

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①① N° de publication :

2 965 931

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

②① N° d'enregistrement national :

10 58193

⑤① Int Cl⁸ : G 01 R 29/08 (2012.01)

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 08.10.10.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 13.04.12 Bulletin 12/15.

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

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : SATIMO INDUSTRIES Société par
actions simplifiée — FR.

⑦② Inventeur(s) : DUCHESNE LUC et LAPORTE
RAPHAEL.

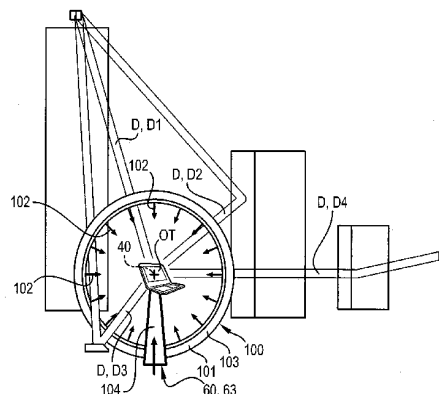
⑦③ Titulaire(s) : SATIMO INDUSTRIES Société par
actions simplifiée.

⑦④ Mandataire(s) : CABINET REGIMBEAU.

⑤④ PROCÉDE ET DISPOSITIF DE TEST ELECTRONIQUE D'UN OBJET.

⑤⑦ L'invention concerne un procédé de test électroma-
gnétique d'un objet, procédé dans lequel on envoie par une
sonde (102) un rayonnement électromagnétique suivant
une direction principale déterminée (D) de pointage vers un
point test (40) déterminé où se situe l'objet (OT).

L'invention est caractérisée en ce que l'on déplace la
sonde (2) et un support (104) de l'objet (OT) l'un par rapport
à l'autre par un dispositif (60) de déplacement mécanique
suivant un mouvement représentatif d'une statistique pré-
déterminée d'étalement angulaire par rapport à la direction
principale (D) de pointage pour générer par la sonde (102)
un rayonnement électromagnétique ayant cette statistique
prédéterminée d'étalement angulaire par rapport à la direc-
tion principale (D) de pointage.



FR 2 965 931 - A1



5 L'invention concerne le test électromagnétique d'objets, comme par exemple des antennes et plus généralement le test des objets rayonnants constitués d'antennes reliées à une source et/ou un récepteur intégré, les éléments rayonnants étant considérés comme pouvant être émetteurs et/ou récepteurs de rayonnements électromagnétiques.

10 Dans différentes applications, on cherche à connaître la réponse des objets rayonnants à un rayonnement électromagnétique extérieur.

On peut citer, par exemple, les tests des téléphones mobiles ou des ordinateurs portables.

15 D'une manière générale, lorsqu'une ou plusieurs antennes sont utilisées sur un appareil, ces dernières peuvent être soumises à différents rayonnements électromagnétiques, qui peuvent être variables dans le temps et peuvent par exemple perturber la réception d'un signal utile.

Dans le cas d'un objet sous test constitué d'une ou de plusieurs antennes réceptrices, la difficulté est d'évaluer comment cet objet sous test va réagir
20 à des rayonnements électromagnétiques pouvant être rencontrés lors de son utilisation en conditions réelles.

On cherche en particulier à générer par une ou plusieurs sondes d'émission d'un rayonnement électromagnétique pointé vers l'objet sous test un scénario électromagnétique représentatif de l'environnement de fonctionnement réel
25 de l'objet sous test, c'est-à-dire à envoyer à chaque sonde un signal d'entrée représentatif d'un scénario électromagnétique, en fonction duquel elle émettra un rayonnement vers l'objet pour reproduire l'environnement de fonctionnement de l'objet sous test.

Un tel dispositif de test est connu par exemple par le document US-
30 A-2008/00 56 340.

On connaît également par le document "Spatial Fading Evaluator for Handset Antennas" de H. Iwai *et al.*, paru dans *I.E.E.E. 2005*, pages 218 à 221,

référence 0-7803-8683-6/05, un dispositif permettant d'évaluer des signaux reçus par des antennes de combinés téléphoniques dans des environnements de propagation ou d'évanouissement multi-trajet, et ce à l'aide de diffuseurs disposés autour d'une antenne de réception.

- 5 Le document "BER Evaluation System for a Handset Antenna in a Multipth Environment using a Spatial Fading Emulator" de Tsutomu Sakata *et al.*, dans "Proceeding of ISAP 2005, Seoul, Korea", référence ISBN : 89-86522-78-0 94460, pages 351 à 354, décrit également un dispositif de ce type.

 Ces dispositifs connus ne permettent toutefois pas de générer tous les
10 scénarios électromagnétiques pouvant être rencontrés. De plus, ils sont compliqués à mettre en œuvre.

 L'invention vise à étendre les possibilités de génération d'un environnement électromagnétique réel, par un dispositif de test pouvant s'adapter sur tous les systèmes existants pour enrichir les simulations pouvant être obtenues.

- 15 A cet effet, l'invention concerne un procédé de test électromagnétique d'au moins un objet, procédé dans lequel on envoie par au moins une sonde un rayonnement électromagnétique suivant une direction principale déterminée de pointage vers un point test déterminé où se situe l'objet sous test.

 L'invention est caractérisée en ce que l'on déplace la au moins une
20 sonde et un support de l'objet sous test l'un par rapport à l'autre par un dispositif de déplacement mécanique suivant un mouvement représentatif d'une statistique prédéterminée d'étalement angulaire par rapport à la direction principale de pointage pour générer par la au moins une sonde un rayonnement électromagnétique ayant cette statistique prédéterminée d'étalement angulaire par rapport à la direction
25 principale de pointage.

 Grâce à l'invention, on peut faire osciller la ou les sonde(s) de façon relative autour de leur direction de pointage, pour ainsi générer un rayonnement électromagnétique dirigé vers le point test mais ayant un point d'origine variable et donc un angle d'incidence ayant un étalement angulaire en temps réel par rapport à la
30 direction déterminée de pointage, qui est en fait une direction principale d'éclairement du point test. Le dispositif de déplacement mécanique peut ainsi faire

bouger en temps réel la sonde et le support de l'objet sous test l'un par rapport à l'autre suivant une trajectoire prescrite qui est déterminée en fonction de la statistique prédéterminée d'étalement angulaire. En mesurant la réponse de l'objet sous test à cette statistique d'étalement angulaire des rayonnements
5 électromagnétiques incidents, on peut connaître la réponse temporelle de l'objet, la statistique d'étalement angulaire du rayonnement étant également temporelle.

On pourra également utiliser en plus les autres systèmes existants permettant de faire varier temporellement des signaux électriques de commande de la ou des sonde(s), en fonction desquels la ou les sonde(s) génère(nt) des valeurs de
10 champ électromagnétique réglables en intensité et/ou en phase.

L'invention permet donc de reproduire des scénarios électromagnétiques plus pertinents pour chaque objet sous test.

Suivant un mode de réalisation de l'invention, ledit mouvement est situé dans un plan.

15 Suivant un mode de réalisation de l'invention, ledit mouvement est situé dans un plan vertical pour générer la statistique prédéterminée d'étalement angulaire en élévation par le dispositif de déplacement.

Suivant un mode de réalisation de l'invention, ledit mouvement est situé dans un plan horizontal pour générer la statistique prédéterminée d'étalement angulaire en
20 azimut par le dispositif de déplacement.

Suivant un mode de réalisation de l'invention, ledit mouvement est tridimensionnel pour générer la statistique prédéterminée d'étalement angulaire en élévation et en azimut par le dispositif de déplacement.

Suivant un mode de réalisation de l'invention, le dispositif de déplacement
25 mécanique est prévu entre ladite au moins une sonde et une structure de support de la au moins une sonde.

Suivant un mode de réalisation de l'invention, le dispositif de déplacement mécanique comprend au moins un dispositif de déplacement angulaire de la sonde en rotation autour du point test suivant au moins un degré de liberté par rapport à la
30 structure de support.

Suivant un mode de réalisation de l'invention, ladite au moins une sonde est l'une ou plusieurs parmi un réseau d'une pluralité de sondes supportées par une structure de support, chaque sonde ayant une direction principale de pointage distincte vers le point test.

5 Suivant un mode de réalisation de l'invention, l'objet sous test étant fixe sur le support, le dispositif de déplacement mécanique fait subir un mouvement déterminé de la structure de support des sondes et du support de l'objet sous test l'un par rapport à l'autre, pour faire subir à ladite au moins une sonde le mouvement représentatif de la statistique prédéterminée d'étalement angulaire par rapport à sa
10 direction principale de pointage.

 Suivant un mode de réalisation de l'invention, l'objet sous test étant fixe sur le support, le dispositif de déplacement mécanique fait subir un mouvement déterminé de la structure de support des sondes par rapport au support fixe de l'objet sous test, pour faire subir à ladite au moins une sonde le mouvement
15 représentatif de la statistique prédéterminée d'étalement angulaire par rapport à sa direction principale de pointage.

 Suivant un mode de réalisation de l'invention, l'objet sous test étant fixe sur le support, le dispositif de déplacement mécanique fait subir un mouvement déterminé du support de l'objet sous test par rapport à la structure fixe de support
20 des sondes, pour faire subir à ladite au moins une sonde le mouvement représentatif de la statistique prédéterminée d'étalement angulaire par rapport à sa direction principale de pointage.

 Suivant un mode de réalisation de l'invention, la structure de support est en forme d'arche ou d'anneau sur laquelle ou lequel les sondes sont supportées dans un
25 plan.

 Suivant un mode de réalisation de l'invention, la structure de support est de forme tridimensionnelle sur laquelle les sondes sont supportées d'une manière répartie en trois dimensions.

 Suivant un mode de réalisation de l'invention, le dispositif de déplacement
30 mécanique permet au moins un déplacement angulaire déterminé de glissement de la

structure de support et du support de l'objet sous test l'un par rapport à l'autre au moins autour d'un axe géométrique non vertical.

Suivant un mode de réalisation de l'invention, le dispositif de déplacement mécanique permet un deuxième déplacement angulaire de rotation de la structure de support et du support de l'objet sous test l'un par rapport à l'autre au moins autour d'un axe géométrique vertical.

Suivant un mode de réalisation de l'invention, la structure de support repose sur un socle inférieur, entre le socle et la structure de support est prévu un deuxième autre système de déplacement angulaire permettant de déplacer la structure de support par rapport au socle d'un deuxième angle de même valeur absolue et opposé au déplacement angulaire de glissement du premier dispositif de déplacement mécanique du support par rapport à la structure de support, afin que le support de l'objet sous test conserve une position prescrite et sensiblement constante par rapport à la verticale, le dispositif de déplacement mécanique du support par rapport à la structure de support étant appelé premier système de déplacement relatif.

Suivant un mode de réalisation de l'invention, le deuxième autre système de déplacement angulaire comporte une pluralité de rouleaux de soutien d'une surface extérieure courbe d'une paroi de la structure de support sur le socle et au moins un moteur d'entraînement d'au moins l'un des rouleaux pour faire rouler dudit deuxième angle ladite surface extérieure courbe de la paroi de la structure de support par rapport au socle.

Suivant un mode de réalisation de l'invention, il est prévu en outre :

un organe de commande du déplacement angulaire de glissement du premier système de déplacement relatif,

au moins un capteur de mesure d'un angle réel du support de l'objet sous test par rapport à la verticale,

une boucle du moteur d'entraînement en fonction de l'angle mesuré par le capteur, pour que l'angle mesuré par le capteur soit égal à une valeur constante correspondant à ladite position prescrite du support par rapport à la verticale.

Suivant un mode de réalisation de l'invention, il est prévu une pluralité de sondes réparties de manière équiangle suivant au moins une coordonnée sphérique autour d'un même point cible des sondes.

5 Suivant un mode de réalisation de l'invention, il est prévu sur la au moins une sonde un système de réglage individuel de l'alignement mécanique de la sonde par rapport à un point cible, point cible où doit être centré l'objet sous test sur le support.

10 Suivant un mode de réalisation de l'invention, le système de réglage individuel de l'alignement mécanique de la sonde est associé à au moins une caméra optique de détection positionnée au point cible pour mesurer l'alignement mécanique de la sonde.

15 Suivant un mode de réalisation de l'invention, le système de réglage individuel de l'alignement mécanique de la sonde comporte une motorisation de ladite sonde sur la structure de support, pour déplacer la sonde par rapport à la structure de support suivant au moins un degré de liberté autre que suivant une direction principale de pointage de la sonde vers le point cible.

20 Suivant un mode de réalisation de l'invention, il est prévu un module d'analyse de l'image fournie par la caméra pour détecter dans cette image la trace de ladite sonde et un module d'asservissement de la motorisation pour aligner la trace détectée de la sonde sur une trace de consigne correspondant à l'alignement de la sonde sur le point cible.

Suivant un mode de réalisation de l'invention, la statistique prédéterminée d'étalement angulaire est une loi double exponentielle.

25 Suivant un mode de réalisation de l'invention, la statistique prédéterminée d'étalement angulaire est une gaussienne centrée par rapport à la direction principale de pointage et ayant un étalement angulaire défini par l'ouverture angulaire centrée autour de la direction principale de pointage, pour laquelle la moitié de l'énergie maximale du rayonnement est transportée.

30 Suivant un mode de réalisation de l'invention, au moins un calculateur comporte une interface permettant à un utilisateur de choisir ladite statistique d'étalement angulaire,

le calculateur calcule une pluralité de positions angulaires successives de commande du dispositif de déplacement mécanique par rapport à la direction principale prédéterminée de pointage, qui apparaissent suivant ladite statistique d'étalement angulaire ayant été choisie,

- 5 le calculateur envoie les positions angulaires successives de commande ayant été calculées à au moins un moteur du dispositif de déplacement mécanique pour faire prendre à ladite au moins une sonde des positions réelles successives déterminées correspondant aux positions de commande successives.

Suivant un mode de réalisation de l'invention, le calculateur calcule pour
10 chaque position angulaire de commande un signal de commande de l'intensité et/ou de la phase du rayonnement électromagnétique émis par ladite au moins une sonde.

L'invention concerne également un dispositif de test électromagnétique d'au moins un objet pour la mise œuvre du procédé de test tel que décrit ci-dessus, le dispositif comportant au moins une sonde d'émission d'un rayonnement
15 électromagnétique suivant une direction principale déterminée de pointage vers un point test déterminé où se situe l'objet sous test, ainsi qu'un support pour l'objet sous test,

caractérisé en ce que

le dispositif de test comporte en outre un dispositif de déplacement
20 mécanique de la au moins une sonde et du support de l'objet sous test l'un par rapport à l'autre suivant un mouvement représentatif d'une statistique prédéterminée d'étalement angulaire par rapport à la direction principale de pointage pour générer par la au moins une sonde un rayonnement électromagnétique ayant cette statistique
25 prédéterminée d'étalement angulaire par rapport à la direction principale de pointage.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif en référence aux dessins sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique de côté d'un mode de réalisation
30 du dispositif de test suivant l'invention,

- la figure 2 est une vue schématique en perspective de dessus de l'intérieur du dispositif de test suivant un mode de réalisation de l'invention,
- la figure 3 est une autre vue schématique en perspective de dessus de l'intérieur du dispositif de test suivant un mode de réalisation de l'invention,
- 5 montrant en plus le fond de la structure de support des sondes,
- la figure 4 est une vue schématique de face ouverte du dispositif de test suivant un mode de réalisation de l'invention,
- la figure 5 est une vue schématique en coupe transversale d'une partie du dispositif suivant un mode de réalisation de l'invention,
- 10 - les figures 6 à 9 sont des vues schématiques de face ouverte du dispositif de test suivant un mode de réalisation de l'invention dans différentes positions de glissement,
- la figure 10 est un schéma de principe d'un dispositif d'alignement d'une sonde suivant l'invention,
- 15 - les figures 11 à 16 représentent des exemples de scénarii électromagnétiques pouvant être reproduit par le dispositif suivant l'invention générant un étalement angulaire en deux ou trois dimensions,
- la figure 17 est une vue de côté du dispositif de test suivant un autre mode de réalisation de l'invention, et
- 20 - la figure 18 est un vue de dessus du dispositif de test suivant la figure 17.

L'invention est décrite ci-dessous d'abord en référence aux figures 1 à 16 dans un mode de réalisation, dans lequel ladite au moins une sonde est l'une ou plusieurs parmi un réseau d'une pluralité de sondes 2 supportées par une structure 3
25 de support, chaque sonde ayant une direction principale D de pointage distincte vers le point test 40, et dans lequel le dispositif 6 de déplacement mécanique fait subir à la structure de support des sondes et au support 4 de l'objet OT sous test l'un par rapport à l'autre un mouvement relatif déterminé pour générer par ladite au moins une sonde 2 le mouvement représentatif de la statistique prédéterminée d'étalement
30 angulaire par rapport à sa direction principale D de pointage. La direction principale

D de pointage est supposée fixe pour chaque sonde 2. Chaque sonde 2 est par exemple une sonde radiofréquence.

Dans le mode de réalisation représenté aux figures 1 à 9, le dispositif 1 de test électromagnétique comporte un réseau de sondes 2 électromagnétiques fixé à une structure 3 de support. La structure 3 de support comporte à cet effet des montants 30 de support des sondes 2, ces montants 30 étant par exemple en forme d'arches s'étendant verticalement et étant par exemple conducteurs.

Le dispositif 1 comporte également un support 4 d'un ou plusieurs objets sous test, ce support 4 étant par exemple formé par un mât.

La structure 3 de support comporte au moins une paroi 31 s'étendant, suivant les trois dimensions de l'espace tout autour du support 4 de l'objet sous test pour former une cage de Faraday complètement fermée autour de l'objet sous test lorsque ce dernier se trouve sur le support 4. L'objet sous test est par exemple un objet rayonnant, ainsi qu'indiqué ci-dessus. On empêche ainsi les rayonnements électromagnétiques extérieurs de pénétrer à l'intérieur de l'espace clos délimité par la structure 3 de support. On empêche également les rayonnements électromagnétiques émis par les sondes 2 et/ou les rayonnements électromagnétiques émis par l'objet sous test disposé sur le support 4 de sortir de l'espace clos délimité par la structure 3 de support. Sur les figures 1 à 4, le dispositif de test électromagnétique est représenté avec des parties de la paroi 31 de la structure de support, qui ont été enlevées, pour montrer l'intérieur de cette dernière.

La paroi 31 ou les parois 31 est ou sont fixée(s) aux montants 30 pour empêcher toute fuite électromagnétique vers l'intérieur ou à l'extérieur, par exemple par le mode de fixation représenté à la figure 5, qui sera décrit plus en détail ci-après.

Sur son côté intérieur tourné vers l'objet sous test et le support 4, la structure 3 de support comporte des absorbeurs électromagnétiques anéchoïques 5 situés dans les intervalles entre les sondes 2. Par conséquent, les montants 30, lorsque, ainsi que représentés, ils se trouvent à l'intérieur par rapport à la paroi 31, sont recouverts d'absorbeurs électromagnétiques anéchoïques 5 tournés vers le point cible 40 des sondes 2, ce point cible 40 se trouvant en général au dessus ou à

proximité du support 4 et l'objet sous test devant en général être centré en ce point test 40. La paroi 31 est recouverte, sur son côté intérieur, d'absorbeurs électromagnétiques anéchoïques 5 tournés vers le point cible 40 en lequel doit en général être centré l'objet sous test sur le support 4. Les absorbeurs

5 électromagnétiques 5 sont par exemple pyramidaux, ainsi que représentés. Une partie d'entre eux peuvent par exemple être plats notamment pour couvrir la base 611 du système de déplacement relatif 6. Les absorbeurs 5 empêchent les rayonnements électromagnétiques émis par les sondes 2 et/ou les rayonnements électromagnétiques émis par l'objet sous test d'atteindre la ou les parois 31 et les montants 30 ou les

10 atténuent très fortement, pour empêcher ou diminuer très fortement les réflexions pouvant être occasionnées par les montants 30 et la ou les parois 31. En effet, les montants 30 sont par exemple métalliques, notamment en acier ou aluminium. La ou les parois 31 sont conductrices et fabriquées en métal ou autre matériau conducteur pour former un mur électrique. Elles sont par exemple formées chacune d'une tôle

15 métallique en aluminium. Les absorbeurs électromagnétiques 5 sont disposés sur toute la surface intérieure de la structure 3 à l'exception des sondes 2, lesquelles sont enrobées d'absorbeurs électromagnétiques spécifiques 51 par exemple de forme plane comme sur la figure 2 ou bien conformés comme sur les figures 3 et 4, les absorbeurs 5 se trouvant donc autour et entre les sondes 2 munies de leurs

20 absorbeurs spécifiques 51.

Les parois 31 sont, par exemple, courbes en étant orientées vers le support 4. Il est par exemple prévu une pluralité de parois 31 avec chacune des parois 31 fixées entre deux montants 30 successifs. Les montants 30 sont, par exemple, aux figures 1 à 4, en forme d'arches semi-circulaires s'étendant le long d'un

25 méridien d'une sphère, pour donner à la structure 3 de support une forme générale sphérique. La ou les parois 31 formant cage de Faraday peuvent n'être courbes, ainsi que représenté, que dans le sens vertical, c'est-à-dire être formées chacune d'une portion d'un cylindre ayant son axe géométrique horizontal. La ou les parois 31 formant cage de Faraday peuvent également être de forme générale sphérique. Ou

30 encore la ou les parois 31 formant cage de Faraday peuvent également être facettées. En outre, dans l'une des parois 31 est prévue une porte permettant à une personne

de pénétrer à l'intérieur de la structure 3 pour y introduire et/ou enlever l'objet sous test sur le support 4.

Dans le mode de réalisation de la figure 5, une paroi 31 est fixée sur le côté extérieur d'un montant 30. Un joint radiofréquence 32 (aussi appelé joint RF) est prévu entre le montant 30 et la paroi 31 pour assurer une étanchéité vis-à-vis des rayonnements électromagnétiques entre l'intérieur et l'extérieur. De tels joints RF 32 sont, par exemple, formés d'un ruban métallique, constitué par exemple de fils métalliques tricotés. Un tel joint 32 permet de s'adapter aux formes courbes ou facettées.

En outre, un premier arceau métallique conducteur 33 est fixé au côté extérieur du montant 30, le joint RF 32 se trouvant entre le premier arceau 33 et la paroi 31. Un deuxième arceau métallique conducteur 34 est prévu sur le côté extérieur de la paroi 31 en face du joint RF 32, la paroi 31 se trouvant donc entre le deuxième arceau 34 et le joint RF 32. Le premier arceau 33, le joint RF 32, la paroi 31 et le deuxième arceau 34 sont fixés les uns aux autres par des vis 35 les traversant depuis l'extérieur. Bien entendu, tout autre moyen 35 de fixation pourrait être prévu. Ces moyens 35 de fixation permettent, en rapprochant le deuxième arceau 34 du premier arceau 33, de comprimer le joint RF 32 pour assurer la continuité du blindage électromagnétique, ainsi que de fixer la paroi 31 au montant 30.

Comme montré sur les figures 2 et 3, des traverses 36 peuvent également être prévues entre les montants 30 et derrière les absorbeurs 5 entre ceux-ci et la paroi 31, pour rigidifier la structure de support. De plus, à l'aide de ces traverses 36, le principe d'étanchéité électromagnétique décrit dans l'exemple de la figure 5 peut être réemployé pour raccorder les parois 31 d'un point de vue blindage électromagnétique dans le cas où les parois 31 sont composées de plusieurs morceaux dans le sens du méridien.

La géométrie circulaire des montants 30 dans le mode de réalisation représenté aux figures 1 à 5 permet de disposer de manière régulière les sondes 2 autour du support 4 et autour de son point cible 40 en géométrie sphérique. Par exemple, l'écartement angulaire azimutal entre les montants 30 en forme d'arches circulaires est le même pour tous les montants 30. De même l'écartement angulaire

entre les sondes 2, situées sur un même montant 30, par rapport à l'axe horizontal passant par le point cible 40 et perpendiculaire au plan du montant 30 est par exemple le même pour toutes les sondes 2. Ainsi, si l'on considère que les montants 30 représentent les méridiens d'une sphère, il est par exemple prévu un premier jeu

5 de n sondes 2, appelées 2a, situées sur un même plan équatorial passant par le point cible 40, un deuxième jeu de n sondes 2, référencées 2b, situé dans un deuxième plan parallèle au premier plan équatorial et disposé à un deuxième angle de latitude négatif par rapport au premier jeu de sondes 2a, un troisième jeu de n sondes 2, appelées 2c, situé sur un troisième plan parallèle au premier plan équatorial et écarté

10 d'un troisième angle de latitude par rapport à ce plan équatorial, ce troisième angle ayant la même valeur absolue que le deuxième angle mais étant en sens opposé, ainsi qu'une autre sonde 2, 2d, située au sommet de la sphère, c'est-à-dire au point d'intersection supérieur des montants 30, formant le pôle nord de la sphère. Les sondes 2 sont écartées de manière équiangle dans chacun des premiers, deuxièmes et

15 troisièmes plans indiqués ci-dessus. Le deuxième angle et le troisième angle sont par exemple égaux à 45° en valeur absolue, de même que les angles de longitude entre les méridiens formés par les montants 30. Dans le mode de réalisation représenté à la figure 2, cet angle d'écartement est par exemple identique en longitude et en latitude, en étant par exemple égal à 45° . Dans ce cas particulier de mode de réalisation, les

20 sondes sont réparties sur m méridiens et $p = m/2 - 1$ plans de latitude, avec une sonde éventuellement présente au sommet de la structure 3.

Dans le mode de réalisation représenté aux figures 2 à 4, le support 4 se trouve à l'intérieur du volume clos défini par la structure 3 de support.

Dans le mode de réalisation représenté aux figures 1 à 9, le système 6

25 de déplacement relatif de la structure 3 de support des sondes 2 et du support 4 de l'objet sous test l'un par rapport à l'autre est prévu à l'intérieur du volume clos défini par cette structure 3 de support et les parois 31. Ce système 6 de déplacement permet de déplacer la structure 3 de support et le support 4 relativement l'un par rapport à l'autre suivant au moins un degré de liberté, et par exemple selon au moins

30 deux degrés de liberté, comme par exemple suivant au moins un déplacement angulaire autour d'un axe géométrique passant par le point cible 40, pouvant

comprendre par exemple un déplacement angulaire A1 dans un premier plan non horizontal et par exemple vertical, passant par le point cible 40 et/ou un autre déplacement angulaire dans un autre plan non horizontal et par exemple vertical, passant par le point cible 40 et sécant du premier plan et/ou un autre déplacement

5 angulaire autour de l'axe géométrique vertical passant par le point cible 40. Dans le mode de réalisation représenté aux figures 2 à 4, le système 6 comporte des moyens pour effectuer un premier déplacement angulaire relatif de la structure 3 de support des sondes et du support 4 l'un par rapport à l'autre suivant un premier angle A1 de glissement dans un plan non horizontal et par exemple vertical (déplacement de

10 glissement) et effectuer l'autre déplacement angulaire A3 relatif de rotation suivant un autre angle de rotation autour de l'axe géométrique vertical passant par le point cible 40, ce qui permet d'avoir toutes les dispositions relatives possibles des sondes 2 par rapport au support 4 et au point cible 40, et permet ainsi de réaliser un suréchantillonnage spatial au moyen du réseau de sondes 2 lors d'une mesure du

15 champ électromagnétique. Ce système 6 de déplacement relatif est, par exemple, selon le document WO 2010/006891.

Ce système 6 comporte un premier système 60 de déplacement angulaire relatif de la structure 3 de support et du support 4 l'un par rapport à l'autre suivant le premier angle A1 de glissement. Ce premier système 60 de déplacement

20 angulaire comporte par exemple un rail 62 de guidage en arc de cercle fixé à une partie inférieure et intérieure de la structure 3 de support, le rail 62 et la palette 610 supportée par ce rail 62 se trouvant donc à l'intérieur du volume clos défini par la structure 3 de support, les parois 31 et la partie inférieure. La palette 610 peut être déplacée angulairement suivant le premier angle A1 de glissement sur le rail 62, des

25 moyens 620 étant prévus pour déplacer la palette 610 sur le rail 62. Un autre système 601 de déplacement relatif du support 4 de l'objet sous test et de la structure 3 de support en rotation l'un par rapport à l'autre autour d'un axe vertical est prévu, par exemple par le fait que le support 4 est monté sur la palette 610 par l'intermédiaire de moyens 613 de rotation qui permettent au support 4 de tourner par

30 rapport à la palette 610 angulairement suivant l'angle A3 de rotation. Ces moyens 613 de rotation permettent ainsi à la structure 3 et au support 4 de tourner l'un par

rapport à l'autre. Les figures 3 et 4 montrent la plaque 611 de couverture du système 6, laquelle est également recouverte d'absorbeurs 5 et comporte un passage 612 pour le déplacement du support 4 dans celui-ci, une paroi inférieure conductrice 37 formant cage de Faraday étant prévue sous le système 6 de déplacement. Le système 5 6 de déplacement relatif de la structure 3 de support et du support 4 de l'objet sous test l'un par rapport à l'autre se trouve donc totalement inclus à l'intérieur de la « Faradisation intégrée » du système de mesure, ce qui évite par exemple toute ouverture dans la paroi inférieure 37 et donc toute rupture de la Faradisation pour faire passer le support 4. Le système 6 est recouvert d'absorbeurs 10 électromagnétiques 5, 51 au moyen de la plaque de couverture 611 et permet donc la continuité de l'« anéchoisation intégrée » du système de mesure ce qui évite par exemple toute rupture de la couverture d'absorbants et donc toute réflexion et/ou diffraction parasite.

Le dispositif de déplacement mécanique de la au moins une sonde et 15 de l'objet sous test l'un par rapport à l'autre pour faire subir à la au moins une sonde un mouvement relatif représentatif d'une statistique prédéterminée d'étalement angulaire par rapport à la direction principale D de pointage pour générer par la au moins une sonde un rayonnement électromagnétique ayant cette statistique prédéterminée d'étalement angulaire par rapport à la direction de pointage, est par 20 exemple formé par le système 6 de déplacement, pour faire subir à la sonde le premier angle A1 de glissement relatif dans un plan vertical et le deuxième angle A3 de rotation relative autour d'un axe vertical. La statistique prédéterminée d'étalement angulaire peut être un angle en une dimension (angle dans un plan) ou deux dimensions (angle solide). Le point test est représenté par le point cible 40 où 25 doit se trouver l'objet sous test et qui représente une direction de visée de chaque sonde 2 vers le point test 40. Un calculateur est prévu pour envoyer, par une interface appropriée de sortie de signaux électriques de commande, des commandes de déplacement angulaire suivant le premier et/ou deuxième angle à un actionneur du dispositif de déplacement mécanique, ces commandes correspondant en temps réel à 30 la statistique prédéterminée d'étalement angulaire, pouvant être choisie à l'avance sur le calculateur par une interface appropriée. Par conséquent, le système 6 déplace

le support 3 des sondes 2 et l'objet sous test placé au point cible 40 l'un par rapport à l'autre d'un premier et/ou deuxième angle correspondant à la statistique prédéterminée d'étalement angulaire.

Bien entendu, seul le premier système 60 de déplacement angulaire
5 relatif de la structure de support pourrait former ce dispositif de déplacement mécanique pour faire subir à la sonde uniquement le premier angle de glissement relatif dans un plan vertical ou seul le deuxième système 601 de déplacement du support 4 de l'objet sous test et de la structure 3 de support en rotation l'un par rapport à l'autre autour de l'axe vertical est prévu, pour faire subir à la sonde
10 uniquement le deuxième angle de rotation relative autour de l'axe vertical.

Par exemple, dans un mode de réalisation, la structure 3 de support est fixe et c'est le support 4 qui est déplacé par le système 6, 60, 601 de déplacement relatif par rapport à la structure 3 de support.

Par exemple, dans un autre mode de réalisation, le support 4 est fixe
15 et c'est la structure 3 de support qui est déplacée par le système 6, 60, 601 de déplacement relatif par rapport au support 4.

Par exemple, dans un autre mode de réalisation, par rapport à un point fixe de référence, la structure 3 de support est déplacée suivant l'un des angles A1 et A3 par le système 6, 60, 601 de déplacement relatif et par rapport à ce même
20 point fixe de référence le support 4 est déplacé par le système 6, 60, 601 de déplacement relatif suivant l'autre des angles A1 et A3.

Bien entendu, il pourrait être prévu une seule sonde 2 sur une structure 3 de support autre que celle décrite ci-dessus.

Par ailleurs, dans ce qui précède, la structure 3 de support peut être
25 autre que celle décrite ci-dessus.

Dans un mode de réalisation de l'invention, il est prévu, entre un socle inférieur 61 destiné à être posé sur le sol et la structure 3 de support, à l'intérieur de laquelle est fixé le premier système 6 de déplacement relatif de la structure 3 de support par rapport au support 4 de l'objet sous test, un autre deuxième système 63
30 de déplacement relatif de la structure 3 de support par rapport au socle 61. Ce deuxième système 63 de déplacement angulaire est analogue au premier système 60

de déplacement angulaire pour pouvoir déplacer dans le même premier plan vertical angulairement la structure 3 de support par rapport au socle 61, mais du deuxième angle A2 de glissement opposé au premier angle A1 de glissement (le deuxième angle A2 a même valeur absolue d'angle que le premier angle A1 mais est de sens
 5 opposé au premier angle A1), afin que le support 4 reste substantiellement dans une position prescrite verticale, pour compenser en temps réel le basculement du support 4 et s'affranchir des effets de la gravité sur ce support 4. Le deuxième angle A2 de glissement et le premier angle A1 de glissement sont autour du même axe X géométrique, qui est un axe passant par le point cible 40 et par exemple horizontal.

10 On a représenté aux figures 6 à 9 dans le premier plan vertical un exemple de réalisation du deuxième système 63 de déplacement relatif de la structure 3 de support par rapport au socle 61. Ce système 63 comporte plusieurs rouleaux 631 de soutien, de guidage et de roulement pour la surface extérieure 310 des parois 31 de la structure 3 de support, cette surface extérieure 310 étant courbe et par
 15 exemple sphérique. L'un ou plusieurs 631b des rouleaux 631 est entraîné en rotation par un moteur 64 pour faire rouler du deuxième angle A2 la surface extérieure 310 par rapport au socle 61. Les rouleaux 631 sont portés par un châssis 67 permettant le passage de la surface extérieure 310 entre les rouleaux 631, ce châssis 67 ayant par exemple une surface courbe et concave vers la surface 310, ce châssis 67 étant
 20 par exemple un berceau ou étant appelé luge de roulis et étant formé par une portion de sphère. Bien entendu, il peut être prévu plusieurs rouleaux 631 dirigés parallèlement à l'axe autour duquel se font les déplacements angulaires A1 et A2, mais également plusieurs autres rouleaux parallèles à une ou plusieurs autres directions, pour limiter la course de la surface 310 sur le châssis 67.

25 Un exemple de fonctionnement des systèmes 6 et 63 est décrit ci-dessous de manière décomposée et de façon fictive en référence aux figures 7 et 8, pour passer de la position de la figure 6 à la position de la figure 9.

L'utilisateur commande par un organe de commande le déplacement angulaire du premier système 60 pour déplacer la structure 3 de support des sondes
 30 2 et le support 4 de l'objet sous test OT relativement l'un par rapport à l'autre du premier angle A1 déterminé de glissement autour du premier axe géométrique X à la

figure 7. On a représenté à la figure 7 le mouvement goniométrique A1 du support 4 par rapport à la structure 3, les angles A1 et A2 étant initialement supposés nuls à la figure 6.

Sur le support 4 de l'objet sous test OT est prévu un capteur 66 de mesure de l'angle réel d'inclinaison du support 4 par rapport à la verticale. Dans la position représentée à la figure 6, ce capteur 66 mesure donc un angle réel d'inclinaison nulle par rapport à la verticale. Dans la position fictive représentée à la figure 7, ce capteur 66 mesure donc un angle réel d'inclinaison A1 par rapport à la verticale.

Le moteur 64 et le capteur 66 sont reliés à une boucle 65 d'asservissement pour commander le moteur 64 d'entraînement en fonction de l'angle réel d'inclinaison du support 4 par rapport à la verticale, mesuré de manière instantanée par le capteur 66.

La boucle 65 possède un correcteur ayant en grandeur de consigne un angle mesuré nul du capteur 66 correspondant à la position prescrite du support 4. Le correcteur agit sur la commande du moteur 64 pour corriger l'angle réel mesuré par le capteur 66 et le rendre égal à cette grandeur de consigne.

Dans la position fictive de la figure 8, cette boucle 65 d'asservissement fait tourner, par l'intermédiaire du rouleau 631b mené par le moteur 64, la surface 310 et la structure 3 de support des sondes 2 d'un angle A2 égal à l'opposé à l'angle réel A1 d'inclinaison mesuré par le capteur 66, autour de l'axe géométrique X par rapport au socle 61 fixe et au châssis 67 fixe. On a représenté à la figure 8 la rotation inverse A2 de la surface 310 de la structure 3 de support des sondes 2 par rapport au socle 61.

A la figure 9, la combinaison du mouvement goniométrique A1 de la figure 7 et de la rotation inverse A2 de la figure 8 ramène le support 4 de l'objet OT dans la position prescrite de la figure 6 par rapport à la verticale, position prescrite dite à la verticale, dans laquelle le mât 4 est considéré comme étant positionné à la verticale.

Le mouvement goniométrique A1 de la figure 7 et la rotation inverse A2 de la figure 8 sont simultanés et synchronisés par la boucle 65 d'asservissement

en position. La verticalité du mât 4 est ainsi assurée en permanence. Ainsi dès que le premier système 60 veut déplacer angulairement le support 4 autour de l'axe X, la boucle 65 provoque le déplacement angulaire de la structure 3 de support des sondes 2 en sens inverse pour maintenir vertical le support 4. Les figures 7 et 8 sont fictives en ce que le mouvement goniométrique et la rotation inverse sont réalisées par petits pas successifs qui n'inclinent pas le support 4 autant qu'il est représenté. Au final, c'est à la figure 9 seulement qu'est représentée la structure 3 de support des sondes 2 qui a tourné relativement du premier angle A1 par rapport au support 4, ce dernier en restant dans la même position à la verticale pendant tout le mouvement.

En effet, le basculement du support 4 par rapport à la verticale provoquerait une flexion de celui-ci sur sa hauteur séparant le point cible 40, où doit être disposé l'objet sous test, et la structure 3 de support, ce qui fausserait le positionnement du point cible 40. En effet, une très grande précision est requise sur le positionnement du point cible 40 par rapport au point d'intersection théorique de visée des sondes 2. Le point cible 40 où est disposé l'objet sous test doit se trouver en ce point d'intersection théorique de visée des sondes 2 ou être très proche de ce point d'intersection théorique de visée des sondes 2. Par exemple, pour une fréquence de 6 GHz de fonctionnement des sondes, le point cible 40 doit se trouver dans un cube théorique de 1,5 mm de côté autour de ce point d'intersection théorique de visée des sondes 2. Pour des sondes fonctionnant à 18 GHz, le point cible 40 doit se trouver dans un cube théorique de 500 μm de côté autour de ce point d'intersection théorique de visée des sondes 2. Par conséquent, la flexion du support 4 qui est provoquée par son inclinaison par rapport à la verticale risque de faire sortir le point cible de ces tolérances de positionnement. Grâce aux deux systèmes de positionnement angulaire complémentaires mentionnés ci-dessus, à savoir le premier système 60 de positionnement angulaire du support 4 situé à l'intérieur de la structure 3 de support et le deuxième système 63 de positionnement angulaire disposé entre la structure 3 de support et le socle 61 fixe au sol, on maintient dans une position verticale prescrite le support 4 et c'est la structure 3 de support qui bouge angulairement de façon relative par rapport au socle 61 et au support 4 de l'objet sous test. Ce double système est dit antigravitationnel. Ce double

système permet de disposer sur le support 4 des objets plus lourds, qui ne risquent donc pas de faire fléchir le support 4, voire d'endommager le support 4, voire de tomber du fait d'une trop forte inclinaison et ainsi de compromettre la précision des mesures, voire la faisabilité des mesures tout simplement. De plus, ce système

5 antigravitationnel permet par exemple d'avoir des espacements angulaires entre sondes 2 plus important et donc de réduire le nombre de sondes 2 car le débattement du mouvement goniométrique du système 6 ne se trouve plus limité en amplitude par les contraintes de flexion et de torsion du support 4. Ce système dit antigravitationnel permet ainsi de réaliser des étalements angulaires sur des

10 ouvertures angulaires accrues en s'affranchissant des contraintes mécaniques en flexion exercées par l'objet sous test lors du basculement du support 4.

On a représenté aux figures 11 à 16 des exemples d'étalement angulaire.

A la figure 11, dans un canal de propagation, le signal arrive de plusieurs directions: la direction principale D1 correspondant à la direction 'station de base-

15 mobile', ainsi que des directions secondaires D2, D3 créées par la réflexion du signal principal sur des bâtiments et des obstacles. Il peut aussi exister des signaux d'interférences D4 provenant d'autres sources de rayonnement non souhaitées. Toutes ces directions D1, D2, D3, D4 constituent ce qu'on appelle les directions d'arrivée, qui sont matérialisées par les 'spots' à la figure 11 qui représente un

20 scénario de propagation donné.

La figure 12 est une reproduction des directions d'arrivée de la figure 11 dans le plan des élévations. Si on prend une coupe verticale du scénario représenté à la figure 11; l'antenne OT de réception voit arriver les trajets directs et indirects D1, D2, D3 et D4 projetés dans le plan vertical suivant 4 angles d'élévation différents.

25 Cette coupe du scénario de propagation peut être reproduite à l'aide d'un dispositif de test électromagnétique formé par une arche 101 de mesure verticale, dans laquelle les sondes 102 sont réparties dans un plan vertical, sur une structure 103 de support en forme d'arche ou d'anneau, un support 104 pour l'objet OT sous test étant prévu. Le premier système 60 de déplacement angulaire suivant le premier angle A1 de

30 glissement dans le plan de l'arche autour du point cible 40 où se trouve l'objet OT sous test sur le support 4 est prévu pour déplacer la structure 103 de support des

sondes 102 et le support 104 de l'objet sous test l'un par rapport à l'autre, le deuxième système 63 de déplacement angulaire et les éléments similaires à ceux décrits précédemment étant par exemple prévus avec un fonctionnement similaire.

En supposant à la figure 13 que la structure 103 de support et le support 104
 5 sont fixes, l'objet sous test voit arriver l'énergie portée par chaque trajet de directions différentes D1, D2, D3 et D4 suivant les angles d'élévation, désignées d'une manière générale par la référence D. Sur la figure 13, ces directions d'arrivée D1, D2, D3 et D4 sont matérialisées par des barres dont la hauteur est proportionnelle à l'énergie qu'elles transportent, en fonction de leur angle θ
 10 d'élévation. Cette figure 13 correspond à la densité de probabilité de la puissance reçue par l'objet sous test en fonction de l'angle d'élévation.

Seulement, dans l'environnement réel, d'autres directions d'arrivée coexistent à proximité de ces directions principales D1, D2, D3 et D4. De ce fait, dans l'environnement réel, le mobile ne voit pas arriver le signal que de la direction
 15 principale, mais aussi d'autres directions étalées autour de cette dernière. Cet étalement est décrit grâce à une loi de densité de probabilité, c'est-à-dire la probabilité que l'énergie arrive d'une direction de l'espace donnée. L'étalement suit une loi mathématique bien définie dont les paramètres sont l'angle D d'arrivée principale et l'étalement angulaire, l'étalement angulaire correspondant par définition
 20 à l'ouverture angulaire à laquelle on reçoit la moitié de l'énergie transportée par la direction d'arrivée principale.

On déplace la structure 103 de support des sondes 102 et le support 104 de l'objet OT sous test l'un par rapport à l'autre en actionnant le premier système 60 de déplacement angulaire (mouvement goniométrique) suivant le premier angle A1 de
 25 glissement suivant les angles θ d'élévation, par exemple pour que l'énergie incidente autour de chaque direction D vue par l'objet OT sous test sur le support 104 suive une répartition Gaussienne par exemple en fonction de l'angle θ d'élévation. La figure 14 est à titre d'exemple une représentation de l'énergie incidente vue par l'objet OT sous test en élévation autour de chaque direction D suivant cette
 30 répartition Gaussienne lorsque l'on actionne le goniomètre 60 qui génère un battement de $\pm 10^\circ$ autour de la position centrale de chaque direction principale D1,

D2, D3 et D4 d'arrivée. On remarque qu'on a généré un étalement de l'énergie incidente autour des directions D1, D2, D3 et D4 d'arrivée en élévation. D'une manière générale, la valeur du débattement angulaire peut être choisie non nulle et inférieure à l'espacement entre deux sondes consécutives pour réaliser l'ouverture
5 angulaire souhaitée.

On décrit ci-dessous la reproduction des directions d'arrivée en azimut à la figure 15.

La figure 15 est une coupe horizontale du scénario représenté à la figure 11; l'antenne OT de réception voit arriver les projections sur le plan horizontal des
10 trajets directs et indirects D1, D2, D3 et D4 suivant 4 angles d'azimuts différents.

Cette coupe du scénario de propagation peut être reproduite à l'aide d'un dispositif de test électromagnétique formé par une arche 201 de mesure horizontale, dans laquelle les sondes 202 sont réparties dans un plan horizontal sur une structure 203 de support en forme d'arche ou d'anneau, un support 4 pour l'objet OT sous
15 test étant prévu. L'autre système 601 de déplacement du support 4 de l'objet sous test et de la structure 3 de support en rotation l'un par rapport à l'autre autour d'un axe vertical suivant un angle d'azimut dans le plan de l'arche autour du point cible 40 où se trouve l'objet OT sous test sur le support 4 est prévu. Par exemple, c'est le support 4 qui tourne autour de l'axe vertical grâce aux moyens décrits
20 précédemment.

Par exemple, l'ouverture angulaire est non nulle et inférieure ou égale à 20° .

On déplace la structure 203 de support des sondes 202 et le support 4 de l'objet OT sous test l'un par rapport à l'autre en actionnant le système 601 de déplacement en rotation suivant l'angle Φ d'azimut, par exemple pour que l'énergie
25 incidente autour de chaque direction principale D vue par l'objet OT sous test sur le support 104 suive une répartition Gaussienne par exemple en fonction de l'angle Φ d'azimut. La figure 16 est à titre d'exemple une représentation de l'énergie incidente vue par l'objet OT sous test en azimut autour de chaque direction principale D suivant cette répartition Gaussienne lorsque l'on actionne le dispositif 601 rotatif qui
30 génère un battement de $\pm 10^\circ$ autour de la position centrale de chaque direction

principale D1, D2, D3 et D4 d'arrivée. On remarque qu'on a généré un étalement de l'énergie incidente cette fois-ci autour des directions d'arrivée en azimut.

En utilisant le dispositif 1 de test électromagnétique décrit ci-dessus, par exemple en forme de sphère de mesure en 3D, on peut reproduire une combinaison
5 d'étalement angulaire en élévation et en azimut suivant les figures 14 et 16, en combinant le mouvement de basculement (glissement) du goniomètre 60 et de rotation 601 du support 4. On obtient alors une reproduction d'un étalement angulaire en trois dimensions permettant de représenter dans les 3 dimensions de l'espace le canal de propagation.

10 Les étalements angulaires en 2 dimensions ne traduisent qu'une projection des directions principales et étalées (donc approche limitée), alors que l'étalement angulaire en 3 dimensions représente le canal de propagation réel en 3 dimensions.

Les étalements angulaires sont physiquement réalisés au moyen du goniomètre (2D vertical, 2D signifiant deux dimensions), de l'axe de roulis en azimut
15 (2D horizontal) et de la combinaison des deux (3D, 3D signifiant trois dimensions). La méthode duale consiste à utiliser les mouvements d'orientation des sondes en laissant fixe l'antenne sous test.

A ces mouvements mécaniques, on peut aussi associer des variations de l'amplitude et/ou de la phase de la sonde de mesure pour réaliser et affiner la loi de
20 probabilité souhaitée (Gaussienne, double exponentielle, etc). Par exemple, on utilise les mouvements mécaniques du goniomètre et/ou de l'axe d'azimut associés à une variation de l'amplitude des sondes illuminatrices pour créer une loi de probabilité d'étalement angulaire au niveau de l'objet sous test.

Par exemple, les écarts angulaires choisis autour d'une valeur fixe sont de +
25 ou - 10 degrés (soit une amplitude de mouvement mécanique de 20 degrés en tout).

Il y a plusieurs façons de réaliser l'étalement angulaire :

- Par mouvements mécaniques du goniomètre (2D), du roulis d'azimut (2D) ou de la combinaison des deux (3D) ; les sondes de mesure restant fixes. Dans ce cas, l'étalement angulaire est commun à chaque arrivée principale.
- 30 - Par orientation mécanique de la sonde dans le plan d'élévation (2D), dans le plan d'azimut (2D) ou de la combinaison des deux (3D) ; l'objet sous test restant

fixe. Dans ce cas, l'étalement angulaire peut être individualisé pour chaque arrivée principale.

Suivant un mode de réalisation de l'invention représenté à la figure 10, il est prévu un système 7 de réglage individuel de l'alignement mécanique des sondes 2 par rapport au point cible 40. Ce système 7 de réglage d'alignement comporte, par exemple, une motorisation 70 de la sonde 2 sur sa structure 3 de support selon au moins un degré de liberté autre que suivant la direction DP de pointage de la sonde 2 vers le point cible 40 et par exemple selon au moins deux directions au niveau de chaque sonde 2, qui sont perpendiculaires ou sécantes par rapport à la direction DP de pointage de la sonde 2 vers le point cible 40. Il est prévu en outre par exemple un dispositif automatique 72 d'alignement, basé par exemple sur une caméra optique 71, par exemple du type CCD. Lors d'une phase d'installation du système de mesure ou encore d'une phase préparatoire à la mise en œuvre d'une mesure de rayonnements électromagnétiques, la caméra optique 71 est par exemple positionnée précisément au point test 40 en étant fixée sur un mât 4 de référence et est orientée successivement vers chaque sonde 2 pour contrôler par l'image prise par la caméra 71 le bon positionnement et le bon alignement de la sonde 2, la sonde 2 formant une trace identifiable CR, par exemple en forme de croix, sur l'image prise par la caméra 71. A la figure 10, le système 7 comporte un bloc 70 de motorisation de la sonde 2 sur la structure 3 de support suivant les trois dimensions de l'espace pour pouvoir déplacer la sonde 2 suivant ces trois dimensions par rapport à la structure 3, en translation et/ou en rotation. Un contrôleur multiaxe 73 permet d'actionner le bloc 70 de motorisation suivant ses degrés de liberté. La caméra 71 est reliée à un module 74 d'analyse de l'image qu'elle fournit pour détecter dans cette image la trace CR de la sonde 2, l'image de la caméra 71 pouvant être par exemple en plus affichée sur un écran 75 de contrôle. Le module 74 d'analyse d'image est relié à un module 76 de gestion, lui-même commandant le contrôleur multiaxe 73 pour asservir en positions la trace laissée par la sonde 2 dans l'image de la caméra 71 sur une trace TRC de consigne prédéterminée, correspondant au bon alignement de la direction DP de pointage sur le point test 40, cette trace TRC étant une cible logicielle. Le module 76 est donc programmé pour

déplacer par l'intermédiaire du contrôleur 73 et du bloc 70 de motorisation la sonde 2 par rapport à sa structure 3 de support, pour que la trace réelle CR de la sonde coïncide avec la trace TRC de consigne. Le module 76 est relié à une interface 77 de programmation par l'utilisateur et à une mémoire 78 de sauvegarde des traces et/ou
5 réglages effectués pour chaque sonde 2. La sonde est ensuite maintenue par le bloc 70 de motorisation dans la position d'alignement sur le point cible 40.

On garantit ainsi que chaque sonde 2 est bien alignée sur un même point cible 40 pour les mesures ultérieures pouvant être effectuées par la sonde 2 et notamment par exemple pour la réalisation ultérieure des étalements angulaires
10 autour de chaque direction principale d'arrivée D.

La caméra optique peut par exemple également être couplée à une visée laser des sondes.

Suivant un mode de réalisation de l'invention représenté aux figures 17 et 18, le dispositif 6, 60 de déplacement mécanique pour réaliser l'étalement
15 angulaire par rapport à la direction principale D de pointage est prévu entre la sonde 2 et la structure 3 de support de la sonde 2. Ce dispositif 6, 60 de déplacement mécanique permet de déplacer la sonde 2 par rapport à la structure 3 de support suivant au moins un degré de liberté, et par exemple selon au moins deux degrés de liberté, comme par exemple suivant au moins un déplacement angulaire autour d'un
20 axe géométrique passant par le point cible 40, pouvant comprendre par exemple un déplacement angulaire A1 dans un premier plan non horizontal et par exemple vertical (en élévation θ à la figure 17), passant par le point cible 40 et/ou un autre déplacement angulaire A3 dans un autre plan horizontal (en azimut Φ à la figure 18), passant par le point cible 40 et sécant du premier plan.

25 Le dispositif 6 de déplacement mécanique est par exemple du type mécanisme goniométrique double autour de deux axes sécants X1, X2 et par exemple orthogonaux.

Dans le mode de réalisation représenté aux figures 17 et 18, le dispositif 6 de déplacement mécanique comporte un premier système 60 de
30 déplacement angulaire relatif de la sonde 2 par rapport à la structure 3 de support suivant le premier angle A1. Ce premier système 60 de déplacement angulaire

comporte par exemple un rail 62 pour guider suivant un arc de cercle centré sur le point cible 40 dans le premier plan un organe mené 610 supportant la sonde 2. L'organe 610 peut être déplacé angulairement suivant le premier angle A1 sur le rail 62, des moyens d'entraînement comprenant par exemple une motorisation étant
5 prévus pour déplacer l'organe 610 sur le rail 62 de guidage.

Le dispositif 6 de déplacement mécanique comporte un deuxième système 68 de déplacement angulaire relatif de la sonde 2 par rapport à la structure 3 de support suivant le deuxième angle A3. Ce deuxième système 68 de déplacement angulaire comporte par exemple un rail 682 fixé pour guider suivant un arc de cercle
10 centré sur le point cible 40 dans le deuxième plan un organe mené 618 supportant le rail 62. L'organe 618 peut être déplacé angulairement suivant le deuxième angle A3 sur le rail 682, des moyens d'entraînement comprenant par exemple une motorisation étant prévus pour déplacer l'organe 618 sur le rail 682 de guidage.

Le premier système 60 de déplacement angulaire relatif et le deuxième
15 système 68 de déplacement angulaire relatif déplacent la sonde respectivement autour de deux axes géométriques sécants X1 et X2, passant par le point cible 40, qui sont par exemple orthogonaux et égaux respectivement et à l'axe horizontal et à l'axe vertical Z. Par conséquent, la sonde peut se déplacer sur une sphère géométrique SGM de mesure par rapport au point test 40 et à l'objet sous test qui
20 s'y trouve.

Bien entendu, au lieu que ce soit aux figures 17 et 18, le rail 62 qui soit mobile suivant l'angle A3 sur le rail 682 fixé à la structure 3 de support, ce pourrait être le rail 682 qui est mobile suivant l'angle A1 sur le rail 62 fixé à la structure 3 de support.

25 La structure 3 de support peut être l'une des structures 3, 103, 203 décrite ci-dessus.

Aux figures 17 et 18, un actionneur 701 sur la structure 3 de support permet de générer les déplacements angulaires A1 et A3 du dispositif 6 sous la commande d'un module 760 de gestion, qui permet de contrôler l'actionneur 701 en
30 θ et Φ .

Le module 760 est relié à une interface 770 de programmation par l'utilisateur et à une mémoire 780 d'enregistrement des positions PCOM de commande de la sonde 2.

On décrit ci-dessous un mode de fonctionnement valable pour les
5 modes de réalisation décrits ci-dessus. Un calculateur, tel par exemple un ordinateur, qui est représenté par le module 760 de gestion, est prévu pour commander le ou les moteurs 620, 613, 64, 701 du ou des dispositifs 6, 60, 601, 63, 68 de déplacement mécanique pour déplacer la ou les sondes 2 suivant la statistique d'étalement angulaire. Cette statistique d'étalement angulaire est choisie à l'avance par
10 l'utilisateur sur l'interface 770 du calculateur. Une fois que tous les paramètres de la statistique d'étalement angulaire ont été choisis, ces paramètres définissant de manière aléatoire l'étalement angulaire sont enregistrés dans la mémoire 780 du calculateur. Le calculateur calcule différentes positions angulaires pouvant être prises par la sonde par rapport à la direction principale D de pointage avec pour chaque
15 position angulaire une probabilité calculée selon la statistique choisie. Le calculateur pioche alors parmi les positions angulaires enregistrées dans la mémoire, et ce d'une manière aléatoire respectant cette statistique d'étalement angulaire ayant été choisie, des positions successives PCOM de commande du ou des moteurs pour les instants se succédant. Les positions successives PCOM de commande sont enregistrées dans
20 la mémoire avec leur instant d'apparition. Le au moins un moteur 620, 613, 64, 701 obéit alors aux positions PCOM de commande successives qu'il reçoit du calculateur 760 pour prendre aux instants successifs des positions réelles successives égales aux positions PCOM de commande successives, ces positions réelles correspondant donc chacune à un angle réel aléatoire de la au moins une sonde 2 par rapport à sa
25 direction D de pointage, et ce par exemple en deux ou trois dimensions. A chaque position PCOM de commande d'un angle réel de la au moins une sonde 2 par rapport à sa direction D de pointage est associé une amplitude (ou module) de commande et/ou une phase de commande de cette sonde 2, chaque sonde émettant un rayonnement électromagnétique dont l'amplitude et/ou la phase correspond à
30 cette amplitude et/ou phase de commande. Cette amplitude et/ou phase de commande est appelée d'une manière générale signal S de commande de la au moins

une sonde 2, qui est calculé par le calculateur pour la statistique d'étalement angulaire choisie. En effet, par exemple pour une statistique d'étalement angulaire du type gaussienne, l'amplitude du rayonnement de la sonde 2 décroît lorsque son angle réel d'écartement par rapport à sa direction D de pointage croît. Il est donc prévu de
5 générer par le calculateur pour la au moins une sonde 2, en association avec le mouvement représentatif de la statistique d'étalement angulaire par rapport à la direction D de pointage, un signal S de commande variable de rayonnement émis par cette sonde 2, des moyens de calcul de ce signal S de commande en fonction de la statistique d'étalement angulaire étant prévus. Des moyens de mesure et
10 d'acquisition radiofréquence sont prévus pour mesurer la réponse de l'objet sous test au rayonnement de la ou des sondes.

Ainsi, le dispositif suivant l'invention permet de générer des scénarios électromagnétiques d'étalement angulaire représentant les conditions réelles du fonctionnement des appareils sous test. Les sondes 2 permettent d'envoyer ou de
15 recevoir un rayonnement électromagnétique déterminé à l'avance vers ou depuis l'objet sous test placé au point cible 40 pour caractériser la réponse de l'objet au rayonnement électromagnétique émis. Bien entendu, il est possible d'envoyer des rayonnements électromagnétiques différents mais déterminés à l'avance suivant des lois calculées par un ordinateur pour simuler les environnements électromagnétiques
20 en trois dimensions. Ainsi, les objets pouvant être testés au point cible 40 peuvent être des objets sous tests dits « passifs » comportant une ou plusieurs antennes alimentées par des câbles ou bien être des objets sous tests dits « actifs » ou encore « sans fil », c'est-à-dire des objets sous test ayant leur propre batterie d'alimentation, leur propre système de réception et/ou d'émission intégré et leur propre protocole de
25 communication.

REVENDICATIONS

1. Procédé de test électromagnétique d'au moins un objet, procédé dans lequel on envoie par au moins une sonde (2) un rayonnement électromagnétique
5 suivant une direction principale déterminée (D) de pointage vers un point test (40) déterminé où se situe l'objet (OT) sous test,

caractérisé en ce que

l'on déplace la au moins une sonde (2) et un support (4) de l'objet (OT) sous test l'un par rapport à l'autre par un dispositif (6, 60, 63, 601, 68) de déplacement
10 mécanique suivant un mouvement représentatif d'une statistique prédéterminée d'étalement angulaire par rapport à la direction principale (D) de pointage pour générer par la au moins une sonde (2) un rayonnement électromagnétique ayant cette statistique prédéterminée d'étalement angulaire par rapport à la direction principale (D) de pointage.

15 2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que ledit mouvement est situé dans un plan.

3. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que ledit mouvement est situé dans un plan vertical pour générer la statistique prédéterminée d'étalement angulaire en élévation par le dispositif (6, 60, 63, 601, 68) de déplacement.

20 4. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que ledit mouvement est situé dans un plan horizontal pour générer la statistique prédéterminée d'étalement angulaire en azimuth par le dispositif (6, 60, 63, 601, 68) de déplacement.

5. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que ledit mouvement est tridimensionnel pour générer la statistique prédéterminée d'étalement angulaire
25 en élévation et en azimuth par le dispositif (6, 60, 63, 601, 68) de déplacement.

6. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'en outre le dispositif (6) de déplacement mécanique est prévu entre ladite au moins une sonde (2) et une structure (3) de support de la au moins une sonde (2).

7. Procédé suivant la revendication 6, caractérisé en ce que le dispositif (6)
30 de déplacement mécanique comprend au moins un dispositif (62, 68) de déplacement

angulaire de la sonde (2) en rotation autour du point test (40) suivant au moins un degré de liberté par rapport à la structure (3) de support.

8. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que ladite au moins une sonde (2, 102, 202) est l'une ou plusieurs parmi un
5 réseau d'une pluralité de sondes (2, 102, 202) supportées par une structure (3, 103, 203) de support, chaque sonde (2, 102, 202) ayant une direction principale (D) de pointage distincte vers le point test (40).

9. Procédé suivant la revendication 8, caractérisé en ce que l'objet (OT) sous test étant fixe sur le support (4), le dispositif (6, 60, 63, 601, 68) de déplacement
10 mécanique fait subir un mouvement déterminé de la structure (3, 103, 203) de support des sondes (2, 102, 202) et du support (4) de l'objet (OT) sous test l'un par rapport à l'autre, pour faire subir à ladite au moins une sonde (2, 102, 202) le mouvement représentatif de la statistique prédéterminée d'étalement angulaire par rapport à sa direction principale (D) de pointage.

15 10. Procédé suivant la revendication 8, caractérisé en ce que l'objet (OT) sous test étant fixe sur le support (4), le dispositif (6, 60, 63, 601, 68) de déplacement mécanique fait subir un mouvement déterminé de la structure (3, 103, 203) de support des sondes (2, 102, 202) par rapport au support (4) fixe de l'objet (OT) sous test, pour faire subir à ladite au moins une sonde (2, 102, 202) le
20 mouvement représentatif de la statistique prédéterminée d'étalement angulaire par rapport à sa direction principale (D) de pointage.

11. Procédé suivant la revendication 8, caractérisé en ce que l'objet (OT) sous test étant fixe sur le support (4), le dispositif (6, 60, 63, 601, 68) de déplacement mécanique fait subir un mouvement déterminé du support (4) de l'objet
25 (OT) sous test par rapport à la structure fixe (3, 103, 203) de support des sondes (2, 102, 202), pour faire subir à ladite au moins une sonde (2, 102, 202) le mouvement représentatif de la statistique prédéterminée d'étalement angulaire par rapport à sa direction principale (D) de pointage.

12. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 6 à 11, caractérisé
30 en ce que la structure (103, 203) de support est en forme d'arche ou d'anneau sur laquelle ou le quel les sondes (2, 102, 202) sont supportées dans un plan.

13. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 6 à 12, caractérisé en ce que la structure (3) de support est de forme tridimensionnelle sur laquelle les sondes (2) sont supportées d'une manière répartie en trois dimensions.

14. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 6 à 13, caractérisé
5 en ce que le dispositif (6, 60, 63, 601) de déplacement mécanique permet au moins un déplacement angulaire (A1) déterminé de glissement de la structure (3) de support et du support (4) de l'objet (OT) sous test l'un par rapport à l'autre au moins autour d'un axe géométrique non vertical.

15. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 6 à 13, caractérisé
10 en ce que le dispositif (6, 60, 63, 601) de déplacement mécanique permet un deuxième déplacement angulaire de rotation de la structure (3) de support et du support (4) de l'objet (OT) sous test l'un par rapport à l'autre au moins autour d'un axe géométrique vertical.

16. Procédé suivant la revendication 14 ou 15, caractérisé en ce que la
15 structure (3) de support repose sur un socle inférieur (61), entre le socle (61) et la structure (3) de support est prévu un deuxième autre système (63) de déplacement angulaire permettant de déplacer la structure (3) de support par rapport au socle (61) d'un deuxième angle (A2) de même valeur absolue et opposé au déplacement angulaire (A1) de glissement du premier dispositif (60) de déplacement
20 mécanique du support (4) par rapport à la structure (3) de support, afin que le support (4) de l'objet sous test conserve une position prescrite et sensiblement constante par rapport à la verticale, le dispositif (6) de déplacement mécanique du support (4) par rapport à la structure (3) de support étant appelé premier système (6) de déplacement relatif.

25 17. Procédé suivant la revendication précédente, caractérisé en ce que le deuxième autre système (63) de déplacement angulaire comporte une pluralité de rouleaux (631) de soutien d'une surface extérieure courbe (310) d'une paroi (31) de la structure (3) de support sur le socle (61) et au moins un moteur (64) d'entraînement d'au moins l'un des rouleaux (631) pour faire rouler dudit deuxième
30 angle (A2) ladite surface extérieure courbe (310) de la paroi (31) de la structure (3) de support par rapport au socle (61).

18. Procédé suivant la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il est prévu en outre :

un organe de commande du déplacement angulaire (A1) de glissement du premier système (6) de déplacement relatif,

5 au moins un capteur (66) de mesure d'un angle réel du support (4) de l'objet sous test par rapport à la verticale,

une boucle (65) d'asservissement du moteur (64) d'entraînement en fonction de l'angle mesuré par le capteur (66), pour que l'angle mesuré par le capteur (65) soit égal à une valeur constante correspondant à ladite position prescrite du support
10 (4) par rapport à la verticale.

19. Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est prévu une pluralité de sondes (2) réparties de manière équiangle suivant au moins une coordonnée sphérique autour d'un même point cible (40) des sondes (2).

15 20. Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est prévu sur la au moins une sonde (2) un système (7) de réglage individuel de l'alignement mécanique de la sonde (2) par rapport à un point cible (40), point cible (40) où doit être centré l'objet sous test sur le support (4).

21. Procédé suivant la revendication précédente, caractérisé en ce que le
20 système (7) de réglage individuel de l'alignement mécanique de la sonde (2) est associé à au moins une caméra optique (71) de détection positionnée au point cible (40) pour mesurer l'alignement mécanique de la sonde (2).

22. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 20 et 21 caractérisé en ce que le système (7) de réglage individuel de l'alignement mécanique de la
25 sonde (2) comporte une motorisation (70) de ladite sonde (2) sur la structure (3) de support, pour déplacer la sonde (2) par rapport à la structure (3) de support suivant au moins un degré de liberté autre que suivant une direction principale (DP) de pointage de la sonde (2) vers le point cible (40).

23. Procédé suivant les revendications 21 et 22, caractérisé en ce qu'il est
30 prévu un module (74) d'analyse de l'image fournie par la caméra pour détecter dans cette image la trace (CR) de ladite sonde (2) et un module (76) d'asservissement de

la motorisation (70) pour aligner la trace (CR) détectée de la sonde sur une trace (TRC) de consigne correspondant à l'alignement de la sonde (2) sur le point cible (40).

24. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 23, caractérisé en ce que la statistique prédéterminée d'étalement angulaire est une loi double exponentielle.

25. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 23, caractérisé en ce que la statistique prédéterminée d'étalement angulaire est une gaussienne centrée par rapport à la direction principale (D) de pointage et ayant un étalement angulaire défini par l'ouverture angulaire centrée autour de la direction principale (D) de pointage, pour laquelle la moitié de l'énergie maximale du rayonnement est transportée.

26. Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins un calculateur (760) comporte une interface (770) permettant à un utilisateur de choisir ladite statistique d'étalement angulaire,

le calculateur (760) calcule une pluralité de positions angulaires successives (PCOM) de commande du dispositif (6, 60, 601, 63, 68) de déplacement mécanique par rapport à la direction principale (D) prédéterminée de pointage, qui apparaissent suivant ladite statistique d'étalement angulaire ayant été choisie,

le calculateur envoie les positions angulaires successives de commande ayant été calculées à au moins un moteur (620, 613, 64, 701) du dispositif (6, 60, 601, 63, 68) de déplacement mécanique pour faire prendre à ladite au moins une sonde (2, 102, 202) des positions réelles successives déterminées correspondant aux positions (PCOM) de commande successives.

27. Procédé suivant la revendication précédente, caractérisé en ce que le calculateur calcule pour chaque position angulaire (PCOM) de commande un signal (S) de commande de l'intensité et/ou de la phase du rayonnement électromagnétique émis par ladite au moins une sonde (2, 102, 202).

28. Dispositif de test électromagnétique d'au moins un objet (OT) pour la mise œuvre du procédé de test suivant l'une quelconque des revendications précédentes, le dispositif comportant au moins une sonde (2, 102, 202) d'émission

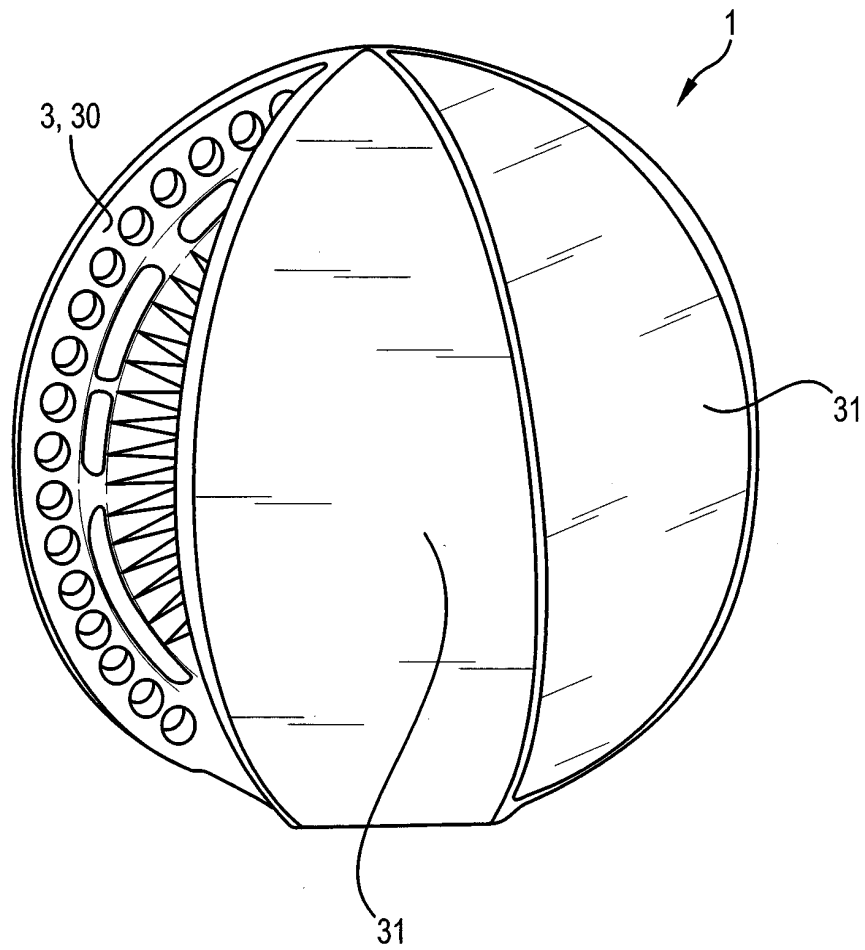
d'un rayonnement électromagnétique suivant une direction principale déterminée (D) de pointage vers un point test déterminé (40) où se situe l'objet (OT) sous test, ainsi qu'un support (4) pour l'objet sous test,

caractérisé en ce que

- 5 le dispositif de test comporte en outre un dispositif (6, 60, 63, 601, 68) de déplacement mécanique de la au moins une sonde (2, 102, 202) et du support (4) de l'objet sous test l'un par rapport à l'autre suivant un mouvement représentatif d'une statistique prédéterminée d'étalement angulaire par rapport à la direction principale (D) de pointage pour générer par la au moins une sonde un rayonnement
- 10 électromagnétique ayant cette statistique prédéterminée d'étalement angulaire par rapport à la direction principale (D) de pointage.

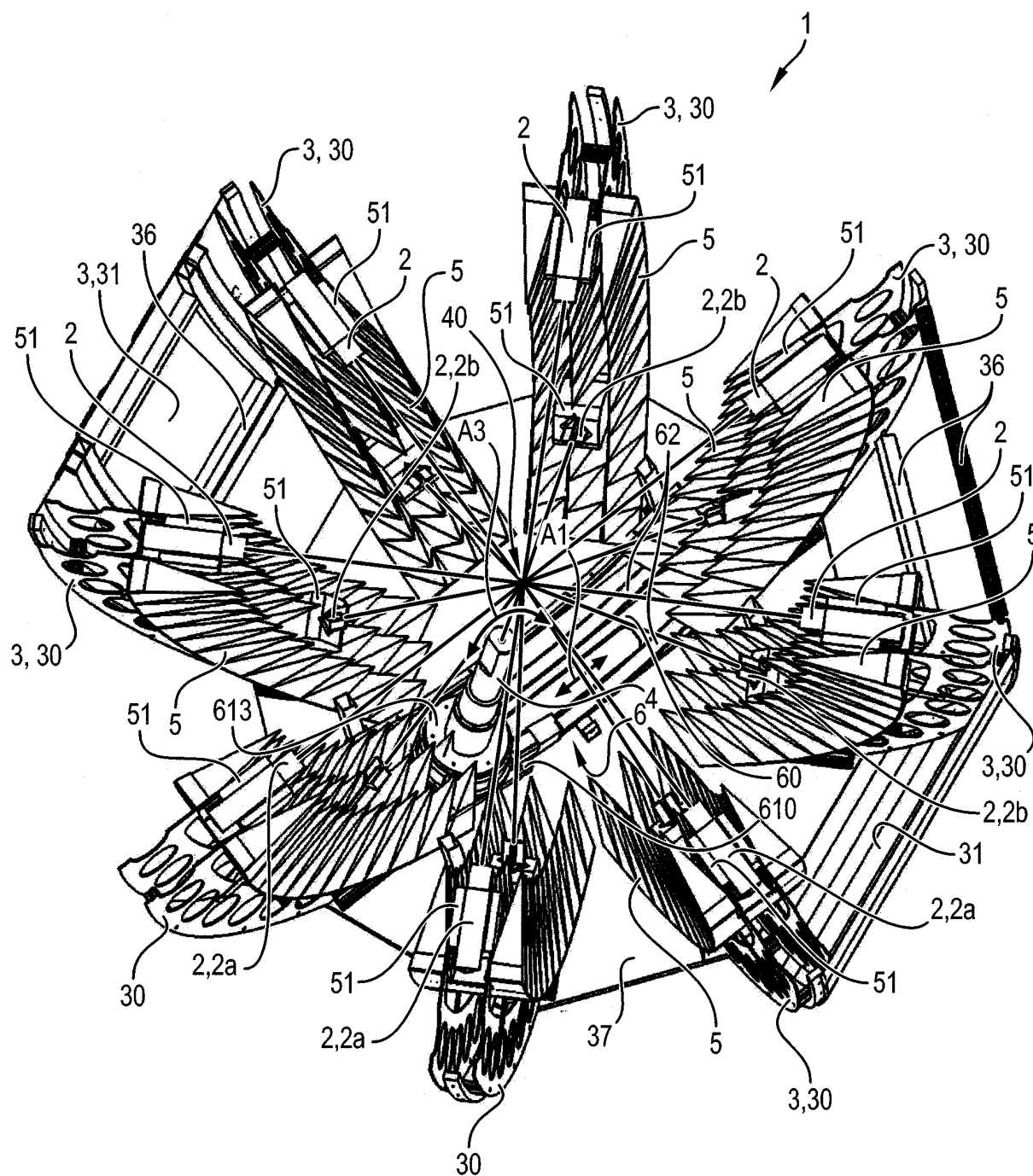
1/11

FIG. 1



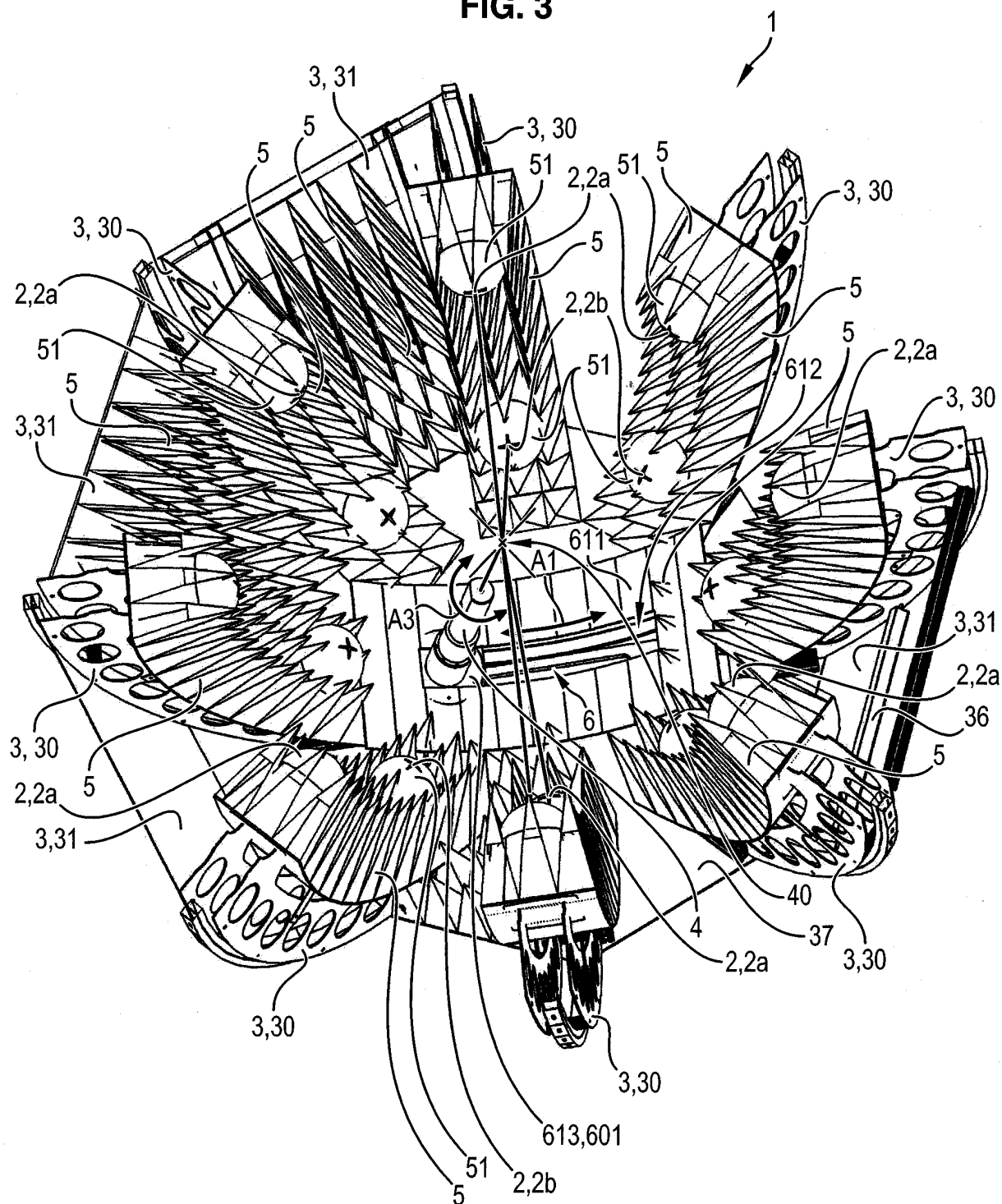
2/11

FIG. 2



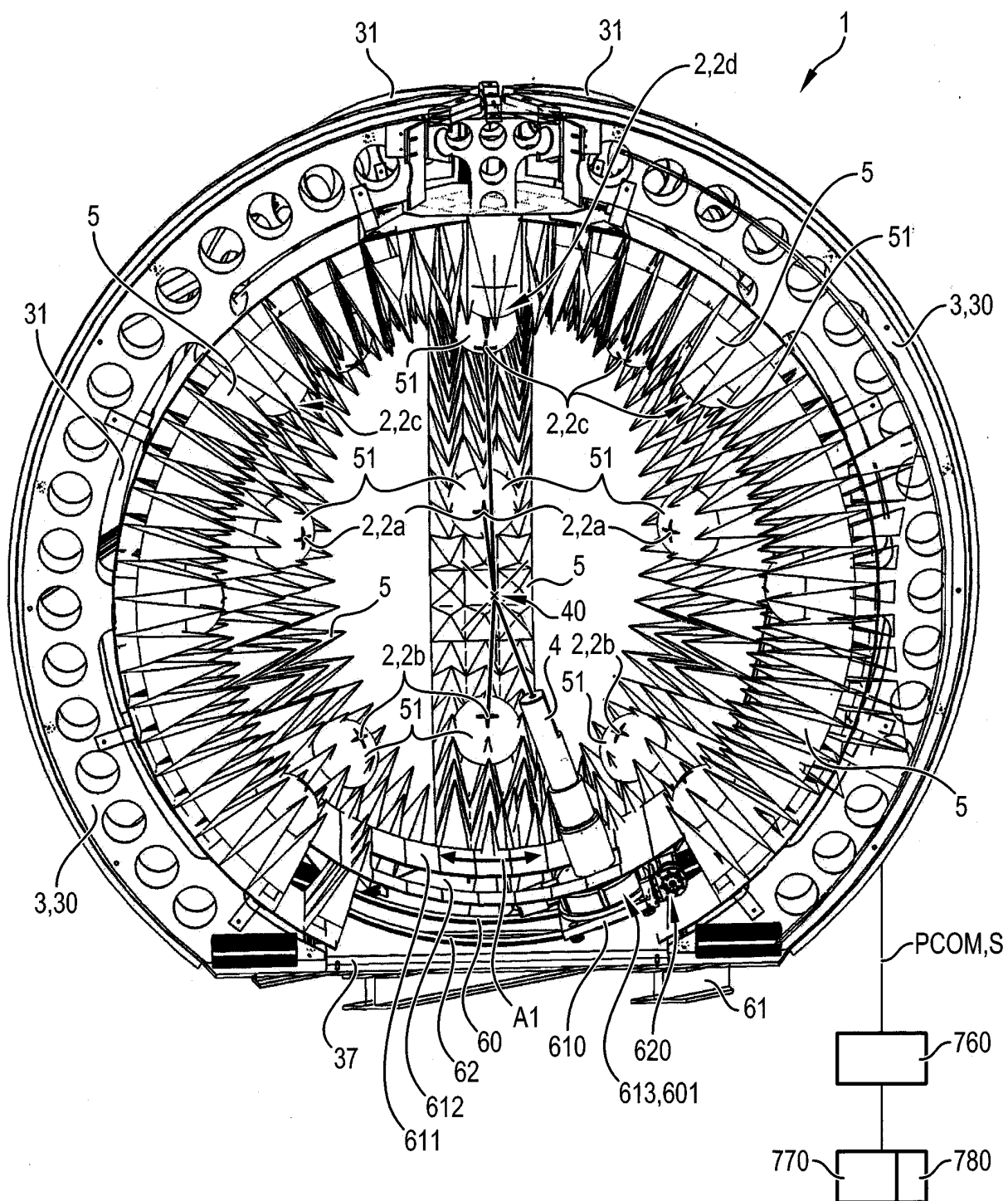
3/11

FIG. 3



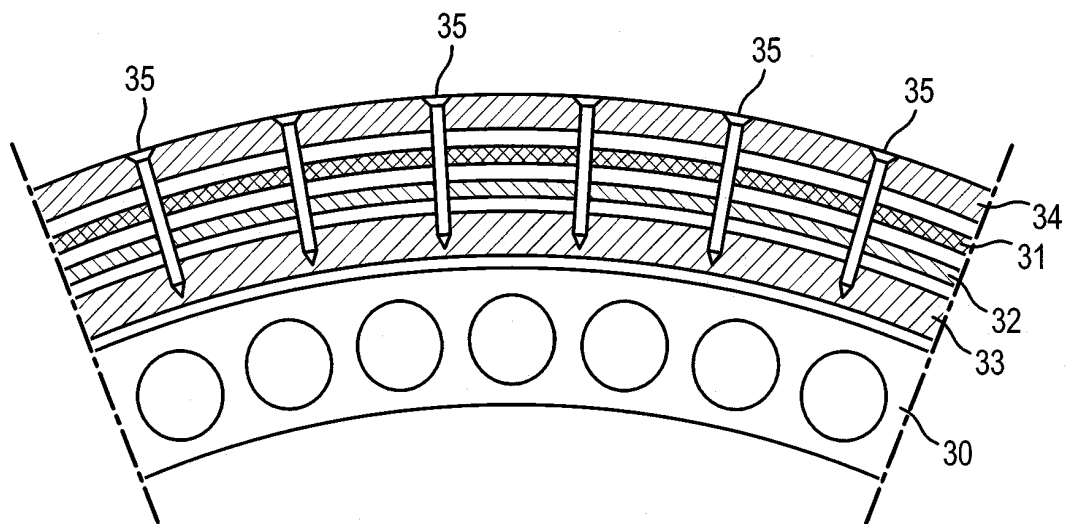
4/11

FIG. 4



5/11

FIG. 5



6/11

FIG. 6

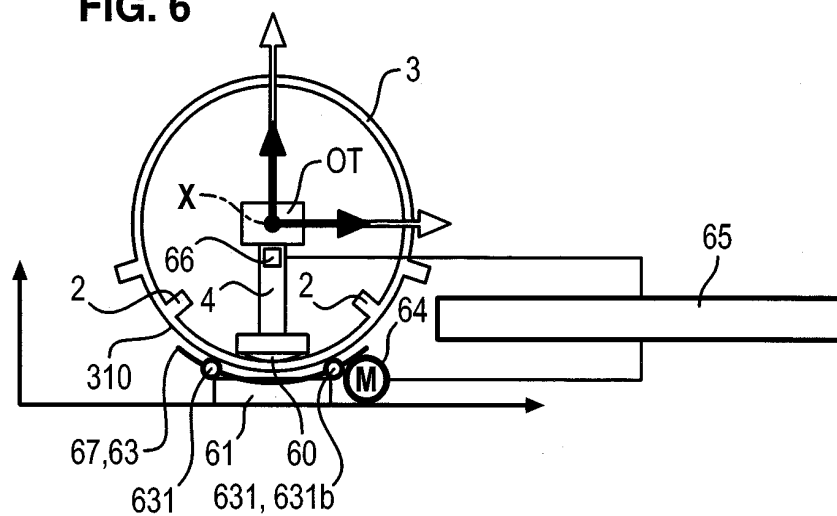


FIG. 7

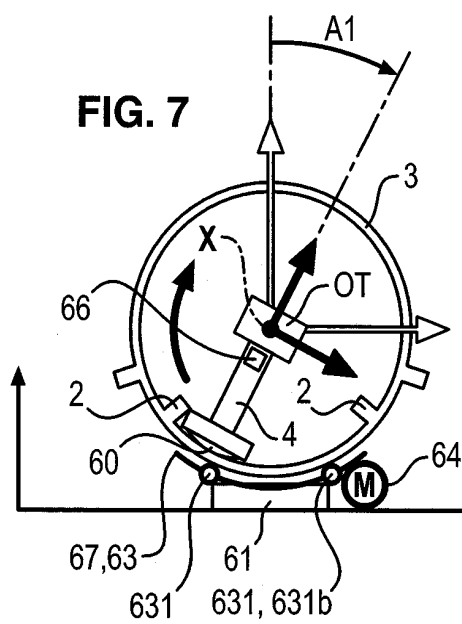


FIG. 8

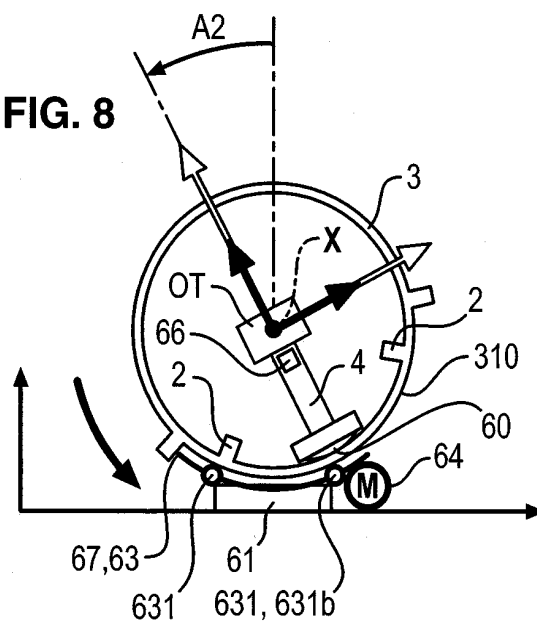
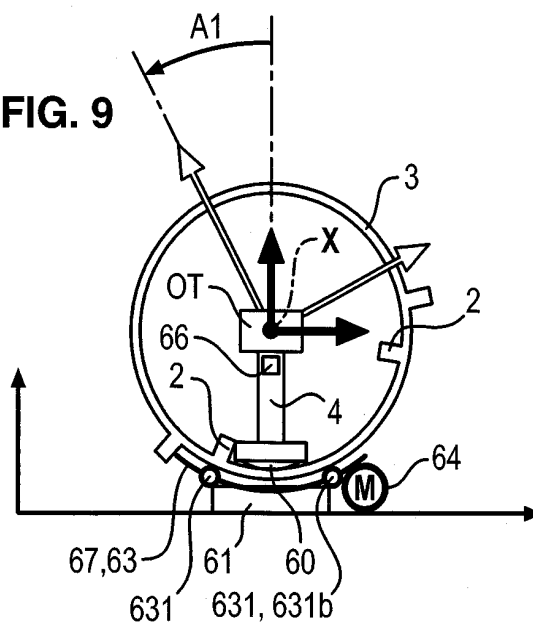
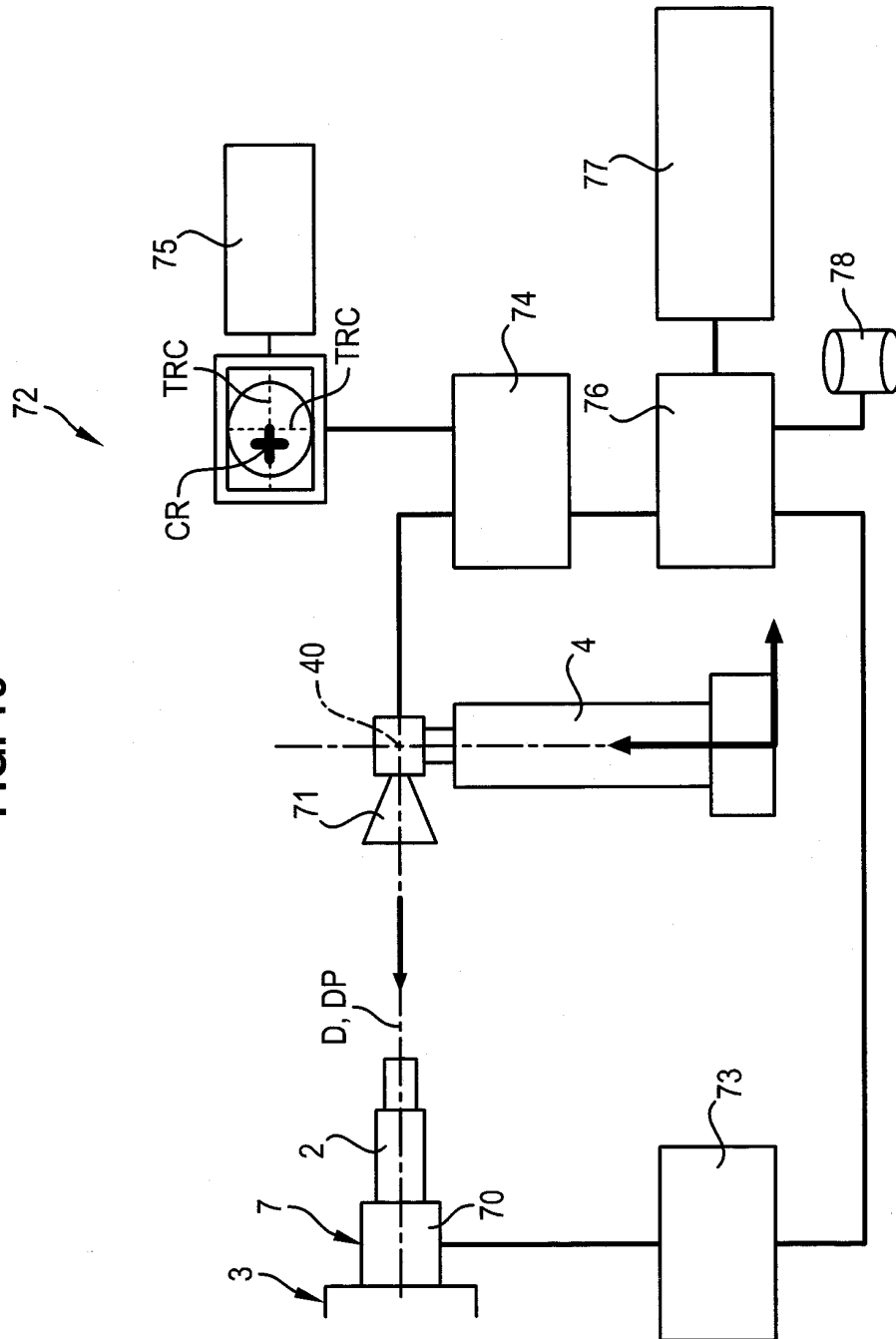


FIG. 9



7/11

FIG. 10



8/11

FIG. 11

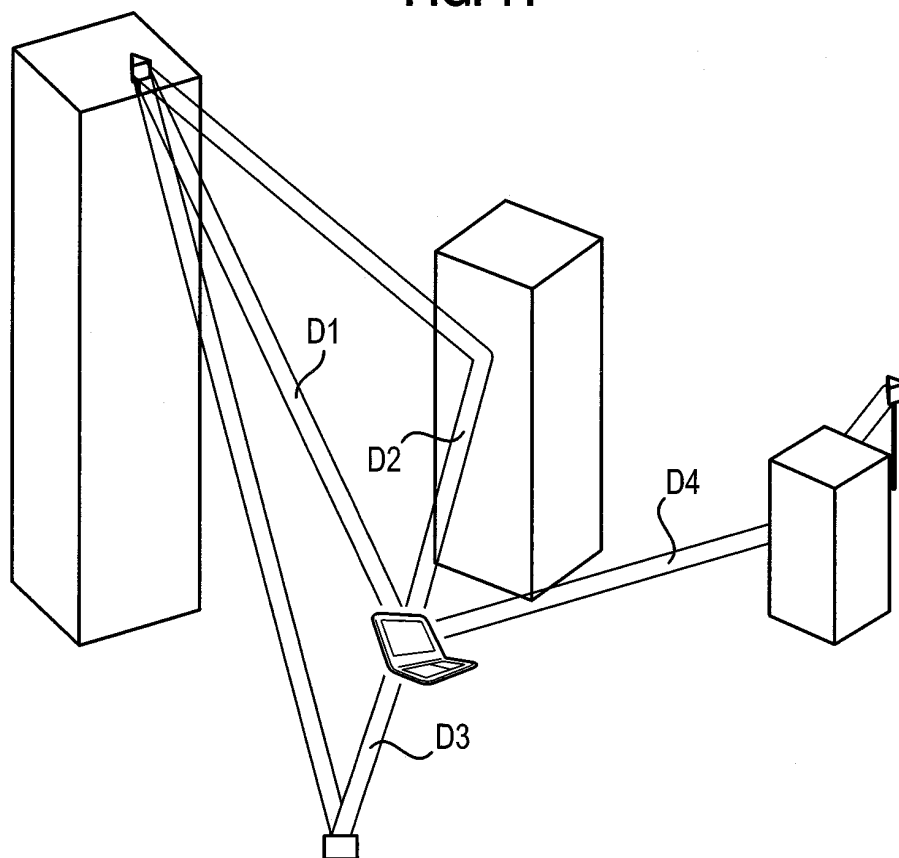
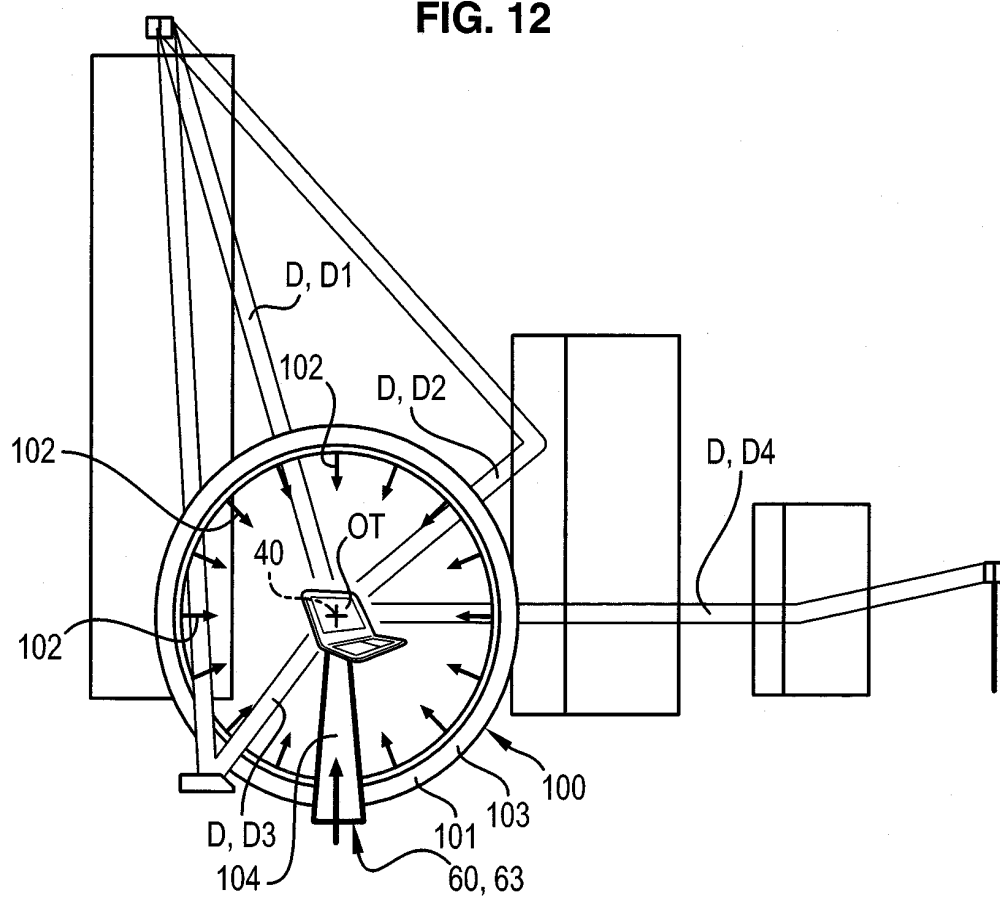


FIG. 12



9/11

FIG. 13

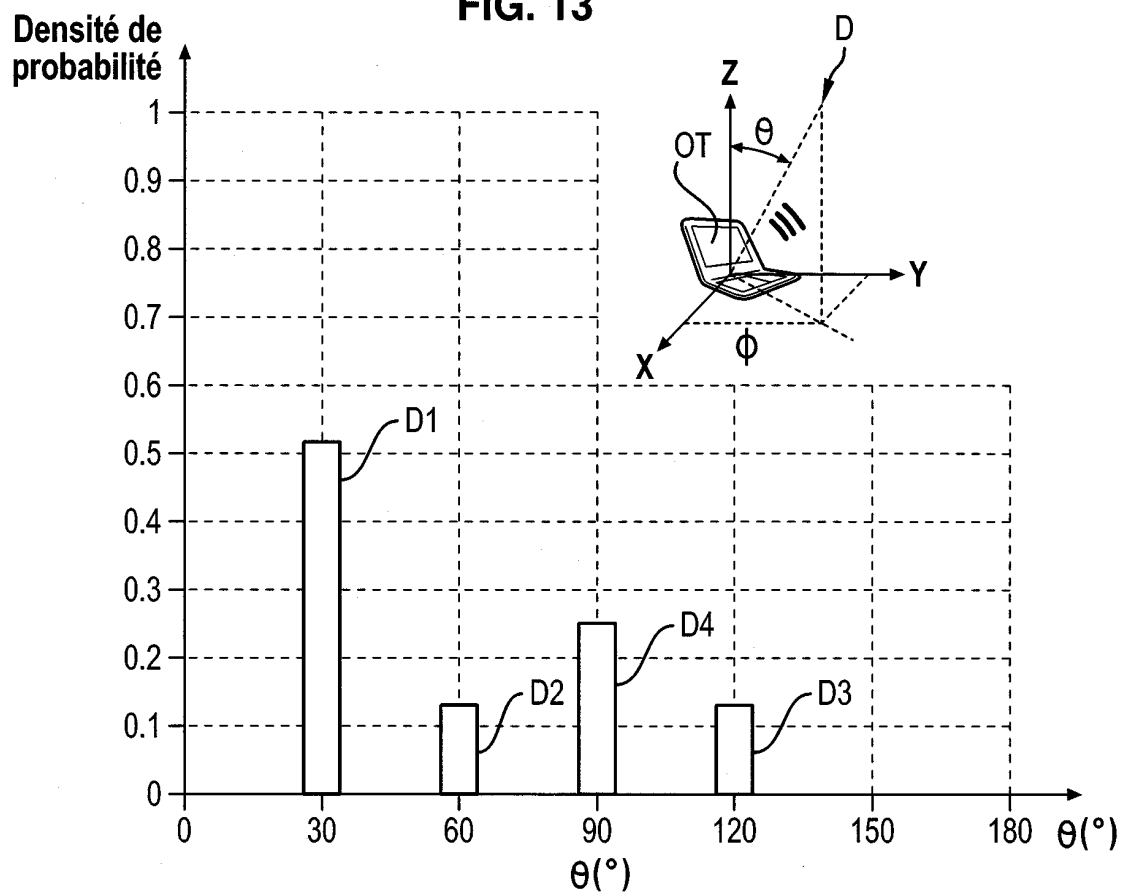
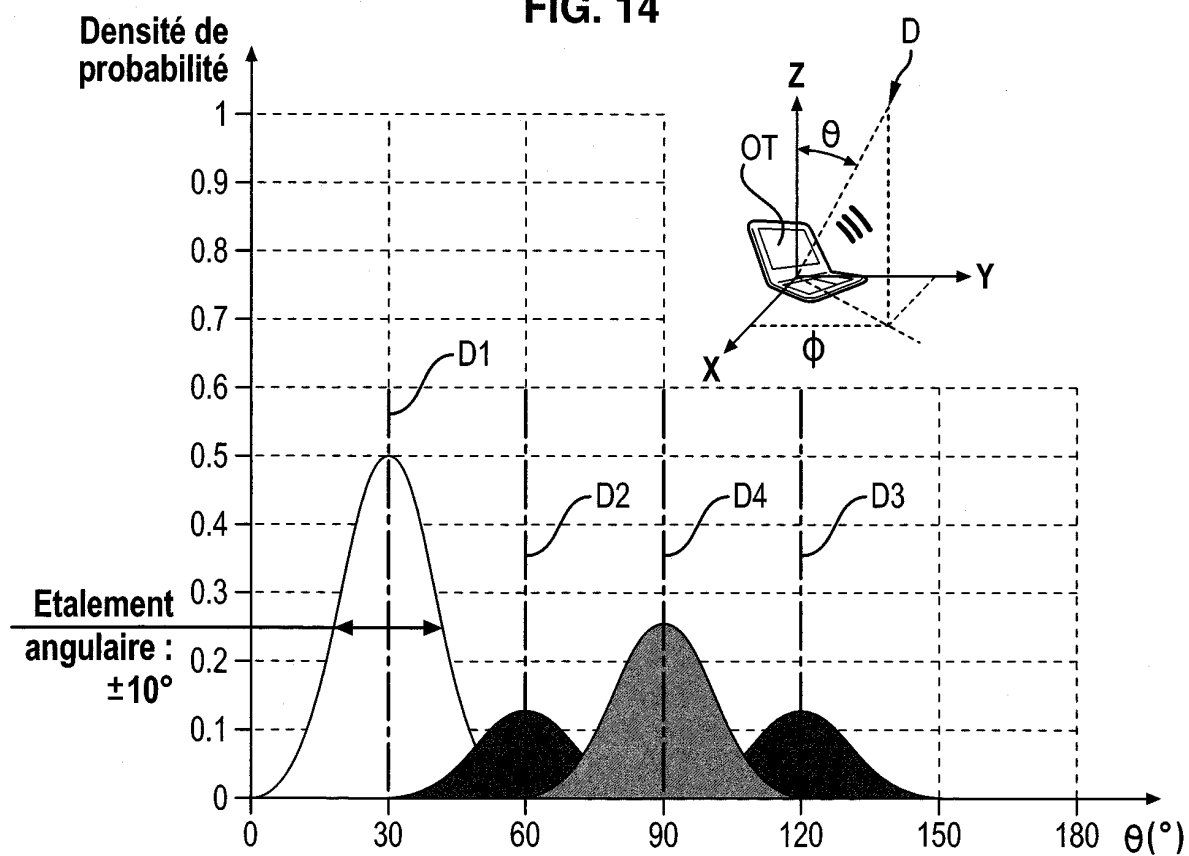


FIG. 14



10/11

FIG. 15

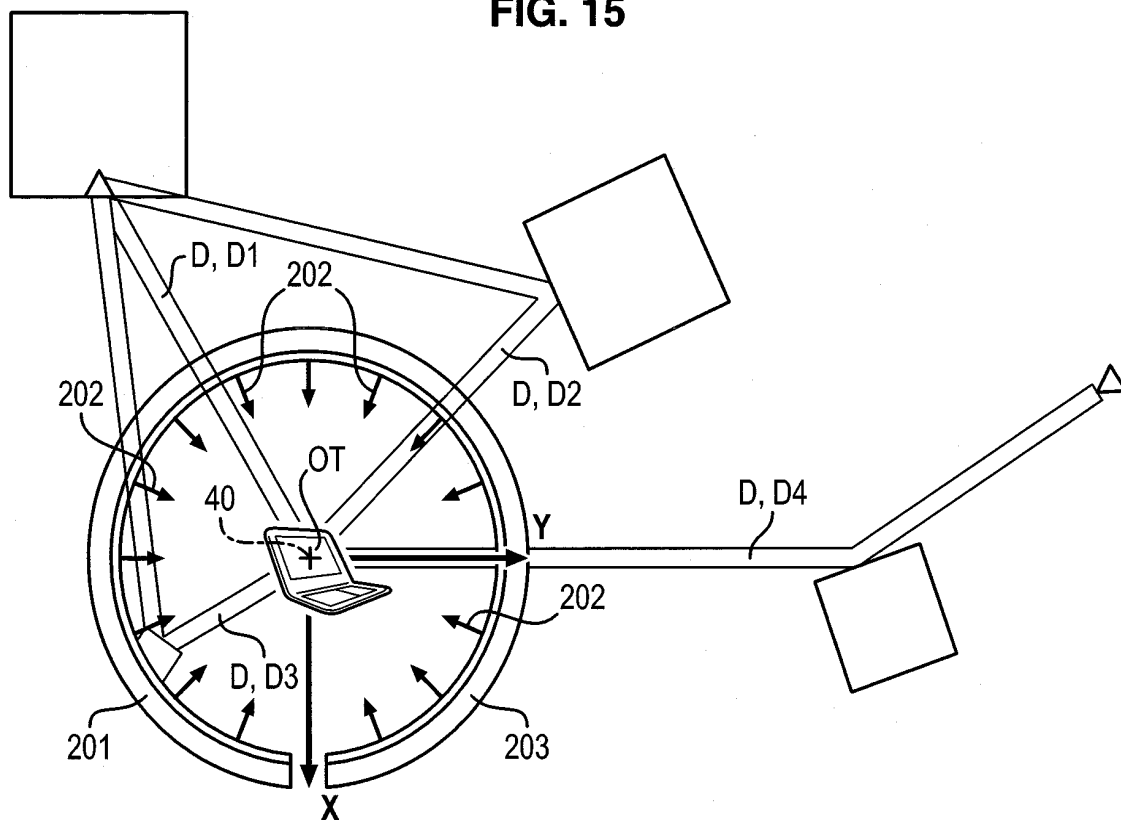
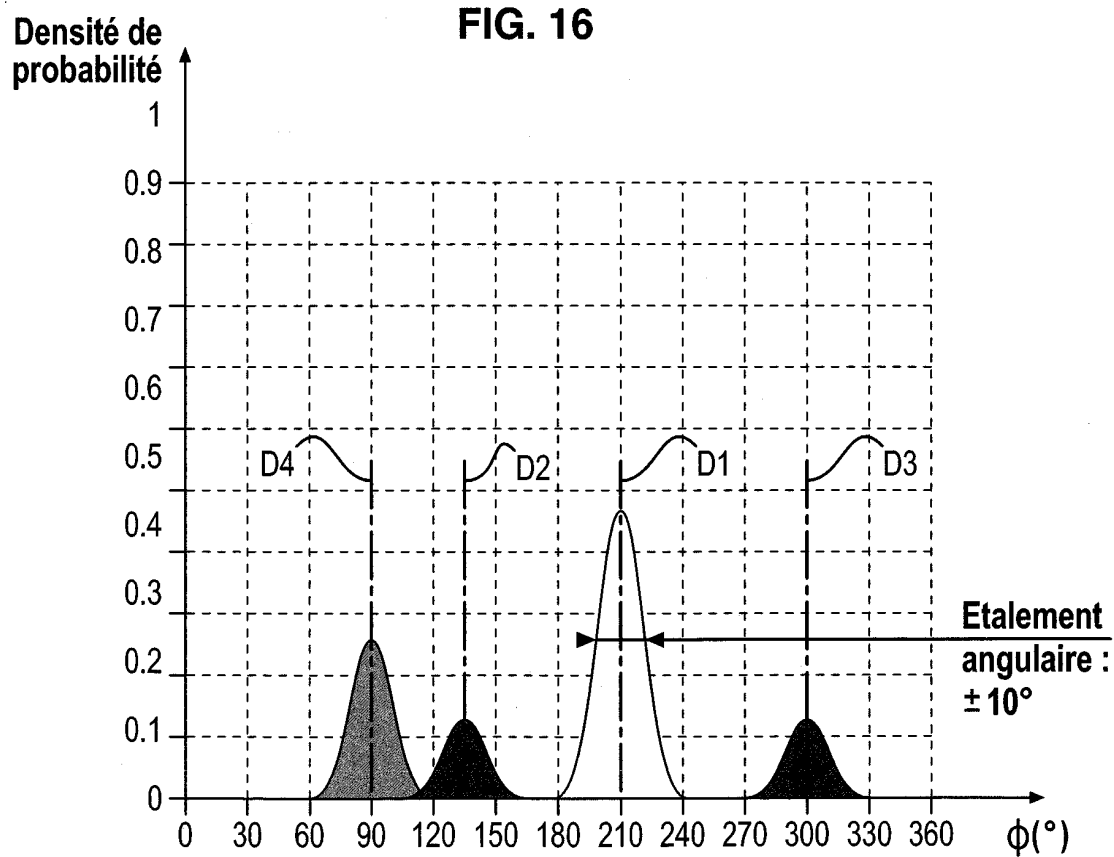


FIG. 16



11/11

FIG. 17

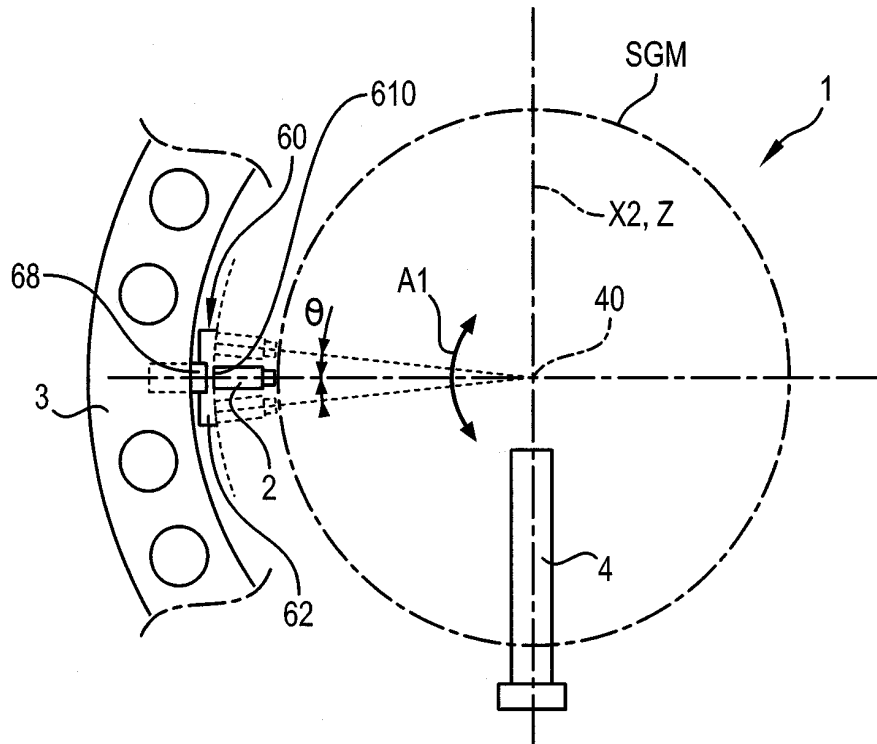
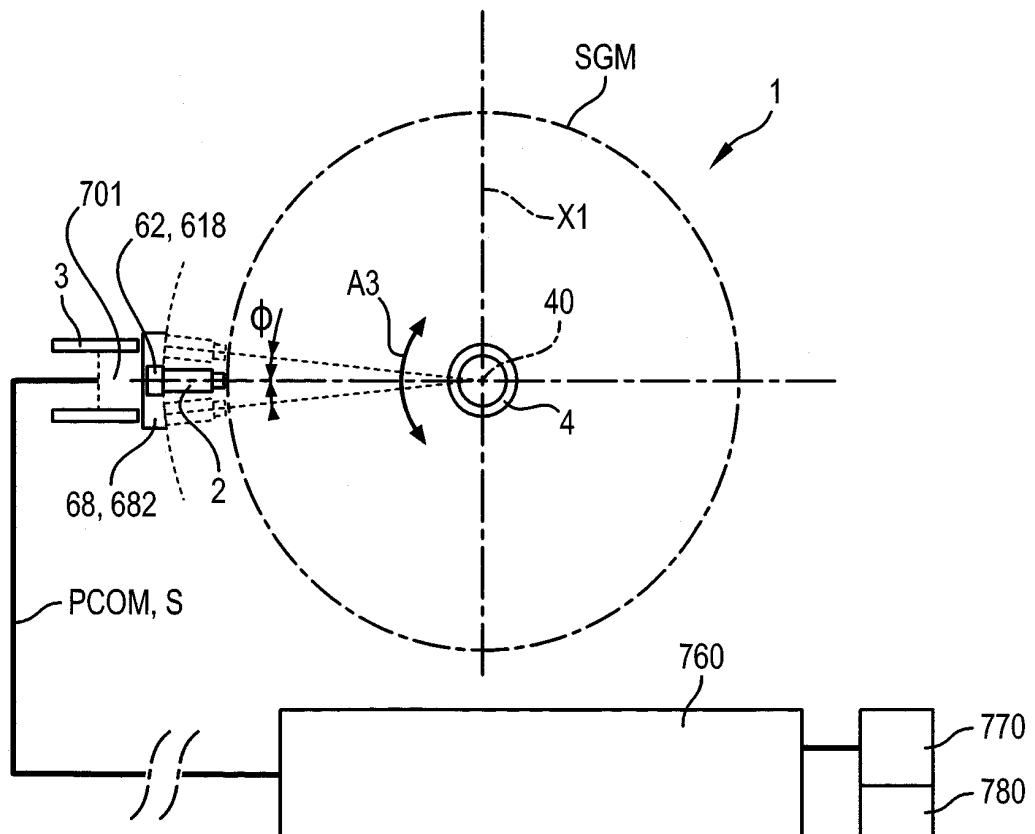


FIG. 18





RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 745852
FR 1058193

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	FR 2 797 327 A1 (FRANCE TELECOM [FR]) 9 février 2001 (2001-02-09) * le document en entier *	1-28	G01R29/08
X	WO 2010/006891 A1 (SATIMO SA [FR]; GARREAU PHILIPPE [FR]; IVERSEN PER [US]; DUCHESNE LUC) 21 janvier 2010 (2010-01-21) * le document en entier *	1-28	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) G01R
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
20 juin 2011		Binger, Bernard	
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			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1058193 FA 745852**

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 **20-06-2011**

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
FR 2797327	A1	09-02-2001	DE	60015981 D1	23-12-2004
			DE	60015981 T2	03-11-2005
			EP	1200845 A1	02-05-2002
			WO	0109626 A1	08-02-2001
			US	6850851 B1	01-02-2005

WO 2010006891	A1	21-01-2010	CA	2729190 A1	21-01-2010
			CN	102066955 A	18-05-2011
			EP	2304450 A1	06-04-2011
			FR	2932894 A1	25-12-2009
			US	2011121839 A1	26-05-2011
