

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 683 776**

51 Int. Cl.:

**B60L 15/02** (2006.01)

**B60L 15/20** (2006.01)

**B60L 11/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.03.2012 PCT/IB2012/051090**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.09.2012 WO12123862**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.03.2012 E 12710356 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.05.2018 EP 2683574**

54 Título: **Procedimiento y sistema electrónico para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo, en particular de vehículos eléctricos**

30 Prioridad:

**11.03.2011 IT MI20110393**

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

**27.09.2018**

73 Titular/es:

**PIAGGIO & C. S.P.A. (100.0%)  
Viale Rinaldo Piaggio 25  
56025 Pontedera (Pisa), IT**

72 Inventor/es:

**SANTUCCI, MARIO;  
DI TANNA, ONORINO;  
SAVARESI, SERGIO;  
TANELLI, MARA;  
DARDANELLI, ANDREA y  
PICASSO, BRUNO**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

ES 2 683 776 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**

Procedimiento y sistema electrónico para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo, en particular de vehículos eléctricos

5 La presente invención se refiere a un procedimiento y a un sistema electrónico para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo, que se usa en particular, pero no exclusivamente, en vehículos eléctricos.

10 Hoy en día, el hecho de que las fuentes de energía no renovables sean finitas ha llevado a la definición de objetivos de movilidad sostenible que, en general, tienden a incentivar tanto el desarrollo de vehículos con baja huella de carbono como cero emisiones, y a la definición de nuevos modelos de uso de los propios vehículos, lo que hace necesario modificar y racionalizar su uso.

15 Para dicho fin, se conoce el diseño y la fabricación, a gran escala, de vehículos con propulsión eléctrica que, a lo largo de los años, se han establecido en el mercado como una alternativa válida a los vehículos de propulsión térmica y que parecen constituir la plataforma tecnológica que va a promoverse para desarrollar nuevos modelos de movilidad.

20 Sin embargo, la dispersión de los vehículos de propulsión eléctrica conocidos está fuertemente condicionada por la autonomía limitada de la batería y por la escasez de estaciones en las que se puede cargar la batería.

25 En detalle, las baterías usadas hoy en día en los vehículos eléctricos son muy costosas, además de ser muy grandes y pesadas, ya que deben garantizar un suministro de energía que produzca rendimientos adecuados en términos de aceleración y velocidad, especialmente cuando se conduce en la ciudad.

30 Debería resultar evidente que la autonomía de dichas baterías disminuye a medida que aumenta la velocidad promedio del vehículo y de las aceleraciones que experimenta; como consecuencia, la autonomía de un vehículo eléctrico expresada en términos de distancia máxima que puede lograrse varía en función de las características de la sección de carretera y del estilo de conducción del conductor.

35 En las ciudades, la autonomía está influenciada, por ejemplo, por la cantidad y el tipo de frenado y por las aceleraciones relativas. De la misma manera, las pendientes en la carretera lo afectan, incluso positivamente, si el vehículo está equipado con sistemas para recuperar la energía de frenado, o más bien cuesta abajo.

40 Esto significa que, aunque los vehículos de propulsión eléctrica conocidos pueden proporcionar una indicación del estado de carga de la batería y, como consecuencia, una indicación de la distancia que puede recorrerse sobre la base de una hipótesis de consumo promedio, el usuario genérico no siempre puede estar seguro de llegar a su destino, ya que no es posible prever las condiciones del tráfico y las condiciones de la superficie de la carretera.

45 Además, es importante destacar que los puntos de recarga están actualmente dispersos por el territorio nacional e internacional de una manera que no está muy extendida y el tiempo de recarga es notoriamente muy largo.

Los inconvenientes señalados anteriormente crean un gran inconveniente para los consumidores y no les permiten desarrollar su fe en esta nueva plataforma tecnológica para la movilidad sostenible, lo que es un obstáculo decisivo para su difusión.

50 El documento EP0829389A2 divulga un aparato de emisión de energía montado en un vehículo para emitir energía a un árbol de accionamiento. El documento US2010131139A1 divulga un aparato de planificación de carga que formula un plan de control para controlar tanto un motor como un generador en un vehículo híbrido.

55 El propósito de la presente invención es el de evitar los inconvenientes mencionados anteriormente y, en particular, el de concebir un procedimiento para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo mientras se conduce.

Otro propósito de la presente invención es el de proporcionar un procedimiento para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo que sea capaz de garantizar que se completa un viaje.

60 Un propósito adicional de la presente invención es el de crear un sistema electrónico para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo que pueda proporcionar información sobre si la energía a bordo es suficiente para un determinado viaje.

Otro propósito más de la presente invención es el de crear un sistema electrónico para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo que haga posible modificar la respuesta dinámica de un vehículo gestionando las incertidumbres relativas a las condiciones de tráfico variables y desconocidas.

65

Estos y otros propósitos de acuerdo con la presente invención se logran mediante la fabricación de un procedimiento y de un sistema electrónico para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo como se describe en las reivindicaciones independientes 1 y 10.

5 Otras características del procedimiento y del sistema electrónico para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo son el objetivo de las reivindicaciones dependientes.

10 Las características y las ventajas de un procedimiento y de un sistema electrónico para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo de acuerdo con la presente invención resultarán más evidentes a partir de la siguiente descripción, dada a modo de ejemplo y no con fines limitativos, con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos, en los que:

- 15 • la figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema electrónico para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo de acuerdo con la presente invención;
- la figura 2 es un diagrama de flujo de un modo de realización del procedimiento para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo de acuerdo con la presente invención;
- 20 • la figura 3 es un gráfico que representa la variación de la capacidad de energía de un vehículo en función del espacio;
- la figura 4 es uno de los posibles mapas de energía-velocidad-aceleración suministrados usados en el procedimiento de la figura 2;
- 25 • la figura 5 es uno de los posibles mapas de variación de la capacidad de velocidad-aceleración-energía usados en el procedimiento de la figura 2;
- la figura 6 es una de las posibles curvas de nivel derivadas de los mapas de variación de la capacidad de velocidad-aceleración-energía de la figura 5.

30 Con referencia a las figuras, se muestra un sistema electrónico para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo, totalmente indicado con el número de referencia 10. Dicho sistema electrónico 10 está acoplado ventajosamente con un vehículo 20 del tipo que comprende un motor controlable por par 21 y una pluralidad de sensores 22 para la medición instantánea de una pluralidad de parámetros de accionamiento y de la capacidad de energía del propio vehículo 20. En detalle, el motor controlable por par 21 puede ser del tipo eléctrico o del tipo térmico. El sistema electrónico 10 también está asociado con un vehículo 20 equipado con una red de datos, preferentemente un bus de tipo CAN, que es capaz de transmitir señales digitales y/o analógicas.

40 En cualquier caso, el vehículo 20 está equipado además con una primera unidad de control central 23, acoplada con el motor 21, capaz de generar una solicitud de par instantáneo  $m_d$  sobre la base de una solicitud de un usuario hecha por medio del acelerador. La traslación se lleva a cabo por medio de mapas que relacionan la posición del acelerador, el engranaje insertado y el número de revoluciones del motor con el par solicitado.

45 La pluralidad de sensores 22 es capaz, en particular, de detectar la velocidad, la aceleración y la capacidad de energía  $C$  del vehículo 20. Dicha capacidad de energía  $C$  se refiere al estado de carga  $\xi$  de una batería de un motor eléctrico (de ahí  $C = \xi$ ) y/o a la capacidad de energía de un tanque de combustible  $C_{\text{COMBUSTIBLE}}$  de un motor térmico (de ahí  $C = C_{\text{COMBUSTIBLE}}$ ), de acuerdo con la naturaleza del motor controlable por par 21.

50 El sistema electrónico 10 para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo comprende un medio de interfaz de usuario 11 que está conectado a una segunda unidad de control central 12 que está integrada en el vehículo 20.

55 Dicha conexión se realiza preferentemente de forma inalámbrica por medio de dos medios transceptores inalámbricos 31, 32 de los que el primero 31 está asociado a los medios de interfaz 11 y el segundo 32 está asociado a la segunda unidad de control central 12, respectivamente. Alternativamente, el medio de interfaz 11 está integrado en el vehículo 20 permitiendo una conexión por cable con la segunda unidad de control central 12.

60 En cualquier caso, el medio de interfaz 11 es capaz de transmitir una señal para indicar una distancia y/o una ruta que se vaya a cubrir por el propio usuario. En el resto de la descripción, se hace referencia a la ruta como un ejemplo y no con fines limitativos.

65 Preferentemente, dicho medio de interfaz 11 es un terminal móvil que puede comunicarse con la segunda unidad de control central 12 de acuerdo con los estándares de Bluetooth, como por ejemplo un *teléfono inteligente* equipado con GPS o un dispositivo de navegación por satélite. Dicho medio de interfaz 11 comprende además medios de memoria (no ilustrados) en los que se registran mapas de carreteras y posiblemente también datos de altimetría

correspondientes y medios de software (no ilustrados), adaptados para generar la señal para indicar una ruta sobre la base de dichos mapas y de los requisitos del usuario.

El usuario puede, por lo tanto, enviar ventajosamente, a la segunda unidad de control central 12, una señal para indicar una ruta que se vaya a cubrir especificando los puntos inicial y final y/o seleccionando una ruta particular de aquellos que los conecten. En el caso en el que en los medios de memoria de los medios de interfaz 11 también se memoricen los datos altimétricos relativos a la ruta deseada, dichos datos pueden enviarse a la segunda unidad de control central 12. De acuerdo con la presente invención, la segunda unidad de control central 12 es capaz de generar una solicitud de par instantáneo regulada  $m$  sobre la base de la distancia indicada y/o de la ruta que se vaya a cubrir, sobre la base de la velocidad y/o de la aceleración y de la capacidad de energía  $C$  del motor controlable por par 21 detectado por la pluralidad de sensores 22, así como sobre la base de la solicitud de par instantáneo  $m_d$  generada por la primera unidad de control central 23.

En detalle, la segunda unidad de control central 12 recibe la señal para indicar la ruta y divide dicha ruta en una pluralidad de intervalos de espacio. Dicha segunda unidad de control central 12 comprende una unidad de supervisión 13 capaz de calcular, en tiempo real y en el punto inicial de cada intervalo entre la pluralidad de intervalos de espacio, la variación permisible de la capacidad de energía  $\Delta C$  del motor 21, sobre la base de valores de la capacidad de energía  $C$  detectados por la pluralidad de sensores 22. De forma alternativa, la unidad de supervisión 13 puede estar comprendida en el medio de interfaz 11, o dicha unidad de supervisión 13 de los medios de interfaz 11 puede ser una unidad de supervisión adicional con respecto a la unidad de supervisión 13 de la segunda unidad de control central 12.

En cualquier caso, la unidad de supervisión 13 calcula la variación permisible de la capacidad de energía  $\Delta C$ , es decir, el valor de la capacidad de energía  $C$  que se puede consumir mientras se desplaza un intervalo de espacio para garantizar la autonomía energética del motor 21 para toda la longitud del camino establecido por el usuario.

De acuerdo con el tipo de carreteras que compongan la ruta (calles de la ciudad, autopistas, carreteras extraurbanas) y con el perfil altimétrico relacionado con ellas, la unidad de supervisión 13 puede generar diferentes valores de capacidad de energía  $C$  que puedan consumirse para cada intervalo de espacio de la propia ruta. Por ejemplo, la unidad de supervisión 13 puede generar valores que sean más altos en el caso en el que haya partes ascendentes y más bajas en el caso en el que haya partes descendentes; de la misma manera, en una autopista, una unidad de supervisión 13 de este tipo puede generar valores correspondientes a la velocidad promedio mínima del viaje, configurados posiblemente por el usuario por medio de los medios de interfaz 11.

De esta forma, es posible tener en cuenta el consumo mayor o menor relacionado con las condiciones de uso previstas y mejorar la eficiencia del sistema electrónico 10 para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo.

Es importante destacar que, en el momento en que el usuario establece la ruta que desea cubrir, la unidad de supervisión 13 verifica la coherencia entre la longitud de la ruta indicada y la capacidad de energía  $C$  detectada y, si esto es insuficiente, genera una señal de advertencia que se envía desde la segunda unidad de control 12 a los medios de interfaz 11 para advertir al usuario de la autonomía energética limitada. Preferentemente, los medios de interfaz 11 comprenden medios de vídeo y/o audio (no ilustrados) para reproducir la señal de advertencia emitida por la segunda unidad de control central 12.

Además, en el caso en el que el usuario envíe los datos altimétricos relativos a la ruta particular que desee cubrir a través de los medios de interfaz 11, es posible tener en cuenta tanto el consumo en exceso causado por las partes ascendentes como la reducción del mismo que sea posible por posibles fases descendentes.

Además, si el motor controlable por par 21 es un motor eléctrico y el vehículo está equipado con cualquier medio para regenerar la carga, la posible recarga llevada a cabo por dichos medios en un intervalo de espacio se detecta por la pluralidad de sensores 22; de esta forma, el cálculo de la variación permisible de la capacidad de energía  $\Delta C$  se lleva a cabo teniendo en cuenta también las posibles recargas, posiblemente haciendo que las restricciones de velocidad y de aceleración sean menos estrictas.

La segunda unidad de control central 12 comprende además una unidad de optimización 17 que puede determinar condiciones límite para la velocidad y/o la aceleración que el vehículo 20 debe cumplir dentro del intervalo de espacio más cercano, sobre la base de una pluralidad de mapas de variación de la capacidad de velocidad-aceleración-energía que relacionan la velocidad y la aceleración del vehículo 20 con la variación permisible de la capacidad de energía calculada.

En detalle, la unidad de optimización 17 interactúa con la unidad de supervisión 13 a partir de la que recibe el valor de la capacidad de energía que puede consumirse en el intervalo de espacio que se vaya a cubrir y, por lo tanto, la variación permisible de la capacidad de energía  $\Delta C$ . La unidad de optimización 17 implementa un controlador  $R(s)$  que puede regular la capacidad de energía  $C$  del vehículo. Dicho controlador  $R(s)$  determina las condiciones límite para la velocidad y/o la aceleración que el vehículo 20 debe respetar dentro del intervalo de espacio más cercano,

5 sobre la base de una pluralidad de mapas de variación de la capacidad de velocidad-aceleración-energía. Dicho controlador  $R(s)$  está diseñado sobre la base de modelos matemáticos adecuados del comportamiento dinámico del vehículo, a fin de garantizar que no haya ningún error cuando el transitorio haya finalizado. El bucle de control se cierra con una banda de paso baja con respecto a la dinámica de inercia del vehículo. Por ejemplo, en el caso de un

10 La pluralidad de mapas de variación de la capacidad de velocidad-aceleración-energía se registra en los medios de memoria 14 que están comprendidos en la segunda unidad de control central 12 y que están conectados a la unidad de optimización 17; vale la pena destacar, además, que las curvas de nivel variable se pueden derivar de los mapas de variación de la capacidad de velocidad-aceleración-energía en función de la variación permisible en la capacidad de energía  $\Delta C$ .

15 La segunda unidad de control central 12 comprende además un regulador de bucle cerrado 15 que puede determinar una solicitud de par de referencia  $m_c$  sobre la base de los valores de velocidad actual y/o los valores de aceleración detectada por la pluralidad de sensores 22. Dicha solicitud de par de referencia  $m_c$ , por lo tanto, tiene en cuenta las condiciones de superficies de carretera y del tráfico.

20 Ventajosamente, la segunda unidad central de control 12 comprende una unidad selectora 16 que verifica que los valores de velocidad y/o de aceleración detectados por la pluralidad de sensores 22 cumplen las condiciones límite para la velocidad y/o la aceleración determinadas por la unidad de optimización 17.

25 En el caso en que los valores de velocidad y/o de aceleración no cumplan dichas condiciones límite determinadas, la unidad selectora 16 compara el par de referencia  $m_c$  con el par instantáneo  $m_d$  solicitado por un usuario. Si la solicitud de par instantáneo  $m_d$  es menor que la solicitud de par de referencia  $m_c$ , la segunda unidad de control central 12 genera una solicitud de par instantáneo regulada  $m$  que es igual a la solicitud de par instantáneo  $m_d$  hecha por el usuario.

30 Por otra parte, la segunda unidad de control central 12 genera una solicitud de par instantáneo regulada  $m$  que es igual a la solicitud de par de referencia  $m_c$ . Preferentemente, la segunda unidad de control central 12 también comprende un regulador de velocidad/aceleración  $K(s)$  que comprende un filtro digital que lleva a cabo la función de transferencia de un regulador diseñado a fin de garantizar que no haya error cuando el transitorio haya finalizado y una velocidad de respuesta adecuada. Dicho regulador se diseña sobre la base de una descripción dinámica de la relación, identificada a través de pruebas experimentales, que se produce entre la solicitud de par instantáneo  $m_d$  del

35 usuario y la velocidad/aceleración del vehículo 20. El regulador de velocidad/aceleración  $K(s)$  comprende un regulador de velocidad  $K_v(s)$  junto con un regulador de aceleración  $K_{acc}(s)$  en funcionamiento concurrente. Tanto los reguladores de velocidad  $K_v(s)$  como los de aceleración  $K_{acc}(s)$  son del tipo Proporcional-Integral, a fin de garantizar que no haya errores cuando el transitorio haya finalizado. El regulador de aceleración está calibrado, nuevamente en el caso de un vehículo eléctrico para uso urbano, a fin de garantizar una banda de paso de 0,5 Hz, mientras que el

40 regulador de velocidad está calibrado para obtener una banda de paso de 0,1 Hz.

45 El procedimiento 100 para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo implementado por el sistema electrónico 10 comprende una primera fase 101 que consiste en recibir una señal para indicar una distancia y/o una ruta para cubrir y dividir la distancia y/o la ruta mencionada anteriormente en una pluralidad de intervalos de espacio.

50 En dicha fase 101, la segunda unidad de control 12 recibe la indicación de la ruta por parte del usuario a través de la interacción con los medios de interfaz 11 y divide la ruta completa en una pluralidad de intervalos de espacio. Preferentemente, cada intervalo de espacio es igual al siguiente y tiene 50 m de largo, pero por supuesto puede redefinirse en base a requisitos específicos.

Preferentemente, la fase de recepción 101 comprende una fase en la que la segunda unidad de control 12 también recibe una pluralidad de datos altimétricos relativos a la ruta que se va a cubrir.

55 Preferentemente, después de la fase de recepción 101, se prevé que haya una fase 131 que consista en controlar la coherencia de la distancia y/o de la ruta indicadas para cubrir a la luz de la capacidad de energía  $C$  detectada por la pluralidad de sensores 22. Dicha fase de control de coherencia 131 va seguida ventajosamente por una fase 132 que consiste en enviar una señal de aviso en el caso de que haya un resultado negativo de la fase de control de coherencia 131 mencionada anteriormente, es decir, cuando se considere insuficiente la capacidad de energía  $C$  por

60 la segunda unidad de control central 12 para garantizar que la ruta especificada por el usuario puede completarse.

En dicho caso, la señal de advertencia se recibe ventajosamente por el medio de interfaz 11 desde el que puede detectarse por el usuario.

65 En el caso en el que haya un resultado positivo de la fase de control de coherencia 131, la unidad de supervisión 13 calcula (fase 102), en cada intervalo de espacio, una primera variación permisible de la capacidad de energía  $\Delta C_1$

sobre la base de la capacidad de energía C detectada por la pluralidad de sensores 22 y sobre la base de las leyes de variación de la capacidad de energía C en base a modos de consumo adecuados, a fin de poder redefinir, en tiempo real, las restricciones sobre la dinámica del vehículo 20 que garantizan la finalización de la ruta dentro de las limitaciones C de la capacidad de energía formulada.

5 De hecho, a partir de la ley de variación de la capacidad de energía C, al detectarse la capacidad de energía C ( $s_0$ ) en el intervalo de espacio inicial  $s_0$ , la unidad de supervisión 13 puede estimar la capacidad de energía C ( $s_{extremo}$ ) en el extremo del intervalo de espacio  $s_{extremo}$  y, por lo tanto, calcular una primera variación admisible de la capacidad de energía  $\Delta C = C(s_1) - C(s_0)$  para el primer intervalo de espacio  $\Delta S_1 = s_1 - s_0$ .

10 De la misma forma, la unidad de supervisión 13, al final del primer intervalo de espacio  $\Delta S_1$ , determina una segunda variación permisible de capacidad de energía  $\Delta C_2$  para el posterior intervalo de espacio  $\Delta S_2$ .

15 Dicha modalidad de cálculo de la variación permisible de la capacidad de energía  $\Delta C$  se repite en cada uno de la pluralidad de intervalos de espacio y hace posible corregir en tiempo real las solicitudes hechas al vehículo en función de la ley de variación de la capacidad de energía C determinada y de las condiciones reales de tráfico encontradas por el vehículo que también tienen un impacto en el valor real de la capacidad de energía C alcanzada por el vehículo.

20 Después de la fase de cálculo 102 de la variación permisible de la capacidad de energía  $\Delta C$ ; para cubrir un i-ésimo intervalo de espacio, se prevé que haya una fase 103 en la que la unidad de supervisión 13 defina las condiciones límite para la velocidad y/o la aceleración del vehículo 20, sobre la base de un mapa elegido entre una pluralidad de mapas de variación de la capacidad de velocidad-aceleración-energía que relaciona la velocidad y la aceleración del vehículo 20 con la variación permisible de la capacidad de energía calculada  $\Delta C$ .

25 Dichos mapas de variación de la capacidad de velocidad-aceleración-energía se obtienen sobre la base de datos experimentales y/o modelos matemáticos que relacionan la energía suministrada por el motor controlable por par 21 con la velocidad y la aceleración del vehículo detectadas por la pluralidad de sensores 22. Es importante subrayar que la acción del sistema electrónico 10 que lleva a cabo un control de la velocidad y/o de la aceleración del vehículo 20 puede desactivarse en cualquier momento por el conductor del vehículo.

30 Una vez que se han determinado las condiciones límite para la velocidad y/o aceleración, se prevé una fase 110 que consiste en generar, a través de la segunda unidad de control 12, una solicitud de par instantáneo regulada m sobre la base de la velocidad y/o de la aceleración detectadas por el pluralidad de sensores 22, de las condiciones límite determinadas para la velocidad y/o la aceleración y de la solicitud de par instantáneo  $m_d$  generada por la primera unidad de control central 23.

35 En detalle, dicha fase de generación 110 de una solicitud de par instantáneo regulada m comprende una fase 111 que consiste en la determinación, a través del regulador de bucle cerrado 15, una solicitud de par de referencia  $m_c$  sobre la base de valores de velocidad actual y/o de aceleración detectada por la pluralidad de sensores 22.

40 Posteriormente, se prevé una fase 112 que consiste en recibir, desde la primera unidad de control central 23, una solicitud de par instantáneo  $m_d$  correspondiente a la solicitud hecha por el usuario, por ejemplo con el movimiento del acelerador.

45 En este punto, la fase generadora 110 de una solicitud de par instantáneo regulada m comprende una fase 113 que consiste en verificar, a través de la unidad selectora 16, que los valores de velocidad y/o de aceleración detectados por la pluralidad de sensores 22 cumplen las condiciones límite para la velocidad y/o la aceleración determinadas por la unidad de supervisión 13.

50 Si se cumplen las condiciones límite para la velocidad y/o la aceleración, se prevé una fase 114 que consiste en determinar una solicitud de par instantáneo regulada m igual a la solicitud  $m_d$ .

55 Por otra parte, si no se cumplen las condiciones límite para la velocidad y/o la aceleración, existe una fase 115 que consiste en comparar la solicitud de par de referencia  $m_c$  y la solicitud de par instantáneo  $m_d$  realizada por el usuario.

60 En el caso en el que la solicitud de par instantáneo  $m_d$  sea menor que la solicitud de par de referencia  $m_c$ , la fase 114 de determinar una solicitud de par instantáneo regulada m igual a la solicitud  $m_d$ , se prevé de nuevo. De lo contrario, existe una fase 116 que consiste en generar una solicitud de par instantáneo regulada m igual a la solicitud de par de referencia  $m_c$ .

65 Preferentemente, el procedimiento 100 para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo comprende además la fase (no ilustrada) que consiste en generar y enviar una o más señales de información que contienen indicaciones relativas a la distancia cubierta, a la capacidad de energía consumida, a la velocidad del vehículo y al valor de la limitación introducida por la solicitud de par regulada m en función del estilo de conducción

del usuario. Dicha información se recibe por el medio de interfaz 11 que permite registrarlos en medios de memoria y presentarlos al usuario cuando lo requiera.

5 En el caso en el que el motor controlable por par 21 es un motor eléctrico, la capacidad de energía C corresponde al estado de carga  $\xi$  de la batería del propio motor. En el resto de la descripción, se hace referencia, como ejemplo y no con fines limitativos, solo a la capacidad de energía  $\xi$  de un motor eléctrico. En dicho caso, la ley de variación de la capacidad de energía  $\xi$  considerada por la unidad de supervisión 13 es preferentemente lineal. Dicha condición de linealidad se usa puramente como ejemplo y se refiere a una ruta que es perfectamente plana y sin hipótesis de límites inferiores para la velocidad mínima del vehículo. De hecho, en rutas de autopistas, por ejemplo, podría ser  
10 ventajoso considerar perfiles de descarga que no prevean velocidades mínimas por debajo de un cierto umbral que pueda establecer el usuario.

15 Preferentemente, en dicho caso, cada uno de la pluralidad de mapas de variación de la capacidad de velocidad-aceleración-energía se obtiene a través de datos experimentales. Con el fin de obtener dichos mapas de variación de la capacidad de velocidad-aceleración-energía, la unidad de supervisión 13 construye un primer mapa de velocidad-aceleración-energía (VAP) suministrada por la batería, como el ilustrado en la figura 4, en el que la energía suministrada  $P_{batt} = f(v, a)$  es una función tanto de la velocidad como de la aceleración.

20 Dicho primer mapa VAP se obtiene a partir de las mediciones realizadas a bordo del vehículo procesado a través del filtrado digital de datos. Preferentemente, dicho filtrado digital es un filtrado de velocidad y de aceleración del tipo de paso bajo, con una frecuencia de corte de entre 0,1 y 0,5 Hz.

25 Consideraremos ahora la hipótesis de una relación lineal entre la energía de la batería  $e_{batt}$  y la carga de estado  $\xi$  expresada por la siguiente ecuación:

$$\xi(t) = \xi(0) - \alpha e_{batt}(t)$$

30 donde  $\alpha$  es un parámetro real dado por la relación entre la variación total del estado de carga  $\Delta\xi$  y la energía total  $e_{batt}$  expresada en Wh, suministrada por la batería; es posible definir la variación del estado de carga  $\Delta\xi$  como:

$$\Delta\xi(t) = -\alpha \Delta e_{batt}(t)$$

35 Dado que la energía suministrada  $P_{batt}$  es la derivada de tiempo de la energía  $\Delta e_{batt}$  extraída de la batería, con los reemplazos adecuados, es posible obtener:

$$\begin{aligned} P_{batt}(t) &= \frac{\Delta e_{batt}(t)}{\Delta t} = -\frac{1}{\alpha} \frac{\Delta\xi(t)}{\Delta t} = -\frac{1}{\alpha} \frac{\Delta\xi(t)}{\Delta t} \frac{\Delta s}{\Delta s} = \frac{\Delta\xi(t)}{\Delta s} \frac{\Delta s}{\Delta t} = -\frac{1}{\alpha} \frac{\Delta\xi(t)}{\Delta s} v(t) \\ &\Downarrow \\ \frac{\Delta\xi(t)}{\Delta s} &= -\alpha \frac{P_{batt}(t)}{v(t)} \left[ \frac{\%_{soc}}{km} \right] \end{aligned}$$

donde  $\Delta\xi(t)/\Delta s$  representa la descarga instantánea relativa.

40 Cada valor de energía suministrada extraída  $P_{batt}$  del primer mapa VAP puede por tanto dividirse por la velocidad instantánea  $v$  y se multiplica por el factor de linealidad  $\alpha$ , lo que conduce por tanto a un segundo mapa de velocidad-aceleración-variación de la capacidad de energía  $\xi$  (VAV) ilustrado en la figura 5. A partir del segundo mapa VAV, la unidad de supervisión 13 obtiene curvas de nivel, como las mostradas en la figura 6, que representan una relación "experimental" entre la velocidad y la aceleración.

45 Dichas curvas de nivel relacionan la velocidad con la aceleración del vehículo 20 y son variables con la variación permisible de la capacidad de energía  $\xi$ .

50 A partir de los mapas VAV, una vez que se conoce la velocidad del vehículo instante por instante, es posible leer el valor máximo de aceleración  $a_{max}$  correspondiente a dicho valor de velocidad. Dicho valor de aceleración máximo  $a_{max}$  es de hecho el valor límite que genera la condición límite sobre la aceleración que se impondrá al vehículo a través de la segunda unidad de control central 12 a fin de garantizar que el comportamiento dinámico del vehículo 20 garantiza la autonomía deseada.

55 Es evidente, en el caso en que el motor controlable por par 21 es un motor eléctrico, que las restricciones son esenciales para determinar la autonomía del propio vehículo, ya que la velocidad y la aceleración tienen un impacto crucial en la cantidad de carga de batería necesaria para cubrir una ruta predeterminada: la energía mecánica y

aerodinámica inercial están de hecho directamente relacionadas con la energía tomada de la batería. Análogamente, los mapas VAV proporcionan el valor de la velocidad máxima  $v_{\max}$  que genera la condición límite para la velocidad que se impondrá al vehículo por medio de la segunda unidad de control central 12.

5 Debería destacarse que la segunda unidad de control central 12 puede actuar regulando tanto la velocidad como la aceleración del vehículo.

10 Además, las condiciones límite para la velocidad y la aceleración del vehículo 20 se generan usando filtros digitales adecuados que hacen posible hacer graduales las variaciones correspondientes de velocidad y/o la aceleración establecidas por la segunda unidad de control 12 y por tanto hacerlas tanto como sea posible imperceptibles para el conductor.

15 El filtrado se lleva a cabo a través de un filtro digital de paso bajo, cuyo orden y frecuencia de corte se seleccionan sobre la base de la dinámica del sistema de bucle cerrado garantizada por el regulador de velocidad/aceleración  $K(s)$ . Por ejemplo, en el caso de un vehículo eléctrico para uso urbano, se puede seleccionar un filtro de paso bajo del primer orden con una banda de paso comprendida entre las frecuencias de 0,05 y 0,5 Hz.

20 Dicha provisión es necesaria con el fin de garantizar la aceptabilidad del sistema electrónico 10 por parte del conductor y por lo tanto de maximizar la transparencia que tiene dicho sistema con respecto al propio conductor.

A partir de la presente descripción, las características del procedimiento y del sistema electrónico para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo objetivo de la presente invención deberían resultar evidentes, del mismo modo que las ventajas relativas también deberían resultar evidentes.

25 De hecho, el procedimiento de acuerdo con la presente invención hace posible minimizar sustancialmente el inconveniente potencial debido a la autonomía energética limitada de un vehículo. La generación de una solicitud de par instantáneo regulada sobre la base de la capacidad de energía del vehículo que puede consumirse en un intervalo de espacio permite garantizar que se pueda cubrir una ruta deseada.

30 El sistema electrónico, además, gracias a la presencia de la unidad de supervisión, hace posible informar al usuario si la capacidad energética del vehículo es suficiente en relación con la distancia y/o la ruta que se desee cubrir con el propio vehículo.

35 Dado que la unidad de supervisión recalcula en tiempo real la variación permisible en la capacidad de energía para el intervalo de espacio que está a punto de ejecutarse, el sistema electrónico para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo puede modificar el estilo de conducción del usuario genérico también basado en las condiciones del tráfico y en la superficie de la carretera.

40 También es importante destacar que el sistema electrónico y el procedimiento de acuerdo con la presente invención pueden aplicarse tanto a vehículos con motor eléctrico, como a aquellos equipados con un motor térmico o híbrido convencional, por lo que son de gran interés en el campo de la movilidad sostenible. En el caso de un vehículo que comprende un motor térmico, el monitoreo de los consumos y de la autonomía disponible tiene principalmente una función de control del estilo de conducción que podría ser de interés para el usuario a fin de poder modificar la forma en que conduce el vehículo y de aprender conductas que minimicen el consumo de combustible y que aumentan la seguridad a bordo.

45



**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento (100) para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo del tipo que comprende un motor controlable por par (21), una pluralidad de sensores (22) para la medición instantánea de una pluralidad de parámetros de accionamiento y de la capacidad de energía (C) de dicho vehículo, y una primera unidad de control central (23) acoplada con dicho motor (21), capaz de generar una solicitud de par instantáneo ( $m_d$ ) sobre la base de una solicitud de un usuario, que comprende las fases que consisten en:

- recibir (101) de un medio de interfaz de usuario (11) una señal para indicar una distancia y/o una ruta para cubrir, y dividir dicha distancia y/o dicha ruta en una pluralidad de intervalos de espacio;

- calcular (102) una variación permisible de la capacidad de energía (CA) en un intervalo de espacio sobre la base de una capacidad de energía (C) detectada por dicha pluralidad de sensores (22) y sobre la base de leyes de variación de dicha capacidad de energía (C);

- determinar (103) condiciones límite para la velocidad y/o la aceleración de dicho vehículo (20) sobre la base de un mapa, elegido entre una pluralidad de mapas de velocidad-aceleración-variación de la capacidad de energía, que relaciona la velocidad y la aceleración de dicho vehículo (20) con la variación de la capacidad de energía calculada (CA);

- generar (110) una solicitud de par instantáneo regulada (m) sobre la base de la velocidad y/o la aceleración detectadas por dicha pluralidad de sensores (22), de dichas condiciones límite determinadas para la velocidad y/o la aceleración y de dicha solicitud de par instantáneo ( $m_d$ ) generada por dicha primera unidad de control central (23);

en el que dicha fase de generación (110) de una solicitud de par instantáneo regulada (m) comprende las fases que consisten en:

- determinar (111) una solicitud de par de referencia ( $m_c$ ) sobre la base de los valores actuales de velocidad y/o de aceleración detectados por dicha pluralidad de sensores (22);

- recibir (112) desde dicha primera unidad de control central (23) una solicitud de par instantáneo ( $m_d$ ) correspondiente a una solicitud hecha por el usuario;

- verificar (113) que los valores actuales de velocidad y/o de aceleración detectados por dicha pluralidad de sensores (22) cumplen dichas condiciones límite determinadas para la velocidad y/o la aceleración;

- si se cumplen dichas condiciones límite para la velocidad y/o la aceleración, determinar (114) una solicitud de par instantáneo regulada (m) igual a la solicitud de par instantáneo ( $m_d$ );

- si no se cumplen dichas condiciones límite para la velocidad y/o la aceleración, comparar (115) dicha solicitud de par de referencia ( $m_c$ ) con dicha solicitud de par instantáneo ( $m_d$ );

- en caso de que dicha solicitud de par instantáneo ( $m_d$ ) sea menor que dicha solicitud de par de referencia ( $m_c$ ), determinar (114) una solicitud de par instantáneo regulada (m) igual a dicha solicitud de par instantáneo ( $m_d$ );

- en caso de que dicha solicitud de par instantáneo ( $m_d$ ) sea mayor que dicha solicitud de par de referencia ( $m_c$ ), generar (116) una solicitud de par instantáneo regulada (m) igual a dicha solicitud de par de referencia ( $m_c$ ).

2. Procedimiento (100) para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** dicha fase de recepción (101) comprende además una fase que consiste en recibir una pluralidad de datos altimétricos relacionados con dicha distancia y/o ruta que se vaya a cubrir.

3. Procedimiento (100) para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** comprende además las fases que consisten en:

- controlar (131) la coherencia de dicha distancia y/o ruta indicadas para cubrir a la luz de dicha capacidad de energía (C) detectada por dicha pluralidad de sensores (22);

- enviar (132) una señal de advertencia en caso de un resultado negativo de dicha fase de control de la coherencia (131), es decir, cuando dicha capacidad de energía detectada (C) se considera insuficiente para garantizar el recorrido de dicha distancia indicada y/o ruta que se vaya a recorrer.

4. Procedimiento (100) para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** dicha pluralidad de mapas de la capacidad de energía de velocidad-variación-aceleración se obtiene sobre la base de datos experimentales y/o modelos matemáticos que relacionan la energía suministrada por dicho motor controlable por par (21) con dicha velocidad y dicha aceleración del vehículo detectada por dicha pluralidad de sensores (22).

5. El procedimiento (100) para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado por que**, en el caso de que dicho motor controlable por par (21) sea un motor eléctrico y dicha capacidad de energía (C) sea un estado de carga ( $\xi$ ) de una batería de dicho motor eléctrico, comprende además las fases que consisten en:

- construir un primer mapa de velocidad-aceleración-energía (VAP) suministrado por dicha batería, en el que la energía entregada  $P_{batt} = f(v, a)$  es una función tanto de la velocidad como de la aceleración sobre la base de mediciones realizadas a bordo de dicho vehículo (20) procesada a través de un filtrado digital de datos;

- determinar un segundo mapa de velocidad-aceleración-variación de la capacidad de energía (VAV);

- obtener curvas de nivel de velocidad-aceleración en función de dicha variación de la capacidad de energía.

6. Procedimiento (100) para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado por que** dicho filtrado digital de datos es un filtro de velocidad y de aceleración del tipo de paso bajo, con una frecuencia de corte entre 0,1 y 0,5 Hz.

7. Procedimiento (100) para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** dichas condiciones límite para la velocidad y la aceleración de dicho vehículo (20) se generan usando filtros digitales capaces de hacer las regulaciones graduales y tanto como sea posible imperceptibles para dicho usuario.

8. Procedimiento (100) para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** comprende además la fase que consiste en generar y enviar al menos una señal de información comprendida en el grupo que consiste en:

- distancia cubierta,

- capacidad de energía consumida,

- velocidad de dicho vehículo, y

- valor de la limitación introducida por dicha solicitud de par instantáneo regulada (m).

9. Un programa informático directamente cargable en la memoria interna de un ordenador digital, que comprende partes de código para implementar el procedimiento (100) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes cuando dicho programa se accione por dicho ordenador.

10. Un sistema electrónico (10) para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo del tipo que comprende un motor controlable por par (21), una pluralidad de sensores (22) para la medición instantánea de una pluralidad de parámetros de accionamiento y de capacidad de energía de dicho vehículo, una red de datos capaz de transmitir señales digitales y/o analógicas, una primera unidad de control central (23) acoplada con dicho motor (21), capaz de generar una solicitud de par instantáneo ( $m_d$ ) sobre la base de una solicitud de un usuario, dicho sistema electrónico (10) para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo que comprende:

- un medio de interfaz de usuario (11) capaz de transmitir una señal que indique una distancia y/o una ruta que se vaya a cubrir por dicho usuario;

- una segunda unidad de control central (12) conectada a dichos medios de interfaz (11) para recibir una señal que indique una distancia y/o una ruta que se vaya a cubrir, pudiendo generar dicha unidad de control central (12) una solicitud de par instantáneo regulada (m) sobre la base de dicha distancia indicada y/o ruta que se vaya a cubrir, de la velocidad y/o la aceleración y de la capacidad de energía (C) detectada por dicha pluralidad de sensores (22) y de dicha solicitud de par instantáneo ( $m_d$ ) generada por dicha primera unidad de control central (23);

mientras que dicha segunda unidad de control central (12) comprende:

- 5
- una unidad de supervisión (13) capaz de calcular, en tiempo real y en el punto inicial de cada intervalo entre una pluralidad de intervalos de espacio que dicha distancia y/o ruta indicada que se vaya a cubrir está fraccionada en una variación permisible de la capacidad de energía ( $\Delta C$ ) de dicho motor (21), sobre la base de los valores de capacidad de energía (C) detectados por dicha pluralidad de sensores (22);
- 10
- una unidad de optimización (17) capaz de determinar condiciones límite para la velocidad y/o la aceleración que dicho vehículo (20) debe respetar dentro del intervalo de espacio más cercano, sobre la base de una pluralidad de mapas de velocidad-aceleración-variación de la capacidad de energía;
  - medios de memoria (14) conectados a dicha unidad de optimización (17);
  - un regulador de bucle cerrado (15) capaz de determinar una solicitud de par de referencia ( $m_c$ ) sobre la base de los valores de velocidad y/o de aceleración de corriente detectados por dicha pluralidad de sensores (22);
- 15
- una unidad selectora (16) capaz de verificar que los valores de velocidad y/o de aceleración detectados por la pluralidad de sensores (22) cumplen dichas condiciones límite para la velocidad y/o aceleración determinadas por la unidad de optimización (17), y de comparar dicha solicitud de par de referencia ( $m_c$ ) con dicha solicitud de par instantáneo ( $m_d$ ).
- 20
11. Sistema electrónico (10) para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado por que** dicho medio de interfaz de usuario (11) comprende una unidad de supervisión (13) capaz de calcular, en tiempo real y en el punto inicial de cada intervalo entre una pluralidad de intervalos de espacio en los que dicha distancia indicada y/o dicha ruta que se vaya a cubrir están fraccionadas en una variación permisible de la capacidad de energía ( $\Delta C$ ) de dicho motor (21), sobre la base de los valores de la capacidad de energía (C) detectada por dicha pluralidad de sensores (22).
- 25
12. Sistema electrónico (10) para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo de acuerdo con las reivindicaciones 10 u 11, **caracterizado por que** comprende dos medios transceptores inalámbricos (31, 32) asociados respectivamente, el primero (31) con dicha interfaz medios (11) y el segundo (32) con dicha segunda unidad de control central (12).
- 30
13. Sistema electrónico (10) para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes de 10 a 12, **caracterizado por que** dicho medio de interfaz (11) está integrado en dicho vehículo (20) y está conectado a dicha segunda unidad de control central (12).
- 35
14. Sistema electrónico (10) para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores de 10 a 13, **caracterizado por que** dicho medio de interfaz (11) es un terminal móvil capaz de comunicarse con dicha segunda unidad de control central (12) de acuerdo con el estándar Bluetooth.
- 40
15. Sistema electrónico (10) para la gestión automática de la autonomía energética de un vehículo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes de 10 a 14, **caracterizado por que** dichos medios de interfaz (11) comprenden medios de memoria para registrar mapas de carreteras y datos altimétricos. y medios de software capaces de generar dicha señal para la indicación de dicha distancia y/o dicha ruta sobre la base de dichos mapas y de las solicitudes de dicho usuario.
- 45

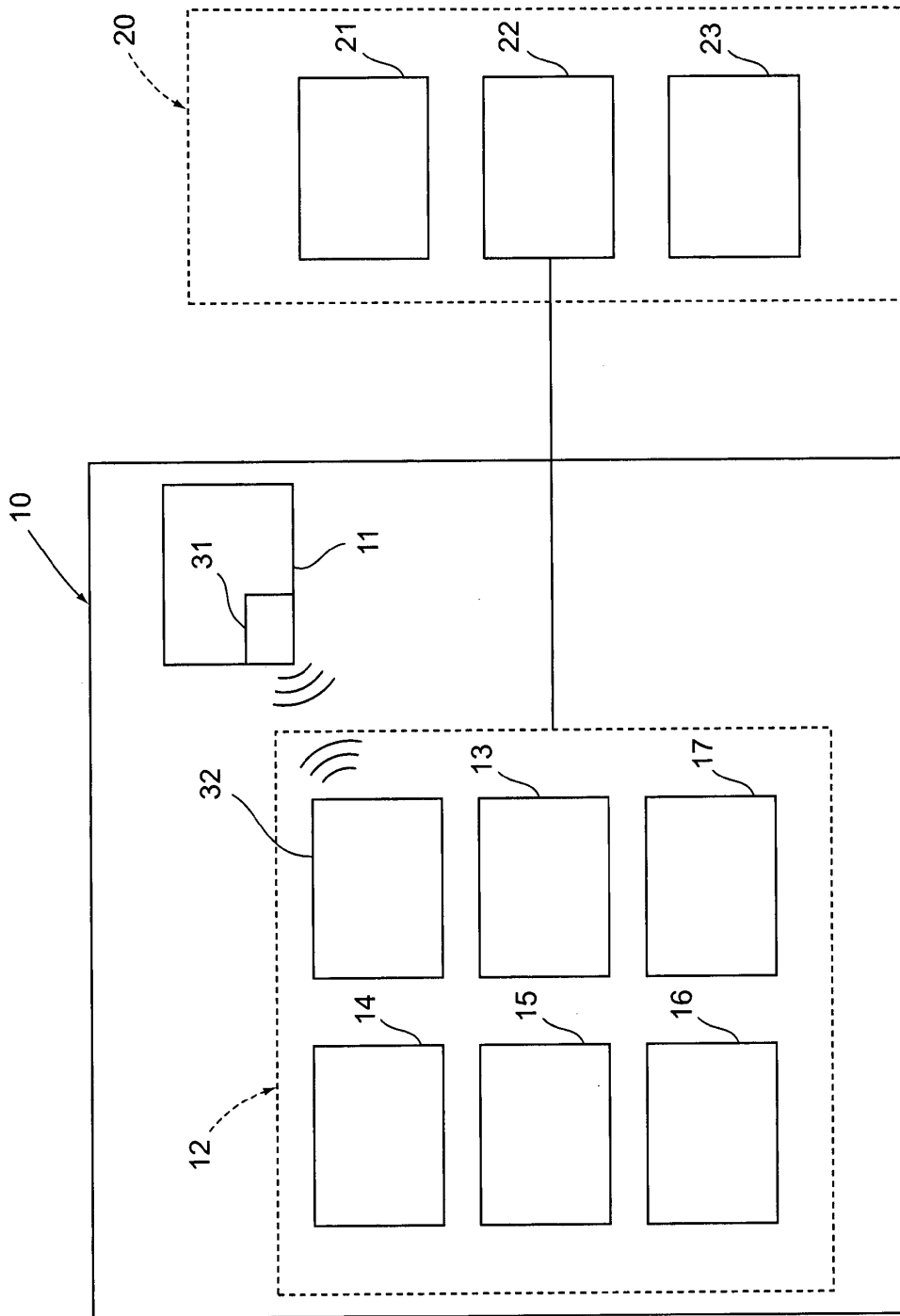


Fig. 1

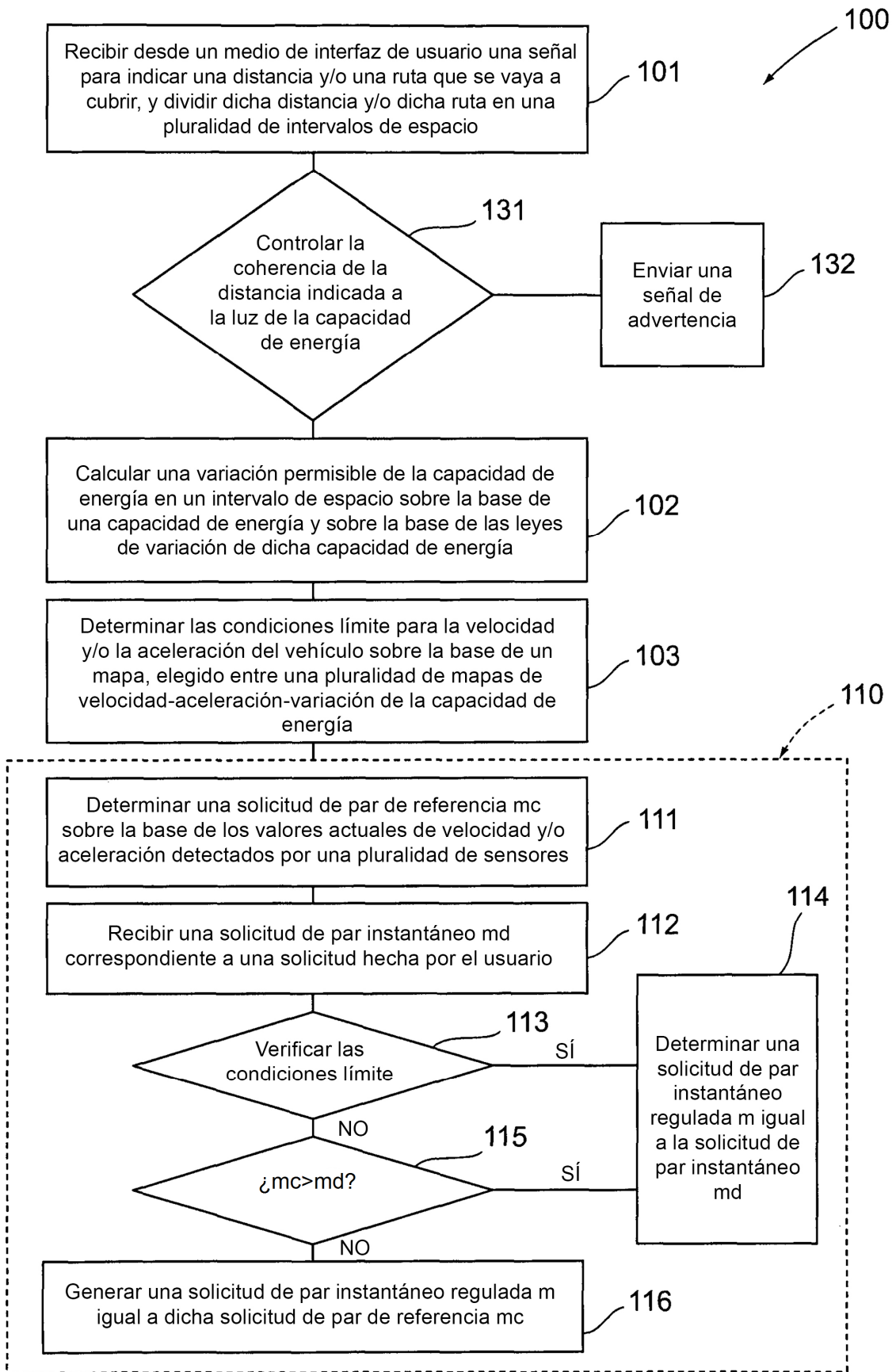


Fig. 2

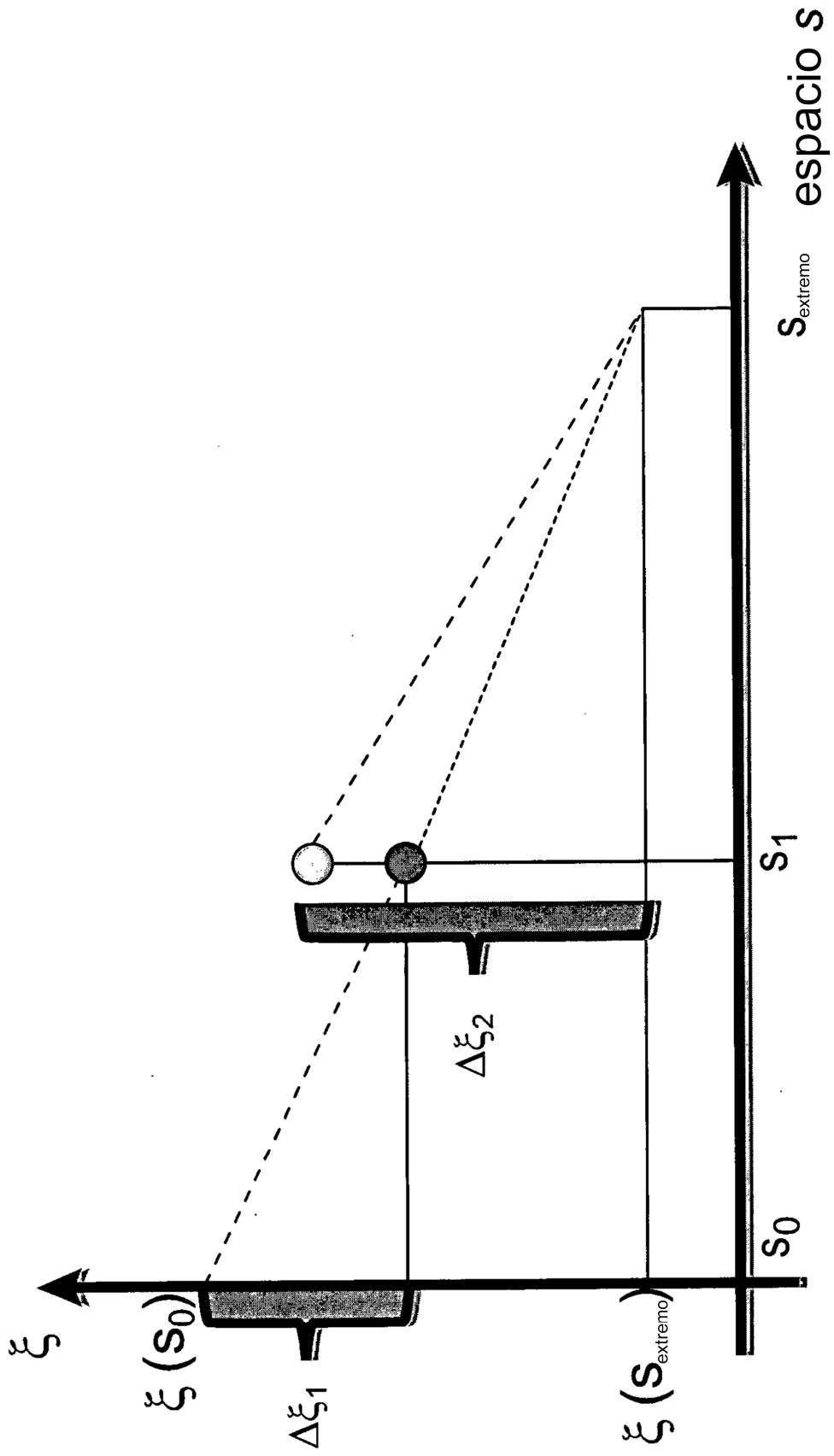


Fig. 3

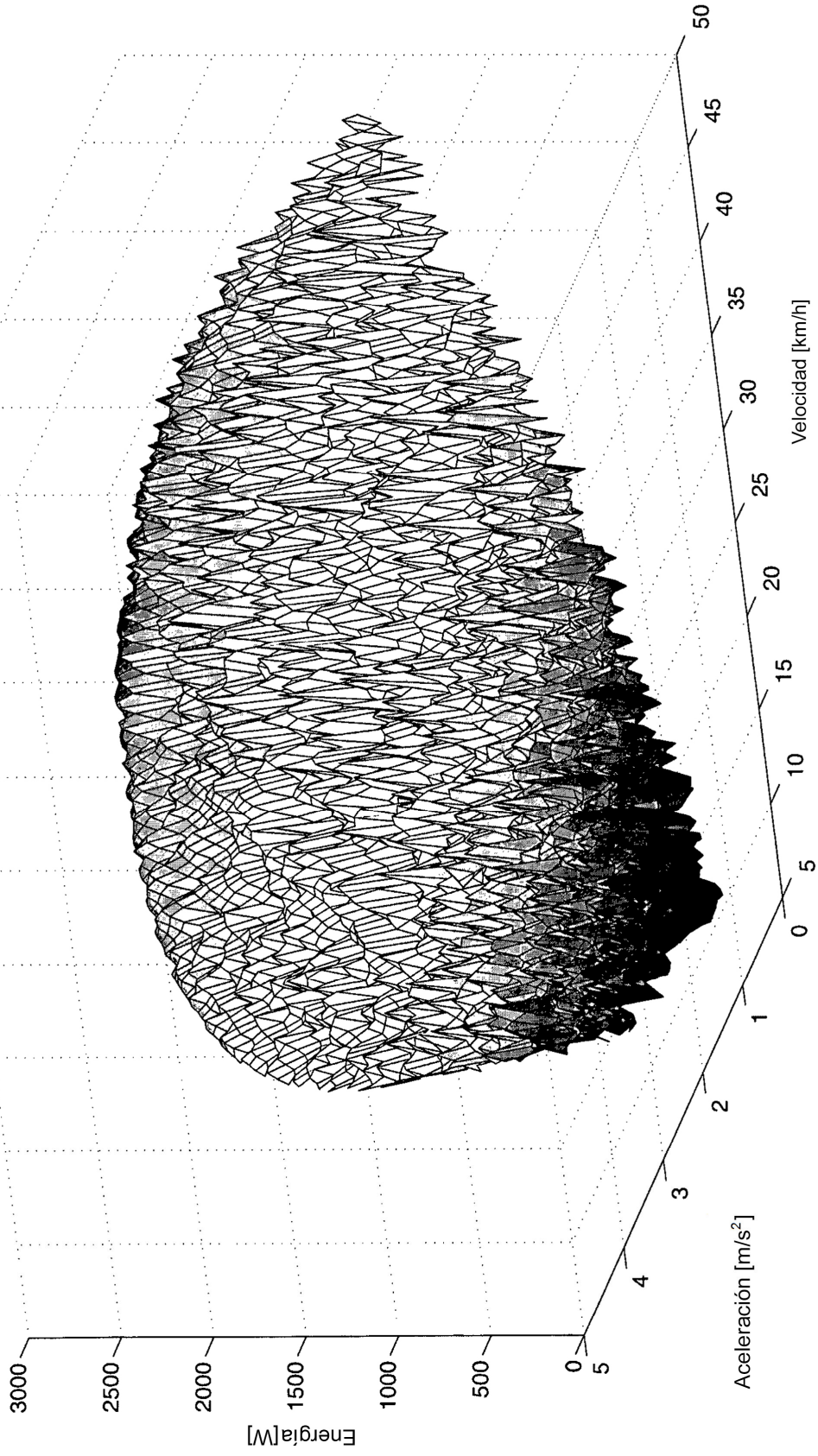


Fig. 4

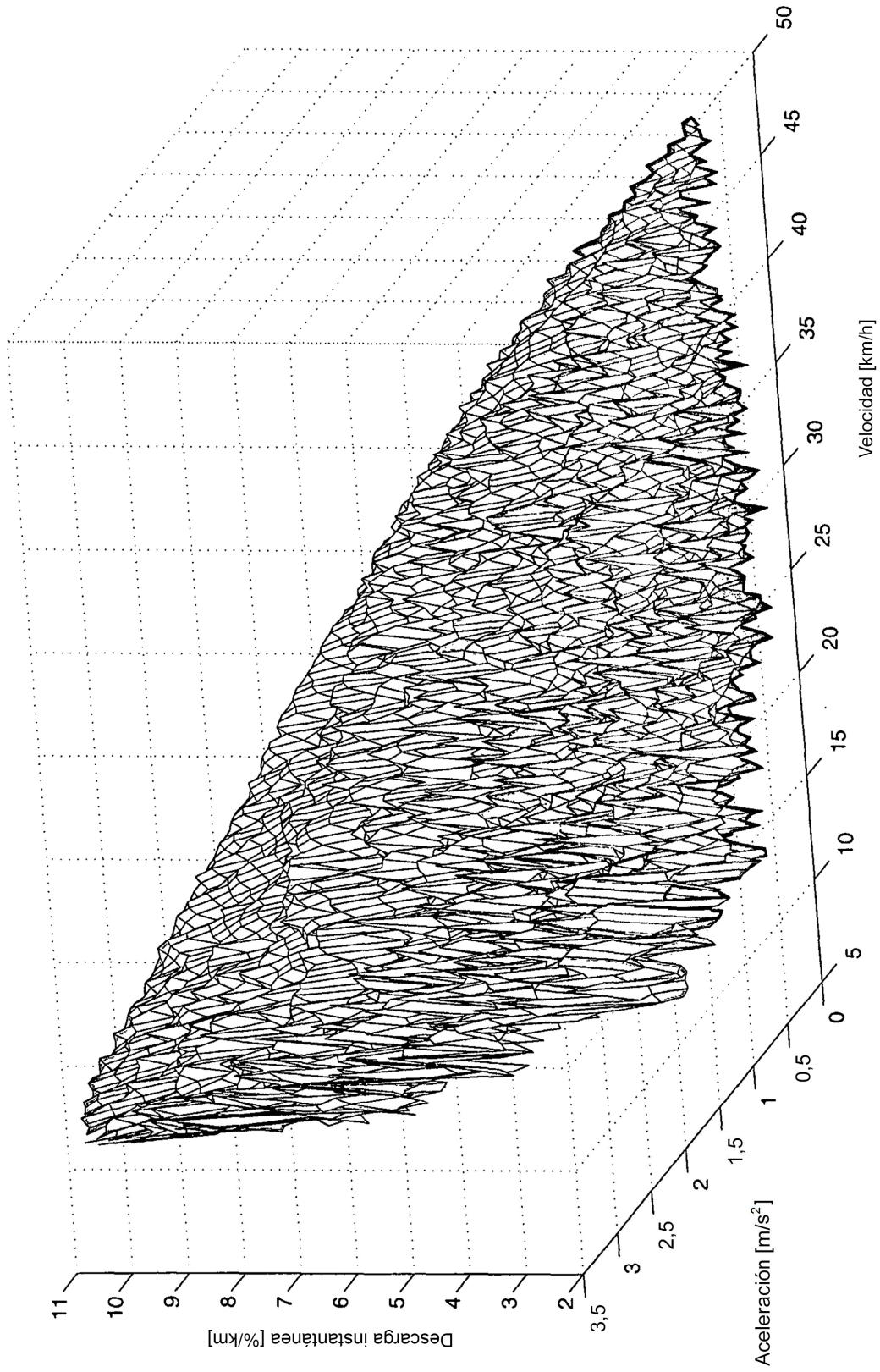


Fig. 5



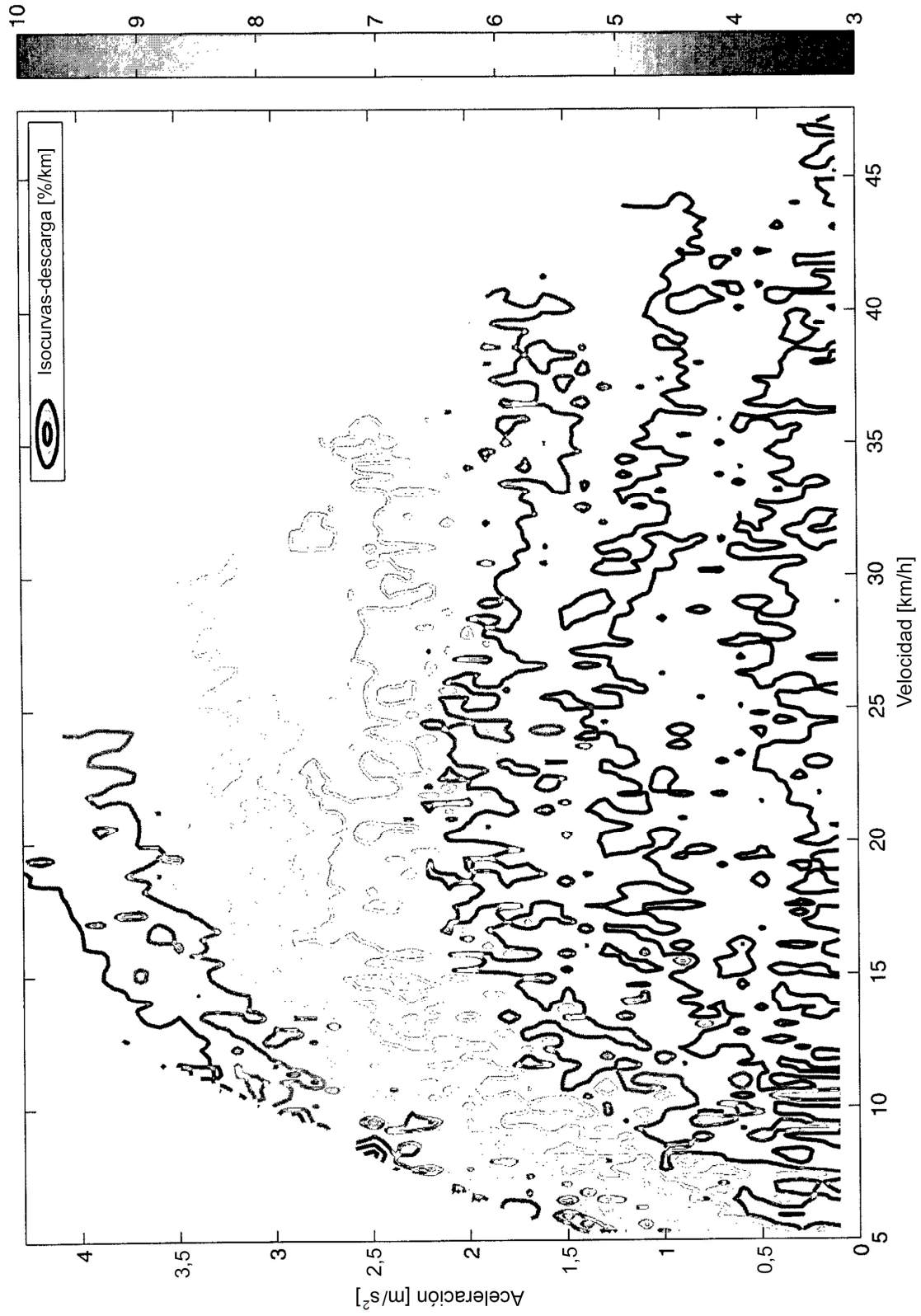


Fig. 6