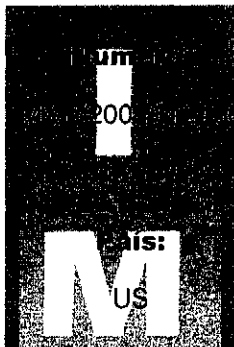




## TÍTULO DE PATENTE NO. 301163

**Titular(es):** THE SCUDERI GROUP, LLC  
**Domicilio:** 1111 Elm Street, Suite 4, West Springfield, Massachusetts, 01089, E.U.A.  
**Denominación:** SISTEMA Y MÉTODO PARA RECUPERACIÓN DE CALOR RESIDUAL DE MOTOR DE CICLO DIVIDIDO.  
**Clasificación:** Int.CI.8: F01N5/02; F02B33/22  
**Inventor(es):** CHARLES K. FORNER; SALVATORE C. SCUDERI; STEPHEN P. SCUDERI

### SOLICITUD



Fecha de presentación:

15 de Marzo de 2007

**PRIORIDAD**

**Fecha:**

24 de marzo de 2006

**Número:**

607854

**Vigencia:** Veinte años

**Fecha de Vencimiento:** 15 de marzo de 2027

La patente de referencia se otorga con fundamento en los artículos 1º, 2ª fracción, VIIª fracción III y 3ª de la Ley de Propiedad Industrial.

De conformidad con el artículo 23 de la Ley de la Propiedad Industrial, la presente patente tiene una duración de veinte años improrrogables, contada a partir de la fecha de presentación de la solicitud internacional y estará sujeta al pago de derechos para mantener vigentes los derechos.

Quien suscribe el presente título lo hace con fundamento en los artículos 1º, 2ª fracción, VIIª fracción III y 3ª bis 2 de la Ley de la Propiedad Industrial (Diario Oficial de la Federación (D.O.F.) 27/05/1999, reformada el 02/05/2004, 17/05/1999, 24/01/2004, 16/06/2005 y 25/01/2006); artículos 1º, 2ª fracción V inciso i), sub inciso ii) 4ª y 12ª fracción III, inciso i) del Reglamento del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (D.O.F. 14/12/1999, reformado el 04/08/2004 y 15/07/2004); artículos 1º, 3º, 4º y 5ª fracción V inciso a), sub inciso ii), 16ª fracciones IV, III y 30 del Estatuto Orgánico del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (D.O.F. 27/12/1999, reformado el 10/10/2002, 29/07/2004, 04/08/2004 y 13/09/2007); 1º, 3ª y 5ª fracción V inciso a), sub inciso ii), penúltimo párrafo del Acuerdo que delega facultades en los Directores Generales Adjuntos, Coordinador, Directores Divisionales, Titulares de las Oficinas Regionales, Subdirectores Divisionales, Coordinadores de Departamentos y Jefes de Unidades del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (D.O.F. 27/12/1999, reformado el 04/02/2000, 29/07/2004, 04/08/2004 y 13/09/2007).

**Fecha de expedición:** 10 de julio de 2012

**LA SUBDIRECTORA DIVISIONAL DE EXAMEN DE FONDO DE PATENTES,  
ÁREAS BIOTECNOLÓGICA, FARMACÉUTICA Y QUÍMICA**

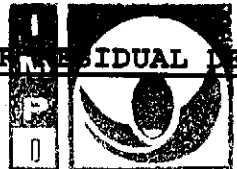
**M. EN C. INGRID MACIEL PEDROTE**



SISTEMA Y MÉTODO PARA RECUPERACIÓN DE CALOR RESIDUAL DE

MOTOR DE CICLO DIVIDIDO

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

Esta invención se refiere a motores de ciclo  
5 dividido y, más particularmente, a recuperación de calor  
residual en tales motores.

El término motor de ciclo dividido como se utiliza  
en la presente solicitud puede no haber recibido aún un  
significado fijo comúnmente conocido por aquellos con  
10 experiencia en la técnica de motores. Por consiguiente, para  
propósitos de claridad, la siguiente definición se ofrece  
para el término motor de ciclo dividido ya que puede  
aplicarse a motores descritos en la técnica anterior y como  
se refiere en la presente solicitud.

15 Un motor de ciclo dividido como se refiere en la  
presente comprende:

un cigüeñal giratorio sobre un eje de cigüeñal;

un pistón de explosión recibido en forma deslizable  
dentro de cilindro de potencia y conectado operativamente al  
20 cigüeñal de modo que el pistón de explosión oscila a través  
de la carrera de potencia (o expansión) y una carrera de  
escape durante una sola rotación del cigüeñal;

un pistón de compresión recibe en forma deslizable  
dentro de un cilindro de compresión y conectado  
25 operativamente al cigüeñal de modo que el pistón de



compresión oscila a través de una carrera de admisión y una  
carrera de compresión durante una sola rotación del eje.  
y

un pasaje de gas que interconecta los cilindros de  
5 potencia y compresión, el pasaje de gas incluye una válvula  
de entrada y una válvula de salida (o de traspaso) que define  
una cámara de presión entre las mismas.

Las Patentes Norteamericanas Nos. 6,543,225,  
6,609,371, y 6,952,923, todas asignadas al cesionario de la  
10 presente invención, describen ejemplos de motores de  
combustión interna de ciclo dividido como se define en la  
presente. Estas patentes contienen una lista extensiva de  
Patentes Norteamericanas y extranjeras y publicaciones  
citadas como antecedentes en la asignación de estas patentes.  
15 El término "ciclo dividido" se ha utilizado para estos  
motores debido a que literalmente dividen las cuatro carreras  
de un ciclo Otto de presión/volumen convencional (es decir,  
de admisión, compresión, de potencia y de escape) sobre dos  
cilindros dedicados: un cilindro dedicado a la carrera de  
20 compresión de alta presión y el otro cilindro dedicado a la  
carrera de potencia de alta presión.

Convencionalmente, los motores de combustión  
interna liberan energía no utilizada en forma de calor en el  
entorno ambiental. Sin embargo, parte de esta energía  
25 calorífica, puede ser recapturada y utilizada. El uso de esta

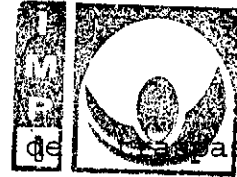


energía calorífica puede recuperar la energía que se libera por el motor y también reducir el consumo de combustible, mejorando por consiguiente la efectividad del motor.

Ejemplos de motores de tipo de ciclo dividido se describen en las Patentes Norteamericanas Nos. 6,543,225, 6,609,371 y 6,952,923 (patentes de Scuderi), en la presente incorporadas para referencia en su totalidad.

Un motor de ciclo dividido generalmente incluye un bloque de motor que tiene un primer cilindro y un segundo cilindro adyacente que se extiende a través del mismo. Un cigüeñal se articula en el bloque para su rotación sobre un eje de cigüeñal. Se cierran los extremos superiores de los cilindros por una culata de cilindro.

El primer y segundo cilindros definen superficies de soporte internas en las cuales se reciben para oscilación un pistón de explosión y un pistón de compresión, respectivamente. La culata de cilindro, el pistón de explosión y el primer cilindro definen una cámara de combustión de volumen variable en el cilindro de potencia. La culata de cilindro, el pistón de compresión y el segundo cilindro definen una cámara de compresión de volumen variable en el cilindro de compresión. La culata de cilindro también incluye una entrada de aire conectada al cilindro de compresión para comunicar gas de admisión desde un pasaje de admisión en el cilindro de compresión.

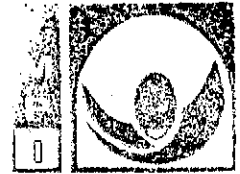


Un pasaje de gas (o pasaje de gas) interconecta los cilindros de potencia y de compresión. El pasaje de gas incluye una entrada y una salida. La entrada del pasaje de gas se conecta al cilindro de compresión y la salida del pasaje de gas se conecta al cilindro de potencia.

El cigüeñal incluye primer y segundo codos de cigüeñal desplazados axialmente y desplazados angularmente, que tienen un ángulo de fase entre los mismos. El primer codo de cigüeñal se une pivotalmente por una primera biela al pistón de explosión y el segundo codo de cigüeñal se une pivotalmente por una segunda biela al pistón de compresión para oscilar los pistones en sus cilindros en una relación sincronizada determinada por el desplazamiento angular de sus codos de cigüeñal y las relaciones geométricas de los cilindros, manivela y pistones.

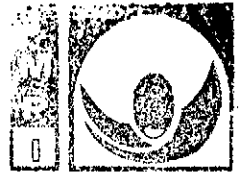
Mecanismos alternativos para relacionar el movimiento y la sincronización de los pistones pueden utilizarse si se desea. La sincronización puede ser similar a, o variada como se desee a partir de, las descripciones de las patentes de Scuderi.

Un modo de operación del motor de combustión interna (ICE) generalmente es el modo de operación normal de un motor de ciclo dividido. Las carreras de admisión, de compresión, de potencia y de escape de un ciclo de motor de pistón convencional se dividen entre los cilindros de



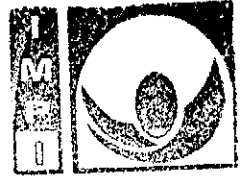
compresión y de potencia del motor de ciclo dividido al modo de ICE, el pistón de compresión extrae y comprime el aire de entrada ambiente para su utilización en el cilindro de potencia. El aire comprimido se admite en el cilindro de potencia con combustible poco después de que el pistón de explosión alcanza su posición de punto muerto superior (TDC) al comienzo de una carrera de expansión. La mezcla de combustible/aire entonces se enciende, se quema y se expande en la misma carrera de expansión del pistón de explosión, transmitiendo la energía al cigüeñal. Los productos de combustión se descargan en la carrera de escape.

Un sistema de recuperación de calor residual para un motor de ciclo dividido que tiene un cilindro de compresión, un cilindro de potencia y un pasaje de gas que interconecta los cilindros de compresión y de potencia de acuerdo con la invención incluyen una unidad de intercambio térmico y un dispositivo compresor de aire en comunicación de fluido con la unidad de intercambio térmico. El sistema también incluye una entrada de calor residual en comunicación de fluido con la unidad de intercambio térmico que recibe e ingresa el calor residual desde el motor en la unidad de intercambio térmico. Una admisión de aire ambiental se conecta al dispositivo compresor de aire para extraer el aire en el dispositivo compresor de aire. Un miembro de salida de aire comprimido en el dispositivo compresor de aire en



comunicación de fluido con el cilindro de compresión del motor de ciclo dividido permite la distribución de aire comprimido desde el dispositivo compresor de aire hasta el motor. El calor residual del motor se comunica con la unidad de intercambio térmico y la energía del calor residual se utiliza para impulsar el dispositivo compresor de aire, provocando que el dispositivo compresor de aire extraiga aire ambiente a través de la admisión de aire ambiente, comprime el aire ambiente, y distribuye el aire comprimido al motor a través de la salida de aire comprimido.

En una modalidad específica, un subsistema de enfriamiento de motor puede estar en comunicación con la unidad de intercambio térmico, y el refrigerante de motor se hace circular desde el motor a través de la unidad de intercambio térmico. Además, el subsistema de escape del motor puede estar en comunicación con la unidad de intercambio térmico para pasar el gas de escape del motor a través de la unidad de intercambio térmico. El sistema puede incluir también una línea de circulación para circular el medio de intercambio térmico entre la unidad de intercambio térmico y el dispositivo compresor de aire. El medio de intercambio térmico puede ser uno de un refrigerante y agua. Un condensador puede conectarse operativamente a la línea de circulación. Una bomba puede conectarse operativamente a la línea de circulación para bombear el medio de intercambio

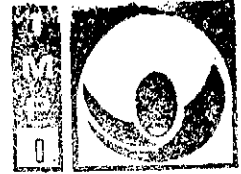


térmico a través de la línea de circulación.

El motor de ciclo dividido también puede incluir un tanque de almacenamiento de aire, y el aire comprimido almacenarse en el tanque de almacenamiento de aire. Una primera válvula puede controlar el flujo en el tanque de almacenamiento, una segunda válvula puede controlar el flujo fuera del tanque de almacenamiento, y una tercera válvula puede controlar el flujo a través del pasaje de gas, permitiendo por consiguiente que el aire comprimido se cargue simultáneamente al tanque de almacenamiento e impulse el cilindro de potencia cuando la primera y segunda válvulas que controlan el flujo dentro y fuera del tanque de almacenamiento se abran y la tercera válvula que controla el flujo a través del pasaje de gas se cierre.

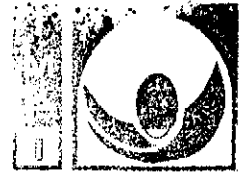
En una modalidad separada, un sistema de recuperación de calor residual para un motor de ciclo dividido que tiene un cilindro de compresión y un cilindro de potencia incluye una unidad de intercambio térmico para transferir la energía térmica del calor residual del motor a un medio de intercambio térmico. La unidad de intercambio térmico tiene un lado de calor residual y un lado de medio de intercambio térmico. El lado del calor residual de la unidad de intercambio térmico incluye una entrada de calor residual que recibe el calor residual del motor e ingresa el calor residual recibido en la unidad de intercambio térmico. El





lado de medio de intercambio térmico de la unidad de  
intercambio térmico incluye una entrada de la propiedad  
intercambio térmico para recibir el medio de intercambio  
térmico. Una salida de calor residual se conecta al lado de  
5 calor residual de la unidad de intercambio térmico, y una  
salida de medio de intercambio térmico se conecta a lado de  
medio de intercambio térmico de la unidad de intercambio  
térmico. El sistema también incluye un dispositivo compresor  
de aire que tiene una entrada de medio de intercambio térmico  
10 en comunicación con la salida de medio de intercambio térmico  
de la unidad de intercambio térmico, una salida de medio de  
intercambio térmico conectada operativamente en una forma de  
bucle en la entrada de medio de intercambio térmico de la  
unidad de intercambio térmico, una admisión de aire ambiente  
15 para extraer el aire ambiente en el dispositivo compresor de  
aire, y una salida de aire comprimido conectada a la admisión  
de aire del cilindro de compresión del motor del ciclo  
dividido para distribuir el aire comprimido al motor. La  
energía extraída del medio de intercambio térmico impulsa el  
20 dispositivo compresor de aire para extraer el aire ambiente a  
través de la admisión de aire ambiente y para producir el  
aire comprimido en el motor.

Un método para recuperar calor residual de un motor  
de ciclo dividido que tiene un cilindro de compresión y un  
25 cilindro de potencia incluye las etapas de: proporcionar un



sistema de compresión de aire que incluye un dispositivo  
compresor de aire; distribuir el calor residual desde el  
motor hasta el sistema de compresión de aire; utilizar la  
energía del calor residual para energizar el dispositivo  
5 compresor de aire para producir aire comprimido; y distribuir  
el aire comprimido generado del calor residual desde el  
dispositivo compresor de aire hasta el cilindro de compresión  
del motor de ciclo dividido.

En una modalidad específica del método, una unidad  
10 de intercambio térmico puede proporcionarse para utilizar el  
calor residual para cambiar un medio de intercambio térmico  
de una fase líquida a una fase gaseosa. La etapa de  
distribuir el calor residual desde el motor hasta el sistema  
de compresión de aire puede incluir circular el fluido  
15 refrigerante del motor a través del motor y la unidad de  
intercambio térmico. También, la etapa de distribuir el calor  
residual desde el motor hasta el sistema de compresión de  
aire puede incluir pasar los gases de escape del motor desde  
el motor a través de la unidad de intercambio térmico.  
20 Después de que los gases de escape se pasan a través de la  
unidad de intercambio térmico, los gases de escape pueden  
ventilarse a la atmósfera a través de un sistema de escape de  
motor.

El método además puede incluir la etapa de circular  
25 el medio de intercambio térmico a través de la unidad de



intercambio térmico y el dispositivo compresor de aire de la etapa de circular el medio de intercambio térmico incluir bombear el medio de intercambio térmico. Un condensador puede proporcionarse corriente abajo del dispositivo compresor de aire para cambiar el medio de intercambio térmico de la fase gaseosa a la fase líquida. El exceso de calor del condensador puede ventilarse a la atmósfera. El dispositivo compresor de aire puede extraer el aire ambiente a través de una admisión de aire ambiente. El aire comprimido generado por el calor residual puede distribuirse al motor a través de una salida de aire comprimido conectado operativamente a una admisión de aire de motor. El aire comprimido generado por el calor residual también puede almacenarse en un tanque de almacenamiento de aire del motor de ciclo dividido. Además, un tanque de almacenamiento de aire del motor de ciclo dividido puede cargarse con aire comprimido generado por calor residual del cilindro de compresión mientras el cilindro de potencia se impulsa simultáneamente con aire comprimido generado por el calor residual del tanque de almacenamiento de aire.

Estas y otras características y ventajas de la invención se entenderán más completamente a partir de la siguiente descripción detallada de la invención tomada junto con los dibujos anexos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

En los dibujos:

La FIGURA 1 es una vista esquemática que ilustra generalmente un sistema de recuperación de calor residual para un motor de ciclo dividido;

la FIGURA 2 es una vista esquemática del sistema de recuperación de calor residual de la FIGURA 1 que ilustra un subsistema de compresión de aire y el subsistema de calor residual del motor en detalle;

la FIGURA 3 es una vista esquemática de un motor de ciclo dividido que utiliza el sistema de recuperación de calor residual; y

la FIGURA 4 es una vista esquemática alternativa de un motor de ciclo dividido que utiliza el sistema de recuperación de calor residual.

Con referencia ahora a los dibujos en detalle, el número 10 generalmente indica un motor de ciclo dividido tal como un motor de ciclo dividido Scuderi. Como se muestra en la FIGURA 3, el motor 10 de ciclo dividido incluye un bloque de motor que tiene por lo menos un cilindro 12 de compresión y un cilindro 14 de potencia adyacente en par. El motor 10 puede tener cualquier número de pares de cilindros de compresión y cilindros de potencia. Un pasaje 16 de gas (también referido como un pasaje de sobrepaso) interconecta el cilindro 12 de compresión y el cilindro 14 de potencia de



cada par. El pasaje de gas incluye una entrada y una salida  
 que definen una cámara de compresión entre las mismas. La  
 entrada de pasaje de gas se conecta al cilindro 12 de  
 compresión y la salida del pasaje de gas se conecta al  
 5 cilindro 14 de potencia.

Un pistón 13 de compresión se recibe en el cilindro  
 12 de compresión. De igual forma, un pistón 15 de explosión  
 se recibe en el cilindro 14 de potencia. Un cigüeñal que  
 puede girar sobre un eje de cigüeñal se conecta  
 10 operativamente al pistón 13 de compresión y el pistón 15 de  
 explosión. El pistón 13 de compresión oscila a través de una  
 carrera de admisión y una carrera de compresión durante una  
 sola rotación del cigüeñal, y el pistón 15 de explosión  
 oscila a través de una carrera de potencia (o de expansión) y  
 15 una carrera de escape durante una sola rotación del cigüeñal.

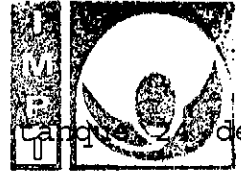
El cilindro 12 de compresión incluye una admisión  
 17 de aire para comunicar el gas de admisión tal como el aire  
 ambiente desde un pasaje 23 de admisión hacia el cilindro 12  
 de compresión. El cilindro 14 de potencia incluye una  
 20 lumbrera 19 de escape para liberar los gases 20 de escape del  
 cilindro 14 de potencia en un pasaje 25 de escape.

Un modo de operación del motor de combustión  
 interna (ICE) generalmente es el modo de operación normal del  
 motor 10 de ciclo dividido. Las carreras de admisión, de  
 25 compresión, de potencia y de escape de un ciclo de motor del



pistón convencional se dividen entre los cilindros de  
 compresión 12 y de potencia 14 del motor 10 de ciclo  
 dividido. En el modo de ICE, el pistón 13 de compresión  
 extrae y comprime el aire de entrada ambiente del  
 5 de admisión para utilización en el cilindro 14 de potencia.  
 El aire comprimido y el combustible comunicados mediante la  
 línea 22 de combustible desde el depósito 27 de combustible  
 se admite al cilindro 14 de potencia a través del pasaje 16  
 de gas brevemente después de que el pistón 15 de explosión  
 10 alcanza su posición de punto muerto superior (TDC) al  
 comienzo de una carrera de expansión. Alternativamente, el  
 combustible puede inyectarse directamente en el cilindro 14  
 de potencia mediante la línea 22 de combustible. La mezcla de  
 combustible/aire entonces se enciende, quema y expande en la  
 15 misma carrera de expansión del pistón 15 de explosión  
 transmitiendo la energía al cigüeñal. Los productos de  
 combustión se descargan en la carrera de escape a través del  
 pasaje 25 de escape.

Opcionalmente, el motor 10 puede incluir un tanque  
 20 24 de almacenamiento de aire y generalmente puede referirse  
 como un motor 26 de ciclo dividido híbrido de aire. El motor  
 26 de ciclo dividido híbrido de aire incluye todos los  
 componentes de motor 10 de ciclo dividido. Como un híbrido de  
 aire, el motor 26 de ciclo dividido puede almacenar aire  
 25 comprimido en el tanque 24 de almacenamiento de aire para uso



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

posterior. El aire comprimido almacenado en el tanque 24 de almacenamiento de aire puede utilizarse como una cámara de aire de admisión para mezclarse con combustible para la combustión dentro del cilindro 12 de potencia.

5 Alternativamente, el aire comprimido del tanque 24 de almacenamiento de aire puede distribuirse al cilindro 14 de potencia sin mezclarse con el combustible de modo que no tiene lugar ninguna combustión en el cilindro de potencia. En este modo de operación, el aire comprimido almacenado en el tanque 24 de almacenamiento de aire puede utilizarse para 10 impulsar el pistón 15 de explosión en el cilindro 14 de potencia. Este modo de operación generalmente puede referirse como un modo de motor de aire.

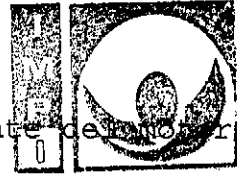
La presente invención proporciona un sistema 30 de 15 recuperación de calor residual para el motor 10 de ciclo dividido. El sistema 30 de recuperación de calor residual como se ve en la FIGURA 1 utiliza el calor residual generado por el motor 10 de ciclo dividido y recolectado por una o más 20 entradas 34 de calor residual en comunicación de fluido con una unidad 46 de intercambio térmico. La entrada 34 de calor residual típicamente recibe el calor residual del motor de un fluido tal como un gas de escape o refrigerante de motor. La energía convertida del calor residual se utiliza para energizar un sistema 32 de compresión de aire. El sistema 25 de compresión de aire incluye un dispositivo 48 compresor de



aire, tal como una bomba, turbina u otro dispositivo compresor, para comprimir el aire ambiente, el cual se extrae a través de una admisión 18 de aire ambiente. El aire comprimido se comunica a través de una salida 38 de aire comprimido en el dispositivo 48 compresor de aire al o los cilindros 12 de compresión del motor 10 de ciclo dividido. El aire comprimido además puede comprimirse en el cilindro 12 de compresión para su uso inmediato en energizar el motor 10 de ciclo dividido cuando el motor está operando en su modo de ICE. Alternativamente, el aire comprimido puede almacenarse en el tanque 24 de almacenamiento de aire para uso posterior en el proceso de combustión que energiza el motor 10. El aire comprimido almacenado también puede utilizarse para energizar el motor 10 sin la necesidad de combustión en el cilindro 14 de potencia (por ejemplo, en el modo de motor de aire). El sistema 30 de recuperación de calor residual actual utiliza por consiguiente el calor del motor que de otra forma puede desperdiciarse y mejora la efectividad del combustible del motor 10 al reducir el consumo de combustible.

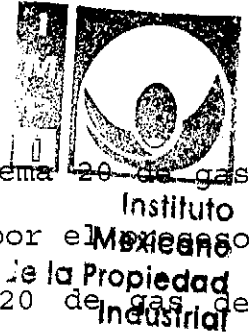
Con referencia a las FIGURAS 1 a 3, el sistema 30 de recuperación de calor residual generalmente incluye un sistema 32 de compresión de aire. El calor residual del motor recibido de una o más entradas 34 de calor residual en comunicación con una unidad 46 de intercambio térmico, tal como un termointercambiador, recibe el calor residual del





motor de un fluido, típicamente el refrigerante de motor, el gas de escape o similar, y utiliza la energía calor residual para energizar el sistema 32 de compresión de aire, el cual comprime el aire ambiente. El aire comprimido y el calor son los resultados del sistema 32 de compresión de aire. El aire comprimido puede ingresarse en el cilindro 12 de compresión del motor 10 de ciclo dividido para utilizarse por el motor o almacenarse en el tanque 24 de almacenamiento para uso posterior, como se describe en mayor detalle en lo siguiente.

El calor residual del motor generado por el motor 10 incluye tanto calor en el refrigerante de motor como calor en los gases de escape del motor. En un subsistema 40 de refrigerante de motor, el refrigerante de motor extrae el calor del bloque de motor para poder enfriar el bloque de motor como se conoce en la técnica. El refrigerante de motor en el subsistema 40 de refrigerante de motor se comunica con el sistema 32 de compresión de aire y se regresa al motor 10 mediante el retorno 41 del subsistema de refrigerante de motor. Específicamente, el refrigerante de motor caliente se cicla a través del sistema 32 de compresión de aire para transferir la energía térmica del refrigerante de motor caliente a un medio de intercambio térmico, el cual a su vez fluye en un bucle cíclico mediante la línea 44 de circulación dentro del sistema 32 de compresión de aire y enfría el



refrigerante de motor. Similarmente, un subsistema 20 de gas de escape recibe los gases de escape generados por el motor de combustión en el motor 10. El subsistema 20 de gas de escape comunica los gases de escape al sistema 32 de compresión de aire. Más específicamente, los gases de escape calientes en el subsistema 20 de gas de escape se pasan a través del sistema 32 de compresión de aire para transferir la energía térmica al medio de intercambio térmico, y para recuperar la energía térmica en los gases de escape antes de ventilar el gas de escape a la atmósfera mediante una salida 42 de escape.

El subsistema 40 de refrigerante de motor y el subsistema 20 de gas de escape están en comunicación de fluido con la entrada 34 de calor residual de la unidad 46 de intercambio térmico. El calor del refrigerante de motor y los gases de escape del motor se transfieren al medio de intercambio térmico mediante la unidad 46 de intercambio térmico. La unidad 46 de intercambio térmico se incluye en el sistema 32 de compresión de aire. La unidad 46 de intercambio térmico tiene un lado de calor residual y un lado de medios de intercambio térmico. La entrada 34 de calor residual recibe los fluidos (por ejemplo, el refrigerante, los gases de escape) del motor en el lado de calor residual de la unidad 46 de intercambio térmico. Las salidas 47 de calor residual se conectan al lado de calor residual de la unidad



46 de intercambio térmico para comunicar los fluidos del lado de calor residual de la unidad de intercambio térmico. El lado de medio de intercambio térmico de la unidad 46 de intercambio térmico incluye una entrada 49 de medio de intercambio térmico para recibir el medio de intercambio térmico en la unidad de intercambio térmico. Una salida 51 de medio de intercambio térmico se conecta al lado de medio de intercambio térmico para comunicar el medio de intercambio térmico fuera de la unidad 46 de intercambio térmico.

10 La unidad 46 de intercambio térmico puede ser un evaporador, una caldera, u otro aparato de intercambio térmico adecuado. El medio de intercambio térmico puede ser un refrigerante, agua u otro medio de intercambio térmico similar adecuado para el sistema 32 compresión de aire actual. En la unidad 46 de intercambio térmico, el medio de intercambio térmico se calienta y cambia de la fase líquida a la fase gaseosa.

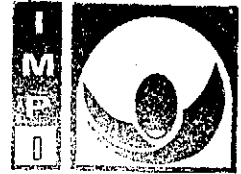
Mientras se pasa a través de la unidad 46 de intercambio térmico, el medio de intercambio térmico absorbe el calor residual del motor y se evapora y convierte en la fase gaseosa. El medio de intercambio térmico gaseoso de expansión, entonces se comunica a partir de la unidad 46 de intercambio térmico mediante la salida 51 a una entrada 53 de medio de intercambio térmico del dispositivo 48 compresor de aire. El medio de intercambio térmico gaseoso se utiliza para



energizar el dispositivo 48 compresor de aire, el cual extrae el aire ambiente a través de la admisión 18 y produce comprimido a través de la salida 36.

El medio de intercambio térmico sale del dispositivo 48 compresor de aire a través de la salida 55 del medio de intercambio térmico y pasa a un condensador 50 donde se condensa nuevamente en una fase líquida. En el condensador 50, cualquier exceso de calor retenido por el medio 44 de intercambio térmico se captura y libera a la atmósfera mediante una salida 38 de calor tal como una ventilación o similar. El medio de intercambio térmico entonces se vuelve a bombear a la unidad 46 de intercambio térmico mediante una bomba 52 que completa el circuito de flujo de fluido para comenzar su ciclo nuevamente.

El sistema 32 de compresión de aire se acopla con el o los cilindros 12 de compresión dedicado del motor 10 de ciclo dividido. El aire comprimido del sistema 32 de compresión de aire se alimenta al cilindro 12 de compresión a través del pasaje 23 de admisión del cilindro de compresión. El aire ambiente también puede extraerse en el cilindro 12 de compresión a través de la admisión 17 de aire para compresión en el cilindro de compresión. El aire comprimido entonces puede viajar hacia el cilindro 14 de potencia a través del pasaje 16 de gas. Alternativamente, el aire comprimido puede almacenarse en el tanque 24 de almacenamiento de aire para



uso posterior por el motor 10. El aire comprimido puede entrar al tanque 24 de almacenamiento de aire a través de la lumbrera 54 que desvía el pasaje 16 de gas. .

El combustible puede inyectarse directamente en el cilindro 14 de potencia para mezclarse con el aire comprimido para formar una mezcla combustible que se enciende en el cilindro de potencia para crear energía. Alternativamente, el combustible puede ser el combustible de la lumbrera inyectado en el pasaje 16 de gas corriente abajo de la lumbrera 54 de derivación para mezclarse con el aire comprimido antes del ingreso al cilindro 14 de potencia.

La combustión en el cilindro 14 de potencia genera los gases de escape calientes que se alimentan al sistema 32 de compresión de aire mediante el subsistema 20 de gas de escape como se describe en lo anterior. Además, la combustión en el motor 10 calienta el bloque de motor. El refrigerante de motor en el subsistema 40 de refrigerante de motor se cicla a través del bloque de motor hasta y desde el sistema 32 de compresión de aire mediante una bomba 56 para enfriar el bloque de motor como se describe en lo anterior.

En el modo de operación de motor de aire, el motor 10 de ciclo dividido puede utilizar el aire comprimido generado por el sistema 32 de compresión de aire y almacenado en el tanque 24 de almacenamiento de aire para impulsar el pistón 15 de explosión en el cilindro 14 de potencia. Después



que el aire comprimido se ha expandido en el cilindro de potencia, el aire puede hacerse salir a través del pasaje de escape. En este modo, el cilindro 12 de compresión se desconecta y ninguna combustión tiene lugar en el cilindro 14 de potencia.

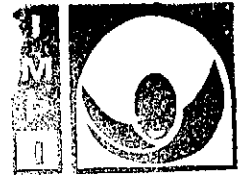
Con referencia ahora a la FIGURA 4, en una modalidad alternativa del motor 126 de ciclo dividido híbrido de aire, el aire ambiente comprimido del cilindro 112 de compresión entra al tanque 124 de almacenamiento a través del pasaje 158 de entrada, el cual se conecta a la lumbrera 154. El aire almacenado sale del tanque 124 de almacenamiento de aire a través del pasaje 160 de salida, el cual se conecta a la lumbrera 162. Las válvulas 164 y 166 controlan el flujo dentro y fuera del tanque 124, mientras la válvula 168 controla el flujo a través del pasaje 116 de gas. Con las válvulas 164 y 166 de control abiertas y la válvula 168 cerrada, el aire comprimido generado por el calor residual puede cargar simultáneamente el tanque 124 a través del pasaje 158 de entrada mientras impulsa el cilindro 114 de potencia mediante el pasaje 160 de salida. Además, en esta configuración, las válvulas 164, 166, y 168 pueden utilizarse para proporcionar control de flujo adicional entre el tanque 124 de aire y el cilindro 112 de compresión o el cilindro 114 de potencia. En otros aspectos restantes, el motor 126 híbrido de aire de ciclo dividido tiene las mismas



características que el híbrido 26 de aire de ciclo dividido,  
y números de referencia similares indican características  
similares.

Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

Aunque la invención se ha descrito con referencia a  
5 una modalidad específica, se debe entender que numerosos  
cambios pueden hacerse dentro del espíritu y alcance de los  
conceptos inventivos descritos. Por consiguiente, se pretende  
que la invención no se limite a la modalidad descrita, sino  
que tenga el alcance amplio definido por el lenguaje de las  
10 siguientes reivindicaciones.



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

### REIVINDICACIONES

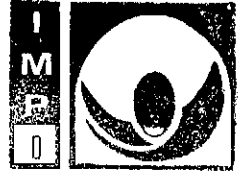
1. Un sistema de recuperación de calor residual para un motor de ciclo dividido, el motor de ciclo dividido incluye un bloque de motor que tiene un cilindro de compresión para recibir aire y un cilindro de potencia para recibir aire y el combustible dispuesto en el mismo, un pasaje de gas que interconecta al cilindro de compresión y el cilindro de potencia, y un subsistema de refrigerante de motor que incluye una bomba para bombear el refrigerante de motor líquido a través del bloque del motor para remover el calor residual del motor del mismo, el sistema de recuperación de calor residual caracterizado porque comprende:

una unidad de intercambio térmico que tiene una entrada de calor residual para recibir el refrigerante de motor líquido bombeado desde el motor, una salida de calor residual para regresar el refrigerante de motor líquido al motor,

una entrada del medio de intercambio térmico y una salida del medio de intercambio térmico; un bucle de circulación del medio de intercambio térmico conectado a la entrada del medio de intercambio térmico y la salida del medio de intercambio térmico de la unidad de intercambio térmico;

un medio de intercambio térmico que circula dentro





Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

del bucle de circulación del medio de intercambio térmico  
donde el medio de intercambio térmico ingresa la unidad de  
intercambio térmico a través de la entrada del medio de  
intercambio térmico en una fase líquida, absorbe el calor  
5 residual del motor desde el refrigerante de motor mientras  
que pasa a través de la unidad de intercambio térmico, y sale  
de la unidad de intercambio térmico en una fase de gas a  
través de la salida del medio de intercambio térmico;

un dispositivo de compresor de aire que tiene una  
10 entrada del medio de intercambio térmico conectada a la  
salida del medio de intercambio térmico de la unidad de  
intercambio térmico, una salida del medio de intercambio  
térmico conectada al bucle de circulación del medio de  
intercambio térmico, una admisión de aire ambiente para  
15 extraer el aire ambiente y una salida de aire comprimido  
conectada directamente al cilindro de compresión del motor;

en donde el medio de intercambio térmico gaseoso  
entra a la entrada del medio de intercambio térmico del  
dispositivo de compresor de aire y sale de la salida del  
20 medio de intercambio térmico del dispositivo de compresor de  
aire para impulsar el dispositivo de compresor de aire con el  
calor residual de motor desde el refrigerante de motor;

en donde el dispositivo de compresor de aire extrae  
el aire ambiente a través de la admisión de aire ambiente,  
25 transfiere energía de calor residual del motor desde el medio



de intercambio térmico gaseoso hasta el aire ambiente para  
producir aire comprimido generado de calor residual  
alimenta el aire comprimido generado por calor residual  
directamente al cilindro de compresión del motor a través de  
5 la salida de aire comprimido para recuperar la energía de  
calor residual desde el refrigerante de motor.

2. El sistema de recuperación de calor residual de  
conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque el  
motor de ciclo dividido incluye un subsistema de gas de  
10 escape para remover los gases de escape desde el motor a  
través de una lumbrera de escape del cilindro de potencia y  
la salida de calor residual de la unidad de intercambio  
térmico recibe los gases de escape desde el subsistema de gas  
de escape y la salida de calor residual de la unidad de  
15 intercambio térmico purga los gases de escape a la atmósfera  
mediante una salida de escape, en donde el medio de  
intercambio térmico absorbe el calor residual del motor desde  
los gases de escape del motor mientras pasan a través de la  
unidad de intercambio térmico.

20 3. El sistema de recuperación de calor residual de  
conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque el  
medio de intercambio térmico es uno de un refrigerante y  
agua.

25 4. El sistema de recuperación de calor residual de  
conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque

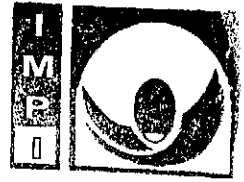


incluye un condensador conectado operativamente al bucle de  
circulación del medio de intercambio térmico.

5. El sistema de recuperación de calor residual de  
conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque  
5 incluye una bomba conectada operativamente al bucle de  
circulación del medio de intercambio térmico para bombear el  
medio de intercambio térmico a través del bucle de  
circulación del medio de intercambio térmico.

6. El sistema de recuperación de calor residual de  
10 conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque el  
motor de ciclo dividido incluye un tanque de almacenamiento  
de aire conectado al pasaje de gas y el aire comprimido  
generado por calor residual alimentado al cilindro de  
compresión se almacena en el tanque de almacenamiento de  
15 aire.

7. El sistema de recuperación de calor residual de  
conformidad con la reivindicación 6, caracterizado porque  
incluye una primera válvula para controlar el flujo en el  
tanque de almacenamiento de aire, una segunda válvula para  
20 controlar el flujo fuera del tanque de almacenamiento de  
aire, y una tercera válvula para controlar el flujo a través  
del pasaje de gas, donde el aire comprimido generado por  
calor residual carga simultáneamente el tanque de  
almacenamiento de aire e impulsa el cilindro de potencia  
25 contra la primera y segunda válvulas que controlan el flujo

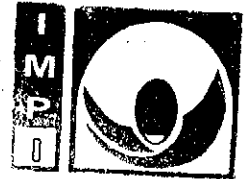


Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

dentro y fuera del tanque de almacenamiento de aire y la tercera válvula que controla el flujo a través del pasaje de gas se cierra.

8. Un método para recuperar calor residual en un motor de ciclo dividido, el método comprende: proporcionar un motor de ciclo dividido que incluye un bloque de motor que tiene un cilindro de compresión y un cilindro de potencia dispuestos en el mismo, un pasaje de gas que interconecta el cilindro de compresión para recibir aire y el cilindro de potencia para recibir combustible y aire, un cigüeñal que gira alrededor de un eje de cigüeñal del motor, un pistón de compresión deslizablemente recibido dentro del cilindro de compresión y conectado operativamente al cigüeñal de tal manera que el pistón de compresión oscila a través de una carrera de admisión y un carrera de compresión durante una rotación simple del cigüeñal, un pistón de potencia se recibe deslizablemente dentro del cilindro de potencia y se conecta operativamente al cigüeñal de tal manera que el pistón de potencia oscila a través de una carrera de expansión y una carrera de escape durante la misma rotación del cigüeñal, y un subsistema de refrigerante de motor que incluye una bomba para bombear refrigerante de motor líquido a través del bloque de motor para remover el calor residual del motor del mismo;

recibir el refrigerante de motor líquido bombeado



desde el motor hacia una entrada de calor residual laa Instituto  
unidad de intercambio térmico, regresar el refrigerante de Mexicano  
motor líquido al motor a través de una salida de la Propiedad  
residual de la unidad de intercambio térmico; Industrial

5            hacer circular un medio de intercambio térmico  
dentro de un medio de bucle de circulación del medio de  
intercambio térmico conectado a una entrada del medio de  
intercambio térmico y una salida del medio de intercambio  
térmico de la unidad de intercambio térmico, en donde el  
10 medio de intercambio térmico entra a la unidad de intercambio  
térmico a través de la entrada del medio de intercambio  
térmico en una fase líquida, se absorbe el calor residual del  
motor desde el refrigerante de motor mientras que pasa a  
través de la unidad de intercambio térmico, y sale de la  
15 unidad de intercambio térmico en una fase de gas a través de  
la entrada del medio de intercambio térmico;

          alimentar el medio de intercambio térmico a un  
dispositivo de compresión de aire que tiene una entrada del  
medio de intercambio térmico conectada a la salida del medio  
20 de intercambio térmico de la unidad de intercambio térmico,  
una salida del medio de intercambio térmico conectada al  
bucle de circulación del medio de intercambio térmico, una  
admisión de aire ambiente para extraer el aire ambiente y una  
salida de aire comprimido conectada al cilindro de compresión  
25 del motor, donde el medio de intercambio térmico gaseoso



entra a la entrada del medio de intercambio térmico del dispositivo de compresor de aire y sale de la salida del medio de intercambio térmico del dispositivo de compresor de aire;

5 utilizar energía de calor residual del motor a partir del refrigerante del motor para impulsar el dispositivo de compresor de aire al extraer aire ambiente hacia el dispositivo de compresor de aire a través de la admisión de aire ambiente, transferir la energía de calor residual del motor desde el medio de intercambio térmico gaseoso hasta el aire ambiente para producir aire comprimido generado de gas residual; y

10 alimentar el aire comprimido generado por calor residual directamente al cilindro de compresión del motor de ciclo dividido a través de la salida de aire comprimido para recuperar la energía de calor residual desde el refrigerante del motor.

9. El método de conformidad con la reivindicación 8, caracterizado porque incluye la etapa de:

20 comunicar los gases de escape desde el motor a través de una lumbrera de escape del cilindro de potencia a la entrada de calor residual de la unidad de intercambio térmico, y pasar el gas de escape a través de la unidad de intercambio térmico para transferir energía de calor residual a partir de los gases de escape hasta el medio de intercambio

25



térmico.

**10.** El método de conformidad con la reivindicación 9, caracterizado porque incluye la etapa de:

purgar el gas de escape del motor a la atmósfera después de que los gases de escape del motor se hacen pasar a través de la unidad de intercambio térmico.

**11.** El método de conformidad con la reivindicación 8, caracterizado porque la etapa de circular el medio de intercambio térmico incluye:

bombear el medio de intercambio térmico.

**12.** El método de conformidad con la reivindicación 8, caracterizado porque incluye la etapa de:

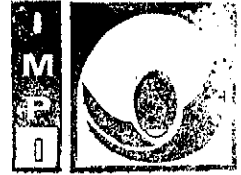
proporcionar un condensador conectado al bucle de circulación del medio de intercambio térmico corriente abajo del dispositivo de compresor de aire para cambiar el medio de intercambio térmico desde la fase de gas hasta la fase líquida.

**13.** El método de conformidad con la reivindicación 12, caracterizado porque incluye la etapa de:

purgar el exceso de calor desde el condensador hasta la atmósfera.

**14.** El método de conformidad con la reivindicación 8, caracterizado porque incluye la etapa:

almacenar aire comprimido generado por calor residual que se alimenta al cilindro de compresión en un



tanque de almacenamiento de aire del motor de ciclo dividido  
que se conecta al pasaje de gas, e  
impulsar el pistón de potencia con aire comprimido  
generado del calor residual a partir del tanque de  
5 almacenamiento de aire.

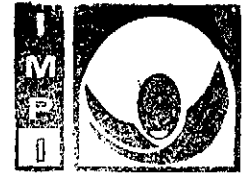
Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial





### RESUMEN

Un sistema de recuperación de calor residual para un motor de ciclo dividido incluye una unidad de intercambio térmico. Un dispositivo de compresor de aire está en comunicación con la unidad de intercambio térmico. Una entrada de calor residual recibe el calor residual del motor y está en comunicación de fluido con la unidad de intercambio térmico. Una toma de aire ambiente conectada al dispositivo de compresor de aire extrae el aire hacia el dispositivo de compresor de aire. Un miembro de salida de aire comprimido en el dispositivo de compresor de aire en comunicación de fluido con un cilindro de compresión del motor de ciclo dividido distribuye aire comprimido desde el dispositivo de compresor de aire hasta el motor. El calor residual del motor se comunica a la unidad de intercambio térmico, y la energía del calor residual se utiliza para impulsar el dispositivo de compresor de aire, provocando que el dispositivo de compresor de aire extraiga el aire ambiente a través de la toma de aire ambiente, comprima el aire ambiente y distribuya el aire comprimido al motor a través de la salida de aire comprimido.



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

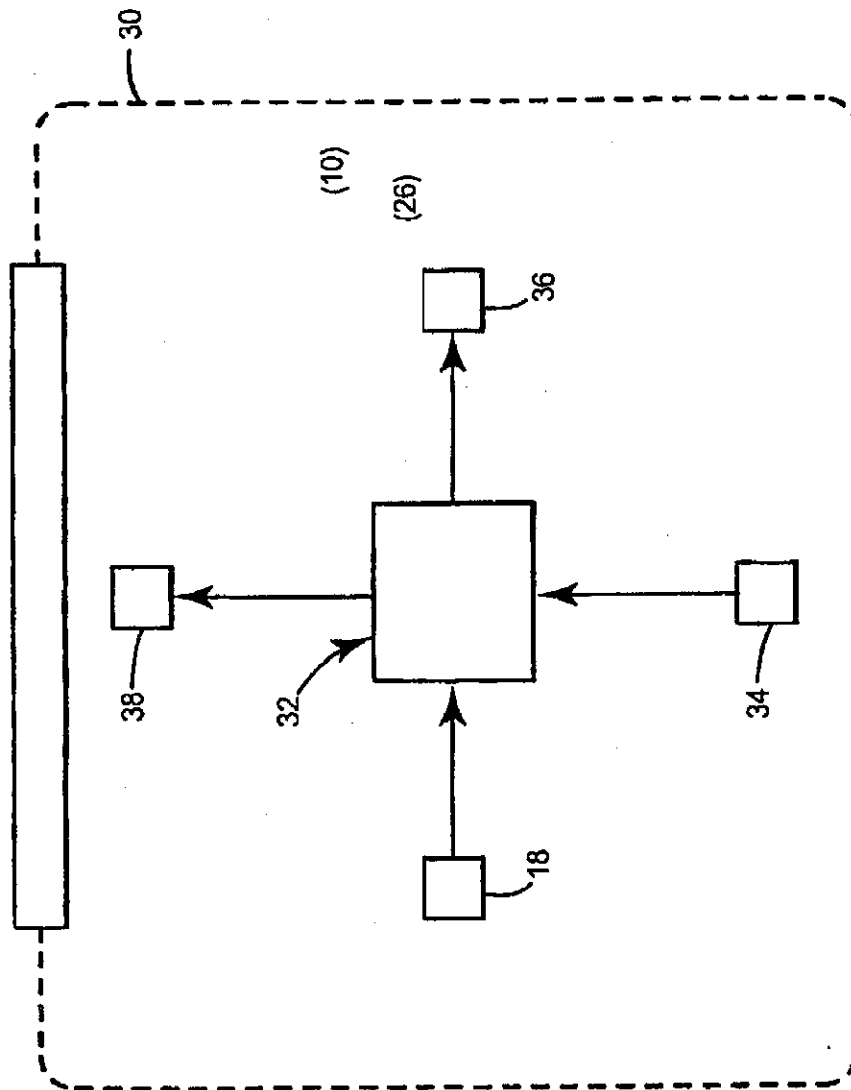


Fig. 1



Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

