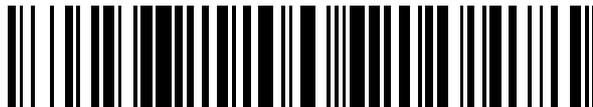


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 487 622**

51 Int. Cl.:

**G01S 11/02** (2010.01)

**G01P 3/66** (2006.01)

**F41A 21/32** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.06.2010 E 10739846 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.06.2014 EP 2446215**

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

30 Prioridad:

**26.06.2009 DE 102009030862**

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

**22.08.2014**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**FRICK, HENRY ROGER**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 487 622 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 y dispositivo para la medición de la velocidad en la boca de un proyectil o similares

La invención se ocupa de la temática de la reducción de la longitud constructiva de un cañón de arma hecho funcionar en particular como una guía de ondas. Como guía de ondas es válido un tubo con una forma de sección transversal característica que posee una pared que conductora la electricidad muy bien. Ante todo están muy extendidas técnicamente las guías de ondas rectangulares o redondas.

Un método para hacer funcionar el tubo como una guía de ondas redonda y medir la velocidad Doppler del proyectil en el tubo se puede consultar en el documento EP 0 023 365 A2. La frecuencia de la señal se sitúa en este caso sobre la frecuencia límite para el modo de guía de ondas en cuestión. La onda electromagnética constituida en este caso se propaga en el tubo y se refleja por el proyectil. Además se produce un desplazamiento de frecuencia Doppler dependiente de la velocidad instantánea. A partir de éste se determina entonces una velocidad en la boca del proyectil.

El documento DE 10 2006 058 375 A1 propone usar por el contrario el cañón de arma o el tubo de lanzamiento y/o las partes del freno de boquilla como una guía de ondas. No obstante, esta guía de ondas se hace funcionar por debajo de la frecuencia límite del modo de guía de ondas en cuestión.

En el documento DE 10 2008 024 574.7 no publicado anteriormente se retoma la misma problemática, proponiéndose una variabilidad de la distancia entre los acopladores y la elección individual de la distancia según la selección de modo de la guía de ondas (así  $>0$ ). Se piensa en diferentes dispositivos de medición. Si el acoplador de recepción se sitúa entre el fondo del proyectil y acoplador de emisión se puede medir después del paso del proyectil. Si el acoplador de recepción llega a descansar entre la punta del proyectil y el acoplador de emisión, la medición de la velocidad en la boca se realiza antes del vuelo del proyectil. Se prefiere la combinación de ambos métodos de medición, de modo que están previstos correspondientemente al menos dos acopladores de recepción, mientras que el acoplador de emisión se debe colocar luego entre los dos acopladores de recepción. El generador de señales (p. ej. oscilador) envía una señal con una frecuencia central constante, que se hace funcionar por debajo de la frecuencia límite menor de la guía de ondas. Dado por la geometría y tipo del acoplador de emisión (bobina, dipolo, etc.) se excitan varios modos de guías de ondas ( $TE_{mn}$  con  $m = 0, 1, 2 \dots$  y  $n = 1, 2, 3 \dots$ ). El generador de señales genera una portadora en el modo de onda continua (modo CW) o una señal modulada. La distancia del acoplador de emisión y de los acopladores de recepción se elige en este caso de modo que la señal de recepción se domina por el término de un monomodo ( $n=1$ ). Pero en este caso se debe respetar una longitud determinada de guía de ondas o cañón de arma.

Descansando sobre este principio, la invención se plantea el objetivo de poder reducir la longitud de la guía de ondas o del cañón de arma.

El objetivo se resuelve técnicamente respecto al procedimiento mediante las características de la reivindicación 1, así como técnicamente respecto al dispositivo mediante las características de la reivindicación 5. Realizaciones ventajosas se exponen en las reivindicaciones dependientes.

La invención se basa en la idea de realizar un acortamiento de la estructura de medición mediante reducción de la distancia entre acopladores de recepción y de emisión hasta preferentemente 0 mm. No obstante, la aplicación de esta idea se dificulta porque al quedarse por debajo de una distancia determinada de los acopladores ya no se pueden determinar los términos individuales, sino así denominados campos acumulados. Esto hace necesario disociar estos campos acumulados para determinar de ello la velocidad en la boca  $v_0$ .

Entonces se mide, de forma similar al documento DE 10 2008 024 574 A1, en primer lugar el campo de fuente provocado por el acoplador de emisión cuando no hay ningún proyectil en la guía de ondas. Mediante el vuelo del proyectil delante del acoplador de recepción se produce de forma conocida una señal acumulada reflejada características que se lee de forma muestrea en el tiempo en un dispositivo de valoración. En esta señal acumulada está contenida la información sobre la velocidad  $v_0$  del proyectil ( $\Delta z(t)$ ), pero no se puede leer directamente. Por ello para la realización de la idea inventiva se debe medir la tensión inducida y sustraer de ésta el campo de fuente. El campo acumulado (electromagnético) reflejado que permanece se divide luego por software en términos individuales, de modo que se determinan varias velocidades respecto al tiempo. A partir de éstas se determina una velocidad del proyectil extremadamente exacta mediante un promediado.

Debido a la longitud constructiva más corta de la instalación de medición se consigue, en particular en caso de uso de proyectiles subcalibrados, una reducción del peligro debido al sabot saliente en el interior del dispositivo de medición. Asimismo se obtiene una reducción del peso que eleva la estabilidad del arma. La exactitud de la medición aumenta dado que el procedimiento es más robusto frente a vibraciones y golpes durante el disparo.

Para municiones en el rango de calibre de 35 mm, la frecuencia de oscilación se puede situar preferiblemente en el rango entre 40 MHz y 80 MHz, pero no se establece en un valor determinado en sí. Para otros calibres pueden estar previstos otros rangos de frecuencia. Este rango de frecuencia (40 MHz y 80 MHz) hace posible la creación sencilla de

componentes para este rango de frecuencia, en particular dado que las tolerancias de los componentes no tienen influencia sobre el procedimiento de medición. Además, sólo se desprenden bajas emisiones electromagnéticas.

La invención se debe explicar más en detalle mediante un ejemplo de realización con el dibujo.

Muestra:

- 5 Fig. 1 un dispositivo de medición para la medición de la velocidad delante del proyectil,
- Fig. 2 un dispositivo de medición para la medición de la velocidad del proyectil detrás del proyectil,
- Fig. 3 una representación del desarrollo del procesamiento de la señal de los dos procedimientos de medida.

10 En las fig. 1 y 2 se caracteriza con 1 una guía de ondas o un cañón de arma o tubo de lanzamiento y/o partes del freno de boca, en el que está integrado un acoplador de emisión 2. En la fig. 1, un acoplador de recepción 3 está distanciado del acoplador de emisión 2 en la dirección de alojamiento del tubo. En la fig. 2 un acoplador de recepción 4 está en la dirección de la boca del acoplador de emisión 2. El acoplador de emisión 2 está conectado eléctricamente con un oscilador 5. Los dos acopladores de recepción 3, 4 están conectados por su lado con un dispositivo de valoración 6. Se prefiere una combinación de la disposición de los dos acopladores de recepción 3, 4 en una disposición de medida 10, pero no es una condición. A través de la guía de ondas 1 / cañón de arma se dispara un proyectil 7 del cual se debe medir la velocidad  $v_0$ . Esta disposición se conoce ya por el documento DE 10 2008 024 574.7 al que se hace alusión aquí.

15 Con  $Z_K$  se designa la distancia entre el acoplador de emisión 2 y el acoplador de recepción 3, 4 correspondiente. El posicionamiento de los acopladores 2, 3, 4 unos respecto a otros se determina según el documento DE 10 2008 024 574.4 a través de una tensión inducida del oscilador 5 que se determina según la fórmula siguiente:

$$U_{IND} \approx A_1 * e^{\frac{p_1}{a} * z_K}$$

20 En este caso  $U_{IND}$  es el valor de la tensión inducida,  $A_1$  la amplitud medida,  $p_1$  una constante dada que se deduce directamente de la solución de las ecuaciones de Maxwell del sistema de medición 10,  $a$  es el diámetro interior de la guía de ondas 1. Este diámetro interior  $a$  debería ser al menos igual o preferiblemente algo mayor que el calibre del tubo del arma. Con  $Z_K$  se define el valor de distancia entre el emisor 2 y el receptor 3, (4). Esta distancia se determina numéricamente y se verifica experimentalmente, de manera que de los términos  $p_1$  sólo domina el primer término  $p_1$ . En este caso se ajusta de forma fija. Este valor está determinado para cada diámetro del dispositivo de medición 10 / de la guía de ondas 1 e independientemente de la munición 7 utilizada.

25 Para poder acortar la guía de ondas 1 ahora en su longitud constructiva, con aumento simultánea de la exactitud de medida de la medición de  $V_0$  se propone por ejemplo un procesamiento de señales según la fig. 3.

30 La distancia entre el fondo de proyectil o punta de proyectil y el cuerpo de recepción 3 ó 4 se designa con  $\Delta z(t)$ , siendo  $t$  el tiempo. Se debe tener en cuenta que  $\Delta z(t) = 0$  mm es cuando el fondo (punta) de proyectil pasa el acoplamiento de recepción 3, 4.

35 Para la disminución del espacio constructivo se disminuye ahora  $z_K$ . Por consiguiente el valor se desvía del valor determinado para el funcionamiento de monomodo. Es decir, si  $z_K$  se elige menor, este funcionamiento de monomodo ya no domina y la tensión inducida tiene de nuevo la fórmula

$$U_{IND} = \sum_{n=1}^{\infty} A_n * e^{\frac{p_n}{a} * z_K}$$

Los términos de la expresión anterior son constantes en el tiempo, decreciendo los miembros individuales con diferente rapidez en el espacio.

Si se retira o aproxima el proyectil 7 al acoplador de recepción 3, 4, según se describe más en detalle en la fig. 3, se

- 5 mide una tensión inducida  $U_{IND}$ . El primer término "A" de esta fórmula es constante en el tiempo y se puede usar para la calibración. Se mide preferentemente de forma constante, pero en particular poco antes del disparo, cuando todavía no se sitúa ningún proyectil 7 en la guía de ondas 1. Estos valores se almacenan de forma continua, preferentemente en el registro de desplazamiento de la unidad de valoración 6. Mediante una calibración semejante se eliminan todas las modificaciones en las constantes que se producen, por ejemplo, por los efectos de la temperatura en el arma. Si ahora en un disparo se muestra en el tiempo el desarrollo de la señal  $U_{IND}$  con el segundo término "B", se puede realizar un procesamiento de señales posterior según la fig. 3.
- 10 En una primera etapa después de la medición de la tensión inducida  $U_{IND}(t)$  se sustrae por ello el término de calibración "A" de  $U_{IND}$ . Queda el así denominado campo acumulado (campo electromagnético reflejado) – el término "B". Luego el desarrollo temporal del campo acumulado "B" se descompone en los coeficientes  $B_m$ . Cuya determinación se puede realizar a través de procedimientos de adaptación a curvas conocidos teniendo en cuenta procesos de optimización conocidos, como por ejemplo el método de los mínimos cuadrados. La elección de los procesos de optimización está influenciada por el tipo e intensidad del ruido que se encuentra en la señal de  $U_{IND}$ .
- 15 Gracias al coeficiente  $B_m$  se pueden formar ahora en paralelo los términos  $B_1, B_2, B_3 \dots B_m$ , dado que se conocen  $p_m$  y  $a$  (radio interior de la guía de ondas 1). Ahora se toma el logaritmo de cada término. En esta operación matemática se origina un término de compensación que sólo depende del valor conocido  $B_m$  y se compensa por sustracción. Como resultado intermedio se origina otro término con  $p_m, a$  y  $v_0 = \Delta z/t$  conocidos. Por consiguiente se calcula una velocidad en la boca  $v_{01}, v_{02}, v_{03} \dots v_{0m}$  por cada término 1, 2, 3 ... m. Mediante el promediado de todos los  $v_{01-m}$  se determina el resultado final  $v_0$ . Mediante este promediado se aumenta la exactitud en la determinación de  $v_0$ .
- 20 El procedimiento propuesto permite la reducción de distancia del acoplador de emisión 2 y de recepción 3, 4 de  $z_k$  hasta 0 mm, de modo que la guía de ondas se acorta al menos en esta zona. En el caso ideal ( $z_k = 0$  mm), el acoplador de emisión 2 puede asumir la función del / de los acopladores de recepción 3, 4, de modo que se mide la tensión inducida directamente en el acoplador de emisión 2.
- 25 Para la simplificación se pueden conectar delante otras modificaciones de señales, por ejemplo, a través de procedimientos mixtos para la reducción de la frecuencia de la unidad electrónica de valoración 6 (no representado). Para el aumento de la velocidad de valoración, el registro de desplazamiento debería estar dimensionado de forma suficientemente grande, de modo que se puedan recibir por ejemplo valores a distancias de medición de "por segundo" y por consiguiente usar todos los datos de la calibración para la valoración.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Procedimiento para la medición de la velocidad en la boca ( $v_0$ ) de un proyectil (7) o similares con un cañón de arma o tubo de lanzamiento operado como una guía de ondas y/o las partes del freno de boca (1), con las etapas:
- 5                   - medición del campo electromagnético del cañón de arma o tubo de lanzamiento y/o las partes del freno de boca (1) sin proyectil para la determinación de un término de calibrado (A),
- la medición del campo electromagnético delante del proyectil (7) o detrás del proyectil (7) o en combinación para la determinación de una tensión inducida ( $U_{IND}$ ) respecto al tiempo (t),
- sustracción del término de calibrado (A) de la tensión inducida ( $U_{IND}$ ) para la determinación de un campo electromagnético reflejado (B),
- 10                  - determinación de la velocidad en la boca ( $v_0$ ) a partir de las señales así medidas, **caracterizado porque**
- el campo reflejado (B) se descompone en coeficientes ( $B_m$ ) con los que se forman los términos ( $B_1, B_2, B_3 \dots B_m$ ),
- calculándose una velocidad en la boca ( $v_{01}, v_{02}, v_{03} \dots v_{0m}$ ) por cada término ( $B_1, B_2, B_3 \dots B_m$ ) y
- 15                  - determinándose la velocidad en la boca ( $v_0$ ) del proyectil (7) mediante un promediado de todas las velocidades en la boca ( $v_{01}, v_{02}, v_{03} \dots v_{0m}$ ) de los términos ( $B_1, B_2, B_3 \dots B_m$ ).
- 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** las señales se muestrean continuamente en el tiempo y los valores muestreados se almacenan.
- 3.- Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** la descomposición de los coeficientes ( $B_m$ ) se realiza a través de procedimientos de adaptación a curvas conocidos teniendo en cuenta procesos de optimización conocidos, como por ejemplo el método de los mínimos cuadrados.
- 20                  4.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** para los proyectiles (7) que se sitúan en el rango de calibre de 35 mm, una frecuencia de oscilación se sitúa preferiblemente en el rango entre 40 MHz y 80 MHz y para otros calibres se pueden prever otros rangos de frecuencia.
- 25                  5.- Sistema para la realización del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, con un cañón de arma o tubo de lanzamiento y/o las partes del freno de boca (1), que se hace funcionar como una guía de ondas para la medición de la velocidad en la boca ( $v_0$ ) de un proyectil (7) o similares, con un generador de señales (5) que está conectado eléctricamente con un acoplador de emisión (2) a través de un suministro de señales para la excitación del cañón de arma o tubo de lanzamiento y/o las partes del freno de boca (1) y con una línea de recepción para la transferencia de las señales medidas en al menos un acoplador de recepción (3, 4) a un dispositivo de valoración (6), **caracterizado porque** se hace posible una reducción de distancia ( $z_k$ ) entre el acoplador de emisión (2) y el acoplador de recepción (3, 4) = 0 mm.
- 30                  6.- Sistema según la reivindicación 5, **caracterizado porque** si la distancia ( $z_k$ ) entre el acoplador de emisión y el al menos un acoplador de recepción (3, 4) es de 0 mm, el acoplador de emisión (2) asume la función del acoplador de recepción (3, 4).
- 35                  7.- Sistema según una de las reivindicaciones 5 ó 6, **caracterizado porque** delante de la unidad de valoración (6) se pueden conectar modificaciones de señal, como procedimientos de mezcla para la reducción de la frecuencia.

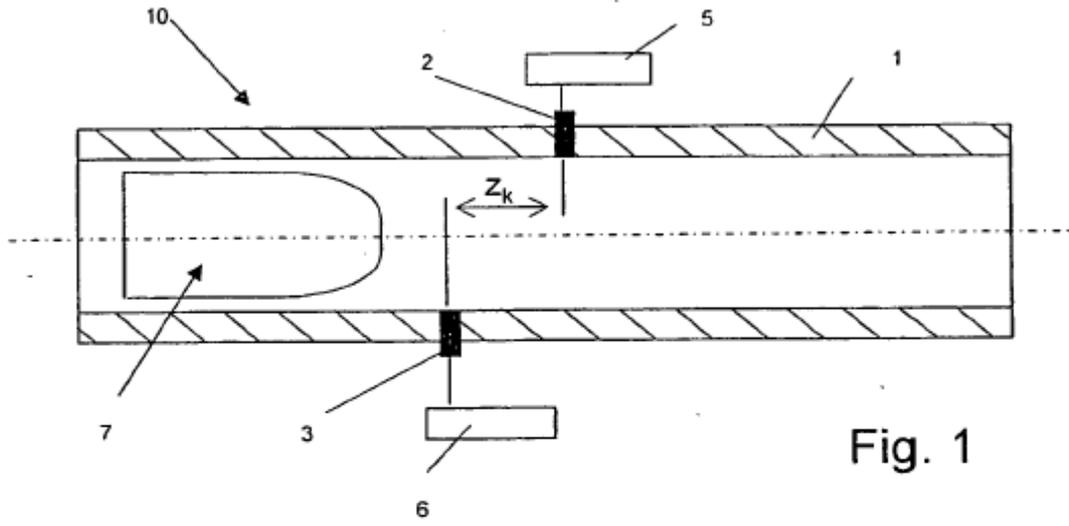


Fig. 1

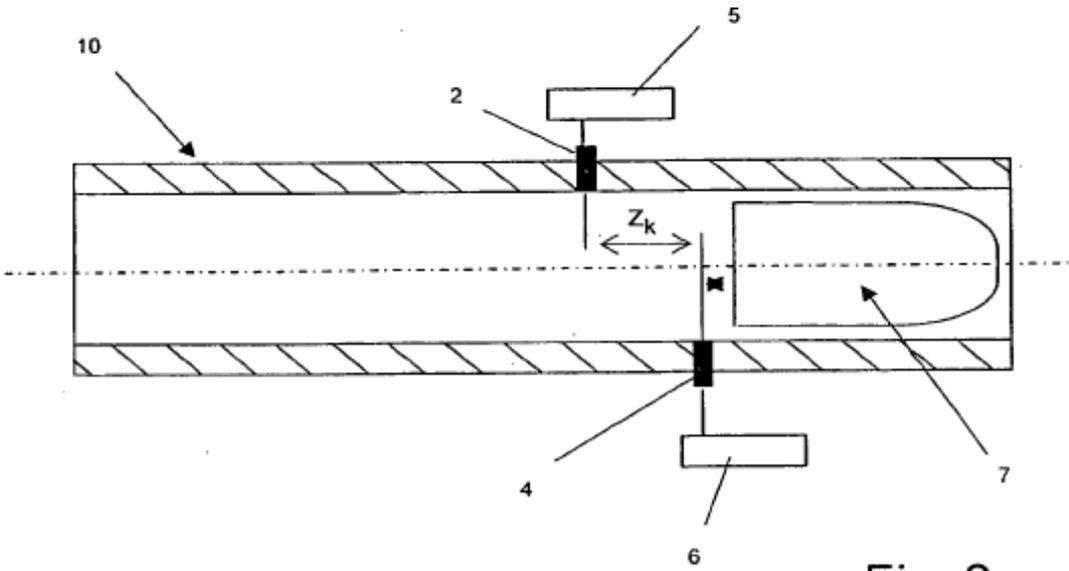


Fig. 2

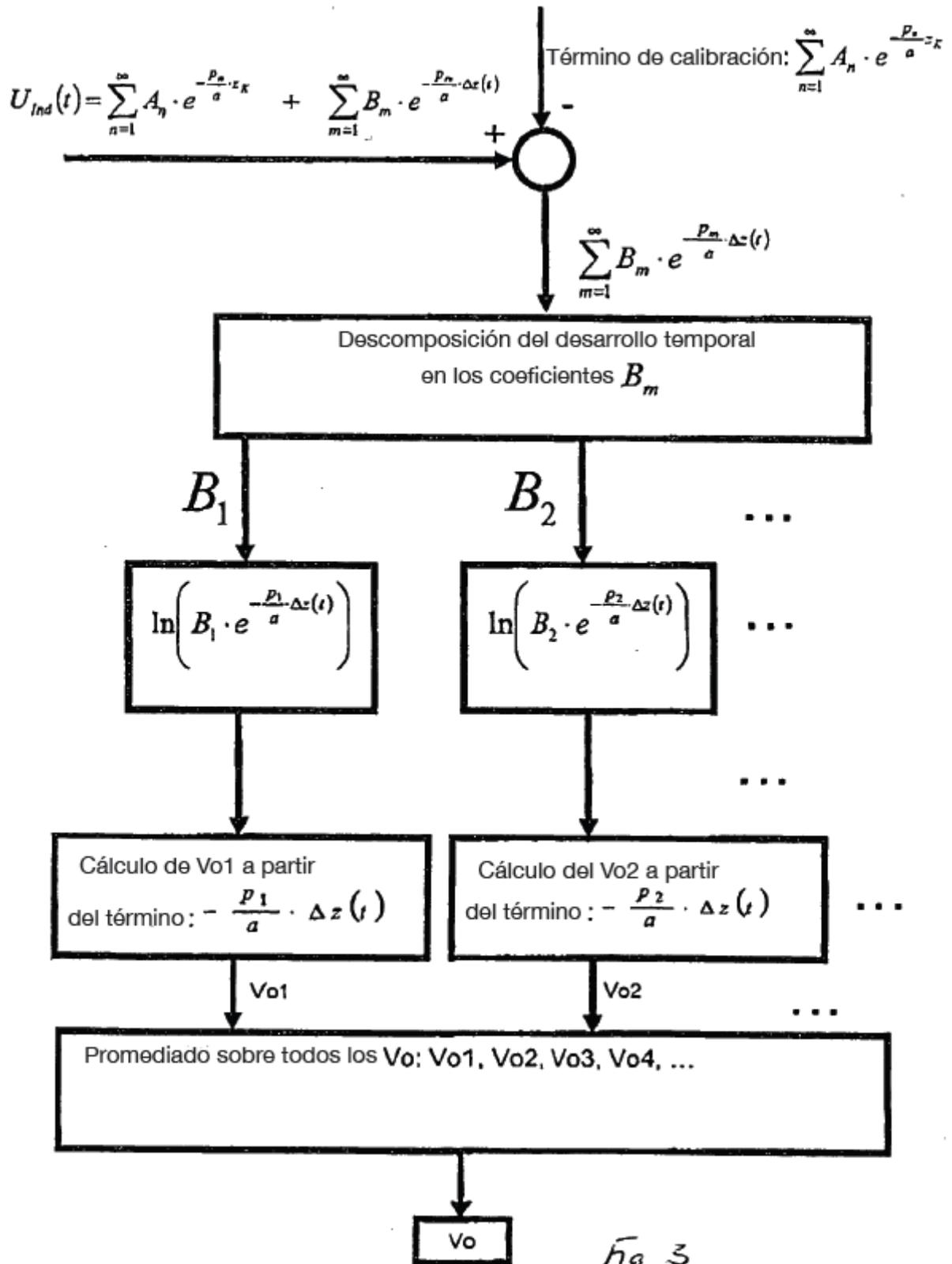


Fig. 3