

DETERMINACIÓN DE AUTONOMÍA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

CAMPO TÉCNICO

[0001] La presente materia se refiere, en general, a los vehículos eléctricos y, en particular, a la determinación de la autonomía de los
5 vehículos eléctricos.

ANTECEDENTES

[0002] Un vehículo eléctrico utiliza un motor eléctrico para impulsar las
ruedas del vehículo eléctrico. El motor eléctrico puede ser alimentado con
10 energía eléctrica desde una batería del vehículo eléctrico. Una autonomía
del vehículo eléctrico se refiere a una distancia recorrida por el vehículo
eléctrico para una determinada cantidad de energía suministrada, como en
forma de carga suministrada por la batería. La autonomía también puede
denominarse kilometraje del vehículo eléctrico.

15

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0003] Las características, aspectos y ventajas de la presente materia
se entenderán mejor con respecto a la siguiente descripción y las figuras
adjuntas. El uso del mismo número de referencia en diferentes figuras
20 indica características y componentes similares o idénticos.

[0004] La figura 1 ilustra una representación esquemática de una
configuración de prueba que se utiliza para determinar la autonomía de un
vehículo eléctrico (EV), de acuerdo con una implementación de la presenta
materia.

25 [0005] La figura 2 ilustra una configuración de prueba, de acuerdo con
una implementación de la presenta materia.

[0006] La figura 3 ilustra las conexiones entre un controlador y varios
otros componentes para controlar la temperatura de una batería de un EV,
de acuerdo con una implementación de la presenta materia.

[0007] La figura 4 ilustra las conexiones entre un controlador y varios otros componentes para controlar la velocidad y la aceleración de un EV, de acuerdo con una implementación de la presente materia.

5 [0008] La figura 5 ilustra la determinación del voltaje y la corriente suministrada por una batería a un motor por un controlador, de acuerdo con una implementación de la presente materia.

[0009] La figura 6 ilustra la disposición de un núcleo metálico y un elemento Hall con respecto a un alambre, de acuerdo con una implementación de la presente materia.

10 [0010] La figura 7 ilustra los componentes de un controlador, de acuerdo con una implementación de la presente materia.

[0011] La figura 8 ilustra un método para la determinación de una autonomía de un EV, de acuerdo con una implementación de la presente materia.

15

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0012] Es posible que se deba determinar con precisión la autonomía de un vehículo eléctrico para determinar la eficiencia del vehículo eléctrico y para identificar la presencia de una condición subyacente que puede
20 causar una autonomía baja. Las técnicas convencionales para determinar la autonomía del vehículo eléctrico pueden requerir cambios en el vehículo eléctrico. Por ejemplo, es posible que se deba agregar un dispositivo de medición en serie con el tren motriz del vehículo eléctrico para determinar la autonomía. Como otro ejemplo, puede ser necesario sacar una batería
25 del vehículo eléctrico del vehículo eléctrico para determinar la autonomía. Los cambios en el vehículo eléctrico aumentan la complejidad asociada con la determinación de la autonomía. Además, algunas técnicas pueden depender de componentes, como los controladores y sensores, del vehículo eléctrico para determinar la autonomía. Por ejemplo, la velocidad
30 del vehículo eléctrico y la corriente suministrada al motor eléctrico pueden

determinarse en base a las medidas proporcionadas por los componentes del vehículo eléctrico. La autonomía determinada puede ser inexacta si los componentes del vehículo eléctrico están defectuosos.

[0013] El presente objeto se refiere a la determinación de la autonomía de los vehículos eléctricos. Con las implementaciones de la presente materia, se puede determinar la autonomía del vehículo eléctrico de una manera sencilla y precisa.

[0014] En una implementación del presente objeto, se proporciona un sistema para la determinación de la autonomía de un vehículo eléctrico. El sistema incluye un sensor y un controlador. El vehículo eléctrico también puede denominarse EV o vehículo y puede ser, por ejemplo, un vehículo de dos ruedas. El EV puede incluir una batería que suministra energía eléctrica a un motor eléctrico (también denominado "motor") para impulsar las ruedas del EV. El EV se puede disponer en un banco de prueba para determinar el alcance.

[0015] El sensor puede generar una señal indicativa de una corriente suministrada por la batería al motor. El sensor debe disponerse en una disposición sin contacto con respecto a un cable que debe suministrar la corriente. Por ejemplo, el sensor puede disponerse próximo al cable, pero no en contacto con él. En un ejemplo, el sensor puede ser un elemento Hall, que genera un voltaje proporcional a la corriente que pasa por el cable.

[0016] El controlador puede recibir la señal generada por el sensor y, en consecuencia, puede determinar la corriente suministrada por la batería al motor. El controlador también puede recibir una indicación del voltaje suministrado por la batería. Basado en el voltaje y la corriente, el controlador puede determinar la potencia y la energía suministrada por la batería.

[0017] El controlador también puede determinar una distancia teórica recorrida por el EV. La distancia teórica corresponde a un número de rotaciones de una rueda, como una rueda trasera, del vehículo eléctrico mientras se dispone en el banco de prueba. En un ejemplo, la distancia

teórica puede determinarse en función del número de rotaciones de los rodillos del banco de prueba. Los rodillos pueden estar en contacto con la rueda del vehículo y pueden girar en respuesta al giro de la rueda.

[0018] El controlador puede determinar la autonomía basándose en el voltaje, la corriente y la distancia teórica. Por ejemplo, el controlador puede determinar la distancia teórica recorrida en un período de tiempo y la energía suministrada por la batería en el período de tiempo y, en consecuencia, determinar el alcance.

[0019] La presenta materia proporciona una manera eficiente y precisa de determinar una autonomía de un EV. La determinación de la autonomía se puede realizar sin realizar ningún cambio en los componentes del EV o las conexiones entre los componentes. Por ejemplo, la corriente suministrada por la batería al motor se puede determinar sin alterar la conexión entre la batería y el motor y sin sacar la batería y el motor del EV. Además, la disposición sin contacto para la determinación de la corriente también evita cualquier daño al sistema debido a un flujo de corriente alto al motor y permite proporcionar componentes de tamaño pequeño para la determinación de la corriente.

[0020] La determinación de la autonomía de acuerdo con la presenta materia se puede realizar en un entorno controlado, como con temperatura controlada, y sometiendo el vehículo a condiciones predeterminadas, como velocidad, aceleración y carga predeterminadas. Por lo tanto, se evitan las imprecisiones en la determinación de la autonomía que pueden surgir debido a la variación de los factores que afectan la autonomía, como la velocidad, la aceleración, la carga y la temperatura.

[0021] Las anteriores y otras características, aspectos y ventajas del objeto se explicarán mejor con respecto a la siguiente descripción, las reivindicaciones adjuntas y las figuras adjuntas.

[0022] La figura 1 ilustra una representación esquemática de una configuración de prueba 100 que se utiliza para determinar la autonomía de un vehículo eléctrico (EV) 102, de acuerdo con una implementación de

la presente materia. El EV 102 también puede denominarse el vehículo 102. El alcance del EV 102 puede referirse a una distancia que el EV 102 recorre para una determinada cantidad de energía suministrada al EV 102. En un ejemplo, el EV 102 puede ser un nuevo EV que aún no se ha vendido. La autonomía del nuevo EV se puede determinar para verificar si la autonomía es un valor aceptable y si el EV se puede lanzar a la venta. En otro ejemplo, el EV 102 puede ser uno que ya esté siendo utilizado por un ciclista. De acuerdo con este ejemplo, el EV 102 puede llevarse a determinar la autonomía en respuesta a una queja del conductor de que la autonomía del EV 102 es menor que la autonomía nominal.

[0023] La configuración de prueba 100 puede incluir un sistema 103 para realizar la determinación de la autonomía. El sistema 103 incluye un controlador 104. Para realizar la determinación de la autonomía, el controlador 104 puede recibir información de una unidad de facilitación de medición de energía (EMFU) 106 que puede usarse para calcular la energía consumida por el EV 102. La EMFU 106 puede ser parte del sistema 103. En una implementación, una parte o la totalidad de EMFU 106 y el controlador 104 pueden proporcionarse como parte de una placa de circuito impreso (PCB) (no mostrada en la figura 1). La información proporcionada por el EMFU 106 puede incluir un voltaje suministrado por una batería (no mostrada en la Figura 1) del EV 102 a un motor (no mostrado en la Figura 1) del EV 102 para accionar el EV 102. El EMFU 106 también puede proporcionar una señal indicativa de una corriente suministrada por la batería al motor al controlador 104. Para generar la señal indicativa de la corriente suministrada, la EMFU 106 puede incluir un sensor (no mostrado en la Figura 1). El sensor puede disponerse en una disposición sin contacto con respecto a un cable que suministra la corriente. El controlador 104 puede determinar la corriente suministrada por la batería basándose en la señal recibida del sensor. En un ejemplo, el sensor puede ser un elemento Hall, como se explicará con referencia a la figura 5. Además, la señal suministrada por el sensor puede ser el voltaje inducido en el elemento Hall.

[0024] La configuración de prueba 100 puede incluir un banco de prueba 108 en el que se puede disponer el EV 102 para la determinación de la autonomía. El banco de prueba 108 puede incluir un primer rodillo 110-1 y un segundo rodillo 110-2 (denominados colectivamente como "rodillos 110"). El EV 102 está dispuesto en el banco de prueba 108 de manera que una rueda motriz, tal como una rueda trasera 112, del EV 102 está en contacto con los rodillos 110. En consecuencia, cuando la rueda gira, el movimiento de traslación del EV 102 es restringido (es decir, el EV 102 permanece estacionario en el banco de prueba 108) por los rodillos 110, y los rodillos 110 giran. El número de rotaciones de la rueda trasera 112 corresponde a una distancia teórica recorrida por el EV 102. La distancia teórica puede referirse a la distancia de traslación que el EV 102 habría recorrido para la rotación de las ruedas, si el movimiento del EV 102 no ha sido restringido por los rodillos 110. En una implementación, el EV 102 puede estar sujeto a una carga de un peso predefinido, como 75 kilogramos, para simular el peso ejercido por un conductor del EV 102.

[0025] Un mecanismo de detección de rotación 114 de la configuración de prueba 100 puede detectar la rotación de los rodillos 110 por unidad de tiempo. Para habilitar la detección de rotación, en una implementación, uno de los rodillos 110 incluye una punta de metal y el mecanismo de detección de rotación 114 incluye un sensor de proximidad magnético (no mostrado en la Figura 1) que mira hacia el rodillo. La punta de metal puede cortar el flujo magnético del sensor de proximidad magnético durante cada rotación del rodillo. El corte del flujo magnético hace que el sensor de proximidad magnético emita un voltaje correspondiente. Por lo tanto, la salida del voltaje correspondiente puede indicar la finalización de una rotación de los rodillos 110. Aunque no se ilustra, el mecanismo de detección de rotación 114 también puede ser parte del sistema 103. Dado que el número de rotaciones de los rodillos 110 corresponde al número de rotaciones de las ruedas del EV 102, el número de rotaciones de los rodillos 110 indica la distancia teórica recorrida por el

EV 102. Por ejemplo, si el radio de los rodillos 110 es 'R', la distancia teórica recorrida por el EV 102 para una rotación de los rodillos 110 es $2\pi R$. Además, la distancia teórica recorrida por el EV 102 para 'N' rotaciones de los rodillos 110 es $N \cdot 2\pi R$. La distancia teórica puede ser determinada por el controlador 104 en función del número de rotaciones de los rodillos 110 detectadas por el mecanismo de detección de rotación 114. En otra implementación, el controlador 104 puede determinar la distancia teórica en función de una señal de velocidad proporcionada por una velocidad (no se muestra en la Figura 1) del EV 102.

10 [0026] El controlador 104 puede entonces determinar la autonomía del EV 102 basándose en el voltaje, la corriente y la distancia teórica. Por ejemplo, el controlador 104 puede determinar la energía suministrada por la batería para impulsar el EV 102 como producto del voltaje suministrado por la batería, la corriente suministrada por la batería y un período de tiempo durante el cual el voltaje y la corriente son suministrado. Además, la distancia teórica recorrida en el período de tiempo puede determinarse como se explicó anteriormente. En consecuencia, el alcance se puede calcular como una relación entre la distancia teórica y la energía suministrada.

15 20 [0027] En un ejemplo, si la autonomía es menor que una autonomía nominal, el EV 102 puede enviarse para la resolución de problemas, de modo que se identifiquen y rectifiquen las fallas que causan la autonomía reducido. Si la autonomía determinada es igual o superior a la nominal y si el EV 102 es un EV nuevo que aún no ha sido vendido, el EV 102 podrá ser puesto a la venta. Si el EV 102 es uno que ya está siendo utilizado por un ciclista y si la autonomía determinada es igual o mayor que una autonomía nominal, se le puede informar al ciclista que el EV 102 no tiene falla y que la autonomía baja del EV 102 puede deberse a otras razones, como conducir en un terreno montañoso, un comportamiento de conducción agresivo (por ejemplo, exceso de velocidad) o similares.

25 30

[0028] La Figura 2 ilustra la configuración de prueba 100, de acuerdo con una implementación de la presente materia. La configuración de prueba 100 incluye una cámara 202 en la que se puede disponer el EV 102 (no mostrado en la figura 2) para la determinación de la autonomía. La cámara 202 también puede tener el banco de prueba 108 dispuesto en ella. Como se mencionó anteriormente, el EV 102 se puede colocar en el banco de prueba 108 de modo que la rueda trasera 112 del EV 102 esté conectada de forma giratoria a los rodillos 110. Además, el movimiento de una rueda delantera del EV 102 puede estar restringido por un bloqueo de la rueda delantera 204. La cámara 202 puede cerrarse usando una puerta 205 después de colocar el EV 102 en la cámara 202. La cámara 202 puede iluminarse con una lámpara 206.

[0029] La configuración de prueba 100 también incluye una carcasa de controlador 207 que alberga el controlador 104 (no se muestra en la Figura 2). La carcasa del controlador 207 también puede albergar la EMFU 106 (no mostrada en la Figura 2). El controlador 104 determina la autonomía del EV 102 en base a las entradas del EMFU 106 y el mecanismo de detección de rotación 114 (no mostrado en la Figura 2). En una implementación, el mecanismo de detección de rotación 114 puede estar dispuesto cerca del primer rodillo 110-1. El controlador 104 también puede controlar la temperatura de la cámara 202 durante la determinación de la autonomía. La temperatura puede controlarse porque la temperatura ambiente afecta la temperatura de la batería y la temperatura de la batería afecta el rendimiento de la batería. Como se entenderá, el rendimiento de la batería afecta el alcance del EV 102. En un ejemplo, si la batería es una batería de iones de litio (LIB), la batería proporciona un rendimiento aceptable si su temperatura está dentro de la autonomía de -20 °C – 60 °C. Además, la autonomía del EV 102 se reduce para temperaturas fuera de este rango de temperatura. Esto se debe a que, fuera de este rango de temperatura, pueden ocurrir problemas que degradan el rendimiento de la LIB, como el revestimiento de litio y la fuga térmica.

[0030] En consecuencia, para una determinación precisa de la autonomía, el controlador 104 puede mantener la temperatura de la cámara 202 de modo que la temperatura de la batería esté dentro del rango de -20 °C a 60 °C. En una implementación, el controlador 104 puede recibir la temperatura de la batería desde un sistema de gestión de batería (BMS) correspondiente a la batería y, en consecuencia, controlar la temperatura de la cámara 202. Por lo tanto, un control de temperatura de circuito cerrado de la cámara 202 es logrado. El controlador 104 puede controlar la temperatura de la cámara 202 controlando un sistema de control de temperatura (no mostrado en la Figura 2) de la cámara 202. El sistema de control de temperatura puede incluir, por ejemplo, una bomba de calor y ventilaciones de temperatura 208-1 y 208-2 (denominados colectivamente respiraderos de temperatura 208) dispuestos en la cámara 202. La bomba de calor puede colocarse debajo de los respiraderos de temperatura 208.

[0031] Realizando la determinación de la autonomía para un rango de temperatura aceptable de la batería, se puede garantizar que la determinación de la autonomía no se realice durante un rendimiento reducido de la batería. Por lo tanto, se evita un resultado falso positivo (un resultado que indica que el EV 102 tiene una falla que provocó que tuviera una autonomía baja, aunque la autonomía baja fue el resultado del rendimiento reducido de la batería).

[0032] Además, en un ejemplo, el controlador 104 puede variar la temperatura de la cámara 202 y puede realizar la determinación de la autonomía para las diversas temperaturas, de modo que se puedan monitorear los valores de la autonomía para las diversas temperaturas de la batería.

[0033] El controlador 104 también puede controlar la velocidad y la aceleración del EV 102 durante la determinación de la autonomía, ya que la velocidad y la aceleración también pueden afectar la autonomía. Para controlar la velocidad y la aceleración, el controlador 104 puede controlar un sistema de control del acelerador 210 que está dispuesto en la cámara

202 y que debe acoplarse a un acelerador del EV 102. El sistema de control del acelerador 210 puede incluir un servomotor, como se explicará con referencia a la Figura 4. En otra implementación, el sistema de control del acelerador 210 puede incluir un robot para controlar el acelerador del EV 102.

[0034] Mediante el control de la velocidad y la aceleración, se puede asegurar que el valor de autonomía determinada no se vea afectado por el patrón de conducción de un conductor. Por lo tanto, se evita un valor de autonomía baja obtenido debido al comportamiento de conducción agresivo de un conductor, tal como una aceleración excesiva y la conducción a altas velocidades, evitando así resultados positivos falsos y una determinación precisa del valor de autonomía. Además, en un ejemplo, el controlador 104 puede variar la velocidad y la aceleración para determinar los valores de autonomía para varios valores de velocidad y aceleración.

[0035] La Figura 3 ilustra las conexiones entre el controlador 104 y varios otros componentes para controlar la temperatura de una batería 302 del EV 102, de acuerdo con una implementación de la presente materia. La batería 302 puede ser, por ejemplo, una LIB. La batería 302 puede ser administrada por un sistema de administración de batería (BMS) 304. Las funciones de administración realizadas por el BMS 304 pueden incluir, por ejemplo, monitorear la temperatura de la batería 302, monitorear el voltaje y la corriente suministrada por la batería 302 y controlar la recarga de la batería 302. El BMS 304 puede proporcionar los parámetros relacionados con la batería 302, como la temperatura de la batería 302, en un bus 306 de la red de área del controlador (CAN) del EV 102. En otro ejemplo, el BMS 304 puede proporcione los parámetros a un puerto de diagnóstico (no se muestra en la Figura 3) del EV 102.

[0036] El controlador 104 puede recibir la temperatura de la batería 302 a través del bus CAN 306 o el puerto de diagnóstico. Basándose en la temperatura, el controlador 104 puede operar o controlar la bomba de calor 308. El control de la bomba de calor 308 puede controlar la temperatura de

la cámara 202, de manera que se pueda controlar la temperatura de la batería 302.

[0037] La Figura 4 ilustra las conexiones entre el controlador 104 y varios otros componentes para controlar la velocidad y la aceleración del EV 102, de acuerdo con una implementación de la presente materia. El EV 102 incluye un motor eléctrico 402 (también denominado "el motor 402") para impulsar la rueda trasera 112 del EV 102. El motor 402 puede ser controlado por una unidad de control electrónico (ECU) 404 del EV 102.

[0038] La rueda trasera 112 puede estar conectada giratoriamente a los rodillos 110, lo que provoca la rotación de los rodillos durante la rotación de la rueda trasera 112, como se explicó anteriormente. La rotación de los rodillos 110 puede ser detectada por el mecanismo de detección de rotación 114, que genera una señal de rotación indicativa de la rotación de los rodillos 110. Basándose en la señal de rotación, el controlador 104 puede determinar la velocidad de rotación de la rueda trasera 112. Por ejemplo, el controlador 104 puede determinar la velocidad de rotación basándose en un número de rotaciones de los rodillos 110 por unidad de tiempo, como se explicó anteriormente. Además, en una implementación, el controlador 104 puede determinar la velocidad de rotación basándose también en una señal de velocidad recibida del EV 102. La señal de velocidad puede ser proporcionada por la ECU 404. La señal de velocidad puede ser proporcionada en el bus CAN 306 .

[0039] En un ejemplo, el controlador 104 puede comparar la velocidad determinada en base a la señal de rotación y la velocidad determinada en base a la señal de velocidad. Basándose en la comparación, el controlador 104 puede determinar si un sensor de velocidad del EV 102 está defectuoso. Por ejemplo, si una velocidad determinada en base a la señal de rotación y una velocidad determinada en base a la segunda señal de velocidad son significativamente diferentes (por ejemplo, la diferencia entre las dos velocidades excede un umbral), el controlador 104 puede inferir que tal diferencia se debe a una falla en el sensor de velocidad del EV 102,

que provocó la generación de la señal de velocidad. Basándose en la determinación del fallo, el controlador 104 puede proporcionar un mensaje de error. Por lo tanto, además de la determinación de la autonomía, el controlador 104 también permite la identificación de fallas en el sensor de velocidad del EV 102.

[0040] Tras la determinación de la velocidad, el controlador 104 también puede controlar la velocidad, la aceleración o ambos del EV 102. Para controlar la velocidad y/o la aceleración, el controlador 104 puede proporcionar un comando a un servocontrolador 406 del sistema de control del acelerador 210. El comando puede incluir, por ejemplo, un valor ordenado de velocidad, un valor ordenado de aceleración, o ambos. Basándose en el comando, el servocontrolador 406 puede controlar un servomotor 408 del sistema de control del acelerador 210. El servomotor 408 puede estar acoplado a un acelerador 410 del EV 102 y puede accionar el acelerador 410. Basado en la actuación del acelerador 410, la ECU 404 puede controlar el motor 402, para controlar la velocidad y/o la aceleración del EV 102. Así, el controlador 104 puede realizar la determinación de la autonomía a un valor deseado de la velocidad y/o la aceleración.

[0041] La Figura 5 ilustra la determinación del voltaje y la corriente suministrada por la batería 302 al motor 402 por el controlador 104, de acuerdo con una implementación de la presente materia. La batería 302 puede estar conectada al motor 402 a través de los cables 502 y 504, que pueden ser, por ejemplo, parte de un arnés de cableado (no mostrado en la Figura 5). El cable 502 se puede conectar a un terminal positivo 506 de la batería 302 y el cable 504 se puede conectar a un terminal negativo 508 de la batería 302. Los cables 502 y 504 se pueden conectar al motor 402 a través de un controlador de motor 510. El controlador de motor 510 controla el funcionamiento del motor 402 y también puede convertir el voltaje de corriente continua (CC) suministrado por la batería 302 en un voltaje de corriente alterna (CA) para operar el motor 402. En un ejemplo, el motor 402 puede ser un motor trifásico. En consecuencia, el voltaje de CA

generado por el controlador de motor 510 puede ser un voltaje de CA trifásico.

[0042] Los terminales 506 y 508 también pueden conectarse a una unidad de medición de voltaje 512, de modo que la unidad de medición de voltaje 512 pueda medir el voltaje suministrado por la batería 302 al motor 402. La unidad de medición de voltaje 512 puede ser parte de la EMFU 106. En un ejemplo, la unidad de medición de voltaje 512 puede implementarse en forma de un circuito integrado (CI). El CI puede ser parte de un PCB que también incluye el controlador 104. La unidad de medición de voltaje 512 puede indicar el voltaje medido al controlador 104. En un ejemplo, el voltaje medido puede ser recibido por un convertidor de analógico a digital (ADC) 513 del controlador 104. El ADC 513 puede digitalizar el voltaje medido, que está en forma de una señal analógica, para su posterior procesamiento.

[0043] Además, se puede proporcionar un elemento Hall 514 cerca del cable 502, que está conectado al terminal positivo 506 de la batería 302, para permitir la medición de la corriente suministrada por la batería 302 al motor 402. El elemento Hall 514 puede ser parte de la EMFU 106. El elemento Hall 514 puede proporcionarse como parte de la PCB que tiene el controlador 104 o fuera de la PCB. El elemento Hall 514 se puede proporcionar en una disposición sin contacto con respecto al cable 502 y puede estar, por ejemplo, a 2-3 centímetros del cable 502. El elemento Hall 514 se puede suministrar con una corriente de polarización constante a través de una conexión 516 suministrando un voltaje de polarización 518 al terminal 520.

[0044] Un campo magnético generado debido al flujo de corriente en el cable 502 puede inducir un voltaje (V_H) en el elemento Hall 514. La fuerza del campo magnético es directamente proporcional a la magnitud de la corriente que fluye en el cable. 502. Además, la magnitud del voltaje V_H inducido es directamente proporcional a la fuerza de un componente 522 del campo magnético que es perpendicular a la superficie del elemento Hall

514. Por lo tanto, el valor del voltaje V_H es indicativo de la corriente suministrada por la batería 302. También se puede generar en el elemento Hall 514 un componente de voltaje adicional V_{COM} , también denominado voltaje de línea de base, debido a la influencia del campo magnético. El valor del voltaje de línea de base no cambia con el cambio en la fuerza del campo magnético y puede ser un voltaje característico del elemento Hall 514. Por lo tanto, un voltaje 524 inducido en el elemento Hall 514 es una suma de dos componentes: un componente V_H que es proporcional a la fuerza del campo magnético y un voltaje de línea base V_{COM} que no varía con el campo magnético. El voltaje 524 inducido en el elemento Hall 514 puede recuperarse del terminal 520 a través de una conexión 525.

[0045] El voltaje 524 inducido en el elemento Hall 514 puede ser recibido por el controlador 104. En una implementación, el voltaje 524 puede ser recibido por un amplificador 526 del controlador 104. El amplificador 526 puede restar el voltaje de referencia V_{COM} del voltaje 524 y puede amplificar la porción restante, es decir, el voltaje V_H , del voltaje 524. El amplificador 526 puede ser, por ejemplo, un amplificador diferencial. Así, se obtiene una versión amplificada del voltaje que varía según la fuerza del componente de campo magnético 522. El voltaje amplificado puede ser rectificado por un rectificador 528 y digitalizado por el ADC 513. Basándose en la señal digitalizada, el controlador 104 puede entonces determinar la corriente suministrada por la batería 302.

[0046] La medición de la corriente de la manera explicada anteriormente asegura que la batería 302 no se ponga fuera de servicio o fuera del EV 102 para determinar la autonomía. Además, dado que los componentes involucrados en la medición de corriente no están directamente conectados al cable 502, los componentes están protegidos de un alto valor de corriente que puede ser suministrado por la batería 302. Además, dicha conexión indirecta también reduce el tamaño de los cables.

componentes que se utilizarán para la medición de corriente.

[0047] En una implementación, la corriente medida también puede ser utilizada por el controlador 104 para determinar una profundidad de descarga (DOD) de la batería 302, que es una fracción de la carga total que se ha extraído de la batería 302. La DOD es el complemento del estado de carga (SOC) de la batería 302 - a medida que aumenta DOD, disminuye SOC. El DOD puede representarse matemáticamente de la siguiente manera:

$$DOD = \frac{C_{\text{liberado}}}{C_{\text{clasificado}}} \times 100$$

10 donde C_{liberado} es la cantidad de carga descargada por la batería 302 y $C_{\text{clasificado}}$ es la capacidad nominal de carga de la batería 302.

[0048] Al determinar la corriente suministrada por la batería 302 y el tiempo durante el cual se suministra la corriente, el controlador 104 puede determinar el DOD de la batería 302. Además, el controlador 104 puede
15 comparar el DOD determinado con el DOD determinado por el ECU del EV 102. El controlador 104 puede recibir el DOD determinado por la ECU a través, por ejemplo, del puerto de diagnóstico del EV 102. Basándose en la comparación, el controlador 104 puede determinar si el DOD determinado por la ECU es correcto. De esta manera, el controlador 104 puede validar
20 el DOD determinado por la ECU y también puede detectar cualquier error en el DOD determinado por la ECU.

[0049] En una implementación, el EMFU 106 incluye además un núcleo metálico 530 cerca del cable 502 y el elemento Hall 514. La función del núcleo metálico 530 se explicará a continuación con referencia a la
25 figura 6.

[0050] La Figura 6 ilustra la disposición del núcleo metálico 530 y el elemento Hall 514 con respecto al alambre 502, de acuerdo con una implementación de la presente materia. El núcleo de metal 530 puede tener una alta permeabilidad magnética y puede estar hecho, por ejemplo, de
30 Permalloy (que tiene aproximadamente un 80 % de níquel y un 20 % de contenido de hierro). El núcleo de metal 530 puede tener forma de tira.

Cuando se va a medir la corriente que fluye desde la batería 302, el núcleo metálico 530 se puede doblar y disponer de manera que rodee el cable 502 y se forme un espacio 602 entre los dos extremos del núcleo metálico 530. Además, el elemento Hall 514 puede estar dispuesto en el espacio 602. El espacio libre entre el elemento Hall 514 y los extremos del núcleo metálico 530 puede ser menor que el espacio entre el elemento Hall 514 y el alambre 502. En un ejemplo, el espacio libre puede estar en el orden de unos pocos milímetros, como 2-3 milímetros.

[0051] Debido a su alta permeabilidad magnética, la mayor parte del flujo magnético generado debido a la corriente que pasa a través del cable 502 pasa a través del núcleo metálico 530. Así, el núcleo metálico 530 actúa como un concentrador de flujo. Además, debido al pequeño espacio libre entre los extremos del núcleo metálico 530 y el elemento Hall 514, una porción significativa del flujo magnético que fluye en el núcleo metálico 530 llega al elemento Hall 514. Por lo tanto, al usar el núcleo metálico 530, el se incrementa la cantidad del flujo magnético generado que llega al elemento Hall 514. Así, el valor del voltaje V_H generado cuando se usa el núcleo metálico 530 es mayor que el generado cuando no se usa el núcleo metálico 530. Así, el uso del núcleo metálico 530 aumenta la sensibilidad del elemento Hall 514.

[0052] La Figura 7 ilustra los componentes del controlador 104, de acuerdo con una implementación de la presente materia. El controlador 104 incluye una unidad de procesamiento 702 que realiza las diversas tareas de procesamiento involucradas en la determinación de la autonomía. La unidad de procesamiento 702 incluye un sistema programable en un chip (PSoC) 704, que es una familia de circuitos integrados (CI) de microcontroladores. Los circuitos integrados incluyen un núcleo de unidad central de procesamiento (CPU) y matrices de señales mixtas de periféricos analógicos y digitales integrados configurables. El PSoC 704 puede realizar los cálculos implicados en la determinación del alcance, como la determinación de la energía gastada por la batería 302 y la distancia teórica

recorrida por el EV 102. El PSoC 704 puede utilizar un micronúcleo 706 para realizar los cálculos. El micronúcleo 706 puede incluir instrucciones que pueden ser ejecutadas por el PSoC 704 para implementar un sistema operativo (SO). Además, el micronúcleo 706 puede incluir instrucciones ejecutables por el PSoC 704 para realizar los cálculos.

[0053] La unidad de procesamiento 702 incluye además una unidad de acondicionamiento de señales 708 que acondiciona las señales recibidas por el controlador 104 de manera que las señales puedan ser procesadas por el PSoC 704. La unidad de acondicionamiento de señales 708 puede incluir el ADC 513 (no mostrado). en la Figura 7), que digitaliza las señales recibidas del EMFU 106, como se explicó anteriormente. La unidad de acondicionamiento de señal 708 también puede incluir el amplificador 526 y el rectificador 528.

[0054] La unidad de procesamiento 702 también puede incluir un transceptor CAN 710 que puede recibir información, como la temperatura de la batería 302 y la velocidad del EV 102, desde el bus CAN 306 del EV 102.

[0055] Además de la unidad de procesamiento 702, el controlador 104 también incluye un acoplador de diagnóstico a bordo (OBD) 712 que permite la conexión entre el controlador 104 y la ECU del EV 102 para obtener información de diagnóstico, como información sobre un falla en el EV 102, desde el EV 102. El acoplador OBD 712 puede conectarse al bus CAN o al puerto de diagnóstico del EV 102. Una unidad de conectividad 714 permite la conectividad de red, tal como conectividad de red de área local (LAN) y conectividad de fidelidad inalámbrica (Wi-Fi), al controlador 104. Se puede utilizar un teclado 716 para proporcionar entradas al controlador 104 y se puede utilizar una unidad de pantalla 718 para proporcionar salidas desde el controlador 104. Además, un bus serie universal (USB) el puerto 720 se puede utilizar para flashear y solucionar problemas del controlador 104.

[0056] Usando las técnicas descritas anteriormente, se determina la autonomía real de un EV. Aunque la determinación no se ve afectada por factores ambientales, como una temperatura ambiente alta o conducir en un terreno montañoso, dichos factores ambientales tienen un efecto a largo plazo en el alcance del EV. Por ejemplo, si el EV 102 se usó durante mucho tiempo en regiones con una temperatura ambiente alta, la batería 302 puede haber sufrido algún deterioro debido a la exposición prolongada a altas temperaturas. Además, si el EV 102 se usó durante mucho tiempo en altitudes elevadas, es posible que el EV 102 haya sufrido algún deterioro. Por lo tanto, la autonomía que se espera de un EV, es decir, la autonomía nominal para el EV puede variar de una región a otra. Para determinar la autonomía nominal de un EV, se recopilan las autonomías determinados de la manera anterior para los EV de una región determinada. Los EV de los que se recopilarán los valores de autonomía se pueden seleccionar en función de la edad o la distancia total recorrida por los EV. Por ejemplo, los valores de autonomía pueden obtenerse de vehículos eléctricos que han recorrido una distancia inferior a 2000 kilómetros. Los valores de autonomía recopilados de una región determinada pueden estar sujetos a técnicas estadísticas, como la determinación de la media y la mediana. Con base en las técnicas estadísticas, se puede determinar la autonomía nominal correspondiente a una región. La autonomía nominal correspondiente a la región puede compararse con la autonomía determinada para el EV 102, para determinar si el EV 102 debe someterse a resolución de problemas. De esta manera, se evita un resultado falso positivo que indique que el EV 102 tiene una autonomía baja, aunque la autonomía baja se deba a factores ambientales desfavorables a los que estuvo sujeto el EV 102.

[0057] En una implementación, la dependencia de la autonomía nominal de un EV en varios factores ambientales puede modelarse en base a los valores de autonomía obtenidos de varias regiones. Tal dependencia puede entonces usarse para calcular la autonomía nominal para cualquier región. Por ejemplo, usando valores de autonomía de varias regiones y los

factores ambientales de esas regiones como entradas, se puede derivar una función matemática que represente la autonomía nominal como una función de los factores ambientales. Tal derivación se puede realizar utilizando una técnica de regresión, como la regresión lineal. Usando la
5 función matemática, se puede calcular la autonomía nominal para una región que tiene un conjunto de factores ambientales.

[0058] La Figura 8 ilustra un método 800 para la determinación de la autonomía de un vehículo eléctrico (EV), de acuerdo con una implementación de la presente materia. El orden en el que se describe el
10 método 800 no pretende interpretarse como una limitación, y cualquier número de bloques de métodos descritos puede combinarse en cualquier orden para implementar el método 800 o un método alternativo. Los pasos del método 800 pueden ser realizados por un sistema, como el sistema 103, que tiene un sensor, como el elemento Hall 514, y un controlador, como el controlador 104.
15

[0059] En el bloque 802, el sensor genera una señal indicativa de una corriente suministrada por una batería del EV a un motor del EV. El EV puede ser, por ejemplo, el EV 102. La corriente puede suministrarse para accionar el motor. El sensor está dispuesto cerca y en una disposición sin
20 contacto con respecto a un cable, tal como el cable 502, que es para suministrar la corriente.

[0060] En el bloque 804, el controlador determina una corriente suministrada por la batería al motor basándose en la señal generada por el sensor, como se explica con referencia a la Figura 5(a). Además, en el
25 bloque 806, el controlador recibe una indicación del voltaje suministrado por la batería al motor.

[0061] En el bloque 808, el controlador puede determinar una distancia teórica recorrida por el EV. La distancia teórica se puede determinar en función del número de rotaciones de los rodillos, como los rodillos 110, que
30 están acoplados a la rueda del EV, como se explica con referencia a la

Figura 1. Además, en el bloque 810, el controlador puede determinar la autonomía del EV basado en el voltaje, la corriente y la distancia nocional.

[0062] En una implementación, el método 800 incluye controlar, por parte del controlador, la velocidad y la aceleración del vehículo eléctrico a través de un servomotor acoplado a un acelerador del vehículo eléctrico. Además, en una implementación, el método 800 incluye el control, por parte del controlador, de la temperatura de una cámara en la que está dispuesto el vehículo eléctrico para controlar la temperatura de la batería a través de una bomba de calor en la cámara.

[0063] En una implementación, el método 800 incluye comparar la autonomía determinada con una autonomía nominal. La autonomía nominal corresponde a una región en la que se conduce el vehículo eléctrico, como se ha explicado anteriormente. Con base en la comparación, se puede determinar si el EV tiene una falla que hace que tenga una autonomía baja. Por ejemplo, si el valor de la autonomía determinada es menor que la autonomía nominal por un valor de umbral, se puede determinar que el EV tiene una falla. La autonomía nominal puede determinarse basándose en los valores de autonomía de una pluralidad de EV que se conducen en la región. Por ejemplo, los valores de alcance de una pluralidad de vehículos eléctricos que se conducen en la región pueden someterse a una técnica estadística para calcular el alcance nominal, como se explicó anteriormente.

[0064] El método 800 también puede incluir la determinación de una dependencia de la autonomía nominal de una pluralidad de factores ambientales de la región, como la temperatura ambiente promedio, la altitud (por ejemplo, el nivel medio del mar) en base a una técnica de regresión, como la regresión lineal.

[0065] La presente materia proporciona una manera eficiente y precisa de determinar una autonomía de un EV. La determinación de la autonomía se puede realizar sin realizar ningún cambio en los componentes del EV o las conexiones entre los componentes. Además, la disposición sin contacto

para la determinación de la corriente también evita cualquier daño al sistema debido a un flujo de corriente alto al motor y permite proporcionar componentes de tamaño pequeño para la determinación de la corriente.

5 [0066] La determinación del alcance de acuerdo con la presente materia se puede realizar en un entorno controlado, como con temperatura controlada, y sometiendo el vehículo a condiciones predeterminadas, como velocidad, aceleración y carga predeterminadas. Por lo tanto, se evitan las imprecisiones en la determinación de la autonomía que pueden surgir debido a la variación de los factores que afectan la autonomía, como la
10 velocidad, la aceleración, la carga y la temperatura. Además, las técnicas de la presente materia pueden implementarse con cambios mínimos en las configuraciones de prueba existentes utilizadas para la determinación del alcance de otros tipos de vehículos, como los vehículos impulsados por un motor de combustión interna.

15 [0067] La presente materia también se puede usar para determinar una profundidad de descarga de una batería del EV y también se puede usar para validar la profundidad de descarga calculada por el EV. Además, los errores en el sensor de velocidad del EV también pueden determinarse usando la presente materia.

20 [0068] Aunque la presente materia se ha descrito con referencia a realizaciones específicas, esta descripción no pretende interpretarse en un sentido limitante. Varias modificaciones de las realizaciones descritas, así como realizaciones alternativas del objeto, serán evidentes para los expertos en la técnica con referencia a la descripción de la materia objeto.