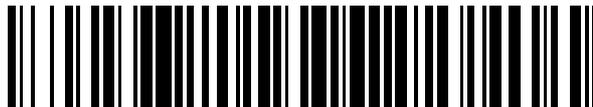


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 557 905**

51 Int. Cl.:

**F16H 37/08** (2006.01)

**F16H 61/664** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2009** **E 09803889 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.10.2015** **EP 2379913**

54 Título: **Transmisión continuamente variable**

30 Prioridad:

**22.12.2008 JP 2008325767**

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

**29.01.2016**

73 Titular/es:

**TOROTRAK (DEVELOPMENT) LIMITED (50.0%)**  
**1 Aston Way**  
**Leyland Lancashire PR26 7UX, GB y**  
**EQUOS RESEARCH CO., LTD. (50.0%)**

72 Inventor/es:

**MURRAY, STEPHEN WILLIAM y**  
**OKADA, ARISUKE**

74 Agente/Representante:

**LAZCANO GAINZA, Jesús**

**ES 2 557 905 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

## Transmisión continuamente variable

5 La presente invención se refiere a una transmisión continuamente variable, que es particularmente, pero no exclusivamente, apta para su uso en vehículos de motor incluyendo automóviles. Más específicamente, la invención se refiere a una transmisión continuamente variable de régimen múltiple que tiene capacidad de respuesta mejorada durante la conmutación de régimen.

10 El documento WO 03/100295 (Torotrak (Development) Limited y otros) describe una transmisión continuamente variable que emplea un variador de carrera toroidal y en el que se disponen coaxialmente varios miembros. Esta transmisión continuamente variable proporciona engranajes de avance y marcha atrás adecuados para un vehículo, que incluyen un punto neutro de engranaje, mediante la combinación del variador con un dispositivo de engranaje planetario cuya velocidad de salida se determina tanto (a) por la velocidad de salida del variador, como (b) por la velocidad del vástago de entrada de la transmisión. La transmisión emplea recirculación de torque.

15 El variador del documento WO 03/100295 comprende: dos discos de entrada cada uno que tienen superficies semitoroidales rebajadas; un disco de salida que se coloca entre los discos de entrada, y cada superficie lateral de la que tiene una superficie semitoroidal rebajada; y los rodillos que hacen contacto con las superficies rebajadas enfrentadas de los discos de entrada y el disco de salida. El disco de entrada en el lado de entrada (lado del motor) se asegura a un vástago de entrada, mientras que el disco de salida se une a un manguito que forma una salida giratoria que se posiciona alrededor del vástago de entrada. Una parte protuberante en uno de los discos de entrada se inserta en el manguito, el vástago de entrada y la protuberancia del disco de entrada que se une al mismo elemento (un portador) de un dispositivo de engranaje planetario, y el vástago del manguito que se une a otro elemento (un engranaje central) del dispositivo de engranaje planetario.

20 El documento WO 07/003657 (Torotrak (Development) Limited y otros) describe una transmisión continuamente variable en la que se proporciona una función de "tope de extremo", para evitar que el variador vaya más allá del extremo de su intervalo de relación previsto, por medio de embragues unidireccionales que impiden que la velocidad de un primer vástago, que acciona la salida de la transmisión en régimen bajo, exceda la velocidad de un segundo vástago de salida, que acciona la salida de la transmisión en régimen alto.

25 La solicitud de patente japonesa 2006-292079 describe una transmisión continuamente variable que comprende un dispositivo de transmisión continuamente variable toroidal completo (un "variador"), un mecanismo de engranaje planetario, un mecanismo de engranaje de giro inverso, y un mecanismo de conmutación bajo/alto. El mecanismo de engranaje planetario presenta un portador acoplado a un disco de entrada del dispositivo de engranaje continuamente variable toroidal completo y un vástago de entrada, un primer engranaje central acoplado a un disco de salida del dispositivo de engranaje continuamente variable toroidal completo, un portador posterior que constituye un elemento de salida en un régimen bajo, y un segundo engranaje central que constituye un elemento de salida en un régimen alto. En el régimen bajo el giro del soporte posterior se transmite a través del mecanismo de engranaje de giro inverso al vástago de salida. En el régimen alto el giro del segundo engranaje central se transmite a través de un embrague alto al vástago de salida. En el régimen bajo la potencia se recircula a través del mecanismo de engranaje planetario, cuya velocidad de salida se determina tanto por la velocidad del disco de entrada como la del disco de salida. La transmisión tiene un mecanismo de conmutación bajo/alto para la conmutación entre (a) el régimen bajo, que implica el acoplamiento de un embrague bajo, en la que el accionamiento de giro se transmite a través del mecanismo de engranaje planetario, con recirculación de potencia, al vástago de salida, y (b) el régimen alto, que implica el acoplamiento de un embrague alto, en el que la salida de giro del dispositivo de engranaje continuamente variable se transmite al vástago de salida. La transmisión tiene un actuador hidráulico para controlar el movimiento de los rodillos. Una diferencia de presión aplicada al servo hidráulico determina la fuerza que este aplica. El actuador hidráulico actúa sobre una parte de soporte de giro e inclinación, lo que proporciona una fuerza de reacción que se opone a la fuerza de tracción que se produce en los rodillos. La dirección de la salida de la fuerza de reacción por el actuador hidráulico se conmuta cada vez que se lleva a cabo la conmutación entre el régimen bajo y el régimen alto.

30 El momento de conmutación para el embrague y otros elementos es normalmente como sigue por razones de configuración. La Fig. 5 (a) es un gráfico de la relación de transmisión durante el cambio de régimen en una transmisión continuamente variable del tipo en discusión; (b) es un gráfico que ilustra los cambios en el estado de acoplamiento (contacto) y el desacoplamiento del embrague bajo que se usa en el régimen bajo; (c) es un gráfico que ilustra los cambios en el estado de acoplamiento y desacoplamiento del embrague alto que se usa en el régimen alto; y (d) es un gráfico que ilustra la conmutación de la dirección de la fuerza de reacción (la dirección de la diferencia de presión servo) que devuelve el actuador hidráulico que se usa en el control de la posición del rodillo.

35 En un vehículo equipado con esta transmisión continuamente variable, la conmutación de régimen se llevará a cabo si, por ejemplo, la maniobra para introducir la marcha inferior se produce mientras está en el régimen alto en el que se acopla el embrague alto. En tales situaciones, el sistema (en el tiempo t1) comienza el acoplamiento del embrague bajo que previamente se desacopla, y, una vez que se completa el acoplamiento del embrague bajo (tiempo t2), conmuta la dirección de la fuerza de reacción (la dirección de la diferencia de presión) del actuador hidráulico (por ejemplo de 1

(MPa) hacia -1 (MPa), aunque la magnitud de la fuerza por lo general se cambiará así como también su dirección. Una vez que se completa la conmutación de la dirección de la fuerza de reacción (tiempo t13), el sistema comienza el desacoplamiento del embrague alto que se acopló hasta entonces. La relación de transmisión se fija en la relación "síncrona" (-0.3 en el presente ejemplo), mientras se acoplan ambos embragues. Después de la liberación del embrague anterior (t14) continúa el cambio de la relación de transmisión.

Debido a que la relación de engranaje se fija durante la conmutación de régimen entre los tiempos t11 y t14 se deduce que, a pesar de la exigencia para el cambio rápido de engranaje a través de los regímenes en los tiempos tal como la maniobra para introducir la marcha inferior, son susceptibles de producirse cambios de engranaje lentos. Por lo tanto existe una demanda urgente de que el cambio de régimen proceda más rápidamente con el fin de lograr una pronta respuesta a las demandas del conductor.

El documento de la técnica anterior más cercano US2007/275810 describe una transmisión continuamente variable que comprende un variador toroidal, una transmisión de engranaje planetario, un dispositivo de embrague que tiene un embrague de velocidad baja y de velocidad alta y una unidad de control para la conmutación entre un régimen de velocidad baja y de velocidad alta con participación simultánea de los embragues en la conmutación entre los regímenes en los que la unidad de control estima un retardo de tiempo en respuesta por lo que el embrague puede acoplarse antes de que la relación de transmisión del variador alcance un valor óptimo para la conmutación de regímenes.

La presente invención tiene como objetivo proporcionar una transmisión continuamente variable que tiene respuesta mejorada cuando se requiere una conmutación de régimen rápida, tal como durante la maniobra para introducir la marcha inferior.

De acuerdo con la presente invención, existe una transmisión continuamente variable que comprende

un variador que comprende un disco de entrada acoplado a un vástago de entrada, un disco de salida que proporciona una salida de variador giratoria, los discos de entrada y salida que se montan para girar alrededor de un eje común, al menos un rodillo dispuesto entre los dos discos para transferir el accionamiento de un disco al otro en una relación de transmisión del variador continuamente variable, el rodillo que se monta en un portador de una manera que permite que gire alrededor de su propio eje y se incline con relación a los discos para variar la relación de transmisión del variador, y un actuador hidráulico dispuesto para aplicar al portador una fuerza de reacción determinada por una diferencia de presión hidráulica que actúa sobre el actuador, la fuerza de reacción que se opone a una fuerza de tracción aplicada al rodillo por la acción de los discos;

el engranaje de recirculación de potencia que recibe como entradas el giro del vástago de entrada y la salida del variador giratoria, y que produce una velocidad de salida que es una función de sus entradas;

un mecanismo de conmutación bajo/alto que comprende un embrague bajo y un embrague alto y que sirve para conmutar entre (a) un régimen bajo en el que el embrague bajo se acopla y la salida del engranaje de recirculación de potencia se transmite a un vástago de salida, y (b) un régimen alto en el que el embrague alto se acopla y el giro de la salida del variador se transmite al vástago de salida, y en donde

la dirección de la fuerza de reacción del actuador hidráulico se invierte durante la conmutación entre el régimen bajo y el régimen alto, la transmisión que comprende además:

un control de acoplamiento que comienza a acoplar el embrague desacoplado (que puede ser el embrague bajo o el embrague alto) cuando la transmisión alcanza una condición en la que está por iniciarse un cambio de régimen; y caracterizado por

un control de conmutación de la fuerza de reacción que comienza la inversión de la dirección de la fuerza de reacción, mientras se acopla el embrague desacoplado.

De acuerdo con una modalidad preferida de la invención, existe una transmisión continuamente variable, en donde el control de conmutación de la fuerza de reacción completa la inversión de la dirección de la fuerza de reacción antes del acoplamiento completo del embrague desacoplado.

De acuerdo con una modalidad preferida adicional de la presente invención, existe una transmisión continuamente variable, que comprende un control de desacoplamiento que, una vez que la dirección de la fuerza de reacción se invierte y el embrague previamente desacoplado se acopla completamente, comienza a desacoplar el embrague que se acopló antes de la conmutación de régimen.

De acuerdo con una modalidad preferida adicional de la presente invención, existe una transmisión continuamente variable, que comprende además un embrague unidireccional que se proporciona entre el miembro lateral de entrada del embrague alto y un miembro lateral de entrada del embrague bajo, y que impide que la velocidad de giro del

miembro lateral de entrada del embrague alto se haga más baja que la velocidad de giro del miembro lateral de entrada del embrague bajo.

5 De acuerdo con una modalidad preferida adicional de la presente invención, existe una transmisión continuamente variable, que comprende un mecanismo de inversión de la dirección de giro de la salida de giro del variador antes de que se transmita al miembro de entrada del embrague alto.

10 Debido a que el medio de control de acoplamiento comienza el control de acoplamiento para el acoplamiento del embrague desacoplado (el embrague en el lado desacoplado - que puede ser el embrague alto o el embrague bajo) cuando el sistema alcanza un punto de conmutación en el que el régimen debe conmutarse, y el medio de control de conmutación de la fuerza de reacción controla la presión hidráulica suministrada al actuador hidráulico durante el control de acoplamiento por medio de los medios de control de acoplamiento, y así comienza el control de conmutación de la fuerza de reacción para conmutar la dirección de la fuerza de reacción. En consecuencia (en contraste con la situación que concierne a la técnica de la materia anterior en la que la dirección de la fuerza de reacción del actuador hidráulico se conmuta solamente después de completar el acoplamiento del embrague previamente desacoplado, lo que requiere un largo período de tiempo ya que el control se lleva a cabo de tal manera que el hasta ahora embrague acoplado (embrague en el lado acoplado) se desacopla sólo después de completar la conmutación de la dirección de la fuerza de reacción), cuando se emplea la presente invención, debido a que la dirección de la fuerza de reacción producida por el actuador hidráulico se conmuta durante el control de acoplamiento del embrague en el lado desacoplado, es posible comenzar rápidamente el proceso de desacoplamiento del embrague en el lado acoplado que resulta de la conmutación de la dirección de la fuerza de reacción, lo que mejora de esta manera la capacidad de respuesta cuando se requiere la rápida conmutación de régimen, tal como durante la maniobra para introducir la marcha inferior.

25 Cuando el medio de control de conmutación de la fuerza de reacción completa el control de conmutación de la fuerza de reacción antes de la terminación del control de acoplamiento mediante el medio de control de acoplamiento y así, subsecuentemente, incluso si se desacopla el embrague que se acopló antes de la conmutación de régimen, se logra el cambio suave de engranaje sin choques ya que el control de conmutación de la fuerza de reacción se completa fiablemente en ese momento.

30 Cuando el medio de control de desacoplamiento comienza el control de desacoplamiento para desacoplar el embrague en el lado acoplado después de la conmutación de la dirección de la fuerza de reacción debido al actuador hidráulico y el acoplamiento del embrague en el lado desacoplado, y así se logra el cambio de engranaje suave y estable sin choques.

35 Cuando la transmisión comprende un mecanismo de giro inverso para transmitir el giro engranado continuamente variable del dispositivo de engranaje continuamente variable al miembro lateral de entrada del embrague alto después de primeramente invertir dicho giro; y un embrague unidireccional que se proporciona entre el miembro lateral de entrada del embrague alto y un miembro lateral de entrada del embrague bajo, y que regula el giro del miembro lateral de entrada del embrague alto que se convierte en un giro más bajo que el giro del miembro lateral de entrada del bajo embrague, y se deduce de ello que, cuando la relación de engranaje del dispositivo de engranaje continuamente variable alcanza el valor óptimo para la conmutación de régimen, el sistema puede comenzar la conmutación de la dirección de la fuerza de reacción (orientación de la diferencia de presión) debido al actuador hidráulico y comenzar el acoplamiento del embrague en el lado anteriormente desacoplado, y por lo tanto la conmutación de régimen pueden llevarse a cabo tanto con prontitud como suavemente sin producir ningún choque.

45 Una modalidad específica de la presente invención se describirán ahora, a modo de ejemplo solamente, con referencia a los dibujos acompañantes, en los cuales:

50 La Fig. 1 (a) es una representación esquemática de una transmisión continuamente variable (CVT) que comprende un dispositivo engranaje continuamente variable toroidal completo de acuerdo con la presente invención;

La Fig. 1 (b) es un diagrama de velocidad por partes de la transmisión de la Fig. 1a;

55 La Fig. 2 representa ciertas partes de trabajo de la misma transmisión en una forma muy esquemática;

La Fig. 3 (a) es un gráfico de los cambios en la relación de engranaje de la transmisión continuamente variable;

60 La Fig. 3 (b) es un gráfico de los cambios en el estado de acoplamiento (contacto) y el desacoplamiento del embrague bajo que se usa en régimen bajo;

La Fig. 3 (c) es un gráfico de los cambios en el estado de acoplamiento y desacoplamiento del embrague alto que se usa en el régimen alto;

65 La Fig. 3 (d) es un gráfico que ilustra la situación en la conmutación de la dirección de la fuerza de reacción (dirección de la presión diferencial) que devuelve el actuador hidráulico 22;

La Fig. 4 es un diagrama de flujo de las operaciones en el momento del cambio de régimen;

La Fig. 5 (a) es un gráfico de la relación de transmisión durante el cambio de régimen en una transmisión continuamente variable conocida;

5

La Fig. 5 (b) es un gráfico que ilustra los cambios en el estado de acoplamiento (contacto) y desacoplamiento del embrague bajo que se usa en el régimen bajo;

10

La Fig. 5 (c) es un gráfico que ilustra los cambios en el estado de acoplamiento y desacoplamiento del embrague alto que se usa en el régimen alto; y

15

La Fig. 5 (d) es un gráfico que ilustra la conmutación de la dirección de la fuerza de reacción (orientación de la diferencia de presión) que devuelve el actuador hidráulico que se usa en el control de la posición del rodillo.

20

Como se muestra en la Fig. 1 (a), una transmisión continuamente variable 1 comprende: un dispositivo de engranaje continuamente variable toroidal completo (también denominado en adelante como un variador) 5; un dispositivo de engranaje planetario U que comprende un mecanismo de recirculación de potencia 6 y un mecanismo de engranaje de giro inverso 7; y un mecanismo de conmutación bajo/alto 10. Una tracción producida por los rodillos 4 y 4 se reacciona a través del actuador hidráulico 22 que actúa a través de un transportador 30, y se determina por la presión hidráulica en el actuador. La dirección de la fuerza de reacción ejercida por el actuador hidráulico 22 se conmuta cuando el sistema cambia entre el régimen bajo y régimen alto.

25

El dispositivo de engranaje continuamente variable 5 tiene: dos discos de entrada  $2_1$  y  $2_2$  acoplados a un vástago de entrada 12; un disco de salida único 3 situado entre los dos discos de entrada  $2_1$  y  $2_2$  para la salida del giro engranado continuamente variable; y los rodillos 4 y 4 intercalados entre los dos discos  $2_1$ ,  $2_2$  y 3.

30

Cabe señalar que los discos de entrada  $2_1$  y  $2_2$  también se denominan colectivamente en adelante como el disco de entrada o los discos de entrada 2. Los discos de entrada  $2_1$  y  $2_2$  y el disco de salida 3 tienen rebajes semitoroidales enfrentados 2a y 3a que forman un par de cavidades toroidales que contienen los dos conjuntos de rodillos 4 y 4. Los rodillos 4 transmiten el accionamiento de los discos de entrada a los discos de salida (o desde los discos de salida a los discos de entrada, ya que la potencia puede fluir a través del variador en cualquier dirección) a una relación de transmisión continuamente variable (la relación de la velocidad del disco de entrada a la velocidad del disco de salida). Los rodillos son capaces de inclinarse, mediante el cambio de su inclinación, cuando se mueven en una dirección en ángulos rectos a sus ejes, lo que altera de esta manera sus radios de contacto con los discos de entrada  $2_1$  y  $2_2$  y el disco de salida 3, y lo que altera así la relación de transmisión. Un vástago de transmisión de salida en forma de tambor 13 se acopla a la porción más circunferencialmente externa del disco de salida 3, y dicho vástago de transmisión de salida 13 se extiende a la parte posterior del variador, lo que rodea el disco de entrada posterior  $2_2$ .

40

El mecanismo de recirculación de potencia 6 realiza una operación de recirculación de potencia en el que el giro del vástago de entrada 12 se combina con la salida de giro continuamente variable desde el disco de salida 3, y que comprende, en una disposición de engranaje planetario dual, un portador C1 para soportar un primer piñón P1a y un segundo piñón P1b que engranan entre sí, un engranaje anular R1 que engrana con el primer piñón P1a, y un engranaje central S1 que engrana con el segundo piñón P1b.

45

El portador C1, que se une al vástago de entrada 12 que se une a su vez al vástago de salida 8a (ver la Fig. 2) de un motor 8 a través de un convertidor de torque 9, se usa para la transmisión de la salida del motor 8. El engranaje central S1, que se une al vástago de transmisión de salida en forma de tambor 13 antes mencionado, se usa para la transmisión de la salida del giro de salida continuamente variable del variador 5. El engranaje anular R1 devuelve potencia al embrague bajo L del mecanismo de conmutación bajo/alto 10.

50

El mecanismo de engranaje de giro inverso 7 se usa para transmitir el giro engranado continuamente variable del variador 5 al vástago de alta transmisión 19 del embrague alto H después de primeramente invertir dicho giro. Este comprende dos piñones P2 y P3, uno grande y otro pequeño, que se aseguran a un vástago 24 soportado de manera giratoria en un miembro de sujeción 15, en una disposición de paso de piñón. El piñón grande P2, que engrana con un engranaje anular R2 asegurado al vástago de transmisión de salida 13, se usa para transmitir el giro de salida del variador 5, mientras que el piñón pequeño P3, que engrana con un engranaje central S3, devuelve potencia al embrague alto H del mecanismo de conmutación bajo/alto 10. El mecanismo de engranaje de giro inverso 7 es efectivamente un engranaje planetario cuyo portador C2 se fija.

60

El mecanismo de conmutación bajo/alto 10 se configura de tal manera como para ser capaz de conmutar los regímenes entre:

65

(a) un régimen bajo en el que el embrague bajo L se acopla y el giro recibido a través del mecanismo de recirculación de potencia 6 se transmite a un vástago de salida 16, y

(b) un régimen alto en el que el embrague alto H se acopla y la salida continuamente variable del variador 5 se transmite al vástago de salida 16.

En otras palabras, el mecanismo de conmutación bajo/alto 10 comprende el embrague bajo L de manera que el giro de salida del mecanismo de recirculación de potencia 6 se transmite a través de un vástago de baja transmisión (miembro lateral de entrada del embrague bajo L) 17, y el embrague alto H de manera que el giro de salida del mecanismo de engranaje de giro inverso 7 se transmite a través de un vástago de alta transmisión en forma de manguito (miembro lateral de entrada del embrague alto H) 19. El variador 5, el dispositivo de engranaje planetario U y el mecanismo de conmutación bajo/alto 10 y también el vástago de entrada 12 y el vástago de salida 16 son coaxiales.

Se proporciona un embrague unidireccional 20 entre el vástago de alta transmisión 19 del embrague alto H y el vástago de baja transmisión 17 del embrague bajo L. Este embrague unidireccional 20 impide que el giro del vástago de alta transmisión 19 se haga más lento que el giro del vástago de baja transmisión 17, y así limita la relación de engranaje del variador 5. El embrague unidireccional rueda libre mientras que el vástago de alta transmisión 19 gira más rápido que el vástago de baja transmisión 17, pero se bloquea para evitar que el vástago de baja transmisión 17 gire más rápido que el vástago de alta transmisión 19. Puede por ejemplo formarse como un embrague de cuña.

Como se muestra en la Fig. 2, el variador 5 tiene: un transportador (una parte de soporte de giro y de inclinación) para soportar el rodillo 4, lo que permite que el rodillo gire sobre su propio eje, y también se incline con relación a los dos discos 2<sub>1</sub> y 2<sub>2</sub> y 3; y un actuador hidráulico 22 para aplicar una fuerza controlable al transportador 30 sobre la base de la presión hidráulica suministrada desde un dispositivo de control de presión hidráulica que no se representa. El actuador hidráulico 22 tiene cámaras hidráulicas opuestas 22c y 22d que se subdividen entre sí por un pistón 22a, y tiene una varilla de pistón 22b que se une a través del transportador 30 al eje 4a del rodillo 4. El ángulo de inclinación de los rodillos 4 y 4 se cambia de manera autónoma por el control del movimiento de los rodillos 4 y 4 con relación a la dirección de la superficie de los dos discos 2<sub>1</sub>, 2<sub>2</sub> y 3 a través del transportador 30. El número de referencia 18 en la Fig. 2 denota una rueda de vehículo impulsada que se gira por la fuerza de accionamiento que se transmite desde la transmisión continuamente variable 1, a través del vástago de salida 16 y un engranaje diferencial (que no se representa).

Durante la transmisión del torque desde el disco de entrada 2 al disco de salida 3, debido al acoplamiento del embrague alto H, una válvula de regulación de presión (no representado) se conecta a través de una trayectoria hidráulica 33 a la cámara hidráulica 22c de tal manera que la cámara hidráulica 22c puede enviar, a través del transportador 30, una fuerza de reacción (una fuerza que empuja al rodillo 4 hacia abajo en la Fig. 2) en contra de una fuerza de tracción F1 (ver Fig. 2) que actúa sobre cada rodillo 4 en tales condiciones. Durante la transmisión del torque desde el disco de salida 3 al disco de entrada 2 a través del mecanismo de recirculación de potencia 6 debido al acoplamiento del embrague bajo L, una válvula de regulación de presión (no representado) se conecta a través de una trayectoria hidráulica 34 a la cámara hidráulica 22d de tal manera que la cámara hidráulica 22d puede enviar, a través del transportador 30, una fuerza de reacción (una fuerza que empuja al rodillo 4 hacia arriba en la Fig. 2) en contra de una fuerza F2 de tracción (ver la Fig. 2) que actúa sobre cada rodillo 4 en tales condiciones.

Como se muestra en la Fig. 1 (a), una unidad de control 11 para controlar la transmisión continuamente variable 1 tiene un medio de toma de decisiones 28, un medio de control de acoplamiento 37, un medio de control de conmutación de la fuerza de reacción 38, 30 y un medio de control de desacoplamiento 43.

El medio de toma de decisiones 28 controla la relación de transmisión del variador 5 y toma una decisión sobre si dicha relación de transmisión alcanza un valor óptimo de conmutación de régimen (es decir, un punto en el que el régimen debe cambiarse), y también determina si en ese momento se conecta el embrague bajo L. Cuando se toma una decisión por el medio de toma de decisiones 28 que el sistema alcanza un punto en el que el régimen debe conmutarse, el control de medios de acoplamiento 37 comienza a acoplar el embrague desacoplado (que puede ser el embrague alto H o el embrague bajo L). El acoplamiento del embrague se lleva a cabo mediante el suministro de presión hidráulica a un actuador hidráulico (no representado) que actúa sobre el embrague a acoplar (que puede ser el embrague alto H o el embrague bajo L), mediante el control de un dispositivo de control de presión hidráulica (no representado) mediante el medio de control de acoplamiento 37.

Mientras el embrague se acopla por el medio de control de acoplamiento 37, el medio de control de conmutación de la fuerza de reacción 38 controla la presión hidráulica suministrada al actuador hidráulico 22, a través de un dispositivo de control de presión hidráulica que no se representa, y así comienza el proceso de conmutación de la dirección (dirección de la presión diferencial) de la fuerza de reacción que se devuelve por el actuador hidráulico 22. La conmutación de la dirección de la fuerza de reacción se completa antes de que el embrague se acople completamente. Cuando se completan la conmutación de la fuerza de reacción y el acoplamiento del próximo embrague, el medio de control de desacoplamiento 43 expulsa presión hidráulica desde un actuador hidráulico (no representado) del embrague anterior que se acopló antes de la conmutación de régimen (que puede ser el embrague alto H o el embrague bajo L), y así comienza a desacoplarse de dicho embrague.

Como se muestra en la Fig. 1 (a), se proporciona un embrague unidireccional 21 para impedir el giro hacia atrás entre el vástago de entrada 12 y un vástago de engranaje central 13', que es integral con el vástago de transmisión de salida en

5 forma de tambor 13. El vástago de entrada 12 que se acopla con el disco de entrada 2 ( $2_1$  y  $2_2$ ), y el vástago de engranaje central 13' que se acopla al disco de salida 3 siempre giran en la dirección opuesta entre sí cualquiera que sea la relación de transmisión del variador 5. Dado que la dirección de giro del motor 8 se fija (a modo de ejemplo, se asume aquí para ser en el sentido de las manecillas del reloj), el embrague unidireccional 21 se configura de manera que gire inactivamente cuando el vástago de entrada 12 gira en el sentido de las manecillas del reloj y el vástago de engranaje central 13' gire en el sentido contrario a las manecillas del reloj.

10 En el momento de la puesta en marcha (mediante el movimiento fuera del reposo) del vehículo, o durante la marcha atrás, la transmisión continuamente variable 1 se pone en el estado de régimen bajo mediante el acoplamiento del embrague bajo L por medio del medio de control de acoplamiento 37 y el desacoplamiento del embrague alto H por medio del medio de control de desacoplamiento 43 bajo control 20 por el mecanismo de conmutación bajo/alto 10, con base en el control hidráulico por medio de los elementos que incluyen una palanca de cambio y el dispositivo de control de presión hidráulica que no se representan. Por consiguiente, como se muestra en la Fig. 1 (a) y (b), el giro del vástago de entrada 12 acoplado al vástago de salida 8a del motor 8 se transmite a los discos de entrada  $2_1$  y  $2_2$  del variador 5 y el portador C1 del mecanismo de recirculación de potencia 6. El giro del vástago de entrada 12, que ingresa a los discos de entrada  $2_1$  y  $2_2$ , se somete a un cambio de velocidad en el variador 5, y el giro de salida del variador Vout se emite por medio del disco de salida 3 y pasa a través del vástago de transmisión de salida 13 al engranaje central S1 y al engranaje anular R2.

20 Cuando el giro de salida del variador Vout ingresa en el engranaje central S1, una combinación se lleva a cabo en el mecanismo de recirculación de potencia 6, en forma de recirculación de torque del giro del vástago de entrada 12 que ingresa a la portadora C1 y el giro de salida del variador antes mencionado Vout del engranaje central S1 y el resultado es la salida del engranaje anular R1. El giro de salida del engranaje anular R1 constituye un giro de salida OutL. Este es variable a través de un intervalo que se extiende desde el giro inverso escalonado hacia abajo, a través de una posición neutral (el punto neutro de engranaje, GN), hasta el giro hacia adelante escalonado hacia abajo, de acuerdo con la relación de transmisión del variador 5. El giro de salida OutL del engranaje anular R1 se devuelve, en la forma de giro de salida en el estado de régimen bajo, por medio del vástago de baja transmisión 17 y el embrague bajo L, al vástago de salida 16.

30 En el régimen bajo la potencia se recircula a través del mecanismo de recirculación de potencia 6. Cuando el giro de salida del variador Vout (relación de transmisión del variador 5) está en el estado neutro de engranaje GN que se ilustra en la Fig. 1 (b) por la línea única de punto y cadena, y la transmisión se encuentra en el régimen bajo, el engranaje anular R1 está estacionario. El giro de salida OutL es cero. El vehículo puede detenerse y posteriormente ponerse en marcha sin desacoplar el embrague bajo L y puede distribuirse con un dispositivo de puesta en marcha tal como un convertidor de torque.

40 La selección del accionamiento de marcha atrás (R) y hacia adelante (D) pueden hacerse mediante el uso de una palanca de cambios (no se muestra). En marcha atrás (que está disponible solo en régimen bajo), se aumenta la velocidad de salida OutL del vástago de salida 16 (giro inverso más rápido) cuando se aumenta la relación de transmisión del variador 5 (sí, en la Fig. 1 (b), se enlentece el giro de salida del variador Vout).

45 En el intervalo de accionamiento (D), en el régimen bajo, la velocidad de salida OutL del vástago de salida 16 se incrementa cuando se reduce la relación de transmisión del variador 5 (sí, en la Fig. 1 (b), se acelera el giro de salida del variador Vout).

50 A medida que el vehículo acelera hacia adelante desde el reposo, se aumenta la velocidad de salida OutL del vástago de salida 16 en régimen bajo, mientras se reduce la relación de transmisión del variador 5. Cuando el variador 5 alcanza la relación de engranaje para un cambio de régimen síncrono ( $S_c$  en la Fig. 1b) y se toma una decisión de cambio de régimen, el mecanismo de conmutación bajo/alto 10 se controla sobre la base del control de la presión hidráulica por medio del dispositivo de presión de control hidráulica que no se representa. El embrague alto H se acopla mediante el medio de control de acoplamiento 37 y el embrague bajo L se desacopla mediante el medio de control de desacoplamiento 43, con lo cual la transmisión continuamente variable toroidal 1 se pone en el estado de régimen alto.

55 En esta coyuntura, como se muestra en la Fig. 1 (a) y (b), en el régimen alto, el giro de salida del variador Vout ingresa en el engranaje anular R2 del mecanismo de engranaje de giro inverso 7, y el giro que ingresa en el engranaje anular R2 pasa a través de los piñones grande y pequeño P2 y P3. Debido a las relaciones de engranaje R2/P2 y S3/P3, el giro de salida del variador Vout se cambia a un giro ligeramente escalonado hacia arriba y se invierte antes de que se envíe desde el engranaje central S3. El giro del engranaje central S3 se devuelve a través del vástago de alta transmisión 19 y el embrague alto H del vástago de salida 16, lo que proporciona la salida de la transmisión en régimen alto. La transmisión opera sin recirculación de potencia, su velocidad de salida que se determina por el giro de salida del variador Vout. El mecanismo de recirculación de potencia 6 se retira de la trayectoria de transmisión de potencia.

60 El cambio síncrono de régimen bajo a régimen alto durante el cambio de régimen síncrono mencionado anteriormente se lleva a cabo cuando la relación de transmisión del variador 5 (la salida de giro del variador Vout) está en su mínimo.

65 Pueden surgir situaciones cuando el variador tiende a ir más allá de la relación sincrónica. Tenga en cuenta que la

relación sincrónica es la relación de transmisión del variador en la que un cambio de régimen no produce ningún cambio en la velocidad de salida de la transmisión. Es decir, en la relación sincrónica el vástago de alta transmisión 19 y el vástago de baja transmisión 17 giran a la misma velocidad. En todas las otras relaciones del variador admisibles el vástago de alta transmisión 19 gira más rápido que el vástago de baja transmisión 17. Las causas externas, tal como el vehículo que corre en carreteras en pendiente, o un frenado rápido, pueden tender a provocar que la velocidad del vástago de baja transmisión supere la del vástago de alta transmisión.

Por ejemplo, en régimen bajo, si la relación de la velocidad del vástago de salida 16 a la del vástago de entrada 12 (la relación de la velocidad de la rueda de accionamiento del vehículo 18, 20 a la velocidad del motor) se hace grande e intenta hacerse mayor en la dirección positiva que el extremo superior del intervalo OutL que se muestra en la Fig. 1 (b), entonces el vástago de baja transmisión 17 y el vástago de alta transmisión 19, que se acoplan a través del mecanismo de recirculación de potencia 6 y el mecanismo de engranaje de giro inverso 7, entran en un estado en el que sus giros se aproximan entre sí y, una vez que alcanzan la misma velocidad, se acopla el embrague unidireccional 20.

Cuando el embrague unidireccional 20 se acopla a régimen bajo de esta manera, se evita que la velocidad del vástago de alta transmisión 19 se haga más baja que la del vástago de baja transmisión 17, y así se evita que la relación de transmisión del variador 5 exceda la relación sincrónica  $S_c$  mencionada anteriormente. En consecuencia se evita que los rodillos 4 y 4 se inclinen excesivamente, lo que evita de esta manera problemas tales como que los rodillos salgan despedidos de los dos discos 2 y 3.

Del mismo modo en régimen alto si la relación de la velocidad del vástago de salida 16 a la del vástago de entrada 12 (la relación de la velocidad de la rueda accionada del vehículo a la velocidad del motor) se hace pequeña e intenta llegar a ser más pequeña en la dirección positiva del extremo inferior del intervalo de salida OutH que se muestra en la Fig. 1 (b), entonces el vástago de baja transmisión 17 y el vástago de alta transmisión 19, que se acoplan a través del mecanismo de recirculación de potencia 6 y el mecanismo de engranaje de giro inverso 7, entran en un estado en el que sus giros se aproximan entre sí y, una vez que alcanzan la misma velocidad, se acopla el embrague unidireccional 20. Esto impide del mismo modo problemas tales como que los rodillos 4 y 4 salgan despedidos de los dos discos 2 y 3.

La presente invención puede evitar así situaciones tales como el desprendimiento de un rodillo 4 mientras la velocidad del vástago de baja transmisión 17 supera la del vástago de alta transmisión 19 durante la conmutación de régimen, debido a la presencia del embrague unidireccional 20. Por lo tanto cuando la relación de engranaje del variador 5 alcanza el valor óptimo para la conmutación de régimen, el sistema puede comenzar a conmutar la dirección de la fuerza de reacción (orientación de la diferencia de presión) del actuador hidráulico 22 y comenzar el acoplamiento del embrague en el lado previamente desacoplado (que puede ser el embrague alto H o el embrague bajo L). De esta manera, la conmutación de régimen puede llevarse a cabo tanto rápida como suavemente sin crear ningún choque.

Además, cualquiera que sea la relación de transmisión del variador, cuando los discos de entrada  $2_1$  y  $2_2$  del variador 5 giran en la dirección de giro hacia delante (por ejemplo en el sentido de las manecillas del reloj) y el rodillo 4 se acciona en giro en respuesta, el vástago de engranaje central 13' acoplado al disco de salida 3 no gira en la dirección de giro hacia delante (por ejemplo en el sentido de las manecillas del reloj) más rápido que el vástago de entrada 12 unido al disco de entrada 2, sino más bien el embrague unidireccional 21 situado entre los dos ejes 12 y 13' gira inactivamente. A modo de ejemplo, si el rodillo 4 se acciona en giro en la dirección inversa, por ejemplo al ingreso del torque inverso al variador 5 de la rueda de accionamiento del vehículo 18 cuando el vehículo está en pausa en una pendiente cuesta arriba o en el momento del giro hacia atrás del motor 8 (giro hacia atrás leve cuando se detiene el motor 8), entonces el vástago de engranaje central 13' gira rápidamente en la dirección de giro hacia delante (en el sentido de las manecillas del reloj) con relación al vástago de entrada 12, y el embrague unidireccional 21 se bloquea de manera que se inhibe el giro hacia atrás del disco de entrada 2. De esta manera, el rodillo 4 se acciona en giro en la dirección hacia atrás, la fuerza de tracción del rodillo se aligera, y se impiden las situaciones en las que el rodillo se desprende, antes de que puedan surgir.

Los tiempos de conmutación de los elementos tal como el embrague se detalla a continuación. La Fig. 3 (a) es un gráfico que ilustra los cambios en la relación de transmisión de la transmisión continuamente variable 1; (b) es un gráfico que ilustra los cambios en el estado de acoplamiento (contacto) y el desacoplamiento del embrague bajo que se usa en el régimen bajo; (c) es un gráfico que ilustra los cambios en el estado de acoplamiento y desacoplamiento del embrague alto que se usa en el régimen alto; y (d) es un gráfico que ilustra la situación en la conmutación de la dirección de la fuerza de reacción (dirección de la presión diferencial) que devuelve el actuador hidráulico 22. Además, la Fig. 4 es un diagrama de flujo que explica la operación de la presente modalidad.

En un vehículo equipado con la actual transmisión continuamente variable 1, en la etapa S1, si el medio de toma de decisiones 28 toma una decisión de que la relación de transmisión del variador 5 llega a un punto en el que el régimen debe cambiarse (S1: Si), a continuación, en la etapa S2, se determina si en ese momento se conecta el embrague bajo L. Si se determina que se conecta el embrague bajo L (S2: Si), entonces el medio de control de acoplamiento 37 suministra presión hidráulica a un actuador hidráulico correspondiente (no representado) y, en la etapa S3, este comienza el acoplamiento del embrague alto H que se desconectó y, en la etapa S5, este comienza la conmutación de la dirección de la fuerza de reacción (dirección de la presión diferencial) del actuador hidráulico 22. Luego, en la etapa S6, el medio de control de acoplamiento 37 determina si se completa el acoplamiento del embrague alto H, y, una vez

que se determina que la conexión se completa (S6: Si), el medio de control de conmutación de la fuerza de reacción 38 determina, en la etapa S7, ya sea que se complete o no la conmutación de la dirección de la fuerza de reacción (que se comenzó en la etapa S5). Si se determina que se completa la conmutación de la dirección de la fuerza de reacción (S7: Si), entonces el medio de control de desacoplamiento 43 comienza (S8) el desacoplamiento del embrague bajo L al expeler la presión hidráulica desde el actuador hidráulico correspondiente (no representado), y el proceso se completa en el momento que tiene lugar el desacoplamiento.

Por otra parte, cuando, a modo de ejemplo, la maniobra para introducir la marcha inferior se lleva a cabo durante la marcha que usa el embrague alto H, entonces sí, en la etapa S1, el medio de toma de decisiones 28 toma la decisión de que se alcanza un punto de conmutación (S1: Si) y, en la etapa S2, se determina que el embrague alto H se conecta en lugar de que se conecte el embrague bajo L (S2: No), entonces el medio de control de acoplamiento 37 suministra presión hidráulica al actuador hidráulico correspondiente (no representado) y, en la etapa S4, comienza el acoplamiento (en el tiempo t1 en la Fig. 3) del embrague bajo L que se desacopló y, en la etapa S9, este comienza la conmutación (tiempo t1) de la dirección de la fuerza de reacción del actuador hidráulico 22 (por ejemplo, de 1 [MPa] hacia -1 [MPa]).

También, el medio de control de acoplamiento 37 determina en la etapa S10 si la conexión del embrague bajo L se completa y, si se determina que se completa la conexión (S10: Si) (tiempo t2), el medio de control de conmutación de la fuerza de reacción 38 determina, en la etapa S11, si se completa o no la conmutación de la dirección de la fuerza de reacción (que se comenzó en la etapa S9). Si se determina que se completa la conmutación de la dirección de la fuerza de reacción (S11: Si), entonces, en la etapa S12, el medio de control de desacoplamiento 43 lleva a cabo (tiempo t2) un proceso para el comienzo del desacoplamiento del embrague alto H al expeler la presión hidráulica del actuador hidráulico correspondiente (no representado). Una vez que se completa (tiempo t3) el desacoplamiento del embrague alto H, la relación de transmisión puede, una vez más incrementarse a partir del estado en los tiempos t1 a t3 cuando la relación de engranaje se fija en una constante (-0.3).

Como se describe anteriormente, la presente modalidad se configura de tal manera que, cuando el medio de control de acoplamiento 37 decide que el sistema alcanza un punto de conmutación en el que el régimen debe conmutarse, este comienza el control de acoplamiento para acoplar el embrague previamente desacoplado (que puede ser el embrague alto H o el embrague bajo L), y el medio de control de la conmutación de la fuerza de reacción 38 comienza el control de la conmutación de la fuerza de reacción de manera que se controla la presión hidráulica suministrada al actuador hidráulico 22 y se conmuta la dirección de la fuerza de reacción durante el control de acoplamiento mediante el medio de control del acoplamiento 37. En consecuencia (en contraste con la situación que concierne cuando la dirección de la fuerza de reacción del actuador hidráulico 22 se conmuta solamente después de completar el acoplamiento del embrague previamente desacoplado, lo que requiere un largo período de tiempo ya que el control se lleva a cabo de manera que el embrague hasta ahora acoplado se desacopla sólo después de completar la conmutación de la dirección de la fuerza de reacción), cuando se emplea el presente modo de modalidad, el medio de conmutación de la fuerza de reacción 38 se usa para conmutar la dirección de la fuerza de reacción producida por el actuador hidráulico 22 durante el control de acoplamiento del embrague en el lado desacoplado mediante el medio de control de acoplamiento 37, y así es posible comenzar rápidamente el proceso de desacoplamiento del embrague en el lado acoplado después de la conmutación de la dirección de la fuerza de reacción. Esto mejora la capacidad de respuesta cuando se requiere una rápida conmutación de régimen, tal como durante la maniobra para introducir la marcha inferior.

Además, en la presente modalidad, debido a que el medio de control de conmutación de la fuerza de reacción 38 completa el control de conmutación de la fuerza de reacción antes de la terminación del control de acoplamiento mediante el medio de control de acoplamiento 37, se deduce que, subsecuentemente, al desacoplar el embrague que se acopló antes de la conmutación de régimen, se consigue el cambio de engranaje suave sin choques ya que el control de conmutación de la fuerza de reacción se completa fielmente en ese momento. Además, debido a que el medio de control de desacoplamiento 43 comienza el control de desacoplamiento para desacoplar el embrague en el lado acoplado después de la conmutación de la dirección de la fuerza de reacción debido al actuador hidráulico 22 y el acoplamiento del embrague en el lado desacoplado, se deduce que se logra un cambio de engranaje estable y suave sin choques.

55

Reivindicaciones

1. Una transmisión continuamente variable (1) que comprende un variador (5) que comprende un disco de entrada (2) acoplado a un vástago de entrada (12), un disco de salida (3) que proporciona una salida giratoria del variador, los discos de entrada y salida (2, 3) que se montan para girar alrededor de un eje común, al menos un rodillo (4) dispuesto entre los dos discos para transferir accionamiento de un disco al otro en una relación de transmisión del variador continuamente variable, el rodillo (4) que se monta en un portador de una manera que permite que gire alrededor de su propio eje y se incline en relación con los discos (2, 3) para variar la relación de transmisión del variador, y un actuador hidráulico (22) dispuesto para aplicar al portador una fuerza de reacción determinada por una diferencia de presión hidráulica que actúa sobre el actuador (22), la fuerza de reacción que se opone a una fuerza de tracción aplicada al rodillo (4) por la acción de los discos (2, 3);
- el engranaje de recirculación de potencia (6) que recibe como entradas el giro del vástago de entrada (12) y la salida giratoria del variador, y que produce una velocidad de salida que es una función de sus entradas;
- un mecanismo de conmutación bajo/alto (10) que comprende un embrague bajo (L) y un embrague alto (H) y que sirve para cambiar entre (a) un régimen bajo en el que el embrague bajo (L) se acopla y la salida del engranaje de recirculación de potencia 6 se transmite a un vástago de salida (16), y (b) un régimen alto en el que el embrague alto (H) se acopla y el giro de la salida del variador se transmite al vástago de salida (16), y en donde
- la dirección de la fuerza de reacción del actuador hidráulico (22) se invierte durante la conmutación entre el régimen bajo y el régimen alto, la transmisión se caracteriza porque comprende además:
- un control de acoplamiento (37) que comienza a acoplar el motor desacoplado cuando la transmisión alcanza una condición en la que el cambio de régimen se inicia; y
- un control de conmutación de la fuerza de reacción (38) que comienza la inversión de la dirección de la fuerza de reacción, mientras el motor desacoplado se acopla.
2. Una transmisión continuamente variable como se reivindica en la reivindicación 1, en donde el control de conmutación de la fuerza de reacción (38) completa la inversión de la dirección de la fuerza de reacción antes del acoplamiento completo del motor desacoplado.
3. Una transmisión continuamente variable como se reivindica en la reivindicación 1 o la reivindicación 2, que comprende un control de desacoplamiento (43) que, una vez que la dirección de la fuerza de reacción se invierte y se acopla completamente el embrague previamente desacoplado, comienza a desacoplar el embrague que se acopló antes de la conmutación de régimen.
4. Una transmisión continuamente variable como se reivindica en cualquier reivindicación precedente, que comprende además un embrague unidireccional (21) que se dispone entre el miembro lateral de entrada del embrague alto y un miembro lateral de entrada del embrague bajo, y que impide que la velocidad de giro del miembro lateral de entrada del embrague alto se haga más bajo que la velocidad de giro del miembro lateral de entrada del embrague bajo.
5. Una transmisión continuamente variable como se reivindica en cualquier reivindicación precedente, que comprende un mecanismo (7) de inversión de la dirección de giro de la salida de giratoria del variador antes de que se transmita al miembro lateral de entrada del embrague alto (H).

Fig. 1(a)

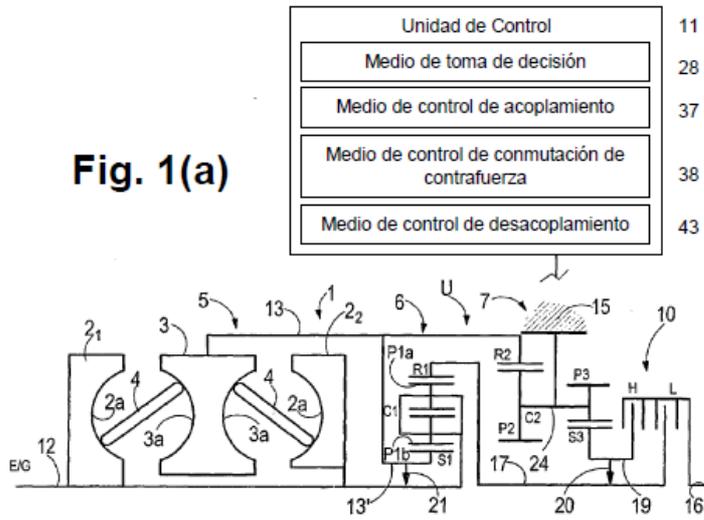
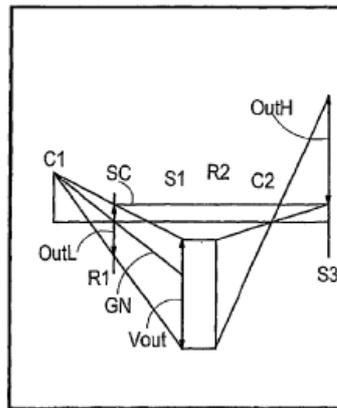
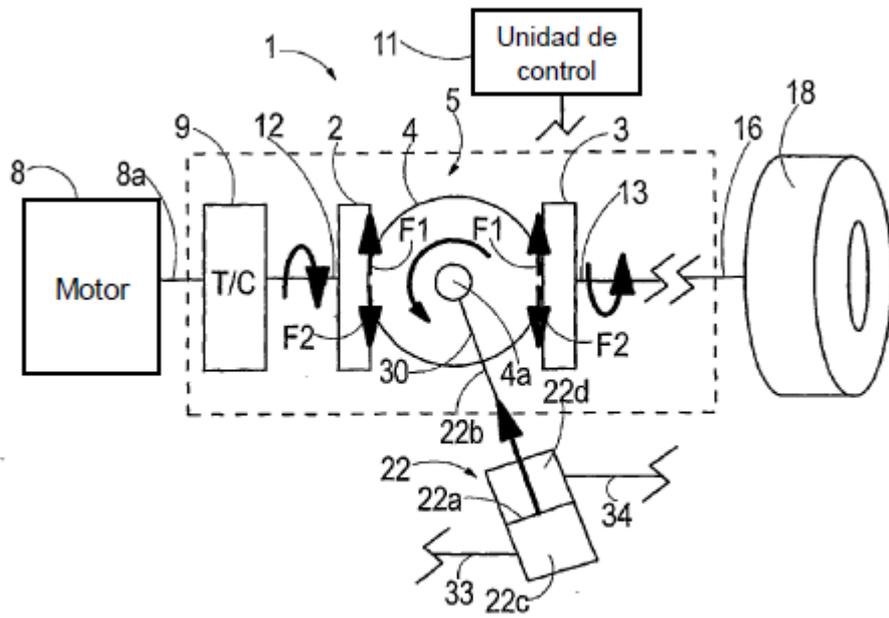


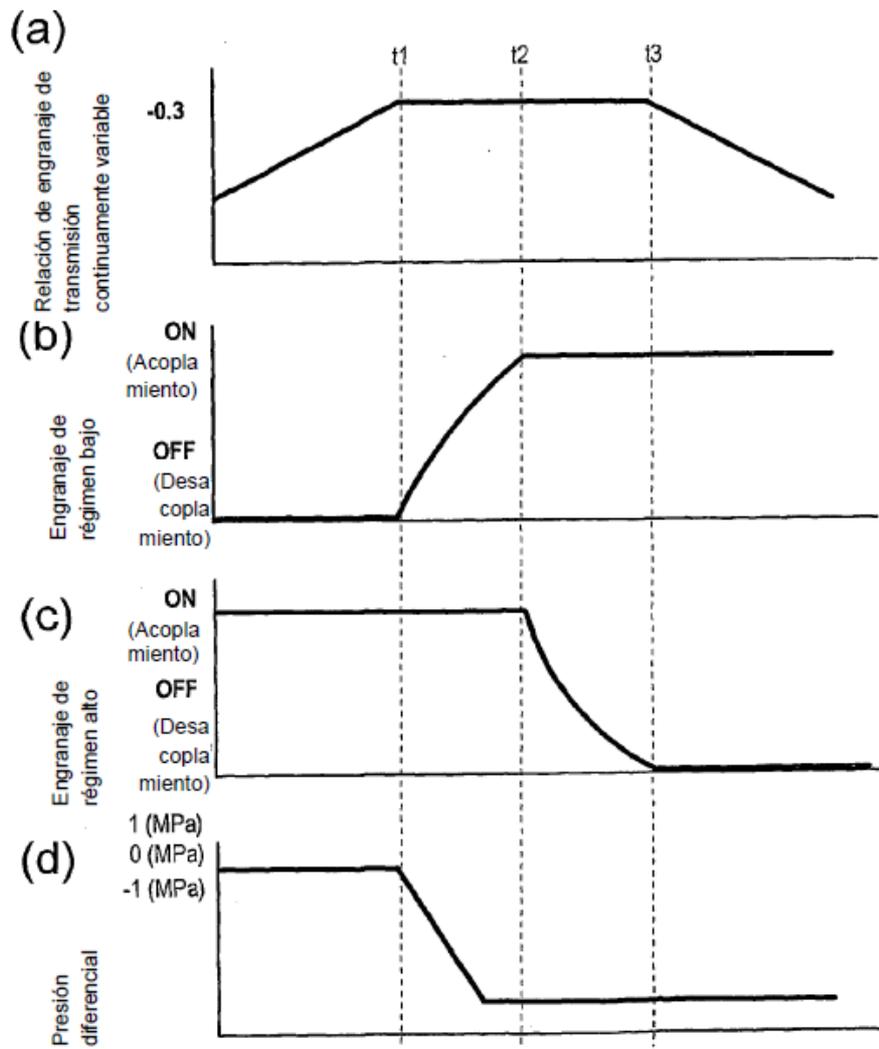
Fig. 1(b)





**Fig. 2**

**Fig. 3**



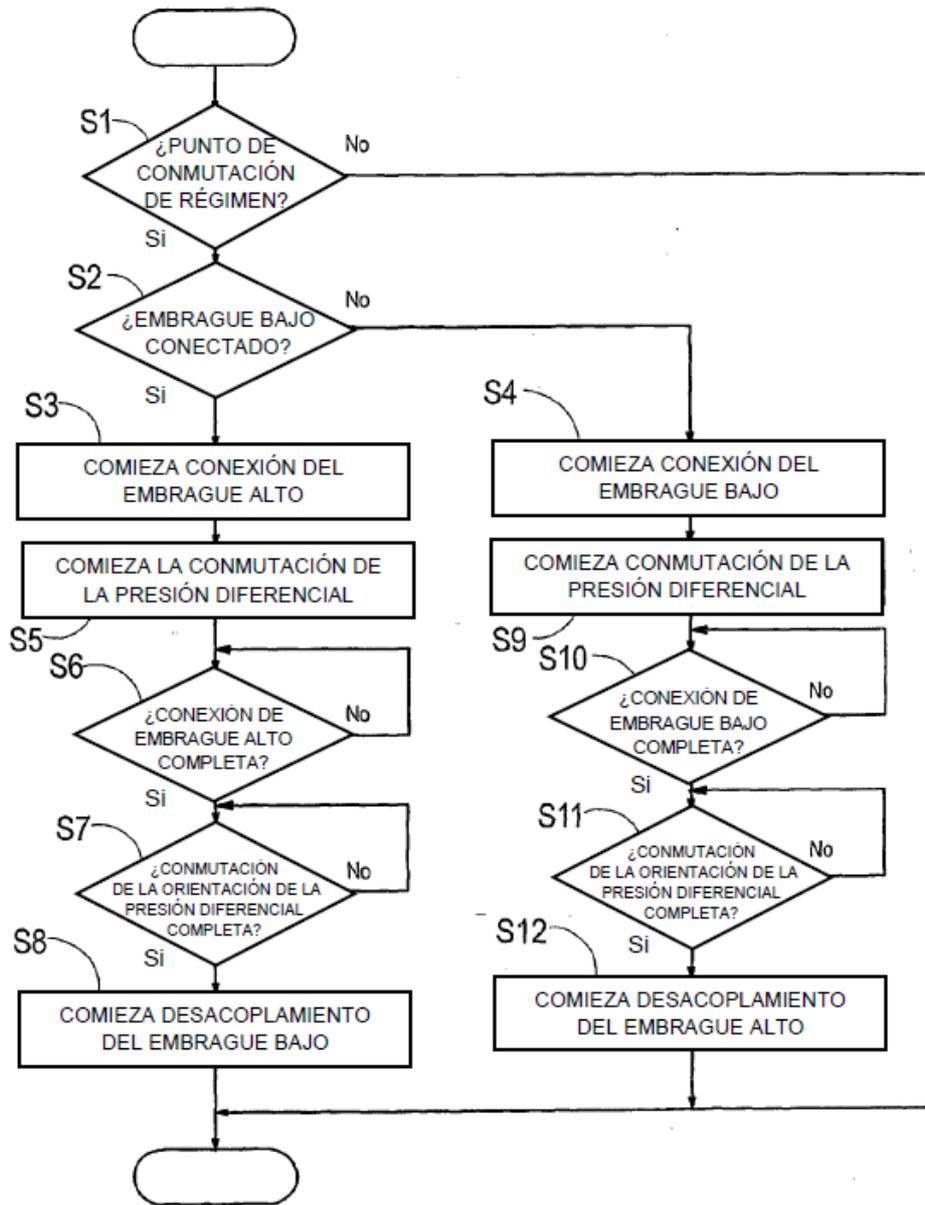


Fig. 4

**Fig. 5**

