

(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 2020/002681 A1**

(43) Date de la publication internationale  
02 janvier 2020 (02.01.2020)

(51) Classification internationale des brevets :

G01V 3/08 (2006.01) G01V 3/10 (2006.01)  
G01V 3/165 (2006.01) G01R 33/28 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2019/067476

(22) Date de dépôt international :

28 juin 2019 (28.06.2019)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

1855907 28 juin 2018 (28.06.2018) FR

(72) Inventeur; et

(71) Déposant : MANNESCHI, Alessandro [IT/IT] ; 13, Via  
XXV Aprile, 52100 AREZZO (IT).

(74) Mandataire : REGIMBEAU ; 20, rue de Chazelles, 75847  
PARIS CEDEX 17 (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de  
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,  
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,

CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,  
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,  
HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR,  
KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,  
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,  
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,  
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,  
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

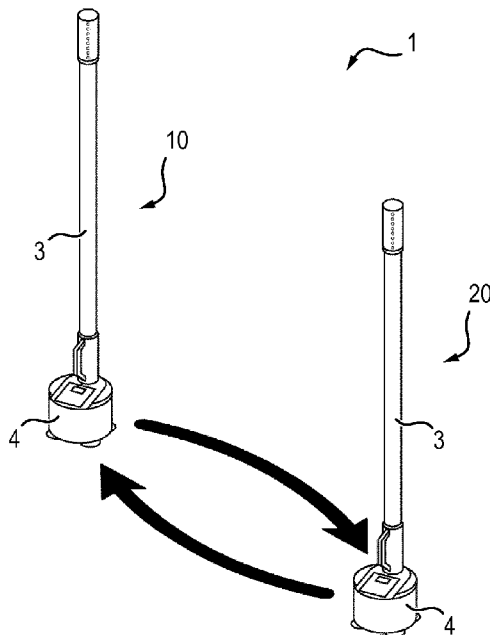
Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title: PORTABLE DETECTION SYSTEM COMPRISING MAGNETOSTATIC SENSORS

(54) Titre : SYSTÈME DE DÉTECTION PORTABLE COMPRENANT DES CAPTEURS MAGNÉTOSTATIQUES

FIG. 2



(57) Abstract: The invention relates to a system for detecting (1) a target object, comprising: - a first and a second detector (10, 20) which have magnetic sensors (5) configured to detect a magnetic field and to generate a signal which indicates a magnetic field intensity; - a processing unit (6) configured to receive the signals which indicate an intensity of a magnetic field detected by said sensors (5), and - a communication interface (7) which is configured to transmit the signals generated by the magnetic sensors (5) to the processing unit (6), said processing unit (6) additionally being configured to determine an average value of the signals generated by the magnetic sensors (5) of the first and second detectors (10, 20) and, when said average value is greater than a predetermined threshold value, to send instructions for generating an alarm.

(57) Abrégé : L'invention concerne un système de détection (1) d'un objet cible comprenant : -un premier et un deuxième détecteur (10, 20) comprenant des capteurs magnétiques (5) configuré pour détecter un champ magnétique et générer un signal indicatif d'une intensité d'un champ magnétique -une unité de traitement (6) configurée pour recevoir les signaux indicatifs d'une intensité d'un champ magnétique détecté par les capteurs (5) et -une interface de communication (7) configurée pour transmettre les signaux générés par les capteurs (5) magnétiques à l'unité de traitement (6), l'unité de traitement (6) étant en outre configurée pour déterminer une valeur moyenne des signaux générés par les capteurs (5) magnétiques des premier et deuxième détecteurs (10, 20) et, lorsque ladite valeur moyenne est supérieure à une valeur seuil prédéterminée, envoyer des instructions de génération d'une alarme.

WO 2020/002681 A1

**TITRE DE L'INVENTION****Systeme de detection portable comprenant des capteurs  
magnétostatiques****DOMAINE DE L'INVENTION**

L'invention concerne le domaine de la détection d'objets cibles, et plus particulièrement de la détection d'objets comprenant des éléments magnétisés ou ferromagnétiques.

5

**ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE**

Le climat actuel résultant de diverses attaques dans des lieux publics a fait naître le besoin de détecter des armes du type fusil d'assaut à l'entrée des lieux publics, tels que des stades, des salles de concert, des grands  
10 magasins, etc.

Actuellement, cette détection est généralement assurée par un personnel de sécurité, équipé de détecteurs portables manuels déplacés le long du corps et autour des affaires des personnes souhaitant entrer dans les différents lieux publics concernés. Toutefois, une telle inspection est longue  
15 est fastidieuse, et la quantité de personnes souhaitant entrer dans le lieu concerné est souvent trop importante pour qu'elle soit effectuée de manière satisfaisante.

Il a également été proposé d'installer des portiques à demeure à l'entrée des différents lieux publics. Ces portiques sont bien adaptés dans le cas où  
20 une installation fixe est nécessaire. Toutefois, une telle installation nécessite la réalisation de travaux importants, ce qui la rend peu adaptée pour les lieux publics du type stades, salles de concert et grands magasins. De plus, les portiques ne peuvent pas être déplacés. Or, dans les lieux publics, il est nécessaire de pouvoir libérer l'espace pour permettre une sortie éventuelle  
25 urgente sans obstacle, ce qui rend souhaitable l'utilisation de systèmes portatifs.

Il a donc été proposé d'utiliser des barrières individuelles portables comprenant des capteurs magnétostatiques. De telles barrières comprennent généralement un poteau fixé sur un socle et équipé d'au moins un capteur  
30 magnétostatique, par exemple trois capteurs magnétostatiques répartis sur la hauteur du poteau. Chaque capteur est configuré pour générer un signal (tension) indicatif d'une intensité d'un champ électromagnétique détecté. Ces

barrières sont notamment utilisées dans des prisons afin de détecter si les prisonniers portent des objets magnétiques, et plus particulièrement des téléphones portables. Pour cela, la sensibilité des capteurs magnétiques peut être très élevées, les prisonniers étant normalement privés de tout matériau  
5 métallique ou magnétique.

Afin d'augmenter la sensibilité de ces barrières, il a également été proposé de les utiliser par paire de sorte à former une porte. En effet, la sensibilité des capteurs décroît exponentiellement avec la distance. De telles barrières présentent l'avantage d'être portables et de ne pas nécessiter de  
10 travaux pour leur mise en place. De plus, les fusils d'assaut actuels étant réalisés dans un métal ferromagnétique et étant de grande taille, la perturbation du champ électromagnétique terrestre qu'ils engendrent est suffisamment importante pour être détectée par ces capteurs.

Toutefois, contrairement aux prisons, les personnes portent souvent sur  
15 elles des objets métalliques pouvant comprendre des éléments magnétisés ou ferromagnétiques, et dans la plupart des cas des téléphones intelligents (smartphones) dont les puces sont magnétisées. Or, le champ magnétique autonome des smartphones est sensiblement comparable à la perturbation du champ électromagnétique terrestre engendrée par le passage d'un fusil  
20 d'assaut. Le passage de ces personnes déclenche donc systématiquement l'alarme des barrières, même en l'absence de fusils d'assaut. Il est donc nécessaire de pouvoir discriminer les smartphones des fusils d'assaut afin de garantir la capacité des barrières à détecter ces armes.

Il a donc été proposé dans le document WO 2017/141022 d'ajouter un  
25 espaceur à chacune des barrières, afin de guider la personne inspectée et à la faire passer au milieu de la porte formée par les barrières, où la sensibilité de la porte formée par une paire de barrières est plus uniforme. En effet, la sensibilité des capteurs magnétostatiques étant inversement proportionnelle à la distance, les capteurs sont plus sensibles à proximité des barrières qu'au  
30 centre. Or, cet excès de sensibilité à proximité des barrières cause un taux d'alarmes intempestif presque total. La présence des espaceurs permet donc d'éviter que les personnes à inspecter s'approchent trop près des barrières

et restent au centre de la porte, où la sensibilité est plus faible et serait plus uniforme.

Toutefois, une telle augmentation de la distance entre les barrières risque de rendre la porte sensible aux interférence environnementales dans la mesure où le signal à cette distance des barrières est plus faible et s'approche donc des signaux générés par les éléments alentours. De plus, les barrières ainsi obtenues sont plus difficiles à transporter, car beaucoup plus lourdes et encombrantes que les barrières initiales. Enfin, dans le cas où des portes multiples doivent être créées, notamment à l'abord de stades ou de grandes salles de concert, l'ensemble formé par chaque paire de barrières est très encombrant et limite ainsi le nombre de portes pouvant être créées.

Le document WO 2011/020148 décrit un système de détection d'un objet cible comprenant des détecteurs distincts comprenant au moins un capteur magnétique configuré pour générer un signal indicatif d'une intensité d'un champ magnétique détecté, et une unité de traitement configurée pour recevoir les signaux générés par les capteurs magnétiques. Ce document concerne en particulier le domaine des détecteurs à bobinages, combinés à une autre technologie de détection afin d'améliorer la détection.

Le document US 2018/012465 décrit un système de détection comprenant des détecteurs comportant chacun au moins un capteur magnétique configuré pour générer un signal indicatif d'une intensité d'un champ magnétique détecté et, pour chaque détecteur, une unité de traitement configurée pour recevoir les signaux indicatifs d'une intensité d'un champ magnétique détecté par les capteurs. Dans la mesure où le champ magnétique produit au niveau d'un détecteur est inversement proportionnel au cube de la distance de sensibilité  $r$  d'un détecteur, les deux détecteurs du système de ce document sont écartés d'une longueur égale à la moitié de leur distance de sensibilité. De la sorte, les détecteurs sont indépendants et leurs sensibilités peuvent être diminuées.

Le document US 2006/197523 décrit un système de détection d'un objet comprenant plusieurs détecteurs comprenant chacun plusieurs gradiomètres

et un processeur configuré pour collecter les signaux générés par les gradiomètres. Le processeur calcule une valeur moyenne des signaux collectés afin d'obtenir une mesure du bruit de fond. Cette moyenne est ensuite soustraite aux signaux générés par les gradiomètres afin d'éliminer le bruit.

### RESUME DE L'INVENTION

Un objectif de l'invention est donc de proposer un système de détection pouvant être installé et désinstallé rapidement, par exemple à l'entrée de lieux publics, qui soit capable de discriminer de manière fiable des petits objets comprenant des éléments magnétiques, tels que des smartphones, et de détecter des fusils d'assaut pour un encombrement raisonnable.

Pour cela, l'invention propose un système de détection d'un objet cible comprenant :

- un premier détecteur comprenant au moins un premier capteur magnétique configuré pour générer un signal indicatif d'une intensité d'un champ magnétique détecté,
- un deuxième détecteur distinct du premier détecteur et comprenant au moins un deuxième capteur magnétique configuré pour générer un signal indicatif d'une intensité d'un champ magnétique détecté, et
- une unité de traitement configurée pour recevoir les signaux indicatifs d'une intensité d'un champ magnétique détecté par le premier capteur magnétique et/ou le deuxième capteur magnétique.

Il comprend en outre au moins une interface de communication configurée pour transmettre le signal généré par le premier et/ou le deuxième capteur magnétique à l'unité de traitement. Par ailleurs, l'unité de traitement est configurée pour déterminer une valeur moyenne des signaux générés par les capteurs magnétiques des premier et deuxième détecteurs et, lorsque ladite valeur moyenne est supérieure à une valeur seuil prédéterminée, envoyer des instructions de génération d'une alarme.

Certains aspects préférés mais non limitatifs du système de détection décrit ci-dessus sont les suivants, pris individuellement ou en combinaison :

- l'unité de traitement est configurée pour déterminer une valeur moyenne arithmétique ou géométrique des signaux.
- 5 – l'interface de communication est une interface de communication sans fil.
- le premier et le deuxième détecteur sont portables.
- le système de détection comprend en outre un troisième détecteur, le troisième détecteur comprenant au moins un troisième capteur magnétique  
10 configuré pour détecter un champ magnétique et générer un signal indicatif d'une intensité du champ magnétique ainsi détecté, et le premier détecteur et le deuxième détecteur formant une première porte et le deuxième détecteur et le troisième détecteur forment ensemble une deuxième porte.
- une unité de traitement est logée dans chacun des premier et  
15 deuxième détecteurs et l'unité de traitement logée dans le deuxième détecteur est configurée, d'une part, pour calculer une valeur moyenne des signaux générés par les capteurs magnétiques des deuxième et troisième détecteurs et, d'autre part, transmettre à l'unité de traitement du premier détecteur via l'interface de communication, un signal indicatif d'une intensité  
20 d'un champ magnétique détecté par le deuxième capteur magnétique et la valeur moyenne des signaux ainsi calculée.

Selon un deuxième aspect, l'invention propose également un procédé de détection d'un objet cible à l'aide d'un système de détection comme décrit  
25 ci-dessus, ledit procédé de détection comprenant les étapes suivantes :

- S1 : génération par le premier et/ou le deuxième capteur magnétique d'un signal indicatif d'une intensité d'un champ magnétique,
- S2 : calcul d'une valeur moyenne des signaux générés par le premier et le deuxième capteur magnétique, et  
30 S4 : comparaison de la valeur moyenne à une valeur seuil prédéterminée, et

S5 : lorsque la valeur moyenne est supérieure à la valeur seuil prédéterminée, envoi d'instructions de génération d'une alarme.

- Certains aspects préférés mais non limitatifs du procédé de détection décrit ci-dessus sont les suivants, pris individuellement ou en combinaison :
- le procédé comprend en outre, préalablement à l'étape S4, une étape S3 de correction de la valeur moyenne calculée à l'étape S2 de sorte à obtenir une valeur moyenne corrigée par application d'un coefficient d'atténuation à la valeur moyenne de l'étape S2, ladite valeur moyenne corrigée étant utilisée pour la mise en œuvre de l'étape S4.
  - l'étape S3 de correction comprend les sous-étapes suivantes :
    - S31 : détermination d'une valeur maximale du signal généré par le premier capteur magnétique et le deuxième capteur magnétique,
    - S32 : détermination d'une valeur minimale du signal généré par le premier capteur magnétique et le deuxième capteur magnétique,
    - S32 : calcul d'un rapport entre la valeur maximale et la valeur minimale ainsi déterminées,
    - S34 : comparaison du rapport à un premier seuil et à un deuxième seuil, le deuxième seuil étant supérieur au premier seuil, et
    - S35 : déduction du coefficient d'atténuation, le coefficient d'atténuation étant égal à une première valeur lorsque le rapport est inférieur au premier seuil, à une deuxième valeur différente de la première valeur lorsque le rapport est supérieur au deuxième seuil et à une valeur comprise entre la première valeur et la deuxième valeur lorsque le rapport est compris entre le premier seuil et le deuxième seuil.
  - le coefficient d'atténuation est une fonction linéaire dépendant du rapport lorsque ledit rapport est compris entre le premier seuil et le deuxième seuil.
  - la première valeur est égale à 1, la deuxième valeur est égale à 0,1 et le coefficient d'atténuation est défini par la fonction suivante lorsque le rapport est compris entre le premier seuil et le deuxième seuil :

$$0,03 \cdot R + 1,9$$

où R est la valeur du rapport.

- le premier détecteur comprend au moins deux premiers capteurs magnétiques et le deuxième détecteur comprend au moins deux deuxièmes capteurs magnétiques, chaque premier capteur magnétique étant associé à un deuxième capteur magnétique donné de sorte à former un couple, et dans lequel les étapes S1 à S4 sont appliquées à chaque couple.
- le système de détection comprend en outre un troisième détecteur, ledit troisième détecteur comprenant au moins un troisième capteur magnétique configuré pour détecter un champ magnétique et générer un signal indicatif d'une intensité du champ magnétique ainsi détecté, le procédé de détection comprenant en outre, préalablement à l'étape S5 de génération d'une alarme, une étape de calcul d'une valeur moyenne des signaux générés par les deuxième et troisième capteurs magnétiques.
- le procédé comprend en outre, suite à l'étape de calcul de la valeur moyenne des signaux générés par les deuxième et troisième capteurs magnétiques, une étape de déduction, à partir de la valeur moyenne des signaux générés par les premier et deuxième capteurs magnétiques et de la valeur moyenne des signaux générés par les deuxième et troisième capteurs magnétiques, de la ou des portes formées par le premier détecteur et le deuxième détecteur, d'une part, et le deuxième détecteur et le troisième détecteur d'autre part, ayant détecté le champ magnétique.
- l'étape de déduction de la ou des portes comprend les sous-étapes suivantes :
  - multiplication de la valeur moyenne calculée à partir des signaux des deuxième et troisième capteurs par un coefficient de sécurité,
  - comparaison de la valeur moyenne calculée à partir des signaux générés par les premier et deuxième capteurs à la valeur moyenne calculée à partir des signaux des deuxième et troisième capteurs et multipliée par le coefficient de sécurité,
  - multiplication de la valeur moyenne calculée à partir des signaux des premier et deuxième capteurs par le coefficient de sécurité,

- comparaison de la valeur moyenne calculée à partir des signaux générés par les deuxième et troisième capteurs à la valeur moyenne calculée à partir des signaux des premier et deuxième capteurs et multipliée par le coefficient de sécurité.
- 5       – l'étape S5 n'est mise en œuvre par les premier et deuxième détecteurs que si la valeur moyenne calculée à partir des signaux générés par les premier et deuxième capteurs est supérieure à la valeur moyenne calculée à partir des signaux des deuxième et troisième capteurs multipliée par le coefficient de sécurité.
- 10       – l'étape S5 n'est mise en œuvre par les deuxième et troisième détecteurs que si la valeur moyenne calculée à partir des signaux générés par les deuxième et troisième capteurs est supérieure à la valeur moyenne calculée à partir des signaux des premier et deuxième capteurs et multipliée par le coefficient de sécurité.
- 15       – le premier détecteur et le deuxième détecteur comprennent chacun une unité de traitement, et dans lequel :
- l'étape de calcul de la valeur moyenne des signaux générés par les deuxième et troisième capteurs magnétiques est réalisée par l'unité de traitement du deuxième détecteur, l'étape de calcul de la valeur moyenne des
- 20       signaux générés par les premier et deuxième capteurs magnétiques est réalisée par l'unité de traitement du premier détecteur et l'étape de déduction du ou des couples de détecteurs ayant détecté le champ magnétique est réalisée par l'unité de traitement du deuxième détecteur et par l'unité de traitement du premier détecteur.
- 25       ▪ le système de détection comprend en outre un quatrième détecteur, ledit quatrième détecteur comprenant au moins un quatrième capteur magnétique configuré pour détecter un champ magnétique et générer un signal indicatif d'une intensité du champ magnétique ainsi détecté, le procédé de détection comprenant en outre les sous-étapes suivantes :
- 30       ▪ calcul d'une valeur moyenne des signaux générés par les troisième et quatrième capteurs magnétiques,

- multiplication de la valeur moyenne des signaux générés par les troisième et quatrième capteurs magnétiques par le coefficient de sécurité,
  - comparaison de la valeur moyenne des signaux générés par les deuxième et troisième capteurs à la valeur moyenne des signaux générés par les troisième et quatrième capteurs magnétiques multipliée par le coefficient de sécurité,
  - comparaison de la valeur moyenne des signaux générés par les troisième et quatrième capteurs à la valeur moyenne des signaux générés par les deuxième et troisième capteurs magnétiques multipliée par le coefficient de sécurité et
  - déduction du ou des couples de détecteurs parmi les premier, deuxième, troisième et quatrième détecteurs ayant détecté le champ magnétique.
- l'étape S5 n'est mise en œuvre par le deuxième et le troisième détecteur que si la valeur moyenne des signaux générés par les deuxième et troisième capteurs est supérieure à la valeur moyenne des signaux générés par les troisième et quatrième capteurs magnétiques multipliée par le coefficient de sécurité.
  - l'étape S5 n'est mise en œuvre par le troisième et le quatrième détecteur que si la valeur moyenne des signaux générés par les troisième et quatrième capteurs est supérieure à la valeur moyenne des signaux générés par les deuxième et troisième capteurs magnétiques multipliée par le coefficient de sécurité.

## 25 BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

D'autres caractéristiques, buts et avantages de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée qui va suivre, et au regard des dessins annexés donnés à titre d'exemples non limitatifs et sur lesquels :

- 30 La figure 1 est une illustration synoptique d'un exemple de détecteur pouvant être utilisé dans un système de détection conforme à l'invention.

La figure 2 illustre un exemple de réalisation d'un système de détection conforme à l'invention comprenant deux détecteurs.

La figure 3 illustre un exemple de réalisation d'un système de détection conforme à l'invention comprenant trois détecteurs formant ensemble deux  
5 portes, une personne étant en cours d'inspection au sein de l'une des portes.

La figure 4 illustre un exemple de réalisation d'un système de détection conforme à l'invention comprenant  $m$  détecteurs formant ensemble  $m - 1$  portes.

La figure 5 est un organigramme illustrant les étapes générales d'un  
10 exemple de procédé de détection conforme à l'invention.

La figure 6 est un organigramme illustrant les sous-étapes de correction de la valeur de signaux.

La figure 7 est un organigramme illustrant les étapes d'un exemple de  
15 procédé de détection conforme à l'invention dans le cas où le système de détection comprend au moins quatre détecteurs ( $n - 2$ ,  $n - 1$ ,  $n$  et  $n + 1$ ).

La figure 8a illustre l'intensité du signal d'un système de détection conforme à l'art antérieur et comprenant deux détecteurs séparés d'une distance de 130 cm.

La figure 8b illustre l'intensité du signal d'un système de détection  
20 conforme à un mode de réalisation de l'invention comprenant deux détecteurs séparés d'une distance de 130 cm et comprenant une unité de traitement configurée pour calculer une valeur moyenne des signaux générés par les capteurs des deux détecteurs.

La figure 8c illustre l'intensité du signal d'un système de détection  
25 conforme à un mode de réalisation de l'invention comprenant deux détecteurs séparés d'une distance de 130 cm et comprenant une unité de traitement configurée pour calculer une valeur moyenne corrigée des signaux générés par les capteurs des deux détecteurs.

30 DESCRIPTION DÉTAILLÉE D'UN MODE DE RÉALISATION

Un système de détection 1 d'un objet cible, et notamment d'un objet comprenant un matériau ferromagnétique de grande volume tel qu'un fusil d'assaut, ledit système comprenant :

- 5 – au moins un premier et un deuxième détecteur 10, 20 formant ensemble une porte,
- au moins une unité de traitement 6 et
- au moins une interface de communication 7.

Chaque détecteur 10, 20 comprend au moins un capteur magnétique 5.  
10 Par capteur magnétique (ou magnétostatique) on comprendra ici un capteur passif configuré pour détecter un champ magnétique qui entoure naturellement des objets comprenant du fer ou tout autre élément ferromagnétique, par opposition par exemple à un bobinage inductif.

Plus précisément, le premier détecteur 10 comprend au moins un  
15 premier capteur magnétique 5, de préférence au moins deux, par exemple trois premiers capteurs magnétiques 5, tandis que le deuxième détecteur 20 comprend au moins un deuxième capteur magnétique 5. De préférence le deuxième détecteur 20 et le premier détecteur 10 comprennent chacun autant de capteurs 5.

20 Chaque capteur magnétique 5 est configuré pour détecter un champ magnétique et générer un signal indicatif d'une intensité du champ magnétique ainsi détecté. Dans une forme de réalisation, le signal est une tension dont la valeur est proportionnelle à l'intensité du champ magnétique détecté.

25 Dans une forme de réalisation, chaque capteur magnétique 5 est configuré pour détecter une intensité d'un champ magnétique suivant trois axes orthogonaux.

Chaque détecteur 10, 20 comporte en outre un poteau 3, configuré pour être posé sur un sol par exemple via un socle 4. De préférence, une hauteur  
30 du poteau 3 est sensiblement égale à une hauteur moyenne d'une personne 2, par exemple de l'ordre de 1,70 m à 2.0 m.

L'ensemble formé par le poteau 3 et son socle 4 est portable, c'est-à-dire qu'il n'est pas ancré définitivement dans le sol et peut être transporté par un opérateur. Le cas échéant, chaque détecteur 10, 20 peut être équipé par une poignée afin d'en faciliter le transport. La poignée peut notamment être  
5 fixée sur le socle 4.

Les capteurs magnétiques 5 sont répartis sur la hauteur du poteau 3 afin d'assurer une détection d'objets cibles entre les pieds et la tête des personnes 2 inspectées. Par exemple, chaque poteau 3 peut être équipé de trois capteurs magnétiques 5, répartis entre le socle 4 et l'extrémité libre du  
10 poteau 3.

Enfin, au sein d'un même système de détection 1, les capteurs magnétiques des détecteurs 10, 20 sont positionnés deux à deux à une même hauteur de sorte à former des couples de capteurs 5 en regard.

Le système 1 comprend en outre au moins une unité de traitement 6 configurée pour recevoir les signaux indicatifs d'une intensité d'un champ magnétique générés par le premier capteur magnétique 5 et/ou le deuxième capteur magnétique 5. L'unité de traitement 6 détermine alors une valeur moyenne des signaux générés par les capteurs magnétiques 5 des premier  
15 et deuxième détecteurs 10, 20 et, lorsque ladite valeur moyenne est supérieure à une valeur seuil prédéterminée, envoie des instructions d'émission d'une alarme.

Dans une forme de réalisation, l'unité de traitement 6 détermine une valeur moyenne arithmétique des signaux, qui correspond à la somme des  
25 valeurs des signaux divisée par le nombre de signaux.

En variante, l'unité de traitement 6 détermine une valeur moyenne géométrique des signaux, qui correspond à la racine carrée du produit des signaux.

Dans une forme de réalisation, l'unité de traitement 6 peut être intégrée dans l'un parmi le premier détecteur 10 et le deuxième détecteur 20. De préférence, chaque détecteur 10, 20 comprend une unité de traitement 6  
30

intégrée. Par intégrée, on comprendra que l'unité de traitement 6 fait partie du détecteur 10, 20 et n'est pas un élément distinct auquel est connecté le système 1.

Dans cette forme de réalisation, l'unité de traitement 6 peut par exemple être fixée sur le poteau 3 du détecteur associé, ou en variante dans son socle 4.

Dans une variante de cette forme de réalisation, l'unité de traitement 6 peut être placée à distance du premier et du deuxième détecteur 10, 20. Les détecteurs 10, 20 lui communiquent alors les signaux générés par leurs capteurs magnétiques 5 en vue de leur traitement par l'intermédiaire de leur interface de communication 7.

Dans un mode de réalisation, l'unité de traitement 6 peut comprendre :

- un convertisseur analogique numérique A/D, configuré pour convertir un signal analogique (tension) généré par un capteur magnétique 5 en signal numérique
- un processeur de signal numérique DSP (acronyme anglais de Digital Signal Processor), configuré pour élaborer le signal numérique ainsi converti et
- un système de gestion sur microcontrôleur SMM (acronyme anglais de System Management Microcomputer), configuré pour recevoir le signal numérique élaboré par le DSP et le comparer à la valeur seuil prédéterminée.

Le SMM est connecté à au moins un émetteur 8 configuré pour générer un signal d'alarme, par exemple un émetteur 8 acoustique configuré pour générer un signal acoustique et/ou une lumière configurée pour générer un signal optique (DEL, lampe clignotante, etc.). L'émetteur 8 peut être compris dans le détecteur 10, 20, ou en variante être porté par un opérateur (oreillette, etc.) auquel cas l'unité de traitement 6 envoie les instructions de génération d'une alarme à l'émetteur 8 distant par l'intermédiaire de l'interface de communication 7 du détecteur 10, 20 correspondant.

Le SMM est par ailleurs connecté à une interface asynchrone UART afin de permettre une connexion de l'unité de traitement 6 à un ordinateur (ou

équivalent) pour autoriser différentes actions dont un contrôle du programme de détection, un diagnostic d'un ou de plusieurs détecteurs, le chargement de mises à jour, etc.

Enfin, le SMM est connecté à une interface homme machine HMI  
5 (acronyme anglais de Human Machine Interface).

Chaque détecteur 10, 20 du système de détection 1 comprend en outre une interface de communication 7 configurée pour permettre à l'un des détecteurs 10, 20 du système 1 de communiquer avec un autre des  
10 détecteurs 20, 10 du système 1 et lui transmettre le signal généré par son ou ses capteurs magnétiques 5. Pour chaque détecteur 10, 20, l'interface de communication 7 peut être connectée soit au DSP (comme illustré sur la figure 1) de l'unité de traitement 6 de ce détecteur 10, 20, soit à son SMM et à ses émetteurs 8 d'alarme.

L'interface de communication 7 comprend de préférence une interface  
15 sans fil afin de faciliter l'installation du système de détection 1, par exemple une interface du type Wi-Fi, Bluetooth, par communication optique, radio, infrarouge ou encore inductive, etc. En variante, l'interface de communication 7 peut être filaire.

20

Le cas échéant, le système de détection 1 peut comprendre un plus grand nombre de détecteurs afin de former un ensemble de portes, chaque porte étant formée par deux détecteurs adjacents. De préférence, les  
25 détecteurs d'un même système de détection 1 sont sensiblement identiques deux à deux.

Par exemple, le système de détection 1 peut comporter un troisième détecteur 30 comprenant au moins un troisième capteur magnétique 5  
configuré pour détecter un champ magnétique et générer un signal indicatif d'une intensité du champ magnétique ainsi détecté.

De manière analogue au premier et au deuxième détecteur 10, 20, le  
30 troisième détecteur 30 peut comporter un poteau 3 fixé sur un socle 4 et

équipé du ou des troisièmes capteurs magnétiques 5 ainsi qu'une interface de communication 7 et le cas échéant une unité de traitement 6.

Afin de former plusieurs portes, l'invention propose de placer côte à côte le premier détecteur 10, le deuxième détecteur 20 et le troisième détecteur 30 de sorte à former deux portes. Plus précisément, la première porte est formée par le premier détecteur 10 et le deuxième détecteur 20, tandis que la deuxième porte est formée par le deuxième détecteur 20 et le troisième détecteur 30. Dans le système, un même détecteur (ici, le deuxième détecteur 20) est donc utilisé pour la formation de deux portes distinctes, ce qui permet de réduire de manière conséquente l'encombrement du système de détection 1 en comparaison par exemple au système proposé dans le document WO 2017/141022. Le système est en outre plus facile à mettre en place.

Comme nous le verrons par la suite, une telle configuration est permise par le fait que l'unité de traitement 6 du deuxième détecteur 20, qui est située entre le premier détecteur 10 et le deuxième détecteur 20, peut être configurée à la fois pour traiter les signaux générés par le ou les capteurs magnétiques 5 du troisième détecteur 30 et pour communiquer avec le premier détecteur 10, de sorte que le système de détection 1 est capable de déterminer la porte au sein de laquelle un objet cible a été détecté, et ce malgré le fait que les capteur magnétiques 5 effectuent une détection scalaire et non vectorielle.

Plus précisément, l'unité de traitement 6 du deuxième détecteur 20 est configurée pour :

(i) calculer une valeur moyenne (éventuellement corrigée) ou une valeur corrigée des signaux générés par les deuxièmes et troisièmes capteurs magnétiques 5 et,

(ii) lorsque ladite valeur calculée est supérieure à la valeur seuil prédéterminée, transmettre à l'unité de traitement 6 du premier détecteur 10 via l'interface de communication 7 un signal indicatif d'une intensité d'un champ magnétique détecté par le(s) deuxième(s) capteur(s) magnétique(s) 5 ainsi que la valeur calculée.

Bien entendu, un opérateur peut également utiliser quatre détecteurs conformes à l'invention afin de former deux portes, la mutualisation du deuxième détecteur 20 n'étant pas obligatoire pour la détection d'objets cibles.

5

Chaque détecteur 10, 20 peut en outre comporter des moyens d'identification et une mémoire afin de permettre l'association et la communication avec les autres détecteurs du système de détection 1 ainsi que la mise en œuvre du procédé de détection S. Par exemple, à chaque  
10 détecteur 10, 20, 30 peut être assignée une adresse, qui peut être fixée au moment de la fabrication du détecteur 10, 20, 30 ou programmée au moment de l'appariement des détecteurs 10, 20, 30 formant le système de détection 1. Dans un mode de réalisation, l'adresse de chaque détecteur 10, 20, 30 est  
15 figée, c'est-à-dire non modifiable, afin de limiter les erreurs de manipulation du système de détection 1 et de faciliter le service après-vente.

Un exemple d'adresse peut comprendre une chaîne de caractères qui peut notamment être formée d'un nombre donné de couples hexadécimaux, par exemple huit.

Lors de l'appariement des détecteurs, 10, 20, 30 du système de  
20 détection 1, l'adresse des détecteurs avec lesquels un détecteur donné forme une porte est enregistrée dans la mémoire dudit détecteur donné. Par exemple, dans le cas d'un système de détection 1 comprenant le premier 10, le deuxième 20 et le troisième détecteur 30, au moment du paramétrage du système de détection 1 :

25 – l'adresse du deuxième détecteur 20 est enregistrée dans la mémoire du troisième détecteur 30

– l'adresse des premier et troisième détecteurs 30 est enregistrée dans la mémoire du deuxième détecteur 20 au moment du paramétrage du système de détection 1 et

30 – l'adresse du deuxième détecteur 20 est enregistrée dans la mémoire du premier détecteur 10.

Un exemple de procédé de détection S à l'aide d'un système de détection 1 conforme à l'invention et comprenant deux détecteurs 10, 20 va à présent être décrit.

Afin de faciliter la lecture de la description, le système de détection 1 comprend un premier détecteur 10 et un deuxième détecteur 20 comportant deux premiers capteurs magnétiques 5 et deux deuxièmes capteurs magnétiques 5, respectivement. Les premiers et deuxième capteurs magnétiques 5 forment deux couples de capteurs magnétiques 5, chaque couple comprenant un premier capteur 5 et un deuxième capteur 5. De préférence, un couple comprend un premier capteur magnétique 5 et un deuxième capteur magnétique 5 placés à proximité d'une extrémité libre du poteau 3 du premier détecteur 10 et du deuxième détecteur 20, tandis que l'autre couple comprend un premier capteur magnétique 5 et un deuxième capteur magnétique 5 placés à proximité de leur socle 4.

Les deux détecteurs sont identiques et comprennent chacun une unité de traitement 6 et une interface de communication 7.

Bien entendu, l'invention s'applique mutatis mutandis dans le cas où les détecteurs comprennent un nombre différent de capteur magnétiques 5. En particulier, les détecteurs pourraient ne comprendre qu'un seul capteur magnétique 5, ou plus de deux capteurs magnétiques 5 (par exemple trois capteurs magnétiques 5). De plus, le deuxième détecteur 20 pourrait ne pas comprendre d'unité de traitement 6, ou en variante l'unité de traitement 6 pourrait être placée à distance des détecteurs au lieu d'être logée dans le premier détecteur 10.

Au cours d'une étape préliminaire, le premier et le deuxième détecteur 10, 20 sont appairés pour les associer et configurés de sorte à assigner à chacun une fonction dans le procédé de détection S. Par exemple, le premier détecteur 10 peut être configuré comme détecteur maître tandis que le deuxième détecteur 20 est configuré comme détecteur esclave. Par détecteur maître d'une porte donnée, on comprendra ici le détecteur dont l'unité de traitement 6 est configurée pour calculer la valeur moyenne et/ou la

valeur corrigée du signal, tandis par détecteur esclave, on comprendra l'autre détecteur de ladite porte donnée.

Au cours d'une première étape S1, l'un au moins parmi les premiers et  
5 les deuxièmes capteurs magnétiques 5 génère un signal indicatif de l'intensité d'un champ magnétique.

En pratique, lorsqu'un champ magnétique est détecté par l'un des capteurs magnétiques 5 du système de détection 1, tous les capteurs magnétiques 5 dudit système génèrent un signal représentatif de l'intensité  
10 du champ magnétique détecté, seule la puissance du signal de chaque capteur 5 étant différente.

Les signaux générés par les premiers et deuxièmes capteurs magnétiques 5 sont transmis à l'unité de traitement 6, le cas échéant par  
15 l'intermédiaire des interfaces de communication 7 du premier détecteur 10 et/ou du deuxième détecteur 20. Dans notre exemple, le premier détecteur 10 étant maître et comprenant l'unité de traitement 6, les signaux des deuxièmes capteurs magnétiques 5 sont transmis au premier détecteur 10 par l'interface de communication 7 du deuxième détecteur 20, tandis que les  
20 signaux des premiers capteurs magnétiques 5 peuvent lui être transmis directement par les premiers capteurs magnétiques 5.

Au cours d'une étape S2, l'unité de traitement 6 du détecteur maître calcule alors une valeur moyenne des signaux générés par chaque couple de capteurs magnétiques 5. Ici, l'unité de traitement 6 calcule donc une  
25 première valeur moyenne correspondant à un premier des couples de premier et deuxième capteurs magnétiques 5, et une deuxième valeur moyenne correspondant au deuxième des couples.

Bien entendu, lorsque les détecteurs ne comprennent chacun qu'un seul capteur 5, l'unité de traitement 6 ne calcule qu'une seule valeur moyenne  
30 à l'étape S2 correspondant à la valeur moyenne des signaux de ces deux capteurs magnétiques 5.

Comme indiqué plus haut, l'unité de traitement 6 peut calculer une valeur moyenne arithmétique des signaux ou, en variante, une valeur moyenne géométrique.

5 Dans une variante de réalisation, au lieu de calculer une valeur moyenne des signaux de chaque couple de capteurs magnétiques 5, l'unité de traitement 6 peut mettre en œuvre une étape S3 de correction des signaux générés par chacun des capteurs magnétiques 5 par application d'un coefficient d'atténuation auxdits signaux.

10 Cette étape S3 de correction permet ainsi d'atténuer les signaux générés par les capteurs magnétiques 5 du système de détection 1 en appliquant un coefficient de correction aux signaux dépendant de la valeur de ces signaux. Plus précisément, l'objectif de la correction est d'atténuer le signal lorsque l'objet cible est proche d'un des détecteurs 10, 20, où la  
15 sensibilité est plus forte, afin de réduire son poids dans la détection.

Pour cela, au cours de sous-étapes S31 et S32, pour chaque couple de capteurs magnétiques 5, l'unité de traitement 6 détermine la valeur maximale et la valeur minimale parmi les signaux générés par le premier capteur magnétique 5 et le deuxième capteur magnétique 5 à un instant donné.

20 Au cours d'une troisième sous-étape S33, l'unité de traitement 6 calcule un rapport entre la valeur maximale et la valeur minimale ainsi déterminées, puis, au cours d'une quatrième sous-étape S34, compare le rapport à des seuils déterminés et en déduit la valeur du coefficient d'atténuation à appliquer à la valeur des signaux.

25 Par exemple, l'unité de traitement 6 peut notamment comparer le rapport à un premier seuil et à un deuxième seuil, le deuxième seuil étant supérieur au premier seuil, et en déduire le coefficient d'atténuation. Ainsi, le coefficient d'atténuation peut être égal à :

- une première valeur lorsque le rapport est inférieur au premier seuil,
- 30 – une deuxième valeur inférieure à la première valeur lorsque le rapport est supérieur au deuxième seuil et

– une valeur comprise entre la première valeur et la deuxième valeur lorsque le rapport est compris entre le premier seuil et le deuxième seuil. En particulier, le coefficient d'atténuation peut être une fonction linéaire dépendant du rapport lorsque ledit rapport est compris entre le premier seuil et le deuxième seuil.

L'utilisation du rapport entre la valeur maximale et la valeur minimale permet de déterminer si l'objet cible qui génère un champ magnétique ou perturbe le champ électromagnétique terrestre est placé près de l'un des détecteurs. Dans ce cas, la valeur du rapport est supérieure au deuxième seuil et le coefficient d'atténuation qui est appliqué est égal à la deuxième valeur, qui est inférieure à la première valeur. Au contraire, lorsque l'objet cible est centré entre les deux détecteurs, la sensibilité de la porte dans cette zone est plus faible. Cela se traduit par un rapport entre la valeur maximale et la valeur minimale également plus faible. Le coefficient d'atténuation peut donc être plus élevé et l'atténuation résultante plus faible.

On obtient ainsi une relative uniformité virtuelle entre les deux détecteurs.

A titre d'exemple non limitatif, le premier seuil peut être égal à 30, le deuxième seuil peut être égal à 60, la première valeur peut être égale à 1, la deuxième valeur peut être égale à 0,1 et le coefficient d'atténuation peut être défini par la fonction suivante lorsque le rapport est compris entre le premier seuil et le deuxième seuil :

$$0,03 * R + 1,9$$

où R est la valeur du rapport.

En d'autres termes, le coefficient d'atténuation peut être égal à 1 lorsque le rapport est inférieur à 30, 0,1 lorsque le rapport est supérieur à 60, et  $0,03 * R + 1,9$  lorsque le rapport est compris entre 30 et 60.

Dans une autre variante de réalisation, l'unité de traitement 6 peut à la fois calculer une moyenne des signaux pour chaque couple de capteurs magnétiques 5 (étape S2) et mettre en œuvre une étape de correction desdits signaux (étape S3).

Pour cela, après avoir calculé la moyenne des signaux de chaque couple de capteurs magnétiques 5 (étape S2), l'unité de traitement 6 peut appliquer un coefficient d'atténuation aux valeurs moyennes ainsi calculées (étape S3).

5 Alternativement, l'unité de traitement 6 peut d'abord appliquer le coefficient d'atténuation aux signaux de chaque couple de capteurs magnétiques 5 (étape S3) puis calculer une moyenne des signaux corrigés de chaque couple de capteurs magnétiques 5 (étape S2, appliquée aux  
10 5).

Le coefficient d'atténuation peut être identique à ce qui a été décrit précédemment (égal à la première valeur, la deuxième valeur ou fonction du rapport, selon la valeur du rapport).

15 Au cours d'une cinquième étape S5, l'unité de traitement 6 compare la valeur calculée à une valeur seuil prédéterminée.

La valeur calculée utilisée par l'unité de traitement 6 au cours de la cinquième étape S5 peut être soit la valeur moyenne des signaux générés par les couples de capteurs magnétiques 5 et obtenue à l'étape S2, soit la  
20 valeur moyenne corrigée par application d'un coefficient d'atténuation suite à l'étape S3. Lorsque la valeur moyenne, le cas échéant la valeur moyenne corrigée, est supérieure à la valeur seuil prédéterminée, au cours d'une sixième étape S6, l'unité de traitement 6 envoie des instructions d'émission d'une alarme (optique, sonore, etc.) à l'un au moins des émetteurs 8. De  
25 préférence, l'unité de traitement 6 envoie des instructions d'émission d'une alarme aux émetteurs 8 du premier détecteur 10 et du deuxième détecteur 20 (via les interfaces de communication 7), de sorte qu'une ou des alarmes soient émises des deux côtés de la porte. En variante, seul(s) le ou les émetteurs 8 de l'un des détecteurs 10, 20 peut recevoir les instructions  
30 d'émission de l'unité de traitement 6.

Dans une variante de réalisation, lorsque l'unité de traitement 6 détermine uniquement une valeur corrigée des signaux, sans en effectuer la moyenne, c'est la somme des valeurs corrigées des signaux (et non leur moyenne) qui est comparée au cours de l'étape S5 à la valeur seuil prédéterminée. Bien entendu, les signaux générés par les capteurs 5 peuvent d'abord être sommés avant que l'étape S3 de correction leur soit appliquée.

De manière alternative, au lieu de calculer la somme des valeurs corrigées des signaux, l'unité de traitement 6 peut déterminer la valeur maximale des signaux corrigés et comparer, au cours de l'étape S5, la valeur maximale ainsi déterminée à la valeur seuil. De manière analogue à ce qui a été décrit précédemment, il est possible de déterminer d'abord la valeur maximale des signaux générés par les capteurs 5 puis d'appliquer à cette valeur maximale l'étape de correction S3.

Dans cette variante de réalisation, l'unité de traitement 6 compare la somme des valeurs corrigées (respectivement, la valeur maximale corrigée) des signaux d'un même couple de capteurs magnétiques 5 à la valeur seuil prédéterminée. Lorsque cette somme (respectivement, cette valeur maximale corrigée) est supérieure à la valeur seuil prédéterminée, au cours de la sixième étape S6, l'unité de traitement 6 envoie des instructions d'émission d'une alarme (optique, sonore, etc.) à l'un au moins des émetteurs 8. Comme indiqué précédemment, l'unité de traitement 6 peut envoyer des instructions d'émission d'une alarme aux émetteurs 8 du premier détecteur 10 et/ou du deuxième détecteur 20.

Les figures 8a, 8b et 8c illustrent l'intensité du signal mesurée pour quatre systèmes de détection en fonction de la distance par rapport au(x) détecteurs.

La figure 8a illustre le cas d'un système de détection conforme à l'art antérieur comprenant deux détecteurs séparés d'une distance de 130 cm. Sur cette figure, l'intensité représentée correspond à la valeur maximale des signaux générés par les capteurs des deux détecteurs.

La figure 8b illustre le cas d'un système de détection 1 conforme à un mode de réalisation de l'invention comprenant deux détecteurs séparés d'une distance de 130 cm et comprenant une unité de traitement. Sur cette figure, l'intensité représentée correspond à la valeur moyenne des signaux générés par les capteurs des deux détecteurs.

La figure 8c illustre le cas d'un système de détection 1 conforme à un mode de réalisation de l'invention comprenant deux détecteurs séparés d'une distance de 130 cm et comprenant une unité de traitement. Sur cette figure, l'intensité représentée correspond à la valeur moyenne corrigée des signaux générés par les capteurs des deux détecteurs.

Il ressort clairement de cette figure que le calcul de la valeur moyenne et, le cas échéant, l'application du coefficient d'atténuation lors de l'étape de correction de la valeur moyenne, permettent d'uniformiser l'intensité du signal entre les deux détecteurs du système de détection, en comparaison avec la simple détermination des valeurs maximales des signaux (figure 8a).

### Exemple

Le tableau ci-dessous est un exemple comparatif de détection d'un même objet cible par trois configurations de système de détection 1, à savoir (i) un système de détection 1 ne comprenant qu'un seul détecteur, (ii) un système de détection 1 conforme à un premier mode de réalisation de l'invention et comprenant deux détecteurs espacés de 130 cm avec calcul de la valeur moyenne des signaux et (iii) un système de détection 1 conforme à un deuxième mode de réalisation de l'invention et comprenant deux détecteurs espacés de 130 cm avec calcul de la valeur moyenne des signaux et correction de ladite valeur moyenne pour déterminer si une alarme doit être déclenchée.

Dans cet exemple, la sensibilité SE des trois configurations de système de détection a été réglée sur 85% (correspondant à 1400 mV). En d'autres termes, la sensibilité a été réglée de sorte la valeur seuil prédéterminée soit égale à 1400 mV. Les systèmes ont été paramétrés de sorte qu'à cette sensibilité, le passage d'une sphère de 75 mm de diamètre à une hauteur

- d'un mètre du sol ne génère pas d'alarme lorsqu'elle passe à 65 cm du détecteur unique (première configuration (i)) ni au milieu des deux détecteurs (deuxième et troisième configuration (ii) (iii)). En d'autres termes, le diamètre de 75 mm est un diamètre limite de détection par les systèmes testés. En effet, la perturbation du champ électromagnétique d'une sphère en fer de diamètre 75 mm correspond sensiblement à la perturbation engendrée par la présence d'un fusil d'assaut du type AK47 au centre de la porte.

Distance entre la sphère et l'un des détecteurs [cm]	Diamètre limite [mm]	Diamètre limite [mm]	Diamètre limite [mm]
	(i) Détecteur unique	(ii) Système à deux détecteurs avec calcul de la valeur moyenne	(iii) Système à deux détecteurs avec calcul de la valeur moyenne et correction de la valeur moyenne
10	11	18	35
15	18	23	50
20	23	30	60
25	30	35	<b>64</b>
30	35	40	<b>69</b>
35	40	50	<b>75</b>
40	45	55	<b>64</b>
45	50	60	<b>64</b>
50	60	<b>62</b>	<b>62</b>
55	<b>64</b>	<b>64</b>	<b>64</b>
60	<b>69</b>	<b>69</b>	<b>69</b>
65	<b>75</b>	<b>75</b>	<b>75</b>

- 10 Dans ce tableau, « diamètre limite [mm] » correspond au diamètre minimum en millimètres à partir duquel le système de détection 1 testé émet un signal d'alarme.

- 15 Les tests montrent que, dans le cas où le système de détection 1 comprend deux détecteurs formant une porte (configurations (ii) et (iii)) et que l'unité de traitement 6 calcule la valeur moyenne des signaux générés par les capteurs magnétiques 5 de ces détecteurs, celui-ci est capable de discriminer les objets cibles dont le champ magnétique est équivalent à celui d'une

sphère en fer d'environ 62 mm des objets de plus petite taille tels que les smartphones, et ce même si l'objet cible est à 50 cm de l'un des détecteurs (ce qui, en pratique, est déjà assez éloigné du centre du passage, les détecteurs étant espacés de 130 cm lors ce test).

5 Dans le cas où l'unité de traitement 6 du système de détection 1 applique en outre une étape S2 de correction à la valeur moyenne des signaux (configuration (iii)), le système de détection 1 est en outre capable de discriminer les objets cibles dont le champ magnétique est équivalent à celui d'une sphère d'environ 64 mm, et ce même si l'objet cible est à 25 cm  
10 de l'un des détecteurs (soit très proches de celui-ci, les détecteurs étant espacés de 130 cm lors ce test).

Les systèmes de détection conformes à l'invention (configurations (ii) et (iii)) sont donc capables de discriminer des objets de petite taille, même si ceux-ci comprennent des éléments magnétiques (tels que des smartphones)  
15 d'objets cibles de grand volume tels que des fusils d'assaut, et ce même si le passage de la personne 2 inspectée n'est pas centré entre les détecteurs.

L'invention s'applique également au cas où le système de détection 1 comprend un nombre de détecteurs supérieur ou égal à trois de sorte à  
20 former une pluralité de portes et où deux portes adjacentes partageant un même détecteur. Un exemple de procédé de détection d'un objet cible à l'aide d'un tel système de détection 1 va à présent être décrit.

Afin de faciliter la lecture de ce mode de réalisation, le système de détection 1 comprend trois détecteurs comportant chacun deux capteurs  
25 magnétiques 5 (figure 3). En d'autres termes, le système de détection 1 comporte un premier, un deuxième et un troisième détecteur 10, 20, 30, comportant deux premiers, deux deuxièmes et deux troisièmes capteurs magnétiques 5, respectivement. Le deuxième détecteur 20 forme une première porte avec le premier détecteur 10 et une deuxième porte avec le  
30 troisième détecteur 30. Le deuxième détecteur 20 se situe donc entre le premier détecteur 10 et le troisième détecteur 30.

Les trois détecteurs sont identiques et comprennent donc chacun une unité de traitement 6 et une interface de communication 7. Bien entendu, l'unité de traitement 6 pourrait en variante être placée à distance des détecteurs et ne pas être intégrée aux détecteurs. Dans ce cas, les signaux  
5 générés par les capteurs magnétiques 5 d'un détecteur donné sont transmis à l'unité de traitement 6 distante par l'intermédiaire des interfaces de communication 7 des détecteurs afin qu'elle leur applique l'algorithme de détection et qu'elle transmette ensuite les éventuelles instructions de  
10 génération d'alarme aux émetteurs 8 des détecteurs, via leurs interfaces de communication 7 respectives.

Bien entendu, l'invention s'applique mutatis mutandis dans le cas où le système ne comprend que deux détecteurs formant ensemble une unique porte ou un plus grand nombre de détecteurs (par exemple  $n$  détecteurs,  $n$  étant un nombre entier) formant ensemble  $n - 1$  portes. Les détecteurs  
15 pourraient en outre ne comprendre qu'un seul capteur magnétique 5, ou plus de deux capteurs magnétiques 5 (par exemple trois capteurs magnétiques 5).

Au cours d'une étape préliminaire, le premier, le deuxième et le  
20 troisième détecteur 10, 20, 30 sont appariés pour les associer et configurés de sorte à assigner à chacun une fonction dans le procédé de détection S. Par exemple, pour la première porte, le premier détecteur 10 peut être configuré comme détecteur maître tandis que le deuxième détecteur 20 est configuré comme détecteur esclave. Pour la deuxième porte, le deuxième  
25 détecteur 20 est configuré comme détecteur maître tandis que le troisième détecteur 30 est configuré comme détecteur esclave. Lors de l'appariement, les moyens d'identification de chaque détecteur du système (typiquement, leur adresse) sont en outre renseignés et enregistrés dans la mémoire de chacun des détecteurs adjacents. Ainsi, les moyens d'identification du  
30 premier détecteur 10 sont renseignés dans le deuxième détecteur 20 tandis que les moyens d'identification du deuxième détecteur 20 sont renseignés dans le premier détecteur 10 de sorte à permettre leur appariement. De

même, les moyens d'identification du deuxième détecteur 20 sont renseignés dans le troisième détecteur 30, tandis que les moyens d'identification du troisième détecteur 30 sont renseignés dans le deuxième détecteur 20.

5            Au cours d'une première étape, l'un au moins parmi les premiers, deuxièmes et troisièmes capteurs magnétiques 5 détecte un champ magnétique et génère un signal indicatif de l'intensité du champ magnétique ainsi détecté.

          En pratique, tous les capteurs magnétiques 5 d'une même porte  
10          génèrent, de façon continue ou périodique, un signal représentatif de l'intensité d'un champ magnétique, seule la puissance du signal généré par chaque capteur 5 étant différente.

          Dans ce qui suit, un exemple dans lequel un signal est généré par les deux deuxièmes capteurs magnétiques 5 et les deux troisièmes capteurs  
15          magnétiques 5 est décrit pour illustrer les étapes du procédé S.

          Le signal généré par les capteurs magnétiques 5 est alors transmis à l'unité de traitement 6 du détecteur maître de la porte concernée, le cas échéant par l'intermédiaire d'interfaces de communication 7. Dans l'exemple  
20          décrit, le signal généré par les troisièmes capteurs magnétiques 5 est transmis par l'interface de communication 7 du troisième détecteur 30 à l'unité de traitement 6 du deuxième détecteur 20. Le signal généré par les deuxièmes capteurs magnétiques 5 quant à lui est transmis directement à l'unité de traitement 6 du deuxième détecteur 20 (sachant qu'il serait transmis  
25          via son interface de communication 7 dans le cas où l'unité de traitement 6 serait externe).

          Au cours d'une deuxième étape, l'unité de traitement 6 du détecteur maître de la porte concernée, ici le deuxième détecteur 20, calcule une valeur  
30          moyenne PGS[2, 3] des signaux générés pour chaque couple de capteurs magnétiques 5. Ici, l'unité de traitement 6 calcule donc une première valeur moyenne correspondant à un premier des couples de deuxième et troisième

capteurs magnétiques 5 et une deuxième valeur moyenne correspondant au deuxième des couples.

Bien entendu, lorsque les détecteurs ne comprennent chacun qu'un seul capteur 5, l'unité de traitement 6 ne calcule qu'une seule valeur moyenne  
5 correspondant à la valeur moyenne des signaux de ces deux capteurs magnétiques 5.

Comme indiqué plus haut, l'unité de traitement 6 peut calculer une valeur moyenne arithmétique des signaux ou, en variante, une valeur moyenne géométrique.

10

Dans une variante de réalisation, au lieu de calculer une valeur moyenne des signaux de chaque couple de capteurs magnétiques 5, l'unité de traitement 6 peut mettre en œuvre une étape de correction des signaux générés par chacun des capteurs magnétiques 5 par application d'un  
15 coefficient d'atténuation auxdits signaux, puis calculer une valeur correspondant à la somme des valeurs des signaux ainsi corrigés (ou en variante déterminer la valeur maximale des signaux corrigés, pour chaque couple de capteurs 5). Cette étape de correction ayant déjà été décrite plus haut en relation avec les sous-étapes S31 à S35, elle ne sera pas davantage  
20 détaillée ici. Dans une autre variante de réalisation, l'unité de traitement 6 peut à la fois calculer une valeur moyenne des signaux pour chaque couple de capteurs magnétiques 5 et mettre en œuvre une étape de correction desdits signaux, comme décrit ci-dessus de sorte à obtenir une valeur moyenne corrigée.

25 De manière analogue à ce qui a déjà été décrit, l'étape S2 de correction peut être appliquée soit aux signaux générés par les capteurs 5, soit à la somme des signaux (ou à leur valeur maximale), soit à la valeur moyenne des signaux.

30 Au cours d'une troisième étape, lorsque l'une des valeurs calculées PGS[2, 3] à la deuxième étape est supérieure à la valeur seuil prédéterminée, l'unité de traitement 6 du deuxième détecteur 20 transmet à l'unité de

traitement 6 du premier détecteur 10 d'une part ladite valeur calculée PGS[2, 3] et d'autre part les signaux générés par ses deuxièmes capteurs magnétiques 5.

5            Au cours quatrième étape, simultanée à la troisième étape, l'unité de traitement 6 du premier détecteur 10 calcule une valeur PGS[1, 2] à partir des signaux générés pour chaque couple de capteurs magnétiques 5 de la première porte. Le calcul de la valeur effectué par l'unité de traitement 6 du premier détecteur 10 est le même que celui effectué par l'unité de traitement  
10            6 du deuxième détecteur 20. En d'autres termes, lorsqu'un des détecteurs maîtres calcule une valeur moyenne (ou, respectivement, une valeur moyenne corrigée, une valeur correspondant à la somme des valeurs corrigées ou une valeur maximale corrigée), les autres détecteurs maîtres effectuent le même calcul (respectivement, calcul de la valeur moyenne,  
15            d'une valeur moyenne corrigée, d'une valeur correspondant à la somme des valeurs corrigées ou d'une valeur maximale corrigée).

          Ici, l'unité de traitement 6 du premier détecteur 10 calcule par exemple une première valeur moyenne correspondant à un premier des couples de premier et deuxième capteurs magnétiques 5, et une deuxième valeur  
20            moyenne correspondant au deuxième couple de sorte à obtenir des valeurs moyennes des signaux.

          Lorsque la valeur PGS[1, 2] calculée par le premier détecteur 10 est inférieure à la valeur seuil prédéterminée, l'unité de traitement 6 du premier  
25            détecteur 10 n'envoie pas d'instructions de génération d'une alarme aux émetteurs 8 du premier détecteur 10 ni du deuxième détecteur 20.

          En revanche, lorsque la valeur PGS[1, 2] calculée par le premier détecteur 10 est supérieure à la valeur seuil prédéterminée, au cours d'une  
30            cinquième étape, l'unité de traitement 6 du premier détecteur 10, en tant que détecteur maître de la première porte, détermine si l'objet cible a été détecté par la première porte (formée du premier et du deuxième détecteur 10, 20)

ou par la deuxième porte (formée du deuxième et du troisième détecteur 20, 30).

Pour cela, l'unité de traitement 6 du premier détecteur 10 compare les valeurs PGS[2, 3] calculées (valeurs moyennes avec ou sans correction, somme ou valeur maximale corrigée) par le deuxième détecteur 20 et les  
5 valeurs PGS[1, 2] calculées par le premier détecteur 10.

A cet effet, au cours d'une première sous-étape, l'unité de traitement 6 du premier détecteur 10 multiplie la valeur PGS[2, 3] calculée à partir des signaux générés par les deuxièmes et troisièmes capteurs 5 par un coefficient  
10 de sécurité prédéfini  $K_s$  :  $K_s * PGS[2, 3]$ . Le coefficient de sécurité  $K_s$  est supérieur ou égal à 1, par exemple égal à 1.5 ou 2.

En parallèle, au cours d'une deuxième sous-étape, l'unité de traitement 6 du deuxième détecteur 10 multiplie la valeur PGS[1, 2] calculée à partir des signaux générés par les premiers et deuxièmes capteurs 5 par le coefficient  
15 de sécurité prédéfini  $K_s$  :  $K_s * PGS[1, 2]$ .

Au cours d'une troisième sous-étape, le premier détecteur 10 compare la valeur PGS[1, 2] à la valeur  $K_s * PGS[2, 3]$  qu'il a calculée à partir des signaux générés par les premiers et deuxièmes capteurs 5. Si la valeur PGS[1, 2] calculée à partir des signaux générés par les premiers et  
20 deuxièmes capteurs 5 est inférieure à la valeur  $K_s * PGS[2, 3]$  obtenue en multipliant le coefficient de sécurité  $K_s$  par la valeur calculée à partir des signaux générés par les deuxièmes et troisièmes capteurs 5 (c'est-à-dire si  $PGS[1, 2] < K_s * PGS[2, 3]$ ), l'unité de traitement 6 du premier détecteur 10 supprime ou n'envoie pas d'instructions de génération d'alarme aux  
25 émetteurs 8 du premier et du deuxième détecteur 10, 20.

En parallèle, au cours d'une quatrième sous-étape, le deuxième détecteur 20 compare la valeur PGS[2, 3] à la valeur  $K_s * PGS[1, 2]$  obtenue en multipliant  $K_s$  par la valeur des signaux générés par les premiers et deuxièmes capteurs 5. Si la valeur PGS[2, 3] calculée à partir des signaux  
30 générés par les deuxièmes et troisièmes capteurs 5 est inférieure à la valeur  $K_s * PGS[1, 2]$  obtenue en multipliant le coefficient de sécurité  $K_s$  par la valeur calculée à partir des signaux générés par les premiers et deuxièmes capteurs

5 (c'est-à-dire si  $PGS[2, 3] < K_s * PGS[1, 2]$ ), l'unité de traitement 6 du deuxième détecteur 20 supprime ou n'envoie pas d'instructions de génération d'alarme aux émetteurs 8 du deuxième et du troisième détecteur 20, 30. Dans le cas contraire, si  $PGS[2, 3] > K_s * PGS[1, 2]$ , le deuxième détecteur 20  
5 envoie des instructions d'émission d'alarme aux émetteurs 8 du deuxième détecteur 20 et du troisième détecteur 30.

Un opérateur peut alors facilement identifier quelle porte (ici, la deuxième) a détecté un objet cible.

10 On notera que l'application d'un coefficient de sécurité  $K_s$  lors de la comparaison des valeurs calculées par les détecteurs de part et d'autre d'une porte donnée confère une marge dans la détection des objets cibles et réduit les risques de fausses alarmes.

15 Ainsi, l'envoi au détecteur maître d'une porte par le détecteur esclave de cette porte de la valeur calculée (valeur moyenne avec ou sans correction ou somme des valeurs corrigées) pour la porte adjacente, pour laquelle ce même détecteur est maître, permet de déterminer l'emplacement de l'objet cible qui a été détecté. On rappellera en effet que la détection par les capteurs  
20 magnétiques 5 est scalaire est qu'un détecteur partageant deux portes adjacentes (ici le deuxième détecteur 20) n'est pas capable de déterminer de quel côté se situe l'objet cible qu'il a détecté.

Le procédé de détection S de l'invention peut être généralisé à tout  
25 système de détection 1 comprenant  $m$  détecteurs, ou  $m$  est supérieur ou égal à 4 de manière à former  $m - 1$  portes et où deux portes adjacentes ont un même détecteur en commun.

Le procédé de détection S comprend alors les mêmes étapes que celles décrites précédemment concernant un système de détection 1 à trois  
30 détecteurs. Toutefois, dans ce cas, lorsqu'un détecteur  $n - 1$  a calculé une valeur  $PGS[n - 1 ; n]$  supérieure à la valeur seuil prédéterminée AT, le procédé de détection S comprend, en plus des étapes de comparaison de

cette valeur  $PGS[n - 1 ; n]$  et de celle calculée par le détecteur  $n - 2$  ( $PGS[n - 2 ; n - 1]$ ), une étape de comparaison de cette valeur  $PGS[n - 1 ; n]$  à celle calculée par le détecteur  $n$  ( $PGS[n ; n + 1]$ ) afin de déterminer la porte au sein de laquelle un objet cible a été détecté (voir figure 7). Le cas échéant, le  
5 coefficient de sécurité  $K_s$  ( $K_s \geq 1$ ) est appliqué à la valeur  $PGS[n ; n + 1]$  lors de l'étape de comparaison.

Par exemple, le détecteur  $n - 1$  calcule une valeur donnée  $PGS[n - 1 ; n]$ , typiquement une valeur moyenne (éventuellement corrigée), à partir des valeurs des signaux générés par les capteurs magnétiques 5 des détecteurs  
10  $n$  et  $n - 1$ . Le détecteur  $n - 1$  (en tant que détecteur esclave) envoie ensuite cette valeur calculée  $PGS[n - 1 ; n]$  au détecteur  $n - 2$  (en tant que détecteur maître) ainsi que les valeurs des signaux générés par ses capteurs magnétiques 5. Le détecteur  $n - 2$  calcule alors une valeur  $PGS[n - 2 ; n - 1]$ , ici une valeur moyenne (éventuellement corrigée), à partir des valeurs des  
15 signaux générés par les capteurs magnétiques 5 des détecteurs  $n - 2$  et  $n - 1$ . De même, le détecteur  $n$  (en tant que détecteur esclave du détecteur  $n - 1$ ) calcule et envoie la valeur calculée  $PGS[n ; n + 1]$  au détecteur  $n - 1$  ainsi que les valeurs des signaux générés par ses capteurs magnétiques 5. Si la valeur calculée par le détecteur  $n - 2$  (en tant que détecteur maître) est  
20 supérieure à la valeur seuil prédéterminée :

–le détecteur  $n - 2$  :

- multiplie la valeur  $PGS[n - 1 ; n]$  calculée et transmise par le détecteur  $n - 1$  par le coefficient de sécurité  $K_s$  et
- compare la valeur qu'il a calculée  $PGS[n - 2 ; n - 1]$  à la valeur qu'il  
25 a multipliée  $K_s * PGS[n - 1 ; n]$ . Si la valeur  $PGS[n - 2 ; n - 1]$  qu'il a calculée est inférieure à la valeur calculée par le détecteur  $n - 1$  et multipliée par le coefficient  $K_s$  (c'est-à-dire si  $PGS[n - 2 ; n - 1] < K_s * PGS[n - 1 ; n]$ ), le détecteur  $n - 2$  en déduit qu'aucune alarme ne doit être générée par la porte formée des détecteurs  $n - 2$  et  $n - 1$ . Le détecteur  $n - 2$  n'envoie donc pas  
30 d'instructions de génération d'une alarme aux émetteurs 8 des détecteurs  $n - 2$  et  $n - 1$  (ou, le cas échéant, annule les instructions d'émission d'une alarme).

–le détecteur  $n - 1$ , en parallèle :

- multiplie la valeur  $\text{PGS}[n - 2 ; n - 1]$  calculée et transmise par le détecteur  $n - 2$  par le coefficient de sécurité  $K_s$  et

- compare la valeur qu'il a calculée  $\text{PGS}[n - 1 ; n]$  à la valeur qu'il a multipliée  $K_s * \text{PGS}[n - 2 ; n - 1]$ .

Si la valeur  $\text{PGS}[n - 1 ; n]$  qu'il a calculée est inférieure à la valeur calculée par le détecteur  $n - 2$  et multipliée par le coefficient  $K_s$  (c'est-à-dire si  $\text{PGS}[n - 1 ; n] < K_s * \text{PGS}[n - 2 ; n - 1]$ ), le détecteur  $n - 1$  en déduit qu'aucune alarme ne doit être générée par la porte formée des détecteurs  $n - 1$  et  $n$ . Le détecteur  $n - 1$  n'envoie donc pas d'instructions de génération d'une alarme aux émetteurs 8 des détecteurs  $n - 1$  et  $n$  (ou, le cas échéant, annule les instructions d'émission d'une alarme).

- multiplie la valeur  $\text{PGS}[n ; n + 1]$  calculée et transmise par le détecteur  $n$  par le coefficient de sécurité  $K_s$  et

- compare la valeur qu'il a calculée  $\text{PGS}[n - 1 ; n]$  à la valeur qu'il a multipliée  $K_s * \text{PGS}[n ; n + 1]$ .

Si la valeur  $\text{PGS}[n - 1 ; n]$  qu'il a calculée est inférieure à la valeur calculée par le détecteur  $n$  et multipliée par le coefficient  $K_s$  (c'est-à-dire si  $\text{PGS}[n - 1 ; n] < K_s * \text{PGS}[n ; n + 1]$ ), le détecteur  $n - 1$  en déduit qu'aucune alarme ne doit être générée par la porte formée des détecteurs  $n - 1$  et  $n$ . Le détecteur  $n - 1$  n'envoie donc pas d'instructions de génération d'une alarme aux émetteurs 8 des détecteurs  $n - 1$  et  $n$  (ou, le cas échéant, annule les instructions d'émission d'une alarme).

–le détecteur  $n$ , en parallèle :

- multiplie la valeur  $\text{PGS}[n - 1 ; n]$  calculée et transmise par le détecteur  $n - 1$  par le coefficient de sécurité  $K_s$  et

- compare la valeur qu'il a calculée  $\text{PGS}[n ; n + 1]$  à la valeur qu'il a multipliée  $K_s * \text{PGS}[n - 1 ; n]$ .

Si la valeur  $\text{PGS}[n ; n + 1]$  qu'il a calculée est inférieure à la valeur calculée par le détecteur  $n - 1$  et multipliée par le coefficient  $K_s$  (c'est-à-dire si  $\text{PGS}[n ; n + 1] < K_s * \text{PGS}[n - 1 ; n]$ ), le détecteur  $n$  en déduit qu'aucune alarme ne doit être générée par la porte formée des détecteurs  $n$  et  $n + 1$ . Le

détecteur  $n$  n'envoie donc pas d'instructions de génération d'une alarme aux émetteurs 8 des détecteurs  $n$  et  $n + 1$  (ou, le cas échéant, annule les instructions d'émission d'une alarme).

- 5           On notera que, lorsque les portes adjacentes ne partagent pas un même détecteur et sont chacune formées de deux détecteurs distincts, la détection est réalisée au sein de chaque porte par les couples de détecteurs. Les détecteurs d'une porte donnée ne communiquent donc pas nécessairement avec les détecteurs d'une porte adjacente. Chaque porte  
10 peut en effet fonctionner indépendamment, puisqu'il n'est pas nécessaire de déterminer la porte par laquelle est passé l'objet cible.

## REVENDEICATIONS

1. Système de détection (1) d'un objet cible comprenant :
- 5       – un premier détecteur (10) comprenant au moins un premier capteur (5) magnétique configuré pour générer un signal indicatif d'une intensité d'un champ magnétique détecté,
- un deuxième détecteur (20) distinct du premier détecteur (10) et comprenant au moins un deuxième capteur (5) magnétique configuré pour
- 10       générer un signal indicatif d'une intensité d'un champ magnétique détecté, et
- une unité de traitement (6) configurée pour recevoir les signaux indicatifs d'une intensité d'un champ magnétique détecté par le premier capteur (5) magnétique et le deuxième capteur (5) magnétique,
- le système de détection (1) étant caractérisé en ce que :
- 15       – il comprend en outre au moins une interface de communication (7), ladite interface étant configurée pour transmettre le signal généré par le premier et/ou le deuxième capteur (5) magnétique à l'unité de traitement (6), et
- l'unité de traitement (6) est configurée pour déterminer une valeur
- 20       moyenne des signaux générés par les capteurs (5) magnétiques des premier et deuxième détecteurs (10, 20) et, lorsque ladite valeur moyenne est supérieure à une valeur seuil prédéterminée, envoyer des instructions de génération d'une alarme.
- 25       2. Système de détection (1) selon la revendication 1, dans lequel l'unité de traitement (6) est configurée pour déterminer une valeur moyenne arithmétique ou géométrique des signaux.
- 30       3. Système de détection (1) selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel l'interface de communication (7) est une interface de communication (7) sans fil.

4. Système de détection (1) selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel le premier et le deuxième détecteur (10, 20) sont portables.

5. Système de détection (1) selon l'une des revendications 1 à 4, comprenant en outre un troisième détecteur (30) et dans lequel :

- le troisième détecteur (30) comprend au moins un troisième capteur (5) magnétique configuré pour détecter un champ magnétique et générer un signal indicatif d'une intensité du champ magnétique ainsi détecté,
- le premier détecteur (10) et le deuxième détecteur (20) forment une première porte et le deuxième détecteur (20) et le troisième détecteur (30) forment ensemble une deuxième porte.

6. Système de détection (1) selon la revendication 5 dans lequel :

- une unité de traitement (6) est logée dans chacun des premier et deuxième détecteurs (10, 20) et
- l'unité de traitement (6) logée dans le deuxième détecteur (20) est configurée, d'une part, pour calculer une valeur moyenne des signaux générés par les capteurs (5) magnétiques des deuxième et troisième détecteur (30)s et, d'autre part, transmettre à l'unité de traitement (6) du premier détecteur (10) via l'interface de communication (7), un signal indicatif d'une intensité d'un champ magnétique détecté par le deuxième capteur (5) magnétique et la valeur moyenne des signaux ainsi calculée.

7. Procédé de détection (S) d'un objet cible à l'aide d'un système de détection (1) selon l'une des revendications 1 à 6, ledit procédé de détection (S) comprenant les étapes suivantes :

S1 : génération par le premier et le deuxième capteur (5) magnétique d'un signal indicatif d'une intensité d'un champ magnétique,

S2 : calcul d'une valeur moyenne des signaux générés par le premier et le deuxième capteur (5) magnétique, et

S4 : comparaison de la valeur moyenne à une valeur seuil prédéterminée, et

S5 : lorsque la valeur moyenne est supérieure à la valeur seuil prédéterminée, envoi d'instructions de génération d'une alarme.

5 8. Procédé de détection (S) selon la revendication 7, comprenant en outre, préalablement à l'étape S4, une étape S3 de correction de la valeur moyenne calculée à l'étape S2 de sorte à obtenir une valeur moyenne corrigée par application d'un coefficient d'atténuation à la valeur moyenne de l'étape S2, ladite valeur moyenne corrigée étant utilisée pour la mise en œuvre de l'étape S4.

10

9. Procédé de détection (S) selon la revendication 8, dans lequel l'étape S3 de correction comprend les sous-étapes suivantes :

S31 : détermination d'une valeur maximale du signal généré par le premier capteur (5) magnétique et le deuxième capteur (5) magnétique,

15 S32 : détermination d'une valeur minimale du signal généré par le premier capteur (5) magnétique et le deuxième capteur (5) magnétique,

S32 : calcul d'un rapport entre la valeur maximale et la valeur minimale ainsi déterminées,

20 S34 : comparaison du rapport à un premier seuil et à un deuxième seuil, le deuxième seuil étant supérieur au premier seuil, et

S35 : déduction du coefficient d'atténuation,

le coefficient d'atténuation étant égal à :

- une première valeur lorsque le rapport est inférieur au premier seuil,
- une deuxième valeur différente de la première valeur lorsque le rapport est supérieur au deuxième seuil et
- 25 – une valeur comprise entre la première valeur et la deuxième valeur lorsque le rapport est compris entre le premier seuil et le deuxième seuil.

30 10. Procédé de détection (S) selon la revendication 9, dans lequel le coefficient d'atténuation est une fonction linéaire dépendant du rapport lorsque ledit rapport est compris entre le premier seuil et le deuxième seuil.

11. Procédé de détection (S) selon l'une des revendications 9 ou 10, dans lequel la première valeur est égale à 1, la deuxième valeur est égale à 0,1 et le coefficient d'atténuation est défini par la fonction suivante lorsque le rapport est compris entre le premier seuil et le deuxième seuil :

5 
$$0,03 \cdot R + 1,9$$

où R est la valeur du rapport.

12. Procédé de détection (S) selon l'une des revendications 7 à 11, dans lequel le premier détecteur (10) comprend au moins deux premiers capteurs (5) magnétiques et le deuxième détecteur (20) comprend au moins deux deuxièmes capteurs (5) magnétiques, chaque premier capteur (5) magnétique étant associé à un deuxième capteur (5) magnétique donné de sorte à former un couple, et dans lequel les étapes S1 à S4 sont appliquées à chaque couple.

15

13. Procédé de détection (S) selon l'une des revendications 7 à 12, dans lequel le système de détection (1) comprend en outre un troisième détecteur (30), ledit troisième détecteur (30) comprenant au moins un troisième capteur (5) magnétique configuré pour détecter un champ magnétique et générer un signal indicatif d'une intensité du champ magnétique ainsi détecté, le procédé de détection (S) comprenant en outre, préalablement à l'étape S5 de génération d'une alarme, une étape de calcul d'une valeur moyenne des signaux générés par les deuxième et troisième capteurs (5) magnétiques.

20

14. Procédé de détection (S) selon la revendication 13, comprenant en outre, suite à l'étape de calcul de la valeur moyenne des signaux générés par les deuxième et troisième capteurs (5) magnétiques, une étape de déduction, à partir de la valeur moyenne des signaux générés par les premier et deuxième capteurs (5) magnétiques et de la valeur moyenne des signaux générés par les deuxième et troisième capteurs (5) magnétiques, de la ou des portes formées par le premier détecteur (10) et le deuxième détecteur

30

(20), d'une part, et le deuxième détecteur (20) et le troisième détecteur (30) d'autre part, ayant détecté le champ magnétique.

- 15 Procédé de détection (S) selon la revendication 14, dans lequel l'étape de déduction de la ou des portes comprend les sous-étapes suivantes :
- multiplication de la valeur moyenne calculée à partir des signaux des deuxième et troisième capteurs (5) par un coefficient de sécurité (Ks),
  - 10 – comparaison de la valeur moyenne calculée à partir des signaux générés par les premier et deuxième capteurs (5) à la valeur moyenne calculée à partir des signaux des deuxième et troisième capteurs (5) et multipliée par le coefficient de sécurité (Ks),
  - multiplication de la valeur moyenne calculée à partir des signaux des premier et deuxième capteurs (5) par le coefficient de sécurité (Ks),
  - 15 – comparaison de la valeur moyenne calculée à partir des signaux générés par les deuxième et troisième capteurs (5) à la valeur moyenne calculée à partir des signaux des premier et deuxième capteurs (5) et multipliée par le coefficient de sécurité (Ks).
- 20 16. Procédé de détection (S) selon la revendication 15, dans lequel :
- l'étape S5 n'est mise en œuvre par les premier et deuxième détecteurs (10, 20) que si la valeur moyenne calculée à partir des signaux générés par les premier et deuxième capteurs (5) est supérieure à la valeur moyenne calculée à partir des signaux des deuxième et troisième capteurs (5)
  - 25 multipliée par le coefficient de sécurité (Ks) et
  - l'étape S5 n'est mise en œuvre par les deuxième et troisième détecteurs (20, 30) que si la valeur moyenne calculée à partir des signaux générés par les deuxième et troisième capteurs (5) est supérieure à la valeur moyenne calculée à partir des signaux des premier et deuxième capteurs (5)
  - 30 et multipliée par le coefficient de sécurité (Ks).

17. Procédé selon l'une des revendications 14 à 16, dans lequel le premier détecteur (10) et le deuxième détecteur (20) comprennent chacun une unité de traitement (6), et dans lequel :

- l'étape de calcul de la valeur moyenne des signaux générés par les deuxième et troisième capteurs (5) magnétiques est réalisée par l'unité de traitement (6) du deuxième détecteur (20),
- l'étape de calcul de la valeur moyenne des signaux générés par les premier et deuxième capteurs (5) magnétiques est réalisée par l'unité de traitement (6) du premier détecteur (10) et
- l'étape de déduction du ou des couples de détecteurs (10, 20, 30) ayant détecté le champ magnétique est réalisée par l'unité de traitement (6) du deuxième détecteur (20) et par l'unité de traitement (6) du premier détecteur (10).

18. Procédé de détection (S) selon la revendication 15, dans lequel le système de détection (1) comprend en outre un quatrième détecteur ( $n + 1$ ), ledit quatrième détecteur ( $n + 1$ ) comprenant au moins un quatrième capteur (5) magnétique configuré pour détecter un champ magnétique et générer un signal indicatif d'une intensité du champ magnétique ainsi détecté, le procédé de détection (S) comprenant en outre les sous-étapes suivantes :

- calcul d'une valeur moyenne des signaux générés par les troisième et quatrième capteurs (5) magnétiques,
- multiplication de la valeur moyenne des signaux générés par les troisième et quatrième capteurs (5) magnétiques par le coefficient de sécurité ( $K_s$ ),
- comparaison de la valeur moyenne des signaux générés par les deuxième et troisième capteurs à la valeur moyenne des signaux générés par les troisième et quatrième capteurs (5) magnétiques multipliée par le coefficient de sécurité ( $K_s$ ),
- comparaison de la valeur moyenne des signaux générés par les troisième et quatrième capteurs à la valeur moyenne des signaux générés

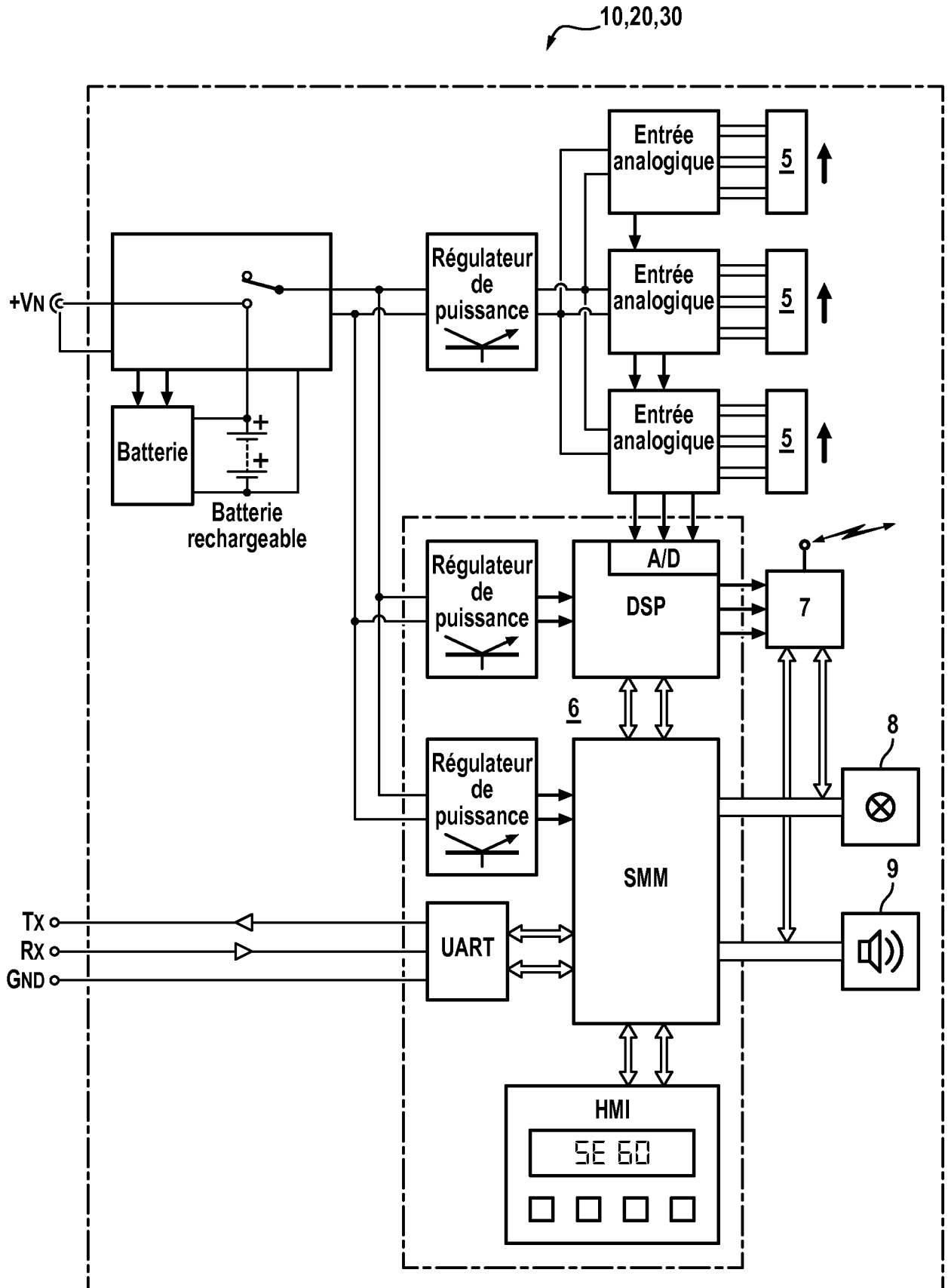
par les deuxième et troisième capteurs (5) magnétiques multipliée par le coefficient de sécurité (Ks) et

- déduction du ou des couples de détecteurs parmi les premier, deuxième, troisième et quatrième détecteurs (10, 20, 30, n + 1) ayant détecté le champ magnétique.

19. Procédé de détection selon la revendication 18, dans lequel :

- l'étape S5 n'est mise en œuvre par le deuxième et le troisième détecteur (20, 30) que si la valeur moyenne des signaux générés par les deuxième et troisième capteurs est supérieure à la valeur moyenne des signaux générés par les troisième et quatrième capteurs (5) magnétiques multipliée par le coefficient de sécurité (Ks) et
- l'étape S5 n'est mise en œuvre par le troisième et le quatrième détecteur (10, 20) que si la valeur moyenne des signaux générés par les troisième et quatrième capteurs est supérieure à la valeur moyenne des signaux générés par les deuxième et troisième capteurs (5) magnétiques multipliée par le coefficient de sécurité (Ks).

FIG. 1



2/8

FIG. 2

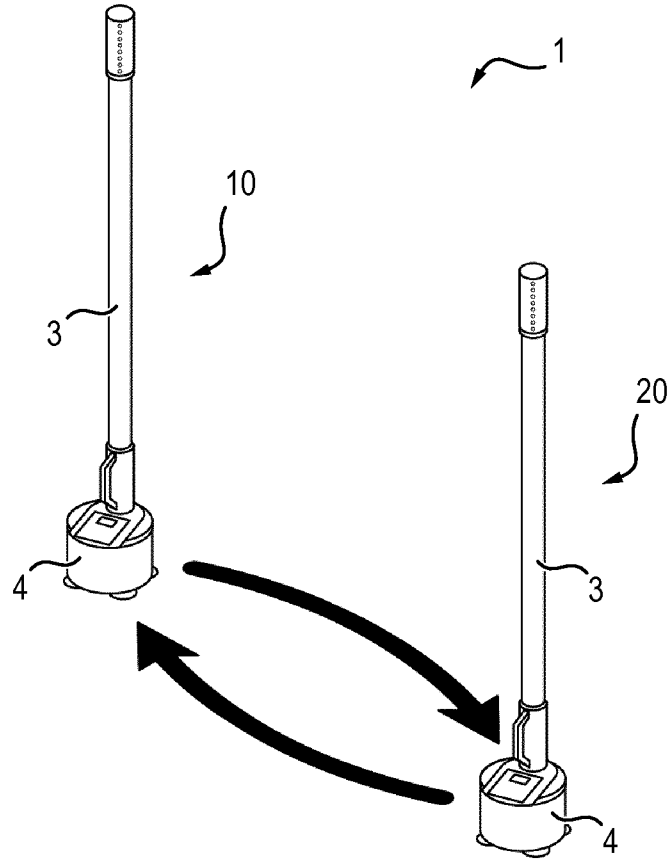


FIG. 3

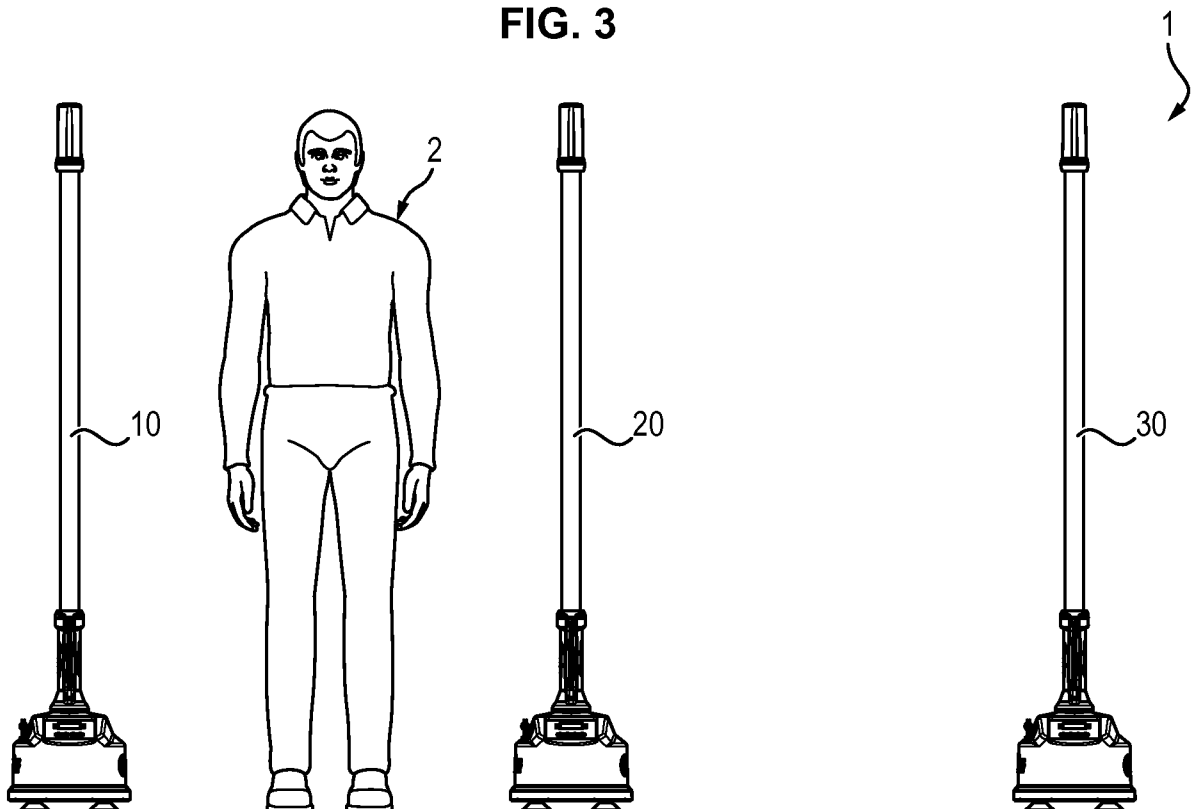


FIG. 4

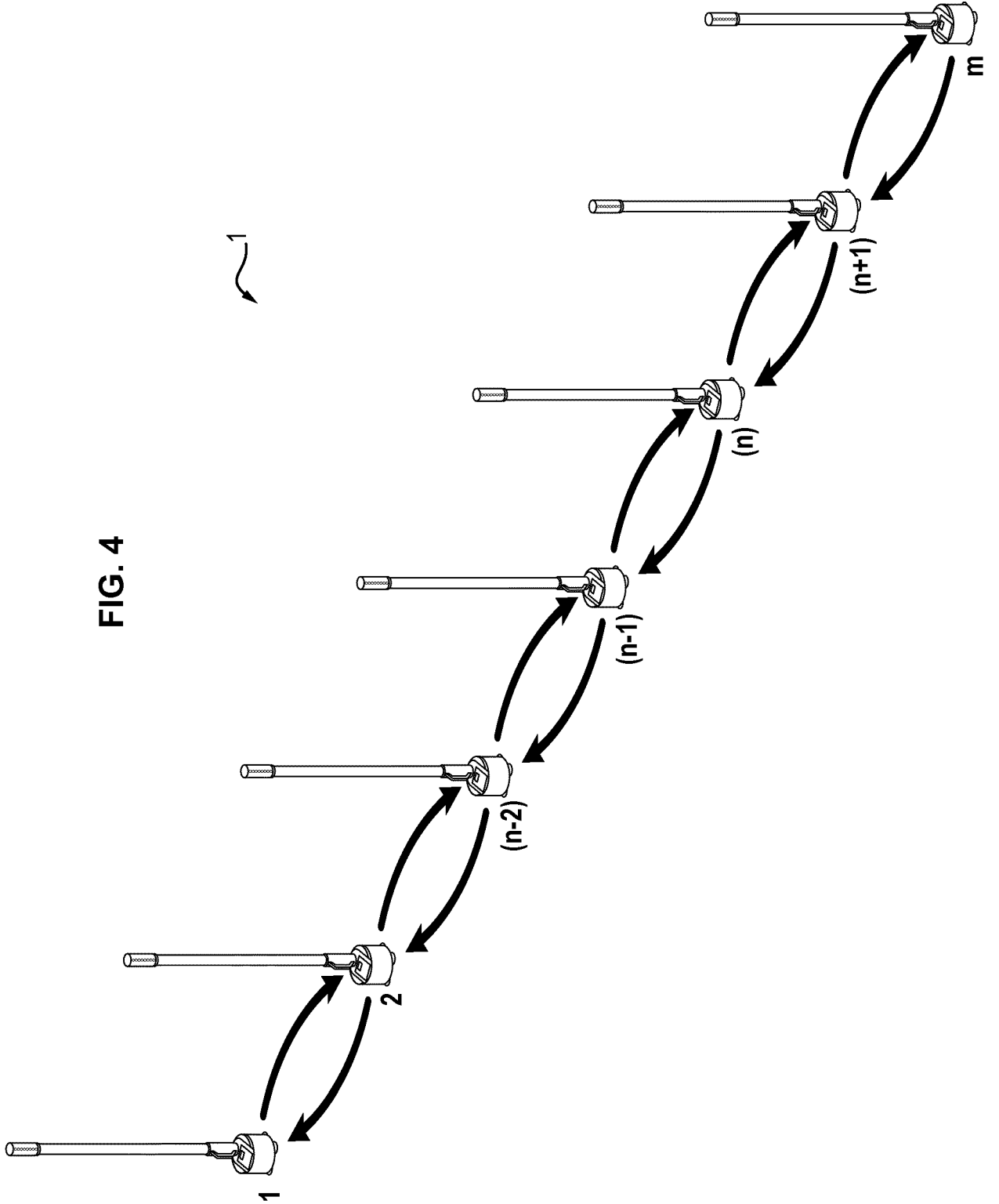
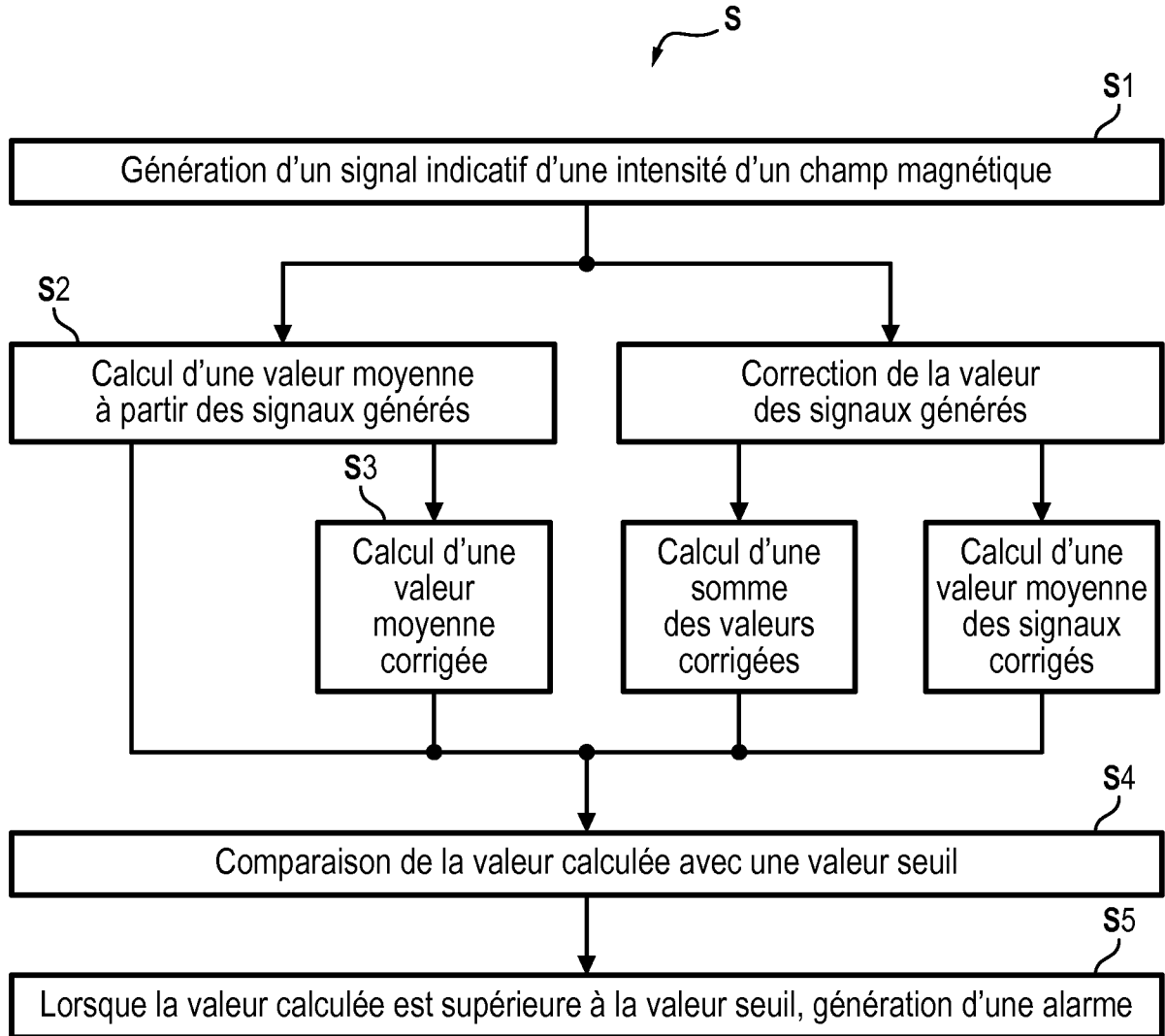


FIG. 5



5/8

FIG. 6

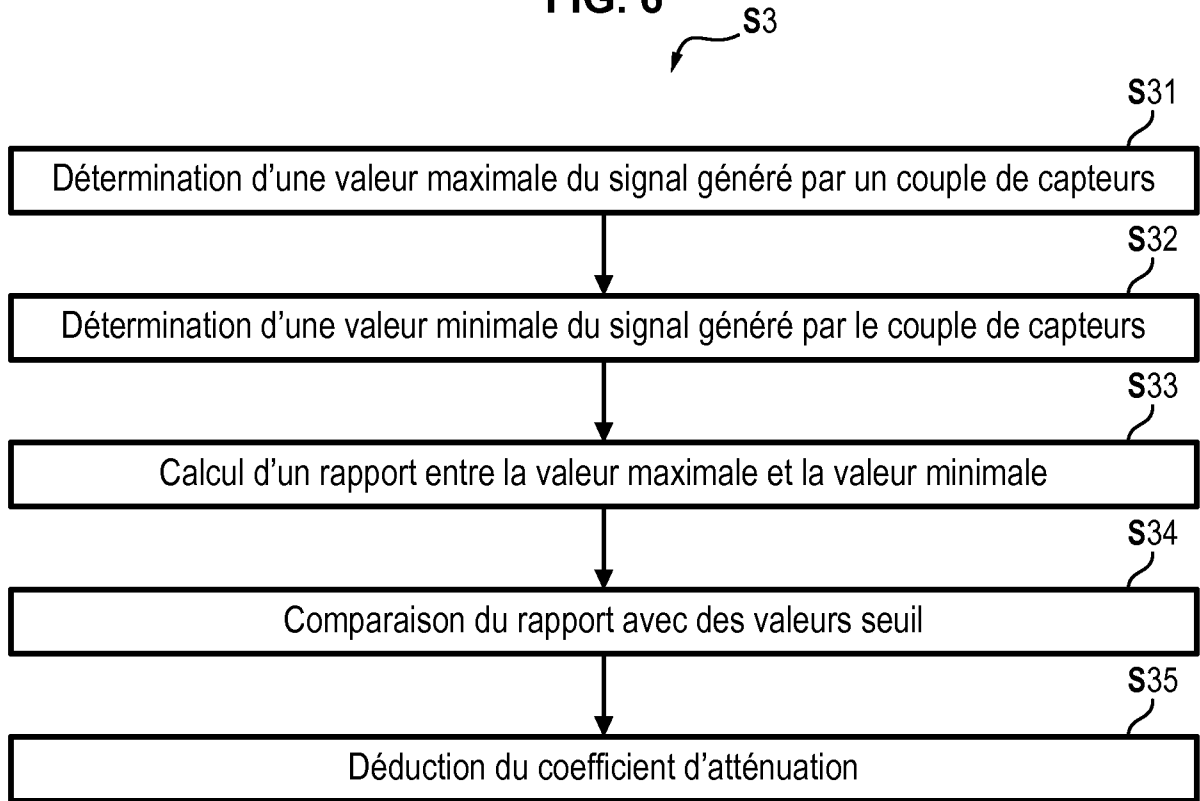


FIG. 7

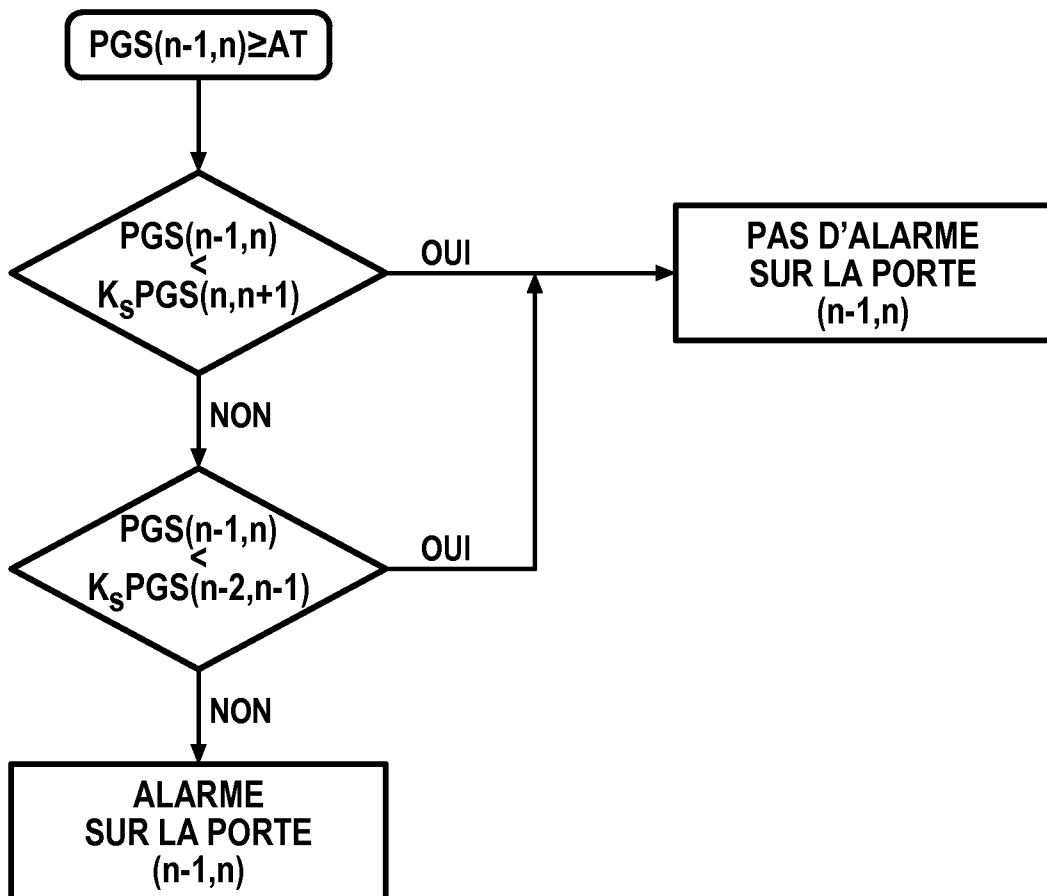


FIG. 8a

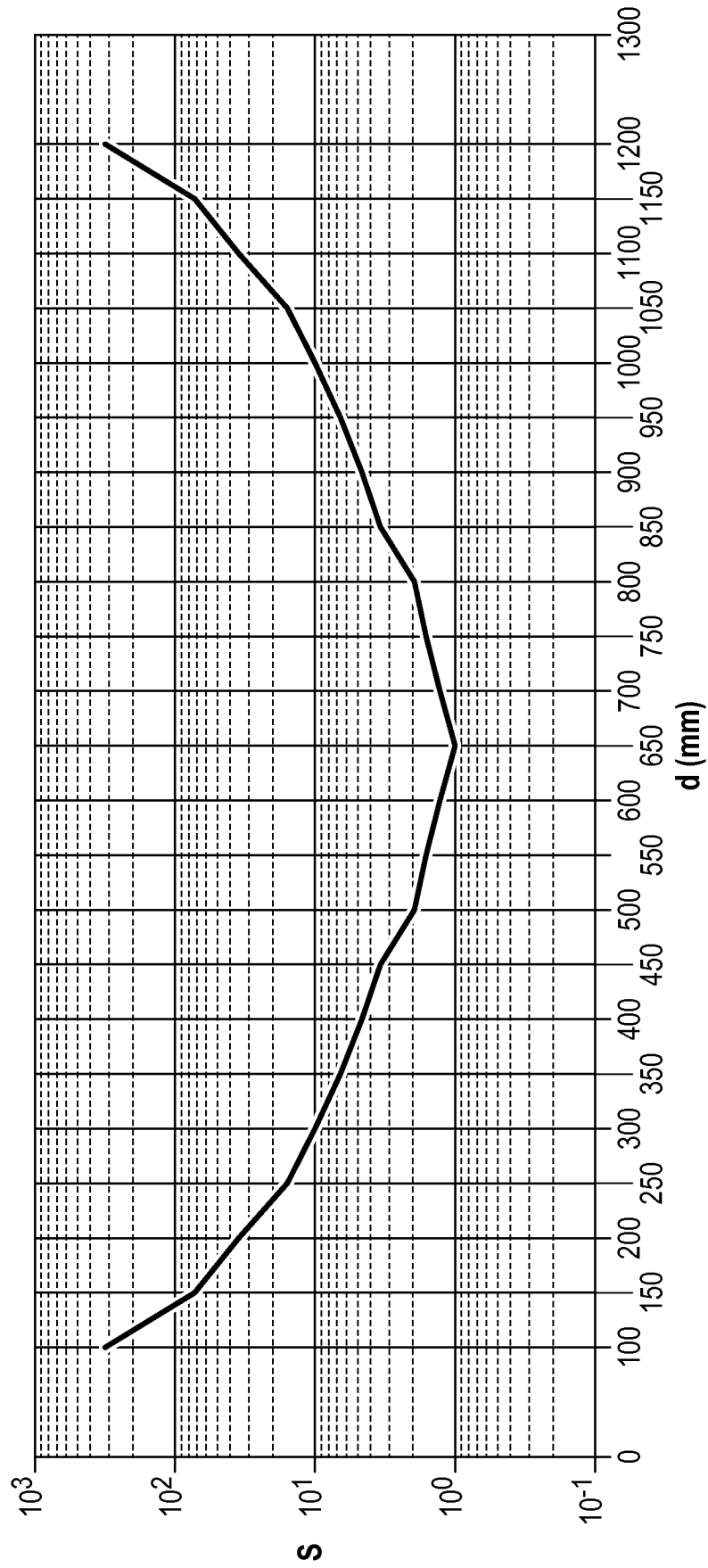


FIG. 8b

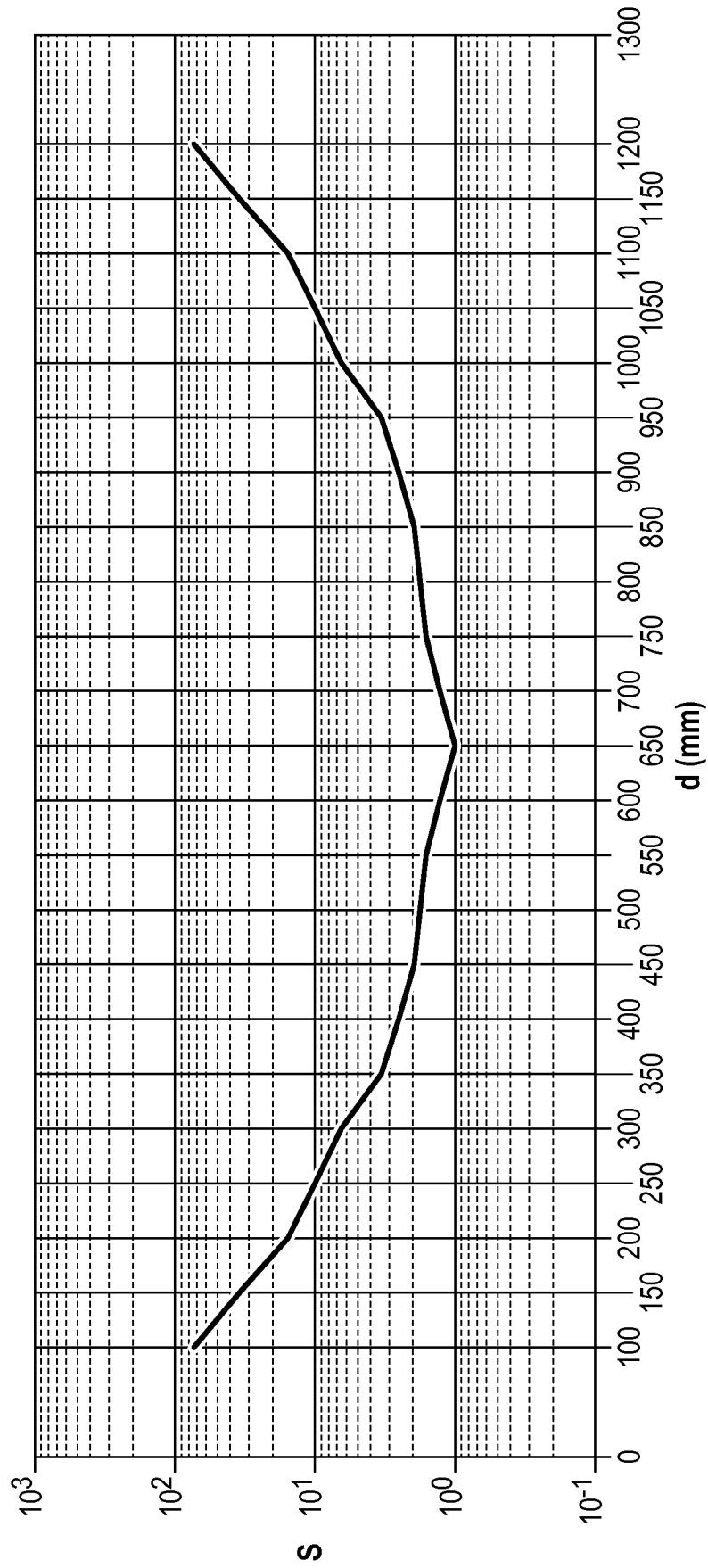
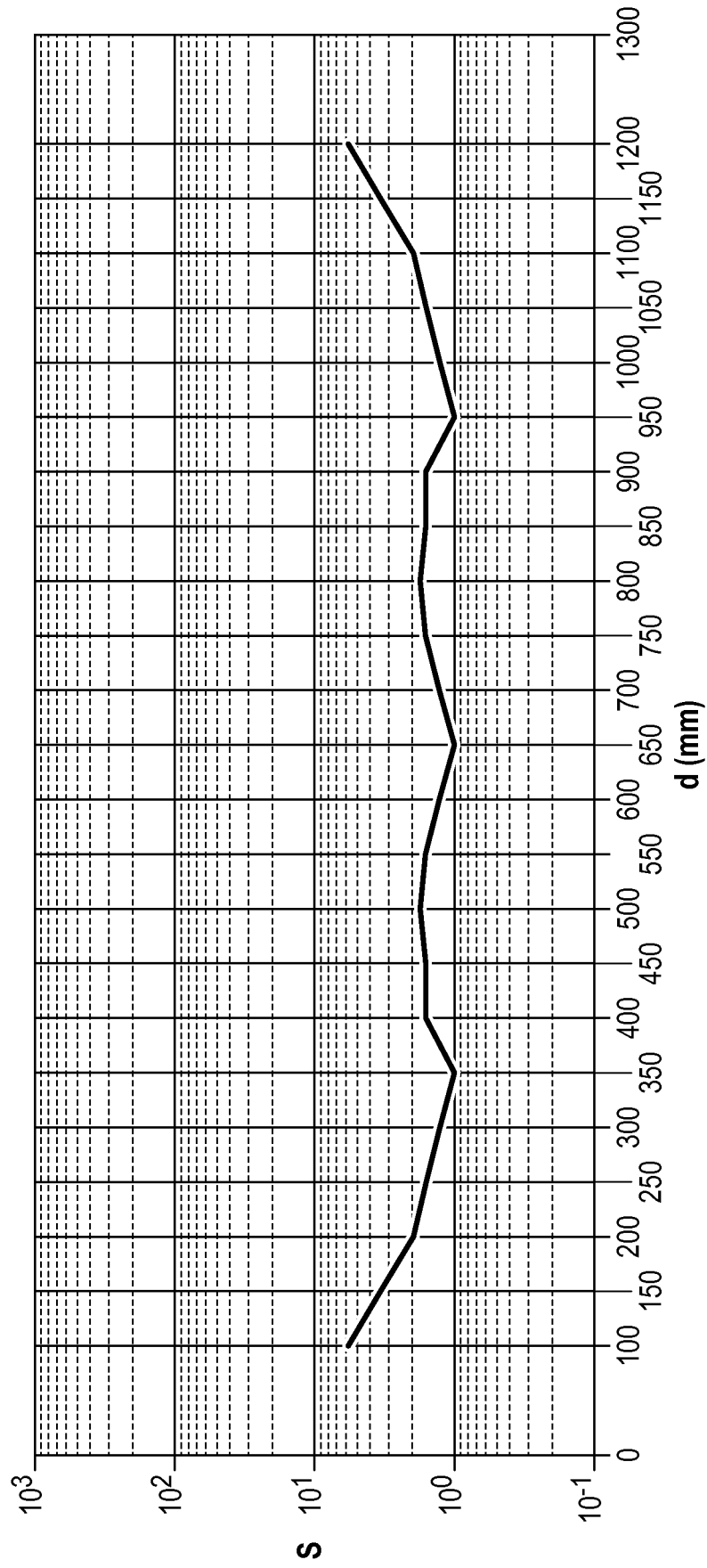


FIG. 8c



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2019/067476**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<b>G01V 3/08</b> (2006.01)i; <b>G01V 3/165</b> (2006.01)i; <b>G01V 3/10</b> (2006.01)n; <b>G01R 33/28</b> (2006.01)n		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01V; 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		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2018012465 A1 (KEENE MARK NICHOLAS [GB] ET AL) 11 January 2018 (2018-01-11) paragraphs [0009], [0045], [0076], [0079], [0091] - [0096] paragraphs [0103] - [0105], [0111], [0126], [0131], [0143], [0145] figures 1-3, 9	1-19
X	US 2006197523 A1 (PALECKI LOUIS S [US] ET AL) 07 September 2006 (2006-09-07) paragraphs [0008] - [0012], [0066] - [0070], [0167]; figures 11a, 16	1-19
A	US 2017176623 A1 (APPLEBY RODNEY [AU] ET AL) 22 June 2017 (2017-06-22) paragraph [0263]	1-19
A	EP 1247119 A1 (ELECTROMAGNETIC INSTR INC [US]; SCHLUMBERGER HOLDINGS [VG]) 09 October 2002 (2002-10-09) paragraphs [0020] - [0025]	1-19
X	WO 2011020148 A1 (RAPISCAN SYSTEMS INC [US]; FLEXMAN JOHN HAROLD [AU] ET AL.) 24 February 2011 (2011-02-24) page 2, line 20 - page 11, line 11; figures 3-7	1-11,13-19
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 <b>20 September 2019</b>		Date of mailing of the international search report <b>01 October 2019</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer  <b>Naujoks, Marco</b>  Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2019/067476**

<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2017153309 A1 (ZHANG QIU YI [CN] ET AL) 01 June 2017 (2017-06-01) paragraphs [0009] - [0010], [0049] - [0051]	1-19

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2019/067476**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2018012465	A1	11 January 2018	CN	107250846	A	13 October 2017
				CN	110045422	A	23 July 2019
				CN	110045423	A	23 July 2019
				EP	3234656	A1	25 October 2017
				GB	2549895	A	01 November 2017
				US	2018012465	A1	11 January 2018
				US	2019027007	A1	24 January 2019
				WO	2016097724	A1	23 June 2016
US	2006197523	A1	07 September 2006	US	2006197523	A1	07 September 2006
				US	2007013372	A1	18 January 2007
				US	2008157761	A1	03 July 2008
				US	2009327191	A1	31 December 2009
				US	2011285389	A1	24 November 2011
				US	2011285390	A1	24 November 2011
				US	2011285392	A1	24 November 2011
US	2017176623	A1	22 June 2017	AU	2015234707	A1	13 October 2016
				CA	2943895	A1	01 October 2015
				US	2017176623	A1	22 June 2017
				WO	2015143500	A1	01 October 2015
EP	1247119	A1	09 October 2002	AU	6056800	A	08 January 2002
				CA	2383245	A1	03 January 2002
				EP	1247119	A1	09 October 2002
				MX	PA02001959	A	20 August 2002
				WO	0201253	A1	03 January 2002
WO	2011020148	A1	24 February 2011	EP	2467321	A1	27 June 2012
				WO	2011020148	A1	24 February 2011
US	2017153309	A1	01 June 2017	CN	106814244	A	09 June 2017
				US	2017153309	A1	01 June 2017

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2019/067476

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> INV. G01V3/08 G01V3/165 ADD. G01V3/10 G01R33/28		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b> Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) G01V 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		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2018/012465 A1 (KEENE MARK NICHOLAS [GB] ET AL) 11 janvier 2018 (2018-01-11) alinéas [0009], [0045], [0076], [0079], [0091] - [0096] alinéas [0103] - [0105], [0111], [0126], [0131], [0143], [0145] figures 1-3, 9 -----	1-19
X	US 2006/197523 A1 (PALECKI LOUIS S [US] ET AL) 7 septembre 2006 (2006-09-07) alinéas [0008] - [0012], [0066] - [0070], [0167]; figures 11a, 16 -----	1-19
A	US 2017/176623 A1 (APPLEBY RODNEY [AU] ET AL) 22 juin 2017 (2017-06-22) alinéa [0263] -----	1-19
	-/--	
<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  20 septembre 2019	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  01/10/2019	
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  Naujoks, Marco	

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	EP 1 247 119 A1 (ELECTROMAGNETIC INSTR INC [US]; SCHLUMBERGER HOLDINGS [VG]) 9 octobre 2002 (2002-10-09) alinéas [0020] - [0025] -----	1-19
X	WO 2011/020148 A1 (RAPISCAN SYSTEMS INC [US]; FLEXMAN JOHN HAROLD [AU] ET AL.) 24 février 2011 (2011-02-24) page 2, ligne 20 - page 11, ligne 11; figures 3-7 -----	1-11, 13-19
A	US 2017/153309 A1 (ZHANG QIU YI [CN] ET AL) 1 juin 2017 (2017-06-01) alinéas [0009] - [0010], [0049] - [0051] -----	1-19

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2019/067476

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2018012465	A1	11-01-2018	CN 107250846 A	13-10-2017
			CN 110045422 A	23-07-2019
			CN 110045423 A	23-07-2019
			EP 3234656 A1	25-10-2017
			GB 2549895 A	01-11-2017
			US 2018012465 A1	11-01-2018
			US 2019027007 A1	24-01-2019
			WO 2016097724 A1	23-06-2016
-----				
US 2006197523	A1	07-09-2006	US 2006197523 A1	07-09-2006
			US 2007013372 A1	18-01-2007
			US 2008157761 A1	03-07-2008
			US 2009327191 A1	31-12-2009
			US 2011285389 A1	24-11-2011
			US 2011285390 A1	24-11-2011
			US 2011285392 A1	24-11-2011
-----				
US 2017176623	A1	22-06-2017	AU 2015234707 A1	13-10-2016
			CA 2943895 A1	01-10-2015
			US 2017176623 A1	22-06-2017
			WO 2015143500 A1	01-10-2015
-----				
EP 1247119	A1	09-10-2002	AU 6056800 A	08-01-2002
			CA 2383245 A1	03-01-2002
			EP 1247119 A1	09-10-2002
			MX PA02001959 A	20-08-2002
			WO 0201253 A1	03-01-2002
-----				
WO 2011020148	A1	24-02-2011	EP 2467321 A1	27-06-2012
			WO 2011020148 A1	24-02-2011
-----				
US 2017153309	A1	01-06-2017	CN 106814244 A	09-06-2017
			US 2017153309 A1	01-06-2017
-----				