

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 660 900**

51 Int. Cl.:

G01S 17/06	(2006.01)
G01S 17/88	(2006.01)
G01S 17/89	(2006.01)
F41G 1/48	(2006.01)
G01S 17/02	(2006.01)
F41G 3/06	(2006.01)
F41G 3/16	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.03.2013 PCT/FR2013/050656**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **03.10.2013 WO13144502**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.03.2013 E 13715378 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.12.2017 EP 2831623**

54 Título: **Procedimiento de adquisición de las coordenadas de un punto de activación de un proyectil y control de disparo que implementa un tal procedimiento**

30 Prioridad:

29.03.2012 FR 1200953

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.03.2018

73 Titular/es:

**NEXTER SYSTEMS (100.0%)
34, Boulevard de Valmy
42328 Roanne Cedex, FR**

72 Inventor/es:

MULLER, SYLVAIN

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 660 900 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 de adquisición de las coordenadas de un punto de activación de un proyectil y control de disparo que implementa un tal procedimiento.

5

[0001] El campo técnico de la invención es el de los procedimientos que permiten la adquisición de las coordenadas de un punto de activación de un proyectil en trayectoria y por encima de una porción de terreno sobre la cual se encuentra un objetivo.

10

[0002] La invención se refiere en particular a los controles de disparo que se pueden asociar a un arma que dispara proyectiles explosivos o ráfagas de tales proyectiles.

15

[0003] Los controles de disparo permiten proporcionar las coordenadas de un punto de activación para un proyectil disparado por el arma.

15

[0004] Es tradicional implementar un control de disparo que asocia un telémetro láser y un calculador balístico. El telémetro permite determinar la distancia a la cual se encuentra un objetivo. El calculador determina a partir de esta distancia los ángulos de altura y acimut que hay que dar al arma, así como la programación que se debe dar al proyectil que se va a disparar, por ejemplo, la temporización de la ignición del proyectil. Los controles de disparo conocidos están particularmente bien adaptados cuando el objetivo es visible, de tamaño suficiente y fácilmente rastreable, por lo tanto, cuando la distancia al objetivo se puede medir fácilmente. Se conoce así por la patente US2003/0140775 un control de disparo que comprende medios de apuntamiento y de adquisición de objetivo que permiten una reconstrucción en tres dimensiones de la zona apuntada. El control de disparo así descrito permite mejorar la adquisición de objetivos de dimensiones importantes (como las de los vehículos).

20

25

[0005] Estos controles de disparo, en cambio, están inadaptados para la adquisición de objetivos de pequeño tamaño, dispersos u ocultos. Estos últimos son, en efecto, prácticamente imposibles de medir con un telémetro. El operador debe entonces efectuar varios disparos de ajuste para determinar la distancia correcta de activación de los proyectiles.

30

[0006] La invención tiene como objetivo proponer un procedimiento de adquisición de las coordenadas de un punto de activación de un proyectil, procedimiento que permite fijar con antelación un objetivo de pequeño tamaño, disperso o temporalmente o parcialmente oculto y con una buena probabilidad de intercepción.

35

[0007] Así, la invención tiene como objeto un procedimiento de adquisición de las coordenadas de un punto de activación de un proyectil o de una ráfaga de proyectiles en trayectoria y por encima de una porción de terreno sobre la cual se encuentra un objetivo, procedimiento que se caracteriza por el hecho de que incluye las etapas siguientes:

40

se procede a una adquisición en tres dimensiones de la porción de terreno con la ayuda de un medio de observación láser,

45

se construye por cálculo a partir de esta adquisición, y luego se muestra en un medio de visualización destinado a un operador, una imagen de la porción de terreno con una dirección de observación inclinada desde arriba hacia abajo, es decir una dirección de observación a partir de un punto situado en la vertical y más alto que el medio de observación,

50

se posiciona, de una manera modificable por el operador, sobre la imagen así calculada una zona de eficacia que es una imagen de una superficie o de un volumen geométrico que permite visualizar el área o el volumen de eficacia del proyectil o de la ráfaga considerado cuando este o esta se activa en el nivel de un punto de activación,

se recuperan las coordenadas del punto de activación deseado para el proyectil o la ráfaga cuando el operador ha elegido la localización que le conviene después de haber desplazado dicha zona sobre la imagen del terreno.

55

[0008] Según una forma particular de realización, la orientación de la dirección de observación podrá ser modificable por el operador en el momento de la adquisición.

60

[0009] La invención tiene igualmente como objetivo un control de disparo que implementa un tal procedimiento y que se puede asociar a un arma que dispara proyectiles o ráfagas de proyectiles y que permite proporcionar las coordenadas de un punto de activación para un proyectil o una ráfaga disparada por el arma, control de disparo caracterizado por el hecho de que comprende:

65

al menos un medio de observación láser que permite la adquisición de las coordenadas en tres dimensiones de una porción de terreno observada,
un calculador que puede reconstruir con la ayuda de un algoritmo apropiado al menos una imagen de la porción de terreno cuyas coordenadas se han adquirido, imagen que se muestra en un medio de visualización con una dirección de observación inclinada desde arriba hacia abajo, es decir una

dirección de observación a partir de un punto situado en vertical y más alto que el medio de observación,

un medio de control destinado para un usuario y que permite posicionar y desplazar sobre la imagen del terreno una zona de eficacia que es ella misma una imagen de una superficie o de un volumen geométrico que permite visualizar el área o el volumen de eficacia del proyectil o de la ráfaga

considerado cuando este o esta se activa en el nivel de un punto de activación,

donde el calculador determina de manera continua las coordenadas del punto de activación cuando la zona de eficacia se desplaza por el operador,

un medio de validación que permite al usuario elegir una localización particular de la zona de eficacia, donde el calculador proporciona entonces las coordenadas del punto de activación deseado para el proyectil o la ráfaga.

[0010] Ventajosamente, el calculador se puede asociar a primeros medios de memoria que incorporan una modelización geométrica de las zonas de eficacia para los proyectiles o ráfagas de proyectiles asociadas a diferentes puntos de activación.

[0011] La imagen de la zona de eficacia podrá ser semitransparente.

[0012] La imagen de la zona de eficacia podrá ser de un color diferente al del resto de la imagen.

[0013] Unos medios de control podrán permitir modificar la orientación de la dirección de observación en el momento de la adquisición por un operador.

[0014] Según una forma particular de realización, el medio de observación es una cámara óptica o térmica acoplada a un sensor láser 3D, donde la imagen en tres dimensiones se obtiene asociando a cada punto de la imagen de la cámara una información de distancia adquirida por el sensor láser 3D.

[0015] La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción siguiente de una forma particular de realización, descripción hecha en referencia a los dibujos anexos y en los cuales:

- la figura 1 muestra una porción de terreno sobre la cual se encuentran los objetivos y un vehículo equipado con un sistema de arma y con un control de disparo según la invención,
- la figura 2 muestra una imagen del terreno tal y como se visualiza por el disparador a partir del control de disparo, y antes de la implementación de la invención,
- la figura 3 es un esquema que describe la arquitectura del control de disparo según la invención,
- la figura 4 muestra una imagen del terreno después de la implementación de la invención.

[0016] Con referencia a la figura 1, se ha representado una porción de terreno 1 sobre la cual se encuentra un vehículo 2 equipado con una torreta 2a que lleva un tubo de arma 3.

[0017] El tubo de arma 3 se destina a disparar proyectiles 4 explosivos en dirección de los objetivos 5a, 5b, 5c repartidos sobre el terreno 1. Solo un proyectil 4 se representa aquí en su trayectoria 6.

[0018] El tubo de arma es orientable en altura y acimut respecto al vehículo. La torreta 2a puede así girar siguiendo un eje vertical (ajuste en acimut) y el tubo 3 puede bascular con respecto a la torreta 2a siguiendo un eje sensiblemente horizontal (ajuste en altura). Se asocian motorizaciones apropiadas a estos ajustes en altura y en acimut del tubo de arma 3.

[0019] La torreta 2a lleva igualmente un medio de observación 7 que está aquí constituido por una cámara láser. Este medio de observación 7 se acopla a un control de disparo (no visible en la figura 1) que es interno a la torreta 2a y que permite controlar las motorizaciones que aseguran el apuntamiento de la torreta 2a y del tubo 3 del arma en dirección de los objetivos 5a, 5b, 5c.

[0020] El control de disparo asegurará también la programación de los proyectiles disparados por el tubo. Esta programación incluye la implementación, por una interfaz de programación, en una memoria de la espoleta del proyectil de un instante de activación del proyectil después del instante de disparo.

[0021] Los objetivos 5a, 5b, 5c son de pequeñas dimensiones, por ejemplo, vehículos ligeros o grupos de infantería.

[0022] Los objetivos están, además, parcialmente ocultos frente al vehículo 2 por elementos de paisaje, tales como árboles (o matorrales o arbustos) 8a, 8b, 8c.

[0023] Se ha representado en la figura 1 con un cono de línea de puntos 9 el sector de observación del medio de observación 7. El medio de observación 7 observa, por lo tanto, el terreno según una dirección S1 que se confunde con el eje del cono 9.

[0024] La figura 2 muestra la imagen del terreno 1 tal y como se proporciona directamente en una pantalla del control de disparo a partir del medio de observación 7.

5 [0025] Se destaca que los objetivos 5a, 5b y 5c están parcialmente ocultos por los árboles 8a, 8b y 8c. Una telemetría de los objetivos a partir del control de disparo resulta entonces difícil o imposible.

[0026] Los árboles 8a, 8b, 8c interceptan las señales de telemetría láser, lo que conduce a una mala programación del instante de activación del proyectil 4 en su trayectoria.

10 [0027] Un error de programación conduce a una disminución importante de la probabilidad de logro. Se ha podido verificar que, para un disparo de una ráfaga de proyectiles de calibre medio a una distancia del orden de 1000 metros, un error de programación de una decena de metros conducía a una disminución de la probabilidad de logro que puede alcanzar el 50 %.

15 [0028] Conforme a una característica de la invención, el medio de observación 7 permite realizar una adquisición en tres dimensiones (3D) de la porción de terreno 1.

[0029] Un medio de observación que puede hacer tal adquisición 3D ya se conoce.

20 [0030] Se puede también utilizar como medio de observación una cámara óptica o térmica acoplada a un telémetro láser de secuencias (o sensor láser en tres dimensiones o 3D) del que se hace variar la dirección de observación con la ayuda de un microbarrido. En tal caso, la imagen en tres dimensiones se obtiene asociando a cada punto de la imagen de la cámara una información de distancia adquirida por el telémetro láser.

25 [0031] Después de la adquisición de la escena por el medio de observación 7, el control de disparo ya no dispone, por lo tanto, de una simple imagen en dos dimensiones como se ve en la figura 2, sino de una base de datos de imágenes con coordenadas en tres direcciones del espacio. Esta base de datos se puede utilizar a continuación, conforme a la invención, para reconstruir una imagen del terreno según una dirección de observación diferente de la dirección S1, por ejemplo, según la dirección inclinada desde arriba hacia abajo S2 que se representa en la figura 1 y que corresponde prácticamente a una observación a partir de un punto Z situado en la vertical del medio de observación 7.

35 [0032] La figura 3 esquematiza un control de disparo 11 según la invención.

[0033] Este control de disparo 11 se destina a proporcionar las coordenadas del punto de activación P para el proyectil 4 en su trayectoria.

40 [0034] Este comprende el medio de observación láser 7 que permite la adquisición de las coordenadas en tres dimensiones de la porción de terreno 1 que se observa.

[0035] Este comprende también un calculador 12 que se acopla a segundos medios de memoria 13 que permiten almacenar la base de datos de imágenes que se obtiene después de la adquisición de informaciones por el medio de observación 7.

45 [0036] El calculador 12 incorpora un algoritmo que permite reconstruir al menos una imagen de la porción de terreno 1 cuyas coordenadas se han adquirido, imagen que se construye según una dirección de observación inclinada desde arriba hacia abajo (tal como S2), por ejemplo, a partir de un punto Z situado en la vertical del medio de observación 7. Esta imagen se muestra sobre un medio de visualización 14, tal como una pantalla.

50 [0037] Se llama dirección de observación inclinada desde arriba hacia abajo a una dirección de observación que está inclinada de arriba hacia abajo hacia la porción de terreno 1. Tal dirección de observación corresponde a la que se obtendría a partir de un punto de observación (punto Z) situado más alto que el medio de observación 7 y, por lo tanto, que permite tener una mejor visibilidad del terreno.

55 [0038] La imagen se reconstruye, por ejemplo, mediante proyección geométrica sobre un plano perpendicular a la dirección de apuntamiento S1.

60 [0039] El control de disparo 11 incluye también un medio de control 15 realizado aquí en forma de una palanca (o balancín) maniobrable siguiendo dos direcciones ortogonales J1 y J2. El balancín se destina para el usuario y permite en primer lugar a este último elegir la orientación de la dirección de observación S2.

[0040] La figura 4 muestra así el terreno 1 observado según la dirección inclinada desde arriba hacia abajo S2. La visibilidad de los objetivos 5a, 5b y 5c se ha aumentado.

65

5 [0041] Se han representado en la figura 4 los objetivos enteros. Tal imagen solo es, por supuesto, posible si el follaje de los árboles 8a, 8b, 8c no es totalmente opaco y es, por lo tanto, posible realizar una adquisición de datos relativos a la forma de los objetivos completos. Si los objetivos están parcialmente ocultos y que su forma escondida por el follaje no es accesible, la imagen reconstruida solo comprenderá las partes de los objetivos que no están ocultas. Esta imagen reconstruida mejora, sin embargo, la visión del terreno.

10 [0042] Las distancias relativas entre los objetivos y los árboles se pueden evaluar. La figura 4 muestra una imagen plana en proyección sobre el plano de la figura. Queda bien entendido que la pantalla 14 del control de disparo permite visualizar una imagen del terreno en relieve, que explota plenamente las informaciones en tres dimensiones disponibles en el banco de imágenes 13.

15 [0043] Una vez que se ha elegido una dirección de observación S2, lo que se puede efectuar mediante una acción sobre un botón de control B1 del balancín 15, el usuario puede, según una otra característica de la invención, utilizar el balancín 15 (u otro activador) para posicionar y desplazar sobre la imagen del terreno una zona de eficacia 16 (figuras 1 y 4).

20 [0044] Esta zona 16 es una imagen, construida por el calculador 12, de una superficie o de un volumen geométrico que permite visualizar el área o el volumen de eficacia de las explosiones generadas por el proyectil considerado cuando este se activa en el nivel de un punto de activación P (figura 1).

25 [0045] Se ha representado en las figuras esta zona de eficacia bajo la forma de un cono y de sus secciones elípticas para la simplificación de la exposición. Queda bien entendido que el volumen que se superpondrá a la imagen del terreno podrá tener una forma diferente que dependerá de las características del proyectil 4 implementado. Las características geométricas de las zonas de eficacia 16 asociadas a diferentes puntos P de activación se incorporan en los primeros medios de memoria 17 acoplados al calculador 12.

[0046] Es tradicional en el momento de la definición de un proyectil medir la distribución de las explosiones generadas por la explosión del proyectil a diferentes distancias de este último.

30 [0047] Se puede a continuación modelizar geoméricamente la zona de eficacia de un proyectil iniciado en un punto dado. Con un interés de simplificación, se elegirá el volumen geométrico de la zona 16 de manera que corresponda a una distribución de las explosiones generadas que permita asegurar una probabilidad de logro o de neutralización determinada. Tal probabilidad corresponde, por ejemplo, a un nivel mínimo de energía para las explosiones y/o a una densidad mínima de las explosiones.

35 [0048] Se entiende que se trata de datos propios de un tipo de proyectil determinado y que no dependen de las características del terreno 1 y de los objetivos que se encuentran en el mismo.

40 [0049] Se puede, por lo tanto, asociar sistemáticamente a cualquier punto del espacio un volumen geométrico 16 que corresponde a la probabilidad de logro deseada. Esta modelización de la zona de eficacia, sin embargo, solo se implementa habitualmente en el momento de las etapas de concepción de los proyectiles. La invención propone implementarla operacionalmente en el nivel de un control de disparo.

45 [0050] Siguiendo la invención, este volumen 16 se desplaza por el usuario sobre la imagen en dos o tres dimensiones del terreno 1 tal y como ha sido reconstruida. Esta imagen de la zona de eficacia 16 es semitransparente y no oculta, por lo tanto, los objetivos potenciales 5a, 5b y 5c. Podrá también tener un color diferente al del resto de la imagen con el fin de facilitar su visualización.

50 [0051] El usuario puede, por lo tanto, desplazar fácilmente la zona de eficacia 16 con el fin de determinar la posición que permite la neutralización de uno o varios objetivos con la probabilidad de logro deseada.

55 [0052] En el momento del desplazamiento de la zona 16 con la ayuda del balancín 15, el calculador 12 determina de manera continua las coordenadas del punto P de activación que corresponden al posicionamiento de la zona de eficacia 16. Estas coordenadas se asocian, en efecto, estrechamente a la geometría de la zona 16 que se desplaza y un desplazamiento de la zona 16 corresponde, de hecho, a un desplazamiento del punto P.

[0053] Cuando el usuario ha elegido una localización particular de la zona de eficacia 16, acciona un medio de validación (por ejemplo, un otro botón B2).

60 [0054] El calculador 12 proporciona entonces a un módulo de apuntamiento 18 y a un módulo de programación 19 las coordenadas del punto de activación P para el proyectil.

[0055] Estas coordenadas se utilizan de manera tradicional por el módulo de apuntamiento 18 para controlar los apuntamientos en altura y en acimut del tubo del arma 3.

ES 2 660 900 T3

[0056] Estas se utilizan por el módulo de programación 19 para programar el momento de activación del proyectil 4 en trayectoria.

5 [0057] La invención se ha descrito por motivo de simplificación en una aplicación para el control de la activación de un proyectil único.

10 [0058] La invención se puede implementar de manera análoga para el control del disparo de una ráfaga de proyectiles. Una ráfaga comprende un cierto número de proyectiles (de 4 a 10, por ejemplo) que se disparan sucesivamente al ritmo de disparo del arma.

[0059] De la misma manera que es posible por concepción definir una zona de eficacia de un proyectil único, también es posible definir una zona de eficacia de una ráfaga que comprende un cierto número de proyectiles de un tipo determinado.

15 [0060] Los medios de la invención se implementan de la misma manera que se ha descrito previamente.

20 [0061] Lo que se visualiza en la pantalla ya no es, sin embargo, la zona de eficacia de un proyectil único, sino la de una ráfaga. El punto P de activación corresponde entonces a un punto medio, baricentro de los puntos de activación de los diferentes proyectiles de la ráfaga. A partir de la elección de la zona de eficacia, se podrá también definir en el control de disparo una ráfaga que asegure una iniciación con una dispersión estadística de los instantes de iniciación de los proyectiles de la ráfaga.

25 [0062] Una vez que se ha efectuado el posicionamiento de la zona de eficacia 16 por el usuario, el calculador 12 transmite como se ha indicado previamente al módulo de apuntamiento 18 y al módulo de programación 19 los diferentes parámetros de disparo (ángulos de apuntamiento) y de gestión de la ráfaga (programación del instante de activación de cada proyectil).

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de adquisición de las coordenadas de un punto de activación (P) de un proyectil (4) o de una ráfaga de proyectiles en trayectoria y por encima de una porción de terreno (1) sobre la cual se encuentra un objetivo (5a, 5b, 5c), procedimiento **caracterizado por el hecho de que** incluye las etapas siguientes:
- 10 se procede a una adquisición en tres dimensiones de la porción de terreno (1) con la ayuda de un medio de observación láser (7),
se construye por cálculo a partir de esta adquisición, y luego se muestra en un medio de visualización (14) destinado a un operador, una imagen de la porción de terreno (1) con una dirección de observación inclinada desde arriba hacia abajo (S2), es decir, una dirección de observación a partir de un punto (Z) situado en la vertical y más alto que el medio de observación (7),
15 se posiciona, de una manera modificable por el operador, sobre la imagen así calculada, una zona de eficacia (16) que es una imagen de una superficie o de un volumen geométrico que permite visualizar el área o el volumen de eficacia que permite asegurar una probabilidad de logro o de neutralización determinada del proyectil (4) o de la ráfaga considerado cuando este o esta se activa en el nivel de un punto de activación (P),
20 se recuperan las coordenadas del punto de activación (P) deseado para el proyectil (4) o la ráfaga cuando el operador ha elegido la localización que le conviene después de haber desplazado dicha zona (16) sobre la imagen del terreno (1).
- 25 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** la orientación de la dirección de observación (S2) es modificable por el operador en el momento de la adquisición.
- 30 3. Control de disparo (11) que se puede asociar a un arma (3) que dispara proyectiles (4) o ráfagas de proyectiles y que permite proporcionar las coordenadas de un punto de activación (P) para un proyectil o una ráfaga disparada por el arma, donde el control de disparo implementa el procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes y está **caracterizado por el hecho de que** comprende:
- 35 al menos un medio de observación láser (7) que permite la adquisición de las coordenadas en tres dimensiones de una porción de terreno (1) observada,
un calculador (12) que puede reconstruir con la ayuda de un algoritmo apropiado al menos una imagen de la porción de terreno (1) cuyas coordenadas se han adquirido, imagen que se muestra en un medio de visualización (14) con una dirección de observación inclinada desde arriba hacia abajo (S2), es decir, una dirección de observación de un punto (Z) situado en la vertical y más alto que el medio de observación (7),
40 un medio de control (15) destinado a un usuario y que permite posicionar y desplazar sobre la imagen del terreno (1) una zona de eficacia (16) que es ella misma una imagen de una superficie o de un volumen geométrico que permite visualizar el área o el volumen de eficacia que permite asegurar una probabilidad de logro o de neutralización determinada del proyectil (4) o de la ráfaga considerado cuando este o esta se activa en el nivel de un punto de activación (P),
45 donde el calculador (12) determina de manera continua las coordenadas del punto de activación (P) cuando el operador desplaza la zona de eficacia (16),
un medio de validación (B2) que permite al usuario elegir una localización particular de la zona de eficacia (16), donde el calculador (12) proporciona entonces las coordenadas del punto de activación (P) deseado para el proyectil (4) o la ráfaga.
- 50 4. Control de disparo según la reivindicación 3, **caracterizado por el hecho de que** el calculador (12) se asocia a primeros medios de memoria (17) que incorporan una modelización geométrica de las zonas de eficacia (16) para los proyectiles (4) o ráfagas de proyectiles asociados a diferentes puntos de activación (P).
- 55 5. Control de disparo según una de las reivindicaciones 3 o 4, **caracterizado por el hecho de que** la imagen de la zona de eficacia (16) es semitransparente.
- 60 6. Control de disparo según la reivindicación 5, **caracterizado por el hecho de que** la imagen de la zona de eficacia (16) es de un color diferente al del resto de la imagen.
7. Control de disparo según una de las reivindicaciones 4 a 6, **caracterizado por el hecho de que** los medios de control (15) permiten modificar la orientación de la dirección de observación (S2) en el momento de la adquisición por un operador.
- 65 8. Control de disparo según una de las reivindicaciones 3 a 7, **caracterizado por el hecho de que** el medio de observación (7) es una cámara óptica o térmica acoplada a un sensor láser 3D, donde la imagen en tres dimensiones se obtiene asociando a cada punto de la imagen de la cámara una información de distancia adquirida por el sensor láser 3D.

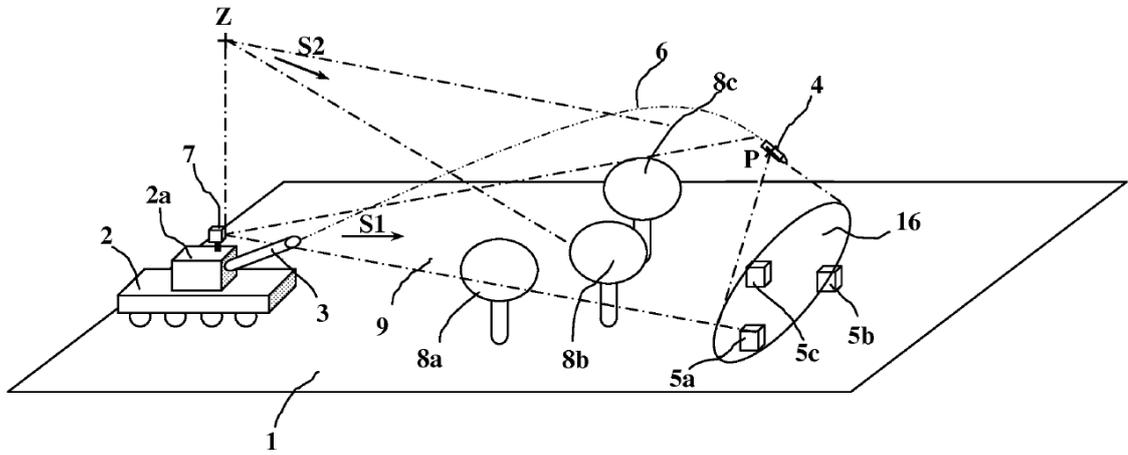


Fig. 1

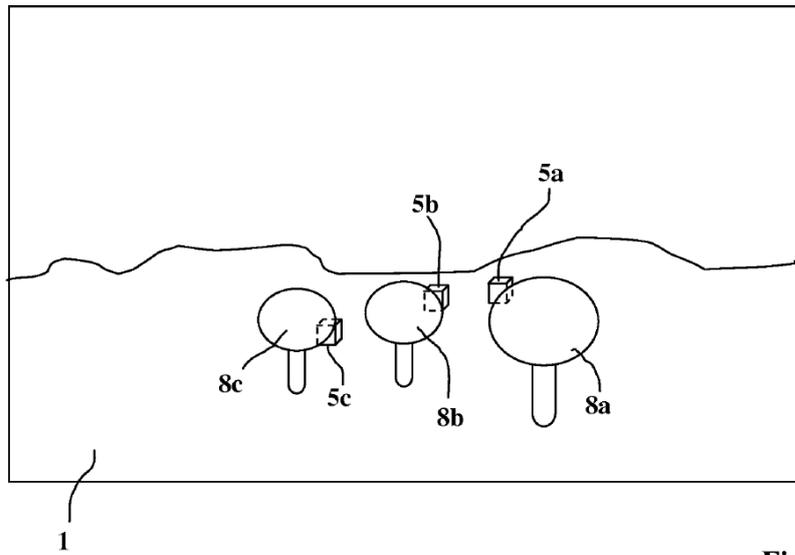


Fig. 2

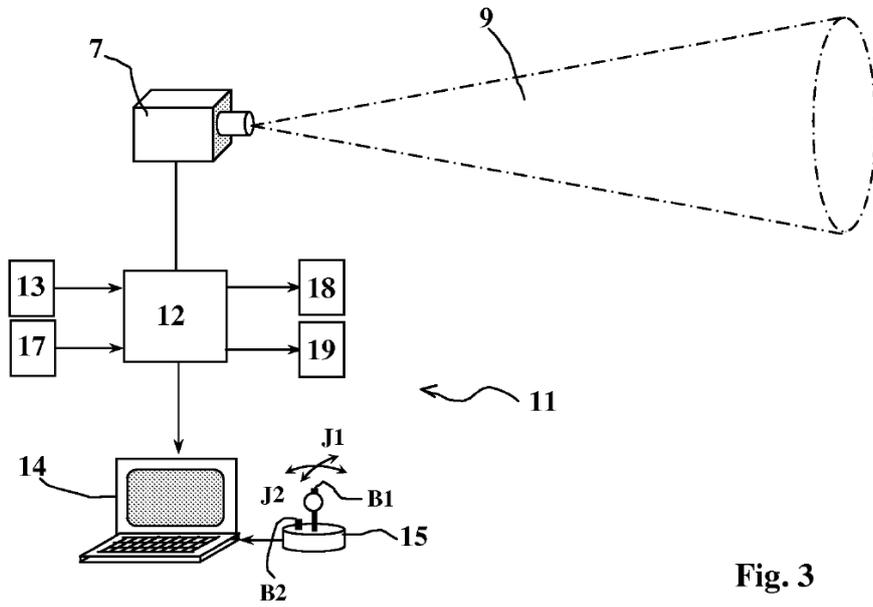


Fig. 3

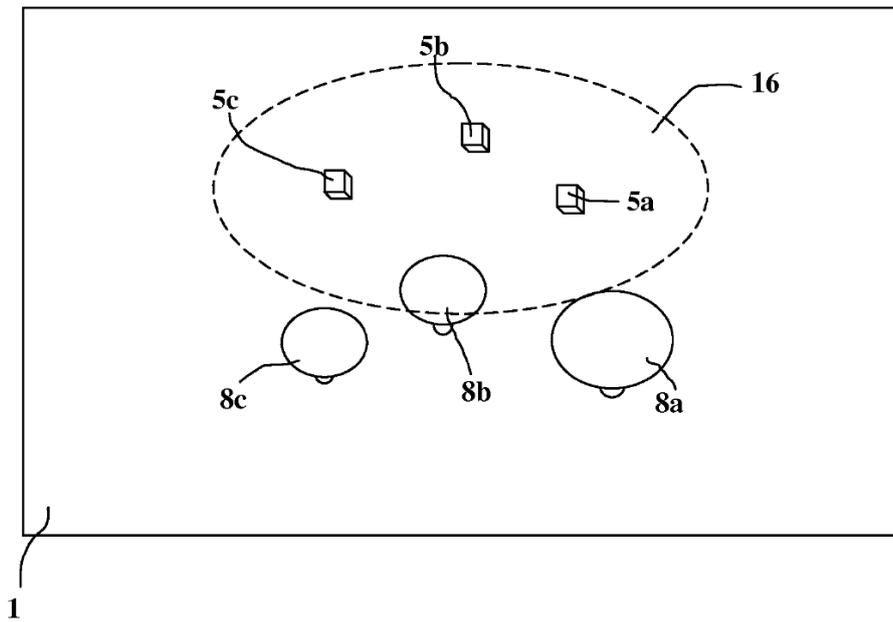


Fig. 4