

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

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale

WO 2016/005182 A1

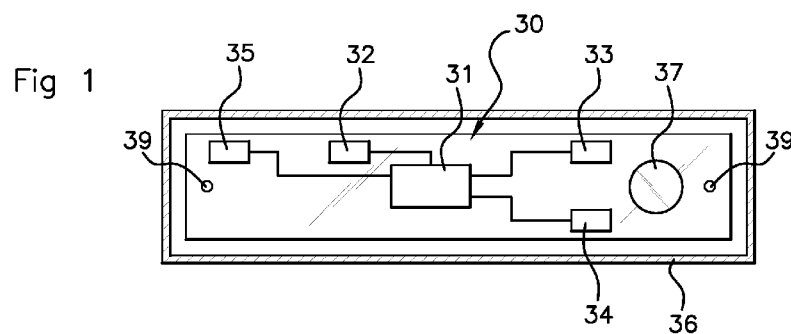
(43) Date de la publication internationale  
14 janvier 2016 (14.01.2016)

WIPO | PCT

- (51) Classification internationale des brevets :  
G01D 5/14 (2006.01) G01R 33/00 (2006.01)  
G01C 17/38 (2006.01) G01D 18/00 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/EP2015/064092
- (22) Date de dépôt international :  
23 juin 2015 (23.06.2015)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
1456523 7 juillet 2014 (07.07.2014) FR
- (71) Déposant : MYFOX [FR/FR]; 2460 L'Occitane Regent  
Park II, Bâtiment I, F-31670 Labege (FR).
- (72) Inventeurs : PRUNET, Jean-Marc; 193 rue de l'Universi-  
té, F-75007 Paris (FR). FOURNIOLS, Jean-Yves; 2 pas-  
sage Cayras, Appt D21, F-31130 Quint-Fonsegrives (FR).
- (74) Mandataire : CABINET BARRE LAFORGUE & AS-  
SOCIÉS N°132; 35 rue Lancefoc, F-31000 Toulouse (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre  
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,  
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,  
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,  
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,  
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,  
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,  
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre  
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,  
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ,  
TZ, UG, ZM, ZW), eurasiatique (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,  
TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,  
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU,  
LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,  
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,  
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Publiée :  
— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : SELF-CALIBRATING HOME AUTOMATION DEVICE AND METHOD FOR DETECTING THE POSITION OF AN OBJECT

(54) Titre : DISPOSITIF DOMOTIQUE ET PROCÉDÉ DE DÉTECTION DE LA POSITION D'UN OBJET À CALIBRATION AUTONOME



(57) Abstract : The invention relates to a home automation device comprising at least one detector (30) of the position of an object being monitored, comprising a housing, a magnetometer (34) which supplies signals representative of the instantaneous intensity value for the local magnetic field, a unit (31) for processing the signals of the magnetometer (34), a memory (32) comprising a predetermined calibration value for the intensity of the magnetic field, characterised in that the processing unit (31) is programmed so as to calculate a constant value on the basis of said calibration value and on the basis of a plurality of intensity values supplied by the magnetometer for a plurality of positions of the housing, and to replace said calibration value in the memory (32) with said constant value.

(57) Abrégé : L'invention concerne un dispositif domotique comprenant au moins un détecteur de position (30) d'un objet surveillé, comprenant un boîtier, un magnéto mètre (34) fournissant des signaux représentatifs de la valeur d'intensité instantanée du champ magnétique local, une unité de traitement

[Suite sur la page suivante]



WO 2016/005182 A1

---

(31) des signaux du magnétomètre (34), une mémoire (32) comprenant une valeur de calibration prédéterminée d'intensité du champ magnétique, caractérisé en ce que l'unité de traitement (31) est programmée pour calculer une valeur constante en fonction de ladite valeur de calibration et d'une pluralité de valeurs d'intensité fournies par le magnétomètre pour une pluralité de positions du boîtier, et remplacer dans la mémoire (32) ladite valeur de calibration par ladite valeur constante.

## DISPOSITIF DOMOTIQUE ET PROCÉDÉ DE DÉTECTION DE LA POSITION D'UN OBJET À CALIBRATION AUTONOME

L'invention concerne un dispositif domotique permettant de détecter la position d'un objet surveillé de façon fiable. L'invention permet  
5 notamment de calibrer un tel dispositif de façon simple et fiable pour tout type d'objet surveillé, y compris un ouvrant tel qu'une porte ou une fenêtre.

La surveillance de la position d'un ouvrant est essentielle dans un dispositif de domotique, et notamment dans un dispositif d'alarme contre les intrusions et les effractions. On souhaite plus particulièrement être informé de la  
10 position de l'ouvrant par rapport à une orientation de référence – généralement une position fermée sur un dormant.

US 6,940,405 décrit un système d'alarme qui comprend un détecteur incluant un magnétomètre pour détecter la position de l'ouvrant. La position d'un objet pivotant peut être détectée par détection d'un changement  
15 d'orientation de l'objet grâce au capteur de champ magnétique dans le champ magnétique terrestre d'orientation globalement fixe localement.

Cependant ces dispositifs connus ne permettent pas de connaître la position instantanée d'un ouvrant par rapport à un dormant. En effet, les mesures de capteurs de champ magnétique sont généralement peu fiables et sont  
20 influencés par de nombreux champs magnétiques parasites – notamment par des variations locales du champ magnétique. À titre d'exemple, de tels détecteurs fonctionnent généralement sans fil et comportent donc à ce titre une pile. Or les métaux contenus dans la pile peuvent influencer de façon permanente la mesure du champ magnétique. De même si un détecteur de position d'un dispositif domotique  
25 selon l'invention est disposé sur une porte à chambranle métallique, le champ magnétique terrestre local est perturbé de façon non-homogène.

De nombreux autres éléments peuvent modifier le champ magnétique local mesuré par le détecteur, au point de le rendre, sinon inopérant, à tout le moins peu précis.

30 Des capteurs plus complexes et aussi beaucoup plus coûteux et volumineux permettraient de s'affranchir de ces limites. Cependant, de tels

détecteurs ne sont donc pas adaptés à un dispositif domotique dans lequel les détecteurs doivent être le plus discrets et légers possible, tout en restant de coût raisonnable et à basse consommation énergétique pour être autonome.

Il est donc nécessaire de s'affranchir de ces perturbations magnétiques.

Ce problème est parfois résolu, (exemple des boussoles dans les smart phones) en faisant faire une rotation de 360 degrés au capteur afin d'explorer tout le plan.

Or, dans un dispositif domotique, deux contraintes ne permettent pas d'explorer sur 360° le plan :

- la calibration doit s'effectuer à l'endroit du capteur,
- dans l'exemple d'un ouvrant tel qu'une porte on ne peut pas effectuer plus de 90 degrés.

L'espace de mouvement de l'ouvrant ne couvrant jamais les 360 degrés de rotation et dans la plupart des cas se réduisant à maximum 90 degrés, on se retrouve sans aucune information extérieure sur la position de l'arc dans lequel l'ouvrant est déplacé qui est fonction de l'alignement au nord magnétique de l'ouvrant et des parasites magnétiques.

L'invention vise donc à pallier ces inconvénients.

L'invention vise à proposer un dispositif domotique permettant de mesurer de façon précise et fiable la position d'un ouvrant.

L'invention vise notamment à proposer un dispositif domotique permettant de s'affranchir de perturbations locales du champ magnétique.

Elle vise en particulier à proposer un dispositif domotique dans lequel un magnétomètre est calibré automatiquement pour s'affranchir des effets des perturbations du champ magnétique local sur la détermination de l'orientation, et plus particulièrement de la variation d'orientation du magnétomètre. Elle vise en particulier à ce titre à permettre une telle calibration sans imposer des manipulations spécifiques à l'utilisateur ni le déplacement de l'objet surveillé dans des positions de référence prédéterminées.

Elle vise plus particulièrement à proposer un dispositif domotique comprenant un magnétomètre est permettant de détecter la position d'objets surveillés tels que des ouvrants pour lesquels il n'est pas possible de calibrer le magnétomètre en lui faisant effectuer une rotation complète par rapport à la direction principale du champ magnétique local.

L'invention vise également à proposer un tel dispositif qui soit peu volumineux, peu coûteux, et malgré tout fiable.

L'invention vise à proposer un dispositif à faible consommation énergétique, et qui puisse donc être autonome.

L'invention vise également à proposer un tel dispositif qui soit simple d'usage, et notamment qui ne requière que peu ou pas d'opérations de la part de l'installateur et de l'utilisateur.

L'invention concerne donc un dispositif domotique comprenant au moins un détecteur de position d'un objet, dit objet surveillé, ledit détecteur de position comprenant :

- un boîtier,
- un magnétomètre fixé au boîtier et adapté pour fournir des signaux représentatifs d'au moins une valeur, dite valeur d'intensité, instantanée d'intensité d'un champ magnétique local selon au moins un axe, dit axe de mesure, fixe du boîtier,

- une unité de traitement des signaux fournis par le magnétomètre,
- une mémoire comprenant, pour chaque axe de mesure, des données représentatives d'une valeur, dite valeur de calibration, prédéterminée d'intensité du champ magnétique local,

caractérisé en ce que l'unité de traitement est programmée pour pouvoir:

- calculer une valeur, dite valeur constante, au moins en fonction d'une pluralité de valeurs d'intensité fournies par le magnétomètre pour une pluralité de positions distinctes du boîtier,

- remplacer dans la mémoire ladite valeur de calibration par ladite valeur constante.

L'invention s'applique avantageusement aux objets surveillés pivotants au moins pour partie dans un plan azimutal, c'est-à-dire pivotants par rapport au champ magnétique terrestre. Ainsi, la variation de l'orientation de l'ouvrant par rapport au champ magnétique terrestre permet de déterminer sa position angulaire. L'invention est donc particulièrement avantageuse pour surveiller la position d'ouvrants pivotants (ou battants) tels que des portes ou des fenêtres par rapport à un dormant.

Néanmoins, l'invention peut aussi s'appliquer à des objets coulissants, notamment des ouvrants coulissants. Dans ce cas un dispositif domotique selon l'invention comprend en outre avantageusement un aimant permanent adapté pour pouvoir être disposé sur objet fixe par rapport audit objet surveillé. Par exemple un tel aimant permanent peut être fixé sur un cadre dormant d'un ouvrant de sorte que le coulisement du détecteur de position avec l'ouverture ou la fermeture de l'ouvrant modifie l'orientation du champ magnétique créé par ledit aimant permanent par rapport au détecteur de position, en fonction de la position en translation du détecteur de position.

L'invention permet de calibrer un détecteur de position, notamment un magnétomètre d'un détecteur de position en fonction du champ magnétique local sans intervention de l'installateur ou de l'utilisateur. La procédure de calibration mise en œuvre par ledit détecteur de position est entièrement automatique.

L'invention permet de calibrer le détecteur de position en actualisant une valeur, dite valeur de calibration, en fonction du champ magnétique local.

L'invention permet plus particulièrement d'adapter ladite valeur de calibration en fonction d'un champ magnétique local distinct (d'intensité et/ou d'orientation distincte(s)) du champ magnétique terrestre attendu. L'invention permet donc à un dispositif domotique de fonctionner de façon fiable, notamment de déterminer de façon fiable l'orientation instantanée d'un objet surveillé, bien que le champ magnétique local soit perturbé.

Un dispositif selon l'invention permet donc de corriger des perturbations constantes du champ magnétique local. Plus particulièrement, un dispositif selon l'invention permet de supprimer des perturbations constantes du champ magnétique local induites par des éléments liés à l'objet surveillé, et qui se déplacent donc avec lui.

L'invention permet aussi de corriger des perturbations influant sur le champ magnétique (notamment sur l'intensité et/ou l'orientation du champ magnétique) de façon variable en fonction de l'orientation du détecteur de position.

Par exemple, lorsque le champ magnétique de référence pour la mesure de la position de l'objet surveillé est le champ magnétique terrestre, par une rotation d'un objet surveillé de  $180^\circ$  le champ magnétique mesuré selon un axe de mesure dans le plan azimutal passe par une valeur maximale et par une valeur nulle. Or, si la valeur minimale ainsi mesurée est différente de zéro, c'est qu'il existe une perturbation locale du champ magnétique terrestre. La calibration du détecteur par le remplacement de ladite valeur de calibration en mémoire permet de prendre en compte de telles perturbations dans les mesures de champ magnétique, et donc dans les mesures de position de l'objet surveillé.

De même, si la norme du vecteur champ magnétique local est très supérieure ou très inférieure, et/ou varie fortement en fonction de l'orientation du détecteur de position, par rapport à la valeur moyenne du champ magnétique terrestre, cela montre que le champ magnétique local est perturbé par rapport au seul champ magnétique terrestre.

La pluralité de valeurs d'intensité comprend au moins deux valeurs d'intensité obtenues pour deux positions distinctes de l'objet surveillé. Sauf dans des cas très particuliers, les valeurs d'intensité du champ magnétique local selon un même axe de mesure sont distinctes pour deux positions distinctes du détecteur de position.

Cependant, avantageusement et selon l'invention, la pluralité de valeurs d'intensité comprend au moins trois valeurs d'intensité selon un même axe de mesure, obtenues pour trois positions distinctes de l'objet surveillé.

Dans le cas particulier d'un objet surveillé qui est un ouvrant, une pluralité de mesures de l'intensité du champ magnétique local est réalisée pendant l'ouverture de l'ouvrant.

Avantageusement et selon l'invention, le magnétomètre  
5 fournit des données numériques.

Avantageusement et selon l'invention, le dispositif comprend une mémoire adaptée pour pouvoir enregistrer des données représentatives d'au moins deux valeurs d'intensité distinctes du champ magnétique local. Plus particulièrement, lorsque le magnétomètre est un magnétomètre trois axes, la  
10 mémoire est adaptée pour pouvoir enregistrer des données représentatives d'au moins trois valeurs de calibration, soit une valeur de calibration pour chaque axe de mesure.

L'unité de traitement est avantageusement adaptée pour traiter des données numériques. L'unité de traitement est avantageusement adaptée pour  
15 pouvoir lire et écrire des données dans ladite mémoire.

L'unité de traitement est avantageusement programmable, ou adaptée pour pouvoir lire des instructions de programme.

Dans un dispositif selon l'invention, ladite valeur constante déterminée au cours d'une étape de calibration remplace la valeur de calibration  
20 enregistrée en mémoire. La valeur constante devient donc la nouvelle valeur de calibration et est enregistrée en tant que telle en mémoire.

Avantageusement et selon l'invention, l'unité de traitement est programmée pour pouvoir calculer une valeur constante pour chaque axe de mesure au moins en fonction d'une pluralité de valeurs d'intensité d'un champ magnétique  
25 local sur cet axe de mesure.

Avantageusement et selon l'invention, l'unité de traitement est programmée pour pouvoir calculer une valeur constante pour chaque axe de mesure au moins en fonction d'une pluralité de valeurs d'intensité correspondant à l'intensité d'un champ magnétique local mesurée selon chaque axe de mesure pour  
30 une pluralité de positions du détecteur de position.

Avantageusement et selon l'invention, ladite valeur constante est, pour un axe de mesure, égale à la somme:

- de la moyenne de la valeur d'intensité la plus basse et de la valeur d'intensité la plus haute de la pluralité de valeurs d'intensité fournies par le magnétomètre, pour cette axe de mesure, pour une pluralité de positions distinctes du boîtier, et
- de la valeur de calibration enregistrée en mémoire pour cet axe de mesure.

La valeur de calibration peut être négative, nulle ou positive.

Avantageusement, un dispositif selon l'invention est aussi caractérisé en ce que l'unité de traitement est programmée pour systématiquement calculer une valeur, dite valeur corrigée, par soustraction de la valeur de calibration à ladite valeur d'intensité instantanée fournie par ledit magnétomètre.

Un dispositif selon l'invention présente donc l'avantage de pouvoir déterminer l'orientation et/ou la position du détecteur de position, et donc d'un objet surveillé, en s'affranchissant de perturbations du champ magnétique, qu'elles soient indépendantes de la position du détecteur de position ou dépendante de l'angle formé entre le champ magnétique local et le détecteur de position.

L'unité de traitement calcule ladite valeur constante en fonction de la valeur de calibration et d'une pluralité de valeurs d'intensité fournies par le magnétomètre pour une pluralité de positions distinctes du boîtier. Plus particulièrement, ladite valeur constante est avantageusement calculée en fonction desdites valeurs corrigées.

Avantageusement et selon l'invention, chaque valeur du champ magnétique peut être représentée, traitée et enregistrée sous forme vectorielle, notamment les valeurs d'intensité, ladite valeur constante, ladite valeur de calibration, les valeurs corrigées, etc. Chaque terme du vecteur correspond avantageusement à une valeur d'intensité d'un champ magnétique selon un axe de mesure.

Avantageusement et selon l'invention, le magnétomètre est adapté pour pouvoir mesurer des variations du champ magnétique terrestre local par une rotation du détecteur de position dans un plan azimutal.

Un tel détecteur de position est donc particulièrement adapté à  
5 la détection de l'orientation du détecteur de position, donc d'un objet surveillé dans le plan azimutal. Il est donc plus particulièrement adapté à la mesure de la position angulaire d'un ouvrant pivotant autour d'un axe vertical. En particulier, un tel détecteur de position permet de déterminer l'état ouvert ou fermé de l'ouvrant sans nécessiter de fixer un second dispositif générateur de champ magnétique au dormant  
10 de l'ouvrant.

À cet effet, avantageusement et selon l'invention, le magnétomètre est un magnétomètre trois axes adapté pour fournir des signaux représentatifs de la valeur d'intensité instantanée du champ magnétique local selon trois axes de mesure orthogonaux, fixes par rapport au boîtier du détecteur de  
15 position.

Ainsi, quelle que soit l'orientation du détecteur de position par rapport à l'objet surveillé et donc quelle que soit l'orientation du détecteur de position par rapport au champ magnétique local, le détecteur de position est en mesure de détecter des variations d'intensité du champ magnétique local sur au  
20 moins l'un des trois axes de mesure, lorsque la position de l'objet surveillé est modifiée.

En particulier, un magnétomètre trois axes permet de calculer la norme et l'orientation du vecteur champ magnétique local.

Ainsi, avantageusement et selon l'invention, une valeur  
25 constante est calculée et enregistrée en mémoire en tant que valeur de calibration pour chacune des trois directions fixes du boîtier qui représentent chacune un axe de mesure du magnétomètre ; c'est-à-dire qu'un vecteur de valeur de calibration comprenant trois composantes est enregistré en mémoire.

Par ailleurs, un dispositif selon l'invention comprend  
30 avantageusement en outre un accéléromètre fixé au boîtier et adapté pour fournir

des signaux, dits signaux d'accélération, représentatifs de l'accélération du boîtier selon au moins un axe de mesure.

La présence d'un accéléromètre en plus du magnétomètre permet de donner à un détecteur selon l'invention de nombreuses autres fonctions.

5 En particulier, l'accéléromètre permet de déterminer un plan de rotation d'un objet surveillé, et ainsi de choisir les axes de mesures du magnétomètre.

Avantageusement et selon l'invention, le détecteur de position comprend en outre des moyens d'émission sans fil de signaux.

10 Plus particulièrement, le détecteur de position comprend avantageusement des moyens d'émission sans fil de signaux selon un protocole de communication sans fil de proximité, par exemple selon un protocole de communication Wifi®, ou longue distance, par exemple selon un protocole de communication GSM, GPRS, UMTS.

15 Ainsi, dans certains modes de réalisation de l'invention, chaque détecteur de position est adapté pour pouvoir émettre directement des signaux formant des messages d'état à une antenne distante d'un réseau de télécommunication de longue distance. Cette variante est utile notamment lorsque le dispositif domotique selon l'invention est dépourvu d'unité centrale collectant les  
20 signaux de chaque détecteur de position selon l'invention.

Ladite mémoire est en outre adaptée pour pouvoir stocker des données représentatives de l'état d'un ouvrant. Ainsi, un détecteur de position selon l'invention est adapté pour conserver en mémoire l'état "fermé", "ouvert" et/ou "en mouvement" d'un ouvrant.

25 Avantageusement et selon l'invention, le détecteur de position est adapté pour pouvoir élaborer et émettre sans fil des signaux représentatifs de l'orientation du détecteur de position, notamment d'un changement d'orientation du détecteur de position, et plus particulièrement d'un changement d'état ("fermé", "ouvert" par exemple) de l'objet surveillé.

30 L'unité de traitement de chaque détecteur de position est adaptée pour pouvoir émettre des messages, dit messages d'état, représentatifs de

l'orientation au moins d'un ouvrant surveillé auquel ledit détecteur de position est fixé. Les messages d'état sont plus généralement représentatifs de l'état dudit ouvrant par rapport à son dormant. Par exemple, l'unité de traitement du détecteur de position est adaptée pour envoyer des messages d'état représentatifs d'un état  
5 "ouvert", d'un état "fermé", ou d'un état "en mouvement" de l'ouvrant.

De plus, un dispositif selon l'invention comprend avantageusement en outre une unité centrale adaptée pour recevoir sans fil des signaux émis par un détecteur de position.

L'unité centrale est par exemple une unité centrale d'alarme.  
10 Néanmoins, conformément à l'invention ladite unité centrale peut avoir d'autres fonctions telles que gérer la température d'un local (en connaissant l'état des ouvrants de ce local), aider à la surveillance de personnes dans un local (enfants, personnes âgées, ...), etc.

Le détecteur de position est adapté pour pouvoir  
15 communiquer avec la centrale d'alarme, notamment pour envoyer au moins un signal représentatif d'un état ouvert ou fermé d'un ouvrant sur requête par l'unité centrale.

Ainsi, une pluralité de détecteurs de position peut être  
disposée dans un local à surveiller, et l'unité centrale reçoit et traite des messages  
20 d'état émis par chaque détecteur de position.

L'invention concerne aussi un procédé de calibration d'un  
détecteur de position d'un objet, dit objet surveillé, ledit détecteur de position  
comprenant :

- un boîtier,
- 25 – un magnétomètre fixé au boîtier et adapté pour fournir des signaux représentatifs d'au moins une valeur, dite valeur d'intensité, instantanée d'intensité d'un champ magnétique local selon au moins un axe de mesure,
- une unité de traitement des signaux fournis par le magnétomètre,
- une mémoire comprenant des données représentatives d'une valeur,  
30 dite valeur de calibration, prédéterminée d'intensité du champ magnétique local, caractérisé en ce qu'il comprend des étapes consistant à :

– calculer une valeur, dite valeur constante, en fonction de ladite valeur de calibration et d'une pluralité de valeurs d'intensité fournies par le magnétomètre pour une pluralité de positions distinctes du boîtier,

– remplacer dans la mémoire ladite valeur de calibration par ladite valeur constante.

Avantageusement, dans un procédé selon l'invention l'unité de traitement enregistre en mémoire des valeurs d'intensité pour une pluralité de positions du boîtier, et ne calcule ladite valeur constante que lorsqu'au moins trois valeurs d'intensité sont distinctes entre elles d'au moins une valeur prédéterminée, dite valeur de balayage.

Avantageusement et selon l'invention, l'unité de traitement calcule ladite valeur constante à partir au moins desdites trois valeurs d'intensité distinctes entre elles d'au moins ladite valeur seuil de balayage.

Plus particulièrement, lorsque le magnétomètre mesure l'intensité du champ magnétique local selon plusieurs axes de mesure, l'unité de traitement calcule ladite valeur constante dès qu'au moins trois mesures présentent selon chaque axe de mesure des valeurs d'intensité selon ledit axe de mesure, distinctes entre elles d'au moins ladite valeur de balayage. Ainsi le critère de différence entre valeurs d'intensité d'au moins ladite valeur de calibration doit être vérifié selon chaque axe de mesure pour que l'unité de traitement calcule ladite valeur constante et utilise ces mesures pour calculer ladite valeur constante.

Ladite valeur de balayage est avantageusement choisie comprise entre 20 % et 40 %, plus particulièrement entre 25 % et 35 %, de préférence de l'ordre de 30 %, de l'intensité moyenne du champ magnétique terrestre (qui est de l'ordre de  $5 \cdot 10^{-5}$  T).

Avantageusement et selon l'invention, dans un procédé selon l'invention :

– ledit magnétomètre effectue des mesures de l'intensité du champ magnétique selon au moins deux axes, dites axes de mesure, fixes distincts du boîtier,

– l'unité de traitement calcule une valeur constante pour chaque axe de mesure en résolvant au moins deux équations dont les deux inconnues sont lesdites valeurs constantes.

Dans un procédé selon l'invention, avantageusement, ledit  
5 détecteur de position comprenant un accéléromètre délivrant des signaux représentatifs de l'accélération du boîtier selon trois axes de mesures distincts, ledit magnétomètre effectuant des mesures de l'intensité du champ magnétique selon trois axes de mesure et ledit objet surveillé étant pivotant dans le référentiel terrestre, l'unité de traitement détermine à partir des signaux de l'accéléromètre les  
10 deux axes de mesure du magnétomètre dont les mesures doivent être utilisés pour déterminer la position de l'objet surveillé.

Plus particulièrement, l'unité de traitement détermine, à partir des signaux de l'accéléromètre, la direction de la gravité terrestre, et détermine les deux axes de mesures du magnétomètre qui sont orthogonaux à la direction de la  
15 gravité terrestre. Ainsi l'unité de traitement détermine le plan azimutal. Or dans le cas d'un objet surveillé tel qu'une porte ou une fenêtre battante, ceux-ci se déplacent en rotation dans le plan azimutal, qui est aussi le plan dans lequel une détection de position (ou d'orientation) par rapport au champ magnétique terrestre est la plus fiable. Il est donc particulièrement avantageux, dans la plupart des  
20 applications courantes, notamment de domotique et plus particulièrement d'alarmes, de réaliser des mesures magnétométriques dans le plan azimutal.

En outre, avantageusement, dans un procédé selon l'invention l'unité de traitement :

– calcule, pour une pluralité de positions distinctes du boîtier, une  
25 valeur, dite valeur de norme, à partir des valeurs d'intensité selon chaque axe de mesure pour cette position, et de la valeur de calibration,

– compare ladite norme à au moins une valeur de seuil prédéterminée enregistrée en mémoire.

Cela correspond à une vérification de la validité de chaque  
30 valeur de calibration basée sur le calcul de la norme du vecteur champ magnétique tel que mesuré par ledit magnétomètre puis corrigé par soustraction des valeurs de

calibration aux valeurs d'intensité sur chaque axe de mesure du vecteur champ magnétique. La norme du vecteur champ magnétique mesuré et corrigé est ensuite comparée à au moins une valeur seuil prédéterminée.

Ladite valeur de seuil est avantageusement comprise entre  
5 0,5 fois et 2 fois l'intensité de la valeur moyenne du champ magnétique terrestre à la surface de la Terre, soit entre 0,5 fois et 2 fois une valeur de  $5 \cdot 10^{-5}$  Teslas.

Avantageusement, ladite valeur de norme est comparée à au moins deux valeurs de seuil. L'unité de traitement détermine ainsi si la valeur de norme est comprise dans une plage de valeurs prédéterminée. La première valeur de  
10 seuil (borne inférieure de la plage) est avantageusement comprise entre 0,5 et 1, notamment de l'ordre de 0,9, et la deuxième valeur de seuil (borne supérieure de la plage) est avantageusement comprise entre 1 et 2, notamment de l'ordre de 1,7.

Avantageusement, un procédé selon l'invention comprend:

- une étape de fixation du boîtier du détecteur de position audit objet  
15 surveillé,
- une étape de déplacement de l'objet surveillé lors de laquelle une pluralité de valeurs d'intensité fournies par le magnétomètre sont enregistrées pour une pluralité de positions distinctes du boîtier.

Lors de l'étape de déplacement de l'objet surveillé, les valeurs  
20 d'intensité mesurées pendant ce déplacement doivent être éloignées entre elles d'au moins ladite valeur de balayage pour que l'unité de traitement amorce la calibration du magnétomètre, notamment pour que l'unité de traitement calcule ladite valeur constante.

L'invention s'étend à un programme d'ordinateur comprenant  
25 des instructions de code de programme pour l'exécution des étapes d'un procédé selon l'invention lorsque le programme est exécuté sur un ordinateur, notamment sur un dispositif selon l'invention.

L'invention s'étend en particulier à un programme informatique comprenant des instructions pour l'exécution d'un procédé conforme à  
30 l'invention lorsque le programme est exécuté par un dispositif comprenant au moins une unité de traitement, notamment par un dispositif conforme à l'invention.

L'invention s'étend à un support d'enregistrement sur lequel est enregistré un programme selon l'invention, ainsi qu'à un dispositif dans lequel un tel programme est enregistré.

Avantageusement, l'unité de traitement comprend au moins  
5 une mémoire de programmation contenant des instructions de fonctionnement. Dans certains modes de réalisation, la mémoire de programmation selon l'invention est avantageusement adaptée pour que l'unité de traitement puisse fonctionner selon une pluralité de modes de fonctionnement.

Ainsi, l'unité de traitement peut comprendre un premier mode  
10 de fonctionnement, dit mode de calibration, dans lequel elle réalise une série de mesures de l'intensité du champ magnétique local afin de pouvoir calculer ladite valeur constante.

Dans le mode calibration, lorsque l'objet surveillé est un  
ouvrant, un procédé selon l'invention comprend avantageusement une étape  
15 d'ouverture de l'ouvrant. Ainsi, avantageusement, le détecteur effectue une première mesure du champ magnétique local en position fermée, puis une pluralité de mesures pendant l'ouverture de la porte. Lorsque la porte revient en position fermée, le détecteur détermine ladite valeur constante et remplace ladite valeur de calibration en mémoire par ladite valeur constante.

L'invention concerne également un dispositif, un procédé et  
20 un programme informatique caractérisés en combinaison par tout ou partie des caractéristiques mentionnées ci-dessus ou ci-après.

D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention  
apparaîtront à la lecture de la description suivante donnée à titre non limitatif et qui  
25 se réfère aux figures annexées dans lesquelles :

- la figure 1 est une représentation schématique en coupe d'un détecteur de position conforme à l'invention,
- la figure 2 est une représentation schématique de mesures d'intensité d'un champ magnétique terrestre local pour différentes orientations dans le plan  
30 azimutal d'un détecteur de position selon la figure 1,

- la figure 3 est un schéma synoptique fonctionnel de la calibration d'un détecteur de position conforme à la figure 1
- la figure 4 est une représentation schématique de mesures d'un champ magnétique terrestre perturbées par un premier type de perturbation,
- 5           – la figure 5 est une représentation schématique de mesures d'un champ magnétique terrestre perturbées par un deuxième type de perturbation, avec un premier mode de réalisation de l'invention pour ce deuxième type de perturbation,
- la figure 6 est une représentation schématique de mesures d'un champ magnétique terrestre perturbées par le même type de perturbation que représenté en
- 10       figure 4, avec un deuxième mode de réalisation de l'invention pour ce deuxième type de perturbation,
- la figure 7 est une représentation schématique de mesures d'un champ magnétique terrestre perturbées par un troisième type de perturbation.

Un détecteur de position 30 d'un dispositif domotique selon

15 l'invention comprend un boîtier 36 dans lequel est disposé un circuit électronique comprenant une unité de traitement 31 de signaux et de données. L'unité de traitement 31 est reliée à un capteur de position formé d'un magnétomètre 34. L'unité de traitement est aussi reliée à un accéléromètre 33. Le circuit électronique sur lequel le magnétomètre 34 et l'accéléromètre 33 sont montés est solidaire du

20 boîtier 36 de sorte que les mesures effectuées par le magnétomètre 34 et l'accéléromètre 33 sont représentatives des déplacements du détecteur de position.

Le détecteur de position 30 comprend des moyens de fixation du boîtier 36 à un objet surveillé, par exemple un socle de fixation pouvant être vissé solidaire d'une porte, ledit boîtier pouvant être engagé de façon solidaire audit

25 support. La calibration du magnétomètre 34 du détecteur de position 30 est par exemple activée par activation d'un capteur de fixation solidaire du boîtier 36 lors de son engagement avec un tel support.

Plus particulièrement, lors de l'activation d'un capteur de fixation solidaire du boîtier 36 lors de son engagement avec un tel support, les

30 signaux du magnétomètre sont acquis à une fréquence plus élevée, par exemple tous les 250ms. Le détecteur de position 20 est avantageusement fixé à la porte avec la

porte en position fermée. Ainsi, toutes les mesures de calibration (valeurs d'intensité) sont effectuées lors d'une ouverture de la porte, à partir d'une position fermée de la porte.

Le magnétomètre 34 est un magnétomètre trois axes qui  
5 fournit des signaux représentatifs de l'intensité instantanée du champ magnétique local – notamment du champ magnétique terrestre local en absence d'aimants induisant un champ plus intense localement – selon ses trois un axes de mesure, fixes par rapport à un boîtier du détecteur de position.

L'unité de traitement 31 est en outre reliée à une mémoire 32  
10 adaptée pour pouvoir stocker des données numériques, notamment des données représentatives d'au moins trois valeurs de calibration (une pour chaque axe de mesure du magnétomètre 34 au moins), ainsi que des valeurs d'intensité du champ magnétique fournies par le magnétomètre 34, notamment des valeurs d'intensité sous forme de triplet (ou vecteur tridimensionnel) représentatives d'une intensité de  
15 champ magnétique sur chaque axe de mesure pour une position donnée du détecteur de position 30. La mémoire 32 peut être du type mémoire vive, mémoire morte, ou avantageusement une combinaison de ces deux types de mémoire.

L'unité de traitement 31 est en outre reliée à une antenne 35  
adaptée pour pouvoir émettre des signaux sans fil radiofréquences, par exemple  
20 selon le protocole Wifi®.

Le détecteur de position 30 comprend aussi une pile 37 reliée de façon appropriée à chacun des composants du circuit électronique pour les alimenter en énergie électrique.

Le circuit électronique est fixé au boîtier 36, par exemple par  
25 des vis 39 ou par des bouterolles.

La figure 2 représente une pluralité de valeurs d'intensité du champ magnétique terrestre local B selon un unique axe de mesure, acquises pour différentes orientations  $\theta$  du détecteur de position (par exemple un détecteur de position 20 tel que décrit ci-dessus et représenté en figure 1). Elles sont par exemple  
30 acquises par un détecteur de position fixé à un ouvrant tel qu'une porte.

Lors de l'acquisition les valeurs représentées en figure 2, le détecteur de position 20 a été déplacé entre un angle  $\theta_{\min}$  correspondant à une porte fermée sur son dormant, et un angle  $\theta_{\max}$  dans lequel ladite porte est ouverte.

Dans un détecteur de position 20 selon l'invention, l'unité de traitement 30 soustrait une valeur, dite valeur de calibration, enregistrée dans la mémoire 32 aux mesures effectuées. Les valeurs d'intensité B du champ magnétique local présentées en figure 2 sont donc des valeurs, dites valeurs corrigées.

On s'aperçoit, sur la figure 2, que la pluralité de valeurs corrigées comprend une valeur minimale Bmin pour un angle déterminé  $\theta_{\text{cal}}$  et une valeur BMax pour l'angle maximal d'ouverture de la porte lors de la calibration. À l'angle  $\theta_{\text{cal}}$  la mesure de Bmin devrait théoriquement être égale au minimum de la projection du champ magnétique terrestre sur l'axe de mesure, et égale à zéro si l'arc balayé est d'au moins  $180^\circ$ . Néanmoins, elle ne l'est pas à cause de perturbations du champ magnétique induite par des éléments qui se déplacent en même temps que le magnétomètre 34 : par exemple la pile 37 du détecteur de position 20, des éléments métalliques dans la porte à laquelle le détecteur de position 20 est fixé (cas par exemple des portes blindées, métalliques, ...), etc.

Une valeur constante, de valeur Bmin perturbe donc l'intensité du champ magnétique selon cet axe de mesure. À condition que la différence entre les valeurs Bmin et BMax soit supérieure en valeur absolue à une valeur de balayage comprise entre 20 % et 40 %, plus particulièrement entre 25 % et 35 %, de préférence de l'ordre de 30 %, de la moyenne de la norme du champ magnétique terrestre (qui est de l'ordre de  $5 \cdot 10^{-5}$  T), la valeur Bmin est donc avantageusement soustraite à la valeur de calibration, c'est-à-dire que la valeur constante est égale à la valeur Bmin. Ainsi, si les mesures effectuées pour obtenir la figure 2 sont reproduites après une telle modification de la valeur de calibration et si le champ magnétique local n'a pas varié entre temps ou perturbé différemment, un profil de valeurs corrigées très semblable à celui de la figure 2 sera obtenu, à ceci près qu'elles seront toutes plus basses d'une valeur Bmin, de sorte qu'à proximité de l'angle  $\theta_{\text{cal}}$ , la valeur corrigée du champ magnétique local devrait être proche

d'une valeur correspondant au minimum de la projection du champ magnétique terrestre sur l'axe de mesure (zéro si l'arc balayé est d'au moins 180°). Cette méthode correspond à une technique possible, selon l'invention, de calibration des mesures du magnétomètre 34 d'un détecteur de déplacement 20 selon l'invention, 5 notamment lorsque le magnétomètre est un magnétomètre de mesure selon un seul axe de mesure. D'autres techniques peuvent être envisagées de façon avantageuse et conformément à l'invention, dont certains exemples sont présentés ensuite.

La figure 3 représente un schéma synoptique fonctionnel simplifié de la calibration d'un détecteur de position tel que présenté ci-dessus et en 10 figure 1.

À l'étape 21, l'unité de traitement 31 acquiert des signaux du magnétomètre 34, alors qu'il est déplacé, à des intervalles de temps réguliers, lesdits signaux étant représentatifs de valeurs d'intensité d'un champ magnétique local selon des axes des mesures du magnétomètre 33 pour différentes positions du 15 magnétomètre 34. L'unité de traitement calcule des valeurs, dites valeurs corrigées, par soustraction d'une valeur de calibration enregistrée en mémoire à chacune des valeurs d'intensité acquises. L'unité de traitement stocke en mémoire 32 des données numériques représentatives des valeurs corrigées. Ces valeurs corrigées sont par exemple celles représentées en figure 2 pour un axe de mesure.

20 L'unité de traitement passe ensuite à l'étape 22.

À l'étape 22, l'unité de traitement 31 compare les valeurs d'intensité enregistrées en mémoire entre elles et compare les différences entre valeurs d'intensité avec une valeur prédéterminée, dite valeur de balayage, enregistrée en mémoire 32. Ainsi, l'unité de traitement recherche des triplets de 25 valeurs de mesure correspondant à une mesure sur trois axes de mesures qui, sur chaque axe de mesure sont distinctes entre elles d'au moins ladite valeur de balayage, enregistrée en mémoire. Ladite valeur de balayage est avantageusement choisie comprise entre 20 % et 40 %, plus particulièrement entre 25 % et 35 %, de préférence de l'ordre de 30 %, de l'intensité moyenne du champ magnétique 30 terrestre projeté sur un axe.

Dès que trois valeurs corrigées distinctes entre elles d'au moins la valeur de balayage sont trouvées, l'unité de traitement passe à l'étape 23, sinon elle poursuit l'étape 21. L'étape 21 et l'étape 22 sont avantageusement menées simultanément par l'unité de traitement 31. Si plus de trois valeurs corrigées distinctes entre elles d'au moins la valeur de balayage sont trouvées, les trois premières valeurs corrigées à répondre à ce critère sont utilisées dans les étapes suivantes.

À l'étape 23, l'unité de traitement 31 détermine, parmi les valeurs d'intensité acquises et enregistrées en mémoire à l'étape 21, la valeur d'intensité minimale représentée par  $B_{min}$  sur la figure 2 et la valeur d'intensité maximale représentée par  $B_{Max}$  sur la figure 2. Puis l'unité de traitement calcule une valeur, dite valeur résiduelle, égale à la moitié de la somme de la valeur  $B_{min}$  et de la valeur  $B_{Max}$ .

L'unité de traitement passe ensuite à l'étape 24.

À l'étape 24, l'unité de traitement 31 additionne ladite valeur résiduelle à la valeur de calibration déjà enregistrée en mémoire, de façon à obtenir une nouvelle valeur, dite valeur constante. En effet, lesdites valeurs corrigées sont déjà corrigées de la valeur de calibration en mémoire.

L'unité de traitement passe ensuite à l'étape 25.

À l'étape 25, l'unité de traitement 31 remplace en mémoire la valeur de calibration par la valeur constante déterminée à l'étape 24, de sorte que la valeur constante devient la nouvelle valeur de calibration. L'unité de traitement revient ensuite à l'étape 21.

Les étapes 21 à 25 sont avantageusement réalisées pour chacune des trois valeurs de projection du vecteur champ magnétique local sur chacun des axes de mesure du magnétomètre.

Le procédé présenté en figure 3 et ci-dessus est une mise en œuvre possible de l'invention. D'autres procédés peuvent être envisagés de façon avantageuse et conformément à l'invention. En particulier des procédés basés sur les méthodes de calibration présentés ensuite peuvent être envisagés conformément

à l'invention, notamment dans les cas de mesures bidimensionnelles ou tridimensionnelles du champ magnétique.

Les figures 4 à 7 présentent des cas particuliers de calibration d'un détecteur de position d'un dispositif selon l'invention placé sur une porte, dans  
5 le cas de champs magnétiques locaux perturbés.

Le cercle 40 représente les mesures d'un vecteur de champ magnétique local idéal, sans perturbation, dont l'intensité selon deux axes de mesure MX et MY est représenté dans le référentiel du détecteur de position.

Dans un dispositif selon l'invention on souhaite pouvoir  
10 calibrer le détecteur de position, en particulier les mesures du magnétomètre 34, de façon à s'affranchir des effets des perturbations sur la détermination de l'orientation, et plus particulièrement de la variation d'orientation du détecteur de position. Or, pour certains types d'objets surveillés, il n'est pas possible de calibrer le détecteur en lui faisant effectuer une rotation complète par rapport à la direction  
15 principale du champ magnétique local. C'est particulièrement le cas des ouvrants pivotants tels que des portes dont la rotation est limitée à des angles généralement compris entre 80 degrés et 180 degrés. Sur les figures 4 à 7 l'amplitude angulaire de déplacement de la porte est représentée par un segment, dit arc de balayage 45.

Pour éliminer l'effet de ces champs parasites, et traduire toute  
20 variation de valeurs mesurées par les trois axes du capteur par l'angle de rotation convenable, il faut chercher la transformation de repères qui ramène à la variation de champ magnétique terrestre.

Cette transformation doit être calculée in situ par le capteur pour se calibrer d'une façon transparente de point de vue de l'utilisateur et sans  
25 avoir des hypothèses et des données sur la position du détecteur, sur l'endroit où il est placé, son environnement, le sens de rotation, son orientation vis-à-vis du nord...

Conformément à l'invention au moins trois mesures du champ magnétique local correspondant à trois positions (et donc trois orientations)  
30 distinctes d'une porte sont réalisées et représentées par les points A, B, C sur l'arc de balayage 45.

En figure 4, un cas classique de perturbation constante d'un champ magnétique selon chaque axe de mesure et quelle que soit l'orientation du détecteur de position, est représenté.

Il faut chercher la transformation qui va ramener le cercle 41 vers le cercle 40, c'est une translation qui va enlever les offsets sur les deux axes x et y, ce qui revient à identifier puis à soustraire sur chaque axe les coordonnées du cercle 41 dans un référentiel centré sur le centre O du cercle 40.

Ces valeurs d'offset étant les coordonnées du centre O' du cercle 41, on cherche à retrouver les coordonnées de ce centre O' à partir d'un nombre de points de l'arc de déplacement possible (arc de balayage 45). Le procédé selon l'invention s'appuie sur la recherche de trois points A, B et C assez éloignés au sens mathématique de la distance, avec une valeur de seuil d'éloignement paramétrable, dite valeur de balayage. Ces points A, B, C sont obtenus lors d'un déplacement lent de la porte.

Le cercle 41 représente les mesures d'un vecteur de champ magnétique local parfait perturbé de façon constante, par exemple par un élément lié au détecteur de position, par exemple une pile du détecteur de position.

Les points A, B, C de mesure appartiennent au cercle 41 dont le centre O' est décalé par rapport au centre O du cercle 40. Le décalage entre le centre O du cercle 40 des mesures d'un champ magnétique idéal et le centre O' du cercle 41 des mesures du champ magnétique local réel correspond aux perturbations du champ magnétique.

Dès lors un dispositif selon l'invention est adapté pour mener un procédé selon l'invention dans lequel les coordonnées du centre O' du cercle 41 des mesures du champ magnétique local réel, qui correspondent auxdites valeurs constantes, sont déterminées. Plus particulièrement, les coordonnées du centre O' du cercle 41 et son rayon peuvent être déterminés par des formules classiques. Ainsi, par exemple, les coordonnées du centre du cercle 41 sont obtenues en résolvant deux équations dont les deux inconnues sont lesdites valeurs constantes.

Les deux équations consistent dans la nullité du produit scalaire des vecteurs  $\overrightarrow{O'M1}$  et  $\overrightarrow{AB}$  où M1 est le milieu du segment [AB], et du produit scalaire des vecteurs  $\overrightarrow{O'M2}$  et  $\overrightarrow{BC}$  où M2 est le milieu du segment [BC].

La correction des valeurs d'intensité mesurées par la valeur de calibration ainsi déterminée revient, géométriquement, à centrer le cercle 41 sur le centre du cercle 40 des mesures du champ magnétique idéal. Les valeurs corrigées seront ainsi toutes sur le cercle 40.

Dans le cas présent le rayon du cercle 41 correspond au rayon du cercle 40, qui correspond à la valeur de la projection du champ magnétique terrestre local dans le plan des axes de mesures MX et MY.

En figures 5 et 6, un cas particulier de perturbation non homogène d'un champ magnétique est représenté.

Dans ce cas particulier, le champ magnétique local est perturbé selon une valeur constante selon chaque axe de mesure MX et MY, comme vu précédemment avec la figure 4, et est en plus perturbé par une variation angulaire de l'intensité du champ magnétique. Dans le cas particulier des figures 5 et 6, le champ magnétique local est intensifié par la perturbation dans la direction de l'axe de mesure MX, de sorte que les mesures du champ magnétique local sont réparties sur une ellipse 42 dans le plan MX-MY.

La présence d'un tel champ se traduit lors de la rotation du capteur (magnétomètre) par la conjonction d'un offset et d'une déformation du cercle en ellipse.

De façon similaire au cas présenté avec la figure 4, la même technique de détermination d'un cercle de calibrage 43 auquel appartiennent les trois points A, B, C est appliquée.

Si les mesures A, B, C sont dans une portion à grand rayon de courbure de l'ellipse, comme représenté en figure 5, la détermination du cercle de calibrage 43, en particulier la détermination du centre O' du cercle de calibrage 43 permet de calibrer le détecteur de façon correcte pour obtenir des mesures de position angulaire du détecteur, et donc de la porte, suffisamment fiables. En effet, les valeurs d'intensité qui seront obtenues seront toujours situées sur l'arc de

balayage 45 et seront corrigées par une valeur de calibration correspondant aux coordonnées du centre O' du cercle de calibration 43. Ainsi, l'ensemble des mesures seront très proche du cercle de calibration 43.

Le cercle de calibration 43 ne présente pas le même diamètre que le cercle 40, c'est-à-dire que les valeurs d'intensité mesurées sont plus élevées que celles qui auraient dû être obtenues avec le simple champ magnétique terrestre. Néanmoins, dans l'invention, le magnétomètre est principalement utilisé pour déterminer une orientation du détecteur. Or l'orientation déterminée par une correction de l'ellipse 42 par le cercle de calibration 43 tel que représenté en figure 5 permet d'obtenir de très bons résultats sur l'orientation angulaire du détecteur.

Ainsi, dans le cas de la figure 5 les résultats présentés dans le tableau I ont été obtenus après une calibration avec le cercle de calibration 43. Dans la première colonne des valeurs d'angles réels de la porte sont présentées, dans la seconde colonne les valeurs d'angles obtenus via les mesures d'un détecteur de position conforme à l'invention, après calibration selon l'invention, sont présentées.

Angle réel	Angle mesuré
20°	25°
45°	40°
90°	70°

Tableau I

Ainsi, une telle calibration permet d'obtenir une information fiable sur l'état d'une porte : par exemple un état "ouvert" ou "fermé" malgré des perturbations importantes du champ magnétique. L'information est d'autant plus fiable que des valeurs de seuil permettant de déterminer si une porte est ouverte ou fermée peuvent être adaptées en fonction des mesures effectuées, et donc en fonction du décalage des mesures, de sorte que ce décalage est compensé : par exemple un seuil en deçà duquel une porte est considérée comme fermée peut être fixé à 25° au lieu de 20°, ce qui correspond bien, dans l'exemple précédent à un angle réel de la porte de 20° par rapport à une position de référence.

Dans le cas présenté en figure 6, les mesures A, B, C sont dans une portion à faible rayon de courbure de l'ellipse.

Comme précédemment un cercle de calibrage 43 est déterminé qui comprend les trois points A, B, C. Cependant, comme représenté en figure 6, ce cercle est très éloigné des angles réels et de l'intensité réelle du champ magnétique. Les valeurs corrigées obtenues sur la base d'une calibration effectuée à partir d'un tel cercle de calibrage 43 sont très peu fiables.

À cet effet, l'unité de traitement compare toujours le rayon du cercle de calibrage 43 à deux valeurs de seuil. Si le rayon du cercle de calibrage 43 est compris entre ces deux valeurs de seuil, le cercle de calibrage 43 est conservé. Si le rayon du cercle de calibrage 43 est en deçà ou au-delà de la plage de valeur limitée par ces deux valeurs de seuil, un cercle de calibrage 44 de plus grand rayon est recherché.

L'unité de traitement peut par exemple acquérir et/ou attendre d'avoir acquis des mesures supplémentaires, par exemple dans la zone de rayon de courbure plus élevé de l'arc de balayage 45, de façon à obtenir un cercle de calibrage 44 plus fiable. L'unité de traitement détermine ainsi un nouveau cercle de calibrage 44 et vérifie que :

- toutes les mesures A, B, C et suivantes sont circonscrites dans le nouveau cercle de calibrage 44,
- son rayon se trouve dans la plage déterminée par les valeurs de seuil.

Par ailleurs, avantageusement, lorsque plus de trois points de mesure répondent au critère de distance entre leur valeurs corrigées sur chaque axe de mesure distinctes de la dite valeur de balayage, plusieurs cercles de calibrage passant par des triplets de points peuvent être déterminés. Un cercle de calibrage moyen est ensuite déterminé à partir de ladite pluralité de cercle de calibrage, par exemple par une fonction d'optimisation de distance, et/ou en utilisant une méthode des moindres carrés pour déterminer le centre et le rayon de ce cercle de calibrage moyen. C'est ce cercle de calibrage moyen qui est utilisé pour déterminer les valeurs de calibration selon chaque axe de mesure.

Ainsi, dans le cas de la figure 6 les résultats présentés dans le tableau II ont été obtenus après une calibration avec le nouveau cercle de calibrage 44.

Angle réel	Angle mesuré
20°	35°
45°	90°
90°	170°

Tableau II

En figure 7, un autre cas particulier de perturbation non homogène d'un champ magnétique est représenté. Dans ce cas particulier, le champ magnétique local est perturbé selon une valeur constante selon chaque axe de mesure MX et MY, comme vu précédemment avec les figures 4, 5 et 6, et est en plus perturbé par une variation angulaire de l'intensité du champ magnétique. Dans le cas particulier de la figure 7, le champ magnétique local est intensifié par la perturbation dans une unique direction, de sorte que les mesures du champ magnétique local sont réparties sur une courbe fermée 46 dont une grande partie est circulaire, et dont une partie est très déformée.

Lorsque l'arc de balayage 45 et les mesures A, B, C sont dans la partie circulaire ou quasi-circulaire de la courbe fermée 46, la même technique peut être appliquée que dans le cas des exemples présentés en figures 4 et 5.

Lorsque l'arc de balayage 45 et les mesures A, B, C sont dans la partie fortement déformée de la courbe fermée 46, comme représenté en figure 7, la même technique que celle appliquée dans le cas de la figure 6 peut être appliquée. En particulier, le cercle de calibrage 43 pouvant être déterminé à partir des mesures A, B, C ne permet pas de réaliser un calibrage fiable du magnétomètre 34 du détecteur de position ; il est donc nécessaire de déterminer un nouveau cercle de calibrage 44 à partir d'autres mesures que A, B, C, sur l'arc de balayage 45.

Ainsi, dans le cas de la figure 7 les résultats présentés dans le tableau III ont été obtenus après une calibration avec le nouveau cercle de calibrage 44.

Angle réel	Angle mesuré
20	40
45	100
90	170

Tableau III

Les perturbations angulaires du champ magnétique des cas représentées en figures 5, 6, 7 correspondent par exemple à la présence d'un chambranle métallique de porte, de sorte que le champ n'est modifié que lorsque la porte est à proximité du chambranle, c'est-à-dire à proximité d'une position fermée.

L'invention peut faire l'objet de nombreuses autres variantes de réalisation non représentées.

En particulier, la valeur constante peut être déterminée différemment que par la moyenne des valeurs minimale et maximale mesurées. Rien n'empêche par exemple que la valeur constante soit obtenue en effectuant la moyenne de l'ensemble des valeurs d'intensité fournies par le magnétomètre.

En outre, rien n'empêche de prévoir une étape 21 différente, dans laquelle un bouton poussoir doit être actionné pour déclencher le processus de calibration. De même, l'unité de traitement peut attendre de détecter un événement de référence correspondant à un déplacement spécifique du détecteur de position à partir des signaux du magnétomètre.

## REVENDICATIONS

1/ - Dispositif domotique comprenant au moins un détecteur de position (30) d'un objet, dit objet surveillé, ledit détecteur de position comprenant :

- 5                   - un boîtier,  
                    - un magnétomètre (34) fixé au boîtier et adapté pour fournir des signaux représentatifs d'au moins une valeur, dite valeur d'intensité, instantanée d'intensité d'un champ magnétique local selon au moins un axe, dit axe de mesure, fixe du boîtier,
- 10                   - une unité de traitement (31) des signaux fournis par le magnétomètre (34),  
                    - une mémoire (32) comprenant, pour chaque axe de mesure, des données représentatives d'une valeur, dite valeur de calibration, prédéterminée d'intensité du champ magnétique local,  
caractérisé en ce que l'unité de traitement (31) est programmée pour pouvoir:
- 15                   - calculer une valeur, dite valeur constante, au moins en fonction d'une pluralité de valeurs d'intensité fournies par le magnétomètre pour une pluralité de positions distinctes du boîtier,  
                    - remplacer dans la mémoire (32) ladite valeur de calibration par ladite valeur constante.

- 20                   2/ - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite valeur constante est, pour un axe de mesure, égale à la somme:
- de la moyenne de la valeur d'intensité la plus basse et de la valeur d'intensité la plus haute de la pluralité de valeurs d'intensité fournies par le magnétomètre (34), pour cette axe de mesure, pour une pluralité de positions
- 25                   distinctes du boîtier, et  
                    - de la valeur de calibration enregistrée en mémoire (32) pour cet axe de mesure.

- 3/ - Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'unité de traitement (31) est programmée pour calculer, pour
- 30                   chaque axe de mesure, une valeur, dite valeur corrigée, par soustraction de la valeur

de calibration à ladite valeur d'intensité instantanée fournie par ledit magnétomètre (34).

4/ - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le magnétomètre (34) est adapté pour pouvoir mesurer des variations du champ magnétique terrestre local par une rotation du boîtier dans un plan azimutal.

5/ - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le magnétomètre (34) est un magnétomètre trois axes adapté pour fournir des signaux représentatifs de la valeur d'intensité instantanée du champ magnétique local selon trois axes de mesure.

6/ - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le détecteur de position (30) comprend en outre des moyens d'émission sans fil (35) de signaux.

7/ - Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une unité centrale adaptée pour recevoir sans fil des signaux émis par un détecteur de position (30).

8/ - Procédé de calibration d'un détecteur de position (30) d'un objet, dit objet surveillé, ledit détecteur de position comprenant :

- un boîtier,
- un magnétomètre (34) fixé au boîtier et adapté pour fournir des signaux représentatifs d'au moins une valeur, dite valeur d'intensité, instantanée d'intensité d'un champ magnétique local selon au moins un axe de mesure,

- une unité de traitement (31) des signaux fournis par le magnétomètre (34),
- une mémoire (32) comprenant des données représentatives d'une valeur, dite valeur de calibration, prédéterminée d'intensité du champ magnétique local,

caractérisé en ce qu'il comprend des étapes consistant à :

- calculer une valeur, dite valeur constante, en fonction de ladite valeur de calibration et d'une pluralité de valeurs d'intensité fournies par le magnétomètre pour une pluralité de positions distinctes du boîtier,

– remplacer dans la mémoire (32) ladite valeur de calibration par ladite valeur constante.

9/ - Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'unité de traitement enregistre en mémoire des valeurs d'intensité pour une pluralité de positions du boîtier, et ne calcule ladite valeur constante que lorsqu'au moins trois valeurs d'intensité sont distinctes entre elles d'au moins une valeur, dite valeur de balayage, prédéterminée.

10/ - Procédé selon l'une des revendications 8 ou 9, caractérisé en ce que :

10 – ledit magnétomètre effectue des mesures de l'intensité du champ magnétique selon au moins deux axes, dites axes de mesure, fixes distincts du boîtier,

– l'unité de traitement calcule une valeur constante pour chaque axe de mesure en résolvant au moins deux équations dont les deux inconnues sont lesdites valeurs constantes.

11/ - Procédé selon l'une des revendications 8 à 10, caractérisé en ce que l'unité de traitement :

– calcule, pour une pluralité de positions distinctes du boîtier (36), une valeur, dite valeur de norme, à partir des valeurs d'intensité selon chaque axe de mesure pour cette position, et de la valeur de calibration,

– compare ladite norme à au moins une valeur de seuil prédéterminée enregistrée en mémoire (32).

12/ - Procédé selon l'une des revendications 8 à 11, caractérisé en ce qu'il comprend

25 – une étape de fixation du boîtier du détecteur de position (30) audit objet surveillé,

– une étape de déplacement de l'objet surveillé lors de laquelle une pluralité de valeurs d'intensité fournies par le magnétomètre sont enregistrées pour une pluralité de positions distinctes du boîtier.

30 13/ - Programme d'ordinateur comprenant des instructions de code de programme pour l'exécution des étapes d'un procédé selon l'une des

revendications 8 à 12 lorsque le programme est exécuté sur un ordinateur, notamment sur un dispositif selon l'une des revendications 1 à 7.

Fig 1

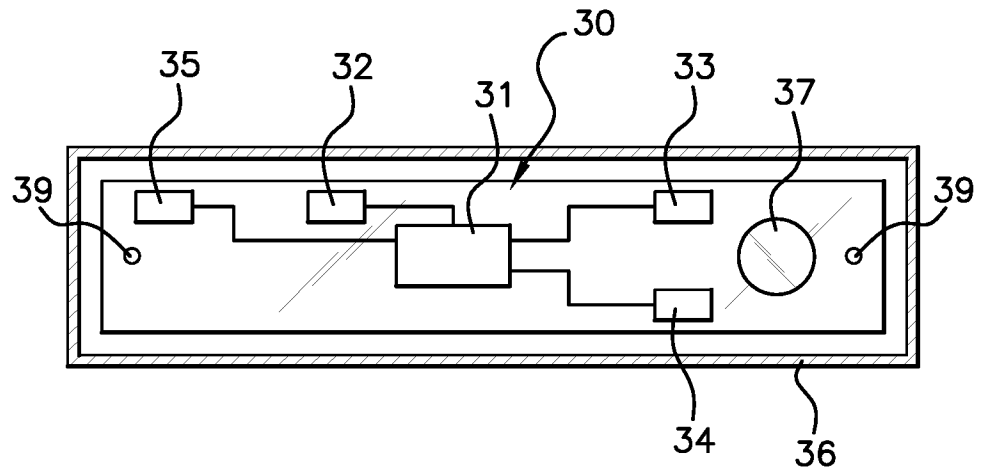


Fig 2

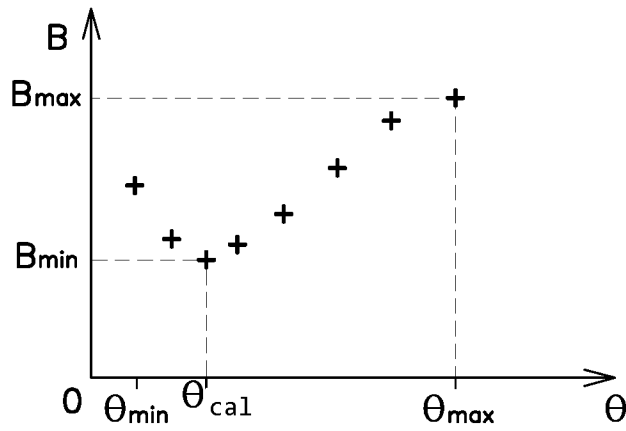


Fig 3

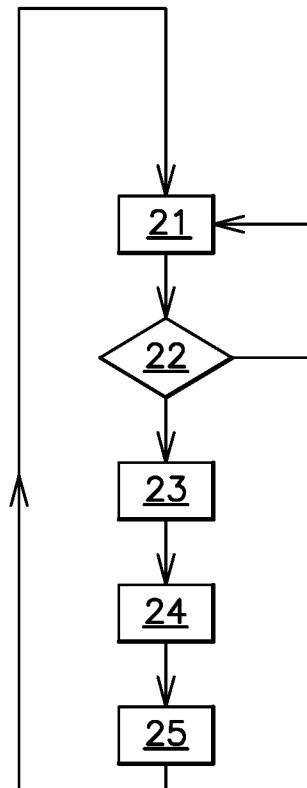


Fig 4

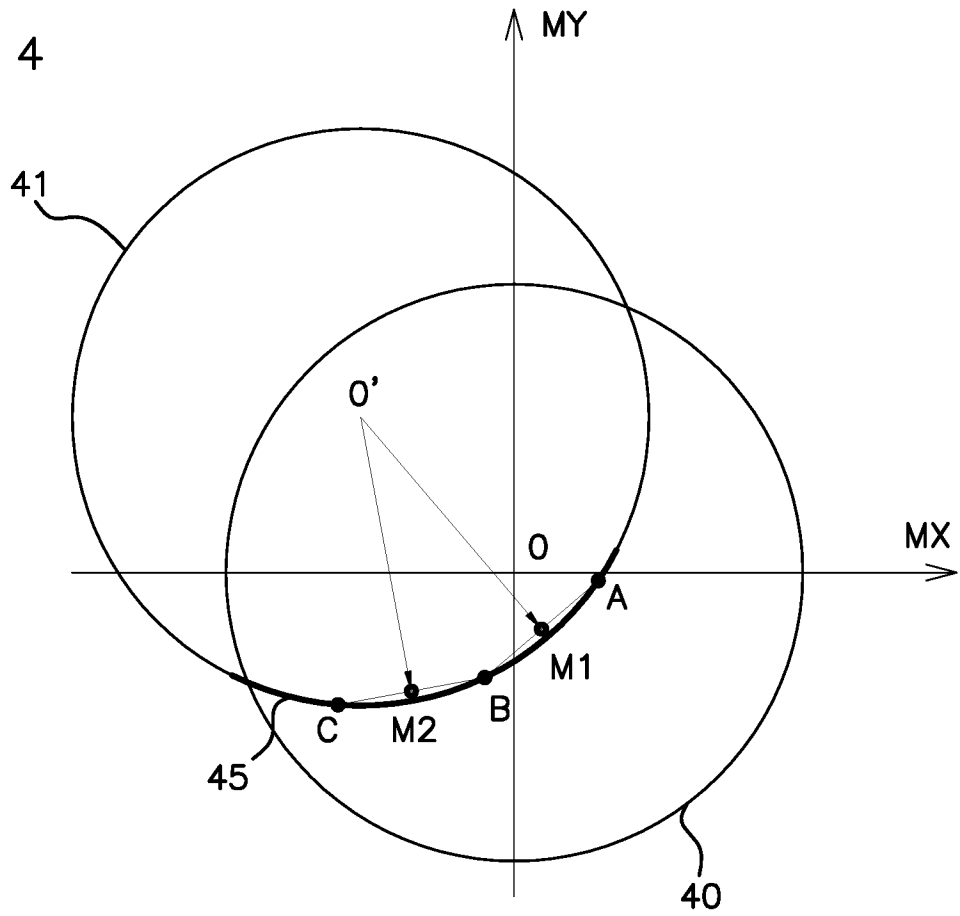


Fig 5

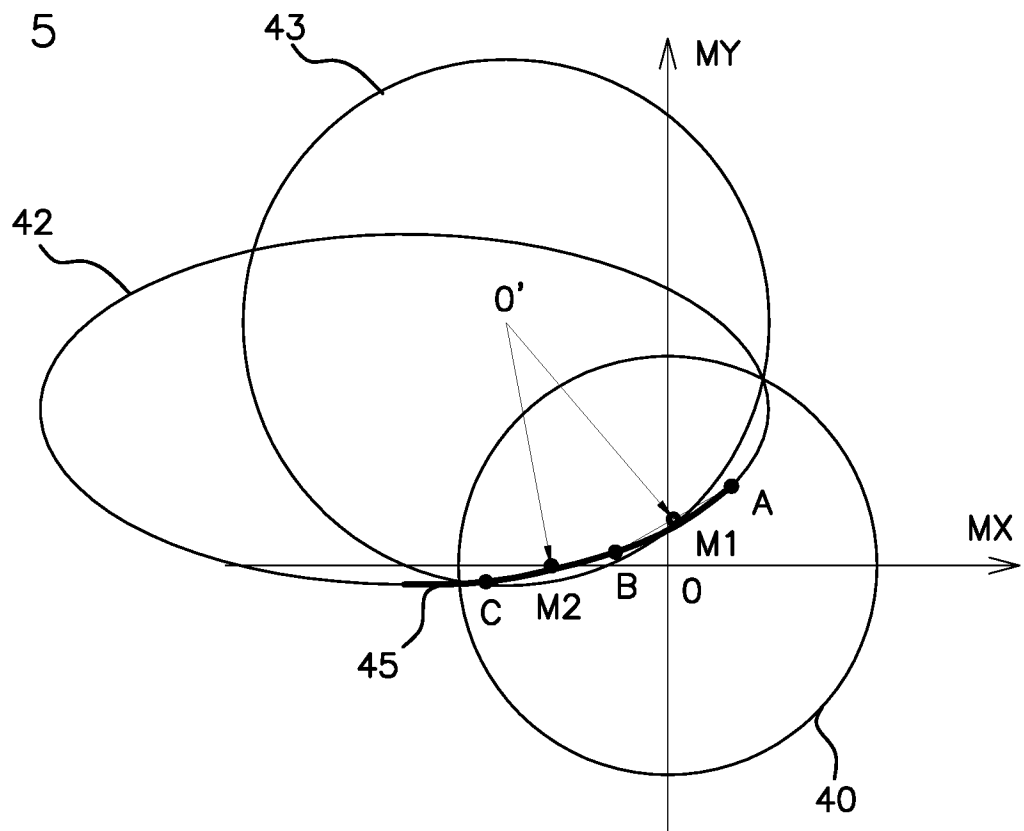


Fig 6

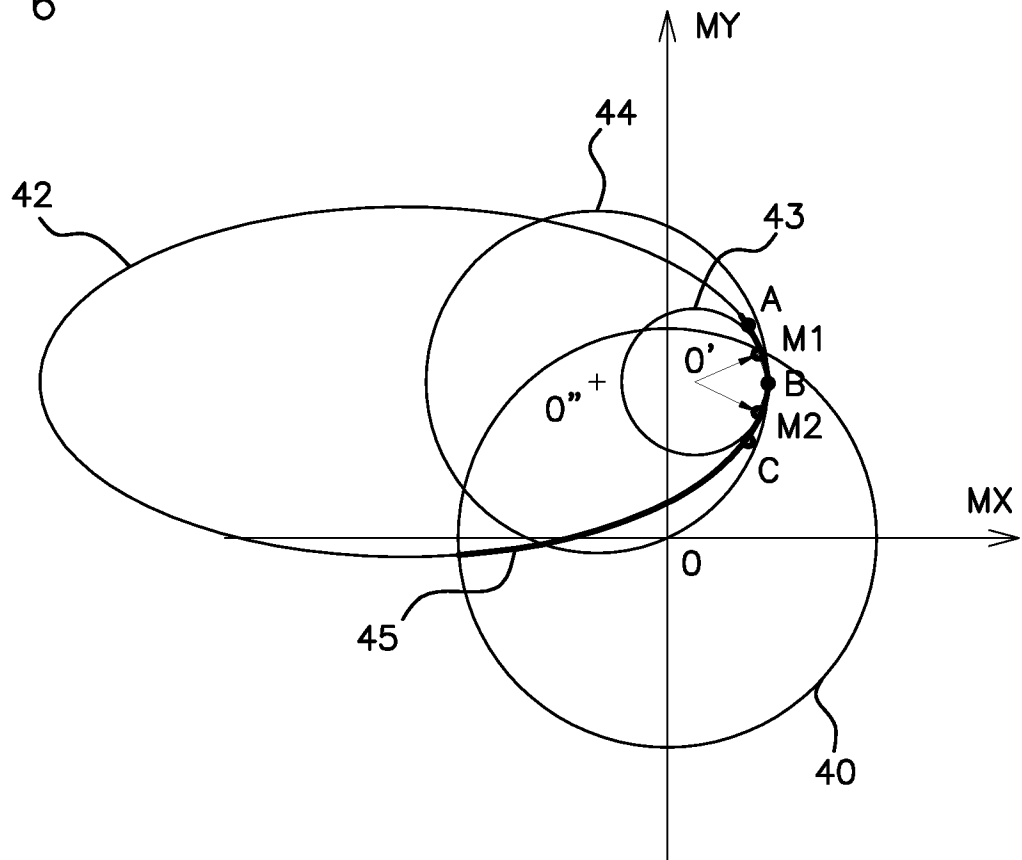
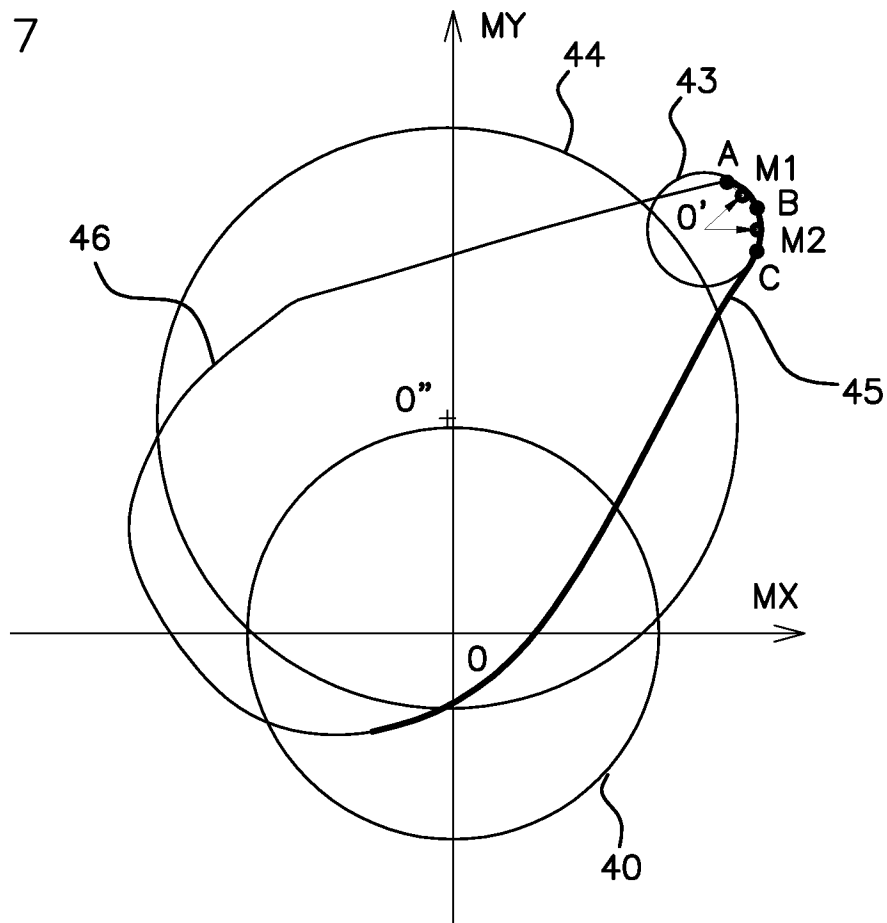


Fig 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2015/064092

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. G01D5/14 G01C17/38 G01R33/00 G01D18/00  
ADD.  
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED  
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
G01D G01C G01R  
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2013/000406 A1 (PARSADAYAN ALEX [US] ET AL) 3 January 2013 (2013-01-03) figures claims -----	1-13
Y	EP 1 832 889 A2 (YAMAHA CORP [JP]) 12 September 2007 (2007-09-12) paragraphs [0007] - [0012] figures abstract -----	1-13
Y	EP 1 300 651 A2 (PHILIPS CORP INTELLECTUAL PTY [DE]; KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]) 9 April 2003 (2003-04-09) abstract paragraphs [0007] - [0012] claims -----	2
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  31 August 2015	Date of mailing of the international search report  15/09/2015
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Moulara, Guilhem

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2015/064092

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 940 405 B2 (SCRIPT MICHAEL H [US] ET AL) 6 September 2005 (2005-09-06) cited in the application abstract -----	1-13
Y	US 5 297 063 A (CAGE RUSSELL E [US]) 22 March 1994 (1994-03-22) claim 1 figures -----	1-13
X	US 2007/250262 A1 (LEE WOO-JONG [KR] ET AL) 25 October 2007 (2007-10-25) paragraphs [0003] - [0009] paragraphs [0042] - [0047] -----	1-13

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/064092

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2013000406	A1	03-01-2013	NONE
-----			
EP 1832889	A2	12-09-2007	CN 101038329 A 19-09-2007
			CN 101762793 A 30-06-2010
			EP 1832889 A2 12-09-2007
			KR 20070092126 A 12-09-2007
			US 2007213950 A1 13-09-2007
-----			
EP 1300651	A2	09-04-2003	DE 10148918 A1 10-04-2003
			EP 1300651 A2 09-04-2003
			US 2003076090 A1 24-04-2003
-----			
US 6940405	B2	06-09-2005	CA 2572810 A1 20-01-2005
			EP 1652159 A2 03-05-2006
			US 2004113778 A1 17-06-2004
			US 2007126576 A1 07-06-2007
			US 2010097205 A1 22-04-2010
			WO 2005006273 A2 20-01-2005
-----			
US 5297063	A	22-03-1994	NONE
-----			
US 2007250262	A1	25-10-2007	KR 20070103551 A 24-10-2007
			US 2007250262 A1 25-10-2007
-----			

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2015/064092

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. G01D5/14 G01C17/38 G01R33/00 G01D18/00 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) G01D G01C G01R		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 2013/000406 A1 (PARSADAYAN ALEX [US] ET AL) 3 janvier 2013 (2013-01-03) figures revendications -----	1-13
Y	EP 1 832 889 A2 (YAMAHA CORP [JP]) 12 septembre 2007 (2007-09-12) alinéas [0007] - [0012] figures abrégé -----	1-13
Y	EP 1 300 651 A2 (PHILIPS CORP INTELLECTUAL PTY [DE]; KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]) 9 avril 2003 (2003-04-09) abrégé alinéas [0007] - [0012] revendications -----	2
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée  31 août 2015	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  15/09/2015	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Fonctionnaire autorisé  Moulara, Guilhem	

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 6 940 405 B2 (SCRIPT MICHAEL H [US] ET AL) 6 septembre 2005 (2005-09-06) cité dans la demande abrégé	1-13
Y	----- US 5 297 063 A (CAGE RUSSELL E [US]) 22 mars 1994 (1994-03-22) revendication 1 figures	1-13
X	----- US 2007/250262 A1 (LEE WOO-JONG [KR] ET AL) 25 octobre 2007 (2007-10-25) alinéas [0003] - [0009] alinéas [0042] - [0047] -----	1-13

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2015/064092

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2013000406	A1	03-01-2013	AUCUN	
-----				
EP 1832889	A2	12-09-2007	CN 101038329 A	19-09-2007
			CN 101762793 A	30-06-2010
			EP 1832889 A2	12-09-2007
			KR 20070092126 A	12-09-2007
			US 2007213950 A1	13-09-2007
-----				
EP 1300651	A2	09-04-2003	DE 10148918 A1	10-04-2003
			EP 1300651 A2	09-04-2003
			US 2003076090 A1	24-04-2003
-----				
US 6940405	B2	06-09-2005	CA 2572810 A1	20-01-2005
			EP 1652159 A2	03-05-2006
			US 2004113778 A1	17-06-2004
			US 2007126576 A1	07-06-2007
			US 2010097205 A1	22-04-2010
			WO 2005006273 A2	20-01-2005
-----				
US 5297063	A	22-03-1994	AUCUN	
-----				
US 2007250262	A1	25-10-2007	KR 20070103551 A	24-10-2007
			US 2007250262 A1	25-10-2007
-----				