

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 557 632**

51 Int. Cl.:

**F02G 1/043** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.05.2012 E 12729193 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.09.2015 EP 2707588**

54 Título: **Motor de combustión externa**

30 Prioridad:

**11.05.2011 IT UD20110070**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.01.2016**

73 Titular/es:

**INNOVATIVE TECHNOLOGICAL SYSTEMS S.R.L.  
(100.0%)  
Autoporto di Gorizia, Polo Tecnologico Techno  
Area  
34170 Gorizia, IT**

72 Inventor/es:

**GENTILE, DAVIDE**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 557 632 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Motor de combustión externa

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un motor de combustión externa, también conocido como un motor Stirling, que hace uso de un ciclo de expansión y compresión isotérmica de un fluido termodinámico, por ejemplo aire, nitrógeno, helio u otros gases, para determinar el movimiento alterno y cíclico de un flotador y un émbolo de modo que conlleve la rotación de un determinado árbol de transmisión del que se obtiene trabajo mecánico.

**Antecedentes de la invención**

Se conocen motores de combustión externa, también conocidos como motores Stirling, que hacen uso de una diferencia de la temperatura provocada en un fluido termodinámico y activan el movimiento cíclico y alterno de un flotador y un émbolo.

En particular se conocen motores Stirling del denominado tipo gamma que comprenden un primer cilindro y un segundo cilindro dispuestos en cuadratura uno con respecto al otro, es decir con sus respectivos ejes en ángulo de 90° uno con respecto a otro, y en los que se deslizan un primer émbolo, también denominado flotador, y un segundo émbolo. El flotador y el segundo émbolo están conectados por medio de respectivas bielas de manera próxima a un único perno de cigüeñal. Este último está enchavetado sobre un árbol de transmisión del que se toma el trabajo mecánico obtenido.

El primer cilindro está provisto de una parte caliente dispuesta cerca de la parte superior, o en otras palabras, cerca del punto muerto superior del flotador, y con una parte fría dispuesta cerca del punto muerto inferior del flotador. La parte caliente y la parte fría del primer cilindro están calentadas y enfriadas respectivamente para transferir calor al fluido termodinámico contenido en el primer cilindro.

La parte caliente y la parte fría del primer cilindro están conectadas de manera fluidica adecuadamente entre sí, por ejemplo proporcionando extracción de aire entre la camisa externa del primer cilindro y el flotador.

El primer cilindro, cerca de su parte fría, está provisto de un tubo que conecta con la parte superior del segundo cilindro, de modo que se crea una conexión fluidica entre el primer y segundo cilindro.

Mediante aprovechamiento de la expansión del fluido termodinámico debido a la contribución de calor desde la parte caliente, el segundo émbolo se mueve hacia su punto muerto inferior. El flotador se mueve hacia la parte fría, implicando un enfriamiento del fluido termodinámico previamente calentado y por tanto implicando una contracción del fluido, que extrae el segundo émbolo hacia su punto muerto superior.

El movimiento alterno del segundo émbolo desde el punto muerto superior hacia el punto muerto inferior hace que el árbol de transmisión gire y por tanto que se genere el trabajo mecánico.

Aunque este tipo de motor es silencioso, tiene un bajo impacto medioambiental y requiere mantenimiento limitado, no permite variaciones y modulaciones de la potencia nominal, y actúa sustancialmente siempre a la misma capacidad.

Debido a esta limitación, tales motores se usan casi exclusivamente en aplicaciones donde se requiere un suministro de energía continuo y constante.

Con el fin de aumentar la flexibilidad de este tipo de motor se conoce la solicitud de patente internacional WO-A-2010/070428 en el nombre del presente solicitante, que proporciona la posibilidad de variar el ángulo recíproco entre el primer cilindro y el segundo cilindro con el fin de variar el volumen en cc del motor y por lo tanto variar los modos de funcionamiento o la velocidad de rotación del propio motor.

Aunque esta solución permite variar la velocidad de rotación del motor y por lo tanto adaptarla a los requerimientos de funcionamiento de manera casi instantánea, a medida que el usuario lo requiera, en ningún caso es más compleja que un motor estático, y además, en configuraciones particulares puede tener un rendimiento de funcionamiento bastante bajo, que está más acentuado cuanto más distanciados estén el primer y segundo cilindro de su estado de cuadratura. La eficacia reducida se determina por el aumento del volumen inactivo en el primer y segundo cilindro, es decir, fluido que se expande/se comprime y no genera ningún trabajo útil. En ciertas situaciones esto puede conducir a este tipo de motores que abandonan su configuración variable si las aplicaciones requieren un suministro sustancialmente constante de energía.

De hecho, con el fin de satisfacer ciertos requerimientos y solicitudes, en particular para menos complejidad y un coste económico inferior, es necesario conseguir motores estáticos y por tanto no con una configuración variable del

ángulo recíproco entre el primer y segundo cilindro, que tienen un buen rendimiento y no son voluminosos.

Por el contrario, el motor de tipo gamma, dada la disposición del primer y segundo cilindro, tiene un motor muy voluminoso que no es aceptable en aplicaciones particulares.

5 El mismo documento WO-A-2010/070428 describe también una forma de realización del motor de combustión externa en el que los medios de conexión cinemática, tales como bielas y barras de conexión, están unidos al primer y al segundo émbolos, y respectivamente a medios de cigüeñal configurados para girar alrededor de un eje de rotación y mover el primer y segundo émbolo en un movimiento alterno.

10 Los medios de cigüeñal comprenden un primer perno de cigüeñal y un segundo perno de cigüeñal dispuestos angularmente desplazados uno con respecto a otro y a la misma distancia del eje de rotación, de modo que se consiga un desplazamiento del primer émbolo que sea idéntico al del segundo émbolo.

15 Esta forma de realización del motor, en algunas aplicaciones particulares, puede no ser muy eficaz desde el punto de vista termodinámico, dado que los intercambios de calor del fluido de funcionamiento no están optimizados en el primer y segundo cilindro.

20 De hecho se sabe que el trabajo mecánico absorbido durante la expansión y compresión de un fluido caliente, dada la misma variación de volumen a la que está sujeto, es siempre mayor que el trabajo mecánico absorbido durante la expansión y compresión de un fluido más frío. Considerando esto, el motor descrito en el estado de la técnica no permite optimizar la relación entre los intercambios de calor en la parte caliente y fría, y las cinemáticas de funcionamiento del motor.

25 El objetivo de la presente invención es obtener un motor de combustión externa que sea compacto, simple de fabricar, eficaz y económico.

El solicitante ha diseñado, probado y realizado la presente invención para superar las imperfecciones del estado de la técnica y obtener estos y otros objetivos y ventajas.

30 **Sumario de la invención**

La presente invención se expone y se caracteriza en la reivindicación independiente, mientras que las reivindicaciones dependientes describen otras características de la invención o variantes con respecto a la idea inventiva principal.

De acuerdo con el objetivo anterior, un motor de combustión externa comprende:

- 40 - un primer cilindro y un segundo cilindro, dispuestos angularmente desplazados y en una posición fijada uno con respecto a otro, en los que un primer émbolo y un segundo émbolo pueden deslizarse respectivamente, y en los que el primer y segundo cilindro están conectados de manera fluídica entre sí para el paso de un fluido portador de calor adecuado para determinar el movimiento cíclico del primer émbolo y el segundo émbolo;
- 45 - un árbol de transmisión que gira alrededor de un eje de rotación, y al que están unidos de manera sólida medios de cigüeñal, estando provistos dichos medios de cigüeñal de al menos un primer perno y al menos un segundo perno que tiene ejes giratorios paralelos uno con respecto a otro, y además distanciados radialmente del eje de rotación; y
- 50 - medios de conexión cinemática primero y segundo adecuados para conectar respectivamente el primer perno y el segundo perno con el primer émbolo y respectivamente con el segundo émbolo de modo que se proporcione, junto con los medios de cigüeñal, el giro del árbol de transmisión.

De acuerdo con una característica de la presente invención, el primer perno y el segundo perno están dispuestos con los respectivos ejes giratorios angularmente desplazados de modo que el primer perno y el segundo perno están en ángulo en una amplitud angular deseada igual a un primer ángulo agudo con respecto al eje de rotación.

55 Además, de acuerdo con la presente invención, el primer perno está distanciado radialmente en una primera distancia con respecto al eje de rotación, y el segundo perno está distanciado radialmente en una segunda distancia con respecto al eje de rotación, de modo que se determina un desplazamiento diferenciado del primer émbolo con respecto al del segundo émbolo.

60 De esta manera es posible optimizar la eficacia del ciclo termodinámico del motor y en particular optimizar los intercambios de trabajo mecánico del segundo émbolo, optimizar los intercambios de calor dentro del primer cilindro, liberando los modos de funcionamiento termodinámicos del primer émbolo con respecto al segundo. De hecho, dado que la variación de volumen se consigue por el segundo émbolo de funcionamiento, y que la variación de la temperatura del fluido de funcionamiento se consigue mediante el primer émbolo, o flotador, que imparte a este último el movimiento hacia los intercambiadores de calor del primer cilindro, es útil diferenciar las dos cinemáticas con el fin de optimizar el funcionamiento del motor, también con respecto a la parte caliente y fría del primer cilindro.

Además, la configuración particular del desplazamiento angular del primer y segundo perno y la diferenciación de los desplazamientos de los émbolos, permite conseguir un mecanismo cinemático que es simple de realizar y en el que se evitan condiciones cinemáticas desfavorables, debido por ejemplo a los puntos muertos de los mecanismos de cigüeñal con biela.

5 De acuerdo con otra característica, la primera distancia radial del primer perno con respecto al eje de rotación es mayor que la segunda distancia radial del segundo perno con respecto al eje de rotación. Esto provoca un mayor desplazamiento del primer émbolo dentro de la cámara que el del segundo émbolo, lo que permite de ese modo tener una mayor cantidad de fluido de funcionamiento que participa en el calentamiento/enfriamiento dentro del primer cilindro, es decir permite aumentar la potencia útil que puede obtenerse del ciclo termodinámico del motor.

10 En particular, el primer cilindro está provisto de una cámara caliente y una cámara fría entre las que está dispuesto el primer émbolo que está realizado para deslizarse en el primer cilindro debido al efecto de la expansión/compresión del fluido portador de calor que se debe al calentamiento/enfriamiento de la cámara caliente y fría.

15 De acuerdo con una forma de realización preferente, el primer émbolo y el segundo émbolo pueden deslizarse dentro del primer cilindro y el segundo cilindro respectivamente a lo largo de un primer eje y un segundo eje, que están dispuestos en ángulo uno con respecto a otro en un segundo ángulo agudo.

20 Es ventajoso estipular que el primer ángulo tenga una amplitud comprendida entre  $10^\circ$  y  $60^\circ$ , ventajosamente entre  $15^\circ$  y  $50^\circ$ , preferentemente entre  $20^\circ$  y  $40^\circ$ , y que el segundo ángulo tenga una amplitud comprendida entre  $10^\circ$  y  $60^\circ$ , ventajosamente entre  $15^\circ$  y  $50^\circ$ , preferentemente entre  $20^\circ$  y  $40^\circ$ .

25 Esta conformación particular permite de ese modo reducir el volumen transversal total en comparación con un motor Stirling tipo gamma y con cilindros dispuestos a  $90^\circ$  uno con respecto a otro.

30 De acuerdo con otra forma de realización, la suma de la amplitud del primer ángulo y el segundo ángulo está comprendida entre aproximadamente  $85^\circ$  y  $95^\circ$ , por ejemplo ventajosamente de aproximadamente  $90^\circ$ . Esta configuración particular, también denominada fase de cuadratura, permite optimizar los ciclos de expansión/compresión que se producen dentro de los cilindros, evitando fuerzas de reacción opuestas contra fuerzas de rotación del árbol de transmisión.

35 De acuerdo con una forma de realización ventajosa particular, los medios de cigüeñal comprenden al menos dos brazos que se extienden radialmente con respecto al árbol de transmisión, a los que está unido de manera sólida un botón de cigüeñal, que comprende al menos el primer y el segundo perno. Esta forma de realización es ventajosa tanto desde el punto de vista de construcción y también con respecto al ensamblaje de los medios de conexión cinemática a los pernos.

40 De acuerdo con otra forma de realización, el botón de cigüeñal comprende dos elementos de placa dispuestos de manera adyacente y distanciados uno de otro y entre los que está interpuesto el primer perno, y se proporcionan dos segundos pernos, cada uno unido en la cara externa de los dos elementos de placa, a los que están conectados los segundos medios de conexión cinemática del segundo émbolo.

45 De acuerdo con otra forma de realización, se estipula que el primer eje y el segundo eje del primer y segundo cilindro se encuentran en un plano que es sustancialmente ortogonal con respecto al eje de rotación del árbol de transmisión. Esta conformación particular permite una distribución más uniforme de las cargas de inercia sobre la estructura de soporte del motor, y también permite una reducción adicional del volumen.

## 50 Breve descripción de los dibujos

Estas y otras características de la presente invención se volverán evidentes a partir de la siguiente descripción de una forma de realización preferente, dada como ejemplo no limitativo con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

- 55
- la figura 1 es una vista en perspectiva de un motor de combustión externa de acuerdo con la presente invención;
  - la figura 2 es una vista en sección de un motor de combustión externa de acuerdo con una variante de la figura 1;
  - la figura 3 es una vista en sección de un detalle de la figura 2;
  - la figura 4 es un detalle de la figura 2 en un estado de funcionamiento;
  - 60 - la figura 5 es una vista en perspectiva de un detalle de la figura 4.

Para facilitar la comprensión se han usado los mismos números de referencia, donde sea posible, para identificar elementos comunes idénticos en los dibujos. Ha de entenderse que los elementos y características de una forma de realización pueden incorporarse de manera conveniente en otras formas de realización sin clarificaciones adicionales.

65

**Descripción de algunas formas de realización**

- 5 Con referencia a los dibujos adjuntos, un motor de combustión externa, también denominado motor Stirling, se indica en su totalidad por el número de referencia 10 y comprende un primer cilindro 11 y un segundo cilindro 12 que se desarrollan de manera axial respectivamente a lo largo de un primer eje X y un segundo eje Y, dispuestos en una posición fijada, en ángulo uno con respecto a otro en un ángulo  $\alpha$ , en este caso agudo, y en particular en la figura 2 con una amplitud igual a aproximadamente 40°.
- 10 El primer cilindro 11 comprende una primera parte, o cámara caliente 13, cerca de su parte superior que está calentada de manera adecuada mediante medios de calentamiento, en este caso un intercambiador de calor 16 realizado de un haz de tubos a través de los cuales pasa un fluido portador de calor, y una parte fría, o cámara fría 17 que está enfriada a través de un intercambio de calor con un fluido de enfriamiento que se hace fluir en un canal de enfriamiento 19 realizado en la camisa del primer cilindro 11.
- 15 En otras formas de realización (figura 1), la cámara caliente 13 se calienta mediante una llama directa sobre la parte exterior del primer cilindro 11 o por medio de uno o más concentradores de calor, por ejemplo una lente, un panel o un espejo.
- 20 En la cámara caliente 13 pueden alcanzarse temperaturas relativamente altas, por ejemplo de aproximadamente 400°C-500°C.
- 25 La cámara fría 17 puede enfriarse también por ejemplo proporcionando baterías de aletas que usan convección natural o forzada que cubre la superficie exterior del segundo cilindro 12, y pueden alcanzarse temperaturas relativamente bajas en éstas, por ejemplo de aproximadamente 130°C-140°C.
- 30 Con el fin de aumentar la superficie de intercambio de calor de la cámara fría 17 es posible estipular que su superficie interna esté provista de una pluralidad de aletas de refrigeración.
- Dentro del primer cilindro 11 (figura 2) está dispuesto un primer émbolo o flotador 20, que se desliza a lo largo del primer eje X, y está cinemáticamente conectado a un árbol de transmisión 21 por medio de una barra 22, una primera biela 23 y un cigüeñal 25.
- 35 De manera interna y periférica a su camisa, el primer cilindro 11 comprende un regenerador 27, por ejemplo fabricado de material metálico poroso con altas capacidades de intercambio de calor. El regenerador 27 por tanto tiene propiedades de intercambio de calor eficaces y está dimensionado para evitar altas pérdidas de carga del fluido.
- 40 Junto con el regenerador 27, el primer émbolo 20 separa de manera fluídica la cámara caliente 13 de la cámara fría 17.
- 45 En particular, el regenerador 27 evita que la cámara caliente 13 y la cámara fría 17 se cortocircuiten de manera fluídica una con respecto a otra, lo que permite obtener un excelente intercambio de calor entre el fluido caliente y el fluido frío. El árbol de transmisión 21 está dispuesto de manera giratoria sobre pernos de banco, no visibles en los dibujos, alrededor del eje de rotación Z. Más específicamente, es ventajoso estipular que el eje de rotación Z está dispuesto de manera sustancialmente ortogonal con respecto a un plano en el que se encuentra el primer eje X y el segundo eje Y. De hecho, de esta manera es posible reducir el volumen total del motor y también distribuir de manera más uniforme las cargas estáticas del motor sobre los pernos de banco.
- 50 La barra 22 está forzada a deslizarse axialmente a lo largo del primer eje X por medio de un bloque 24, fijado y sólido con la carcasa del motor y se hace girar con un extremo con respecto al flotador 20 y con el otro extremo con respecto a la primera biela 23.
- La primera biela 23 se hace girar a su vez con respecto al cigüeñal 25 cerca de un primer perno 26.
- 55 Dentro del segundo cilindro 12, que se desliza a lo largo del segundo eje Y, está dispuesto un segundo émbolo 30 y está conectado, por medio de dos segundas bielas 31 dispuestas simétricamente entre sí con respecto al eje Y, al cigüeñal 25 casi que corresponde a dos segundos pernos 32. La disposición de dos segundas bielas 31, en lugar de sólo una, permite obtener una distribución igual de las cargas flexionales en el árbol de transmisión 21, de manera que aumenta la duración de los pernos de banco, no visibles en los dibujos, y en los que gira el árbol de transmisión 21.
- 60 El segundo émbolo 30 y el segundo cilindro 12 definen una cámara de funcionamiento 33 dentro de la cual se expande/se comprime el fluido termodinámico.
- 65 La cámara de funcionamiento 33 del segundo cilindro 12 y la cámara fría 17 del primer cilindro 11 están interconectadas de manera fluídica por medio de un tubo de conexión 35, a través del cual puede pasar el fluido

presente en la cámara fría 17 debido al efecto de la expansión/compresión del fluido termodinámico.

Más específicamente, el tubo de conexión 35 está conectado al segundo cilindro 12 cerca de la parte superior de este último y al primer cilindro 11 cerca del punto muerto inferior del flotador 20.

5 Dada la disposición particular del primer 11 y segundo cilindro 12, es posible reducir considerablemente la extensión del tubo de conexión 35, reduciendo de ese modo las pérdidas de carga y por tanto aumentando la eficacia del motor.

10 Tanto el primer 11 como el segundo cilindro 12 están montados de manera fija en una única estructura de soporte 36 fijada que comprende una primera placa 37 y una segunda placa 38, a las que están conectados respectivamente el primer 11 y el segundo cilindro 12. La primera 37 y la segunda placa 38 están dispuestas en ángulo una con respecto a otra en un ángulo de amplitud sustancialmente igual al ángulo  $\alpha$  entre los dos ejes X e Y.

15 El cigüeñal 25 comprende dos brazos 42 que se extienden radialmente con respecto al árbol de transmisión 21 al que están directamente conectados, y en el que están realizados respectivos orificios 43 con el fin de enchavetar, entre ellos, un botón de cigüeñal 40. En el lado opuesto donde están realizados los orificios 43, los brazos 42 están provistos de contrapesos 45 que realizan una función de volante durante el movimiento cíclico de los pistones.

20 El botón de cigüeñal 40 comprende el primer 26 y los dos segundos pernos 32 con los que están conectados respectivamente la primera biela 23 y las segundas bielas 31.

El botón de cigüeñal 40 está conectado a través de acoplamiento mediante interferencia, con sus dos segundos pernos 32, a los brazos 42 del cigüeñal 25 cerca de sus orificios 43.

25 El primer perno 26 y los segundos pernos 32 tienen respectivamente un primer eje giratorio J y un segundo eje giratorio K, dispuestos de manera sustancialmente paralela uno con respecto a otro y con respecto al eje de rotación Z del árbol de transmisión 21. Durante la rotación del cigüeñal 25, el primer perno 26 y los segundos pernos 32 están realizados para girar alrededor del eje de rotación Z del árbol de transmisión 21.

30 En particular, el botón de cigüeñal 40 está provisto de dos elementos de placa 41, de forma sustancialmente triangular, dispuestos de manera adyacente y distanciados uno con respecto a otro y entre los cuales está interpuesto el primer perno 26. En los lados externos de los dos elementos de placa 41, en cambio, están dispuestos los dos segundos pernos 32.

35 Es ventajoso estipular que los dos elementos de placa 41, el primer perno 21 y los segundos pernos 33 estén realizados en un único cuerpo.

40 Cuando está acoplado a los brazos 42, el botón de cigüeñal 40 dispone el primer eje giratorio J del primer perno 21 y el segundo eje giratorio K de los segundos pernos 22 distanciados del eje de rotación Z, respectivamente en una primera distancia B y una segunda distancia R.

45 Con referencia a la figura 4, la primera distancia B es mayor que la segunda distancia R. Esta forma de realización permite tener una mayor cantidad de fluido que participa en la expansión/compresión, es decir, el calentamiento/enfriamiento, dentro del primer cilindro 11, y esto implica un aumento de la potencia que puede obtenerse del ciclo termodinámico del motor.

50 Además, el primer perno 26 y los segundos pernos 32 están dispuestos en ángulo uno con respecto a otro y con respecto al eje de rotación Z, en un segundo ángulo  $\beta$ .

La suma de la amplitud del ángulo  $\alpha$  y la amplitud del ángulo  $\beta$  es igual al ángulo de fase entre el flotador 20 y el segundo émbolo 30.

55 Es ventajoso estipular que el ángulo de fase está comprendido entre  $85^\circ$  y  $95^\circ$ , ventajosamente igual a  $90^\circ$ , es decir, de manera que durante el movimiento alterno de los émbolos no se generen picos de presión, desfavorables para el movimiento giratorio del árbol de transmisión 21.

60 Con referencia a la figura 2, el cigüeñal 25, el botón del cigüeñal 40 y al menos algunas de las bielas 23, 31 están contenidos dentro de una carcasa contenedora 46, y están lubricados de manera adecuada en un baño de aceite, que proporciona de manera conocida un cárter de aceite 47 en el fondo de la carcasa contenedora 46.

Está claro que pueden realizarse modificaciones y/o adiciones de partes al motor de combustión externa tal como se ha descrito anteriormente en el presente documento, sin apartarse del campo y del alcance de la presente invención.

## REIVINDICACIONES

## 1. Motor de combustión externa que comprende:

- 5 - un primer cilindro (11) y un segundo cilindro (12), dispuestos angularmente desplazados en una posición fijada uno con respecto a otro, en los que un primer émbolo (20) y un segundo émbolo (30) pueden deslizarse respectivamente, estando dichos primer (11) y segundo cilindros (12) conectados de manera fluidica uno con respecto a otro para el paso de un fluido portador de calor adecuado para determinar el movimiento cíclico de dicho primer émbolo (20) y dicho segundo émbolo (30);
- 10 - un árbol de transmisión (21) que gira alrededor de un eje de rotación (Z), y al que están unidos de manera sólida medios de cigüeñal (25), estando provistos dichos medios de cigüeñal (25) con al menos un primer perno (26) y al menos un segundo perno (32) que tiene ejes giratorios (J, K) paralelos uno con respecto a otro, y también dispuestos distanciados radialmente de dicho eje de rotación (Z); y
- 15 - medios de conexión cinemática primero (22, 23) y segundo (31) adecuados para conectar respectivamente dicho primer perno (26) y dicho segundo perno (32) a dicho primer émbolo (20) y respectivamente dicho segundo émbolo (30) de manera que se proporcione, junto con dichos medios de cigüeñal (25), la rotación de dicho árbol de transmisión (21), en donde dicho primer perno (26) y dicho segundo perno (32) están dispuestos con los respectivos ejes giratorios (J, K) de manera angularmente desplazada de modo que dicho primer perno (26) y dicho segundo perno (32) están en ángulo en una amplitud angular deseada igual a un primer ángulo agudo ( $\beta$ ) con respecto a dicho eje de rotación (Z), **caracterizado por que** dicho primer perno (26) y dicho segundo perno (32) están distanciados radialmente en una primera distancia (B) y en una segunda distancia (R) con respecto a dicho eje de rotación (Z), siendo dicha primera distancia (B) y dicha segunda distancia (R) diferentes una de otra de modo que se determine un desplazamiento diferenciado del primer émbolo (20) con respecto al del segundo émbolo (30).
- 25
2. Motor de combustión externa de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** dicha primera distancia (B) es mayor que dicha segunda distancia (R).
3. Motor de combustión externa de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** dicho primer ángulo ( $\beta$ ) tiene una amplitud comprendida entre  $10^\circ$  y  $60^\circ$ , ventajosamente entre  $15^\circ$  y  $50^\circ$ , preferentemente entre  $20^\circ$  y  $40^\circ$ .
- 30
4. Motor de combustión externa de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** dicho primer émbolo (20) y dicho segundo émbolo (30) pueden deslizarse en dicho primer cilindro (11) y en dicho segundo cilindro (12), respectivamente a lo largo de un primer eje (X) y a lo largo de un segundo eje (Y) dispuestos en ángulo uno con respecto a otro en un segundo ángulo agudo ( $\alpha$ ).
- 35
5. Motor de combustión externa de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado por que** dicho segundo ángulo ( $\alpha$ ) tiene una amplitud comprendida entre  $10^\circ$  y  $60^\circ$ , ventajosamente entre  $15^\circ$  y  $50^\circ$ , preferentemente entre  $20^\circ$  y  $40^\circ$ .
- 40
6. Motor de combustión externa de acuerdo con las reivindicaciones 4 o 5, **caracterizado por que** la suma de la amplitud de dicho primer ángulo ( $\beta$ ) y dicho segundo ángulo ( $\alpha$ ) está comprendida entre aproximadamente  $85^\circ$  y  $95^\circ$ .
- 45
7. Motor de combustión externa de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** dichos medios de cigüeñal (25) comprenden al menos dos brazos (42) que se extienden radialmente con respecto al árbol de transmisión (21) al que está unido de manera sólida un botón de cigüeñal (40), que comprende al menos el primer (26) y el segundo pernos (32).
- 50
8. Motor de combustión externa de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado por que** dicho botón de cigüeñal (40) comprende dos elementos de placa (41) dispuestos de manera adyacente y distanciados uno de otro y entre los cuales está interpuesto dicho primer perno (26), y **por que** están provistos dos segundos pernos (32), cada uno unido en la cara externa de uno de dichos dos elementos de placa (41).
- 55
9. Motor de combustión externa de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** dicho primer eje (X) y dicho segundo eje (Y), respectivamente del primer (11) y del segundo (12) cilindros, se encuentran en un plano que es sustancialmente ortogonal con respecto al eje de rotación (Z) de dicho árbol de transmisión (21).

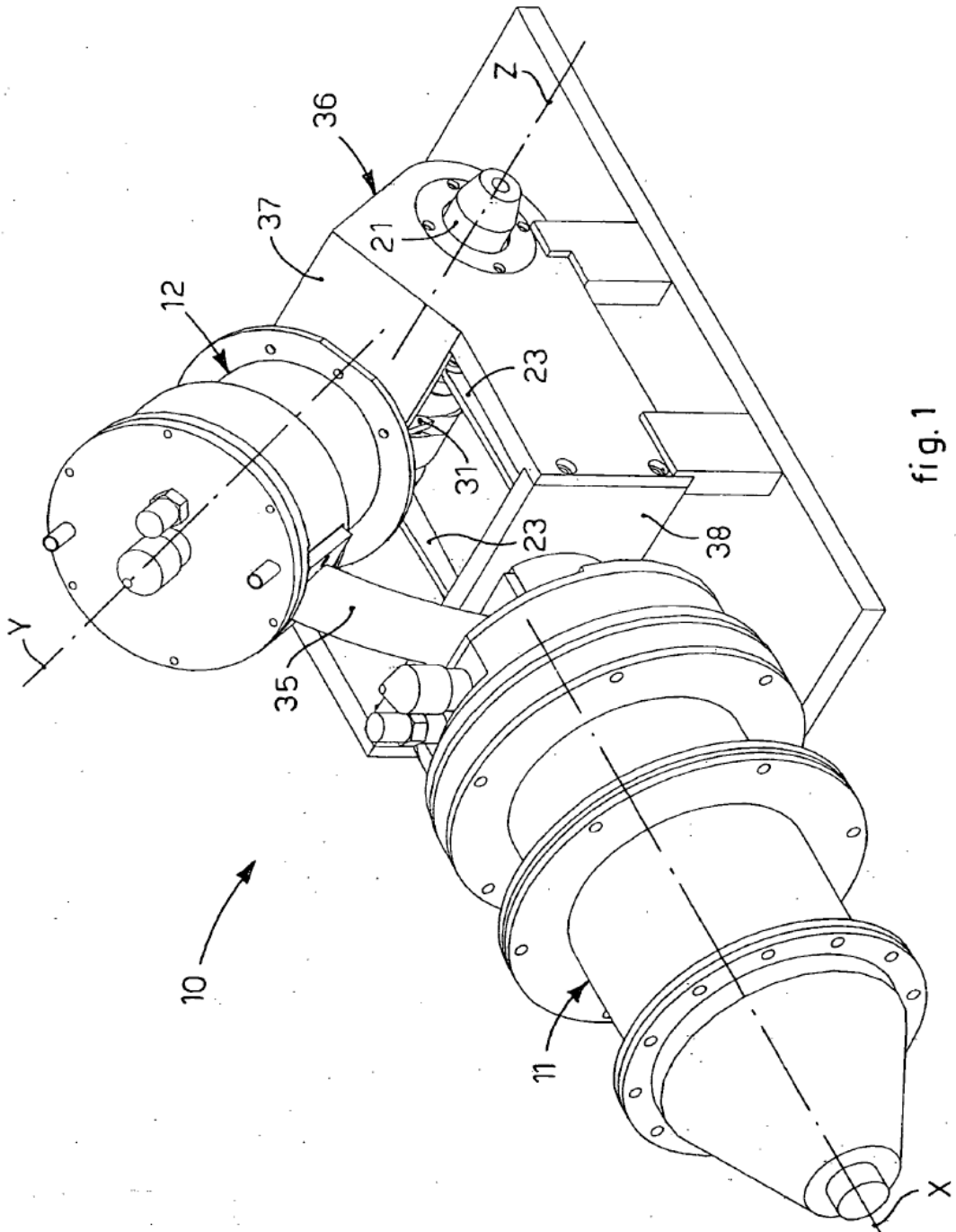


fig. 1



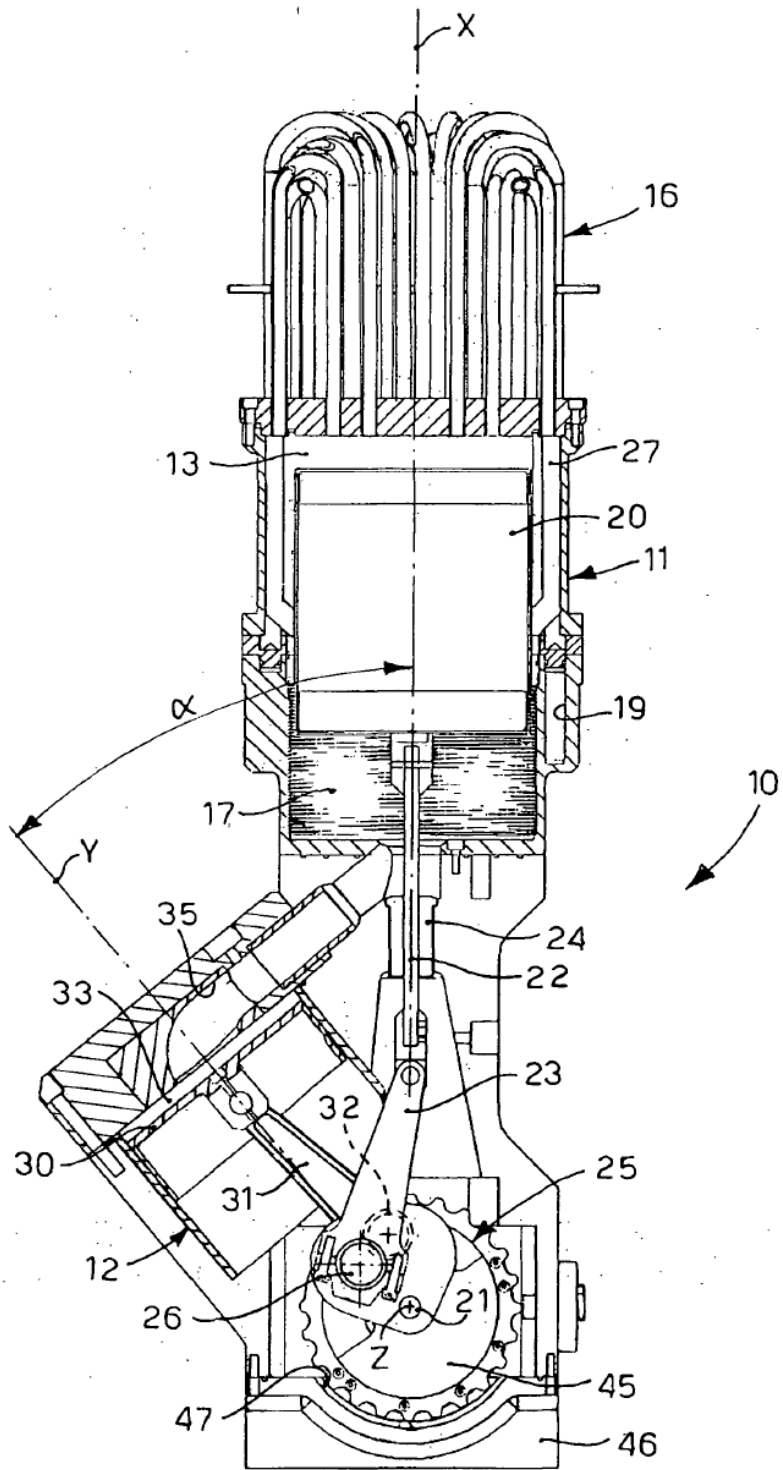


fig. 2

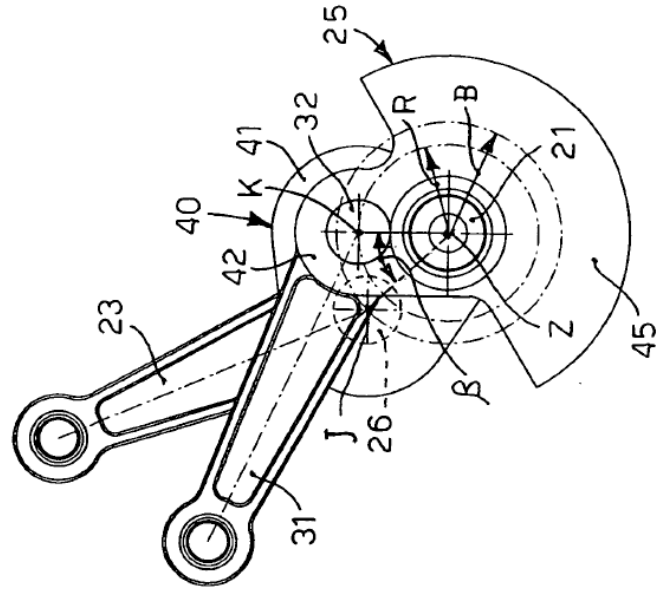


fig. 4

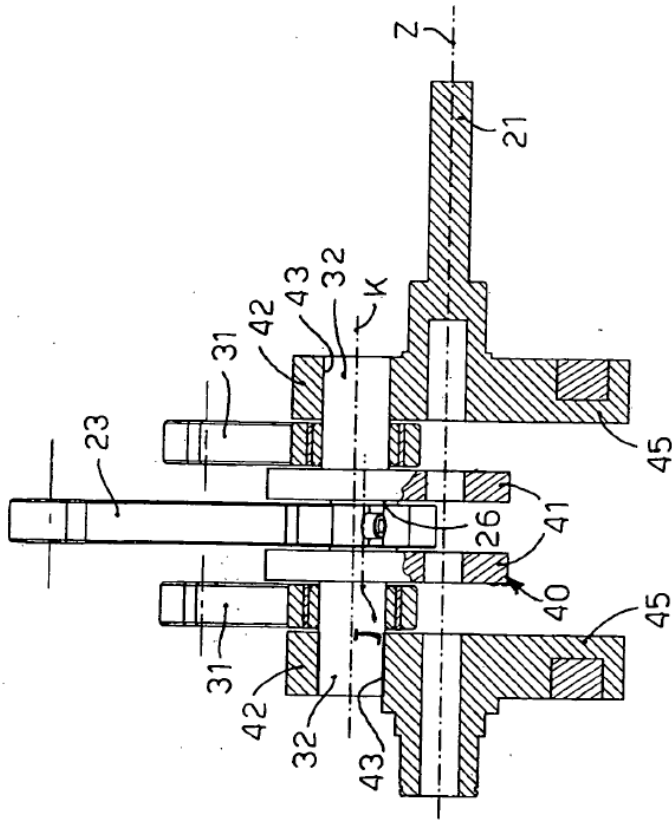


fig. 3

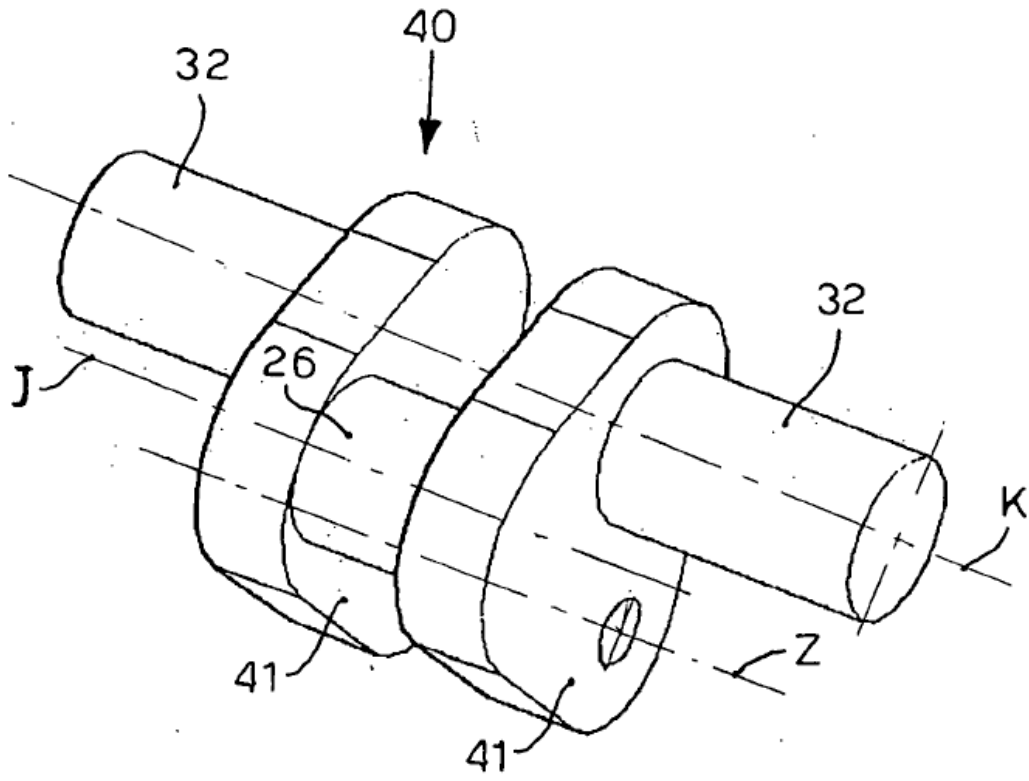


fig. 5