

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 568 239**

51 Int. Cl.:

**F41G 3/22** (2006.01)

**F41G 5/24** (2006.01)

**F41G 3/08** (2006.01)

**F41G 3/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.06.2006 E 06011919 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.02.2016 EP 1790937**

54 Título: **Procedimiento para la elevación de la probabilidad del primer impacto de un arma balística**

30 Prioridad:

**18.08.2005 DE 102005038979**

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

**28.04.2016**

73 Titular/es:

**RHEINMETALL DEFENCE ELECTRONICS GMBH  
(100.0%)  
BRÜGGEWEG 54  
28309 BREMEN, DE**

72 Inventor/es:

**SCHRÖDER, REINHARD**

74 Agente/Representante:

**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

**ES 2 568 239 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**

Procedimiento para la elevación de la probabilidad del primer impacto de un arma balística

La invención se refiere a un procedimiento para la elevación de la probabilidad del primer impacto de un arma balística.

5 En armas, en las que se dispara un proyectil desde un tubo, el proyectil describe una trayectoria de vuelo, que depende de la velocidad del proyectil así como de la posición del tubo. Especialmente en el caso de alcances grandes y/o el empleo de munición atemperable es imprescindible un cálculo exacto de esta trayectoria de vuelo para el proceso de puntería.

10 Hasta ahora es habitual tener en cuenta el viento transversal, que incide perpendicularmente a la dirección de vuelo del proyectil, siendo determinada con la ayuda de cálculos aproximados o tablas de valores en forma de tablas de tiro, una predicción sobre la desviación lateral de la línea de visión o bien de la línea de mira. En este caso, se ajusta manualmente la intensidad del viento transversal o se mide por medio de sensores y se determina una predicción a partir de una tabla de viento transversal. De la misma manera, se introduce la torsión del proyectil en la determinación de la predicción. En el caso de plataformas de armas móviles, hasta ahora se realiza una  
15 estabilización de medios de visión y arma. También se conoce utilizar ayudas de dirección para el apoyo durante el seguimiento de blancos.

El documento DE 26 25 667 A1 muestra a este respecto un sistema de guía de fuego, que tiene en cuenta para la determinación del ángulo de predicción el movimiento propio del arma. Esto se utiliza para la creación de señales de dirección, que un apuntador debe optimizar todavía o bien corregir.

20 El documento GB 2 159 609 A muestra de la misma manera un sistema de guía, en el que se utiliza el movimiento propio del arma para la generación de una señal de puntería generada electrónicamente en una dirección de visión.

Se ha mostrado que en tales sistemas la probabilidad del primer impacto es a menudo reducida, puesto que resultan errores sistemáticos en la determinación de los vapores ideales para alza, predicción y tiempo de vuelo del proyectil. Por lo tanto, el cometido de la presente invención es preparar un procedimiento, con el que se puede elevar la  
25 probabilidad del primer impacto de un arma balística.

Este cometido se soluciona por medio de las características de la reivindicación 1 de la patente. Otras configuraciones ventajosas se indican en las reivindicaciones dependientes.

30 Así, por ejemplo, en la determinación de la predicción y/o del alza, de la elevación del tubo del arma frente a la línea de mira, se tiene en cuenta el movimiento propio del arma. De manera alternativa o adicional, se tienen en cuenta condiciones del medio ambiente como temperatura del aire o presión del aire y parámetros de la munición como temperatura de la pólvora o modificación de la velocidad inicial. La temperatura de la pólvora designa en este caso la temperatura de la pólvora antes del encendido y la modificación de la velocidad inicial designa la desviación, provocada por tolerancias de fabricación y/o desgaste del tubo, de la velocidad nominal del proyectil, que se puede regular o medir.

35 En la consideración del movimiento propio del arma se superpone de manera ventajosa la velocidad inicial del proyectil con respecto al arma, es decir, con respecto al tubo del arma. Tridimensional con la velocidad propia del soporte del arma. A tal fin, se transforma el vector de la velocidad propia del arma en un sistema de coordenadas relacionado con el tubo del arma. El movimiento propio del soporte del arma durante el cálculo de la predicción, alza y tiempo de vuelo del arma se tiene en cuenta de esta manera totalmente o de forma gradual en el cálculo de la  
40 balística de salida y balística exterior.

A partir de los componentes del movimiento transversalmente a la velocidad del proyectil, con relación a un sistema de coordenadas orientado al arma, resultan las modificaciones necesarias del ángulo de salida. La modificación de la velocidad del proyectil en la dirección del eje del arma del tubo provoca modificaciones del alza, la predicción y el tiempo de vuelo del proyectil con relación a la balística exterior. A partir de ello se deducen modificaciones del alza  
45 dinámica y de la predicción en el caso de blancos móviles o bien del tiempo de programación en el caso de munición atemperable, lo que repercute positivamente, especialmente en el modo del punto de explosión en el aire, sobre la actuación de la munición.

De manera ventajosa, la predicción y/o el alza y/o el tiempo de vuelo del proyectil se determinan por iteración a partir de la velocidad propia y la posición del arma. Si se determina, por ejemplo, una predicción, entonces esto modifica la  
50 alineación del arma con relación a su velocidad propia y con ello la posición del sistema de coordenadas relacionado con el tubo del arma. Sobre esta base se determina de nuevo la predicción y sirve de base para la etapa de iteración siguiente. Con preferencia, se sigue el arma durante la determinación iterativa, con lo que resulta un posicionamiento exacto del arma. De manera alternativa, se puede realizar la iteración hasta que ésta ha convergido

suficientemente para alinear el arma entonces con la ayuda del resultado.

5 En la determinación de la predicción y/o del alza se tienen en cuenta de acuerdo con la invención condiciones ambientales tales como temperatura del aire o presión del aire y parámetros de la munición como temperatura de la pólvora o modificación de la velocidad inicial. A tal fin se determina en una primera etapa la velocidad inicial real del proyectil. Esto se realiza en función de uno o varios de los parámetros velocidad nominal inicial, modificación de la velocidad inicial y temperatura de la pólvora. En la velocidad nominal inicial se trata de la velocidad del proyectil indicada por el fabricante de la munición. Debido a tolerancias de fabricación se producen oscilaciones en función de la carga o bien del lote, que se pueden tener en cuenta como modificaciones de la velocidad inicial. En la determinación de la velocidad inicial se puede tener en cuenta, además, la temperatura de la pólvora. En este caso se trata de la temperatura de la pólvora antes del encendido, es decir, esencialmente de la última temperatura de almacenamiento.

10 En una segunda etapa se determina el tiempo de vuelo del proyectil en función de la velocidad inicial o de la velocidad inicial y las condiciones ambientales predominantes. En las condiciones ambientales predominantes se puede tratar, por ejemplo, de la temperatura del aire, la presión del aire o la intensidad del viento zaguero o bien del viento opuesto. Adicionalmente, se pueden tener en cuenta otros parámetros, como la posición del tubo y la posición del blanco con relación al arma, por ejemplo una diferencia de altura. La predicción necesaria se calcula entonces con la ayuda de la ecuación de Didion a partir de la velocidad del viento transversal  $v_q$ , el tiempo de vuelo T, la distancia del blanco R y la velocidad inicial  $v_0$  del proyectil. La ecuación de Didion es:

20 
$$\eta^1 = v_q \begin{pmatrix} T & 1 \\ \dots & \dots \\ R & v_0 \end{pmatrix}$$

Por lo tanto, a través del procedimiento de acuerdo con la invención no se determina la predicción como hasta ahora a partir de tablas de viento transversal, sino con la ayuda de tablas del tiempo de vuelo, las influencias ambientales y/o parámetros de la munición.

25 Los valores del alza, la predicción y el tiempo de vuelo corregidos de la manera descrita anteriormente se utilizan como se conoce en ordenadores de dirección de tiro para la alineación del arma con relación a la línea de visión de un aparato de observación o aparato de puntería.

A continuación se explica la invención en detalle con la ayuda de dos ejemplos de realización. En este caso:

La figura 1 muestra un ordenador de dirección de tiro.

30 La figura 2 muestra la posición relativa de dos sistemas de coordenadas, y

La figura 3 muestra una geometría para la determinación de la predicción.

En un primer ejemplo de realización, se monta un arma 6 (ver la figura 2) en una torre de carrón sobre una bandeja 5 de un tanque como soporte del sistema o del arma. El tanque se mueve con un vector de velocidad  $\vec{v}_W$ . En un vector de coordenadas cartesianas relacionado con la bandeja 5, el eje-X apunta en la dirección hacia delante del tanque, el eje-Y apunta hacia la derecha y el eje-Z apunta hacia abajo. La torre del cañón y, por lo tanto, el tubo 6 del arma está girado en el plano-XY alrededor del ángulo  $\Psi$  con relación al eje-X. Además, el tubo 6 presenta una elevación en torno al ángulo  $\Theta$  desde plano-XY.

35 Para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención se utiliza el ordenador de dirección de tiro 4 representado en la figura 1. Éste recibe como parámetro de entrada, entre otros, el componente-X, -Y y -Z del vector de velocidad  $\vec{v}_W$ . Estos componentes se someten a una transformación antes de que sean conducidos a la unidad de cálculo 3. La transformación transfiere los componentes a un sistema de coordenadas igualmente cartesiano, que está relacionado con el tubo del arma. El eje X" corresponde en este caso al eje del alma del tubo.

40 Para la transformación se realiza en el elemento designado con  $\Psi$  en primer lugar una rotación alrededor del ángulo  $\Psi$  alrededor del eje-Z. Resulta un sistema intermedio de coordenadas con los ejes X', Y' y Z. El ángulo  $\Psi$  se puede modificar a través del ordenador de dirección de tiro 4 y, por lo tanto, es conocido por éste.

45 En el elemento designado con  $\Theta$  se realiza una segunda rotación, esta vez alrededor del ángulo  $\Theta$ , el ángulo de elevación del tubo frente a la línea de mira, alrededor del eje-Y'. El resultado es un sistema de coordenadas relacionado con el tubo del arma con los ejes X'', Y' y Z'. Esto tiene la ventaja de que al componente-X" del vector de velocidad  $\vec{v}_W$  se puede añadir fácilmente la velocidad inicial  $v_0$  del proyectil con relación al arma, para determinar a partir de ello la velocidad inicial absoluta del proyectil. Evidentemente, la transformación del sistema de coordenadas

se puede realizar también en una etapa.

5 A partir de esta velocidad inicial absoluta, los otros componentes del vector de velocidad  $\vec{v}_w$ , la rotación del proyectil y otros parámetros no identificados en detalle en este lugar, la unidad de cálculo 3 calcula la predicción y/o el alza con relación a la línea de mira no representada. Estos valores son conducidos al sistema de regulación 2 para el arma y el aparato de puntería. Éste alinea el arma. Con los valores nuevos para  $\Psi$  y  $\Theta$  se inicia una nueva etapa de iteración, comenzando con la transformación del sistema de coordenadas. A través de la posición modificada del tubo del arma resulta un sistema de coordenadas nuevo orientado al arma. El tiempo de vuelo del proyectil determinado en la unidad de cálculo 3 se transmite al sistema de regulación de la temperatura 1 para programar la munición atemperable con un instante exacto de encendido.

10 En lugar de transferir los ángulos nuevos  $\Psi$  y  $\Theta$  en cada etapa de iteración al sistema de regulación 2, éstos se pueden mantener dentro del ordenador de dirección de tiro 4, hasta que la iteración converge suficientemente. Solamente en este instante se puede alinear el arma a través del sistema de regulación 2.

15 Evidentemente, el procedimiento de acuerdo con la invención no está limitado al empleo en tanques. Más bien se puede transferir a todos los tipos de armas para vehículos terrestres, aéreos o acuáticos. Para el procedimiento solamente es necesario el conocimiento del vector de velocidad  $\vec{v}_w$  así como el ángulo  $\Psi$  y  $\Theta$  entre el arma y el soporte del arma.

20 Con la ayuda de la figura 3 se explica ahora la consideración de condiciones ambientales y parámetros de la munición en la determinación de la predicción. En este caso, 10 designa el arma, 11 el blanco y 9 la línea de mira directa entre el arma 10 y el blanco 11. En virtud del viento transversal 7, un tiro disparado en la dirección de la línea de mira 9 erraría el blanco 11. Por lo tanto, debe dirigirse en la dirección 8, que se desvía en la medida del ángulo de predicción  $\eta$  desde la línea de mira 9.

25 A tal fin se determina en primer lugar la velocidad inicial del proyectil en función de uno o varios de los parámetros velocidad nominal inicial, modificación de la velocidad inicial y temperatura de la pólvora. Esto se realiza por medio de tablas competentes o de un cálculo aproximado o exacto. A partir de esta velocidad inicial  $v_0$  se determina en una segunda etapa el tiempo de vuelo del proyectil. En la determinación del tiempo de vuelo se pueden incluir, además, las condiciones ambientales predominantes, por ejemplo la temperatura del aire, la presión del aire o el viento zaguero o el viento opuesto. También se tienen en cuenta condiciones geométricas, como la distancia del blanco o una diferencia de altura entre el arma y el blanco. A partir de la ecuación de Didion indicada anteriormente se calcula ahora una predicción  $\eta'$  teniendo en cuenta la velocidad del viento transversal  $v_q$ , el tiempo de vuelo  $T$ , la distancia del blanco  $R$  y la velocidad inicial  $v_0$  del proyectil. La predicción  $\eta$  a ajustar corresponde ahora a la arcotangente de  $\eta'$ . Para  $\eta'$  pequeña se aplica en la medida del arco la aproximación  $\eta \approx \eta'$ . Adicionalmente se tiene en cuenta la desviación de rotación del proyectil.

35 En un ejemplo numérico sería  $v_q = 10$  m/s y  $R = 2000$  m. La velocidad nominal inicial del proyectil sería 1000 m/s con un tiempo de vuelo de 2,5 s. La velocidad inicial real resulta en función de los parámetros indicados anteriormente a partir de las tablas correspondientes con  $v_0 = 1050$  m/s, el tiempo de vuelo real con  $T = 2,25$  s. Si esto se introduce en la ecuación de Didion, conduce a  $\eta' = 0,00173$  o  $\eta = 0,0989$  grados. Expresado en trazos, donde 6400 trazos corresponden a un círculo completo de 360 grados, resulta una predicción de 1,758 trazos. Si en lugar del procedimiento de acuerdo con la invención se emplean tablas de viento transversal, entonces a partir de los valores nominales para la velocidad inicial y el tiempo de vuelo resulta una predicción de 0,1432 grados o 2,546 trazos. En la distancia de 2000 metros del arma, esta diferencia en la predicción conduce a una desviación de 1,57 metros. Un blanco correspondientemente pequeño se erraría, por lo tanto, en la determinación de la predicción con la ayuda de tablas de viento transversal.

45 Qué condiciones ambientales y parámetros de la munición se utilizan para la determinación de la predicción y/o el alza depende únicamente de las tablas de tiro disponibles en el caso concreto o bien de las ecuaciones de aproximación para la velocidad inicial y el tiempo de vuelo del proyectil.

La compensación del movimiento propio del arma y la consideración de condiciones ambientales y parámetros de la munición en la determinación de la predicción y/o el alza se pueden emplear tanto por separado como también en combinación.

50

**REIVINDICACIONES**

- 5 1.- Procedimiento para la elevación de la probabilidad del primer impacto de un arma balística (10), en el que en la determinación de la probabilidad y del alza se tiene en cuenta el movimiento propio del arma (10), caracterizado por que se tienen en cuenta parámetros de la munición y por que se superpone la velocidad inicial del proyectil con relación al arma (10) con la velocidad propia del arma (10), en el que el vector ( $\vec{v}_{\text{propia}}$ ) de la velocidad propia del arma (10) se transforma en un sistema de coordenadas relacionado con el tubo (6) del arma (10).
- 2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que también se tienen en cuenta condiciones del medio ambiente tales como temperatura del aire y presión del aire.
- 10 3.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado por que se determinan la predicción y el alza por iteración a partir de la velocidad propia y la posición del arma (10).
- 4.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que se determina el tiempo de vuelo del proyectil por iteración a partir de la velocidad propia y la posición del arma (10).
- 15 5.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que se determina la velocidad inicial del proyectil en función de uno o varios de los parámetros como velocidad nominal inicial, modificación de la velocidad inicial o bien temperatura de la pólvora.
- 6.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado por que se determina el tiempo de vuelo del proyectil en función de la velocidad inicial.
- 7.- Procedimiento de acuerdo con la velocidad 5 ó 6, caracterizado por que se determina el tiempo de vuelo del proyectil en función de las condiciones ambientales predominantes.
- 20 8.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 ó 6, caracterizado por que se calcula la predicción con la ayuda de la ecuación de Didion a partir de la velocidad del viento transversal, el tiempo de vuelo, la distancia del blanco y la velocidad inicial del proyectil.
- 25 9.- Ordenador de dirección de tipo (4) para la realización del procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por medios para la transformación de un vector de movimiento de un arma en un sistema de coordenadas relacionado con el tubo (6) del arma (10) y medios para la determinación de la velocidad inicial y del tiempo de vuelo del proyectil incluyendo condiciones ambientales y parámetros de la munición, siendo transferido con los medios el vector ( $\vec{v}_{\text{propia}}$ ) de la velocidad propia del arma (10) a un sistema de coordenadas relacionado con el tubo (6) del arma (10) y superponiendo la velocidad inicial del proyectil con relación al arma (10) con la velocidad propia del arma (10).

30

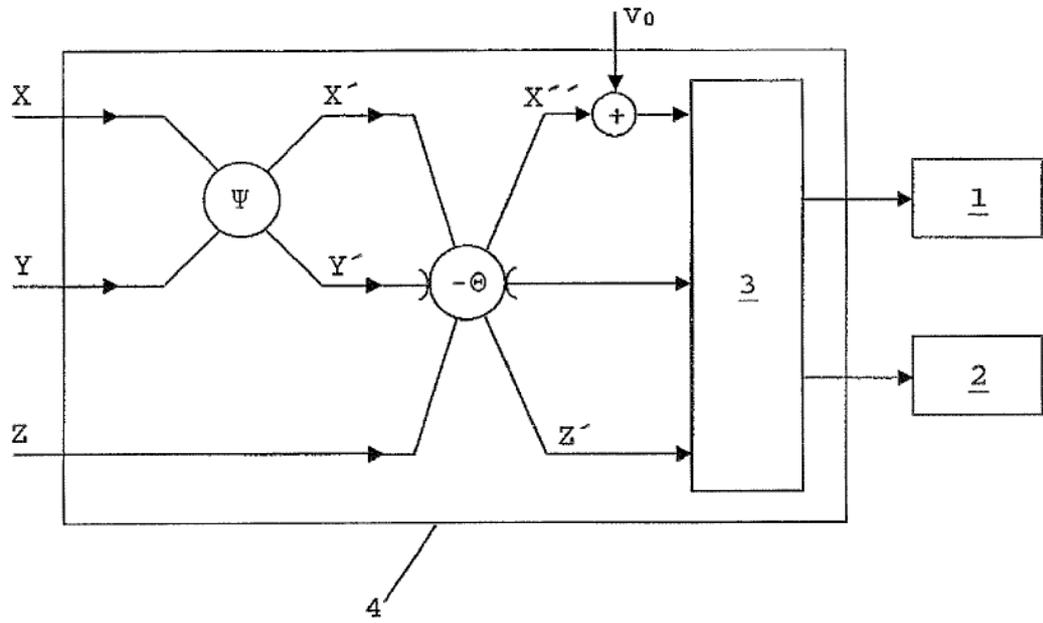


Fig. 1

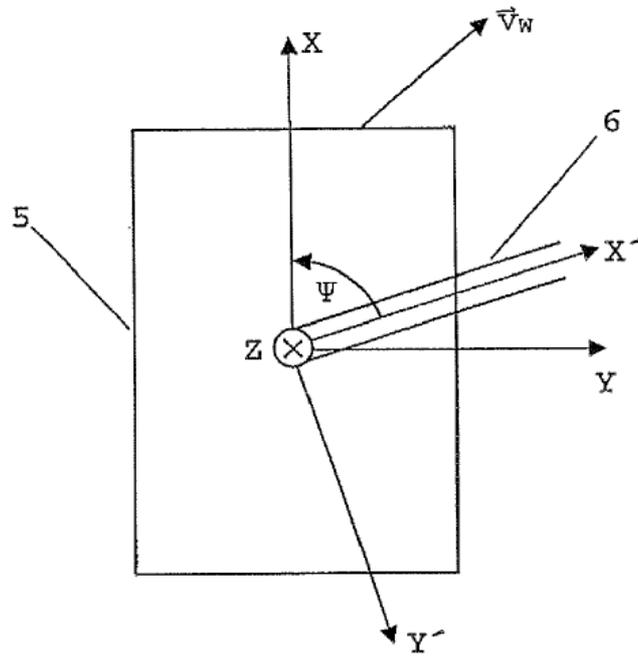
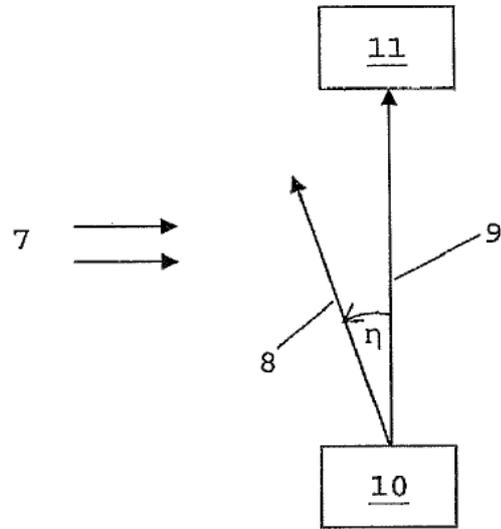


Fig. 2



**Fig. 3**