

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
 Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

473799

(19) ES	(11) NUMERO	473.799	(10) A1
	(21)		
	(22) FECHA DE PRESENTACION	29-9-1978	

E 20 FEB. 1979

PATENTE DE INVENCION

(30) PRIORIDADES: (31) NUMERO 838.106	(32) FECHA 30-9-1977	(33) PAIS EE.UU.
---	-----------------------------	-------------------------

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL <i>F25B</i>	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
--------------------------	---	--

(64) TITULO DE LA INVENCION	"PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA TRANSFERENCIA DE CALOR"
-----------------------------	---

(71) SOLICITANTE (S)	LYNN ERNEST TERRY	(PC-1042/SPN/0)
----------------------	-------------------	-----------------

DOMICILIO DEL SOLICITANTE	22 Suncrest Avenue, Bridgeton, N.J. 08302, EE.UU.
---------------------------	---

(72) INVENTOR (ES)	El mismo solicitante
--------------------	----------------------

(73) TITULAR (ES)	
-------------------	--

(74) REPRESENTANTE	DON ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ	(P.-70.115)
--------------------	---------------------------------	-------------

jga

1 Este invento se refiere a sistemas de absorción
hidrógeno-hidruro, es decir a sistemas en los que materia-
les hidrurables reversiblemente son alternativamente hidru-
rados y deshidrurados con absorción exotérmica y desorción
5 endotérmica del hidrógeno, que se transfiere entre los ma-
teriales, y a su empleo para la transferencia de energía
térmica entre una fuente de calor y un sumidero de calor a
temperaturas diferentes, para producir un efecto de refri-
geración o de bomba de calor o ambos.

10 El sistema básico de esta clase comprende dos
materiales hidrurables diferentes, cuyos hidruros tienen di-
ferentes temperaturas de descomposición a una presión de
trabajo dada, encerrados en una atmósfera que contiene hi-
drógeno. El empleo de este sistema como bomba de calor se
15 describe en la memoria descriptiva de la patente de EE.UU.
4.044.819.

El primer hidruro se descompone calentándolo a
una temperatura elevada, superior a su temperatura de des-
composición, con la liberación de hidrógeno, que eleva la
20 presión y se absorbe exotérmicamente en el segundo material
y lo hidrura, material que se mantiene a una temperatura
intermedia inferior por debajo de su temperatura de descom-
posición a la presión elevada, siendo extraído el calor li-
berado y suministrado a una carga o sumidero. El segundo
25 hidruro se enfría luego, reduciendo así su presión, por
exposición a una fuente de calor a una temperatura baja que
es superior a su temperatura de descomposición a la presión
inferior. El segundo hidruro desorbe hidrógeno con absor-
ción de calor y el hidrógeno se absorbe exotérmicamente en
30 el primer material y lo hidrura, con desprendimiento adi-

1 cional de calor a la carga de temperatura intermedia. Ca-
lentando de nuevo el primer material, se repite el ciclo,
siendo el efecto global la transferencia de calor desde
5 ambas fuentes de temperatura baja y elevada a la carga de
temperatura intermedia.

De acuerdo con la solicitud de patente holandesa
publicada 76 19 06 la eficacia de un sistema de esta clase
se incrementa empleando un segundo sistema paralelo de dos
10 hidruros, que comprende el mismo segundo material hidrura-
ble y un tercero de tales materiales, que tiene una tempe-
ratura de descomposición entre las de los materiales prime-
ro y segundo. El calor desprendido en la hidruración exo-
térmica del primer material se emplea para suministrar la
energía requerida para deshidrurar el tercer material. El
15 segundo material en cada sistema retira calor para deshi-
druración de la fuente térmica de baja temperatura y el se-
gundo y tercer materiales descargan el calor desprendido
durante la hidruración en una carga de calor de temperatu-
ra intermedia.

20 Esta disposición requiere el empleo de dos sis-
temas de circulación de hidrógeno separados y la transfe-
rencia de calor entre los dos sistemas.

El presente invento proporciona un medio de pro-
ducir una refrigeración o un efecto de bomba de calor efi-
25 caz en un único sistema de circulación de hidrógeno.

De acuerdo con el invento un procedimiento en el
que se transfiere calor entre una fuente de calor y un su-
midero de calor a temperaturas diferentes por medio de un
sistema de absorción hidrógeno-hidruro que funciona entre
30 una presión superior y una presión inferior y que comprende

1 - hidrógeno y materiales reversiblemente hidrurables, que
tienen diferentes características de absorción-desorción
para el hidrógeno, en el que cada material se hidrura al-
ternativa y cíclicamente de un modo exotérmico a una tempe-
5 ratura y presión, se calienta o enfría para activarlo para
deshidruración, se deshidrura a otra temperatura y presión,
y se enfría o calienta para desactivarlo para hidruración,
siendo transferido el hidrógeno entre los materiales, está
caracterizado por los aspectos de que el sistema comprende
10 tres o más materiales hidrurables diferentes en un único
circuito de circulación de hidrógeno, y porque el hidróge-
no es cíclica y sucesivamente transferido entre estos mate-
riales, de modo que la presión cambia entre las presiones
de trabajo superior e inferior en una dirección, tiene lu-
15 gar en dos o más etapas.

Mediante este procedimiento la refrigeración y
el calentamiento pueden generarse continua y eficazmente,
directamente de los calores de desorción y absorción de hi-
drógeno, respectivamente, de los tres o más sistemas de ma-
20 terial hidrurable-hidruro, que serán denominados en lo que
sigue sistemas de componente hidruro.

La refrigeración mejorada se consigue por funcio-
namiento en cascada de tres o más sistemas de componente
hidruro, de modo que disminuya la presión de hidrógeno en
25 etapas en un intervalo de diferencias de temperatura rela-
tivamente estrecho entre la fuente térmica y el sumidero
térmico. Cada cascada entre los componentes de hidruro re-
quiere una fuente térmica a una temperatura relativamente
baja y una producción de calor a una temperatura ligeramen-
30 te superior. El ciclo total se completa elevando el siste-

1 ma del componente del último hidruro a una temperatura
mucho mayor de modo que la presión de equilibrio sea sufi-
cientemente grande para hidrurar el primer sistema de com-
ponente hidruro en el procedimiento de cascada entre compo-
5 nentes hidruro.

El sistema de bomba de calor mejorado trabaja a la inversa del sistema de refrigeración, es decir por presión escalonada entre los sistemas de componente hidruro de modo que aumenta la presión de hidrógeno.

10 El invento también puede ser utilizado para mejorar la eficacia de ciclos de máquinas térmicas para la producción de energía, permitiendo que funcionen con sumideros térmicos de temperatura inferior. El empleo del sistema de bomba térmica en cascada con la energía térmicamente recha-
15 zada del ciclo de la máquina térmica permite que el calor sea producido a una temperatura superior que la del sumidero térmico, proporcionando así una fuente térmica útil.

Otras ventajas del invento son la flexibilidad con la que pueden ser fabricado y diseñado el sistema y su
20 eficacia operativa.

Los materiales hidrurables del sistema del componente hidruro deben ser diferentes. Estos materiales pueden ser de la misma clase de aleación, pero las composiciones de aleación específica deben ser diferentes con el fin de
25 que existan relaciones diferentes de presión-temperatura en equilibrio. Las aleaciones que pueden emplearse en los sistemas incluyen, aunque sin estar limitadas a ellas, aleaciones de níquel-magnesio, aleaciones de hierro-titanio, aleaciones de cobre-magnesio, aleaciones de vanadio-silicio,
30 aleaciones de lantano-níquel, aleaciones de lantano-cobalto,

1 aleaciones de calcio-níquel y aleaciones de la fórmula ge-
neral RT_5 , en la que R es una tierra rara y T es un metal
de transición 3d.

5 La respuesta característica de los materiales
hidrurables a la exposición a hidrógeno gaseoso bajo con-
diciones variables de temperatura y presión, esto es, la
relación de la presión de equilibrio con la temperatura de
equilibrios sobre la transición de fase desde el material
base al material base hidrurado, y la reacción inversa, se
10 expresa por la ecuación empírica:

$$\ln P_{eq} = \frac{-A}{T_{eq}} + B$$

15 en donde P_{eq} es la presión de equilibrio del hidrógeno en
atmósferas, T_{eq} es la temperatura de equilibrio correspon-
diente en grados Kelvin, A es una constante con dimensio-
nes de temperatura, y B es una constante sin dimensiones.
Esta ecuación permite que sean determinados los materiales
20 hidrurables preferidos para empleo en el presente invento.
Tales materiales son aquellos que suministrarán las dife-
rencias de presión necesarias sobre las temperaturas de
operación deseadas de los modos de operación de refrigeración
y de bomba de calor. La ecuación empírica es usualmente
25 el mejor ajuste para los datos de equilibrio de absorción
y desorción. Es exhibida histéresis porque, para la misma
temperatura de equilibrio, la presión de equilibrio para
la absorción es algunas veces superior a la de desorción.
También se exhibe cierta ineficacia porque por hidruración,
30 puede aumentar la presión de equilibrio para la misma tem-
peratura de equilibrio a medida que se aproxima a la fase

1 del hidruro en equilibrio. Lo inverso también es cierto
porque, por deshidruración la presión de equilibrio puede
disminuir a la misma temperatura de equilibrio de la absor-
ción a medida que se aproxima a la fase del material base
5 en equilibrio. En la ecuación, la constante A se refiere
al calor de absorción que es igual al calor de formación
dividido por la constante universal de los gases. Con un
diagrama de fases o una ecuación química que describe la
reacción de fase y la ecuación empírica, el sistema de
10 bomba térmica o de refrigeración de este invento puede ser
diseñado con facilidad.

Una combinación ventajosa de tres materiales hi-
drurables comprende la aleación CaNi_5 , la aleación
 $\text{Ca}_{0,7}\text{M}_{0,3}\text{Ni}_5$, en la que M representa Mischmetal de las
15 tierras raras y la aleación $\text{Ca}_{0,4}\text{M}_{0,6}\text{Ni}_5$. El invento se
describirá a continuación con más detalles, con referencia
a la operación de un sistema de hidrógeno-hidruro que com-
prende tres de estos materiales y con referencia a los di-
bujos que se acompañan, en los cuales:

20 la Figura 1 es un diagrama de flujo esquemático
que ilustra tres sistemas de componentes de absorción hi-
drógeno-hidruro y los intercambiadores de calor asociados.

La Figura 2 es un diagrama de presión-temperatu-
ra de un sistema de tres componentes a base de CaNi_5 que
25 funciona según un modo de refrigeración.

La Figura 3 es un diagrama de presión-temperatu-
ra de un sistema de tres componentes a base de CaNi_5 que
funciona de modo que consiga un efecto de bombeo térmico.

La figura 4 es un diagrama de presión-temperatu-
ra de un sistema a base de CaNi_5 que funciona según un modo
30

1 de refrigeración en el que la carga de refrigeración es el
calor rechazado en un ciclo de potencia.

La Figura 5 es un diagrama general de presión-
-temperatura que muestra el modo en el que los principios
5 del invento pueden emplearse para mejorar la eficacia de
un ciclo de potencia.

En cada una de las Figuras 2 a 5, las ordenadas
son los logaritmos de la presión en atmósferas, y las absci-
sas son los valores inversos de la temperatura en grados
10 Kelvin. Ciertos valores de temperatura reales también se
muestran por conveniencia.

Considerando primeramente el modo de refrigera-
ción del funcionamiento, en la Figura 2 las líneas AF, DF
y BC representan respectivamente las relaciones de equili-
15 brio de presión-temperatura para el hidruro de CaNi_5 , el
hidruro de $\text{Ca}_{0,7}\text{M}_{0,3}\text{Ni}_5$ y el hidruro de $\text{Ca}_{0,4}\text{M}_{0,6}\text{Ni}_5$. El
estado A para el hidruro de CaNi_5 está a una temperatura de
474°K (T_3) a 58 atmósferas (P_3). Como ejemplo del modo de
refrigeración del funcionamiento, el hidruro de CaNi_5 se
20 deshidrura a una temperatura de 474°K y 58 atmósferas con
un consumo térmico de 16000 Julios/g de H_2 . El hidrógeno se
absorbe sobre la aleación de $\text{Ca}_{0,4}\text{M}_{0,6}\text{Ni}_5$ en el estado B,
una presión ligeramente inferior a 58 atmósferas y una tem-
peratura de aproximadamente 322°K (T_1) que se mantiene por
25 eliminación del calor de absorción de aproximadamente
11300 Julios/g de H_2 . El estado C es aquel en el que el hi-
druro de $\text{Ca}_{0,4}\text{M}_{0,6}\text{Ni}_5$ se deshidrura a 10 atmósferas de pre-
sión (P_4) y una temperatura de 273°K (T_2). El calor de de-
sorción es aproximadamente 11300 Julios/g de H_2 . El hidró-
30 geno desorbido se absorbe sobre la aleación de $\text{Ca}_{0,7}\text{M}_{0,3}\text{Ni}_5$

1 a una presión ligeramente inferior en el estado D. La ener-
gía térmica de 13600 Julios/g de H_2 se libera a aproxima-
mente 322°K. El hidruro de $Ca_{0,7}M_{0,3}Ni_5$ se deshidrura a
273°K y 1,5 atmósferas (P_2) en el estado E. El calor de de-
5 sorción es 13600 Julios/g de H_2 . El hidrógeno se absorbe
sobre la aleación de $CaNi_5$ a una presión ligeramente infe-
rior (P_1) en el estado F. La energía térmica de 16000 Ju-
lios/g de H_2 se libera a aproximadamente 322°K. Por activa-
ción del hidruro de $CaNi_5$ al estado A, se completa el ci-
10 clo.

La Figura 3 muestra el modo de bomba térmica que
se hace funcionar a los mismos niveles de temperatura que
el modo de refrigeración. Comenzando en el estado A, se su-
ministra energía térmica de 16000 Julios/g de H_2 al hidru-
15 ro de $CaNi_5$. El hidrógeno se desorbe a una presión de 1,5
atmósferas y se absorbe sobre la aleación de $Ca_{0,7}M_{0,3}Ni_5$
en el estado B. La energía térmica de 13600 Julios/g de H_2
se retira a ligeramente menos de 273°K. En el estado C,
el hidruro de $Ca_{0,7}M_{0,3}Ni_5$ se deshidrura a una presión de
20 10 atmósferas como energía térmica de 13600 Julios/g de H_2
se suministra a 322°K. El hidrógeno desorbido se absorbe
sobre la aleación de $Ca_{0,4}M_{0,6}Ni_5$ y se retira una energía
térmica de 11300 Julios/g de H_2 a ligeramente menos de
273°K. En estado E, el hidruro de $Ca_{0,4}M_{0,6}Ni_5$ se deshidru-
25 ra por energía térmica de 11300 Julios/g de H_2 . La presión
es aproximadamente 58 atmósferas y la temperatura es apro-
ximadamente 322°K. El hidrógeno desorbido se absorbe sobre
la aleación de $CaNi_5$ y se retira energía térmica de 16000
Julios/g de H_2 a una temperatura ligeramente menor de 474°K.
30 Esta cantidad de energía térmica es el efecto de bomba tér-

1 mica. Por enfriamiento del hidruro de CaNi_5 hasta el esta-
do A, se completa el ciclo. En cada etapa de absorción tie-
ne lugar transferencia de hidrógeno a una presión ligera-
mente inferior que la de desorción.

5 El F.U.E. ideal del sistema de absorción de hi-
druro a base de CaNi_5 es $16000/40000 = 0,39$. La eficacia de
Carnot de un ciclo de máquina térmica que opera entre 322°K
y 273°K es $0,15$. El coeficiente de comportamiento de una
bomba térmica accionada entre 474°K y 322°K es $3,1$. El
10 F.U.E. máximo posible de un sistema de Carnot sería $0,465$.
Así el factor de utilización de energía ideal (F.U.E.) del
sistema de CaNi_5 es 84% del límite de Carnot.

La Figura 4 es un diagrama de presión-temperatu-
ra para un sistema a base de CaNi_5 en un modo de refrigera-
15 ción. Este sistema funciona entre la temperatura de 378°K
y 300°K con rechazo de calor a 322°K . Cuando este sistema
se hace funcionar junto con un ciclo de máquina térmica
que funciona entre 378°K y ligeramente más que 300°K , la
energía rechazada podría emplearse como consumo térmico en
20 el modo de refrigeración a 300°K . Luego en el ciclo de re-
frigeración, el calor sería rechazado a 322°K . En efecto,
lo que se describió originalmente como ciclo de refrigera-
ción ha llegado a ser ahora una bomba térmica. Puesto que
un ciclo de bomba térmica es realmente un ciclo de refri-
25 geración, la energía rechazada del ciclo de refrigeración
ha llegado a ser útil, y la carga de refrigeración es la
energía rechazada en el ciclo de potencia. Permitiendo que
el ciclo de la máquina térmica rechace energía a 300°K al
ciclo de refrigeración, la eficacia se aumenta en un 25%
30 sobre la temperatura de 322°K para el rechazo de energía.

1 Así un ciclo de potencia y un ciclo de refrigeración combi-
nados permiten una eficacia aumentada en el ciclo de poten-
cia y la energía rechazada a una temperatura más útil como
322°K que podría emplearse para calentar una vivienda do-
5 méstica. En el estado A, deben suministrarse 16000 Julios/g
de H₂ como calor de absorción. Los estados B, D y F recha-
zan calor de 44400 Julios/g de H₂. En los estados C y E,
deben suministrarse 28.400 Julios/g de H₂ como calor de ab-
10 sorción. Si la energía rechazada del ciclo de potencia se
considera como una unidad de energía térmica que se emplea
como consumo para el ciclo de refrigeración, entonces 1,56
unidades de energía térmica son rechazadas a 322°K y el con-
sumo térmico a 378°K es 0,56 unidades de energía térmica.
El ciclo de potencia operaría a una eficacia del 20% y por
15 tanto requeriría 1,20 unidad de energía a 378°K. El consu-
mo total de energía a 378°K sería 1,76 unidades.

En el modo de refrigeración del funcionamiento,
se hace funcionar un ciclo de máquina térmica equivalente
entre una fuente térmica de temperatura elevada y un sumi-
20 dero térmico de baja temperatura mediante un componente hi-
druro. La refrigeración se consigue luego por dos o más
sistemas de componentes hidruro. La superioridiferencia de
temperatura entre la fuente térmica y el sumidero, mayor
será a medida que se haga necesario emplear dos o más compo-
25 nentes hidruro para aproximarse a la producción máxima de
refrigeración posible. Los componentes hidruro añadidos
permiten que los niveles de presión permanezcan relativamen-
te próximos entre sistemas componentes cuando se produce
la hidruración y la deshidruración. Una pequeña diferencia
30 de presión es necesaria para hidrurar y deshidrurar, pero

1 una diferencia de presión mucho mayor que la necesaria es
desperdiciada.

5 En el modo de bomba térmica, puede emplearse pe-
queñas diferencias en los niveles de temperatura entre la
fuente térmica y el sumidero para emplear ventajosamente
dos o más componentes hidruro en un ciclo de máquina térmi-
ca equivalente. En efecto varios sistemas equivalentes de
máquina térmica ineficaces se hacen operar entre la fuente
10 térmica y el sumidero para obtener una producción térmica
de temperatura elevada del sistema de componente de hidru-
ro que funciona como el equivalente de refrigeración mecá-
nica. De nuevo el empleo de diversos componentes hidruro
permite un empleo más eficaz de la energía disponible.

15 La Figura 5 de los dibujos muestra un sistema en
el que los principios del invento se emplean para mejorar
la eficacia de un ciclo de potencia combinando con el ci-
clo de potencia, un sistema de absorción de hidrógeno de
acuerdo con el invento que incluye tres componentes hidru-
ro. Suponiendo un ciclo de potencia en el que está presen-
20 te un dispositivo de conversión de energía para convertir
una parte de la energía térmica de entrada a una temperatu-
ra T_1 para que trabaje, mientras que rechaza el resto de la
energía térmica a la temperatura T_2 , una parte de esta ener-
gía térmica rechazada se utiliza para deshidrurar un pri-
25 mer material de hidruro, el cual primer material de hidruro
está en equilibrio en estado A, como se muestra en la Figu-
ra 5, a la temperatura T_2 y presión P_1 . El hidrógeno gaseo-
so así desorbido se absorbe mediante un segundo material
hidrurable a una temperatura T_3 , y a una presión que es li-
30 geramente menor que P_1 . Este estado del segundo material

1 -hidrurable es el estado B en el diagrama de presión-temperatura de la Figura 5.

5 El segundo hidruro así formado se enfría a volumen constante a una temperatura que es ligeramente menor que T_2 a una presión P_2 que es menor que P_1 (estado C). El segundo hidruro enfriado, que ha sido enfriado al estado C, se calienta luego mediante el empleo de otra parte de la energía térmicamente rechazada del dispositivo de conversión de energía para desorber y suministrar hidrógeno gaseoso a un tercer material hidrurable. Así se forma un tercer hidruro que se satura con hidrógeno gaseoso y se encuentra en equilibrio a una temperatura de T_3 y una presión que es ligeramente inferior que P_2 (como se muestra en el estado D en el diagrama de presión-temperatura). Este tercer material hidruro se calienta, al mismo tiempo que retiene su volumen constante, a una temperatura de T_1 y una presión de P_3 , y de este modo se hace que alcance el estado E del diagrama. Se continúa calentando el tercer material hidruro a la temperatura T_1 y una presión constante de P_3 , al mismo tiempo que se libera la restricción volumétrica de confinación de este hidruro, que permite que el hidrógeno sea desorbido del tercer hidruro, y el hidrógeno gaseoso así desorbido puede luego transferirse al primer material hidrurable para formar el primer hidruro a una temperatura T_3 y a una presión ligeramente menor que P_3 , que significa el estado F en la Figura 5.

25 El invento incluye un aparato para llevar a cabo el procedimiento, que comprende al menos tres reactores cada uno de los cuales contiene un material reversiblemente hidrurable, que tienen diferentes características de absor-

1 - ción-desorción para el hidrógeno, conductos provistos de
válvulas que conectan los reactores en serie con el fin
de que las temperaturas de descomposición de los materia-
les contenidos en ellos, a una presión de trabajo dada, y
5 que conectan el último y el primer reactor, en serie; for-
men un circuito de circulación de hidrógeno, medios para
suministrar calor a cada reactor, y medios para retirar
calor de cada reactor. Para cada material hidruro, pueden
emplearse un conjunto de reactores, (también denominado de
10 otra forma un sistema reactor) como se explicará con más
detalle en lo que sigue. Cada reactor de un conjunto dado
está conectado a los mismos medios para suministrar y reti-
rar calor.

De acuerdo con un aspecto adicional del invento,
15 cada medio para suministrar calor o para retirarlo de los
reactores es un circuito provisto de válvulas, que conecta
un intercambiador de calor con el reactor y que incluye
una bomba de circulación para hacer circular hidrógeno des-
de el circuito de hidrógeno a través del reactor y el in-
20 tercambiador de calor.

A modo de ejemplo, una forma preferida de aparato
y su funcionamiento será descrito a continuación con
más detalle.

Como se ilustra en la Figura 1 de los dibujos,
25 el aparato incluye tres sistemas 10, 110 y 210 de reactor
de hidruro idénticos (algunas veces denominados sub-siste-
mas), cada uno de los cuales contiene un material de hidru-
ración diferente. Cada sistema está constituido a su vez
por cuatro reactores, los que en el sistema 10 están nume-
30 rados 12, 14, 16 y 18 y los que en los sistemas 110 y 210

1 — están numerados correspondientemente 112, etc, y 212, etc.

El calor se retira desde, o se suministra a, los reactores en los sistemas 10, 110 y 210 por cambiadores de calor 20 y 22, 120 y 122 y 220 y 222 respectivamente.

5 Estos cambiadores de calor son ventajosamente depósitos de retención para un líquido que no disolverá hidrógeno y cuyo vapor es inerte con respecto al material contenido en el reactor. El hidrógeno gaseoso de los sistemas de absorción se burbujea a través del líquido con el fin de ser enfriado o calentado y pasa a través de los reactores en contacto directo con el material hidrurable. Esto hace posible una tasa muy elevada de transferencia de calor entre el hidrógeno gaseoso y el líquido en el intercambiador de calor y entre el hidrógeno y el material en el reactor. Puesto que la transferencia de calor es el parámetro que limita la etapa para los reactores de hidruración en donde la transferencia de calor es por conducción, la transferencia de calor por flujo directo sobre una área superficial grande de la aleación de hidruración y a través del líquido disminuirá sustancialmente el tiempo del ciclo.

15 El modo de refrigeración del funcionamiento será descrito primeramente a continuación. Este requiere una entrada térmica a elevada temperatura en el sistema de componente hidruro 10 desde el cambiador de calor 20. El hidrógeno gaseoso a una temperatura relativamente alta se suministra a través del conducto 24 a una bomba de circulación 26 que lo comprime a una presión superior a la de equilibrio del material hidrurable en el sistema 10. El hidrógeno gaseoso circulante se carga al sistema 10 a través del

1 -distribuidor 28 y se admite, en una secuencia descrita más
adelante, a los reactores 12-18 a través de conductos con
ramificaciones 30, 32, 34 y 36 por válvulas 38, 40, 42 y
44, respectivamente. Los reactores 12-18 están conectados
5 por conductos de retorno ramificados 46, 48, 50 y 52, res-
pectivamente para volver al distribuidor 54.

El calor de absorción se retira del sistema 10
por medio de hidrógeno gaseoso a baja presión que circula
a través del intercambiador de calor 22. La bomba de cir-
10 culación 58 es provista con hidrógeno gaseoso por la tube-
ría o conducto 56. El sistema 10 es suministrado con el hi-
drógeno gaseoso circulante por medio del distribuidor 60
y el hidrógeno gaseoso es admitido a los reactores 12-18 a
través de los conductos con ramificaciones 62, 64, 66, 68,
15 respectivamente, que contienen las válvulas 70, 72, 74 y
76. Los conductos de retorno con ramificaciones 78, 80, 82
y 84 están conectados a un distribuidor de retorno 86.

Los sistemas de reactor del componente hidruro
110 y 210 consisten en sistemas equivalentes para hidrurar
20 el sistema componente 10 con componentes equivalentes iden-
tificados por números de referencias equivalentes en las se-
ries 100 y 200. Los sistemas 110 y 210 sirven como el equi-
valente del sistema de refrigeración mecánico y por tanto
deben tener calor suministrado como calor de desorción a
25 una temperatura relativamente baja a cada uno de los siste-
mas. Los calores de absorción se separan a una temperatura
relativamente superior, de cada uno de los sistemas 110 y
210. El sistema 10 sirve como equivalente de la máquina
térmica con el calor de absorción suministrado a una tempe-
30 ratura relativamente elevada y con el calor rechazado a una

1 temperatura algo inferior. Los cambiadores de calor 120 y
220 sirven para separar el calor de absorción del hidróge-
no gaseoso a una temperatura intermedia a la de la entrada
a temperatura elevada al sistema 10 y la carga de refrige-
5 ración a baja temperatura, siendo la refrigeración conse-
guida mediante el suministro del calor de desorción a los
sistemas 110 y 210 a una temperatura relativamente baja
por los cambiadores de calor 122 y 222 respectivamente.

10 En el modo de operación de bomba térmica, los
sistemas 110 y 210 sirven como el equivalente al ciclo de
la máquina térmica. Funcionando con una pequeña diferencia
de temperatura entre la fuente térmica y el sumidero, el
ciclo de la máquina térmica es ineficaz. Por consiguiente
se emplea escalonamiento de presión entre los sistemas 110
15 y 210 para aumentar la presión del modo que el sistema 10
puede ser hidrurado a una temperatura relativamente eleva-
da. El sistema 10 es el equivalente del sistema de refrige-
ración mecánica y suministra el efecto de bomba térmica.
El cambiador de calor 122 sirve para separar el calor de
20 absorción del sistema 110 como lo hace el cambiador de ca-
lor 222 en el sistema 210. El calor se suministra como ca-
lor de desorción al sistema 110 por el cambiador de calor
120 y al sistema 210 por el cambiador de calor 220. El efec-
to de bomba térmica se consigue retirando el calor de ab-
25 sorción del intercambiador de calor 20 en el sistema 10.
El calor de desorción se suministra al sistema 10 por el
cambiador de calor 22.

30 El hidrógeno se transporta entre los reactores
de los sistemas 10, 110 y 210 por distribuidores 300, 318,
340 y 370. Los reactores 12-18 del sistema 10 están conec-

1 -tados al distribuidor 300 por conductos 302, 304, 306 y
308, respectivamente, que contienen válvulas 310, 312, 314
y 316. El distribuidor 318 está conectado a los reactores
210-218 por los conductos 320, 322, 324 y 326, respectiva-
5 mente, que contienen válvulas 328, 330, 332, y 334, respec-
tivamente. Los sistemas reactores 110 y 210 están interco-
nectados por el distribuidor 340 que está conectado a los
reactores 112 y 212 por el conducto 342 que contiene válvu-
las 350 y 358. Los reactores 114 y 214 están conectados
10 por el conducto 344 y que contiene válvulas 352 y 360. Los
reactores 116 y 216 están conectados por el conducto 346
que contiene válvulas 354 y 362. Finalmente los reactores
118 y 218 del sistema 110 y 210 están conectados al distri-
buidor 340 por el conducto 348 que contiene las válvulas
15 356 y 364. Los sistemas reactores 10 y 110 están conectados
por el distribuidor 370. El conducto 372 interconecta al
distribuidor 370 a los reactores 12 y 112 y contiene las
válvulas 380 y 388. Los reactores 14 y 114 están conectados
al distribuidor 370 por el conducto 374 que contiene las
20 válvulas 382 y 390. Los reactores 16 y 116 están conectados
por el conducto 376 que contiene válvulas 384 y 392. Final-
mente los dos últimos reactores de los sistemas 10 y 110
están conectados al distribuidor 370 por el conducto 378
que contiene las válvulas 386 y 394.

25 Otro modo en el que los sistemas 10, 110 y 210
pueden hacerse funcionar con el fin de mantener la refrige-
ración continua o los efectos de bomba térmica es por la
secuencia de fases dadas en la Tabla I.

1

TABLA I

Reactor	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV	
12	Deshidratación	Desactivación	Hidratación	Activación	
5	14	Desactivación	Hidratación	Activación	Deshidratación
16	Hidratación	Activación	Deshidratación	Desactivación	
18	Activación	Deshidratación	Desactivación	Hidratación	
10	112	Deshidratación	Desactivación	Hidratación	Activación
114	Desactivación	Hidratación	Activación	Deshidratación	
116	Hidratación	Activación	Deshidratación	Desactivación	
118	Activación	Deshidratación	Desactivación	Hidratación	
15	212	Hidratación	Activación	Deshidratación	Desactivación
214	Activación	Deshidratación	Desactivación	Hidratación	
216	Deshidratación	Desactivación	Hidratación	Activación	
20	218	Desactivación	Hidratación	Activación	Deshidratación

15

20

25

30

Con el fin de explicar el funcionamiento de un ciclo de refrigeración continuo el material hidrurable contenido en los reactores del sistema 10 se supone que es la aleación CaNi_5 . Los reactores del sistema 110 se supone que contienen la aleación $\text{Ca}_{0,7}\text{M}_{0,3}\text{Ni}_5$, en donde M representa Mischmetal de las tierras raras y los reactores del sistema 210 contienen la aleación de $\text{Ca}_{0,4}\text{M}_{0,6}\text{Ni}_{0,5}$. Al comienzo, el reactor 12 del sistema 10 será considerado como si estuviera en un estado completamente hidrurado y activado, es decir, ha sido for-

1 mado un hidruro de la aleación CaNi_5 y la temperatura del
reactor ha sido calentada a 474°K . El reactor 212 del sis-
tema 210 está en un estado completamente deshidrurado y
desactivado, es decir no se ha formado un hidruro de la
5 aleación $\text{Ca}_{0,4}\text{M}_{0,6}\text{Ni}_5$, y la temperatura del reactor 210 es
 322°K .

En este momento, el hidrógeno gaseoso caliente
procedente del cambiador de calor 20 suministra el calor
de desorción al reactor 12. Al comienzo de la fase de des-
10 hidruración, se abre la válvula 310 para permitir al hidró-
geno que fluya al reactor 212 para comenzar la hidruración.

La presión de hidrógeno suministrada por el reac-
tor 12 es típicamente una presión de 58 atmósferas y una
temperatura de 474°K . Para deshidrurar el hidruro de CaNi_5
15 requiere 16000 Julios/g de H_2 de energía térmica.

Al mismo tiempo que el reactor 12 está deshidru-
rando, el reactor 212 está hidrurando por absorción de hi-
drógeno gaseoso procedente del distribuidor 318 a través
de la válvula abierta 328 que está en el conducto ramifi-
20 cado 320. El reactor desprende calor de 11300 Julios/g de
 H_2 , el cual es retirado por el hidrógeno gaseoso en circu-
lación a través del cambiador de calor 220.

Simultáneamente a las operaciones de los reacto-
res 12 y 212, el reactor 216 está deshidrurando, circulan-
do hidrógeno gaseoso desde el cambiador de calor 222 sumi-
nistrando el calor de desorción de 11300 Julios/g de H_2 a
una temperatura de 273°K . La presión de hidrógeno en el
reactor 216 es ligeramente superior a 10 atmósferas. El hi-
25 drógeno gaseoso liberado del reactor 216 es absorbido en
la aleación en el reactor 116. El calor desprendido del
30

1 reactor 116 está a una temperatura de 322°K mantenido por
circulación de hidrógeno gaseoso desde el cambiador de ca-
lor 120.

5 El calor de absorción del reactor 116 es 13600
Julios/g de H₂.

En esta misma fase de operación el reactor 112
está deshidrurando y el reactor 16 está hidrurando. Estos
dos reactores mejoran la utilización de energía en un cir-
cuito que contiene solamente dos componentes de hidruro.
10 El reactor 112 está deshidrurando suministrando energía
térmica de 13600 Julios/g de H₂ a 273°K. El reactor 16 es-
tá hidrurando a 322°K y libera al calor de absorción de
16000 Julios/g de H₂.

15 La deshidruración que ocurre en el reactor 112
es causada por el hidrógeno gaseoso circulante procedente
del sumidero de calor 122 a una temperatura de 273°K. El
hidrógeno gaseoso liberado por desorción se descarga a
través de la válvula abierta 388 al distribuidor 370 a una
presión de 1,5 atmósferas. Las válvulas 138 y 350 están
20 cerradas. El hidrógeno procedente del distribuidor 370 se
admite al reactor 16 a través del conducto 376 y la válvu-
la abierta 384. El calor de absorción se separa por hidró-
geno gaseoso circulante al reactor 16 desde el cambiador
de calor 22 a 322°K.

25 La fase siguiente para los reactores comienza
cuando los reactores 12, 112 y 216 están completamente des-
hidrurados y se comienza su desactivación. La desactiva-
ción requiere que la presión en estos reactores sea ajus-
tada de modo que estos reactores puedan hidrurarse en la
30 fase siguiente. La desactivación se efectúa llevando los

1 reactores a la temperatura de hidruración. Esto y la eta-
pa de activación simultánea para los reactores 16, 116 y
212 puede hacerse como etapa de recuperación de calor por
intercambio de calor entre los reactores 12 y 16, 112 y
5 116 y 212 y 216. La desactivación puede también ser consi-
derada, sin embargo, como parte de la etapa de hidruración
y la activación como parte de la etapa de deshidruración.

La fase siguiente es una fase de hidruración
para los reactores 12, 112, y 216 y una fase de deshidru-
10 ración para los reactores 16, 116 y 212. Considerando a
los reactores 16 y 216 primeramente, el reactor 16 deshi-
drura en el reactor 216. Los estados del hidrógeno gaseoso
que abandona al reactor 16 son los mismos que cuando el
reactor 12 estaba deshidrurando, como se ha descrito ante-
riormente.
15

La válvula 314 está abierta al distribuidor 300
y el hidrógeno gaseoso desorbido se carga al reactor 216
a través del distribuidor 318 y la válvula abierta 332 con-
tenida en el conducto 334. El calor de absorción en el
20 reactor 216 se retira por el cambiador de calor 220.

A medida que se deshidrura el reactor 212, el
hidrógeno gaseoso del mismo a una presión de 10 atmósferas
se carga en el reactor 112. La energía térmica a 273°K es
suministrada por el intercambiador de calor 222. El calor
25 de absorción a 322°K del reactor 112 es separado por el
hidrógeno gaseoso circulante del cambiador de calor 120.

A medida que se deshidrura el reactor 116 el hi-
drógeno gaseoso del mismo se carga al reactor 12. La ener-
gía térmica a 273°K es suministrada al reactor 116 desde
30 el cambiador de calor 122. El calor de absorción del reac-

1 tor 12 es retirado a través del cambiador de calor 22.

La fase final para los reactores 12, 112 y 216 es la fase de activación y para los reactores 16, 116 y 212 es la fase de desactivación. La fase de activación puede de nuevo ser considerada parte de la fase de deshidruración, que es la fase siguiente en un nuevo ciclo para los reactores 12, 112, y 216. La fase de desactivación puede considerarse como parte de la fase de hidruración para los reactores 16, 116 y 212. La fase de hidruración es la fase siguiente en un nuevo ciclo para los reactores 16, 116 y 212.

Las cuatro fases de hidruración, activación, deshidruración y desactivación que han sido descritas para los reactores 12, 16, 112, 116, 212 y 216, a medida que los reactores van a través de un ciclo completo según el modo de refrigeración, son también características de las etapas secuenciales para el resto de los reactores en los sistemas 10, 110 y 210. Sincronizando de un modo apropiado el funcionamiento de los reactores de los sistemas 10, 110 y 210, como se muestra en la Tabla I, que presenta las etapas secuenciales en un ciclo completo para cada reactor, está disponible un sumidero de calor continuo procedente de los cambiadores de calor 122 y 222. También están disponibles fuentes térmicas parcialmente útiles para calentar a 322°K desde los cambiadores de calor 22, 120 y 220.

Con el fin de explicar y clarificar de un modo más completo la sincronización de la operación secuencial, la Tabla II muestra el estado de las diversas válvulas utilizadas para controlar los flujos de los gases de hidróge-

1 no entre los cambiadores de calor y los reactores.

15 TABLA II

25 Fase	20 Reactor 12	15 Reactor 14	10 Reactor 16	5 Reactor 18
<u>Deshidruración/Activación</u>				
Válvulas abiertas	38, 310	40, 312	42, 314	44, 316
Válvulas cerradas	70, 380	72, 382	74, 384	76, 386
<u>Hidruración/desactivación</u>				
Válvulas abiertas	70, 380	72, 382	74, 384	76, 386
Válvulas cerradas	38, 310	40, 312	42, 314	44, 316
<u>Deshidruración/Activación</u>				
Válvulas abiertas	170, 388	172, 390	174, 392	176, 394
Válvulas cerradas	138, 350	140, 352	142, 354	144, 356
<u>Hidruración/desactivación</u>				
Válvulas abiertas	138, 350	140, 352	142, 354	144, 356
Válvulas cerradas	170, 388	172, 390	174, 392	176, 394
<u>Deshidruración/Activación</u>				
Válvulas abiertas	270, 358	272, 360	274, 362	276, 364
Válvulas cerradas	238, 328	240, 330	242, 332	244, 334
<u>Hidruración/desactivación</u>				
Válvulas abiertas	238, 328	240, 330	242, 332	244, 334
Válvulas cerradas	270, 358	272, 360	274, 362	276, 364

1 De la descripción anterior del método de funcio
namiento del ciclo de refrigeración del presente invento
se deducirá que los sistemas del invento proporcionan un
5 método altamente eficaz de proporcionar de un modo conti-
nuo un sumidero térmico de refrigeración. Los cambiadores
de calor 122 y 222 proporcionan sumideros de refrigeración
de 24900 Julios/g de H₂ a 273°K. Los cambiadores de calor
22, 120 y 220 proporcionan energía térmica de 40900 Julios/g
10 de H₂ a 322°K. La energía térmica de 16000 Julios/g de H₂
debe ser suministrada a 474°K a los cambiadores de calor
20. Sin tener en cuenta los efectos del calor sensible, el
factor de utilización de energía ideal (F.U.E.) para estos
sistemas es 4,1. La eficacia máxima de un ciclo de absor-
ción de refrigeración que funciona a la temperatura descri-
15 ta es por la analogía de Carnot, 1,79. El límite ideal pa-
ra los sistemas de aleación de CaNi₅ es 24900 Julios/16000
= 1,55 u 86% del límite de Carnot.

La operación en el modo de bombeo térmico requie-
re las mismas etapas del reactor que en la Tabla I, aunque
20 se apreciará de la discusión de este modo en relación con
la Figura 5 que la dirección del flujo de hidrógeno entre
los reactores de los tres sistemas está invertida. La se-
cuencia de válvulas para este modo de operación se muestra
en la Tabla III. Los cambiadores de calor 22, 120 y 220 de
25 la Figura 1 sirven ahora para suministrar calor a sus res-
pectivos sistemas. Los cambiadores de calor 122, 222 sir-
ven para retirar calor de sus respectivos sistemas. El
cambiator de calor 20 retira el calor de absorción en el
sistema 10 que es el efecto de bomba térmica. El sistema
30 10 es por lo tanto el equivalente de refrigeración mecáni-

1 ca mientras que los sistemas 110 y 210 son el equivalente
de la máquina térmica.

5

10

15

20

25

30

25108

TABLA III

<u>Fase</u>	<u>Reactor 12</u>	<u>Reactor 14</u>	<u>Reactor 16</u>	<u>Reactor 18</u>
<u>Deshidruración/Activación</u>				
Válvulas abiertas	70, 380	72, 382	74, 384	76, 386
Válvulas cerradas	38, 310	40, 312	42, 314	44, 316
<u>Hidruración/Desactivación</u>				
Válvulas abiertas	38, 310	40, 312	42, 314	44, 316
Válvulas cerradas	70, 380	72, 382	74, 384	76, 386
<u>Deshidruración/Activación</u>				
Válvulas abiertas	138, 350	140, 352	142, 354	144, 356
Válvulas cerradas	170, 388	172, 390	174, 392	176, 394
<u>Hidruración/Desactivación</u>				
Válvulas abiertas	170, 388	172, 390	174, 392	176, 394
Válvulas cerradas	138, 350	140, 352	142, 354	144, 356
<u>Deshidruración/Activación</u>				
Válvulas abiertas	238, 328	240, 330	242, 332	244, 334
Válvulas cerradas	270, 358	272, 360	274, 362	276, 364
<u>Hidruración/Desactivación</u>				
Válvulas abiertas	270, 358	272, 360	274, 362	276, 364
Válvulas cerradas	238, 328	240, 330	242, 332	244, 334

- REIVINDICACIONES -

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

1ª.- Procedimiento para transferencia de calor entre una fuente de calor y un sumidero de calor a temperaturas diferentes, por medio de un sistema de absorción de hidrógeno-hidruro que funciona entre una presión superior y una presión inferior, y que comprende hidrógeno y materiales reversiblemente hidrurables que tienen diferentes características de absorción-desorción para el hidrógeno, en el que cada material se hidrura alternativamente de un modo cíclico y exotérmico hasta una temperatura y presión, se calienta o enfría para activarlo para deshidruración, se deshidrura a otra temperatura y presión, y se enfría o calienta para desactivarlo para hidruración, siendo por tanto transferido hidrógeno entre los materiales, caracterizado porque el sistema comprende tres o más materiales hidrurables diferentes en un único circuito de circulación de hidrógeno, y porque el hidrógeno se transfiere cíclica y sucesivamente entre estos materiales de modo que el cambio de presión entre las presiones de trabajo superior e inferior en una dirección tiene lugar en dos o más etapas.

2ª.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1ª, caracterizado porque se transfiere calor a,

1 o desde, cada material, haciendo circular hidrógeno desde
el circuito entre el material y un cambiador de calor.

3^a.- Un procedimiento según las reivindicaciones
1^a o 2^a, caracterizado porque el sistema comprende tres ma-
5 teriales diferentes hidrurables contenidos en un conjunto
de dos o más reactores y porque el procedimiento se lleva
a cabo cíclicamente en cuatro fases sucesivas, a saber, una
primera fase en la cual primeramente de un modo concurren-
te el material de un reactor del primer conjunto es deshi-
10 drurado para formar hidrógeno que se absorbe por el segun-
do material en un reactor del segundo conjunto, el segun-
do material en un segundo reactor del segundo conjunto es
deshidrurado para formar hidrógeno que se absorbe por el
tercer material en un reactor del tercer conjunto, y el
15 tercer material en un segundo reactor del tercer conjunto
es deshidrurado para formar hidrógeno que se absorbe por
el primer material en un segundo reactor del primer con-
junto; una segunda fase en la cual también concurrentemen-
te cada uno de los reactores es calentado o enfriado para
20 activar los materiales hidrurados para deshidruración y
para desactivar los materiales deshidrurados para hidrura-
ción; una tercera fase en la cual concurrentemente el ma-
terial hidrurado en el primero o segundo reactor de cada
conjunto es deshidrurado para formar hidrógeno que se absor-
25 be por el material previamente deshidrurado en un primero
o segundo reactor del conjunto siguiente; y una cuarta fa-
se en la cual concurrentemente cada uno de los dos reacto-
res se calienta o enfría para activar los materiales hidru-
rados para deshidruración y desactivar los materiales des-
30 hidrurados para hidruración.

25108

1 4ª.- Un procedimiento de acuerdo con la reivin-
dicación 3ª, caracterizado porque el material de los reac-
tores tercero y cuarto en cada conjunto experimenta concu-
5 rrentemente el mismo ciclo que en el primer y segundo reac-
tores, pero uno está en discordancia de fase de modo que
el material contenido en el tercer y cuarto reactores de
un conjunto está experimentando activación o desactivación
mientras que en los reactores primero y segundo del conjun-
to está siendo hidrurados o deshidrurados.

10 5ª.- Un procedimiento de acuerdo con las reivin-
dicaciones 3ª o 4ª, caracterizado porque se recupera calor
por intercambio de calor de entre los reactores en un con-
junto de los que están siendo activados y otro que están
siendo desactivados.

15 6ª.- Un procedimiento de acuerdo con cualquiera
de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque
el sistema comprende como materiales hidrurables las alea-
ciones de CaNi_5 , $\text{CaO},7\text{M}_0,3\text{Ni}_5$ y $\text{CaO},4\text{M}_0,6\text{Ni}_5$, en donde M
es Mischmetal.

20 7ª.- Un procedimiento de acuerdo con cualquiera
de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque
para efectuar refrigeración se extrae calor por el sistema
a partir de una carga de refrigeración en la temperatura
de trabajo inferior y se suministra al sistema a la tempe-
25 ratura de trabajo superior, y se desprende del sistema en
una temperatura intermedia.

30 8ª.- Un procedimiento según la reivindicación
7ª, caracterizado porque la carga de refrigeración es la
energía rechazada por un ciclo de potencia, con lo cual se
incrementa la eficacia del ciclo de potencia.

1 9ª.- Un procedimiento de acuerdo con cualquiera
de las reivindicaciones 1ª a 6ª, caracterizado porque para
efectuar bombeo de calor se suministra calor al sistema a
una temperatura intermedia, se separa del sistema a una
5 temperatura de trabajo inferior y se suministra por el sis-
tema como calor útil a la temperatura de trabajo superior.

10 10ª.- Aparato para empleo en llevar a cabo el
procedimiento de transferencia de calor de acuerdo con la
reivindicación 1ª, caracterizado porque consiste en al me-
nos tres reactores, cada uno de los cuales contiene un ma-
terial hidrurable reversiblemente que tienen diferentes
características de absorción-desorción para el hidrógeno,
conductos provistos de válvulas que conectan los reacto-
res en serie con el fin de que las temperaturas de descom-
15 posición de los materiales contenidos en ellos a una pre-
sión de trabajo dada y que conectan el último y primer reac-
tor en la serie para formar un circuito de circulación de
hidrógeno, medios para suministrar calor a cada reactor y
medios para separar calor de cada reactor.

20 11ª.- Aparato según la reivindicación 10ª, carac-
terizado porque cada medio para suministrar o retirar ca-
lor es un circuito provisto de válvulas que conecta un in-
tercambiador de calor con el reactor y que incluye una
bomba de circulación para hacer circular hidrógeno desde
25 el circuito de hidrógeno a través del reactor y el cambia-
dor de calor.

30 12ª.- Aparato según la reivindicación 11ª, ca-
racterizado porque cada material hidrurable está contenido
en dos o más de un conjunto de reactores, estando los reac-
tores en diferentes conjuntos interconectados por conductos

1 - provistos de válvulas y todos los reactores en cada conjunto son conectables al mismo par de circuitos de suministro y retirada de calor.

5 13ª.- Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10ª a 12ª, caracterizado porque incluye tres reactores o conjuntos de reactores que contienen respectivamente como materiales hidrurables las aleaciones CaNi_5 , $\text{Ca}_{0,7}\text{M}_{0,3}\text{Ni}_5$ y $\text{Ca}_{0,4}\text{M}_{0,6}\text{Ni}_5$, en donde M es Mischmetal.

10 14ª.- Procedimiento y aparato para transferencia de calor.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

15 Esta Memoria consta de treinta hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 20. NOV. 1978

P.A.

20

Alberto de Azaburu
Por Poderes

25

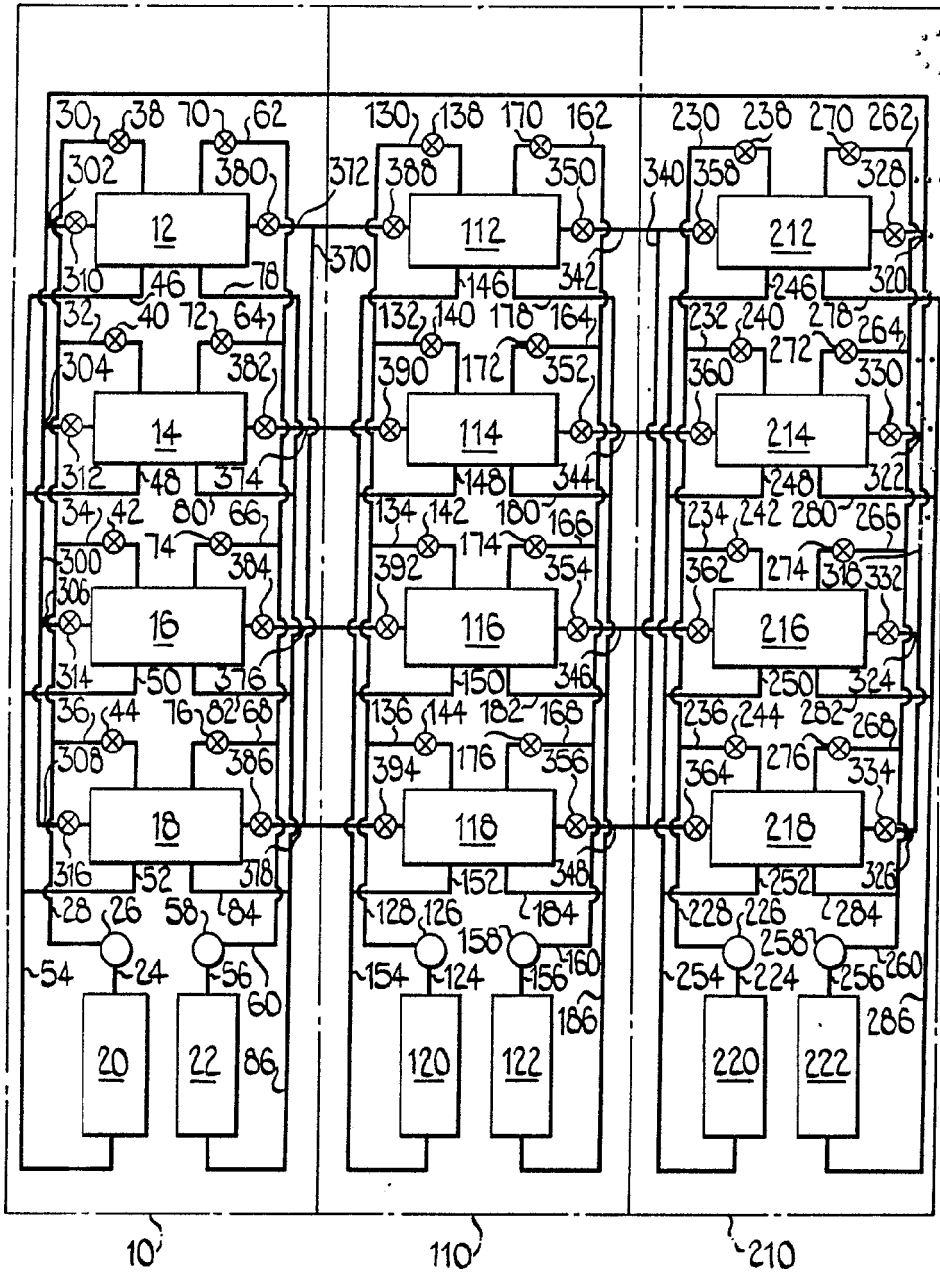
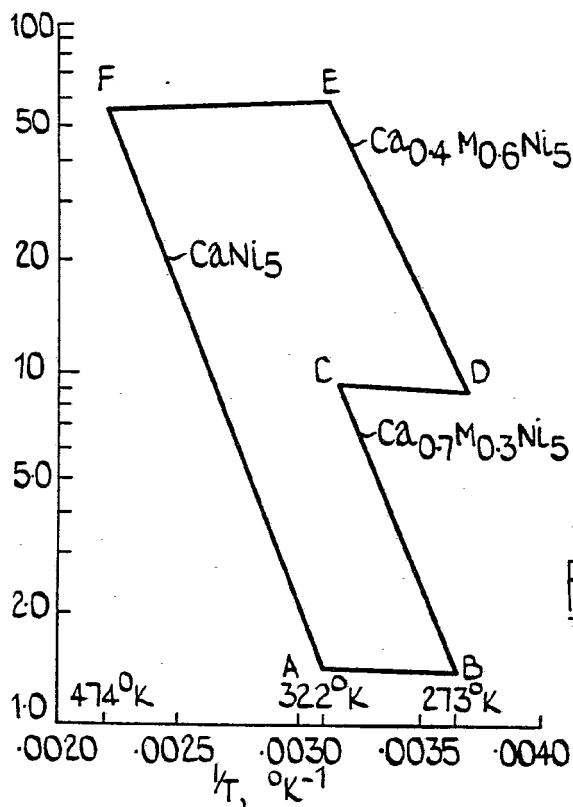
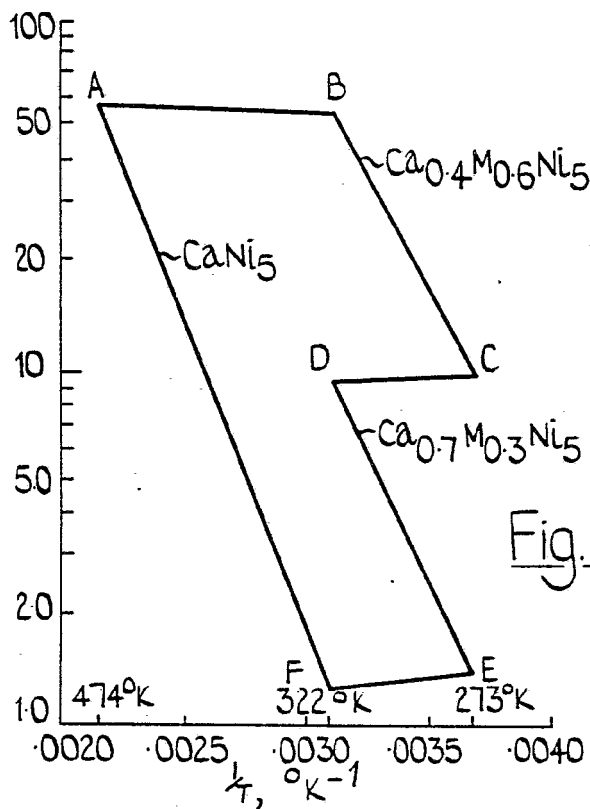


Fig. 1

Albert E. Elizauru
For Patent



AM
Approved for Release
For Policy

Fig. 4

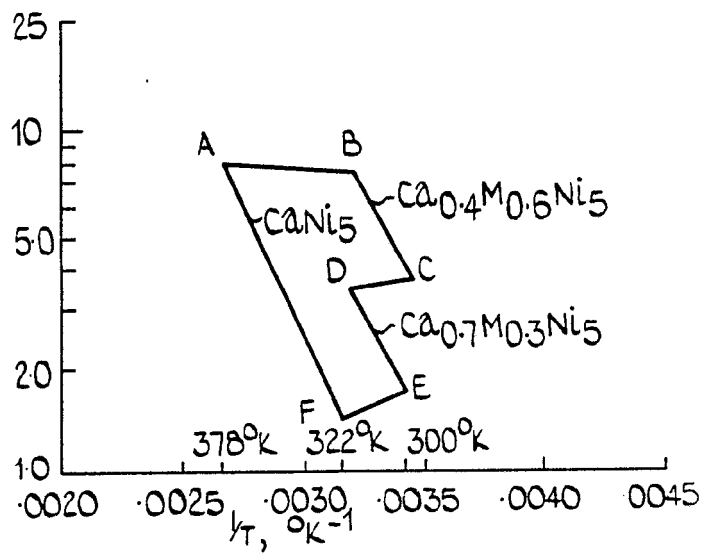
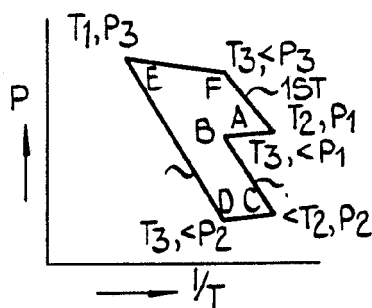


Fig. 5



Alfred de Mezieres
 P. 10115