

# Regulación de instalaciones individuales de calefacción y agua caliente sanitaria

Preparado por Klaus Grote Hahn, Ing. Civil Mecánico USM

Las instalaciones de calefacción se diseñan para proporcionar las temperaturas interiores de confort con condiciones exteriores extremas, por este motivo durante la mayor parte del tiempo del período de calefacción la potencia instalada es superior a la demandada por la vivienda. Por esta razón estas instalaciones deben llevar regulaciones que adecúen la producción de calor a las necesidades instantáneas de las viviendas.

## Termostatos Ambientes

Es la forma más sencilla de mantener la temperatura interior de acuerdo a lo solicitado por el usuario. Para regular los horarios de funcionamiento existen termostatos programables con períodos diarios, semanales e incluso anuales para programar los días festivos y períodos de vacaciones. Incluso hay algunos que permiten programar diferentes temperaturas en distintos horarios durante el día.

Como se instalan en un lugar determinado (usualmente en el living), puede suceder que alcancen la temperatura de consigna en este recinto, mientras que en los otros aún no se obtiene la temperatura deseada. También puede ocurrir que no lográndose la temperatura deseada en el recinto de ubicación del termostato, existan otros recintos con exceso de temperatura, sin que se detenga la caldera. Este efecto se puede reducir regulando las válvulas en los radiadores, para un equilibrado hidráulico de toda la instalación, pero pueden afectar otros factores como la radiación solar a través de las ventanas ubicadas al norte, cantidad de personas, etc. Atendiendo a lo anterior la ubicación más adecuada para el termostato ambiente es un recinto con poca ocupación y orientación Sur, al margen que sea o no el de mayor carga térmica. Estos recintos pueden ser dormitorios.

## Válvulas Termostáticas

Son válvulas de radiador que incorporan un elemento sensible a la temperatura, que cuando ésta se acerca al valor prefijado, la válvula cierra el paso de agua al radiador. En el recinto donde se encuentra el termostato ambiente no deben colocarse válvulas termostáticas, pues si la temperatura ambiente llega al valor prefijado en ella cerrará el paso al agua del radiador. El termostato ambiente seguirá solicitando calor y la caldera no se detendrá, elevando la temperatura en el resto de los recintos. En general el termostato se instala en el recinto de mayor carga térmica y se colocan válvulas termostáticas en todos los radiadores de los recintos restantes, excepto en baños, cocina, hall, pasillos. Es conveniente no colocar válvulas termostáticas en todos los radiadores, de modo que la bomba de la caldera disponga de algunos radiadores por los cuales circule el agua, independiente de cuantas válvulas termostáticas hayan cerrado. Hay calderas individuales que incorporan válvulas de presión diferencial que eliminan este problema. Sin embargo con el uso de válvulas termostáticas es aconsejable seleccionar bombas con variador de velocidad.

## **Calefacciones individuales con varios circuitos: ¿Qué sucede cuando una instalación dispone de varios circuitos de calefacción independientes?**

Tomemos como ejemplo una casa, en la cual hay un sector que se destina a recintos de uso diurno (living, comedor, cocina, etc.) y otro sector a uso nocturno (dormitorios). Si el usuario quiere tener horarios de funcionamiento y temperaturas diferenciadas, esto no se puede lograr únicamente con termostatos ambiente, por muy sofisticados que éstos sean (Figura 01)

### **Para obtener condiciones diferenciadas es preciso:**

1. Que la instalación disponga de circuitos hidráulicos distintos (tantos como zonas se quieran separar).
2. Que cada circuito hidráulico cuente con un elemento que le permita conectarse o aislarse de la instalación común.
3. Que en cada zona se coloque un termostato de ambiente (programable o no según necesidades).

### **En estos casos se pueden proyectar distintas soluciones:**

#### **a. Regulación con Bombas**

En este caso el termostato ambiente pondrá en marcha la bomba correspondiente hasta alcanzar el valor fijado, parando la bomba y por lo tanto, la calefacción de dicho sector. De este modo, las bombas pueden funcionar una, las dos o ninguna, según las necesidades. Para evitar circulaciones provocadas por la bomba del circuito opuesto, es necesario colocar válvulas de retención en cada circuito. (Figura 02).

En la parte eléctrica se realizarán las conexiones a la caldera, de manera que ésta se ponga en funcionamiento cuando ha arrancado alguna bomba. Si la caldera incorpora una bomba, esta solución puede presentar problemas de acople hidráulico, por lo que se debe instalar un colector que independice la caldera de los circuitos de calefacción (Figura 03).

#### **b. Regulación con Válvulas de Zona**

Una forma sencilla es emplear válvulas motorizadas de dos vías en lugar de bombas, abriendo o cerrando la válvula de la zona deseada, comandada por la acción del termostato ambiente. Como en el caso de las bombas, se puede optimizar el funcionamiento de la caldera de manera que la misma quede fuera de servicio cuando las dos válvulas hayan cerrado (Figura 04 y 05).

Existe otra solución con válvulas de tres vías, que actúan permitiendo la circulación del agua hacia el circuito o retornándola hacia la caldera, según la demanda de los termostatos. Como en los casos anteriores es conveniente parar la caldera cuando los dos termostatos indiquen que no se requiere de calefacción. La solución con válvulas de tres vías asegura la circulación del agua a través de la caldera. Se debe colocar una válvula de equilibrado en el ramal de retorno de la válvula, ajustándola para una pérdida de carga similar a la del circuito de radiadores, con el fin de evitar que cuando un circuito esté parado el agua no vuelva directamente a la caldera por la tercera vía, debido a la baja pérdida de carga que le ofrece el retorno, sin dar calefacción al circuito en servicio que presentará mayor pérdida de carga (Figura 06)

Las soluciones con válvulas de zona no producen problemas de acople hidráulicos con la bomba de la caldera. En instalaciones más complejas, con mayor número de circuitos, las soluciones son idénticas a las analizadas, simplemente se debe incrementar el número de bombas o válvulas como circuitos se requieran.

### **Calefacciones con Acumulación de Agua Caliente Sanitaria (ACS)**

En viviendas con tres o más baños, la solución más adecuada para el servicio de agua caliente sanitaria ACS es con depósitos de acumulación.

Existen dos soluciones para los mismos:

- Acumuladores que incorporan el intercambiador en el propio depósito, ya sea con serpentín inmerso o depósitos de doble camisa, circulando el agua de la caldera por el interior del serpentín o por la envolvente exterior.

- Acumuladores con intercambiador exterior, en cuyo caso se requiere una segunda bomba que produzca la circulación del agua entre el depósito y el intercambiador (en general del tipo de placas, siendo cada vez más utilizados los de placas electrosoldadas).

Para atender la calefacción y el ACS con la misma caldera, los circuitos hidráulicos se deben diseñar para proporcionar en cada momento los servicios necesarios. En los casos de calderas con acumulación, los propios fabricantes de las calderas lo resuelven internamente.

Sin embargo en las ocasiones que las necesidades de acumulación de ACS son altas, es preciso instalar acumuladores separados. Existen varias posibilidades, siendo la más habitual el funcionamiento de ambos servicios en paralelo. Se puede resolver con bombas independientes para cada servicio (Figura 07) o bien con una sola bomba y válvulas motorizadas de 2 o 3 vías (Figura 08). Estas soluciones son idénticas a las de calefacción considerando al circuito ACS como uno de calefacción.

Un problema adicional respecto a las instalaciones exclusivas de calefacción es dar prioridad al servicio de ACS, lo que se realiza parando el servicio de calefacción mientras funciona la demanda de ACS, tal como lo hacen las calderas instantáneas. La forma más adecuada sería instalando un termostato (o sonda, según la regulación que se disponga) en el retorno de la caldera, parando el servicio de calefacción cuando las temperaturas de retorno sean bajas. De este modo se logra que en épocas

intermedias se puedan cubrir los dos servicios a la vez y al mismo tiempo, proteger a la caldera de condensaciones, condición imprescindible para las calderas estándar.

Frecuentemente sucede que la potencia de la caldera es superior a la que es capaz de disipar el intercambiador de ACS en las situaciones habituales de trabajo, con temperaturas del agua medias. Por ello, se indica un tipo de regulación que aprovecha mejor la potencia de la caldera y es capaz de cubrir los dos servicios al mismo tiempo. La instalación consta de una bomba y dos válvulas de tres vías (Figura 09).

La primera válvula envía el agua de la caldera a la producción de ACS, mientras se está solicitando este servicio, o la deriva hacia la calefacción cuando el ACS ha alcanzado la temperatura deseada. La segunda permite el paso del agua hacia la calefacción o directamente a la caldera, según se requiera o no de calefacción. La primera válvula se controla por el acumulador de ACS, mientras que la segunda se controla por el termostato ambiente. Utilizando los fines de carrera de las válvulas o directamente las señales de los termostatos, se logra que la bomba y, a su vez, la caldera solo estén en funcionamiento cuando se esté solicitando algún servicio.

#### **La forma de funcionamiento es la siguiente:**

- Cuando se requiere sólo servicio de ACS, la válvula 1 envía el agua al intercambiador y la válvula 2 deriva el agua de retorno a la caldera.

- Cuando se requiere servicio exclusivo de calefacción, la válvula 1 cierra el paso del agua al intercambiador y la válvula 2 envía el agua hacia los radiadores, retornando de los mismos a la caldera.

- Cuando se solicitan los 2 servicios, el agua de la caldera primero pasa por el intercambiador de ACS y a la salida del mismo se envía a los radiadores. Cuando el ACS es muy fría la temperatura hacia los radiadores puede resultar insuficiente, pero éstos emitirán parte de la calefacción, en lugar de nada, como sucede con las regulaciones tradicionales, lo que además proporciona un funcionamiento más homogéneo de la caldera.

Si para evitar las condensaciones en la caldera es preciso limitar la temperatura de retorno, la solución sigue siendo la del termostato en el retorno, el cual actuará sobre la válvula de calefacción.

El sistema funciona del mismo modo si hay varios circuitos de calefacción, debiendo instalarse una válvula por cada circuito, y todas con conexión eléctrica en paralelo.

Esta solución es la más adecuada para calderas de condensación, ya que al cubrir primero el servicio de ACS, y posteriormente el de calefacción, el agua siempre retorna a la caldera a la menor temperatura posible, lo que aumenta el rendimiento de este tipo de calderas.

Asimismo, esta solución también admite otro tipo de regulaciones, como la variación de temperatura del agua de calefacción en función de las condiciones exteriores, si bien en este caso la regulación debe actuar directamente sobre la

caldera. Lo más adecuado sería instalar la sonda en el retorno a la caldera y programar la curva sobre la temperatura de retorno de los radiadores, en lugar de la impulsión.

## **Estudio del consumo energético de bombeo en tres diferentes sistemas de distribución a caudal variable de agua**

**Jesús de Lara j.delara@tahydraulics.es, Tour & Andersson, Complejo Europa Empresarial, C/ Playa de Liencres 28230 Las Rozas - Madrid.**

Cuando un ingeniero consultor adopta un sistema de distribución de agua, para una instalación de aire acondicionado, a caudal variable o constante, lo decide tras evaluar y analizar las ventajas e inconvenientes de una distribución frente a otra. Comparado con un sistema de distribución a caudal constante, el caudal variable presenta las siguientes ventajas:

- Temperatura de impulsión del agua constante: mínima en frío y máxima en calor.

- Cuando la instalación está calculada teniendo en cuenta un factor de simultaneidad de uso, permite reducir además de la potencia instalada en el sistema de producción, la de las bombas secundarias a instalar, así como los diámetros de las tuberías de distribución. (En caudal constante solamente la potencia instalada en la producción).

- Como ventaja más valorada, el sistema de distribución a caudal variable de agua permite ahorrar energía de bombeo frente al de caudal constante. De una parte, por bombear solamente el caudal de agua que demanda la instalación y de otra, porque éste sistema permite que la bomba nunca resulte sobredimensionada.

Para tener una estimación de la energía que puede ahorrarse con un sistema de distribución a caudal variable, el primer paso será conocer la energía consumida por las bombas del circuito secundario frente a la de producción.

Es evidente que la curva de demanda de la instalación será decisiva al fijar la adopción de un sistema de distribución u otro.

### **1. Energía consumida por las bombas secundarias, a caudal constante, frente a la producción.**

#### **1.1 Costes de Bombeo**

Es fácil calcular el consumo de bombeo en una instalación equilibrada trabajando a caudal constante. Cuando se trabaja con caudal variable en la distribución, los costes de bombeo decrecen hasta alcanzar un valor inferior al 50% de los valores aquí calculados.

### 1.1.1. Potencia de bombeo consumida

El consumo de bombeo

- $P_c$  en W.
- $H$  = altura de bomba en metros de columna de agua.
- $q$  = caudal de agua en Kg/h = caudal de agua aproximado en l/h.
- $h_p$  = rendimiento de la bomba = 0.75 por ejemplo (puede ser menor que 0.4 en instalaciones pequeñas).
- $h_m$  = rendimiento del motor = 0.85 por ejemplo y finalmente:

El rendimiento de una bomba de velocidad variable, incluido el motor y el variador de frecuencia, puede, por ejemplo, caer hasta un valor de 0.67 al 50% de la carga y hasta 0.35 al 15%.

### 1.1.2 Costes de bombeo

Los costes de bombeo  $C_{pt} = P_c \times t \times C_w / 1000$  siendo:

- $t$  = tiempo de funcionamiento, en horas.
- $C_w$  = precio de la electricidad por kWh.

### 1.1.3 Costes Reales de bombeo (distribución a caudal constante)

a) Calor

1. La energía perdida en el motor =  $(1 - h_m) P_c \times t \times C_w / 1000$ .

2. El resto de la potencia ( $h_m \times P_c$ ) se convierte en calor en el agua, por lo tanto no es una pérdida.

El coste de esta energía =  $h_m \times P_c \times t \times C_w / 1000$ .

3. Si esta energía se generase en una caldera, el coste sería:  $h_m \times P_c \times t \times C_f / (1000 \times 12 \times h_b)$ , siendo:

- $C_f$  = precio del litro de combustible calculado  $C_f / C_w = 1.9$  p.ej.
- 12 = 12 kWh por litro de combustible, por ejemplo.
- $h_b$  = rendimiento estacional de la caldera = 0.75 p.ej.

Y los costes reales de bombeo =  $(1) + (2) - (3) =$

b) Frío

**1.1 La energía perdida en el motor =  $(1 - \eta_m) P_c \times t \times C_w / 1000$ .**

**1.2 El resto de la potencia ( $\eta_m \times P_c$ ) se convierte en calor, que se transmite al agua.**

**1.3 El coste de esta energía =  $\eta_m \times P_c \times t \times C_w / 1000$ .**

Esta energía calorífica debe ser compensada por las enfriadoras, que tienen un coeficiente de operación en el lado evaporador, COP (incluido el rendimiento del motor), de 3 por ejemplo. Los costes por parte de la enfriadora serían:

$$\eta_m \times P_c \times t \times C_w / (1000 \times \text{COP}).$$

$$\text{Los costes reales de bombeo} = (1.1) + (1.2) + (1.3) =$$

1.2 Costes de bombeo expresados en porcentaje del consumo estacional de la instalación.

La potencia máxima generada por las unidades de producción en vatios =  $1.16 \times q \times \text{DTc}$

$$\text{La mayor carga estacional} = 1.16 \times q \times \text{Sc} \times \text{DTc}$$

- Sc = es la relación entre la principal carga estacional y la carga máxima de diseño = por ejemplo 0.4.

Calor:

Los costes de calefacción =

$$1.16 \times t \times q \times \text{Sc} \times \text{DTc} \times C_f / (12 \times 1000 \times \eta_b) \quad (\text{C.1})$$

$$\text{Los costes reales en porcentaje de la mayor carga estacional} = 100 \times C / C.1$$

Ejemplo:

Para  $H = 10 \text{ m. c. a.}$  y  $\text{DTc} = 20 \text{ K}$ ,  $\text{Cpr} = 1.8 \%$ , los costes de bombeo en la distribución, representan en esta instalación trabajando a caudal constante, un 1.8% de los costes de combustible.

Frío:

Los costes de refrigeración =

$$1.16 \cdot t \cdot q \cdot \text{Sc} \cdot \text{DTc} \cdot C_w / (\text{COP} \times 1000) \quad (\text{F.1})$$

$$\text{Los costes reales en porcentaje de la mayor carga estacional} = 100 \times F / F.1$$

En frío, la altura manométrica de las bombas es generalmente más alta que en circuitos de calor y el DTc es más pequeño.

Ejemplo: Para  $H = 22 \text{ m. c. a.}$  y  $\text{DTc} = 5 \text{ K}$ ,  $\text{Cpr} = 16 \%$  y los costes de bombeo de la distribución representan en esta instalación, trabajando a caudal constante, un 16% del consumo promedio de las enfriadoras.

## **2. Sistemas de Distribución**

Una vez determinado cuánto representa el consumo de bombeo en la distribución respecto al de las unidades de producción, tanto en frío como en calor, evaluaremos el ahorro que supone cada uno de los sistemas de distribución a caudal variable de agua, propuestos:

Bomba de velocidad constante; asociación de bombas en paralelo y una bomba de velocidad variable.

### **2.1 Distribución en retorno directo y caudal de agua variable**

En lo sucesivo, utilizaremos como ejemplo y referencia la figura 1, asumiendo que bajo condiciones de diseño, la presión diferencial  $Dp_1$  será aplicada al primer circuito, y la presión diferencial  $Dp_{10}$  al último.

### **2.2 Bombeos a velocidad constante**

Por norma, las válvulas de control de dos vías abiertas deben generar, al menos, una pérdida de carga igual a un 50% de la presión diferencial aplicada al circuito controlado, bajo las condiciones de diseño. El sobrante se recoge en la unidad terminal, los accesorios y finalmente en la válvula de equilibrado. Para unidades cercanas a la bomba, el  $Dp$  disponible es  $= Dp_{AB}$  y donde  $Dp_{EF}$  está disponible para las unidades remotas.

Cuando la válvula de control ha sido correctamente seleccionada, la limitación de caudal que produce la válvula de equilibrado, no tiene efectos en su autoridad práctica.

Si todos los circuitos fuesen iguales, las válvulas de control de aquellos próximos a la bomba, serían más pequeñas (valores inferiores de KVS) que las que están situadas en circuitos remotos.

El equilibrado se llevará a cabo bajo las condiciones de diseño, en otras palabras, con todas las válvulas de control completamente abiertas.

Obviamente, es imposible evitar los incrementos de presión diferencial a baja carga, especialmente para unidades remotas, a menos que se instalen controladores automáticos de la presión (ver figuras 9 y 10). Estas grandes presiones diferenciales, reducen la autoridad de las válvulas de control, hasta el punto de hacer estos circuitos inestables.

Si la presión diferencial aplicada a un circuito se duplica a baja carga, la autoridad real de esa válvula de control se reduce a la mitad. Aquella válvula de control más distante de la bomba, es la más afectada, y por lo tanto deben ser diseñadas con una autoridad tan alta como sea posible.

A bajas cargas, las presiones diferenciales aumentan y pueden aparecer sobrecaudales en circuitos cuyas válvulas de control estén completamente abiertas.

De cualquier manera, estos sobrecaudales no generan subcaudales en otras unidades puesto que las presiones diferenciales permanecen superiores a las de cálculo. El factor esencialmente negativo es simplemente la dificultad de controlar las

unidades inicialmente remotas desde la bomba debido a la reducida autoridad de sus válvulas de control.

Unos controladores de presión diferencial adecuadamente seleccionados pueden solventar ese problema, si la fracción de presión diferencial que toman, no reduce significativamente la autoridad de las válvulas de control aguas debajo de ellas.

Para limitar la reducción en la autoridad de las válvulas de control de los circuitos hidráulicamente más alejados, basta con seleccionar una altura manométrica de bomba, de manera que la relación  $FE/HG > 0.3$  (figura 2.2).

### **2.3 Asociación de bombas en paralelo (Fig 3)**

Cuando  $n$  bombas idénticas se asocian en paralelo el caudal se multiplica por  $n$  para una misma altura manométrica. Se obtiene así una curva característica bastante plana.

Si la red hidráulica se caracteriza por una resistencia hidráulica ( $K$ ) constante, la puesta en servicio de varias bombas no modifica apreciablemente el caudal de la instalación, puesto que la altura manométrica resultante no aumenta nada más que ligeramente.

En la figura 3, el punto de funcionamiento se desplaza desde A hacia C y entre las bombas se reparte el caudal total a partes iguales.

#### **2.3.1 Gestión de las Bombas**

Un sistema a caudal variable genera características que dependen del grado de apertura de sus válvulas de control. Para un caudal inferior a  $q_A$  (figura 3) una sola bomba está en funcionamiento.

Cuando el caudal es superior a  $q_A$ , entra en funcionamiento la segunda bomba y el punto de funcionamiento se desplaza a B con un aumento de caudal resultante. Los bucles de control secundarios reaccionan a este aumento y las válvulas de control motorizadas se cierran proporcionalmente. El punto de funcionamiento se desplaza desde B hasta C.

Si la gestión de las bombas se hace en función de la presión diferencial, la segunda bomba entra en servicio cuando  $D_p < D_{PA}$  y no podría desconectarse nada más que para  $D_p < D_{PC}$ . Si no se respeta esta regla, se corre el riesgo de ver a la segunda bomba conectarse y desconectarse periódicamente.

Las diferencias entre las presiones de conexión y desconexión de bombas se reduce a medida que aumenta el número de bombas en funcionamiento y el control de las bombas pudiera llegar a ser delicado. Las bombas también pueden gestionarse en función del caudal, con la ventaja en este caso de que el punto de intersección de una característica plana con una línea vertical de caudal, está mejor definido que una horizontal de presión.

Si una bomba está siempre en funcionamiento, su caudal puede servir de referencia para la gestión de las otras. En este caso la segunda bomba es puesta en servicio cuando  $q_1 < q_A$  y se desconecta para  $q_1 < q_A - D$  2

Después de un cierto tiempo de conexión de la segunda bomba, la tercera se conecta cuando  $q_1 > q_A$  y se desconecta cuando  $q_1 < (q_A - D) \times 2/3$ . La misma bomba se desconecta cuando  $q_1 < [(q_A - D) \cdot n - 1] \cdot n$

Es interesante desde el punto de vista del mantenimiento respetar el siguiente principio: la primera bomba conectada es la primera en desconectar. De esta manera se consigue el mismo tiempo de funcionamiento y arranques para todas las bombas.

## **2.4 Bombas de velocidad variable**

Puesto que la energía consumida por una bomba es directamente proporcional al producto  $H$  (altura manométrica) por  $q$  (caudal de agua), disminuyendo simultáneamente ambos factores, su producto lo hace más rápidamente.

La idea es simple. A cargas bajas, el caudal de agua disminuye y a la vez puede hacerlo la altura manométrica de la bomba, puesto que la mayoría de las válvulas de control están casi cerradas. Así, planteado, presenta el inconveniente de la no homogeneidad en la demanda de las distintas “zonas” de la instalación. Si una de las unidades hidráulicamente próximas a la bomba continúa trabajando a plena carga, mientras que el resto de la instalación trabaja a carga reducida, no se puede disminuir la altura manométrica de la bomba. De hecho, se podría hacer, a condición de que las válvulas de control de los circuitos “cercaños” a la bomba estuviesen calculados sobre la base de la presión diferencial mínima que se puede obtener a cargas reducidas. Pero así, estas válvulas de control estarían sobredimensionadas cuando la instalación trabajase a plena carga. Todo el problema estriba en la gestión de la instalación para una carga media, que no es representativa de las cargas individuales de todas las unidades.

Las bombas de velocidad variable, encargada de mantener constante la presión diferencial aplicada a las “unidades más alejadas”, no son realmente interesantes nada más que si las cargas varían en todas las unidades en una proporción similar.

### **2.4.1 Selección de la bomba**

Si las válvulas de control se dimensionan para que circule por ellas, su caudal de cálculo cuando la presión diferencial disponible sea mínima, entonces la reducción de la altura manométrica en función del caudal, puede ser interpretada de diferentes maneras. Todas relacionadas con la autoridad de las válvulas de control, cuya definición es:

DPVN (DP en la válvula de control abierta y para el caudal de cálculo)

$\beta' = DP1$  (DP máxima aplicada a la válvula cerrada)

La altura manométrica de la bomba debe ser escogida de manera que pueda obtenerse una autoridad suficiente para todas las válvulas de control, en las condiciones más desfavorables.

En el ejemplo de la figura 4 los DP disponibles para los circuitos en las condiciones de cálculo son para el primer y último circuitos, DP1 y DPN respectivamente. Si, por ejemplo, se mantiene constante el valor DP1, DPn y DPvn,

alcanzarán el valor DP1 cuando todas las válvulas de control cierren simultáneamente. A esto denominaremos condiciones más desfavorables. Puesto que son excepcionales, una autoridad de 0.25 es generalmente aceptada como suficiente para este caso.

Para los siguientes ejemplos, y considerando que es una instalación de frío, las pérdidas de carga en la distribución se considerarán  $DpR = 65$  kPa. La autoridad mínima considerada  $\beta' = 0.25$ . Todas las unidades terminales tienen una pérdida de carga de 10 kPa incluyendo su válvula de equilibrado.

### **3. Consumo de bombas en las Distribuciones a Caudal Variable**

La bomba de velocidad constante (Fig.5) será tomada como referencia para comparar los otros dos casos.

Consumo relativo de la bomba

### **4. Análisis de diferentes localizaciones del sensor de p para comandar bombas de velocidad variable**

#### **4.1 Dp constante en el primer circuito Sensor de presión diferencial en las bridas de impulsión de la bomba. Fig.3.**

P es prácticamente la misma que para velocidad constante, pues aunque se reduce la altura de bomba, disminuye el rendimiento del motor eléctrico, (incluyendo el variador de frecuencia).

#### **4.2 Dp constante en el último circuito. Aquel para el que se ha calculado la bomba**

Esta fórmula es la misma que para el caso de la figura 3. Sin embargo, todas las válvulas de control deberían calcularse para la misma Dp, porque a pequeñas cargas la Dp disponible se reduce para todos los circuitos al mismo valor mínimo.

En el arranque de la instalación (máxima demanda) el circuito 1 está sometido a una Dp de 100 kPa cuando ha sido calculado para una Dp de 35 kPa, lo cual genera sobrecaudal en él. Dado que el caudal depende de la raíz cuadrada de la Dp, este será:

Esto provocará una pérdida de carga suplementaria en tuberías y accesorios. En consecuencia, la bomba de velocidad variable, girando a máximas revoluciones no tiene potencia suficiente para generar la Dp requerida en los últimos circuitos. En este caso particular es absolutamente imprescindible limitar el caudal al valor de cálculo de una manera dinámica para la mayoría de los circuitos.

Puede conseguirse con diversas técnicas, una de ellas, por ejemplo utilizando un controlador local de presión diferencial que mantiene constante la presión diferencial sobre las válvulas de control. No obstante, en todos los casos es necesario considerar una Dp suplementaria, requerida.

### 4.3 La misma autoridad para el primer y último circuito.

Determinación del punto de colocación del sensor.

En teoría, el consumo mínimo de las bombas podría conseguirse cuando las autoridades mínimas del primer y último circuito sean iguales. La distancia óptima entre el sensor de presión diferencial y el último circuito está dada por:

Para  $L = 120$  m, el valor  $x \cdot L = 0,2 \times 120 = 24$  m.

No obstante el problema de los sobrecaudales en el arranque subsiste. Un equilibrio dinámico es necesario, como en el caso de la figura 3.  $\text{sobrecaudal} = 100 \times \frac{83}{31} - 100 = 64\%$

### 4.4 DP constante en el centro de la instalación. Fig.6.

Igualmente a los casos anteriores se encuentra que:

En relación al principio de la figura anterior el consumo de las bombas aumenta, pero el riesgo de sobrecaudales en el arranque se reduce considerablemente

Tal sobrecaudal es aceptable y la instalación puede ser equilibrada en las condiciones de cálculo con válvulas de equilibrio normales.

## 5. Bombas en paralelo

El análisis será análogo al realizado para una bomba de velocidad constante, con un rendimiento del conjunto, menor, debido a la existencia del colector común. Sin embargo, el incremento de altura manométrica a cargas reducidas, es menor en el caso de una sola bomba, a caudal constante, al ser la curva característica del conjunto, más plana.

Para el primer circuito de la figura 5, la primera válvula de control debe generar una pérdida de carga de  $D_p = 101.7 - 10 = 91.7$  kPa, con una autoridad próxima a 1. La autoridad mínima afecta al último circuito, para el cual  $\beta' = 25/101.7 = 0.25$ .

Consumo de bombas:

Para unos rendimientos  $h_p = 0.8$ ,  $h_m = 0.9$  y  $h_c = 0.97$ , como "rendimiento" del colector.

Las bombas en paralelo tienen la ventaja de su menor coste tanto en inversión inicial como en control al ser éste todo-nada. Además, con el criterio de desconectar primero la bomba que antes arranca, se consigue el mismo número de horas de funcionamiento y arranques para todas. Mediante el empleo de controladores "locales" de presión diferencial, las discontinuidades provocadas por las entradas y salidas en servicio de las diferentes bombas quedan compensadas. No es necesario dimensionar las válvulas de control, teniendo en cuenta todo lo explicado anteriormente, sino que solamente hay que considerar las características de pérdida de carga y caudal de la unidad que cada válvula controla.

## **6. Estabilizadores de Presión Diferencial**

### **6.1 Estabilización de la presión diferencial sobre las bridas de una válvula de control.**

Cuando la presión diferencial de la distribución varía de manera considerable, se puede estabilizar directamente entre las bridas de las válvulas de control según lo mostrado en la figura.

Dado que la banda proporcional de la válvula estabilizadora de presión no es estrecha, la estabilidad del bucle de control está garantizada en la medida que esta válvula no esté sobredimensionada. En cualquier caso el control de la presión diferencial es más fácil y preciso mediante este regulador que, pretender que una sola válvula de control realice la doble función: estabilizar la temperatura, compensando simultáneamente las oscilaciones de presión diferencial. Como es fácil suponer, el bucle de control en este caso es inestable.

### **6.2 Equilibrado de una red a caudal variable y estabilizadores de presión diferencial en los ramales.**

Esta solución permite el empleo de las tres agrupaciones de bombas estudiadas: bomba de velocidad constante, asociación de bombas en paralelo y bombas de velocidad variable. Ni la autoridad ni el dimensionado de las válvulas de control de las unidades terminales deben dimensionarse tan cuidadosamente como para los casos anteriores. De la misma forma, el caudal mínimo de protección de las bombas está garantizado por las válvulas de 3 vías al final de cada ramal. Además, esto posibilita que la red de distribución siempre esté a la temperatura adecuada.

Si se emplea una bomba de velocidad variable, aún estando ésta sobredimensionada, con esta solución es posible limitar su velocidad máxima de giro y con ello su potencia a la estrictamente requerida por la distribución. La técnica consiste en medir la pérdida de carga generada por cada uno de los estabilizadores de presión diferencial. Aquel cuyo valor sea mínimo será el circuito índice. Fijado el sensor de presión diferencial en éste, se rebajará el régimen de rotación de la bomba hasta que la pérdida de carga medida desaparezca. En este instante, se limitará la frecuencia máxima del variador y así mismo, se fijará la consigna del sensor de presión diferencial que será mínima.

## **7. Comparación de los consumos de bombas en los tres diferentes casos analizados.**

Para una demanda térmica de la instalación del 55% y el sensor de presión diferencial en el punto medio de la distribución, según la curva característica tipo de una unidad terminal aire-agua, sin condensación, funcionando con un  $DTC = 12^\circ - 6^\circ = 6K$  para el agua, a una emisión del 55% de su potencia nominal, el caudal requerido respecto al nominal es el 25% aproximadamente. Ver figura:

## 8. Optimización de la altura de bomba de velocidad variable

Partiendo de la base de que en la gran mayoría de los casos las bombas están sobredimensionadas, no hay razón para que, siendo de velocidad variable, a máxima demanda de agua de la instalación deban alcanzar la máxima velocidad de giro (correspondiente a una frecuencia de 50 Hz). Mediante los controladores de presión diferencial instalados al principio del ramal vertical, como se muestra en la figura, es posible reducir la potencia de bombeo hasta la estrictamente requerida. Además, simultáneamente se obtiene el valor de consigna del sensor de presión diferencial que comanda la bomba. En este caso, y siendo estrictos, su posición sería la correspondiente al punto de igual autoridad para todos los controladores, consiguiendo así la mínima potencia de bombeo requerida. Puesto que los controladores de presión diferencial limitan además el máximo caudal por sus respectivos circuitos, en ningún caso se producirían en el arranque los sobrecaudales que se muestran en la tabla resumen. Aún siendo de velocidad constante, la bomba no debe sobredimensionarse por motivos de autoridad.

La técnica consiste en realizar el equilibrado con la bomba girando a una frecuencia de 50 Hz. Se ajustan los estabilizadores STAP de los respectivos circuitos, aumentando su presión diferencial de consigna, hasta que, midiendo el caudal en la válvula STAD (STAM) circule por ella el requerido por proyecto. Una vez ajustados todos los controladores STAP y con el medidor de caudal en la más alejada, se reduce gradualmente la velocidad de giro de la bomba, hasta que se detecta una ligera reducción en este caudal. Una vez restituido, la correspondiente velocidad será aquella de máxima demanda. De este modo, se limita la frecuencia de rotación y no corresponderá a los 50 Hz, eliminando así el sobredimensionado de la bomba.

Además, simultáneamente se habrá consignado el valor para el sensor de presión diferencial que comanda la bomba DPM, pues es la presión diferencial de máxima demanda, y por tanto la que la bomba debe mantener.

## 9. Conclusiones

El mantenimiento de una altura manométrica constante es ciertamente la aplicación más frecuente para las bombas de velocidad variable. Para una instalación con control proporcional en refrigeraciones, el trabajo de bombeo a caudal variable reduce en un 18% el consumo de la correspondiente bomba a velocidad constante. Esto es, con un 50% de consumo de agua, que equivale a una demanda media de energía superior al 70% de la instalada. Para que efectivamente puedan obtenerse ahorros significativos, debe ubicarse correctamente la sonda de presión diferencial en la distribución. El punto central resulta ser el que más ventajas posee.

Una mala ubicación de la sonda de presión diferencial no sólo no posibilita el ahorro eficaz en la potencia de bombeo, sino que además afecta negativamente a la autoridad de las válvulas de control.

El factor  $C = Dp_{\text{circuito}} / Dp_{\text{bomba}}$ , proporciona un criterio útil en la determinación del número de sensores y su posición a instalar en un sistema a caudal variable de agua. Los controladores locales de presión diferencial permiten optimizar la

potencia de bombeo; facilitan el equilibrado y mejoran la autoridad de las válvulas de control. La asociación de bombas en paralelo, junto con estas subidas de presión diferencial es una buena alternativa a las bombas de velocidad variable por su simplicidad y ahorro energético.

## **Las bombas de calor geotérmicas: principales técnicas y ventajas ecológicas**

**Por Jacques BERNIER Directeur technique AIRPAC International, Ingeniero IFFI (Instituto Francés del Frío Industrial), Conferencista IFE (Instituto Francés de la energía)**

*« Los ingenieros se deciden por fin a entender que nuestra tierra no es inagotable y que un día, más temprano que lo que pensamos, nuestra tierra excavada no tendrá ni siquiera un pedazo de carbón o una gota de petróleo.*

*Alphonse ALLAIS (1900)*

### **¿Y qué tal si excaváramos nuestro suelo para transferir su calor hacia el uso térmico y termodinámico?**

Los recursos geotérmicos pueden ser clasificados en tres grupos:

- La geotermia profunda, en general con temperaturas superiores a 150°C, cuyo uso puede servir para proveer energía mecánica y producir electricidad.
- La geotermia semi-profunda, con temperaturas entendidas entre 35°C y 150°C, que puede así asegurar directamente la calefacción de edificios y también producir frío con absorción (con más de 80°C).
- La geotermia de superficie, con temperaturas inferiores a 35°C.

### **Geotermia profunda y semi profunda**

La energía geotérmica corresponde a la que está contenida en las rocas y los fluidos (agua caliente, vapor de agua, aguas cargadas) llenando los poros y las fracturas de la capa terrestre. Una parte de estos recursos está en relación directa con la actividad volcánica. Para algunas fuentes, los movimientos convectivos permiten transferir el calor profundo hacia la superficie gracias a la permeabilidad de las rocas y la presencia de líquido en sus porosidades. Los flujos térmicos dependen de la naturaleza del bajo suelo y las temperaturas varían según la profundidad, con una variación media de 24°C por km. Gradientes de 9 a 4 8°C/km son muy frecuentes. Los sitios donde los gradientes son los más elevados, constituyen las fuentes geotérmicas más interesantes y más viables.

## **Geotermia de superficie**

Este medio de calefacción y de refrescamiento innovador, usa la asociación de dos técnicas:

- La energía geotérmica.
- La nueva generación de bombas de calor agua glicolada/agua.

Grandes programas están en desarrollo en todo el mundo. En Francia, esta técnica está desarrollada desde 1996 con captadores horizontales con agua glicolada. Desde 1998 esta técnica empieza a estar asociada con sondas verticales.

## **PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO**

El agua glicolada es llevada con una bomba en el captador, es helada en el evaporador de la bomba de calor PAC hasta una temperatura del orden de 3°C antes de ser inyectada de nuevo en el captador geotérmico. El calor sacado del evaporador es termodinámicamente elevado a una temperatura de 35°C con el objetivo de usarlo para la necesidad de calefacción de la casa por intermedio de un piso radiante.

Puede ser prevista una temperatura de 45°C a la partida del agua caliente, con el objetivo de permitir la calefacción por radiadores de baja temperatura o por ventilos convectores "fan coils" para las instalaciones nuevas o existentes.

## **LAS BOMBAS DE CALOR GEOTÉRMICAS**

Para el uso del calor del suelo, es necesaria una máquina termodinámica. Esta deberá ser dimensionada según las necesidades energéticas de la casa. De la misma manera, la dimensión de los captadores geotérmicos deberá ser calculada en consecuencia. El calor sacado del evaporador es termodinámicamente subido en potencia a una temperatura de 35°C con el objetivo de usarlo para las necesidades de calefacción de la casa mediante un piso radiante de baja temperatura. El sistema termodinámico usa un compresor espiro-orbital silencioso cuya puesta en marcha permite, con la regulación, mantener la temperatura ambiente de la casa con las condiciones deseadas. En verano, el ciclo termodinámico se cambia, lo que permite un refrescamiento eficiente de la casa, regenerando térmicamente a la vez el bajo suelo.

La tierra es utilizada desde hace varios años en Europa y en el mundo como fuente de calor para alimentar las bombas de calor asegurando así la calefacción y el refrescamiento de las casas individuales.

## **BOMBAS DE CALOR AGUA GLICOLADA/AGUA**

Las bombas de calor agua glicolada /agua usan captadores constituidos de tubos de plástico en los cuales circula agua con un aditivo anti-congelamiento. Permiten usar captadores horizontales o bien captadores verticales u oblicuos.

### **Captadores geotérmicos horizontales**

Están enterrados de 0.60 m a 1.20 m de profundidad. Esto requiere superficies de terreno del orden de 1,5 veces la superficie de la casa a calefaccionar. Por ejemplo, para un generador de 8 kw térmico, el captador horizontal está constituido de 7 vueltas de 100 m de tubo de polietileno, instalados a una profundidad de 0,60 m. Eficiencia energética media de 9 W/m de tubo. La masa de tierra almacenando y restituyendo la energía es del orden de 300 toneladas para una casa de 150 m<sup>2</sup>. Este estanque no es entonces sensible a las variaciones brutales de temperatura exterior.

### **Captadores verticales**

La captación vertical usa sondas geotérmicas semi-profundas constituidas de tubos en U en polietileno en los cuales circula una solución agua+ anti congelamiento en circuito cerrado. La temperatura del suelo aumenta con la profundidad, a 100 m está entre 10°C a 18°C, pero ésta varía según la naturaleza de los suelos y la presencia de reservas acuíferas. La potencia máxima que podemos extraer del suelo es de 50 W por metro de excavación, lo que haría necesario dos pozos para una casa individual. El agua glicolada circulando en las sondas es vehiculada por una bomba integrada a la bomba de calor, es enfriada en el evaporador de la PAC hasta una temperatura del orden de 0°C antes de ser inyectada de nuevo en las sondas geotérmicas donde se va a calentar de nuevo para un nuevo ciclo.

## **EFFECTO INVERNADERO GLOBAL CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA**

Cuando hablamos de la contaminación, se trata muy a menudo de los autos y olvidamos que para calefaccionar una casa hay también emisiones de CO<sub>2</sub>. El equivalente en kg de dióxido de carbono emitido, es la base elegida para medir el impacto sobre el efecto invernadero de los diferentes sistemas de calefacción, es decir su responsabilidad en el calentamiento del planeta. ¡Grande es la sorpresa cuando nos damos cuenta que la contaminación equivalente en CO<sub>2</sub> de una casa es muy a menudo superior a un auto. El efecto invernadero producido por una instalación de calefacción debe tener en cuenta el efecto directo (gas frigorígeno emitido) y el efecto indirecto debido al consumo de energía. Para los sistemas funcionando con electricidad, la cantidad de CO<sub>2</sub> emitida para producir 1 KWh eléctrico depende de los países y varía de 0,005 kg de CO<sub>2</sub> /KWh a 1,1 Kg de CO<sub>2</sub>/kWh.

Promedio internacional:	0,65 kg CO <sub>2</sub> /kWh eléctrico producido
Promedio Europeo:	0.50 kg CO <sub>2</sub> /kWh eléctrico
Promedio Chile:	0,47 kg CO <sub>2</sub> /kWh eléctrico

### **Bases de cálculo:**

- Efecto invernadero de la energía eléctrica calculada con el promedio europeo, 0.50 kg CO<sub>2</sub>/Kwh.

- Caldera de 23 Kw, rendimiento de combustión 88%, pérdidas de espera 1,4%.

El impacto de una instalación de bomba de calor sobre el efecto invernadero depende de:

- Su coeficiente de eficiencia que define su consumo de energía eléctrica.
- La cantidad de energía térmica producida por año.
- El consumo de energía de auxiliares.
- La cantidad de fluido frigorígeno contenido en el circuito.
- La aptitud de fugas de instalación.
- La duración de vida del equipo y la cantidad de fluido recuperado al final de su vida útil.
- El tipo de fluido frigorígeno usado:

R-134a : impacto directo de 1300 kg CO<sub>2</sub> / kg de fluido frigorígeno

R-407C : impacto directo de 1450 kg CO<sub>2</sub> / kg de fluido frigorígeno

R-404A : impacto directo de 3700 kg CO<sub>2</sub> / kg de fluido frigorígeno

R-410A : impacto directo de 1900 kg CO<sub>2</sub> / kg de fluido frigorígeno

R-290 : impacto directo de 3 kg CO<sub>2</sub> / kg de fluido frigorígeno

CO<sub>2</sub> : impacto directo de 1 kg CO<sub>2</sub> / kg de fluido frigorígeno

NH<sub>3</sub> : impacto directo de 0 kg CO<sub>2</sub> / kg de fluido frigorígeno

R-22 : impacto directo de 1700 kg CO<sub>2</sub> / kg de fluido frigorígeno (HCFC prohibido por su impacto negativo con la capa de ozono)

Las bombas de calor existentes en el mercado usan todas los HFC R-407C, R-410A, o R-404A ; algunas usan todavía el R-22 que es un HCFC que tiene una acción negativa sobre la capa de ozono. Los fluidos naturales como el amoniaco (NH3) o el propano (R-290) o el CO2 no son utilizados para aplicaciones domésticas. Según los sistemas la cantidad de fluido frigorígeno será diferente, lo que tendrá un impacto directo sobre el efecto invernadero.

### **Impacto de las bombas de calor con el efecto invernadero**

La bomba de calor geotérmica SIRIUS asegura la calefacción y eventualmente el agua caliente sanitaria todo el año ; el consumo de energía se rebaja a 2881 kWh para la calefacción, 755 kWh para la producción de agua caliente sanitaria y 480 kWh para los otros auxiliares (bombas).

#### **El impacto sobre el efecto invernadero de este sistema es de :**

Efecto invernadero directo

$$\text{ESD PAC} = 0.03 \times 1.2 \times 1300 + 1.2 \times 0.5 \times 1300/15 = 99 \text{ kg CO}_2$$

Efecto invernadero indirecto

$$\text{ESI PAC} = (2881+755+480) \times 0,5 = 2058 \text{ kg CO}_2$$

$$\text{ESGPAC} = \text{ESD PAC} + \text{ESI PAC} = 99 + 2058 = 2157 \text{ kg CO}_2$$

Efecto invernadero geotérmico global: 2 157 kg CO2/año

(calefacción + agua caliente sanitaria)

Impacto sobre el efecto invernadero otras energías

- Calefacción gas con radiador: 6 050 Kg. CO2 / año
- Calefacción fuel con radiador: 7 120 Kg. CO2 / año
- Calefacción eléctrica: 6 950 Kg. CO2 / año

### **VENTAJAS DEL SISTEMA GEOTÉRMICO: Ventaja ecológica**

Dividir el impacto del efecto invernadero por 3 comparado con otros sistemas de calefacción. No tiene ningún impacto sobre la capa de ozono si no se usan los fluidos frigorígenos CFC o HCFC. Ausencia de chimenea, ausencia de humos. No se requiere apoyo de otra fuente exterior para asegurar la calefacción todo el año.

## **Ventaja energética**

Más allá de 6 a 8 m de profundidad, el suelo tiene una temperatura estable independientemente de las temporadas. Este hecho está muy bien aprovechado por las sondas geotérmicas cuyas eficiencias no están afectadas por el tiempo. El concepto mejora levemente la eficiencia de las bombas de calor acopladas a captadores enterrados. Un ahorro de energía global de 70% en la cuenta de calefacción es hoy día posible, lo que rebaja la cuenta de calefacción a 200000 pesos por año para una casa de 180 m<sup>2</sup> en Santiago.

## **CONCLUSIÓN**

El éxito pasa imperativamente por la solidez de todas las etapas de realización de las instalaciones de las bombas de calor geotérmicas:

▷ Máquinas bien concebidas y bien fabricadas.

▷ Estudio de los sistemas realizado por oficinas de proyecto eficientes.

▷ Instalación realizada por profesionales certificados y especialmente capacitados.

▷ Mantenimiento efectuada por instaladores especializados.

El éxito será proporcional a la voluntad del conjunto de especialistas. Esta estrategia de aseguramiento de calidad es seguramente la única que permitirá un desarrollo durable de las bombas de calor. Para terminar hay que destacar que las inversiones en bombas de calor es lejos más barato que los otros tipos de energías renovables y el costo del kWh térmico es de 2 a 10 veces más bajo.

# Mejora de la eficiencia de combustión en calderas

**Autor: Gustavo Temudio, Honeywell**

Un Fabricante, líder mundial en sistemas de control, tiene el placer de presentar un nuevo sistema de control de relación Aire Combustible.

Tradicionalmente los quemadores usados en calderas industriales y comerciales, y calentadores de aire, operan con un sistema mecánico de levas y varillas. Este sistema ha sido usado por muchos años, y si bien ha funcionado, existen un número de ineficiencias asociadas a él. La industria de la combustión, durante años, ha estado esperando por una solución más efectiva para reducir el costo del ciclo de vida de los equipos y mejorar la eficiencia de combustión.

Este nuevo Sistema de control de Relación Aire/Combustible, ha sido desarrollado para reemplazar el sistema mecánico tradicional de levas y varillas, por un sistema sin este tipo de eslabonamientos que proveerá a la industria de la combustión de la mejor solución costo/efectividad, convirtiendo la totalidad del combustible invertido, en calor para nuestro proceso.

## 1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El control de relación aire/combustible R7999, a través del monitoreo de los actuadores ML7999, controla los flujos de aire y combustible al quemador para mantener la más óptima combustión. El R7999 incluye LED'S de estado, para indicación de alimentación, alarmas y condición de los motores de manejo de aire, combustible y recirculación de gases de combustión. Cuenta también con codificación de fallas del sistema a través de los LED'S indicadores, dicha codificación es accesible al mantener presionado, el botón de reset. Los voltajes de alimentación pueden ser de 100-120VAC o de 200 a 240VAC + 10% / -15% para frecuencias de 50/60Hz +/-10% y rangos de temperatura ambiente de -40 a 60°C que nos permiten un amplio rango de aplicaciones.

Este control se instala en la Sub-base de Montaje Q7999, que es para montaje en panel, todo el cableado se hace en ésta para facilitar la instalación.

El Actuador universal de posicionamiento paralelo ML7999, provee un torque de 100 lbs por pulgada, para mover compuertas de aire, válvulas de modulación de gas, de combustibles líquidos (diesel, combustoleo) y compuertas de recirculación de gases de combustión. El actuador cuenta con una retroalimentación potenciométrica de alta precisión, hacia el control de relación de aire/combustible R7999, para entregar una indicación del posicionamiento o apertura de válvulas y compuertas, con exactitud de una décima de grado, lo que nos permite seleccionar entre 950 posiciones diferentes para cada uno de los 7 a 24 puntos que conformarán la curva de comportamiento de proporción aire/combustible; para así optimizar el rendimiento del quemador. El

ML7999 se alimenta con voltaje de línea con un rango de 100 a 240 VAC +10/-15% para frecuencias de 50/60 Hz+/- 10%.

El sistema requiere de una señal de 4 a 20 mA La cual es entregada por el controlador de presión P7810C. Que además sustituye a los usuales tres controles de presión L404A, L404C, L91B que se aplican para el control on/off, límite de seguridad y control de modulación, respectivamente.

## **2. LA PANTALLA DE CONFIGURACIÓN S7999**

Se requiere con el sistema ControlLinks, para la generación de las curvas de comportamiento de combustión, que deberán seguir los actuadores de combustible, aire y de recirculación de gases de salida (cuando aplica) del sistema de combustión. Reduce el tiempo de ajuste del quemador/caldera; permitiéndonos crear un perfil o curva de modulación para hacer la operación del quemador/caldera más segura y eficiente en todos los puntos de la demanda. Esta pantalla usa un proceso de configuración paso a paso, para hacerlo más amigable. Una vez que se ha configurado la curva del quemador/caldera, se puede hacer una revisión en tiempo real del sistema vía la característica de monitoreo, sin necesidad de conectar la computadora con el software. La pantalla S7999 puede ser usada como una herramienta de servicio para acceder a la información histórica de fallas del ControlLinks.

## **3. OBJETIVO DEL SISTEMA ControlLinks**

Al sustituir el varillaje por motores independientes, tanto en las válvulas de combustible como en la compuerta del aire, podemos tener un mayor número de puntos de ajuste de proporción aire/combustible para cubrir los diferentes puntos de demanda.

De esta manera no nos limitamos solamente a los puntos de ajuste con los que cuenta el sistema tradicional de varillaje en sus levas, como lo podemos ver en la siguiente gráfica, donde la curva roja o punteada es una curva generada con el sistema de varillas y la curva azul o continua es una curva generada con un sistema ControlLinks, en la cual podemos ver un mayor número de puntos de ajuste, que nos permiten una curva de comportamiento más precisa y eficiente, además podemos tener el punto de mínima modulación “m” por debajo del punto de encendido “L”.

Eliminando el varillaje, evitamos las pérdidas por descalibración, causadas por el desgaste y el desajuste de las partes mecánicas que con el tiempo se van presentando, como se muestra a continuación en la curva punteada que está deteriorada por este efecto; reduciendo así el mantenimiento y calibraciones.

### **Esto se traduce en:**

- 1.- Mejoras en las emisiones de las calderas, reduciendo la emisión de contaminantes a la atmósfera.
- 2.- Mayor transferencia de energía.
- 3.- Mayor eficiencia.
- 4.- Y sobre todo AHORRO en gastos de combustible, considerando una pronta recuperación de la inversión.

## **Energías renovables**

**Artículo proporcionado por: Thomas Seelmann R. Gerente General de Metalúrgica Winter S.A.**

De entre los problemas importantes que tiene nuestro país, uno verdaderamente destacable es el de la matriz energética. Además del creciente costo en la línea del tiempo, debemos destacar la nada gloriosa dependencia que tenemos con los países proveedores, quienes nos hacen pasar rabias con cierta frecuencia. El propósito no es hacer una mirada política a esta situación sino más bien que la autoridad tome de una vez por todas, muy seriamente el tema de las energías renovables, limpias y sustentables en el tiempo (energía solar, eólica, bio-energía, etc.)

Es necesaria una ley que regule el desarrollo, puesta en marcha y aplicación de toda clase de proyectos que nos permitan avanzar en este tema. La vía lógica parece ser la exención de impuestos, pues de una u otra forma se producirá un ahorro importante para el estado que con creces cubrirá los valores que dejará de percibir. También es de considerar que estas fuentes de energía son todas ecológicamente razonables.

Países como Israel, México, el estado de California en USA, por ejemplo así lo hacen.

- La legislación del estado californiano anima a negocios y a individuos privados que adopten la energía solar, ofreciendo abundantes rebajas de impuesto y créditos de impuesto federal. Un productor del valle de Napa se ha incorporado a las filas cada vez mayor de viñas californianas accionadas por energía solar con el lanzamiento de un nuevo sistema eléctrico solar.

V. Sattui Winery ha instalado un sistema 34 kW (kilovatios) que se espera que reduzca dramáticamente emisiones y costos del carbón. Sobre la esperanza de vida de 30 años de los paneles solares, un sistema eléctrico tradicional para la misma viña lanzaría alrededor de 908,388 lbs (412,040 kg) del bióxido de carbono y de 838 lbs (380 kg) del óxido del nitrógeno. En Israel, la manifestación más corriente de poner a trabajar al sol, son los calentadores de agua solares que cubren los techos a todo lo largo del país. Las unidades domésticas típicas consisten de un tanque de 150 litros para el almacenamiento del agua, con aislamiento y un panel plano de 2 metros cuadrados.

Este último recolecta la radiación solar, calienta el agua y la pasa para su almacenamiento sin necesidad de bombeo, empleando sólo la fuerza de gravedad. Estos sistemas funcionan con una eficiencia anual promedio de aproximadamente el 50%. Por lo tanto, es fácil calcular que una unidad así ahorra a su propietario unos 2.000 kWh por año en costos de electricidad, elevando la temperatura de un tanque lleno de agua en unos 30°C por encima de su punto de partida, en un día medio - es decir, calentando el agua a una temperatura de alrededor de 50°C. Esto significa que en la mayoría de los días del año no hay necesidad de emplear la unidad eléctrica de apoyo (que se encuentra en todos los tanques) para garantizar que el agua esté suficientemente caliente para su uso.

Si un mexicano durante el año pasado cambió sus ventanas viejas por nuevos cristales eficientes que ahorran energía, entonces, recibió el crédito fiscal correspondiente.

Esa es sólo una de las maneras que pueden beneficiarse de las provisiones incluidas en la ley energética que entró en vigor el 1 de enero de 2006 y que favorece a los contribuyentes que le hicieron mejoras a sus hogares con productos que ahorran energía.

Mejoras simples, como ventanas nuevas o la instalación de aislante, ofrecen algunos descuentos fiscales razonables.

Rebajas tributarias más generosas reciben nuestros amigos del norte si instalan en sus casas un calentador de agua solar, o un sistema de calefacción por energía solar.

### **¿Qué estamos esperando?**

Algo se está haciendo (La Asociación Chilena de Energía Solar y La Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción), nuestra empresa que provee los estanques acumuladores y otros accesorios para la mayoría de los instaladores en el país, pero no basta. Se debe actuar a través de legislación e incentivos tributarios, y nuestro gremio debe participar activamente en pos de mejores e inmediatos resultados.

# Aislación para la calefacción

Proporcionado por el Ingeniero Civil Industrial Sr. Hernán Valdivieso,  
Gerente División Aislación, Nicolaides S.A.

La calidad de un aislamiento térmico en polietileno expandido tiene como base su conductividad térmica ( $\lambda$ ), la resistencia a la difusión de vapor de agua ( $\mu$ ) y la densidad de la espuma, lo que asegura un rendimiento ideal. Sin embargo, los mejores niveles de estos factores no garantizan la eficiencia del sistema si no se lleva en consideración la correcta aplicación de este material. Al preveer este artículo para los instaladores deseamos auxiliarlos para que ofrezcan a sus clientes una instalación en la cual el desempeño del aislamiento, sea exactamente aquel que esté previsto en nuestro programa de cálculo, garantizando una mejor relación costo – beneficio.

Los aislantes térmicos en polietileno expandido de baja densidad en forma de tubos, son adaptables a las dimensiones de las tuberías existentes en el mercado. Utilizar estos aislantes térmicos de polietileno expandido es muy fácil. Basta seguir reglas muy simples y algunos ejemplos prácticos para conseguir dominar la técnica de montaje.

## Selección del material aislante

Antes de proceder a la operación del aislamiento, es necesario elegir el tipo de aislante adecuado para revestir las piezas. Por lo tanto, es necesario determinar el diámetro y los espesores para que se utilicen los productos más adecuados a las necesidades específicas. Al respecto de esto, su proveedor de tuberías y mantas aislantes le podrá dar las instrucciones correctas.

## Empleo del pegamento

Limpieza de las superficies: las áreas para ser pegadas deben estar limpias y desengrasadas. Preparación del adhesivo: Es necesario agitar y mezclar bien la cola de contacto, antes de su aplicación. Condiciones de uso: Para instalar el aislamiento es necesario que la instalación esté fuera de operación. No se debe realizar el colado directamente bajo la luz del sol. La temperatura ideal para la aplicación es de 20°C.

## Consejos prácticos

Para determinar el largo de la circunferencia, se recomienda utilizar una tira de aislante retirada de una manta con la misma espesura a ser instalada. El perímetro será medido con la espesura del aislante.

## **Unión de Piezas pegadas**

Con las superficies limpias, con la ayuda de un pincel, aplicar el adhesivo de contacto en las dos superficies que se desea unir. La camada debe ser fina y uniforme para permitir una adherencia perfecta entre los bordes. Después de aplicado el pegamento, se debe esperar que se seque el solvente antes de completar la operación de adherencia.

La prueba del dedo es la más práctica: tocar la superficie que será pegada para asegurarse de que la camada de cola esté seca lo suficiente para una perfecta adherencia. El pegamento estará listo cuando no se adhiere más al toque del dedo, normalmente de 1 a 3 minutos. Al unir los bordes pegados, apretar los dedos uno contra otro para obtener una adherencia perfecta. Se recomienda unir primero las extremidades, luego el centro y finalmente los puntos intermedios. De esta forma, se evita cometer fallas en el aislamiento de las superficies pegadas. Para superficies más anchas, se puede utilizar una espátula lisa. En el caso de pegado de toda la superficie, aplicar pegamento primero en la manta y posteriormente en la superficie aislada. Después de transcurrido el tiempo de secado, extender la manta.

## **Tramos rectilíneos**

Los aislantes térmicos de Polietileno expandido, tienen una flexibilidad muy buena, permitiendo que sean introducidas en las tuberías recortadas y pegados, revistiéndolas así, a lo largo de su extensión. Para la adherencia debemos utilizar cola de contacto, tomándose los cuidados indicados por el fabricante. Aplique el adhesivo con un pincel, en toda el área a ser pegada, en las dos superficies. Solamente estando en esta condición las superficies pueden ser unidas, y con una presión moderada, obtenemos una adhesión firme e inmediata, que se tornará completa en 24 horas. Nunca hacer el pegamento bajo el sol, pues los rayos solares irán a comprometer el resultado. Después de pegar, no exponer la pieza colada al sol durante 24 horas, caso contrario, puede abrirse.

## **Tees**

Elija el tubo de polietileno en el diámetro correcto para su tubería. Con un cuchillo haga un recorte para encaje con forma de V con dos cortes de 45°, partiendo del diámetro externo del aislante. Haga dos cortes en el tubo del recorte de encaje, con la ayuda de un molde. Pase pegamento en los cortes de los tubos. Siempre respetando el tiempo de oreada del adhesivo, una de las dos partes formando así la pieza deseada. Cortar longitudinalmente la Te de forma que ella pueda ser aplicada y debidamente pegada sobre la tubería.

## **Registros**

Las llaves de paso también deberán ser correctamente aisladas. Después de aislar las partes aledañas a la misma con una cinta adhesiva, rellene convenientemente los espacios vacíos que pudieren aparecer entre la llave de paso y el aislamiento. De ésta forma semejante a la “T”, con un punzón apropiado, perfora, un pedazo de aislante de polietileno adecuado, aplicándolo sobre el cuerpo de la llave de paso. Retire el volante del mismo y aisle la torre con otro pedazo de tubo aislante, pegándolo directamente al aislamiento del cuerpo de la llave de paso. Prepare, con un pedazo de manta, un pequeño disco que después de perforado deberá cerrar el trecho aislante de la torre de la llave de paso. Recolecte el volumen y está pronto el aislante de la llave de paso.

## **Curvas**

Una de las maneras de hacer un buen aislamiento de curvas con aislantes de polietileno expandido, es hacer un corte de 45° con la ayuda de un molde. Girando las piezas y formando un ángulo de 90°, pase el adhesivo de contacto y proceder a pegar.

# **La siesta, productividad y trabajo**

**Fuentes: [www.consumer.es](http://www.consumer.es) - [www.elblogsalmon.com](http://www.elblogsalmon.com)**

Conozca las ventajas que conlleva descansar después de comer y cómo hacerlo de la manera correcta.

## **Un paréntesis en la jornada**

Descansar un rato después de comer es una costumbre antigua. La procedencia etimológica de la palabra “siesta” y del verbo “sestar” está en la llamada por los romanos “hora sexta”, en torno a las 14,00 y 16,00 horas. Tradicionalmente la siesta se practica entre ese período de tiempo, por lo que de la expresión “hora sexta” derivó a la palabra “siesta”.

Nadie duda de que el sueño ocupa un lugar relevante dentro de nuestra calidad de vida e influye en nuestro estado de la salud. Por ello, los expertos repiten continuamente lo importante que es dormir lo suficiente. Pero, independientemente de las horas de descanso nocturno, alrededor del mediodía el cuerpo delata cierta somnolencia. ¿A qué se debe, entonces?

“No es por la comida, como suele pensarse, es que el cerebro pide un descanso”, afirma Victoria de la Fuente, psicóloga especialista en alteraciones del sueño de la Unidad de Alteraciones del Sueño del Institut Dexeus de Barcelona. “La siesta es un período en el que el cerebro precisa de un breve descanso (entre las dos y las cuatro de la tarde). Por eso tenemos sueño en este periodo de tiempo. La digestión produce

un pequeño estado de sueño que se une a la necesidad de descanso del cerebro”, afirma el conocido neurofisiólogo Eduard Estivill.

### **Duración de la siesta**

Respecto a la pregunta de si esta costumbre latina es recomendable, el doctor Estivill afirma tajante: “para los adultos es recomendable, pero siempre corta. No más de veinte o treinta minutos.” En la duración exacta de la siesta los expertos no se ponen de acuerdo. La psicóloga Victoria de la Fuente, que también considera muy recomendable la siesta, fija su duración entre diez y veinte minutos mientras explica que ese tiempo “es suficiente, para quedarnos en los primeros peldaños del sueño y no interferir en la vigilia”. En la misma línea, César Escalante, psicólogo clínico de la Unidad de Salud Mental del Hospital Reina Sofía de Córdoba y estudioso de la siesta por encargo del Colegio de Psicólogos de Andalucía, recomienda siestas de entre diez y cuarenta minutos, ya que un sueño más largo “puede producir lo contrario de lo que buscamos. Al sobrepasar el tiempo de no vigilia salimos con malhumor, tenemos dificultad para despertar y la sensación de no haber descansado”. A medida que el sueño avanza se va produciendo un bloqueo en la recepción de la información sensorial que facilita el dormir. El bloqueo sensorial y la parálisis muscular, que impide que representemos aquello que soñamos, se hacen más intensos cuanto más profundo es el sueño.

Por esta razón lo ideal- según el doctor Estivill- es una siesta “cada día, de veinte minutos y en el sofá, no en la cama”. Un hábito que el doctor considera desaconsejable “sólo para los insomnes graves”.

### **La siesta y el trabajo**

Otra de las ventajas es que hacer un alto en la jornada laboral para dormir puede incrementar el rendimiento de los trabajadores. Y como al 22% de la población germana le gusta dormir en horario laboral, según el estudio de la Universidad de Regensburg, la pequeña ciudad de Vechta, al suroeste de Hamburgo, se decidió a permitir a sus funcionarios echar una cabezada en el despacho o marcharse a casa durante 20 minutos tras la comida para descansar o relajarse de alguna otra manera. Estos empleados, que en un principio acogieron la medida con escepticismo, tras un tiempo comenzaron a trabajar mejor, aumentando su rendimiento diario. Y para Victoria de la Fuente la consecuencia es totalmente lógica, ya que a su entender el rendimiento intelectual, la capacidad de concentración y atención, así como la alerta cerebral y su capacidad de reacción, mejoran tras un tiempo de reposo. La opinión del psicólogo César Escalante es coincidente: “la siesta potencia la memoria y la concentración, despeja el umbral de conciencia y permite iniciar nuevas fases de actividad cerebral de un modo más despierto y relajado”. Lo mismo cree el doctor Estivill y es la opinión generalizada de la mayoría de los especialistas que, además, están convencidos de que gracias a este intervalo, al reactivarse el estado de alerta y la concentración, los índices de accidentes y errores cometidos por falta de sueño o reposo, bajan.

Por eso, cada vez son más las empresas que han decidido incorporar a su plantilla los beneficios de la siesta y para ello muchas han decidido habilitar salas para que sus empleados puedan relajarse en cómodos sillones. Es una traducción moderna de lo que sucede en las salas de televisión de los hostales de carretera donde paran los camioneros a reponer fuerzas. Y mientras este descanso a media tarde, “nunca después de las cinco”, según Victoria de la Fuente-, puede servir a una gran parte de la población para “reponer fuerzas”, para otros puede significar mucho más, dependiendo de la capacidad de atención que requiera su trabajo y el riesgo que conlleve. Sirva como ejemplo la estadística de la Dirección General de Tráfico (DGT) que apunta como causa del 31% de los accidentes mortales que se produjeron en las carreteras españolas en los meses de verano del año 2000 a la distracción o somnolencia del conductor. Durante este periodo se produjeron al menos 232 accidentes que causaron casi 300 muertos. A lo largo de todo el año 2000 se produjeron por esta causa más de 35.000 accidentes con víctimas. El sueño provoca casi el mismo número de muertes que el alcohol.

Por su parte, otro de los grandes defensores de la siesta, el doctor Jim Horne, del Centro para la Investigación del Sueño en la Universidad Loughborough en el Reino Unido, asegura que en su país la mayoría de los accidentes de tránsito ocurren entre las dos y las cinco de la tarde. El doctor Horne considera que cuando el sueño asalta a un conductor, estacionar y toma una siesta puede salvar su vida.

### **¿Qué sucede en el mundo en relación a la siesta?**

La costumbre de la siesta está ya extendida en partes de Europa, Japón y comienza a establecerse en Estados Unidos

-Alemania: Un estudio del Instituto para la Investigación del Sueño y la Medicina de Regensburg (Alemania), promovido por la revista ‘Neurology’, descubrió que casi uno de cada cuatro alemanes duermen después de comer. Según el estudio los alemanes toman siesta porque se levantan muy temprano, sobre las seis de la mañana.

-España: el mismo estudio de Regensburg, indica que el 9% de los españoles toman siesta. Como experiencia la empresa de transporte y mensajería MRW, abre el camino a implantar las siestas en los trabajos. MRW acaba de instalar en sus plantas de Barcelona y Madrid unos sillones (que además dan masajes de 5 a 15 minutos) para que los empleados puedan descansar un rato.

-Otros países europeos: porcentajes de trabajadores que toman siesta: los italianos (16%), los británicos (15%) y los portugueses (8%).

-Japón: Ya son varias las compañías que han institucionalizado la siesta como una práctica sagrada dentro de la jornada laboral, pues han llegado a la conclusión de que incrementa la productividad de sus trabajadores una media de un 30%. Además los nipones piensan que este descanso para el cerebro estimula fuertemente la creatividad y la capacidad de resolver problemas más fácilmente.

# ¿Por qué no rinde mi personal?

Preparado por el Ingeniero Juan Carlos Troncoso, Diplomado en Dirección Gerencial de Servicios y Asesor de empresas.

¿Por qué no rinde mi personal según lo esperado?, quizás esta pregunta haya rondado su cabeza más de una vez y es muy probable que aun no encuentre una respuesta satisfactoria a la desmotivación y al bajo rendimiento de su gente. Aunque el tema es complejo y requiere de un análisis exhaustivo para cada caso, lo invito a reflexionar analizando los siguientes comentarios:

Un empleado motivado requiere de un jefe flexible y con apertura

Usted debe entender que un empleado inquieto intelectualmente es para muchos jefes un problema, ya que a estos hay que dedicarles tiempo, potenciar sus fortalezas y no “entrampar” sus constantes inquietudes. Lo anterior es para la mayoría de los jefes algo impracticable y no porque necesariamente dispongan de poco tiempo, sino más bien, porque este tipo de relación con los subalternos los obliga a ejercer otro tipo de liderazgo (no el coercitivo) y a vencer sus propios temores, obligándolos a mejorar su comportamiento emocional.

Hay cosas que usted podrá enseñar a sus subalternos, otras definitivamente no

No intente que su personal sea encantador, posea energía, sea dedicado en el detalle, tenga ética o que sea pulcro, porque no lo conseguirá. El intentar implantar estas cualidades a una persona que no las tiene, sólo lo harán perder tiempo, dinero y lealtad de parte de sus clientes. Por lo anterior cuando necesite contratar, analice detenidamente qué tipo de persona requiere para el cargo en cuestión y qué capacidad técnica debería tener el postulante. Luego y cuando esté convencido de las potencialidades de este trabajador, enséñele a mejorar cosas como: su capacidad para resolver problemas y/o lograr una orientación hacia el consumidor.

Las personas trabajan a conciencia sólo cuando les hace sentido lo que hacen

Usted debe invertir tiempo en explicar a su empleado sobre la utilidad que presta su trabajo para el resto del equipo, sobre la responsabilidad que tiene frente a éste y sobre la importancia de sus actos en la consecución de los resultados para la empresa. De no hacerlo, es muy probable que el empleado no se sienta involucrado en el sistema y trabaje correctamente solo mientras usted lo este supervisando.

**¿Es usted confiable, para sus pares, sus subalternos y sus superiores?**

Usted no puede esperar que sus clientes confíen en usted, si ni siquiera lo hacen sus empleados. Ser confiable no es cosa fácil, ya que requiere de comportamientos estables en el tiempo. Nadie confiará si por ejemplo usted miente, si no es receptivo a nuevas ideas, si no se involucra o si siempre antepone sus intereses al de los demás. Además debemos recordar, que el mercado Chileno es un mercado con presunción al

aprovechamiento, según diversos estudios el 71% de las personas intenta aprovecharse de los demás. Esto hace aun más difícil el crear y mantener un clima de confianza dentro de la organización, sin embargo el lograrlo, le permitirá a usted un equipo de trabajo estable y una gran diferenciación frente a su competencia.

Todos estos temas obligan a la jefatura a meditar, sobre la responsabilidad que tienen en el posible bajo rendimiento de los equipos de trabajo que se encuentran a su cargo.