

TÍTULO DE LA INVENCION
SISTEMA PARA EL CONTROL DE UN MOTOR DE TRACCION Y
METODO DEL MISMO

5 CAMPO DE LA INVENCION

[001] La presente invención se refiere al control de un motor de tracción. Más particularmente, la presente invención se refiere al sistema y método para controlar un motor de tracción para proporcionar torque de frenado para un vehículo.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[002] Con el avance en las tecnologías de vehículos, hay un mayor enfoque en la mejora de la asistencia al conductor, y en la mejora de la experiencia de conducción en general. La mayoría de los vehículos eléctricos o híbridos modernos están provistos de frenado regenerativo en el que la energía se recupera durante el frenado, y la energía se almacena de nuevo en la batería. El frenado regenerativo recupera parte de la energía cinética que de otro modo se convertiría en calor y la transforma en electricidad. Existen varias técnicas convencionales para controlar el frenado regenerativo. Es bien sabido que cuando la contribución del frenado regenerativo se establece en un valor significativo, el mismo conduce a un mejor kilometraje y una mejor respuesta en el control de frenado y el comportamiento general del vehículo se vuelve mejor.

[003] Sin embargo, el frenado regenerativo para cargar la batería del vehículo eléctrico o híbrido también depende del SoC (Estado de Carga) de las baterías. En los sistemas existentes, el frenado regenerativo está configurado para apagarse automáticamente cuando el SoC alcanza un
5 valor umbral, por ejemplo, 90% o superior, para un mejor mantenimiento de la vida útil de la batería. El problema con esta limitación es que este apagado automático del frenado regenerativo puede ocurrir repentinamente en cualquier momento cuando el SoC cruza el umbral, incluso durante el uso / situación de conducción. Esta desconexión brusca
10 del frenado regenerativo provoca una caída repentina de la respuesta de frenado con respecto a cualquier entrada dada al sistema de frenado de base y, por lo tanto, una pérdida repentina del control del vehículo. Esto provoca una importante falta de confianza del conductor en el sistema de frenado y, por tanto, se convierte en un grave problema para la seguridad
15 vial. Además, esta pérdida de frenado regenerativo se convierte en un riesgo adicional para la seguridad cuando el vehículo se encuentra en una subida.

[004] Algunos sistemas existentes para el control del frenado regenerativo abordan la cuestión de evitar la sobrecarga de la batería desconectando el
20 frenado regenerativo mediante diversas técnicas. Otros sistemas existentes se centran en la continuación del frenado regenerativo cuando el SoC de la batería está por encima del valor umbral mediante el vertido de la energía cinética regenerada por medio de una resistencia reostática,

lo que no conduce a ninguna salida de trabajo útil. Esto también conduce a la adición de piezas y el peso total del vehículo. Sin embargo, ninguna de las técnicas anteriores aborda la cuestión de la pérdida de respuesta de frenado y la pérdida de control del vehículo debido a la desconexión del frenado regenerativo cuando el SoC cruza un determinado umbral.

[005] Por lo tanto, existe una necesidad en la técnica de un sistema y método para controlar un motor de tracción que aborde al menos los problemas antes mencionados.

10 **RESUMEN DE LA INVENCION**

[006] En un aspecto, la presente invención se refiere a un sistema para controlar un motor de tracción. El sistema consta de una fuente de energía, el motor de tracción y una unidad de control. La unidad de control está configurada para detectar una operación de frenado y determinar el estado de carga de la fuente de energía. Además, la unidad de control está configurada para operar el motor de tracción para recibir torque de una rueda del vehículo y proporcionar energía eléctrica a la fuente de energía si, durante la operación de frenado, el estado de carga de la fuente de energía es inferior a un primer valor predeterminado. La unidad de control también está configurada para recibir energía eléctrica de la fuente de energía y operar el motor de tracción para producir un torque inverso, proporcionando así torque de frenado a la rueda si, durante la operación de

frenado, el estado de carga de la fuente de energía es igual o superior al primer valor predeterminado.

[007] En una realización de la presente invención, la unidad de control tiene un MOSFET de lado alto de primera fase y un MOSFET de lado bajo de primera fase, un MOSFET de lado alto de segunda fase y un MOSFET de lado bajo de segunda fase, y un MOSFET de lado alto de tercera fase y un MOSFET de lado bajo de tercera fase.

[008] En otra realización de la presente invención, la unidad de control está configurada para detectar una velocidad del vehículo, si el estado de carga de la fuente de energía es igual o superior al primer valor predeterminado. La unidad de control está configurada además para encender el MOSFET de lado bajo de primera fase, el MOSFET de lado bajo de segunda fase y el MOSFET de lado bajo de tercera fase para un ángulo de actuación predeterminado, y apagar el MOSFET de lado alto de primera fase, el MOSFET de lado alto de segunda fase y el MOSFET de lado alto de tercera fase durante un tiempo predeterminado, si la velocidad del vehículo es inferior a un segundo valor predeterminado, para operar el motor de tracción para producir el torque inverso, proporcionando así torque de frenado a la rueda del vehículo.

[009] En otra realización de la invención, la unidad de control está configurada para encender el MOSFET de lado bajo de primera fase, el MOSFET de lado bajo de segunda fase y el MOSFET de lado bajo de tercera fase para un ángulo de actuación predeterminado, y apagar el

MOSFET de lado alto de primera fase, el MOSFET de lado alto de segunda fase y el MOSFET de lado alto de tercera fase durante un tiempo predeterminado, si la velocidad del vehículo es superior o igual al segundo valor predeterminado, para operar el motor de tracción para producir el torque inverso, proporcionando así torque de frenado a la rueda del
5 vehículo. La unidad de control también está configurada para detectar una temperatura del MOSFET de lado bajo de primera fase, del MOSFET de lado bajo de segunda fase y del MOSFET de lado bajo de tercera fase.

[010] En otra realización de la invención, la unidad de control está
10 configurada para encender el MOSFET de lado alto de primera fase, el MOSFET de lado alto de segunda fase y el MOSFET de lado alto de tercera fase para un ángulo de actuación predeterminado, y apagar el MOSFET de lado bajo de primera fase, el MOSFET de lado bajo de segunda fase y el MOSFET de lado bajo de tercera fase durante un tiempo predeterminado,
15 si la temperatura del MOSFET de lado bajo de primera fase, el MOSFET de lado bajo de segunda fase y el MOSFET de lado bajo de tercera fase es igual o mayor que un tercer valor predeterminado, para operar el motor de tracción para producir el par inverso, proporcionando así un par de frenado a la rueda del vehículo.

20 [011] En otro aspecto, la presente invención proporciona un método para controlar un motor de tracción para proporcionar un torque de frenado para un vehículo. El método tiene los pasos de detectar una operación de frenado del vehículo; determinar un estado de carga de una fuente de

energía del vehículo; operar el motor de tracción para recibir torque de una rueda del vehículo y proporcionar energía eléctrica a la fuente de energía del vehículo, si durante la operación de frenado, el estado de carga de la fuente de energía es inferior a un primer valor predeterminado; y recibir
5 energía eléctrica de la fuente de energía y operar el motor de tracción para producir un torque inverso, proporcionando así torque de frenado a la rueda del vehículo, si durante la operación de frenado, el estado de carga de la fuente de energía es igual o superior al primer valor predeterminado.

[012] En una realización de la invención, el método tiene los pasos de:
10 detectar una velocidad del vehículo, si el estado de carga de la fuente de energía es igual o superior al primer valor predeterminado; y encender un MOSFET de lado bajo de primera fase, un MOSFET de lado bajo de segunda fase y un MOSFET de lado bajo de tercera fase para un ángulo de actuación predeterminado, y apagar un MOSFET de lado alto de primera
15 fase, un MOSFET de lado alto de segunda fase y un MOSFET de lado alto de tercera fase durante un tiempo predeterminado, si la velocidad del vehículo es inferior a un segundo valor predeterminado, para operar el motor de tracción para producir el torque inverso, proporcionando así torque de frenado a la rueda del vehículo.

20 [013] En una realización de la invención, el método tiene los pasos de encender el MOSFET de lado bajo de primera fase, el MOSFET de lado bajo de segunda fase y el MOSFET de lado bajo de tercera fase para un ángulo de actuación predeterminado, y apagar el MOSFET de lado alto de

primera fase, el MOSFET de lado alto de segunda fase y el MOSFET de lado alto de tercera fase durante un tiempo predeterminado, si la velocidad del vehículo es superior o igual al segundo valor predeterminado, para operar el motor de tracción para producir el torque inverso, proporcionando así torque de frenado a la rueda del vehículo; y detectar una temperatura del MOSFET de lado bajo de primera fase, del MOSFET de lado bajo de segunda fase y del MOSFET de lado bajo de tercera fase.

[014] En una realización adicional de la invención, el método tiene los pasos de: encender el MOSFET de lado alto de primera fase, el MOSFET de lado alto de segunda fase y el MOSFET de lado alto de tercera fase para un ángulo de actuación predeterminado, y apagar el MOSFET de lado bajo de primera fase, el MOSFET de lado bajo de segunda fase y el MOSFET de lado bajo de tercera fase durante un tiempo predeterminado, si la temperatura del MOSFET de lado bajo de primera fase, del MOSFET de lado bajo de segunda fase y del MOSFET de lado bajo de tercera fase es igual o superior a un tercer valor predeterminado, para operar el motor de tracción para producir el torque de retroceso, proporcionando así torque de frenado a la rueda del vehículo.

20 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[015] Se hará referencia a realizaciones de la invención, ejemplos de las cuales pueden ilustrarse en las figuras adjuntas. Estas figuras pretenden ser ilustrativas, no limitativas. Aunque la invención se describe

generalmente en el contexto de estas realizaciones, debe entenderse que no se pretende limitar el alcance de la invención a estas realizaciones particulares.

La Figura 1 ilustra un sistema para controlar un motor de tracción para proporcionar torque de frenado para un vehículo, de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 2 ilustra una unidad de control del sistema para controlar el motor de tracción, de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 3 ilustra un método para controlar un motor de tracción para proporcionar torque de frenado a un vehículo, de acuerdo con una realización de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

[016] La presente invención se refiere al control de un motor de tracción. Más concretamente, se refiere a un sistema y método para controlar un motor de tracción que proporciona torque de frenado a un vehículo. El sistema y método de la presente invención se utilizan típicamente en vehículos eléctricos o híbridos de dos ruedas, de tres ruedas, de cuatro ruedas u otros vehículos eléctricos o híbridos de varias ruedas, según sea necesario.

[017] La figura 1 ilustra un sistema 100 para controlar un motor de tracción 120 que proporciona un torque de frenado a un vehículo. Como se ilustra,

el sistema 100 tiene una fuente de energía 110. En una realización, la fuente de energía 110 comprende una batería (no mostrada) o un paquete de baterías (no mostrado) compuesto por múltiples baterías. El sistema 100 tiene además un motor de tracción 120 que está conectado eléctricamente a la fuente de energía 110 del vehículo (no mostrado). El motor de tracción 120 está conectado operativamente a al menos una rueda 130 del vehículo. Así, durante una operación de tracción, la fuente de energía 110 proporciona energía eléctrica al motor de tracción 120 que entonces proporciona la fuerza de tracción o torque a la al menos una rueda 130 del vehículo. Durante una operación de frenado, el motor de tracción 120 convierte la energía cinética de la al menos una rueda 130 en energía eléctrica y la energía eléctrica se proporciona para cargar la fuente de energía 110. En una realización, el motor de tracción 120 puede conectarse operativamente a más de una rueda del vehículo a través de un sistema de transmisión (no mostrado), o el sistema 100 tiene más de un motor de tracción 120, estando cada motor de tracción 120 conectado a cada una de las ruedas (130) del vehículo.

[018] Como se ilustra con más detalle en la Figura 1, el sistema 100 cuenta con una unidad de control 140. Esta unidad está conectada al motor de tracción 120 y configurada para controlar su funcionamiento. La unidad de control 140 está configurada para detectar el frenado del vehículo. En una realización, la unidad de control 140 está conectada a un interruptor de freno 150 del vehículo. Cuando se presiona o activa un pedal o una palanca

de freno (no mostrados), el interruptor de freno 150 se activa para encender una luz de freno. El interruptor de freno 150 se comunica con la unidad de control 140, y esta detecta su activación, detectando así el frenado del vehículo. La unidad de control 140 también está configurada para

5 determinar un estado de carga de la fuente de energía 110. De este modo, la unidad de control 140 determina si el estado de carga de la fuente de energía 110 es menor, igual o mayor que un primer valor predeterminado.

[019] Además, la unidad de control 140 está configurada para operar el motor de tracción 120 para recibir torque de la rueda 130 del vehículo y

10 proporcionar energía eléctrica a la fuente de energía 110 del vehículo, si durante la operación de frenado, el estado de carga de la fuente de energía 110 es inferior al primer valor predeterminado. Por lo tanto, si la unidad de control 140 durante una operación de frenado, determina que el estado de carga de la fuente de energía 110 es inferior al primer valor predeterminado,

15 la unidad de control 140 acciona el motor de tracción 120 de para recibir el torque de la rueda 130 y proporcionar energía eléctrica a la fuente de energía 110, logrando así el frenado regenerativo.

[020] Si durante la operación de frenado, la unidad de control 140 determina que el estado de carga de la fuente de energía es igual o superior

20 al primer valor predeterminado, el frenado regenerativo como se explicó anteriormente no se ejecuta para evitar que la fuente de energía 110 se sobrecargue y para una mejor vida útil de la fuente de energía 110. Sin embargo, para evitar la pérdida de respuesta de frenado o de control del

vehículo durante esta condición, cuando durante la operación de frenado el estado de carga de la fuente de energía 110 es igual o superior al primer valor predeterminado, la unidad de control 140 está configurada para recibir energía eléctrica de la fuente de energía 110 y operar el motor de tracción 120 para producir un torque inverso, proporcionando así un torque de frenado a la rueda 130 del vehículo. De este modo, el motor de tracción 120 produce un torque inverso que tiene un efecto similar al frenado regenerativo en la operación de frenado, garantizando así que las características de frenado o la respuesta de frenado resultante permanezcan constantes independientemente del estado de carga de la fuente de energía 110. Esto garantiza un funcionamiento de frenado fiable y constante. Esto asegura una operación de frenado fiable y consistente que conduce a una mejor experiencia del conductor y a unas condiciones de conducción más seguras. En una realización, el primer valor predeterminado del estado de carga de la fuente de energía 110 es del 90%. Por lo tanto, en funcionamiento, durante la operación de frenado, si el estado de carga es inferior al 90%, la unidad de control 140 ejecuta el frenado regenerativo haciendo funcionar el motor de tracción 120 para recibir el torque de la rueda 130 y proporcionar energía eléctrica a la fuente de energía 110. Por el contrario, durante la operación de frenado, si el estado de carga es igual o superior al 90%, la unidad de control 140 recibe energía eléctrica de la fuente de energía 110 y opera el motor de tracción 120 para producir un torque inverso con el fin de conservar la misma

respuesta de frenado resultante y el control del vehículo mientras se frena con un esfuerzo constante.

[021] En una realización, como se ilustra en la figura 2, la unidad de control 140 tiene un transistor de efecto de campo de metal-óxido-semiconductor de lado alto de primera fase o MOSFET 140A y un MOSFET 140A' de lado bajo de primera fase. La unidad de control 140 tiene además un MOSFET 140B de lado alto de segunda fase y un MOSFET 140B' de lado bajo de segunda fase. La unidad de control 140 tiene además un MOSFET 140C de lado alto de tercera fase y un MOSFET 140C' de lado bajo de tercera fase. En eso, los MOSFET 140A, 140B, 140C de lado alto están conectados a un terminal positivo de la fuente de energía 110 y los MOSFET 140A', 140B', 140C' de lado bajo están conectados a un terminal negativo de la fuente de energía 110. Además, los MOSFET de primera fase, segunda fase y tercera fase están conectados respectivamente a bobinas de fase del motor de tracción 120 para controlar el motor de tracción 120 en las tres fases.

[022] El torque inverso que debe producir el motor de tracción 120 también depende de la velocidad del vehículo. Para tener en cuenta esto, en una realización, la unidad de control 140 está configurada para detectar una velocidad del vehículo, si el estado de carga de la fuente de energía 110 es igual o superior al primer valor predeterminado. Si la velocidad detectada del vehículo es inferior a un segundo valor predeterminado, la unidad de control 140 está configurada para encender el MOSFET 140A' de lado bajo

de primera fase, el MOSFET 140B' de lado bajo de segunda fase y el MOSFET 140C' de lado bajo de tercera fase para un ángulo de actuación predeterminado, y apagar el MOSFET 140A' de lado alto de primera fase, el MOSFET 140B' de lado alto de segunda fase y el MOSFET 140C' de lado alto de tercera fase durante un tiempo predeterminado, para operar el motor de tracción 120 para producir el torque inverso, proporcionando así torque de frenado a la rueda 130 del vehículo. En una realización, el segundo valor predeterminado de la velocidad del vehículo es 25Kmph. A velocidades más bajas del vehículo, como cuando la velocidad es inferior al segundo valor predeterminado, la corriente necesaria para fluir a través de los MOSFET es menor para producir el torque inverso, y por lo tanto los MOSFET no están bajo ninguna tensión térmica.

[023] Sin embargo, la técnica anterior, especialmente cuando se ejecuta a altas velocidades del vehículo, como velocidades superiores o iguales al segundo valor predeterminado, puede provocar un aumento de la temperatura de los MOSFET de lado bajo. Así, si la velocidad detectada del vehículo es igual o superior al segundo valor predeterminado, la unidad de control 140 está configurada para conectar el MOSFET 140A' de lado bajo de primera fase, el MOSFET 140B' de lado bajo de segunda fase y el MOSFET 140C' de lado bajo de tercera fase para un ángulo de actuación predeterminado, y apagar el MOSFET 140A' de lado alto de primera fase, el MOSFET 140B' de lado alto de segunda fase y el MOSFET 140C' de lado alto de tercera fase durante un tiempo predeterminado, para operar el

motor de tracción 120 para producir el torque inverso, proporcionando así torque de frenado a la rueda 130 del vehículo. Además, para abordar el problema de la mayor temperatura de los MOSFET de lado bajo, si la velocidad detectada es igual o superior al segundo valor predeterminado, la unidad de control 140 también está configurada para detectar una temperatura del MOSFET 140A' de lado bajo de primera fase, el MOSFET 140B' de lado bajo de segunda fase y el MOSFET 140C' de lado bajo de tercera fase.

[024] En una realización, si la unidad de control 140 determina que la temperatura del MOSFET 140A' de lado bajo de primera fase, el MOSFET 140B' de lado bajo de segunda fase y el MOSFET 140C' de lado bajo de tercera fase es igual o superior a un tercer valor predeterminado, la unidad de control 140 se ajusta a la misma como sigue. Para proporcionar el torque inverso en tal condición, la unidad de control 140 está configurada para encender el MOSFET 140A de lado alto de primera fase, el MOSFET 140B de lado alto de segunda fase y el MOSFET 140C de lado alto de tercera fase para un ángulo de actuación predeterminado, y apagar el MOSFET 140A' de lado bajo de primera fase, el MOSFET 140B' de lado bajo de segunda fase y el MOSFET 140C' de lado bajo de tercera fase durante un tiempo predeterminado, para hacer funcionar el motor de tracción 120 para producir el torque inverso, proporcionando así torque de frenado a la rueda 130 del vehículo. Por lo tanto, en efecto, si la temperatura de los MOSFET 140A', 140B', 140C' de lado bajo encendidos cruza el tercer valor

predeterminado, el torque inverso a través del funcionamiento del motor de tracción 120 se produce a través de los MOSFET 140A, 140B, 140C de lado alto en lugar de los MOSFET 140A', 140B', 140C' de lado bajo, reduciendo así la tensión térmica de los MOSFET 140A', 140B', 140C' de lado bajo así como de los MOSFET 140A, 140B, 140C de lado alto. Además, al tener un control sobre la energía circulante neta y/o la corriente circulante en los MOSFET 140A, 140B, 140C de lado alto y los MOSFET 140A', 140B', 140C' de lado bajo, también se puede controlar la cantidad de torque inverso, definiendo así el efecto de frenado requerido.

[025] En otro aspecto, la presente invención se refiere a un método 200 para controlar un motor de tracción 120 para proporcionar torque de frenado para un vehículo. Los pasos del método 200 para controlar el motor de tracción 120 se ilustran en la Figura 3, de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se ilustra, en el paso 202, la unidad de control 140 detecta la operación de frenado del vehículo. En el paso 204, la unidad de control 140 detecta el estado de carga de la fuente de energía 110 del vehículo. La unidad de control 140 determina en particular si el estado de carga de la fuente de energía 110 es inferior, igual o superior a un primer valor predeterminado. Si en el paso 204, durante la operación de frenado, se determina que el estado de carga de la fuente de energía 110 es inferior al primer valor predeterminado, el método 200 se desplaza al paso 222, en el que el motor de tracción 120 es operado por la unidad de control 140 para recibir el torque de una rueda 130 del vehículo y

proporcionar energía eléctrica a la fuente de energía 110 del vehículo, para el frenado regenerativo. A continuación, en el paso 224, la unidad de control 140 comprueba de nuevo la operación de frenado, y si se detecta la operación de frenado, es decir, si se detecta que el interruptor de freno 150
5 está encendido, el método 200 vuelve al paso 222 para un funcionamiento continuo, y si no se detecta la operación de frenado, es decir, si se detecta que el interruptor de freno 150 está apagado, el proceso se detiene en el paso 226 hasta que se detecta la operación de frenado.

[026] Si en el paso 204, durante la operación de frenado, se determina que
10 el estado de carga de la fuente de energía 110 es igual o superior al primer valor predeterminado, el método 200 se desplaza al paso 206. En el paso 206, la unidad de control 140 detecta la velocidad del vehículo. En el paso 206, la unidad de control 140 determina si la velocidad del vehículo es superior, igual o inferior a un segundo valor predeterminado. Si en el paso
15 206, se determina que la velocidad del vehículo es inferior al segundo valor predeterminado, el método 200 avanza al paso 216. En el paso 216, el MOSFET 140A' de lado bajo de primera fase, el MOSFET 140B' de lado bajo de segunda fase y el MOSFET 140C' de lado bajo de tercera fase son encendidos por la unidad de control 140 para un ángulo de actuación
20 predeterminado, y el MOSFET 140A de lado alto de primera fase, el MOSFET 140B de lado alto de segunda fase y el MOSFET 140C de lado alto de tercera fase son apagados por la unidad de control 140 durante un tiempo predeterminado, para operar el motor de tracción 120 para producir

el torque inverso, proporcionando así torque de frenado a la rueda 130 del vehículo. A continuación, en el paso 218, la unidad de control 140 comprueba de nuevo la operación de frenado, y si se detecta la operación de frenado, es decir, se detecta que el interruptor de freno 150 está encendido, el método 200 vuelve al paso 206 para un funcionamiento continuo, y si no se detecta la operación de frenado, es decir, se detecta que el interruptor de freno 150 está apagado, el proceso se detiene en el paso 220 hasta que se detecta la operación de frenado.

[027] Si en la etapa 206, se determina que la velocidad del vehículo es igual o superior al segundo valor predeterminado, el método 200 pasa a la etapa 208. En la etapa 208, la primera fase baja la velocidad del vehículo, y la segunda fase baja la velocidad del vehículo. En el paso 208, el MOSFET 140A' de lado bajo de primera fase, el MOSFET 140B' de lado bajo de segunda fase y el MOSFET 140C' de lado bajo de tercera fase son encendidos por la unidad de control 140 para un ángulo de actuación predeterminado, y el MOSFET 140A de lado alto de primera fase, el MOSFET 140B de lado alto de segunda fase y el MOSFET 140C de lado alto de tercera fase son apagados por la unidad de control 140 durante un tiempo predeterminado, para operar el motor de tracción 120 para producir el torque inverso, proporcionando así torque de frenado a la rueda 130 del vehículo. A continuación, el método 200 avanza al paso 210.

[028] En el paso 210, la unidad de control 140 detecta una temperatura del MOSFET 140A' de lado bajo de primera fase, del MOSFET 140B' de

lado bajo de segunda fase y del MOSFET 140C' de lado bajo de tercera fase. Así, en el paso 210, la unidad de control 140 determina que si la temperatura del MOSFET 140A' de lado bajo de primera fase, el MOSFET 140B' de lado bajo de segunda fase y el MOSFET 140C' de lado bajo de

5 tercera fase es inferior o igual o superior a un tercer valor predeterminado. Si en el paso 210, se determina que la temperatura de los MOSFET de lado bajo 140A', 140B', 140C' es menor que el tercer valor predeterminado, el método avanza al paso 214. En el paso 214, el MOSFET 140A' de lado bajo de primera fase, el MOSFET 140B' de lado bajo de segunda fase y el

10 MOSFET 140C' de lado bajo de tercera fase son encendidos por la unidad de control 140 para un ángulo de actuación predeterminado, y el MOSFET 140A de lado alto de primera fase, el MOSFET 140B de lado alto de segunda fase y el MOSFET 140C de lado alto de tercera fase son apagados por la unidad de control 140 durante un tiempo predeterminado, para operar

15 el motor de tracción 120 para producir el torque inverso, proporcionando así torque de frenado a la rueda 130 del vehículo. Después del paso 214, el método 200 vuelve al paso 206 para un funcionamiento continuo.

[029] Si en el paso 210, se determina que la temperatura de los MOSFET de lado bajo 140A', 140B', 140C' es igual o superior al tercer valor

20 predeterminado, el método 200 se desplaza al paso 212. En el paso 212, el MOSFET 140A' de lado alto de primera fase, el MOSFET 140B' de lado alto de segunda fase y el MOSFET 140C' de lado alto de tercera fase son encendidos por la unidad de control 140 para un ángulo de actuación

predeterminado, y el MOSFET 140A' de lado bajo de primera fase, el MOSFET 140B' de lado bajo de segunda fase y el MOSFET 140C' de lado bajo de tercera fase son apagados por la unidad de control 140 durante un tiempo predeterminado, para operar el motor de tracción 120 para producir
5 el torque inverso, proporcionando así torque de frenado a la rueda 130 del vehículo. Después del paso 212, el método 200 vuelve al paso 206 para un funcionamiento continuo.

[030] Ventajosamente, la presente invención proporciona un sistema y un método para controlar un motor de tracción para proporcionar torque de
10 frenado a un vehículo de tal manera que durante una operación de frenado, se produce un torque inverso cuando el estado de carga de la fuente de energía está por encima del primer valor predeterminado y se detiene el frenado regenerativo. El torque inverso tiene un efecto sobre las características de frenado similar al del frenado regenerativo y, por lo tanto,
15 no hay pérdida de respuesta de frenado ni pérdida de control del vehículo debido a la desconexión del frenado regenerativo cuando el SoC cruza un determinado umbral. De este modo, el conductor no nota ninguna diferencia en la sensación de frenado ni en la respuesta de frenado cuando el frenado regenerativo está activado o desactivado. Esto garantiza una mayor
20 confianza y fiabilidad en el sistema de frenado por parte del conductor y, por tanto, unas condiciones de conducción más seguras.

[031] Además, dado que la presente invención elimina el requisito de resistencias reostáticas para el vertido de energía regenerativa, se elimina

la necesidad de elementos adicionales, lo que conduce a una menor complejidad y costes más bajos. La presente invención no requiere la ayuda de ningún hardware adicional ni de ninguna fuente de energía externa para proporcionar el torque inverso para el mismo efecto de frenado. La presente invención también asegura que no hay pérdida de funcionamiento de frenado o ningún detrimento en las características de frenado o la respuesta de frenado, incluso cuando el estado de carga es alto y el vehículo está en una subida cuesta arriba, lo que mejora la seguridad del vehículo.

[032] Unas características de frenado y una respuesta de frenado coherentes, independientemente del estado de carga de la fuente de energía, como las proporcionadas por la presente invención, permiten unos niveles de confianza coherentes del conductor en el sistema de frenado, lo que conduce a una experiencia de conducción global mejor y más segura.

[033] Si bien la presente invención se ha descrito con respecto a determinadas realizaciones, será evidente para los expertos en la materia que pueden realizarse diversos cambios y modificaciones sin apartarse del alcance de la invención, tal como se define en las reivindicaciones siguientes.

Lista de numerales de referencia

100: Sistema para controlar un motor de tracción

110: Fuente de energía

120: Motor de tracción

130: Rueda

140: Unidad de control

140A: MOSFET de lado alto de primera fase

140B: MOSFET de lado alto de segunda fase

5 140C: MOSFET de lado alto de tercera fase

140A': MOSFET de lado bajo de primera fase

140B': MOSFET de lado bajo de segunda fase

140C': MOSFET de lado bajo de tercera fase

150: Interruptor de freno