

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 18.06.02.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 19.12.03 Bulletin 03/51.

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

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : AGATEC Société à responsabilité limitée — FR.

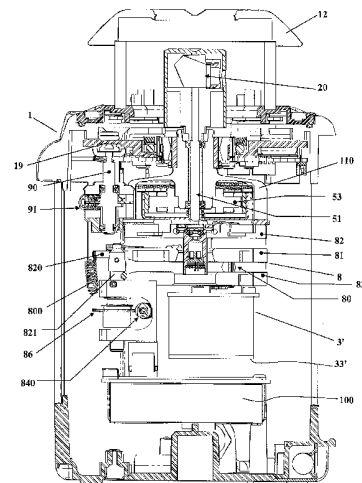
⑦2 Inventeur(s) : GAMAL ALBERT, CHIOREAN MIRCEA, PERSIN DIDIER et FRANCLLET ROLAND.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : CABINET DEBAY.

⑤4 SYSTEME MODULAIRE DE DETERMINATION DE NIVEAU PAR LASER.

⑤7 La présente invention concerne un système modulaire de détermination de niveau par laser, comportant dans un boîtier (1) un générateur de faisceau laser solidaire de moyens de positionnement, le faisceau laser étant orienté vers un puits central du boîtier (1) occulté par aucun obstacle et traversant au préalable des moyens de collimation, un module d'entraînement en rotation d'un ensemble optique comprenant un plan de réflexion, ledit module d'entraînement en rotation étant disposé selon une direction coaxiale avec l'axe du faisceau laser, caractérisé en ce que le module d'entraînement en rotation dudit ensemble optique comprend un moteur sans balai (5) à commutation électronique et à arbre creux (51) dont le stator (53) est solidaire d'un élément fixe en rotation et inclinable par un module de détermination/ réglage de l'inclinaison par rapport à un plan de référence, ledit générateur de faisceau laser étant solidaire du moteur sans balai (5).



### **Système modulaire de détermination de niveau par laser**

La présente invention concerne le domaine des appareils de détermination de niveau. L'invention concerne plus particulièrement un système modulaire de détermination de niveau du type laser.

5 En général, les appareils de détermination de niveau sont utilisés en construction, par exemple lors de la mise en place d'une surface horizontale fixée sur des piliers ou des parois latérales, pour un nivellement de terrain ou encore pour des mesures par un géomètre.

10 Les appareils de l'art antérieur comprennent généralement un boîtier de base intégrant une source laser qui envoie un faisceau vertical ascendant vers un pentaprisme (20) tournant. Le pentaprisme (20) en rotation redirige alors le faisceau vertical, selon un angle de sensiblement  $90^\circ$  pour balayer un plan de niveau horizontal lumineux. Dans certaines conditions, ces appareils ne peuvent pas être positionnés à l'horizontale et présentent alors des plans  
15 inclinés. En réponse à ce défaut, des niveaux ont été ajoutés pour permettre de compenser les éventuelles inclinaisons.

Il est connu dans l'art antérieur, par le brevet US 6 014 211, un dispositif générant un plan de niveau par laser, composé d'un boîtier contenant un générateur de faisceau laser horizontal et un miroir placé dans un tube vertical,  
20 surmonté d'un assemblage à moteur rotatif faisant tourner un pentaprisme (20). Avec ce type de dispositif, il n'est pas possible d'effectuer un réglage fin de l'orientation des différents éléments comme le moteur, le générateur de faisceau laser, le tube acheminant le faisceau laser, ces éléments étant relativement dispersés. La fiabilité de ce dispositif est sensiblement diminuée  
25 du fait du manque d'intégration entre les différents composants. De plus un tel dispositif, avec pendule suspendu par fil, peut manquer de robustesse pour résister aux conditions difficiles de chantier.

La présente invention a donc pour objet de pallier un ou plusieurs des inconvénients de l'art antérieur en définissant un système modulaire de détermination de niveau du type laser de grande précision et fiabilité qui présente une intégration dans un même boîtier du module motorisé avec les  
5 éléments de mise à niveau et la source laser.

Cet objectif est atteint grâce à un système modulaire de détermination de niveau par laser, comportant dans un boîtier un générateur de faisceau laser solidaire de moyens de positionnement par rapport à un plan parallèle au plan de base dudit boîtier, le faisceau laser étant orienté vers un puits central  
10 du boîtier occulté par aucun obstacle et traversant au préalable des moyens de collimation, un module d'entraînement en rotation d'un ensemble optique comprenant au moins un plan de réflexion, ledit module d'entraînement en rotation étant disposé selon une direction sensiblement coaxiale avec l'axe du faisceau laser, caractérisé par le fait que le module d'entraînement en rotation  
15 dudit ensemble optique comprend un moteur sans balai à commutation électronique et à arbre creux dont le stator est rendu solidaire d'un élément fixe en rotation autour d'un axe parallèle à celui du faisceau laser et inclinable par un module de détermination et de réglage de l'inclinaison par rapport à un plan de référence parallèle au plan d'appui de l'enveloppe du boîtier, ledit  
20 générateur de faisceau laser étant solidaire du moteur sans balai.

Selon une autre particularité de l'invention, ledit moteur sans balai comprend un stator bobiné, un rotor à aimant permanent et un codeur optique lié au rotor par l'arbre creux du moteur, ledit codeur optique, incrémental et associé à des moyens électroniques de détection de la position du rotor,  
25 permettant de connaître avec précision la position du rotor, la position du faisceau laser et de contrôler la rotation ou les oscillations entre deux positions du moteur.

Selon une autre particularité de l'invention, lesdits moyens électroniques de détection de la position du rotor comprennent au moins une carte  
30 électronique de détection de la position du codeur et de commande du moteur.

Selon une autre particularité de l'invention, ledit module de détermination et de réglage de l'inclinaison comporte des moyens de réglage d'inclinaison manuels dudit élément fixe en rotation.

5 Selon une autre particularité, ledit module de détermination et de réglage de l'inclinaison comporte un dispositif à au moins deux organes de mise à niveau dudit élément fixe en rotation, ces organes de mise à niveau incluant notamment un micro-moteur servant au calage d'au moins une vis vissée selon un axe vertical du boîtier.

10 Selon une autre particularité, ledit module de détermination et de réglage de l'inclinaison comporte un dispositif à deux vérins solidaires de deux angles dudit élément fixe en rotation et ledit module d'entraînement en rotation, les deux vérins servant à effectuer un déplacement relatif de l'axe d'inclinaison dudit module d'entraînement en rotation par rapport à l'axe constituant la verticalité du boîtier.

15 Selon une autre particularité, lesdits vérins sont électriques, le pilotage de ces vérins étant réalisé par l'intermédiaire d'au moins une carte électronique de commande.

20 Selon une autre particularité, deux niveaux perpendiculaires l'un à l'autre et positionnés dans un plan parallèle au plan de base sur lequel repose le socle du boîtier sont incorporés dans un corps incluant le générateur de faisceau laser, la direction du faisceau laser étant orientée par rapport audit plan de base, ces deux niveaux détectant la position relative du générateur de faisceau laser par rapport à un plan de référence.

25 Selon une autre particularité, un troisième niveau dit vertical et perpendiculaire aux deux autres est incorporé au corps qui inclue le générateur de faisceau laser pour détecter la position relative du générateur de faisceau laser par rapport à un plan de référence.

Selon une autre particularité, les niveaux incorporés avec le générateur de faisceau laser sont des nivelles électroniques à lecture optique, la lecture optique étant effectuée par l'intermédiaire d'au moins une carte électronique.

5 Selon une autre particularité, ledit module de détermination et de réglage de l'inclinaison de l'élément fixe en rotation comprend un circuit imprimé, des photodétecteurs et des moyens actionneurs déterminant l'inclinaison de ce module par rapport au socle du boîtier.

10 Selon une autre particularité, ledit ensemble optique rotatif comprend un pentaprisme tournant, le générateur de faisceau laser, équipé d'une diode laser, étant aligné avec ledit arbre creux et ledit pentaprisme selon un axe orienté selon la verticalité du boîtier, ledit pentaprisme étant orienté pour réfléchir le faisceau laser d'un angle de sensiblement  $90^\circ$ .

15 Selon une autre particularité, lesdits moyens de positionnement par rapport à un plan parallèle au plan de base dudit boîtier comprennent au moins un élément de vissage réglable manuellement.

Selon une autre particularité, lesdits moyens de positionnement par rapport à un plan parallèle au plan de base dudit boîtier comprennent au moins un vérin électrique.

20 Selon une autre particularité, le système selon l'invention comporte un dispositif à double pente, chaque pente étant composée notamment par deux plateaux, au moins un de ces plateaux étant mobile et articulé par l'intermédiaire d'au moins deux billes, les deux billes constituant une génératrice d'un plan et étant sollicitées selon une autre génératrice de ce plan par un moyen élastique vers une position de rappel et dans l'autre sens par un  
25 appareillage électromécanique permettant de régler l'inclinaison de pente.

Selon une autre particularité, un des plateaux du dispositif à double pente est commun aux deux pentes.

Selon une autre particularité, les plateaux mobiles du dispositif à double pente sont montés pivotant par rapport à deux billes, les axes de rotation des plateaux mobiles étant orientés perpendiculairement.

5 Selon une autre particularité, ledit appareillage électromécanique comporte au moins deux moteurs pas à pas gérés par des moyens de commande électroniques tenant compte de valeurs représentatives des angles de rotation des plateaux mobiles saisies par l'utilisateur sur une interface et d'au moins une table de correction.

10 Selon une autre particularité, le système selon l'invention comporte un dispositif à simple pente positionné entre ledit moteur sans balai (5) et l'emplacement des niveaux (30, 31).

15 Selon une autre particularité, le boîtier comprend des moyens de préhension et un logement destiné à une batterie fermé à l'aide d'un couvercle amovible, une console avec écran d'affichage et boutons de commande étant associée audit boîtier pour contrôler notamment ledit module de détermination et de réglage de l'inclinaison et la carte électronique de détection de la position du codeur et de commande du moteur.

L'invention, avec ses caractéristiques et avantages, ressortira plus  
20 clairement à la lecture de la description faite en référence aux dessins annexés donnés à titre d'exemples non limitatifs dans lesquels :

- la figure 1 représente une vue en perspective éclatée d'une variante de réalisation du contenu boîtier,
- la figure 2 représente le boîtier du système selon l'invention,
- la figure 3 représente schématiquement le système selon l'invention  
25 en cours d'utilisation,
- la figure 4 représente schématiquement un dispositif de nivellement automatique utilisé dans l'invention,

- la figure 5 représente une vue en coupe d'une variante de réalisation avec dispositif à double pente,
- la figure 6 représente une vue en perspective éclatée d'une variante de réalisation du contenu boîtier,
- 5 - la figure 7 représente le plateau circulaire servant d'élément fixe pour le calage du stator.

L'invention va être à présent décrite en référence aux figures 1, 2 et 3. Le système modulaire de détermination de niveau par laser comporte d'une part un boîtier fixe (1) qui contient un générateur de faisceau laser, un puits central sans obstacle dans lequel passe ledit faisceau et un module motorisé  
10 (5) entraînant en rotation un arbre creux (51) dont une extrémité ressort dudit boîtier (1) et d'autre part une tête mobile (2) solidaire de l'extrémité sortante de l'arbre creux (51) entraîné en rotation qui comprend un ensemble optique réfléchissant le faisceau laser issu du module ou corps (3) renfermant la source  
15 laser. Comme représenté à la figure 2, le boîtier (1) peut comporter une coupole (12) qui protège la tête mobile (2) de chocs éventuels. Le système selon l'invention est particulièrement adapté pour des rayons d'action (R) du laser variant entre 0 et 150 m. Le boîtier (1) peut être métallique ou moulé en matière plastique, équipé de moyens de préhension (10) tels qu'une ou  
20 plusieurs poignées, des cavités pour le passage des doigts, etc. Le boîtier (1) peut inclure un logement destiné à une batterie (100) fermé à l'aide d'un couvercle amovible. Les batteries employées, rechargeables, sont de 2,4 ou 4,8 V. Le système modulaire selon l'invention est compact, de dimensions inférieures au mètre, et peut être monté facilement sur un trépied (7) ou autres  
25 moyens de support analogues lors de son utilisation. Son poids n'excède pas 3,5 kg.

Comme illustré à la figure 1, le générateur de faisceau laser est positionné quasiment à une extrémité du boîtier (1), l'arbre creux (51) présentant une partie en saillie (non représentée) qui ressort du boîtier (1) à

l'autre extrémité. Dans un mode de réalisation de l'invention, ledit générateur de faisceau laser peut être solidaire de moyens de positionnement par rapport à un plan parallèle au plan de base (B) du boîtier (1). Ces moyens de positionnement sont par exemple une ou plusieurs vis de calage solidaire(s) de la base (33) du corps (3) qui intègre ledit générateur de faisceau laser ou bien au moins un vérin électrique réglable. Le générateur de faisceau laser peut être un appareil standard à diode laser, rayonnant par exemple à une longueur d'onde de 635 nm et d'une puissance d'environ 1 mW. Ledit corps (3) intègre également des niveaux (30, 31) qui sont représentés à la figure 4. Après la phase dite de calage ou calibrage visant à positionner l'axe du faisceau laser de manière orthogonale par rapport à la base (33) du corps (3) supportant notamment lesdits niveaux (30, 31), le faisceau laser est aligné avec le puits central du boîtier (1) et ledit module motorisé (5).

Le module motorisé (5) est un module d'entraînement en rotation de l'arbre creux (51) auquel est solidarisée la tête mobile (2). Il s'agit plus précisément d'un moteur sans balai à commutation électronique comprenant un stator bobiné (53) et un rotor à aimant permanent (50) incluant ledit arbre creux (51). Dans le mode de réalisation préféré de l'invention, et de manière non limitative, le module motorisé (5) comprend également un codeur optique (52) incrémental permettant de connaître avec précision la position angulaire du rotor (50) et donc du faisceau laser réfléchi par le pentaprisme (20) de la tête mobile (2). Le rotor (50) comprend une couronne (54) dans laquelle est placé au moins un aimant permanent. La commutation, c'est-à-dire le changement successif des pôles d'alimentation des bobines du stator (53) permet de créer un champ tournant qui entraîne la rotation du rotor (50). La couronne (54) comporte des éléments de signalisation qui peuvent être détectés par des capteurs optoélectroniques du codeur optique (52). Ces éléments de signalisation peuvent être un disque comportant des zones opaques et des zones translucides placées sur le codeur optique (52) permettant de déterminer à l'aide d'un photodétecteur (120) éclairé par une diode électroluminescente la position du rotor (50). Dans ce mode de réalisation, ladite couronne (54) est



parallèle au codeur optique (52) dont la forme est circulaire, placée à une distance (d) de quelques centimètres, par exemple 3 cm. Le diamètre de la couronne (54) du rotor (50) varie par exemple de 20 à 40 mm. Le codeur optique (52) est couplé à des moyens électroniques de détection de la position  
5 du rotor (50) afin de contrôler la rotation ou les oscillations entre deux positions du moteur. Ces moyens électroniques auxquels est couplé le codeur optique (52) comprennent au moins une carte électronique de détection de la position dudit codeur (52) et de commande du module motorisé (5). Dans d'autres variantes, le module motorisé (5) peut être dépourvu de codeur optique (52)  
10 afin de simplifier l'appareillage. Plusieurs moteurs peuvent être associés pour générer en même temps plusieurs plans laser.

La tête mobile (2) avec ensemble optique comprend au moins un plan de réflexion pour renvoyer le faisceau laser selon un angle de sensiblement 90°. Dans le mode de réalisation préféré de l'invention, ladite tête mobile (2)  
15 comporte un pentaprisme (20) tournant qui suit la rotation de l'arbre creux (51).

Dans une variante de réalisation, un module dit supérieur (110) placé au-dessus du module motorisé (5) comprend deux axes articulés entre eux à l'aide d'un joint de cardan perforé pour ne pas obturer le puits central par lequel chemine le faisceau laser. Le stator (53) bobiné est rendu solidaire d'un  
20 élément fixe en rotation autour d'un axe parallèle à celui du faisceau laser. Cet élément est inclinable par un module de détermination et de réglage de l'inclinaison par rapport à un plan de référence rigoureusement parallèle au plan d'appui de l'enveloppe du boîtier (1). Cet élément est par exemple ledit module supérieur (110). Dans le mode de réalisation présenté à la figure 1, des  
25 nivelles sont insérés dans un corps (3) qui contient le générateur de faisceau laser et déterminent par action sur des moyens de réglage un plan de référence rigoureusement horizontal et un plan de référence rigoureusement vertical. Ledit module de détermination et de réglage de l'inclinaison peut comprendre un système à deux vérins (11) pour régler l'inclinaison dudit  
30 module supérieur (110). Lorsque le boîtier (1) est placé sur une surface d'appui

par son socle, l'inclinaison prise en compte est l'inclinaison par rapport à un plan de référence rigoureusement horizontal déterminé par au moins deux nivelles dites horizontales. Lorsque le boîtier (1) est couché sur un côté, c'est toujours l'inclinaison par rapport à un plan de référence rigoureusement horizontal qui est prise en compte, ce plan horizontal étant déterminé grâce à  
5 l'une des nivelles dites horizontales et à une nivelle dite verticale. Des logements de réception de la course des vérins (11) reliés de manière solidaire au stator (53) peuvent jouer le rôle dudit élément fixe en rotation. Les vérins (11), par exemple électriques, sont sollicités en appui, via des moyens de  
10 rappel élastique, contre la paroi supérieure du boîtier (1) ou des surfaces d'appui analogues qui sont fixes. Dans les cas où le boîtier (1) est positionné de manière droite avec appui du socle sur un plancher sensiblement horizontal, les deux vérins (11) permettent d'effectuer un déplacement relatif de l'axe d'inclinaison du stator (53) par rapport à un axe de référence du système qui  
15 est un axe perpendiculaire au plan d'appui du boîtier (1). Le générateur de faisceau laser reste solidaire du stator (53) lorsque ce dernier est incliné. Le pilotage des vérins (11) peut être réalisé par l'intermédiaire d'au moins une carte électronique de commande, de manière automatique. Dans une autre variante de réalisation, le système de réglage de l'inclinaison du moteur (5)  
20 peut tout aussi bien être manuel, par exemple avec des nivelles à lecture directe, visibles par l'utilisateur.

Dans la variante de réalisation représentée à la figure 2, le boîtier (1) comporte une interface entre l'utilisateur et le système selon l'invention. Cette interface comprend un écran d'affichage (13) et des boutons de commande  
25 (14). L'utilisateur utilise cette interface pour régler par exemple des paramètres tels que la vitesse de rotation de la tête mobile (2) ou l'inclinaison d'un plan laser devant être balayé par le système. Le système selon l'invention peut aussi comporter une console avec écran d'affichage et boutons de commande pour contrôler par exemple ledit module de détermination et de réglage de  
30 l'inclinaison. Une telle console permet aussi de contrôler la carte électronique de détection de la position du codeur (52) et de commande du moteur (5).

L'invention va être à présent décrite en référence à la figure 4.

Dans un mode de réalisation de l'invention, le générateur de faisceau laser est incorporé dans un module de détermination de l'inclinaison constitué d'un corps (3) qui intègre également deux ou trois niveaux (30, 31) permettant  
5 la détection du niveau dans un plan horizontal et vertical. Comme illustré à la figure 3, le positionnement de la source laser peut être réalisé avec précision à l'aide de deux niveaux (30) positionnés dans des directions (OX, OY) perpendiculaires et situés dans un plan orientable par rapport au plan d'appui sur lequel repose le socle du boîtier (1). L'orientation du faisceau laser, affinée  
10 grâce à ces deux niveaux (30), doit être perpendiculaire au plan de référence défini par ces niveaux (30). Ces deux niveaux (30) détectent la position relative du générateur de faisceau laser par rapport à ce plan de référence. Un troisième niveau (31) dit vertical et perpendiculaire aux deux autres peut être incorporé dans le corps (3) contenant le générateur de faisceau laser.

15 Dans le mode de réalisation préféré de l'invention, ces niveaux (30, 31) incorporés au corps (3) contenant le générateur de faisceau laser sont des nivelles électroniques à lecture optique. Cette lecture optique est par exemple effectuée à l'aide d'au moins une carte électronique (4). La carte électronique (4) dite de lecture peut comporter des photodétecteurs placés en vis-à-vis des  
20 nivelles électroniques à lecture optique. La carte électronique (4) de lecture est positionnée au-dessus du corps (3) du générateur de faisceau laser et comporte un orifice central laissant passer ledit faisceau. Cette carte (4) peut comprendre des moyens de pilotage de vérins (11) électriques réglables ou d'autres moyens de compensation d'inclinaison à moteur d'asservissement  
25 permettant le positionnement et l'orientation de la source laser de manière très précise. On peut générer ainsi un plan laser rigoureusement horizontal si par exemple le boîtier (1) est positionné sur un plan d'appui par son socle. Le faisceau laser est produit après collimation, par l'intermédiaire d'au moins une lentille de collimation, de cette source laser.

Une autre variante de l'invention va être à présent décrite en référence aux figures 5, 6 et 7.

La figure 5 est une vue en coupe selon le plan AA de la figure 2. Dans la forme de réalisation illustrée à la figure 5, un dispositif à simple ou double pente (8) est ajouté et sépare le module de rotation (5), placé au-dessus, du bloc (3') de détermination de niveau à nivelles, placé en dessous. Comme illustré à la figure 6, le dispositif à double pente (8) comprend un plateau support de base (83), un plateau supérieur (82) et un plateau inférieur (81) mobiles. Un des plateaux (81) du dispositif à double pente (8) est commun aux deux pentes.

5 Une première pente est formée entre le plateau support de base (83) et le plateau inférieur (81) et une seconde pente est formée entre le plateau le plateau inférieur (81) et le plateau supérieur (82). Le plateau supérieur (82) repose sur deux billes (80) qui forment un premier axe et le plateau inférieur (81) repose sur deux billes (80) qui forment un second axe perpendiculaire au premier. Dans un mode de réalisation de l'invention, les deux axes formés par les billes (80) sont décalés par rapport au centre des plateaux (81, 82). Chacun des plateaux (81, 82) comporte un manche (810, 820) en saillie sensiblement parallèle au plan du plateau (81, 82). Chaque manche (810, 820) est sollicité en appui sur des vérins ou poussoirs (811, 821) par des moyens de rappel élastique (800) tels que des ressorts. Ces vérins ou poussoirs (811, 821) font partie d'un appareillage électromécanique commandé par les informations entrées par l'utilisateur depuis l'interface. Dans le mode de réalisation illustré à la figure 6, les vérins ou poussoirs (811, 821) poussent verticalement et de manière ascendante les manches (810, 820) des plateaux (81, 82) mobiles articulés par deux billes (80). De manière plus générale, pour chaque plateau (81, 82), les deux billes (80) forment une génératrice d'un plan et sont sollicitées selon une autre génératrice de ce plan par lesdits moyens de rappel élastique (800) vers une position de rappel et dans l'autre sens par les poussoirs (811, 821). Le support de base (83) du dispositif à double pente (8) est solidaire d'un bloc (3') de détermination de niveau qui inclue les nivelles. Le plateau supérieur (82) est solidaire du moteur à balai (5) et également, dans un

10  
15  
20  
25  
30

mode de réalisation de l'invention, du générateur de faisceau laser. Les poussoirs (811, 821) utilisés dans le dispositif à double pente (8) peuvent être déplacés à l'aide de micro-moteurs pas à pas (84). Ces micro-moteurs font tourner par exemple une vis sans fin (840) entraînant une roue dentée (86) pour élever ou rabaisser très progressivement lesdits poussoirs (811, 821). Un dispositif à simple pente comprenant un seul plateau mobile sur deux billes et un plateau support peut remplacer le dispositif à double pente (8).

La disposition non centrée des billes (80) dans le dispositif à double pente (8) permet de réduire les dimensions des plateaux mobiles (81, 82). Ces plateaux (81, 82) ont par exemple un diamètre de l'ordre de la dizaine de centimètres. Les inévitables erreurs d'angle de pente inhérentes à ce type de dispositif sont corrigées à l'aide de facteurs de correction entrés dans une table de correction. Cette table de correction est placée dans une mémoire d'une carte électronique qui gère ledit appareillage électromécanique. Avec un tel dispositif (8), l'inclinaison du module de rotation (5) par rapport au plan rigoureusement horizontal ou vertical défini par les nivelles est réalisée de manière très précise. L'interface entre l'utilisateur et le système selon l'invention comprend des moyens d'introduction des deux valeurs d'angle souhaitées correspondant d'une part à l'angle de rotation du plateau inférieur (81) autour d'un premier axe formé par deux billes (80) et d'autre part à l'angle de rotation du plateau supérieur (82) autour d'un second axe formé par deux autres billes (80) et orthogonal au premier axe. La carte électronique qui gère ledit appareillage électromécanique comprend des moyens de lecture des facteurs de correction. Ces facteurs de correction, liés à la géométrie du système, sont pris en compte par la carte électronique qui gère l'appareillage électromécanique. Cette inclinaison peut être réglée à +/- 6° avec une erreur de pente d'au plus 0,01%. Ainsi, pour un rayon de 100 m balayé par le système selon l'invention, l'erreur ne sera que d'au plus 1 cm.

Dans les modes de réalisation avec dispositif à double pente (8), lesdits moyens de positionnement solidaires du générateur de faisceau laser pour

réglé initialement, lors de l'élaboration de l'appareil, le faisceau laser de manière droite dans le boîtier (1) sont par exemple des éléments de vissage/calage fixés au bloc (3') à nivelles, par exemple à la base (33') de ce bloc (3'). Ledit module supérieur (110) comprend deux axes articulés entre eux  
5 à l'aide d'un joint de cardan avec croisillon perforé pour ne pas obturer le puits central par lequel chemine le faisceau laser. Le croisillon permet de conserver une direction précise dans la variante avec dispositif à double pente (8).

Dans le mode de réalisation de la figure 6, le module de détermination et de réglage de l'inclinaison par rapport à un niveau de référence donné par les  
10 nivelles comprend des organes de mise à niveau solidaires du module d'entraînement en rotation de la tête mobile (2). Ces organes de mise à niveau sont constitués notamment de micro-moteurs (9) avec vis sans fin (91) qui entraînent chacun une vis micrométrique (90). Les vis micrométriques (90) viennent par exemple en appui contre des surfaces de contact (19) fixes du  
15 boîtier (1), selon un axe vertical du boîtier (1). Par ajustement des vis micrométriques (90), ces organes de mise à niveau inclinent un élément fixe en rotation solidaire du stator (53) du moteur (5). Le stator (53) est par exemple porté par un plateau fixe (6) du boîtier (1). La jonction (60) entre ce plateau fixe (6) et le stator (53) permet une inclinaison dans toutes les directions d'au moins  
20 6° du stator (53) par rapport à l'alignement correspondant à la verticalité du boîtier (1). Ce plateau (6) comporte des orifices (61) pour recevoir des éléments d'armature du boîtier (1).

La figure 5 et la figure 6 représentent un mode de réalisation à double pente avec trois plateaux plans (81, 82, 83). Lorsque le boîtier est en appui sur  
25 son socle, l'appareil selon la figure 5 ou 6 permet dans un premier temps la recherche de la verticalité par le module de détermination et de réglage de l'inclinaison du générateur de laser, grâce notamment au bloc (3') à nivelles et aux organes de mise à niveau. Puis dans un second temps, cet appareil permet une inclinaison relative du module de rotation (5) et du générateur de

faisceau par rapport au bloc (3') détermination de niveau en faisant varier l'angle ou les angles d'inclinaison d'au moins un plateau mobile (81, 82).

5 Un des avantages de l'invention réside dans l'intégration des composants du système de détermination de niveau et dans la robustesse obtenue par rapport à des appareils à l'instrumentation plus délicate. Le boîtier (1) intègre en effet de manière sensiblement aligné un module pour générer un faisceau laser vertical par rapport au boîtier (1). De plus la précision atteinte est très élevée grâce à l'utilisation des nivelles pour corriger toute erreur d'inclinaison.

10 Il doit être évident pour les personnes versées dans l'art que la présente invention permet des modes de réalisation sous de nombreuses autres formes spécifiques sans l'éloigner du domaine d'application de l'invention comme revendiqué. Par conséquent, les présents modes de réalisation doivent être considérés à titre d'illustration, mais peuvent être modifiés dans le domaine  
15 défini par la portée des revendications jointes, et l'invention ne doit pas être limitée aux détails donnés ci-dessus.

## REVENDICATIONS

1. Système modulaire de détermination de niveau par laser, comportant dans un boîtier (1) un générateur de faisceau laser solidaire de moyens de positionnement par rapport à un plan parallèle au plan de base (B) dudit boîtier (1), le faisceau laser étant orienté vers un puits central du boîtier (1) occulté par aucun obstacle et traversant au préalable des moyens de collimation, un module d'entraînement en rotation d'un ensemble optique comprenant au moins un plan de réflexion, ledit module d'entraînement en rotation étant disposé selon une direction sensiblement coaxiale avec l'axe du faisceau laser, caractérisé par le fait que le module d'entraînement en rotation dudit ensemble optique comprend un moteur sans balai (5) à commutation électronique et à arbre creux (51) dont le stator (53) est rendu solidaire d'un élément fixe en rotation autour d'un axe parallèle à celui du faisceau laser et inclinable par un module de détermination et de réglage de l'inclinaison par rapport à un plan de référence parallèle au plan d'appui de l'enveloppe du boîtier (1), ledit générateur de faisceau laser étant solidaire du moteur sans balai (5).

2. Système modulaire de détermination de niveau par laser selon la revendication 1, dans lequel ledit moteur sans balai (5) comprend un stator bobiné (53), un rotor (50) à aimant permanent et un codeur optique (52) lié au rotor par l'arbre creux (51) du moteur (5), ledit codeur optique (52), incrémental et associé à des moyens électroniques de détection de la position du rotor (50), permettant de connaître avec précision la position du rotor (50), la position du faisceau laser et de contrôler la rotation ou les oscillations entre deux positions du moteur (5).

3. Système modulaire de détermination de niveau par laser selon la revendication 2, dans lequel lesdits moyens électroniques de détection de la position du rotor (50) comprennent au moins une carte électronique de détection de la position du codeur optique (52) et de commande du moteur (5).



4. Système modulaire de détermination de niveau par laser selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel ledit module de détermination et de réglage de l'inclinaison comporte des moyens de réglage d'inclinaison manuels dudit élément fixe en rotation.

5 5. Système modulaire de détermination de niveau par laser selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel ledit module de détermination et de réglage de l'inclinaison comporte un dispositif à au moins deux organes de mise à niveau dudit élément fixe en rotation, ces organes de mise à niveau incluant notamment un micro-moteur (9) servant au calage d'au  
10 moins une vis (90) vissée selon un axe vertical du boîtier (1).

6. Système modulaire de détermination de niveau par laser selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel ledit module de détermination et de réglage de l'inclinaison comporte un dispositif à deux vérins (11) solidaires de deux angles dudit élément fixe en rotation et ledit module  
15 d'entraînement en rotation, les deux vérins (11) servant à effectuer un déplacement relatif de l'axe d'inclinaison dudit module d'entraînement en rotation par rapport à l'axe constituant la verticalité du boîtier (1).

7. Système modulaire de détermination de niveau par laser selon la revendication 6, dans lequel lesdits vérins (11) sont électriques, le pilotage de  
20 ces vérins (11) étant réalisé par l'intermédiaire d'au moins une carte électronique de commande (4).

8. Système modulaire de détermination de niveau par laser selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel deux niveaux (30) perpendiculaires l'un à l'autre et positionnés dans un plan parallèle au plan de  
25 base (B) sur lequel repose le socle du boîtier (1) sont incorporés dans un corps (3) incluant le générateur de faisceau laser, la direction du faisceau laser étant orientée par rapport audit plan de base (B), ces deux niveaux (30) détectant la position relative du générateur de faisceau laser par rapport à un plan de référence.

9. Système modulaire de détermination de niveau par laser selon la revendication 8, dans lequel un troisième niveau (31) dit vertical et perpendiculaire aux deux autres (30) est incorporé au corps (3) incluant le générateur de faisceau laser pour détecter la position relative du générateur de faisceau laser par rapport à un plan de référence.

10. Système modulaire de détermination de niveau par laser selon la revendication 8 ou 9, dans lequel les niveaux (30, 31) incorporés avec le générateur de faisceau laser sont des nivelles électroniques à lecture optique, la lecture optique étant effectuée par l'intermédiaire d'au moins une carte électronique (4).

11. Système modulaire de détermination de niveau par laser selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel ledit module de détermination et de réglage de l'inclinaison de l'élément fixe en rotation comprend un circuit imprimé, des photodétecteurs et des moyens actionneurs déterminant l'inclinaison de ce module par rapport au socle du boîtier (1).

12. Système modulaire de détermination de niveau par laser selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans lequel ledit ensemble optique rotatif comprend un pentaprisme (20) tournant, le générateur de faisceau laser, équipé d'une diode laser, étant aligné avec ledit arbre creux (51) et ledit pentaprisme (20) selon un axe orienté selon la verticalité du boîtier (1), ledit pentaprisme (20) étant orienté pour réfléchir le faisceau laser d'un angle de sensiblement 90°.

13. Système modulaire de détermination de niveau par laser selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans lequel lesdits moyens de positionnement par rapport à un plan parallèle au plan de base (B) dudit boîtier (1) comprennent au moins un élément de vissage réglable manuellement.

14. Système modulaire de détermination de niveau par laser selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans lequel lesdits moyens de

positionnement par rapport à un plan parallèle au plan de base (B) dudit boîtier (1) comprennent au moins un vérin électrique.

15. Système modulaire de détermination de niveau par laser selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, comportant un dispositif à double pente (8), chaque pente étant composée notamment par deux plateaux, au moins un de ces plateaux (81, 82) étant mobile et articulé par l'intermédiaire d'au moins deux billes (80), les deux billes (80) constituant une génératrice d'un plan et étant sollicitées selon une autre génératrice de ce plan par un moyen élastique (800) vers une position de rappel et dans l'autre sens par un appareillage électromécanique permettant de régler l'inclinaison de pente

16. Système modulaire de détermination de niveau par laser selon la revendication 15, dans lequel un des plateaux (81) du dispositif à double pente (8) est commun aux deux pentes.

17. Système modulaire de détermination de niveau par laser selon les revendications 15 ou 16, dans lequel les plateaux mobiles (81, 82) du dispositif à double pente (8) sont montés pivotant par rapport à deux billes (80), les axes de rotation des plateaux mobiles (81, 82) étant orientés perpendiculairement.

18. Système modulaire de détermination de niveau par laser selon l'une quelconque des revendications 15, 16 ou 17, dans lequel ledit appareillage électromécanique comporte au moins deux moteurs pas à pas (9) gérés par des moyens de commande électroniques tenant compte de valeurs représentatives des angles de rotation des plateaux mobiles (81, 82) saisies par l'utilisateur sur une interface et d'au moins une table de correction.

19. Système modulaire de détermination de niveau par laser selon l'une quelconque des revendications 8 à 14, comportant un dispositif à simple pente positionné entre ledit moteur sans balai (5) et l'emplacement des niveaux (30, 31).

20. Système modulaire de détermination de niveau par laser selon l'une quelconque des revendications 1 à 19, dans lequel le boîtier (1) comprend des moyens de préhension (10) et un logement destiné à une batterie (100) fermé à l'aide d'un couvercle amovible, une console avec écran d'affichage (13) et boutons de commande (14) étant associée audit boîtier (1) pour contrôler  
5 notamment ledit module de détermination et de réglage de l'inclinaison et la carte électronique de détection de la position du codeur (52) et de commande du moteur (5).

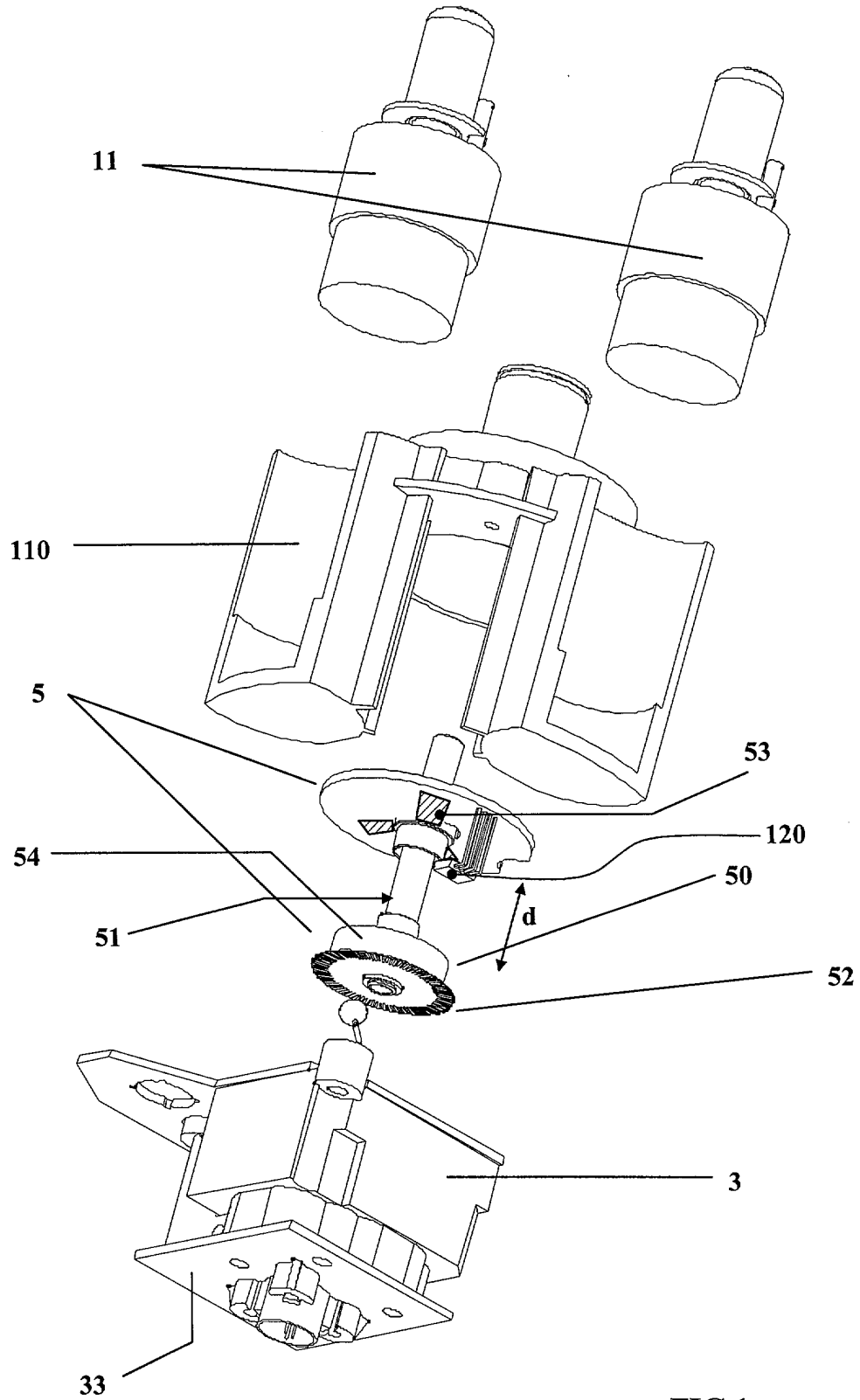


FIG 1

2/5

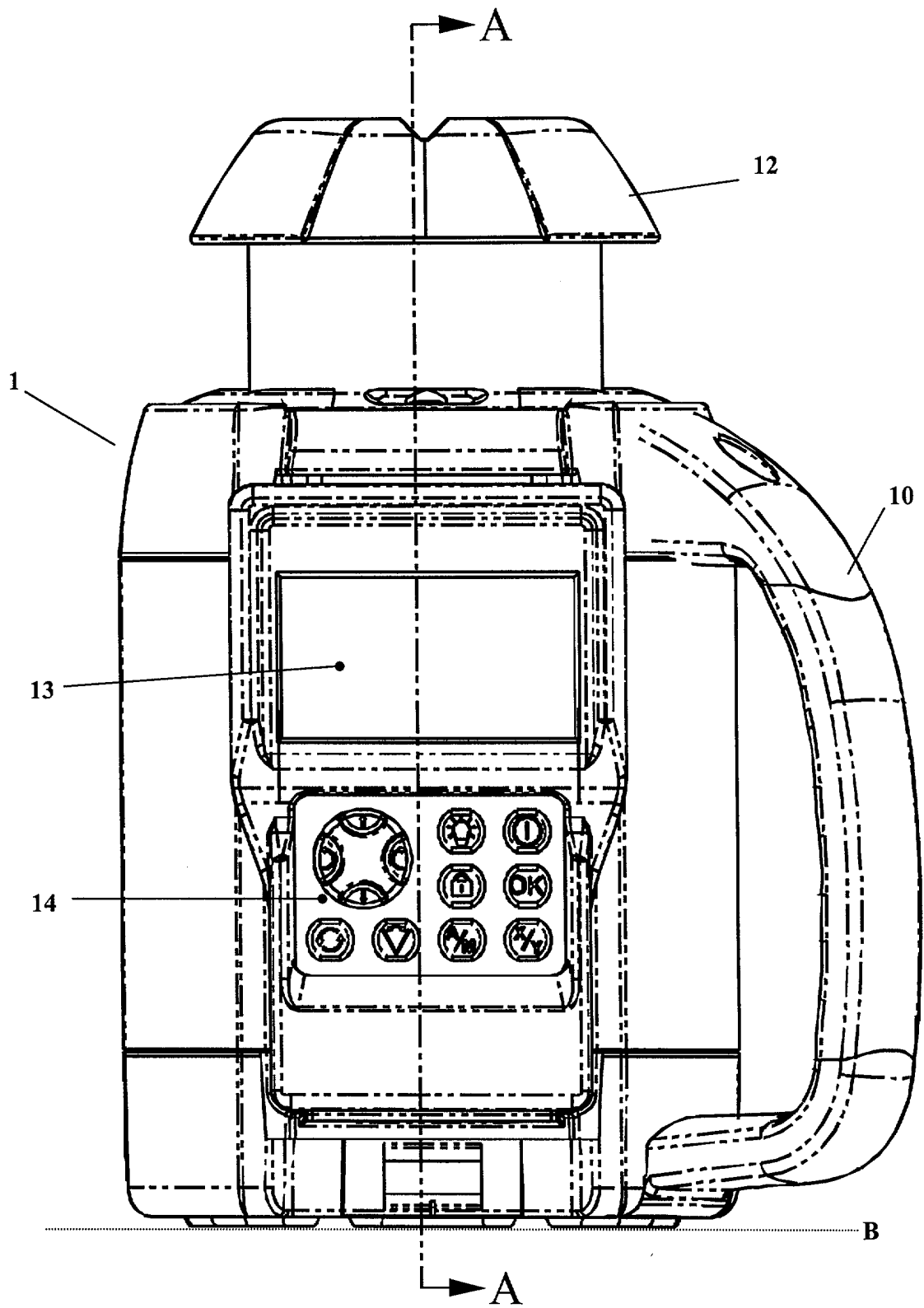


FIG 2

3/5

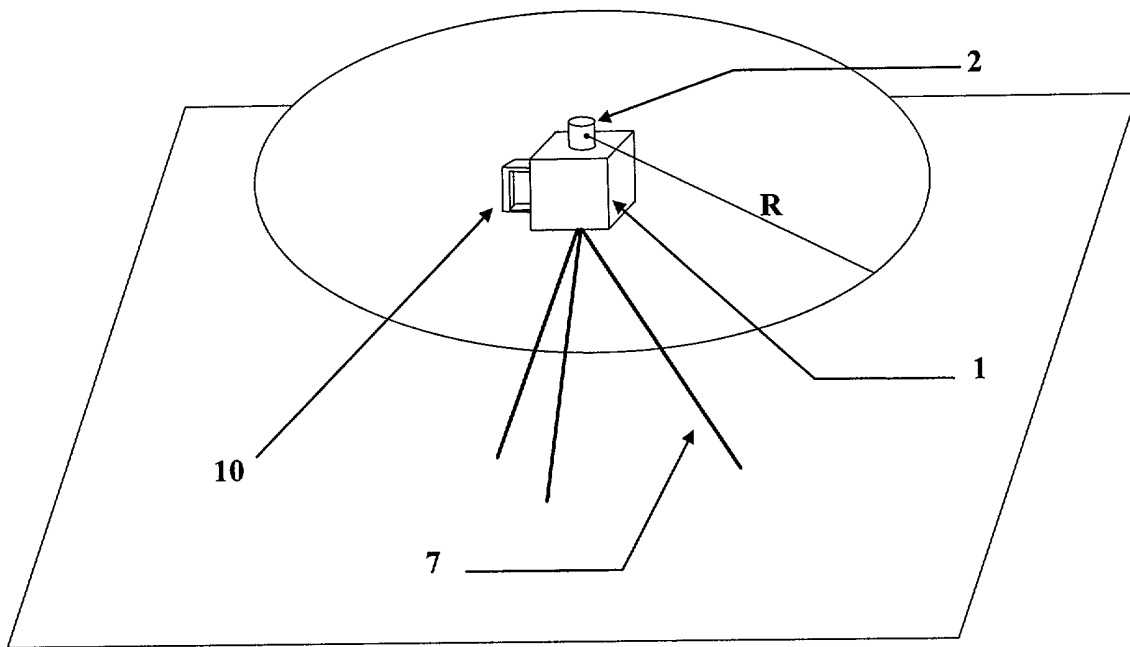


FIG 3

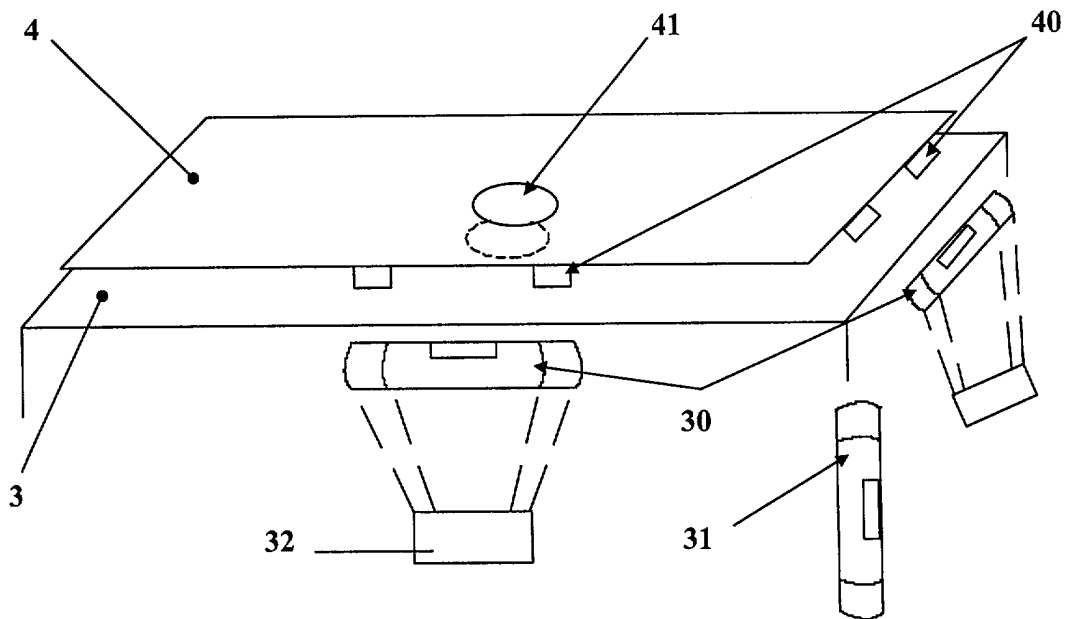
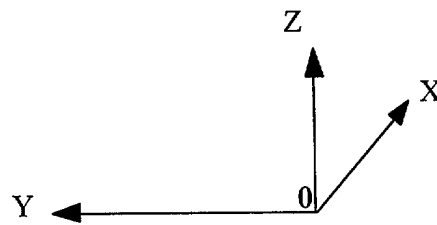
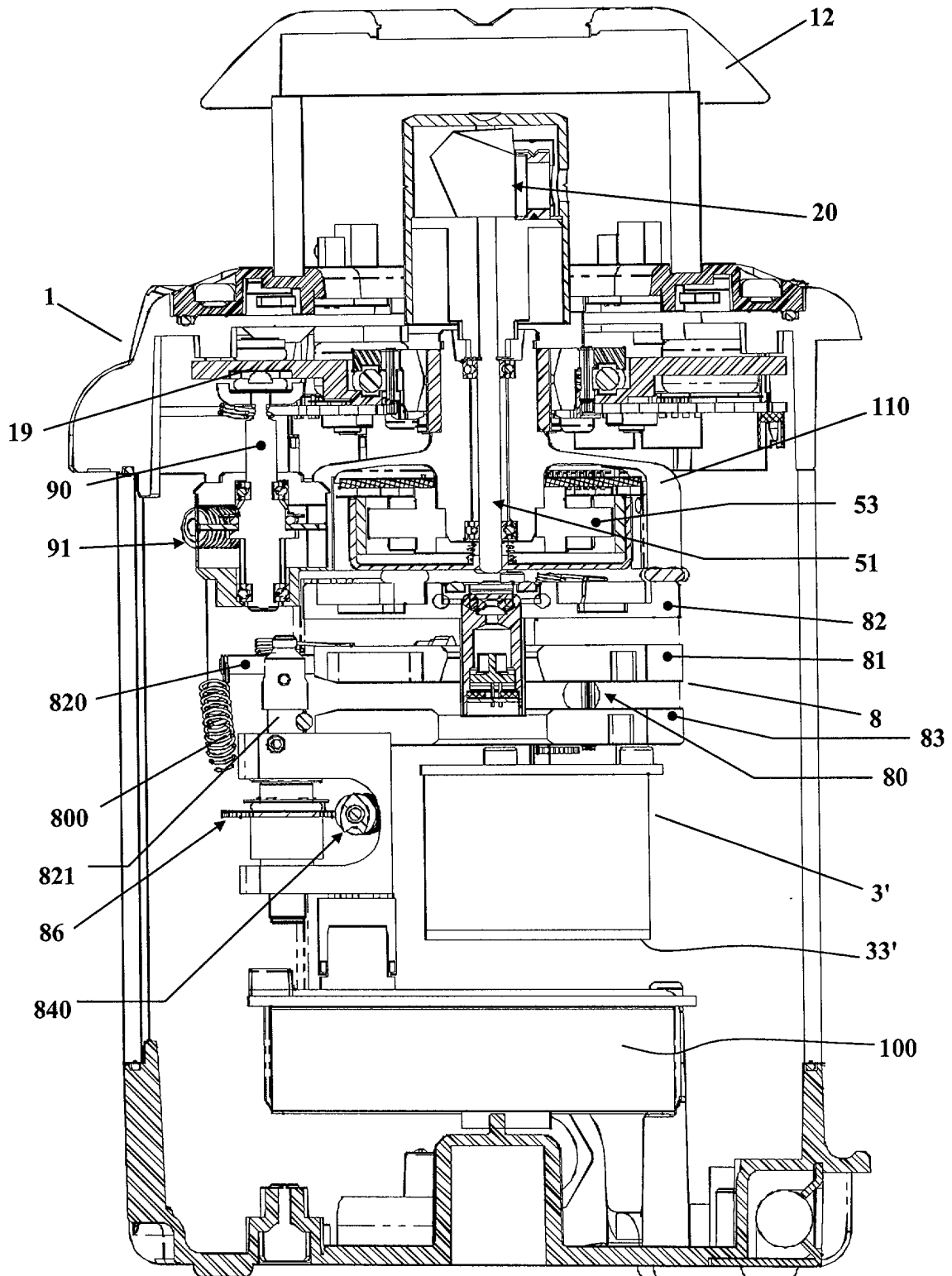


FIG 4





5/5

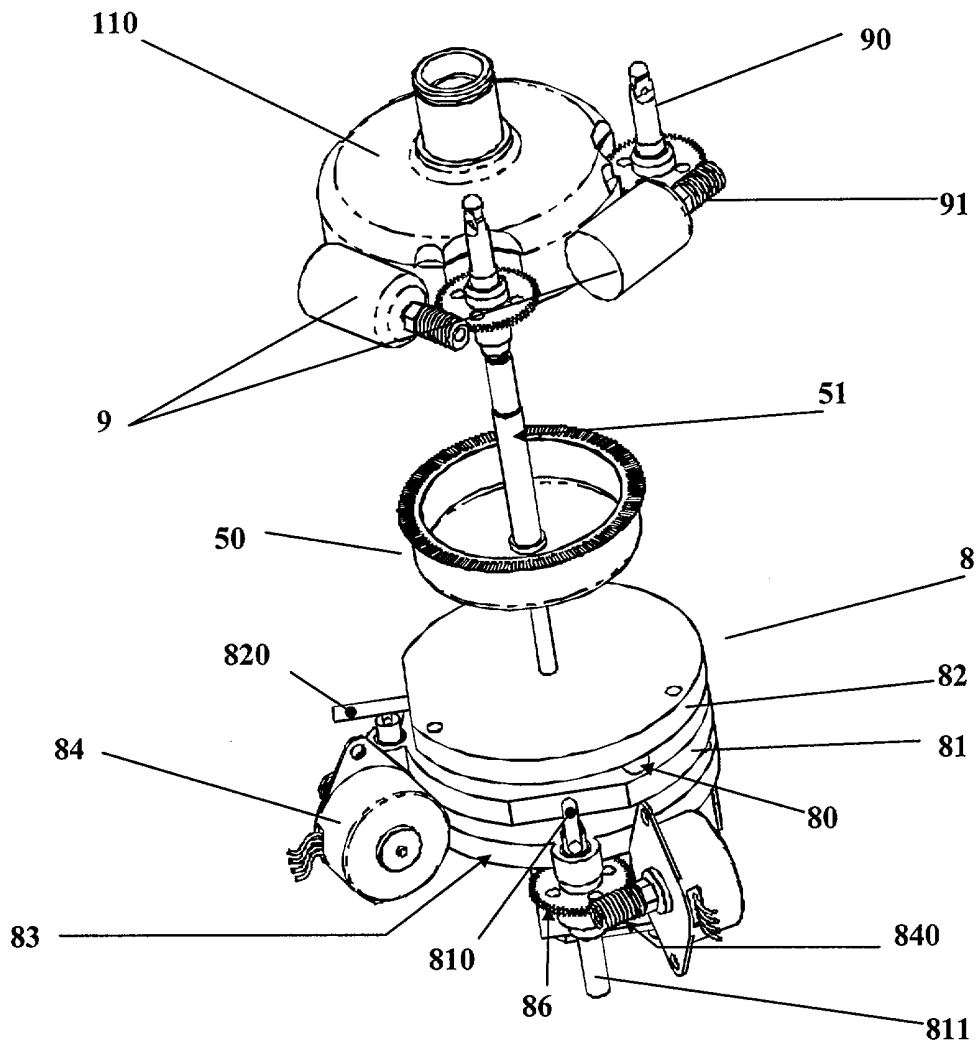


FIG 6

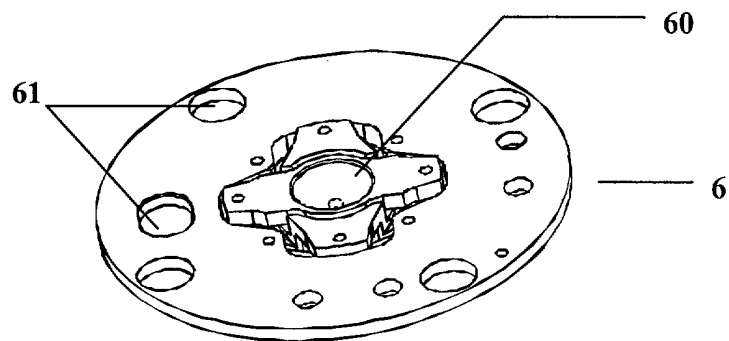


FIG 7

**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

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

FA 620325  
FR 0207648

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	BE 683 422 A (PROCESS EQUIPMENT CO. OF TIPP CITY) 30 décembre 1966 (1966-12-30)	1,4,12, 13	G01C15/00 G01C9/00
Y	* page 11, ligne 34 - page 12, ligne 30; figures 3,9 *	2,3,6-9, 11,14	
Y	EP 0 806 630 A (TOPCON CORP) 12 novembre 1997 (1997-11-12) * colonne 6, ligne 20 - colonne 11, ligne 59; figures 2,3 *	2,3,6-9, 11,14	
			<b>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)</b>
			G01C
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		4 mars 2003	Hoekstra, F
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		.....	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

1

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**  
**RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0207648 FA 620325**

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 04-03-2003

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
BE 683422	A	30-12-1966	CH	456968 A	31-05-1968
			DE	1294035 B	30-04-1969
			GB	1156072 A	25-06-1969
			NL	6609210 A	02-01-1967
-----					
EP 0806630	A	12-11-1997	EP	0806630 A1	12-11-1997
			US	5894123 A	13-04-1999
			CN	1166871 A ,B	03-12-1997
			WO	9716703 A1	09-05-1997
-----					