



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 119 606**

② Número de solicitud: 9402381

⑤ Int. Cl.⁶: B62M 9/08

B62M 9/02

B62M 1/02

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

⑫ Fecha de presentación: **21.11.94**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **01.10.98**

Fecha de concesión: **26.03.99**

⑮ Fecha de anuncio de la concesión: **01.05.99**

⑮ Fecha de publicación del folleto de patente:
01.05.99

⑰ Titular/es:
Rotor Componentes Tecnológicos, S.L.
San Bernardo, 121
Madrid, ES

⑱ Inventor/es: **Carrasco Vergara, Pablo**

⑳ Agente: **García Cabrerizo, Francisco**

② Título: **Tracción humana por pedales independientes sincronizados con desarrollo variable de tipo senoidal.**

④ Resumen:

La tracción humana por pedales independientes sincronizados con desarrollo variable de tipo senoidal incrementa el rendimiento del pedaleo en las bicicletas, mediante una mejor distribución de la entrega de potencia de las piernas, independizando los pedales de forma que cada uno mueva su propio eje, con la siguiente cinemática: se evita la coincidencia de ambas piernas en los puntos muertos (cuando los pedales están uno arriba y el otro abajo), haciendo que el pedal que sube vaya más rápido que el que baja. Se proponen dos mecanismos alternativos para conseguir esta cinemática:

- Transmisión por pedales independientes mediante doble cadena y platos excéntricos, donde la potencia se transmite directamente a la rueda.

- Transmisión elíptica independiente por pedal mediante plato único, que coordina la cinemática de los pedales, siendo el transmisor de la potencia.

Su aplicación abarca a todas las modalidades del ciclismo, y en general de la tracción por pedales.

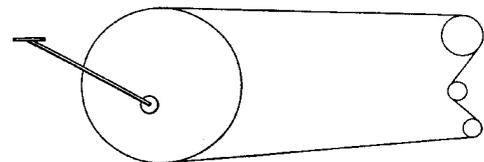


FIG.-5

ES 2 119 606 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el artº 37.3.8 LP.

DESCRIPCION

Tracción humana por pedales independientes sincronizados con desarrollo variable de tipo senoidal.

La finalidad del presente invento es aumentar el rendimiento del pedaleo, logrando que la entrega de potencia por parte de las piernas se haga de una forma más uniforme que en las bicicletas actuales, consiguiendo además aumentar la potencia media para el mismo nivel de esfuerzo, y mejorando así la calidad del esfuerzo realizado.

Hasta ahora un pedal siempre ha ido desplazado 180 grados, con respecto al otro. Sin embargo, si dividimos la circunferencia descrita por el pedal en cuatro cuadrantes (sea el 1° el delantero, cuando el pedal baja; y así el 2, 3°, y 4° los siguientes en el movimiento natural del pedal), es en el primero donde cada pierna entrega prácticamente toda la potencia, lo que implica (al estar los pedales en puntos simétricos respecto al eje) que cuando las piernas trabajan en las zonas 1^a y 3^a podrán juntas desarrollar más potencia que cuando lo hacen en la 2^a y 4^a.

Este efecto es bien conocido, y se ha intentado mejorar mediante un desarrollo variable con el ángulo girado por los pedales (usando platos elípticos u ovals, o con otros mecanismos que logran una cinemática similar), consiguiéndose que los pedales pasen a mayor velocidad por las zonas 2^a y 4^a, haciendo de esta manera menor el tiempo durante el cual la potencia es mínima, pero sin que esta varíe, con lo que el incremento de trabajo por ciclo es poco significativo. Además, las piernas quedan sometidas constantemente a altas aceleraciones y deceleraciones, lo cual hace que no se pueda abusar de este método, utilizándose así grados de ovalidad pequeños e incrementos de trabajo poco relevantes. Así, su uso no es demasiado frecuente, y depende en cualquier caso de la comodidad de cada ciclista.

En adelante se tomará como válida la hipótesis de trabajo (dentro de un cierto margen de velocidades de giro), de que la potencia desarrollable por pierna en cada momento depende sólo de la posición del pedal en ese instante; con ello se podrá presentar una gráfica (figura 1) de la potencia estimada durante un ciclo, correspondiente a cada pierna de un ciclista tipo, con la que se trabajará a continuación.

En la figura 1 se representa la entrega de potencia en función del ángulo, correspondiente a la pierna derecha. El ángulo cero corresponde al punto muerto superior (curva semejante a la de fuerza efectiva frente a ángulo de biela, hecha con mediciones reales en ciclistas, bajo unas condiciones normales de pedaleo, y que aparece en "Science of Cycling" de E. R. Burke).

En la figura 2 se representa, para la bicicleta convencional, la potencia total durante un ciclo, resultado de la suma algebraica de la de ambas piernas. El trabajo obtenido por ciclo es el área encerrada por la curva de potencia total, multiplicada por el periodo.

La tracción por pedales independientes (en adelante TPI), consiste en deshacer la ligadura de 180 grados de desfase entre los pedales. De esta forma puede hacerse variar la cinemática de

las piernas de manera que cada una recorra lentamente el primer cuadrante, aumentando su velocidad gradualmente hasta el tercero, haciendo mínimo el tiempo de paso por este último. De este modo, cuando el pedal derecho está saliendo de la zona "buena" (donde se consigue casi todo el trabajo), el izquierdo se adelanta, evitándose así la coincidencia de ambos en las zonas "muertas", uno arriba y el otro abajo, a mitad de los cuadrantes 2° y 4°: el efecto resultante es que una pierna acude en ayuda de la otra en el punto en que ésta comienza a perder efectividad en su esfuerzo.

Se trata entonces de que para una velocidad de cadena constante, la velocidad de giro del pedal varíe con el tiempo según una función de tipo senoidal (de periodo igual al del ciclo), como consecuencia directa del mecanismo empleado. El efecto conseguido es que la curva de potencia por pierna en el tiempo de un ciclo queda "estirada" en la zona eficiente, abarcando una mayor área (ver figura 3). De esta forma, en la representación de las curvas de ambas piernas, éstas pasan a cruzarse en puntos de mayor ordenada, de modo tal que la potencia mínima queda incrementada, con lo que la potencia total será más uniforme y el trabajo total por ciclo (y por tanto la potencia media), aumentará considerablemente, como se puede apreciar en la figura 3.

Las gráficas correspondientes al sistema TPI, han sido establecidas para un valor determinado (1,83) del parámetro Φ =[velocidad máxima de giro/velocidad mínima de giro], pretendiéndose con él únicamente mostrar el efecto que se consigue, sin que ello signifique que ese valor sea dado como el óptimo. En principio es obvio que cuanto mayor sea Φ , más plana se irá haciendo la curva de potencia total entregada, aunque realmente la curva que interesaría dejar plana sería la de potencia total consumida por las piernas: la entregada y la perdida en su movimiento propio. Pero aumentando Φ , varían más las velocidades y nos iremos apartando de las hipótesis de partida, pues aparecerán aceleraciones y deceleraciones en las piernas, que harán cambiar la forma misma de las curvas de potencia entregada al pedal. Este efecto en realidad no es tan desfavorable como en el caso del plato oval ya descrito, dado que las aceleraciones que se presentan aquí serán del orden del 50% en amplitud y a la mitad de frecuencia. Además hay que considerar dos efectos ventajosos:

- el incremento de trabajo es ahora (para un mismo incremento de Φ) considerablemente superior, lo que resta importancia al efecto de las mencionadas aceleraciones.

- al haber hecho más plana la curva de potencia, se podrá pedaleo con desarrollos globales mayores (ya que la potencia mínima ha aumentado), y por tanto a menores revoluciones, con lo que por un lado las aceleraciones serán proporcionalmente menores, y por otro el consumo energético perdido en el movimiento propio de las piernas será más bajo.

En la figura 4 se muestra una gráfica comparativa entre la bicicleta convencional (A), la de plato oval (B), y la correspondiente a la TPI (C). En ella se puede apreciar cómo la curva B consi-

que un pequeño incremento de área respecto a A, sólo un 5 % para un grado de ovalidad exagerado en la práctica (diámetro mayor/diámetro menor =1,35). En cambio C consigue un incremento del área del 29 % (para $\Phi=1,83$). Se puede afirmar por tanto que el sistema TPI no sólo hace más uniforme la curva de potencia, sino que además consigue incrementar de forma muy considerable la potencia media.

Una vez descrita la cinemática, pasemos a describir la forma mecánica de obtenerla. Existen muchas posibilidades geométricas para obtener un mecanismo que consiga la cinemática deseada, entre las cuales se proponen dos, conceptualmente distintas pero igualmente viables: a) la que llamaremos transmisión independiente por pedal mediante dos cadenas y platos excéntricos; y b) la que denominaremos transmisión elíptica independiente por pedal mediante plato único circular. Siendo ambas de similares cinemáticas pero con diferentes posibilidades de aplicación.

A> Transmisión independiente por pedal mediante dos cadenas y platos excéntricos

Cada biela es solidaria a un plato propio, girando ambos libremente con respecto al eje, sobre el que van montados. Los platos serán de corona circular (convencional) ligada a la biela mediante una "estrella" excéntrica; llamaremos δ al parámetro [radio exterior de la corona/ distancia entre centros], que será el que determine la excentricidad. Cada uno de los platos moverá pues su propia cadena (una a cada lado de la bicicleta), y éstas serán las que transmitan la potencia a la rueda mediante sendos piñones. Será necesario el uso de un tensor para cada cadena. El ángulo que forman la biela y el radio mayor del plato debe ser tal que cuando éste ataque la cadena, el pedal se encuentre a 90° del punto muerto superior (punto de máximo par). Para conseguir el sincronismo, caso de que interese, se hará de manera que ambos piñones se muevan solidariamente con la rueda (el desfase entre cadenas será de tantos eslabones como la mitad de los dientes del plato). En cualquier caso el sincronismo se da sólo en el sentido natural del pedaleo, pues los pedales aquí no están preparados para recibir fuerzas negativas, que provocarían la distensión de la cadena correspondiente.

En la figura 5 se muestra el conjunto del mecanismo (biela, plato, eje, cadena, piñón y tensor) correspondiente a una cualquiera de las piernas.

La ventaja de este mecanismo es su fácil construcción y adaptación a las bicicletas actuales, además de que permite en un mismo plato varios valores de δ (situando distintos posicionamientos posibles del eje en la estrella). Sus aplicaciones principales, dadas sus características, serán pruebas de velocidad, donde no se aplican fuerzas negativas sobre los pedales y se realizan normalmente a piñón fijo y sin cambios de marcha. Otra aplicación idónea es su uso como prototipo a la hora de elegir, un ciclista, la excentricidad adecuada a sus condiciones, ya que permite cambiar fácilmente el δ . En caso de necesidad, permite también el uso de cambios de marcha en los piñones, mediante dos cambios tradicionales en paralelo (sincronizados de forma electrónica, por ejemplo) que mantengan fijo el desfase en-

tre las cadenas. En algún caso, puede interesar su uso con piñones también independientes, de forma que sea el propio ciclista quien da sincronismo al pedaleo (como ocurre en cualquier otra forma de locomoción humana: nadar, correr, andar, etc.).

B> Transmisión elíptica independiente por pedal mediante plato único circular

En este caso se trata de transmitir, mediante engranajes elípticos, toda la potencia al plato, que es el que coordina la cinemática de los pedales. El mecanismo (ver figuras 6 y 7), que separaremos en cinco "sólidos" (conjunto de piezas que se mueven de forma solidaria), es el siguiente:

- Sólido A (SA), formado por: cuadro de la bicicleta [0], con otro alojamiento para eje además del habitual.

- Sólido B (SB), formado por: eje [1], biela derecha [2], y elipse [3] (conductora en la transmisión), con eje en uno de sus focos. El ángulo que forman la biela y el radio mayor de la elipse debe ser tal que cuando la transmisión se produzca en este punto, el pedal se encuentre a 90° del punto muerto superior.

- Sólido C (SC), formado por: biela izquierda [4] y elipse [5] (conductora en la transmisión). Va montado sobre el eje [1] (pasando por un foco de la elipse), girando libremente respecto a él. El ángulo que forman la biela y el radio mayor de la elipse debe ser el mismo que en SB.

- Sólido D (SD), formado por: eje [6], elipses (conducidas) [7] y [8], y la rueda [9] (conductora en la transmisión). Las elipses con el eje situado en uno de sus focos, y desplazadas 180° una respecto de otra. Este "sólido" (SD) es el que logra el sincronismo total entre los pedales (entre SB y SC): el ángulo entre los pedales quedará determinado por el giro del eje [6].

- Sólido E (SE), formado por: Rueda [10] (conducida) y plato [11]. Va montado sobre el eje [1], sobre el que puede girar libremente.

[3], [5], [7], [8], [9] y [10] son todos engranajes.

Las elipses (conductora y conducida) son de iguales dimensiones, y la distancia entre ejes es igual al eje mayor de la elipse, asegurando de esta forma la tangencia, y por tanto la posibilidad de tracción elipse a elipse (ver figura 7).

El funcionamiento será el siguiente: SB y SC recogen la potencia de las piernas, entregándola a su vez a SD (donde se coordina el efecto cinemático deseado), pero que gira en sentido contrario; entonces ya sólo queda invertir el giro, función que cumplen las ruedas [9] y [10], y así es SE el que manda la potencia a la rueda mediante una cadena desde el plato [11]. Dado que a partir del plato lo que hay es una transmisión convencional (la posición del plato es la misma que en las bicicletas tradicionales), se podrá disponer de los sistemas de cambio de marchas de las bicicletas actuales.

Si llamamos ϵ a la excentricidad de la elipse ($r(\theta) = p/(1+\epsilon\cos\theta)$ es la ecuación de la elipse en coordenadas polares), la relación entre ambos mecanismos viene dada por $\epsilon=\delta/2$. Para las curvas presentadas como ejemplo en las figuras 3 y 4 se tomó $\epsilon=0,15$. Por supuesto que al aumentar ϵ , aumentará también el parámetro Φ antes mencionado, en cualquier caso, ahora que ya se

ha definido ϵ , por ser directamente medible, será ϵ el parámetro a tener en cuenta.

El campo de aplicación de este mecanismo no está limitado como en el caso anterior, ya que se trata de un sistema en el que hay una ligadura cinemática total entre ambos pedales, con lo que no existe el problema de las fuerzas negativas que se presentaba en el primer mecanismo. Además tiene la ventaja de que sigue siendo utilizable el sistema de cambios de marchas actuales, con lo

que es aplicable a la totalidad de modalidades ciclistas.

El objeto de esta patente, pues, es abarcar tanto las modalidades deportivas que comprende el campo del ciclismo como todas aquellas aplicaciones en que sea necesario el uso de la tracción mediante pedales, dado que como ya hemos descrito aumenta de forma espectacular el rendimiento de los sistemas de tracción empleados en la actualidad.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Sistema mecánico de tracción humana por pedales independientes sincronizados con desarrollo variable de tipo senoidal, tal que se consigue que la velocidad de cada pedal, a lo largo de una vuelta, varíe desde un mínimo a 90° del punto muerto superior, hasta un máximo en el punto opuesto, siguiendo una función de tipo senoidal, y de esta manera se evita la coincidencia de ambas piernas en las zonas muertas, esto es, cuando los pedales se encuentran uno arriba y otro abajo, **caracterizado** porque la transmisión se realiza por medio de pedales independientes mediante el uso de dos cadenas, una para cada pedal, y piñones ligados, siendo los platos utilizados circulares descentrados (o corona circular con estrella excéntrica), y pudiéndose elegir distintos valores para esa excentricidad.

2. Un sistema mecánico de tracción por pedales independientes sincronizados con desarrollo variable de tipo senoidal, **caracterizado** porque la transmisión desde los pedales independientes (cada uno con eje propio), se realiza a través de

engranajes elípticos (se usan dos ejes), que mueven un único plato de tipo circular convencional, el cual sincroniza la cinemática de los pedales.

3. Un sistema mecánico de tracción, según la reivindicación 1^a, en el que los piñones puedan girar a contra rueda de forma independiente, de modo que sea el propio usuario el que dé el sincronismo al pedaleo.

4. Un sistema mecánico de tracción, según reivindicaciones 1^a y 3^a, en el que los platos (o la estrella que sujeta la corona) incorporen distintos posicionamientos posibles para el eje a distintas distancias del centro, de forma que se pueda regular para trabajar con distintas excentricidades, entre las cuales el usuario podrá elegir la más apropiada.

5. Un sistema mecánico de tracción, según la reivindicación 2^a, **caracterizado** por usar como chasis un cuadro de bicicleta con dos alojamientos para sendos ejes.

6. Un sistema mecánico de tracción, según reivindicaciones 1^a a 5^a, al que se puedan incorporar los sistemas de cambios de marcha actuales.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

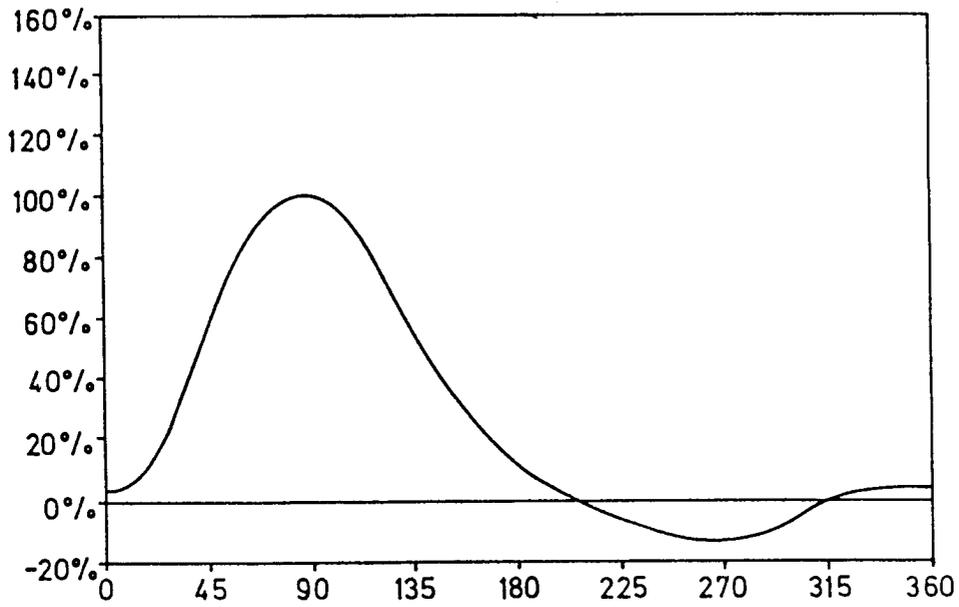


FIG.-1

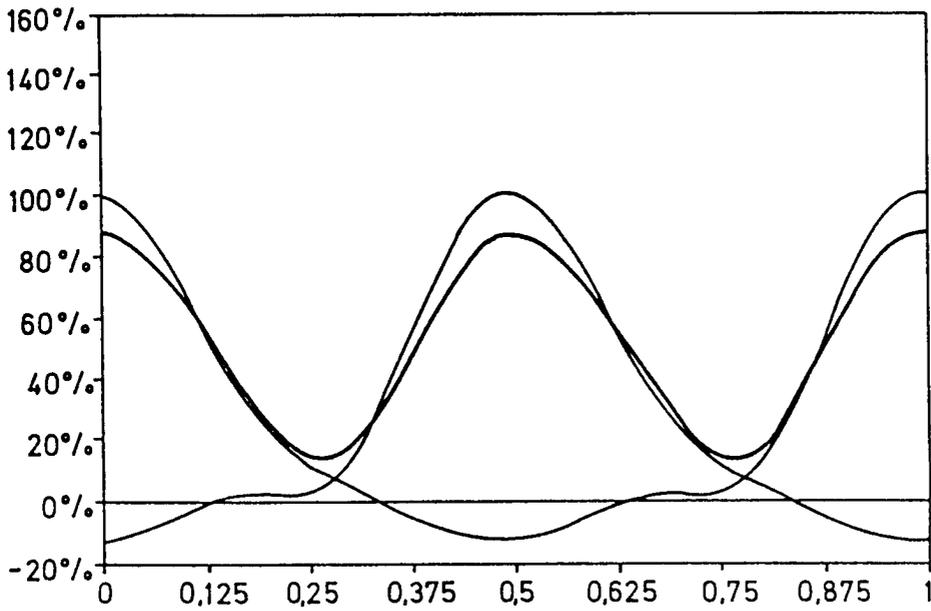


FIG.-2

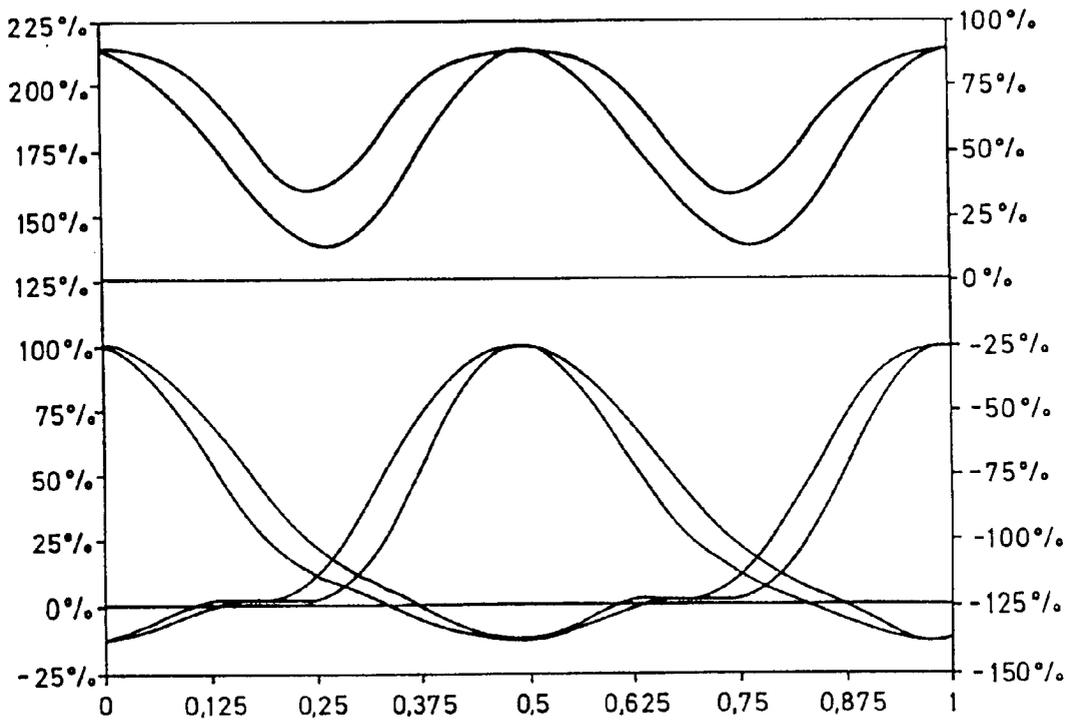


FIG.-3

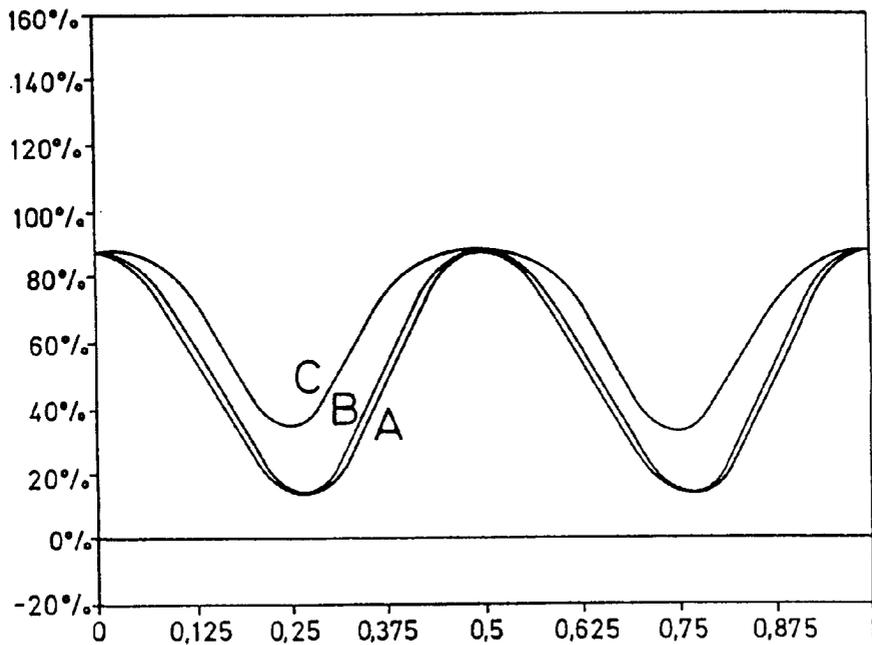


FIG.-4

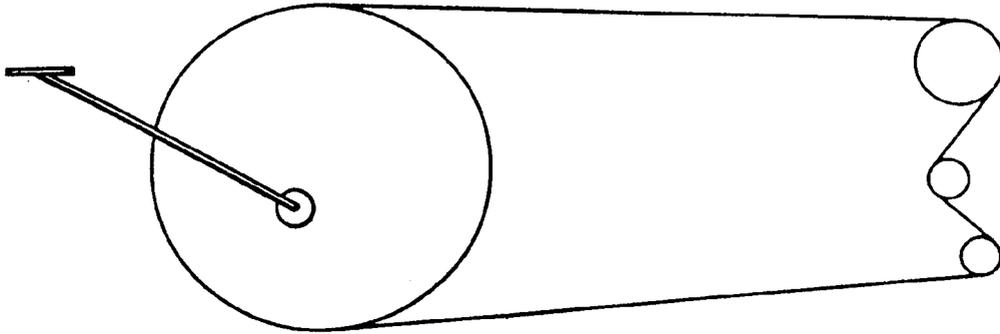


FIG.-5

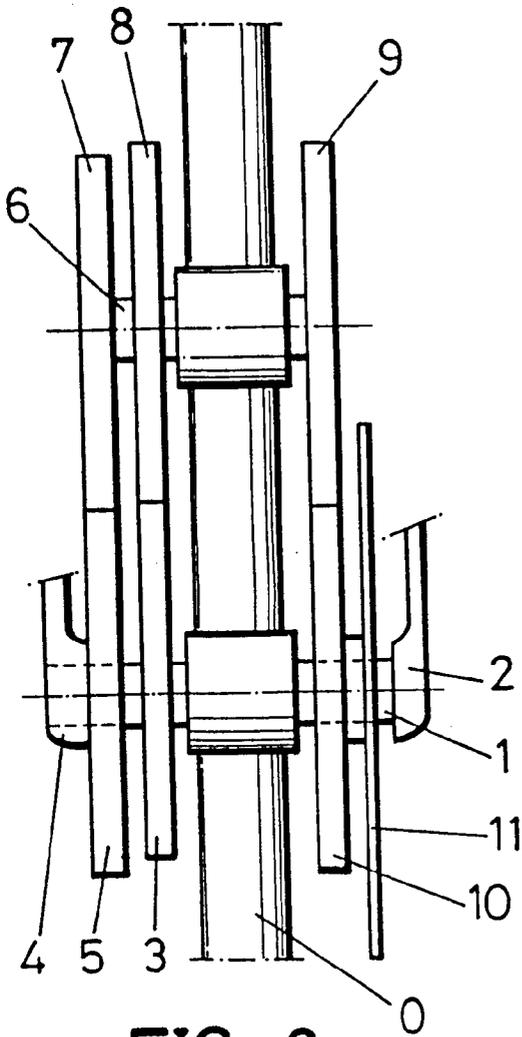


FIG.-6

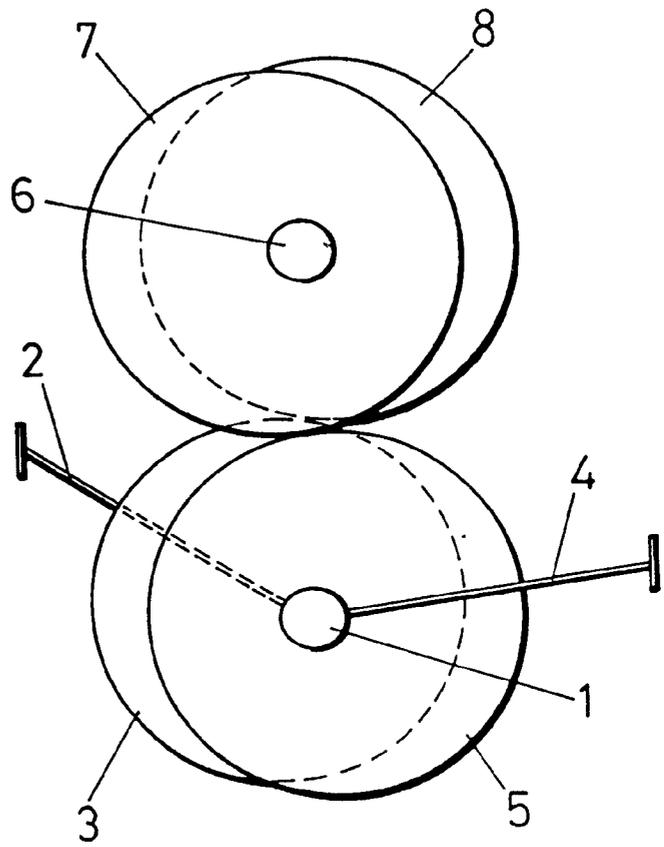


FIG.-7



INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑮ Int. Cl.⁶: B62M 9/08, 9/02, 1/02

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X A	DE-3404562-A (GREIFENBERG) 22.08.1985 * Todo el documento *	2,6 1
A	US-4772252-A (BONA) 20.09.1988 * Todo el documento *	1,4
A	US-4398740-A (CLEM) 16.08.1983 * Figuras 1,3 *	1,3
A	DE-4103946-A (MARTENS) 13.08.1982 * Todo el documento *	1,2
A	FR-2601321-A (SOCIETE CIVILE MRM) 15.01.1988 * Todo el documento *	1,2
A	GB-2277065-A (DRAGAN) 19.10.1994	

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 n.º:

Fecha de realización del informe

26.08.98

Examinador

L. Dueñas Campo

Página

1/1