

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 401 093**

51 Int. Cl.:

B60L 7/24 (2006.01)

B60T 8/17 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.09.2005 E 05783284 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2013 EP 1925490**

54 Título: **Aparato de control de frenado y método de control de frenado para vehículo eléctrico**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.04.2013

73 Titular/es:

**MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA (100.0%)
7-3, MARUNOUCHI 2-CHOME CHIYODA-KU
TOKYO 100-8310, JP**

72 Inventor/es:

NEGORO, HIDETO

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 401 093 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 y método de control de frenado para vehículo eléctrico.

Campo de la técnica

5 Esta invención se refiere a un aparato de control de frenado y a un método de control de frenado para un vehículo eléctrico que usa un freno eléctrico basado en un motor eléctrico en combinación con un freno mecánico tal como un freno neumático.

Antecedentes de la técnica

10 En un vehículo eléctrico que utiliza un freno eléctrico basado en un motor eléctrico en combinación con un freno mecánico tal como un freno neumático, se utiliza generalmente un sistema de frenado en el que el freno eléctrico se utiliza preferentemente cuando se frena y la fuerza de frenado eléctrico insuficiente para realizar la fuerza de frenado de todo el vehículo se complementa mediante el frenado mecánico.

15 Sin embargo, el freno eléctrico basado en el motor eléctrico y el freno mecánico del tipo de un freno neumático difieren en la velocidad de respuestas a una orden de frenado. Por lo tanto, en particular cuando se inicia el frenado, con el fin de no disminuir la comodidad de la conducción, se aplica virtualmente la fuerza de frenado eléctrico y se restringe la acción del freno mecánico para impedir excesivas fuerzas de frenado. Así, el frenado se inicia suavemente. (Véase, por ejemplo, la Referencia de Patente 1.)

Referencia de Patente 1: JP-A-6-253 407 (Fig. 1)

El documento DE 198 10 656 se considera que es la técnica anterior más próxima y se refiere a un aparato de control de frenado según el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 3.

20 Los documentos JP 2002-325 306 A y JP 2005-033 902 A también describen aparatos de control de frenado.

Descripción de la invención

Problemas que la invención va a resolver

25 Sin embargo, en los aparatos de control de frenado convencionales para un vehículo eléctrico, la salida de la fuerza de frenado virtual en el momento del comienzo del frenado no sale según la fuerza de frenado eléctrico real, esto es, según la fuerza de frenado regenerativa. Por lo tanto, en el caso en el que no hay carga regenerativa, se da un tiempo muerto desde el inicio del frenado al inicio del frenado real. Hay un problema de que, a pesar de que el conductor está operando el freno en el vehículo eléctrico, se da un tiempo de marcha en vacío, durante el cual el frenado del vehículo no funciona.

30 Esta invención se hace con el fin de solucionar el problema que se ha descrito anteriormente. Es un objetivo de esta invención proporcionar un aparato de control de frenado y un método de control de frenado para un vehículo eléctrico que cambien la magnitud de una fuerza de frenado virtual si una carga regenerativa es pequeña cuando se inicia el frenado, de tal manera que haya un pequeño retardo en la respuesta a una orden de fuerza de frenado procedente del asiento del conductor, incluso en un estado donde la carga regenerativa es pequeña.

Medios para resolver los problemas

35 Según esta invención, un aparato de control de frenado para un vehículo eléctrico en el que un motor de CA se acciona mediante un convertidor de potencia alimentado con una tensión de cableado de CC, el convertidor de potencia se controla según una orden de frenado procedente de un asiento de conductor para activar un freno eléctrico basado en el motor de CA, y una fuerza insuficiente se complementa mediante un freno mecánico, incluye un dispositivo de frenado que calcula una orden de fuerza de frenado eléctrico según la orden de frenado y genera una orden de frenado mecánico, y un circuito de control que calcula una fuerza de frenado eléctrico sobre la base de una orden de frenado eléctrico procedente del dispositivo de frenado y la orden de fuerza de frenado, y controla el convertidor de potencia.

45 El circuito de control incluye una unidad de cálculo de control que calcula la fuerza de frenado eléctrico y controla el convertidor de potencia, una unidad de cálculo de fuerza de frenado virtual que calcula una fuerza de frenado virtual para complementar la fuerza de frenado eléctrico cuando se inicia el frenado, sobre la base de la orden de frenado y una salida de un sensor de tensión para detectar una tensión de entrada del convertidor de potencia, y un sumador que suma una salida calculada de la unidad de cálculo del control y una salida calculada de la unidad de cálculo de la fuerza de frenado virtual. La orden de frenado mecánico procedente del dispositivo de frenado se cambia según una salida del sumador.

50 También, según esta invención, un método de control de frenado para un vehículo eléctrico en el que un motor de CA se acciona mediante un convertidor de potencia alimentado con una tensión de cableado de CC, el convertidor de potencia se controla según una orden de frenado procedente de un asiento de conductor para activar un freno

regenerativo basado en un motor de CA, y una fuerza insuficiente se complementa mediante un freno mecánico, incluye el cálculo de una fuerza de frenado virtual para complementar la fuerza de frenado regenerativo cuando se inicia el frenado, el cambio de la fuerza de frenado virtual para reducir el retardo en la respuesta a la orden de frenado si la carga regenerativa es pequeña, y el cambio de la orden de frenado mecánico junto con el cambio en la fuerza de frenado virtual.

5

Ventaja de la invención

Según esta invención, en el vehículo eléctrico que utiliza un freno eléctrico en combinación con un freno mecánico, cuando se inicia el frenado, el control de frenado puede hacerse con un retardo pequeño en la respuesta a la orden de frenado procedente del asiento del conductor incluso en el estado en el que la carga regenerativa es pequeña.

10 **Mejor forma de llevar a cabo la invención**

Realización 1

La Fig. 1 es una vista estructural que muestra la relación entre un aparato de control de frenado para un vehículo eléctrico y un motor 6 de CA según la Realización 1 de esta invención. En la Fig. 1, una tensión de CC se introduce en un inversor 5, que es un convertidor de potencia, desde un cableado 1 a través de un colector 2 de corriente y de un circuito de filtro 3. En el circuito de filtro 3, 3a representa una bobina de reactancia y 3b representa un condensador de filtro. 7 representa el potencial de tierra.

15

Se instala un sensor 4 de tensión entre el inversor 5 y el circuito de filtro 3. El sensor 4 de tensión detecta la tensión en el lado de CC del inversor 5, esto es, una tensión del condensador de filtro, y la entrega a un circuito de control 8. El inversor 5 convierte potencia de CC en potencia de CA, o potencia de CA en potencia de CC, según una señal del circuito de control 8, y suministra una tensión de CA a un motor 6 de CA, que es un motor de inducción o similar.

20

Aquí, como inversor 5, se puede utilizar un convertidor de potencia formado por un dispositivo semiconductor y similares y controlado por, por ejemplo, el modo de control PWM (Pulse Width Modulation, Modulación por Anchura de Impulsos). Estos convertidores de potencia entregan una tensión de impulso bajo el control PWM y convierten una tensión de CC en una tensión de CA que tiene la tensión con la amplitud y la frecuencia deseadas.

25

En el circuito de control 8, una unidad lógica de control 8a entrega una señal de conmutación al dispositivo semiconductor que forma el inversor 5 de tal manera que el inversor 5 se controla por PWM según una orden de frenado BC procedente de un asiento de conductor y una orden de fuerza de frenado eléctrico BL procedente de un dispositivo de frenado 9.

30

La unidad lógica de control 8a también calcula una fuerza de frenado equivalente al par motor de generación real del motor 6 de CA, por ejemplo, a partir de la corriente del motor (no mostrado), o detecta la fuerza de frenado del motor a partir de un sensor de par de freno (no mostrado), y entrega una primera fuerza de frenado BT0 a un sumador 8c.

35

Por otra parte, una unidad 8b de cálculo de la fuerza de frenado virtual en el circuito de control 8 genera una señal ficticia de fuerza de frenado BTD para generar una fuerza de frenado virtual para complementar la fuerza de frenado eléctrica, a partir de la orden de frenado BC y la entrada de tensión del condensador de filtro del sensor 4 de tensión, y la entrega al sumador 8c. El sumador 8c suma la primera fuerza de frenado BT0 y la señal ficticia de fuerza de frenado BTD y entrega el resultado como una segunda fuerza de frenado BT al dispositivo 9 de frenado.

40

El dispositivo 9 de frenado calcula una orden de fuerza de frenado eléctrico BL a partir de la orden de frenado mediante la utilización de una tabla preajustada en un convertidor 9a y entrega el resultado a un circuito de control 8 y a un restador 9b. El restador 9b resta la segunda fuerza de frenado BT de la orden de fuerza de frenado eléctrico BL y entrega el resultado como una orden de frenado mecánico.

A continuación, el funcionamiento del aparato de control de frenado para el vehículo eléctrico de la Fig. 1 con referencia a las Figs. 2 a 4.

Para aclarar aún más la ventaja de la invención, en primer lugar, se describirá con referencia a la Fig. 2 un caso en el que hay una carga regenerativa y el freno eléctrico funciona de forma suficiente cuando se frena.

45

En el circuito de control 8, la unidad lógica de control 8a controla el inversor 5 de tal manera que el freno eléctrico actúa según la orden de frenado BC del asiento del conductor (Fig. 2b) y la orden de fuerza de frenado eléctrico BL del dispositivo 9 de frenado (Fig. 2c). Por otro parte, se entrega una fuerza de frenado equivalente al par motor de generación real del motor como la primera fuerza de frenado BT0 (Fig. 2d).

50

En el circuito de control 8, se da un tiempo de retardo desde la recepción de la orden de frenado BC hasta la operación real del freno eléctrico (sección A) debido a la preparación para la operación del inversor y se proporciona un tirón (sección B) para poner en marcha suavemente el freno eléctrico con el fin de no disminuir la comodidad en la conducción.

- 5 En el caso en el que hay una carga regenerativa suficiente, la tensión del condensador de filtro (Fig. 2a) no crece y la fuerza de frenado eléctrico se eleva según lo ordenado. Por lo tanto, la fuerza de frenado BT0 del motor se eleva como se muestra en la Fig. 2d. Por otra parte, con el fin de evitar el solapamiento del freno eléctrico y el freno mecánico cuando se inicia el frenado, la señal ficticia de fuerza de frenado BT0, que es una fuerza de frenado virtual, se entrega como se muestra en la Fig. 2e.
- Como resultado, el sumador 8c suma la fuerza de frenado BT0 del motor y de la señal ficticia de fuerza de frenado BT0 y entrega la segunda fuerza de frenado BT al dispositivo de frenado, como se muestra en la Fig. 2f. Aunque la señal ficticia de fuerza de frenado BT0 aquí se proporciona de manera escalonada, se puede utilizar una función rampa o similar.
- 10 Por otro lado, en el dispositivo 9 de frenado, cuando se introduce la orden de frenado BC, como quiera que la segunda fuerza de frenado BT sigue siendo cero durante el retardo de operación del freno eléctrico, el restador 9b calcula la insuficiencia de la segunda fuerza de frenado BT para llevar a cabo la orden de fuerza de frenado eléctrico BL y entrega la cantidad complementaria como una orden de fuerza de frenado mecánico. Generalmente, se utiliza un freno neumático como freno mecánico y ésta tiene un retardo en la respuesta debido a sus características. Por lo tanto, la fuerza de frenado real aumenta como se muestra en la Fig. 2g.
- 15 Cuando se inicia el frenado, como resultado de la operación descrita anteriormente, la fuerza de frenado del vehículo cambia como se muestra en la Fig. 2h y se puede llevar a cabo un inicio suave del frenado sin disminuir la confortabilidad en la conducción.
- 20 A continuación, se describirá con referencia a la Fig. 3 un caso en el que no hay carga regenerativa en el momento del frenado.
- En el caso en el que no hay carga regenerativa, cuando el freno eléctrico se pone en marcha, la tensión del condensador de filtro aumenta, como se muestra en la Fig. 3a. Como quiera que el dispositivo semiconductor que forma el inversor 5 puede dañarse si la tensión del condensador de filtro continúa aumentando, el circuito de control 8 limita la fuerza de frenado eléctrico cuando la tensión del condensador de filtro alcanza un valor preestablecido o mayor.
- 25 Como resultado, incluso en el caso en el que la orden de frenado BC existe como en la Fig. 2, la primera fuerza de frenado BT0 equivalente a la fuerza de frenado eléctrico se estrangula a cero cuando la tensión del condensador de filtro alcanza el valor preestablecido o mayor, como se muestra en la Fig. 3d.
- 30 En tal caso, si la unidad 8b de cálculo de la fuerza de frenado virtual entrega la señal ficticia de fuerza de frenado BT0 como en la Fig. 2, la fuerza de frenado eléctrica se estrangula hacia abajo. Por lo tanto, el grado de deceleración del vehículo se disminuye en el punto C, como se muestra en la Fig. 3h. Entonces, en el punto D, en el que la señal ficticia de fuerza de frenado BT0 se convierte en cero, la primera fuerza de frenado BT0 equivalente a la fuerza de frenado eléctrico es cero. Debido a que la segunda fuerza de frenado BT se convierte en cero también, la segunda fuerza de frenado BT es insuficiente para la orden de frenado eléctrico BL, y el freno mecánico se eleva hasta el punto D con el fin de complementar la fuerza insuficiente.
- 35 Como se describió anteriormente, ya que el freno mecánico tiene un retardo en la respuesta debido a sus características, el frenado mecánico cambia como se muestra en la Fig. 3g (sección E). Por lo tanto, la fuerza de frenado del vehículo, esto es, el grado de deceleración, es como se indica mediante la línea continua en la Fig. 3h y la parte equivalente a la línea discontinua en la Fig. 3h es en realidad un estado de no-frenado. Así, hay un problema de que, a pesar de que el conductor acciona el freno, el frenado no funciona.
- 40 Por consiguiente, para resolver el problema que se muestra en la Fig. 3, incluso en el estado en el que no hay carga regenerativa, se detecta la tensión del condensador de filtro mediante el sensor de tensión 4 y se calcula la señal ficticia de fuerza de frenado BT0 según la tensión del condensador de filtro. La operación en este caso se describirá con referencia a la Fig. 4.
- 45 En el caso en el que no hay carga regenerativa, cuando el freno eléctrico se pone en marcha, la tensión del condensador de filtro aumenta, como en la Fig. 3. La unidad 8b de cálculo de la fuerza de frenado virtual supervisa la tensión EFC del condensador de filtro como se muestra en la Fig. 5. Después de que se introduce la orden de frenado BC, por ejemplo, se calcula la tensión del condensador de filtro, y si la tasa de variación en la tensión excede un valor preestablecido, se determina que no hay carga regenerativa (la salida del comparador C es H) mediante la utilización de una calculadora 8b1 de la tasa de variación y un comparador 8b2.
- 50 La señal ficticia de fuerza de frenado BT0 se reduce a cero como se muestra en la Fig. 4e a través de un generador de señales monoestable 8b3. Como resultado, la segunda fuerza de frenado BT varía como se muestra en la Fig. 4f. Por lo tanto, el dispositivo de frenado determina que la segunda fuerza de frenado BT es insuficiente para la orden de frenado eléctrico BL en el punto F y pone en marcha el freno mecánico en el punto F con el fin de complementar la fuerza insuficiente.
- 55

Como resultado, la fuerza de frenado del vehículo, esto es, el grado de deceleración, es como se muestra en la Fig. 4h. Se resuelve el estado en el que el grado de deceleración se convierte en insuficiente y existe el no-frenado, como se muestra en la Fig. 3. Se proporciona el grado de deceleración para el vehículo según se opera por el conductor.

5 Como se describió anteriormente, según la Realización 1, se pueden llevar a cabo un aparato de control de frenado y un método de control de frenado para un vehículo eléctrico en los que la magnitud de la fuerza de frenado virtual se varía si una carga regenerativa es pequeña cuando se inicia el frenado, de tal manera que hay un retardo pequeño en la respuesta a una orden de fuerza de frenado procedente del asiento del conductor, incluso en un estado en el que la carga regenerativa es pequeña.

10 Descripción breve de los dibujos

La Fig. 1 es un diagrama de bloques estructural que muestra un aparato de control para un vehículo eléctrico según la Realización 1 de esta invención.

La Fig. 2 es una vista de la forma de onda de cada parte para explicar una primera operación en el tiempo de frenado de la Fig. 1.

15 La Fig. 3 es una vista de la forma de onda de cada parte para explicar una segunda operación en el tiempo de frenado en la Fig. 1.

La Fig. 4 es una vista de la forma de onda de cada parte para explicar una tercera operación en el tiempo de frenado en la Fig. 1.

20 La Fig. 5 es un diagrama de bloques que muestra una estructura esquemática de una unidad de cálculo de la fuerza de frenado virtual mostrada en la Fig. 1.

Descripción de las referencias numéricas y signos

- 1 = cableado
- 2 = colector de corriente
- 3 = circuito de filtro
- 25 3a = bobina de reactancia de filtro
- 3b = condensador de filtro
- 4 = sensor de tensión
- 5 = inversor
- 6 = motor de CA
- 30 7 = potencial de tierra
- 8 = circuito de control
- 8a = unidad lógica de control
- 8b = unidad de cálculo de la fuerza de frenado virtual
- 8c = sumador
- 35 9 = dispositivo de frenado
- 9a = convertidor
- 9b = restador

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de control de frenado para un vehículo eléctrico en el que un motor (6) de CA se acciona mediante un convertidor (5) de potencia alimentado con una tensión de cableado de CC, el convertidor (5) de potencia está adaptado para controlarse según una orden de frenado procedente de un asiento de conductor para activar un freno eléctrico basado en el motor (6) de CA y una fuerza insuficiente que se complementa mediante un freno mecánico, comprendiendo el aparato de control de frenado:
- un dispositivo (9) de frenado que está adaptado para calcular una orden de fuerza de frenado eléctrico según la orden de frenado y para generar una orden de frenado mecánico, y
 - un circuito (8) de control que está adaptado para calcular una fuerza de frenado eléctrico sobre la base de una orden de fuerza de frenado eléctrico procedente del dispositivo (9) de frenado y de la orden de frenado y para controlar el convertidor (5) de potencia,
 - en el que el circuito (8) de control incluye una unidad (8a) de cálculo de control que está adaptada para calcular la fuerza de frenado eléctrico y controla el convertidor (5) de potencia, estando el aparato de control de frenado caracterizado porque además comprende:
 - una unidad (8b) de cálculo de la fuerza de frenado virtual que está adaptada para calcular una fuerza de frenado virtual para complementar la fuerza de frenado eléctrico cuando se inicia el frenado, sobre la base de la orden de frenado y una salida de un sensor (4) de tensión para detectar una entrada de tensión al convertidor (5) de potencia, y
 - un sumador (8c) que está adaptado para sumar una salida calculada de la unidad (8a) de cálculo del control y una salida calculada de la unidad (8b) de cálculo de la fuerza de frenado virtual, y
 - en el que la orden de frenado mecánico procedente del dispositivo (9) de frenado se varía según una salida de un sumador (8c).
2. El aparato de control de frenado según la reivindicación 1, caracterizado porque el sensor (4) de tensión está adaptado para detectar una tensión de condensador de filtro de un circuito (3) de filtro proporcionada en el lado de CC del convertidor (5) de potencia.
3. Un método de control de frenado para un vehículo eléctrico en el que un motor (6) de CA se acciona mediante un convertidor (5) de potencia alimentado con una tensión de cableado de CC, en el que el convertidor (5) de potencia se controla según una orden de frenado procedente de un asiento de conductor para operar un freno regenerativo basado en el motor (6) de CA, y una fuerza insuficiente se suplementa mediante un freno mecánico, estando el método caracterizado porque comprende las siguientes etapas:
- calcular (8) una fuerza de frenado virtual para complementar la fuerza de frenado regenerativa cuando se inicia el frenado sobre la base de la orden de frenado y una salida de un sensor (4) de tensión para detectar una entrada de tensión al convertidor (5) de potencia,
 - variar (9) la fuerza de frenado virtual para reducir el retardo en la respuesta a la orden de frenado si una carga regenerativa es pequeña, y
 - cambiar (8c) la orden de frenado mecánico junto con la variación en la fuerza de frenado virtual.

FIG. 1

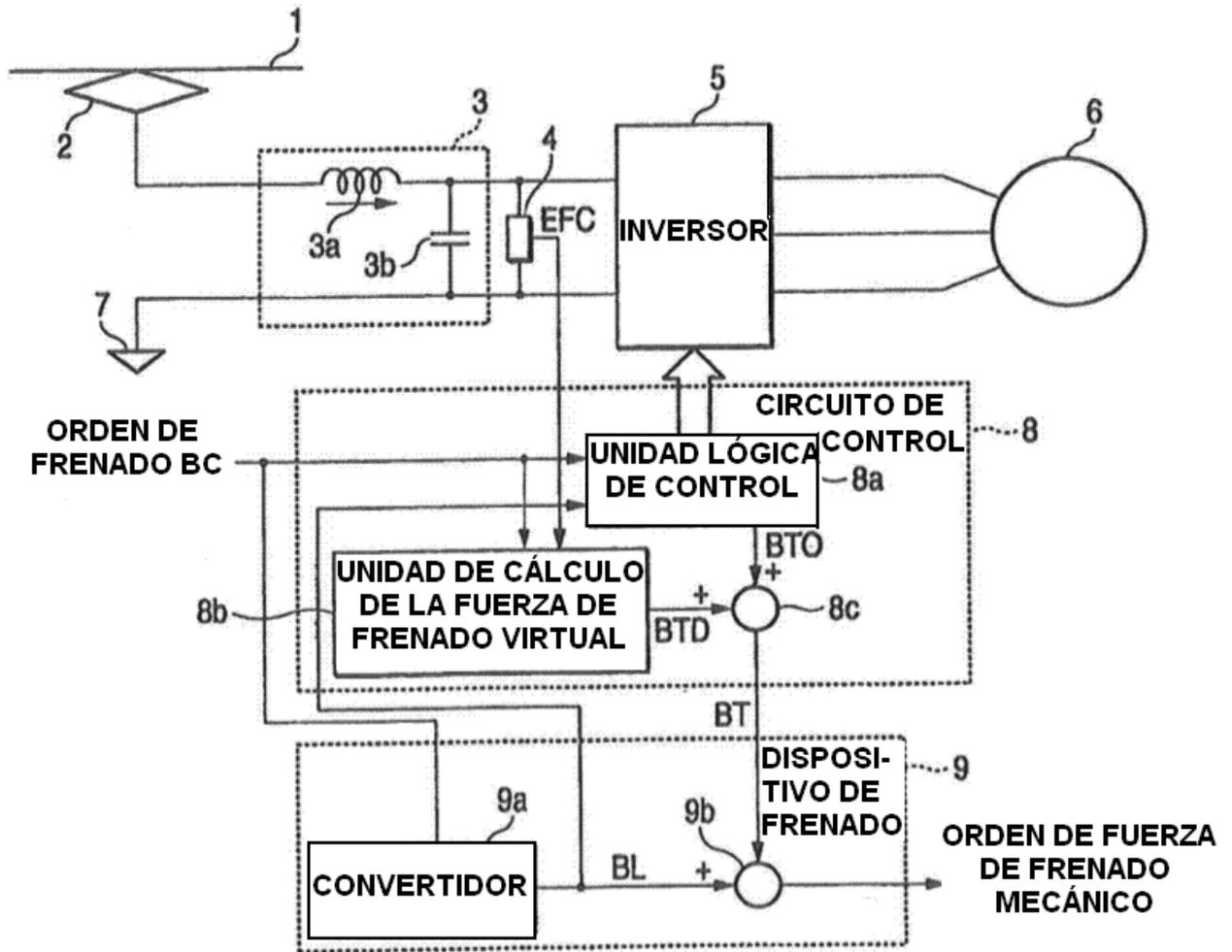


FIG. 2

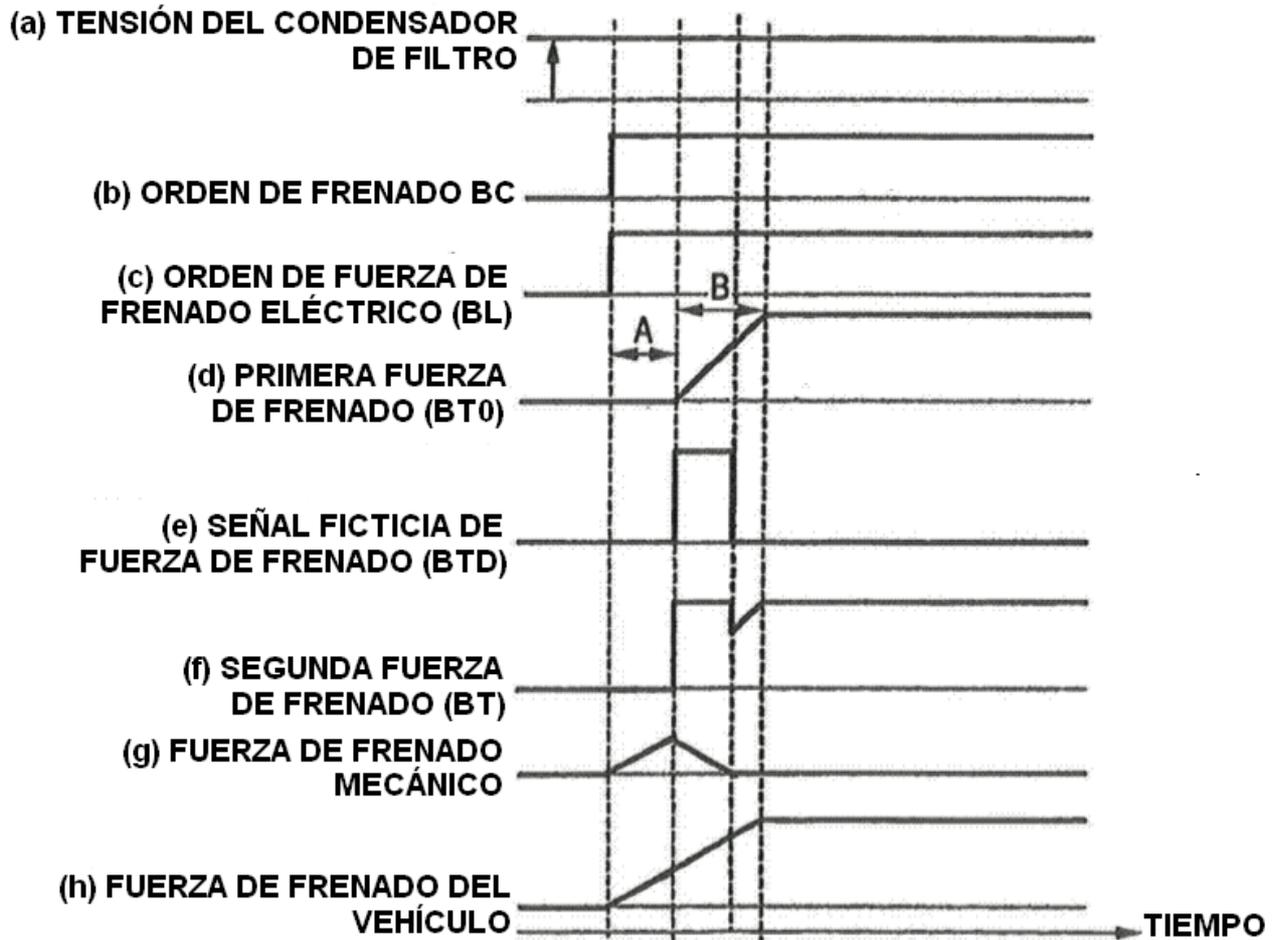


FIG. 3

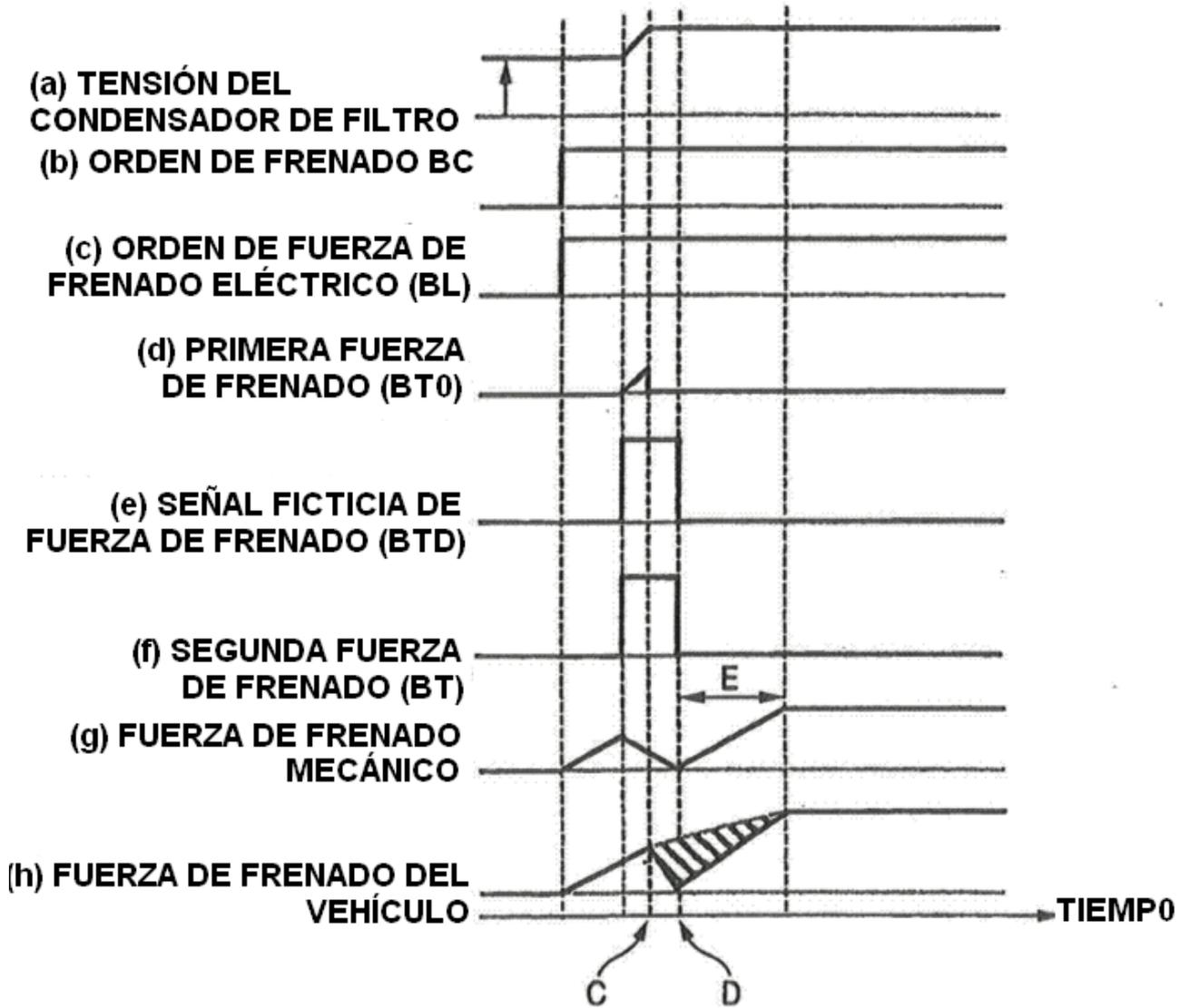


FIG. 4

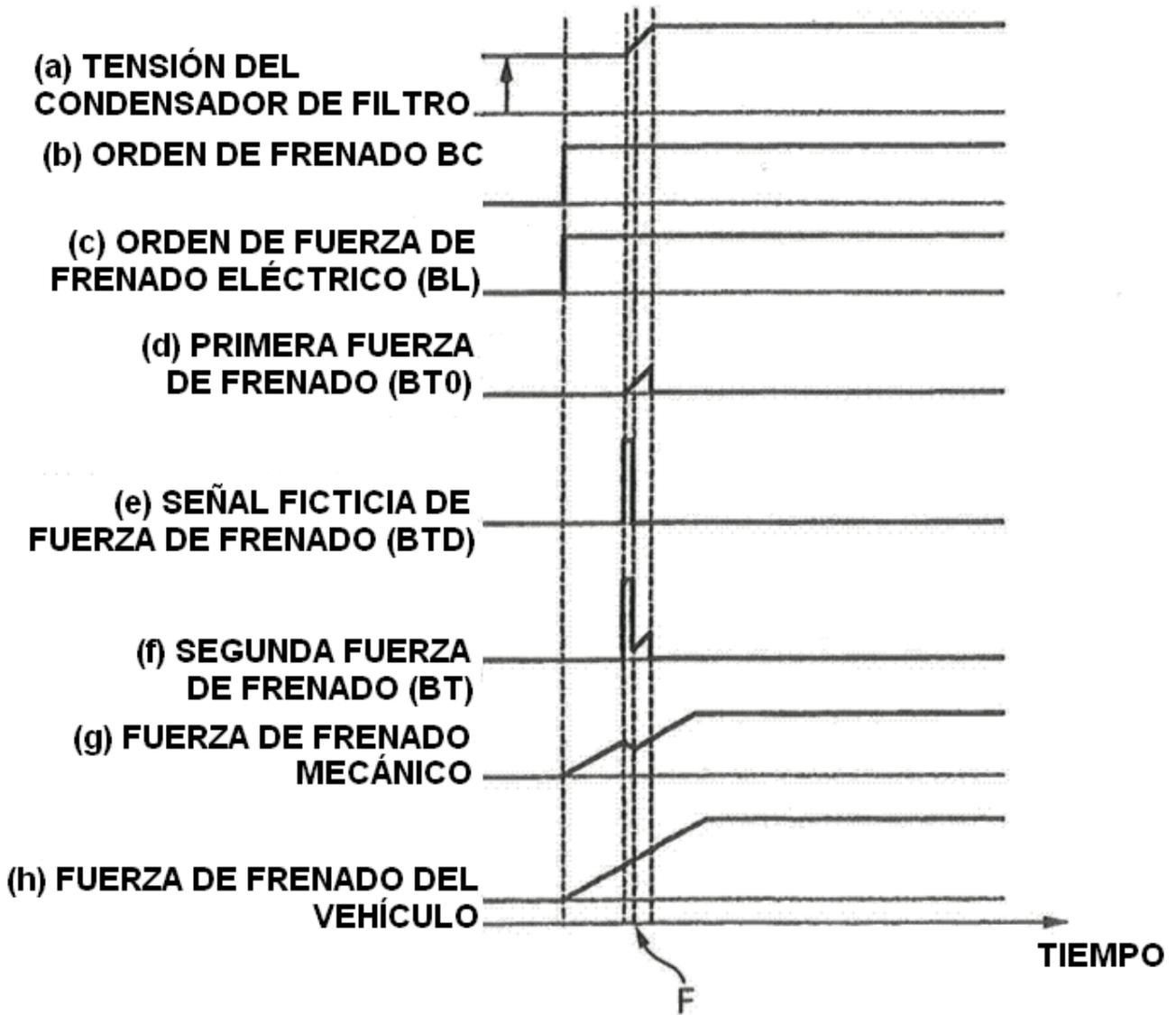


FIG. 5

