

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication :

3 135 530

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

②1 N° d'enregistrement national :

22 04605

⑤1 Int Cl⁸ : **G 01 R 29/08** (2022.01), H 01 Q 3/12, G 01 R 31/00,
B 64 F 5/60, H 01 Q 19/10

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫② **Date de dépôt** : 16.05.22.

⑫③ **Priorité** :

⑫④ **Date de mise à la disposition du public de la demande** : 17.11.23 Bulletin 23/46.

⑫⑤ **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire** : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑫⑥ **Références à d'autres documents nationaux apparentés** :

Demande(s) d'extension :

⑦① **Demandeur(s)** : DASSAULT AVIATION Société anonyme — FR.

⑦② **Inventeur(s)** : TRISTANT Fabrice et ROUSSEL Maxime.

⑦③ **Titulaire(s)** : DASSAULT AVIATION Société anonyme.

⑦④ **Mandataire(s)** : Lavoix.

⑤④ **Brasseur électromagnétique, système de mesure électromagnétique, procédé de montage et méthode de mesure associée.**

⑤⑦ **Brasseur électromagnétique, système de mesure électromagnétique, procédé de montage et méthode de mesure associée**

Ce brasseur électromagnétique (26), comporte :

- un mat (40); et

- au moins une pale (42A à 42C) présentant une surface réfléchissant les ondes radio et/ou micro-onde, la pale (42A à 42C) présentant au moins deux régions non-coplanaires.

Le mat (40) présente une zone (44) de fixation de pale, la pale (42A à 42C) étant fixée sur la zone de fixation de pale (44).

Au moins une partie du mat (40) et/ou de la ou de chaque pale (42A à 42C) est gonflable.

Figure pour l'abrégié: figure 1

FR 3 135 530 - A1



Description

Titre de l'invention : Brasseur électromagnétique, système de mesure électromagnétique, procédé de montage et méthode de mesure associée

- [0001] La présente invention concerne un brasseur électromagnétique, comportant :
- [0002] - un mat;
- [0003] - au moins une pale présentant une surface réfléchissant les ondes radio et/ou micro-onde, la pale présentant au moins deux régions non-coplanaires ;
- [0004] le mat présentant une zone de fixation de pale, la pale étant fixée sur la zone de fixation de pale.
- [0005] Un tel brasseur est destiné notamment à être monté dans une chambre réverbérante, lors d'essais d'exposition d'équipements à des champs électromagnétiques.
- [0006] De tels essais sont destinés à mesurer le champ électromagnétique transmis jusqu'à un équipement d'une plateforme, notamment un équipement d'un aéronef, d'un satellite, d'un véhicule terrestre ou naval. L'équipement est par exemple une baie informatique logée dans une soute de la plateforme.
- [0007] En variante, les essais sont destinés à vérifier le bon fonctionnement d'un équipement d'une plateforme en présence d'un champ électromagnétique de haute intensité.
- [0008] En particulier, le brasseur est propre à être tourné autour d'un axe de rotation entre des mesures successives de champ électromagnétique reçu au voisinage de l'équipement ou dans celui-ci, à partir d'un champ électromagnétique émis dans la chambre réverbérante.
- [0009] Les équipements présents dans un aéronef doivent être protégés des champs électromagnétiques extérieurs que subit l'aéronef. A cet égard, la pénétration du champ électromagnétique dans l'aéronef, au voisinage des équipements qu'il contient doit être mesurée avec précision lors de la qualification et de la certification d'un aéronef. En effet, il est important que ces équipements, notamment les équipements électroniques, soient bien protégés contre les champs électromagnétiques externes afin de ne pas provoquer des perturbations en fonctionnement.
- [0010] Pour réaliser ces tests, une méthode connue consiste à placer l'aéronef à l'extérieur, par exemple sur un tarmac, et à monter à l'extérieur de l'aéronef des antennes qui permettent d'illuminer l'aéronef suivant différentes incidences, polarisations et à différentes fréquences.
- [0011] La pénétration du champ électromagnétique dans les soutes contenant les équipements est mesurée par des récepteurs placés dans l'aéronef.
- [0012] Une telle méthode est fastidieuse à mettre en œuvre, et nécessite des conditions mé-

téorologiques favorables.

- [0013] Une méthode alternative consiste à mesurer l'effet du champ électromagnétique dans un environnement réverbérant à l'aide d'essai de type de champ rayonné de haute intensité (HIRF pour « High Intensity Radiofrequency Field »). Dans ce type d'essais, la plateforme contenant l'équipement à tester est placée dans une chambre réverbérante présentant des parois réfléchissant le champ électromagnétique. L'émetteur et le brasseur sont également placés dans la chambre. Des mesures de champ électromagnétique reçu dans la plateforme au voisinage de l'équipement sont effectuées à différentes valeurs angulaires du brasseur autour d'un axe vertical, ce qui change les conditions limites de la chambre réverbérante et donc décale la distribution spatiale des modes de résonance au sein de la chambre.
- [0014] Un brasseur connu comporte un mat central métallique, et des pales métalliques fixées à demeure sur le mat central. Les pales sont décalées angulairement les unes par rapport aux autres, et comprennent souvent au moins deux surfaces non coplanaires.
- [0015] Un tel brasseur ne donne pas entière satisfaction. En effet, pour être efficace, un tel brasseur doit présenter une hauteur proche de la plus petite dimension de la chambre réverbérante.
- [0016] Pour des chambres de grand volume, pouvant contenir par exemple un aéronef complet, le brasseur est volumineux, lourd et difficile à démonter. Il est difficilement transportable et les essais doivent donc être réalisés toujours dans la même chambre, en amenant l'aéronef dans cette chambre, ce qui peut être coûteux.
- [0017] En outre, un tel brasseur nécessite un espace important pour son stockage. Par ailleurs, ses dimensions et sa forme sont figées lors de la conception du brasseur, de sorte qu'un brasseur particulier n'est vraiment adapté qu'à une chambre donnée.
- [0018] Un tel brasseur est en outre généralement assez fragile, ce qui nécessite des moyens et des compétences spécifiques pour le manipuler et le réparer. Il présente des bords métalliques souvent agressifs pouvant créer des risques de blessure lors de sa manipulation.
- [0019] Un but de l'invention est de fournir un brasseur électromagnétique particulièrement efficace pour permettre des mesures dans une chambre réverbérante en engendrant un champ électromagnétique homogène et isotrope, le brasseur électromagnétique étant simple à manipuler et modulable.
- [0020] À cet effet, l'invention a pour objet un brasseur électromagnétique du type précité, caractérisé en ce qu'au moins une partie du mat et/ou de la ou de chaque pale est gonflable.
- [0021] Le brasseur électromagnétique selon l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prise(s) isolément ou suivant toute combinaison techniquement possible :

- [0022] - la ou chaque pale est gonflable ;
- [0023] - il comprend un système de fixation amovible de la ou chaque pale sur la zone de fixation de pale ;
- [0024] - le système de fixation comporte une fermeture à glissière ;
- [0025] - la ou chaque pale présente un bord latéral, la ou chaque pale étant fixée le long de son bord latéral sur la zone de fixation de pale ;
- [0026] - il comprend une pluralité de pales gonflables présentant des dimensions différentes, la zone de fixation de pale étant propre à accueillir de manière interchangeable plusieurs pales de la pluralité de pales gonflables, chaque pale étant propre à être montée en remplacement d'une autre pale sur la zone de fixation de pale ;
- [0027] - la pale gonflable présente au moins une région ayant une section en forme de C, par exemple une seule région ayant une section en forme de C, ou une pluralité de régions ayant une section en forme de C disposées de manière adjacente les unes aux autres ;
- [0028] - la pale gonflable comporte une armature gonflable et au moins une couche réfléchissant les ondes électromagnétiques radio ou/et micro-onde portée par l'armature gonflable ;
- [0029] - l'armature comporte au moins deux montants périphériques gonflables et au moins une traverse gonflable raccordant les montants périphériques gonflables entre eux ;
- [0030] - le mat est gonflable ;
- [0031] - le mat est cylindrique d'axe vertical, la zone de fixation de pale s'étendant le long d'une génératrice du mat ;
- [0032] - il comporte un plateau tournant, le mat portant la ou chaque pale étant propre à être monté sur le plateau tournant pour être entraîné en rotation autour d'un axe vertical par le plateau tournant..
- [0033] L'invention a également pour objet un système de mesure ou/et de test électromagnétique comportant :
- [0034] - une chambre réverbérante ;
- [0035] - un émetteur d'ondes électromagnétiques radio ou/et micro-onde destiné à être placé dans la chambre réverbérante ;
- [0036] - éventuellement un récepteur d'onde électromagnétique destiné à être placé au voisinage d'un équipement placé dans la chambre réverbérante ; et
- [0037] - un brasseur électromagnétique tel que défini plus haut, destiné à être placé dans la chambre réverbérante.
- [0038] L'invention a aussi pour objet un procédé de montage d'un brasseur électromagnétique, comportant les étapes suivantes :
- [0039] - fourniture d'un mat et d'au moins une pale présentant une surface réfléchissant les ondes radio et/ou micro-onde, la pale présentant au moins deux régions non-coplanaires ;

- [0040] le mat présentant une zone de fixation de pale, la pale étant fixée sur la zone de fixation de pale, au moins une partie du mat et/ou de la ou de chaque pale étant gonflable ;
- [0041] la partie gonflable du mat et/ou de la ou de chaque pale étant initialement dégonflée, le procédé comportant une étape de gonflage de la partie gonflable du mat et/ou de la ou de chaque pale.
- [0042] Le procédé de montage selon l'invention peut comprendre la caractéristique suivante :
- [0043] le mat et/ou la ou chaque pale est gonflable, l'étape de fourniture comportant la fourniture du mat et/ou de la ou de chaque pale dans une configuration dégonflée et désassemblée, le procédé comprenant l'assemblage de la ou de chaque pale sur le mat avant gonflage, et le gonflage du mat et/ou de la ou de chaque pale après assemblage.
- [0044] L'invention a également pour objet une méthode de mesure de mesure ou/et de test électromagnétique comportant les étapes suivantes :
- [0045] - fourniture d'une chambre réverbérante ;
- [0046] - mise en œuvre d'un procédé de montage d'un brasseur électromagnétique et disposition du brasseur électromagnétique dans la chambre réverbérante ;
- [0047] - disposition d'un émetteur dans la chambre réfléchissante, et;
- [0048] - émission par l'émetteur d'ondes électromagnétiques radio et/ou micro-onde dans la chambre réverbérante ;
- [0049] - mise en place d'un récepteur dans la chambre réverbérante au voisinage d'un équipement à tester dans la chambre réverbérante et mesures du champ électromagnétique reçu par le récepteur, ou/et
- [0050] test d'un équipement en fonctionnement dans la chambre réverbérante ;
- [0051] le procédé comportant une étape de rotation du brasseur électromagnétique autour d'un axe de rotation entre deux mesures successives du champ électromagnétique reçu par le récepteur ou entre deux tests successifs de l'équipement en fonctionnement.
- [0052] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple, et faite en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :
- [0053] - [Fig.1] la [Fig.1] est une vue schématique d'un premier système de mesure ou/et de test électromagnétique selon l'invention, comprenant un brasseur électromagnétique gonflable disposé dans une chambre réverbérante ;
- [0054] - [Fig.2] la [Fig.2] est une vue schématique des parties gonflables du brasseur incluant le mat et une pale ;
- [0055] - [Fig.3] la [Fig.3] est une vue schématique de côté de sections de différentes pales pouvant être montées de manière interchangeable sur le mat du brasseur de la [Fig.2] ;
- [0056] - [Fig.4] la [Fig.4] est une courbe illustrant l'écart-type sur les valeurs des trois composantes du champ électromagnétique dans la chambre réverbérante après une rotation

complète du brasseur dans la chambre.

- [0057] La [Fig.1] illustre un premier système de mesure ou/et de test électromagnétique 10, destiné à engendrer un champ électromagnétique et à mesurer le champ électromagnétique reçu par un équipement 12 disposé au sein d'une plateforme 14 est illustré sur la [Fig.1] ou/et à tester les performances en fonctionnement de l'équipement 12 en présence du champ électromagnétique reçu (notamment lorsque le champ électromagnétique émis présente une haute intensité en particulier entre quelques V/m et quelques kV/m par exemple 100 V/m, « High Intensity Radiated Field » ou HIRF).
- [0058] Le système de mesure 10 est destiné notamment à tester la protection de l'équipement 12 fournie par la plateforme 14 vis-à-vis du champ électromagnétique reçu. et/ou les performances de l'équipement 12 et plus généralement de la plateforme 14 en fonctionnement lorsque la plateforme 14 incluant ses équipements 12 est soumise à ce champ électromagnétique.
- [0059] Dans un cas particulier, le système de mesure 10 est destiné à mesurer la fonction de transfert du champ électromagnétique en fonction de la fréquence à travers les parois de la plateforme 14, et éventuellement à travers des barrières de protection électromagnétique prévues au sein de la plateforme 14, notamment dans une soute de la plateforme 14.
- [0060] L'équipement 12 est par exemple un ordinateur, un capteur, une baie informatique ou tout équipement aéronautique embarqué, disposé dans la plateforme 14. La plateforme 14 est notamment un aéronef, en particulier un aéronef civil ou militaire, en particulier un avion ou un drone.
- [0061] En référence à la [Fig.1], le système de mesure 10 comporte une chambre réverbérante 20 à l'intérieur de laquelle les mesures sont conduites.
- [0062] Le système de mesure 10 comprend aussi un émetteur de champ électromagnétique 22 disposé dans la chambre réverbérante 20, à l'extérieur de la plateforme 14 et au moins un récepteur de champ électromagnétique 24 disposé au voisinage ou dans l'équipement 12, au sein de la plateforme 14.
- [0063] Le système de mesure 10 comporte en outre un brasseur 26 électromagnétique selon l'invention, disposé dans la chambre réverbérante 20, le brasseur électromagnétique 26 étant au moins partiellement gonflable.
- [0064] Le brasseur 26 est destiné à être pivoté autour d'un axe vertical A-A' entre deux mesures de champ électromagnétique pour modifier les conditions limites de la chambre réverbérante 20, et homogénéiser la moyenne du champ électromagnétique et sa valeur maximum en tous points de la chambre réverbérante 20 et faire tourner le champ électromagnétique suivant toutes les polarisations.
- [0065] La chambre réverbérante 20 définit un volume intérieur 28 apte à contenir la plateforme 14 recevant l'équipement 12.

- [0066] Le volume intérieur 28 est par exemple supérieur à 1 m³ et compris notamment entre 2 m³ et 10000 m³, en particulier entre 1000 m³ et 5000 m³ par exemple 3000 m³.
- [0067] La chambre réverbérante 20 est par exemple une chambre fixe ménagée au sein d'un bâtiment, notamment d'un hangar, délimitée par des surfaces réfléchissantes 30.
- [0068] En variante, la chambre réverbérante 20 est une chambre démontable, de préférence gonflable. Elle comporte dans ce cas des piliers et des poutres gonflables raccordant les piliers, les piliers et les poutres supportant des surfaces réfléchissantes 30 délimitant le volume intérieur 28.
- [0069] Les surfaces réfléchissantes 30 sont propres à réfléchir le champ électromagnétique au moins partiellement dans la gamme de longueurs d'ondes d'émission de ce champ électromagnétique par l'émetteur 22 qui sera précisée plus bas.
- [0070] Les surfaces réfléchissantes 30 sont par exemple des surfaces métalliques, en particulier formées par une couche métallique disposée sur un support déformable, en particulier un film, par exemple en plastique ou un tissu. Les surfaces réfléchissantes 30 sont rapportées sur les piliers et les poutres de la chambre réverbérante 20. Par déformable, on entend notamment que le support peut être plié à la main par un utilisateur.
- [0071] L'émetteur 22 comporte au moins une antenne propre à émettre un champ électromagnétique à une fréquence dans le domaine des ondes radio et/ou micro-onde.
- [0072] La fréquence du champ électromagnétique émis est par exemple comprise entre 10 kHz et 40 GHz, de préférence entre 100 MHz et 18 GHz pour l'exemple présenté. Une telle gamme de fréquences couvre une grande partie des champs électromagnétiques auxquels est soumis un aéronef lorsqu'il évolue au sol ou en vol.
- [0073] Chaque récepteur 24 est propre à être disposé au voisinage ou dans l'équipement 12 au sein de la plateforme 14 pour mesurer le champ électromagnétique subi par l'équipement 12.
- [0074] Chaque récepteur 24 est par exemple disposé dans une soute de la plateforme 14.
- [0075] Lorsque la plateforme 14 est un aéronef, la soute est notamment une soute technique contenant les équipements électriques et les calculateurs de l'aéronef. La soute technique est par exemple munie de barrières de protection électromagnétique.
- [0076] Le récepteur 24 est propre à mesurer l'intensité, la fréquence et/ou la phase du champ électromagnétique reçu à travers la plateforme 14 au voisinage ou dans l'équipement 12 pour permettre le calcul d'une fonction de transfert entre le champ émis par l'émetteur 22 et le champ reçu par le récepteur 24.
- [0077] Comme indiqué précédemment, le brasseur électromagnétique 26 est propre à permettre, par des rotations successives autour de son axe A-A', de créer un champ électromagnétique homogène et isotrope en tous points du volume intérieur 28 de la chambre réverbérante 20.

- [0078] Le brasseur électromagnétique 26 est ici au moins partiellement gonflable. Il comprend dans cet exemple un mat gonflable 40, au moins une pale gonflable 42A à 42E, montée de manière amovible et interchangeable sur au moins une zone de fixation 44 du mat et un système 46 de fixation amovible de chaque pale 42A à 42E sur la zone de fixation du mat 44.
- [0079] En variante, le mat 40 n'est pas gonflable, seules les pales 42A à 42E sont gonflables.
- [0080] Le brasseur électromagnétique 26 comporte en outre un système 48 d'entraînement en rotation autour de l'axe vertical A-A' des parties gonflables du brasseur électromagnétique 26, ces parties gonflables comportant le mat 40 et la ou chaque pale 42A à 42C portée par le mat 40.
- [0081] Dans l'exemple représenté dans la [Fig.1], les parties gonflables du brasseur électromagnétique 26 sont représentées dans une configuration gonflée et montée, le mat gonflable 40 étant assemblé sur le système d'entraînement en rotation 48.
- [0082] Les parties gonflables du brasseur électromagnétique 26 sont aptes à passer dans une configuration dégonflée et désassemblée, dans laquelle les parties gonflables du brasseur électromagnétique 26 incluant ici le mat 40 et chaque pale 42A à 42B, sont dégonflées et pliées, occupant ainsi un volume minimal.
- [0083] Ainsi, le brasseur électromagnétique 26 comporte en outre avantageusement un sac 50 destiné à recevoir les parties gonflables du brasseur électromagnétique 26 dans leur configuration dégonflée. Le volume occupé par les parties gonflables du brasseur électromagnétique 26 dans leur configuration dégonflée est inférieur à 1 m³, permettant leur transport aisé dans le sac 50.
- [0084] En référence à la [Fig.2], le mat 40 est ici formé d'un pilier cylindrique 52 d'axe vertical A-A'.
- [0085] Le pilier 52 définit plusieurs zones de fixation 44 espacées angulairement autour de l'axe A-A', chaque zone de fixation 44 s'étendant sensiblement le long d'une génératrice distincte du pilier cylindrique 52.
- [0086] En configuration gonflée, la hauteur du pilier 52 est par exemple supérieure à 50 cm, et notamment comprise entre 1 m et 10 m. Le diamètre du pilier est par exemple supérieur à 10 cm, et est notamment compris entre 20 cm et 1 mètre.
- [0087] Le pilier 52 est formé avantageusement d'au moins une vessie gonflable présentant une paroi étanche. Le volume intérieur du pilier 52 est propre à être gonflé à une pression supérieure à la pression atmosphérique, par exemple par un compresseur à air 54.
- [0088] Dans l'exemple représenté sur les figures 1 et 3, le brasseur gonflable 26 comporte une pluralité de pales gonflables 42A à 42E, propres à être montées sur une zone de fixation 44 du mat gonflable 40, de manière interchangeable.

- [0089] Les pales 42A à 42E présentent des géométries différentes, notamment des hauteurs différentes, et/ou des courbures différentes.
- [0090] Chaque pale 42A à 42E est non plane. Elle présente ainsi au moins deux régions non coplanaires.
- [0091] Dans l'exemple représenté sur les figures 1 à 3, chaque pale 42A à 42E présente une forme de tronçon de cylindre coupé suivant un plan parallèle à l'axe B-B' du cylindre.
- [0092] Chaque pale 42A à 42E présente ainsi au moins une région 60 de section en forme de C, prise perpendiculairement à l'axe du cylindre.
- [0093] Au moins une pale 42A présente deux régions 60 de section en forme de C adjacentes l'une à l'autre, ici montées l'une sur l'autre par un bord commun.
- [0094] Dans l'exemple représenté sur la [Fig.3], les longueurs L des pales 42A à 42E prises horizontalement entre leurs sommets 62, et leurs bords libres 64A, 64B sont sensiblement égales. La longueur de chaque pale 42A à 42E est par exemple comprise entre 1 m et 3 m, par exemple égale à 2 m.
- [0095] La largeur l de chaque pale 42A à 42E (voir [Fig.2]), prise suivant l'axe B-B' du cylindre, est par exemple comprise entre 0,2 m et 5 m, par exemple égale à 3 m.
- [0096] La hauteur H de chaque pale 42A à 42E, prise verticalement entre les bords libres 64A, 64B dépend du rayon de courbure de la section en C de chaque pale 42A à 42E. Le rayon de courbure de la section en forme de C est par exemple supérieur à 0,5 m, et est notamment compris entre 2 m et 10 m, notamment entre 2 m et 6 m.
- [0097] Dans cet exemple, comme illustré sur la [Fig.2], chaque pale 42B comporte une armature gonflable 70, et au moins une surface réfléchissante 72 portée par l'armature gonflable 70.
- [0098] L'armature gonflable 70 comporte au moins une vessie gonflable, de préférence une pluralité de vessies gonflables, délimitant des montants 74A, 74B latéraux, et au moins une traverse 76A, 76B. Les montants 74A, 74B et les traverses 76A, 76B définissent la périphérie de la pale 42B et un espace central.
- [0099] L'armature gonflable 70 comporte en outre avantageusement au moins une traverse auxiliaire 78A, 78B, de préférence une pluralité de traverses auxiliaires 78A, 78B raccordant les montants 74A, 74B à travers l'espace central.
- [0100] La ou chaque vessie est formée par une poche étanche, propre à être gonflée à une pression supérieure à la pression atmosphérique, par exemple par le compresseur à air 54.
- [0101] La surface réfléchissante 72 est propre à réfléchir le champ électromagnétique au moins partiellement dans la gamme de longueurs d'ondes d'émission de ce champ électromagnétique par l'émetteur 22. Ainsi, la surface réfléchissante 72 est propre à réfléchir au moins partiellement les ondes électromagnétiques radio ou/et micro-onde émises par l'émetteur 22, ou réfléchies par la plateforme 14 ou/et par l'équipement 12.

- [0102] La surface réfléchissante 72 est par exemple une surface métallique, en particulier formée par une couche métallique disposée sur un support déformable, en particulier un film, par exemple en plastique ou un tissu. La surface réfléchissante 72 est rapportée sur l'armature gonflable 70.
- [0103] De préférence, la surface réfléchissante 72 couvre totalement au moins une face principale de la pale 42B entre les montants 74A, 74B et les traverses 76A, 76B, ici la face principale arrière. Avantageusement, au moins une autre surface réfléchissante 72 couvre une face principale avant la pale 42B
- [0104] Dans cet exemple, chaque traverse 76A, 76B présente une forme de C. Au moins une traverse 76A, 76B définit latéralement une zone complémentaire 78 de fixation au mat, destinée à s'assembler de manière amovible sur la zone de fixation 44 du mat 40.
- [0105] La zone complémentaire de fixation 78 étant sensiblement verticale, elle s'étend de manière correspondante à la zone de fixation 44, assurant une pseudo-coplanarité entre les zones 44 et 78 lors de la fixation par le système de fixation amovible 46.
- [0106] Ainsi, la pale 42B peut être montée verticalement sur le mat 40, la section en forme de C s'ouvrant horizontalement.
- [0107] Le système de fixation amovible 46 est par exemple formé par une fermeture à glissière (communément désignée par « zip »). Il comporte notamment un système de Fermeture Eclair® comprenant une première piste 80 solidaire de la zone de fixation 44, une deuxième piste 82 solidaire de la zone complémentaire de fixation 78, et un organe 84 d'assemblage des pistes 80, 82.
- [0108] L'organe d'assemblage 84 est engagé en permanence sur l'une des pistes 80, 82. Il est propre à s'engager à une extrémité de l'autre piste 82, 80, pour assembler de manière réversible les pistes 80, 82 l'une sur l'autre par déplacement de l'organe d'assemblage 84 le long des pistes 80, 82.
- [0109] Le système d'entraînement en rotation 48 est visible par exemple sur la [Fig.1]. Il comporte un plateau tournant 90, et éventuellement un moteur 92.
- [0110] Le moteur 92 est propre à entraîner le plateau tournant 90 en rotation autour de l'axe vertical A-A' par incréments, notamment par incréments compris entre 1° et 30°, puis à s'arrêter une fois l'incrément effectué pour permettre la réalisation de mesures de champs électromagnétique au niveau de chaque récepteur 24.
- [0111] Il est propre à entraîner en rotation conjointe les parties gonflables du brasseur électromagnétique 26 incluant le mat 40, et les pales 42A à 42C portées par le mat 40 sur un déplacement angulaire d'au moins 360° autour de l'axe A-A'.
- [0112] Un procédé de montage et de mise en place du brasseur électromagnétique 26 va maintenant être décrit.
- [0113] Initialement, la chambre réverbérante 20 est déjà présente par exemple au sein d'un bâtiment. En variante, la chambre réverbérante 20 est montée, par exemple par

gonflage des piliers et des poutres, entraînant le déploiement des surfaces intermédiaires réfléchissantes 30.

- [0114] Le brasseur électromagnétique 26 est alors amené dans le volume intérieur 28. Ses parties gonflables sont initialement dégonflées et repliées pour être contenues par exemple dans le sac 50.
- [0115] Avantagement, le système d'entraînement en rotation 48 est posé sur le sol de la chambre 20.
- [0116] Le mat 40 et un jeu de pales 42A à 42C sont sortis du sac 50.
- [0117] De préférence, une partie des pales 42A à 42C parmi toutes les pales 42A à 42E disponibles dans le jeu de pales 42A à 42E sont sélectionnées pour être montées sur le mat 40, en fonction notamment des dimensions de la chambre réverbérante 20.
- [0118] De préférence, les pales 42A à 42C sélectionnées sont préalablement assemblées sur le mat 40, lorsque le mat 40 et les pales 42A à 42C sont dans leur configuration dégonflée.
- [0119] À cet effet, la zone complémentaire 78 de fixation de chaque pale 42A à 42C est amenée au voisinage d'une zone de fixation 44 respective du mat 40, et les pistes 80, 82 sont jointes l'une à l'autre, par déplacement de l'organe d'assemblage 84.
- [0120] La fixation des pales 42A à 42C en configuration dégonflée facilite la mise en place et l'assemblage de la piste 80 sur la piste complémentaire 82 et compense la pseudo-coplanarité entre la zone de fixation 44 et la zone complémentaire de fixation 78.
- [0121] Puis, les vessies du mat 40 et de l'armature gonflable 70 de chaque pale 42A à 42C sont gonflées. Le mat 40 s'érige, et les pales 42A à 42C se déploient radialement à l'écart du mat 40. Le mat 40 et chaque pale 42A, 42B s'étendent verticalement. Chaque pale 42A à 42B s'ouvre horizontalement en regard d'un secteur angulaire respectif autour de l'axe A-A'.
- [0122] Le mat 40 est assemblé par son extrémité inférieure sur le plateau tournant 90. Le brasseur électromagnétique 26 est alors prêt pour être utilisé.
- [0123] La plateforme 14 recevant l'équipement est introduite dans le volume intérieur 28 ainsi que l'émetteur 22, avant, pendant ou après le montage du brasseur électromagnétique 26.
- [0124] Le ou chaque récepteur 24 est placé au voisinage ou dans l'équipement 12 au sein de la plateforme 14.
- [0125] Pour effectuer les mesures, le brasseur électromagnétique 26 est successivement pivoté par incréments autour de son axe A-A', par rotations successives du plateau tournant 90.
- [0126] Entre chaque rotation du brasseur électromagnétique 26, l'émetteur 22 est activé pour émettre des ondes électromagnétiques à une pluralité de fréquences données dans la gamme de fréquence précitée.

- [0127] Chaque récepteur 24 mesure l'intensité, la fréquence et/ou la phase des ondes électromagnétiques reçues au voisinage ou dans chaque équipement 12 pour chaque orientation angulaire du brasseur électromagnétique 26, et pour chaque fréquence d'émission.
- [0128] Comme indiqué plus haut, sur un tour du brasseur électromagnétique 26, la valeur maximale et la valeur moyenne du champ électromagnétique est identique en tous points de la chambre réverbérante 20 et le champ électromagnétique a tourné suivant toutes les polarisations.
- [0129] L'isotropie du champ électromagnétique peut être vérifiée en calculant l'écart type des composantes E_x , E_y et E_z du champ électromagnétique en plusieurs points de la chambre réverbérante 20, cet écart type étant inférieur à 3dB pour la partie horizontale, comme visible sur la [Fig.4].
- [0130] Le brasseur électromagnétique 26 selon l'invention permet donc de réaliser des campagnes de mesures de manière rapide et efficace, quelles que soient les conditions météorologiques, en produisant un champ électromagnétique très homogène au sein de la chambre réverbérante 20.
- [0131] Les parties gonflables du brasseur électromagnétique 26 sont ensuite dégonflées et rangées par exemple dans son sac 50, en vue d'être transportées vers un autre site pour réaliser une autre campagne de mesure.
- [0132] En outre, si une des pales 42A, 42B, 42C doit être changée, elle peut être facilement démontée du mat 40, en désengageant la piste complémentaire 82 de la piste 80 par déplacement de l'organe d'assemblage 84, puis en assemblant une autre pale, par exemple la pale 42D, à la place de la pale 42C. Ceci permet d'avoir une grande modularité sur les dimensions et la structure du brasseur électromagnétique 26, en fonction de l'étendue du volume 28 à brasser.
- [0133] Le brasseur électromagnétique 26 au moins partiellement gonflable selon l'invention est donc très simple à utiliser, et peu encombrant à stocker. Il est robuste et peu fragile. Il présente en outre un faible coût, et est très léger, par exemple inférieur à 15 kg
- [0134] Son montage et son démontage est très rapide, en moins d'une heure, notamment de l'ordre de quinze minutes.
- [0135] Il présente des pales 42A à 42D présentant une forme originale, qui produisent un brassage efficace du champ électromagnétique, en évitant les coupures ou blessures des opérateurs.
- [0136] La présence d'une couche métallique sur les pales 42A à 42E et sur le mat 40 assure une réflexion efficace des ondes électromagnétiques dans tout le domaine radio et micro-onde.
- [0137] Il n'est en outre pas nécessaire d'assurer une continuité électrique entre le mat 40 et chaque pale 42A à 42E du brasseur électromagnétique 26 pour garantir son bon fonc-

tionnement.

- [0138] Le brasseur électromagnétique 26 est évolutif, la forme des pales 42A à 42E pouvant être changée aisément en fabriquant des pales de formes différentes, par exemples elliptiques ou circulaires, à l'aide d'autres vessies, puis en assemblant ces pales au mat gonflable 40.
- [0139] Un tel brasseur électromagnétique 26 peut donc aisément être utilisé pour certifier ou/et recertifier des aéronefs dans des localisations variées. Le brasseur électromagnétique 26 est utilisable pour des aéronefs militaires ou civils, ou encore pour des tests électromagnétiques à réaliser sur d'autres équipements 12, éventuellement présents dans d'autres plateformes, notamment des satellites, des plateformes navales ou des plateformes terrestres telles que des automobiles.

Revendications

- [Revendication 1] Brasseur électromagnétique (26), comportant :
- un mat (40) ;
 - au moins une pale (42A à 42E) présentant une surface (72) réfléchissant les ondes radio et/ou micro-onde, la pale (42A à 42E) présentant au moins deux régions non-coplanaires ;
- le mat (40) présentant une zone (44) de fixation de pale, la pale (42A à 42E) étant fixée sur la zone de fixation de pale (44) ;
- caractérisé en ce qu'au moins une partie du mat (40) et/ou de la ou de chaque pale (42A à 42E) est gonflable.
- [Revendication 2] Brasseur électromagnétique (26) selon la revendication 1, dans lequel la ou chaque pale (42A à 42E) est gonflable.
- [Revendication 3] Brasseur électromagnétique (26) selon la revendication 2, comprenant un système (46) de fixation amovible de la ou chaque pale (42A à 42E) sur la zone de fixation de pale (44).
- [Revendication 4] Brasseur électromagnétique (26) selon la revendication 3, dans lequel le système de fixation (46) comporte une fermeture à glissière.
- [Revendication 5] Brasseur électromagnétique (26) selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, dans lequel la ou chaque pale (42A à 42E) présente un bord latéral, la ou chaque pale (42A à 42E) étant fixée le long de son bord latéral sur la zone de fixation de pale (44).
- [Revendication 6] Brasseur électromagnétique (26) selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, comportant une pluralité de pales gonflables (42A à 42E) présentant des dimensions différentes, la zone de fixation de pale (44) étant propre à accueillir de manière interchangeable plusieurs pales (42A à 42E) de la pluralité de pales gonflables (42A à 42E), chaque pale (42A à 42E) étant propre à être montée en remplacement d'une autre pale (42A à 42E) sur la zone de fixation de pale (44).
- [Revendication 7] Brasseur électromagnétique (26) selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, dans lequel la pale gonflable (42A à 42E) présente au moins une région (60) ayant une section en forme de C, par exemple une seule région ayant une section en forme de C (60), ou une pluralité de régions ayant une section en forme de C (60) disposées de manière adjacente les unes aux autres.
- [Revendication 8] Brasseur électromagnétique (26) selon l'une quelconque des revendications 2 à 7, dans lequel la pale gonflable (42A à 42E) comporte une armature gonflable (70) et au moins une couche réfléchissant les ondes

- électromagnétiques radio ou/et micro-onde portée par l'armature gonflable (70).
- [Revendication 9] Brasseur électromagnétique (26) selon la revendication 8, dans lequel l'armature (70) comporte au moins deux montants périphériques gonflables (74A, 74B) et au moins une traverse gonflable (76A, 76B) raccordant les montants périphériques gonflables (74A, 74B) entre eux.
- [Revendication 10] Brasseur électromagnétique (26) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le mat (40) est gonflable.
- [Revendication 11] Brasseur électromagnétique (26) selon la revendication 10, dans lequel le mat (40) est cylindrique d'axe vertical (A-A'), la zone de fixation de pale (44) s'étendant le long d'une génératrice du mat (40).
- [Revendication 12] Brasseur électromagnétique (26) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant un plateau tournant (90), le mat (40) portant la ou chaque pale (42A à 42E) étant propre à être monté sur le plateau tournant (90) pour être entraîné en rotation autour d'un axe vertical (A-A') par le plateau tournant (90).
- [Revendication 13] Système de mesure ou/et de test électromagnétique (10) comportant :
 - une chambre réverbérante (20) ;
 - un émetteur (22) d'ondes électromagnétiques radio ou/et micro-onde destiné à être placé dans la chambre réverbérante (20) ;
 - éventuellement un récepteur (24) d'onde électromagnétique destiné à être placé au voisinage d'un équipement (12) placé dans la chambre réverbérante (20) ; et
 - un brasseur électromagnétique (26) selon l'une quelconque des revendications précédentes, destiné à être placé dans la chambre réverbérante (20).
- [Revendication 14] Procédé de montage d'un brasseur électromagnétique (26), comportant les étapes suivantes :
 - fourniture d'un mat (40) et d'au moins une pale (42A à 42E) présentant une surface (72) réfléchissant les ondes radio et/ou micro-onde, la pale (42A à 42E) présentant au moins deux régions non-coplanaires ;
 le mat (40) présentant une zone (44) de fixation de pale, la pale (42A à 42E) étant fixée sur la zone de fixation de pale (44), au moins une partie du mat (40) et/ou de la ou de chaque pale (42A à 42E) étant gonflable ;
 la partie gonflable du mat (40) et/ou de la ou de chaque pale (42A à 42E) étant initialement dégonflée, le procédé comportant une étape de gonflage de la partie gonflable du mat (40) et/ou de la ou de chaque pale

(42A à 42E).

[Revendication 15] Procédé selon la revendication 14, dans lequel le mat (40) et/ou la ou chaque pale (42A à 42E) est gonflable, l'étape de fourniture comportant la fourniture du mat (40) et/ou de la ou de chaque pale (42A à 42E) dans une configuration dégonflée et désassemblée, le procédé comprenant l'assemblage de la ou de chaque pale (42A à 42E) sur le mat (40) avant gonflage, et le gonflage du mat (40) et/ou de la ou de chaque pale (42A à 42E) après assemblage.

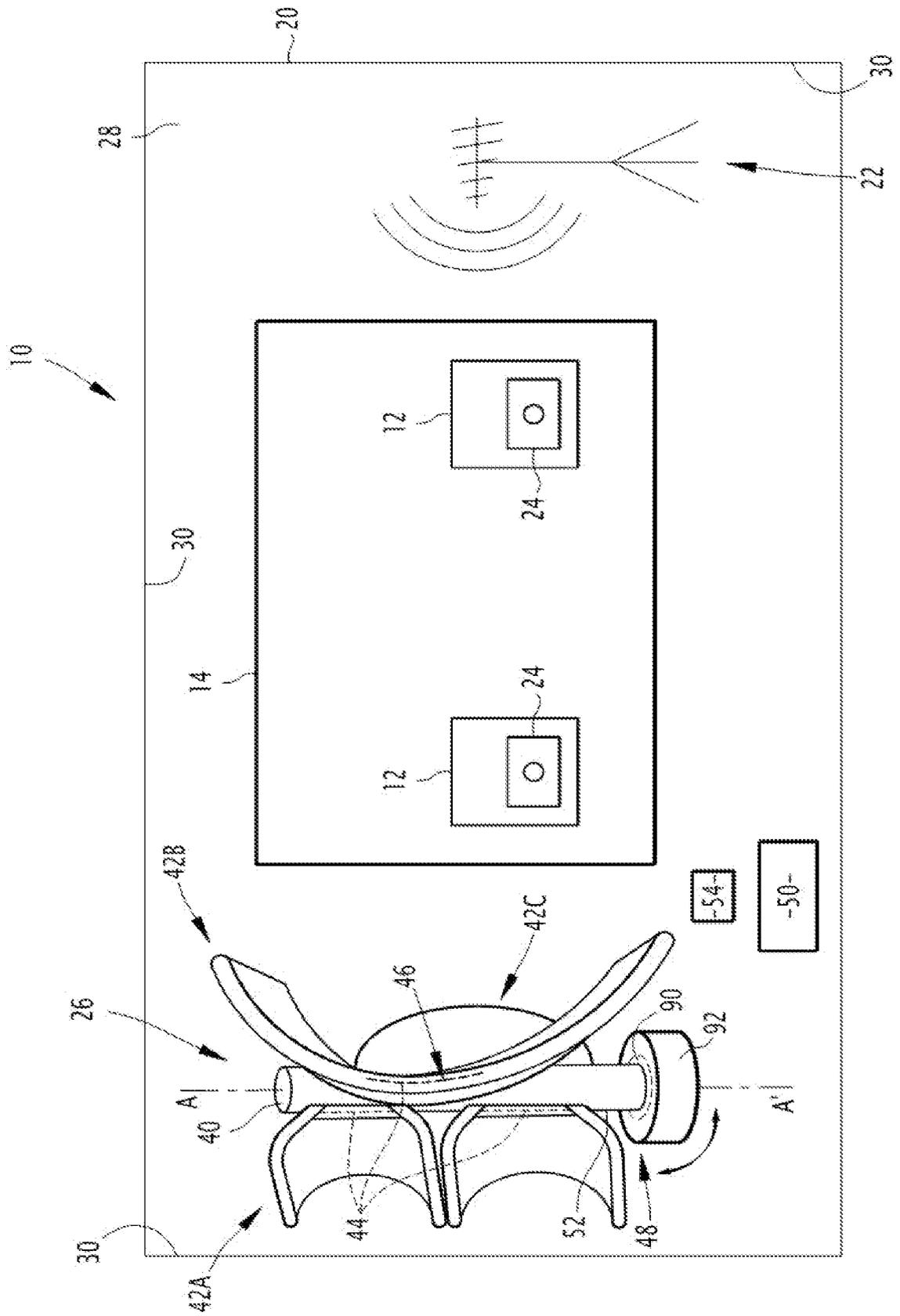
[Revendication 16] Méthode de mesure ou/et de test électromagnétique, comportant les étapes suivantes :

- fourniture d'une chambre réverbérante (20) ;
- mise en œuvre d'un procédé de montage d'un brasseur électromagnétique (26) selon la revendication 14 ou 15, et disposition du brasseur électromagnétique (26) dans la chambre réverbérante (20) ;
- disposition d'un émetteur (22) dans la chambre réfléchissante, et;
- émission par l'émetteur (22) d'ondes électromagnétiques radio et/ou micro-onde dans la chambre réverbérante (20) ;
- mise en place d'un récepteur (24) dans la chambre réverbérante (20) au voisinage d'un équipement (12) à tester dans la chambre réverbérante (20) et mesures du champ électromagnétique reçu par le récepteur (24) ou/et

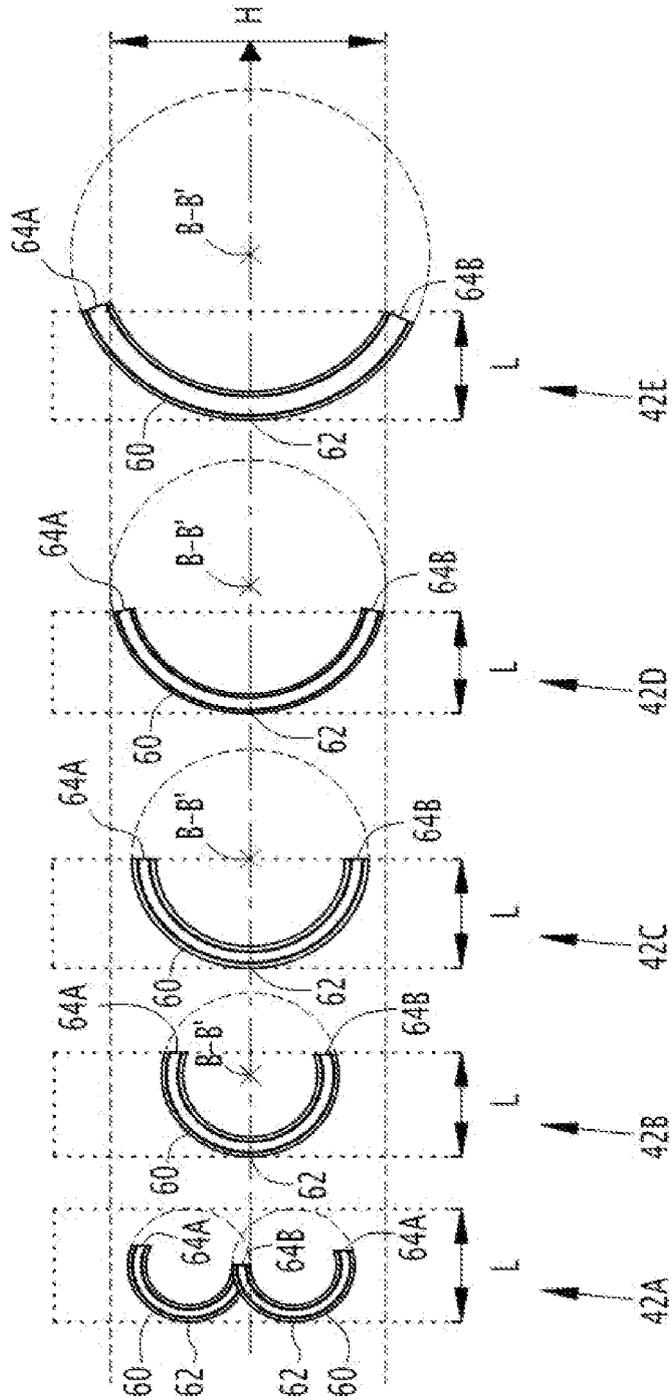
test d'un équipement (12) en fonctionnement dans la chambre réverbérante (20) ;

le procédé comportant une étape de rotation du brasseur électromagnétique (26) autour d'un axe de rotation (A-A') entre deux mesures successives du champ électromagnétique reçu par le récepteur (24) ou entre deux tests successifs de l'équipement (12) en fonctionnement.

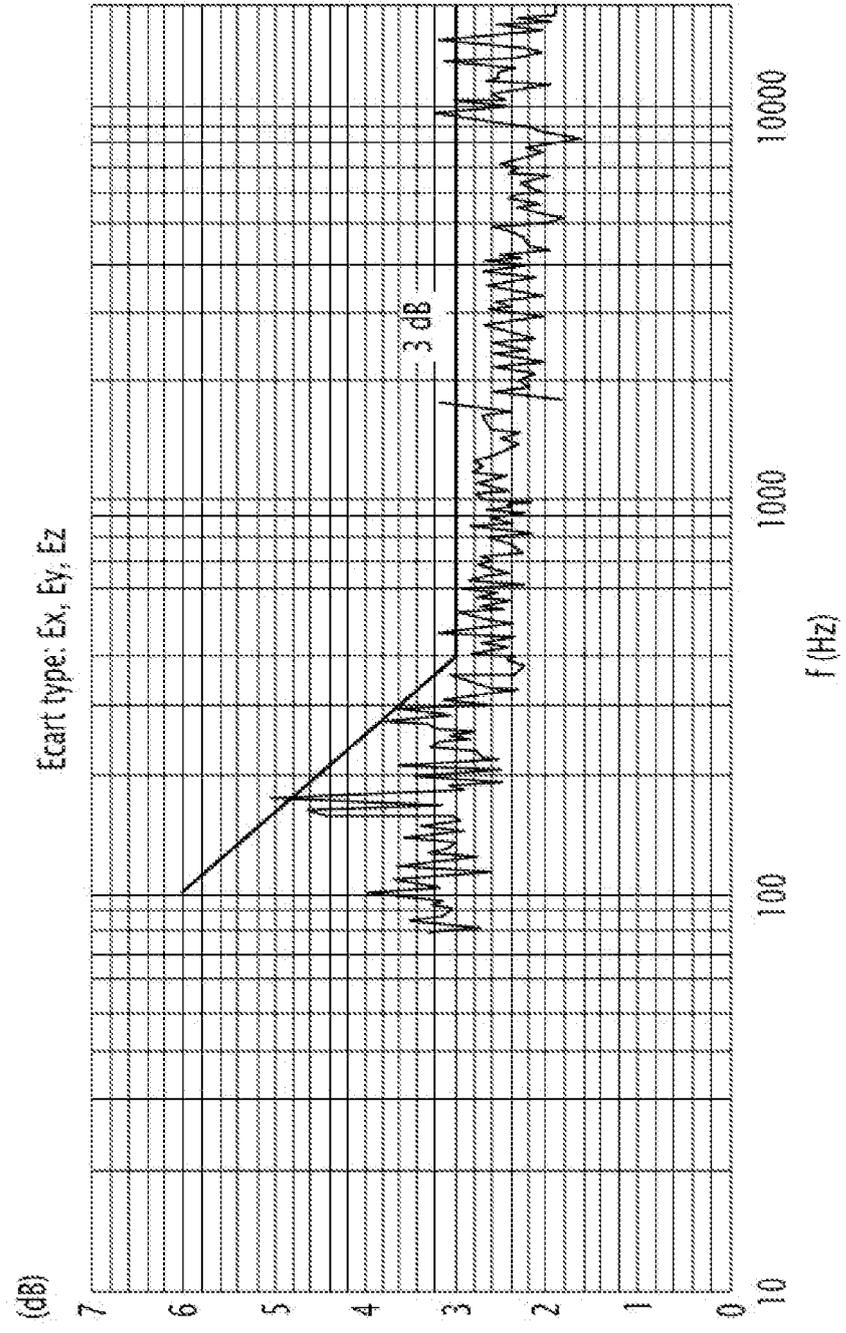
[Fig. 1]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 908258
FR 2204605

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2006/033674 A1 (ESSIG JOHN R JR [US] ET AL) 16 février 2006 (2006-02-16) * figures 2B, 23H * * alinéas [0041], [0064] * * alinéa [0204] - alinéa [0212] * * alinéa [0310] * -----	1-4, 6, 7, 14, 15	G01R29/08 H01Q3/12 G01R31/00 B64F5/60 H01Q19/10
X	GB 910 444 A (ANTHONY EDGAR PORTER; CHARLES VICTOR ELSE) 14 novembre 1962 (1962-11-14) * figures 1, 2, 7 * * page 1, ligne 19 - ligne 23 * * page 1, ligne 48 - ligne 84 * * page 2, ligne 17 - page 3, ligne 10 * -----	1, 10, 11, 14, 15	
X	FR 1 272 816 A (KIDDE WALTER CO LTD) 29 septembre 1961 (1961-09-29) * figure 1 * * page 1, colonne de gauche * * page 2, colonne de droite * -----	1-5, 7-10, 14, 15	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
Y	US 2016/131689 A1 (MONSEF FLORIAN [FR]) 12 mai 2016 (2016-05-12) * figure 1 * * alinéa [0002] - alinéa [0005] * * alinéa [0040] - alinéa [0041] * -----	1-5, 7, 10-16	B64F H01Q G01R B01F
Y	GB 2 567 694 A (MALVERN INSTRUMENTS LTD [GB]) 24 avril 2019 (2019-04-24) * figures 10, 11 * * page 1, ligne 3 - ligne 4 * * page 2, ligne 8 - ligne 14 * * page 3, ligne 26 - ligne 31 * * page 8, ligne 21 - page 9, ligne 2 * * page 10, ligne 1 - ligne 13 * -----	1-5, 7, 10-16	
		-/--	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
7 décembre 2022		Lefortier, Stéphanie	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 908258
FR 2204605

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	<p>CN 112 114 218 A (SHANGHAI RADIO EQUIPMENT INST) 22 décembre 2020 (2020-12-22)</p> <p>* abrégé; figure 6 *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-16	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		7 décembre 2022	Lefortier, Stéphanie
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p>		<p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2204605 FA 908258**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **07-12-2022**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2006033674 A1	16-02-2006	AU 2004297977 A1	23-06-2005
		BR PI0417312 A	27-03-2007
		CA 2589731 A1	23-06-2005
		EP 1700358 A2	13-09-2006
		JP 2007513318 A	24-05-2007
		US 2006033674 A1	16-02-2006
		WO 2005057620 A2	23-06-2005

GB 910444 A	14-11-1962	AUCUN	

FR 1272816 A	29-09-1961	AUCUN	

US 2016131689 A1	12-05-2016	EP 2981836 A1	10-02-2016
		FR 3004261 A1	10-10-2014
		US 2016131689 A1	12-05-2016
		WO 2014162104 A1	09-10-2014

GB 2567694 A	24-04-2019	AUCUN	

CN 112114218 A	22-12-2020	AUCUN	
