



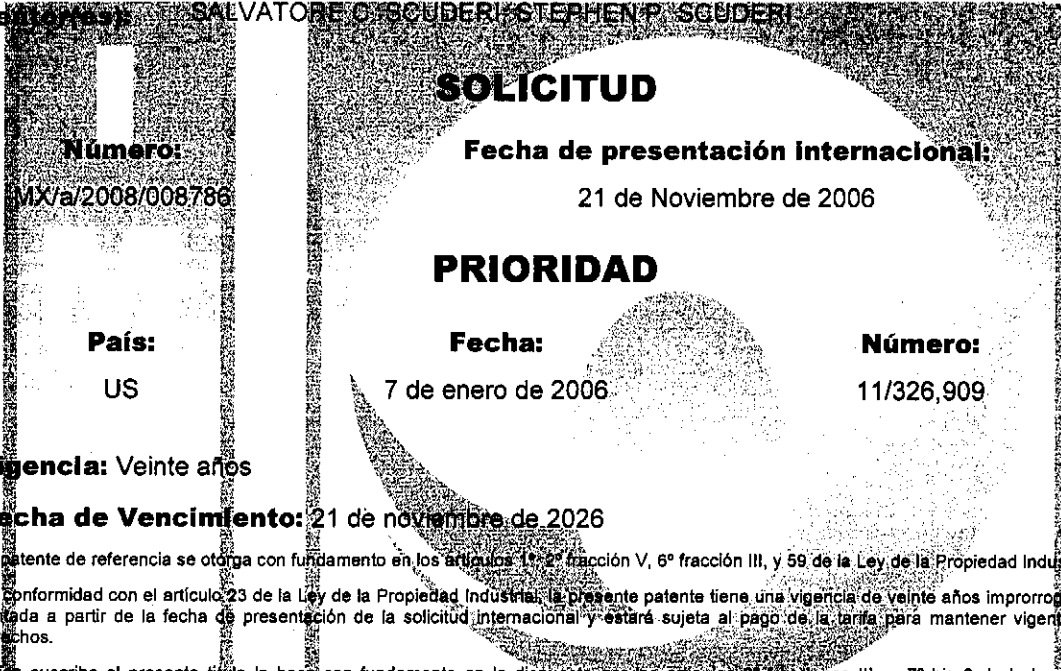
SE

SECRETARÍA DE ECONOMÍA



## TÍTULO DE PATENTE NO. 307440

**Titular(es):** SCUDERI GROUP, LLC  
**Domicilio:** 1111 Elm Street, Suite 4, West Springfield, Massachusetts, 01089, E.U.A.  
**Denominación:** MOTOR HÍBRIDO DE AIRE DE CICLO PARTIDO.  
**Clasificación:** Int.Cl.8: F02B33/00  
**Inventor(es):** SALVATORE C. SCUDERI, STEPHEN P. SCUDERI



**Número:**  
MX/a/2008/008786  
**País:**  
US

**Vigencia:** Veinte años

**Fecha de Vencimiento:** 21 de noviembre de 2026

La patente de referencia se otorga con fundamento en los artículos 1º, 2ª fracción V, 6ª fracción III, y 59 de la Ley de la Propiedad Industrial.  
De conformidad con el artículo 23 de la Ley de la Propiedad Industrial, la presente patente tiene una vigencia de veinte años improrrogables, contada a partir de la fecha de presentación de la solicitud internacional y estará sujeta al pago de la tarifa para mantener vigentes los derechos.

Quien suscribe el presente título lo hace con fundamento en lo dispuesto por los artículos 6ª fracciones III y 7º bis 2 de la Ley de la Propiedad Industrial (Diario Oficial de la Federación (D.O.F.) 27/06/1991, reformada el 02/08/1994, 25/10/1996, 26/12/1997, 17/05/1999, 26/01/2004, 16/06/2005, 25/01/2006, 06/05/2009, 06/01/2010, 18/06/2010, 28/06/2010, 27/01/2010 y 09/04/2012); artículos 1º, 3ª fracción V inciso a), 4ª y 5ª fracciones I y III del Reglamento del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (D.O.F. 14/12/1999, reformado el 01/07/2002, 15/07/2004, 28/07/2004 y 7/09/2007); artículos 1º, 3º, 4º, 5ª fracción V inciso a), 16 fracciones I y 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, 3º y 5º inciso a) del Acuerdo que delega facultades en los Directores Generales Adjuntos, Coordinador, Directores Divisionales, Titulares de las Oficinas Regionales, Subdirectores Divisionales, Coordinadores Departamentales y otros subalternos del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. (D.O.F. 15/12/1999, reformado el 04/02/2000, 29/07/2004, 04/08/2004 y 13/09/2007).

Fecha de expedición: 15 de febrero de 2013

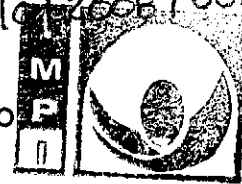
**DIRECTORA DIVISIONAL DE PATENTES**

**NAHANNY CANAL REYES**



MX/01/2006/008786

## MOTOR HÍBRIDO DE AIRE DE CICLO PARTIDO



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

## REMISIÓN A SOLICITUDES RELACIONADAS

Esta solicitud reivindica la ventaja de la ~~Solicitud~~  
 5 estadounidense No 11/326,909 Consecutivo, archivado el 7 de  
 enero de 2006, titulado como MOTOR HÍBRIDO DE AIRE DE CICLO  
 PARTIDO, que es aquí incorporado por referencia en su totalidad.

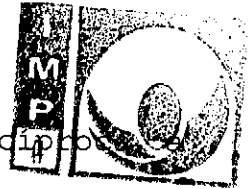
## CAMPO TÉCNICO

10 Esta invención está relacionada con motores de ciclo  
 partido y, más particularmente, con un motor que incorpora un  
 sistema híbrido de aire.

## ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 El término motor de ciclo partido, como se usa en la  
 presente solicitud, puede no haber recibido aún un significado  
 establecido y comúnmente conocido para los expertos en la  
 técnica de motores. En consecuencia, para propósito de claridad,  
 la definición que sigue es ofrecida para el término motor de  
 20 ciclo partido como puede ser aplicado a motores descritos en la  
 técnica anterior y como se refirió en la solicitud presente.

Un motor de ciclo partido como el que se refiere aquí,  
 comprende: un cigüeñal giratorio sobre un eje de cigüeñal; un  
 pistón de expansión deslizablemente recibido, dentro de un  
 25 cilindro de expansión y funcionalmente conectado con el cigüeñal

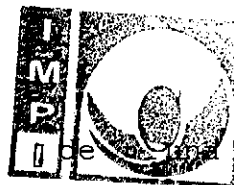


tal que el pistón de expansión tenga actividad recíproca  
 través de una energía (o extensión) carrera y una carrera  
 escape durante una rotación individual del cigüeñal; de la  
 de compresión deslizadamente recibido, dentro de un cilindro de  
 5 compresión y funcionalmente conectado con el cigüeñal tal que el  
 pistón de compresión tenga actividad recíproca a través de una  
 carrera de entrada y una carrera de compresión durante una  
 rotación individual del cigüeñal; y una trayectoria de gas que  
 interconecta los cilindros de compresión y expansión, la  
 10 trayectoria de gas incluyendo una válvula de entrada y una  
 válvula de salida (o cruce de enlace) que define una cámara de  
 presión en medio.

Por claridad, lo siguiente está una lista de siglas para  
 diversos modos de funcionamiento de motor descritos aquí:

15 AC: compresor de aire; AM: Motor de aire; CB: freno de  
 compresión; ICE: motor de combustión interna; PAP: energía de  
 aire precomprimido; PCA: aire de combustión precomprimido.

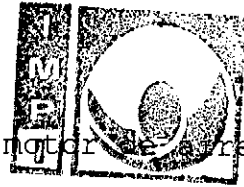
Las patentes de los Estados Unidos: EE.UU 6 543 225 B2,  
 EE.UU 6 609 371 B2 y EE.UU 6 952 923, todos adjudicados al  
 20 cesionario de la presente invención, describir ejemplos de  
 motores de combustión interna de ciclo partido como son aquí  
 definidos. Estas patentes contienen una lista extensa de Estados  
 Unidos y patentes ajenas y las publicaciones citaron como  
 antecedente en la concesión de estas patentes. El término "ciclo  
 25 partido" se ha usado para estos motores porque estos



literalmente partieron las cuatro carreras de presión/volumen convencional de ciclo de Otto (es de entrada, compresión, energía y gases de combustión) a dos cilindros dedicados: un cilindro dedicado a la carrera de compresión de elevada presión, y el otro cilindro dedicado a la carrera de expansión de elevada presión.

La investigación considerable ha sido dedicada recientemente a motores híbridos de aire como los comparados, por ejemplo, a sistemas híbridos eléctricos. El sistema híbrido eléctrico requiere que la adición de la cuarta carrera convencional, ciclice el motor de baterías y un generador eléctrico y motor. El híbrido de aire sólo necesita la adición de un depósito de presión atmosférica añadido a un motor que incorpora las funciones de un compresor y un motor de aire, conjuntamente con las funciones de un motor convencional, para proporcionar las ventajas del sistema híbrido. Aquellas funciones incluyen el aire presurizado del almacenaje durante frenado y usar el aire presurizado para activar el motor durante el comienzo y aceleración subsecuentes.

Sin embargo, la técnica anterior parece sólo implicar adaptarse una cuatro carrera convencional ciclizan el motor para llevar a cabo la compresión, combustión y funciones de automovilismo en un cilindro individual. Esto, entonces, requiere una válvula compleja y sistema de unidad motriz y control que sea capaz de la conmutación de un modo de frenado

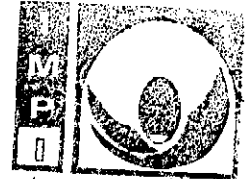


por compresión (CB) a un modo de funcionamiento de motor de aire  
(AM) y nuevamente a un modo de motor de combustión  
convencional (ICE) durante el funcionamiento.

Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

En un ejemplo típico, sin almacenar ni la utilización del  
5 aire comprimido para activar el vehículo, un motor híbrido de  
aire de la técnica anterior funciona como un motor de combustión  
interna convencional, donde las cuatro carreras del ciclo de  
Otto (entrada, compresión, energía y gases de combustión) son  
llevadas a cabo en cada pistón cada dos revoluciones del  
10 cigüeñal. Sin embargo, durante el modo frenado por compresión,  
cada cilindro del motor convencional es configurado para hacer  
funcionar como un pistón que corresponde compresor de aire de  
dos tiempos, expulsado de las ruedas de vehículo por el  
movimiento de vehículo. El aire es recibido desde fuera de la  
15 atmósfera en los cilindros de motor, comprimido allí, y desplazó  
en un depósito del aire. El trabajo llevado a cabo por los  
pistones de motor absorbe la energía cinética del vehículo y lo  
hace más lento o restringe su movimiento. De esta manera la  
energía cinética del movimiento de vehículo es transformada en  
20 la energía de aire comprimido almacenado en el depósito de aire.

Durante el modo de funcionamiento de motor de aire, cada  
cilindro del motor es configurado para utilizar el aire  
comprimido almacenado para producir carreras de expansión para  
la propulsión sin la combustión. Esto puede ser llevado a cabo  
25 por la primera ampliación del aire almacenado, comprimido en los



cilindros para activar los pistones por debajo del punto muerto superior (TDC) al punto muerto inferior (BDC) para una primera carrera de expansión. Entonces los pistones comprimen el gas ampliado conforme recorren del BDC al TDC. El combustible es inyectado entonces en los cilindros y encendido justo antes del TDC. Luego los productos crecientes de la combustión impulsan los pistones hacia abajo otra vez para una segunda carrera de expansión en la segunda revolución del cigüeñal.

Alternativamente, el funcionamiento del motor de aire puede ser llevado a cabo a una ampliación del aire comprimido almacenado para activar el pistón de expansión abajo del TDC al BDC para una carrera de expansión sin la combustión para cada revolución del cigüeñal. Este método alternativo del funcionamiento del motor de aire puede seguir hasta la presión en las caídas de depósito de aire debajo de un nivel de umbral, con lo cual el motor puede cambiar al modo de funcionamiento de motor de aire antes descrito o a un modo de funcionamiento de motor de ICE convencional.

Problemáticamente, a fin de cambiar entre los modos de CB, AM e ICE, el sistema de válvula/tren de impulso se hace complejo, costoso y duro para controlar o mantener. Además, ya que cada cilindro debe llevar a cabo todas las funciones para cada modo, estos no pueden ser optimizados fácilmente. Por ejemplo, los pistones y los cilindros deben ser diseñados para resistir un acontecimiento de combustión explosivo, a una sólo

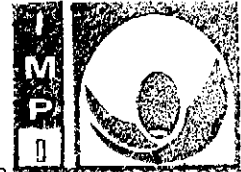


interpretación como de un compresor de aire. En consecuencia, debido a las tolerancias y materiales requeridos para resistir el calor de combustión, un poco de sacrificio debe hacerse a la eficacia del modo de compresor.

5 Otro problema con la realización de todas las funciones para cada modo (ICE, CB y AM) en cada cilindro consiste en que ningunos dos modos pueden ser llevados a cabo en paralelo (es decir simultáneamente). Como los sistemas híbridos de aire de la técnica anterior utilizan motores convencionales, estos son  
10 restringidos al funcionamiento en cada modo en serie, que impone limitaciones inherentes de sus capacidades. Por ejemplo, porque el modo de CB no puede ser utilizado cuando el motor se hace funcionar como un motor de combustión interna (en el modo de ICE), el depósito de aire sólo puede ser presurizado durante la  
15 función de frenado de un vehículo en movimiento. Esta limitación lleva a problemas en el mantenimiento de la presión almacenada en el depósito de aire. Además, esta limitación también significa que los sistemas híbridos de aire de la técnica anterior sólo son aplicables para mover vehículos, y no son  
20 prácticos para aplicaciones inmóviles generadores tal como inmóviles.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

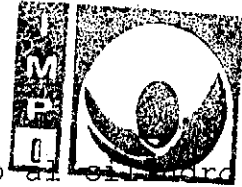
La presente invención combina los rasgos del motor de ciclo  
25 partido con el depósito de aire del concepto de híbrido de aire



y diversos rasgos de control simplificados para proporcionar  
novedosos arreglos para funcionamiento y control de las  
modalidades de motor híbrido que resultan. Una ventaja  
de la invención consiste en que dos o más modos de motor como se  
5 describe aquí pueden hacerse funcionar simultáneamente (es  
decir, en paralelo), porque el motor de ciclo partido incluye  
compresión dedicada y pistones de energía.

Considerado como un amplio concepto, un motor híbrido de  
aire de ciclo partido según la invención preferentemente  
10 incluye: un cigüeñal giratorio sobre un eje de cigüeñal; un  
pistón de expansión que es deslizablemente recibido, dentro de  
un cilindro de expansión y funcionalmente conectado con el  
cigüeñal tal que el pistón de expansión tenga actividad  
recíproca a través de una extensión (o energía) carrera y una  
15 carrera de escape durante una rotación individual del cigüeñal;  
un pistón de compresión deslizablemente recibido, dentro de un  
cilindro de compresión y funcionalmente conectado con el  
cigüeñal tal que el pistón de compresión tenga actividad  
recíproca a través de una carrera de entrada y una carrera de  
20 compresión durante una rotación individual del cigüeñal, el  
cilindro de compresión que es selectivamente controlable para  
colocar el pistón de compresión en un modo de compresión o un  
estado en reposo; un depósito de aire funcionalmente conectado  
entre el cilindro de compresión y el cilindro de expansión y  
25 selectivamente operable para recibir aire comprimido del





Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

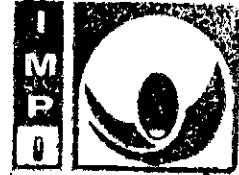
cilindro de compresión y administrar aire comprimido al cilindro de expansión para uso en transmisión de energía con el durante funcionamiento de motor; y válvulas selectivamente controlando flujo de gas en y a partir de cilindros de expansión y compresión y el depósito de aire.

Alternativamente, el cilindro de expansión también puede ser selectivamente controlable para colocar el pistón de expansión en un modo de expansión o un modo en reposo.

Como se observa, cuando el pistón de compresión es colocado en el modo en reposo, esto significa que para una rotación individual del cigüeñal, el importe del trabajo negativo neto (oponiéndose a la dirección de rotación del cigüeñal) llevado a cabo en el cigüeñal por el pistón de compresión es insignificante. Comúnmente, el trabajo insignificante en el modo en reposo del pistón de compresión sería menos que el 20 % del trabajo negativo llevado a cabo en el cigüeñal hizo ser el pistón de compresión en su modo de compresión.

Además con objetivos aquí, cuando el pistón de expansión es colocado en el estado en reposo, esto significa que para una rotación individual del cigüeñal, el importe del trabajo positivo neto (avanzando la dirección de rotación del cigüeñal) llevado a cabo en el cigüeñal por el pistón de expansión es insignificante.

Comúnmente, el trabajo insignificante en el estado en reposo del pistón de expansión sería menos que el 20 % del



trabajo positivo llevado a cabo en el cigüeñal hizo ser capaz  
 pistón de expansión en su modo de expansión.

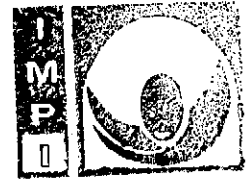
Instituto  
 Mexicano  
 de la Propiedad  
 Industrial

En términos generales, un motor según la invención es capaz  
 del funcionamiento en al menos tres modos, incluyendo un modo  
 5 del motor de combustión interna (ICE), un modo del compresor de  
 aire (AC) y un modo de expansión de aire precomprimido (PAP).

En el modo de ICE, el pistón de compresión y el pistón de  
 expansión están comunmente en sus respectivos modos de  
 compresión y expansión. El pistón de compresión jala y comprime  
 10 el aire de entrada para el uso en el cilindro de expansión. El  
 aire comprimido es admitido al cilindro de expansión con el  
 combustible poco después de que el pistón de expansión alcanza  
 su punto muerto superior (TDC) posición a principios de una  
 carrera de expansión. La mezcla de combustible/aire es encendida  
 15 entonces, consumida y ampliada en la misma carrera de expansión  
 del pistón de expansión, transmitiendo la energía con el  
 cigüeñal. Los productos de combustión son descargados en la  
 carrera de escape.

En el modo de AC, el pistón de compresión está en el modo  
 20 de compresión y jala y comprime el aire que es almacenado en el  
 depósito para el uso posterior en el cilindro de expansión.

En el modo de PAP, el cilindro de expansión está en el modo  
 de expansión y recibe el aire comprimido del depósito que es  
 ampliado en la carrera de expansión del pistón de expansión,  
 25 transmitiendo la energía con el cigüeñal. El aire ampliado es



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

descargado en la carrera de escape.

En ciertas modalidades preferidas de la invención energía es desarrollada en el modo de PAP de la forma similar a aquel del modo de ICE. Es decir durante el funcionamiento en el modo de PAP, el combustible es mezclado con el aire comprimido poco después de que el pistón de expansión ha alcanzado su posición de TDC a principios de una carrera de expansión. La mezcla es encendida, consumida y ampliada en la misma carrera de expansión del pistón de expansión, transmitiendo la energía con el cigüeñal. Los productos de combustión son descargados en la carrera de escape.

En otras modalidades alternativas del motor, la energía puede ser desarrollada en el modo de PAP del modo similar a los modos de funcionamiento de motor de aire antes descritos. Es decir durante el funcionamiento en el modo de PAP, el aire comprimido admitido en el cilindro de expansión es ampliado sin añadir el combustible o iniciar la combustión.

En una primera modalidad ejemplificante del motor, el depósito de aire comprende una trayectoria de gas dimensionada para recibir y almacenar el aire comprimido de una pluralidad de carreras de compresión, la trayectoria de gas que interconecta cilindros de expansión y la compresión. La trayectoria de gas incluye una válvula de entrada y una válvula de salida que define una cámara de presión en medio.

En una segunda modalidad ejemplificante del motor, una



trayectoria de gas también interconecta cilindros de compresión y compresión, y la trayectoria de gas incluye una válvula de entrada y una válvula de salida que define una cámara de presión

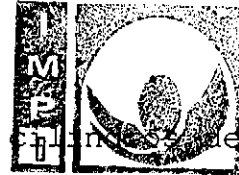
en medio. Sin embargo, el depósito de aire es conectado por la trayectoria de depósito a cámara de presión a una posición entre la válvula de entrada y la válvula de salida.

Una tercera modalidad ejemplificante del motor añade una válvula de control de depósito en la trayectoria de depósito para permitir la separación del depósito de la cámara de presión durante el funcionamiento de ICE.

En una cuarta modalidad ejemplificante del motor, el depósito de aire es un acumulador adaptado para mantener una presión relativamente constante allí dentro de un intervalo de presión predeterminado.

Una quinta modalidad del motor incluye a pares múltiples de cilindros de compresión e impulso interconectados por trayectorias de gas que tienen cámaras de presión, donde las cámaras de presión son todos conectadas con un depósito de aire individual.

En una sexta modalidad alternativa de la invención, el motor incluye una trayectoria de gas que interconecta los cilindros de compresión e impulso, la trayectoria de gas incluyendo una válvula de entrada y una válvula de salida que define una cámara de presión en medio. El depósito de aire es conectado en paralelo con la trayectoria de gas, con la entrada



y conexiones de salida del depósito de aire a los  
compresión e impulso.

Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

Estos y otros rasgos y ventajas de la invención  
completamente entendidos de la descripción detallada que sigue  
5 de la invención considerada conjuntamente con las figuras  
acompañantes.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

En las figuras:

10 La Figura 1 es un diagrama esquemático que muestra una  
primera modalidad de un motor híbrido de aire de ciclo partido  
que tiene un depósito de aire y válvulas de control según la  
invención;

15 La Figura 2 es una vista similar a la Figura 1, pero  
muestra una segunda modalidad con una trayectoria de cruce de  
enlace separada (o gas) conectada con el depósito de aire y una  
válvula de control añadida;

20 La Figura 3 es una vista similar a la Figura 2, pero  
muestra una tercera modalidad con una válvula de control de  
depósito añadida;

La Figura 4 es una vista similar a la Figura 3, pero  
muestra una cuarta modalidad incluyendo un acumulador de presión  
constante en el depósito de aire;

25 La Figura 5 es una vista similar a la Figura 3 y muestra  
una quinta modalidad que tiene un depósito común para pares de



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

cilindros múltiples; y

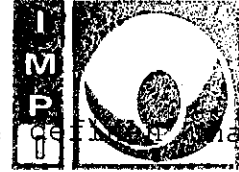
La Figura 6 es una vista similar a la Figura 5 y una sexta modalidad que tiene el depósito en paralelo trayectoria de cruce de enlace y regulada por separado entre los cilindros.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Refiriéndose primero a la Figura 1, el número 10 generalmente indica una primera modalidad ejemplificante de un motor híbrido de aire de ciclo partido según la invención. El motor 10, que se muestra esquemáticamente, es generalmente de tipo ciclo partido descrito en las patentes previas de Estados Unidos 6 543 225 B2, 6 069 371 B2 y 6 952 923 B2 (patentes de Scuderi), incorporadas aquí por referencia y en su totalidad.

Como se muestra, el motor incluye un bloque de motor 12 con un primer cilindro 14 y un segundo cilindro adyacente 16 que se extiende a través. Un cigüeñal 18 recorre el bloque 12 para la rotación sobre un eje de cigüeñal 20, que se extiende perpendicularmente al plano de la figura. Los extremos superiores de los cilindros 14, 16 están cerrados por una culata 22

Los primeros y segundos cilindros 14, 16 definen superficies de rozamiento internas en donde son recibidos para la correspondencia de un primer pistón de expansión 24 y un segundo pistón de compresión 26, respectivamente. La culata 22,



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

el pistón de expansión 24 y el primer cilindro 14 de la cámara de combustión de volumen variable 25 en el cilindro de expansión 14. La culata 22, el pistón de compresión 26 y el segundo cilindro 16 definen una cámara de compresión de volumen variable 27 en el cilindro de compresión 16.

El cigüeñal 18 incluye axialmente desplazado y angularmente desplazado, un primer y una segunda cigüeña 28, 30, teniendo un ángulo de fase 31 en medio. La primera cigüeña 28 es fundamentalmente unida por una primera biela 32 al primer pistón impulsor 24 y la segunda cigüeña 30 es fundamentalmente unida por una segunda biela 34 al segundo pistón de compresión 26 para intercambiar los pistones en sus cilindros en la relación calculada determinada por el desplazado angular de sus cigüeñas y las relaciones geométricas de los cilindros, cigüeñal y pistones.

Los mecanismos alternativos para relacionar y calcular el movimiento de los pistones pueden ser utilizados de ser deseado. La sincronía puede ser similar a, o variado como sea deseado según las descripciones de las patentes de Scuderi. La dirección rotatoria del cigüeñal y los movimientos relativos de los pistones cerca de su posiciones de punto muerto inferior (BDC) son indicados por las flechas asociadas con las figuras con sus componentes correspondientes.

La culata 22 incluye cualquiera de diversas trayectorias, puertos y válvulas adecuadas para llevar a cabo los objetivos



deseados del motor híbrido de aire de ciclo partido 10. En la primera modalidad ilustrada, la cámara de trayectoria/presión de gas de las patentes antes mencionadas es sustituida por un depósito de aire mucho más grande 36 conectado con la cabeza 22 a través de una abertura del puerto de entrada al depósito 38 en el extremo cerrado del segundo cilindro 16 y una abertura en el puerto de salida de depósito 40 en el extremo cerrado del primer cilindro 14. A diferencia de una trayectoria de gas más pequeña de un tipo ejemplificado en las patentes de Scuderi, el depósito de aire 36 es dimensionado para recibir y almacenar la energía de aire comprimida de una pluralidad de carreras de compresión del pistón de compresión 26. El segundo cilindro 16 también conecta con un puerto de entrada convencional 42 y el primer cilindro 14 también conecta con un puerto de escape convencional 44.

Las válvulas en la culata 22, que son similares a válvulas del motor en las patentes de Scuderi, incluyen una válvula de seguridad de entrada al depósito 46 y tres válvulas de resorte accionadas por la leva, una válvula de salida de depósito (o válvula de cruce de enlace) 50, una segunda válvula de entrada al cilindro 52, y una primera válvula de escape de cilindro 54. La válvula de seguridad 46 permite que sólo una trayectoria de aire comprimido entre en el puerto de Entrada al depósito 38 del segundo (compresión) cilindro 16. La válvula de salida de depósito 50 es abierta para permitir el flujo de aire de elevada





presión del depósito 36 en el primer (energía) cilindro 14.

El motor presente 10 incluye dos válvulas adicionales que pueden ser el solenoide accionado. Estos incluyen una válvula de control de entrada 56 en el puerto de entrada al cilindro 42 y una válvula de control de salida de depósito 58 en el puerto de salida de depósito 40.

Estas válvulas pueden ser dos válvulas en la posición encendido/apagado, pero podrían incluir controles de posición variables de modo que, de desearse así, estos pudieran hacerse funcionar como válvulas reguladoras.

Las válvulas de resorte 50, 52, 54 pueden ser accionadas por cualquier dispositivo adecuado, como árboles de levas 60, 62, 64 lóbulos de leva 66, 68, 70 respectivamente acoplados a las válvulas 50, 52, 54 para accionar las válvulas como. Alternativamente, las válvulas 50, 52 y 54, así como las otras válvulas 46, 56 y 58, se accionan electrónicamente, neumáticamente o hidráulicamente.

Una bujía 72 también es montada en la culata con electrodos que se extienden en la cámara de combustión 25 para aumentar la presión del aire de combustible a tiempos precisos para un control de ignición. Hay que entender que el motor puede hacerse como un motor diesel funciona sin una bujía de ser deseada. Además, el motor 10 puede ser diseñado para actuar sobre cualquier combustible adecuado en motores de pistón recíprocos en general, como el gas de hidrógeno o natural.



Las Figuras 2 a 6 describen diversas modalidades alternativas que son variaciones del motor 10 de la Figura 1 y son descritas a continuación. El funcionamiento de todas y seis de las modalidades ejemplificantes será descrito a partir de entonces.

Respecto a la Figura 2, la segunda modalidad del motor 74 es descrita donde los números de referencia indican mismas partes. El motor 74 es generalmente similar al motor 10, pero diferencia en esto un pequeño cruce de enlace de volumen (o gas) la trayectoria 76 es conectada entre el puerto de entrada 38 y válvula de seguridad de entrada 46 a un extremo y el puerto de salida 40 y válvula de salida 50 a un extremo opuesto. Esta trayectoria de cruce de enlace 76 se extiende entre la cámara de compresión 27 en el segundo cilindro 16 y la cámara de combustión 25 en el primer cilindro 14 y es similar a la trayectoria de cruce de enlace en las patentes de Scuderi previas. A diferencia de un depósito de aire, esta trayectoria de cruce de enlace 76 no es dimensionada para almacenar una cantidad sustancial de la energía de aire comprimida para el uso posterior. Más bien la trayectoria 76 es comunmente diseñada para ser tan pequeña como prácticamente posible para la transferencia más eficiente de gas comprimido durante el modo de ICE del motor 74.

En una modificación adicional, el depósito de aire separado 36 es conectado a través de un trayecto de depósito o

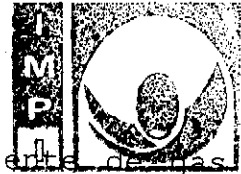


Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

trayectoria de depósito 78 a la trayectoria de cruce de enlace  
76 y conecta con la entrada y puertos de salida 38, 40  
de la trayectoria de cruce de enlace 76. La válvula de  
de solenoide de salida de depósito 58 está localizada en la  
5 trayectoria 76 entre el puerto de salida 40 y el trayecto de  
depósito 78. La válvula 58 está abierta durante el modo de ICE  
para permitir que aire comprimido siga el camino de resistencia  
mínima y flujo principalmente a través de trayectoria 76 en la  
cámara de combustión 25. La válvula 58 puede estar cerrada  
10 durante el modo de AC para bombear el aire comprimido en el  
depósito 36 y puede estar abierta durante el modo de PAP para  
recuperar el aire comprimido del depósito 36.

Refiriéndose ahora a la Figura 3 de las figuras, una  
tercera modalidad del motor 80 es descrita, que se diferencia  
15 del motor 74 en la Figura 3, sólo en la adición de una tercera  
válvula de solenoide 82. La válvula 82 está localizada en el  
trayecto 78 a su unión con la trayectoria de cruce de enlace 76  
para cortar conexión del depósito de aire 36 con la trayectoria  
de cruce de enlace cuando deseado.

20 A un aislamiento del depósito de aire 36 trayectoria la  
válvula 82, el motor total 80 desempeño puede ser más con  
eficacia optimizado durante el modo de funcionamiento de ICE.  
Por ejemplo, durante el modo de ICE todo el aire comprimido  
puede hacerse para fluir a través de la trayectoria de cruce de  
25 enlace 76. En consecuencia, la trayectoria de cruce de enlace 76



puede ser diseñada para la transferencia más eficiente de gases sin relacionarse con el depósito de aire. Además la válvula también puede ser utilizada como una válvula de estrangulación para condiciones de carga parcial durante el modo de PAP.

5           La Figura 4 muestra una cuarta modalidad de motor 84 similar al motor 80 de la Figura 3. Esto se diferencia en la conversión del depósito de aire en un acumulador de presión 86 mediante la adición de un diafragma o vejiga 87 y mecanismo de resorte 88. Éstos actúan para presurizar el aire que está  
10 presente en el acumulador 86 y mantener el contenido a una presión relativamente constante entre condiciones donde el depósito está vacío o está lleno hasta la presión de control máxima.

15           La Figura 5 ilustra una quinta modalidad de un motor de multicilindro 89 teniendo al menos dos pares de cilindro 90, cada equivalente con el motor 80 de la Figura 3.

20           El motor 89 es modificado para incluir un depósito de suministro común 92 que es unido a trayectorias de cruce de enlace 76 de todos los pares de cilindro con una válvula de solenoide de control de depósito 82 comunicación de control de cada trayecto de depósito 78 con su trayectoria de cruce de enlace respectiva 76.

25           La Figura 6 describe una sexta modalidad del motor 94 que es el más similar al motor 80 de la Figura 3. El motor 94 se diferencia en esto el depósito de aire 36 es separado de

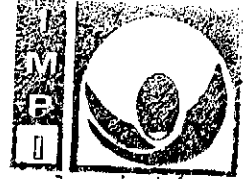


Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

conexión directa con la trayectoria de cruce de enlace  
permanece controlado por la válvula de seguridad 46, válvula de  
solenoides 58 y válvula de salida 50. El depósito de  
conectado en paralelo con la trayectoria de cruce de enlace 76  
5 por primeros y segundos trayectos de depósito (o trayectorias)  
96, 98, respectivamente, conectando el depósito directamente con  
la cámara de combustión 25 del primer cilindro 14 y la cámara de  
compresión 27 del segundo cilindro 16. El cuarto y quinto  
solenoides controla válvulas 100, 102 respectivamente, y el flujo  
10 de control entre los trayectos 96, 98 y los cilindros 14, 16.

Se mencionará ahora el funcionamiento de las modalidades  
ejemplificantes descritas de motores híbridos de aire de ciclo  
partido según la invención con objetivos explicativos y no de la  
limitación, se entiende que los métodos adicionales y las  
15 variaciones serán evidentes ya que deberá encontrarse  
correctamente dentro del alcance pretendido de la invención.

Básicamente, los motores híbridos de aire de ciclo partido  
de la presente invención son comunmente operables en al menos  
tres modos, un modo del motor de combustión interna (ICE), un  
20 modo del compresor de aire (AC) y un modo de expansión de aire  
precomprimido (PAP). El modo de PAP preferentemente incluye un  
modo de poderío aéreo de combustión precomprimido (PCA) donde el  
aire precomprimido y el combustible son mezclados poco después  
de que el pistón de expansión alcanza su posición de punto  
25 muerto superior durante una carrera de expansión y luego la



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

mezcla de combustible/aire es consumida para activar el pistón  
de expansión abajo durante la misma carrera de expansión.  
Alternativamente, el modo de PAP también podría incluir diversas  
formas de modos de motor de aire (AM) (como antes ejemplificado  
5 aquí) donde el aire precomprimido es utilizado para proporcionar  
una carrera de expansión sin la combustión. Como será hablado en  
el mayor detalle, porque el híbrido de aire de ciclo partido de  
la presente invención tiene compresión dedicada separada y  
cilindros de expansión, los tres modos, el ICE, AC y PAP, puede  
10 ser funcionado en serie o en paralelo como deseada.

El modo de ICE es básicamente el modo de funcionamiento  
normal de los motores descritos en las patentes de Scuderi antes  
mencionadas. La entrada, la compresión, la energía y las  
carreras de escape de un ciclo de motor de pistón convencional  
15 son partidas entre la compresión y los cilindros de expansión  
del motor de ciclo partido.

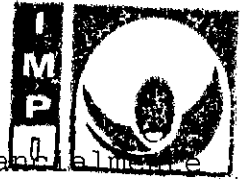
Respecto a la modalidad de Figura 1, los motores de ciclo  
partido como se describe en las patentes estadounidenses Scuderi  
(6 543 225, 6 609 371 y 6 952 923) incluyen parámetros  
20 estructurales que son ventajosos con respecto a motores de ciclo  
partido de la técnica anterior. Muchas de estas ventajas serán  
descritas con relación a la discusión que sigue del modo de ICE  
del motor 10. Es importante observar que el depósito de aire 36  
de la Figura 1 lleva a cabo las funciones combinadas de ambos el  
25 cruce de enlace separado (o gas) trayectoria 76 y depósito de



aire 36 de Figuras subsecuentes 2-6.

En el estado en reposo, las válvulas de solenoide de entrada 36, 58 permanecen abiertas. En la carrera de válvula de entrada 52 se abre como el pistón de compresión baja, jalando el aire a la cámara de compresión 27. En la carrera de compresión, la válvula de entrada 52 finales y el pistón 26 sube, comprimiendo el aire y forzándolo a través de la válvula de seguridad 46 y el puerto de entrada 38 en el depósito de aire 36.

El pistón de expansión 24 conduce el pistón de compresión 26 por un ángulo de fase 31 que es sustancialmente mayor que 0 grados de la rotación del cigüeñal. El ángulo de fase 31 como definido aquí es los grados del ángulo de manivela (CA) rotación que el cigüeñal 18 debe hacerse girar después de que el pistón de expansión 24 ha alcanzado su punto muerto superior (TDC) posición para el pistón de compresión 26 para alcanzar su posición de TDC respectiva. En la modalidad particular ilustrada en la Figura 1, la magnitud del ángulo entre la primera y segunda manivela lanza 28 y 30 es igual al ángulo de fase 31. Preferentemente, este ángulo de fase está entre 10 y 40 grados CA y más preferentemente entre 20 y 30 grados CA. El ángulo de fase 31 es dimensionado tal que como el pistón de compresión 26 suba hacia su posición de TDC y el pistón de expansión desciende de su posición de TDC, una masa sustancialmente igual de aire comprimido es transferida en y a partir del depósito de aire 36



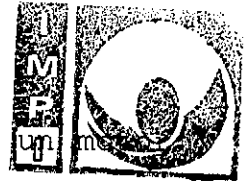
Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

(en las Figuras subsecuentes 2-6, una masa sustancia  
igual de aire comprimido es transferida en y a partir de la  
trayectoria de gas 76).

En la carrera de expansión, la válvula 50 de salida (o  
5 cruce de enlace) está comunmente abierta al TDC del pistón de  
expansión 24. Preferentemente, la válvula de salida 50 es  
abierta dentro de un intervalo de 10 a 0 grados CA antes del TDC  
del pistón de expansión 24, y más preferentemente dentro de un  
intervalo de 7 a 3 grados CA antes del TDC del pistón de  
10 expansión. La válvula de salida 50 está preferentemente cerrada  
dentro de un intervalo de 10 a 40 grados CA después de TDC del  
pistón de expansión 24, y más preferentemente cierra dentro de  
un intervalo de 20 a 30 grados CA después de TDC del pistón de  
expansión.

15 El pistón de expansión 24 desciende de su posición de TDC  
hacia una posición de ignición de combustión, que es comunmente  
dentro de un intervalo de 5 a 40 grados CA después de TDC y más  
preferentemente dentro de un intervalo de 10 a 30 grados CA  
después de TDC. El combustible puede ser inyectado y mezclado  
20 con el aire comprimido por al menos dos métodos, es decir,  
cualquiera en el depósito de aire 36 sólo corriente de la  
válvula de salida 50 (inyección de combustible de puerto), o  
directamente en el cilindro de expansión 14 (inyección directa).  
Una vez el pistón de expansión la su posición de ignición de  
25 combustión de los 24 alcances, la mezcla de combustible/aire es



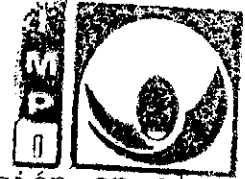


encendida por la bujía 72 (o ignición de compresión si diesel), forzando el pistón 24 abajo al BDC y administrando energía con el cigüeñal 18. La presión la ignición en el combustible ocurre es la ignición (o disparando) presión de condición.

En la carrera de escape, la válvula de escape 54 se abre y la válvula de cruce de enlace 50 está cerrada. Como el pistón de expansión 24 movimientos hacia arriba del BDC al TDC, los gases de escape gastados son forzados a partir de la cámara de combustión 25 a través del puerto de escape 44.

La las carreras de compresión y entrada para un ciclo de presión/volumen dentro del motor ocurren durante la misma revolución de cigüeñal como la energía y agotan carreras del ciclo, salvo que la energía y agota carreras son avanzados por el ángulo de fase fijo 31. Así un nuevo ciclo de presión/volumen es completado cada revolución del cigüeñal de motor en vez de en dos revoluciones como en un motor de cuatro tiempos convencional. Sin embargo, la válvula de entrada 46 y la válvula de salida 50 mantienen la presión de gas dentro del depósito de aire 36 ignición a o anterior (o disparando) presión de condición durante el ciclo de cuatro tiempos entero.

Una de las diferencias básicas entre el ciclo partido de Scuderi y la técnica anterior, es que se mantiene el parámetro de la presión en la trayectoria de gas en o por arriba de la presión de condición para ignición durante cuatro carreras del

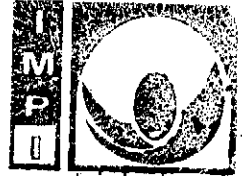


Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

ciclo de Otto combinado con el parámetro que la ignición en el cilindro de expansión ocurre sustancialmente después del punto muerto superior (es decir, más de 5 grados y preferentemente más de 10 grados ATDC). Esto establece la condición donde el acontecimiento de combustión (o velocidad de llama) es muy rápido (ocurriendo dentro de 24 grados CA o menos), y la salida de emisiones NOx es muy baja (el 50 a 80 por ciento menos que en un motor convencional). Otro aspecto exclusivo del Ciclo partido Scuderi, no descubierto en la técnica anterior, es que la línea de eje de los cilindros de compresión y expansión son compensados del eje de cigüeñal. Esto permite a la falda de pistón a la fricción de la pared de cilindro ser sustancialmente reducida. AU tres de estos rasgos ventajosos (mantenimiento de presiones de condición para ignición en la trayectoria de gas, disparando después del punto muerto superior, y las compensaciones) son descritos y afirmados en las patentes de Scuderi.

Además de los parámetros anteriores, varios otros parámetros también han sido identificados en las patentes de Scuderi, que tienen un efecto significativo en la eficacia de motor. Estos parámetros incluyen:

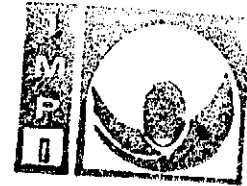
1. Mantenimiento de las proporciones de expansión y compresión iguales a o mayor que 26 a 1, preferentemente igual a o mayor que 40 a 1, y más preferentemente igual a o mayor que 80 a 1;



2. La duración de válvula de cruce de enlace (la cantidad del ángulo de manivela (CA) la rotación tenía que abrirse y cerrarse válvula 50) debería ser igual a o menos que 69 grados, preferentemente menos que 50 grados, y más preferible menos que 35 grados; y 3. La válvula de cruce de enlace 50 debería estar abierta para un pequeño porcentaje del tiempo después de la combustión es iniciada en el cilindro de expansión.

Durante freno de un vehículo activado por un motor 10, el motor es cambiado al funcionamiento en el modo de compresor de aire (AC). Inyección de combustible es detenido y la válvula de solenoide 58 está cerrada, previniendo el flujo de aire a través del puerto de salida 40 y suministro de energía de suspensión del pistón de expansión 24, así colocando el pistón de expansión 24 en un estado en reposo. Sin embargo, el pistón de compresión sigue funcionando, activado por la apatía del vehículo en movimiento, y bombear el aire comprimido en el depósito de aire 36. La acción que pisa repetidamente con eficacia reduce la marcha, o el freno, el vehículo y la acción freno se hacen cada vez más eficaces como los aumentos de presión atmosférica de depósito. La mayor presión en el depósito es retenida para el uso posterior en el modo de PAP.

Mientras que en el modo de AC, la válvula de escape 54 puede ser mantenida abierta para reducir pérdidas en el pistón de expansión 24 que funciona en vacío. Además, el pistón de expansión podría ser usado para aumentar el efecto de frenado de



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

diversos modos, tal como un cambio de la sincronía de la válvula y su funcionamiento para jalar y comprimir más aire depósito de aire. Alternativamente (para mantenerse el depósito de aire limpio), el pistón 24 podría usarse como un freno de compresión convencional, jalando el aire en la carrera descendente, comprimiéndolo en el movimiento hacia arriba y abriendo la válvula de escape 54 cerca del punto muerto superior (TDC) para descargar el aire comprimido y disipar su energía. Esto podría aumentar freno y reducir la ropa de freno, pero limitaría la recuperación de energía del aire comprimido en modos de AM o PCA.

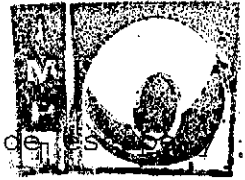
Refiriéndose todavía a la Figura 1, el tercer modo de funcionamiento preferido es precomprimido aire de combustión (PCA) que, del funcionamiento de AC previo, ha almacenado el aire comprimido en el depósito 36 a una presión más elevada que generalmente ocurre en el funcionamiento de ICE. El motor ha reducido la velocidad al menos y está listo para ser acelerado. Para funcionar el modo de PCA, la válvula de solenoide de salida 58 es abierta e ignición de chispa y las funciones de inyección de combustible son reactivadas. También, el pistón de compresión funciona en vacío a una posición abierta tanto de la válvula de entrada 52 como la válvula de solenoide de entrada 56 de modo que el pistón de compresión 26 movimientos libremente sin la resistencia y ningún aire sea comprimido o añadido al depósito 36.



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

Si la válvula 52 no es indistintamente ajustable, el pistón de compresión 26 también puede ser colocado en el estado en reposo por la válvula de solenoide de cierre 56. De esta manera el pistón de compresión alternativamente comprime y amplía el gas atrapado en el cilindro. La compresión y la expansión del gas atrapado alternan el trabajo negativo y positivo realizado en el cigüeñal mediante el pistón. Ya que el trabajo negativo y positivo es aproximadamente igual, el trabajo neto realizado en el cigüeñal por el pistón que funciona en este modo es insignificante. Todavía otro método de colocar el pistón de compresión en el estado en reposo es prevenir el pistón de compresión 26 de corresponder por desconectar funcionalmente esto del cigüeñal 18. En cualquiera de los ejemplos anteriores del estado en reposo del pistón de compresión, el importe del trabajo negativo neto realizado en el cigüeñal es insignificante.

Poco después o sólo antes del TDC del pistón de expansión 24, como en el funcionamiento de ICE, la válvula de salida de depósito 50 se abre, forzando la presión de aire comprimido (preferentemente controlado y con el combustible añadido) del depósito 36 en la cámara de combustión. Dentro de un intervalo de 5 a 40 grados CA después de TDC, y preferentemente dentro de un intervalo de 10 a 20 grados CA después de TDC, el combustible es rápidamente encendido y se quema en la carrera de expansión, proporcionando la energía con el cigüeñal. Los productos de



escape son descargados en el movimiento hacia arriba de  
el ciclo es repetido.

Como el vehículo es acelerado y devuelto al funcionamiento normal, el aire de elevada presión almacenado sigue usándose para la combustión en el cilindro de expansión 14 hasta que la presión se caiga a una presión de operaciones normal y el motor es devuelto al funcionamiento de ICE lleno. Sin embargo, funcionamiento en el modo de PCA lo más largo posible, aumenta la eficiencia operativa porque la energía de compresión de freno es devuelta al ciclo de energía de PCA mientras que el pistón de compresor 26 funciona en vacío usando muy poca energía. Así el vehículo que freno la energía de compresión es usado para proporcionar la energía de compresión en el modo de expansión de PCA.

Si el motor es detenido, la energía de compresión almacenada puede ser usada para comenzar el motor, y el vehículo de ser deseado, hasta que una velocidad mínima sea alcanzada, con lo cual el motor puede ser devuelto al funcionamiento de ICE. Sin embargo, un juez de salida eléctrico de reserva puede ser deseable.

Refiriéndose otra vez a la Figura 2, el funcionamiento del motor 72 es similar al del motor 10 (Figura 1). Sin embargo, el uso de la pequeña trayectoria de cruce de enlace de volumen 76 para el flujo entre cilindros sustancialmente evita el flujo a través del depósito de aire 36 durante el funcionamiento de ICE

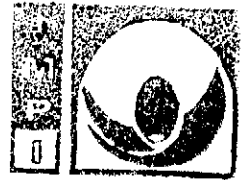


y potencialmente reduce variaciones de presión indeseables en la trayectoria de gas 76 que podría afectar negativamente el desempeño de motor.

En la modalidad de Figura 3, la adición de la válvula de solenoide 82 en conexión de depósito con la trayectoria de cruce de enlace 76 permite cortar el depósito para mantener una presión más elevada o inferior allí mientras que la trayectoria de cruce de enlace más pequeña 76 puede funcionar con presiones que cambian rápidamente en el funcionamiento de motor de ICE normal para un motor de ciclo partido.

En la Figura 4, el reemplazo del depósito de aire con un acumulador 86 permite el almacenamiento de un intervalo de volúmenes de aire a una presión relativamente constante para el uso, principalmente, en el control de volúmenes de presión de aire administrados a la cámara de combustión controlando sólo el momento de apertura de la válvula de salida 50.

El uso de un depósito de aire común, o acumulador, como en la Figura 5, puede reducir costes de fabricación. Aunque el depósito de aire común sea ilustrado en la Figura 5 como conectado directamente con las trayectorias de gas, un experto en la técnica reconocería que el depósito de aire puede ser configurado para conectar con el motor de ciclo partido de otros modos. Por ejemplo, el depósito de aire común puede ser una parte integrante de la trayectoria de gas como en la Figura 1, o puede ser conectado en paralelo con la trayectoria de gas como



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

en la Figura 6.

La modalidad de la Figura 6 además, separa los depósitos de aire 36 en presiones en la trayectoria de cruce de enlace 76 y permite la separación más completa del funcionamiento en el modo de ICE del modo de AC o del modo de PCA.

Respecto a Figuras 1-6 en general, una ventaja distinta de la presente invención consiste en que los sistemas híbridos de aire que utilizan un motor de ciclo partido 10, 74, 80, 84, 89 y 94 pueden funcionar en diversos modos de funcionamiento (ICE, AC y PAP) simultáneamente (o en paralelo) con respecto a los cilindros de compresión emparejados 16 y cilindros de expansión 14, en vez de ser restringidos al funcionamiento de cada modo en serie a partir de un cilindro individual. Esta capacidad de modo paralelo proporciona intrínsecamente capacidades añadidas y aplicaciones ampliadas para sistemas híbridos de aire de ciclo partido.

Refiriéndose ahora a la Figura 3 como un ejemplo, en condiciones de carga parcial, el motor 80 puede hacerse funcionar simultáneamente en el modo de ICE mientras que continuamente sube la presión del depósito de aire en el modo de AC. Es decir, la presión de aire puede aumentarse para entrar en el cilindro de compresión 16 en una carrera de entrada donde es comprimido y forzado en la trayectoria de gas 76. Sin embargo, se requiere que sólo una fracción de la presión de aire haga



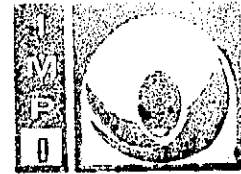


Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

funcionar el modo de ICE en condiciones de carga parcial. En consecuencia, sólo una porción de la presión puede ser mantenida al cilindro de expansión 14 mientras que el resto de la presión puede ser vertida al depósito de aire 36 para mantener esto  
5 completamente presurizado. De esta manera, los sistemas híbridos de aire de ciclo partido tienen la capacidad de presurizar continuamente sus depósitos de aire en condiciones de carga parcial.

Además, casi de la misma forma, la energía de desecho del  
10 gas de escape puede ser puesta en circulación de nuevo, directamente o a través de un turbopropulsor, de regreso a la entrada de un motor híbrido de aire de ciclo partido 80 para ser almacenada la energía como aire comprimido en el depósito de  
aire 36. Ventajosamente, este método de recuperar la energía de  
15 gas de escape que aunque funciona en condiciones de carga parcial, también puede ser utilizado en aplicaciones inmóviles, p.ej, en generadores inmóviles.

Aunque la invención se ha descrito por referencia a ciertas modalidades específicas, hay que entender que los numerosos  
20 cambios pueden hacerse dentro del espíritu y el alcance de los conceptos inventivos descritos. En consecuencia, se pretende que la invención no sea limitada a las modalidades descritas, pero que definan el alcance completo por la mención de las reivindicaciones que siguen.



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

### REIVINDICACIONES

1. Un motor híbrido de aire de ciclo partido  
comprende:

un cigüeñal que gira sobre un eje de cigüeñal;

5 un pistón de expansión recibido de manera deslizable dentro de un cilindro de expansión y conectado de manera operativa al cigüeñal para que el pistón de expansión corresponda a través de una carrera de expansión y una carrera de escape durante una rotación individual del cigüeñal, el cilindro de expansión se  
10 controla de manera selectiva para colocar el pistón de expansión en un modo de expansión o en un modo de reposo;

un pistón de compresión recibido de manera deslizable dentro de un cilindro de compresión y conectado de manera operativa al cigüeñal para que el pistón de compresión corresponda a través  
15 de una carrera de admisión y una carrera de compresión durante una rotación individual del cigüeñal,

un depósito de aire conectado de manera operativa entre el cilindro de compresión y el cilindro de expansión y que funciona de manera selectiva para recibir aire comprimido del cilindro de  
20 compresión y para entregar aire comprimido al cilindro de expansión para utilizarse al transmitir energía al cigüeñal durante el funcionamiento del motor; y

válvulas que controlan de manera selectiva el flujo de gas dentro y fuera de los cilindros de compresión y expansión y  
25 el depósito de aire de modo que el motor funcione en por lo menos



un modo de motor de combustión interna (ICE) y un modo de compresor de aire (AC), y en donde:

en el modo de ICE, el pistón de compresión y el pistón de expansión se encuentran en sus respectivos modos de compresión y expansión, ya que el pistón de compresión involucra y comprime aire de entrada para utilizar en el cilindro de expansión, y se admite aire comprimido en el cilindro de expansión con combustible, el cual se enciende, se quema y expande, transmitiendo energía al cigüeñal y se descargan los productos de combustión en la carrera de escape; y

en el modo de AC, el pistón de compresión se encuentra en el modo de compresión e involucra y comprime aire que se almacena en el depósito para un uso posterior en el cilindro de expansión;

**caracterizado porque:**

el cilindro de compresión es controlable selectivamente para colocar el pistón de compresión en un modo de compresión o en un modo de reposo;

en el modo ICE, el aire comprimido es admitido al cilindro de expansión con combustible en el inicio de una carrera de expansión la cual se enciende, se quema y expande en la misma carrera de expansión del pistón de expansión; y

el motor es además operable en al menos un modo de compresión de aire pre-comprimido (PAP) en donde el modo PAP, el pistón de expansión se encuentra en el modo de expansión y recibe aire comprimido del depósito que se expande en la carrera de



expansión del pistón de expansión, transmitiendo energía al cigüeñal, el aire expandido se descarga en la carrera de escape, y el pistón de compresión está en el modo de reposo de tal manera que el aire comprimido desde el cilindro de compresión no es

5 recibido en el depósito de aire.

2. Un motor de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque en el modo de PAP, el combustible se mezcla con el aire comprimido al inicio de una carrera de expansión y la mezcla se enciende, se quema y se expande en la misma carrera de expansión del pistón de expansión, transmitiendo energía al cigüeñal y los productos de combustión se descargan en la carrera de escape.

10

3. Un motor de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque en el modo de PAP, el aire comprimido admitido en el cilindro de expansión se expande sin agregar combustible o iniciar la combustión.

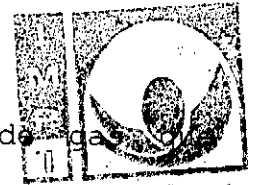
15

4. Un motor de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el depósito de aire comprende una trayectoria de gas dimensionada para recibir y almacenar aire comprimido de una pluralidad de carreras de compresión, la trayectoria de gas interconecta los cilindros de compresión y expansión, la trayectoria de gas incluye una válvula de entrada y una válvula de salida que definen una cámara de presión entre las mismas.

20

5. Un motor de conformidad con la reivindicación 1,

25



caracterizado porque incluye una trayectoria de gas  
interconecta los cilindros de compresión y expansión,  
trayectoria de gas incluye una válvula de entrada y una válvula  
de salida que definen una cámara de presión entre las mismas;

5           en donde el depósito de aire se conecta mediante una  
trayectoria de depósito a la cámara de presión en una ubicación  
entre la válvula de entrada y la válvula de salida.

6. Un motor de conformidad con la reivindicación 5,  
caracterizado porque incluye una válvula de control del depósito  
10 en la trayectoria de depósito.

7. Un motor de conformidad con la reivindicación 6,  
caracterizado porque el depósito de aire es un acumulador adaptado  
para mantener una presión relativamente constante en el mismo  
dentro de un intervalo predeterminado de presión.

15           8. Un motor de conformidad con la reivindicación 5,  
caracterizado porque incluye múltiples pares de cilindros de  
compresión y expansión interconectados por trayectorias de gas que  
tienen cámaras de presión, en donde las cámaras de presión se  
conectan todas con un depósito de aire común.

20           9. Un motor de conformidad con la reivindicación 1,  
caracterizado porque incluye una trayectoria de gas que  
interconecta los cilindros de compresión y expansión, la  
trayectoria de gas incluye una válvula de entrada y una válvula  
de salida que definen una cámara de presión entre las mismas;

25           el depósito de aire se conecta en paralelo con la



trayectoria de gas con las conexiones de entrada y salida desde el depósito de aire hasta los cilindros de compresión y expansión.

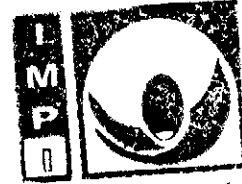
**10.** Un motor de conformidad con la reivindicación **1**, caracterizado porque en el modo de ICE, el combustible se enciende dentro de un intervalo de 5 a 40 grados de ángulo de manivela (CA) después de que el pistón de expansión ha alcanzado su posición de punto muerto superior (TDC).

**11.** Un motor de conformidad con la reivindicación **10**, caracterizado porque en el modo de ICE, el combustible se enciende dentro de un intervalo de 10 a 30 grados de ángulo de manivela (CA) después de que el pistón de expansión ha alcanzado su posición de punto muerto superior (TDC).

**12.** Un motor de conformidad con la reivindicación **2**, caracterizado porque en el modo de PAP, el combustible se enciende dentro de un intervalo de 5 a 40 grados de ángulo de manivela (CA) después de que el pistón de expansión ha alcanzado su posición de punto muerto superior (TDC).

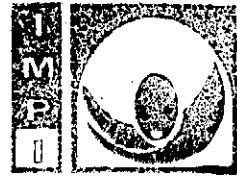
**13.** Un motor de conformidad con la reivindicación **12**, caracterizado porque en el modo de PAP, el combustible se enciende dentro de un intervalo de 10 a 30 grados de ángulo de manivela (CA) después de que el pistón de expansión ha alcanzado su posición de punto muerto superior (TDC).

**14.** Un motor de conformidad con la reivindicación **1**, caracterizado porque el motor funciona en el modo de ICE y el modo de AC simultáneamente.



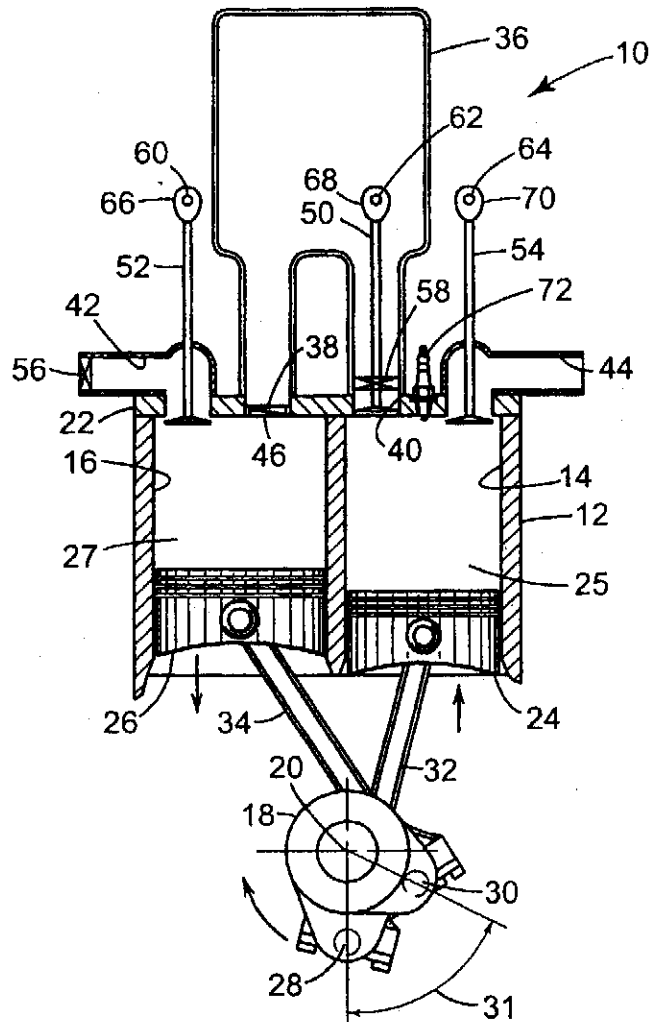
### RESUMEN

Un motor híbrido de aire de ciclo partido, que funcionalmente conecta un depósito de aire a un motor de ciclo partido. Un pistón de expansión es recibido dentro de un cilindro de expansión y está funcionalmente conectado con un cigüeñal, tal que el pistón de expansión tiene actividad recíproca a través de una carrera de expansión y una carrera de escape durante una revolución individual del cigüeñal. Un pistón de compresión es recibido dentro de un cilindro de compresión y está funcionalmente conectado con el cigüeñal, tal, que el pistón de compresión tiene actividad recíproca a través de una carrera de entrada y una carrera de compresión en una rotación individual del cigüeñal. El cilindro de compresión es selectivamente controlable para colocar el pistón de compresión en un modo de compresión en un estado en reposo. Un depósito de aire está funcionalmente conectado entre el cilindro de compresión y el cilindro de expansión y es selectivamente funcional para recibir el aire comprimido del cilindro de compresión y administrar el aire comprimido al cilindro de expansión para el uso en la transmisión de la energía del cigüeñal durante el funcionamiento del motor.

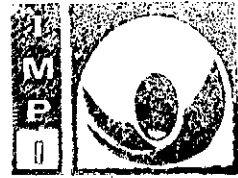


Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

FIG. 1

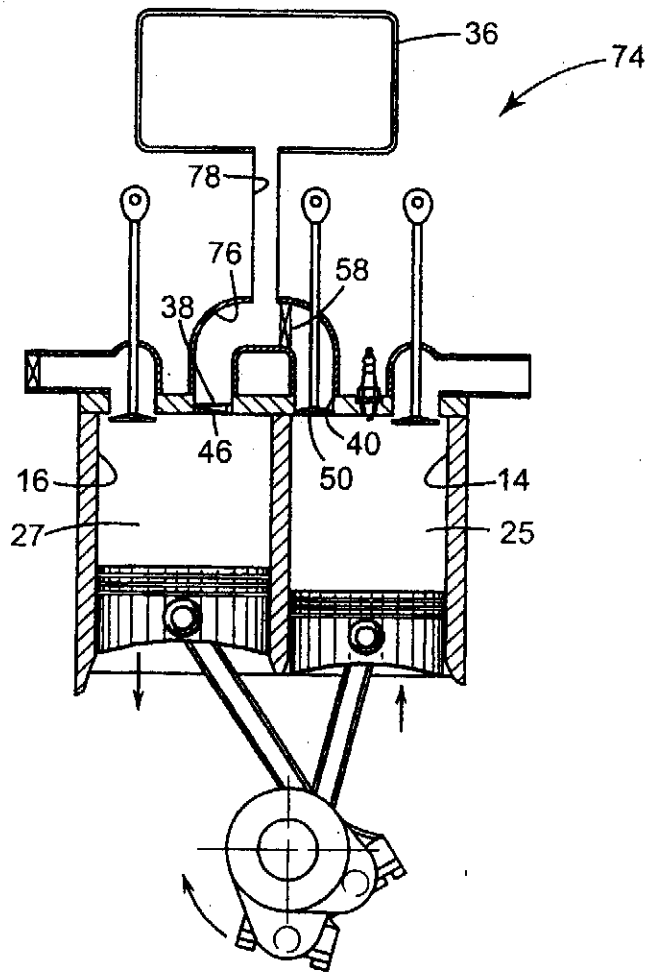


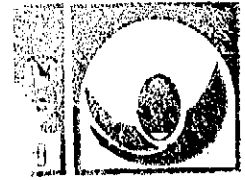




Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

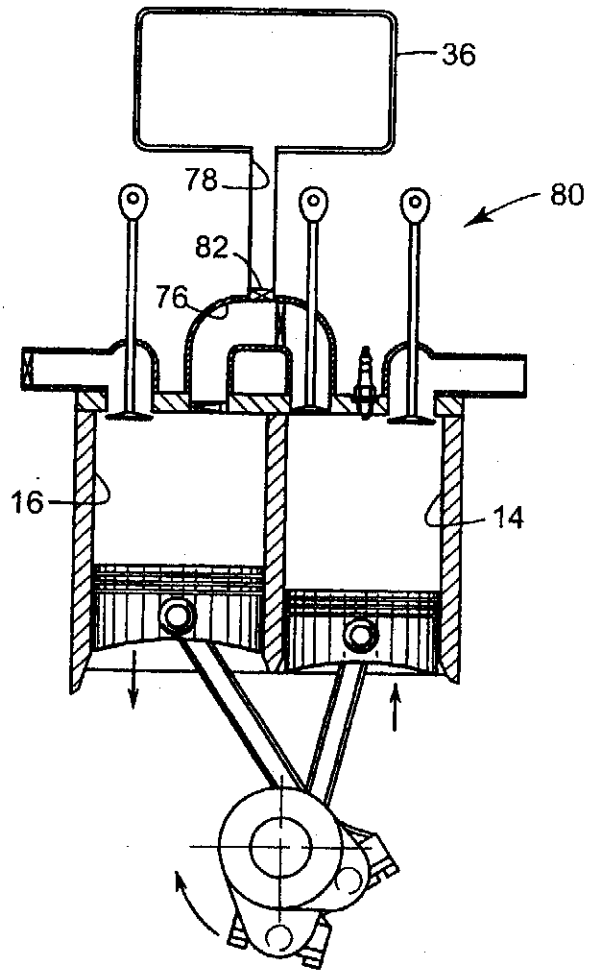
FIG. 2

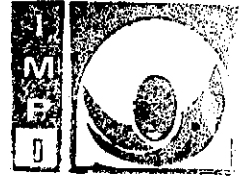




Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

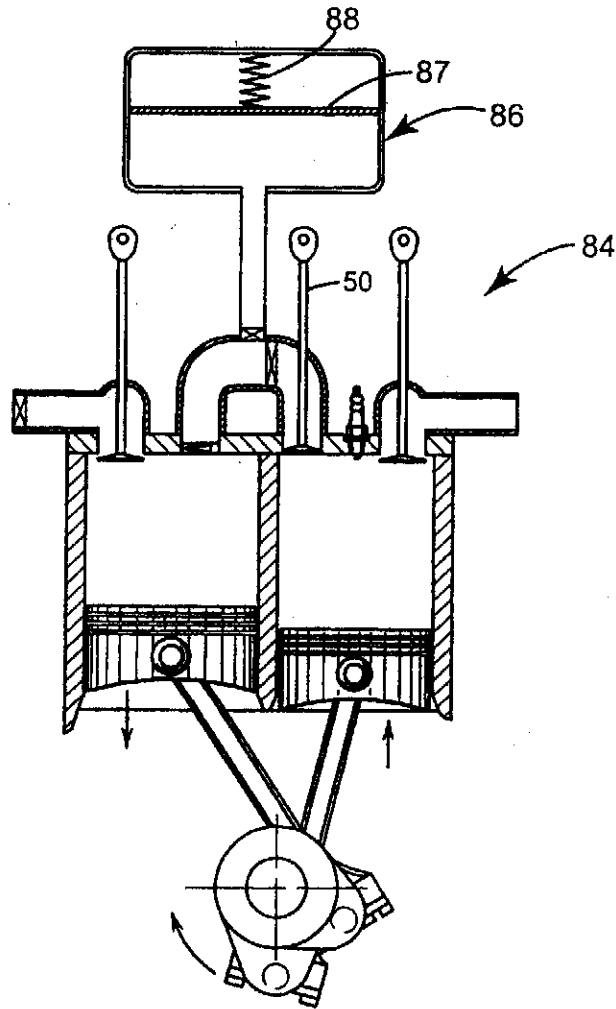
**FIG. 3**





Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

**FIG.4**





Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

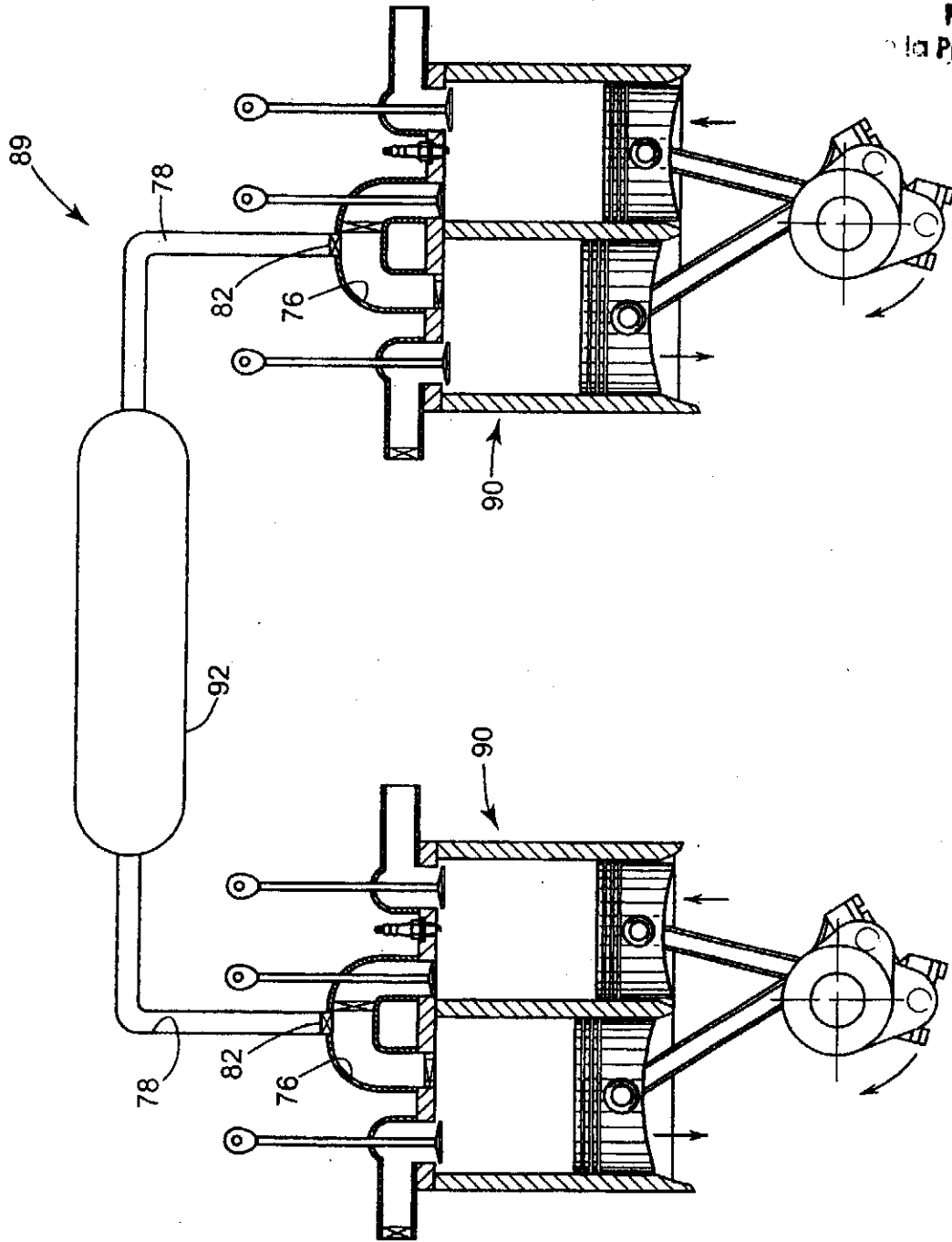
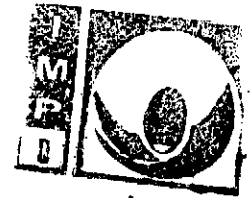


FIG. 5



Instituto  
Mexicano  
de la Propiedad  
Industrial

**FIG. 6**

