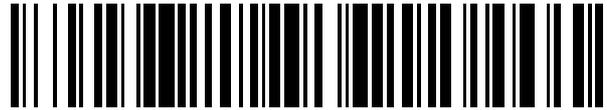


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 699 726**

51 Int. Cl.:

F42B 10/64 (2006.01)

F42B 10/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.10.2013 PCT/IL2013/050871**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.07.2014 WO14102765**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.10.2013 E 13869242 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.08.2018 EP 2938960**

54 Título: **Dispositivo de guía de bajo coste para proyectil y método de operación**

30 Prioridad:

31.12.2012 IL 22407512

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

12.02.2019

73 Titular/es:

**BAE SYSTEMS ROKAR INTERNATIONAL LTD.
(100.0%)
Rehov Hartom 11, Har Hotzvim
9777511 Jerusalem, IL**

72 Inventor/es:

**WURZEL, GIL y
MALUL, ASSAF**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 699 726 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

Dispositivo de guía de bajo coste para proyectil y método de operación

Antecedentes de la invención

5 Los equipos (kits) utilizados para guiar proyectiles balísticos y de puntería directa a su objetivo son conocidos en la técnica. Estos equipos suelen ser de una precisión relativamente alta y son muy costosos o de una precisión relativamente muy baja y de menor coste. El uso del equipo de guía de proyectiles es adecuado cuando se espera que la “estadística de disparo” (es decir, cuando se dispara una gran cantidad de unidades de municiones con baja precisión hacia un objetivo para golpearlo) mejore la probabilidad de error circular (CEP) con relación al coste (número de unidades de municiones disparadas). Para permitir esta mejora, al menos una de las cifras - coste del equipo de guía y CEP - debe mejorar, es decir, el coste de un equipo de guía debe ser menor y/o el CEP de un proyectil equipado con un equipo de guía necesita mejorar, para que el producto de ambos demuestre eficacia mejorada. Mientras que los costosos equipos de guía permiten una guía eficiente de un proyectil, donde se disipa menos energía cinética del proyectil debido a la maniobra de guía, los equipos de guía de bajo coste conocidos en la técnica típicamente disipan gran parte de la energía cinética del proyectil y como resultado acorta su alcance y baja su velocidad final, lo que a su vez reduce su precisión. Normalmente, el coste de un equipo de guía para un proyectil se deriva principalmente de la cantidad de variables de control de que se compone.

20 Una variable de control es la cantidad de resistencia a la rotación que se proporciona entre el cuerpo principal del proyectil y el equipo de guía del proyectil conectado axialmente a él, por lo general delante de él. La mayoría de los equipos de guía consisten en un alternador dispuesto entre el cuerpo principal del proyectil y su equipo de guía. Una o más aletas que están instaladas en la superficie exterior del miembro delantero del equipo guía pueden hacer que este miembro gire a una velocidad diferente de la velocidad de rotación del proyectil y, por lo general, más baja que la velocidad de rotación. La diferencia en las velocidades de rotación se puede utilizar para rotar el estator y el rotor de un alternador (o un dispositivo similar que produce electricidad). El alternador se puede cargar con una carga eléctrica controlable. Los cambios en la cantidad de carga eléctrica aplicada al alternador cambiarán la cantidad de resistencia de rotación producida por ese alternador.

25 Variables de control adicionales pueden estar incorporadas por una o más aletas (o alas a proa o de canard) cuyo ángulo de ataque se puede controlar para lograr varios objetivos de control, como estabilizar la rotación del morro del equipo de guía con respecto a un marco de referencia externo, como el horizonte; proporcionar fuerzas aerodinámicas de elevación y/o giro para guiar el proyectil hacia su objetivo, etc. Cada aleta, cuyo ángulo de ataque debe ser controlado, aumenta seriamente el coste del equipo de guía, ya que se debe proporcionar un actuador controlable entre el equipo de guía y la aleta correspondiente y controlar su ángulo de ataque en todo momento del vuelo.

30 La patente US 6.981.672 otorgada a Clancy et al. revela un equipo de guía con dos pares de superficies aerodinámicas (o aletas de canard) que tienen ángulos de ataque fijos. Los ángulos de ataque de un par de aletas se seleccionan para girar el morro del equipo de guía en una dirección de sentido opuesto al sentido de giro del proyectil. Los ángulos de ataque del segundo par de aletas se seleccionan de manera que cuando la morro gire, su efecto neto sobre el vuelo del proyectil sea nulo y cuando el morro del proyectil no gire con respecto a un marco de referencia externo, este par de aletas induzca una fuerza lateral y momento en la dirección de vuelo del proyectil, en una dirección que es sustancialmente perpendicular al plano de estas aletas. Este equipo de guía utiliza solo una variable de control: la cantidad de resistencia a la rotación proporcionada por un acoplamiento de control de giro (por ejemplo, un alternador). Este dispositivo de guía debe proporcionar una gran potencia anti-giro al comienzo de la trayectoria debido a las altas fuerzas aerodinámicas inducidas en las superficies aerodinámicas a velocidades de vuelo muy altas al comienzo de la trayectoria. La alta potencia anti-rotatoria provoca mucha disipación de energía (por ejemplo, por calor disipado en la carga eléctrica). Además, los ángulos de ataque preestablecidos, que prácticamente necesitan ajustarse a una velocidad de vuelo promedio, producen una alta resistencia aerodinámica durante la primera parte de la trayectoria, lo que también causa la disipación de energía además de la disipación de energía anti-giro. Como resultado, al comienzo de la trayectoria se disipa mucha energía solo porque las aletas tienen un ángulo de ataque preestablecido fijo que está ajustado para velocidades más bajas. La energía disipada se consume de la energía cinética del proyectil y/o de su energía de rotación, lo que en ambos casos es una desventaja porque causa el acortamiento de la trayectoria del proyectil y la disminución de la estabilidad longitudinal del proyectil. Cuando el proyectil se acerca al punto más alto de la trayectoria (generalmente entre 1000 y 15,000 metros), el efecto aerodinámico de las aletas alcanza su punto de eficiencia aerodinámica más bajo debido a la caída en la velocidad del proyectil y la densidad del aire. Por ejemplo, un proyectil para un alcance de 20 km puede alcanzar una velocidad inicial de 700 m/s cuando abandona el cañón, puede alcanzar una altura máxima de vuelo de 6000 m sobre el suelo, donde la velocidad será de aproximadamente 280 m/s, y la velocidad cuando el proyectil se encuentra al final de la trayectoria puede ser de unos 350 m/s. Como puede verse, la velocidad de vuelo del proyectil cambia en más del 60% durante su vuelo y la densidad del aire puede cambiar en más del 50%, desde la densidad de nivel bajo hasta la parte superior de la trayectoria. Para un proyectil adaptado para alcanzar un alcance de 40 km, el intervalo de cambio en los parámetros de vuelo puede ser incluso mayor. Como resultado, la eficiencia de un equipo de guía con superficies aerodinámicas fijadas en ángulos fijos de ataque disminuye aún más, mientras que la pérdida total de energía aumenta a medida que se extiende el alcance del proyectil. El requisito de una mayor capacidad de sustentación para proporcionar una mejor capacidad de control, y el requisito de limitar el ángulo de ataque de las aletas para reducir el arrastre en el lanzamiento son conflictivos y, por

lo tanto, obligan al diseñador a elegir entre ellos, lo que provoca el requisito de mayor capacidad de control para ser comprometido.

Los equipos de guía para proyectiles que son conocidos en la técnica, normalmente no demuestran la mejora requerida de la combinación de las dos características. De acuerdo con lo anterior, existe la necesidad de un equipo o dispositivo de guía de proyectiles simple, preciso y de bajo costo, que sea capaz de adaptar su rendimiento a los cambios en los parámetros de vuelo a lo largo de la trayectoria de vuelo.

El documento US 2008/315032 se refiere a un proyectil guiable que tiene un eje central, un cuerpo de proyectil y un conjunto de control de superficie. El cuerpo del proyectil está dispuesto para girar alrededor de al menos una parte del eje central durante el vuelo del proyectil guiable para proporcionar estabilización. El conjunto de control de superficie está soportado por el eje central e incluye un miembro móvil dispuesto para controlar una trayectoria del proyectil guiable durante el vuelo de dicho proyectil guiable, y un accionador electromagnético interconectado entre el eje central y el miembro móvil, dispuesto para controlar el movimiento de dicho miembro móvil con relación al eje central.

Compendio de la invención

Se divulga un montaje o conjunto de guía; el montaje de guía está adaptado para ser conectado a un proyectil que comprende: una unidad principal trasera adaptada para ser conectada en su lado trasero al extremo delantero del proyectil, dicha unidad principal trasera tiene un eje longitudinal central, una unidad principal delantera está conectada de manera giratoria por su extremo trasero al extremo delantero de dicha unidad principal trasera y está adaptada para girar alrededor de dicho eje longitudinal central, una unidad de control de velocidad relativa operable entre dicha unidad principal trasera y dicha unidad principal delantera y capaz de proporcionar fuerza de frenado de giro para reducir la velocidad relativa de rotación de dicha unidad principal delantera, siendo dicha fuerza de frenado controlable, y una única aleta de guía que se extiende radialmente desde dicha unidad principal delantera, teniendo dicha aleta de guía la forma de un elemento aerodinámico plano que tiene una cuerda de aleta que se extiende desde el extremo delantero de la aleta al extremo trasero de la aleta y que está en un plano paralelo a dicho eje longitudinal central, formando dicha cuerda de dicha aleta un ángulo de inclinación con dicho eje longitudinal central en dicho plano paralelo a dicho eje longitudinal central.

El ángulo de inclinación de la aleta es controlable mediante un resorte de retorno conectado funcionalmente a la aleta, de modo que el ángulo de inclinación de la aleta se fija mediante un equilibrio entre las fuerzas aerodinámicas en la aleta y la fuerza del resorte, de manera que crece el ángulo de inclinación cuando se reduce la presión aerodinámica de las aletas inferiores y se hace más pequeño cuando la presión aerodinámica sobre la aleta se hace más grande. Adicionalmente, se describe un método para guiar un proyectil de acuerdo con la reivindicación 7.

Breve descripción de los dibujos

El objeto a que se refiere la invención se señala particularmente y se reivindica claramente en la parte final de la memoria. Sin embargo, la invención, tanto en lo que respecta a la organización como al método de operación, junto con los objetos, características y ventajas de la misma, puede entenderse mejor haciendo referencia a la siguiente descripción detallada cuando se lee junto con los dibujos adjuntos, en los que:

Las Figs. 1A, 1B y 1C son ilustraciones esquemáticas de un equipo de guía de proyectiles en vistas isométrica, frontal y lateral, respectivamente, y en la Fig. 1D, que representa una equivalencia de vectores de aletas

Las Figs. 2A, 2B y 2C representan esquemáticamente un montaje de aleta de guía que está construido, instalado y operativo de acuerdo con realizaciones de la presente invención en diversas condiciones operativas;

La figura 3 representa un diseño esquemático de una unidad delantera de un montaje de aleta de guía en una vista isométrica frontal;

La figura 4A es un gráfico cualitativo que representa los cambios en la velocidad y en la altitud con la distancia recorrida por un proyectil;

La figura 4B es un gráfico cualitativo que representa los cambios en el par de torsión proporcionado por los medios de frenado en un equipo de guía que usa aletas con ángulos de ataque fijos en función del par proporcionado por un equipo de guía de acuerdo con las realizaciones de la presente invención, como una función de la distancia recorrida por un proyectil;

La figura 4C es un gráfico cualitativo que representa los cambios en el par de torsión, la elevación y el arrastre aerodinámico, proporcionados por las aletas construidas y que funcionan de acuerdo con las realizaciones de la presente invención, como una función de la velocidad de un proyectil en función de los cambios en el par de torsión, elevación y arrastre proporcionados por un equipo de guía con aletas con ángulo de ataque fijo, y el cambio en el ángulo de ataque deseado en función de la velocidad de un proyectil;

Las Figuras 5A y 5B presentan esquemáticamente la fuerza de sustentación y los momentos que actúan sobre una unidad principal delantera de un montaje de aletas de guía que comprende una única aleta de guía de acuerdo con realizaciones de la presente invención;

5 La figura 5C es una ilustración esquemática de vectores de velocidad y ángulos de una aleta de acuerdo con realizaciones de la presente invención; y

La figura 5D es un gráfico que ilustra magnitudes de momentos producidos por una unidad de control de velocidad relativa de acuerdo con realizaciones de la presente invención.

10 Se apreciará que, por simplicidad y claridad de la ilustración, los elementos que se muestran en las figuras no se han dibujado necesariamente a escala. Por ejemplo, las dimensiones de algunos de los elementos pueden ser exageradas en relación con otros elementos para mayor claridad. Además, cuando se considere apropiado, los números de referencia se pueden repetir entre las figuras para indicar elementos correspondientes o análogos.

Descripción detallada de la invención

15 En la siguiente descripción detallada, se exponen numerosos detalles específicos para proporcionar una comprensión completa de la invención. Sin embargo, los expertos en la técnica entenderán que la presente invención puede ponerse en práctica sin estos detalles específicos. En otros casos, los métodos, procedimientos y componentes bien conocidos no se han descrito en detalle para no oscurecer la presente invención.

20 El término proyectil se usará aquí a continuación para describir todo tipo de municiones que se fabrican para ser disparado, disparar, lanzar y similares desde un mortero, cañón o lanzacohetes y similares, y están hechas para girar alrededor de su eje longitudinal, apuntando hacia adelante mientras están en vuelo. Se hace referencia ahora a las Figs. 1A, 1B y 1C que son ilustraciones esquemáticas del montaje 100 de equipo de guía de proyectiles en vistas isométrica, frontal y lateral, respectivamente. El montaje 100 de equipo de guía se presenta con respecto al marco 5 de referencia externo con su eje 'x' sustancialmente paralelo al eje 101 longitudinal, el eje 'y' perpendicular al eje 'x' y paralelo al horizonte y el eje 'z' perpendicular a los ejes 'x' e 'y' y hacia el horizonte. El montaje 100 de equipo de guía puede comprender una unidad 102 principal trasera y la unidad 104 principal delantera conectadas de manera giratoria entre sí, de modo que la rotación relativa es alrededor del eje 101 longitudinal del montaje 100 de equipo de guía. El montaje 100 de equipo de guía está adaptado para ser conectado de manera fija al cuerpo 10 de proyectil, típicamente en su extremo delantero. La unidad 102 principal trasera normalmente gira alrededor del eje 101 junto con el proyectil 10 en el mismo sentido de rotación y la misma velocidad de rotación. La unidad 104 principal delantera puede estar equipada con una o más aletas 106 (en el ejemplo de las figuras 1A, 1B y 1C, se presentan dos aletas de guía 106A y 106B). Las aletas 106A, 106B pueden tener un ángulo de elevación fijo de su línea 106D de cuerda con respecto al eje 101 central longitudinal, o pueden girar alrededor de un eje 106C de inclinación en el intervalo definido de cambio del ángulo δ de la cuerda 106D con respecto a la línea 101 central longitudinal. Cuando las aletas 106 son giratorias, pueden girar alrededor del eje 106C. El eje 106C de rotación de inclinación es sustancialmente perpendicular al eje 101 longitudinal central y puede atravesarlo, sin embargo, el eje 106C de rotación de inclinación puede cruzar alejándose del eje 101 longitudinal central según lo requieran los requisitos de diseño específicos. Las variables de control asociadas con el montaje 100 de equipo de guía son la rotación 20A de giro del proyectil, la rotación 20B anti-giro de montaje de equipo de guía, la fuerza 20D contra-giro y el vector 20C de guía del proyectil. Las aletas 106 se pueden adaptar para proporcionar una fuerza 20B anti-giro, que debe ser al menos ligeramente superior a la fuerza de rotación del giro creada a través de la fricción con la rotación del proyectil 20A en cualquier momento del vuelo del proyectil. Se puede proporcionar una fuerza anti-giro mediante la selección adecuada de las áreas de las aletas 106A, 106B y su respectivo ángulo de ataque de rotación. Un ángulo de ataque de rotación se define como el ángulo de ataque de cada aleta 106A, 106B aerodinámica, etc., medido entre la línea de la cuerda de la aleta y un radial a través del punto de la línea central del montaje de equipo de guía, medido para todas las aletas en el mismo sentido de rotación. Con esta notación, si dos aletas (como las aletas 106A, 106B), como se muestra en las Figs. 1A, 1B y 1C, están dispuestas alrededor del montaje 100 de equipo de guía y tienen una rotación de sentidos opuestos y pueden ser iguales o diferentes en magnitud y con áreas aerodinámicas iguales o diferentes donde el área aerodinámica de la aleta 106A puede ser mayor que la de la aleta 106B las relaciones de las fuerzas de elevación serán $107A > 107B$. De acuerdo con lo anterior, el momento de rotación M_{107A} en el sentido de las agujas del reloj (CW) es mayor que M_{107B} en el sentido contrario a las agujas del reloj (CCW). La figura 1D representa la suma algebraica de las fuerzas 107A y 107B de elevación y de los momentos M_{107A} y M_{107B} , donde:

$$20C = 107A + 107B$$

$$20B = M_{107A} - M_{107B}$$

55 La unidad 102 principal trasera del montaje 100 de equipo de guía gira con el proyectil. La unidad 104 principal delantera- del montaje 100 de equipo de guía gira en un sentido opuesto y es capaz de alcanzar velocidades de anti-giro más altas que la velocidad de giro. La unidad 110 de control de velocidad relativa puede tener la unidad trasera 110A de control de velocidad y la unidad delantera 110B de control de velocidad, girando cada una con su unidad principal respectiva: la unidad trasera 110A de control de velocidad gira con el proyectil 10 y con la unidad 102 principal trasera y la unidad delantera 110B de control de velocidad gira con unidad 104 principal delantera. La unidad 110 de

control de velocidad relativa se puede incorporar, por ejemplo, mediante un alternador eléctrico en el que la fuerza de frenado, o el par de frenado, entre una parte giratoria y la otra parte giratoria, se puede lograr cargando eléctricamente el alternador que, como resultado, induce fuerza de frenado/par entre las partes giratorias. El control de la magnitud de la fuerza de frenado se puede lograr mediante el control de la cantidad de carga (por ejemplo, la cantidad de corriente consumida desde el alternador). El control de la unidad 110 de control de velocidad relativa puede adaptarse para aplicar la fuerza de frenado entre la unidad trasera 110A de control de velocidad y la unidad delantera de control de velocidad. La magnitud de la fuerza de frenado se puede controlar para establecer el efecto de frenado deseado aplicando el par requerido. Por ejemplo, la unidad 110 de control de velocidad relativa puede ajustarse para aplicar la cantidad requerida de fuerza de frenado a fin de reducir la velocidad del anti-giro a la magnitud de la velocidad de giro. Cuando las magnitudes de velocidad de anti-giro y velocidad de giro son iguales y de sentidos opuestos, la unidad 104 delantera no gira con respecto al marco 5 de referencia externo. La fuerza de frenado aplicada por la unidad 110 de control de velocidad relativa se puede cambiar (es decir, disminuir o elevar) durante un corto período de tiempo y, como resultado, la unidad 104 principal delantera puede cambiar su ángulo de orientación alrededor del eje 101 longitudinal. Este ángulo es la dirección a la que se dirige la fuerza 20C, 134 radial, en el plano z-y desde el eje z, con respecto al marco 5 de referencia externo. De acuerdo con lo anterior, mediante el control de la fuerza de frenado aplicada por la unidad 110 de control de velocidad relativa, se puede establecer la dirección de la fuerza 20C, 134 radial. Este efecto se puede usar para establecer la dirección de operación de la fuerza 20C, 134 radial. Cuando la fuerza 20C, 134 radial se dirige paralelamente al plano x-z, la fuerza aerodinámica del vector 20C, 134 puede contribuir a producir una fuerza de elevación para ampliar el alcance del proyectil (o para acortarlo cuando el vector es más pequeño que un tamaño determinado) con prácticamente ningún efecto en las correcciones de izquierda - derecha. Cuando el vector 20C, 134 está inclinado con respecto al plano x-z en la dirección y, al menos alguna parte del vector proporciona una fuerza lateral que actúa lateralmente sobre el proyectil y puede usarse para corregir desviaciones laterales. De acuerdo con lo anterior, si la desviación del proyectil 10 de su trayectoria de vuelo deseada es hacia su derecha, la unidad de control de velocidad relativa puede cambiar la fuerza de frenado para que gire la unidad 104 principal delantera de manera que la fuerza 20C, 134 radial se dirija hacia la izquierda de la trayectoria y, por lo tanto, aplica un vector de corrección al proyectil 10, como se muestra en el vector 20C'.

Se hace referencia ahora a las Figs. 2A, 2B y 2C, que representan esquemáticamente el montaje 200 de aleta de guía que está construido, instalado y operativo de acuerdo con realizaciones de la presente invención, en diversas condiciones operativas. El montaje 200 de aleta de guía puede comprender la aleta 202 de guía, la palanca 204 de dirección de aleta, el elemento 206 de deformación dependiente del movimiento de la aleta y el punto 208 de anclaje del elemento de deformación. La aleta 202 es un elemento plano aerodinámico de dos lados que se puede conectar de forma giratoria a una unidad principal delantera de un montaje de equipo de guía, como la unidad 104 principal delantera del montaje 100 de equipo de guía (Fig. 1A) para guiar el vuelo de un proyectil. La aleta 202 se muestra en una vista lateral y su línea circunferencial puede representar su forma cerca de la pared exterior de la unidad principal delantera del montaje de equipo de guía. La aleta 202 puede tener una forma y tamaño específicos que pueden adaptarse a los requisitos derivados de los requisitos de guía del montaje de equipo de guía. De manera similar, el material del cual se puede construir o preparar la aleta 202 se puede seleccionar de una lista de materiales que comprenden aleación de aluminio, aleación de acero y aleación de titanio. Las restricciones que pueden afectar a la selección de la forma, el tamaño y el material con el que puede estar formada la aleta 202 pueden incluir: cargas de maniobra requeridas, requisitos dinámicos, peso permitido de la aleta 202, etc., como se conoce en la técnica. La aleta 202 se puede conectar de manera pivotante a una unidad delantera principal mediante una conexión pivotante que tiene un punto 211 de pivote alrededor del cual la aleta 202 puede cambiar su ángulo de rotación con respecto a un marco de referencia conectado a la unidad principal delantera. La aleta 202, cuando se expone al flujo de fluido a su alrededor, como el flujo de aire a su alrededor, por ejemplo, como se muestra con las flechas AF, puede producir una fuerza aerodinámica FL que actúe de manera sustancialmente perpendicular a la línea de la cuerda de la aleta 203, y se extienda desde el punto 212 de centro de presión aerodinámico de la aleta 202. La línea de cuerda de la aleta se extiende desde el extremo más delantero (el borde delantero) 213 de la aleta 202 hasta el punto 214 más posterior (el borde posterior) de la aleta 202.

La palanca 204 de dirección de la aleta puede conectarse operativamente en un primer extremo a la aleta 202, de modo que el movimiento del segundo extremo 204A de la palanca 204 de la dirección de la aleta puede causar un cambio del ángulo de la cuerda 203 con respecto a un marco de referencia conectado a la unidad principal delantera. Por ejemplo, el movimiento del segundo extremo 204A de la palanca 204 de dirección hacia la derecha y hacia la izquierda en el plano del dibujo desde su ubicación en la Fig. 2A puede causar un cambio del ángulo de la cuerda 203 alrededor del punto 211 de pivote. Será evidente para un experto en la materia que la forma exacta y el modo de funcionamiento de una palanca de dirección de acuerdo con las realizaciones de la presente invención se pueden lograr mediante la instalación de una palanca recta, como se muestra en la palanca 204 de dirección, que está conectada firmemente a la aleta 202 por su primer extremo 204B y puede operarse para provocar un cambio del ángulo β de la cuerda 203 (y de la aleta 202 con ella) cuando su segundo extremo 204A se mueve alrededor del punto 211 de pivote. Sin embargo, se pueden usar otras configuraciones de un elemento de dirección que está dispuesto para causar un cambio del ángulo β cuando se mueve un punto de operación, como el segundo extremo 204A de la palanca 204, como se conoce en la técnica. La ubicación del punto 211 de pivote en el perfil de la aleta 202, como se muestra en esta vista lateral, puede estar típicamente en la cuerda 203 de la aleta y a una distancia L_{CR} desde el punto 213 más adelantado (el borde delantero de la aleta). La distancia L_{CR} se puede configurar para cumplir con los requisitos de diseño. Por ejemplo, en los equipos de guía diseñados para proyectiles que exceden la velocidad del

sonido, el L_{CR} suele ser muy pequeño, para evitar efectos demasiado graves debido al movimiento de la ubicación del punto 212 cuando el proyectil cruza la velocidad del sonido. La posición a lo largo de la cuerda 203 del punto de operación de la fuerza 212 de elevación se establece principalmente por el diseño aerodinámico de la aleta 202 y se mueve ligeramente hacia atrás y la fuerza a medida que cambian la velocidad aerodinámica y el ángulo de ataque. La distancia L_C del punto 212 desde el punto 211 de pivote es, por lo tanto, dictada por el diseño aerodinámico de la aleta 202 y la ubicación del punto de pivote a lo largo de la cuerda 203.

El segundo punto 204A de extremo de la palanca 202 puede estar conectado al primer extremo 206A del elemento 206 de deformación dependiente del movimiento y su segundo extremo 206B puede estar anclado al punto 208 de anclaje del elemento de deformación, que está fijo con respecto al punto 211 de pivote. La operación del elemento 206 de deformación dependiente del movimiento se describirá aquí a continuación con respecto a un resorte que tiene una constante de resorte, o coeficiente k , que proporciona una fuerza de deformación F_S que depende de la cantidad de movimiento del segundo extremo 204A de la palanca 204 de acuerdo con:

$$F_S(x) = F_0 + K_S \times (X - L_0)$$

Donde:

K_S es el coeficiente del resorte

F_0 es la fuerza a la cual el resorte está cargado en un cierto punto de inicio donde $X=0$

L_0 es la longitud del resorte desde el punto 206A hasta el punto 206B en un cierto punto de inicio, donde $X=0$, y

X es el desplazamiento, o deflexión, del primer extremo 206A desde el segundo extremo 206B del resorte con respecto a su posición inicial de inicio (inactivo).

También se pueden usar otros dispositivos que están adaptados para proporcionar una fuerza de retorno proporcional a un cambio en el ángulo de rotación de la aleta 202 alrededor del pivote 211.

Cada una de las variables F_0 , L_{S1} y X es un vector que puede recibir valores positivos o negativos. Para un experto en la técnica resultará evidente que las variables F_0 , L_{S1} , K_S y X son variables dependientes del diseño, que pueden fijarse para cumplir con los requisitos de diseño. De manera similar, las características aerodinámicas de la aleta 202, por ejemplo, su área y forma aerodinámica efectivas, el diseño del perfil aerodinámico de la aleta, los materiales de los que está hecha y, especialmente, la dependencia de la fuerza aerodinámica F_L sobre la velocidad del aire AF y sobre el ángulo β , así como la idoneidad de la aleta 202 para funcionar dentro de toda la envolvente operativa del montaje de equipo de guía de proyectiles, son consideraciones de diseño.

La aleta 202 puede estar expuesta durante su vuelo al flujo de fluido en su AF , tal como el flujo de aire, en un intervalo muy amplio de velocidades, arranque, proyectiles de artillería para un alcance de 20-40 km, desde alta velocidad (en el intervalo de 600-1000 m/s y más) a velocidades muy bajas en la parte superior de la trayectoria balística (en el intervalo de 280-300 m/s) y a velocidades bajas al final de la trayectoria por el objetivo (en el intervalo de 360-380 m/s). De manera similar, la densidad del aire (o la altitud de densidad) puede cambiar en más del 80% desde el nivel cercano al mar hasta la parte superior de la trayectoria. Por ejemplo, para proyectiles de 20-40 km de alcance, la densidad del aire puede variar entre 1.2 kg/m³ y 0.6-2.2 kg/m³. El efecto inmediato de estos fenómenos es el gran cambio en el rendimiento aerodinámico de una aleta, como la aleta 202, a lo largo de la trayectoria de vuelo. Será evidente para un experto en la técnica que, a velocidades aerodinámicas más altas y mayor densidad de aire, la eficiencia aerodinámica de una aleta, tal como la aleta 202, es mucho más alta que la eficiencia a velocidades aerodinámicas más bajas y menor densidad de aire.

Cuando la aleta 202 está sometida al flujo de aire AF , la fuerza aerodinámica F_L se desarrolla en la superficie de las aletas 202. De acuerdo con la tercera ley de Newton (acción-reacción) cuando la aleta 202 está en equilibrio, la fuerza de reacción F'_L iguala en magnitud y opuesta en dirección a F_L . F_L ejerce un momento $M1$ alrededor del punto 211 de giro en la dirección contraria a las agujas del reloj. El momento $M1$ es igual a $-(F_L \times L_C)$. Este momento se equilibra con el momento $M2$ ejercido por la fuerza F_S del resorte 206 que actúa sobre la palanca 204. Por lo tanto, $M2$ es igual a $(F_S \times L_{S2})$. La aleta 202 se muestra en la Fig. 2B en su posición cuando la energía aerodinámica relativamente alta (una o más de alta velocidad aerodinámica y alta densidad de aire) AF_{HE} fluye sobre ella, como es típico de la primera parte de la trayectoria, donde la velocidad aerodinámica de un proyectil es alta y la altitud sigue siendo relativamente baja. Debido a la alta energía aerodinámica del flujo de aire, la fuerza aerodinámica F_{LHE} que se desarrolla sobre la aleta 202 es relativamente alta. En esta situación, el ángulo de ataque β_{HE} de la aleta 202 satisface el equilibrio de los momentos $M1$ - $M2$ con el elemento 206 de tensión dependiente del movimiento extendido a una longitud de L_{HE} . Cuando la energía del flujo de aire disminuye (por ejemplo, la energía de al menos una velocidad aerodinámica y la densidad del aire baja), como puede ser típico al acercarse a la parte superior de una trayectoria balística, la aleta 202 alcanza un nuevo equilibrio con el ángulo de ataque β_{LE} y con el elemento 206 de deformación dependiente del movimiento extendido a una longitud de L_{LE} . En la configuración mostrada en las Figs. 2B y 2C el movimiento de la palanca 204 desde la posición de alta energía de la Fig. 2B a la de menor energía de flujo de aire en la Fig. 2C provoca la expansión del elemento de deformación 206 dependiente del movimiento, de modo que la energía almacenada en

él cuando la aleta 202 está sometida a un flujo de aire con mayor energía es mayor que la almacenada en ella cuando la aleta 202 está sometida al efecto del flujo de aire con menor energía. Se cumple lo siguiente:

Energía de $AF_{HE} > \text{Energía de } AF_{LE}$

$L_{LE1} > L_{HE}$

5 $\beta_{LE} > \beta_{HE}$

10 En consecuencia, cuando un proyectil, tal como el proyectil 10, equipado con un montaje de guía, como el montaje 100 de equipo de guía, se encuentra al comienzo de la trayectoria de vuelo, experimentando una velocidad aerodinámica muy alta y una alta densidad, el ángulo β_{HE} de su aleta, como la aleta 202, es más pequeño que su ángulo β_{LE} cuando la energía del flujo de aire disminuye. Los expertos en la materia apreciarán que se pueden seleccionar otros ajustes iniciales del elemento 206 de deformación dependiente del movimiento, tal como el valor del desplazamiento inicial L_0 , la magnitud y la dirección de la carga inicial F_0 del elemento 206, etc. sin desviarse de realizaciones de la invención.

15 Ahora se hace referencia a la Fig. 3, que representa un diseño esquemático de una unidad delantera de un montaje 300 de aleta de guía en una vista isométrica frontal. El montaje 300 de unidad delantera de aleta de guía puede comprender un elemento de unidad 302 delantera, dos aletas 304A, 304B de guía conectadas de manera pivotante por los pivotes 305A, 305B, respectivamente, al montaje 300 de unidad delantera de aleta de guía. Los pivotes 305A, 305B están conectados operativamente a los resortes 306A, 306B, respectivamente, a través de las respectivas palancas (no mostradas), de modo que cuando el ángulo de ataque o el ángulo de inclinación de una aleta se hace más grande, el resorte respectivo se hace más largo. Los resortes 306A, 306B están anclados por su extremo no móvil al elemento 303 de anclaje que está conectado de manera fija al montaje 300 de unidad delantera de aleta de guía. Será evidente para un experto en la técnica que las características aerodinámicas de las aletas 304A, 304B no tienen por qué ser necesariamente las mismas. Por ejemplo, una aleta puede diseñarse para tener un área aerodinámica mayor, o una distancia axial más larga de su centro de fuerzas aerodinámicas desde el eje longitudinal del equipo de guía y/o desde el eje de pivote, en comparación con el de la otra aleta, etc. De manera similar, las características mecánicas de la mecánica que conecta cada una de las aletas a su resorte, y las características de los resortes, no necesariamente tienen que ser las mismas. Las diferencias de las características correspondientes se pueden diseñar para lograr, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, las asimetrías que pueden ser tan grandes como usar solo una aleta en lugar de, por ejemplo, dos aletas, que puede considerarse que tienen una aleta con área aerodinámica igual a cero.

20 La densidad del aire es una función hiperbólica de la altitud, en buena aproximación, con valores máximos a la altitud más baja y con la mitad de la densidad del nivel del mar a una altitud de aproximadamente 8000 m. La velocidad de un proyectil balístico a lo largo de su trayectoria es una función combinada de los cálculos balísticos sin fricción (donde el único efecto es el cambio de altitud y el cambio de energía cinética a energía potencial y viceversa), creciendo el efecto del arrastre aerodinámico del aire en el proyectil directamente con el cuadrado del valor de la velocidad aerodinámica. La dependencia del ángulo de ataque deseado de una aleta, como la aleta 202, de las variables aerodinámicas, la velocidad y la densidad del flujo de aire a lo largo de la trayectoria de vuelo de un proyectil puede tener una forma complicada, sin embargo, una relación inversa entre la velocidad aerodinámica y la densidad del aire con el ángulo de ataque o ángulo de inclinación puede ser una buena aproximación. El mecanismo de acuerdo con realizaciones de la presente invención para establecer continuamente el ángulo de ataque de una aleta, tal como la aleta 202, a lo largo de la trayectoria de vuelo, elimina la necesidad de calcular realmente el efecto momentáneo de los cambios en las variables aerodinámicas durante el vuelo. En cambio, la aleta, como la aleta 202, en realidad 'muestra' el efecto cambiante de estas variables a lo largo de la trayectoria al permitir que los cambios en las variables aerodinámicas, como se expresan en la elevación aerodinámica producida en la aleta, cambien el ángulo de ataque. Por razones prácticas, el ángulo de inclinación de la aleta no se extenderá más allá del intervalo de 0 a 15 grados. Menos de cero revertirá el efecto de la aleta y más de 15 grados puede causar una pérdida de aire en la superficie aerodinámica de la aleta y como resultado la pérdida de eficiencia aerodinámica.

25 Se hace referencia ahora a la fig. 4A, que es un gráfico cualitativo que representa los cambios en la velocidad y en la altitud con la distancia recorrida por un proyectil, a la Fig. 4B, que es un gráfico cualitativo que representa los cambios en el par de torsión proporcionado por los medios de frenado en un equipo de guía que usa aletas con ángulos 412 de ataque fijos en comparación con el par de torsión proporcionado por un equipo de guía de acuerdo con las realizaciones de la presente invención 414 como una función de la distancia recorrida por un proyectil y a la fig. 4C, que es un gráfico cualitativo que representa los cambios en el par de torsión 436, en la elevación 434 y en el arrastre 432 aerodinámico proporcionado por aletas construidas y operando de acuerdo con las realizaciones de la presente invención en función de la velocidad de un proyectil, en comparación con los cambios en el par de torsión, elevación y arrastre 424 proporcionado por un equipo de guía con aletas que tienen un ángulo de ataque fijo, y el cambio en el ángulo de ataque deseado 422, todo lo anterior en función de la velocidad de un proyectil. Los gráficos de velocidad y altitud de un proyectil balístico que se muestran en la Fig. 4A son conocidos en la técnica y se presentan como ayudas de presentación para los gráficos presentados en la Fig. 4B y Fig. 4C. Como se ve en la fig. 4B, un equipo de guía que tiene aletas con ángulo de ataque fijo proporciona un par de torsión que es muy alto en la primera parte del vuelo 412A, debido a la sujeción de las aletas de ángulo fijo a una velocidad aerodinámica muy alta. Se requiere un

par de torsión muy alto para mantener el miembro delantero del equipo de guía en una orientación sustancialmente fija con respecto al horizonte en vista de las fuerzas aerodinámicas muy altas que actúan sobre las aletas en alta velocidad aerodinámica y alta densidad de aire. A medida que la velocidad y la densidad disminuyen cuando el proyectil gana altitud y pierde velocidad y especialmente cuando el proyectil está cerca de la parte superior de la trayectoria 412B, el par requerido es mínimo debido a las fuerzas aerodinámicas muy bajas sobre las aletas. Naturalmente, en esta parte de la trayectoria, las aletas de ángulo fijo pueden sufrir una capacidad de maniobra inferior. Cuando el proyectil comienza a acelerar sobre la parte superior de la trayectoria, la fuerza aerodinámica sobre las aletas vuelve a crecer, y el par aumenta con ella. Del gráfico 412 es evidente que para permitir que un montaje de aleta de ángulo fijo permanezca en un ángulo sustancialmente fijo con respecto al horizonte del conjunto de frenado, por ejemplo, un alternador debe poder disipar energía, generalmente en forma de calor, en un amplio intervalo operativo. Esta es una carga de diseño, ya que un alternador para tales requisitos debe ser más pesado, con más material ferroso y más material de cobre. Además, la alta energía disipada se consume de la energía cinética que conduce a la pérdida de alcance del proyectil. Contrariamente a las características del gráfico 412, el gráfico 414, que representa el par producido por una unidad de frenado, como la unidad 110 de control de velocidad relativa (Fig. 1C), operando en un montaje de aletas de guía de acuerdo con realizaciones de la presente invención, tal como el montaje 200 de aletas de guía, como se ve en el gráfico 414. El gráfico 414 es sustancialmente lineal y plano, lo que significa que el par proporcionado por la unidad 110 de control de velocidad relativa a lo largo de la trayectoria del proyectil equipado con un montaje de aletas de guía de acuerdo con realizaciones de la presente invención, tal como el montaje 200 de aletas de guía, es sustancialmente constante y, lo que es aún más importante, el valor máximo de energía disipada en el montaje de la aleta de guía es muy bajo, en comparación con el valor de la energía máxima disipada en un montaje de aleta de ángulo fijo. Esto permite el uso de una unidad de control de velocidad relativa más pequeña y liviana e indica que es necesario disipar mucha menos energía en esta configuración. En consecuencia, se espera que un proyectil equipado con un montaje de aleta de guía de acuerdo con realizaciones de la presente invención pueda disparar a una distancia mayor que la de un proyectil equipado con un montaje de aleta de guía que tenga un ángulo de ataque fijo.

Como se ve en la fig. 4C, el ángulo requerido de un ataque, es decir, el ángulo de ataque que daría el rendimiento aerodinámico requerido en función de la velocidad aerodinámica, es una función hiperbólica con los valores más altos del ángulo de ataque a velocidades más bajas y menor densidad de aire (no mostrado aquí) logrado en la parte superior de la trayectoria y con ángulos de ataque más bajos a medida que la velocidad aumenta. Dado que el ángulo de ataque de una aleta según las formas de realización de la presente invención cumple con el ángulo de ataque requerido representado por el gráfico 422, como se explicó en detalles anteriormente, el resultado son los cambios de los cambios en el par de torsión 436, en la elevación 434 y en la resistencia 432 aerodinámica proporcionada por aletas construidas y operando de acuerdo con las realizaciones de la presente invención, en función de la velocidad, es una cifra sustancialmente constante que tiene un gráfico sustancialmente plano.

Contrariamente al comportamiento del montaje de aletas de guía de acuerdo con las realizaciones de la presente invención, tal como el montaje 200 de aletas de guía, los cambios en el par de torsión, elevación y arrastre de un montaje de aletas de guía que tienen un ángulo de ataque fijo como se muestra, cualitativamente, en el gráfico 424, es una función exponencial de la velocidad aerodinámica. Cuanto mayor sea la velocidad aerodinámica, mayor será el par de torsión, la elevación y la resistencia que se desarrolla en el montaje.

Se hace referencia ahora a las Figs. 5A y 5B, que presentan esquemáticamente la fuerza de elevación y los momentos que actúan sobre una unidad 500 principal delantera de un montaje de aleta de guía que comprende una única aleta de guía de acuerdo con realizaciones de la presente invención. La unidad 500 principal delantera, vista en una vista frontal, comprende una sola aleta 504 de guía que se extiende radialmente desde el cuerpo 502 de la unidad 500 principal delantera y es capaz de cambiar su ángulo de ataque aerodinámico como un equilibrio entre las fuerzas aerodinámicas de la aleta y la fuerza de retorno de un dispositivo de restricción, tal como un resorte, de acuerdo con realizaciones de la presente invención. El cuerpo 502 está adaptado para girar alrededor del eje 501 (perpendicular al plano de la página en las Figs. 5A y 5B) con respecto a una unidad principal trasera (no mostrada) de un montaje de equipo de guía de acuerdo con realizaciones de la presente invención. La aleta 504 de guía puede ser una aleta controlada por resorte del tipo descrito en las Figs. 2A, 2B y 2C. Por lo tanto, la forma en que opera la aleta de guía de la naturaleza 504 se controla mediante la cantidad de la fuerza de contra-giro proporcionada por una unidad de control de velocidad, tal como un alternador (no mostrado). La unidad 500 principal delantera puede comprender además un contrapeso 506 adaptado para equilibrar dinámicamente la dinámica de la aleta 504 sobre el eje de rotación 501, pero prácticamente no tiene efecto aerodinámico. El momento mínimo de contra-giro que puede proporcionar el alternador, $M_{ALT-MIN}$, se deduce de, y es igual a, la carga mecánica causada por la electricidad consumida por los sistemas del equipo de guía, que es proporcionada por el alternador. El momento máximo de contra-giro que puede proporcionar el alternador, el $M_{ALT-MAX}$, está definido por la carga eléctrica que puede estar conectada a él y, como se explicó en detalles más arriba, este momento se establece para proporcionar un momento de contra-giro que puede invertir el sentido de rotación de la unidad 500 principal delantera o detener su giro con referencia a un marco de referencia externo.

Se hace referencia ahora a la fig. 5C, que es una ilustración esquemática de vectores de velocidad y ángulos de una aleta de acuerdo con realizaciones de la presente invención. En un equipo de guía con una sola aleta, la resistencia aerodinámica mínima depende solo de las características aerodinámicas de la aleta. En un equipo de guía de acuerdo con realizaciones de la presente invención, cuando el momento producido por el alternador es mínimo (es decir,

cuando no se produce elevación y el único consumo de electricidad es el causado por la producción de electricidad para los sistemas del equipo), el ángulo δ entre la cuerda de la aleta 522 y el eje longitudinal 521 del equipo de guía se ajustarán automáticamente muy cerca de su máximo por la fuerza del resorte, sin fuerza contraria causada por la fuerza de amortiguación de la carga sobre el alternador. Sin embargo, en estas condiciones, una vez que la unidad principal delantera comienza a girar, el ángulo efectivo (es decir, el aerodinámico) de ataque γ , medido entre el vector 523 de velocidad equivalente, combinado desde la velocidad aerodinámica hacia delante v_f y la velocidad aerodinámica de rotación v_s del proyectil, como lo experimentan la aleta y la cuerda 523 de las aletas, está muy cerca de cero, debido a la alta velocidad de rotación.

Se hace referencia ahora a la fig. 5D, que es una gráfica que ilustra las magnitudes de momentos producidos por una unidad de control de velocidad relativa, como la unidad 110 de la Fig. 1C, de acuerdo con realizaciones de la presente invención. El momento mínimo que debe proporcionar la unidad de control de velocidad relativa es $M_{ALT-MIN}$, indicado con 532. Como se explicó en detalles más arriba, este momento es igual al momento requerido por el alternador para proporcionar energía eléctrica a los sistemas de proyectiles. El momento máximo que puede proporcionar el alternador, $M_{ALT-MAX}$, se indica con 538. El Momento 536 representa el momento requerido para detener el giro de la unidad delantera 500 con respecto a un marco de referencia externo como el del globo. El Momento 536 es el valor de M_{ALT2} cuando es igual a M_{504} . El Momento 536 puede cambiar a medida que cambia la velocidad de rotación del proyectil. Normalmente, será mayor cuando la velocidad de rotación del proyectil sea más alta y más baja cuando la velocidad de rotación del proyectil sea más baja. El Momento 536 también puede cambiar a medida que cambia la velocidad lineal (la velocidad aerodinámica) del proyectil y la densidad del aire. Normalmente, cuando la velocidad aerodinámica y la densidad son altas (es decir, la eficiencia aerodinámica es alta) los valores del Momento 536 serán más altos que aquellos cuando la velocidad aerodinámica y la densidad del aire son más bajas. La línea 534 del gráfico representa esquemáticamente el valor del momento 536 en función de la eficiencia aerodinámica de un dispositivo de guía. La línea 534 de gráfico no debe ser necesariamente recta. Para una baja velocidad aerodinámica y una densidad 542 del aire, como puede existir cerca del punto más alto de una trayectoria balística de un proyectil, se requiere un momento 536 más bajo. Para una alta velocidad aerodinámica y una densidad 544 del aire, como puede existir cerca del punto de disparo o al objetivo, se requiere un momento 536 más alto.

En un equipo de guía con una aleta que tiene un ángulo de ataque fijo, normalmente establecido en un valor en el medio del intervalo de ángulos de ataque requeridos, el arrastre mínimo será mayor que el de una aleta con un ángulo de ataque ajustable, de acuerdo con realizaciones de la presente invención, para prácticamente toda la gama de ángulos de ataque. Además, en un equipo de guía que comprende una aleta de ángulo fijo, la aceleración de la velocidad de rotación será más lenta, ya que el ángulo de ataque al comienzo de la rotación no es máximo, como es el caso de una aleta con un ángulo de ataque ajustable de acuerdo con realizaciones de la presente invención. En los equipos de guía que comprenden una única aleta guía, ya sea con un ángulo de ataque ajustable o con un ángulo de ataque fijo, cuando no se requiere un vector de fuerza de corrección (es decir, el proyectil realiza una trayectoria deseada), la carga del alternador se puede establecer en el mínimo (es decir, el alternador proporciona electricidad solo a los sistemas del equipo de guía) y, como resultado, la unidad principal delantera del equipo girará rápidamente alrededor de su eje longitudinal, proporcionando un vector de guía igual a cero y una resistencia aerodinámica mínima.

En un equipo de guía con dos aletas, por lo general las aletas tendrán un ángulo de ataque que producirá momentos contradictorios con diferentes magnitudes. Como resultado, incluso cuando el alternador produce un momento mínimo y la unidad principal delantera del equipo de guía gira rápidamente en sentido opuesto al del proyectil, una de las aletas experimenta un alto ángulo de ataque γ , por lo tanto, produce un alto arrastre D , como consecuencia, disminuye la eficiencia aerodinámica del proyectil. Será evidente para un experto en la materia que cuando más de una aleta está comprendida en un equipo de guía, el momento mínimo producido por el alternador es mayor que el de un equipo con una sola aleta. De acuerdo con lo anterior, el valor del momento 534 es mayor que el de 532. Tal disposición se usa típicamente para extender la fuerza de elevación producida por las aletas en comparación con la elevación producida por una sola aleta y para reducir la potencia máxima requerida para ser consumida por el alternador con fines de amortiguación, como se describió anteriormente. Sin embargo, la mejora en la reducción de la carga requerida en el alternador es aportada por la resistencia aerodinámica extendida.

La selección del tipo específico de equipo de guía puede ser dictada por las necesidades específicas del uso concreto, donde en cada tipo seleccionado y configuración del equipo de guía el producto de ahorro de dinero y la precisión mejorada del impacto del objetivo se mantendrán lo más altos posible. Para las municiones que no alcanzan grandes altitudes y/o no experimentan cambios altos en la velocidad aerodinámica a lo largo de la trayectoria, como los proyectiles de mortero, se puede seleccionar un equipo de guía con una única aleta que tenga un ángulo de ataque fijo. El ángulo de ataque se puede seleccionar para proporcionar un mejor compromiso entre mantener la resistencia aerodinámica lo más baja posible, asegurando que las fuerzas aerodinámicas a lo largo de la trayectoria sean lo suficientemente altas para proporcionar la corrección de trayectoria requerida, y asegurar que en todo momento a lo largo de la trayectoria habrá suficiente electricidad para suministrar a los sistemas de equipo de guía. Los beneficios adicionales de esta realización son la baja resistencia aerodinámica, en comparación con los equipos de guía con dos o más aletas, la agitación limitada del proyectil guiado sobre su eje longitudinal cuando no se requieren correcciones a la trayectoria y la unidad principal delantera del equipo de guía gira rápidamente y la acumulación de energía eléctrica del alternador a los sistemas del equipo de guía se debe al giro rápido de la unidad principal delantera del equipo de guía al comienzo de la trayectoria.

- 5 Para municiones utilizadas para alcances largos (por ejemplo, 20 km y más), en los que la velocidad aerodinámica y la densidad del aire cambian mucho a lo largo de la trayectoria del proyectil, se puede usar un equipo de guía con una única aleta que tenga un ángulo de ataque ajustable controlado por un resorte seleccionado para proporcionar una solución que sea barata en comparación con los equipos de guía que utilizan el control motor del ángulo de ataque, sea capaz de ajustar el ángulo de ataque de la aleta a los cambios en los parámetros aerodinámicos, que produzca una baja resistencia aerodinámica, mantenga un bajo movimiento del proyectil cuando no se realizan correcciones a la trayectoria y sea capaz de proporcionar una gran cantidad de electricidad poco después del lanzamiento.
- 10 Para las municiones que inician su trayectoria con una velocidad aerodinámica relativamente baja, como cohetes, un equipo de guía de acuerdo con realizaciones de la presente invención con incluso solo una aleta puede ser capaz de producir la cantidad requerida de electricidad muy pronto después del lanzamiento del cohete debido a su capacidad para acelerar rápidamente la velocidad de rotación de la unidad principal delantera.
- Para municiones con alta inercia de masa, donde pueden requerirse fuerzas de corrección relativamente altas, se puede seleccionar un equipo de guía con dos aletas, que no forman parte de la invención reivindicada, debido a que esta disposición produce mayores fuerzas de elevación.
- 15 Aunque ciertas características de la invención se han ilustrado y descrito en el presente documento, muchas modificaciones, sustituciones, cambios y equivalentes se les ocurrirán ahora a los expertos en la técnica.

REIVINDICACIONES

1. Un montaje de guía adaptado para ser conectado a un proyectil que comprende:

una unidad principal trasera adaptada para ser conectada por su lado trasero al extremo delantero del proyectil, teniendo dicha unidad principal posterior un eje longitudinal central;

5 una unidad (500) principal delantera conectada de forma giratoria por su extremo trasero al extremo delantero de dicha unidad principal trasera y adaptada para girar alrededor de dicho eje (521) longitudinal central;

una unidad de control de velocidad relativa operable entre dicha unidad principal trasera y dicha unidad principal delantera y capaz de proporcionar una fuerza de frenado de giro para reducir la velocidad relativa de rotación de dicha unidad principal delantera, siendo dicha fuerza de frenado controlable; y

10 una única aleta (504) de guía que se extiende radialmente desde dicha unidad principal delantera, estando dicha aleta de guía conformada como un elemento aerodinámico plano que tiene una cuerda (522) de aleta que se extiende desde el extremo delantero de la aleta hasta el extremo trasero de la aleta y que está en un plano paralelo a dicho eje longitudinal central, formando dicha cuerda de dicha aleta un ángulo de inclinación con dicho eje longitudinal central en dicho plano paralelo a dicho eje longitudinal central;

15 caracterizado por que

dicha aleta está conectada operativamente a un resorte de retorno, de modo que el ángulo de inclinación de dicha aleta es controlable por el resorte de retorno y se fija mediante un equilibrio entre las fuerzas aerodinámicas sobre la aleta y la fuerza del resorte de modo que el ángulo de inclinación aumenta a medida que la presión aerodinámica sobre la aleta disminuye, y disminuye a medida que aumenta la presión aerodinámica sobre la aleta.

20 2. El montaje de guía de la reivindicación 1, en el que dicho ángulo de inclinación de dicha única aleta se fija en un ángulo entre cero y quince grados.

3. El montaje de guía de la reivindicación 1, en el que dicho ángulo de inclinación de dicha aleta es ajustable a valores que no son inferiores a cero grados ni superiores a quince grados.

25 4. El montaje de guía de la reivindicación 1, en el que dicha unidad de control de velocidad relativa es un alternador eléctrico cuya fuerza de frenado es controlable controlando la cantidad de energía eléctrica consumida del alternador.

30 5. El montaje de guía de la reivindicación 1, en el que el tamaño y el ángulo de inclinación de dicha aleta de guía son lo suficientemente grandes para hacer que dicha unidad principal delantera gire a una velocidad de rotación que es más rápida que la velocidad de rotación de dicho proyectil y es de sentido opuesto a ella, cuando dicho proyectil está en su trayectoria.

6. El montaje de guía de la reivindicación 1, en el que el ángulo de inclinación de dicha aleta es controlable.

7. Un método para guiar un proyectil a lo largo de su trayectoria deseada, que comprende:

proporcionar un montaje de guía al extremo delantero de dicho proyectil, comprendiendo dicho montaje de guía:

35 una unidad principal trasera adaptada para ser conectada por su lado trasero al extremo delantero de dicho proyectil, teniendo dicha unidad principal trasera un eje longitudinal central;

una unidad (500) principal delantera conectada de forma giratoria por su extremo trasero al extremo delantero de dicha unidad principal trasera y adaptada para girar alrededor de dicho eje (521) longitudinal central;

40 una unidad de control de velocidad relativa operable entre dicha unidad principal trasera y dicha unidad principal delantera y capaz de proporcionar una fuerza de frenado de giro para reducir la velocidad relativa de rotación de dicha unidad principal delantera, siendo dicha fuerza de frenado controlable; y

45 una única aleta (504) de guía que se extiende radialmente desde dicha unidad principal delantera, estando dicha aleta de guía conformada como un elemento aerodinámico plano que tiene una cuerda (522) de aleta que se extiende desde el extremo delantero de la aleta hasta el extremo trasero de la aleta y que está en un plano paralelo a dicho eje longitudinal central, formando dicha cuerda de dicha aleta un ángulo de inclinación con dicho eje longitudinal central en dicho plano paralelo a dicho eje longitudinal central;

lanzar dicho proyectil;

controlar la magnitud de la velocidad de rotación de dicha unidad principal delantera para que sea sustancialmente igual y de sentido opuesto con respecto a la velocidad de rotación de dicho proyectil cuando

se requiere la corrección de dicha trayectoria y permitir que dicha unidad principal delantera gire sin fuerzas de frenado en dicha unidad de control de velocidad relativa en otros momentos; y

5 controlar el ángulo de inclinación de dicha aleta como un equilibrio entre las fuerzas aerodinámicas de la aleta y la fuerza de retorno del resorte, estando dicha aleta de guía conectada operativamente a un resorte de retorno de manera que el ángulo de inclinación de dicha aleta aumenta a medida que disminuye la presión aerodinámica sobre la aleta y se reduce a medida que aumenta la presión aerodinámica sobre la aleta.

8. El método de la reivindicación 7, en el que dicha unidad de control de la velocidad relativa es un alternador eléctrico.

9. El método de la reivindicación 8, que comprende además:

10 controlar la velocidad de rotación de dicha unidad principal delantera al aplicar una carga eléctrica controlable a dicho alternador.

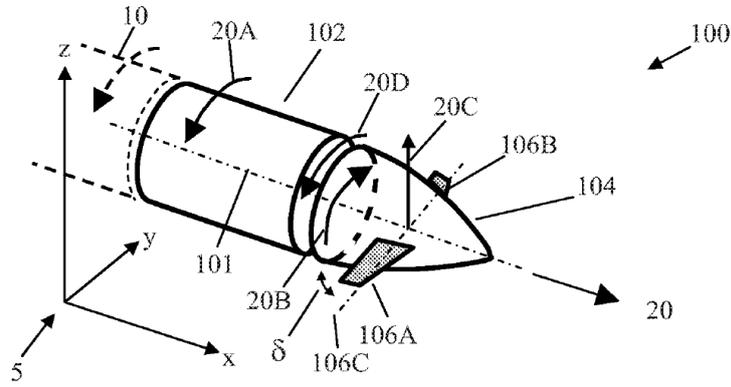


Fig. 1A

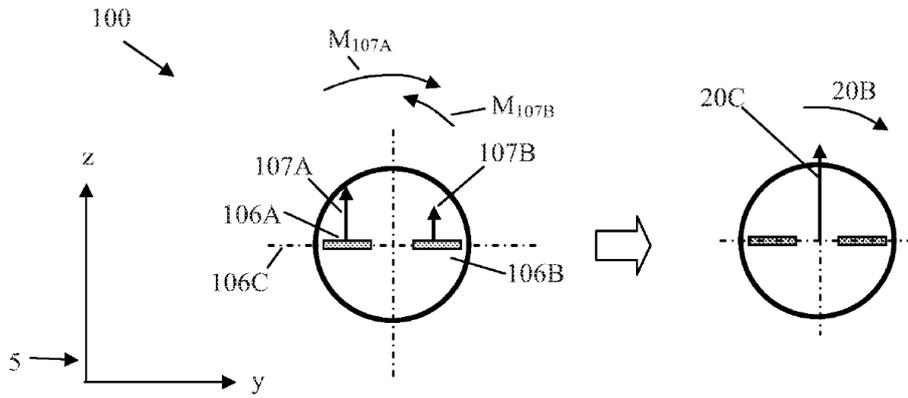


Fig. 1B

Fig. 1D

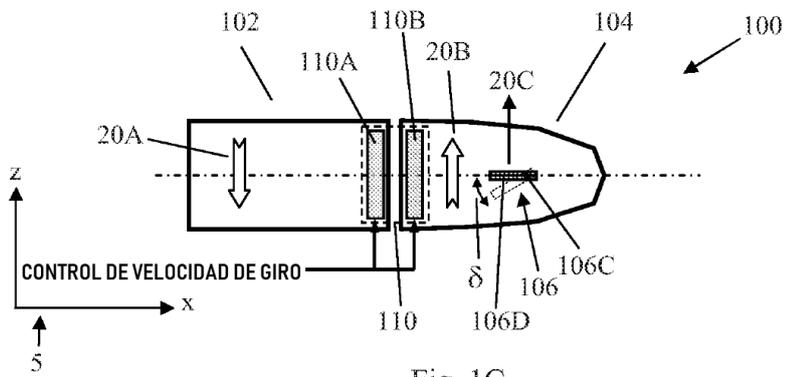


Fig. 1C

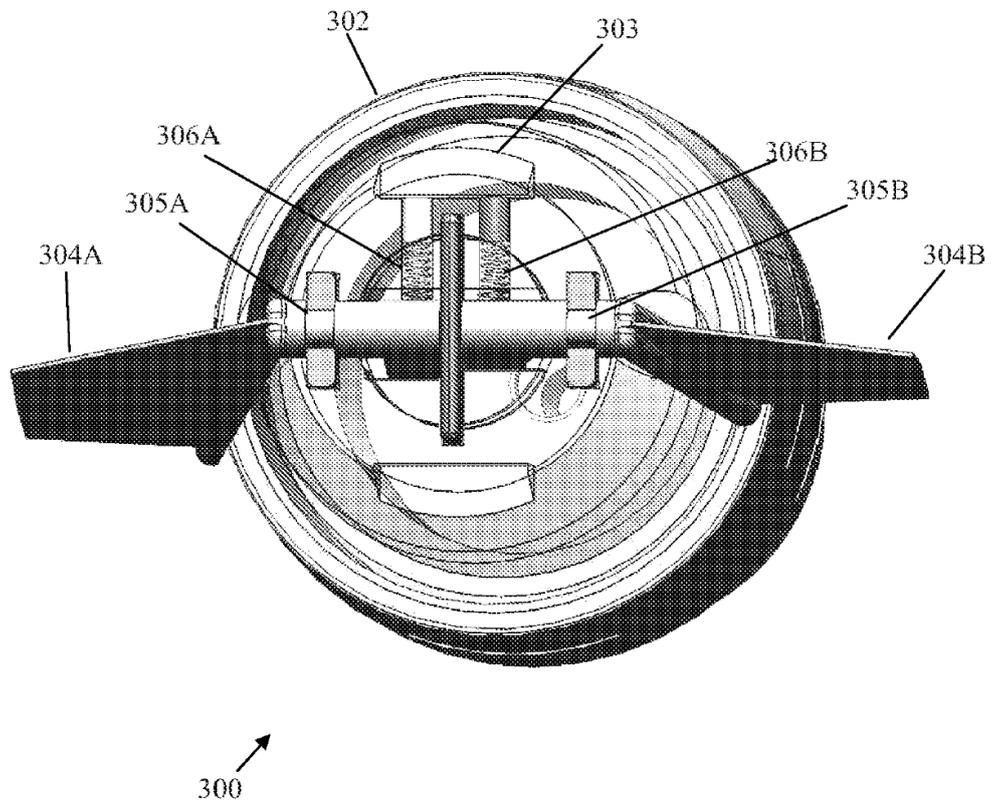


Fig. 3

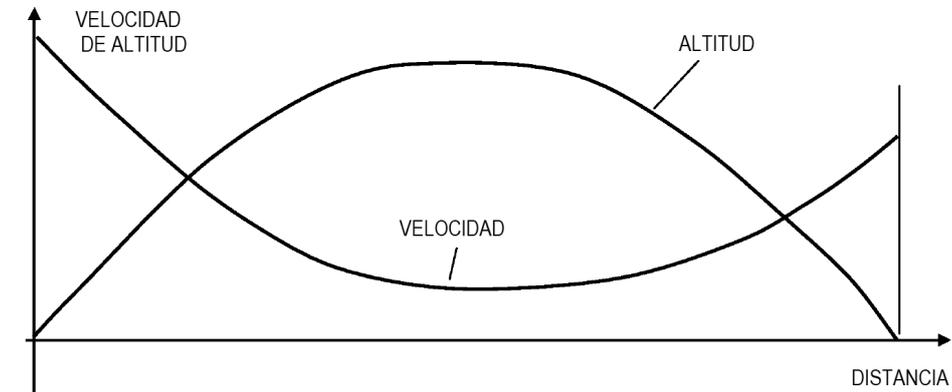


Fig. 4A

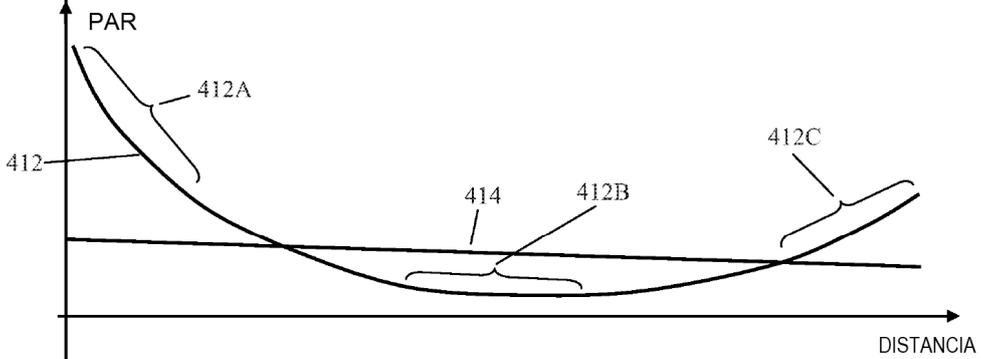


Fig. 4B

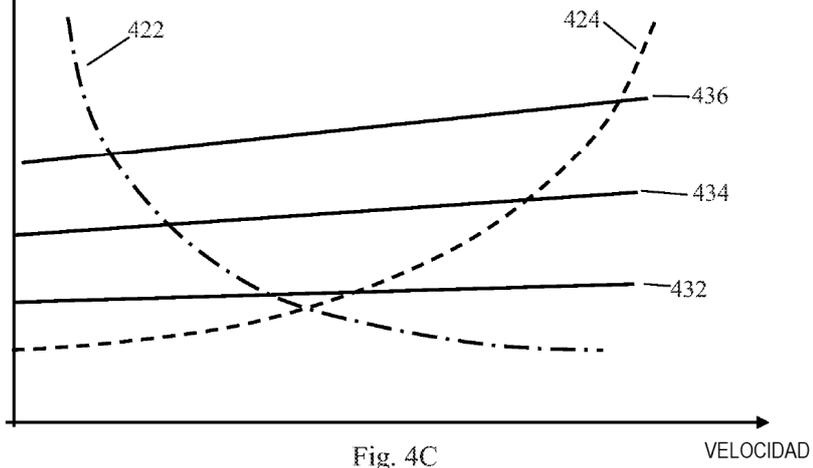


Fig. 4C

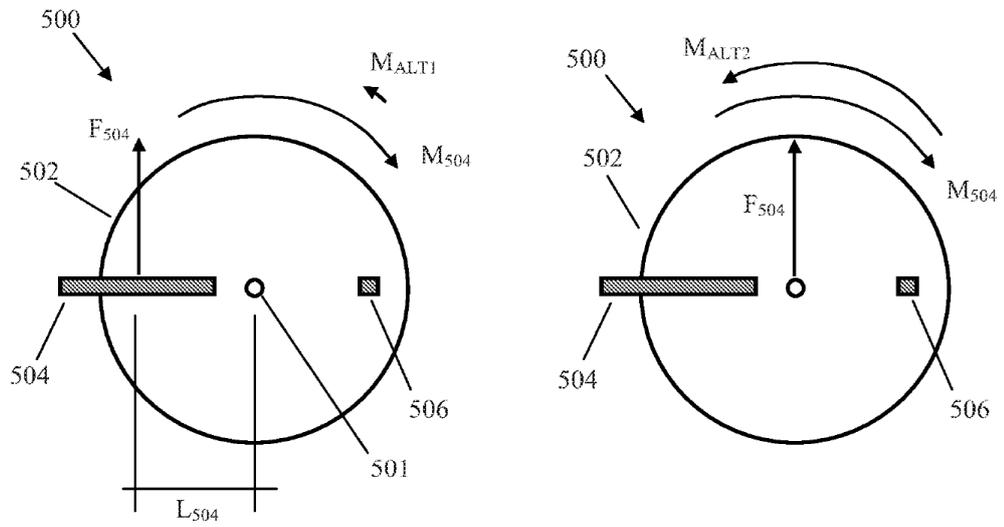


Fig. 5A

Fig. 5B

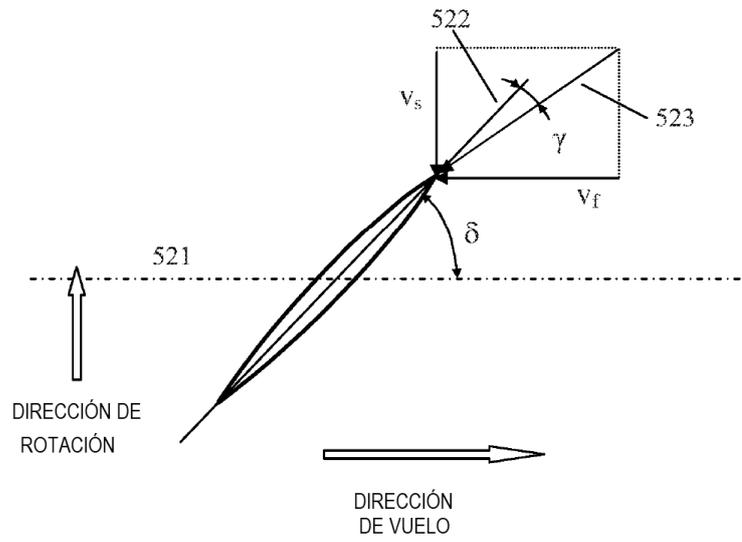


Fig. 5C

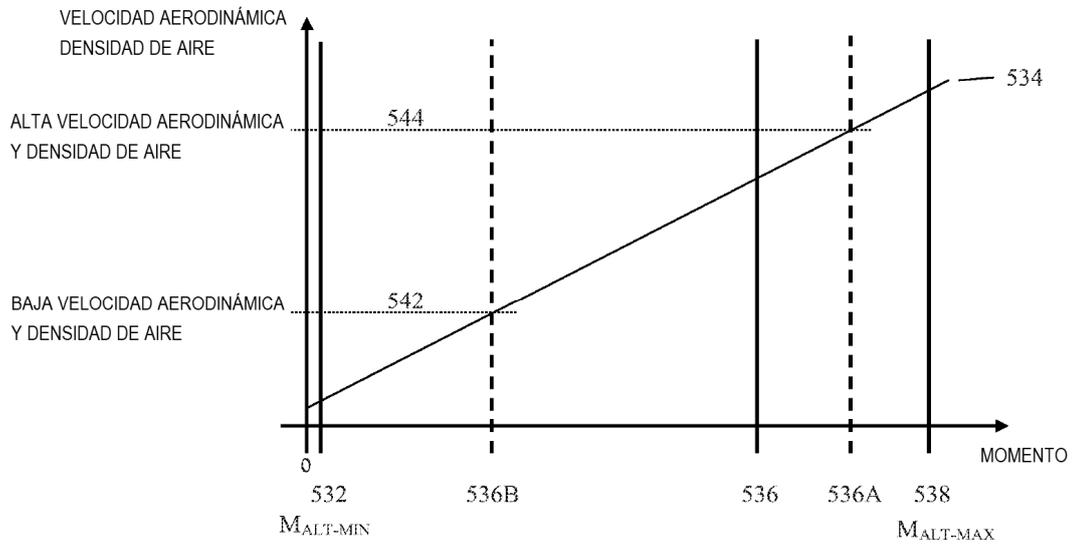


Fig. 5D