

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

Como incrementar la eficiencia de una instalación residencial utilizando un control de a temperatura local

Enrique Galán



Agenda

1. Nueva directiva EPBD
2. Soluciones de control de la temperatura
 - ✓ Radiador
 - ✓ Suelo radiante
3. Equilibrado Edificios Residenciales
4. Aumento de la Eficiencia Energética
5. Conclusiones



La EPBD (Energy Performance of Buildings Directive, Directiva de Eficiencia Energética de Edificios) **ayudará a lograr una mayor eficiencia de los edificios residenciales.** Entre otras medidas, con el uso de válvulas termostáticas de radiador **TRVs**



Ámbito de aplicación: Viviendas unifamiliares y multifamiliares

EPBD para TRVs:

Es necesario instalar **dispositivos de regulación de temperatura para cada habitación individual**

• **EDIFICIOS EXISTENTES** → Cuando se reemplacen los generadores de calor

• **NUEVOS EDIFICIOS** → Cuando se realicen nuevas instalaciones de calefacción





ENGINEERING
TOMORROW



Sistemas de calefacción por radiador

Principio de una TRV

- Una **sustancia**, líquido o gas, está encerrada en un fuelle, y cuando ésta cambia su temperatura, también **cambia su volumen**.
- El fuelle se expande o se contrae y este movimiento se transfiere al cono del cabezal, que empuja el inserto de la **válvula**, haciendo que **cierre o abra**.
- Esto significa que **el caudal hacía el radiador aumente o disminuya**.
- Si el sensor detecta una temperatura mucho más baja que la establecida, la válvula se abre para calentar la habitación.
- Si la temperatura en la habitación es la deseada, el sensor cierra la válvula.



Tipos de válvula

Simple Reglaje: RA-FN



- La válvula termostática **abre o cierra** para mantener la temperatura ambiente deseada.



Simple Reglaje:

- Sin **equilibrado**, el agua se va por “el camino más fácil”: Se calientan más los radiadores más cercanos a la bomba.

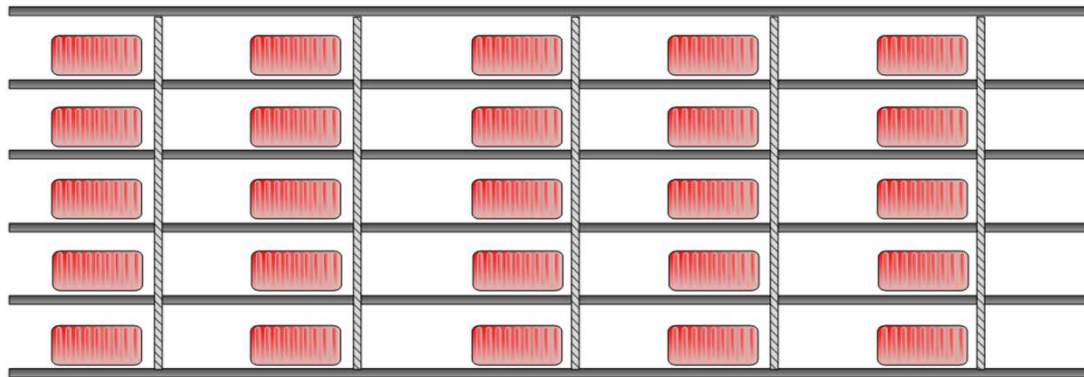
Tipos de válvula

Doble Reglaje: RA-N



- La válvula termostática **abre o cierra** para mantener la temperatura ambiente deseada.
- Incorpora un **equilibrado estático** del caudal.

Doble Reglaje:



Con **equilibrado**, todos los radiadores recibirán el mismo caudal, consiguiendo un mayor confort y ahorro energético.

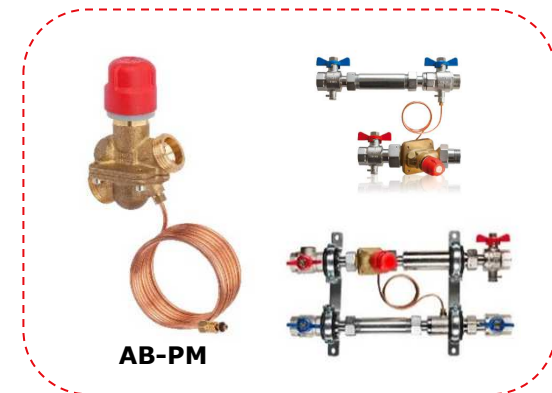
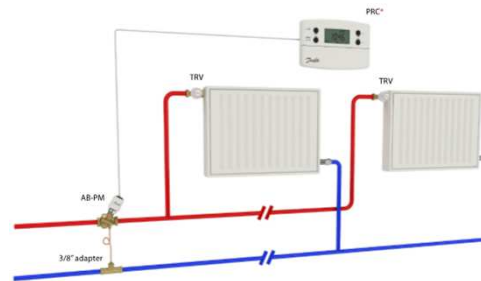
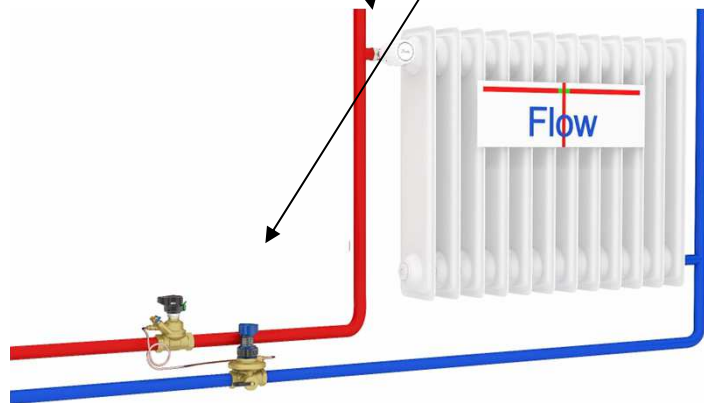
Equilibrado hidráulico

Sistemas bitubo por anillo

La mejor opción tanto para **radiadores** y **colectores de suelo radiante**

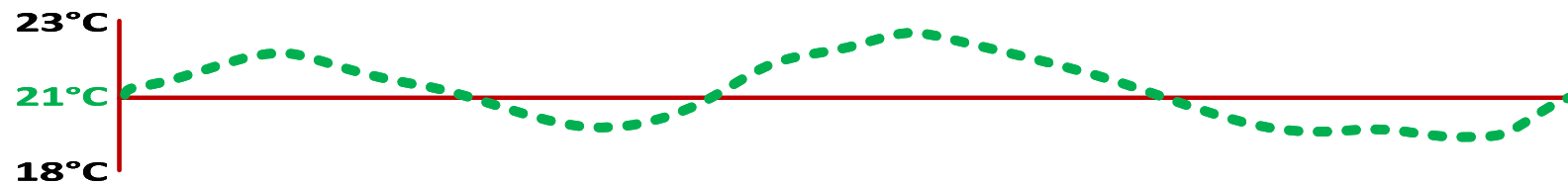
$$Q_v = K_v \sqrt{\Delta p}$$

Q_v Caudal de diseño [m³/h]
 K_v Capacidad de la válvula
 Δp Presión disponible sobre la válvula [bar]

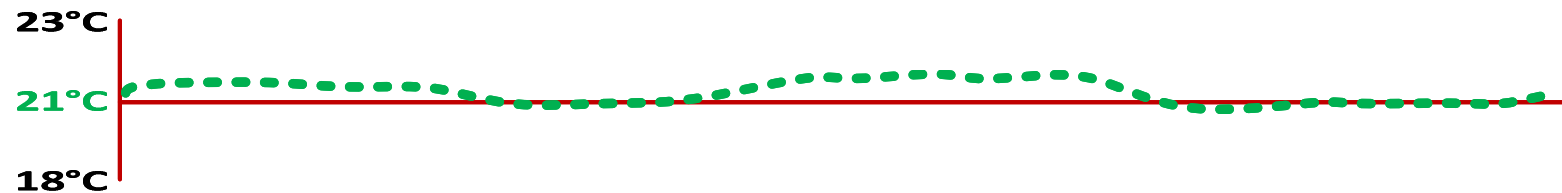


Optimización del Confort

Las instalaciones de calefacción desequilibradas disminuyen el nivel de confort.



Las instalaciones equilibradas aumentan el nivel de confort.



A6

Control remoto tanto de radiadores como del suelo radiante



Diapositiva 13

A6

@Michelle kan vi lave et udsnit af pigen og gulvet, så vi kan få selve vægdisplay'et gjort lidt større? (meget lille her)

Author; 05/10/2020

Beneficios del control domótico

Beneficios:

- App
- Protocolo abierto API
- Zigbee
- Control por voz para suelo radiante y radiadores

Esto abre la oportunidad de tener un control de la temperatura más preciso y sobre todo poderlo manejar y controlar de forma remota.



App intuitiva y fácil de usar



Un App que te permita controlar, programar y supervisar la calefacción de el hogar.

— desde cualquier lugar y a cualquier hora.

Solamente desde el móvil se puede controlar y supervisar tanto los radiadores como el suelo radiante.

Ahorro de costes con una calefacción programada



Un App que le permita programar fácilmente la calefacción para adaptarla a las rutinas y vida diarias. Teniendo precisión en el control de la temperatura y con un potencial de ahorro de hasta un 30%. ¿Te has olvidado de ajustar la calefacción antes de salir de casa? No hay problema. Con un App se puede subir y bajar la calefacción sobre la marcha para mantener el nivel de confort.

Fácil Instalación



Que sea fácil de instalar y configurar y sobre todo que sea compatible con los radiadores y sistemas de suelo radiante.

Control remoto en un vistazo

¿Radiadores, suelo radiante hidráulico o ambos? La domótica debe ofrecer ambas soluciones



Control por voz

Que permita controlar la calefacción por voz conectándose a su asistente digital favorito. Pudiendo ajustar la calefacción con simples comandos de voz



Open API – listo para integrar

Dotar de un protocolo abierto de comunicaciones permite que otros sistemas puedan conectarse, leer y utilizar los datos, lo que permite un sinfín de posibilidades para cualquier fabricante.



Mayor precisión en la temperatura

Si conseguimos tener una mayor precisión en la temperatura ambiente conseguiremos también mayor ahorro energético en producción ayudando así a reducir las emisiones de CO2.

Influencia de las **TRVs** en el funcionamiento de una caldera de condensación o bomba de calor

Fundamentos de la condensación

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss



Si reemplazamos solo la caldera, ¿funcionará?

NUEVA CALDERA



CONTROLES EXISTENTES



SI.

Pero, ¿Funcionará eficientemente?

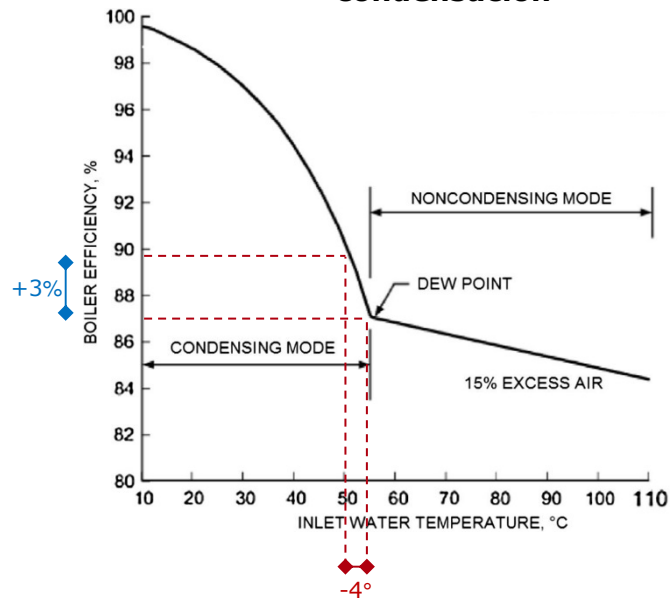
NUEVA CALDERA

CONTROLES EXISTENTES

No.

La temperatura de retorno a la caldera es la clave

Características de eficiencia de las calderas de condensación



Fuente: ASHRAE Handbook 2016 HVAC Systems and Equipment (SI)

- En las calderas de condensación, la eficiencia aumenta a medida que **disminuye la temperatura del agua de retorno**.
- Al instalar una caldera de condensación en un sistema existente, la caldera generalmente se instala en un sistema que no ha sido diseñado para funcionar con una temperatura de retorno baja

Ejemplo: La disminución de la temperatura de retorno en 4 °C (de 55 → 51 °C) aumenta la eficiencia de la caldera en un +3% (de un 87% → 90%)

¿Cómo conseguimos los 4°C adicionales de ΔT ?

Tests	Temperature difference between feed and return of each radiator while balancing °C (target 15°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) across all radiators)						
	Bathroom	Bed 1	Bed 2	Hall	Kitchen	Living room	Average Temp
Test 1: Unbalanced system	4.4	8.5	5.3	3.6	17.7	20.8	10.0
Test 2: Energy House balancing	15.0	15.6	15.0	15.5	16.0	15.8	15.5
Test 6: RA-N valve	10.7	11.4	11.1	22.5	13.3	13.9	13.8
Test 7: RA-DV valve	20.7	20.9	15.5	17.4	12.8	13.5	16.8

Temp. media= ΔT lado del agua de la caldera

1 Sistema desequilibrado

2 Sistema equilibrado

6 Instalación de válvula RA-N

7 Instalación de válvulas RA-DV

Según los estudios realizados en la Universidad de Salford, durante la modernización del sistema de calefacción al cambiar las válvulas manuales de radiador por **válvulas termostáticas de doble reglaje**, el **ΔT del lado de la caldera aumenta en 4 °C.**

Ahorro para un hogar con una caldera de gas de condensación Ejemplo:

- 1 m³ de gas natural = 11 kWh
- Precio del gas: 0,68 €/m³
- Energía necesaria vivienda ejemplo: 20.000 kWh/año

Eficiencia media de la caldera a 55 °C = 0,87

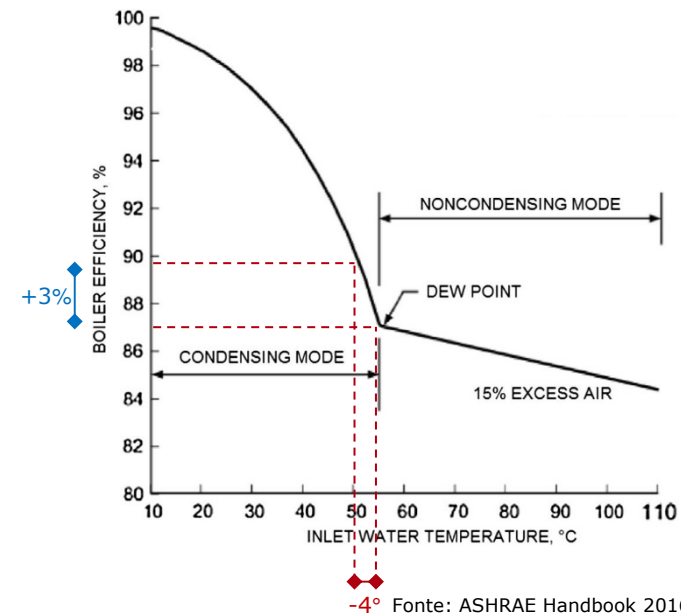
$$\text{Consumo Anual de Gas Natural} = \frac{20.000}{0,87 \times 11} = 2.090 \text{ m}^3$$

Eficiencia media de la caldera a 51 °C = 0,90

$$\text{Consumo Anual de Gas Natural} = \frac{20.000}{0,90 \times 11} = 2.020 \text{ m}^3$$

$$\text{Ahorro resultante} = 2.090 - 2.020 = 70 \text{ m}^3 \rightarrow \mathbf{3,5\%}$$

Ahorro/año 70 m³ gas ~ 48€



Fonte: ASHRAE Handbook 2016 HVAC Systems and Equipment (SI)

Este ahorro es posible con un sistema de calefacción equilibrado que proporcionan a la caldera una **temperatura de retorno más baja** → la caldera funciona en modo de condensación.

...pero hay mucho más que conseguir con las **TRVs**

- Un sistema de calefacción equilibrado es posible con la instalación de **TRVs**
- Una TRV proporciona además un ahorro de hasta un 36% gracias al control de la temperature ambiente.
- Esto significa un ahorro adicional de $1.421\text{€} \times 0,36 = 511\text{€}$
- Al sustituir válvulas manuales por **TRVs** dinámicas conseguimos un mayor control de la temperatura y que la caldera funcione en modo condensación siendo el ahorro total de $48\text{€} + 511\text{€} = 559\text{€}$
- **Que resulta en una factura de gas de 862€ en vez 1.421€ ~ 40% de ahorro**
- **Si fueran cabezales electrónicos la factura de gas sería de 606€ en vez de 1421€ ~ 57% de ahorro**

ID	1	2	3	4	5	6	7
1	0%						
2	31%	0%					
3	36%	8%	0%				
4	39%	13%	5%	0%			
5	42%	17%	10%	5%	0%		
6	46%	22%	15%	10%	5%	0%	
7	46%	23%	16%	11%	7%	1%	0%

Explanation of IDs

ID 1: Manual valves

ID 2: Old TRV (15+ years)

ID 3: New TRV

ID 4: Electronic TRV (no temp setbacks)

ID 5: Electronic TRV P1

ID 6: Electronic TRV P2

ID 7: Electronic TRV P2 + Holiday

Σ Going from one control to another control has quite an impact on energy savings...

Fuente: Hirschberg study results.

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

Sistemas de calefacción por Suelo Radiante

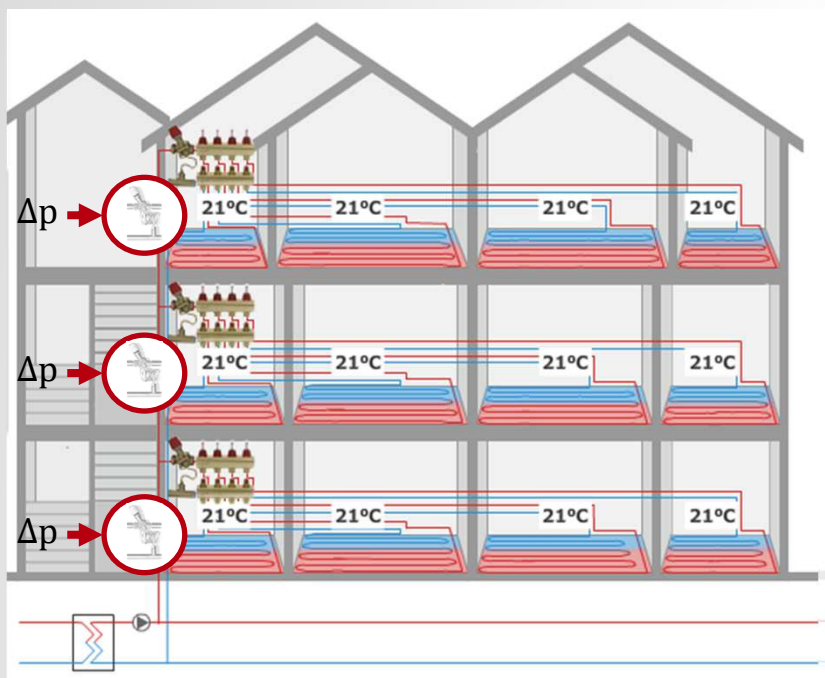
La importancia de un correcto equilibrado en circuitos de SR y un correcto control de la temperatura



Equilibrado suelo radiante

Equilibrado dinámico de colectores

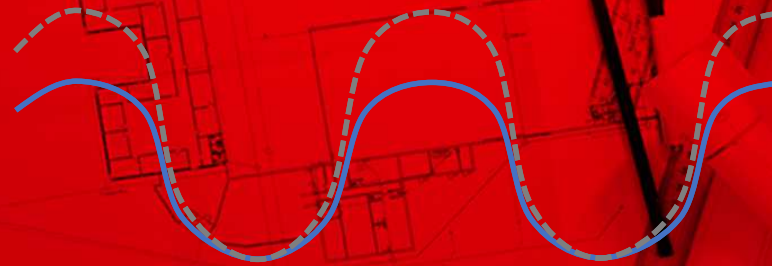
Condiciones ideales de trabajo = ΔP cte.



ENGINEERING
TOMORROW



Lógica de control PWM

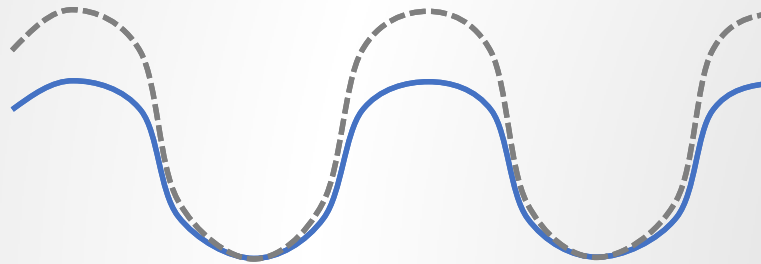


PWM: Cómo funciona

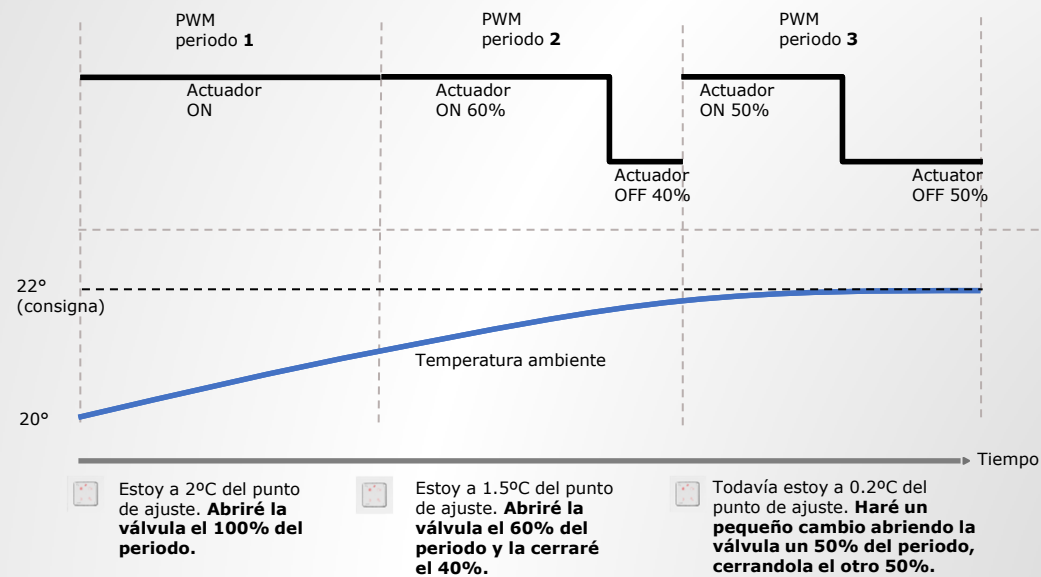
PWM = Modulación de ancho de pulso (Pulse Width Modulation).
Regulación PI (Proporcional-Integral).

Divide el tiempo de funcionamiento en ciclos de trabajo que duran X tiempo. Cada ciclo se divide en un periodo de **ENCENDIDO** y **APAGADO** de duración variable.

La duración de cada periodo se establece en función de la **diferencia** entre el punto de ajuste de temperatura (consigna) y la **variación** de las condiciones ambientales (temperature real).

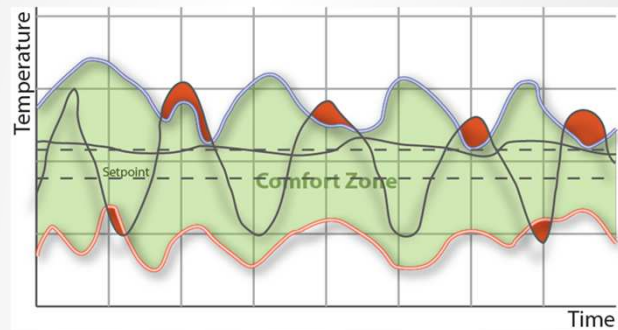


PWM

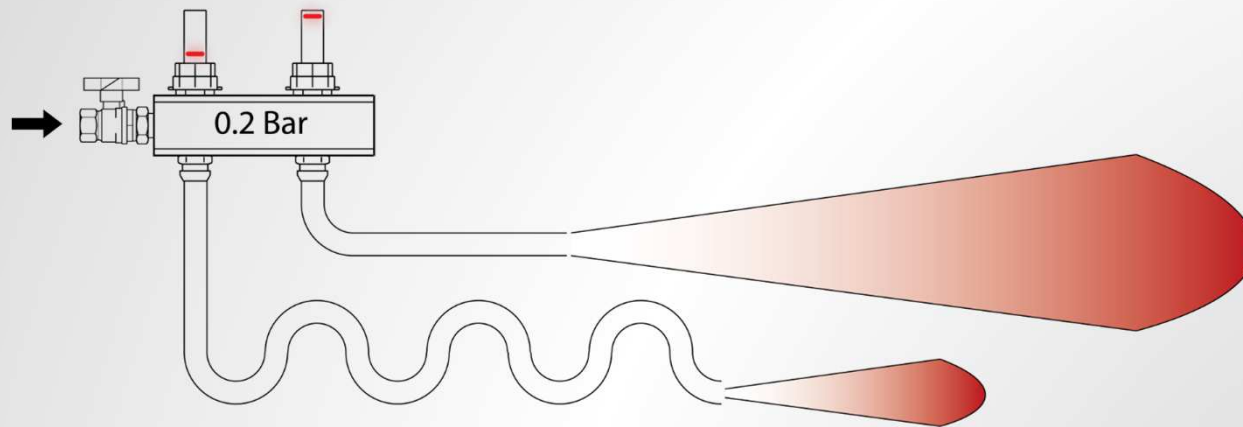


PWM: Diferencias con el control ON-OFF

- La regulación **PWM** utiliza un mayor número de ciclos de trabajo que la regulación **ON-OFF**. Los actuadores instalados deben estar fabricados para soportar un número suficientemente alto de ciclos.
- Los actuadores **ON-OFF** “estándar” tienen una vida útil limitada si se usan con control **PWM**.
- Con la regulación **PWM** los actuadores permanecen abiertos incluso una vez que se alcanza el valor del punto de ajuste (para mantener el mismo).



Equilibrado hidráulico— las bases

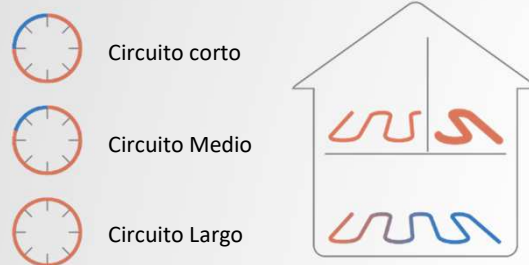


- Cualquier fluido que circula por una tubería genera una caída de presión.
- Cuanto más larga sea la tubería, mayor será la caída de presión.
- Todos los circuitos que salen del colector de suelo radiante tendrán la misma presión disponible.
- Por lo tanto, en circuitos con diferente longitud no equilibrados dispondremos de caudales diferentes.
- Habitaciones pequeñas -> circuitos cortos -> **caudales elevados**.

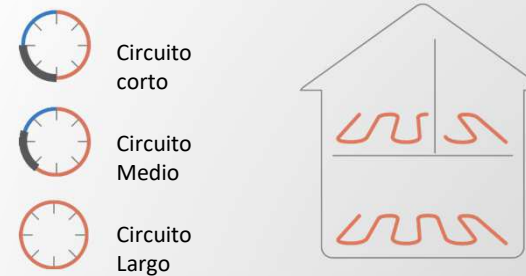
¿Cómo lo hace automáticamente el Icon™?

 Tiempo en ON  Tiempo en OFF  Tiempo en OFF **forzado**

Sistema **sin** equilibrado automático

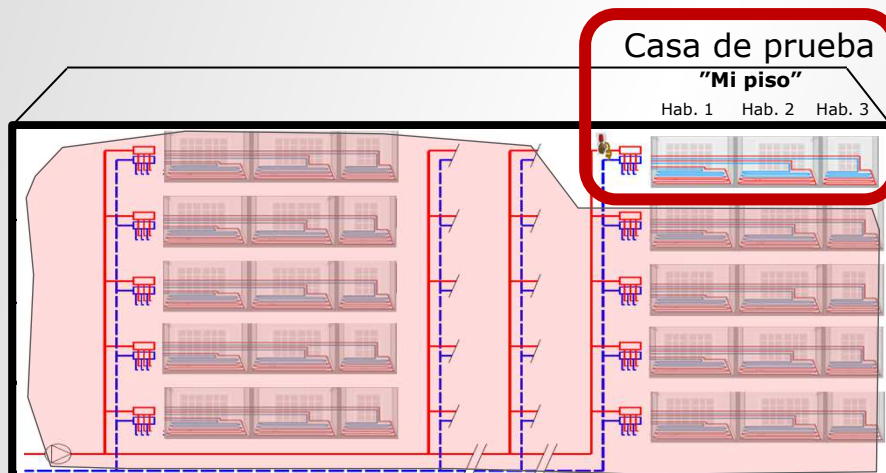
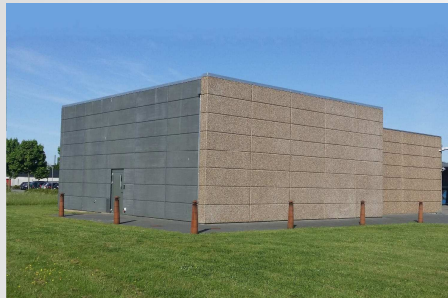


Sistema **con** equilibrado automático



Configuración de la prueba

Simulación de un edificio real



Perfiles de carga

Condición de diseño

Válvulas ajustadas para condiciones de diseño

Todas las válvulas están abiertas de acuerdo a su ajuste

Termostato habitación

Válvulas ajustadas para condiciones de diseño

Tto. habitación on/off
- control (PWM)



Carga real /Carga parcial



Válvulas ajustadas para condiciones de diseño

Termostato activado

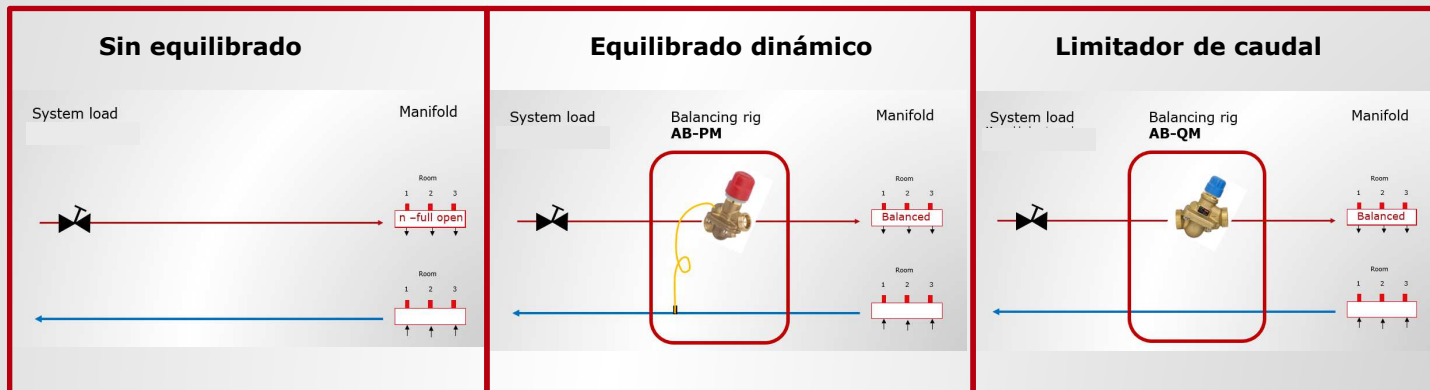
Solo la mitad del edificio necesita calefacción

Test de equilibrado en distintos casos

Sin equilibrado

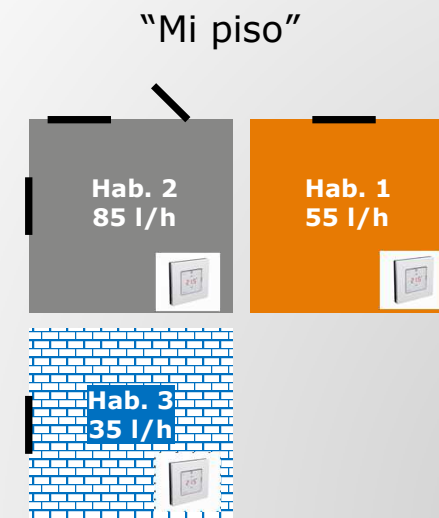
Limitador de caudal

Equilibrado dinámico



Condiciones de diseño de "mi piso"

- ΔP de mi circuito: ~ 28 kPa
- **Caudales de diseño:**
 - Habitación 1: 55 l/h
 - Habitación 2: 85 l/h
 - Habitación 3: 35 l/h
- Control de habitación: PWM (Pulse width modulation)



Caudal de habitación 1.2.3 (registro durante 3 horas)

Termostato de habitación activo

Carga de la vivienda: 100%

Habitación 1: 21 °C

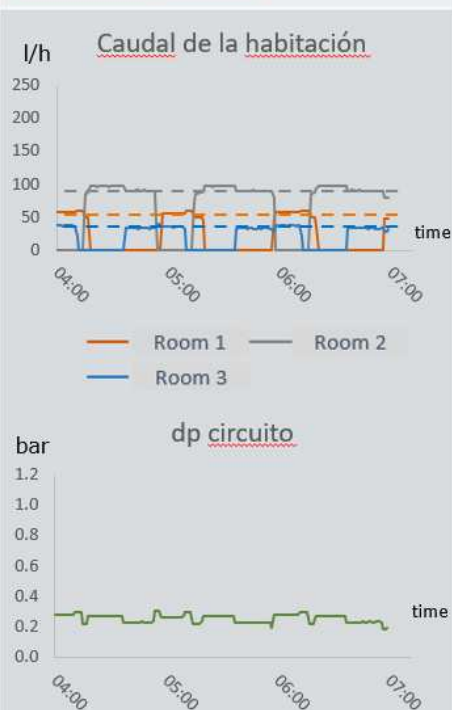
Habitación 2: 21 °C

Habitación 3: 21 °C

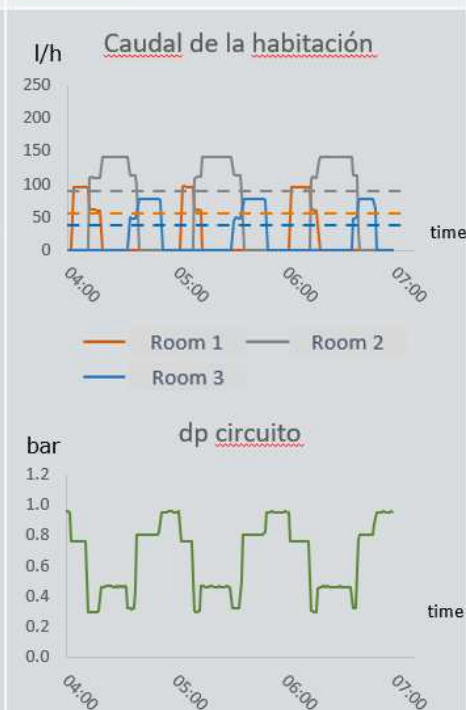
Sin equilibrado



Equilibrado dinámico (AB-PM)



Limitador de caudal (AB-QM)



Caudal de habitación 1.2.3 (registro durante 3 horas)

Carga parcial

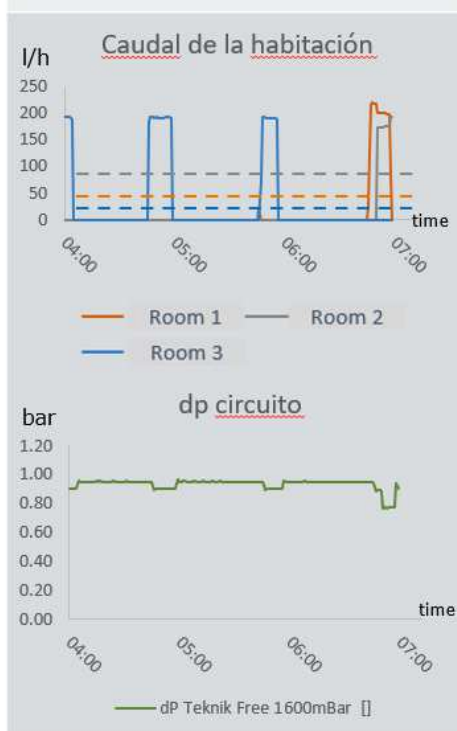
Carga de la vivienda: 50%

Habitación 1: 15 °C

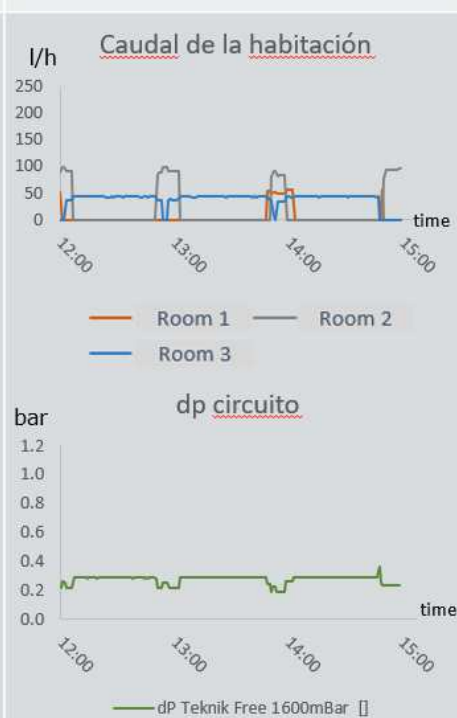
Habitación 2: 15 °C

Habitación 3: 23 °C

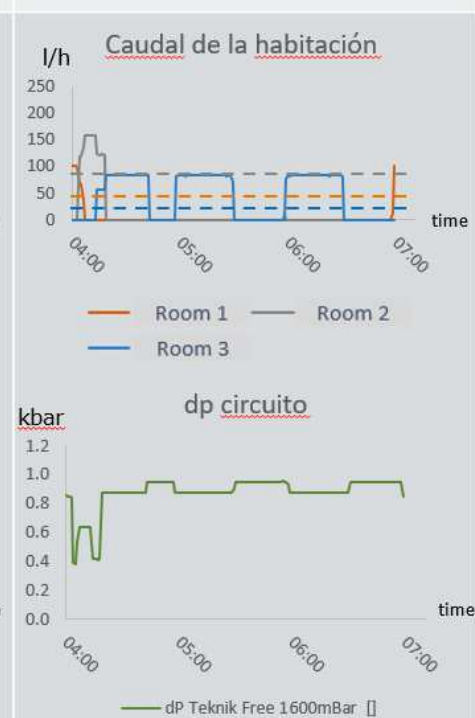
Sin equilibrado



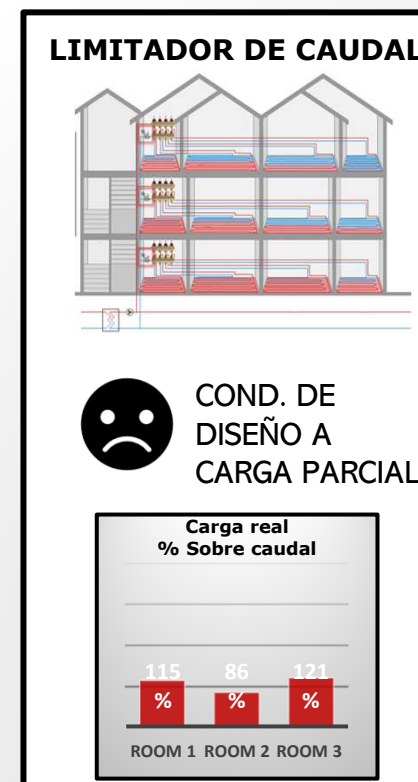
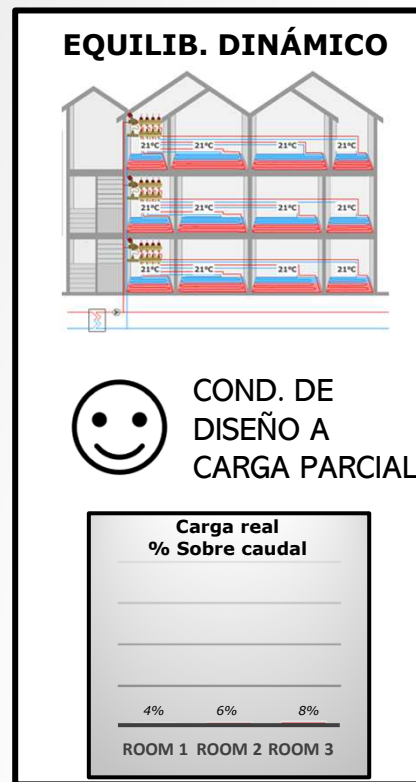
Equilibrado dinámico (AB-PM)



Limitador de caudal (AB-QM)



Métodos de equilibrado y sobrecaudales



Conclusiones:

El equilibrado dinámico es la solución adecuada para sistemas con colectores de suelo radiante

Sin equilibrado:

Se producirán sobre caudales a cualquier valor de carga del edificio o de la vivienda, sin control de presión diferencial en el circuito.

Limitador de caudal:

Se producirán sobre caudales cuando trabajemos con cargas parciales en la vivienda. Tampoco controlamos la ΔP en el circuito de la misma.

Información adicional : Un correcto equilibrado aumenta una media de **3.5 °C en el salto térmico que se traducirá en un ahorro directo en el consumo de la caldera o bomba de calor de nuestro sistema.**

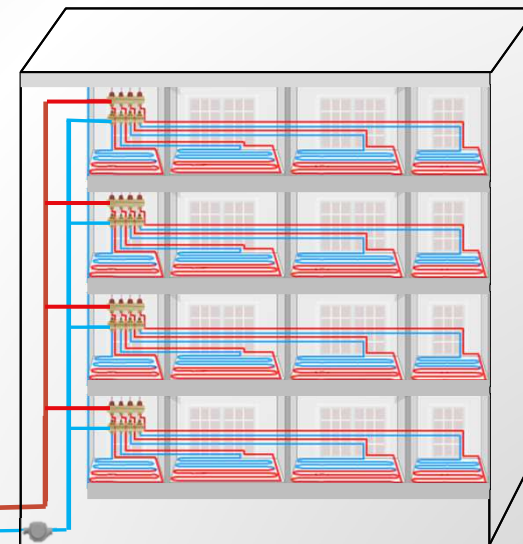
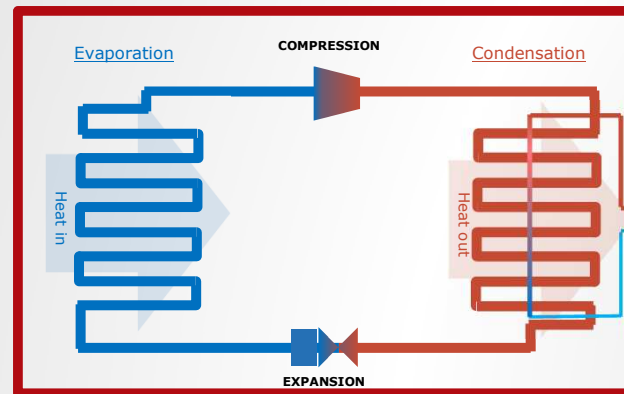


Bomba de calor

Equilibrado hidráulico – Influencia en el COP

TEMPERATURAS

Bomba de Calor



Sistema de Suelo Radiante

Con un buen equilibrado y control del ΔT :

El COP de la bomba de calor



Vs



ENGINEERING
TOMORROW



Conclusiones:

¿Porqué usar control de la temperatura ambiente adecuado ?

Debido a:

- Ahorro de energía
- Mejora del rendimiento de la caldera y bomba de calor
- Mejora del medio ambiente
- Mayor Confort



Hasta un
36%
ahorro de energía
al sustituir las válvulas
de radiador manuales
por válvulas con cabezal
termostático

Preservando el medio ambiente

100 kg/año

Menos de CO₂

**Sustituyendo sólo una válvula
de radiador manual por una
válvula con cabezal
termostático**

Preguntas





ENGINEERING
TOMORROW