



(11) **EP 3 936 469 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
23.10.2024 Bulletin 2024/43

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
B66C 23/26 (2006.01) B66C 23/88 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **21183605.1**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
B66C 23/88; B66C 23/26

(22) Date de dépôt: **05.07.2021**

(54) **GRUE À TOUR AVEC DÉTECTION D'UN ÉTAT D'AUTOROTATION OU D'OSCILLATION D'UNE PARTIE TOURNANTE EN CONFIGURATION HORS SERVICE**

TURMDREHKRAN MIT ERKENNUNG EINES AUTOROTATIONS- ODER
OSZILLATIONSZUSTANDS EINES ROTIERENDEN TEILS IN EINER AUSSER BETRIEB
BEFINDLICHEN KONFIGURATION

TOWER CRANE WITH DETECTION OF A STATE OF AUTOROTATION OR OSCILLATION OF A
ROTATING PART IN OUT-OF-SERVICE CONFIGURATION

(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**

(30) Priorité: **07.07.2020 FR 2007163**

(43) Date de publication de la demande:
12.01.2022 Bulletin 2022/02

(73) Titulaire: **Manitowoc Crane Group France
69570 Dardilly (FR)**

(72) Inventeur: **MATHE, Denis
69160 TASSIN-LA-DEMI-LUNE (FR)**

(74) Mandataire: **Germain Maureau
12, rue Boileau
69006 Lyon (FR)**

(56) Documents cités:
**FR-A1- 2 931 466 JP-A- H08 324 965
US-A1- 2014 083 965**

EP 3 936 469 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] L'invention se rapporte à une grue à tour ainsi qu'à un procédé de surveillance d'une grue à tour.

[0002] La présente invention s'applique au domaine des grues à tour comprenant une partie tournante, et peut s'appliquer à plusieurs structures de grues, par exemple aux structures composées de treillis et de membrures.

[0003] De manière classique, une grue à tour comprend une tour sur laquelle est montée pivotante une partie tournante selon un axe d'orientation, généralement vertical, au moyen d'un mécanisme de pivotement, aussi appelé pivot tournant, qui inclus au moins un système motorisé d'orientation (souvent de type motoréducteur) et un frein mécanique d'orientation. La partie tournante comprend généralement une flèche distributrice et, selon les modèles, une contre-flèche, un porte-flèche et/ou une cabine de pilotage.

[0004] Par ailleurs, une telle grue à tour est configurable entre :

- une configuration de service dans laquelle la partie tournante est pilotée en rotation sur la tour selon l'axe d'orientation (appelée aussi un pilotage en orientation) au moyen du système motorisé d'orientation, pour déplacer une charge au moyen d'un système de levage porté par la flèche de la partie tournante ; et
- une configuration hors service (aussi appelée configuration de sécurité ou de mise en girouette) dans laquelle la partie tournante est libérée en rotation sur la tour selon l'axe d'orientation, le frein mécanique d'orientation étant alors désactivé, pour pouvoir s'orienter dans la direction du vent, la partie tournante est alors libre de tourner autour de l'axe d'orientation et il est classique de dire que la partie tournante est mise en girouette.

[0005] En effet, pour des raisons de sécurité, et en particulier en cas de forts vents, il est recommandé, voire obligatoire, d'effectuer une mise en sécurité de la grue à tour (aussi appelée mise en girouette de la partie tournante), en débrayant la partie tournante (autrement dit en libérant la partie tournante en rotation sur la tour, en débloquent le frein mécanique d'orientation et en débrayant le système motorisé d'orientation) afin qu'elle soit libre en rotation pour s'orienter automatiquement dans la direction du vent et ainsi permettre de laisser la grue sans surveillance humaine.

[0006] Les documents US2014/0083965 et FR2931466 décrivent une telle grue à tour classique, conforme au préambule de la revendication 1, qui est configurable entre la configuration de service et la configuration hors service avec une mise en girouette de la partie tournante.

[0007] L'état de la technique peut également être illustré par les enseignements du document JPH08324965

qui s'intéresse à la mise en girouette d'une flèche de grue en cas de fort vent, et en particulier en situation de séisme.

[0008] Cependant, dans des conditions venteuses particulières, généralement dues à l'environnement du site comme la présence de bâtiments proches, la partie tournante de la grue peut entrer dans des états instables, parmi lesquels :

- un état d'autorotation caractérisé par la réalisation d'un tour complet ou d'une succession de tours complets autour de l'axe d'orientation à une vitesse angulaire supérieure à un seuil donné (autrement dit la partie tournante fait un ou plusieurs tours sur elle-même à une trop grande vitesse) ; et
- un état d'oscillation caractérisé par un cycle ou une succession de cycles de va-et-vient autour de l'axe d'orientation à une vitesse angulaire supérieure à un seuil donné (autrement dit la partie tournante pivote de droite à gauche à une trop grande vitesse). Des simulations, par exemple en soufflerie ou en modélisation numérique, permettent d'étudier les conditions venteuses d'un site et ainsi d'anticiper de tels risques d'instabilité, pour apporter en amont des solutions préventives, comme par exemple la sélection d'une grue plus haute ou pourvue d'une structure plus massive. Il est en effet important de réduire ces risques d'instabilité, car un état d'autorotation ou d'oscillation peut conduire à un endommagement de la partie tournante, voire à une chute partielle ou complète d'une grue.

[0009] L'invention propose de répondre au moins en partie aux inconvénients précités, en proposant de détecter in situ et en temps réel si une partie tournante est dans un état instable, ce qui permet de tirer de nombreux avantages en matière de prévention des risques et de sécurisation.

[0010] Ainsi, l'invention propose une grue à tour comprenant une tour sur laquelle est montée pivotante une partie tournante selon un axe d'orientation au moyen d'un mécanisme de pivotement, ce mécanisme de pivotement incluant au moins un système motorisé d'orientation, un frein mécanique d'orientation et un détecteur angulaire apte à détecter un angle d'orientation de la partie tournante, cette grue à tour étant configurable entre :

- une configuration de service dans laquelle la partie tournante est pilotable en rotation sur la tour selon l'axe d'orientation au moyen du système motorisé d'orientation, et
- une configuration hors service dans laquelle la partie tournante est libérée en rotation sur la tour selon l'axe d'orientation pour pouvoir s'orienter dans la direction du vent, le frein mécanique d'orientation étant désactivé dans la configuration hors service. Selon l'invention, la grue à tour comprend une unité de contrôle/commande raccordée au système motorisé

d'orientation, au frein mécanique d'orientation et au détecteur angulaire, et dans la configuration hors service, l'unité de contrôle/commande active un mode de surveillance dans lequel l'unité de contrôle/commande détecte, en fonction de variations de l'angle d'orientation de la partie tournante ou en fonction de variations d'une vitesse angulaire de la partie tournante établie à partir des variations de l'angle d'orientation, si la partie tournante est dans l'un des états d'instabilité suivants :

- un état d'autorotation, correspondant à un mouvement rotatif de la partie tournante dans un sens donné sur au moins un tour complet, caractérisé par une variation de l'angle d'orientation selon une amplitude angulaire au moins supérieure à un seuil angulaire d'autorotation d'au moins 360 degrés dans un premier intervalle de temps donné ou à une vitesse angulaire supérieure à un seuil de vitesse d'autorotation donné ; ou
- un état d'oscillation, correspondant à un mouvement de va-et-vient de la partie tournante autour de l'axe d'orientation, caractérisé par au moins un cycle de variations de l'angle d'orientation dans un premier sens puis dans un deuxième sens, opposé au premier sens, caractérisé par un débattement angulaire de l'angle d'orientation au moins égal à un seuil angulaire d'oscillation compris entre 20 et 180 degrés dans un second intervalle de temps donné ou à une vitesse angulaire supérieure à un seuil de vitesse d'oscillation donné.

[0011] Ainsi, l'unité de contrôle/commande exploite le détecteur angulaire pour détecter l'un ou l'autre des deux états d'instabilité suivants : l'état d'autorotation et l'état d'oscillation. En suivant les variations de l'angle d'orientation, l'unité de contrôle/commande peut en effet déterminer le sens et la vitesse angulaire de la partie tournante en temps réel. Partant de ces mesures, l'unité de contrôle/commande peut comparer les variations de l'angle d'orientation avec un ou plusieurs seuils, et en déduire les états instables d'autorotation ou d'oscillation.

[0012] Concernant l'état d'autorotation, ce dernier sera caractérisé par une détection d'un mouvement rotatif dans un seul sens, avec une amplitude angulaire d'au moins supérieure à 360 degrés (soit au moins un tour) sur un premier intervalle de temps donné ou à une vitesse angulaire supérieure à un seuil de vitesse d'autorotation. Concernant l'état d'oscillation, ce dernier sera caractérisé par une détection d'un mouvement de va-et-vient (ce qui correspond à une succession de variations de l'angle d'orientation dans un sens puis dans l'autre, autrement dit une succession d'aller-retour), avec un débattement angulaire (ou écart angulaire maximal parcouru dans le mouvement de va-et-vient) sur un second intervalle de temps donné ou à une vitesse angulaire supérieure à un seuil de vitesse d'oscillation.

[0013] Dans une réalisation particulière, dans la configuration de service, l'unité de contrôle/commande dé-

sactive le mode de surveillance.

[0014] Dans un mode de réalisation particulier, la grue comprend au moins un anémomètre propre à mesure une vitesse de vent et relié à l'unité de contrôle/commande et, dans le mode de surveillance, l'unité de contrôle/commande détecte un état d'instabilité aussi en fonction de la vitesse de vent

[0015] Ainsi, l'état d'autorotation et l'état d'oscillation sont caractérisés également par la vitesse du vent, et par exemple par un dépassement ou pas d'un seuil de vitesse de vent.

[0016] De manière avantageuse, dans le mode de surveillance, si un état d'instabilité est détecté, alors l'unité de contrôle/commande enregistre un événement d'instabilité défini par un enregistrement d'une datation (jour et horaire) de l'état d'instabilité et d'un ou plusieurs paramètres d'instabilité choisis parmi :

- des variations de l'angle d'orientation ;
- des vitesses angulaires ou au moins une vitesse angulaire maximale durant l'état d'instabilité ;
- l'amplitude angulaire pour un état d'autorotation ;
- le débattement angulaire pour un état d'oscillation.

[0017] L'enregistrement des événements d'instabilité (qui est équivalent à un événement de type défaut dans la grue) permet une historisation des instabilités rencontrées par une grue sur un site donné.

[0018] Les caractéristiques représentatives des états d'instabilité (amplitude angulaire, seuil angulaire d'autorotation, premier intervalle de temps, débattement angulaire, seuil angulaire d'oscillation, second intervalle de temps et le cas échéant seuil de vitesse d'autorotation et seuil de vitesse d'oscillation) peuvent être choisies pour correspondre à des états d'instabilité non critiques pour la grue (autrement dit des états d'instabilité qui ne présentent pas de danger ou de risque pour la grue), de sorte que l'enregistrement des événements d'instabilité constitue une pré-alarme ou un acte préventif, annonciateur d'un risque potentiel pour la grue, sur ce site.

[0019] En effet, les vitesses de vent faibles sont nettement plus fréquentes, de sorte que la détection des états d'instabilité et l'enregistrement des événements d'instabilité permet de détecter de manière sûre les oscillations et autorotations peu dangereuses en vent faible en enregistrant leur fréquence et leur amplitude, ce qui permet de détecter de manière factuelle la présence d'un phénomène potentiellement très dangereux et critique à des vitesses de vent plus élevées. L'utilisateur averti grâce à l'enregistrement des événements d'instabilité peut alors prendre les éventuelles mesures pour sécuriser la grue (comme par exemple un ajout de plaques à vent, un ajout d'un frein mécanique d'orientation, un ajout de lest ou ballast, un rehaussement de la grue voire un remplacement de la grue), et éviter des états d'instabilité critiques et donc dangereux pour des vitesses de vent élevées et plus rares.

[0020] Selon une autre possibilité, dans le mode de

surveillance, si un état d'instabilité est détecté, alors l'unité de contrôle/commande enregistre dans l'évènement d'instabilité également des variations de la vitesse de vent ou une vitesse de vent moyenne ou une vitesse de vent maximale durant l'état d'instabilité.

[0021] De cette manière, l'évènement d'instabilité enregistré intègre également des informations sur la vitesse du vent, ce qui va permettre d'estimer un comportement théorique de la grue en cas de vitesse de vent plus élevée, et donc permettre de prendre des mesures correctives.

[0022] En effet, un état d'instabilité peut se produire à toute vitesse de vent, avec une prépondérance observée, soit pour une vitesse de vent faible en condition de vent laminaire très stable, situation qui peut causer des dégâts à la partie mécanique de la grue mais rarement présenter des risques de stabilité, soit pour une vitesse de vent élevée de type tempête, avec un fort risque d'effondrement de la structure de la grue. Il est donc avantageux d'enregistrer la vitesse de vent pour chaque état d'instabilité détecté, donc dans chaque évènement d'instabilité enregistré.

[0023] Selon une autre possibilité, l'unité de contrôle/commande déclenche une émission à un tiers d'un message préventif contenant l'évènement d'instabilité.

[0024] Autrement dit, l'évènement d'instabilité enregistré est communiqué à un tiers distant, pour l'informer des états d'instabilité et donc des dates et des paramètres d'instabilité. Dans une réalisation particulière, dans le mode de surveillance, l'unité de contrôle/commande détecte si l'état d'instabilité correspond à l'un des états d'instabilité critiques suivants :

- un état d'autorotation dans lequel l'amplitude angulaire est supérieure à un seuil critique angulaire d'autorotation dans le premier intervalle de temps donné, ledit seuil critique angulaire d'autorotation étant supérieur au seuil angulaire d'autorotation ;
- un état d'autorotation dans lequel la vitesse angulaire est supérieure à un seuil critique de vitesse d'autorotation, ledit seuil critique de vitesse d'autorotation étant supérieur au seuil de vitesse d'autorotation ; et

lorsque un tel état d'instabilité critique est détecté, alors l'unité de contrôle/commande déclenche au moins une action d'alerte

[0025] Ainsi, si l'amplitude angulaire est supérieure à ce seuil critique angulaire d'autorotation (lui-même supérieur au seuil angulaire d'autorotation qui caractérise un état d'autorotation) ou si la vitesse angulaire est supérieure à un seuil critique de vitesse d'autorotation (lui-même supérieur au seuil de vitesse d'autorotation qui caractérise aussi un état d'autorotation), alors cet état d'autorotation est estimé comme étant critique et donc comme nécessitant une alerte, afin de prévenir du danger en cours, voire stopper ou réduire cet état d'instabilité critique.

[0026] Avantageusement, un autre état d'instabilité critique correspond à un état d'autorotation dans lequel la vitesse angulaire est comprise entre le seuil de vitesse d'autorotation et le seuil critique de vitesse d'autorotation, et la vitesse de vent est supérieure à un seuil critique de vitesse de vent.

[0027] Autrement dit, un état d'autorotation critique peut être caractérisé par une vitesse angulaire élevée (c'est-à-dire supérieure au seuil critique de vitesse d'autorotation) et ce quelle que soit la vitesse du vent, ou bien être caractérisé par une vitesse angulaire faible (c'est-à-dire comprise entre le seuil de vitesse d'autorotation et le seuil critique de vitesse d'autorotation) mais en association avec une vitesse de vent élevée (c'est-à-dire supérieure au seuil critique de vitesse de vent).

[0028] Dans une réalisation particulière, le seuil critique de vitesse de vent est compris entre 10 et 20 m/s, et par exemple entre 14 et 20 m/s.

[0029] Selon une caractéristique, l'action d'alerte comprend une activation d'une alarme locale, sonore ou lumineuse.

[0030] De cette manière, la ou les personnes avoisinantes sont alertées d'une instabilité de la grue, et peuvent donc prendre en conséquence des mesures adéquates, comme par s'éloigner ou intervenir sur la grue.

[0031] Selon une autre caractéristique, l'action d'alerte comprend une émission d'un message d'alarme à une entité distante.

[0032] Ainsi, un gestionnaire ou responsable du chantier, un conducteur de grue, un propriétaire de la grue, ou autre personne, peut être informé d'une instabilité de la grue, sans pour autant être sur place. Un tel message d'alarme peut être envoyé par radiocommunication ou communication sans fil, par exemple sous la forme d'un message sur une interface ou une application dédiée, d'un courrier électronique sur une ou plusieurs adresses électroniques enregistrées, ou d'un texto sur une ou plusieurs numéros téléphoniques enregistrés.

[0033] Selon une possibilité, l'action d'alerte comprend une émission à un tiers d'un message d'avertissement informant sur une détection d'un état d'instabilité critique.

[0034] Ce message d'avertissement peut être adressé à une autorité compétente ou à un responsable de chantier pour lui signaler qu'un état instable a été détecté, et que donc le site présente un risque.

[0035] Selon une autre possibilité, l'action d'alerte comprend une activation du frein mécanique d'orientation.

[0036] De cette manière, l'activation du frein mécanique d'orientation va permettre de ralentir les mouvements instables de la partie tournante, dans l'objectif de la stabiliser jusqu'à un état stable, avec des vitesses de rotation en-dessous des seuils caractéristiques des états d'autorotation et d'oscillation.

[0037] Dans une réalisation particulière, l'action d'alerte comprend une activation du système motorisé d'orientation pour générer un couple de freinage opposé à la rotation de la partie tournante.

[0038] Dans cette réalisation, le freinage de la partie tournante est opéré par un couple de freinage généré par le système motorisé d'orientation, pour ramener la partie tournante dans un état stable, avec des vitesses de rotation en-dessous des seuils caractéristiques des états d'autorotation et d'oscillation.

[0039] L'invention se rapporte également à un procédé de surveillance d'une grue à tour telle que décrite précédemment, c'est-à-dire qui comprend une tour sur laquelle est montée pivotante une partie tournante selon un axe d'orientation au moyen d'un mécanisme de pivotement, ce mécanisme de pivotement incluant au moins un système motorisé d'orientation, un frein mécanique d'orientation et un détecteur angulaire apte à détecter un angle d'orientation de la partie tournante, la grue à tour étant configurable entre une configuration de service dans laquelle la partie tournante est pilotable en rotation sur la tour selon l'axe d'orientation au moyen du système motorisé d'orientation, et une configuration hors service dans laquelle la partie tournante est libérée en rotation sur la tour selon l'axe d'orientation pour pouvoir s'orienter dans la direction du vent, le frein mécanique d'orientation étant désactivé dans la configuration hors service, et dans laquelle est prévue une unité de contrôle/commande raccordée au système motorisé d'orientation et au détecteur angulaire.

[0040] Selon l'invention, ce procédé de surveillance comprend, dans la configuration hors service, une étape d'activation d'un mode de surveillance dans lequel l'unité de contrôle/commande détecte, en fonction de variations de l'angle d'orientation de la partie tournante ou en fonction de variations d'une vitesse angulaire de la partie tournante établie à partir des variations de l'angle d'orientation, si la partie tournante est dans l'un des états d'instabilité suivants :

- dans un état d'autorotation, correspondant à un mouvement rotatif de la partie tournante dans un sens donné sur au moins un tour complet, caractérisé par une variation de l'angle d'orientation selon une amplitude angulaire au moins supérieure à un seuil angulaire d'autorotation d'au moins 360 degrés dans un premier intervalle de temps donné ou à une vitesse angulaire supérieure à un seuil de vitesse d'autorotation donné ; ou
- dans un état d'oscillation, correspondant à un mouvement de va-et-vient de la partie tournante autour de l'axe d'orientation, caractérisé par une au moins un cycle de variations de l'angle d'orientation dans un premier sens puis dans un deuxième sens, opposé au premier sens, caractérisé par un débattement angulaire de l'angle d'orientation au moins égal à un seuil angulaire d'oscillation compris entre 20 et 180 degrés dans un second intervalle de temps donné ou à une vitesse angulaire supérieure à un seuil de vitesse d'oscillation donné.

[0041] Selon une possibilité, le procédé de surveillan-

ce comprend, dans la configuration de service, une étape de désactivation du mode de surveillance.

[0042] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée ci-après, d'un exemple de mise en oeuvre non limitatif, faite en référence aux figures annexées dans lesquelles :

[Fig 1] est une vue schématique de côté d'une grue à tour selon l'invention ;

[Fig 2] est une vue schématique de dessus d'une grue à tour selon l'invention ;

[Fig 3] est une vue schématique de dessus d'une grue à tour dans un état d'autorotation ; et

[Fig 4] est une vue schématique de dessus d'une grue à tour dans un état d'oscillation. En référence à la Figure 1, une grue à tour 1 selon l'invention comprend une tour 2 (aussi appelée mât) s'étendant selon un axe d'orientation 20 qui est vertical, où la tour 2 repose sur un sol et présente un sommet sur lequel est montée pivotante une partie tournante 3 selon l'axe d'orientation 20, comme schématisé par la flèche « OR ».

[0043] Cette partie tournante 3 comprend un ensemble formant pivot 30 monté rotatif sur le sommet de la tour 2 selon l'axe d'orientation 20, ainsi qu'une flèche 31 montée sur l'ensemble formant pivot 30. Un système de distribution et de levage de charge 32 est monté sur la flèche 31 pour distribuer et lever/descendre une charge le long de la flèche 31. La partie tournante 3 peut également comprendre une contre-flèche 33 montée sur l'ensemble formant pivot 30, de manière opposée à la flèche 31, et un ou plusieurs lests 34 peuvent être montés sur la contre-flèche 33. La partie tournante 3 comprend en outre une cabine de pilotage 35, placée sur l'ensemble formant pivot 30 au niveau du pied de la flèche 31. Il est envisageable d'avoir un porte-flèche 36 ou poinçon qui est monté verticalement sur l'ensemble formant pivot 30, pour porter la flèche 31, et éventuellement la contre-flèche 33, par exemple au moyen d'haubans.

[0044] La partie tournante 3 est montée pivotante au moyen d'un mécanisme de pivotement 4 prévu sur l'ensemble formant pivot 30, où ce mécanisme de pivotement 4 inclut un système motorisé d'orientation 40 qui comprend :

- un pivot fixe prévu pour être fixé solidairement au sommet de la tour 2, qui se présente sous la forme d'une couronne d'orientation 41 dentée ;
- un pivot tournant accouplé en rotation au pivot fixe selon l'axe d'orientation 20, qui se présente sous la forme d'une portée annulaire en appui sur la couronne d'orientation 41 ;
- au moins un moteur électrique d'orientation 42 muni d'un pignon en engrènement avec la couronne d'orientation 41 ; et
- un variateur 43 reliée au moteur électrique d'orien-

tation 42 pour régler sa vitesse et son couple.

[0045] Ce mécanisme de pivotement 4 inclut également :

- un frein mécanique d'orientation 44 ; et
- un détecteur angulaire 45 apte à détecter un angle d'orientation de la partie tournante 3 autour de l'axe d'orientation 20.

[0046] La grue à tour 1 comprend également une unité de contrôle/commande 5 raccordée :

- au système motorisé d'orientation 40, et plus spécifiquement au variateur 43, afin de piloter l'orientation de la partie tournante 3 ;
- au frein mécanique d'orientation 44 afin d'actionner ce frein pour bloquer/freiner l'orientation de la de la partie tournante 3 ; et
- au détecteur angulaire 45 afin de récupérer les variations de l'angle d'orientation de la partie tournante 3.

[0047] Cette grue à tour 1 est configurable entre :

- une configuration de service dans laquelle la partie tournante 3 est pilotable en rotation sur la tour 2 selon l'axe d'orientation 20 par un pilotage du système motorisé d'orientation 40 au moyen de l'unité de contrôle/commande 5, et
- une configuration hors service dans laquelle la partie tournante 3 est libérée en rotation sur la tour 2 selon l'axe d'orientation 20 pour pouvoir s'orienter dans la direction du vent, le frein mécanique d'orientation 44 étant désactivé et le système motorisé d'orientation 40 étant débrayé dans la configuration hors service.

[0048] Lorsque la grue à tour 1 est dans la configuration hors service, l'unité de contrôle/commande 5 active un mode de surveillance dans lequel l'unité de contrôle/commande 5 :

- reçoit, en provenance du détecteur angulaire 45, les variations de l'angle d'orientation de la partie tournante 3 ;
- établit, à partir des variations de l'angle d'orientation de la partie tournante 3, les variations d'une vitesse angulaire de la partie tournante 3.

[0049] L'unité de contrôle/commande 5 désactive ce mode de surveillance lorsque la grue à tour 1 est dans la configuration de service.

[0050] Dans ce mode de surveillance, l'unité de contrôle/commande 5 détecte, en fonction des variations de l'angle d'orientation et/ou en fonction des variations de la vitesse angulaire, si la partie tournante est dans l'un des états d'instabilité suivants :

- un état d'autorotation, illustré sur la Figure 3, correspondant à un mouvement rotatif de la partie tournante 3 autour de l'axe d'orientation 20 dans un sens donné sur au moins un tour complet, comme schématisé par la flèche « TR » ; ou
- un état d'oscillation, illustré sur la Figure 4, correspondant à un mouvement de va-et-vient de la partie tournante 3 autour de l'axe d'orientation 20, comme schématisé par la flèche « VV ».

[0051] L'état d'autorotation est caractérisé par une variation de l'angle d'orientation selon une amplitude angulaire au moins supérieure à un seuil angulaire d'autorotation SAAR d'au moins 360 degrés dans un premier intervalle de temps T1 donné ou à une vitesse angulaire supérieure à un seuil de vitesse d'autorotation SVAR donné.

[0052] A titre d'exemple, le seuil angulaire d'autorotation SAAR est de 360 degrés, autrement dit l'état d'autorotation est détecté à partir d'un tour complet dans le premier intervalle de temps T1 qui est notamment d'au plus 10 minutes, et par exemple de l'ordre de 5 à 10 minutes. Dans ce cas, l'état d'autorotation est détecté si la partie tournante 3 fait au moins un tour complet en moins de T1 minutes, et par exemple en moins de 10 minutes si T1 égal à 10 minutes. En variante ou en complément, le seuil de vitesse d'autorotation SVAR peut être d'au moins 6 t/h (tours par heure). Dans ce cas, l'état d'autorotation est détecté si la partie tournante 3 fait au moins un tour complet avec une vitesse angulaire supérieure ou égale à 6 t/h.

[0053] L'état d'oscillation est caractérisé par au moins un cycle de variations de l'angle d'orientation dans un premier sens puis dans un deuxième sens, opposé au premier sens (autrement dit au moins un cycle d'aller/retour ou de va-et-vient), caractérisé par un débattement angulaire DA de l'angle d'orientation au moins égal à un seuil angulaire d'oscillation SAO compris entre 20 et 180 degrés dans un second intervalle de temps T2 donné ou à une vitesse angulaire supérieure à un seuil de vitesse d'oscillation SVO donné.

[0054] A titre d'exemple, le seuil angulaire d'oscillation SAO est de 20 degrés, autrement dit l'état d'oscillation est détecté à partir d'un va-et-vient selon un débattement angulaire DA supérieur ou égal à 20 degrés dans le second intervalle de temps T2 qui est notamment d'au plus 5 minutes, et par exemple de l'ordre de 2 à 5 minutes. Dans ce cas, l'état d'oscillation est détecté si la partie tournante 3 fait un va-et-vient selon un débattement angulaire de 20 degrés au moins en moins de T2 minutes, et par exemple en moins de 5 minutes si T2 égal à 5 minutes. Il est à noter que sur un va-et-vient selon un débattement angulaire DA, la partie tournante 3 pivote de DA degrés dans un sens puis de DA degrés dans l'autre sens. En variante ou en complément, le seuil de vitesse d'oscillation SVO peut être d'au moins 1,3 t/h (tours par heure). Dans ce cas, l'état d'oscillation est détecté si la partie tournante 3 fait un va-et-vient selon un

débattement angulaire de 20 degrés au moins avec une vitesse angulaire supérieure ou égale à 1,3 t/h.

[0055] Par ailleurs, il est envisageable que la grue à tour 1 comprenne au moins un anémomètre 8 propre à mesure une vitesse de vent et relié à l'unité de contrôle/commande 5. Ainsi, dans le mode de surveillance, l'unité de contrôle/commande 5 détecte un état d'instabilité aussi en fonction de la vitesse de vent, et en particulier un état d'instabilité critique comme décrit ultérieurement. Dans le mode de surveillance, si un état d'instabilité est détecté, alors l'unité de contrôle/commande 5 enregistre dans une mémoire 50 un événement d'instabilité défini par un enregistrement :

- d'une datation (jour et heure) de l'état d'instabilité,
- des variations de la vitesse de vent ou une vitesse de vent moyenne ou une vitesse de vent maximale durant l'état d'instabilité ;

et un enregistrement également d'un ou plusieurs paramètres d'instabilité choisis parmi :

- des variations de l'angle d'orientation ;
- des vitesses angulaires ou au moins une vitesse angulaire maximale durant l'état d'instabilité ;
- l'amplitude angulaire pour un état d'autorotation ;
- le débattement angulaire DA pour un état d'oscillation.

[0056] La grue à tour 1 comprend également un émetteur 7, filaire ou sans fil, relié à l'unité de contrôle/commande 5, de sorte que l'unité de contrôle/commande 5 déclenche une émission par l'émetteur 7 à un tiers d'un message préventif contenant l'événement d'instabilité, avec toutes les données enregistrées associées telles que datation, vitesse de vent et paramètre(s) d'instabilité.

[0057] Dans le mode de surveillance, l'unité de contrôle/commande 5 détecte également si l'état d'instabilité correspond à l'un des états d'instabilité critiques suivants, établis quelle que soit la vitesse du vent :

- un état d'autorotation dans lequel l'amplitude angulaire est supérieure à un seuil critique angulaire d'autorotation SCAAR dans le premier intervalle T1 de temps donné, ce seuil critique angulaire d'autorotation SCAAR étant supérieur au seuil angulaire d'autorotation SAAR ;
- un état d'autorotation dans lequel la vitesse angulaire est supérieure à un seuil critique de vitesse d'autorotation SCVAR, ce seuil critique de vitesse d'autorotation SCVAR étant supérieur au seuil de vitesse d'autorotation SVAR.

[0058] Dans l'exemple ci-dessus, le seuil angulaire d'autorotation SAAR est de 360 degrés, et par exemple le seuil critique angulaire d'autorotation SCAAR est de 720 degrés (soit 2 tours). Dans ce cas, l'état d'instabilité critique est détecté si la partie tournante 3 fait au moins

deux tours en moins de T1 minutes, et par exemple en moins de 10 minutes si T1 égal à 10 minutes.

[0059] Dans l'exemple ci-dessus, le seuil de vitesse d'autorotation SVAR est de 6 t/h, et par exemple le seuil critique de vitesse d'autorotation SCVAR est de 12 t/h. Dans ce cas, l'état d'instabilité critique est détecté si la partie tournante 3 fait au moins un tour complet avec une vitesse angulaire supérieure ou égale à 12 t/h.

[0060] Dans une version avantageuse, la vitesse de vent est prise en considération pour caractériser un autre état d'instabilité critique, qui correspond à un état d'autorotation dans lequel la vitesse angulaire est comprise entre le seuil de vitesse d'autorotation SVAR et le seuil critique de vitesse d'autorotation SCVAR, et la vitesse de vent est supérieure à un seuil critique de vitesse de vent SCVV, qui est par exemple compris entre 10 et 20 m/s, et notamment entre 14 et 20 m/s.

[0061] Dans l'exemple ci-dessus, le seuil de vitesse d'autorotation SVAR est de 6 t/h, et le seuil critique de vitesse d'autorotation SCVAR est de 12 t/h. Dans l'exemple ci-dessus, le seuil critique de vitesse d'autorotation SCVAR est de 9 t/h. Dans ce cas, l'état d'instabilité critique est détecté si la partie tournante 3 fait au moins un tour complet avec une vitesse angulaire comprise entre 6 t/h et 12 t/h, et si (double condition) la vitesse de vent est supérieure au seuil critique de vitesse de vent SCVV qui est par exemple de 14 m/s.

[0062] Lorsqu'un tel d'instabilité critique est détecté, alors l'unité de contrôle/commande 5 déclenche au moins une action d'alerte, comme par exemple une tout ou partie des actions d'alerte de la liste ci-dessous :

- activation d'une alarme locale, sonore ou lumineuse, l'unité de contrôle/commande 5 étant reliée à un générateur d'alarme locale 7, comme par exemple un haut-parleur dans l'exemple illustré en Figure 1 ;
- émission d'un message d'alarme à une entité distante, via l'émetteur 6 ;
- émission à un tiers d'un message d'avertissement informant sur une détection d'un état d'instabilité critique, via l'émetteur 6 ;
- activation du frein mécanique d'orientation 44 ;
- activation du système motorisé d'orientation 40 pour générer un couple de freinage opposé à la rotation de la partie tournante 3.

Revendications

1. Grue à tour (1) comprenant une tour (2) sur laquelle est montée pivotante une partie tournante (3) selon un axe d'orientation (20) au moyen d'un mécanisme de pivotement, ledit mécanisme de pivotement (4) incluant au moins un système motorisé d'orientation (40), un frein mécanique d'orientation (44) et un détecteur angulaire (45) apte à détecter un angle d'orientation de la partie tournante (3), ladite grue à tour (1) étant configurable entre une configuration

de service dans laquelle la partie tournante (3) est pilotable en rotation sur la tour selon l'axe d'orientation (20) au moyen du système motorisé d'orientation (40), et une configuration hors service dans laquelle la partie tournante (3) est libérée en rotation sur la tour selon l'axe d'orientation (20) pour pouvoir s'orienter dans la direction du vent, ledit frein mécanique d'orientation (44) étant désactivé dans la configuration hors service, ladite grue à tour (1) comprenant une unité de contrôle/commande (5) raccordée au système motorisé d'orientation (40), au frein mécanique d'orientation (44) et au détecteur angulaire (45), ladite grue à tour (1) étant **caractérisée en ce que**, dans la configuration hors service, l'unité de contrôle/commande (5) active un mode de surveillance dans lequel l'unité de contrôle/commande (5) détecte, en fonction de variations de l'angle d'orientation de la partie tournante (3) ou en fonction de variations d'une vitesse angulaire de la partie tournante (3) établie à partir des variations de l'angle d'orientation, si la partie tournante (3) est dans l'un des états d'instabilité suivants :

- un état d'autorotation, correspondant à un mouvement rotatif de la partie tournante (3) dans un sens donné sur au moins un tour complet, **caractérisé par** une variation de l'angle d'orientation selon une amplitude angulaire au moins supérieure à un seuil angulaire d'autorotation d'au moins 360 degrés dans un premier intervalle de temps donné ou à une vitesse angulaire supérieure à un seuil de vitesse d'autorotation donné ; ou
- un état d'oscillation, correspondant à un mouvement de va-et-vient de la partie tournante (3) autour de l'axe d'orientation (20), **caractérisé par** au moins un cycle de variations de l'angle d'orientation dans un premier sens puis dans un deuxième sens, opposé au premier sens, **caractérisé par** un débattement angulaire de l'angle d'orientation au moins égal à un seuil angulaire d'oscillation compris entre 20 et 180 degrés dans un second intervalle de temps donné ou à une vitesse angulaire supérieure à un seuil de vitesse d'oscillation donné.

2. Grue à tour (1) selon la revendication 1, dans laquelle, dans la configuration de service, l'unité de contrôle/commande (5) désactive le mode de surveillance.
3. Grue à tour (1) selon les revendications 1 ou 2, comprenant au moins un anémomètre (8) propre à mesure une vitesse de vent et relié à l'unité de contrôle/commande (5), et dans laquelle, dans le mode de surveillance, l'unité de contrôle/commande (5) détecte un état d'instabilité aussi en fonction de la vitesse de vent.

4. Grue à tour (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle, dans le mode de surveillance, si un état d'instabilité est détecté, alors l'unité de contrôle/commande (5) enregistre un événement d'instabilité défini par un enregistrement d'une datation de l'état d'instabilité et d'un ou plusieurs paramètres d'instabilité choisis parmi :

- des variations de l'angle d'orientation ;
- des vitesses angulaires ou au moins une vitesse angulaire maximale durant l'état d'instabilité ;
- l'amplitude angulaire pour un état d'autorotation ;
- le débattement angulaire pour un état d'oscillation.

5. Grue à tour (1) selon les revendications 3 et 4, dans lequel, dans le mode de surveillance, si un état d'instabilité est détecté, alors l'unité de contrôle/commande (5) enregistre dans l'événement d'instabilité également des variations de la vitesse de vent ou une vitesse de vent moyenne ou une vitesse de vent maximale durant l'état d'instabilité.

6. Grue à tour (1) selon les revendications 4 ou 5, dans laquelle l'unité de contrôle/commande (5) déclenche une émission à un tiers d'un message préventif contenant l'événement d'instabilité.

7. Grue à tour (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle, dans le mode de surveillance, l'unité de contrôle/commande (5) détecte si l'état d'instabilité correspond à l'un des états d'instabilité critiques suivants :

- un état d'autorotation dans lequel l'amplitude angulaire est supérieure à un seuil critique angulaire d'autorotation dans le premier intervalle de temps donné, ledit seuil critique angulaire d'autorotation étant supérieur au seuil angulaire d'autorotation ;
- un état d'autorotation dans lequel la vitesse angulaire est supérieure à un seuil critique de vitesse d'autorotation, ledit seuil critique de vitesse d'autorotation étant supérieur au seuil de vitesse d'autorotation ;

et lorsque un tel état d'instabilité critique est détecté, alors l'unité de contrôle/commande (5) déclenche au moins une action d'alerte.

8. Grue à tour (1) selon les revendications 3 et 7, dans laquelle un autre état d'instabilité critique correspondant à un état d'autorotation dans lequel la vitesse angulaire est comprise entre le seuil de vitesse d'autorotation et le seuil critique de vitesse d'autorotation, et la vitesse de vent est supérieure à un

seuil critique de vitesse de vent.

9. Grue à tour (1) selon la revendication 8, dans laquelle le seuil critique de vitesse de vent est compris entre 10 et 20 m/s, et par exemple entre 14 et 20 m/s. 5
10. Grue à tour (1) selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, dans lequel l'action d'alerte comprend une activation d'une alarme locale, sonore ou lumineuse. 10
11. Grue à tour (1) selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, dans laquelle l'action d'alerte comprend une émission d'un message d'alarme à une entité distante. 15
12. Grue à tour (1) selon l'une quelconque des revendications 7 à 11, dans laquelle l'action d'alerte comprend une émission à un tiers d'un message d'avertissement informant sur une détection d'un état d'instabilité critique. 20
13. Grue à tour (1) selon l'une quelconque des revendications 7 à 12, dans laquelle l'action d'alerte comprend une activation du frein mécanique d'orientation (44). 25
14. Grue à tour (1) selon l'une quelconque des revendications 7 à 13, dans laquelle l'action d'alerte comprend une activation du système motorisé d'orientation (40) pour générer un couple de freinage opposé à la rotation de la partie tournante (3). 30
15. Procédé de surveillance d'une grue à tour (1) selon la revendication 1, ledit procédé de surveillance comprenant, dans la configuration hors service, une étape d'activation d'un mode de surveillance dans lequel l'unité de contrôle/commande (5) détecte, en fonction de variations de l'angle d'orientation de la partie tournante (3) ou en fonction de variations d'une vitesse angulaire de la partie tournante (3) établie à partir des variations de l'angle d'orientation, si la partie tournante (3) est dans l'un des états d'instabilité suivants : 35
 - dans un état d'autorotation, correspondant à un mouvement rotatif de la partie tournante (3) dans un sens donné sur au moins un tour complet, **caractérisé par** une variation de l'angle d'orientation selon une amplitude angulaire au moins supérieure à un seuil angulaire d'autorotation d'au moins 360 degrés dans un premier intervalle de temps donné ou à une vitesse angulaire supérieure à un seuil de vitesse d'autorotation donné ; ou 40
 - dans un état d'oscillation, correspondant à un mouvement de va-et-vient de la partie tournante (3) autour de l'axe d'orientation (20), **caractéri-** 45

sé par au moins un cycle de variations de l'angle d'orientation dans un premier sens puis dans un deuxième sens, opposé au premier sens, **caractérisé par** un débattement angulaire de l'angle d'orientation au moins égal à un seuil angulaire d'oscillation compris entre 20 et 180 degrés dans un second intervalle de temps donné ou à une vitesse angulaire supérieure à un seuil de vitesse d'oscillation donné.

16. Procédé de surveillance selon la revendication précédente, comprenant, dans la configuration de service, une étape de désactivation du mode de surveillance. 15

Patentansprüche

1. Turmkran (1), einen Turm (2) umfassend, an dem mittels eines Schwenkmechanismus ein Drehteil (3) entlang einer Orientierungsachse (20) schwenkbar montiert ist, wobei der Schwenkmechanismus (4) mindestens ein motorisiertes Orientierungssystem (40), eine mechanische Orientierungsbremse (44) und einen Winkelsensor (45) einschließt, der dazu geeignet ist, einen Orientierungswinkel des Drehteils (3) zu erfassen, wobei der Turmkran (1) konfigurierbar ist zwischen einer Betriebskonfiguration, bei der das Drehteil (3) mittels des motorisierten Orientierungssystems (40) auf dem Turm entlang der Orientierungsachse (20) in Rotation lenkbar ist, und einer Außerbetriebskonfiguration, bei der das Drehteil (3) auf dem Turm entlang der Orientierungsachse (20) in Rotation freigegeben ist, um sich in Windrichtung orientieren zu können, wobei die mechanische Orientierungsbremse (44) in der Außerbetriebskonfiguration deaktiviert ist, wobei der Turmkran (1) eine Kontroll-/Steuereinheit (5) umfasst, die an das motorisierte Orientierungssystem (40), die mechanische Orientierungsbremse (44) und den Winkelsensor (45) angeschlossen ist, wobei der Turmkran (1) **dadurch gekennzeichnet ist, dass** die Kontroll-/Steuereinheit (5), in der Außerbetriebskonfiguration, einen Überwachungsmodus aktiviert, in dem die Kontroll-/Steuereinheit (5) erfasst, in Abhängigkeit von Variationen des Orientierungswinkels des Drehteils (3) oder in Abhängigkeit von Variationen einer Winkelgeschwindigkeit des Drehteils (3), die ausgehend von den Variationen des Orientierungswinkels ermittelt wird, ob sich das Drehteil (3) in einem der folgenden Instabilitätszustände befindet: 45
 - ein Autorotationszustand, der einer Rotationsbewegung des Drehteils (3) in einer gegebenen Richtung über mindestens eine volle Umdrehung entspricht, **gekennzeichnet durch** eine Variation des Orientierungswinkels gemäß einer Winkelamplitude, die mindestens größer als 50

- ein Winkelschwellenwert der Autorotation von mindestens 360 Grad in einem gegebenen ersten Zeitintervall ist oder mit einer Winkelgeschwindigkeit, die größer als ein gegebener Winkelschwellenwert der Autorotationsgeschwindigkeit ist; oder
- ein Schwingungszustand, der einer Hin- und Herbewegung des Drehteils (3) um die Orientierungsachse (20) entspricht, **gekennzeichnet durch** mindestens einen Zyklus von Variationen des Orientierungswinkels in einer ersten Richtung und dann in einer zweiten Richtung, die der ersten Richtung entgegengesetzt ist, **gekennzeichnet durch** einen Winkelausschlag des Orientierungswinkels, der mindestens gleich einem Schwingungswinkelschwellenwert von 20 bis 180 Grad in einem gegebenen zweiten Zeitintervall ist oder mit einer Winkelgeschwindigkeit, die größer als ein gegebener Schwellenwert der Schwingungsgeschwindigkeit ist.
2. Turmkran (1) nach Anspruch 1, wobei in der Betriebskonfiguration die Kontroll-/Steuereinheit (5) den Überwachungsmodus deaktiviert.
 3. Turmkran (1) nach Anspruch 1 oder 2, mindestens ein Anemometer (8) umfassend, das die Windgeschwindigkeit misst, und mit der Kontroll-/Steuereinheit (5) verbunden ist, und wobei, im Überwachungsmodus, die Kontroll-/Steuereinheit (5) einen Instabilitätszustand auch in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit erkennt.
 4. Turmkran (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei, im Überwachungsmodus, wenn ein Instabilitätszustand erkannt wird, die Kontroll-/Steuereinheit (5) ein Instabilitätsereignis aufzeichnet, das durch eine Aufzeichnung einer Datierung des Instabilitätszustands definiert ist und eines oder mehrerer Instabilitätsparameter, die ausgewählt werden aus:
 - Variationen des Orientierungswinkels;
 - Winkelgeschwindigkeiten oder mindestens eine maximale Winkelgeschwindigkeit während des Instabilitätszustands;
 - der Winkelamplitude für einen Autorotationszustand;
 - dem Winkelausschlag für einen Schwingungszustand.
 5. Turmkran (1) nach Anspruch 3 und 4, wobei, im Überwachungsmodus, wenn ein Instabilitätszustand erfasst wird, die Kontroll-/Steuereinheit (5) im Instabilitätsereignis auch Variationen der Windgeschwindigkeit oder eine mittlere Windgeschwindigkeit oder eine maximale Windgeschwindigkeit während des Instabilitätszustands aufzeichnet.
 6. Turmkran (1) nach Anspruch 4 oder 5, wobei die Kontroll-/Steuereinheit (5) eine Übertragung einer präventiven Nachricht an einen Dritten auslöst, die das Instabilitätsereignis enthält.
 7. Turmkran (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei, im Überwachungsmodus, die Kontroll-/Steuereinheit (5) erkennt, ob der Instabilitätszustand einem der folgenden kritischen Instabilitätszustände entspricht:
 - ein Autorotationszustand, in dem die Winkelamplitude größer als ein kritischer Autorotations-Winkelschwellenwert im ersten gegebenen Zeitintervall ist, wobei der kritische Autorotations-Winkelschwellenwert größer als der Autorotations-Winkelschwellenwert ist;
 - ein Autorotationszustand, in dem die Winkelgeschwindigkeit größer als ein kritischer Schwellenwert der Autorotationsgeschwindigkeit ist, wobei der kritische Schwellenwert der Autorotationsgeschwindigkeit größer als der Schwellenwert der Autorotationsgeschwindigkeit ist;
 und wenn ein solcher kritischer Instabilitätszustand erkannt wird, die Kontroll-/Steuereinheit (5) mindestens eine Warnaktion auslöst.
 8. Turmkran (1) nach Anspruch 3 und 7, wobei ein weiterer kritischer Instabilitätszustand einem Autorotationszustand entspricht, in dem die Winkelgeschwindigkeit zwischen dem Schwellenwert der Autorotationsgeschwindigkeit und dem kritischen Schwellenwert der Autorotationsgeschwindigkeit liegt und die Windgeschwindigkeit größer als ein kritischer Schwellenwert der Windgeschwindigkeit ist.
 9. Turmkran (1) nach Anspruch 8, wobei der kritische Schwellenwert der Windgeschwindigkeit zwischen 10 und 20 m/s liegt, und beispielsweise zwischen 14 und 20 m/s.
 10. Turmkran (1) nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei die Warnaktion eine Aktivierung eines lokalen Ton- oder Lichtalarms umfasst.
 11. Turmkran (1) nach einem der Ansprüche 7 bis 10, wobei die Warnaktion eine Übertragung einer Alarmnachricht an eine entfernte Entität umfasst.
 12. Turmkran (1) nach einem der Ansprüche 7 bis 11, wobei die Warnaktion die Übertragung an einen Dritten einer Warnmeldung umfasst, die über eine Erkennung eines kritischen Instabilitätszustands informiert.
 13. Turmkran (1) nach einem der Ansprüche 7 bis 12,

wobei die Warnaktion eine Aktivierung der mechanischen Orientierungsbremse (44) umfasst.

14. Turmkran (1) nach einem der Ansprüche 7 bis 13, wobei die Warnaktion eine Aktivierung des motorisierten Orientierungssystems (40) umfasst, um ein Bremsmoment zu erzeugen, das der Rotation des Drehteils (3) entgegengesetzt ist.

15. Verfahren zum Überwachen eines Turmkrans (1) nach Anspruch 1, wobei das Überwachungsverfahren umfasst, in der Außerbetriebskonfiguration, einen Schritt der Aktivierung eines Überwachungsmodus, in dem die Kontroll-/Steuereinheit (5) erkennt, in Abhängigkeit von Variationen des Orientierungswinkels des Drehteils (3) oder in Abhängigkeit von Variationen einer Winkelgeschwindigkeit des Drehteils (3), die ausgehend von den Variationen des Orientierungswinkels ermittelt wird, ob sich das Drehteil (3) in einem der folgenden Instabilitätszustände befindet:

- in einem Autorotationszustand, der einer Rotationsbewegung des Drehteils (3) in einer gegebenen Richtung über mindestens eine vollständige Umdrehung entspricht, **gekennzeichnet durch** eine Variation des Orientierungswinkels gemäß einer Winkelamplitude, die mindestens größer als ein Winkelschwellenwert der Autorotation von mindestens 360 Grad in einem gegebenen ersten Zeitintervall ist oder mit einer Winkelgeschwindigkeit, die größer als ein gegebener Winkelschwellenwert der Autorotationsgeschwindigkeit ist; oder

- in einem Schwingungszustand, der einer Hin- und Herbewegung des Drehteils (3) um die Orientierungsachse (20) entspricht, **gekennzeichnet durch** mindestens einen Zyklus von Variationen des Orientierungswinkels in einer ersten Richtung und dann in einer zweiten Richtung, die der ersten Richtung entgegengesetzt ist, **gekennzeichnet durch** einen Winkelausschlag des Orientierungswinkels, der mindestens gleich einem Schwingungswinkelschwellenwert von 20 bis 180 Grad in einem gegebenen zweiten Zeitintervall ist oder mit einer Winkelgeschwindigkeit, die größer als ein gegebener Schwellenwert der Schwingungsgeschwindigkeit ist.

16. Überwachungsverfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, umfassend, in der Betriebskonfiguration, einen Schritt der Deaktivierung des Überwachungsmodus.

Claims

1. A tower crane (1) comprising a tower (2) on which a rotating portion (3) is pivotally mounted along an orientation axis (20) by means of a pivot mechanism, said pivot mechanism (4) including at least a motorized orientation system (40), a mechanical orientation brake (44) and an angular detector (45) capable of detecting an orientation angle of the rotating portion (3), said tower crane (1) being configurable between a service configuration in which the rotating portion (3) is rotatably driven on the tower along the orientation axis (20) by means of the motorized orientation system (40), and an out of service configuration in which the rotating portion (3) is rotatably released on the tower according to the orientation axis (20) in order to be able to be oriented in the direction of the wind, said mechanical orientation brake (44) being deactivated in the out of service configuration, said tower crane (1) comprising a control/command unit (5) connected to the motorized orientation system (40), to the mechanical orientation brake (44) and the angular detector (45), said tower crane (1) being **characterized in that**, in the out of service configuration, the control/command unit (5) activates a monitoring mode in which the control/command unit (5) detects, as a function of variations in the angle of orientation of the rotating portion (3) or as a function of variations of an angular speed of the rotating portion (3) established from the variations of the orientation angle, if the rotating portion (3) is in one of the following instability states:

- an autorotation state, corresponding to a rotary movement of the rotating portion (3) in a given direction over at least one complete turn, **characterized by** a variation of the orientation angle according to an angular amplitude at least greater than one angular autorotation threshold of at least 360 degrees in a first given time interval or at an angular speed greater than a given autorotation speed threshold;

or

- an oscillation state, corresponding to a back and forth movement of the rotating portion (3) about the orientation axis (20), **characterized by** at least one cycle of variations of the angle of orientation in a first direction then in a second direction, opposite to the first direction, **characterized by** an angular displacement of the orientation angle at least equal to an angular oscillation threshold comprised between 20 and 180 degrees in a given second time interval or at an angular speed greater than a given oscillation speed threshold.

2. The tower crane (1) according to claim 1, wherein, in the service configuration, the control/command

unit (5) deactivates the monitoring mode.

3. The tower crane (1) according to claims 1 or 2, comprising at least one anemometer (8) suitable for measuring a wind speed and connected to the control/command unit (5), and in which, in the monitoring mode, the control/command unit (5) detects an instability state also depending on the wind speed.

4. The tower crane (1) according to any one of the preceding claims, wherein, in the monitoring mode, if an instability state is detected, then the control/command unit (5) records an instability event defined by a recording of a dating of the instability state and of one or more instability parameters chosen from:

- variations in the angle of orientation;
- angular speeds or at least a maximum angular speed during the instability state;
- the angular amplitude for an autorotation state;
- the angular displacement for an oscillation state.

5. The tower crane (1) according to claims 3 and 4, wherein, in the monitoring mode, if an instability state is detected, then the control/command unit (5) registers in the instability event also changes in wind speed or average wind speed or maximum wind speed during the instability state.

6. The tower crane (1) according to claims 4 or 5, wherein the control/command unit (5) triggers a transmission to a third party of a preventive message containing the instability event.

7. The tower crane (1) according to any one of the preceding claims, wherein, in the monitoring mode, the control/command unit (5) detects whether the instability state corresponds to one of the following critical instability states:

- an autorotation state in which the angular amplitude is greater than a critical angular autorotation threshold in the first given time interval, said critical angular autorotation threshold being greater than the angular autorotation threshold;
- an autorotation state in which the angular speed is greater than a critical autorotation speed threshold, said critical autorotation speed threshold being greater than the autorotation speed threshold;

and when such a critical instability state is detected, then the control/command unit (5) triggers at least one alert action.

8. The tower crane (1) according to claims 3 and 7, wherein another critical instability state corresponds

to an autorotation state in which the angular speed is between the autorotation speed threshold and the critical autorotation speed threshold, and the wind speed is above a critical wind speed threshold.

9. The tower crane (1) according to claim 8, wherein the critical wind speed threshold is between 10 and 20 m/s, and for example between 14 and 20 m/s.

10. The tower crane (1) according to any one of claims 7 to 9, wherein the alert action comprises an activation of a sound or light local alarm.

11. The tower crane (1) according to any one of claims 7 to 10, wherein the alert action comprises transmitting an alarm message to a remote entity.

12. The tower crane (1) according to any one of claims 7 to 11, wherein the alert action comprises a transmission to a third party of a warning message informing of a detection of a critical instability state.

13. The tower crane (1) according to any one of claims 7 to 12, wherein the alert action comprises activating the mechanical orientation brake (44).

14. The tower crane (1) according to any one of claims 7 to 13, wherein the alert action comprises an activation of the motorized orientation system (40) to generate a braking torque opposite to the rotation of the rotating portion (3).

15. A method for monitoring a tower crane (1) according to claim 1, said monitoring method comprising, in the out of service configuration, a step of activating a monitoring mode in which the control/command unit (5) detects, as a function of variations in the angle of orientation of the rotating portion (3) or as a function of variations of an angular speed of the rotating portion (3) established from the variations in the orientation angle, if the rotating portion (3) is in one of the following instability states:

- in an autorotation state, corresponding to a rotary movement of the rotating portion (3) in a given direction over at least one complete turn, **characterized by** a variation of the orientation angle according to an angular amplitude at least greater than an angular autorotation threshold of at least 360 degrees in a first given time interval or at an angular speed greater than a given autorotation speed threshold; or
- in an oscillation state, corresponding to a back and forth movement of the rotating portion (3) about the orientation axis (20), **characterized by** at least one cycle of variations of the angle of orientation in a first direction then in a second direction, opposite to the first direction, **charac-**

terized by an angular displacement of the orientation angle at least equal to an angular oscillation threshold comprised between 20 and 180 degrees in a second interval of given time or at an angular speed greater than a given oscillation speed threshold. 5

16. The monitoring method according to the preceding claim, comprising, in the service configuration, a step of deactivating the monitoring mode. 10

15

20

25

30

35

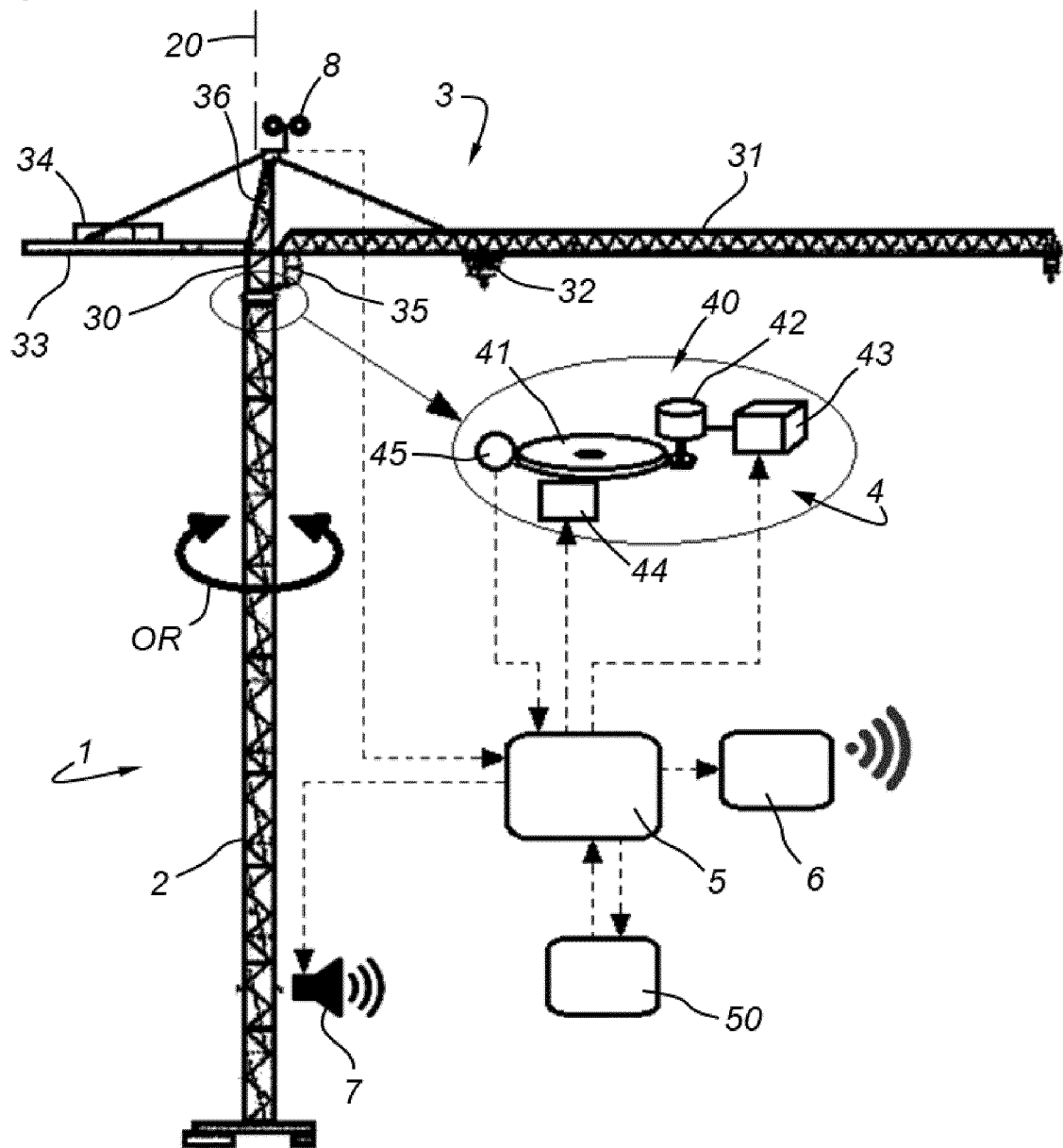
40

45

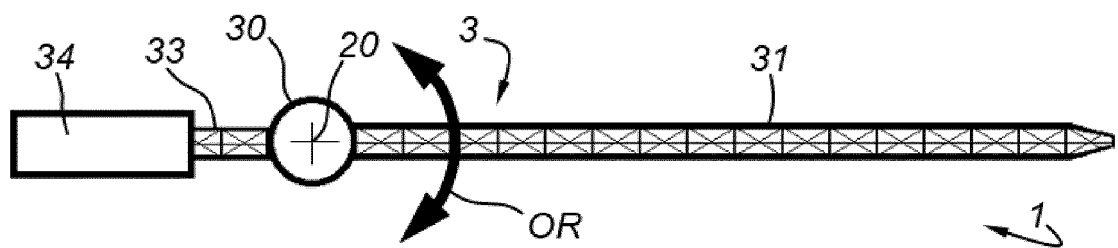
50

55

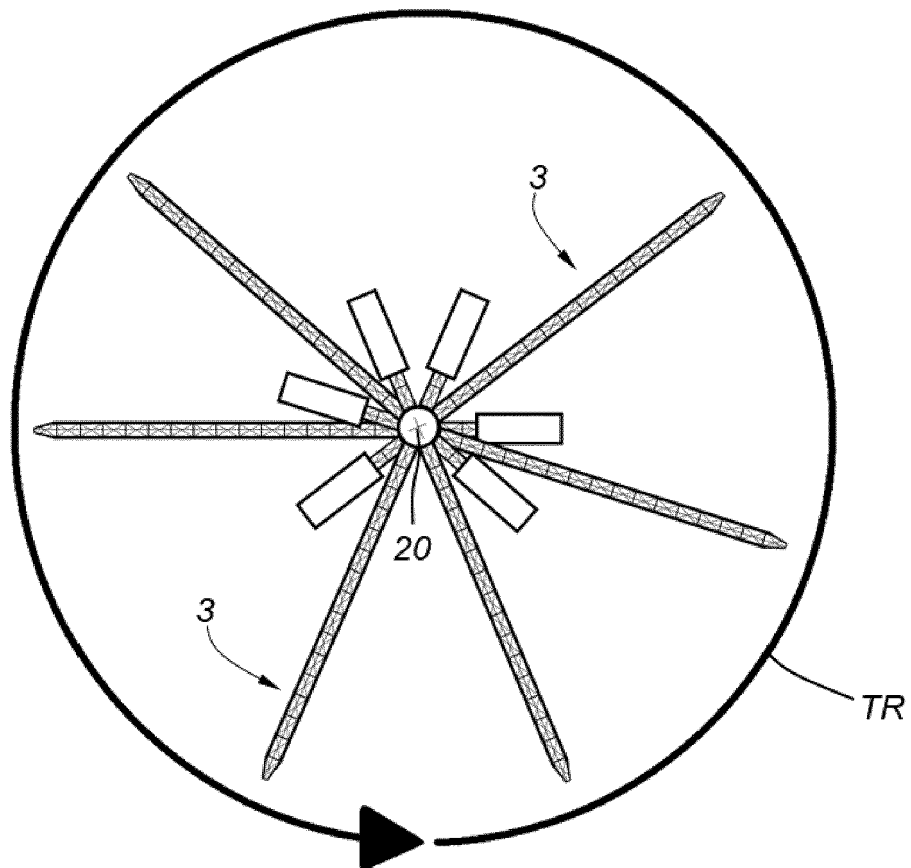
[Fig 1]



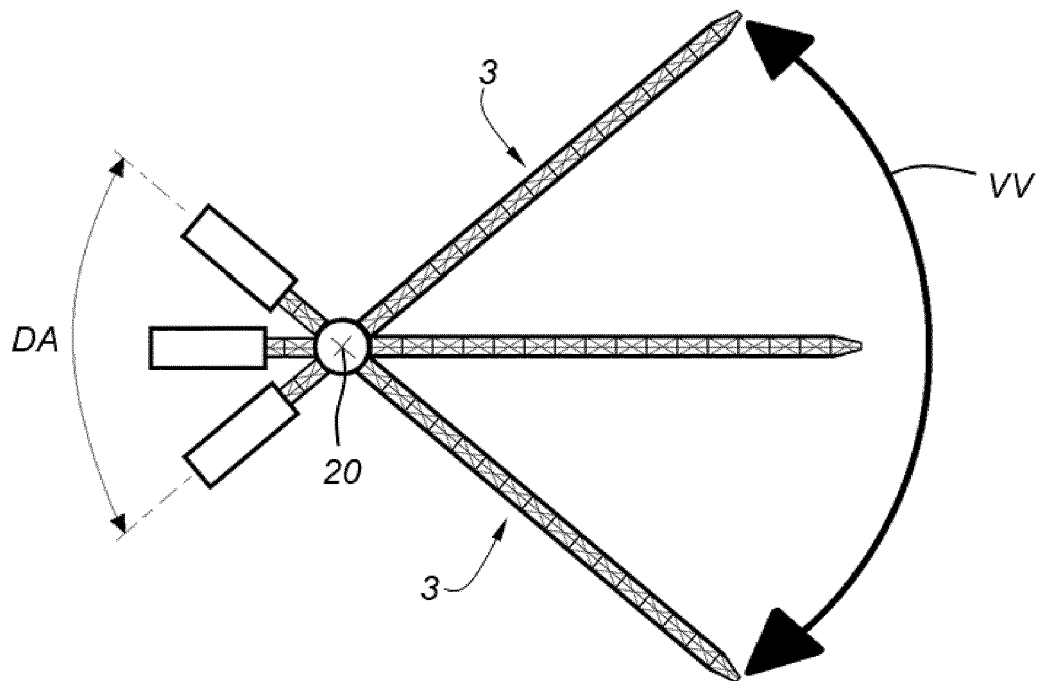
[Fig 2]



[Fig 3]



[Fig 4]



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

- US 20140083965 A [0006]
- FR 2931466 [0006]
- JP H08324965 B [0007]