

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 732 249**

51 Int. Cl.:

G01M 17/00 (2006.01)

G06F 19/00 (2008.01)

G06Q 50/00 (2012.01)

G07C 5/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.09.2010 PCT/CA2010/001497**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.03.2011 WO11035427**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.09.2010 E 10818195 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2019 EP 2480871**

54 Título: **Sistema, método y programa informático para simular el uso de energía de vehículo**

30 Prioridad:

25.09.2009 US 245868 P

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

21.11.2019

73 Titular/es:

**GEOTAB INC. (100.0%)
2440 Winston Park Drive
Oakville, ON L6H 7V2, CA**

72 Inventor/es:

**STEVENS, MATTHEW y
MENDES, CHRISTOPHER, J.**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 732 249 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

Sistema, método y programa informático para simular el uso de energía de vehículo

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere en general a simular el uso de energía de vehículo. La presente invención más específicamente se refiere a simular de manera precisa el uso de energía de vehículo basándose en datos de modelación de vehículo y de ciclo de conducción.

10

Antecedentes

Un comprador de vehículo puede lograr ahorros de combustible comprando un vehículo electrificado o semi-electrificado. Sin embargo, estos vehículos son típicamente más intensivos en capital para comprar que sus homólogos de los vehículos convencionales. Identificar los ahorros de combustible comprando un vehículo electrificado o semi-electrificado puede ser difícil. Por lo tanto, es importante poder determinar de manera precisa el retorno de la inversión a la compra antes de la compra. Desafortunadamente, la determinación de estos ahorros es difícil debido a la alta dependencia del consumo de energía en el ciclo de conducción del mundo real. Por lo tanto, identificar la aplicación apropiada de vehículos híbridos/eléctricos es importante tanto para el fabricante de los vehículos así como para el comprador potencial.

15

20

25

Actualmente, el fabricante de vehículo comercializa el consumo de combustible del vehículo según se prueba en procedimientos de prueba exigidos por el gobierno, o según se mide en aplicaciones específicas de consumo de combustible del mundo real. Desafortunadamente, en la mayoría de los casos los compradores hallan el consumo de combustible verdadero que es mayor que el anunciado por el fabricante. Esto es típicamente debido a desajustes entre los ciclos de conducción en los que se probó el vehículo, y el ciclo de conducción que está experimentando el vehículo en uso. El efecto neto es compradores de vehículos decepcionados, y publicidad negativa para estos vehículos por no estar a la altura de las expectativas anunciadas.

30

El software de simulación de vehículo está actualmente disponible. Dos proveedores de tales herramientas de simulación son ANL (software de simulación PSAT) y AVL (software de simulación Advisor). Típicamente estas herramientas se usan para fines de diseño de vehículo y por grandes firmas de diseño automovilísticas. Estos paquetes de software son extremadamente complejos y su uso requiere un ingeniero experimentado en diseño de vehículos. Por esta razón, están limitados a fabricantes de vehículos.

35

También existen calculadores de retorno de inversión (ROI) de vehículos sencillos. Estos se basan en valores de consumo de combustible anunciado para determinar costes de combustible. Aunque este es el enfoque evidente, la experiencia con vehículos híbridos y eléctricos indica que estos análisis pueden ser muy engañosos puesto que el consumo de combustible anunciado puede ser un error significativo debido al ciclo de conducción real.

40

Calcular el consumo de combustible de un vehículo a partir de datos de diagnóstico OBDII es sencillo según se proporciona en la solicitud de patente canadiense 2.541.593. Este método es útil para determinar consumo de combustible de vehículos ya en posesión de uno, sin embargo, no resuelve el problema de predicción del consumo de combustible de un vehículo (o conjunto de vehículos) antes de su compra.

45

Adicionalmente, existen métodos para estimar la masa de un vehículo, como se proporciona en la Patente de Estados Unidos 6.347.269. El documento US 6.242.873 B1 describe un sistema a bordo en el que un ordenador está embebido en un vehículo y aplica un modelo matemático del mismo vehículo para proporcionar control en tiempo real y toma de decisiones para el mismo vehículo.

50

Sin embargo, actualmente no hay técnica existente para simular de manera precisa el uso de combustible de un vehículo bajo consideración para su compra.

55

Lo que se requiere, por lo tanto, es una herramienta para simular de manera precisa el uso de combustible de un vehículo bajo consideración para su compra.

Sumario de la invención

60

La presente invención proporciona un sistema para simular el uso de energía de uno o más vehículos bajo consideración, el sistema caracterizado por: (a) un servidor accesible por red; (b) una herramienta de modelación de energía vinculada al servidor por medio de la red, la herramienta de modelación de energía operable para generar datos de consumo de energía que proporcionan una función de consumo de energía de un vehículo bajo consideración; (c) una herramienta de registro de datos asociada con uno o más vehículos de prueba para recopilar uno o más conjuntos de datos de ciclo de conducción basándose en condiciones de conducción del mundo real, la herramienta de registro de datos operable para comunicar los datos de ciclo de conducción al servidor a través de la

65

red; y (d) una herramienta de gestión de flota vinculada al servidor para combinar los datos de consumo de energía con los datos de ciclo de conducción para estimar el uso de energía del uno o más vehículos bajo consideración.

La presente invención proporciona también un método para simular el uso de energía de uno o más vehículos bajo consideración, el método caracterizado por: (a) generar datos de consumo de energía para un vehículo bajo consideración, proporcionando los datos de consumo de energía una función de consumo de energía del vehículo bajo consideración; (b) recopilar uno o más conjuntos de datos de ciclo de conducción basándose en condiciones de conducción del mundo real asociadas con uno o más vehículos de prueba; y (c) combinar los datos de consumo de energía con los datos de ciclo de conducción para estimar el uso de energía del uno o más vehículos bajo consideración.

A este respecto, antes de explicar al menos una realización de la invención en detalle, se ha de entender que la invención no está limitada en su aplicación a los detalles de construcción y a las disposiciones de los componentes expuestos en la siguiente descripción o ilustrados en los dibujos. La invención es apta para otras realizaciones y para ponerse en práctica y llevarse a cabo de diversas maneras. También, se ha de entender que la fraseología y terminología empleadas en el presente documento son para el fin de descripción y no deberían considerarse como limitantes.

Descripción de los dibujos

La Figura 1 ilustra una implementación de sistema de acuerdo con la presente invención.

La Figura 2 ilustra un ejemplo de una interfaz de usuario para posibilitar que un usuario acceda el sistema.

La Figura 3 ilustra las operaciones llevadas a cabo en una implementación de la herramienta de gestión de flota.

Descripción detallada

La presente invención proporciona un sistema, método y programa informático para simular el uso de energía de un elemento bajo consideración, tal como un vehículo, por ejemplo. Esta simulación usa datos de modelación de vehículo y de ciclo de conducción para reflejar condiciones del mundo real en lugar de basarse en los datos suministrados por el fabricante. La simulación permite que los posibles compradores de vehículos, por ejemplo, predigan de manera más estrecha su retorno de la inversión, ahorros de energía (combustible), gama de vehículo, y reducción en emisiones generando predicciones de consumo de energía de precisión superior de lo que sería posible de otra manera. La simulación también permite que fabricantes de vehículos, por ejemplo, consigan beneficios significativos de la obtención de datos de uso del mundo real de sus clientes que pueden usarse para informar decisiones de diseño de vehículo. El término 'vehículo' en el presente documento hace referencia a cualquier clase de dispositivo de transporte móvil propulsado, que incluye vehículos de pasajeros así como equipo industrial, vehículos comerciales, equipo automatizado, robots, transportes aéreos, etc. Adicionalmente, la simulación puede implementarse para simulación no vehicular tal como cualquier implementación donde puede desarrollarse un perfil de uso que hace el cálculo de energía no trivial, particularmente donde hay nuevos dispositivos eficientes en energía disponibles para comprarse. Por ejemplo, el sistema puede implementarse para simulación de componentes de planta de fabricación o componentes eléctricos domésticos. Por lo tanto, debería entenderse que las referencias en el presente documento a un "vehículo" pueden aplicarse a cualquier otro elemento para el que puede aplicarse simulación de energía. De manera similar, las referencias en el presente documento tales como "datos de ciclo de conducción" deben entenderse que hacen referencia en general a "datos de uso de elemento", y así sucesivamente. Adicionalmente, los factores ambientales descritos en el presente documento pueden incluir factores ambientales específicos de vehículo, sin embargo debería entenderse que se contemplan otros factores ambientales que pueden ser específicos a otros elementos.

Un ejemplo particular de una implementación de la invención es una aplicación donde hay variación significativa en ciclos de trabajo (por ejemplo, tanto en flotas de vehículos como a través de flotas de vehículos) y que acepta, por ejemplo, vehículos eléctricos híbridos, vehículos eléctricos híbridos enchufables, u otra tecnología que sea dependiente de ciclo de conducción.

En una implementación de ejemplo, un posible comprador de un vehículo electrificado o semi-electrificado (híbrido) puede predecir de manera más estrecha su retorno de inversión, ahorros de energía y reducción en emisiones generando predicciones de consumo de energía de precisión y/o predicciones de gama de vehículo más superiores de lo que serían de otra manera.

La Figura 1 ilustra una implementación de sistema de acuerdo con la presente invención. Se proporciona un servidor (1) para recopilar datos de ciclo de conducción, acceder a una herramienta de modelación de energía (3), y procesar simulaciones usando una herramienta (5) de gestión de flota, cada una de las cuales están vinculadas al servidor (1) por una red (11). Una herramienta (7) de post procesamiento, vinculada al servidor (1), puede proporcionarse también para agregar una pluralidad de simulaciones. La herramienta (3) de modelación de energía y la herramienta (5) de gestión de flota pueden vincularse a una o más bases de datos (9) para almacenar modelos de vehículo y datos de ciclo de conducción, respectivamente. Una implementación particular contempla adicionalmente que la una o más

bases de datos (9) incluyen una base de datos de límite de velocidad. Cualquiera o todas de las bases de datos pueden ser bases de datos relacionales. Una herramienta de post-procesamiento puede estar vinculada también al servidor para posibilitar análisis adicional de las simulaciones por un comprador.

5 El servidor puede ser accesible mediante una red (11), tal como Internet o una red de área local o extensa, y puede incluir también o estar vinculado a un servidor web (13) para posibilitar que un comprador acceda a una interfaz de usuario accesible por web en un ordenador cliente (15) para interactuar con la herramienta (5) de gestión de flota.

10 Puede proporcionarse una pluralidad de herramientas (17, 19) de registro de datos, estando vinculada cada herramienta de registro de datos o asociada con un vehículo (21, 23) para recopilar datos de ciclo de conducción del vehículo. Por ejemplo, cada herramienta (17, 19) de registro de datos puede vincularse a su respectivo vehículo por medio de un puerto (o puerto OBD-II) de Diagnóstico a Bordo (OBD), u otro puerto de datos, del vehículo. El uso del puerto OBD posibilita instalación muy rápida de la herramienta de registro de datos a un vehículo. Para elementos que no son vehículos, puede usarse un medio similar de recopilación de datos de uso de elementos como un enlace entre
15 la herramienta de registro de datos y el elemento. Puede conseguirse una implementación alternativa vinculando una herramienta de registro de datos a un vehículo por medio de un puerto de diagnóstico J1939 de un vehículo. El J1939 tiene una lista para señales convencionales/sugeridas también conocidas como PGN. A partir de la lista de PGN sugerida, puede seleccionarse un conjunto de mensajes, incluyendo ID de vehículo, velocidad de vehículo, (basada en navegación), velocidad de vehículo (basada en las ruedas), latitud, longitud, velocidad de motor, motor real por par de torsión, demanda de motor - porcentaje de par de torsión, porcentaje de par de torsión de motor de demanda de los conductores, par de torsión de motor de referencia, caudal de masa de gas del motor 1 y temperatura de refrigerante del motor. Una antena de GPS y módem de GSM pueden vincularse adicionalmente a la herramienta de registro de datos para proporcionar datos de localización para posibilitar identificación de ruta y recogida de datos remota, respectivamente.

25 La herramienta de registro de datos puede incluir, como alternativa o además, un dispositivo asociado con el vehículo y operable para generar datos de ciclo de conducción, tal como datos de velocidad frente a tiempo, para el vehículo. Por ejemplo, la herramienta de registro de datos puede ser (o puede incluir) un dispositivo habilitado con GPS que se coloca en el vehículo (pero no necesariamente conectado por comunicaciones alámbricas o inalámbricas a un sistema electrónico del vehículo). Por ejemplo, la herramienta de registro de datos puede proporcionarse por un dispositivo de GPS o un teléfono inteligente inalámbrico que tiene capacidad de GPS, con la condición de que una herramienta de registro de datos de este tipo esté dentro (o en proximidad sustancial a) el vehículo durante la recopilación de los datos de ciclo de conducción.

35 Cada herramienta (17, 19) de registro de datos puede estar también vinculada al servidor (1) por un enlace alámbrico o inalámbrico. Cada herramienta (17, 19) de registro de datos puede operarse para comunicar datos de ciclo de conducción recopilados al servidor (1) para su registro en la base de datos (9). Por ejemplo, el servidor puede estar vinculado a una pasarela inalámbrica (25) que posibilita un enlace de comunicación inalámbrica entre las herramientas (17, 19) de registro de datos y el servidor (1). El enlace puede ser persistente o intermitente. Como tal, cada
40 herramienta (17, 19) de registro de datos puede incluir o estar vinculada a una memoria de datos, que puede usarse para almacenar datos de ciclo de conducción antes de comunicar los datos de ciclo de conducción al servidor. Los datos de ciclo de conducción pueden mantenerse o borrarse a continuación de la herramienta de registro de datos. El servidor (1) puede estar también equipado con conexiones alámbricas para recopilar datos de ciclo de conducción, por ejemplo de un puerto de Diagnóstico a Bordo (OBD) de cada vehículo. Como alternativa, la herramienta de registro de datos puede vincularse a un ordenador cliente que tiene un enlace al servidor, de manera que la herramienta de registro de datos puede transmitir datos de ciclo de conducción al ordenador cliente y el ordenador cliente puede a continuación transmitir los datos de ciclo de conducción al servidor.

50 Debería entenderse que el sistema puede ejecutarse en uno o más ordenadores de propiedad por el posible comprador, el fabricante, o una tercera parte o puede implementarse como un programa combinado único que se ejecuta en un único ordenador. Una realización de la invención puede comprender uno o más ordenadores o servidores de fin especial o de fin general, cada uno de los cuales puede incluir, pero sin limitación, uno o más procesadores, memorias, dispositivos de almacenamiento, dispositivos de entrada/salida y una interfaz de red. Para el fin de explicación, los términos 'ordenador' y 'servidor' pueden ser intercambiables de acuerdo con la descripción anterior.

55 Un ejemplo de una interfaz de usuario se ilustra en la Figura 2. Los datos de ciclo de conducción pueden introducirse al servidor usando una pestaña 'gestionar datos de vehículo', o como alternativa los datos de ciclo de conducción pueden ser datos ligados a esta pestaña en el caso de que se auto-envíen al servidor; esta unión de datos identifica y vincula dispositivos telemáticos individuales de cada vehículo al escenario de simulación deseado. La interfaz de usuario puede visualizar una diversidad de soluciones de compra de vehículo optimizadas de acuerdo con los criterios de entrada elegidos: la minimización de gases de efecto invernadero, la minimización de costes de durabilidad, etc. La interfaz de usuario puede posibilitar que el usuario tenga la capacidad de introducir datos financieros pertinentes que permitirán que el servidor calcule el periodo de tiempo de retorno de inversión para la inversión. Además, la interfaz de usuario puede visualizar incentivos gubernamentales para la compra incluyendo el valor de cualesquiera créditos de gas de efecto invernadero (si fuera aplicable).

El servidor de la presente invención puede vincularse a al menos tres herramientas para posibilitar la simulación de vehículo, que incluyen: (1) una herramienta de modelación de energía vinculada al servidor para generar datos de consumo de energía que proporcionan una función de consumo de energía de un vehículo bajo consideración - la herramienta de modelación de energía posibilita que los administradores construyan modelos de simulación de consumo de energía específicos de vehículo que posibilitan simulación más precisa de rendimiento de vehículos específicos basándose en condiciones de conducción del mundo real, y también posibilita que los usuarios accedan a modelos de simulación de consumo de energía pre-existentes para vehículos particulares; (2) una herramienta de registro de datos vinculada a vehículos (si los vehículos tradicionales existentes, algunos o todos de los cuales un usuario desea sustituir por vehículos más eficientes en energía o vehículos de prueba que consisten en vehículos más eficientes en energía) para recopilar datos de ciclo de conducción de condiciones de conducción del mundo real; y (3) una herramienta de gestión de flota para combinar los datos de consumo de energía con los datos de ciclo de conducción para estimar el uso de energía de un vehículo bajo consideración. Debería entenderse que la función de consumo de energía del vehículo bajo consideración puede usarse para derivar la gama del vehículo para el vehículo.

Debería entenderse que la "herramienta de gestión de flota" no se usa para gestionar el despacho de vehículos, por ejemplo, sino que en su lugar posibilita que un usuario genere datos de consumo de energía y/o datos de gama de vehículo enlazados al rendimiento del mundo real de vehículos reales en condiciones reales experimentadas por la flota de vehículos del usuario (o la compañía del usuario o cliente), y que genere adicionalmente basándose en estos datos datos de retorno de inversión y similares. La herramienta de gestión de flota puede entenderse como una utilidad que posibilita aplicación fácil de modelación de datos basándose en la herramienta de modelación de energía a datos de uso de vehículo reales como se explica adicionalmente a continuación.

La herramienta de gestión de flota combina los datos de modelación de energía para un vehículo con los datos de ciclo de conducción para el vehículo para estimar el uso de combustible de un vehículo bajo consideración. Los datos de ciclo de conducción, obtenidos de un vehículo en uso y el reflejo de condiciones del mundo real, pueden comprender datos telemétricos e informativos con respecto al vehículo, incluyendo por ejemplo velocidad de vehículo frente a datos de tiempo. Los datos de ciclo de conducción pueden registrarse por la herramienta de registro de datos del vehículo, por ejemplo por equipo de registro de datos de GPS vinculados al vehículo o a partir del puerto OBD del vehículo. Como alternativa, el equipo telemático inalámbrico automatizado puede vincularse a la herramienta de registro de datos para generar información de datos de ciclo de conducción para el servidor que procesa datos de ciclo de conducción con la herramienta de gestión de flota.

Los datos de ciclo de conducción pueden ampliarse mediante la estimación de pendiente de la carretera de datos de localización de GPS capturados y una base de datos adecuada de datos de elevación. La pendiente de la carretera puede usarse para aumentar adicionalmente la precisión de la simulación teniendo en cuenta el combustible adicional requerido para la pendiente inclinada y el menor combustible requerido para la conducción de pendiente declinada. Otros factores ambientales incluyen temperatura del aire exterior (que afecta a los requisitos de calefacción/refrigeración, llueve/nieve/niebla (que afecta a patrones de conducción), o, particularmente para una instalación, cambios operacionales específicos de la estación (tal como que el aire acondicionado del edificio esté encendido o apagado), variaciones de temperatura diarias, etc.

Los datos de ciclo de conducción pueden ampliarse también mediante la estimación de la masa de carga útil (que puede variar durante un ciclo de conducción particular) de datos de carga de motor que pueden capturarse del puerto OBD. Una vez es conocido el par de torsión del motor del vehículo, pueden utilizarse ecuaciones de arrastre de vehículo convencionales para volver a calcular la masa (y por lo tanto la carga útil) del vehículo. Esto puede ser de importancia para mejorar la precisión de datos de ciclo de conducción para vehículos de reparto, por ejemplo.

Herramienta de modelación de energía

La herramienta de modelación de energía puede comprender una herramienta de modelación de energía de vehículos operable para aplicar un algoritmo de modelación de energía de vehículo, y al menos una de una herramienta de modelación de durabilidad de la batería operable para aplicar un algoritmo de modelación de durabilidad de la batería y una herramienta de modelación de coste de mantenimiento de vehículo operable para aplicar un algoritmo de modelación de coste de mantenimiento del vehículo. La herramienta de modelación de energía de vehículo puede comprender uno o más modelos de componente, generando cada uno datos de consumo de componente para diversos componentes de tren motriz del vehículo, por ejemplo motor, transmisión, baterías y motores. Los modelos de componente pueden consistir en datos empíricos, ecuaciones analíticas, o cualquier combinación de los mismos. Los modelos de componente calculan la eficiencia de conversión de energía del respectivo componente y pueden combinarse juntos para formar un modelo de vehículo para proporcionar el vector de eficiencia de conversión de energía total (por ejemplo, eficiencia frente a tiempo) del vehículo, que puede usarse para calcular el consumo de energía y/o la gama de vehículo del vehículo. La herramienta de modelación de energía posibilita unos parámetros relacionados con el rango de consumo de energía (incluyendo para determinar la gama del vehículo) para que se creen en modelos de simulación específicos de vehículo, parámetros que a su vez definen el alcance de los datos de consumo de energía específicos de vehículo y/o datos de gama de vehículo que pueden generarse basándose en la herramienta de gestión de flota.

La modelación de durabilidad de la batería puede también ser importante puesto que la duración de la batería de vehículos altamente electrificados es crucial al evaluar cualquier retorno de la inversión y puesto que la duración de la batería de estos vehículos típicamente será mucho menor que la vida del vehículo. Por lo tanto es de valor para el gestor de flota tener alguna estimación de sustitución de batería. La modelación de la durabilidad de la batería puede incluir datos obtenidos de la corriente de la batería frente al tiempo como resultado de simulación de vehículo virtual de acuerdo con los métodos descritos en el presente documento; temperatura interna de la batería deducida de la corriente de la batería y temperatura ambiente; historial de la batería calculado de otros modelos de batería; y degradación de la batería extrapolada hacia delante para generar estimación de durabilidad, que puede proporcionarse en semanas.

Los modelos de vehículo pueden proporcionarse por el fabricante o compilarse por una tercera parte confiable. A medida que se liberan nuevos vehículos, los modelos de vehículo se actualizan para incluir los nuevos vehículos. Los modelos de vehículos pueden validarse con datos de prueba gubernamentales, datos del fabricante, datos de ciclo de conducción previamente recopilados y/u otros modelos de vehículo.

La entrada a los modelos de vehículo puede incluir pendiente, velocidad de vehículo, y temperatura como una función del tiempo. La salida del modelo puede incluir consumo de energía, gama del vehículo, capacidades del vehículo (tal como capacidad para completar la ruta especificada), y perfiles de uso de baterías.

El proceso de creación del modelo puede tener lugar como sigue. Un vehículo de prueba está instrumentalizado de tal manera que puede monitorizarse la potencia y el flujo de energía a través de todo el vehículo para capturar datos de potencia a través de cada dispositivo de conversión/almacenamiento de energía. Por ejemplo, a medida que la energía entra o sale de una batería, puede monitorizarse el flujo de potencia, o a medida que la energía entra en un motor o dispositivo de conversión de tensión, puede registrarse la potencia dentro y fuera del dispositivo. Estos datos capturados pueden sintetizarse a continuación (por ejemplo) con datos de batería, motor y convertidor existentes y algoritmos para crear un modelo de vehículo completo que prevea de manera precisa el rendimiento del vehículo en el mundo real. Generar modelos de componente (y vehículo) precisos no es trivial, y requiere un ingeniero de vehículos experimentando para compilar datos sin procesar en un sistema fiable y confiable.

Por ejemplo, se ha hallado que para autobuses híbridos particulares puede simularse un modelo de vehículo basándose en velocidad de vehículo promedio y la frecuencia de paradas. Para un modelo de este tipo, pueden capturarse mediciones de datos reales de los autobuses híbridos, que incluyen por ejemplo consumo de combustible, velocidad de vehículo, y la frecuencia de las paradas. Puede derivarse una ecuación polinomial para describir la relación entre las mediciones de datos reales. En el presente ejemplo, la siguiente ecuación polinomial se derivó entre la velocidad de vehículo promedio y la frecuencia de las paradas:

$$\text{Consumo de combustible} \left[\frac{l}{100km} \right] = \alpha + \beta_{1,1}v_{prom} + \beta_{2,1}\omega_{parada} + \beta_{1,2}v_{prom}^2 + \beta_{2,2}\omega_{parada}^2 + \beta_{1,3}v_{prom}^3 + \beta_{2,3}\omega_{parada}^3$$

Puede usarse un método de mínimos cuadrados de optimización para hallar el ajuste óptimo de coeficientes que posibilitan que la ecuación polinómica prevea el consumo de combustible, por ejemplo, de un autobús dada la velocidad de vehículo promedio y la frecuencia de las paradas. Se halló que las simulaciones basándose en la ecuación polinómica derivada superaban el método analítico.

Herramienta de registro de datos

La herramienta de registro de datos obtiene y registra (almacenando en memoria, por ejemplo) y/o transmite al servidor para su registro en la base de datos los datos de ciclo conducción recopilados de un vehículo de prueba, que comprenden datos telemétricos e informativos con respecto al vehículo de prueba, que incluyen por ejemplo datos de localización, datos de velocidad de vehículo (incluyendo datos basados en GPS), datos de masa, y/o información de tiempo de ejecución de vehículo (tal como datos de diagnósticos a bordo).

La tasa de captura de datos para la mayoría de vehículos puede ser al menos 2 Hz pero puede ser cualquier frecuencia basándose en la precisión deseada y capacidades tecnológicas del sistema. Los tipos de datos telemétricos e informativos requeridos para la simulación precisa dependerán de la aplicación vehicular, sin embargo debería obtenerse y registrarse típicamente la velocidad de vehículo como una función del tiempo.

Si el vehículo de prueba tiene un modelo de vehículo asociado, entonces es posible estimar el consumo de combustible del vehículo de prueba a partir de los datos telemétricos e informativos, y en particular de los datos de velocidad del vehículo de prueba. Si la masa del vehículo de prueba cambia durante la recopilación de los datos telemétricos e informativos, entonces puede usarse la traza de consumo de combustible en tiempo real para cálculo de determinación de masa.

Adicionalmente, los sistemas de no tracción en vehículos que consumen cantidades de energía significativas (tal como unidades de toma de potencia o sistemas hidráulicos secundarios) pueden requerir captura de datos adicional para conseguir suficiente precisión de modelación.

- 5 Los datos pueden transferirse automáticamente (inalámbicamente, por ejemplo) al servidor o pueden transferirse manualmente por el conductor o personal de servicio a través de un ordenador cliente al servidor.

Herramienta de gestión de flota

10 La Figura 3 ilustra las operaciones llevadas a cabo en una implementación de la herramienta de gestión de flota. El método puede estar comprendido de un proceso de 5 etapas que incluye: (i) la estimación del consumo de energía y/o gama del vehículo del vehículo de prueba; (ii) la división de los datos de ciclo de conducción en 'viajes'; (iii) la estimación de pendiente de la carretera; (iv) la estimación de la masa del vehículo de prueba; y (v) la simulación del vehículo de sustitución.

15 Se requiere el consumo de energía y/o la gama del vehículo del vehículo de prueba tanto para proporcionar una comparación al vehículo bajo consideración, como para actuar como una entrada de un algoritmo de estimación de carga. Los datos de consumo de energía de vehículo de prueba y/o datos de gama de vehículo pueden registrarse directamente a partir de la instalación de recopilación de datos del vehículo de prueba, tal como su puerto OBD, o pueden calcularse usando cualquiera de la masa-caudal (MAF) o de la presión de aire de colector (MAP), temperatura de aire de toma de admisión (IAT) y velocidad de motor, usando suposiciones estequiométricas convencionales combinadas con valores de ajuste de combustible. La herramienta de registro de datos o el servidor pueden calcular los datos de consumo de combustible usando:

25 *tasa de abastecimiento de combustible* $\left[\frac{g}{s}\right] = MAF \left[\frac{g}{s}\right] \cdot \frac{1}{14,7} \cdot \text{Ajuste a Largo Plazo} \cdot \text{Ajuste a Corto Plazo}$

$$MAF \left[\frac{g}{s}\right] = VE \cdot \text{Desplazamiento de motor} \cdot \frac{RPM}{2 \cdot 60} \cdot \frac{MAP}{Rair \cdot IAT}$$

30 Puede proporcionarse precisión mejorada considerando variables que incluyen, por ejemplo, la pendiente de la carretera y/o la masa.

Bajo ciertas situaciones, la pendiente de la carretera tendrá un impacto no despreciable en la simulación de precisión del consumo de energía. El efecto de la pendiente de la carretera puede eliminarse mediante el uso de datos de localización de GPS para el viaje, que cuando se introducen en una base de datos de elevación recuperan la elevación del vehículo a una serie de localizaciones, que se usan para generar un perfil de pendiente para los datos de ciclo de conducción.

40 En ciertas aplicaciones la masa de la carga puede cambiar sobre el curso de los datos de ciclo de conducción. Puede ser necesario detectar en qué punto en el conjunto de datos de ciclo de conducción puede haber cambiado la masa. Los periodos de masa de carga útil constante pueden denominarse 'viajes'. Pueden determinarse viajes a partir de los datos de ciclo de conducción como sigue: (i) puede considerarse una secuencia de motor apagado al final de un viaje mientras que puede considerarse una secuencia de motor encendido al inicio de un viaje; y/o (ii) puede finalizarse un viaje y puede iniciarse un nuevo viaje en el punto medio de un periodo de inactividad extendido.

45 Una vez que se determina que el vehículo experimentará un cambio en masa sobre sus datos de ciclo de conducción, entonces puede suponerse para cada viaje que la masa es constante. La masa de viaje puede calcularse usando datos de par de torsión de motor. El par de torsión de motor en cada punto de datos de los datos de ciclo de conducción puede calcularse (o como alternativa, hacerse referencia a partir de los datos de ciclo de conducción registrados) usando un perfil de eficiencia de motor, el consumo de combustible de motor estimado, y la velocidad de motor registrada. La velocidad de motor instantánea dividida por la velocidad de rueda instantánea proporciona una relación de engranaje efectiva que puede usarse para estimar la fuerza de tracción aplicada al suelo. Las aproximaciones de las eficiencias de componente de transmisión pueden usarse en este proceso de estimación.

55 Las ecuaciones convencionales de movimiento para un vehículo pueden utilizarse a continuación para generar un valor de la masa 'instantánea' (se consideran la aceleración de vehículo, resistencia a rodadura, arrastre aerodinámico, y fuerzas de gravedad).

$$M = f(t)$$

60 M puede a continuación filtrarse por un filtro paso bajo para producir una masa constante sobre el viaje.

La simulación del vehículo bajo consideración puede llevarse a cabo usando un modelo de vehículo virtual pre-construido modificado por la masa de carga útil según se deduce de la etapa anterior, y se controla por el ciclo de conducción según se genera por la operación de registro de datos en el vehículo de prueba. La simulación puede comprender principios de conservación de energía aplicados a cada componente de tren motriz. Algunos de los resultados relevantes de la simulación pueden ser, por ejemplo, consumo de energía, gama de vehículo, costes de abastecimiento de combustible/carga y/o periodicidad de reabastecimiento de combustible. Además, puede haber resultados de violación de restricción tales como límites de rango/potencia/carga. Estos resultados, entre otros puntos de datos relevantes, pueden almacenarse en una base de datos para su recuperación posterior por el usuario o por la herramienta de post-procesamiento.

La simulación del vehículo puede incluir también un mecanismo para deducir la carga accesoria del vehículo, que puede incluir calefacción y refrigeración de cabina, y calefacción y refrigeración de batería por ejemplo. La estimación de estas cargas puede ser importante puesto que estas cargas pueden aumentar drásticamente el consumo de energía total del vehículo. Estas cargas pueden estimarse usando, por ejemplo, una estimación o medida de factores ambientales tal como la temperatura de aire exterior y radiación solar en el día del evento de registro del vehículo. Estos factores ambientales pueden usarse a continuación para desviar el consumo de energía del vehículo en una dirección o la otra; si la temperatura es extremadamente cálida o fría, puede suponerse que el conductor es más probable que use el aire acondicionado o la calefacción, y por lo tanto puede aplicarse un factor para aumentar el consumo de energía.

Herramienta de post-procesamiento

La herramienta de post-procesamiento posibilita la agregación de una pluralidad de resultados de simulación a datos de post-procesamiento. En casos donde el escenario de simulación implica una pluralidad de vehículos de prueba y/o vehículos bajo consideración (tal como para operaciones de flota), la herramienta de post-procesamiento puede agrupar datos relevantes juntos en datos de post-procesamiento y analizar los datos de post-procesamiento para producir resultados significativos que pueden tener, por ejemplo, implicaciones para la flota.

Los datos de post-procesamiento producidos por la herramienta de post-procesamiento pueden ser beneficiosos para al menos tres públicos: (i) el posible comprador del vehículo que está intentando entender las implicaciones antes de su compra; (ii) el comprador de vehículo que está intentando entender la efectividad de un vehículo después de la compra; y (iii) el fabricante del vehículo, que está intentando tanto mejorar su proceso de diseño de vehículo como mejorar sus modelos de precios de sus vehículos.

La herramienta de post-procesamiento puede ser accesible al comprador y al fabricante para proporcionar datos de post-procesamiento que pueden incluir: datos de rendimiento que incluyen economía de combustible global, costes de abastecimiento de combustible globales (ROI en la nueva compra de vehículo), y la influencia del comportamiento de conductor en el consumo de combustible (ROI en el entrenamiento de conductor); datos de restricción que incluyen la viabilidad para que el vehículo o vehículos de sustitución acepten la masa de carga útil usada en el vehículo o vehículos de prueba, la viabilidad para el vehículo de sustitución para proporcionar rendimiento de aceleración y deceleración aceptable como se indica por el vehículo o vehículos de prueba, y la viabilidad para que el vehículo de sustitución cumpla la distancia de conducción requerida antes de que se requiera el reabastecimiento de combustible; datos operacionales que incluyen perfiles de descarga/carga de batería (que cuando se proporciona información de uso de batería al fabricante del vehículo pueden ayudar a determinar los costes de garantía de la batería), utilización de tren motriz de niveles de potencia de componente en comparación con la potencia usada durante los ciclos (que puede ayudar a los OEM a mejorar su diseño de vehículo), y temperaturas de componente y ciclos de trabajo; datos de productividad (post-compra) que incluyen rastreo automático del aumento/reducción en efectividad de productividad en comparación con el vehículo de pruebas; y datos de flota que incluyen nivel de penetración para un vehículo dado, y adaptación de opciones de tren motriz entre un vehículo dado a los conductores o rutas que pueden proporcionar mejor un ROI alto para ese vehículo.

Flujo de trabajo de ejemplo

El sistema de la presente invención puede usarse por usuarios tales como gestores de flota que están intentando identificar un vehículo ideal para comprar o vendedores que pueden usarlo como un intento para solidificar la razón fundamental detrás de una compra. En cualquier caso, la simulación compleja y los análisis numéricos se procesan por el servidor y se ocultan del usuario.

Un usuario puede seleccionar inicialmente uno o más vehículos de flota representativos que han de servir como vehículos de prueba. Estos deberían ser los vehículos bajo consideración para su sustitución. Típicamente estos vehículos están previamente identificados por el comercial o el gestor de flota como adecuados para sustitución de vehículo electrificado debido a detalles específicos de ruta tales como tiempo de inactividad alto, velocidades lentas, distancia baja, etc.

El usuario a continuación vincula los datos de registradores de datos o telemáticos de dispositivos de flujo de servicio al vehículo de pruebas. Los dispositivos son operables para proporcionar al servidor con datos de ciclo de conducción. Los datos de ciclo de conducción se recopilan de manera óptima para N semanas.

- 5 Después de N semanas de recopilación de datos, el usuario puede seleccionar un escenario de simulación. Un escenario de simulación comprende:
- (a) la selección de un número de vehículos junto con opciones de vehículo particulares especificadas;
 - (b) introducir datos financieros, que incluyen coste de préstamo, costes de mantenimiento existentes, costes de electricidad, costes de combustible, etc.;
 - 10 (c) introducción de trazas de tiempo-velocidad de vehículos existentes (que pueden ser datos de GPS auto-capturados); y
 - (d) la selección de objetivos de optimización que incluyen reducción en gases de efecto invernadero, reducción en coste, una optimización equilibrada (ponderada), etc.
- 15 El servidor procesa el escenario de simulación con los datos de ciclo de conducción y proporciona al usuario con un informe que indica las elecciones de vehículo óptimas para cada ruta, junto con un plan de despliegue optimizado. El plan de despliegue optimizado puede sugerir qué vehículos deben desplegarse en qué rutas y cómo volver a desplegar vehículos de manera óptima a medida que envejecen las baterías. También puede estar incluido el coste de durabilidad total de la propiedad y la expectativa de vida del vehículo. El informe puede enviarse también por correo electrónico al cliente o estar disponible en línea a través de la interfaz de usuario una vez listo.
- 20

Ejemplo de ROI de compra

25 En un ejemplo, puede haber tres partes implicadas en recopilar datos y proporcionar una simulación de uso de energía de vehículo: (i) el comprador o posible comprador, (ii) el fabricante del vehículo o agente de ventas, y (iii) una tercera parte confiable que administra el servidor de la presente invención. El comprador potencial puede considerarse el comprador de un vehículo de sustitución y puede actualmente poseer y operar un vehículo existente (denominado en lo sucesivo como el "vehículo de prueba").

30 El fabricante del vehículo puede proporcionar datos de consumo de componente a la tercera parte antes de acercarse al comprador. La tercera parte puede validar los datos de consumo de componente contra una serie de métricas predeterminadas y puede aprobar o rechazar la precisión de la simulación. El comprador, cuando considera la compra del vehículo de sustitución, posibilita la recopilación de datos de ciclo de conducción del vehículo de prueba, por ejemplo usando un registrador de GPS y/o registrador de datos conectado en vehículo. Los datos de ciclo de conducción se proporcionan a continuación a la tercera parte para predecir el uso de energía del vehículo de sustitución. Además, el consumo de energía y/o gama de vehículo del vehículo de prueba pueden simularse también si esta información no está disponible del comprador.

35

40 Adicionalmente, el comprador y/o el agente de ventas pueden poder acceder al servidor para comprar uno o más escenarios de simulación que son específicos al comprador. Este escenario único se crea como una sesión en el servidor, y puede estar asociado con una pluralidad de identificadores únicos que se asignan a una pluralidad de dispositivos de hardware telemáticos. Por ejemplo, cada dispositivo, una vez vinculado a un vehículo, puede transmitir datos de ciclo de conducción automáticamente a través de una red inalámbrica al anfitrión. Estos datos de ciclo de conducción pueden etiquetarse con el identificador único por el hardware telemático y pueden asociarse en el servidor con la sesión correcta, el vehículo correcto y/o un conductor específico. Los datos registrados pueden incluir elementos tal como, pero sin limitación, velocidad de vehículo, masa, caudal, presión de aire de colector, velocidad de motor, datos de localización, etc. El servidor, tras la recepción de suficientes datos de ciclo de conducción, puede realizar las simulaciones seleccionadas. Las simulaciones pueden ser de fidelidad variable, según se determina por el fabricante del vehículo o el agente de ventas y el tercero confiable. En general, las simulaciones estimarán el consumo de energía y gama de vehículo para cada componente en el tren motriz en cada muestra de tiempo del ciclo de conducción. La eficiencia de cada componente, junto con el consumo de energía total y gama de vehículo del vehículo, pueden estimarse por lo tanto a través del ciclo. Además, pueden determinarse cualesquiera restricciones específicas de vehículo, tal como una incapacidad para cumplir el ciclo de conducción o para cumplir el rango requerido.

45

50

Ejemplo de ROI de entrenamiento de conductor

55 En otro ejemplo para implementar la presente invención, los datos de ciclo de conducción pueden usarse para determinar el impacto de unos hábitos de conducción del conductor en consumo de combustible. Esto posibilita que el conductor o un gestor de flota obtenga una inteligencia accionable acerca de ROI en compra de entrenamiento de conductor frente a vehículo o en entrenamiento de conductor frente a no entrenamiento de conductor. Por ejemplo, en ciertos casos, puede ser mejor invertir en entrenamiento de conductor en lugar de (o en conjunto con) invertir en un vehículo avanzado. Esta implementación posibilita que un conductor o gestor de flota que haga una evaluación de este tipo comparando el consumo de combustible del conductor individual con un número de otros conductores (reales o de otra manera) en rutas similares o idénticas.

60

65

Un método para llevar a cabo la evaluación incluye rellenar una base de datos de límites de velocidad con datos de localización obtenidos del vehículo de prueba junto con un valor de límite de velocidad basándose en la ruta. A partir de la base de datos de límites de velocidad se genera un perfil de velocidad idealizado usando límites de velocidad basados en distancia. Se producen a continuación al menos dos conductores de referencia, uno para maximizar la economía de combustible y uno para maximizar la velocidad promedio. Se lleva a cabo una simulación usando el vehículo de prueba y los conductores de referencia para generar un escenario del mejor caso y un escenario del peor caso. El resultado final es la visualización en una interfaz de usuario del escenario del peor/mejor caso para el conductor o gestor de flota, permitiendo un entendimiento de ROI en el entrenamiento del conductor. Los datos de ciclo de conducción para el conductor pueden usarse también para mostrar una comparación del conductor frente a los escenarios del mejor y peor caso.

Otro método para llevar a cabo la evaluación incluye crear perfiles de 'buen' conductor y perfiles de 'mal' conductor con ecuaciones parametrizadas. Cada conductor en la flota está asociado a continuación con un conjunto de parámetros que encapsulan su comportamiento. Modificando los datos de ciclo de conducción con el conjunto de parámetros 'bueno' y 'malo', pueden identificarse hábitos particulares de cada conductor que, si cambian, afectarían el ROI. Esto posibilita que el conductor o el operador de flota sugieran detener un cierto comportamiento, o empezar un cierto comportamiento, para aumentar el ROI.

Otro método más para llevar a cabo la evaluación incluye clasificar conductores frente a conductores similares. Todos los datos de ciclo de conducción para un vehículo específico (a través de flotas) pueden subdividirse en conjuntos de datos que corresponden a, por ejemplo, alta velocidad/baja velocidad/elevado en ciudad, parada y arranque, etc. Suponiendo que hay suficientes datos, puede realizarse una representación entre 'tipo de ciclo' y rango de economía de combustible para estos vehículos. A continuación puede realizarse una representación del conductor bajo cuestión para posibilitar una comparación entre cada conductor y un número de otros conductores que conducen ciclos similares, permitiendo un proceso de clasificación razonable.

Como es evidente, puede mejorarse el kilometraje y por lo tanto el ROI reduciendo velocidades promedio para mejorar la economía de combustible instantánea. Adicionalmente, puede mejorarse el ROI por predicción de eventos de frenado por el conductor para "bajar el gas más anteriormente" y retardar requisitos de frenado. La mejor selección de ruta también puede facilitar la evitación de frenado y aceleración enérgica hasta la velocidad de crucero.

Ejemplo de gestor de flota de reparto comercial

Un ejemplo particular puede ser un gestor de flota para una flota de reparto comercial grande que considera la compra de uno de un número de vehículos electrificados nuevamente disponibles. El vehículo puede tener un coste inicial superior que su equivalente convencional, pero la reducción en costes de combustible, junto con las ventas de créditos de gas de efecto invernadero puede crear la oportunidad de un retorno positivo de la inversión. Además de posibles ahorros de coste, el gestor puede estar determinando la posibilidad de costes de mantenimiento aumentados, la posibilidad de sustitución de batería, y si el vehículo eléctrico tiene la potencia y alcance para completar sus rutas.

El gestor puede ser consciente de que usando los números de economía de combustible anunciada para los vehículos electrificados para desarrollar un caso de negocio puede dar como resultado error significativo para el cálculo del retorno de la inversión. El gestor puede desear identificar un vehículo ideal que cumple los criterios de compra y a continuación determinar qué rutas son las más idealmente adecuadas para su colocación.

El gestor puede vincular dispositivos de registro de datos y dispositivos de GPS a vehículos de prueba y cargar los datos de ciclo de conducción a partir de estos vehículos de prueba al servidor durante un periodo dado. Al final de este periodo, el gestor puede comprar un paquete de simulación del tercero confiable que produce estimaciones de consumo de energía y/o gama de vehículo para un número de vehículos que cumplen los criterios de compra. Estos vehículos pueden ser competidores directos entre sí, y posiblemente están fabricados por diferentes fabricantes. Incluso aunque se capturan los datos a través de una pequeña ventana de tiempo, puede estimarse de manera precisa el consumo de energía y/o gama de vehículo a través del año (como cambios de temperatura) e introduciendo datos financieros puede calcularse el periodo de retorno de la inversión. Esta información se presenta al gestor usando un informe en línea auto-generado. Además, el servidor puede recomendar una secuencia de despliegue a través de las rutas de reparto del gestor que proporcionan el coste de operación de durabilidad más inferior, y la minimización de riesgo de proyecto.

Además de costes de consumo de energía y estimaciones de gama de vehículo, el servidor puede estimar los costes de mantenimiento anuales para cada vehículo basándose en el ciclo de conducción actualizado, datos suministrados del fabricante y datos de rendimiento históricos.

Otro ejemplo de un gestor de flota para una flota de reparto comercial grande incluye una evaluación de vehículos actuales y conductores actuales. El gestor de flota puede estar interesado en determinar cuál de los vehículos actuales en la flota tiene el tiempo de inactivación más grande con relación a su tiempo de ejecución. Esta información puede ser útil para desarrollar mejores vehículos (por ejemplo, desarrollar vehículos más eficientes en combustible para rutas de tiempo de inactividad más altas, etc.).

Por ejemplo, la Figura 4 ilustra un informe de ejemplo generado para evaluar tiempo de inactividad de vehículos de flota. El gestor de flota puede seleccionar una duración particular para recopilar datos de ciclo de conducción de los vehículos. Los datos de ciclo de conducción pueden analizarse para determinar: (i) las horas de motor encendido total de cada vehículo; y (ii) las horas de inactividad totales de cada vehículo. Estos elementos de datos de ciclo de conducción pueden usarse para generar un porcentaje de tiempo de inactividad con relación al tiempo de motor encendido total. Toda esta información puede presentarse en el informe, por ejemplo en formato tabular o gráfico como se muestra en la Figura 4. Además, combinando los datos de ciclo de conducción con datos de modelación de energía para el vehículo particular, puede determinarse el coste y salida de polución (por ejemplo, emisiones de CO₂) y presentarse en el informe. Con el tiempo, a través de las flotas, esta información puede recopilarse, posibilitando una comparación para cualquier flota dada con el promedio de todas las flotas para un vehículo particular o para todos los vehículos.

Ejemplo de concesionario de vehículos comerciales

Otro ejemplo es un concesionario de vehículos comerciales que está intentando vender un modelo de vehículo electrificado a una flota de reparto, o que intenta en general aumentar la capacidad de comercialización de sus vehículos. Este modelo de vehículo particular puede tener una pluralidad de diferentes opciones de capacidad de batería, por ejemplo 10 kWh, 30 kWh, 50 kWh, y 80 kWh. El concesionario puede capturar datos de ciclo de conducción a través de un periodo de prueba de todos los vehículos en la flota en cuestión, y los carga al servidor.

La flota puede desear comprar todos sus vehículos con la misma opción de tamaño de batería para optimizar el mantenimiento. Puede haber una simulación de 'optimización global', donde el coste total de propiedad para todas las rutas se minimiza bajo la restricción de una única opción de batería para todos los vehículos. Este coste total de propiedad contabiliza costes de compra, costes de energía, costes de mantenimiento y costes de garantía. Como alternativa, si la flota estaba dispuesta a aceptar diferentes tamaños de batería para los vehículos, el concesionario puede comprar una simulación de 'optimización local', mediante la cual cada ruta puede tener un tamaño de batería diferente, reduciendo de esta manera el gasto de capital puesto que el tamaño de batería para rutas más cortas puede ser menor. Pueden realizarse recomendaciones adicionales sobre cómo gestionar los vehículos una vez en la flota (dónde moverlos a medida que las baterías envejecen), y cuándo desecharlos.

Puesto que la duración de la batería para vehículos electrificados es altamente dependiente del ciclo de trabajo y la temperatura ambiente, el concesionario puede elegir modificar la garantía de la batería basándose en los datos de conducción específicos de la flota para reducir precios o mejorar márgenes de beneficios.

Otro ejemplo de un concesionario de vehículos comerciales incluye proporcionar cosas de información de propiedad que corresponden al posible comprador de uno o más componentes opcionales componentes de un vehículo. Por ejemplo, los componentes opcionales particulares pueden impactar el consumo de combustible de un vehículo. Pueden proporcionarse datos de modelación de energía por el concesionario de vehículos comerciales (o el fabricante del vehículo y/o componente) posibilitando que un comprador potencial evalúe datos de ciclo de conducción contra una o más selecciones de componente. La Figura 5 ilustra un informe generado para evaluar el coste de propiedad de un vehículo con un componente opcional. Basándose en datos de ciclo de conducción, puede generarse información de coste anual, de durabilidad o basada en otro periodo e informarse al comprador potencial. Esta información puede usarse adicionalmente para determinar si, y en caso afirmativo, cuánto tiempo, el coste del componente puede recuperarse a través de la durabilidad del vehículo, posibilitando que el comprador potencial determine si la compra del componente vale la pena. Puede proporcionarse también una puntuación de confianza para posibilitar que el comprador potencial determine cómo de precisa es la simulación. La puntuación de confianza puede desarrollarse con el tiempo registrando muchos vehículos, simulando aquellos mismos vehículos y comparando su consumo de combustible real al consumo de combustible simulado. Esto proporciona alguna indicación de con qué precisión la simulación predice el consumo de combustible del mundo real para un tipo de ciclo dado (urbano o rural, por ejemplo), o un tipo dado de consumidor (flota frente a individual, por ejemplo), para posibilitar que el usuario entienda la precisión potencial de la simulación.

Ejemplo ilustrativo

En un ejemplo ilustrativo particular, un gestor de flota está evaluando la compra de un vehículo de reparto eléctrico que puede configurarse con una de cuatro opciones de batería. El gestor de flota recopila 80 ciclos de conducción de los vehículos de flota (usando automáticamente una solución telemática). El fabricante crea cuatro vehículos virtuales diferentes, un vehículo para cada opción de batería, pero los vehículos son idénticos en todas las demás maneras.

Inicialmente, el fabricante ejecuta una comprobación para excluir los ciclos que excluyen opciones de batería particulares. Las opciones restantes pueden denominarse Soluciones Factibles Totales (el número de simulaciones que necesitan ejecutarse). Esto reducirá las simulaciones totales a ejecutarse.

Las simulaciones se procesan por cálculos de eficiencia fijos. Para un modelo de vehículo sencillo, el cálculo se proporciona por:

$$Fuerza\ total(t) = Faero(t) + Fresistencia\ neumático(t) + Fpendiente(t) + Faceleración$$

Suponiendo una eficiencia de batería fija del 95 % (o cualquier otro número configurable) y una eficiencia de motor fija del 80 % (o cualquier otro número configurable), la potencia necesaria para cada curso puede calcularse por:

$$Potencia\ química\ de\ batería\ total(t) = Total \frac{Fuerza(t)}{Eficiencia\ de\ batería}$$

$$\frac{Potencia\ química\ de\ batería\ total(t)}{Eficiencia\ de\ motor}$$

El tamaño de batería mínimo basándose en requisitos de energía puede calcularse por:

$$Capacidad\ de\ batería \geq \int Potencia\ Química\ Batería\ Total(t)dt$$

El tamaño de batería mínimo basándose en requisitos de potencia para el curso puede calcularse por:

$$Potencia\ de\ batería \geq \max(Potencia\ Química\ Batería\ Total(t))$$

Por lo tanto las opciones de batería para cada ruta pueden restringirse a los mínimos de capacidad de la batería y alimentación de batería como se indica en las dos etapas anteriores.

Las simulaciones se ejecutan a continuación en todos los 80 conjuntos de datos de ciclo de conducción para cada opción de batería factible. Estas simulaciones corresponden a las simulaciones de "inicio de duración de la batería" y son únicamente válidas para la batería nueva. A continuación, un cálculo de simulaciones de duración de la batería produce la estimación del "estado de salud de la batería", que incluye una prueba de la batería del vehículo contra un conjunto predeterminado de criterios para conocer cuándo esa batería fallará al cumplir las expectativas de rendimiento. Estos criterios pueden ser: (i) no poder completar ruta debido a pérdida de capacidad; (ii) no poder cumplir aceleración o rendimiento de capacidad de pendiente debido a desvanecimiento de potencia; (iii) no poder proporcionar suficiente tensión para operación de vehículo apropiada; y/o (iv) otros criterios como se indica por el usuario. El resultado final de esta simulación y conjunto de pruebas de criterio es un pronóstico de durabilidad, que es una estimación de cuánta duración durará esa batería en ese vehículo.

Dado el pronóstico de durabilidad, puede realizarse una optimización para determinar cómo asignar y reasignar vehículos en la flota, para posibilitar vehículos cuyo alcance se reduce para continuar usándose para rutas más cortas antes de tener que vender el vehículo para desecho. Esta optimización puede ser una optimización no lineal usando las tasas de degradación de batería en cada ruta, el coste de operación por año del vehículo en cada ruta, y el valor de desecho de la batería. El objetivo minimizará el coste de durabilidad de toda la flota para este conjunto de vehículos. La optimización puede proporcionarse por:

$$Coste\ de\ durabilidad = \sum_{i=0}^{n\acute{u}m\ veh\iculos} \left\{ Costes\ de\ Capital + \sum_{\substack{Vida\ esperada_i \\ n, g \neq 0}} [Costes\ anuales(ruta, edad_i)] - valor\ de\ desecho(Vida\ esperada_i) \right\}$$

donde:

$$Vida\ esperada_i = f(ruta)$$

El coste anual incluiría uso de combustible/electricidad, costes de mantenimiento, costes de seguro, etc. La Tabla 1 ilustra un resultado final potencial para los cálculos y optimizaciones. Se proporcionan también las asignaciones y reasignaciones (que en este caso tienen lugar en 2 años).

Tabla 1

ENTRADA	ENTRADA	RESULTADO	RECOMENDACIÓN	RECOMENDACIÓN	RESULTADO
Número de ruta	Distancia (km)	Solución ideal	Vida en ruta estimada (años)	Recomendación de despliegue de 2 años	Costes de durabilidad
1	20-30	10 kwhr	4	Mover a ruta 4	80.000 \$
2	20-60	50 kwhr	5	Mover a ruta 1	85.000 \$
3	70-90	80 kwhr	2	Mover a ruta 2	65.000\$
4	10-20	10 kwhr	2	Sustituir batería	140.000\$

En total, el cliente obtiene una estimación de los costes de durabilidad totales de la compra del vehículo, junto con recomendaciones para cómo mover los vehículos a través de sus rutas, y cuándo desechar los vehículos para maximizar su retorno de la inversión.

5

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para simular el uso de energía de uno o más vehículos bajo consideración, comprendiendo el sistema:
- 5 (a) un servidor (1) accesible por red;
(b) una herramienta (3) de modelación de energía vinculada al servidor (1) por medio de la red (11), la herramienta (3) de modelación de energía operable para generar datos de consumo de energía que proporcionan una función de consumo de energía de un vehículo bajo consideración;
- 10 caracterizado por que el sistema comprende adicionalmente
- (c) una herramienta (17, 19) de registro de datos asociada con uno o más vehículos (21, 23) de prueba para recopilar uno o más conjuntos de datos de ciclo de conducción basándose en condiciones de conducción del mundo real, la herramienta (17, 19) de registro de datos operable para comunicar los datos de ciclo de conducción al servidor (1) a través de la red (11), en el que el servidor (1) accesible por red está remoto del uno o más vehículos (21, 23) de prueba; y
- 15 (d) una herramienta (5) de gestión de flota vinculada al servidor (1) para combinar los datos de consumo de energía con los datos de ciclo de conducción para estimar el uso de energía del uno o más vehículos bajo consideración.
- 20 2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que la herramienta (3) de modelación de energía comprende una herramienta de modelación de energía de vehículos y al menos una de una herramienta de modelación de durabilidad de la batería y una herramienta de modelación de coste de mantenimiento de vehículo.
3. El sistema de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por que la herramienta de modelación de energía de vehículo comprende uno o más modelos de componente, generando cada modelo de componente datos de consumo de componente que corresponden a un componente del tren motriz del vehículo.
- 25 4. El sistema de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado por que uno o más modelos de componente se desarrollan basándose en datos empíricos, ecuaciones analíticas, o cualquier combinación de los mismos.
- 30 5. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que la herramienta (17, 19) de registro de datos está vinculada a cada uno del uno o más vehículos (21, 23) de prueba por medio de un puerto de diagnóstico a bordo proporcionado por uno o más de los vehículos (21, 23) de prueba.
- 35 6. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que la herramienta (17, 19) de registro de datos incluye un dispositivo habilitado con GPS operable para recopilar datos de velocidad frente a tiempo que corresponden a uno o más de los vehículos (21, 23) de prueba.
- 40 7. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que la herramienta (17, 19) de registro de datos incluye una memoria para almacenar los datos de ciclo de conducción antes de comunicar la herramienta (17, 19) de registro de datos los datos de ciclo de conducción al servidor (1).
8. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que los datos de ciclo de conducción incluyen datos telemáticos y datos informativos.
- 45 9. El sistema de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado por que los datos telemáticos incluyen velocidad frente a tiempo, GPS, pendiente de la carretera, o cualquier combinación de los mismos.
10. El sistema de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado por que los datos informativos incluyen factores ambientales relacionados con las condiciones de conducción del mundo real, masa de carga útil, par de torsión, arrastre, temperatura, o cualquier combinación de los mismos.
- 50 11. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que comprende adicionalmente una herramienta (7) de post procesamiento vinculada al servidor (1), la herramienta (7) de post procesamiento operable para proporcionar datos de flota que corresponden al uso de energía de una pluralidad de vehículos bajo consideración, una pluralidad de vehículos (21, 23) de prueba, o una combinación de los mismos.
- 55 12. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que la función de consumo de energía se usa para determinar la gama de vehículo para uno o más de los vehículos bajo consideración.
- 60 13. Un método para simular el uso de energía de uno o más vehículos bajo consideración, que comprende la etapa de
- (a) generar datos de consumo de energía para un vehículo bajo consideración, proporcionando los datos de consumo de energía una función de consumo de energía del vehículo bajo consideración;
- 65

caracterizado por que el método comprende adicionalmente las etapas de:

- (b) recopilar uno o más conjuntos de datos de ciclo de conducción basándose en condiciones de conducción del mundo real asociadas con uno o más vehículos (21, 23) de prueba;
 - 5 (c) comunicar los datos de ciclo de conducción por una red a un servidor (1), en el que el servidor (1) está remoto del uno o más vehículos (21, 23) de prueba; y
 - (d) combinar los datos de consumo de energía con los datos de ciclo de conducción para estimar el uso de energía del uno o más vehículos bajo consideración.
- 10 14. El método de acuerdo con la reivindicación 13, caracterizado por que un servidor (1) se usa para combinar los datos de consumo de energía con los datos de ciclo de conducción.
- 15 15. El método de acuerdo con la reivindicación 13, caracterizado por que los datos de consumo de energía se generan por medio de una herramienta de modelación de energía de vehículos y al menos una de una herramienta de modelación de durabilidad de la batería y una herramienta de modelación de coste de mantenimiento de vehículo.
- 20 16. El método de acuerdo con la reivindicación 15, caracterizado por que la herramienta de modelación de energía de vehículo comprende uno o más modelos de componente, generando cada modelo de componente datos de consumo de componente que corresponden a un componente del tren motriz del vehículo.
- 25 17. El método de acuerdo con la reivindicación 16, caracterizado por la etapa adicional de desarrollar uno o más modelos de componente basándose en datos empíricos, ecuaciones analíticas, o cualquier combinación de los mismos.
- 30 18. El método de acuerdo con la reivindicación 13, caracterizado por que los datos de ciclo de conducción se recopilan por medio de un puerto de diagnóstico a bordo proporcionado por uno o más de los vehículos (21, 23) de prueba.
- 35 19. El método de acuerdo con la reivindicación 13, caracterizado por que los datos de ciclo de conducción se determinan recopilando datos de velocidad frente a tiempo que corresponden a uno o más de los vehículos (21, 23) de prueba.
- 40 20. El método de acuerdo con la reivindicación 14, caracterizado por la etapa adicional de almacenar los datos de ciclo de conducción a una memoria antes de comunicar los datos de ciclo de conducción al servidor (1).
- 45 21. El método de acuerdo con la reivindicación 13, caracterizado por que los datos de ciclo de conducción incluyen datos telemáticos y datos informativos.
- 50 22. El método de acuerdo con la reivindicación 21, caracterizado por que los datos telemáticos incluyen velocidad frente a tiempo, GPS, pendiente de la carretera, o cualquier combinación de los mismos.
23. El método de acuerdo con la reivindicación 21, caracterizado por que los datos informativos incluyen factores ambientales relacionados con las condiciones de conducción del mundo real, masa de carga útil, par de torsión, arrastre, temperatura, o cualquier combinación de los mismos.
24. El método de acuerdo con la reivindicación 13, caracterizado por que comprende adicionalmente una herramienta (7) de post procesamiento vinculada al servidor (1), la herramienta de post procesamiento operable (7) para proporcionar datos de flota que corresponden al uso de energía de una pluralidad de vehículos bajo consideración, una pluralidad de vehículos (21, 23) de prueba, o una combinación de los mismos.
25. El método de acuerdo con la reivindicación 13, caracterizado por que la función de consumo de energía se usa para determinar la gama de vehículo para uno o más de los vehículos bajo consideración.

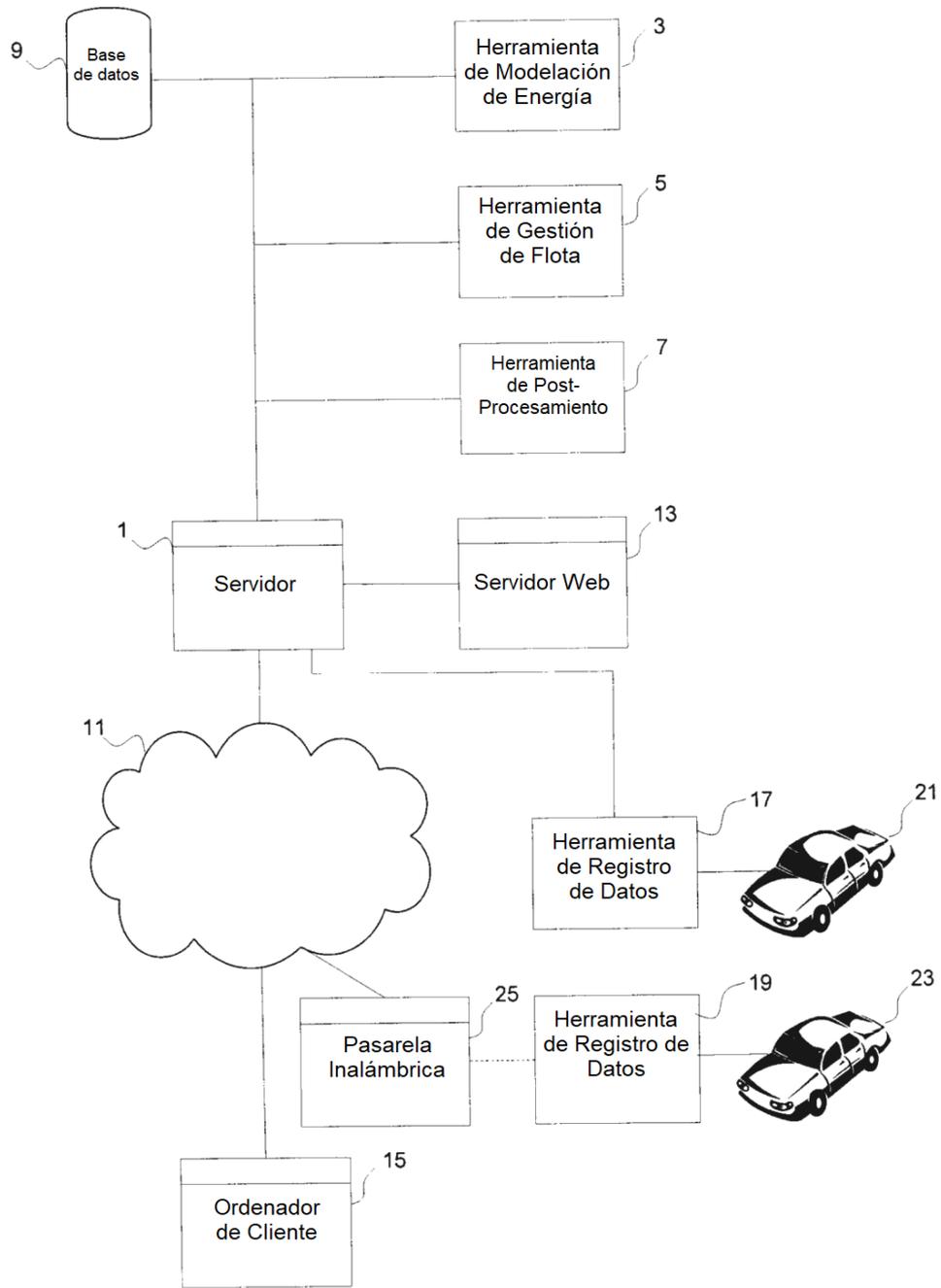


Fig. 1

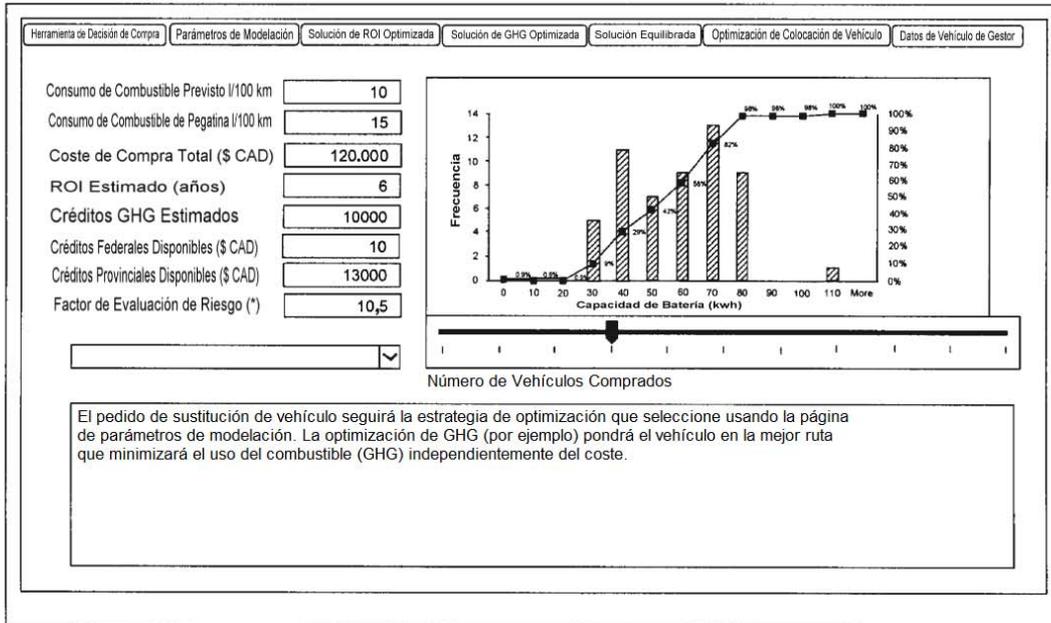


Fig. 2

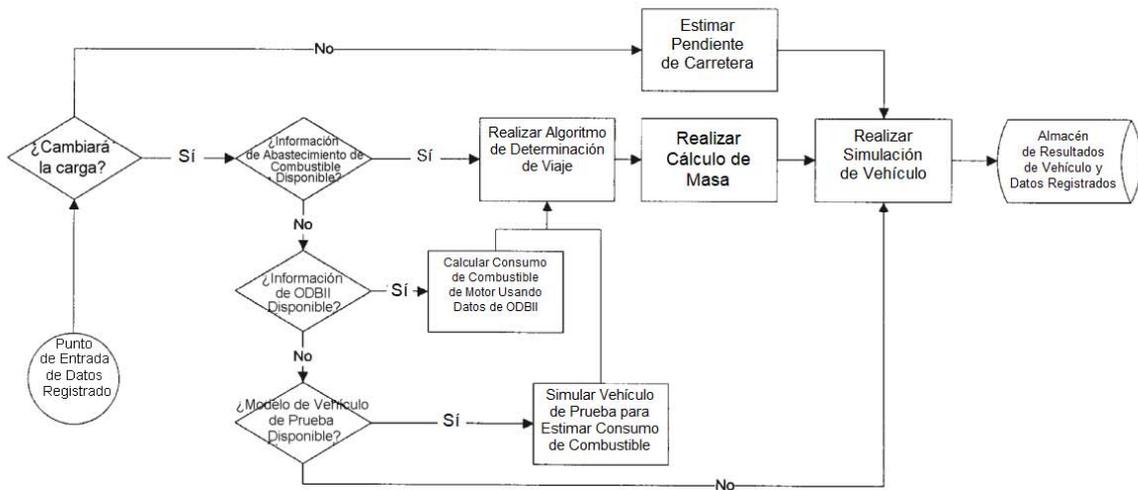


Fig. 3

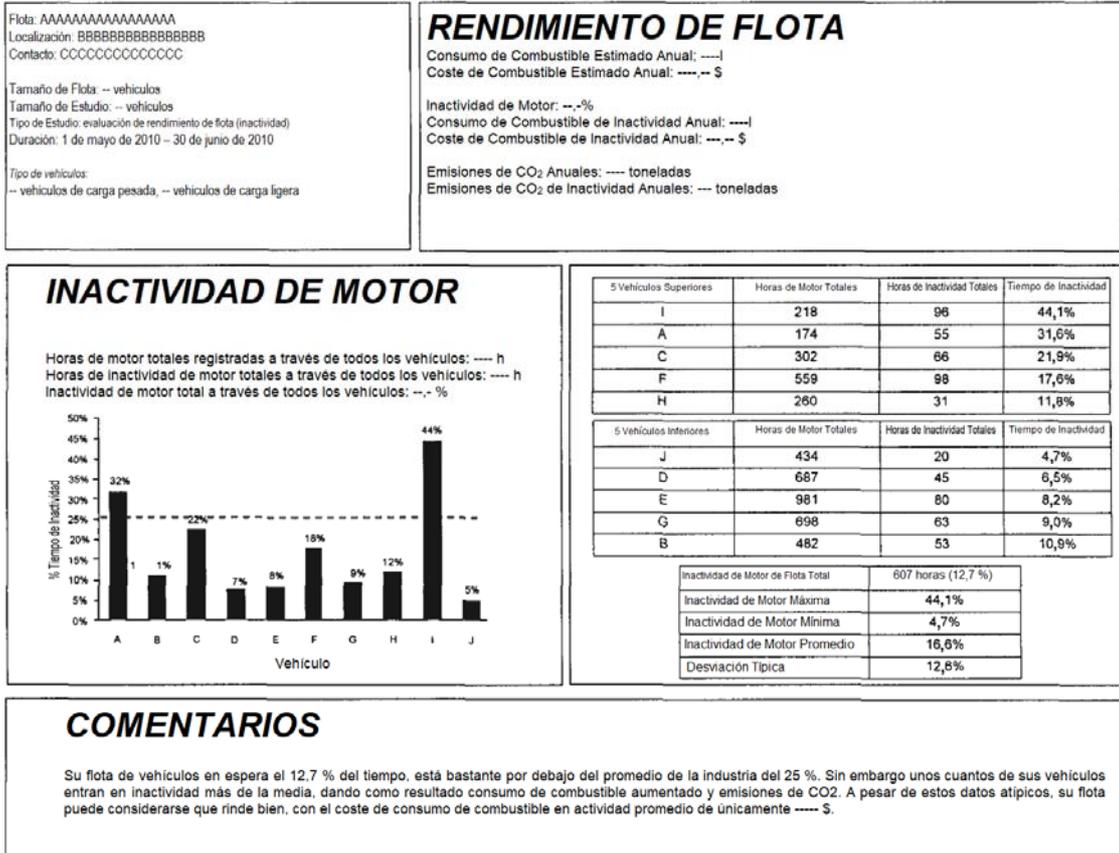
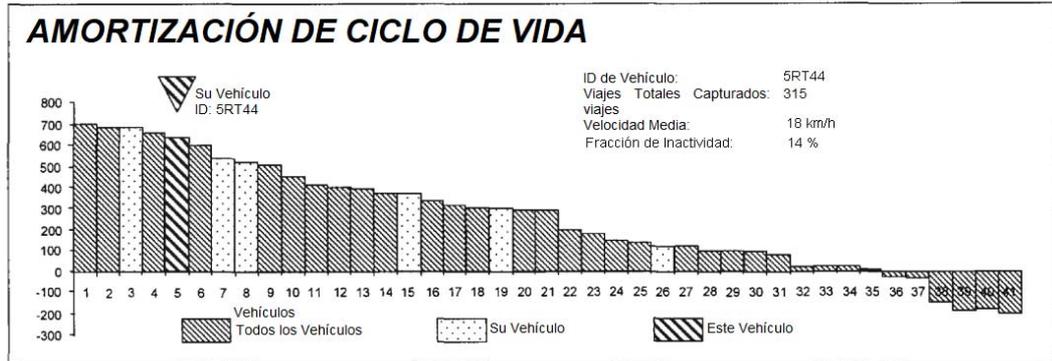


Fig. 4

<p>Flota: flota de Servicio de Cable Localización: GTA Contacto: John P. Fleet</p> <p>Tamaño de Flota: 3200 vehículos Tamaño de Estudio: 40 vehículos Tipo de Estudio: evaluación de Amortización de Tecnología Duración: 1 de mayo de 2010 - 30 de junio de 2010</p> <p>Tipo de vehículos: vehículo de servicios de cable Tecnología: almacenamiento de Aluminio</p>	<h2>AJUSTE DE TECNOLOGÍA</h2> <p>VEHÍCULO DE LÍNEA DE BASE Consumo de Combustible Estimado de Tiempo de Vida: 36510 l Coste de Combustible Estimado de Tiempo de Vida: 37210 \$</p> <p>VEHÍCULO CON OPCIÓN DE ALUMINIO Consumo de Combustible Estimado de Tiempo de Vida: 34314 l Coste de Combustible Estimado de Tiempo de Vida: 34972 \$</p> <p>VEHÍCULO DE COMBUSTIBLE EFICIENTE Reducción de Emisiones de CO₂ de Tiempo de Vida: 5,3 l de CO₂ Amortización de Tiempo de Vida: 635 \$</p>
---	--



TECHIFIT REPORTS™

Existe un número de tecnologías disponibles para reducir costes de combustible. La amortización del mundo real para casi todas estas tecnologías varía significativamente basándose en cómo se estén usando los vehículos.

TECHIFIT Reports™ usa SUS datos operacionales para generar una estimación altamente precisa de los ahorros que USTED observaría con la tecnología de ahorro de combustible por lo que usted puede determinar si es un buen ajuste para USTED.

PUNTUACIÓN DE CONFIANZA

Cada una evaluada contra un número de pruebas de precisión. Las puntuaciones de confianza por encima de 80 proporcionan estimaciones de rendimiento fiables. La puntuación de confianza para esta evaluación es:

88
 (intensa)

Fig. 5