

(22) Date de dépôt: **04.10.2018**

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

(72) Inventeur: **GRIMAUD, Simon**
69009 LYON (FR)

(74) Mandataire: **Chevalier, Renaud Philippe et al**
Cabinet Germain & Maureau
BP 6153
69466 Lyon Cedex 06 (FR)

- détecter l'initiation d'une phase transitoire entre un instant initial où la charge est posée au sol et un instant final où la charge est suspendue dans les airs;
- émettre un signal de détection d'une situation de levage proscrite, si les liens souples se trouvent, à au moins un instant de la phase transitoire, dans l'état détendu.



Description

[0001] La présente invention se rapporte au domaine des engins de levage, plus spécifiquement des grues à tour, et en particulier aux moyens de sécurisation d'un mouvement de levage d'une charge.

[0002] Selon une configuration usuelle, une grue à tour comprend un mât vertical, une flèche, portée par le mât et orientable en azimuth autour du mât selon un mouvement dit d'orientation, ainsi qu'un chariot qui est monté mobile en translation radiale le long de ladite flèche réalisant ainsi un mouvement dit de distribution. Le chariot porte un crochet, suspendu au chariot par un câble dont la longueur est modifiable au moyen d'un treuil qui commande ainsi le mouvement vertical dudit crochet, dit mouvement de levage. La charge est couplée mécaniquement au crochet au moyen d'élingues.

[0003] Il est connu de munir une grue d'un système embarqué de sécurité configuré pour bloquer/interdire l'exécution, par les organes moteurs de la grue, de commandes produites selon les instructions du grutier, susceptibles d'engendrer des mouvements considérés comme dangereux ou inappropriés.

[0004] La phase de transition, au cours de laquelle la charge posée au sol est soulevée en l'air, requiert une attention particulière. Ainsi, dans le cas d'un levage traditionnel, le grutier s'assure que le décollage de la charge s'effectue à vitesse réduite. Dans l'hypothèse où la valeur de la charge mesurée dépasse un seuil déterminé, le système de sécurité est configuré pour bloquer le mouvement de levage avant que cette dernière ne quitte le sol. Le système de contrôle commande peut encore comporter, comme décrit dans le document de brevet US 8 708 170, des moyens pour limiter les oscillations observées lors du mouvement de levage, notamment par détection du passage de l'état statique où la charge est posée au sol à l'état suspendu, et par limitation de la vitesse du mouvement de levage lors de la transition entre lesdits états.

[0005] Cependant, aucun système de contrôle commande connu ne comporte de moyens pour interdire le décollage de la charge posée au sol, si les élingues n'ont pas été tendues préalablement à cette opération comme le requièrent les règles de sécurité. En effet, ces dernières prévoient qu'un opérateur au sol fixe les élingues détendues, à la charge et au crochet de la grue. Puis, à faible vitesse, le grutier réalise un mouvement de levage pour tendre les élingues, en s'assurant toutefois que la charge ne décolle pas du sol. L'opérateur au sol peut alors s'assurer du bon élinguage et de l'équilibrage de la charge restée au sol. Si la vérification s'avère concluante, le grutier peut alors déclencher un mouvement de levage pour soulever la charge dans les airs. Une fois la charge en l'air seulement, le grutier peut augmenter la vitesse du mouvement de levage.

[0006] Les systèmes de sécurité connus n'étant pas configurés pour détecter un levage brusque de la charge attachée au crochet avec des élingues détendues, la

charge peut donc être soulevée dans les airs, bien qu'elle dépasse la charge maximale autorisée. En effet, la vitesse du mouvement de levage étant élevée et les élingues étant détendues, il est possible que la mesure de la valeur de la charge ne puisse être réalisée qu'une fois la charge dans les airs. Ces manipulations peuvent donc provoquer le basculement de la grue, ou encore la casse de certains composants - câble, élingues, oreille de levage, partie de chariot, partie de moufle, flèche, etc.

[0007] C'est pourquoi il existe encore un besoin pour des moyens aptes à détecter, afin de les interdire, les mouvements de levage d'une charge posée au sol dans les airs, si les élingues couplées mécaniquement à la charge et au crochet ne sont pas tendues.

[0008] Un des objets de l'invention est d'améliorer la sécurité de manière générale des dispositifs de levage équipés de moyens de traitement et d'un capteur apte à mesurer la valeur de la charge exercée sur le crochet. Un autre objet de l'invention est de réduire le risque de basculement d'une grue ou de la casse de matériel lié à un mouvement de levage, élingues détendues.

[0009] Un autre objet de l'invention est de fournir des moyens pour améliorer la sécurité de manière générale des dispositifs de levage, conçus pour réduire le risque d'identifier, à tort, une situation dangereuse, typiquement lorsque la charge est déjà décollée.

[0010] Un autre objet de l'invention est de permettre la détection de l'occurrence d'un levage brusque et de permettre d'interdire/bloquer le mouvement de levage correspondant avant d'avoir atteint les limites maximales d'endommagement ou de basculement du dispositif de levage et des appareils de levage.

[0011] Un autre objet de l'invention est de permettre un traitement dynamique de nombreux paramètres pertinents pour la détection d'un mouvement de levage, élingues détendues, lesdits paramètres étant facilement adaptables à chaque type de grue.

[0012] Un autre objet de l'invention est de fournir des moyens pour améliorer la sécurité de manière générale des dispositifs de levage, peu coûteux en termes de matériel nécessaire et de main d'oeuvre.

[0013] Un autre objet de l'invention est de fournir des moyens, pour améliorer la sécurité de manière générale des dispositifs de levage, fiables dans le temps et robuste aux pannes.

[0014] Un ou plusieurs de ces objets sont remplis par le dispositif selon la revendication indépendante. Les revendications dépendantes fournissent en outre des solutions à ces objets et/ou d'autres avantages.

[0015] Plus particulièrement, selon un premier aspect, l'invention se rapporte à un procédé de sécurisation d'un mouvement de levage d'une charge couplée mécaniquement à un crochet d'un dispositif de levage par des liens souples, les liens souples étant susceptibles de se présenter, lorsque la charge est posée au sol, soit dans un état tendu soit dans un état détendu. Le procédé comporte les étapes suivantes:

- une étape de détection de l'initiation d'une phase transitoire entre un instant initial où la charge est posée au sol et un instant final où la charge est suspendue dans les airs;
- une étape d'émission d'un signal de détection d'une situation de levage proscrite, si les liens souples se trouvent, à au moins un instant de la phase transitoire, dans l'état détendu.

[0016] Au cours de l'étape d'émission d'un signal de détection d'une situation de levage proscrite, on peut déterminer si les liens souples se trouvent dans l'état détendu en:

- déterminant une valeur de charge exercée sur le crochet;
- déterminant la dérivée de la valeur de charge exercée sur le crochet par rapport au temps;
- identifiant que les liens souples se trouvent dans l'état détendu si la dérivée de la valeur de charge exercée sur le crochet par rapport au temps est supérieure ou égale à un seuil de variation.

[0017] À la place de la valeur de la charge exercée sur le crochet, il est également possible d'utiliser une valeur équivalente, par exemple une mesure de couple mécanique équivalente, une mesure de courant d'un moteur de levage fonction de la valeur de la charge, etc.

[0018] Au cours de l'étape d'émission d'un signal de détection d'une situation de levage proscrite, on peut identifier que les liens souples se trouvent dans l'état détendu, si la dérivée de la valeur de charge exercée sur le crochet par rapport au temps est supérieure ou égale au seuil de variation, pendant une sous-période temporelle de la phase transitoire dont la durée est supérieure à une durée de vérification. En particulier, avantageusement, on peut déterminer la vitesse de levage du crochet, la durée de vérification étant alors déterminée en fonction de la vitesse de levage de sorte que la durée de vérification est d'autant plus courte que la vitesse de levage du crochet est grande.

[0019] Au cours de l'étape de détection de l'initiation de la phase transitoire, on peut déterminer, sur une fenêtre temporelle d'analyse, les valeurs de charge exercée sur le crochet, l'initiation de la phase transitoire étant détectée seulement si aucune oscillation des valeurs de charge exercée sur le crochet, pour la fenêtre temporelle d'analyse, n'est détectée. Dans un mode de réalisation, au cours de l'étape de détection de l'initiation de la phase transitoire :

- on détermine une moyenne, pour la fenêtre temporelle d'analyse, des valeurs de charge exercée sur le crochet;
- à l'issue d'une période d'attente après la fenêtre temporelle d'analyse, on détermine la valeur de charge exercée sur le crochet;

l'initiation de la phase transitoire étant détectée, au cours de l'étape de détection de l'initiation de la phase transitoire, seulement si la différence entre d'une part la valeur de charge exercée sur le crochet à l'issue de la période d'attente et d'autre part la moyenne, pour la fenêtre temporelle d'analyse, des valeurs de charge exercée, est inférieure ou égale à un seuil d'oscillation.

[0020] Lorsque la charge est suspendue, les dynamiques provoquées par les mouvements de levage et de distribution, provoquent des oscillations du système et perturbent la mesure de la valeur charge. Ces perturbations peuvent créer des évolutions de charge brusques identiques au phénomène de décollement élingues détendues. La détection de ces oscillations permet donc de distinguer les cas de décollement de charge élingues détendues des cas d'oscillations du système dues à une utilisation considérée comme normale du dispositif de levage.

[0021] Au cours de l'étape de détection de l'initiation de la phase transitoire, l'initiation de la phase transitoire étant détectée, l'initiation de la phase transitoire est détectée seulement si une valeur initiale de charge exercée sur le crochet est inférieure ou égale à un seuil de charge, cette valeur initiale étant établie au moment où la dérivée de la valeur de charge exercée sur le crochet par rapport au temps est détectée comme étant supérieure ou égale au seuil de variation.

[0022] Ainsi, il est possible de réduire des détections abusives, en vérifiant que la valeur de la charge est relativement faible au moment où la dérivée de la valeur de charge exercée sur le crochet par rapport au temps est forte, condition remplie lorsque la phase transitoire est initiée.

[0023] Dans une réalisation avantageuse, l'étape d'émission d'un signal de détection d'une situation de levage proscrite déclenche automatiquement une étape de coupure du mouvement de levage de la charge.

[0024] Dans une réalisation favorite, et non limitative, le procédé selon l'invention est mis en oeuvre dans une grue à tour.

[0025] Selon un deuxième aspect, l'invention se rapporte à un programme d'ordinateur comportant des instructions pour l'exécution des étapes du procédé selon le premier aspect, lorsque ledit programme est exécuté par un processeur.

[0026] Chacun de ces programmes peut utiliser n'importe quel langage de programmation, et être sous la forme de code source, code objet, ou de code intermédiaire entre code source et code objet, tel que dans une forme partiellement compilée, ou dans n'importe quelle autre forme souhaitable. □ En particulier, il est possible d'utiliser le langage C/C++, le langage TM des langages de script, tels que notamment tcl, javascript, python, perl qui permettent une génération de code « à la demande » et ne nécessitent pas de surcharge significative pour leur génération ou leur modification.

[0027] Selon un troisième aspect, l'invention se rapporte à un support d'enregistrement lisible par un ordi-

nateur sur lequel est enregistré un programme d'ordinateur comprenant des instructions pour l'exécution des étapes du procédé selon le premier aspect.

[0028] Le support d'informations peut être n'importe quelle entité ou n'importe quel dispositif capable de stocker le programme. Par exemple, le support peut comporter un moyen de stockage, tel qu'une ROM, par exemple un CD-ROM ou une ROM de circuit microélectronique, ou encore un moyen d'enregistrement magnétique, par exemple une disquette ou un disque dur. D'autre part, le support d'informations peut être un support transmissible tel qu'un signal électrique ou optique, qui peut être acheminé par un câble électrique ou optique, par radio ou par d'autres moyens. Le programme selon l'invention peut être en particulier téléchargé sur un réseau Internet ou Intranet. Alternativement, le support d'informations peut être un circuit intégré dans lequel le programme est incorporé, le circuit étant adapté pour exécuter ou pour être utilisé dans l'exécution du procédé en question.

[0029] Selon un quatrième aspect, l'invention se rapporte également à un module de sécurisation, adapté à mettre en oeuvre le procédé selon le premier aspect, d'un mouvement de levage d'une charge couplée mécaniquement à un crochet d'un dispositif de levage par des liens souples, les liens souples étant susceptibles de se présenter, lorsque la charge est posée au sol, soit dans un état tendu soit dans un état détendu. Le module comporte:

- des moyens de détection de l'initiation d'une phase transitoire entre un instant initial où la charge est posée au sol et un instant final où la charge est suspendue dans les airs;
- des moyens d'émission d'un signal de détection d'une situation de levage proscrite, si les liens souples se trouvent, à au moins un instant de la phase transitoire, dans l'état détendu.

[0030] En particulier, les moyens d'émission d'un signal de détection d'une situation de levage proscrite peuvent être configurés pour déterminer si les liens souples se trouvent dans l'état détendu en:

- déterminant une valeur de charge exercée sur le crochet;
- déterminant la dérivée de la valeur de charge exercée sur le crochet par rapport au temps;
- identifiant que les liens souples se trouvent dans l'état détendu si la dérivée de la valeur de charge exercée sur le crochet par rapport au temps est supérieure ou égale à un seuil de variation.

[0031] Selon un cinquième aspect, l'invention se rapporte également à un dispositif de levage comportant un module de sécurisation selon le quatrième aspect, comme par exemple une grue à tour.

[0032] L'invention peut aussi s'appliquer à d'autres familles de grues - grue à flèche relevable, etc. - en trans-

posant les calculs réalisés selon le modèle de l'invention à la géométrie desdites grues.

[0033] D'autres particularités et avantages de la présente invention apparaîtront, dans la description ci-après de modes de réalisation, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma d'architecture d'un système de contrôle de levage d'une charge, selon un mode de réalisation;
- la figure 2 est un synoptique des étapes d'un procédé de sécurisation d'un mouvement de levage d'une charge selon l'invention;
- la figure 3 est un synoptique des étapes d'un procédé de sécurisation d'un mouvement de levage d'une charge, selon un mode de réalisation détaillée par l'invention;
- la figure 4 représente, un schéma de principe utilisé pour décrire une grue à tour ;
- la figure 5a représente schématiquement la charge posée au sol entourée par des élingues détendues fixées au crochet;
- la figure 5b représente schématiquement la charge posée au sol entourée par des élingues tendues, fixé au crochet;
- la figure 6a est un diagramme représentant la variation au cours du temps t de la valeur C de la charge exercée sur le crochet, lorsque le mouvement de levage a été réalisé alors que les élingues étaient tendues, à vitesse réduite;
- la figure 6b est un diagramme représentant la variation au cours du temps t de la valeur C de la charge exercée sur le crochet, lorsque le mouvement de levage a été réalisé alors que les élingues étaient détendues;
- la figure 7a est un diagramme représentant un signal de variation de la valeur C de la charge au cours du temps t , correspondant à un cas où la charge est suspendue dans les airs et oscille;
- la figure 7b est un diagramme représentant un signal de variation de la valeur C de la charge au cours du temps t , correspondant à un cas où la charge est posée au sol avant d'être suspendue dans les airs.

[0034] On se réfère à la figure 1, sur laquelle est représenté un système 1 de contrôle de levage d'une charge 2. Ce système est applicable à un dispositif de levage de charges tel qu'une grue 3 à tour.

[0035] En référence à la figure 4, il est envisageable d'appliquer le système 1 à tout type de grue 3 comprenant une flèche 4 qui est orientable en lacet autour d'un axe vertical (ZZ'), selon un mouvement d'orientation, et qui est agencée de sorte que la charge 2 soit suspendue à ladite flèche 4 au moyen de liens souples 9 (ou élingues) couplés à un crochet 8 porté par un câble 5, et ce de telle manière que ladite grue 3 puisse modifier la distance radiale de ladite charge 2 par rapport à l'axe vertical, selon un mouvement de distribution, ainsi que la lon-

gueur du câble 5 qui relie la flèche 4 à la charge 2, selon un mouvement dit de levage, afin de pouvoir modifier l'altitude de la charge 2.

[0036] La grue 3 peut ainsi former par exemple une grue à flèche relevable (flèche basculante), une grue télescopique, ou, de façon particulièrement préférentielle, une grue à tour.

[0037] Les liens souples 9, autrement appelés élingues, sont des accessoires de levage souple, fabriqués typiquement à partir de cordes, câbles et/ou chaînes, pourvus à leurs extrémités de dispositifs de fixation - tel que des crochets, manilles ou anneaux de levage, destinés à être couplés au crochet 8 de la grue.

[0038] Une fois positionnées, les liens souples 9 sont fixés à la charge, pour permettre à la grue de déplacer cette dernière. Les liens souples 9 peuvent encore également comporter d'autres éléments de fixation - par exemple des manilles - de sorte à permettre leur couplage mécanique à la charge.

[0039] Dans l'exemple non limitatif suivant, la grue à tour comprend un mât 6 vertical, qui matérialise l'axe vertical (ZZ'), une flèche 4 portée par le mât 6 et orientable en azimut (lacet) autour du mât 6, ainsi qu'un chariot 7 qui est monté mobile en translation radiale le long de ladite flèche.

[0040] Dans ce qui suit, on assimilera, par simple commodité de description, les moyens de couplage mécanique de la charge 2 au crochet 8 de la grue à des élingues 9 formant pour rappel des liens souples.

[0041] On décrit maintenant la procédure sécurisée requise selon les règles de l'art pour entrainer la charge 2 dans un mouvement de levage depuis le sol jusque dans les airs, en référence aux figures 5a et 5b dans lesquelles est représentée la charge 2 posée au sol, dans un état statique.

[0042] Dans un premier temps, représenté sur la figure 5a, les élingues 9 sont solidarisées de la charge 2: typiquement, un opérateur au sol entoure la charge 2 avec les élingues 9, et fixe ces dernières au crochet 8 de la grue. En variante, les élingues 9 peuvent être fixées à une plateforme 90 sur laquelle est posée la charge 2. Pour réaliser cette opération, les élingues 9 doivent être détendues.

[0043] Puis, dans un deuxième temps, le grutier débute un mouvement de levage du crochet 8, à faible vitesse, de sorte à tendre les élingues, comme représenté sur la figure 5b. La charge demeure dans l'état statique, posée au sol et ne doit pas quitter le sol. L'opérateur au sol s'assure alors du bon élinguage et équilibrage de la charge restée au sol. Après confirmation par l'opérateur au sol, le grutier procède à un nouveau mouvement de levage, les élingues étant préalablement tendues, entraînant cette fois la charge 2 dans les airs. La charge 2 se trouve alors dans un état suspendu (non représenté sur les figures).

[0044] La transition de l'état statique vers l'état suspendue de la charge 2 doit impérativement, pour des raisons de sécurité, être réalisée uniquement lorsque les

élingues sont tendues.

[0045] La figure 6a montre, sur un diagramme, la variation au cours du temps de la valeur C de la charge exercée sur le crochet 8, lorsque le mouvement de levage a été réalisé alors que les élingues étaient tendues, à vitesse réduite. Par contraste, la figure 6b montre, sur un diagramme, la variation au cours du temps de la valeur C de la charge exercée sur le crochet 8, lorsque le mouvement de levage a été réalisé alors que les élingues étaient détendues, contrairement à ce que prévoit la procédure sécurisée. On constate en particulier que la variation au cours du temps de la valeur C de la charge est bien plus importante que dans l'exemple de la figure 6a.

[0046] Le système 1 de contrôle de commande comporte en particulier un dispositif de pilotage 10, un dispositif de surveillance et de contrôle 20, un contrôleur 30, et un système d'exécution de commandes 40.

[0047] Le système d'exécution de commandes 40 comporte typiquement :

- un dispositif moteur 41 de levage couplé au treuil, apte à déplacer la charge 2 selon un mouvement de levage, en fonction de consignes reçues;
- un dispositif moteur 42 de distribution couplé au chariot 7, apte à déplacer ledit chariot 7 selon un mouvement de distribution, en fonction de consignes reçues;
- un dispositif moteur 43 d'orientation couplé à la flèche 4, apte à déplacer ladite flèche, et donc le chariot 7 et la charge 2 selon un mouvement d'orientation, en fonction des consignes reçues.

[0048] Le système d'exécution de commandes 40 comporte également un système de mesure 45 configuré pour délivrer un ensemble MES de mesures physiques et mécaniques, relatives aux dispositifs moteurs 41-42-43, à la charge, ainsi qu'à l'environnement de la grue 3.

[0049] Plus particulièrement, le système de mesure 45 comporte un ensemble de capteurs pour mesurer la valeur de la charge verticale produite par la charge 2.

[0050] Le dispositif de pilotage 10 est configuré pour produire des consignes de vitesse de levage CMD en fonction d'interactions avec un opérateur de grue et pour transmettre lesdites consignes de vitesse de levage CMD au dispositif de surveillance et de contrôle 20. Les consignes de vitesse de levage CMD peuvent comporter notamment des consignes de positionnement, et/ou de vitesse, et/ou d'accélération, destinées en particulier à être transmises au dispositif moteur 41 de levage.

[0051] Le dispositif de pilotage 10 comprend généralement une interface utilisateur, par exemple du genre joystick, qui est destinée à être manipulée par un opérateur de grue pour produire les consignes de vitesse de levage CMD. Toutefois, les consignes de vitesse de levage CMD peuvent également être produites par d'autres moyens, tel un dispositif automatisé de pilotage.

[0052] Le dispositif de surveillance et de contrôle 20

est couplé au dispositif de pilotage 10 pour recevoir les consignes de vitesse de levage CMD et au système de mesure du système d'exécution de commandes 40 pour recevoir l'ensemble MES de mesures.

[0053] Le dispositif de surveillance et de contrôle 20 est configuré pour produire, en fonction des consignes de vitesse de levage CMD et de l'ensemble MES de mesures, des consignes de vitesse de levage optimisées CMD' destinées à être exécutées par le dispositif moteur 41 de levage pour déplacer selon un mouvement de levage la charge suspendue 2, en garantissant la sécurité globale lors du pilotage de la grue. Selon l'invention, le dispositif de surveillance et de contrôle 20 comporte encore un module de sécurisation 21 adapté à identifier les situations proscrites de levage, considérées comme anormales et/ou dangereuses et/ou interdites. Le dispositif de surveillance et de contrôle 20 est en outre configuré pour interdire la mise en oeuvre des consignes de vitesse de levage CMD lorsque le module de sécurisation 21 a identifié une situation proscrite de levage, et/ou produire un signal d'alerte destiné à des dispositifs de sécurité configurés pour bloquer le mouvement de levage et/ou mettre la grue dans une configuration sécurisée.

[0054] Le contrôleur 30 est couplé au système d'exécution de commandes 40 et au dispositif de surveillance et de contrôle 20 pour recevoir les consignes optimisées de vitesse de levage optimisées CMD'.

[0055] Le contrôleur 30 est configuré pour contrôler le dispositif moteur 41 de levage appartenant au système d'exécution de commandes 40, en fonction des consignes optimisées de vitesse de levage optimisées CMD'.

[0056] Typiquement, le contrôleur 30 comporte des moyens automatisés de contrôle, par exemple en boucle fermée, afin de contrôler, en fonction des informations transmises par les capteurs du système de mesure et des informations comprises dans les consignes de vitesse de levage optimisées CMD', le positionnement, la vitesse et/ou l'accélération des organes mécaniques du système d'exécution de commandes 40.

[0057] On se réfère à la figure 2, sur laquelle est représenté un synoptique des étapes d'un procédé, selon l'invention, de sécurisation d'un mouvement de levage d'une charge 2 couplée mécaniquement à un crochet 8 d'un dispositif de levage par des liens souples 9. Le procédé peut en particulier être mis en oeuvre par le module de sécurisation 21 du dispositif de surveillance et de contrôle 20.

[0058] Les liens souples 9 sont susceptibles de se présenter, lorsque la charge est posée au sol, soit dans un état tendu (comme visible en figure 5b) soit dans un état détendu (comme visible en figure 5a). Les liens souples 9 sont par exemple des élingues. Dans le cas où le dispositif de levage est une grue à tour, le crochet 8 est suspendu à une flèche 4 portée par un mât d'une grue. Les liens souples 9 souples se trouvent en particulier dans l'état détendu pour permettre leur couplage mécanique à la charge 2 et au crochet 8. Les liens souples 9 se trouvent notamment dans l'état tendu, lorsque un opé-

rateur au sol effectue les contrôles de sécurité nécessaires avant le levage de la charge dans les airs, et lorsque la charge est dans les airs.

[0059] Le procédé comporte une étape 110 de détection de l'initialisation d'une phase transitoire entre un instant initial où la charge est posée au sol et un instant final où la charge est suspendue dans les airs.

[0060] Le procédé comporte une étape 120 d'émission d'un signal de détection d'une situation de levage proscrite, si les liens souples 9 se trouvent, à au moins un instant de la phase transitoire, dans l'état détendu.

[0061] Le signal de détection est par exemple transmis au dispositif de surveillance et de contrôle 20 de sorte que ce dernier puisse interdire la mise en oeuvre de consignes de vitesse de levage susceptible d'aggraver la situation. Le signal de détection est également être transmis à un ou plusieurs dispositifs de sécurité configurés pour bloquer le mouvement de levage et/ou mettre la grue dans une configuration sécurisée.

[0062] Le procédé permet ainsi de détecter l'occurrence d'un levage brusque et de couper les mouvements avant d'avoir atteint les limites maximales d'endommagement ou de basculement de la machine et des appareils de levage.

[0063] On se réfère maintenant à la figure 3 pour détailler un mode de réalisation du procédé selon l'invention, de sécurisation du mouvement de levage de la charge.

[0064] Pour déterminer si les liens souples 9 se trouvent dans l'état détendu, on détermine, au cours d'une étape 210, une valeur C de charge exercée sur le crochet 8 puis on calcule la dérivée DERIV.CH de ladite valeur C par rapport au temps, autrement dit :

$$\text{DERIV.CH} = \frac{dC}{dt}$$

[0065] Au cours d'une étape 220, on compare alors la dérivée DERIV.CH à un seuil de variation S1.

[0066] A titre d'exemple non limitatif, le seuil de variation S1 correspond à un pourcentage de la charge maximale admissible à la portée actuelle, où ce pourcentage est par exemple compris entre 1 et 5%, et notamment de l'ordre de 2 à 4 %.

[0067] Si la dérivée DERIV.CH est supérieure ou égale au seuil de variation S1, alors les liens souples 9 sont identifiés comme étant dans un état détendu ; sinon les liens souples 9 sont identifiés comme étant dans un état tendu.

[0068] Avantagusement, afin notamment d'améliorer la robustesse quant à la détection du phénomène et limiter les risques de fausses détections dues à des perturbations sur la mesure de la valeur C, on peut identifier, dans une autre étape 230, que les liens souples 9 se trouvent dans l'état détendu, si la dérivée DERIV.CH est supérieure ou égale au seuil de variation S1, pendant une sous-période temporelle SPT de la phase transitoire

dont la durée est supérieure ou égale à une durée de vérification X. A titre d'exemple non limitatif, une telle durée de vérification X peut être comprise entre 100 et 600 ms, et notamment entre 150 et 300 ms selon la grue.

[0069] Par exemple, si au cours de l'étape 220, la dérivée DERIV.CH est supérieure ou égale au seuil de variation S1, un chronomètre peut être déclenché, la mesure de la valeur C étant périodiquement mise à jour. Sur les figures 7a et 7b, le déclenchement du chronomètre est illustré par le point « 0 », et les points « 1, 2, 3, ... » suivants illustrent les instants périodiques de mesure de la valeur C de la charge.

[0070] Le chronomètre n'est arrêté que lorsque la dérivée DERIV.CH devient à nouveau inférieure au seuil de variation S1, et/ou lorsque le temps écoulé est au moins égal à la durée de vérification X.

[0071] Si la sous-période temporelle SPT ainsi mesurée par le chronomètre est supérieure ou égale à la durée de vérification X, alors on peut identifier dans l'étape 230 que les liens souples 9 se trouvent dans l'état détendu. Par contre, si la dérivée DERIV.CH est inférieure au seuil de variation S1 pendant une durée inférieure à la durée de vérification X, alors les liens souples 9 sont identifiés comme étant dans un état tendu.

[0072] De manière avantageuse, dans ce dernier mode de réalisation, la durée de vérification X est déterminée, au cours d'une étape 290, en fonction de la vitesse de levage VL du crochet, obtenue au cours d'une étape 280, de sorte que la durée de vérification X est d'autant plus courte que la vitesse de levage VL du crochet est grande. Il est donc possible d'adapter la réactivité du procédé en augmentant ou diminuant le temps nécessaire pour identifier que les liens souples 9 se trouvent dans l'état détendu.

[0073] Ainsi, si la vitesse de levage VL est élevée, il est avantageux de réagir rapidement, typiquement prenant comme durée de vérification X une durée de l'ordre de 150 ms. Si la vitesse de levage est relativement faible, la fiabilité de détection peut être privilégiée et le temps de réaction réduit, typiquement prenant comme durée de vérification X une durée de l'ordre de 300 ms. A titre d'exemple illustratif et non limitatif, une vitesse de levage VL faible correspond à une vitesse inférieure à une vitesse intermédiaire VIN, et une vitesse de levage VL élevée correspond à une vitesse supérieure à cette vitesse intermédiaire VIN tout en restant et inférieure à une vitesse maximale autorisée VMA, où par exemple la vitesse intermédiaire VIN est comprise entre 0,1 et 0,3 m/s, et où par exemple la vitesse maximale autorisée VMA est de l'ordre de 1 à 1,5 m/s.

[0074] Au cours d'une étape 240, qui suit l'étape 230, on détermine, sur une fenêtre temporelle d'analyse, les valeurs C de charge exercée sur le crochet, l'initiation de la phase transitoire étant détectée seulement si aucune oscillation des valeurs de charge exercée sur le crochet, pour la fenêtre temporelle d'analyse, n'est détectée.

[0075] Sur la figure 7a, un diagramme représente l'évolution de la valeur C de charge exercée sur le crochet

au cours du temps, correspondant à un cas où la charge est suspendue dans les airs et oscille. Sur la figure 7b, un diagramme représentant l'évolution de la valeur de charge exercée sur le crochet au cours du temps, correspondant à un cas où la charge est posée au sol puis soulevée en l'air.

[0076] Pour détecter une oscillation, on peut déterminer une moyenne M, pour la fenêtre temporelle d'analyse de durée D, des valeurs C de charge exercée sur le crochet.

[0077] Puis, à l'issue d'une période d'attente R après la fenêtre temporelle d'analyse, on peut déterminer la valeur C de charge exercée sur le crochet. L'initiation de la phase transitoire est alors détectée, seulement si la différence ΔCM est inférieure ou égale à un seuil d'oscillation A, où la différence ΔCM correspond à la différence entre, d'une part, la valeur C de charge exercée sur le crochet à l'issue de la période d'attente et, d'autre part, la moyenne M, pour la fenêtre temporelle d'analyse, des valeurs de charge exercée, soit :

$$\Delta CM = C - M.$$

[0078] Ce seuil d'oscillation A peut être établi en fonction de :

- la masse de la charge 2 levée ;
- la portée à laquelle la charge 2 est levée sur la flèche 4 (cette portée correspondant à la distance Xc sur la figure 4) ;
- la vitesse de levage VL.

[0079] Par exemple, pour un modèle de grue donnée, le seuil d'oscillation A peut varier entre 9% et 75% de la charge maximale autorisée à la portée actuelle.

[0080] Ainsi, dans l'exemple de la figure 7a, la condition $\Delta CM \geq A$ n'est pas remplie, traduisant une détection d'une oscillation, ce qui correspond à la charge suspendue dans les airs et qui oscille. Par contre, dans l'exemple de la figure 7b, la condition $\Delta CM \geq A$ est bien remplie, traduisant une absence d'oscillation et donc un cas de levage brusque de la charge.

[0081] Pour déterminer si la charge est posée au sol, au cours d'une étape 250, on détermine une valeur initiale Ci de charge exercée sur le crochet (voir figures 7a et 7b) au moment où le chronomètre est déclenché ou bien à l'instant « 1 » suivant, autrement dit dès que la dérivée DERIV.CH est détectée comme étant supérieure ou égale au seuil de variation S1.

[0082] Si la valeur initiale Ci de charge exercée sur le crochet est inférieure ou égale à un seuil de charge S2, alors la charge est identifiée comme posée au sol. En effet, la valeur initiale Ci de charge est assez faible lors de l'initiation de la phase transitoire, préalablement au décollage de la charge. Ainsi, le procédé permet d'identifier efficacement les situations dans lesquelles la char-

ge décolle, et non celles où cette dernière est déjà en l'air, ce qui permet d'atteindre une étape 260 finale dans laquelle est confirmé que la charge était au sol et à décollé avec les élingues 9 tendus.

Revendications

1. Procédé de sécurisation d'un mouvement de levage d'une charge (2) couplée mécaniquement à un crochet (8) d'un dispositif de levage par des liens souples (9), les liens souples (9) étant susceptibles de se présenter, lorsque la charge est posée au sol, soit dans un état tendu soit dans un état détendu, **caractérisé en ce qu'il** comporte les étapes suivantes:

- une étape (110) de détection de l'initiation d'une phase transitoire entre un instant initial où la charge (2) est posée au sol et un instant final où la charge (2) est suspendue dans les airs;
- une étape (120) d'émission d'un signal de détection d'une situation de levage proscrite, si les liens souples (9) se trouvent, à au moins un instant de la phase transitoire, dans l'état détendu.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel au cours de l'étape (120) d'émission d'un signal de détection d'une situation de levage proscrite, on détermine si les liens souples (9) se trouvent dans l'état détendu en:

- déterminant une valeur (C) de charge exercée sur le crochet (8);
- déterminant (210) la dérivée (DERIV.CH) de la valeur (C) de charge exercée sur le crochet (8) par rapport au temps;
- identifiant (220) que les liens souples (9) se trouvent dans l'état détendu si la dérivée de la valeur (C) de charge exercée sur le crochet (8) par rapport au temps est supérieure ou égale à un seuil de variation (S1).

3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel au cours de l'étape (120) d'émission d'un signal de détection d'une situation de levage proscrite, on identifie (230) que les liens souples (9) se trouvent dans l'état détendu, si la dérivée de la valeur (C) de charge exercée sur le crochet (8) par rapport au temps est supérieure ou égale au seuil de variation (S1), pendant une sous-période temporelle (SPT) de la phase transitoire dont la durée est supérieure à une durée de vérification (X).

4. Procédé selon la revendication 3, dans lequel on détermine (240) une vitesse de levage (VL) du crochet (8), la durée de vérification (X) étant alors déterminée (250) en fonction de la vitesse de levage (VL) de sorte que la durée de vérification (X) est d'autant

plus courte que la vitesse de levage (VL) du crochet (8) est grande.

5. Procédé selon l'une quelconques des revendications précédentes dans lequel, au cours de l'étape (110), on détermine, sur une fenêtre temporelle d'analyse de durée (D) prédéfinie, les valeurs (C) de charge exercée sur le crochet (8), l'initiation de la phase transitoire étant détectée seulement si aucune oscillation des valeurs (C) de charge exercée sur le crochet (8), pour la fenêtre temporelle d'analyse, n'est détectée (240).

6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel au cours de l'étape (110) de détection de l'initiation de la phase transitoire:

- on détermine une moyenne (M), pour la fenêtre temporelle d'analyse, des valeurs (C) de charge exercée sur le crochet (8);
- à l'issue d'une période d'attente après la fenêtre temporelle d'analyse, on détermine la valeur de charge exercée sur le crochet (8);

7. Procédé selon la revendication 6, dans lequel au cours de l'étape (110) de détection de l'initiation de la phase transitoire, seulement si la différence entre d'une part la valeur (C) de charge exercée sur le crochet à l'issue de la période d'attente et d'autre part la moyenne, pour la fenêtre temporelle d'analyse, des valeurs (C) de charge exercée, est inférieure ou égale à un seuil d'oscillation.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, dans lequel au cours de l'étape (110) de détection de l'initiation de la phase transitoire, l'initiation de la phase transitoire est détectée seulement si une valeur initiale (Ci) de charge exercée sur le crochet (8) est inférieure ou égale à un seuil de charge (250), ladite valeur initiale (Ci) étant établie au moment où la dérivée de la valeur (C) de charge exercée sur le crochet (8) par rapport au temps est détectée comme étant supérieure ou égale au seuil de variation (S1).

8. Procédé selon l'une quelconques des revendications précédentes dans lequel l'étape (120) d'émission d'un signal de détection d'une situation de levage proscrite déclenche automatiquement une étape de coupure du mouvement de levage de la charge (2).

9. Procédé selon l'une quelconques des revendications précédentes dans lequel ledit procédé est mis en oeuvre dans une grue (3) à tour.

10. Programme d'ordinateur comportant des instructions pour l'exécution des étapes du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, lorsque

ledit programme est exécuté par un processeur.

11. Module de sécurisation (21) d'un mouvement de levage d'une charge (2) couplée mécaniquement à un crochet (8) d'un dispositif de levage par des liens souples (9), les liens souples (9) étant susceptibles de se présenter, lorsque la charge est posée au sol, soit dans un état tendu soit dans un état détendu, **caractérisé en ce qu'il** comporte: 5
- 10
- des moyens de détection de l'initiation d'une phase transitoire entre un instant initial où la charge (2) est posée au sol et un instant final où la charge est suspendue dans les airs;
 - des moyens d'émission d'un signal de détection d'une situation de levage proscrite, si les liens souples (9) se trouvent, à au moins un instant de la phase transitoire, dans l'état détendu. 15
12. Module de sécurisation (21) selon la revendication 11, dans lequel les moyens d'émission d'un signal de détection d'une situation de levage proscrite sont configurés pour déterminer si les liens souples (9) se trouvent dans l'état détendu en: 20
- 25
- déterminant une valeur (C) de charge exercée sur le crochet (8);
 - déterminant la dérivée (DERIV.CH) de la valeur (C) de charge exercée sur le crochet (8) par rapport au temps; 30
 - identifiant que les liens souples (9) se trouvent dans l'état détendu si la dérivée (DERIV.CH) de la valeur (C) de charge exercée sur le crochet (8) par rapport au temps est supérieure ou égale à un seuil de variation (S1). 35
13. Dispositif de levage (3) comportant un module de sécurisation (21) selon l'une quelconque des revendications 11 et 12. 40
14. Dispositif de levage (3) selon la revendication 13, dans lequel le dispositif de levage est une grue à tour. 45
- 50
- 55

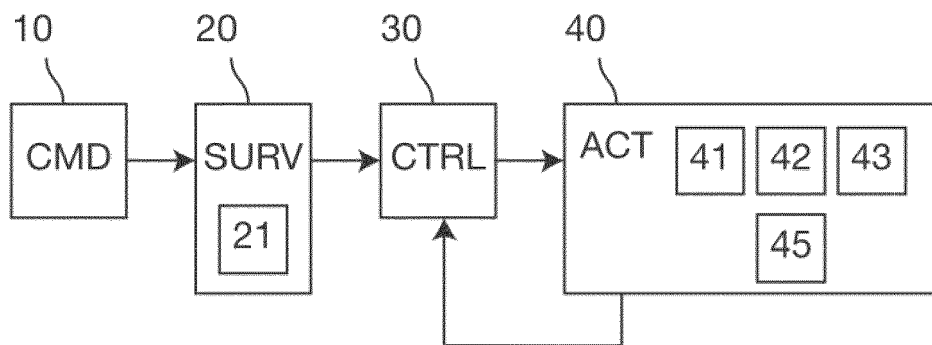


FIG.1

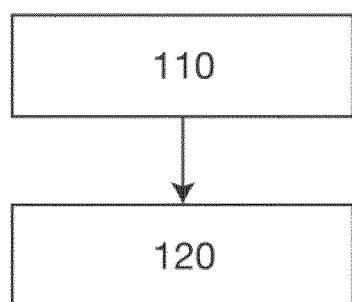


FIG.2

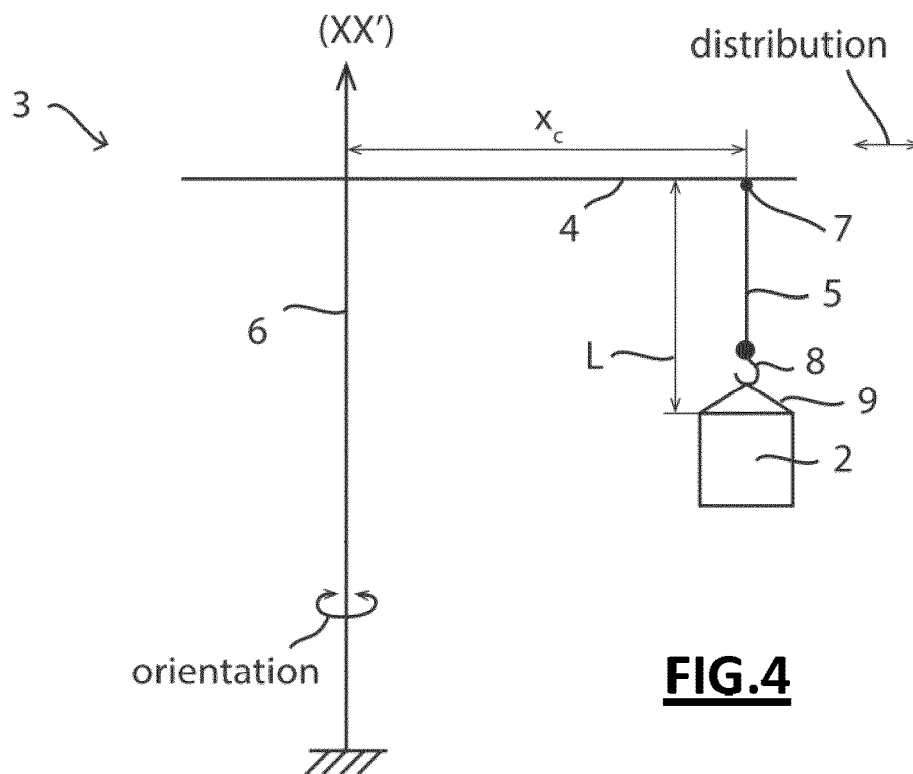


FIG.4

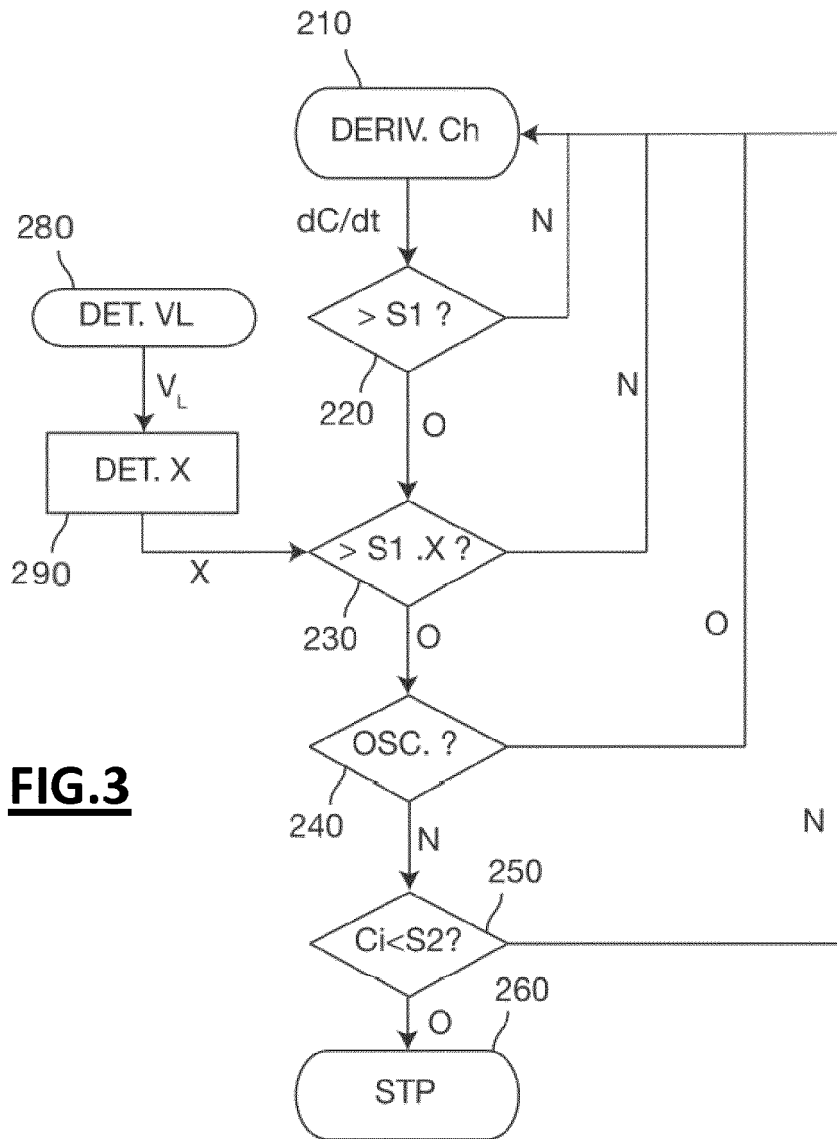


FIG.3

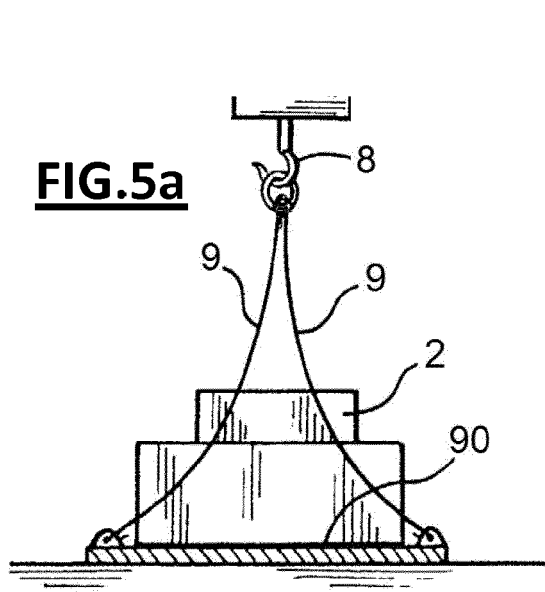


FIG.5a

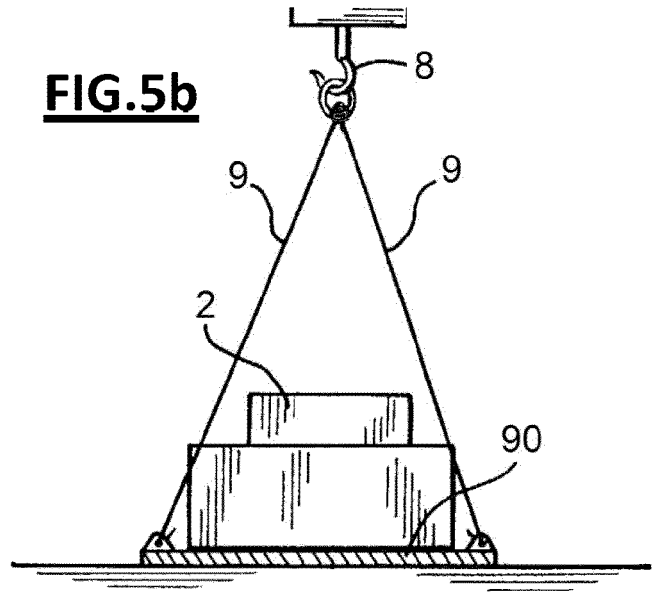


FIG.5b

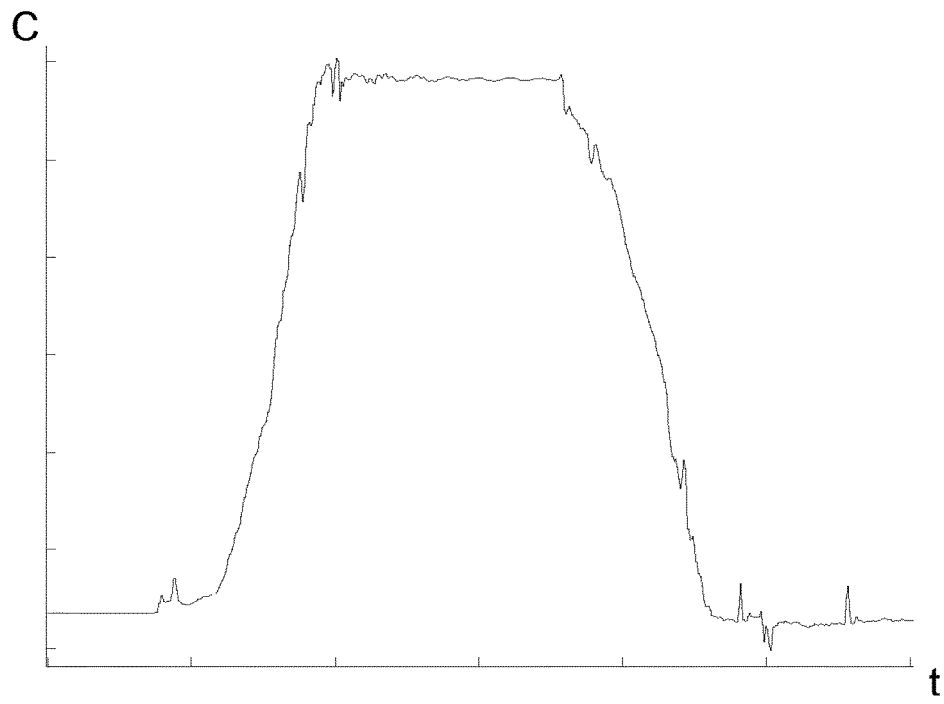


FIG.6a

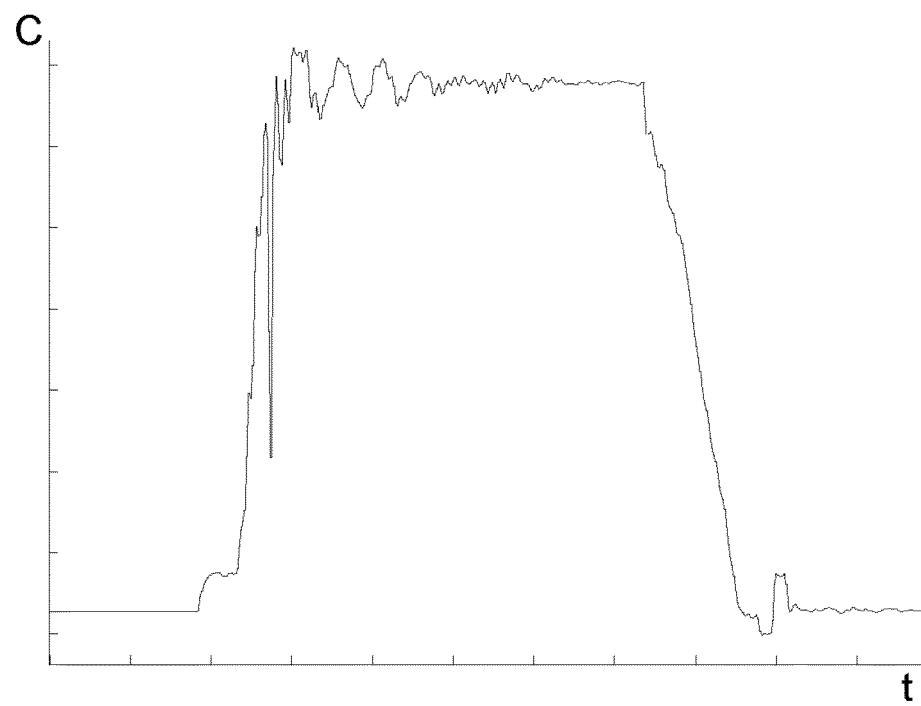


FIG.6b

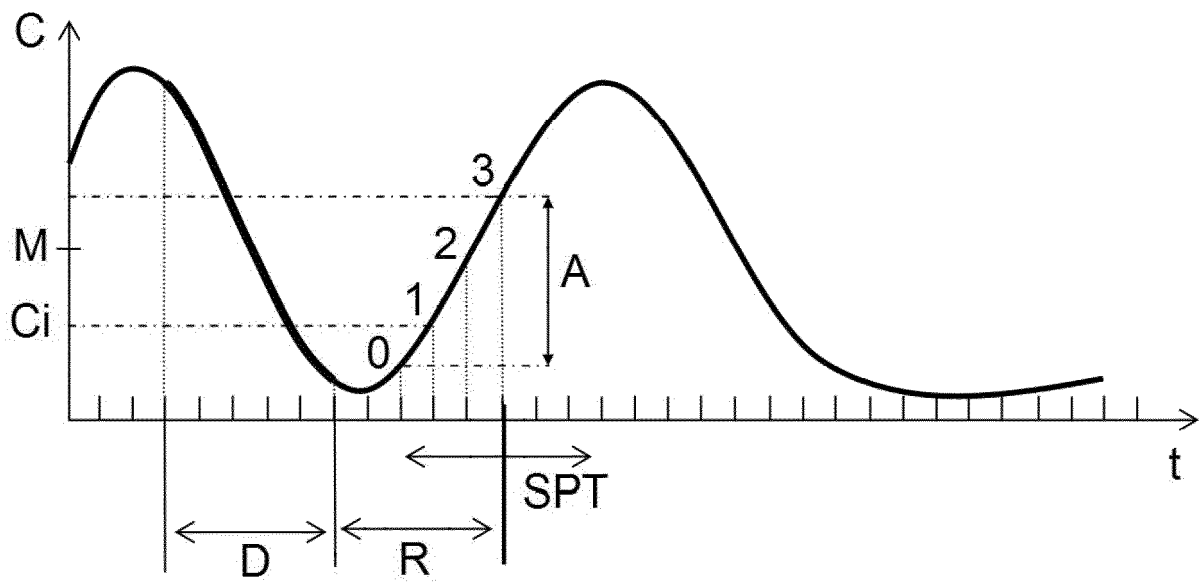


FIG. 7a

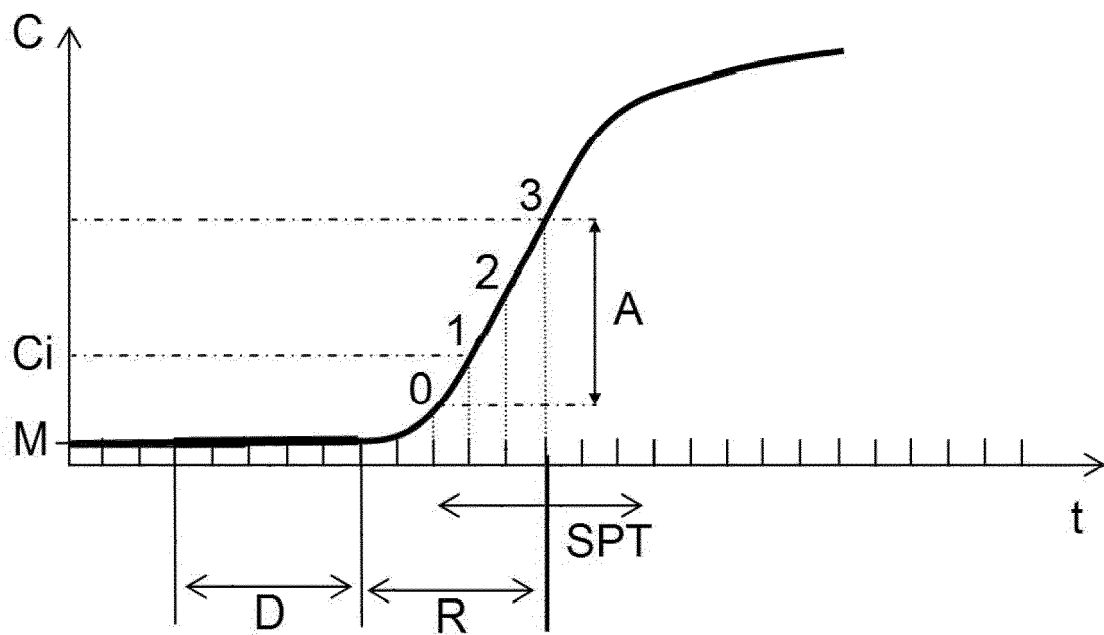


FIG. 7b



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 18 19 8721

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	EP 2 272 786 A1 (LIEBHERR WERK NENZING [AT]) 12 janvier 2011 (2011-01-12) * alinéa [0005] - alinéa [0006] * * alinéa [0010] * * alinéa [0016] - alinéa [0017] * * alinéa [0022] - alinéa [0028] * * alinéa [0033] * * alinéa [0045] - alinéa [0046] * * alinéa [0048] * * alinéa [0050] - alinéa [0055] * * alinéa [0057] - alinéa [0058] * * alinéa [0059] * * alinéa [0060] - alinéa [0064] * * alinéa [0068] - alinéa [0069] * * alinéa [0070] * * alinéa [0077] - alinéa [0078] * * alinéa [0081] - alinéa [0083] * * alinéa [0086] - alinéa [0088] * * alinéa [0093] * * figures 1, 3-6, 8 * * revendications * -----	1, 10, 11, 13	INV. B66C23/90 B66D1/48 B66D1/50 B66D1/52 B66D1/58 B66C13/02
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			B66C B66D B66B B63B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		11 janvier 2019	Guthmuller, Jacques
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 18 19 8721

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.

11-01-2019

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2272786 A1	12-01-2011	AU 2010202864 A1	27-01-2011
		BR PI1004098 A2	10-04-2012
		CA 2708797 A1	08-01-2011
		CN 101948083 A	19-01-2011
		DE 102009032269 A1	13-01-2011
		EP 2272786 A1	12-01-2011
		ES 2394318 T3	30-01-2013
		JP 5759684 B2	05-08-2015
		JP 2011016663 A	27-01-2011
		KR 20110004792 A	14-01-2011
		RU 2010128173 A	20-01-2012
		US 2011006024 A1	13-01-2011

EPO FORM P0460

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- US 8708170 B [0004]