

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 597 053**

51 Int. Cl.:

F16C 3/10 (2006.01)

F16C 3/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.03.2011 PCT/IN2011/000220**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.10.2011 WO11121611**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.03.2011 E 11762121 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.07.2016 EP 2553279**

54 Título: **Cigüeñal hueco para motores de combustión interna**

30 Prioridad:

31.03.2010 IN MU10732010

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

13.01.2017

73 Titular/es:

**TATA MOTORS LIMITED (100.0%)
Bombay House 24, Homi Mody Street Hutatma
Chowk
400 001 Mumbai, Maharashtra, IN**

72 Inventor/es:

**PATHAK, UDAYAN;
SHINGADE, VIKAS;
SENTHILKUMAR, V.;
PATIL, SANJAY y
GOKHALE, KEDAR**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 597 053 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

Cigüeñal hueco para motores de combustión interna

Campo de la invención

5 Esta invención se refiere a un cigüeñal con secciones huecas y a un método de fabricación del mismo. El cigüeñal es uno de los componentes básicos de un motor de combustión interna (en lo que sigue motor CI) que se somete a un empuje severo por parte del pistón y de la biela y que en combinación convierte el movimiento de vaivén de un pistón en un movimiento rotativo.

10 Convencionalmente, los cigüeñales se fabrican por cualquiera de las rutas de forja o fundición, a la que sigue el mecanizado. El rendimiento de estos dos procesos, forja y mecanizado o fundición y mecanizado, es del 60 al 80% y del 40 al 60%, respectivamente. Esto da como resultado un coste enorme del mecanizado y un desperdicio de material valioso en forma de virutas. En segundo lugar, tales construcciones han de hacerse con secciones macizas lo que se traduce en una adición de masa al vehículo.

15 La presente invención describe un cigüeñal montado con una construcción hueca de cojinete principal, denominado en lo sucesivo muñones MB, y de muñequilla, denominada en lo sucesivo muñones CP. Esto se traduce en un rendimiento metálico mejorado del 85 al 95% durante la fabricación y en una reducción de peso del cigüeñal. Conceptualmente, la presente invención es aplicable a todos los cigüeñales.

Antecedentes de la invención

20 El cigüeñal es uno de los componentes críticos de un motor IC que se somete continuamente a empuje por parte del pistón y de la biela una vez que arranca el motor. El cigüeñal debe tener capacidades de soporte de carga estructural, ya que se le somete a esfuerzos cizalladura, torsión y de flexión a todo lo largo de su longitud. Una mayor frecuencia de rotación hace más crítico aún el ciclo de carga.

25 Convencionalmente, se siguen dos rutas para la fabricación de un cigüeñal, es decir, fundición y forja seguidas de mecanizado. El rendimiento metálico de las piezas fundidas de cigüeñal está entre el 40% y el 60%, y el resto del material se elimina por mecanizado. En segundo lugar, las piezas fundidas son propensas a defectos de fundición típicos como porosidad, agujeros de soplado, etc., debido a los cuales se mantiene en el lado superior el factor de seguridad de diseño para cigüeñales. Esto se traduce en secciones transversales más grandes, aumentando en última instancia el peso del cigüeñal. Aunque, la ruta de fundición es económica, los deméritos asociados a ella, como defectos de fundición, abren el camino a rutas de fabricación alternativas.

30 La segunda ruta popular de fabricación es forjar el tocho con la forma deseada y a continuación mecanizar esta pieza forjada hasta obtener las dimensiones acabadas. Los cigüeñales forjados mecánicamente son superiores en resistencia debido al flujo de grano en la dirección deseada. Los defectos metalúrgicos están ausentes, lo cual mejora la fiabilidad de las diferentes secciones del cigüeñal. Esta ruta también es económicamente competitiva debido a las mayores tasas de producción. Sin embargo, el principal inconveniente de esta ruta de fabricación es un extenso mecanizado similar al de los cigüeñales fundidos. El extenso mecanizado no sólo aumenta el coste, sino que genera desechos metálicos en forma de virutas. El rendimiento metálico de los cigüeñales forjados es del 60 al 80%.

35 Ha habido demostraciones exitosas de cigüeñales montados, pero con muñequillas macizas huecas y muñones principales de cojinete. La construcción hueca del cigüeñal es más popular por el método de fundición. Hay algunas demostraciones cigüeñales montados con una muñequilla hueca y un cojinete principal hueco, pero esto fue posible en combinación con algún tipo soldadura.

40 Se revelan cigüeñales convencionales para motores IC, por ejemplo, en los documentos JP S59 195218 U y US 1 588 850 A.

45 El invento actual describe un cigüeñal montado con secciones huecas para muñones MB y muñones CP. El uso de secciones huecas da como resultado una reducción de peso del cigüeñal y ahorra una gran cantidad de desechos metálicos que de otro modo se generarían durante el mecanizado. El rendimiento metálico del cigüeñal fabricado por montado de secciones huecas es de un 90 a un 95%. En la invención actual los muñones MB y los muñones CP se enfrían bruscamente y se contraen para encajarlos en un lóbulo calentado moderadamente, dando como resultado un ajuste de interferencia.

Objeto de esta invención

50 1) El objeto principal de la invención es reducir el peso del cigüeñal mediante la adopción de una construcción hueca.

2) Otra invención es rediseñar el cigüeñal para reducir la criticidad de los filetes y sugerir un diseño alternativo sin ningún filete.

3) Aún otro objetivo es reducir los desechos metálicos generados durante el mecanizado y mejorar el rendimiento metálico del proceso.

Sumario de la invención

5 Como concepto, un cigüeñal montado con construcción hueca es aplicable a todos los cigüeñales de motores IC. Como caso, este concepto se demuestra en un cigüeñal para motores IC de dos cilindros. Un motor IC de dos cilindros tiene dos muñones CP y tres muñones MB. Ambos muñones CP se encuentran situados en un lado y no en lados opuestos. Se proponen un muñón de cojinete principal y muñones de muñequilla en una construcción hueca. Se realiza un análisis de esfuerzos con la ayuda del Análisis de Elementos Finitos y, en consecuencia, se seleccionan materiales para las diferentes secciones. El espesor de pared de la muñequilla y los muñones de
10 cojinete principales se mantiene entre 4 y 8 mm. Se ha averiguado que los muñones MB se someten a esfuerzos de 175 a 350 MPa y el esfuerzo en muñequillas está entre 250 y 380 MPa. Teniendo en cuenta los niveles de esfuerzo, los muñones CP y MB se pueden fabricar en acero EN8 en estado endurecido y templado.

El montaje de piezas sueltas se realiza con la ayuda de sujetadores.

Exposición de la invención

15 Por consiguiente, la presente invención revela un cigüeñal hueco para motores IC que comprende una pluralidad de muñones (5) de cojinete principal (MB) y muñones (3) de muñequilla (CP) constituidos ambos a partir de una sección hueca;

20 una pluralidad de pestañas (1) configuradas con un agujero escariado ciego (10) para alojar dicho muñón (5) de cojinete principal (MB) y un agujero escariado (9) para acomodar un muñón (3) de muñequilla (CP), un agujero pasante (8) en el agujero escariado para los muñones (3) de muñequilla (CP) y un agujero pasante (4) que conecta dichos muñones (5) de cojinete principal (MB) y los muñones (3) de muñequilla (CP);

al menos un agujero previsto en cada uno de dichos muñones (5) de (MB) y los muñones (3) de muñequilla (CP) para suministrar aceite a través de ellos para la lubricación;

25 al menos una disposición montada en el cigüeñal para la restricción de un drenaje de aceite desde del cigüeñal cuando éste no está en funcionamiento; y

al menos una tapa (2) dispuesta sobre el agujero pasante (8) perforado desde el agujero escariado para el muñón CP.

Por consiguiente, la presente invención también revela un cigüeñal hueco para motores IC que comprende

30 una pluralidad de muñones (5) de cojinete principal (MB) y muñones (3) de muñequilla (CP) constituidos ambos a partir de una sección hueca están provistos de un bisel en los extremos de dicho muñón CP y dicho muñón MB de tal manera que cuando éstos estén montados en el cigüeñal, garanticen una abertura (4') para conectarlos con miras a su lubricación con aceite;

una pluralidad de pestañas (1) configuradas con un agujero escariado ciego (10) para alojar dicho muñón (5) de cojinete principal (MB) y un agujero escariado (9) para alojar el muñón (3) de muñequilla (CP);

35 al menos un agujero practicado en cada uno de dichos muñones (5) de (MB) y dichos muñones (3) de muñequilla (CP) para suministrar aceite a través de ellos para la lubricación;

al menos una disposición prevista en el cigüeñal para la restricción de un drenaje de aceite desde del cigüeñal cuando éste no está en funcionamiento.

Breve descripción del dibujo

40 Según la presente invención,

La figura 1 muestra un cigüeñal hueco.

La figura 2 muestra una unidad de un primer muñón de cojinete principal, un primer muñón de muñequilla y una pestaña.

La figura 3 muestra una construcción de diseño alternativo.

45 La figura 4 muestra un primer cojinete principal, una primera muñequilla y una pestaña de construcción alternativa.

La Figura 5 muestra la construcción de una pestaña.

Descripción detallada de la invención

Para demostrar la construcción hueca de un cigüeñal, se selecciona un cigüeñal para un motor IC. La invención actual ilustra la construcción hueca y el método de fabricación de la misma. El motor IC de ejemplo es un motor de dos cilindros con ambas muñequillas en un lado. El peso de un cigüeñal del motor de dos cilindros es de 6,37 kg en una construcción maciza, el cual reduce a 5,2 kg en una construcción hueca. Esto lleva a una reducción del peso de un 18,3%. Similarmente, se puede ahorrar el peso del vástago de cigüeñal en cualquier motor IC de tres cilindros, de cuatro cilindros o de cilindros múltiples al proporcionar dicha construcción hueca.

Convencionalmente, los cigüeñales se fabrican por una ruta de fundición o forja. Esta ruta implica operaciones de mecanizado pesado y lleva a desechos metálicos. Casi del 20 al 40% del material es eliminado al mecanizar un cigüeñal forjado. El cigüeñal fundido implica despilfarros de un nivel similar y el desperdicio total es de cerca del 40 al 60%. Aunque, los desechos metálicos pueden reciclarse, esto implica costes y energía para su conversión. Por lo tanto, tales diseños no son ambientalmente amigables y tampoco son económicos. El rendimiento metálico para un cigüeñal hueco es del 90 al 95%, lo que significa que hay por lo menos de un 30 a un 55% de mejora en el rendimiento metálico. Esta mejora del rendimiento metálico ahorraría energía y costes de la conversión de la chatarra en metal.

En comparación con estas rutas, la construcción hueca es un método muy barato y económico para producir un cigüeñal. Los muñones MB (cojinete principal) y los muñones CP (muñequilla) se puede convertir en una construcción hueca y, en el caso de un motor IC, se demuestra que la construcción montada hueca del cigüeñal sobrevive a condiciones de carga similares a las de un cigüeñal de una construcción maciza.

Las pestañas son sometidas a niveles de esfuerzo de 300 a 380 MPa y los muñones CP son sometidos a esfuerzos del orden de 250 a 380 MPa. Un acero al carbono medio de baja aleación, tal como acero EN8, en estado endurecido y templado, se puede utilizar para muñones CP, muñones MB y pestañas con la fiabilidad requerida.

Se mantienen en su posición y se ensamblan piezas sueltas de muñón CP, muñón MB y pestañas con la ayuda de sujetadores de precisión. Los sujetadores empleados para el montaje se fabrican con controles dimensionales precisos. El montaje de dicho muñón (5) de MB y dicho muñón (3) de CP en sus respectivos agujeros escariados (10) y (9) en dichas pestañas aumenta el área de superficie circunferencial de contacto entre dicho muñón MB y dicho muñón CP y sus respectivos agujeros escariados en dichas pestañas. Esto permite la distribución del esfuerzo a dicha área de superficie circunferencial de contacto, evitando con ello el fallo convencional del cigüeñal en el radio de los filetes.

El uso de muñequillas huecas da como resultado una reducción de peso significativa, ya que también reduce los contrapesos en las pestañas. La figura 1 es un boceto de cigüeñal hueco montado. La figura 2 describe las características de montaje del primer muñón (5) de MB principal, el primer muñón (3) de CP y una pestaña en medio (1). El peso del cigüeñal se puede optimizar reduciendo el espesor de la pestaña en el extremo del muñón CP. La pestaña se fabrica con un agujero escariado ciego (10) para el muñón MB, un agujero escariado (9) para un muñón CP y un agujero pasante (8) en el agujero escariado (9) para el muñón CP. El muñón CP y el muñón MB son tubos con cierto espesor predeterminado especificado para adaptarse a las cargas de servicio. Las dimensiones del muñón MB y el muñón CP y del agujero escariado en la pestaña son tales que se logra una interferencia diametral del ajuste de interferencia de 0,12 a 0,15 mm. La pestaña se inmoviliza en el sujetador y los muñones CP y MB se encajan por contracción o tienen un ajuste de interferencia. Debido a que el montaje de piezas sueltas es un proceso crítico, existe la necesidad de practicar un agujero a través de las pestañas. Durante el montaje, un vástago de guía del sujetador atraviesa este agujero pasante y ayuda a mantener una tolerancia dimensional relativa en el montaje del cigüeñal. Se deberá disponer un agujero similar a través de este agujero pasante en el muñón MB para vástagos de guía adicionales, si es necesario asegurar un mayor control sobre las tolerancias dimensionales y posicionales. También se dota a la pestaña de un agujero (4) de aceite, que conecta las cavidades del muñón CP y el muñón MB. Durante la aplicación, el aceite se suministra a través del bloque motor hacia el agujero (6) de aceite en el muñón MB. La cavidad del muñón MB se llena de aceite y a continuación, a través del agujero (4) de aceite en la pestaña, el aceite se suministra a la cavidad de la muñequilla. Después de llenar esta cavidad, se suministra aceite para la lubricación a través del agujero (7) de aceite en el muñón CP. Aunque el cigüeñal no esté en funcionamiento, existe la amenaza de una fuga de aceite que puede abordarse previendo una disposición de resorte y bola en el bloque motor, justo cerca del agujero (6) de aceite del muñón MB. El agujero pasante taladrado desde el agujero escariado para el muñón CP necesita ser sellado por una tapa (2) para asegurar el suministro continuo de aceite para lubricación.

Se muestra en la figura 3 otra realización o construcción alternativa de un cigüeñal montado con muñones huecos CP y MB. La figura 4 muestra la diferencia principal con la construcción mostrada en la figura 2. El agujero (4) de aceite mostrado en la figura 2 se elimina en la construcción que se muestra en la figura 4. Los biseles dispuestos en el extremo del muñón CP y el muñón MB se ensamblan de tal manera que se asegure una abertura (4') con un área mayor que el área de sección del agujero (7) de aceite del muñón CP. En la figura 4 se muestran el primer cojinete principal, la primera muñequilla y la pestaña de construcción alternativa con el cojinete principal (5) y la muñequilla (3). El número (1) es la pestaña o la banda. El número (4') es una abertura para dejar pasar aceite lubricante del MB al CP. Se pueden perforar agujeros pasantes desde los agujeros escariados para el muñón CP y el muñón MB para permitir que los vástagos de guía de montaje los atravesen, como se discute para la figura 2.

Después de arrancar el motor, se establece una presión de aceite y, a través del agujero (6) del MB, éste entra en la cavidad del muñón MB. Una vez que la cavidad del muñón MB está llena, entonces a través del agujero (4) de aceite en la pestaña, entra aceite en la cavidad de la muñequilla. A través del agujero (7) de la muñequilla se suministra aceite para la lubricación.

- 5 La pestaña se fabrica por una ruta de metalurgia en polvo o mediante la formación o mecanizado de secciones laminadas. La ruta de metalurgia en polvo proporciona un mejor control sobre el peso. Los muñones CP y MB se fabrican a partir de tubos, ya sean tubos sin costura o tubos soldados.

- 10 La pestaña se inmoviliza en el sujetador y los muñones CP y MB se encajan por contracción. El montaje comienza con una pestaña y un muñón CP o un muñón MB. Entonces, el montaje se continúa en secuencia mediante el montaje de las partes adyacentes. Las precisiones dimensionales del cigüeñal se controlan por medio de las precisiones dimensionales de las piezas sueltas y las tolerancias del sujetador de montaje.

- 15 La descripción anterior es una realización específica de la presente invención. Se deberá apreciar que esta realización se describe sólo con fines ilustrativos, y que pueden practicarse numerosas alteraciones y modificaciones por los expertos en la técnica sin apartarse del alcance de la invención. Se pretende incluir todas estas modificaciones y alteraciones en la medida en que caigan dentro del alcance de la invención según se reivindica o de los equivalentes de la misma.

REIVINDICACIONES

1. Un cigüeñal hueco para motores IC que comprende:

- una pluralidad de muñones (5) de cojinete principal (MB) y muñones (3) de muñequilla (CP), ambos constituidos a partir de una sección hueca;

5 - una pluralidad de pestañas (1) configuradas con un agujero escariado ciego (10) para alojar dicho muñón (5) de cojinete principal (MB) y un agujero escariado (9) para alojar el muñón (3) de muñequilla (CP), un agujero pasante (8) en el agujero escariado para los muñones (3) de muñequilla (CP), y un agujero pasante (4) que conecta dichos muñones (5) de cojinete principal (MB) y dichos muñones (3) de muñequilla (CP);

10 - al menos un agujero practicado en cada uno de dichos muñones (5) de cojinete principal (MB) y dichos muñones (3) de muñequilla (CP) para proporcionar aceite a través de él para la lubricación;

- al menos una disposición prevista en el cigüeñal para restringir el drenaje de aceite desde el cigüeñal cuando éste no está en funcionamiento; y

- al menos una tapa (2) dispuesta sobre el agujero pasante (8) perforado desde el agujero escariado para el muñón (3) de muñequilla (CP),

15 en el que el montaje de dicho muñón (5) de cojinete principal (MB) y dicho muñón (3) de muñequilla (CP) en sus respectivos agujeros escariados (10) en dichas pestañas (1) está configurado para aumentar el área de superficie circunferencial de contacto entre dicho muñón (5) de cojinete principal (MB) y dicho muñón (3) de muñequilla (CP) y sus respectivos agujeros escariados (10) para la distribución del esfuerzo hacia dicha área de superficie circunferencial de contacto, evitando así una carga crítica del cigüeñal en los radios de los filetes.

20 2. Un cigüeñal hueco para motores IC que comprende:

- una pluralidad de muñones (5) de cojinete principal (MB) y muñones (3) de muñequilla (CP), constituidos ambos a partir de una sección hueca, están provistos de un bisel en los extremos de dicho muñón (3) de muñequilla (CP) y de dicho muñón (5) de cojinete principal (MB) de tal manera que, cuando éstos estén montados en el cigüeñal, garanticen una abertura (4') para conectarlos con miras a su lubricación con aceite;

25 - una pluralidad de pestañas (1) configuradas con un agujero escariado ciego (10) para alojar dicho muñón (5) de cojinete principal (MB) y un agujero escariado (9) para alojar el muñón (3) de muñequilla (CP);

- al menos un agujero practicado en cada uno de dichos muñones (5) de cojinete principal (MB) y dichos muñones (3) de muñequilla (CP) para proporcionar aceite a través de él para la lubricación; y

30 - al menos una disposición prevista en el cigüeñal para la restricción del drenaje de aceite desde el cigüeñal cuando éste no está en funcionamiento,

en el que el montaje de dicho muñón (5) de cojinete principal (MB) y dicho muñón (3) de muñequilla (CP) en sus respectivos agujeros escariadores (10) en dichas pestañas (1) está configurado para aumentar el área de superficie circunferencial de contacto entre dicho muñón (5) de cojinete principal (MB) y dicho muñón (3) de muñequilla (CP) y sus respectivos agujeros escariados (10) para la distribución del esfuerzo hacia dicha área de superficie circunferencial de contacto, evitando de este modo una carga crítica del cigüeñal en los radios de los filetes.

35 3. El cigüeñal según la reivindicación 2, en el que dicha abertura prevista para conectar el bisel en el extremo de dicho muñón (3) de muñequilla (CP) y dicho muñón (5) de cojinete principal (MB) tiene un área de sección transversal mayor que el área de la sección del agujero (7) de aceite en el muñón (3) de muñequilla (CP).

40 4. El cigüeñal según la reivindicación 1 o 2, en el que dicho muñón (3) de muñequilla (CP) y dichos muñones (5) de cojinete principal (MB) son secciones huecas fabricadas a partir de tubos, ya sean tubos sin costuras o tubos soldados, con un grosor predeterminado seleccionados para adaptarse a las cargas de servicio, y dichas pestañas se fabrican por una ruta de metalurgia en polvo o mediante conformación o mecanizado de secciones laminadas.

45 5. El cigüeñal según la reivindicación 1 o 2, en el que dicho muñón (5) de cojinete principal (MB) y dicho muñón (3) de muñequilla (CP) están configurados para encajarse en sus respectivos agujeros escariados en dichas pestañas para lograr un ajuste de interferencia con una interferencia diametral de 0,12 a 0,15 mm.

6. El cigüeñal según la reivindicación 1 o 2, en el que dicho muñón (3) de muñequilla (CP), dicho muñón (5) de cojinete principal (MB) y dichas pestañas se mantienen en posición y se ensamblan en secuencia mediante el montaje de las partes adyacentes con la ayuda de sujetadores de precisión.

50 7. El cigüeñal según la reivindicación 1, en el que dicho agujero pasante (8) en el agujero escariado para los muñones (3) de muñequilla (CP) está configurado para proporcionar un vástago de guía en el sujetador que atraviesa este agujero pasante y ayuda a mantener una tolerancia dimensional relativa de montaje del cigüeñal.

8. El cigüeñal según la reivindicación 1, en el que dicho muñón (5) de cojinete principal (MB) también está dotado selectivamente de un agujero pasante para proporcionar vástagos de guía adicionales con el fin de asegurar un control adicional sobre las tolerancias posicionales y dimensionales.
- 5 9. El cigüeñal según la reivindicación 1 o 2, en el que el material de los muñones (3) de muñequilla (CP), los muñones (5) de cojinete principal (MB) y las pestañas es acero al carbono medio de baja aleación, tal como acero EN8, en estado endurecido y templado.
10. El cigüeñal según la reivindicación 1 o 2, en el que dicha disposición para restringir el drenaje de aceite desde el cigüeñal, cuando éste no esté en funcionamiento comprende una disposición de resorte y bola en el bloque motor cerca del agujero (6) de aceite del muñón (5) de cojinete principal (MB).
- 10 11. El cigüeñal según la reivindicación 1 o 2, en el que dicho aceite lubricante está configurado para ser suministrado a través del bloque motor hacia el agujero (6) de aceite de la cavidad del muñón de cojinete principal (MB), y a continuación a través del agujero (4) de aceite de la pestaña hacia la cavidad de la muñequilla a través del agujero (7) de aceite del muñón (3) de muñequilla (CP) con fines de lubricación.

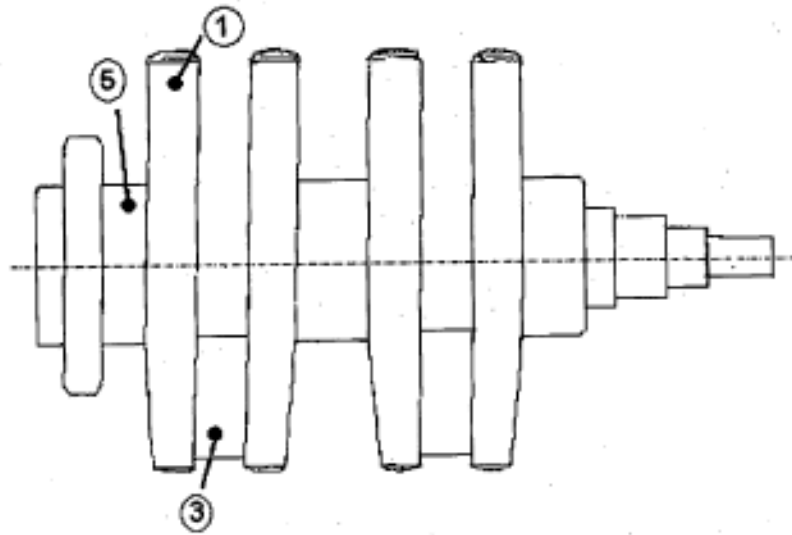


Figura 1

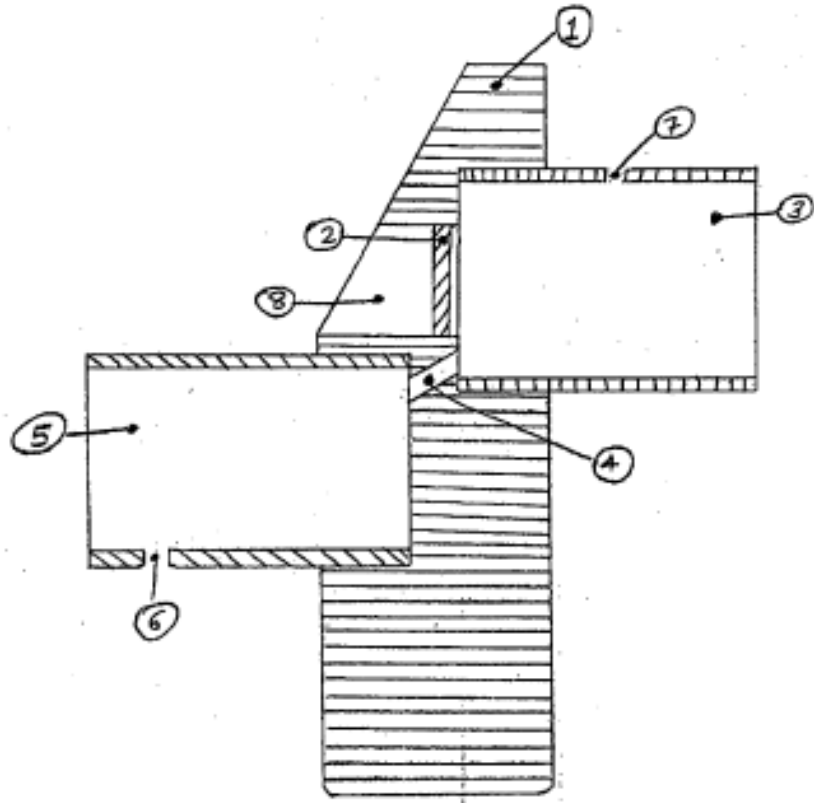


Figura 2

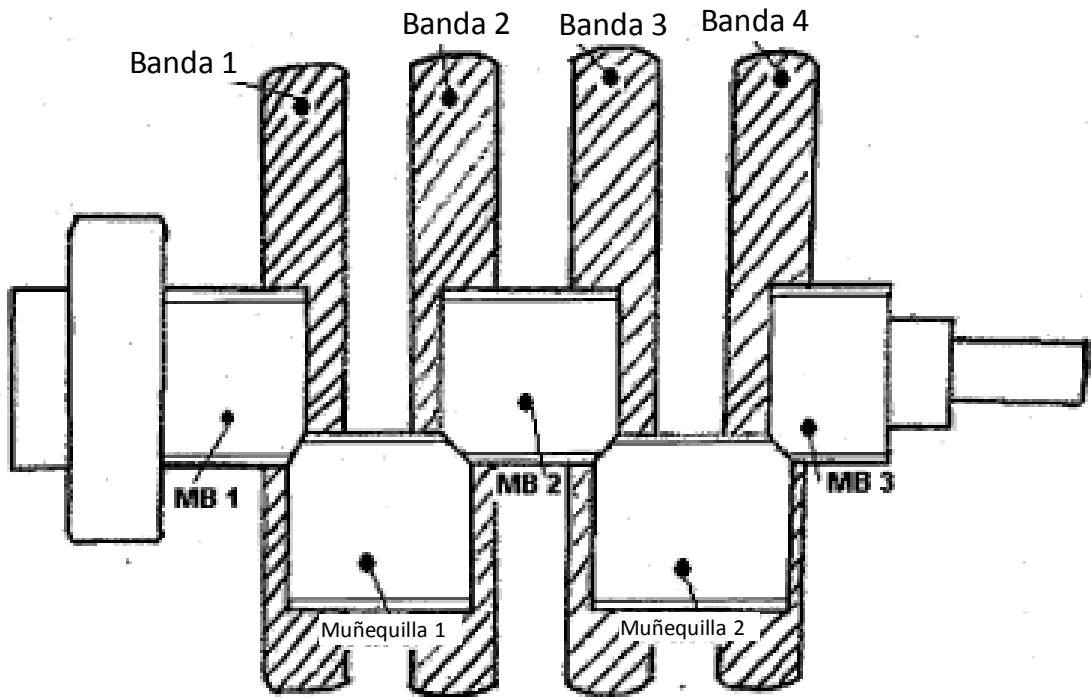


Figura 3

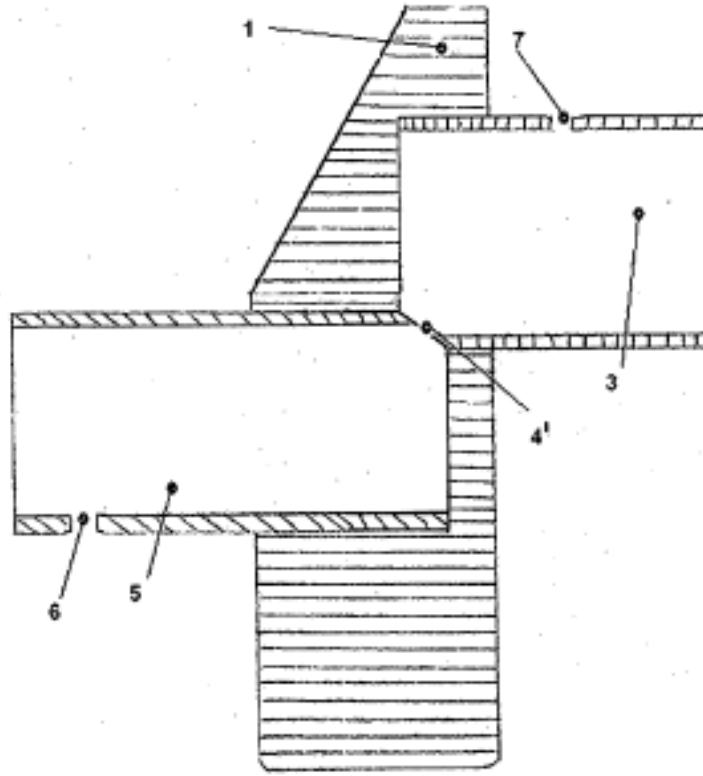


Figura 4

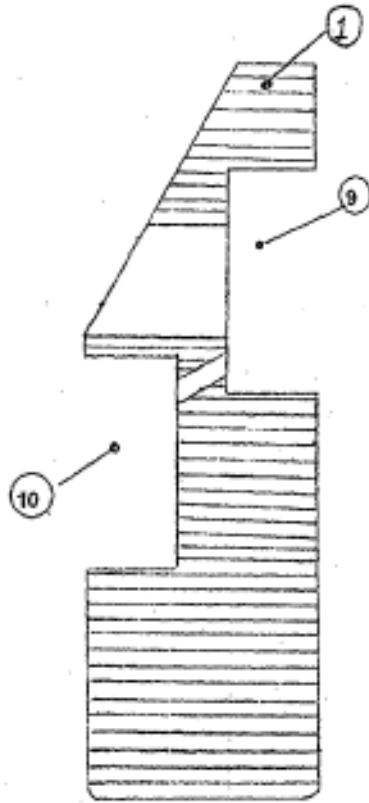


Figura 5