



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
12.06.2019 Bulletin 2019/24

(51) Int Cl.:
B66C 15/04 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **18211708.5**

(22) Date de dépôt: **11.12.2018**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(72) Inventeurs:
• **SAILLY, Raymond**
91350 VAUHALLAN (FR)
• **CHADIRAC, STEPHANE**
91680 BRIIS SOUS FORGES (FR)
• **BOURGEOIS, SAMY**
91310 LONGPONT SUR ORGE (FR)

(30) Priorité: **11.12.2017 FR 1761910**

(74) Mandataire: **Regimbeau**
20, rue de Chazelles
75847 Paris Cedex 17 (FR)

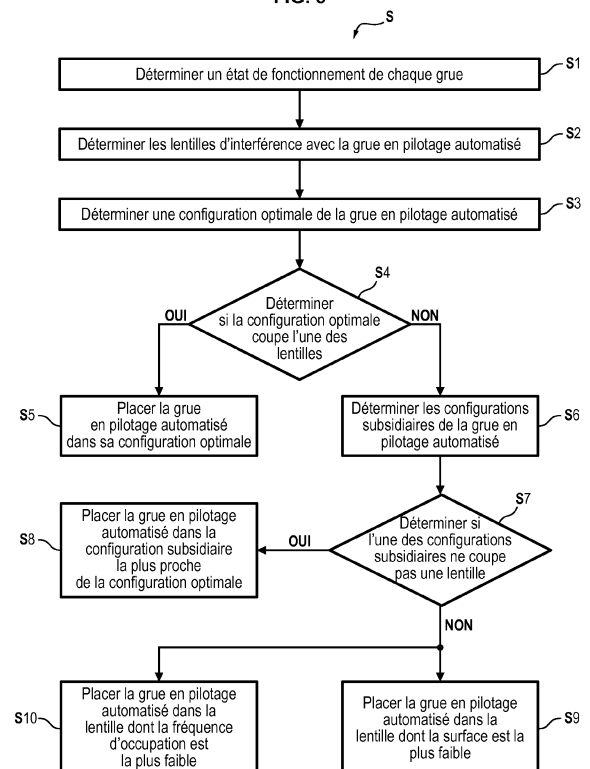
(71) Demandeur: **Bouygues Construction Materiel**
76410 Tourville-la-Riviere (FR)

(54) **PILOTAGE AUTOMATISÉ D'UN ENSEMBLE DE GRUES**

(57) L'invention concerne un procédé de pilotage automatisé (S) d'un ensemble (1) de grue (2, 3, 4) à tour, chaque grue (2, 3, 4) à tour comprenant un ensemble (1) mobile angulairement comprenant une flèche (11), le procédé comprenant les étapes suivantes :

- déterminer (S2) les lentilles d'interférence de la grue (2) en pilotage automatisé avec les autres grues (3, 4),
- déterminer (S3) une configuration optimale de la grue (2) en pilotage automatisé en fonction de la direction du vent,
- déterminer (S4) si la configuration optimale coupe l'une au moins des lentilles d'interférences, et
- placer (S5) la grue (2) en pilotage automatisé dans sa configuration optimale ou dans le secteur angulaire (30) le plus proche de la configuration optimale.

FIG. 5



Description

DOMAINE DE L'INVENTION

[0001] L'invention concerne de manière générale le domaine technique des grues à tours. Plus précisément, l'invention concerne un procédé et un dispositif de gestion d'un ensemble de grues à tour sur un chantier lorsque tout ou partie des grues à tour ont des phases de travail décalées.

ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE

[0002] Une grue à tour comprend habituellement un pylône vertical non tournant, ou mât, et un ensemble tournant composé d'une flèche et d'une contre-flèche équipée d'un lest. L'ensemble tournant est monté mobile en rotation sur le sommet du mât et balaye des zones circulaires autour d'un axe vertical passant par le mât.

[0003] En variante, une grue à tour peut également comprendre un mât tournant et un ensemble composé d'une flèche et d'une contre-flèche solidaire en mouvement du mât.

[0004] Sur un chantier, plusieurs grues à tour peuvent être nécessaires pour couvrir toute l'aire de construction. Les zones circulaires balayées par les flèches de ces grues peuvent donc souvent se recouvrir partiellement. Ces zones de recouvrement partielles sont communément appelées zones d'interférence, ou lentilles d'interférence.

[0005] Lorsque le travail d'une grue est interrompu ou que le vent dépasse une vitesse préconisée par le constructeur de la grue, la grue est mise dans un état de fonctionnement dit « en girouette », c'est-à-dire dans un état de fonctionnement dans lequel l'ensemble tournant comprenant la flèche et la contre-flèche est laissé libre de tourner et donc de se mettre dans la direction du vent, afin de réduire au maximum la prise au vent et le risque de renversement de l'ensemble.

[0006] Lorsque deux ou plusieurs grues à tour sont installées sur un lieu de travail de telle sorte que leurs champs d'action se recouvrent, des mesures sont prises pour éviter les collisions entre les charges ou avec des éléments des grues elles-mêmes.

[0007] La première des mesures est d'implanter les grues à des hauteurs différentes afin que la flèche et la contre-flèche de chacune d'elles puisse passer au-dessous ou au-dessus de celles des grues voisines et éviter une collision.

[0008] La seconde des mesures est d'équiper les grues de systèmes anticollisions contrôlant en permanence leurs mouvements (trajectoires, sens et vitesse) afin que les parties mobiles (flèches, contre-flèches) et câbles ne puissent jamais se rencontrer.

[0009] Toutefois, lorsque toutes les grues d'un chantier ne s'arrêtent pas en même temps, il est impossible, pour le grutier qui s'arrête, de mettre sa grue à tour en girouette si une ou plusieurs des autres grues risquent

d'entrer en collision avec elle en continuant à travailler. Il faut donc attendre que toutes les grues voisines s'arrêtent pour les mettre toutes en girouette en même temps, c'est-à-dire que le grutier doit attendre ou revenir à son engin à la fin du travail de ses collègues.

[0010] Il a donc été proposé, dans le document FR 3 030 469 au nom de la Demanderesse, un procédé de pilotage automatisé d'un ensemble de grues à tour comprenant les étapes suivantes :

- déterminer un état de fonctionnement instantané de chaque grue, chaque grue étant soit en girouette, soit en travail, soit en pilotage automatisé,
- pour au moins une grue en pilotage automatisé,
 - déterminer les lentilles d'interférence de cette grue avec les autres grues, ainsi que la configuration spatiale instantanée de ladite grue et
 - lorsqu'une grue en travail doit entrer dans une lentille d'interférence de ladite grue en pilotage automatisé et que la configuration spatiale instantanée de celle-ci coupe la lentille d'interférence, déplacer angulairement et de manière automatisée l'ensemble mobile de la grue en pilotage automatisé de sa configuration spatiale instantanée vers une configuration déplacée, dans laquelle la flèche de la grue en pilotage automatisé est en dehors d'une zone balayée par la flèche de la grue en travail.

[0011] Il devient donc possible pour un grutier de quitter sa grue en toute sécurité lorsque son travail est terminé, même lorsque d'autres grues sur le chantier sont encore actives tout en garantissant la possibilité aux autres grues de pouvoir travailler dans l'ensemble des zones de travail du chantier.

[0012] Ce procédé est aujourd'hui reconnu pour son efficacité et son respect des normes de sécurité. La Demanderesse s'est cependant aperçue du fait que sa mise en oeuvre nécessite souvent beaucoup de déplacements pour les grues en pilotage automatisé, et donc d'attente pour les grues en travail, et risque donc, selon la configuration du chantier, d'en réduire la productivité.

RESUME DE L'INVENTION

[0013] Un objectif de l'invention est donc de proposer un nouveau procédé et un dispositif de gestion d'un ensemble de grues à tour permettant à un grutier de quitter sa grue en toute sécurité lorsque son travail est terminé, même lorsque d'autres grues à tour sur le chantier sont encore actives, en surveillant et en prenant en compte la vitesse, la direction et le cas échéant le sens du vent, tout en garantissant la possibilité aux autres grues à tour de pouvoir travailler dans l'ensemble des zones de travail

du chantier sans en réduire la productivité.

[0014] Pour cela, l'invention propose un procédé de pilotage automatisé d'un ensemble de grues à tour, chaque grue à tour comprenant un ensemble mobile angulairement comprenant une flèche, le procédé comprenant les étapes suivantes :

- déterminer un état de fonctionnement instantané de chaque grue, chaque grue étant soit en girouette, soit en travail, soit en pilotage automatisé,
- pour au moins une grue en pilotage automatisé, déterminer les lentilles d'interférence de cette grue en pilotage automatisé avec les autres grues,
- déterminer une configuration optimale de la grue en pilotage automatisé, ladite configuration optimale correspondant à la configuration spatiale dans laquelle l'ensemble mobile de la grue en pilotage automatisé s'étend suivant une direction correspondant au plus près d'une direction du vent, le procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend en outre les étapes suivantes :
 - déterminer si la configuration optimale coupe l'une au moins des lentilles d'interférences,
 - si la configuration spatiale ne coupe aucune des lentilles d'interférence, placer la grue en pilotage automatisé dans sa configuration optimale, et
 - si la configuration spatiale optimale coupe l'une au moins des lentilles d'interférence, déterminer dans l'aire balayée par l'ensemble mobile de la grue en pilotage automatisé l'ensemble des secteurs angulaires disponibles, lesdits secteurs angulaires disponibles correspondant aux secteurs angulaires de l'aire ne coupant aucune lentille d'interférence de la grue en pilotage automatisé, déterminer l'ensemble des configurations subsidiaires de ladite grue en pilotage automatisé, lesdites configuration subsidiaires correspondant aux configurations spatiales de la grue en pilotage automatisée dans lesquelles ladite grue est centrée dans un secteur angulaire disponible donné, et placer la grue en pilotage automatisé dans la configuration subsidiaire la plus proche de la configuration optimale.

[0015] Certaines caractéristiques préférées mais non limitatives du procédé décrit ci-dessus sont les suivantes, prises individuellement ou en combinaison :

- le procédé comprend en outre les étapes suivantes, lorsque l'aire balayée par l'ensemble mobile de la grue en pilotage automatisé ne comprend aucun secteur angulaire disponible : déterminer une surface de chaque lentille d'interférence, identifier la lentille d'interférence dont la surface est la plus faible, et placer la grue en pilotage automatisé dans la lentille d'interférence dont la surface est la plus faible sans couper d'autre lentilles d'interférence.

- lorsque l'aire balayée par l'ensemble mobile de la grue en pilotage automatisé ne comprend aucun secteur angulaire disponible, la grue en pilotage automatisé est centrée dans la lentille d'interférence dont la surface est la plus faible.
- le procédé comprend en outre les étapes suivantes, lorsque l'aire balayée par l'ensemble mobile de la grue en pilotage automatisé ne comprend aucun secteur angulaire disponible : déterminer, pour chaque lentille d'interférence, une fréquence à laquelle chaque lentille d'interférence est occupée par une grue en travail, et placer la grue en pilotage automatisée dans la lentille d'interférence dont la fréquence d'occupation est la plus faible.
- lorsqu'au moins deux lentilles d'interférence ont une même fréquence d'occupation et que cette fréquence d'occupation est la plus faible, le procédé comprend en outre les étapes suivantes : déterminer, parmi ces au moins deux lentilles d'interférence ayant la même fréquence d'occupation, celle qui est la plus proche de la configuration optimale, et placer la grue en pilotage automatisée dans la lentille d'interférence ainsi déterminée.
- le procédé comprend en outre les étapes suivantes, lorsque configuration spatiale de la grue en pilotage automatisé coupe une lentille d'interférence : déterminer qu'une grue en travail doit entrer dans la lentille d'interférence dans laquelle se trouve la grue en pilotage automatisé, et déplacer angulairement et de manière automatisée l'ensemble mobile de la grue en pilotage automatisé vers une configuration spatiale déplacée, dans laquelle la flèche de la grue en pilotage automatisé est en dehors d'une zone balayée par la flèche de la grue en travail.
- l'ensemble de grues comprend une grue haute et une grue basse et l'étape de déplacement angulaire de l'ensemble mobile de la grue en pilotage automatisé a lieu que la grue en travail soit la grue haute ou la grue basse. Et/ou
- le procédé comprend en outre une étape de détermination d'une vitesse du vent, et dans lequel l'état de fonctionnement de l'ensemble des grues est passé automatiquement à l'état en girouette lorsque la vitesse du vent dépasse une vitesse de sécurité déterminée.

[0016] Selon un deuxième aspect, l'invention propose également un système de pilotage automatisé d'un ensemble de grues selon un procédé de pilotage automatisé selon l'une des revendications 1 à 8, chaque grue comprenant un ensemble mobile angulairement comprenant une flèche, le système étant caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de traitement et de commande aptes à :

- déterminer un état de fonctionnement instantané de chaque grue, chaque grue étant soit en girouette, soit en travail, soit en pilotage automatisé,

- pour au moins une grue en pilotage automatisé, déterminer les lentilles d'interférence de cette grue en pilotage automatisé avec les autres grues,
- déterminer une configuration optimale de la grue en pilotage automatisé, ladite configuration optimale correspondant à la configuration spatiale dans laquelle l'ensemble mobile de la grue en pilotage automatisé s'étend suivant une direction correspondant au plus près d'une direction du vent,
- déterminer si la configuration optimale coupe l'une au moins des lentilles d'interférences,
- si la configuration spatiale ne coupe aucune des lentilles d'interférence, placer la grue en pilotage automatisé dans sa configuration optimale, et
- si la configuration spatiale optimale coupe l'une au moins des lentilles d'interférence, déterminer l'ensemble des configurations tangentielles, correspondant aux configurations spatiales de la grue en pilotage automatisé dans lesquelles ladite grue est tangente à une lentille d'interférence, et placer la grue en pilotage automatisé dans la configuration tangentielle la plus proche de la configuration optimale.

[0017] Selon un troisième aspect, l'invention propose également produit programme d'ordinateur comprenant des instructions de code pour l'exécution d'un procédé de pilotage automatisé d'un ensemble de grues à tour comme décrit ci-dessus, lorsque ledit programme est exécuté sur un ordinateur, ainsi qu'un moyen de stockage lisible par un équipement informatique sur lequel un produit programme d'ordinateur comprend des instructions de code pour l'exécution d'un procédé de pilotage automatisé d'un ensemble de grues à tour comme décrit ci-dessus.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0018] 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 :

La figure 1 est un schéma illustrant une première configuration d'un ensemble de trois grues à tour dont une grue en pilotage automatisé en fonction du sens et de la direction du vent,

La figure 2 est un schéma illustrant une deuxième configuration de l'ensemble de grues à tour de la figure 1, le sens et la direction du vent ayant changé,

La figure 3 est un schéma illustrant une configuration d'un ensemble de six grues à tour dont une grue en pilotage automatisé en fonction du sens et de la direction du vent,

La figure 4 une vue schématique illustrant un exemple de grue à tour d'un système de pilotage automatisé selon l'invention, et

La figure 5 est un organigramme illustrant différentes

étapes d'un exemple de réalisation d'un procédé de pilotage automatisé selon l'invention.

DESCRIPTION DETAILLEE D'UN MODE DE REALISATION

[0019] Sur les figures 1 à 3, on a représenté schématiquement un ensemble de grues 1 travaillant sur un chantier, en indiquant uniquement le mât 10 et le disque balayé par les flèches 11 de ces grues.

[0020] Dans l'exemple illustré sur les figures 1 et 2, l'ensemble 1 comporte une première grue 2, une deuxième grue 3 et une troisième grue 4.

[0021] Chaque grue comprend un mât 10 non tournant et un ensemble tournant comprenant une flèche 11 et une contre-flèche 12, sensiblement alignées. L'ensemble tournant 11, 12 peut être monté à rotation sur le mât 10 à l'aide d'une couronne d'orientation 15 comprenant deux bagues coaxiales et montées respectivement sur le sommet du mât 10 et sur l'ensemble tournant 11, 12, la bague de l'ensemble tournant 11, 12 étant séparée de la bague du mât 10 par une série de billes ou de galets cylindriques.

[0022] Dans ce qui suit, l'invention sera plus particulièrement décrite dans le cas de grues à tour 2, 3, 4 comprenant un mât 10 non tournant et une flèche 11 et une contre-flèche 12 tournantes. Ceci n'est cependant pas limitatif, l'invention s'appliquant mutatis mutandis dans le cas de grues 2, 3, 4 comprenant un mât 10 tournant et un ensemble composé d'une flèche 11 et d'une contre-flèche 12 solidaire en mouvement du mât 10.

[0023] De manière connue en soi, les grues 1 comprennent en outre un chariot 13, mobile en translation le long de la flèche 11 et configuré pour porter un crochet 14 porté par un câble qui est mobile en translation suivant une direction sensiblement parallèle au mât 10 de la grue. Le chariot 13 peut notamment être déplacé le long de la flèche 11 par un treuil de distribution 16, tandis que le crochet 14 peut être déplacé verticalement par un treuil de levage 17.

[0024] Chaque grue peut être montée sur un boggie 18 comprenant un châssis 18a configuré pour permettre le déplacement de la grue 1 associée dans des rails 19 prévus dans ou sur le sol à cet effet.

[0025] La première et la deuxième grue 2, 3 sont positionnées de sorte que la flèche 11 de la première grue 2 coupe l'aire 9 balayée par la flèche 11 de la deuxième grue 3. La portion de l'aire 9 balayée à la fois par la flèche 11 de la première grue 2 et de la deuxième grue 3 correspond à une lentille d'interférence 20 entre la première et la deuxième grue 2, 3. De même, La première et la troisième grue 2, 4 sont positionnées de sorte que la flèche 11 de la première grue 2 coupe l'aire 9 balayée par la flèche 11 de la deuxième grue 4. La portion de l'aire balayée par les flèches 11 des deux grues 2, 4 correspond à une lentille d'interférence 20 entre la première et la troisième grue 2, 4.

[0026] De manière conventionnelle, la vitesse des flè-

ches 11 peut être automatiquement réduite dans ces lentilles d'interférence 20 tant que la distance entre les deux flèches 11 reste supérieure à une distance de sécurité prédéterminée, puis les flèches 11 sont bloquées automatiquement lorsqu'elles atteignent cette distance de sécurité.

[0027] L'invention propose de piloter de manière automatisée un ensemble de grues 1 dont le travail est interrompu et de manière à permettre à un grutier de quitter sa grue 2 en toute sécurité tout en permettant l'accès, lorsque cela s'avère nécessaire, à des zones de travail d'une autre grue 3, 4 qui est encore en activité.

[0028] A cet effet, l'invention propose un système 5 de pilotage automatisé d'un ensemble de grues à tour 1, chaque grue à tour comprenant un ensemble mobile angulairement comprenant une flèche 11, le système 5 comprenant des moyens de traitement et de commande comportant un processeur 6 configuré pour :

- déterminer S1 un état de fonctionnement instantané de chaque grue, chaque grue étant soit en girouette, soit en travail, soit en pilotage automatisé,
- pour au moins une grue en pilotage automatisé, déterminer S2 les lentilles d'interférence 20 de cette grue en pilotage automatisé avec les autres grues,
- déterminer S3 une configuration optimale de la grue en pilotage automatisé, ladite configuration optimale, ladite configuration optimale correspondant à la configuration spatiale dans laquelle l'ensemble mobile de la grue en pilotage automatisé s'étend suivant une direction correspondant au plus près d'une direction du vent V,
- déterminer S4 si la configuration optimale coupe l'une au moins des lentilles d'interférence 20,
- si la configuration spatiale ne coupe aucune des lentilles d'interférence 20, placer S5 la grue en pilotage automatisé dans sa configuration optimale, et

si la configuration spatiale optimale coupe l'une au moins des lentilles d'interférence 20, placer S8, S9, S10 la grue 2 en pilotage automatisé dans la configuration subsidiaire la plus proche de la configuration optimale.

[0029] On notera que le pilotage automatisé S de l'ensemble de grues peut s'appliquer quelle que soit la grue de l'ensemble de grues 1. Il n'est en effet pas limité au cas où la grue 2 en pilotage automatisé est la grue la plus basse et s'applique aussi bien lorsque la grue 2 en pilotage automatisé est la grue haute. En effet, lorsque la grue 2 en pilotage automatisé est la grue haute, la Demanderesse s'est aperçue du fait qu'un tel pilotage automatisé restait nécessaire puisqu'elle pouvait perturber le pilotage des grues 3, 4 plus basses. Toutes les grues, même lorsqu'elles sont en pilotage automatisé ou en girouette, présentent en effet une zone interdite d'un diamètre d'environ quatre mètres autour de leur mât 10 et correspondant à la position du chariot 13 en fin de course.

[0030] Par état de fonctionnement instantané d'une

grue, on comprendra ici le fait que la grue est :

- soit "en girouette", c'est-à-dire que le grutier est absent de la grue et que l'ensemble tournant formé de la flèche 11 et de la contre-flèche 12 est laissé libre de tourner et donc de se mettre dans le sens et la direction du vent V. Dans cet état de fonctionnement, le chariot 13 de la grue est reculé près du mât 10, le crochet 14 est en position haute (sans chargement) et l'alimentation électrique de la grue 1 est coupée.
- soit "en travail", c'est-à-dire en fonctionnement et avec grutier,
- soit "en pilotage automatisé", c'est-à-dire que le grutier est absent de la grue, l'ensemble tournant 11, 12 étant placé de préférence au plus près de la direction du vent V, le chariot 13 reculé près du mât 10 et le crochet 14 en position haute. Dans le cas d'une grue en pilotage automatisé, l'alimentation de la grue n'est pas coupée et les moyens de traitement et de commande sont activés.

[0031] Les moyens pouvant être mis en oeuvre pour déterminer l'état de fonctionnement de chaque grue étant conventionnels ils ne seront pas davantage décrits ici. Il peut s'agir par exemple du processeur 6 et d'un détecteur aptes à déterminer la position d'un sélecteur de mode dans la cabine, ledit sélecteur de mode comprenant une position correspondant à l'état en girouette, une position correspondant à l'état en travail et une position correspondant à l'état en pilotage automatisé.

[0032] Par configuration spatiale, on comprendra ici l'un au moins des paramètres suivants : la position spatiale de la grue, l'orientation (position angulaire) de sa flèche 11 et/ou de sa contre-flèche 12, la position de son chariot 13 et/ou la position de son crochet 14.

[0033] On notera que, dans la configuration optimale, l'ensemble mobile 11, 12 est également positionné de sorte que la flèche 11 s'étende dans le même sens que le sens du vent.

[0034] Un procédé de pilotage automatisé S d'un ensemble de grues 1 comprenant une première grue 2, une deuxième grue 3 et une troisième grue 4 va à présent être décrit. Bien entendu, l'invention n'est pas limitée à ce nombre de grues dans l'ensemble et peut être appliqué à un ensemble comprenant uniquement deux grues ou un nombre de grues supérieur ou égal à quatre.

[0035] Au cours d'une première étape S1, l'état de fonctionnement de l'ensemble des grues 2, 3 est déterminé. Par exemple, dans la suite de la description, on considérera que la première grue 2 est en pilotage automatisé tandis que la deuxième grue 3 et la troisième grue 4 sont en travail.

[0036] Au cours d'une deuxième étape S2, le processeur 6 détermine les lentilles d'interférence 20 entre la première grue et les deuxième et troisième grues.

[0037] Les lentilles d'interférence 20 peuvent notamment être déterminées à partir de la longueur de la flèche 11 et de la longueur de la contre-flèche 12 de chacune

des grues 1. Ces longueurs peuvent notamment être paramétrées lors de la première utilisation de la grue 1 dans le système 5 de gestion 5.

[0038] Typiquement, la longueur de la flèche 11 peut être entrée manuellement par un opérateur dans le système 5 de gestion à l'aide d'une interface dédiée et enregistrée dans une mémoire 7 dédiée. L'interface peut par exemple comprendre un écran.

[0039] La longueur de la contre-flèche 12 dépend généralement de la longueur de la flèche 11. Ainsi, il est possible, à partir de la longueur de la flèche 11, de déterminer la longueur de la contre-flèche 12. Par exemple, un choix de longueurs préprogrammées de contre-flèches 12 peut être proposé à l'opérateur via l'interface dédiée 8 lorsque celui-ci paramètre la longueur de la flèche 11. Le choix de l'une de ces longueurs préprogrammées est alors communiqué aux moyens de traitement et de commande 3 qui l'enregistrent dans la mémoire 7 dédiée. En variante, la longueur de la contre-flèche 12 peut également être entrée manuellement par l'opérateur via l'interface et enregistrée dans la mémoire 7.

[0040] Bien entendu, selon le nombre de grues sur le chantier, une même grue 1 peut partager plusieurs lentilles d'interférence 20 avec plusieurs autres grues distinctes (comme illustré à titre d'exemple sur les figures 1 à 3).

[0041] Les moyens de traitement et de commande 5 peuvent être programmés de sorte que tout changement soit interdit une fois la longueur de la flèche 11 et de la contre-flèche 12 enregistrées dans la mémoire 7. Ces longueurs peuvent donc n'être renseignées que lors de la première utilisation de la grue 1 dans les moyens.

[0042] Dans le cas d'espèce, le processeur 6 détecte deux lentilles d'interférence 20.

[0043] Au cours d'une troisième étape S3, le système 5 détermine la configuration optimale de la première grue 2. Pour cela, le système 5 comprend un ou plusieurs capteurs 35 configurés pour déterminer le sens et la direction du vent V. Par exemple, le système 5 peut comprendre un dispositif pour indiquer la direction et le sens du vent V, par exemple une girouette. Le dispositif pour indiquer la direction et le sens du vent V délivre de préférence un signal analogique, qui est transmis aux moyens de traitement et de commande de la grue 1.

[0044] Un seul dispositif 35 pour indiquer la direction et le sens du vent V est nécessaire pour l'ensemble des grues, la direction et le sens du vent V étant souvent la même pour toutes les grues d'un même ensemble. En variante, plusieurs dispositifs 35 peuvent être utilisés, par exemple autant de dispositifs 35 que de grues 1, notamment dans le cas où des effets de site sont susceptibles de modifier localement la direction et/ou le sens du vent.

[0045] En variante, chaque grue 1 peut comprendre un capteur à ultrasons bidimensionnel 35, capable de déterminer le sens et la direction du vent V. Un tel type de capteur est par exemple commercialisé par la société Alliance Technologies sous la marque WindSonic®.

[0046] Connaissant la direction et le sens du vent V, le processeur 6 du système 5 peut alors déterminer la configuration optimale de la première grue, c'est à dire la configuration spatiale de la première grue dans laquelle sa flèche 11 est alignée avec la direction et dans le sens du vent V. On comprendra que cette configuration optimale est instantanée dans la mesure où elle dépend de la direction et du sens du vent V. Le cas échéant, cette étape peut être redéterminée de manière périodique afin d'ajuster si nécessaire la configuration optimale de la grue 2 en pilotage automatisé en cas de changement de direction du vent V.

[0047] Au cours d'une quatrième étape S4, le processeur 6 détermine si la configuration optimale de la grue 2 coupe l'une des lentilles d'interférence 20 déterminées à l'étape S2.

[0048] Si la configuration optimale de la première grue 2 ne coupe aucune lentille d'interférence 20 (cas de la figure 1), le processeur 6 place la première grue 2 dans sa configuration optimale. De la sorte, pendant le travail des autres grues 3, 4 de l'ensemble 1, la première grue 2 ne risque pas de gêner. Aucun déplacement de la première grue 2 n'est donc nécessaire tant que la deuxième grue 2 et la troisième grue 4 sont en travail.

[0049] En revanche, si la configuration optimale de la première grue 2 coupe l'une au moins des lentilles d'interférence 20 (cas de la figure 2), le processeur 6 met en oeuvre les sous-étapes suivantes :

- (i) déterminer dans l'aire 9 balayée par l'ensemble mobile de la grue 2 en pilotage automatisé l'ensemble des secteurs angulaires 30 disponibles,
- (ii) déterminer l'ensemble des configurations subsidiaires de la grue en pilotage automatisé, lesdites configurations subsidiaires correspondant aux configurations spatiales de la grue en pilotage automatisée dans lesquelles ladite grue est centrée dans un secteur angulaire 30 disponible donné, et
- (iii) placer S8, S9 la grue 2 en pilotage automatisé dans la configuration subsidiaire la plus proche de la configuration optimale.

[0050] Par secteur angulaire 30 disponible, on comprendra ici les secteurs angulaires 30 de l'aire 9 qui ne coupent aucune lentille d'interférence 20 de la grue en pilotage automatisé. Chaque secteur angulaire 30 correspond donc à la surface de l'aire qui est délimitée par les demi-droites dans le plan de rotation de l'ensemble mobile 11, 12 ayant pour origine l'axe de rotation de l'ensemble mobile 11, 12 et qui sont tangentes aux lentilles d'interférence 20 délimitant ledit secteur angulaire 30. Par ailleurs, on considèrera qu'une grue est centrée dans un secteur angulaire 30 donné lorsque son ensemble mobile 11, 12 est aligné avec la bissectrice de ce secteur angulaire 30, c'est-à-dire la demi-droite qui a pour origine l'axe de rotation de l'ensemble mobile de la grue en pilotage automatisé et qui coupe le secteur angulaire 30 en deux angles égaux.

[0051] Dans l'exemple de réalisation de la figure 2, la première grue 2 a une lentille d'interférence 20 avec chacune des grues en travail 3, 4 et donc deux secteurs angulaires 30 disponibles. Le processeur 6 identifie alors la configuration subsidiaire de la grue dans chacun de ces secteurs angulaires 30 disponibles en déterminant leur bissectrice, puis il place la grue en pilotage automatisée dans la configuration subsidiaire qui est la plus proche de la direction du vent V. Il s'agit ici de la configuration subsidiaire qui correspond à la bissectrice du plus petit secteur angulaire 30 disponible de la figure 2. Dans cette configuration spatiale, la première grue 2 ne gêne donc le travail d'aucune autre grue de l'ensemble 1, tout en étant proche du lit du vent V.

[0052] Lorsque le nombre de grues de l'ensemble 1 est grand, il est possible que l'aire 9 balayée par l'ensemble tournant de la grue en pilotage automatisé ne comporte pas de secteur angulaire 30 disponible. En d'autres termes, la grue en pilotage automatisée coupe au moins une lentille d'interférence 20 quelle que soit sa configuration spatiale. Un tel cas a par exemple été illustré en figure 3.

[0053] Dans ce cas, dans un premier mode de réalisation, le processeur 6 détermine la surface de chacune des lentilles d'interférence 20 de la grue 2 en pilotage automatisé puis positionne la grue 2 en pilotage automatisé dans la lentille d'interférence 22 dont la surface est la plus petite, sans couper d'autres lentille d'interférence 20 (étape S9). De la sorte, les risques que la grue 2 en pilotage automatisé gêne l'une des grues en travail est minimisé, ce qui réduit le risque qu'elle doive être déplacée afin de permettre le passage d'une grue en travail partageant cette lentille d'interférence 20 et réduise la productivité du chantier.

[0054] En variante, dans un deuxième mode de réalisation, le processeur 6 détermine la fréquence à laquelle chaque lentille d'interférence 20 de la grue en pilotage automatisé est occupée par une grue en travail. Cette fréquence d'occupation peut par exemple être déterminée sur une période fixée, typiquement une période glissante de quelques heures. La grue en pilotage automatisée est alors placée dans la lentille d'interférence (par exemple la lentille d'interférence 22 sur la figure 3) dont la fréquence d'occupation est la plus faible. Lorsque deux lentilles d'interférence 20, 22 (au plus) ont la même fréquence d'occupation, le processeur détermine, parmi ces lentilles d'interférence 20 de faible fréquence d'occupation, celle qui est la plus proche de la direction du vent V, et place la grue en pilotage automatisée dans cette lentille d'interférence 22.

[0055] Si besoin, lorsque le processeur 6 détermine qu'une grue en travail, qui partage la lentille d'interférence 22 de plus faible surface ou de plus faible fréquence d'occupation avec la grue en pilotage automatisé, doit entrer dans cette lentille d'interférence 22, le processeur 6 déplace angulairement et de manière automatisée l'ensemble mobile de la grue 2 en pilotage automatisé vers une configuration spatiale déplacée, dans laquelle la flèche

11 de la grue 2 en pilotage automatisé est en dehors d'une zone balayée par la flèche 11 de la grue en travail. On notera toutefois que, dans cette configuration déplacée, la flèche 11 de la grue en pilotage automatisé peut rester dans la lentille d'interférence 22. Puis, lorsque le processeur 6 détecte que la grue en travail sort de la lentille d'interférence 22, il déplace angulairement la grue 2 en pilotage automatisé afin de la ramener dans la lentille d'interférence 22. On pourra notamment appliquer l'enseignement du document FR 3 030 469 pour déterminer la configuration spatiale déplacée. En résumé, cette configuration spatiale déplacée peut correspondre à l'une des deux configurations spatiales suivantes:

- une configuration dans laquelle sa flèche 11 de la grue 2 en pilotage automatisé est adjacente à la zone de travail de la grue 2 en travail avec laquelle elle est en interférence. Dans cette configuration, la flèche 11 de la grue 2 en pilotage automatisé est donc encore dans la lentille d'interférence 22, mais déplacée par rapport à sa configuration spatiale initiale afin de ne pas gêner la grue en travail et conserver une distance de sécurité, ou
- une configuration dans laquelle la flèche 11 de la grue 2 en pilotage automatisée est tangente à la lentille d'interférence 22 (par exemple lorsque la zone de travail est en dehors de la lentille d'interférence 22 et que la grue en travail doit uniquement traverser ladite lentille 22).

[0056] En variante, le déplacement angulaire de la grue 2 en pilotage automatisé peut être opéré par le processeur 6 non pas suite à la détermination par le processeur 6 du fait qu'une grue en travail doit entrer dans la lentille d'interférence 22 dans laquelle est positionnée la grue 2 en pilotage automatisé, mais suite à une requête du grutier de la grue en travail qui est en interférence. Le reste des étapes (déplacement angulaire de la grue 2 en pilotage automatisé et retour dans configuration spatiale initiale) reste cependant identique. Cette variante de réalisation permet d'éviter certains déplacements angulaires qui auraient eu lieu si le déplacement était déclenché par le processeur 6 et qui au final peuvent ne pas être nécessaires, notamment si la zone de travail de la grue en travail est distante de la grue 2 en pilotage automatisé.

[0057] De préférence, lorsque la grue 2 en pilotage automatisé est positionnée dans une lentille d'interférence 22, le processeur 6 détermine, au sein de cette lentille d'interférence 22, la configuration spatiale dans laquelle la flèche 11 de la grue 2 en pilotage automatisé est centrée et positionne la grue 2 dans cette configuration spatiale. De préférence, lorsque la grue en pilotage automatisé est centrée dans une lentille d'interférence 22 donnée, elle s'étend suivant la bissectrice du secteur défini par les demi-droites ayant pour origine l'axe de rotation de l'ensemble tournant 11, 12 de la grue et qui sont adjacentes à la lentille d'interférence 22.

[0058] Optionnellement, le système 5 comprend en

outre un capteur 34 configuré pour déterminer la vitesse du vent V.

[0059] Par exemple, le système 5 peut comprendre un ou plusieurs anémomètres 34, fixés sur le sommet de la grue 1 dans le prolongement du mât 10 et au plus près de l'axe de rotation du mât 10. L'anémomètre délivre de préférence un signal analogique, qui est transmis aux moyens de traitement et de commande de la grue 1.

[0060] De préférence, chaque grue 2, 3, 4 comprend un anémomètre 34, afin de permettre la détermination de la vitesse locale du vent V et d'éviter les problèmes liés à une répartition inégale du vent V en raison de la présence de structures imposantes aux alentours du chantier susceptibles de bloquer localement le passage du vent V ou de le dévier.

[0061] En variante, lorsqu'une grue comporte un capteur à ultrasons 35 pour déterminer la direction et le sens du vent V, ledit capteur peut également être utilisé pour déterminer la vitesse du vent V.

[0062] Lorsque la partie sécurité du système 5 détecte que la vitesse du vent V dépasse une première vitesse de sécurité prédéterminée, la grue en pilotage automatique est amenée dans la configuration spatiale optimale, dans laquelle elle s'étend suivant une direction correspondant au plus près d'une direction du vent, et ce même si cette configuration spatiale coupe une lentille d'interférence 20.

[0063] Lorsque la partie sécurité du système 5 détecte que la vitesse du vent V dépasse une deuxième vitesse de sécurité prédéterminée, qui supérieure à la première vitesse, l'état de fonctionnement de l'ensemble des grues (qu'elles soient en pilotage automatisé ou en travail) est passé automatiquement à l'état en girouette. On notera que, la deuxième vitesse étant supérieure à la première vitesse, la grue en pilotage automatisé est déjà dans sa configuration optimale. Aucun mouvement n'est donc nécessaire, de sorte que le processeur 6 passe simplement la grue de l'état de fonctionnement « en pilotage automatisé » à l'état de fonctionnement « en girouette ».

Revendications

1. Procédé de pilotage automatisé (S) d'un ensemble (1) de grues (2, 3, 4) à tour, chaque grue (2, 3, 4) à tour comprenant un ensemble (1) mobile angulairement comprenant une flèche (11), le procédé comprenant les étapes suivantes :

- déterminer (S1) un état de fonctionnement instantané de chaque grue (2, 3, 4), chaque grue (2, 3, 4) étant soit en girouette, soit en travail, soit en pilotage automatisé,
- pour au moins une grue (2) en pilotage automatisé, déterminer (S2) les lentilles d'interférence de cette grue (2) en pilotage automatisé avec les autres grues (3, 4),
- déterminer (S3) une configuration optimale de

la grue (2) en pilotage automatisé, ladite configuration optimale correspondant à la configuration spatiale dans laquelle l'ensemble mobile de la grue (2) en pilotage automatisé s'étend suivant une direction correspondant au plus près d'une direction du vent,

le procédé (S) étant **caractérisé en ce qu'il** comprend en outre les étapes suivantes :

- déterminer (S4) si la configuration optimale coupe l'une au moins des lentilles d'interférences,
- si la configuration spatiale ne coupe aucune des lentilles d'interférence, placer (S5) la grue (2) en pilotage automatisé dans sa configuration optimale, et
- si la configuration spatiale optimale coupe l'une au moins des lentilles d'interférence, (i) déterminer (S6) dans l'aire (5) balayée par l'ensemble mobile de la grue (2) en pilotage automatisé l'ensemble des secteurs angulaires (30) disponibles, lesdits secteurs angulaires (30) disponibles correspondant aux secteurs angulaires (30) de l'aire (5) ne coupant aucune lentille d'interférence (20) de la grue en pilotage automatisé, (ii) déterminer (S7) l'ensemble des configurations subsidiaires de ladite grue en pilotage automatisé, lesdites configuration subsidiaires correspondant aux configurations spatiales de la grue en pilotage automatisée dans lesquelles ladite grue est centrée dans un secteur angulaire (30) disponible donné, et (iii) placer (S8, S9, S10) la grue (2) en pilotage automatisé dans la configuration subsidiaire la plus proche de la configuration optimale.

2. Procédé de pilotage (S) automatisé selon la revendication 1, comprenant en outre les étapes suivantes, lorsque l'aire (5) balayée par l'ensemble mobile de la grue (2) en pilotage automatisé ne comprend aucun secteur angulaire (30) disponible :

- déterminer une surface de chaque lentille d'interférence (20),
- identifier la lentille d'interférence dont la surface est la plus faible, et
- placer (S9) la grue (2) en pilotage automatisé dans la lentille d'interférence (22) dont la surface est la plus faible sans couper d'autre lentilles d'interférence (20).

3. Procédé de pilotage (S) automatisé selon la revendication 2, dans lequel, lorsque l'aire (5) balayée par l'ensemble mobile de la grue (2) en pilotage automatisé ne comprend aucun secteur angulaire (30) disponible, la grue en pilotage automatisé est centrée dans la lentille d'interférence (22) dont la surface

est la plus faible.

4. Procédé de pilotage (S) automatisé selon la revendication 1, comprenant en outre les étapes suivantes, lorsque l'aire (5) balayée par l'ensemble mobile de la grue (2) en pilotage automatisé ne comprend aucun secteur angulaire (30) disponible :

- déterminer, pour chaque lentille d'interférence (20), une fréquence à laquelle chaque lentille d'interférence (20) est occupée par une grue en travail,
- placer (S10) la grue en pilotage automatisée dans la lentille d'interférence (22) dont la fréquence d'occupation est la plus faible.

5. Procédé de pilotage (S) automatisé selon la revendication 4, dans lequel, lorsqu'au moins deux lentilles d'interférence (20, 22) ont une même fréquence d'occupation et que cette fréquence d'occupation est la plus faible, le procédé comprend en outre les étapes suivantes :

- déterminer, parmi ces au moins deux lentilles d'interférence (20, 22) ayant la même fréquence d'occupation, celle qui est la plus proche de la configuration optimale, et
- placer (S10) la grue en pilotage automatisée dans la lentille d'interférence (22) ainsi déterminée.

6. Procédé de pilotage (S) automatisé selon l'une des revendications 2 à 5, comprenant en outre les étapes suivantes, lorsque configuration spatiale de la grue (2) en pilotage automatisé coupe une lentille d'interférence :

- déterminer qu'une grue (3, 4) en travail doit entrer dans la lentille d'interférence dans laquelle se trouve la grue (2) en pilotage automatisé, et
- déplacer angulairement et de manière automatisée l'ensemble (1) mobile de la grue (2) en pilotage automatisé vers une configuration spatiale déplacée, dans laquelle la flèche (11) de la grue (2) en pilotage automatisé est en dehors d'une zone balayée par la flèche (11) de la grue (3, 4) en travail.

7. Procédé de pilotage (S) automatisé selon la revendication 6, dans lequel l'ensemble (1) de grues comprend une grue haute et une grue basse et l'étape de déplacement angulaire de l'ensemble mobile de la grue en pilotage automatisé a lieu que la grue en travail soit la grue haute ou la grue basse.

8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, comprenant en outre une étape de détermination d'une vitesse du vent, et dans lequel l'état de fonctionne-

ment de l'ensemble (1) des grues est passé automatiquement à l'état en girouette lorsque la vitesse du vent dépasse une vitesse de sécurité déterminée.

9. Système de pilotage (5) automatisé d'un ensemble (1) de grues selon un procédé de pilotage (S) automatisé selon l'une des revendications 1 à 8, chaque grue (2, 3, 4) comprenant un ensemble mobile angulairement comprenant une flèche (11), le système (5) étant **caractérisé en ce qu'il** comprend des moyens de traitement et de commande aptes à :

- déterminer un état de fonctionnement instantané de chaque grue (2, 3, 4), chaque grue (2, 3, 4) étant soit en girouette, soit en travail, soit en pilotage automatisé,
- pour au moins une grue (2) en pilotage automatisé, déterminer les lentilles d'interférence de cette grue (2) en pilotage automatisé avec les autres grues (3, 4),
- déterminer une configuration optimale de la grue (2) en pilotage automatisé, ladite configuration optimale correspondant à la configuration spatiale dans laquelle l'ensemble mobile de la grue (2) en pilotage automatisé s'étend suivant une direction correspondant au plus près d'une direction du vent,
- déterminer si la configuration optimale coupe l'une au moins des lentilles d'interférences,
- si la configuration spatiale ne coupe aucune des lentilles d'interférence, placer la grue (2) en pilotage automatisé dans sa configuration optimale, et
- si la configuration spatiale optimale coupe l'une au moins des lentilles d'interférence, déterminer l'ensemble des configurations tangentielles, correspondant aux configurations spatiales de la grue (2) en pilotage automatisé dans lesquelles ladite grue (2) est tangente à une lentille d'interférence, et placer la grue (2) en pilotage automatisé dans la configuration tangentielle la plus proche de la configuration optimale.

10. Produit programme d'ordinateur comprenant des instructions de code pour l'exécution d'un procédé de pilotage (S) automatisé d'un ensemble (1) de grues à tour selon l'une des revendications 1 à 8, lorsque ledit programme est exécuté sur un ordinateur.

11. Moyen de stockage lisible par un équipement informatique sur lequel un produit programme d'ordinateur comprend des instructions de code pour l'exécution d'un procédé de pilotage (S) automatisé d'un ensemble (1) de grues à tour selon l'une des revendications 1 à 8.

FIG. 1

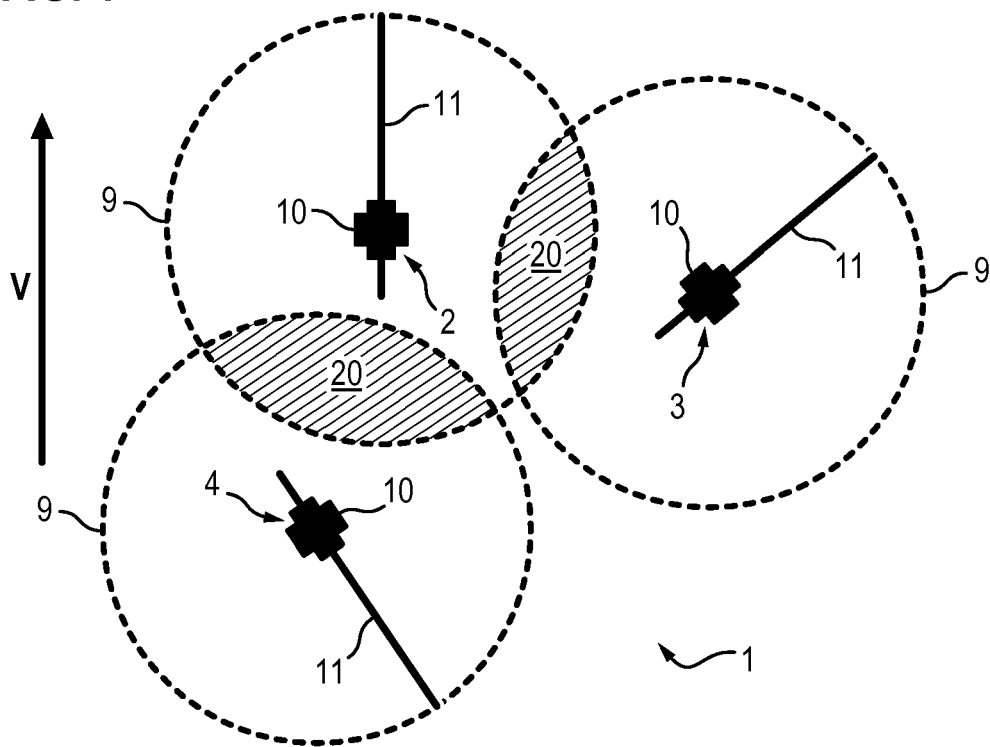


FIG. 2

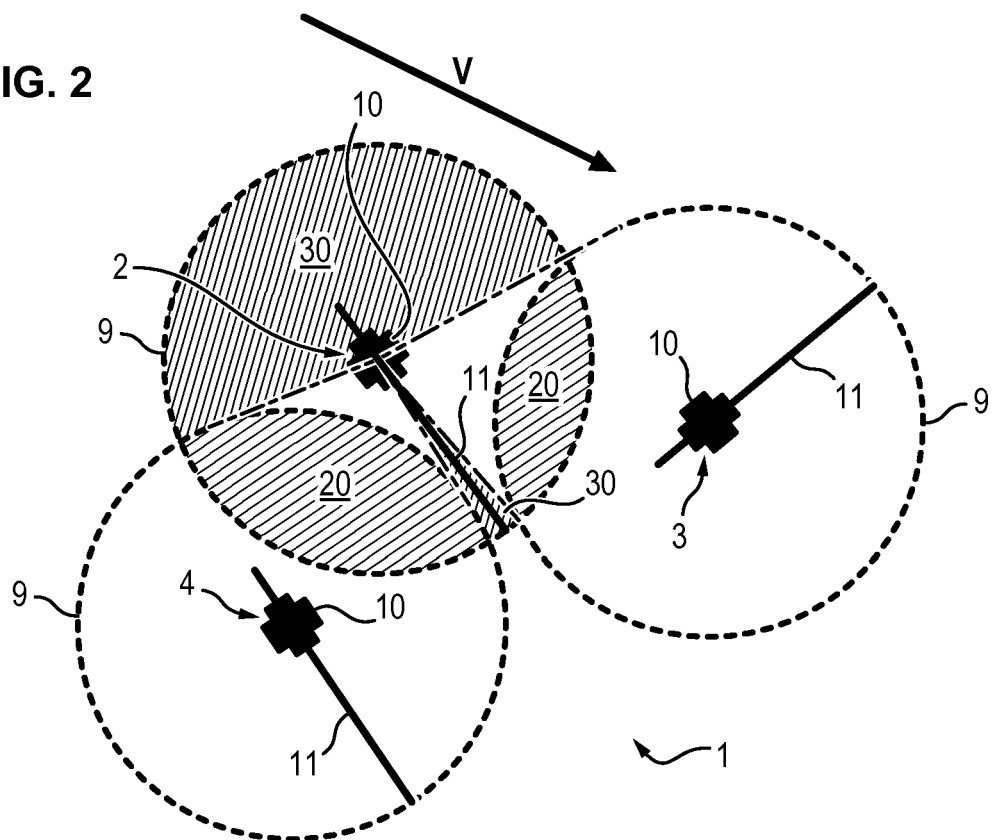


FIG. 3

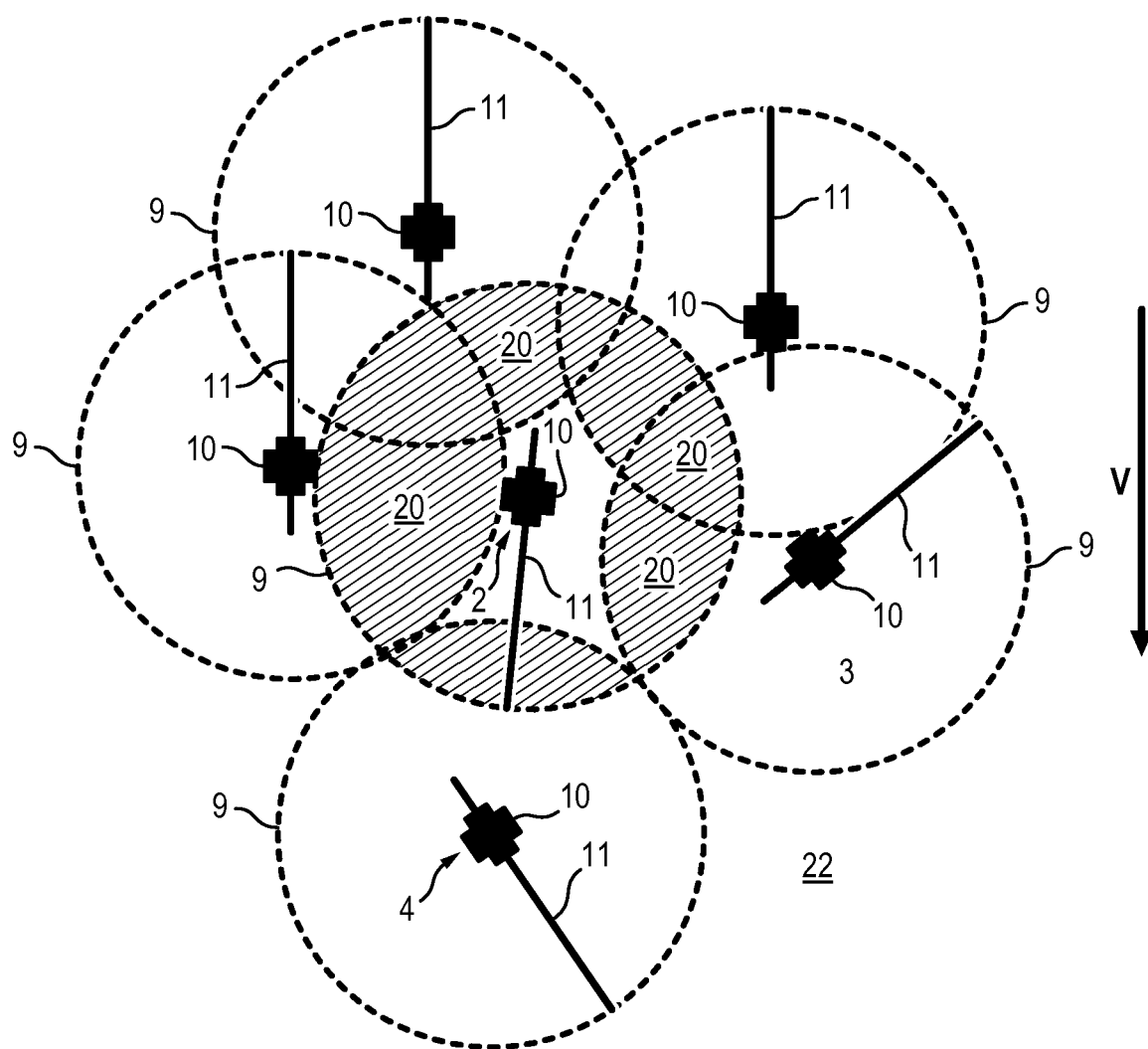


FIG. 4

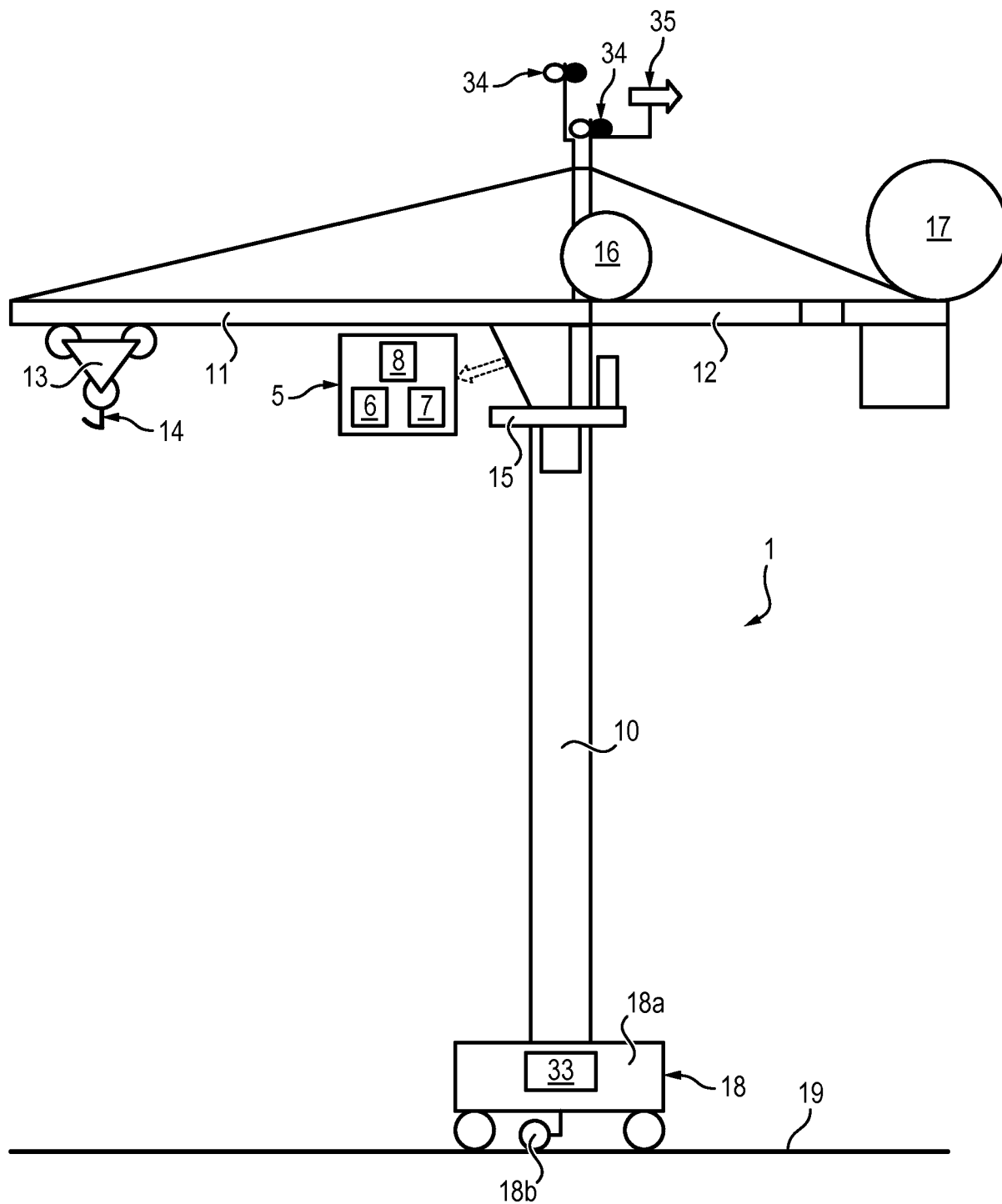
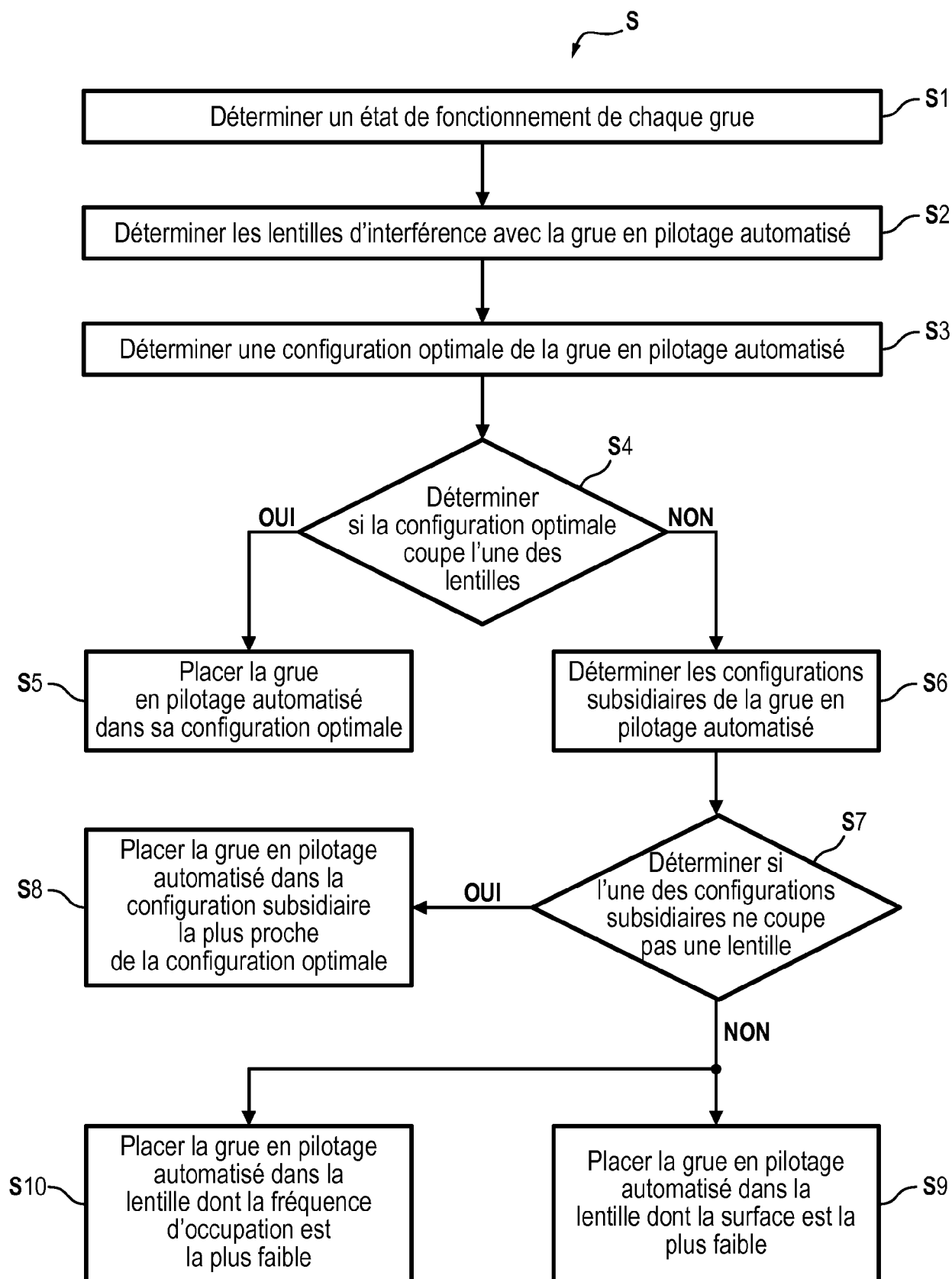


FIG. 5





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 18 21 1708

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A,D	FR 3 030 469 A1 (BOUYGUES CONSTRUCTION MATERIEL [FR]) 24 juin 2016 (2016-06-24) * abrégé * * revendications 1,2,7,14,17,18 * * page 21, ligne 1 - ligne 14 * * figures 1a-1c,4 *	1-11	INV. B66C15/04
A	FR 2 876 992 A1 (MATERIEL IND ET D EQUIPEMENT S [FR]) 28 avril 2006 (2006-04-28) * abrégé * * figures *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			B66C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		16 avril 2019	Cabral Matos, A
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 18 21 1708

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

16-04-2019

10	Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
	FR 3030469 A1	24-06-2016	AUCUN	
15	FR 2876992 A1	28-04-2006	AUCUN	
20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- FR 3030469 [0010] [0055]