

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①① N° de publication : **3 046 245**

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

②① N° d'enregistrement national : **15 63341**

⑤① Int Cl⁸ : **G 01 N 33/00** (2017.01), G 05 D 1/00

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ **SYSTEME DE SURVEILLANCE DE QUALITE D'AIR ET STATION D'ACCUEIL POUR ROBOT MOBILE EQUIPE DE CAPTEURS DE QUALITE D'AIR.**

②② **Date de dépôt** : 24.12.15.

③③ **Priorité** :

④③ **Date de mise à la disposition du public de la demande** : 30.06.17 Bulletin 17/26.

④⑤ **Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention** : 16.02.18 Bulletin 18/07.

⑤⑥ **Liste des documents cités dans le rapport de recherche** :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑥ **Références à d'autres documents nationaux apparentés** :

○ **Demande(s) d'extension** :

⑦① **Demandeur(s)** : *PARTNERING 3.0 Société par actions simplifiée* — FR.

⑦② **Inventeur(s)** : CAUSSY Ramesh, HASSON Cyril, ROLLAND DE RENGERVE Antoine et DELARBOULAS Pierre Jean-Luc Sylvain.

⑦③ **Titulaire(s)** : *PARTNERING 3.0 Société par actions simplifiée*.

⑦④ **Mandataire(s)** : CABINET PLASSERAUD.

FR 3 046 245 - B1



SYSTEME DE SURVEILLANCE DE QUALITE D'AIR ET STATION D'ACCUEIL
POUR ROBOT MOBILE EQUIPE DE CAPTEURS DE QUALITE D'AIR

[0001] La présente invention concerne un système comprenant un ou plusieurs robots mobiles et une ou plusieurs une station d'accueil associées.

5

ARRIERE-PLAN

[0002] La robotique de services est un domaine en pleine expansion. Des robots mobiles peuvent être dédiés à diverses fonctions telles que nettoyage du sol (par exemple US 2006/190133 A1), transport de charges (par exemple WO 2013/119942 A1), ronde de surveillance dans des entrepôts (par exemple FR 2 987 689 A1), surveillance de qualité
10 d'air dans des environnements clos (par exemple WO 2015/063119 A1), etc.

[0003] Les robots mobiles sont associés à des stations d'accueil. Le rôle premier des stations d'accueil est celui de source d'énergie. Il s'agit en général d'énergie électrique, le robot étant équipé d'une batterie qui est rechargée lorsqu'il se présente à la station d'accueil. Le plus souvent, chaque robot a sa propre station d'accueil, où il stationne
15 lorsqu'il n'est pas en train de remplir sa mission, son rechargement étant effectué pendant ce temps-là.

[0004] La station d'accueil a un système de gestion de charge qui assure le suivi de la charge du robot du lancement jusqu'à rechargement complet.

[0005] La station d'accueil a souvent une fonctionnalité de guidage du robot, permettant
20 à celui-ci de rejoindre la position adéquate sur la station pour permettre le lancement de la charge. Différents dispositifs existent pour procéder à ce guidage. Les plus répandus reposent sur un système de diodes électroluminescentes (LED) infrarouge permettant au robot de déterminer la direction à prendre en fonction de sa position par rapport à la station d'accueil. Voir par exemple US 2015/0057800 A1 concernant une station d'accueil
25 d'un robot aspirateur.

[0006] Parfois, il y a aussi un système de guidage physique d'amarrage à la station. Un tel système de guidage physique pose cependant des problèmes de limitation dans la conception du couple robot / station d'accueil.

[0007] Plus généralement, il paraît souhaitable d'améliorer la robustesse du guidage du

robot jusqu'à la bonne position par rapport à la station d'accueil, c'est-à-dire d'améliorer le taux de réussite de la procédure de positionnement du robot sur la station.

[0008] Les stations d'accueil existantes n'offrent habituellement aux robots mobiles à poste que le service de rechargement énergétique, alors que les robots peuvent avoir
5 d'autres besoins en fonction des services qu'eux-mêmes rendent.

[0009] La robotique de services permet l'introduction, dans les lieux de vie et de collaboration, de nouveaux types de robots. Ceux-ci ont des formes, des tailles, des besoins en consommation énergétique et en sécurité d'alimentation, de différentes natures. L'ensemble de ces besoins émergents et la nécessité d'intégrer des cohortes de robots se
10 rechargeant potentiellement sur une même station, n'a généralement pas été pris en compte dans la conception des stations d'accueil actuelles. Ceci freine le développement de la robotique de services et de la multitude des services qui doivent résulter des nouvelles relations entre la station et les robots de différentes capacités.

[0010] Pour favoriser le déploiement de parcs de robots mobiles sur un site déterminé, la
15 conception de la station d'accueil devrait lui permettre d'accueillir des robots différents, y compris des robots de tailles différentes. Ce déploiement sera également favorisé si on fait en sorte qu'un même robot puisse coopérer avec des stations d'accueil différentes.

[0011] Un autre aspect à prendre en considération est celui de la sécurité des procédures de gestion de la charge. EP 1 841 038 A2 décrit une station de chargement ayant une
20 fonction de sécurité pour éviter les courts-circuits si un objet métallique vient toucher ses contacteurs de chargement. Ce type de mesure peut cependant être insuffisant. Si, notamment, des robots de types différents sont susceptibles d'être accueillis par la même station, il convient d'offrir des caractéristiques de charge qui conviennent à chacun d'eux, tout en surveillant que le processus de charge se déroule dans des conditions physiques
25 acceptables et en évitant que la station délivre de la puissance électrique en l'absence d'un robot dûment autorisé et identifié.

[0012] Un but de la présente invention est de répondre à une partie au moins des besoins ci-dessus.

RESUME

30 [0013] Il est proposé une station d'accueil d'un robot mobile, comprenant :

- une zone de stationnement de robot ;
- des sources de rayons attracteurs disposées autour de la zone de stationnement pour émettre des rayons attracteurs dans une région d'approche de robot ; et
- des sources de rayons répulseurs disposées de part et d'autre de la zone de stationnement pour émettre, à l'extérieur de la région d'approche, des rayons répulseurs de portée plus courte que les rayons attracteurs.

[0014] Ces dispositions assurent que le robot pourra s'approcher de la station selon des directions appropriées, définies par les rayons attracteurs, tout en évitant de heurter la station en s'approchant selon des directions inappropriées, définies par les rayons répulseurs. Typiquement, les rayons attracteurs sont émis en face de la station, tandis que les rayons répulseurs sont émis latéralement.

[0015] Dans une réalisation, les sources de rayons attracteurs sont disposées pour que les rayons attracteurs soient émis selon des directions qui se croisent en un point fixe de la zone de stationnement. L'une des sources de rayons attracteurs peut alors être agencée pour émettre un rayon attracteur ayant une caractéristique de priorité, afin qu'un robot mobile exécute une course terminale entre le point fixe et une position d'accostage dans la zone de stationnement. Cette méthode assure un positionnement précis du robot accosté sur la station d'accueil, sans nécessiter de moyens mécaniques de guidage.

[0016] Dans une configuration particulière de la station d'accueil, les sources de rayons attracteurs sont disposées pour émettre un rayon attracteur selon une première direction et deux rayons attracteurs selon deux directions respectives orientées symétriquement par rapport à la première direction. Les sources de rayons répulseurs sont disposées de part et d'autre de la zone de stationnement pour émettre deux rayons répulseurs à l'extérieur de la région d'approche selon deux directions respectives orientées symétriquement par rapport à la première direction.

[0017] Les rayons répulseurs, de portée plus courte que les rayons attracteurs, peuvent avoir une ouverture angulaire plus grande que les rayons attracteurs. Le guidage vers une direction précise est effectué par les rayons attracteurs qui sont relativement fins, tandis que les directions d'approche à éviter sont marquées par des rayons répulseurs plus larges.

[0018] Un mode de réalisation de la station d'accueil comprend en outre :

- un contrôleur d'activation des sources de rayons pour activer les sources de rayons à tour de rôle suivant un cycle temporel d'activation ; et
- une source de signal balise pour émettre autour de la station d'accueil un signal balise indiquant une étape courante du cycle temporel d'activation.

5 [0019] Le cycle temporel d'activation peut notamment comprendre une étape d'émission des rayons répulseurs et, pour chaque source de rayon attracteur, une étape d'émission du rayon attracteur de ladite source. La détection du signal balise par un robot à l'approche de la station d'accueil lui permet d'identifier quel rayon, attracteur ou répulseur, il est en train de recevoir. Il peut alors décider de la manœuvre à effectuer pour venir se connecter à la
10 station d'accueil.

[0020] Le cycle temporel d'activation peut aussi comprendre une étape de non-émission de rayons pendant laquelle une mesure de bruit ambiant est effectuée. À partir de cette mesure, les critères de détection des signaux infrarouges peuvent être ajustés compte tenu du rapport signal-sur-bruit, qui est variable. Ceci permet de déterminer si ce que détectent
15 les capteurs infrarouge correspond à un signal utile ou à du bruit ambiant à ignorer.

[0021] Dans une réalisation, le signal balise indique en outre un identifiant de la station d'accueil. En décodant le signal balise, un robot mobile peut alors s'assurer qu'il est en train de s'approcher d'une station d'accueil figurant dans une liste de stations autorisées qu'il a enregistrée.

20 [0022] Lorsque la station d'accueil assure la fonction élémentaire de rechargement électrique d'un robot mobile, elle comprend une paire de contacteurs typiquement disposés dans la zone de stationnement. Elle peut en outre comprendre une interface de communication avec un robot mobile en position d'accostage dans la zone de stationnement, commandée pour émettre une requête d'identification de robot mobile en
25 réponse à une tension détectée sur les contacteurs. L'interface de communication avec le robot mobile, lorsqu'elle est sans contact, fonctionnera généralement aussi pendant que le robot est en approche sans avoir accosté à la station d'accueil.

[0023] Avantagusement, un gestionnaire de rechargement est configuré pour fournir une puissance de rechargement sur les contacteurs à condition qu'un identifiant de robot
30 mobile autorisé pour la station soit reçu via l'interface de communication suite à l'émission de la requête d'identification.

[0024] Une station d'accueil selon l'invention peut en outre être équipée d'un point d'accès de communication sans fil avec des robots mobiles, et d'une interface réseau pour transmettre à un serveur de collecte des données obtenues par les robots mobiles.

5 [0025] L'interface réseau peut être configurée pour récupérer des fichiers de mise à jour de logiciels embarqués dans les robots mobiles, les fichiers de mise à jour étant transmis aux robots mobiles via le point d'accès de communication sans fil. La station elle-même peut être mise à jour selon ce procédé.

10 [0026] Indépendamment des caractéristiques qui précèdent, ou en combinaison avec celles-ci, il est proposé un système de surveillance de qualité d'air dans au moins un environnement, comprenant :

- au moins un robot mobile dans l'environnement ;
- une station d'accueil placée dans l'environnement et ayant une zone de stationnement pour recevoir le robot ;
- des capteurs de qualité d'air embarqués sur le robot mobile ;
- 15 - des capteurs de qualité d'air installés dans la station d'accueil ; et
- un gestionnaire d'étalonnage pour recueillir d'une part des mesures effectuées par au moins un premier capteur de qualité d'air embarqué sur le robot mobile pendant que le robot mobile est reçu dans la zone de stationnement de la station d'accueil, et d'autre part des mesures effectuées en même temps par un second
- 20 capteur de qualité d'air installé dans la station d'accueil et de même type que ledit premier capteur de qualité d'air.

[0027] Ce système met à profit le temps que les robots doivent passer sur les stations d'accueil, en général pour se recharger, en vérifiant les mesures effectuées, sur le même air environnant la station d'accueil, par les capteurs embarqués dans les robots et ceux

25 installés à demeure dans la station d'accueil. Cela permet d'alléger considérablement les opérations de maintenance nécessaires pour vérifier le bon étalonnage des capteurs.

[0028] Le gestionnaire d'étalonnage du système peut être configuré pour transmettre au robot mobile des paramètres de correction de dérives observées dans les mesures recueillies.

[0029] Ce gestionnaire d'étalonnage peut être plus ou moins délocalisé. Il est toutefois judicieux de l'installer au moins en partie dans la station d'accueil, une autre partie pouvant se trouver dans les robots. Le système peut alors comprendre, en outre, un serveur de collecte communiquant avec le gestionnaire d'étalonnage pour traiter les mesures recueillies et fournir des paramètres de correction de dérives observées dans les mesures recueillies. Le serveur de collecte peut alors déterminer les paramètres de correction de dérives afin d'étalonner le premier capteur de qualité d'air embarqué sur le robot mobile par rapport au second capteur de qualité d'air installé dans la station d'accueil. Lorsque la station d'accueil est apte à recevoir successivement plusieurs robots mobiles dans la zone de stationnement, le serveur de collecte peut être configuré pour traiter des mesures effectuées par des premiers capteurs de qualité d'air de même type embarqués sur des robots mobiles respectifs pendant que lesdits robots mobiles sont successivement reçus dans la zone de stationnement, par comparaison avec des mesures effectuées en même temps par le second capteur de qualité d'air installé dans la station d'accueil et de même type que lesdits premiers capteurs de qualité d'air. Une autre possibilité intéressante est que le traitement des mesures par le serveur de collecte comprenne une analyse des écarts observés entre les mesures effectuées par les premiers capteurs de qualité d'air et celles effectuées en même temps par le second capteur de qualité d'air, et le déclenchement d'une alerte lorsque les écarts analysés remplissent une condition d'alerte prédéfinie. Lorsque le système comporte des stations d'accueil multiples, le serveur de collecte est avantageusement configuré pour communiquer avec des gestionnaires d'étalonnage installés au moins en partie dans plusieurs stations d'accueil.

[0030] Selon un autre aspect, une station d'accueil de robot mobile comprend :

- une zone de stationnement pour recevoir au moins un robot mobile dans un environnement où la station d'accueil est placée ;
- des capteurs de référence de même type que des capteurs de qualité d'air embarqués sur un robot mobile ; et
- un gestionnaire d'étalonnage pour recueillir d'une part des mesures de qualité d'air effectuées par au moins un capteur de qualité d'air embarqué sur un robot mobile pendant que ledit robot mobile est reçu dans la zone de stationnement, et d'autre part des mesures effectuées en même temps par un capteur de référence de la station d'accueil.

[0031] La station d'accueil peut comprendre en outre une interface réseau pour transmettre à un serveur de collecte des données obtenues par le robot mobile, le gestionnaire d'étalonnage étant configuré pour transmettre au serveur de collecte, via l'interface réseau, les mesures de qualité d'air effectuées par le capteur de qualité d'air embarqué sur le robot mobile pendant que ledit robot mobile est reçu dans la zone de stationnement, et les mesures effectuées en même temps par un capteur de référence de la station d'accueil. Le gestionnaire d'étalonnage peut être configuré pour transmettre au robot mobile des paramètres de correction de dérives observées dans les mesures recueillies.

10 [0032] Indépendamment des caractéristiques qui précèdent, ou en combinaison avec celles-ci, il est proposé un procédé de rechargement de la batterie d'un robot mobile dans un environnement à l'aide d'une station d'accueil placée dans l'environnement. Le procédé comprend :

- déplacer le robot mobile vers la station d'accueil ;
- 15 - émettre un signal balise sans fil depuis la station d'accueil ;
- suite à la détection du signal balise par le robot mobile, faire communiquer le robot mobile avec la station d'accueil, de façon que la station d'accueil récupère de l'information relative au robot mobile ; et
- lancer un rechargement électrique de la batterie du robot mobile de manière
- 20 dépendante de l'information récupérée relativement au robot mobile.

[0033] L'établissement d'un échange d'informations entre la station d'accueil et le robot qui se présente à elle permet de sécuriser le processus de rechargement du robot, et/ou d'en adapter les caractéristiques au type de robot dont il s'agit. Le procédé permet ainsi de gérer le rechargement d'une flotte de robot ayant des identités ou des caractéristiques

25 différentes à l'aide d'une ou plusieurs stations d'accueil.

[0034] Dans une réalisation du procédé, l'information récupérée par la station d'accueil relativement au robot mobile comprend un identifiant du robot mobile, le rechargement électrique étant lancé à condition que l'identifiant de robot mobile compris dans l'information récupérée corresponde à un identifiant d'une liste de robots autorisés

30 mémorisée dans la station d'accueil.

[0035] En particulier, la puissance de rechargement électrique peut être sélectionnée en fonction de l'information récupérée par la station d'accueil relativement au robot mobile.

[0036] Une réalisation avantageuse du procédé de rechargement comprend :

- 5 - en réponse à la détection du signal balise par le robot mobile, présenter une tension électrique sur une interface de réception de puissance électrique que comporte le robot mobile pour le rechargement de la batterie, par exemple une paire de plots de charge accessibles de l'extérieur du robot ;
- 10 - en réponse à la détection de la tension électrique sur une interface de délivrance de puissance électrique que comporte la station d'accueil, par exemple une paire de contacteurs accessibles de l'extérieur de la station, émettre une requête d'identification depuis la station d'accueil vers le robot mobile ; et
- transmettre l'information relative au robot mobile à la station d'accueil en réponse à la requête d'identification.

[0037] Typiquement, le signal balise transporte un identifiant de la station d'accueil. On
15 peut alors faire en sorte que le robot mobile soit empêché de transmettre l'information relative au robot mobile lorsque l'identifiant de station d'accueil reçu dans le signal balise détecté ne correspond à aucun identifiant d'une liste de stations d'accueil autorisées mémorisée dans le robot mobile.

[0038] Au cours du rechargement électrique de la batterie du robot mobile, le procédé
20 peut comprendre :

- surveiller des paramètres parmi au moins une tension de la batterie du robot mobile, un courant de charge délivré au robot mobile et une température d'un circuit de rechargement de la station d'accueil ; et
- 25 - stopper la puissance de rechargement lorsque des conditions d'exécution du rechargement ne sont plus remplies.

[0039] Selon un autre aspect, un équipement robotique comprend :

- au moins un robot mobile, le robot mobile comprenant :
 - une batterie ;
 - un système moteur alimenté par la batterie pour déplacer le robot mobile
- 30 dans un environnement ;

- une interface de réception de puissance électrique de rechargement de la batterie ; et
 - une première interface de communication ; et
- au moins une station d'accueil à placer dans l'environnement, la station d'accueil
- 5 comprenant :
- une zone de stationnement pour recevoir au moins un robot mobile ;
 - une source de puissance électrique ;
 - une interface de délivrance de puissance électrique pour coopérer avec l'interface de réception de puissance électrique d'un robot mobile reçu
 - 10 dans la zone de stationnement et recharger la batterie dudit robot mobile depuis la source de puissance électrique ;
 - une source de signal balise sans fil pour émettre un signal balise autour de la station d'accueil ;
 - une seconde interface de communication pour coopérer avec la première
 - 15 interface de communication du robot mobile et récupérer de l'information relative au robot mobile reçu dans la zone de stationnement après émission du signal balise par la source de signal balise ; et
 - un gestionnaire de rechargement pour faire recharger la batterie du robot
 - 20 mobile reçu dans la zone de stationnement de manière dépendante de l'information récupérée relativement au robot mobile via la seconde interface de communication.

[0040] Selon un autre aspect, une station d'accueil de robot mobile comprend :

- une zone de stationnement pour recevoir au moins un robot mobile dans un
- 25 environnement où la station d'accueil est placée ;
- une source de puissance électrique ;
- une interface de délivrance de puissance électrique couplée à la source de puissance électrique pour recharger une batterie d'un robot mobile reçu dans la zone de stationnement ;
- 30 - une source de signal balise sans fil pour émettre un signal balise autour de la station d'accueil ;

- une interface de communication avec le robot mobile reçu dans la zone de stationnement pour récupérer de l'information relative audit robot mobile après émission du signal balise par la source de signal balise ; et
- un gestionnaire de rechargement pour faire recharger la batterie du robot mobile reçu dans la zone de stationnement de manière dépendante de l'information récupérée relativement audit robot mobile via l'interface de communication.

[0041] Selon un autre aspect, un robot mobile comprend :

- une batterie ;
- un système moteur alimenté par la batterie pour déplacer le robot mobile dans un environnement ;
- une interface de réception de puissance électrique de rechargement de la batterie en provenance d'une station d'accueil placée dans l'environnement ;
- un détecteur de signal balise sans fil provenant de la station d'accueil ;
- une interface de communication avec la station d'accueil ; et
- un contrôleur configuré pour :
 - en réponse à la détection du signal balise, présenter une tension électrique sur l'interface de réception de puissance électrique ; et
 - en réponse à la réception d'une requête d'identification via l'interface de communication avec la station d'accueil après présentation de la tension électrique sur l'interface de réception de puissance électrique, transmettre de l'information d'identification du robot mobile à la station d'accueil.

[0042] Lorsque le signal balise transporte un identifiant de la station d'accueil, le contrôleur peut être configuré pour ne pas transmettre l'information d'identification du robot mobile lorsque l'identifiant de station d'accueil reçu dans le signal balise détecté ne correspond à aucun identifiant d'une liste de stations d'accueil autorisées mémorisée dans le robot mobile.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0043] D'autres particularités et avantages de la présente invention apparaîtront dans la description ci-après d'un exemple de réalisation non limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma d'un exemple de station d'accueil ayant des caractéristiques de la présente invention, vue en plan ;
- la figure 2 est un schéma en perspective de la station d'accueil de la figure 1, avec un robot mobile à poste ;
- 5 - la figure 3 est un schéma synoptique d'unités faisant partie d'une station d'accueil dans un exemple d'architecture convenant pour une mise en œuvre de l'invention ;
- la figure 4 est un schéma synoptique d'unités faisant partie d'un robot mobile dans un exemple d'architecture convenant pour une mise en œuvre de
10 l'invention ;
- la figure 5 est un schéma en vue de dessus montrant des rayons attracteurs et répulseurs dans un exemple de réalisation ;
- les figures 6A-E sont des schémas illustrant plusieurs étapes d'un exemple de cycle d'activation des sources de rayons attracteurs et répulseurs ;
- 15 - les figures 7A-E sont des schémas illustrant plusieurs étapes d'un exemple de processus d'approche et d'identification d'un robot mobile auprès de la station d'accueil ;
- les figures 8 et 9 sont des organigrammes illustrant des étapes mises en œuvre respectivement par un robot mobile et par une station d'accueil selon un exemple
20 de procédé de rechargement de la batterie du robot ;
- la figure 10 est un schéma illustrant une procédure d'étalonnage de robot mobile à l'aide de la station d'accueil ; et
- la figure 11 est un schéma montrant un exemple d'architecture de communication adaptée à une mise en œuvre de l'invention.

25

DESCRIPTION DE MODES DE REALISATION

[0044] La station d'accueil 10 représentée à titre d'exemple sur les figures 1 et 2 repose sur le sol par un socle en forme de plaque 11 qui définit une zone de stationnement d'un robot mobile 20. Elle comporte en outre un boîtier 12 qui renferme un certain nombre de composants décrits ci-après, et une colonne 13 à l'arrière de la station par rapport à la zone
30 de stationnement de robot.

[0045] Dans cet exemple, la station d'accueil 10 est destinée à être placée dans un coin

d'une pièce. Le côté arrière du boîtier 11 et de la colonne 12 présente un angle droit pour venir se placer contre le coin, et la structure de la station d'accueil est généralement symétrique par rapport à la bissectrice de cet angle droit. Une connectique est prévue à l'arrière du boîtier 12, avec une prise 14 pour l'alimentation électrique de la station et une prise réseau 15.

[0046] La façade du boîtier 12 à un profil concave permettant de recevoir sur la zone de stationnement un robot mobile 20 dont la base est de forme générale circulaire. L'ouverture de cette façade du boîtier peut être prévue pour accommoder sur la zone de stationnement des robots 20 de diamètres différents ou de formes différentes.

[0047] Devant la façade du boîtier 12, le socle 11 présente deux contacteurs 16 pour coopérer avec des plots de chargement situés en face inférieure des robots mobiles 20. les contacteurs 16 sont raccordés à des composants électriques logés dans le boîtier 12.

[0048] Des sources de rayons de guidage, typiquement des LEDs infrarouges, 21-25 sont placées sur la façade du boîtier 12 pour aider le robot 20 lorsqu'il s'approche de la station 10. Un émetteur-récepteur infrarouge 26 est également prévu pour permettre une communication à courte portée entre la station d'accueil 10 et un robot 20 arrivé à poste.

[0049] La figure 3 donne une illustration de composants électroniques qu'on peut trouver à l'intérieur de la station d'accueil 10. Bien entendu, l'architecture indiquée, organisée autour d'un bus 30, est un simple exemple non limitatif. Dans cet exemple, le bus 30 est contrôlé par un processeur 31, logé dans le boîtier 12, qui supervise le fonctionnement des différents composants, à l'aide de modules logiciels appropriés. Ces composants comprennent ici :

- une mémoire 45 associée au processeur 31 ;
- une interface réseau 32, par exemple de type Ethernet, couplée à un routeur IP, permettant un raccordement de la station d'accueil 10 au réseau d'une entreprise utilisatrice d'un parc de robots mobiles, et/ou à l'Internet, via la prise réseau 15 ;
- un point d'accès wifi 33 offrant une interface de communication sans fil avec les robots mobiles évoluant dans l'environnement où la station d'accueil est installée ;
- une interface de communication infrarouge 34, par exemple de type IrDA ;
- un contrôleur 35 des LEDs infrarouges 21-25 ;

- une source omnidirectionnelle, telle qu'une LED infrarouge, 36 qui émet un signal balise à proximité de la station d'accueil 10 ;
- un détecteur 37 de présence d'un robot à poste sur la station d'accueil, qui coopère avec les contacteurs 16 apparents sur la zone de stationnement ;
- 5 - un gestionnaire de rechargement 38 qui supervise le processus de rechargement des robots mobiles ;
- un composant 39 qui collecte les mesures effectuées par un ensemble de capteurs de référence 40 dont la station d'accueil 10 est équipée.

[0050] On notera que certains des composants 32-39 représentés de manière distincte sur
10 la figure 3 peuvent éventuellement être implémentés, pour tout ou partie de leurs fonctionnalités, sous forme de modules logiciels exécutés par le processeur 31 ou un de ses périphériques.

[0051] La figure 4 donne une illustration de composants électroniques qu'on peut
15 trouver à l'intérieur d'un robot 20. Bien entendu, l'architecture indiquée, organisée autour d'un bus 70, est un simple exemple non limitatif. Dans cet exemple, le bus 70 est contrôlé par un contrôleur 71, tel qu'un microprocesseur ou microcontrôleur, embarqué dans le robot 20, qui supervise le fonctionnement des différents composants, à l'aide de modules logiciels appropriés. Ces composants comprennent ici :

- une mémoire 85 associée au contrôleur 71 ;
- 20 - un terminal wifi 73 pour communiquer sans fil avec le point d'accès 33 d'une station d'accueil 10, ou un autre point d'accès wifi ;
- une interface de communication infrarouge 34, par exemple de type IrDA, pour communiquer à courte portée avec l'interface infrarouge 34 d'une station d'accueil 10 ;
- 25 - un système moteur 78 comprenant un ou plusieurs moteurs agencés pour déplacer le robot 20 de manière autonome avec une alimentation en puissance provenant de la batterie 75 du robot ;
- un ensemble de capteurs infrarouges 76 permettant de détecter les rayons de guidage émis par les sources 21-25 d'une station d'accueil 10 et le signal de
30 balise émis par la source 36 d'une telle station ;

- un commutateur 81 permettant, sur instruction du contrôleur 71, de présenter la tension de la batterie 75 sur une paire de plots de charge 28 qui sont accessibles depuis l'extérieur du robot, par exemple sous son châssis, pour le rechargement de la batterie 75 ; et
- 5 - un composant 79 qui collecte les mesures effectuées par un ensemble de capteurs 80 embarqués dans le robot 20.

[0052] On notera encore que certains des composants 73, 74, 79, 81 représentés de manière distincte sur la figure 4 peuvent éventuellement être implémentés, pour tout ou partie de leurs fonctionnalités, sous forme de modules logiciels exécutés par le contrôleur
10 71 ou un de ses périphériques.

[0053] La figure 5 montre un exemple de géométrie des rayons attracteurs et répulseurs émis par les LEDs infrarouges 21-25 de la station d'accueil 10.

[0054] La LED 21 émet un rayon attracteur R1 orienté suivant la direction horizontale X1 passant par le plan de symétrie de la station d'accueil 10.

15 [0055] Les LEDs 22, 23, disposées sur les côtés de la façade du boîtier 12, émettent des rayons attracteurs respectifs R2, R3 suivant des directions X2, X3 agencées symétriquement par rapport à la direction X1. Les directions X1, X2 et X3 se coupent en un point P situé dans la zone de stationnement de la station d'accueil. Dans l'exemple représenté, l'angle formé entre les directions X1, X2 et entre les directions X1, X3 est de
20 l'ordre de 50°.

[0056] Les LEDs infrarouges 24, 25 sont disposées latéralement sur la façade de la station d'accueil 10, près des coins de celle-ci. Elles émettent des rayons répulseurs R4, R5 de portée plus courte que les rayons attracteurs R1, R2, R3 (par exemple 15 à 30 cm contre 50 à 100 cm). Comme le montre la figure 5, l'ouverture angulaire des rayons
25 répulseurs R4, R5 est de préférence supérieure à celle des rayons attracteurs R1, R2, R3 (par exemple 60° contre 15°, environ). L'angle formé entre les directions X1, X4 et entre les directions X1, X5 est par exemple de 10 à 20°.

[0057] Lorsqu'il doit rejoindre la station d'accueil 10, pour recharger sa batterie 75 ou pour d'autres services, un robot mobile 20 ne peut plus compter sur ses systèmes
30 d'évitement d'obstacles pour déterminer sa trajectoire. Sinon, il n'atteindrait jamais la position d'accostage sur la station d'accueil, qui est la position dans laquelle ses plots de

charge 28 en face inférieure atteignent les contacteurs 16. Le robot doit donc être guidé de l'extérieur, ce qui est le rôle des sources infrarouges 21-25.

[0058] Les robots mobiles 20 sont équipés de capteurs infrarouges 76 à hauteur des LEDs 21-25. Lorsque l'un des rayons attracteurs R1-R3 est capté un robot mobile, son contrôleur 71 détermine la direction d'origine de ce rayon et commande le système moteur 78 pour que le robot se dirige vers la LED depuis laquelle ce rayon a été émis. En revanche, si c'est un rayon répulseur R4, R5, le système moteur 78 est commandé pour que le robot s'éloigne de la LED d'où il provient. La distinction entre les rayons attracteurs et répulseurs est effectuée par le robot 20 grâce à la réception du signal balise émis par la LED 36 de la station d'accueil 10, les rayons étant émis séquentiellement suivant un cycle d'activation piloté par le contrôleur 35.

[0059] Les LEDs 21-25 sont activées successivement par le contrôleur 35 suivant un cycle dont la fréquence est par exemple de 20 Hz. Le cycle d'activation est composé de plusieurs étapes au cours desquelles les LED 21-25 sont activées à tour de rôle. En même temps, un signal codé spécifique est émis par la LED balise 36. Ce cycle d'activation permet de guider le robot 20 vers la station 10 tout en gérant des priorités entre les rayons, en mesurant le bruit infrarouge ambiant et en faisant identifier la station par le robot.

[0060] La LED balise 36 émet ainsi des trames de signal infrarouge omnidirectionnel ayant un en-tête qui inclut un identifiant de la station d'accueil 10, et un corps de trame qui fournit des codes indicatifs des étapes courantes du cycle d'activation. Il y a par exemple cinq étapes de même durée dans le cycle d'activation, illustrées par les figures 6A-E :

- une première étape (figure 6A) dans laquelle aucune des LEDs 21-25 n'est alimentée, la station d'accueil pouvant alors mesurer le bruit infrarouge ambiant à l'aide d'un capteur infrarouge 41 associé au contrôleur 35 (figure 3) ;
- une deuxième étape (figure 6B) dans laquelle seules les LEDs 24, 25 sont activées pour émettre les rayons répulseurs R4, R5 ;
- une troisième étape (figure 6C) dans laquelle seule la LED 22 est activée pour émettre le rayon attracteur R2 ;
- une quatrième étape (figure 6D) dans laquelle seule la LED opposée 23 est activée pour émettre le rayon attracteur R3 ; et

- une cinquième étape (figure 6E) dans laquelle seule la LED centrale 21 est activée pour émettre le rayon attracteur R1.

[0061] Lorsqu'un robot détecte l'un des rayons infrarouges R1-R5 aux abords de la station d'accueil 10, il lit le code transmis sur le signal balise pour déterminer de quel rayon il s'agit. Il peut alors s'orienter et progresser vers la zone de stationnement de la station d'accueil. Quand le cycle d'activation est dans la première étape (figure 6A), le robot peut également effectuer une mesure du bruit infrarouge ambiant à l'aide de ses capteurs 76.

[0062] Au cours du guidage, le robot (du moins son récepteur infrarouge) arrive à proximité du point d'intersection P des rayons R1-R3 (figure 5). L'ambiguïté sur la direction que doit alors suivre le robot pour terminer la procédure d'accostage est levée grâce aux codes transmis par la LED balise : le robot est programmé pour continuer en direction de la source 21 du rayon R1 détecté lors de la cinquième étape du cycle illustré par les figures 6A-E, ce qui l'amène dans la position d'accostage. En d'autres termes, le rayon R1 possède une caractéristique de priorité qui, dans l'exemple considéré ici, se traduit par les codes émis par la LED balise 36.

[0063] La mesure de bruit infrarouge ambiant effectuée par les capteurs 41 et/ou 76 au cours de la première étape du cycle d'activation permet au contrôleur 35 et/ou 71 de tenir compte du rapport signal-sur-bruit. Plus le bruit ambiant mesuré est élevé, plus le critère utilisé pour séparer un signal du bruit ambiant est choisi strict. Cette méthode évite que les signaux de guidage soient altérés par des perturbations environnementales telles que des variations de luminosité ou de la pollution par les ondes.

[0064] Chaque robot mobile 20 a dans sa mémoire 85 une liste préenregistrée de stations d'accueil auxquelles il est autorisé à accoster. L'identifiant de la station d'accueil 10 dont il est en train de s'approcher, diffusé dans le signal balise émis par la LED 36, permet au robot de vérifier s'il s'agit bien d'une station d'accueil autorisée pour lui.

[0065] En variante, l'identification de la station d'accueil 10 par un robot mobile 20 peut être effectuée à l'aide de l'identifiant d'association diffusé sur le canal balise IEEE 802.11 par le point d'accès wifi 33 de la station 10.

[0066] Il est judicieux que les stations d'accueil 10 puissent aussi identifier de manière sécurisée les robots 20 qui se présentent à elles.

[0067] Pour cela, on peut utiliser le détecteur de présence de robot 37 et l'interface de communication infrarouge 34, selon une procédure illustrée par les figures 7A-E.

[0068] La figure 7A montre un robot mobile 20 qui se rapproche d'une station d'accueil 10. La détection d'un signal de guidage, à savoir l'un des rayons R1-R3 et le signal balise émis par la LED 36, provenant d'une station 10 autorisée pour un robot donné permet à celui-ci vérifier que la station est bien autorisée puis de présenter la tension de sa batterie sur les plots de charge 28 situés sous son châssis (figure 7B). Ainsi, une fois qu'un robot est bien positionné sur une station (figure 7C), celle-ci le détecte en lisant sur ses contacteurs 16 la tension résiduelle de la batterie du robot. Tel est le rôle du détecteur de présence de robot 37 couplé aux contacteurs 16.

[0069] Afin de sécuriser la procédure de lancement de la charge, la station 10 entame alors un dialogue par communication infrarouge avec le robot 20. La station 10 vérifie d'abord que la tension qu'elle détecte est bien celle venant d'un robot. Pour cela, la station 10 demande au robot 20 de s'identifier, via l'interface infrarouge 34 (figure 7D).

[0070] Si la réponse fournie par le robot 20 (figure 7E) l'identifie correctement, c'est-à-dire si l'identifiant de robot qu'il retourne figure dans une liste d'identifiants autorisés pour cette station d'accueil 10, enregistrée dans la mémoire 45 de la station, celle-ci met au service du robot 20 l'ensemble de ses capacités (rechargement et autres services). D'autre part, elle consigne, en la rendant accessible au gestionnaire du parc de robots via l'interface réseau 32, l'information selon laquelle le robot en question est effectivement à poste sur la station 10.

[0071] Si la station 10 ne reçoit pas de réponse ou si le robot retourne un identifiant invalide ou non autorisé (figure 7E), elle ne fournit pas de courant de charge, ni aucun autre des services dont elle dispose.

[0072] La méthode décrite ci-dessus de double identification des stations d'accueil par les robots et des robots par les stations d'accueil permet de gérer de manière simple et flexible le fonctionnement d'un parc de robots disposant d'un ensemble de stations d'accueil.

[0073] L'appariement entre les robots et les stations d'accueil, c'est-à-dire l'enregistrement des listes de robots et de stations autorisées à fonctionner ensemble, peut être effectué lors du déploiement des robots et des stations sur un site d'exploitation. Une

manière simple de le faire est de présenter un robot 20 sur une station 10 avec laquelle il sera autorisé à fonctionner et d'activer une procédure de couplage à l'aide d'un bouton prévu sur le robot ou sur la station, cette procédure consistant à faire enregistrer l'identifiant du robot dans la mémoire 45 de la station d'accueil et celui de la station d'accueil dans la mémoire 85 du robot. Une autre manière de réaliser l'appariement consiste à fournir les listes des robots et des stations auxquelles ils peuvent se connecter au moyen d'une interface informatique dont dispose le gestionnaire du parc (ordinateur ou tablette), puis de transmettre les listes appropriées aux stations d'accueil via leurs interfaces réseau 32, et aux robots via le réseau wifi.

10 [0074] La gestion du processus de rechargement pour des robots de haute capacité comporte avantageusement un certain nombre de mesures assurant une plus grande fiabilité et une meilleure sécurité. Il se peut que la station d'accueil 10 reçoive des robots 20 ayant des batteries de caractéristiques électriques différentes. Elle doit alors être munie de circuits de rechargement 42 aptes à délivrer des caractéristiques tension/courant
15 différentes. Grâce à l'identification des robots qui se présentent, le gestionnaire de rechargement 38 de la station peut sélectionner le mode de fonctionnement adéquat des circuits de rechargement 42 pour chaque robot.

[0075] Les courants impliqués pouvant être importants, la sécurisation du processus de rechargement devient critique. Lorsque la tension dépasse 5 volts et le courant quelques
20 ampères (par exemple 25V/7A ou plus), les contraintes de sécurité sont plus sévères.

[0076] C'est pourquoi il convient que le gestionnaire de rechargement 38 commande les circuits de rechargement 42 (transformateurs, commutateurs et électronique associée) pour que, par défaut, la tension de rechargement ne soit pas disponible sur les contacteurs 16 de la station d'accueil 10. Cela permet d'éviter des risques de court-circuit accidentel. La
25 procédure de rechargement implique que le robot s'identifie (figures 7D-E) et qu'il ait appliqué la tension résiduelle de sa batterie 75 sur ses plots 28. C'est sous ces conditions préalables que la puissance de rechargement est délivrée sur les contacteurs 16 de la station. La charge de la batterie du robot 20 peut alors commencer.

[0077] La gestion de l'approche du robot en vue de son rechargement peut être réalisée
30 selon les procédures illustrées sur la figure 8 en ce qui concerne le robot mobile (contrôleur 71) et sur la figure 9 en ce qui concerne la station d'accueil (processeur 31 et/ou gestionnaire de rechargement 38).

[0078] En réponse à la détection d'un signal balise par un capteur infrarouge 76 du robot (étape 90), le contrôleur 71 vérifie d'abord si l'identifiant de station d'accueil porté par ce signal balise figure dans la liste de stations autorisées dont le robot dispose dans sa mémoire 85 (test 91). S'il s'agit d'un identifiant non-autorisé, le contrôleur 71 commande le système moteur 78 pour que le robot 20 s'éloigne de la station d'accueil 10 qui ne lui convient pas (étape 92).

[0079] Si l'identifiant reçu dans le signal balise est celui d'une station d'accueil autorisée pour le robot, le contrôleur 71 commande le commutateur 81 pour que la tension de la batterie 75 soit présentée sur les plots de charge 28 du robot (étape 93). Puis le robot se met en attente de réception d'une requête d'identification de la part de la station d'accueil (test 94). À réception de cette requête, le contrôleur 71 commande l'interface infrarouge 74 pour que l'identifiant du robot 20 soit transmis à la station d'accueil 10 à l'étape 95.

[0080] Après transmission de son identifiant, le contrôleur 71 du robot examine si un message de rejet est reçu sur l'interface infrarouge 74 de la part de la station d'accueil 10 (test 96). En cas de rejet par la station d'accueil, l'étape 92 est exécutée pour que le robot s'éloigne de la station. Si le robot est accepté par la station d'accueil, il se met à recevoir sur ses plots de charge 28 la puissance délivrée par la station d'accueil afin de recharger sa batterie 75 (étape 97).

[0081] Du côté de la station d'accueil 10, la procédure illustrée sur la figure 9 est déclenchée par la détection 100 d'une tension électrique sur les contacteurs 16 placés dans la zone de stationnement, par le détecteur 37. En réponse à cette détection d'une tension électrique sur les contacteurs 16, le processeur 31 commande l'interface infrarouge 34 pour que soit émise la requête d'identification du robot 20 qui s'est présenté dans la zone de stationnement (étape 101).

[0082] Puis la station d'accueil 10 se met en attente de réception d'un message fournissant l'identification du robot mobile (test 102). À réception de ce message, le processeur 31 vérifie (test 103) si l'identifiant reçu figure dans la liste de robots autorisés pour la station d'accueil, enregistrée dans la mémoire 45. S'il s'agit d'un identifiant non-autorisé, le processeur 31 commande l'émission, par l'interface infrarouge 34, d'un message de rejet du robot qui s'est présenté dans la zone de stationnement. Si le robot mobile 20 est autorisé pour la station d'accueil 10, le processeur 31 de celle-ci commande le gestionnaire de rechargement 38 pour que la puissance de rechargement de la batterie

du robot soit envoyée sur les contacteurs 16.

[0083] Une fois que la charge électrique de la batterie 75 du robot a été lancée, des mesures sont effectuées de façon continue au moyen de capteurs 43 dont la station d'accueil est équipée :

- 5 - tension de la batterie 75 du robot mesuré aux bornes des contacteurs 16 ;
- ampérage du courant du charge ; et
- température des circuits de charge.

[0084] Ces mesures, auxquelles peuvent s'ajouter la température de la batterie 75 du robot mesurée par celui-ci et transmise à la station via l'interface infrarouge ou wifi (étape 10 98 de la figure 8), permettent de définir l'état de la charge (robot absent, initialisation de la charge, charge, fin de charge) mais aussi de définir des plages de mesures qualifiant le fonctionnement normal.

[0085] Les mesures faites par la station d'accueil 10 et celles reçues du robot 20 en cours de rechargement sont analysées par le processeur 31 à l'étape 106 représentés sur la figure 15 9. Si un des indicateurs sort de sa plage de fonctionnement normal, une alerte est déclenchée par le gestionnaire de rechargement 38. L'alerte conduit le gestionnaire de rechargement 38 à stopper automatiquement la puissance de rechargement sur les contacteurs 16. On peut ainsi détecter et mettre fin à tout dysfonctionnement, potentiellement dangereux ou non. En cas de détection d'une anomalie, un message 20 d'alerte est émis par la station d'accueil 10 via le réseau Ethernet afin d'informer le gestionnaire du parc de robots.

[0086] D'autres caractéristiques intéressantes de la station d'accueil 10 décrite ici à titre d'exemple se rapportent aux capteurs 80 embarqués dans les robots mobiles 20. En particulier, dans l'application où un ensemble de robots est utilisé pour effectuer des 25 mesures de qualité d'air dans un environnement clos où se trouve également la station d'accueil, les robots embarquent des capteurs 80 mesurant des grandeurs telles que :

- la température ambiante ;
- l'humidité relative ;
- la teneur de l'air ambiant en gaz toxiques ou indésirables (dioxyde de carbone, 30 ozone, composés organiques volatils, ...) ;
- la teneur de l'air ambiant en poussières, allergènes, ou autres particules.

[0087] De façon connue, les réponses de ces capteurs 80 ne sont pas parfaitement stables dans le temps. Il est donc utile de prévoir une maintenance dynamique pour corriger leurs dérives. En effet, un robot qui peut embarquer de nombreux capteurs, dont certains fonctionnent en réseau afin de rendre plus robuste le service attendu, peut voir, du fait des dérives de ses capteurs, ses services décliner ou générer de fausses données, qui seront intégrées aux bases de données.

[0088] Pour détecter les dérives d'un capteur donné 80, il est nécessaire de comparer la valeur qu'il mesure à celle fournie par un capteur de référence qui lui est juxtaposé. Traditionnellement, cela implique soit un déplacement d'un technicien sur le site de déploiement des robots, soit un retour du robot ou de son capteur sur un autre site de test.

[0089] Dans le cadre d'un réseau de capteurs 80 embarqués sur des robots mobiles, cette problématique peut être allégée grâce à la présence de capteurs de référence 40 dans la station d'accueil 10 présentée dans le présent document.

[0090] Les capteurs de référence 40 (figure 3) peuvent notamment être logés à l'intérieur de la colonne 13 de la station d'accueil. Dans l'exemple montré sur les figures 1 et 2, des grilles d'aération 44, 45 sont prévues sur la colonne 13, en façade et en partie supérieure, pour que l'air mesuré par les capteurs 40 de la station d'accueil 10 soit partagé avec celui mesuré par les capteurs 80 dont est équipé un robot 20 en position d'accostage.

[0091] Comme tous les robots 20 se présentent régulièrement à une station d'accueil pour se recharger, ils y passent un temps assez long, permettant un échantillonnage conséquent pour comparer les données des capteurs embarqués 80 et des capteurs de référence 40. Le calcul des facteurs de correction de la dérive et la détection d'une panne sont effectués pour chaque robot venant se recharger. L'opération de maintenance consistant à vérifier les capteurs 80 embarqués sur les robots peut être faite exclusivement à l'aide des capteurs de la station d'accueil 10.

[0092] La maintenance des capteurs peut par exemple être effectuée de la manière suivante. Les données mesurées (données brutes et données corrigées) par la station d'accueil 10 et par les robots 20 sont transmises à un serveur de collecte 50 via l'interface réseau 32 (figure 10 : étape S1). Les données mesurées sont analysées par le serveur 50 pour calculer des paramètres de correction.

[0093] Le calcul de correction pour un capteur donné 80 d'un robot 20, auquel correspond un capteur de référence 40 d'une station d'accueil 10, peut comporter :

- comparaison des données mesurées par le robot 20 localisé sur une station d'accueil 10 (détection par la présence du robot sur la station) ;
- 5 - utilisation de la valeur mesurée par le capteur 40 de la station 10 comme référence ;
- estimation de la correction d'après les différences entre les mesures faites par le robot à poste et celles faits par la station. Suivant le type de capteur, une régression sur les données, linéaire (par exemple par moindres carrés),
10 polynomiale ou autre, est appliquée pour définir les paramètres de correction ;
- si la dérive que représentent les paramètres de correction est trop importante, une opération de maintenance sur site peut éventuellement être décidée pour les capteurs 40 de la station d'accueil ou ceux 80 d'un robot (figure 10 : étape S2) ;
- transmission des paramètres de correction à la station d'accueil 10 via l'interface
15 réseau 32 (figure 10 : étape S3) et, de là, aux robots 20 via le point d'accès wifi 33.

[0094] Une possibilité intéressante est de procéder à une contre-évaluation des mesures des capteurs de référence 40 par les mesures effectuées par les capteurs de même type 80 embarqués dans une population de robots, selon un principe : « la majorité peut remettre
20 en cause la référence ». Dans ce cas, les mesures des capteurs 80 des robots sont exprimées comme des écarts avec la mesure de référence d'un capteur 40 de la station d'accueil. Ces écarts donnés pour les différents robots de la population sont comparés entre eux. Si une majorité de robots confirme un écart dans le même sens, le capteur de référence 40 est mis en question, et une alerte est déclenchée vers le gestionnaire du parc
25 pour qu'il décide soit une opération de maintenance sur le capteur de référence 40 de la station d'accueil soit de revalider l'étalonnage des capteurs de référence 40 s'il a été effectué récemment.

[0095] L'exploitation des données des capteurs de référence 40, dont la station d'accueil 10 est équipée, permet de réduire fortement le besoin de maintenance sur site pour les
30 robots 20.

[0096] Dans le cadre de l'application de la flotte de robots à la mesure de qualité d'air,

les données mesurées par les capteurs embarqués 80 sont remontées en permanence au serveur de collecte 50 via le point d'accès wifi 33 d'une station d'accueil 10 et l'interface réseau 32 de celle-ci (schématisé par les flèches 51, 52 sur la figure 11). Si nécessaire, le serveur de collecte 50 renvoie des paramètres de correction aux robots, comme il vient
5 d'être décrit.

[0097] L'interface réseau 32 permet en outre de communiquer avec un serveur de mise à jour logicielle 60 (figure 10) qui peut être distinct du serveur de collecte 50. Lorsque de nouvelles versions des logiciels embarqués dans les robots sont développées, elles peuvent être téléchargées depuis le serveur de mise à jour 60 jusqu'au robot 20 via l'interface
10 réseau 32 de la station d'accueil 10 (flèche 53) et son point d'accès wifi 33 (flèche 54).

[0098] De nouveau, l'architecture proposée, reposant sur les fonctionnalités offertes par la station d'accueil 10, permet de faciliter la maintenance, cette fois-ci logicielle, du parc de robots.

[0099] Les modes de réalisation décrits ci-dessus sont simplement une illustration de la présente invention. Diverses modifications peuvent leur être apportées sans sortir du cadre de l'invention qui ressort des revendications annexées.
15

[00100] Si l'interface de délivrance de puissance électrique dont est munie une station d'accueil a été décrite comme constituée d'une paire de contacteurs 16, tandis que l'interface de réception de puissance électrique d'un robot a été décrite comme constituée
20 d'une paire de plots de charge 28, il ne s'agit pas de l'unique type d'interface de puissance utilisable. Un rechargement par induction est également possible, par exemple.

[00101] On notera également que les éléments techniques décrits ci-dessus, relatifs à la méthode de guidage du robot vers la station d'accueil, à l'identification mutuelle des stations d'accueil et des robots, à la gestion sécurisée du rechargement en énergie des
25 robots, à l'architecture de communication robots / station d'accueil / serveur(s), aux procédures d'étalonnage des capteurs des robots et à la mise à jour de leurs logiciels embarqués peuvent être mis en œuvre indépendamment les uns des autres, même si leur combinaison offre, pour les utilisateurs de robots, une station d'accueil particulièrement performante, bien adaptée notamment au déploiement de parcs assez importants de robots
30 offrant une variété de services.

REVENDICATIONS

1. Système de surveillance de qualité d'air dans au moins un environnement, comprenant :
 - au moins un robot (20) mobile dans l'environnement ;
 - 5 une station d'accueil (10) placée dans l'environnement et ayant une zone de stationnement pour recevoir le robot ;
 - des capteurs de qualité d'air (80) embarqués sur le robot mobile ;
 - des capteurs de qualité d'air (40) installés dans la station d'accueil ; et
 - un gestionnaire d'étalonnage (31, 39) pour recueillir d'une part des
10 mesures effectuées par au moins un premier capteur de qualité d'air embarqué sur le robot mobile (20) pendant que le robot mobile est reçu dans la zone de stationnement de la station d'accueil (10), et d'autre part des mesures effectuées en même temps par un second capteur de qualité d'air installé dans la station d'accueil et de même type que ledit premier capteur de qualité d'air.
- 15 2. Système de surveillance de qualité d'air selon la revendication 1, dans lequel le gestionnaire d'étalonnage (31, 39) est configuré pour transmettre au robot mobile (20) des paramètres de correction de dérives observées dans les mesures recueillies.
3. Système de surveillance de qualité d'air selon la revendication 1, dans lequel le gestionnaire d'étalonnage (31, 39) est installé au moins en partie dans la station
20 d'accueil (10), le système comprenant en outre un serveur de collecte (50) communiquant avec le gestionnaire d'étalonnage pour traiter les mesures recueillies et fournir des paramètres de correction de dérives observées dans les mesures recueillies.
4. Système de surveillance de qualité d'air selon la revendication 3, dans lequel les paramètres de correction de dérives sont déterminés par le serveur de collecte (50) afin
25 d'étalonner le premier capteur de qualité d'air embarqué sur le robot mobile (20) par rapport au second capteur de qualité d'air installé dans la station d'accueil (10).

5. Système de surveillance de qualité d'air selon l'une quelconque des revendications 3-4, dans lequel la station d'accueil (10) est apte à recevoir successivement plusieurs robots mobiles (20) dans la zone de stationnement, dans lequel le serveur de collecte (50) est configuré pour traiter des mesures effectuées par des premiers capteurs de qualité d'air de même type (80) embarqués sur des robots mobiles respectifs pendant que lesdits robots mobiles sont successivement reçus dans la zone de stationnement, par comparaison avec des mesures effectuées en même temps par le second capteur de qualité d'air (40) installé dans la station d'accueil et de même type que lesdits premiers capteurs de qualité d'air.
- 10 6. Système de surveillance de qualité d'air selon la revendication 5, dans lequel le traitement des mesures par le serveur de collecte (50) comprend une analyse des écarts observés entre les mesures effectuées par les premiers capteurs de qualité d'air (80) et celles effectuées en même temps par le second capteur de qualité d'air (40), et le déclenchement d'une alerte lorsque les écarts analysés remplissent une condition d'alerte prédéfinie.
- 15 7. Système de surveillance de qualité d'air selon l'une quelconque des revendications 3-6, dans lequel le serveur de collecte (50) est configuré pour communiquer avec des gestionnaires d'étalonnage (31, 39) installés au moins en partie dans plusieurs stations d'accueil (10).
- 20 8. Station d'accueil de robot mobile, comprenant :
- une zone de stationnement pour recevoir au moins un robot (20) mobile dans un environnement où la station d'accueil (10) est placée ;
 - des capteurs de référence (40) de même type que des capteurs de qualité d'air (80) embarqués sur un robot mobile ; et
- 25 un gestionnaire d'étalonnage (31, 39) pour recueillir d'une part des mesures de qualité d'air effectuées par au moins un capteur de qualité d'air embarqué sur un robot mobile pendant que ledit robot mobile est reçu dans la zone de stationnement, et d'autre part des mesures effectuées en même temps par un capteur de référence de la station d'accueil (10).

5 **9.** Station d'accueil selon la revendication 8, comprenant en outre une interface réseau (32) pour transmettre à un serveur de collecte (50) des données obtenues par le robot mobile (20), le gestionnaire d'étalonnage (31, 39) étant configuré pour transmettre au serveur de collecte, via l'interface réseau, les mesures de qualité d'air effectuées par le capteur de qualité d'air (80) embarqué sur le robot mobile pendant que ledit robot mobile est reçu dans la zone de stationnement, et les mesures effectuées en même temps par un capteur de référence (40) de la station d'accueil (10).

10 **10.** Station d'accueil selon l'une quelconque des revendications 8-9, dans laquelle le gestionnaire d'étalonnage (31, 39) est configuré pour transmettre au robot mobile (20) des paramètres de correction de dérives observées dans les mesures recueillies.

1/10

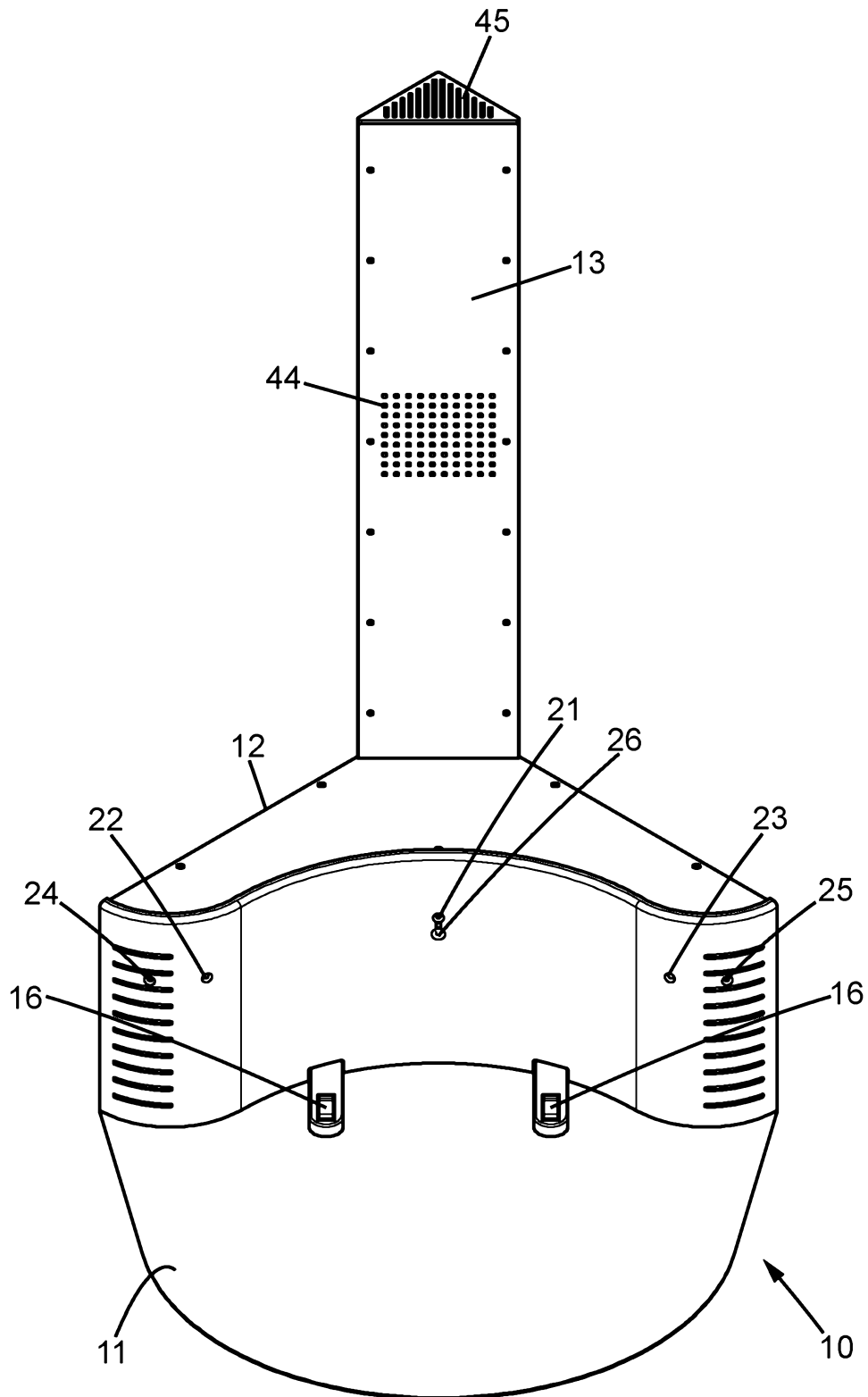


FIG. 1

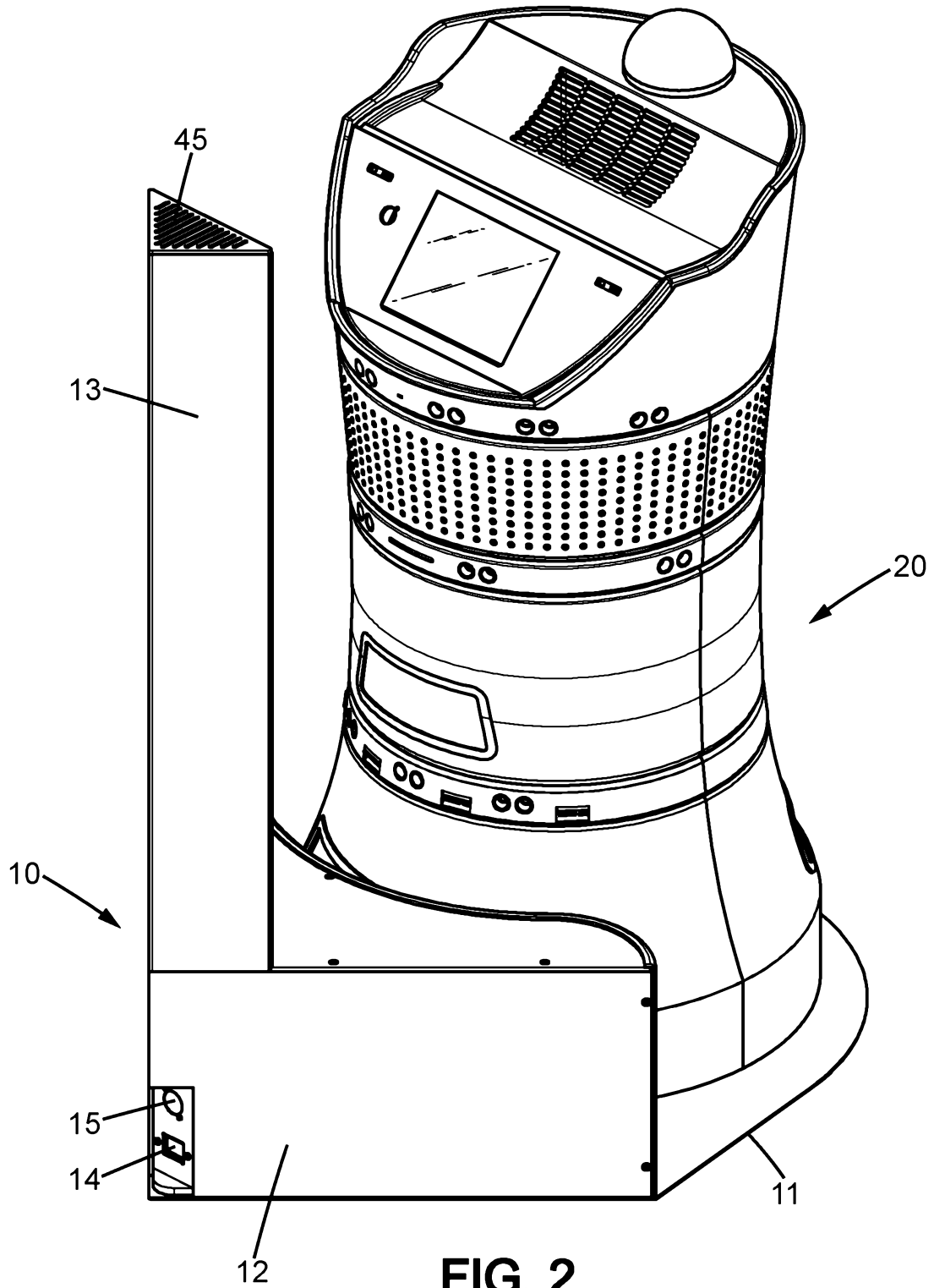


FIG. 2

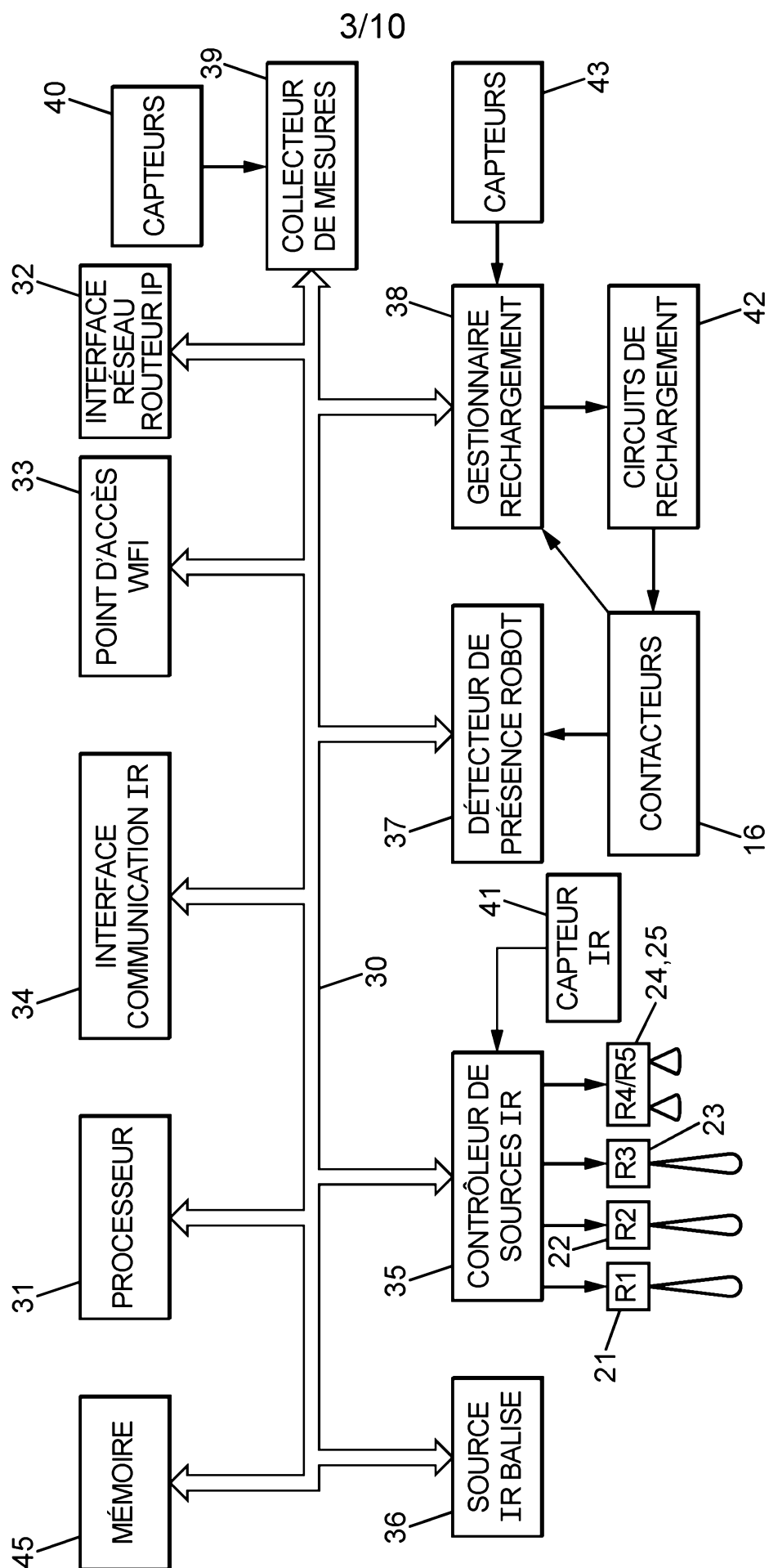


FIG. 3

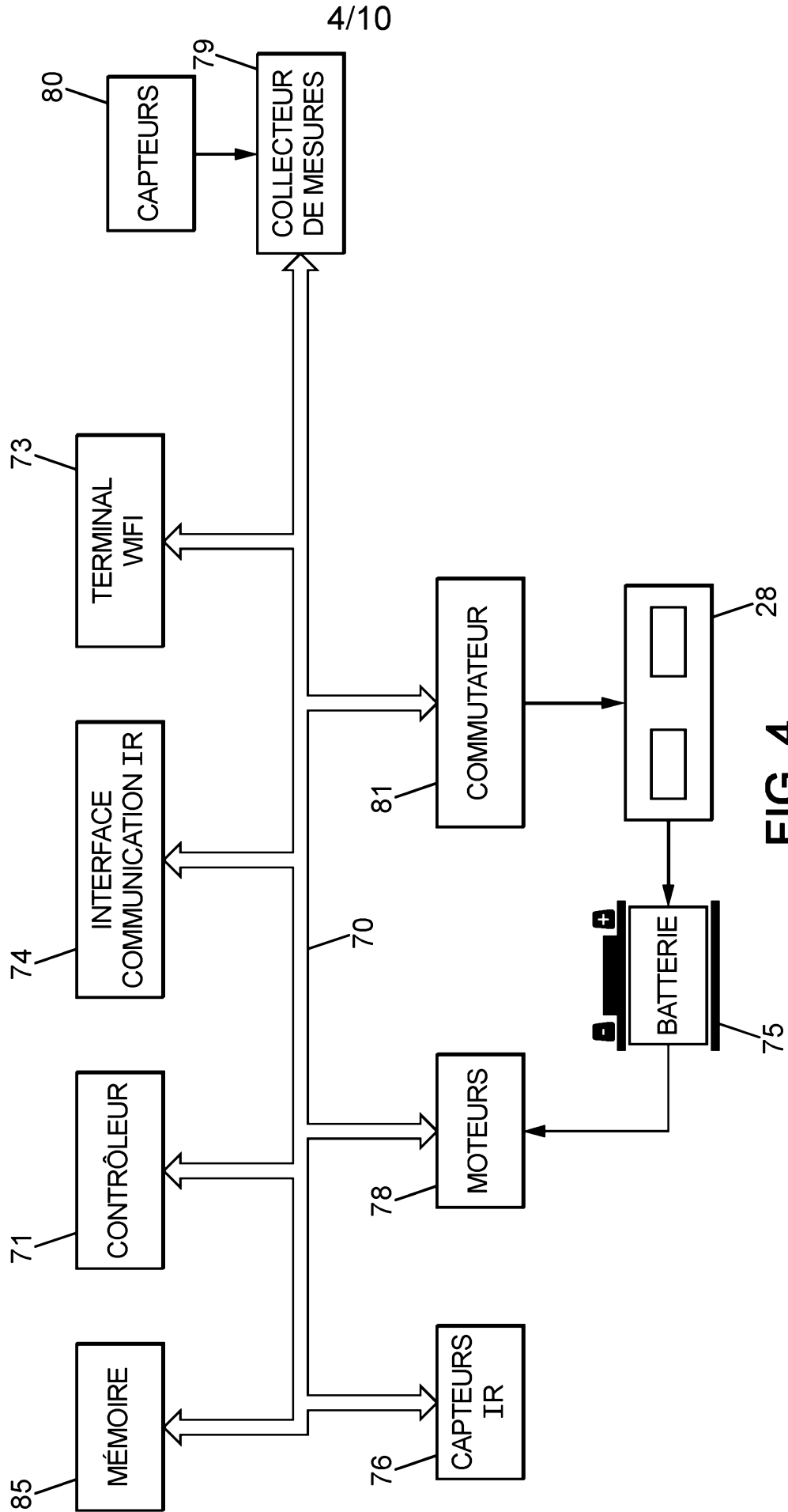
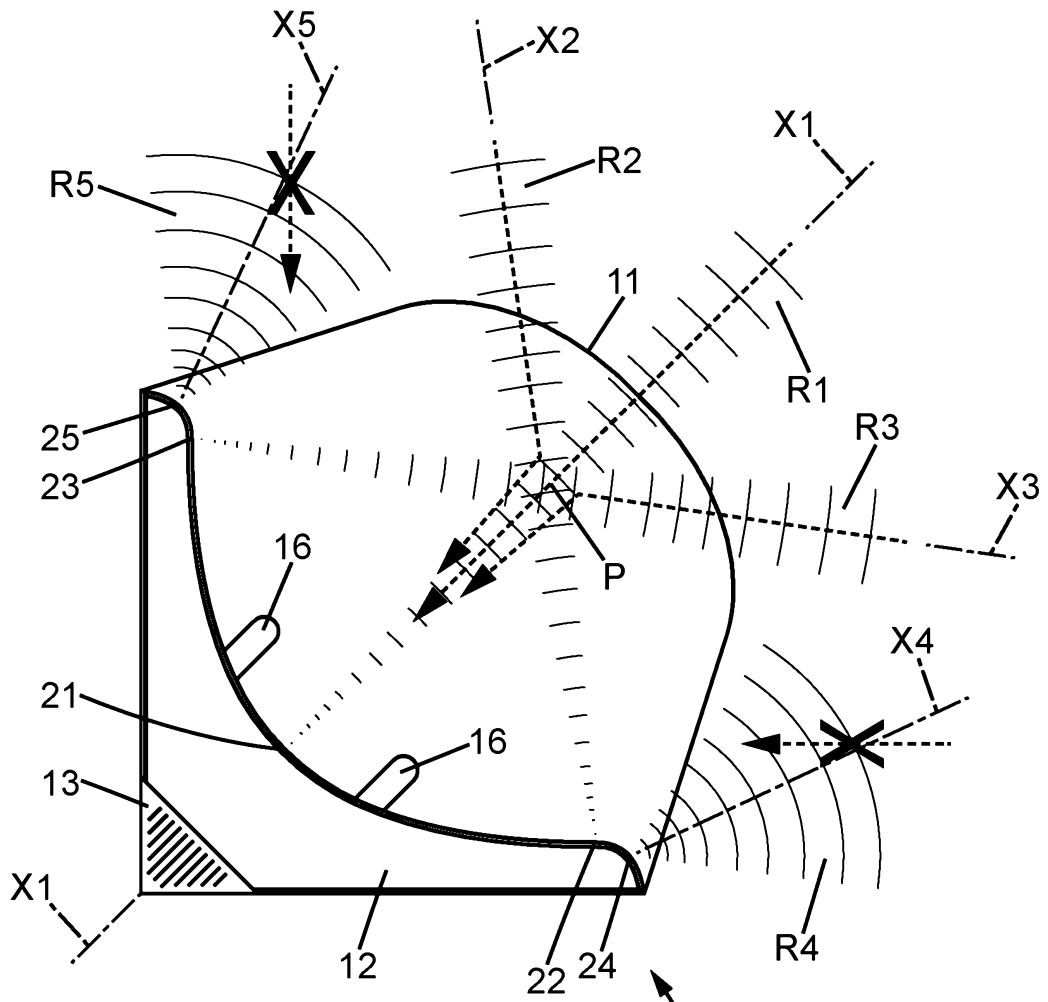


FIG. 4

5/10

**FIG. 5**

10

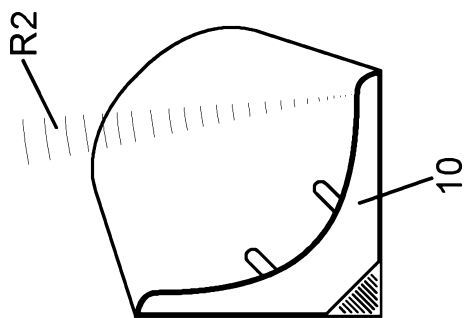


FIG. 6C

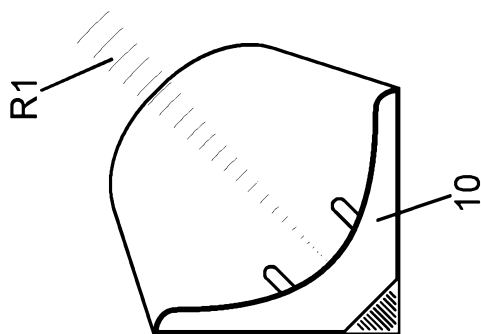


FIG. 6E

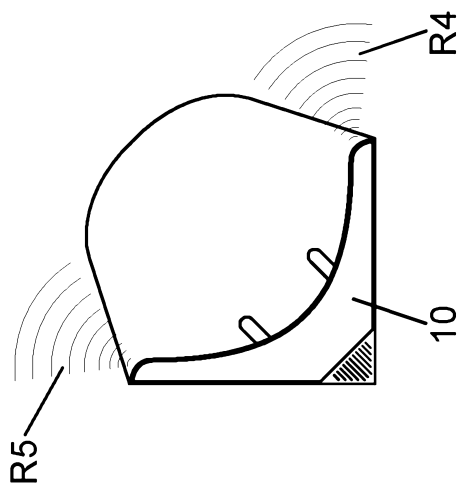


FIG. 6B

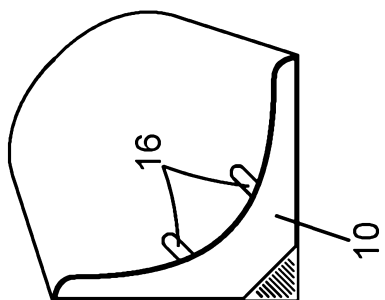


FIG. 6A

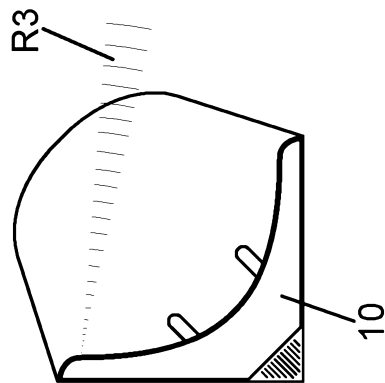


FIG. 6D

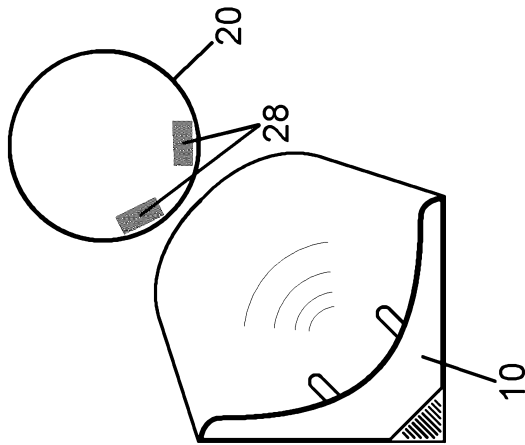


FIG. 7A

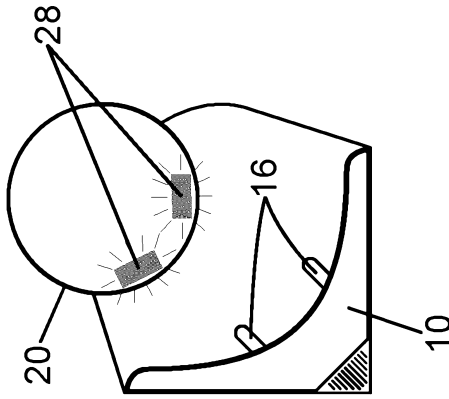


FIG. 7B

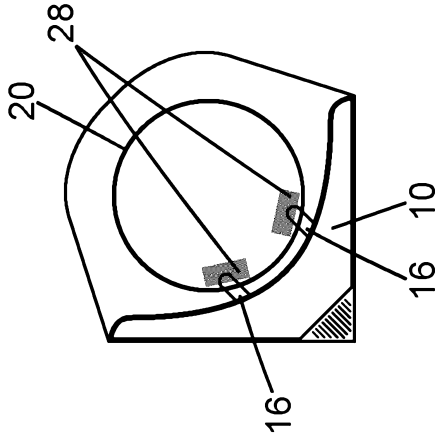


FIG. 7C

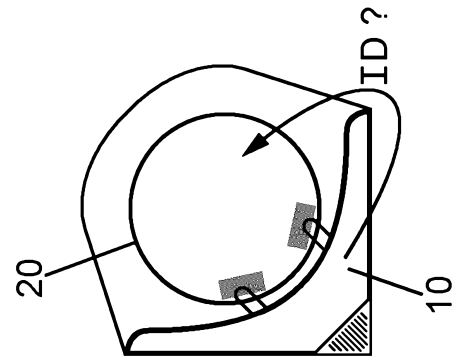


FIG. 7D

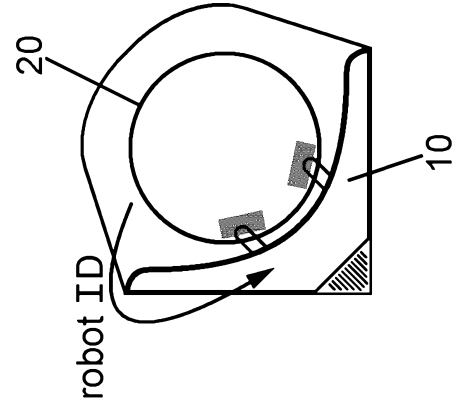


FIG. 7E

8/10

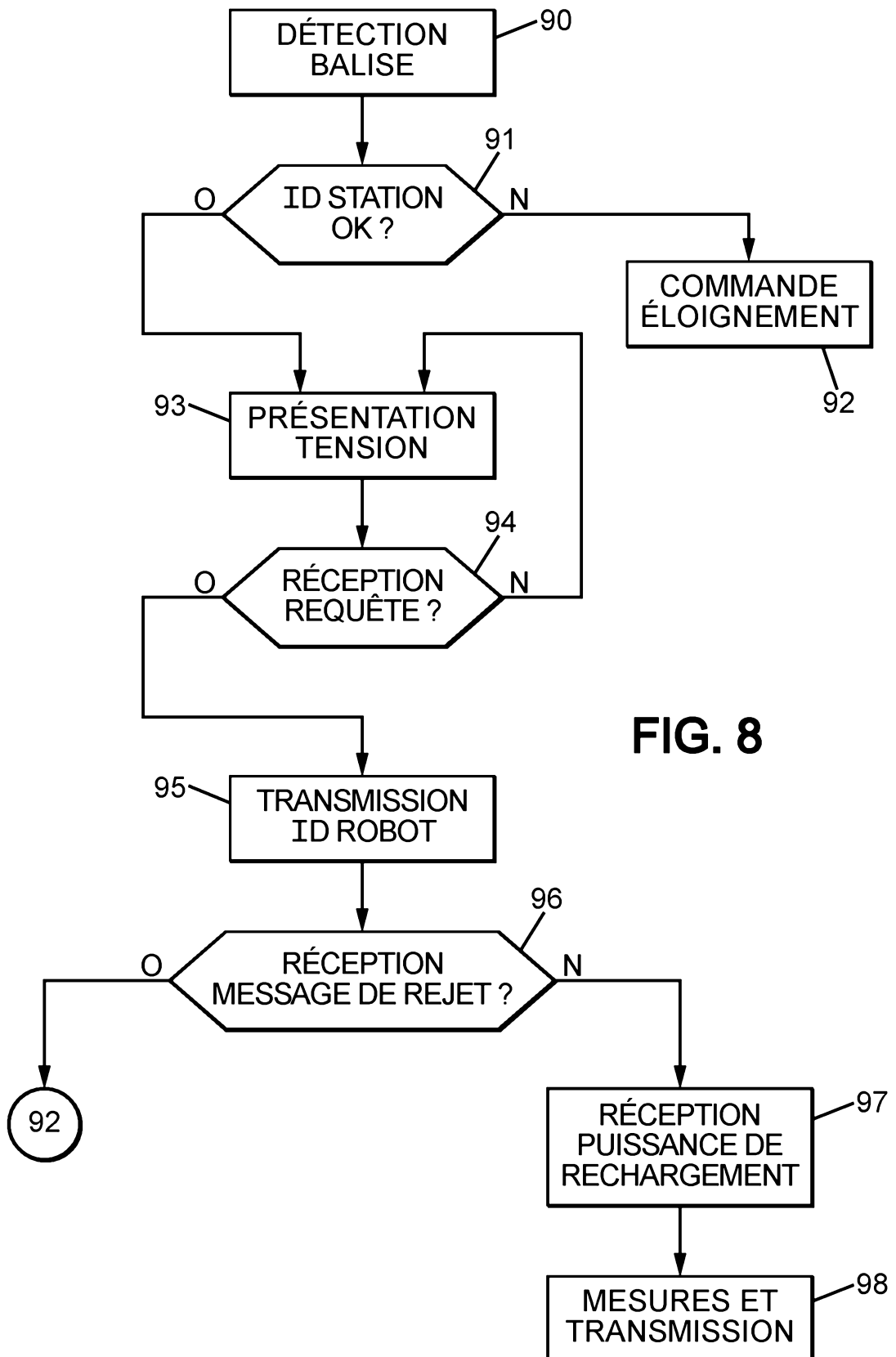


FIG. 8

9/10

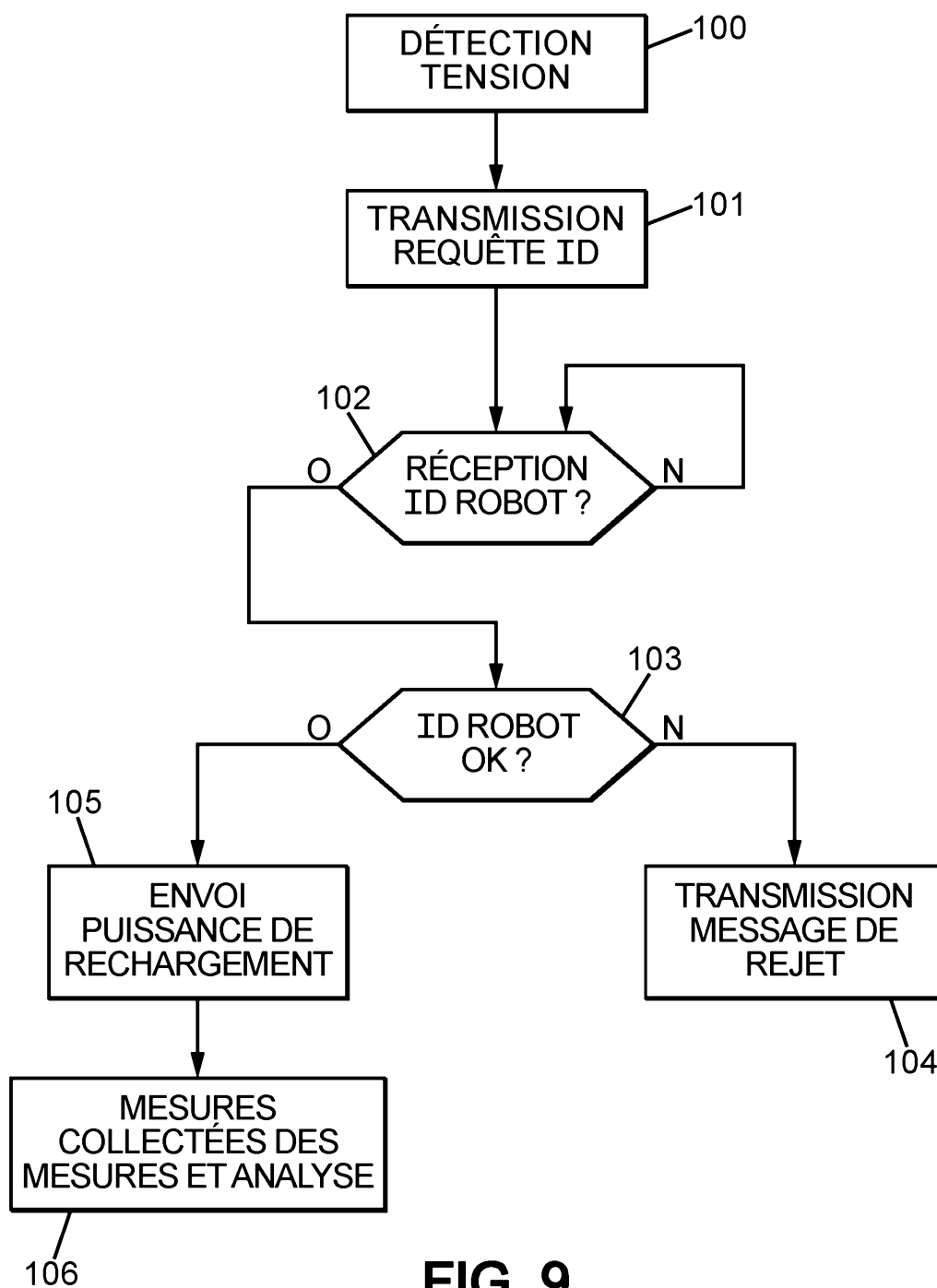
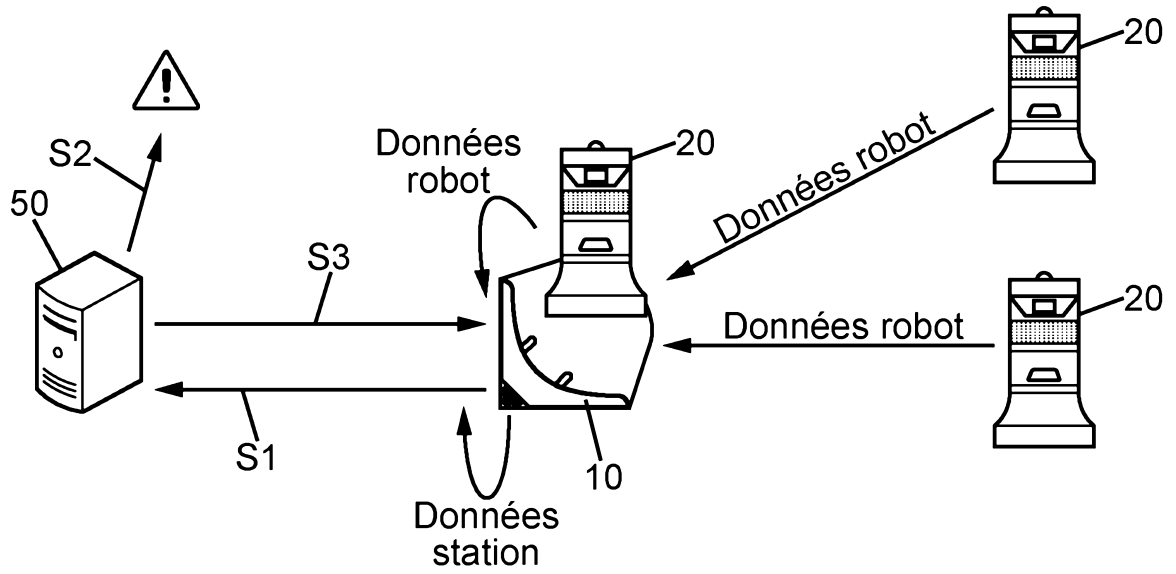
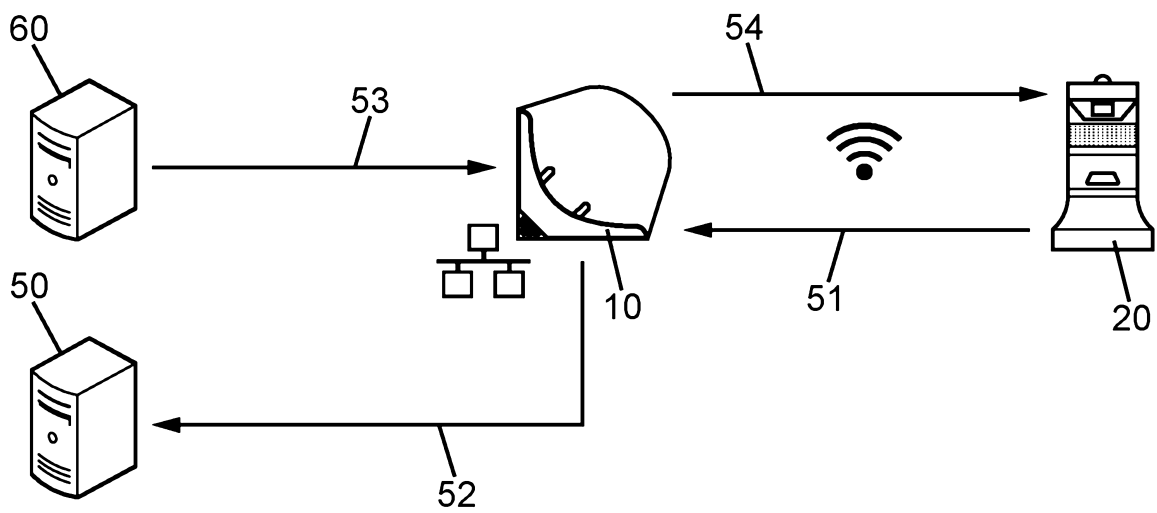


FIG. 9

10/10

**FIG. 10****FIG. 11**

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-17 et R.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

- Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.
- Le demandeur a maintenu les revendications.
- Le demandeur a modifié les revendications.
- Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.
- Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.
- Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

- Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.
- Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.
- Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.
- Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

US 6 442 639 B1 (MCELHATTAN KENT D [US] ET AL)
27 août 2002 (2002-08-27)

WO 00/78204 A2 (CALIFORNIA INST OF TECHN [US])
28 décembre 2000 (2000-12-28)

US 2013/074575 A1 (DURIC ALEKSANDAR [CH] ET AL)
28 mars 2013 (2013-03-28)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT