(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 464 717**

(51) Int. Cl.:
F42B 10/64 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.07.2008** **E 08876552 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.04.2014** **EP 2310796**

(54) Título: **Maquinaria de timón de dirección**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.06.2014

(73) Titular/es:

SAAB AB (100.0%)
581 88 Linköping, SE

(72) Inventor/es:

JARNHAMN, JOHAN y
AHLGREN, LARS

(74) Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

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).

ES 2 464 717 T3

DESCRIPCIÓN

Maquinaria de timón de dirección

La presente invención versa acerca de maquinaria concebida para accionar y controlar un timón de dirección en un misil.

Campo técnico

Un área específica de interés en la construcción de un misil portátil es la operación de los timones de dirección. Normalmente, los timones de dirección de control de misiles son colocados mediante maquinaria de timón de dirección montada en el interior del cuerpo del misil. La maquinaria ejerce un control y un par de giro apropiados sobre el timón de dirección en respuesta a instrucciones procedentes del sistema de control de guiado para dirigir el misil. En un misil portátil, existen requerimientos estrictos para una maquinaria de timón de dirección, de tamaño, de peso, de par y de ángulo de deflexión suministrado al eje del timón de dirección, de movimiento no deseado, de coste y de facilidad de construcción. El requerimiento de un pequeño diámetro del cuerpo intensifica el problema mecánico de convertir el movimiento giratorio de un motor en un par que ha de ser aplicado a un eje del timón de dirección. Además, todos los componentes del misil deben soportar grandes variaciones de temperatura debidas a su transporte y su uso en muchos climas distintos.

La maquinaria de timón de dirección es una parte muy costosa de los diseños tradicionales de los misiles debido a sus demandas muy estrictas de precisión mecánica y tolerancias bajas.

Técnica antecedente

Normalmente, los timones de dirección de misiles están controlados mediante medios neumáticos o electromecánicos.

La invención dada a conocer en el documento US 6.827.310 es un ejemplo del principio electromecánico. La patente versa acerca de un accionador del plano de deriva para un misil portátil y acerca de un procedimiento de uso del mismo. Un motor eléctrico convierte una fuerza giratoria en una fuerza lineal y, después, en una nueva fuerza giratoria en el eje del plano de deriva utilizando un tornillo de avance acoplado firmemente al árbol de transmisión del motor, teniendo el tornillo de avance una tuerca de avance enroscada y que se mueve linealmente por el tornillo de avance con respecto a la dirección de rotación del árbol de transmisión. El medio para convertir el movimiento lineal de la tuerca de avance en movimiento giratorio del eje plano de deriva incluye la tuerca de avance acoplada operativamente a un brazo de cigüeñal que incluye ranuras para permitir la libertad de movimiento, estando acoplado firmemente el brazo de cigüeñal al eje del plano de deriva, y efectuando la rotación del mismo.

Este tipo de maquinaria es muy caro. Tales costes elevados son problemáticos y, en especial, no están justificados en misiles pequeños y menos caros.

En el documento EP0628783A1, se describe un sistema de accionamiento para poner una superficie aerodinámica de control en una de dos posiciones estables activas opuestas entre sí con respecto a una posición neutral. El sistema de accionamiento incluye dos bobinas electromagnéticas dispuestas en un soporte fijo, mutuamente enfrentadas; una pala móvil, uno de los extremos de la cual está fijado elásticamente a dicho soporte fijo, y el otro extremo de la cual está dispuesto entre las referidas bobinas y es susceptible de ser atraído por cada una de dichas bobinas; y un elemento móvil fijado a dicha pala y que tiene dicha superficie aerodinámica de control. Este tipo de sistema de accionamiento está adaptado para mover la superficie aerodinámica de control a una de dos posiciones estables opuestas entre sí con respecto a una posición neutral y conmutar rápidamente de una posición estable a la otra, sin embargo no tiene la capacidad para conseguir ángulos arbitrarios de deflexión y de controlar los movimientos reales de la superficie aerodinámica de control.

Sumario de la invención

El objeto de la invención es conseguir un medio para accionar y controlar un timón de dirección de un misil, medio que es menos caro que el tipo conocido, pero que, no obstante, proporciona una precisión elevada.

Un objeto adicional es conseguir un medio para accionar y controlar un timón de dirección de un misil, medio que tiene menos holgura mecánica entre el motor y el timón de dirección.

Otro objetivo es conseguir un medio para accionar y controlar un timón de dirección de un misil, medio que es lo suficientemente ligero y pequeño como para ser incorporado en un misil portátil.

Se soluciona este problema con la invención mediante el uso de una maquinaria que comprende un motor eléctrico lineal como medio para accionar el timón de dirección.

Por lo tanto, la invención versa acerca de una maquinaria de timón de dirección para accionar y controlar un timón de dirección en un misil, en la que el timón de dirección comprende un eje y la maquinaria comprende un medio para

hacer girar el eje, medio que comprende al menos un motor eléctrico lineal, teniendo cada motor un circuito magnético montado firmemente en la estructura del misil y una bobina móvil conectada al eje, de forma que una corriente que pasa a través de la bobina tendrá como resultado una fuerza que actúa sobre la bobina, moviéndose la bobina para empujar o traccionar el eje, determinándose la dirección y la magnitud de la fuerza mediante la magnitud y la dirección de la corriente eléctrica en la bobina.

Preferentemente, el motor eléctrico de la maquinaria está controlado mediante instrucciones procedentes de un sistema de control de guiado.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 muestra un corte transversal esquemático a través del tipo de motor utilizado en la maquinaria de la invención.
La Fig. 2 es una vista esquemática de un timón de dirección con un motor acoplado, visto desde arriba.
La Fig. 3 muestra el principio de la presente maquinaria.
Las Figuras 4a y b muestran dos vistas esquemáticas en corte transversal, desde la parte trasera y desde el lateral, a través de un timón de dirección que tiene dos motores acoplados.
Las Figuras 5a, b y c muestran de forma esquemática dos misiles que tienen los timones de dirección dispuestos en la cola y en la parte delantera, respectivamente, y también un corte transversal a través de los misiles que muestra cuatro timones de dirección con motores fijados.
La Fig. 6 es un diagrama de flujo que muestra cómo se controla el motor de la maquinaria.
La Fig. 7 es un diagrama de circuito que muestra el sistema de control de guiado.

Descripción detallada de la invención

Se necesita un motor para colocar y accionar el timón de dirección en un misil. Según la presente invención se utiliza un motor lineal de CC. Para tener un control preciso sobre el timón de dirección se necesita una información de retorno en el sistema. Toda la maquinaria del timón de dirección de la invención contiene: un regulador, un accionador, un motor lineal de CC y un potenciómetro de posición para la información de retorno del regulador.

La fabricación de las maquinarias de timón de dirección de los misiles actuales es costosa y constituye una parte significativa del coste total del misil. La maquinaria del timón de dirección debe poder suministrar un cierto par al timón de dirección. El peso de la maquinaria del timón de dirección tiene que ser tan bajo como sea posible. La maquinaria de timón de dirección tendrá un ancho de banda elevado, para poder moverse desde una posición extrema hasta la otra varias veces por segundo. Además, la maquinaria de timón de dirección tiene que utilizar el mínimo de energía posible de cara a minimizar el tamaño de las baterías.

La idea de la invención es utilizar una fuerza lineal que actúe directamente sobre el timón de dirección. Tal solución tiene la ventaja de que se reduce la necesidad de componentes mecánicos.

La Fig 1 muestra de forma esquemática y en corte transversal un motor lineal de CC que puede ser utilizado en la presente maquinaria. El motor comprende una culata 9 de un material magnético que tiene una permeabilidad elevada, una bobina 8, un anillo 10 de un material magnético que tiene una permeabilidad elevada y un imán 1 de un material magnético que tiene un nivel elevado de saturación magnética, lo que tiene como resultado un campo magnético 11 y una fuerza 12 que actúan sobre la bobina 8.

Las Figuras 1 y 2 ilustran cómo acciona el timón 2 de dirección el par 17 inducido por la fuerza 12 del motor 13. La corriente eléctrica en la bobina 8 induce la fuerza 12. Dado que el imán 1 del motor 13 está fijado a la estructura 5 del misil (figuras 4a y b) y es, por lo tanto, estacionario, la fuerza 12 actuará sobre la bobina 8, empujándola o traccionándola al interior del campo magnético 11 del motor 13. La bobina 8 está fijada al eje 3 del timón 2 de dirección. Por lo tanto, la corriente en la bobina 8 generará una fuerza 12 que empuja o tracciona el timón de dirección. La dirección de la corriente decidirá la dirección en la que se moverá el timón 2 de dirección. La magnitud media de la corriente decidirá la magnitud de la fuerza 12 y, por lo tanto, del par 17 que actúa sobre el eje 3 del timón de dirección. Para que la fuerza 12 y el par 17 sean lineales durante todo el movimiento debería haber, preferentemente, dos motores 13, uno montado en cada lado del timón 2 de dirección, como se muestra en la Fig 2.

La idea de la invención es que se coloque el timón de dirección por medio de una fuerza lineal que actúa directamente sobre el timón de dirección. Tal solución tiene las ventajas de que se reduce la necesidad de componentes mecánicos. Para ser utilizable, la maquinaria del timón de dirección tiene que suministrar un par suficientemente elevado para mantener el timón de dirección en la posición requerida. La maquinaría del timón de dirección debería tener, además, un ancho de banda elevado.

En la Fig. 3 se muestra el principio de la maquinaria del timón de dirección. Dos motores 13, uno en cada lado del timón 2 de dirección, empujarán y traccionarán al timón de dirección hasta la posición deseada. La tensión a través de los motores 13 es suministrada por medio de un accionador 15. El timón 2 de dirección se desvía el ángulo φ. Se mide la nueva posición del timón 3 de dirección por medio de un potenciómetro 7 de posición y se da como información de retorno. Un regulador 16 recibe la señal procedente del potenciómetro 7 y regula la posición del

timón 2 de dirección por medio del accionador 15. En esta figura se denotan el campo magnético mediante R y la fuerza mediante F.

Las Figuras 4a, b muestran con más claridad el principio de cómo empuja y tracciona el motor al timón 2 de dirección hasta la posición correcta. La fuerza de la bobina 8 es transferida al timón 2 de dirección por medio de una palanca 6 en el eje 3 del timón de dirección.

Por lo tanto, la parte magnética 1 del motor está fijada a la estructura 5 del misil. La bobina 8 está fijada a la palanca 6 que está fijada al eje del timón de dirección que pasa a través de los cojinetes 4. Para cada timón 2 de dirección existen dos motores 1, 8, montados a cada lado del plano del timón 2 de dirección. La fuerza que actúa sobre la bobina 8 moverá a la bobina en una dirección que se acerca o se aleja de la palanca, empujando o traccionando el extremo de la palanca 6 en la misma dirección. El movimiento del extremo de bobina de la palanca 6 hará que gire el eje 3 del timón de dirección y, por lo tanto, el timón de dirección. Se detecta la posición del timón de dirección y del eje del timón de dirección por medio del potenciómetro 7 de posición en el eje.

Dado que el timón de dirección y la palanca se mueven con un movimiento circular, pero el motor y la bobina se mueven con un movimiento lineal, el diseño requiere un punto de contacto entre la bobina y la palanca y el motor y la estructura del misil, respectivamente. Este punto de contacto debe estar diseñado dependiendo del requerimiento específico del sistema, tales como timones plegados de dirección de misiles. En su forma más sencilla, podría ser el uso de cojinetes de bolas o articulaciones de rótula.

Las Figuras 5a y b muestran distintas ubicaciones para los timones de dirección en el misil. La Fig 5a muestra los timones 2 de dirección en la parte de cola con dos motores 13 como líneas de puntos bajo el timón superior 2 de dirección. La Fig 5b ilustra un misil con planos 14 de deriva de cola y timones 2 de dirección de tipo canard cerca del morro del misil. La Fig 5c es un corte transversal esquemático a través del misil en la Fig 5a o 5b.

Anteriormente se ha descrito la maquinaria para un timón de dirección como dos motores lineales y un potenciómetro montado en el eje del timón de dirección para detectar la posición del timón de dirección.

Se controla la maquinaria por medio de un sistema de control de guiado que envía una señal a la maquinaria que ajusta la posición del timón de dirección.

En la Fig. 6 se muestra de forma esquemática un sistema de control de guiado. Se le suministra el valor real en forma de una señal de tensión procedente del potenciómetro de posición y con el valor deseado, también en forma de una señal de tensión que define la posición deseada del timón de dirección y obtenido del sistema de guiado del misil.

En el sistema mostrado en la Fig 6 se comparan el valor real, por ejemplo 2 V, y el valor deseado, por ejemplo 3 V, en un comparador, lo que tiene como resultado una señal que muestra la diferencia de tensión, en este caso 1 V. La señal es suministrada a dos amplificadores operativos (amplificadores OP) en paralelo junto con un impulso (onda) triangular, lo que tiene como resultado dos señales reflejadas “moduladas por anchura de impulsos” (PWM) en forma de ondas cuadradas en las que la longitud del impulso es proporcional a la diferencia de tensión.

En la Fig 7 se muestra la generación de señales PWM junto con un convertidor de puente completo de CC-CC y el motor de CC.

La onda triangular y, por lo tanto, la señal PWM tiene una frecuencia elevada, aproximadamente 200 kHz. Esto es mucho mayor que el ancho de banda de la maquinaria del timón de dirección. Por lo tanto, la inercia mecánica del timón de dirección tiene como resultado que el timón de dirección no reacciona en forma de contracciones, sino con un movimiento uniforme en función del nivel medio de tensión de polaridad.

Ejemplo:

Se construyó en un laboratorio maquinaria de ensayo de un tamaño adecuado para un misil portátil según la Fig 3 utilizando un accionador y un regulador, como se muestra en las Figuras 6 y 7. Esta maquinaria tenía los siguientes parámetros:

El peso de cada motor 0,949 kg.
El tamaño de cada motor, un diámetro de 40 mm, una longitud de 30 mm.
La longitud del brazo de momento fue de aproximadamente 50 mm.
El par que actuaba sobre el timón de dirección 2-3 Nm.
La máxima deflexión del timón de dirección ± 9 grados.
La longitud de carrera de la bobina 16 mm (± 8 mm).

Se consiguió este rendimiento de un motor lineal de CC para accionar y controlar un timón de dirección con piezas y materiales fácilmente accesibles con un coste reducido. Un experto en la técnica puede encontrar sin problemas componentes y materiales para optimizar el rendimiento y para adaptar la maquinaria a un misil mayor.

REIVINDICACIONES

1. Maquinaria de timón de dirección para accionar y controlar un timón (2) de dirección en un misil, en la que el timón (2) de dirección comprende un eje (3) y la maquinaria comprende un medio para hacer girar el eje (3), medio que comprende al menos un motor eléctrico lineal (13), **caracterizada porque** cada motor (13) tiene un circuito magnético montado firmemente en la estructura (5) del misil y una bobina móvil (8) conectada al eje (3) por medio de una palanca (6), de forma que una corriente que pase a través de la bobina (8) tenga como resultado una fuerza (12) que actúe sobre la bobina (8), moviéndose la bobina (8) para empujar o traccionar el timón (2) de dirección, determinándose la dirección y la magnitud de la fuerza (12) mediante la magnitud y la dirección de la corriente eléctrica en la bobina (8), y en la que la palanca (6) está conectada entre el eje (3) y la bobina (8) de motor, con lo que la bobina actuará sobre la palanca (6), de forma que el eje (3) haga girar el timón (2) de dirección en la dirección deseada, comprendiendo la maquinaria de timón de dirección, además, un sistema de control de guiado que comprende un regulador (16), un accionador (15) y un potenciómetro (7) de posición en el timón (2) de dirección que determina la posición del timón (2) de dirección y envía una señal al regulador (16), en el que se compara la posición real con la posición deseada y se determina la corriente necesaria para ajustar el timón (2) de dirección y es suministrada al o a los motores (13) por medio del accionador (15) y en la que el regulador (16) y el accionador (15) comprenden una señal reflejada modulada por anchura de impulsos que controla un convertidor de puente completo de CC-CC.

2. Maquinaria según la reivindicación 1, que comprende dos motores (13) por timón (2) de dirección.

3. Maquinaria según cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en la que la maquinaria acciona y controla un timón de dirección (2) de tipo canard.

4. Maquinaria según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en la que la maquinaria acciona y controla un timón (2) de dirección en la parte de cola del misil.

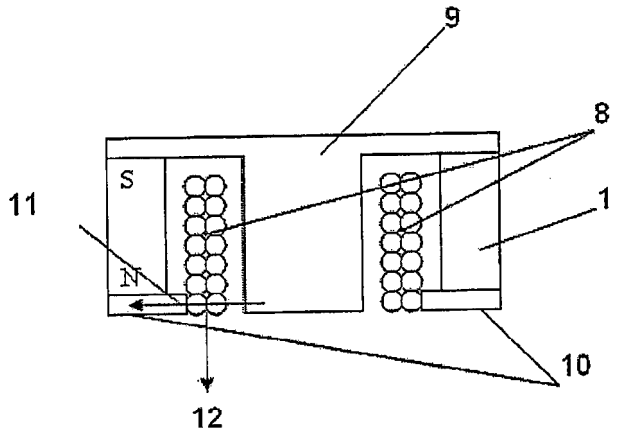


Fig. 1

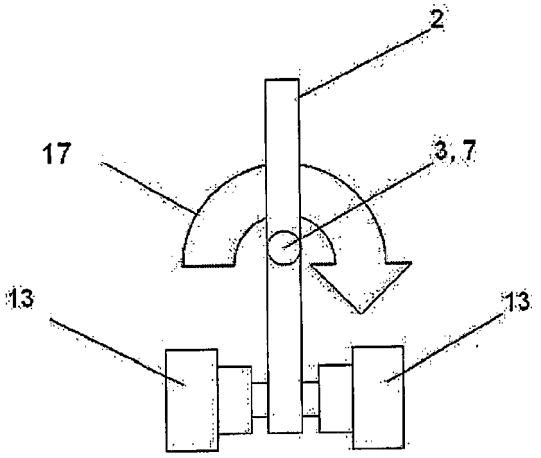
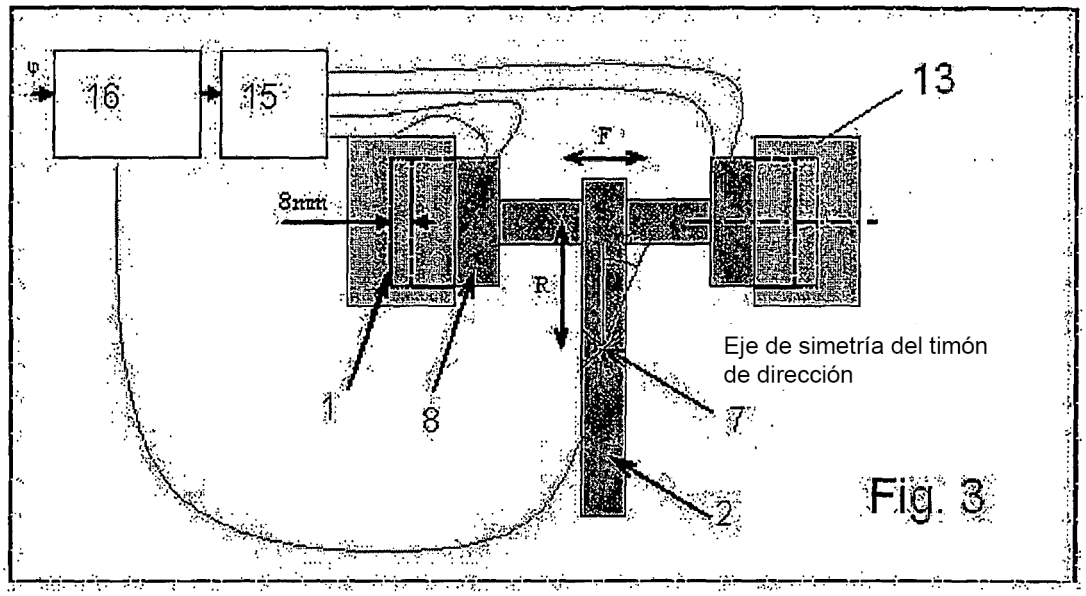


Fig. 2


φ
16
15
13
F
8mm
R
Eje de simetría del timón
de dirección
1
8
7
2
Fig. 3

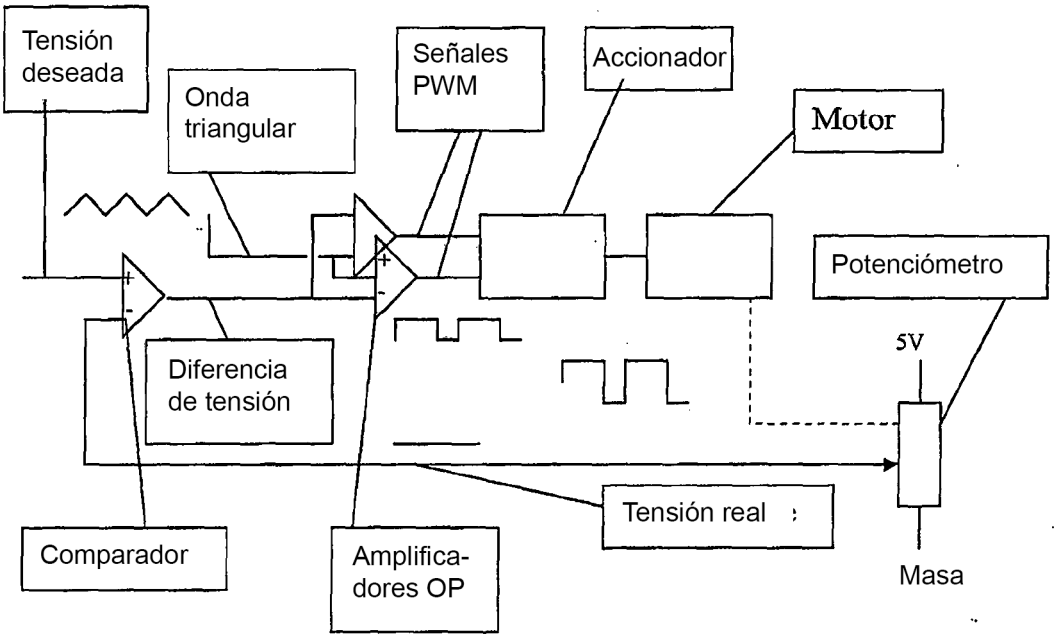

Tensión
deseada
Onda
triangular
Señales
PWM
Accionador
Motor
Potenciómetro
5V
Diferencia
de tensión
Tensión real
Comparador
Amplifica-
dores OP
Masa

Fig. 6

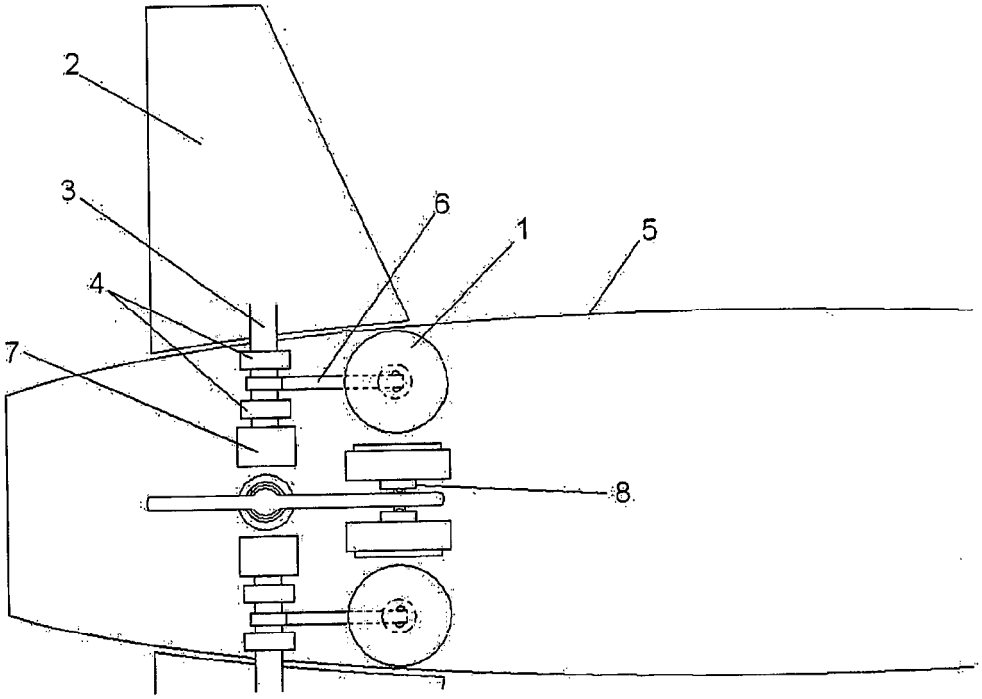


Fig. 4a

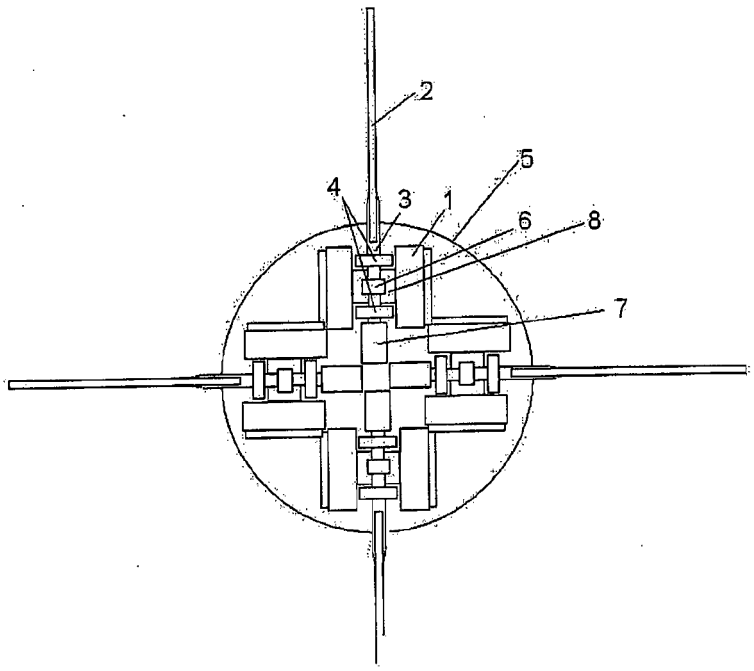


Fig. 4b

Fig. 5a

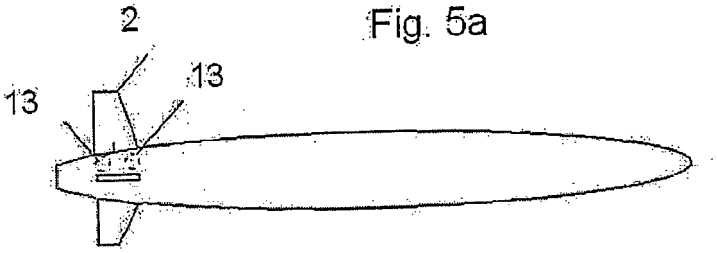


Fig. 5b

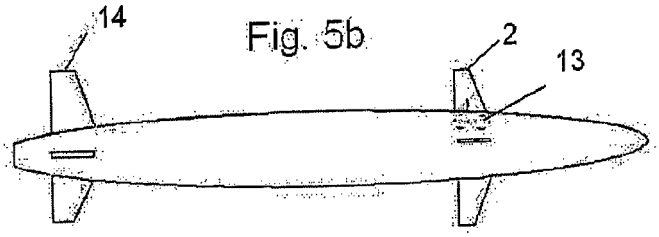
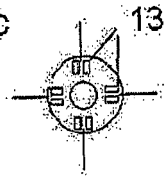


Fig. 5c



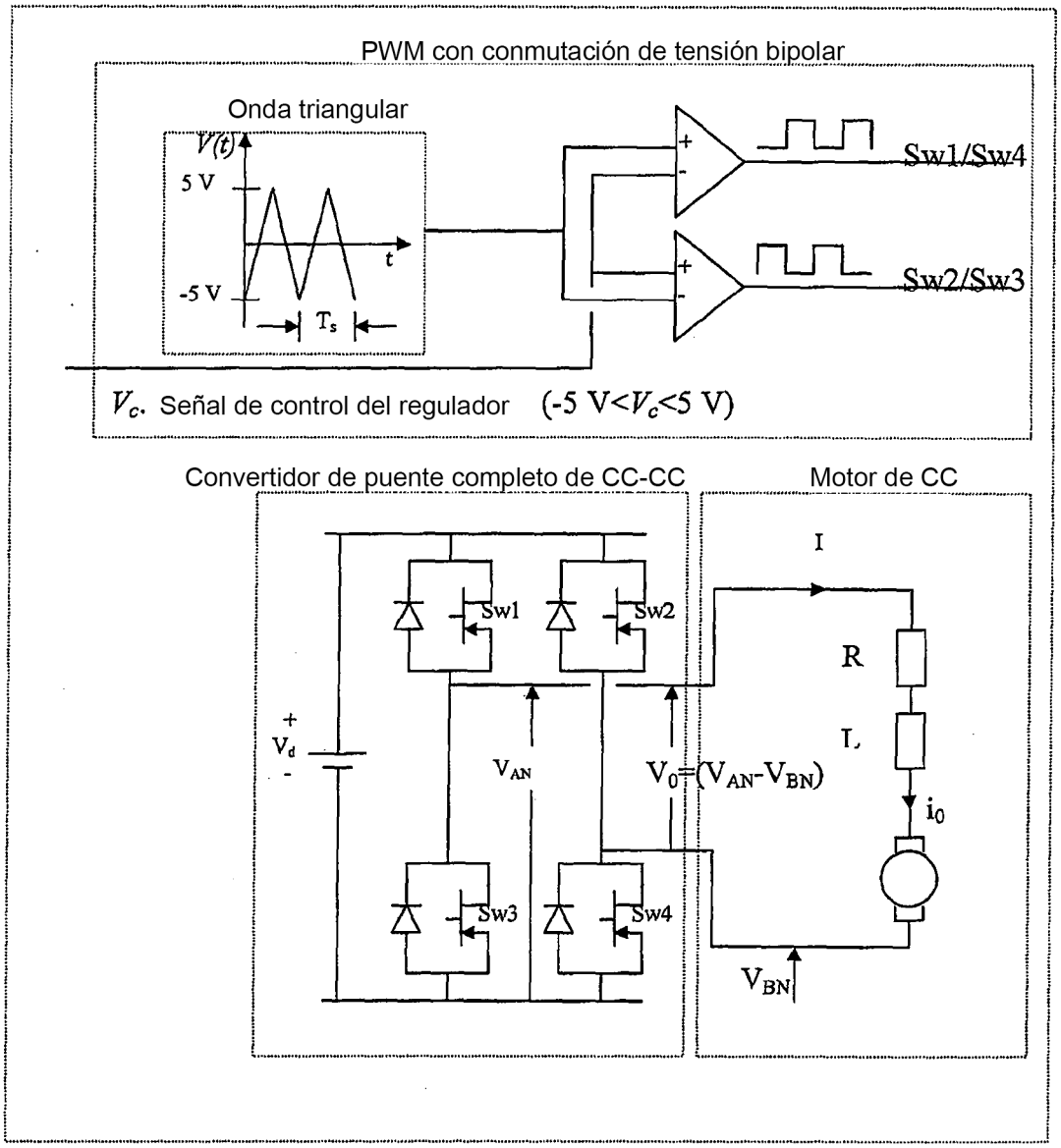

PWM con conmutación de tensión bipolar
Onda triangular
V(t)
5 V
-5 V
t
Ts
Sw1/Sw4
Sw2/Sw3
Vc. Señal de control del regulador (-5 V<Vc<5 V)
Convertidor de puente completo de CC-CC
Motor de CC
Sw1
Sw2
Sw3
Sw4
Vd
VAN
V0=(VAN-VBN)
I
R
L
i0
VBN

Fig. 7