

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 513 315**

51 Int. Cl.:

F16H 3/10 (2006.01)

F16H 3/089 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.02.2010 E 10706869 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.07.2014 EP 2401524**

54 Título: **Sistema de transmisión y método para hacer funcionar un sistema de transmisión**

30 Prioridad:

27.02.2009 US 156042 P

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

24.10.2014

73 Titular/es:

**NACCO MATERIALS HANDLING GROUP, INC.
(100.0%)
4000 N.E. Blue Lake Road
Fairview, OR 97024-8710, US**

72 Inventor/es:

**CLARK, ROBERT DAVID;
CHEN, CHENYAO y
CHES, ROBERT LEE**

74 Agente/Representante:

MIR PLAJA, Mireia

ES 2 513 315 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 y método para hacer funcionar un sistema de transmisión

5 **Antecedentes**

10 [0001] Un convertidor de par se usa para transferir energía de rotación desde una máquina motriz, tal como un motor de combustión interna o motor eléctrico, a una carga accionada por rotación, tal como un vehículo. Igual que un acoplamiento hidráulico básico, normalmente el convertidor de par adopta el papel de un embrague mecánico, permitiendo que la carga esté separada con respecto a la fuente de energía.

15 [0002] El convertidor de par tiene tres fases de funcionamiento. Durante una fase de parada, el motor está aplicando energía a una bomba del convertidor de par aunque la turbina de este último no puede girar. Por ejemplo, en un automóvil, esto se produciría cuando el conductor ha puesto una marcha pero evita que el vehículo se mueva al continuar aplicando los frenos. Durante una fase de aceleración, el vehículo está acelerando pero sigue habiendo una diferencia relativamente grande entre la velocidad de la bomba y de la turbina. Durante una fase de acoplamiento, cuando el vehículo se está moviendo, la turbina alcanza un porcentaje mayor de la velocidad de la bomba.

20 [0003] El convertidor de par se usa para suavizar el acoplamiento del motor al tren de transmisión. No obstante, en general los convertidores de par son ineficientes y gran parte de la energía desperdiciada se gasta en forma de calor. Por ejemplo, durante la fase de parada hay una eficiencia cero, creciendo esta última en general durante la fase de aceleración, y la misma sigue siendo moderadamente ineficiente durante la fase de acoplamiento.

25 [0004] El documento US 2.825.235 se refiere a una unidad de transmisión de potencia con relación de cambio para vehículos pesados y con fines industriales. La unidad de transmisión de potencia con relación de cambio comprende un árbol de entrada, un árbol de salida paralelo al árbol de entrada, una pluralidad de piñones de diámetros diferentes en el árbol de entrada, una pluralidad de piñones en el árbol de salida que se acoplan, cada uno de ellos, a uno de los piñones del árbol de entrada, de manera que el piñón más pequeño de cada árbol está conectado rígidamente a este último mientras que los piñones restantes están montados para poder girar en torno a sus árboles respectivos, un embrague de fricción asociado a cada piñón montado para poder girar en el árbol de entrada con el fin de conectar de manera accionable el mismo con dicho árbol, y una rueda libre asociada a cada piñón montado para poder girar en el árbol de salida por medio de la cual el árbol de salida puede ser accionado por dichos piñones solamente en una dirección.

35 [0005] En los documentos CH 144 380 y AT 177 322 B, se dan a conocer sistemas de transmisión que comprenden un árbol de entrada, un árbol de salida paralelo al árbol de entrada, una pluralidad de piñones de diferentes diámetros en el árbol de entrada, y una pluralidad de piñones en el árbol de salida que se acoplan, cada uno de ellos, a uno de los piñones en el árbol de entrada, para permitir la variación de la rotación del árbol de salida con respecto al árbol de entrada.

40

Sumario

45 [0006] La presente invención se define en las reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones dependientes definen realizaciones.

50 [0007] Un sistema de transmisión de múltiples velocidades adopta el lugar de un convertidor de par mediante un deslizamiento controlado del embrague. La transmisión de múltiples velocidades está diseñada también para sustituir la amplificación del par proporcionada normalmente por convertidores de par a bajas velocidades. El sistema de transmisión usa cojinetes unidireccionales que proporcionan transiciones suaves entre engranajes y mejoran de manera significativa la eficiencia de la transmisión hasta la equivalente de una transmisión manual al mismo tiempo que eliminan el arrastre asociado a conjuntos de embrague hidráulicos.

Breve descripción de los dibujos

55 [0008]

La FIG. 1 es un diagrama esquemático de un sistema de transmisión de múltiples velocidades.

60 La FIG. 2 es una vista en sección esquemática de un cojinete unidireccional usado en el sistema de transmisión de la FIG. 1.

Las FIGS. 3A a 3C son vistas aisladas de una parte del sistema de transmisión mostrado en la FIG. 1.

La FIG. 4 es un diagrama de bloques de un sistema de control usado en combinación con el sistema de transmisión de la FIG. 1.

5 La FIG. 5 es un diagrama de flujo que muestra de forma más detallada cómo funciona el sistema de transmisión de la FIG. 1 cuando el vehículo se encuentra en una posición de paro.

La FIG. 6 es un diagrama de estados que muestra de forma más detallada cómo se desplaza el sistema de transmisión de la FIG. 1 entre engranajes.

10 La FIG. 7 es un diagrama de flujo que muestra de forma más detallada cómo funciona el sistema de transmisión de la FIG. 1 cuando el vehículo está en una posición de paro en una cuesta.

Descripción detallada

15 **[0009]** La FIG. 1 es un esquema de una parte de un vehículo 10 que incluye un sistema 14 de transmisión de múltiples velocidades. El sistema 14 de transmisión usa un sistema 110 para sobrerevolución de salida (*overrun*) del conjunto de embrague que elimina algunas de las ineficiencias asociadas a los convertidores de par. El vehículo 10 en una de las realizaciones es una carretilla elevadora industrial. No obstante, el sistema 14 de transmisión se puede usar en una variedad de diferentes vehículos.

20 **[0010]** El vehículo 10 incluye un motor 12 que está conectado a un conjunto 34 de eje motor a través del sistema 14 de transmisión. El motor 12 hace girar un árbol 112 de entrada que, a continuación, a través del sistema 110 para sobrerevolución de salida del conjunto de embrague aplica selectivamente un par y hace girar un árbol 126 de salida. El árbol 126 de salida acopla el sistema 14 de transmisión con el conjunto 34 de eje motor y consigue que el conjunto 34 de eje motor haga girar las ruedas 39.

25 **[0011]** En una realización, el conjunto 34 de eje motor es convencional. En otra realización, el conjunto 34 de eje motor usa un sistema 142 de embrague del eje motor que incluye diferentes engranajes y embragues hidráulicos en la dirección de desplazamiento para hacer girar ruedas 39 en diferentes direcciones y mover el vehículo 10 en diferentes direcciones de avance, retroceso, y giro. El sistema 142 de embrague de eje motor se describe en el documento WO 2010/099 267 A1.

30 **[0012]** Debería entenderse que el sistema 14 de transmisión puede funcionar con cualquier conjunto de eje convencional y cualquier sistema de control de dirección del vehículo. No es necesario que el sistema 14 de transmisión se use en combinación con el sistema 142 de embrague de eje motor antes descrito, y puede funcionar con independencia del sistema 142 de embrague de eje motor. No obstante, por lo menos una realización más adelante describe cómo funciona el sistema 14 de transmisión en combinación con el sistema 142 de embrague de eje motor.

35 **[0013]** El sistema 14 de transmisión incluye un primer engranaje conductor 116 conectado selectivamente al árbol 112 de entrada a través de un primer conjunto 114 de embrague hidráulico. Un segundo engranaje conductor 120 está conectado selectivamente al árbol 112 de entrada a través de un segundo conjunto 118 de embrague hidráulico, y un tercer engranaje conductor 122 está conectado rígidamente al árbol 112 de entrada.

40 **[0014]** Un primer engranaje conducido 138 se acopla al primer engranaje conductor 116 y se acopla al árbol 126 de salida a través de un primer cojinete unidireccional 136. Un segundo engranaje conducido 134 se acopla a un segundo engranaje conductor 120 y está acoplado al árbol 126 de salida a través de un segundo cojinete unidireccional 132. Un tercer engranaje conducido 128 se acopla a un tercer engranaje conductor 122 y se conecta selectivamente al árbol 126 de salida mediante un tercer conjunto 130 de embrague hidráulico.

45 **[0015]** Los embragues hidráulicos 114, 118, y 130 funcionan de manera similar a embragues hidro-mecánicos de servotransmisiones (*power shift transmissions*). Los embragues hidráulicos 114 y 118 pueden trabar selectivamente los engranajes 116 y 120, respectivamente, al árbol 112 de entrada cuando hay rotación. El embrague hidráulico 130 puede trabar selectivamente el engranaje 128 con el árbol 126 de salida. Cada embrague hidráulico está provisto de una válvula electro-hidráulica proporcional y un sensor de presión hidráulica para proporcionar control y retroalimentación (véase la FIG. 4). Se pueden usar sensores alternativos, tales como sensores de par, en lugar de sensores de presión para un control de bucle de retroalimentación cerrado.

50 **[0016]** El par se transfiere desde el árbol 112 de entrada al árbol 126 de salida cuando el primer embrague hidráulico 114 traba el primer engranaje conductor 116 con el árbol 112 de entrada y el primer cojinete unidireccional 136 traba el primer engranaje conducido 138 con el árbol 126 de salida. También se transfiere un par desde el árbol 112 de entrada al árbol 126 de salida cuando el segundo embrague hidráulico 118 traba el segundo engranaje conductor 120 con el árbol 112 de entrada y el segundo cojinete unidireccional 132 traba el segundo engranaje conducido 134 con el árbol 126 de salida. Se transfiere también un par desde el árbol 112 de entrada al árbol 126 de salida cuando el tercer embrague hidráulico 130 traba el tercer engranaje conducido 128 con el árbol 126 de salida.

5 **[0017]** Los cojinetes unidireccionales 136 y 132 traban los engranajes 138 y 134, respectivamente, con el árbol 126 de salida cuando se gira en solamente una dirección de rotación del árbol. Los cojinetes unidireccionales 136 y 132 permiten que el árbol 126 de salida gire como una rueda libre dentro de los engranajes conducidos 138 y 134, respectivamente, si el árbol 126 de salida gira más rápido que el engranaje conducido.

10 **[0018]** La FIG. 2 es una vista en sección, simplificada, que muestra algunos de los elementos de uno de los cojinetes unidireccionales 136 ó 132. La FIG. 2 usa un primer cojinete unidireccional 136 como ejemplo. El primer cojinete unidireccional 136 está acoplado al árbol 126 de salida e incluye cojinetes 150 que presionan contra una pared interior del engranaje conducido 138.

15 **[0019]** Cuando el primer engranaje conducido 138 tiene una velocidad rotacional 152 que es mayor que la velocidad rotacional 154 del árbol 126 de salida, el primer cojinete unidireccional 136 traba automáticamente el primer engranaje conducido 138 con el árbol 126 de salida. El primer cojinete unidireccional 136 libera automáticamente el primer engranaje conducido 138 con respecto al árbol 126 de salida cuando el árbol 126 de salida comienza a girar con una velocidad rotacional 152 mayor que la del primer engranaje conducido 138. A este estado destrabado del cojinete unidireccional se le hace referencia alternativamente como rodamiento libre.

20 **[0020]** Cuando el árbol 126 de salida se sobrerrevoluciona superando el primer cojinete conducido 138, el primer cojinete conductor 116 de la FIG. 1 no puede transferir par desde el árbol 112 de entrada al árbol 126 de salida. Se produce también un arrastre muy pequeño cuando el primer cojinete unidireccional 136 se encuentra en el estado destrabado de rodamiento libre. El cojinete unidireccional se usa para lograr un aumento o reducción de marcha. Nuevamente, debería indicarse que la FIG. 2 es una representación simplificada de un cojinete unidireccional, y, en el sistema 14 de transmisión, también pueden usarse otras configuraciones de cojinetes unidireccionales.

25 **[0021]** Las FIGS. 3A a 3C describen de forma más detallada cómo funciona el sistema 14 de transmisión. Los estados de rotación 160A a 160H se refieren a diferentes estados de rotación de los árboles 112 y 126 y diferentes estados de rotación o trabamiento de los cojinetes unidireccionales y los embragues hidráulicos.

30 **[0022]** En referencia en primer lugar a la FIG. 3A, el embrague hidráulico 114 está activado y los embragues hidráulicos 118 y 130 están desactivados. Las placas del primer embrague hidráulico 114 se presionan entre sí en el estado activo, acoplando el primer engranaje conducido 116 al árbol 112 de entrada. La activación del primer embrague hidráulico 114 provoca una rotación 160B en el primer engranaje conductor 116. En función del estado actual del vehículo 10 en una condición o bien de paro o bien de movimiento, el primer engranaje hidráulico 114 se puede deslizar para acoplar gradualmente el árbol 112 de entrada al primer engranaje conductor 116 ó el primer embrague hidráulico 114 se puede bloquear.

35 **[0023]** El primer engranaje conductor 116 tiene una velocidad rotacional relativamente baja 160B, que crea una velocidad rotacional 160C en el primer engranaje conducido 138. No obstante, el árbol 126 de salida no está girando en este momento y la rotación más rápida 160C del primer engranaje conducido 138 provoca que el primer cojinete unidireccional 136 trabe el primer engranaje conducido 138 con el árbol 126 de salida. El trabamiento del primer cojinete unidireccional 136 permite que el primer engranaje conductor 116 aplique un par al árbol 126 de salida y que se inicie la rotación del árbol 126 de salida con una velocidad rotacional 160H.

40 **[0024]** El segundo embrague hidráulico 118 no está activado en este momento, de manera que el segundo engranaje conductor 120 está destrabado y no presenta ninguna velocidad rotacional 160D, y el segundo engranaje conducido 134 está destrabado y no presenta ninguna velocidad rotacional 160E. Puesto que el árbol 126 de salida está girando más rápido que el segundo engranaje conducido fijo 134, el segundo cojinete unidireccional 132 no efectúa ningún acoplamiento y el árbol 126 de salida gira libremente dentro del segundo engranaje conducido 134. En esta fase, el segundo engranaje conductor 120 no aplica ningún par al árbol 126 de salida.

45 **[0025]** El tercer engranaje conductor 122 está fijado permanentemente al árbol 112 de entrada y presenta una velocidad rotacional 160F y un par limitado que hace girar el tercer engranaje conducido 128. No obstante, el tercer embrague hidráulico 130 no está activado en este momento y, por lo tanto, el tercer engranaje conductor 122 tampoco no aplica ningún par al árbol 126 de salida.

50 **[0026]** La alta relación de transmisión del engranaje conducido 138 con respecto al engranaje conductor 116 proporciona un par elevado al árbol 126 de salida para su empuje. El primer embrague hidráulico 114 también se puede usar como embrague de precisión para el arranque y para un posicionamiento fino. No obstante, para el control de precisión se puede usar también cualquiera de los otros embragues.

55 **[0027]** La FIG. 3B muestra cómo funciona el sistema 14 de transmisión durante una transición desde el primer engranaje conductor 116 al segundo engranaje conductor 120. El segundo embrague hidráulico 118 se activa provocando que el árbol 112 de entrada haga girar al segundo engranaje conductor 120 con una velocidad rotacional

160D. En este ejemplo, el primer embrague hidráulico 114 se muestra todavía activado y el tercer embrague hidráulico 130 no está activado todavía. No obstante, el primer embrague hidráulico 114 se puede liberar algún tiempo después de que se haya activado el segundo embrague hidráulico 118.

5 **[0028]** El segundo engranaje conductor 120 hace girar al segundo engranaje conducido 134 más rápido de lo que el primer engranaje conductor 116 hace girar al primer engranaje conducido 138 y el árbol 126 de salida. Por consiguiente, el segundo cojinete unidireccional 132 traba al segundo engranaje conducido 134 con el árbol 126 de salida y el segundo engranaje conductor 120 comienza a aplicar un par y una velocidad rotacional 160H al árbol 126 de salida. En este momento el árbol 126 de salida está girando más rápido que el primer engranaje conducido 138 provocando que el primer cojinete unidireccional 136 libere al primer engranaje conducido 138 del árbol 128 de salida. A continuación, el árbol 128 de salida comienza a rodar libremente dentro del primer engranaje conducido 138 y el primer engranaje conductor 116 ya no aplica ningún par al árbol 126 de salida. El tercer embrague hidráulico 130 está todavía desactivado y el tercer engranaje conductor 122 no aplica todavía ningún par al árbol 126 de salida.

15 **[0029]** Una de las ventajas del sistema 14 de transmisión es las transiciones simples relativamente suaves entre diferentes engranajes. Por ejemplo, el primer cojinete unidireccional 136 se desacopla automáticamente cuando se acopla el segundo cojinete unidireccional 132. Así, el desacoplamiento del primer embrague hidráulico 114 no tiene por qué estar coordinado de manera precisa con el acoplamiento del segundo embrague hidráulico 118. El uso de una alta relación de transmisión con engranajes 116 y 138 elimina también la necesidad de un convertidor de par. El motor 12 (FIG. 1) tampoco necesita revolucionarse tanto para evitar pararse cuando se realiza una transición a relaciones de transmisión menores.

25 **[0030]** La FIG. 3C muestra cómo funciona el sistema 14 de transmisión durante otra transición desde el segundo engranaje conductor 120 al tercer engranaje conductor 122. El tercer embrague hidráulico 130 se activa trabando el tercer engranaje conducido 128 con el árbol 126 de salida. El tercer engranaje conductor 122 tiene una velocidad rotacional 160F y aplica un par y hace girar al árbol 126 de salida. En este ejemplo, el segundo embrague hidráulico 118 se muestra todavía activado y el primer embrague hidráulico 114 se muestra desactivado. No obstante, después de que se haya activado el embrague hidráulico 130 se puede liberar o no cualquier combinación de los embragues hidráulicos 114 y 118. Por ejemplo, es posible que la totalidad de los tres embragues hidráulicos esté acoplada sin unión de los engranajes.

35 **[0031]** El tercer engranaje conductor 122 genera una velocidad rotacional 160G en el tercer engranaje conducido 128 que, a su vez, crea una velocidad rotacional 160H en el árbol 126 de salida. En esta realización, la relación de transmisión entre el tercer engranaje conducido 128 y el tercer engranaje conductor 122 es menor que la relación de transmisión entre el segundo engranaje conducido 134 y el segundo engranaje conductor 120. La relación de transmisión entre el primer engranaje conducido 138 y el primer engranaje conductor 116. Así, la velocidad rotacional 160H será al mismo tiempo mayor que la velocidad rotacional del primer engranaje conducido 138 y mayor que la velocidad rotacional del segundo engranaje conducido 134. Por consiguiente, el segundo cojinete unidireccional 132 desacopla el segundo engranaje conducido 134 con respecto al árbol 126 de salida y el primer cojinete unidireccional 136 mantiene el primer engranaje conducido 138 desacoplado con respecto al árbol 126 de salida. Así, el sistema 14 de transmisión cambia al tercer engranaje conductor 122 sin tener que coordinar mecánicamente el desacoplamiento de los otros engranajes 116 y 120.

45 **[0032]** Se usa un proceso inverso para reducir la marcha desde el engranaje conductor 122 de vuelta disminuyendo a los engranajes 120 ó 116. Los sistemas de transmisión convencionales tienen que modular simultáneamente tanto la desactivación del embrague de un engranaje como la activación del embrague de otro engranaje siendo necesario un alto grado de coordinación para lograr un cambio suave. No obstante, en el sistema 14 de transmisión, diferentes embragues hidráulicos pueden permanecer acoplados durante las operaciones de aumento y reducción de marcha gracias a la capacidad de sobrerrevolución de salida de los cojinetes unidireccionales asociados. A medida que el sistema 14 de transmisión cambia de marcha, un engranaje comienza a transmitir un par y deja de experimentar una sobrerrevolución de salida cuando otro engranaje se desacopla.

55 **[0033]** Por ejemplo, el segundo embrague hidráulico 118 se puede acoplar mientras el tercer embrague hidráulico 130 se desacopla. Esto permite que el segundo engranaje conductor 120 comience finalmente a hacer girar al segundo engranaje conducido 134 más rápido que el árbol 126 de salida. A continuación, el segundo cojinete unidireccional 132 acopla el segundo engranaje conducido 134 con el árbol 126 de salida y permite que el segundo engranaje conductor 120 comience a aplicar un par al árbol 126 de salida.

60 **[0034]** De modo similar, el primer embrague hidráulico 114 se puede acoplar mientras el segundo embrague hidráulico 118 se desacopla. El primer cojinete unidireccional 136 traba el primer engranaje conducido 138 con el árbol 126 de salida cuando la velocidad rotacional del primer engranaje conducido 138 supera la velocidad rotacional del árbol 126 de salida. A continuación, el primer engranaje conductor 116 comienza a aplicar un par en el árbol 126 de salida.

5 [0035] Desde el tercer engranaje conductor 122 al segundo engranaje conductor 120 y desde el segundo engranaje conductor 120 al primer engranaje conductor 116 se produce una transición relativamente suave. Esto es debido a que los cojinetes unidireccionales 132 y 136 únicamente traban el árbol 126 de salida con engranajes conducidos 134 y 138, respectivamente, cuando la velocidad de los engranajes conducidos supera la velocidad rotacional del árbol 126 de salida. Así, se pueden reducir los tirones del vehículo que se producen normalmente en los sistemas de transmisión convencionales cuando se realiza una transición entre engranajes.

10 [0036] Durante el “rodamiento libre” cuando se está bajando por una cuesta en el primer engranaje conductor 116, el árbol 126 de salida puede superar la velocidad del primer engranaje conducido 138. Una de las estrategias de control consiste en cambiar al tercer engranaje conductor 122 y dejar que el tercer engranaje conducido 128 proporcione cierto grado de frenado con el motor. El sistema 142 de embrague ubicado en el conjunto 34 de eje motor de la FIG. 1 también se puede usar para frenar el vehículo 10.

15 **Sistema de control**

[0037] La FIG. 4 muestra un sistema de control para el vehículo 10 y el sistema 14 de transmisión mostrado previamente en las FIGS. 1 a 3C. Una Unidad de Procesado Central (CPU) 40 controla la activación de los conjuntos 114, 118, y 130 de embrague hidráulico en el sistema 14 de transmisión de acuerdo con diferentes parámetros del vehículo. Una válvula 16 de control en la transmisión 14 controla la presión de fluido que controla la activación de los conjuntos 114, 118, y 130 de embrague.

20 [0038] La CPU 40 recibe una velocidad del vehículo y una señal 18 de dirección desde un sensor 200 de velocidad del vehículo que indica la Velocidad Rotacional del Árbol de Salida de Transmisión (TOSS) y la dirección del árbol 126 de salida. Desde un sensor 204 de velocidad del motor se genera una señal 30 de Rotaciones del Motor por Minuto (ERPM) y la misma indica la rapidez con la que está girando el árbol 112 de entrada (FIG. 1) conectado al motor 12. Una señal 32 de control del regulador del motor controla una válvula 206 del acelerador, que controla la velocidad del motor 12. Un sensor 208 de temperatura genera una señal 28 de temperatura de transmisión, y la misma identifica la temperatura del fluido de transmisión en la transmisión 14.

25 [0039] La CPU 40 recibe una señal 42 de posición del pedal de freno desde un sensor 210 de posición del pedal de freno en el pedal 43 de freno. Una señal 44 de posición del pedal de acelerador es recibida desde un sensor 212 de posición del pedal del acelerador en el pedal 50 del acelerador. La posición del pedal del acelerador se puede corresponder alternativamente con un valor de la válvula, un valor de aceleración, o un valor de deceleración.

30 [0040] Una palanca o pedal 52 de dirección genera una señal 46 de dirección de avance-retroceso y la misma indica una dirección de avance o hacia atrás que selecciona el conductor del vehículo para el vehículo 10. Una memoria interna o externa 48 contiene parámetros de los cuales se han establecido correspondencias, que identifican valores de presión del embrague y otros parámetros de control y velocidad usados para llevar a cabo diferentes operaciones de frenado y cambio de marchas. Algunos de los parámetros almacenados en la memoria 48 se describen de forma más detallada posteriormente en las FIGS. 5 a 7.

35 [0041] Los embragues hidráulicos 114, 118, y 130, en combinación con cojinetes unidireccionales 136 y 132, acoplan y desacoplan selectivamente el árbol 112 de entrada con el árbol 126 de salida según se ha descrito anteriormente. La fuerza de acoplamiento de los embragues hidráulicos 114, 118, y 130 se controla cambiando la presión del aceite en las cámaras de los embragues. La presión del aceite en las cámaras de los embragues se controla por medio del valor 16 de control el cual es controlado por la CPU 40.

40 [0042] La señal 22 de embrague de válvula de control controla la presión del aceite en el primer conjunto 114 de embrague hidráulico, la señal 24 de válvula de control controla la presión del aceite en el segundo conjunto 118 de embrague hidráulico, la señal 26 de válvula de control controla la presión del aceite en el tercer conjunto 130 de embrague hidráulico. Cuando se usa el sistema 142 de embrague del eje motor en la FIG. 1, una o más señales 70 controlan la(s) presión(es) del aceite para el sistema 142 de embrague (FIG. 1) en el conjunto 34 de eje motor.

45 [0043] La señal 56 de sensor de presión indica la cantidad de presión aplicada por la válvula 16 de control en el conjunto 114 de embrague hidráulico. La señal 60 de sensor de presión indica la cantidad de presión aplicada en el conjunto 118 de embrague hidráulico, y la señal 64 de sensor de presión indica la cantidad de presión aplicada por la válvula 16 de control en el conjunto 130 de embrague hidráulico. Cuando se usan conjuntos de embrague hidráulico en el eje motor 34, una o más señales 72 de sensores de presión indican la cantidad de presión aplicada en los conjuntos 142 de embrague hidráulico. Cuando se usa un eje motor convencional, no se usa la señal 72 de sensor de presión.

50 [0044] La CPU 40 usa las señales 56, 60, y 64 para determinar la cantidad de deslizamiento en los conjuntos 114, 118, y 130 de embrague hidráulico respectivamente. Cuando cualquiera de las presiones de los embragues es cero, el embrague hidráulico particular 114, 118, ó 130 desacopla ese engranaje asociado con respecto al árbol 112 de entrada o el árbol 126 de salida. Cuando la presión de embrague para cualquiera de los conjuntos de embrague hidráulico se

encuentra en una presión máxima, el conjunto de embrague correspondiente aumenta al máximo la fuerza de acoplamiento entre el árbol asociado y el engranaje (trabamiento). Cuando la presión del conjunto de embrague se encuentra entre cero y el valor máximo, el conjunto de embrague correspondiente está parcialmente acoplado. A la condición de acoplamiento parcial se le hace referencia como “deslizamiento del conjunto de embrague”.

5

[0045] Tal como se ha mencionado anteriormente, el eje motor 34 puede ser un eje motor convencional que no use conjuntos de embrague hidráulico. No obstante, cuando el sistema 142 de embrague se encuentra situado en el conjunto 34 de eje motor, el primero permite que la aplicación de un par desde el motor 12 esté separada con respecto al frenado del conjunto de embrague. Esto permite un control de la velocidad del motor independiente en relación con la velocidad con respecto al suelo. Por ejemplo, un conductor puede que desee acelerar el motor 12 para operaciones hidráulicas al mismo tiempo que reduciendo la velocidad de desplazamiento del vehículo. Esto se puede llevar a cabo automáticamente haciendo que la CPU 40 desacople la transmisión 14 y aplique un frenado del conjunto de embrague en el conjunto 34 de eje motor.

10

[0046] La FIG. 5 es un diagrama de flujo que describe una forma de funcionamiento del sistema de control de la FIG. 4 cuando el vehículo 10 está detenido en el estado 300. En la operación 302, la CPU 40 recibe una orden para mover el vehículo 10. Por ejemplo, la CPU 40 puede recibir la señal 44 de posición del pedal del acelerador sensible a la Posición del Pedal del Acelerador (APP) correspondiente al pedal 50 del acelerador. En la operación 304, el primer embrague hidráulico 114 es deslizado por la CPU 40 controlando la cantidad de presión aplicada por la válvula 16 de control por medio de la señal 22. El deslizamiento del primer embrague hidráulico 114 limita el par, evitando que el motor 12 se pare, y reduce el impacto del acoplamiento del engranaje conductor en el conjunto 34 de eje motor y en el conductor del vehículo. Este deslizamiento del conjunto de embrague sustituye por lo menos una de las funciones de un convertidor de par, a saber, la evitación de la parada del motor 12 cuando el vehículo 10 comienza a moverse a partir de una posición de paro.

15

20

25

[0047] Embragues seleccionados del sistema 142 de embrague cuando el mismo se usa en el eje motor 34 se acoplan también en la operación 304 de acuerdo con la dirección de desplazamiento seleccionada y la pendiente del vehículo 10. Por ejemplo, se puede seleccionar un primer conjunto de embragues del sistema 142 de embrague para su acoplamiento por la CPU 40 por medio de señales 70 con el fin de mover el vehículo 10 en una dirección de avance, y se puede seleccionar un segundo conjunto de embragues del sistema 142 de embrague para su acoplamiento por la CPU 40 con el fin de mover el vehículo 10 en la dirección de retroceso. La dirección del vehículo 10 la puede determinar la CPU 40 por medio de la señal 46 del sensor de dirección.

30

[0048] En la operación 306, la CPU 40 continúa aumentando la presión suministrada por la válvula 16 de control al primer embrague hidráulico 114 y, de forma correspondiente, aumenta la cantidad de par suministrada por el motor 12 al eje motor 34 según la intención del conductor. Por ejemplo, la CPU 40 monitoriza continuamente la posición del pedal 50 del acelerador para determinar la cantidad de presión y de deslizamiento asociado a aplicar en el primer conjunto 114 de embrague hidráulico usando la señal 22 y para determinar con qué velocidad hacer funcionar el motor 12 usando la señal 32.

35

40

[0049] La CPU 40, en las operaciones 304 y 306, continúa aumentando la presión hasta que finaliza el acoplamiento del primer embrague hidráulico 114. Por ejemplo, cuando el conductor deja de apretar el pedal 50 del acelerador, la CPU 40 puede determinar que el primer embrague hidráulico 114 presenta la cantidad correcta de deslizamiento y el motor 12 está proporcionando la cantidad correcta de par al eje motor 34.

45

[0050] La CPU 40 puede continuar aumentando la presión en el primer embrague hidráulico 114 en las operaciones 304 y 306 hasta que el primer embrague hidráulico 114 traba completamente el árbol 112 de entrada con el primer engranaje conducido 116 en la operación 308 y mientras los embragues de los ejes motores del sistema 142 de embrague permanecen acoplados. En este momento el vehículo 10 se está moviendo y la secuencia de arranque para el vehículo 10 llevada a cabo por la CPU 40 se completa en la operación 310.

50

[0051] La FIG. 6 es un diagrama de estados que explica adicionalmente cómo cambia de marcha el sistema 14 de transmisión entre los diferentes engranajes. El ejemplo que se describe a continuación muestra transiciones entre tres engranajes diferentes. No obstante, en el sistema 14 de transmisión se puede usar un número mayor o menor de tres engranajes. Las transiciones entre engranajes funcionarían de manera similar a las transiciones entre el segundo y el tercer engranajes según se describe posteriormente. La FIG. 6 ilustra el aumento y la reducción normales de marcha, y muestra también cómo el primer engranaje está limitado en cuanto al par para evitar que el motor se pare y para evitar la sobrecarga del eje motor.

55

[0052] En una realización, las operaciones descritas en la FIG. 6 son controladas por la CPU 40 mostrada previamente en la FIG. 4. En la FIG. 6 se usan presiones de válvulas de control de ejemplo con fines ilustrativos, aunque pueden usarse presiones alternativas para proporcionar modulaciones similares de los conjuntos de embrague. En este ejemplo, una presión de 0 libras por pulgada cuadrada (psi) está asociada a un embrague hidráulico completamente desbloqueado. Una presión hidráulica del embrague de 20 psi está asociada a un punto de contacto en el que el

60

embrague simplemente está comenzado a transferir un par al eje motor 34. Una presión de 40 psi representa un embrague que está ligeramente acoplado (deslizándose) y transfiere solamente una cantidad parcial de par para reducir el impacto sobre el vehículo cuando un cojinete bidireccional está inicialmente acoplado. Una presión de 140 psi está asociada a un embrague hidráulico completamente trabado.

5

[0053] La CPU 40 puede determinar, a partir de las relaciones de transmisión que se estén usando en ese momento en el sistema 14 de transmisión, las Rotaciones del Motor por Minuto (ERPM) 30, y la Velocidad del Árbol de Salida de Transmisión (TOSS) 18 (véase la FIG. 4) cuando hay un deslizamiento cero en un embrague hidráulico particular 114, 118, ó 130. Los valores de la velocidad de reducción de marcha de desplazamiento y de la velocidad de aumento de marcha de desplazamiento que se describen posteriormente son variables predeterminadas que se basan en la posición 44 del pedal del acelerador y las ERPM 30.

10

[0054] El vehículo 10 y el sistema 14 de transmisión están inicialmente en un estado neutro 320. Una condición 321 de orden de movimiento del vehículo hace que el sistema de transmisión cambie a un estado 322 de deslizamiento del primer engranaje. La presión en el primer embrague hidráulico 114 se reduce si las ERPM son inferiores a una velocidad predeterminada de parada del motor. En caso contrario, la presión en el primer embrague se incrementa. A la variación de la presión del embrague se le hace referencia alternativamente como modulación.

15

[0055] Cuando el deslizamiento medido del embrague en la condición 323 es cero, el primer embrague 114 se traba incrementando la presión del embrague hasta 140 psi. El sistema de transmisión cambia también a un estado 324 de trabamiento del primer engranaje. Si las ERPMs caen por debajo de una velocidad de reducción de marcha predeterminada n.º 1 en la condición 325, la CPU cambia el sistema de transmisión de vuelta al estado 322 de deslizamiento del primer engranaje. La CPU usa un diagrama de modulación del primer engranaje en la memoria 48 para determinar qué presiones aplicar a continuación al primer embrague 114. En este ejemplo, la CPU comienza a 40 psi para reducir el par sobre el motor 12 y, a continuación, hace variar la presión del embrague de acuerdo con la posición 44 del pedal del acelerador, las ERPM 30, y la TOSS 18.

20

25

[0056] En caso contrario, el sistema de transmisión permanece en el estado 324 de trabamiento del primer engranaje hasta que las ERPM suben por encima de una velocidad predeterminada de aumento de marcha n.º 1 en la condición 326. Cuando las ERPM aumentan por encima del valor de la velocidad de aumento de marcha n.º 1, la CPU cambia el sistema de transmisión al estado 327 de deslizamiento del segundo engranaje. En este ejemplo, la CPU comienza con 20 psi en la presión en el segundo embrague hidráulico 118 aunque manteniendo el primer embrague hidráulico 114 en una condición de trabamiento total. Mientras se encuentra en el estado 327 de deslizamiento del segundo engranaje, la CPU aumenta o modula la presión sobre la base de correspondencias establecidas de la posición 44 del pedal del acelerador, las ERPM 30 y la TOSS 18 del diagrama de modulación del segundo engranaje.

30

35

[0057] Si las ERPM caen por debajo del valor de la velocidad de reducción de marcha n.º 1 en la condición 328, la CPU 40 cambia el sistema de transmisión de vuelta al estado 322 de deslizamiento del primer engranaje y la presión de modulación del primer engranaje comienza en 40 psi en el diagrama de modulación del primer engranaje. La presión del embrague se fija a 40 psi para cambiar rápidamente el embrague hidráulico 118 a una condición inicial de deslizamiento de comienzo.

40

[0058] Mientras se encuentra en el estado 327 de deslizamiento del segundo engranaje, la CPU continúa aumentando la presión en el embrague hidráulico 118 hasta que el segundo embrague 118 presenta un deslizamiento cero en la condición 329. A continuación, la presión se fija a 140 psi para mantener sólidamente el embrague hidráulico 118 en un estado 340 de trabamiento del segundo engranaje. La presión en el primer embrague hidráulico 114 se fija también a 40 psi permitiendo que el sistema de transmisión responda rápidamente a cualquier reducción de marcha de vuelta al estado 322 de deslizamiento del primer engranaje.

45

[0059] En el estado 340 de trabamiento del segundo engranaje, una reducción de las ERPM por debajo de un valor predeterminado de la velocidad de reducción de marcha n.º 2 en la condición 341 provoca que la CPU cambie de vuelta al estado 322 de deslizamiento del primer engranaje. La presión en el embrague 118 se reduce hasta 0 psi y se entra en el primer embrague 114 a 40 psi en el diagrama de modulación del primer engranaje. La reducción controlada de la presión en el segundo embrague 118 bajando hasta 0 psi reduce la sacudida del vehículo que podría producirse si el segundo engranaje se desacoplase instantáneamente. Si las ERPM suben por encima de una velocidad de aumento de marcha predeterminada n.º 2 en la condición 342, la CPU cambia el sistema de transmisión a un estado 343 de deslizamiento del tercer engranaje y comienza en el embrague hidráulico 130 con 20 psi en un diagrama de modulación del tercer engranaje.

50

55

[0060] La CPU continúa modulando/aumentando la presión en el embrague hidráulico 130. Si las ERPM caen por debajo de un valor predeterminado de la velocidad de reducción de marcha n.º 3 en la condición 344, la CPU cambia la transmisión de vuelta al estado 327 de deslizamiento del segundo engranaje y comienza con 40 psi en el diagrama de modulación del segundo engranaje. Si no, la CPU, en el estado 343 de deslizamiento del tercer engranaje, continúa aumentando la presión en el tercer embrague hidráulico 130 hasta que se produce un deslizamiento cero del embrague

60

en la condición 345. A continuación, la CPU fija la presión en el embrague hidráulico 130 a 140 psi y cambia a un estado 346 de trabamiento del tercer engranaje. La presión del segundo engranaje se reduce también bajando hasta 40 psi para proporcionar una respuesta rápida a cualesquiera transiciones de la transmisión de vuelta al estado 327 de deslizamiento del segundo engranaje.

[0061] El sistema de transmisión permanece en el estado 346 de trabamiento del tercer engranaje a no ser que las ERPM caigan por debajo del valor de la velocidad de reducción de marcha n.º 3 en la condición 347. En este caso, el sistema de transmisión cambia de vuelta al estado 327 de deslizamiento del segundo engranaje, la presión en el embrague hidráulico 130 se modula reduciéndose hasta 0 psi, y la CPU comienza con 40 psi en el segundo embrague 118 del diagrama de modulación del segundo engranaje.

[0062] El sistema descrito anteriormente proporciona transiciones relativamente simples entre engranajes sin requerir un acoplamiento y desacoplamiento sincronizados precisos de diferentes embragues durante transiciones entre engranajes. Los embragues no tienen por qué estar completamente desacoplados durante una transición entre engranajes con lo que embragues que estén acoplados o desacoplados de manera parcial no generarán un calor innecesario y no reducirán la eficiencia total del sistema 14 de transmisión. En el sistema 14 de transmisión se podrían incluir engranajes adicionales y estados de modulación equivalentes. Los diferentes valores de reducción de marcha, valores de aumento de marcha, diagramas de modulación de engranajes, y presiones en psi pueden variar para tipos diferentes de vehículos y tipos diferentes de sistemas de transmisión.

[0063] La FIG. 7 es un diagrama de flujo que describe más detalladamente cómo la CPU 40 controla los embragues hidráulicos cuando el vehículo 10 está situado sobre una cuesta inclinada. Tal como se ha mencionado anteriormente, el sistema 14 de transmisión puede funcionar con cualquier tipo de eje motor convencional con control direccional. No obstante, en una realización, el sistema 14 de transmisión puede funcionar en combinación con el sistema 142 de embrague mostrado en la FIG. 1.

[0064] Un par de frenado básico se define en una tabla de consulta contenida en la memoria 48 (FIG. 4) como el par de frenado mínimo. El valor del par de frenado básico se puede determinar experimentando con el valor más bajo que evita que el vehículo 10 ruede en una cuesta con una pendiente dada. La finalidad del par fijo mínimo es detener el vehículo 10 sobre un terreno plano y evitar o limitar su rodamiento en una cuesta.

[0065] Cuando el vehículo 10 se detiene en la operación 350, la CPU 40 en la operación 352 desacopla los embragues hidráulicos en el sistema 14 de transmisión y acopla totalmente todos los embragues de dirección del sistema 142 de embrague en el eje motor 34. Cuando al vehículo 10 se le ordena que se mueva avanzando o retrocediendo en la operación 354, la CPU 40 desliza el primer embrague hidráulico 114 y mantiene el embrague seleccionado en acoplamiento en la operación 356, y, al mismo tiempo, reduce y modula los embragues de la dirección opuesta de desplazamiento del sistema 142 de embrague hasta un valor mínimo para evitar que el vehículo 10 dé tirones en la dirección seleccionada.

[0066] A continuación, el vehículo 10 comienza a moverse. Si el vehículo 10 comienza a moverse en la dirección opuesta en la operación 358, la CPU 40 incrementa el acoplamiento del primer embrague hidráulico 114 en la operación 360. Si el vehículo 10 continúa moviéndose en la dirección opuesta en la operación 362, la CPU 40 incrementa adicionalmente el acoplamiento del primer embrague hidráulico 114 en la operación 360. Cuando el vehículo 10 comienza a moverse en la dirección seleccionada y la posición del pedal de aceleración es superior a un valor de umbral, la CPU 40 libera completamente (neutraliza) el(los) embrague(s) de dirección opuesta del sistema 142 de embrague en la operación 366. La CPU 40 en la operación 368 acopla completamente el primer embrague hidráulico 114 cuando la velocidad del vehículo indicada por la señal 18 de velocidad y dirección es mayor que una velocidad calculada de parada del motor.

[0067] Así, el sistema de control mostrado anteriormente controla el par para evitar una parada del motor y daños en el embrague debido a un sobrecalentamiento. El control del par se logra deslizando los embragues de dirección seleccionados del sistema 142 de deslizamiento, o del primer embrague hidráulico 114. La presión del embrague se obtiene a partir de un par calculado de parada del motor.

[0068] El motor 12 no reducirá por debajo de una velocidad mínima que mantiene un par suficiente más un margen de seguridad preestablecido para evitar su parada. Si la energía del embrague supera un límite, la capacidad de par del embrague se reduce disminuyendo la presión del embrague o desacoplando totalmente el embrague para evitar daños. La velocidad del motor será controlada por la CPU 40 hasta un par mínimo sin que se produzca parada.

[0069] Si se supera el límite de energía del embrague, entonces el deslizamiento puede alternar entre el(los) embrague(s) de dirección seleccionado(s) del sistema 142 de embrague y el primer embrague hidráulico 114, aunque manteniendo un par transmitido constante. Un módulo de estimación de la energía del embrague de software que monitoriza el calor del embrague puede ser implementado por la CPU 40 de acuerdo con la temperatura del aceite, la presión del embrague, la velocidad de enfriamiento, y la tasa de deslizamiento medidas por medio de la CPU 40 y los

sensores de la FIG. 4. Cuando la energía estimada del embrague se reduce hasta un valor aceptable, entonces el par del embrague se puede incrementar suavemente dentro de límites térmicos para reengancharse completamente a un par impulsor y un rendimiento del vehículo normales. Durante el posterior frenado del motor, se puede acoplar el tercer embrague hidráulico 130 de engranajes más alto para conectar el motor 12 con el árbol 126 de salida.

5

[0070] El sistema antes descrito puede usar sistemas de procesador, microcontroladores, dispositivos lógicos programables, o microprocesadores, dedicados, que lleven a cabo algunas o la totalidad de las operaciones. Algunas de las operaciones antes descritas se pueden implementar en software y otras operaciones se pueden implementar en hardware.

10

[0071] Por comodidad, las operaciones se describen en forma de varios bloques funcionales interconectados o módulos de software diferenciados. No obstante, esto no es necesario, y puede haber casos en los que estos bloques funcionales o módulos se añadan de manera equivalente a un único dispositivo lógico, programa u operación con límites no definidos. En cualquier caso, los bloques funcionales y módulos de software o características de la interfaz flexible se pueden implementar individualmente, o en combinación con otras operaciones ya sea en hardware o en software.

15

[0072] Tras haber descrito e ilustrado los principios de la invención en una forma de realización preferida de la misma, debería ponerse de manifiesto que la invención se puede modificar en cuanto a disposición y detalles sin desviarse con respecto a estos principios. Se reivindican todas las modificaciones y variantes que se sitúan dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

20

REIVINDICACIONES

1. Sistema de transmisión para ser usado en un vehículo que tiene un árbol (112) de entrada acoplado operativamente a un árbol (126) de salida mediante una pluralidad de conjuntos de engranajes, que comprende:
 - 5 un primer conjunto de engranajes que incluye un primer engranaje conductor (116) acoplado con un primer engranaje conducido (138), en donde el primer engranaje conductor (116) está dispuesto giratoriamente en el árbol (112) de entrada y acoplado selectivamente al mismo por un primer embrague (114) provisto de una válvula electro-hidráulica proporcional y de un sensor para proporcionar un control de bucle cerrado de retroalimentación, y en donde el primer engranaje conducido (138) está dispuesto giratoriamente en el árbol (126) de salida y acoplado al mismo con un primer cojinete unidireccional (136);
 - 10 un segundo conjunto de engranajes que incluye un segundo engranaje conductor (120) acoplado con un segundo engranaje conducido (134), en donde el segundo engranaje conductor (120) está dispuesto giratoriamente en el árbol (112) de entrada y acoplado selectivamente al mismo mediante un segundo embrague (118) provisto de una válvula electro-hidráulica proporcional y de un sensor para proporcionar un control de bucle de retroalimentación cerrado, y en donde el segundo engranaje conducido (134) está dispuesto giratoriamente en el árbol (126) de salida y acoplado al mismo con un segundo cojinete unidireccional (132); y
 - 15 un tercer conjunto de engranajes que incluye un tercer engranaje conductor (122) acoplado con un tercer engranaje conducido (128), en donde el tercer engranaje conductor (122) está acoplado rígidamente al árbol (112) de entrada, y en donde el tercer engranaje conducido (128) está dispuesto giratoriamente en el árbol (126) de salida y acoplado selectivamente al mismo mediante un tercer embrague (130) provisto de una válvula electro-hidráulica proporcional y de un sensor para proporcionar un control de bucle cerrado de retroalimentación,
 - 20 en donde el árbol (112) de entrada está configurado para acoplarse a un motor (12) de vehículo sin ningún convertidor de par intermedio, y en donde el árbol (126) de salida está configurado para acoplarse a un conjunto (34) de eje motor.
2. Sistema de transmisión según la reivindicación 1, en el que el segundo embrague (118) está configurado para liberar el segundo engranaje conducido (134) con respecto al árbol (126) de salida cuando el árbol (126) de salida gira más rápido que el segundo engranaje conducido (134).
3. Sistema de transmisión según cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en el que el tercer engranaje conducido (128) está configurado para girar más rápido que el segundo engranaje conducido (134) y girar más rápido que el primer engranaje conducido (138) y conseguir que el árbol (126) de salida gire libremente dentro del segundo engranaje conducido (134) y gire libremente dentro del primer engranaje conducido (138) cuando el tercer engranaje conducido (128) está acoplado al árbol (126) de salida.
4. Sistema de transmisión según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que una relación de transmisión del segundo engranaje conducido (134) y el segundo engranaje conductor (120) es menor que una relación de transmisión del primer engranaje conducido (138) y el primer engranaje conductor (116), y una relación de transmisión del tercer engranaje conducido (128) y el tercer engranaje conductor (122) es menor que la relación de transmisión entre el segundo engranaje conducido (134) y el segundo engranaje conductor (120).
5. Sistema de transmisión según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el primer embrague (114), el segundo embrague (118), y el tercer embrague (130) son embragues hidráulicos.
6. Método para el funcionamiento de un sistema de transmisión para ser usado en un vehículo, que comprende:
 - 55 impulsar un árbol (112) de entrada con un par motor;
 - 60 accionar un primer embrague (114) para acoplar selectivamente un primer engranaje conductor (116) al árbol (112) de entrada, en donde el primer engranaje conductor (116) se dispone giratoriamente en el árbol (112) de entrada, en donde el primer engranaje conductor (116) transfiere el par motor a un primer engranaje conducido (138) dispuesto giratoriamente en un árbol (126) de salida y acoplado al mismo con un primer cojinete unidireccional (136), y en donde se consigue que el árbol (126) de salida gire como respuesta al accionamiento del primer embrague (114);
 - accionar un segundo embrague (118) para acoplar selectivamente un segundo engranaje conductor (120) al árbol (112) de entrada, en donde el segundo engranaje conductor (120) se dispone giratoriamente en el árbol (112) de entrada, en donde el segundo engranaje conductor acoplado (120) transfiere el par motor a un

segundo engranaje conducido (134) dispuesto giratoriamente en el árbol (126) de salida y acoplado al mismo con un segundo cojinete unidireccional (132); y

5

accionar un tercer embrague (130) para acoplar selectivamente un tercer engranaje conducido (128) al árbol (126) de salida, en donde un tercer engranaje conductor (122) está acoplado rígidamente al árbol (112) de entrada y está acoplado con el tercer engranaje conducido (128), en donde el tercer engranaje conducido acoplado (128) transfiere el par motor desde el tercer engranaje conductor (122) al árbol (126) de salida,

10

en donde el árbol (126) de salida se acopla a un conjunto (34) de eje motor, en donde el árbol (112) de entrada se acopla a un motor (12) de vehículo sin ningún convertidor de par intermedio, y en donde cada uno del primer embrague (114), el segundo embrague (118) y el tercer embrague (130) está provisto de una válvula electro-hidráulica proporcional y de un sensor para proporcionar un control de bucle de retroalimentación cerrado.

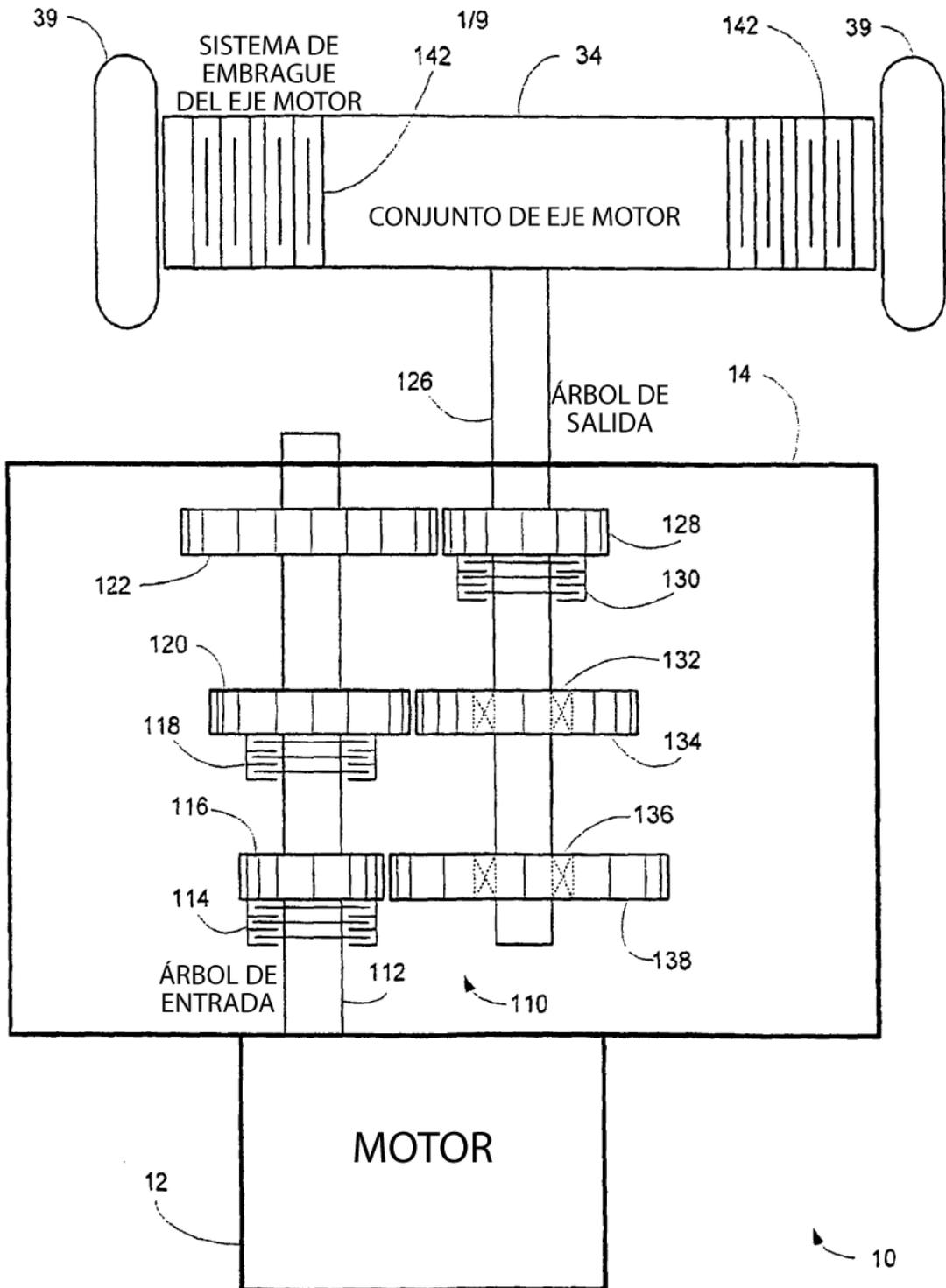


FIG. 1

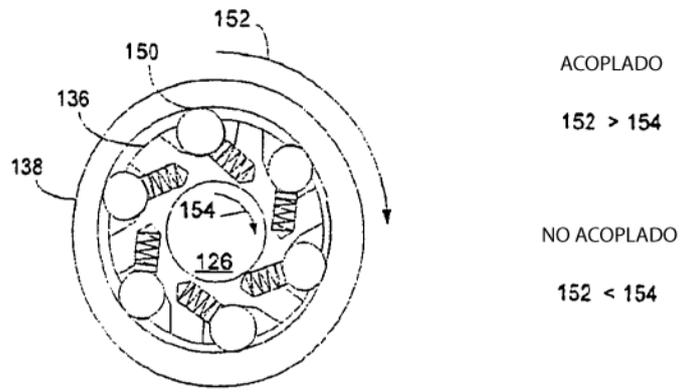


FIG. 2

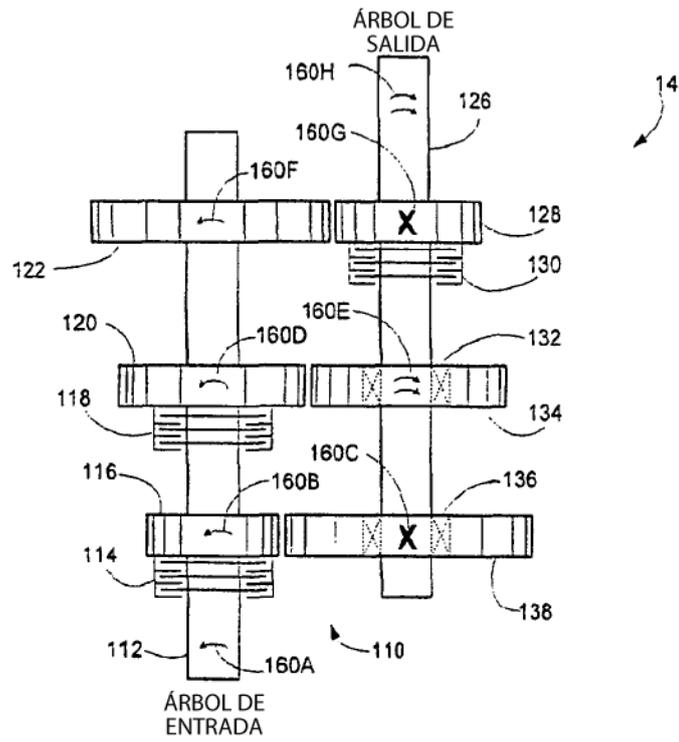
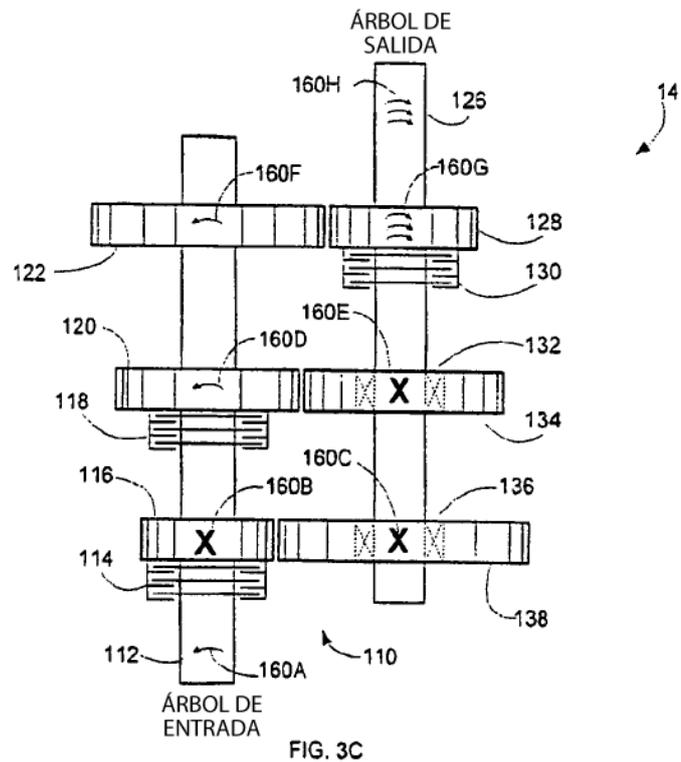


FIG. 3B



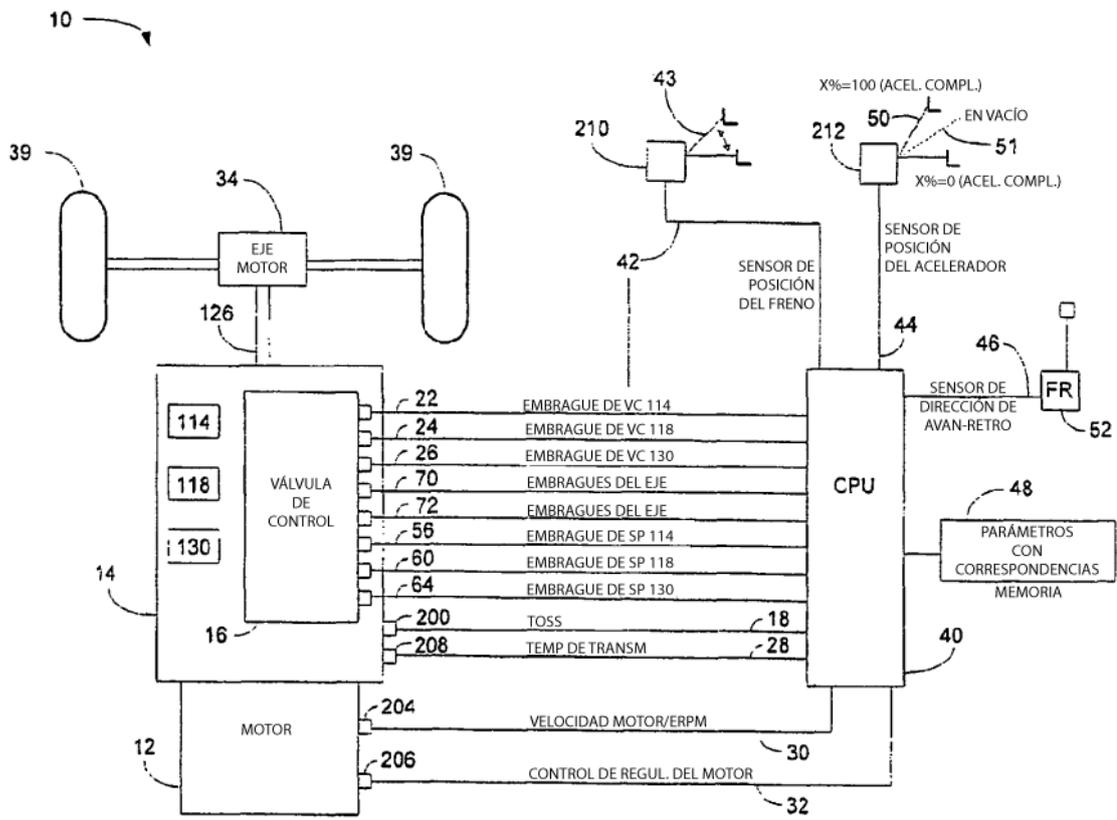


FIG. 4

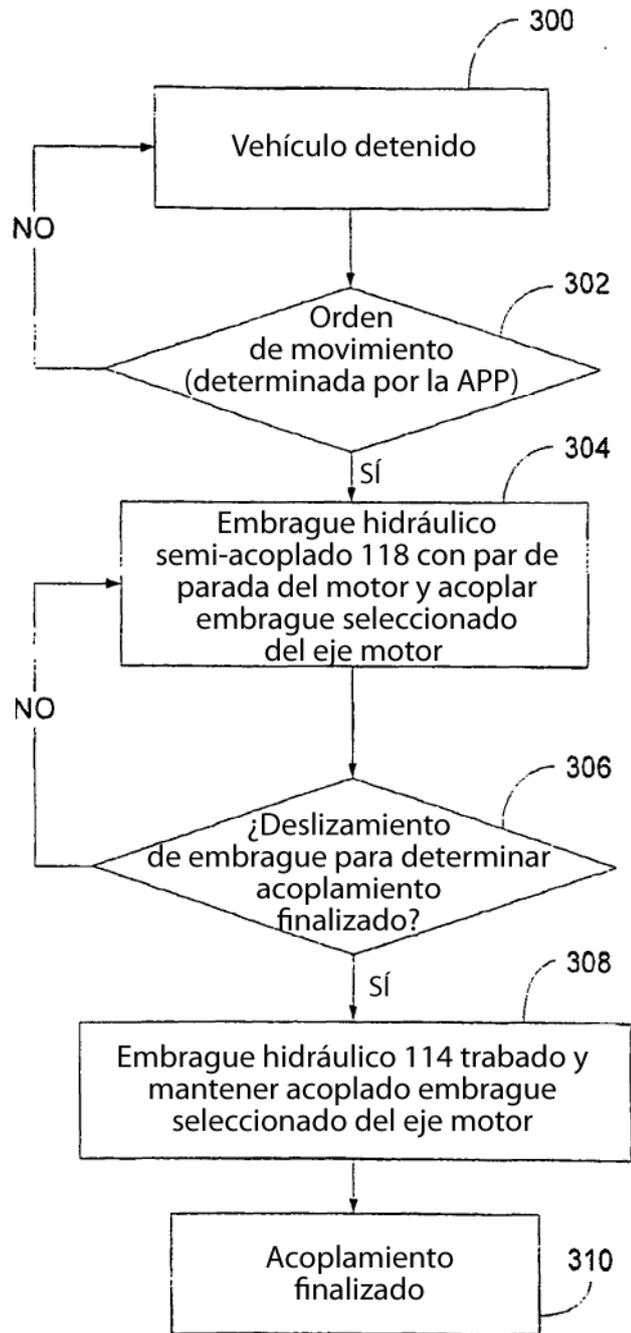


FIG. 5

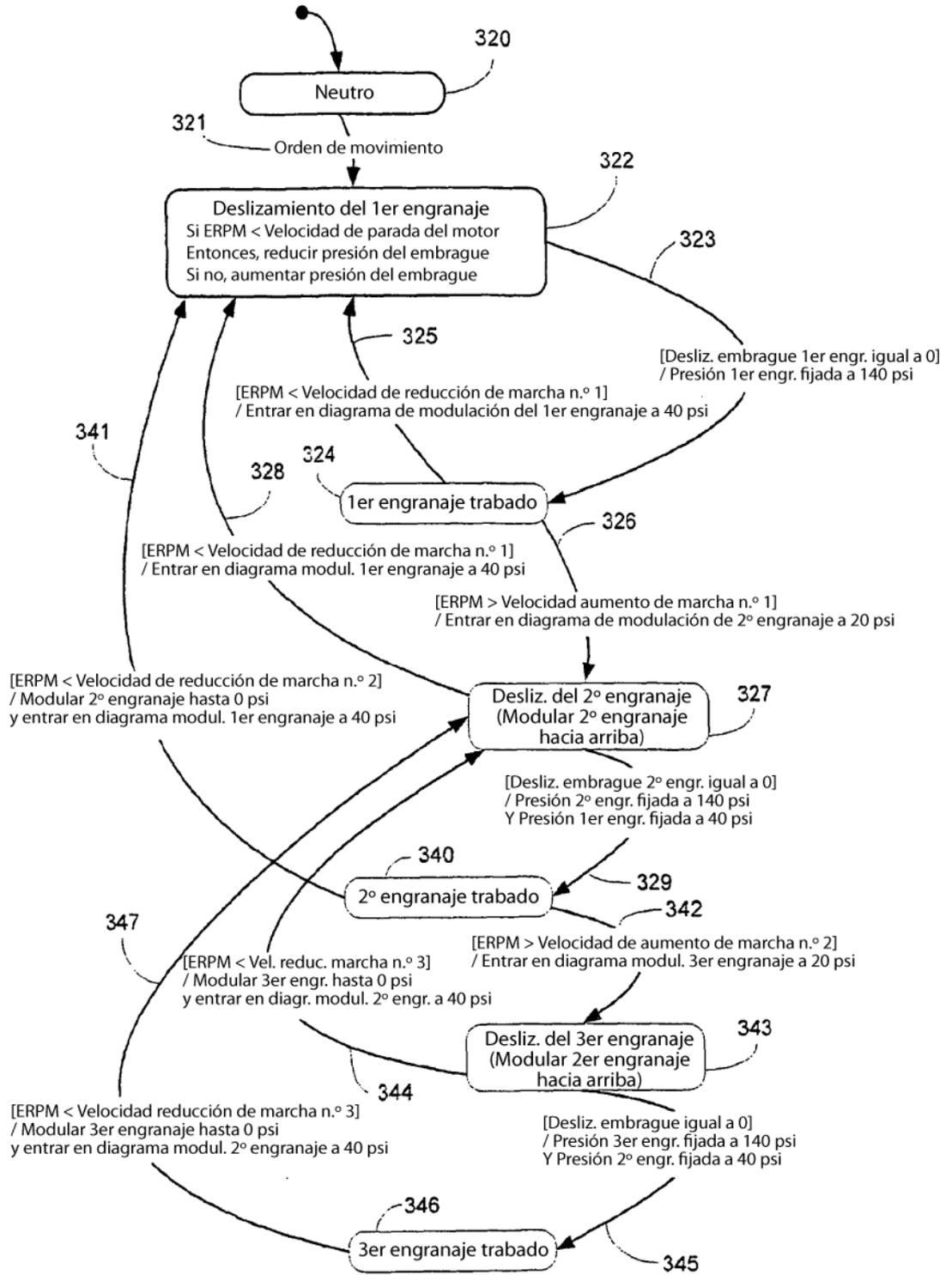


FIG. 6

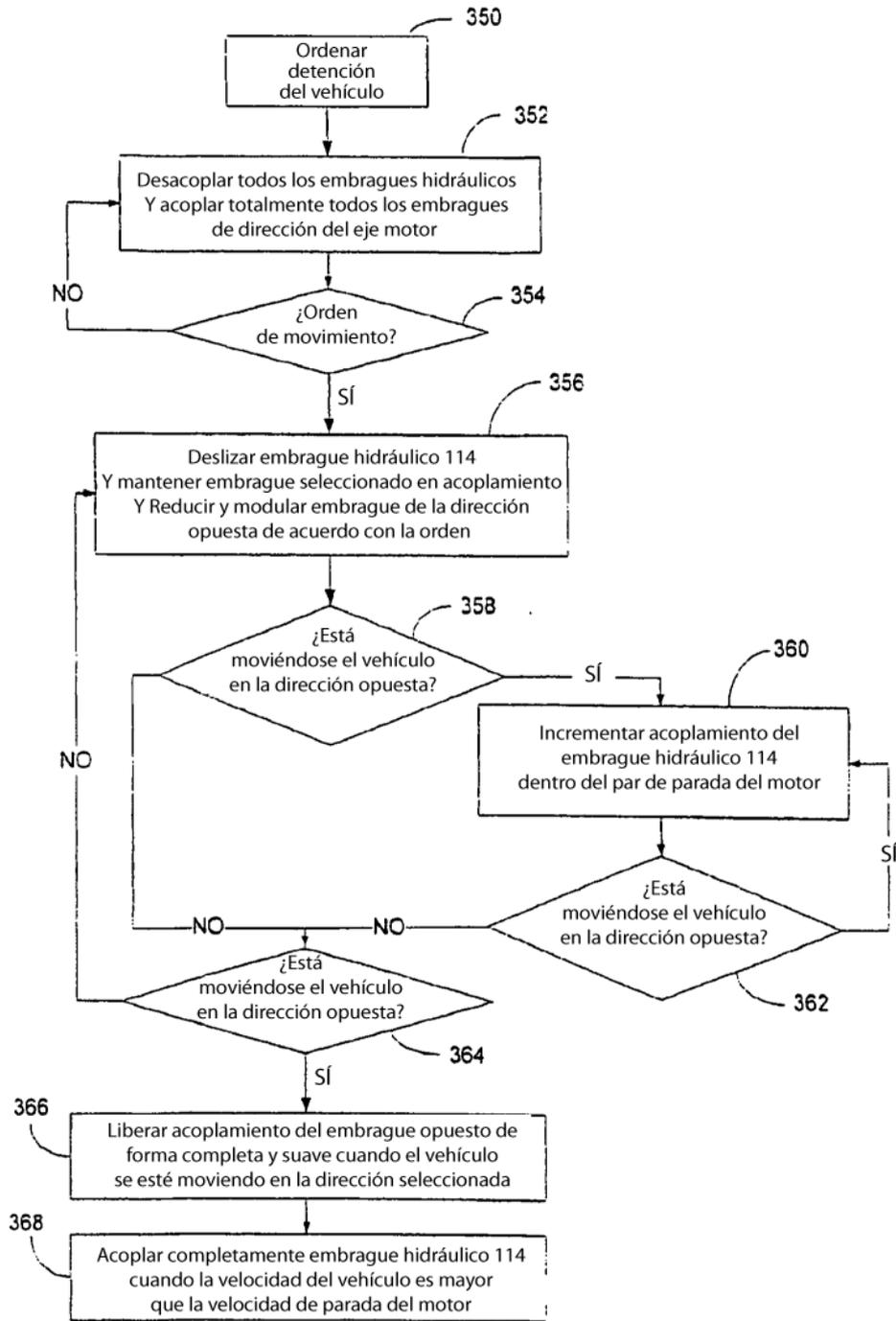


FIG. 7