

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 940 508**

51 Int. Cl.:

B60L 50/60 (2009.01)

B60L 58/20 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.08.2020** **E 20190624 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.12.2022** **EP 3785978**

54 Título: **Vehículo y procedimiento para su funcionamiento**

30 Prioridad:

02.09.2019 DE 102019213204

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

08.05.2023

73 Titular/es:

**SIEMENS MOBILITY GMBH (100.0%)
Otto-Hahn-Ring 6
81739 München, DE**

72 Inventor/es:

**PROBST, SEBASTIAN y
RUCKES, JONAS**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 940 508 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

Vehículo y procedimiento para su funcionamiento

5 La invención se refiere a un vehículo ferroviario, que tiene al menos un primer y un segundo acumulador de energía, de los cuales el primer acumulador de energía es recargable y descargable durante el viaje y puede proporcionar energía más rápido que el segundo acumulador de energía en el caso de una demanda creciente de energía.

Un vehículo así se conoce, por ejemplo, por la patente europea EP 3 162 612 B1. En el caso del vehículo descrito allí, se efectúa una transferencia de energía desde un primer dispositivo acumulador de energía a un segundo dispositivo acumulador de energía sobre la base de los datos de conducción de referencia que han sido determinados durante los viajes de referencia del vehículo en tramos de ruta previamente recorridos.

10 Por el escrito de divulgación de la patente DE 10 2015 217 832 A1 se conoce una ayuda de frenado para un automóvil. El automóvil comprende un motor eléctrico y un primer acumulador de energía eléctrica con una baja capacidad y una alta velocidad de captación, por ejemplo, una pluralidad de condensadores, y un segundo acumulador de energía eléctrica con una alta capacidad y una baja velocidad de captación, por ejemplo, una batería. Un mecanismo de control controla la carga de los acumuladores de energía en caso de retardo y descarga de los acumuladores de energía cuando el vehículo acelera, en función, en particular, de la información sobre una velocidad máxima admisible y las pendientes o declives en la ruta recorrida por el vehículo.

15 Por el escrito de divulgación de la patente DE 10 2013 016 569 A1 se conoce además un procedimiento de funcionamiento para una propulsión híbrida de un automóvil, en particular para seleccionar los modos de funcionamiento óptimos de la propulsión híbrida a lo largo de una ruta de conducción.

20 La invención se basa en el objetivo de seguir optimizando un vehículo del tipo mencionado anteriormente.

Este objetivo se consigue según la invención mediante un vehículo ferroviario con las características según la reivindicación 1. Las configuraciones ventajosas del vehículo ferroviario según la invención se indican en las reivindicaciones dependientes.

25 A continuación, según la invención se prevé que el vehículo ferroviario comprenda un mecanismo de determinación de la estrategia de viaje que, sobre la base de al menos los datos del vehículo y los datos de ruta, calcule una estrategia de viaje que establezca el modo de conducción del vehículo a lo largo del tiempo, que establezca el modo nominal de conducción del vehículo a lo largo del tiempo en una siguiente sección de ruta que se extiende hasta un destino siguiente, en donde los datos del vehículo, el vehículo y los datos de ruta describan el siguiente segmento de ruta, el vehículo tiene un mecanismo de determinación de la estrategia de carga que, para el viaje al siguiente destino, determina una estrategia de carga sobre la base de la estrategia de viaje determinada por el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje, que establece la carga del primer acumulador de energía durante la marcha con energía del segundo acumulador de energía, y el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje está conectado a un mecanismo de ayuda al vehículo o forma un componente de un mecanismo de ayuda al vehículo que indica acústica y/o visualmente los datos de control del vehículo al conductor del vehículo sobre la base de la estrategia de viaje determinada por el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje, por medio de los cuales el conductor puede controlar el vehículo de conformidad con la estrategia de viaje del mecanismo de determinación de la estrategia de viaje, en donde al vehículo ferroviario se asigna un horario que establece el recorrido del siguiente tramo ferroviario en el tiempo, y en donde el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje determina la estrategia de viaje teniendo en cuenta el horario a seguir.

30 Por lo tanto, el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje determina la estrategia de viaje según la invención teniendo en cuenta el horario que debe cumplirse, y el mecanismo de determinación de la estrategia de carga determina la estrategia de carga sobre la base de la estrategia de viaje y, por lo tanto, indirectamente teniendo en cuenta el horario que debe cumplirse.

45 Una ventaja significativa del vehículo ferroviario según la invención se ve en el hecho de que en este no son necesarios datos de referencia relativos a viajes anteriores. El mecanismo de determinación de la estrategia de viaje previsto según la invención permite determinar una estrategia de viaje únicamente sobre la base de los datos del vehículo, los datos de ruta y un horario y, por lo tanto, no requiere viajes de referencia previos.

50 Otra ventaja significativa del vehículo ferroviario según la invención es que las desviaciones del modo de conducción real de un modo de conducción esperado o determinado en la estrategia de viaje pueden minimizarse, ya que el mecanismo de ayuda al vehículo acoplado según la invención al mecanismo de determinación de la estrategia de viaje de manera ventajosa indica acústica y/o visualmente los datos de control del vehículo, lo que permite a un conductor la conducción del vehículo ferroviario de conformidad con la estrategia de viaje del mecanismo de determinación de la estrategia de viaje para que la estrategia de carga, determinada sobre la base de la estrategia de viaje, sea realmente aplicable de manera óptima.

55 El mecanismo de determinación de la estrategia de viaje también tiene en cuenta, preferiblemente, en el cálculo de la estrategia de viaje el estado de carga del primer acumulador de energía en el momento del cálculo.

Es ventajoso si el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje lleva a cabo cálculos de secuencias de viajes en el contexto del cálculo de la estrategia de viaje y calcula la estrategia de viaje por medio de la secuencia de viaje determinada en el contexto de los cálculos de secuencia de viaje.

5 En una variante de realización preferida se prevé que el vehículo ferroviario tenga un mecanismo de evaluación y realice uno o más pasos de iteración como parte del cálculo de la estrategia de viaje y carga, en los cuales respectivamente

– en un primer paso parcial, el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje calcula una estrategia de viaje provisional,

10 – en un segundo paso parcial, el mecanismo de determinación de la estrategia de carga determina una estrategia de carga provisional para la estrategia de viaje provisional determinada por el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje,

– en un tercer paso parcial, el mecanismo de evaluación evalúa la estrategia de carga provisional teniendo en cuenta uno o varios criterios de evaluación, y

15 – el mecanismo de evaluación habilita la estrategia de viaje provisional y la estrategia de carga provisional como estrategia final de viaje y estrategia final de carga para el viaje cuando:

– en el caso de un criterio de evaluación - el criterio de evaluación se cumple o - en el caso de varios criterios de evaluación - se cumplen todos o al menos un subconjunto de criterios de evaluación, y de lo contrario en uno o más pasos de iteración posteriores, los pasos parciales se repiten hasta que se cumple el criterio de evaluación o se cumplen todos o al menos un subconjunto de criterios de evaluación.

20 En esta última variante de realización, es ventajoso si el mecanismo de evaluación considera que no se cumple ese o al menos uno de los criterios de evaluación si, según la estrategia de carga provisional durante el viaje, el estado de carga del primer acumulador de energía tendría que caer por debajo del 0% o superar un valor máximo predeterminado.

25 También es ventajoso si el criterio de evaluación o al menos uno de los criterios de evaluación se refiere a la reducción de la vida útil del segundo acumulador de energía, en particular utilizando una función de costes.

El mecanismo de ayuda al vehículo determina, preferiblemente durante el viaje hacia el siguiente destino, las desviaciones de la trayectoria real del viaje con respecto a la estrategia de viaje. En caso de una desviación más allá de un nivel predeterminado, el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje calcula preferiblemente una estrategia de viaje actualizada y el mecanismo de determinación de la estrategia de carga calcula una estrategia de carga actualizada. Estas últimas estrategias de viaje y carga se utilizan preferiblemente para el viaje posterior hasta el siguiente destino.

35 También es ventajoso si el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje calcula la estrategia de viaje sobre la base de un horario predeterminado de viaje que debe cumplirse, el estado real del vehículo, el consumo de energía del vehículo, los datos de pronóstico del tiempo y/o los resultados de los cálculos del secuencia de viaje para el siguiente tramo de ruta.

El mecanismo de determinación de la estrategia de carga determina la estrategia de carga preferiblemente con el objetivo de permitir un procedimiento de carga con ahorro de energía, bajo desgaste y/o que conserve la vida útil.

El mecanismo de determinación de la estrategia de viaje considera preferentemente una, varias o todas las siguientes condiciones, aspectos, objetivos o algoritmos:

40 – horario de viajes
– datos de ruta, en particular datos relativos a la electrificación y la capacidad de alimentación de la red y/o estaciones de carga, estaciones de servicio, pendientes de ruta, radios de curva, puntos de parada, kilometraje, límites de velocidad y/o señales de ruta,

– parámetros de modelización del vehículo ferroviario, en particular el consumo máximo de energía,

45 – modelización del acumulador de energía,

– modelización del sistema de propulsión eléctrico del vehículo ferroviario,

– modelización de los parámetros de pérdida,

– estado real de los componentes del vehículo, en particular los estados de la batería o de la carga,

– temperaturas (por ejemplo, temperatura exterior y del compartimiento de pasajeros),

50 – voltajes

– corrientes

– temperatura del agua de refrigeración,

– tiempo estimado de viaje en el tramo electrificado,

– vida útil en la estación de carga,

55 – rendimiento de tracción en función del tiempo,

– consumo de energía de tracción,

– consumo de HBU/sistema de cableado,

- estado mínimo de carga objetivo para superar el siguiente tramo no electrificado (especialmente a partir del pronóstico de autonomía),
- algoritmo de optimización que calcula el perfil de carga óptimo basado en la modelización de datos en vivo, condiciones marginales y condiciones secundarias, y datos de pronóstico según una función de costes para el primer acumulador de energía.

5

El mecanismo de determinación de la estrategia de viaje, el mecanismo de determinación de la estrategia de carga, el mecanismo de evaluación y/o el mecanismo de ayuda al vehículo están formados preferentemente por módulos informáticos ejecutados por uno o más sistemas informáticos del vehículo ferroviario, en particular por un mecanismo de control del vehículo.

- 10 El primer acumulador de energía es preferiblemente un acumulador de energía eléctrica, en particular una batería o un condensador, o preferiblemente comprende una batería o un condensador.

El segundo acumulador de energía comprende preferiblemente una celda de combustible con un acumulador auxiliar en forma de acumulador de hidrógeno y/o un motor de combustión interna con un acumulador auxiliar en forma de un tanque de combustible que puede llenarse o está lleno de combustible fósil y/o biocombustible.

- 15 La invención también se refiere a un procedimiento para operar un vehículo ferroviario que comprende al menos un primer y un segundo acumulador de energía, de los cuales el primer acumulador de energía es recargable y descargable durante el viaje y puede proporcionar energía más rápido que el segundo acumulador de energía en caso de una demanda creciente de energía.

- 20 Según la invención, se prevé que se calcule una estrategia de viaje que establezca el modo de viaje del vehículo ferroviario a lo largo del tiempo por parte de un mecanismo de determinación de la estrategia de viaje del vehículo ferroviario sobre la base de al menos los datos del vehículo y los datos de la ruta, lo cual establece el modo de viaje nominal del vehículo a lo largo del tiempo en un siguiente tramo de ruta que se extiende hasta un siguiente destino, en donde los datos del vehículo describen el vehículo ferroviario y los datos de ruta describen el siguiente tramo de ruta, un mecanismo de determinación de la estrategia de carga del vehículo ferroviario determina una estrategia de carga para el viaje hasta el siguiente destino sobre la base de la estrategia de viaje previamente determinada, la cual determina la carga del primer acumulador de energía durante el viaje con energía del segundo acumulador de energía, y un mecanismo de ayuda al vehículo indica acústica y/o visualmente a un conductor del vehículo ferroviario sobre la base de la estrategia de viaje, determinada por el mecanismo de determinación de estrategia de viaje, los datos de control del vehículo por medio de los cuales el conductor puede controlar el vehículo ferroviario de conformidad con la estrategia de viaje del mecanismo de determinación de la estrategia de viaje, en cuyo caso al vehículo ferroviario se fija un horario que establece el tránsito en el tiempo respectivamente del siguiente tramo de ruta ferroviaria, y en cuyo caso el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje determina la estrategia de viaje teniendo en cuenta el horario a seguir.

- 30 Con respecto a las ventajas del procedimiento según la invención y con respecto a las configuraciones ventajosas del procedimiento según la invención, se hace referencia a las declaraciones anteriores en relación con el vehículo ferroviario según la invención y sus configuraciones ventajosas.

35 La invención se explica con más detalle a continuación por medio de ejemplos de realización; a manera de ejemplo

La Figura 1 muestra un primer ejemplo de realización para un vehículo según la invención, mediante el cual, por ejemplo, se explica una realización del procedimiento según la invención,

- 40 La Figura 2 muestra un segundo ejemplo de realización para un vehículo según la invención, mediante el cual se explica una segunda realización del procedimiento según la invención, y

La Figura 3 muestra un diagrama de flujo que ilustra el funcionamiento del vehículo y el procedimiento según la figura 2.

En las figuras, siempre se utilizan los mismos signos de referencia para componentes idénticos o comparables.

- 45 La figura 1 muestra un vehículo 10 que está equipado con un motor que no se muestra más por razones de claridad. Para el suministro de energía del motor no representado sirven al menos dos acumuladores de energía, más precisamente un primer acumulador de energía ES1 y un segundo acumulador de energía ES2.

- 50 A continuación, a modo de ejemplo, se parte de que el primer acumulador de energía ES1 se puede cargar y descargar durante el viaje, tomando energía E del segundo acumulador de energía ES2 para cargarla y alimentarla en el primer acumulador de energía ES1 y, para descargar, tomando energía del primer acumulador de energía ES1 y usándola para operar el motor que no se muestra.

Además, a continuación, a modo de ejemplo, se parte de que el primer acumulador de energía ES1 puede proporcionar energía más rápido que el segundo acumulador de energía ES2 en caso de una demanda de energía que aumenta repentinamente, de modo que durante el viaje del vehículo 10, durante una demanda de energía que aumenta

ES 2 940 508 T3

repentinamente, este primer acumulador de energía ES1 está disponible para alimentar el motor, mientras que el segundo acumulador de energía ES2 no puede rendir esto debido a su comportamiento más lento.

5 El primer acumulador de energía ES1 es preferiblemente un acumulador de energía eléctrica, en particular una batería o un condensador. El segundo acumulador de energía ES1 está formado preferiblemente por una celda de combustible y un acumulador auxiliar en forma de acumulador de hidrógeno; alternativamente, el segundo acumulador de energía ES2 puede formarse ventajosamente por un motor de combustión interna y un acumulador auxiliar en forma de un tanque de combustible rellenable o lleno de combustible fósil y/o biocombustible.

10 Para cargar el primer acumulador de energía ES1 con energía E del segundo acumulador de energía ES2, el vehículo 10 tiene un mecanismo de control de carga 20, que controla la toma de energía E del segundo acumulador de energía ES2 para cargar el primer acumulador de energía ES1 durante el viaje sobre la base de una estrategia de carga predeterminada LS.

15 El vehículo 10 también comprende un mecanismo de determinación de la estrategia de viaje 30 que, sobre la base de los datos del vehículo FD y los datos de ruta SD, calcula una estrategia de viaje FS que establece el modo de viaje del vehículo 10 a lo largo del tiempo, que establece el modo de viaje nominal del vehículo 10 a lo largo del tiempo en una siguiente sección de ruta que se extiende hasta un destino siguiente. Los datos del vehículo FD describen el vehículo 10 y contienen preferiblemente al menos información o datos sobre el consumo de energía, la aceleración y la velocidad máxima.

20 Los datos de ruta SD describen el siguiente tramo respectivo de la ruta, que se extiende hasta el siguiente destino, y preferiblemente incluyen información sobre límites de velocidad, declives, pendientes, radios de curvatura de secciones de ruta no rectas y datos de horarios que deben cumplirse en el caso de un horario que deba cumplirse.

El mecanismo de determinación de la estrategia de viaje 30, para determinar la estrategia de viaje respectiva FS, tiene en cuenta preferiblemente el estado de carga LZ del primer acumulador de energía ES1 en el momento de calcular la estrategia de viaje FS.

25 El modo de viaje nominal del vehículo 10 a lo largo del tiempo también tiene en cuenta preferiblemente parámetros de optimización variables como, por ejemplo, una aceleración deseada o una velocidad máxima deseada durante el viaje en el siguiente tramo de ruta. Si las especificaciones en los datos de ruta SD (por ejemplo, especificaciones de horario) o de los datos del vehículo FD (por ejemplo, capacidad de frenado) no pueden conciliarse con los parámetros de optimización variables, estos últimos podrán modificarse, por ejemplo, para determinar una estrategia de viaje FS coherente con los datos de ruta SD y los datos del vehículo FD o para permitir el cálculo de otra estrategia de viaje FS, si la estrategia de viaje calculada FS no es adecuada, por ejemplo, porque no permite una estrategia de carga adecuada.

30 El vehículo 10 también comprende un mecanismo de determinación de la estrategia de carga 40, que determina una estrategia de carga LS para el viaje hasta el siguiente destino sobre la base de la estrategia de viaje FS determinada por el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje 30, que establece la carga del primer acumulador de energía ES1 durante el viaje con la energía E del segundo acumulador de energía ES2. La estrategia de carga LS se transmite desde el mecanismo de determinación de la estrategia de carga 40 al mecanismo de control de carga 20, que lleva a cabo la carga de energía del primer acumulador de energía ES1 o la transferencia de energía de los dos acumuladores de energía ES1 y ES2 durante el viaje sobre la base de la estrategia de carga LS.

35 El vehículo 10 según la figura 1 también está equipado con un mecanismo de ayuda al vehículo 50, que está conectado con el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje 30.

El mecanismo de ayuda al vehículo 50 está diseñado para mostrar acústica y/o visualmente a un conductor del vehículo 10 datos de control del vehículo FSD que permiten al conductor conducir el vehículo 10 sobre la base o de conformidad con la estrategia de viaje FS determinada por el mecanismo de determinación de estrategia de viaje 30.

45 Mediante la conexión entre el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje 30 y el mecanismo de ayuda al vehículo 50, es ventajosamente posible en el vehículo 10 que un conductor del vehículo 10 pueda controlarlo realmente, de modo que la estrategia de viaje FS determinada por el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje 30 para el viaje en el siguiente tramo de ruta se cumpla realmente o pueda cumplirse y también pueda usarse prácticamente la estrategia de carga LS determinada sobre la base de esta estrategia de viaje FS. Si, por ejemplo, el conductor del vehículo 10 no cumple la estrategia de viaje FS del mecanismo de determinación de la estrategia de viaje 30, ya sea consciente o inconscientemente, la estrategia de carga LS determinada sobre la base de esta estrategia de viaje FS muy probablemente no formaría la estrategia de carga óptima LS, de modo que la transferencia de energía E del segundo acumulador de energía ES2 en el primer acumulador de energía ES1 se efectuaría eventualmente a deshora, en una medida innecesariamente alta o retrasada, de modo que uno de los dos acumuladores de energía ES1 o ES2 o ambos acumuladores de energía podrían dañarse.

50 La figura 2 muestra un segundo ejemplo de realización para un vehículo 10 que está equipado con un primer acumulador de energía ES1 y un segundo acumulador de energía ES2, como ya se explicó en relación con la figura 1. En contraste con el ejemplo de realización según la Figura 1, el vehículo 10 según la Figura 2 tiene un mecanismo

de evaluación 60 que, junto con el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje 30 y el mecanismo de determinación de la estrategia de carga 40, forma un bucle de control 100.

5 La estrategia de viaje FS determinada por el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje 30, a diferencia del ejemplo de realización según la figura 1, no se transmite directamente como estrategia de viaje FS definitiva al mecanismo de ayuda al vehículo 50, sino inicialmente solo como estrategia de viaje provisional FSv al mecanismo de determinación de la estrategia de carga 40. El mecanismo de determinación de la estrategia de carga 40 calcula, sobre la base de la estrategia de viaje provisional FSv, una estrategia de carga provisional LSv, que se transmite al mecanismo de evaluación 60.

10 El mecanismo de evaluación 60 decide si la estrategia de carga provisional LSv se transmite como estrategia de carga LS definitiva al mecanismo de control de carga 20 y si la estrategia de viaje provisional FSv se debe tomar como base como estrategia de viaje FS definitiva por el mecanismo de ayuda al vehículo 50 para generar los datos de control del vehículo FSD.

La figura 3 muestra con más detalle el modo de trabajo del bucle de control 100 y el del dispositivo de valoración 60 según la figura 2:

15 En un primer paso parcial 110, el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje 30 calculará primero una estrategia de viaje provisional FSv que se transmite al mecanismo de determinación de la estrategia de carga 40. Para esto, utiliza los datos de ruta SD y los datos del vehículo FD.

20 En un segundo paso parcial 120, el mecanismo de determinación de la estrategia de carga 40 para la estrategia de viaje provisional FSv determinada por el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje 30 determinará una estrategia de carga provisional LSv y la transferirá al mecanismo de evaluación 60.

25 En un tercer paso parcial 130, el mecanismo de evaluación 60 evaluará la estrategia de carga provisional LSv teniendo en cuenta uno o más criterios de evaluación. Si el mecanismo de evaluación 60 determina en el contexto de la evaluación que se cumplen todos los criterios de evaluación o, al menos, una cantidad mínima predeterminada de criterios de evaluación, habilita la estrategia de carga provisional LSv como estrategia de carga LS definitiva y la transfiere al mecanismo de control de carga 20. Además, habilita la estrategia de viaje provisional FSv y la transfiere como estrategia de viaje FS definitiva al mecanismo de ayuda al vehículo 50 para que el mecanismo de ayuda al vehículo 50 pueda generar los datos de control del vehículo FSD sobre la base de la estrategia de viaje FS.

30 Si el mecanismo de evaluación 60 determina que la estrategia de carga provisional LSv no cumple o no cumple suficientemente uno o más de los criterios de evaluación, genera una señal de control ST en el lado de salida que inicia un nuevo cálculo de la estrategia de viaje provisional FSv por parte del mecanismo de determinación de la estrategia de viaje 30. La generación de la señal de control ST puede ser necesaria, por ejemplo, si el mecanismo de evaluación 60 determina que, durante el viaje en el siguiente tramo de la ruta, el primer acumulador de energía ES1 tendría que alcanzar un estado de carga inferior al 0%, lo que no sería técnicamente factible, o tendría que superar un valor máximo predeterminado, lo que destruiría el primer acumulador de energía ES1 o reduciría significativamente su vida útil.

35 En presencia de la señal de control ST, el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje 30 determinará una nueva estrategia de viaje provisional FSv y la transmitirá al mecanismo de determinación de la estrategia de carga 40 para que esto pueda determinar una nueva estrategia de carga provisional LSv, que a su vez puede ser reevaluada por el mecanismo de evaluación 60.

40 Para permitir un resultado de cálculo diferente en el cálculo de la nueva estrategia de viaje provisional FSv, el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje 30 cambiará preferiblemente al menos un parámetro de optimización variable (ver arriba) para el cálculo: por ejemplo, puede reducir la aceleración máxima deseada durante el viaje dentro del siguiente tramo de ruta para descargar el primer acumulador de energía ES1; alternativa o adicionalmente, puede reducir la mayor velocidad máxima deseada durante el viaje dentro del siguiente tramo de ruta para disminuir el consumo total de energía y, por lo tanto, aliviar ambos acumuladores de energía ES1 y ES2.

Si el examen de la nueva estrategia de carga provisional LSv da como resultado que esta satisface los criterios de evaluación especificados, entonces se efectúa la habilitación de la respectiva estrategia de viaje provisional FSv como estrategia de viaje FS definitiva y la habilitación de la estrategia de carga provisional LSv como estrategia de carga LSv definitiva, como ya se explicó.

50 Lista de caracteres de referencia

- 10 Vehículo
- 20 Mecanismo de control de carga
- 30 Mecanismo de determinación de estrategia de viaje
- 40 Dispositivo de determinación de estrategia de carga
- 55 50 Mecanismo de ayuda al vehículo
- 60 Mecanismo de evaluación

ES 2 940 508 T3

	100	Bucle de control
	110	Paso parcial
	120	Paso parcial
	130	Paso parcial
5	E	Energía
	ES1	Primer acumulador de energía
	ES2	Segundo acumulador de energía
	FD	Datos de vehículo
	FS	Estrategia de viaje
10	FSD	Datos de control del vehículo
	FSv	Estrategia de viaje provisional
	LS	Estrategia de carga
	Lsv	Estrategia de carga provisional
	LZ	Estado de carga
15	SD	Datos de ruta
	ST	Señal de control

REIVINDICACIONES

1. Vehículo ferroviario (10), con al menos un primer y un segundo acumulador de energía (ES1, ES2), de los cuales el primer acumulador de energía (ES1) puede cargarse y descargarse durante el viaje y puede proporcionar energía (E) más rápido que el segundo acumulador de energía (ES2) en caso de una demanda creciente de energía,
- 5 en donde
- el vehículo ferroviario (10) presenta un mecanismo de determinación de la estrategia de viaje (30) que, sobre la base de al menos los datos del vehículo (FD) y los datos de ruta (SD), calcula una estrategia de viaje (FS) que establece el modo de viaje del vehículo ferroviario (10) a lo largo del tiempo, que establece el modo de funcionamiento nominal del vehículo ferroviario (10) a lo largo del tiempo en un siguiente tramo de la ruta que se extiende hasta un destino
 - 10 siguiente, en donde los datos del vehículo (FD) describen el vehículo ferroviario (10) y los datos de la ruta (SD) describen el siguiente tramo de ruta,
 - el vehículo ferroviario (10) presenta un mecanismo de determinación de estrategia de carga (40) que determina una estrategia de carga (LS) para el viaje hasta el siguiente destino sobre la base de la estrategia de viaje determinada por el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje (30) (FS), que establece la carga del primer acumulador de energía (ES1) durante el viaje con energía (E) del segundo acumulador de energía (ES2), y
 - 15 - el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje (30) está conectado a un mecanismo de ayuda al vehículo (50) o forma un componente de un mecanismo de ayuda al vehículo (50) que indica acústica y/o visualmente los datos de control del vehículo (FSD) a un conductor del vehículo ferroviario (10) sobre la base de la estrategia de viaje (FS) determinada por el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje (30), mediante los cuales el conductor puede
 - 20 controlar el vehículo ferroviario (10) de conformidad con la estrategia de viaje (FS) del mecanismo de determinación de la estrategia de viaje (30),
 - en donde al vehículo ferroviario (10) se fija un horario que establezca en el tiempo el tránsito del respectivo siguiente tramo ferroviario, y
 - caracterizado porque el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje (30) determina la estrategia de viaje (FS) teniendo en cuenta el horario que debe cumplirse.
 - 25
2. Vehículo ferroviario (10) según la reivindicación 1,
- caracterizado porque, en el momento del cálculo, el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje (30) tiene en cuenta el estado de carga del primer acumulador de energía (ES1) al calcular la estrategia de viaje (FS).
3. Vehículo ferroviario (10) según una de las reivindicaciones anteriores,
- 30 caracterizado porque el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje (30) realiza cálculos de secuencias de viajes como parte del cálculo de la estrategia de viaje (FS) y calcula la estrategia de viaje (FS) mediante las secuencias de viaje determinadas como parte de los cálculos del secuencia de viaje.
4. Vehículo ferroviario (10) según una de las reivindicaciones anteriores,
- 35 caracterizado porque el vehículo ferroviario (10) presenta un mecanismo de evaluación (60) y lleva a cabo uno o más pasos de iteración como parte del cálculo de la estrategia de viaje y de carga (FS, LS), en los cuales respectivamente
- en un primer paso parcial (110), el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje (30) calcula una estrategia de viaje provisional (FSv),
 - en un segundo paso parcial (120), el mecanismo de determinación de la estrategia de carga (40) determina una estrategia de carga provisional (LSv) para la estrategia de viaje provisional (FSv) determinada por el mecanismo de
 - 40 determinación de la estrategia de viaje (30),
 - en una tercera fase (130), el mecanismo de evaluación (60) evalúa la estrategia de carga provisional (LSv) teniendo en cuenta uno o varios criterios de evaluación, y
 - el mecanismo de evaluación (60) habilita la estrategia de viaje provisional (FSv) y la estrategia de carga provisional (LSv) como estrategia de viaje definitiva (FS) y estrategia de carga definitiva (LS) para el viaje si, en el caso de un
 - 45 criterio de evaluación, se cumple el criterio de evaluación, o
 - en el caso de varios criterios de evaluación, se cumplen todos o al menos un subconjunto de criterios de evaluación y, de lo contrario, en uno o más pasos de iteración posteriores, los pasos parciales (110-130) se repiten tan frecuentemente hasta que se cumpla el criterio de evaluación o todos o al menos un subconjunto de criterios de evaluación.
- 50 5. Vehículo ferroviario (10) según la reivindicación 4,

ES 2 940 508 T3

caracterizado porque el mecanismo de evaluación (60) considera que no se cumple el criterio de evaluación o al menos uno de los criterios de evaluación si, según la estrategia de carga provisional (LS), durante el viaje el estado de carga del primer acumulador de energía (ES1) tendría que descender por debajo del 0 % o superar un valor máximo especificado.

5 6. Vehículo ferroviario (10) según las reivindicaciones 4 o 5,

caracterizado porque el criterio de evaluación o al menos uno de los criterios de evaluación se refiere a la reducción de la vida útil del segundo acumulador de energía (ES2), en particular utilizando una función de costes.

7. Vehículo ferroviario (10) según una de las reivindicaciones anteriores,

caracterizado porque

10 - el mecanismo de ayuda al vehículo (50) determina las desviaciones de la trayectoria real del viaje con respecto a la estrategia de viaje (FS) durante el viaje hasta el siguiente destino, y

- en caso de desviación más allá de una medida predeterminada, el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje (30) calcula una estrategia de viaje (FS) actualizada y el mecanismo de determinación de la estrategia de carga (40) calcula una estrategia de carga (LS) actualizada y esta última estrategia de viaje y de carga (FS, LS) se utiliza para el viaje posterior hasta el siguiente destino.

15

8. Vehículo ferroviario (10) según una de las reivindicaciones anteriores,

caracterizado porque el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje (30) calcula la estrategia de viaje (FS) sobre la base de un horario predeterminado que debe cumplirse, el estado real del vehículo ferroviario (10), el consumo de energía del vehículo ferroviario (10), los datos de previsión meteorológica y/o los resultados de los cálculos de secuencia de viaje para el siguiente tramo de la ruta.

20

9. Vehículo ferroviario (10) según una de las reivindicaciones anteriores,

caracterizado porque el mecanismo de determinación de la estrategia de carga (40) determina la estrategia de carga (LS) con el objetivo de permitir un procedimiento de carga con ahorro de energía, poco desgaste y/o que guarde la vida útil.

25 10. Vehículo ferroviario (10) según una de las reivindicaciones anteriores,

caracterizado porque el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje (30) tiene en cuenta una, varias o todas las condiciones, aspectos, objetivos o algoritmos siguientes:

- horario

30 - datos de ruta (SD), en particular datos relativos a la electrificación y la potencia de alimentación de la red o de la estación de carga, a los gradientes de ruta, a los radios de curva, a los puntos de parada, al kilometraje, a los límites de velocidad y/o a las señales de ruta,

- parámetros de modelización del vehículo ferroviario (10), en particular el consumo máximo de energía,

- modelización de acumuladores de energía (ES1, ES2),

- modelización del sistema de propulsión eléctrica del vehículo ferroviario (10),

35 - modelización de los parámetros de pérdida,

- estado real de los componentes del vehículo, en particular de la batería o los estados de carga,

- las temperaturas, en particular la temperatura exterior y del compartimento de pasajeros,

- voltajes

- corrientes

40 - temperatura del agua de refrigeración,

- tiempo estimado de viaje en el tramo electrificado,

- vida útil en la estación de carga o gasolinera,

- potencia de tracción como función del tiempo,

- consumo de energía de tracción,

ES 2 940 508 T3

- consumo de HBU/sistema de cableado,
 - estado mínimo de carga objetivo para superar el siguiente tramo no electrificado (especialmente a partir del pronóstico de alcance operativo),
 - 5 - algoritmo de optimización que calcula el perfil de carga óptimo basado en la modelización de datos en vivo, condiciones marginales secundarias, y datos de pronóstico según una función de costes para el primer acumulador de energía (ES1).
11. Vehículo ferroviario (10) según una de las reivindicaciones anteriores,
- 10 caracterizado porque el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje (30), el mecanismo de determinación de la estrategia de carga (40), el mecanismo de evaluación (60) y el mecanismo de ayuda al vehículo (50) están formados por módulos informáticos que son llevados a cabo por uno o varios sistemas informáticos del vehículo ferroviario (10), en particular por un mecanismo de control del vehículo.
12. Vehículo ferroviario (10) según una de las reivindicaciones anteriores,
- caracterizado porque
- 15 - el primer acumulador de energía (ES1) es un acumulador de energía eléctrica, en particular una batería o un condensador, o comprende una batería o condensador, y/o
 - el segundo acumulador de energía (ES2) comprende una celda de combustible y un acumulador auxiliar en forma de acumulador de hidrógeno, y/o
 - el segundo acumulador de energía (ES2) comprende un motor de combustión interna y un acumulador auxiliar en forma de recipiente de combustible que puede llenarse o está lleno de combustible fósil y/o biocombustible.
- 20 13. Procedimiento de funcionamiento de un vehículo ferroviario (10) que presenta al menos un primer y un segundo acumulador de energía (ES1, ES2), de los cuales el primer acumulador de energía (ES1) puede cargarse y descargarse durante el viaje y puede proporcionar energía (E) más rápido que el segundo acumulador de energía (ES2) en caso de una demanda creciente de energía.
- en donde
- 25 - un mecanismo de determinación de la estrategia de viaje (30) del vehículo ferroviario (10), sobre la base de al menos los datos del vehículo (FD) y los datos de ruta (SD), calcula una estrategia de viaje (FS) que establece el modo de viaje del vehículo ferroviario (10) a lo largo del tiempo, la cual establece el modo de viaje nominal del vehículo ferroviario (10) a lo largo del tiempo en un tramo siguiente de la ruta que se extiende hasta un destino siguiente, en donde los datos del vehículo (FD) describen el vehículo ferroviario (10) y los datos de ruta (SD) describen el siguiente
 - 30 tramo de ruta,
 - un mecanismo de determinación de la estrategia de carga (40) del vehículo ferroviario (10) determina una estrategia de carga (LS) para el viaje hasta el siguiente destino sobre la base de la estrategia de viaje (FS) previamente determinada, que establece la carga del primer acumulador de energía (ES1) durante el viaje con energía (E) del segundo acumulador de energía (ES2), y
 - 35 - un mecanismo de ayuda al vehículo (50) indica acústica y/o visualmente los datos de control del vehículo (FS) a un conductor del vehículo ferroviario (10) sobre la base de la estrategia de viaje (FS) determinada por el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje (30), mediante los cuales el conductor puede controlar el vehículo ferroviario (10) de conformidad con la estrategia de viaje (FS) del mecanismo de determinación de la estrategia de viaje (30),
 - 40 - en donde al vehículo ferroviario (10) se fija un horario que establece el tránsito respectivo en el tiempo del siguiente tramo ferroviario, y
 - caracterizado porque el mecanismo de determinación de la estrategia de viaje (30) determina la estrategia de viaje (FS) teniendo en cuenta el horario que debe cumplirse.

FIG 1

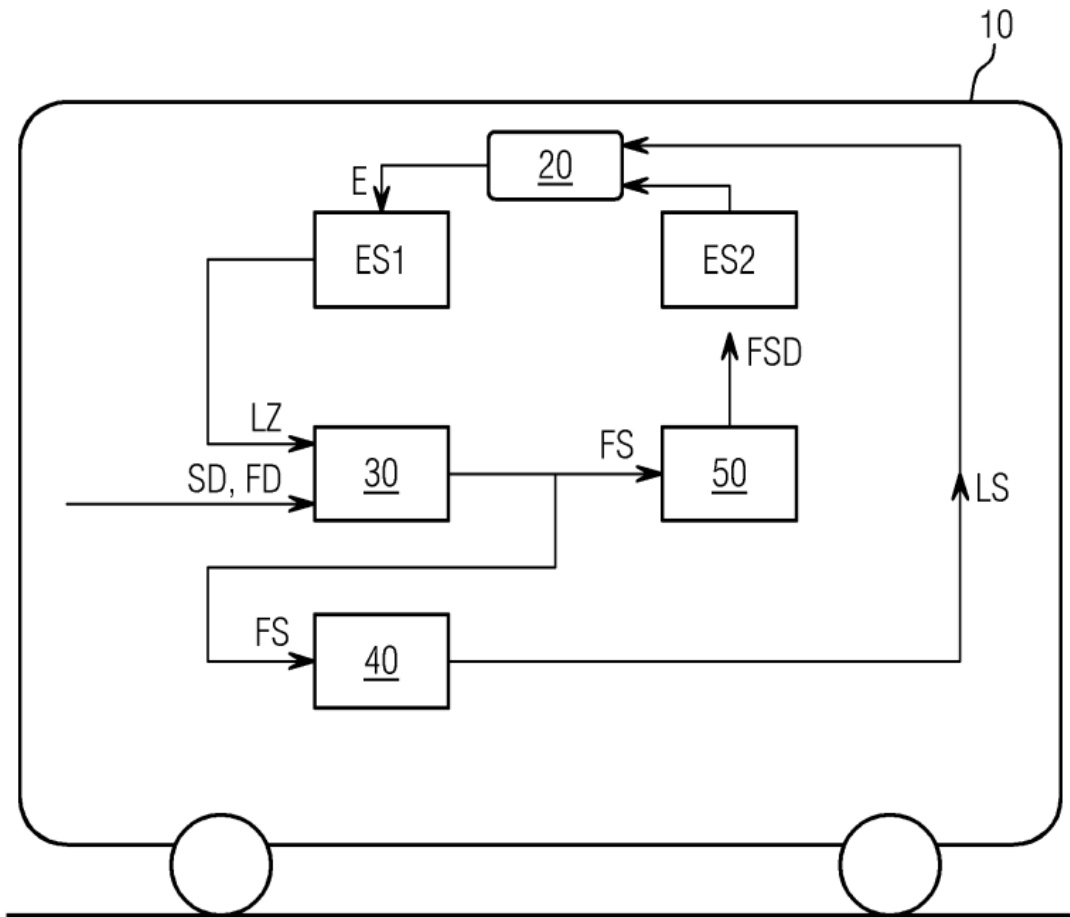


FIG 2

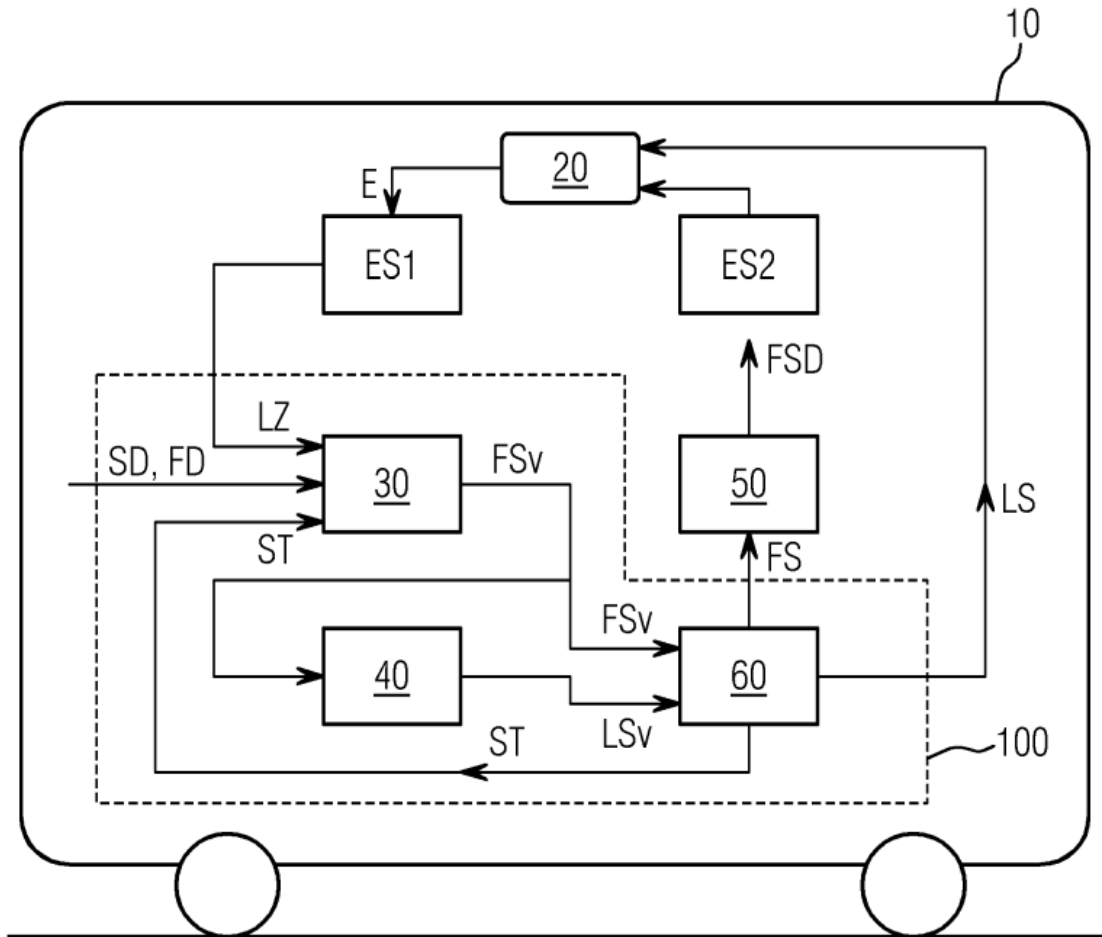


FIG 3

