

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 621 055**

21 Número de solicitud: 201531947

51 Int. Cl.:

B60R 16/023 (2006.01)

B60W 40/09 (2012.01)

G06G 7/70 (2006.01)

F02B 77/08 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

31.12.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

30.06.2017

Fecha de la concesión:

05.03.2018

45 Fecha de publicación de la concesión:

12.03.2018

73 Titular/es:

TEKIA INGENIEROS S.A. (100.0%)
Calle Chile 4 Edif 1 Of. 2
28290 Las Rozas de Madrid (Madrid) ES

72 Inventor/es:

CORAZZINI MANCHA, Hector

54 Título: **SISTEMA Y MÉTODO PARA ESTIMAR LA VARIACIÓN EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE UNA FLOTA DE AUTOBUSES DEBIDA A UN CAMBIO EN EL ESTILO DE CONDUCCIÓN**

57 Resumen:

Sistema para determinar el ahorro de combustible en una flota de autobuses en un período, período_2, con respecto a un período anterior período_1, de forma que dicho ahorro refleje únicamente la variación del consumo debida al estilo de conducción, que calcula la diferencia que existe entre (A) el combustible que se habría consumido en el período_2 si se hubiera mantenido el estilo de conducción del período_1, y (B) el combustible consumido, medido en el período_2; donde (A) se determina aplicando un factor de proporcionalidad al consumo medido en el período_1, siendo dicho factor de proporcionalidad el ratio entre el consumo de referencia en el período_2 y el consumo de referencia en el período_1, siendo dichos consumos de referencia calculados a partir de los factores que determinan el consumo durante el período, excluyendo la parte del consumo que es debida a un estilo de conducción ineficiente.

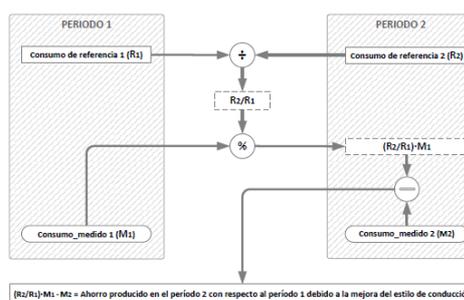


Fig. 1

ES 2 621 055 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 40.2.8 LP 11/1986.

DESCRIPCIÓN

**SISTEMA PARA ESTIMAR LA VARIACIÓN EN EL CONSUMO DE
COMBUSTIBLE DE UNA FLOTA DE AUTOBUSES DEBIDA A UN CAMBIO EN EL
ESTILO DE CONDUCCIÓN**

- 5 El objeto de la invención es un sistema para comparar el consumo de combustible de una flota de autobuses en distintos períodos de tiempo, de forma que como resultado de dicha comparación se obtenga la diferencia en el consumo debida a la variación en el estilo de conducción de un período con respecto a otro, sin que otros factores que inciden en el consumo en cada período afecten significativamente al resultado.
- 10
- Este método puede utilizarse para cuantificar el ahorro de combustible conseguido en una flota de autobuses al mejorar el estilo de conducción y por tanto determinar la eficacia de un sistema de asistencia a la conducción (*driver assistance system*) lo que permite calcular la rentabilidad de la inversión en dicho sistema y soportar un modelo de adquisición de
- 15 dicho sistema basado en el pago por ahorros.

ESTADO DE LA TECNICA

- El consumo de combustible de una flota de autobuses puede medirse por diversos métodos, por ejemplo llevando un control al repostar en las bombas de abastecimiento de combustible o directamente obteniendo el consumo medido por los propios sistemas del
- 20 autobús y disponible en el bus CAN. El consumo así obtenido para cada vehículo puede acumularse durante un período de tiempo para obtener el consumo total de la flota en dicho período.
- La diferencia entre los consumos así medidos en períodos diferentes se debe a diversos factores, fundamentalmente el número de Km hechos por cada autobús y las circunstancias
- 25 en las que se han recorrido dichos Km (con o sin el sistema de aire acondicionado activado, número de detenciones, en qué rutas, con qué estilos de conducción y otros). Si lo que se desea es determinar la variación en el consumo de combustible debida al cambio en el estilo de conducción, será necesario normalizar de alguna forma el consumo con respecto al resto de los factores de forma que los consumos obtenidos sean comparables.
- 30 Existen varias patentes que describen sistemas para conseguir una conducción de vehículos más eficiente y un ahorro de combustible (ES 2245219, ES 2329863, WO 2009/069885, WO 2009/125178, WO 2004/077283, EP 2116968, US 2009/299595, US 2009/299594, US 2009/284361, US 2008/255869) pero no incluyen un método para cuantificar los ahorros producidos.
- 35 Otras patentes determinan la eficiencia de la conducción midiendo en tiempo real el consumo del vehículo y comparando este consumo con un consumo óptimo calculado (EP 1 811 411, EP 1 900 588, US 6 092 021, WO 2009/121995, ES 2 384 755) proponiendo

métodos que permiten, en base a dicha diferencia, determinar la mayor o menor eficiencia en la conducción del vehículo. Se trata en todos los casos de métodos que funcionan en tiempo real, mientras el conductor está conduciendo el vehículo, y que se diferencian del método propuesto en al menos dos de los siguientes aspectos:

- 5
- No proponen, ni puede inferirse de ellos, un método que posibilite la estimación del ahorro de combustible producido por el cambio en el estilo de conducción de múltiples conductores, en múltiples vehículos a lo largo de un período de tiempo ya que no consideran ningún método de normalización.
- 10
- No contemplan los factores específicos que inciden en el consumo en una flota de autobuses, como son el número de detenciones y proceso en cada detención: frenada hasta la detención y salida de la detención con una determinada carga de viajeros.
 - Inciden casi todos ellos en un factor, la velocidad del vehículo, que resulta prácticamente irrelevante en el método que se propone.

15 En suma, los métodos anteriores están orientados a determinar la eficiencia de la conducción pero no a cuantificar el ahorro que se produce a lo largo del tiempo gracias a la mejora de dicha eficiencia.

20 Por otro lado existen modelos para la estimación del consumo de combustible bajo condiciones predeterminadas fijas, salvo la condición que se desea evaluar, como el consumo específico de un vehículo, el consumo del vehículo con diferentes características, o el impacto de una determinada infraestructura viaria, pero ningún modelo que permita comparar cuantitativamente el consumo de una flota de autobuses en distintos períodos en los que se han conducido los vehículos con estilos de conducción diferentes.

EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

25 La invención consiste en un sistema que permite estimar la diferencia entre el combustible consumido por una flota de autobuses en un período de tiempo, *período_1*, y el combustible consumido en otro período de tiempo posterior, *período_2*, debida a un cambio del estilo de conducción, aún cuando existan otros factores que han afectado al consumo de combustible de forma diferente en ambos períodos.

Para ello se definen los siguientes conceptos:

M_i Consumo_Medido en el período i

R_i **Consumo_de_Referencia**; se trata de un valor del consumo calculado para el período i excluyendo el consumo debido a una conducción ineficiente.

C_i Consumo debido a una conducción ineficiente en el período i

30 de forma que se cumple que **R_i + C_i = M_i**

El parámetro que se pretende obtener es el combustible_ahorrado en el *período_2* con respecto al *período_1*, **Combustible_ahorrado**, definido como la diferencia que existe entre el combustible que se hubiera consumido en el *período_2* si se hubieran mantenido

las condiciones de conducción del *período_1*, M_2' , y el combustible efectivamente consumido, medido, en el *período_2*, M_2 .

$$\text{Combustible_ahorrado} = M_2' - M_2 \quad \text{Ecuación (1)}$$

5 Donde M_2' es igual a la suma del combustible consumido en el *período_2* debido a factores diferentes al estilo de conducción, R_2 , más el combustible que se hubiera consumido en el el *período_2* debido a una conducción ineficiente como la del *período_1*, C_2'

$$M_2' = R_2 + C_2'$$

10 C_2' puede obtenerse a partir de C_1 aplicando un factor de proporcionalidad, K, que tenga en cuenta el mayor o menor número, en el *período_2* con respecto al *período_1*, de kilómetros, detenciones y otros factores que inciden en el consumo y que se consideran en el cálculo del *Consumo_de_referencia*, R_i como se detalla más adelante, de forma que:

$$C_2' = K \cdot C_1 \quad \text{y} \quad K = \frac{R_2}{R_1}$$

Como $R_1 + C_1 = M_1$ tenemos que $C_1 = M_1 - R_1$ y por tanto:

$$15 \quad C_2' = \frac{R_2}{R_1} \cdot C_1 \Rightarrow C_2' = \frac{R_2}{R_1} \cdot (M_1 - R_1) \Rightarrow C_2' = \frac{R_2}{R_1} \cdot M_1 - R_2$$

Consecuentemente:

$$M_2' = R_2 + \frac{R_2}{R_1} \cdot M_1 - R_2 \Rightarrow M_2' = \frac{R_2}{R_1} \cdot M_1$$

Sustituyendo este valor de M_2' en la ecuación (1) tenemos:

$$\text{Combustible_ahorrado} = \frac{R_2}{R_1} \cdot M_1 - M_2 \quad \text{Ecuación (2)}$$

20 Es decir, el combustible ahorrado en el *período_2* con respecto al *período_1* es igual a la diferencia entre el combustible medido en el *período_1* y el combustible medido en el *período_2* después de aplicar al primero un **factor de proporcionalidad igual al ratio de los consumos se referencia del período_2 con respecto al período_1**. Esta idea se ilustra gráficamente en la *figura 1*

25

El *Consumo_medido* en cada período, M_i , se puede obtener directamente de los vehículos utilizando procedimientos conocidos, por ejemplo basados en la medición del caudal utilizando caudalímetros insertados en las mangueras de alimentación y retorno de combustible o leyendo la información del bus CAN del vehículo, normalmente disponible
30 según el estándar J1939.

El **Consumo_de_referencia** es un consumo calculado teniendo en cuenta aquellos factores que, pudiendo variar significativamente de un período a otro, inciden en el consumo, excluyendo por tanto los factores que no varían significativamente de un período a otro, y excluyendo igualmente el consumo debido a un estilo de conducción ineficiente.

5 Para el cálculo del **Consumo_de_referencia** en cada período, **R_i**, se clasifica el movimiento de un autobús en cuatro tipos atendiendo al consumo:

- **Salidas:** el vehículo inicia la marcha tras una detención; el consumo del vehículo en este caso es muy superior al consumo en marcha y por ello se consideran las salidas de forma independiente.

10 • **Tráfico:** el vehículo circula en un tramo entre detenciones, exceptuando Salidas y Aproximaciones

15 • **Aproximación:** movimiento previo a una detención en el que el vehículo pasa de la fase de Tráfico a la fase de Detención en una deceleración sostenida hasta su detención; el consumo en este caso es despreciable y por ello puede excluirse sin un impacto apreciable en el resultado, salvo un pequeño consumo al final de la frenada que se considera dentro de la fase de Tráfico.

- **Ralentí:** el vehículo se encuentra detenido con el motor encendido en ralentí; el consumo en este caso es muy inferior al consumo en marcha y por ello se considera de forma independiente.

20 Consecuentemente se calculan tres consumos de referencia de forma independiente: un consumo de referencia en salidas, **R_{salidas}**, un consumo de referencia en marcha, **R_{tráfico}**, y un consumo de referencia en detenciones con el motor en ralentí, **R_{ralentí}**

Teniendo en cuenta este desglose del Consumo de referencia, la ecuación (2) quedaría como sigue:

25

$$Combustible_ahorrado = \frac{R_{salidas_2}}{R_{salidas_1}} \cdot M_{salidas_1} + \frac{R_{trafico_2}}{R_{trafico_1}} \cdot M_{trafico_1} + \frac{R_{ralentí_2}}{R_{ralentí_1}} \cdot M_{ralentí_1} - M_2$$

Ecuación (3)

CALCULO DE LOS CONSUMOS DE REFERENCIA

30 El **Consumo_Salida** en un período se calcula como el sumatorio del consumo de todas las detenciones con salidas que ha efectuado cada vehículo, calculando dicho consumo en cada salida para cada vehículo. Los factores considerados en este cálculo incluyen:

- El propio vehículo; cada tipo de vehículo/motor puede tener un consumo diferente bajo las mismas circunstancias.

- El tipo de combustible utilizado.
 - La pendiente; el consumo es mayor si el autobús tiene que iniciar el movimiento tras una detención en una pendiente positiva, y viceversa
 - La carga o peso total del vehículo.
- 5
- La resistencia ofrecida al movimiento del motor por parte de elementos auxiliares del autobús, fundamentalmente el compresor del aire acondicionado.

Tan importante como los factores que se tienen en cuenta son los que no se tienen en cuenta:

- 10
- No se tiene en cuenta el estilo de conducción. Cada salida se calcula en base a los parámetros anteriores asumiendo un estilo de conducción óptimo (salida suave). De esta forma, la diferencia entre el consumo medido en una salida y el consumo de referencia calculado será el consumo debido al estilo de conducción.
- 15
- No se tienen en cuenta factores que complicarían el método (por ser difíciles de medir) pero que no varían apreciablemente de un periodo a otro en el caso de flotas con itinerarios y horarios recurrentes, como es el caso de los autobuses, ya que estos factores con un impacto similar en el consumo en diferentes períodos se cancelan en gran medida al realizar la comparación entre períodos. Así, resulta que no es necesario tener en cuenta factores, como la velocidad final alcanzada por el autobús tras la salida, el estado de los neumáticos y su inflado y cargas de motor diferentes a las

20

 - mencionadas. El impacto del aire acondicionado sí debe tenerse en cuenta porque su uso puede variar mucho de un período al siguiente en función del clima.

El **Consumo_Trafico** en un período es el sumatorio de los consumos incurridos por cada vehículo al circular entre detenciones, calculando dicho consumo teniendo en cuenta los

25

siguientes factores:

- El propio vehículo; cada tipo de vehículo/motor puede tener un consumo diferente bajo las mismas circunstancias.
 - El tipo de combustible utilizado.
 - La carga o peso total del vehículo.
- 30
- La resistencia ofrecida al movimiento del motor por parte de elementos auxiliares del autobús, fundamentalmente el compresor del aire acondicionado.
 - El tipo de día (laborable, festivo u otro) y franja horaria, que determinan el tipo de tráfico en el que tendrá lugar la circulación del autobús.
 - Lo Km realizados con cada uno de los factores anteriores, excluyendo, para cada
- 35
- detención:

5 La distancia teórica recorrida en la fase de salida, cuyo consumo ya se ha tenido en cuenta en el Consumo_Salida. Esta distancia teórica es la distancia que el autobús tarda, con una conducción eficiente, en adquirir la velocidad normal de operación.

5 La distancia teórica recorrida en la aproximación a una detención, cuyo impacto en el consumo se considera despreciable. Así, en el cálculo del consumo diferencial se reflejará un consumo en todos aquellos casos en los que el conductor haya continuado circulando normalmente durante parte de la distancia teórica de aproximación; es decir, todos aquellos casos en los que los conductores hayan frenado más cerca del punto de detención (y por tanto más bruscamente) de lo que hubieran podido hacerlo. Esta distancia teórica de aproximación se calcula en función de la velocidad del tramo y de la pendiente.

10 El consumo calculado en base a los factores anteriores se normaliza teniendo en cuenta un factor adicional, factor tramo, que considera la pendiente del tramo el tipo de población (urbana/no urbana) y el tipo de carril por el que circula el autobús (reservado/compartido) para tener en cuenta el número de Km realizados por cada vehículo en cada tramo tipificado según estos parámetros.

Finalmente, el **Consumo_Ralentí** en un período es el sumatorio de los consumos en ralentí incurridos por cada vehículo, calculados teniendo en cuenta:

- 20 • El propio vehículo; cada motor puede tener un consumo diferente en ralentí.
- El tipo de combustible.
- La resistencia ofrecida al motor por elementos auxiliares que estén activos durante el ralentí, fundamentalmente el compresor del aire acondicionado.
- 25 • El tiempo que ha permanecido en ralentí en cada detención, con un límite máximo preestablecido por detención, ya que el tiempo adicional que el vehículo permanezca en ralentí se considera parte del estilo de conducción (el conductor debe apagar el motor si el vehículo está detenido más de dicho tiempo máximo).

30 El sistema estaría compuesto por una parte en el vehículo y una parte central (ver Fig. 4). La parte en el vehículo incluye un elemento de proceso, denominado procesador de conducción en la Fig. 4 (1), un sistema de almacenamiento de datos a bordo (2) y un sensor de aceleraciones y eventualmente otros sensores (3) y estaría conectada al chasis del vehículo para leer el valor de varias señales y datos (4) fundamentalmente la señal de contacto, datos del bus CAN, señal del odómetro y estado del compresor del aire acondicionado y sistema de iluminación. Esta parte embarcada detecta cada uno de los movimientos del autobús (salida, tráfico, aproximación y ralentí) y registra para cada movimiento el consumo del vehículo y el valor de los parámetros requeridos para el cálculo del consumo de referencia como se ha descrito anteriormente. Esta información se

envía a la parte central donde se almacena (7) hasta disponer de datos para todo el período que se desea evaluar (*periodo_1* y *periodo_2*) procesándola entonces para calcular los consumos de referencia de cada período y estimar el ahorro como se ha descrito anteriormente.

5

Aunque el sistema descrito está orientado a la determinación del ahorro debido a un cambio en el estilo de conducción; el mismo método puede ser válido en casos en los que se desea medir el ahorro debido a otros factores; para ello, los consumos de referencia tendrían que ser calculados, para cada período, a partir de los factores que determinan el consumo de combustible durante el período, excluyendo la parte del consumo de combustible que es debida a los factores cuyo impacto en el ahorro de combustible se desea medir.

El sistema puede entenderse mejor con la siguiente descripción detallada de un modo de realización y las figuras que la complementan.

15

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 presenta un diagrama general del proceso de estimación del ahorro de combustible conseguido en un *período_2* tomando como referencia un *período_1*, de una flota de autobuses según se ha descrito en los primeros párrafos del apartado de EXPLICACIÓN DE LA INVENCIÓN

20

La figura 2 muestra un diagrama con las tres fases del movimiento de los autobuses, Salidas, Tráfico y Detenciones (Ralenti), y los factores utilizados en cada fase para el cálculo del consumo de referencia.

La figura 3 muestra el diagrama de bloques de un sistema que implementa el método descrito según la exposición detallada de un modo de realización que se realiza a continuación.

25

La figura 4 muestra de forma genérica el diagrama de la figura 3, con cada una de las partes numeradas para servir de referencia a la explicación general del sistema que se realiza al final de la página 6 y al apartado de reivindicaciones

30

EXPOSICIÓN DETALLADA DE UN MODO DE REALIZACIÓN

El método descrito puede ser implementado con un sistema como el que se muestra en la Figura 3. Este sistema está compuesto por una parte en cada vehículo y una aplicación central.

35 La parte en cada vehículo incluye los siguientes módulos:

- Procesador de conducción compuesto por:
 - ⊗ Microcontrolador, MCU
 - ⊗ Un interfaz de comunicaciones para la descarga de datos y carga de parámetros de configuración, por ejemplo a través de WiFi
- 5 ⊗ Un interfaz de entradas y salidas digitales y analógicas, E/S
- ⊗ Un interfaz para bus CAN
- ⊗ Un interfaz tipo Dallas ibutton para la identificación del conductor.
- Unidad para el almacenamiento de los datos registrados, por ejemplo una tarjeta SD
- Sensores:
 - 10 ⊗ Un acelerómetro de estado sólido tipo MEMS
 - ⊗ Un receptor GNSS para la localización del vehículo, por ejemplo GPS

Una aplicación con la funcionalidad que se describe más adelante.

La parte central está compuesta por :

- 15 • Un ordenador, con sistema operativo y gestor de base de datos
- Un punto de acceso WiFi para la descarga de datos de los vehículos
- Una aplicación con la funcionalidad que se describe más adelante

FUNCIONALIDAD DE LA PARTE EN EL VEHÍCULO

20 Las funciones de la parte embarcada pueden agruparse en las siguientes:

- Identificación del conductor
- Localización del vehículo
- Obtención de datos del movimiento del vehículo
- Proceso de datos
- 25 • Registro de datos
- Descarga de datos a la aplicación Central

A continuación se describen estas funciones:

Identificación del conductor:

- 30 • Se registra el inicio y fin de turno de cada conductor y su identificador, con el fin de poder asociar posteriormente los cálculos de ahorros, a los conductores, y poderlo

relacionar con su estilo de conducción. (La determinación del estilo de conducción no es objeto del presente invento)

Localización del vehículo:

- 5 • La localización del vehículo se utiliza para determinar la ruta por la que circula. El transporte de autobuses se realiza sobre rutas fijas. Cada una de estas rutas tendrá un factor ruta asociado que se utiliza en el cálculo del ahorro de combustible, por lo que es necesario identificarla.

Obtención de datos del movimiento del vehículo:

- Lectura de datos del bus CAN:
 - 10 ☒ Consumo instantáneo
 - ☒ Posición del pedal acelerador
- Lectura de pulsos de odómetro:
 - ☒ Se utiliza para acumular la distancia recorrida y para detectar cada una de las fases del movimiento del autobús
- 15 • Acelerómetro:
 - ☒ Se utiliza para estimar la pendiente a partir de la componente de la aceleración de la gravedad que se induce en el eje longitudinal del acelerómetro (eje paralelo al eje longitudinal del vehículo) cuando el vehículo no está horizontal
- Lectura del estado del compresor de aire acondicionado y del estado de la iluminación
 - 20 ☒ Se registran estos estados para conocer los Km realizados con esta carga motor para determinar el consumo de referencia en fase de tráfico y salida, así como determinar el consumo de referencia en ralentí.

Proceso de datos en el vehículo:

- 25 • Determinación de las fases del movimiento del autobús, detenido, salida, tráfico y aproximación, en base a la señal del odómetro y registro de los datos requeridos en cada fase para obtener el consumo de referencia.
 - ☒ Fase de detención (ralentí): se considera que el vehículo está detenido en ralentí después de que la velocidad se mantenga con valor cero durante unos segundos, y
 - 30 el motor permanezca encendido.
 - ☒ Fase de Aproximación: la velocidad se reduce de forma sostenida hasta que el vehículo se detiene completamente y permanece unos segundos detenido.
 - ☒ Fase de Salida: el vehículo comienza el movimiento desde el estado detenido, hasta que alcanza la velocidad que tenía al inicio de la fase de aproximación o hasta que
 - 35 la velocidad deja de incrementarse, o bien hasta que alcanza una velocidad de

crucero predefinida calculada y actualizada automáticamente en cada tramo entre detenciones a partir de la velocidad media en el tramo

☞ Fase de Tráfico: circulación entre la fase de salida y la fase de aproximación

- 5 • Integración del consumo instantáneo leído del bus CAN para obtener el consumo acumulado

Registro de datos y Descarga de datos a la aplicación Central:

- 10 • Los datos obtenidos y procesados en el vehículo se registran y se envían periódicamente al final del servicio a un servidor central, donde son procesados para la estimación de los ahorros como se describe a continuación.

FUNCIONALIDAD EN LA PARTE CENTRAL

Carga de datos

- 15 • La aplicación central recibe los datos de todos los vehículos y los estructura en una base de datos

Cálculo del consumo de referencia en salidas.

Este consumo se calcula como sigue:

$$\text{Consumo_salida} = \text{Consumo_salida_0} \times \sum_{i=1}^{i=N} R_movimiento_i \text{ donde:}$$

- 20 • **Consumo_salida_0** es un valor medido empíricamente durante la fase de calibración del procedimiento, por ejemplo expresado en mililitros, del consumo del autobús al iniciar el movimiento hasta que alcanza una velocidad de referencia preestablecida, **V_arranque**, circulando en superficie horizontal, sin carga (sin viajeros) y sin resistencias internas (sin aire acondicionado y sin luces encendidas ni otros consumos eléctricos relevantes)
- 25 • **R_movimiento** es la_resistencia_al movimiento ofrecida por los siguientes factores que varían en cada detención:
 - ☞ La pendiente
 - ☞ La masa del vehículo
 - 30 ☞ El uso del aire acondicionado y resistencia de los alternadores en presencia de consumos eléctricos relevantes, como las luces.

Así, en paradas con pendiente horizontal, con el autobús vacío y con el aire acondicionado y sin consumos eléctricos importantes R_movimiento será neutro (=1)

Es posible medir cada uno de los factores (pendiente, masa y uso de aire acondicionado y otras cargas) y estimar su impacto en el consumo del autobús cuando inicia el movimiento, pero en el modo de realización que se propone se utiliza un único parámetro que refleja el impacto de todos estos factores, que es el tiempo que tarda el vehículo en iniciar el movimiento hasta alcanzar una velocidad preestablecida de referencia, $V_{arranque}$. Así, el factor de resistencia al movimiento en una detención “i” se calcula como sigue:

$$R_{movimiento_i} = [1 + (T_{v_arranque_i} - T_{v_arranque_0}) \times K_t] \times Factor_VEC_i$$

donde

- $T_{v_arranque_i}$ es el tiempo que el autobús tarda en alcanzar una velocidad prefijada, $V_{arranque}$, desde que, estando el vehículo detenido, el conductor pisa el acelerador excediendo un determinado umbral (normalmente más del 70%).
- $T_{v_arranque_0}$ es el $T_{v_arranque}$ obtenido, en la fase de calibración del procedimiento, con el autobús arrancando en horizontal, sin carga, sin el aire acondicionado ni las luces encendidas, y pisando el acelerador hasta una posición óptima, normalmente el 75%.
- $Factor_VEC_i = 1 + (aVEC_pedal_i - aVEC_pedal_ref) \times K_{vec}$ se utiliza para tener en cuenta los casos en los que el conductor no haya mantenido el acelerador en la misma posición durante todo el tiempo hasta alcanzar $V_{arranque}$, donde:
 - ⊗ $aVEC_pedal_i$ es la integración de todas las muestras (valores) de la posición del pedal del acelerador obtenidas a intervalos de tiempo regulares desde que el vehículo inicia el movimiento hasta que alcanza la velocidad $V_{arranque}$
 - ⊗ $aVEC_pedal_ref$ es el producto del valor óptimo de la posición del pedal de acelerador por el número de muestras consideradas en el cálculo de $aVEC_pedal_i$
 - ⊗ K_t y K_{vec} son constantes obtenidas empíricamente.
- Alternativamente, en caso de estar disponible el valor del par motor en el bus CAN (Torque) podría utilizarse este parámetro en lugar de la posición del acelerador.

Cálculo del consumo de referencia en marcha (fase de tráfico)

El consumo_ trafico se calcula como sigue:

$$Consumo_trafico = Consumo_bus \times Factor_tramo \times Km_equivalentes, \text{ donde}$$

Consumo_bus es el consumo del vehículo medido sin carga de viajeros, sin resistencias internas al motor (como el aire acondicionado o consumos eléctricos) y en horizontal, expresado en capacidad de combustible consumida por distancia recorrida, típicamente expresado en litros a los 100Km.

Factor_tramo es un factor dependiente de aspectos específicos de la ruta correlacionados con el consumo, incluyendo la pendiente, el tipo de población (urbana/no urbana) y el tipo

de carril por el que circula el autobús (reservado/compartido). Este factor puede obtenerse empíricamente comparando el consumo medido para el mismo vehículo en distintas rutas recorridas en condiciones similares.

5 **Km_equivalentes** es el número de Km recorridos por el autobús durante el período, normalizados para tener en cuenta los factores que influyen en el consumo durante la marcha, incluyendo:

- **Km_denso** = Km realizados con tráfico denso (o en franjas horarias de alta demanda en tipos de día laborables y lectivos)
- **Km_ac** = Km realizados con el aire acondicionado encendido
- 10 • **Km_luces** = Km realizados con las luces encendidas u otro elemento que suponga una resistencia relevante para el motor del vehículo
- **Km_carga_n** = Km realizados con distintos niveles, n, de carga.

Otros aspectos, como la velocidad, apenas varían de un período al siguiente, por lo que no afectan al cálculo de los ahorros de combustible en flotas de autobuses.

15 Para determinar si el autobús está circulando o no en tráfico denso y computar los Km como Km_denso o normales se analiza la velocidad del autobús, su variación y la frecuencia de las detenciones sin apertura de puertas (es decir, detenciones fuera de paradas de recogida o descenso de viajeros). Alternativamente, en caso de tráfico muy recurrente, se puede utilizar el Tipo de día y la franja horaria.

20 En el caso de los Km_ac y Km_luces se determina fácilmente si el vehículo circula con el aire acondicionado o las luces encendidas comprobando si existe tensión en los circuitos eléctricos que alimentan estos sistemas.

En el caso de los Km_carga, las variaciones en la masa del vehículo se determinan según se describe más adelante en **Estimación de la masa del vehículo**.

25 Cada uno de estos Km (Km_denso, Km_ac, Km_luces y Km_carga_n) se multiplican por un factor (Fdenso, Fac, Fluces y Fn respectivamente) típicamente comprendido entre 0 y 0,2, y se suman al total de Km realizados por el autobús.

$$Km_equivalentes = Km_total + F_{denso} \times Km_{denso} + F_{ac} \times Km_{ac} + F_{luces} \times Km_{luces} + \sum F_n \times Km_{carga_n}$$

30 Estos factores, así como el Consumo_bus, se determinan, en una fase inicial de calibración del procedimiento, de forma empírica, conduciendo el vehículo de forma eficiente, con y sin cada uno de esos factores.

Cálculo de la carga (masa del vehículo) en cada salida

35 Como se ha expuesto anteriormente, la masa del vehículo, **Mt**, se requiere para obtener los **Km_equivalentes** recorridos y poder calcular el consumo de referencia en marcha

(Consumo_trafico). Un procedimiento para estimar esta masa de forma aproximada sin necesidad de utilizar dispositivos específicos en el vehículo es el siguiente:

$$Mt = \frac{F_0 - F_{ac} - F_{luces}}{a_3 - ax_g} \times Factor_VEC \text{ donde}$$

- $F_0 = M_0 \cdot \frac{v_{arranque}}{t_0}$ donde M_0 es la masa del vehículo sin carga y t_0 el tiempo que tarda el vehículo sin carga en alcanzar $V_{arranque}$ en una superficie horizontal sin el aire acondicionado ni otros consumos que ofrezcan resistencia al motor del autobús.
- $F_{ac} = F_0 - M_0 \cdot \frac{v_{arranque}}{t_{ac}}$ donde t_{ac} es el tiempo que tarda el vehículo con el aire acondicionado encendido y sin ninguna otra carga en alcanzar $V_{arranque}$
- $F_{luces} = F_0 - M_0 \cdot \frac{v_f}{t_{luces}}$ donde t_{luces} es el tiempo que tarda el vehículo sin el aire acondicionado encendido, sin carga y con las luces u otro consumo eléctrico relevante, en alcanzar $V_{arranque}$.
- $a_3 = \frac{v_f}{t_3}$ es calculada en tiempo real en el vehículo a partir de la medición del tiempo t_3 que ha tardado en alcanzar la velocidad $V_{arranque}$.
- ax_g es la componente de la aceleración de la gravedad inducida en el eje longitudinal del autobús, obtenida fácilmente con un acelerómetro de estado sólido.

$Factor_VEC = 1 + (aVEC_pedal_i - aVEC_pedal_{100\%}) \times K_{VEC}$ es un factor utilizado para tener en cuenta los casos en los que el conductor no haya mantenido pisado el pedal a fondo durante todo el tiempo hasta alcanzar **V_arranque**, tal y como se ha expuesto anteriormente para la obtención de **R_movimiento** en la descripción del cálculo del consumo de referencia en salidas (Consumo_salida).

Calculo del consumo de referencia detenido en ralentí

El consumo_ralentí es calculado como sigue:

$$Consumo_ralenti = Consumo_ralenti_0 \times Tiempo_en_ralenti_equivalente \text{ donde}$$

Consumo_ralentí_0 es el consumo típico del vehículo con el motor en ralentí sin carga, es decir, sin el aire acondicionado ni las luces encendidas ni otra resistencia ofrecida al motor, normalmente expresado en litros por hora. Los distintos consumos del vehículo en ralentí, sin carga y con distintas cargas, pueden obtenerse directamente de la ECU del autobús.

Tiempo_en_ralentí_equivalente es el tiempo total que el vehículo ha permanecido detenido con el motor en ralentí en todas las detenciones que haya realizado durante el

período de medida, normalizado para tener en cuenta la parte de ese tiempo que ha estado en ralentí con distintas cargas. Así:

$$Tiempo_en_ralenti_equivalente = Tiempo_en_ralenti + \sum Tiempo_i \times Factor_ralenti_i$$

donde:

- 5 Tiempo_en_ralentí es el tiempo que el vehículo ha permanecido detenido con el motor en ralentí sin carga

Tiempo_i es el tiempo que ha permanecido en ralentí con carga “i”

Factor_i es un factor de normalización del tiempo i calculado a partir del consumo en ralentí medido con carga “i”

- 10 Para los tiempos “Tiempo_en_ralentí” y “Tiempo_i” se establece un límite máximo igual al tiempo máximo que el conductor debería mantener el motor encendido. Se asume por tanto también en este factor que el estilo de conducción es ideal, no contabilizando el consumo incurrido en ralentí más allá de ese tiempo máximo.

- 15 Con el resultado de los procesos anteriores se obtiene un consumo medido y un consumo de referencia para cada movimiento (Salida, Tráfico y Ralentí) para cada período, y se aplica la ecuación (3)

REIVINDICACIONES

1.- Sistema para estimar el ahorro de combustible conseguido en una flota de autobuses en un período de tiempo, *período_2* con respecto a un período anterior *período_1*, de forma que dicho ahorro refleje únicamente la variación del consumo de combustible debida al estilo de conducción, determinando la diferencia que existe entre la cantidad de combustible que se habría consumido en el *período_2* si se hubiera mantenido el estilo de conducción del *período_1*, M_2' , y la cantidad de combustible efectivamente consumido, medido en el *período_2*, M_2 , como expresa la siguiente ecuación:

$$\text{Combustible_ahorrado} = M_2' - M_2$$

donde dicha cantidad de combustible que se habría consumido en el *período_2* si se hubiera mantenido el estilo de conducción del *período_1*, M_2' , se calcula aplicando un factor de proporcionalidad, k , al consumo medido en el período 1, M_1 , como expresa la siguiente ecuación:

$$M_2' = k \cdot M_1$$

siendo dicho factor de proporcionalidad, k , el cociente de la división entre un **Consumo_de_referencia** calculado para el período_2, R_2 , y un **Consumo_de_referencia** calculado para el período 1, R_1 , según expresa la siguiente ecuación:

$$k = \frac{R_2}{R_1} \quad \text{y por tanto} \quad \text{Combustible_ahorrado} = \frac{R_2}{R_1} \cdot M_1 - M_2$$

donde dicho **Consumo_de_referencia** es calculado, para cada período, a partir de los factores que determinan el consumo de combustible durante el período, excluyendo la parte del consumo de combustible que es debida a un estilo de conducción ineficiente,

que consiste en un procesador de conducción (1) en cada vehículo, con una unidad de almacenamiento a bordo (2) y sensores (3), conectado a datos y señales del vehículo (4) a partir de los cuales obtiene el consumo del vehículo e información sobre aceleraciones, frenadas y otra necesaria para excluir la parte del consumo de combustible que es debida a un estilo de conducción ineficiente, registrando dicha información datada, y enviándola mediante un sistema inalámbrico de comunicación de datos (5) a un sistema central de almacenamiento (7) donde es utilizada por un procesador central (6) que permite a un usuario seleccionar dos períodos de tiempo, *período_1* y *período_2* y calcular el Combustible ahorrado según se ha indicado anteriormente en esta reivindicación.

2.- Sistema, según la reivindicación 1, en el que el procesador de conducción (1) registra la información incluyendo el tipo de movimiento del autobús que la ha originado:

- salida de una detención,

- circulación en tráfico desde que finaliza una salida al alcanzar una velocidad determinada, hasta que comienza a decelerar para detenerse, y
- autobús detenido con el motor en ralentí,

de forma que el procesador central (6) calcule la cantidad de combustible que se habría consumido en el *período_2* si se hubiera mantenido el estilo de conducción del *período_1*, como la suma de tres componentes según expresa la siguiente ecuación:

$$M_2' = \frac{R_{salidas_2}}{R_{salidas_1}} \cdot M_{salidas_1} + \frac{R_{trafico_2}}{R_{trafico_1}} \cdot M_{trafico_1} + \frac{R_{ralentí_2}}{R_{ralentí_1}} \cdot M_{ralentí_1}$$

donde:

M_2' = Cantidad de combustible que se habría consumido en el *período_2* si se hubiera mantenido el estilo de conducción del *período_1*

$\frac{R_{salidas_2}}{R_{salidas_1}} \cdot M_{salidas_1}$ = Cantidad de combustible que se habría consumido en el *período_2* en los movimientos de salida, si se hubiera mantenido el estilo de conducción del *período_1*

$R_{salidas_1}$ = Consumo_de_referencia calculado para el *período_1* a partir de los factores que determinan el consumo de combustible en los movimientos de salida realizados por los vehículos en el *período_1*, excluyendo la parte del consumo de combustible que es debida a un estilo de conducción ineficiente.

$R_{salidas_2}$ = Consumo_de_referencia calculado para el *período_2* a partir de los factores que determinan el consumo de combustible en los movimientos de salida realizados por los vehículos en el *período_2*, excluyendo la parte del consumo de combustible que es debida a un estilo de conducción ineficiente.

$M_{salidas_1}$ = Consumo medido en los movimientos de salida realizados por los vehículos en el *período_1*

$\frac{R_{trafico_2}}{R_{trafico_1}} \cdot M_{trafico_1}$ = Cantidad de combustible que se habría consumido en el *período_2* en los movimientos circulación en tráfico si se hubiera mantenido el estilo de conducción del *período_1*

$R_{trafico_1}$ = Consumo_de_referencia calculado para el *período_1* a partir de los factores que determinan el consumo de combustible en los movimientos circulación en tráfico realizados por los vehículos en el *período_1*, excluyendo la parte del consumo de combustible que es debida a un estilo de conducción ineficiente.

$R_{tráfico_2}$ = Consumo_de_referencia calculado para el *período_2* a partir de los factores que determinan el consumo de combustible en los movimientos circulación en tráfico realizados por los vehículos en el *período_2*, excluyendo la parte del consumo de combustible que es debida a un estilo de conducción ineficiente.

$M_{tráfico_1}$ = Consumo medido en los movimientos circulación en tráfico realizados por los vehículos en el *período_1*

$\frac{R_{ralentí_2}}{R_{ralentí_1}} \cdot M_{ralentí_1}$ = Cantidad de combustible que se habría consumido en el *período_2* en ralentí si se hubiera mantenido el estilo de conducción del *período_1*

$R_{ralentí_1}$ = Consumo_de_referencia calculado para el *período_1* a partir de los factores que determinan el consumo de combustible en ralentí en el *período_1*, excluyendo la parte del consumo de combustible que es debida a un estilo de conducción ineficiente.

$R_{ralentí_2}$ = Consumo_de_referencia calculado para el *período_2* a partir de los factores que determinan el consumo de combustible en ralentí en el *período_2*, excluyendo la parte del consumo de combustible que es debida a un estilo de conducción ineficiente.

$M_{ralentí_1}$ = Consumo medido en ralentí en el *período_1*

3.- Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el Consumo_de_referencia es calculado, para cada período, a partir de los factores que determinan el consumo de combustible durante el período, excluyendo la parte del consumo de combustible que es debida a otros factores cuyo impacto en el ahorro de combustible se desea medir.

4.- Sistema para determinar el Consumo_de_referencia en los movimientos de salida, según la reivindicación 2, **que consiste en** considerar en el procesador de conducción (1) que el movimiento de salida se inicia al comenzar el autobús a moverse tras una detención, y finaliza al alcanzar una velocidad de cruce determinada; calculándose dicho consumo de referencia para cada autobús, en cada salida, a partir de un consumo específico, medido, en una fase previa de calibración del método, para cada tipo de autobús al iniciar el movimiento con un estilo de conducción óptimo desde el punto de vista del consumo, incrementando o reduciendo el valor de dicho consumo en cada salida en función de la pendiente de la vía, de la masa total del autobús, dependiente del número de viajeros transportados, y de la resistencia ofrecida al motor por el sistema de aire acondicionado

5.- Sistema de acuerdo con la reivindicación 4 en el que el consumo de referencia obtenido en cada movimiento de salida de cada autobús es calculado en el procesador central (6) a partir de un consumo específico, medido, en una fase previa de calibración del método, para ese autobús al iniciar el movimiento con un estilo de conducción optimo desde el punto de vista del consumo, incrementando o reduciendo el valor de dicho consumo en cada salida en función del tiempo que el autobús tarda en adquirir una determinada velocidad para una determinada fuerza de torsión en las ruedas; donde dicha fuerza de torsión es calculada integrando las fuerzas de torsión instantáneas calculadas durante la salida del autobús a partir del par motor, deslizamiento de embrague, relación entre las RPM motor y las RPM de salida del convertidor de par, y radio de las ruedas registrados a intervalos regulares por el procesador de conducción (1) según la disponibilidad de estos datos en el bus CAN del autobús.

6.- Sistema de acuerdo con las reivindicaciones 4 ó 5 en el que el incremento o reducción del consumo específico, medido, en una fase previa de calibración del método, para cada autobús al iniciar el movimiento con un estilo de conducción optimo desde el punto de vista del consumo, es reducido o incrementado para calcular el consumo de referencia en salidas, en función de parámetros diferentes a los considerados en dichas reivindicaciones, que como aquellos cumplan que (a) estén correlacionados con el consumo, (b) no estén correlacionados con el estilo de conducción, y (c) varíen apreciablemente de un periodo de medición a otro.

7.- Sistema para determinar el Consumo_de_referencia en detenciones con el motor en ralentí, según la reivindicación 2, que consiste en considerar en el procesador de conducción (1) que la detención en ralentí se inicia cuando la velocidad del autobús es igual a cero, y finaliza transcurrido el tiempo máximo que se desea que el conductor mantenga el motor encendido en una detención, o en el momento en que el autobús inicia el movimiento, lo que antes suceda, calculándose dicho consumo de referencia para cada autobús a partir del tiempo de detención en ralentí y del caudal de combustible medido, para cada tipo de vehículo, con el motor en ralentí con distintas cargas de los sistemas auxiliares del autobús, en una fase previa de calibración del procedimiento.

8.- Sistema para determinar el Consumo_de_referencia en los movimientos en tráfico según la reivindicación 2, **que consiste en** considerar en el procesador de conducción (1) que un autobús circula en tráfico desde que finaliza la salida de detención al alcanzar la velocidad de cruce hasta que inicia la aproximación a una detención; considerándose que la aproximación a una detención se inicia en el momento en que el autobús deja de acelerar y no vuelve a incrementar su velocidad hasta que se detiene; calculándose dicho consumo de referencia a partir de la distancia recorrida en cada itinerario en los que presta servicio el autobús, y de un consumo específico del autobús y del itinerario, obtenido

empíricamente en una fase previa de calibración del método para cada tipo de día y franja horaria, para distintas resistencias ofrecidas al motor por los sistemas auxiliares, a partir de la conducción realizada por los conductores que consiguen el menor consumo.

5 9.- Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que la velocidad de crucero es calculada y actualizada automáticamente en cada tramo entre detenciones a partir de la velocidad media en el tramo.

10 10.- Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el autobús puede ser cualquier vehículo que preste servicio en itinerarios previamente conocidos, con detenciones.

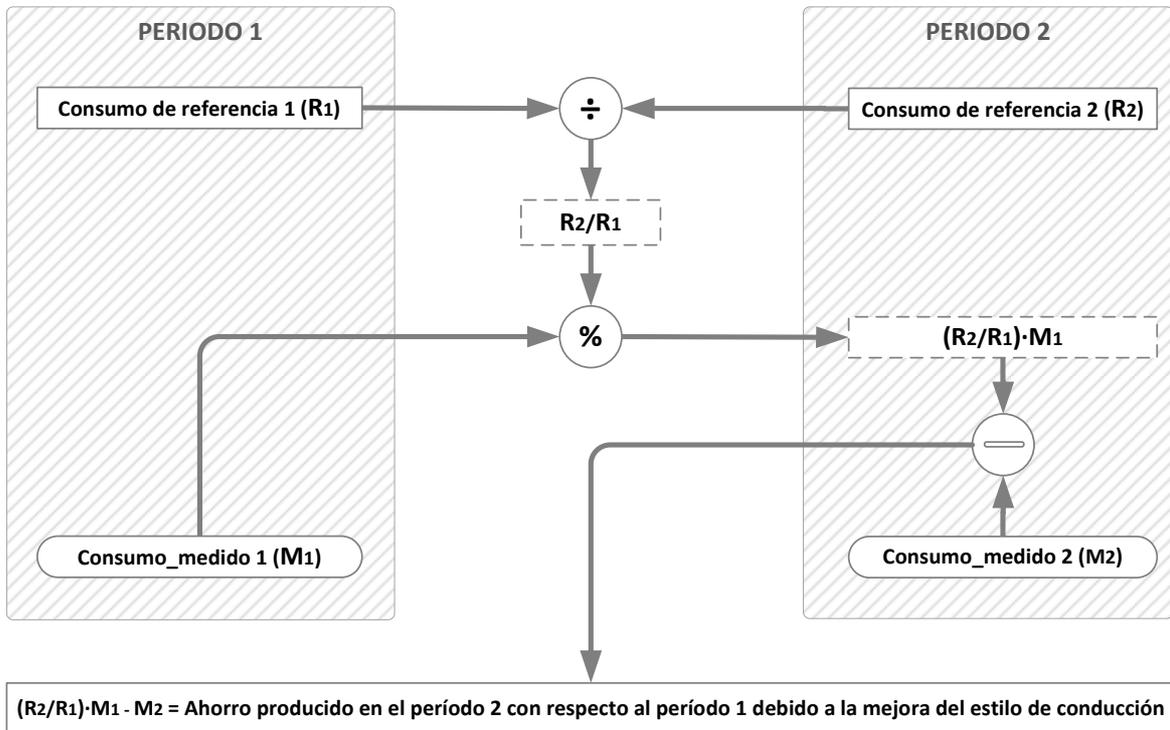


Fig. 1

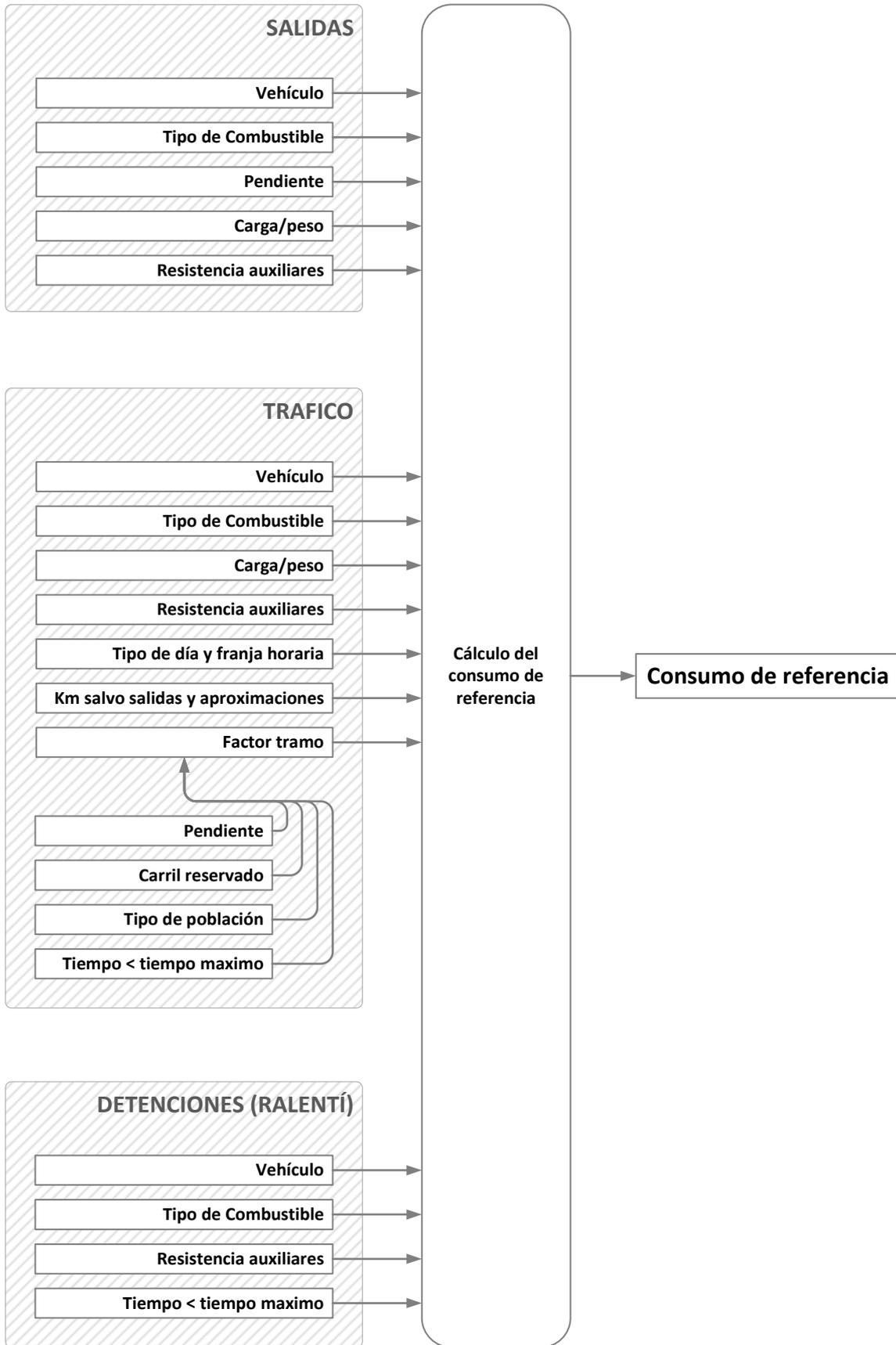


Fig. 2

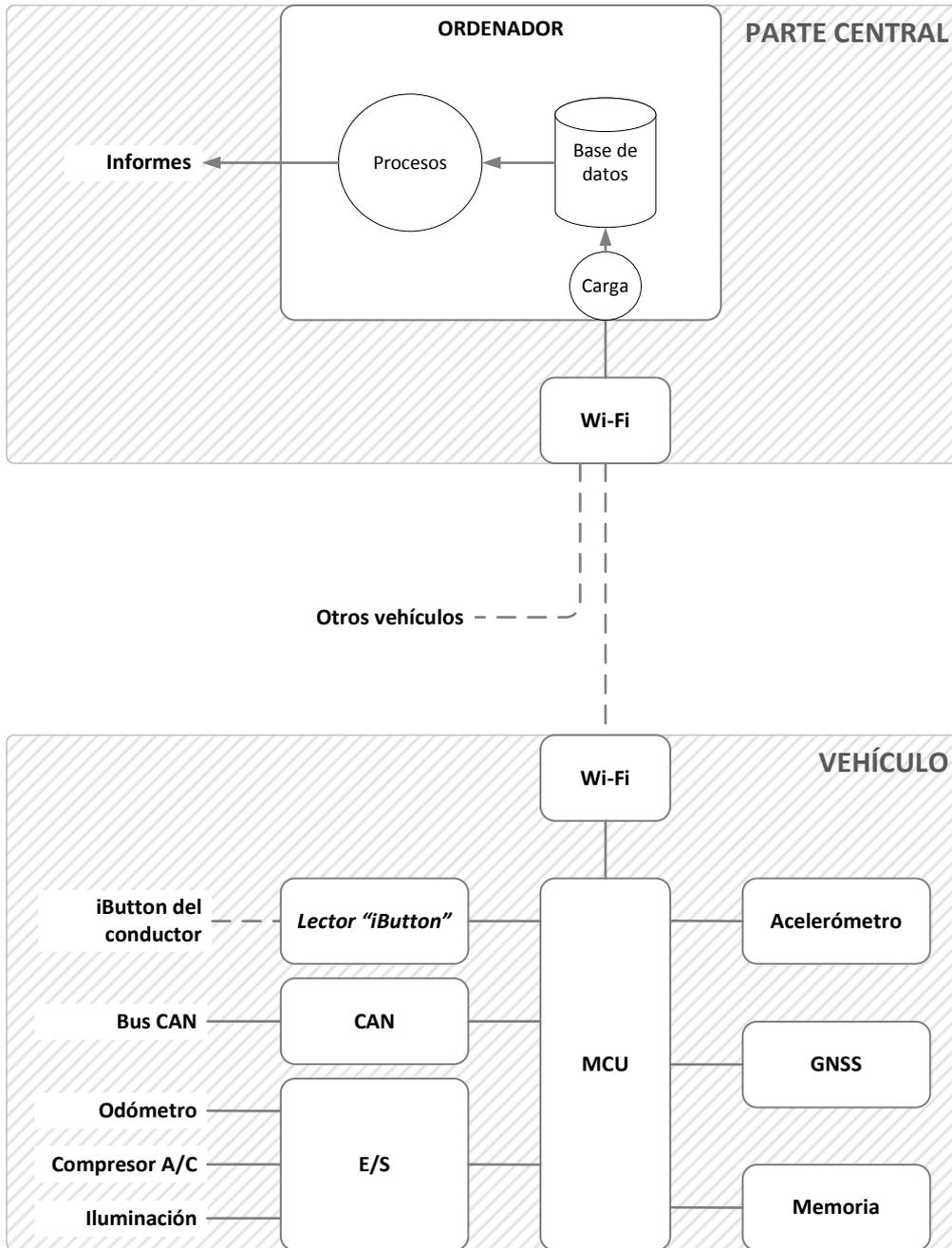


Fig. 3

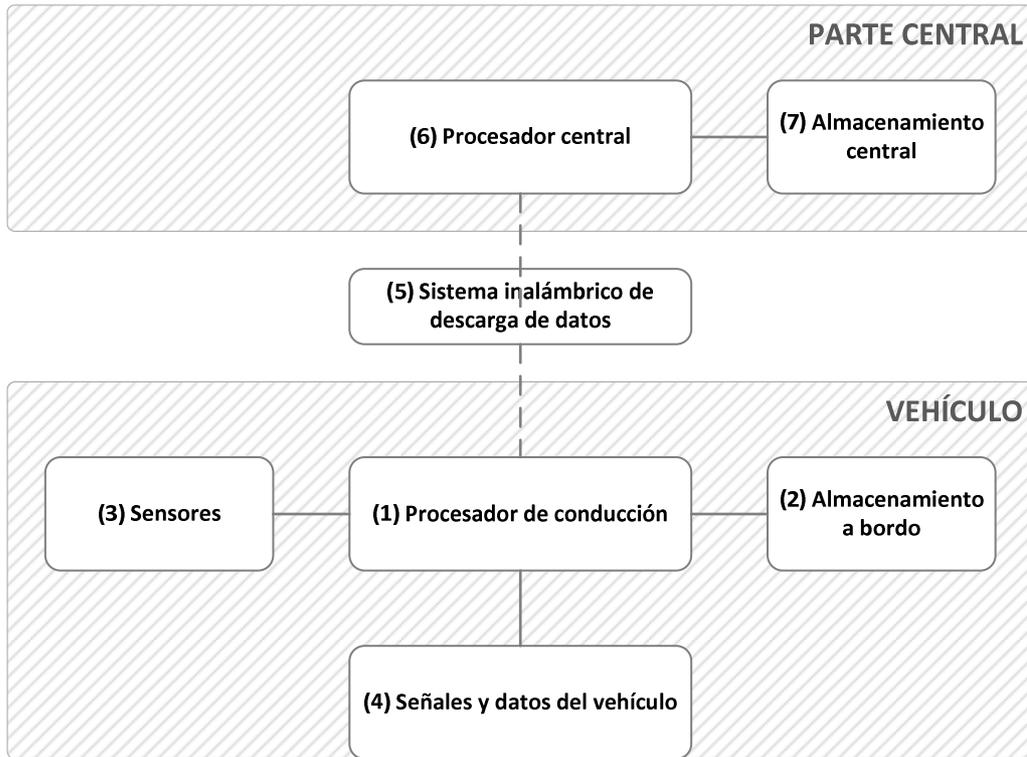


Fig. 4



②¹ N.º solicitud: 201531947

②² Fecha de presentación de la solicitud: 31.12.2015

③² Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤¹ Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤ ⁶ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	EP 1515034 A1 (ISUZU MOTORS LTD) 16/03/2005, párrafos [0028 - 0052]; figuras 1,2,6,7	1-11
A	EP 2320387 A1 (GREENROAD DRIVING TECHNOLOGIES LTD)11/05/2011, párrafos [0033 - 0042]; figuras.	1-11
A	US 2012316699 A1 (FILEV DIMITAR PETROV et al.) 13/12/2012, párrafos [0005 - 0033]; figuras.	1-11
A	US 2015052987 A1 (JUNG WOCHUL et al.) 26/02/2015, párrafos [0034 - 0057]; figuras 1,2	1-11

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
23.07.2016

Examinador
P. Pérez Fernández

Página
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

B60R16/023 (2006.01)

B60W40/09 (2012.01)

G06G7/70 (2006.01)

F02B77/08 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

B60R, B60W, G06G, F02B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, PAJ

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 23.07.2016

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-11	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-11	SI
	Reivindicaciones	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	EP 1515034 A1 (ISUZU MOTORS LTD)	16.03.2005

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**Tiene Novedad/Actividad Inventiva****Reivindicación nº 1**

Se establece el documento D01 como el más próximo del Estado de la Técnica.

Dicho documento D01 hace referencia a "un dispositivo evaluador de la conducción eficiente en combustible y a un método para la evaluación de la conducción eficiente en combustible".

El método descrito en el documento D01 no especifica el ahorro de combustible conseguido en una flota de autobuses en un periodo de tiempo con respecto a un periodo anterior debida al estilo de conducción. Tampoco se considera obvio que un Experto en la Materia obtenga la invención a partir del documento reivindicada a partir del documento D01.

Por tanto, la reivindicación nº 1 posee Novedad/Actividad Inventiva (Arts. 6.1, 8 LP).

Reivindicaciones nº 2-10

Las reivindicaciones nº 2-10 dependen de una u otra forma de la reivindicación nº 1. Por consiguiente, las reivindicaciones nº 2-10, al igual que la reivindicación nº 1, poseen Novedad/Actividad Inventiva (Arts. 6.1, 8 LP).

Reivindicación nº 11

El documento D01 muestra un dispositivo evaluador de la conducción eficiente en combustible, que contiene:

- una unidad de almacenamiento de a bordo (4) (ver párrafo 0031; figura 2).
- un sensor (3) (ver párrafo 0029; figura 2).

La diferencia entre el documento D01 y la reivindicación reside en que D01 no contiene un procesador de conducción ni un sistema central de almacenamiento.

En consecuencia la reivindicación nº 11 posee Novedad y Actividad Inventiva (Arts. 6.1 y 8 LP).