

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
19 décembre 2024 (19.12.2024)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2024/256540 A1

- (51) Classification internationale des brevets :
G01S 5/02 (2010.01) H04B 7/185 (2006.01)
H01Q 1/28 (2006.01) G01S 11/06 (2006.01)
H01Q 19/00 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2024/066362
- (22) Date de dépôt international :
13 juin 2024 (13.06.2024)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
FR2306193 16 juin 2023 (16.06.2023) FR
- (71) Déposant : THALES [FR/FR] ; 4 Rue de la Verrerie, 92190 Meudon (FR).
- (72) Inventeurs : DELAVAUD, Adrien ; C/O THALES LAS France SAS, 2, avenue Gay-Lussac, 78995 ELANCOURT CEDEX (FR). XIONG, Ge ; C/O THALES LAS France SAS, 2, avenue Gay-Lussac, 78995 ELANCOURT CEDEX (FR).
- (74) Mandataire : HOLTZ, Béatrice et al. ; 2, place d'Estienne d'Orves, 75441 Paris CEDEX 09 (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,

(54) Title: AERIAL DRONE COMPRISING A SYSTEM FOR TRANSCIVING ELECTROMAGNETIC COMMUNICATION SIGNALS, AND ASSOCIATED LOCATING METHOD

(54) Titre : DRONE AÉRONEF COMPRENANT UN SYSTÈME D'ÉMISSION-RÉCEPTION DE SIGNAUX ÉLECTROMAGNÉTIQUES DE COMMUNICATION ET PROCÉDÉ DE LOCALISATION ASSOCIÉ

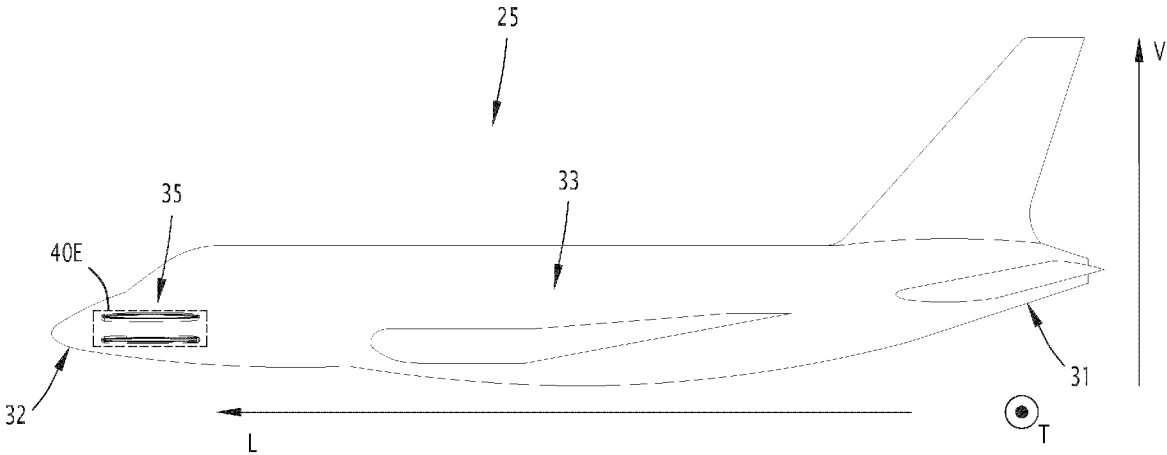


FIG.2

(57) Abstract: The present invention relates to an aerial drone (25) comprising a system (35) for transceiving electromagnetic communication signals. The transceiving system (35) comprises a block (40E) for transmitting electromagnetic signals and a block for receiving electromagnetic signals. Each of the transmit block and the receive block comprises an antenna and a reflector of electromagnetic signals which is oriented toward the respective antenna.

(57) Abrégé : La présente invention concerne un drone aéronef (25) comprenant un système (35) d'émission-réception de signaux

KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,
RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS,
ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

électromagnétiques de communication. Le système d'émission-réception (35) comporte un bloc (40E) d'émission de signaux électromagnétiques et un bloc de réception de signaux électromagnétiques. Chacun du bloc d'émission et du bloc de réception comprend une antenne et un réflecteur de signaux électromagnétiques orienté en direction de l'antenne respective.

DESCRIPTION**Drone aéronef comprenant un système d'émission-réception de signaux
électromagnétiques de communication et procédé de localisation associé**

La présente invention concerne un drone aéronef comprenant un système d'émission-réception de signaux électromagnétiques de communication.

La présente invention concerne également un procédé de localisation d'un terminal mobile à partir d'un tel drone aéronef.

La présente invention concerne le domaine des dispositifs de localisation de terminaux mobiles, tels que des téléphones mobiles. En particulier, l'invention se concentre sur la détermination d'une localisation d'un terminal mobile par un système tiers qui n'est pas le terminal mobile lui-même.

Lorsque l'on souhaite localiser un terminal mobile, il est connu d'utiliser des systèmes d'interception de communications et de retracer la localisation du terminal à partir des communications interceptée dudit terminal.

Cependant, ces terminaux étant généralement détenues par des individus, ils sont positionnés proches du niveau du sol, à proximité des individus.

Or, les individus évoluent dans des environnements comprenant des obstacles sur lesquelles les signaux électromagnétiques se réfléchissent et s'atténuent à chaque réflexion. Ainsi, pour pouvoir intercepter ces signaux, il est requis que le système d'interception soit localisé suffisamment proche du terminal mobile, c'est-à-dire à une centaine de mètres de ce dernier. Pour atteindre une telle proximité, il est généralement requis qu'un groupe d'individus embarquant le système d'interception soit déployé et s'approche suffisamment du terminal mobile.

Ce déploiement induit plusieurs problématiques.

Premièrement, le recours à une intervention humaine sur place crée un risque pour les individus qui doivent nécessairement s'exposer.

Deuxièmement, la forte proximité nécessaire pour le système d'interception réduit considérablement la furtivité de l'interception. Dans un contexte de surveillance, par exemple en prévision d'une intervention policière, il y a un risque que cette absence de furtivité mette la future intervention en péril.

Il existe donc un besoin pour une solution permettant de localiser un terminal mobile tout en restant furtif et sans exposer d'individus.

A cet effet, la présente invention concerne un drone aéronef comprenant un système d'émission-réception de signaux électromagnétiques de communication, le système d'émission-réception comportant un bloc d'émission de signaux électromagnétiques et un bloc de réception de signaux électromagnétiques, chacun du bloc d'émission et du bloc de réception comprenant une antenne et un réflecteur de signaux électromagnétiques orienté en direction de l'antenne respective.

Dans la présente demande, on entend par « *drone* » tout engin propre à être piloté de manière autonome, ou à distance, sans qu'un utilisateur humain n'ait besoin d'être embarqué dans l'engin.

Grâce à l'utilisation d'un drone aéronef, la détection est efficace. En effet, en prenant de la hauteur par rapport au terminal mobile, un bilan de liaison, entre le drone aéronef et le terminal mobile, est de meilleure qualité. Ainsi, il est possible d'échanger avec le terminal mobile depuis une distance plus éloignée.

De plus, la présence de réflecteur(s) en complément des antennes permet de maximiser la capacité d'émission et de réception des antennes en réalisant une fonction de concentration du lobe antennaire, maximisant ainsi le gain des antennes.

Selon des modes de réalisation particulier, le drone aéronef comprend une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou suivant toutes les combinaisons techniquement possibles :

- chaque antenne et chaque réflecteur sont sensiblement plans,
- chaque antenne présente une face inférieure et une face supérieure, la face supérieure de l'antenne émettrice étant la face d'émission de signaux électromagnétiques, la face supérieure de l'antenne réceptrice étant la face de réception de signaux électromagnétiques,
- chaque réflecteur étant placé sensiblement au-dessus de l'antenne respective lorsque le drone aéronef est au sol,
- le drone aéronef définit un fuselage, le bloc d'émission et le bloc de réception étant placés en saillie du fuselage du drone aéronef,
- le drone aéronef est un drone à voilure fixe comprenant un nez, les blocs d'émission et de réception étant disposés de part et d'autre du nez du drone aéronef,
- chacun du bloc d'émission et du bloc de réception comprend en outre un support de l'antenne et du réflecteur,
- chaque support définit :
 - o un socle épousant la forme du fuselage du drone aéronef, et

3

o deux portions en vis-à-vis et en saillie par rapport au fuselage du drone aéronef, supportant respectivement l'antenne et le réflecteur,

- chaque portion présente, en section, une géométrie bombée définissant une épaisseur maximale et une dimension longitudinale, l'épaisseur maximale étant localisée sensiblement à la moitié de la dimension longitudinale, et
- le drone aéronef a une masse inférieure ou égale à 25 kilogrammes.

La présente invention a également pour objet un procédé de localisation d'un terminal mobile, dit terminal mobile d'intérêt, dans un environnement, à partir d'un tel drone aéronef, l'environnement comprenant une station relais et au moins un terminal mobile d'intérêt, le terminal mobile d'intérêt étant propre à échanger des données avec la station relais,

le procédé comprenant :

- le survol de l'environnement par le drone aéronef, le drone aéronef volant à une hauteur de préférence comprise entre 750 et 1500 mètres,
- l'identification de la station relais par le drone aéronef,
- l'émission, par le bloc d'émission du drone aéronef, d'une requête d'identification à destination d'éventuels terminaux mobiles présents dans l'environnement, la requête d'identification comprenant un identifiant de la station relais identifiée,
- la réception, par le bloc de réception du drone aéronef et depuis chaque éventuel terminal mobile, d'un identifiant respectif du terminal mobile,
- l'identification du terminal mobile d'intérêt à partir des identifiants de terminaux mobile reçus,
- le calcul d'un bilan de liaison entre le drone aéronef et le terminal mobile d'intérêt, et
- la détermination de la localisation du terminal mobile d'intérêt à partir du bilan de liaison calculé.

L'invention apparaîtra plus clairement à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux dessins annexé sur lesquels :

[Fig. 1] la figure 1 est un schéma d'un environnement dans lequel est déployé le drone aéronef selon l'invention,

[Fig. 2] la figure 2 est un schéma du drone aéronef selon l'invention,

[Fig. 3] la figure 3 est un schéma d'un système d'émission-réception de signaux électromagnétiques compris dans le drone aéronef selon l'invention,

[Fig. 4] la figure 4 une vue en détail d'une zone du drone de l'aéronef, et

[FIG. 5] la figure 5 est un organigramme d'un procédé de localisation selon l'invention.

Dans la présente demande on entend par « inférieure » et « supérieure » des notions de bas et de haut qui sont définies par rapport à un axe sensiblement vertical par rapport à un sol.

La figure 1 représente un environnement 10.

L'environnement 10 est par exemple une zone incluant un ou plusieurs villages 12 reliés par des routes 14.

Dans l'exemple de la figure 1, l'environnement 10 comprend trois villages 12.

L'environnement 10 comprend au moins une station relais 15 et au moins un terminal mobile d'intérêt 20 représenté par un triangle sur la figure 1.

Dans l'exemple de la figure 1, l'environnement 10 comprend cinq stations relais 15.

Optionnellement, l'environnement 10 comprend en outre d'autres terminaux mobiles 22, représentés par des croix sur la figure 1.

Chaque station relais 15 est par exemple une antenne 2G, 3G, 4G, 5G ou technologies postérieures, propre à échanger avec chaque terminal mobile 20, 22 dans un rayon de proximité, des signaux électromagnétiques pour une communication téléphonique ou numérique. La fréquence desdites signaux électromagnétiques est comprise entre 650 Méga Hertz et 3 Giga Hertz.

Le terminal mobile d'intérêt 20 et optionnellement chaque autre terminal mobile 22 est par exemple un téléphone mobile propre à échanger, avec une station relais dans un rayon de proximité, des signaux électromagnétiques dans les bandes de fréquence précitées.

L'environnement 10 est survolé par un drone aéronef 25, aussi appelé drone 25, représenté par un carré sur la figure 1. Préférentiellement, le drone aéronef 25 vole à une hauteur comprise entre 750 et 1500 mètres. La hauteur du drone aéronef 25 est par exemple mesurée par rapport à l'écart d'altitude entre le drone aéronef 25 et l'altitude de l'environnement 10, par rapport au niveau de la mer.

Comme il sera expliqué en détail par la suite, le drone aéronef 25 est propre à échanger avec les terminaux mobiles, 20, 22, des signaux électromagnétiques, émulant ainsi le fonctionnement d'une station relais 15.

Le drone aéronef 25 est représenté sur la figure 2. Le drone aéronef 25 est par exemple un aéronef à voilure fixe ayant sensiblement une forme d'avion. Le drone 25 s'étend, selon une direction longitudinale L, entre une queue 31 et un nez 32. Lorsque le drone 25 vole, il se déplace dans l'air sensiblement selon la direction longitudinale L, son nez 32 faisant front.

La voilure du drone 25, i.e. ses ailes, s'étend préférentiellement selon une direction transversale T, perpendiculaire à la direction longitudinale L lorsque le drone 25 est au sol.

Une direction verticale V est définie comme perpendiculaire aux directions longitudinale L et transversale T. La direction verticale V est sensiblement perpendiculaire au sol lorsque le drone 25 est au sol.

Le drone aéronef 25 a par exemple une masse inférieure à 25 kilogrammes. On parle alors de mini-drone.

Le drone aéronef 25 comprend préférentiellement un fuselage 33 le recouvrant. Le fuselage 33 est par exemple en carbone ou en matière imperméable aux signaux électromagnétiques dans la bande de fréquence comprise entre 600 MHz et 3GHz.

Le drone 25 comprend un système d'émission-réception de signaux électromagnétiques de communication 35, aussi appelé système 35.

En référence à la figure 3, le système 35 comporte un bloc 40E d'émission de signaux électromagnétiques, un bloc 40R de réception de signaux électromagnétiques, et optionnellement une unité de traitement 50.

Les blocs d'émission 40E et de réception 40R sont préférentiellement disposés de part et d'autre du nez 32 du drone aéronef 25, comme visible sur la figure 2 pour le bloc d'émission 40E.

Le bloc d'émission 40E et le bloc de réception 40R sont optionnellement placés en saillie du fuselage 33 du drone 25.

En référence à la figure 3, chacun du bloc d'émission 40E et du bloc de réception 40R comprend une antenne 55E, 55R et un réflecteur 60E, 60R de signaux électromagnétiques orienté en direction de l'antenne 55E, 55R respective.

En particulier, l'antenne 55E du bloc d'émission 40E est destinée à émettre des signaux électromagnétiques ayant avantageusement une fréquence comprise entre 650 MHz et 3 GHz.

L'antenne 55R du bloc de réception 40R est destinée à recevoir des signaux électromagnétiques ayant avantageusement une fréquence comprise entre 650 MHz et 3 GHz.

Chaque antenne 55E, 55R est par exemple une antenne directionnelle comprenant une direction favorisée d'émission ou de réception.

Les réflecteurs 60E, 60R sont préférentiellement identiques entre eux.

Optionnellement, chaque antenne 55E, 55R et chaque réflecteur 60E, 60R sont sensiblement plans. On parle alors « d'antenne patch ». Ainsi, chaque antenne 55E, 55R et chaque réflecteur 60E, 60R a préférentiellement une géométrie sensiblement rectangulaire. Les dimensions de chaque antenne 55E, 55R et de chaque réflecteur 60E, 60R sont par exemple sensiblement identiques. Chacun 55E, 55R, 60E, 60R est par exemple un pavé de dix-sept centimètres de grand côté, six centimètres de petit côté, et un

millimètre d'épaisseur. Le grand côté s'étend de préférence dans la direction longitudinale L.

Chaque antenne 55E, 55R présente préférentiellement une face inférieure 65E et une face supérieure 70E. La face supérieure 70E de l'antenne émettrice 55E est la face d'émission des signaux électromagnétiques. Autrement dit, les signaux électromagnétiques sont sensiblement émis par la face supérieure 70E dans une direction sensiblement perpendiculaire à ladite face supérieure 70E, et selon un sens opposé à la face inférieure 65E.

La face supérieure 70R de l'antenne réceptrice 55R est la face de réception de signaux électromagnétiques. Autrement dit, les signaux électromagnétiques captés par l'antenne réceptrice 55R sont captés par la face supérieure 70R de ladite antenne 55R.

Chaque réflecteur 60E, 60R est optionnellement placé sensiblement au-dessus de l'antenne 55E, 55R respective lorsque le drone aéronef 25 est au sol.

On comprend alors que lors de l'émission de signaux électromagnétiques par le bloc d'émission 40E, la face supérieure 70E de l'antenne émettrice 55E émet lesdits signaux en direction du réflecteur 60E. Ces signaux sont alors réfléchis sur le réflecteur 60E et dirigés vers le sol de l'environnement 10, formant alors un cône d'émission. La présence du réflecteur 60E permet alors d'accroître le niveau de signal rayonné d'émission comparé à une émission directe par l'antenne 55E en direction du sol.

Similairement, on comprend que lors de la réception des signaux électromagnétiques par le bloc de réception 40R, les signaux électromagnétiques atteignent le réflecteur 60R depuis le sol de l'environnement 10. Les signaux se réfléchissent alors sur ledit réflecteur 60R et atteignent l'antenne réceptrice 55R où elles sont captées. La présence du réflecteur 60R permet alors d'accroître les performances du cône de réception dirigé vers le sol comparé aux performances de l'antenne réceptrice 55R directement dirigée en direction du sol.

Chacun du bloc d'émission 40E, et du bloc de réception 40R comprend préférentiellement en outre un support 75E, 75R de l'antenne 55E, 55R et du réflecteur 60E, 60R, comme visible sur la figure 3.

Chaque support 75E, 75R définit un socle 85E, 85R épousant la forme du fuselage 33 du drone 25, et une paire de portions 86E, 86R, 87E, 87R en vis-à-vis et en saillie par rapport au fuselage 33.

Le socle 85E, 85R définit par exemple des trous 88 pour le passage de vis non-représentées, pour fixer le support 75E, 75R sur le fuselage 33. En variante, chaque socle 85E, 85R est collé au fuselage 33.

Chaque portion 86E, 86R, 87E, 87R supporte respectivement l'antenne 55E, 55R et le réflecteur 60E, 60R. Autrement dit, pour le bloc d'émission 40E, une première portion 86E supporte l'antenne émettrice 55E, et une deuxième portion 87E supporte le réflecteur associé 60E. Similairement, pour le bloc de réception 40R, une première portion 86R supporte l'antenne réceptrice 55R, et une deuxième portion 87R supporte le réflecteur associé 60R.

Par exemple, chaque portion 86E, 86R, 87E, 87R enveloppe l'antenne 55E, 55R ou le réflecteur 60E, 60R associé.

Dans l'exemple représenté sur la figure 3, chaque support 75E, 75R est monobloc, i.e. réalisé d'un seul tenant. En variante, pour chaque support 75E, 75R, les portions 86E, 86R, 87E, 87R et le socle 85E, 85R sont réalisés en plusieurs morceaux, par exemple assemblés avec de la colle.

Chaque support 75E, 75R est par exemple réalisé par fabrication additive de matériau plastique. Le matériau plastique est avantageusement transparent aux signaux électromagnétiques compris dans la bande de fréquence 650 MHz – 3 GHz.

Pour chaque support 75E, 75R, les portions 86E, 86R, 87E, 87R s'étendent préférentiellement depuis le socle dans les directions longitudinale L et transversale T de sorte que leur extrémité, selon la direction transversale T, soient sensiblement alignées.

Chaque portion 86E, 86R, 87E, 87R est par exemple une enveloppe de matière définissant un volume interne vide débouchant sur le socle 85E, 85R respectif en formant une fente 90E, 90R, 92E, 92R par laquelle l'antenne 55E, 55R ou le réflecteur 60E, 60R est inséré lors du montage du système 35.

En référence à la figure 4, en section dans un plan perpendiculaire à la direction transversale T, chaque portion 86E, 86R, 87E, 87R présente une géométrie s'étendant principalement selon la direction longitudinale L et définissant une dimension longitudinale DL. La géométrie est bombée selon la direction verticale V lorsque le drone 25 est au sol. La géométrie définit donc une épaisseur maximale EM.

L'épaisseur maximale EM est préférentiellement égale à huit millimètres. La dimension longitudinale DL est préférentiellement égale à dix-sept centimètres.

L'épaisseur maximale EM est préférentiellement localisée sensiblement à la moitié de la dimension longitudinale DL.

Ainsi, lorsque le drone 25 vole, les portions 86E, 86R, 87E, 87R n'ont pas l'effet d'une aile d'avion et induisent un effet de portance négligeable sur l'aéronef. En outre, la géométrie de chaque portion 86E, 86R, 87E, 87R permet ainsi de limiter la trainée du système 35 et donc de minimiser l'influence dudit système 35 sur les propriétés aérodynamiques du drone 25.

L'unité de traitement 50 est connectée aux antennes 55E, 55R et préférentiellement localisée dans le nez 32 du drone 25 à égale distance de chaque bloc 40E, 40R.

L'unité de traitement 50 est par exemple propre à émettre des signaux électriques à destination de l'antenne émettrice 55E, pour l'émission de signaux électromagnétiques dépendant desdits signaux.

L'unité de traitement 50 est en outre propre à recevoir, depuis l'antenne réceptrice 55R, des signaux électriques issus de la réception des signaux électromagnétiques par ladite antenne 55R.

Comme il sera décrit ci-après, l'unité de traitement 50 est en outre propre à déterminer une localisation du terminal mobile d'intérêt 20.

L'unité de traitement 50 est un circuit électronique conçu pour manipuler et/ou transformer des données représentées par des quantités électroniques ou physiques dans des registres de l'unité de traitement 50 et/ou des mémoires en d'autres données similaires correspondant à des données physiques dans les mémoires de registres ou d'autres types de dispositifs d'affichage, de dispositifs de transmission ou de dispositifs de mémorisation.

En tant qu'exemples spécifiques, l'unité de traitement 50 est réalisée sous forme d'un composant logique programmable, tel qu'un FPGA (de l'anglais *Field Programmable Gate Array*), ou encore d'un circuit intégré, tel qu'un ASIC (de l'anglais *Application Specific Integrated Circuit*).

En variante, lorsque les actions mises en œuvre par l'unité de traitement 50 sont réalisées sous forme d'un ou plusieurs logiciels, c'est-à-dire sous forme d'un programme d'ordinateur, également appelé produit programme d'ordinateur, elles sont en outre apte à être enregistrées sur un support, non représenté, lisible par ordinateur. Le support lisible par ordinateur est par exemple un medium apte à mémoriser des instructions électroniques et à être couplé à un bus d'un système informatique. A titre d'exemple, le support lisible est un disque optique, un disque magnéto-optique, une mémoire ROM, une mémoire RAM, tout type de mémoire non-volatile (par exemple FLASH ou NVRAM) ou une carte magnétique. Sur le support lisible est alors mémorisé un programme d'ordinateur comprenant des instructions logicielles. L'unité de traitement 50 est alors apte à exécuter ces instructions logicielles.

Le drone 25 comprend optionnellement en outre un système non-représenté de réception de commandes de pilotage par signaux électromagnétiques. Ledit système est préférentiellement situé sensiblement au milieu du drone 25 entre le nez 32 et la queue 31 et comprend une antenne bâton destinée à recevoir des commandes de pilotage depuis un utilisateur du drone 25 qui est à distance du drone 25.

Le système de réception de commandes de pilotage est distinct du système d'émission-réception 35.

Le fonctionnement du drone 25 va maintenant être présenté en référence à la figure 5 illustrant un organigramme d'un procédé de localisation 100 du terminal mobile d'intérêt 20.

Le procédé 100 comprend initialement une étape de survol 110 au cours de laquelle le drone 25 survole l'environnement 10. Le drone 25 vole alors à une hauteur de préférence comprise entre 750 et 1500 mètres. Cette hauteur permet au drone 25 de ne pas être visuellement et phoniquement détectable par des individus au sol.

Le procédé 100 comprend ensuite une étape 120 d'identification de la ou des stations relais 15 par le drone 25. Lors de l'étape 120, le drone 25 réalise une caractérisation du réseau antenne composé des stations relais 15.

A cet effet, le drone 25 envoie par exemple, via son bloc d'émission 40E piloté par l'unité de traitement 50, un signal initial, dans l'environnement 10. Ce signal initial est capté par la ou les stations relais 15 qui émettent en retour un identifiant de station relais 15. Le drone 25 capte le ou les identifiants de station relais 15 via son bloc de réception 40R et son unité de traitement 50.

Le procédé comprend ensuite une étape 130 d'émission, par le bloc d'émission 40E du drone 25, d'une requête d'identification à destination des éventuels terminaux mobiles 20, 22 présents dans l'environnement. La requête d'identification comprend un identifiant de la ou chaque station relais 15 identifiée. Le drone 25 émule alors le comportement de la ou de l'une des stations relais 15 et requiert l'identification des terminaux mobiles dans son rayon de proximité. On comprend que le drone 25 se comporte alors comme un clone de la station relais 15.

La requête d'identification est reçue par chaque terminal mobile 20, 22. Cette requête d'identification est identique, pour chaque terminal mobile 20, 22 qui la reçoit, à une requête d'identification classique émise par la station relais 15 à proximité.

Ainsi, en réponse, chaque terminal mobile 20, 22 ayant reçu la requête d'identification émet, dans toutes les directions, un identifiant respectif dudit terminal 20, 22. L'identifiant est par exemple un signal électromagnétique portant un numéro de carte SIM (de l'anglais, *Subscriber Identification Module*) du terminal mobile 20, 22.

Le procédé 100 comprend ensuite une étape 140 de réception, par le bloc de réception 40R du drone 25 et depuis chaque terminal mobile 20, 22, de l'identifiant respectif du terminal mobile 20, 22.

Chaque identifiant mobile est par exemple transmis, depuis le bloc de réception 40R, à l'unité de traitement 50 pour analyse.

10

Le procédé 100 comprend une étape 150 d'identification du terminal mobile d'intérêt 22 à partir des identifiants de terminaux mobiles 20, 22 reçus.

Par exemple, l'identification du terminal mobile d'intérêt 22 est effectuée par comparaison des identifiants reçus à une table d'identifiants dans lequel l'identifiant du terminal d'intérêt 22 est enregistré.

Le procédé comprend en outre une étape 160 de calcul d'un bilan de liaison entre le drone 25 et le terminal mobile d'intérêt 20. Le calcul du bilan de liaison, aussi appelé rapport signal sur bruit des signaux reçus, correspond par exemple au calcul du rapport signal sur bruit dans les signaux électromagnétiques reçus comprenant l'identifiant du terminal d'intérêt 20.

Cette grandeur est par exemple calculée selon la formule suivante :

[MATH 1]

$$\left(\frac{C}{N_0}\right) = PIRE * \left(\frac{1}{D} * \frac{G}{T}\right) * \frac{1}{k}$$

où : $\left(\frac{C}{N_0}\right)$ est le rapport sur bruit des signaux reçus,

PIRE est la Puissance Isotropique Rayonnée Equivalente du terminal mobile d'intérêt 20, *k* est la constante de Boltzman,

$\left(\frac{G}{T}\right)$ est un paramètre caractérisant le gain du bloc de réception 40R, et

D contient l'ensemble des pertes entre le terminal mobile d'intérêt 20 et le drone 25.

Dans cette équation, les grandeurs suivantes sont connues et/ou constantes : *PIRE*, *k*, et $\left(\frac{G}{T}\right)$. En outre, la grandeur *D* dépend directement de la distance entre le drone 25 et le terminal d'intérêt 20. Ainsi, le rapport signal sur bruit dépend directement de la distance entre le drone 25 et le terminal d'intérêt 20.

Le procédé 100 comprend enfin une étape 170 détermination de la localisation du terminal mobile d'intérêt 20 à partir du bilan de liaison calculé.

Comme indiqué précédemment, le bilan de liaison dépend directement de la distance entre le drone 25 et le terminal d'intérêt 20. Ainsi, grâce au calcul du bilan de liaison il est possible de trianguler la position du terminal d'intérêt 20. Par exemple, lors de l'étape de détermination 170, l'unité de traitement effectue une telle triangulation.

A l'issue du procédé 100 selon l'invention, le terminal mobile d'intérêt 20 est localisé.

Avec le drone 25 et le procédé de localisation 100 selon l'invention, il est possible de localiser le terminal mobile d'intérêt 20 de manière rapide, furtive et sans avoir à exposer d'individus.

Les modes de réalisations et exemples précédemment décrits sont combinables entre eux selon toutes les combinaisons techniquement possibles.

REVENDICATIONS

1. Drone aéronef (25) comprenant un système (35) d'émission-réception de signaux électromagnétiques de communication, le système d'émission-réception (35) comportant un bloc (40E) d'émission de signaux électromagnétiques et un bloc (40R) de réception de signaux électromagnétiques, chacun du bloc d'émission (40E) et du bloc de réception (40R) comprenant une antenne (55E, 55R) et un réflecteur (60E, 60R) de signaux électromagnétiques orienté en direction de l'antenne (55E, 55R) respective.

2. Drone aéronef (25) selon la revendication 1, dans lequel chaque antenne (55E, 55R) et chaque réflecteur (60E, 60R) sont sensiblement plans.

3. Drone aéronef (25) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel chaque antenne (55E, 55R) présente une face inférieure (65E, 65R) et une face supérieure (70E, 70R), la face supérieure (70E) de l'antenne émettrice (55E) étant la face d'émission de signaux électromagnétiques, la face supérieure (70R) de l'antenne réceptrice (55R) étant la face de réception de signaux électromagnétiques, chaque réflecteur (60E, 60R) étant placé sensiblement au-dessus de l'antenne (55E, 55R) respective lorsque le drone aéronef (25) est au sol.

4. Drone aéronef (25) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le drone aéronef (25) définit un fuselage (33), le bloc d'émission (40E) et le bloc de réception (40R) étant placés en saillie du fuselage (33) du drone aéronef (25).

5. Drone aéronef (25) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le drone aéronef (25) est un drone à voilure fixe comprenant un nez (32), les blocs d'émission (40E) et de réception (40R) étant disposés de part et d'autre du nez (32) du drone aéronef (25).

6. Drone aéronef (25) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel chacun du bloc d'émission (40E) et du bloc de réception (40R) comprend en outre un support (75E, 75R) de l'antenne (55E, 55R) et du réflecteur (60E, 60R).

7. Drone aérien (25) selon les revendications 2, 4 et 6, dans lequel chaque support (75E, 75R) définit :

- un socle (85E, 85R) épousant la forme du fuselage (33) du drone aérien (25), et
- deux portions (86E, 87E, 86R, 87R) en vis-à-vis et en saillie par rapport au fuselage (33) du drone aérien (25), supportant respectivement l'antenne (55E, 55R) et le réflecteur (60E, 60R).

8. Drone aérien (25) selon la revendication 7, dans lequel chaque portion (86E, 87E, 86R, 87R) présente, en section, une géométrie bombée définissant une épaisseur maximale (EM) et une dimension longitudinale (DL), l'épaisseur maximale (EM) étant localisée sensiblement à la moitié de la dimension longitudinale (DL).

9. Drone aérien (25) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le drone aérien (25) a une masse inférieure ou égale à 25 kilogrammes.

10. Procédé (100) de localisation d'un terminal mobile (20), dit terminal mobile d'intérêt (20), dans un environnement (10), à partir d'un drone aérien (25) selon l'une quelconque des revendications précédentes, l'environnement (10) comprenant une station relais (15) et au moins un terminal mobile d'intérêt (20), le terminal mobile d'intérêt (20) étant propre à échanger des données avec la station relais (15), le procédé comprenant :

- le survol (110) de l'environnement (10) par le drone aérien (25), le drone aérien (25) volant à une hauteur de préférence comprise entre 750 et 1500 mètres,
- l'identification (120) de la station relais (15) par le drone aérien (25),
- l'émission (130), par le bloc d'émission (40E) du drone aérien (25), d'une requête d'identification à destination d'éventuels terminaux mobiles (20, 22) présents dans l'environnement (10),
- la requête d'identification comprenant un identifiant de la station relais (15) identifiée,
- la réception (140), par le bloc de réception (40R) du drone aérien (25) et depuis chaque éventuel terminal mobile (20, 22), d'un identifiant respectif du terminal mobile (20, 22),
- l'identification (150) du terminal mobile d'intérêt (20) à partir des identifiants de terminaux mobiles (20, 22) reçus,

13

- le calcul (160) d'un bilan de liaison entre le drone aéronef (25) et le terminal mobile d'intérêt (20), et
- la détermination (170) de la localisation du terminal mobile d'intérêt (20) à partir du bilan de liaison calculé.

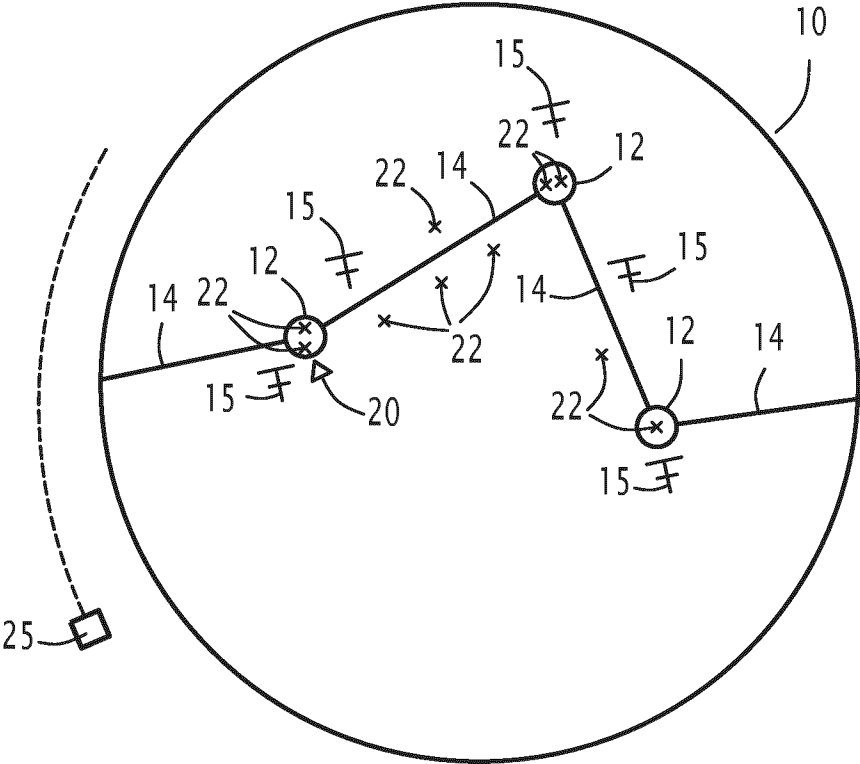


FIG.1

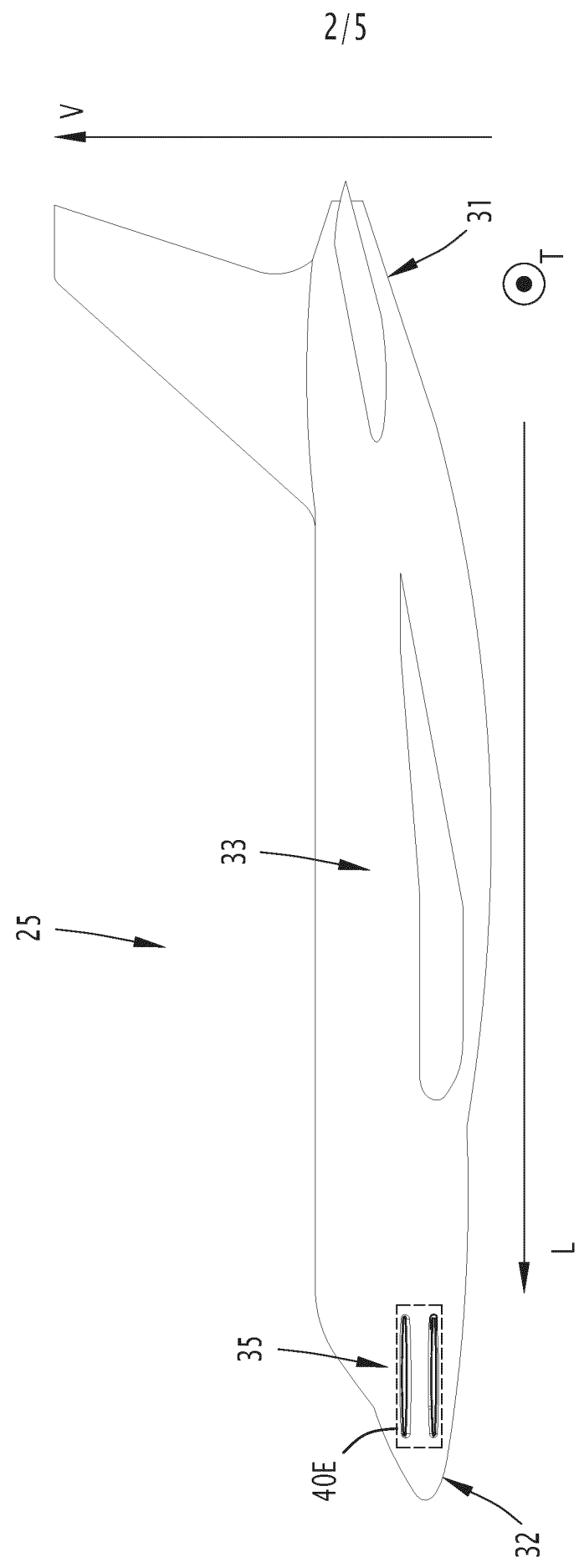


FIG. 2

3/5

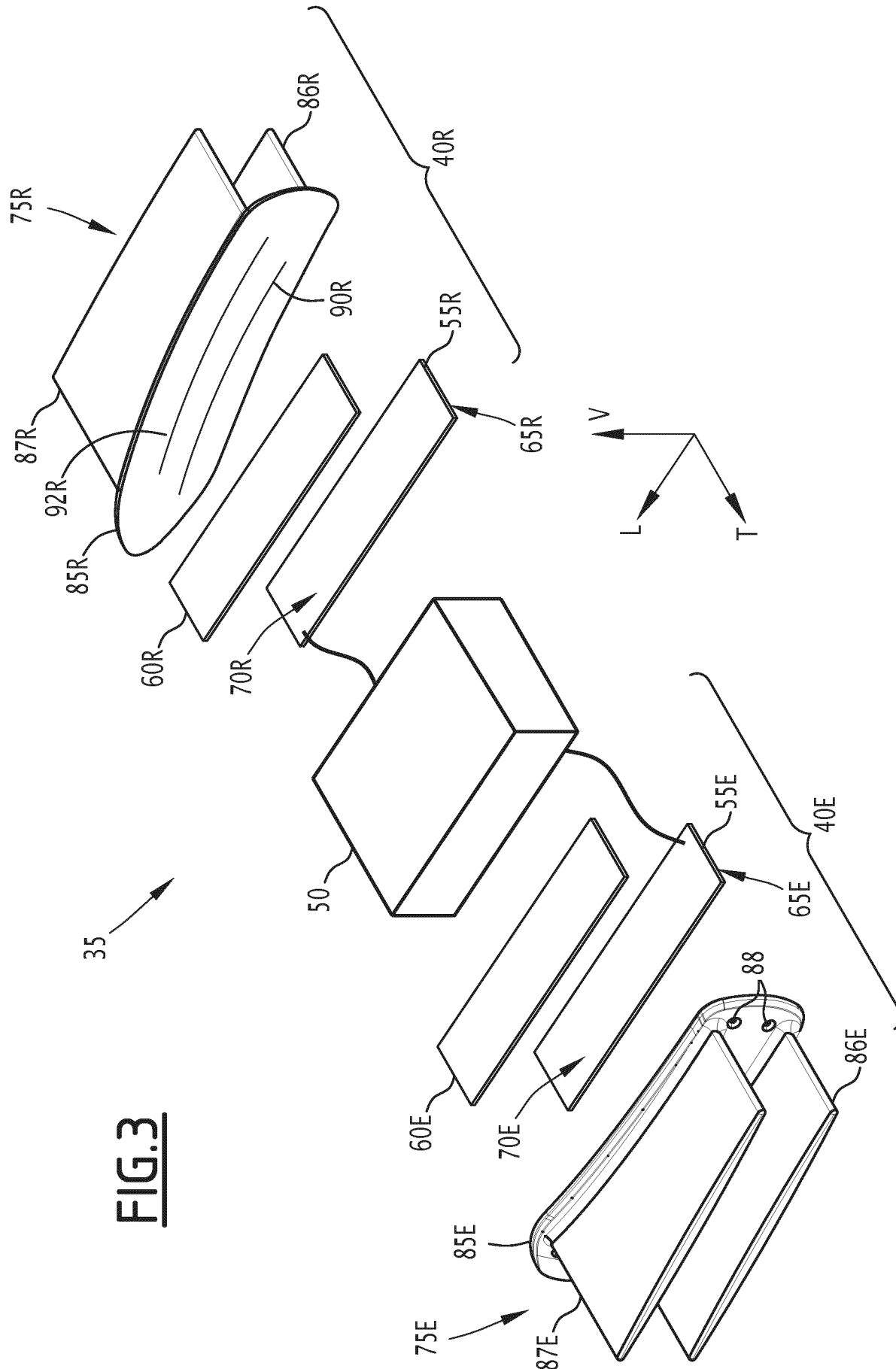
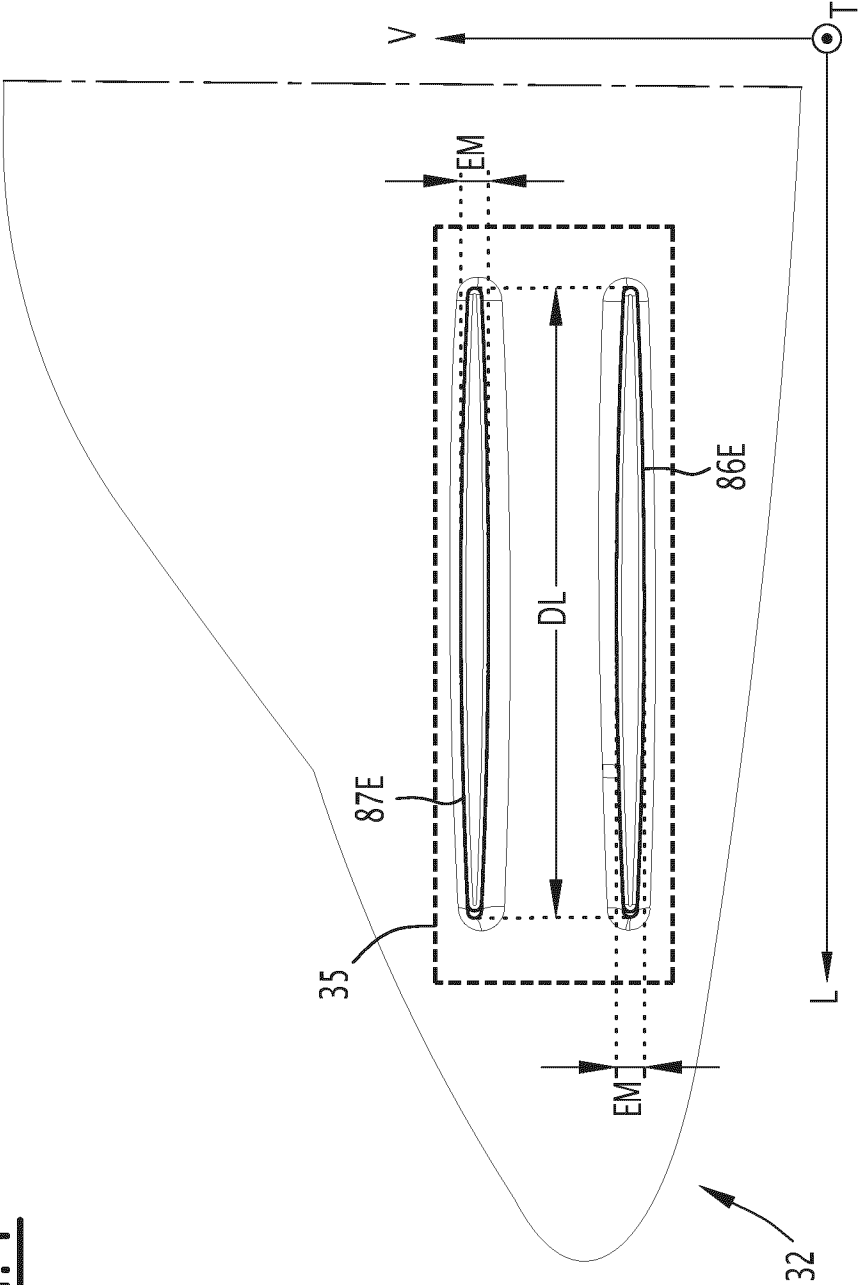


FIG. 3

FIG. 4



5/5

100

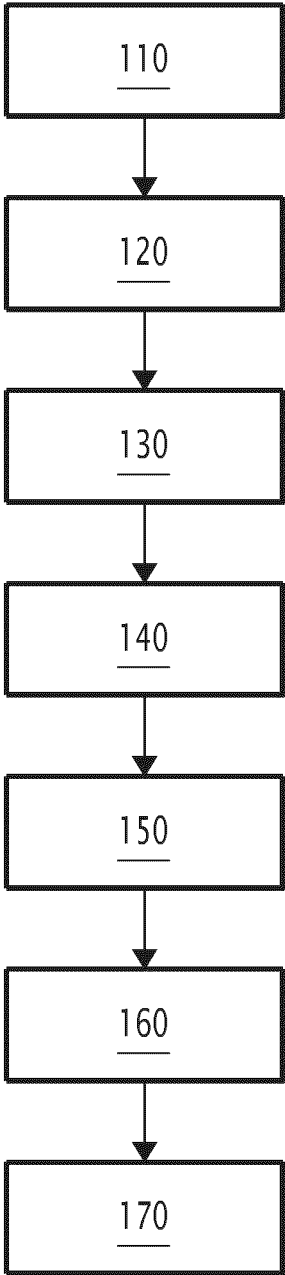


FIG.5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/066362

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01S 5/02 (2010.01)i; H01Q 1/28 (2006.01)i; H01Q 19/00 (2006.01)i; H04B 7/185 (2006.01)i; G01S 11/06 (2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01S; H01Q; H04B Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	US 2017358864 A1 (ARIAS ARNAUD [FR]) 14 December 2017 (2017-12-14) paragraph [0011] - paragraph [0066] abstract; figures 1-8	1-4,6,7,9 8 5,10
X A	US 2019104462 A1 (SCHLOEMER GERALD R [US]) 04 April 2019 (2019-04-04) paragraph [0015] - paragraph [0049] paragraph [0107] - paragraph [0135] figures 1-9 abstract	1-4,6,7 5,8-10
X Y A	US 2022320719 A1 (MAISONNAT THIBAUT [FR] ET AL) 06 October 2022 (2022-10-06) paragraph [0090] - paragraph [0120] figures 1-27 abstract	1-5 8 6,7,9,10
X Y A	US 2008102813 A1 (CHARI ANAND K [US] ET AL) 01 May 2008 (2008-05-01) the whole document	1-5 8 6,7,9,10
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 02 September 2024		Date of mailing of the international search report 12 September 2024
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands (Kingdom of the) Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Galmiche, Aurélien Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/066362

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 9392570 B1 (ZHANG QUAN AN [HK]) 12 July 2016 (2016-07-12)	10
A	column 1 - column 8 figures 1-6 abstract	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2024/066362

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2017358864	A1	14 December 2017	CN	107508042	A	22 December 2017
				EP	3258543	A1	20 December 2017
				FR	3052617	A1	15 December 2017
				US	2017358864	A1	14 December 2017
US	2019104462	A1	04 April 2019	AU	2018341561	A1	30 April 2020
				AU	2023203635	A1	06 July 2023
				CA	3076010	A1	04 April 2019
				CN	111373668	A	03 July 2020
				CN	115037359	A	09 September 2022
				EP	3688888	A1	05 August 2020
				IL	273570	A	31 May 2020
				JP	7235734	B2	08 March 2023
				JP	2020536409	A	10 December 2020
				JP	2023081896	A	13 June 2023
				KR	20200065018	A	08 June 2020
				KR	20230098611	A	04 July 2023
				PH	12020550083	A1	12 October 2020
				SG	11202002249R	A	29 April 2020
				US	10085200	B1	25 September 2018
				US	2019104462	A1	04 April 2019
				US	2020396670	A1	17 December 2020
				US	2022408339	A1	22 December 2022
				US	2024098616	A1	21 March 2024
				WO	2019067651	A1	04 April 2019
US	2022320719	A1	06 October 2022	EP	4000130	A1	25 May 2022
				FR	3099001	A1	22 January 2021
				US	2022320719	A1	06 October 2022
				WO	2021013589	A1	28 January 2021
US	2008102813	A1	01 May 2008	AU	2007313939	A1	08 May 2008
				CA	2667331	A1	08 May 2008
				CN	101536565	A	16 September 2009
				EP	2103153	A1	23 September 2009
				HK	1136138	A1	18 June 2010
				JP	4966380	B2	04 July 2012
				JP	2010508771	A	18 March 2010
				US	2008102813	A1	01 May 2008
				WO	2008054934	A1	08 May 2008
US	9392570	B1	12 July 2016	US	9392570	B1	12 July 2016
				US	9681413	B1	13 June 2017

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. G01S5/02 H01Q1/28 H01Q19/00 H04B7/185 G01S11/06 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) G01S H01Q H04B		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X Y A	US 2017/358864 A1 (ARIAS ARNAUD [FR]) 14 décembre 2017 (2017-12-14) alinéa [0011] - alinéa [0066] abrégé; figures 1-8 -----	1-4,6,7, 9 8 5,10
X A	US 2019/104462 A1 (SCHLOEMER GERALD R [US]) 4 avril 2019 (2019-04-04) alinéa [0015] - alinéa [0049] alinéa [0107] - alinéa [0135] figures 1-9 abrégé -----	1-4,6,7 5,8-10
X Y A	US 2022/320719 A1 (MAISONNAT THIBAUT [FR] ET AL) 6 octobre 2022 (2022-10-06) alinéa [0090] - alinéa [0120] figures 1-27 abrégé ----- -/-	1-5 8 6,7,9,10
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 2 septembre 2024		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 12/09/2024
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Galmiche, Aurélien

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2008/102813 A1 (CHARI ANAND K [US] ET AL) 1 mai 2008 (2008-05-01)	1 - 5
Y	le document en entier	8
A	-----	6,7,9,10
X	US 9 392 570 B1 (ZHANG QUAN AN [HK]) 12 juillet 2016 (2016-07-12)	10
A	colonne 1 - colonne 8 figures 1-6 abrégé -----	1-9

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2024/066362

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2017358864	A1	14-12-2017	CN 107508042 A	22-12-2017
			EP 3258543 A1	20-12-2017
			FR 3052617 A1	15-12-2017
			US 2017358864 A1	14-12-2017

US 2019104462	A1	04-04-2019	AU 2018341561 A1	30-04-2020
			AU 2023203635 A1	06-07-2023
			CA 3076010 A1	04-04-2019
			CN 111373668 A	03-07-2020
			CN 115037359 A	09-09-2022
			EP 3688888 A1	05-08-2020
			IL 273570 A	31-05-2020
			JP 7235734 B2	08-03-2023
			JP 2020536409 A	10-12-2020
			JP 2023081896 A	13-06-2023
			KR 20200065018 A	08-06-2020
			KR 20230098611 A	04-07-2023
			PH 12020550083 A1	12-10-2020
			SG 11202002249R A	29-04-2020
			US 10085200 B1	25-09-2018
			US 2019104462 A1	04-04-2019
			US 2020396670 A1	17-12-2020
			US 2022408339 A1	22-12-2022
			US 2024098616 A1	21-03-2024
			WO 2019067651 A1	04-04-2019

US 2022320719	A1	06-10-2022	EP 4000130 A1	25-05-2022
			FR 3099001 A1	22-01-2021
			US 2022320719 A1	06-10-2022
			WO 2021013589 A1	28-01-2021

US 2008102813	A1	01-05-2008	AU 2007313939 A1	08-05-2008
			CA 2667331 A1	08-05-2008
			CN 101536565 A	16-09-2009
			EP 2103153 A1	23-09-2009
			HK 1136138 A1	18-06-2010
			JP 4966380 B2	04-07-2012
			JP 2010508771 A	18-03-2010
			US 2008102813 A1	01-05-2008
			WO 2008054934 A1	08-05-2008

US 9392570	B1	12-07-2016	US 9392570 B1	12-07-2016
			US 9681413 B1	13-06-2017
