

(19)



(11)

EP 4 105 162 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
21.12.2022 Bulletin 2022/51

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
B66C 23/88 ^(2006.01) **B66C 15/06** ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **22177155.3**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
B66C 23/88; B66C 15/065

(22) Date de dépôt: **03.06.2022**

(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

(71) Demandeur: **Manitowoc Crane Group France**
69570 Dardilly (FR)

(72) Inventeur: **RONI-DAMOND, Bruno**
69002 LYON (FR)

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

(30) Priorité: **14.06.2021 FR 2106268**

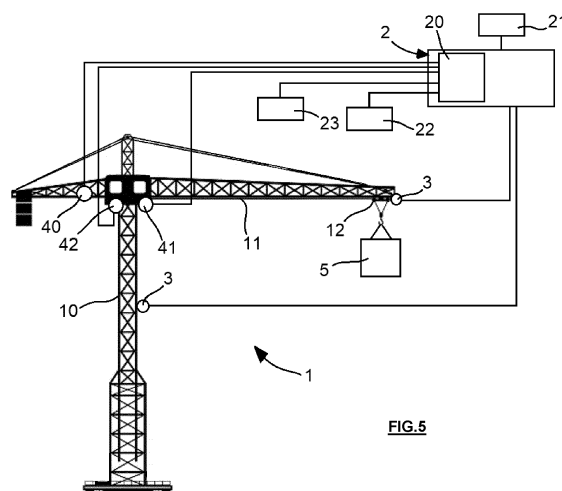
(54) **GRUE ET PROCÉDÉ DE SÉCURISATION D'UNE GRUE À LA SURVENUE D'UN ÉVÈNEMENT EXCEPTIONNEL**

(57) L'invention concerne une grue (1) et un procédé de sécurisation à la survenue d'un événement exceptionnel, la grue comprenant un système de contrôle-commande (20) connecté à des actionneurs (40, 41, 42) pour gérer des mouvements de la grue et d'une charge (5) suspendue et intégré au sein d'une unité de traitement (2) de la grue connectée à des capteurs de mouvements, de charge et de sécurité (3) placés sur des éléments (10, 11) de la grue.

Le procédé comprend les étapes suivantes :

- établissement (S1) d'une liste d'événements exceptionnels détectables au moyen desdits capteurs;
- association (S2), à chaque événement exceptionnel de la liste de plusieurs niveaux de sévérité en fonction d'une valeur de l'information d'événement;

- association (S3), à chaque événement exceptionnel et pour chaque niveau de sévérité, d'une consigne de sécurité relative aux actionneurs (40, 41, 42) et définissant au moins un degré de limitation d'au moins un mouvement de la grue (1) ;
- la grue (1) fonctionnant dans un mode de fonctionnement nominal,
- évaluation (S5) du niveau de sévérité de l'événement exceptionnel ;
- basculement (S6) à un mode de fonctionnement sécurisé dans lequel le système de contrôle-commande (20) applique la consigne de sécurité associée au niveau de sévérité évalué;
- émission (S7) d'un message d'alerte.

**FIG.5****EP 4 105 162 A1**

Description**[Domaine Technique]**

- 5 **[0001]** L'invention concerne un procédé de sécurisation d'une grue à la survenue d'un évènement exceptionnel ainsi que la grue pour laquelle est mis en œuvre ce procédé de sécurisation.

[Etat de la technique]

- 10 **[0002]** Les grues sont conçues par les constructeurs de grue pour être utilisées dans certaines conditions d'opération avec des valeurs limites pour ces conditions d'opération, ces valeurs limites étant généralement fixées par le constructeur, par une norme relative à la grue, par une réglementation ou encore par des conditions d'utilisation spécifiques de la grue.

- [0003]** Par exemple, si une grue à tour est hors service mais qu'elle est soumise à un vent différent des conditions habituelles prises pour la conception des grues à tour, par exemple un vent non laminaire survenant suite à une influence d'un obstacle à proximité de la grue, celle-ci peut être soumise localement à une vitesse de vent importante, ou à une variation de la vitesse et de la direction du vent qui peut entraîner la partie supérieure de la grue en rotation continue autour de son axe de pivotement, en oscillation autour de l'axe de rotation, ou même à se positionner en travers du vent, augmentant ainsi considérablement sa surface au vent exposé. Des efforts et mouvements incontrôlés ainsi générés peuvent endommager la structure de la grue, ses mécanismes, ses fondations et ancrages sans pour autant la faire basculer. Ainsi, si une tempête a lieu lorsque la grue n'est pas en fonctionnement, et que l'influence du vent localement subi par la grue engendre des efforts ou mouvements de la grue non conforme au comportement normal d'une grue dans un flux de vent laminaire, on dit qu'un évènement exceptionnel a eu lieu dans la grue.

- [0004]** Cet évènement exceptionnel nécessite alors une inspection de l'état de la grue afin de vérifier qu'elle peut être manœuvrée sans danger. Or la grue n'étant pas en fonctionnement lors de la survenue de cet évènement exceptionnel, aucune inspection ne sera effectuée puisque la survenue de l'évènement exceptionnel n'aura pas été détectée et que l'évènement exceptionnel n'aura pas été identifié.

- [0005]** Par ailleurs, si par exemple lors d'un fonctionnement d'une grue à tour, une rupture d'élingue survient, la grue est alors soumise à une onde de choc susceptible de déformer la charpente ainsi que les fondations de la grue. Dans ce cas-là, la grue s'arrête simplement par détection de surcharge, et le grutier pourra redémarrer la grue normalement même en ignorant une série d'instructions fournies par le constructeur de la grue comme par exemple des instructions pour effectuer une inspection de la charpente avant une remise en service de la grue. Le grutier risquerait alors de remettre en service une grue endommagée.

- [0006]** Le document US2018/0018641 décrit un procédé d'estimation d'une durée de vie d'un composant de grue, qui tient compte des cycles de travail, des charges, et qui détecte notamment une faille imminente du composant de grue. Le procédé émet alors une alerte informant le grutier, et peut aussi arrêter ou limiter des mouvements de la grue. Cependant, en dépit du fait que le procédé décrit dans le document US2018/0018641 émet une alerte informant le grutier d'une faille imminente du composant de grue, le grutier peut choisir d'ignorer ce message d'alerte et de continuer à manœuvrer la grue. En outre, le message d'alerte émis par le procédé décrit dans le document US2018/0018641 concerne une faille imminente d'un composant de la grue mais pas la survenue d'un évènement exceptionnel qui n'aurait pas pour conséquence la faille imminente d'un composant comme par exemple un vent fort qui aurait légèrement incliné la charpente de la grue et qui nécessiterait donc un ajustement de la charpente sans pour autant générer un risque de faille imminente dans la grue.

[Résumé]

- 45 **[0007]** La présente invention a pour but de résoudre tout ou partie des inconvénients mentionnés ci-dessus.
- [0008]** Le problème technique à la base de l'invention consiste notamment à mettre en œuvre un procédé de sécurisation pour sécuriser la grue à la survenue d'un évènement exceptionnel qui soit de structure simple et économique et qui permette de remédier à une non détection de la survenue d'un évènement exceptionnel sur une grue, ou encore à une ignorance délibérée des instructions du constructeur de la grue pour la remise en service de la grue après la survenue de l'évènement exceptionnel.

- [0009]** A cet effet, la présente invention a pour objet un procédé de sécurisation pour sécuriser une grue à la survenue d'un évènement exceptionnel parmi une pluralité d'évènements exceptionnels prédéfinis, la grue comprenant un système de contrôle-commande connecté à des actionneurs de la grue pour gérer des mouvements de la grue et d'une charge suspendue à la grue et intégré au sein d'une unité de traitement de la grue, l'unité de traitement étant connectée à des capteurs de mouvements, de charge et de sécurité placés sur des éléments de la grue et délivrant des informations d'évènement respectives représentatives des évènements exceptionnels, et le procédé de sécurisation comprend les étapes suivantes :

- établissement d'une liste d'événements exceptionnels détectables au moyen des capteurs de mouvements, de charge et de sécurité et son stockage dans une unité de mémoire connectée à l'unité de traitement;
- association, à chaque événement exceptionnel de la liste d'événements exceptionnels, de plusieurs niveaux de sévérité, chaque niveau de sévérité étant fonction d'une valeur de l'information d'événement d'au moins un des capteurs de mouvements, de charge et de sécurité ;

- association, à chaque événement exceptionnel et pour chaque niveau de sévérité, d'une consigne de sécurité relative aux actionneurs et définissant au moins un degré de limitation d'au moins un mouvement de la grue ;
- la grue fonctionnant dans un mode de fonctionnement nominal, détection par le système de contrôle-commande d'un événement exceptionnel de la liste d'événements exceptionnels en fonction de l'information d'événement issue d'au moins un des capteurs de mouvements, de charge et de sécurité;
- évaluation par le système de contrôle-commande du niveau de sévérité de l'événement exceptionnel en fonction de la valeur de l'information d'événement correspondante;
- basculement en fonctionnement sécurisé, qui consiste en ce que le système de contrôle-commande fait basculer la grue du mode de fonctionnement nominal à un mode de fonctionnement sécurisé dans lequel le système de contrôle-commande applique la consigne de sécurité associée au niveau de sévérité évalué pour l'événement exceptionnel détecté;
- émission par le système de contrôle-commande d'un message d'alerte informant de la survenue de l'événement exceptionnel.

[0010] Selon une possibilité, on associe à la consigne de sécurité un message d'alerte relatif à l'événement exceptionnel, et éventuellement au niveau de sévérité associé à l'événement exceptionnel.

[0011] L'application de la consigne de sécurité implique que le système de contrôle-commande bloque les mouvements de la grue ou impose des limitations dans les mouvements de la grue.

[0012] Le procédé de sécurisation peut en outre présenter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises seules ou en combinaison.

[0013] Selon une possibilité, la liste d'événements exceptionnels comprend au moins un événement exceptionnel critique associé à au moins un niveau de sévérité critique parmi les plusieurs niveaux de sévérité associés audit événement exceptionnel critique, et dans lequel après le basculement de la grue en fonctionnement sécurisé suite à la détection dudit événement exceptionnel critique et à l'évaluation dudit niveau de sévérité critique, ledit procédé de sécurisation met en œuvre une phase de retour en fonctionnement nominal comprenant :

- une réception par le système de contrôle-commande d'un code de déverrouillage ;
- un basculement de la grue par le système de contrôle-commande du mode de fonctionnement sécurisé vers le mode de fonctionnement nominal, en réponse à la réception dudit code de déverrouillage.

[0014] Ce n'est qu'à la condition d'avoir reçu l'information de déverrouillage, que le système de contrôle-commande bascule la grue du mode de fonctionnement sécurisé vers le mode de fonctionnement nominal.

[0015] La phase de retour en fonctionnement nominal peut comprendre une étape de saisi du code de déverrouillage sur une interface de saisie en liaison avec le système de contrôle-commande.

[0016] La phase de retour en fonctionnement nominal peut comprendre en outre une étape d'identification du code de déverrouillage reçu dans une série de codes de déverrouillage préenregistrée dans l'unité de mémoire.

[0017] Selon une possibilité, au moins un événement exceptionnel critique est associé à au moins un niveau de sévérité non critique distinct du ou des niveaux de sévérité critiques et dans lequel après le basculement en fonctionnement sécurisé suite à la détection dudit événement exceptionnel critique et à l'évaluation dudit niveau de sévérité non critique, ledit procédé de sécurisation met en œuvre une phase de retour en fonctionnement nominal comprenant :

- une émission par le système de contrôle-commande d'une série d'instructions caractérisant une démarche à suivre pour un retour en fonctionnement nominal ;
- un basculement de la grue par le système de contrôle-commande du mode de fonctionnement sécurisé vers le mode de fonctionnement nominal, en réponse à une réalisation effective de la série d'instructions.

[0018] Selon une possibilité, la liste d'événements exceptionnels comprend au moins un événement exceptionnel non critique, distinct du ou des événements exceptionnels critiques, et dans lequel après le basculement en fonctionnement sécurisé suite à la détection dudit événement exceptionnel non critique et quel que soit l'évaluation du niveau de sévérité associé, ledit procédé de sécurisation met en œuvre une phase de retour en fonctionnement nominal comprenant :

- une émission par le système de contrôle-commande d'une série d'instructions caractérisant une démarche à suivre pour un retour en fonctionnement nominal ;
- un basculement de la grue par le système de contrôle-commande du mode de fonctionnement sécurisé vers le mode de fonctionnement nominal, en réponse à une réalisation effective de la série d'instructions.

[0019] Le mode de fonctionnement sécurisé de la grue peut être choisi parmi les modes de fonctionnement suivants :

- mode « dégradé 0 », dans lequel seuls des mouvements nécessaires à une mise en sécurité de la grue sont autorisés ;
- mode « dégradé 1 », dans lequel la grue fonctionne à une fraction de ses capacités maximales de charge ou de moment ;
- mode « dégradé 2 », dans lequel la grue fonctionne à une fraction de ses capacités de vitesse.

[0020] Selon une possibilité, les modes « dégradé 1 » et « dégradé 2 » peuvent être activés simultanément par le système de contrôle-commande.

[0021] La liste d'événements exceptionnels peut comprendre au moins l'évènement suivant : un dépassement excessif d'une température mesurée, l'information d'évènement associée correspondant à une température mesurée.

[0022] La liste d'événements exceptionnels peut comprendre au moins l'évènement suivant : une utilisation intensive de la grue, l'information d'évènement associée correspondant à un spectre de charge ou à un facteur de charge calculé à partir d'un historique d'utilisation de la grue.

[0023] La liste d'événements exceptionnels peut comprendre au moins l'évènement suivant : une perte d'une charge de la grue, l'information d'évènement associée correspondant à une masse mesurée de la charge soulevée par la grue.

[0024] La liste d'événements exceptionnels peut comprendre au moins l'évènement suivant : une surcharge de la grue, l'information d'évènement associée correspondant à une masse mesurée de la charge portée par la grue.

[0025] La liste d'événements exceptionnels peut comprendre au moins l'évènement suivant : une surcharge accidentelle de la grue en fonctionnement supérieure à 125% d'une charge maximale d'utilisation de la grue, l'information d'évènement associée correspondant à une mesure d'un endommagement permanent au moyen d'un capteur de mesure de charge.

[0026] La liste d'événements exceptionnels peut comprendre au moins l'évènement suivant : une collision de la grue avec un obstacle, l'information d'évènement associée correspondant à un signal d'alarme de collision transmis par un système anticollision monté sur la grue.

[0027] La liste d'événements exceptionnel peut comprendre au moins l'évènement suivant : une vitesse de vent supérieure à une limite de vitesse de vent définie, l'information d'évènement associée correspondant à une mesure de la vitesse du vent.

[0028] La liste d'événements exceptionnels peut comprendre au moins l'évènement suivant : une détection d'autorotation ou d'oscillation de la grue, l'information d'évènement associée correspondant à un moment de rotation de la grue mesuré à l'aide d'un accéléromètre.

[0029] La liste d'événements exceptionnels peut comprendre au moins l'évènement suivant : une détection d'une mise en travers de la grue dans le vent, l'information d'évènement associée correspondant à une mesure d'une direction du vent en utilisant une ou plusieurs girouettes.

[0030] La liste d'événements exceptionnels peut comprendre au moins l'évènement suivant : une détection d'une conduite inadaptée de la grue, l'information d'évènement associée étant détectée par le système de contrôle-commande.

[0031] La liste d'événements exceptionnels peut comprendre au moins l'évènement suivant : un écrasement des fondations de la grue, l'information d'évènement associée correspondant à une mesure d'un angle d'inclinaison de la base de la grue.

[0032] La présente invention a en outre pour objet une grue comprenant :

- une unité de traitement connectée à des capteurs de mouvements, de charge et de sécurité placés sur des éléments de la grue et délivrant des informations d'évènement respectives représentatives d'évènements exceptionnels ;
- une unité de mémoire reliée à l'unité de traitement, et stockant une liste d'évènements exceptionnels détectables au moyen des capteurs de mouvements, de charge et de sécurité, chaque évènement exceptionnel étant associé à plusieurs niveaux de sévérité, chaque niveau de sévérité étant fonction d'une valeur de l'information d'évènement d'au moins un des capteurs de mouvements, de charge et de sécurité, et dans lequel à chaque évènement exceptionnel et pour chaque niveau de sévérité, est associée une consigne de sécurité relative aux actionneurs et définissant au moins un degré de limitation d'au moins un mouvement de la grue ;
- un système de contrôle-commande connecté à des actionneurs de la grue pour gérer des mouvements de la grue et d'une charge suspendue à la grue et intégré au sein de l'unité de traitement de la grue ;

ledit système de contrôle-commande étant configuré pour :

- la grue fonctionnant dans un mode de fonctionnement nominal, détecter un évènement exceptionnel de la liste d'évènements exceptionnels en fonction de l'information d'évènement issue d'au moins un des capteurs de mouvements, de charge et de sécurité ;
- évaluer le niveau de sévérité de l'évènement exceptionnel en fonction de la valeur de l'information d'évènement correspondante;
- faire basculer la grue du mode de fonctionnement nominal à un mode de fonctionnement sécurisé dans lequel le système de contrôle-commande applique la consigne de sécurité associée au niveau de sévérité évalué pour l'évènement exceptionnel détecté;
- émettre un message d'alerte informant de la survenue de l'évènement exceptionnel.

[Brève description des figures]

[0033] L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description détaillée qui est exposée ci-dessous en regard des dessins annexés dans lesquels :

La Figure 1 est un organigramme présentant les étapes principales du procédé de sécurisation.

La Figure 2 est un organigramme présentant les étapes mises en œuvre par le procédé de sécurisation de la figure 1 lors d'une phase de retour en fonctionnement nominal après un basculement de la grue en fonctionnement sécurisé suite à une détection d'un évènement exceptionnel critique et à une évaluation d'un niveau de sévérité critique.

La Figure 3 est un organigramme présentant les étapes mises en œuvre par le procédé de sécurisation de la figure 1 lors d'une phase de retour en fonctionnement nominal après un basculement de la grue en fonctionnement sécurisé suite à une détection d'un évènement exceptionnel critique et à une évaluation d'un niveau de sévérité non critique.

La Figure 4 est un organigramme présentant les étapes mises en œuvre par le procédé de sécurisation de la figure 1 lors d'une phase de retour en fonctionnement nominal après un basculement de la grue en fonctionnement sécurisé suite à une détection d'un évènement exceptionnel non critique quel que soit le niveau de sévérité associé.

La Figure 5 est une vue schématique d'une grue selon un exemple de réalisation de l'invention.

[Description détaillée]

[0034] Dans la description détaillée qui va suivre des figures définies ci-dessus, les mêmes éléments ou les éléments remplissant des fonctions identiques pourront conserver les mêmes références de manière à simplifier la compréhension de l'invention.

[0035] L'invention concerne un procédé de sécurisation pour sécuriser une grue 1 à la survenue d'un évènement exceptionnel.

[0036] L'évènement exceptionnel correspond à un enregistrement d'une sollicitation de la grue 1 qui dépasse des limites de conception définies par le constructeur de la grue 1 ou des limites d'utilisation définies par le constructeur mais aussi par des entités tierces, tel qu'un propriétaire de la grue 1, un exploitant de la grue 1, un utilisateur de la grue 1 ou grutier ou même une réglementation locale.

[0037] La grue 1 comprend un système de contrôle-commande 20 connecté à des actionneurs 40, 41, 42 de la grue 1 pour gérer des mouvements de la grue 1 et d'une charge 5 suspendue à la grue 1 et intégré au sein d'une unité de traitement 2 de la grue 1, l'unité de traitement 2 étant connectée à des capteurs de mouvements, de charge et de sécurité 3 placés sur des éléments de la grue 1 (comme par exemple sur un mât 10 ou une flèche 11 de la grue 1) et délivrant des informations d'évènement respectives représentatives des évènements exceptionnels.

[0038] Les actionneurs peuvent comprendre l'un au moins des actionneurs suivants : un système motorisé de levage 40 permettant un levage/abaissement de la charge 5, un système motorisé de distribution 41 permettant une distribution de la charge 5 le long de la flèche 11 en déplaçant un chariot de distribution 12, un système motorisé d'orientation 42 permettant une orientation de la flèche 11, un système motorisé de translation permettant une translation de la grue 1, un système motorisé de relevage permettant un relevage d'une flèche relevable (ou flèche inclinable).

[0039] Le système de contrôle-commande 20, en se basant sur les capteurs de mouvements, de charge et de sécurité 3 informant l'unité de traitement 2, a la capacité d'analyser l'environnement de la grue 1 et ainsi de détecter l'évènement exceptionnel.

[0040] Le tableau [Tab.1] liste quelques exemples d'évènements exceptionnels ainsi que des capteurs correspondants choisis parmi les capteurs de mouvements, de charge et de sécurité 3, qui peuvent être des capteurs standards et/ou des capteurs optionnels à installer sur la grue 1 pour détecter l'évènement exceptionnel en fonction d'une nature dudit évènement exceptionnel.

[Tab.1]

	Evènement exceptionnel	Capteur Standard	Capteur Optionnel
5	un dépassement excessif d'une température mesurée	Capteur de température dans une armoire électrique ou un moteur	-
	une utilisation intensive de la grue	Enregistreur d'évènements	Jumeau numérique
	une perte d'une charge de la grue	Enregistreur d'évènements	-
10	une surcharge de la grue	Enregistreur d'évènements	-
	une collision de la grue avec un obstacle	Enregistreur d'évènements	-
	une vitesse de vent supérieure à une limite de vitesse de vent définie	Anémomètre Ou Enregistreur d'évènements	
15	une détection d'autorotation ou d'oscillation de la grue	Anémomètre Ou Enregistreur d'évènements	Anémomètre ou Girouette ou jumeau numérique
	un écrasement des fondations de la grue	inclinomètre	inclinomètre

[0041] De manière avantageuse, la grue 1 peut être configurée pour avoir un jumeau numérique, autrement dit un modèle de simulation numérique qui se met à jour et dont les propriétés changent à mesure que les propriétés de la grue 1 changent.

[0042] De manière avantageuse, le jumeau numérique est configuré pour permettre d'ajuster le fonctionnement de la grue 1 en fonction d'un historique d'utilisation de la grue 1 et des données d'analyse du constructeur de la grue 1. En particulier pour une maintenance conditionnelle et une détection des défauts par empreinte.

[0043] Grâce au jumeau numérique, un grutier peut vérifier une validité des hypothèses adoptées pour l'installation de la grue 1.

[0044] De manière avantageuse, l'évènement exceptionnel peut être détecté par la grue 1 elle-même ou par son jumeau numérique.

[0045] La survenue de l'évènement exceptionnel peut être enregistrée dans l'enregistreur d'évènements du système de contrôle-commande 20 de la grue 1.

[0046] La survenue de l'évènement exceptionnel peut également être enregistrée dans le jumeau numérique, avec une remise en service de la grue 1 dont des modalités sont clairement identifiées.

[0047] La figure 1 présente les étapes principales du procédé de sécurisation décrit.

[0048] Le procédé de sécurisation comprend d'abord une étape d'établissement d'une liste S1 consistant à établir une liste d'évènements exceptionnels détectables au moyen des capteurs de mouvements, de charge et de sécurité 3 et son stockage dans une unité de mémoire 21 connectée à l'unité de traitement 2.

[0049] La liste d'évènements exceptionnels peut comprendre un dépassement excessif d'une température mesurée, une information d'évènement associée correspondant à une température mesurée.

[0050] La liste d'évènements exceptionnels peut en outre comprendre une utilisation intensive de la grue 1, l'information d'évènement associée correspondant à un spectre de charge ou à un facteur de charge calculé à partir d'un historique d'utilisation de la grue 1.

[0051] La liste d'évènements exceptionnels peut en outre comprendre une perte d'une charge de la grue 1, l'information d'évènement associée correspondant à une masse mesurée de la charge 5 soulevée par la grue 1.

[0052] La liste d'évènements exceptionnels peut en outre comprendre une surcharge de la grue 1, l'information d'évènement associée correspondant à une masse mesurée de la charge 5 portée par la grue 1.

[0053] La liste d'évènements exceptionnels peut comprendre une surcharge accidentelle de la grue 1 en fonctionnement supérieure à 125% d'une charge maximale d'utilisation de la grue 1, l'information d'évènement associée correspondant à une mesure d'un endommagement permanent au moyen d'un capteur de mesure de charge.

[0054] La liste d'évènements exceptionnels peut en outre comprendre une collision de la grue 1 avec un obstacle, l'information d'évènement associée correspondant à un signal d'alarme de collision transmis par un système anticollision monté sur la grue 1.

[0055] La liste d'évènements exceptionnels peut en outre comprendre une vitesse de vent supérieure à une limite de vitesse de vent définie, l'information d'évènement associée correspondant à une mesure de la vitesse du vent.

[0056] La liste d'évènements exceptionnels peut en outre comprendre une détection d'autorotation ou d'oscillation de la grue 1, l'information d'évènement associée correspondant à un moment de rotation de la grue 1 mesuré à l'aide d'un accéléromètre.

EP 4 105 162 A1

[0057] La liste d'événements exceptionnels peut en outre comprendre une détection d'une mise en travers de la grue 1 dans le vent, l'information d'événement associée correspondant à une mesure d'une direction du vent en utilisant une ou plusieurs girouettes.

[0058] La liste d'événements exceptionnels peut en outre comprendre une détection d'une conduite inadaptée de la grue 1, l'information d'événement associée étant détectée par le système de contrôle-commande 20.

[0059] La liste d'événements exceptionnels peut en outre comprendre un écrasement des fondations de la grue 1, l'information d'événement associée correspondant à une mesure d'un angle d'inclinaison de la base de la grue 1.

[0060] Le procédé de sécurisation met ensuite en œuvre une étape d'association à des niveaux de sévérité S2 qui consiste à associer, à chaque événement exceptionnel de la liste d'événements exceptionnels, plusieurs niveaux de sévérité, chaque niveau de sévérité étant fonction d'une valeur de l'information d'événement d'au moins un des capteurs de mouvements, de charge et de sécurité 3.

[0061] Le niveau de sévérité est déterminé en fonction des valeurs de l'information d'événement enregistrées par les capteurs de mouvements, de charge et de sécurité 3 selon différentes manières :

- soit de manière instantanée, en créant dans le système de contrôle-commande 20 une fonction de sécurité programmée non paramétrable, autrement dit non modifiable par l'utilisateur qui détecte en instantané les défauts en fonction des valeurs enregistrées par l'ensemble des capteurs ainsi que de la cohérence de ces valeurs, comme pour une conduite brutale de la grue 1 par exemple.
- soit de manière quasi instantanée, au moment de la survenue de l'événement exceptionnel, en créant dans l'enregistreur d'événements une fonction de sécurité programmée et éventuellement paramétrable par l'utilisateur de la grue 1 qui détecte des défauts dans la grue 1 en fonction des valeurs enregistrées par l'ensemble des capteurs de mouvements, de charge et de sécurité 3 et de la cohérence de ces valeurs, comme par exemple une vitesse de vent maximale instantanée mesurée sur la grue 1 dans un intervalle de quelques minutes centré sur le moment de la survenue de ce vent.
- soit en analysant à l'aide du jumeau numérique les valeurs des paramètres enregistrés dans l'historique de l'enregistreur d'événements, comme c'est le cas lors d'une utilisation trop intensive de la grue 1 ou d'une maintenance prédictive.

[0062] Le tableau [Tab.2] décrit des exemples de facteurs pris en compte pour déterminer le niveau de sévérité.

[Tab.2]

Evènement exceptionnel	Facteur(s) pris en compte pour déterminer le niveau de sévérité
un dépassement excessif d'une température mesurée	Quand la grue est en service : - Température de la grue ; et - Spectre de charge ; et - Vitesse de vent. Quand la grue est en hors service : - Température de la grue ; et - Vitesse du vent.
une utilisation intensive de la grue	- Spectre de charge ; et - Taux d'utilisation de la grue
une perte d'une charge de la grue	- Détection d'une empreinte de défaut et - Valeur de la charge ; et - position du chariot au moment de la survenue de l'évènement exceptionnel
une surcharge de la grue	- Suivi permanent de la valeur de la charge ; et - Moment de la grue ; et - Vitesse de rotation de la grue.

(suite)

	Evènement exceptionnel	Facteur(s) pris en compte pour déterminer le niveau de sévérité
5	une collision de la grue avec un obstacle	- Détection d'une empreinte de défaut et - Valeur de la charge ; et - position de la charge et de la grue au moment de la survenue de l'évènement exceptionnel.
10	une vitesse de vent supérieure à une limite de vitesse de vent définie	- Suivi permanent des vitesses de vent enregistrées sur la grue.
	une détection d'autorotation ou d'oscillation de la grue	- Détection d'une empreinte de défaut
15	un écrasement des fondations de la grue	- Mesure d'une inclinaison de la grue

[0063] Puis est mise en œuvre une étape d'association à des consignes de sécurité S3 qui consiste à associer, à chaque évènement exceptionnel et pour chaque niveau de sévérité, une consigne de sécurité relative aux actionneurs 40, 41, 42 et définissant au moins un degré de limitation d'au moins un mouvement de la grue 1.

[0064] Lorsque la grue 1 fonctionne dans un mode de fonctionnement nominal, le procédé de sécurisation met en œuvre une étape de détection d'un évènement exceptionnel S4 consistant à détecter par le système de contrôle-commande 20 un évènement exceptionnel de la liste d'évènements exceptionnels en fonction de l'information d'évènement issue d'au moins un des capteurs de mouvements, de charge et de sécurité 3.

[0065] De manière avantageuse, le procédé de sécurisation permet d'activer ou de désactiver la détection des évènements exceptionnels en fonction de leur nature, ainsi que dans certains cas, de définir un niveau d'alerte.

[0066] Par exemple, un cas typique est une vitesse de vent auquel la grue 1 est soumise, pour laquelle l'utilisateur de la grue 1 enregistre dans le système de contrôle-commande 20 une valeur limite de vitesse de vent à ne pas dépasser et au-delà de laquelle il sera alerté. Cette alerte indique à l'utilisateur qu'il a dépassé la valeur limite qu'il s'était fixée sur le chantier. Ainsi, la stabilité de la grue 1 n'est par conséquent pas été en danger. Par contre, s'il y a une ou plusieurs alertes durant le chantier, l'utilisateur de la grue 1 peut comprendre que les hypothèses adoptées pour estimer les vitesses de vent sur le chantier sont probablement erronées.

[0067] De manière avantageuse, le procédé de sécurisation permet donc à l'utilisateur de la grue 1 d'améliorer et d'affiner ses modèles de prédiction.

[0068] De manière avantageuse, et par exemple, le procédé de sécurisation permet à un loueur de grue ou à un service matériel d'une entreprise de BTP d'imposer une limitation à un profil de vent donné pour s'assurer que ses grues sont utilisées dans le respect des règles locales qui concernent des conditions de vent.

[0069] Si, par exemple, la grue 1 est soumise à des effets de site qui ont été mal anticipés, le danger d'endommagement, voire de basculement de la grue 1 est alors conséquent. Mais si l'utilisateur active pour cet évènement exceptionnel le procédé de sécurisation, alors l'utilisateur peut s'assurer que le comportement de la grue 1 est adéquat dans des conditions météorologiques raisonnables, ou qu'il n'y a pas de risque d'endommagement avant une occurrence d'un vent violent qui sera le facteur aggravant pouvant conduire à d'effondrement de la grue 1.

[0070] De manière avantageuse, grâce à l'invention, l'utilisateur de la grue 1 peut vérifier la performance de ses processus d'implantation des grues, et en particulier des grues à tour en toute sécurité.

[0071] Le procédé de sécurisation met en œuvre par la suite une étape d'évaluation d'un niveau de sévérité S5 qui consiste en une évaluation par le système de contrôle-commande 20 d'un niveau de sévérité de l'évènement exceptionnel détecté en fonction de la valeur de l'information d'évènement correspondante.

[0072] L'évènement exceptionnel peut alors être classé comme critique ou non critique selon sa nature. A la nature de l'évènement exceptionnel s'ajoute une évaluation du niveau de sévérité de l'évènement exceptionnel.

[0073] Les niveaux de sévérité peuvent être définis en fonction du risque d'endommagement de la grue 1:

- Niveau 0 : risque d'endommagement critique, danger imminent, risque sécuritaire ;
- Niveau 1 : risque d'endommagement critique ;
- Niveau 2 : risque d'endommagement non critique à court terme ;
- Niveau 3 : risque d'endommagement non critique à long terme.

[0074] A titre d'exemple, si l'évènement exceptionnel considéré est un dépassement excessif de la température minimale d'utilisation de la grue 1, alors :

- le niveau de sévérité 0 correspond à une température d'utilisation de la grue 1 inférieure à - 35°C, une charge maximale supérieure à 70% de la charge maximale d'utilisation supportée par la grue 1 et un moment supérieur à 85% du moment maximal de la grue 1.
- 5 - le niveau de sévérité 1 correspond à une température d'utilisation de la grue 1 inférieure à - 35°C, une charge maximale supérieure à 50% de la charge maximale d'utilisation supportée par la grue 1 et un moment supérieur à 70% du moment maximal de la grue 1.
- le niveau de sévérité 2 correspond à une température d'utilisation de la grue 1 inférieure à - 25°C, ou une température de montage de la grue 1 inférieure à -20°C.
- 10 - le niveau de sévérité 3 correspond à une température d'utilisation de la grue 1 inférieure à - 20°C, ou une température de montage de la grue 1 inférieure à -10°C.

[0075] Selon un mode de mise en œuvre, le système de contrôle-commande 20 permet de limiter certains mouvements pour des valeurs de vitesse ou charges différentes suivant la nature de l'évènement exceptionnel et son niveau de sévérité.

15 **[0076]** Selon un mode de mise en œuvre, le système de contrôle-commande 20 limite l'ensemble des mouvements à une vitesse et/ou une charge maximale limitée.

[0077] Ensuite, le procédé de sécurisation met en œuvre une étape de basculement en fonctionnement sécurisé S6, qui consiste en ce que le système de contrôle-commande 20 fait basculer la grue 1 du mode de fonctionnement nominal à un mode de fonctionnement sécurisé dans lequel le système de contrôle-commande 20 applique la consigne de sécurité associée au niveau de sévérité évalué pour l'évènement exceptionnel détecté.

20 **[0078]** Le mode de fonctionnement sécurisé ou dégradé de la machine peut être déterminé en fonction de la nature de l'évènement exceptionnel et de sa sévérité évaluée.

[0079] Selon un mode de mise en œuvre du procédé de sécurisation, le fonctionnement en mode dégradé est géré directement par le système de contrôle-commande 20 de la grue 1 qui doit être conçu pour le faire.

25 **[0080]** De manière générale, la grue 1 peut avoir divers modes de fonctionnement dont :

- un mode nominal, dans lequel la grue 1 est en service de manière normale, autrement dit en effectuant les mouvements de grue 1 comme un levage, une distribution etc. à vitesse normale.
- un mode hors service, dans lequel il y a une coupure générale de l'énergie alimentant la grue 1, et dans lequel une mise en girouette de la grue 1 est maintenue mécaniquement.
- 30 - un mode montage, réservé à un expert ou technicien dans l'installation de la grue 1 et accessible avec un enregistrement d'un code expert ou technicien. Dans ce mode, la grue 1 peut uniquement effectuer des mouvements nécessaires à son montage.
- un mode apprentissage, réservé à un expert dans l'installation de la grue 1 et accessible avec un enregistrement d'un code expert ou technicien. Dans ce mode, on règle la grue 1 suite à son montage et avant sa mise en service.
- 35 - un mode maintenance ou mode shunt, réservé à un expert dans l'installation de la grue 1 et accessible avec un enregistrement d'un code expert ou technicien. Dans ce mode, on effectue une maintenance de la grue 1 et on peut débloquer la grue 1 suite à son blocage en montage.

40 **[0081]** La grue 1 peut également être configurée pour basculer dans un mode de fonctionnement sécurisé suite à la survenue de l'évènement exceptionnel par exemple.

[0082] Le mode de fonctionnement sécurisé de la grue 1 peut être choisi parmi les modes de fonctionnement suivants :

- mode « dégradé 0 », dans lequel seuls des mouvements nécessaires à une mise en sécurité de la grue 1 sont autorisés et après lequel la grue 1 ne peut être démarrée dans un mode de fonctionnement autre que le mode maintenance. Dans ce mode, les mouvements de la grue 1 comme le levage, la distribution, la translation sont effectués à vitesse réduite et des limiteurs de mouvements de la grue 1 sont partiellement actifs.
- 45 - mode « dégradé 1 », dans lequel la grue 1 fonctionne à une fraction de ses capacités maximales de charge ou de moment. Dans ce mode, les mouvements de la grue 1 comme le levage, la distribution, la translation sont effectués à vitesse réduite et les limiteurs de mouvements de la grue 1 sont actifs.
- 50 - mode « dégradé 2 », dans lequel la grue 1 fonctionne à une fraction de ses capacités de vitesse pour un seul ou plusieurs types de mouvement de la grue 1. Dans ce mode, les mouvements de la grue 1 comme le levage, la distribution, la translation sont effectués à vitesse réduite et les limiteurs de mouvements de la grue 1 sont actifs.

55 **[0083]** Selon une possibilité, les modes « dégradé 1 » et « dégradé 2 » peuvent être activés simultanément par le système de contrôle-commande 20.

[0084] Ainsi, par exemple, si la grue 1 est en service suite à la survenue de l'évènement exceptionnel, la grue 1 peut être configurée pour permettre des mouvements de la grue 1 à faible vitesse, pour permettre une libération de la charge

5 et pour basculer hors service.

[0085] Avantageusement, le basculement en fonctionnement sécurisé peut être effectué de manière automatique par le système de contrôle-commande 20.

[0086] Avantageusement, le basculement en fonctionnement sécurisé ne peut être empêché par le grutier.

[0087] A titre d'exemple, si l'évènement exceptionnel détecté est un dépassement excessif de la température ambiante minimale d'utilisation de la grue 1, et si le niveau de sévérité est évalué à un niveau de sévérité 0 alors le système de contrôle-commande 20 bascule le mode de fonctionnement de la grue 1 au mode « dégradé 0 ». Si le niveau de sévérité est évalué à un niveau de sévérité 1 ou 2 alors le système de contrôle-commande 20 bascule le mode de fonctionnement de la grue 1 au mode « dégradé 1 », et si le niveau de sévérité est évalué à un niveau de sévérité 3 alors le système de contrôle-commande 20 affiche sur une interface d'affichage 22 un message d'information présentant des précautions à prendre lors de l'utilisation de la grue 1.

[0088] L'interface d'affichage 22 peut par exemple désigner un écran connecté au système de contrôle-commande 20 de la grue 1 et dont l'affichage peut être perçu par le grutier.

[0089] Selon une possibilité, l'interface d'affichage 22 est substituée ou complétée par une interface sonore émettant un message sonore perceptible par le grutier.

[0090] Le procédé de sécurisation met ensuite en œuvre une étape d'émission S7 par le système de contrôle-commande 20 d'un message d'alerte informant de la survenue de l'évènement exceptionnel.

[0091] Une fois l'évènement exceptionnel détecté et le niveau de sévérité estimé, l'utilisateur de la grue 1 est averti par des moyens d'alarme et par l'interface d'affichage 22 du système de contrôle-commande 20 de la grue 1.

[0092] Un message d'alerte peut par exemple être affiché sur l'interface d'affichage 22 et informer le grutier :

- de la nature de l'évènement exceptionnel ;
- des limitations imposées à l'utilisation de la grue 1, dans le cas où la grue 1 peut encore être utilisée,
- des instructions à suivre pour contrôler la grue 1 et la remettre en condition de fonctionnement nominal.

[0093] Selon une possibilité, le système de contrôle-commande 20 peut effectuer des actions d'avertissement ou de prévention en fonction de l'évènement exceptionnel détecté ainsi que la sévérité dudit évènement exceptionnel.

[0094] Selon une possibilité, le jumeau numérique peut être configuré pour informer un utilisateur de la grue 1 à distance, autrement dit non présent sur le site où est montée la grue 1.

[0095] Selon une possibilité, les grues équipées d'un jumeau numérique communiquent le message d'alerte en temps réel ou peu différé directement à l'utilisateur de la grue 1.

[0096] Selon une possibilité, on associe à la consigne de sécurité un message d'alerte relatif à l'évènement exceptionnel, et éventuellement au niveau de sévérité associé à l'évènement exceptionnel.

[0097] L'application de la consigne de sécurité implique que le système de contrôle-commande 20 bloque les mouvements de la grue 1 ou impose des limitations dans les mouvements de la grue 1.

[0098] Selon la nature et la criticité de l'évènement exceptionnel, le procédé de sécurisation met en œuvre différentes phases de retour en fonctionnement nominal après avoir basculé la grue 1 en mode de fonctionnement sécurisé.

[0099] Ainsi, la liste d'évènements exceptionnels peut comprendre au moins un évènement exceptionnel critique associé à au moins un niveau de sévérité critique parmi les plusieurs niveaux de sévérité associés audit évènement exceptionnel critique, et dans lequel après l'étape de basculement en fonctionnement sécurisé S6 suite à la détection dudit évènement exceptionnel critique (à l'étape S4) et à l'évaluation dudit niveau de sévérité critique (à l'étape S5), ledit procédé de sécurisation met en œuvre une phase de retour en fonctionnement nominal présentée à la figure 2 et comprenant :

- une étape de réception d'un code de déverrouillage CC3 qui consiste en une réception par le système de contrôle-commande 20 d'un code de déverrouillage ;
- une étape de basculement vers le mode de fonctionnement nominal CC4 qui consiste en un basculement de la grue 1 par le système de contrôle-commande 20 du mode de fonctionnement sécurisé vers le mode de fonctionnement nominal, en réponse à la réception dudit code de déverrouillage.

[0100] La phase de retour en fonctionnement nominal peut comprendre en outre, avant l'étape de réception CC3, une étape de saisie CC1 consistant en une saisie du code de déverrouillage sur une interface de saisie 23 en liaison avec le système de contrôle-commande 20, comme par exemple une interface intégrée à la grue 1 ou une interface déportée en radiocommunication avec le système de contrôle-commande 20, ainsi qu'une étape d'identification CC2 consistant en une identification du code de déverrouillage reçu dans une série de codes de déverrouillage préenregistrée dans l'unité de mémoire 21.

[0101] Ce n'est qu'à la condition d'avoir reçu l'information de déverrouillage, que le système de contrôle-commande 20 bascule la grue 1 du mode de fonctionnement sécurisé vers le mode de fonctionnement nominal.

[0102] Les événements exceptionnels critiques nécessitent une inspection de la grue 1, du site où est montée la grue 1 et éventuellement une manipulation de la grue 1 par un personnel compétent comme un technicien ou un expert.

[0103] En requérant une entrée d'une information de déverrouillage ou d'un code expert individuel directement sur l'interface de saisie 23 connectée au système de contrôle-commande 20 de la grue 1, le procédé de sécurisation permet

avantageusement d'identifier l'expert effectuant l'opération de déverrouillage.

[0104] De manière avantageuse, le procédé de sécurisation oblige l'expert à se déplacer sur le site où est montée la grue 1 afin de constater des causes et effets de l'événement exceptionnel.

[0105] En outre, la liste d'événements exceptionnels peut comprendre au moins un événement exceptionnel critique associé à au moins un niveau de sévérité non critique distinct du ou des niveaux de sévérité critiques et dans lequel après le basculement en fonctionnement sécurisé suite à la détection dudit événement exceptionnel critique et à l'évaluation dudit niveau de sévérité non critique, ledit procédé de sécurisation met en œuvre une phase de retour en fonctionnement nominal présentée à la figure 3 et comprenant :

- une étape d'émission d'instructions CA1 consistant en une émission par le système de contrôle-commande 20 d'une série d'instructions caractérisant une démarche à suivre pour un retour vers le mode de fonctionnement nominal ;
- une étape de basculement vers le mode de fonctionnement nominal CA2 qui consiste en un basculement de la grue 1 par le système de contrôle-commande 20 du mode de fonctionnement sécurisé vers le mode de fonctionnement nominal, en réponse à une réalisation effective de la série d'instructions.

[0106] Selon une possibilité, la liste d'événements exceptionnels peut comprendre au moins un événement exceptionnel non critique, distinct du ou des événements exceptionnels critiques, et dans lequel après le basculement en fonctionnement sécurisé suite à la détection dudit événement exceptionnel non critique et quel que soit l'évaluation du niveau de sévérité associé, ledit procédé de sécurisation met en œuvre une phase de retour en fonctionnement nominal présenté à la figure 4 et comprenant :

- une étape d'émission d'instructions NC1 qui consiste en une émission par le système de contrôle-commande 20 d'une série d'instructions caractérisant une démarche à suivre pour un retour vers le mode de fonctionnement nominal ;
- une étape de basculement vers le mode de fonctionnement nominal NC2 qui consiste en un basculement de la grue 1 par le système de contrôle-commande 20 du mode de fonctionnement sécurisé vers le mode de fonctionnement nominal, en réponse à une réalisation effective de la série d'instructions.

[0107] De manière avantageuse, le procédé de sécurisation permet la transmission au grutier de messages enregistrés dans le système de contrôle-commande 20 sous forme de série d'instructions ou de recommandations une fois l'événement exceptionnel détecté.

[0108] Le jumeau numérique peut en outre être configuré pour permettre de mettre à jour la série d'instructions ou de recommandations ainsi que les messages affichés sur l'interface d'affichage 22 en fonction de l'expérience d'utilisateurs de la grue 1, en particulier concernant des défauts fréquents suite à la survenue de l'événement exceptionnel, donc les défauts pour lesquels le constructeur de la grue 1 doit configurer une solution la plus rapide et facile possible.

[0109] De manière avantageuse, le procédé de sécurisation permet d'améliorer le niveau de sécurité global de l'utilisation des grues à tour, à moyen et à long terme, en détectant les événements exceptionnels et sans bloquer la grue 1, mais en limitant plutôt sa productivité, ou même en arrêtant la grue 1 en cas de danger imminent.

[0110] De manière avantageuse, la grue 1 peut être configurée pour basculer en mode de fonctionnement sécurisé à distance par un constructeur de la grue 1 suite à la découverte sur une autre grue d'un même type ou appartenant à la même série d'un défaut potentiellement dangereux suite à la survenue de l'événement exceptionnel.

[0111] Selon une possibilité, le procédé de sécurisation peut être activé ou désactivé par l'utilisateur de la grue 1 pour chaque événement exceptionnel en fonction d'un risque d'occurrence dudit événement exceptionnel dans la grue 1.

[0112] Selon une possibilité, le procédé de sécurisation peut être activé par défaut, et l'utilisateur de la grue 1 pourra choisir de l'activer ou de la désactiver pour chaque événement exceptionnel.

[0113] De manière avantageuse, le procédé de sécurisation permet d'utiliser la grue 1 en mode dégradé afin de continuer un chantier ou de mettre la grue 1 en sécurité, dans le but de limiter des pertes de productivité du chantier.

[0114] De manière avantageuse, le procédé de sécurisation permet de préserver une dimension sécurité dans le chantier malgré une interruption fréquente ou sévère du fonctionnement de la grue 1.

[0115] De manière avantageuse, le procédé de sécurisation peut être configuré pour être implémenté sous forme de logiciel, avec un coût minimal pour le constructeur et l'utilisateur de la grue 1.

[0116] Selon une possibilité, le procédé de sécurisation peut être intégré à la grue 1 dès l'installation de la grue 1 ou implémenté sur la grue 1 ultérieurement à l'installation de la grue 1 en tant qu'option de sécurité additionnelle.

[0117] De manière avantageuse, le procédé de sécurisation peut être mis en œuvre sur différents types de machines de construction, autre que des grues par exemple.

[0118] L'invention concerne en outre la grue 1 (illustrée schématiquement sur la Figure 5) comprenant :

- 5 - l'unité de traitement 2, pouvant par exemple être un microcontrôleur, un microprocesseur, ou une carte électronique de commande, connectée aux capteurs de mouvements, de charge et de sécurité 3 placés sur les éléments de la grue 1 (tels que le mât 10 et/ou la flèche 11) et délivrant des informations d'évènement respectives représentatives d'évènements exceptionnels ;
- 10 - l'unité de mémoire 21 reliée à l'unité de traitement 2, et stockant la liste d'évènements exceptionnels détectables au moyen des capteurs de mouvements, de charge et de sécurité 3, chaque évènement exceptionnel étant associé à plusieurs niveaux de sévérité, chaque niveau de sévérité étant fonction d'une valeur de l'information d'évènement d'au moins un des capteurs de mouvements, de charge et de sécurité 3, et dans lequel à chaque évènement exceptionnel et pour chaque niveau de sévérité, est associée une consigne de sécurité relative aux actionneurs 40, 41, 42 et définissant au moins un degré de limitation d'au moins un mouvement de la grue 1 ;
- 15 - le système de contrôle-commande 20 décrit précédemment et connecté aux actionneurs 40, 41, 42 de la grue 1 pour gérer des mouvements de la grue 1 et d'une charge 5 suspendue à la grue 1 et intégré au sein de l'unité de traitement 2 de la grue 1,

ledit système de contrôle-commande 20 étant configuré pour :

- 20 - la grue 1 fonctionnant dans un mode de fonctionnement nominal, détecter un évènement exceptionnel de la liste d'évènements exceptionnels en fonction de l'information d'évènement issue d'au moins un des capteurs de mouvements, de charge et de sécurité 3 ;
- évaluer le niveau de sévérité de l'évènement exceptionnel en fonction de la valeur de l'information d'évènement correspondante;
- 25 - faire basculer la grue 1 du mode de fonctionnement nominal à un mode de fonctionnement sécurisé dans lequel le système de contrôle-commande 20 applique la consigne de sécurité associée au niveau de sévérité évalué pour l'évènement exceptionnel détecté;
- émettre un message d'alerte informant de la survenue de l'évènement exceptionnel.

[0119] Bien que l'invention ait été décrite en liaison avec des exemples particuliers de réalisation, il est bien évident qu'elle n'y est nullement limitée et qu'elle comprend tous les équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci entrent dans le cadre de l'invention.

Revendications

1. Procédé de sécurisation pour sécuriser une grue (1) à la survenue d'un évènement exceptionnel parmi une pluralité d'évènements exceptionnels prédéfinis, la grue (1) comprenant un système de contrôle-commande (20) connecté à des actionneurs (40, 41, 42) de la grue (1) pour gérer des mouvements de la grue (1) et d'une charge (5) suspendue à la grue (1) et intégré au sein d'une unité de traitement (2) de la grue (1), l'unité de traitement (2) étant connectée à des capteurs de mouvements, de charge et de sécurité (3) placés sur des éléments (10, 11) de la grue (1) et délivrant des informations d'évènement respectives représentatives des évènements exceptionnels, et le procédé de sécurisation comprend les étapes suivantes :

- 45 - établissement (S1) d'une liste d'évènements exceptionnels détectables au moyen des capteurs de mouvements, de charge et de sécurité (3) et son stockage dans une unité de mémoire (21) connectée à l'unité de traitement (2);
- association (S2), à chaque évènement exceptionnel de la liste d'évènements exceptionnels, de plusieurs niveaux de sévérité, chaque niveau de sévérité étant fonction d'une valeur de l'information d'évènement d'au moins un des capteurs de mouvements, de charge et de sécurité (3) ;
- 50 - association (S3), à chaque évènement exceptionnel et pour chaque niveau de sévérité, d'une consigne de sécurité relative aux actionneurs (40, 41, 42) et définissant au moins un degré de limitation d'au moins un mouvement de la grue (1) ;
- 55 - la grue (1) fonctionnant dans un mode de fonctionnement nominal, détection (S4) par le système de contrôle-commande (20) d'un évènement exceptionnel de la liste d'évènements exceptionnels en fonction de l'information d'évènement issue d'au moins un des capteurs de mouvements, de charge et de sécurité (3);
- évaluation (S5) par le système de contrôle-commande (20) du niveau de sévérité de l'évènement exceptionnel

en fonction de la valeur de l'information d'évènement correspondante;

- basculement (S6) en fonctionnement sécurisé, qui consiste en ce que le système de contrôle-commande (20) fait basculer la grue (1) du mode de fonctionnement nominal à un mode de fonctionnement sécurisé dans lequel le système de contrôle-commande (20) applique la consigne de sécurité associée au niveau de sévérité évalué pour l'évènement exceptionnel détecté;
- émission (S7) par le système de contrôle-commande (20) d'un message d'alerte informant de la survenue de l'évènement exceptionnel.

2. Procédé de sécurisation selon la revendication 1 dans lequel la liste d'évènements exceptionnels comprend au moins un évènement exceptionnel critique associé à au moins un niveau de sévérité critique parmi les plusieurs niveaux de sévérité associés audit évènement exceptionnel critique, et dans lequel après le basculement (S6) de la grue (1) en fonctionnement sécurisé suite à la détection dudit évènement exceptionnel critique et à l'évaluation dudit niveau de sévérité critique, ledit procédé de sécurisation met en œuvre une phase de retour en fonctionnement nominal comprenant :

- une réception (CC3) par le système de contrôle-commande (20) d'un code de déverrouillage ;
- un basculement (CC4) de la grue (1) par le système de contrôle-commande (20) du mode de fonctionnement sécurisé vers le mode de fonctionnement nominal, en réponse à la réception dudit code de déverrouillage.

3. Procédé de sécurisation selon la revendication 2 dans lequel la phase de retour en fonctionnement nominal comprend une étape de saisie (CC1) du code de déverrouillage sur une interface de saisie (23) en liaison avec le système de contrôle-commande (20).

4. Procédé de sécurisation selon l'une des revendications 2 ou 3 dans lequel la phase de retour en fonctionnement nominal comprend en outre une étape d'identification (CC2) du code de déverrouillage reçu dans une série de codes de déverrouillage préenregistrée dans l'unité de mémoire (21).

5. Procédé de sécurisation selon l'une quelconque des revendications 2 à 4 dans lequel au moins un évènement exceptionnel critique est associé à au moins un niveau de sévérité non critique distinct du ou des niveaux de sévérité critiques et dans lequel après le basculement en fonctionnement sécurisé suite à la détection dudit évènement exceptionnel critique et à l'évaluation dudit niveau de sévérité non critique, ledit procédé de sécurisation met en œuvre une phase de retour en fonctionnement nominal comprenant :

- une émission (CA1) par le système de contrôle-commande (20) d'une série d'instructions caractérisant une démarche à suivre pour un retour vers le mode de fonctionnement nominal ;
- un basculement (CA2) de la grue (1) par le système de contrôle-commande (20) du mode de fonctionnement sécurisé vers le mode de fonctionnement nominal, en réponse à une réalisation effective de la série d'instructions.

6. Procédé de sécurisation selon l'une quelconque des revendications 2 à 5 dans lequel la liste d'évènements exceptionnels comprend au moins un évènement exceptionnel non critique, distinct du ou des évènements exceptionnels critiques, et dans lequel après le basculement en fonctionnement sécurisé suite à la détection dudit évènement exceptionnel non critique et quel que soit l'évaluation du niveau de sévérité associé, ledit procédé de sécurisation met en œuvre une phase de retour en fonctionnement nominal comprenant :

- une émission (NC1) par le système de contrôle-commande (20) d'une série d'instructions caractérisant une démarche à suivre pour un retour en fonctionnement nominal ;
- un basculement de la grue (1) par le système de contrôle-commande (20) du mode de fonctionnement sécurisé vers le mode de fonctionnement nominal, en réponse à une réalisation effective de la série d'instructions.

7. Procédé de sécurisation selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel le mode de fonctionnement sécurisé de la grue (1) est choisi parmi les modes de fonctionnement suivants :

- mode « dégradé 0 », dans lequel seuls des mouvements nécessaires à une mise en sécurité de la grue (1) sont autorisés ;
- mode « dégradé 1 », dans lequel la grue (1) fonctionne à une fraction de ses capacités maximales de charge ou de moment ;
- mode « dégradé 2 », dans lequel la grue (1) fonctionne à une fraction de ses capacités de vitesse.

8. Procédé de sécurisation selon l'une des revendications précédentes dans lequel la liste d'événements exceptionnels comprend au moins l'un des événements suivants parmi :

- un dépassement excessif d'une température mesurée, l'information d'évènement associée correspondant à une température mesurée ;
- une utilisation intensive de la grue (1), l'information d'évènement associée correspondant à un spectre de charge ou à un facteur de charge calculé à partir d'un historique d'utilisation de la grue (1) ;
- une perte d'une charge (5) de la grue (1), l'information d'évènement associée correspondant à une masse mesurée de la charge (5) soulevée par la grue (1) ;
- une surcharge de la grue (1), l'information d'évènement associée correspondant à une masse mesurée de la charge (5) portée par la grue (1) ;
- une surcharge accidentelle de la grue (1) en fonctionnement supérieure à 125% d'une charge maximale d'utilisation de la grue (1), l'information d'évènement associée correspondant à une mesure d'un endommagement permanent au moyen d'un capteur de mesure de charge ;
- une collision de la grue (1) avec un obstacle, l'information d'évènement associée correspondant à un signal d'alarme de collision transmis par un système anticollision monté sur la grue (1) ;
- une vitesse de vent supérieure à une limite de vitesse de vent définie, l'information d'évènement associée correspondant à une mesure de la vitesse du vent ;
- une détection d'autorotation ou d'oscillation de la grue (1), l'information d'évènement associée correspondant à un moment de rotation de la grue (1) mesuré à l'aide d'un accéléromètre ;
- une détection d'une mise en travers de la grue (1) dans le vent, l'information d'évènement associée correspondant à une mesure d'une direction du vent en utilisant une ou plusieurs girouettes ;
- une détection d'une conduite inadaptée de la grue (1), l'information d'évènement associée étant détectée par le système de contrôle-commande (20) ;
- un écrasement des fondations de la grue (1), l'information d'évènement associée correspondant à une mesure d'un angle d'inclinaison de la base de la grue (1).

9. Grue (1) comprenant :

- une unité de traitement (2) connectée à des capteurs de mouvements, de charge et de sécurité (3) placés sur des éléments (10, 11) de la grue (1) et délivrant des informations d'évènement respectives représentatives d'événements exceptionnels ;
- une unité de mémoire (21) reliée à l'unité de traitement (2), et stockant une liste d'événements exceptionnels détectables au moyen des capteurs de mouvements, de charge et de sécurité (3), chaque événement exceptionnel étant associé à plusieurs niveaux de sévérité, chaque niveau de sévérité étant fonction d'une valeur de l'information d'évènement d'au moins un des capteurs de mouvements, de charge et de sécurité (3), et dans lequel à chaque événement exceptionnel et pour chaque niveau de sévérité, est associée une consigne de sécurité relative aux actionneurs (40, 41, 42) et définissant au moins un degré de limitation d'au moins un mouvement de la grue (1) ;
- un système de contrôle-commande (20) connecté à des actionneurs (40, 41, 42) de la grue (1) pour gérer des mouvements de la grue (1) et d'une charge (5) suspendue à la grue (1) et intégré au sein de l'unité de traitement (2) de la grue (1),

ledit système de contrôle-commande (20) étant configuré pour :

- la grue (1) fonctionnant dans un mode de fonctionnement nominal, détecter un événement exceptionnel de la liste d'événements exceptionnels en fonction de l'information d'évènement issue d'au moins un des capteurs de mouvements, de charge et de sécurité (3) ;
- évaluer le niveau de sévérité de l'évènement exceptionnel en fonction de la valeur de l'information d'évènement correspondante ;
- faire basculer la grue (1) du mode de fonctionnement nominal à un mode de fonctionnement sécurisé dans lequel le système de contrôle-commande (20) applique la consigne de sécurité associée au niveau de sévérité évalué pour l'évènement exceptionnel détecté ;
- émettre un message d'alerte informant de la survenue de l'évènement exceptionnel.

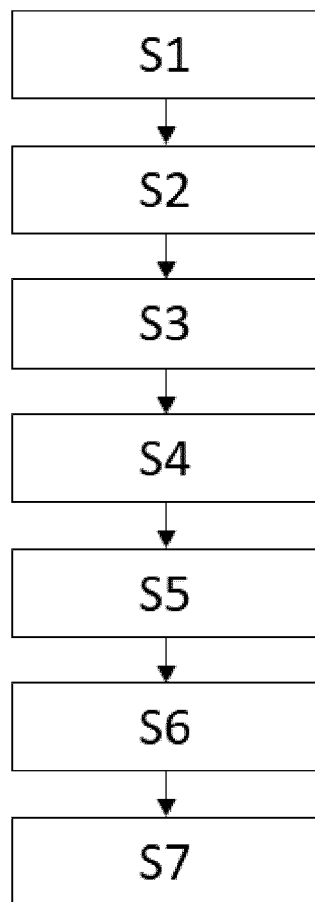


FIG.1

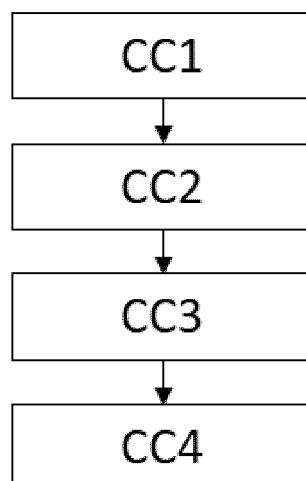
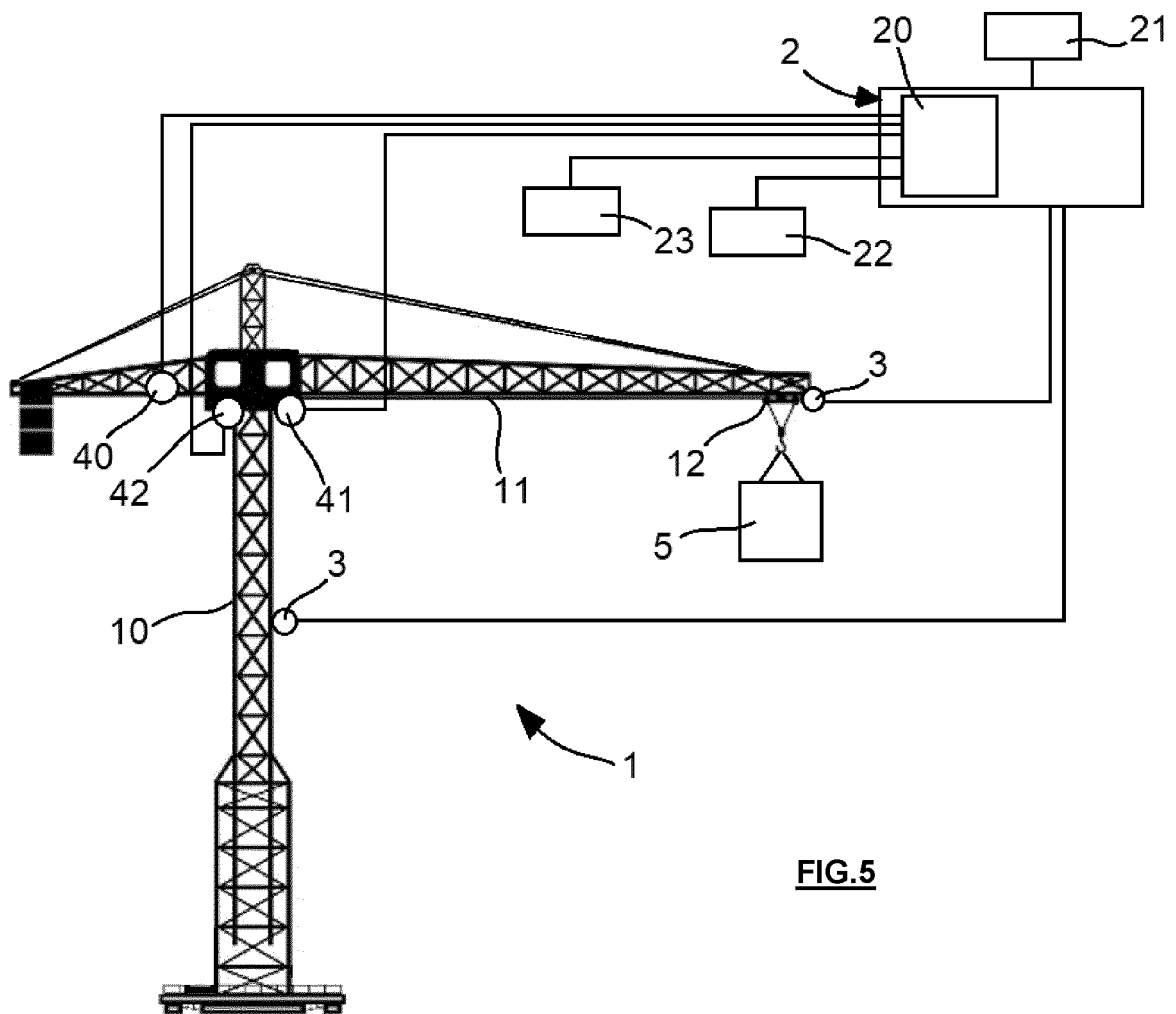
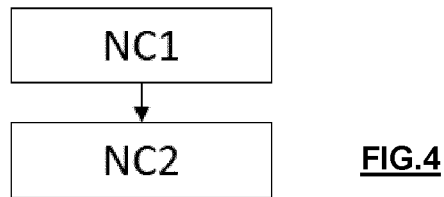
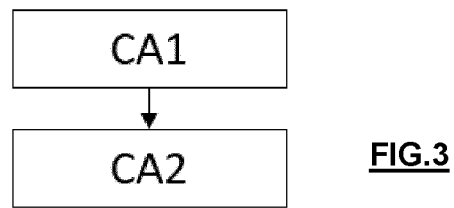


FIG.2





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 22 17 7155

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	US 2018/018641 A1 (JUSSEL PATRICK [AT] ET AL) 18 janvier 2018 (2018-01-18) * abrégé * * alinéa [0038] - alinéa [0050] * * figures *	1-9	INV. B66C23/88 B66C15/06
A	EP 0 535 339 A1 (JLG IND INC [US]) 7 avril 1993 (1993-04-07) * abrégé * * colonne 5, ligne 10 - ligne 41 *	1-9	
			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		31 octobre 2022	Sheppard, Bruce
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 22 17 7155

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.

31-10-2022

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2018018641 A1	18-01-2018	DE 102016008750 A1	18-01-2018
		EP 3273414 A1	24-01-2018
		JP 2018014092 A	25-01-2018
		US 2018018641 A1	18-01-2018

EP 0535339 A1	07-04-1993	AU 650359 B2	16-06-1994
		CA 2076949 A1	03-04-1993
		DE 69221057 T2	29-01-1998
		EP 0535339 A1	07-04-1993
		JP H05278994 A	26-10-1993
		KR 930007792 A	20-05-1993
		US 5160055 A	03-11-1992

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

- US 20180018641 A [0006]