



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 281 766**

51 Int. Cl.:  
**B60T 13/58** (2006.01)  
**B60T 13/74** (2006.01)  
**B60T 7/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **04292851 .5**  
86 Fecha de presentación : **02.12.2004**  
87 Número de publicación de la solicitud: **1547891**  
87 Fecha de publicación de la solicitud: **29.06.2005**

54

Título: **Control de frenado de un vehículo eléctrico con recuperación de energía.**

30

Prioridad: **23.12.2003 FR 03 15268**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.10.2007**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.10.2007**

73

Titular/es: **NEXTER Systems**  
**34, boulevard de Valmy**  
**42328 Roanne, FR**

72

Inventor/es: **Pape, Olivier y**  
**Vagner, Alain**

74

Agente: **Arias Sanz, Juan**

ES 2 281 766 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

Control de frenado de un vehículo eléctrico con recuperación de energía.

El sector técnico de la presente invención es el de los dispositivos de frenado de un vehículo equipado con un motor eléctrico.

Cada vez más vehículos comprenden un motor eléctrico alimentado bien por baterías de acumuladores, bien por un grupo electrógeno montado (vehículo híbrido). Estos motores tienen la ventaja de ser reversibles, es decir, que son capaces de producir energía eléctrica cuando ya no se alimentan con corriente sino que es el movimiento del vehículo el que los acciona.

Así, se conoce la utilización de esta propiedad para recargar las baterías de alimentación del motor cuando el conductor suelta el pedal del acelerador. El par resistente aplicado a las ruedas por el motor está entonces programado para ser variable en función de la velocidad del vehículo, con una disminución progresiva hasta la anulación completa cuando la velocidad del vehículo es baja (simulación de un freno motor después del desembrague). En cuanto al frenado, éste se realiza clásicamente de manera mecánica.

Un gran inconveniente del estado actual de la técnica reside justamente en el hecho de que la presión sobre el pedal del freno debe ajustarse por el conductor para compensar la variación del par de frenado en función de la velocidad, para obtener una deceleración constante. Es el caso particular de los vehículos grandes (por ejemplo los camiones pesados) que deben mantener una velocidad constante durante una pendiente larga.

Otro inconveniente del estado actual de la técnica reside en el hecho de que el frenado mecánico no es inmediato e interviene bruscamente.

El objetivo de la presente invención es proporcionar un dispositivo de frenado que restituye una deceleración directamente proporcional a la presión sobre el pedal del freno, asociando el frenado eléctrico con el frenado mecánico y favoreciendo la recuperación de energía, sea cual sea la velocidad del vehículo.

La patente US-5472264 describe un dispositivo de frenado para vehículos de motorización eléctrica. Este dispositivo comprende tres medios de frenado distintos e independientes entre sí. Un primer medio está realizado mediante frenos de fricción controlados por un cilindro hidráulico maestro y actúa sobre las ruedas no motrices del vehículo, un segundo medio es un freno eléctrico que permite recuperar la energía durante las fases de frenado y un tercer medio comprende un accionador eléctrico que actúa sobre otro cilindro hidráulico maestro que acciona los frenos de fricción. El segundo y el tercer medio se controlan mediante el hundimiento del pedal de freno. El problema que este documento intenta resolver es el de la recuperación de energía de frenado. Propone para este fin adaptar, durante las fases de frenado, la componente hidráulica de la fuerza de frenado en función del comportamiento del motor. No está previsto en este documento que el par resultante de la combinación de los pares aplicados por el freno mecánico y el motor eléctrico sea sensiblemente lineal y sensiblemente proporcional al hundimiento del pedal de freno. Además, la realización de un dispositivo de este tipo es particularmente costosa y complicada porque impone la utilización de un freno hidráulico suplementario y

de un controlador para modular la energía de frenado.

La patente US-6076899 describe un dispositivo de frenado para vehículos de propulsión eléctrica. Este dispositivo comprende un calculador que actúa conjuntamente con el motor eléctrico y con un medio de medición de la posición del acelerador. El calculador está igualmente unido a un sensor de activación del freno para detectar una frenada de emergencia. Tampoco se prevé en este documento la regulación del par de frenado del motor eléctrico en función del hundimiento del pedal de freno y del par de frenado de los frenos mecánicos con el fin de obtener un par resultante lineal.

La invención por tanto tiene como objeto un dispositivo de frenado de un vehículo eléctrico, que comprende al menos un motor eléctrico reversible y un dispositivo de frenado mecánico, un sensor de posición del pedal de aceleración, un sensor de posición del pedal de freno y un calculador que permite regular el par resistente aplicado por el motor eléctrico en función del hundimiento del pedal de freno y del hundimiento del pedal de aceleración, caracterizado porque el calculador regula el motor eléctrico para que el par resultante de la combinación de los pares aplicados por el freno mecánico y el motor eléctrico sea sensiblemente lineal y sensiblemente proporcional al hundimiento del pedal de freno.

Según otra característica de la invención, el calculador regula el par resistente aplicado por el motor eléctrico en función de la velocidad del vehículo.

Según otra característica más de la invención, el par resistente aplicado por el motor eléctrico es de tipo proporcional al hundimiento del pedal de freno hasta un cierto umbral y después es constante más allá de este umbral.

Según otra característica de la invención, el motor eléctrico se alimenta mediante baterías eléctricas y el par resistente máximo aplicado por el motor eléctrico corresponde al par necesario para la recarga de las baterías eléctricas de alimentación del motor.

Según otra característica de la invención, el vehículo comprende al menos dos ejes, accionándose cada uno por al menos un motor eléctrico.

Según otra característica de la invención, el dispositivo comprende sensores que miden la carga aplicada individualmente a cada eje.

Según una característica de la invención, el calculador regula individualmente el par aplicado por cada motor eléctrico para repartir la frenada en función de la carga por eje.

Según una característica de la invención el calculador regula el par aplicado por cada motor eléctrico para repartir la frenada en función de la presión de inflado y/o la temperatura de los neumáticos.

Según una característica de la invención, el dispositivo comprende un disipador de energía que permite disipar rápidamente una importante potencia eléctrica particularmente cuando las baterías capacitivas (13) están totalmente recargadas y se está en fase de frenado o durante una frenada de emergencia.

Una ventaja del dispositivo según la invención reside en el hecho de que permite obtener una ley de frenado del vehículo lineal, siendo el frenado por tanto proporcional al recorrido del pedal de freno.

Otras características, detalles y ventajas de la invención se deducirán más claramente a partir de la descripción dada a continuación a título indicativo en relación con las figuras, en las que:

- la figura 1 es una representación esquemática del dispositivo según la invención,

- la figura 2 es un diagrama que ilustra el par de frenado en función del recorrido de los pedales de aceleración y freno, y

- la figura 3 es una vista ampliada de la parte central del diagrama representado en la figura 2.

La figura 1 representa de manera esquemática un vehículo eléctrico 1 equipado con un dispositivo de frenado según la invención. El vehículo 1 va propulsado por ruedas 6, impulsadas por un eje 8 y accionadas por un motor eléctrico 10. Cada motor eléctrico 10 se alimenta mediante baterías capacitivas 13. El vehículo 1 comprende un sistema de frenado mecánico 2, realizado por ejemplo con zapatas 2 que actúan conjuntamente con un disco 7 solidario al eje 8 de la rueda. Se entiende por frenado mecánico, y en contraposición al frenado eléctrico que interviene al nivel del motor eléctrico 10, cualquier modo de frenado neumático, hidráulico o que hace intervenir elementos mecánicos (zapatas, patines...) sobre las ruedas 6, sus ejes 8 o sus soportes, aún cuando estos elementos mecánicos estén controlados por un dispositivo electrónico o eléctrico. El conductor del vehículo acciona el sistema de frenado mecánico por medio de un pedal 4 de freno. Un sensor 50 de posición del pedal 5 de aceleración y un sensor 40 de posición del pedal 4 de freno están dispuestos para medir el recorrido de estos pedales. Los sensores 40 y 50 están conectados al calculador 3 que puede modificar el par resistente aplicado por el motor eléctrico 10 en función del hundimiento del pedal 4 de freno y del hundimiento del pedal 5 de aceleración. El vehículo 1 está igualmente equipado con un freno de estacionamiento 9, accionado por un control 11 de freno de estacionamiento. Este freno de estacionamiento puede instalarse indiferentemente sobre uno de los ejes del vehículo sin interferir con el dispositivo descrito anteriormente. Sin embargo, por razones de espacio, el freno de estacionamiento se colocará preferiblemente sobre un eje no equipado con el dispositivo de frenado según la invención.

Una variante de realización, cuando el vehículo comprenda varios ejes, accionado cada uno por al menos un motor eléctrico 10, consiste en equipar cada eje 8 con un sensor de carga 12 para conocer la carga por eje. Así, el calculador 3 puede regular el par aplicado por cada motor 10 en función de la carga por eje 8.

Se podrá dimensionar el freno mecánico de tal modo que garantice el frenado total del vehículo en caso de fallo del freno eléctrico. Se podrá igualmente equipar el dispositivo con un disipador de energía 14 (por ejemplo una resistencia eléctrica) que permita disipar rápidamente una importante potencia eléctrica. Un disipador de este tipo permite particularmente disipar la energía eléctrica cuando las baterías capacitivas 13 están totalmente recargadas y se está en fase de frenado. Este disipador 14 puede utilizarse igualmente en un frenado de emergencia (por ejemplo cuando el pedal del freno se pisa hasta el fondo y bruscamente), cuando es necesario generar un par eléctrico de frenado importante.

Este ejemplo de realización de la invención ilustra un modo preferido de realización pero pueden concebirse otros modos de realización. Podrá por ejemplo

realizarse la invención en un vehículo que comprenda un único motor eléctrico para todos los ejes, un motor eléctrico para cada rueda, un motor eléctrico para cada eje o para varios ejes. Este dispositivo se aplica cualquiera que sea el número de ejes del vehículo.

El calculador 3 puede programarse igualmente para regular el frenado eléctrico en función de la velocidad del vehículo, de la presión de inflado de los neumáticos, de la temperatura de los neumáticos, del bloqueo de las ruedas, o de cualquier otro parámetro susceptible de influir en el comportamiento del vehículo en la fase de frenado.

Las figuras 2 y 3 representan un diagrama de las leyes de frenado en función de los recorridos de los pedales de aceleración y freno. En estas figuras, la curva 20 corresponde al par aplicado por el freno mecánico 2 en función del recorrido del pedal de freno 40. La curva 100 corresponde al par aplicado por el motor 10, para una velocidad dada y en función del recorrido del pedal de aceleración (para la parte negativa del eje de abscisas) o del pedal de freno 40 (para la parte positiva del eje de abscisas), y la curva 120 es la resultante de los dos pares en función del recorrido del pedal de freno 40.

El dispositivo de frenado mecánico 2 no aplica un par lineal a la rueda 6 sino un par que se descompone en tres tiempos: en un primer tiempo A que corresponde al aflojamiento del pedal de aceleración, el motor eléctrico 10 cesa de accionar las ruedas y ejerce un débil par de frenado que corresponde al freno motor cuando la velocidad de rotación del motor es inferior a la velocidad de rotación de las ruedas; en un segundo tiempo B correspondiente a un hundimiento nulo del pedal de aceleración y a un débil recorrido del pedal de freno 4, el freno mecánico 2 está casi inoperativo, el par de frenado mecánico es por tanto sensiblemente nulo y el par de frenado eléctrico (curva 100) es proporcional al recorrido del pedal de freno; y para un hundimiento C mucho más completo del pedal, el par de frenado mecánico (curva 20) evoluciona de manera sensiblemente lineal y proporcional en función del recorrido del pedal 4 mientras que el par de frenado eléctrico permanece constante.

La energía recuperada durante el frenado eléctrico puede recuperarse ventajosamente para recargar las baterías capacitivas. Es necesario, por tanto, limitar el par de freno eléctrico para no generar una potencia eléctrica superior a la admisible por las baterías capacitivas.

En la figura 3, la curva 100 corresponde al par aplicado por el motor 10, cuando la velocidad del vehículo es baja (inferior a 4 km/h). En esta configuración de desplazamiento a baja velocidad, al soltar el pedal de aceleración, el motor eléctrico ya no simula un freno motor sino una situación de desembrague. El par de frenado es por tanto nulo hasta que el usuario pisa el pedal del freno. El par de frenado es por tanto proporcional al recorrido del pedal de freno, hasta alcanzar su umbral máximo en el que permanece constante.

El calculador 3 permite así regular el par resistente aplicado por el motor eléctrico 10 en función del hundimiento del pedal 4 de freno y del hundimiento del pedal 5 de aceleración. El par de frenado resultante 120 es por tanto sensiblemente lineal y proporcional al recorrido del pedal 4 de freno.

## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de frenado de un vehículo eléctrico (1), que comprende al menos un motor eléctrico (10) reversible y un dispositivo de frenado mecánico (2), un sensor (50) de posición del pedal (5) del acelerador, un sensor (40) de posición del pedal (4) de freno y un calculador (3) que permite regular el par resistente aplicado por el motor eléctrico (10) en función del hundimiento del pedal (4) de freno y del hundimiento del pedal (5) de aceleración, **caracterizado** porque el calculador (3) regula el motor eléctrico (10) de manera que el par resultante de la combinación de los pares aplicados por el freno mecánico (2) y el motor eléctrico (10) es sensiblemente lineal y sensiblemente proporcional al hundimiento del pedal (4) de freno.

2. Dispositivo de frenado de un vehículo eléctrico (1) según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el calculador (3) regula el par resistente aplicado por el motor eléctrico (10) en función de la velocidad del vehículo.

3. Dispositivo de frenado de un vehículo eléctrico según la reivindicación 2, **caracterizado** porque el par resistente aplicado por el motor eléctrico (10) es de tipo proporcional al hundimiento del pedal (4) de freno hasta un cierto umbral y después es constante más allá de este umbral.

4. Dispositivo de frenado de un vehículo eléctrico según la reivindicación 3, **caracterizado** porque el motor eléctrico (10) se alimenta mediante baterías eléctricas (13) y porque el par resistente máximo apli-

cado por el motor eléctrico (10) corresponde al par necesario para la recarga de las baterías eléctricas (13) de alimentación del motor (10).

5. Dispositivo de frenado de un vehículo eléctrico según una de las reivindicaciones de 1 a 4, **caracterizado** porque el vehículo comprende al menos dos ejes (8), accionándose cada uno por al menos un motor eléctrico.

6. Dispositivo de frenado de un vehículo eléctrico según la reivindicación 5, **caracterizado** porque comprende sensores (12) que miden la carga aplicada individualmente a cada eje.

7. Dispositivo de frenado de un vehículo eléctrico según las reivindicaciones 5 ó 6, **caracterizado** porque el calculador (3) regula individualmente el par aplicado por cada motor eléctrico (10) para repartir la frenada en función de la carga por eje.

8. Dispositivo de frenado de un vehículo eléctrico según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el calculador (3) regula el par aplicado por cada motor eléctrico (10) para repartir la frenada en función de la presión de inflado y/o la temperatura de los neumáticos.

9. Dispositivo de frenado de un vehículo eléctrico según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque comprende un disipador de energía (14) que permite disipar rápidamente una importante potencia eléctrica particularmente cuando las baterías capacitivas (13) están totalmente recargadas y se está en fase de frenado o durante una frenada de emergencia.



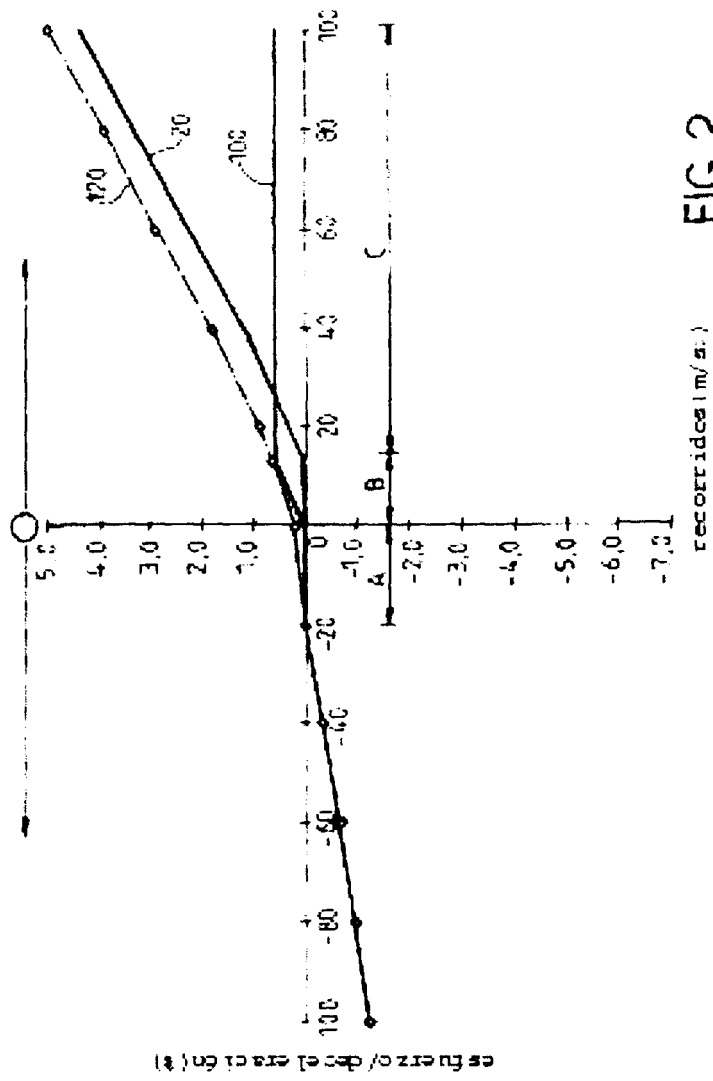


FIG 2

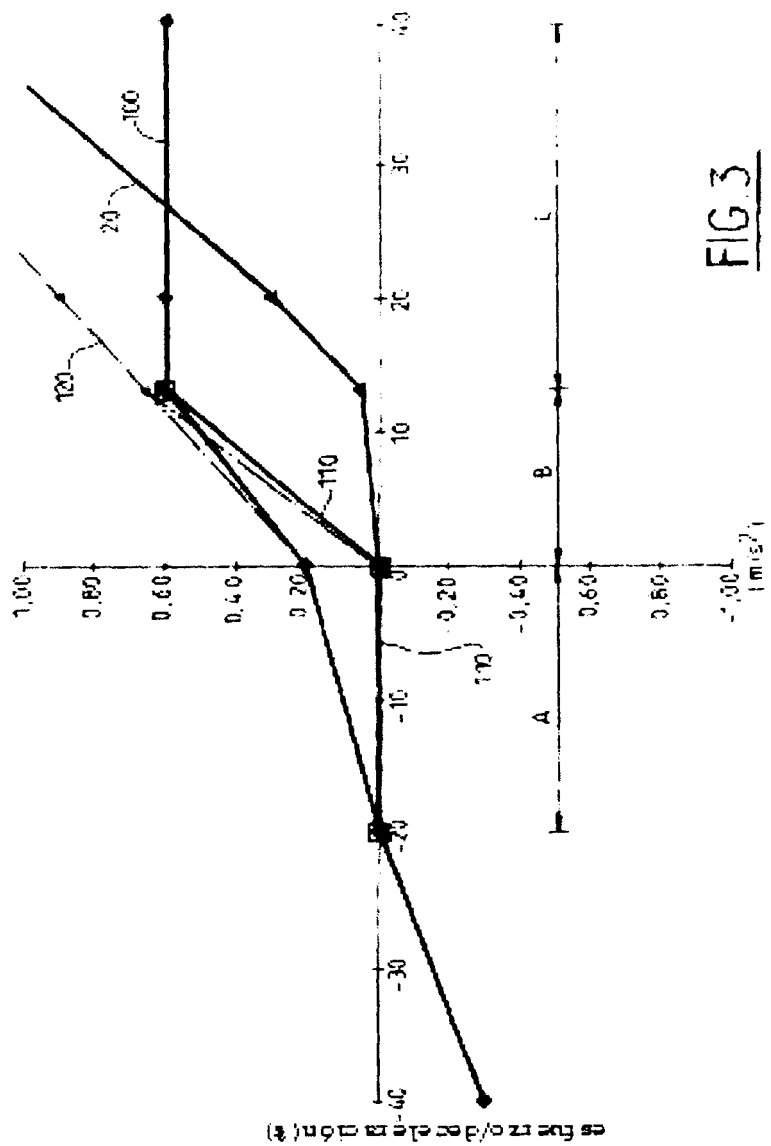


FIG 3