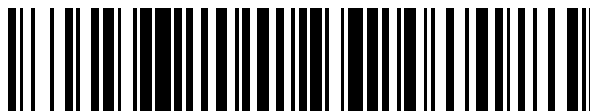


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 529 513**

21 Número de solicitud: 201331101

51 Int. Cl.:

**B62D 35/00** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**19.07.2013**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**20.02.2015**

56 Se remite a la solicitud internacional:

**PCT/ES2014/070585**

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA (50.0%)  
Avenida Medina Azahara, 5  
14071 CÓRDOBA ES y  
UNIVERSIDAD DE JAEN (50.0%)**

72 Inventor/es:

**SANMIGUEL ROJAS, Enrique;  
HIDALGO MARTÍNEZ, Manuel;  
MARTÍN ALCÁNTARA, Antonio;  
GUTIÉRREZ MONTES, Cándido y  
MARTÍNEZ BAZÁN, Carlos**

74 Agente/Representante:

**TEMIÑO CENICEROS, Ignacio**

54 Título: **DISPOSITIVO REDUCTOR DE LA RESISTENCIA AERODINÁMICA EN VEHÍCULOS**

57 Resumen:

Dispositivo reductor de la resistencia aerodinámica en vehículos.

La presente invención se refiere a un dispositivo reductor de la resistencia aerodinámica, que comprende una pluralidad de alerones instalables en la superficie trasera de un vehículo, estando configurados dichos alerones para formar una multicavidad en dicha superficie trasera, formada por, al menos, cuatro cavidades, donde dichas cavidades poseen una forma preferentemente cuadrada o rectangular. La invención proporciona una notable mejora en la reducción de la resistencia aerodinámica en vehículos, especialmente en camiones, frente otros dispositivos conocidos. Además, el dispositivo de la invención puede ser instalado de forma sencilla y automatizable.

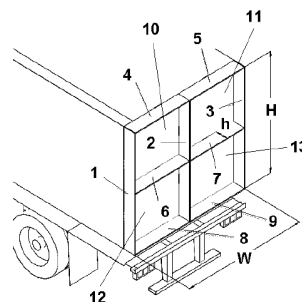


FIG. 1

## DESCRIPCIÓN

### DISPOSITIVO REDUCTOR DE LA RESISTENCIA AERODINÁMICA EN VEHÍCULOS

#### CAMPO DE LA INVENCION

- 5 La presente invención se refiere a dispositivos y métodos utilizados para la reducción de la resistencia aerodinámica de vehículos, preferentemente de aquellos vehículos que poseen la parte posterior roma o plana, tales como camiones o camiones-tráiler.

#### ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10

El efecto de la resistencia al avance de un vehículo se debe, entre otros factores, a la resistencia a la rodadura y a la resistencia aerodinámica, siendo ésta última la más importante. La resistencia aerodinámica se manifiesta como una fuerza,  $F_x$ , que se suele expresar en forma de coeficiente aerodinámico,  $C_x = F_x / (0,5 \times \rho \times V^2 \times A)$ , donde  $\rho$ ,  $V$  y  $A$  son, respectivamente, la densidad del aire, la velocidad del vehículo y el área frontal del

15 vehículo. Por lo tanto, la potencia,  $W_a$ , que consume un vehículo para vencer la resistencia aerodinámica es,  $W_a = F_x V = 0,5 \times \rho \times A \times C_x \times V^3$ . Luego, cuanto menor sea el  $C_x$ , menor será la potencia empleada por el motor para vencer la resistencia aerodinámica. En la Tabla 1 del presente documento se incluye, para valores típicos de  $C_x$  y  $A$ , la potencia que

20 consume un automóvil y un camión-tráiler para vencer la resistencia aerodinámica, así como, sus emisiones de dióxido de carbono asociadas a dicha potencia.

	A (m <sup>2</sup> )	V (km/h)	C <sub>x</sub>	W <sub>a</sub> (C.V.)	CO <sub>2</sub> (gr/km)
Automóvil	2	120	0,3	20	150
Camión	7	100	0,8	90	800

**Tabla 1.** Potencia para vencer la resistencia aerodinámica. Se toma  $\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$ .

25

Teniendo en cuenta estos datos, un automóvil o un camión con unas potencias máximas de 90 y 400 C.V., respectivamente, utilizarían más del 20% de dicha potencia máxima en vencer la resistencia aerodinámica y, por lo tanto, cuando desarrollan potencias nominales inferiores a dicha potencia máxima, más del 30% del consumo de combustible (y de

30 emisiones de CO<sub>2</sub>) se emplea en vencer la fuerza aerodinámica. Durante décadas, los camiones se diseñaron como objetos rudimentarios de trabajo y no se tenía en cuenta ni el consumo de combustible ni, por supuesto, las emisiones de CO<sub>2</sub>. Con el tiempo, el encarecimiento del combustible y los nuevos protocolos de emisiones de CO<sub>2</sub>, han hecho

que, tanto los fabricantes de automóviles como de camiones, busquen diseños aerodinámicos cada vez más eficientes. Por ello, conseguir una reducción en el  $C_x$  de sólo un 1% en la mayoría de los vehículos, supondría un enorme ahorro en combustible a nivel mundial y una notable disminución en las emisiones de  $CO_2$ . Intentar una mejora del  $C_x$  en  
5 vehículos muy aerodinámicos, como automóviles, no es fácil (hoy en día la mayoría de los automóviles tienen un  $C_x < 0,3$ ), aunque en camiones sí resulta más factible, puesto que tienen un  $C_x$ , en la inmensa mayoría de los casos, mayor de 0,7.

En el estado de la técnica existen numerosas propuestas de métodos o dispositivos para  
10 mejorar la resistencia aerodinámica de vehículos, basados en la aplicación de elementos desplegados o alerones en la parte trasera de dichos vehículos. Como ejemplo de dichos dispositivos, las solicitudes de patente estadounidenses US 4234745 y US 2012/0104791 proponen dispositivos desplegados con forma esférica en la parte posterior de un tráiler. Por su parte, en la solicitud US 5348366 se propone colocar un dispositivo en forma de placa,  
15 paralela a una determinada distancia de la parte trasera del camión. Asimismo, el dispositivo descrito en la solicitud US 6854788 introduce unos alerones curvados hacia el interior, en los dos laterales verticales de la parte posterior del camión.

Otro grupo de invenciones dentro del estado de la técnica se refieren a la aplicación de  
20 "monocavidades" al vehículo, como fórmula para reducir su resistencia aerodinámica. Por ejemplo, la solicitud de patente internacional WO 2012051174 propone una monocavidad de tres laterales, plegables manualmente y de grandes dimensiones, en la parte posterior de un camión. Asimismo, la solicitud de patente europea EP 1870321 introduce una monocavidad de cuatro lados formada por paneles inflables, aunque no se justifica en ella ni la forma ni la  
25 profundidad de los mismos. Por último, las solicitudes de patente estadounidenses US 6595578 y US 8079634 introducen una doble cavidad en la parte trasera del camión.

Ambos grupos de invenciones comprenden dispositivos de gran tamaño y muy complejos en el despliegue/pliegue de los alerones, siendo necesaria la intervención manual para su  
30 instalación, lo que resulta extremadamente difícil o, en ocasiones, hasta imposible de automatizar. Por otro lado, su realización práctica resulta poco efectiva, dado que su reducción de la resistencia aerodinámica una vez instalados no llega a ser significativa. Existe, pues, una necesidad en el estado de la técnica de encontrar nuevos dispositivos para la reducción de la resistencia aerodinámica en vehículos, que puedan ser instalados de  
35 forma sencilla y automatizable, proporcionando además una reducción sustancial de la

resistencia aerodinámica, especialmente en camiones, que sea superior a la de los dispositivos conocidos. La presente invención está destinada a resolver dicha necesidad.

## **DESCRIPCIÓN BREVE DE LA INVENCION**

5

El objeto de la presente invención es un dispositivo reductor de la resistencia aerodinámica, que comprende una pluralidad de alerones instalables en la superficie trasera de un vehículo, y configurados dichos alerones para formar una cavidad múltiple en dicha superficie, a la que se denominará de ahora en adelante "multicavidad", donde dicho término se interpreta como una pluralidad de cavidades formadas por el conjunto de los alerones desplegados. Dicha multicavidad está formada, preferentemente, por al menos cuatro cavidades.

10

Se consigue con ello un medio efectivo para reducir la resistencia aerodinámica en vehículos terrestres, acuáticos o aéreos, estando preferentemente orientada a su aplicación en camiones, ya sean o no del tipo tren o tráiler, autobuses o autocares, furgonetas y turismos, especialmente, del tipo monovolumen, todoterreno y todo-camino.

15

En una realización preferente de la invención, cada cavidad posee forma cuadrada o rectangular. Más preferentemente, el dispositivo comprende una pluralidad de alerones verticales y una pluralidad de alerones horizontales formando cada una de las cavidades. Se consigue con ello un dispositivo fácilmente instalable que resulta, además, adaptable a la mayoría de vehículos cuya parte posterior es roma o plana.

20

En otra realización preferente de la invención, las cavidades de la multicavidad son lateralmente estancas al paso del aire. Se consigue con ello un medio de aumentar la reducción de la resistencia aerodinámica en vehículos. Preferentemente, el espesor de los alerones es igual o inferior a 1,5 cm, con el objetivo de utilizar elementos ligeros que presenten el menor impacto por vibraciones posible ante el contacto con el aire. Con el mismo objetivo, los alerones están fabricados preferentemente con materiales ligeros, por ejemplo, fibra de composite, fibra de carbono, plástico rígido o aluminio. En distintas aplicaciones de la invención en función del tipo de vehículo, los alerones poseen una anchura preferente igual o inferior a 30 cm (especialmente indicada para camiones) y, más preferentemente, igual o inferior a 15 cm (especialmente indicada para coches).

30

35

En una realización adicional, el dispositivo comprende medios de actuación configurados para disponer los alerones en, al menos, una posición de despliegue y/o una posición de plegado donde, preferentemente, la posición de plegado comprende el giro de los alerones sobre la posición de despliegue, hacia el interior o hacia el exterior de la parte trasera del vehículo. Dichos medios de actuación pueden comprender, por ejemplo, bisagras conectando los alerones con la superficie trasera del vehículo, pudiendo opcionalmente estar gobernados por actuadores eléctricos, hidráulicos o neumáticos para plegar y/o desplegar los alerones. Opcionalmente, los medios de actuación pueden estar configurados para plegar/desplegar los alerones al alcanzar el vehículo una velocidad de crucero predeterminada.

En una realización preferente de la invención, la configuración de despliegue de los alerones comprende una posición de dichos alerones formando un ángulo menor o igual a  $90^\circ$  con el plano definido por la superficie trasera del vehículo. Se obtiene con ello una configuración óptima para la reducción de la resistencia aerodinámica.

## DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 muestra una realización preferente de la invención, aplicada a un camión. En ella, los alerones del dispositivo se encuentran desplegados, formando una multicavidad basada en cuatro cavidades (denominada, de ahora en adelante, "multicavidad-4"). En la figura,  $W$  es el ancho del vehículo,  $H$  es el alto del vehículo y  $h$  es la anchura de los alerones de la multicavidad-4. El área frontal del vehículo es, por lo tanto,  $A=H \times W$ . El dispositivo de la figura consta de tres alerones verticales de longitud  $H$ , y seis alerones horizontales de longitud  $W/2$ .

La Figura 2 muestra un ejemplo de la configuración de plegado del dispositivo reductor, para una multicavidad-4, según una realización preferente de la invención.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Tal y como se muestra en las Figuras 1-2 del documento, la presente invención está basada en la instalación de paneles o alerones (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) en la parte posterior de vehículos terrestres, acuáticos o aéreos, configurados preferentemente para generar cuatro o más cavidades (10, 11, 12, 13) cuando se encuentran en su posición de despliegue (Figura 1), dando así lugar a una cavidad múltiple o multicavidad. Una aplicación directa de

la invención es su instalación de vehículos terrestres tales como camiones, ya sean o no del tipo tren, tráiler, autobuses o autocares, furgonetas y turismos, especialmente, del tipo monovolumen, todoterreno y todo-camino. La configuración de los alerones (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) de la invención puede ser fija o actuable, comprendiendo este último caso, por ejemplo, una posición de plegado (Figura 2), en la que la parte posterior del vehículo no se ve modificada respecto de su forma original, permaneciendo los alerones (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) dispuestos de forma paralela sobre la superficie posterior del vehículo. Esta facilidad en el plegado de los alerones beneficiaría en los procesos de carga y descarga de mercancías en camiones.

10

Preferentemente, los alerones (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) están distribuidos en la parte trasera del vehículo cómo una pluralidad de alerones verticales (1, 2, 3) y de alerones horizontales (4, 5, 6, 7, 8, 9), dotando a las cavidades (10, 11, 12, 13) de una forma de caja cuadrada o rectangular. Otras configuraciones, tales como triangular, hexagonal u otras formas o secciones poligonales pueden ser igualmente adoptables, mediante la adecuada disposición, número y tamaño de los alerones (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9).

15

Los alerones (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) de la invención pueden estar contruidos mediante numerosos materiales, como por ejemplo materiales de fibra, tipo composite o de carbono, plásticos rígidos, aluminio, etc. El empleo de materiales ligeros, aunque suficientemente resistentes como para resistir el impacto del aire en movimiento, supondrá un incremento despreciable en el peso del vehículo y, siendo además rígidos, se evitarán ruidos y vibraciones parásitas. Los alerones (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) se instalan, preferentemente, de forma que no interfieran con los sistemas de luces, intermitentes o placas identificativas del vehículo.

20

25

En aquellas realizaciones de la invención en las que la configuración de los alerones (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) es actuable, el accionamiento del dispositivo se puede diseñar para que dichos alerones se desplieguen automáticamente, por ejemplo, cuando el vehículo alcance una velocidad de cruceo predeterminada (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9). La actuación y activación de los alerones puede realizarse mediante accionamientos eléctricos, hidráulicos o neumáticos. Preferentemente, a bajas velocidades, como en el caso de circular por la ciudad, los alerones (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) pueden permanecer plegados, puesto que en este caso su efecto en la aerodinámica resulta inferior.

30

35

El rendimiento del dispositivo de la invención depende, entre otros factores, del ajuste en la unión entre los paneles o alerones (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) una vez desplegados. Preferentemente, su ajuste ha de garantizar una buena estanqueidad lateral de las cavidades. Por otra parte, dado que los alerones (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) de la presente invención poseen longitudes de menor tamaño que los correspondientes al caso de una monocavidad, se producirán menos vibraciones y ruidos en éstos. Además, es importante tener en cuenta que, aunque al instalar una monocavidad en la parte trasera de un vehículo se produce una disminución en su resistencia aerodinámica, cuando se incluyen cuatro o más cavidades (10, 11, 12, 13) este efecto aumenta notablemente, debido a que, además de aumentar la presión estática en la parte trasera del vehículo, también disminuye el tamaño característico de los vórtices sobre dicha parte trasera, provocando que la presión estática aumente más rápidamente en comparación con el efecto de una o dos únicas monocavidades, para una misma profundidad  $h$  de la cavidad.

Como ejemplo de las mejoras proporcionadas por la invención, se aportan los resultados obtenidos, mediante simulaciones numéricas tridimensionales, del flujo turbulento alrededor de diferentes cuerpos a una velocidad, a escala, de 100 km/h. Se ha utilizado el modelo turbulento "RANS  $k\omega$ -sst", que es el más idóneo para simular flujo turbulento en cuerpos con la parte posterior roma. En concreto, se ha utilizado un cuerpo que simula un automóvil con un  $C_x = 0,26$ , y un cuerpo que simula un vehículo con un  $C_x = 0,9$ , más cercano al caso de un camión real. En la Tabla 2 del presente documento, a continuación, se incluyen los valores de las reducciones de carga aerodinámica,  $\Phi(\%) = (C_x^0 - C_x) / C_x^0 \times 100$ , ( $C_x^0$  corresponde al  $C_x$  sin dispositivo reductor), para ambos cuerpos y distintas profundidades (adimensionalizadas con la raíz cuadrada del área frontal,  $A^{1/2}$ ), tanto con una monocavidad como una multicavidad-4 de cuatro cavidades.

$\Phi(\%)$	$h / A^{1/2} = 0,05$		$h / A^{1/2} = 0,1$	
	monocavidad	multicavidad-4	monocavidad	multicavidad-4
cuerpo 1	1,5	2	3	4
cuerpo 2	7,5	15	15	20

**Tabla 2.** Reducciones conseguidas con la monocavidad y la multicavidad-4.

De la Tabla 2 se deduce que, para un automóvil con un área frontal  $A=2 \text{ m}^2$ , sería necesario una profundidad en la multicavidad-4 de tan sólo,  $h=14 \text{ cm}$ , para obtener el 4% de reducción en el  $C_x$ , lo que supone un 33,3% de mejora sobre la misma profundidad para la

monocavidad. En cambio, en el caso de un camión con un área frontal de  $A=7 \text{ m}^2$ , sería necesario una profundidad en la multicavidad-4 de,  $h=26 \text{ cm}$ , para obtener una reducción del 20%, que también es un 33,3% superior al caso de la monocavidad con la misma profundidad. Cuanto menor es el coeficiente aerodinámico de partida,  $C_x^0$ , menor es la

5 reducción conseguida, luego en automóviles se conseguirá siempre una reducción mucho menor que en camiones. Estos valores de la profundidad  $h$  de la multicavidad, tanto para el automóvil como para el camión, están claramente por debajo de la profundidad impuesta en la normativa estadounidense, que establece que este tipo de dispositivos no deben sobresalir más de 5 pies (1,52 m) del vehículo. Gracias a estos valores conseguidos con la

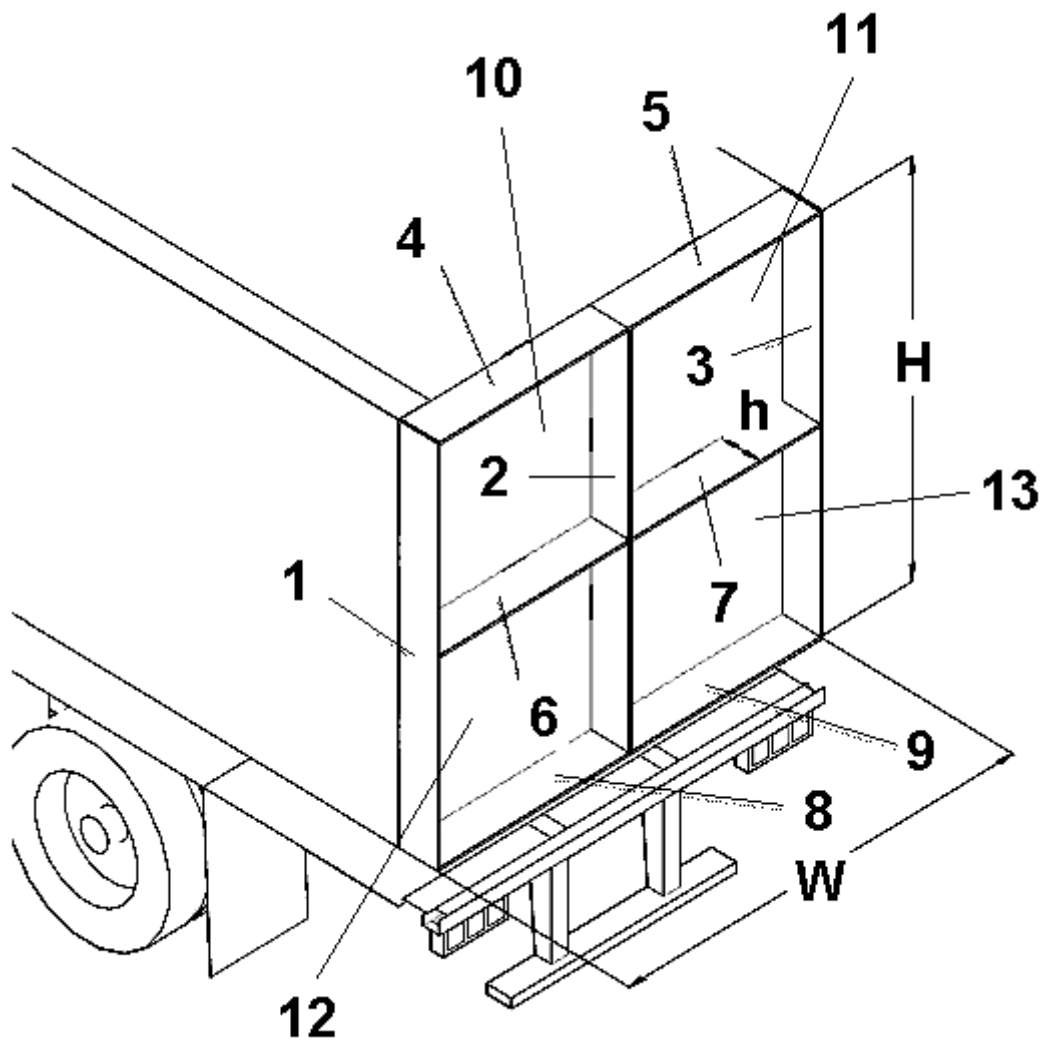
10 multicavidad-4 de,  $h<30 \text{ cm}$ , se puede concluir que no es necesario construir estructuras muy complejas que dificulten su apertura/plegado, y que puedan, de este modo, automatizarse fácilmente con dispositivos eléctricos, hidráulicos o neumáticos, lo que resultaría muy difícil con monocavidades, ya que se necesitarían valores de  $h$  mucho mayores para una misma reducción aerodinámica.



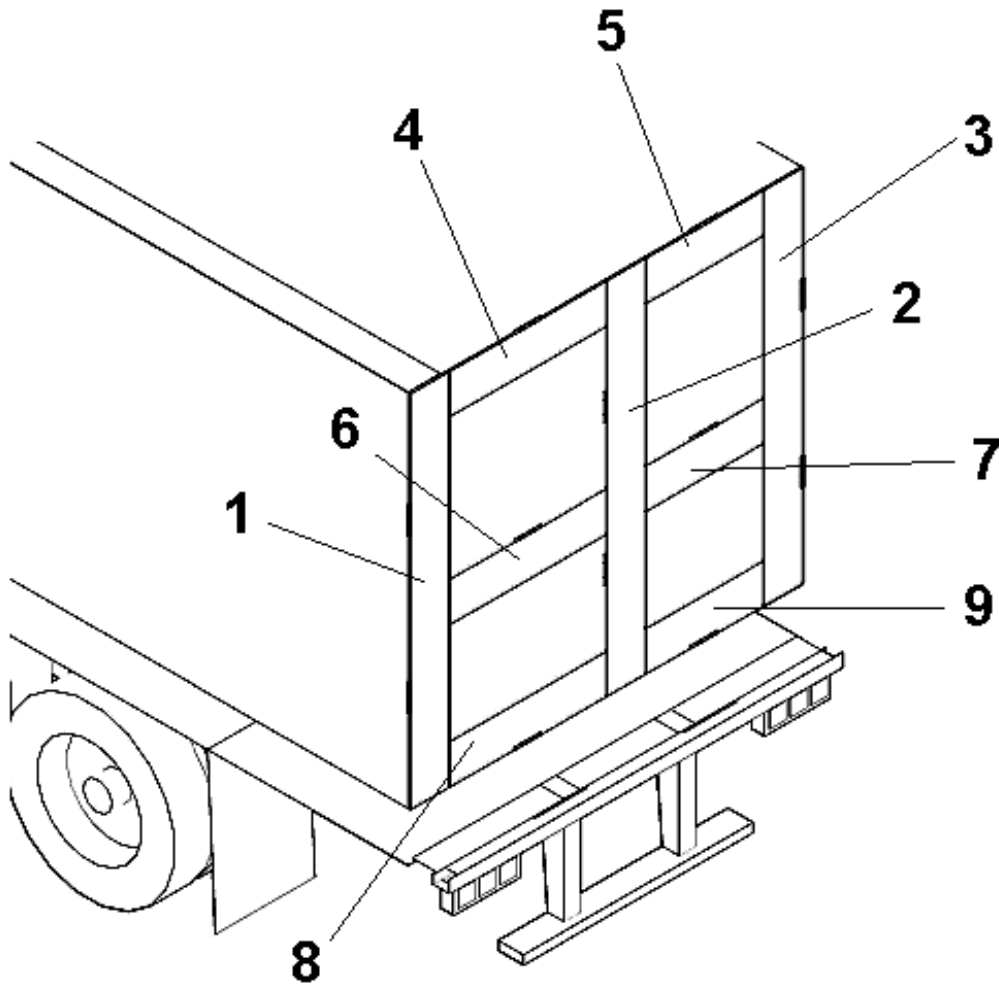
## REIVINDICACIONES

- 1.- Dispositivo reductor de la resistencia aerodinámica que comprende una pluralidad de alerones (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) instalables en la superficie trasera de un vehículo,  
5 **caracterizado por que** dichos alerones (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) están configurados para formar una multicavidad en dicha superficie compuesta por, al menos, cuatro cavidades (10, 11, 12, 13).
- 2.- Dispositivo según la reivindicación anterior, donde las cavidades (10, 11, 12, 13) poseen  
10 una forma cuadrada o rectangular, o una sección poligonal.
- 3.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una pluralidad de alerones verticales (1, 2, 3) y una pluralidad de alerones horizontales (4, 5, 6, 7, 8, 9) formando las cavidades (10, 11, 12, 13).  
15
- 4.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde las cavidades (10, 11, 12, 13) son lateralmente estancas al paso del aire.
- 5.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el espesor de los alerones (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) es igual o inferior a 1,5 cm.  
20
- 6.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende medios de actuación configurados para disponer los alerones (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) en, al menos, una posición de despliegue y/o una posición de plegado.  
25
- 7.- Dispositivo según la reivindicación anterior, donde la posición de plegado comprende el giro de los alerones (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) sobre la posición de despliegue, hacia el interior o hacia el exterior de la parte trasera del vehículo.
- 8.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 6-7, donde los medios de actuación comprenden bisagras, conectando los alerones (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) con la superficie trasera del vehículo.  
30
- 9.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 6-8, donde los medios de actuación comprenden actuadores eléctricos, hidráulicos o neumáticos para plegar y/o desplegar los alerones (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9).  
35

- 10.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 6-9, donde los medios de actuación están configurados para plegar/desplegar los alerones (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) al alcanzar el vehículo una velocidad de crucero predeterminada.
- 5 11.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la configuración de los alerones (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) comprende una posición de despliegue donde dichos alerones (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) forman un ángulo menor o igual a  $90^\circ$  con el plano definido por la superficie trasera del vehículo.
- 10 12.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde los alerones (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) están fabricados con, al menos, uno de los siguientes materiales: fibra de composite, fibra de carbono, plástico rígido, aluminio.
- 15 13.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde los alerones (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) poseen una anchura igual o inferior a 30 cm.
- 14.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el vehículo es un camión, un camión tráiler, un autobús, un autocar, una furgoneta, todoterreno, todo-camino o un turismo.



**FIG. 1**



**FIG. 2**