvula no se mueve tanto, a pesar de la baja carga.

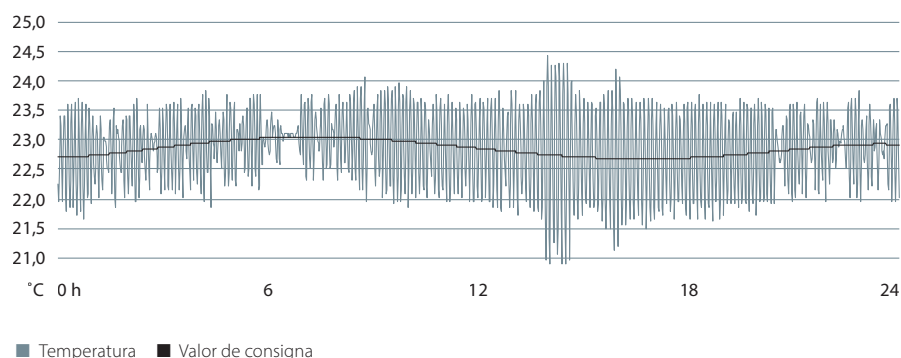


## 4.2 Resultado B

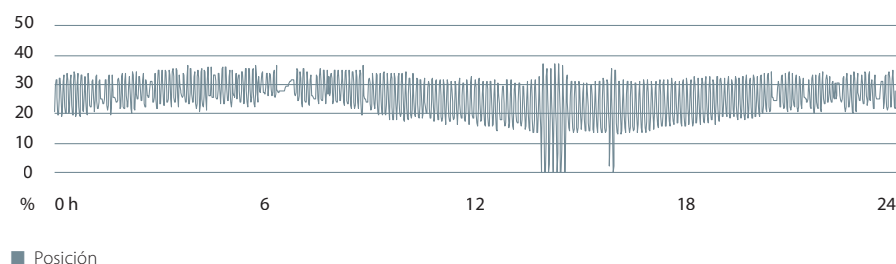
### Válvula de control de 2 vías

Tipo: EPIV  
 Tamaño: DN40  
 Qnom: 9 m<sup>3</sup>/h  
 Caudal de diseño: 6300 l/h

#### Temperatura del aire de suministro [°C]



#### Posición de apertura [%]



Si compara este gráfico con el de la válvula de 3 vías anterior, puede ver que la demanda de temperatura para el aire de suministro es bastante similar (línea negra). Sin embargo, la respuesta de control es bastante diferente.

Si bien se podría argumentar que, en promedio, la temperatura es más o menos la requerida, hay fluctuaciones de temperatura bastante grandes en el aire de suministro (línea gris oscura), alrededor de 1,5 a 2 K. Esto podría causar problemas con el confort, ya que los cambios rápidos de temperatura del aire que entra en la habitación son incómodos y es probable que provoque quejas de los ocupantes del edificio.

Si miramos el gráfico inferior, está claro que la válvula está oscilando mucho. Se está abriendo y cerrando constantemente y no puede tomar una posición estable. Los movimientos erráticos rápidos como este aumentan sustancialmente el desgaste de la válvula y el actuador.

### 4.3 Resultado C

#### Válvula de 2 vías PICV Danfoss

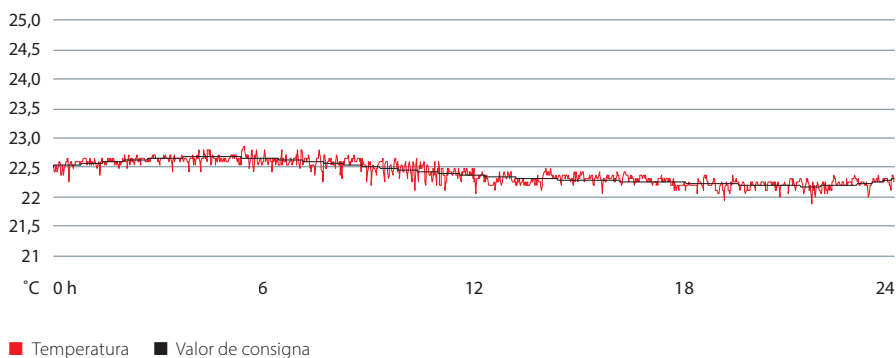
Modelo: AB-QM + NovoCon® M

Tamaño: DN40

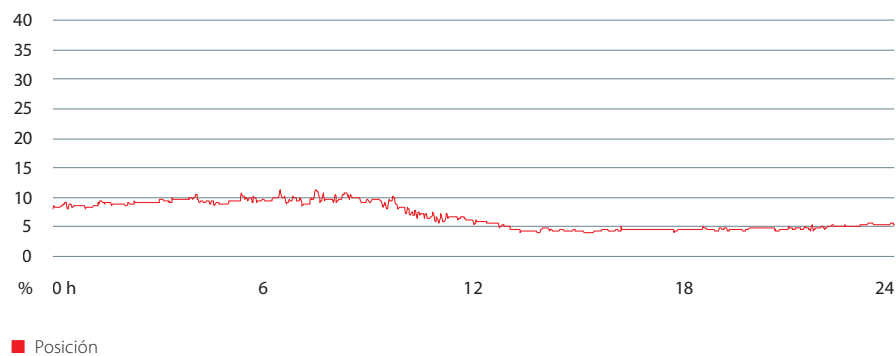
Qnom: 7,5 m<sup>3</sup>/h

Caudal de diseño: 6300 l/h

#### Temperatura del aire de suministro [°C]



#### Posición de apertura [%]



Nuevamente, vemos una demanda similar para la temperatura del aire de suministro (línea negra). La AB-QM coincide estrechamente con la demanda y la temperatura de suministro está muy cerca del valor de consigna.

Si miramos la posición de la válvula vemos que la AB-QM es muy estable. Solo se pueden ver fluctuaciones muy pequeñas, incluso con caudales tan bajos.

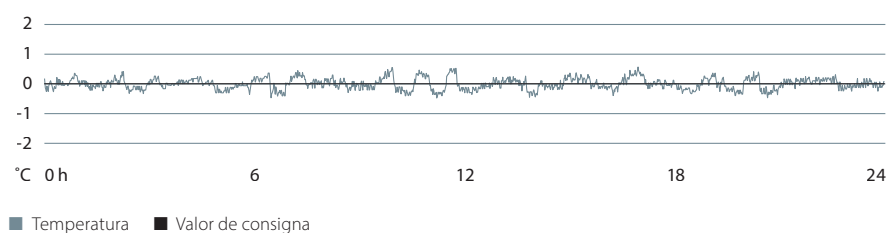
## 5. Conclusiones intermedias de la prueba

Si valoramos las tres soluciones, podemos ver que la solución EPIV es la menos precisa, es decir, la de mayor desviación respecto al valor de consigna, seguida de la válvula de 3 vías. El control más preciso lo proporciona la solución con PICV.

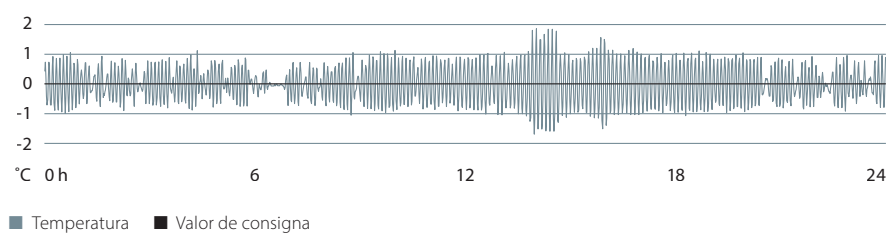
Cuando comparamos las mayores oscilaciones entre las soluciones de EPIV y PICV, la fluctuación de temperatura se reduce hasta un 75 % en caso de que se utilice una solución con PICV.

Oscilaciones alrededor del punto de consigna:

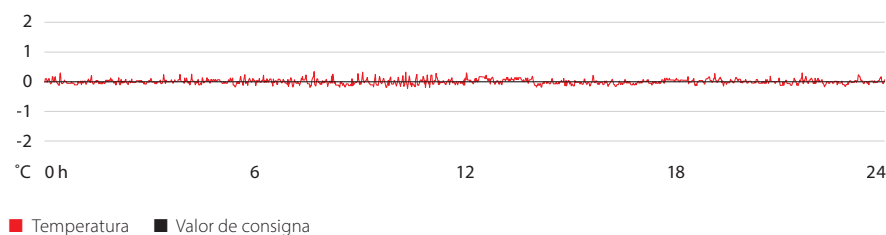
### Solución con válvula de 3 vías



### Solución con EPIV



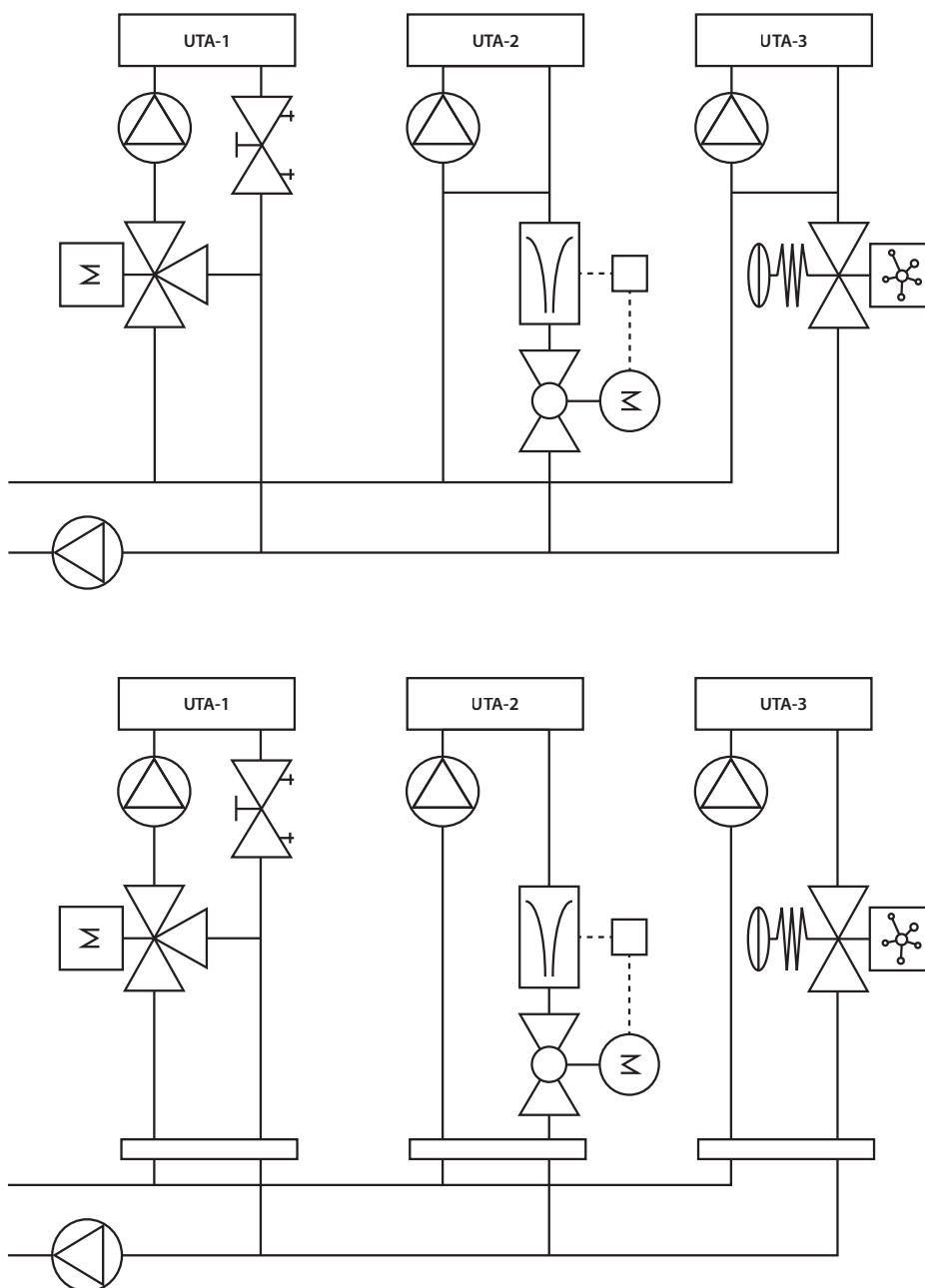
### PICV solution



## 6. Análisis

A partir de la medición que hemos descrito, está claro que las diferentes soluciones generan resultados diferentes, especialmente cuando buscamos la estabilidad en el control. Es interesante determinar qué causa esas diferencias. Obviamente tenemos 2 configuraciones diferentes, una con válvula de 3 vías y dos con válvulas de 2 vías. Sin embargo, eso no tiene el efecto más profundo en la estabilidad en el control. La válvula de 3 vías está en el medio de las tres soluciones.

La principal distinción entre las soluciones es cómo las válvulas están expuestas a los cambios de presión. La válvula de 3 vías, en este caso particular, no está expuesta a grandes variaciones de presión. Para este caso, la bomba principal está diseñada de tal manera que tiene suficiente altura manométrica para enviar el agua a la válvula de 3 vías. Un diseño alternativo tendría un desacople hidráulico cerca de la válvula de 3 vías, que tendría el beneficio adicional de mantener el agua caliente circulando cerca de la UTA. Efectivamente, eso significa que en ambos diseños la válvula de 3 vías está aislada de las fluctuaciones de presión.



Sin embargo, las soluciones de válvula de 2 vías (EPIV y PICV) están expuestas a la altura manométrica de la bomba principal, ya que se utiliza para inyectar el agua en el circuito de la UTA en circulación constante. Por lo tanto, la caída de presión sobre las válvulas cambia porque esa parte del sistema funciona como un sistema de caudal variable estándar. Cuando la válvula se cierra, la presión diferencial sobre ella aumenta y fluctúa cuando otras válvulas del sistema abren o cierran.

La EPIV y PICV utilizan diferentes formas de manejar este desafío de cambios de presión. La solución con PICV, utilizando AB-QM, tiene un estabilizador de presión mecánico incorporado, por lo que se evita que las variaciones de presión influyan en la válvula de control. La EPIV utiliza una válvula de bola de 2 vías para compensar los cambios de presión. Eso significa que si la caída de presión aumenta pero la demanda de la aplicación sigue siendo la misma, la válvula se cierra para evitar que aumente el caudal. Esto tiene 2 consecuencias. Debido a que la presión cambia continuamente, el actuador sigue moviéndose constantemente y cuando el caudal es pequeño, con pequeños movimientos de la válvula se crean efectos relativamente grandes (consulte el apéndice). El efecto es que la válvula busca con frecuencia la posición correcta y sigue moviéndose.

Otro problema es la carga en las válvulas. Si tiene una caída de presión alta en la válvula y una abertura pequeña, los pequeños movimientos de la válvula crean efectos y fluctuaciones muy grandes. Cuando utiliza una PICV, el estabilizador de presión aísla la válvula de los incrementos de presión y, por lo tanto, puede controlar con precisión en todo el rango de apertura. En el caso de una compensación electrónica de presión (EPIV), la válvula de control no está aislada de los incrementos de presión. Eso significa que está tratando de controlar un caudal pequeño con una diferencia de presión alta y fluctuante, que es demasiado incluso para el mejor algoritmo de control.

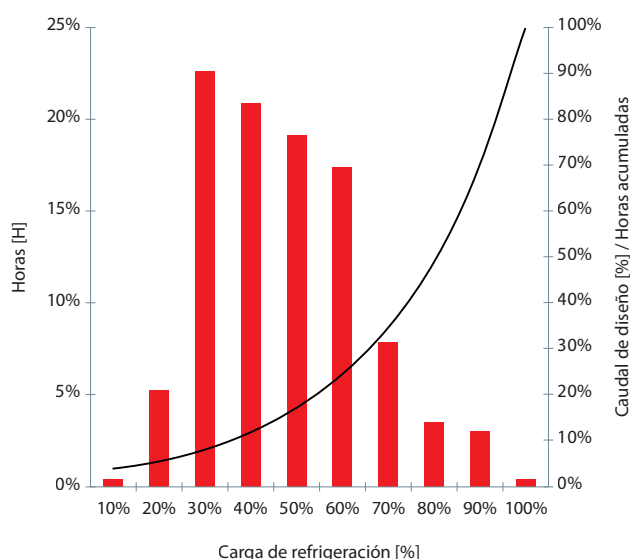
## 7. Conclusiones

Para las unidades de tratamiento de aire que necesitan un caudal constante sobre el intercambiador de calor, una válvula de 3 vías, siempre que esté bien diseñada, puede darte resultados muy aceptables.

Una EPIV puede proporcionar más información sobre el consumo de energía de la aplicación, pero en realidad no proporciona un control preciso debido a la falta de un estabilizador de presión diferencial.

La PICV combinada con un actuador digital, opcionalmente ampliado con un sensor de caudal y sensores de temperatura, le brindará lo mejor de ambos mundos y combinará un control preciso y estable con la capacidad de proporcionar una gran cantidad de datos al BMS.

## 8. Apéndice

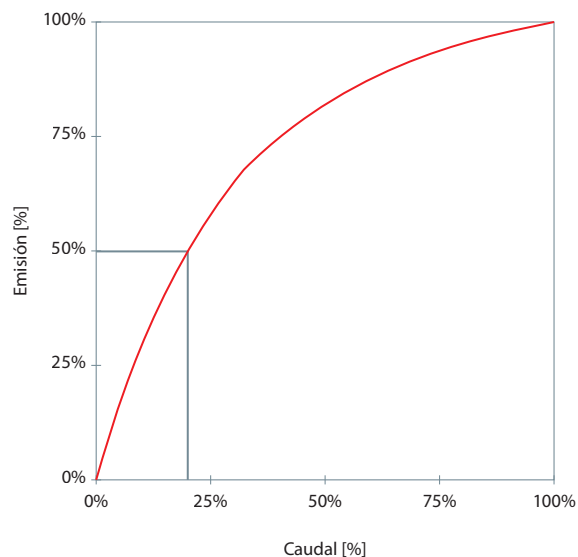


Como se puede ver en el gráfico anterior, el operar al 100% de carga no es común en los sistemas HVAC. Se pueden identificar varias razones para esto:

- Los sistemas HVAC están diseñados para condiciones (exteriores) que son extremas con el fin de garantizar condiciones confortables incluso cuando el clima exterior es muy frío o caluroso. Esas condiciones no ocurren tan a menudo.
- En condiciones templadas, las cargas muy bajas son bastante comunes en las estaciones intermedias, como primavera y otoño.
- Durante el proceso de diseño, los factores de seguridad son de uso común. Eso significa que los sistemas generalmente están sobre dimensionado. Agravado por la selección del tamaño de los componentes. Por ejemplo, si un radiador necesita entregar 2130 W y el catálogo ofrece una versión de 2000 W y una de 2500 W, generalmente se elige la opción más grande para estar seguro, además de los factores de seguridad existentes.

Hasta ahora hemos estado hablando de la carga, pero una carga del 50% no representa un caudal del 50% a través del sistema. Mire una característica típica de un intercambiador de calor aire-agua (una bobina):

### Característica de un intercambiador de calor (aire-agua)



La característica de la bobina es bastante agresiva. Entonces, el 50% de la emisión máxima se puede lograr con tan solo el 20% del caudal.

Por lo tanto, al sumar estos dos factores, un perfil de carga predominantemente bajo y una característica del intercambiador de calor de carga frontal, queda claro que los caudales bajos, del 20% o menos, son extremadamente comunes y deben controlarse con precisión para garantizar la temperatura del aire adecuada para lograr el máximo confort.



ENGINEERING  
TOMORROW



Todas las informaciones, entre otras, las relacionadas con la selección de productos, su aplicación o su uso, el diseño de los productos, sus pesos, sus dimensiones, sus capacidades u otros datos técnicos que figuren en manuales de productos, descripciones de catálogos, anuncios, etc., tanto si están disponibles por escrito, verbalmente, electrónicamente, en línea o mediante descarga, se considerarán de carácter informativo y solo serán vinculantes en la medida en que se haga una referencia explícita a ellas en un presupuesto o una confirmación de pedido. Danfoss declina toda responsabilidad por posibles errores en catálogos, folletos, videos y otros materiales. Danfoss se reserva el derecho a modificar sus productos sin aviso previo. Esto también se aplica a los productos solicitados, pero no entregados, siempre que dichas modificaciones se puedan realizar sin alterar la forma, la instalación o el funcionamiento del producto. Todas las marcas comerciales de este material son propiedad de Danfoss A/S o de las empresas del grupo Danfoss. Danfoss y el logotipo de Danfoss son marcas comerciales de Danfoss A/S. Todos los derechos reservados.