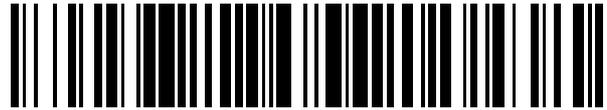


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 822**

51 Int. Cl.:

**F41G 3/12** (2006.01)

**G01P 3/66** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04007014 .6**

96 Fecha de presentación: **24.03.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1482311**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.12.2004**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para determinar la velocidad inicial de un proyectil**

30 Prioridad:

**28.05.2003 CH 9612003**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

**14.12.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

**14.12.2012**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ALBERTI, ALDO y**  
**MÜNDEL, KLAUS**

74 Agente/Representante:

**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

**ES 2 392 822 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 determinar la velocidad inicial de un proyectil

- 5 La invención se refiere a un dispositivo para determinar la velocidad inicial de un proyectil según la reivindicación 1 y a un procedimiento para determinar la velocidad inicial de un proyectil según la reivindicación 13.

Se reivindica la prioridad de la solicitud de patente suiza con el número 20030961/03 del 28 de mayo de 2003.

- 10 La velocidad inicial de un proyectil se identifica usualmente en artillería con  $V_0$  y se denomina también velocidad  $V_0$ . En este caso se trata de la velocidad, a la que un proyectil disparado por un arma de cañón se mueve en su trayectoria relativamente respecto al cañón de arma al salir del cañón de arma.

- En el marco de la presente descripción se debe entender por el término "arma de cañón" tanto cañones como lanzamisiles. Por el término "proyectil" se debe entender todos los misiles que pueden ser disparados desde un cañón de arma, o sea, proyectiles balísticos y proyectiles al menos parcialmente autopropulsados. Por proyectiles balísticos se entiende proyectiles convencionales que detonan al impactar, así como proyectiles de temperatura ajustable o proyectiles programables que detonan, por ejemplo, durante el vuelo. Los proyectiles pueden estar estabilizados por rotación y/o por aletas y pueden estar configurados, por ejemplo, como proyectiles sabot, como  
15 proyectiles primarios que presentan varios proyectiles secundarios o como proyectiles de ejercicio con núcleo y envuelta.

- De la velocidad  $V_0$  dependen, entre otros, la duración del vuelo, la distancia de tiro y la posición del punto de impacto. El conocimiento preciso de la velocidad inicial  $V_0$  es importante en particular en relación con los proyectiles  
25 programables, ya que el momento de la transmisión de un código de programación a un proyectil con el fin de conseguir el efecto deseado del arma va a depender de la velocidad inicial  $V_0$ . La velocidad inicial  $V_0$  depende también del peso y de la temperatura de la carga propulsora.

- Una velocidad inicial teórica  $V_0$  (theor) se puede calcular si se conocen todos los datos, relevantes en este sentido, sobre el arma o el cañón de arma y sobre el proyectil que se va a disparar. En realidad, la velocidad inicial  $V_0$  difiere  
30 casi siempre de la velocidad inicial  $V_0$  (theor) calculada teóricamente, entre otros, porque tanto el arma o el cañón de arma como el proyectil no coinciden exactamente con los datos que sirven de base para el cálculo. En particular, la velocidad  $V_0$  se reduce como resultado del deterioro del cañón de arma. Por tanto, es indispensable medir la velocidad inicial real respectivamente durante el disparo para corregir, dado el caso, el acimut y la elevación del  
35 cañón de arma en relación con el objetivo que se va a combatir y/o para programar de manera correspondiente el proyectil o al menos los proyectiles siguientes.

- Para medir la velocidad real  $V_0$  se conocen distintos dispositivos y procedimientos. La medición de la velocidad  $V_0$  se basa a menudo en el principio de barreras. Tal medición  $V_0$  es conocida por el documento EP-0108973-A1. En  
40 este caso se usan dos bobinas dispuestas, visto en dirección de vuelo del proyectil, a una distancia mutua conocida, específicamente después de la sección transversal de salida del cañón de arma. Estas bobinas o su distancia mutua forman una línea base de medición. En general, las bobinas están dispuestas al menos aproximadamente de manera concéntrica respecto al eje longitudinal del cañón de arma, y su diámetro interior es un poco mayor que el calibre del cañón de arma. Las bobinas están conectadas a fuentes de corriente, de manera que en la zona de cada  
45 bobina se crea un campo magnético y se puede detectar una tensión inducida al pasar el proyectil. Cuando un proyectil vuela a través de la zona de las bobinas, el campo magnético se perturba y la tensión detectable varía en función de la posición relativa del proyectil respecto a la bobina.

- Este dispositivo de dos bobinas para la medición  $V_0$ , conocido previamente, presenta algunas desventajas, de las  
50 que se mencionarán brevemente a continuación las más importantes. Como resultado de la disposición de dos bobinas, el dispositivo tiene un peso proporcionalmente alto y un gran volumen. Los gastos por concepto de aparatos adicionales son también proporcionalmente grandes debido a la disposición de dos bobinas, ya que se necesita un canal de evaluación para cada bobina. Además, el dispositivo debe presentar una longitud determinada para una medición  $V_0$  precisa, ya que la distancia de las bobinas está determinada, entre otros, por la longitud del  
55 proyectil que se va a disparar en cada caso. Por tanto, si desde un cañón de arma se han de disparar también proyectiles largos, por ejemplo, proyectiles subcalibrados, las bobinas estarán más separadas una de otra, estando más separada en particular la segunda bobina de la boca del cañón de arma. Las bobinas se pueden dañar fácilmente en cualquier caso, y el peligro de daño de las bobinas aumenta mientras más separadas estén del cañón de arma. Si se intenta disparar munición subcalibrada, se han de tomar medidas constructivas costosas para impedir  
60 dañar las bobinas mediante los componentes del sabot que se separan del proyectil real inmediatamente después de efectuarse el disparo. Si se han de disparar sólo proyectiles cortos, no se necesitaría entonces una línea base de medición larga, y las bobinas se podrían disponer a una distancia relativamente pequeña entre sí. Sin embargo, existe el peligro de que ambas bobinas influyan una sobre otra respecto a los efectos electromagnéticos que se producen en su zona e impidan así una medición  $V_0$  precisa, o hagan que ésta requiera un equipamiento costoso.

- 65 Por la solicitud de patente GB-2200215 es conocido un dispositivo para la ejecución de una medición  $V_0$ , en el que

no se usan dos bobinas, sino sólo una única bobina. Esta bobina está dispuesta directamente delante de la sección transversal de la boca. Por tanto, ésta se encuentra alrededor o en el cañón de arma y tiene corriente, de manera que en la zona de la bobina se crea un campo magnético. Al igual que en el dispositivo de dos bobinas descrito arriba, al pasar el proyectil a través de la bobina se detecta una tensión inducida que varía con el tiempo. Con este dispositivo de una bobina se evitan ciertas desventajas del dispositivo de dos bobinas, en particular sus dimensiones y su peso relativamente grandes, se elimina prácticamente el peligro de daño, se excluye una interferencia mutua de varias bobinas y sólo es necesario un canal de evaluación. Sin embargo, este dispositivo tiene la desventaja de que el campo magnético, a través del que se mueve el proyectil, es perturbado en este caso por el cañón de arma. Además, en las armas modernas se generan en el cañón de arma temperaturas muy altas de hasta 600°C. Las bobinas con devanado de cobre, como las usadas preferentemente, no se podrían usar en caso de una disposición en el cañón de arma, ya que éstas se pueden usar sólo a temperaturas de hasta 250°C aproximadamente. Otra desventaja de esta disposición radica en que el campo magnético de la bobina es perturbado y amortiguado por el cañón de arma. Tal disposición tiene entonces una sensibilidad reducida. La tensión inducida tiene una amplitud menor y la evaluación de tal señal "pequeña" es imprecisa.

Asimismo, por el documento JP-05164760 es conocido un dispositivo para la ejecución de la medición V0, que presenta también sólo una bobina. Como es usual, la bobina está dispuesta coaxialmente respecto al cañón de arma, pero se encuentra en el propio cañón de arma, a saber, cerca de la sección transversal de salida de los proyectiles, visto en dirección del eje longitudinal del cañón de arma. El diámetro interior de la bobina es mayor que el diámetro interior del cañón de arma, de manera que la superficie interior cilíndrica, continua en caso contrario, del cañón de arma queda interrumpida por un espacio de aire en la zona de la bobina. Los proyectiles que se van a disparar presentan en su circunferencia un anillo ferromagnético. La longitud axial del espacio de aire o del anillo ferromagnético forma la línea base de medición. Se mide el desarrollo de la variación del campo magnético de la bobina. Al pasar el anillo ferromagnético a través de la zona de la bobina o del espacio de aire se produce un cortocircuito en el circuito magnético, la intensidad del campo aumenta y, por tanto, se puede detectar un cambio de corriente de tipo pulsado. Dado que la línea base de medición o el anillo ferromagnético tiene sólo una pequeña dimensión en dirección axial, el cambio de tipo pulsado tiene una corta duración. Este dispositivo para la ejecución de la medición V0 está integrado en el cañón y el procedimiento de medición, ejecutado con éste, se puede llevar a cabo sólo si se usan proyectiles especiales, específicamente aquellos que presentan anillos ferromagnéticos.

El documento US4,228,397A se refiere a un dispositivo y describe un procedimiento para medir la velocidad de un proyectil en el cañón de arma. El dispositivo comprende una bobina aislada que está integrada en la boca, en la parte delantera del extremo de cañón de arma. La bobina está conectada eléctricamente a un oscilador que transmite una señal a la bobina. Ésta responde al proyectil que atraviesa la bobina. Medidores de tiempo interactúan con el oscilador para generar una señal de tiempo. Se aprovecha el hecho de que la marca de los proyectiles provoca un cambio de la señal. La marca del proyectil provoca un primer y un segundo aumento y una disminución de la señal a "cero". Los dos aumentos se evalúan en función del tiempo. A partir de esta diferencia de tiempo se determina a continuación la velocidad.

Por el documento CH693248A es conocido un dispositivo para medir la velocidad de proyectiles. Éste se encuentra en el extremo del cañón como cabezal de medición cilíndrico con dos sensores de campo magnético incorporados que están situados en la zona de influencia de un campo magnético de base que se genera, por ejemplo, mediante dos imanes permanentes. Las señales de salida de los sensores, que se producen sucesivamente, se usan para medir un intervalo de tiempo, mientras que el proyectil recorre un tramo predeterminado. Al usarse sólo un sensor de campo magnético se usa una tensión de punta negativa para activar el contador, mientras que una tensión de punta positiva vuelve a detener el contador. En este caso, el intervalo de tiempo entre el mínimo y el máximo sirve como función de una variación del campo magnético al pasar el proyectil.

Por tanto, es objetivo de la invención proponer un dispositivo y un procedimiento para la ejecución de la medición V0 que eviten las desventajas de los conocidos dispositivos de una y dos bobinas y obtengan también resultados de medición, independientes del proyectil, con sólo un sensor.

El objetivo relativo al dispositivo se consigue según la invención mediante las características de la reivindicación 1 y el objetivo relativo al procedimiento se consigue mediante las características de la reivindicación 13. Mediante las reivindicaciones dependientes respectivas están definidos detalles ventajosos y variantes preferidas.

La característica evidentemente más importante, que diferencia el nuevo dispositivo de los conocidos dispositivos de dos bobinas descritos más arriba, es que sólo se necesita una única bobina. En el caso del nuevo dispositivo, que no forma barreras, están disponibles sólo señales de una única bobina, de manera que se usa también un nuevo procedimiento para evaluar los datos proporcionados por la bobina.

La bobina no se encuentra en el exterior del cañón de arma, sino que está dispuesta, visto en dirección de movimiento del proyectil, después de la sección transversal de la boca del cañón de arma. Las temperaturas son aquí tan bajas que se pueden usar bobinas con vueltas de cobre. La disposición de la bobina después de la sección transversal de la boca tiene también la ventaja de que el cañón no influye en el campo magnético. Por consiguiente, la frecuencia de la señal correspondiente es menor y se obtienen mejores resultados en la evaluación.

El nuevo dispositivo con sólo una bobina es esencialmente más corto que los conocidos dispositivos de dos bobinas y es también correspondientemente más ligero. Los costos por concepto de otros aparatos se reducen en comparación con el estado de la técnica, ya que para la evaluación se necesita sólo un canal de evaluación. El peligro de dañar las bobinas se reduce en gran medida, ya que no hay que disponer ninguna bobina a una distancia proporcionalmente grande de la boca del cañón de arma.

El nuevo procedimiento permite que en el dispositivo no sea necesaria una línea base de medición. Por tanto, el dispositivo resulta muy adecuado también para proyectiles relativamente largos, por ejemplo, proyectiles subcalibrados.

La exactitud del nuevo procedimiento es suficiente para cada uso práctico en caso de una precisión de fabricación correspondientemente alta de todas las piezas. La inexactitudes insignificantes se pueden deber a que el campo magnético generado no es plenamente constante y a que los proyectiles, que crean, por su parte, parámetros para la medición  $V_0$ , siempre se pueden diferenciar poco uno de otro. Un freno de boca actúa entonces cuando el proyectil abandona el cañón de arma, lo que origina movimientos mínimos desconocidos que pueden provocar una superposición de la señal de medición proporcionada.

A continuación se describen minuciosamente detalles y ventajas de la invención por medio de ejemplos de realización y con referencia al dibujo. Muestran:

Fig. 1 un cañón de arma con un dispositivo según la invención, en representación esquemática simplificada;

Fig. 2 en la mitad izquierda de la figura, tres figuras parciales con un proyectil respectivamente al salir del cañón de arma en tres posiciones distintas o en tres momentos sucesivos y en la mitad derecha de la figura, el desarrollo de la tensión como función del tiempo al pasar el proyectil a través de una bobina del dispositivo según la invención;

Fig. 3 un primer ejemplo de realización del dispositivo según la invención, evaluándose analógicamente las variables proporcionadas por la bobina, representado como esquema de conexiones; y

Fig. 4 un segundo ejemplo de realización del dispositivo según la invención, evaluándose digitalmente las variables proporcionadas por la bobina, en una representación igual a la de figura 3.

Con referencia a la figura 1 se describe una forma de realización de la invención y la función del procedimiento según la invención. La figura 1 muestra un dispositivo 10 para determinar la velocidad  $V_0$  de un proyectil 1 al salir de un cañón de arma 11. El dispositivo 10 comprende una bobina 12 que tiene un devanado y está dispuesta en la zona de la salida alrededor de un eje longitudinal 11.1 del cañón de arma 11. El devanado de la bobina 12 puede estar compuesto de una o varias vueltas, dependiendo de la forma de realización. Un dispositivo de suministro 15 está previsto para aplicar una corriente constante  $I$  en el devanado de la bobina 12. La corriente  $I$ , que circula a través del devanado de la bobina 12, genera un campo magnético  $H$  alrededor de la bobina 12. Este campo magnético  $H$  se perturba al pasar el proyectil 1 a través de la bobina 12 y varía de este modo. A partir de la perturbación o la variación del campo magnético  $H$  se puede obtener una información fiable y exacta sobre la velocidad  $V_0$  mediante una evaluación correspondiente, como se deriva a continuación.

El proyectil 1 induce una tensión  $U(t)$  en el devanado de la bobina 12 al pasar a través de la bobina 12. Esta tensión inducida  $U(t)$  se puede determinar de la siguiente forma:

$$U(t) = -N \frac{d\Phi}{dt} = -N \frac{d\Phi}{dx} \frac{dx}{dt} = -N \frac{d\Phi}{dx} V_0 \quad (1)$$

Donde:

- N: cantidad de vueltas del devanado de la bobina 12 [-];
- x: distancia recorrida por el proyectil en dirección de tiro [m];
- $V_0$ : velocidad inicial, denominada también velocidad  $V_0$ , [m/s];
- $\Phi$ : flujo magnético [voltio s].

El cambio de flujo en el tiempo  $d\Phi/dx$  es proporcional al cambio de la intensidad del campo magnético  $dH(x)/dx$  que se puede determinar aproximadamente con ayuda de la ley de Biot y Savart de la siguiente forma:

$$\frac{d\Phi}{dx} = \frac{DG^2 \cdot \pi}{4} \mu_0 \cdot \mu_r \frac{dH(x)}{dx} \quad (2)$$

Donde:

DG: diámetro del proyectil 1 [m];

$\mu_0$ : constante de inducción [H/m=Vs/Am];

5  $\mu_r$ : permeabilidad;

H: intensidad de campo magnético [A/m]

Para H(x) se aplica la ley de Biot y Savart:

$$10 \quad H(x) = \frac{I \cdot D^2 \cdot N}{8 \cdot \left[ x^2 + \left[ \frac{D}{2} \right]^2 \right]^{3/2}} \quad (3)$$

Donde:

D: diámetro de la bobina 12 [m]

15 I: corriente a través de la bobina 12 [A]

Si la ecuación (3) se diferencia por x, el cambio de la intensidad del campo magnético sigue como función de x:

$$\frac{dH(x)}{dx} = \frac{I \cdot D^2 \cdot N}{8} x \cdot 3 \left[ x^2 + \left[ \frac{D}{2} \right]^2 \right]^{-5/2} \quad (4)$$

20

A partir de las ecuaciones (1), (2) y (4) se deriva para la relación de la tensión inducida U(t) durante el paso del proyectil 1 a través de la bobina 12 la siguiente expresión:

$$U(t) = VK \frac{DG^2 \pi}{4} \mu_0 \cdot \mu_r \frac{ID^2 N^2}{8} x \cdot 3 \left[ x^2 + \left[ \frac{D}{2} \right]^2 \right]^{-5/2} \quad (5)$$

25

Donde:

K: reducción de tensión debido a las corrientes parásitas producidas en la carcasa del proyectil 1

30 El significado de las ecuaciones derivadas arriba se explica con referencia a la figura 2. Para explicar el desarrollo de la tensión U(t) resulta determinante en particular la ecuación (4):

Si x=0:

35 El proyectil 1 se encuentra, visto en dirección de movimiento, en el centro de la bobina 12 o la sección transversal central del proyectil 1 está situada, visto en dirección de movimiento, en la sección transversal central de la bobina 12 y la tensión U(t), inducida en la bobina 12, es igual a cero. Esto ocurre en el momento t = ta.

Si x<0:

40

El proyectil 1 se encuentra, visto en dirección de movimiento, a la izquierda del centro de la bobina 12 y entra en la bobina 12 a la velocidad V0. La tensión inducida U(t) aumenta continuamente con x creciente y alcanza un valor máximo. La tensión U(t) vuelve a disminuir a continuación y tiene un paso por cero en x=0 si el proyectil 1 se encuentra en el centro de la bobina 12.

45

Si x>0:

El proyectil 1 se encuentra a la derecha del centro de la bobina 12 y la tensión inducida U(t) disminuye continuamente con x creciente y alcanza un valor mínimo. Si el proyectil 1 se sigue moviendo hacia afuera de la bobina 12, la tensión inducida U(t) vuelve a aumentar y se aproxima a 0 voltio para valores grandes de x.

50

Con la ecuación (5) se puede calcular aproximadamente el desarrollo de la tensión inducida U(t). En la consideración anterior no se tuvieron en cuenta las corrientes parásitas que se producen en la envuelta del proyectil 1 durante el paso del proyectil 1 a través de la bobina 12 y que generan un campo inverso. Este campo inverso

debilita el campo original y reduce la amplitud de la tensión inducida U(t) en la bobina 12. Esta reducción de la tensión se tiene en cuenta en la ecuación (5) con la variable K. La variable K o en este caso el factor K se identifica como variable de correlación y se puede determinar según la invención de forma experimental y/o mediante cálculo.

Cada tipo de proyectil tiene otra variable de correlación K que es característica de éste o, con otras palabras, la variable de correlación K caracteriza el tipo de proyectil. Si se conoce previamente qué tipo de proyectil se va a disparar, se puede obtener una información sobre la velocidad V0 del proyectil 1 por medio de la tensión inducida U(t). La derivación de la velocidad V0 se explica a continuación.

Para calcular la velocidad V0 se mide la longitud de un intervalo de tiempo de retardo TZ, partiendo de un punto de partida P1 representado en la figura 2, en el que la amplitud de la tensión inducida U(t)=+U1. Tan pronto la amplitud de la tensión inducida U(t) alcanza el valor -U1, se detiene la medición del tiempo.

Por tanto, se aplican las dos ecuaciones siguientes (6) y (7) para la determinación de x1 y x2.

$$V0 \cdot K \cdot \frac{DG^2 \pi}{4} \mu_0 \cdot \mu_r \frac{I \cdot D^2 \cdot N^2}{8} \cdot x1 \cdot 3 \left[ x1^2 + \left[ \frac{D}{2} \right]^2 \right]^{-5/2} - U1 = 0 \quad (6)$$

$$V0 \cdot K \cdot \frac{DG^2 \pi}{4} \mu_0 \cdot \mu_r \frac{I \cdot D^2 \cdot N^2}{8} \cdot x2 \cdot 3 \left[ x2^2 + \left[ \frac{D}{2} \right]^2 \right]^{-5/2} + U1 = 0 \quad (7)$$

Además:

$$V0 = \frac{x2 - x1}{TZ} \quad (8)$$

Del sistema de ecuación de las tres ecuaciones (6), (7) y (8) resultan los valores buscados de V0, x1 y x2.

Esta derivación teórica se aplica ahora al ejemplo de realización de las figuras 1 y 2.

Al pasar el proyectil 1 a través del campo magnético H de la bobina 12 se induce un pulso de tensión U(t), como muestra la figura 2. La duración del pulso de tensión U(t) está en correlación con la velocidad V0 y la longitud L del proyectil 1. Está previsto un dispositivo de evaluación 16 que detecta el pulso de tensión U(t) en el devanado. Para poder obtener una información sobre la velocidad V0 se predefinen dos puntos P1, P2 del pulso de tensión U(t) y se determina el intervalo de tiempo TZ del punto P1 al punto P2. A partir del intervalo de tiempo TZ se calcula la velocidad V0 del proyectil 1. En este cálculo se tiene en cuenta la variable de correlación K que es específica del tipo de proyectil disparado.

El intervalo de tiempo TZ depende, entre otros, de las siguientes variables de influencia:

- 35 - longitud L del proyectil 1;
- diámetro DG del proyectil 1;
- material y composición (por ejemplo, permeabilidad  $\mu_r$ ) del proyectil 1;
- corriente de bobina I;
- construcción de la bobina 12; y
- 40 - disposición de la bobina 12 respecto al cañón de arma 11.

La figura 3 muestra un primer ejemplo de realización de un dispositivo de evaluación adecuado 16. La representación muestra un diagrama de bloques esquemático. Detalles del diagrama de bloques, por ejemplo, la selección y el dimensionamiento de los componentes concretos, dependen de la forma de realización seleccionada de la invención. En el ejemplo de realización mostrado, un dispositivo de suministro 15 configurado como fuente de corriente constante suministra una corriente de bobina constante I a la bobina 12 que está identificada aquí adicionalmente con L. Con este fin, una tensión de suministro V1 se aplica al dispositivo de suministro o fuente de corriente constante 15. En un lado del devanado de bobina 12.1 se detecta la tensión inducida U(t) mediante un elemento de desacoplamiento adecuado 13. El elemento de desacoplamiento 13 puede estar formado, por ejemplo, mediante una resistencia R y/o una bobina L1 con red hecha a partir de distintos elementos parciales. La tensión U(t) se alimenta a un dispositivo para la preparación de la señal de medición 16.1 que comprende, por ejemplo, un convertidor de impedancia y/o un amplificador. En este caso se pueden prever también otros componentes, por ejemplo, para filtrar la señal U(t). La señal de salida u(t) del dispositivo de preparación de señal de medición se alimenta a dos comparadores 16.2 y 16.3 en la forma de realización mostrada. El primer comparador 16.2 compara la tensión u(t) con una primera tensión de referencia U1 y el segundo comparador 16.3 compara la tensión u(t) con una segunda tensión de referencia -U1. En este ejemplo, las tensiones de referencia están aplicadas simétricamente respecto al eje U=0. Sin embargo, las tensiones de referencia pueden tener también valores diferentes (por ejemplo,

+U1 y -U2).

Dos pulsos TTL, u otras variables, en correlación con el intervalo de tiempo TZ se pueden alimentar, por ejemplo, mediante una conexión 17 a un sistema de evaluación o lógica de circuito 18 (por ejemplo, un FPGA, field programmable array, conjunto programable de puertas). Durante la evaluación, que puede ser analógica o digital, se determina la velocidad V0 por medio del intervalo de tiempo TZ y la variable de correlación K.

En el lado derecho de la figura 2 está indicado el desarrollo simplificado de la tensión U(t) sobre el tiempo t. El desarrollo de la tensión tiene un primer segmento de curva K1 en la zona de tensión positiva, un paso por cero en  $t=t_a$  y un segundo segmento de curva K2 en la zona de tensión negativa. La tensión aumenta a partir de 0 voltio mientras más penetre el proyectil 1 en el campo magnético de la bobina 12. La tensión U(t) alcanza un máximo y vuelve a disminuir a continuación hasta un paso por cero. El momento del paso por cero está identificado con  $t=t_a$ . A partir del momento  $t=t_a$ , la tensión sigue disminuyendo y alcanza un mínimo. Al salir el proyectil 1 del campo magnético de la bobina 12 se reduce nuevamente la tensión inducida U(t) hasta 0 voltio. El momento, en el que la tensión inducida U(t) vuelve a alcanzar el valor 0, está identificado con  $t_b$ .

La curva U(t) mostrada en la figura 2 es característica de un tipo de proyectil determinado, debiéndose señalar que se trata de una curva muy esquemática. Se fijaron los dos puntos P1 y P2, y a saber en el ejemplo mostrado, el punto P1 se fijó en la rama ascendente del primer segmento de curva K1 y el punto P2 se fijó en la rama descendente del segundo segmento de curva K2. Los dos puntos P1 y P2 están situados en este ejemplo simétricamente respecto a la tensión inducida, es decir,  $U(P1) = -U(P2)$ .

Los puntos P1 y P2 se fijan preferentemente de manera que quedan situados en la zona de la pendiente mayor de la curva U(t). Estos puntos se pueden hallar al formarse la segunda derivación de la curva U(t) y buscarse así el máximo de la pendiente. Si se seleccionan entonces los puntos P1 y P2 en la zona inclinada de la curva U(t), el intervalo de tiempo TZ se puede determinar con mayor exactitud que en caso de que los puntos se encontraran en las zonas de la curva U(t), en las que la curva tiene sólo una pequeña pendiente.

La figura 4 muestra otro ejemplo de realización de un dispositivo de evaluación adecuado. Una fuente de corriente constante 15 suministra una corriente de bobina constante I a la bobina 12. Con este fin, una tensión de suministro V2 se aplica a la fuente de corriente constante 15. Se detecta la tensión inducida U(t). La tensión U(t) se alimenta a un dispositivo para la preparación de la señal de medición que en la forma de realización mostrada comprende un amplificador 16.1 y/o un convertidor de impedancia. En este caso se pueden prever también otros componentes, por ejemplo, para filtrar la señal U(t). El amplificador 16.1 proporciona una señal amplificada u(t) que es transformada por un convertidor analógico-digital 16.4 en una señal digital. La señal digital se envía mediante un bus 17 a un dispositivo de procesamiento 16.7, por ejemplo, un ordenador. El dispositivo de procesamiento 16.7 obtiene información sobre el tipo de proyectil disparado 1 de una memoria 16.5 o de un registro o de una tabla. Esta información se proporciona a través de una conexión 16.6. Al dispositivo de procesamiento 16.7 se puede transmitir, por ejemplo, la forma de la curva U(t), válida para el tipo de proyectil disparado actualmente, y la posición de los puntos P1 y P2. La variable de correlación K se puede proporcionar también a través de la conexión 16.6. El dispositivo de procesamiento 16.7 determina a continuación el intervalo de tiempo TZ a partir de la información, así como la velocidad inicial V0 del proyectil 1 mediante el uso de la variable de correlación K.

El dispositivo de procesamiento 16.7 puede obtener información sobre el tipo de proyectil que se va a disparar que es transmitida por el ordenador principal o por un dispositivo de medición.

Según la invención, el propio proyectil 1 sirve entonces como línea base de medición. Ya no son necesarias bobinas por separado que están dispuestas a una distancia entre sí y forman así una línea base de medición y que son atravesadas sucesivamente por el proyectil, para realizar una medición de tiempo start-stop según el principio de barreras.

Es una ventaja de la invención que ya no haya dos bobinas que puedan influir una sobre otra. Dado que según la invención se trabaja con sólo una bobina, como se menciona más arriba, la longitud del dispositivo de medición V0 es esencialmente menor que en las soluciones existentes hasta el momento.

Es otra ventaja de la invención, como se menciona asimismo más arriba, que sea suficiente sólo un canal de medición para realizar la medición V0.

Un dispositivo con sólo una bobina es menor propenso a fallos.

60

## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (10) para determinar la velocidad inicial ( $V_0$ ) de un proyectil (1) al salir del cañón de arma (11), con una bobina (12) que, visto en dirección de movimiento del proyectil (1), se puede disponer después de la sección transversal de la boca alrededor de un eje longitudinal (11.1) del cañón de arma (11), con un dispositivo de suministro (15) para aplicar una corriente ( $I$ ) en la bobina (12) a fin de generar un campo magnético ( $H$ ), así como con un dispositivo de evaluación (16) configurado para detectar en la bobina (12) un pulso de tensión ( $U(t)$ ) que es inducido al pasar el proyectil (1) a través del campo magnético de la bobina (12), registrándose dos puntos predefinidos ( $P_1$ ,  $P_2$ ) del pulso de tensión ( $U(t)$ ), determinándose el intervalo de tiempo ( $TZ$ ) entre los dos puntos ( $P_1$ ,  $P_2$ ) y calculándose a partir del intervalo de tiempo ( $TZ$ ) la velocidad inicial ( $V_0$ ) del proyectil (1), **caracterizado porque** la duración del pulso de tensión de la bobina (12) está en correlación con la velocidad inicial ( $V_0$ ) y la longitud ( $L$ ) del proyectil (1), porque el desarrollo del pulso de tensión ( $U(t)$ ) y la posición de los puntos predefinidos ( $P_1$ ,  $P_2$ ), que dependen del tipo de proyectil (1), están predefinidos en una memoria (18.5), en un registro o en una tabla y porque el dispositivo de evaluación (16) obtiene información sobre el proyectil (1) que se va a disparar, que es transmitida por un ordenador principal o por un dispositivo de medición.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el dispositivo de evaluación (16) comprende medidores de tiempo (16.7) para poder determinar el intervalo de tiempo ( $TZ$ ) de los dos puntos ( $P_1$ ,  $P_2$ ).
3. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el dispositivo de evaluación (16) comprende un circuito comparador (16.2, 16.3) configurado de manera que emite un primer impulso al registrarse un primer punto ( $P_1$ ) de los dos puntos predefinidos ( $P_1$ ,  $P_2$ ) y emite un segundo impulso al registrarse el segundo punto ( $P_2$ ) de los dos puntos predefinidos ( $P_1$ ,  $P_2$ ), correspondiendo el intervalo de tiempo ( $TZ$ ) a la duración entre el primer impulso y el segundo impulso y siendo los impulsos preferentemente señales TTL.
4. Dispositivo según la reivindicación 3, **caracterizado porque** el circuito comparador (16.2, 16.3) está configurado de manera que realiza una comparación con la amplitud de tensión de un primer valor umbral ( $U_1$ ) al registrarse el primer punto ( $P_1$ ) de los dos puntos predefinidos ( $P_1$ ,  $P_2$ ) y realiza una comparación con la amplitud de tensión de un segundo valor umbral ( $-U_1$ ) al registrarse el segundo punto ( $P_2$ ) de los dos puntos predefinidos ( $P_1$ ,  $P_2$ ).
5. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** el dispositivo de suministro (15) comprende una fuente de corriente constante.
6. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el dispositivo de evaluación (16) comprende un convertidor analógico-digital (16.4) para explorar el pulso de tensión ( $U(t)$ ) y convertirlo en valores digitales.
7. Dispositivo según la reivindicación 6, **caracterizado porque** el dispositivo de evaluación (16) comprende un dispositivo de procesamiento digital (16.7) configurado de manera que registra dos puntos predefinidos ( $P_1$ ,  $P_2$ ) del pulso de tensión ( $U(t)$ ) al evaluarse valores digitales correspondientes mediante una comparación con valores predefinidos almacenados.
8. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** el pulso de tensión ( $U(t)$ ) presenta un primer segmento de curva ( $K_1$ ), un paso por cero y un segundo segmento de curva ( $K_2$ ), estando en correlación el paso por cero con el momento ( $t=ta$ ), en el que el proyectil (1) se encuentra en el centro de la bobina (12).
9. Dispositivo según la reivindicación 6, **caracterizado porque** el primer punto ( $P_1$ ) de los dos puntos predefinidos ( $P_1$ ,  $P_2$ ) está situado en la zona del primer segmento de curva ( $K_1$ ) y el segundo punto ( $P_2$ ) de los dos puntos predefinidos ( $P_1$ ,  $P_2$ ) está situado en la zona del segundo segmento de curva ( $K_2$ ).
10. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** el pulso de tensión ( $U(t)$ ) tiene un desarrollo que depende del diámetro de bobina ( $D$ ), de las dimensiones ( $L$ ,  $DG$ ) del proyectil (1), de la permeabilidad ( $\mu_r$ ) del proyectil (1) y de la corriente ( $I$ ).
11. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado porque** hay una variable de correlación predeterminable ( $K$ ) entre la velocidad inicial del proyectil (1) y el intervalo de tiempo ( $TZ$ ) de los dos puntos ( $P_1$ ,  $P_2$ ), que se usa en el cálculo de la velocidad inicial ( $V_0$ ).
12. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado porque** el dispositivo de evaluación (16) comprende medios (16.7) para poder realizar un cálculo de compensación entre la velocidad inicial ( $V_0$ ) y el intervalo de tiempo ( $TZ$ ) para cada nuevo tipo de proyectil (1).
13. Procedimiento para determinar la velocidad inicial de un proyectil (1) al salir de un cañón de arma (11), estando dispuesta una bobina (12), visto en dirección de movimiento del proyectil (1), después de la sección transversal de la boca alrededor de un eje longitudinal (11.1) del cañón de arma (11), con los siguientes pasos:

- alimentar una corriente (I) a la bobina (12) para generar un campo magnético (H),
  - mover el proyectil (1) a través del campo magnético (H) de la bobina (12),
- 5
- detectar un pulso de tensión (U(t)) que se induce al pasar el proyectil (1) a través del campo magnético (H) de la bobina (12) y cuya duración está en correlación con la velocidad inicial (V<sub>0</sub>) y la longitud (L) del proyectil (1),
  - determinar el intervalo de tiempo (TZ) entre dos puntos (P1, P2) del pulso de tensión (U(t)), estando predefinidos los puntos (P1, P2), así como estando predefinidos el desarrollo del pulso de tensión (U(t)) y la posición de los puntos predefinidos (P1, P2), que dependen del tipo de proyectil (1), en una memoria (16.5), en un registro o en una tabla,
- 10
- transmitir la información sobre el proyectil (1) que se va a disparar al dispositivo de evaluación (16) desde un ordenador principal o desde un dispositivo de medición,
- 15
- proporcionar una variable de correlación (K) que sea característica del tipo de proyectil (1), y
  - determinar la velocidad inicial (V<sub>0</sub>) del proyectil (1) mediante el uso de la variable de correlación (K) y del intervalo de tiempo (TZ).
- 20
14. Procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado porque** el tipo de proyectil (1) se detecta automáticamente o se introduce manualmente.
- 25 15. Procedimiento según la reivindicación 13 o 14, **caracterizado porque** el pulso de tensión (U(t)) se somete a una conversión analógico-digital antes de determinarse el intervalo de tiempo (TZ).

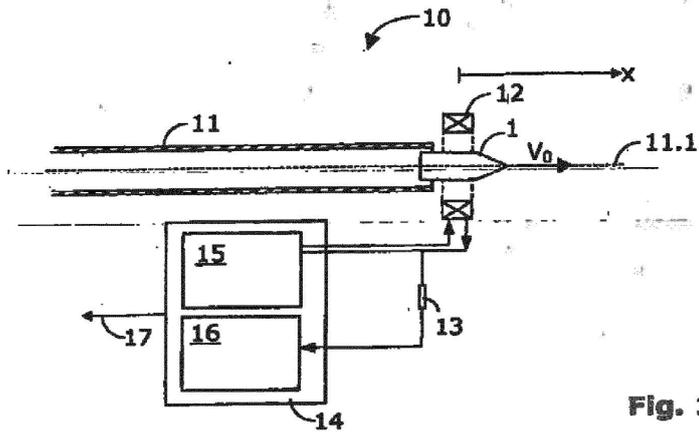


Fig. 1

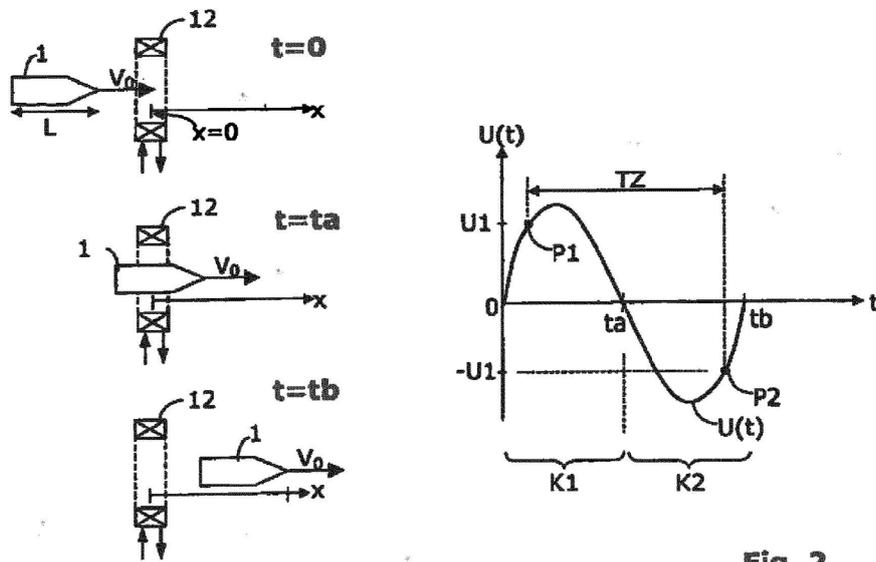


Fig. 2

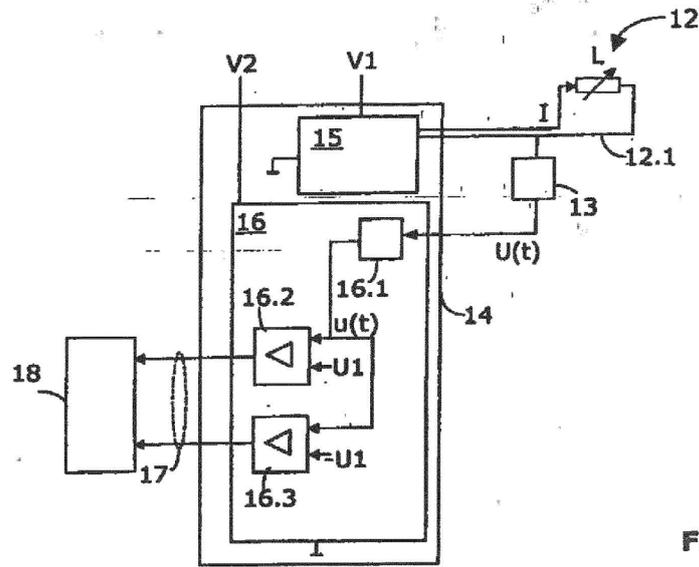


Fig. 3

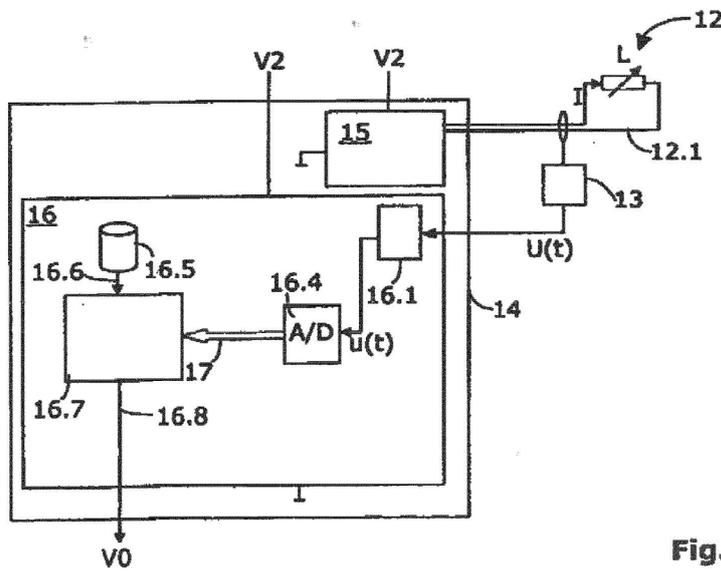


Fig. 4