



(51) Classification internationale des brevets :
G01S 5/02 (2010.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2016/081272

(22) Date de dépôt international :
15 décembre 2016 (15.12.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1502594 15 décembre 2015 (15.12.2015) FR

(71) Déposant : THALES [FR/FR]; Tour Carpe Diem, Place
des Corolles, Esplanade Nord, 92400 Courbevoie (FR).

(72) Inventeurs : JAHAN, Daniel; c/o Thales Systemes Aero-
portes, 10 avenue de la 1ère DFL, 29200 Brest (FR). GIA-
COMETTI, Romain; c/o Thales Systemes Aeroportes, 10
avenue de la 1ère DFL, 29200 Brest (FR). CORNU, Cé-
dric; c/o Thales Systemes Aeroportes, 10 avenue de la 1ère
DFL, 29200 Brest (FR).

(74) Mandataires : BLOT, Philippe et al.; Lavoix, 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, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, 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, SM, ST, SV, SY,
TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN,
ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (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, 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))

(54) Title : METHOD FOR LOCATING SOURCES EMITTING ELECTROMAGNETIC PULSES

(54) Titre : PROCÉDÉ DE LOCALISATION DE SOURCES D'ÉMISSION D'IMPULSIONS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

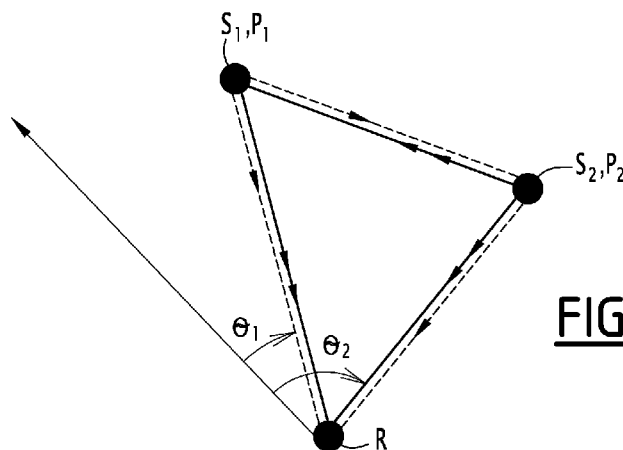


FIG.1

(57) Abstract : The invention relates to a method for locating sources emitting electromagnetic pulses, each source belonging to a carrier platform, the method including the steps of: receiving, by a detector, for each source to be located, at least one same emitted pulse, received directly and received by reflection on the carrier platform of another source; measuring the direction of arrival, the date of arrival and at least one invariant feature of each received pulse. The method also includes the steps of: grouping a first pair of pulses and a second pair of pulses; calculating the difference in the dates of arrival between the pulses in each pair; determining the direction and the distance to the detector of each source from the calculated differences in the dates of arrival and the directions of arrival of the pulses in each pair.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



Procédé de localisation de sources d'émission d'impulsions électromagnétiques La présente invention concerne un procédé de localisation de sources d'émission d'impulsions électromagnétiques, chaque source appartenant à une plate-forme porteuse, le procédé comprenant les étapes de : - réception, par un détecteur, pour chaque source à localiser, d'au moins une même impulsion émise, reçue en direct et reçue par réflexion sur la plate-forme porteuse d'une autre source, - mesure de la direction d'arrivée, de la date d'arrivée et d'au moins une caractéristique invariante de chaque impulsion reçue. Le procédé comprend, en outre, les étapes de : - regroupement d'une première paire d'impulsions et d'une deuxième paire d'impulsions, - calcul de la différence de dates d'arrivée entre les impulsions de chaque paire, - détermination de la direction et de la distance de chaque source au détecteur à partir des différences de dates d'arrivée calculées et des directions d'arrivée des impulsions de chaque paire.

Procédé de localisation de sources d'émission d'impulsions électromagnétiques

La présente invention concerne un procédé de localisation d'au moins deux sources d'émission d'impulsions électromagnétiques, le procédé comprenant les étapes de :

- réception, par un détecteur, pour chaque source à localiser, pendant une durée de fonctionnement du détecteur, d'au moins une même impulsion émise, reçue d'une part en direct et reçue d'autre part par réflexion sur la plate-forme porteuse d'une autre source,
- mesure de la direction d'arrivée, de la date d'arrivée et d'au moins une caractéristique invariante de chaque impulsion reçue.

La localisation d'une source consiste à déterminer la direction et la distance de la source par rapport à un point de référence. Une telle localisation est généralement basée sur un principe de multistatisme consistant à observer la source sous différents angles.

Pour localiser une source, une méthode connue, utilisant le principe de la triangulation, consiste à mesurer la direction d'arrivée des impulsions émises par la source au moyens de plusieurs détecteurs, délocalisés les uns des autres. La triangulation est une technique permettant de déterminer la position d'un point en mesurant les angles entre ce point et d'autres points de référence dont la position est connue.

Toutefois, une telle méthode impose d'utiliser un réseau de détecteurs et donc nécessairement un système de coordination des détecteurs du réseau, ce qui outre le coût lié au nombre de détecteurs, exclut la possibilité de travailler avec un unique détecteur.

Il a également été développé une méthode de localisation consistant à disposer un unique récepteur sur un porteur ayant une vitesse de défilement relativement élevée par rapport à la source à localiser. Un tel défilement relatif permet d'obtenir un ensemble de directions d'arrivée dans le temps, dont le point de concours est l'endroit où se situe la source.

Cependant, l'obtention d'un défilement relatif impose un porteur particulièrement vélocité par rapport aux sources à localiser, ce qui rend la méthode inadaptée dans le cas d'une source en déplacement.

Une autre méthode connue repose sur la mesure des différences de temps de passage de lobe d'antenne (abrégé en DTPLA).

Néanmoins, de telles mesures supposent de connaître la vitesse de rotation du lobe d'antenne et donc d'effectuer des balayages circulaires, ce qui implique une acquisition relativement lente.

Il est également connu d'utiliser la différence de temps d'arrivée (abrégé en TDOA) d'un même signal arrivant en deux points de réception différents pour localiser une source. Une telle différence de temps permet de déterminer le lieu géométrique où se situe la source.

5 Toutefois, là encore au moins deux détecteurs sont requis, ce qui exclut la possibilité de travailler avec un seul détecteur.

Des méthodes combinant des mesures de TDOA et de DTPLA à partir d'un unique détecteur sont également connues.

10 En revanche, comme cela a été expliqué précédemment, les mesures de DTPLA exigent des balayages circulaires, ce qui est à la fois lent et incertain.

Il existe donc un besoin pour un procédé de localisation de sources à partir d'un unique récepteur quasi-statique par rapport aux sources à localiser.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de localisation du type précité, dans lequel le procédé comprend, en outre, les étapes de :

15 - regroupement d'au moins une première paire d'impulsions de caractéristiques invariantes égales à une première caractéristique invariante de directions d'arrivée différentes, et d'au moins une deuxième paire d'impulsions de caractéristiques invariantes égales à une deuxième caractéristique invariante et de mêmes directions d'arrivée différentes,

20 - calcul de la différence de dates d'arrivée entre les impulsions de chaque paire,
 - détermination de la direction et de la distance de chaque source au détecteur à partir des différences de dates d'arrivée calculées et des directions d'arrivée des impulsions de chaque paire.

25 Suivant des modes de mise en œuvre particuliers, le procédé de localisation comprend une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou suivant toutes les combinaisons techniquement possibles :

30 - la durée de fonctionnement est formée de tranches de temps de durées identiques, le procédé comprenant la définition d'une durée glissante au moins égale à la durée d'une tranche de temps, l'étape de regroupement étant mise en œuvre sur la durée glissante, les impulsions de chaque paire appartenant à la même tranche de temps.

 - le procédé comprend, en outre, pour chaque tranche de temps, une étape de tri des impulsions reçues en fonction de la direction d'arrivée et d'au moins une caractéristique invariante choisie parmi la ou les caractéristiques mesurées de chaque
35 impulsion, pour obtenir des ensembles d'impulsions, les impulsions de chaque ensemble ayant des directions d'arrivée égales et des caractéristiques invariantes égales, les

impulsions de chaque ensemble étant regroupées dans une même paire lors de l'étape de regroupement.

- l'étape de détermination comprend le calcul d'un histogramme, pour chaque paire, à partir des différences de dates d'arrivée calculées pour ladite paire et la détermination d'un retard principal à partir de l'histogramme calculé, la direction et la distance de chaque source au détecteur étant calculées à partir des retards principaux déterminés.

- l'étape de détermination comprend, en outre, la comparaison de la valeur de chaque retard principal par rapport à une plage de valeurs de référence et la comparaison du nombre d'occurrences relatif à chaque retard principal par rapport à un seuil de référence, l'étape de détermination comprenant, également, l'élimination des retards principaux dont la valeur n'est pas comprise dans la plage de valeurs de référence et dont le nombre d'occurrences est strictement inférieur au seuil de référence.

- chaque première paire et deuxième paire regroupées permet de déterminer les distances respectives de deux des sources à localiser au détecteur, lesdites distances étant calculées à partir des fonctions suivantes :

$$d_1 = \frac{c}{4} \left((\tau_{P1} - \tau_{P2}) + \sqrt{(\tau_{P1} - \tau_{P2})^2 + \frac{(8\tau_{P1}\tau_{P2})}{(1 - \cos(\theta_1 - \theta_2))}} \right)$$

$$d_2 = \frac{c}{4} \left(3(\tau_{P1} - \tau_{P2}) + \sqrt{(\tau_{P1} - \tau_{P2})^2 + \frac{(8\tau_{P1}\tau_{P2})}{(1 - \cos(\theta_1 - \theta_2))}} \right)$$

où

- d_1 est la distance de la première source S_1 au détecteur R,
- d_2 est la distance de la deuxième source S_2 au détecteur R,
- c est la vitesse de propagation des ondes,
- τ_{P1} est le premier retard principal relatif à la différence de trajet entre les impulsions réfléchies reçues et les impulsions directes reçues, issues des mêmes impulsions émises par la première source S_1 ,
- τ_{P2} est le deuxième retard principal relatif à la différence de trajet entre les impulsions réfléchies reçues et les impulsions directes reçues, issues des mêmes impulsions émises par la deuxième source S_2 ,
- θ_1 est la direction d'arrivée des impulsions émises par la première source S_1 , et
- θ_2 est la direction d'arrivée des impulsions émises par la deuxième source S_2 .

- la direction de chaque source est la direction d'arrivée des impulsions d'un

ensembles d'au moins une paire en avance par rapport aux impulsions de l'autre ensemble de la paire.

- le procédé comprend, en outre, une étape de minimisation d'une fonction de coût.

5 - les caractéristiques invariantes de chaque impulsion comprennent au moins l'une des caractéristiques parmi : la largeur de l'impulsion, la fréquence porteuse de l'impulsion et la modulation intra-impulsion intentionnelle.

10 L'invention concerne aussi un dispositif de localisation d'au moins deux sources d'émission d'impulsions électromagnétiques, le détecteur étant propre à mettre en œuvre les étapes du procédé tel que défini plus haut.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui suit de modes de réalisation de l'invention, donnée à titre d'exemple uniquement et en référence aux dessins qui sont :

15 - figure 1, une vue schématique d'un exemple de sources à localiser et d'un détecteur destiné à localiser de telles sources,

- figure 2, une vue schématique et fonctionnelle du détecteur de la figure 1, et

- figure 3, un organigramme d'un exemple de mise en œuvre d'un procédé de localisation de sources.

20 Un principe général de mise en œuvre de l'invention est décrit dans ce qui suit, sur la base de la figure 1.

25 Pour cela, deux sources d'émissions d'impulsions électromagnétiques ponctuelles S_1 et S_2 , placées respectivement sur des plates-formes porteuses quasiment ponctuelles et réflectrices P_1 et P_2 , sont considérées. Par l'expression « quasiment ponctuel », il est entendu que le point d'émission de chaque source d'émission S_1 , S_2 est considéré confondu avec le point de réflexion de la plate-forme P_1 , P_2 sur laquelle est placée ladite source S_1 , S_2 .

30 Les sources S_1 et S_2 sont, par exemple, des sources d'émission radar, c'est-à-dire des sources d'émission électromagnétiques modulées, et plus particulièrement modulées par impulsions. Les sources $S_1, \dots, S_n$ à localiser sont, par exemple, disposées en mer sur des navires délocalisés les uns des autres.

Un but de l'invention est de localiser lesdites sources S_1 et S_2 au moyen d'un unique détecteur de radars R placé à distance des sources S_1 et S_2 , comme cela est illustré par la figure 1. Par l'expression « localiser une source », il est entendu déterminer la direction et la distance de la source au détecteur.

Le détecteur de radars R perçoit le signal x_1 correspondant à l'impulsion émise par la première source S_1 en direct, c'est-à-dire après avoir parcouru le chemin S_1R . Ce signal est caractérisé par des caractéristiques a_1 , une date d'arrivée t_1 et une direction d'arrivée θ_1 mesurées par le détecteur R.

5 Le détecteur de radars R perçoit également le signal x_{12} correspondant à la même impulsion émise par la première source S_1 et réfléchi sur la plate-forme P_2 de la deuxième source S_2 , c'est-à-dire après avoir parcouru le chemin $S_1S_2 + S_2R$. Ce signal est caractérisé par des caractéristiques a_{12} , une date d'arrivée t_{12} et une direction d'arrivée θ_2 mesurées par le détecteur R.

10 Le détecteur de radars R perçoit également le signal x_2 correspondant à l'impulsion émise par la deuxième source S_2 en direct, c'est-à-dire après avoir parcouru le chemin S_2R . Ce signal est caractérisé par des caractéristiques a_2 , une date d'arrivée t_2 et une direction d'arrivée θ_2 mesurées par le détecteur R.

15 Le détecteur de radars R perçoit également le signal x_{21} correspondant à la même impulsion émise par la deuxième source S_2 et réfléchi sur la plate-forme P_1 de la première source S_1 , c'est-à-dire après avoir parcouru le chemin $S_2S_1 + S_1R$. Ce signal est caractérisé par des caractéristiques a_{21} , une date d'arrivée t_{21} et une direction d'arrivée θ_1 mesurées par le détecteur R.

20 Le détecteur de radars R perçoit donc les quatre signaux suivants : $x_1(a_1, \theta_1, t_1)$, $x_{12}(a_{12}, \theta_2, t_{12})$, $x_2(a_2, \theta_2, t_2)$ et $x_{21}(a_{21}, \theta_1, t_{21})$.

Des signaux $x_1(a_1, \theta_1, t_1)$ et $x_{12}(a_{12}, \theta_2, t_{12})$, il est déduit la différence de temps d'arrivée τ_1 des impulsions relatives à la première source S_1 , à partir des deux mesures de dates d'arrivée t_1 et t_{12} , soit donc $\tau_1 = t_{12} - t_1$. La différence de temps d'arrivée τ_1 correspond au parcours $S_1S_2 + S_2R - S_1R$.

25 Des signaux $x_2(a_2, \theta_2, t_2)$ et $x_{21}(a_{21}, \theta_1, t_{21})$, il est déduit la différence de temps d'arrivée τ_2 des impulsions relatives à la deuxième source S_2 , à partir des deux mesures de dates d'arrivée t_2 et t_{21} , soit donc $\tau_2 = t_{21} - t_2$. La différence de temps d'arrivée τ_2 correspond au parcours $S_2S_1 + S_1R - S_2R$.

30 L'application du théorème du cosinus au triangle S_1RS_2 permet d'écrire l'équation suivante :

$$d_{12}^2 = d_1^2 + d_2^2 - 2d_1d_2 \cos(\theta_1 - \theta_2) \quad (1)$$

Où

- d_1 est la distance entre la première source S_1 et le détecteur R,
- d_2 est la distance entre la deuxième source S_2 et le détecteur R, et
- d_{12} est la distance entre la première source S_1 et la deuxième source S_2 .

6

A partir des différences de temps d'arrivée τ_1 et τ_2 et en considérant que c est la vitesse de propagation des ondes, les équations (2) et (3) suivantes sont obtenues :

$$c\tau_1 = d_{12} + d_2 - d_1 \quad (2)$$

$$c\tau_2 = d_{12} + d_1 - d_2 \quad (3)$$

5 En additionnant et en retranchant, les deux équations (2) et (3), les expressions (4) et (5) suivantes sont obtenues :

$$d_{12} = c \frac{\tau_1 + \tau_2}{2} \quad (4)$$

$$d_2 = d_1 + c \frac{\tau_1 - \tau_2}{2} \quad (5)$$

10 En introduisant les expressions (4) et (5) dans l'équation (1) issue du théorème du cosinus, l'équation (6) suivante est obtenue :

$$\left(c \frac{\tau_1 + \tau_2}{2}\right)^2 = d_1^2 + \left(d_1 + c \frac{\tau_1 - \tau_2}{2}\right)^2 - 2d_1 \left(d_1 + c \frac{\tau_1 - \tau_2}{2}\right) \cos(\theta_1 - \theta_2) \quad (6)$$

En réordonnant l'équation (6), une équation (7) du second degré en d_1 est obtenue :

$$2d_1^2 + c(\tau_1 - \tau_2)d_1 - \frac{c^2\tau_1\tau_2}{(1-\cos(\theta_1-\theta_2))} = 0 \quad (7)$$

15 Le discriminant de l'équation (7) étant toujours positif, l'équation (7) a deux racines réelles distinctes (8) :

$$d_1 = \frac{c}{4} \left((\tau_1 - \tau_2) \pm \sqrt{(\tau_1 - \tau_2)^2 + \frac{8\tau_1\tau_2}{(1-\cos(\theta_1-\theta_2))}} \right) \quad (8)$$

20 Etant donné que $(\tau_1 - \tau_2)^2 + \frac{8\tau_1\tau_2}{(1-\cos(\theta_1-\theta_2))} > (\tau_1 - \tau_2)^2$, il n'y a qu'une seule racine positive donnée par l'expression (9) suivante et correspondant à la distance entre la première source S_1 et le détecteur R :

$$d_1 = \frac{c}{4} \left((\tau_1 - \tau_2) + \sqrt{(\tau_1 - \tau_2)^2 + \frac{8\tau_1\tau_2}{(1-\cos(\theta_1-\theta_2))}} \right) \quad (9)$$

En introduisant l'expression (9), dans l'expression (5), la distance entre la deuxième source S_2 et le détecteur R est obtenue :

$$d_2 = \frac{c}{4} \left(3(\tau_1 - \tau_2) + \sqrt{(\tau_1 - \tau_2)^2 + \frac{8\tau_1\tau_2}{(1-\cos(\theta_1-\theta_2))}} \right) \quad (10)$$

25 Ainsi, les sources S_1 et S_2 ont bien été localisées en coordonnées polaires, respectivement (d_1, θ_1) et (d_2, θ_2) .

Ce principe est généralisable à un système comprenant N sources d'émissions ponctuelles $S_1, \dots, S_N$ placées respectivement sur des plates-formes quasiment ponctuelles et réflectrices $P_1, \dots, P_N$. Un tel ensemble se décompose en $C_N^2 = \frac{N!}{2(N-2)!}$ triangles S_iRS_j différents.

30

Une première méthode consiste à traiter chaque triangle S_iRS_j séparément. Une telle première méthode aboutit au calcul de C_N^2 couples de distances (d_i, d_j) avec $i = 1$ à N et $j = 1$ à N toujours supérieur à i . Cette méthode donne $N - 1$ estimations de d_i .

Une seconde méthode consiste en la minimisation d'une fonction de coût au niveau global, c'est-à-dire en prenant en compte simultanément l'ensemble des variables. Pour assurer une convergence plus rapide de cette seconde méthode itérative, celle-ci peut être initialisée avec des valeurs obtenues grâce à la première méthode.

Le détecteur R de localisation de sources $S_1, \dots, S_n$ d'émission d'impulsions électromagnétiques, fonctionnant sur le principe décrit précédemment, est illustré de manière fonctionnelle par la figure 2.

Le détecteur R est un détecteur de radars.

Le détecteur R est quasi-statique par rapport aux sources $S_1, \dots, S_n$ à localiser, c'est-à-dire que le détecteur R a au plus une vitesse relativement faible par rapport aux sources $S_1, \dots, S_n$ à localiser, de sorte que les évolutions géométriques, relatives aux triangles première source – deuxième source – détecteur, soient suffisamment inférieures à la précision recherchée pour ne pas l'affecter.

Le détecteur R comprend un module de réception 12 et un calculateur 14.

Le module de réception 12 comprend un réseau d'antennes de goniométrie formant un unique détecteur considéré comme ponctuel, un ensemble de chaînes de réception associées au réseau d'antennes et des fonctions de traitement permettant de mesurer des caractéristiques des impulsions reçues.

Les caractéristiques des impulsions mesurées par le module de réception 12 sont, par exemple, la direction d'arrivée des impulsions, la fréquence porteuse des impulsions, la largeur des impulsions, la date d'arrivée des impulsions, la modulation intra-impulsion intentionnelle (en anglais *intentional modulation on pulse*) ou encore la puissance des impulsions.

Le calculateur 14 est en interaction avec le module de réception 12.

Le calculateur 14 comprend, par exemple, un processeur, une mémoire et une unité de traitement de données. L'unité de traitement de données est configurée pour mettre en œuvre en interaction avec un produit programme d'ordinateur, chargeable dans l'unité de traitement de données, un procédé de localisation qui sera décrit plus en détails dans la suite de la description.

Un exemple de fonctionnement du détecteur R est maintenant décrit en référence à la figure 3, qui illustre schématiquement un ordinogramme de mise en œuvre d'un procédé de localisation de sources $S_1, \dots, S_n$ d'émission d'impulsions électromagnétiques.

Dans la suite de la description, le terme « égal » désigne « égal à une tolérance près ». La tolérance choisie est liée aux précisions de mesure, au rapport signal-à-bruit de mesure et à la fréquence des signaux reçus sur le détecteur R. La tolérance choisie est, par exemple, ± 5 pourcents (%).

5 Pour chaque source $S_1, \dots, S_n$ à localiser, le procédé de détermination comprend initialement une étape 100 de réception par le détecteur R d'au moins une impulsion émise, d'une part reçue en direct, c'est-à-dire selon le trajet allant directement de la source au détecteur, et d'autre part reçue sous sa forme réfléchie, c'est-à-dire après réflexion sur la plate-forme d'une autre source. Seules la différence de trajets
10 géométriques, qui entraîne des dates d'arrivée différentes, et la qualité de la réflexion permet de différencier l'impulsion reçue en direct de l'impulsion reçue en réfléchi lorsque ces impulsions reçues sont issues de la même émission.

Les impulsions sont reçues par le détecteur R pendant la durée de fonctionnement du détecteur R.

15 En particulier, lorsque deux sources seulement sont à localiser, comme illustré par la figure 1, le détecteur R reçoit une première salve d'impulsions, en traits pointillés, émise directement par la première source S_1 , une deuxième salve d'impulsions en traits pleins émise directement par la deuxième source S_2 , une troisième salve d'impulsions en traits pointillés émise par la première source S_1 et réfléchie sur la plate-forme P_2 de la
20 deuxième source S_2 et une quatrième salve d'impulsions en traits pleins émise par la deuxième source S_2 et réfléchie sur la plate-forme P_1 de la première source S_1 .

Ensuite, le procédé de localisation comprend une étape 110 de mesure, par le détecteur R, de la direction d'arrivée $\theta_1, \dots, \theta_n$, de la date d'arrivée $t_1, \dots, t_n$ sur le détecteur R et d'au moins une caractéristique invariante $C_1, \dots, C_n$ de chaque impulsion reçue.

25 Les caractéristiques invariantes $C_1, \dots, C_n$ de chaque impulsion comprennent au moins l'une des caractéristiques parmi : la largeur de l'impulsion, la fréquence porteuse de l'impulsion et la modulation intra-impulsion intentionnelle.

Le procédé de localisation comprend, ensuite, une étape 120 de découpage de la durée de fonctionnement en tranches de temps $\Delta t_1, \dots, \Delta t_k$ de même durée.

30 La durée de chaque tranche de temps $\Delta t_1, \dots, \Delta t_k$ est liée à la durée maximale d'illumination à 3dB des radars. Par exemple, la durée de chaque tranche de temps est comprise entre 10 millisecondes (ms) et 100 ms.

Le procédé de localisation comprend, avantageusement, pour chaque tranche de temps $\Delta t_1, \dots, \Delta t_k$, une étape 130 de tri des impulsions reçues pendant la tranche de temps
35 $\Delta t_1, \dots, \Delta t_k$, en fonction de la direction d'arrivée $\theta_1, \dots, \theta_n$ et d'au moins une caractéristique invariante $C_1, \dots, C_n$ choisie parmi la ou les caractéristiques mesurées de chaque

impulsion. A l'issue de l'étape 130 de tri, des ensembles E d'impulsions sont obtenus.

Les impulsions de chaque ensemble E ont des directions d'arrivée $\theta_1, \dots, \theta_n$ égales et des caractéristiques invariantes $C_1, \dots, C_n$ égales. De ce fait, chaque ensemble E est caractérisé par une tranche de temps $\Delta t_1, \dots, \Delta t_k$, une direction d'arrivée $\theta_1, \dots, \theta_n$ et au moins une caractéristique invariante $C_1, \dots, C_n$.

Le procédé de localisation comprend, ensuite, une étape 140 de regroupement des ensembles E, sur une durée glissante T_G , par paquets P de quatre ensembles $E_1(C_1, \theta_1, \Delta t_{i1}), E_2(C_1, \theta_2, \Delta t_{i1}), E_3(C_2, \theta_1, \Delta t_{i2}), E_4(C_2, \theta_2, \Delta t_{i2})$ correspondant à une première et à une deuxième direction d'arrivée θ_1, θ_2 de valeurs différentes l'une de l'autre, à une première et à une deuxième caractéristique invariante C_1, C_2 de valeurs différentes l'une de l'autre et à au plus deux tranches de temps $\Delta t_{i1}, \Delta t_{i2}$. La durée glissante T_G est au moins égale à la durée d'une tranche de temps.

Plus précisément, chaque paquet P comprend une première paire d'ensembles $E_1(C_1, \theta_1, \Delta t_{i1})$ et $E_2(C_1, \theta_2, \Delta t_{i1})$ de caractéristiques invariantes égales à la première caractéristique invariante C_1 du paquet P, de directions d'arrivée θ_1, θ_2 différentes et appartenant à la même tranche de temps Δt_{i1} , et une deuxième paire d'ensembles $E_3(C_2, \theta_1, \Delta t_{i2})$ et $E_4(C_2, \theta_2, \Delta t_{i2})$ de caractéristiques invariantes égales à la deuxième caractéristique invariante C_2 du paquet P, de directions d'arrivée θ_1, θ_2 différentes et appartenant à la même tranche de temps Δt_{i2} .

Chaque paire d'ensembles $(E_1(C_1, \theta_1, \Delta t_{i1}), E_2(C_1, \theta_2, \Delta t_{i1}))$ et $(E_3(C_2, \theta_1, \Delta t_{i2}), E_4(C_2, \theta_2, \Delta t_{i2}))$ regroupe les impulsions reçues en direct et en réfléchi par le détecteur R et issues de la même émission.

La durée glissante T_G est une fenêtre glissante d'analyse. Il s'agit de prendre en compte les impulsions reçues, ayant déjà fait l'objet de tri par tranches de temps $\Delta t_1, \dots, \Delta t_k$, sur une durée telle qu'on puisse détecter des impulsions directes et des impulsions réfléchies. En effet, le rayonnement des sources étant directif, il se doit de balayer l'espace pour le couvrir. Des conditions d'illumination sont alors nécessaires pour arriver à détecter une même impulsion émise reçue en direct et reçue en réfléchi.

De ce fait, la durée glissante T_G est une durée au moins égale à la plus grande des périodes de balayage d'antennes des sources à localiser. Cela permet de s'assurer d'obtenir l'illumination des réflecteurs dans le laps de temps considéré. La durée glissante T_G correspond donc à un grand nombre de tranche de temps $\Delta t_1, \dots, \Delta t_k$.

La durée glissante T_G est, par exemple, comprise entre 1 seconde (s) et 10 secondes.

En variante, la durée glissante T_G correspond à plusieurs passages de lobes d'antennes, c'est-à-dire à plusieurs périodes de balayage d'antennes des sources à

localiser. Cela permet de travailler sur plus d'impulsions pour consolider les mesures, sous réserve que cet allongement du temps d'analyse ne corresponde pas une évolution trop grande de la géométrie au regard des précisions visées.

Puis, le procédé comprend, une étape 150 de calcul, pour chaque paire de chaque
5 paquet P, des différences de dates d'arrivée entre les impulsions de l'un des ensembles E de la paire et les impulsions de l'autre ensemble E de la paire. De telles différences de dates d'arrivée résultent des différences de trajets géométriques entre les impulsions directes reçues et les impulsions réfléchies reçues issues des mêmes impulsions émises.

Le procédé comprend, ensuite, une étape 160 de détermination de la direction Θ
10 et de la distance d de chaque source $S_1, \dots, S_n$ au détecteur R à partir des différences de dates d'arrivée calculées.

En particulier, l'étape de détermination 160 comprend une première phase de calcul d'un histogramme, pour chaque paire, à partir des différences de dates d'arrivée calculées.

15 Chaque histogramme permet de déterminer un retard principal τ_P .

Par exemple, lorsque la période de répétition des impulsions (PRI) des signaux reçus sur le détecteur R est strictement supérieure au double d'une valeur de retard attendue, le retard principal τ_P est la différence de date d'arrivée la plus petite parmi les différences de dates d'arrivée de l'histogramme. La période de répétition des impulsions
20 désigne la durée entre deux impulsions successives d'un même signal. La valeur de retard attendue est une valeur estimée en fonction de la configuration géométrique attendue des triangles première source - deuxième source - détecteur.

Dans un autre exemple, lorsque la période de répétition des impulsions des signaux reçus sur le détecteur R est inférieure ou égale au double de la valeur de retard
25 attendue, l'étape de détermination 160 comprend l'identification des impulsions reçues en direct d'une part et des impulsions reçues après réflexion sur la plate-forme d'une autre source d'émission d'autre part. Les différences de date d'arrivée sont, ensuite, calculées uniquement entre les impulsions reçues en réfléchi par rapport aux impulsions reçues en direct et non pas entre les impulsions reçues en direct par rapport aux impulsions reçues
30 en réfléchi. Le retard principal τ_P est alors la différence de date d'arrivée la plus petite parmi les différences de dates d'arrivée calculées entre les impulsions reçues en réfléchi par rapport aux impulsions reçues en direct.

De préférence, l'étape de détermination 160 comprend, ensuite, une deuxième phase de comparaison des valeurs de chaque retard principal τ_P déterminé par rapport à
35 une plage de valeurs de référence. La plage de valeurs de référence est, par exemple, choisie en fonction de considérations géométriques, liées aux directions d'arrivée et à des

hypothèses plausibles de distances dans les gammes d'intérêts. La plage de valeurs de référence s'étend, par exemple, au sens large entre 1 microseconde (μs) et 100 μs .

Avantageusement, la deuxième phase comprend également la comparaison du nombre d'occurrences relatif à chaque retard principal τ_P déterminé par rapport à un seuil de référence. Le seuil de référence est, par exemple, choisi en fonction d'un pourcentage du nombre d'impulsions directes reçues pour chaque paire.

Au cours de la deuxième phase, les retards principaux τ_P dont les valeurs ne sont pas comprises dans la plage de valeurs de référence et dont le nombre d'occurrences est strictement inférieur au seuil de référence, sont éliminés.

La deuxième phase permet donc de s'affranchir de valeurs aberrantes lorsque le retard principal τ_P obtenu est en dehors de la plage de valeurs plausibles et des valeurs isolées et non significatives lorsque le nombre d'occurrences est au-dessous du seuil de référence.

Puis, l'étape de détermination 160 comprend une troisième phase de détermination de la direction Θ de la source correspondant à chaque paire.

La direction de la source S_1, S_2 de chaque paire est la direction d'arrivée θ_1, θ_2 des impulsions des ensembles E de la paire en avance par rapport aux impulsions de l'autre ensemble E de la paire. La direction d'arrivée Θ correspondante est donc l'angle de l'émission directe des impulsions.

L'étape de détermination 160 comprend, également, une quatrième phase de calcul de la distance d entre le détecteur R et chacune de la première et de la deuxième source S_1, S_2 correspondant aux deux paires de chaque paquet P. Pour cela les fonctions (11) et (12) suivantes, déduites des expressions (9) et (10) sont, par exemple, utilisées :

$$d_1 = \frac{c}{4} \left((\tau_{P1} - \tau_{P2}) + \sqrt{(\tau_{P1} - \tau_{P2})^2 + \frac{(8\tau_{P1}\tau_{P2})}{(1 - \cos(\theta_1 - \theta_2))}} \right) \quad (11)$$

$$d_2 = \frac{c}{4} \left(3(\tau_{P1} - \tau_{P2}) + \sqrt{(\tau_{P1} - \tau_{P2})^2 + \frac{(8\tau_{P1}\tau_{P2})}{(1 - \cos(\theta_1 - \theta_2))}} \right) \quad (12)$$

où

- d_1 est la distance de la première source S_1 au détecteur R,
- d_2 est la distance de la deuxième source S_2 au détecteur R,
- c est la vitesse de propagation des ondes,
- τ_{P1} est le premier retard principal relatif à la différence de trajet entre les impulsions réfléchies reçues et les impulsions directes reçues, issues des mêmes impulsions émises par la première source S_1 ,
- τ_{P2} est le deuxième retard principal relatif à la différence de trajet entre les

impulsions réfléchies reçues et les impulsions directes reçues, issues des mêmes impulsions émises par la deuxième source S_2 ,

- θ_1 est la direction d'arrivée des impulsions émises par la première source S_1 , et
- θ_2 est la direction d'arrivée des impulsions émises par la deuxième source S_2 .

Ainsi, chaque source $S_1, \dots, S_n$ est localisée en coordonnées polaires (d, Θ) .

Le procédé décrit permet donc la localisation de sources $S_1, \dots, S_n$ à partir d'un unique détecteur quasi-statique par rapport aux sources à localiser.

Le procédé résout le triangle première source - deuxième source - détecteur uniquement par mesures de direction d'arrivée et de la différence de temps d'arrivée (TDOA) en partant du principe que les plates-formes portant les sources sont des réflecteurs notoires et, à ce titre, que source d'émission et point de réflexion sont confondus pour une même plate-forme. Cette hypothèse est réaliste et permet une résolution simple du triangle première source - deuxième source - détecteur sans faire appel au DTPLA long et délicat à mettre en œuvre. Un tel procédé est donc de mise en œuvre rapide tout en permettant une localisation précise des sources.

De plus, le procédé s'appuie sur des mesures classiquement réalisées, notamment la direction d'arrivée des impulsions, la date d'arrivée des impulsions, la largeur des impulsions ou encore la fréquence porteuse des impulsions, ce qui est un atout pour faciliter l'intégration du procédé à un détecteur de radars.

En outre, le procédé est généralisable à N sources sur N plates-formes porteuses, par exemple, par une décomposition en une combinaison de deux parmi N triangles sur lesquels le même procédé de localisation est appliqué.

En complément facultatif, lorsque plusieurs sources sont à localiser, une étape additionnelle consiste à minimiser une fonction de coût prenant en compte simultanément l'ensemble des variables. Une telle fonction de coût permet d'améliorer la précision des distances d et directions Θ déterminées pour chaque source $S_1, \dots, S_n$.

REVENDEICATIONS

1.- Procédé de localisation d'au moins deux sources ($S_1, \dots, S_n$) d'émission d'impulsions électromagnétiques, chaque source ($S_1, \dots, S_n$) appartenant à une plate-
 5 forme porteuse ($P_1, \dots, P_n$), le procédé comprenant les étapes de :

- réception, par un détecteur (R), pour chaque source ($S_1, \dots, S_n$) à localiser, pendant une durée de fonctionnement du détecteur (R), d'au moins une même impulsion émise, reçue d'une part en direct et reçue d'autre part par réflexion sur la plate-forme porteuse d'une autre source ($S_1, \dots, S_n$),

- mesure de la direction d'arrivée ($\theta_1, \dots, \theta_n$), de la date d'arrivée ($t_1, \dots, t_n$) et d'au moins une caractéristique invariante ($C_1, \dots, C_n$) de chaque impulsion reçue,

caractérisé en ce que le procédé comprend, en outre, les étapes de :

- regroupement d'au moins une première paire d'impulsions de caractéristiques invariantes égales à une première caractéristique invariante (C_1), de directions d'arrivée (θ_1, θ_2) différentes, et d'au moins une deuxième paire d'impulsions de caractéristiques invariantes égales à une deuxième caractéristique invariante (C_2) et de mêmes directions d'arrivée (θ_1, θ_2) différentes,

- calcul de la différence de dates d'arrivée entre les impulsions de chaque paire,

- détermination de la direction (Θ) et de la distance (d) de chaque source ($S_1, \dots, S_n$) au détecteur (R) à partir des différences de dates d'arrivée calculées et des directions d'arrivée (θ_1, θ_2) des impulsions de chaque paire.

2.- Procédé selon la revendication 1, dans lequel la durée de fonctionnement est formée de tranches de temps ($\Delta t_1, \dots, \Delta t_k$) de durées identiques, le procédé comprenant la
 25 définition d'une durée glissante (T_G) au moins égale à la durée d'une tranche de temps ($\Delta t_1, \dots, \Delta t_k$), l'étape de regroupement étant mise en œuvre sur la durée glissante (T_G), les impulsions de chaque paire appartenant à la même tranche de temps.

3.- Procédé selon la revendication 2, dans lequel le procédé comprend, en outre,
 30 pour chaque tranche de temps ($\Delta t_1, \dots, \Delta t_k$), une étape de tri des impulsions reçues en fonction de la direction d'arrivée ($\theta_1, \dots, \theta_n$) et d'au moins une caractéristique invariante ($C_1, \dots, C_n$) choisie parmi la ou les caractéristiques mesurées de chaque impulsion, pour obtenir des ensembles (E) d'impulsions, les impulsions de chaque ensemble (E) ayant des directions d'arrivée ($\theta_1, \dots, \theta_n$) égales et des caractéristiques invariantes ($C_1, \dots, C_n$)
 35 égales, les impulsions de chaque ensemble (E) étant regroupées dans une même paire lors de l'étape de regroupement.

4.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel l'étape de détermination comprend le calcul d'un histogramme, pour chaque paire, à partir des différences de dates d'arrivée calculées pour ladite paire et la détermination d'un retard principal (τ_P) à partir de l'histogramme calculé, la direction (Θ) et la distance (d) de chaque source ($S_1, \dots, S_n$) au détecteur (R) étant calculées à partir des retards principaux (τ_P) déterminés.

5.- Procédé selon la revendication 4, dans lequel l'étape de détermination comprend, en outre, la comparaison de la valeur de chaque retard principal (τ_P) par rapport à une plage de valeurs de référence et la comparaison du nombre d'occurrences relatif à chaque retard principal (τ_P) par rapport à un seuil de référence, l'étape de détermination comprenant, également, l'élimination des retards principaux (τ_P) dont la valeur n'est pas comprise dans la plage de valeurs de référence et dont le nombre d'occurrence est strictement inférieur au seuil de référence.

6.- Procédé selon la revendication 4 ou 5, dans lequel chaque première paire et deuxième paire regroupées permet de déterminer les distances (d_1, d_2) respectives de deux des sources (S_1, S_2) à localiser au détecteur (R), lesdites distances (d_1, d_2) étant calculées à partir des fonctions suivantes :

$$d_1 = \frac{c}{4} \left((\tau_{P1} - \tau_{P2}) + \sqrt{(\tau_{P1} - \tau_{P2})^2 + \frac{(8\tau_{P1}\tau_{P2})}{(1 - \cos(\theta_1 - \theta_2))}} \right)$$

$$d_2 = \frac{c}{4} \left(3(\tau_{P1} - \tau_{P2}) + \sqrt{(\tau_{P1} - \tau_{P2})^2 + \frac{(8\tau_{P1}\tau_{P2})}{(1 - \cos(\theta_1 - \theta_2))}} \right)$$

Où

- d_1 est la distance de la première source S_1 au détecteur R,
- d_2 est la distance de la deuxième source S_2 au détecteur R,
- c est la vitesse de propagation des ondes,
- τ_{P1} est le premier retard principal relatif à la différence de trajet entre les impulsions réfléchies reçues et les impulsions directes reçues, issues des mêmes impulsions émises par la première source S_1 ,
- τ_{P2} est le deuxième retard principal relatif à la différence de trajet entre les impulsions réfléchies reçues et les impulsions directes reçues, issues des mêmes impulsions émises par la deuxième source S_2 ,
- θ_1 est la direction d'arrivée des impulsions émises par la première source

S_1 , et

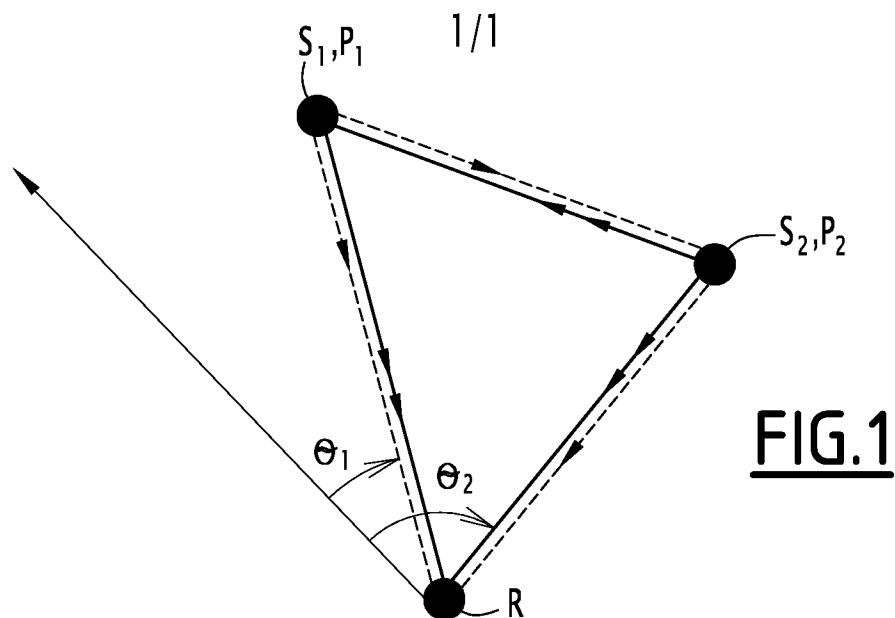
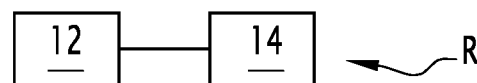
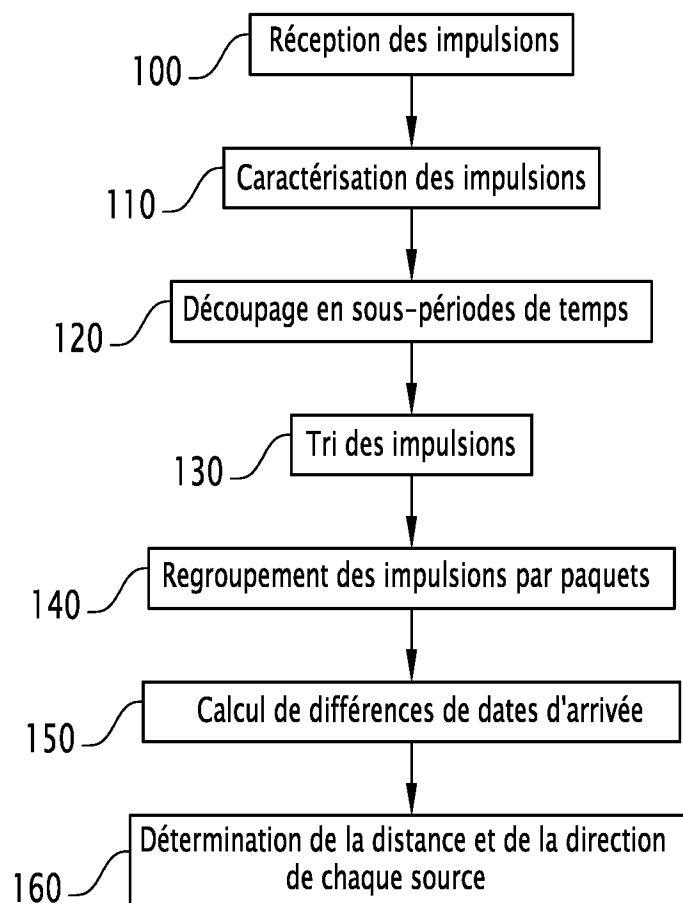
- θ_2 est la direction d'arrivée des impulsions émises par la deuxième source S_2 .

5 7.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel la direction (Θ) de chaque source est la direction d'arrivée (θ_1, θ_2) des impulsions d'un ensembles (E) d'au moins une paire en avance par rapport aux impulsions de l'autre ensemble (E) de la paire.

10 8.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel le procédé comprend, en outre, une étape de minimisation d'une fonction de coût.

15 9.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel les caractéristiques invariantes ($C_1, \dots, C_n$) de chaque impulsion comprennent au moins l'une des caractéristiques parmi : la largeur de l'impulsion, la fréquence porteuse de l'impulsion et la modulation intra-impulsion intentionnelle.

20 10.- Détecteur (R) de localisation d'au moins deux sources ($S_1, \dots, S_n$) d'émission d'impulsions électromagnétiques, le détecteur (R) étant propre à mettre en œuvre les étapes du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9.

FIG.1FIG.2FIG.3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/081272

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01S5/02
ADD.

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

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, COMPENDEX, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2011/140966 A1 (FERREOL ANNE [FR] ET AL) 16 June 2011 (2011-06-16) paragraphs [0003] - [0008] paragraphs [0011] - [0020] paragraphs [0034] - [0039] paragraphs [0040] - [0048] paragraphs [0051], [0058] - [0065] paragraphs [0069], [0131] -----	1-10
A	EP 2 428 810 A1 (THALES SA [FR]; CENTRE NAT RECH SCIENT [FR]) 14 March 2012 (2012-03-14) the whole document -----	1-10
A	WO 2014/001651 A1 (BLINKSIGHT [FR]; MUTZ MATTHIEU [FR]; MUTZ STEPHANE [FR]) 3 January 2014 (2014-01-03) the whole document -----	1-10



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

27 March 2017

Date of mailing of the international search report

04/04/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Naddeo, Giovanni

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/081272

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2011140966	A1	16-06-2011	AT 528660 T 15-10-2011
			EP 2215492 A1 11-08-2010
			FR 2924228 A1 29-05-2009
			IL 205918 A 31-03-2015
			US 2011140966 A1 16-06-2011
			WO 2009065943 A1 28-05-2009
EP 2428810	A1	14-03-2012	EP 2428810 A1 14-03-2012
			ES 2442515 T3 12-02-2014
			FR 2964465 A1 09-03-2012
			IL 214988 A 30-11-2015
WO 2014001651	A1	03-01-2014	EP 2867691 A1 06-05-2015
			US 2015323642 A1 12-11-2015
			WO 2014001651 A1 03-01-2014

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2016/081272

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. G01S5/02 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		
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, COMPENDEX, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2011/140966 A1 (FERREOL ANNE [FR] ET AL) 16 juin 2011 (2011-06-16) alinéas [0003] - [0008] alinéas [0011] - [0020] alinéas [0034] - [0039] alinéas [0040] - [0048] alinéas [0051], [0058] - [0065] alinéas [0069], [0131] -----	1-10
A	EP 2 428 810 A1 (THALES SA [FR]; CENTRE NAT RECH SCIENT [FR]) 14 mars 2012 (2012-03-14) le document en entier -----	1-10
A	WO 2014/001651 A1 (BLINKSIGHT [FR]; MUTZ MATTHIEU [FR]; MUTZ STEPHANE [FR]) 3 janvier 2014 (2014-01-03) le document en entier -----	1-10
☐ 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 27 mars 2017		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 04/04/2017
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 Naddeo, Giovanni

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2016/081272

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2011140966	A1	16-06-2011	AT 528660 T	15-10-2011
			EP 2215492 A1	11-08-2010
			FR 2924228 A1	29-05-2009
			IL 205918 A	31-03-2015
			US 2011140966 A1	16-06-2011
			WO 2009065943 A1	28-05-2009

EP 2428810	A1	14-03-2012	EP 2428810 A1	14-03-2012
			ES 2442515 T3	12-02-2014
			FR 2964465 A1	09-03-2012
			IL 214988 A	30-11-2015

WO 2014001651	A1	03-01-2014	EP 2867691 A1	06-05-2015
			US 2015323642 A1	12-11-2015
			WO 2014001651 A1	03-01-2014
