

**REPUBLICA DI
SUPERINTENDENCIA DE IN**

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-112540- -00000-0000

Fecha: 2011-09-01 15:26:35 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Fojos: 71

**SUPERINTENDENCIA DELEGADA PARA LA
PROPIEDAD INDUSTRIAL |**

DIVISIÓN DE NUEVAS CREACIONES

**SOLICITUD DE PATENTE PCT
ENTRADA EN FASE NACIONAL**

**NÚMERO DE PCT:
PCT/US2010/021534**

**PATENTE: TITULO: SECUENCIACIÓN DE
COMPRESORES DE VELOCIDAD VARIABLE EN UN
SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DE LÍQUIDO ENFRIADO
PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGETICA**

**CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL:
F25B 7/00 (2006.01)**

SOLICITANTE: HARTMAN, Thomas, B.

DOMICILIO: Texas, Estados Unidos de América

APODERADO: Marcela ROJAS ROJAS

Bogotá D.C., Septiembre de 2011



No. 11-112540- -00000-0000

Fecha: 2011-09-01 15:26:35 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 71

FORMULARIO ÚNICO DE SOLICITUD DE PATENTE

PCT
ENTRADA FASE NACIONAL

1	SOLICITUD DE:	
	☒ Patente de Invención ☒ Capítulo I.	☐ Patente de Modelo de Utilidad ☐ Capítulo II.

2	SOLICITANTE (71)	Nombre HARTMAN, Thomas, B. Dirección: 755 Country Road 247, Georgetown, Texas 78628 Estados Unidos de America Nacionalidad o Domicilio: Georgetown, Texas, Estados Unidos de America Lugar de Constitución: Georgetown, Texas, Estados Unidos de America Tel: 571- 3230233 Fax: 571-3230234 E-mail: info@brlatina.com	IDENTIFICACIÓN ☐ C.C. ☐ NIT ☐ C.E. ☒ Otro Cual _____ Número _____

3	REPRESENTANTE O APODERADO	Nombre: Marcela ROJAS ROJAS Dirección: Carrera 13 No 29-21 Of. 241 Tel: 3230233 Fax: 571- 3230234 Email: info@brlatina.com	IDENTIFICACIÓN ☒ C.C. ☐ NIT ☐ C.E. ☐ Otro Número: 1.032.387.271 T.P: 19.1426

4	INVENTOR (ES) (72)	Nombre: HARTMAN, Thomas, B. Dirección: 755 Country Road 247, Georgetown, Texas 78628 Estados Unidos de America Nacionalidad o Domicilio: Georgetown, Texas, Estados Unidos de America

5	PCT (86) Solicitud Internacional No. PCT/US2010/021534 Publicación Internacional No. WO/2010/088118	Fecha: Enero 20 de 2010 Fecha: Agosto 05 de 2010

6	Título (54): TITULO: SECUENCIACIÓN DE COMPRESORES DE VELOCIDAD VARIABLE EN UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DE LÍQUIDO ENFRIADO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGETICA
---	---

7	Clasificación Internacional (51) F25B 7/00 (2006.01)
---	---

8	Prioridad ☒ SI ☐ NO	(33) País de Origen Estados Unidos de America	(32) Fecha Febrero 02 de 2009	(31) Número de solicitud 12/364,374

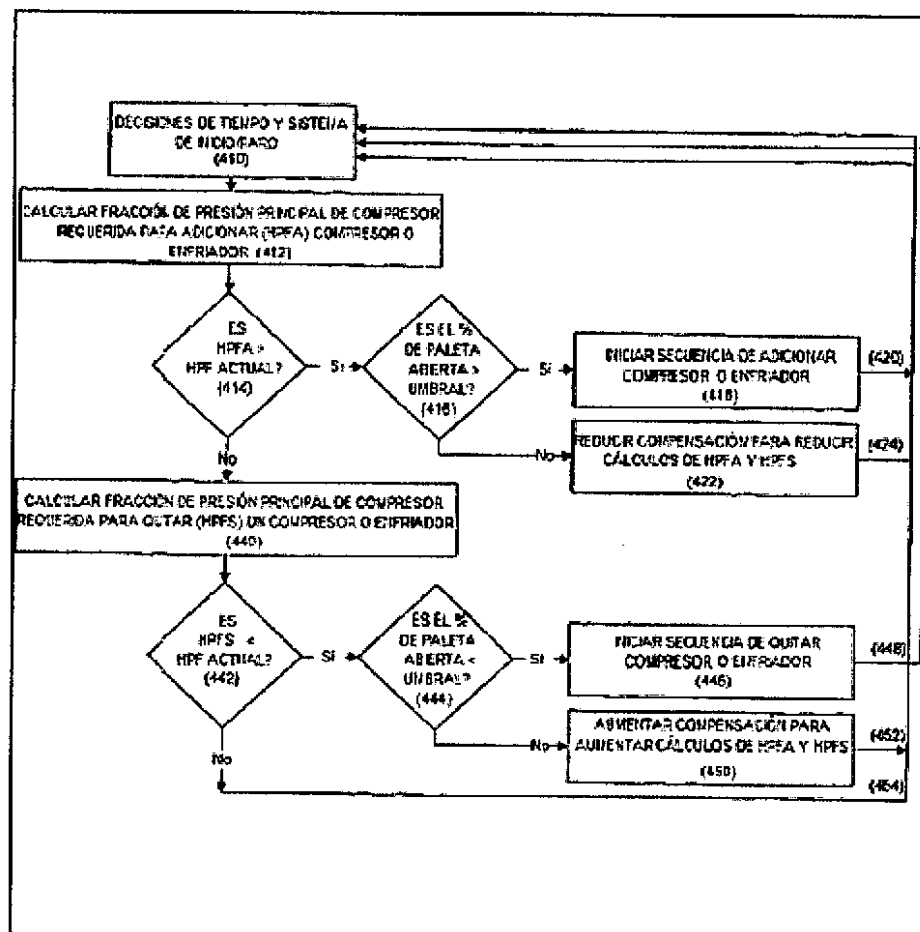
9	Comprobante de pago No. 11-0084537 y 11-0084538 Fecha: Agosto 31 de 2011
---	---

10

ANEXOS

- ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud
- ☐ Documento que acredite la existencia y representación legal cuando el solicitante es persona jurídica
- ☐ Poderes, si fuera el caso
- ☐ Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante.
- ☐ Declaraciones
- ☒ Copia de la solicitud internacional. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
- ☒ Traducción de la solicitud internacional al castellano (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
- ☒ Copia del examen preliminar internacional efectuado por la Autoridad Internacional de Examen Preliminar (IPEA)
- ☒ Traducción del examen preliminar internacional efectuado por la IPEA.
- ☐ De ser el caso, copia del contrato de acceso
- ☐ De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas
- ☐ De ser el caso, certificado de depósito del material biológico
- ☒ Arte final 12x12
- ☐ De ser el caso, información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el mismo titular o su causante, relacionadas parcial o totalmente con la invención de esta solicitud.
- ☐ De ser el caso, modificaciones efectuadas a la solicitud internacional.
- ☐ Otros

11 FIGURA CARACTERÍSTICA:



12 Solicito la concesión de la patente
Nombre: Marcela ROJAS ROJAS

Firma:

C.C. 1.032.387.271
T.P: 19.1426

3
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
NIT : 800.176.089-2
- / -



RECIBO DE CAJA

No. 11 - 0084537

Bogotá D.C., Agosto 31 de 2011 - 10:01:04

RECIBIDO DE : B&R LTDA

NI 830.122.790

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	181947496	31/08/2011	1.547.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	VR. UNDITARIO	VR. CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	110 PTC. SOLICITUD DE PATENTE DE INVENCIÓN	571.000.00	571.000.00
				\$571.000.00

SON: **QUINIENTOS SETENTA Y UN MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable:

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No.

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-112540- -00000-0000

Fecha: 2011-09-01 15:26:35 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 71

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C.- Colombia

Web: www.sic.gov.co e-mail: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

, Agosto 31 de 2011 - 10:01:04

4
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
NIT : 800.176.089-2
- / -



RECIBO DE CAJA

No. 11 - 0084538

Bogotá D.C., Agosto 31 de 2011 - 10:01:04

RECIBIDO DE : B&R LTDA NI 830.122.790

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	181947496	31/08/2011	1.547.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. UNIDITARIO	Vr. CONCEPTO
15	50005-01-01 SOLICITUDES	1607 REIVINDICACION UNITARIA ADICIONAL A LAS 10 INICIALES	27.000.00	405.000.00
				\$405.000.00

SON: **CUATROCIENTOS CINCO MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: _____
Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-112540-00000-0000

Fecha: 2011-08-01 15:26:35 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 71

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C.- Colombia

Web: www.sic.gov.co e-mai: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

Agosto 31 de 2011 - 10:01:04

**TITULO: SECUENCIACIÓN DE COMPRESORES DE VELOCIDAD
VARIABLE EN UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DE LÍQUIDO
ENFRIADO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGETICA**

5

RESUMEN

Se describe un método mejorado para secuenciar compresores centrífugos
10 de velocidad variable en y fuera de línea para asegurar la eficiencia óptima
de operación en un sistema de enfriamiento de líquido bajo todas las
circunstancias de operación. La presente divulgación enseña decisiones de
secuenciación de equipo modificador (adicionar o quitar una unidad), basado
en parte en la posición de las paletas de entrada del compresor. Este nuevo
15 acercamiento logra eficiencia mejorada de energía de todo el sistema al
tomar en cuenta las condiciones de operación de los compresores o
enfriadores individuales que pueden ser sub-óptimas.

20

25

30

35

DESCRIPCIÓN

Datos de solicitudes relacionadas

5

Esta solicitud reivindica prioridad de la Solicitud No Provisional de EE.UU. No. 12/364,374, presentada el 2 de Febrero de 2009, la cual se incorpora acá en su totalidad por referencia.

10 Campo Técnico

Esta invención se refiere al campo de sistemas de calentamiento, ventilación y de aire acondicionado ("HVAC") y más específicamente, se refiere a estrategias mejoradas, especialmente métodos automatizados o implementados con software, para la secuenciación de equipos paralelos tal como enfriadores centrífugos, bombas y ventiladores con el fin de mejorar la eficiencia de operación total de los sistemas HVAC que incorporan dicho equipo.

20 Antecedentes

Las plantas de agua enfriada son empleadas para suministrar refrigeración para cargas de comodidad de edificios y para cargas de procesos industriales y son un usuario principal de energía eléctrica. Las plantas de agua enfriada generalmente emplean múltiples enfriadores, y algunos enfriadores emplean múltiples compresores. Esto permite que el equipo sea configurado para cumplir con las cargas cambiantes, las cuales usualmente varían desde cargas muy bajas hasta el 100% de la capacidad de la planta, dependiendo del diseño y del ambiente operacional. Los enfriadores múltiples también permiten diseños que incorporan la operación a prueba de fallos con soporte disponible en caso de una falla de una de las máquinas.

Las plantas de refrigeración de tamaño mediano y grande a menudo incorporan compresores centrífugos debido a su eficiencia de operación superior y capacidades mayores. Un enfriador consiste de uno o más compresores montados en un conjunto de intercambiadores de calor los cuales, junto con tubería adicional, refrigerante y otro equipo, enfría un fluido que fluye a través de un intercambiador de calor mientras que expulsa el calor absorbido a una temperatura más alta a un fluido que fluye a través del

segundo intercambiador de calor. El fluido que fluye a través de ambos intercambiadores de calor usualmente es agua. Cada conjunto de uno o más compresores y dos intercambiadores de calor es llamado un enfriador, y una planta de enfriador mediana a grande consiste de múltiples enfriadores.

- 5 La Figura 5 es un diagrama simplificado de componentes de una planta enfriadora de agua convencional con cuatro enfriadores (501-504) dispuestos en paralelo y conectados al sistema de bombeo y tubería de agua enfriada (520). Cada enfriador tiene un controlador de enfriador individual (531-534) cada uno de los cuales está en comunicación con un controlador (540). Los
- 10 controladores individuales de enfriador se pueden comunicar por medio de una red tal como una red Ethernet. El controlador central preferiblemente tiene un procesador y memoria asociada los cuales se configuran para leer un programa de computador. El controlador central puede ser un sistema de cómputo digital, por ejemplo, un computador personal o un controlador lógico
- 15 programable. El controlador central se configura para recibir información desde cada enfriador individual tal como lecturas de presión principal, temperaturas del fluido y configuraciones de paleta actual. El controlador central también controla varios aspectos de la planta enfriadora incluyendo velocidad de bomba, carga del enfriador y cambiar el enfriador de conectado
- 20 a desconectado.

- La Figura 1 ilustra los componentes principales de un enfriador centrífugo de velocidad variable. Las plantas enfriadoras medianas y grandes típicamente emplean desde dos hasta tantos como una docena o más de dichos enfriadores para aplicaciones de acondicionamiento de comodidad o para
- 25 suplir las necesidades del proceso de enfriamiento en una aplicación de manufactura. En una planta enfriadora de agua típica con enfriadores centrífugos de velocidad variable, cada enfriador tiene una o más unidades de motor/compresoras (109), las cuales puede ser de tipo hermético o de tipo abierto. El motor que impulsa el compresor es alimentado por una unidad de potencia usualmente llamada una unidad de velocidad variable (110) que
- 30 puede variar la velocidad rotacional del motor en la unidad compresora.

- Cada compresor libera gas refrigerante de baja presión desde el enfriador (111) a través de una conexión (112), lo comprime, y lo descarga como un gas caliente a mayor presión a través de una conexión (113) en el
- 35 condensador (114). En el condensador, el refrigerante gaseoso caliente es condensado en un líquido por medio del rechazo de calor a agua condensadora que es suministrada a través de una conexión de tubería (140) desde una torre de enfriamiento o algún otro medio de conducir calor desde

el fluido. El agua condensadora fluye a través de los tubos en el condensador, absorbe el calor del refrigerante y lo enfría a un líquido de alta presión. El agua condensadora calentada luego sale del condensador a través de una conexión de tubería (141) para volver a la torre de enfriamiento u otro método de rechazo de calor.

El refrigerante líquido condensado luego fluye a través de un dispositivo de expansión (133) que regula el flujo de refrigerante en el enfriador (111), el cual es sostenido a una baja presión por medio de la operación del compresor continuamente expulsando el refrigerante gaseoso expandido de éste. El ambiente de baja presión causa que el refrigerante cambie de estado a un gas y a medida que lo hace, absorbe el calor requerido de evaporación del agua enfriada que circula en el enfriador por medio de la conexión de tubería (151), luego a través de los tubos en el enfriador donde el refrigerante que hierve absorbe el calor del agua enfriada y el agua enfriada luego sale a través de una conexión de tubería (152) a la temperatura deseada para enfriar las cargas de comodidad o proceso a las cuales se conecta la planta enfriadora. El vapor de baja presión es expulsado en la entrada del compresor y el ciclo se repite continuamente. El agua enfriada y condensada circula típicamente por medio de bombas no mostradas. El control de todos los elementos dentro del enfriador se suministra por un panel de control abordo (162). Aunque la configuración de varios enfriadores es similar a la mostrada en la Figura 1, existen variaciones a este diseño básico.

La Figura 2 es una sección transversal que muestra en mayor detalle los elementos de la unidad de motor/compresor (ver 109, 110 en la Figura 1) de un compresor centrífugo usado en enfriadores centrífugos. La unidad compresora consiste de un motor (210) que rota un eje con el cual un propulsor (212) es montado que rota dentro de un alojamiento (214). La entrada del compresor (216) es conectada al evaporador (no mostrado) el cual puede ser configurado en una pluralidad de variaciones. A medida que el gas a ser comprimido, el cual es llamado "refrigerante", es expulsado en el compresor por la rotación del propulsor, éste primero debe pasar a través de las paletas de entrada (218) las cuales están segmentadas. Las paletas son cerradas y abiertas por la rotación coordinada de cada segmento alrededor de su eje central (mostrado como un eje vertical en la Figura 2). Nosotros llamamos esta posición rotacional como la posición o configuración de paleta actual. Cuando se cierra, únicamente se abre un pequeño agujero en el centro de los segmentos para que pase el gas. Cuando las paletas son configuradas a abiertas, virtualmente toda el área de entrada es abierta. A

medida que las paletas empiezan a cerrarse de completamente abiertas, su movimiento coordinado causa que el gas que fluye sea rotado en la dirección de la rotación del propulsor del compresor (212). Este movimiento rotacional del gas que ingresa al propulsor del compresor el cual está rotando en la misma dirección reduce el flujo hacia adentro y a través del propulsor. A medida que las paletas continúan cerrándose, las paletas además reducen el flujo del refrigerante en la entrada del compresor al crear una diferencia de presión a lo largo de las paletas. El propulsor expulsa el gas a una baja presión e imparte energía al gas para descargarlo a una presión más alta en la voluta (220) del alojamiento (222) donde se recolecta y se encamina hacia el condensador.

Los compresores de velocidad variable pueden reducir su capacidad de operación de dos formas, primero, al cerrar las paletas de entrada como se indicó anteriormente, y segundo, al reducir la velocidad del propulsor del compresor. Sin embargo, la velocidad rotacional del propulsor debe siempre ser mantenida suficientemente alta para mantener el flujo del gas refrigerante a través del propulsor a un la diferencia de presión actual entre el condensador y el evaporador del enfriador. Si la velocidad cae por debajo de una velocidad mínima que depende de esta diferencia de presión a lo largo del propulsor, el propulsor se detendrá y el flujo parará abruptamente. El fenómeno en los enfriadores es llamado "creciente". El propulsor se detiene y el flujo para, esto reduce la diferencia de presión y el flujo se reinicia únicamente para detenerse de nuevo. La creciente resulta en la operación ineficiente y puede bajo algunas circunstancias causar daño a elementos del compresor.

Para asegurar que la creciente no se desarrolle, el enfriador interno o los controles del compresor de enfriadores de velocidad variable incorporan algún método para mantener una velocidad de compresor mínima que usualmente se basa en la presión a lo largo del propulsor. Cuando las condiciones de operación requieren un cierto diferencial de presión a lo largo del compresor (comúnmente llamado como "cabeza" del compresor) tal que la velocidad del propulsor no puede ser reducida debido a un riesgo de detención y de creciente, y al mismo tiempo se requiere una capacidad menor del enfriador, entonces en lugar de reducir la velocidad del propulsor para reducir la capacidad, el propulsor es mantenido a la velocidad mínima apropiada y las paletas se cierran para reducir la capacidad, sacrificando la eficiencia del enfriador.

Existe una necesidad por mejorar la eficiencia de operación de los sistemas del tipo descrito anteriormente.

Resumen

5

A medida que las paletas de entrada se cierran más allá de cierto punto, la eficiencia total del compresor se reduce debido a las pérdidas causadas por el efecto de las paletas en el flujo en la entrada del compresor. De acuerdo con un aspecto de la presente invención, en un compresor de velocidad variable, las configuraciones de paleta y la velocidad del compresor (propulsor) se coordinan de modo que mantienen una capacidad de enfriamiento deseada a condiciones de cabeza de compresor actuales. Las paletas son empleadas para reducir la capacidad cuando la velocidad del compresor no puede ser reducida debido al riesgo de una condición de detención del propulsor. De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, específicamente, un método mejorado de secuenciación del compresor, una configuración actual de las paletas del compresor se emplea en la decisión de adicionar o quitar compresores, o de adicionar o quitar unidades enfriadoras con compresores simples, de modo que la capacidad total del sistema es alcanzada con eficiencia óptima.

10

15

20

Los aspectos y ventajas adicionales serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de las modalidades preferidas, la cual procede con referencia a las figuras adjuntas.

25 Breve Descripción de las Figuras

La Figura 1 es un diagrama que muestra los elementos básicos de un enfriador centrífugo.

La Figura 2 es un diagrama que muestra los elementos de compresores centrífugos de velocidad variable típicos.

30

La Figura 3 muestra un diagrama de flujo de decisión de adicionar o quitar compresor simple o enfriador que refleja el estado del arte.

La Figura 4 es un ejemplo de un diagrama de flujo de decisión que refleja una modalidad de la presente invención.

35 La Figura 5 es un diagrama de bloques simplificado de una planta enfriadora.

Descripción Detallada de las Modalidades Preferidas

Debido a que los enfriadores que suministran agua enfriada para acondicionamiento de comodidad o procesos de enfriamiento están sujetos a

5 variaciones muy amplias en las cargas de enfriamiento, la habilidad de ajustar la capacidad de los enfriadores individuales junto con un método de secuenciación de enfriadores o compresores es empleada para acomodar los cambios de carga y alcanzar una operación de planta eficiente. En el estado

10 del arte, el control de la capacidad de cada enfriador individual es logrado por el enfriador interno o los controles del compresor que mantienen una temperatura predeterminada del agua enfriada que deja la unidad.

El control de la cantidad de enfriadores o compresores en línea es logrado dinámicamente por medio de algoritmos de control separados, generalmente basado en la carga o consumo de energía de los compresores en línea. Ver

15 mi Patente de los EE.UU. No. 6.185.946 en la cual la secuenciación se basa en la comparación del punto actual de operación con la curva de eficiencia óptima, denominada la curva natural, del dispositivo. Otros métodos son conocidos, pero estos métodos conocidos no cuentan para las características de los controles internos que puede resultar en una variación de la velocidad

20 del compresor y el control de la paleta de modo que un punto de operación es actualmente menos eficiente de lo esperado.

Eso es lo que es nuevo y es el foco de esta invención, el uso de la posición de la paleta de entrada de uno o más de los compresores de enfriador en línea para operar, ajustar, o modificar el algoritmo que es empleado para

25 reducir el número de enfriadores en línea.

Es conocido que todos los compresores de velocidad variable tiene una propiedad denominada una curva natural la cual es la curva de puntos de la capacidad del compresor a la cual se alcanza la eficiencia óptima de operación del compresor como una función de las condiciones de la cabeza

30 del compresor. También es conocido que la cabeza del compresor es una función de las condiciones de temperatura y flujo del agua enfriada y el agua condensadora y que la propiedad de curva natural puede ser aplicada a todo el enfriador como una función de la temperatura del agua condensadora y el agua enfriada. Adicionalmente, es conocido que las bombas, ventiladores y

35 otro equipo consumidor de potencia típicamente incorporado en plantas enfriadoras también tienen curvas naturales. Para la operación óptima de la planta, el número y la carga relativa de enfriadores, bombas, torres de enfriamiento, etc., de plantas enfriadoras depende no sólo de la carga de

planta, sino también de las condiciones de operación actuales bajo las cuales debe operar la planta, más notablemente las condiciones de ambiente externas a las cuales se rechaza el calor y la temperatura a la cual se suministra el agua enfriada.

- 5 Usando esta información, es posible construir tablas o algoritmos que son aplicados para seleccionar el número correcto de enfriadores para operar en la planta de forma óptima bajo todas las posibles condiciones de carga y operación externa. Una descripción detallada de dicho algoritmo óptimo de secuenciación de enfriador es suministrado en US 6.185.946 B1. Sin
- 10 embargo, en algunos casos se encontró que los controles internos del enfriador, o el compresor en el enfriador, causan que el compresor actúe a condiciones de alguna forma diferente que se puede esperar. En dichos casos, los puntos actuales de operación pueden ser menos eficientes de lo que se espera. En otros casos, las características exactas del compresor
- 15 (llamado un mapa de compresor) no se encuentran disponibles o son inciertas de modo que la curva natural del compresor y por lo tanto el enfriador no puede ser determina con certeza. Mientras que puede existir un número de razones para que los compresores operen de forma diferente que lo que se puede esperar, la pérdida de eficiencia en dichas situaciones es
- 20 comúnmente causada por los controles internos del compresor que opera la velocidad del compresor a una velocidad que es mayor de lo esperado, y las paletas del compresor menos abiertas de lo esperado. En dichas situaciones al monitorear las paletas, y en algunos casos la velocidad, de los compresores de operación, luego cuando las paletas son determinadas para
- 25 abrirse más allá de un valor umbral a un punto en el cual un compresor o enfriador sería normalmente adicionado; de forma similar cuando las paletas son determinadas para cerrarse más allá de un valor umbral a un punto en el cual el compresor o enfriador normalmente se quitaría, y usando esa información para ajustar automáticamente el algoritmo nominal que controla
- 30 la adición o la remoción de las etapas de compresor y/o enfriador con el fin de asegurar que la eficiencia de la operación de la planta se mantenga tan alta como sea posible. Este es el nuevo método de control que es la base de esta invención.

La presente invención divulga un nuevo medio para ajustar y mejorar las

- 35 técnicas de secuenciación optimizadas discutidas en el estado del arte. En dicho estado del arte, la secuenciación de enfriadores pretende asegurar que el uso de la energía total para los enfriadores y los sistemas de rechazo de calor sea optimizado continuamente. Los enfriadores son secuenciados

dentro y fuera para mantener al equipo en línea operando todo el tiempo tan cerca como sea posible a la curva natural de ese equipo, la cual es el punto de eficiencia de operación más alto en la condición de carga. Con este nuevo método, los métodos previos pueden ser implementados más fácilmente y

5 luego ajustados automáticamente asegurando que la secuenciación resulte en la eficiencia óptima de la planta. La selección del número de enfriadores o compresores en línea tiene como objetivo mantener la capacidad deseada de la planta mientras que se optimiza el uso de la energía total del sistema.

Un diagrama de flujo de secuenciación del enfriador para una planta que

10 emplea un método (el método de curva natural) de secuenciación óptimo de enfriador/compresor se muestra en la Figura 3, el método mejorado que usa esta invención se muestra en la Figura 4. La Figura 3 ilustra una porción de la lógica usada para controlar la adición o substracción de enfriadores o compresores en respuesta al cambio de las condiciones de operación. En

15 este caso es el método de curva natural de secuenciación de enfriadores el cual se basa en las fracciones de presión principal calculadas y otros factores de operación actuales donde la fracción de presión principal es la proporción de las presiones promedio principales del compresor actual comparado con el máximo diseño para el compresor de operación. Las fracciones de presión

20 principal pueden también ser desarrolladas directamente a partir de las temperaturas del refrigerante del condensador y el evaporador o a partir de las temperaturas de condensación y de agua enfriada. En la Figura 3, a medida que la lógica de control es ejecutada, la presión principal del compresor calculada para adicionar un compresor o enfriador es realizada

25 (312). Este valor es comparado con la fracción de presión principal actual (314). Si el cálculo de la fracción de presión principal del sistema existente es mayor a los requerimientos de operación actuales, entonces un enfriador o compresor es adicionado para traer al sistema más cerca a su curva natural (318) y el resto del proceso de secuenciación se pasa por alto (320). Si no lo

30 es, entonces el siguiente paso es calcular la fracción de presión principal para quitar un enfriador o compresor (340). Esto es luego comparado con la fracción de presión principal de operación actual y si es menor a este valor de operación actual, entonces un compresor o enfriador es eliminador (346) antes de volver al comienzo del proceso (348). Si no se toma ninguna acción

35 durante esta ejecución del programa, entonces el proceso termina y se vuelve al inicio (354).

La presente invención adiciona al estado del arte con mejoras al proceso de decisión para adicionar o quitar enfriadores sin tener en cuenta el

acercamiento básico a la secuenciación optimizada. La Figura 4 es un diagrama de flujo de secuenciación de enfriador y/o compresor para una planta enfriadora que consiste de múltiples enfriadores y/o múltiples compresores en cada enfriador en donde el método de secuenciación de

5 curva natural de la Figura 3 ha sido mejorado con el método descrito en esta nueva invención. Como en el estado del arte, el primer paso en el camino de la decisión de secuenciación es calcular el valor HPFA actual (412) y comparar este valor con el HPF actual de los enfriadores y/o compresores de operación para ver si se desea la adición de un compresor o enfriador. Si el

10 cálculo de HPFA es mayor que las condiciones de HPF actuales, entonces significa que las condiciones principales y los requerimientos de capacidad son tales que los compresores en línea están posiblemente operando por encima de sus curvas naturales. En esta operación, los compresores están a velocidades por encima de su más eficiente para las condiciones actuales de

15 cumplir con los requerimientos de capacidad. Por lo tanto, adicionar un compresor o enfriador reducirá los requerimientos de velocidad para cada compresor o enfriador en línea de modo que los compresores operarán más cerca de su curva natural y la eficiencia de la planta será mejorada.

Si el valor de HPFA es mayor al de HPF, indicando una necesidad de

20 adicionar un enfriador o compresor, entonces esta invención adiciona un paso antes de hacer esto. Una revisión se hace a la posición de paleta (416). Si la paleta está sustancialmente cerrada de modo que una pérdida de eficiencia se presenta debido a las restricciones de paleta, entonces los compresores en línea se muestran para operar a su velocidad mínima

25 restringida y la adición de un enfriador requerirá únicamente el cierre de la paleta adicional para reducir la capacidad de cada uno. Esto además reduciría la eficiencia de operación del compresor. En este caso, en lugar de iniciar la secuencia de adición del enfriador, esta información es empleada para aplicar un ajuste matemático a los cálculos para reducir los cálculos de

30 HPFA y HPFS en el futuro (422). Sin embargo, si las paletas están sustancialmente abiertas más allá de un punto de eficiencia reducida, entonces la secuencia de adición del enfriador es iniciada (418).

Si el cálculo del HPFA no es mayor al valor HPF actual, entonces el programa continúa con el cálculo del HPFS (440), el cual es realizado y el

35 resultado es comparado con el valor HPF actual para ver si se debe tomar una acción de quitar un compresor o enfriador. Si el cálculo de HPFS es menor al valor de HPF actual, significa que los compresores en línea están posiblemente operando por debajo de sus curvas naturales. En esta

operación, los compresores en línea posiblemente estarán restringidos por la velocidad mínima, y su capacidad está siendo controlada por el cierre de las paletas de entrada. Por lo tanto, quitar un compresor o enfriador aumentará los requerimientos de capacidad para cada compresor o enfriador en línea de modo que las paletas se abrirán y la eficiencia de la planta será mejorada al mover el punto de operación de los enfriadores activos más cerca de su curva natural. Sin embargo, con esta invención, antes de quitar un enfriador, se realiza una revisión de la posición de la paleta (444). Si las paletas ya se encuentran abiertas de modo que ellas no sobrecargan los compresores con una pérdida de eficiencia, entonces los compresores en línea se muestran para no estar operando por debajo de su curva natural y no son restringidos por la velocidad mínima. En este evento, la eliminación de un enfriador no sólo requerirá que la velocidad del compresor será elevada para cumplir con los requerimientos adicionales de capacidad de cada uno y operar por debajo de sus curvas naturales, reduciendo la eficiencia de operación del compresor. En este caso, en lugar de iniciar la secuencia de eliminación de enfriador, esta información es empleada para aplicar un ajuste matemático a los cálculos para incrementar los cálculos de HPFA y HPFS en el futuro (450). Sin embargo, si las paletas están sustancialmente cerradas más allá de un punto de eficiencia reducida, entonces la secuencia de eliminación de enfriador es iniciada (446) antes de volver (452) al inicio del programa (410) para el siguiente ciclo de ejecución.

Esta es una simple modalidad de la invención. Sin embargo, existen otros medios para implementar esta invención. Por ejemplo, un modelo nominal de velocidad de compresor y posición de paleta puede ser calculado continuamente y luego comparado con los valores actuales de la velocidad del compresor y la posición de la paleta para desarrollar un "mapa" de cada compresor y luego el mapa continuamente actualizado empleado para asegurar la secuenciación para la eficiencia óptima en un flujo de secuencia simple similar al mostrado en la Figura 3.

La invención descrita anteriormente puede ser llevada a cabo por medio de un sistema de computación digital. Por el término sistema de computación digital nos referimos a cualquier sistema que incluye por lo menos un procesador digital y memoria asociada, en donde el procesador digital puede ejecutar instrucciones o "códigos" almacenados en dicha memoria. (La memoria puede también almacenar datos). Un procesador digital incluye pero no se limita a un microprocesador, procesador de múltiples núcleos, DSP (procesador de señal digital), arreglo de procesadores, procesador de red,

etc. Un procesador digital puede ser parte de un dispositivo más grande tal como un computador portátil o de escritorio, una PDA, teléfono celular, PDA iPhone, teléfono/PDA Blackberry®, o hasta virtualmente cualquier dispositivo electrónico. En la Figura 9, cada uno del sistema de visualización, detector de presencia y el servidor de red comprende un sistema de computación digital.

La memoria asociada, explicada más adelante, puede ser integrada junto con el procesador, por ejemplo memoria RAM o FLASH dispuesta dentro de un circuito integrado de microprocesador o similares. En otros ejemplos, la memoria comprende un dispositivo independiente, tal como una unidad de disco externa, arreglo de almacenamiento, o memoria FLASH portátil. En dichos casos, la memoria se vuelve “asociada” con el procesador digital cuando los dos son acoplados operativamente, o en comunicación uno con el otro, por ejemplo por medio de un puerto I/O, conexión de red, etc. de modo que el procesador puede leer un archivo almacenado en la memoria. La memoria asociada puede ser de “sólo lectura” por diseño (ROM) o por virtud de las configuraciones de permisos, o no. Otros ejemplos incluyen pero no se limitan a WORM, EPROM, EEPROM, FLASH, etc. Esas tecnologías a menudo son implementadas en dispositivos semiconductores de estado sólido. Otras memorias pueden comprender partes móviles, tal como una unidad de disco rotativa convencional. Todas estas memorias son “legibles por máquina” en que son legibles por un procesador digital adecuado como se explica más adelante para el beneficio de la USPTO.

Esta invención puede ser implementada o configurada en software de computador (también conocido como un “programa de computador” o “código”; nosotros usamos estos términos de forma intercambiable). Los programas, o códigos, son más útiles cuando se almacenan en una memoria digital que puede ser leída por un procesador digital. Nosotros usamos el término “medio de almacenamiento legible por computador” (o alternativamente, “medio de almacenamiento legible por máquina”) para incluir todos los tipos de memoria anteriores, así como nuevas tecnologías que pueden aparecer en el futuro, siempre y cuando ellas sean capaces de almacenar información digital en la naturaleza de un programa de computador u otros datos, por lo menos temporalmente, en una forma tal que la información almacenada puede ser “leída” por un procesador digital apropiado. Por el término “legible por computador” no pretendemos limitar la frase al uso histórico de “computador” para entender un ordenador central completo, mini-computador, computador de escritorio o hasta computador

portátil. Por el contrario, nosotros usamos el término para indicar que el medio de almacenamiento es legible por un procesador digital o cualquier sistema de computación digital. Dicho medio puede ser cualquier medio disponible que es accesible local y/o remotamente por un computador o
5 procesador, e incluye medios volátiles y no volátiles, medios desmontables y no desmontables.

Donde un programa ha sido almacenado en un medio de almacenamiento legible por computador, nos referimos a ese medio de almacenamiento como un producto de programa de computador. Por ejemplo, un medio de
10 almacenamiento digital portátil puede ser utilizado como un medio convencional para almacenar y transportar (entregar, comprar, vender, licenciar) un programa de computador. Esto a menudo fue hecho en el pasado para entrega de venta de punto al por menor de programas empacados ("retractilado"). Los ejemplos de dichos medios de
15 almacenamiento incluyen sin limitación CD-ROM y similares. Dicho CD-ROM, que contiene un programa de computador almacenado, es un ejemplo de un producto de programa de computador.

Será obvio para una persona versada en la materia que varios cambios pueden ser realizados a los detalles de las modalidades anteriormente
20 descritas sin salirse de los principios básicos de la invención. El alcance de la presente invención deberá, por lo tanto, ser determinado únicamente por las siguientes reivindicaciones.

25

30

35

REIVINDICACIONES

Reivindicación uno: Un método para secuenciar enfriadores para cumplir con una carga de enfriamiento variable en una planta de enfriamiento que

5 tiene una pluralidad de enfriadores disponibles, cada enfriador disponible incluye un compresor centrífugo de velocidad variable que tiene una paleta de entrada variable, el método comprende los pasos de:

- determinar cuál de los enfriadores disponibles se encuentra actualmente en línea;
- 10 para cada uno de los enfriadores actualmente en línea, monitorear una configuración actual de la paleta de entrada de un compresor centrífugo de velocidad variable correspondiente; y
- adicionar un enfriador basado al menos en parte en las configuraciones actuales de las paletas de entrada de los compresores de los
- 15 enfriadores actualmente en línea.

Reivindicación dos: El método de la reivindicación 1 que además comprende adicionar un enfriador si un diferencial de presión actual a lo largo de los compresores de los enfriadores en línea es menor a un valor calculado

20 al cual normalmente se adiciona un enfriador.

Reivindicación tres: El método de la reivindicación 2 que además comprende adicionar un enfriador si las configuraciones de las paletas de entrada están abiertas por encima de un valor de umbral predeterminado.

25

Reivindicación cuatro: El método de la reivindicación 1 que además comprende ajustar el valor calculado al cual normalmente se adiciona un enfriador si las paletas de entrada están abiertas por debajo de un valor de umbral predeterminado.

30

Reivindicación cinco: El método de la reivindicación 1 que además comprende modificar la velocidad del compresor de modo tal que se mantienen las velocidades respectivas de todos los compresores en línea por encima de una velocidad mínima predeterminada en todo momento.

35

Reivindicación seis: El método de la reivindicación en donde una decisión de adicionar o quitar un enfriador incluye monitorear la velocidad de los compresores centrífugos; monitorear las configuraciones de las paletas de

entrada; y adicionar un enfriador basado en parte en la velocidad de los compresores centrífugos y las configuraciones de las paletas de entrada.

Reivindicación siete: Un método para secuenciar enfriadores para cumplir con una carga de enfriamiento variable en una planta de enfriamiento que tiene una pluralidad de enfriadores disponibles, cada enfriador disponible incluye un compresor centrífugo de velocidad variable que tiene una paleta de entrada ajustable, el método comprende los pasos de:

5
10 determinar cuál de los enfriadores disponibles están actualmente en línea;

para cada uno de los enfriadores disponibles en línea, monitorear una configuración actual de la paleta de entrada de un compresor centrífugo de velocidad variable correspondiente; y

15 quitar un enfriador basado al menos en parte en las configuraciones actuales de las paletas de entrada de los compresores de los enfriadores actualmente en línea.

Reivindicación ocho: El método de la reivindicación 7 que además comprende quitar un enfriador si el diferencial de presión actual a lo largo de los compresores de los enfriadores en línea es mayor a un valor calculado al cual normalmente se quita un enfriador.

Reivindicación nueve: El método de la reivindicación 8 que además comprende quitar un enfriador si las configuraciones de las paletas de entrada están abiertas por debajo de un valor de umbral predeterminado.

25

Reivindicación diez: El método de la reivindicación 7 que además comprende ajustar un valor calculado al cual normalmente se quita un enfriador si las paletas de entrada están abiertas por debajo de un valor de umbral predeterminado.

30

Reivindicación once: El método de la reivindicación 7 que además comprende modificar la velocidad del compresor de modo tal que se mantienen las velocidades respectivas de todos los compresores en línea por encima de una velocidad mínima predeterminada en todo momento.

35

Reivindicación doce: El método de la reivindicación 7 en donde una decisión de adicionar o quitar un enfriador incluye monitorear la velocidad de los compresores centrífugos; monitorear las configuraciones de las paletas

de entrada; y adicionar un enfriador basado en parte en la velocidad de los compresores centrífugos y las configuraciones de las paletas de entrada.

- Reivindicación trece:** Un método para secuenciar compresores centrífugos de velocidad variable en un sistema enfriador que tiene una pluralidad de compresores disponibles, cada compresor disponible tiene una paleta de entrada ajustable, el método comprende los pasos de:
- determinar cuál de los compresores disponibles están actualmente en línea;
 - para cada uno de los compresores actualmente en línea, monitorear una configuración actual de la paleta de entrada ajustable; y
 - adicionar un compresor basado al menos en parte en las configuraciones actuales de las paletas de entrada de los compresores actualmente en línea.
- Reivindicación catorce:** El método de la reivindicación 13 que además comprende adicionar un compresor si un diferencial de presión actual a lo largo de los compresores en línea es menor a un valor calculado al cual normalmente se adiciona un compresor.
- Reivindicación quince:** El método de la reivindicación 11 que además comprende adicionar un compresor si las configuraciones de las paletas de entrada están abiertas por encima de un valor de umbral predeterminado.
- Reivindicación dieciséis:** El método de la reivindicación 13 que además comprende ajustar el valor calculado al cual normalmente se adiciona un compresor si las paletas de entrada están abiertas por debajo de un valor de umbral predeterminado.
- Reivindicación diecisiete:** El método de la reivindicación 11 que además comprende modificar la velocidad del compresor de modo tal que se mantienen las velocidades respectivas de todos los compresores en línea por encima de una velocidad mínima predeterminada en todo momento.
- Reivindicación dieciocho:** El método de la reivindicación 11 en donde una decisión de adicionar o quitar un compresor incluye monitorear la velocidad de los compresores centrífugos; monitorear las configuraciones de las

paletas de entrada; y quitar un compresor basado en parte en la velocidad de los compresores centrífugos y las configuraciones de las paletas de entrada.

- Reivindicación diecinueve:** Un método para secuenciar compresores centrífugos de velocidad variable en un sistema enfriador que tiene una pluralidad de compresores disponibles, cada compresor disponible tiene una paleta de entrada ajustable, el método comprende los pasos de:
- determinar cuál de los compresores disponibles están actualmente en línea;
 - para cada uno de los compresores actualmente en línea, monitorear una configuración actual de la paleta de entrada; y
 - quitar un compresor basado al menos en parte en las configuraciones actuales de las paletas de entrada de los compresores actualmente en línea.
- Reivindicación veinte:** El método de la reivindicación 19 que además comprende quitar un compresor si el diferencial de presión actual a lo largo de los compresores en línea es mayor a un valor calculado al cual normalmente se quita un compresor.
- Reivindicación veintiuno:** El método de la reivindicación 20 que además comprende quitar un compresor si las configuraciones de las paletas de entrada están por debajo de un valor de umbral predeterminado.
- Reivindicación veintidós:** El método de la reivindicación 19 que además comprende ajustar un valor calculado al cual normalmente se quita un compresor si las paletas de entrada están abiertas por encima de un valor de umbral predeterminado.
- Reivindicación veintitrés:** El método de la reivindicación 19 que además comprende modificar la velocidad de compresor de modo tal que se mantienen las velocidades respectivas de todos los compresores en línea por encima de una velocidad mínima predeterminada en todo momento.
- Reivindicación veinticuatro:** El método de la reivindicación 19 en donde una decisión de adicionar o quitar un compresor incluye monitorear la velocidad de los compresores centrífugos; monitorear las configuraciones de las paletas de entrada; y quitar un compresor basado en parte en la

velocidad de los compresores centrífugos y las configuraciones de las paletas de entrada.

- Reivindicación veinticinco:** Un medio legible por computador que tiene
- 5 instrucciones ejecutables por computador almacenadas en el mismo y ejecutadas por al menos un dispositivo para secuenciar enfriadores o compresores para cumplir con una carga de enfriamiento variable en una planta de enfriamiento que tiene una pluralidad de enfriadores disponibles, cada enfriador disponible incluye uno o más compresores centrífugos de
- 10 velocidad variable, cada compresor tiene una paleta de entrada ajustable, en donde las instrucciones resultan en:

adicionar o quitar un enfriador o compresor basado al menos en parte en las configuraciones actuales de las paletas de entrada de los compresores de los enfriadores o compresores actualmente en línea.

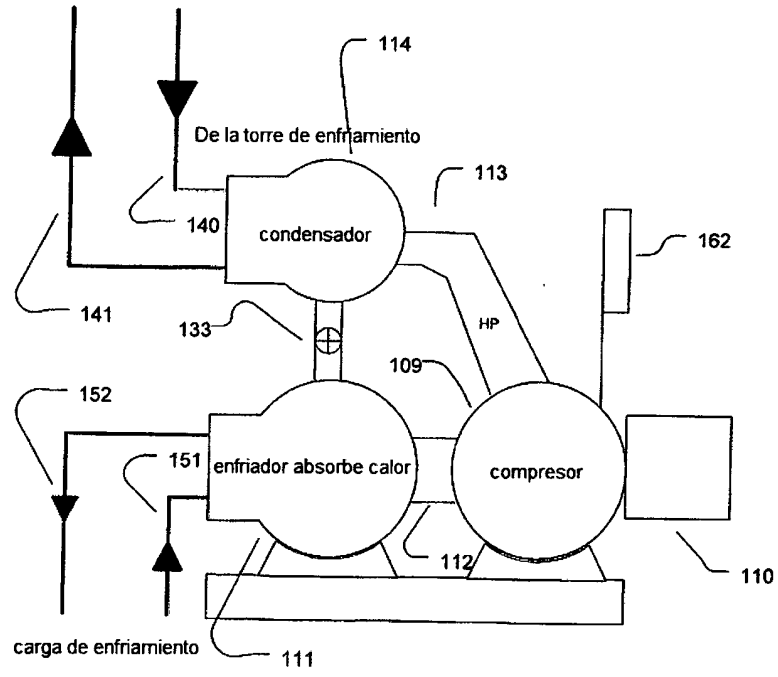


FIGURA 1 (estado del arte)

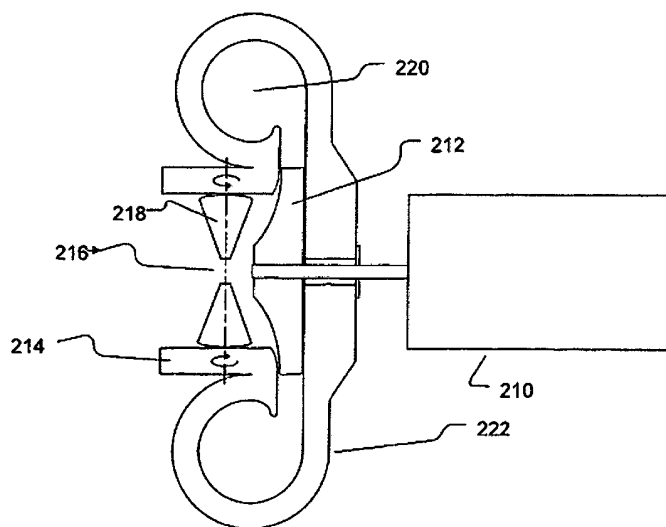


FIGURA 2 (estado del arte)

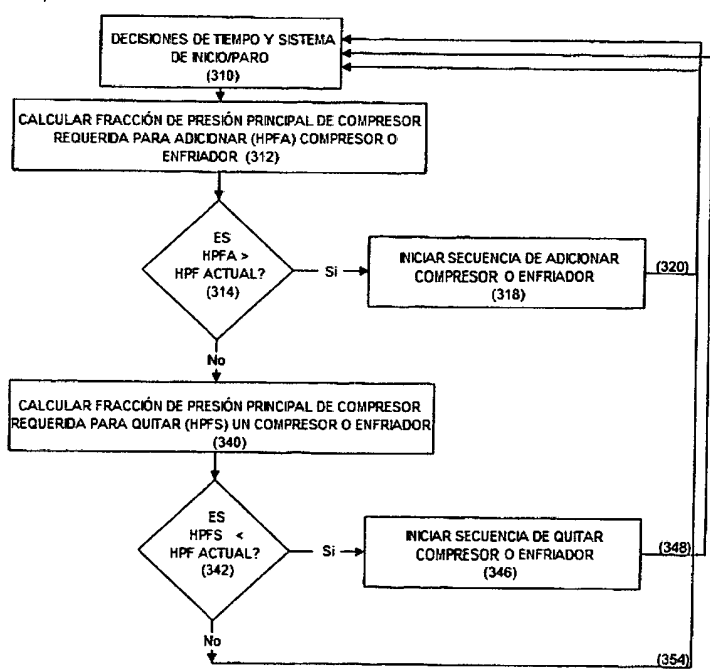


FIGURA 3 (estado del arte)

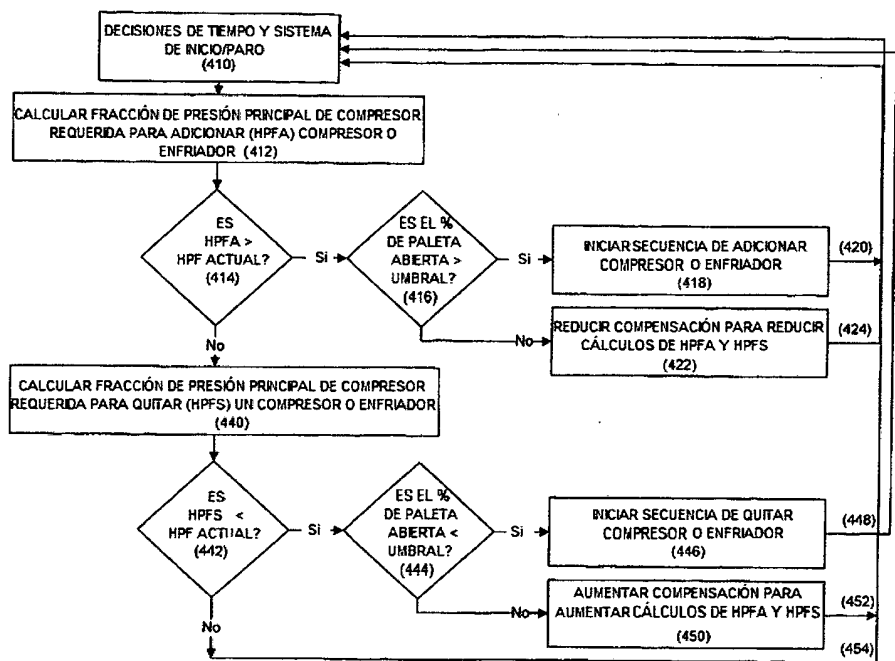
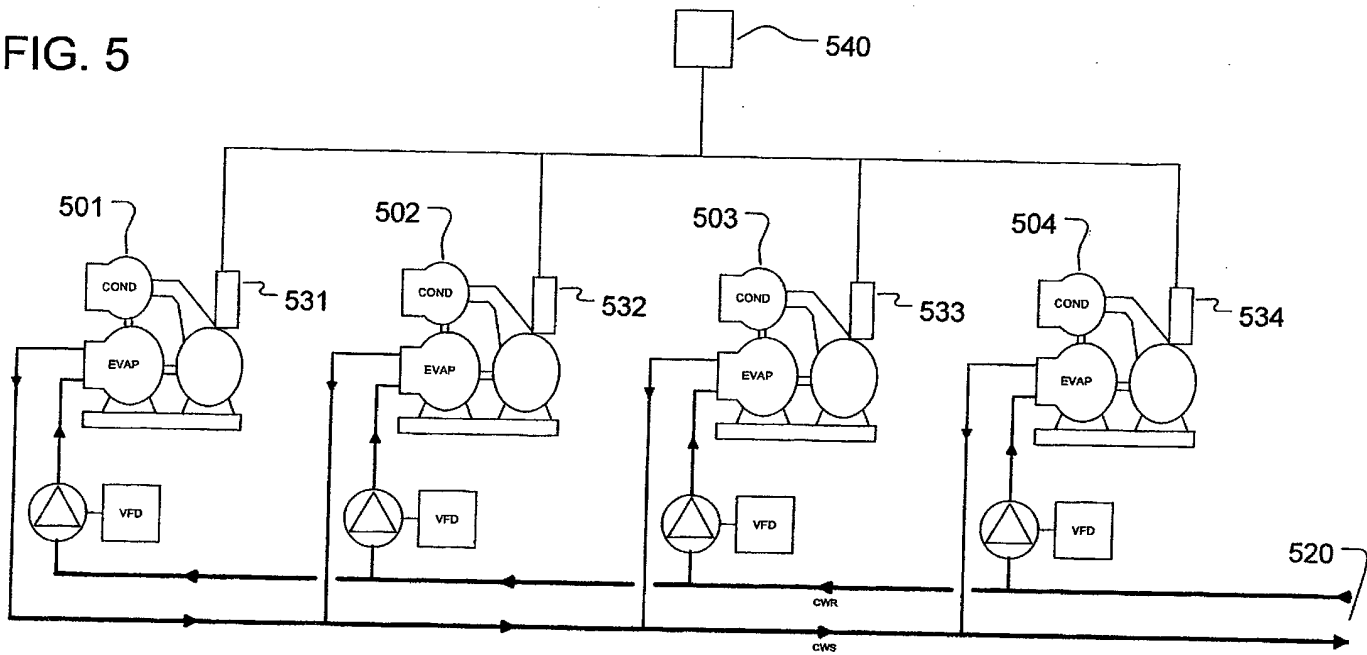


FIG. 4

FIG. 5



(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
5 August 2010 (05.08.2010)(10) International Publication Number
WO 2010/088118 A1(51) International Patent Classification:
F25B 7/00 (2006.01)(21) International Application Number:
PCT/US2010/021534(22) International Filing Date:
20 January 2010 (20.01.2010)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
12/364,374 2 February 2009 (02.02.2009) US

(72) Inventor; and

(71) Applicant : HARTMAN, Thomas, B. [US/US]; 755
Country Road 247, Georgetown, TX 78628 (US).(74) Agents: STOLOWITZ, Micah, D. et al.; 621 SW Morris-
son Street, Suite 600, Portland, OR 97205 (US).(81) Designated States (unless otherwise indicated, for every
kind of national protection available): AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.(84) Designated States (unless otherwise indicated, for every
kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), European (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM,
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published:

— with international search report (Art. 21(3))

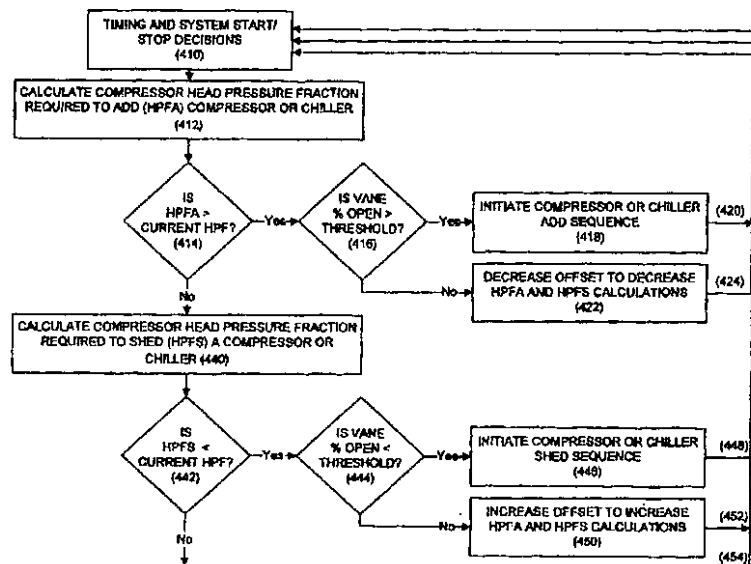
(54) Title: SEQUENCING OF VARIABLE SPEED COMPRESSORS IN A CHILLED LIQUID COOLING SYSTEM FOR IM-
PROVED ENERGY EFFICIENCY

FIG. 4

(57) Abstract: An improved method for sequencing variable speed centrifugal compressors on and off line to ensure optimal operating efficiency in a liquid cooling system under all operating circumstances is described. The present disclosure teaches modifying equipment sequencing decisions (to add or shed a unit), based in part on the position of the compressor inlet vanes. This new approach achieves improved energy efficiency of the overall system by taking into account operating conditions of individual compressors or chillers that may be sub-optimal.

SEQUENCING OF VARIABLE SPEED COMPRESSORS IN A CHILLED LIQUID COOLING SYSTEM FOR IMPROVED ENERGY EFFICIENCY

Related Application Data

[0001] This application claims the benefit of U.S. Non-Provisional Application Serial No. 12/364,374, filed February 2, 2009, which is incorporated by reference in its entirety herein.

Technical Field

[0002] This invention pertains to the field of heating, ventilation and air-conditioning ("HVAC") systems and, more specifically, pertains to improved strategies, especially automated or software-implemented methods, for sequencing parallel equipment such as centrifugal chillers, pumps and fans in order to improve the overall operating efficiency of HVAC systems that incorporate such equipment.

Background

[0003] Chilled water plants are employed to provide cooling for building comfort loads and for industrial process loads and are a major user of electrical power. Chilled water plants generally employ multiple chillers, and some chillers employ multiple compressors. This permits equipment to be staged to meet the changing loads, which usually vary from very low loading up to as much as 100% of plant capacity, depending on design and operating environment. Multiple chillers also permit designs that incorporate fail safe operation with backup available in case of a failure of one of the machines.

[0004] Medium and large size cooling plants often incorporate centrifugal compressors due to their superior operating efficiency and larger capacities. A chiller consists of one or more compressors mounted on a set of heat exchangers which, along with additional piping, refrigerant and other equipment, cools a fluid that flows through one heat exchanger while rejecting the heat absorbed at a higher temperature to a fluid flowing through the second heat exchanger. The fluid flowing through both heat exchangers is usually water. Each set of one or more

compressors and two heat exchangers is called a chiller, and medium to large chiller plants consist of multiple chillers.

[0005] Figure 5 is a simplified diagram of components of a conventional water chiller plant with four chillers (501-504) arranged in parallel and connected to chilled water pumping and piping system (520). Each chiller has an individual chiller controller (531-534) each of which is in communication with a controller (540). The individual chiller controllers may communicate via a network such as an Ethernet network. The central controller preferably has a processor and associated memory which are configured to read a computer program. The central controller may be a digital computing system, for example, a personal computer or a programmable logic controller. The central controller is configured to receive information from each individual chiller such as head pressure readings, fluid temperatures and the current vane settings. The central controller also controls various aspects of the chiller plant including pump speed, chiller loading and switching a chiller on or offline.

[0006] Figure 1 illustrates the major components of a variable speed centrifugal chiller. Medium and large chiller plants typically employ from two to as many as a dozen or more such chillers for comfort conditioning applications or to serve process cooling needs in a manufacturing application. In a typical water chiller plant with variable speed centrifugal chillers, each chiller has one or more motor/compressor unit (109), which may be a hermetic type or open type. The motor or engine that drives the compressor is powered by a power unit commonly called a variable speed drive (110) that can vary the rotational speed of the motor or engine in the compressor unit.

[0007] Each compressor draws low pressure refrigerant gas from the cooler (111) through a connection (112), compresses it, and discharges it as a higher pressure hot gas through a connection (113) into the condenser (114). In the condenser, hot gaseous refrigerant is condensed into a liquid by rejecting heat to condenser water that is supplied through a piping connection (140) from a cooling tower or some other means of conducting heat from the fluid. The condenser water flows through tubes in the condenser, absorbs heat from the refrigerant and cools it to a high pressure liquid. The heated condenser water then leaves the condenser through a piping connection (141) to return to the cooling tower or other method of heat rejection.

[0008] The condensed liquid refrigerant then flows through an expansion device (133) that regulates the flow of refrigerant into the cooler (111), which is held at a low pressure by the operation of the compressor continuously drawing expanded gaseous refrigerant from it. The low pressure environment causes the refrigerant to change state to a gas and as it does so, it absorbs the required heat of vaporization from the chilled water circulating into the cooler via pipe connection (151), then through tubes in the cooler where the boiling refrigerant absorbs heat from the chilled water and the chilled water then exits through a pipe connection (152) at the desired temperature to cool the comfort or process loads to which the chiller plant is connected. The low pressure vapor is drawn into the inlet of the compressor and the cycle is continuously repeated. The chilled and condenser water are typically circulated by pumps not shown. Control of all elements within the chiller is provided by an on-board control panel (162). Though the configuration of many chillers is similar to that shown in Figure 1, there are variations to this basic design.

[0009] Figure 2 is a cross section that shows in some greater detail the elements of the motor/compressor unit (see 109, 110 in Fig. 1) of a centrifugal compressor used in centrifugal chillers. The compressor unit consists of a motor or engine (210) that rotates a shaft upon which an impeller (212) is mounted that rotates within a housing (214). The compressor inlet (216) is connected to the evaporator (not shown) which may be configured in a number of variations. As the gas to be compressed, which is called "refrigerant," is drawn into the compressor by the rotation of the impeller, it must first pass through inlet vanes (218) which are segmented. The vanes are closed and opened by coordinated rotation of each segment around its central axis (shown as a vertical axis in Fig. 2). We call this rotational position the current vane position or setting. When closed, only a small hole in the center of the segments is open for gas to pass. When the vanes are set to open, virtually the entire inlet area is open. As the vanes begin to close from full-open; their coordinated movement causes the gas flowing by to be rotated in the direction of the rotation of the compressor impeller (212). This rotational movement of the gas entering the compressor impeller which is rotating in the same direction reduces the flow into and through the impeller. As the vanes continue to close, the vanes further reduce the flow of refrigerant into the compressor inlet by creating a pressure difference across the vanes. The impeller draws the gas in at low pressure

and imparts energy to the gas to discharge it at a higher pressure in the volute (220) of the housing (222) where it is collected and routed to the condenser.

[0010] Variable speed compressors can reduce their operating capacity in two ways, first, by closing the inlet vanes as described above, and second, by slowing the speed of the compressor impeller. However, impeller rotational speed must always be maintained sufficiently high to maintain the flow of refrigerant gas through the impeller at the current pressure difference between the condenser and evaporator of the chiller. If the speed falls below a minimum speed that depends on this pressure difference across the impeller, the impeller will stall and flow will abruptly stop. The phenomenon in chillers is called "surging." The impeller stalls and flow stops, this reduces the pressure difference and flow restarts only to stall again. Surging results in inefficient operation and can under some circumstances cause damage to elements of the compressor.

[0011] To ensure surging does not develop, the internal chiller or compressor controls of variable speed chillers incorporate some method of maintaining a minimum compressor speed that is usually based on the pressure across the impeller. When operating conditions require a certain pressure differential across the compressor (commonly called compressor "head") such that the impeller speed cannot be reduced due to a risk of stalling and surging, and at the same time a lower capacity is required from the chiller, then instead of slowing the speed of the impeller to reduce capacity, the impeller is maintained at the appropriate minimum speed and the vanes are closed to reduce the capacity, sacrificing efficiency of the chiller.

[0012] There is a need for improvement in operating efficiency of systems of the type described above.

Summary

[0013] As compressor inlet vanes close beyond a certain point, overall compressor efficiency is reduced due to losses caused by the effect of the vanes on the flow into the inlet of the compressor. In accordance with one aspect of the present invention, in a variable speed compressor, the vane settings and the compressor (impeller) speed are coordinated so as to maintain a desired cooling capacity at current compressor head conditions. The vanes are employed to reduce capacity when compressor speed cannot be reduced due to the risk of an impeller

stall condition. According to another aspect of the present invention, namely, an improved method of compressor sequencing, a current setting of the compressor vanes is employed in the decision to add or shed compressors, or to add or shed chilling units with single compressors, so that overall system capacity is achieved with optimal efficiency.

[0014] Additional aspects and advantages will be apparent from the following detailed description of preferred embodiments, which proceeds with reference to the accompanying drawings.

Brief Description of the Drawings

[0015] Figure 1 is a diagram that shows the basic elements of a centrifugal chiller.

[0016] Figure 2 is a diagram that shows the elements of typical variable speed centrifugal compressors.

[0017] Figure 3 depicts a simple compressor or chiller add and shed decision flow chart that reflects prior art.

[0018] Figure 4 is an example of a decision flow chart that reflects an embodiment of the present invention.

[0019] Figure 5 is a simplified block diagram of a chiller plant.

Detailed Description of Preferred Embodiments

[0020] Because chillers that provide chilled water for comfort conditioning or process cooling are normally subject to very wide variations in cooling loads, the ability to adjust capacity of individual chillers along with a method of sequencing chillers or compressors on and off line is employed to accommodate load changes and achieve efficient plant operation. In prior art, the control of the capacity of each individual chiller is accomplished by internal chiller or compressor controls that maintain a predetermined temperature of the chilled water leaving the unit.

[0021] The control of the *number* of chillers or compressors on line is dynamically accomplished by separate control algorithms, generally based on the loading or power draw of the online compressors. See my U.S. Patent No. 6,185,946 in which sequencing is based on comparing current point of operation to the curve of optimal efficiency, called the natural curve, of the device. Other methods are known, but these known methods do not account for characteristics of the internal controls that

may result in a variation of compressor speed and vane control such that a point of operation is actually less efficient than expected.

[0022] That is what is new and is the focus of this invention, the use of the inlet vane position of one or more of the online chiller compressors to operate, adjust, or modify the algorithm that is employed to reduce the number of online chillers.

[0023] It is known that all variable speed compressors have a property called a natural curve which is the curve of points of compressor capacity at which optimum compressor operating efficiency is achieved as a function of compressor head conditions. It is also known that the compressor head is a function of the chilled water and condenser water temperature and flow conditions and that the natural curve property can be applied to the entire chiller as a function of condenser water and chilled water temperature. Furthermore, it is known that the pumps, fans, and any other power consuming equipment typically incorporated into chiller plants also have natural curves. For optimal plant operation, the number and relative loading of chiller plant chillers, pumps, cooling towers, etc., depends not only on the plant loading, but also on the current operating conditions under which the plant must operate, most notably the ambient outdoor conditions to which the heat is rejected and the temperature at which the chilled water is supplied.

[0024] Using this information, it is possible to construct tables or algorithms that are applied to select the correct number of chillers to operate in the plant optimally under all possible load and external operating conditions. A detailed description of such an optimal chiller sequencing algorithm is provided in US 6,185,946 B1. However, in some instances it is found that the internal controls of the chiller, or the compressors on the chiller, cause the compressor to act to conditions somewhat differently than may be expected. In such instances, actual points of operation may be less efficient than expected. In other instances the exact characteristics of the compressor (called a compressor map) are not available or are uncertain so that the natural curve of the compressor and therefore the chiller cannot be determined with certainty. While there may be a number of reasons for the compressors to operate differently than might be expected, the loss of efficiency in such situations is commonly caused by the internal controls of the compressor operating the speed of the compressor at a speed that is higher than expected, and the vanes of the compressor less open than expected. In such situations by monitoring the vanes,

and in some instances the speed, of the operating compressors, then when the vanes are determined to be opened beyond a threshold value at a point at which a compressor or chiller would normally be added; similarly when the vanes are determined to be closed beyond a threshold value at a point at which the compressor or chiller would normally be shed, and using that information to automatically adjust the nominal algorithm controlling the adding or shedding of compressor and/or chiller stages in order to ensure plant operating efficiency is kept as high as possible. This is the new method of control that is the basis of this invention.

[0025] The present invention discloses a new means of adjusting and improving the optimized sequencing techniques discussed in prior art. In such art, the sequencing of chillers is intended to ensure the total energy use for the chillers and heat rejection systems is continuously optimized. Chillers are sequenced on and off to keep the on-line equipment operating at all times as close as possible to the natural curve of that equipment which is the point of highest operating efficiency at the load condition. With this new method, the previous methods can be more easily implemented and then automatically adjusted ensuring sequencing does result in optimum plant efficiency. Selection of the number of chillers or compressors online is aimed at maintaining the desired plant capacity while optimizing the overall energy use of the system.

[0026] A chiller sequencing flow chart for a plant employing one method (the natural curve method) of optimal chiller/compressor sequencing is shown in Figure 3 the enhanced method using this invention is shown in Figure 4. Figure 3 illustrates a portion of the logic used to control the adding and subtracting of chillers or compressors in response to changing operating conditions. In this case it is the natural curve method of sequencing chillers which is based on calculated head pressure fractions and other current operating factors where the head pressure fraction is the ratio of the average current compressor head pressures compared to the design maximum for the operating compressor(s). The head pressure fractions may also be developed directly from the condenser and evaporator refrigerant temperatures or from the condensing and chilled water temperatures. In Figure 3 as the control logic is executed, the calculated compressor head pressure to add a compressor or chiller is made (312). This value is compared with the current head

pressure fraction (314). If the calculation of the head pressure fraction of the existing system is greater than the current operating requirements, then a chiller or compressor is added to bring the system closer to its natural curve (318) and the remainder of the sequencing process is bypassed (320). If it is not, then the next step is to calculate the head pressure fraction to shed a chiller or compressor (340). This is then compared to the current operating head pressure fraction and if it is less than this current operating value, then a compressor or chiller is shed (346) before returning to the start of the process (348). If no action is taken during this execution of the program, then the process is ended and returned to start (354).

[0027] This present invention adds to the prior art with improvements to the decision process for adding or shedding chillers regardless of the basic approach to optimized sequencing. Figure 4 is a chiller and/or compressor sequencing flow chart for a chiller plant consisting of multiple chillers and/or multiple compressors on each chiller wherein the natural curve sequencing method of Figure 3 has been enhanced with the method disclosed in this new invention. As in prior art, the first step in the sequencing decision path is to calculate the current HPFA value (412) and to compare this value with the current HPF of the operating chillers and/or compressors to see if adding a compressor or chiller is desired. If the HPFA calculation is greater than the current HPF conditions, then it means the head conditions and capacity requirements are such that the online compressors are likely operating above their natural curves. In this operation, the compressors are at speeds above their most efficient for the current conditions to meet the capacity requirements. Thus, adding a compressor or chiller will reduce the speed requirements for each online compressor or chiller so the compressors will operate closer to their natural curve and plant efficiency will be improved.

[0028] If the value of HPFA is greater than that of HPF, indicating a need to add a chiller or compressor, then this invention adds a step before doing so. A check is made of the vane position (416). If the vane is substantially closed such that a loss of efficiency is occurring due to the vane restrictions, then the online compressors are shown to be operating at their restricted minimum speed and adding a chiller will only require additional vane closure to reduce the capacity of each. This would further reduce compressor operating efficiency. In this case, instead of initiating the chiller add sequence, this information is employed to apply a mathematical offset or

adjustment to the calculations to decrease the HPFA and HPFS calculations in the future (422). However, if the vanes are substantially open beyond a point of reduced efficiency, then the chiller add sequence is initiated (418).

[0029] If the HPFA calculation is not larger than the current HPF value, then the program continues to the HPFS calculation (440), which is made and the result is compared to the current HPF value to see if a compressor or chiller shed action should be taken. If the HPFS calculation is less than the current HPF value, it means the online compressors are likely operating below their natural curves. At this operation, the online compressors are likely to be restricted by minimum speed, and their capacity is being controlled by closure of the inlet vanes. Thus, shedding a compressor or chiller will increase the capacity requirements for each online compressor or chiller so that vanes will open and plant efficiency will be improved by moving the operating point of the active chillers closer to their natural curve.

However, with this invention, before shedding a chiller, a check is made of the vane position (444). If the vanes are already open such that they are not encumbering the compressors with a loss of efficiency, then the online compressors are shown not to be operating below their natural curve and are not restricted by minimum speed. In this event shedding a chiller will only require the compressor speed to be raised to serve additional capacity requirements of each and operate further below their natural curves, reducing compressor operating efficiency. In this case instead of initiating the chiller shed sequence, this information is employed to apply a mathematical offset or adjustment to the calculations to increase the HPFA and HPFS calculations in the future (450). However, if the vanes are substantially closed beyond a point of reduced efficiency, then the chiller shed sequence is initiated (446) before returning (452) to the start of the program (410) for the next execution cycle.

[0030] This is a simple embodiment of the invention. However, there are many other means of implementing this invention. For example, a nominal model of compressor speed and vane position may be continuously calculated and then compared with the actual values of the compressor speed and vane position to develop a "map" of each compressor and then the continuously updated map employed to ensure sequencing for optimal efficiency in a simple sequence flow similar to that shown in Figure 3.

[0031] The invention described above may be carried out by a digital computing system. By the term *digital computing system* we mean any system that includes at least one *digital processor* and associated memory, wherein the digital processor can execute instructions or "code" stored in that memory. (The memory may store data as well.) A *digital processor* includes but is not limited to a microprocessor, multi-core processor, DSP (digital signal processor), processor array, network processor, etc. A *digital processor* may be part of a larger device such as a laptop or desktop computer, a PDA, cell phone, iPhone PDA, Blackberry® PDA/phone, or indeed virtually any electronic device. In FIG. 9, each of the display system, the presence detector and the web server comprises a digital computing system.

[0032] The *associated memory*, further explained below, may be integrated together with the processor, for example RAM or FLASH memory disposed within an integrated circuit microprocessor or the like. In other examples, the memory comprises an independent device, such as an external disk drive, storage array, or portable FLASH key fob. In such cases, the memory becomes "associated" with the digital processor when the two are operatively coupled together, or in communication with each other, for example by an I/O port, network connection, etc. such that the processor can read a file stored on the memory. Associated memory may be "read only" by design (ROM) or by virtue of permission settings, or not. Other examples include but are not limited to WORM, EPROM, EEPROM, FLASH, etc. Those technologies often are implemented in solid state semiconductor devices. Other memories may comprise moving parts, such a conventional rotating disk drive. All such memories are "machine readable" in that they are readable by a suitable *digital processor* as further explained below for the benefit of the USPTO.

[0033] This invention may be implemented or embodied in computer software (also known as a "computer program" or "code"; we use these terms interchangeably). Programs, or code, are most useful when stored in a digital memory that can be read by a digital processor. We use the term "*computer-readable storage medium*" (or alternatively, "machine-readable storage medium") to include all of the foregoing types of memory, as well as new technologies that may arise in the future, as long as they are capable of storing digital information in the nature of a computer program or other data, at least temporarily, in such a manner that the stored information can be "read" by an appropriate *digital processor*. By the

term "*computer-readable*" we do not intend to limit the phrase to the historical usage of "computer" to imply a complete mainframe, mini-computer, desktop or even laptop computer. Rather, we use the term to mean that the storage medium is readable by a *digital processor* or any digital computing system. Such media may be any available media that is locally and/or remotely accessible by a computer or processor, and it includes both volatile and non-volatile media, removable and non-removable media.

[0034] Where a program has been stored in a *computer-readable storage medium*, we may refer to that storage medium as a *computer program product*. For example, a portable digital storage medium may be used as a convenient means to store and transport (deliver, buy, sell, license) a computer program. This was often done in the past for retail point-of-sale delivery of packaged ("shrink wrapped") programs. Examples of such storage media include without limitation CD-ROM and the like. Such a CD-ROM, containing a stored computer program, is an example of a *computer program product*.

[0035] It will be obvious to those having skill in the art that many changes may be made to the details of the above-described embodiments without departing from the underlying principles of the invention. The scope of the present invention should, therefore, be determined only by the following claims.

Claims

1. A method of sequencing chillers to meet a variable cooling load in a chiller plant having a plurality of available chillers, each available chiller including a variable speed centrifugal compressor having an adjustable inlet vane, the method comprising the steps of:
 - determining which of the available chillers are currently online;
 - for each of the currently online chillers, monitoring a current setting of the inlet vane of a corresponding variable speed centrifugal compressor; and
 - adding a chiller based at least in part on the current settings of the inlet vanes of the compressors of the currently online chillers.
2. The method of claim 1 further comprising adding a chiller if a current pressure differential across compressors of the online chillers is less than a calculated value at which a chiller is normally added.
3. The method of claim 2 further comprising adding a chiller if the settings of the inlet vanes are open above a predetermined threshold value.
4. The method of claim 1 further comprising adjusting the calculated value at which a chiller is normally added if the inlet vanes are open below a predetermined threshold value.
5. The method of claim 1 further comprising modifying compressor speed so as to maintain respective speeds of all online compressors above a predetermined minimum speed at all times.
6. The method of claim 1 wherein a decision to add or shed a chiller includes monitoring the speed of the centrifugal compressors; monitoring the settings of the inlet vanes; and adding a chiller based in part on the speed of the centrifugal compressors and the settings of the inlet vanes.
7. A method of sequencing chillers to meet a variable cooling load in a chiller plant having a plurality of available chillers, each available chiller including a variable

speed centrifugal compressor having an adjustable inlet vane, the method comprising the steps of:

- determining which of the available chillers are currently online;
- for each of the currently online chillers, monitoring a current setting of the inlet vane of a corresponding variable speed centrifugal compressor; and
- shedding a chiller based at least in part on the current settings of the inlet vanes of the compressors of the currently online chillers.

8. The method of claim 7 further comprising shedding a chiller if the current pressure differential across compressors of the online chillers is greater than a calculated value at which a chiller is normally shed.
9. The method of claim 8 further comprising shedding a chiller if the settings of the inlet vanes are open below a predetermined threshold value.
10. The method of claim 7 further comprising adjusting a calculated value at which a chiller is normally shed if the inlet vanes are open below a predetermined threshold value.
11. The method of claim 7 further comprising modifying compressor speed so as to maintain respective speeds of all online compressors above a predetermined minimum speed at all times.
12. The method of claim 7 wherein a decision to add or shed a chiller includes monitoring the speed of the centrifugal compressors; monitoring the settings of the inlet vanes; and adding a chiller based in part on the speed of the centrifugal compressors and the settings of the inlet vanes.
13. A method of sequencing variable-speed centrifugal compressors in a chiller system having a plurality of available compressors, each available compressor having an adjustable inlet vane, the method comprising the steps of:
 - determining which of the available compressors are currently online;

for each of the currently online compressors, monitoring a current setting of the adjustable inlet vane; and

adding a compressor based at least in part on the current settings of the inlet vanes of the currently online compressors.

14. The method of claim 13 further comprising adding a compressor if a current pressure differential across the online compressors is less than a calculated value at which a compressor is normally added.

15. The method of claim 11 further comprising adding a compressor if the settings of the inlet vanes are open above predetermined threshold value.

16. The method of claim 13 further comprising adjusting the calculated value at which a compressor is normally added if the inlet vanes are open below a predetermined threshold value.

17. The method of claim 11 further comprising modifying compressor speed so as to maintain respective speeds of all online compressors above a predetermined minimum speed at all times.

18. The method of claim 11 wherein a decision to add or shed a compressor includes monitoring the speed of the centrifugal compressors; monitoring the settings of the inlet vanes; and shedding a compressor based in part on the speed of the centrifugal compressors and the settings of the inlet vanes.

19. A method of sequencing variable-speed centrifugal compressors in a chiller system having a plurality of available compressors, each available compressor having an adjustable inlet vane, the method comprising the steps of:

determining which of the available compressors are currently online;

for each of the currently online compressors, monitoring a current setting of the inlet vane; and

shedding a compressor based at least in part on the current settings of the inlet vanes of the currently online compressors.

20. The method of claim 19 further comprising shedding a compressor if the current pressure differential across the online compressors is greater than a calculated value at which a compressor is normally shed.
21. The method of claim 20 further comprising shedding a compressor if the settings of the inlet vanes are below a predetermined threshold value.
22. The method of claim 19 further comprising adjusting a calculated value at which a compressor is normally shed if the inlet vanes are open above a predetermined threshold value.
23. The method of claim 19 further comprising modifying compressor speed so as to maintain respective speeds of all online compressors above a predetermined minimum speed at all times.
24. The method of claim 19 wherein a decision to add or shed a compressor includes monitoring the speed of the centrifugal compressors; monitoring the settings of the inlet vanes; and shedding a compressor based in part on the speed of the centrifugal compressors and the settings of the inlet vanes.
25. A computer-readable medium having computer-executable instructions stored thereon and executed by at least one device for sequencing chillers or compressors to meet a variable cooling load in a chiller plant having a plurality of available chillers, each available chiller including one or more variable speed centrifugal compressors, each compressor having an adjustable inlet vane, wherein the instructions result in:
adding or shedding a chiller or compressor based at least in part on the current settings of the inlet vanes of the compressors of the currently online chillers or compressors.

2/5

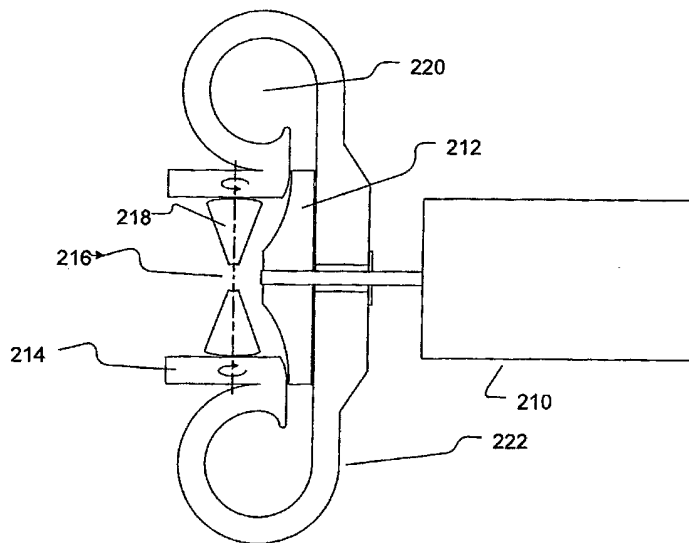


FIG. 2 (prior art)

3/5

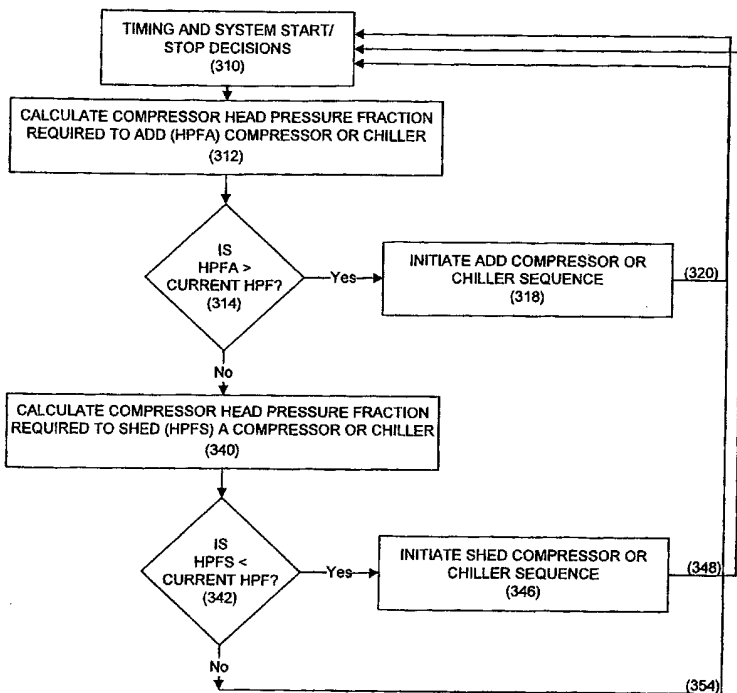


FIGURE 3
PRIOR ART

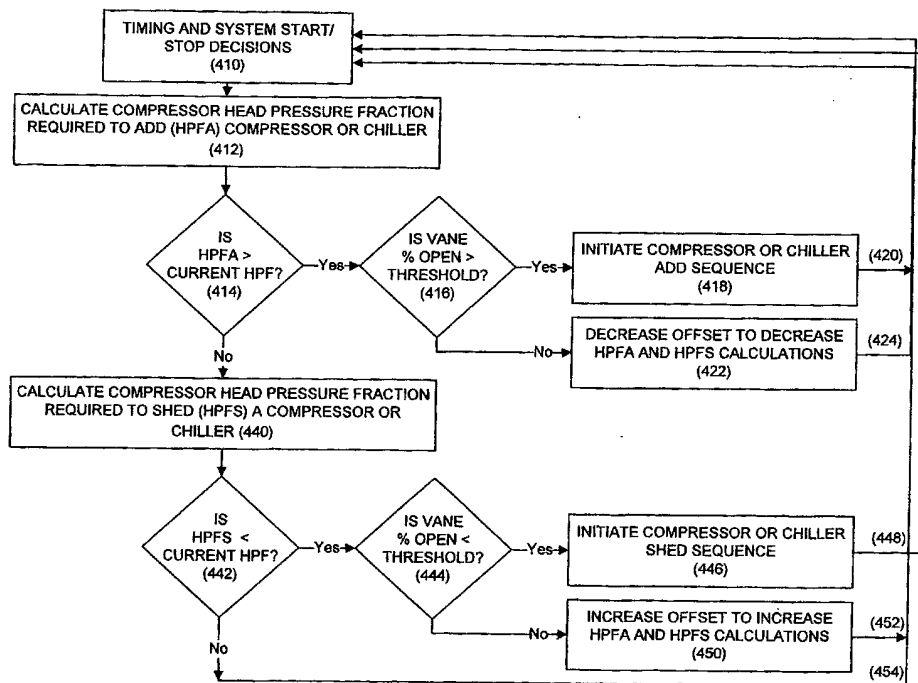
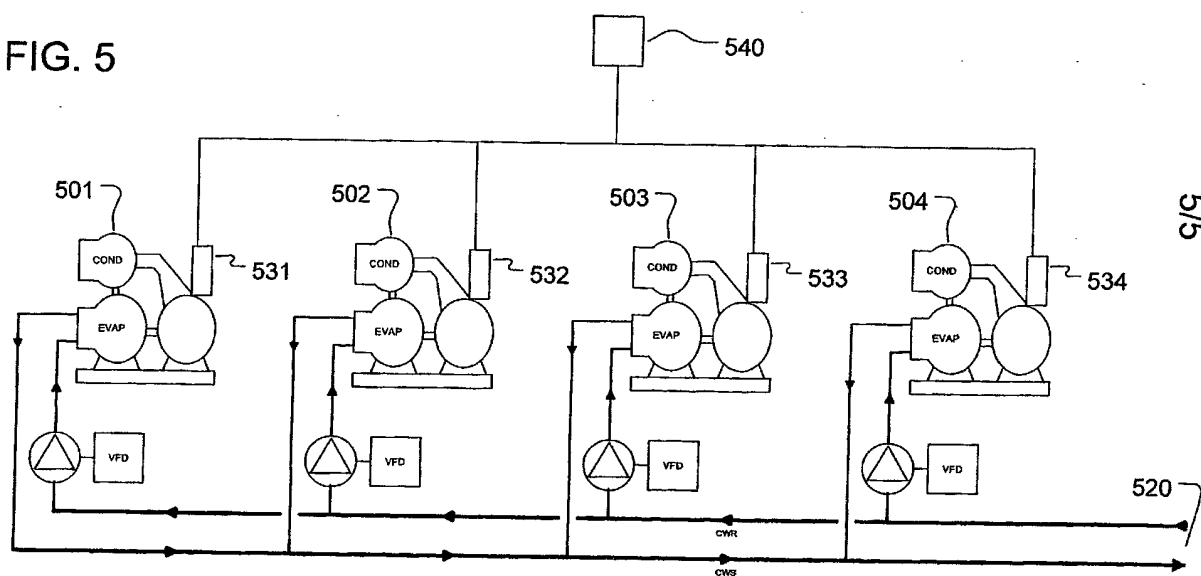


FIG. 4

4/5

FIG. 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US2010/021534

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - F25B 07/00 (2010.01) USPC - 62/175 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC(8) - F25B 07/00 (2010.01) USPC - 62/175 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) MicroPatent		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6,185,946 B1 (HARTMAN) 13 February 2001 (13.02.2001) entire document	1-25
Y	US 6,826,917 B1 (BODELL II et al) 07 December 2004 (07.12.2004) entire document	1-25
Y	US 6,557,361 B1 (HOWARD) 06 May 2003 (06.05.2003) entire document	4, 10, 16, 22
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 11 March 2010		Date of mailing of the international search report 23 MAR 2010
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201		Authorized officer: Blaine R. Copenheaver PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL		Solicitud Internacional No. PCT/US2010/021534
A. CLASIFICACIÓN DE LA MATERIA OBJETO IPC(8) – F25B 07/00 (2010.01) USPC – 62/175 De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.		
B. CAMPOS BUSCADOS Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación) IPC(8) – F25B 07/00 (2010.01) USPC – 62/175 Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los campos buscados Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados) MicroPatent		
C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES		
Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones No.
Y	US 6.185.946 B1 (HARTMAN) 13 de febrero de 2001 (13.02.2001) todo el documento	1-25
Y	US 6.826.917 B1 (BODELL II y otros) 7 de diciembre de 2004 (07.12.2004) todo el documento	1-25
Y	US 6.557.361 B1 (HOWARD) 6 de mayo de 2003 (06.05.2003) todo el documento	4, 10, 16, 22
☐ Documentos adicionales son enunciados en la continuación del Cuadro C		
* Categorías especiales de documentos citados: "A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante. "E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior. "L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada). "O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio. "P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada. "T" documento posterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención. "X" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado. "Y" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia. "&" documento miembro de la misma familia de patente		

Fecha en la que se completó la búsqueda internacional	Fecha de envío del informe de búsqueda internacional
11 de marzo de 2010	23 de marzo de 2010
Nombre y dirección de correspondencia de la ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Comisionado para Patentes, P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimil No. 571-273-3201	Oficial Autorizado: Blaine R. Copenheaver PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-774

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY REPORT ON PATENTABILITY (Chapter I of the Patent Cooperation Treaty)

(PCT Rule 44bis)

Applicant's or agent's file reference 32031-0180	FOR FURTHER ACTION		See item 4 below
International application No. PCT/US2010/021534	International filing date (day/month/year) 20 January 2010 (20.01.2010)	Priority date (day/month/year) 02 February 2009 (02.02.2009)	
International Patent Classification (8th edition unless older edition indicated) See relevant information in Form PCT/ISA/237			
Applicant HARTMAN, Thomas, B.			

1. This international preliminary report on patentability (Chapter I) is issued by the International Bureau on behalf of the International Searching Authority under Rule 44 bis.1(a).

2. This REPORT consists of a total of 8 sheets, including this cover sheet.

In the attached sheets, any reference to the written opinion of the International Searching Authority should be read as a reference to the international preliminary report on patentability (Chapter I) instead.

3. This report contains indications relating to the following items:

- | | | |
|-------------------------------------|--------------|---|
| ☒ | Box No. I | Basis of the report |
| ☐ | Box No. II | Priority |
| ☐ | Box No. III | Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability |
| ☐ | Box No. IV | Lack of unity of invention |
| ☒ | Box No. V | Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement |
| ☐ | Box No. VI | Certain documents cited |
| ☐ | Box No. VII | Certain defects in the international application |
| ☐ | Box No. VIII | Certain observations on the international application |

4. The International Bureau will communicate this report to designated Offices in accordance with Rules 44bis.3(c) and 93bis.1 but not, except where the applicant makes an express request under Article 23(2), before the expiration of 30 months from the priority date (Rule 44bis .2).

Date of issuance of this report 02 August 2011 (02.08.2011)	
The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No. +41 22 338 82 70	Authorized officer Athina Nickitas-Etienne e-mail: pt04.pct@wipo.int

PATENT COOPERATION TREATY

From the
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

To: MICAH STOLOWITZ
621 SW MORRISON STREET, SUITE 600
PORTLAND, OR 97205

PCT

WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

(PCT Rule 43bis.1)

Applicant's or agent's file reference 32031-0180		Date of mailing (day/month/year) 23 MAR 2010	
International application No. PCT/US2010/021534		International filing date (day/month/year) 20 January 2010	Priority date (day/month/year) 02 February 2009
International Patent Classification (IPC) or both national classification and IPC IPC(8) - F25B 07/00 (2010.01) USPC - 62/175			
Applicant HARTMAN, THOMAS			

1. This opinion contains indications relating to the following items:

- ☒ Box No. I Basis of the opinion
- ☐ Box No. II Priority
- ☐ Box No. III Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- ☐ Box No. IV Lack of unity of invention
- ☒ Box No. V Reasoned statement under Rule 43bis.1(a)(i) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- ☐ Box No. VI Certain documents cited
- ☐ Box No. VII Certain defects in the international application
- ☐ Box No. VIII Certain observations on the international application

2. FURTHER ACTION

If a demand for international preliminary examination is made, this opinion will be considered to be a written opinion of the International Preliminary Examining Authority ("IPEA") except that this does not apply where the applicant chooses an Authority other than this one to be the IPEA and the chosen IPEA has notified the International Bureau under Rule 66.1bis(b) that written opinions of this International Searching Authority will not be so considered.

If this opinion is, as provided above, considered to be a written opinion of the IPEA, the applicant is invited to submit to the IPEA a written reply together, where appropriate, with amendments, before the expiration of 3 months from the date of mailing of Form PCT/ISA/220 or before the expiration of 22 months from the priority date, whichever expires later.

For further options, see Form PCT/ISA/220.

3. For further details, see notes to Form PCT/ISA/220.

Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201	Date of completion of this opinion 11 March 2010	Authorized officer: Blaine R. Copenheaver PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT QSP: 571-272-7774
---	---	---

WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITYInternational application No.
PCT/US2010/021534

Box No. I Basis of this opinion

1. With regard to the language, this opinion has been established on the basis of:
- ☒ the international application in the language in which it was filed.
- ☐ a translation of the international application into _____ which is the language of a translation furnished for the purposes of international search (Rules 12.3(a) and 23.1(b)).
2. ☐ This opinion has been established taking into account the rectification of an obvious mistake authorized by or notified to this Authority under Rule 91 (Rule 43bis.1(a)).
3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, this opinion has been established on the basis of a sequence listing filed or furnished:
- a. (means)
- ☐ on paper
- ☐ in electronic form
- b. (time)
- ☐ in the international application as filed
- ☐ together with the international application in electronic form
- ☐ subsequently to this Authority for the purposes of search
4. ☐ In addition, in the case that more than one version or copy of a sequence listing has been filed or furnished, the required statements that the information in the subsequent or additional copies is identical to that in the application as filed or does not go beyond the application as filed, as appropriate, were furnished.
5. Additional comments:

**WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY**

International application No.

PCT/US2010/021534

Box No. V	Reasoned statement under Rule 43bis.1(a)(i) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement		
1. Statement			
Novelty (N)	Claims	1-25	YES
	Claims	None	NO
Inventive step (IS)	Claims	None	YES
	Claims	1-25	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-25	YES
	Claims	None	NO
2. Citations and explanations:			
Claims 1-3, 5-9, 11-15, 17-21, and 23-25 lack an inventive step under PCT Article 33(3) as being obvious over Hartman (US 6,185,946 B1) in view of Bodell, II et al. (US 6,826,917 B1; hereinafter Bodell, II) Regarding claim 1, Hartman discloses a method of sequencing chillers to meet a variable cooling load in a chiller plant having a plurality of available chillers, each available chiller including a variable speed centrifugal compressor having an adjustable inlet vane (Title and Abstract; system for sequencing chillers in a loop cooling plant and other systems that employ all variable-speed units), the method comprising the steps of: determining which of the available chillers are currently online (Col. 8 lines 4-9; responsive to the number of chillers on-line currently, the head pressure fraction value to add a chiller is calculated); for each of the currently online chillers, monitoring a current setting of the inlet vane of a corresponding variable speed centrifugal compressor; and adding a chiller based at least in part on the current settings of the inlet vanes of the compressors of the currently online chillers (Col. 8 lines 17-20; if the HPFA (head pressure fraction to add chiller) is greater than the current HPF (head pressure fraction), an add chiller sequence brings another chiller on-line). Hartman does not disclose for each of the currently online chillers, monitoring a current setting of the inlet vane of a corresponding variable speed centrifugal compressor; and adding a chiller based at least in part on the current settings of the inlet vanes of the compressors of the currently online chillers. However, in disclosing a control system to determine when to use additional compressors in a multiple compressor refrigeration system (Abstract), Bodell, II teaches for each of the currently online chillers, monitoring a current setting of the inlet vane of a corresponding variable speed centrifugal compressor (Col. 11 lines 50-58; measuring a pre-rotation vane operation for the at least one compressor; and comparing the measured pre-rotation vane position to a predetermined pre-rotation vane position); and adding a chiller based at least in part on the current settings of the inlet vanes of the compressors of the currently online chillers (Col. 10 lines 32-35 and Col. 11 lines 30-58; starting an additional compressor in the multiple compressor chiller system, based on comparing the measured pre-rotation vane position to a predetermined pre-rotation vane position.) Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to include for each of the currently online chillers, monitoring a current setting of the inlet vane of a corresponding variable speed centrifugal compressor; and adding a chiller based at least in part on the current settings of the inlet vanes of the compressors of the currently online chillers in the invention of Hartman as taught by Bodell II in order to bring an operating point closest to an operating curve of optimal efficiency (Hartman, Abstract). Regarding claim 2, Hartman as modified discloses the method of claim 1, further comprising adding a chiller if a current pressure differential across compressors of the online chillers is less than a calculated value at which a chiller is normally added (Col. 8 lines 17-20; adding a chiller if the current HPF is lesser than the calculated HPFA). Regarding claim 3, Hartman as modified discloses the method of claim 2, but does not disclose further comprising adding a chiller if the settings of the inlet vanes are open above a predetermined threshold value. However, Bodell, II teaches further comprising adding a chiller if the settings of the inlet vanes are open above a predetermined threshold value (Col. 10 lines 32-35 and Col. 11 lines 30-58; starting an additional compressor in the multiple compressor chiller system, based on measuring a pre-rotation vane operation for the at least one compressor and comparing the measured pre-rotation vane position to a predetermined pre-rotation vane position). Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to include the above limitation in the invention of Hartman as taught by Bodell, II in order to bring an operating point closest to an operating curve of optimal efficiency (Hartman, Abstract). Regarding claim 5, Hartman as modified discloses the method of claim 1, further comprising modifying compressor speed so as to maintain respective speeds of all online compressors above a predetermined minimum speed at all times. (Col. 9 lines 1-4; adjusting speed of the adjusted number of on-line chillers so as to improve overall operating efficiency of the system). Regarding claim 6, Hartman as modified discloses the method of claim 1, wherein a decision to add or shed a chiller includes monitoring the speed of the centrifugal compressors (Col. 9 lines 1-4; adjusting speed of the adjusted number of on-line chillers so as to improve overall operating efficiency of the system); monitoring the settings of the inlet vanes; and adding a chiller based in part on the speed of the centrifugal compressors and the settings of the inlet vanes (Col. 8 line 65 to Col. 9 line 4; adjusting the number of chillers to improve overall operating efficiency of the system while still enabling the system to accommodate the load by adjusting speed of the adjusted number of on-line chillers). Hartman does not disclose monitoring the settings of the inlet vanes; and adding a chiller based in part on the speed of the centrifugal compressors and the settings of the inlet vanes. However, Bodell, II teaches monitoring the settings of the inlet vanes (Col. 11 lines 50-58; measuring a pre-rotation vane operation for the at least one compressor; and comparing the measured pre-rotation vane position to a predetermined pre-rotation vane position); and adding a chiller based in part on the speed of the centrifugal compressors and the settings of the inlet vanes (Col. 10, lines 32-35 and Col. 11 lines 30-58; starting an additional compressor in the multiple compressor chiller system, based on measuring a pre-rotation vane operation for the at least one compressor and comparing the measured pre-rotation vane position to a predetermined pre-rotation vane position). Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to include the above limitations in the invention of Hartman as taught by Bodell, II in order to bring an operating point closest to an operating curve of optimal efficiency (Hartman, Abstract).			
Continued in Supplemental Box			

WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

International application No.

PCT/US2010/021534

Supplemental Box

In case the space in any of the preceding boxes is not sufficient.

Continuation of:

Box V

Regarding claim 7, Hartman discloses a method of sequencing chillers to meet a variable cooling load in a chiller plant having a plurality of available chillers, each available chiller including a variable speed centrifugal compressor having an adjustable inlet vane (Title; system for sequencing chillers in a loop cooling plant and other systems that employ all variable-speed units), the method comprising the steps of: determining which of the available chillers are currently online (Col. 7 lines 26-29; 'n' is the number of equally sized chillers currently on-line); for each of the currently online chillers, monitoring a current setting of the inlet vane of a corresponding variable speed centrifugal compressor; and shedding a chiller based at least in part on the current settings of the inlet vanes of the compressors of the currently online chillers (Col. 8 lines 29-33; if the calculated HPFS is less than the current HPF, initiating a "shed chiller" sequence to take one chiller off line). Hartman does not disclose for each of the currently online chillers, monitoring a current setting of the inlet vane of a corresponding variable speed centrifugal compressor; and shedding a chiller based at least in part on the current settings of the inlet vanes of the compressors of the currently online chillers. However, in disclosing a control system to determine when to use additional compressors in a multiple compressor refrigeration system (Abstract), Bodell, II teaches for each of the currently online chillers, monitoring a current setting of the inlet vane of a corresponding variable speed centrifugal compressor (Col. 11 lines 50-58; measuring a pre-rotation vane operation for the at least one compressor; and comparing the measured pre-rotation vane position to a predetermined pre-rotation vane position); and adding a chiller based at least in part on the current settings of the inlet vanes of the compressors of the currently online chillers (Col. 10, lines 32-35 and Col. 11 lines 30-58; starting an additional compressor in the multiple compressor chiller system based on measuring a pre-rotation vane operation for the at least one compressor; and comparing the measured pre-rotation vane position to a predetermined pre-rotation vane position). Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to include for each of the currently online chillers, monitoring a current setting of the inlet vane of a corresponding variable speed centrifugal compressor; and shedding a chiller based at least in part on the current settings of the inlet vanes of the compressors of the currently online chillers in the invention of Hartman as taught by Bodell, II in order to bring an operating point closest to an operating curve of optimal efficiency (Hartman, Abstract).

Regarding claim 8, Hartman as modified discloses the method of claim 7, further comprising shedding a chiller if a current pressure differential across compressors of the online chillers is greater than a calculated value at which a chiller is normally shed (Col. 8 lines 29-33; if the calculated HPFS is less than the current HPF, initiating a "shed chiller" sequence to take one chiller off line).

Regarding claim 9, Hartman as modified discloses the method of claim 8, further comprising shedding a chiller (Col. 8 lines 29-33; if the calculated HPFS is less than the current HPF, initiating a "shed chiller" sequence to take one chiller off line) if the settings of the inlet vanes are open below a predetermined threshold value. Hartman does not disclose if the settings of the inlet vanes are open below a predetermined threshold value. However, Bodell, II teaches if the settings of the inlet vanes are open below a predetermined threshold value (Col. 10 lines 32-35 and Col. 11 lines 30-58; measuring a pre-rotation vane operation for the at least one compressor; and comparing the measured pre-rotation vane position to a predetermined pre-rotation vane position). Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to include the above limitations in the invention of Hartman as taught by Bodell, II in order to bring an operating point closest to an operating curve of optimal efficiency (Hartman, Abstract).

Regarding claim 11, Hartman as modified discloses the method of claim 7, further comprising modifying compressor speed so as to maintain respective speeds of all online compressors above a predetermined minimum speed at all times. (Col. 9 lines 1-4; adjusting speed of the adjusted number of on-line chillers so as to improve overall operating efficiency of the system).

Regarding claim 12, Hartman as modified discloses the method of claim 7, wherein a decision to add or shed a chiller includes monitoring the speed of the centrifugal compressors (Col. 9 lines 1-4; adjusting speed of the adjusted number of on-line chillers so as to improve overall operating efficiency of the system); monitoring the settings of the inlet vanes; and adding a chiller based in part on the speed of the centrifugal compressors and the settings of the inlet vanes (Col. 8 line 65 to Col. 9 line 4; adjusting the number of chillers to improve overall operating efficiency of the system while still enabling the system to accommodate the load by adjusting speed of the adjusted number of on-line chillers). Hartman does not disclose monitoring the settings of the inlet vanes; and adding a chiller based in part on the speed of the centrifugal compressors and the settings of the inlet vanes. However, Bodell, II teaches monitoring the settings of the inlet vanes (Col. 11 lines 50-58; measuring a pre-rotation vane operation for the at least one compressor; and comparing the measured pre-rotation vane position to a predetermined pre-rotation vane position); and adding a chiller based in part on the speed of the centrifugal compressors and the settings of the inlet vanes (Col. 10 lines 32-35 and Col. 11 lines 30-58; starting an additional compressor in the multiple compressor chiller system, based on measuring a pre-rotation vane operation for the at least one compressor and comparing the measured pre-rotation vane position to a predetermined pre-rotation vane position). Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to include the above limitations in the invention of Hartman as taught by Bodell, II in order to bring an operating point closest to an operating curve of optimal efficiency (Hartman, Abstract).

Continued in Next Supplemental Box

WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

International application No.
PCT/US2010/021534

Supplemental Box

In case the space in any of the preceding boxes is not sufficient.

Continuation of:

Previous Supplemental Box

Regarding claim 13, Hartman discloses a method of sequencing variable-speed centrifugal compressors in a chiller system having a plurality of available compressors, each available compressor having an adjustable inlet vane (Title; system for sequencing chillers in a loop cooling plant and other systems that employ all variable-speed units), the method comprising the steps of: determining which of the available compressors are currently online (Col. 8 lines 4-9; responsive to the number of chillers on-line currently, the head pressure fraction value to add a chiller is calculated); for each of the currently online compressors, monitoring a current setting of the adjustable inlet vane; and adding a compressors based at least in part on the current settings of the inlet vanes of the currently online compressors (Col. 8 lines 17-20; if the HPFA (head pressure fraction to add chiller) is greater than the current HPF (head pressure fraction), an add chiller sequence brings another chiller on-line). Hartman does not disclose for each of the currently online compressors, monitoring a current setting of the adjustable inlet vane; and adding a compressors based at least in part on the current settings of the inlet vanes of the currently online compressors. However, in disclosing a control system to determine when to use additional compressors in a multiple compressor refrigeration system (Abstract), Bodell, II teaches for each of the currently online compressors, monitoring a current setting of the adjustable inlet vane (Col. 11 lines 50-58; measuring a pre-rotation vane operation for the at least one compressor; and comparing the measured pre-rotation vane position to a predetermined pre-rotation vane position); and adding a compressors based at least in part on the current settings of the inlet vanes of the currently online compressors (Col. 10 lines 32-35 and Col. 11 lines 30-58; starting an additional compressor in the multiple compressor chiller system based on measuring a pre-rotation vane operation for the at least one compressor; and comparing the measured pre-rotation vane position to a predetermined pre-rotation vane position.) Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to include for each of the currently online compressors, monitoring a current setting of the adjustable inlet vane; and adding a compressors based at least in part on the current settings of the inlet vanes of the currently online compressors in the invention of Hartman as taught by Bodell, II in order to bring an operating point closest to an operating curve of optimal efficiency (Hartman, Abstract).

Regarding claim 14, Hartman as modified discloses the method of claim 13, further comprising adding a compressors if a current pressure differential across the online compressors is less than a calculated value at which a compressors is normally added (Col. 8 lines 17-20; adding a chiller if the current HPF is lesser than the calculated HPFA).

Regarding claim 15, Hartman as modified discloses the method of claim 11, but does not disclose further comprising adding a compressors if the settings of the inlet vanes are open above a predetermined threshold value. However, Bodell, II teaches further comprising adding a compressors if the settings of the inlet vanes are open above a predetermined threshold value (Col. 10 lines 32-35 and Col. 11 lines 30-58; starting an additional compressor in the multiple compressor chiller system based on measuring a pre-rotation vane operation for the at least one compressor; and comparing the measured pre-rotation vane position to a predetermined pre-rotation vane position). Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to include the above limitation in the invention of Hartman as taught by Bodell, II in order to bring an operating point closest to an operating curve of optimal efficiency (Hartman, Abstract).

Regarding claim 17, Hartman as modified discloses the method of claim 11, further comprising modifying compressor speed so as to maintain respective speeds of all online compressors above a predetermined minimum speed at all times. (Col. 9 lines 1-4; adjusting speed of the adjusted number of on-line chillers so as to improve overall operating efficiency of the system).

Regarding claim 18, Hartman as modified discloses the method of claim 11, wherein a decision to add or shed a compressors includes monitoring the speed of the centrifugal compressors (Col. 9 lines 1-4; adjusting speed of the adjusted number of on-line chillers so as to improve overall operating efficiency of the system); monitoring the settings of the inlet vanes; and shedding a compressors based in part on the speed of the centrifugal compressors and the settings of the inlet vanes (Col. 8 line 65 to Col. 9 line 4; adjusting the number of chillers to improve overall operating efficiency of the system while still enabling the system to accommodate the load by adjusting speed of the adjusted number of on-line chillers). Hartman does not disclose monitoring the settings of the inlet vanes; and shedding a compressor based in part on the speed of the centrifugal compressors and the settings of the inlet vanes. However, Bodell, II teaches monitoring the settings of the inlet vanes (Col. 11 lines 50-58; measuring a pre-rotation vane operation for the at least one compressor; and comparing the measured pre-rotation vane position to a predetermined pre-rotation vane position); and shedding a compressors based in part on the speed of the centrifugal compressors and the settings of the inlet vanes (Col. 10 lines 32-35 and Col. 11 lines 30-58; starting an additional compressor in the multiple compressor chiller system, based on measuring a pre-rotation vane operation for the at least one compressor and comparing the measured pre-rotation vane position to a predetermined pre-rotation vane position). Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to include the above limitations in the invention of Hartman as taught by Bodell, II in order to bring an operating point closest to an operating curve of optimal efficiency (Hartman, Abstract).

Continued in Next Supplemental Box

WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

International application No.
PCT/US2010/021534

Supplemental Box

In case the space in any of the preceding boxes is not sufficient.

Continuation of:

Previous Supplemental Box

Regarding claim 19, Hartman discloses a method of sequencing variable-speed centrifugal compressors in a chiller system having a plurality of available compressors, each available compressor having an adjustable inlet vane (Title; system for sequencing chillers in a loop cooling plant and other systems that employ all variable-speed units), the method comprising the steps of: determining which of the available compressors are currently online (Col. 7 lines 26-29; 'n' is the number of equally sized chillers currently on-line); for each of the currently online compressors, monitoring a current setting of the inlet vane; and shedding a compressors based at least in part on the current settings of the inlet vanes of the currently online compressors (Col. 8 lines 29-33; if the calculated HPFS is less than the current HPF, initiating a "shed chiller" sequence to take one chiller off line). Hartman does not disclose for each of the currently online compressors, monitoring a current setting of the inlet vane; and shedding a compressor based at least in part on the current settings of the inlet vanes of the currently online compressors. However, in disclosing a control system to determine when to use additional compressors in a multiple compressor refrigeration system (Abstract), Bodell, II teaches for each of the currently online compressors, monitoring a current setting of the inlet vane (Col. 11 lines 50-58; measuring a pre-rotation vane operation for the at least one compressor; and comparing the measured pre-rotation vane position to a predetermined pre-rotation vane position); and shedding a compressor based at least in part on the current settings of the inlet vanes of the currently online compressors (Col. 10 lines 32-35 and Col. 11 lines 30-58; starting an additional compressor in the multiple compressor chiller system, based on measuring a pre-rotation vane operation for the at least one compressor, and comparing the measured pre-rotation vane position to a predetermined pre-rotation vane position.) Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to include for each of the currently online compressors, monitoring a current setting of the inlet vane; and shedding a compressor based at least in part on the current settings of the inlet vanes of the currently online compressors in the invention of Hartman as taught by Bodell, II in order to bring an operating point closest to an operating curve of optimal efficiency (Hartman, Abstract).

Regarding claim 20, Hartman as modified discloses the method of claim 19, further comprising shedding a compressor if a current pressure differential across the online compressors is greater than a calculated value at which a compressor is normally shed (Col. 8 lines 29-33; if the calculated HPFS is less than the current HPF, initiating a "shed chiller" sequence to take one chiller off line).

Regarding claim 21, Hartman as modified discloses the method of claim 20, further comprising shedding a compressor (Col. 8 lines 29-33; if the calculated HPFS is less than the current HPF, initiating a "shed chiller" sequence to take one chiller off line) if the settings of the inlet vanes are below a predetermined threshold value. Hartman does not disclose if the settings of the inlet vanes are below a predetermined threshold value. However, Bodell, II teaches if the settings of the inlet vanes are below a predetermined threshold value (Col. 10 lines 32-35 and Col. 11 lines 30-58; measuring a pre-rotation vane operation for the at least one compressor; and comparing the measured pre-rotation vane position to a predetermined pre-rotation vane position). Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to include the above limitations in the invention of Hartman as taught by Bodell, II in order to bring an operating point closest to an operating curve of optimal efficiency (Hartman, Abstract).

Regarding claim 23, Hartman as modified discloses the method of claim 19, further comprising modifying compressor speed so as to maintain respective speeds of all online compressors above a predetermined minimum speed at all times. (Col. 9 lines 1-4; adjusting speed of the adjusted number of on-line chillers so as to improve overall operating efficiency of the system).

Regarding claim 24, Hartman as modified discloses the method of claim 19, wherein a decision to add or shed a compressor includes monitoring the speed of the centrifugal compressors (Col. 9 lines 1-4; adjusting speed of the adjusted number of on-line chillers so as to improve overall operating efficiency of the system); monitoring the settings of the inlet vanes; and shedding a compressor based in part on the speed of the centrifugal compressors and the settings of the inlet vanes (Col. 8 line 65 to Col. 9 line 4; adjusting the number of chillers to improve overall operating efficiency of the system while still enabling the system to accommodate the load by adjusting speed of the adjusted number of on-line chillers). Hartman does not disclose monitoring the settings of the inlet vanes; and shedding a compressor based in part on the speed of the centrifugal compressors and the settings of the inlet vanes. However, Bodell, II teaches monitoring the settings of the inlet vanes (Col. 11 lines 50-58; measuring a pre-rotation vane operation for the at least one compressor; and comparing the measured pre-rotation vane position to a predetermined pre-rotation vane position); and shedding a compressor based in part on the speed of the centrifugal compressors and the settings of the inlet vanes (Col. 10 lines 32-35 and Col. 11 lines 30-58; starting an additional compressor in the multiple compressor chiller system, based on measuring a pre-rotation vane operation for the at least one compressor and comparing the measured pre-rotation vane position to a predetermined pre-rotation vane position). Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to include the above limitations in the invention of Hartman as taught by Bodell, II in order to bring an operating point closest to an operating curve of optimal efficiency (Hartman, Abstract).

Regarding claim 25, Hartman discloses a computer-readable medium having computer-executable instructions stored thereon and executed by at least one device for sequencing chillers or compressors to meet a variable cooling load in a chiller plant having a plurality of available chillers, each available chiller including one or more variable speed centrifugal compressors, each compressor having an adjustable inlet vane (Title; system for sequencing chillers in a loop cooling plant and other systems that employ all variable-speed units), wherein the instructions result in: adding or shedding a chiller or compressor (Col. 8 lines 17-20 and Col. 8 lines 29-33; if the HPFA (head pressure fraction to add chiller) is greater than the current HPF (head pressure fraction), an add chiller sequence brings another chiller on-line, and if the calculated HPFS is less than the current HPF, initiating a "shed chiller" sequence to take one chiller off line) based at least in part on the current settings of the inlet vanes of the compressors of the currently online chillers or compressors. Hartman does not disclose adding or shedding a chiller or compressor based at least in part on the current settings of the inlet vanes of the compressors of the currently online chillers or compressors. However, in disclosing a control system to determine when to use additional compressors in a multiple compressor refrigeration system (Abstract), Bodell, II teaches adding or shedding a chiller or compressor based at least in part on the current settings of the inlet vanes of the compressors of the currently online chillers or compressors (Col. 10 lines 32-35 and Col. 11 lines 30-58; starting an additional compressor in the multiple compressor chiller system based on measuring a pre-rotation vane operation for the at least one compressor; and comparing the measured pre-rotation vane position to a predetermined pre-rotation vane position.) Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to include the above limitation in the invention of Hartman as taught by Bodell, II in order to bring an operating point closest to an operating curve of optimal efficiency (Hartman, Abstract).

Continued in Next Supplemental Box

WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

International application No.
PCT/US2010/021534

Supplemental Box

In case the space in any of the preceding boxes is not sufficient.

Continuation of:

Previous Supplemental Box

Claims 4, 10, 16 and 22 lack an inventive step under PCT Article 33(3) as being obvious over Hartman (US 6,185,946 B1) in view of Bodell, II et al. (US 6,826,917 B1; hereinafter Bodell, II), and in further view of Howard (US 6,657,361 B1).

Regarding claim 4, Hartman as modified discloses the method of claim 1, but does not disclose further comprising adjusting the calculated value at which a chiller is normally added if the inlet vanes are open below a predetermined threshold value. However, in disclosing a cascade refrigeration system (Abstract), Howard teaches further comprising adjusting the calculated value at which a chiller is normally added if the inlet vanes are open below a predetermined threshold value (Col. 1 line 65 to Col. 2 line 12; adjusting the operation of the first compressor and the second compressor to be closer to the said more efficient operating pressures based on the monitored inlet and outlet pressure of each of the first compressor and the second compressor). Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to include the above limitations in the invention of Hartman in view of Bodell, II as taught by Howard in order to bring an operating point closest to an operating curve of optimal efficiency (Hartman, Abstract).

Regarding claim 10, Hartman as modified discloses the method of claim 7, but does not disclose further comprising adjusting the calculated value at which a chiller is normally shed if the inlet vanes are open below a predetermined threshold value. However, in disclosing a cascade refrigeration system (Abstract), Howard teaches further comprising adjusting the calculated value at which a chiller is normally shed if the inlet vanes are open below a predetermined threshold value (Col. 1 line 65 to Col. 2 line 12; adjusting the operation of the first compressor and the second compressor to be closer to the said more efficient operating pressures based on the monitored inlet and outlet pressure of each of the first compressor and the second compressor). Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to include the above limitations in the invention of Hartman in view of Bodell, II as taught by Howard in order to bring an operating point closest to an operating curve of optimal efficiency (Hartman, Abstract).

Regarding claim 16, Hartman as modified discloses the method of claim 13, but does not disclose further comprising adjusting the calculated value at which a compressor is normally added if the inlet vanes are open below a predetermined threshold value. However, in disclosing a cascade refrigeration system (Abstract), Howard teaches further comprising adjusting the calculated value at which a compressor is normally added if the inlet vanes are open below a predetermined threshold value (Col. 1 line 65 to Col. 2 line 12; adjusting the operation of the first compressor and the second compressor to be closer to the said more efficient operating pressures based on the monitored inlet and outlet pressure of each of the first compressor and the second compressor). Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to include the above limitations in the invention of Hartman in view of Bodell, II as taught by Howard in order to bring an operating point closest to an operating curve of optimal efficiency (Hartman, Abstract).

Regarding claim 22, Hartman as modified discloses the method of claim 19, but does not disclose further comprising adjusting the calculated value at which a compressor is normally shed if the inlet vanes are open below a predetermined threshold value. However, in disclosing a cascade refrigeration system (Abstract), Howard teaches further comprising adjusting the calculated value at which a compressor is normally shed if the inlet vanes are open below a predetermined threshold value (Col. 1 line 65 to Col. 2 line 12; adjusting the operation of the first compressor and the second compressor to be closer to the said more efficient operating pressures based on the monitored inlet and outlet pressure of each of the first compressor and the second compressor). Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time of the invention to include the above limitations in the invention of Hartman in view of Bodell, II as taught by Howard in order to bring an operating point closest to an operating curve of optimal efficiency (Hartman, Abstract).

Claims 1-25 meet the criteria set out in PCT Article 33(4), and thus have industrial applicability because the subject matter claimed can be made or used in industry.

TRATADO DE COOPERACIÓN DE PATENTES

PCT

INFORME PRELIMINAR INTERNACIONAL SOBRE PATENTABILIDAD

(Capítulo I del Tratado de Cooperación de Patentes)

(Regla 44bis del PCT)

Referencia del expediente del solicitante o del agente 32031-0180	PARA ACCIÓN ADICIONAL Ver ítem 4 más adelante	
Solicitud internacional N° PCT/US2010/021534	Fecha de presentación internacional (<i>día/mes/año</i>) 20 Enero 2010 (20.01.2010)	Fecha de prioridad (<i>día/mes/año</i>) 2 Febrero 2009 (02.02.2009)
Clasificación Internacional de Patentes (8ª edición a menos que se indique una versión anterior Ver información relevante en el Formulario PCT/ISA/237		
Solicitante HARTMAN, Thomas, B.		

1.	Este informe preliminar internacional sobre patentabilidad (Capítulo I) se emite por la Oficina Internacional en nombre de la Autoridad de Búsqueda Internacional bajo la Regla 44 bis.1(a).																
2.	Este INFORME consiste de un total de 8 hojas, incluida la presente hoja de portada. En las hojas adjuntas, cualquier referencia a la opinión escrita de la Autoridad de Búsqueda Internacional debe ser leída en lugar como una referencia al informe internacional preliminar sobre patentabilidad (Capítulo I).																
3.	Este reporte contiene indicaciones relativas a los siguientes ítems: <table><tr><td>☒ Recuadro No. I</td><td>Base del informe</td></tr><tr><td>☐ Recuadro No. II</td><td>Prioridad</td></tr><tr><td>☐ Recuadro No. III</td><td>No formulación de opinión sobre la novedad, la actividad inventiva y la aplicación industrial</td></tr><tr><td>☐ Recuadro No. IV</td><td>Falta de unidad de invención</td></tr><tr><td>☒ Recuadro No. V</td><td>Declaración motivada según el Artículo 35.2) sobre la novedad, actividad inventiva o la aplicación industrial; citas y explicaciones que soportan dicha declaración</td></tr><tr><td>☐ Recuadro No. VI</td><td>Ciertos documentos citados</td></tr><tr><td>☐ Recuadro No. VII</td><td>Ciertos defectos en la solicitud internacional</td></tr><tr><td>☐ Recuadro No. VIII</td><td>Ciertas observaciones en la solicitud internacional</td></tr></table>	☒ Recuadro No. I	Base del informe	☐ Recuadro No. II	Prioridad	☐ Recuadro No. III	No formulación de opinión sobre la novedad, la actividad inventiva y la aplicación industrial	☐ Recuadro No. IV	Falta de unidad de invención	☒ Recuadro No. V	Declaración motivada según el Artículo 35.2) sobre la novedad, actividad inventiva o la aplicación industrial; citas y explicaciones que soportan dicha declaración	☐ Recuadro No. VI	Ciertos documentos citados	☐ Recuadro No. VII	Ciertos defectos en la solicitud internacional	☐ Recuadro No. VIII	Ciertas observaciones en la solicitud internacional
☒ Recuadro No. I	Base del informe																
☐ Recuadro No. II	Prioridad																
☐ Recuadro No. III	No formulación de opinión sobre la novedad, la actividad inventiva y la aplicación industrial																
☐ Recuadro No. IV	Falta de unidad de invención																
☒ Recuadro No. V	Declaración motivada según el Artículo 35.2) sobre la novedad, actividad inventiva o la aplicación industrial; citas y explicaciones que soportan dicha declaración																
☐ Recuadro No. VI	Ciertos documentos citados																
☐ Recuadro No. VII	Ciertos defectos en la solicitud internacional																
☐ Recuadro No. VIII	Ciertas observaciones en la solicitud internacional																
4.	La Oficina Internacional comunicará este informe a las Oficinas designadas de acuerdo con las Reglas 44bis.3(c) y 93bis.1 pero no, excepto donde el solicitante haga una solicitud expresa bajo el Artículo 23(2), antes de la expiración de 30 meses desde la fecha de prioridad (Regla 44bis.2).																

La Oficina Internacional de la OMPI 34, chemin des Colombettes 1211 Ginebra 20, Suiza Facsimil No. +41 22 338 82 70	Fecha de emisión de este informe 2 de agosto de 2011 (02.08.2011)
	Oficial Autorizado Athina Nickitas-Etienne e-mail: pt04.pct@wipo.int

TRATADO DE COOPERACIÓN DE PATENTES

De la
AUTORIDAD DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

A: MICAH STOLOWITZ
621 SW MORRISON STREET, SUITE 600
PORTLAND, OR 97205

PCT

OPINIÓN ESCRITA DE LA AUTORIDAD DE
BÚSQUEDA INTERNACIONAL

(Regla 43bis.1 del PCT)

Fecha de envío
(día/mes/año)23 de marzo de 2010

Referencia del expediente del solicitante o agente
32031-0180

PARA ACCIÓN ADICIONAL
Ver párrafo 2 a continuación

Solicitud Internacional No.
PCT/US2010/021534

Fecha de presentación internacional
(día/mes/año)
20 de enero de 2010

Fecha de prioridad (día/mes/año)
2 de febrero de 2009

Clasificación Internacional de Patente (CIP) o clasificación nacional y CIP
IPC(8) – F25B 07/00 (2010.01)
USPC – 62/175

Solicitante HARTMAN, THOMAS

1. Esta opinión contiene indicaciones relacionadas con los siguientes ítems:

☒ Recuadro No. I

☐ Recuadro No. II

☐ Recuadro No. III

☐ Recuadro No. IV

☒ Recuadro No. V

☐ Recuadro No. VI

☐ Recuadro No. VII

☐ Recuadro No. VIII

Base del informe

Prioridad

No formulación de opinión sobre la novedad, la actividad inventiva y la aplicación industrial

Falta de unidad de invención

Declaración motivada según la Regla 43bis.1(a)(i) con relación a la novedad, actividad inventiva o la aplicación industrial; citas y explicaciones que soportan dicha declaración

Ciertos documentos citados

Ciertos defectos en la solicitud internacional

Ciertas observaciones en la solicitud internacional

2. ACCIÓN POSTERIOR

Si se hace una petición de examen preliminar internacional, esta opinión se considerará como una opinión escrita de la Administración del examen preliminar internacional (“IPEA”) salvo en aquellos casos en los que el solicitante elija una Administración distinta a ésta, y la IPEA elegida haya notificado a la Oficina Internacional bajo la Regla 66.1bis(b) que las opiniones escritas de esta Administración de búsqueda internacional no serán consideradas como tales.

Si esta opinión es, como se indica anteriormente, considerada como una opinión escrita de la IPEA, se invita al solicitante a que presente ante la IPEA una respuesta por escrito junto con modificaciones, en su caso, antes de la expiración del plazo de 3 meses a contar desde la fecha de envío del formulario PCT/ISA/220 o antes de la expiración del plazo de 22 meses a contar desde la fecha de prioridad, aplicándose el plazo que expire más tarde.

Para otras opciones, ver el Formulario PCT/ISA/220.

3. Para mayores detalles, ver las notas al Formulario PCT/ISA/220

Nombre y dirección de envío de la
ISA/US
Mail Stop PCT, Attn: ISA/US
Comisionado para Patentes
P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia
2313-1450
Facsimil No. 571-273-3201

Fecha de terminación de esta opinión

11 de marzo de 2010

Oficial autorizado:

Blaine R. Copenheaver

PCT Ayuda: 571-272-4300
PCT OSP: 571-272-7774

Formulario PCT/ISA/237 (hoja de cubierta) (Julio 2009)

**OPINIÓN ESCRITA DE LA AUTORIDAD
DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL**Solicitud Internacional No.
PCT/US2010/021534

Recuadro No. 1 Base de esta opinión

1. Con relación al idioma, esta opinión ha sido establecida sobre la base de:
☒ la solicitud internacional en el idioma en el cual se presentó
☐ una traducción de la solicitud internacional en _____, el cual es el idioma de una traducción suministrada para los fines de la búsqueda internacional (Reglas 12.3(a) y 23.1(b)).
2. ☐ Esta opinión se ha establecido teniendo en cuenta la **rectificación de un error evidente** autorizado por o notificado a esta Autoridad bajo la Regla 91 (Regla 43bis.1(a))
3. Con relación a cualquier **secuencia de nucleótidos y/o aminoácidos** divulgada en la solicitud internacional, esta opinión ha establecido en la base de un listado de secuencia presentado o suministrado:
 - a. (medios)
☐ en papel
☐ en forma electrónica
 - b. (tiempo)
☐ en la solicitud internacional como se presentó
☐ junto con la solicitud internacional en forma electrónica
☐ subsecuentemente a esta Autoridad para fines de la búsqueda
4. ☐ Adicionalmente, en el caso que más de una versión o copia de un listado de secuencias ha sido presentado o suministrado, las declaraciones requeridas que la información en las copias subsecuentes o adicionales son idénticas a la de la solicitud como se presentó o no va más allá de la solicitud como se presentó, fueron suministradas.
5. Comentarios adicionales

**OPINIÓN ESCRITA DE LA AUTORIDAD
DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL**

 Solicitud Internacional No.
PCT/US2010/021534

Recuadro No. V Declaración motivada según la Regla 43bis.1(a)(i) con relación a la novedad, nivel inventivo o la aplicación industrial; citas y explicaciones que soportan dicha declaración

1. Declaración

Novedad (N)	Reivindicaciones	1-25	SI
	Reivindicaciones	Ninguna	NO
Nivel Inventivo (NI)	Reivindicaciones	Ninguna	SI
	Reivindicaciones	1-25	NO
Aplicación Industrial (AI)	Reivindicaciones	1-25	SI
	Reivindicaciones	Ninguna	NO

2. Citaciones y explicaciones:

Las reivindicaciones 1-3, 5-9, 11-15, 17-21, y 23-25 carecen de nivel inventivo bajo el Artículo 33(3) del PCT ya que son obvias sobre Hartman (US 6.185.946 B1) en vista de Bodell, II y otros (US 6.826.917 B1; de acá en adelante Bodell, II).

Con relación a la reivindicación 1, Hartman divulga un método de secuenciación de enfriadores para cumplir con una carga de enfriamiento variable en una planta de enfriamiento que tiene una pluralidad de enfriadores disponibles, cada enfriador disponible incluye un compresor centrífugo de velocidad variable que tiene una paleta de entrada ajustable (Título y Resumen; sistema para secuenciar enfriadores en una planta de enfriamiento de ciclo y otros sistemas que emplean todas las unidades de velocidad variable), el método comprende los pasos de: determinar cuál de los enfriadores disponibles están actualmente en línea (Col. 8, líneas 4-9; respuesta al número de enfriadores actualmente en línea, el valor de fracción de presión principal para adicionar un enfriador es calculado); para cada uno de los enfriadores actualmente en línea, monitorear una configuración actual de la paleta de entrada de un compresor centrífugo de velocidad variable correspondiente; y adicionar un enfriador basado al menos en parte en las configuraciones actuales de las paletas de entrada de los compresores de los enfriadores actualmente en línea (Col. 8, líneas 17-20; si el HPFA (fracción de presión principal para adicionar enfriador) es mayor al HPF (fracción de presión principal) actual, una secuencia de adición de enfriador trae otro enfriador en línea). Hartman no divulga para cada uno de los enfriadores actualmente en línea, monitorear una configuración actual de la paleta de entrada de un compresor centrífugo de velocidad variable correspondiente; y adicionar un enfriador basado al menos en parte en las configuraciones actuales de las paletas de entrada de los compresores de los enfriadores actualmente en línea. Sin embargo, al divulgar un sistema de control para determinar cuándo usar compresores adicionales en un sistema de refrigeración de múltiples compresores (Resumen), Bodell II, enseña para cada uno de los enfriadores actualmente en línea, monitorear una configuración actual de la paleta de entrada de un compresor centrífugo de velocidad variable correspondiente (Col. 11, líneas 50-58; medir una operación de pre-rotación de la paleta por el al menos un compresor; y comparar la posición de pre-rotación de paleta medido con una posición de pre-rotación de paleta predeterminada); y adicionar un enfriador basado al menos en parte en las configuraciones actuales de las paletas de entrada de los compresores de los enfriadores actualmente en línea (Col. 10, líneas 32-35 y Col. 11, líneas 30-58; iniciar un compresor adicional en el sistema de enfriamiento de múltiples compresores, basado en la comparación de la posición de pre-rotación de paleta medida con una posición de pre-rotación de paleta predeterminada). Por lo tanto, sería obvio para una persona versada en la materia al momento de la invención, incluir para cada uno de los enfriadores actualmente en línea, monitorear una configuración actual de la paleta de entrada de un compresor centrífugo de velocidad variable correspondiente; y adicionar un enfriador basado al menos en parte en las configuraciones actuales de las paletas de entrada de los compresores de los enfriadores actualmente en línea en la invención de Hartman como se enseñó por Bodell II con el fin de traer un punto de operación más cercano a una curva de operación de eficiencia óptima (Hartman, Resumen).

Con relación a la reivindicación 2, Hartman modificado divulga el método de la reivindicación, que comprende además adicionar un enfriador si un diferencial de presión actual a lo largo de los compresores de los enfriadores en línea es menor a un valor calculado al cual normalmente se adiciona un enfriador (Col. 8, líneas 17-20; adicionar un enfriador si el HPF actual es menor a el HPFA calculado).

Con relación a la reivindicación 3, Hartman modificado divulga el método de la reivindicación 2, pero no divulga que además comprende adicionar un enfriador si las configuraciones de las paletas de entrada están abiertas por encima de un valor de umbral predeterminado. Sin embargo, Bodell II enseña que además comprende adicionar un enfriador si las configuraciones de las paletas de entrada están abiertas por encima de un valor de umbral predeterminado (Col. 10, líneas 32-35 y Col. 11, líneas 30-58; iniciar un compresor adicional en el sistema enfriador de múltiples compresores, basado en la medición de una operación de pre-rotación de paleta para el por lo menos un compresor y comparar la posición de pre-rotación de paleta medida con una posición de pre-rotación de paleta predeterminada). Por lo tanto, sería obvio para una persona versada en la materia al momento de la invención, incluir la limitación anterior en la invención de Hartman como se enseñó por Bodell, II con el fin de traer un punto de operación más cercano a una curva de operación de eficiencia óptima (Hartman, Resumen).

Con relación a la reivindicación 5, Hartman modificado divulga el método de la reivindicación 1, que además comprende modificar la velocidad del compresor de modo que se mantienen las velocidades respectivas de todos los compresores en línea por encima de una velocidad mínima predeterminada en todo momento (Col. 9, líneas 1-4; ajustar la velocidad del número ajustado de los enfriadores en línea de modo que se mejore la eficiencia de operación general del sistema).

Con relación a la reivindicación 6, Hartman modificado divulga el método de la reivindicación 1, en donde una decisión de adicionar o quitar un enfriador incluye monitorear la velocidad de los compresores centrífugos (Col. 9, líneas 1-4; ajustar la velocidad del número ajustado de los enfriadores en línea de modo que se mejore la eficiencia de operación general del sistema); monitorear las configuraciones de las paletas de entrada; y adicionar un enfriador basado en parte en la velocidad de los compresores centrífugos y las configuraciones de las paletas de entrada (Col. 8, línea 64 a Col. 9, línea 4; ajustar el número de enfriadores para mejorar la eficiencia de operación general del sistema mientras que se permite que el sistema

acomode la carga al ajustar la velocidad del número ajustado de los enfriadores en línea). Hartman no divulga monitorear las configuraciones de las paletas de entrada; y adicionar un enfriador basado en parte en la velocidad de los compresores centrífugos y las configuraciones de las paletas de entrada. Sin embargo, Bodell, II enseña monitorear las configuraciones de las paletas de entrada (Col. 11, líneas 50-58; medir una operación de pre-rotación de la paleta por el al menos un compresor; y comparar la posición de pre-rotación de paleta medido con una posición de pre-rotación de paleta predeterminada); y adicionar un enfriador basado en parte en la velocidad de los compresores centrífugos y las configuraciones de las paletas de entrada (Col. 10, líneas 32-35 y Col. 11, líneas 30-58; iniciar un compresor adicional en el sistema enfriador de múltiples compresores, basado en la medición de una operación de pre-rotación de paleta para el por lo menos un compresor y comparar la posición de pre-rotación de paleta medida con una posición de pre-rotación de paleta predeterminada). Por lo tanto, sería obvio para una persona versada en la materia al momento de la invención, incluir las limitaciones anteriores en la invención de Hartman como se enseñó por Bodell, II con el fin de traer un punto de operación más cercano a una curva de operación de eficiencia óptima (Hartman, Resumen).

Continúa en el Recuadro Suplementario

Formulario PCT/ISA/237 (Recuadro No. V) (Julio 2009)

**OPINIÓN ESCRITA DE LA AUTORIDAD
DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL**

 Solicitud Internacional No.
PCT/US2010/021534

Recuadro Suplementario

En caso que el espacio en alguno de los cuadros anteriores no sea suficiente.
Continuación de:
Recuadro V

Con relación a la reivindicación 7, Hartman divulga un método para secuenciar enfriadores para cumplir con una carga de enfriamiento variable en una planta de enfriamiento que tiene una pluralidad de enfriadores disponibles, cada enfriador disponible incluye un compresor centrífugo de velocidad variable que tiene una paleta de entrada ajustable (Título; sistema para secuenciar enfriadores en una planta de enfriamiento de ciclo y otros sistemas que emplean todas las unidades de velocidad variable), el método comprende los pasos de: determinar cuál de los enfriadores disponibles están actualmente en línea (Col. 7, líneas 26-29; 'n' es el número de enfriadores de tamaño igual actualmente en línea); para cada uno de los enfriadores actualmente en línea, monitorear una configuración actual de la paleta de entrada de un compresor centrífugo de velocidad variable correspondiente; y quitar un enfriador basado al menos en parte en las configuraciones actuales de las paletas de entrada de los compresores de los enfriadores actualmente en línea (Col. 8, líneas 29-33; si el HPFS calculado es menor que el HPF actual, iniciar una secuencia de "eliminación de enfriador" para sacar un enfriador de línea). Hartman no divulga para cada uno de los enfriadores actualmente en línea, monitorear una configuración actual de la paleta de entrada de un compresor centrífugo de velocidad variable correspondiente; y quitar un enfriador basado al menos en parte en las configuraciones actuales de las paletas de entrada de los compresores de los enfriadores actualmente en línea. Sin embargo, al divulgar un sistema de control para determinar cuándo usar los compresores adicionales en un sistema de refrigeración de múltiples compresores (Resumen), Bodell, II enseña para cada uno de los enfriadores actualmente en línea, monitorear una configuración actual de la paleta de entrada de un compresor centrífugo de velocidad variable correspondiente (Col. 11, líneas 50-58; medir una operación de pre-rotación de la paleta por el al menos un compresor; y comparar la posición de pre-rotación de paleta medido con una posición de pre-rotación de paleta predeterminada); y adicionar un enfriador basado al menos en parte en las configuraciones actuales de las paletas de entrada de los compresores de los enfriadores actualmente en línea (Col. 10, líneas 32-35 y Col. 11, líneas 30-58; iniciar un compresor adicional en el sistema enfriador de múltiples compresores, basado en la medición de una operación de pre-rotación de paleta para el por lo menos un compresor y comparar la posición de pre-rotación de paleta medida con una posición de pre-rotación de paleta predeterminada). Por lo tanto, sería obvio para una persona versada en la materia al momento de la invención, incluir para cada uno de los enfriadores actualmente en línea, monitorear una configuración actual de la paleta de entrada de un compresor centrífugo de velocidad variable correspondiente; y quitar un enfriador basado al menos en parte en las configuraciones actuales de las paletas de entrada de los compresores de los enfriadores actualmente en línea en la invención de Hartman como se enseñó por Bodell, II con el fin de traer un punto de operación más cercano a una curva de operación de eficiencia óptima (Hartman, Resumen).

Con relación a la reivindicación 8, Hartman modificado divulga el método de la reivindicación 7, que además comprende quitar un enfriador si un diferencial de presión actual a lo largo de los compresores de los enfriadores en línea es mayor a un valor calculado al cual normalmente se quita un enfriador (Col. 8, líneas 29-33; si el HPFS calculado es menor al HPF actual, iniciar una secuencia de "eliminación de enfriador" para sacar un enfriador de línea).

Con relación a la reivindicación 9, Hartman modificado divulga el método de la reivindicación 8, que además comprende quitar un enfriador (Col. 8, líneas 29-33; si el HPFS calculado es menor al HPF actual, iniciar una secuencia de "eliminación de enfriador" para sacar un enfriador de línea) si las configuraciones de las paletas de entrada están abiertas por debajo de un valor de umbral predeterminado. Hartman no divulga si las configuraciones de las paletas de entrada están abiertas por debajo de un valor de umbral predeterminado. Sin embargo, Bodell, II enseña si las configuraciones de las paletas de entrada están abiertas por debajo de un valor de umbral predeterminado (Col. 10, líneas 32-35 y Col. 11, líneas 30-58; medir una operación de pre-rotación de paleta para el por lo menos un compresor; y comparar la posición de pre-rotación de paleta medida con una posición de pre-rotación de paleta predeterminada). Por lo tanto, sería obvio para una persona versada en la materia al momento de la invención, incluir las limitaciones anteriores en la invención de Hartman como se enseñó por Bodell, II con el fin de traer un punto de operación más cercano a una curva de operación de eficiencia óptima (Hartman, Resumen).

Con relación a la reivindicación 11, Hartman modificado divulga el método de la reivindicación 7, que además comprende modificar la velocidad del compresor de modo que se mantienen las velocidades respectivas de todos los compresores en línea por encima de una velocidad mínima predeterminada en todo momento. (Col. 9, líneas 1-4; ajustar la velocidad del número ajustado de enfriadores en línea para mejorar la eficiencia de operación general del sistema).

Con relación a la reivindicación 12, Hartman modificado divulga el método de la reivindicación 7, en donde una decisión de adicionar o quitar un enfriador incluye monitorear la velocidad de los compresores centrífugos (Col. 9, líneas 1-4; ajustar la velocidad del número ajustado de enfriadores en línea de modo que se mejore la eficiencia de operación general del sistema; monitorear las configuraciones de las paletas de entrada; y adicionar un enfriador basado en parte en la velocidad de los compresores centrífugos y las configuraciones de las paletas de entrada (Col. 8, línea 65 a Col. 9, línea 4; ajustar el número de enfriadores para mejorar la eficiencia de operación general del sistema mientras que se permite que el sistema acomode la carga al ajustar la velocidad del número ajustado de los enfriadores en línea). Hartman no divulga monitorear las configuraciones de las paletas de entrada; y adicionar un enfriador basado en parte en la velocidad de los compresores centrífugos y las configuraciones de las paletas de entrada. Sin embargo, Bodell, II enseña monitorear las configuraciones de las paletas de entrada (Col. 11, líneas 50-58; medir una operación de pre-rotación de paleta para el por lo menos un compresor; y comparar la posición de pre-rotación de paleta medida con una posición de pre-rotación de paleta predeterminada); y adicionar un enfriador basado en parte en la velocidad de los compresores centrífugos y las configuraciones de las paletas de entrada (Col. 10, líneas 32-35 y Col. 11, líneas 30-58; iniciar un compresor adicional en el sistema de enfriamiento de múltiples compresores, basado en la medición de una operación de pre-rotación de paleta para el por lo menos un compresor; y comparar la posición de pre-rotación de paleta medida con una posición de pre-rotación de paleta predeterminada). Por lo tanto, sería obvio para una persona versada en la materia al momento de la invención, incluir las limitaciones anteriores en la invención de Hartman como se enseñó por Bodell, II con el fin de traer un punto de operación más cercano a una curva de operación de eficiencia óptima (Hartman, Resumen).

Continúa en el Siguiente Recuadro Suplementario

Formulario PCT/ISA/237 (Recuadro Suplementario) (Julio 2009)

**OPINIÓN ESCRITA DE LA AUTORIDAD
DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL**

 Solicitud Internacional No.
PCT/US2010/021534

Recuadro Suplementario

En caso que el espacio en alguno de los cuadros anteriores no sea suficiente.

Continuación de:

Recuadro Suplementario Anterior

Con relación a la reivindicación 13, Hartman divulga un método para secuenciar compresores centrífugos de velocidad variable en un sistema de enfriamiento que tiene una pluralidad de compresores disponibles, cada compresor disponible tiene una paleta de entrada ajustable (Título; sistema para secuenciar enfriadores en una planta de enfriamiento de ciclo y otros sistemas que emplean todas las unidades de velocidad variable), el método comprende los pasos de: determinar cuál de los compresores disponibles están actualmente en línea (Col. 8, líneas 4-9; respuesta al número de enfriadores actualmente en línea, se calcula el valor de fracción de presión principal para adicionar un enfriador); para cada uno de los compresores actualmente en línea, monitorear una configuración actual de la paleta de entrada ajustable; y adicionar un compresor basado al menos en parte en las configuraciones actuales de las paletas de entrada de los compresores actualmente en línea (Col. 8, líneas 17-20; si el HPFA (fracción de presión principal para adicionar enfriador) es mayor al HPF (fracción de presión principal) actual, una secuencia de adición de enfriador trae otro enfriador en línea). Hartman no divulga para cada uno de los compresores actualmente en línea, monitorear una configuración actual de la paleta de entrada ajustable; y adicionar un compresor basado al menos en parte en las configuraciones actuales de las paletas de entrada de los compresores actualmente en línea. Sin embargo, al divulgar un sistema de control para determinar cuándo usar compresores adicionales en un sistema de refrigeración de múltiples compresores (Col. 11, líneas 50-58; medir una operación de pre-rotación de paleta para el por lo menos un compresor; y comparar la posición de pre-rotación de paleta medida con una posición de pre-rotación de paleta predeterminada); y adicionar un compresor basado al menos en parte en las configuraciones actuales de las paletas de entrada de los compresores actualmente en línea (Col. 10, líneas 32-35 y Col. 11, líneas 30-58; iniciar un compresor adicional en el sistema de enfriamiento de múltiples compresores, basado en la medición de una operación de pre-rotación de paleta para el por lo menos un compresor; y comparar la posición de pre-rotación de paleta medida con una posición de pre-rotación de paleta predeterminada). Por lo tanto, sería obvio para una persona versada en la materia al momento de la invención, incluir para cada uno de los compresores actualmente en línea, monitorear una configuración actual de la paleta de entrada ajustable; y adicionar un compresor basado al menos en parte en las configuraciones actuales de las paletas de entrada de los compresores actualmente en línea en la invención de Hartman como se enseñó por Bodell, II con el fin de traer un punto de operación más cercano a una curva de operación de eficiencia óptima (Hartman, Resumen).

Con relación a la reivindicación 14, Hartman modificado divulga el método de la reivindicación 13, que además comprende adicionar un compresor si un diferencial de presión actual a lo largo de los compresores en línea es menor a un valor calculado en el cual normalmente se adiciona un compresor (Col. 8, líneas 17-20; adicionar un enfriador si el HPF actual es menor que el HPFA calculado).

Con relación a la reivindicación 15, Hartman modificado divulga el método de la reivindicación 11, pero no divulga que además comprende adicionar un compresor si las configuraciones de las paletas de entrada están abiertas por encima de un valor de umbral predeterminado. Sin embargo, Bodell, II enseña que además comprende adicionar un compresor si las configuraciones de las paletas de entrada están abiertas por encima de un valor de umbral predeterminado (Col. 10, líneas 32-35 y Col. 11, líneas 30-58; iniciar un compresor adicional en el sistema de enfriamiento de múltiples compresores, basado en la medición de una operación de pre-rotación de paleta para el por lo menos un compresor; y comparar la posición de pre-rotación de paleta medida con una posición de pre-rotación de paleta predeterminada). Por lo tanto, sería obvio para una persona versada en la materia al momento de la invención, incluir la anterior limitación en la invención de Hartman como se enseñó por Bodell, II con el fin de traer un punto de operación más cercano a una curva de operación de eficiencia óptima (Hartman, Resumen).

Con relación a la reivindicación 17, Hartman modificado divulga el método de la reivindicación 11, que además comprende modificar la velocidad del compresor de modo que se mantengan las velocidades respectivas de todos los compresores en línea por encima de una velocidad mínima predeterminada en todo momento (Col. 9, líneas 1-4; ajustar la velocidad del número ajustado de los enfriadores en línea para mejorar la eficiencia de operación general del sistema).

Con relación a la reivindicación 18, Hartman modificado divulga el método de la reivindicación 11, en donde una decisión de adicionar o quitar un compresor incluye monitorear la velocidad de los compresores centrífugos (Col. 9, líneas 1-4; ajustar la velocidad del número ajustado de enfriadores en línea de modo que se mejore la eficiencia de operación general del sistema); monitorear las configuraciones de las paletas de entrada; y quitar un compresor basado en parte en la velocidad de los compresores centrífugos y las configuraciones de las paletas de entrada (Col. 8, línea 65 a Col. 9, línea 4; ajustar el número de enfriadores para mejorar la eficiencia de operación general del sistema mientras que se permite que el sistema acomode la carga al ajustar la velocidad del número ajustado de los enfriadores en línea). Hartman no divulga monitorear las configuraciones de las paletas de entrada; y quitar un compresor basado en parte en la velocidad de los compresores centrífugos y las configuraciones de las paletas de entrada. Sin embargo, Bodell, II enseña monitorear las configuraciones de las paletas de entrada (Col. 11, líneas 50-58; medir una operación de pre-rotación de paleta para el por lo menos un compresor; y comparar la posición de pre-rotación de paleta medida con una posición de pre-rotación de paleta predeterminada); y quitar un compresor basado en parte en la velocidad de los compresores centrífugos y las configuraciones de las paletas de entrada (Col. 10, líneas 32-35 y Col. 11, líneas 30-58; iniciar un compresor adicional en el sistema de enfriamiento de múltiples compresores, basado en la medición de una operación de pre-rotación de paleta para el por lo menos un compresor; y comparar la posición de pre-rotación de paleta medida con una posición de pre-rotación de paleta predeterminada). Por lo tanto, sería obvio para una persona versada en la materia al momento de la invención, incluir las limitaciones anteriores en la invención de Hartman como se enseñó por Bodell, II con el fin de traer un punto de operación más cercano a una curva de operación de eficiencia óptima (Hartman, Resumen).

Continúa en el Siguiente Recuadro Suplementario

**OPINIÓN ESCRITA DE LA AUTORIDAD
DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL**

 Solicitud Internacional No.
PCT/US2010/021534

Recuadro Suplementario

En caso que el espacio en alguno de los recuadros anteriores no sea suficiente.

Continuación de:

Recuadro Suplementario Anterior

Con relación a la reivindicación 19, Hartman divulga un método para secuenciar compresores centrífugos de velocidad variable en un sistema de enfriamiento que tiene una pluralidad de compresores disponibles, cada compresor disponible tiene una paleta de entrada ajustable (Título: sistema para secuenciar enfriadores en una planta de enfriamiento de ciclo y otros sistemas que emplean todas las unidades de velocidad variable), el método comprende los pasos de: determinar cuál de los compresores disponibles están actualmente en línea (Col. 7, líneas 26-29; 'n' es el número de enfriadores de tamaño igual actualmente en línea); para cada uno de los compresores actualmente en línea, monitorear una configuración actual de la paleta de entrada; y quitar un compresor basado al menos en parte en las configuraciones actuales de las paletas de entrada de los compresores actualmente en línea (Col. 8, líneas 29-33; si el HPFS calculado es menor al HPF actual, iniciar una secuencia de "eliminación de enfriador" para sacar un enfriador de línea). Hartman no divulga para cada uno de los compresores actualmente en línea, monitorear una configuración actual de la paleta de entrada; y quitar un compresor basado al menos en parte en las configuraciones actuales de las paletas de entrada de los compresores actualmente en línea. Sin embargo, al divulgar un sistema de control para determinar cuándo usar compresores adicionales en un sistema de refrigeración de múltiples compresores (Col. 11, líneas 50-58; medir una operación de pre-rotación de paleta para el por lo menos un compresor; y comparar la posición de pre-rotación de paleta medida con una posición de pre-rotación de paleta predeterminada); y quitar un compresor basado al menos en parte en las configuraciones actuales de las paletas de entrada de los compresores actualmente en línea (Col. 10, líneas 32-35 y Col. 11, líneas 30-58; iniciar un compresor adicional en el sistema de enfriamiento de múltiples compresores, basado en la medición de una operación de pre-rotación de paleta para el por lo menos un compresor; y comparar la posición de pre-rotación de paleta medida con una posición de pre-rotación de paleta predeterminada). Por lo tanto, sería obvio para una persona versada en la materia al momento de la invención, incluir para cada uno de los compresores actualmente en línea, monitorear una configuración actual de la paleta de entrada; y quitar un compresor basado al menos en parte en las configuraciones actuales de las paletas de entrada de los compresores actualmente en línea en la invención de Hartman como se enseñó por Bodell, II con el fin de traer un punto de operación más cercano a una curva de operación de eficiencia óptima (Hartman, Resumen).

Con relación a la reivindicación 20, Hartman modificado divulga el método de la reivindicación 19, que además comprende quitar un compresor si un diferencial de presión actual a lo largo de los compresores en línea es mayor a un valor calculado en el cual normalmente se quita un compresor (Col. 8, líneas 29-33; si el HPFS calculado es menor que el HPF actual, iniciar una secuencia de "eliminación de enfriador" para sacar un enfriador de línea).

Con relación a la reivindicación 21, Hartman modificado divulga el método de la reivindicación 20, que además comprende quitar un compresor (Col. 8, líneas 29-33; si el HPFS calculado es menor que el HPF actual, iniciar una secuencia de "eliminación de enfriador" para sacar un enfriador de línea) si las configuraciones de las paletas de entrada están por debajo de un valor de umbral predeterminado. Hartman no divulga si las configuraciones de las paletas de entrada están por debajo de un valor de umbral predeterminado. Sin embargo, Bodell, II enseña si las configuraciones de las paletas de entrada están por debajo de un valor de umbral predeterminado (Col. 10, líneas 32-35 y Col. 11, líneas 30-58; medir una operación de pre-rotación de paleta para el por lo menos un compresor; y comparar la posición de pre-rotación de paleta medida con una posición de pre-rotación de paleta predeterminada). Por lo tanto, sería obvio para una persona versada en la materia al momento de la invención, incluir las limitaciones anteriores en la invención de Hartman como se enseñó por Bodell, II con el fin de traer un punto de operación más cercano a una curva de operación de eficiencia óptima (Hartman, Resumen).

Con relación a la reivindicación 23, Hartman modificado divulga el método de la reivindicación 19, que además comprende modificar la velocidad del compresor de modo que se mantienen las velocidades respectivas de todos los compresores en línea por encima de una velocidad mínima predeterminada en todo momento (Col. 9, líneas 1-4; ajustar la velocidad del número ajustado de los enfriadores en línea para mejorar la eficiencia de operación general del sistema).

Con relación a la reivindicación 24, Hartman modificado divulga el método de la reivindicación 19, en donde una decisión de adicionar o quitar un compresor incluye monitorear la velocidad de los compresores centrífugos (Col. 9, líneas 1-4; ajustar la velocidad del número ajustado de enfriadores en línea de modo que se mejore la eficiencia de operación general del sistema); monitorear las configuraciones de las paletas de entrada; y quitar un compresor basado en parte en la velocidad de los compresores centrífugos y las configuraciones de las paletas de entrada (Col. 8, línea 65 a Col. 9, línea 4; ajustar el número de enfriadores para mejorar la eficiencia de operación general del sistema mientras que se permite que el sistema acomode la carga al ajustar la velocidad del número ajustado de los enfriadores en línea). Hartman no divulga monitorear las configuraciones de las paletas de entrada; y quitar un compresor basado en parte en la velocidad de los compresores centrífugos y las configuraciones de las paletas de entrada. Sin embargo, Bodell, II enseña monitorear las configuraciones de las paletas de entrada (Col. 11, líneas 50-58; medir una operación de pre-rotación de paleta para el por lo menos un compresor; y comparar la posición de pre-rotación de paleta medida con una posición de pre-rotación de paleta predeterminada); y quitar un compresor basado en parte en la velocidad de los compresores centrífugos y las configuraciones de las paletas de entrada (Col. 10, líneas 32-35 y Col. 11, líneas 30-58; iniciar un compresor adicional en el sistema de enfriamiento de múltiples compresores, basado en la medición de una operación de pre-rotación de paleta para el por lo menos un compresor; y comparar la posición de pre-rotación de paleta medida con una posición de pre-rotación de paleta predeterminada). Por lo tanto, sería obvio para una persona versada en la materia al momento de la invención, incluir las limitaciones anteriores en la invención de Hartman como se enseñó por Bodell, II con el fin de traer un punto de operación más cercano a una curva de operación de eficiencia óptima (Hartman, Resumen).

Con relación a la reivindicación 25, Hartman divulga un medio legible por computador que tiene instrucciones ejecutables por computador almacenadas en el mismo y ejecutadas por al menos un dispositivo para secuenciar enfriadores o compresores para cumplir con una carga de enfriamiento variable en una planta de enfriamiento que tiene una pluralidad de enfriadores disponibles, cada enfriador disponible incluye uno o más compresores centrífugos de velocidad variable, cada compresor tiene una paleta de entrada ajustable (Título: sistema para secuencias enfriadores en una planta de enfriamiento de ciclo y otros sistemas que emplean todas las unidades de velocidad variable), en donde las instrucciones resultan en: adicionar o quitar un enfriador o compresor (Col. 8, líneas 17-20 y Col. 8, líneas 29-33; si el HPFA (fracción de presión principal para adicionar enfriador) es mayor al HPF (fracción de presión principal) actual, una secuencia de adición de

enfriador trac otro enfriador en línea, y si el HPFS calculado es menor que el HPF actual, iniciar una secuencia de "eliminación de enfriador" para sacar un enfriador de línea) basado al menos en parte en las configuraciones actuales de las paletas de entrada de los compresores de los enfriadores o compresores actualmente en línea. Hartman no divulga adicionar o quitar un enfriador o compresor basado al menos en parte en las configuraciones actuales de las paletas de entrada de los compresores de los enfriadores o compresores actualmente en línea. Sin embargo, al divulgar un sistema de control para determinar cuándo usar compresores adicionales en un sistema de refrigeración de múltiples compresores (Resumen), Bodell, II enseña adicionar o quitar un enfriador o compresor basado al menos en parte en las configuraciones actuales de las paletas de entrada de los compresores de los enfriadores o compresores actualmente en línea (Col. 10, líneas 32-35 y Col. 11, líneas 30-58; iniciar un compresor adicional en el sistema de enfriamiento de múltiples compresores, basado en la medición de una operación de pre-rotación de paleta para el por lo menos un compresor; y comparar la posición de pre-rotación de paleta medida con una posición de pre-rotación de paleta predeterminada). Por lo tanto, sería obvio para una persona versada en la materia al momento de la invención, incluir la anterior limitación en la invención de Hartman como se enseñó por Bodell, II con el fin de traer un punto de operación más cercano a una curva de operación de eficiencia óptima (Hartman, Resumen).

Continúa en el Siguiete Recuadro Suplementario

Formulario PCT/ISA/237 (Recuadro Suplementario) (Julio 2009)

**OPINIÓN ESCRITA DE LA AUTORIDAD
DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL**

Solicitud Internacional No.
PCT/US2010/021534

Recuadro Suplementario

En caso que el espacio en alguno de los cuadros anteriores no sea suficiente.

Continuación de:

Recuadro Suplementario Anterior

Las reivindicaciones 4, 10, 16 y 22 carecen de nivel inventivo bajo el Artículo 33(3) del PCT ya que son obvias sobre Hartman (US 6.185.946 B1) en vista de Bodell, II y otros (US 6.826.917 B1; en adelante Bodell, II), y en vista además de Howard (US 6.557.361 B1).

Con relación a la reivindicación 4, Hartman modificado divulga el método de la reivindicación 1, pero no divulga que además comprende ajustar el valor calculado al cual normalmente se adiciona un enfriador si las paletas de entrada están abiertas por debajo de un valor de umbral predeterminado. Sin embargo, al divulgar un sistema de refrigeración en cascada (Resumen), Howard enseña que además comprende ajustar el valor calculado al cual normalmente se adiciona un enfriador si las paletas de entrada están abiertas por debajo de un valor de umbral predeterminado (Col. 1, línea 65 a Col. 2, línea 12; ajustar la operación del primer compresor y el segundo compresor para estar más cerca de dichas presiones de operación más eficiente basado en la entrada monitoreada y la presión de salida de cada uno del primer compresor y el segundo compresor). Por lo tanto, sería obvio para una persona versada en la materia al momento de la invención, incluir las limitaciones anteriores en la invención de Hartman en vista de Bodell II, como se enseñó por Howard con el fin de traer un punto de operación más cercano a una curva de operación de eficiencia óptima (Hartman, Resumen).

Con relación a la reivindicación 10, Hartman modificado divulga el método de la reivindicación 7, pero no divulga que además comprende ajustar el valor calculado al cual normalmente se quita un enfriador si las paletas de entrada están abiertas por debajo de un valor de umbral predeterminado. Sin embargo, al divulgar un sistema de refrigeración en cascada (Resumen), Howard enseña que además comprende ajustar el valor calculado al cual normalmente se quita un enfriador si las paletas de entrada están abiertas por debajo de un valor de umbral predeterminado (Col. 1, línea 65 a Col. 2, línea 12; ajustar la operación del primer compresor y el segundo compresor para estar más cerca de dichas presiones de operación más eficiente basado en la entrada monitoreada y la presión de salida de cada uno del primer compresor y el segundo compresor). Por lo tanto, sería obvio para una persona versada en la materia al momento de la invención, incluir las limitaciones anteriores en la invención de Hartman en vista de Bodell II, como se enseñó por Howard con el fin de traer un punto de operación más cercano a una curva de operación de eficiencia óptima (Hartman, Resumen).

Con relación a la reivindicación 16, Hartman modificado divulga el método de la reivindicación 13, pero no divulga que además comprende ajustar el valor calculado al cual normalmente se adiciona un compresor si las paletas de entrada están abiertas por debajo de un valor de umbral predeterminado. Sin embargo, al divulgar un sistema de refrigeración en cascada (Resumen), Howard enseña que además comprende ajustar el valor calculado al cual normalmente se adiciona un compresor si las paletas de entrada están abiertas por debajo de un valor de umbral predeterminado (Col. 1, línea 65 a Col. 2, línea 12; ajustar la operación del primer compresor y el segundo compresor para estar más cerca de dichas presiones de operación más eficiente basado en la entrada monitoreada y la presión de salida de cada uno del primer compresor y el segundo compresor). Por lo tanto, sería obvio para una persona versada en la materia al momento de la invención, incluir las limitaciones anteriores en la invención de Hartman en vista de Bodell II, como se enseñó por Howard con el fin de traer un punto de operación más cercano a una curva de operación de eficiencia óptima (Hartman, Resumen).

Con relación a la reivindicación 22, Hartman modificado divulga el método de la reivindicación 19, pero no divulga que además comprende ajustar el valor calculado al cual normalmente se quita un compresor si las paletas de entrada están abiertas por debajo de un valor de umbral predeterminado. Sin embargo, al divulgar un sistema de refrigeración en cascada (Resumen), Howard enseña que además comprende ajustar el valor calculado al cual normalmente se quita un compresor si las paletas de entrada están abiertas por debajo de un valor de umbral predeterminado (Col. 1, línea 65 a Col. 2, línea 12; ajustar la operación del primer compresor y el segundo compresor para estar más cerca de dichas presiones de operación más eficiente basado en la entrada monitoreada y la presión de salida de cada uno del primer compresor y el segundo compresor). Por lo tanto, sería obvio para una persona versada en la materia al momento de la invención, incluir las limitaciones anteriores en la invención de Hartman en vista de Bodell II, como se enseñó por Howard con el fin de traer un punto de operación más cercano a una curva de operación de eficiencia óptima (Hartman, Resumen).

Las reivindicaciones 1-25 cumplen con el criterio establecido en el Artículo 33(4) del PCT, y por lo tanto, tienen aplicación industrial debido a que la materia objeto reivindicada puede ser hecha o usada en la industria.

ARTES FINALES 12cm x 12cm

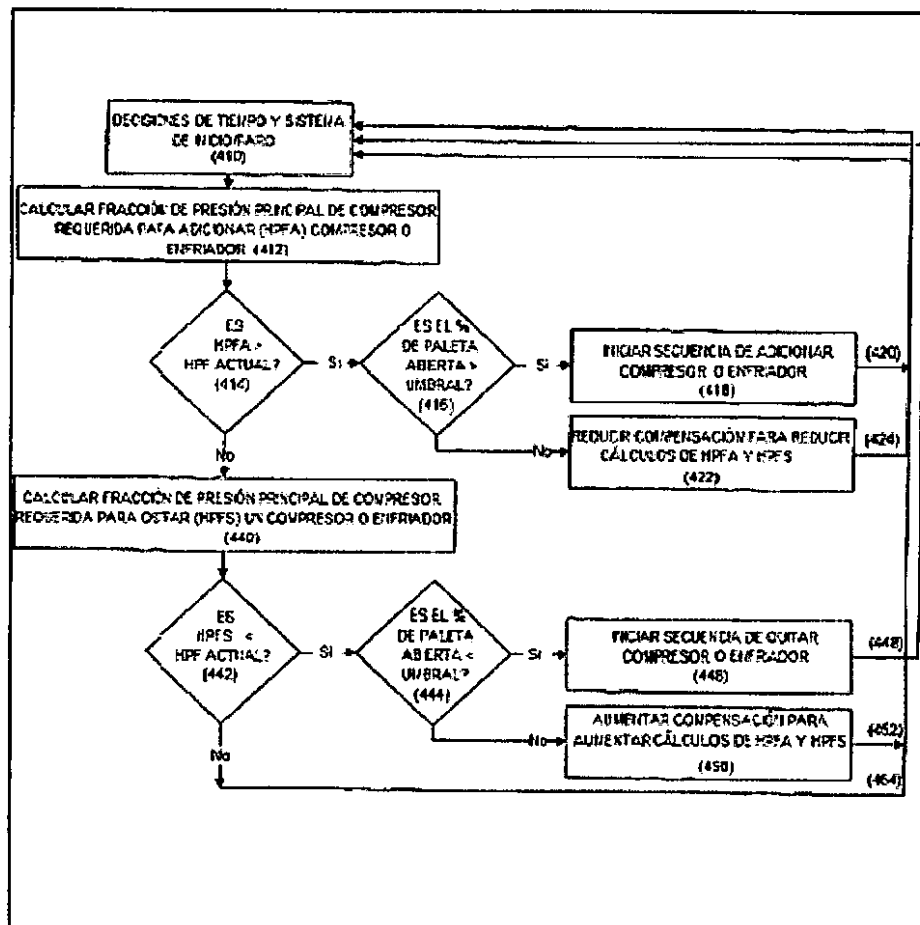
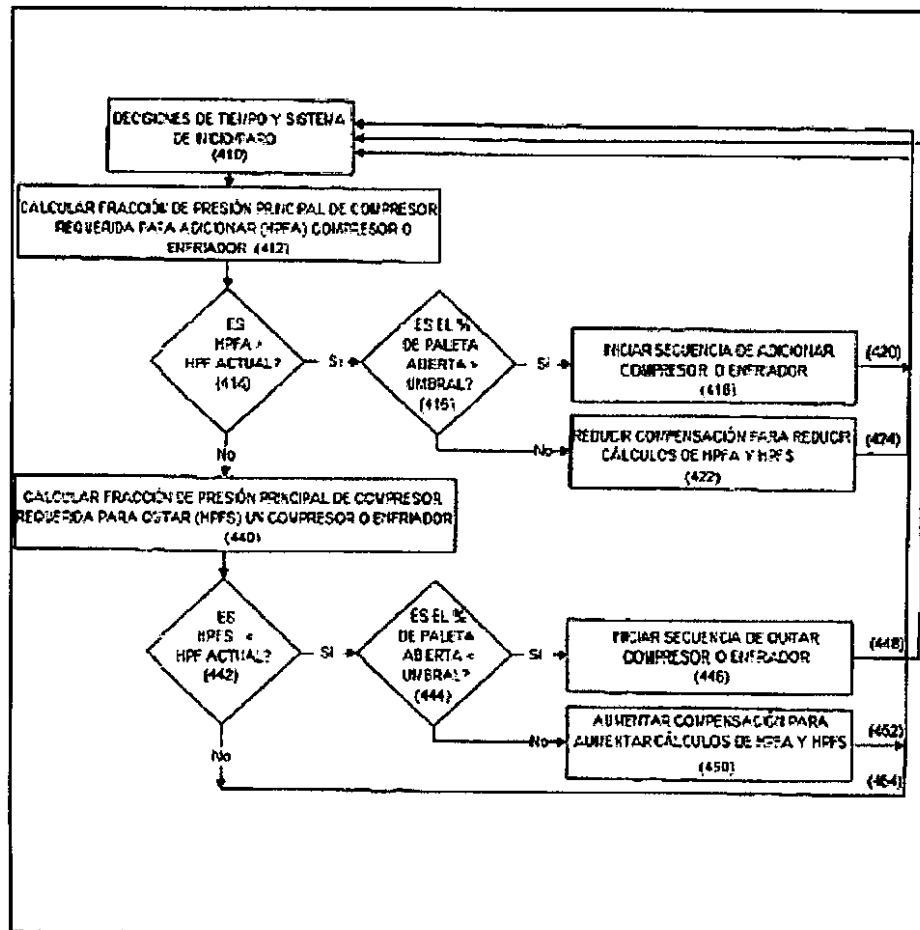


TABLA DE CONTENIDO

Documento	Página
Formulario Solicitud	1
Comprobante de pago de la Tasa por Presentación de la Solicitud	3
Título y Resumen	5
Descripción	6
Reivindicaciones	18
Dibujos	23
Copia de la Solicitud Internacional	28
Copia del Reporte Internacional de Búsqueda (ISR)	49
Traducción simple al Español del Reporte Internacional de Búsqueda (ISR)	50
Copia del Reporte Preliminar Internacional de Patentabilidad Capítulo I	52
Copia de la Opinión Escrita de la ISA	53
Traducción simple al Español del IPRP capítulo I y de la WO	60
Figura representativa	70



No. 11-112540-00000-0000

Fecha: 2011-09-01 15:26:35 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 71

PATENTE DE INVENCION ☐

MODELO DE I

- ☐ Indicación que se solicita una patente.
 - ☐ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
 - ☐ Descripción de la invención
 - ☐ Dibujos de ser estos pertinentes
 - ☐ Comprobante de pago de las tasas establecidas (De ser el caso formato de descuento)
- Completa ☐ Incompleta ☐

PATENTE DE INVENCION PCT ☒

MODELO DE UTILIDAD PCT ☐

Art.33 Decisión 486/00, Circular Única

- ☒ Indicación que se solicita una PCT
 - ☒ Copia de la solicitud en español, tal como fue presentada inicialmente (capítulo descriptivo, reivindicatorio, resumen)
 - ☒ Dibujos de ser estos pertinentes
 - ☒ Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)
- Completa ☒ Incompleta ☐

DISEÑO INDUSTRIAL ☐

(Art. 119 Decisión 486/00)

- ☐ Indicación que se solicita Diseño industrial
 - ☐ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
 - ☐ Representación gráfica y fotográfica del Diseño industrial o muestra del material que incorpora el diseño
 - ☐ Comprobante de pago de las tasas establecidas
- Completa ☐ Incompleta ☐

ESQUEMA DE TRAZADO ☐

(Art. 92 Decisión 486/00)

- ☐ Indicación que se solicita un esquema de trazado
 - ☐ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
 - ☐ Representación gráfica de un esquema de trazado
 - ☐ Comprobante de pago de las tasas establecidas
- Completa ☐ Incompleta ☐