



ESPAÑA



(2006.01)

A1

PONS ARIÑO, Ángel

La presente invención se refiere a un motor compuesto que comprende un motor de combustión interna y una primera turbina y que presenta un elevado rendimiento térmico debido a que aprovecha el calor de los gases de escape para calentar parte del aire dispuesto en un depósito auxiliar que se utilizará para la generación de energía eléctrica o la transmisión de energía mecánica a través del eje de salida de una turbina accionada por dicho aire, donde el aire dispuesto en el depósito auxiliar es separado en un ciclo inferior que aprovecha el calor de los gases de escape generados a partir de la mezcla del resto del aire de admisión y el combustible durante un ciclo superior.

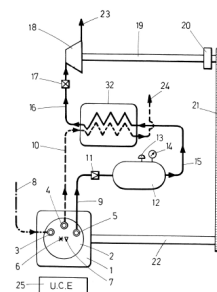


FIG. 7

MOTOR COMPUESTO

DESCRIPCION

5 **OBJETO DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere a un motor compuesto formado por un motor de combustión interna y una turbina de gas que presenta un elevado rendimiento térmico y bajas emisiones contaminantes debido a que aprovecha el calor residual de los gases de escape del motor de combustión interna para calentar a presión constante el
10 aire que alimenta a una turbina de gas, que a su vez acciona un generador eléctrico o transmite la energía al cigüeñal del motor de combustión interna.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 Actualmente, los motores de combustión interna, tanto los que cuentan con encendido por chispa como los que tienen encendido por compresión, tienen un rendimiento térmico bajo, comprendido entre el 35 y 45% generalmente.

20 Una parte importante de la energía calorífica del combustible se pierde en el sistema de refrigeración y en los gases de escape.

Esta energía evacuada en los gases de escape es muy relevante y está a temperaturas del orden de los 1000 °C, especialmente en los motores de combustión interna de gasolina sobrealimentados, con cilindrada baja en relación a su potencia y funcionando a presiones medias efectivas altas, muy empleados actualmente por su mayor rendimiento.
25

En este caso, las temperaturas de los gases de escape son tan elevadas que en algunas ocasiones el colector de escape es refrigerado para que la turbina del turbo no trabaje a temperaturas tan elevadas.
30

La forma útil de rebajar la temperatura elevada de los gases de escape es prolongar la carrera de expansión, es decir, que la carrera de expansión sea mayor que la de compresión. Estos motores son conocidos como motores sobre-expandidos (en inglés
35

“overexpanded engines”). Existen diferentes soluciones para llevar a cabo ésta sobre-expansión, como los ciclos de Atkinson y Miller, donde se lleva a cabo un cierre retardado de la válvula de admisión, y los sistemas mecánicos complejos en los que las carreras de expansión y escape son mayores que las carreras de admisión y compresión. Otra forma de obtener esta sobre-expansión es instalando una turbina en el colector de escape que recoja parte de su energía y la emplee en accionar un generador eléctrico a alta velocidad (en inglés “electric turbocompound engines”) o dirigiendo la energía de la turbina hacia el cigüeñal mediante un reductor de velocidad (en inglés “mechanical turbocompound engines”).

10

Los motores sobre-expandidos obtienen una mejora de rendimiento pero siguen evacuando gases de escape a elevadas temperaturas sin aprovechamiento de los mismos. Además, en algunos casos de motores turboalimentados, la temperatura de los gases de escape debe ser rebajada antes de entrar a la turbina.

15

Se conoce la patente US7398650 B2 que divulga un motor de combustión interna que comprende un compresor de desplazamiento positivo conectado al conducto de admisión para suministrar aire comprimido al motor, y una turbina conectada al conducto de escape para convertir la energía sobrante de los gases de escape en potencia, donde la turbina se conecta al motor a través de un mecanismo reductor y donde el compresor y la turbina se encuentran acoplados al motor mediante una polea montada en el cigüeñal, una segunda polea montada en el eje de la reductora y una tercera polea montada en el eje del cargador mecánico.

20

25

Además, la patente US7950231 B2 divulga un motor turbo compuesto de bajas emisiones que comprende una toma de aire y un tubo de escape para los productos de la combustión, además de un par de turbocompresores que reciben los productos de la combustión en una relación en serie y un dispositivo de postratamiento de gases de escape, como un filtro de partículas, para recibir los productos de la combustión de la turbina de aguas abajo. Una turbina de potencia recibe la salida desde el dispositivo de postratamiento de gases de escape y un sistema de recirculación de gases de escape se encuentra aguas abajo de y expuesto a la salida de la turbina de potencia, pasa selectivamente una porción seleccionada de la salida a un punto aguas arriba del compresor del turbocompresor. Un dispositivo agrega combustible al dispositivo de tratamiento posterior para regenerar el filtro de partículas y la turbina de potencia

30

35

recupera la energía adicional. La turbina de potencia puede ser utilizada para conducir accesorios o la salida principal del motor. El sistema puede añadir selectivamente combustible para el dispositivo de postratamiento de gases de escape para aumentar temporalmente los accesorios de conducción de energía para el motor o la adición a la salida principal de motor.

No obstante, estos sistemas sólo aprovechan una pequeña parte de la energía de los gases de escape, principalmente su energía cinética, ya que los gases de escape todavía están a temperaturas muy elevadas a la salida de la turbina que acciona el generador eléctrico, y por tanto, no aprovechan apropiadamente la energía calorífica de los gases de escape del motor de combustión interna.

Este problema se manifiesta especialmente en motores de combustión interna según ciclo Otto sobrealimentados.

La presente invención propone un motor compuesto que incrementa el rendimiento térmico y reduce las emisiones contaminantes respecto a los motores conocidos del estado de la técnica.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

El motor compuesto de la presente invención comprende un motor de combustión interna y una primera turbina que presenta un elevado rendimiento térmico y bajas emisiones contaminantes debido a que aprovecha el calor residual de los gases de escape del motor de combustión interna para calentar a presión constante el aire que alimenta a una turbina, que a su vez acciona un generador eléctrico o transmite la energía al cigüeñal del motor de combustión interna.

El motor de combustión interna puede ser tanto de 2 tiempos como de 4 tiempos, preferentemente de 4 tiempos, con encendido por chispa, o con encendido por compresión, atmosférico o sobrealimentado entre otros, alimentado por combustible líquido, gaseoso o una combinación de ambos, que comprende al menos un pistón desplazable por el interior de un cilindro, al menos una válvula de admisión, una válvula de escape y una válvula de transferencia.

El motor compuesto de la presente invención comprende un motor de combustión interna, donde el aire admitido en el tiempo de admisión se comprime en un primer tiempo de compresión hasta una relación de compresión inferior a la relación de compresión máxima del motor de combustión interna, y posteriormente una primera
 5 parte de ese aire comprimido, se transfiere, en un tiempo de transferencia, a través de una válvula de transferencia, a un depósito de almacenamiento de aire comprimido.

Dicha primera parte del aire comprimido transferido al depósito de almacenamiento constituye el fluido de trabajo de un ciclo inferior que recibe el calor a presión
 10 constante de los gases de escape de un ciclo superior que se describe a continuación, provenientes del motor de combustión interna y posteriormente se expande en la turbina que acciona el generador eléctrico o bien transfiere la energía al eje del cigüeñal del motor de combustión interna.

La parte de aire remanente en el cilindro, o segunda parte de aire, una vez finalizado el tiempo de transferencia al depósito de almacenamiento de aire comprimido se emplea en un ciclo superior que se desarrolla en el motor de combustión interna.
 15

Dicha segunda parte de aire se sigue comprimiendo en el motor de combustión en un segundo tiempo de compresión hasta la relación de compresión máxima del motor de combustión interna, seguido de un tiempo de expansión, con encendido por chispa o por compresión, donde dicha segunda parte de aire se sobre-expande, y de un tiempo de escape.
 20

Los gases de escape del motor de combustión interna del ciclo superior se dirigen a un intercambiador de calor donde ceden calor a una presión constante al aire comprimido del ciclo inferior y finalmente se expanden en la turbina. Por tanto el aire del ciclo inferior sigue un ciclo Brayton o Joule.
 25

De esta manera se consigue rebajar la temperatura de los gases de escape del motor de combustión interna y aprovechar su energía para mejorar el rendimiento térmico del motor compuesto.
 30

Además, en la sobre-expansión que se produce en el tiempo de expansión del motor de combustión interna, se consigue una combustión más completa y una mejora del rendimiento térmico.

5 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

La Figura 1 muestra una vista en esquema del cilindro y pistón del motor compuesto de la presente invención durante el tiempo de admisión.

10 La Figura 2 muestra una vista en esquema del cilindro y el pistón del motor compuesto de la presente invención durante el primer tiempo de compresión.

La Figura 3 muestra una vista en esquema del cilindro, el pistón y el depósito de aire comprimido del motor compuesto de la presente invención durante el tiempo de
15 transferencia.

La Figura 4 muestra una vista en esquema del cilindro y el pistón del motor compuesto de la presente invención durante el segundo tiempo de compresión.

20 La Figura 5 muestra una vista en esquema del cilindro y el pistón del motor compuesto de la presente invención durante el tiempo de expansión.

La Figura 6 muestra una vista en esquema del motor compuesto de la presente invención durante el tiempo de escape.

25 La Figura 7 muestra una vista en esquema del motor compuesto de la presente invención, formado por motor de combustión interna con alimentación atmosférica y turbina para expansión del aire del ciclo inferior equipada con transmisión mecánica para la transferencia de energía generada por dicha turbina al eje del cigüeñal del
30 motor de combustión interna.

La Figura 8 muestra una vista en esquema del motor compuesto de la presente invención, formado por un motor de combustión interna con alimentación atmosférica y turbina para expansión del aire del ciclo inferior que acciona un generador eléctrico.

35

La Figura 9 muestra una vista en esquema del motor compuesto de la presente invención, formado por motor de combustión interna sobrealimentado mediante compresor de desplazamiento positivo y turbina para expansión del aire del ciclo inferior equipada con transmisión mecánica para transferencia de la energía generada por dicha turbina al eje del cigüeñal del motor de combustión interna.

La Figura 10 muestra una vista en esquema del motor compuesto de la presente invención, formado por motor de combustión interna sobrealimentado mediante compresor de desplazamiento positivo y por turbina para expansión del aire del ciclo inferior equipada con transmisión mecánica para transferencia de la energía generada por dicha turbina al eje del cigüeñal del motor de combustión interna, equipado con una turbina adicional para expansión de los gases de escape del ciclo superior montada coaxialmente con la turbina para expansión del aire del ciclo inferior.

La Figura 11 muestra una vista en esquema del motor compuesto de la presente invención formado por motor de combustión interna sobrealimentado mediante compresor accionado por turbina en la que se expande el aire del ciclo inferior y que está equipada con transmisión mecánica para transferencia de la energía generada por dicha turbina al eje del cigüeñal del motor de combustión interna.

La Figura 12 muestra una vista en esquema del motor compuesto de la presente invención formado por motor de combustión interna sobrealimentado mediante turbocompresor que es accionado por el aire del ciclo inferior, estando dicho turbocompresor provisto de una válvula de cortocircuito y de un conducto de derivación o bypass que deriva el exceso de energía del aire del ciclo inferior hacia una turbina en la que se expande dicho aire del ciclo inferior, estando dicha turbina equipada con transmisión mecánica para transmisión de la energía generada al eje del cigüeñal del motor de combustión interna.

La Figura 13 muestra una vista en esquema de una parte del motor compuesto de la presente invención que comprende un compresor auxiliar accionado mecánica o eléctricamente destinado a alimentar al depósito de aire comprimido del ciclo inferior

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

A continuación se describen de manera detallada el motor compuesto de la presente invención según un primer ejemplo de realización mostrado en la figura 7. El motor compuesto que trabaja con un ciclo superior y un ciclo inferior comprende un motor de combustión interna (1) que comprende a su vez un conducto de admisión (8) de aire, una válvula de admisión (3), una válvula de escape (4), una válvula de transferencia (5), un inyector (6) y una bujía (7) en el caso de motores de encendido por chispa, un eje de cigüeñal (22), un conducto de escape (10).

El motor compuesto comprende además un depósito de almacenamiento (12) de aire comprimido, un conducto de transferencia (9) de aire desde el cilindro (2) al depósito de almacenamiento (12), una válvula unidireccional (11), una válvula limitadora de seguridad (13), un sensor de presión (14), un intercambiador de calor (32), un conducto de transferencia (15) de aire desde el depósito de almacenamiento (12) al intercambiador de calor (32), una turbina (18) provista de un eje (16), un conducto de alimentación (16) de aire comprimido del ciclo inferior a la turbina (18), un acoplamiento (20) del eje (16) de la turbina (18) a una transmisión mecánica reductora (21), una válvula reguladora de caudal (17), un conducto de evacuación (23) de aire del ciclo inferior, un conducto (24) de evacuación de gases de escape del ciclo superior y una unidad de control electrónico (25).

Los tiempos de funcionamiento según se desplaza un pistón (37) en un cilindro (2) del motor de combustión interna del motor compuesto de la presente invención, según las figuras 1 a 6 es el siguiente:

I Tiempo de Admisión (Figura 1)

El pistón (37) se desplaza desde el Punto Muerto Superior (PMS) hasta el Punto Muerto Inferior (PMI) dentro del cilindro (2). La válvula de admisión (3) permanece abierta mientras en resto de válvulas, la válvula de escape (4) y la válvula de transferencia (5) permanecen cerradas y el aire entra en el cilindro (2).

Una parte del aire admitido en el cilindro (2) seguirá el ciclo superior del motor de combustión interna y otra parte del aire seguirá el ciclo inferior Brayton – Joule con calentamiento a presión constante con el calor aportado por los gases de escape del motor de combustión interna.

II-1 Carrera de Compresión – Primer tiempo de compresión (Figura 2)

La válvula de admisión (3) se cierra y el resto de válvulas, la válvula de escape (4) y la válvula de transferencia (5), permanecen cerradas. El pistón (37) se desplaza desde el PMI hasta un primer punto de compresión PC1 situado entre el PMI y el PMS cuya situación es variable y su posición está determinada por la unidad de control electrónico, UCE (25), hasta un primer nivel de compresión preestablecido.

II-2 Carrera de Compresión – Tiempo de Transferencia (Figura 3)

El pistón (37) se desplaza desde el primer punto de compresión PC1 hasta un punto de transferencia PT. En el inicio de esta fase el pistón (37) se encuentra en el primer punto de compresión PC1 y entonces se abre la válvula de transferencia (5), cuando la presión en el cilindro es similar a una presión determinada igual a la del depósito de aire comprimido (12). La válvula de transferencia (5) permanece abierta hasta el punto de transferencia PT, produciéndose una transferencia a presión aproximadamente constante del aire comprimido en la etapa anterior desde el cilindro (2) hacia el depósito de aire comprimido (12). Cuando el pistón (37) llega al punto de transferencia PT se cierra la válvula de transferencia (5). Este aire transferido al depósito de aire comprimido (12) es el que sigue el ciclo inferior.

II-3 Carrera de Compresión – Segundo Tiempo de Compresión (Figura 4)

La válvula de admisión (3), la válvula de escape (4) y la válvula de transferencia (5), permanecen cerradas y el pistón (37) se desplaza desde el punto de transferencia PT hasta el punto PMS. El aire remanente en el cilindro (2) se sigue comprimiendo hasta la compresión máxima establecida en el ciclo. Este aire remanente es el que sigue el ciclo superior en el motor de combustión interna.

En el caso de encendido por chispa la inyección de combustible se produce a lo largo del trayecto desde el pistón desde el punto de transferencia PT hasta el punto PMS, en el segundo tiempo de compresión, a través del inyector (6).

En el caso de encendido por compresión la inyección de combustible a través del inyector (6) se produce al final del segundo tiempo de compresión y comienzo del tiempo de expansión.

III Carrera de Expansión (Figura 5)

En el caso de motor de encendido por chispa, cuando el pistón (37) está

aproximadamente en el PMS se produce el encendido de la mezcla de aire y combustible mediante el accionamiento de la bujía (7).

En el caso de motores de encendido por compresión, cuando el pistón se aproxima al PMS se inicia la inyección de combustible a través del inyector (6).

Las válvulas (3, 4, 5) permanecen cerradas y los gases de combustión se expanden con una relación de expansión muy superior a la relación de compresión del Ciclo Superior.

10

IV Carrera de Escape (Figura 6)

Cuando el pistón (37) está en las proximidades del punto PMI, se abre la válvula de escape (4) y los gases de escape salen del cilindro (2). Esta masa de gases es la que ha seguido el ciclo superior de motor de combustión interna, que al final de la carrera de escape finaliza el ciclo superior y se dirige hacia el intercambiador de calor (32) donde cede calor a presión constante al fluido que sigue el ciclo inferior. Los gases de escape en el instante de apertura de la válvula de escape (4) se encuentran todavía a una temperatura elevada y a presión relativamente baja, ya que se han expandido en el cilindro con una relación de expansión mucho mayor que la relación de compresión.

20

En el intercambiador de calor (32) del ciclo inferior se produce un intercambio de calor preferentemente a contracorriente donde los gases de escape del motor de combustión interna ceden una parte importante de su energía calorífica al aire comprimido procedente del depósito de aire comprimido (12).

25

El aire comprimido de dicho depósito de aire comprimido (12) ha sido comprimido y transferido desde el cilindro hasta el depósito de aire comprimido (12) a largo del tiempo II-1 (tiempo de primera compresión) y II-3 (tiempo de segunda compresión) descritas anteriormente y es sometido a ciclo termodinámico Brayton –Joule con etapa de calentamiento isobárico en el intercambiador (32) con el calor procedente de los gases de escape del ciclo superior provenientes del motor de combustión interna (1).

Opcionalmente el motor compuesto puede comprender un compresor auxiliar (36) destinado a estabilizar la presión del depósito de aire comprimido (12), según se observa en la figura 13, pudiendo estar accionado bien mecánicamente desde el

35

cigüeñal (22) o eléctricamente.

Por tanto, en el intercambiador (32) se produce un intercambio de calor preferentemente a contracorriente en el que intervienen dos fluidos: por un lado los gases de escape del ciclo superior provenientes del motor de combustión interna (1), y por otro el fluido aire proveniente del depósito de aire comprimido (12), que realiza el ciclo inferior.

Ambos fluidos se mueven en el intercambiador en sentidos opuestos de forma que los gases de escape ceden progresivamente calor al aire comprimido mientras la presión del aire comprimido permanece sensiblemente constante mediante la apertura o cierre de la válvula reguladora de caudal (17) a la entrada de la turbina (18). La válvula reguladora de caudal puede ser un distribuidor de geometría variable colocado a la entrada de la turbina (18).

Una vez que el aire comprimido sale del intercambiador (32) ya ha absorbido una parte importante del calor de los gases de escape y se dirige hacia la turbina (18). Dicha turbina (18) puede ser una Turbina de Geometría Variable (VGT) o bien estar provista de una válvula reguladora de caudal (17) que controla la admisión de aire comprimido hacia la turbina (18).

La unidad de control electrónico (25) controla en todo momento la apertura y cierre de la válvula de transferencia (5) y la alimentación de la turbina (18) mediante la apertura y cierre de la válvula reguladora de caudal (17) o bien mediante el distribuidor de geometría variable de la turbina. La unidad de control electrónico (25) también controla el accionamiento del compresor auxiliar (36) en caso de ser instalado, de forma que la presión del circuito de aire comprimido que alimenta la turbina (18) se mantenga aproximadamente constante dentro del rango establecido.

El aire comprimido se expande en la turbina (18) y cede su energía cinética al eje del cigüeñal (22) del motor de combustión interna (1) mediante la transmisión mecánica reductora (21) y acoplamiento (20), tal y como se observa en la figura 7.

Otras realizaciones de la invención

35

En la realización mostrada en la figura 8 se muestra una vista en esquema del motor compuesto formado por el motor de combustión interna (1) con alimentación atmosférica y la turbina (18) para expansión del aire del ciclo inferior que acciona un generador eléctrico (26).

5

En la realización mostrada en la figura 9 se muestra una vista en esquema del motor compuesto formado por el motor de combustión interna (1) sobrealimentado mediante un compresor de desplazamiento positivo (27) provisto de un intercambiador (28) para refrigeración del aire de admisión y la turbina (18) para expansión del aire del ciclo inferior equipada con transmisión mecánica (21) para transferencia de la energía generada por dicha turbina al eje del cigüeñal (22) del motor de combustión interna (1). El compresor de desplazamiento positivo (27) es accionado por el motor de combustión interna (1) mediante una transmisión mecánica (29).

10

15

En la realización mostrada en la figura 10 se muestra una vista en esquema del motor compuesto formado por el motor de combustión interna (1) sobrealimentado mediante compresor de desplazamiento positivo (27) provisto de un intercambiador (28) para refrigeración del aire de admisión y la turbina (18) para expansión del aire del ciclo inferior equipada con transmisión mecánica (21) para transferencia de la energía generada por dicha turbina al eje del cigüeñal (22) del motor de combustión interna (1), equipado con una segunda turbina (30) para expansión de los gases de escape del ciclo superior montada coaxialmente con la turbina (18) para expansión del aire del ciclo inferior.

20

25

En la realización mostrada en la figura 11 muestra una vista en esquema del motor compuesto formado por motor de combustión interna (1) sobrealimentado mediante compresor (31) accionado por la turbina (18) para expansión del aire del ciclo inferior equipada con transmisión mecánica (21) para transferencia de la energía generada por dicha turbina al eje del cigüeñal (22) del motor de combustión interna (1).

30

En la realización mostrada en la figura 12 se muestra una vista en esquema del motor compuesto formado por motor de combustión interna (1) sobrealimentado mediante turbocompresor (35) que es accionado por el aire del ciclo inferior, estando dicho turbocompresor (35) provisto de una válvula de cortocircuito (34) y de un conducto de derivación o bypass (33) que deriva el exceso de energía del aire del ciclo inferior

35

hacia una turbina (18) para expansión del aire del ciclo inferior, equipada con transmisión mecánica (21) para transferencia de la energía generada por dicha turbina al eje del cigüeñal (22) del motor de combustión interna (1).

5 En la realización mostrada en la figura 13 se muestra una vista en esquema de una parte del motor compuesto que comprende un compresor auxiliar (36) accionado mecánica o eléctricamente destinado a alimentar al depósito de aire comprimido (12) del ciclo inferior.

10 Se hace notar que la solución de motor compuesto propuesta en la presente invención no está basada en el número de cilindros del motor de combustión interna. Todas las fases del ciclo compuesto descrito anteriormente son desarrolladas por todos y cada uno de los cilindros del motor de combustión interna. Por tanto es una solución totalmente funcional en motores de un solo cilindro, tal como se muestra en las figuras,
15 o en motores de varios cilindros.

En cuanto a los avances y retrasos de válvulas, hay que reseñar que los momentos de apertura y cierre de la válvulas de admisión del motor de combustión interna que se indican en la presente descripción son los momentos teóricos que coinciden con el
20 Punto Muerto Superior (Apertura de válvula de admisión y cierre de válvula de escape) y el Punto Muerto Inferior (Cierre de válvula de admisión y apertura de válvula de escape). En la práctica se emplearán los avances en la apertura de la admisión y apertura del escape, así como retrasos en el cierre de la admisión y cierre del escape que resulten más convenientes.

25 Los momentos de inyección y encendido indicados en la presente descripción son momentos teóricos que se corregirán con los correspondientes avances de inyección y encendido que resulten más convenientes.

30

REIVINDICACIONES

1. Motor compuesto que comprende un motor de combustión interna (1) y una primera turbina (18), donde el motor de combustión interna (1) comprende al menos un pistón (37) desplazable por el interior de un cilindro (2), al menos una válvula de admisión (3) y una válvula de escape (4) caracterizado por que en el motor de combustión interna (1) el aire admitido en un tiempo de admisión se comprime en un primer tiempo de compresión hasta una relación de compresión inferior a la relación de compresión máxima del motor de combustión interna (1), y posteriormente una primera parte de ese aire comprimido, se transfiere, en un tiempo de transferencia, a través de una válvula de transferencia (5), a un depósito de almacenamiento de aire comprimido (12) del motor compuesto, donde dicha primera parte del aire comprimido transferido al depósito de almacenamiento (12) constituye el fluido de trabajo de un ciclo inferior que recibe el calor a presión constante de los gases de escape de un ciclo superior provenientes del motor de combustión interna (1), y posteriormente se expande en la turbina (18) que acciona un generador eléctrico (26) o bien transfiere la energía al eje del cigüeñal (22) del motor de combustión interna (1), y donde la parte de aire remanente en el cilindro (2), o segunda parte de aire, una vez finalizado el tiempo de transferencia al depósito de almacenamiento de aire comprimido (12) se emplea en el ciclo superior que se desarrolla en el motor de combustión interna (1), ya que dicha segunda parte de aire se sigue comprimiendo en el motor de combustión interna (1) en un segundo tiempo de compresión hasta la relación de compresión máxima del motor de combustión interna (1), seguido de un tiempo de expansión, donde dicha segunda parte de aire se sobre-expande, y de un tiempo de escape, y donde los gases de escape del motor de combustión interna (1) del ciclo superior se dirigen a un intercambiador de calor (32) donde ceden calor a una presión constante al aire comprimido del ciclo inferior y finalmente se expanden en la turbina (18).

2. Motor compuesto según reivindicación 1 caracterizado por que comprende un compresor de desplazamiento positivo (27) que sobrealimenta al motor de combustión interna (1) y un intercambiador (28) para refrigeración del aire de admisión a dicho motor de combustión interna (1), donde el compresor de desplazamiento positivo (27) es accionado por el motor de combustión interna (1) mediante una transmisión mecánica (29).

3. Motor compuesto según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que comprende una segunda turbina (30) para expansión de los gases de escape del ciclo superior montada coaxialmente con la turbina (18) para expansión del aire del ciclo inferior.

5

4. Motor compuesto según reivindicación 1 caracterizado por que comprende un compresor (31) accionado por la turbina (18) para expansión del aire del ciclo inferior.

10

5. Motor compuesto según reivindicación 1 caracterizado por que comprende un turbocompresor (35) que es accionado por el aire del ciclo inferior, estando dicho turbocompresor (35) provisto de una válvula de cortocircuito (34) y de un conducto de derivación o bypass (33) que deriva el exceso de energía del aire del ciclo inferior hacia una turbina (18) para expansión del aire del ciclo inferior.

15

6. Motor compuesto según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que comprende un compresor auxiliar (36) accionado mecánica o eléctricamente destinado a alimentar al depósito de aire comprimido (12) del ciclo inferior.

20

7. Motor compuesto según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que comprende una unidad de control electrónico (25) que controla en todo momento la apertura y cierre de la válvula de transferencia (5) y la alimentación de la turbina (18) mediante la apertura y cierre de una válvula reguladora de caudal (17) o bien mediante un distribuidor de geometría variable de la turbina.

25

8. Motor compuesto según reivindicaciones 6 y 7 caracterizado por que la unidad de control electrónico (25) también controla el accionamiento del compresor auxiliar (36).

30

9. Motor compuesto según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que el motor de combustión interna (1) es un motor de encendido por chispa.

10. Motor compuesto según reivindicación 9 caracterizado por que la inyección de un combustible se produce a lo largo del trayecto desde el pistón (37) durante el segundo tiempo de compresión, a través de un inyector (6).

5 11. Motor compuesto según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 caracterizado por que el motor de combustión interna (1) es un motor de encendido por compresión.

12. Motor compuesto según reivindicación 11 caracterizado por que la inyección de un combustible a través de un inyector (6) se produce al final del segundo tiempo de compresión y comienzo del tiempo de expansión.
10

13. Motor compuesto según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que el motor de combustión interna (1) es de 2 tiempos, de 4 tiempos, atmosférico o sobrealimentado.

15

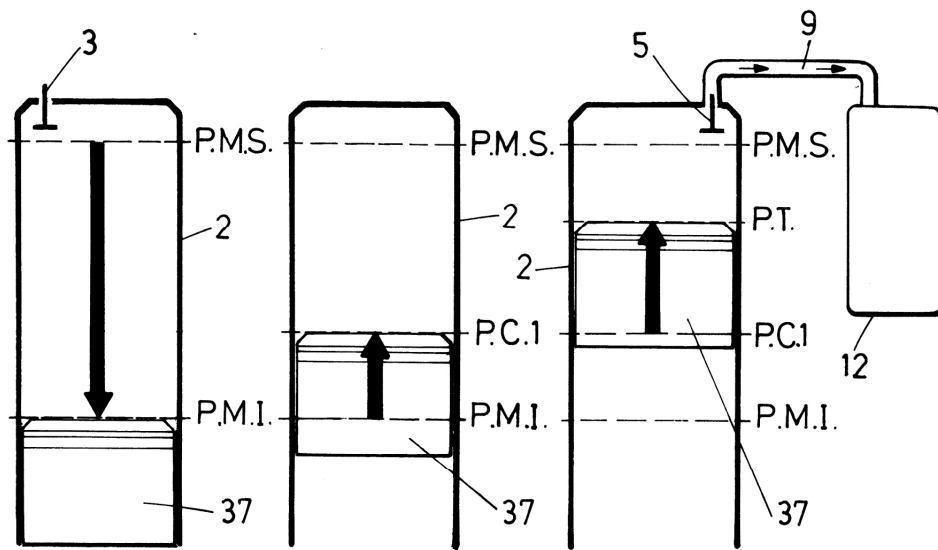


FIG.1

FIG.2

FIG.3

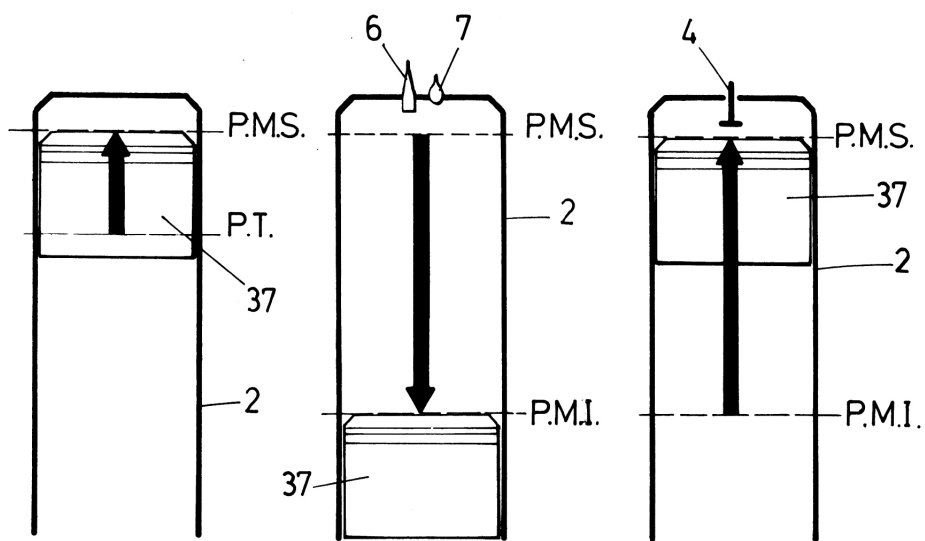


FIG.4

FIG.5

FIG.6

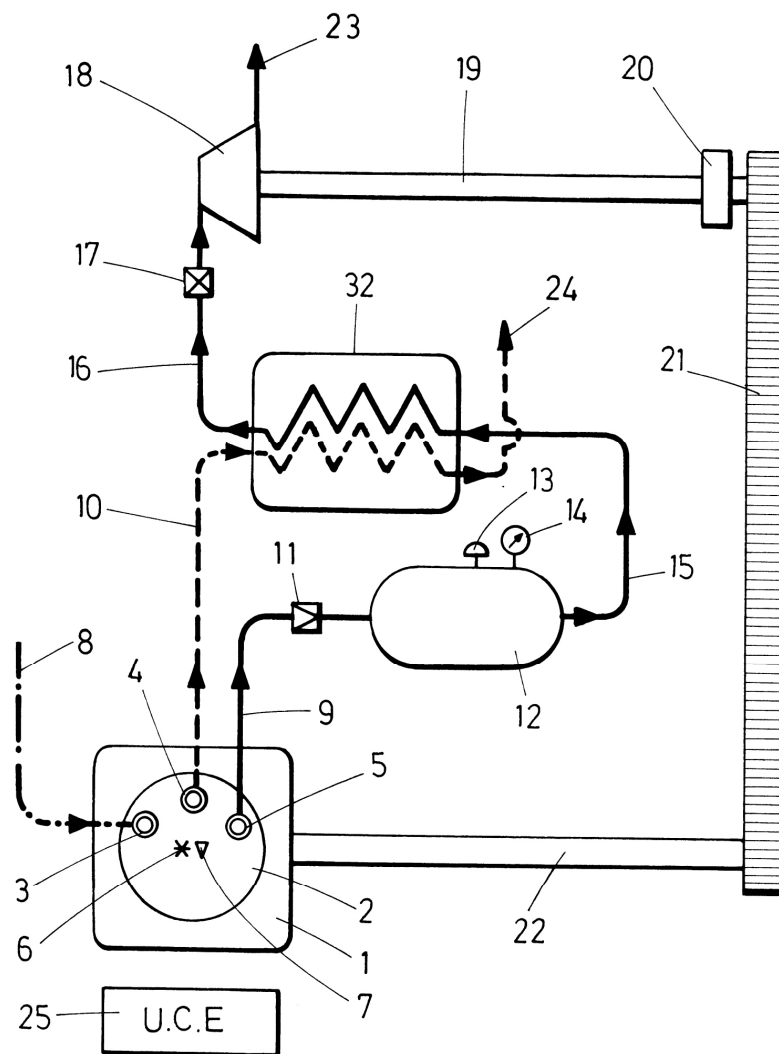


FIG.7

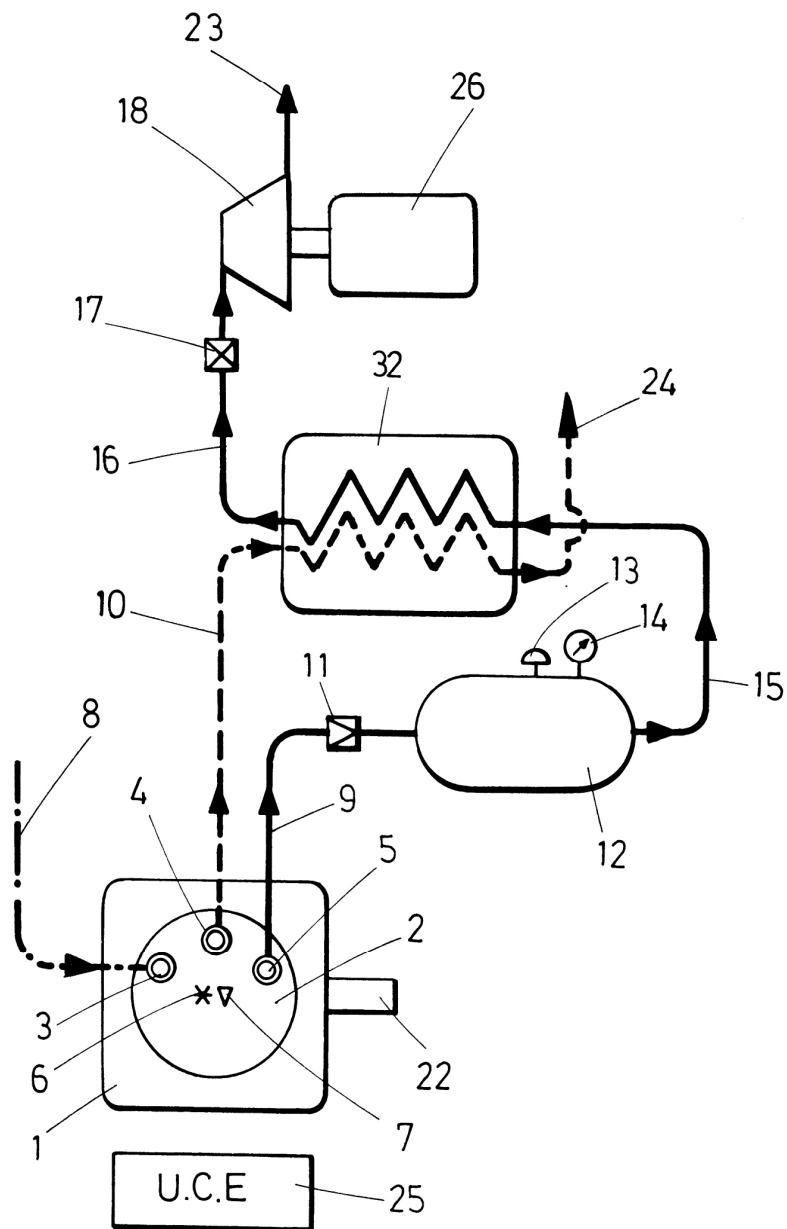


FIG.8

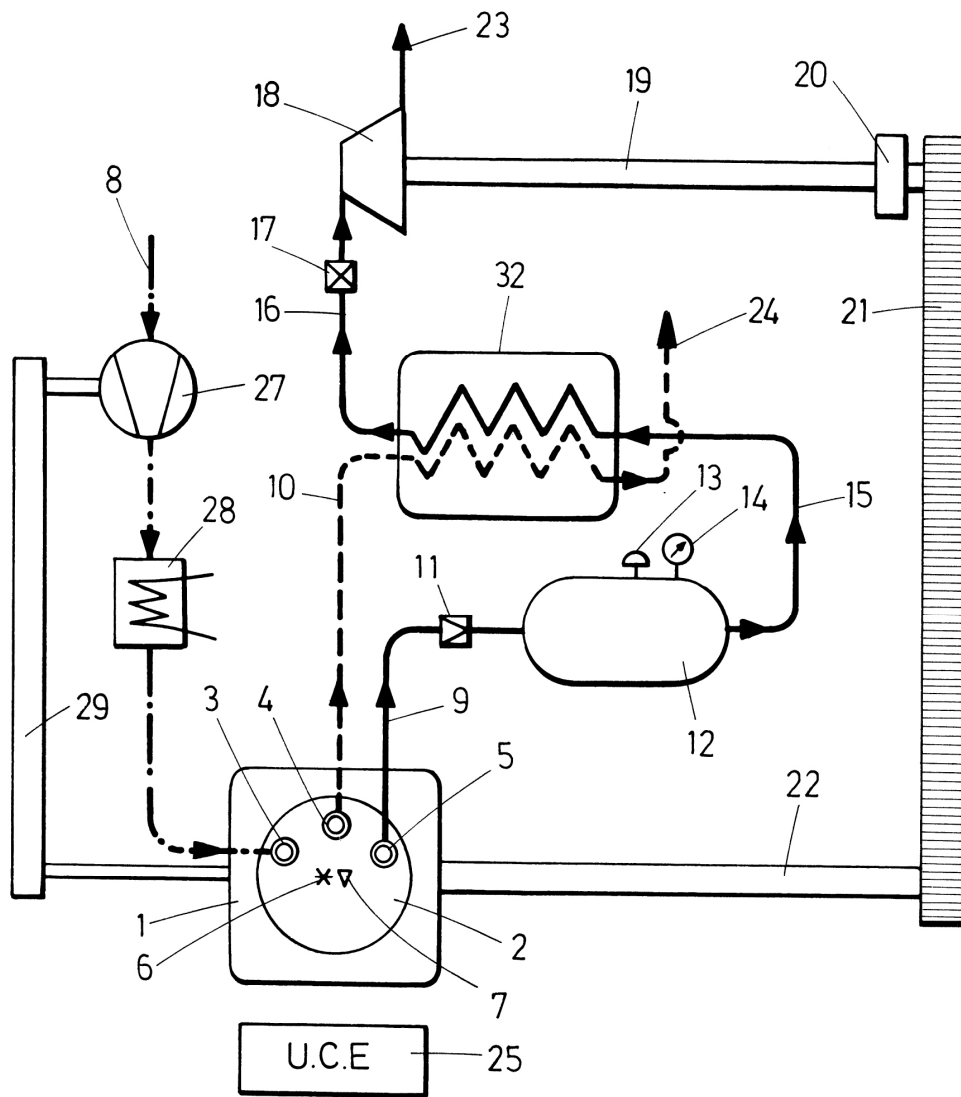


FIG.9

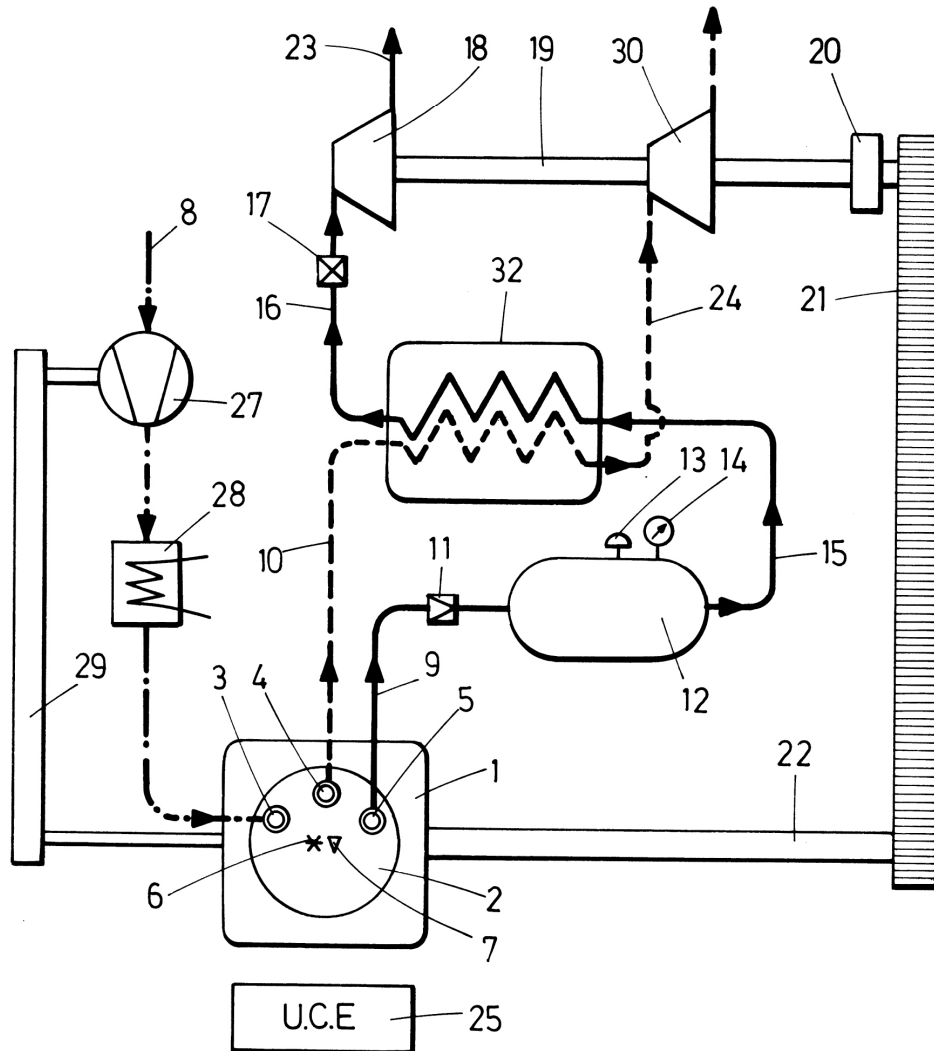


FIG.10

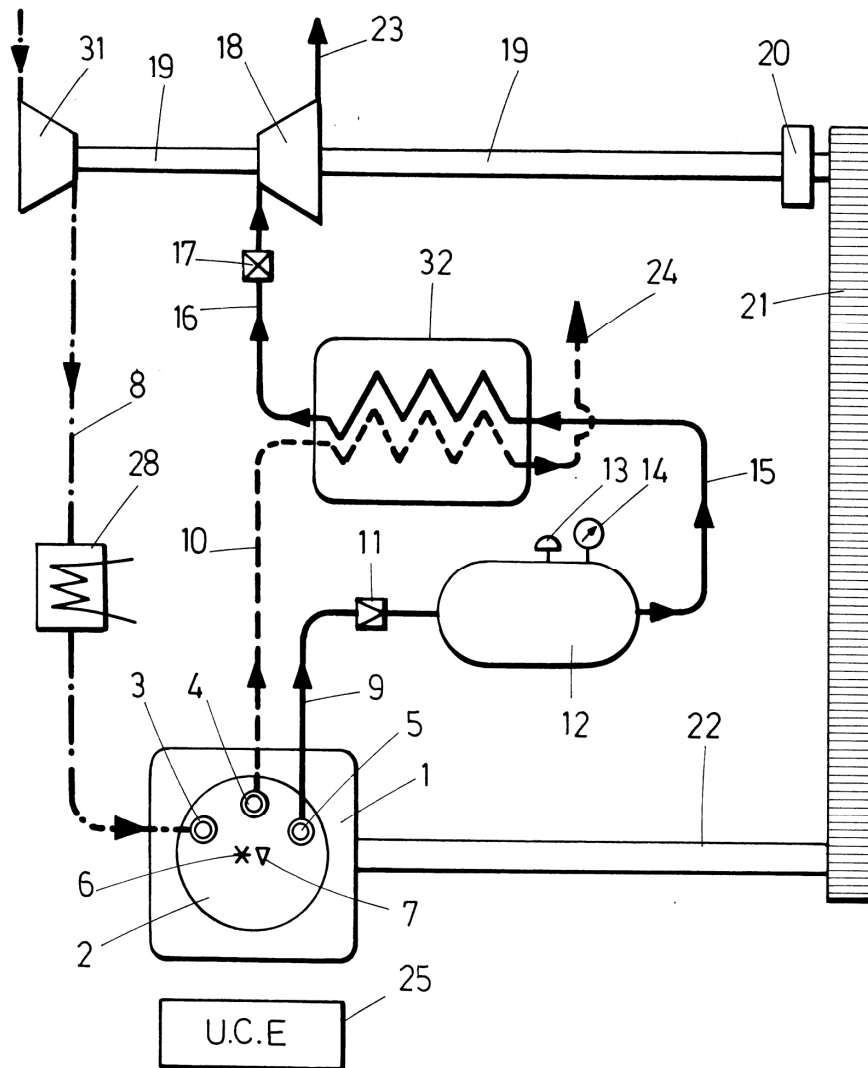


FIG.11

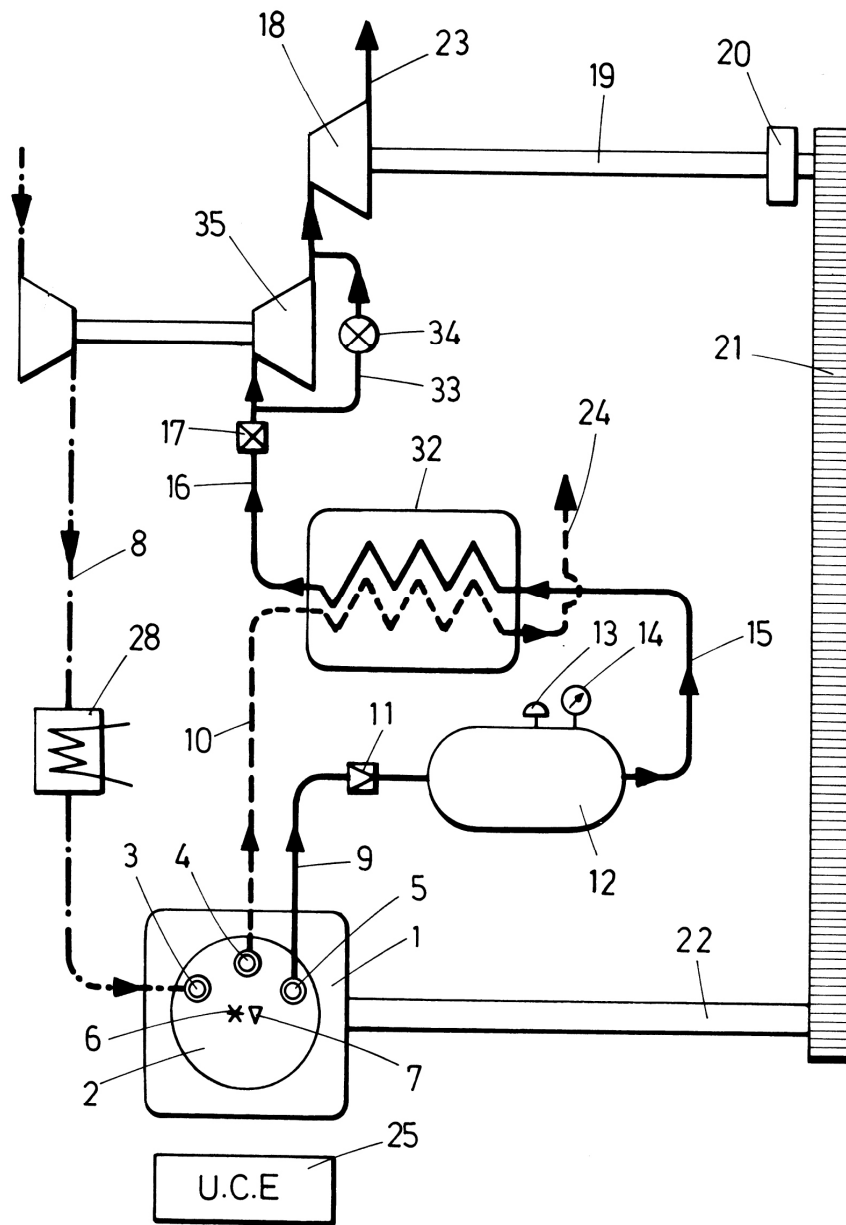


FIG.12

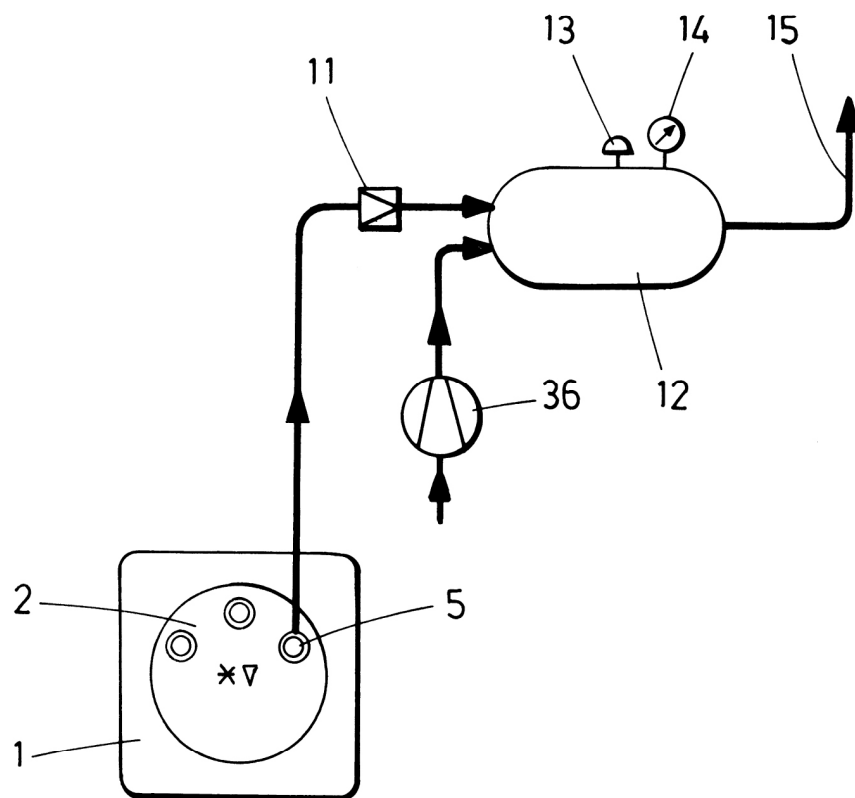


FIG.13



- ②① N.º solicitud: 201431760
②② Fecha de presentación de la solicitud: 26.11.2014
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **F01K23/06** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 20110239643 A1 (LE JEUNE) 06.10.2011, resumen; párrafos 8,9.	1-13
A	US 4513572 A (BONNAUD) 30.04.1985, resumen; figura 1.	1-13
A	US 8141360 B1 (HUBER) 27.03.2012, columna 2, líneas 34-63; figuras 1,2.	1-13
A	US 20070101716 A1 (TAFAS) 10.05.2007, párrafos 13-19; figura 1.	1-13
A	US 20030005696 A1 (WILSON) 09.01.2003, figura 2.	1-13

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
17.03.2016

Examinador
Manuel Fluvià Rodríguez

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

F02B, F01K

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC,PI

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 18.03.2016

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-13	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-13	SI
	Reivindicaciones	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D1	US 20110239643 A1 (LE JEUNE)	06.10.2011
D2	US 4513572 A (BONNAUD)	30.04.1985
D3	US 8141360 B1 (HUBER)	27.03.2012
D4	US 20070101716 A1 (TAFAS)	10.05.2007
D5	US 20030005696 A1 (WILSON)	09.01.2003

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

NOTA: Ley de Patentes, artículo 4.1: Son patentables las invenciones nuevas, que impliquen actividad inventiva y sean susceptibles de aplicación industrial,....
Ley de Patentes, artículo 6.1. Se considera que una invención es nueva cuando no está comprendida en el estado de la técnica.
Ley de Patentes, artículo 8.1. Se considera que una invención implica una actividad inventiva si aquella no resulta del estado de la técnica de una manera evidente para un experto en la materia.
(Reglamento de Patentes Artículo 29.6. El informe sobre el estado de la técnica incluirá una opinión escrita, preliminar y sin compromiso, acerca de si la invención objeto de la solicitud de patente cumple aparentemente los requisitos de patentabilidad establecidos en la Ley, y en particular, con referencia a los resultados de la búsqueda, si la invención puede considerarse nueva, implica actividad inventiva y es susceptible de aplicación industrial. Real Decreto 1431/2008, de 29 de agosto, BOE núm. 223 de 15 de septiembre de 2008.)

Las características técnicas reivindicadas en la solicitud están agrupadas en 13 reivindicaciones, sobre cuya novedad, actividad inventiva y aplicación industrial se va a opinar, según el Reglamento de Patentes.

Según el contenido de la solicitud, y en especial de sus 13 reivindicaciones, la invención aparentemente puede considerarse que es susceptible de aplicación industrial, ya que al ser su objeto un motor de combustión interna con recuperación de calor residual, puede ser utilizado en la industria de automoción (la expresión "industria" entendida en su más amplio sentido, como en el Convenio de París para la Protección de la Propiedad Industrial).

Son conocidos en el estado de la técnica (ver como ejemplos D1 a D5) motores de combustión interna que aprovechan la energía mecánica y térmica de sus gases de escape residuales mediante intercambiadores de calor y posterior turbina de gas que acciona bien a un generador eléctrico que ayuda a la tracción mecánica o suma su energía mecánica a la propia del motor térmico. En particular, el documento D1, el más próximo al objeto de la solicitud de patente, divulgó lo anterior usando un ciclo Brayton (resumen) mediante un compresor de aire al efecto, en vez de los propios cilindros del motor térmico en una primera compresión como en la solicitud, intercambiador y turbina que fracciona su potencia entre la tracción y el accionamiento del compresor, usando un quemador de fuel adicional, no presente en la solicitud de patente. El documento D2 resolvió el mismo problema en un motor sobrealimentado, que aprovecha el compresor 5 (en vez de usar un primer ciclo de compresión de aire en cilindros del motor térmico) del turbo para comprimir los gases de escape, en vez de usar aire como fluido de trabajo, como en la solicitud, y en ciclo abierto y tras pasar por los intercambiadores 12 y 18, expandirse en la turbina 15. D3 divulgó la resolución del mismo problema técnico, mediante el uso de una hibridación de turbina de gas y motor térmico alternativo (título), usando el compresor de aire de la turbina de gas y usar quemador e intercambiador de calor residual, simultáneamente, no siendo el aire exclusivamente el fluido de trabajo y no usando un primer ciclo de compresión del motor alternativo. El documento D4 divulgó el uso de turbina mixta vapor/gases residuales, pero no emplea la previa compresión de fluidos, más simple pero de peor rendimiento termodinámico y el D5 usa la energía de los propios gases de escape y el aire de salida del "radiador" del motor térmico alternativo (figura 2) para el ciclo recuperador a turbina de gas.

Sin embargo, no se ha encontrado divulgado en el Estado de la Técnica un sistema de recuperación de calor residual de combustión de motor alternativo que emplee una compresión efectuada dentro de los cilindros de dicho motor en un primer ciclo de compresión y usando aire como fluido de trabajo (aire atmosférico o con previa compresión por un turbo grupo de sobrealimentación) ni se hizo evidente mediante la combinación de los anteriores citados documentos.

Por tanto, la reivindicación independiente 1 y las reivindicaciones dependientes de ella, las numeradas del 2 al 13, aparentemente no están comprendidas en los documentos citados del estado de la técnica informado, ni resultan de una manera evidente de él, de acuerdo con los artículos 6 y 8 de la Ley de Patentes 11/86. En consecuencia, las reivindicaciones 1-13 de la solicitud de patente, podrían considerarse nuevas (ley de patentes, art. 6), al confrontarse con el estado de la técnica representado por D1 a D4 y por lo tanto (no evidencia) también con actividad inventiva (ley patentes artículo 8).