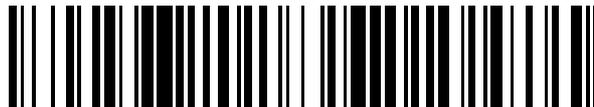


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 540 679**

51 Int. Cl.:

F42C 15/42 (2006.01)
F42C 15/40 (2006.01)
F42C 17/04 (2006.01)
F42C 11/06 (2006.01)
F42C 11/00 (2006.01)
F42C 17/00 (2006.01)
G01P 3/66 (2006.01)
G01P 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.02.2009 E 09713198 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2015 EP 2245421**

54 Título: **Programación en vuelo del tiempo hasta la activación de un proyectil**

30 Prioridad:

18.02.2008 SG 200801528

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

10.07.2015

73 Titular/es:

**ADVANCED MATERIAL ENGINEERING PTE LTD
(100.0%)
249 Jalan Boon Lay
Singapore 619523, SG**

72 Inventor/es:

**ANG, YONG LIM THOMAS;
NG, SAY HIM y
AW, CHENG HOK**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 540 679 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

Programación en vuelo del tiempo hasta la activación de un proyectil.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a sistemas y procedimientos para programar el tiempo hasta la activación de un proyectil después de lanzar el proyectil desde un cañón.

10 **Antecedentes**

Los proyectiles disparados desde cañones siguen trayectorias bien definidas o predecibles. En uso, un control de disparo u ordenador balístico determina el ángulo de inclinación α del cañón para un tipo específico de proyectil para un punto de impacto deseado, unas condiciones del cañón, una velocidad del viento, etc. Sin embargo, debido a variaciones en la cantidad de carga explosiva cebada en un cartucho de cada proyectil, tolerancias en la banda de conducción y al desgaste del cañón asociado y su expansión térmica, la limpieza del cañón, variaciones en la humedad, y así sucesivamente, la velocidad inicial de cada proyectil tras salir del cañón sufre algunas desviaciones. Por tanto, las desviaciones en la velocidad inicial provocan que el punto de impacto se desvíe de la posición de blanco deseada. Además, tras el desplazamiento por el aire de un proyectil, las variaciones en la velocidad del viento y los factores ambientales también afectan a la precisión del impacto o la posición de detonación.

Para proyectiles grandes, puede haber suficiente espacio y carga útil para emplear un seguimiento activo de la posición de blanco. El seguimiento del blanco puede utilizar un sistema de posicionamiento global, láser, etc., y un impulsor complementario y/o aletas de dirección y frenos. Sin embargo, para proyectiles pequeños y económicos, no se emplea seguimiento del blanco; por ejemplo, la patente US n.º 7.021.187, de titularidad del ejército de EE.UU., describe un lanzador de munición en el que el tiempo hasta la activación de una munición convencional se programa de manera permanente en una espoleta contenida en la misma. Las desviaciones en la velocidad inicial y las variaciones en los factores ambientales no pueden tenerse en cuenta en el ajuste del tiempo hasta la activación de la munición.

Un procedimiento conocido para actualizar el tiempo hasta la activación de un proyectil pequeño es realizar el seguimiento de la velocidad de cada proyectil, por ejemplo, mediante tacómetro por láser o efecto Doppler y reprogramando el tiempo hasta la activación según el tiempo de vuelo restante hasta la posición de blanco; por ejemplo, la patente US n.º 6.216.595, cedida a Giat Industries, describe un procedimiento de este tipo según el preámbulo de la reivindicación 1.

En otro ejemplo, el documento DE 3309147 de Berthold Rainer describe un procedimiento para corregir el tiempo hasta la ignición de una espoleta en un proyectil. Midiendo la velocidad del proyectil con un acelerómetro piezoeléctrico cuando el proyectil está en el cañón y durante el vuelo, se obtienen factores de corrección y se corrige el tiempo hasta la ignición de la espoleta. En aún otro ejemplo, el documento EP 0512856 de SD-SCICON UK Ltd describe un sistema de arma con una precisión de puntería aumentada midiendo las velocidades iniciales en algunos disparos iniciales y proporcionando medios que responden a una salida de las mediciones de velocidad inicial. Se obtiene un nuevo ajuste de elevación del sistema de arma para disparos posteriores. Los medios de respuesta utilizan procedimientos de predicción adaptativos tales como un filtro de Kalman o una red neuronal. Por tanto, existe la necesidad de otros procedimientos de seguimiento o determinación de las velocidades de proyectiles pequeños de modo que pueda programarse o actualizarse el tiempo hasta la activación de cada proyectil para optimizar el efecto del proyectil.

50 **Sumario**

A continuación se presenta un sumario simplificado para proporcionar una comprensión básica de la presente invención. Este sumario no es una descripción general extensa de la invención y no pretende identificar características clave de la invención. Más bien, pretende presentar algunos de los conceptos inventivos de esta invención en forma generalizada como preludio a la descripción detallada posterior.

Para proyectiles pequeños, un enfoque para mejorar la efectividad del proyectil es actualizar o cambiar el tiempo hasta la activación o detonación de cada proyectil durante su tiempo de vuelo restante hasta una posición de blanco. Con este enfoque, pueden compensarse las variaciones en la velocidad del viento y los factores ambientales.

En una forma de realización, la presente invención proporciona un procedimiento de programación de un tiempo hasta la activación de un proyectil, comprendiendo el procedimiento: determinar una velocidad inicial de un proyectil en el momento en el que el proyectil sale del cañón de un arma de fuego asociada; determinar una velocidad de vuelo del proyectil un tiempo predeterminado después de que se haya disparado el proyectil; y tener en cuenta la desviación de la velocidad inicial y la velocidad de vuelo del proyectil con respecto a las determinadas por un ordenador balístico asociado y programar el tiempo hasta la activación durante el tiempo de vuelo restante a medida que el proyectil se aproxima a su blanco, optimizando de ese modo la efectividad del proyectil; caracterizado por

que: determinar la velocidad inicial y la velocidad de vuelo del proyectil comprende: emitir una señal desde el proyectil un tiempo predeterminado relevante después de dispararse el proyectil; determinar la intensidad de la señal recibida por una antena conectada al ordenador balístico; y calcular la velocidad del proyectil a partir de los datos de intensidad de señal-distancia almacenados en el ordenador balístico.

5 En otra forma de realización, el proyectil emite una señal periódica un tiempo predeterminado relevante después de dispararse el proyectil.

10 En otra forma de realización, la velocidad inicial y la velocidad de vuelo del proyectil se obtienen a partir de un sensor de flujo. En aún otra forma de realización, la velocidad inicial y la velocidad de vuelo del proyectil se obtienen a partir de un acelerómetro MEM. La velocidad inicial y las velocidades de vuelo del proyectil pueden transmitirse de vuelta al ordenador balístico para calcular el tiempo hasta la activación del proyectil. Alternativamente, la velocidad inicial y las velocidades de vuelo del proyectil pueden calcularse en un microprocesador en el proyectil.

15 En aún otra forma de realización, la velocidad inicial y las velocidades de vuelo del proyectil obtenidas independientemente por los procedimientos anteriores de determinación de intensidad de señal-distancia, detección de flujo e integración de aceleración con respecto al tiempo pueden obtenerse de manera recursiva por filtrado de Kalman. Además, pueden aplicarse factores de ponderación de fiabilidad a cada una de la velocidad inicial y la velocidad de vuelo obtenidas independientemente.

20 **Breve descripción de los dibujos**

Esta invención se describirá a modo de formas de realización no limitativas de la presente invención, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 25 la figura 1 ilustra un sistema de arma de fuego según una forma de realización de la presente invención;
- la figura 2 ilustra un ordenador balístico para su utilización con el sistema de arma de fuego mostrado en la figura 1;
- 30 la figura 3 ilustra un circuito de control de un proyectil, que forma parte de la munición mostrada en la figura 1; y
- la figura 4 ilustra un algoritmo para actualizar un tiempo hasta la activación del proyectil según otra forma de realización de la presente invención.

35 **Descripción detallada**

A continuación se describirán una o más formas de realización específicas y alternativas de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos. Resultará evidente para el experto en la materia, sin embargo, que esta invención puede ponerse en práctica sin tales detalles específicos. Algunos de los detalles pueden no describirse ampliamente para no complicar la invención. Por facilidad de referencia, se utilizarán números de referencia o series de números comunes a lo largo de todas las figuras a la hora de hacer referencia a las mismas características o características similares comunes para las figuras.

45 La figura 1 muestra un sistema 10 de arma de fuego según una forma de realización de la presente invención. Tal como se muestra en la figura 1, el sistema 10 de arma de fuego presenta un cañón 20, un ordenador 30 balístico y una antena 32 vinculada al ordenador 30 balístico. En otra forma de realización, el cañón 20 puede maniobrarse para inclinarse a un ángulo α con respecto a un eje horizontal x. Además, el cañón 20 puede rotar adicionalmente por un ángulo α con respecto a un eje vertical z.

50 La figura 2 muestra un esquema del ordenador 30 balístico. Tal como se muestra en la figura 2, el ordenador 30 balístico presenta un terminal de entrada analógico de radiofrecuencia (RF) 34 y un procesador central 40. El terminal de entrada analógico 34 del ordenador 30 balístico está conectado a la antena 32 y al procesador central 40. Las conexiones entre el terminal de entrada analógico 34 y el procesador central 40 incluyen canales para una entrada de indicación de intensidad de señal recibida (RSSI) 41, entrada de desplazamiento de frecuencia Doppler 42, entrada de recepción de datos 43 y salida de transmisión de datos 44. Además, el procesador central 40 también incluye un canal de entrada de usuario 45. La entrada de usuario 45 puede incluir una pluralidad de entradas, tales como una distancia o coordenadas de una posición de blanco P con respecto al cañón 20 de arma de fuego, la velocidad del viento, condiciones climáticas, y así sucesivamente. En otra forma de realización del procesador central 40, el procesador central incluye un canal adicional 46 para su conexión con un telémetro láser.

El sistema 10 de arma de fuego se utiliza para disparar una munición 50. Tal como se muestra en la figura 1, cada munición 50 incluye un proyectil 60 y un cartucho 52. Cada proyectil 60 porta un circuito de control 70 y una carga explosiva 62. Tal como se muestra en la figura 3, el circuito de control 70 incluye un microprocesador 72, un circuito analógico de radiofrecuencia RF 73 conectado a una antena 75 y un circuito de detonación 80. También como se muestra en la figura 3, las conexiones entre el circuito analógico de RF 73 y el microprocesador 72 incluyen una

5 entrada de recepción de datos 72a y una entrada de indicador de intensidad de señal recibida (RSSI) 72b. Además, el microprocesador 72 también presenta canales para las conexiones con un sensor 92 de flujo y un acelerómetro 94 microelectromecánico (MEM). Una salida del microprocesador 72 está conectada al circuito de detonación 80, que se utiliza para explosionar o detonar el material explosivo 62 en o cerca de la posición del blanco P (no mostrada en las figuras pero se entiende). En otra forma de realización del microprocesador 72, adicionalmente puede proporcionarse una salida de transmisión de datos 72c; las salidas del sensor 92 de flujo y/o el acelerómetro 94 MEM pueden transmitirse de vuelta al ordenador 30 balístico para su procesamiento y los resultados del ordenador balístico pueden transmitirse al microprocesador 72 del proyectil a través del canal de entrada de datos 72a.

10 En otra forma de realización del circuito de control 70, el circuito analógico de RF 73 incluye un codificador/decodificador. Alternativamente o además, el microprocesador 72 incluye el codificador/decodificador. En otra forma de realización del circuito de control 70, el microprocesador 72 incluye un temporizador 76; el temporizador 76 ajusta el tiempo hasta la activación del circuito de detonación 80, o bien mediante cuenta atrás o bien mediante cuenta hacia delante según el tiempo de vuelo restante a la posición de blanco P en respuesta a una salida del microprocesador 72. En aún otra forma de realización del circuito de control 70, el microprocesador 72 incluye una unidad 96 de datos, que almacena parámetros balísticos utilizados por el ordenador 30 balístico.

20 La figura 4 ilustra un flujo de proceso 400 durante la programación en vuelo del proyectil 60. El recuadro de proceso 410 representa la carga de una munición 50 en una recámara del cañón 20 y el disparo del cartucho asociado 52. Después de dispararse el cartucho 52, el proyectil 60 se impulsa a través del cañón 20 de arma de fuego a una alta velocidad y aceleración. Un tiempo predeterminado T_0 después del disparo del cartucho 52, el proyectil 60 sale del cañón 20. La velocidad del proyectil 60 en la salida del cañón 20 con una dirección conocida del cañón define la velocidad inicial V_0 del proyectil.

25 En el mismo instante T_0 , el circuito de control 70 del proyectil emite una señal S_0 . En otro tiempo predeterminado T_1 tras el disparo del cartucho, el circuito de control 70 emite una señal adicional S_1 . De manera similar, en aún otro tiempo predeterminado T_2 , se emite otra señal S_2 . La emisión de señales un tiempo predeterminado después del disparo del cartucho se representa en el recuadro de proceso 415. En el siguiente proceso, representado por el recuadro 420, se determina la velocidad del proyectil 60 en los periodos de tiempo predeterminados relevantes.

30 Tal como se muestra en la figura 4, el recuadro de proceso 420 ilustra tres procesos independientes. En el primer proceso, representado por el recuadro 422, la señal S correspondiente a los respectivos periodos de tiempo predeterminados se recibe por la antena 32. La señal recibida por la antena 32 se alimenta, a través de la entrada 41, al procesador central 40 del ordenador 30 balístico. El procesador central 40 determina entonces la intensidad de la señal en el respectivo periodo de tiempo. Consultando los datos de intensidad de señal-distancia almacenados en el ordenador 30 balístico, se calcula la velocidad del proyectil 60 en cada tiempo predeterminado. En una forma de realización, la velocidad real calculada del proyectil 60 en cada tiempo predeterminado T_0 , T_1 , T_2 , etc. se envía a través de la antena 32 al proyectil 60 mientras se desplaza por el aire. En otra forma de realización, las velocidades reales del proyectil 60 correspondientes a cada periodo de tiempo T_0 , T_1 , T_2 , etc. se codifican para dar una señal, que se envía al proyectil 60, a través de la entrada de RSSI 72b. En otra forma de realización, la velocidad calculada del proyectil 60 en cada tiempo predeterminado se convierte en el ordenador 30 balístico como tiempo hasta la explosión, que se transmite entonces al proyectil 60 mientras el proyectil se encuentra dentro del alcance de la transmisión por antena.

45 En el segundo proceso, representado por el recuadro 424, la aceleración del proyectil 60 obtenida a partir del acelerómetro 94 microelectromecánico (MEM) se integra con respecto al tiempo de vuelo, y entonces se determina la velocidad de vuelo real en el respectivo tiempo predeterminado T_0 , T_1 , T_2 , etc.

50 En el tercer proceso, representado por el recuadro 426, se obtienen las velocidades de vuelo reales del proyectil 60 en el respectivo tiempo predeterminado T_0 , T_1 , T_2 , etc. a partir del sensor 92 de flujo.

55 La velocidad de vuelo real del proyectil 60, según se determina en cada uno de los procesos representados por los recuadros 422, 424, 426, se introduce entonces en el recuadro de proceso 430. En el recuadro de proceso 430, se emplea un algoritmo de filtrado de Kalman para operar sobre las salidas de los procesos 422, 424, 426 en cada periodo de tiempo predeterminado T_0 , T_1 , T_2 , etc. Además, los parámetros balísticos teóricos utilizados por el ordenador 30 balístico pueden introducirse, del recuadro 435, en el proceso de filtrado de Kalman 430. La naturaleza recursiva del filtro de Kalman proporciona una mejor estimación de la velocidad real del proyectil 60 en el respectivo periodo de tiempo. En otra forma de realización, pueden aplicarse factores de ponderación o fiabilidad a las salidas de los procesos 422, 424, 426 antes de operar sobre la respectiva salida mediante el algoritmo de filtrado de Kalman 430.

60 En el proceso 440, se utiliza la mejor estimación de la velocidad real del proyectil 60 en un tiempo predeterminado, por ejemplo en T_0 , T_1 , T_2 , etc. mientras el proyectil aún se desplaza por el aire, para proporcionar una mejor predicción del tiempo de vuelo restante. El tiempo de vuelo restante predicho se utiliza entonces para ajustar el tiempo hasta la activación para el circuito de detonación 80 para activar su salida de DISPARO.

5 Tal como se muestra en la figura 4, cuando el proyectil 60 aún se desplaza por el aire, se toma entonces una decisión en el recuadro de proceso 445. En el recuadro de decisión 445, si no ha pasado el tiempo hasta la activación, el proceso vuelve al recuadro 420 y se determina de nuevo la velocidad real del proyectil en los procesos 422, 424, 426. Si la transmisión entre las antenas 32 y 75 ya no es efectiva, el proceso de filtrado de Kalman 430 puede estimar de manera recursiva la velocidad real del proyectil 60 basándose en los resultados de los procesos 424 y 426. Una vez se ha alcanzado el tiempo hasta la activación, el microprocesador 72 o temporizador 76 activa el circuito de detonación 80 y se explosiona la carga explosiva 52.

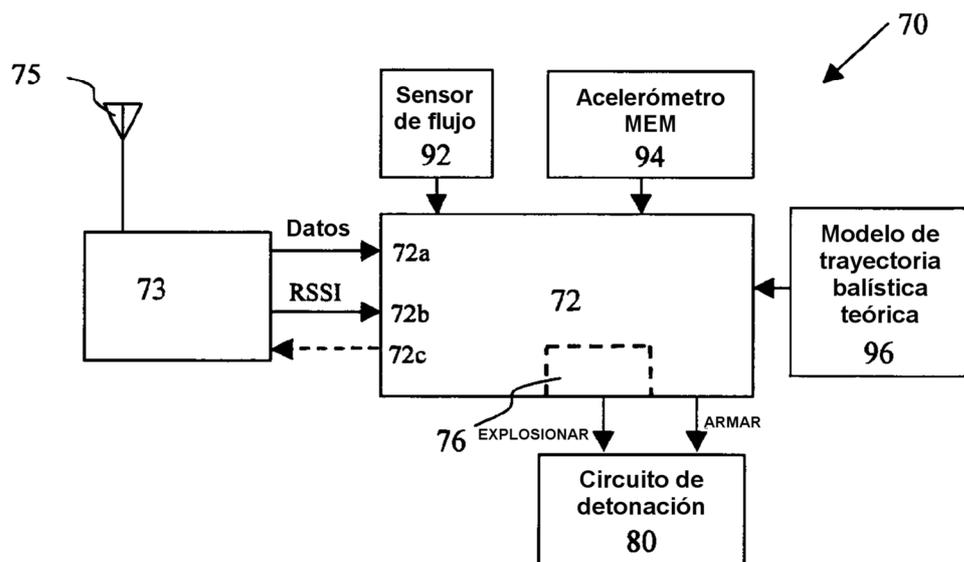
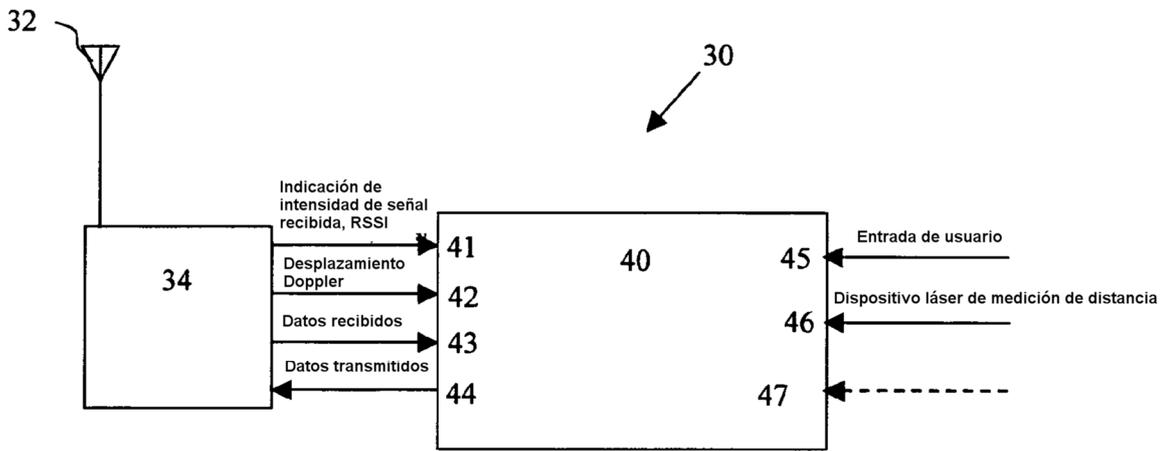
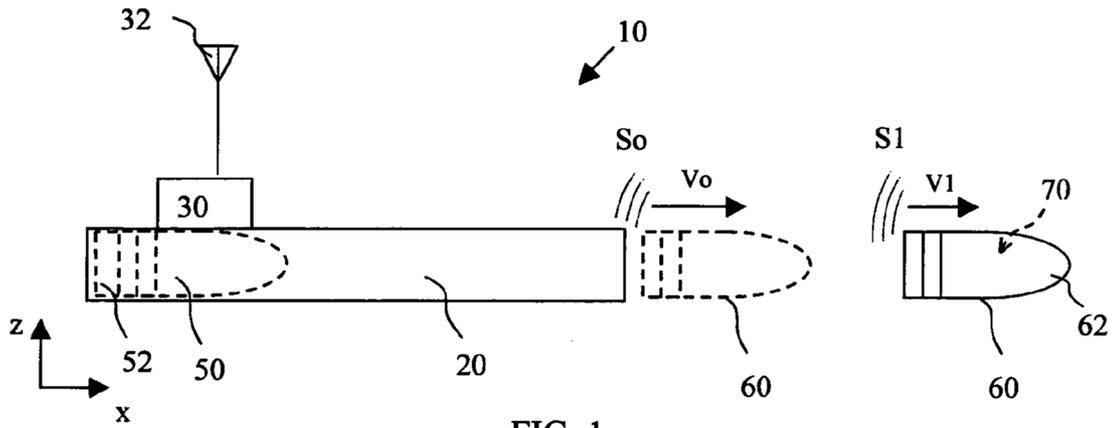
10 En la forma de realización anterior de la presente invención, los cálculos de la velocidad real del proyectil 60 en cada tiempo predeterminado y el filtrado de Kalman se llevan a cabo mediante el microprocesador 72. En otra forma de realización, tal cálculo puede realizarse en el ordenador 30 balístico y los resultados de los cálculos pueden codificarse en transmisiones de señales de radio entre las antenas 32 y 75. En otra forma de realización, estas señales de radio pueden cifrarse mediante el codificador/decodificador 74 en el respectivo terminal analógico 34, 73 de las antenas 32, 75, el procesador central 40 o el microprocesador 72.

15 En otra forma de realización de la presente invención, tras un tiempo predeterminado después de que se haya disparado el cartucho 52 y correspondiendo a una distancia de seguridad del sistema 10 de arma de fuego, el microprocesador 72 ajusta el circuito de detonación 80 a su modo de armado.

20 Aunque se han descrito e ilustrado formas de forma de realización específicas, se entiende que pueden realizarse muchos cambios, modificaciones, variaciones y combinaciones de los mismos en la presente invención sin apartarse del alcance de la invención. Por ejemplo, el sistema 10 de arma de fuego puede ser un arma de fuego de gran calibre montada sobre un vehículo de lanzamiento y el procesador central 40 en el ordenador 30 balístico puede incluir un canal adicional 47 para su conexión con otra antena que está separada de la antena 32. Con esta antena
25 adicional, el procesador central 40 recibe otra realimentación de velocidad y/o entrada de intensidad de señal; esta entrada de intensidad de señal adicional a una distancia conocida del ordenador 30 balístico permite determinaciones más precisas de la velocidad inicial y de la ubicación/velocidad en vuelo del proyectil. Además, el proyectil puede incorporar un mecanismo de detonación de autodestrucción de modo que la munición sin explotar se autodestruye después de haberse armado y disparado. En otro ejemplo, el microprocesador 72 también puede
30 determinar adicionalmente la velocidad real del proyectil a partir de la entrada de desplazamiento de frecuencia Doppler 42. En aún otra forma de realización, puede utilizarse la presente invención para disparar gas lacrimógeno y agentes irritantes similares.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento (400) de programación de un tiempo hasta la activación de un proyectil, comprendiendo el procedimiento:
- 5 determinar una velocidad inicial (V_0) de un proyectil (60) en el momento (T_0) en el que el proyectil sale de un cañón (20) de un arma de fuego asociada;
- 10 determinar una velocidad de vuelo (V_1 , V_2) del proyectil (60) un tiempo predeterminado (T_1 , T_2) después de que se haya disparado el proyectil; y
- 15 tener en cuenta la desviación de la velocidad inicial y la velocidad de vuelo de los proyectiles con respecto a las determinadas por un ordenador (30) balístico asociado y programar (440) el tiempo hasta la activación durante el tiempo de vuelo restante a medida que el proyectil se aproxima a su blanco, optimizando de este modo la efectividad del proyectil;
- caracterizado por que:
- 20 determinar la velocidad inicial y la velocidad de vuelo de los proyectiles comprende: emitir (415) una señal (S_0 , S_1 , S_2) desde el proyectil (60) un tiempo predeterminado relevante (T_0 , T_1 , T_2) después de dispararse el proyectil; determinar (422) la intensidad de la señal (S_0 , S_1 , S_2) recibida por una antena (32) conectada al ordenador (30) balístico; y calcular (422) la velocidad de los proyectiles a partir de datos de intensidad de señal-distancia almacenados en el ordenador (30) balístico.
- 25 2. Procedimiento (400) según la reivindicación 1, que comprende asimismo determinar (426) la velocidad inicial y la velocidad de vuelo de los proyectiles mediante un sensor (92) de flujo un tiempo predeterminado relevante después de dispararse el proyectil (60).
- 30 3. Procedimiento (400) según la reivindicación 1 ó 2, que comprende asimismo determinar (424) la velocidad inicial y la velocidad de vuelo de los proyectiles integrando la aceleración de los proyectiles con respecto al tiempo de vuelo mediante un acelerómetro (94) MEM.
- 35 4. Procedimiento (400) según la reivindicación 2 ó 3, en el que los resultados de determinar la velocidad inicial y la velocidad de vuelo de los proyectiles se transmiten de vuelta al ordenador (30) balístico.
- 40 5. Procedimiento (400) según la reivindicación 4, en el que la velocidad inicial y la velocidad de vuelo de los proyectiles determinadas por procesos independientes de determinación (422) de intensidad de señal-distancia, detección (426) de flujo e integración (424) de aceleración con respecto al tiempo se combinan con factores de ponderación de fiabilidad.
6. Procedimiento (400) según la reivindicación 4, en el que la velocidad inicial y la velocidad de vuelo de los proyectiles determinadas por procesos independientes de determinación (422) de intensidad de señal-distancia, detección (426) de flujo e integración (424) de aceleración con respecto al tiempo se obtienen de manera recursiva empleando un algoritmo de filtrado de Kalman (430).



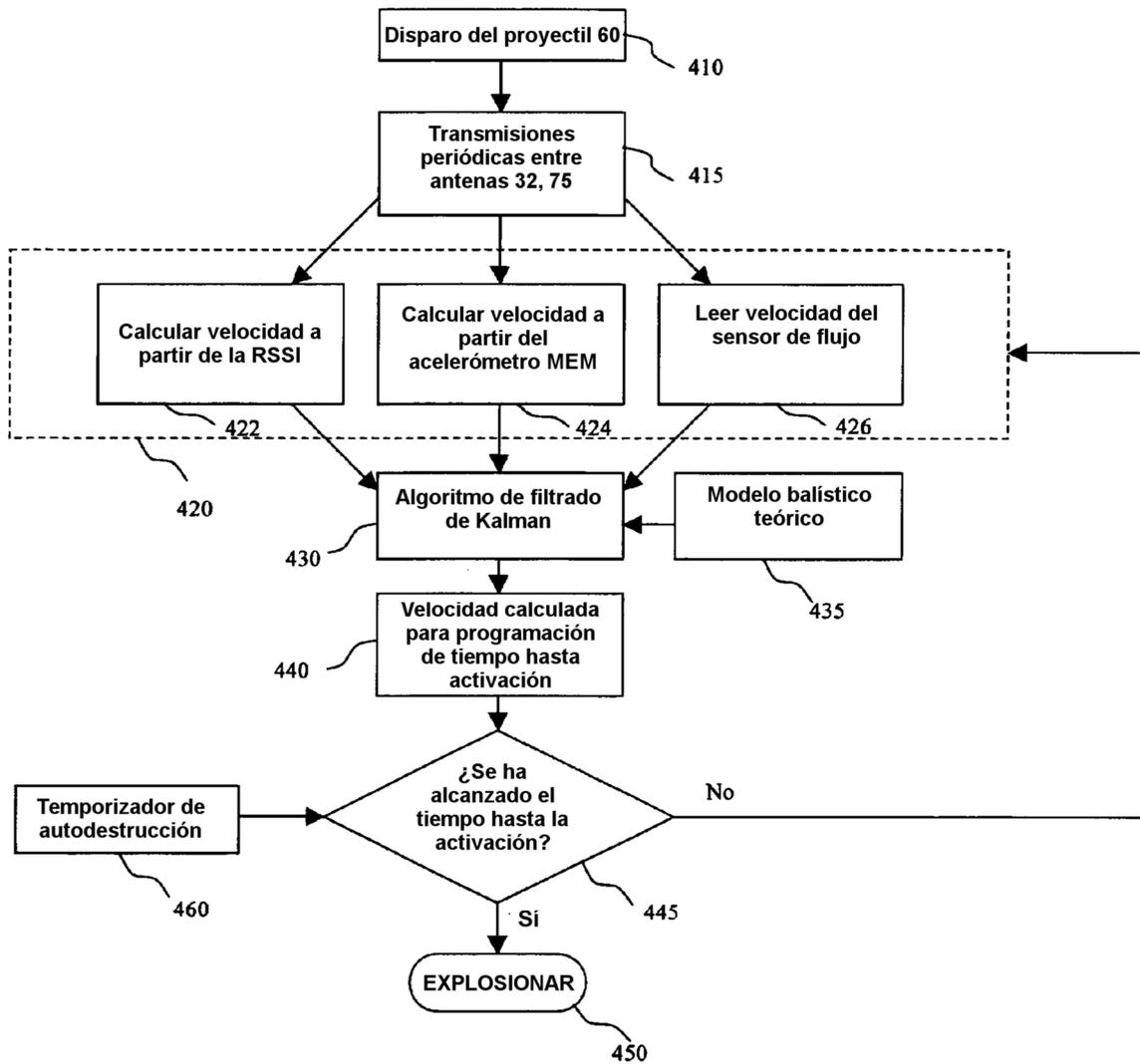


FIG. 4