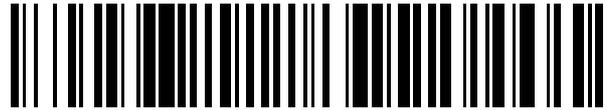


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 400 630**

51 Int. Cl.:

**F41G 3/00**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.05.2009 E 09749545 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.12.2012 EP 2283300**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para la medición de la velocidad en la boca de un proyectil o similares**

30 Prioridad:

**21.05.2008 DE 102008024574**

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

**11.04.2013**

73 Titular/es:

**RHEINMETALL AIR DEFENCE AG (100.0%)  
Birchstrasse 155  
8050 Zürich, CH**

72 Inventor/es:

**FRICK, HENRY ROGER**

74 Agente/Representante:

**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

**ES 2 400 630 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 y procedimiento para la medición de la velocidad en la boca de un proyectil o similares

5 En el documento DE 697 09 291 T2 (documento EP 0 840 087 B1) se desvelan medios para el control de la velocidad inicial de una bala. A este respecto, está previsto un medio detector que puede medir un parámetro relacionado con la velocidad en la boca. Esto se realiza con ayuda de los sensores colocados al menos en o sobre el cañón del arma, que pueden registrar una mayor presión en el cañón del arma que aparece debido al calentamiento de los gases propulsores en el tubo del arma. Como sensores se proponen galgas extensiométricas que están adaptadas de tal manera que tienen contacto con el cañón del arma. A este respecto, se mide la extensión del cañón del arma. El movimiento y, con ello, la velocidad del proyectil se establecen a partir de la diferencia en el tiempo entre el registro del paso del proyectil mediante los dos sensores individuales.

15 El documento DE 10 2005 024 179 A1 prescinde por completo de una medición directa de la velocidad actual en la boca, ya que la velocidad real en la boca se determina mediante la información de la velocidad actual de vuelo de la bala, es decir, se calcula a partir de la misma. Mediante esta velocidad actual de la bala se corrige entonces el tiempo de ignición de la bala con ayuda de un tiempo de ignición preajustado con una velocidad en la boca normalizada y se usa como tiempo actual de ajuste de la espoleta. Para la transmisión de esta información a la bala sirve un emisor de microondas, preferentemente en el intervalo de GHz, que envía a la munición o a una bala la programación de tiempo actual determinada, por ejemplo, por un ordenador de dirección del fuego.

25 Un método adicional consiste en hacer funcionar el tubo como guiaondas redondo y medir la velocidad Doppler del proyectil en el tubo, tal como se puede consultar en el documento EP 0 023 365 A2. A este respecto, la frecuencia de la señal se encuentra por encima de la frecuencia límite para el respectivo modo de guiaondas. La onda electromagnética que se genera al mismo tiempo se propaga en el tubo y es reflejada por el proyectil. Además, se obtiene un desplazamiento de la frecuencia Doppler que depende de la velocidad momentánea.

30 El documento DE 27 17 949 A1 describe un aparato para la medición de velocidades en el cañón mediante el uso de ondas electromagnéticas, usándose como escala para la modificación de la trayectoria de una bala en el cañón la longitud de onda de guiaondas del cañón. Para esto están dispuestos un emisor y un detector de recepción con una separación constante con respecto al cañón. A este respecto, la bala se utiliza como reflector para las ondas electromagnéticas. En la boca del cañón está colocada una antena de bocina en una realización con simetría de rotación. En dirección de la bala está dispuesto, de forma inclinada, un espejo, que desvía las ondas procedentes de la antena de bocina rectangular de forma correspondiente al cañón. La longitud de onda de guiaondas del cañón se determina al desplazarse en el cañón lentamente de forma definida, en un ensayo particular, en lugar de la bala un espejo para las ondas electromagnéticas y al registrarse, por tanto, la separación entre dos máximos mediante técnica de medición.

40 Por el documento EP 0 331 670 A1 se conocen un procedimiento y un equipo para la determinación de parámetros de balística interior en armas de cañón, acoplándose una onda electromagnética a través de una transición de guiaondas prevista lateralmente en el tubo del arma y volviéndose a desacoplar después de la reflexión en la bala que se encuentra en el tubo del arma, de tal manera que son posibles mediciones significativas incluso con un disparo con bala. A este respecto, se parte de la consideración fundamental de irradiar al menos la mitad de la energía de las ondas electromagnéticas de la boca del tubo del arma en lugar de acoplar la misma en dirección a la bala. Para el acoplamiento de las ondas, las mismas se dividen y se suministran en al menos dos puntos separados de la transición del guiaondas al tubo del arma, de tal manera que las partes de onda que se propagan en dirección a la bala se suman y compensan la onda que se propaga en dirección opuesta.

50 El documento DE 10 2006 058 375.2 publicado posteriormente propone utilizar el tubo del arma o el tubo de disparo y/o partes del freno de la boca como guiaondas (como guiaondas sirve un tubo con una forma de corte transversal característica, que posee una pared eléctricamente muy conductora. Están muy generalizados técnicamente, sobre todo, los guiaondas rectangulares y redondos) que, sin embargo, se hace funcionar por debajo de la frecuencia límite del correspondiente modo de guiaondas. En este caso, la separación entre el acoplador de emisión y el acoplador de recepción es fija.

55 Persiguiendo la misma idea, la invención se plantea el objetivo de indicar otro procedimiento de medición y un dispositivo para llevar a cabo este procedimiento de medición, que posibilite un establecimiento excelente y preciso de la velocidad en la boca de un proyectil o similares.

60 El objetivo se resuelve mediante las características de la reivindicación 1 con respecto al dispositivo de medición y de la reivindicación 6 con respecto al procedimiento de medición. En las respectivas reivindicaciones dependientes están indicadas realizaciones ventajosas.

65 La invención se basa en la idea de medir o determinar la propia velocidad en la boca, preferentemente, delante o detrás del proyectil, aumentando una combinación considerablemente la precisión de la medición. Con la medición delante del proyectil se tiene en cuenta entonces el hecho de que la punta del proyectil, al atravesar el guiaondas,

influye en el campo electromagnético. Esta influencia se compensa siendo conocido, por norma general, el tipo de munición, de tal manera que se usan valores que determinan el proyectil, que entonces permiten compensar la influencia de la punta sobre la medición. Con la medición detrás del proyectil se aprovecha la forma cilíndrica del fondo, por lo que la medición se realiza independientemente de la forma de la punta del proyectil. En este caso, el fondo influye en el campo electromagnético. El método de medición después del paso del proyectil es razonable debido a que la mayoría de los tipos de proyectil poseen fondos planos cilíndricos. Esta respectiva modificación se registra mediante un acoplador de recepción y se suministra a un equipo de evaluación.

Preferentemente, como guíaondas se usa un tubo liso de cualquier corte transversal, a diferencia de la solicitud publicada posteriormente (véase anteriormente), en la que como guíaondas se usa un guíaondas provisto de un perfil. Además, con ayuda de al menos un acoplador de emisión y un acoplador de recepción se registra el campo electromagnético sin presencia del proyectil, es decir, antes de que el proyectil atraviese el guíaondas. Los últimos valores de exploración antes del paso de cada proyectil se utilizan para la calibración de la medición. De este modo, en la calibración se registran todas las influencias debidas a la temperatura u otras. Al pasar el proyectil se registra el cambio temporal del campo electromagnético y se normaliza con la calibración. Por ello, la medición de la velocidad en la boca se realiza independientemente de los cambios de temperatura u otras influencias.

El generador de señal (por ejemplo, oscilador) proporciona una señal con frecuencia media constante, que se hace funcionar por debajo de la menor frecuencia límite del guíaondas. Debido a la geometría y el tipo del acoplador de emisión (bobina, dipolo, etc.) se excitan varios modos de guíaondas ( $TE_{mn}$  con  $m = 0, 1, 2, \dots$  y  $n = 1, 2, 3, \dots$ ). El generador de señal genera una portadora en el modo continuo (modo de CW) o una señal modulada.

La separación entre un acoplador de emisión, que, a su vez, obtiene las señales del oscilador, y el acoplador de recepción es variable y puede elegirse individualmente dependiendo de la selección de modos del guíaondas, sin embargo, depende del calibre, la dimensión interna del guíaondas así como de la frecuencia.

Mediante un ejemplo de realización con dibujo ha de explicarse con más detalle la invención. Se muestra:

En la Figura 1, una disposición de medición para la medición de la velocidad en la boca de un proyectil delante del proyectil,

En la Figura 2, una disposición de medición para la medición de la velocidad en la boca del proyectil detrás del proyectil.

Con 1 está indicado un guíaondas (tubo) liso, en el que están incorporados (al menos) un acoplador 2 de emisión así como (al menos) un acoplador 3 de recepción. Un oscilador 4 está unido con el acoplador 2 de emisión y un equipo 5 de evaluación, con el acoplador 3 de recepción. Con los elementos mencionados anteriormente puede determinarse la velocidad en la boca de un proyectil 6. Con 7 está indicada la boca del tubo 1 del arma o de disparo.

El oscilador 4 excita, a través del acoplador 2 de emisión, un modo de guíaondas (transversalmente eléctrico = TE y transversalmente magnético = TM. El modo de guíaondas deseado se excita mediante una selección de modos mecánica y electromagnética.) En una primera etapa se mide el campo electromagnético sin proyectil 6. A través del sistema de "tubo" 1 (guíaondas 1) se obtiene una intensidad de señal que capta el acoplador 3 de recepción, por ejemplo, un sensor captador (pick-up), y que se conduce hasta la unidad 5 de evaluación. Después se realiza la medición delante del proyectil 6 (Figura 1) o detrás del proyectil 6 (Figura 2).

La separación entre el acoplador 2 de emisión y el acoplador 3 de recepción es variable y puede elegirse individualmente dependiendo de la selección de modos del guíaondas 1, sin embargo, depende del calibre, de la dimensión interna del guíaondas 1 así como de la frecuencia.

Si se excitan modos de guíaondas a través del acoplador 2 de emisión, la señal recibida (por ejemplo, tensión inducida) en el acoplador 3 de recepción puede presentar la siguiente forma

$$U_{Ind} = \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cdot e^{-\frac{P_n}{a} \cdot z_k}$$

siendo  $a$  el radio interno del guíaondas 1 y dependiendo  $A_n$  así como  $P_n$  de  $n$ . A este respecto, se cumple que  $P_1 < P_2 < P_3 < \dots$

A su vez,  $z_k$  se elige de tal manera que la señal de recepción es dominada, por ejemplo, solo por el término  $n = 1$  (funcionamiento de un solo modo).

$$\Rightarrow U_{Ind} \approx A_1 \cdot e^{-\frac{p_1}{a} \cdot z_k}$$

5 Esto es posible ya que los términos para  $n = 2, 3, 4$  en  $z_k$  se hacen mucho menores que el término  $n = 1$ . Esto es importante en tanto que el término con  $n = 1$ , en particular, garantiza una medición fiable de la velocidad del proyectil en vuelo.

Principalmente,  $e^{-\frac{p_1}{a} \cdot z_k}$  depende de  $a$ .  $a$  se determina por el calibre. Ya que la frecuencia de la señal de emisión es menor que la frecuencia límite, se produce un recorrido exponencial para la señal de recepción.

10 Si se mide después del paso del proyectil 6, el acoplador 3 de recepción ha de colocarse entre el fondo del proyectil y el acoplador 2 de emisión. Si la medición de la velocidad  $V_0$  se realiza antes del paso mediante vuelo del proyectil 6, entonces el acoplador 3 de recepción debería colocarse entre la punta del proyectil y el acoplador 2 de emisión. Si se combinan ambos métodos de medición, han de incorporarse, correspondientemente, dos acopladores 3 de recepción. Entonces, el acoplador 2 de emisión se tendría que incorporar entre los dos acopladores 3 de recepción.

15 El procesamiento de la señal debería llevarse a la práctica del siguiente modo:

Al volar el proyectil 6 pasando al lado del acoplador 3 de recepción se obtiene, como es sabido, una señal característica. El recorrido en el tiempo de la señal recibida ofrece información acerca de  $V_0$ .

20 Para obtener ahora la  $V_0$  a partir de la señal recibida, la señal se muestrea constantemente en el tiempo en el equipo 5 de evaluación y los valores de muestreo se almacenan. Esto ocurre también cuando no existe ningún proyectil 6. Si, ahora, un proyectil 6 vuela a través del guíaondas 1, la unidad 5 de evaluación percibe la presencia gracias al recorrido característico de la señal de recepción. Estos valores se evalúan para la determinación de  $V_0$ .

25 Ya que el algoritmo de evaluación usa el radio interno  $a$  del guíaondas 1, los cambios del radio interno  $a$  debidos a la temperatura pueden causar una imprecisión de la medición. Para compensar, por ejemplo, estas influencias, antes de cada paso del proyectil se mide el guíaondas vacío. Este valor actual se usa para el cambio de escala de los valores de muestreo pertinentes y se almacena, y se consulta durante la evaluación de medición por la unidad de evaluación (calibración).

30

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo para la medición de la velocidad ( $V_0$ ) en la boca de un proyectil (6) o similares, que comprende
- 5       - un tubo liso de arma o de disparo como guíaondas (1),  
       - un generador (4) de señal, que está conectado eléctricamente a través de un suministro de señal con al menos un acoplador (2) de emisión para la excitación del tubo (1) del arma o de disparo y  
       - una línea de recepción para la transmisión de las señales medidas en al menos un acoplador (3) de recepción a un equipo (5) de evaluación,
- 10       - con una separación variable que se puede elegir individualmente dependiendo de la selección de modos (TE; TM) del guíaondas (1) entre el acoplador (2) de emisión y el acoplador (3) de recepción (3) o los acopladores (3) de recepción,  
       - pudiéndose colocar el acoplador (3) de recepción entre el fondo de proyectil del proyectil (6) y el acoplador (2) de emisión,
- 15       - pudiéndose colocar el acoplador (3) de recepción entre la punta de proyectil del proyectil (6) y el acoplador (2) de emisión y  
       - pudiéndose colocar, con presencia de al menos dos acopladores (3) de recepción, el acoplador (2) de emisión entre los al menos dos acopladores (3) de recepción.
- 20   2. Dispositivo de medición de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el generador (4) de señal genera una portadora en el modo continuo (modo de CW).
3. Dispositivo de medición de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el generador (4) de señal genera una señal modulada.
- 25   4. Dispositivo de medición de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** el/los acoplador/es (3) de recepción es/son un sensor captador (pick-up).
5. Dispositivo de medición de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** la separación entre el acoplador (2) de emisión y el/los acoplador/es (3) de recepción se elige dependiendo del calibre, de la dimensión interna y de la frecuencia.
- 30   6. Procedimiento para la medición de la velocidad ( $V_0$ ) en la boca de un proyectil (6) o similares con el dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, con las etapas:
- 35       - medición de un campo electromagnético en el tubo (1) del arma o de disparo sin presencia del proyectil (6),  
       - medición del campo electromagnético delante del proyectil (6) y/o detrás del proyectil (6) durante el vuelo,  
       - establecimiento de un recorrido característico de una señal de recepción debido a la presencia del proyectil (6),
- 40       - determinación de la velocidad ( $V_0$ ) en la boca a partir de las señales medidas.
7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado por que** las señales se muestrean constantemente en el tiempo y se almacenan los valores de muestreo.
- 45   8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6 o 7, **caracterizado por que** la medición del campo electromagnético en el tubo (1) vacío del arma o de disparo sin presencia del proyectil (6) sirve para la calibración.
9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado por que** se registran y tienen en cuenta cambios debidos a la temperatura u otras influencias en la calibración.
- 50   10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado por que** al pasar el proyectil (6) se registra el cambio temporal del campo electromagnético y se normaliza con la calibración.
11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 10, **caracterizado por que**, con conocimiento del tipo de munición, se usan valores que determinan el proyectil (6) para compensar la influencia de la punta durante la medición del campo electromagnético delante del proyectil (6).
- 55

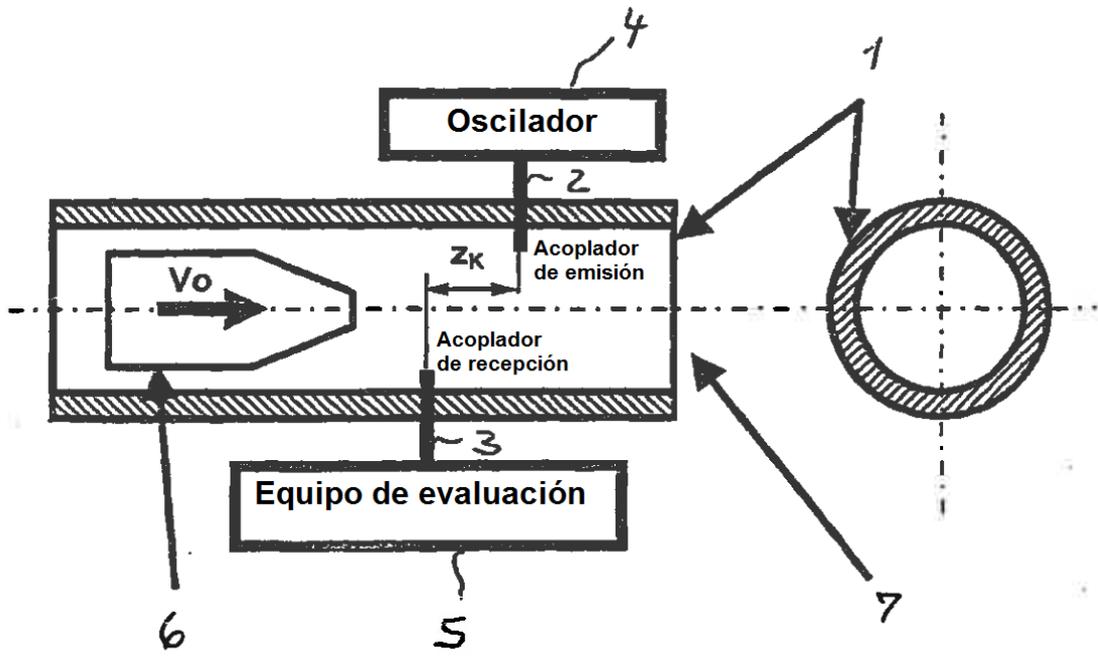


Fig. 1

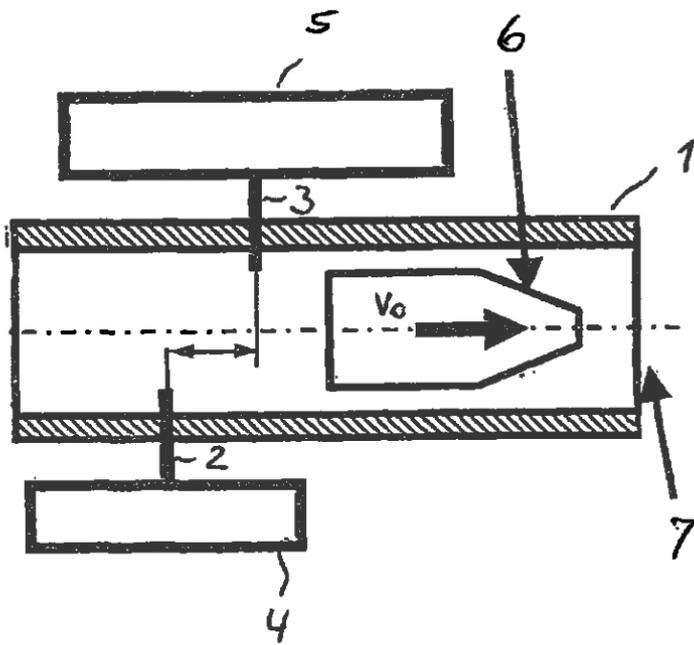


Fig. 2