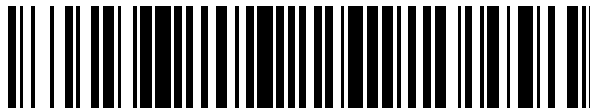


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 691 018**

51 Int. Cl.:

B60L 7/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.10.2002** **E 02023891 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.09.2018** **EP 1306263**

54 Título: **Aparato de control de frenado de un vehículo y método de control de frenado para el mismo**

30 Prioridad:

25.10.2001 JP 2001327384

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

23.11.2018

73 Titular/es:

**TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA (100.0%)
1, Toyota-cho
Toyota-shi, Aichi-ken, 471-8571, JP**

72 Inventor/es:

SOGA, MASAYUKI

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 691 018 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 frenado de un vehículo y método de control de frenado para el mismo

Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

- 5 La invención se refiere a un aparato de control de frenado de un vehículo y, más en particular, a un aparato de control de frenado para llevar a cabo frenado por fricción por medio de un dispositivo de frenado por fricción y frenado regenerativo por medio de un dispositivo de frenado regenerativo. La invención se refiere también a un método de control de frenado del aparato de control de frenado.

2. Descripción de la técnica relacionada

- 10 La Solicitud de Patente Japonesa abierta a la inspección pública N° 2000-50409 describe un aparato de control de fuerza de frenado que posee un dispositivo de frenado por fricción y un dispositivo de frenado regenerativo que generalmente lleva a cabo el frenado en un modo de frenado cooperativo mediante frenado por fricción y frenado regenerativo. El aparato de control de fuerza de frenado exhibe un cambio desde un modo de frenado cooperativo a un modo de frenado simple mediante frenado por fricción en caso de necesidad, y describe el retorno desde un modo de frenado simple al modo de frenado cooperativo.

15 De acuerdo con un aparato de control de frenado tal, una parte de la energía cinética del vehículo que normalmente se pierde durante el frenado se recupera usualmente como energía eléctrica gracias al frenado regenerativo. El efecto del frenado regenerativo puede eliminarse de forma fiable si el frenado regenerativo supone un obstáculo para llevar a cabo otros controles en el vehículo, tales como un control antideslizante.

- 20 En general, durante un control de frenado en el modo de frenado cooperativo, una cantidad de frenado objetivo para la totalidad del vehículo, tal como un requerimiento de frenado establecido por un conductor, se distribuye en una cantidad de frenado por fricción objetivo y una cantidad de frenado regenerativo objetivo. El dispositivo de frenado por fricción y el dispositivo de frenado regenerativo están controlados de tal manera que cada una de las cantidades de frenado por fricción y de frenado regenerativo se igualan a las cantidades de frenado objetivo correspondientes a cada uno de los modos.

- 25 Durante el cambio desde el modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple, cuando la suma de la cantidad de frenado por fricción objetivo y la cantidad de frenado regenerativo objetivo es igual a la cantidad de frenado objetivo para la totalidad del vehículo y se mantiene constante, la cantidad de frenado regenerativo objetivo y la cantidad de frenado por fricción objetivo son gradualmente reducida y aumentada, respectivamente. La cantidad de frenado por fricción objetivo se establece finalmente con un valor igual a la cantidad de frenado objetivo para la totalidad del vehículo. De manera similar, si se retorna desde el modo de frenado simple llevado a cabo mediante frenado por fricción al modo de frenado cooperativo, cuando la suma de la cantidad de frenado por fricción objetivo y la cantidad de frenado regenerativo objetivo es igual a la cantidad de frenado objetivo para la totalidad del vehículo y se mantiene constante, la cantidad de frenado regenerativo objetivo y la cantidad de frenado por fricción objetivo son gradualmente aumentada y reducida, respectivamente, hasta que la cantidad de frenado regenerativo objetivo alcanza un máximo valor posible.

- 30 Sin embargo, el dispositivo de frenado por fricción lleva a cabo el frenado a través de una fuerza de fricción que se genera presionando un elemento de fricción, tal como una zapata de freno, contra un cuerpo giratorio, tal como un rotor de freno, que gira junto con las ruedas. Por lo tanto, si un valor característico de fricción del cuerpo giratorio o del elemento de fricción, tal como un coeficiente de fricción del cuerpo giratorio o del elemento de fricción, es diferente de su valor de diseño, la cantidad de frenado por fricción real no resulta ser exactamente igual a la cantidad de control de frenado objetivo aunque se controle de forma precisa la fuerza de presión aplicada al cuerpo giratorio por parte del elemento de fricción.

- 35 Un error en la cantidad de frenado por fricción real para la totalidad del vehículo que resulta de una desviación en las características de fricción del cuerpo giratorio o del elemento de fricción es pequeño en una situación en la que se lleva a cabo el frenado en el modo de frenado cooperativo. Sin embargo, al error puede ser considerable durante el cambio desde el modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple llevado a cabo mediante frenado por fricción. Por lo tanto, si existe una gran desviación en las características de fricción, la cantidad de frenado para la totalidad del vehículo cambia de manera abrupta durante un cambio desde el modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple. Como resultado de ello, la deceleración del vehículo fluctúa de manera abrupta, lo que puede provocar una sensación de incongruencia a un pasajero en el vehículo.

- 40 Por ejemplo, si se asume que la cantidad de frenado objetivo para la totalidad del vehículo en el modo de frenado cooperativo es 10, que la ratio entre la cantidad de frenado por fricción objetivo y la cantidad de frenado regenerativo objetivo es 1:9, y que la desviación real en la cantidad de frenado por fricción que resulta de una desviación en las características de fricción del elemento de fricción es del 10%, entonces el error real en la cantidad de frenado por

fricción para la totalidad del vehículo en el modo de frenado cooperativo es igual a $0,1 \cdot 0,1 = 0,01$; es decir, del 1%. Por otro lado, el error real en la cantidad de frenado por fricción para la totalidad del vehículo en el modo de frenado simple es igual a $1 \cdot 0,1 = 0,1$; es decir, no menor del 10%.

5 Tal como se ha descrito, en el aparato de control de frenado de la técnica relacionada en el que usualmente se lleva a cabo el frenado en el modo de frenado cooperativo, llevado a cabo mediante frenado por fricción y frenado regenerativo, y en el que se produce en caso de necesidad un cambio desde el modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple, llevado a cabo mediante frenado por fricción, la cantidad de frenado para la totalidad del vehículo cambia de manera abrupta durante el cambio. Como resultado de ello, la deceleración del vehículo fluctúa de manera abrupta, lo que conduce a un problema de una sensación de incongruencia provocada a un pasajero en el vehículo.

10 El documento EP 0 758 591 A describe un sistema de control de frenado para un automóvil eléctrico, que lleva a cabo un uso combinado de frenado mecánico y frenado regenerativo por medio de un motor. Específicamente, un sistema de control de frenado para un automóvil eléctrico, en donde dicho sistema de control de frenado permite el uso combinado de frenado regenerativo y frenado mecánico, está dotado de un medio de establecimiento de fuerza de frenado objetivo para establecer una fuerza de frenado objetivo sobre la base de un recorrido del pedal de freno, de un medio de control de regeneración para establecer una fuerza de frenado regenerativo objetivo sobre la base del recorrido del pedal de freno para a continuación controlar el frenado regenerativo por el motor de acuerdo con la fuerza de frenado regenerativo objetivo, y de un medio de control de frenado mecánico para controlar el funcionamiento de un sistema de frenado mecánico de acuerdo con una diferencia entre la mencionada fuerza de frenado objetivo y una fuerza de frenado real determinada sobre la base de una deceleración detectada en el vehículo.

Resumen de la invención

25 La invención se ha desarrollado en vista del problema que se ha explicado más arriba. Es un propósito de la invención evitar que la deceleración de un vehículo fluctúe de manera abrupta durante un cambio desde un modo de frenado cooperativo a un modo de frenado simple independientemente de las variaciones en las características de fricción de un elemento de fricción de un dispositivo de frenado por fricción. Es un propósito adicional de la invención evitar una deceleración del vehículo tal como la descrita mediante la corrección de una cantidad de entre la cantidad de control de frenado por fricción y la cantidad de control de frenado regenerativo sobre la base de una relación entre un grado de referencia de la deceleración del vehículo y un grado real de deceleración del vehículo.

30 Con el fin de conseguir los propósitos anteriormente mencionados, se proporciona, de acuerdo con un aspecto de la invención, un aparato de control de frenado de un vehículo tal como se define en la reivindicación 1 y un método de control de frenado para un aparato de control de frenado de un vehículo tal como se define en la reivindicación 7. De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un aparato de control de frenado de un vehículo tal como se define en la reivindicación 2 y un método de control de frenado para un aparato de control de frenado de un vehículo tal como se define en la reivindicación 8.

35 En particular, en varias realizaciones a modo de ejemplo, la invención proporciona un aparato de control de frenado de un vehículo que comprende un medio de cálculo, y un medio de corrección. El aparato lleva a cabo frenado por fricción mediante un dispositivo de frenado por fricción y frenado regenerativo mediante un dispositivo de frenado regenerativo y lleva a cabo un control del cambio desde un modo de frenado cooperativo, llevado a cabo mediante frenado por fricción y frenado regenerativo, a un modo de frenado simple, llevado a cabo solamente mediante frenado por fricción. El medio de cálculo calcula un coeficiente de corrección para una cantidad de entre una cantidad de control de frenado por fricción y una cantidad de control de frenado regenerativo sobre la base de un grado real de deceleración del vehículo y un grado de referencia de deceleración del vehículo basado en una cantidad de operación de frenado llevada a cabo por un conductor durante el frenado en el modo de frenado simple. El medio de corrección corrige la cantidad de control sobre la base del coeficiente de corrección.

40 Más aun, de acuerdo con un aspecto adicional de la invención, se proporciona un método de control de frenado para un aparato de control de frenado de un vehículo que lleva a cabo frenado por fricción, mediante un dispositivo de frenado por fricción, y frenado regenerativo, mediante un dispositivo de frenado regenerativo. El control se lleva a cabo mediante el cambio desde un modo de frenado cooperativo, llevado a cabo mediante frenado por fricción y frenado regenerativo, a un modo de frenado simple, llevado a cabo mediante frenado por fricción, en caso de necesidad. Este método de control de frenado comprende los pasos de calcular un coeficiente de corrección para una cantidad de entre una cantidad de control de frenado por fricción y una cantidad de control de frenado regenerativo sobre la base de un grado real de deceleración del vehículo y un grado de referencia de deceleración del vehículo basado en una cantidad de operación de frenado llevada a cabo por un conductor durante el frenado en el modo de frenado simple, y corregir la cantidad de control sobre la base del coeficiente de corrección.

55 De acuerdo con varias realizaciones a modo de ejemplo del aparato de control de frenado de un vehículo y del método de control de frenado de la presente invención, el coeficiente de corrección para la cantidad de control de frenado por fricción o la cantidad de control de frenado regenerativo se calcula sobre la base del grado real de

5 deceleración del vehículo y del grado de referencia de deceleración del vehículo basado en la cantidad de operación de frenado llevada a cabo por el conductor durante el frenado en el modo de frenado simple, y la cantidad de control de frenado por fricción o la cantidad de control de frenado regenerativo se corrige sobre la base del coeficiente de corrección. Por lo tanto, incluso si las características de fricción del elemento de fricción se desvían de las características predeterminadas, el efecto de la desviación en las características de fricción del elemento de fricción pueden reducirse mediante la corrección de la cantidad de control de frenado por fricción o de la cantidad de control de frenado regenerativo. Por lo tanto, puede evitarse de manera fiable que la fuerza de frenado para la totalidad del vehículo cambie de manera abrupta durante un cambio desde el modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple. Además, puede evitarse de manera fiable que un pasajero en el vehículo sienta una sacudida debida a las fluctuaciones abruptas en la deceleración del vehículo que son consecuencia de tales cambios abruptos en la fuerza de frenado para la totalidad del vehículo.

10 De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, el coeficiente de corrección para la cantidad de control de frenado por fricción se calcula durante el paso de cálculo mencionado anteriormente. Cuando se corrige la cantidad de control de frenado por fricción, resulta también preferible que se corrija la cantidad de control de frenado por fricción sobre la base del coeficiente de corrección durante un cambio desde el modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple y en el modo de frenado simple.

15 Debido a que la cantidad de control de frenado por fricción es así corregida sobre la base de un coeficiente de corrección durante un cambio desde el modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple y en el modo de frenado simple, el modo de control de frenado por fricción puede corregirse de una manera más conveniente, por lo que puede evitarse de manera conveniente que la cantidad de frenado para la totalidad del vehículo cambie de manera abrupta durante un cambio desde el modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple.

20 Más aun, de acuerdo con el aparato de control de frenado de un vehículo y el método de control de frenado de un vehículo para el mismo tal como se describió anteriormente, el coeficiente de corrección para la cantidad de control de frenado por fricción o la cantidad de control de frenado regenerativo se calcula sobre la base del grado real de deceleración del vehículo y del grado de referencia de deceleración del vehículo basado en la cantidad de operación de frenado llevada a cabo por el conductor durante el frenado en el modo de frenado simple, y no aparece ningún problema siempre que la cantidad de control de frenado por fricción o la cantidad de control de frenado regenerativo se corrijan mediante el coeficiente de corrección. Por lo tanto, en comparación con el caso en el que la fuerza de frenado por fricción o la fuerza de frenado regenerativo se controlan a la vez mediante realimentación sobre la base de una diferencia entre el grado real de deceleración del vehículo y el grado de referencia de deceleración del vehículo basado en la cantidad de operación de frenado llevada a cabo por el conductor, las fuerzas de frenado para el vehículo pueden controlarse de manera más sencilla y más conveniente. Por lo tanto, puede evitarse de manera sencilla y conveniente que la deceleración del vehículo cambie abruptamente cuando el modo de frenado de las fuerzas de frenado cambia del modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple.

25 Más aun, puede evitarse de manera fiable que la deceleración del vehículo cambie abruptamente cuando el modo de frenado de las fuerzas de frenado cambia del modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple tal como se ha descrito anteriormente. Por lo tanto, el modo de frenado de las fuerzas de frenado puede cambiar de manera suave del modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple sin provocar cambios abruptos en la deceleración del vehículo.

30 De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, cuando se corrige la cantidad de control de frenado por fricción, también resulta preferible que la cantidad de control de frenado por fricción se corrija sobre la base del coeficiente de corrección cuando no se está en el modo de frenado cooperativo durante un control de frenado.

35 De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, también resulta preferible que el coeficiente de corrección sea una ratio entre el grado de referencia de deceleración del vehículo y el grado real de deceleración del vehículo en el caso en el que la cantidad de control sea la cantidad de control de frenado por fricción.

40 De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, también resulta preferible que el coeficiente de corrección para la cantidad de control de frenado regenerativo se calcule durante el paso de calcular mencionado anteriormente. También resulta preferible que este coeficiente de corrección sea una ratio entre el grado real de deceleración del vehículo y el grado de referencia de deceleración del vehículo.

45 De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, también resulta preferible que el grado de referencia de deceleración del vehículo sea una deceleración del vehículo objetivo sobre la base de una cantidad de operación de frenado llevada a cabo por el conductor y que el grado real de deceleración del vehículo sea una deceleración real del vehículo.

50 Más aun, de acuerdo con un aspecto adicional de la invención, también resulta preferible que el control de frenado se lleve a cabo en un modo de frenado simple al menos al principio del control de frenado cuando se calcula el coeficiente de corrección y que el coeficiente de corrección para la cantidad de control de frenado por fricción se calcule sobre la base de un grado real de deceleración del vehículo y un grado de referencia de deceleración del

vehículo basado en la cantidad de operación de frenado llevada a cabo por el conductor durante el control de frenado.

Breve descripción de los dibujos

- 5 Los propósitos, características propias, ventajas, e importancia técnica industrial de la invención se comprenderán mejor leyendo la descripción detallada de realizaciones a modo de ejemplo de la invención que se ofrece a continuación, cuando se consideran en relación con los dibujos adjuntos, en los cuales:
- 10 la Fig. 1 es una vista estructural esquemática de un aparato de control de frenado de acuerdo con una primera realización a modo de ejemplo de la invención que se aplica a un vehículo de tracción delantera que posee un dispositivo de frenado regenerativo y un dispositivo de frenado por fricción para las ruedas delanteras y un dispositivo de frenado regenerativo y un dispositivo de frenado por fricción para las ruedas traseras y que está equipado con un motor híbrido;
- la Fig. 2 es un diagrama de flujo que muestra una rutina principal de un control de fuerza de frenado llevado a cabo por el aparato de control de frenado de la primera realización a modo de ejemplo;
- 15 la Fig. 3 es un diagrama de flujo que muestra una rutina para calcular una deceleración G_{bt} objetivo final en el paso 10;
- la Fig. 4 es un diagrama de flujo que muestra una rutina para corregir las fuerzas F_{gft} , F_{gtr} de frenado regenerativo en el paso 110;
- la Fig. 5 es un diagrama de flujo que muestra una rutina para calcular un coeficiente K_p de corrección para fuerzas de frenado por fricción objetivo en la primera realización a modo de ejemplo;
- 20 la Fig. 6 es un diagrama de flujo que muestra una rutina de un control de frenado regenerativo llevado a cabo por un dispositivo de control de motor de una primera realización a modo de ejemplo;
- la Fig. 7 es un diagrama de flujo que muestra una rutina principal de un control de fuerza de frenado llevado a cabo por un aparato de control de frenado de acuerdo con una segunda realización de la invención a modo de ejemplo;
- 25 la Fig. 8 es un diagrama de flujo que muestra una rutina para calcular y corregir las fuerzas F_{gft} , F_{gtr} de frenado regenerativo objetivo en la segunda realización a modo de ejemplo;
- la Fig. 9 es un diagrama de flujo que muestra una rutina para calcular un coeficiente K_g de corrección para fuerzas de frenado regenerativo en la segunda realización a modo de ejemplo;
- la Fig. 10 es un diagrama de flujo que muestra una rutina principal de un control de fuerza de frenado llevado a cabo por un aparato de control de frenado de acuerdo con una tercera realización a modo de ejemplo de la invención construida como un ejemplo de modificación de la primera realización a modo de ejemplo;
- 30 la Fig. 11 es un diagrama de flujo que muestra una rutina para corregir fuerzas F_{pft} , F_{ptr} de frenado por fricción objetivo en la tercera realización a modo de ejemplo;
- la Fig. 12 es una gráfica que muestra una relación entre un recorrido S_p de depresión de un pedal de freno y una deceleración G_{st} objetivo;
- 35 la Fig. 13 es una gráfica que muestra una relación entre una presión P_m del cilindro maestro y una deceleración G_{pt} objetivo;
- la Fig. 14 es una gráfica que muestra una relación entre la última deceleración G_{bt} objetivo final calculada y un peso α para la deceleración G_{pt} objetivo;
- 40 la Fig. 15 es una gráfica que muestra un funcionamiento de la primera realización a modo de ejemplo en el caso en el que las ruedas delanteras cambian de un modo de frenado cooperativo a un modo de frenado simple, en forma de comparación con un caso de la técnica relacionada;
- la Fig. 16 es una gráfica que muestra un funcionamiento de una segunda realización a modo de ejemplo en el caso en el que las ruedas delanteras cambian de un modo de frenado cooperativo a un modo de frenado simple, en forma de comparación con el caso de la técnica relacionada; y
- 45 la Fig. 17 es una gráfica que muestra un funcionamiento de una tercera realización a modo de ejemplo en el caso en el que las ruedas delanteras cambian de un modo de frenado cooperativo a un modo de frenado simple, en forma de comparación con el caso de la técnica relacionada.

Descripción detallada de realizaciones preferidas

En la descripción que sigue y en los dibujos adjuntos, se describirá con mayor detalle la invención en términos de realizaciones a modo de ejemplo.

La Fig. 1 es una vista estructural esquemática de un aparato de control de frenado de acuerdo con una primera realización a modo de ejemplo de la invención que se aplica a un vehículo de tracción delantera que posee un dispositivo de frenado regenerativo y un dispositivo de frenado por fricción para las ruedas delanteras y un dispositivo de frenado por fricción para las ruedas traseras y que está equipado con un motor híbrido.

En la Fig. 1 se muestra un motor 10 híbrido para accionar las ruedas delanteras. El motor 10 híbrido incluye un motor 12 de gasolina y un motor-generator 14. Un eje 16 de transmisión del motor 12 de gasolina está acoplado a un árbol primario de una transmisión 18 variable continua que incorpora un embrague, y el árbol primario de la transmisión 18 variable continua también está acoplado a un eje 20 de transmisión del motor-generator 14. El giro de un eje 19 de transmisión de la transmisión 18 variable continua se transmite a los ejes 24FR, 24FL de las ruedas delantera derecha y delantera izquierda a través de un diferencial 22 de ruedas delanteras, por el cual las ruedas 26FR, 26FL delantera derecha y delantera izquierda son accionadas y obligadas a girar.

El motor 12 de gasolina y el motor-generator 14 del motor 10 híbrido están controlados por un dispositivo 28 de control de motor de acuerdo con el recorrido de depresión de un pedal del acelerador (no mostrado) presionado por un conductor y el estado de movimiento del vehículo. El motor-generator 14 también funciona como un generador para un dispositivo 30 de frenado regenerativo de las ruedas delanteras, y está controlado por el dispositivo 28 de control de motor.

En la realización a modo de ejemplo, el motor 10 híbrido genera una fuerza de accionamiento o una fuerza de freno motor, por medio del motor 12 de gasolina, o bien por medio del motor 12 de gasolina y el motor-generator 14 en un estado normal de movimiento cuando una palanca de cambio (no mostrada) está en una posición D; es decir, en un modo de funcionamiento normal. El motor híbrido genera una fuerza de accionamiento solamente mediante el motor-generator 14 cuando la palanca de cambio está en la posición D pero la carga es baja (modo de vehículo eléctrico), y también genera una fuerza de accionamiento o una fuerza de freno motor mediante el motor 12 de gasolina y el motor-generator 14 cuando la palanca de cambio está en la posición B. Sin embargo, en la posición B, la fuerza de freno motor es mayor que en la posición D; es decir, en el modo de freno motor. Por lo tanto, cuando la palanca de cambio está en la posición D y el conductor presiona un pedal 32 de freno, el motor-generator 14 también funciona como un generador regenerativo.

En la Fig. 1, el giro de las ruedas 34RR, 34RL se transmite a un motor-generator 42 de un dispositivo 40 de frenado regenerativo de las ruedas traseras por medio de los ejes 36RR, 36RL de las ruedas trasera derecha y trasera izquierda, y un diferencial 38 de las ruedas traseras. El frenado regenerativo mediante el motor-generator 42 es también controlado por el dispositivo 28 de control de motor. Por lo tanto, el dispositivo 28 de control de motor funciona como un dispositivo de control para el dispositivo 40 de frenado regenerativo.

Una fuerza de frenado por fricción de cada una de las ruedas 26FR, 26FL delantera derecha y delantera izquierda y las ruedas 34RR, 34RL trasera derecha y trasera izquierda, es controlada de manera individual ya que la presión de frenado de un cilindro correspondiente de entre los cilindros 48FR, 48FL, 48RR, 48RL de rueda es controlada mediante un circuito 46 hidráulico de un dispositivo 44 de frenado por fricción. Aunque no se muestra, el circuito 46 hidráulico incluye un pequeño depósito, una bomba de aceite, diversos dispositivos de válvula, y dispositivos similares. La presión de frenado de cada uno de los cilindros de rueda está controlada por un dispositivo 52 de control de frenado como dispositivo de control para el dispositivo de frenado por fricción, de acuerdo con el recorrido de depresión del pedal 32 de freno y con la presión aplicada a un cilindro 50 maestro que es accionado en respuesta a la depresión del pedal 32 de freno.

Una señal que indica un recorrido de depresión del pedal del acelerador es entregada al dispositivo 28 de control de motor por un sensor 54 de pedal del acelerador. Una señal que indica una posición de cambio de la transmisión 18 variable continua es entregada al dispositivo 28 de control de motor por un sensor 56 de posición de cambio. Las señales que indican una fuerza F_{gft} de frenado regenerativo objetivo para las ruedas delanteras y una fuerza F_{grt} de frenado regenerativo objetivo para las ruedas traseras son entregadas al dispositivo 28 de control de motor por el dispositivo 52 de control de frenado.

Una señal que indica un recorrido S_p de depresión del pedal 32 de freno es entregada al dispositivo 52 de control de frenado por un sensor 58 de recorrido. Una señal que indica una presión P_m aplicada al cilindro 50 maestro es entregada al dispositivo 52 de control de frenado por un sensor 60 de presión. Una señal que indica una aceleración G_x longitudinal del vehículo es entregada al dispositivo 52 de control de frenado por un sensor 62 de aceleración longitudinal. Las señales que indican las presiones P_{fr} , P_{fl} , P_{rr} , P_{rl} de frenado para los cilindros 48FR, 48FL, 48RR, 48RL de las ruedas delantera derecha, delantera izquierda, trasera derecha, y trasera izquierda son entregadas al dispositivo 52 de control de frenado por los sensores 64fr, 64fl, 64rr, 64rl de presión, respectivamente. Las señales que indican las velocidades V_{wfr} , V_{wfl} , V_{wrr} , V_{wrl} de las ruedas delantera derecha, delantera izquierda, trasera derecha, y trasera izquierda son entregadas al dispositivo 52 de control de frenado por los sensores 66fr, 66fl, 66rr, 66rl.

66rl, respectivamente.

De hecho, resulta apropiado que cada uno de los dispositivos 28 de control de motor y 52 de control de frenado esté construido, por ejemplo, como una unidad de utilización generalizada compuesta por un microcomputador que incluye una CPU, una memoria ROM, una memoria RAM, un dispositivo de entrada/salida y un circuito de accionamiento. El sensor 62 de aceleración longitudinal detecta una aceleración G_x de longitudinal vehículo, y la dirección en la que acelera el vehículo se define como positiva.

Tal como se describirá más adelante en detalle, el dispositivo 52 de control de frenado calcula una deceleración G_{bt} de vehículo objetivo final como un requerimiento de frenado del conductor sobre la base de un recorrido S_p de depresión del pedal 32 de freno y de un cilindro P_m maestro de acuerdo con una rutina mostrada en la Fig. 2. El dispositivo 52 de control de frenado calcula las fuerzas F_{bft} , F_{brt} de frenado objetivo para las ruedas delanteras y traseras sobre la base de la deceleración G_{bt} objetivo final y una ratio de distribución de fuerza de frenado predeterminada entre las ruedas delantera y trasera. Definiendo las fuerzas de frenado regenerativo máximas de los dispositivos 30, 40 de frenado regenerativo como F_{gmax} , F_{grmax} , respectivamente, el dispositivo 52 de control de frenado calcula la más pequeña de entre las fuerzas F_{gft} de frenado objetivo y F_{gmax} de frenado regenerativo máximo como fuerza F_{gft} de frenado regenerativo para las ruedas delanteras, calcula la más pequeña de entre las fuerzas F_{brt} de frenado objetivo y F_{grmax} de frenado regenerativo máximo como fuerza F_{grt} de frenado regenerativo objetivo para las ruedas traseras, y entrega señales que indican esas fuerzas de frenado regenerativo objetivo al dispositivo 28 de control de motor.

El dispositivo 28 de control de motor controla el motor-generador 14 del dispositivo 30 de frenado regenerativo para las ruedas delanteras teniendo en cuenta que la fuerza F_{gft} de frenado regenerativo para las ruedas delanteras se define como un límite superior, y calcula una fuerza F_{gfa} de frenado regenerativo real aplicada por el dispositivo 30 de frenado regenerativo para las ruedas delanteras sobre la base de una tensión eléctrica y una corriente eléctrica generadas por el motor-generador 14. De manera similar, el dispositivo 28 de control de motor controla un motor-generador 42 del dispositivo 40 de frenado regenerativo para las ruedas traseras teniendo en cuenta que la fuerza F_{grt} de frenado regenerativo objetivo se define como un límite superior, y calcula una fuerza F_{gra} de frenado regenerativo real aplicada por el dispositivo 40 de frenado regenerativo para las ruedas traseras sobre la base de una tensión eléctrica y una corriente eléctrica generadas por el motor-generador 42. Más aun, el dispositivo 28 de control de motor entrega señales que indican la fuerza F_{gfa} de frenado regenerativo real para las ruedas delanteras y la fuerza F_{gra} de frenado regenerativo real para las ruedas traseras al dispositivo 52 de control de frenado.

El dispositivo 52 de control de frenado calcula un valor obtenido al restar la fuerza F_{gfa} de frenado regenerativo real de la fuerza F_{bft} de frenado objetivo como una fuerza F_{pft} de frenado por fricción objetivo, calcula un valor obtenido al restar la fuerza F_{gra} de frenado regenerativo real de la fuerza F_{brt} de frenado objetivo como una fuerza F_{prt} de frenado por fricción objetivo para las ruedas traseras, calcula las presiones P_{bft} , P_{bftl} de frenado objetivo para las ruedas derecha e izquierda sobre la base de la fuerza F_{pft} de frenado por fricción objetivo para las ruedas delanteras, calcula las presiones P_{btr} , P_{btrl} de frenado objetivo para las ruedas trasera derecha y trasera izquierda sobre la base de la fuerza F_{prt} de frenado por fricción objetivo para las ruedas traseras, y controla las presiones de frenado para las ruedas de tal manera que cada una de las presiones P_i ($i=fr,fl,rr,rl$) de frenado para las ruedas delantera derecha y delantera izquierda y las ruedas trasera derecha y trasera izquierda se igualan a la presión P_{bti} ($i=fr,fl,rr,rl$) de frenado objetivo correspondiente.

El dispositivo 52 de control de frenado calcula una velocidad V_b del vehículo y las cantidades SL_i ($i=fr,fl,rr,rl$) de deslizamiento de frenado de las ruedas sobre la base de las velocidades V_{wi} ($i=fr,fl,rr,rl$) de las ruedas de acuerdo con un conocimiento que se posee en el campo de la técnica implicado. Si la cantidad SL_i de deslizamiento de frenado de una cualquiera de las ruedas es mayor que un valor SL_a de referencia (constante positiva) para conectar control antideslizante (control ABS) de tal manera que cumple una condición para conectar el control antideslizante, el dispositivo 52 de control de frenado lleva a cabo el control antideslizante para aumentar o reducir una presión en el cilindro de rueda correspondiente de tal manera que la cantidad de deslizamiento de frenado de esa rueda en particular queda confinado en un intervalo predeterminado, hasta que se cumple la condición para terminar de aplicar el control antideslizante. Si el control antideslizante se está aplicando en al menos una de las ruedas delantera derecha y/o delantera izquierda, el dispositivo 52 de control de frenado asigna un valor 0 a la fuerza F_{gft} de frenado regenerativo objetivo para las ruedas delanteras. Si el control antideslizante se está aplicando en al menos una de las ruedas trasera derecha y/o trasera izquierda, el dispositivo 52 de control de frenado asigna un valor 0 a la fuerza F_{grt} de frenado regenerativo objetivo para las ruedas traseras.

El dispositivo 52 de control de frenado usualmente controla las fuerzas de frenado para las ruedas delanteras y traseras en un modo de frenado cooperativo llevado a cabo tanto por frenado regenerativo basado en las fuerzas F_{gft} , F_{grt} frenado regenerativo objetivo como por el frenado por fricción basado en las fuerzas F_{bft} , F_{brt} de frenado objetivo. Sin embargo, si la fuerza de frenado para al menos una rueda de entre la rueda delantera derecha y la rueda delantera izquierda o la fuerza de frenado para al menos una rueda de entre la rueda trasera derecha y la rueda trasera izquierda se controla de manera individual como en el caso del control antideslizante, el dispositivo 52 de control de frenado controla las fuerzas de frenado para las ruedas delanteras o traseras en un modo de frenado simple llevado a cabo solamente mediante frenado por fricción.

5 En este caso, si tiende a aparecer la necesidad de controlar de manera individual las fuerzas de frenado para las ruedas, como es el caso, por ejemplo, cuando es probable que se conecte el control antideslizante, el dispositivo 52 de control de frenado cambia un modo de control de las fuerzas de frenado desde el modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple mediante la reducción gradual de las fuerzas F_{gft} , F_{grt} de frenado regenerativo objetivo hasta que alcanzan un valor igual a 0. Si se ha completado el control individual de las fuerzas de frenado para las ruedas, el dispositivo 52 de control de frenado cambia el modo de control de las fuerzas de frenado desde el modo de frenado simple al modo de frenado cooperativo mediante un aumento gradual de las fuerzas F_{gfrt} , F_{grt} de frenado regenerativo objetivo.

10 En la primera realización a modo de ejemplo, si el control de frenado se lleva a cabo por primera vez o por última vez en un número predeterminado de veces, el dispositivo 52 de control de frenado controla las fuerzas de frenado para todas las ruedas en el modo de frenado simple, calcula un promedio G_{bta} de un número predeterminado de ciclos de una deceleración G_{bt} del vehículo de referencia sobre la base de una cantidad de operación de frenado llevada a cabo por el conductor, calcula el valor promedio G_{bxa} de ciclos predeterminados de una deceleración G_{bx} del vehículo real, y calcula una ratio entre el promedio G_{bta} y el promedio G_{bxa} como un coeficiente K_p de corrección para las fuerzas F_{pft} , F_{prt} de frenado por fricción objetivo.

15 El dispositivo 52 de control de frenado corrige las fuerzas de frenado por fricción objetivo multiplicando las fuerzas F_{pft} , F_{prt} de frenado fricción objetivo por el coeficiente K_p de corrección. Se asume que μ_d representa un coeficiente de fricción de diseño de un elemento de fricción del dispositivo de frenado por fricción, que se considera como un valor macro para las cuatro ruedas, y que μ_a representa un coeficiente de fricción real, en donde el coeficiente K_p de corrección corresponde al cociente μ_d/μ_a . Por lo tanto, el coeficiente K_p de corrección es un coeficiente para compensar el descenso en el coeficiente μ_a de fricción real con respecto al coeficiente μ_d de fricción de diseño mediante el aumento de una fuerza de frenado por fricción.

20 Se describirá a continuación una rutina de control de fuerza de frenado ejecutada por el dispositivo 52 de control de frenado en esta realización a modo de ejemplo haciendo referencia a los diagramas de flujo mostrados en las Figs. 2 a 5. Los controles basados en los diagramas de flujo mostrados en las Figs. 2 a 5 comienzan mediante la pulsación de un interruptor de ignición (no mostrado) y se ejecutan de manera repetitiva a intervalos que corresponden a un periodo predeterminado.

25 En el paso 10, se calcula una deceleración G_{bt} del vehículo objetivo final como una cantidad de frenado requerida por parte del conductor de acuerdo con el diagrama de flujo mostrado en la Fig. 3. En el paso 20 se determina si la deceleración G_{bt} objetivo final es 0; es decir, se determina si se ha cumplido un requerimiento de frenado por parte del conductor. Si la determinación realizada en el paso 20 da un resultado negativo, es decir, si se determina que el conductor desea frenar, el proceso continúa en el paso 50. Si la determinación realizada en el paso 20 da un resultado afirmativo, el proceso continúa en el paso 30.

30 En el paso 30, se asigna un valor 0 a las fuerzas F_{gft} , F_{grt} de frenado regenerativo objetivo para las ruedas delanteras y traseras, y se asigna un valor 0 a las fuerzas F_{pft} , F_{prt} de frenado por fricción objetivo para las ruedas delantera y trasera. En el paso 40 las señales que indican las fuerzas F_{gft} , F_{grt} (=0) de frenado regenerativo objetivo para las ruedas delanteras y traseras son entregadas al dispositivo 28 de control de motor. El funcionamiento continúa entonces en el paso 210.

35 En el paso 50, se determina si las fuerzas de frenado para las ruedas están siendo controladas de manera individual, como es el caso del control antideslizante, por ejemplo. Si la determinación en el paso 50 da un resultado negativo, el proceso continúa en el paso 90. Si la determinación en el paso 50 da un resultado afirmativo, se asigna un valor 0 a las fuerzas F_{gft} , F_{grt} de frenado regenerativo objetivo para las ruedas delanteras y traseras en el paso 60. El paso 70, las señales que indican las fuerzas F_{gft} , F_{grt} (=0) de frenado regenerativo objetivo son entregadas al dispositivo 28 de control de motor. En el paso 80, las fuerzas de frenado para las ruedas se controlan de manera individual sobre la base de cantidades de control objetivo de controles individuales, como es el caso del control antideslizante, por ejemplo. El proceso vuelve entonces al paso 10.

40 En el paso 90, haciendo la suposición de que el cambio en la determinación en el paso 20 de un resultado negativo a un resultado afirmativo cuenta como un control de frenado, se determina si el control de frenado actual es el primero o el N-ésimo (por ejemplo, $N=20, 40, 60, \dots$) desde que se encendió el interruptor de ignición; es decir, se determina si el coeficiente K_p de corrección para corregir la fuerza de frenado por fricción objetivo necesita calcularse y actualizarse. Si la determinación en el paso 90 da un resultado afirmativo, el proceso continúa en el paso 220 mostrado en la Fig. 5. Si la determinación en el paso 90 da un resultado negativo, el proceso continúa en el paso 100.

45 En el paso 100, haciendo la suposición de que K_f y K_r representan ratios de distribución (coeficientes positivos) de fuerzas de frenado para las ruedas delanteras y traseras, se calculan la fuerza F_{bft} de frenado objetivo para las ruedas delanteras y la fuerza F_{brt} de frenado objetivo para las ruedas traseras, respectivamente, de acuerdo con las ecuaciones (1) y (2) que se muestran a continuación.

$$F_{bft} = K_f \times G_{bt} \quad (1)$$

$$F_{brt} = K_r \times G_{bt} \quad (2)$$

5 En el paso 110, se calculan una fuerza F_{gft} de frenado regenerativo objetivo para las ruedas delanteras y una fuerza F_{grt} de frenado regenerativo objetivo para las ruedas traseras de acuerdo con el diagrama de flujo mostrado en la Fig. 4, y se corrigen mediante el coeficiente K_p de corrección. En el paso 160, las señales que indican las fuerzas F_{gft} , F_{grt} de frenado regenerativo objetivo post-corrección son entregadas al dispositivo 28 de control de motor.

10 En el paso 170, tal como se describirá más adelante, las señales que indican la fuerza F_{gfa} de frenado regenerativo real para las ruedas delanteras y la fuerza F_{gra} de frenado regenerativo real para las ruedas traseras, que han sido generadas por el control de frenado regenerativo mediante el dispositivo 28 de control de motor, son leídas por el dispositivo 28 de control de motor. En el paso 180, se calculan una fuerza F_{pft} de frenado por fricción objetivo para las ruedas delanteras y una fuerza F_{prt} de frenado por fricción objetivo para las ruedas traseras, respectivamente, de acuerdo con las ecuaciones (3) y (4) que se muestran a continuación.

$$F_{pft} = F_{bft} - F_{gfa} \quad (3)$$

$$F_{prt} = F_{brt} - F_{gra} \quad (4)$$

15 En el paso 190, la fuerza F_{pft} de frenado por fricción objetivo para las ruedas delanteras y la fuerza F_{prt} de frenado por fricción objetivo para las ruedas traseras se multiplican por el coeficiente K_p de corrección, por lo cual se calculan una fuerza F_{pft} de frenado por fricción objetivo post-corrección para las ruedas delanteras y una fuerza F_{prt} de frenado por fricción objetivo post-corrección para las ruedas traseras.

20 En el paso 210, se calculan las presiones P_{btfr} , P_{btfl} de frenado objetivo para las ruedas delantera derecha y delantera izquierda sobre la base de la fuerza F_{pft} de frenado por fricción objetivo para las ruedas delanteras, y las presiones P_{btrr} , P_{btll} de frenado objetivo para las ruedas trasera derecha y trasera izquierda sobre la base de la fuerza F_{prt} de frenado por fricción objetivo para las ruedas traseras. Asimismo, en el paso 210, las presiones de frenado para las ruedas se controlan mediante realimentación de presión de tal manera que cada una de las presiones P_i de frenado para las ruedas delantera derecha y delantera izquierda y las ruedas trasera derecha y trasera izquierda se igualan al valor correspondiente de las presiones P_{bti} de frenado objetivo. El proceso vuelve entonces al paso 10.

30 Tal como se muestra en la Fig. 5, en el paso 220 se asigna un valor 0 a las fuerzas F_{gft} , F_{grt} de frenado regenerativo objetivo para las ruedas delanteras y traseras. En el paso 230, las señales que indican las fuerzas F_{gft} , F_{grt} (=0) de frenado regenerativo objetivo para las ruedas delanteras y traseras se entregan al dispositivo 28 de control de motor. En el paso 240, la fuerza F_{pft} de frenado por fricción objetivo para las ruedas delanteras y la fuerza F_{prt} de frenado por fricción objetivo para las ruedas traseras se establecen como la fuerza F_{bft} de frenado objetivo para las ruedas delanteras y la fuerza F_{brt} de frenado objetivo para las ruedas traseras, respectivamente.

35 En el paso 250, igual que en el caso del paso 210 mencionado anteriormente, se calculan las presiones P_{btfr} , P_{btfl} de frenado objetivo para las ruedas delantera derecha y delantera izquierda sobre la base de la fuerza F_{pft} de frenado por fricción objetivo para las ruedas delanteras, y se calculan las presiones P_{btrr} , P_{btll} de frenado objetivo para las ruedas trasera derecha y trasera izquierda sobre la base de la fuerza F_{prt} de frenado por fricción objetivo para las ruedas traseras. Asimismo, en el paso 250 las presiones de frenado para las ruedas se controlan mediante realimentación de presión de tal manera que cada una de las presiones P_i de frenado para las ruedas delantera derecha y delantera izquierda y las ruedas trasera derecha y trasera izquierda se igualan al valor correspondiente de las presiones de frenado para las ruedas.

En el paso 260, se lee una señal que indica la aceleración G_x longitudinal del vehículo detectada por el sensor 62 de aceleración longitudinal, y la deceleración G_{bx} del vehículo se establece como $-G_x$ sobre la base de la aceleración G_x longitudinal.

45 En el paso 270 se determina si se han recogido los datos sobre la deceleración G_{bx} real y la deceleración G_{bt} objetivo final que corresponden a los últimos ciclos predeterminados, es decir, si puede calcularse el coeficiente K_p de corrección para las fuerzas de frenado por fricción objetivo. Si la determinación realizada en el paso 270 da un resultado negativo, el proceso vuelve al paso 10. Si la determinación realizada en el paso 270 da un resultado afirmativo, en el paso 280 se calculan un promedio G_{bta} de la deceleración G_{bt} objetivo final que corresponde a los últimos ciclos predeterminados y un promedio G_{bxa} de la deceleración G_{bx} (= $-G_x$) del vehículo real que corresponde a los últimos ciclos predeterminados, y en el paso 280 se calcula el coeficiente K_p de corrección para las fuerzas de frenado por fricción objetivo de acuerdo con una ecuación (5) que se muestra a continuación.

$$K_p = G_{bta}/G_{bxa} \quad (5)$$

En el paso 12 de la rutina para calcular la deceleración G_{bt} del vehículo objetivo final mostrada en la Fig. 3, se leen una señal que indica un recorrido S_p de depresión del pedal 32 de freno detectado por el sensor 58 de recorrido y

una señal que indica una presión Pm del cilindro 50 maestro detectada por el sensor 60 de presión. En el paso 14, se calcula una deceleración Gst del vehículo objetivo basada en el recorrido Sp de depresión a partir de un mapa que corresponde a una gráfica mostrada en la Fig. 12. En el paso 16, se calcula una deceleración Gpt del vehículo objetivo sobre la base de la presión Pm de cilindro maestro a partir de un mapa correspondiente a una gráfica mostrada en la Fig. 13.

En el paso 18, se calcula un peso α ($0 \leq \alpha \leq 1$) para la deceleración Gpt objetivo basado en la presión Pm de cilindro maestro a partir de un mapa que corresponde a una gráfica que se muestra en la Fig. 14 sobre la base de la deceleración Gbt objetivo final calculada en un ciclo previo, y se calcula una deceleración Gbt del vehículo objetivo final como una suma ponderada de la deceleración Gpt objetivo y la deceleración Gst objetivo de acuerdo con una ecuación (6) que se muestra continuación.

$$Gbt = \alpha \times Gpt + (1-\alpha) \times Gst \quad (6)$$

En el paso 112 de la rutina de cálculo de la fuerza de frenado regenerativo objetivo mostrada en la Fig. 4, se calculan una fuerza Fgft de frenado regenerativo objetivo para las ruedas delanteras y una fuerza Fgrt de frenado regenerativo objetivo para las ruedas traseras, respectivamente, de acuerdo con las ecuaciones (7) y (8) que se muestran más abajo. Debe apreciarse que, en las ecuaciones (7) y (8) que siguen, MIN significa el valor más bajo entre los valores entre paréntesis. Aunque las fuerzas Fgftmax, Fgrtmax de frenado regenerativo máximas pueden ser constantes positivas, también pueden cambiar de acuerdo con el modo de funcionamiento del motor 10 híbrido o de acuerdo con la velocidad del vehículo.

$$Fgft = \text{MIN}(Fbft, Fgftmax) \quad (7)$$

$$Fgrt = \text{MIN}(Fbrt, Fgrtmax) \quad (8)$$

En el paso 116 se determina si el modo de frenado de las ruedas delanteras está o no cambiando del modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple o si se requiere del cambio de modos mencionado anteriormente, por ejemplo sobre la base de que resulta probable que el control antideslizante se conecte al menos a una rueda de entre la rueda delantera derecha y la rueda delantera izquierda. Si la determinación en el paso 116 da un resultado negativo, el proceso continúa en el paso 124. Si la determinación en el paso 116 da un resultado afirmativo, el proceso continúa en el paso 118.

En el paso 118 se determina si la fuerza Fgft de frenado regenerativo objetivo para las ruedas delanteras es menor que un valor Ff0 de referencia (una constante positiva cercana a 0), es decir, si se ha completado una reducción gradual de la fuerza Fgft de frenado regenerativo objetivo para las ruedas delanteras. Si la determinación en el paso 118 da un resultado negativo, la fuerza Fgft de frenado regenerativo objetivo para las ruedas delanteras se establece como Fgftf- ΔFf haciendo la suposición de que Fgftf representa un último valor de la fuerza de frenado regenerativo objetivo para las ruedas delanteras y que ΔFf representa una constante positiva muy pequeña. Si la determinación en el paso 118 da un resultado afirmativo, es decir, si se ha determinado que se ha llevado a cabo el cambio en el modo de frenado del modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple, se asigna un valor 0 a la fuerza Fgft de frenado regenerativo objetivo para las ruedas delanteras en el paso 122.

En el paso 124 se determina si el modo de frenado de las ruedas delanteras está o no cambiando del modo de frenado simple al modo de frenado cooperativo o si se requiere el cambio de modos mencionado anteriormente, por ejemplo porque el control antideslizante se ha desconectado después de haber terminado su función. Si la determinación en el paso 124 da un resultado afirmativo, el proceso continúa en el paso 130. Si la determinación en el paso 124 da un resultado negativo, el proceso continúa en el paso 126.

En el paso 126 se determina si las ruedas delanteras están siendo objeto de control de frenado en el modo de frenado simple. Si la determinación en el paso 126 da un resultado afirmativo, se asigna un valor 0 a la fuerza Fgft de frenado regenerativo objetivo para las ruedas delanteras en el paso 128. Si la determinación en el paso 126 da un resultado negativo, es decir, si se determina que las ruedas delanteras están siendo objeto de un control de frenado en el modo de frenado cooperativo, el proceso pasa inmediatamente al paso 136.

En el paso 130, se calcula una diferencia $\Delta Fgft$ ($=Fbftf-Fgftf$) entre la última fuerza Fbftf de frenado objetivo para las ruedas delanteras y la última fuerza Fgftf de frenado regenerativo objetivo para las ruedas delanteras, y se determina si la diferencia $\Delta Fgft$ es o no más pequeña que un valor $\Delta Ff0$ de referencia (una constante positiva); es decir, si se ha completado un aumento gradual de la fuerza Fgft de frenado regenerativo objetivo para las ruedas delanteras. Si la determinación en el paso 130 da un resultado negativo, la fuerza Fgft de frenado regenerativo objetivo para las ruedas delanteras se incrementa en una cantidad ΔFf en el paso 132. Si la determinación en el paso 130 da un resultado afirmativo, es decir, si se determina que se ha completado el cambio desde el modo de frenado simple al modo de frenado cooperativo, el proceso pasa inmediatamente al paso 136.

En los pasos 136 a 152, la fuerza Fgrt de frenado regenerativo objetivo para las ruedas traseras se corrige utilizando un método sustancialmente igual al que corresponde a los pasos 116 a 132 mencionados anteriormente, excepto

5 porque la fuerza F_{gft} de frenado regenerativo objetivo para las ruedas delanteras se sustituye por la fuerza F_{grt} de frenado regenerativo objetivo para las ruedas traseras, porque la última fuerza F_{gftf} de frenado regenerativo objetivo para las cuatro ruedas se sustituye por la última fuerza F_{grtf} de frenado regenerativo objetivo para las ruedas traseras, porque la diferencia ΔF_{gft} se sustituye por la diferencia $(=F_{brtf}-F_{grtf})$ entre la última fuerza F_{brtf} de frenado objetivo para las ruedas traseras y la última fuerza F_{grtf} de frenado regenerativo objetivo para las ruedas traseras, porque los valores F_{f0} y ΔF_{f0} de referencia se sustituyen por los valores F_{r0} y ΔF_{r0} de referencia (que son ambos constantes positivas cercanas a 0), y porque una cantidad ΔF_f de cambio se sustituye por una cantidad ΔF_r de cambio (una constante positiva muy pequeña).

10 Se describirá a continuación una rutina de control de frenado regenerativo que se ejecuta en el dispositivo 28 de control de motor en la realización a modo de ejemplo haciendo referencia a un diagrama de flujo mostrado en la Fig. 6. El control de acuerdo con el diagrama de flujo mostrado en la Fig. 6 también comienza mediante la pulsación de un interruptor de ignición (no mostrado) y se ejecuta de manera repetitiva a intervalos que corresponden a un periodo predeterminado.

15 En el paso 310, las señales que indican la fuerza F_{gft} de frenado regenerativo objetivo para las ruedas delanteras y la fuerza F_{grt} de frenado regenerativo objetivo para las ruedas traseras son leídas por el dispositivo 52 de control de frenado. En el paso 320, se lleva a cabo frenado regenerativo por parte del dispositivo 30 de frenado regenerativo para las ruedas delanteras con una fuerza F_{gft} de frenado regenerativo objetivo definida como un límite superior. En el paso 330, se calcula una fuerza F_{gfa} de frenado regenerativo real para las ruedas delanteras aplicada por el dispositivo 30 de frenado regenerativo para las ruedas delanteras.

20 De manera similar, en el paso 340, se lleva a cabo un frenado regenerativo por parte del dispositivo 40 de frenado regenerativo para las ruedas traseras con una fuerza F_{grt} de frenado regenerativo objetivo definido como un límite superior. En el paso 350, se calcula una fuerza F_{gra} de frenado regenerativo real para las ruedas traseras aplicada por el dispositivo 40 de frenado regenerativo a las ruedas traseras. En el paso 360, las señales que indican la fuerza F_{gfa} de frenado regenerativo real para las ruedas delanteras y la fuerza F_{gra} de frenado regenerativo real para
25 ruedas traseras son entregadas al dispositivo 52 de control de frenado. El proceso vuelve entonces al paso 310.

Por lo tanto, de acuerdo con la primera realización a modo de ejemplo, la deceleración G_{bt} del vehículo objetivo final, es decir, la deceleración del vehículo de referencia basada en una cantidad de operación de frenado llevada a cabo por el conductor, se calcula en el paso 20 sobre la base del recorrido S_p de depresión del pedal 32 de freno y de la presión P_m del cilindro maestro.

30 En el paso 100, la fuerza F_{bft} de frenado objetivo para las ruedas delanteras y la fuerza F_{brt} de frenado objetivo para las ruedas traseras se calculan sobre la base de una ratio de distribución de fuerzas de frenado predeterminada entre las ruedas delanteras y traseras y la deceleración G_{bt} del vehículo objetivo final. En el paso 110, la fuerza F_{gft} de frenado regenerativo objetivo para las ruedas delanteras se calcula como la más pequeña de entre la fuerza F_{bft} de frenado objetivo y la máxima fuerza F_{gfm} de frenado regenerativo, y la fuerza F_{grt} de frenado regenerativo objetivo para las ruedas traseras se calcula como la más pequeña de entre la fuerza F_{brt} de frenado objetivo y la
35 máxima fuerza F_{grm} de frenado regenerativo. En el paso 160, las señales que indican estas fuerzas de frenado regenerativo objetivo se entregan al dispositivo 28 de control de motor.

40 En el paso 320 de la rutina de frenado regenerativo mostrada en la Fig. 6, el motor-generador 14 del dispositivo 30 de frenado regenerativo para las ruedas delanteras se controla con la fuerza F_{gft} de frenado regenerativo objetivo para las ruedas delanteras definida como un límite superior. En el paso 330, una fuerza F_{gfa} de frenado regenerativo real aplicada por el dispositivo 30 de frenado regenerativo a las ruedas delanteras se calcula sobre la base de una tensión eléctrica y una corriente eléctrica generadas por el motor-generador 14. En el paso 340, el dispositivo 28 de control de motor controla el motor-generador 42 para el dispositivo 40 de frenado regenerativo para las ruedas traseras, con la fuerza F_{grt} de frenado regenerativo objetivo para las ruedas traseras definida como un
45 límite superior. En el paso 350, una fuerza F_{gra} de frenado regenerativo real aplicada por el dispositivo 40 de frenado regenerativo a las ruedas traseras se calcula sobre la base de una tensión eléctrica y una corriente eléctrica generadas por el motor-generador 42.

50 En los pasos 170 y 180, la fuerza F_{pft} de frenado por fricción objetivo para las ruedas delanteras se calcula como un valor obtenido al restar la fuerza F_{gfa} de frenado regenerativo real de la fuerza F_{bft} de frenado objetivo, y la fuerza F_{prt} de frenado por fricción objetivo para las ruedas traseras se calcula como un valor obtenido al restar la fuerza F_{gra} de frenado regenerativo real de la fuerza F_{brt} de frenado objetivo. En el paso 210, las presiones P_{bft} , P_{bfl} de frenado objetivo para las ruedas delantera derecha y delantera izquierda se calculan sobre la base de la fuerza F_{pft} de frenado por fricción objetivo para las ruedas delanteras, y las presiones P_{btr} , P_{btl} de frenado objetivo para las
55 ruedas trasera derecha y trasera izquierda se calculan sobre la base de la fuerza F_{prt} de frenado por fricción objetivo para las ruedas traseras. Además, en el paso 210, las presiones de frenado para las ruedas se controlan mediante realimentación de tal manera que cada una de las presiones P_i de frenado para las ruedas delantera derecha y delantera izquierda y las ruedas trasera derecha y trasera izquierda se igualan al valor correspondiente de las presiones P_{bti} de frenado objetivo.

Tal como se describió anteriormente, las fuerzas de frenado para las ruedas se controlan usualmente en el modo de frenado cooperativo llevado a cabo mediante frenado regenerativo y frenado por fricción. Sin embargo, si las fuerzas de frenado para las ruedas delanteras y las ruedas traseras se controlan de manera individual, como es el caso cuando está conectado el control antideslizante, por ejemplo, la determinación en el paso 50 da un resultado afirmativo. Llevando a cabo los procesos de los pasos 60 a 80, el modo de control de fuerza de frenado cambia al modo de frenado simple llevado a cabo solamente mediante frenado por fricción, y las fuerzas de frenado para las ruedas se controlan de manera individual.

Si surge la necesidad de controlar de manera individual las fuerzas de frenado para las ruedas, las fuerzas F_{gft} , F_{grt} de frenado regenerativo objetivo se reducen gradualmente hasta 0 en el paso 110, es decir, en los pasos 112 a 152 mostrados en la Fig. 4, por lo que el modo de control de fuerza de frenado cambia del modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple. Si se ha completado el control individual de las fuerzas de frenado para las ruedas, las fuerzas F_{gft} , F_{grt} de frenado regenerativo objetivo aumentan gradualmente, por lo que el modo de control de fuerza de frenado deja de ser el modo de frenado simple para volver a ser el modo de frenado cooperativo.

En la primera realización a modo de ejemplo, si el control de fuerza de frenado se lleva a cabo por primera vez o por N-ésima vez, la determinación en el paso 90 da un resultado afirmativo. Se llevan a cabo entonces los procesos en los pasos 220 a 280, por lo que las fuerzas de frenado se controlan en el modo de frenado simple llevado a cabo solamente mediante frenado por fricción. En este momento, se calculan un promedio G_{bta} de la deceleración G_{bt} del vehículo objetivo final que corresponde a ciclos predeterminados y un promedio G_{bxa} de la deceleración G_{bx} del vehículo real que corresponde a ciclos predeterminados, y se calcula el coeficiente K_p de corrección para las fuerzas F_{pft} , F_{prt} de frenado por fricción objetivo como una ratio de G_{bta} entre G_{bxa} . En el paso 190, las fuerzas F_{pft} , F_{prt} de frenado por fricción objetivo se corrigen mediante una multiplicación de las mismas por K_p .

Por lo tanto, incluso en una situación en la que una fuerza de frenado por fricción realmente generada disminuye con respecto a una fuerza de frenado por fricción objetivo, por ejemplo debido a una disminución en el coeficiente de fricción de un elemento de fricción de un dispositivo de frenado por fricción, una fuerza de frenado por fricción que corresponde a una fuerza de frenado por fricción objetivo original se genera mediante la multiplicación de las fuerzas F_{pft} , F_{prt} de frenado por fricción objetivo por K_p . Por lo tanto, puede controlarse una fuerza de frenado para la totalidad del vehículo con el fin de corresponder con precisión a una cantidad de operación de frenado llevada a cabo por el conductor independientemente del modo de control de la fuerza de frenado. Incluso en el caso en el que el modo de control de fuerza de frenado cambia del modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple, puede evitarse de manera fiable que la fuerza de frenado para la totalidad del vehículo fluctúe, por lo que puede evitarse que un pasajero en el vehículo sienta una sensación de incongruencia.

Más aun, de acuerdo con la primera realización a modo de ejemplo, si el coeficiente μ_a de fricción del elemento de fricción o del dispositivo de frenado por fricción disminuye con respecto al coeficiente μ_d de fricción de diseño, las fuerzas F_{pft} , F_{prt} de frenado por fricción objetivo se multiplican por $K_p = \mu_d / \mu_a$, por lo que las fuerzas de frenado por fricción se generan como deberían haberse generado originalmente. Por lo tanto, la fuerza de frenado total para el vehículo se iguala a un valor que corresponde siempre de manera precisa a una cantidad de operación de frenado llevada a cabo por el conductor independientemente del envejecimiento del elemento de fricción, es decir, un valor en el caso en el que no hubiese existido disminución del coeficiente de fricción del elemento de fricción.

Por ejemplo, la Fig. 15 es una gráfica que muestra el funcionamiento de la primera realización a modo de ejemplo en el caso en el que el modo de frenado de las ruedas delanteras cambia del modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple llevado a cabo solamente mediante frenado por fricción, comparado con la técnica relacionada.

Se asume en la Fig. 15 que la cantidad de operación de frenado llevada a cabo por el conductor es constante, que la fuerza F_{bft} de frenado objetivo para las ruedas delanteras tiene un valor igual a 10 (en una unidad arbitraria), que la fuerza de frenado para las ruedas delanteras está controlada en un modo de frenado cooperativo hasta el instante t_1 de tiempo, que el modo de control cambia del modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple entre el instante t_1 y el instante t_2 , y que la fuerza de frenado para las ruedas delanteras está controlada en el modo de frenado simple después del instante t_2 .

La fuerza F_{gft} de frenado regenerativo objetivo en el modo de frenado cooperativo tiene un valor igual a 8 (ver el panel superior de la gráfica mostrada en la Fig. 15). Por lo tanto, la fuerza F_{pft} de frenado por fricción objetivo para las ruedas delanteras tienen un valor igual a 2 (ver el panel intermedio de la gráfica mostrada en la Fig. 15). Si se asume que el coeficiente μ_a de fricción de los elementos de fricción de los dispositivos de frenado por fricción para las ruedas delanteras y traseras ha caído en un 80% respecto a su valor μ_d de diseño, la fuerza de frenado por fricción real para las ruedas delanteras en el modo de frenado cooperativo tiene un valor de $2 \times 0,8 = 1,6$, y la fuerza de frenado por fricción real para las ruedas delanteras en el modo de frenado simple tiene un valor de $10 \times 0,8 = 8$. La fuerza de frenado por fricción real para las ruedas delanteras cambia tal como se indica mediante una línea discontinua en el panel intermedio de la Fig. 15. Como resultado de ello, la fuerza de frenado total para las ruedas delanteras cambia tal como se indica mediante una línea discontinua en el panel inferior de la Fig. 15, de manera que la deceleración del vehículo también se convierte en un 80% de una deceleración de referencia que

corresponde a la cantidad de operación de frenado llevada a cabo por el conductor.

5 Por lo tanto, en el caso del aparato de control de fuerza de frenado de la técnica relacionada, mientras el modo de frenado cambia del modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple, la fuerza de frenado por fricción real para las ruedas delanteras aumenta gradualmente desde 1,6 hasta 8, y la fuerza de frenado regenerativo disminuye gradualmente desde 8 hasta 0. Por lo tanto, la fuerza de frenado total para las ruedas delanteras disminuye desde 9,6 hasta 8. Como resultado de ello, la deceleración del vehículo cambia de manera abrupta durante un cambio en el modo de frenado entre los instantes t1 y t2.

10 Por el contrario, de acuerdo con la primera realización a modo de ejemplo, el coeficiente Kp de corrección se calcula como una ratio entre el promedio Gbta de la deceleración del vehículo objetivo final que corresponde a los ciclos predeterminados y el promedio Gbxa de la deceleración del vehículo real que corresponde a los ciclos predeterminados en el modo de frenado simple. El coeficiente Kp de corrección tiene un valor de $1/0,8=1,25$, y se indica mediante una línea discontinua que alterna una raya larga y dos rayas cortas en el panel intermedio de la Fig. 15, y la fuerza Fpft de frenado por fricción objetivo para las ruedas delanteras se corrige mediante una multiplicación de las mismas por 1,25.

15 Por consiguiente, la fuerza Fpft de frenado por fricción objetivo para las ruedas delanteras tiene un valor de $2 \times 1,25=2,5$ en el modo de frenado cooperativo, y de $10 \times 1,25=12,5$ en el modo de frenado simple. Es decir, la fuerza Fpft de frenado por fricción objetivo aumenta gradualmente desde 2,5 hasta 12,5 durante un cambio desde el modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple. Por lo tanto, la fuerza de frenado por fricción real para las cuatro ruedas tiene un valor de $2,5 \times 0,8=2$ en el modo de frenado cooperativo, y la fuerza de frenado regenerativo tiene un valor igual a 8. Por lo tanto, la fuerza de frenado total tiene un valor de $2+8=10$. Si se aplica el modo de frenado simple a partir de ese momento, la fuerza de frenado total consiste solamente en la fuerza de frenado por fricción real para las ruedas delanteras y, por lo tanto, tiene un valor de $12,5 \times 0,8=10$. Por lo tanto, la fuerza de frenado total para las ruedas delanteras es constantemente igual a su valor objetivo de 10. Incluso cuando el modo de frenado cambia desde el modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple, puede evitarse que la deceleración del vehículo fluctúe.

25 La Fig. 7 es un diagrama de flujo que muestra una rutina principal de un control de fuerza de frenado llevado a cabo mediante un aparato de control de frenado de acuerdo con una segunda realización a modo de ejemplo de la invención, que se aplica a un vehículo de tracción delantera que posee un dispositivo de frenado regenerativo y un dispositivo de frenado por fricción para las ruedas delanteras y un dispositivo de frenado regenerativo y un dispositivo de frenado por fricción para las ruedas traseras y que está equipado con un motor híbrido. La Fig. 8 es un diagrama de flujo que muestra una rutina para calcular y corregir las fuerzas Fgft, Fgrt de frenado regenerativo objetivo. La Fig. 9 es un diagrama de flujo que muestra una rutina para calcular un coeficiente Kg de corrección. Debe apreciarse en las Figs. 7 a 9 que los pasos correspondientes a aquellos que aparecen en las Figs. 2, 4, y 5 se designan mediante los mismos números.

35 En la segunda realización a modo de ejemplo, no se lleva a cabo una corrección de la fuerza de frenado por fricción objetivo que corresponde al paso 190 de la primera realización a modo de ejemplo. Si la determinación en el paso 90 da un resultado afirmativo, se llevan a cabo los procesos de los pasos 220 a 290, mostrados en la Fig. 9. En particular, en el paso 270 se determina si se han recogido los datos sobre la deceleración Gbx real y la deceleración Gbt objetivo final que corresponden a los últimos ciclos predeterminados, es decir, si puede calcularse el coeficiente Kg de corrección para la fuerza de frenado regenerativo objetivo. Si la determinación en el paso 270 da un resultado negativo, el proceso vuelve al paso 10. Si la determinación en el paso 270 da un resultado afirmativo, en el paso 290 se calculan un promedio Gbta de la deceleración Gbt objetivo final que corresponde a los últimos ciclos predeterminados, y un promedio Gbxa de la deceleración Gbx del vehículo real que corresponde a los últimos ciclos predeterminados, y en el paso 290 se calcula el coeficiente Kg de corrección para la fuerza de frenado por fricción objetivo de acuerdo con una ecuación (9) que se muestra a continuación.

$$Kg = Gbxa/Gbta \quad (9)$$

40 En la presente realización a modo de ejemplo, tal como se muestra en la Fig. 8, si se completa el proceso del paso 112 en la rutina para calcular y corregir la fuerza de frenado regenerativo objetivo, la fuerza Fgft de frenado regenerativo objetivo para las ruedas delanteras y la fuerza Fgrt de frenado regenerativo objetivo para las ruedas traseras se corrigen mediante una multiplicación de las mismas por Kg en el paso 114. A continuación, se llevan a cabo los procesos de los pasos 116 a 152 como en el caso de la primera realización a modo de ejemplo.

55 Por lo tanto, de acuerdo con la segunda realización a modo de ejemplo, el control básico de las fuerzas de frenado se lleva a cabo sustancialmente de la misma manera que en el caso de la primera realización a modo de ejemplo explicada anteriormente. Sin embargo, si el control de las fuerzas de frenado se lleva a cabo por primera vez o por N-ésima vez, la determinación en el paso 90 da un resultado afirmativo. Entonces, se llevan a cabo los procesos en los pasos 220 a 290, mostrados en la Fig. 5, y las fuerzas de frenado se controlan en el modo de frenado simple llevado a cabo mediante frenado por fricción. En este instante, se calculan un promedio Gbta de la deceleración Gbt objetivo final que corresponde a ciclos predeterminados y un promedio Gbxa de la deceleración Gbx del vehículo

real que corresponde a ciclos predeterminados, y el coeficiente K_g de corrección para las fuerzas F_{pft} , F_{prt} de frenado por fricción objetivo se calcula como una ratio de G_{bxa} entre G_{bta} . Las fuerzas F_{gft} , F_{gtr} de frenado regenerativo objetivo se corrigen mediante una multiplicación de las mismas por K_g en el paso 110, de manera más específica en el paso 114 de la Fig. 8.

5 Por lo tanto, incluso en una situación en la cual una fuerza de frenado por fricción realmente generada disminuye con respecto a una fuerza de frenado por fricción objetivo, por ejemplo debido a una disminución en el coeficiente de fricción de un elemento de fricción de un dispositivo de frenado por fricción, las fuerzas F_{gft} , F_{gtr} de frenado regenerativo objetivo se multiplican por K_g , por lo que se reducen las fuerzas de frenado regenerativo durante un cambio desde el modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple. Por lo tanto, puede controlarse la fuerza de frenado para la totalidad del vehículo con el fin de corresponder a una cantidad de operación de frenado llevada a cabo por el conductor independientemente del modo de control de las fuerzas de frenado. Incluso en el caso en el que el modo de control de fuerza de frenado cambia desde el modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple, puede evitarse que la fuerza de frenado para la totalidad del vehículo fluctúe, por lo que puede evitarse de manera fiable que un pasajero sienta una sensación de incongruencia.

10
15 Por ejemplo, la Fig. 16 es una gráfica que es similar a la Fig. 15 y que muestra el funcionamiento de una segunda realización a modo de ejemplo en el caso en el que el modo de frenado de las ruedas delanteras cambia desde el modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple llevado a cabo mediante frenado por fricción, comparado con la técnica relacionada.

20 Como en el caso de la Fig. 15, si se asume que el coeficiente μ_a de fricción de los elementos de fricción de los dispositivos de frenado por fricción para las ruedas delanteras y traseras ha caído en un 80% respecto a su valor μ_d de diseño, el coeficiente K_g de corrección tiene un valor igual a 0,8. Tal como se indica mediante una línea discontinua que alterna una raya larga y dos rayas cortas en el panel superior de la Fig. 16, la fuerza de frenado regenerativo objetivo para las ruedas delanteras tiene un valor de $8 \times 0,8 = 6,4$ en el modo de frenado cooperativo, y disminuye gradualmente hasta 0 durante un cambio al modo de frenado simple.

25 Por lo tanto, si se asume que la fuerza de frenado regenerativo real para las ruedas delanteras es igual a la fuerza de frenado regenerativo objetivo para las ruedas delanteras, la fuerza de frenado por fricción real para las ruedas delanteras tiene un valor de $6,4 + 1,6 = 8$ en el modo de frenado cooperativo y de $10 \times 0,8 = 8$ en el modo de frenado simple, tal como se indica mediante una línea continua delgada en el panel inferior de la Fig. 16. Como resultado de ello, la fuerza de frenado total para las ruedas delanteras tiene un valor igual a 8 (constante) independientemente del modo de frenado. Por lo tanto, la deceleración del vehículo también es constante e igual al 80% de una deceleración de referencia que corresponde a una cantidad de operación de frenado llevada a cabo por el conductor. Por lo tanto, incluso en el caso en el que el modo de frenado cambia desde el modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple, puede evitarse de manera fiable que la deceleración del vehículo fluctúe.

30
35 La Fig. 10 es un diagrama de flujo que muestra una rutina principal de un control de fuerza de frenado llevada a cabo por un aparato de control de frenado de acuerdo con una tercera realización a modo de ejemplo de la invención construida como un ejemplo de modificación de la primera realización a modo de ejemplo. La Fig. 11 es un diagrama de flujo que muestra una rutina para corregir las fuerzas F_{pft} , F_{prt} de frenado por fricción objetivo. Debe apreciarse en la Fig. 10 que los pasos que corresponden a los de la Fig. 2 se designan mediante los mismos números.

40 En la tercera realización a modo de ejemplo, los procesos en los pasos se llevan a cabo sustancialmente de la misma manera que en el caso de la primera realización a modo de ejemplo explicada anteriormente, excepto porque la fuerza F_{pft} de frenado por fricción objetivo para las ruedas delanteras o la fuerza F_{prt} de frenado por fricción objetivo para las ruedas traseras se corrige de acuerdo con una rutina mostrada en la Fig. 11 en el paso 200 que sigue al paso 190.

45 Tal como se muestra en la Fig. 11, en el paso 202 de la rutina para corregir las fuerzas de frenado por fricción objetivo, se determina si las ruedas delanteras están siendo controladas en el modo de frenado cooperativo, es decir, si las ruedas delanteras no están ni en el modo de frenado simple ni se está cambiando entre modos. Si la determinación en el paso 202 da un resultado afirmativo, el proceso pasa inmediatamente al paso 206. Si la determinación en el paso 202 da un resultado negativo, la fuerza F_{pft} de frenado por fricción objetivo para las ruedas delanteras se corrige mediante una multiplicación de las mismas por K_p en el paso 204.

50 De manera similar, en el paso 206 se determina si las ruedas traseras están siendo controladas en el modo de frenado cooperativo. Si la determinación en el paso 206 da un resultado afirmativo, el proceso pasa inmediatamente al paso 210. Si la determinación en el paso 206 da un resultado negativo, la fuerza F_{prt} de frenado por fricción objetivo para las ruedas traseras se corrige mediante una multiplicación de las mismas por K_p en el paso 208. El proceso continúa entonces en el paso 210.

55 Por lo tanto, de acuerdo con la tercera realización a modo de ejemplo, las fuerzas F_{pft} , F_{prt} de frenado por fricción objetivo se corrigen mediante una multiplicación de las mismas por K_p solamente si el modo de frenado es el modo

de frenado simple o bien si se está cambiando desde el modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple, por lo que se evita que la fuerza de frenado total durante un cambio del modo de frenado desde el modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple cambie de manera abrupta. Por lo tanto, puede evitarse que la deceleración del vehículo fluctúe cuando el modo de frenado cambia desde el modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple.

Por ejemplo, la Fig. 17 es una gráfica que es similar a la Fig. 15 y que muestra el funcionamiento de una tercera realización a modo de ejemplo en el caso en el que las ruedas delanteras cambian desde el modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple llevado a cabo mediante frenado por fricción, comparado con la técnica relacionada.

Como en el caso de las Figs. 15 y 16, si se asume que el coeficiente μ_a de fricción de los elementos de fricción de los dispositivos de frenado por fricción para las ruedas delanteras y traseras ha caído en un 80% respecto a su valor de diseño, el coeficiente K_p de corrección tiene un valor igual a 1,25. Tal como se indica mediante una línea discontinua que alterna una raya larga y dos rayas cortas en el panel intermedio de la Fig. 17, la fuerza de frenado por fricción objetivo para las ruedas delanteras se corrige mediante una multiplicación de las mismas por 1,25 después del instante t_1 de tiempo y tiene un valor igual a $10 \times 1,25 = 12,5$ en el modo de frenado simple. La fuerza de frenado por fricción objetivo para las ruedas delanteras aumenta gradualmente desde 2 hasta 12,5 durante un cambio desde el modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple.

Por lo tanto, si se asume que la fuerza de frenado regenerativo real para las ruedas delanteras es igual a la fuerza de frenado regenerativo objetivo, la fuerza de frenado por fricción real para las ruedas delanteras tiene un valor de $2 \times 0,8 = 1,6$ en el modo de frenado cooperativo y de $12,5 \times 0,8 = 10$ en el modo de frenado simple, tal como se indica mediante una línea continua delgada en el panel intermedio de la Fig. 17. La fuerza de frenado por fricción real para las ruedas delanteras aumenta gradualmente desde 1,6 hasta 10 durante un cambio desde el modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple, y a continuación se iguala a una fuerza de frenado por fricción objetivo, indicada mediante una línea continua gruesa en el panel intermedio de la Fig. 17. Como resultado de ello, la fuerza de frenado total de las ruedas delanteras solamente cambia desde un valor de $8 + 1,6 = 9,6$ hasta un valor de 10 durante un cambio desde el modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple. Es decir, la cantidad de cambio en la fuerza de frenado total para las ruedas delanteras puede reducirse sustancialmente en comparación con el caso de la técnica relacionada en el que el cambio se produce desde un valor de 9,6 hasta un valor de 8. Por lo tanto, puede evitarse de manera efectiva que la deceleración del vehículo fluctúe de manera abrupta cuando el modo de frenado cambia desde el modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple.

En las realizaciones a modo de ejemplo explicadas anteriormente, cuando el modo de control de frenado cambia desde el modo de frenado simple al modo de frenado cooperativo, el lapso de tiempo se invierte con respecto a los casos de las Figs. 15 a 17. Por consiguiente, todo lo dicho es válido excepto porque los cambios en las fuerzas de frenado se invierten con respecto a los casos de las Figs. 15 a 17. Por lo tanto, de acuerdo con las realizaciones a modo de ejemplo explicadas anteriormente, también puede evitarse de manera fiable que la deceleración del vehículo fluctúe incluso cuando el modo de control de frenado cambia desde el modo de frenado simple al modo de frenado cooperativo.

Los ejemplos anteriores describen casos en los que el coeficiente μ_a de fricción de los elementos de fricción de los dispositivos de frenado por fricción ha disminuido hasta ser más pequeño que su valor μ_d de diseño. Sin embargo, de acuerdo con las realizaciones a modo de ejemplo explicadas anteriormente, incluso cuando el coeficiente μ_a de fricción de los elementos de fricción es mayor que su valor μ_d de diseño, puede evitarse de manera fiable que la deceleración del vehículo cambie de manera abrupta cuando el modo de control de frenado cambia desde el modo de frenado simple al modo de frenado cooperativo. Debe apreciarse en este caso que el coeficiente K_p de corrección será menor que 1 y que el coeficiente K_g de corrección será, por el contrario, mayor que 1.

De acuerdo con las realizaciones a modo de ejemplo, las fuerzas de frenado para las ruedas se controlan en el modo de frenado simple cuando se lleva a cabo el control de frenado por primera vez o por N-ésima vez. El coeficiente K_p o K_g de corrección se calcula sobre la base de una deceleración del vehículo real y de una deceleración del vehículo de referencia basado en la cantidad de operación de frenado llevada a cabo por el conductor en ese instante. La fuerza de frenado por fricción objetivo se corrige mediante una multiplicación de la misma por K_p , o bien la fuerza de frenado regenerativo objetivo se corrige mediante una multiplicación de la misma por K_g . Por lo tanto, se evita que la deceleración del vehículo cambie de manera abrupta cuando el modo de frenado de las fuerzas de frenado cambia desde el modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple. Por lo tanto, las fuerzas de frenado para el vehículo pueden controlarse de manera más sencilla y más conveniente en comparación con un caso en el que la fuerza de frenado por fricción o la fuerza de frenado regenerativo se controla mediante realimentación cada vez sobre la base de una diferencia entre una deceleración del vehículo real y una deceleración del vehículo de referencia basado en la cantidad de operación de frenado llevada a cabo por el conductor. Por lo tanto, puede evitarse de manera sencilla y conveniente que la deceleración del vehículo cambie de manera abrupta cuando el modo de frenado de las fuerzas de frenado cambia desde el modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple.

De acuerdo con las realizaciones a modo de ejemplo, la ratio entre la suma de las fuerzas de frenado aplicadas por el dispositivo de frenado por fricción y el dispositivo de frenado regenerativo para las obras traseras, y la suma de las fuerzas de frenado aplicadas por los dispositivos de frenado por fricción y los dispositivos de frenado regenerativo para las ruedas delanteras y traseras se controla de tal manera que se iguala a una ratio K_f/K_r de distribución de fuerzas de frenado predeterminada entre las ruedas delanteras y traseras. Por lo tanto, la ratio de distribución de fuerzas de frenado entre las ruedas delanteras y traseras puede controlarse de manera fiable de manera que se iguale a la ratio de distribución de fuerzas de frenado predeterminada entre las ruedas delanteras y traseras independientemente de la ratio entre las fuerzas de frenado aplicadas por los dispositivos de frenado por fricción y las fuerzas de frenado aplicadas por los dispositivos de frenado regenerativo. Por lo tanto, resulta posible evitar de manera fiable una disminución en la estabilidad del vehículo o un cambio en las características del giro, provocados por el hecho de que la ratio de distribución de fuerzas de frenado entre las ruedas delanteras y traseras tiene un valor diferente al de la ratio de distribución predeterminada.

En las realizaciones a modo de ejemplo, la fuerza de frenado regenerativo y la fuerza de frenado por fricción para las ruedas delanteras están controladas de tal manera que se maximiza la fuerza de frenado aplicada por el dispositivo de frenado regenerativo para las ruedas delanteras, por lo que se consigue la fuerza F_{bft} de frenado objetivo para las ruedas delanteras. De manera similar, la fuerza de frenado regenerativo y la fuerza de frenado por fricción para las ruedas traseras se controlan de tal manera que se maximiza la fuerza de frenado aplicada por el dispositivo de frenado regenerativo para las ruedas traseras, por lo que se consigue la fuerza F_{brt} de frenado objetivo para las ruedas traseras. Por lo tanto, mientras que se consigue la ratio de distribución de fuerzas de frenado predeterminada entre las ruedas delanteras y traseras, pueden controlarse las fuerzas de frenado regenerativo y las fuerzas de frenado por fricción de tal manera que se maximiza la eficiencia de regeneración en la totalidad del vehículo.

En general, en un dispositivo de frenado regenerativo se imponen diversas restricciones, especialmente en un dispositivo de frenado regenerativo que utiliza un motor-generador construido en un motor híbrido. Por lo tanto, incluso si el dispositivo de frenado regenerativo se controla para una determinada fuerza de frenado regenerativo objetivo, la fuerza de frenado regenerativo real no se iguala a la fuerza de frenado regenerativo objetivo. Es decir, la fuerza de frenado regenerativo real se hace más pequeña que la fuerza de frenado regenerativo objetivo.

De acuerdo con las realizaciones a modo de ejemplo, el dispositivo 28 de control de motor controla al motor-generador 14 del dispositivo 30 de frenado regenerativo para las ruedas delanteras y al motor-generador 42 del dispositivo 40 de frenado regenerativo para las ruedas traseras, habiéndose definido la fuerza F_{gft} de frenado regenerativo objetivo para las ruedas delanteras como un límite superior y habiéndose definido la fuerza F_{grt} de frenado regenerativo objetivo para las ruedas traseras como un límite superior. Cada una de las fuerzas F_{gfa} , F_{gra} de frenado reales para las ruedas delanteras y traseras se calcula sobre la base de una tensión eléctrica y una corriente eléctrica generadas por el motor-generador respondiente. La fuerza F_{pft} de frenado por fricción objetivo para las ruedas delanteras y la fuerza F_{prt} de frenado por fricción objetivo para las ruedas traseras se calculan restando las fuerzas F_{gfa} , F_{gra} de frenado regenerativo reales de las fuerzas F_{bft} , F_{brt} de frenado objetivo, respectivamente. Por lo tanto, en comparación con el caso en el que la fuerza F_{pft} de frenado por fricción objetivo para las ruedas delanteras y la fuerza F_{prt} de frenado por fricción objetivo para las ruedas traseras se calculan restando las fuerzas F_{gft} , F_{grt} de frenado regenerativo objetivo de las fuerzas F_{bft} , F_{brt} de frenado objetivo, respectivamente, las fuerzas de frenado por fricción para las ruedas delanteras y traseras pueden controlarse de tal manera que la fuerza de frenado para la totalidad del vehículo corresponda con mayor precisión con un requerimiento de cantidad de frenado realizado por el conductor.

Aunque los aparatos y los métodos de la invención se han descrito más arriba en detalle en relación con las realizaciones específicas de la misma, resultará obvio para aquellas personas expertas en la técnica que la invención no está limitada a las realizaciones a modo de ejemplo explicadas anteriormente y que son posibles otras realizaciones en el seno del alcance de la invención.

Por ejemplo, el grado de la deceleración del vehículo de referencia y el grado de la deceleración del vehículo real son la deceleración G_{bt} del vehículo de referencia y la deceleración G_{bx} del vehículo real, respectivamente, en las realizaciones explicadas anteriormente. Sin embargo, se contempla que el grado de deceleración del vehículo de referencia y el grado de deceleración del vehículo real tengan valores arbitrarios que indican un grado de deceleración del vehículo tal como una cantidad de cambio en la velocidad del vehículo por un período de tiempo predeterminado.

En las realizaciones a modo de ejemplo explicadas anteriormente, la fuerza de frenado por fricción objetivo o la fuerza de frenado regenerativo objetivo se corrigen mediante una multiplicación de las mismas por K_p o K_g . Sin embargo, también se contempla que tanto la fuerza de frenado por fricción objetivo como la fuerza de frenado regenerativo objetivo se corrijan sobre la base de un coeficiente de corrección que corresponde a los coeficientes K_p y K_g de corrección.

En las realizaciones a modo de ejemplo explicadas anteriormente, incluso si el coeficiente de fricción de los elementos de fricción de los dispositivos de frenado por fricción fluctúa en gran medida, el conductor no es avisado. Sin embargo, si el coeficiente K_p de corrección es mayor que un valor de referencia predeterminado o si el

coeficiente Kg de corrección es menor que un valor de referencia predeterminado, también se contempla que el conductor sea avisado en unas circunstancias en las que el coeficiente de fricción de los elementos de fricción fluctúa en gran medida.

5 En las realizaciones a modo de ejemplo explicadas anteriormente, el aparato de control de fuerza de frenado es un aparato de control de fuerza de frenado operado hidráulicamente en el que cada una de las fuerzas de frenado es aumentada o reducida mediante un incremento o decremento de una presión de cilindro de rueda correspondiente. Sin embargo, el aparato de control de fuerza de frenado de acuerdo con la invención también puede diseñarse como un aparato de control de fuerza de frenado operado eléctricamente que posee un dispositivo de presión eléctrico tal como un motor para presionar un elemento de fricción tal como una zapata de freno contra un elemento giratorio tal como un rotor de freno situado en cada una de las ruedas.

10 En las realizaciones a modo de ejemplo explicadas anteriormente, la fuerza de frenado regenerativo objetivo y la fuerza de frenado regenerativo real se transmiten entre el dispositivo 28 de control de motor y el dispositivo 52 de control de frenado. Sin embargo, también se contempla que el par de frenado regenerativo objetivo se calcule sobre la base de la fuerza de frenado regenerativo objetivo, que una señal que indica el par de frenado regenerativo objetivo se transmita desde el dispositivo 52 de control de frenado al dispositivo 28 de control de motor, que el frenado regenerativo se controle por el dispositivo 28 de control de motor habiéndose definido el par de frenado regenerativo objetivo como un límite superior, que una señal que indica el par de frenado regenerativo real se transmita desde el dispositivo 28 de control de motor al dispositivo 52 de control de frenado, y que la fuerza de frenado regenerativo real se calcule sobre la base del par de frenado regenerativo real.

15 20 En las realizaciones a modo de ejemplo explicadas anteriormente, la deceleración Gbt del vehículo objetivo se calcula sobre la base del recorrido Sp de depresión del pedal 32 de freno y de la presión Pm del cilindro maestro, y la fuerza Fbft de frenado objetivo para las ruedas delanteras y la fuerza Fbrt de frenado objetivo para las ruedas traseras se calculan sobre la base de una deceleración objetivo. Sin embargo, también se contempla que las fuerzas de frenado objetivo para las ruedas delanteras y traseras se calcule sobre la base del recorrido Sp de depresión o de la presión Pm del cilindro maestro.

25 En las realizaciones a modo de ejemplo explicadas anteriormente, el medio de accionamiento para accionar el vehículo es el motor 10 híbrido que incluye un motor 12 de gasolina y un motor-generador 14, que funciona como un generador para el frenado regenerativo. Sin embargo, el motor de combustión interna instalado en el motor híbrido también puede ser un motor de combustión interna de otro tipo tal como un motor diésel. Más aun, también se contempla que el medio de accionamiento para accionar el vehículo sea un motor de combustión interna de un tipo normal y que el generador para el frenado regenerativo esté separado del motor de combustión interna.

30 35 En las realizaciones a modo de ejemplo explicadas anteriormente, el vehículo es un vehículo de tracción delantera. Sin embargo, el vehículo al que se aplique la invención también podría ser un vehículo de tracción trasera o un vehículo de tracción en las cuatro ruedas. Más aun, el motor-generador 40 para las ruedas traseras funciona solamente como un generador para el frenado regenerativo. Sin embargo, también se contempla, por ejemplo, que el motor-generador 40 para las ruedas traseras funcione como una fuente de accionamiento auxiliar para accionar las ruedas traseras en caso de necesidad.

40 En las realizaciones a modo de ejemplo, el dispositivo 28 de control de motor y el dispositivo 52 de control de frenado pueden implementarse como un computador de propósito general programado. Se apreciará por parte de aquellas personas expertas en la técnica que el dispositivo de control de motor y el dispositivo de control de frenado también pueden implementarse utilizando un único circuito integrado de propósito especial (por ejemplo, un ASIC) que tenga una sección de proceso central o principal para secciones globales, de control de nivel de sistema, y separadas, dedicado a llevar a cabo diversos cálculos, funciones u otros procesos específicos diferentes, bajo el control de la sección de procesador central. Los dispositivos de control también pueden estar constituidos por una pluralidad de otros circuitos electrónicos o dispositivos separados dedicados o integrados de manera programable (por ejemplo, circuitos lógicos o circuitos electrónicos cableados tales como circuitos basados en elementos discretos, o dispositivos lógicos programables tales como PLDs, PLAs, PALs o dispositivos similares). Los dispositivos de control pueden implementarse utilizando un computador de propósito general programado como, por ejemplo, un microprocesador, un microcontrolador u otro dispositivo procesador (CPU o MPU), bien en solitario o bien en combinación con uno o más periféricos (por ejemplo, un circuito integrado) como dispositivos de procesamiento de datos y de señal. En general, puede utilizarse como dispositivo de control cualquier dispositivo o sistema de dispositivos sobre los que una máquina de estados finitos sea capaz de implementar los procedimientos descritos en la presente memoria. Puede utilizarse una arquitectura de procesamiento distribuida para una máxima capacidad y velocidad de procesamiento de datos y/o señales.

50 55 Aunque la invención se ha descrito haciendo referencia a realizaciones a modo de ejemplo de la misma, debe comprenderse que la invención no está limitada a las realizaciones o construcciones a modo de ejemplo. Por el contrario, se pretende que la invención cubra diversas modificaciones y sistemas equivalentes. Adicionalmente, mientras que los diversos elementos de las realizaciones a modo de ejemplo se muestran en diversas combinaciones y configuraciones, que se ofrecen a modo de ejemplo, también son posibles otras combinaciones y

configuraciones en el seno del alcance de la invención, incluyendo más elementos, menos elementos, o un único elemento.

5 En un aparato de control de frenado de un vehículo, se calculan una fuerza de frenado regenerativo objetivo y una fuerza de frenado por fricción objetivo sobre la base de una deceleración G_{bt} del vehículo de referencia basado en una cantidad de operación de frenado llevada a cabo por un conductor. Las fuerzas de frenado se controlan usualmente en un modo de frenado cooperativo llevado a cabo mediante frenado regenerativo y frenado por fricción (S100 a S210). Las fuerzas de frenado para las ruedas se controlan en un modo de frenado simple, llevado a cabo mediante frenado por fricción, cuando se lleva a cabo un control de frenado por primera vez o por última vez en un número predeterminado de veces, y se calcula un coeficiente (K_p) de corrección como una ratio entre una deceleración (G_{bt}) del vehículo de referencia y una deceleración (G_{bx}) de un vehículo real durante el control de frenado (S90, S220 a S280). La fuerza de frenado por fricción objetivo se corrige mediante una multiplicación de las mismas por K_p (S190). Por lo tanto, se evita que una fuerza de frenado total para el vehículo fluctúe cuando el modo de control de fuerza de frenado cambia desde el modo de frenado cooperativo al modo de frenado simple. Por lo tanto, se evita que la deceleración del vehículo cambie de manera abrupta (S110 a S210).

15

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Un aparato (52) de control de frenado de un vehículo que lleva a cabo frenado por fricción, mediante un dispositivo (44) de frenado por fricción, y frenado regenerativo, mediante un dispositivo de frenado regenerativo, y que cambia entre un modo de frenado cooperativo, llevado a cabo mediante el frenado por fricción y el frenado regenerativo, y un modo de frenado simple, llevado a cabo solamente mediante el frenado por fricción, que comprende:
- 10 un medio (52) de cálculo para calcular un coeficiente (K_p) de corrección para una cantidad de control de frenado por fricción sobre la base de un grado real de deceleración del vehículo y un grado de referencia de deceleración del vehículo basado en una cantidad de operación de frenado llevada a cabo por un conductor durante el frenado en el modo de frenado simple; y
- un medio (52) de corrección para corregir la cantidad de control de frenado por fricción sobre la base del coeficiente (K_p) de corrección, caracterizado por que
- el coeficiente (K_p) de corrección para la cantidad de control de frenado por fricción es una ratio entre el grado de referencia de deceleración del vehículo y el grado real de deceleración del vehículo.
- 15 2.- Un aparato (52) de control de frenado de un vehículo que lleva a cabo frenado por fricción, mediante un dispositivo (44) de frenado por fricción, y frenado regenerativo, mediante un dispositivo de frenado regenerativo, y que cambia entre un modo de frenado cooperativo, llevado a cabo por el frenado por fricción y por el frenado regenerativo, y un modo de frenado simple, llevado a cabo solamente mediante el frenado por fricción, caracterizado por que comprende:
- 20 un medio (52) de cálculo para calcular un coeficiente (K_g) de corrección para una cantidad de control de frenado regenerativo sobre la base de un grado real de deceleración del vehículo y un grado de referencia de deceleración del vehículo basado en una cantidad de operación de frenado llevada a cabo por un conductor durante el frenado en el modo de frenado simple; y
- un medio (52) de corrección para corregir la cantidad de control de frenado regenerativo sobre la base del coeficiente (K_g) de corrección durante un cambio entre el modo de frenado cooperativo y el modo de frenado simple, y durante el modo de frenado cooperativo, caracterizado por que
- 25 el coeficiente (K_g) de corrección para la cantidad de control de frenado regenerativo es una ratio entre el grado real de deceleración del vehículo y el grado de referencia de deceleración del vehículo.
- 3.- Un aparato de control de frenado de un vehículo según la reivindicación 1, caracterizado por que
- 30 el medio (52) de corrección para corregir la cantidad de control de frenado por fricción corrige la cantidad de control de frenado por fricción sobre la base del coeficiente (K_p) de corrección durante un cambio entre el modo de frenado cooperativo y el modo de frenado simple, y durante el modo de frenado simple.
- 4.- El aparato de control de frenado de un vehículo según la reivindicación 3, caracterizado por que
- 35 el medio (52) de corrección para corregir la cantidad de control de frenado por fricción corrige la cantidad de control de frenado por fricción sobre la base del coeficiente (K_p) de corrección cuando no está en el modo de frenado cooperativo durante un control de frenado.
- 5.- El aparato de control de frenado de un vehículo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que
- 40 el grado de referencia de deceleración del vehículo es una deceleración (G_{bt}) del vehículo objetivo calculado sobre la base de una cantidad de operación de frenado llevada a cabo por el conductor, y
- el grado real de deceleración del vehículo es una deceleración (G_{bx}) real del vehículo.
- 6.- El aparato de control de frenado de un vehículo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que
- 45 el medio (52) de cálculo para calcular el coeficiente (K_p , K_g) de corrección lleva a cabo un control de frenado en el modo de frenado simple al menos al inicio del control de frenado y calcula un coeficiente (K_p) de corrección para la cantidad de control de frenado por fricción sobre la base de un grado real de deceleración del vehículo y un grado de referencia de deceleración del vehículo basado en una cantidad de operación de frenado llevada a cabo por el conductor durante el control de frenado.
- 50 7.- Un método de control de frenado para un aparato (52) de control de frenado de un vehículo que lleva a cabo frenado por fricción, mediante un dispositivo (44) de frenado por fricción, y frenado regenerativo, mediante un

dispositivo de frenado regenerativo, y que cambia entre un modo de frenado cooperativo, llevado a cabo mediante el frenado por fricción y el frenado regenerativo, y un modo de frenado simple, llevado a cabo solamente mediante el frenado por fricción, que comprende los pasos de:

5 calcular un coeficiente (K_p) de corrección para una cantidad de control de frenado por fricción sobre la base de un grado real de deceleración del vehículo y un grado de referencia de deceleración del vehículo basado en una cantidad de operación de frenado llevado a cabo por un conductor durante el frenado en el modo de frenado simple; y

corregir la cantidad de control de frenado por fricción sobre la base del coeficiente (K_p) de corrección, caracterizado por que

10 el coeficiente (K_p) de corrección para la cantidad de control de frenado por fricción es una ratio entre el grado de referencia de deceleración del vehículo y el grado real de deceleración del vehículo.

8.- Un método de control de frenado para un aparato (52) de control de frenado de un vehículo que lleva a cabo frenado por fricción, mediante un dispositivo (44) de frenado por fricción, y frenado regenerativo, mediante un dispositivo de frenado regenerativo, y que cambia entre un modo de frenado cooperativo, llevado a cabo mediante el frenado por fricción y el frenado regenerativo, y un modo de frenado simple, llevado a cabo solamente mediante el frenado por fricción, que comprende los pasos de:

15 calcular un coeficiente (K_g) de corrección para una cantidad de control de frenado regenerativo sobre la base de un grado real de deceleración del vehículo y un grado de referencia de deceleración del vehículo basado en una cantidad de operación de frenado llevada a cabo por un conductor durante el frenado en el modo de frenado simple; y

20 corregir la cantidad de control de frenado regenerativo sobre la base del coeficiente (K_g) de corrección, durante un cambio entre el modo de frenado cooperativo y el modo de frenado simple, y durante el modo de frenado cooperativo, caracterizado por que

25 el coeficiente (K_g) de corrección para la cantidad de control de frenado regenerativo es una ratio entre el grado real de deceleración del vehículo y el grado de referencia de deceleración del vehículo.

9.- El método de control de frenado según la reivindicación 7, caracterizado por que

la cantidad de control de frenado por fricción se corrige mediante el coeficiente (K_p) cuando el vehículo no está en el modo de frenado cooperativo durante el control de frenado.

10.- El método de control de frenado según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizado por que

30 el grado de referencia de deceleración del vehículo es una deceleración (G_{bt}) del vehículo objetivo sobre la base de una cantidad de operación de frenado llevada a cabo por el conductor, y

el grado real de deceleración del vehículo es una deceleración (G_{bx}) del vehículo real.

FIG. 1

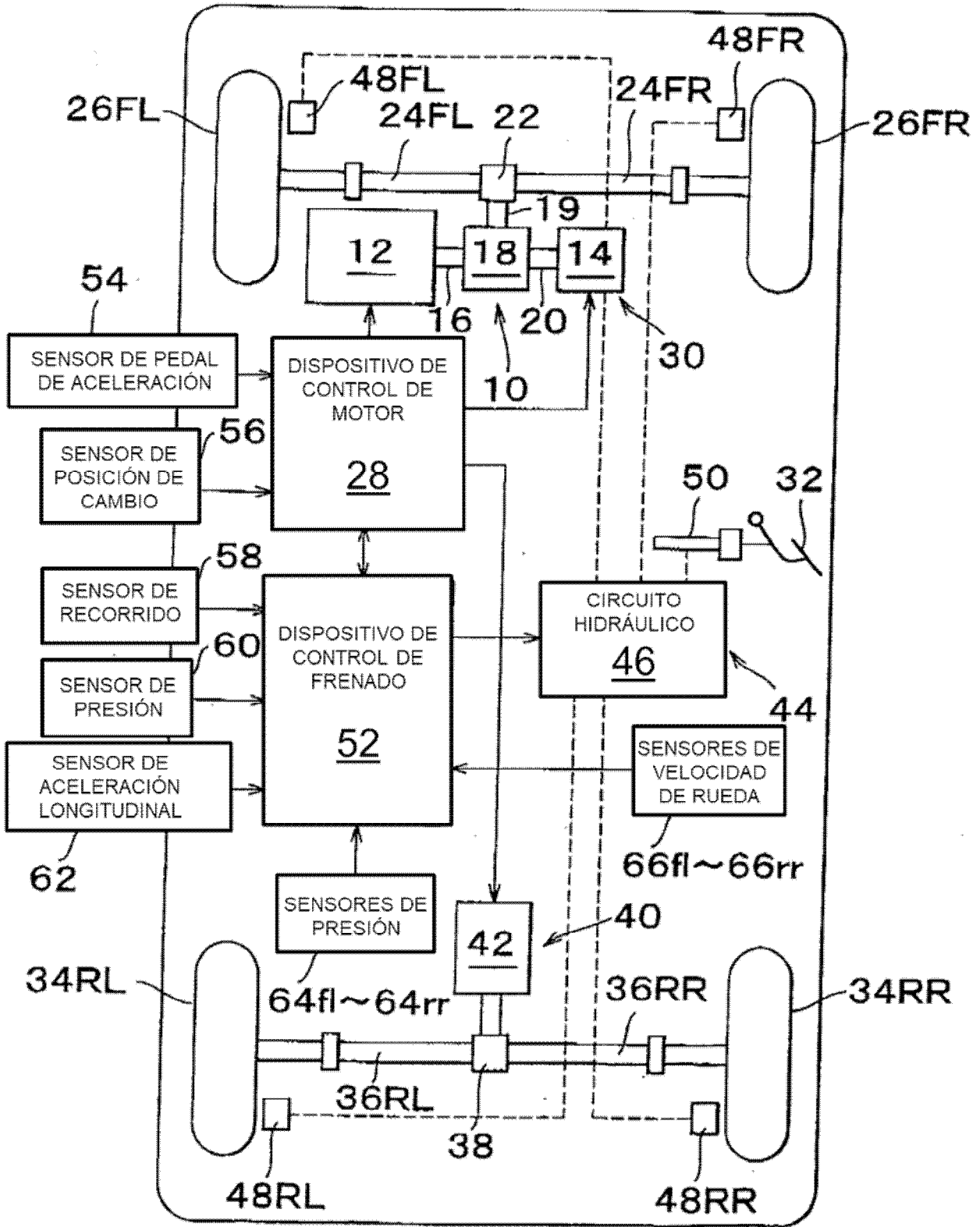


FIG. 2

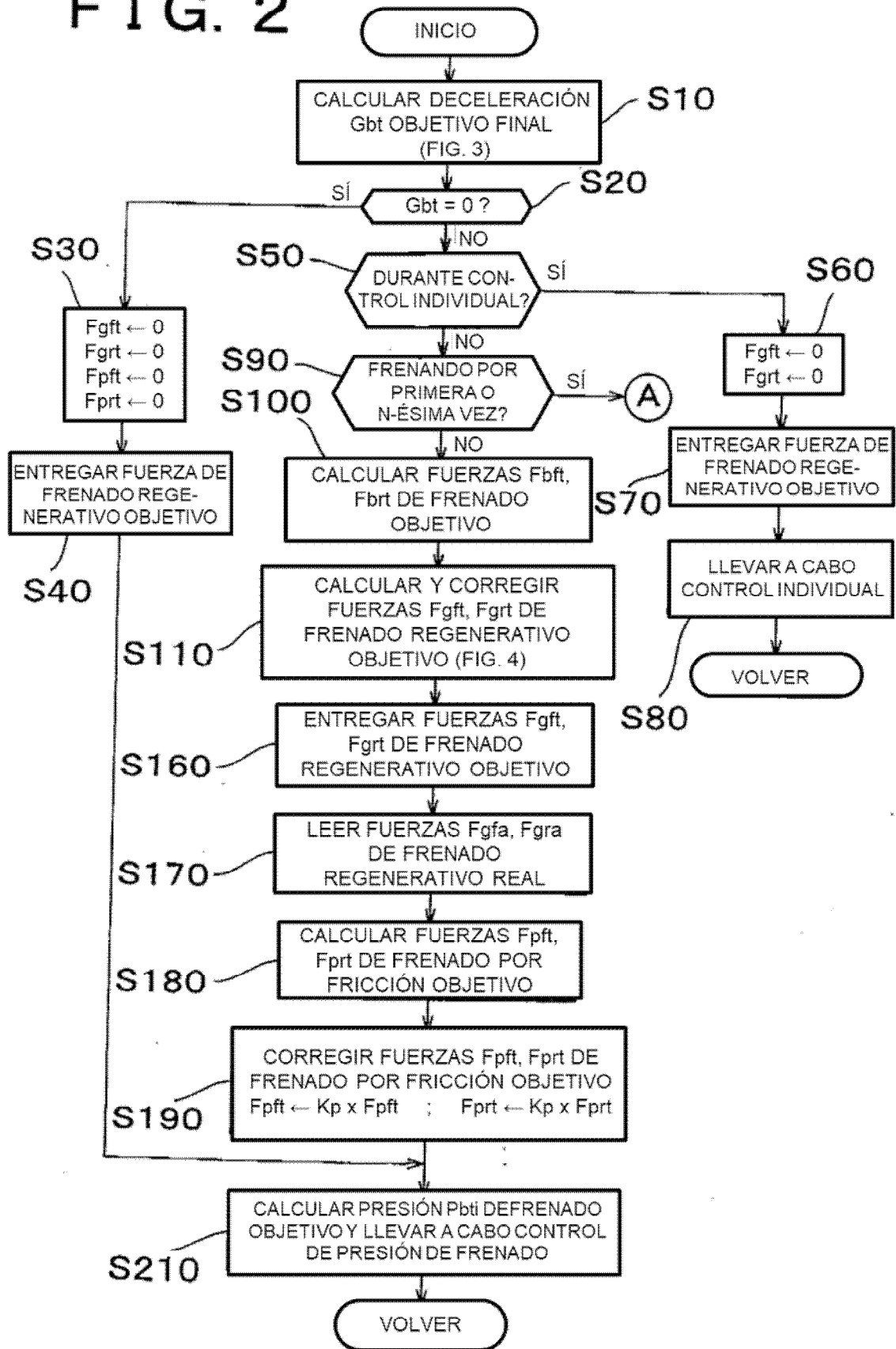


FIG. 3

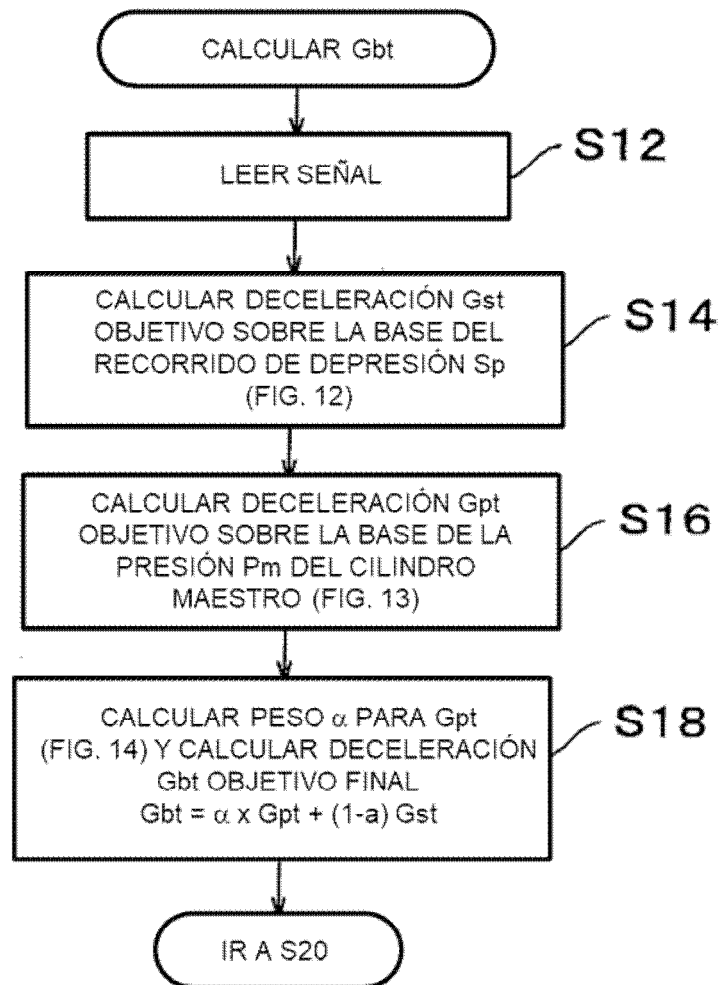


FIG. 4

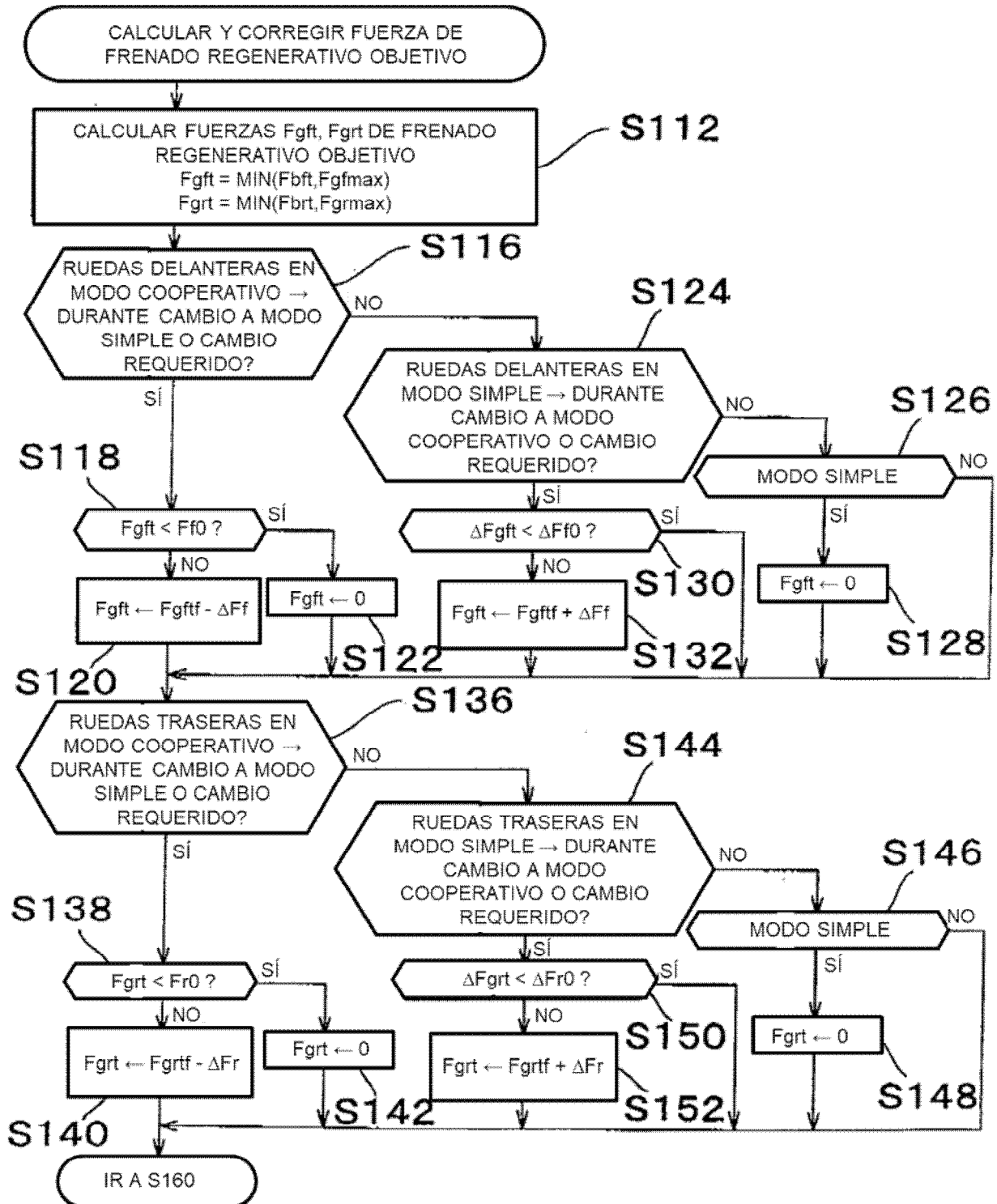


FIG. 5

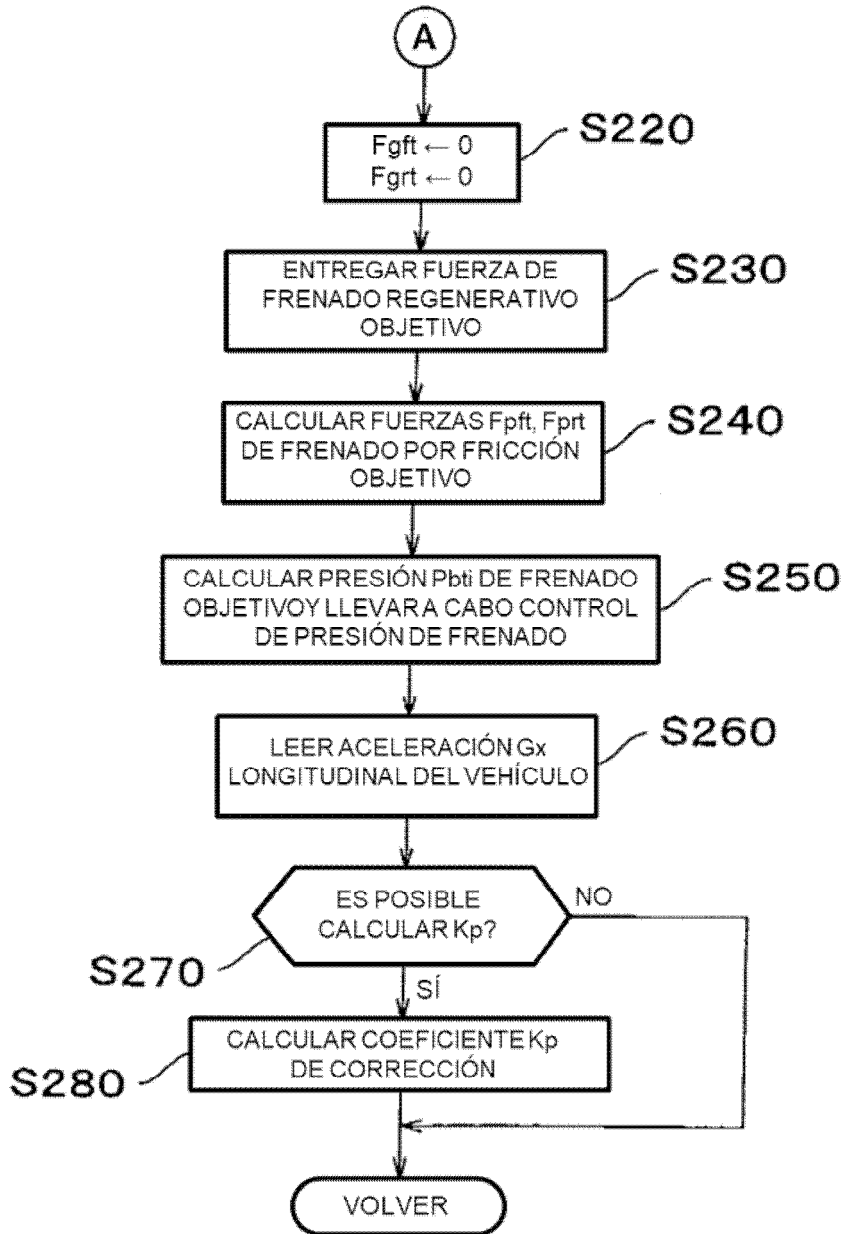


FIG. 6

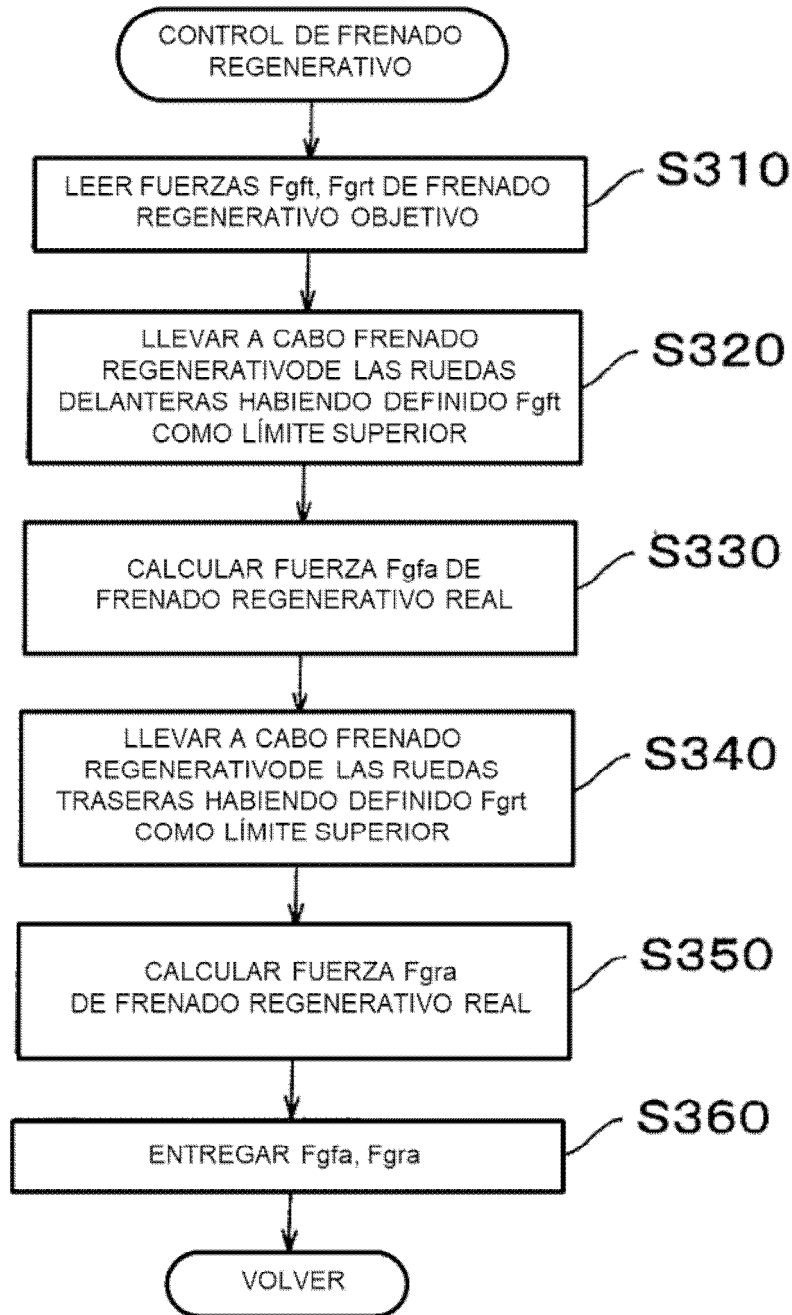


FIG. 7

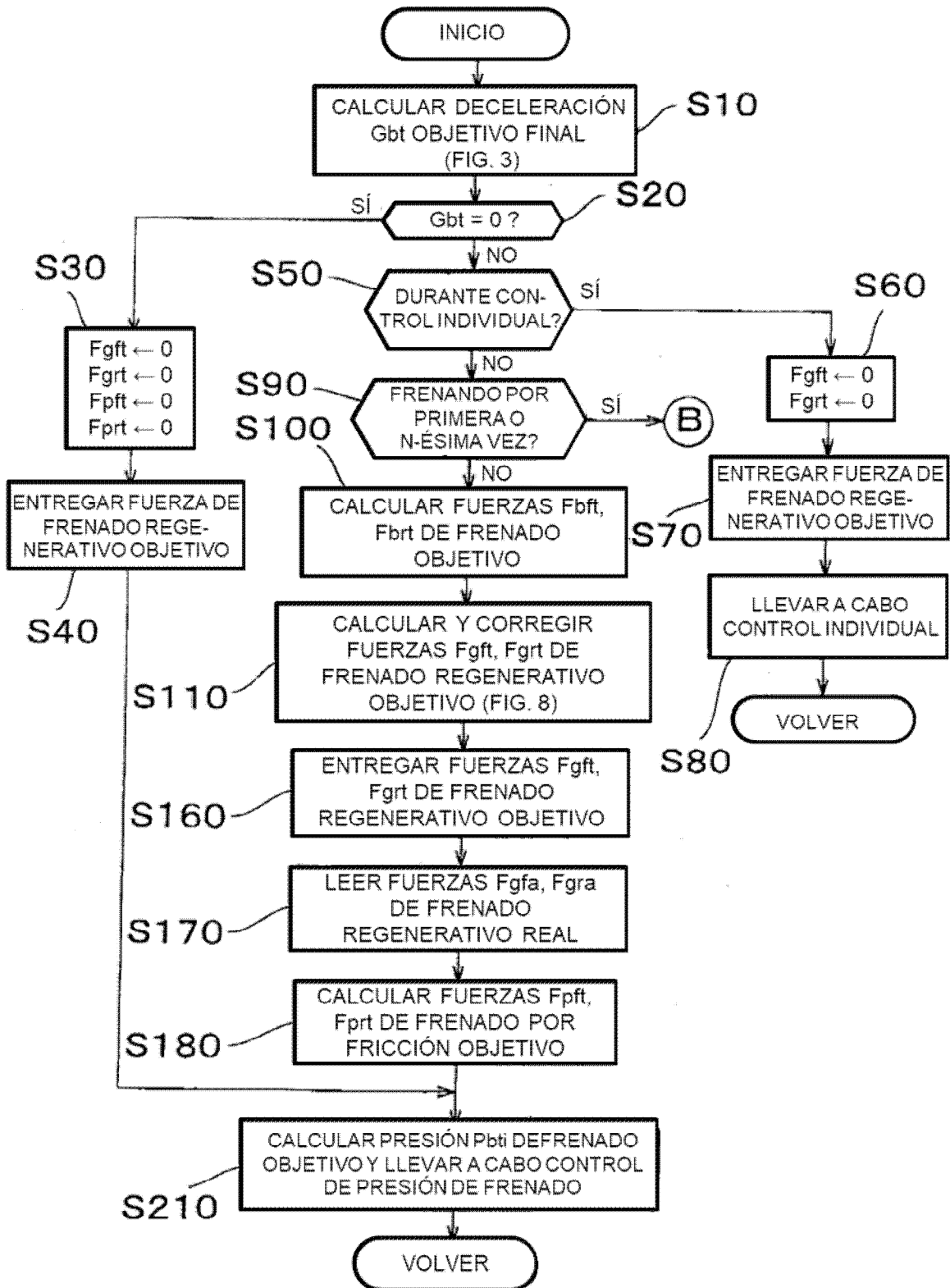


FIG. 8

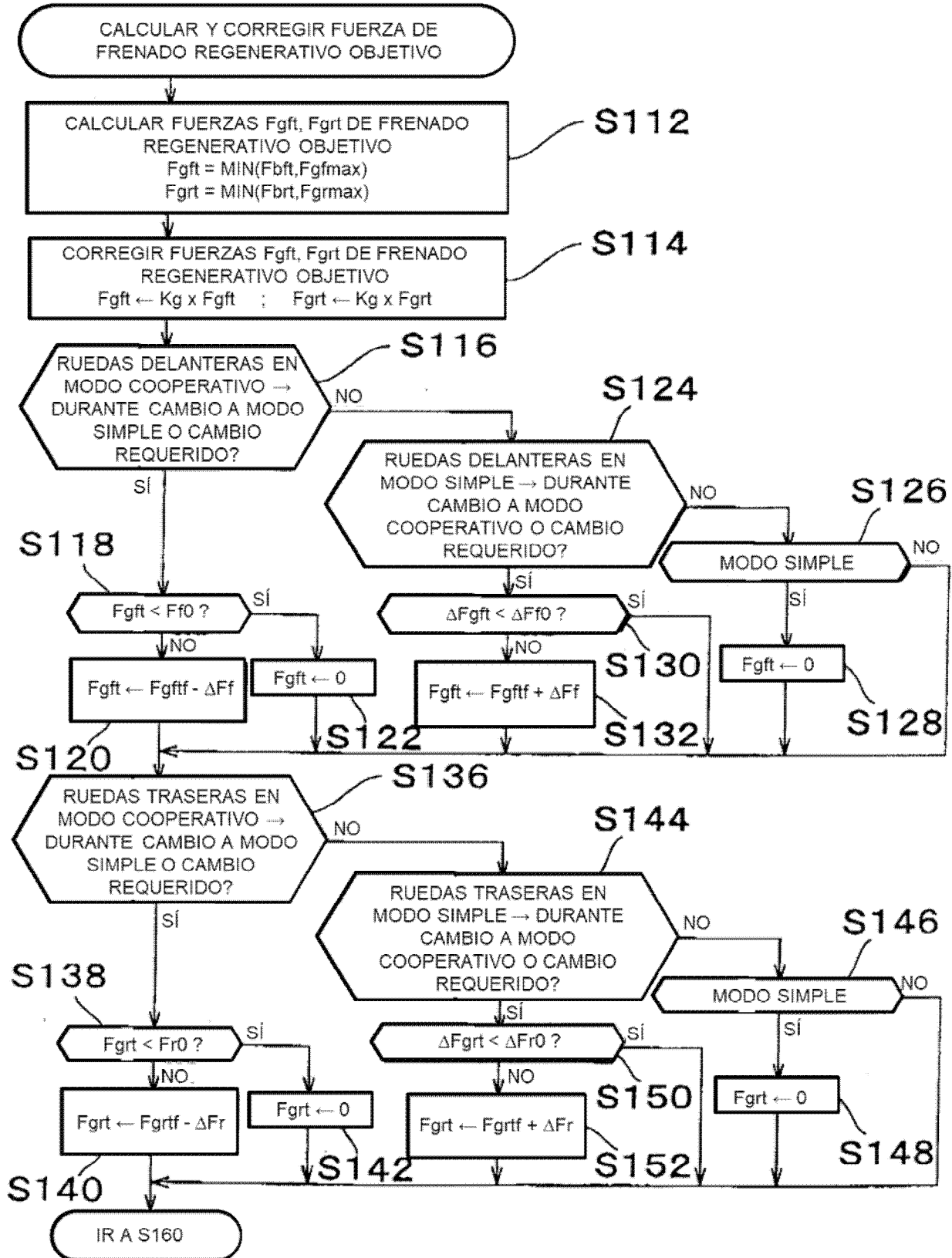


FIG. 9

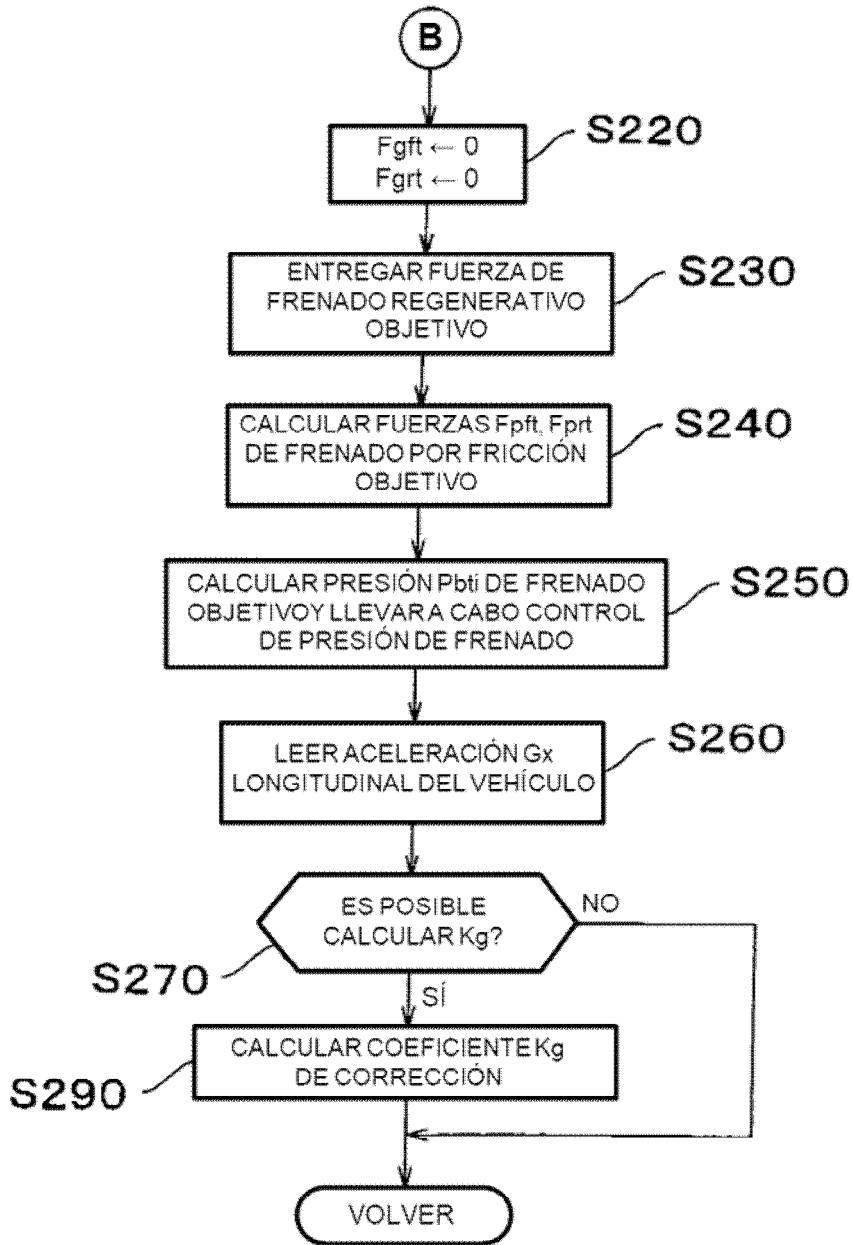


FIG. 10

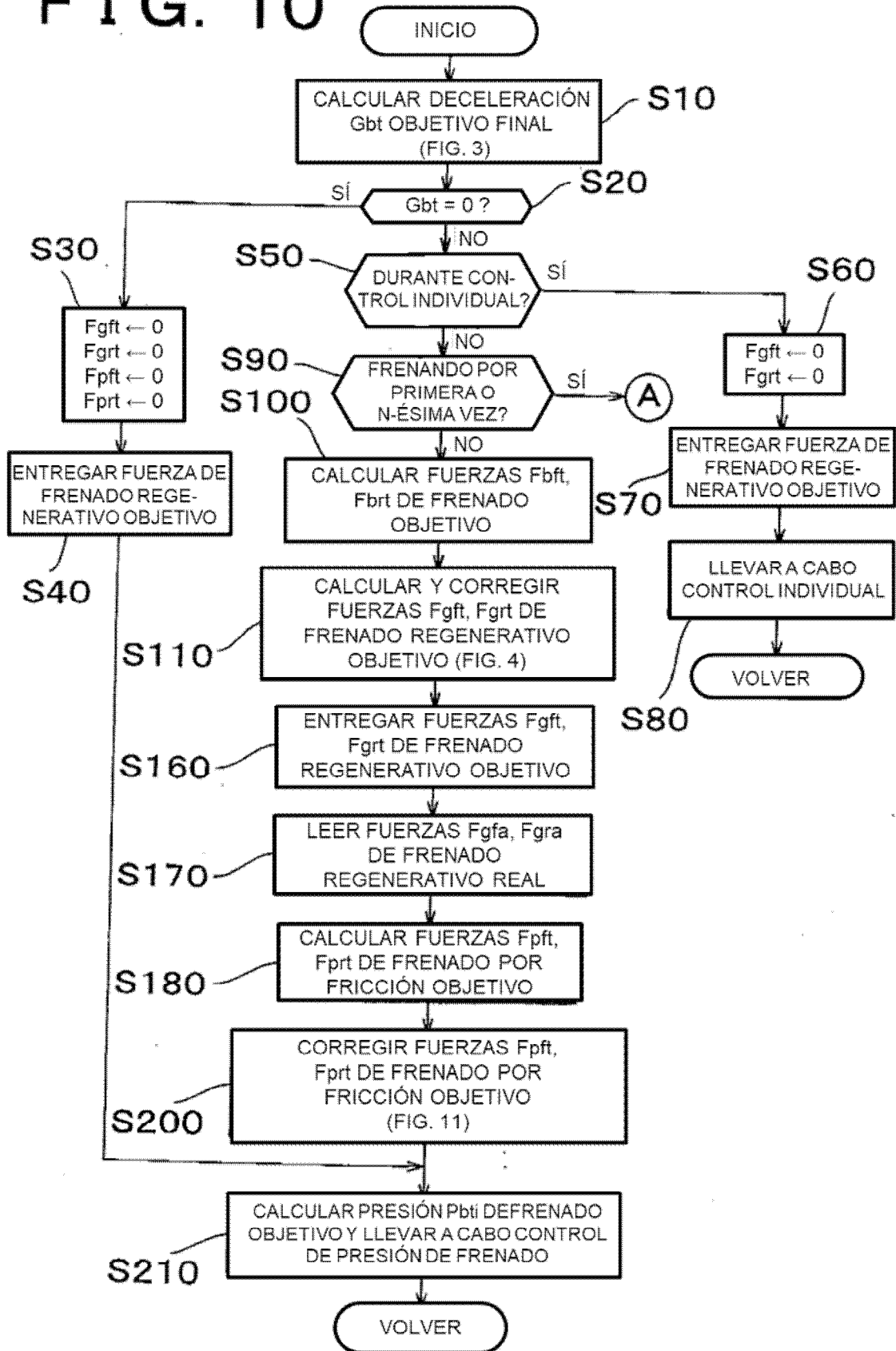


FIG. 11

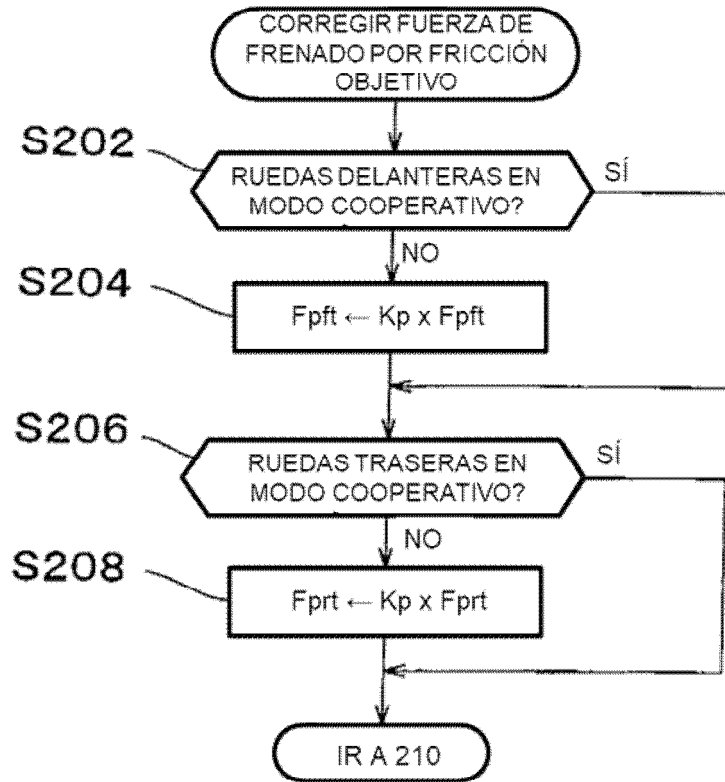


FIG. 12



FIG. 13

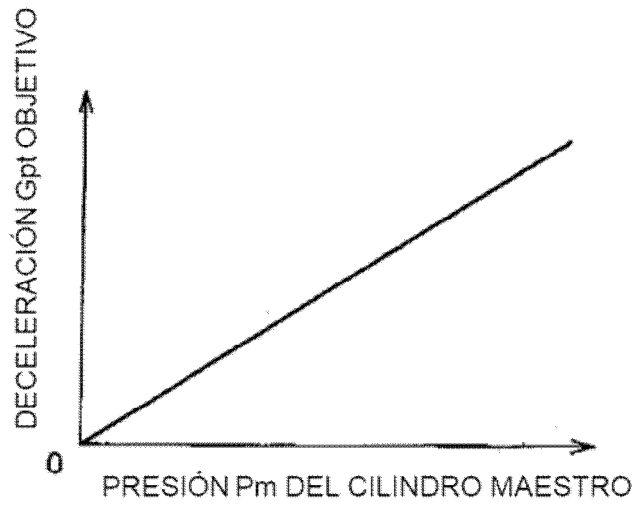


FIG. 14

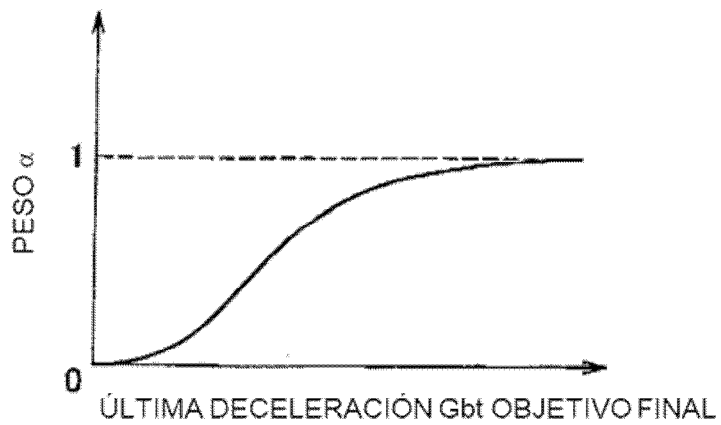


FIG. 15

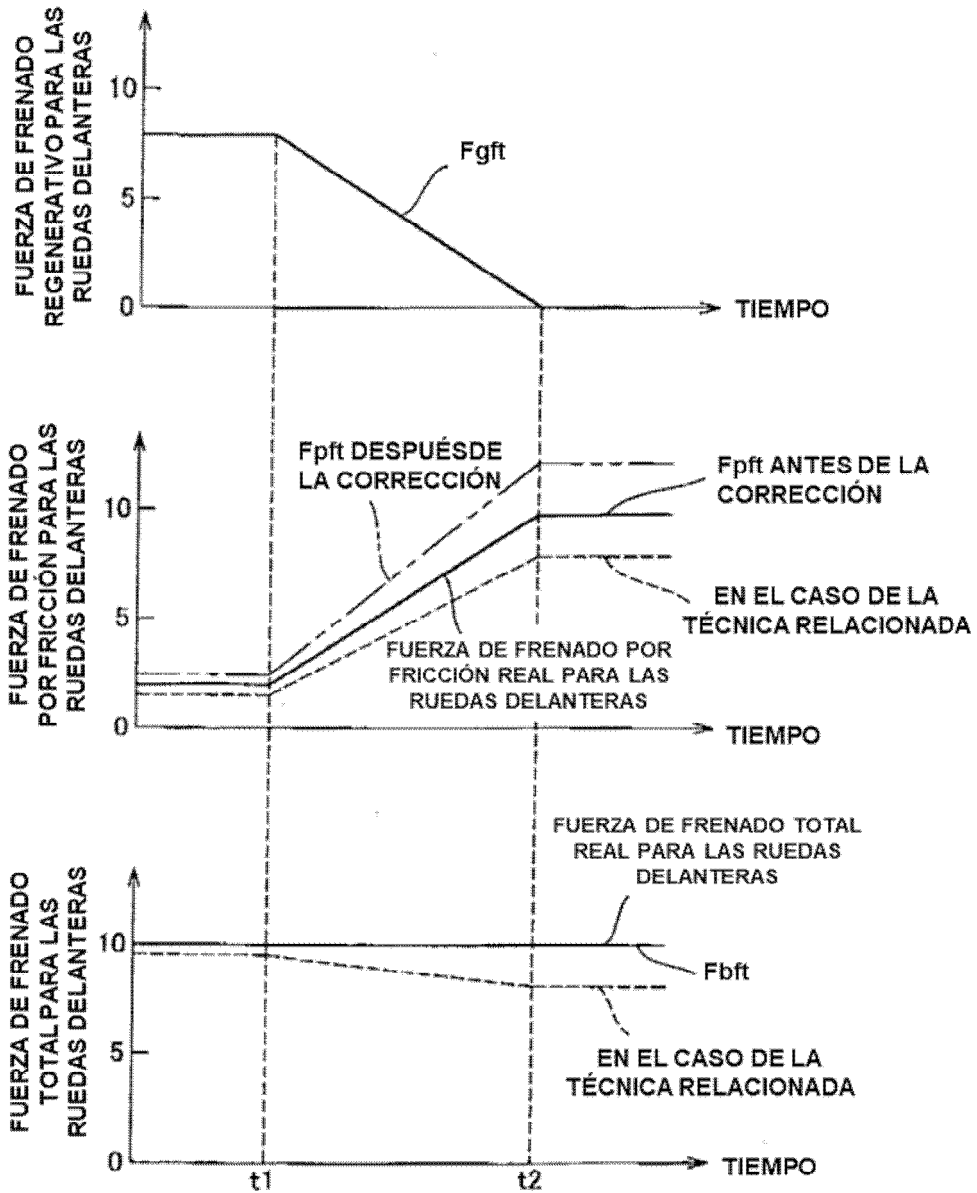


FIG. 16

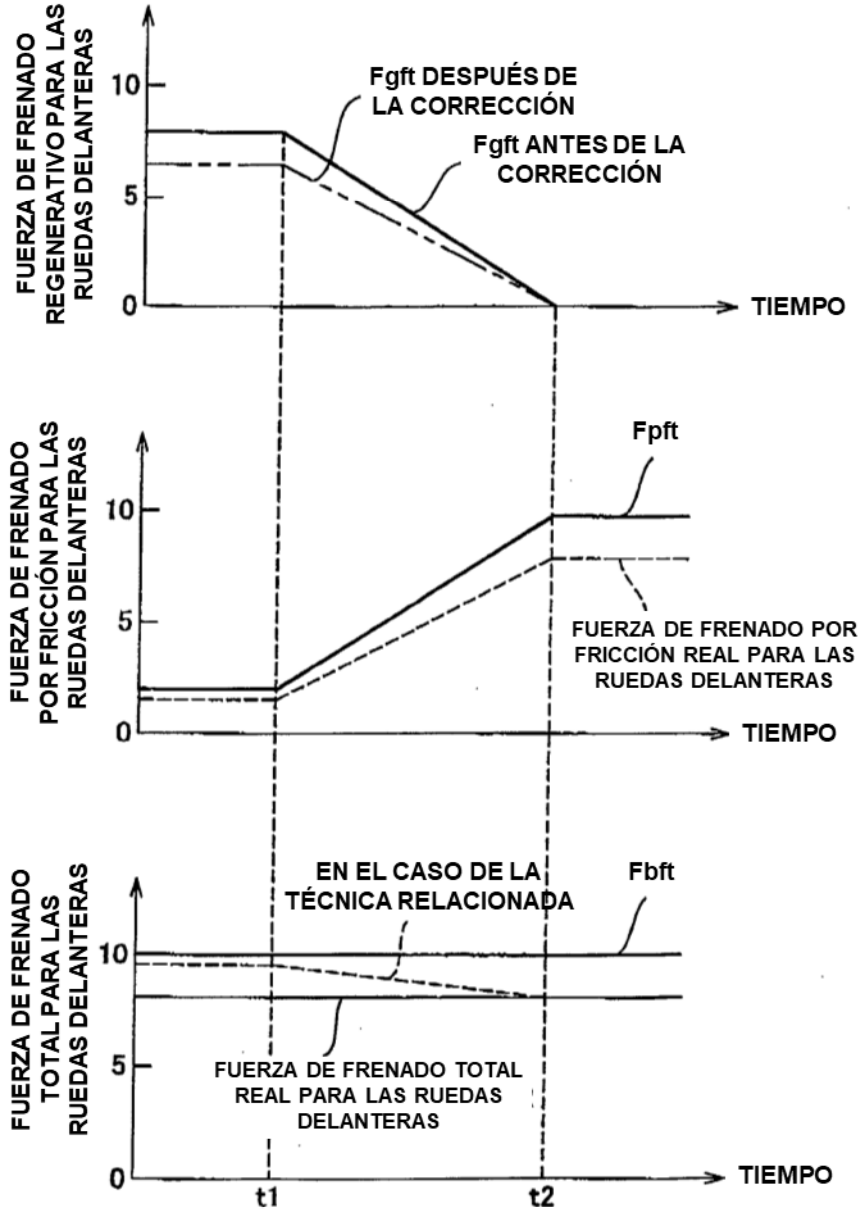


FIG. 17

