

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 407 229**

51 Int. Cl.:

**B60H 1/00** (2006.01)

**B61D 27/00** (2006.01)

**B60Q 3/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.08.2010 E 10090008 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2013 EP 2423014**

54 Título: **Vehículo ligado a una vía, en particular un vehículo ferroviario, y procedimiento de funcionamiento del mismo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**12.06.2013**

73 Titular/es:  
**BOMBARDIER TRANSPORTATION GMBH  
(100.0%)  
Schöneberger Ufer 1  
10785 Berlin, DE**

72 Inventor/es:  
**DE COEN, LUC y  
CONAN, LOÏC**

74 Agente/Representante:  
**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 407 229 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 ligado a una vía, en particular un vehículo ferroviario, y procedimiento de funcionamiento del mismo

5 La invención se refiere a un vehículo ligado a una vía, en particular un vehículo ferroviario, que tiene una pluralidad de compartimentos para pasajeros. Además, la invención también se refiere a un procedimiento de funcionamiento de dicho vehículo.

10 Un compartimento de pasajeros se ha de entender que es un espacio en el cual los pasajeros pueden viajar dentro del vehículo, por ejemplo mientras están sentados o de pie. El compartimento puede ser, por ejemplo, un compartimento clásico que tenga seis u ocho asientos, o puede ser un compartimento con más asientos, tales como en los vagones salón modernos. En el caso de un vagón de dos pisos, el piso superior y el piso inferior pueden formar compartimentos separados, por ejemplo. Independientemente del tipo de vagón, el compartimento puede estar dividido en sub-compartimentos. También es posible que el compartimento pueda corresponder a un vagón completo del vehículo. El vehículo puede ser un tren que tenga una pluralidad de vagones los cuales estén acoplados entre sí.

15 Hay unos requisitos crecientes para reducir el consumo de energía durante el funcionamiento de los vehículos ligados a una vía, en particular vehículos ferroviarios. Una opción es aumentar la eficiencia de los sistemas y dispositivos dentro del vehículo respecto al consumo de energía. Otra opción es indicar al conductor del vehículo que puede conducir el vehículo de una forma más efectiva con la energía.

20 El documento DE 203 11 981 U1 divulga una unidad de aire acondicionado para vehículos ferroviarios con un circuito indirecto de refrigeración con un líquido como portador de la refrigeración. El circuito de líquido proporciona el portador de la refrigeración a unos dispositivos de tratamiento de aire en los respectivos compartimentos, y la potencia de refrigeración de cada dispositivo de tratamiento de aire puede adaptarse individualmente para cada compartimento a la temperatura del compartimento requerida mediante la adaptación del flujo de líquido. La potencia de refrigeración es el resultado de los requisitos de la carga de refrigeración y la temperatura específica de los pasajeros en cada compartimento. El flujo de líquido puede regularse mediante la reducción del flujo en el dispositivo de tratamiento de aire respectivo.

25 El documento EP 0 149 450 A2 divulga un dispositivo acondicionador de aire para vehículos ferroviarios con compartimentos para pasajeros y un calentador adicional en cada compartimento. Está provisto un dispositivo de reducción para la entrada de aire en cada compartimento. En caso de un número reducido de pasajeros, lo cual tiene como resultado un calentamiento adicional incrementado, se reduce la entrada de aire en un valor predeterminado. Esto tiene como resultado un ahorro de potencia de calentamiento y de funcionamiento, porque cada compartimento está dotado sólo con la cantidad requerida de aire. En la realización descrita en conexión con la figura 1 y la figura 2 del documento, el número de pasajeros puede reducirse y, como consecuencia, la radiación de calor provocada por el resto de pasajeros se reduce en comparación con la radiación de calor de los pasajeros de un compartimento totalmente ocupado. Esto tiene como resultado una señal de salida positiva de un amplificador de control, lo cual a su vez conduce a una reducción de la entrada de aire y ahorro energético.

30 El documento WO 2009/063148 A1 divulga un vehículo ferroviario que comprende un aparato para iluminar un compartimento de pasajeros que tiene un número de asientos para pasajeros. El aparato comprende por lo menos una fuente de luz fijada en el interior del compartimento de pasajeros, y una unidad de control conectada a la fuente de luz. El aparato comprende además por lo menos un sensor de luz conectado a la unidad de control, siendo capaz el sensor de proporcionar una señal de medición de la intensidad de luz en el compartimento de pasajeros. La unidad de control está adaptada para controlar cada fuente de luz como una función de la señal proporcionada por el sensor de luz. Hay un sensor de presencia para cada asiento, el cual está conectado a la unidad de control. La unidad de control es capaz de controlar cada fuente de luz como una función de una señal de ausencia o presencia del pasajero proporcionada por el respectivo sensor de presencia. La unidad de control también está adaptada para enviar instrucciones a una válvula de salida de aire de un sistema de aire acondicionado, estando combinada la válvula con unas salidas de aire unidas al lateral de los asientos. Durante un proceso de control, la unidad de control determina el número de pasajeros sentados en el compartimento de acuerdo con las señales suministradas por los sensores de presencia y calcula una posición de abertura de la válvula de acuerdo con el número de pasajeros sentados. El proceso se repite a fin de tener en cuenta una posible variación en el número de pasajeros sentados.

35 Es un objeto de la presente invención reducir el consumo de energía durante el funcionamiento de un vehículo ligado a una vía, en particular un vehículo ferroviario.

40 Las reivindicaciones adjuntas definen el ámbito de protección.

Es una idea básica de la presente invención usar información sobre el número de pasajeros en los compartimentos del vehículo para controlar el funcionamiento de sistemas y dispositivos que están asociados con el respectivo

compartimento y/o que están conectados al compartimento. El control se lleva a cabo de tal manera que el consumo de energía de los sistemas y/o dispositivos se reduce.

5 El documento US 5,485,347 describe un tren que tiene una pluralidad de vagones que cuenta automáticamente un número de personas que entran en y un número de personas que salen de cada una de la pluralidad de áreas encerradas del tren. Sin embargo, esta información sólo se usa para informar a los pasajeros que esperan el tren en la siguiente estación del tren sobre el estado de ocupación del tren.

10 Dicho sistema para determinar automáticamente el número de personas o pasajeros dentro de las áreas encerradas, es decir dentro de los compartimentos, puede usarse para obtener y/o determinar el número de pasajeros con el propósito de acuerdo con la presente invención.

15 Adicional o alternativamente, se puede usar la información estadística sobre el número esperado de pasajeros. Por ejemplo, el número de pasajeros viajando en la misma ruta en días específicos durante la semana y/o en una temporada específica del año puede formar una base fiable para predecir el número de pasajeros. Adicional o alternativamente, se puede recibir el número esperado de pasajeros desde un sistema central de registros de billetes de pasajeros del operador del vehículo. Todavía otro tipo de entrada de información para tomar la decisión sobre si el consumo de energía puede reducirse es la entrada de información por parte del personal del vehículo, en particular el conductor. Él o ella puede introducir el nivel de ocupación de pasajeros, por ejemplo "la mitad del vehículo se ocupará". Los diferentes tipos de información pueden combinarse. También es posible que el personal del vehículo introduzca directamente una solicitud para dejar por lo menos un compartimento fuera de servicio, lo cual acciona automáticamente la reducción del consumo de energía para el funcionamiento de este compartimento.

25 En particular, los vagones y/o compartimentos al final o en otra parte de un tren pueden dejarse fuera de servicio si el número de pasajeros dentro del respectivo vagón es pequeño o cero. Sin embargo, el vagón puede formar parte del vehículo (por ejemplo el tren). Si el vagón – o hablando de forma general el compartimento – está fuera de servicio, los respectivos dispositivos y sistemas que están en funcionamiento para proporcionar confort a los pasajeros (tales como sistemas calefactores, de ventilación y/o aire acondicionado, sistemas de luces e información de pasajeros) pueden apagarse o pueden conmutarse a un estado de espera. Una temperatura establecida del sistema calefactor puede reducirse. Una temperatura establecida del sistema de aire acondicionado puede aumentarse.

30 La invención tiene la ventaja de que el vehículo puede continuar viajando mientras por lo menos un compartimento está fuera de servicio y, como resultado, se reduce el consumo de energía.

35 De acuerdo con una posible forma adicional de utilizar la información sobre el número de pasajeros de un vehículo, el cual está en el proceso de prepararse para viajar por una ruta, puede prepararse para proporcionar sólo el espacio para el máximo número pasajeros esperado, pero comprende por lo menos un compartimento adicional durante las últimas fases del viaje. Por ejemplo, por lo menos un compartimento específico puede estar fuera de servicio cuando se inicia el viaje en la primera estación de la ruta. Sin embargo, es posible que un compartimento, que está fuera de servicio, se establezca en espera, de manera que el tiempo requerido para poner al compartimento en un modo "listo para el servicio" es pequeño. Por ejemplo, el sistema calefactor puede establecerse a una temperatura más baja que la temperatura de servicio o el sistema de aire acondicionado puede establecerse a una temperatura más alta que la temperatura de servicio.

40 En cualquier caso cuando un compartimento está fuera de servicio, se prefiere que este compartimento esté en un modo en espera de manera que pueda prepararse para el servicio dentro de un corto periodo de tiempo.

50 En particular, se propone lo siguiente: un vehículo ligado a una vía, en particular un vehículo ferroviario, que tenga una pluralidad de compartimentos para pasajeros, en el que:

- por lo menos un dispositivo consumidor de energía, en particular un sistema calefactor, de ventilación y/o aire acondicionado, un sistema de iluminación para iluminar el compartimento y/o un sistema de información de pasajeros, está asociado con y/o conectado a cada compartimento de pasajeros,
- el vehículo comprende un dispositivo para determinar el número de pasajeros, el cual está adaptado para determinar el número de pasajeros y/o comprende una interfaz para recibir información sobre el número de pasajeros,
- el vehículo comprende un dispositivo de control para controlar por lo menos una parte de los dispositivos consumidores de energía,
- el dispositivo de control está conectado al dispositivo para determinar el número de pasajeros y/o a la interfaz y está adaptado para controlar los dispositivos consumidores de energía de tal manera que el consumo de energía de por lo menos un dispositivo consumidor de energía el cual está asociado con y/o conectado a un compartimento de pasajeros se reduce o se detiene, si el número de pasajeros, en particular el número de pasajeros del compartimento, cumple una primera condición predeterminada.

Además, se propone un procedimiento para el funcionamiento de un vehículo ligado a una vía, en particular un vehículo ferroviario, que tenga una pluralidad de compartimentos para pasajeros, en el que:

- para cada compartimento de pasajeros por lo menos un dispositivo consumidor de energía, en particular un sistema calefactor, de ventilación y/o aire acondicionado, un sistema de iluminación para iluminar el compartimento y/o un sistema de información de pasajeros, funciona en asociación con y/o mientras está conectado al respectivo compartimento de pasajeros,

- el número de pasajeros se determina automáticamente y/o se recibe información sobre el número de pasajeros,

- por lo menos una parte de los dispositivos consumidores de energía, los cuales funcionan en asociación con y/o mientras están conectados al respectivo compartimento de pasajeros, están automáticamente controlados de tal manera que el consumo de energía de por lo menos un dispositivo consumidor de energía se reduce o se detiene, si el número de pasajeros, en particular el número de pasajeros del compartimento, cumple una primera condición predeterminada.

El número de pasajeros, el cual se usa para determinar si cumple una primera y/o una segunda condición predeterminada puede ser el número real de pasajeros, un número previsto de pasajeros, una combinación de los números o información la cual se determina usando uno o más de uno de estos números.

La reducción del consumo de energía no significa necesariamente una reducción de la energía que se consume realmente. También incluye la preparación del compartimento para el servicio, en el que los dispositivos consumidores de energía no funcionan o no funcionan totalmente. En consecuencia la energía consumida se reduce comparada con el caso hipotético de que los dispositivos consumidores de energía funcionen con un consumo de energía completo. El detener el consumo de energía de por lo menos un dispositivo consumidor de energía también incluye el caso de que no se haya iniciado el funcionamiento del dispositivo consumidor de energía.

En particular, la siguiente información puede usarse para determinar el número de pasajeros de un compartimento:

- el número real de pasajeros contado por el dispositivo para determinar el número de pasajeros a bordo, que se cuenta preferentemente para cada compartimento por separado, de manera que la decisión de retirar del servicio el compartimento puede basarse en el número contado de pasajeros dentro del compartimento y – opcionalmente- puede basarse igualmente en el número contado de pasajeros dentro de por lo menos otro compartimento (de manera que el resto de pasajeros dentro del compartimento puede re-situarse o re-ubicarse);

- información estadística sobre la ocupación de pasajeros. Esta información estadística puede producirse por el dispositivo para determinar el número de pasajeros a bordo y puede tener en cuenta el número de pasajeros contados y/o recibidos en el pasado;

- información desde un sistema de registros y/o reservas, tal como un sistema accionado por el propietario de una flota de vehículos; y/o

- información sobre la ocupación real de pasajeros. Esta información puede recibirse, tal como se menciona, desde el dispositivo para determinar el número de pasajeros a bordo del vehículo.

De acuerdo con las reivindicaciones, la primera condición predeterminada es la condición de que el número de pasajeros real o esperado, es decir el número de pasajeros dentro del compartimento respectivo, es más pequeño que un valor umbral predeterminado, tal como dos o uno. Puede haber una segunda condición predeterminada. De acuerdo con las reivindicaciones, esta segunda condición predeterminada es tal que el número real de pasajeros dentro del compartimento respectivo es más pequeño que un segundo valor umbral predeterminado, en el que el segundo valor umbral predeterminado es mayor que el primer valor umbral predeterminado. El dispositivo de control está adaptado para generar automáticamente y producir una indicación para informar a los pasajeros y/o al personal del vehículo de que el compartimento se retira del servicio, si el número de pasajeros del compartimento cumple la primera condición predeterminada y la segunda condición predeterminada. Por ejemplo, si sólo hay cuatro o cinco pasajeros dentro de un compartimento salón, la segunda condición predeterminada puede cumplirse y se da la indicación. A los pasajeros restantes dentro del compartimento se les puede solicitar por la indicación que abandonen el compartimento. El dispositivo para determinar el número de pasajeros puede detectar que los pasajeros restantes abandonan el compartimento y entonces se puede cumplir la primera condición predeterminada.

Preferentemente, el dispositivo de control produce una señal de control que automáticamente tiene como resultado que se bloqueen las puertas del compartimento (preferentemente bloqueados para la entrada, pero no para la salida) de manera que ninguna persona pueda entrar de nuevo.

Unos indicadores externos al compartimento, en particular indicadores externos al vagón, pueden indicar que el compartimento no está en servicio.

El dispositivo de control puede transmitir un mensaje a un sistema externo al vehículo (tal como un sistema de control de la flota de vehículos) que el compartimento está fuera de servicio. Por supuesto, debería haber una forma de volver el compartimento al servicio, por ejemplo por el personal del vehículo o con la recepción de un mensaje externo al vehículo. Como resultado, la información sobre los compartimentos que están en servicio y que están fuera de servicio puede comunicarse a dispositivos y sistemas externos al vehículo y puede tener la influencia de estos dispositivos y sistemas externos al vehículo. En particular, esta información o parte de esta información (por

ejemplo la información de que un compartimento específico no esté en servicio) puede comunicarse a personas que estén viajando con el vehículo en otros compartimentos o en un compartimento que se va a dejar fuera de servicio o a personas fuera del vehículo que intenten entrar en el vehículo y, por ejemplo, estén esperando al vehículo en la siguiente estación.

5 Opcionalmente, un sistema a bordo que comprenda una cámara o una pluralidad de cámaras puede evaluar fotos tomadas en un compartimento específico a fin de comprobar si no hay pasajeros en el compartimento, antes de que el compartimento se deje fuera de servicio, en particular antes de que las puertas se bloqueen.

10 Se describirán ejemplo de la presente invención haciendo referencia a las figuras adjuntas. Las figuras muestran:

Figura 1 esquemáticamente un tren que tiene tres vagones, en el que sólo unos pocos pasajeros están viajando en uno de los vagones,

15 Figura 2 el tren de la figura 1, en el que los pasajeros restantes han abandonado el vagón y se retira el vagón del servicio,

La figura 3 esquemáticamente dispositivos y sistemas que están conectados a los vagones del tren mostrados en la figura 1 y figura 2, en el que el funcionamiento de los dispositivos puede controlarse por un dispositivo de control central del tren.

20 El tren mostrado en la figura 1 comprende tres vagones C1, C2, C3. Varios pasajeros P están viajando en los vagones C1, C2, C3. Sin embargo, sólo hay dos pasajeros P viajando en el vagón C3. Un dispositivo para determinar el número de pasajeros (no mostrado en la figura 1) determina los números de pasajeros en los vagones C1, C2, C3. Se define un valor umbral por el número de pasajeros en los vagones. Por ejemplo, el valor umbral puede ser tres. Puesto que sólo hay dos pasajeros P en el vagón C3, el número real de pasajeros es más pequeño que el valor umbral y, como resultado, se les solicita automáticamente a los pasajeros del vagón C3 que abandonen el vagón C3. Opcionalmente, el dispositivo de control que solicita a los pasajeros P del vagón C3 que abandonen el vagón, puede evaluar los números de pasajeros en por lo menos uno de los otros vagones a fin de determinar el espacio disponible para pasajeros en los otros vagones. En el caso improbable de que todos los otros vagones C1, C2 no ofrezcan suficiente espacio para los pasajeros adicionales, no se les solicita a los pasajeros del vagón C3 que abandonen el vagón.

La figura 2 muestra la situación resultante. Los dos pasajeros P del vagón C3 han abandonado el vagón y el vagón C3 se retira del servicio, pero continúa formando parte del tren.

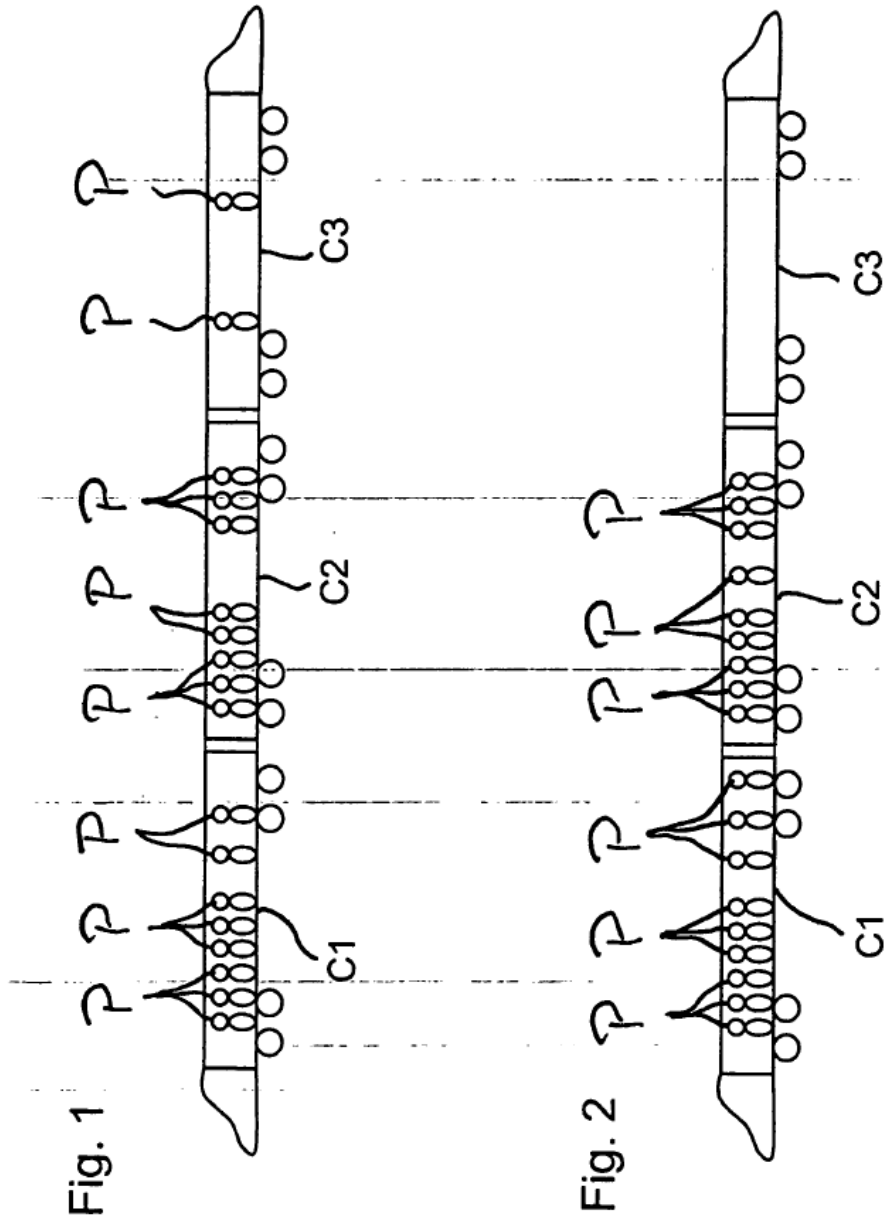
35 La figura 3 muestra esquemáticamente unos dispositivos consumidores de energía que están funcionando para mantener el confort de los pasajeros dentro del vagón respectivo. En particular, cada vagón C1, C2, C3 comprende un sistema calefactor H, un sistema de iluminación L y un sistema de información para los pasajeros I. Estos sistemas pueden ser partes de un sistema de un tren. Por ejemplo, el control central del sistema calefactor puede estar ubicado en una locomotora o en el primer vagón C1. Lo mismo aplica al sistema de información para los pasajeros y, opcionalmente, al sistema de iluminación. Pueden haber dispositivos o sistemas adicionales que están asociados con uno de los vagones. Hablando de forma general, todos los sistemas y dispositivos o partes del mismo pueden apagarse o pueden conmutarse a espera si no hay pasajeros en el vagón.

45 Los sistemas H, L, I están conectados a un dispositivo de control central TC a través de un canal de datos B. El dispositivo de control central TC puede estar adaptado además para evaluar la información sobre el número de pasajeros proporcionada por el dispositivo para determinar el número de pasajeros. Alternativamente, el dispositivo de control central TC puede recibir de otro dispositivo de control la información de que un vagón específico ha sido retirado del servicio. En este caso, el dispositivo de control central TC produce señales de control para reducir el consumo de energía de los sistemas H, L, I en el vagón respectivo. Por ejemplo, el vagón C3 has sido retirado del servicio. Como resultado, el dispositivo de control central TC produce señales de control hacia el sistema calefactor H, el sistema de iluminación L y el sistema de información para los pasajeros I en el vagón C3 de manera que los sistemas H, L, I se apagan o se conmutan a espera. Por ejemplo, el sistema calefactor puede controlarse para reducir la temperatura dentro del compartimento de pasajeros a una temperatura de ambiente más baja. Además, se puede apagar el sistema de iluminación, opcionalmente con la excepción de la luz de emergencia. Además, el sistema de información para los pasajeros del vagón C3 puede apagarse completamente.

60 El dispositivo de control central TC puede transmitir un mensaje a un centro estático de control CC, que no está ubicado dentro del tren y que es preferentemente el centro de control del operador de la flota de vehículos. El mensaje transmitido comprende la información de que un vagón específico ha sido retirado del servicio, en particular el vagón C3. Además, el mensaje puede comprender opcionalmente información sobre el espacio disponible para pasajeros en los otros vagones C1, C2.

**REIVINDICACIONES**

1. Vehículo ligado a una vía, en particular un vehículo ferroviario, que tenga una pluralidad de compartimentos (C1, C2, C3) para pasajeros, en el que:
- 5 - por lo menos un dispositivo consumidor de energía (H, L, I), en particular un sistema calefactor, de ventilación y/o aire acondicionado (H), un sistema de iluminación (L) para iluminar el compartimento (C1, C2, C3) y/o un sistema de información de pasajeros (I), está asociado con y/o conectado a cada compartimento (C1, C2, C3) de pasajeros,
  - 10 - el vehículo comprende un dispositivo para determinar el número de pasajeros, el cual está adaptado para determinar el número de pasajeros en cada compartimento (C1, C2, C3) y/o comprende una interfaz para recibir información sobre el número de pasajeros,
  - el vehículo comprende un dispositivo de control (TC) para controlar por lo menos una parte de los dispositivos consumidores de energía (H, L, I),
  - el dispositivo de control (TC) está conectado al dispositivo para determinar el número de pasajeros y/o a la interfaz y está adaptado para controlar los dispositivos consumidores de energía (H, L, I) de tal manera que el consumo de energía de por lo menos un dispositivo consumidor de energía (H, L, I) el cual está asociado con y/o conectado a un compartimento (C1, C2, C3) de pasajeros se reduce o se detiene, si el número de pasajeros, en particular el número de pasajeros del compartimento (C1, C2, C3), cumple una primera condición predeterminada, es decir que el número de pasajeros real o esperado dentro del compartimento respectivo, es más pequeño que un primer valor umbral predeterminado,
  - 15 - el dispositivo de control (TC) está adaptado además para generar automáticamente y producir una indicación para informar a los pasajeros y/o al personal del vehículo de que el compartimento respectivo se retira del servicio, si el número de pasajeros del compartimento respectivo cumple una segunda condición predeterminada, es decir que el número real de pasajeros dentro del compartimento respectivo es más pequeño que un segundo valor umbral predeterminado, en el que el segundo valor umbral predeterminado es mayor que el primer valor umbral predeterminado.
  - 20
  - 25
2. Procedimiento para el funcionamiento de un vehículo ligado a una vía, en particular un vehículo ferroviario, que tenga una pluralidad de compartimentos (C1, C2, C3) para pasajeros, en el que:
- 30 - para cada compartimento (C1, C2, C3) de pasajeros por lo menos un dispositivo consumidor de energía (H, L, I), en particular un sistema calefactor, de ventilación y/o aire acondicionado (H), un sistema de iluminación (L) para iluminar el compartimento (C1, C2, C3) y/o un sistema de información de pasajeros (I), funciona en asociación con y/o mientras está conectado al respectivo compartimento (C1, C2, C3) de pasajeros,
  - el número de pasajeros en cada compartimento (C1, C2, C3) se determina automáticamente y/o se recibe información sobre el número de pasajeros,
  - 35 - por lo menos una parte de los dispositivos consumidores de energía (H, L, I), los cuales funcionan en asociación con y/o mientras están conectados al respectivo compartimento (C1, C2, C3) de pasajeros, están automáticamente controlados de tal manera que el consumo de energía de por lo menos un dispositivo consumidor de energía (H, L, I) se reduce o se detiene, si el número de pasajeros, en particular el número de pasajeros del compartimento (C1, C2, C3), cumple una primera condición predeterminada, es decir que el número de pasajeros real o esperado dentro del compartimento respectivo, sea más pequeño que un primer valor umbral predeterminado,
  - 40 - una indicación para informar a los pasajeros y/o al personal del vehículo de que el compartimento respectivo se retira del servicio, se genera y se produce automáticamente si el número de pasajeros del compartimento respectivo cumple una segunda condición predeterminada, es decir que el número real de pasajeros dentro del compartimento respectivo es más pequeño que un segundo valor umbral predeterminado, en el que el segundo valor umbral predeterminado es mayor que el primer valor umbral predeterminado.
  - 45



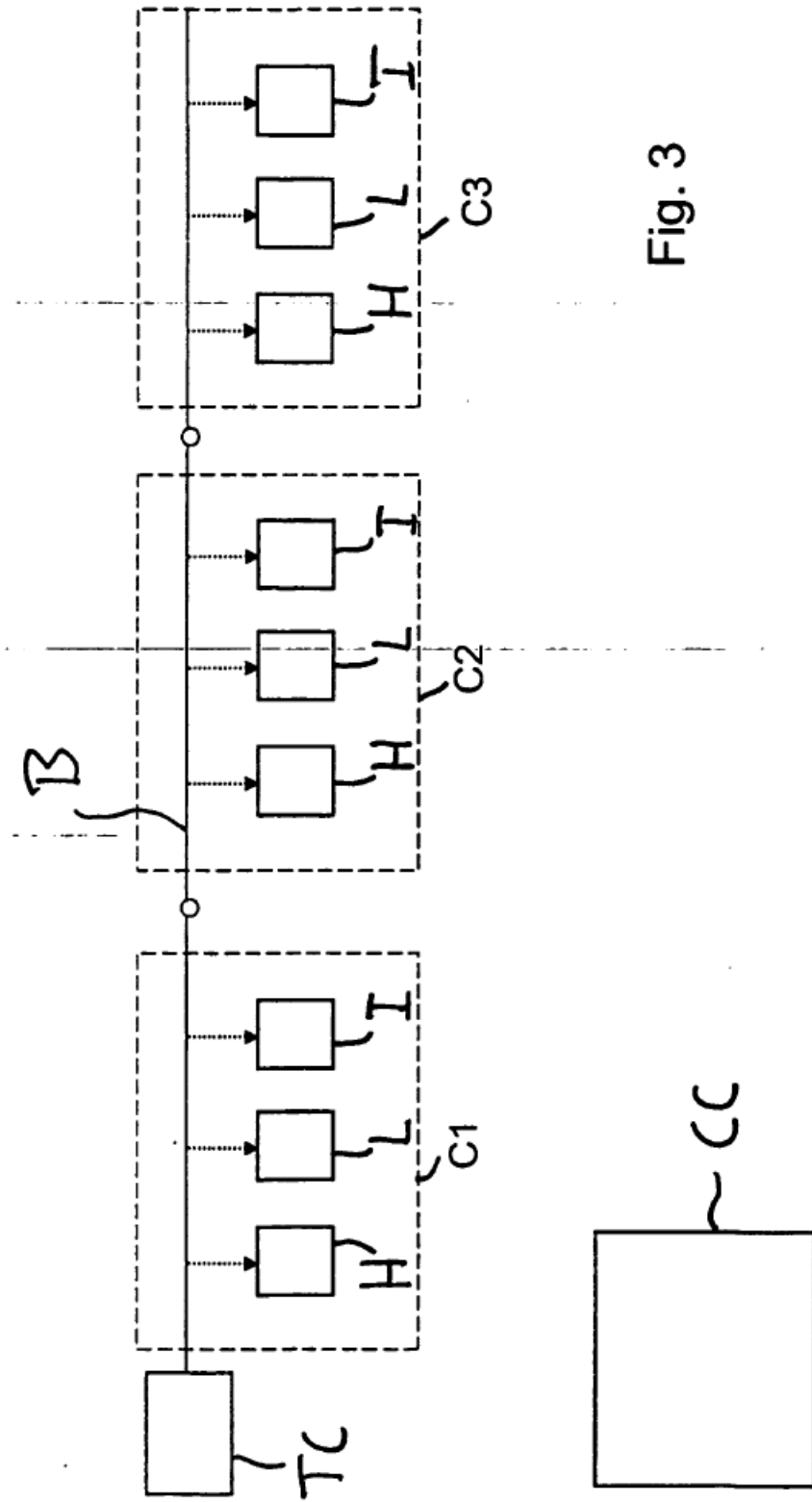


Fig. 3