

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 163**

51 Int. Cl.:

B60H 1/00 (2006.01)

B60H 1/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **10193921 .3**

96 Fecha de presentación: **07.12.2010**

97 Número de publicación de la solicitud: **2338712**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.06.2011**

54 Título: **Optimización de la capacidad de calentamiento global de un sistema de climatización**

30 Prioridad:
17.12.2009 FR 0906128

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
22.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
22.11.2012

73 Titular/es:
**VALEO SYSTÈMES THERMIQUES (100.0%)
8, rue Louis Lormand BP 513 La Verrière
78321 Le Mesnil Saint Denis, FR**

72 Inventor/es:
**YAHIA, MOHAMED;
NICOLAS, BERTRAND y
HAMMI, SAMY**

74 Agente/Representante:
DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 391 163 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Optimización de la capacidad de calentamiento global de un sistema de climatización

5 El invento se refiere al dominio general de los procedimientos de control de sistemas de climatización para vehículo automóvil. Más concretamente, el invento se refiere a un procedimiento de control para un sistema de climatización que incluye un lazo térmico que funciona según un modo llamado "bomba de calor" que incluye al menos un intercambiador de calor externo, un intercambiador de calor interno o un radiador intercambiador aire-agua, un compresor y un evaporador, el lazo térmico suministra una capacidad de calefacción llamada del lazo térmico, y, como complemento, el sistema de climatización incluye un dispositivo de calentamiento eléctrico que suministra una capacidad de calentamiento complementaria denominada del dispositivo eléctrico. Los sistemas de climatización concernidos por el invento incluyen además un dispositivo de control en el que está implementado el procedimiento según el invento.

15 En dichos sistemas de climatización, generalmente implementados en vehículos híbridos o eléctricos, la capacidad de calentamiento total puede estar suministrada por un lazo térmico que funciona como bomba de calor completada por uno o unos dispositivos eléctricos complementarios de calentamiento. Se conoce dicho sistema por ejemplo en la patente US5501267.

El invento se refiere más específicamente a las estrategias que permiten determinar el porcentaje de utilización de o de los dispositivos eléctricos complementarios y del lazo térmico que funciona con el principio de bomba de calor con el fin de obtener un coeficiente de rendimiento óptimo para el sistema de climatización.

20 Se conoce que los dispositivos eléctricos de calentamiento disponen de un coeficiente de rendimiento igual a 1 mientras que los lazos térmicos que funcionan según el principio de bomba de calor disponen de un coeficiente de rendimiento generalmente muy superior a 1 pero decreciente fuertemente desde el momento en el que la temperatura del medio exterior de donde el calor es bombeado disminuye.

25 En los sistemas de climatización objetivo del invento, el dispositivo eléctrico de calentamiento está destinado a servir de soporte al lazo térmico funcionando con el principio de bomba de calor, en particular cuando el coeficiente de rendimiento del lazo térmico cae debido a temperaturas exteriores demasiado bajas.

Objeto y resumen del invento

El presente invento tiene por tanto como objetivo principal permitir optimizar la utilización de un dispositivo eléctrico de calentamiento complementario en un sistema de climatización proponiendo que el procedimiento de control según el invento incluya las siguientes etapas:

- 30 -recepción de una temperatura de consigna,
- determinación de la velocidad del aire a nivel del intercambiador de calor externo,
- determinación de la temperatura de un flujo de aire en el interior del sistema de climatización,
- determinación del flujo de aire en el intercambiador de calor, interno o del radiador intercambiador agua-aire,
- 35 -calculo de una capacidad global de calentamiento a partir de la consigna de temperatura, de la temperatura del flujo de aire y del caudal de aire en el intercambiador de calor interno,
- determinación de una capacidad de calentamiento del lazo térmico,
- comparación de la capacidad de calentamiento del lazo térmico con la capacidad global de calentamiento,
- 40 -ajuste de la capacidad de calentamiento del dispositivo eléctrico complementario, en caso contrario, como complemento de la capacidad de calentamiento del lazo térmico si la capacidad de calentamiento del lazo térmico es inferior a la capacidad global de calentamiento.

El invento permite por tanto determinar el valor de la capacidad de calentamiento del lazo térmico permitiendo obtener el coeficiente de rendimiento óptimo y esto, en función de la capacidad de calentamiento global solicitada al sistema de climatización.

45 Ventajosamente, el procedimiento incluye una etapa en la que se efectúa un techo de la capacidad de calentamiento del lazo térmico a la capacidad de calentamiento del lazo térmico anulando la derivada respecto a esta capacidad de calentamiento del lazo térmico del coeficiente global de rendimiento en el caso donde esta derivada se anule para una capacidad de calentamiento del lazo térmico inferior a la capacidad global calculada.

- Según un modo de realización ventajoso del invento, el procedimiento incluye una etapa previa de estimación de los coeficientes a y b de una aproximación lineal del coeficiente de rendimiento del lazo térmico en función de la capacidad de calentamiento del lazo térmico, siendo estos coeficientes estimados, cada uno, en función de los componentes del lazo térmico, para al menos una pluralidad de velocidades de aire en el intercambio de calor externo, una pluralidad de temperaturas del flujo de aire y una pluralidad de caudales de masa de aire en el intercambiador de calor interno, incluyendo el procedimiento entonces, después de las etapas de medida, una etapa de determinación, de entre los coeficientes estimados, de coeficientes de la aproximación del coeficiente de rendimiento del lazo térmico correspondientes, estando entonces acotada por arriba la capacidad de calentamiento del sistema térmico a un valor $(b^{1/2} - b)/a$.
- Dicha realización es particularmente simple de realizar a partir del momento donde es posible almacenar los coeficientes a y b para la pluralidad de parámetros susceptibles de variar durante el funcionamiento del lazo térmico.
- Según una característica particular del invento, el sistema de climatización incluye un lazo térmico aire-agua y al disponer de un dispositivo eléctrico de calentamiento complementario del agua, los coeficientes a y b están igualmente estimados en función de la capacidad de calentamiento global requerida.
- Esta característica tiene en cuenta unas particularidades de funcionamiento de un dispositivo eléctrico de calentamiento complementario de agua.
- En las aplicaciones, el invento es susceptible de hacer referencia a sistemas de climatización elegidos de entre los sistemas de climatización que incluyen un lazo térmico aire-aire y dotados de un dispositivo eléctrico de calentamiento del aire, incluyendo los sistemas de climatización un lazo térmico aire-agua y dotados de un dispositivo eléctrico de calentamiento del aire, incluyendo los sistemas de climatización un lazo térmico aire-agua y dotados de un dispositivo eléctrico de calentamiento del agua con o sin dispositivo eléctrico de calentamiento del aire.
- Todos estos tipos de aparatos de bomba de calor pueden estar concernidos por el invento en la medida donde es posible recurrir a un dispositivo eléctrico de calentamiento complementario que tenga un coeficiente de rendimiento igual a 1 como complemento de funcionamiento del sistema térmico.
- Según una implementación preferida, las diferentes etapas del procedimiento según el invento están determinadas por unas instrucciones de programa de ordenador.
- Como consecuencia, el invento tiene como objetivo también un programa de ordenador sobre un soporte de informaciones, siendo este programa susceptible de ser realizado en un ordenador, incluyendo este programa instrucciones adaptadas para la ejecución de las etapas del procedimiento según el invento.
- Este programa puede utilizar cualquier lenguaje de programación, y estar realizado en código fuente, código objeto, o por código intermedio entre código fuente y código objeto, igual que en una forma parcialmente compilada, o bajo cualquier forma deseable.
- El invento tiene también como objetivo un soporte de informaciones legible por un ordenador, e incluye instrucciones de un programa de ordenador como el mencionado antes.
- El soporte de informaciones puede ser cualquier entidad o dispositivo capaz de almacenar el programa. Por ejemplo, el soporte puede incluir un medio de almacenaje, tal como una ROM, por ejemplo un CD-ROM o una ROM de circuito microelectrónico, o también un medio de almacenamiento magnético, por ejemplo un disquete (floppy disc), un disco duro, una memoria flash, una llave USB etc.
- Por otra parte, el soporte de informaciones puede ser un soporte transmisible como una señal eléctrica u óptica, que puede estar encaminada mediante un cable eléctrico u óptico, por radio o por otros medios. El programa según el invento puede estar en particular telecargado en una red del tipo Internet.
- Alternativamente, el soporte de informaciones puede ser un circuito integrado en el que el programa está incorporado, estando adaptado el circuito para ejecutar o para ser utilizado en la ejecución del procedimiento en cuestión.
- Breve descripción de los dibujos
- Otras características y ventajas del presente invento aparecerán con la descripción realizada más abajo, haciendo referencia a los dibujos anexados que ilustran un ejemplo de realización desprovisto de cualquier carácter limitativo. En las figuras:
- la figura 1 muestra esquemáticamente la estructura de un sistema de climatización aire-aire en la que el invento es susceptible de ser implementado.

- La figura 2 muestra la estructura de un sistema de climatización aire-agua en el que el invento es susceptible de ser implementado;
- la figura 3 muestra esquemáticamente la estructura de un sistema de climatización aire-agua en el que el invento susceptible de ser implementado.
- 5 -La figura 4 muestra un diagrama de bloques de un dispositivo de control del funcionamiento del sistema de climatización según el invento;
- la figura 5 es un organigrama que representa el procedimiento según el invento;
- la figura 6 da un ejemplo de variación del coeficiente de rendimiento de un lazo térmico respecto a la capacidad térmica suministrada por el lazo térmico;
- 10 -la figura 7 muestra un ejemplo de evolución del coeficiente de rendimiento global del sistema de climatización para una capacidad global de 3550 vatios en función del porcentaje de la capacidad de calentamiento suministrada por el lazo térmico;
- la figura 8 muestra ejemplos de evolución del coeficiente de rendimiento global en función del porcentaje de capacidad de calentamiento suministrada por el lazo térmico para tres capacidades globales de calentamiento diferentes.
- 15 La figura 1 representa esquemáticamente un primer tipo de sistema de climatización en la que el procedimiento, según el invento, puede ser implementado.
- El sistema de climatización incluye un lazo térmico 1 que incluye al menos un intercambiador de calor externo 10, un intercambiador de calor interno 11, un compresor 12, un dispositivo de expansión 9 y un evaporador 13. El lazo
- 20 térmico es del tipo aire-aire. Se entiende por "aire-aire" el hecho de que el calor producido por el lazo térmico 1 es directamente suministrado a un flujo de aire que atraviesa el sistema de climatización.
- El lazo térmico funciona según un modo llamado "bomba de calor". Se entiende por "bomba de calor" el hecho de que el lazo térmico produzca calorías destinadas a calentar el flujo de aire que atraviesa el sistema de climatización. El intercambiador de calor interno 11 funciona en este modo de bomba de calor como un condensador.
- 25 El sistema de climatización incluye además un dispositivo eléctrico de calentamiento complementario 2 destinado a calentar el flujo de aire que atraviesa el sistema de climatización. El sistema de climatización incluye finalmente un dispositivo de control 3 en el que está implementado el procedimiento según el invento.
- Durante el funcionamiento del sistema de climatización, el aire llega a la temperatura exterior a nivel del intercambiador de calor externo 10 con una velocidad VA, estando esta circulación eventualmente generada por un
- 30 ventilador. La velocidad del aire VA en el intercambiador de calor externo 10 depende de la velocidad del vehículo y de la tensión aplicada al ventilador.
- Al mismo tiempo, un caudal de masa de aire DmA de flujo de aire circula sucesivamente a través del evaporador 13, el intercambiador de calor interno 11 y el dispositivo eléctrico complementario de calentamiento 2. Esta circulación materializa el circuito de ventilación, climatización, calentamiento del sistema de climatización. El flujo de
- 35 aire entrante en el interior del sistema de climatización está a una temperatura Tfa. Cuando el sistema de climatización funciona en modo reciclado de aire, la temperatura Tfa es la del flujo de aire reciclado Trecy. Cuando el sistema de climatización funciona en modo aire exterior, la temperatura Tfa es la del flujo de aire exterior Text.
- En la salida de esta circulación, es decir en la salida del sistema de climatización, el flujo de aire está entonces a una temperatura superior a la observada en la entrada de la circulación a nivel del evaporador.
- 40 El dispositivo de control 3 permite controlar la capacidad de calentamiento del lazo térmico 1, enviando consignas de velocidad del compresor N₁₂ con destino a este.
- El dispositivo de control 3 permite además, según el invento, controlar el funcionamiento del dispositivo eléctrico complementario de calentamiento 2 enviando una señal de control HC₂ de la capacidad de calentamiento que debe ser generada por este dispositivo complementario 2.
- 45 La figura 2 representa esquemáticamente un sistema de climatización que incluye, en lugar del intercambiador de calor interno 11, un circuito de agua, rodeado por trazos, compuesto clásicamente por un condensador de agua 14 y un radiador intercambiador aire-agua 15. El lazo térmico 1 es entonces del tipo aire-agua. Se entiende por "aire-agua" el hecho de que las calorías producidas por el lazo térmico 1 son transferidas al flujo de aire que atraviesa el sistema de climatización a través del circuito de agua incluyendo el condensador de agua 14 y el radiador
- 50 intercambiador aire-agua 15.

Durante el funcionamiento de este sistema de climatización, el flujo de aire es vehiculado con un flujo de masa Dm_A y atraviesa el evaporador 13, el radiador intercambiador aire-agua 15 y el dispositivo complementario de calentamiento 2.

5 De nuevo aquí, el dispositivo de control 3 es apto para controlar el funcionamiento del compresor 12 así como el funcionamiento del dispositivo complementario de calentamiento eléctrico de aire 2, de manera similar a lo que está previsto en el sistema de climatización representado en la figura 1.

10 La figura 3 representa un sistema de climatización aire-agua que dispone de un dispositivo de calentamiento eléctrico complementario 16, apto para calentar el agua en el circuito de agua. El dispositivo eléctrico de calentamiento del agua 16 está así generalmente insertado entre el condensador de agua 14 y el radiador-intercambiador aire-agua 15.

El dispositivo de control 3 es entonces apto para controlar el funcionamiento del compresor 12 e igualmente para controlar la capacidad de calentamiento HC16 del dispositivo complementario de calentamiento de agua 16.

15 La figura 4 muestra esquemáticamente un diagrama de bloques del dispositivo de control 3 en el que está implementado el dispositivo según el invento. Según el invento, este dispositivo de control 3 recibe unos parámetros de funcionamiento del sistema de climatización. En particular, para la realización del invento, una temperatura de consigna T_{cons} dada por el usuario, la temperatura del flujo de aire T_{fa} , el flujo de masa de aire Dm_A que atraviesa el evaporador 13, el intercambiador de calor interno 11 o, en el caso de un lazo térmico aire-agua, el radiador intercambiador agua-aire 15, y el dispositivo eléctrico de calentamiento complementario 2. El dispositivo de control recibe igualmente la velocidad del aire a nivel del intercambiador de calor externo VA.

20 Finalmente, el dispositivo de control 3 debe igualmente recibir una capacidad de calentamiento global HC_{glo} necesaria para alcanzar una temperatura de consigna T_{cons} dada por el usuario.

La capacidad de calentamiento global HC_{glo} está generalmente determinada mediante cálculo a partir de un valor de temperatura de consigna T_{cons} dada por el usuario.

25 Según el invento, a partir de la determinación de los parámetros de funcionamiento del lazo térmico y del valor de la temperatura de consigna T_{cons} , el dispositivo de control 3 es capaz de calcular un reparto de la capacidad de calentamiento entre el lazo térmico 1 y el dispositivo de calentamiento eléctrico complementario 2.

Así, en la salida del dispositivo de control 3, están disponibles dos señales de control para regular la capacidad de calentamiento del lazo térmico HC1 y la capacidad de calentamiento del dispositivo eléctrico de calentamiento complementario HC2.

30 Para ello, el dispositivo de control 3 utiliza la dependencia del coeficiente de rendimiento global del sistema de climatización, llamado COP_{glo} en función de la capacidad de calentamiento del lazo térmico HC1.

Tal y como se conoce, para las mismas condiciones de operación, la evolución del coeficiente de rendimiento de un lazo térmico que funciona según el principio de la bomba de calor decrece proporcionalmente con la capacidad de calentamiento suministrado por este lazo térmico.

35 El procedimiento realizado en el seno del dispositivo de control 3 permite determinar la proporción de uso del lazo térmico y del dispositivo eléctrico de calentamiento complementario para obtener el coeficiente de rendimiento global óptimo.

También, en el caso donde el dispositivo eléctrico complementario de calentamiento del aire 2 es utilizado, el coeficiente de rendimiento global se expresa del siguiente modo:

40

$$COP_{glo} = \frac{HC_{glo}}{P_{12} + P_2}$$

En esta expresión, P_{12} es el consumo eléctrico del compresor, P_2 es el consumo eléctrico del dispositivo eléctrico de calentamiento complementario. En el caso donde él un dispositivo eléctrico de calentamiento de agua 16 es utilizado, está entonces presente un consumo P_{16} en el denominador en lugar de P_2 .

45 En función de los coeficientes de rendimiento del lazo térmico COP_1 y del dispositivo eléctrico COP_2 , es entonces posible expresar los consumos eléctricos del compresor 12 y del dispositivo de calentamiento complementario eléctrico 2, obteniendo entonces la siguiente expresión:

$$COP_{glo} = \frac{COP1 \cdot COP2}{\frac{HC1}{HCglo} COP2 + \frac{HC2}{HCglo} COP1}$$

en la que HC1 y HC2 son las capacidades de calentamiento ofertadas por el lazo térmico 1 y el dispositivo eléctrico de calentamiento complementario 2.

- 5 El coeficiente de rendimiento de los dispositivos eléctricos COP2 o en caso contrario COP16, generalmente unitario será considerado igual a 1 en lo que sigue. El coeficiente de rendimiento del lazo térmico COP1 es clásicamente una función de la capacidad de calentamiento HC1 del sistema térmico 1.

Conforme al invento, esta expresión del coeficiente de rendimiento global COPglo es entonces derivada de manera que determine para qué valor de la capacidad de calentamiento del lazo térmico HC1, se anula esta derivada.

- 10 La expresión siguiente es por tanto la derivada del coeficiente de rendimiento global respecto de la capacidad de calentamiento del lazo térmico HC1.

$$(COP_{glo})' = \frac{COP1^2 \cdot HCglo + HC1 \cdot HCglo \cdot COP1' - COP1 \cdot HCglo}{\left(\frac{HC1}{HCglo} + \frac{HC2}{HCglo} COP1 \right)^2}$$

La anulación de esta derivada corresponde por tanto con la resolución de la siguiente ecuación:

$$COP1^2 \cdot HCglo + HC1 \cdot HCglo \cdot COP1' - COP1 \cdot HCglo = 0$$

- 15 Lo que conlleva igualmente a resolver la ecuación:

$$\left(\frac{HC1}{COP1} \right)' = 1$$

La resolución de esta ecuación da entonces un valor de HC1 que permite obtener un óptimo de funcionamiento del sistema de climatización con un reparto óptimo de la capacidad de calentamiento entre el lazo térmico 1 y el dispositivo de calentamiento complementario 2.

- 20 En un modo de realización ventajoso del invento descrito a continuación, se utiliza una aproximación lineal del coeficiente de rendimiento del lazo térmico COP1.

En el caso de un sistema de climatización que utiliza un dispositivo eléctrico de calentamiento complementario de calentamiento del aire 2, el coeficiente de rendimiento del lazo térmico COP1 es únicamente función de la capacidad de calentamiento del lazo térmico HC1:

25
$$COP1 = f(HC1)$$

En el caso de un sistema de climatización que utiliza un dispositivo complementario eléctrico de calentamiento del agua 16, el coeficiente de rendimiento del lazo térmico COP1 es a la vez función de la capacidad de calentamiento del lazo térmico HC1 y la capacidad de calentamiento global requerida HCglo.

$$COP1 = f(HC1; HCglo)$$

- 30 En efecto, la capacidad de calentamiento global HCglo tiene un efecto sobre la temperatura del agua a la entrada del condensador de agua 14 ya que este valor de la capacidad de calentamiento global HCglo define el nivel de temperatura del agua a la entrada del condensador de agua 14 y a la salida del dispositivo eléctrico de calentamiento complementario 16.

A pesar de estas diferencias, es posible para los tipos de dispositivo eléctrico de calentamiento complementario aproximar el coeficiente de rendimiento del lazo térmico COP1 según la siguiente ecuación en la que los dos coeficientes a y b definen la evolución del coeficiente de rendimiento COP1.

$$COP1 = a \cdot HC1 + b$$

5 Estos coeficientes son almacenados en una base de datos accesible por el dispositivo de control 3. Estos coeficientes a y b están determinados en función de los componentes del lazo térmico realizado. Están igualmente terminados y almacenados para una pluralidad de velocidades de aire VA, de temperaturas Tfa y de flujos de masa DmA del flujo de aire en el caso de utilizar un dispositivo eléctrico complementario de aire.

10 En el caso de un sistema de climatización que utiliza un dispositivo de calentamiento complementario eléctrico de agua 16, los coeficientes a y b son además dependientes de la capacidad de calentamiento global HCglo del sistema de climatización.

Los coeficientes a y b están por tanto determinados y almacenados para una pluralidad de valores determinados de las condiciones de operación del sistema de climatización.

15 También, el dispositivo de control 3 incluye ventajosamente unos medios de almacenaje, por ejemplo con forma de tabla de datos, para almacenar los coeficientes a y b en función de al menos 3 incluso 4 parámetros relativos a las condiciones operatorias del sistema de climatización. Esto permite suministrar muy rápidamente los valores de los coeficientes a y b al dispositivo de control 3.

La ecuación anterior toma entonces la siguiente forma:

$$\left(\frac{HC1}{a \cdot HC1 + b} \right)' = 1$$

20 Esta ecuación está resuelta para el siguiente valor de la capacidad de calentamiento del lazo térmico:

$$HC1 = \frac{\sqrt{b} - b}{a}$$

Así, este valor de la capacidad de calentamiento HC1 del lazo térmico 1 es la capacidad de calor máxima para la que el lazo térmico 1 permite producir el coeficiente de rendimiento global COPglo máximo.

25 La capacidad de calentamiento del dispositivo eléctrico de calentamiento complementario HC2 es entonces calculada por el dispositivo de control 3 según la siguiente ecuación:

$$HC2 = HCglo - HC1$$

La figura 5 es un organigrama que muestra el desarrollo del procedimiento según el invento.

30 En una etapa E0, el procedimiento recibe informaciones sobre la temperatura Tfa, la velocidad del aire VA a nivel del intercambiador de calor externo 10 y el flujo de masa del aire Dma del flujo de aire en el sistema de climatización, recibe también una información relativa a la capacidad de calentamiento global HCglo, generalmente calculada a partir de una temperatura de consigna Tcons suministrada por el usuario.

35 Según el invento, el coeficiente de rendimiento del lazo térmico COP1 está expresado con la forma de una aproximación lineal, el procedimiento determina entonces, en una etapa E1, dos coeficientes a y b que permiten expresar el coeficiente de rendimiento del lazo térmico COP1 en función de la capacidad de calentamiento del lazo térmico HC1 de forma lineal.

Los valores de a y b están determinados por la lectura de una base de datos rellena en función de los parámetros de funcionamiento del sistema de climatización y, en el caso de sistema de climatización aire-agua utilizando un dispositivo eléctrico complementario de calentamiento del agua, en función de la capacidad de calentamiento global requerida.

40 En una etapa E2, el valor óptimo de la capacidad de calentamiento del lazo térmico HC1 es entonces calculado.

En la etapa E3, el procedimiento verifica si la capacidad de calentamiento del lazo térmico HC1 óptimo es inferior a la capacidad de calentamiento global correspondiente a la consigna del usuario.

5 En el caso (N) donde la capacidad de calentamiento del lazo térmico HC1 que permite anular la derivada del coeficiente de rendimiento global COPglo en función de la capacidad de calentamiento del lazo térmico HC1 no es inferior a la capacidad de calentamiento global HCglo, entonces, en una etapa E4, la capacidad de calentamiento del lazo térmico HC1 cumple completamente con las necesidades de capacidad de calentamiento global HCglo tales como las requeridas por el usuario.

10 En el caso (O) donde la capacidad de calentamiento del lazo térmico HC1 que permite anular la derivada del coeficiente de rendimiento global COPglo es inferior a la capacidad de calentamiento global requerida HCglo, el valor de la capacidad de calentamiento del lazo térmico HC1 está fijado en una etapa E5 al valor de la capacidad de calentamiento óptimo determinado en la etapa E2.

15 La regulación del funcionamiento del sistema de climatización depende entonces del tipo de lazo térmico utilizado, es decir un lazo térmico aire-agua o un lazo térmico aire-aire. Esta pregunta está representada esquemáticamente en la figura 5 por la etapa E6. En el caso donde el lazo térmico funciona según un principio aire-agua, entonces se realiza un cálculo de un valor de capacidad de calentamiento del lazo térmico HC1_m en función del flujo de masa del flujo de aire DmA, de la temperatura del agua Tagua_i en la entrada del condensador de agua 14 y de la temperatura del agua Tagua_o en la salida del condensador de agua 14 en una etapa E7.

20 En el caso donde se trata de un lazo térmico aire-aire, se calcula igualmente un valor de la capacidad de calentamiento del lazo térmico HC1_m esta vez en función del flujo de masa del flujo de aire DmA, de la temperatura del flujo de aire Taire_i en la entrada del intercambiador de calor interno 11 y la temperatura del flujo de aire Taire_o en la salida del intercambiador de calor, interno 11 en una etapa E8.

En los dos casos, el procedimiento incluye una etapa de comparación entre el valor calculado de la capacidad de calentamiento del lazo térmico HC1_m con el valor de control de la capacidad de calentamiento del lazo térmico HC1.

25 Una etapa E10 calcula entonces un valor de control de la velocidad del compresor N12 que es después enviado hacia el compresor.

30 En el caso donde la capacidad de calentamiento del lazo térmico HC1 es inferior a la capacidad de calentamiento global requerida HCglo, en paralelo con el funcionamiento del lazo térmico 1 y de la regulación de su capacidad de calentamiento HC1, se realiza también un cálculo de la capacidad de calentamiento de consigna para el dispositivo eléctrico de calentamiento complementario HC2 o HC16.

Esto se ilustra en la figura 5 para las siguientes etapas en el transcurso de las cuales, sucesivamente, en la etapa E11, el valor de consigna de la capacidad de calentamiento del dispositivo eléctrico complementario HC2 o HC16 es calculado en función de la capacidad de calentamiento del lazo térmico HC1 y de la capacidad de calentamiento global requerida HCglo.

35
$$\text{HC2 donde } \mathbf{HC16=Hcglo-HC1}$$

En la etapa E12, se calcula un valor real de la capacidad de calentamiento del dispositivo eléctrico de calentamiento complementario HC2_m donde HC16_m es calculado en función de los parámetros determinados del funcionamiento del sistema de climatización.

40 Después, en una etapa E13, el procedimiento compara el valor calculado en la etapa E12 con el valor calculado en la etapa E11.

45 En una etapa E14, la eventual diferencia entre estas magnitudes es utilizada para calcular unos valores de consigna HC2 o HC16 que son después enviados por el dispositivo de control 3 a su destino ya sea el dispositivo eléctrico complementario de calentamiento del aire 2, ya sea con destino al dispositivo eléctrico de calentamiento de agua complementario 16.

Se ve bien en el organigrama de la figura 5 que, en el caso donde el valor de la capacidad de calentamiento global requerida HCglo es más grande que el valor de la capacidad de calentamiento del lazo térmico HC1 óptimo obtenido mediante anulación de la derivada del coeficiente de rendimiento COPglo, la capacidad de calentamiento adicional está suministrada por el dispositivo complementario de calentamiento eléctrico 2 o 16.

50 Opuestamente, si la capacidad de calentamiento global HCglo es inferior a la capacidad de calentamiento del lazo térmico HC1 que permite anular la derivada del coeficiente COPglo, todo el calentamiento se realizará con el lazo térmico que presenta entonces el mejor coeficiente de rendimiento.

ES 2 391 163 T3

La figura 6 representa un ejemplo de variación del coeficiente de rendimiento COP1 de un lazo térmico que funciona según un principio de bomba de calor en función de la capacidad de calentamiento HC1 para una temperatura exterior de -10°C, un flujo de masa en el sistema de climatización igual a 200 kg/h y una velocidad del aire en el intercambiador de calor externo igual a 1,7 m/s.

- 5 Se señalará que esta curva es decreciente y que puede ser ventajosamente aproximada por una variación lineal cuya ecuación es aquí: $Y = -0,00038x + 3,02607$ con un coeficiente de determinación igual a 0,99403.

En este caso, se puede calcular el valor de la capacidad de calentamiento del lazo térmico del siguiente modo:

$$HC1 = \frac{\sqrt{b} - b}{a} = \frac{\sqrt{3.026} - 3.026}{3.79 \cdot 10^{-4}} = 3391W$$

- 10 Así, se señalará que, en las condiciones de operación de este ejemplo, el coeficiente de rendimiento óptimo para una capacidad de calentamiento global HCglo igualar 3550 vatios, se alcanzará para el siguiente reparto: Capacidad de calentamiento suministrada por el lazo térmico HC1= 3391 vatios y capacidad de calentamiento suministrada por el dispositivo eléctrico de calentamiento complementario HC2= 109 vatios.

La figura 7 muestra, en las mismas condiciones que la figura 6, el coeficiente de rendimiento global HCglo en función de la proporción de la capacidad de calentamiento suministrada por el lazo térmico %HC1.

- 15 Se señalará que, para el 95,5% de la capacidad de calentamiento global HCglo suministrado por el lazo térmico 1, la curva pasa por un máximo.

Se señalará que el 95,5% de la capacidad de calentamiento requerida HCglo, es decir 3550 vatios, es precisamente igual a 3391 vatios tal y como se ha encontrado anteriormente.

- 20 La figura 8 muestra tres evoluciones del coeficiente de rendimiento global COPglo para tres capacidades de calentamiento global HCglo diferentes: 3000, 4000 y 5000 vatios. Estas curvas se presentan para una temperatura exterior de -10°C, un flujo de aire DmA en el sistema de climatización de 280 kg/h y una velocidad del aire VA en el intercambio de calor externo 10 de 1,7 m/segundo. Estas curvas son mostradas en función del porcentaje de capacidad de calentamiento suministrado por el lazo térmico %HC1.

- 25 Se señalará que, de forma óptima, para suministrar una capacidad de calentamiento global de 3000 vatios, es más ventajoso suministrar la totalidad de la capacidad térmica al lazo térmico 1. En este caso, el dispositivo eléctrico de calentamiento complementario 2 no será utilizado. Además, se señalará que el coeficiente de rendimiento obtenido será de 3.

- 30 Para suministrar una capacidad de calentamiento global de 4000 vatios, se observa que es óptimo suministrar al lazo térmico 1, el 78,7% de la capacidad de calentamiento total requerida HCglo, es decir 3848 vatios. Aquí, el dispositivo eléctrico de calentamiento complementario suministrará 852 vatios. El coeficiente de rendimiento obtenido será entonces de 2 mientras que, si la totalidad de la capacidad de calentamiento HCglo fuera suministrada por el lazo térmico 1 del sistema de climatización, el coeficiente de rendimiento sería de 1,46.

El control según el invento del funcionamiento del dispositivo eléctrico de calentamiento complementario 2 ha permitido aumentar el coeficiente de rendimiento en un 37%.

- 35 Finalmente, para suministrar una capacidad de calentamiento global de 5000 vatios, es óptimo suministrar el 63% de la totalidad de la capacidad térmica requerida HCglo por el lazo térmico 1 del sistema de climatización, es decir 3148 vatios.

En este caso, el dispositivo eléctrico complementario suministrará 1850 vatios el coeficiente de rendimiento obtenido será de 1,67.

- 40 Se señalará finalmente que pueden realizarse distintas ejecuciones según los principios del invento.

REIVINDICACIONES

- 1- Procedimiento de control de un sistema de climatización que incluye un lazo térmico (1) que funciona según un modo de bomba de calor, el lazo térmico (1) incluye al menos un intercambiador de calor externo (10), un intercambiador de calor interno (11) o un radiador intercambiador agua-aire (15), un compresor (12), un dispositivo de expansión (9) y un evaporador (13), el lazo térmico (1) suministra una capacidad de calentamiento del lazo térmico (HC1), incluyendo el sistema de climatización un dispositivo eléctrico de calentamiento complementario (2,16) suministrando una capacidad de calentamiento del dispositivo eléctrico (HC2,HC16) y un dispositivo de control (3) en el que está implementado el procedimiento, incluyendo el procedimiento las siguientes etapas:
- 5
- recepción de una temperatura de consigna,
 - 10 -determinación (E0) de la velocidad del aire (VA) a nivel del intercambiador de calor externo (10),
 - determinación (E0) de la temperatura de un flujo de aire en el interior del sistema de climatización (Tfa),
 - determinación (E0) del flujo de aire (DmA) en el intercambiador de calor, interno (11) o del radiador intercambiador agua-aire (15)
 - 15 -cálculo (E0) de una capacidad global de calentamiento (HCglo) a partir de la consigna de temperatura, de la temperatura del flujo de aire (Tfa) y del caudal de aire en el intercambiador de calor interno (11)
 - determinación de una capacidad de calentamiento (HC1) del lazo térmico (1)
 - comparación de la capacidad de calentamiento (HC1) del lazo térmico (1) con la capacidad global de calentamiento (HCglo)
 - 20 -regulación (E11,E12,E13,E14) de la capacidad de calentamiento (HC2, HC16) del dispositivo eléctrico complementario (2, 16), en caso contrario, como complemento de la capacidad de calentamiento del lazo térmico (HC1) si la capacidad de calentamiento (HC1) del lazo térmico (1) es inferior a la capacidad global de calentamiento (HCglo).
- 2- Procedimiento según la reivindicación 1, en el que se efectúa un tope (E3,E4,E5) de la capacidad de calentamiento del lazo térmico (HC1) a la capacidad de calentamiento del lazo térmico anulando la derivada respecto de esta capacidad de calentamiento (HC1) del lazo térmico (1) del coeficiente global de rendimiento (COPglo) en el caso donde está derivada se anule para una capacidad de calentamiento del lazo térmico (HC1) inferior a la capacidad global calculada (HCglo),
- 25
- 3- Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, en el que incluye una etapa previa de estimación de dos coeficientes a y b de una aproximación lineal del coeficiente de rendimiento del lazo térmico (COP1) en función de la capacidad de calentamiento del lazo térmico (HC1), estando estos coeficientes estimados, cada uno, en función de los componentes del lazo térmico, para al menos una pluralidad de velocidades de aire en el intercambiador de calor externo (VA), una pluralidad de temperaturas del flujo de aire (Tfa) y una pluralidad de caudales de masa de aire en el intercambiador de calor interno (DmA), incluyendo el procedimiento entonces, después de las etapas de medidas (E0), una etapa de determinación (E1), de entre los coeficientes estimados, unos coeficientes de la aproximación al coeficiente de rendimiento del lazo térmico (COP1) correspondientes a los parámetros medidos, estando entonces limitada la capacidad de calentamiento del lazo térmico (HC1) al valor $(b^{1/2}-b)/a$.
- 30
- 35
- 4- Procedimiento según la reivindicación 3, en el que el sistema de climatización incluye un lazo térmico aire-agua y dispone de un dispositivo eléctrico de calentamiento complementario del agua (16), estando igualmente estimados los coeficientes a y b en función de la capacidad de calentamiento global requerida (HCglo).
- 40
- 5- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el sistema de climatización es elegido de entre los sistemas de climatización que incluyen un lazo térmico aire-aire y dotados de un dispositivo eléctrico de calentamiento del aire (2), incluyendo los sistemas de climatización un lazo térmico aire-agua y dotados de un dispositivo eléctrico de calentamiento del aire (2), incluyendo los sistemas de climatización un lazo térmico aire-agua y dotados de un dispositivo eléctrico de calentamiento del agua (16) con o sin dispositivo eléctrico de calentamiento del aire (2).
- 45
- 6- Programa de ordenador que incluye unas instrucciones para la ejecución de las etapas del procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 cuando dicho programa es ejecutado por un ordenador.
- 7- Soporte de grabación legible por un ordenador sobre el que se almacena un programa de ordenador que incluye instrucciones para la ejecución del procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4.
- 50

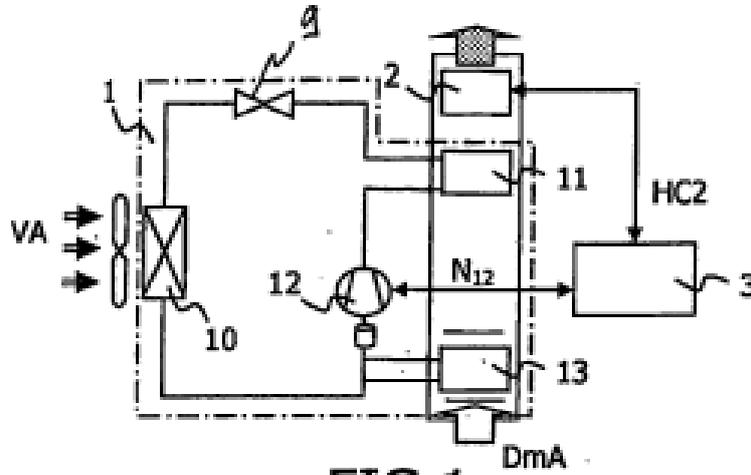


FIG. 1

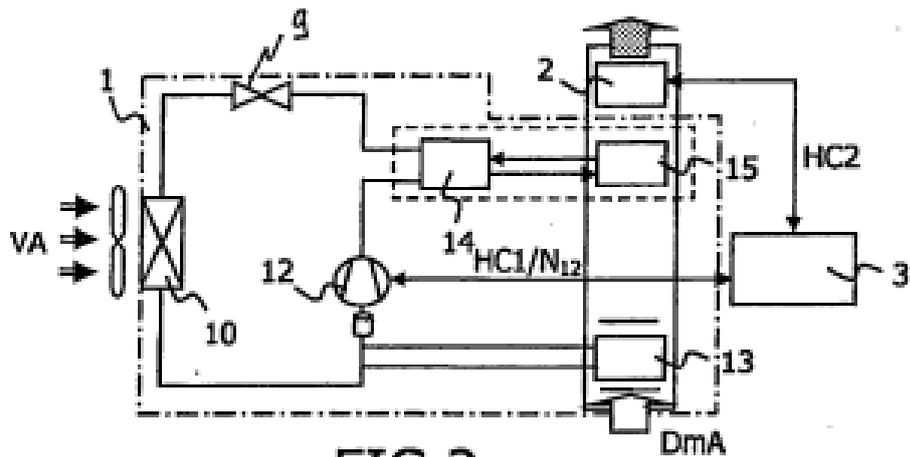


FIG. 2

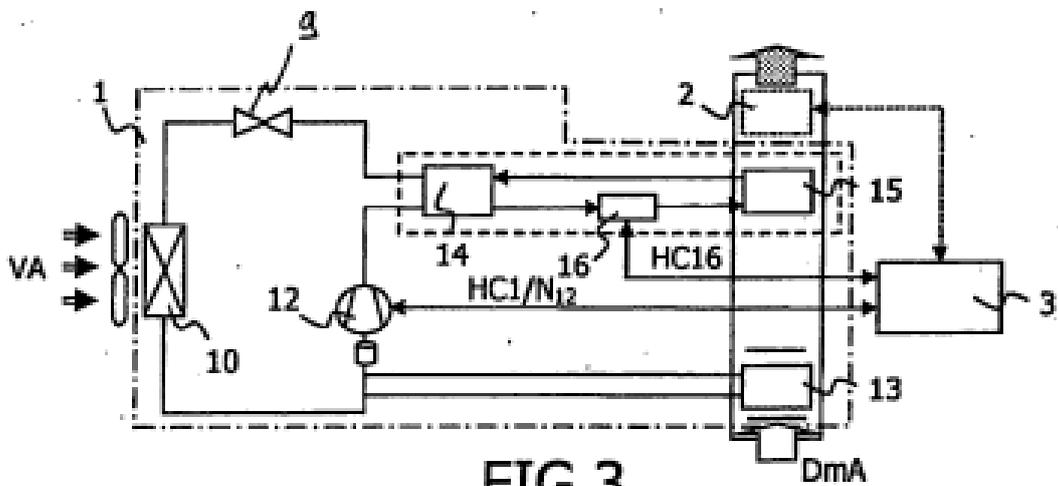


FIG. 3

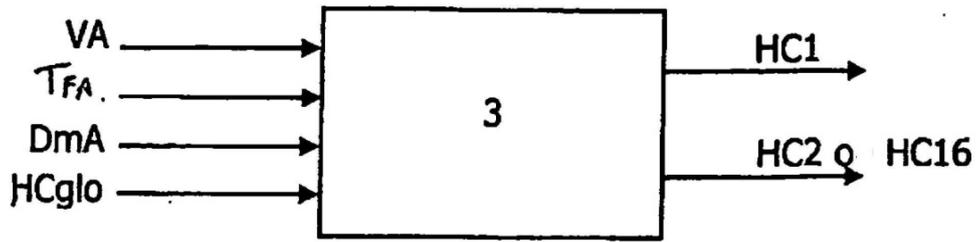


FIG.4

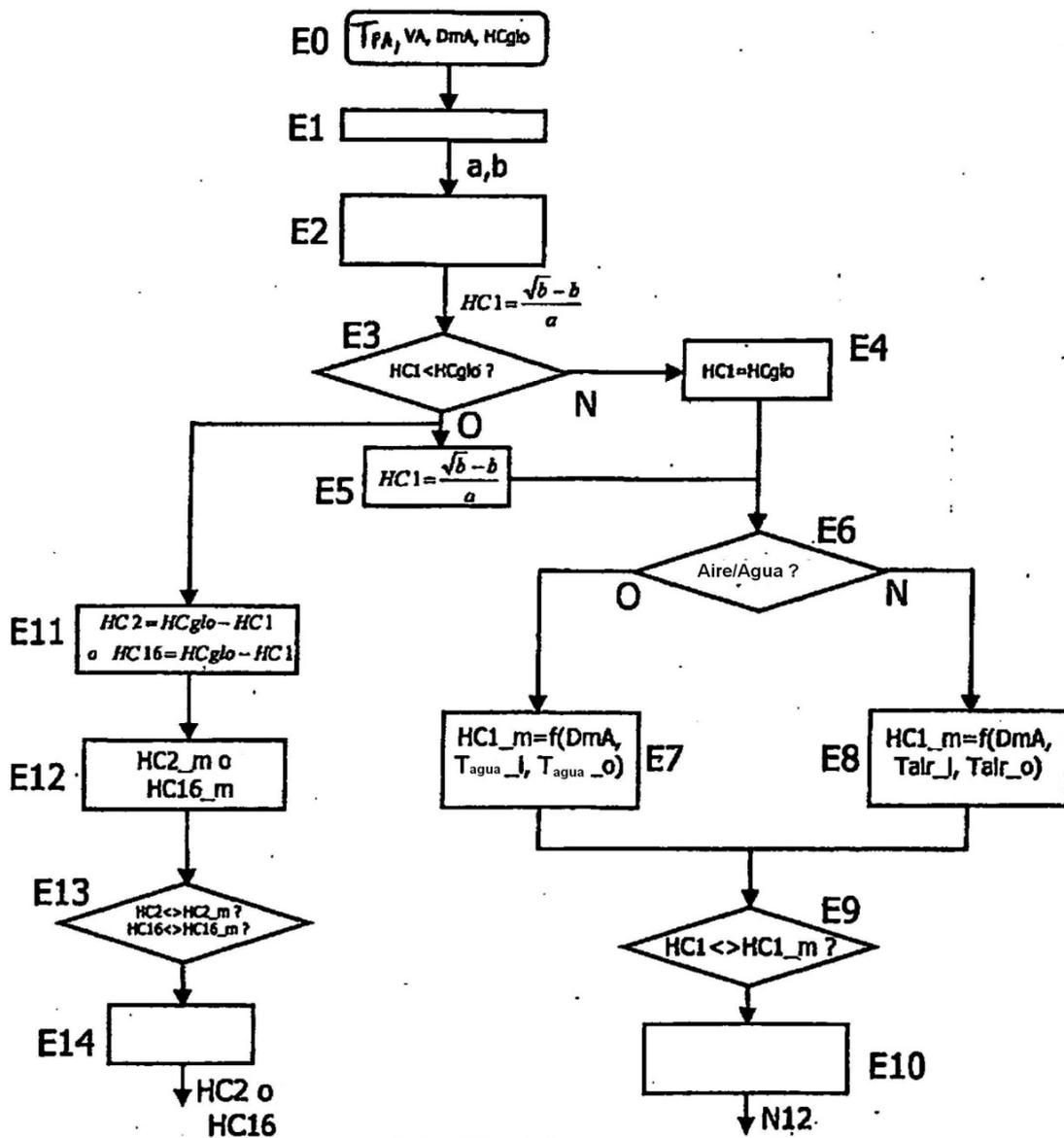


FIG.5

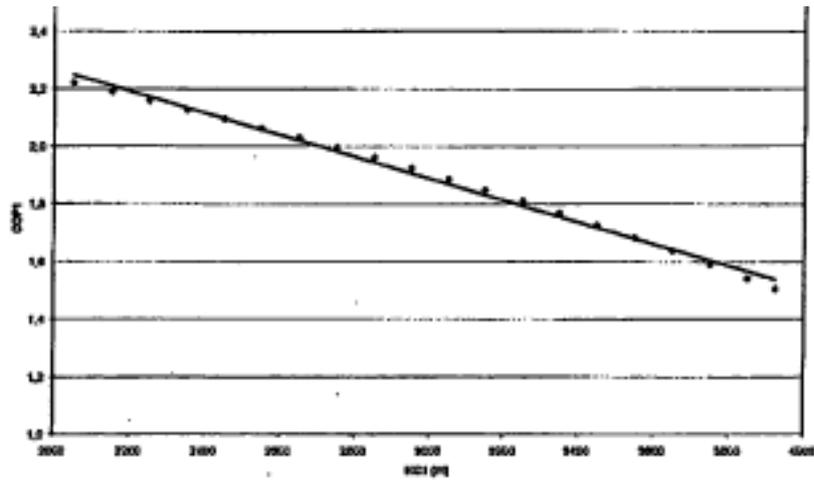


FIG. 6

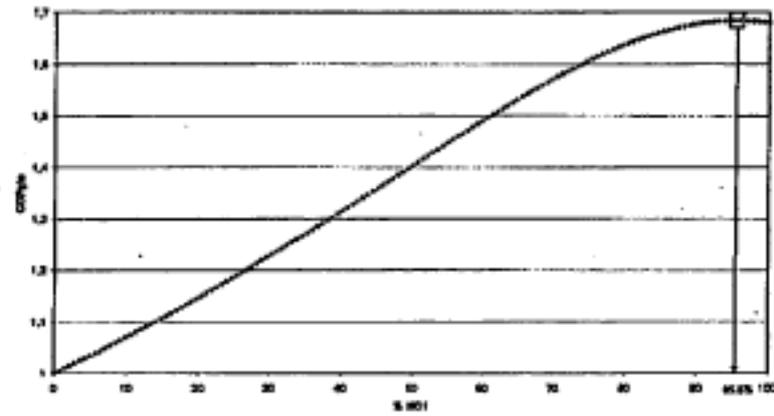


FIG. 7

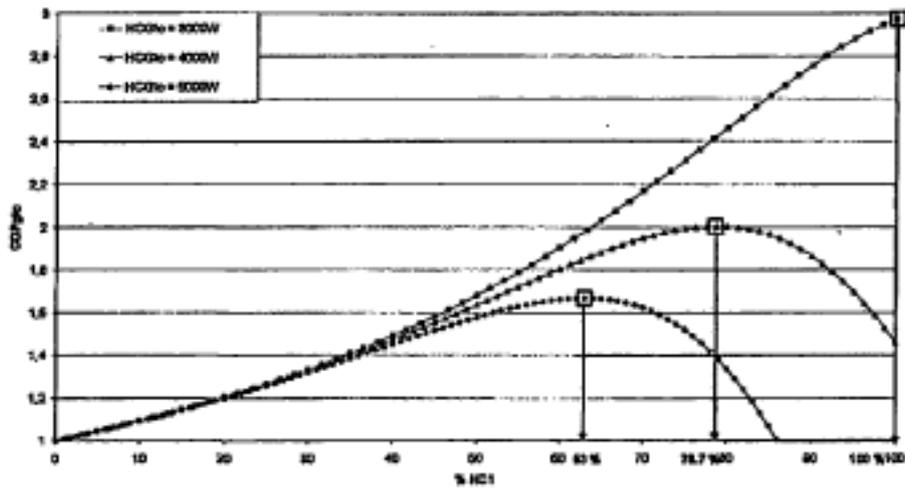


FIG. 8