

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

11 N° de publication : 3 087 134

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21 N° d'enregistrement national : 18 59387

51 Int Cl⁸ : A 63 H 27/127 (2019.01), B 64 C 39/02

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 10.10.18.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 17.04.20 Bulletin 20/16.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : PARROT DRONES Société par
actions simplifiée — FR.

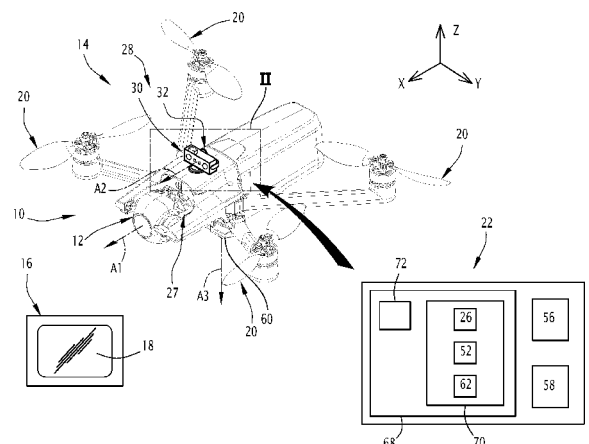
72 Inventeur(s) : OUDWAN Maher et SEYDOUX FOR-
NIER DE CLAUSONNE Henri.

73 Titulaire(s) : PARROT DRONES Société par actions
simplifiée.

74 Mandataire(s) : LAVOIX.

54 ENSEMBLE DE DETECTION D'OBSTACLE POUR DRONE, DRONE EQUIPE D'UN TEL ENSEMBLE DE
DETECTION D'OBSTACLE ET PROCEDE DE DETECTION D'OBSTACLE.

57 L'ensemble de détection d'obstacle est prévu pour un
drone (10) à voilure tournante, et comprend un dispositif de
détection d'obstacle (28) possédant un support orientable
de détection (30) motorisé configuré pour être fixé sur le
drone (10), et une unité de détection d'obstacle (30) portée
par le support orientable, l'unité de détection d'obstacle (30)
portant au moins un capteur de détection d'obstacle (64, 66)
et possédant un axe de visée (A2), et un module d'orienta-
tion (52) configuré pour commander le support orientable de
détection (32) de façon à orienter l'axe de visée (A2) de
l'unité de détection d'obstacle (30) en fonction de la direction
de déplacement du drone (10) portant le support orientable
de détection (32).



FR 3 087 134 - A1



Ensemble de détection d'obstacle pour drone, drone équipé d'un tel ensemble de détection d'obstacle et procédé de détection d'obstacle

5 La présente invention concerne le domaine des aéronefs sans pilote à bord (ou « drones ») à voilure tournante, et en particulier la détection d'obstacle sur la trajectoire d'un drone à voilure tournante.

10 Il est possible de piloter un drone à voilure tournante à distance, par exemple en utilisant une caméra embarquée sur le drone dont les images sont transmises à un dispositif de pilotage à distance de façon à permettre au pilote de voir ce qui se situe devant le drone.

Un drone peut aussi être piloté de manière autonome par un pilote automatique, embarqué sur le drone ou pilotant le drone à distance, en utilisant les images fournies par une caméra embarquée sur le drone.

15 Cependant, lorsque le drone est confronté à un obstacle sur sa trajectoire, il peut s'avérer difficile pour le pilote humain ou pour le pilote automatique de trouver un chemin de contournement de l'obstacle de manière efficace.

Un des buts de l'invention est de proposer un dispositif de détection d'obstacle qui facilite le pilotage d'un drone à voilure tournante.

20 A cet effet, l'invention propose un ensemble de détection d'obstacle pour drone à voilure tournante, comprenant un dispositif de détection d'obstacle possédant un support orientable de détection motorisé configuré pour être fixé sur le drone, et une unité de détection d'obstacle portée par le support orientable, l'unité de détection d'obstacle portant au moins un capteur de détection d'obstacle et possédant un axe de visée, et un module d'orientation configuré pour commander le support orientable de détection de façon à orienter l'axe de visée de l'unité de détection d'obstacle en fonction de la direction de déplacement du drone portant le support orientable de détection.

30 L'unité de détection d'obstacle portée par le support orientable destiné à être fixé sur le drone peut être orientée par rapport au drone pour viser sensiblement dans la direction de déplacement du drone, qui peut être distincte de l'axe de roulis du drone et/ou de l'axe de visée d'une caméra utilisée pour piloter le drone.

35 Lorsqu'un premier obstacle se présente devant le drone, il est notamment possible de maintenir le drone orienté vers ce premier obstacle, de déplacer le drone latéralement en pointant l'unité de détection d'obstacle sur le côté du drone pour détecter un éventuel deuxième obstacle situé sur le côté du drone, jusqu'à ce que le drone soit décalé latéralement par rapport au premier obstacle et puisse continuer à avancer.

Dans des exemples de réalisation particuliers, l'ensemble de détection d'obstacle comprend une ou plusieurs des caractéristiques optionnelles suivantes, prises isolément ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles :

5 - le module d'orientation est configuré pour commander le support orientable de détection de façon que la projection orthogonale de l'axe de visée sur le plan de référence défini par l'axe de roulis et l'axe de tangage du drone coïncide avec la projection orthogonale de la direction de déplacement du drone sur ce plan de référence ;

10 - le module d'orientation est configuré pour commander le support orientable de détection de façon que la projection de l'axe de visée sur le plan horizontal coïncide avec la projection de la direction de déplacement du drone sur ce plan de référence ;

- le support orientable de détection est configuré pour l'orientation de l'unité de détection d'obstacle autour d'au moins deux axes de rotation perpendiculaires entre eux, et de préférence autour de trois axes de rotation orthogonaux ;

15 - un des axes de rotation coïncide avec l'axe de lacet du drone ;

- le module d'orientation est configuré pour déterminer la direction de déplacement du drone, par exemple en fonction d'instructions de pilotage reçu par le drone et/ou de donnée fournies par un dispositif de géolocalisation du drone et/ou une centrale inertielle du drone ;

20 - l'unité de détection d'obstacle porte deux capteurs de détection d'obstacle qui sont des caméras de stéréovision ;

- l'unité de détection d'obstacle porte au moins un capteur de détection d'obstacle qui est un capteur de télémétrie, chaque capteur de télémétrie étant par exemple un capteur de télémétrie optique, un capteur de télémétrie acoustique ou un capteur de télémétrie radar.

25 L'invention concerne aussi un drone équipé d'un ensemble de détection d'obstacle tel que défini ci-dessus, le support orientable de détection étant fixé sur le drone.

30 L'invention concerne encore un procédé de détection d'obstacle sur la trajectoire d'un drone à voilure tournante, comprenant la commande d'un support orientable de détection monté sur le drone et portant une unité de détection d'obstacle possédant au moins un capteur de détection d'obstacle et possédant un axe de visée, de façon à orienter l'axe de visée de l'unité de détection d'obstacle en fonction de la direction de déplacement du drone.

35 Dans des exemples de réalisation particuliers, le procédé de détection d'obstacle comprend une ou plusieurs des caractéristiques optionnelles suivantes, prises isolément ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles :

- il comprend la commande du support orientable de détection de façon que la projection de l'axe de visée sur le plan de référence défini par l'axe de roulis et l'axe de tangage du drone coïncide avec la projection de la direction de déplacement du drone sur ce plan de référence ;

5 - il comprend la commande du support orientable de détection de façon que la projection de l'axe de visée sur le plan horizontal coïncide avec la projection de la direction de déplacement du drone sur le plan horizontal.

L'invention et ses avantages seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux
10 dessins annexés, sur lesquels :

- la Figure 1 est une vue schématique d'un drone à voilure tournante équipé d'un ensemble de détection d'obstacle ;

- la Figure 2 est une vue schématique agrandie de la zone II sur la Figure 1, illustrant un dispositif de détection d'obstacle de l'ensemble de détection d'obstacle ;

15 - les Figures 3 et 4 sont des vues schématiques en perspective de l'ensemble de détection d'obstacle illustrant l'orientation d'une unité de détection d'obstacle de l'ensemble de détection d'obstacle en fonction de la direction de déplacement du drone ;
et

- les Figures 5 et 6 sont des vues schématiques de dessus du drone de la
20 Figure 1, illustrant des scénarii d'évitement d'obstacles

Sur les Figures 1 et 2, un drone 10, c'est-à-dire un aéronef sans pilote humain à bord, est équipé d'une caméra d'observation 12 et d'un ensemble de détection d'obstacle 14.

25 Le drone 10 est un engin volant motorisé autopiloté ou pilotable à distance, par exemple via un dispositif de commande à distance 16 équipée d'un écran d'affichage 18, permettant à l'utilisateur de saisir ses commandes de vol et/ou de visualiser des images prise par la caméra d'observation 12 et envoyées par le drone 10.

30 Le dispositif de commande à distance 16 est connue en soi. Dans l'exemple de la Figure 1, le dispositif de commande à distance 16 est réalisé via un ordiphone (de l'anglais « smartphone ») ou une tablette électronique. En variante, le dispositif de commande à distance 16 est une manette comprenant par exemple au moins un organe de commande mobile, par exemple un levier de commande (ou « joystick »), un bouton rotatif, un curseur...

35 Le drone 10 est un drone à voilure tournante et comporte au moins un rotor 20 pour assurer la sustentation verticale du drone 10. Sur la Figure 1, le drone 10 comporte

une pluralité de rotors 20, et est alors appelé drone multirotor. Le nombre de rotors 20 est par exemple égal à quatre, et le drone 10 est alors appelé drone quadrirotor.

Le drone 10 présente, de manière usuelle, un repère orthogonal de référence possédant un axe de roulis X, un axe de tangage Y et un axe de lacet Z. Lorsque le drone 10 est en vol stationnaire, l'axe de roulis X est dirigé horizontalement de l'arrière vers l'avant, l'axe de tangage Y est dirigé horizontalement de la droite vers la gauche, et l'axe de lacet Z est dirigé verticalement du bas vers le haut.

Le drone 10 comporte un dispositif électronique de pilotage 22 configuré pour le pilotage du drone 10.

Le dispositif électronique de pilotage 22 est de préférence configuré pour échanger des données, de préférence par ondes radioélectriques, avec un ou plusieurs équipements électroniques, notamment avec le dispositif de commande à distance 16, voire avec d'autres équipements électroniques pour la transmission de la ou des images acquises par la caméra d'observation 12 et/ou d'autres informations relatives au drone 10, telles qu'une altitude, une inclinaison, une vitesse, un état de vol, une position géographique et/ou une charge d'une batterie électrique équipant le drone 10.

Le drone 10 comporte un module de pilotage 26 configuré pour piloter le drone 10 suivant des instructions de vol d'un pilote humain ou d'un pilote automatique envoyée par le dispositif de pilotage à distance 16, et/ou pour piloter le drone 10 de manière autonome, auquel cas le module de pilotage 26 intègre lui-même un pilote automatique.

La caméra d'observation 12 est par exemple montée sur le drone 10 par l'intermédiaire d'un support orientable d'observation 27 motorisé (souvent désigné par le terme anglais « *gimbal* ») permettant de modifier l'orientation de l'axe de visée A1 de la caméra d'observation 12 par rapport au drone 10.

En variante, la caméra d'observation 12 est montée fixe sur le drone 10 et est à visée frontale permettant d'obtenir une image d'une scène vers laquelle est orienté le drone 10. En variante encore, la caméra d'observation 12 est montée fixe sur le drone 10 et est à visée verticale pointant vers le bas pour capter des images d'un terrain survolé par le drone 10.

La caméra d'observation 12 permet de capturer des images à partir du drone 10 qui peuvent éventuellement être utilisée pour le pilotage du drone 10, par un pilote humain ou un pilote automatique.

L'ensemble de détection d'obstacle 14 est configuré pour détecter des éventuels obstacles présents sur la trajectoire du drone 10.

Comme cela est mieux visible sur la Figure 2, l'ensemble de détection d'obstacle 14 comprend un dispositif de détection d'obstacle 28 comprenant une unité de

détection d'obstacle 30 et support orientable de détection 32 motorisé, l'unité de détection d'obstacle 30 possédant un axe de visée A2 et étant montée sur le drone 10 par l'intermédiaire du support orientable de détection 32, de manière à pouvoir modifier l'orientation de l'unité de détection d'obstacle 30 par rapport au drone 10 afin de pointer l'unité de détection d'obstacle 30 dans une direction choisie.

Le dispositif de détection d'obstacle 28 est fixé sur le drone 10 de manière à pouvoir détecter des obstacles sur la trajectoire du drone 10.

L'unité de détection d'obstacle 30 définit la partie sensible de l'ensemble de détection d'obstacle 14. L'unité de détection d'obstacle 30 comprend un ou plusieurs capteurs de détection d'obstacle comme cela sera décrit par la suite.

Le support orientable de détection 32 est configuré pour permettre l'orientation de l'unité de détection d'obstacle 30 par rapport au drone 10 autour d'au moins un axe de rotation, de préférence autour d'au moins deux axes de rotation distincts, par exemple autour de deux axes de rotation distincts, en particulier deux axes de rotation perpendiculaires entre eux, encore de préférence autour de trois axes de rotation distincts, par exemple trois axes orthogonaux, de préférence concourants, i.e. se croisant en un centre de rotation.

Le support orientable de détection 32 est ici configuré pour l'orientation de l'unité de détection d'obstacle 30 autour de trois axes de rotation V1, V2, V3 orthogonaux concourants se croisant en un centre de rotation O, comme illustré par les flèches R1, R2, R3 respectivement.

Le support orientable de détection 32 possède une partie fixe 34 configurée pour être fixée sur le drone 10, une partie mobile 36 portant l'unité de détection d'obstacle 30, et un ensemble d'articulation 38 reliant la partie fixe 34 à la partie mobile 36 pour permettre la rotation de la partie mobile 36 par rapport à la partie fixe 34 autour de chaque axe de rotation V1, V2, V3. L'ensemble d'articulation 38 possède par exemple une articulation 40, 42, 44 respective associée à chaque axe de rotation V1, V2, V3.

Le support orientable de détection 32 est motorisé pour permettre de commander l'orientation de l'unité de détection d'obstacle 30. Le support orientable de détection 32 possède au moins un moteur d'orientation configuré pour commander l'orientation de l'unité de détection d'obstacle 30. Le support orientable de détection 32 possède par exemple un moteur d'orientation respectif associé à chaque axe de rotation V1, V2, V3 pour modifier l'orientation de l'unité de détection d'obstacle 30 autour de cet axe de rotation V1, V2, V3. Chaque moteur d'orientation est par exemple un moteur électrique ou un moteur piézoélectrique.

L'ensemble de détection d'obstacle 14 comprend un module d'orientation 52 (Figure 1) configuré pour commander le support orientable de détection 32, en particulier chaque moteur d'orientation du support orientable de détection 32, de manière à orienter l'axe de visée A2 de l'unité de détection d'obstacle 30 en fonction de la direction de déplacement du drone 10.

Avantageusement, l'unité de détection d'obstacle 30 est équipée d'une centrale inertielle 54 (ou IMU de l'anglais « Inertial Measurement Unit ») pour mesurer les mouvements et/ou la position de l'unité de détection d'obstacle 30.

Le module d'orientation 52 est alors configuré pour commander le support orientable de détection 32 en fonction des données fournies par la centrale inertielle 54 équipant l'unité de détection d'obstacle 30. Ceci permet un contrôle plus précis de l'orientation de l'unité de détection d'obstacle 30.

Le drone 10 comprend en option un dispositif de géolocalisation 56 configuré pour déterminer la position géographique du drone 10 en fonction de signaux de géolocalisation émis par des satellites de géolocalisation, par exemple un système de géolocalisation par satellite tel que le système GPS, le système GLONASS ou le système GALILEO.

Le drone 10 comprend de préférence une centrale inertielle 58 (ou IMU de l'anglais « *Inertial Measurement Unit* ») configurée pour déterminer l'orientation du drone 10, ses mouvements et/ou sa position.

Le module d'orientation 52 est par exemple configuré pour commander le support orientable de détection 32 en fonction du déplacement du drone 10 déterminé à partir de données provenant du module de pilotage 26, du dispositif de géolocalisation 56 et/ou de la centrale inertielle 58.

Comme illustré sur les Figures 3 et 4, qui illustrent deux directions de déplacement D différentes, dans un exemple de réalisation, le module d'orientation 52 est configuré pour commander le support orientable de détection 32 de façon que la projection orthogonale PA2 de l'axe de visée A2 de l'unité de détection d'obstacle 30 sur le plan de référence PR défini par l'axe de roulis X et l'axe de tangage Y du drone 10 coïncide avec la projection orthogonale PD de la direction de déplacement D du drone 10 sur ce plan de référence PR.

En variante, le module d'orientation 52 est configuré pour commander le support orientable de détection 32 de façon que la projection orthogonale de l'axe de visée A2 de l'unité de détection d'obstacle 30 sur le plan horizontal coïncide avec la projection orthogonale de la direction de déplacement D du drone 10 sur ce plan horizontal.

En pratique, le plan de référence PR et le plan horizontal sont sensiblement proches pour un drone 10 à voilure tournante, de sorte que ces deux solutions fonctionnent sensiblement également. Lorsque le drone 10 est en vol stationnaire, le plan de référence PR est confondu avec le plan horizontal, et lorsque le drone 10 se déplace, le plan de référence PR peut faire un angle de quelques degrés avec le plan horizontal.

L'orientation de l'unité de détection d'obstacle 30 de façon que la projection orthogonale de son axe de visée A2 sur le plan de référence PR ou sur le plan horizontal coïncide avec celle de la direction de déplacement du drone 10 permet de pointer l'axe de visée A2 de l'unité de détection d'obstacle 20 dans la direction dans laquelle le drone 10 se déplace horizontalement et est susceptible de rencontrer des obstacles.

Le support orientable de détection 32 est par exemple fixé sur le dessus du drone 10. Du fait de cette position, l'unité de détection d'obstacle 30 peut être orientée dans une direction quelconque dans le demi espace situé au-dessus du drone 10, et possède un angle mort correspondant sensiblement au demi-espace situé sous le drone 10, car le drone 10 lui-même empêche l'unité de détection d'obstacle 30 de détecter les obstacles situés au-dessous du drone 10.

Avantageusement, comme illustré sur la Figure 3, lors d'un déplacement horizontal ou ascendant du drone 10, le module d'orientation 52 est configuré pour commander le support orientable de détection 32 de manière que l'axe de visée A2 de l'unité de détection d'obstacle 30 est sensiblement parallèle à la direction de déplacement D du drone 10. Ceci permet de tenir compte de la composante verticale du déplacement du drone 10.

Comme illustré sur la Figure 4, lors d'un déplacement descendant du drone 10, l'unité de détection d'obstacle 30 est par exemple orientée de sorte que son axe de visée soit sensiblement horizontal, la projection de l'axe de visée A2 sur le plan de référence PR ou le plan horizontal coïncidant avec la projection de la direction de déplacement du drone 10 sur le plan de référence PR ou le plan horizontal.

Avantageusement, de manière connue, le drone 10 est équipé d'au moins un détecteur d'obstacle 60 (Figure 1) monté immobile sur le drone 10 et à axe de visée A3 vertical dirigé vers le bas pour la détection d'obstacles situés sous le drone 10 pour les déplacements du drone ayant une composante verticale vers le bas.

Dans une variante, l'unité de détection d'obstacle 30 est fixée sous le drone 10 pour détecter des obstacles situés dans le demi-espace situés sous le drone 10.

Le support orientable de détection 32 est alors par exemple commandé pour orienter l'axe de visée A2 de l'unité de détection d'obstacle 30 sensiblement suivant la direction de déplacement D du drone 10 lors des déplacements horizontaux et des

déplacements descendants, et/ou pour orienter l'axe de visée A2 sensiblement horizontalement, la projection de l'axe de visée A2 sur le plan de référence ou le plan horizontal coïncidant avec la projection de la direction de déplacement du drone 10 sur le plan de référence ou le plan horizontal, lors des déplacements ascendants.

5 Avantageusement, en option, le drone 10 est alors équipé d'au moins un détecteur d'obstacle monté immobile sur le drone 10 et à axe de visée vertical dirigé vers le haut pour la détection d'obstacles situés sous le drone 10 pour les déplacements du drone 10 ayant une composante verticale vers le haut.

10 Dans une autre variante le drone 10 est équipé de deux dispositifs de détection d'obstacle 28, l'unité de détection d'obstacle 30 de l'un étant montée au-dessus du drone 10 pour détecter les obstacles situés dans le demi-espace situé au-dessus du drone 10, et l'unité de détection d'obstacle 30 de l'autre étant montée au-dessous du drone 10 pour détecter les obstacles situés dans le demi-espace situé au-dessous du drone 10.

15 L'unité de détection d'obstacle 30 comprend au moins un capteur de détection d'obstacle permettant la détection d'obstacle à distance suivant l'axe de visée A2 de l'unité de détection d'obstacle 30.

20 L'ensemble de détection d'obstacle 14 comprend un module de détection d'obstacle 62 (Figure 1) configuré pour déterminer la présence éventuelle d'un obstacle en fonction des données fournies par chaque capteur de détection d'obstacle de l'unité de détection d'obstacle 30.

 L'unité de détection d'obstacle 30 porte par exemple deux capteurs de détection d'obstacle qui sont des caméras de stéréovision 64 (Figures 1 et 2) et qui permettent de détecter des obstacles par mesure stéréoscopique ou « stéréovision ».

25 Les caméras de stéréovision 64 possèdent chacune un axe de visée de caméra respectif (non représenté), les axes de visée respectifs des deux caméras de stéréovision 64 étant distincts. Les axes de visée des deux caméras de stéréovision 62 sont par exemple parallèles entre eux, en étant de préférence parallèle à l'axe de visée A2 de l'unité de détection d'obstacle 30. En variante, les axes de visée des deux caméras de stéréovision 64 définissent un angle non-nul entre eux, en étant de préférence concourants.

30 De manière connue, l'analyse de deux images d'une même scène capturées par deux caméras ayant des axes de visée distincts permet de reconstituer une cartographie tridimensionnelle de la scène, et ainsi de détecter des obstacles dans la scène. Ainsi, les caméras de stéréovision 62 permettent de détecter des obstacles dans la scène située devant l'unité de détection d'obstacle 30.

Le module de détection d'obstacle 62 est par exemple configuré pour analyser les images fournies par les caméras de stéréovision 64 et déterminer la présence éventuelle d'un obstacle.

5 En variante ou en complément facultatif, l'unité de détection d'obstacle 30 porte par exemple au moins un capteur de détection d'obstacle qui est un capteur de télémétrie 66, chaque capteur de télémétrie 66 étant configuré pour mesurer une distance avec un obstacle.

10 Chaque capteur de télémétrie 66 est par exemple configuré pour détecter une distance avec un objet distant suivant l'axe de visée A2 de l'unité de détection d'obstacle 30.

L'unité de détection d'obstacle 30 porte par exemple au moins un capteur de télémétrie 66 optique utilisant la lumière, au moins un capteur de télémétrie 66 acoustique utilisant des ondes acoustiques et/ou au moins un capteur de télémétrie 66 radar utilisant des ondes radioélectriques.

15 Un capteur de télémétrie optique est par exemple un télémètre laser (ou LIDAR) ou une caméra temps de vol. Un capteur de télémétrie acoustique est par exemple un sonar. Un capteur de télémétrie radar est par exemple un radar.

20 Le module de détection d'obstacle 62 est alors configuré pour analyser les données fournies par chaque capteur de télémétrie 66 pour déterminer la présence éventuelle d'un obstacle. Le dispositif électronique de pilotage 22 est intégré dans le drone 10.

Le dispositif électronique de pilotage 22 comprend par exemple une unité de traitement d'informations 68, formée par exemple d'une mémoire 70 et d'un processeur 72.

25 Dans l'exemple de la Figure 1, le module de pilotage 26 est réalisé sous la forme d'un logiciel enregistré sur la mémoire 70 et exécutable par le processeur 72.

Avantageusement, comme dans l'exemple de réalisation illustré, le module d'orientation 52 et le module de détection d'obstacle 62 sont intégrés dans le drone 10.

30 Le dispositif de détection d'obstacle 28 – formé du support orientable de détection 32 et l'unité de détection d'obstacle 30 – reçoit ainsi les commandes d'orientation de l'unité de détection d'obstacle 30 à partir du drone 10 et envoie au drone 10 les mesures de détection d'obstacle, le drone 10 alors configuré pour déterminer dans quelle direction orienter l'unité de détection d'obstacle 30 en fonction du déplacement du drone 10, et décider du déplacement du drone 10 en fonction des
35 données fournies par l'unité de détection d'obstacle 30, notamment pour décider d'un éventuel arrêt du déplacement du drone 10 en cas de détection d'un obstacle.

En particulier, et comme dans l'exemple illustré, le module d'orientation 52 et le module de détection d'obstacle 62 de l'ensemble de détection d'obstacle 14 sont par exemple intégrés au dispositif électronique de pilotage 22, i.e. à l'électronique embarquée du drone 10.

5 Ainsi, c'est plus précisément le dispositif électronique de pilotage 22 comprenant le module d'orientation 52 et le module de détection d'obstacle 62, qui est configuré pour déterminer dans quelle direction orienter l'unité de détection d'obstacle 30 en fonction du déplacement du drone 10, et décider du déplacement du drone 10 en fonction des données fournies par l'unité de détection d'obstacle 30, notamment pour décider d'un
10 éventuel arrêt du déplacement du drone 10 en cas de détection d'un obstacle.

Le module d'orientation 52 et le module de détection d'obstacle 62 sont par exemple chacun réalisés sous la forme d'un logiciel enregistrable sur la mémoire 70 et exécutable par le processeur 72.

En variante, au moins un parmi le module d'orientation 52 et le module de
15 détection d'obstacle 62 de l'ensemble de détection d'obstacle 14 est au moins en partie ou en totalité intégré dans le dispositif de détection d'obstacle 28 formé par le support orientable de détection 32 et l'unité de détection d'obstacle 30.

Pour ce faire, par exemple, au moins un parmi le module d'orientation 52 et le module de détection d'obstacle 62 est au moins en partie ou en totalité situé dans une
20 unité de traitement d'informations distincte de celle du dispositif électronique de pilotage 14, et logée dans le dispositif de détection d'obstacle 28, par exemple logée dans le support orientable de détection 32 et/ou dans l'unité de détection d'obstacle 30.

En variante ou en complément facultatif au moins un parmi le module de pilotage 26, le module d'orientation 52 et le module de détection d'obstacle 62 est réalisé
25 sous la forme d'un composant logique programmable, tel qu'un FPGA (de l'anglais « *Field Programmable Gate Array* »), ou encore sous la forme d'un circuit intégré dédié, tel qu'un ASIC (de l'anglais « *Application Specific Integrated Circuit* »), chacun de ces modules étant alors par exemple logé dans le drone 10 ou dans le dispositif de détection d'obstacle 28.

30 Le fonctionnement du drone 10 équipé de l'ensemble de détection d'obstacle 14 va maintenant être décrit en référence aux Figures 5 et 6 qui illustrent des scénarii d'évitement d'obstacle par le drone 10.

Le drone 10 est par exemple commandé par un pilote humain à partir de la manette ou par un pilote automatique du module de pilotage 26, par exemple configuré
35 pour piloter le drone 10 jusqu'à un point de destination.

Dans le scénario illustré, alors que le drone 10 vole initialement horizontalement vers l'avant en ligne droite, un obstacle 80 apparaît devant le drone 10 (Figure 5). L'obstacle est ici une paroi verticale, par exemple un mur ou une paroi rocheuse.

5 L'axe de visée A1 de la caméra d'observation 12 du drone 10 est initialement dirigé vers l'avant en étant éventuellement incliné vers le bas. Ceci permet à un pilote de voir la scène devant le drone ou de voir des images du sol en avant du drone.

L'axe de visée A2 de l'unité de détection d'obstacle 30 est orienté horizontalement vers l'avant du drone 10, i.e. suivant la direction de déplacement D du drone 10, pour détecter un éventuel obstacle devant le drone 10.

10 L'ensemble de détection d'obstacle 14 détecte la présence de l'obstacle 80 devant le drone 10 et transmet cette information au module de pilotage 26 du drone 10. Le module de pilotage 26 du drone 10 arrête le drone 10 devant l'obstacle 80 afin de ne pas heurter l'obstacle 80.

15 Le pilote humain ou le pilote automatique réalise alors une manœuvre pour éviter l'obstacle 80 de manière à poursuivre sa progression vers le point de destination.

Pour ce faire, le pilote humain ou le pilote automatique commande par exemple le déplacement latéral du drone 10 (Figure 6) tout en maintenant l'orientation du drone 10 et de la caméra d'observation 12 inchangées. Le drone 10 se déplace « en crabe ».

20 Le maintien de la caméra d'observation 12 tournée vers l'obstacle 80 permet au pilote humain ou au pilote automatique de continuer à voir l'obstacle 80 pour déterminer quand le drone 10 aura été décalé par rapport à l'obstacle 80 et pourra continuer d'avancer vers l'avant pour continuer sa progression.

25 Le module d'orientation 52 commande le support orientable de détection 32 pour orienter l'unité de détection d'obstacle 30 pour diriger son axe de visée A2 en fonction de la direction de déplacement du drone 10, ici suivant la direction de déplacement du drone 10, horizontalement vers la droite. Ainsi, l'unité de détection d'obstacle 30 permet de détecter un éventuel nouvel obstacle 82 dans la direction dans laquelle le drone 10 se déplace.

30 Le pilote humain ou le pilote automatique peut donc maintenir la caméra d'observation 12 orientée vers l'avant du drone 10 et déplacer le drone 10 latéralement sur le côté sans risquer de heurter un nouvel obstacle 82 qui se situerait latéralement sur le côté du drone 10.

35 Lorsque le module de détection d'obstacle 62 détecte la présence d'un nouvel obstacle 82 sur la trajectoire du drone 10 à partir des données captées par l'unité de détection d'obstacle 30, le module de détection d'obstacle 62 en informe le module de pilotage 26 qui peut éventuellement décider d'arrêter automatiquement le drone 10 pour

éviter de heurter ce nouvel obstacle 82. Le pilote humain ou le pilote automatique peut alors réaliser une nouvelle manœuvre pour éviter le nouvel obstacle 82.

5 L'ensemble de détection d'obstacle 14 permet de détecter des obstacles sur la trajectoire du drone 10 avec une même unité de détection d'obstacle 30 pour différentes directions de déplacement du drone 10 par rapport au repère orthogonal du drone 10.

Ceci permet de déplacer le drone 10 pour effectuer une manœuvre de contournement de l'obstacle sans orienter le drone 10 ou sa caméra d'observation 12 dans la direction de déplacement du drone 10 pendant la manœuvre de contournement.

10 Ceci facilite la réalisation de la manœuvre de contournement en permettant par exemple de conserver la caméra d'observation 12 pointée sur l'obstacle pour en déterminer les contours, tout en déplaçant le drone 10 dans une autre direction sans risque de heurter un obstacle.

15 Le drone 10 peut être équipé en outre d'au moins un capteur de détection d'obstacle 60 monté fixe sur le drone 10 pour la détection d'obstacle dans une zone d'angle mort de l'ensemble de détection d'obstacle 14.

L'ensemble de détection d'obstacle 14 est par exemple configuré pour détecter les obstacles dans le demi-espace situé au-dessus du drone 10, chaque capteur de détection d'obstacle 60 monté fixe sur le drone 10 étant configuré pour la détection d'obstacle dans le demi-espace situé au-dessous du drone 10.

20 Dans une configuration inversée, l'ensemble de détection d'obstacle 14 par exemple configuré pour détecter les obstacles dans le demi-espace situé au-dessous du drone 10, chaque capteur de détection d'obstacle 60 monté fixe sur le drone 10 étant configuré pour la détection d'obstacle dans le demi-espace situé au-dessus du drone 10.

25 Dans une telle configuration, l'ensemble de détection d'obstacle 14 est par exemple fixé sous le drone 10 et/ou chaque capteur de détection d'obstacle monté fixe sur le drone 10 étant à visée verticale vers le haut.

Dans une variante, le drone 10 est équipé de deux ensembles de détection d'obstacle 14 disposés pour détecter les obstacles dans des demi-espaces respectifs.

30 Dans tous les cas, l'ensemble de détection d'obstacle 14 permet de limiter le nombre de détecteurs d'obstacle fixes en prenant en charge la détection d'obstacle dans une zone de l'espace étendue, typiquement un demi-espace de 2π radians ou une zone de l'espace plus grande.

35 La présence d'une caméra d'observation 12 et en outre d'un ensemble de détection d'obstacle 14 comprenant une unité de détection d'obstacle 30 montée sur un support de détection 32 motorisé est avantageuse indépendamment de la

commande de l'orientation de l'unité de détection d'obstacle 30 en fonction de la direction de déplacement du drone 10.

5 Ainsi, selon un autre aspect, l'invention concerne un drone muni d'une caméra d'observation montée sur le drone et d'un ensemble de détection d'obstacle comprenant une unité de détection d'obstacle montée sur le drone par l'intermédiaire un support de orientable de détection motorisé de sorte que l'unité de détection d'obstacle est orientable par rapport au drone.

10 La caméra d'observation est montée fixe sur le drone ou orientable par rapport au drone par l'intermédiaire d'un support orientable d'observation motorisé. La caméra d'observation fixe est par exemple à visée frontale ou visée verticale.

15 L'unité de détection d'obstacle porte au moins un capteur de détection d'obstacle. L'unité de détection d'obstacle porte par exemple des capteurs de détection d'obstacle qui sont des caméras de stéréovision et/ou au moins un capteur de télémétrie, en particulier un capteur de télémétrie optique, un capteur de télémétrie acoustique et/ou un capteur de télémétrie radar.

REVENDEICATIONS

1.- Ensemble de détection d'obstacle pour drone (10) à voilure tournante, comprenant un dispositif de détection d'obstacle (28) possédant un support orientable de détection (32) motorisé configuré pour être fixé sur le drone (10), et une unité de détection d'obstacle (30) portée par le support orientable, l'unité de détection d'obstacle (30) portant au moins un capteur de détection d'obstacle (64, 66) et possédant un axe de visée (A2), et un module d'orientation (52) configuré pour commander le support orientable de détection (32) de façon à orienter l'axe de visée (A2) de l'unité de détection d'obstacle (30) en fonction de la direction de déplacement du drone (10) portant le support orientable de détection (32).

2.- Ensemble de détection d'obstacle selon la revendication 1, dans lequel le module d'orientation (52) est configuré pour commander le support orientable de détection (32) de façon que la projection orthogonale de l'axe de visée sur le plan de référence défini par l'axe de roulis (X) et l'axe de tangage (Y) du drone (10) coïncide avec la projection orthogonale de la direction de déplacement (D) du drone (10) sur ce plan de référence.

3.- Ensemble de détection d'obstacle selon la revendication 1, dans lequel le module d'orientation (52) est configuré pour commander le support orientable de détection (32) de façon que la projection de l'axe de visée (A2) sur le plan horizontal coïncide avec la projection de la direction de déplacement (D) du drone (10) sur ce plan de référence.

4.- Ensemble de détection d'obstacle selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le support orientable de détection (32) est configuré pour l'orientation de l'unité de détection d'obstacle (30) autour d'au moins deux axes de rotation perpendiculaires entre eux, et de préférence autour de trois axes de rotation orthogonaux (V1, V2, V3).

5.- Ensemble de détection d'obstacle selon la revendication 4, dans lequel un des axes de rotation (V1, V2, V3) coïncide avec l'axe de lacet du drone (10).

6.- Ensemble de détection d'obstacle selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le module d'orientation (52) est configuré pour déterminer la direction de déplacement du drone (10), par exemple en fonction d'instructions de pilotage reçu par le drone (10) et/ou de données fournies par un dispositif de géolocalisation (56) du drone (10) et/ou une centrale inertielle (58) du drone (10).

7.- Ensemble de détection d'obstacle selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'unité de détection d'obstacle (30) porte deux capteurs de détection d'obstacle qui sont des caméras de stéréovision (64).

5 8.- Ensemble de détection d'obstacle selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'unité de détection d'obstacle porte au moins un capteur de détection d'obstacle (64) qui est un capteur de télémétrie, chaque capteur de télémétrie étant par exemple un capteur de télémétrie optique, un capteur de télémétrie acoustique ou un capteur de télémétrie radar.

10 9.- Drone équipé d'un ensemble de détection d'obstacle selon l'une quelconque des revendications précédentes, le support orientable de détection (32) étant fixé sur le drone (10).

15 10.- Procédé de détection d'obstacle sur la trajectoire d'un drone à voilure tournante, comprenant la commande d'un support orientable de détection (32) monté sur le drone (10) et portant une unité de détection d'obstacle (30) possédant au moins un capteur de détection d'obstacle (64, 66) et possédant un axe de visée (A2), de façon à orienter l'axe de visée de l'unité de détection d'obstacle (30) en fonction de la direction de déplacement du drone (10).

20 11.- Procédé de détection d'obstacle selon la revendication 10, comprenant la commande du support orientable de détection (32) de façon que la projection de l'axe de visée (A2) sur le plan de référence défini par l'axe de roulis (X) et l'axe de tangage (Y) du drone (10) coïncide avec la projection de la direction de déplacement du drone sur ce plan de référence.

25 12.- Procédé de détection d'obstacle selon la revendication 10, comprenant la commande du support orientable de détection (32) de façon que la projection de l'axe de visée (A2) sur le plan horizontal coïncide avec la projection de la direction de déplacement (D) du drone (10) sur le plan horizontal.

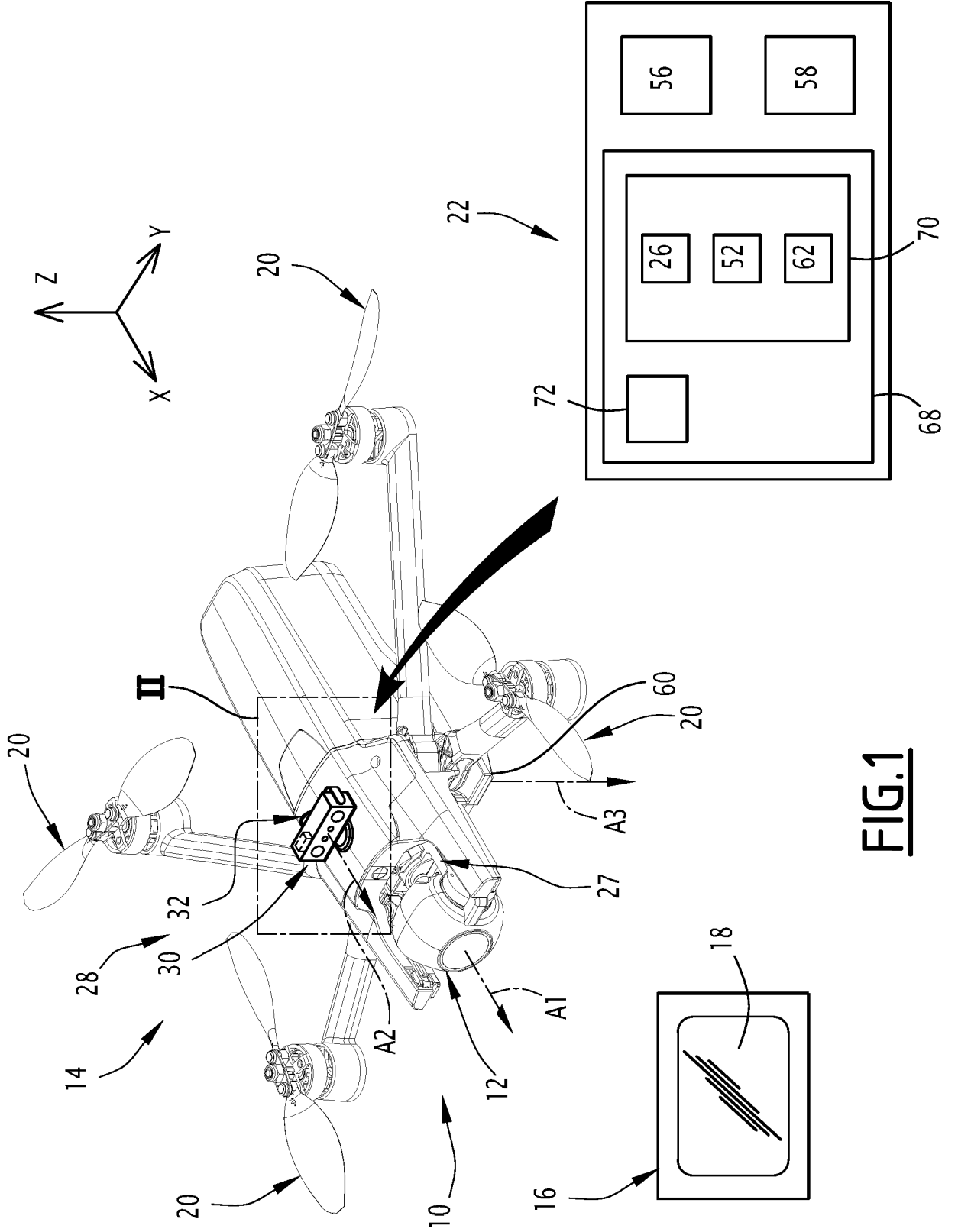


FIG. 1

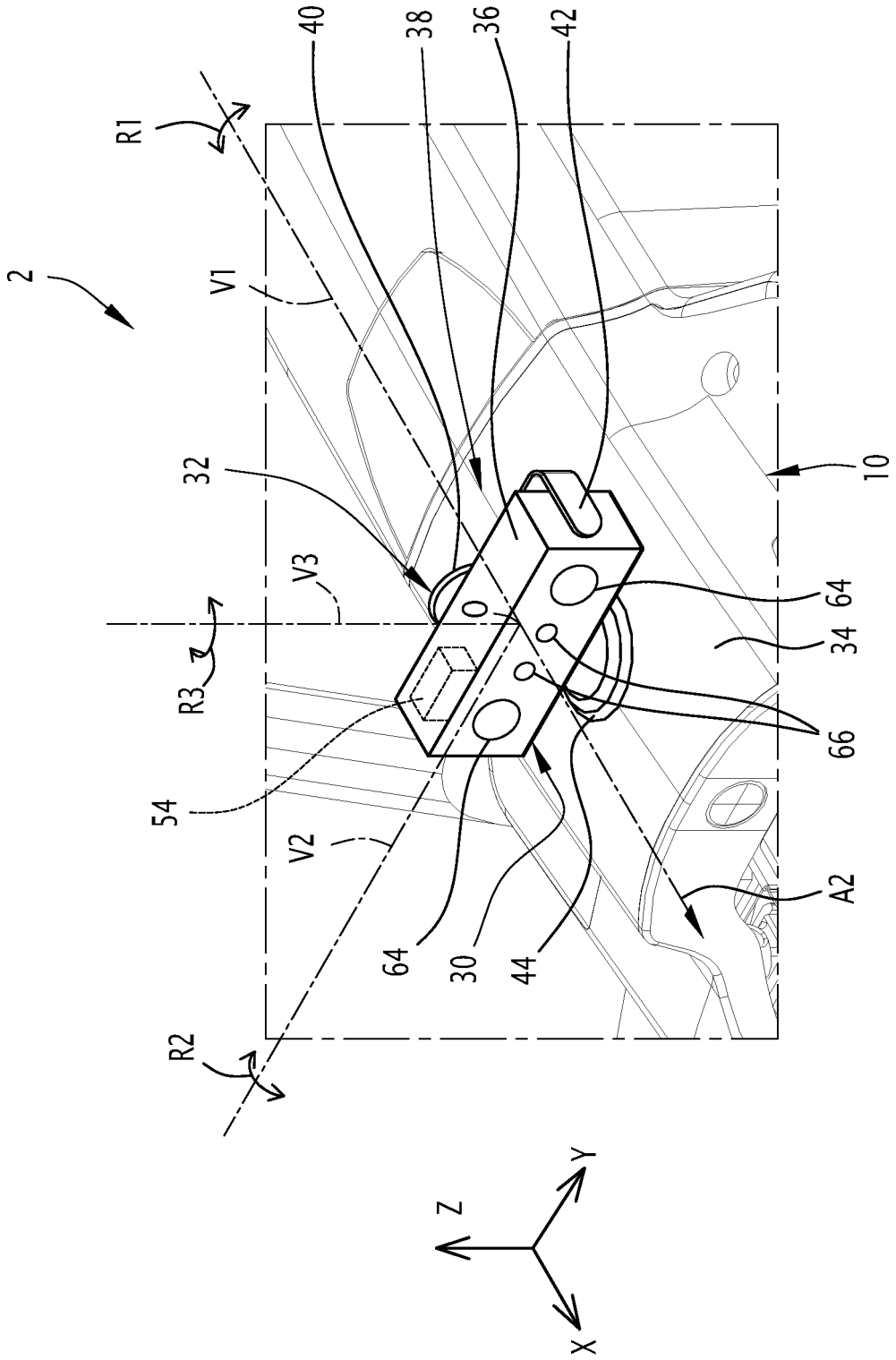


FIG. 2

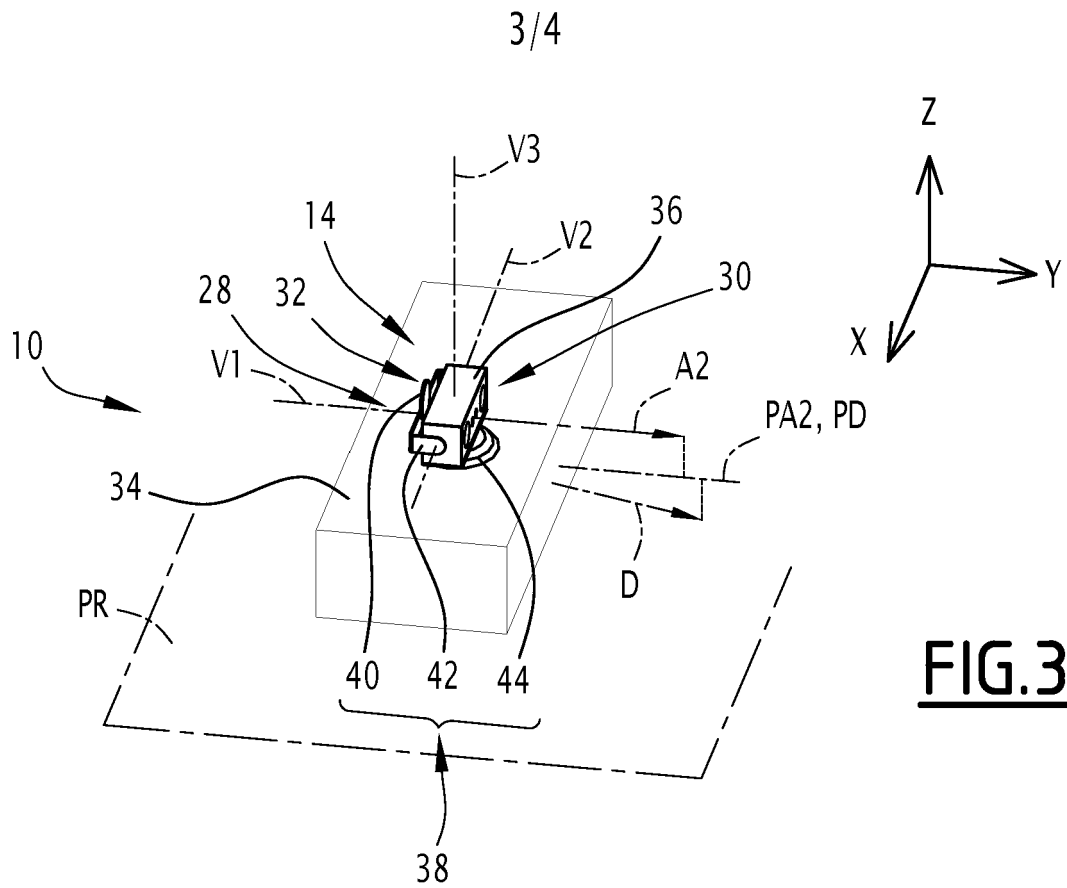


FIG. 3

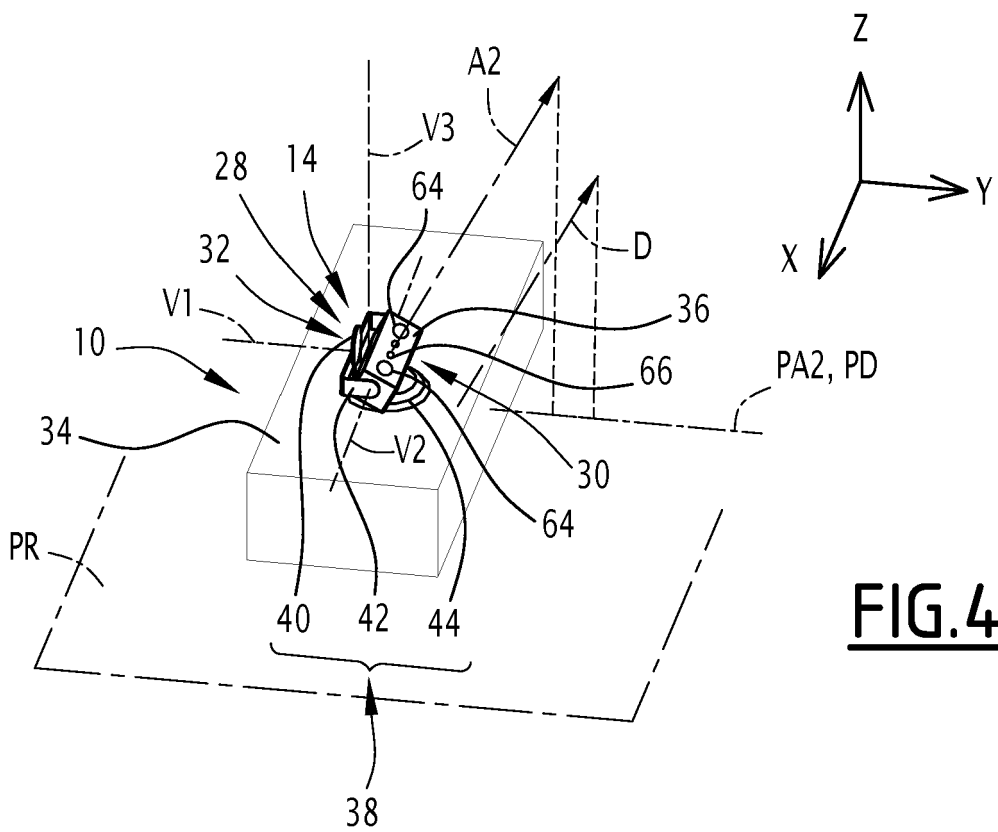


FIG. 4

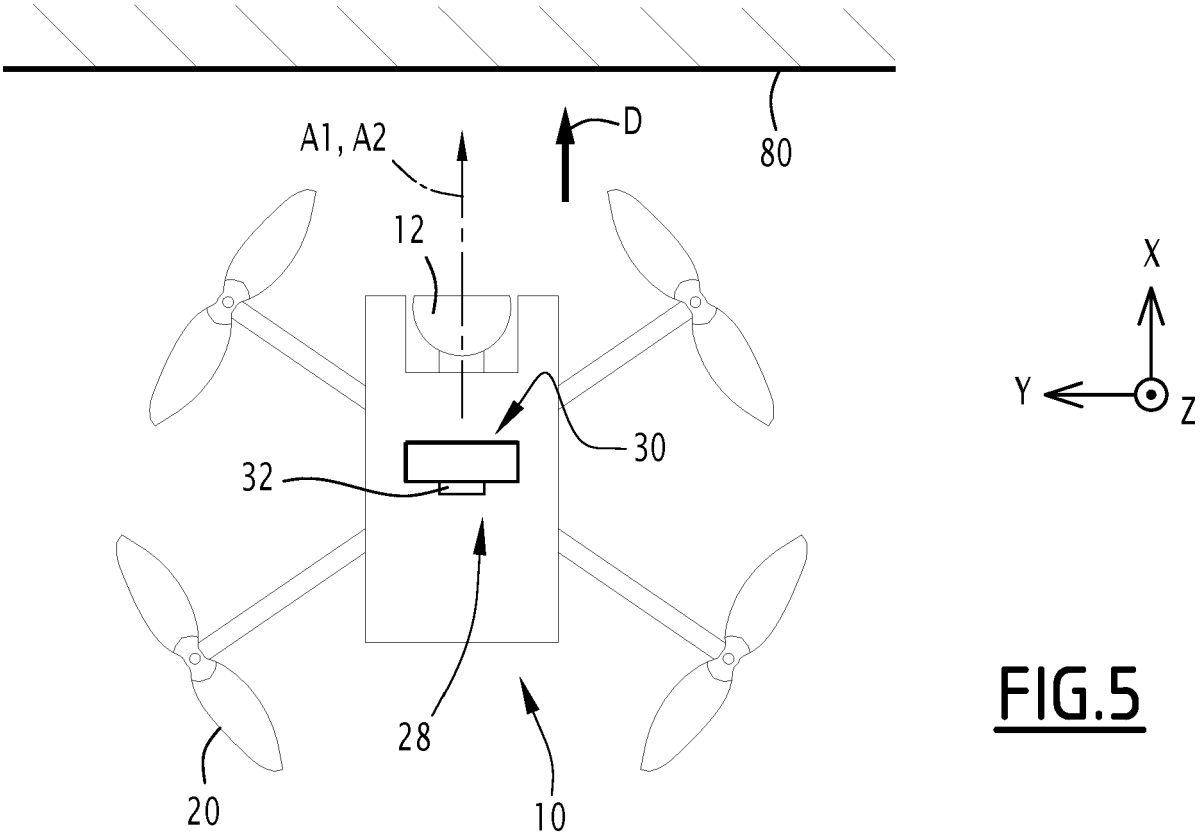


FIG. 5

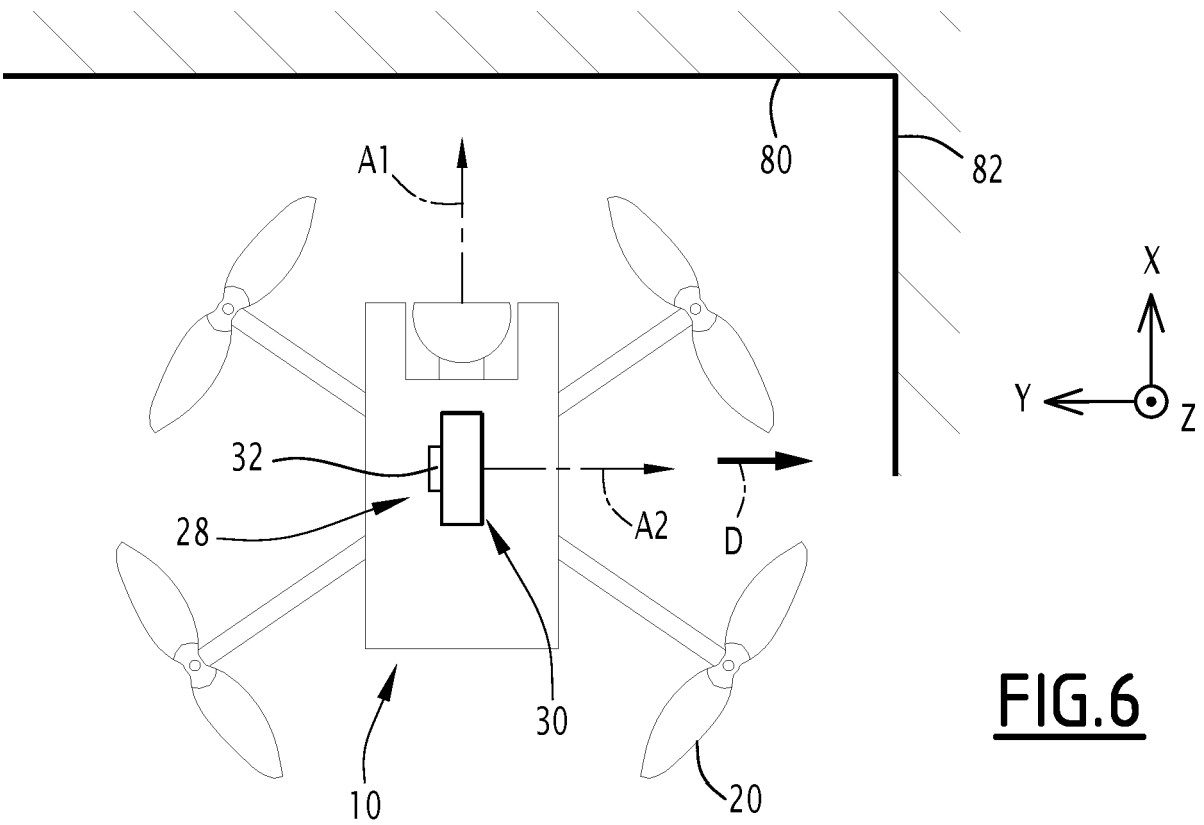


FIG. 6

**RAPPORT DE RECHERCHE
 PRÉLIMINAIRE**

 établi sur la base des dernières revendications
 déposées avant le commencement de la recherche
N° d'enregistrement
nationalFA 861302
FR 1859387

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	WO 2018/010164 A1 (SHENZHEN FLYPRO AEROSPACE TECH CO LTD [CN]) 18 janvier 2018 (2018-01-18) * Figures 3-6 et passages correspondants de la description *	1-12	A63H27/127 B64C39/02
X	----- CN 105 159 317 A (SHENZHEN AEE TECHNOLOGY CO LTD; SHENZHEN AEE AVIAT TECHNOLOGY CO LTD) 16 décembre 2015 (2015-12-16) * le document en entier *	1-7,9-12	
X	----- CN 104 932 524 A (SHENZHEN HIGH GREAT INNOVATION TECHNOLOGY DEV CO LTD) 23 septembre 2015 (2015-09-23) * alinéas [0031] - [0088] *	1,9,10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B64C B64F A63H G05D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
29 août 2019		Bagarry, Damien	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		
		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1859387 FA 861302**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **29-08-2019**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2018010164	A1	18-01-2018	AUCUN	

CN 105159317	A	16-12-2015	AUCUN	

CN 104932524	A	23-09-2015	AUCUN	
