

Int. Cl.: F 02 B

- 2 DIC. 1976 441781

CONCEDIDA

MEMORIA DESCRIPTIVA

correspondiente a la solicitud de concesión de una...

PATENTE DE INVENCION

SOLICITANTE: SIR W.G. ARMSTRONG WHITWORTH & COMPANY
(ENGINEERS) LIMITED, de nacionalidad -
inglesa.

RESIDENCIA: Aberdeen Avenue, Trading Estate, Slough,
Berkshire, SL1 4HG, INGLATERRA.

Inventor: DONALD WILFRED TRYHORN, que cede sus -
derechos a la empresa solicitante.

ENUNCIADO: MOTOR PERFECCIONADO DE PISTONES OPUES-
TOS CON ENCENDIDO POR COMPRESION.

Prioridad: Patente Inglesa n.º 44869/74 del 16-10-74.

1 La presente memoria descriptiva tiene como
fin la declaración del objeto sobre el que ha de recaer el pri
vilegio de explotación industrial y comercial, exclusivo en el
territorio nacional, de una Patente de Invención de acuerdo
5 con la vigente Legislación sobre Propiedad Industrial que, co-
mo el enunciado indica, se trata de "MOTOR PERFECCIONADO DE
PISTONES OPUESTOS CON ENCENDIDO POR COMPRESION".

 La presente invención se refiere a motores
de pistones opuestos con encendido por compresión, donde cada
10 pistón está unido a un cigüeñal por medio de un sistema articu-
lado que incluye una palanca oscilante o balancín, y ha sido
proyectada con el objeto de hacer a este tipo de motor apropia-
do para aplicaciones en las que se exigen la facilidad de pue-
ta en marcha, baja vibración y pequeño ruido, particularmente
15 en los tamaños pequeños, con el fin de hacer este motor compe-
titivo frente al motor de encendido por chispa.

 A causa de su bajo consumo de combustible
y de la reducida polución atmosférica a que dan lugar los moto-
res Diesel, existe la tendencia a sustituir los motores de en-
20 cendido por chispa (ciclo Otto) por motores de encendido por
compresión (ciclo Diesel). Sin embargo, no ha sido posible re-
ducir el tamaño del motor Diesel con ciclo de cuatro tiempos,
normal, por debajo de un litro por cilindro, sin incurrir en
el inconveniente de un pobre arranque y un funcionamiento brus-
25 co, particularmente cuando existen menos de seis cilindros. El
funcionamiento eficiente con tamaños pequeños exige una cámara
de precombustión y ésta, con su equipo auxiliar de arranque,
hace que el proceso de arranque sea lento. El empleo de una cá-
30 mara de precombustión reduce asimismo la ventaja de ahorro de
combustible del motor Diesel con respecto al motor Otto. La

1 aceptación de estas características hace reducir el tamaño a
alrededor de medio litro por cilindro, para cuyo tamaño el mo-
tor de seis cilindros es demasiado grande, y el motor de cua-
tro cilindros está demasiado mal equilibrado para competir con
5 los normales tamaños de motores de ciclo Otto.

El principal problema reside en obtener una rápida circulación de aire en la cámara de combustión, jun-
to a una elevada temperatura de admisión. Por esta razón con-
viene la disposición denominada como pistón opuesto unidirec-
10 cional. Con las lumbreras de las camisas de cilindros gradua-
das a una elevada velocidad de turbulencia del aire, puede em-
plearse un sistema de combustión a cámara abierta. Este siste-
ma presenta también unas menores pérdidas de calor durante el
arranque y un mejor consumo de combustible que los permitidos
15 utilizando una cámara de precombustión. Además, con un motor
del tipo de pistones opuestos, no sólo deja de existir la pér-
dida por refrigeración de la culata del cilindro, sino que tam-
bién dos pistones comparten la misma cámara de combustión, per-
mitiendo así un tamaño práctico de ésta última. Una única com-
20 bustión accionando dos pistones es perfectamente aceptable,
pues los pistones tienen un movimiento casi perfectamente equi-
librado, y en la configuración tricilíndrica este tipo ha mos-
trado poseer un funcionamiento muy suave, en tamaños tan bajos
como los de un tercio de litro por cilindro, lo que hace un
25 sexto de litro por pistón.

De acuerdo con la presente invención, un motor de encendido por compresión, del tipo de pistones opues-
tos, en el que el movimiento alternativo del pistón se convier-
te en movimiento rotativo de un eje, por medio de un balancín
30 y una manivela acodada (cigüeñal), está caracterizado porque

1 el punto de articulación del balancín está situado a un lado,
tanto del pistón como de las conexiones del cigüeñal al balan-
cín; y también porque la posición del punto de articulación
del balancín puede regularse para variar el índice de compre-
5 sión del motor.

De esta forma, puede emplearse un elevado índice para conseguir la temperatura de encendido a partir de aire frío en el momento del arranque, pudiendo luego disminuirse el citado índice cuando la marcha es normal, consiguiéndose una forma óptima de la cámara de combustión y una baja presión máxima en el cilindro. Una característica de este tipo de biela consiste en que la carga del punto de apoyo es relativamente baja, facilitando así el problema de ajustar la posición del mismo.

15 Ya se sabe que un pistón, unido por una biela directamente a un cigüeñal, se mueve relativamente más despacio cuanto más próximos están el pie de biela y el pistón con respecto al eje geométrico del cigüeñal. En un motor convencional, los pistones se encuentran a una distancia máxima del cigüeñal en el punto muerto superior, y en consecuencia ellos se mueven más rápidamente cuando se acercan, y se alejan al punto muerto superior que cuando se acercan, y alejan, al punto muerto inferior. Sin embargo, en el motor de la invención, que tiene el punto de articulación del balancín en la posición especificada, el pie de la biela se encuentra más cerca
20 no del eje del cigüeñal, en el punto muerto interior que en el punto muerto exterior. Esto invierte la situación hallada en un motor convencional, y como el pistón se aproxima al punto muerto interior con una mayor lentitud, existe más tiempo para
25 la combustión. Esto mejora el arranque, y aumenta al mismo
30

1 tiempo la velocidad máxima, dando una combustión más completa,
para las velocidades normales de funcionamiento. Cuando el mo-
vimiento del pistón del presente motor se representa gráfica-
mente en función del ángulo de la manivela, la curva resultan-
5 te se diferencia de una curva sinusoidal en que el pistón se
mueve más lentamente en el punto muerto interior, y más rápida-
mente en el punto muerto exterior.

De esta forma, puede decirse que el motor
está caracterizado por el hecho de que el movimiento del pis-
10 tón se desvía de una curva sinusoidal en el sentido opuesto a
la desviación proporcionada por la biela y manivela normales.

Al objeto de reducir la vibración y el rui-
do, reduciendo los esfuerzos ejercidos sobre el bastidor, el
movimiento del pistón puede transmitirse al cigüeñal por el in-
15 termedio de un par de balancines por cada cilindro. Uno de es-
tos balancines presenta una única biela, y el balancín opuesto
presenta dos bielas unidas al cigüeñal, una a cada lado de la
cabeza de biela única, proporcionando un movimiento rotativo
sin grandes esfuerzos ejercidos sobre los rodamientos principa-
20 les. Esto permite asimismo que los puntos de articulación de
los balancines se encuentren alineados y paralelos con el eje
geométrico del cilindro, de manera que las sollicitaciones mecá-
nicas ejercidas sobre el punto de articulación son absorbidas
por un codal, sin carga de flexión a lo largo de toda la longi-
25 tud del motor.

Así pues, el motor puede estar caracteriza-
do también por el hecho de que de cada par de pistones, uno im-
pulsó una biela y una muñequilla de cigüeñal en línea con el
propio eje de la biela, mientras que el otro pistón impulsa
30 dos bielas y dos muñequillas, simétricamente dispuestas con

1 respecto al eje de simetría de ambas bielas.

Para conseguir una disposición simétrica con un único balancín a cada lado, se requiere que los centros de rodadura de los dos gorriones de manivela exteriores (de los tres gorriones) se encuentren próximos el uno del otro, y esto se consigue disponiendo de grandes cojinetes diametrales con una pequeña carrera de cigüeñal, de manera que el solapamiento es tal que se hacen innecesarios los brazos o guitarras de cigüeñal. La pequeña carrera exigida para esto procede de disponer al punto de articulación del balancín en el lado de la biela, en un punto alejado de los pistones. Esta disposición de los cojinetes satisface la condición antes aludida, en razón de que la biela se encuentra en lo que normalmente sería el punto muerto exterior, cuando el pistón se encuentra en el punto muerto interior y de esta forma el movimiento más lento está normalmente asociado con esta posición.

El motor puede también caracterizarse por el hecho de que el cigüeñal presenta una carrera de menos de la mitad de la carrera del pistón.

20 El motor asimismo puede caracterizarse por que los muñones de manivela o muñequillas se empalman directamente, sin brazos de cigüeñal.

El sistema de balancines descrito proporciona una relación de desmultiplicación tal que los esfuerzos en las muñequillas son superiores a los esfuerzos en el pistón sin embargo, estos son absorbidos dentro de cada grupo de tres muñequillas acopladas y no son excesivos en razón de usarse un bajo índice de compresión con altos rendimientos.

30 A continuación se describirá, a título de ejemplo, una forma particular y, por el momento, preferencial

1 del motor de encendido por compresión de acuerdo con la inven-
ción. En esta descripción se hará referencia a los dibujos ad-
juntos, en los que:

5 La figura 1 es un gráfico que compara el
desplazamiento del pistón de un motor acorde con la invención
con un simple movimiento armónico comparándolo con el de un ci-
güeñal convencional, con una longitud de biela igual a cuatro
veces el radio de manivela, realizándose la comparación en tér-
minos de índice de compresión conseguido en función del ángulo
10 de manivela.

La figura 2 muestra dos métodos de obten-
ción del desplazamiento del pistón deseado.

15 La figura 3 representa esquemáticamente
una disposición básica de los componentes asociados a un sólo
cilindro.

La figura 4 muestra una sección de la figu-
ra 3, que representa la disposición equilibrada de balancines
y muñequillas del cigüeñal.

20 Ya se sabe que, en razón de la longitud fi-
nita de la biela que une un pistón a un cigüeñal, el despla-
zamiento del pistón, cuando es representado gráficamente en fun-
ción del ángulo de manivela, se diferencia de la curva (b) de
movimiento armónico simple, en la que la velocidad del pistón
es relativamente más baja cuando el pie de la biela se encuen-
tra más cercano al cigüeñal que cuando está alejado de este
25 último. El gráfico de la figura 1 muestra en (a) una curva co-
rrespondiente a una disposición convencional en la que el índi
ce de compresión aumenta más lentamente a partir del punto
muerto inferior que en el caso de la curva M.A.S., curva (b).
30 La curva (c) muestra el correspondiente desplazamiento de un

1 pistón, con una disposición como la representada en la figura
2. En este caso, el índice de compresión aumenta a partir del
punto muerto inferior o exterior más rápidamente que lo previs
to en la curva M.A.S. durante la carrera de compresión. Debido
5 a la compresión más rápida, la temperatura de admisión del ai-
re se ve asimismo incrementada. Para cualquier ángulo de mani-
vela, las curvas han sido calculadas para un índice de compresión de 16 a 1. La temperatura teórica de admisión del aire es
aproximadamente proporcional al índice de compresión, y con la
10 curva (a) de un sistema de manivela conocido se observa que el
índice de compresión capaz de proporcionar una cierta tempera-
tura de encendido se alcanza más tarde en la carrera que con
el movimiento armónico simple (M.A.S.) de la curva (b), y de
esta forma se dispone de menos tiempo para la combustión. Esto
15 es lo inverso de lo que se desea para un motor de alta veloci-
dad y pequeñas dimensiones, en el que el tiempo de combustión
se convierte en un factor crítico en la determinación de la ve-
locidad de funcionamiento. Es posible invertir el desplazamien-
to de la muñequilla, tal como se ha representado en la figura
20 2, y obtener un período más largo de combustión, tal como se
ha representado en la curva (c) de la figura 1. Este ángulo de
manivela más amplio, disponible para la combustión, permite
que el motor funcione a una velocidad mayor y, asimismo, duran-
te el arranque permite un período de retraso a la ignición de
25 mayor duración, el cual período existe durante el arranque en
frío, y que con los cigüeñales convencionales, o bien da lugar
a una falta de arranque, o bien produce un error en la regula-
ción del número de revoluciones en vacío.

30 De entre las disposiciones destinadas a
conseguir una baja velocidad del pistón en las proximidades

1 del punto muerto interior, la disposición ilustrada en la figura 2(a) puede realizarse ofreciendo grandes reducciones en el ruido y la vibración del motor, y será descrita en detalle, como un ejemplo de aplicación práctica de la invención, haciendo
5 referencia a las figuras 3 y 4. Refiriéndonos ahora a estas figuras, se representa en ellas un motor de pistones opuestos, con un cilindro (1), un inyector (2), una lumbrera de admisión del aire (3) y una lumbrera de exhaustación (4).

10 Un pistón (5) presenta un vástago de pistón (6) que hace bascular un balancín (7) alrededor de un punto de articulación (8), haciendo oscilar así una biela (9), y girar una muñequilla (10). Un sistema articulado análogo (11), (12), (13), (14) transmite el movimiento del otro pistón a una muñequilla (16) que se encuentra lateralmente dispuesta con relación a la muñequilla (10), y estas dos, la (10) y la (16),
15 presentan un diámetro tal que el área de solapamiento es suficiente para absorber las tensiones de cigüeñal, sin necesidad de un brazo o guitarra de cigüeñal. Otra muñequilla (17) y biela (15), al otro lado de la muñequilla (10), equilibra las tensiones ejercidas sobre el balancín (12), y junto con la biela (14) equilibra los esfuerzos de la biela (9), de manera que los rodamientos principales (22) del cigüeñal no soportan los esfuerzos principales de la presión de combustión. Los puntos de articulación respectivos (8) y (13), de los balancines (7) y (12), están acoplados por medio de un elemento de empuje
20 (18) que se ha representado seccionado en uno de sus extremos para exponer el rodamiento (8) del punto de articulación, excéntricamente montado sobre un pivote (19) soportado en el elemento (18) y que puede bascularse, al objeto de modificar la
25 separación entre pistones, y en consecuencia el índice de com-
30

1 presión. Un pivote excéntrico (20) controla el punto de articu-
lación del balancín (12) y puede hacerse girar solidariamente
con el pivote (19) o, alternativamente, puede ser comandado
por separado, proporcionando la modificación de la duración de
5 apertura de lumbreras. La variación en el período muerto de ex-
haustación puede conseguirse también haciendo moverse lateral-
mente al balancín, pero en una forma preferencial éste es rígi-
do y asociado a un balancín longitudinal (21) que se extiende
a lo largo del motor y proporciona al bastidor su resistencia
10 o solidez a la flexión. Si se desea, para modificar las posi-
ciones de los puntos de articulación (8) y (13) pueden usarse
otros dispositivos, como por ejemplo tensores de tornillo o un
pistón hidráulico. Una característica de la invención es el he-
cho de que la carga a la que se somete el punto de articula-
15 ción es inferior a la carga de un tipo ya conocido de motor:
el descrito en la memoria descriptiva de la patente británica
nº 278.339, en la que el punto de articulación se halla dis-
puesto entre la biela y el pistón, facilitando así el control
y mando de su posición.

20 Para conseguir un equilibrado adicional,
se añade un contrapeso (23) a un brazo de cigüeñal, situado en-
tre una muñequilla exterior, por ejemplo la (16), y un roda-
miento principal de eje, adyacente a aquélla.

La bomba (24) de inyección del combustible
25 es de un tipo conocido y se ha representado en la figura 3 en
forma de bomba distribuidora funcionando a la mitad de la velo-
cidad de giro del cigüeñal. La citada bomba puede acoplarse in-
ternamente, para dar dos inyecciones, por revolución de la bom-
ba, al inyector (2), de manera que el motor trabaja como motor
30 de dos tiempos; pero dentro del marco de la invención, la bom-

1 ba trabaja de manera que da una inyección por inyector y por
2 revolución de la bomba, y de esta forma enciende la carga una
3 vez cada dos revoluciones alternas del cigüeñal. Esta marcha
4 en cuatro tiempos es de particular interés cuando se hace tra-
5 bajar al motor con un turbosobrealimentador por medio de los
6 gases de escape, que presenta la característica intrínseca de
7 impulsar la carga de aire a una presión elevada pero a razón
8 de menos de un volumen de cilindro por cada revolución del mo-
9 tor, cuando éste gira a altas velocidades de rotación y cuando
10 sus componentes son los apropiados para dar una buena curva de
11 par motor. En esta situación se conseguirá una carga más pura
12 y fría, teniendo dos períodos de barrido de gases quemados por
13 cada combustión, y la carga térmica de la cámara de combustión
14 es más pequeña.

15 La combinación especial de las caracterís-
16 ticas representadas satisface la exigencia de la invención,
17 que consiste en proporcionar un motor de encendido por compre-
18 sión, de pequeñas dimensiones, con un mejor arranque y una me-
19 jor marcha en vacío y un elevado rendimiento energético, junto
20 con bajos niveles de vibración y ruido.

21 El arranque mejorado se consigue empleando
22 un desplazamiento de pistón que permite un elevado período de
23 retardo, junto con las bajas pérdidas térmicas y la buena tur-
24 bulencia, que son características del diseño unidireccional de
25 pistones opuestos. El fácil arranque se consigue empleando un
26 bajo índice de compresión al poner en marcha el motor hasta la
27 velocidad de arranque. Cuando se alcanza la velocidad de arran-
28 que, el índice de compresión puede modificarse a un valor supe-
29 rior al normal, consiguiéndose así la combustión.

30 La buena marcha en vacío se consigue en

1 virtud de que el desplazamiento del pistón permite unos eleva-
dos períodos de retardo, porque la combustión no se parará si
el motor se embala. Esto va anexo a la ventaja del motor de
pistones opuestos, consistente en que las fugas del inyector
5 son menos importantes para un inyector que alimenta la cámara
de combustión de dos pistones, comparado con un sólo pistón.

El elevado rendimiento constituye otra ca-
racterística del movimiento del pistón, pues este tipo de mo-
tor permite una elevada velocidad de funcionamiento para un
10 tiempo de combustión determinado, a lo que se añade el elevado
rendimiento del motor de pistones opuestos, intrínseco a estos
últimos, y su idoneidad para su sobrealimentación, particular-
mente en su forma de índice de compresión variable.

Las características de baja vibración y re-
ducido ruido van asociadas y proceden del hecho de que los ro-
damientos principales soportan una carga muy baja, así como
15 del empuje equilibrado ejercido sobre el balancín (18). Las
componentes y los esfuerzos asociados a cada cilindro se en-
cuentran perfectamente equilibrados unos con otros, de manera
20 que no existen grandes pares flectores dentro del bastidor de
motor. Los pivotes de los balancines se encuentran situados di-
rectamente opuestos, de manera que los citados pivotes no in-
troducen pares flectores en el bastidor. En razón de este equi-
librado, el bastidor de motor puede ser de muy ligero peso y
25 puede soportar tapas muy ligeras que retengan el aceite. El em-
pleo de uno o varios balancines longitudinales (21) proporci-
ona al motor una elevada resistencia a la flexión.

Descrita suficientemente la naturaleza del
presente invento, así como su realización industrial, sólo ca-
30 be añadir que en su conjunto y partes constitutivas es posible

1 introducir cambios de forma, materia y disposición, sin salir-
se del cuadro del invento, en cuanto tales alteraciones no des-
virtúen su fundamento.

5 El solicitante, al amparo de los Convenios
Internacionales sobre Propiedad Industrial, se reserva el dere-
cho de extender la presente demanda a los países extranjeros,
si fuera posible, reivindicando la misma prioridad de la pre-
sente solicitud.

10 Igualmente el solicitante se reserva el de-
recho de solicitar los adecuados Certificados de Adición, en
la forma señalada por la Ley, al introducir en el presente in-
vento cuantos perfeccionamientos se deriven del mismo.

NOTA

15 La Patente de Invención que se solicita
por veinte años para España, de acuerdo con la vigente Legisla-
ción sobre Propiedad Industrial, deberá recaer sobre "MOTOR
PERFECCIONADO DE PISTONES OPUESTOS CON ENCENDIDO POR COMPRE-
SION", en todo de acuerdo con las siguientes:

REIVINDICACIONES

20 1.- Motor perfeccionado de pistones opues-
tos con encendido por compresión, en el que el desplazamiento
de vaivén del pistón se convierte en el movimiento rotativo de
un eje, por el intermedio de un balancín y una muñequilla de
25 cigüeñal, caracterizado porque el punto de articulación de los
balancines se encuentra situado en un extremo del balancín; y
porque la posición del citado punto de articulación puede regu-
larse, al objeto de modificar el índice de compresión del mo-
tor.

30 2.- Motor perfeccionado de pistones opues-
tos con encendido por compresión, en todo de acuerdo con la

1 primera reivindicación, caracterizado porque la conexión del
pistón al balancín se encuentra situada en el extremo opuesto
al del punto de articulación y la conexión de la biela al ba-
lancín se encuentra situada en un punto intermedio entre los
5 dos, antes citados.

3.- Motor perfeccionado de pistones opues-
tos con encendido por compresión, en todo de acuerdo con cual-
quiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por-
que uno de los balancines, de uno de los pistones de un par
10 opuesto entre sí, está acoplado a una biela elemental, o de un
sólo cuerpo, mientras que el balancín opuesto al citado está
conectado a un par de bielas que están articuladas sobre muñe-
quillas de cigüeñal, dispuestas a un lado y a otro de la muñe-
quilla a la que se articula la citada biela elemental o de un
15 sólo cuerpo.

4.- Motor perfeccionado de pistones opues-
tos con encendido por compresión, en todo de acuerdo con cual-
quiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por-
que los puntos de articulación de los balancines están alinea-
20 dos según una línea que es paralela al eje de simetría del ci-
lindro.

5.- Motor perfeccionado de pistones opues-
tos con encendido por compresión, en todo de acuerdo con cual-
quiera de las reivindicaciones tercera y cuarta, caracterizado
5 porque los centros de rodadura de las dos muñequillas exterie-
res del conjunto de las citadas tres muñequillas se hallan si-
tuados próximos entre sí, y presentan cojinetes de gran diáme-
tro, con una pequeña carrera del cigüeñal.

6.- Motor perfeccionado de pistones opues-
30 tos con encendido por compresión, en todo de acuerdo con cual-

1 quiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por-
que las muñequillas del cigüeñal están en contacto directo en-
tre sí; no existiendo entonces brazos o guitarras de cigüeñal.

5 7.- Motor perfeccionado de pistones opues-
tos con encendido por compresión, en todo de acuerdo con cual-
quiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por-
que los puntos de articulación de los balancines incluyen unos
rodamientos de los puntos de articulación, los cuales rodamien-
tos están excéntricamente montados sobre un pivote; y porque
10 este pivote puede hacerse bascular mientras los pistones se en-
cuentran en movimiento, modificando así la separación entre
los pistones y variando el índice de compresión del motor.

8.- "MOTOR PERFECCIONADO DE PISTONES OPUES-
TOS CON ENCENDIDO POR COMPRESION".

15 Según queda sustancialmente descrito en la
presente memoria descriptiva que consta de quince hojas, meca-
nografiadas por una sólo cara, acompañadas de sus correspon-
dientes dibujos.

Madrid, a 14 OCT. 1973

El Agente Oficial.

MIGUEL FERRAZ DE LA ROSA PRIZON
P. P.