

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 697 328**

51 Int. Cl.:

B60L 11/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.08.2016** E 16185234 (8)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.08.2018** EP 3135529

54 Título: **Control central de carga para una pluralidad de vehículos eléctricos**

30 Prioridad:

24.08.2015 DE 102015114002

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

23.01.2019

73 Titular/es:

**DEUTSCHE POST AG (100.0%)
Charles-de-Gaulle-Strasse 20
53113 Bonn, DE**

72 Inventor/es:

**SALOMON, JÖRG;
SCHMITT, FABIAN;
FRANGENHEIM, JENS y
SCHOTTDORF, LEON ENVER**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 697 328 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Control central de carga para una pluralidad de vehículos eléctricos

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para el control central de carga de una pluralidad de vehículos eléctricos en un garaje de servicio de vehículos, con una sala de control central apoyada por ordenador, que está diseñada para la comunicación inalámbrica con los mandos provistos en los respectivos vehículos eléctricos, y en el que los vehículos eléctricos para la carga de una respectiva batería de acuerdo con un perfil de carga pueden conectarse con un punto de carga en el garaje de servicio de vehículos.

10 Actualmente está creciendo de manera rasante la proporción de vehículos eléctricos, también denominados como coches eléctricos, electroautos, e-autos, e-móviles o electromóviles. De acuerdo con las estimaciones más recientes, hasta el año 2020 tan sólo en Alemania se espera que haya un millón de electroautos, de los que la mayor parte serán vehículos accionados de manera puramente eléctrica en aplicaciones de flotillas y de *car sharing* (uso compartido de coches). En el ámbito de aplicación de las flotillas comerciales, la infraestructura eléctrica de un garaje de servicio de vehículos que alberga la flotilla muchas veces es decisiva para la confiabilidad y disponibilidad de uso de la flotilla. Una elevada simultaneidad de los procesos de carga de los coches eléctricos accionados por batería fallos de tensión y casos de carga asimétricos, pudiendo producirse incluso desconexiones de seguridad, ya que la capacidad de carga acumulada de los vehículos eléctricos puede sobrecargar nodos de red individuales o incluso el punto de conexión a la red del garaje de servicio de vehículos.

20 Numerosos coches eléctricos ya disponen de la posibilidad de una carga rápida, pero en muchos casos sólo se puede hacer uso de la opción de carga rápida en puntos de carga previstos para ello. Por esta razón, la carga en el ámbito no público generalmente se efectúa en tomas de corriente normal es con corrientes de carga de menos de 16 amperios, ya que la ventana de tiempo para el proceso de carga es suficientemente grande y además los puntos de carga rápida están asociados con elevados costes de adquisición. Incluso los garajes de servicio de vehículos para albergar una flotilla comercial de coches eléctricos, con frecuencia presentan puntos de conexión a la red que no están dimensionados suficientemente, de tal manera que no es posible una carga rápida simultánea de los coches eléctricos. Una carga rápida secuencial alternativa mediante la conexión y reconexión manual de los coches eléctricos para la carga a diferentes horas es muy compleja.

25 El documento WO 2015/041366 A1 describe un procedimiento para el control de carga de una pluralidad de vehículos eléctricos con una sala de control de carga apoyada por ordenador, que está diseñada para la comunicación inalámbrica con los respectivos vehículos eléctricos.

30 Partiendo de esta situación, el objetivo de la presente invención consiste en proveer un procedimiento con el que una pluralidad de vehículos eléctricos para el uso de flotilla comercial se pueda cargar en un garaje de servicio de vehículos.

Este objetivo se logra a través de las características de la reivindicación independiente. Formas de realización ventajosas se mencionan en las reivindicaciones subordinadas.

35 Por lo tanto, el objetivo de la presente invención se logra a través de un procedimiento para el control de carga central de una pluralidad de vehículos eléctricos en una estación de servicio de vehículos, con una sala de control central apoyada por ordenador, que está diseñada para la comunicación inalámbrica con los respectivos vehículos eléctricos, y en lo que los vehículos eléctricos para la carga de una respectiva batería de acuerdo con un perfil de carga se pueden conectar con un punto de carga del garaje de servicio de vehículos, así como con las siguientes etapas:

40 Comprobación por la sala de control de carga mediante comunicación con los mandos de los vehículos eléctricos, cuál es el estado de carga que presenta la respectiva batería, en qué posición se encuentra el respectivo vehículo eléctrico, y/o la verificación de un estado de conexión del respectivo vehículo eléctrico con el punto de carga, y transmisión de un resultado de prueba a la sala de control de carga;

45 Selección por la sala de control de carga de los vehículos eléctricos que se deben tener en cuenta en el cálculo de los perfiles de carga en base a una respectiva planificación de uso del vehículo eléctrico, la posición del respectivo vehículo eléctrico y/o el estado de conexión con el punto de carga;

50 Cálculo por la sala de control de carga del perfil de carga para cada vehículo eléctrico que en base a su posición se encuentra en el garaje de servicio de vehículos, que se encuentra conectado con el punto de carga y/o que se debe tener en cuenta de acuerdo con la planificación de uso por un período de tiempo de observación mediante un algoritmo de optimización lineal bajo consideración de una capacidad de carga eléctrica disponible en el garaje de servicio de vehículos, un tiempo de partida previsto de acuerdo con la planificación de uso, una cantidad de energía eléctrica requerida en consideración de una ruta prevista de acuerdo con la planificación de uso;

55 Transmisión del perfil de carga calculado por la sala de control de carga al vehículo eléctrico; y
Carga de la batería del vehículo eléctrico de acuerdo con el respectivo perfil de carga en el punto de carga.

Un aspecto fundamental de la presente invención es que a través de la sala de control de carga se efectúa un cálculo, planificación y/o control central desde el comienzo de la carga hasta el final de la carga y de la potencia de

carga eléctrica absorbida por el vehículo eléctrico en función de diferentes condiciones secundarias, tales como la capacidad eléctrica disponible en el garaje de servicio de vehículos, etc. Al proveerse una instancia central en forma de la sala de control de carga, que puede efectuar el cálculo de los perfiles de carga para una pluralidad de garajes de servicio de vehículos y vehículos eléctricos, se logra una simplificación de la infraestructura de carga instalada en el garaje de servicio de vehículos, tales como el punto de carga, etc., así como un traslado del consumo de energía a periodos de tiempo de baja carga, económicamente más ventajoso desde el punto de vista de los costes. La simplificación resulta en una mayor confiabilidad y menores costes de la infraestructura de carga, y al mismo tiempo una complejidad más reducida. Además, el riesgo de fallo se reduce a vehículos eléctricos individuales. Como resultado, mediante un cálculo central a través de la sala de control de carga y la transmisión de los perfiles de carga calculados se puede lograr una carga sustancialmente más específica de las baterías de los vehículos eléctricos. Además de esto, mediante la comunicación establecida de esta manera entre los vehículos eléctricos y la sala de control de carga se pueden detectar posibles fallos de una manera sustancialmente más temprana y confiable. Opcionalmente, los datos de contadores de corriente inteligentes instalados localmente en la estación de carga ("SmartMeter") pueden integrarse en el cálculo, para causar un nuevo cálculo en caso de una desviación entre los valores medidos y los valores calculados, o bien, para causar una anulación en caso de detectarse una sobrecarga con relación a la capacidad de carga eléctrica disponible en el garaje de servicio de vehículos.

Los vehículos eléctricos preferentemente están realizados como coches eléctricos o camionetas de reparto eléctricas, en particular para el reparto de envíos, tales como paquetes o cartas. En el garaje de servicio de vehículos preferentemente se provee una pluralidad de puntos de carga, por ejemplo, en forma de columnas de carga, que presentan respectivamente un cable de carga que se puede conectar con el vehículo eléctrico para cargar la batería. En el vehículo eléctrico se provee preferentemente un dispositivo para detectar que el cable de carga esté conectado correctamente con el vehículo eléctrico. Opcionalmente, a través del cable de carga se puede efectuar una identificación inequívoca de la estación de carga o la columna de carga, respectivamente, y/o la asignación del coche eléctrico a la estación de carga. El procedimiento se puede usar para un solo garaje de servicio de vehículos, aunque la central de control de carga igualmente puede calcular perfiles de carga para una pluralidad de garajes de servicio de vehículos con respectivamente una pluralidad de vehículos eléctricos y, dado el caso, con vehículos eléctricos que alternan entre los garajes de servicio de vehículos. La comunicación con los vehículos eléctricos se efectúa, por ejemplo, mediante GSM, UMTS, LTE, WLAN u otros medios similares.

El mando en el vehículo eléctrico presenta preferentemente un microcontrolador o un mando de programa almacenado, que controla la carga de la batería en base al perfil de carga y la comunicación con la sala de control de carga. En otras palabras, el mando sirve para ejecutar el perfil de carga, pero no para crear el mismo; la creación o el cálculo del perfil de carga es realizado únicamente por la sala de control de carga. Para determinar la posición del vehículo eléctrico, el mismo preferentemente presenta un receptor GPS, Beidou, Galileo y/o Glonass, que se encuentra en contacto de comunicación con el mando. Adicionalmente, también se puede efectuar una determinación de la posición mediante la detección del punto de carga o de la columna de carga, respectivamente, a la que se encuentra conectado el vehículo eléctrico. La detección se puede efectuar mediante la comunicación del vehículo eléctrico con la columna de carga a través de un protocolo de carga, o por identificación mediante un interruptor de llave, código de barras o RFID. Con una carga monofásica se puede asegurar una distribución uniforme de la carga a lo largo de todas las fases de corriente, siempre y cuando la ocupación de fases de las columnas de carga esté registrada en la sala de control de carga. La planificación de uso puede comprender información tal como el tiempo de partida, la longitud y/o trayectoria de la ruta, paradas intermedias, garaje de servicio de vehículos de destino, etc.

La aposición comprende preferentemente información geográfica, una dirección, una información, si y/o dónde el respectivo coche eléctrico se encuentra estacionado en el garaje de servicio de vehículos y/o en qué punto de carga se encuentra estacionado, entre otras cosas. El perfil de carga comprende preferentemente una secuencia cronológica de una cantidad de energía que se puede cargar durante el período de tiempo de observación. Después de la llegada del vehículo eléctrico al garaje de servicio de vehículos, por ejemplo, después del reparto de los envíos a las 20:00 horas, preferentemente un operador o el conductor del coche eléctrico conectan el mismo con el cable de carga de la columna de carga. Por ejemplo, si el perfil de carga prevé la carga a partir de las 03:00 horas en consideración de una hora de partida planificada a las 08:00 horas, entonces la carga de la batería se efectúa de manera correspondiente sólo a partir de las 03:00 horas. La cantidad de energía requerida para la ruta planificada se carga completamente de acuerdo con el perfil de carga hasta las 08:00 horas. Además se puede efectuar un inicio no planeado de la carga, en caso de que todavía se encuentren disponibles capacidades no usadas de la conexión doméstica. Un inicio no planeado puede ser ventajoso, por ejemplo, para aprovechar precios de corriente favorables (por ejemplo, datos de la bolsa de corriente) cuando existan excedentes en la red de abastecimiento de energía, o para ofrecer la absorción de excedentes de corriente como servicio de red. A la inversa también puede ser ventajoso un inicio prematuro, si cabe esperar que en un momento posterior se produzcan cuellos de botella en la red de suministro de energía (por ejemplo, en base al pronóstico del viento). Una comunicación entre la sala de control de carga y un proveedor de energía se efectúa ventajosamente a través de una interfaz de comunicaciones.

De acuerdo con un desarrollo adicional preferente de la presente invención, el procedimiento comprende además las siguientes etapas: Subdividir, por parte de la sala de control de carga, el período de tiempo de observación en etapas de tiempo individuales con magnitudes de etapa de tiempo fijadas, y calcular, por parte de la sala de control de carga, a través del algoritmo de optimización lineal, una energía eléctrica que se debe cargar en cada etapa de

tiempo como perfil de carga. El respectivo periodo de tiempo de observación preferentemente se fija en base a la última partida dentro de las próximas 24 horas de los vehículos eléctricos observados. La energía eléctrica que se debe cargar en cada etapa de tiempo ventajosamente se expresa como vector. Adicionalmente, para cada etapa de tiempo preferentemente se establece además un vector de costes de corriente con el precio de la corriente que es de esperar en la respectiva etapa de tiempo. El objetivo de la optimización es lograr una distribución tan óptima como sea posible en lo referente a los costes de la potencia de carga disponible en el garaje de servicio de vehículos entre los puntos de carga disponibles en el garaje de servicio de vehículos, en consideración de la carga requerida de las baterías en el periodo de tiempo de observación.

En principio, es suficiente si la optimización lineal se efectúa tal como se ha descrito más arriba, bajo consideración del estado de carga de la batería del respectivo vehículo eléctrico, la posición en la que se encuentra el respectivo vehículo eléctrico, y/o de un estado de conexión del respectivo vehículo eléctrico con el punto de carga. De acuerdo con un desarrollo particularmente ventajoso, la optimización lineal se efectúa tomando en cuenta además un número de puntos de carga disponibles en el garaje de servicio de vehículos, una agrupación eventualmente existente de los puntos de carga, una potencia de carga eléctrica máxima eventualmente existente para el punto de carga y/o la agrupación, un aseguramiento de los puntos de carga y/o de la agrupación eventualmente existente, una capacidad de batería del vehículo eléctrico y/o un aumento deseado de la capacidad de batería del vehículo eléctrico, un desarrollo esperado del precio de la corriente durante el período de tiempo de observación y/o, dependiendo de la temperatura exterior en el vehículo eléctrico, un acondicionamiento previo.

Una agrupación de grupos de carga comprende preferentemente una pluralidad de puntos de carga. Por ejemplo, se puede proveer una estructura de grupos de carga en forma de árbol, para configurar subdistribuciones y su energía máxima permitida. Las energías máximas por árbol y/o por rama se pueden definir de manera correspondiente a una distribución de fases individuales en el árbol o la rama, respectivamente. Un acondicionamiento previo es necesario, por ejemplo, con bajas temperaturas durante el invierno o con altas temperaturas durante el verano. Mientras que en el invierno puede ser necesario el uso de una calefacción, durante el verano eventualmente es deseable el uso de una instalación de aire acondicionado o ventilación. El acondicionamiento previo asegura que la cantidad de energía necesaria para el funcionamiento de la calefacción, la instalación de aire acondicionado y/o la ventilación se tomen en cuenta en el cálculo del perfil de carga y en el posterior proceso de carga.

De acuerdo con un desarrollo preferente de la presente invención, el procedimiento comprende las siguientes etapas: Calcular, por parte de la sala de control de carga, una potencia de carga de retorno para una parte eventualmente restante de los vehículos eléctricos, cuyos mandos no están en comunicación con la sala de control de carga, dependiendo de la potencia de carga eléctrica disponible en el garaje de servicio de vehículos, y en caso de que no sea posible ninguna comunicación con un vehículo eléctrico, la carga continua del vehículo eléctrico hasta el tiempo de partida planificado. Para que en caso de una pérdida de comunicación se pueda retornar a un estado de carga seguro y aun así cargar los vehículos eléctricos, de manera ventajosa se define la potencia de carga de retorno para cada vehículo eléctrico y preferentemente se almacena en cada vehículo eléctrico. Preferentemente, la sala de control de carga determina para cada punto de carga del garaje de servicio de vehículos una potencia de carga de retorno individual. Las energías de carga de retorno de los distintos puntos de carga individuales pueden depender de la estructura grupal y la potencia de conexión del garaje de servicio de vehículos. Preferentemente, para la parte eventualmente restante de vehículos eléctricos, cuyos mandos no están en comunicación con la sala de control de carga, también se crea un perfil de carga que incluye la potencia de carga de retorno.

Para que no se exceda la potencia eléctrica disponible en total en el garaje de servicio de vehículos, el procedimiento de acuerdo con la presente invención comprende de manera ventajosa la siguiente etapa: Sustraer la potencia de carga de retorno calculada de la potencia de carga eléctrica disponible en el garaje de servicio de vehículos y, tomando en cuenta la potencia de carga eléctrica disponible restante en el garaje de servicio de vehículos, calcular el perfil de carga para la otra parte de los vehículos eléctricos. De manera adicionalmente preferente, el procedimiento comprende la siguiente etapa: Excluir del cálculo del perfil de carga la parte de los vehículos eléctricos que de acuerdo con la comprobación previa no se encuentran en una posición en el garaje de servicio de vehículos y/o no están conectados con un punto de carga. De esta manera se puede asegurar que no se exceda la potencia eléctrica disponible en el garaje de servicio de vehículos del punto de conexión a la red del garaje de servicio de vehículos.

De acuerdo con otro desarrollo preferente de la presente invención, el respectivo perfil de carga comprende una potencia de carga máxima admisible en el respectivo punto de carga y preferentemente una potencia de carga de retorno, que define la potencia de carga en caso de una interrupción de la comunicación, una duración de vigencia y/o preferentemente una solicitud de acondicionamiento previo. De manera adicionalmente preferente, se prevé la siguiente etapa: Comprobar, por parte del mando, al recibir una nueva potencia de carga máxima admisible dentro del plazo de duración de vigencia y en caso negativo sustituir la respectiva potencia de carga máxima admisible por la potencia de carga de retorno, cargar la respectiva batería con la potencia de carga de retorno, y en el caso de un acondicionamiento previo, cancelar el mismo. Para que aun así los vehículos eléctricos, con los que no sea posible establecer una comunicación y cuyo estado por lo tanto este es conocido, se tomen en cuenta para la carga, se puede suponer que estos vehículos eléctricos se encuentran en su punto de carga asignado en el garaje de servicio de vehículos y se están cargando con potencia de carga de retorno o con la última potencia de carga transmitida con éxito y todavía vigente. Asimismo, los vehículos eléctricos que en el momento de la utilización no se encuentran en

el garaje de servicio de vehículos o cuyo enchufe de carga no está conectado, pueden ser excluidos de la optimización. De esta manera se previene una sobrecarga de la infraestructura de carga del garaje de servicio de vehículos.

5 En un desarrollo adicional preferente de la presente invención, la comprobación comprende una detección de la temperatura exterior en el respectivo vehículo eléctrico y/o una detección de la corriente de carga referida al mando de la batería y/o una tensión de carga, el estado de carga comprende un estado de carga relativo referido a la batería, una corriente de batería y/o una tensión de batería, y/o la comprobación de la conexión con el punto de carga comprende la detección de una corriente de carga referida al punto de carga y/o de una tensión de carga. Preferentemente, el coche eléctrico presenta un sistema de gestión de batería, que está diseñado para medir por lo
10 menos una parte de las corrientes y tensiones arriba mencionadas.

Para efectuar la optimización lineal, en principio existen diferentes métodos y procedimientos. De acuerdo con un desarrollo particularmente ventajoso de la invención, la optimización lineal se efectúa mediante el uso de un procedimiento de puntos interno. El procedimiento de puntos interno se caracteriza por una convergencia más rápida en problemas mayores, de escasa ocupación, y de manera experimental ha demostrado ser particularmente
15 eficiente y confiable para el cálculo de los perfiles de carga de los coches eléctricos.

De acuerdo con un desarrollo adicional preferente de la presente invención, la central de control de carga apoyada por ordenador comprende una base de datos en la que se almacena la potencia de carga eléctrica disponible en el garaje de servicio de vehículos, la potencia de carga eléctrica máxima del punto de carga, la planificación de uso con el tiempo de partida planificado y la ruta, el período de tiempo de observación y/o una capacidad de batería del
20 vehículo eléctrico, y comprende la siguiente etapa: Almacenar los perfiles de carga calculados en la base de datos. La base de datos se almacena preferentemente información sobre la infraestructura del garaje de servicio de vehículos, los vehículos eléctricos disponibles, la asignación de los mismos al garaje de servicio de vehículos, así como su planificación de uso y los perfiles de carga calculados de los distintos vehículos eléctricos individuales. Preferentemente, la sala de control de carga presenta una interfaz de red como superficie de configuración y
25 vigilancia, para incluir los vehículos eléctricos en la sala de control de carga, y configurar su plan de uso y sus posiciones. La configuración se almacena preferentemente en la base de datos.

En otro desarrollo adicional preferente de la presente invención, el procedimiento comprende la siguiente etapa: Antes de transmitir el perfil de carga calculado, verificar los perfiles de carga calculados y, en caso de un error de cálculo, recalculer el perfil de carga sin tener en cuenta los vehículos eléctricos que con el perfil de carga
30 previamente calculado hasta el tiempo de partida planificado no puedan cargar la cantidad de energía eléctrica requerida y/o sin tener en cuenta un acondicionamiento previo eventualmente existente. Si en la optimización se presenta un error de cálculo, es decir, por ejemplo, si no se puede encontrar una solución válida, entonces los parámetros de optimización se modifican y la optimización se efectúa nuevamente. De esta manera se puede prevenir un estado de funcionamiento indefinido. Opcionalmente, los datos de un contador de corriente inteligente ("SmartMeter") instalado en el garaje de servicio de vehículos pueden incluirse en el cálculo y control.
35

El objetivo de la presente invención también se alcanza a través de una central de control de carga apoyada por ordenador, realizada para ejecutar un procedimiento conforme a lo descrito más arriba. Otros desarrollos y ventajas adicionales de la central de control de carga podrán ser deducidos por los especialistas en la materia en analogía al procedimiento arriba descrito.

40 La presente invención se describe más detalladamente a continuación con referencia a los dibujos adjuntos.

En los dibujos:

La Fig. 1 muestra una vista general con una central de control de carga, tres vehículos eléctricos y un garaje de servicio de vehículos para realizar el procedimiento de acuerdo con un ejemplo de realización preferente de la presente invención, en una representación esquemática.

45 La Fig. 2 muestra una estructura de la sala de control de carga de acuerdo con la Fig. 1 conforme al ejemplo de realización preferente de la presente invención, en una representación esquemática.

La Fig. 3 muestra un perfil de carga para la carga con potencia eléctrica completa al no encontrarse el vehículo eléctrico en el garaje de servicio de vehículos, de acuerdo con un ejemplo de realización preferente de la presente invención.

50 La Fig. 4 muestra un perfil de carga para efectuar la carga en horarios de corriente más barata, de acuerdo con un ejemplo de realización preferente de la presente invención.

La Fig. 5 muestra un perfil de carga para la carga con potencia de carga de retorno, de acuerdo con un ejemplo de realización preferente de la presente invención.

55 La Fig. 1 muestra una vista general de una central de control de carga 1, tres vehículos eléctricos 2 y un garaje de servicio de vehículos 3 para realizar un procedimiento de acuerdo con un ejemplo de realización preferente de la

presente invención, en una representación esquemática.

Los vehículos eléctricos 2 están realizados como coches eléctricos de tipo "StreetScooter B14" y disponen de equipamientos para la entrega de envíos, tales como paquetes o cartas, entre un proveedor de servicios de logística y los respectivos destinatarios, estaciones de paquetería o similares. Los vehículos eléctricos 2 presentan respectivamente una batería no mostrada, que con una carga completa permite un alcance de autonomía de hasta 120 km. En cada vehículo eléctrico 2 se provee un mando 4, que está diseñado para la comunicación inalámbrica 5 con la central de control de carga apoyada por ordenador 1 vía GSM y WLAN. La comunicación 5 se efectúa a través de Internet por medio de un protocolo XMPP encriptado y/o mediante un protocolo Message Queue Telemetry Transport (MQTT).

El mando 4 recibe a través de un bus CAN del vehículo eléctrico 2 información sobre el estado de funcionamiento del vehículo eléctrico 2, por ejemplo, sobre el estado de carga de la batería del vehículo eléctrico 2, así como sobre corrientes y tensiones de carga. Además, el mando 4 dispone de un receptor GPS, que determina una posición actual del vehículo eléctrico 2. Asimismo, dentro del vehículo eléctrico 2 se provee un dispositivo de carga para cargar la batería. El control del dispositivo de carga se efectúa por medio del bus CAN. Para cargar la respectiva batería, los vehículos eléctricos 2 se pueden conectar con un punto de carga 3a en el garaje de servicio 3 a través de un cable de carga no mostrado. Mientras que los dos vehículos eléctricos 2 representados a la izquierda en la Fig. 1 se encuentran estacionados en el garaje de servicio de vehículos 2 y están en comunicación 5 con la central de control de carga 1, el vehículo eléctrico 2 representado a la derecha no se encuentra en el garaje de servicio de vehículos 2 y, por lo tanto, no está en comunicación con la central de control de carga 1.

De manera correspondiente, los dos vehículos eléctricos 2 representados a la izquierda en la Fig. 1 en bien información sobre su estado actual y valores de medición a la central de control de carga 1. Después de haberse conectado los dos vehículos eléctricos 2 representados a la izquierda en la Fig. 1 por medio de un cable de carga a una fuente de corriente en forma de una columna de carga o estación de carga, los vehículos eléctricos 2 reciben de la central de control de carga 1 una especificación sobre la potencia de carga máxima en forma de un perfil de carga. Esta especificación es transmitida por el mando 4 a un sistema de gestión de batería del coche eléctrico 2, que controla el dispositivo de carga para cargar la batería del vehículo eléctrico 2 de acuerdo con el perfil de carga.

El vehículo eléctrico representado a la derecha en la Fig. 1 se puede cargar fuera del garaje de servicio de vehículos 3. Si un vehículo eléctrico 2 se conecta a una fuente de corriente fuera de la posición asignada, no se efectúa ninguna limitación de la potencia de carga. En este caso, el vehículo eléctrico 2 se carga sin regulación. Si la comunicación 5 con la central de control de carga 1 no es posible, se usa la última especificación recibida para la carga. Si se excede una duración de vigencia de esta especificación, en el lado de vehículos se usa entonces una así llamada potencia de carga de retorno.

Durante el funcionamiento normal, la central de control de carga 1 comprueba en primer lugar mediante la comunicación 5 con los mandos 4 de los vehículos eléctricos 2, qué estado de carga presenta la respectiva batería, en qué posición se encuentra el respectivo vehículo eléctrico 2, así como lo referente a un estado de conexión del respectivo vehículo eléctrico 2 con un punto de carga 3a en el garaje de servicio de vehículos 3, y transmite el resultado de la comprobación de regreso a la central de control de carga 1. El estado del respectivo vehículo eléctrico 2 se define en base al estado de carga actual, también denominado como State of Charge y abreviado como SoC, la posición del vehículo en base a la posición del mismo, el estado de conexión del enchufe de carga con el punto de carga 3a, así como la temperatura exterior.

En base a estas variables de estado y a una configuración de la posición, la central de control de carga 1 define en una segunda etapa, si y cómo debe cargarse el vehículo eléctrico 2 y si debe efectuarse un acondicionamiento previo de una cabina de pasajeros del vehículo eléctrico 2. Para detectar errores, a la central de control de carga 1 se le suministran adicionalmente valores de medición de las corrientes y tensiones actuales de la batería en el punto de carga 3a. El sistema de gestión de batería proporciona los datos de medición referidos a la batería con respecto al estado de carga, la corriente de batería y la tensión de batería. El dispositivo de carga informa sobre las corrientes y tensiones de red y en el lado del vehículo. Concretamente, en la segunda etapa la central de control de carga 1 decide cuáles de los vehículos eléctricos 2, con los que es posible una comunicación 5, se toman en cuenta en el cálculo de los perfiles de carga. Se toman en cuenta los vehículos eléctricos 2 que están previstos en la planificación de uso, que en base a la posición detectada se encuentran en el garaje de servicio de vehículos 3 y cuyo enchufe de carga está conectado con el punto de carga 3a.

En una tercera etapa siguiente, la central de control de carga 1 calcula el perfil de carga para cada vehículo eléctrico 2 que en base a su posición se encuentra en el garaje de servicio de vehículos 3, está conectado con el punto de carga 3a y que de acuerdo con la planificación de uso debe ser tomado en cuenta por un período de tiempo de observación de 24 horas por medio de un algoritmo de optimización lineal. Como algoritmo de optimización lineal se usa el procedimiento de puntos interno, en el que la optimización se efectúa bajo consideración de una potencia de carga eléctrica máxima disponible en el garaje de servicio de vehículos 3, un tiempo de partida planificado conforme a la planificación de uso y una cantidad de energía eléctrica requerida con vistas a una ruta planificada conforme a la planificación de uso.

5 El perfil de carga calculado es transmitido por la central de control de carga 1 de manera cronológicamente controlada al respectivo vehículo eléctrico 2, después de lo que se efectúa la carga de la respectiva batería en el punto de carga 3a. El perfil de carga comprende la potencia de carga máxima actualmente admisible, la potencia de carga de retorno y un plazo de vigencia. Si el vehículo eléctrico 2 dentro del plazo de vigencia no recibe un nuevo perfil de carga, la respectiva potencia de carga máxima admisible se sustituye por la potencia de carga de retorno. Si se excede el plazo de vigencia durante un acondicionamiento previo, entonces se anula la solicitud de acondicionamiento previo. La potencia de carga real, si así lo requieren los límites de la batería, puede ser sustancialmente inferior a la potencia de carga recibida.

10 Las señales de vehículo usadas por la central de control de carga 1 y recibidas a través de la comunicación 5, son como sigue:

Señal	Fuente	Destino	Descripción
bChargePlug	BCM	Central de control de carga	Detección del enchufe de carga
iACMains	BMS	Central de control de carga	Corriente de red
iChrgOut	Dispositivo de carga	Central de control de carga	Corriente de salida del dispositivo de carga
iPack	BMS	Central de control de carga	Corriente de batería actual
Lat	BCM	Central de control de carga	Posición actual del vehículo (Lat)
Lon	BCM	Central de control de carga	Posición actual del vehículo (Lon)
percSoc	BMS	Central de control de carga	Estado de carga del vehículo
tAmbient	BCM	Central de control de carga	Temperatura exterior
uACMains	Dispositivo de carga	Central de control de carga	Tensión de red
uChrgOut	Dispositivo de carga	Central de control de carga	Tensión de salida del dispositivo de carga
uPack	BCM	Central de control de carga	Tensión de batería actual
LadeNr	BCM	Central de control de carga	Número de la estación de carga

15 BCM significa Body Control Module (módulo de control del cuerpo) y controla determinadas funciones del vehículo eléctrico 2, tales como la calefacción, mide la temperatura exterior, etc. BMS se refiere al sistema de gestión de batería. Las señales arriba mencionadas se requieren para detectar los vehículos eléctricos dos numéricos listos para la carga y su respectivo requerimiento de energía, que comprende la detección del enchufe de carga, el estado de carga y la posición del vehículo eléctrico 2, para una detección de errores durante el proceso de carga que comprende corrientes (dispositivo de carga y batería) y tensiones (dispositivo de carga y batería), así como para determinar si se requiere un acondicionamiento previo de la cabina de pasajeros, que comprende la temperatura exterior.

20 El vehículo eléctrico recibe de la central de control de carga 1 un paquete de datos con las siguientes señales:

Señal	Fuente	Destino	Descripción
maxACPower	Central de control de carga	Mando	Potencia máxima para carga y acondicionamiento previo
defaultACPower	Central de control de carga	Mando	Potencia máxima con comunicación interrumpida
bRemoteHeatingCabin	Central de control de carga	Mando	Solicitar acondicionamiento previo
uDuration	Central de control de carga	Mando	Plazo de vigencia del paquete de datos

25 Las potencias de carga máximas se especifican con maxACPower y defaultACPower. Mediante bRemoteHeatingCabin se solicita el acondicionamiento previo de la cabina de pasajeros del vehículo eléctrico 2, por ejemplo, para calefacción o descongelación. El valor defaultACPower se usa como potencia de carga de retorno, para retornar a un estado de carga seguro en caso de que se pierda la comunicación y aun así cargar los vehículos

eléctricos 2. La potencia de carga de retorno es calculada por la central de control de carga 1 en base a la configuración de la posición. Con uDuration se transmite adicionalmente el plazo de vigencia de una especificación. Si no se recibe ninguna nueva especificación dentro del plazo de vigencia, entonces después de expirar el plazo de vigencia se pasa a la última potencia de carga de retorno recibida y se cancela un acondicionamiento previo eventualmente en marcha.

La central de control de carga 1 efectúa la planificación de los procesos de carga, registra los datos del vehículo y desarrolla, en base a los valores de medición recibidos, una estrategia de carga basada en la posición para el respectivo garaje de servicio de vehículos 3 como perfil de carga para los vehículos eléctricos 2 en el garaje de servicio de vehículos. Además, la central de control de carga 3 planifica un posible acondicionamiento previo de las cabinas de pasajeros de los vehículos eléctricos 2.

En la Fig. 2 se muestra una estructura de la central de control de carga 1, que se puede dividir en varios módulos. Una base de datos almacena información sobre la infraestructura del garaje de servicio de vehículos 3, los correspondientes vehículos eléctricos 2 y su planificación de uso, así como los desarrollos de carga determinados de los diferentes vehículos eléctricos 2. Una interfaz de red 1a proporciona una superficie de configuración y vigilancia para los operadores. En la interfaz de red 1a se pueden incluir los vehículos eléctricos 2 en la central de control de carga 1 y se puede configurar su plan de uso y posición. La configuración se almacena en la base de datos y un controlador informa si se han efectuado cambios importantes.

Un módulo comunicador recibe los datos de vehículo por vía de la comunicación 5 con los vehículos eléctricos 2, escribe los datos de vehículo en la base de datos e informa a módulo analizador sobre el ingreso de nuevos datos. Adicionalmente, el módulo comunicador envía la potencia de carga actualmente planificada en la base de datos al correspondiente vehículo eléctrico 2. El módulo analizador evalúa los nuevos datos de vehículo recibidos y decide en base a los mismos qué medidas se deben tomar. El controlador ejecuta entonces las medidas determinadas. Adicionalmente, el controlador inicia una optimización de la posición afectada, si en la interfaz de red 1a se han efectuado cambios relevantes. El optimizador recoge los datos de vehículo eléctrico y de posición de la posición que se debe optimizar o del garaje de servicio de vehículos 2, respectivamente, de la base de datos y desarrolla con los mismos un problema de optimización lineal. La solución de este problema se procesa adicionalmente y se almacena en la base de datos.

Concretamente, la interfaz de red 1a le sirve al operador como herramienta de configuración, monitoreo y planificación. El operador puede ver allí la posición de su flota de vehículos y configurar sus vehículos eléctricos 2, planificar el uso de los vehículos eléctricos 2 y consultar el estado actual de los vehículos. Las entradas esperadas para una posición con la denominación de la posición, la dirección de la posición, las coordenadas de la posición, la infraestructura de carga (puntos de carga 3a, seguros), y/o el desarrollo del precio de la corriente (opcional). La configuración de la infraestructura de carga se efectúa por medio de así llamados grupos de carga. Los mismos presentan respectivamente un grupo superior y una lista de puntos de carga 3a conectados a este grupo de carga.

Partiendo del grupo de carga superior, que representa el punto de conexión a la red de la posición o del garaje de servicio de vehículos, respectivamente, la infraestructura de carga se puede estructurar en forma de árbol con grupos de carga, para realizar distribuciones subordinadas y su potencia máxima admisible. Si no se puede partir de una carga simétrica sobre tres fases, por ejemplo, porque existen vehículos eléctricos 2 que se cargan de manera monofásica, cada fase tiene que representarse por separado. Las potencias máximas tienen que dividirse entonces de manera correspondiente a las fases individuales. Debido a que a partir de la estructura generada de esta manera se crean condiciones secundarias para la optimización, la representación debe efectuarse de la manera más exacta posible.

Además, en la interfaz de red 1a se pueden crear perfiles para los vehículos eléctricos 2 que deben incluirse en la optimización. En estos perfiles se determina en qué posición o garaje de servicio de vehículos 3 se encuentra estacionado el vehículo eléctrico 2 y qué capacidad de batería presenta el vehículo eléctrico 2. Para cada posición o garaje de servicio de vehículos 3 se pueden crear rutas como planificación de uso. Dentro de una ruta se puede indicar por cada día un vehículo eléctrico 2 y el estado de carga requerido para la ruta. Los vehículos eléctricos 2 de la posición se planifican entonces de tal manera en el proceso de optimización que el estado de carga requerido se alcance para el siguiente tiempo de partida planificado. El acondicionamiento previo automático se efectúa en base al tiempo de partida ajustado.

Para que en caso de una pérdida de comunicación se pueda garantizar la seguridad de funcionamiento del vehículo eléctrico 2 y aun así cargar el vehículo eléctrico 2, para cada punto de carga 3a o columna de carga de una posición se determina la potencia de carga de retorno individual. La potencia de carga de retorno indica la potencia con la que el vehículo eléctrico 2 se puede cargar en este punto de carga 3a en caso de una pérdida de comunicación. Debido a la complejidad fuertemente creciente de una asignación manual de la potencia de carga de retorno, se efectúa una distribución automática de la potencia de carga de retorno. Las potencias de carga de retorno asignadas de los distintos puntos de carga 3a dependen de la estructura grupal y de la potencia de conexión de la posición. La potencia de carga se distribuye de manera equitativa entre todos los vehículos eléctricos 2.

La potencia de carga de retorno se transmite adicionalmente a la especificación de carga normal como parte del perfil de carga al coche eléctrico 2. Para no perjudicar una compatibilidad inversa, la potencia de carga de retorno se fija en la potencia de carga máxima del dispositivo de carga en el mando 4 del vehículo eléctrico 2 en su estado de entrega. La potencia de carga de retorno además es compatible con todos los garajes de servicio de vehículos 2 observados, de tal manera que no se puede producir ninguna sobrecarga de la red de abastecimiento de energía. Por lo tanto, es importante que todos los vehículos eléctricos 2 del garaje de servicio de vehículos 3 reciban por lo menos una vez una especificación de potencia correspondiente a la configuración de la posición actual, por ejemplo, al acceder por primera vez a la red, para que se pueda excluir una sobrecarga de la infraestructura. Si para la estrategia de carga se efectúan modificaciones relevantes en la interfaz de red 1a, se informa al controlador sobre ello. Éste inicia entonces automáticamente una optimización de la respectiva posición.

El módulo analizador analiza los datos de vehículo entrantes. En función de los datos de vehículo y los desarrollos de potencia planificados, este módulo puede iniciar nuevas optimizaciones o detectar errores en los vehículos eléctricos 2 o en la infraestructura. Las causas de una nueva optimización comprenden, por ejemplo: Se ha enchufado o desenchufado un vehículo eléctrico 2, la comunicación con un vehículo eléctrico 2 se ha interrumpido o se ha restablecido nuevamente, la temperatura exterior ha cambiado de manera tan intensa que es necesario un acondicionamiento previo o que ya no se requiere el mismo, y/o un vehículo eléctrico 2 se desvía sustancialmente de las especificaciones de carga.

En base a los valores de medición ingresados se pueden detectar posibles errores, sobre los que se puede informar al operador a través de la interfaz de red 1a. Por ejemplo, si un vehículo eléctrico 2 no se carga a pesar de que existe la correspondiente tensión de red y una especificación de carga diferente de cero, entonces eventualmente existe un problema de contacto o un defecto del dispositivo de carga. Para la medición de la tensión de los dispositivos de carga, también se pueden detectar caídas de tensión en los puntos de carga 3a. Los posibles errores que pueden presentarse, se indican a continuación:

Valores de medición/Observación	Especificado/Esperado	Error	Posibles causas
bChargePlug = 1 uACMains = 0	-	No hay tensión de red	Problema de contacto, fusible de red disparado
bChargePlug = 1 uACMains > 0 iPack = 0	maxACPower > 0	El vehículo no se carga	Problema de contacto, dispositivo de carga defectuoso
bChargePlug = 1 uACMains < 207 V	-	Subtensión	Sobrecarga de la infraestructura, configuración incorrecta de la posición
SoC en partida < SoC de destino	SoC de destino	Estado de carga planificado no alcanzado	Condicionado por la configuración (p. ej., partida anticipada a corto plazo; potencia de carga permitida demasiado baja), condicionado por error (p. ej., fallo de corriente transitorio)
Potencia de carga muy diferente de la potencia del dispositivo de carga	La potencia de carga corresponde aproximadamente a la potencia del dispositivo de carga	Fuerte desviación de los valores de medición	Calibración defectuosa de los sensores de corriente o defecto de sensor. Fuerte consumidor secundario activo (calefacción del vehículo)
Potencia de carga > aseguramiento del punto de carga 3a	Potencia de carga < aseguramiento	Sobrecarga de la infraestructura	Configuración defectuosa (aseguramiento seleccionado demasiado grande), error de manejo (se usó un punto de carga incorrecto)
Valores de temperatura extremos	Temperaturas moderadas	Medición de temperatura inválida	Sensor de temperatura defectuoso o calibrado incorrectamente

El optimizador determina para los vehículos eléctricos 2 de por lo menos un garaje de servicio de vehículos 3, un perfil de carga óptimo en cuanto a los costes. Para esto, el optimizador usa las indicaciones suministradas en la interfaz de red 1a con relación a la posición y el estado actual de los vehículos eléctricos 2 en la posición o en el

garaje de servicio de vehículos 3, respectivamente.

Para mantener reducido el tiempo de cálculo para calcular los perfiles de carga, se ha demostrado como particularmente ventajoso un enfoque lineal. Para el cálculo se ha adoptado la suposición de que la potencia de carga es independiente del estado de carga del vehículo eléctrico 2 y que no se producen pérdidas de corriente.

5 Para la optimización lineal se aplica el procedimiento de puntos interno, que se caracteriza por mejores propiedades de convergencia y por una estructura de solución más apropiada para esta aplicación.

La optimización comprende varias etapas. En primer lugar se detecta la posición o el garaje de servicio de vehículos 3 y su infraestructura de carga en la central de control de carga 1. Después se define el plan de uso, que comprende los estados de carga requeridos y los tiempos de partida de los vehículos eléctricos 2. Si entonces la optimización se inicia, por ejemplo, por un vehículo eléctrico 2 enchufado para la carga, primero se evalúa el estado de los vehículos eléctricos 2 en esa posición. En base a los estados de vehículo actuales y la estructura de la posición, se determina entonces en base a diferentes criterios cuáles de los vehículos eléctricos 2 se deben tener en cuenta en la optimización. En base a las especificaciones proporcionadas por la infraestructura de carga, la planificación del uso y el estado del vehículo se desarrollan condiciones secundarias para la optimización y se efectúa la optimización lineal. Los perfiles de carga determinados se distribuyen entonces a los respectivos vehículos eléctricos 2 mediante GSM, LTE, UMTS, WLAN u otros similares.

10

15

Primero se le la configuración efectuada en la interfaz de red 1a para la posición o el garaje de servicio de vehículos 3 que ha provocado la optimización. Estos datos comprenden básicamente la representación de la infraestructura de carga de la posición y sus potencias máximas. Los datos de posición se reúnen con los datos de vehículo y con la planificación del uso. Para esto se identifican aquellos vehículos eléctricos 2 a los que se haya asignado un punto de carga 4a y para los que se haya fijado un uso dentro del plazo de observación. En base a los datos de vehículo se seleccionan los vehículos eléctricos 2 que deben ser tomados en cuenta en la optimización. La selección de los vehículos se efectúa en base a la posición, el estado de comunicación, el estado del enchufe de carga y la planificación del uso.

20

En base a los datos de posición se seleccionan aquellos vehículos eléctricos 2 que se encuentran en la posición y que están conectados con la infraestructura de carga y están listos para la carga. Un tratamiento separado se aplica a aquellos vehículos eléctricos 2, cuyo estado se desconozca. Éstos son vehículos eléctricos 2 con los que actualmente no es posible ninguna comunicación 5. Por lo tanto, se supone que estos vehículos eléctricos 2 se encuentran en su punto de carga asignado 3a y que se cargan con potencia de carga de retorno o con la última potencia de carga transmitida con éxito y todavía vigente. De esta manera se previene una sobrecarga de la infraestructura de carga; posiblemente, sin embargo, se reserva a potencia de carga para aquellos vehículos eléctricos 2 que no se encuentran conectados con la infraestructura de carga. Los vehículos eléctricos 2 que en el momento de la optimización no se encuentran en la posición, o cuyo enchufe de carga no está conectado, se excluyen de la optimización.

25

30

La optimización lineal está sujeta a diferentes condiciones marco. El resultado de la optimización es una estrategia de carga adaptada al precio especificado de la corriente, comprendiendo un perfil de carga para cada vehículo eléctrico 2 que previene una sobrecarga de la infraestructura de red y que al mismo tiempo asegura que todos los vehículos eléctricos 2 planificados para el uso se carguen a tiempo para el momento de partida previsto hasta alcanzar el estado de carga deseado. En las condiciones marco se toman en cuenta como criterios el tiempo de partida, la cantidad de energía requerida, los límites de potencia, los aseguramientos del punto de carga, los aseguramientos de grupo y la potencia de conexión a la red.

35

40

En primer lugar, el período de observación se divide en etapas cronológicas individuales con un tamaño de etapa especificado. Dependiendo de la magnitud del período de observación, se obtiene un número variable de etapas cronológicas n_{slots} . El respectivo período de observación se determina por la última partida dentro de las siguientes 24 horas de los vehículos eléctricos 2 observados. El número de etapas cronológicas resulta en:

45

$$N_{slots} = dt_{dep}/dt_{slot} \text{ con } dt_{dep} \geq \text{período de observación y } dt_{slot} \geq \text{magnitud de la etapa cronológica}$$

El objetivo de la optimización es la distribución óptima en cuanto a los costes de la potencia de carga disponible entre los puntos de carga 3a disponibles. Por lo tanto, los períodos de tiempo en que los precios de la corriente son más bajos tienen que aprovecharse de la manera más eficiente posible. Matemáticamente, esto se puede expresar como sigue:

50

$$\min_x c^T, \text{ con } c \geq \text{vector de coste de la corriente y } x \geq \text{vector de potencia de carga}$$

El vector de potencia de carga comprende después de la optimización las potencias de carga para los distintos puntos de carga para cada etapa cronológica individual. Por lo tanto, el mismo presenta $n_x = n_{slots} \cdot n_{vehiculos}$ elementos. El vector de coste de la corriente comprende los costes de la corriente en las distintas etapas cronológicas. Debido a que éstos son iguales para cada punto de carga 3a, el vector de coste de la corriente se repite periódicamente para cada punto de carga 3a. Las condiciones marco de la optimización resultan de la configuración de la posición, la planificación del uso y el estado actual del vehículo.

55

Como base para los límites de potencia se usa la infraestructura establecida en la interfaz de red 1a. Los grupos de carga se componen siempre de los puntos de carga 3a que pertenecen a este grupo y de una potencia de grupo máxima. El aseguramiento de los puntos de carga y la potencia de los dispositivos de carga se pueden registrar como grupos de carga con tan sólo un punto de carga 3a y el aseguramiento de red como un grupo con todos los puntos de carga 3a de la posición.

Las especificaciones que se pueden derivar de estas condiciones secundarias están estructuradas de tal manera que para cada etapa cronológica la suma de todas las potencias de vehículo absorbidas en todos los puntos de carga 3a no exceda la potencia de grupo permitida:

$$P_{group}(i) \geq \sum_{vehiclesgroup} P_{vehicle}(i), \text{ con } i \geq \text{etapa cronológica observada}$$

El número de condiciones secundarias que resulta de un grupo de carga corresponde, por lo tanto, al número de etapas cronológicas.

Debido a que no todos los vehículos eléctricos 2 abandonan la posición al mismo tiempo, tiene que asegurarse que los vehículos eléctricos 2 con tiempos de partida más tempranos en ese momento ya hayan alcanzado el estado de carga requerido. Como condición secundaria, esto se puede formular de tal manera que la potencia de carga permitida en las etapas cronológicas, que se ubican después momento de partida del vehículo eléctrico 2, se reduce a cero:

$$P_{charge}(i \geq i_{dep}) = 0 \text{ con } i_{dep} \geq \text{tiempo de partida}$$

La cantidad de energía requerida resulta de la diferencia del estado de carga entre el estado de carga requerido y el estado de carga actual y la capacidad de batería del vehículo eléctrico 2:

$$dE_{req} = (SoC_{req} - SoC_{veh}) \cdot C_{bat}$$

Para compensar esta diferencia, el integral sobre la potencia de carga debe corresponder a la cantidad de energía requerida. Debido a que el cálculo se efectúa en etapas cronológicas discretas, el integral se reduce a una suma:

$$dE_{opt} = \int P_{charge}(t) dt = \sum_i P(i) \cdot di_{slot} \text{ con } di_{slot} \geq \text{magnitud de la etapa cronológica}$$

Por lo tanto, como condición marco lineal se obtiene lo siguiente:

$$dE_{opt} - dE_{req} \geq 0$$

El acondicionamiento previo se planifica en función de la temperatura ambiente en la optimización. Si se debe efectuar un acondicionamiento previo, entonces para la duración $dt_{preconDuration}$ ajustada en la interfaz de red 1a se activa el acondicionamiento previo antes del tiempo de partida planificado. Para esto, el requerimiento de energía, determinado por la calefacción del vehículo usada, de manera ejemplar es de 900 W. Esta energía se toma principalmente de un circuito de alta tensión del vehículo eléctrico 2. Durante el acondicionamiento previo, la potencia requerida es compensada por el dispositivo de carga, para que la batería no se descargue. La potencia del dispositivo de carga, por lo tanto, en estas etapas cronológicas debe ser de por lo menos 900 W. Las correspondientes condiciones secundarias para reservar la potencia requerida para el acondicionamiento previo se pueden formular de manera análoga a los tiempos de partida:

$$P_{charge}(i \geq i_{dep} - dt_{preconDuration}) \geq 900 \text{ W}, \text{ con } i_{dep} \geq \text{tiempo de partida}$$

debido a que los 900 W para el acondicionamiento previo también son suministrados por el dispositivo de carga, es necesario que, en caso de que se haya planificado un acondicionamiento previo, la cantidad de energía requerida se aumente de manera correspondiente a la energía necesaria para el acondicionamiento previo:

$$E_{req,vk} = E_{req} + 900 \text{ W} \cdot 30 \text{ min} / C_{bat}$$

El número de condiciones secundarias para la optimización lineal resulta del número de vehículos n_{veh} , de las etapas cronológicas $n_{timeslots}$ y de los grupos de carga n_{groups} para dar:

$$n_{NB} = n_{veh} \cdot (n_{slots} + n_{groups} + \{4, \text{ sin acondicionamiento previo, o } 5, \text{ con acondicionamiento previo}\})$$

El número de condiciones secundarias depende en particular del número de etapas cronológicas, de vehículos eléctricos 2 y de los grupos de carga.

La optimización se desarrolla de la siguiente manera:

1. Resolver la optimización a través del método de puntos internos
2. Verificar el resultado
3. Nueva optimización en caso de errores con condiciones marco relajadas

- a. Desatender el acondicionamiento previo

b. Desatender los vehículos eléctricos que no pueden alcanzar el SoC nominal

4. Si no existe una solución válida: usar la potencia de carga de retorno para todos los vehículos eléctricos 2
5. Almacenar los perfiles de carga en la base de datos

5 La optimización lineal primero se efectúa con las condiciones secundarias discutidas más arriba. Si no se pudiera encontrar ninguna solución válida, entonces se modifican las condiciones secundarias. En primer lugar se prescinde de un acondicionamiento previo. Si esto no resulta en una solución válida, entonces se desatienden aquellos vehículos eléctricos 2 que no pueda alcanzar su objetivo de carga hasta el momento de partida programado. Si esto no se logra, entonces se adopta para todos los vehículos eléctricos 2 la potencia de carga de retorno, para prevenir un estado de funcionamiento indefinido.

10 En una optimización puede suceder que para la configuración de vehículo y de posición vigente en ese momento no se pueda encontrar una solución válida. Las causas de esto son múltiples y comprenden, entre otras cosas, una posible configuración errónea, por ejemplo, un límite de potencia ajustado incorrectamente en 0 kW, o una modificación de la planificación de uso poco antes del tiempo de partida programado (por ejemplo, cambio de vehículo), si la capacidad de la posición está agotada, por ejemplo, debido a que se han usado demasiados vehículos eléctricos 2 para la infraestructura existente, o si la duración o el tiempo de carga de los vehículos eléctricos 2 es insuficiente para cumplir los requisitos de carga, si existe un defecto, por ejemplo, si la infraestructura de carga está defectuosa o desconectada en ese momento, o un defecto del vehículo (por ejemplo, debido a un dispositivo de carga defectuoso no es posible la carga), si la potencia requerida para el acondicionamiento previo impide que los vehículos eléctricos 2 se carguen completamente, si un vehículo eléctrico 2 se ha conectado demasiado tarde con la infraestructura de carga y no puede alcanzar el estado de carga exigido incluso con una potencia de carga máxima, o si se ha reservado potencia de carga para vehículos eléctricos 2, con los que no se puede establecer ninguna comunicación 5 (a pesar de que estos vehículos eléctricos 2 bajo determinadas circunstancias no se encuentran conectados), de tal manera que la potencia de carga restante no es suficiente para alcanzar los objetivos de carga de los restantes vehículos eléctricos 2.

25 Mientras que no se puede ejercer ninguna influencia sobre una configuración errónea o sobre defectos mecánicos, se puede prescindir, por ejemplo, de un acondicionamiento previo para aquellos vehículos eléctricos 2 que no pueda alcanzar el SoC exigido con la optimización planificada si esta medida no tiene éxito, entonces, en primer lugar, todos los vehículos eléctricos 2, cuyos objetivos de carga no se pueda alcanzar en el tiempo restante hasta la partida, se cargan hasta donde sea posible hasta que llegue el momento de la partida. Si aun así no se puede encontrar una solución válida para la optimización, entonces se puede prescindir de la carga de aquellos vehículos eléctricos 2 que de todas maneras no pueden alcanzar su objetivo de carga, y la potencia liberada de esta manera se planifica para otros vehículos eléctricos 2.

35 Si a pesar de estas medidas no es posible definir una estrategia de carga válida, entonces se parte de la suposición de que o bien existe un problema de configuración o un defecto. Para que aun así se pueda mantener un estado de funcionamiento seguro, las potencias de carga de todos los vehículos eléctricos 2 de esta posición se limitan a la potencia de carga de retorno y no se planifica ningún acondicionamiento previo. Por lo tanto, los vehículos eléctricos 2 pueden continuar cargándose con potencia de carga de retorno en los puntos de carga 3a asignados. Condicionado por la configuración de la potencia de carga de retorno, si la configuración de la posición se ha efectuado correctamente, y si los vehículos se encuentran enchufados en los puntos de carga asignados, se previene una sobrecarga.

45 La Fig. 3 muestra un perfil de carga aplicado como potencia de carga en kW a lo largo del tiempo hasta el momento de partida a las 8 horas de la mañana para un vehículo eléctrico que no se encuentra en la posición o en el garaje de servicio de vehículos 1, respectivamente, y que de manera correspondiente se carga con potencia eléctrica completa. La Fig. 4 muestra un perfil de carga para una carga "tardía" poco antes del momento de partida, por lo que por una parte se logra una protección de la batería y, por otra parte, se puede aprovechar una tarifa de corriente más reducida de la corriente. Como se puede ver en la figura, primero se carga con una potencia de 3 kW a una tarifa de corriente reducida. La potencia después se reduce a aproximadamente 1,1 kW para cuidar la batería, de tal manera que para el momento de la partida a las 6 horas la batería se ha cargado en un 40% con relación a la ruta planificada. Por último, la Fig. 5 muestra un perfil de carga para cargar con potencia de carga de retorno.

50 **Lista de caracteres de referencia**

	Central de control de carga	1
	Interfaz de red	1a
	Vehículo eléctrico	2
	Garaje de servicio de vehículos	3
55	Punto de carga	3a
	Mando	4
	Comunicación	5

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el control de carga central de una pluralidad de vehículos eléctricos (2), en particular en un garaje de servicio de vehículos (3), con una central de control de carga apoyada por ordenador (1), que está diseñada para la comunicación inalámbrica (5) con los mandos (4) previstos en los respectivos vehículos eléctricos (2), y en el que los vehículos eléctricos (2), para cargar la respectiva batería de acuerdo con un perfil de carga que comprende por lo menos una secuencia cronológica de una cantidad de energía que se puede cargar durante un período de tiempo de observación, pueden conectarse a un punto de carga (3a) del garaje de servicio de vehículos (3), y que presenta las siguientes etapas:
- 5
- 10 Comprobar, por parte de la central de control de carga (1) a través de la comunicación (5) con los mandos (4) de los vehículos eléctricos (2), qué estado de carga presenta la respectiva batería, en qué posición se encuentra el respectivo vehículo eléctrico (2), y/o un estado de conexión del respectivo vehículo eléctrico (2) con el punto de carga (3a), y transmitir un resultado de comprobación a la central de control de carga (1);
- 15 Seleccionar, por parte de la central de control de carga (1), los vehículos eléctricos (2) que deben tomarse en cuenta para el cálculo de los perfiles de carga basándose en la respectiva planificación de uso del vehículo eléctrico (2), la posición del respectivo vehículo eléctrico (2) y/o el estado de conexión con el punto de carga (3a);
- 20 Calcular, por parte de la central de control de carga (1) el perfil de carga para cada vehículo eléctrico (2) que basado en su posición se encuentra en el garaje de servicio de vehículos (3), está conectado al punto de carga (3a) y/o se debe tener en cuenta de acuerdo con la planificación de uso durante un período de tiempo de observación, mediante un algoritmo de optimización lineal bajo consideración de la potencia de carga eléctrica disponible en el garaje de servicio de vehículos (3), de un tiempo de partida planificado conforme a la planificación de uso y de una cantidad de energía eléctrica requerida con vistas a una ruta planificada de acuerdo con la planificación de uso, transmitir el perfil de carga calculado desde la central de control de carga (1) al vehículo eléctrico (2), y cargar la batería del vehículo eléctrico (2) de acuerdo con el respectivo perfil de carga en el punto de carga (3),
- 25 **caracterizado por** la etapa de verificar el perfil de carga calculado antes de transmitir el perfil de carga calculado, y en caso de un error de cálculo recalcular el perfil de carga desatendiendo los vehículos eléctricos (2) que con el perfil de carga calculado previamente no puedan cargar la cantidad de energía eléctrica requerida hasta el momento de partida planificado.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación anterior, que presenta las siguientes etapas:
- 30 Subdividir, por parte de la central de control de carga (1), el período de tiempo de observación en diferentes etapas cronológicas individuales con magnitudes de etapa cronológica específicas, y calcular, por parte de la central de control de carga (1), por medio del algoritmo de optimización lineal una potencia eléctrica que se va a cargar en cada etapa cronológica como perfil de carga.
- 35 3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la optimización lineal se efectúa bajo consideración de un número de puntos de carga (3a) disponibles en el garaje de servicio de vehículos (3), de una agrupación eventualmente existente de los puntos de carga (3a), de una potencia de carga eléctrica máxima eventualmente existente del punto de carga (3a) y/o de la agrupación, de un aseguramiento de los puntos de carga (3a) y/o de la agrupación eventualmente existente, de una capacidad de batería del vehículo eléctrico (2) y/o de un aumento deseado de la capacidad de batería del vehículo eléctrico (2), de un desarrollo esperado de la tarifa de corriente durante el período de tiempo de observación y/o, en función de la temperatura exterior en el vehículo eléctrico (2), un acondicionamiento previo.
- 40 4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, con las siguientes etapas:
- 45 Calcular, por parte de la central de control de carga (1), una potencia de carga de retorno para una parte eventualmente restante de los vehículos eléctricos (2), cuyos mandos (4) no están en comunicación con la central de control de carga (1), en función de la potencia de carga eléctrica disponible en el garaje de servicio de vehículos (3), y si no es posible una comunicación (5) con el vehículo eléctrico (2), cargar de manera continua el vehículo eléctrico (2) hasta el momento de partida planificado.
- 50 5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, con la siguiente etapa:
- Sustraer la potencia de carga de retorno calculada de la potencia de carga eléctrica disponible en el garaje de servicio de vehículos (3) y, bajo consideración de la potencia de carga eléctrica restante disponible en el garaje de servicio de vehículos, calcular el perfil de carga para la otra parte de los vehículos eléctricos (2).
- 55 6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el respectivo perfil de carga comprende una potencia de carga máxima admisible en el respectivo punto de carga (3a) y preferentemente una potencia de carga de retorno, que define la potencia de carga en caso de una interrupción de la comunicación (5), un plazo de vigencia y/o preferentemente una solicitud de acondicionamiento previo.

7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, que comprende la potencia de carga de retorno y el plazo de vigencia, así como la siguiente etapa:

5 Comprobar, por parte del mando (4), si se ha recibido una nueva potencia de carga máxima admisible dentro del plazo de vigencia y, en caso negativo, sustituir la respectiva potencia de carga máxima admisible por la potencia de carga de retorno, cargar la respectiva batería con la potencia de carga de retorno, y en caso de un acondicionamiento previo, cancelar el mismo.

10 8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la comprobación comprende la detección de la temperatura exterior en el respectivo vehículo eléctrico (2) y/o la detección de una corriente de carga referida al mando de batería y/o de una tensión de carga, el estado de carga comprende un estado de carga relativo referido a la batería, una corriente de batería y/o una tensión de batería, y/o la comprobación para determinar si existe una conexión al punto de carga (3a) comprende la detección de una corriente de carga referida al punto de carga y/o de una tensión de carga.

15 9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la optimización lineal se efectúa mediante el uso de un procedimiento de puntos internos.

20 10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, con la siguiente etapa:
Excluir del cálculo del perfil de carga a la parte de los vehículos eléctricos (2) que de acuerdo con la comprobación anterior no se encuentran en una posición en el garaje de servicio de vehículos (3) y/o que no están conectados a un punto de carga (3a).

25 11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la central de control de carga (1) comprende una base de datos, en la que se almacena la potencia de carga eléctrica disponible en el garaje de servicio de vehículos (3), la potencia de carga eléctrica máxima del punto de carga (3a), la planificación del uso con el tiempo de partida programado y la ruta, el período de tiempo de observación y/o la capacidad de batería del vehículo eléctrico (2), con la siguiente etapa:

30 Almacenar los perfiles de carga calculados en la base de datos.

12. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, con la siguiente etapa:
Desatender, con relación a la reivindicación 3, un acondicionamiento previo eventualmente existente.

35 13. Central de control de carga apoyada por ordenador (1), diseñada para realizar un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores.

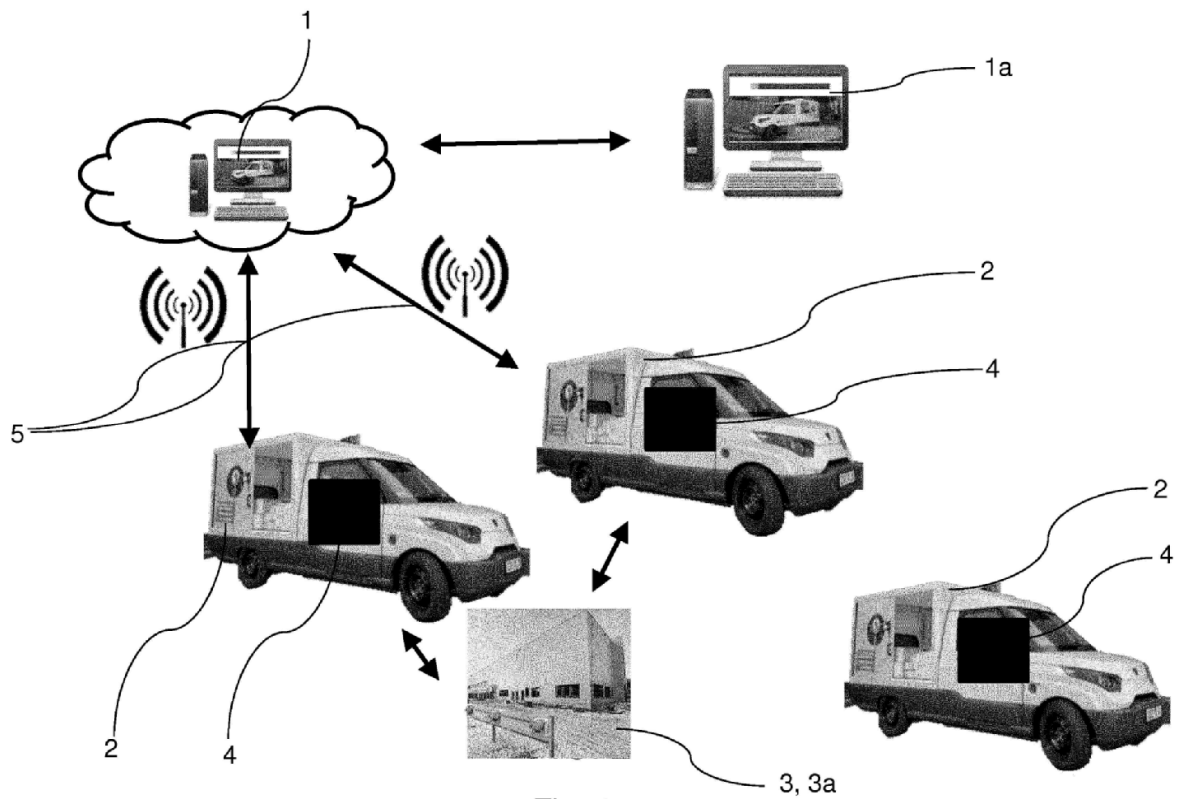


Fig. 1

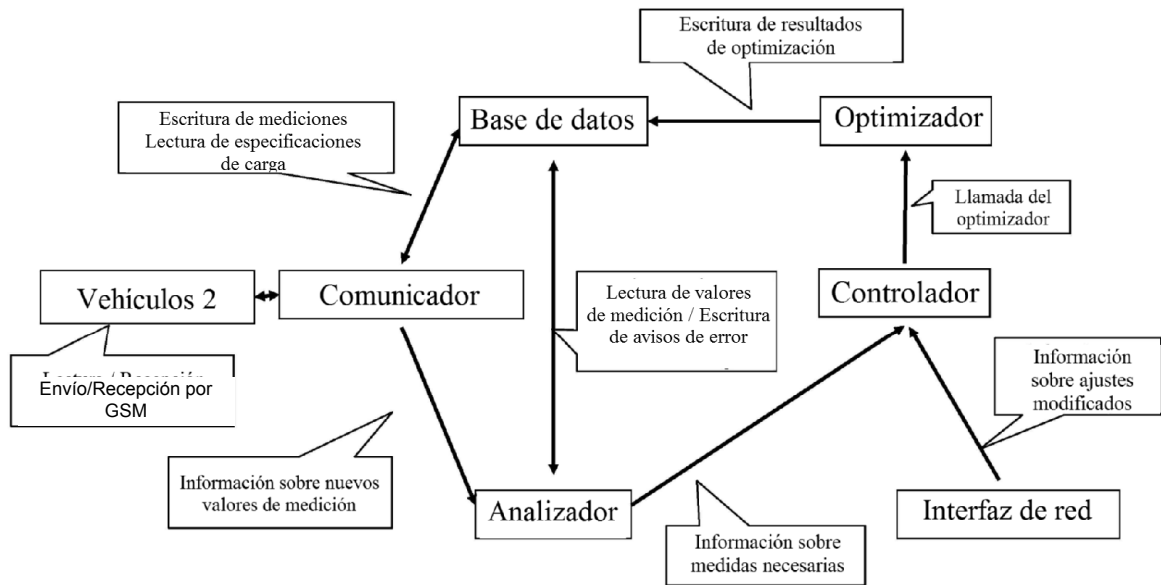


Fig. 2

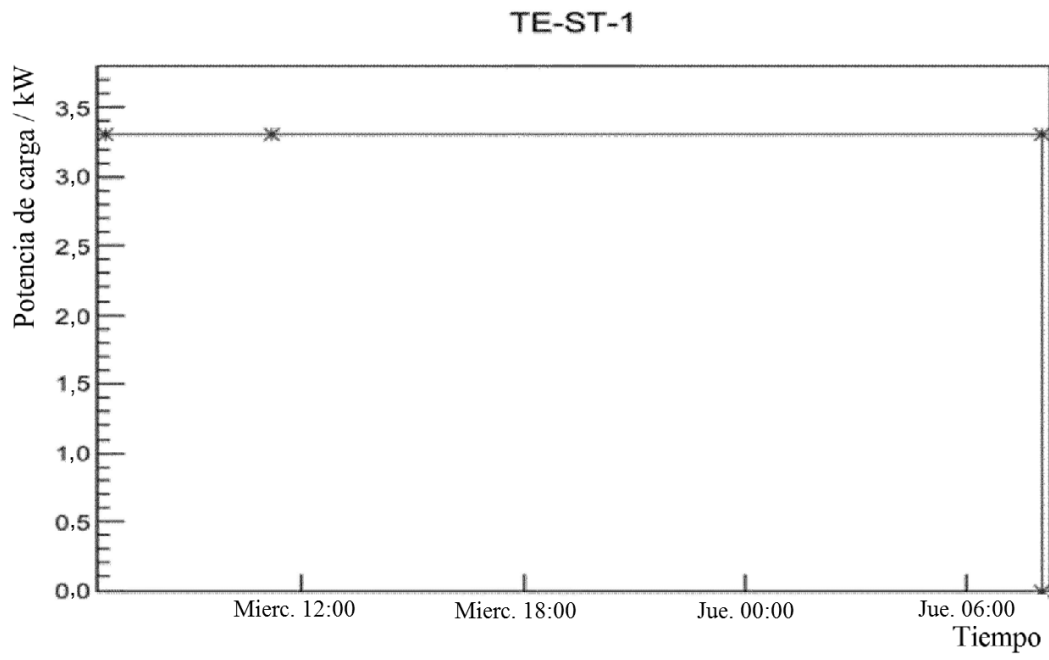


Fig. 3

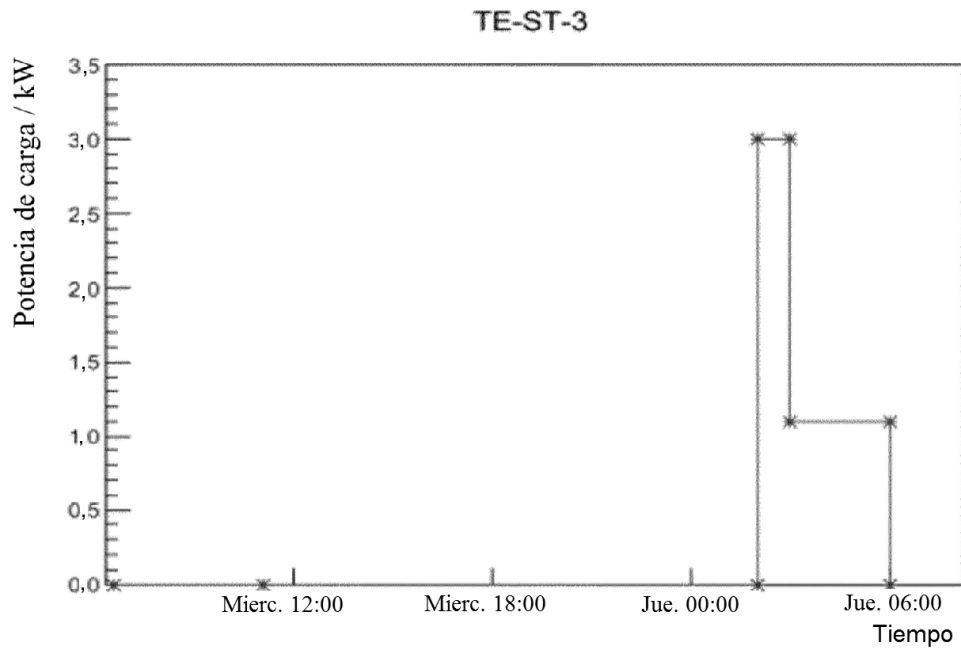


Fig. 4

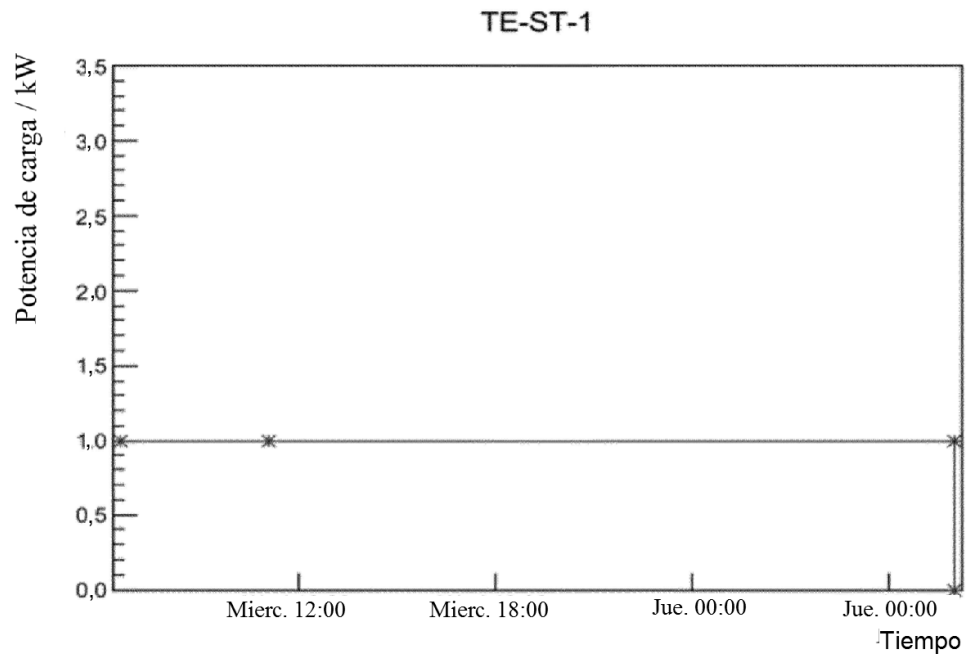


Fig. 5