

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 400 423**

51 Int. Cl.:

**G05D 1/06**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.10.2009 E 09756015 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2012 EP 2344937**

54 Título: **Procedimiento y un sistema de control del aterrizaje/despegue automático de un dron en o desde una reja circular de aterrizaje de una plataforma en especial naval**

30 Prioridad:

**13.10.2008 FR 0856927**

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

**09.04.2013**

73 Titular/es:

**DCNS (100.0%)  
40-42, rue du Docteur Finlay  
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**MORESVE, JULIEN PIERRE GUILLAUME**

74 Agente/Representante:

**PONTI SALES, Adelaida**

**ES 2 400 423 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 un sistema de control del aterrizaje/despegue automático de un dron en o desde una reja circular de aterrizaje de una plataforma en especial naval

5 **[0001]** La presente invención se refiere a un procedimiento y a un sistema de control del aterrizaje/despegue automático de un dron en o desde una reja circular de aterrizaje de una plataforma en especial naval.

**[0002]** Se sabe que el problema del control del aterrizaje/ despegue de un dron en una plataforma en especial naval se plantea desde hace ya varios años.

10 **[0003]** En particular, este control debe garantizarse por ejemplo con mar movida en una plataforma naval de tamaño reducido de tipo corbeta por ejemplo y ello, cualquiera que sea el tamaño del dron, que también puede ser de tamaño reducido y cuyos movimientos son entonces de alta frecuencia.

**[0004]** Ya se han propuesto en el estado de la técnica procesos de control automático de este tipo que emplean por ejemplo medios con láser, GPS, ópticos, u otros.

**[0005]** Estos diferentes medios permiten entonces activar un aterrizaje del dron según estrategias de localización que varían también según diferentes proposiciones en el estado de la técnica.

15 **[0006]** Así por ejemplo, una estrategia de localización ya propuesta consiste en hacer depender permanentemente la posición del dron con respecto al puente de la plataforma.

**[0007]** Otras estrategias de localización consisten en predecir una posición particular del puente como por ejemplo una cresta de ola, para activar el aterrizaje.

20 **[0008]** Otras estrategias consisten también en activar la localización en los mínimos de velocidad de desplazamiento del puente. US2005/033489 es un ejemplo de procedimiento de aterrizaje conocido.

**[0009]** Sin embargo, ninguna de las soluciones propuestas hasta ahora ha dado plena satisfacción en particular con mar fuerte.

**[0010]** El objetivo de la invención es por lo tanto resolver estos problemas.

25 **[0011]** A tal efecto la invención tiene por objeto un procedimiento de control del aterrizaje/despegue automático de un dron en o desde una reja circular de aterrizaje de una plataforma naval, que comprende las etapas siguientes:

- una etapa de adquisición de los movimientos de la reja,

- una etapa de cálculo de la posición media de la reja,

- una etapa de cálculo de predicciones de posición de la reja,

30 - una etapa de cálculo de los mínimos de velocidad de desplazamiento de la reja,

- una etapa de adquisición de la posición del dron para:

35 • si el dron no puede seguir los movimientos de la reja y si los movimientos de la reja son reducidos, es decir inferiores al radio de esta, aplicar una estrategia de localización por seguimiento de la posición media de la reja, mientras que si los movimientos de la reja son amplios, es decir superiores al radio de la reja, aplicar una estrategia de localización por posicionamiento en los mínimos de velocidad de la reja; y

• si el dron puede seguir los movimientos de la reja y si los movimientos de la reja son reducidos, es decir inferiores al radio de la reja, aplicar una estrategia de localización según la posición media de la reja y si los movimientos de la reja son amplios, es decir superiores al radio de la reja, aplicar una estrategia de localización por seguimiento de la posición de reja predicha en el momento del aterrizaje.

40 **[0012]** Según otros aspectos de la invención el procedimiento y el sistema de control del aterrizaje/despegue automático de un dron comprende alguna de las características siguientes:

45 - comprende una etapa de control de las condiciones dinámicas en velocidad y en altitud de la plataforma y del dron, una etapa de verificación de que el dron está efectivamente en la vertical de la reja y una etapa de verificación de que la posición de la reja predicha cuando este habrá terminado su descenso, está efectivamente situada bajo este dron, para suministrar la orden de aterrizaje al dron,

- comprende antes de la fase de aterrizaje propiamente llamada una fase de reunión entre el dron y la plataforma en un punto geográfico predeterminado por detrás de la plataforma, seguido de una fase de

acercamiento en el transcurso de la cual la trayectoria de acercamiento está orientada globalmente según el rumbo medio de desplazamiento de la plataforma para realizar un acercamiento por detrás de esta,

- comprende una etapa de verificación de condiciones de altitud de la plataforma, antes de dar la orden de despegue al dron, y

- 5 - la etapa de control de las condiciones de altitud consiste en calcular unas predicciones de balanceo y de cabeceo de la plataforma y en verificar que estas predicciones de balanceo y de cabeceo de la plataforma, durante el tiempo necesario para el despegue, están en el interior de umbrales límite predeterminados.

[0013] Según otro aspecto, la invención también tiene por objeto un sistema para la realización de este procedimiento.

- 10 [0014] La invención se comprenderá mejor con ayuda de la descripción siguiente determinada únicamente a título de ejemplo y hecha haciendo referencia a los dibujos adjuntos en los cuales:

- las figuras 1 y 2 representan unas vistas de lado y en planta de una plataforma naval y la trayectoria de acercamiento de un dron,

- la figura 3 ilustra el aterrizaje de este dron,

- 15 - la figura 4 ilustra un diagrama de estado de un procedimiento de aterrizaje automático según la invención,

- las figuras 5 y 6 ilustran simulaciones de impactos de aterrizaje obtenus por la realización de un procedimiento de control según la invención, y

- la figura 7 ilustra un diagrama de estado de un procedimiento de despegue automático según la invención.

- 20 [0015] Se ha ilustrado en las figuras 1, 2 y 3, un procedimiento de control del aterrizaje automático de un dron en una reja circular de aterrizaje de una plataforma naval.

[0016] Esta plataforma está por ejemplo designada por la referencia general 1 en estas figuras y comprende por lo tanto una zona de aterrizaje designada por la referencia general 2, provista de una reja adaptada para recibir por ejemplo un arpón de mantenimiento en posición del dron cuando está posado, de manera clásica.

- 25 [0017] De hecho, el procedimiento de control según la invención consiste en llevar el dron a una zona cercana de la plataforma gracias a las informaciones de geo-localización de esta plataforma, luego en pilotar automáticamente el dron en velocidad, relativamente a esta plataforma, gracias un sensor de movimientos de alta frecuencia de tipo por ejemplo sensor de aterrizaje óptico, con el fin de llevarlo a posarse con toda seguridad an la reja de aterrizaje de la plataforma.

- 30 [0018] A tal efecto, se tratan las medidas de posición y de velocidad de la plataforma para elaborar una trayectoria de acercamiento del dron luego se tratan las medidas de separación de posición plataforma/dron híbridadas con las medidas inerciales de la plataforma para elaborar una trayectoria final de aterrizaje del dron

- 35 [0019] La trayectoria calculada es similar a aquella del aterrizaje de un helicóptero para establecer un régimen establecido de circulación de aire alrededor de las superestructuras de la plataforma y garantizar la estabilidad del vuelo, pero también para que los controles visuales de seguridad sean idénticos a los de los helicópteros para el oficial de aviación.

[0020] Por lo tanto no se trata de hacer únicamente una dependencia permanente de la posición del dron con respecto al puente de la plataforma, sino de posicionar el dron en un lugar particular por encima del movimiento general del puente y luego esperar que las condiciones de posición, de velocidad y de altitud se satisfagan.

[0021] Tampoco se trata únicamente de predecir una cresta de ola para aterrizar.

- 40 [0022] Efectivamente, la predicción a corto plazo de las posiciones y las altitudes del puente permiten solamente verificar que las condiciones siempre se reunirán en el contacto, permitiendo el endurecimiento del tren de aterrizaje del dron absorber las velocidades correspondientes.

- 45 [0023] Además, la distancia relativa de los dos dispositivos es decir de la plataforma y del dron, durante la fase crítica de la localización, se vigila mediante una tecnología no GPS, por ejemplo óptica y por lotanto siempre disponible y fiable.

[0024] De hecho, la recuperación del dron se divide en tres fases generales ilustradas en estas figuras 1, 2 y 3.

[0025] Estas fases son la reunión, el acercamiento y la localización.

[0026] La reunión del dron con la plataforma es una fase de posicionamiento del dron en un punto por ejemplo GPS fijo de la referencia geográfica NED (para North East Down).

[0027] Este punto está colocado en altitud de seguridad hacia atrás de la plataforma en la fecha de la reunión estimada. Este punto se designa mediante E1 en las figuras 1 y 2.

[0028] El acercamiento es una secuencia que permite al dron entrar en el puente en la dirección del viento relativo.

5 [0029] Las informaciones de geo-localización media de la plataforma permiten definir una trayectoria de acercamiento de consigna para el dron, por alineación de los dos dispositivos a partir del punto E1.

[0030] La trayectoria de acercamiento está orientada globalmente según el rumbo medio de la plataforma para realizar un acercamiento por detrás de esta plataforma de cara al hangar de helicóptero de esta por ejemplo.

10 [0031] A continuación, la trayectoria del dron se orienta finamente hacia el viento infinito aguas arriba de la plataforma si está comprendida en el galibo de viento autorizado por el dron/ plataforma. Si no lo está, el contrato de viento no se cumple por la pasarela de aviación de la plataforma y trayectoria del navío debe cambiar para observar este galibo de viento.

[0032] Esta trayectoria de acercamiento pasa por un punto E2 ilustrado en estas figuras 1 y 2, acercándose el dron a la plataforma en distancia y en altitud.

15 [0033] Al proseguir el dron su acercamiento a la plataforma, entra en el campo de visión de los medios de medida de separación ópticos implantados en la plataforma, designándose este campo de visión por la referencia general 3 en estas figuras 1 y 2.

[0034] Se inicia entonces la fase de pilotaje preciso del dron con vistas a su aterrizaje.

20 [0035] Se lleva entonces el dron bajo el control de los medios que forman el sensor de separación a encadenar consignas de posición W, T1 y T2 con fases de espera previstas en cada uno de estos puntos, para verificar si se reúnen las condiciones dinámicas del aterrizaje y en particular las velocidades relativas y los ángulos de altitud entre el puente y el dron.

[0036] La estrategia de localización realizada dependerá entonces de los movimientos de la plataforma y de la dinámica del dron.

25 [0037] Así, si el dron no puede seguir los movimientos de la reja y si los movimientos de la reja son reducidos, es decir inferiores al radio de esta, se aplicará entonces una estrategia de localización por seguimiento de la posición media de la reja, mientras que si los movimientos de la reja son amplios, es decir superiores al radio de la reja, se aplicará entonces una estrategia de localización por posicionamiento en los mínimos de velocidad de la reja.

30 [0038] Si el dron puede seguir los movimientos de la reja y si los movimientos de la reja son reducidos, es decir inferiores al radio de la reja, se aplicará una estrategia de localización según la posición media de la reja y si los movimientos de la reja son amplios, es decir superiores al radio de la reja, se aplicará una estrategia de localización por seguimiento de la posición de reja predicha en el momento del aterrizaje.

35 [0039] La orden de descenso vertical se da cuando el dron está en T2 y se satisfacen las condiciones siguientes simultáneamente:

1) Las condiciones dinámicas en velocidad y en altitud se satisfacen, dependiendo estas esencialmente de la resistencia del tren de aterrizaje y de la altura del centro de gravedad del dron.

2) Se mide el dron en la vertical de la reja por los medios que forman el sensor de separación óptico.

40 3) La posición de la reja se predice bajo el dron cuando habrá terminado su descenso vertical, es decir por ejemplo en menos de 5 segundos.

[0040] Para observar los movimientos de la reja y determinar la estrategia de localización, se utilizan el principio de extracción de los movimientos de la reja en la referencia pseudo-inercial media de la plataforma y en la predicción a corto plazo de la posición de la reja se utilizan técnicas de tratamiento de señal clásicas para identificar estadísticamente el comportamiento de un sistema físico utilizando una técnica de estimación de los coeficientes de un filtro oscilante justo estable, para predecir la posición de la reja en una referencia pseudo inercial que va a la velocidad de la plataforma.

45 [0041] El acondicionamiento numérico de los coeficientes del filtro es determinante y teniendo en cuenta los componentes aleatorios del movimiento de la plataforma, estas técnicas permiten una predicción fiable en algunos segundos, lo cual basta para validar que el aterrizaje va a realizarse correctamente.

50 [0042] Todos estos medios son ya bien conocidos en el estado de la técnica y no se describirán con más detalle en lo que sigue.

[0043] Tal como se ha ilustrado en la figura 3, esto permite llevar el dron, designado por la referencia general 4 en esta figura, por encima del puente de la plataforma 1 y en particular por encima de la reja de aterrizaje 5 de este.

5 [0044] Una vez posado, puede ser activado un medio de fijación del dron al puente, como por ejemplo un arpón en la reja de aterrizaje.

[0045] Esto se ilustra por ejemplo en la figura 4, donde se puede constatar que las diferentes órdenes enviadas al dron y más especialmente a sus medios de pilotaje automático, le ordenan en 10 colocarse en el punto E1, en 11 colocarse en el punto E2, en 12 colocarse en el punto W, donde el control de su posición pasa del sistema GPS al sensor de separación óptico en 13.

10 [0046] El dron se desplaza a continuación en T1 tal como se ilustra en 14 y tras una fase de espera en 15, desciende en T2 en 16 y tras una fase de espera en 17, se posa en el puente en 18, antes de activar los medios de fijación tales como por ejemplo el arpón en 19.

15 [0047] Las figuras 5 y 6 ilustran simulaciones de trayectorias y de impactos en el aterrizaje, bajo la forma de un barrido de simulación de tipo Monte Carlo, de 50 aterrizajes con mar a fuerza 5 con un oleaje de 165° (15° en la parte delantera).

[0048] Estas figuras muestran que en 50 simulaciones de aterrizaje, 39 se han logrado a la primera.

[0049] 11 aterrizajes son al lado de la reja en el primer posado y en este caso el dron se lleva a volver a despegar y a volver a intentar un aterrizaje.

20 [0050] Se han iniciado unos ensayos en magnitud naturaleza y han confirmado la fiabilidad de este procedimiento de control.

[0051] Asimismo, el procedimiento según la invención comprende también una etapa de verificación de condiciones de altitud de la plataforma antes de dar la orden de despegue al dron.

25 [0052] Esta etapa de control consiste en calcular unas predicciones de balanceo y de cabeceo de la plataforma y en verificar que estas predicciones de balanceo y de cabeceo, durante el tiempo necesario para el despegue, están en el interior de umbrales límite predeterminados tal como se ilustra en la figura 7, o tras una etapa de arranque ilustrada en 20, el dron se pone en espera en 21 antes de activar en 22 su despegue automático, a partir del cual el dron se considera como estando en misión en 23.

30 [0053] Así, el despegue automático está condicionado por las condiciones de altitud de la plataforma en el momento del despegue, para evitar que el dron no despegue demasiado inclinado y alcance una velocidad horizontal inesperada.

[0054] El principio del despegue consiste entonces en ir al punto E1 tras la orden de despegue sabiendo que la orden de despegue solo se lanza tras una predicción continua de las altitudes de la plataforma en balanceo y cabeceo en el interior de los umbrales autorizados durante el tiempo necesario para el despegue.

35 [0055] El sistema de realización de este procedimiento comprende entonces un determinado número de medios de adquisición de datos como por ejemplo movimientos de la reja y de cálculo como por ejemplo de la posición media de esta reja o también predicciones de posición de la reja y mínimos de la velocidad de desplazamiento de esta.

40 [0056] Comprende también medios de adquisición de la posición del dron y medios de transmisión de órdenes de control al dron y más especialmente a los medios de pilotaje automático de este con el fin de llevarlo a aterrizar y/o despegar con toda seguridad.

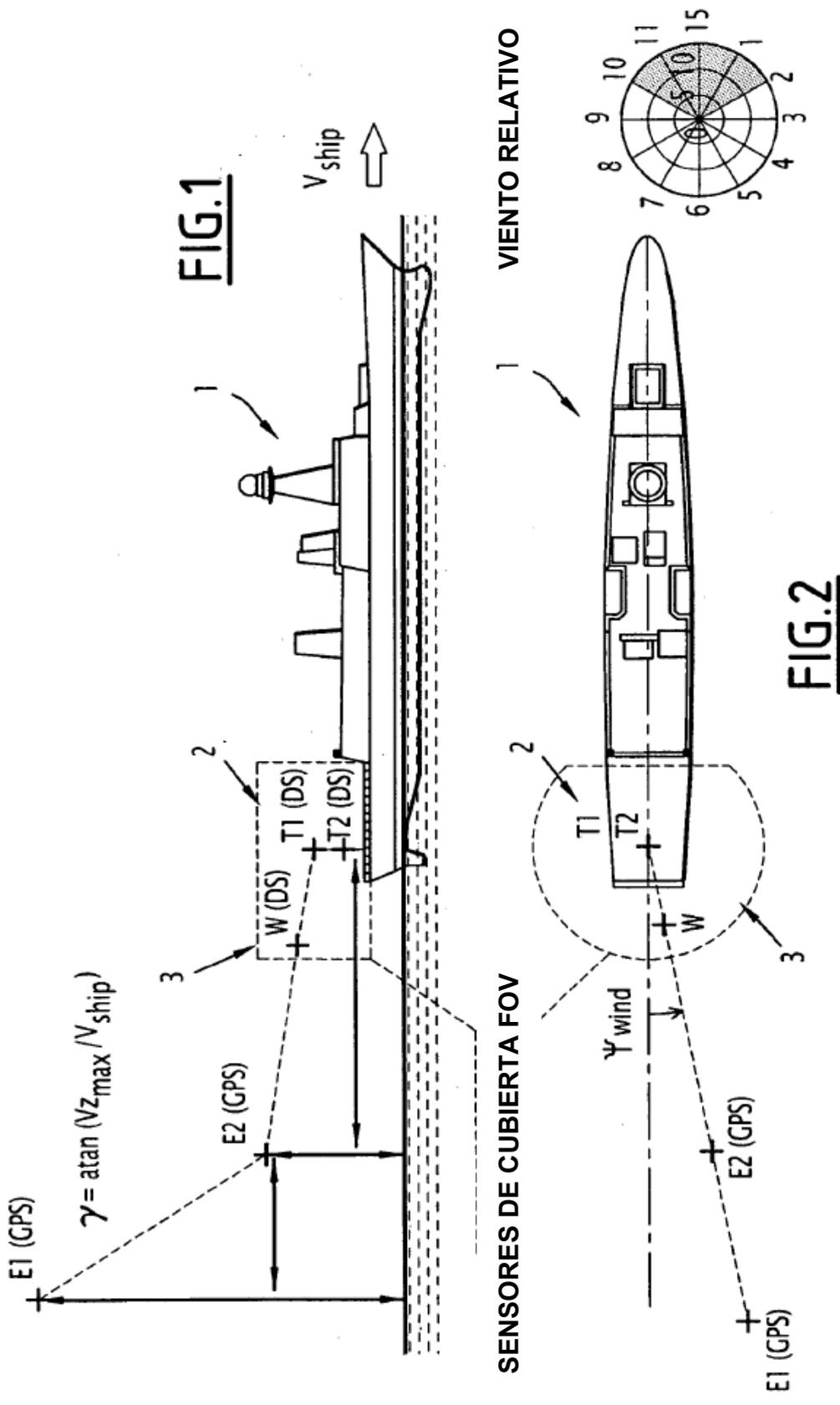
[0057] A presentar estos medios basados en centrales inerciales de adquisición de datos, de sistemas GPS, ópticos u otros estructuras clásicas, no se volverán a describir aquí.

[0058] De hecho, estos medios pueden presentar cualquiera de las estructuras apropiadas que integran programas de ordenadores para la realización de las diferentes etapas descritas anteriormente.

45

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de control del aterrizaje/despegue automático de un dron (4) en o desde una reja circular de aterrizaje (5) de una plataforma naval (1), procedimiento que comprende una etapa de adquisición de los movimientos de la reja (5), **caracterizado por el hecho de que** comprende las etapas siguientes:
- 5 - una etapa de cálculo de la posición media de la reja (5),
  - una etapa de cálculo de predicciones de posición de la reja (5),
  - una etapa de cálculo de los mínimos de velocidad de desplazamiento de la reja (5), y
  - una etapa de adquisición de la posición del dron (4) para:
    - 10 . si el dron (4) no puede seguir los movimientos de la reja (5) y si los movimientos de la reja (5) son reducidos, es decir inferiores al radio de esta, aplicar una estrategia de localización por seguimiento de la posición media de la reja, mientras que si los movimientos de la reja son amplios, es decir superiores al radio de la reja, aplicar una estrategia de localización por posicionamiento en los mínimos de velocidad de la reja; y
    - 15 . si el dron (4) puede seguir los movimientos de la reja y si los movimientos de la reja (5) son reducidos, es decir inferiores al radio de la reja, aplicar una estrategia de localización según la posición media de la reja y si los movimientos de la reja son amplios, es decir superiores al radio de la reja, aplicar una estrategia de localización por seguimiento de la posición de reja predicha en el momento del aterrizaje.
2. Procedimiento de control del aterrizaje/despegue automático de un dron según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** comprende una etapa de control de las condiciones dinámicas en velocidad y en altitud de la plataforma (1) y del dron (4), una etapa de verificación de que el dron (4) está efectivamente en la vertical de la reja (5) y una etapa de verificación de que la posición de la reja (5) predicha cuando este habrá terminado su descenso, está efectivamente situada bajo este dron, para suministrar la orden de aterrizaje al dron.
3. Procedimiento de control del aterrizaje/despegue automático de un dron según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado por el hecho de que** comprende antes de la fase de aterrizaje propiamente llamada una fase de reunión entre el dron (4) y la plataforma (1) en un punto geográfico predeterminado por detrás de la plataforma, seguida de una fase de acercamiento en el transcurso de la cual la trayectoria de acercamiento está orientada globalmente según el rumbo medio de desplazamiento de la plataforma para realizar un acercamiento por detrás de esta.
4. Procedimiento de control del aterrizaje/despegue automático de un dron según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** comprende una etapa de verificación de condiciones de altitud de la plataforma (1), antes de dar la orden de despegue al dron (4).
5. Procedimiento de control del aterrizaje/despegue automático de un dron según la reivindicación 4, **caracterizado por el hecho de que** la etapa de control de las condiciones de altitud consiste en calcular unas predicciones de balanceo y de cabeceo de la plataforma (1) y en verificar que estas predicciones de balanceo y de cabeceo de la plataforma, durante el tiempo necesario para el despegue del dron (4), están en el interior de umbrales límite predeterminados.
6. Sistema de control del aterrizaje/despegue automático de un dron (4) en o desde una reja circular de aterrizaje (5) de una plataforma naval (1), que comprende medios de adquisición de los movimientos de la reja (5), **caracterizado por el hecho de que** comprende medios de cálculo de la posición media de la reja (5), medios de cálculo de predicciones de posición de la reja (5), medios de cálculo de los mínimos de velocidad de desplazamiento de la reja (5), medios de adquisición de la posición del dron y medios de verificación de condiciones de altitud de la plataforma, para llevar a cabo el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.



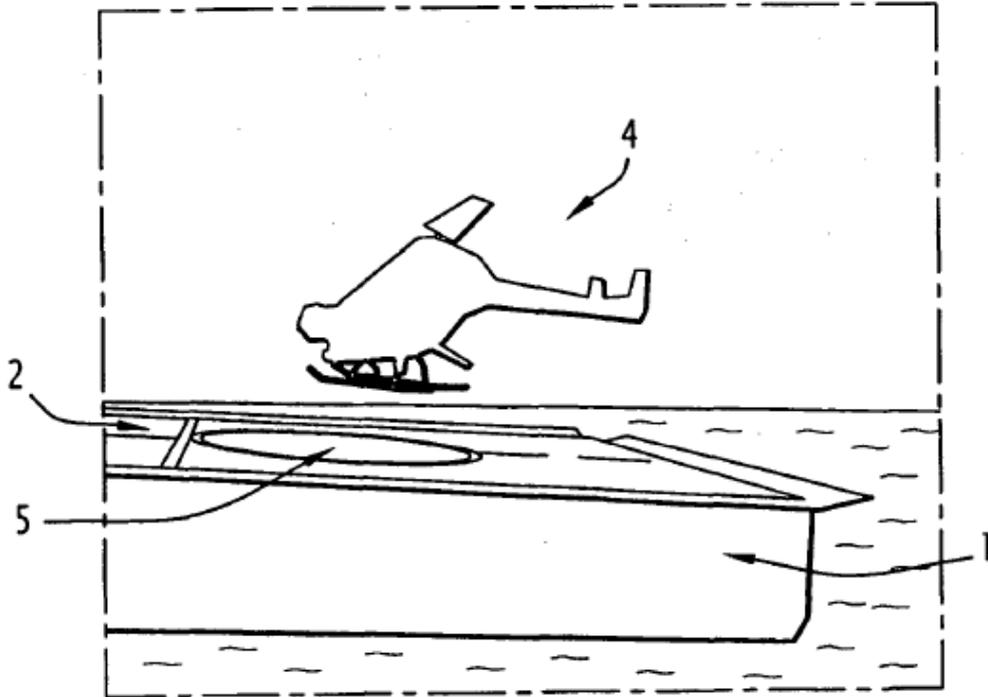
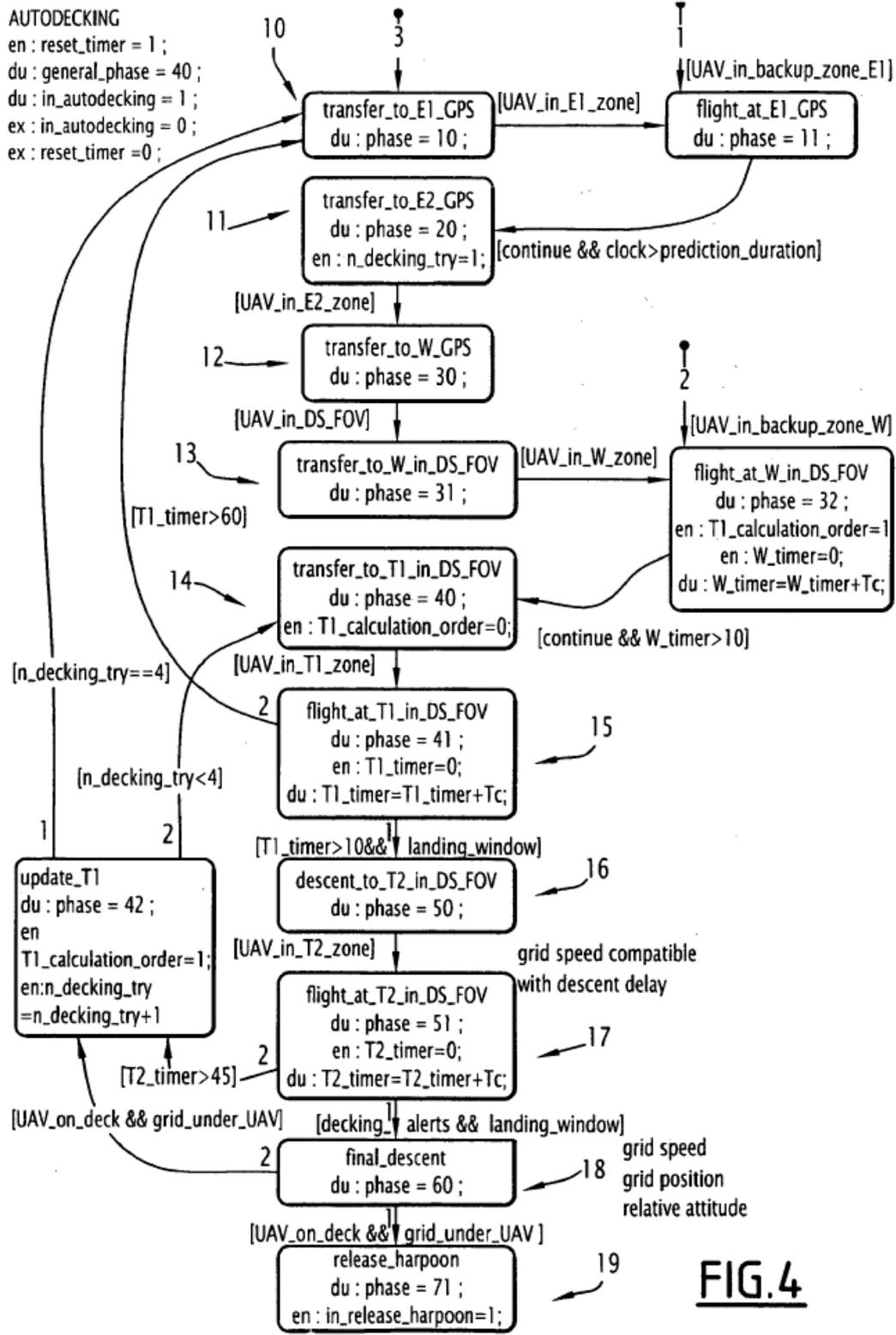
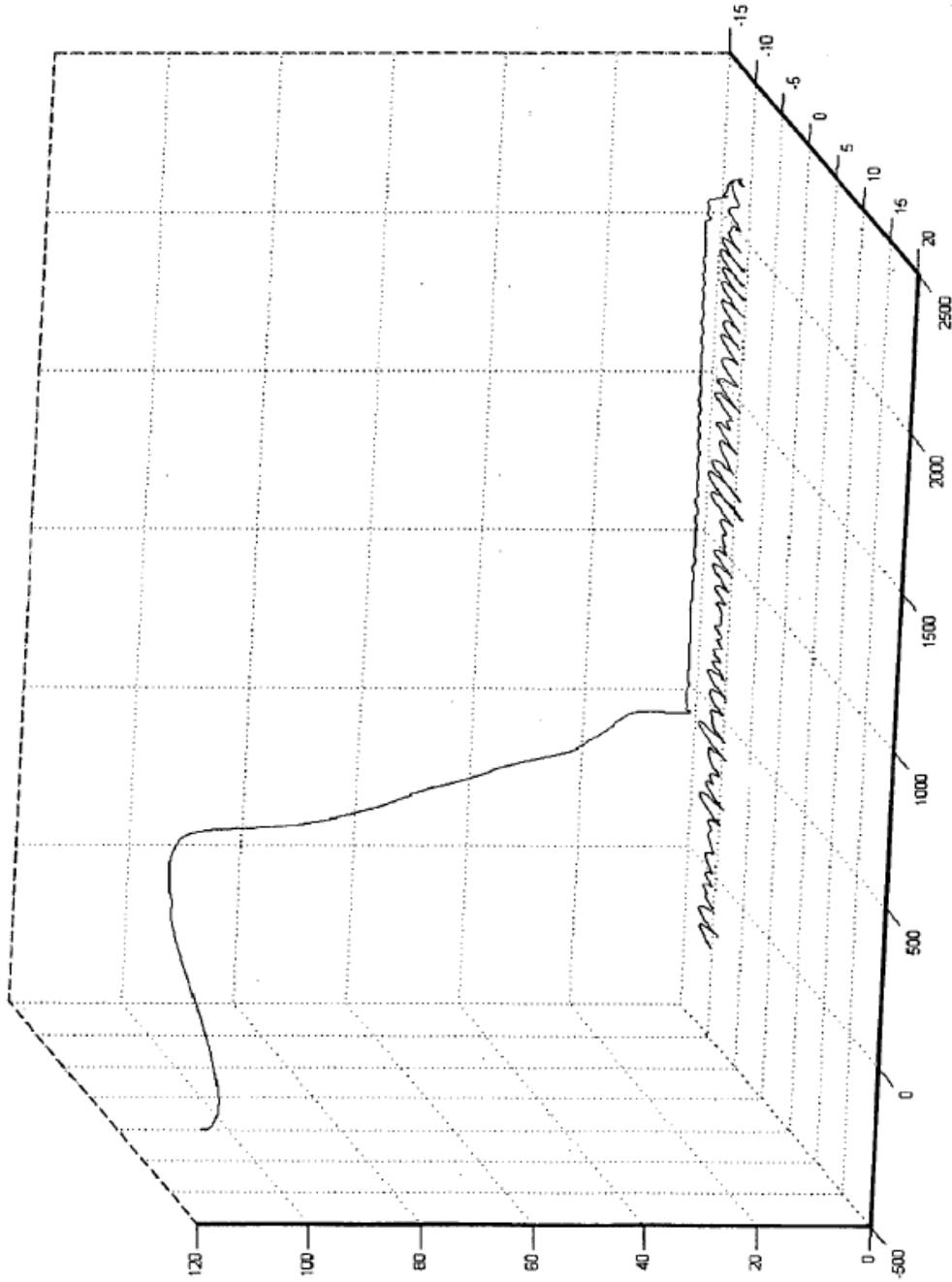


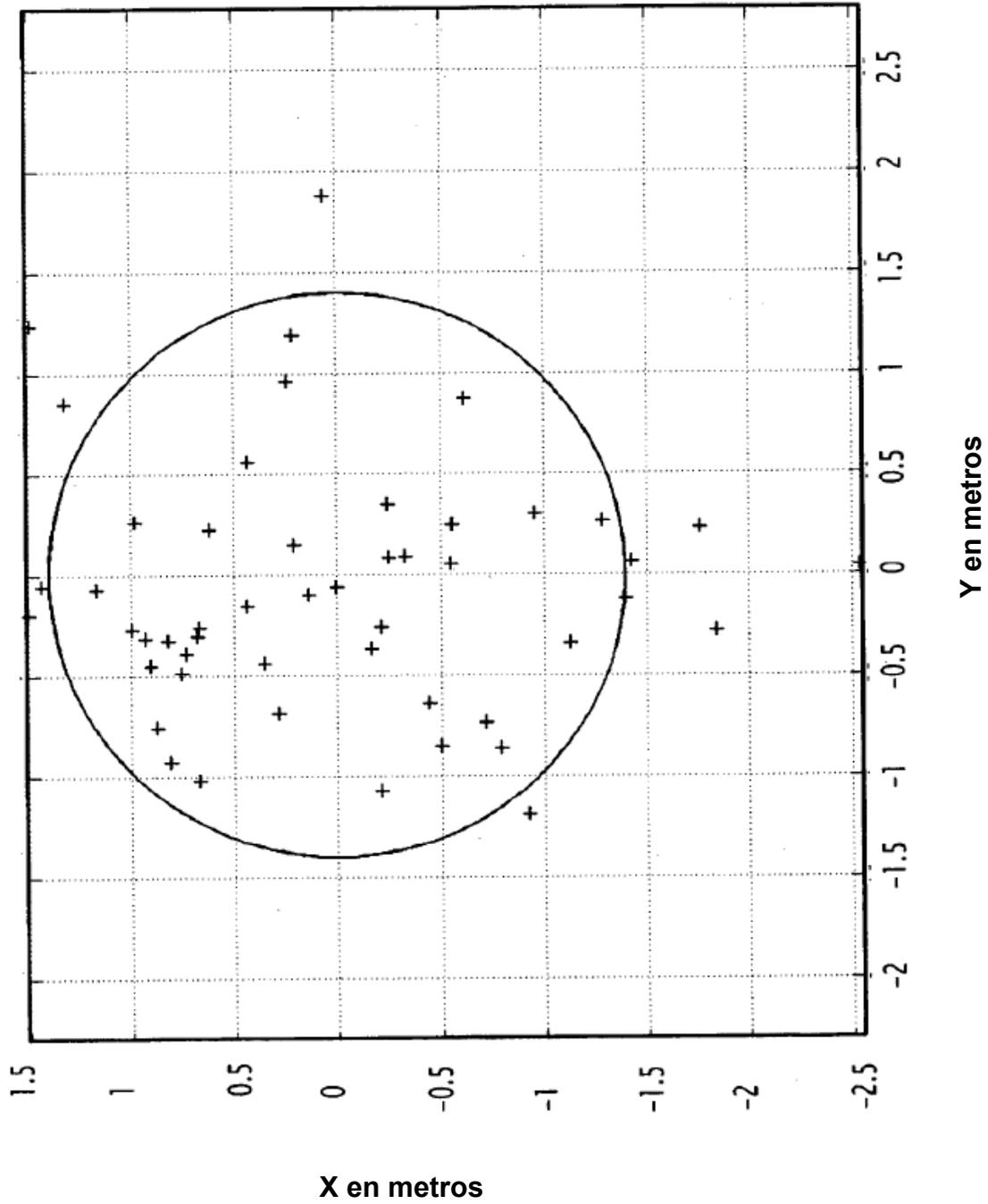
FIG.3



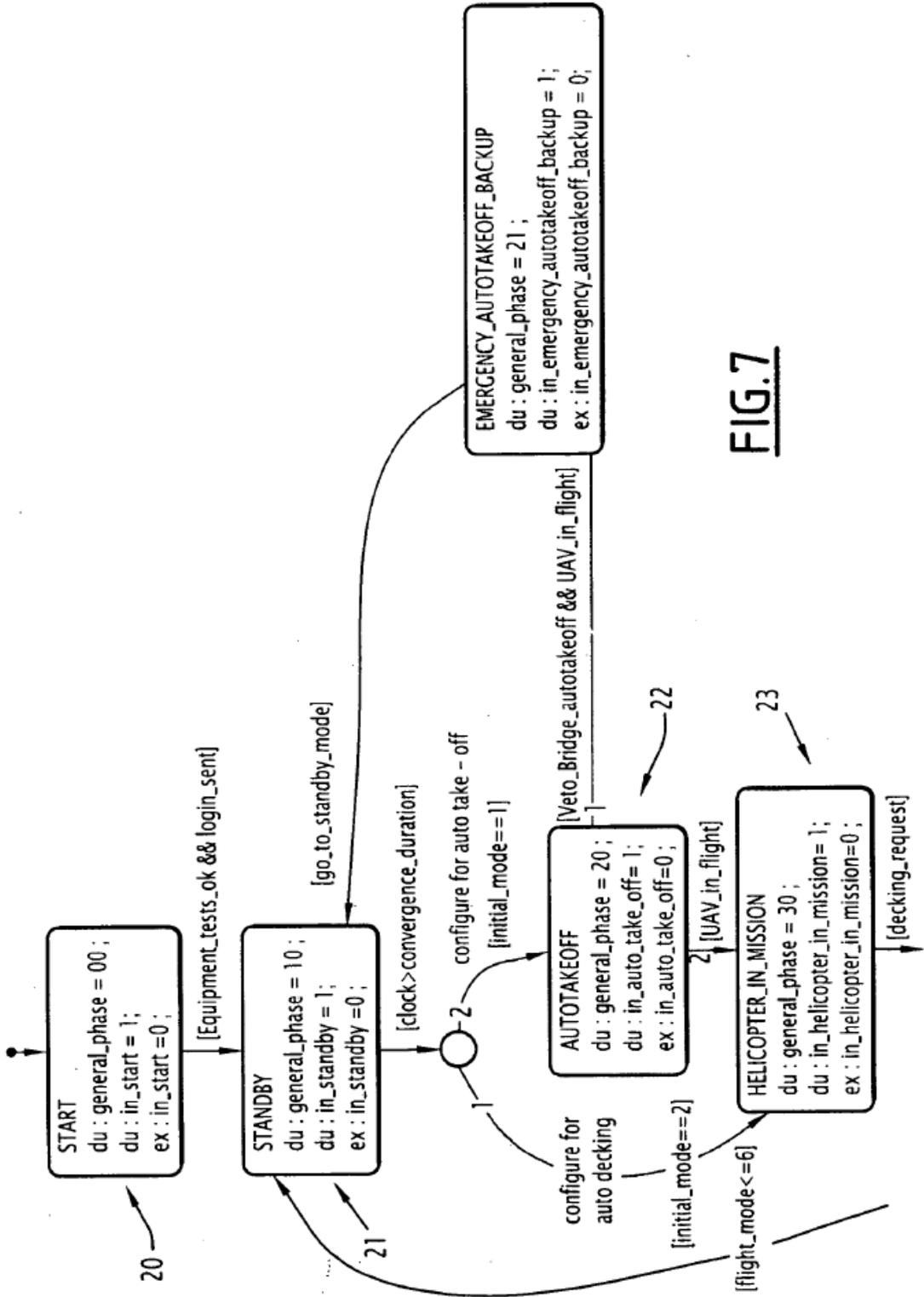
**FIG.4**



**FIG.5**



**FIG.6**



**FIG. 7**