

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 528 666**

51 Int. Cl.:

F02B 67/06 (2006.01)

F01L 1/356 (2006.01)

F16H 7/02 (2006.01)

F16H 35/02 (2006.01)

F16H 57/00 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.09.2007 E 07852464 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.11.2014 EP 2078144**

54 Título: **Sistema de transmisión de correa sincrónica**

30 Prioridad:

09.10.2006 US 850080 P

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

11.02.2015

73 Titular/es:

**THE GATES CORPORATION (100.0%)
1551 Wewatta Street
Denver, CO 80202, US**

72 Inventor/es:

LACY, FRASER

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 528 666 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

Sistema de transmisión de correa sincrónica

5 Campo de la invención

La invención se refiere a un sistema de transmisión de correa sincrónica, y más particularmente a un sistema que tiene una rueda dentada oblonga, como se desvela por ejemplo en el documento US 2003/0104886 A1.

10 Antecedentes de la invención

Una gran variedad de motores de combustión interna automotrices e industriales dependen rutinariamente de un sistema de transmisión de correa sincrónica para transmitir un par de torsión de una rueda dentada impulsora en un cigüeñal a una rueda dentada impulsada en un árbol de levas. Los árboles de leva producen vibraciones que pueden ser perjudiciales para la vida operativa del motor y de la correa sincrónica. En particular, la actuación de las válvulas de entrada y de escape a través del contacto con los lóbulos del árbol de levas provoca una carga cíclica de par de torsión fluctuante que se transmitirá a través de la correa sincrónica.

Los intentos de la técnica anterior para atenuar las cargas de par de torsión fluctuante incluyen el uso de amortiguadores para el árbol de leva así como tensores amortiguados de correa.

Las enseñanzas desvelan el uso de ruedas dentadas no circulares (ovales) para controlar fuertemente los pares de torsión fluctuantes, por ejemplo, Informes de Progreso VDI N° 272 "Non-Uniform Transmission Belt Drives" por Dipl.-Ing. Egbert Frenke.

Otros intentos incluyen el uso de un rotor que tiene un perfil no circular oval con al menos dos partes protuberantes que alternan con porciones hundidas. El montaje de carga rotatoria presenta un par de torsión de carga periódica fluctuante cuando se impulsa en rotación en el que las posiciones angulares de las partes protuberantes y hundidas del perfil no circular en relación con la posición angular del segundo del segundo rotor, y su magnitud, cancelan sustancialmente las tensiones alternantes de la correa provocadas por el par de torsión de carga fluctuante del montaje de rotación.

Representativo de la técnica es el número de patente de Estados Unidos 7.044.875 que desvela un aparato y método de transmisión síncrona, donde el aparato comprende una pluralidad de rotores que comprenden al menos un primer y un segundo rotor. El primer rotor tiene una pluralidad de dientes para acoplarse a las secciones de acoplamiento de una estructura alargada de transmisión, y el segundo rotor tiene una pluralidad de dientes para acoplarse a la sección de acoplamiento de la estructura alargada de transmisión. Un montaje rotatorio de carga se acopla al segundo rotor. La estructura alargada de transmisión se acopla alrededor del primer y segundo rotor. El primer rotor está dispuesto para impulsar la estructura alargada de transmisión y el segundo rotor está dispuesto para ser impulsado por la estructura alargada de transmisión. Uno de los rotores tiene un perfil no circular con al menos dos partes protuberantes que alternan con partes hundidas. El montaje de carga rotatorio es tal que presenta un par de torsión de carga fluctuante periódico cuando se impulsa en rotación, en el que las posiciones angulares de la partes protuberantes y hundidas del perfil no circular en relación con la posición angular del segundo rotor, y la magnitud de la excentricidad del perfil no circular, son tales que el perfil no circular aplica al segundo rotor un par de torsión correctivo fluctuante opuesto que reduce o sustancialmente cancela el par de torsión de carga fluctuante del montaje de carga rotatorio.

Lo que se necesita es un sistema de rueda dentada para transmisión de correa que comprenda una rueda dentada oblonga que tenga una superficie dentada y al menos una parte lineal dispuesta entre dos partes circulares, teniendo las partes circulares un radio constante, teniendo la parte lineal una longitud que se relacione con una amplitud de fluctuación de par de torsión.

Resumen de la invención

El principal objetivo de la invención es proporcionar un sistema de rueda dentada para transmisión de correa que comprenda una rueda dentada oblonga que tenga una superficie dentada y al menos una parte lineal dispuesta entre dos partes circulares, teniendo las partes circulares un radio constante, teniendo la parte lineal una longitud que se relacione con una amplitud de fluctuación de par de torsión.

La siguiente descripción de la invención y los dibujos acompañantes señalarán o harán más obvios otros aspectos de la invención.

La invención comprende un sistema de transmisión de correa síncrona como se enumera en las reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos acompañantes, que se incorporan y forman una parte de la especificación, ilustran realizaciones preferentes de la presente invención, y junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención.

- 5 La Fig. 1 es una vista lateral de una rueda dentada oblonga.
 La Fig. 2 es una vista lateral de una realización alternativa de la rueda dentada.
 La Fig. 3 es una vista en perspectiva de un motor de gasolina con dos árboles de leva, cuatro cilindros y cuatro tiempos.
 10 La Fig. 4 es una vista en perspectiva de un motor de diesel con un árbol de leva, cuatro cilindros y cuatro tiempos que tiene una bomba de combustible impulsada en la parte trasera del árbol de leva.
 La Fig. 5 es una vista en perspectiva de un motor de diesel con un árbol de leva, cuatro cilindros y cuatro tiempos con la bomba de combustible incorporada en el sistema de transmisión de correa sincrónica.
 La Fig. 6 es una vista esquemática de un motor de gasolina con dos árboles de leva, cuatro cilindros y cuatro tiempos.
 15 La Fig. 7 es una vista representativa de una característica típica de carga total para la rueda dentada impulsada de un motor diesel de cuatro cilindros y cuatro tiempos, que incluye curvas extraídas de 1,5^o y 2^o orden.
 La Fig. 8 es una vista representativa de la característica de carga de 2^o orden para una rueda dentada impulsora de un motor de cuatro cilindros y cuatro tiempos.
 La Fig. 9 es una vista representativa de una característica de carga de 1,5^o orden para una rueda dentada impulsora de un motor diesel de cuatro cilindros y cuatro tiempos con una bomba de combustible con 3 pistones (u otro dispositivo que induzca una 1,5^o orden).
 20 La Fig. 10 es una familia de curvas que representan relaciones esfuerzo/tensión para una correa sincrónica.
 La Fig. 11 es una serie de curvas que muestran los efectos del ajuste de fases/desajuste de fases de una rueda dentada oblonga en la dinámica del motor para el sistema en la Fig. 6.
 La Fig. 12 es una gráfica que muestra la característica de vibración angular en el árbol de levas de un motor mostrado en la Fig. 6 antes y después de la aplicación de una rueda dentada oblonga.
 La Fig. 13 es una gráfica que muestra la característica de tensión del lado tenso de un motor mostrado en la Fig. 6 antes y después de una rueda dentada oblonga.
 25 30

Descripción detallada de la realización preferente

35 La Fig. 1 es una vista lateral de una rueda dentada oblonga. La rueda dentada inventiva 10 comprende una superficie dentada 11. La superficie dentada 11 se acopla a una correa dentada. La superficie dentada 11 comprende áreas de tierra 12 y ranuras adyacentes 13. Las ranuras 13 tienen una forma que es compatible con el correspondiente diseño de una forma de diente de una correa dentada. Las correas dentadas también son referidas como correas sincronas ya que se usan para sincronizar la rotación de una rueda dentada impulsora e impulsada.

40 La rueda dentada 10 comprende una parte 14 y una parte 15. La parte 14 tiene una superficie dentada arqueada 11a que comprende un radio constante R2. La parte 15 tiene una superficie dentada arqueada 11b que comprende un radio constante R1. Las partes 14 y 15 son segmentos de un círculo ya que los radios R1 y R2 son iguales y constantes. El uso de segmentos circulares de esta manera reduce la complejidad del diseño y del proceso de fabricación para la rueda dentada inventiva.

45 La parte 16 está dispuesta entre la parte 14 y la parte 15. La parte 16 comprende una sección rectangular que tiene el efecto de desplazar cada parte 14 y 15 una de la otra, dando de esta manera una forma oblonga a la rueda dentada. La superficie de la rueda dentada 11 es recto, esto es, lineal o plano entre dos puntos 160 y 161, y 162 y 163.

50 La parte plana 16 tiene una longitud que se relaciona con un amplitud de fluctuación de par de torsión del sistema. En esta realización la parte 16 tiene una dimensión (W) de aproximadamente 2 mm entre los puntos 160 y 161, y 162 y 163. Por ello, el centro de curvatura 17 de la parte 14 está desplazado por una distancia de W/2, aproximadamente 1 mm, desde el centro de rotación 19 de la rueda dentada. También, el centro de curvatura 18 de la parte 15 está desplazado por una distancia de W/2, aproximadamente 1 mm, desde el centro de rotación 19 de la rueda dentada. Las dimensiones dadas son solamente para fines ilustrativos y no pretenden ser limitativas. También sigue que una longitud principal (LM) de la rueda dentada tiene la dimensión:

$$L_{\text{mayor}} = R1 + R2 + W.$$

60 Un segmento principal (SP) para cada parte 14, 15 tiene una dimensión:

$$SP = (R1 + W/2) \text{ o } (R2 + W/2).$$

65 Una longitud menor tiene una dimensión:

$$L_{\text{menor}} = R1 + R2$$

La longitud (W) de la parte 16 se determina mediante el radio de las partes 14 y 15 y depende de la característica de vibración angular dinámica que está contrarrestando y que se describe en esta especificación. La rueda dentada 10 puede diseñarse usando pendiente de superficie constante, pendiente angular constante o una combinación de las dos. "Pendiente de superficie" se define como la distancia entre dos "puntos de pendiente" consecutivos correspondientes o la OD de la rueda dentada, medida alrededor de la línea OD.

La pendiente de superficie constante se calcula de la siguiente manera:

$$PS = (((((Nr \times \text{Pendiente nom}) / \text{Pi}) - \text{PLD}) \times \text{Pi}) / Nr)$$

Donde:

PS = Pendiente de superficie
 Nr = Número de ranuras en la rueda dentada
 Pendiente nom = Pendiente del sistema nominal
 Pi = ~3,141
 PLD = Diámetro PLD del sistema

"Pendiente angular" Se define como la diferencia angular entre dos "puntos de pendiente" consecutivos correspondientes en una rueda dentada, y puede medirse en grados o radianes. La pendiente angular constante se define de la siguiente manera:

$$PA = 360 / \text{Grados Nr}$$

Donde:

PA = Pendiente angular
 Nr = Número de ranuras en la rueda dentada

El perfil de ranura de rueda dentada puede diseñarse individualmente para adaptarse a la dinámica particular del motor.

El módulo elástico de la extensión de la correa, en combinación con el módulo de dientes y la compensación de la rueda dentada (W/2) se optimiza para cancelar las fluctuaciones del par de torsión a velocidades predeterminadas del motor. Como consecuencia, en esta solicitud la correa se analiza y diseña como un miembro resorte del sistema además de medirse para transmitir las cargas requeridas de tensión. La respuesta dinámica del sistema se selecciona mediante proceso iterativo para llegar a una combinación de radio de módulo de correa y radio de rueda dentada oblonga (R1 y R2) que cancela sustancialmente todas las fluctuaciones del par de torsión que de otra manera se transmiten a través de la correa y el sistema de transmisión de correa.

La Fig. 2 es una vista lateral de una realización alternativa de la rueda dentada. Esta realización comprende tres segmentos lineales dispuestos entre partes arqueadas 14, 15, 16a como se describe de otra manera en la Fig. 1. Los tres segmentos lineales (161 a 162) y (163 a 164) y (165 a 166) están dispuestos entre cada parte arqueada 14, 15, 16a). Cada parte arqueada 14, 15, 16a comprende, respectivamente, radios constantes e iguales R1, R2, R3. Los tres segmentos lineales están igualmente separados alrededor de la circunferencia de la rueda dentada en intervalos de aproximadamente 120°. La Fig. 9 es representativa de la característica de carga de 1,5º orden en un sistema que usa la rueda dentada mostrada en la Fig. 2.

Las Figs. 3, 4 y 5 son algunos diseños típicos de transmisión para motores de combustión interna de cuatro cilindros y cuatro tiempos que usan un sistema de correa dentada para impulsar el árbol de levas y los auxiliares. Estos motores típicamente muestran una dinámica alta de 2º orden. Dependiendo de la especificación de la bomba de combustible, algunos motores diesel pueden tener un 1,5º orden que sea dominante. Los diagramas esquemáticos que muestran tal dinámica pueden verse en las Figs. 7, 8 y 9.

Con el fin de contrarrestar la dinámica de 2º orden, la rueda dentada inventiva 10 está unida al cigüeñal del motor Cig. Dependiendo de la presencia de otros órdenes dominantes, puede ser necesario aplicar realizaciones alternativas de la rueda dentada. Éstas pueden estar unidas al cigüeñal, pero pueden aplicarse igualmente en otro lugar en el sistema, por ejemplo en la rueda dentada de la bomba de agua o en la rueda o ruedas dentadas del árbol de levas. El cigüeñal del motor es el impulsor de todo el sistema de transmisión de correa. La dirección impulsada de la correa es DoR. Debido a la proporción de la rueda dentada, el cigüeñal del motor Cig rota dos veces para cada rotación del árbol de levas ARB1.

En la Fig. 3, una rueda dentada 300 está conectada al árbol de levas ARB1 y la rueda dentada 304 está conectada a un segundo árbol de levas ARB2. Los engranajes locos Loc1 y Loc2 conocidos en la técnica se usan

para mantener una planificación de ruta de la correa adecuada y un control de tensión. La rueda dentada 100 está conectada a la bomba de agua BA. La correa 200 se prepara entre las varias ruedas. La dirección de rotación para la correa 200 se muestra como DdR. El punto en el que la correa 200 se acopla a la rueda dentada del cigüeñal CIG es 201. La inercia del árbol de levas y las cargas del par de torsión están representadas en 301.

La correa dentada 200 se prepara entre la rueda dentada 10 y la rueda dentada de leva 300. El punto de entrada de la correa 201 es aquel punto en el que la correa 200 se acopla a la rueda dentada. El sistema inventivo minimiza las fluctuaciones del par de torsión midiendo la posición del punto de entrada 201 con la longitud mayor (LM) de la rueda dentada 10. La longitud de extensión de la correa entre el cigüeñal CIG y la rueda dentada de leva 304 es "LE".

Similarmente, en las Figs. 4 y 5, la rueda dentada el árbol de levas 300 está unida al árbol de levas del motor ARB1. En la Fig. 4, la característica de carga 301 incluye la característica del par de torsión de una bomba de combustible unida a la parte trasera del árbol de levas mientras que en la Fig. 5 el par de torsión de la bomba de combustible está representado por la característica de carga 302. Las inercias y las cargas del par de torsión (301, 302, 101) provocadas por otros componentes tales como bombas de agua y vacío también pueden estar presentes, concretamente BA (101) en la Fig. 4 y Fig. 5. En la Fig. 4 LOC1 y LOC2 son engranajes locos conocidos en la técnica para guiar de manera apropiada la correa 200. En la Fig. 4, la longitud de expansión de la correa entre la rueda dentada del cigüeñal 10 y la rueda dentada de leva 300 es "LE".

Para un motor de gasolina las cargas de par de torsión fluctuantes cíclicas dominantes son normalmente una característica del árbol de levas. Para un motor diesel el orden dominante puede producirse por el árbol de levas y/o una bomba de inyección de combustible que puede estar incluida en el sistema de transmisión. Los pares de torsión provocados por la bomba de agua y la bomba de vacío pueden variar pero no son cíclicos, en sí mismos, durante el mismo periodo o frecuencia que los árboles de leva y no son normalmente características dominantes de la dinámica de transmisión.

La Fig. 5 es una vista en perspectiva de otra realización de motor con una única leva con bomba de inyección de combustible incluido en la transmisión para un motor diesel. En esta realización, además del sistema mostrado en la Fig. 4 el sistema comprende además una rueda dentada 305 conectada a la bomba de combustible IP. También se muestra una rueda P1 que se acopla a otra correa con múltiples fricciones usada para impulsar varios accesorios de motor (no mostrados). En la Fig. 5, las cargas de leva están representadas por 301 y la carga de bomba de combustible por 302. La rueda dentada 100 está conectada a la bomba de agua BA. En la Fig. 5 la carga del par de torsión por una bomba de inyección de combustible está representada por 302.

Una carga total típica característica para un motor de cuatro cilindros y cuatro tiempos está representada por la curva "E" en la Fig. 7. Las curvas "D" y "C" representan características típicas de 2º y 1,5º orden que se han extraído de la característica de carga total. La característica de carga de un motor de gasolina de cuatro cilindros y cuatro tiempos normalmente no incluiría un 1,5º orden.

El cambio en el radio medio en el punto de acople de la correa 201 de la rueda dentada inventiva 10 cuando rota es la curva "C" en las Figs. 8 y 9. El integral de curva "C", que es el cambio efectivo de longitud de la correa en la Fig. 4, es la curva "D" en las Figs. 8 y 9. Lo derivado del cambio en el radio medio de la rueda dentada es la aceleración de un punto dado en la superficie dentada, 11, debido al cambio en la forma de la rueda dentada.

Con el fin de contrarrestar la dinámica de 2º orden, la parte plana 16 de la rueda dentada oblonga 10 está dispuesta en relación de medición con la rueda dentada del árbol de levas 300 de tal manera que se hace variar una longitud efectiva de la correa 200 entre la rueda dentada 300 y la rueda dentada 10 en la Fig. 4 de tal manera que sustancialmente cancele las tensiones alternantes de la correa provocadas por las fluctuaciones cíclicas del par de torsión del árbol de levas. Como un ejemplo de un diseño para cancelar la dinámica de 2º orden, esto puede conseguirse midiendo la longitud máxima de la rueda dentada 10 ($R1+R2+W$) para coincidir con el punto de entrada de la correa 201 cuando el par de torsión del árbol de levas, y por lo tanto la tensión de la correa, está en su máximo.

La característica dimensional absoluta de una transmisión que contiene una rueda dentada oblonga depende de parámetros tales como el par de torsión fluctuante, el módulo de expansión de la correa, las inercias de cada uno de los accesorios impulsados en el sistema, la tensión de instalación de la correa y la interacción entre la correa y las ruedas dentadas. La interacción entre la correa y las ruedas dentadas depende de parámetros tales como el número de dientes engranados en la rueda dentada, el módulo de dientes de la correa, las dimensiones de la correa y el coeficiente de fricción entre las superficies de la correa y la rueda dentada.

La Fig. 6 es una vista esquemática de un motor de gasolina con dos árboles de leva, cuatro cilindros y cuatro tiempos. El sistema ilustrativo comprende levas LV1, LV2 y correa B preparada entre ellas. Comprende además un tensor TEN, bomba de agua BA y rueda dentada del cigüeñal CIG. La dirección de rotación de la correa C es DdR. Las longitudes de expansión de interés están entre CIG de rueda dentada y LOC de rueda dentada, LOC de rueda dentada y BA de rueda dentada y CIG de rueda dentada y BA de rueda dentada. En la Fig. 6, la longitud de

expansión de la correa entre la rueda dentada del cigüeñal CIG y la rueda dentada de leva LV1 es "LE". Para fines de cálculo, ya que no hay mayor impacto de carga entre LV1 y CIG en DdR, pueden tratarse como una única expansión "LE". Los valores típicos aproximados para las variables del sistema descrito en la Fig. 6 son los siguientes:

- 5 Las fluctuaciones típicas del par de torsión de leva son: 20 a 40 Nm/ -10 a -30 Nm
Módulo de expansión de correa: 240 Mpa
Los valores típicos de inercia del componente son:
- 10 $CIG = 0,4 \text{ gm}^2$
 $LV1 = LV2 = 1,02 \text{ gm}^2$
 $BA = 0,15 \text{ gm}^2$
- 15 La tensión de instalación de la correa: 400N (la tensión de instalación se mantiene por el tensor TEN de una manera conocida en la técnica)
Los dientes engranados en tres ruedas dentadas: CIG → 9 dientes; LV1, LV2 → 15 dientes.
Dimensiones de la correa: anchura = 25,4 mm; longitud = 1257,3 mm.
- 20 Los valores típicos para el coeficiente de fricción para la superficie de la rueda dentada 11 están en un rango de 0,15 a 0,5, típicamente 0,2.
- Los valores típicos de tensión de instalación de la correa pueden estar en el rango de 75N a 900N dependiendo de los requisitos del sistema.
- 25 El módulo de expansión de correa depende de la construcción del miembro tensor, del número de hebras del miembro tensor en la correa y de la anchura de la correa. Un ejemplo de módulo de expansión de correa para una correa con una anchura de 25,4 mm con 20 miembros tensores estaría en la región de aproximadamente 240 Mpa.
- 30 La Fig. 7 es representativa de una característica típica de carga total para la rueda impulsada de un motor diesel de cuatro cilindros y cuatro tiempo, que incluye curvas extraídas para el 1,5° orden (curva "C") y 2° orden (curva "D"). La característica de carga de un motor de gasolina de cuatro cilindros y cuatro tiempos normalmente no incluiría un 1,5° orden. La "compensación" se refiere a W/2. La "carga total" se refiere a la Fig. 7, línea "E".
- 35 En la Fig. 7, la línea "A" es par de torsión cero. La línea "B" representa el par de torsión medio en el sistema de transmisión de correa. La curva "C" es la característica de par de torsión de 1,5° orden extraído de la curva de carga total "E". La curva "D" es la característica de par de torsión de 2° orden extraído de la curva de carga total "E". La curva "E" es la característica de par de torsión de carga total del motor medida en el cigüeñal CIG. El área bajo la curva "E" representa el trabajo hecho para hacer girar el motor a una velocidad particular.
- 40 La Fig. 8 es representativa de la característica de carga de 2° orden (curva "B") para una rueda dentada impulsora de un motor de cuatro cilindros y cuatro tiempos que incluye el cambio en el radio (curva "C") para una rueda dentada oblonga y el resultante cambio de longitud de expansión de correa (curva "D").
- 45 En la Fig. 8, la línea "A" es par de torsión cero. La curva "B" es la característica del par de torsión de 2° orden extraído de la carga total. La curva "C" es la variación efectiva en el radio de polea del cigüeñal cuando rota 360 grados provocada por el segmento 16 en la Fig. 1. La curva "D" es el integral de la curva "C" y es el cambio efectivo en la longitud de expansión de la transmisión de correa provocado por la rueda dentada descrita en la Fig. 1.
- 50 La Fig. 9 es representativa de la característica "B" de carga de 1,5° orden para una rueda dentada impulsora de un motor diesel de cuatro cilindros y cuatro tiempos con una bomba de combustible de tres pistones, (u otro dispositivo impulsado que induzca un 1,5° orden), incluyendo el cambio en la longitud del radio de la rueda dentada (curva "C") para una realización alternativa de tres lóbulos de la rueda dentada oblonga (Fig. 2) y el cambio resultante de longitud de expansión de correa (curva "D"). la longitud de expansión de correa es la distancia entre la rueda dentada de leva ARB y la rueda dentada de cigüeñal CIG en la Fig. 6, por ejemplo.
- 55 En la Fig. 9, la línea "A" es par de torsión cero. La curva "B" es la característica de par de torsión de 1,5° orden extraído de la carga total. La curva "C" es la variación en el radio efecto de polea de cigüeñal cuando rota 360 grados. La curva "D" es el integral de curva "C" y es el cambio efectivo en la longitud de transmisión provocado por la realización alternativa de la rueda dentada descrita en la Fig. 3.
- 60 El módulo elástico de un miembro tensor de una variedad de correas usadas en el sistema inventivo se muestra en la Fig. 10. Las curvas ET1 a ET6 son conocidas como curvas esfuerzo/tensión para una variedad de correas 200. Cada curva representa un modulo que usa un material diferentes para la cuerda tensora en la correa. El cuerpo de correa HNBR elastomérico es ilustrativo y no limitativo. Además de HNBR, otros materiales para cuerpo
- 65

de correa pueden incluir EPDM, CR y poliuretano, o una combinación de dos o más de los anteriores. Los materiales comprenden:

- 5 ET1 (cuerda tensora de fibra de vidrio #1, cuerpo HNBR)
- ET2 (cuerda tensora de fibra de vidrio #2, cuerpo HNBR)
- ET3 (cuerda tensora de fibra de vidrio #3, cuerpo HNBR)
- ET4 (cuerda tensora de fibra de carbono, cuerpo HNBR)
- ET5 (cuerda tensora Aramid™, cuerpo HNBR)
- 10 ET6 (cuerda tensora de fibra de carbono, cuerpo HNBR)

El módulo elástico de cada miembro tensor es la pendiente de cada curva ET1 a ET6, como es conocido en la técnica. Típicamente, esta medición y cálculo se toma en la parte sustancialmente lineal de la curva. Además de la fibra de vidrio, fibra de carbono y Aramid™, otro material para miembro tensor puede incluir cable de acero inoxidable de filamentos finos.

15 $M = \Delta \text{esfuerzo} / \Delta \text{tensión}$ (como se mide en la parte sustancialmente lineal de la curva)

El módulo de expansión de correa depende de la construcción del miembro tensor, del número de hebras del miembro tensor en la correa y de la anchura de la correa. Un ejemplo de módulo de expansión de correa para curva ET1, para una correa con una anchura de 25,4 mm con 20 hebras de miembro tensor de fibra de vidrio, sería aproximadamente 242 Mpa.

20 La Fig. 11 es una serie de curvas que muestran los efectos del ajuste de fases/desajuste de fases de una longitud mayor de rueda dentada oblonga en la dinámica del motor para el sistema en la Fig. 6. La curva "D" es la disposición óptima de medición entre la posición de la longitud mayor de rueda dentada hasta el punto de entrada de la correa 201 y el pulso de par de torsión. Las curvas A, B y C están a destiempo en dirección de las manecillas del reloj de la posición de la curva "A" por +6, +4 y +2 dientes respectivamente. La curva "E" está a destiempo por 2 dientes en una dirección contraria a las manecillas del reloj. El ajuste de fase de la longitud máximo de expansión de correa hasta el par de torsión pico y la carga de inercia puede variar dependiendo de los órdenes dominantes de la transmisión y de aquellos que el sistema reducirá. El punto de entada de la correa 201 es aquel punto en el que la correa se acopla a la rueda dentada. En la Fig. 3 la longitud de expansión es "LE".

25 En relación con el intervalo angular o ajuste de fase de la tolerancia angular permitida se calcula usando lo siguiente:

$$35 \quad \pm (360/2 \times \text{número de ranuras de la rueda dentada})$$

La longitud de expansión de la transmisión de correa está en su máximo cuando el par de torsión está en su máximo.

40 La Fig. 12 es una gráfica que muestra el efecto de una rueda dentada oblonga correctamente ajustada en la fase de un motor con dos levas, cuatro cilindros y cuatro tiempos como el representado en la Fig. 6. Las curvas "A" y "B" representan valores medidos para vibración angular en las ruedas dentadas de entrada y escape del árbol de levas respectivamente para un diseño de la técnica anterior que usa ruedas dentadas redondas.

45 A modo de comparación, las curvas "C" y "D" representan valores medidos para vibración angular en las ruedas dentadas de entrada y escapa del árbol de levas respectivamente con una rueda inventiva usada en el cigüeñal. La reducción resultante en la vibración angular es de aproximadamente 50%.

50 Similarmente, la Fig. 13 es una gráfica que muestra un gráfico que muestra el efecto de una rueda dentada oblonga correctamente ajustada en la fase como se describe en la Fig. 1 en un motor con dos levas, cuatro cilindros y cuatro tiempos como el representado en la Fig. 6. Las curvas "A" "B" y "C" representan valores medidos para tensión máxima, media y mínima de lado tenso dinámico respectivamente en un rango de velocidades de motor para un diseño de transmisión de la técnica anterior. En este ejemplo, esta tensión se midió en la posición LOC en la Fig. 6. Para una vida útil extendida de la correa la tensión del lado tenso de la correa debería minimizarse. Las curvas "D", "E" y "F" representan valores medidos para tensión máxima, media y mínima del lado tenso de la correa con la rueda dentada inventiva en uso. La reducción resultante en la tensión del lado tenso en la instalación está en el rango de 50-60% en el rango de velocidad resonante del motor (aproximadamente 400 rpm a aproximadamente 480 rpm). El descenso en la tensión de lado tenso de la correa representa una mejora significativa en la vida operativa de la correa.

55 Aunque aquí se han descrito formas de la invención, para aquellos expertos en la técnica resultará obvio que puedan hacerse variaciones en la construcción y relación de partes sin parte del alcance de la invención aquí descrita.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de transmisión de correa sincrónica que comprende:

5 una rueda dentada oblonga (10) que tiene una superficie dentada
una segunda rueda dentada (300) que tiene una superficie dentada, la segunda rueda dentada q
la segunda rueda dentada conectada a una carga rotatoria, teniendo la carga rotatoria fluctuaciones cíclicas
10 de par de torsión; caracterizada porque dicha rueda dentada oblonga (10) tiene al menos una parte lineal
(16) dispuesta entre dos partes arqueadas (14, 15), teniendo las partes arqueadas un radio constante (R1,
R2), teniendo la parte lineal una longitud predeterminada (W); y
una longitud mayor (LM) de la segunda rueda oblonga (10) está medida para coincidir con un punto de
15 entrada de la correa (201) cuando la amplitud de la fluctuación cíclica del par de torsión está en su máximo,
de tal manera que se haga variar una longitud de expansión (LE) de la correa dentada sin fin de tal manera
que cancele sustancialmente las fluctuaciones cíclicas del par de torsión.

2. El sistema de transmisión de correa sincrónica como en la reivindicación 1, donde la rueda dentada oblonga (10) está unida a un cigüeñal del motor.

20 3. El sistema de transmisión de correa sincrónica como en la reivindicación 1, donde la segunda rueda dentada (300) está conectada a un árbol de levas del motor.

4. El sistema de transmisión de correa sincrónica como en la reivindicación 1, donde la rueda dentada oblonga (10) comprende además una segunda parte lineal.

25 5. El sistema de transmisión de correa sincrónica como en la reivindicación 1, donde la rueda dentada oblonga (10) comprende además:

30 al menos tres partes lineales; y
donde cada parte lineal está dispuesta entre dos partes arqueadas, teniendo cada parte arqueada un radio constante.

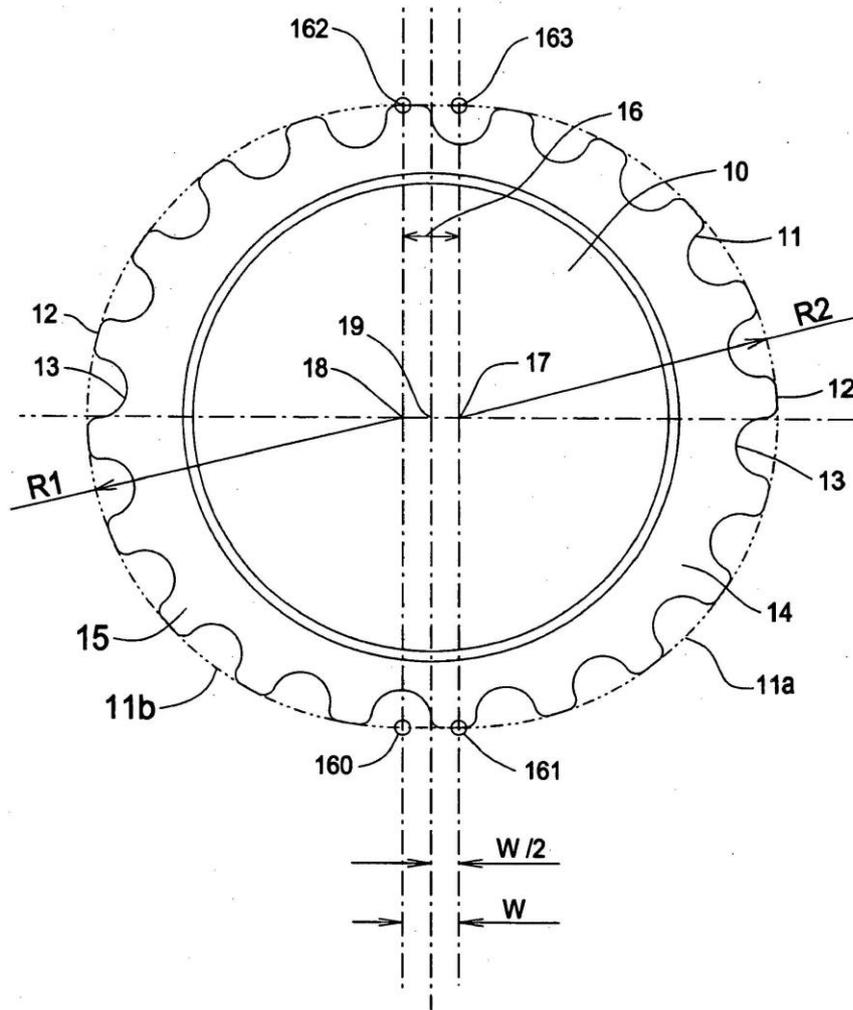


FIG.1

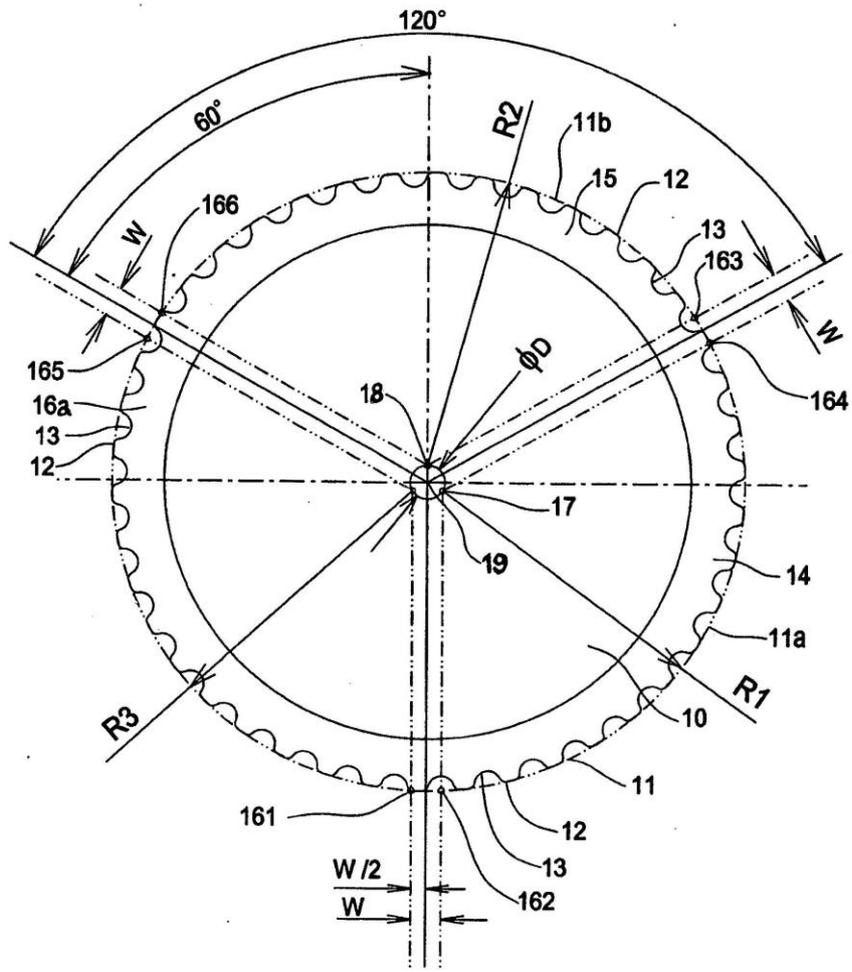


FIG.2

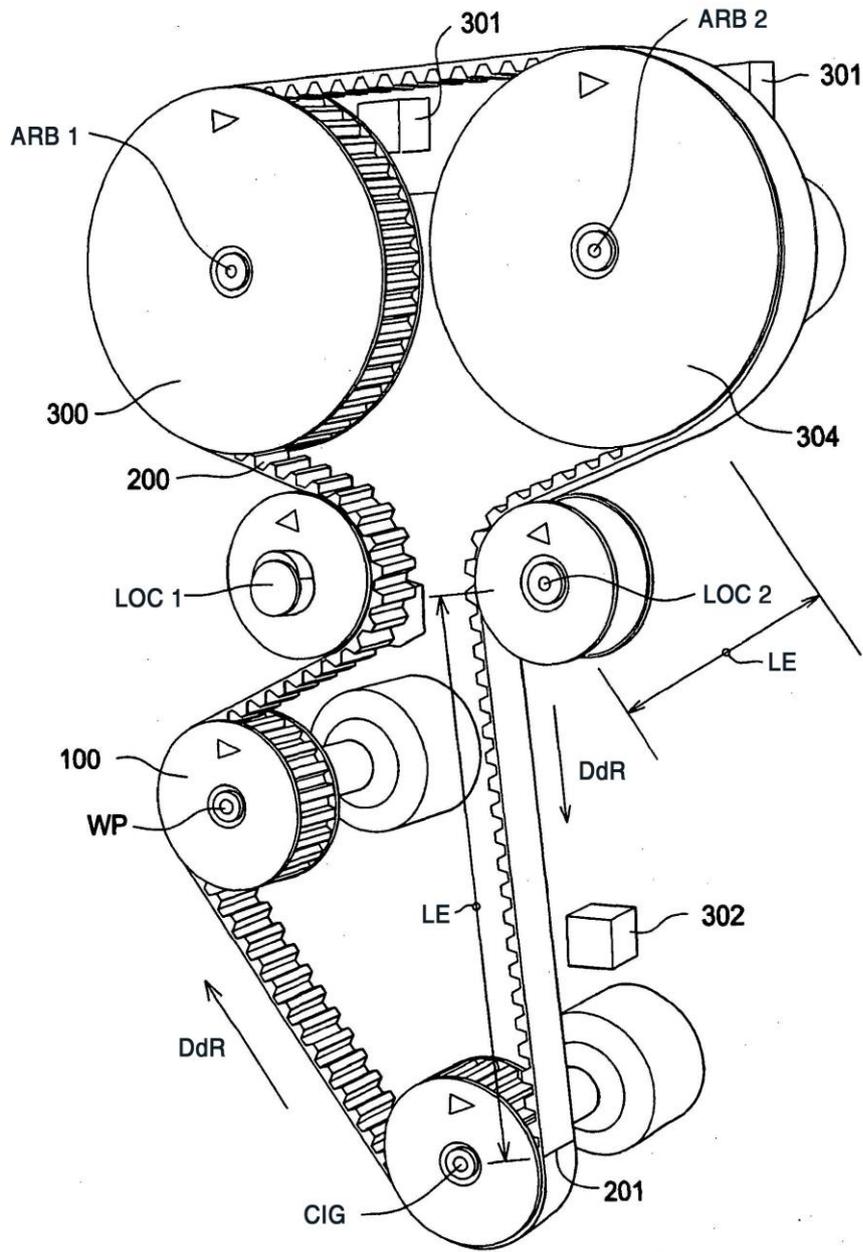


FIG.3

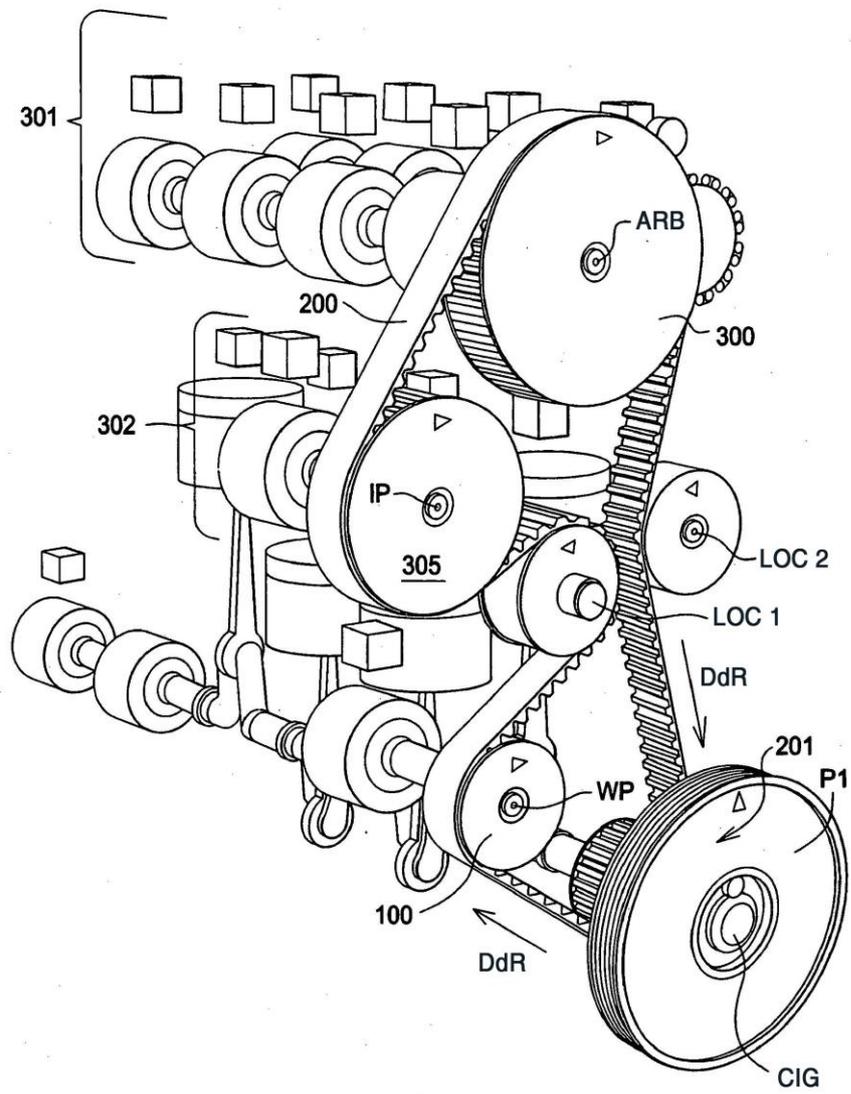


FIG.5

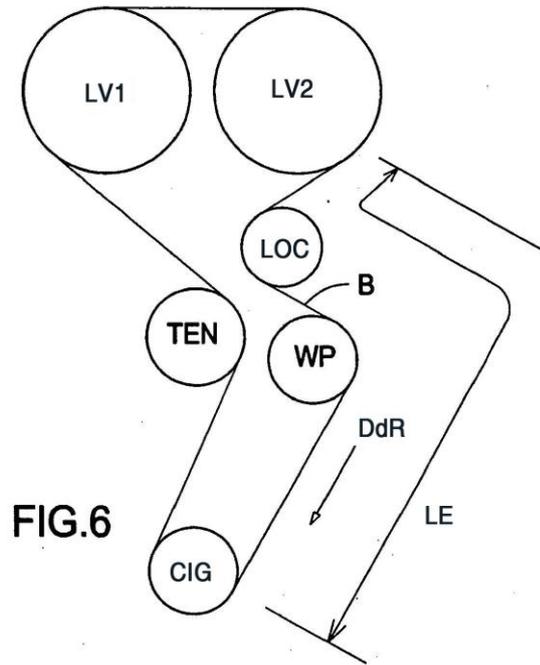


FIG.6

CÁRACTER DE CARGA DE POLEA IMPULSADA

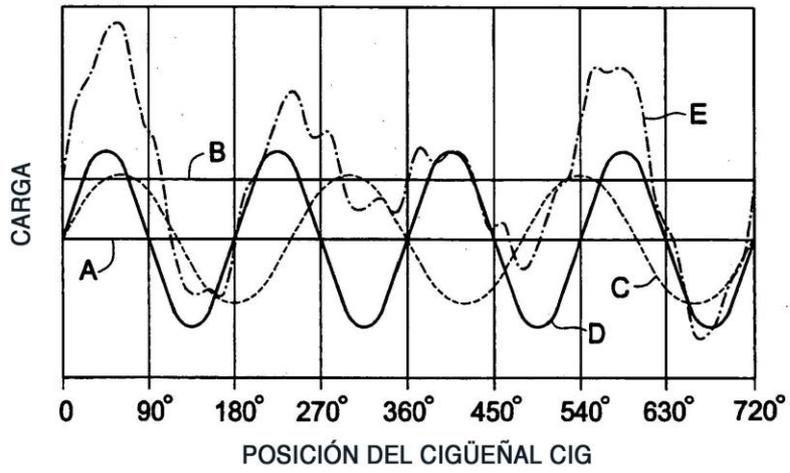


FIG.7

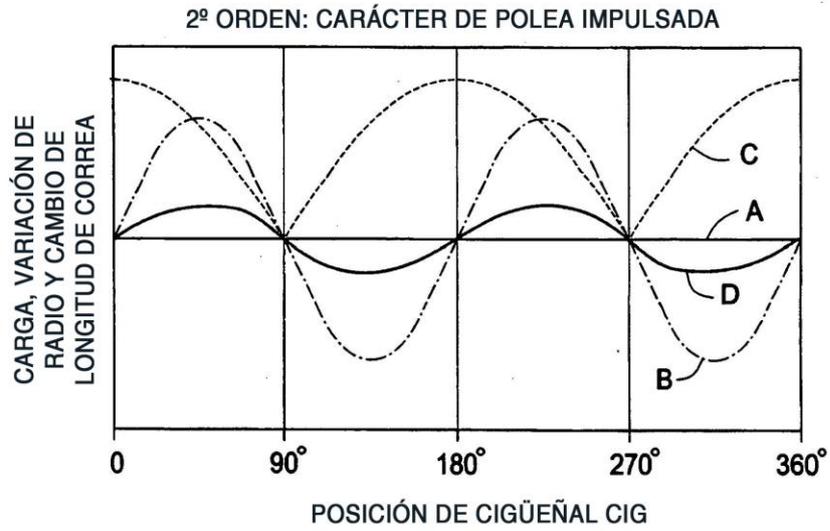


FIG.8

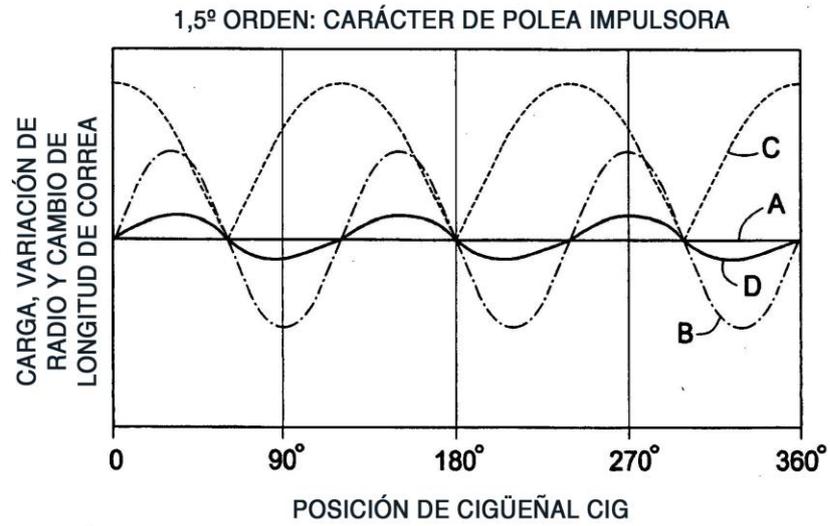


FIG.9

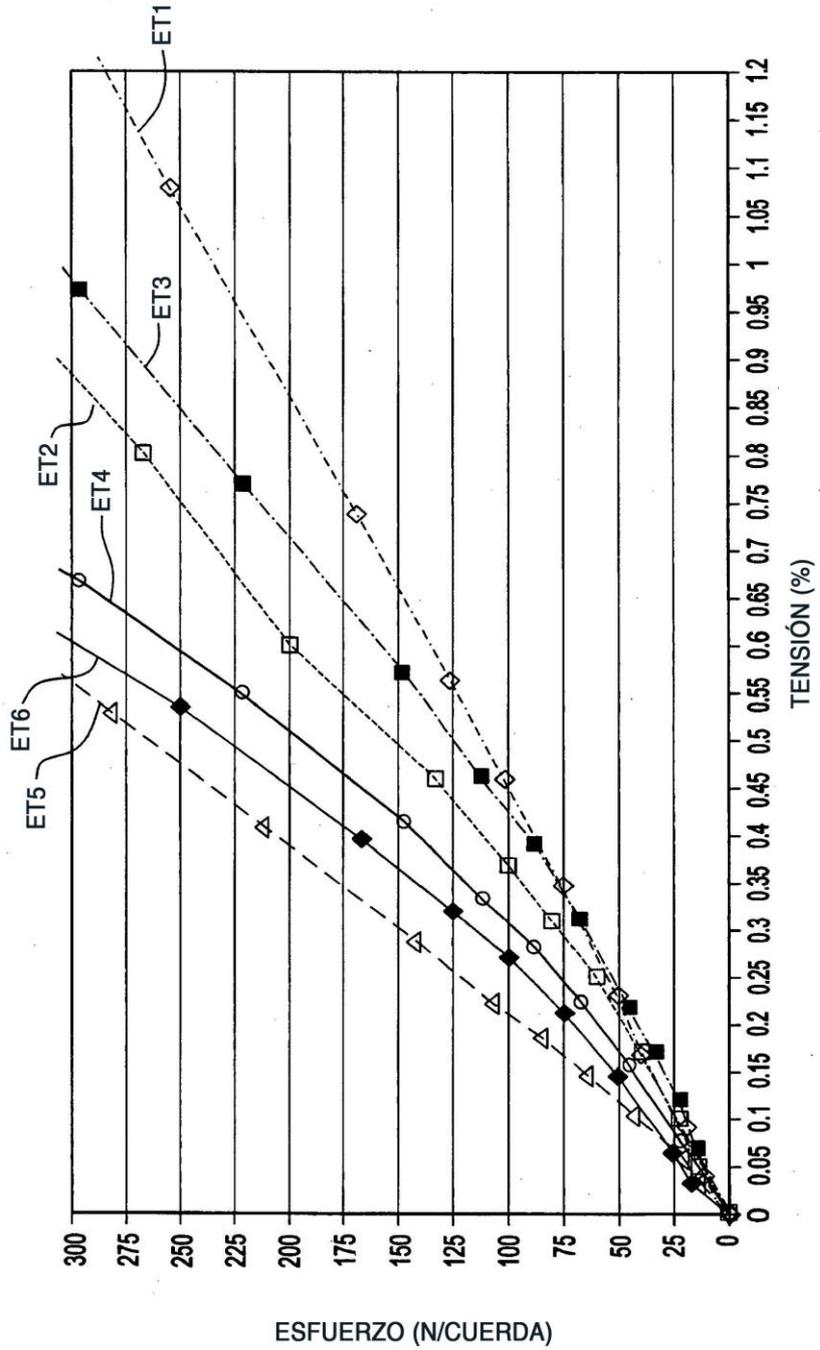


FIG.10

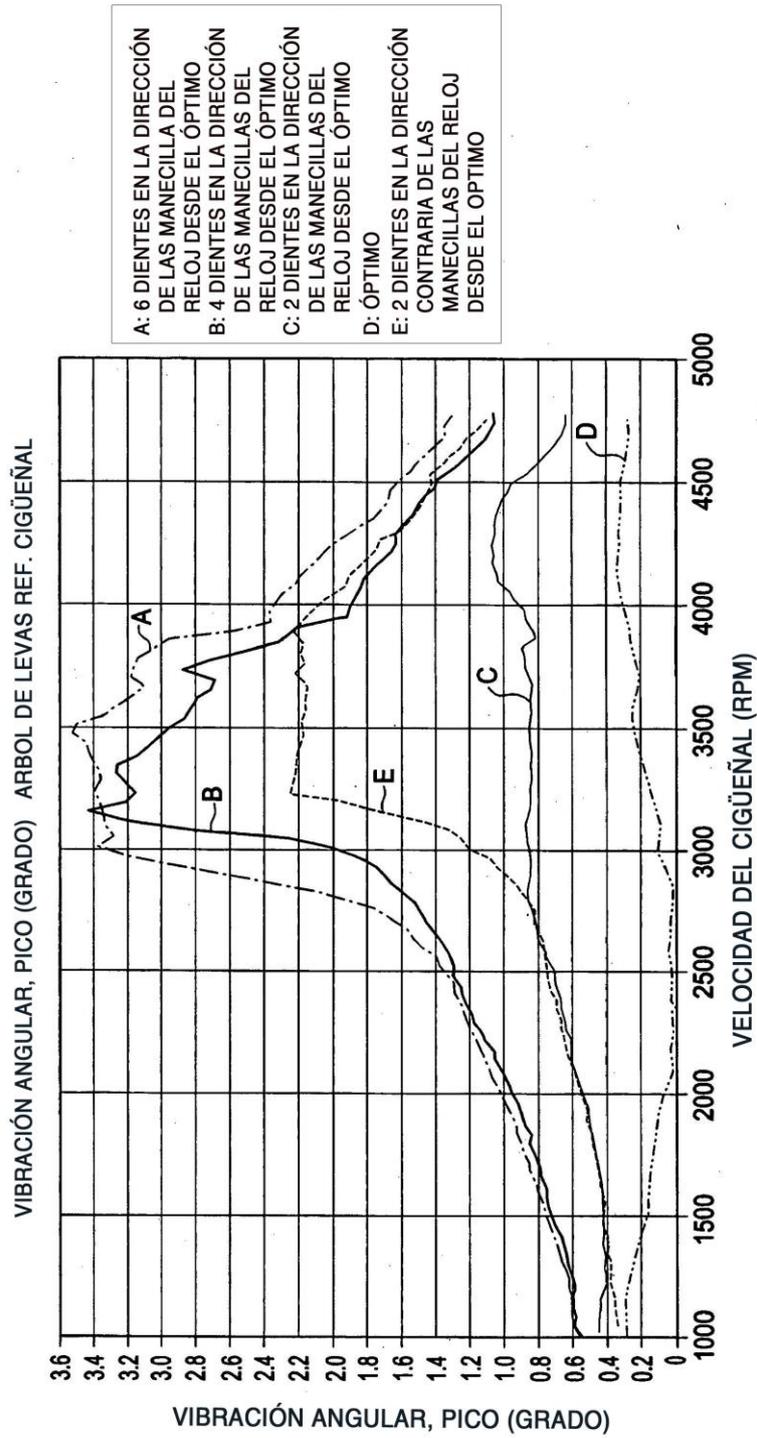


FIG.11

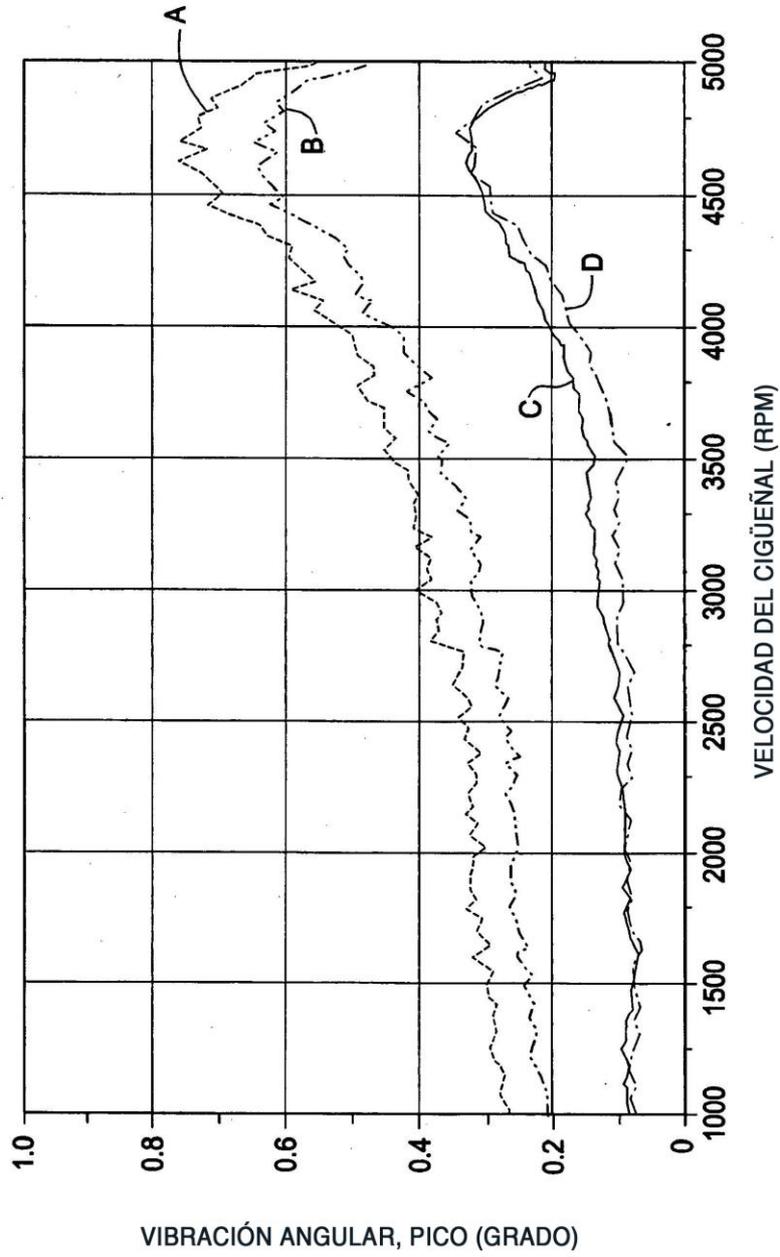


FIG.12

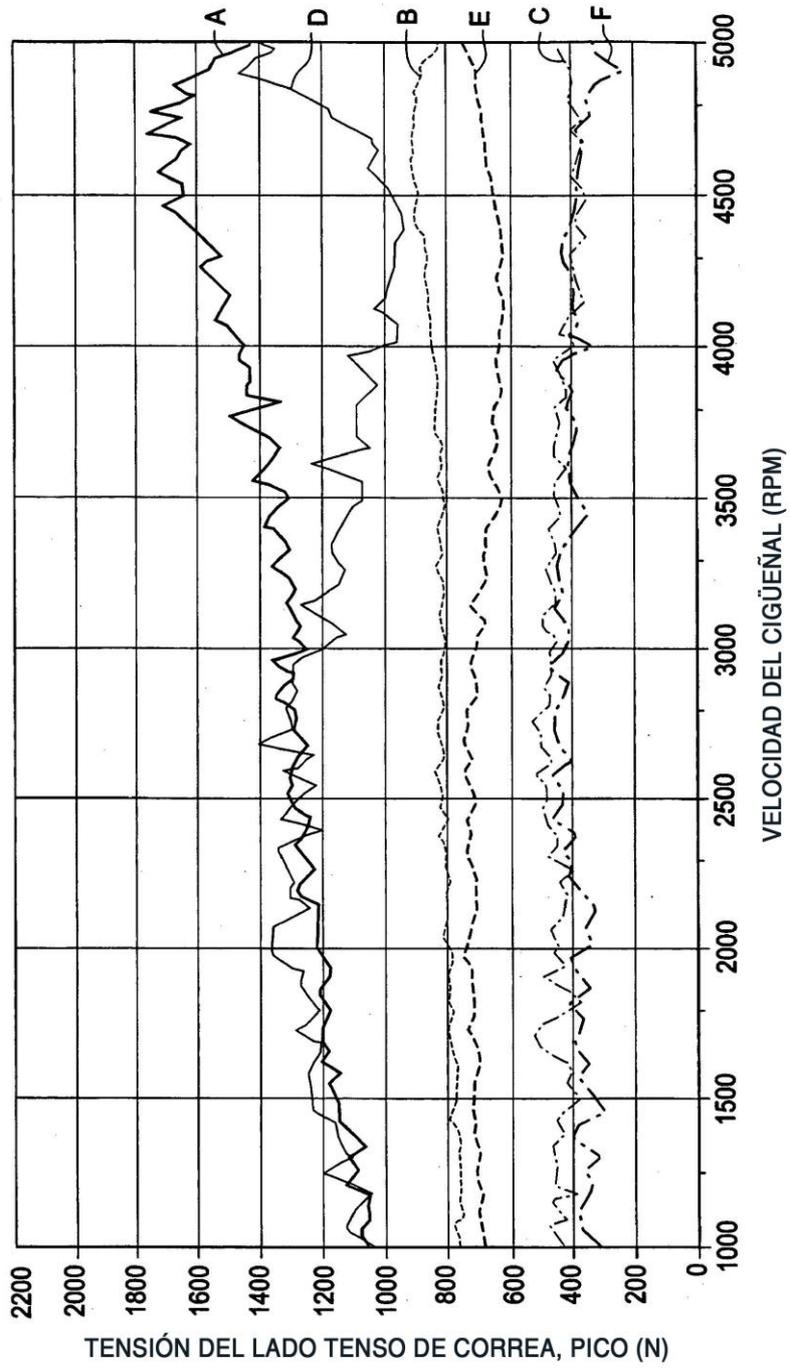


FIG.13