



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 362 994**

51 Int. Cl.:
B60T 13/74 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01972376 .6**

96 Fecha de presentación : **28.09.2001**

97 Número de publicación de la solicitud: **1324904**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.07.2003**

54 Título: **Aparato de control de frenos de vehículos.**

30 Prioridad: **28.09.2000 JP 2000-296132**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
18.07.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
18.07.2011

73 Titular/es: **TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA
1, Toyota-cho
Toyota-shi, Aichi-ken, 471-8571, JP
DENSO CORPORATION**

72 Inventor/es: **Yamamoto, Takayuki y
Sawada, Naoki**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 362 994 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

Aparato de control de frenos de vehículos.

5 **ÁMBITO DE LA INVENCION**

La invención se refiere a aparatos de control de frenos de vehículos para controlar el par de frenado mediante un dispositivo de accionamiento eléctrico.

10 **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

El tipo mencionado anteriormente de aparatos de control de frenos se describe en, por ejemplo, la solicitud de patente japonesa puesta a disposición del público n°. HEI 9-264351. Esta solicitud de patente describe una estructura de un elemento de accionamiento para un freno eléctrico. El elemento de accionamiento incluye un mecanismo que convierte el giro de un motor eléctrico en movimientos lineales de un pistón, y un mecanismo que produce un par de frenado al presionar una pastilla de freno contra un rotor de disco mediante el pistón. Esta solicitud también enseña que el elemento de accionamiento antes mencionado se puede utilizar para varios controles de frenos, tales como un control antibloqueo, un control de tracción, un control de frenos automático, etc.

15 Sin embargo, la solicitud de patente mencionada anteriormente no describe específicamente cómo controlar el motor eléctrico durante un control de frenos.

20 Es un objeto de la invención proporcionar un aparato de control de frenos de vehículos que sea capaz de realizar un control de frenos eficaz en el caso en el que realmente se instale un elemento de accionamiento de un freno eléctrico en un vehículo.

25 El documento DE 196 28 771 A1 describe el estado de la técnica anterior precedente.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

30 El objetivo se resuelve mediante el aparato de control para aparatos de frenos de vehículos de acuerdo con las reivindicaciones independientes 1. Unas realizaciones ventajosas son el asunto de las reivindicaciones dependientes.

En lo que sigue, se presentan unos métodos de control y modos preferidos de un aparato de control de frenos de vehículos.

35 Un primer modo es un aparato de control de frenos de vehículos que comprende: un miembro frenado que gira junto a una rueda; un miembro de frenado que produce un par de frenado cuando se presiona contra el miembro frenado; un dispositivo de accionamiento eléctrico que presiona el miembro de frenado contra el miembro frenado mediante el accionamiento en un sentido predeterminado con el fin de aplicar un par de frenado a la rueda, cuando se le suministra corriente eléctrica; unos medios de suministro de corriente para suministrar una corriente eléctrica al dispositivo de accionamiento eléctrico; unos medios de detección de estado de funcionamiento para detectar un estado de funcionamiento del vehículo y proporcionar una cantidad de estado representativa del estado de funcionamiento del vehículo; unos medios que determinan la solicitud de cambio de par de frenado para determinar selectivamente si el par de frenado debe incrementarse y si el par de frenado debe reducirse, sobre la base de la cantidad de estado del vehículo detectado; y unos medios de control de corriente para controlar el suministro de corriente eléctrica al dispositivo de accionamiento eléctrico con el fin de que el dispositivo de accionamiento eléctrico accione en el sentido predeterminado si se determina que el par de frenado se debe incrementar, y de modo que el dispositivo de accionamiento eléctrico no accione en un sentido predeterminado si se determina que el par de frenado se debe reducir.

40 De acuerdo con este modo, si se determina que el par de frenado se debe incrementar sobre la base de la cantidad de estado del vehículo, la corriente eléctrica se suministra al dispositivo de accionamiento eléctrico con el fin de accionar el dispositivo de accionamiento eléctrico en el sentido predeterminado, incrementando con ello el par de frenado. Además, si se determina que el par de frenado debe reducirse sobre la base de la cantidad de estado del vehículo, el dispositivo de accionamiento eléctrico no acciona en un sentido predeterminado si se determina que el par de frenado se debe reducir, reduciendo con ello el par de frenado.

45 La razón por la que el par de frenado disminuye cuando el dispositivo de accionamiento eléctrico no acciona en un sentido predeterminado es la siguiente. Es decir, cuando el miembro de frenado se presiona contra el miembro frenado y con ello está produciendo un par de frenado, el miembro de frenado está en un estado comprimido. Por lo tanto, si, mediante el control del suministro de la corriente eléctrica al dispositivo de accionamiento eléctrico de modo que no accione el dispositivo de accionamiento eléctrico en el sentido predeterminado, se elimina la fuerza que presiona el miembro de frenado contra el miembro frenado, se transforma en una fuerza negativa o es menor que una fuerza de restauración del miembro de frenado para restaurarlo a su estado original, el miembro de frenado tiende a volver a un estado anterior al estado comprimido.

60

65

Un segundo modo es un aparato de control de frenos de vehículos que comprende: un miembro frenado que gira junto a una rueda; un miembro de frenado que produce un par de frenado cuando se presiona contra el miembro frenado; un dispositivo de accionamiento eléctrico que presiona el miembro de frenado contra el miembro frenado mediante el accionamiento en un sentido predeterminado con el fin de aplicar un par de frenado a la rueda, cuando se le suministra corriente eléctrica; unos medios de suministro de corriente para suministrar al dispositivo de accionamiento eléctrico una corriente eléctrica; unos medios de detección de estado de funcionamiento para detectar un estado de funcionamiento del vehículo y proporcionar una cantidad de estado representativa del estado de funcionamiento del vehículo; unos medios que determinan la solicitud de cambio de par de frenado para determinar selectivamente si el par de frenado debe incrementarse y si el par de frenado debe reducirse, sobre la base de la cantidad de estado del vehículo detectado; y unos medios de control de corriente para controlar el suministro de corriente eléctrica al dispositivo de accionamiento eléctrico con el fin de que el dispositivo de accionamiento eléctrico accione en el sentido predeterminado si se determina que el par de frenado se debe incrementar, y de modo que se interrumpa el suministro de corriente eléctrica al dispositivo de accionamiento eléctrico (detención del suministro de corriente o establecimiento de la cantidad de corriente a "0") si se determina que el par de frenado se debe reducir.

De acuerdo con este modo, si se determina que el par de frenado se debe incrementar sobre la base de la cantidad de estado del vehículo, el dispositivo de accionamiento eléctrico recibe el suministro de la corriente eléctrica que acciona el dispositivo de accionamiento eléctrico en el sentido predeterminado, incrementando con ello el par de frenado. Por el contrario, si se determina que el par de frenado debe reducirse sobre la base de la cantidad de estado del vehículo, el dispositivo de accionamiento eléctrico no recibe el suministro de corriente eléctrica. Cuando el miembro de frenado se presiona contra el miembro frenado y por lo tanto se produce un par de frenado, el miembro de frenado está en un estado comprimido. Por lo tanto, si la fuerza que presiona el miembro de frenado contra el miembro de frenado se elimina por la interrupción del suministro de corriente al dispositivo de accionamiento eléctrico, el miembro de frenado retrocede a una configuración original, de modo que el par de frenado se reduce.

En este caso, es preferible que el aparato de control de frenos de vehículos comprenda unos medios de aplicación de fuerza de retroceso para aplicar al dispositivo de accionamiento eléctrico una fuerza en un sentido opuesto a un sentido de una fuerza por la que el dispositivo de accionamiento eléctrico presiona el miembro de frenado contra el miembro frenado.

Por lo tanto, si la fuerza que presiona el miembro de frenado contra el miembro frenado se elimina por la interrupción del suministro de corriente al dispositivo de accionamiento eléctrico, el par de frenado se reduce de manera fiable debido a la fuerza de los medios de aplicación de fuerza de retroceso además de la fuerza de restauración del miembro de frenado.

Un tercer modo es un aparato de control de frenos de vehículos que comprende: un miembro frenado que gira junto a una rueda; un miembro de frenado que produce un par de frenado cuando se presiona contra el miembro frenado; un dispositivo de accionamiento eléctrico que presiona el miembro de frenado contra el miembro frenado mediante el accionamiento en un sentido predeterminado con el fin de aplicar un par de frenado a la rueda, cuando se le suministra corriente eléctrica; unos medios de suministro de corriente para suministrar corriente eléctrica al dispositivo de accionamiento eléctrico; unos medios de detección de estado de funcionamiento para detectar un estado de funcionamiento del vehículo y proporcionar una cantidad de estado representativa del estado de funcionamiento del vehículo; unos medios que determinan la solicitud de cambio de par de frenado para determinar selectivamente si el par de frenado debe incrementarse y si el par de frenado debe reducirse, sobre la base de la cantidad de estado del vehículo detectado; y unos medios de control de corriente para controlar el suministro de corriente eléctrica al dispositivo de accionamiento eléctrico de modo que el dispositivo de accionamiento eléctrico accione en el sentido predeterminado si se determina que el par de frenado se debe incrementar, y de modo que el dispositivo de accionamiento eléctrico recibe el suministro de corriente eléctrica que acciona el dispositivo de accionamiento eléctrico en un sentido opuesto al sentido predeterminado si se determina que el par de frenado se debe reducir.

De acuerdo con este modo, si se determina que el par de frenado se debe incrementar sobre la base de la cantidad de estado del vehículo, el dispositivo de accionamiento eléctrico recibe el suministro de una corriente eléctrica que acciona el dispositivo de accionamiento eléctrico en el sentido predeterminado, incrementando con ello el par de frenado. Por el contrario, si se determina que el par de frenado se debe reducir sobre la base de la cantidad de estado del vehículo, el dispositivo de accionamiento eléctrico recibe el suministro de una corriente eléctrica que acciona el dispositivo de accionamiento eléctrico en el sentido opuesto al sentido predeterminado. Cuando el miembro de frenado se presiona contra el miembro frenado y por lo tanto se produce un par de frenado, el miembro de frenado está en un estado comprimido. Por lo tanto, si se elimina la fuerza que presiona el miembro de frenado contra el miembro de frenado por la interrupción del suministro de corriente al dispositivo de accionamiento eléctrico, el miembro de frenado retrocede a una configuración original. Sin embargo, si un mecanismo de conversión de movimiento dispuesto entre el dispositivo de accionamiento eléctrico y el miembro de frenado es un mecanismo que no transfiere de manera eficiente la fuerza desde el lado del miembro de frenado al lado del dispositivo de

accionamiento eléctrico, el par de frenado no se puede reducir de una buena forma por la fuerza de restauración del miembro de frenado. Por lo tanto, el dispositivo de accionamiento eléctrico es accionado hacia atrás para reducir de forma fiable el par de frenado.

5 En este caso, es preferible que el aparato de control de frenos de vehículos comprenda unos medios de aplicación de fuerza de retroceso para aplicar al dispositivo de accionamiento eléctrico una fuerza en un sentido opuesto a una dirección de una fuerza por la que el dispositivo de accionamiento eléctrico presiona el miembro de frenado contra el miembro frenado.

10 Con la disposición de los medios de aplicación de fuerza de retroceso descritos anteriormente, es posible reducir el par de frenado mediante la eliminación de la fuerza que presiona el miembro de frenado contra el miembro frenado mediante la interrupción del suministro de corriente al dispositivo de accionamiento eléctrico. Sin embargo, cuando hay una solicitud de reducción del par de frenado, por ejemplo, cuando se debe reducir un deslizamiento excesivo, es deseable que el dispositivo de accionamiento eléctrico se haga funcionar hacia atrás por la función descrita anteriormente con el fin de reducir de forma fiable el par de frenado sin demora.

15 Un cuarto modo de la invención es un aparato de control de frenos de vehículos que comprende: un miembro frenado que gira junto a una rueda; un miembro de frenado que produce un par de frenado cuando se presiona contra el miembro frenado; un dispositivo de accionamiento eléctrico que presiona el miembro de frenado contra el miembro frenado mediante el accionamiento en un sentido predeterminado con el fin de aplicar un par de frenado a la rueda, cuando se le suministra corriente eléctrica; unos medios de suministro de corriente para suministrar corriente eléctrica al dispositivo de accionamiento eléctrico; unos medios de detección de funcionamiento de los frenos para la detección de un funcionamiento de los frenos efectuado por una persona que hace funcionar y para proporcionar una cantidad de funcionamiento de los frenos representativa del funcionamiento de los frenos; unos medios que detectan el estado de funcionamiento para la detección de un estado de funcionamiento del vehículo que no sea la cantidad de funcionamiento de los frenos y para proporcionar una cantidad de estado representativa del estado de funcionamiento; y medios que controlan la corriente para controlar el suministro de corriente eléctrica al dispositivo de accionamiento eléctrico con el fin de que sea interrumpida si se determina que el par de frenado se debe reducir sobre la base de la cantidad de funcionamiento de los frenos, y de modo que el dispositivo de accionamiento eléctrico recibe el suministro de una corriente eléctrica que acciona el dispositivo de accionamiento eléctrico en un sentido opuesto al sentido predeterminado si se determina que el par de frenado se debe reducir sobre la base de la cantidad del estado.

20 De acuerdo con este modo, si se determina que el par de frenado debe reducirse sobre la base de la cantidad de funcionamiento de los frenos detectada por unos medios de detección de cantidad de funcionamiento de los frenos, se interrumpe la corriente suministrada al dispositivo de accionamiento eléctrico. Por el contrario, si se determina que el par de frenado se debe reducir sobre la base de la cantidad de estado que no sea la cantidad de funcionamiento de los frenos, el dispositivo de accionamiento eléctrico recibe el suministro de una corriente eléctrica que acciona el dispositivo de accionamiento eléctrico en el sentido opuesto al sentido predeterminado. Si el dispositivo de accionamiento eléctrico es un motor eléctrico, tal como una solicitud de reducción del par de frenado sobre la base de la cantidad de funcionamiento de los frenos, tales como la fuerza de presión en el pedal de freno, la cantidad de presión (recorrido) del pedal de freno, etc., el requisito de la capacidad de respuesta no es tan alto. Por lo tanto, se interrumpe la corriente eléctrica al motor (o, se reduce la misma corriente de alimentación al mismo), de modo que el par de frenado se reduce debido a la fuerza de restauración del miembro de frenado o similares. Como resultado, se puede reducir la frecuencia de funcionamiento del motor (frecuencia hacia atrás), de manera que puede aumentarse la vida útil del motor (un motor equipado con escobillas en particular). Por el contrario, en cuanto a una solicitud de reducción del par de frenado sobre la base de la cantidad de estado del vehículo (tasa de deslizamiento de las ruedas o similares) que no sea la cantidad de funcionamiento de los frenos, se requiere una alta capacidad de respuesta. Por lo tanto, se suministra una corriente predeterminada al motor eléctrico con el fin de reducir rápidamente el par de frenado. Como resultado, se puede lograr un control preciso del par de frenado. La citada solicitud de reducción del par de frenado sobre la base de la cantidad del estado del vehículo que no sea la cantidad de funcionamiento de los frenos puede determinarse teniendo en cuenta la cantidad de funcionamiento de los frenos.

25 30 35 40 45 50 55 Esta construcción se puede aplicar a un aparato de control de frenos de vehículos que comprende unos medios de aplicación de fuerza de retroceso para aplicar al dispositivo de accionamiento eléctrico una fuerza en un sentido opuesto a un sentido de una fuerza por la que el dispositivo de accionamiento eléctrico presiona el miembro de frenado contra el miembro frenado, consiguiendo sustancialmente las mismas ventajas.

60 Un quinto modo es un aparato de control de frenos de vehículos que comprende: un miembro frenado que gira junto a una rueda; un miembro de frenado que produce un par de frenado cuando se presiona contra el miembro frenado; un dispositivo de accionamiento eléctrico que presiona el miembro de frenado contra el miembro frenado mediante el accionamiento en un sentido predeterminado con el fin de aplicar un par de frenado a la rueda, cuando se le suministra corriente eléctrica; unos medios de suministro de corriente para suministrar al dispositivo de accionamiento eléctrico una corriente eléctrica; unos medios de detección de estado de funcionamiento para

detectar un estado de funcionamiento del vehículo y proporcionar una cantidad de estado representativa del estado de funcionamiento del vehículo; unos medios que determinan la solicitud de cambio de par de frenado para determinar selectivamente si el par de frenado debe incrementarse y si el par de frenado debe reducirse, sobre la base de la cantidad de estado del vehículo detectado; y unos medios de control de corriente para controlar el suministro de corriente eléctrica al dispositivo de accionamiento eléctrico de modo que el dispositivo de accionamiento eléctrico accione en el sentido predeterminado si se determina que el par de frenado se debe incrementar, y de modo que la corriente eléctrica suministrada al dispositivo de accionamiento eléctrico sea menor que la necesaria para accionar el dispositivo de accionamiento eléctrico en el sentido predeterminado si se determina que el par de frenado se debe reducir.

La razón por la que el par de frenado disminuye cuando la corriente eléctrica suministrada al dispositivo de accionamiento eléctrico es inferior a la necesaria para accionar el dispositivo de accionamiento eléctrico en el sentido predeterminado es la siguiente. Es decir, cuando el miembro de frenado se presiona contra el miembro frenado y con ello se está produciendo un par de frenado, el miembro de frenado está en un estado comprimido. Por lo tanto, si, al hacer que la corriente eléctrica suministrada al dispositivo de accionamiento eléctrico sea inferior a la necesaria para accionar el dispositivo de accionamiento eléctrico en el sentido predeterminado, se elimina la fuerza que presiona el miembro de frenado contra el miembro frenado, se transforma en una fuerza negativa o es menor que una fuerza de restauración del miembro de frenado para restaurarlo a su estado original, el miembro de frenado tiende a volver a un estado anterior al estado comprimido.

Un sexto modo es un aparato de control de frenos de vehículos que comprende: un miembro de frenado que produce un par de frenado cuando se presiona contra el miembro frenado; un dispositivo de accionamiento eléctrico que presiona el miembro de frenado contra el miembro frenado mediante el accionamiento en un sentido predeterminado con el fin de aplicar un par de frenado a la rueda, cuando se le suministra corriente eléctrica; unos medios de suministro de corriente para suministrar una corriente eléctrica al dispositivo de accionamiento eléctrico; unos medios de detección de estado de funcionamiento para detectar un estado de funcionamiento del vehículo y proporcionar una cantidad de estado representativa del estado de funcionamiento del vehículo; unos medios que determinan la solicitud de cambio de par de frenado para determinar selectivamente si el par de frenado debe incrementarse y si el par de frenado debe reducirse, sobre la base de la cantidad de estado del vehículo detectado; y unos medios de control de corriente para controlar el suministro de corriente eléctrica al dispositivo de accionamiento eléctrico de modo que el dispositivo de accionamiento eléctrico accione en el sentido predeterminado si se determina que el par de frenado se debe incrementar, y de modo que la corriente eléctrica suministrada al dispositivo de accionamiento eléctrico sea insuficiente para accionar el dispositivo de accionamiento eléctrico en el sentido predeterminado si se determina que el par de frenado se debe reducir.

Desde el primer modo al sexto modo, el dispositivo de accionamiento eléctrico puede incluir un motor eléctrico. En estos casos, el dispositivo de accionamiento eléctrico presiona el miembro de frenado contra el miembro frenado mediante el giro del motor en el sentido predeterminado.

Un séptimo modo es un aparato de control de frenos de vehículos que comprende: un miembro frenado que gira junto a una rueda; un miembro de frenado que produce un par de frenado cuando se presiona contra el miembro frenado; un dispositivo de accionamiento eléctrico que presiona el miembro de frenado contra el miembro frenado para aplicar un par de frenado a la rueda, cuando se le suministra corriente eléctrica; unos medios de detección de estado de funcionamiento para detectar un estado de funcionamiento del vehículo y proporcionar una cantidad de estado representativa del estado de funcionamiento del vehículo; y unos medios de control de corriente para controlar el suministro de corriente eléctrica al dispositivo de accionamiento eléctrico con el fin de que se inicie el suministro de una corriente eléctrica predeterminada al dispositivo de accionamiento eléctrico si la cantidad solicitada de cambio en el par de frenado sobre la base de la cantidad detectada del estado del vehículo llega a ser mayor que un valor predeterminado.

De acuerdo con este modo, sólo cuando la cantidad solicitada de cambio en el par de frenado sobre la base de la cantidad de estado del vehículo se hace mayor que la cantidad predeterminada, el suministro de una corriente eléctrica predeterminada al dispositivo de accionamiento eléctrico se inicia con el fin de accionar el dispositivo de accionamiento eléctrico. Por ejemplo, si el dispositivo de accionamiento eléctrico es un motor eléctrico, la frecuencia de funcionamiento (giro) del motor eléctrico se reduce. Por lo tanto puede aumentarse la vida útil del motor eléctrico (un motor equipado con escobillas, en particular).

En este caso, es preferible que el aparato de control de frenos de vehículos comprenda además unos medios de detección de fuerza de presurización para detectar una fuerza de presurización real con la que el motor eléctrico presiona el miembro de frenado contra el miembro frenado, y que los medios de control de corriente se diseñen para determinar una fuerza de presurización objetivo sobre la base de la cantidad detectada de estado del vehículo, y para determinar la cantidad solicitada de cambio en el par de frenado de acuerdo con una diferencia entre la fuerza de presurización real detectada y la fuerza de presurización objetivo determinada.

Es decir, se proporciona una construcción en la que sólo cuando la fuerza de presurización real se hace muy diferente de la fuerza de presurización objetivo, el motor eléctrico se hace girar.

5 Un octavo modo es un aparato de control de frenos de vehículos que comprende: un miembro frenado que gira junto a una rueda; un miembro de frenado que produce un par de frenado cuando se presiona contra el miembro frenado; un dispositivo de accionamiento eléctrico que presiona el miembro de frenado contra el miembro frenado para aplicar un par de frenado a la rueda, cuando se le suministra corriente eléctrica; unos medios de suministro de corriente para suministrar corriente eléctrica al dispositivo de accionamiento eléctrico; unos medios de detección de estado de funcionamiento para detectar un estado de funcionamiento del vehículo y proporcionar una cantidad de estado representativa del estado de funcionamiento del vehículo; y unos medios de control de corriente para controlar el suministro de corriente eléctrica al dispositivo de accionamiento eléctrico de modo que se suministre una corriente eléctrica predeterminada al dispositivo de accionamiento eléctrico, si se determina que el par de frenado se ha de mantener en un valor constante sobre la base de la cantidad de estado del vehículo detectado.

15 De acuerdo con este modo, el dispositivo de accionamiento eléctrico recibe el suministro de una corriente predeterminada si se determina que el par de frenado se debe mantener en un valor constante sobre la base de la cantidad detectada de estado del vehículo. Por lo tanto, puede impedirse una reducción del par de frenado debido a la fuerza de restauración del miembro de frenado mediante la fuerza producida por el dispositivo de accionamiento eléctrico. Por lo tanto, se hace posible mantener el par de frenado en un valor constante.

20 Si el aparato de control de frenos de vehículos descrito anteriormente comprende unos medios de aplicación de fuerza de retroceso para aplicar al dispositivo de accionamiento eléctrico una fuerza en un sentido opuesto a una dirección de una fuerza con la que el dispositivo de accionamiento eléctrico presiona el miembro de frenado contra el miembro frenado, es preferible que la corriente eléctrica sea suministrada al dispositivo de accionamiento eléctrico, de acuerdo con las características mencionadas anteriormente. Esto es porque si el dispositivo de accionamiento eléctrico no recibe el suministro de corriente eléctrica, el par de frenado es reducido por la fuerza de los medios de aplicación de fuerza de retroceso, de modo que el par de frenado no se puede mantener en un valor constante.

30 En el octavo modo, el dispositivo de accionamiento eléctrico puede ser un motor eléctrico.

Un noveno modo es un aparato de control de frenos de vehículos que comprende: un miembro frenado que gira junto a una rueda; un miembro de frenado que produce un par de frenado cuando se presiona contra el miembro frenado; un dispositivo de accionamiento eléctrico que presiona el miembro de frenado contra el miembro frenado mediante una fuerza de presurización predeterminada para aplicar un par de frenado a la rueda, cuando se le suministra corriente eléctrica; unos medios de detección de tasa de deslizamiento para detectar una tasa de deslizamiento de la rueda; y unos medios de control de corriente para controlar el suministro de corriente eléctrica al dispositivo de accionamiento eléctrico de modo que una tasa cambiante de la fuerza de presurización se cambia de acuerdo con la tasa de deslizamiento detectada.

40 En el noveno modo, el dispositivo de accionamiento eléctrico puede ser un motor eléctrico.

45 De acuerdo con este modo, se hace posible realizar un control de precisión de la fuerza de presurización o similares en la que, por ejemplo, si la tasa de deslizamiento se hace mayor que una cantidad predeterminada, la tasa de disminución de la fuerza de presurización se aumenta para reducir rápidamente la fuerza de presurización y por lo tanto reducir rápidamente la tasa de deslizamiento, y cuando la tasa de deslizamiento disminuye a un determinado nivel, la tasa de disminución de la fuerza de presurización se reduce para reducir suavemente la fuerza de presurización, y cuando la tasa de deslizamiento se hace aún más pequeña, la fuerza de presurización se incrementa. En particular, se hace posible evitar la carencia o exceso de la conmutación de los sentidos de incremento y disminución de la fuerza de presurización.

50 Un décimo modo es un aparato de control de frenos de vehículos que comprende: un miembro frenado que gira junto a una rueda; un miembro de frenado que produce un par de frenado cuando se presiona contra el miembro frenado; un dispositivo de accionamiento eléctrico que presiona el miembro de frenado contra el miembro frenado mediante una fuerza de presurización predeterminada para aplicar un par de frenado a la rueda, cuando se le suministra corriente eléctrica; unos medios de detección de tasa de deslizamiento para detectar una tasa de deslizamiento de la rueda; y unos medios de control de corriente para controlar el suministro de corriente eléctrica al dispositivo de accionamiento eléctrico de modo que la fuerza de presurización se reduzca rápidamente y luego se reduzca suavemente, si la tasa de deslizamiento detectada se hace mayor que un valor predeterminado.

60 En el décimo modo, el dispositivo de accionamiento eléctrico puede ser un motor eléctrico.

De acuerdo con este modo, si la tasa de deslizamiento detectada se hace mayor que la cantidad predeterminada, la corriente suministrada al motor eléctrico se controla de modo que la fuerza de presurización se reduce rápidamente y luego se reduce suavemente. Por lo tanto, puede reducirse la velocidad de giro del motor eléctrico que se produce

en el instante en el que la tasa de deslizamiento se vuelve baja de modo que la fuerza de presurización debe aumentarse. Por lo tanto, se puede evitar la carencia de fuerza de presurización.

5 Un undécimo modo es un aparato de control de frenos de vehículos que comprende: un miembro frenado que gira junto a una rueda; un miembro de frenado que produce un par de frenado cuando se presiona contra el miembro frenado; un dispositivo de accionamiento eléctrico que presiona el miembro de frenado contra el miembro frenado mediante una fuerza de presurización predeterminada para aplicar un par de frenado a la rueda, cuando se le suministra corriente eléctrica; unos medios de detección de tasa de deslizamiento para detectar una tasa de deslizamiento de la rueda; y unos medios de control de corriente para controlar el suministro de corriente eléctrica al dispositivo de accionamiento eléctrico de modo que la fuerza de presurización se reduzca y a continuación se incremente y una tasa cambiante de la fuerza de presurización disminuya gradualmente mientras que la fuerza de presurización se aumenta, si la tasa de deslizamiento detectada se hace mayor que un valor predeterminado.

15 De acuerdo con este modo, cuando la fuerza de presurización se incrementa después de haber sido disminuida conjuntamente con un incremento excesivo en la tasa de deslizamiento, la tasa de incremento de la fuerza de presurización se disminuya gradualmente. Por lo tanto, se puede reducir la posibilidad de que la tasa de deslizamiento se vuelva excesivamente grande y la fuerza de presurización se reduzca de nuevo. Como resultado, se pueden evitar repeticiones frecuentes de disminuciones e incrementos en la fuerza de presurización.

20 Además, también es posible adoptar una construcción en la que los medios que determinan la solicitud de cambio de par de frenado sean capaces de determinar selectivamente si el par de frenado se ha de mantener, y en los que si se determina que el par de frenado se ha de mantener, el dispositivo de accionamiento eléctrico puede recibir el suministro de una corriente eléctrica que mantiene el par de frenado.

25 Esta construcción hace que sea posible realizar un preciso control de los frenos.

En el undécimo modo, el dispositivo de accionamiento eléctrico puede ser un motor eléctrico.

30 Un duodécimo modo es un método de control de un aparato de control de frenos de vehículos que tiene un miembro frenado que gira junto con una rueda; un miembro de frenado que produce un par de frenado cuando se presiona contra el miembro frenado; un dispositivo de accionamiento eléctrico que presiona el miembro de frenado contra el miembro frenado mediante el accionamiento en un sentido predeterminado con el fin de aplicar un par de frenado a la rueda, cuando se le suministra corriente eléctrica. El método comprende las etapas de: la detección de un estado de funcionamiento del vehículo; el suministro de una cantidad de estado representativa del estado de funcionamiento del vehículo; la determinación selectiva de si el par de frenado debe ser incrementado y debe ser reducido, sobre la base de la cantidad de estado; y el control del suministro de corriente eléctrica al dispositivo de accionamiento eléctrico con el fin de que se provoque que el dispositivo de accionamiento eléctrico accione en un sentido predeterminado si se determina que el par de frenado se debe incrementar, y de modo que la corriente eléctrica suministrada al dispositivo de accionamiento eléctrico no accione en el sentido predeterminado si se determina que el par de frenado se debe reducir.

40 Un modo decimotercero es un método de control de un aparato de control de frenos de vehículos que tiene un miembro frenado que gira junto con una rueda; un miembro de frenado que produce un par de frenado cuando se presiona contra el miembro frenado; un dispositivo de accionamiento eléctrico que presiona el miembro de frenado contra el miembro frenado mediante una fuerza de presurización predeterminada para aplicar un par de frenado a la rueda, cuando se le suministra corriente eléctrica; cuando recibe el suministro de corriente eléctrica. El método comprende las etapas de:

50 la detección del estado de funcionamiento del vehículo incluye detectar una tasa de deslizamiento de la rueda, determinar si la tasa de deslizamiento se hace mayor que un valor predeterminado, y controlar el suministro de corriente eléctrica al dispositivo de accionamiento eléctrico de modo que se provoca que el dispositivo de accionamiento eléctrico reduzca rápidamente el par de frenado y luego reduzca suavemente el par de frenado, si la tasa de deslizamiento se vuelve mayor que el valor predeterminado.

55 Es preferible que el valor predeterminado sea un valor para determinar la posibilidad de que la rueda se bloquee, y que un cambio de corriente desde una corriente que hace que el dispositivo de accionamiento eléctrico reduzca rápidamente el par de frenado a una corriente que hace que el dispositivo de accionamiento eléctrico reduzca suavemente el par de frenado se lleva a cabo cuando desaparece la posibilidad de que la rueda se bloquee.

60 Según este método, el par de frenado puede controlarse con el fin de no bloquear la rueda. Por lo tanto, puede reducirse la distancia de frenado del vehículo.

65 Además, en el modo decimotercero, es preferible que en la etapa de detección de un estado de funcionamiento del vehículo, sea detectada una tasa de deslizamiento de la rueda, y que el método de control comprenda además una etapa de determinación de si la tasa de deslizamiento se ha vuelto mayor que un valor predeterminado, y que, si la

tasa de deslizamiento se vuelve mayor que el valor predeterminado, la corriente suministrada al dispositivo de accionamiento eléctrico sea controlada en la etapa de suministro de corriente de modo que se hace que el dispositivo de accionamiento eléctrico reduzca rápidamente el par de frenado y luego aumente el par de frenado, y de modo que se disminuye gradualmente una tasa cambiante del par de frenado, mientras que el par de frenado se está aumentando.

En el modo decimotercero, el dispositivo de accionamiento eléctrico puede ser un motor eléctrico.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- La figura 1 es un diagrama de una construcción general de un aparato de freno eléctrico que incluye un aparato de control de frenos de vehículo de acuerdo con una primera realización de la invención.
- La figura 2 es una vista en sección de un freno de disco eléctrico mostrado en la figura 1.
- La figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra una rutina principal (programa) ejecutada por un microordenador mostrado en la figura 1.
- La figura 4 es una gráfica de tiempo que indica cambios en la fuerza de presurización objetivo, la fuerza de presurización real, el suministro de corriente al motor eléctrico, y los indicadores F1, F2 en la primera realización.
- La figura 5A indica un mapa almacenado en una memoria a la que se refiere el microordenador mostrado en la figura 1.
- La figura 5B indica un mapa almacenado en una memoria a la que se refiere el microordenador mostrado en la figura 1 y que establece una relación entre la fuerza de presurización objetivo y el suministro de corriente al motor eléctrico.
- La figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra una rutina (programa) de control del ABS ejecutada por un microordenador mostrado en la figura 1.
- La figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra una sub-rutina (programa) de modo de reducción rápida ejecutada por el microordenador mostrado en la figura 1.
- La figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra una sub-rutina (programa) de modo de reducción suave ejecutada por el microordenador mostrado en la figura 1.
- La figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra una sub-rutina (programa) de modo de incremento rápido ejecutada por el microordenador mostrado en la figura 1.
- La figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra una sub-rutina (programa) de modo de incremento suave ejecutada por el microordenador mostrado en la figura 1.
- La figura 11 es una gráfica de tiempo que indica cambios en la diferencia entre la tasa de deslizamiento objetivo y la tasa de deslizamiento real durante el control del ABS en la primera realización.
- La figura 12 es una gráfica del tiempo que indica cambios en la tasa de deslizamiento y la fuerza de presurización durante una reducción de la presión en la primera realización.
- La figura 13 es una vista en sección de un freno eléctrico de disco de acuerdo con una modificación de la primera realización.
- La figura 14 es una vista en sección de un freno eléctrico de disco de acuerdo con una segunda realización de la invención.
- La figura 15 es un diagrama de flujo que ilustra una rutina principal (programa) ejecutada por un microordenador en la segunda realización.
- La figura 16 es un diagrama de flujo que ilustra una sub-rutina (programa) de modo de incremento suave ejecutada por el microordenador en la segunda realización.
- La figura 17 es un diagrama de una construcción general de un aparato de freno eléctrico que incluye un aparato de control de frenos de vehículo de acuerdo con una tercera realización de la invención.
- La figura 18 es una vista en sección de un freno eléctrico de disco mostrado en la figura 17.
- La figura 19 es una vista en sección de un elemento de accionamiento eléctrico mostrado en la figura 18 tomada por la línea 19-19

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES PREFERIDAS

En lo sucesivo se describirán realizaciones del aparato de control de frenos de vehículo de la invención haciendo referencia a los dibujos.

- La figura 1 muestra un aparato de freno eléctrico completo que incluye un aparato de control de frenos de vehículo de acuerdo con una primera realización. El aparato de freno eléctrico incluye unos frenos eléctricos 10 de disco, dispuestos en las ruedas delanteras derecha e izquierda FR, FL y las ruedas traseras derecha e izquierda RR, RL, un dispositivo de control eléctrico 20, un circuito de accionamiento 30 y un pedal de freno 50 proporcionado como un miembro de funcionamiento del freno para un freno de servicio.

- Cada freno eléctrico 10 de disco tiene un rotor 102 de disco que es un miembro de accionamiento giratorio junto con una rueda, como se ilustra con detalle en la figura 2. Dos superficies opuestas del rotor 102 de disco se forman como superficies de rozamiento 104, 106. Un par de pastillas 108, 110 de freno se disponen frente a las superficies de rozamiento 104, 106, respectivamente. Cada pastilla 108, 110 de freno tiene, en una superficie de la misma frente a la superficie de rozamiento 104, 106, un miembro de rozamiento 108a, 110a que hace contacto en la

superficie de rozamiento 104, 106. Cada pastilla 108, 110 de freno tiene una estructura en la que una placa de respaldo 108b, 110b hecha de acero se fija a una superficie posterior del miembro de rozamiento 108a, 110a. La pastilla 110 de freno se llama pastilla interna.

5 Cada freno eléctrico 10 de disco tiene un soporte de montaje 112. El soporte de montaje 112 se une de manera que no gira a un miembro lateral de la carrocería del vehículo de tal manera que el soporte de montaje 112 se apoya extendiéndose sobre las dos pastillas 108, 110 de freno. El soporte de montaje 112 tiene las dos pastillas 108, 110 de freno, de tal manera que las pastillas 108, 110 de freno son móviles en direcciones paralelas a un eje de giro del rotor 102 de disco.

10 Cada freno eléctrico 10 de disco incluye una pinza 114. La pinza 114 tiene un brazo integral (no mostrado). Dos clavijas (no se muestran) que se extienden desde el brazo en paralelo a una dirección de movimiento de pastilla se encajan de manera deslizante en unos orificios de clavija del soporte de montaje 112, de modo que la pinza 114 se mantiene móvil en direcciones paralelas al eje de giro del rotor 102 de disco.

15 Un miembro de presurización 116 se dispone móvil en las direcciones del eje en la parte posterior de la pastilla interna 110 de las dos pastillas 108, 110 de freno. El miembro de presurización 116 está diseñado de modo que la superficie delantera de los miembros de presurización 116 hace contacto con la superficie posterior de la pastilla interna 110 (la superficie lateral de la placa posterior 110b) cuando el miembro de presurización 116 se mueve una cantidad predeterminada hacia la pastilla interna 110. Un motor eléctrico 11 se dispone en una superficie posterior del miembro de presurización 116 (a un lado de la misma opuesto a la pastilla interna 110). El miembro de presurización 116 y el motor eléctrico 11 se disponen coaxialmente entre sí en paralelo a las direcciones de movimiento de pastillas, y están interconectados por un husillo de bolas 118 que sirve como un mecanismo de conversión de movimiento.

20 Se forma un alojamiento 120 del motor eléctrico 11 mediante una parte cilíndrica 120a de cuerpo principal, y una parte 120b de cierre que cierra una de las aberturas de la parte 120a de cuerpo principal. La parte 120a de cuerpo principal y la parte 120b de cierre se acoplan firmemente entre sí mediante pernos (no se muestran). El alojamiento 120 se fija, en una parte extrema de la abertura del mismo frente a la parte 120b de cierre, a la pinza 114 mediante pernos (no se muestran). Un estator 122 del motor eléctrico 11 se fija a una superficie interna del alojamiento 120. El estator 122 tiene unos núcleos 124 hechos de metal, y unas bobinas enrolladas sobre los núcleos 124. Se proporcionan unos imanes permanentes 128 mirando al estator 122, con una pequeña distancia dejada entremedio. Los imanes permanentes 128 se fijan a una tuerca 130 del husillo de bolas 118. Junto con la tuerca 130, los imanes permanentes forman un rotor del motor eléctrico 11.

25 La tuerca 130 tiene una forma cilíndrica con un agujero pasante. La tuerca 130 tiene una parte 130a de diámetro pequeño que se apoya giratoriamente en la parte 120b de cierre del alojamiento 120 mediante un cojinete radial 132, y una parte 130b de diámetro grande que se apoya en la pinza 114 mediante un cojinete de apoyo 134 de tal manera que la parte 130b de diámetro grande es giratoria e inmóvil en las direcciones del eje. Los imanes permanentes 128 se fijan a una parte periférica externa entre la parte 130b de diámetro grande y la parte 130a de diámetro pequeño de la tuerca 130. Una ranura de bolas para retener las bolas del husillo de bolas 118 se forma en una superficie periférica interna de la tuerca 130 con un paso constante. La tuerca 130 también tiene un tubo (no se muestra) que forma un camino de bolas que se extiende desde un lugar adecuado en el husillo de bolas a otro lugar en el husillo de bolas.

30 Los imanes permanentes 136 se disponen equidistantes y se fijan en una parte periférica externa de la tuerca 130 con un patrón en el que se alternan polo-N y polo-S. Un sensor de posición 12 formado por un elemento de Hall se fija en la pinza 114 de tal manera que mira a los imanes permanentes 136. El sensor de posición 12 detecta una posición relativa X de la pastilla interna 110, un miembro de frenado, con el motor eléctrico 11 al detectar el giro de la tuerca 130 sobre la base de los cambios del cambio magnético producidos por el giro de los imanes permanentes 136.

35 El miembro de presurización 116 incluye un árbol 138 de tornillo formado integralmente que se extiende a través de la parte interior de la tuerca 130. Una superficie periférica externa del árbol 138 de tornillo tiene una ranura de bolas del husillo de bolas 118 con un ángulo de inclinación predeterminado. La ranura de bolas formada en la superficie periférica externa del árbol 138 de tornillo, la ranura de bolas formada en la superficie periférica interna de la tuerca 130, y el tubo mencionado anteriormente forman un camino de circulación de bolas del husillo de bolas. El husillo de bolas 118 es de un tipo bien conocido que tiene una construcción en la que una pluralidad de bolas 140 se contienen de manera próxima en una línea en el camino de circulación. Aunque en la realización, el camino de circulación de bolas del husillo de bolas 118 es de un tipo de tubo, el camino de circulación de bolas puede ser de un tipo denominado generalmente de deflector.

40 Debido a esta construcción, si la tuerca 130 se gira hacia delante (se gira en un sentido predeterminado) mediante el motor eléctrico 11, el árbol 138 de tornillo se mueve en la dirección hacia la derecha en la figura 2 debido al funcionamiento del husillo de bolas 118. Por lo tanto, el miembro de presurización 116 empuja a la pastilla interna

110, es decir, un miembro de frenado, hacia el rotor 102 de disco. Como resultado, la pastilla interna 110 se presiona contra el rotor 102 de disco.

Un sensor 13 de fuerza de presurización, es decir, un sensor de deformación, se integra en una superficie del miembro de presurización 116 que hace contacto con la pastilla interna 110. El sensor 13 de fuerza de presurización se diseña para detectar una fuerza de presurización real (fuerza de presurización real P) que ejerce el miembro de presurización 116 sobre la pastilla interna 110, a partir de la cantidad de deformación que se produce en el miembro de presurización 116.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 1, el dispositivo de control eléctrico 20 incluye un microordenador 21 que tiene una memoria y una CPU (no se muestran). El dispositivo de control eléctrico 20 ejecuta programas almacenados en la memoria. El dispositivo de control eléctrico 20 se conecta con el microordenador 21, el sensor 13 de fuerza de presurización, un sensor 41 de velocidad de vehículo, un interruptor 42 de funcionamiento de freno de estacionamiento, un sensor 43 de fuerza de opresión, un sensor 44 de recorrido, un sensor 45 de corriente de motor y unos sensores 46a-46d de velocidad de rueda. El dispositivo de control eléctrico 20 emite señales desde estos sensores y similares. El sensor 41 de velocidad de vehículo detecta una velocidad del vehículo (en lo sucesivo se denomina como "velocidad de vehículo") SPD detectando el giro de un árbol de salida de una transmisión (no se muestra). El interruptor 42 de funcionamiento de freno de estacionamiento genera una señal PKB de orden de funcionamiento de freno de establecimiento, cuando se hace funcionar por una persona que hace funcionar con el fin de controlar el funcionamiento del freno de estacionamiento. El sensor 43 de fuerza de opresión detecta una fuerza F de opresión de pedal ejercida sobre el pedal de freno 50 por una persona que hace funcionar, como unos medios de detección de cantidad de estado de vehículo. El sensor 44 de recorrido, como unos medios de detección de cantidad de estado de vehículo, detecta un recorrido ST de funcionamiento del pedal de freno 50. Los sensores 46a, a 46d de velocidad de rueda, como medios de detección de cantidad de estado de vehículo, se proporcionan para las cuatro ruedas FR, FL, RR, RL, respectivamente, y detectan las velocidades VFR, VFL, VRR, VRL de las ruedas. El sensor 45 de corriente de motor detecta una corriente de suministro real I suministrada realmente al motor eléctrico 11 (un valor obtenido considerando la tasa de utilización).

El circuito de accionamiento 30 es un circuito conmutado que se conecta en su lado de entrada al dispositivo eléctrico de control 20, y que se conecta en su lado de salida al motor eléctrico 11, y que se conecta a una batería (no se muestra) del vehículo proporcionada como fuente de alimentación eléctrica. El circuito de accionamiento 30 suministra a cada motor eléctrico 11 una corriente correspondiente a una señal de orden que indica la tasa de utilización desde el dispositivo eléctrico de control 20 (la señal de orden contiene un sentido de la corriente). El sensor 45 de corriente de motor mencionado anteriormente se conecta a unas líneas de suministro de corriente desde el circuito de accionamiento 30 a los motores eléctricos.

A continuación, se describirá el funcionamiento del aparato de control para el freno de vehículo mencionado anteriormente. La figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra un programa (rutina principal) que es ejecutado por el micro-ordenador 21 para el control de frenos (un control de la fuerza de presurización real P detectada por el sensor 13 de fuerza de presurización), en cada transcurso de un tiempo predeterminado. La figura 4 es un gráfico de tiempo en el que se indican la fuerza de presurización objetivo P*, la fuerza de presurización real P, la corriente I suministrada a cada motor eléctrico 11, y los valores de los indicadores F1, F2 descritos anteriormente de acuerdo con un transcurso de tiempo. En general, la fuerza de presurización objetivo P* cambia en primer lugar, y la fuerza de presurización real P cambia a continuación con el fin de seguir los cambios de la fuerza de presurización objetivo P*. Para una descripción más fácil, la figura 4 indica un caso en el que la fuerza de presurización objetivo P* es constante y la fuerza de presurización real P cambia debido a una inercia que se produce en la tuerca 130 después de que el suministro de corriente al motor eléctrico 11 se interrumpe, las vibraciones desde la superficie de la carretera y otros factores. La figura 4 indica un estado en el que el pedal de freno se oprime, y la fuerza de presurización real P se vuelve substancialmente igual a la fuerza de presurización objetivo P*. Las figuras 5A y 5B muestran mapas almacenados en la memoria a la que se refiere el micro-ordenador.

En primer lugar se describe un caso en el que se está realizando un control ordinario de frenos (un control de fuerza de presurización en una situación ordinaria), es decir, en el que no se está realizando un control de frenos antibloqueo (en lo sucesivo, denominado "control del ABS") que se realiza si una rueda se bloquea, y en el que un estado actual es un estado inmediatamente antes de un tiempo t1 indicado en la figura 4, es decir, un estado en el que el motor eléctrico 11 no gira y la fuerza de presurización real P está en las proximidades de la fuerza de presurización objetivo P* (por debajo del umbral descrito -B <P-P* < por debajo del umbral descrito A). El micro-ordenador 21 empieza, en un momento predeterminado, el proceso de un control de frenos desde la etapa 300 en la rutina ilustrada en la figura 3, y luego continúa a la etapa 305, en la que el micro-ordenador 21 determina si el control del ABS está siendo ejecutado. Puesto que el control del ABS no se está ejecutando en la etapa actual, el micro-ordenador 21 hace la determinación de "NO" en la etapa 305, y luego continúa a la etapa 310. En la etapa 310, el microordenador 21 determina una fuerza de presurización objetivo actual P* a partir de un mapa que indica una relación entre la fuerza F de opresión del pedal y la fuerza de presurización objetivo P* y una fuerza real F de opresión del pedal detectada por el sensor 43 de fuerza de opresión.

A continuación, el microordenador 21 continúa a la etapa 315, en la que el microordenador 21 determina si el valor de un indicador F1 es "1". El valor del indicador F1 se establece a "0" si el motor eléctrico 11 se está invirtiendo. De lo contrario, es decir, si el motor eléctrico 11 está funcionando hacia delante, o en un descanso, el valor del indicador F1 se establece en "1". Dado que el motor eléctrico 11 no se está invirtiendo en un instante inmediatamente antes del momento t1, el valor del indicador F1 es "1". Por lo tanto, el microordenador 21 hace la determinación de "Sí" en la etapa 315, y luego continúa a la etapa 320. En la etapa 320, el microordenador 21 determina si una diferencia (P - P*) entre una fuerza de presurización real P detectada por el sensor 13 de fuerza de presurización y la fuerza de presurización objetivo P* es mayor que un umbral predeterminado A (A es un valor positivo). Dado que el instante actual es inmediatamente antes del momento t1, la diferencia entre la fuerza de presurización real P y la fuerza de presurización objetivo P* es menor que el umbral predeterminado A. Por lo tanto, el microordenador 21 hace la determinación de "No" en la etapa 320, y luego continúa a la etapa 325.

En la etapa 325, el microordenador 21 determina si el valor de un indicador F2 es "1". El valor del indicador F2 se establece a "0" si el motor eléctrico 11 está funcionando hacia delante. De lo contrario, es decir, si el motor eléctrico 11 está marcha atrás, o en un descanso, el valor del indicador F2 se establece en "1". Dado que el motor eléctrico 11 no está funcionando hacia delante en un instante inmediatamente antes del momento t1, el valor del indicador F2 es "1". Por lo tanto, el microordenador 21 hace la determinación de "Sí" en la etapa 325, y luego continúa a la etapa 330. En la etapa 330, el microordenador 21 determina si una diferencia (P* - P) entre la fuerza de presurización objetivo P* y la fuerza de presurización real P es mayor que un umbral predeterminado B (B es un valor positivo). Dado que el instante actual es inmediatamente antes del momento t1, la diferencia (P* - P) entre la fuerza de presurización objetivo P* y la fuerza de presurización real P es menor que el umbral predeterminado B. Por lo tanto, el microordenador 21 hace la determinación de "No" en la etapa 330, y luego continúa a la etapa 395. En la etapa 395, el microordenador 21 termina temporalmente la rutina.

De este modo, en el caso de que un motor eléctrico no reciba suministro de corriente eléctrica y por lo tanto no se gira hacia delante o hacia atrás, y en el que la diferencia (P - P*) entre la fuerza de presurización real P y la fuerza de presurización objetivo P* esté entre el umbral B y el umbral A, el microordenador 21 no inicia el suministro de corriente al motor eléctrico 11, de modo que el motor eléctrico de 11 no se gira.

A continuación se describe un caso en el que la diferencia entre la fuerza de presurización real P y la fuerza de presurización objetivo P* es mayor que el umbral A (véase el momento t1). Si en este caso, el microordenador 21 empieza, en un momento predeterminado, el proceso de la rutina ilustrada en la figura 3, el microordenador 21 ejecuta las etapas 305, 310, 315, y luego en la etapa posterior 320 hace la determinación de "Sí", y luego continúa a la etapa 335. En la etapa 335, el microordenador 21 establece que la corriente I sea suministrada al motor eléctrico 11 con un valor predeterminado negativo (-I0). Por lo tanto, mediante una rutina (no se muestra) de accionamiento de motor eléctrico, se suministra la corriente -I0 al motor eléctrico 11, de modo que el motor eléctrico 11 se invierte. Posteriormente, en la etapa 340, el microordenador 21 establece el valor del indicador F1 a "0".

A continuación, el microordenador 21 continúa a la etapa 325. Dado que el valor del indicador F2 sigue siendo "1", el microordenador 21 hace determinación de "Sí" en la etapa 325. Entonces, dado que la diferencia (P* - P) entre la fuerza de presurización objetivo P* y la fuerza de presurización real P es menor que el umbral B, el microordenador 21 hace la determinación de "No" en la etapa 330, y luego continúa a la etapa 395. En la etapa 395, el microordenador 21 termina temporalmente la rutina.

De este modo, si la fuerza de presurización real P se hace mayor que el valor obtenido sumando el umbral A a la fuerza de presurización objetivo P*, el microordenador 21 invierte el motor eléctrico 11 para disminuir la fuerza de presurización real P, de modo que la fuerza de presurización real P se acerca a la fuerza de presurización real P.

Si el motor eléctrico 11 se invierte con el suministro de la corriente -I0, la carga aplicada al motor eléctrico 11 es muy pequeña en comparación con la carga aplicada cuando el motor eléctrico 11 se gira hacia delante. Cuando el motor eléctrico 11 se gira hacia delante, hay una necesidad de presionar las pastillas 108, 110 de freno, es decir, los miembros de frenado, contra el rotor 102 de disco, es decir, un miembro frenado, utilizando el miembro de presurización 116. Sin embargo, cuando el motor eléctrico 11 se invierte, no hay tal necesidad. Por lo tanto, con la constante corriente -I0 suministrada, el motor eléctrico 11 continúa girando hacia atrás, de modo que la fuerza de presurización real P continúa disminuyendo. Sin embargo, durante un período hasta un instante t2, la fuerza de presurización real P es mayor que la fuerza de presurización objetivo P*.

Si durante este estado, el microordenador 21 ejecuta la rutina ilustrada en la figura 3, el microordenador 21 hace la determinación de "No" en la etapa 315 posterior a las etapas 305, 310 ya que el valor del indicador F1 se ha establecido a "0" mediante la etapa 340 en el ciclo anterior. A continuación, el microordenador 21 continúa a la etapa 345, en la que el microordenador 21 determina si la fuerza de presurización real P se ha hecho igual o inferior a la fuerza de presurización objetivo P*. Como se describió anteriormente, la fuerza de presurización real P es mayor que la fuerza de presurización objetivo P* en el momento actual. Por lo tanto, el microordenador 21 hace la determinación de "No" en la etapa 345. Posteriormente, el microordenador 21 continúa a las etapas 325, 330, y luego a la etapa 395, en la que el microordenador 21 termina temporalmente la rutina. Como resultado, el motor

- eléctrico 11 continúa girando al revés, y la fuerza de presurización real P disminuye aún más. Por lo tanto, cuando se alcanza el momento t_2 , la fuerza de presurización real P se hace igual a la fuerza de presurización objetivo P^* . Por lo tanto, si el microordenador 21 ejecuta la rutina ilustrada en la figura 3 en el momento t_2 , o inmediatamente después, el microordenador 21 hace la determinación de "Sí" en la etapa 345 posterior a las etapas 305, 310, 315, y luego continúa a la etapa 350. En la etapa 350, el microordenador 21 establece el suministro de corriente I al motor eléctrico 11 a "0", con lo que se detiene el funcionamiento hacia atrás del motor eléctrico 11. Posteriormente en la etapa 355, el microordenador 21 establece el valor del indicador $F1$ a "1". El microordenador 21 continúa entonces a las etapas 325, 330, y a la etapa 395, en la que el microordenador 21 termina temporalmente la rutina.
- Como se describió anteriormente, el motor eléctrico 11 se invierte cuando la diferencia ($P - P^*$) entre la fuerza de presurización real P y la fuerza de presurización objetivo P^* se hace mayor que el umbral A . El funcionamiento hacia atrás del motor eléctrico 11 se detiene cuando la fuerza de presurización real P se vuelve igual o menor que la fuerza de presurización objetivo P^* . Teniendo en cuenta la inercia de cada motor eléctrico 11, también es posible adoptar una construcción en la que se detenga el funcionamiento hacia atrás de un motor eléctrico 11 cuando la diferencia ($P - P^*$) entre la fuerza de presurización real P y la fuerza de presurización objetivo P^* se haga igual a un umbral predeterminado que esté dentro del intervalo de "0" al umbral A .
- Durante el período comprendido entre el momento t_2 y el momento t_3 , la fuerza de presurización real P es menor que la fuerza de presurización objetivo P^* , pero está en las inmediaciones de la fuerza de presurización objetivo P^* , por lo que la diferencia ($P^* - P$) entre la fuerza de presurización objetivo P^* y la fuerza de presurización real P es menor que el umbral predeterminado B . En este estado, el microordenador 21 continúa a las etapas 305, 310, 315, 320. En la etapa 320, el microordenador 21 hace la determinación de "No". A continuación, el microordenador 21 continúa a la etapa 325.
- Dado que el valor del indicador $F2$ es "1", el microordenador 21 hace la determinación de "Sí" en la etapa 325, y luego continúa a la etapa 330. En la etapa 330, la diferencia ($P^* - P$) entre la fuerza de presurización objetivo P^* y la fuerza de presurización real P es menor que el umbral predeterminado B , el microordenador 21 hace la determinación de "No". Entonces, el microordenador 21 continúa a la etapa 395, en la que el microordenador 21 termina temporalmente la rutina.
- Por lo tanto, si la diferencia ($P^* - P$) entre la fuerza de presurización objetivo P^* y la fuerza de presurización real P es menor que el umbral B , no se suministra corriente al motor eléctrico 11, de modo que el motor eléctrico 11 se mantiene en estado detenido.
- A continuación se describe un caso en el que la diferencia ($P^* - P$) entre la fuerza de presurización objetivo P^* y la fuerza de presurización real P se hace mayor que el umbral B (véase el momento t_3). En este estado, el microordenador 21 continúa a las etapas 305, 310, 315, 320, 325, 330. En la etapa 330, el microordenador 21 hace la determinación de "Sí". El microordenador 21 continúa entonces a la etapa 360.
- En la etapa 360, el microordenador 21 determina que una corriente de suministro I a partir de un mapa que indica una relación entre la fuerza de presurización objetivo P^* y la corriente I , tal como se indica en la figura 5B y una fuerza de presurización objetivo P^* en el momento actual. Como resultado, mediante una rutina (no mostrada) de accionamiento de motor eléctrico, la corriente $I = g(P^*)$ se suministra al motor eléctrico 11, de modo que el motor eléctrico 11 se hace funciona hacia delante para incrementar la fuerza de presurización real P . A continuación, el microordenador 21 establece el valor del indicador $F2$ a "0" en la etapa 365, y luego continúa a la etapa 395, en la que el microordenador 21 termina temporalmente la rutina.
- A partir de este instante, cuando el microordenador 21 ejecuta el programa ilustrado en la figura 3, el microordenador 21 continúa a las etapas 305, 310, 315, 320, 325. En este caso, el valor del indicador $F2$ se ha establecido a "0" mediante la etapa 365 en el ciclo anterior, el microordenador 21 hace la determinación de "No" en la etapa 325, y luego continúa a la etapa 370. En la etapa 370, el microordenador 21 determina si la fuerza de presurización real P se ha vuelto igual o mayor que la fuerza de presurización objetivo P^* . Dado que en el momento actual, el funcionamiento hacia delante del motor eléctrico 11 acaba de comenzar, la fuerza de presurización real P es menor que la fuerza de presurización objetivo P^* . Por lo tanto, el microordenador 21 hace la determinación de "No" en la etapa 370, y luego continúa a la etapa 375. En la etapa 375, el microordenador 21 incrementa el suministro de corriente I al motor eléctrico 11 en una corriente predeterminada i . Después de esto, el microordenador 21 continúa a la etapa 395, en la que el microordenador 21 termina temporalmente la rutina.
- Por lo tanto, cuando se ejecuta la rutina (no se muestra) de accionamiento de motor eléctrico, la corriente I incrementada por la corriente predeterminada i se suministra al motor eléctrico 11, de modo que la corriente de suministro I sigue incrementando entre t_1 y t_4 , como se indica en la figura 4. Como resultado, se incrementa el par de giro en el sentido de funcionamiento hacia adelante del motor eléctrico 11, de modo que la fuerza de presurización real P se incrementa aún más. De este modo, la fuerza de presurización real P se incrementa gradualmente. La etapa mencionada 375 se repite hasta el momento t_4 cuando la fuerza de presurización real P es igual o mayor que la fuerza de presurización objetivo P^* .

A continuación se describe un caso en el que la fuerza de presurización real P se vuelve igual o mayor que la fuerza de presurización objetivo P*, mientras que el motor eléctrico 11 está siendo girado hacia delante (véase el momento t4). En este estado, el microordenador 21 continúa a las etapas 305, 310, 315, 320, 325, 370. En la etapa 370, el microordenador 21 hace la determinación de "Sí". El microordenador 21 continúa entonces a la etapa 380. En la etapa 380, el microordenador 21 establece a "0" el valor de la corriente de suministro I al motor eléctrico 11 con el fin de detener el giro hacia delante del motor eléctrico 11. Después de establecer el valor del indicador F2 a "1", el microordenador 21 continúa a la etapa 395, en la que el microordenador 21 termina temporalmente la rutina.

De este modo, cada motor eléctrico 11 se gira hacia delante cuando la diferencia (P* - P) entre la fuerza de presurización objetivo P* y la fuerza de presurización real P se vuelve mayor que el umbral B. El funcionamiento hacia delante del motor eléctrico 11 se detiene cuando la fuerza de presurización real P se vuelve igual que la fuerza de presurización objetivo P*. Teniendo en cuenta la inercia de cada motor eléctrico 11, también es posible adoptar una construcción en la que el funcionamiento hacia delante de un motor eléctrico 11 se detenga cuando la diferencia (P* - P) entre la fuerza de presurización objetivo P* y la fuerza de presurización P se haga igual a un umbral predeterminado que esté dentro del intervalo de "0" al umbral B.

Si la diferencia (P - P*) entre la fuerza de presurización real P y la fuerza de presurización objetivo P* está dentro del intervalo del umbral B al umbral A como en el caso posterior al momento t4, el microordenador 21 ejecuta las etapas 305, 310, 315, 320, 325, 330, y luego termina temporalmente la rutina en la etapa 395, como en el caso antes del momento t1. Por lo tanto, el motor eléctrico 11 no se gira.

El control descrito anteriormente es el control de la fuerza de presurización en una ocasión ordinaria de acuerdo con esta realización. En esta realización, si la diferencia (P - P*) entre la fuerza de presurización real P y la fuerza de presurización objetivo P* está dentro del intervalo del umbral -B al umbral A (intervalo no sensible de control), el funcionamiento del motor eléctrico 11 está prohibido. Por lo tanto, pueden evitarse repeticiones frecuentes de funcionamientos hacia delante y hacia atrás de un motor eléctrico. Como resultado, puede incrementarse la vida útil del motor eléctrico 11, y se elimina el consumo innecesario de energía, y pueden reducirse los ruidos. Aunque en la realización, la corriente de suministro a un motor eléctrico 11 se incrementa gradualmente entre el momento t3 y el momento t4, también es posible adoptar una construcción en la que se emplee un control PID o similares de modo que el valor de la corriente pueda variarse de acuerdo con la diferencia entre la fuerza de presurización objetivo P* y la fuerza de presurización real P, y en el que la corriente de suministro se incremente hasta que la diferencia entre la fuerza de presurización objetivo P* y la fuerza de presurización real P se haga mínima, y después de esto, la corriente de suministro se disminuye.

A continuación, se describirá el funcionamiento en el control del ABS haciendo referencia a la figura 3 y las figuras 6 a 11. El microordenador 21 ejecuta un control del ABS para la rueda trasera izquierda RL ilustrada en la figura 6 en cada transcurso de un tiempo predeterminado ΔT_a , además de la rutina principal ilustrada en la figura 3. El microordenador 21 también ejecuta una rutina similar a la ilustrada en la figura 6 con respecto a la rueda trasera derecha RR y las ruedas delanteras derecha e izquierda FR, FL en cada transcurso del tiempo predeterminado ΔT_a .

En primer lugar, se harán las descripciones conjuntamente con un caso como el indicado por el intervalo de un momento t10 a un momento t11 en la figura 11, en el que el pedal de freno 50 comienza a ser oprimido y en el que la rueda no se encuentra en un estado bloqueado y el control del ABS no se está ejecutado. Durante el período mencionado, se determina una fuerza de presurización objetivo P* de acuerdo con la fuerza F de opresión del pedal mediante la ejecución de la rutina principal ilustrada en la figura 3 (etapa 310). De este modo, el motor eléctrico 11 es accionado de modo que la fuerza de presurización real P se vuelve igual al objetivo determinado de fuerza de presurización P*.

En un momento predeterminado, el microordenador 21 comienza el proceso de la rutina de control del ABS en la etapa 600. En la etapa 605, el microordenador 21 calcula una tasa de deslizamiento real S como una cantidad de estado del vehículo de acuerdo con una expresión de cálculo presentada a continuación como Expresión 1. En la Expresión 1, VS es la velocidad de la carrocería del vehículo, y VW es la velocidad de la rueda. Dado que el objetivo del control del ABS es la rueda trasera izquierda RL, la velocidad de rueda VW es la velocidad de rueda trasera izquierda VRL. En el control del ABS con respecto a una rueda diferente, la velocidad de rueda VW es la velocidad de rueda VRR, VFR, VPL de la rueda objeto correspondiente. Si no hay fuerza de frenado actuando en la rueda, VW = VS, y por lo tanto S = 0, como se puede entender a partir de la Expresión 1. Si la rueda está completamente bloqueada, VW = 0 y por lo tanto S = 1.

$$S = (VS - VW)/VS \dots \text{Expresión 1}$$

La velocidad VS de la carrocería del vehículo se determina mediante la Expresión 2 a continuación, en la que VWmax es el valor máximo de las velocidades de rueda VFR, VPL, VRR, VRL detectadas por los sensores 46-46d de velocidad de rueda, y VS0 es la velocidad de la carrocería del vehículo determinada durante la ejecución anterior

de la rutina, y α_u y α_d son constantes positivas predeterminadas. Además, en la Expresión 2, MED es una función que selecciona una variable de una magnitud intermedia a partir de las variables proporcionadas en el paréntesis.

$$VS = MED (VW_{max}, VS0 + \alpha_u \cdot \Delta TA, VS0 - \alpha_d \cdot \Delta TA) \dots \text{Expresión 2}$$

5 A continuación, el microordenador 21 continúa a la etapa 610, en la que el microordenador 21 calcula una diferencia e de acuerdo con la Expresión 3. En la Expresión 3, S^* es la tasa de deslizamiento objetivo, que es un valor constante (por ejemplo, 0,2), aunque depende de la superficie de la carretera.

$$10 \quad e = S^* - S \dots \text{Expresión 3}$$

El microordenador 21 continúa entonces a la etapa 615, en la que el microordenador 21 determina si el control del ABS ha terminado. Puesto que el control del ABS no se está ejecutando en el momento actual, el micro-ordenador 21 hace la determinación de "Sí" en la etapa 615, y luego continúa a la etapa 620. En la etapa 620, el microordenador 21 determina si la diferencia e es menor que la primera diferencia de referencia -e1 (e1 es un valor positivo). El valor -e1 indica un estado en el que existe la posibilidad de bloqueo de la rueda. Puesto que la rueda no se encuentra en un estado bloqueado en el momento actual, la diferencia e es mayor que la primera diferencia de referencia -e1 como se indica en la figura 11, y por lo tanto el microordenador 21 hace la determinación de "No" en la etapa 620. A continuación, en la etapa 695, el microordenador 21 termina temporalmente la rutina. En este caso, por lo tanto, el control del ABS no se ha iniciado.

A continuación se describe un caso en el que la rueda se bloquea en el instante t11. Cuando el microordenador 21 continúa primero a la etapa 615 después del instante t11, el control del ABS no se ha iniciado todavía. Por lo tanto, el microordenador 21 hace la determinación de "Sí" en la etapa 615, y luego continúa a la etapa 620. Puesto que la rueda está en un estado bloqueado en este caso, la diferencia e es menor que la primera diferencia de referencia -e1. Por lo tanto, el microordenador 21 hace la determinación de "Sí" en la etapa 620, y continúa a la etapa 625. En la etapa 625, el microordenador 21 almacena la fuerza de presurización real actual P detectada por el sensor de fuerza de presurización 13 (que puede ser sustituida por la fuerza de presurización objetivo actual P^* determinada por el sensor 43 de fuerza de opresión) como una fuerza de presurización inicial PM en una memoria. Después de eso, el microordenador 21 continúa a la etapa 630, en la que el microordenador 21 comienza a ejecutar una sub-rutina de modo de reducción rápida ilustrada en la figura 7 con el fin de iniciar un modo de reducción rápida. A continuación, el microordenador 21 continúa a la etapa 695, en la que el microordenador 21 termina temporalmente la rutina ABS. De este modo, se inicia el control del ABS. La fuerza de presurización inicial PM mencionada se utiliza en la etapa 665 que se describe a continuación. Además, dado que $S^* - S = -e1$ es una condición que indica un estado en el que la rueda es probable que sea bloqueada, la fuerza de presurización inicial PM representa una fuerza de presurización que provoca el estado en el que la rueda es probable que sea bloqueada.

Al iniciar la ejecución de la sub-rutina de modo de reducción rápida para la reducción rápida de la fuerza de presurización objetivo indicada en la figura 7, el microordenador 21 repite la sub-rutina de modo de reducción rápida en cada transcurso de un determinado tiempo ΔT_b . En la sub-rutina de modo de reducción rápida, el microordenador 21 continúa a la etapa 705 a través de la etapa 700. En la etapa 705, el microordenador 21 establece un valor obtenido restando un valor positivo predeterminado a de la fuerza de presurización objetivo actual P^* como una nueva fuerza de presurización objetivo P^* .

45 Durante el control del ABS, además, el microordenador 21 comienza a ejecutar la rutina principal ilustrada en la figura 3 en un momento predeterminado, y determina en la etapa 305 si el control del ABS está siendo ejecutado. Puesto que el control del ABS se está ejecutando en este caso, el microordenador 21 hace la determinación de "Sí", y continúa a la etapa 315. Por lo tanto, la etapa 310 no se ejecuta. Por lo tanto, la fuerza de presurización objetivo P^* no se convierte en una fuerza de presurización objetivo P^* determinada de acuerdo con lo predeterminado en la etapa 310, pero se convierte en una fuerza de presurización objetivo P^* determinada en la etapa 705 en la sub-rutina de modo de reducción rápida. Posteriormente, con el fin de ejecutar un proceso que comienza en la etapa 315, el microordenador 21 controla la corriente de suministro I al motor eléctrico 11 de modo que la fuerza de presurización real P se vuelve igual que la fuerza de presurización objetivo P^* determinada como se describe anteriormente. El control se describirá con detalle más adelante.

55 Cuando el modo de reducción rápida se inicia de este modo, la fuerza de presurización real P se reduce por el valor positivo a en cada transcurso del ΔT_b predeterminado, y el motor eléctrico 11 es accionado en consecuencia (hacia atrás) para reducir la fuerza de presurización real P, de modo que el par de frenado disminuye rápidamente. El establecimiento de la fuerza de presurización objetivo P^* , y el control de la corriente de suministro I del motor eléctrico 11 con el fin de llevar a la fuerza de presurización real P a ser igual a la fuerza de presurización objetivo P^* (figura 3) se realiza de manera similar en otros modos de control del ABS (un modo de reducción suave, un modo incremento rápido y un modo de incremento suave).

65 Si durante este estado, el microordenador 21 comienza el proceso de la rutina de control del ABS de la figura 6 de nuevo en la etapa 600, el microordenador 21 actualiza la tasa de deslizamiento S en la etapa 605, y actualiza la

diferencia e en la etapa 610. Dado que el modo actualmente seleccionado es el modo de reducción rápida y el control del ABS se está ejecutando, el microordenador 21 hace la determinación de "No" en la etapa 615, y continúa a la etapa 635. En la etapa 635, el microordenador 21 determina si el modo actual es el modo de reducción rápida. Dado que el modo actual es el modo de reducción rápida, el microordenador 21 hace la determinación de "Sí" en la etapa 635, y continúa a la etapa 640. En la etapa 640, el microordenador 21 determina si la diferencia e es mayor que la segunda diferencia de referencia $-e_2$ (e_2 es un valor positivo que es menor que el indicado en la figura 11). El valor $-e_2$ es un valor que indica que ha desaparecido la posibilidad del bloqueo de la rueda. En este caso, la rápida reducción del par de frenado acaba de comenzar, y la rueda no se ha recuperado todavía de la situación de bloqueo. Por lo tanto, la diferencia e es menor que la segunda diferencia de referencia $-e_2$. Por lo tanto, el microordenador 21 hace la determinación de "No" en la etapa 640, y continúa a la etapa 695, en la que el microordenador 21 termina temporalmente la rutina.

Si continúa el estado descrito anteriormente, la etapa 705 de la figura 7 se ejecuta en varias ocasiones, de manera que la fuerza de presurización objetivo P^* disminuye rápidamente. Como resultado, el par de frenado disminuye rápidamente, y se recupera la velocidad de la rueda VRL (incrementa). Por lo tanto, la actual tasa de deslizamiento S se acerca más a la tasa de deslizamiento objetivo S^* , y la diferencia e se hace mayor que la segunda diferencia de referencia $-e_2$ como se indica en el momento t_{12} en la figura 11. Por lo tanto, cuando el microordenador 21 continúa a la etapa 640 en un momento predeterminado, el microordenador 21 hace la determinación de "Sí" en la etapa 640. El microordenador 21 continúa a continuación a la etapa 645. En la etapa 645, el microordenador 21 comienza a ejecutar una sub-rutina de modo de reducción suave ilustrada en la figura 8, con el fin de iniciar el modo de reducción suave en el que la fuerza de presurización objetivo P^* se reduce suavemente. Como es el caso con la sub-rutina de modo de reducción rápida, el microordenador 21, después de comenzar la ejecución de la sub-rutina de modo de reducción suave, repite la ejecución de la sub-rutina de modo de reducción suave en cada transcurso del tiempo predeterminado ΔT_b hasta que se inicia la ejecución de una sub-rutina de modo diferente.

En la sub-rutina de modo de reducción suave, el microordenador 21 continúa a la etapa 805 a través de la etapa 800. En la etapa 805, el microordenador 21 establece un valor obtenido restando un valor positivo predeterminado b de la fuerza de presurización objetivo actual P^* como una nueva fuerza de presurización objetivo P^* . El valor predeterminado positivo b es un valor que es menor que el mencionado valor predeterminado positivo a . Por lo tanto, cuando se ejecuta la rutina principal ilustrada en la figura 3, el motor eléctrico 11 es accionado (hacia atrás), de acuerdo con la fuerza de presurización objetivo P^* reducida por el valor positivo predeterminado b , de modo que el par de frenado (fuerza de presurización real P) se reduce en un par correspondiente al valor positivo b .

Cuando está en este estado, se inicia el control del ABS de la figura 6, el microordenador 21 ejecuta las etapas 605, 610. Dado que el modo actual es el modo de reducción suave, el microordenador 21 hace la determinación de "No" en la etapa 615 y 635, y continúa a la etapa 650. En la etapa 650, el microordenador 21 determina si el modo actual es el modo de reducción suave. El microordenador 21 hace la determinación de "Sí" en la etapa 650, y continúa a la etapa 655. En la etapa 655, el microordenador 21 determina si la diferencia e es mayor que una tercera diferencia de referencia $-e_3$ (e_3 es un valor positivo que es menor que e_2 como se indica en la figura 11). Dado que el modo de reducción suave acaba de comenzar, la diferencia e es menor que la tercera diferencia de referencia $-e_3$ ($e < -e_3$), el microordenador 21 hace la determinación de "No" en la etapa 655, y continúa a la etapa 695, en la que el microordenador 21 termina temporalmente la rutina.

Si continúa el estado mencionado, la etapa 805 de la figura 8 se ejecuta en varias ocasiones, de modo que la fuerza de presurización objetivo P se reduce suavemente (por el valor b en cada transcurso del tiempo predeterminado ΔT_b). Como resultado, el par de frenado se reduce gradualmente, y la velocidad de rueda VRL se recupera aún más. Por lo tanto, la tasa de deslizamiento real S se acerca a la tasa de deslizamiento objetivo S^* , y la diferencia e se hace mayor que la tercera diferencia de referencia $-e_3$ como se indica en el momento t_{13} en la figura 11. Por lo tanto, cuando el microordenador 21 continúa a la etapa 655 en un momento predeterminado, el microordenador 21 hace la determinación de "Sí" en la etapa 655. El microordenador 21 entonces continúa a la etapa 660, en la que el microordenador 21 comienza a ejecutar una sub-rutina de modo de incremento rápido ilustrada en la figura 9, con el fin de iniciar un modo de incremento rápido en el que se incrementa rápidamente la fuerza de presurización objetivo P . Como es el caso con las sub-rutinas de modo de reducción rápida y modo de reducción suave, el microordenador 21, después de comenzar la ejecución de la sub-rutina de modo de incremento rápido, repite la ejecución de la sub-rutina de modo de incremento rápido en cada transcurso del tiempo predeterminado ΔT_b hasta que se inicia otra sub-rutina de modo diferente.

En la sub-rutina de modo de incremento rápido, el microordenador 21 continúa a la etapa 905 a través de la etapa 900. En la etapa 905, el microordenador 21 establece un valor obtenido añadiendo un valor positivo predeterminado c a la fuerza de presurización objetivo actual P^* como una nueva fuerza de presurización objetivo P^* . Entonces, el microordenador 21 continúa a la etapa 995, en la que el microordenador 21 termina temporalmente la rutina. En cuanto al valor predeterminado positivo c , se selecciona un valor que tiene sustancialmente la misma magnitud que el valor predeterminado positivo a . Por lo tanto, cuando se ejecuta la rutina principal ilustrada en la figura 3, el motor eléctrico 11 es accionado (hacia adelante), de acuerdo con la fuerza de presurización objetivo P^* incrementada por el

valor positivo predeterminado c , de modo que el par de frenado (fuerza de presurización real P) se incrementa por un par correspondiente al valor positivo c .

5 Cuando está en este estado, se inicia el control del ABS de la figura 6, el microordenador 21 ejecuta las etapas 605, 610. Dado que el modo actual es el modo de incremento rápido, el microordenador 21 hace la determinación de "No" en las etapas 615, 635 y 650, y continúa a la etapa 655. En la etapa 665, el microordenador 21 determina si la fuerza de presurización objetivo P^* se ha hecho mayor que un producto de multiplicación de un valor predeterminado α de la fuerza de presurización real (fuerza de presurización inicial) PM almacenada en la memoria en la etapa 625 multiplicado por un valor predeterminado a (por ejemplo, 0,8), es decir, $0,8 \cdot PM$. Como esta etapa es inmediatamente después de que se haya iniciado el modo de incremento rápido, la fuerza de presurización objetivo P^* es menor que a veces la fuerza de presurización inicial PM . Por lo tanto, el microordenador 21 hace la determinación de "No" en la etapa 665, y continúa a la etapa 670. En la etapa 670, el microordenador 21 determina si la diferencia e es mayor que una cuarta diferencia de referencia e_4 (e_4 es un valor positivo que es mayor que e_3 como se indica en la figura 11). Dado que el modo de incremento rápido de par de frenado se acaba de iniciar, la diferencia e es más pequeña que la cuarta diferencia de referencia e_4 en el momento actual. Por lo tanto, el microordenador 21 hace la determinación de "No" en la etapa 670, y continúa a la etapa 695, en la que el microordenador 21 termina temporalmente la rutina. El valor a puede determinarse a partir del valor de referencia e_4 . También es posible determinar el valor de referencia e_4 a partir de un valor predeterminado α .

20 Si continúa este estado, la etapa 905 de la figura 9 se ejecuta en varias ocasiones, de modo que la fuerza de presurización objetivo P^* se incrementa rápidamente (incrementa por una cantidad c en cada transcurso del tiempo predeterminado ΔT_b). Como resultado, el par de frenado también se incrementa. Si la fuerza de presurización objetivo P^* se hace mayor que a veces la fuerza de presurización inicial PM antes de que la diferencia e se haga mayor que el cuarto valor de referencia e_4 (véase el momento t_{14} en la figura 11), el microordenador 21 hace la determinación de "Sí" en la etapa 665 en la figura 6, a la que el microordenador 21 continúa en un momento predeterminado. El microordenador 21 continúa entonces a la etapa 675, en la que el microordenador 21 comienza a ejecutar una sub-rutina de modo de incremento suave ilustrada en la figura 10, con el fin de iniciar un modo de incremento suave.

30 Por el contrario, si en el modo de incremento rápido, la diferencia e se hace mayor que el cuarto valor de referencia e_4 antes de que la fuerza de presurización objetivo P^* se haga mayor que a veces la fuerza de presurización inicial PM (véase el momento 14 en la figura 11), el microordenador 21 hace la determinación de "Sí" en la etapa 670 en la figura 6, a la que el microordenador 21 continúa en un momento predeterminado. El microordenador 21 continúa entonces a la etapa 675, en la que el microordenador 21 comienza a ejecutar una sub-rutina de modo de incremento suave ilustrada en la figura 10, con el fin de iniciar un modo de incremento suave. Al igual que en la sub-rutina de modo de reducción rápida y similares, el microordenador 21, después de comenzar la sub-rutina de modo de incremento suave, repite la ejecución de la sub-rutina de modo de incremento suave en cada transcurso del tiempo predeterminado ΔT_b .

40 En la sub-rutina de modo de incremento suave, el microordenador 21 continúa a la etapa 1005 a través de la etapa 1000. En la etapa 1005, el microordenador 21 establece un valor obtenido añadiendo un valor positivo predeterminado d a la fuerza de presurización objetivo actual P^* como una nueva fuerza de presurización objetivo P^* . El valor predeterminado positivo d tiene una magnitud similar a la del mencionado valor positivo predeterminado b , y es más pequeño que los mencionados valores positivos predeterminados a y c .

45 Posteriormente, en la etapa 1010, el microordenador 21 determina una fuerza de presurización objetivo provisional P_0^* a partir de la fuerza F de opresión del pedal actual y un mapa indicado en la figura 5A. Posteriormente, en la etapa 1015, el microordenador 21 determina si la fuerza de presurización objetivo P^* es mayor que la fuerza de presurización objetivo provisional P_0^* . Dado que el modo de incremento suave se acaba de iniciar en el momento actual, la fuerza de presurización objetivo P^* es normalmente más pequeña que la fuerza de presurización objetivo provisional P_0^* . Por lo tanto, el microordenador 21 hace la determinación de "No" en la etapa 1015, y continúa a la etapa 1095, en la que el microordenador 21 termina temporalmente la rutina.

55 Por lo tanto, cuando se ejecuta la rutina principal ilustrada en la figura 3, el motor eléctrico 11 es accionado (hacia delante) de acuerdo con la fuerza de presurización objetivo P^* incrementada por el valor positivo predeterminado c , de modo que el par de frenado (fuerza de presurización real P) se incrementa por un par correspondiente al valor positivo d .

60 Después de eso, la sub-rutina de modo de incremento suave ilustrada en la figura 10 se ejecuta en cada transcurso del tiempo predeterminado ΔT_b , de modo que la fuerza de presurización objetivo P^* se incrementa gradualmente debido a la etapa 1005. Como resultado, el par de frenado se incrementa gradualmente (se incrementa en un par correspondiente al valor positivo d en cada transcurso del tiempo predeterminado ΔT_b). Si se está en este caso, se reduce la fuerza F de opresión del pedal en el pedal de freno 50 y por lo tanto la fuerza de presurización objetivo provisional P_0^* se reduce o la fuerza de presurización objetivo P^* incrementa con el transcurso del tiempo, de modo que la fuerza de presurización objetivo P^* se hace mayor que la fuerza de presurización objetivo provisional P_0^* , el

microordenador 21 hace la determinación de "Sí" en la etapa 1015, y continúa a la etapa 1020. En la etapa 1020, el microordenador 21 termina el control del ABS. A continuación, en la etapa 1095, el microordenador 21 termina temporalmente la rutina.

5 Como se describió anteriormente, si la diferencia e se vuelve menor que la primera diferencia de referencia $-e1$ (si la tasa de deslizamiento se vuelve mayor que una primera tasa de deslizamiento $(= S^* + e1)$) en el control del ABS en la primera realización, el modo de reducción rápida se inicia para reducir rápidamente la fuerza de presurización objetivo P^* . Por lo tanto, la fuerza de presurización real P (par de frenado) se reduce rápidamente, de modo que se suprime inmediatamente un deslizamiento demasiado grande.

10 Entonces, cuando la diferencia e se hace mayor que la segunda referencia de diferencia $-e2$ (cuando la tasa de deslizamiento se hace menor que una segunda tasa de deslizamiento $(= S^* + e2)$), se inicia el modo de reducción suave para reducir suavemente la fuerza de presurización objetivo P^* . Por lo tanto, la fuerza de presurización real P (par de frenado) se reduce suavemente.

15 En general, en el control del ABS, si la tasa de deslizamiento se hace excesivamente grande, la tasa de deslizamiento se reduce mediante la reducción rápida del par de frenado. Después de eso, la tasa de deslizamiento se incrementa a un determinado nivel mediante el rápido incremento del par de frenado. Con el fin de llevar a cabo este control en un freno eléctrico 10 de disco equipado con un motor eléctrico 11, es necesario hacer funcionar hacia delante el motor eléctrico 11 a gran velocidad inmediatamente después de hacer funcionar hacia atrás el motor eléctrico 11 a gran velocidad. Sin embargo, cuando la corriente de suministro al motor eléctrico 11 se cambia desde la corriente inversa a la corriente directa con el fin de hacer funcionar el motor eléctrico hacia delante 11 a gran velocidad después hacer funcionar hacia atrás el motor eléctrico 11 a gran velocidad, el motor eléctrico 11 continúa funcionando en sentido hacia atrás debido a su inercia. Por lo tanto, existe la posibilidad de carencia de fuerza de presurización real P y deterioro de la siguiente respuesta de aumento de presión de la fuerza de presurización. Por lo tanto, si el modo de reducción rápida es seguido por el modo de reducción suave y luego se inicia el modo de incremento rápido como en la realización, se logra una ventaja porque no se provoca carencia del par de frenado y no se provoca una excesiva reducción de la tasa de deslizamiento.

20 Si se emplean los motores eléctricos 11, el par de frenado puede reducirse mediante el modo de reducción suave. Por lo tanto, puede reducirse la cantidad de reducción del par de frenado, en comparación con el caso en el que después de reducir rápidamente el par de frenado, se mantiene el par de frenado y luego se incrementa rápidamente. Esto se describirá con referencia a la figura 12. Incluso si un freno hidráulico que utiliza una válvula hidráulica lineal se utiliza como freno hidráulico, es difícil de controlar cantidades muy pequeñas de incrementos suaves y disminuciones suaves en la fuerza de presurización (par de frenado), debido a las limitaciones relacionadas con la estructura de la válvula electromagnética. Por lo tanto, una rápida reducción en el par de frenado es seguida por el mantenimiento del par de frenado, como se indica por una línea punteada en la figura 12. Sin embargo, si la fuerza de presurización (par de frenado) se mantiene, no se puede esperar la reducción del par de frenado. Por lo tanto, es inevitable reducir rápidamente la fuerza de presurización (par de frenado) hasta que la tasa de deslizamiento disminuye por debajo de un valor de referencia $S1$. En cambio, en la realización en la que puede reducirse suavemente el par de frenado, es posible esperar la recuperación de la tasa de deslizamiento iniciando el modo de reducción suave en un instante en el que la tasa de deslizamiento disminuye a un valor de referencia $S2$ que es mayor que el valor de referencia $S1$. Por lo tanto, se hace posible evitar una excesiva reducción en el par de frenado, y se hace necesario girar el motor eléctrico 11 más de lo necesario en el modo de incremento rápido posterior. Como resultado, se puede evitar el consumo de energía inútil.

A continuación, se describirá un control sobre la base de la rutina principal durante el control del ABS haciendo referencia a las figuras 3 y 11.

50 Antes de que la rueda se bloquee después de oprimir el freno, es decir, antes de $t11$, el motor eléctrico 11 se hace funcionar hacia adelante de modo que la pastilla 110 de freno se presiona contra del rotor 102 de disco.

Entonces, en $t11$, cuando se inicia el ABS, en la etapa 305 se hace la determinación del "Sí", y el proceso continúa a la etapa 315, evitando la determinación de una fuerza de presurización objetivo P^* en la etapa 310. Dado que el ABS se acaba de iniciar y el funcionamiento del motor eléctrico 11 no se ha invertido en este momento, en la etapa 315 se hace la determinación de "Sí", y el proceso continúa a la etapa 320. En la etapa 320, se determina si $P - P^*$ es mayor que el umbral A . Dado que el valor P^* es un valor determinado en la etapa 705 del modo de reducción rápida descrito en la figura 7, es decir, un valor obtenido restando el valor predeterminado a , en la etapa 320 se hace la determinación de "Sí". Por lo tanto, el valor predeterminado es preferiblemente un valor que alcanza inmediatamente $P - P^* > A$. Esto se debe a que este valor predeterminado a mejora la capacidad de respuesta del ABS. Posteriormente, en la etapa 335, se invierte el funcionamiento del motor eléctrico 11, de modo que el par de frenado se reduce y la tasa de deslizamiento real se reduce en consecuencia. En las etapas que siguen, el motor eléctrico 11 se hace funcionar hacia atrás y la P^* es menor que P . Por lo tanto, en la etapa 325 se hace la determinación de "Sí", y en la etapa 330 se hace la determinación de "No".

65

A continuación se describirá un control sobre la base de la rutina principal entre t11 y t13 en la figura 11. Durante este período de tiempo, el control del ABS se está ejecutando, y el motor eléctrico 11 se está haciendo funcionar hacia atrás, y P^* es menor que P . Por lo tanto, en la etapa 305 se hace la determinación de "Sí" y en la etapa 315 " se hace la determinación de "No", y en la etapa 345 se hace la determinación de "No", y en la etapa 325 se hace la determinación de "Sí" y en la etapa 330 se hace la determinación de "No" Este control se ejecuta en varias ocasiones durante el período de t11 a t13.

En t13, empieza el modo de incremento rápido de la fuerza de presurización objetivo P^* . Es decir, en la etapa 905 en la figura 9, el valor predeterminado c se agrega a la fuerza de presurización objetivo P^* . Inmediatamente después de t13, las determinaciones en las etapas 305 a 315 permanecen igual que durante el período de t11 a t13. En la etapa 345, la fuerza de presurización objetivo P^* es mayor que la fuerza de presurización real P debido a que la fuerza de presurización objetivo P^* es el valor P^* obtenido sumando el valor predeterminado c en la etapa 905. Por lo tanto, el valor predeterminado c es preferiblemente un valor que alcanza inmediatamente $P \leq P^*$. Tal valor predeterminado c mejorará la capacidad de respuesta al modo de incremento rápido. Luego, en la etapa 350, se detiene el giro del motor eléctrico 11. En la etapa 355, el indicador F1 se actualiza a "1". Dado que el giro del motor eléctrico 11 está en una parada y la fuerza de presurización objetivo P^* es mayor que la fuerza de presurización real P en este momento, en la etapa 325 se hace la determinación de "Sí" y en la etapa 330 se hace la determinación de "Sí". Posteriormente en la etapa 360, se invierte el giro del motor eléctrico 11. En la etapa 365, el indicador F2 se actualiza a "0".

A continuación se describe un control sobre la base de la rutina principal en la que se termina el control del ABS después de t13. Durante este período, el control ABS se está ejecutando, y el indicador F1 es "1", y la fuerza de presurización objetivo P^* es mayor que la fuerza de presurización real P , y el indicador F2 es "0" Por lo tanto, en la etapa 305 se hace la determinación de "Sí" y en la etapa 315 se hace la determinación de "Sí" y en la etapa 320 se hace la determinación de "No" y en la etapa 325 se hace la determinación de "No" y en la etapa 370 se hace la determinación de "No". A continuación, en la etapa 375, se incrementa la corriente de suministro I para el giro hacia delante del motor eléctrico 11. Por lo tanto, hasta que termina el control del ABS después de t13, la rutina descrita anteriormente se ejecuta en varias ocasiones, de modo que la corriente de suministro I se incrementa continuamente. Por lo tanto, se incrementa la fuerza de presurización real P y se incrementa el par de frenado.

Entonces, cuando el control del ABS se termina en la etapa 1020, el proceso vuelve al control descrito anteriormente de funcionamiento normal de la rutina principal.

Durante este estado, el motor eléctrico 11 está siendo girado hacia delante, y la fuerza de presurización objetivo P^* es mayor que la fuerza de presurización real P . Por lo tanto, en la etapa 315 se hace la determinación de "Sí" y en la etapa 320 se hace la determinación de "No" y en la etapa 325 se hace la determinación de "No".

En la realización anterior, después del modo de reducción suave, se inicia el modo de incremento rápido. El modo se cambia entonces al modo de incremento suave cuando la fuerza de presurización real P o la fuerza de presurización objetivo P^* se recupera hasta a veces la fuerza de presurización real P que ocurre en el inicio del control del ABS (inicio del modo de reducción rápida) o α veces ($\alpha \cdot PM$) de la fuerza de presurización objetivo P^* (fuerza de presurización inicial PM). Por lo tanto, se reduce la posibilidad de que la rueda se bloquee cada vez más en comparación con el caso en el que la fuerza de presurización real P se incrementa rápidamente con la fuerza de presurización objetivo P^* o la fuerza de presurización real P que ocurre en el inicio del control del ABS. Por lo tanto, en la realización, se evita la rápida reducción de la fuerza de presurización y repeticiones frecuentes de incremento rápido, de modo que se puede conseguir un control del ABS más estable.

Además, debido a la adopción del modo de reducción suave y el modo de incremento suave, la transición desde la reducción del par de frenado al incremento en el par de frenado se realiza suavemente, de modo que se reducen las vibraciones producidas en el vehículo.

En la primera realización, las etapas 320, 345, 330, 370 forman los medios de determinación de solicitud de cambio de par de frenado para determinar si incrementar el par de frenado o si reducir el par de frenado sobre la base de la fuerza de presurización real P y la fuerza F de opresión del pedal (fuerza de presurización objetivo P^*), es decir, las cantidades detectadas de estado del vehículo. Además, las etapas 335, 350, 360, 375, 380 consiguen una función de medios de control de corriente para controlar el suministro de corriente eléctrica a un dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico 11) de modo que se provoque que el dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico 11) accione (gire) en un sentido predeterminado (hacia adelante) si se determina que el par de frenado se ha de incrementar, y de modo que el dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico 11) no accione (gire) en un sentido predeterminado (control del suministro de corriente eléctrica al motor eléctrico 11 de modo que la fuerza que presiona el miembro de frenado contra el miembro frenado sea inferior a una fuerza de restauración del miembro de frenado para restaurarlo a su estado original, interrumpiendo la corriente suministrada al motor eléctrico, prohibiendo que la corriente sea suministrada al motor eléctrico, evitando que la corriente sea suministrada al motor eléctrico, absteniéndose de suministrar corriente de suministro al cortar la corriente, o suministrando al motor eléctrico 11 una corriente como para hacer girar el motor eléctrico 11 en un sentido opuesto al sentido mencionado predeterminado (giro hacia atrás del motor)) si se determina que el par de frenado se ha de

reducir. Además, las etapas 335, 350, 360, 375, 380 consiguen una función de medios de control de corriente para controlar el suministro de corriente eléctrica a un dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico 11) de modo que se provoque que el dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico 11) accione (gire) en un sentido predeterminado (hacia adelante) si se determina que el par de frenado se ha de incrementar, y de modo que la corriente eléctrica suministrada al motor eléctrico 11 sea inferior a la necesaria para accionar (girar) el dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico 11) en un sentido predeterminado (control del suministro de corriente eléctrica al motor eléctrico 11 de modo que la fuerza que presiona el miembro de frenado contra el miembro frenado sea inferior a una fuerza de restauración del miembro de frenado para restaurarlo a su estado original, interrumpiendo la corriente suministrada al motor eléctrico, prohibiendo que la corriente sea suministrada al motor eléctrico, evitando que la corriente sea suministrada al motor eléctrico, absteniéndose de suministrar corriente de suministro al cortar la corriente, o suministrando al motor eléctrico 11 una corriente como para hacer girar el motor eléctrico 11 en un sentido opuesto al sentido mencionado predeterminado (giro hacia atrás del motor)) si se determina que el par de frenado se ha de reducir. Además, las etapas 335, 350, 360, 375, 380 consiguen una función de medios de control de corriente para controlar el suministro de corriente eléctrica a un dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico 11) de modo que se provoque que el dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico 11) accione (gire) en un sentido predeterminado si se determina que el par de frenado ha de incrementarse, y de modo que la corriente eléctrica suministrada al dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico 11) sea inferior a la necesaria para accionar (girar) el dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico 11) en el sentido predeterminado si se determina que el par de frenado se ha de reducir.

Además, las etapas 320, 330 forman unos medios de determinación para determinar si una diferencia entre la fuerza de presurización objetivo P^* y la fuerza de presurización real P , es decir, la cantidad de solicitud de cambio del par de frenado sobre la base de una cantidad de estado del vehículo, es mayor que una cantidad predeterminada. Las etapas 335, 360 forman unos medios de suministro para suministrar una corriente eléctrica predeterminada (comienzo de suministro de corriente) para el dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico 11), de acuerdo con si la cantidad de solicitud de cambio es mayor que una cantidad predeterminada (umbral A, B). Aún más, las etapas 310, 705, 805, 905, 1005 forman unos medios de determinación de fuerza de presurización objetivo para determinar una fuerza de presurización objetivo P^* sobre la base de una cantidad de estado del vehículo.

Además, las rutinas ilustradas en la figura 3 y las figuras 6-10 forman unos medios de control de corriente para cambiar la fuerza de presurización objetivo P^* , de modo que la tasa cambiante de la fuerza de presurización se cambia de acuerdo con la tasa de deslizamiento detectada S (la diferencia e en la realización anterior) y para controlar la corriente eléctrica suministrada al dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico 11) de modo que la fuerza de presurización real P se haga igual que la fuerza de presurización objetivo P^* , y también forman unos medios de control de corriente para controlar la corriente eléctrica suministrada al dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico 11) de modo que cuando la tasa de deslizamiento detectado sea mayor que una cantidad predeterminada SL (cuando la diferencia e se vuelve inferior a la primera diferencia de referencia $-e_1$ de la realización anterior), se inicia la reducción de la fuerza de presurización mediante la reducción de la fuerza de presurización objetivo P^* , y a continuación (véase el momento t_{13} en la figura 11), la fuerza de presurización se incrementa mediante el incremento de la fuerza de presurización objetivo P^* , y la tasa cambiante de la fuerza de presurización se disminuye gradualmente mediante el cambio de la tasa cambiante de la fuerza de presurización objetivo P^* durante el incremento de la fuerza de presurización.

Aún más, la figura 3 y las figuras 6 a 8 forman unos medios de control de corriente para controlar la corriente eléctrica suministrada al motor eléctrico 11 de modo que cuando la tasa de deslizamiento detectado se hace igual a una cantidad predeterminada (es decir, cuando la diferencia e se hace inferior a la primera diferencia de referencia $-e_1$ de la anterior realización), la fuerza de presurización se reduce rápidamente, y después de eso (es decir, cuando la diferencia e se hace mayor que la segunda diferencia de referencia $-e_2$ en la realización anterior), la fuerza de presurización se reduce suavemente.

Además, las etapas que forman los medios de solicitud de cambio de par de frenado también sirven como medios de determinación de solicitud de cambio de par de frenado.

A continuación se describe una modificación de la primera realización. Esta modificación se diferencia de la realización anterior sólo en que cada freno eléctrico 10-1 de disco emplea un husillo de rodillos como se muestra en la figura 13. En la siguiente descripción, se representan las partes componentes del freno eléctrico 10-1 de disco que se corresponden a las del freno eléctrico 10 de disco con los mismos caracteres de referencia, y no se describen de nuevo. Sólo se describen las características diferentes.

En el freno eléctrico 10-1 de disco de acuerdo con esta modificación, un miembro de presurización 116-1 y un motor eléctrico 11 están conectados entre sí mediante un husillo de rodillos 118-1 dispuesto como un mecanismo de conversión de movimiento. Más específicamente, una rosca que tiene un ángulo de inclinación predeterminado se forma en una superficie periférica interna de una tuerca 130-1. También se forma una rosca en una superficie periférica externa de un árbol de tornillo 138-1 que se forma integralmente en el miembro de presurización 116-1 y que se extiende por el interior de la tuerca 130-1. Una pluralidad de rodillos roscados 142 acoplados con la rosca en

la superficie periférica interna de la tuerca 130-1 y la rosca en la superficie periférica externa del árbol de tornillo 138-1 se extienden en la dirección de un eje. A medida que la tuerca 130-1 se gira, los rodillos roscados 142 giran como engranajes planetarios sin moverse en la dirección del eje, moviendo con ello el miembro de presurización 116-1 (el árbol de tornillo 138-1) en las direcciones del eje.

En el freno eléctrico 10-1 de disco que emplea el husillo de rodillos 118-1, la eficiencia inversa del husillo de rodillos 118-1 es baja (la eficiencia inversa es aproximadamente la mitad de la eficiencia inversa del husillo de bolas mencionado anteriormente). Por lo tanto, incluso si el miembro de presurización 116-1 recibe fuerza en un sentido como para debilitar el par de frenado (la fuerza en sentido hacia la izquierda en la figura 13), se evita que se mueva el miembro de presurización 116-1. Por lo tanto, con el fin de reducir la fuerza de presurización real P en un caso en el que se adopta el freno eléctrico 10-1 de disco, es necesario invertir el motor eléctrico 11 como en la primera realización.

A continuación se describe una segunda realización del aparato de control de frenos de vehículos de la invención. Un aparato de control de frenos de acuerdo con la segunda realización tiene substancialmente la misma construcción general que la primera realización.

La segunda realización emplea un freno eléctrico 10-2 de disco mostrado en la figura 14, en lugar del freno eléctrico 10 de disco mostrado en la figura 2. El freno eléctrico 10-2 de disco difiere del freno eléctrico 10 de disco mostrado en la figura 2 sólo en que el freno eléctrico 10-2 de disco tiene un mecanismo de retroceso. Por lo tanto, en la siguiente descripción, se representan partes del freno eléctrico 10-2 de disco que se corresponden a las del freno eléctrico 10 de disco con los mismos caracteres de referencia, y no se describen de nuevo. Sólo se describen las características diferentes.

Es decir, el freno eléctrico 10-2 de disco tiene una parte de ala 116a que se extiende desde una parte periférica externa de una parte lateral de motor eléctrico 11 de un miembro de presurización 116 en dirección perpendicular a un eje del miembro de presurización 116. Una pinza 114 tiene una parte saliente 114a que mira a la parte de ala 116a. Un resorte comprimido 115 se dispone como un resorte de retroceso entre la parte de ala 116a y la parte saliente 114a. El resorte de retroceso 115 impulsa a los miembros de presurización 116 hacia el motor eléctrico de 11 (hacia la izquierda en la figura 14). El resorte de retroceso 115 tiene la función de separar las pastillas de freno 108, 110 de un rotor 102 de disco (sustancialmente la misma que la función de una junta de pistón de un freno de disco hidráulica bien conocida). Junto con la parte de ala 116a y la parte saliente 114a, el resorte de retroceso 115 forma el mecanismo de retroceso mencionado anteriormente (unos medios de aplicación de fuerza de retroceso para aplicar al motor eléctrico una fuerza en un sentido opuesto al sentido de la fuerza con la que el motor eléctrico presiona el miembro de frenado contra el miembro de freno). Por lo tanto, cuando el motor eléctrico 11 no produce una fuerza que presiona el miembro de presurización 116 hacia el rotor 102 de disco (hacia la derecha en la figura 14), el miembro de presurización 116 se mueve por la fuerza elástica del resorte de retroceso 115 en un sentido como para separarse del rotor 102 de disco (hacia la izquierda en la figura 14), de modo que no se produce el par de frenado.

A continuación se describirá el funcionamiento del aparato de control de frenos de la segunda realización. En la segunda realización, el microordenador 21 ejecuta una rutina principal ilustrada en la figura 15 en cada transcurso de un tiempo predeterminado, en lugar de la rutina principal ilustrada en la figura 3. La rutina principal ilustrada en la figura 15 y la rutina principal ilustrada en la figura 3 tienen etapas en común. Las etapas iguales se representan mediante caracteres de referencia iguales.

En primer lugar, se describirá un caso en el que el control del ABS no se está ejecutando. En un momento predeterminado, el microordenador 21 inicia el proceso en la etapa 1500. En la etapa 1505 en la que se determina si el control del ABS se está ejecutando actualmente, el microordenador 21 hace la determinación de "NO". El microordenador 21 continúa entonces a la etapa 1510, en la que el microordenador 21 determina una fuerza de presurización objetivo actual P* a partir del mapa de la fuerza de presurización objetivo P* con respecto a la fuerza F de opresión del pedal indicada en la figura 5A y la fuerza real F de opresión del pedal detectada por el sensor 43 de fuerza de opresión. A continuación, el microordenador 21 continúa a la etapa 1515, en la que el microordenador 21 determina si la fuerza de presurización real P es menor que la fuerza de presurización objetivo P*. Si la fuerza de presurización real P es menor que la fuerza de presurización objetivo P*, el microordenador 21 hace la determinación de "Sí" en la etapa 1515, a continuación continúa a la etapa 1520. En la etapa 1520, el microordenador 21 determina una corriente de suministro I a partir de un mapa que indica una relación entre la fuerza de presurización objetivo P* y la corriente de suministro I, tal como se indica en la figura 5B y la fuerza de presurización objetivo P* determinada en la etapa 1510. Como resultado, una corriente $I = g(P^*)$ se suministra al motor eléctrico 11 mediante una rutina de accionamiento de motor eléctrico (no se muestra), de modo que el motor eléctrico 11 funciona hacia adelante. Por lo tanto, la fuerza de presurización real P se incrementa, y el par de frenado se incrementa. Entonces, el microordenador 21 continúa a la etapa 1595, en la que el microordenador 21 termina temporalmente la rutina.

Por el contrario, si la fuerza de presurización real P es mayor que la fuerza de presurización objetivo P^* , el microordenador 21 hace la determinación de "No" en la etapa 1515, y continúa a la etapa 1525. En la etapa 1525, el microordenador 21 establece a "0" el valor de la corriente de suministro I al motor eléctrico 11. Por lo tanto, no fluye corriente a través del motor eléctrico 11, y el motor eléctrico 11 no produce ningún par de giro. Como resultado, el miembro de presurización 116 es empujado por el mecanismo de retroceso mencionado en tal sentido que se separa del rotor 102 de disco. Por lo tanto, la fuerza de presurización real P disminuye, y la pastilla de freno 110 se aleja del rotor 102 del disco. Por lo tanto, el par de frenado también disminuye. Entonces, el microordenador 21 continúa a la etapa 1595, en la que el microordenador 21 termina temporalmente la rutina. La operación se realiza como se describe anteriormente en el caso en el que el control del ABS no se está ejecutado.

A continuación se describirá el funcionamiento del control del ABS de acuerdo con la segunda realización. El microordenador 21 ejecuta las rutinas ilustradas en las figuras 6 a 9 descritas anteriormente conjuntamente con la primera realización en cada transcurso de un tiempo predeterminado y, además, ejecuta una rutina ilustrada en la figura 16 en cada transcurso de un tiempo predeterminado en lugar de la rutina ilustrada en la figura 10. Por lo tanto, la segunda realización funciona substancialmente de la misma manera que la primera realización hasta que se ejecuta una rutina de modo de reducción suave ilustrada en la figura 16 (una rutina correspondiente a la rutina de control de modo de incremento suave indicada en la etapa 675 en la figura 6 en la primera realización).

Más específicamente, si la diferencia e de tasa de deslizamiento (= tasa de deslizamiento objetivo S^* - tasa de deslizamiento real S) se hace igual o menor que la primera diferencia de referencia $-e_1$, mientras que el control del ABS no se ejecuta, el microordenador 21 inicia el control del ABS en el modo de reducción rápida. Por lo tanto, el microordenador 21 trata de ejecutar la sub-rutina de modo de reducción rápida ilustrada en la figura 7 en cada transcurso del ΔT_b predeterminado. En este caso, después de comenzar la rutina principal ilustrada en la figura 15 en la etapa 1500, el microordenador 21 hace la determinación de "Sí" en la etapa 1505 ya que el control del ABS se ha iniciado. El microordenador 21 continúa entonces a la etapa 1530. En la etapa 1530, el microordenador 21 determina si el valor de un indicador FHOJI es "1". El valor del indicador FHOJI se establece en "1" en el momento de una solicitud para mantener la fuerza de presurización en una sub-rutina de modo de incremento suave descrita más adelante. En los demás casos, el valor del indicador FHOJI se establece en "0". Por lo tanto, dado que en este momento, el valor del indicador FHOJI es "0", el microordenador 21 hace la determinación de "No" en la etapa 1530, y luego continúa a la etapa 315 y las etapas que siguen.

En este caso, la fuerza de presurización objetivo P^* se ha reducido en un valor positivo a en la sub-rutina de modo de reducción rápida. Por lo tanto, el microordenador 21 hace la determinación de "Sí" en la etapa 320, y continúa a la etapa 335. En la etapa 335, el microordenador 21 establece que la corriente I sea suministrada al motor eléctrico 11 con un valor predeterminado negativo ($-I_0$). De este modo, la corriente $-I_0$ es suministrada al motor eléctrico 11 por la rutina de accionamiento de motor eléctrico (no se muestra), de modo que el motor eléctrico 11 se hace funcionar hacia atrás y la fuerza de presurización real P se reduce sin demora.

Es decir, dado que en la segunda realización, el miembro de presurización 116 está provisto del mecanismo de retroceso, la fuerza de presurización real P disminuye de manera natural si no se suministra corriente al motor eléctrico 11 (véase la etapa 1525, cuando el control del ABS no se ejecuta). Sin embargo, durante el control del ABS y, en particular, un período temprano del modo de reducción rápida, hay una necesidad de reducir de inmediato una tasa de deslizamiento excesivamente grande, y por lo tanto sólo la interrupción del suministro de electricidad del motor eléctrico 11 da como resultado una reducción retrasada en la fuerza de presurización real P . En la segunda realización, por lo tanto, tras una solicitud de reducción de presión durante el control del ABS (cuando $P - P^* > A$), se suministra una corriente I al motor eléctrico 11 con el fin de hacer funcionar hacia atrás el motor eléctrico 11. Después de esto, el microordenador 21 ejecuta las etapas 340, 325, 330 y luego continúa con la etapa 1595, en la que el microordenador 21 termina temporalmente la rutina.

Después de eso, se continúa el modo de reducción rápida, de modo que disminuye la fuerza de presurización real P y disminuye el par de frenado. Por lo tanto, la diferencia e de tasa de deslizamiento se hace mayor que la segunda diferencia de referencia $-e_2$ (véase la figura 11 utilizada en la descripción de la primera realización). Por lo tanto, el microordenador 21 hace la determinación de "Sí" en la etapa 640 en la figura 6, y continúa a la etapa 645, en la que el microordenador 21 comienza el modo de reducción suave. A partir de entonces, el microordenador 21 ejecuta la sub-rutina de modo de reducción suave ilustrada en la figura 8 en cada transcurso del tiempo predeterminado ΔT_b . En este caso, también, el valor del indicador FHOJI se mantiene en "0", de modo que el microordenador 21 ejecuta las etapas predeterminadas de las etapas 315 a 385 en la figura 15. Como resultado, se ejecuta la etapa 335, de modo que la fuerza de presurización real P se reduce suavemente y el par de frenado se reduce también suavemente.

Cuando la diferencia e de tasa de deslizamiento se hace mayor que la tercera diferencia de referencia $-e_3$ a medida que continúa el estado mencionado anteriormente, el microordenador 21 hace la determinación de "Sí" en la etapa 655 en la figura 6, y continúa a la etapa 660, en la que el microordenador 21 comienza el modo de incremento rápido. A partir de ese momento, el microordenador 21 ejecuta la sub-rutina de modo de incremento rápido en cada transcurso del tiempo predeterminado ΔT_b ilustrado en la figura 9. En este caso, también, el valor del indicador

FHOJI se mantiene en "0", de modo que el microordenador 21 ejecuta las etapas predeterminadas de las etapas 315 a 385 en la figura 15. Como resultado, se ejecutan las etapas 360, 375, de modo que la fuerza de presurización real P se incrementa rápidamente y el par de frenado se incrementa también rápidamente.

5 Después de eso, cuando la fuerza de presurización real P se recupera hasta la fuerza de presurización real P ocurriendo en el momento del inicio del modo de reducción rápida o a veces la fuerza de presurización objetivo P* (es decir, la fuerza inicial de presurización PM) ($\alpha \cdot PM$), o cuando la diferencia e de tasa de deslizamiento se hace mayor que la cuarta diferencia de referencia e4, el microordenador 21 inicia el modo de incremento suave. A partir de entonces, el microordenador 21 ejecuta la sub-rutina de modo de incremento suave en cada transcurso del tiempo predeterminado ΔT_b .

10 A continuación se describirá el proceso de la sub-rutina de incremento suave. En la etapa 1605 posterior a la etapa 1600, el microordenador 21 determina si el valor de un temporizador TM es mayor que un valor predeterminado T0. El valor inicial del temporizador TM se ha establecido en un valor máximo por una rutina inicial (no se muestra). Por lo tanto, el microordenador 21 hace la determinación de "Sí" en la etapa 1605, e incrementa la fuerza de presurización objetivo P* por un valor positivo d en la etapa 1610. Posteriormente en la etapa 1615, el microordenador 21 borra el valor del temporizador TM a "0", y establece el valor del indicador FHOJI a "0" en la etapa 1620. Como el valor del indicador FHOJI ha sido "0" en este momento, la etapa 1620 es una mera operación de confirmación.

20 Posteriormente, el microordenador 21 continúa a la etapa 1625, en la que el microordenador 21 determina una fuerza de presurización objetivo provisional P0* a partir de la fuerza F actual de opresión del pedal y un mapa indicado en la figura 5A. En la etapa 1630, el microordenador 21 determina si la fuerza de presurización objetivo P* es mayor que la fuerza de presurización objetivo provisional P0*. Si la fuerza de presurización objetivo P* es mayor que la fuerza de presurización objetivo provisional P0*, el microordenador 21 continúa a la etapa 1635, en la que el microordenador 21 finaliza el control del ABS. A continuación, en la etapa 1695, el microordenador 21 termina temporalmente la rutina. Por el contrario, si la fuerza de presurización objetivo P* es menor que la fuerza de presurización objetivo provisional P0*, el microordenador 21 continúa inmediatamente a la etapa 1695, en la que el microordenador 21 finaliza temporalmente el control del ABS.

30 A continuación se continuará la descripción en el supuesto de que continúa un estado en el que la fuerza de presurización objetivo P no excede la fuerza de presurización objetivo provisional P0*. Entonces, el microordenador 21 no continúa a la etapa 1635, de modo que el control del ABS no se termina. Por lo tanto, cuando el microordenador 21 ejecuta la rutina principal en la figura 15 en un momento predeterminado, el microordenador 21 hace la determinación de "Sí" en la etapa 1505. En la etapa 1530, el microordenador 21 hace la determinación de "No" ya que el valor del indicador FHOJI se ha mantenido en "0". Entonces, el microordenador 21 ejecuta las etapas correspondientes (etapas 360, 375) de las etapas 315 a 385. Como resultado, la fuerza de presurización real P se acerca a la fuerza de presurización objetivo P* incrementada por el valor positivo d.

40 Después de que se pasa el tiempo predeterminado ΔT_b , el microordenador 21 inicia de nuevo el proceso de sub-rutina de modo de incremento suave en la etapa 1600. En este caso, el valor del temporizador TM es menor que el predeterminado T0 ya que el valor del temporizador TM se borró a "0" en la etapa 1615 en el ciclo anterior. Por lo tanto, el microordenador 21 hace la determinación de "No" en la etapa 1605, y continúa a la etapa 1640, en la que el microordenador 21 incrementa el valor del temporizador TM en "1". Posteriormente en la etapa 1645, el microordenador 21 establece el valor del indicador FHOJI en "1". El microordenador 21 continúa entonces a las etapas 1625, 1630, y a la etapa 1695, en la que el microordenador 21 termina temporalmente la rutina.

50 Si durante este estado, el microordenador 21 ejecuta la rutina principal de la figura 15, el microordenador 21 hace la determinación de "Sí" en la etapa 1530 después de que el microordenador 21 haga la determinación de "Sí" en la etapa 1505 y continúe a la etapa 1530. Posteriormente, el microordenador 21 continúa a la etapa 1535, en la que el microordenador 21 establece el suministro de corriente I al motor eléctrico 11 en una corriente de mantenimiento IHOJI (corriente de un valor predeterminado positivo) para mantener el miembro de presurización en una posición actual. Por lo tanto, la corriente IHOJI se suministra al motor eléctrico 11 mediante la rutina de accionamiento del motor eléctrico (no se muestra), de modo que el motor eléctrico 11 produce una fuerza en un sentido para presionar el miembro de presurización 116 (pastilla interna 110) hacia el rotor 102 del disco. Esta fuerza se establece con el fin de equilibrar la fuerza por la que el mecanismo de retroceso mueve el miembro de presurización 116 alejándolo del rotor 102 del disco. Por lo tanto, el miembro de presurización 116 no cambia de posición. Como resultado, la fuerza de presurización real P (par de frenado) se mantiene en un valor constante.

60 Si el estado descrito anteriormente continúa, la etapa 1640 de la figura 16 se ejecuta en varias ocasiones. Por lo tanto, el valor del temporizador TM se incrementa gradualmente, y excede el valor predeterminado T0 cuando se pasa un tiempo predeterminado. Si está en este caso, el microordenador 21 inicia el proceso de sub-rutina de modo de incremento suave en la etapa 1600, el microordenador 21 hace la determinación de "Sí" en la etapa 1605, y ejecuta las etapas mencionadas anteriormente 1610 a 1620. Por lo tanto, la fuerza de presurización objetivo P* se incrementa de nuevo en el valor positivo d, y el valor del indicador FHOJI se establece en "0". Por lo tanto, se

65

ejecuta la etapa 360 o la etapa 375 de la figura 15, de modo que la fuerza de presurización real P se incrementa en una cantidad correspondiente al valor positivo d.

A partir de entonces, la fuerza de presurización objetivo P* se incrementa por el valor positivo d cada vez que el valor del temporizador TM llega al valor predeterminado T0. Después de eso, la fuerza de presurización objetivo P* se mantiene en un valor constante hasta que el valor del temporizador TM, después de haber sido borrado a "0", supera el valor predeterminado T0. Entonces, cuando la fuerza de presurización objetivo P* se hace mayor que la fuerza de presurización objetivo provisional P0* durante el estado descrito anteriormente, se ejecutan las etapas 1630, 1635, de modo que el control del ABS se termina.

Como se describe anteriormente, en un caso en el que se aplica el freno de servicio ordinario mientras que el control del ABS no se ejecuta, el aparato de control del freno de acuerdo con la segunda realización suministra al motor eléctrico 11 una corriente positiva I (= g (P*)) que se necesita para alcanzar la fuerza de presurización objetivo P* cuando la fuerza de presurización real P es menor que la fuerza de presurización objetivo P*. Cuando la fuerza de presurización real P es mayor que la fuerza de presurización objetivo P*, el aparato de control de frenos establece a "0" la corriente I que se suministra al motor eléctrico 11, de modo que el motor eléctrico 11 no produce par y la fuerza de presurización real P es reducida por el mecanismo de retroceso. Por lo tanto, el aparato de control del freno no requiere la repetición de las operaciones de hacia delante y hacia atrás del motor eléctrico, de modo que se incrementa la vida útil del motor eléctrico 11.

En la segunda realización, las etapas 1515, 320, 345, 330, 370 forman unos medios de determinación de solicitud de cambio de par de frenado para determinar si se ha de aumentar el par de frenado o si se ha de reducir el par de frenado sobre la base de la fuerza F de presión del pedal (fuerza de presurización objetivo P*), es decir, una cantidad detectada de estado del vehículo, y la fuerza de presurización real P, es decir, una cantidad del estado del vehículo. Las etapas 1520, 1525, 335, 350, 360, 375, 380 consiguen una función de medios de control de corriente para controlar el suministro de corriente eléctrica a un dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico 11) de modo que se provoque que el dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico 11) accione (gire) en un sentido predeterminado (hacia adelante) si se determina que el par de frenado se ha de incrementar, y de modo que el dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico 11) no accione (gire) en un sentido predeterminado (control del suministro de corriente eléctrica al motor eléctrico 11 de modo que la fuerza que presiona el miembro de frenado contra el miembro frenado sea inferior a una fuerza de restauración del miembro de frenado para restaurarlo a su estado original, interrumpiendo la corriente suministrada al motor eléctrico, prohibiendo que la corriente sea suministrada al motor eléctrico, evitando que la corriente sea suministrada al motor eléctrico, absteniéndose de suministrar corriente de suministro al cortar la corriente, o suministrando al motor eléctrico 11 una corriente como para hacer girar el motor eléctrico 11 en un sentido opuesto al sentido mencionado predeterminado (giro hacia atrás del motor)) si se determina que el par de frenado se ha de reducir. Las etapas 1520, 1525, 335, 350, 360, 375, 380 consiguen una función de medios de control de corriente para controlar el suministro de corriente eléctrica a un dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico 11) de modo que se provoque que el dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico 11) accione (gire) en un sentido predeterminado (hacia adelante) si se determina que el par de frenado se ha de incrementar, y de modo que la corriente eléctrica suministrada al motor eléctrico 11 sea inferior a la necesaria para accionar (girar) el dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico 11) en un sentido predeterminado (control del suministro de corriente eléctrica al motor eléctrico 11 de modo que la fuerza que presiona el miembro de frenado contra el miembro frenado sea inferior a una fuerza de restauración del miembro de frenado para restaurarlo a su estado original, interrumpiendo la corriente suministrada al motor eléctrico, prohibiendo que la corriente sea suministrada al motor eléctrico, evitando que la corriente sea suministrada al motor eléctrico, absteniéndose de suministrar corriente de suministro al cortar la corriente, o suministrando al motor eléctrico 11 una corriente como para hacer girar el motor eléctrico 11 en un sentido opuesto al sentido mencionado predeterminado (giro hacia atrás del motor)) si se determina que el par de frenado se ha de reducir. Además, las etapas 1520, 1525, 335, 350, 360, 375, 380 consiguen una función de medios de control de corriente para controlar el suministro de corriente eléctrica a un dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico 11) de modo que se provoque que el dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico 11) accione (gire) en un sentido predeterminado si se determina que el par de frenado ha de incrementarse, y de modo que la corriente eléctrica suministrada al dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico 11) sea inferior a la necesaria para accionar (girar) el dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico 11) en un sentido predeterminado si se determina que el par de frenado se ha de reducir. Además, la etapa 1535 forma unos medios de suministro de corriente para suministrar una corriente predeterminada (IHOJI) al dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico 11) cuando se determina que el par de frenado se debe mantener en un valor constante sobre la base de una cantidad detectada de estado del vehículo.

A continuación, se describirá una tercera realización del aparato de control de frenos de vehículos de la invención. La tercera realización se diferencia de la segunda realización sólo en que los frenos que se proporcionan para las ruedas traseras derecha e izquierda RR, RL son frenos eléctricos de tambor 70, como se muestra en la figura 17. Por lo tanto, la descripción siguiente se hará principalmente con respecto a la característica diferente. Las partes del aparato de control de frenos que son las correspondientes a las del aparato de control de frenos mostrado en la figura 1 están representadas por los mismos caracteres en la figura 17, y no se describirán de nuevo.

Cada freno eléctrico 70 de tambor incluye un tambor 206, es decir, un miembro frenado giratorio junto con la rueda, unas zapatas de freno 202a, 202b, es decir, un miembro de frenado que se retiene de manera no giratoria en una placa de respaldo que es un miembro lateral de la carrocería del vehículo y que se dispone con el fin de dejar una holgura predeterminada desde el tambor 206, un motor eléctrico de corriente continua 73 que produce la fuerza de acuerdo con la corriente suministrada, un sensor de posición 74 que detecta la posición X de las zapatas de freno 202a, 202b y un sensor 250 de fuerza de presurización. Utilizando la fuerza producida por el motor eléctrico 73, el freno eléctrico de tambor 70 mueve (empuja) las zapatas de freno 202a, 202b hasta el contacto con una superficie periférica interna del tambor 206. Presionando aún más las zapatas de freno 202a, 202b contra la superficie periférica interna del tambor 206, el freno eléctrico de tambor 70 produce un par de frenado que retarda el giro de la rueda.

Los frenos eléctricos 70 de tambor son de un tipo de servo doble como se ilustra con detalle en la figura 18. Cada freno eléctrico 70 de tambor incluye una placa de respaldo en forma de disco 200 que se sujeta de forma no giratoria a un miembro lateral de la carrocería del vehículo (no se muestra), un par de zapatas de freno con forma en general de arco 202a, 202b proporcionadas en la placa de respaldo 200, un tambor 206 que tiene una superficie de rozamiento en su superficie periférica interna 204 y que gira junto con la rueda, y un elemento de accionamiento eléctrico 300 que expande las partes periféricas de las zapatas 202a, 202b separándolas entre sí.

Las dos zapatas de freno 202a, 202b se retienen mediante el acoplamiento de unas primeras partes extremas que se miran entre sí con un pasador de anclaje 208 fijado en la placa de respaldo 200 de modo que las zapatas de freno 202a, 202b son pivotantes, pero se les impide girar junto con el tambor 206.

Las dos zapatas de freno 202a, 202b están interconectadas en unas segundas partes extremas mediante un puntal 210. Debido al puntal 210, la fuerza que actúa sobre una de las zapatas se transfiere a la otra zapata. Además, las dos zapatas de freno 202a, 202b se pueden mover a lo largo de la placa de respaldo 200 por unos dispositivos 212a, 212b, respectivamente, de sujeción de zapata. Las segundas partes extremas de las dos zapatas de freno 202a, 202b son impulsadas por unos resortes 214 en un sentido que se mueven acercándose entre sí. Las primeras partes extremas de las zapatas de freno 202a, 202b son impulsadas por unos resortes 215a, 215b, respectivamente, de retroceso de zapata hacia el pasador de anclaje 208. Un puntal 216 y un resorte de retroceso 218 también se proporcionan en las primeras partes extremas de las zapatas de freno 202a, 202b.

Unos forros de freno 219a, 219b, es decir, unos miembros de acoplamiento por rozamiento, se retienen en las superficies periféricas externas de las zapatas de freno 202a, 202b. Los dos forros de freno 219a, 219b se llevan a un acoplamiento con rozamiento con una superficie periférica interna 204 del tambor 206 de modo que se produce una fuerza de rozamiento entre los forros de freno 219a, 219b y el tambor 206. En esta realización, el puntal 210 tiene un mecanismo de ajuste que ajusta la holgura entre la superficie periférica interna 204 del tambor y los forros de freno 219a, 219b, de acuerdo con la abrasión de los forros de freno 219a, 219b.

Las zapatas de freno 202a, 224a incluyen unas llantas 224a, 224b y unas almas 222a, 222b, respectivamente. Una palanca 230 se conecta pivotante en la primera parte extrema de la misma al alma 222a a través de un pasador 232. Unas partes de la palanca 230 y la alma 222a, y el alma 222b que se miran entre sí tienen unos recortes. El puntal 216 se acopla con estos recortes.

El elemento de accionamiento eléctrico 300, incluyendo el motor eléctrico 73, se conecta a una segunda parte extrema de la palanca 230. Cuando se hace funcionar el pedal de freno 50 con el fin de freno de servicio, la palanca 230 pivota debido al accionamiento del motor eléctrico 73 (elemento de accionamiento eléctrico 300). Como resultado, la zapata de freno 202a es empujada hacia la superficie periférica interna 204 del tambor, con los puntos de acoplamiento entre la zapata de freno 202a y el puntal 216 y entre la zapata de freno 202a y la palanca 230 que sirven como puntos de apoyo. Como el puntal 216 recibe la fuerza de reacción de la superficie periférica interna 204 del tambor, la zapata de freno 202b se empuja hacia la superficie periférica interna 204 del tambor. Es decir, debido al funcionamiento del motor eléctrico 73, las zapatas de freno 202a, 202b se expanden de modo que los miembros de acoplamiento por rozamiento (forros de frenado 219a, 219b) se presionan contra la superficie periférica interna 204 del tambor 206, es decir, los miembros de acoplamiento por rozamiento se llevan a un acoplamiento por rozamiento con la superficie periférica interna 204 del tambor. De este modo, el par de frenado T se aplica a la rueda.

En la estructura descrita anteriormente, la fuerza de arrastre sobre la base del rozamiento producido en la zapata 202b, por ejemplo, la zapata 202b, y la fuerza de accionamiento de frenos provocada por el elemento de accionamiento eléctrico 300 (que se puede considerar una fuerza de expansión para expandir las dos zapatas 202a, 202b) se transfieren desde la segunda parte extrema de la zapata 202b a la segunda parte extrema de la otra zapata 202a a través del puntal 210. Como resultado, la otra zapata 202a se presiona contra la superficie periférica interna 204 del tambor por la suma de la fuerza de arrastre y la fuerza de expansión, de modo que la zapata 202a produce un rozamiento que es mayor que el rozamiento producido por la zapata 202b. De este modo, la salida de una zapata

202b se convierte en la entrada a la otra zapata 202a, y, además, se consigue un efecto de doble servo. De esta manera, el freno de tambor de tipo de doble servo es capaz de producir gran par de frenado.

5 El pasador de anclaje 208 está provisto de un sensor 250 de fuerza de presurización para la detección de la carga aplicada al pasador de anclaje 208. El sensor 250 de fuerza de presurización es un sensor de deformación. Como se mencionó anteriormente, en el freno de tambor 70 de tipo de doble servo, la fuerza de expansión producida por el elemento de accionamiento eléctrico 300 y la fuerza de arrastre sobre la base del rozamiento que se produce en una de las zapatas se transfiere a la segunda parte extrema de la otra zapata a través de la puntal 210, de modo que la otra zapata se presiona contra el tambor 206 por la suma de la fuerza de arrastre y la fuerza de expansión. Debido al efecto servo de la otra zapata, la fuerza transmitida a esa zapata a través del puntal 210 se amplifica aún más, y luego actúa sobre el pasador de anclaje 200. Por lo tanto, mediante la determinación de un par de frenado sobre la base de la carga aplicada al pasador de anclaje 208, puede detectarse el par de frenado (par de frenado real), producido por el freno eléctrico 70 de tambor de tipo de doble servo. Si la rueda está girando o si el vehículo está en una pendiente o similar y la rueda recibe un par que tiende a girar la rueda, el par de frenado real representa la fuerza (fuerza de presurización real P) por la que las zapatas de freno 202a, 202b (forros de freno 219a, 219b), es decir, los miembros de frenado, se presionan contra el tambor 206, es decir, un miembro frenado.

20 Como se muestra en la figura 19, el elemento de accionamiento eléctrico 300 incluye el motor eléctrico 73, y una parte de accionamiento 304 que convierte el movimiento giratorio del motor eléctrico 73 en movimientos de vaivén lineales de un árbol de funcionamiento 302. El motor eléctrico 73 tiene en él mismo el sensor de posición 74 para la detección de la posición Y de la zapata 202a (202b) mediante la detección de la posición giratoria del motor eléctrico 73. La posición Y de la zapata de freno 202a (202b) también puede detectarse directamente mediante un sensor de separación o similar que se fija a la placa de respaldo 200 o similares.

25 El motor eléctrico 73 se monta en un alojamiento 306, de la parte de accionamiento 304. El alojamiento 306 y el motor eléctrico 73 se fijan en la placa de respaldo 200. Un piñón 308 se fija en un árbol giratorio 23 del motor eléctrico 73. El piñón 308 se engrana con un primer engranaje 310 de reducción de velocidad, que se engrana con un segundo engranaje 312 de reducción de velocidad.

30 El segundo engranaje 312 de reducción de velocidad está diseñado para girar integralmente con una tuerca 312a. La tuerca 312a se soporta en el alojamiento 306 de modo que la tuerca 312a puede girar con relación al alojamiento 306 y se evita que se mueva en la dirección de un eje del árbol de funcionamiento 302. El árbol de funcionamiento 302 se soporta en el alojamiento 306 de modo que el árbol de funcionamiento 302 no pueda girar con relación al alojamiento 306 y se le permita moverse en la dirección del eje. El árbol de funcionamiento 302 tiene, en un extremo del mismo, un parte de conexión 302a conectada a la palanca 230, y tiene, en otro extremo del mismo, una parte de árbol de tornillo 302b.

40 La tuerca 312a y la parte de árbol de tornillo 302b del árbol de funcionamiento 302 se interconectan mediante un mecanismo de husillo de bolas (no se muestra) similar al husillo de bolas 118 ilustrado como un mecanismo de conversión de movimiento de la figura 2. De este modo, el giro de la tuerca 312a se convierte en un movimiento del árbol de funcionamiento 302 en dirección del eje del mismo.

45 En la tercera realización, debido al resorte de retroceso 218 (que sirve como medios impulsores para impulsar a los miembros de frenado en un sentido para mover el miembro de frenado alejándolo del miembro frenado, y sirve como medios de aplicación de fuerza de retroceso para aplicar al motor eléctrico una fuerza en sentido opuesto al sentido de una fuerza con lo que el motor eléctrico presiona a los miembros de frenado contra el miembro frenado) y similares, las zapatas de freno 202a, 202b reciben la fuerza en un sentido como para alejarse de la superficie periférica interna 204 del tambor. Además, el mecanismo de conversión de movimiento del elemento de accionamiento eléctrico 300 emplea un mecanismo de husillo de bolas que logra una alta eficiencia inversa. Por lo tanto, si el motor eléctrico 73 no recibe suministro de corriente, las zapatas de freno 202a, 202b se separan de la superficie periférica interna 204 del tambor, y la fuerza de presurización real P disminuye de manera natural. Por lo tanto, se adoptan programas similares a los de la segunda realización para controlar la corriente de suministro I del motor eléctrico 73.

55 Como se describió anteriormente, de acuerdo con las realizaciones anteriores, el control de un freno que emplea un motor eléctrico como un elemento de accionamiento se realiza correctamente. La invención no se limita a las realizaciones anteriores, sino que incluye varias modificaciones dentro del alcance de la invención. Por ejemplo, aunque en las realizaciones anteriores se emplean motores eléctricos de corriente continua 11 (73) como fuentes de energía de accionamiento para los elementos de accionamiento de todas las ruedas, la invención es también aplicable a un vehículo en el que por lo menos una de las ruedas está provista de un motor eléctrico de corriente continua 11 (73). En este caso, el vehículo puede tener una disposición en la que las ruedas delanteras derecha e izquierda FR, FL están provistas con los dispositivos convencionales de frenos hidráulicos, y las ruedas traseras derecha e izquierda RR, RL están provistas de dispositivos de freno eléctrico que emplea motores eléctricos, o una disposición en la que las ruedas delanteras derecha e izquierda FR, FL están provistas de dispositivos de freno

eléctrico que emplea motores eléctricos, y las ruedas traseras derecha e izquierda RR, RL están provistas de dispositivos convencionales de freno hidráulico.

5 El freno empleado para cada rueda puede ser un freno de disco o un freno de tambor, y puede estar provisto con o sin un mecanismo de retroceso como se describe anteriormente. En este caso, de acuerdo con que haya un mecanismo de retroceso, los programas de la primera realización o la segunda realización pueden ser adoptados debidamente. Además, aunque en las realizaciones anteriores, el control de par de freno sobre la base de una cantidad de estado del vehículo que no sea la cantidad de funcionamiento del freno es el control del ABS, el control también puede ser un control del par de frenado diferente, por ejemplo, un control de tracción, un control de frenos automático, un control de frenos de emergencia, un control de estabilización de comportamiento del vehículo, etc. 10 Por ejemplo, la cantidad de estado del vehículo puede ser sobre la base de la cantidad de dirección del vehículo, la tasa de derrape, etc., así como la tasa de deslizamiento de la rueda, y el control de frenos se puede realizar con el fin de estabilizar el vehículo. Aún más, si una rueda se desliza demasiado, un motor eléctrico correspondiente puede recibir el suministro de corriente con el fin de aplicar la fuerza de frenado solo a la rueda que desliza excesivamente. 15 En estos controles, también es posible adoptar un control del mantenimiento de un par de frenado, además de los controles para incrementar y reducir el par de frenado con el fin de estabilizar el vehículo o reducir la distancia de frenado del vehículo.

20 En las realizaciones anteriores, los umbrales A, B, los valores positivos a, b, c, d, y los valores de referencia -e1, -e2, -e3, e4 pueden cambiarse de acuerdo con el estado del vehículo. Por ejemplo, cuando la amplitud del impulso de una señal sobre la base de la fuerza de presurización detectada por un sensor de presurización se hace mayor que una amplitud predeterminada, se determina que el vehículo está en marcha en una carretera de grava, y los valores mencionados anteriormente se cambian a valores que son óptimos cuando el coeficiente de rozamiento entre la superficie de la carretera y los neumáticos es pequeño. 25

Los motores eléctricos 11, 73 en las realizaciones anteriores son tan sólo ejemplos de un dispositivo de accionamiento eléctrico y un motor eléctrico en la invención. El dispositivo de accionamiento eléctrico puede ser un dispositivo de accionamiento electromagnético que es accionado de forma lineal.

30 En la invención, el control del suministro de corriente eléctrica para el dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico) de modo que el dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico) no se accione (gire) en un sentido predeterminado incluye el control del suministro de corriente eléctrica al dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico) de modo que la fuerza que presiona el miembro de frenado contra el miembro frenado sea inferior a una fuerza de restauración del miembro de frenado para restaurar a su estado original, la interrupción de la corriente suministrada al dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico), la prohibición de que la corriente sea suministrada al dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico), el impedimento de que la corriente sea suministrada al dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico), la abstención de suministrar corriente de suministro al cortar la corriente, y el suministro de una corriente que acciona (gira) el dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico) en un sentido opuesto a un sentido predeterminado. Además, en un aparato de control de frenos de vehículo que tiene unos medios de aplicación de fuerza de retroceso (por ejemplo, unos aparatos de control de frenos que tienen un resorte de retroceso como en las realizaciones segunda y tercera), el control del suministro de corriente eléctrica al dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico) de modo que el dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico) no accione (gire) el dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico) en un sentido predeterminado incluye el suministro de una corriente que acciona (gira) el dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico) en el sentido predeterminado mediante una fuerza que es más débil que una fuerza combinada de la fuerza de restauración del miembro de frenado para restaurar a su estado original y la fuerza de restauración del resorte de retroceso. 40 45

50 En la invención, el control del suministro de corriente eléctrica a un dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico) de modo que la corriente eléctrica suministrada al dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico) sea menor que la corriente eléctrica necesaria para accionar (gitar) el dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico) en un sentido predeterminado incluye el control del suministro de corriente eléctrica al dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico) de modo que la fuerza que presiona el miembro de frenado contra el miembro frenado sea inferior a una fuerza de restauración del miembro de frenado para restaurar a su estado original, la interrupción de la corriente suministrada al dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico), la prohibición de que la corriente sea suministrada al dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico), el impedimento de que la corriente sea suministrada al dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico), la abstención de suministrar corriente de suministro al cortar la corriente, y el suministro de una corriente que acciona (gira) el dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico) en un sentido opuesto a un sentido predeterminado. Además, en un aparato de control de frenos de vehículo que tiene unos medios de aplicación de fuerza de retroceso (por ejemplo, unos aparatos de control de frenos que tienen un resorte de retroceso como en las realizaciones segunda y tercera), el control del suministro de corriente eléctrica al dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico) de modo que la corriente eléctrica suministrada al dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico) sea menor que la corriente eléctrica necesaria para accionar (gitar) el dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico) en un sentido predeterminado incluye el suministro de una corriente que 60 65

acciona (gira) el dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico) en el sentido predeterminado mediante una fuerza que es más débil que una fuerza combinada de la fuerza de restauración del miembro de frenado para restaurar a su estado original y la fuerza de restauración del resorte de retroceso.

- 5 El término "menor" en "control del suministro de corriente eléctrica al dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico) de modo que la corriente eléctrica suministrada al dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico) sea menor que la corriente eléctrica necesaria para accionar (girar) el dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico) en un sentido predeterminado" significa "menor" cuando "la corriente eléctrica suministrada al dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico)" y "la corriente eléctrica necesaria para
10 accionar (girar) el dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico) en un sentido predeterminado" se comparan en un mismo sentido de la corriente eléctrica. Es decir, el valor de la corriente eléctrica para accionar (girar) el dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico) en el sentido predeterminado es más. El valor de la corriente eléctrica para accionar (girar) el dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico) en el sentido opuesto al sentido predeterminado es menos. La corriente eléctrica en la interrupción de la corriente suministrada al
15 dispositivo de accionamiento eléctrico (el motor eléctrico) es cero.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de control de frenos de vehículo que comprende:

5 un miembro frenado (102, 206) que gira junto a una rueda;
 un miembro de frenado (116, 202a, 202b) que produce un par de frenado cuando se presiona contra el
 miembro frenado (102, 206);
 unos medios de detección de cantidad de funcionamiento de frenos para detectar una cantidad de
 funcionamiento de los frenos realizada por una persona que hace funcionar,
 10 unos medios (41-46) de detección de cantidad de estado para detectar una cantidad de estado del vehículo
 que no sea la cantidad de funcionamiento de los frenos,
 un dispositivo de accionamiento eléctrico (11, 200) que presiona el miembro de frenado (116, 202a, 202b)
 mediante un mecanismo de husillo de bolas contra el miembro frenado (102, 206) mediante un accionamiento
 en un sentido predeterminado con el fin de aplicar un par de frenado a la rueda, cuando se le suministra
 15 corriente eléctrica, en el que el dispositivo de accionamiento eléctrico (11, 300) incluye un motor eléctrico y en
 el que el dispositivo de accionamiento eléctrico (11, 300) presiona el miembro de frenado (116, 202a, 202b)
 contra el miembro frenado (102, 206) mediante el giro del motor eléctrico en el sentido predeterminado; y
caracterizado por comprender unos medios (20) de control de corriente que controlan el suministro de
 corriente eléctrica al dispositivo de accionamiento eléctrico (11, 300) de modo que el suministro de corriente
 20 eléctrica se interrumpe si se determina que el par de frenado se ha de reducir sobre la base de la cantidad de
 funcionamiento de los frenos detectada por los medios de detección de cantidad de funcionamiento de los
 frenos, y de modo que se provoca que el dispositivo de accionamiento eléctrico (11, 300) accione en un
 sentido opuesto al sentido predeterminado si se determina que el par de frenado se ha de reducir sobre la
 base de la cantidad de estado detectada por los medios (41-46) de detección de cantidad de estado.

25 2. Un aparato de control de frenos de vehículos de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además
 unos medios (114a, 115, 116) de aplicación de fuerza de retroceso para aplicar al motor eléctrico una fuerza en un
 sentido opuesto al sentido de una fuerza en la que el motor eléctrico presiona el miembro de frenado (116, 202a,
 202b) contra el miembro frenado (102, 206).

30 3. Un aparato de control de frenos de vehículos de acuerdo con la reivindicación 1 que comprende además:
 unos medios (20) que determinan la solicitud de cambio de par de frenado para determinar selectivamente si
 el par de frenado debe incrementarse y si el par de frenado debe reducirse, sobre la base de la cantidad de
 35 estado;
 unos medios (20) de suministro de corriente para suministrar corriente eléctrica al dispositivo de
 accionamiento eléctrico (11, 300); y
 unos medios (20) de control de corriente para controlar el suministro de corriente eléctrica al dispositivo de
 accionamiento eléctrico (11, 300) de modo que se hace que el dispositivo de accionamiento eléctrico (11,
 40 300) accione en un sentido predeterminado si se determina que el par de frenado se ha de incrementar, y de
 modo que el suministro de corriente eléctrica se interrumpe si se determina que el par de frenado se ha de
 reducir.

45 4. Un aparato de control de frenos de vehículo según la reivindicación 3, que comprende un resorte de retroceso
 (115) para mover el miembro de frenado (116) en un sentido de modo que no se produce par de frenado.

FIG. 1

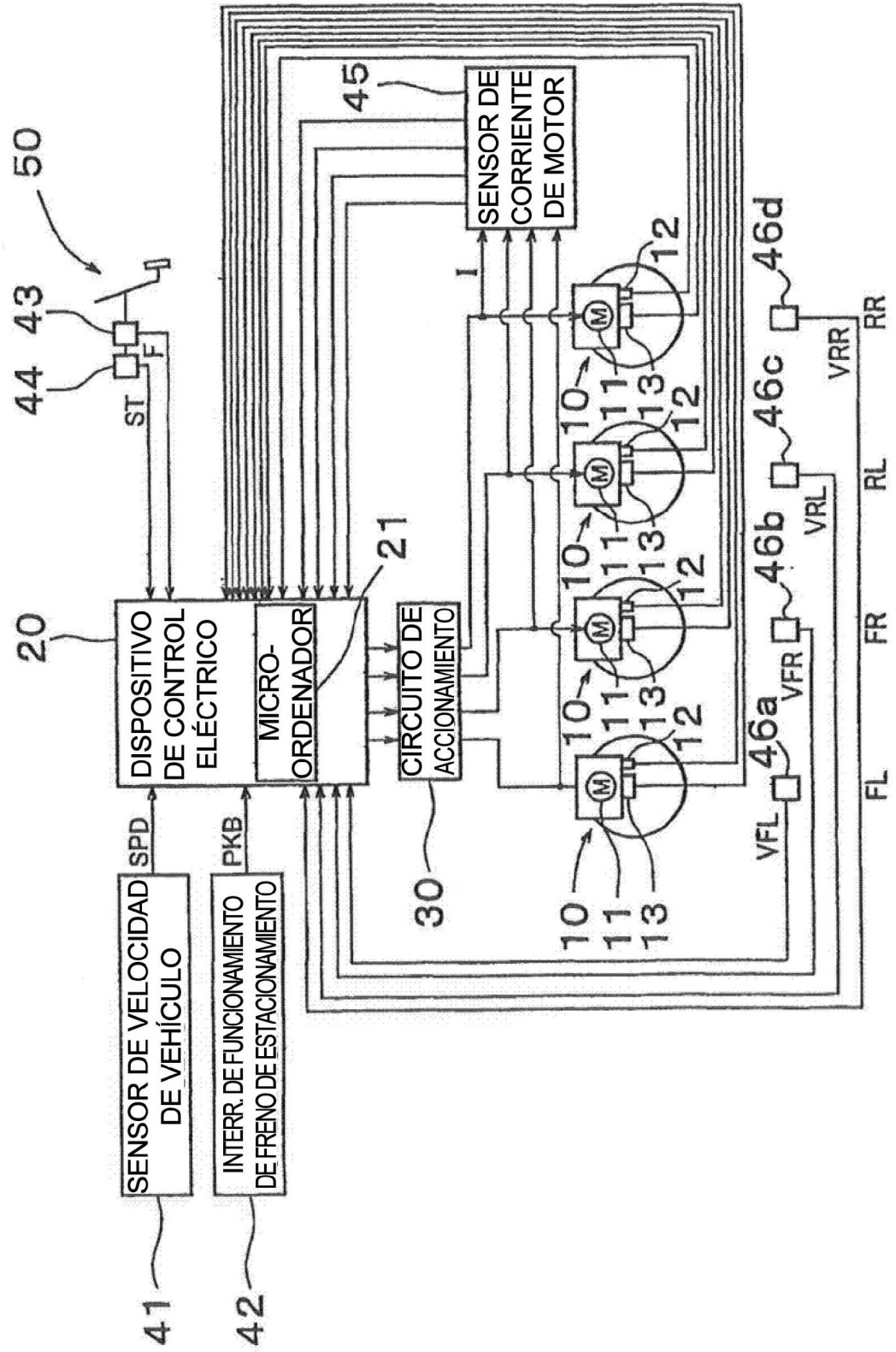


FIG. 2

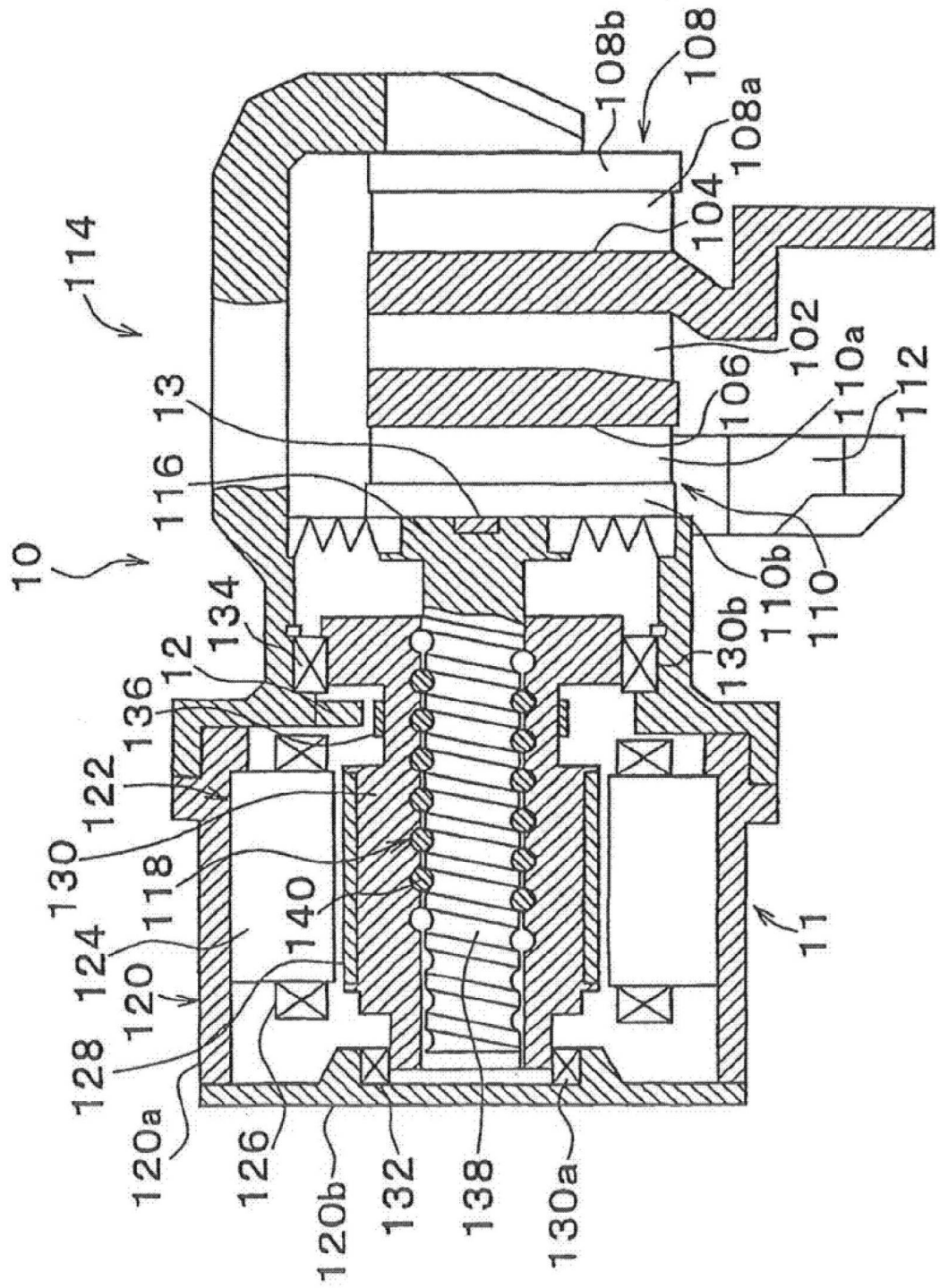


FIG. 3

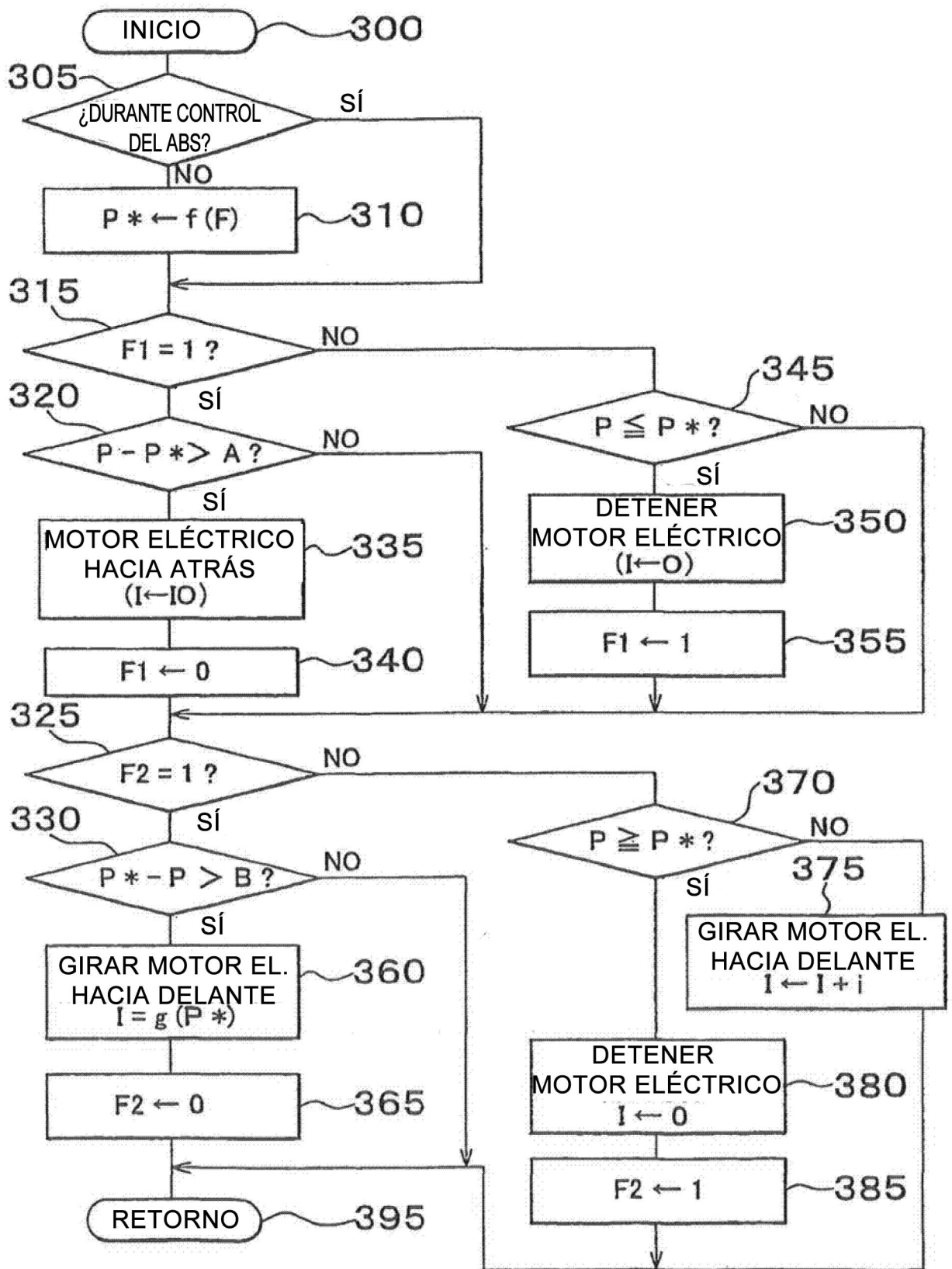


FIG. 4

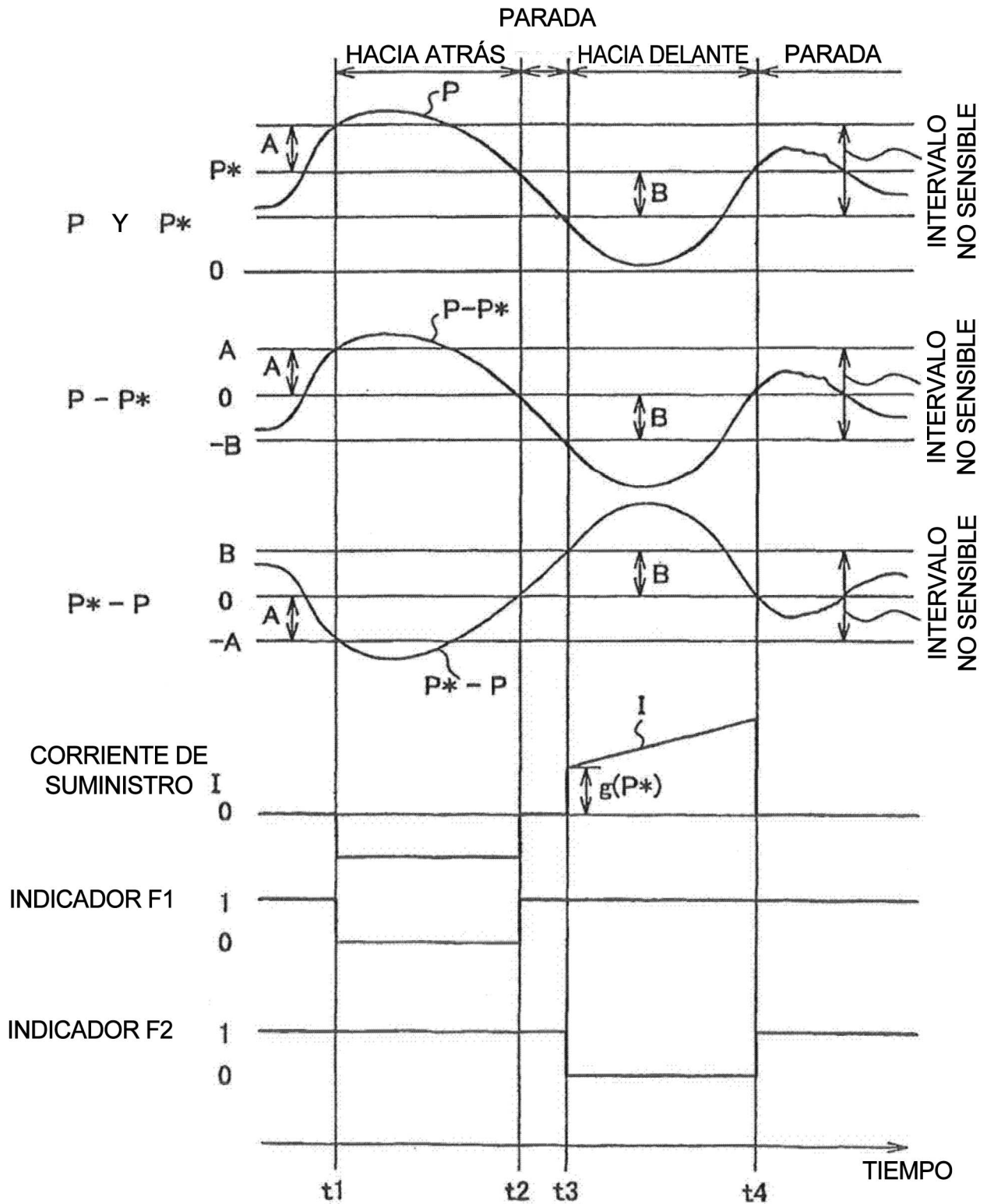


FIG. 5A

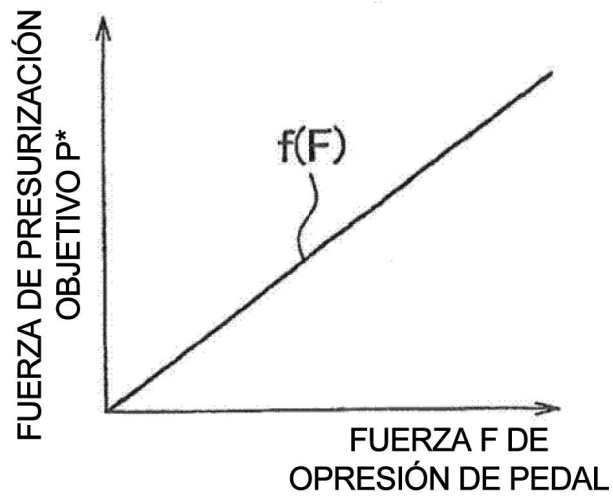


FIG. 5B

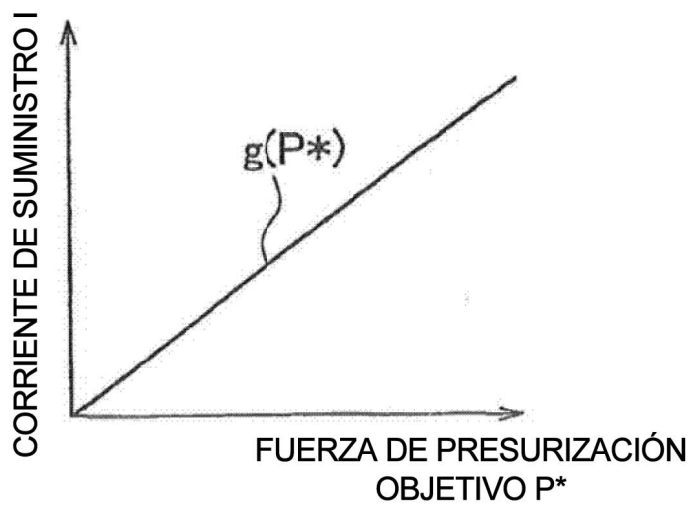


FIG. 6

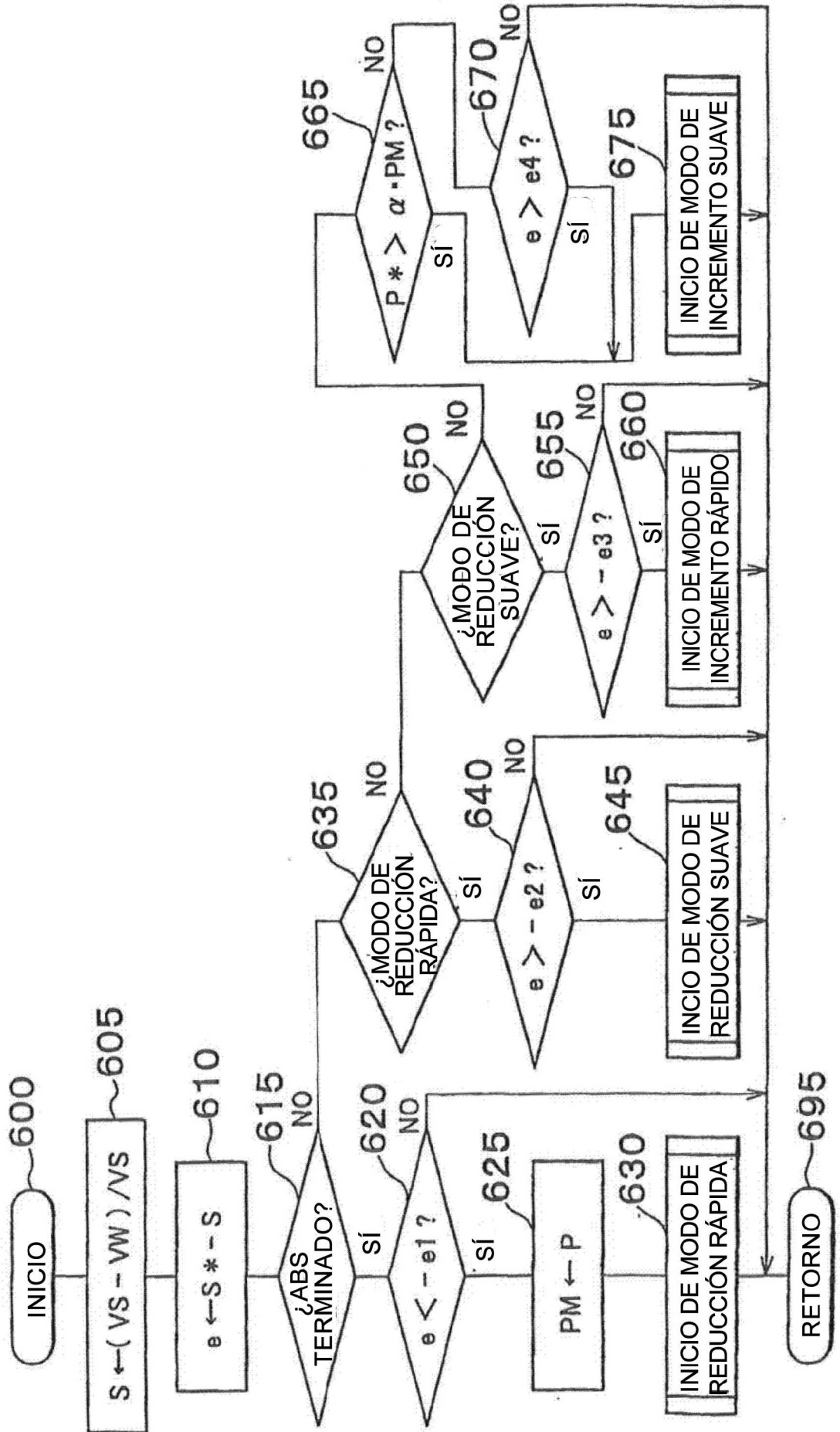


FIG. 7

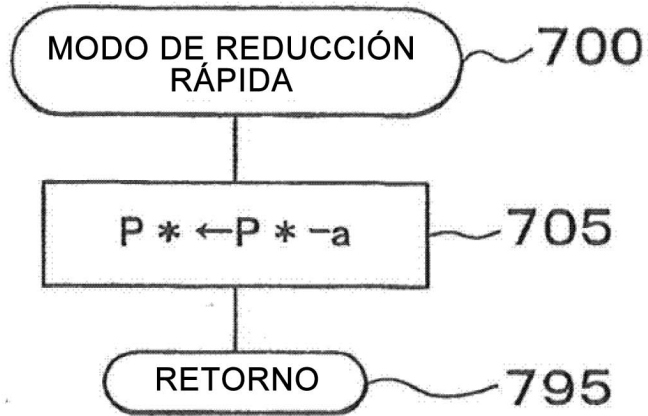


FIG. 8

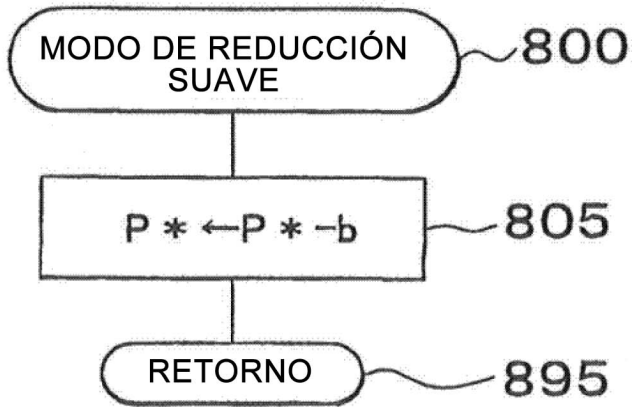


FIG. 9

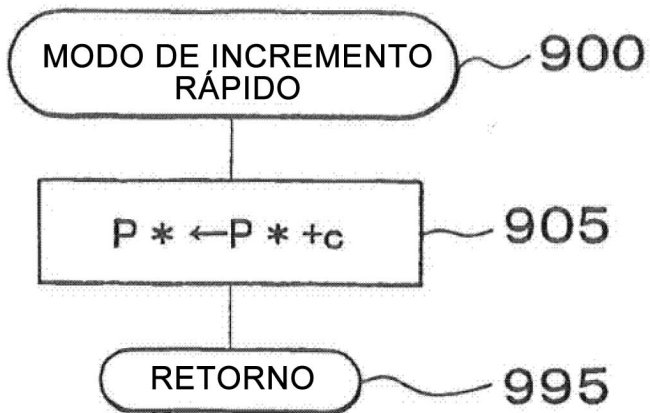


FIG. 10

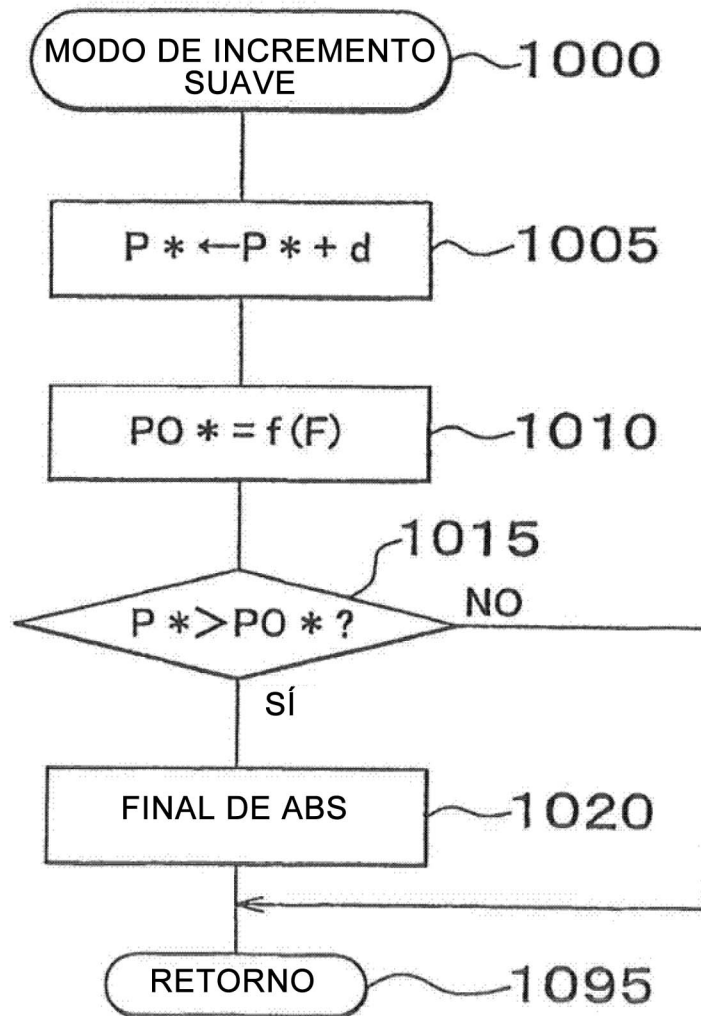


FIG. 11

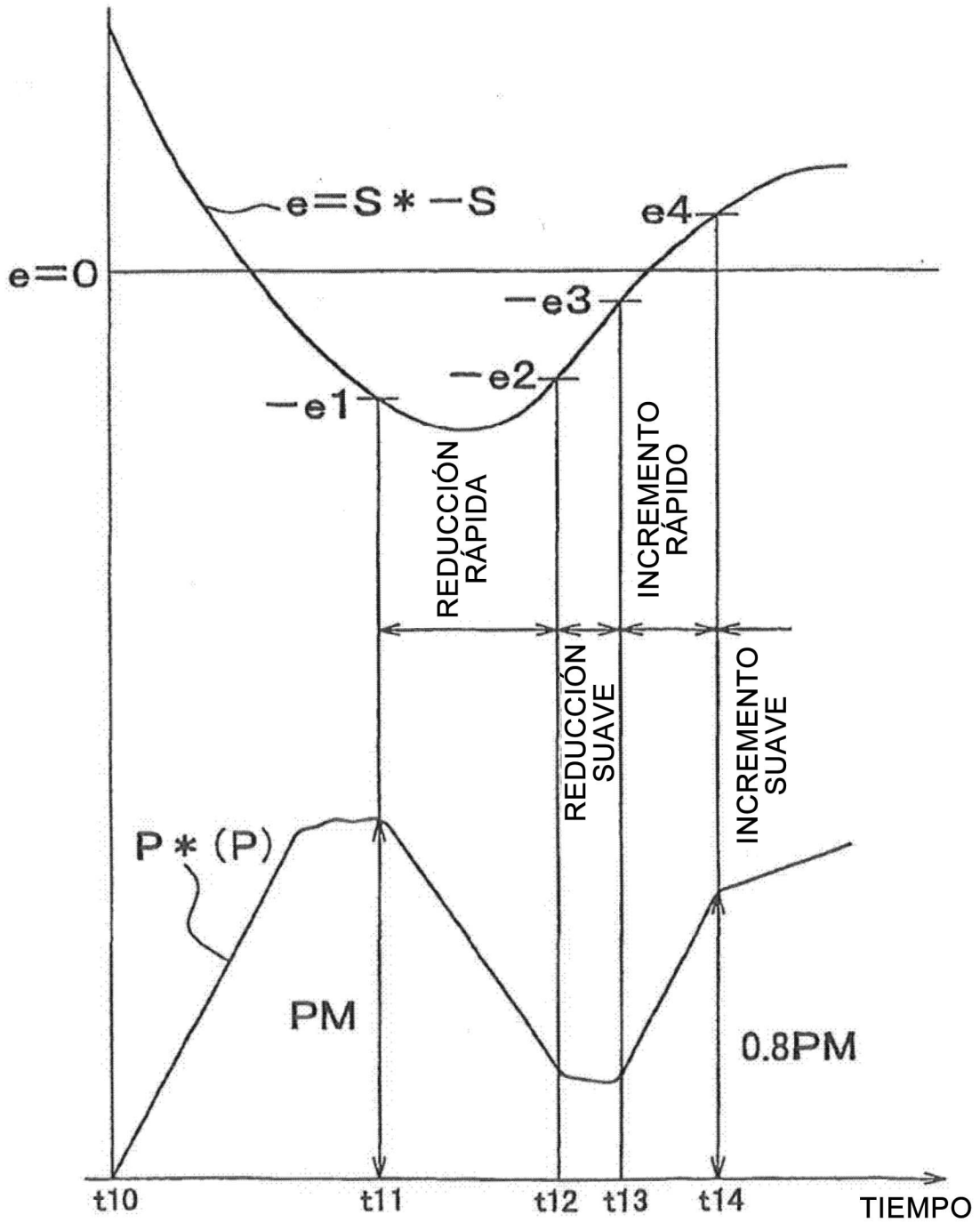


FIG. 12

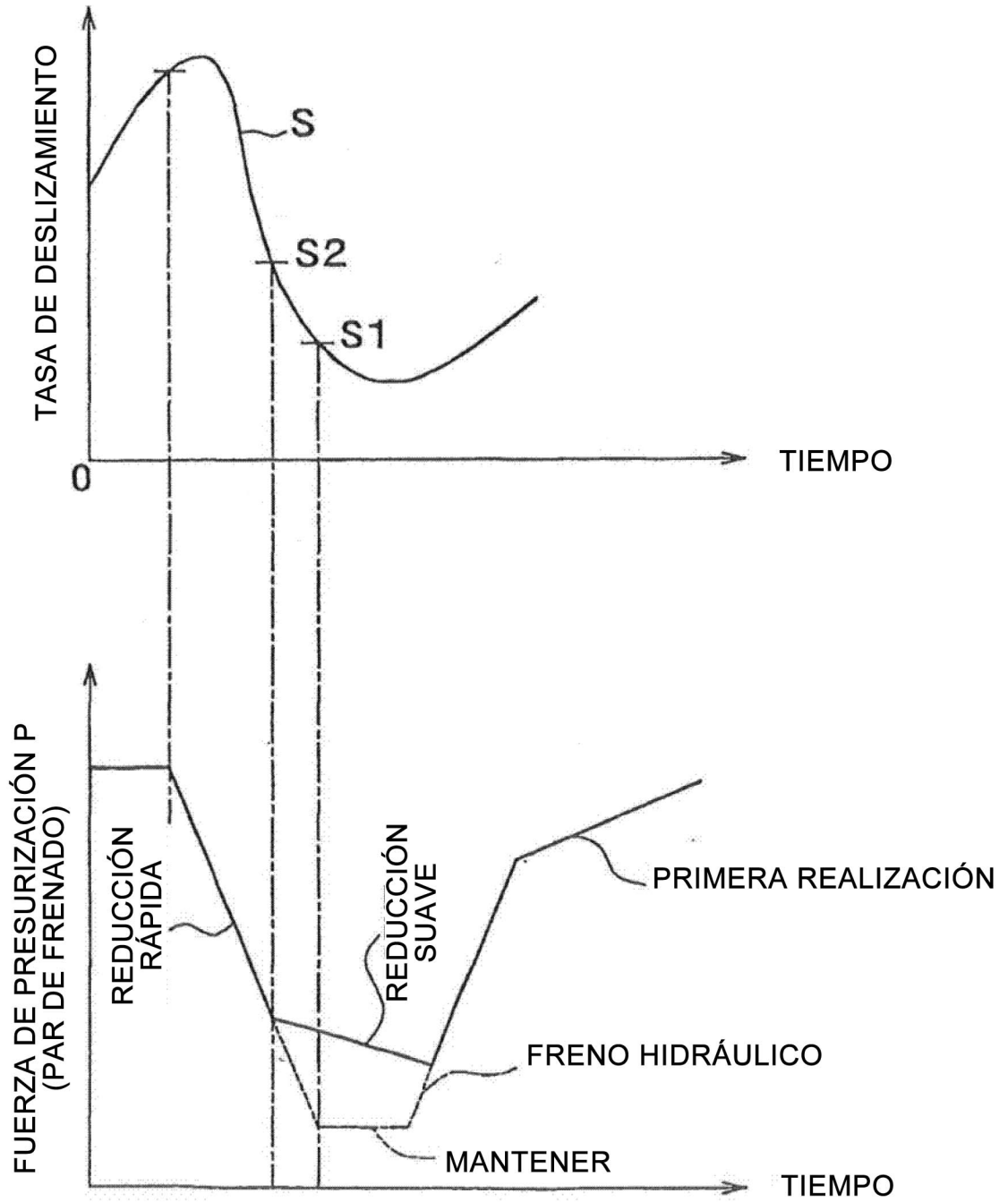


FIG. 13

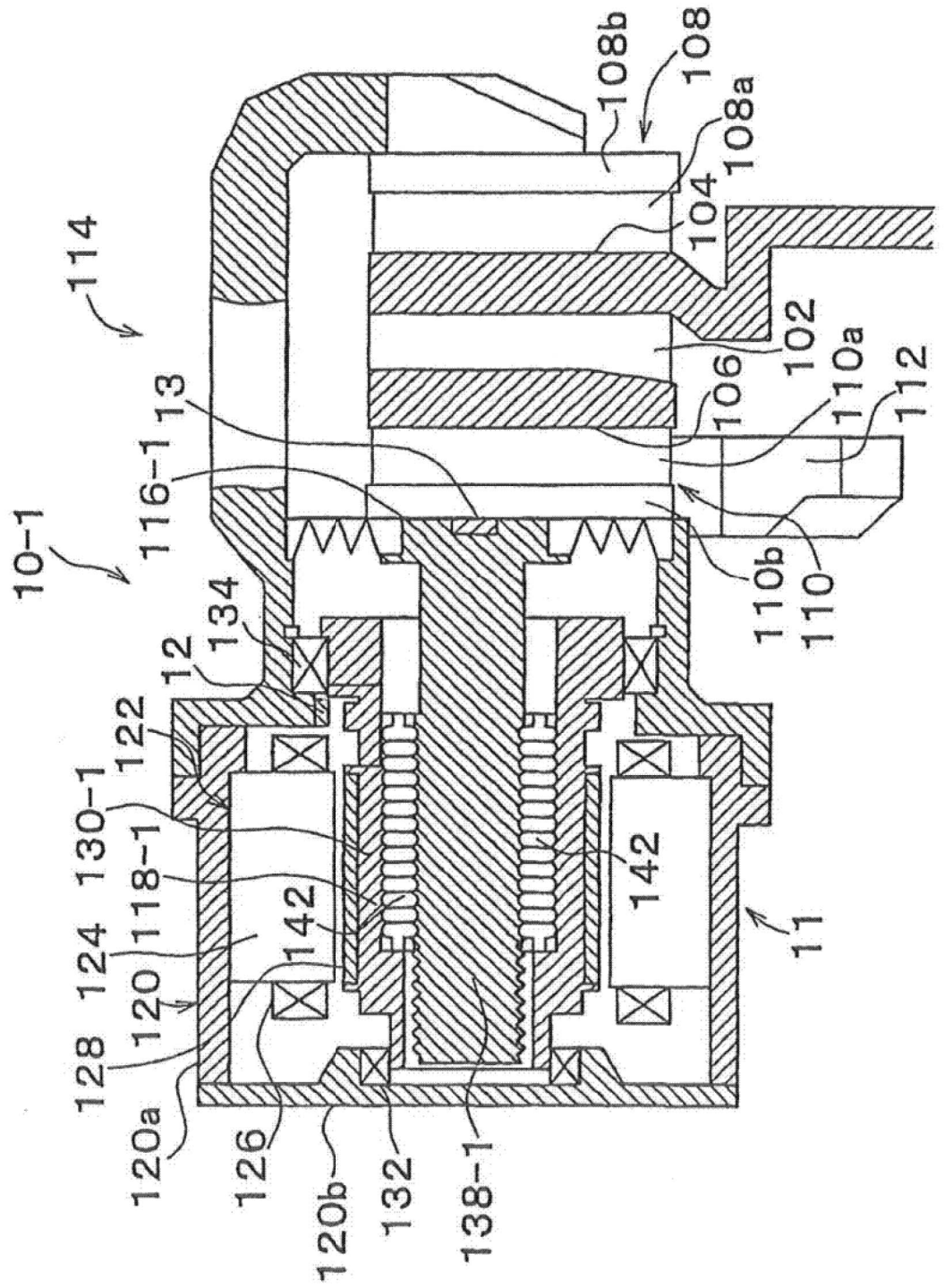


FIG. 15

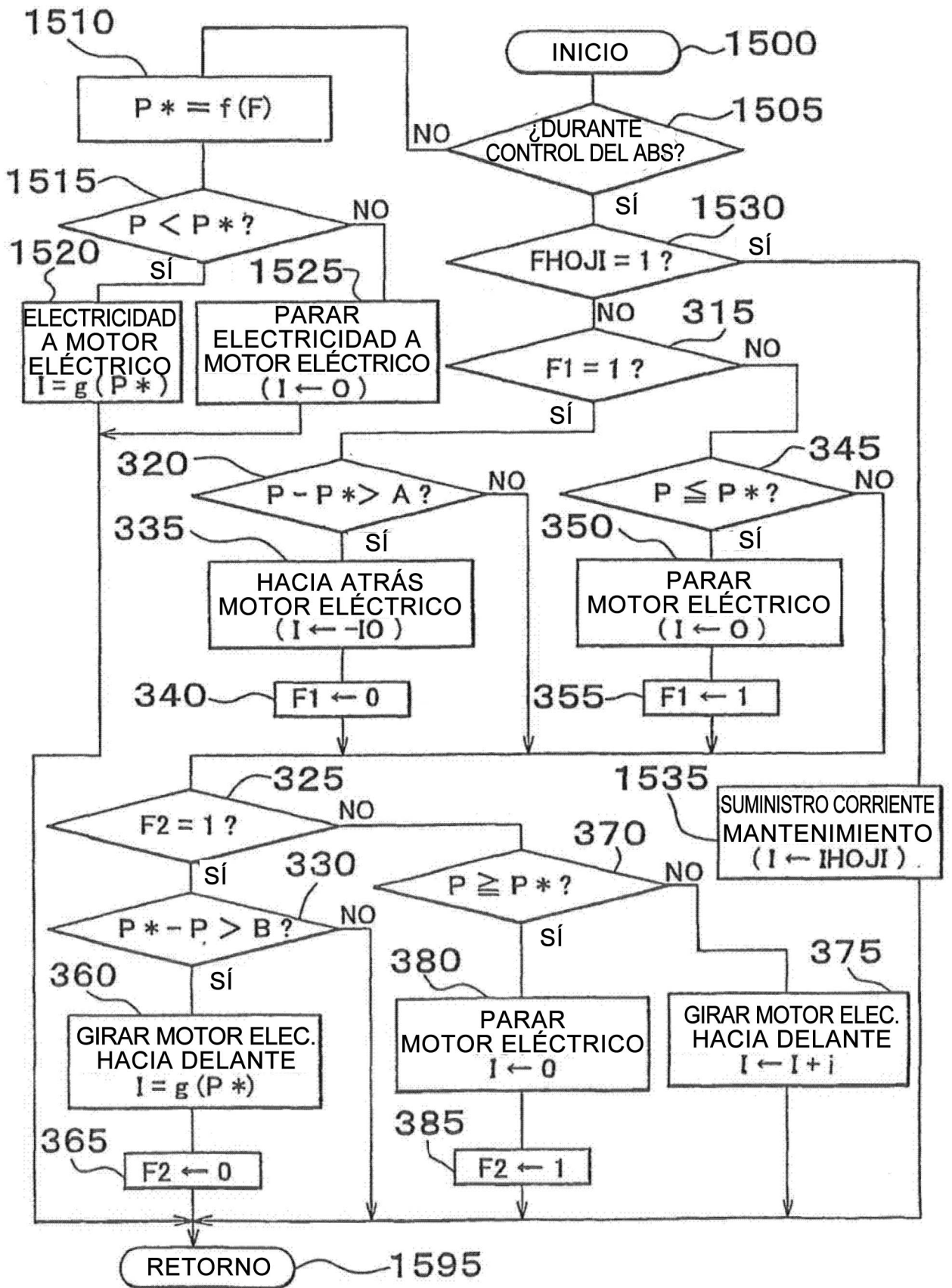


FIG. 16

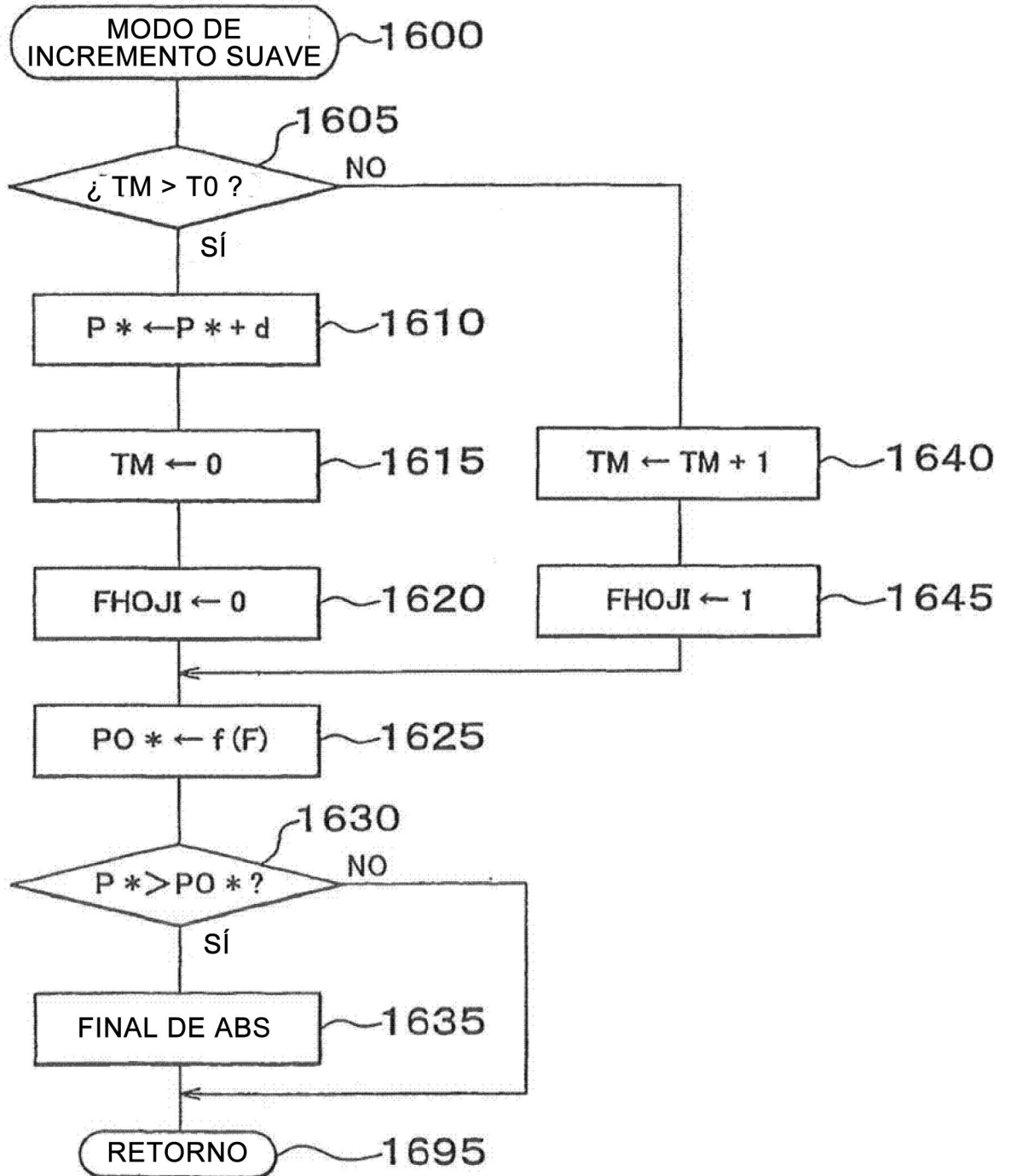


FIG. 17

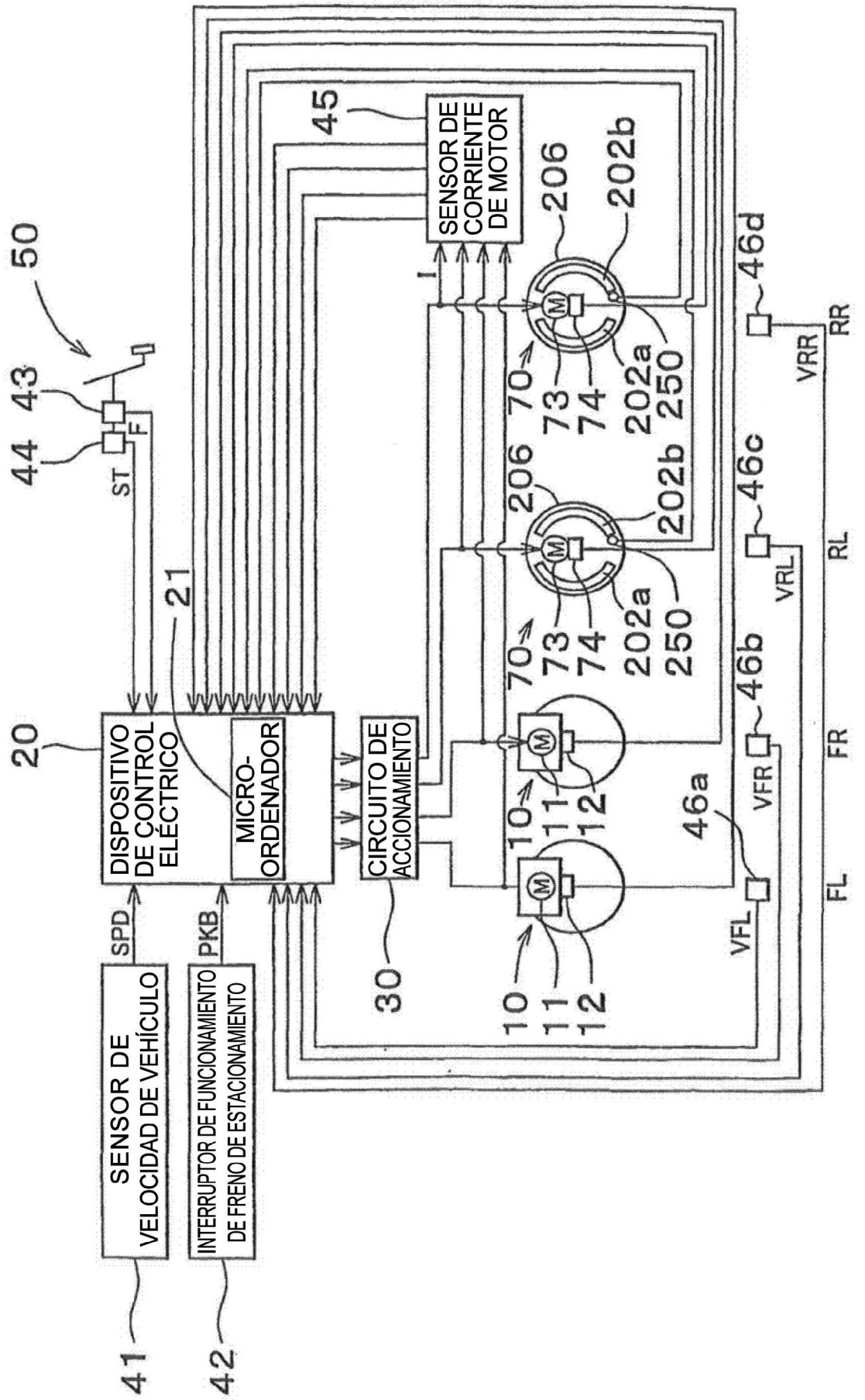


FIG. 18

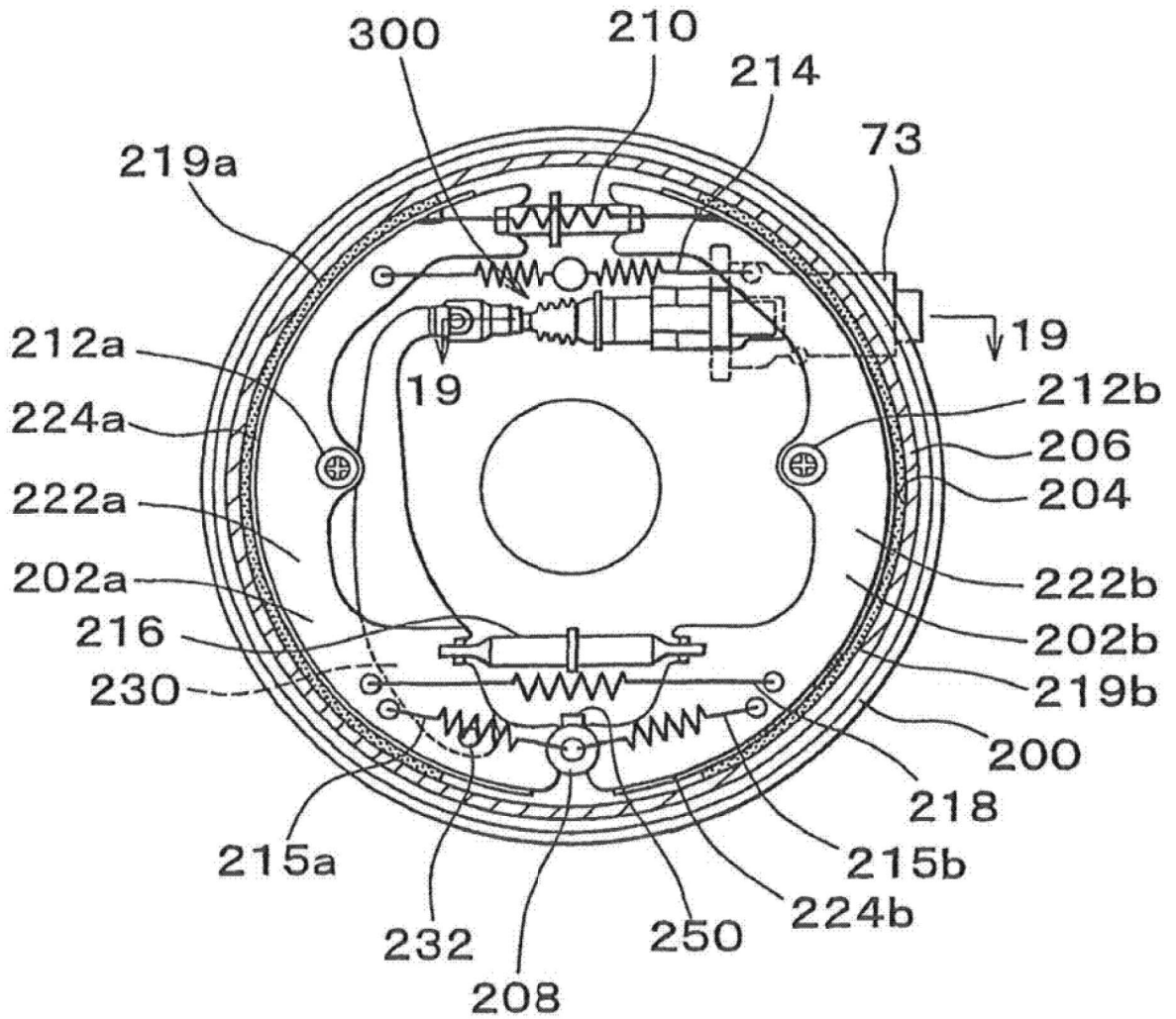


FIG. 19

