

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 920 452**

51 Int. Cl.:

**B60L 15/00** (2006.01)

**H02P 27/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.10.2018 PCT/IB2018/057882**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.05.2019 WO19097323**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.10.2018 E 18878506 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.04.2022 EP 3565732**

54 Título: **Método para generar un alto par de arranque en un motor asíncrono con un bajo consumo de energía**

30 Prioridad:

**16.11.2017 HU 1700465**

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

**04.08.2022**

73 Titular/es:

**ELECTROMEGA KFT. (100.0%)**

**1-3 Köntösgát sor**

**4031 Debrecen, HU**

72 Inventor/es:

**BARTHA, ISTVÁN ÁKOS y**

**VITÉZ, ATTILA CSABA**

74 Agente/Representante:

**IZQUIERDO BLANCO, María Alicia**

ES 2 920 452 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

Método para generar un alto par de arranque en un motor asíncrono con un bajo consumo de energía

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a un método para generar un alto par de arranque en un motor asíncrono con un bajo consumo de energía, usando para ello un inversor parametrizable, controlado por programa(s) y diseñado y fabricado para uso industrial.
- 10 **[0002]** Los motores asíncronos son adecuados para hacer funcionar sistemas mecánicos giratorios con un alto nivel de eficiencia y seguridad de funcionamiento. Sin embargo, al accionar un sistema mecánico, el arranque del motor puede requerir una gran cantidad par de fuerzas. Esto puede presentar dificultades. Cuando se usa un acoplamiento simple, es decir, el motor se alimenta con voltaje en función de las RPM deseadas, se necesita una corriente elevada para arrancar el motor. Como el voltaje en una red de corriente alterna (CA) permanece constante, esto también conlleva un alto consumo de energía. Se conocen muchos esquemas de acoplamiento diferentes para
- 15 limitar el consumo de energía en el arranque, pero todos implican una reducción del par de arranque. Se recomienda usar un inversor para los motores asíncronos, ya que el inversor permite controlar las RPM del motor sin tener que cambiar de marcha. Los motores controlados por un inversor suelen presentar un menor consumo de energía en el arranque en comparación con los acoplamientos estándar, con una pérdida mínima o nula del par de arranque. Se trata de una solución técnica fundamental para los vehículos alimentados por baterías, ya que es posible suministrar
- 20 la potencia necesaria para el accionamiento del motor en el arranque conectando en paralelo varias baterías de bajo amperaje. El uso de múltiples baterías da como resultado un sistema físicamente más grande en general. Sin embargo, en el caso de los vehículos es mejor limitar estrictamente el tamaño total del sistema. En otras palabras, este es un factor limitante para la potencia máxima que se puede alcanzar durante el arranque, mientras que maximizar el par de arranque del motor permite un mejor desplazamiento en pendientes, que es un requisito vital
- 25 cuando se opera un vehículo. En el caso de los vehículos eléctricos, también es importante mantener lo más baja posible la masa del motor y las baterías. Los motores más pequeños proporcionan menos par y, por lo tanto, necesitan utilizar un convertidor de par. Actualmente se minimiza la masa total del motor y el convertidor de par. Este proceso consiste en optimizar la ratio entre la masa del motor y la del convertidor de par. Nuestro objetivo es hacer funcionar vehículos eléctricos con motores asíncronos sin utilizar un convertidor de par, pues el uso de
- 30 convertidores de par en vehículos eléctricos resulta problemático. Nuestros experimentos han demostrado que para que un motor asíncrono estándar se accione mediante un inversor configurado según las recomendaciones del fabricante, la potencia nominal debe aumentarse más allá de los límites para proporcionar el par de arranque necesario. Sin embargo, debido a consideraciones de tamaño, peso y coste, esta no es una solución adecuada para vehículos eléctricos.
- 35 **[0003]** El documento EP 2 430 506 A1 está relacionado con un método para controlar y condicionar la tensión y la corriente de entrada eléctrica proporcionando un controlador de motor que modifica una corriente de entrada a un motor de corriente alterna. El controlador del motor comprende: un rectificador de entrada de energía; una fuente de alimentación de baja tensión; un circuito de voltaje de salida variable para ajustar un circuito de tensión de salida de
- 40 accionamiento; y un circuito de control que controla el circuito de tensión de salida variable y proporciona formas de onda temporizadas al circuito de tensión de salida de accionamiento.
- [0004]** El documento US 2012/086383 A1 propone un método que permite monitorizar la velocidad mecánica del rotor del motor asíncrono y mantener el deslizamiento dentro de un determinado rango para que el rotor pueda
- 45 'seguir' la frecuencia. El par también puede determinarse y modificarse dejando que el voltaje permanezca constante. El control del deslizamiento se consigue aplicando al motor una frecuencia inicial en el tren de pulsos PWM mediante un control eléctrico y accionadores en el puente de arreglo del inversor trifásico.
- [0005]** La solicitud de patente US 2009/0243523 A1 describe un sistema de control que comprende un accionamiento giratorio eléctrico, es decir, un motor, y un circuito de accionamiento conectado a una fuente de
- 50 alimentación de corriente continua (CC), de manera que el circuito de accionamiento incluye una unidad inversora y de manera que acoplar el accionamiento giratorio eléctrico hace que el inversor transforme la salida de la fuente de alimentación de CC en tensión de CA (corriente alterna). Cuando el accionamiento giratorio eléctrico se usa en modo regenerativo, el inversor convierte la salida del accionamiento giratorio eléctrico en tensión de corriente
- 55 continua. La solución conocida no incluye un método para arrancar el motor con un par elevado.
- [0006]** La solicitud de patente US 2009/0115362 A1 describe una unidad de control de un motor eléctrico que comprende una fuente de alimentación de CC y un inversor acoplado entre el motor eléctrico y la fuente de alimentación de CC. La unidad de control usa una señal de control de frecuencia para controlar el funcionamiento
- 60 del inversor y, por lo tanto, también del motor. Esta solución tampoco incluye ningún método para arrancar el motor o proporcionar el par de arranque necesario.
- [0007]** La solicitud de patente US 2009/0146615 A1 describe un accionamiento para vehículos híbridos que incluye un sistema de control para un motor eléctrico. El motor eléctrico se controla mediante un convertidor de frecuencia
- 65 acoplado a una batería en función de la señal de salida recibida desde una unidad de control.

5 [0008] Esta solución incluye tanto un motor de combustión interna como un motor eléctrico asíncrono. Resulta necesario el correcto funcionamiento de ambos para garantizar el par necesario para arrancar el vehículo. El propósito de la presente invención es hacer funcionar un vehículo puramente eléctrico sin usar un convertidor de par o cualquier motor de arranque auxiliar.

10 [0009] La solicitud de patente US 2017/0259825 A1 describe un dispositivo de control para un vehículo eléctrico, que utiliza un convertidor de par para conseguir el par necesario para accionar el motor. El propósito de la presente invención es proporcionar un par suficiente para accionar el motor y, más particularmente, proporcionar un par de arranque suficiente sin usar un convertidor de par.

15 [0010] El modelo de utilidad CN 2632938 Y demuestra un método de ahorro de energía para controlar un motor eléctrico de CA utilizando un inversor, de manera que la unidad de control realiza cálculos de ahorro de energía, filtrado de ruido y reducción de armónicos e interferencias electromagnéticas. Esta disposición incluye un dispositivo de control especial y requiere realizar cálculos complicados para controlar el motor. El propósito de la presente invención, no obstante, es accionar un motor asíncrono con una disposición de acoplamiento simple utilizando un inversor diseñado y fabricado para uso industrial.

20 [0011] La solicitud de patente CN 101064460 A describe un motor asíncrono trifásico que funciona con una tensión de arranque baja (acoplamiento delta) y una tensión de funcionamiento más alta (acoplamiento en estrella). Esta también es una solución complicada, con una disposición de acoplamiento y una unidad de control complejas.

25 [0012] La solicitud de patente CN 101734174 A describe un método de ahorro de energía para controlar el motor de un vehículo eléctrico. La disposición conlleva el uso de un motor de cambio de polos (con 2-32 polos). El control se consigue combinando el cambio de polos y los cambios de frecuencia (de 0,1 a 1000 Hz). Controlando estos cambios es posible conseguir un alto par de arranque, lo que permite arrancar el vehículo en una pendiente y asegura una alta eficiencia y un bajo consumo de combustible. El propósito de la presente invención es similar al esquema de control descrito en dicho documento, pero nuestra solución es más sencilla y no requiere un complejo motor de cambio de polos.

30 [0013] La solicitud de patente CN 105262299 A describe un esquema de control para un motor asíncrono que utiliza un inversor. El motor contiene dos secciones giratorias acopladas simétricamente.

35 [0014] Para accionar el motor se usan dos inversores, de manera que hay un ventilador montado en el eje giratorio. Esta disposición también conlleva un acoplamiento y un esquema de control complicados.

40 [0015] La solicitud de patente EP 2 099 122 A2 describe el funcionamiento de un motor asíncrono que utiliza un inversor. Si el motor se enciende pero no arranca después de cierto tiempo, la tensión y/o la frecuencia de salida del inversor se reducen gradualmente hasta que la corriente del motor cae por debajo de la corriente de arranque máxima permitida; esto implica que el motor funcione a su tensión y RPM de ralentí nominales. Esta disposición incluye una unidad de control especialmente programada. El objetivo de la presente invención es utilizar un inversor controlado por programa(s) -y diseñado y fabricado para uso industrial- para accionar el motor, de manera que el inversor está configurado de acuerdo con los ajustes característicos de nuestra invención.

45 [0016] Los vehículos eléctricos que utilizan corriente alterna, como los trolebuses, los tranvías y las locomotoras eléctricas, no necesitan ver limitado su consumo de energía durante el arranque del motor, ya que la red puede suministrar fácilmente la energía necesaria. En cambio, para los vehículos que utilizan corriente continua, como los autobuses eléctricos, los camiones de la basura o los coches, es vital utilizar la energía almacenada en la batería de la manera más eficiente posible, ya que el tamaño físico de la batería o baterías y la autonomía del vehículo con una única carga de batería también son importantes. Nuestro objetivo era encontrar un método fácil y sencillo para accionar el motor de un vehículo eléctrico, algo que conseguimos sin utilizar un convertidor de par para el motor asíncrono. El tamaño físico de la batería utilizada para el accionamiento del motor asíncrono puede reducirse limitando la potencia necesaria para arrancar el motor, ya que, en general, el motor requiere la mayor potencia cuando se consigue el par de arranque necesario. Si bien la energía almacenada en las baterías sigue estando disponible, hay un límite en cuanto a la cantidad de energía que puede suministrarse en un corto período de tiempo, lo cual significa que debe reducirse la energía necesaria para arrancar el motor. No es posible alcanzar los objetivos planteados manteniendo los parámetros y el funcionamiento de los inversores controlados por programa -y diseñados y fabricados para uso industrial- dentro de los límites recomendados por su fabricante. En otras palabras, al arrancar el motor con un inversor operado de acuerdo con dichas recomendaciones, solo se puede conseguir un par de arranque suficiente utilizando baterías extremadamente pesadas que suponen una carga considerable para el vehículo. Y existe un problema adicional, ya que el par de arranque necesario para arrancar el vehículo requeriría un motor con una potencia innecesariamente alta, que también sería extremadamente pesado y tendría unos requisitos de rendimiento elevados por sí mismo.

65 [0017] Sin embargo, nos resultó evidente que, si utilizamos un inversor industrial parametrizable, lo ajustamos a valores que no coinciden con sus parámetros reales y lo usamos como unidad de control, obtenemos el resultado inesperado de generar un par de arranque superior al nominal, que acaba siendo suficiente para acelerar (arrancar)

5 el coche eléctrico sin tener que utilizar un convertidor de par. También descubrimos que si los parámetros del inversor se ajustan para que imiten los datos de un motor con menos potencia que la potencia real del motor, o, en otras palabras, si el programa del inversor se opera usando datos que no coinciden con las especificaciones de fábrica del motor acoplado al mismo, entonces, habiendo modificado los parámetros de acuerdo con nuestra investigación y nuestras mediciones, el inversor, a pesar de funcionar con su programación de fábrica por defecto, proporcionará al motor una señal de salida que hará que sea capaz de proporcionar el par de arranque requerido. En pocas palabras, el funcionamiento modificado del inversor le permite aplicar al motor un voltaje de excitación superior a la normal, ya que asume que el motor tiene cables más finos y, por tanto, una resistencia de bobinado superior a la que tiene realmente. Como resultado de ello, el motor puede someterse a un mayor par. Por consiguiente, hemos observado que, si el inversor no se opera de acuerdo con las especificaciones de fábrica, sino que se configura y se opera usando parámetros que se desvían de los valores recomendados, el motor conectado al inversor funcionará de acuerdo con nuestros objetivos, y no de acuerdo con los datos de funcionamiento nominales. Este modo de funcionamiento no resulta evidente en base a la descripción de fábrica del inversor; es una consecuencia de utilizar señales de control que se desvían de la especificación.

15 **[0018]** Descubrimos que los inversores industriales parametrizables y controlados por programa pueden configurarse habitualmente para regular cualquier cambio repentino en el consumo de energía en el grado que sea necesario. Si se reduce la regulación a la baja y el inversor es más potente que la salida de potencia nominal del motor, se puede conseguir el par necesario para el arranque sin necesidad de un convertidor de par.

20 **[0019]** Un motor asíncrono acoplado a un inversor industrial sólo es capaz de realizar cambios de carga dinámicos sin usar un convertidor de par si el inversor está configurado para un motor con una salida de potencia inferior y/o una frecuencia nominal inferior a sus valores reales. Esto permite que el inversor genere una mayor tensión de excitación y, por tanto, un mayor par. Esto provoca una carga adicional, que, según descubrimos, puede compensarse con las características y el tiempo de aceleración y desaceleración. Esto no causa restricciones de funcionamiento significativas para un vehículo eléctrico, ya que el movimiento regular del vehículo puede mantenerse dentro de las condiciones de tráfico normales. Normalmente, estos falsos ajustes sobrecargarían el motor, pero programando el convertidor de frecuencia y estableciendo los tiempos y características de aceleración y desaceleración, es posible evitar cualquier sobrecarga de este tipo, ya que el inversor regulará a la baja antes de que se sobrecargue el núcleo magnético.

25 **[0020]** Por consiguiente, nuestra invención es un método para generar un alto par de arranque en un motor asíncrono con un bajo consumo de energía utilizando un inversor parametrizable controlado por programa, diseñado y fabricado para uso industrial, con un aumento del 20-40% en la salida de potencia del inversor en comparación con el valor de la potencia nominal del motor, desviándonos para ello de las recomendaciones del fabricante al ajustar diversos parámetros operativos del inversor, concretamente, ajustando la salida nominal del motor a un valor de entre un 70% y un 90% de la salida nominal real, fijando la frecuencia nominal del motor en un valor comprendido entre el 70% y el 95% de la frecuencia nominal real, fijando la tensión nominal del motor en un valor comprendido entre el 105% y el 120% de la tensión nominal real y alimentando el motor asíncrono a través de una batería de manera que la tensión de salida de la batería se conecte a los terminales de CC del convertidor de frecuencia, y utilizando el motor asíncrono para accionar un vehículo eléctrico mediante la creación de una conexión operativa entre el motor asíncrono y el eje de las ruedas del vehículo eléctrico.

35 **[0021]** La selección de un inversor con una salida de potencia entre un 20% y un 40% superior a la potencia nominal del motor depende de los inversores industriales de alimentación estándares disponibles. Por ejemplo, un motor de 100 kW requeriría el uso de un inversor de 132 kW, una categoría de potencia superior. Dentro de los rangos especificados, pueden establecerse valores óptimos en función de las condiciones de funcionamiento del motor. Por ejemplo, hay que tener en cuenta el tipo de carga del motor y la duración de funcionamiento prevista (el tiempo tras el cual el motor puede enfriarse de nuevo). Para un funcionamiento continuo y de larga duración, los parámetros del inversor deben ajustarse dentro del rango especificado, más cercanos a los valores nominales. En cambio, si se desea una aceleración alta a corto plazo, los parámetros deben desviarse más de los valores nominales.

40 **[0022]** Para evitar que el motor asíncrono se sobrecaliente, debe proporcionarse una solución de refrigeración intensiva. Se puede recurrir a la refrigeración por ventilador o por aceite.

45 **[0023]** Si se utiliza una fuente de alimentación de CC, es decir, una batería, para alimentar el motor, la tensión de salida de la batería debe conectarse a los terminales de CC del inversor, de manera que el motor asíncrono funciona como un convertidor de CC.

50 **[0024]** En este caso, la energía generada por la ralentización del motor debe usarse para magnetizar el motor y alimentar los sistemas auxiliares -utilizando el motor como un generador, tal y como se ha descrito anteriormente-, de manera que cualquier energía sobrante se devuelve a la batería. Esto ayudará a reducir la carga sobre la batería. Así, durante la desaceleración, la energía recuperable se devuelve a la batería utilizando el motor como un generador.

55 **[0025]** Un motor asíncrono alimentado por el inversor tal y como se ha descrito anteriormente puede funcionar con

un par de arranque elevado sin aumentar su consumo de energía, lo cual significa que si el motor se alimenta mediante un inversor con una batería conectada a un terminal de CC, y cualquier energía generada por la potencia de frenado se devuelve a la batería, la carga de la batería puede mantenerse baja. Al mantener baja la potencia máxima requerida, es posible mantener al mínimo la densidad de potencia necesaria de la batería y, por tanto, el tamaño de la batería. Esta disposición también puede usarse para alimentar un vehículo eléctrico, acoplado el motor asíncrono al eje de las ruedas del vehículo. De este modo, esta disposición es capaz de alimentar el vehículo eléctrico en cuestión.

**[0026]** Si se ajusta el tiempo de aceleración desde el arranque hasta la velocidad operativa del motor por encima de las recomendaciones del fabricante, se puede mitigar aún más el sobrecalentamiento. Naturalmente, este parámetro también debe ajustarse en función de las condiciones de funcionamiento: si no se requiere una aceleración rápida del motor y se considera que es más importante un funcionamiento fiable y eficiente desde el punto de vista energético, resulta conveniente aumentar el tiempo de aceleración. De lo contrario, por ejemplo cuando se utiliza el motor asíncrono para alimentar un coche de carreras eléctrico, se debe permitir que el motor acelere rápidamente, ya que en este caso el funcionamiento continuo a largo plazo no es un requisito. En este último caso, resulta vital proporcionar una solución de refrigeración intensiva. Así, nuestra invención conlleva reducir el sobrecalentamiento del inversor aumentando el tiempo de aceleración necesario para alcanzar la velocidad máxima del motor al ajustar los parámetros de funcionamiento del inversor, fijándolo en un múltiplo del valor recomendado por el fabricante, preferiblemente entre 6 y 8 veces dicho valor. Aumentar el tiempo de desaceleración necesario para que el motor se detenga por completo también puede mejorar la estabilidad de la conducción. Así, al ajustar los parámetros de funcionamiento del inversor para aumentar la estabilidad de conducción del vehículo, el tiempo de frenado necesario para que el motor se detenga por completo se ajusta a un múltiplo del valor recomendado por el fabricante, preferiblemente entre 2 y 3 veces dicho valor.

**[0027]** Naturalmente, puede ser necesario detener rápidamente el vehículo eléctrico, para lo cual el vehículo dispondrá de un freno neumático.

**[0028]** He aquí un ejemplo para la realización de la invención:

Utilizamos un inversor parametrizable y controlado por programa para hacer funcionar un motor eléctrico asíncrono con carcasa de hierro, con capacidad nominal de 90 kW y con bobinas nominales de 110 kW. Según el método correspondiente a la presente invención, configuramos los parámetros del inversor con los valores correspondientes a un motor con una potencia nominal de 75 kW. Con estos ajustes, el par de arranque del motor alcanzó los 1500 Nm y demostró ser capaz de proporcionar 160 kW de potencia. El método correspondiente a la presente invención permitió que el motor produjera un par de arranque mayor que el que habría sido capaz de producir un motor de 160 kW con los ajustes configurados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

**[0029]** Aumentar el tiempo de desaceleración necesario para que el motor se detenga por completo también puede mejorar la estabilidad de la conducción. Así, al ajustar los parámetros de funcionamiento del inversor para aumentar la estabilidad de conducción del vehículo, el tiempo de frenado necesario para que el motor se detenga por completo se ajusta a un múltiplo del valor recomendado por el fabricante, preferiblemente entre 2 y 3 veces dicho valor.

**[0030]** Naturalmente, puede ser necesario detener rápidamente el vehículo eléctrico, para lo cual el vehículo dispondrá de un freno neumático.

**[0031]** He aquí un ejemplo para la realización de la invención:

Utilizamos un inversor parametrizable y controlado por programa para hacer funcionar un motor eléctrico asíncrono con carcasa de hierro, con capacidad nominal de 90 kW y con bobinas nominales de 110 kW. Según el método correspondiente a la presente invención, configuramos los parámetros del inversor con los valores correspondientes a un motor con una potencia nominal de 75 kW.

**[0032]** Con estos ajustes, el par de arranque del motor alcanzó los 1500 Nm y demostró ser capaz de proporcionar 160 kW de potencia. El método correspondiente a la presente invención permitió que el motor produjera un par de arranque mayor que el que habría sido capaz de producir un motor de 160 kW con los ajustes configurados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un método para generar un alto par de arranque en un motor asíncrono con un bajo consumo de energía utilizando un inversor parametrizable y controlado por programa(s), diseñado y fabricado para uso industrial, **que se caracteriza por** un aumento de un 20-40% de la potencia de salida del inversor en comparación con el valor de la potencia nominal del motor, y desviándose asimismo de las recomendaciones del fabricante al ajustar una serie de parámetros operativos del inversor, concretamente, ajustando la potencia de salida nominal del motor a un valor de entre un 70% y un 90% de la potencia de salida nominal real, ajustando para ello la frecuencia nominal del motor a un valor de entre un 70% y un 95% de la frecuencia nominal real, y ajustando el voltaje nominal del motor a un valor de entre un 105% y un 120% de la tensión nominal real, y alimentando el motor asíncrono a través de una batería, de manera que la tensión de salida de la batería se conecta a los terminales de CC del convertidor de frecuencia, y utilizando el motor asíncrono para hacer funcionar un vehículo eléctrico mediante la creación de una conexión operativa entre el motor asíncrono y el eje de las ruedas del vehículo eléctrico.
- 15 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, **que se caracteriza por el hecho de que** utiliza una refrigeración intensiva para el funcionamiento del motor asíncrono.
- 20 3. Un método de acuerdo con la reivindicación 2, **que se caracteriza por el hecho de que** para el funcionamiento del motor asíncrono se utiliza la refrigeración por ventilación.
- 25 4. Un método de acuerdo con la reivindicación 2, **que se caracteriza por el hecho de que** para el funcionamiento del motor asíncrono se utiliza la refrigeración con aceite.
- 30 5. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **que se caracteriza por el hecho de que** la energía recuperable se devuelve a la batería durante la desaceleración utilizando el motor como un generador.
- 35 6. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **que se caracteriza por el hecho de que** al ajustar los parámetros operativos del inversor para reducir su sobrecalentamiento, el tiempo de aceleración necesario para alcanzar la velocidad máxima del motor se ajusta a un múltiplo del valor recomendado por el fabricante, preferiblemente entre 6 y 8 veces dicho valor.
- 40 7. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **que se caracteriza por el hecho de que** al ajustar los parámetros operativos del inversor para aumentar la estabilidad de conducción del vehículo, el tiempo de frenado necesario para que el motor se detenga por completo se ajusta a un múltiplo del valor recomendado por el fabricante, preferiblemente entre 2 y 3 veces dicho valor.