

(19)



(11)

**EP 4 101 805 B1**

(12)

**FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:

**31.07.2024 Bulletin 2024/31**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):  
**B66C 23/34<sup>(2006.01)</sup>**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):  
**B66C 23/34**

(21) Numéro de dépôt: **22177150.4**

(22) Date de dépôt: **03.06.2022**

(54) **GRUE À MONTAGE AUTOMATISÉ AVEC CONTRÔLE DES OPÉRATIONS DE CHANGEMENT DE CONFIGURATION**

KRAN MIT AUTOMATISCHER MONTAGE UND STEUERUNG DER UMRÜSTVORGÄNGE

CRANE WITH AUTOMATED ASSEMBLY WITH CONTROL OF THE OPERATIONS FOR CHANGING CONFIGURATION

(84) Etats contractants désignés:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **07.06.2021 FR 2105978**

(43) Date de publication de la demande:  
**14.12.2022 Bulletin 2022/50**

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

(72) Inventeurs:

- **LARMONIER, Nicolas 69003 LYON (FR)**
- **LEMIRE, François 69510 SOUCIEU EN JARREST (FR)**

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

(56) Documents cités:  
**EP-A1- 0 733 584 EP-A1- 3 466 865**  
**WO-A1-2016/102050**

**EP 4 101 805 B1**

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

## Description

### [Domaine technique]

**[0001]** L'invention se rapporte à une grue à montage automatisé, et plus particulièrement une grue à montage automatisé à flèche pliable.

### [Etat de la technique]

**[0002]** Une telle grue, par exemple connu du document EP 0 733 584 A1, comprend un mât, généralement de type mât pliable ou mât télescopique, supportant une flèche pliable comprenant des éléments de flèche articulés entre eux. Dans le cadre de la présente description, une telle grue à montage automatisé est configurable entre une configuration de transport dans laquelle le mât et la flèche sont rassemblés ou repliés sur eux-mêmes ou côte-à-côte, et au moins une configuration de travail dans laquelle le mât et la flèche sont déployés.

**[0003]** Dans la configuration de travail, le mât est sensiblement vertical (c'est-à-dire, s'étendant selon une direction parallèle à la force de gravité terrestre) et la flèche est sensiblement horizontale. Il est envisageable d'avoir une configuration de travail dans laquelle le mât est sensiblement vertical et la flèche est inclinée par rapport à l'horizontale, autrement dit la flèche est relevée par rapport à l'horizontale, une telle configuration de travail étant appelée configuration sapine ; l'inclinaison de la flèche permettant de rapprocher ou d'éloigner la charge et ainsi éviter par la même occasion de monter la grue trop haute. Dans la ou les configurations de travail, avec flèche horizontale ou flèche relevée en sapine, la grue est alors adaptée pour soulever et déplacer des charges.

**[0004]** Dans la configuration de transport, le mât et la flèche sont repliés l'un contre l'autre, à l'horizontale, de manière à occuper un volume réduit et être plus facilement transportables sur route.

**[0005]** Une telle grue à montage automatisé comprend un système motorisé de pliage/dépliage qui est accouplé au mât et à la flèche pour agir sur le mât et la flèche afin d'effectuer des opérations de changement de configuration mettant en oeuvre des cinématiques de pliage et de dépliage de la flèche. Le dépliage, aussi appelé déploiement, correspond au montage de la grue, c'est-à-dire au passage de la configuration de transport vers la configuration de travail. Le pliage correspond au démontage de la grue, c'est-à-dire au passage de la configuration de travail vers la configuration de transport.

**[0006]** Classiquement, soit un pilote agit sur le système motorisé de pliage/dépliage pour plier ou déplier la grue, soit un système de contrôle/commande pilote le système motorisé de pliage/dépliage dans des séquences automatisées de pliage ou dépliage, sans que ne soit opéré un contrôle, à l'exception d'un contrôle visuel par le pilote qui s'assure que les mouvements des éléments de mât et des éléments de flèche sont cohérents. Or un mauvais mouvement de l'un de ces éléments, par exemple à cau-

se d'un blocage mécanique qui verrouille le mouvement, peut conduire à un endommagement de la grue, voire à son immobilisation complète le temps d'opérer une réparation ou son remplacement.

### [Résumé de l'invention]

**[0007]** Aussi, l'invention propose de mettre en oeuvre un contrôle automatisé des opérations de changement de configuration, afin par exemple de stopper l'opération en cours et/ou d'alerter le pilote.

**[0008]** Ainsi, l'invention propose une grue à montage automatisé comprenant un mât supportant une flèche, ladite flèche étant une flèche pliable comprenant des éléments de flèche articulés entre eux, ladite grue à montage automatisé étant configurable entre une configuration de transport dans laquelle le mât et la flèche sont rassemblés sur eux-mêmes ou côte-à-côte, et au moins une configuration de travail dans laquelle le mât et la flèche sont déployés, ladite grue à montage automatisé comprenant un système motorisé de pliage/dépliage qui est accouplé au mât et à la flèche pour agir sur ledit mât et ladite flèche afin d'effectuer des opérations de changement de configuration mettant en oeuvre des cinématiques de pliage et de dépliage de la flèche, et comprenant un système de contrôle/commande raccordé au système motorisé de pliage/dépliage pour le piloter et contrôler les opérations de changement de configuration,

ladite grue à montage automatisé étant remarquable en ce qu'elle comprend un ou plusieurs inclinomètres monté(s) sur un ou plusieurs éléments de flèche pour mesurer des inclinaisons réelles dudit élément de flèche ou desdits plusieurs éléments de flèche par rapport à un axe de référence, et en ce que le système de contrôle/commande est configuré pour piloter le système motorisé de pliage/dépliage et contrôler les opérations de changement de configuration en fonction des inclinaisons réelles dudit élément de flèche ou desdits plusieurs éléments de flèche lors des cinématiques de pliage et de dépliage de la flèche.

**[0009]** Ainsi, le ou les inclinomètres permettent de suivre en temps réel l'inclinaison d'un élément de flèche, ou les inclinaisons de plusieurs éléments de flèche, ce qui permet de contrôler en temps réel la cohérence des mouvements de cet élément de flèche ou de ces éléments de flèche durant les cinématiques de pliage et de dépliage de la flèche. De cette manière, le système de contrôle/commande, relié à l'inclinomètre ou aux inclinomètres, peut contrôler l'inclinaison de cet élément de flèche ou les inclinaisons de ces éléments de flèche dans différentes configurations (en particulier des configurations intermédiaires ou transitoires) et ainsi valider ces configurations (en s'appuyant sur une modélisation de la cinématique de pliage et de dépliage de la flèche) et également contrôler et valider le mouvement de cet élément

de flèche ou les mouvements de ces éléments de flèche entre deux configurations (par exemple entre la configuration de transport et une configuration intermédiaire, ou entre deux configurations intermédiaires, ou entre une configuration intermédiaire et la configuration de travail).

**[0010]** Il est à noter que le système motorisé de pliage/dépliage peut comprendre un ou plusieurs actionneurs, et par exemple au moins un actionneur de type vérin qui est accouplé au mât pour le lever et l'abaisser et au moins actionneur du type treuil (aussi appelé treuil de retenue) qui comprend un tambour sur lequel est enroulé un câble accouplé à la flèche pour plier/déplier la flèche.

**[0011]** Il est aussi à noter que le ou les inclinomètres permettent de suivre en temps réel l'inclinaison d'un élément de flèche, ou les inclinaisons de plusieurs éléments de flèche, ce qui permet aussi de connaître l'inclinaison du mât dans certaines configurations dans lesquelles la flèche est repliée contre le mât. En effet, au début du dépliage, que ce soit dans la configuration de transport et dans une ou plusieurs configurations intermédiaires qui suivent la configuration de transport, la flèche est repliée contre le mât, de sorte qu'on peut se servir du ou des inclinomètres pour surveiller l'inclinaison du mât. Ainsi, le ou les inclinomètres permettent de contrôler l'inclinaison d'autres parties de la grue, comme le mât, dans certaines configurations.

**[0012]** Selon une caractéristique, la grue comprend au moins deux inclinomètres montés sur deux éléments de flèche respectifs pour mesurer les inclinaisons réelles desdits deux éléments de flèche par rapport à l'axe de référence.

**[0013]** L'emploi d'au moins deux inclinomètres permet de suivre au moins deux éléments de flèche, affinant ainsi la surveillance de la cinématique de pliage et de dépliage de la flèche.

**[0014]** Selon une variante, la grue comprend trois inclinomètres montés sur trois éléments de flèche respectifs pour mesurer les inclinaisons réelles de ces trois éléments de flèche par rapport à l'axe de référence.

**[0015]** Selon une possibilité, les éléments de flèche comprennent au moins un premier élément de flèche, formant un pied de flèche, qui est articulé sur le mât, et un second élément de flèche articulé sur le premier élément de flèche, et dans laquelle un premier inclinomètre est monté sur l'un du premier élément de flèche et du second élément de flèche.

**[0016]** Il est en effet avantageux de suivre l'inclinaison de l'un au moins de ce premier élément de flèche et du second élément de flèche, car leurs positions font que leurs mouvements sont significatifs pour appréhender la cinématique de pliage et de dépliage de la flèche.

**[0017]** Selon une autre possibilité, un second inclinomètre est monté sur l'autre du premier élément de flèche et du second élément de flèche.

**[0018]** Dans une réalisation particulière, la flèche occupe des configurations intermédiaires successives entre la configuration de transport et la configuration de

travail, et inversement, lors des cinématiques de pliage et de dépliage de la flèche, et le système de contrôle/commande est configuré pour contrôler les opérations de changement de configuration en fonction des inclinaisons réelles de l'élément de flèche ou des plusieurs éléments de flèche dans plusieurs configurations intermédiaires, par exemple dans toutes les configurations intermédiaires, ou entre des configurations intermédiaires successives.

**[0019]** Le pliage et le dépliage de la flèche s'opèrent généralement sous la forme de décompositions de mouvements transitoires, avec des mouvements transitoires successifs qui définissent des configurations intermédiaires entre chaque mouvement transitoire. Contrôler tout ou partie de ces configurations intermédiaires permet un suivi efficace de la cinématique de pliage et de dépliage de la flèche. Il est donc à noter qu'une configuration intermédiaire est une configuration statique (et pas une configuration dynamique) qui fait suite à un mouvement transitoire antérieur (ou à un déplacement antérieur) d'au moins un élément de mât ou élément de flèche, et qui précède un mouvement transitoire postérieur (ou un déplacement postérieur) d'au moins un autre élément de mât ou élément de flèche.

**[0020]** Avantageusement, la grue comprend une mémoire stockant des inclinaisons théoriques de l'élément de flèche ou des plusieurs éléments de flèche par rapport à l'axe de référence, et le système de contrôle/commande est raccordé à ladite mémoire et est configuré pour contrôler les opérations de changement de configuration en comparant les inclinaisons théoriques avec les inclinaisons réelles lors des cinématiques de pliage et de dépliage de la flèche.

**[0021]** Ces inclinaisons théoriques définissent ainsi une modélisation de la cinématique de pliage et de dépliage de la flèche, qui va permettre de vérifier efficacement la cohérence des mouvements transitoires et des positions des éléments de flèche dans les configurations intermédiaires, et ainsi valider ces positions configurations intermédiaires ainsi que la cohérence des mouvements transitoires durant les déplacements entre deux configurations intermédiaires.

**[0022]** Dans un mode de réalisation particulier, la mémoire stocke des inclinaisons théoriques de l'élément de flèche ou des plusieurs éléments de flèche dans plusieurs configurations intermédiaires, par exemple dans toutes les configurations intermédiaires, et le système de contrôle/commande est configuré pour contrôler les opérations de changement de configuration en comparant les inclinaisons théoriques avec les inclinaisons réelles dans les plusieurs configurations intermédiaires lors des cinématiques de pliage et de dépliage de la flèche.

**[0023]** Selon une possibilité, la mémoire stocke des inclinaisons théoriques de l'élément de flèche ou des plusieurs éléments de flèche dans la configuration de transport et dans la configuration de travail, et le système de contrôle/commande est configuré pour contrôler les opérations de changement de configuration en comparant

également les inclinaisons théoriques avec les inclinaisons réelles dans la configuration de transport et dans la configuration de travail lors des cinématiques de pliage et de dépliage de la flèche.

**[0024]** Avantageusement, le système de contrôle/commande est configuré pour autoriser le passage d'une configuration actuelle à une configuration postérieure, comme par exemple d'une configuration intermédiaire actuelle à une configuration intermédiaire postérieure, à la condition où l'inclinaison réelle de l'élément de flèche ou les inclinaisons réelles des plusieurs éléments de flèche dans la configuration actuelle correspondent à l'inclinaison théorique de l'élément de flèche ou aux inclinaisons théoriques des plusieurs éléments de flèche dans la configuration actuelle.

**[0025]** Autrement dit, durant les opérations de changement de configuration, qui déplacent des éléments d'une configuration à une autre configuration jusqu'à atteindre la configuration de transport ou la configuration de travail, le système de contrôle/commande permet de passer d'une configuration (configuration actuelle) à une autre configuration (configuration postérieure) qu'à la condition où la ou les inclinaisons réelles correspondant à la ou les inclinaisons correspondantes dans la configuration actuelle. Tant que la condition n'est pas remplie, il n'est pas possible de poursuivre le changement de configuration au-delà de la configuration actuelle.

**[0026]** Au sens de l'invention, une configuration actuelle peut être la configuration de transport, la configuration de travail ou n'importe laquelle des configurations intermédiaires. De même, une configuration postérieure peut être la configuration de transport, la configuration de travail ou n'importe laquelle des configurations intermédiaires.

**[0027]** Dans une réalisation avantageuse, le système de contrôle/commande est configuré pour détecter une non-conformité de pliage/dépliage si une inclinaison réelle de l'élément de flèche ou de l'un des plusieurs éléments de flèche, appelé élément de flèche non conforme, ne correspond pas à l'inclinaison théorique dudit élément de flèche non conforme lors des cinématiques de pliage et de dépliage de la flèche.

**[0028]** Selon une caractéristique, le système de contrôle/commande est conformé pour détecter la non-conformité de pliage/dépliage si l'inclinaison réelle de l'élément de flèche non conforme ne correspond pas à l'inclinaison théorique dudit élément de flèche non conforme dans l'une au moins des configurations intermédiaires.

**[0029]** Selon une autre caractéristique, le système de contrôle/commande est configuré pour stopper le système motorisé de pliage/dépliage en réponse à une détection d'une non-conformité de pliage/dépliage.

**[0030]** Selon une variante, la grue comprend un système d'alarme apte à émettre un signal d'alarme et relié au système de contrôle/commande, ledit système de contrôle/commande étant configuré pour commander l'émission du signal d'alarme par le système d'alarme en réponse à une détection d'une non-conformité de plia-

ge/dépliage.

**[0031]** L'invention se rapporte également à un procédé de contrôle pour contrôler des opérations de changement de configuration d'une grue à montage automatisé comprenant un mât supportant une flèche, ladite flèche étant une flèche pliable comprenant des éléments de flèche articulés entre eux, les opérations de changement de configuration mettant en oeuvre des cinématiques de pliage et de dépliage de la flèche et faisant passer ladite grue à montage automatisé d'une configuration de transport dans laquelle le mât et la flèche sont rassemblés sur eux-mêmes ou côte-à-côte, vers une configuration de travail dans laquelle le mât et la flèche sont déployés, ou inversement,

ce procédé de contrôle mettant en oeuvre les étapes suivantes :

- mesurer des inclinaisons réelles d'un ou plusieurs éléments de flèche par rapport à un axe de référence, au moyen d'un ou plusieurs inclinomètres monté(s) sur ledit élément de flèche ou sur lesdits plusieurs éléments de flèche ; et
- contrôler les opérations de changement de configuration en fonction des inclinaisons réelles dudit élément de flèche ou desdits plusieurs éléments de flèche lors des cinématiques de pliage et de dépliage de la flèche.

**[0032]** Dans une réalisation particulière, des inclinaisons théoriques de l'élément de flèche ou des plusieurs éléments de flèche par rapport à l'axe de référence sont stockées dans une mémoire, et le contrôle des opérations de changement de configuration comprend une comparaison des inclinaisons théoriques avec les inclinaisons réelles lors des cinématiques de pliage et de dépliage de la flèche.

**[0033]** Selon une possibilité, une non-conformité de pliage/dépliage est détectée si une inclinaison réelle de l'élément de flèche ou de l'un des plusieurs éléments de flèche, appelé élément de flèche non conforme, ne correspond pas à l'inclinaison théorique dudit élément de flèche non conforme lors des cinématiques de pliage et de dépliage de la flèche.

**[0034]** Selon une autre possibilité, la flèche occupe des configurations intermédiaires successives entre la configuration de transport et la configuration de travail, et inversement, lors des cinématiques de pliage et de dépliage de la flèche, et la non-conformité de pliage/dépliage est détectée si l'inclinaison réelle de l'élément de flèche non conforme ne correspond pas à l'inclinaison théorique dudit élément de flèche non conforme dans l'une au moins des configurations intermédiaires.

**[0035]** Selon une caractéristique, l'opération de changement de configuration est stoppée en réponse à une détection d'une non-conformité de pliage/dépliage.

**[0036]** Selon une autre caractéristique, un signal d'alarme est émis en réponse à une détection d'une non-conformité de pliage/dépliage.

**[Brève description des figures]**

**[0037]** D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée ci-après, d'un exemple de mise en oeuvre non limitatif, faite en référence aux figures annexées dans lesquelles :

Figure 1 est une vue schématique d'une grue à montage automatisé adaptée pour l'invention ;

Figure 2 est une vue schématique de la grue à montage automatisé de la Figure 1 illustrant les différentes configurations de la grue depuis une configuration de transport jusqu'à une position de travail selon un premier modèle cinématique ;

Figure 3 est une vue schématique de la grue à montage automatisé de la Figure 1 illustrant les différentes configurations de la grue depuis une configuration de transport jusqu'à une position de travail selon un seconde modèle cinématique ;

Figure 4 est une vue schématique partielle d'un premier élément de flèche, formant pied de flèche, sur lequel est monté un premier inclinomètre ;

Figure 5 est une vue schématique partielle d'un second élément de flèche sur lequel est monté un second inclinomètre ;

Figure 6 est une vue schématique d'une grue à montage automatisé selon l'invention, illustrant le système de contrôle /commande relié à des inclinomètres et à des actionneurs du système motorisé de pliage/dépliage.

**[Description détaillée d'un ou plusieurs modes de réalisation de l'invention]**

**[0038]** En référence à la Figure 6, une grue 1 à montage automatisé selon l'invention comprend un mât 2 monté sur une plateforme 10 et supportant une flèche 3. Le mât 2 peut être un mât pliable comprenant des éléments de mât articulés entre eux, ou être un mât télescopique comprenant des éléments de mât 21, 22 montés en télescopage comme dans les exemples illustrés sur les Figures. La flèche 3 est quant à elle une flèche pliable comprenant des éléments de flèche 31, 32, 33 articulés entre eux. Dans les exemples illustrés, la flèche 3 comprend trois éléments de flèche 31, 32, 33 successifs, à savoir :

- un premier élément de flèche 31, formant un pied de flèche, qui est articulé sur le mât 2,
- un second élément de flèche 32, formant un élément central, articulé sur le premier élément de flèche 31, et
- un troisième élément de flèche 33, formant pointe de flèche, articulé sur second élément de flèche 32.

**[0039]** La grue 1 est configurable entre :

- une configuration de transport CT (visible sur les Figures 2 et 3) dans laquelle le mât 2 et la flèche 3 sont rassemblés sur eux-mêmes ou côte-à-côte et s'étendent à l'horizontale, afin de former un colis transportable, et plus spécifiquement dans laquelle les éléments de mât 21, 22 sont repliés sur eux-mêmes (dans la version mât pliable) ou sont rétractés sur eux-mêmes (dans la version mât télescopique) et les éléments de flèche 31, 32, 33 sont à la fois repliés sur eux-mêmes et sur les éléments de mât 21, 22 ;
- au moins une configuration de travail CW (visible sur les Figures 2 à 4) dans laquelle le mât 2 et la flèche 3 sont déployés, et plus spécifiquement dans laquelle les éléments de mât 21, 22 sont dépliés (dans la version mât pliable) ou sont déployés (dans la version mât télescopique) et les éléments de flèche 31, 32, 33 sont dépliés pour s'étendre sensiblement horizontalement autrement dit selon un axe horizontal (flèche 3 horizontale) ou s'étendre selon un axe incliné par rapport à l'horizontale (flèche 3 relevée en sapine).

**[0040]** Dans la suite de la description, seule la configuration de travail avec la flèche 3 horizontale est décrite.

**[0041]** Il est à noter que, dans le cadre d'une flèche 3 à trois éléments de flèche 31, 32, 33, il est possible d'avoir une configuration de travail intermédiaire CWI (visible sur les Figures 1 à 3) dans laquelle seuls le premier élément de flèche 31 et le second élément de flèche 32 sont dépliés à l'horizontale, et le troisième élément de flèche 33 demeure replié vers l'arrière, au-dessus du second élément de flèche 32. Une telle configuration de travail intermédiaire CWI est utilisée pour travailler avec une flèche 3 plus courte, selon les besoins et conditions locales de travail.

**[0042]** La grue 1 est ainsi équipée d'un système motorisé de pliage/dépliage 4 qui est accouplé au mât 2 et à la flèche 3 pour agir sur le mât 2 et la flèche 3 pour plier et déplier la grue 1 et ainsi la faire passer de la configuration de travail vers la configuration de transport, et inversement. Autrement dit, ce système motorisé de pliage/dépliage 4 permet d'effectuer des opérations de changement de configuration mettant en oeuvre des cinématiques de pliage et de dépliage de la flèche 3, et le cas échéant de déploiement et de rétractation du mât 2.

**[0043]** Ce système motorisé de pliage/dépliage peut comprendre, dans l'exemple illustré sur la Figure 6, un vérin de basculement 40 connecté entre la plateforme 10 et le mât 2 pour lever/abaisser le mât 2 entre une position relevée à la verticale et une position abaissée à l'horizontale, et inversement. Ce vérin de basculement 40 peut être de type vérin hydraulique alimenté par un moteur électrique 41. Ce système motorisé de pliage/dépliage peut comprendre un treuil de pliage/dépliage 42 monté sur la plateforme 10 et muni d'un tambour sur lequel s'enroule un câble de déliage/dépliage 43 connec-

té à la flèche 3, pour plier/déplier la grue 1 et en particulier sa flèche 3. Ce treuil de pliage/dépliage 42 est activé par un moteur électrique 44.

**[0044]** La grue 1 comprend en outre un système de contrôle/commande 5 raccordé au système motorisé de pliage/dépliage 4, et plus spécifiquement aux moteurs électriques 41, 44, pour le piloter et contrôler les opérations de changement de configuration. Ainsi, un opérateur peut commander les opérations de changement de configuration au moyen d'une interface de pilotage (non illustrée), comme par exemple une commande manuelle filaire ou sans fil, qui est reliée au système de contrôle/commande 5.

**[0045]** Selon l'invention, la grue 1 comprend au moins un inclinomètre monté sur l'un des éléments de flèche 32, 32, 33 pour mesurer des inclinaisons réelles de cet élément de flèche par rapport à un axe de référence, comme un axe horizontal ou un axe vertical. Dans l'exemple illustré, la grue 1 comprend deux inclinomètres, à savoir un premier inclinomètre 61 et un second inclinomètre 62, montés sur le premier élément de flèche 31 et le second élément de flèche 32 respectivement, pour mesurer les inclinaisons réelles de ce premier élément de flèche 31 et de ce second élément de flèche 32 respectivement.

**[0046]** En référence à la Figure 4, le premier inclinomètre 61, fixé sur le premier élément de flèche 31, peut être placé à proximité l'articulation du premier élément de flèche 31 sur le sommet du mât. En référence à la Figure 5, le second inclinomètre 62, fixé sur le second élément de flèche 32, peut être placé à proximité l'articulation entre le second élément de flèche 32 et le premier élément de flèche 31.

**[0047]** Chacun des deux inclinomètres 61, 62 peut être un inclinomètre à mesure angulaire absolue par rapport à la verticale ou à l'horizontale, suivant le modèle. Les inclinomètres 61, 62 peuvent être des capteurs de taille réduite qui sont directement montés dans un endroit protégé de la structure de chaque élément de flèche 31, 32.

**[0048]** Le système de contrôle/commande 5 est relié aux deux inclinomètres 61, 62 et peut ainsi piloter le système motorisé de pliage/dépliage 4 et contrôler les opérations de changement de configuration en fonction des inclinaisons réelles du premier élément de flèche 31 et du second élément de flèche 32 lors des cinématiques de pliage et de dépliage de la flèche 3.

**[0049]** En référence aux Figures 2 et 3, la grue 1, et donc le mât 2 et la flèche 3, occupent des configurations intermédiaires successives entre la configuration de transport CT et la configuration de travail CW, et inversement, lors des cinématiques de pliage et de dépliage de la flèche, en commençant par (lorsqu'on part de la configuration de transport CT) :

- une première configuration intermédiaire C11 dans laquelle le mât 2 et la flèche 3 sont rassemblés sur eux-mêmes ou côte-à-côte et sont inclinés ensemble par rapport à l'horizontale (ou par rapport à un

axe horizontal AH) selon un premier angle A1, par exemple de l'ordre de 20 degrés ; suivie par

- une seconde configuration intermédiaire C12 dans laquelle le mât 2 et la flèche 3 sont rassemblés sur eux-mêmes ou côte-à-côte et sont inclinés ensemble par rapport à l'horizontale selon un second angle A2 supérieur au premier angle A1, par exemple de l'ordre de 45 degrés ; et suivie par
- une troisième configuration intermédiaire C13 dans laquelle le mât 2 et la flèche 3 sont rassemblés sur eux-mêmes ou côte-à-côte et sont inclinés ensemble par rapport à l'horizontale selon un angle droit (ou angle de 90 degrés), de sorte que le mât 2 et la flèche 3 sont tous les deux à la verticale.

**[0050]** Dans ces trois configurations intermédiaires C11, C12, C13, le mât 2 et tous les éléments de flèche 31, 32, 33 ont la même inclinaison, de sorte que chacun des deux inclinomètres 61, 62 permet de suivre en temps réel les inclinaisons du mât 2 et des éléments de flèche 31, 32, 33.

**[0051]** Ensuite, une fois la troisième configuration intermédiaire C13 atteinte (lorsqu'on part de la configuration de transport CT en direction de la configuration de travail CW), sont prévues :

- une première phase de dépliage de la flèche 3 comprenant plusieurs configurations intermédiaires C14 à C17 successives, et dans laquelle la flèche 3 commence à se déplier ; et
- une phase de déploiement du mât 2 dans laquelle le mât 2 se déploie pour amener la flèche 3 en position haute.

**[0052]** Dans la cinématique de la Figure 2, la première phase de dépliage de la flèche 3 s'opère avant la phase de déploiement du mât 2 et à l'inverse, dans la cinématique de la Figure 3, la première phase de dépliage de la flèche 3 s'opère après la phase de déploiement du mât 2.

**[0053]** Concernant la première phase de dépliage de la flèche 3, ses configurations intermédiaires successives sont :

- une quatrième configuration intermédiaire C14 dans laquelle le premier élément de flèche 31 reste à la verticale contre le mât 2, tandis que le second élément de flèche 32 et le troisième élément de flèche 33 sont rassemblés sur eux-mêmes et sont inclinés par rapport au premier élément de flèche selon un premier angle d'ouverture A3 donné ;
- une cinquième configuration intermédiaire C15 dans laquelle le premier élément de flèche 31 est écarté du mât 2 pour être incliné par rapport à la verticale (ou par rapport à un axe vertical AV) selon un cinquième angle A5, par exemple de l'ordre de 30 degrés, tandis que le second élément de flèche 32 et le troisième élément de flèche 33 sont encore ras-

- semblés sur eux-mêmes et sont inclinés par rapport au premier élément de flèche 31 selon le même premier angle d'ouverture A3 ;
- une sixième configuration intermédiaire C16 dans laquelle le premier élément de flèche 31 est encore plus écarté du mât 2 pour être incliné par rapport à la verticale selon un sixième angle A6 supérieur au cinquième angle A5, par exemple de l'ordre de 65 degrés, tandis que le second élément de flèche 32 et le troisième élément de flèche 33 sont encore rassemblés sur eux-mêmes et sont inclinés par rapport au premier élément de flèche 31 selon le même premier angle d'ouverture A3 ;
  - une septième configuration intermédiaire C17 dans laquelle le premier élément de flèche 31 est incliné par rapport à la verticale selon un angle droit, de sorte que le premier élément de flèche 31 est à l'horizontale, tandis que le second élément de flèche 32 et le troisième élément de flèche 33 sont rassemblés sur eux-mêmes et sont inclinés par rapport au premier élément de flèche 31 selon le même premier angle d'ouverture A3.

**[0054]** Dans la cinématique de la Figure 2, la septième configuration intermédiaire C17 est suivie de la phase de déploiement du mât 2, de sorte qu'elle est suivie d'une huitième configuration intermédiaire C18 dans laquelle le premier élément de flèche 31 est à l'horizontale, tandis que le second élément de flèche 32 et le troisième élément de flèche 33 sont rassemblés sur eux-mêmes et sont inclinés par rapport au premier élément de flèche 31 selon le même premier angle d'ouverture A3.

**[0055]** Dans la cinématique de la Figure 3, la quatrième configuration intermédiaire C14 est précédée de la phase de déploiement du mât 2, de sorte que la septième configuration intermédiaire C17 sur la Figure 3 correspond à la huitième configuration intermédiaire C18 sur la Figure 2.

**[0056]** Les deux inclinomètres 61, 62 permettent de suivre en temps réel les inclinaisons des trois éléments de flèche 31, 32, 33, dans la mesure où le second élément de flèche 32 et le troisième élément de flèche 33 ont la même inclinaison relative vis-à-vis du premier élément de flèche 31 (selon le premier angle d'ouverture A3).

**[0057]** Ensuite, une fois la septième configuration intermédiaire C17 ou la huitième configuration intermédiaire C18 atteinte (lorsqu'on part de la configuration de transport CT en direction de la configuration de travail CW), est prévue une seconde phase de dépliage de la flèche 3, dans laquelle est déplié le second élément de flèche 32.

**[0058]** Concernant la seconde phase de dépliage de la flèche 3, ses configurations intermédiaires successives sont :

- une neuvième configuration intermédiaire C19 dans laquelle le premier élément de flèche 31 reste à l'horizontale, tandis que le second élément de flèche 32

et le troisième élément de flèche 33 s'écartent ensemble du premier élément de flèche 31 et sont inclinés par rapport à l'horizontale selon un angle droit pour être ainsi à la verticale ;

- 5 - une dixième configuration intermédiaire C110 dans laquelle le premier élément de flèche 31 reste à l'horizontale, tandis que le second élément de flèche 32 continue de s'écarter du premier élément de flèche 31 au-delà de la position verticale de la neuvième configuration intermédiaire C19, et enfin le troisième élément de flèche 33 s'écarte du second élément de flèche 32 selon un second angle d'ouverture A10, par exemple de l'ordre de 5 à 10 degrés ; et
- 10 - une onzième configuration intermédiaire qui correspond à la configuration de travail intermédiaire CWI précédemment décrite, dans laquelle le premier élément de flèche 31 est à l'horizontale, le second élément de flèche 32 est totalement déplié et s'étend aussi à l'horizontale, et le troisième élément de flèche 33 est écarté du second élément de flèche 32 selon le second angle d'ouverture A10.

**[0059]** Ce second angle d'ouverture A10 peut être un angle fixé mécaniquement, pour permettre d'amorcer le dépliage du troisième élément de flèche 33.

**[0060]** Les deux inclinomètres 61, 62 permettent de suivre en temps réel les inclinaisons au moins du premier élément de flèche 31 et du second élément de flèche 32, voire aussi du troisième élément de flèche 33 en considérant que le second angle d'ouverture A10 est fixé ou imposé mécaniquement dans les configurations intermédiaires C110 et CWI, de sorte que son inclinaison se déduit de celle du second élément de flèche 32. Il est aussi envisageable de prévoir un troisième inclinomètre sur le troisième élément de flèche 33 pour suivre son inclinaison en temps réel.

**[0061]** Enfin, une fois la configuration de travail intermédiaire CWI atteinte (lorsqu'on part de la configuration de transport CT en direction de la configuration de travail CW), est prévue une troisième phase de dépliage de la flèche 3, dans laquelle est déplié le troisième élément de flèche 33. Concernant la troisième phase de dépliage de la flèche 3, est prévue une douzième configuration intermédiaire C112 dans laquelle le premier élément de flèche 31 et le second élément de flèche 32 sont à l'horizontale, et le troisième élément de flèche 33 est écarté du second élément de flèche 32 selon un angle d'inclinaison supérieur ou égal à 90 degrés, avant d'atteindre la configuration de travail CW dans laquelle les trois éléments de flèche 31, 32, 33 sont tous horizontales.

**[0062]** Le système de contrôle/commande 5 peut ainsi être configuré pour contrôler les opérations de changement de configuration en fonction des inclinaisons réelles des éléments de flèche 31, 32 dans tout ou partie des configurations intermédiaires ou entre des configurations intermédiaires successives.

**[0063]** Comme visible sur la Figure 6, la grue 1 peut comprendre une mémoire 50 stockant des inclinaisons

théoriques des éléments de flèche 31, 32 par rapport à l'axe de référence, dans tout ou partie des configurations intermédiaires, par exemple dans toutes les configurations intermédiaires, et éventuellement aussi dans la configuration de transport CT et dans la configuration de travail CW.

**[0064]** Le système de contrôle/commande 5 est raccordé à cette mémoire 50 et est configuré pour contrôler les opérations de changement de configuration en comparant les inclinaisons théoriques avec les inclinaisons réelles lors des cinématiques de pliage et de dépliage de la flèche 3. Ainsi, le système de contrôle/commande 5 peut valider chaque configuration intermédiaire avant de poursuivre la cinématique de pliage ou de dépliage, en se basant sur les inclinaisons réelles mesurées par les inclinomètres 61, 62.

**[0065]** De manière pratique, le système de contrôle/commande 5 est configuré pour autoriser le passage d'une configuration actuelle à une configuration postérieure, à la condition où les inclinaisons réelles des éléments de flèche 31, 32 dans la configuration actuelle correspondent aux inclinaisons théoriques respectives des éléments de flèche 31, 32 dans cette configuration actuelle.

**[0066]** Aussi, le système de contrôle/commande 5 est configuré pour détecter une non-conformité de pliage/dépliage si une inclinaison réelle de l'un des éléments de flèche 31, 32, appelé élément de flèche non conforme, ne correspond pas à l'inclinaison théorique de cet élément de flèche non conforme lors des cinématiques de pliage et de dépliage de la flèche 3. Ainsi, le système de contrôle/commande 5 évalue qu'il y a une non-conformité de pliage/dépliage si, dans une configuration actuelle, l'inclinaison réelle de l'un au moins des éléments de flèche 31, 32 ne correspond pas à l'inclinaison théorique de cet élément de flèche dans cette configuration actuelle. Dans ce cas, et comme précédemment décrit, le système de contrôle/commande 5 n'autorise pas le passage vers la configuration postérieure, et il stopper le système motorisé de pliage/dépliage 4 en réponse à la détection d'une telle non-conformité de pliage/dépliage.

**[0067]** Ainsi, le système de contrôle/commande 5 vérifie la cohérence des mouvements et de la position des éléments de flèche 31, 32 lors des phases transitoires de montage (autrement dit dans les configurations intermédiaires) et ainsi valide les configurations intermédiaires durant ces phases transitoires ainsi que la cohérence des mouvements durant les déplacements des éléments de flèche 31, 32 entre deux configurations intermédiaires.

## Revendications

1. Grue (1) à montage automatisé comprenant un mât (2) supportant une flèche (3), ladite flèche (3) étant une flèche pliable comprenant des éléments de flèche (31, 32, 33) articulés entre eux, ladite grue (1)

à montage automatisé étant configurable entre une configuration de transport (CT) dans laquelle le mât (2) et la flèche (3) sont rassemblés sur eux-mêmes ou côte-à-côte, et au moins une configuration de travail (CW) dans laquelle le mât (2) et la flèche (3) sont déployés, ladite grue (1) à montage automatisé comprenant un système motorisé de pliage/dépliage (4) qui est accouplé au mât (2) et à la flèche (3) pour agir sur ledit mât (2) et ladite flèche (3) afin d'effectuer des opérations de changement de configuration mettant en oeuvre des cinématiques de pliage et de dépliage de la flèche (3), et comprenant un système de contrôle/commande (5) raccordé au système motorisé de pliage/dépliage (4) pour le piloter et contrôler les opérations de changement de configuration,

ladite grue (1) à montage automatisé étant **caractérisée en ce qu'elle** comprend un ou plusieurs inclinomètres (61, 62) monté(s) sur un ou plusieurs éléments de flèche (31, 32) pour mesurer des inclinaisons réelles dudit élément de flèche ou desdits plusieurs éléments de flèche (31, 32) par rapport à un axe de référence, **et en ce que** le système de contrôle/commande (5) est configuré pour piloter le système motorisé de pliage/dépliage (4) et contrôler les opérations de changement de configuration en fonction des inclinaisons réelles dudit élément de flèche ou desdits plusieurs éléments de flèche (31, 32) lors des cinématiques de pliage et de dépliage de la flèche (3).

2. Grue (1) à montage automatisé selon la revendication 1, comprenant au moins deux inclinomètres (61, 62) montés sur deux éléments de flèche (31, 32) respectifs pour mesurer les inclinaisons réelles desdits deux éléments de flèche (31, 32) par rapport à l'axe de référence.

3. Grue (1) à montage automatisé selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle les éléments de flèche (31, 32, 33) comprennent au moins un premier élément de flèche (31), formant un pied de flèche, qui est articulé sur le mât (2), et un second élément de flèche (32) articulé sur le premier élément de flèche (31), et dans laquelle un premier inclinomètre (61) est monté sur l'un du premier élément de flèche (31) et du second élément de flèche (32).

4. Grue (1) à montage automatisé selon les revendications 2 et 3, dans laquelle un second inclinomètre (62) est monté sur l'autre du premier élément de flèche (31) et du second élément de flèche (32).

5. Grue (1) à montage automatisé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la flèche (3) occupe des configurations intermédiaires

- res (CI1, CI2, CI3, CI4, CI5, CI6, CI7, CI8, CI9, CI10, CWI) successives entre la configuration de transport (CT) et la configuration de travail (CW), et inversement, lors des cinématiques de pliage et de dépliage de la flèche (3), et le système de contrôle/commande (5) est configuré pour contrôler les opérations de changement de configuration en fonction des inclinaisons réelles de l'élément de flèche (3) ou des plusieurs éléments de flèche (31, 32) dans plusieurs configurations intermédiaires, par exemple dans toutes les configurations intermédiaires, ou entre des configurations intermédiaires successives.
6. Grue (1) à montage automatisé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant une mémoire (50) stockant des inclinaisons théoriques de l'élément de flèche (3) ou des plusieurs éléments de flèche (31, 32) par rapport à l'axe de référence, et le système de contrôle/commande (5) est raccordé à ladite mémoire (50) et est configuré pour contrôler les opérations de changement de configuration en comparant les inclinaisons théoriques avec les inclinaisons réelles lors des cinématiques de pliage et de dépliage de la flèche (3).
  7. Grue (1) à montage automatisé selon les revendications 5 et 6, dans laquelle la mémoire (50) stocke des inclinaisons théoriques de l'élément de flèche (3) ou des plusieurs éléments de flèche (31, 32) dans plusieurs configurations intermédiaires (CI1, CI2, CI3, CI4, CI5, CI6, CI7, CI8, CI9, CI10, CWI), par exemple dans toutes les configurations intermédiaires, et le système de contrôle/commande (5) est configuré pour contrôler les opérations de changement de configuration en comparant les inclinaisons théoriques avec les inclinaisons réelles dans les plusieurs configurations intermédiaires lors des cinématiques de pliage et de dépliage de la flèche (3).
  8. Grue (1) à montage automatisé selon la revendication 7, dans laquelle la mémoire (50) stocke des inclinaisons théoriques de l'élément de flèche (3) ou des plusieurs éléments de flèche (31, 32) dans la configuration de transport (CT) et dans la configuration de travail (CW), et le système de contrôle/commande (5) est configuré pour contrôler les opérations de changement de configuration en comparant également les inclinaisons théoriques avec les inclinaisons réelles dans la configuration de transport (CT) et dans la configuration de travail (CW) lors des cinématiques de pliage et de dépliage de la flèche (3).
  9. Grue (1) à montage automatisé selon la revendication 7 ou 8, dans laquelle le système de contrôle/commande (5) est configuré pour autoriser le passage d'une configuration actuelle à une configuration postérieure, comme par exemple d'une configuration intermédiaire actuelle à une configuration intermédiaire postérieure, à la condition où l'inclinaison réelle de l'élément de flèche (3) ou les inclinaisons réelles des plusieurs éléments de flèche (31, 32) dans la configuration actuelle correspondent à l'inclinaison théorique de l'élément de flèche (3) ou aux inclinaisons théoriques des plusieurs éléments de flèche (31, 32) dans la configuration actuelle.
  10. Grue (1) à montage automatisé selon l'une quelconque des revendications 5 à 9, dans laquelle le système de contrôle/commande (5) est configuré pour détecter une non-conformité de pliage/dépliage si une inclinaison réelle de l'élément de flèche (3) ou de l'un des plusieurs éléments de flèche (31, 32), appelé élément de flèche (3) non conforme, ne correspond pas à l'inclinaison théorique dudit élément de flèche (3) non conforme lors des cinématiques de pliage et de dépliage de la flèche (3).
  11. Grue (1) à montage automatisé selon les revendications 7 et 10, dans laquelle le système de contrôle/commande (5) est conformé pour détecter la non-conformité de pliage/dépliage si l'inclinaison réelle de l'élément de flèche (3) non conforme ne correspond pas à l'inclinaison théorique dudit élément de flèche (3) non conforme dans l'une au moins des configurations intermédiaires (CI1, CI2, CI3, CI4, CI5, CI6, CI7, CI8, CI9, CI10, CWI).
  12. Grue (1) à montage automatisé selon les revendications 10 ou 11, dans laquelle le système de contrôle/commande (5) est configuré pour stopper le système motorisé de pliage/dépliage (4) en réponse à une détection d'une non-conformité de pliage/dépliage.
  13. Procédé de contrôle pour contrôler des opérations de changement de configuration d'une grue (1) à montage automatisé comprenant un mât (2) supportant une flèche (3), ladite flèche (3) étant une flèche (3) pliable comprenant des éléments de flèche (31, 32, 33) articulés entre eux, les opérations de changement de configuration mettant en oeuvre des cinématiques de pliage et de dépliage de la flèche (3) et faisant passer ladite grue (1) à montage automatisé d'une configuration de transport (CT) dans laquelle le mât (2) et la flèche (3) sont rassemblés sur eux-mêmes ou côte-à-côte, vers une configuration de travail (CW) dans laquelle le mât (2) et la flèche (3) sont déployés, ou inversement, caractérisé en ce que ledit procédé de contrôle mettant en oeuvre les étapes suivantes :
    - mesurer des inclinaisons réelles d'un ou plusieurs éléments de flèche (31, 32) par rapport à un axe de référence, au moyen d'un ou plusieurs inclinomètres (61, 62) monté(s) sur ledit élément de flèche (3) ou sur lesdits plusieurs éléments

de flèche (31, 32) ; et

- contrôler les opérations de changement de configuration en fonction des inclinaisons réelles dudit élément de flèche (3) ou desdits plusieurs éléments de flèche (31, 32) lors des cinématiques de pliage et de dépliage de la flèche (3).

14. Procédé de contrôle selon la revendication 13, dans lequel des inclinaisons théoriques de l'élément de flèche (3) ou des plusieurs éléments de flèche (31, 32) par rapport à l'axe de référence sont stockées dans une mémoire (50), et le contrôle des opérations de changement de configuration comprend une comparaison des inclinaisons théoriques avec les inclinaisons réelles lors des cinématiques de pliage et de dépliage de la flèche (3).

15. Procédé de contrôle selon la revendication 13 ou 14, dans lequel une non-conformité de pliage/dépliage est détectée si une inclinaison réelle de l'élément de flèche (3) ou de l'un des plusieurs éléments de flèche (31, 32), appelé élément de flèche (3) non conforme, ne correspond pas à l'inclinaison théorique dudit élément de flèche (3) non conforme lors des cinématiques de pliage et de dépliage de la flèche (3).

16. Procédé de contrôle selon les revendications 14 et 15, dans lequel la flèche (3) occupe des configurations intermédiaires (CI1, CI2, CI3, CI4, CI5, CI6, CI7, CI8, CI9, CI10, CWI) successives entre la configuration de transport (CT) et la configuration de travail (CW), et inversement, lors des cinématiques de pliage et de dépliage de la flèche (3), et la non-conformité de pliage/dépliage est détectée si l'inclinaison réelle de l'élément de flèche (3) non conforme ne correspond pas à l'inclinaison théorique dudit élément de flèche (3) non conforme dans l'une au moins des configurations intermédiaires.

17. Procédé de contrôle selon la revendication 15 ou 16, dans lequel l'opération de changement de configuration est stoppée en réponse à une détection d'une non-conformité de pliage/dépliage.

#### Patentansprüche

1. Selbstaufstellender Kran (1), der einen Mast (2) umfasst, der einen Ausleger (3) trägt, wobei der Ausleger (3) ein zusammenklappbarer Ausleger (3) ist, der gelenkig miteinander verbundene Auslegerelemente (31, 32, 33) umfasst, wobei der selbstaufstellende Kran (1) zwischen einer Transportkonfiguration (CT), in der der Mast (2) und der Ausleger (3) zusammengeführt sind oder nebeneinander liegen, und mindestens einer Arbeitskonfiguration (CW), in der der Mast (2) und der Ausleger (3) eingesetzt wer-

den, konfigurierbar ist, wobei der selbstaufstellende Kran (1) ein motorbetriebenes Zusammenklapp-/Aufklappsystem (4) umfasst, das mit dem Mast (2) und dem Ausleger (3) gekoppelt ist, um auf den Mast (2) und den Ausleger (3) einzuwirken, um Konfigurationsänderungsvorgänge auszuführen, bei denen die Kinematik des Zusammenklappens und Aufklappens des Auslegers (3) durchgeführt wird, und ein Steuer-/Befehlssystem (5) umfasst, das mit dem motorbetriebenen Zusammenklapp-/Aufklappsystem (4) verbunden ist, um dies anzutreiben und die Konfigurationsänderungsvorgänge zu steuern,

wobei der selbstaufstellende Kran (1) **dadurch gekennzeichnet ist, dass** er ein oder mehrere Neigungsmesser (61, 62) umfasst, die an einem oder mehreren Auslegerelementen (31, 32) montiert sind, um tatsächliche Neigungen des Auslegerelements oder der mehreren Auslegerelemente (31, 32) in Bezug auf eine Referenzachse zu messen, und dadurch, dass das Steuer-/Befehlssystem (5) dazu konfiguriert ist, das motorbetriebene Zusammenklapp-/Aufklappsystem (4) anzutreiben und die Konfigurationsänderungsvorgänge entsprechend den tatsächlichen Neigungen des Auslegerelements oder der mehreren Auslegerelemente (31, 32) während der Kinematik des Zusammenklappens und Aufklappens des Auslegers (3) zu steuern.

2. Selbstaufstellender Kran (1) nach Anspruch 1, der mindestens zwei Neigungsmesser (61, 62) umfasst, die an zwei jeweiligen Auslegerelementen (31, 32) montiert sind, um die tatsächlichen Neigungen der beiden Auslegerelemente (31, 32) in Bezug auf die Referenzachse zu messen.

3. Selbstaufstellender Kran (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Auslegerelemente (31, 32, 33) mindestens ein erstes Auslegerelement (31), einen Auslegerfuß bildet und gelenkig mit dem Mast (2) verbunden ist, und ein zweites Auslegerelement (32) umfasst, das gelenkig mit dem ersten Auslegerelement (31) verbunden ist, und wobei ein erster Neigungsmesser (61) an einem vom ersten Auslegerelement (31) und vom zweiten Auslegerelement (32) montiert ist.

4. Selbstaufstellender Kran (1) nach den Ansprüchen 2 und 3, wobei ein zweiter Neigungsmesser (62) am anderen von dem ersten Auslegerelement (31) und vom zweiten Auslegerelement (32) montiert ist.

5. Selbstaufstellender Kran (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Ausleger (3) während der Kinematik des Zusammenklappens und

- Aufklappens des Auslegers (3) aufeinanderfolgende Zwischenkonfigurationen (CI1, CI2, CI3, CI4, CI5, CI6, CI7, CI8, CI9, CI10, CWI) zwischen der Transportkonfiguration (CT) und der Arbeitskonfiguration (CW) und umgekehrt einnimmt, und das Steuer-/Befehlssystem (5) dazu konfiguriert ist, die Konfigurationsänderungsvorgänge entsprechend den tatsächlichen Neigungen des Auslegerelements (3) oder der mehreren Auslegerelemente (31, 32) in mehreren Zwischenkonfigurationen, zum Beispiel in allen Zwischenkonfigurationen oder zwischen den aufeinanderfolgenden Zwischenkonfigurationen, zu steuern.
6. Selbstaufstellender Kran (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, der einen Speicher (50) umfasst, der theoretische Neigungen des Auslegerelements (3) oder der mehreren Auslegerelemente (31, 32) in Bezug auf die Referenzachse speichert, und wobei das Steuer-/Befehlssystem (5) mit dem Speicher (50) verbunden und dazu konfiguriert ist, die Konfigurationsänderungsvorgänge durch Vergleichen der theoretischen Neigungen mit den tatsächlichen Neigungen während der Kinematik des Zusammenklappens und Aufklappens des Auslegers (3) zu steuern.
  7. Selbstaufstellender Kran (1) nach den Ansprüchen 5 und 6, wobei der Speicher (50) die theoretischen Neigungen des Auslegerelements (3) oder der mehreren Auslegerelemente (31, 32) in mehreren Zwischenkonfigurationen (CI1, CI2, CI3, CI4, CI5, CI6, CI7, CI8, CI9, CI10, CWI), zum Beispiel in allen Zwischenkonfigurationen, speichert, und das Steuer-/Befehlssystem (5) dazu konfiguriert ist, die Konfigurationsänderungsvorgänge durch Vergleichen der theoretischen Neigungen mit den tatsächlichen Neigungen in den mehreren Zwischenkonfigurationen während der Kinematik des Zusammenklappens und Aufklappens des Auslegers (3) zu steuern.
  8. Selbstaufstellender Kran (1) nach Anspruch 7, wobei der Speicher (50) theoretische Neigungen des Auslegerelements (3) oder der mehreren Auslegerelemente (31, 32) in der Transportkonfiguration (CT) und in der Arbeitskonfiguration (CW) speichert, und das Steuer-/Befehlssystem (5) dazu konfiguriert ist, die Konfigurationsänderungsvorgänge ebenfalls durch Vergleichen der theoretischen Neigungen mit den tatsächlichen Neigungen in der Transportkonfiguration (CT) und in der Arbeitskonfiguration (CW) während der Kinematik des Zusammenklappens und Aufklappens des Auslegers (3) zu steuern.
  9. Selbstaufstellender Kran (1) nach Anspruch 7 oder 8, wobei das Steuer-/Befehlssystem (5) dazu konfiguriert ist, das Umschalten von einer aktuellen Konfiguration in eine spätere Konfiguration, zum Beispiel von einer aktuellen Zwischenkonfiguration in eine spätere Zwischenkonfiguration, unter der Bedingung zu gestatten, dass die tatsächliche Neigung des Auslegerelements (3) oder die tatsächlichen Neigungen der mehreren Auslegerelemente (31, 32) in der aktuellen Konfiguration der theoretischen Neigung des Auslegerelements (3) oder den theoretischen Neigungen der mehreren Auslegerelemente (31, 32) in der aktuellen Konfiguration entsprechen.
  10. Selbstaufstellender Kran (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 9, wobei das Steuer-/Befehlssystem (5) dazu konfiguriert ist, eine Nichtübereinstimmung des Zusammenklappens/Aufklappens zu erkennen, wenn eine tatsächliche Neigung des Auslegerelements (3) oder eines der mehreren Auslegerelemente (31, 32), das als nicht übereinstimmendes Auslegerelement (3) bezeichnet wird, nicht der theoretischen Neigung des nicht übereinstimmenden Auslegerelements (3) während der Kinematik des Zusammenklappens und Aufklappens des Auslegers (3) entspricht.
  11. Selbstaufstellender Kran (1) nach den Ansprüchen 7 und 10, wobei das Steuer-/Befehlssystem (5) dazu ausgebildet ist, die Nichtübereinstimmung des Zusammenklappens/Aufklappens zu erkennen, wenn die tatsächliche Neigung des nicht übereinstimmenden Auslegerelements (3) nicht der theoretischen Neigung des nicht übereinstimmenden Auslegerelements (3) in mindestens einer der Zwischenkonfigurationen (CI1, CI2, CI3, CI4, CI5, CI6, CI7, CI8, CI9, CI10, CWI) entspricht.
  12. Selbstaufstellender Kran (1) nach den Ansprüchen 10 oder 11, wobei das Steuer-/Befehlssystem (5) dazu konfiguriert ist, das motorbetriebene Zusammenklapp-/Aufklappsystem (4) als Reaktion auf ein Erkennen einer Nichtübereinstimmung des Zusammenklappens/Ausklappens zu stoppen.
  13. Steuerverfahren zum Steuern von Konfigurationsänderungsvorgängen eines selbstaufstellenden Krans (1), der einen Mast (2) umfasst, der einen Ausleger (3) trägt, wobei der Ausleger (3) ein zusammenklappbarer Ausleger (3) ist, der gelenkig miteinander verbundene Auslegerelemente (31, 32, 33) umfasst, wobei die Konfigurationsänderungsvorgänge eine Kinematik des Zusammenklappens und Aufklappens des Auslegers (3) durchführen und bewirken, dass der selbstaufstellende Kran (1) von einer Transportkonfiguration (CT), in der der Mast (2) und der Ausleger (3) zusammengeführt sind oder nebeneinander liegen, in eine Arbeitskonfiguration (CW), in der der Mast (2) und der Ausleger (3) eingesetzt werden, übergeht oder umgekehrt, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerverfahren die folgenden Schritte durchführt:

- Messen der tatsächlichen Neigungen eines oder mehrerer Auslegerelemente (31, 32) in Bezug auf eine Referenzachse mittels eines oder mehrerer Neigungsmesser (61, 62), die am Auslegerelement (3) oder an den mehreren Auslegerelementen (31, 32) montiert sind; und
- Steuern der Konfigurationsänderungsvorgänge entsprechend den tatsächlichen Neigungen des Auslegerelements (3) oder der mehreren Auslegerelemente (31, 32) während der Kinematik des Zusammenklappens und Aufklappens des Auslegers (3).
14. Steuerverfahren nach Anspruch 13, wobei die theoretischen Neigungen des Auslegerelements (3) oder der mehreren Auslegerelemente (31, 32) in Bezug auf die Referenzachse in einem Speicher (50) gespeichert werden und das Steuern der Konfigurationsänderungsvorgänge ein Vergleichen der theoretischen Neigungen mit den tatsächlichen Neigungen während der Kinematik des Zusammenklappens und Aufklappens des Auslegers (3) umfasst.
15. Steuerverfahren nach Anspruch 13 oder 14, wobei eine Nichtübereinstimmung des Zusammenklappens/Aufklappens erkannt wird, wenn eine tatsächliche Neigung des Auslegerelements (3) oder eines der mehreren Auslegerelemente (31, 32), das als nicht übereinstimmendes Auslegerelement (3) bezeichnet wird, nicht der theoretischen Neigung des nicht übereinstimmenden Auslegerelements (3) während der Kinematik des Zusammenklappens und Aufklappens des Auslegers (3) entspricht.
16. Steuerverfahren nach den Ansprüchen 14 und 15, wobei der Ausleger (3) während der Kinematik des Zusammenklappens und Aufklappens des Auslegers (3) aufeinanderfolgende Zwischenkonfigurationen (CI1, CI2, CI3, CI4, CI5, CI6, CI7, CI8, CI9, CI10, CWI) zwischen der Transportkonfiguration (CT) und der Arbeitskonfiguration (CW) und umgekehrt einnimmt, und die Nichtübereinstimmung des Zusammenklappens/Aufklappens erkannt wird, wenn die tatsächliche Neigung des nicht übereinstimmenden Auslegerelements (3) nicht der theoretischen Neigung des nicht übereinstimmenden Auslegerelements (3) in mindestens einer der Zwischenkonfigurationen entspricht.
17. Steuerverfahren nach Anspruch 15 oder 16, wobei der Konfigurationsänderungsvorgang als Reaktion auf ein Erkennen einer Nichtübereinstimmung des Zusammenklappens/Aufklappens gestoppt wird.

## Claims

1. A Self-erecting crane (1) comprising a mast (2) sup-

porting a jib (3), said jib (3) being a foldable jib comprising jib elements (31, 32, 33) articulated together, said self-erecting crane (1) being configurable between a transport configuration (CT) in which the mast (2) and the jib (3) are joined together or side-by-side, and at least one work configuration (CW) in which the mast (2) and the jib (3) are deployed, said self-erecting crane (1) comprising a motor-driven folding/unfolding system (4) which is coupled to the mast (2) and to the jib (3) to act on said mast (2) and on said jib (3) in order to perform configuration change operations implementing kinematics of folding and unfolding the jib (3), and comprising a control/command system (5) connected to the motor-driven folding/unfolding system (4) to drive it and control the configuration change operations,

said self-erecting crane (1) being **characterized in that** it comprises one or several inclinometer(s) (61, 62) mounted on one or several jib element(s) (31, 32) for measuring actual inclinations of said jib element or of said several jib elements (31, 32) with respect to a reference axis,

and **in that** the control/command system (5) is configured to drive the motor-driven folding/unfolding system (4) and control the configuration change operations according to the actual inclinations of said jib element or of said several jib elements (31, 32) during the kinematics of folding and unfolding the jib (3).

2. The self-erecting crane (1) according to claim 1, comprising at least two inclinometers (61, 62) mounted on two respective jib elements (31, 32) for measuring the actual inclinations of said two jib elements (31, 32) with respect to the reference axis.
3. The self-erecting crane (1) according to claim 1 or 2, wherein the jib elements (31, 32, 33) comprise at least one first jib element (31), forming a jib foot, which is articulated on the mast (2), and a second jib element (32) articulated on the first jib element (31), and wherein a first inclinometer (61) is mounted on one of the first jib element (31) and of the second jib element (32).
4. The self-erecting crane (1) according to claims 2 and 3, wherein a second inclinometer (62) is mounted on the other one of the first jib element (31) and of the second jib element (32).
5. The self-erecting crane (1) according to any one of the preceding claims, wherein the jib (3) occupies successive intermediate configurations (CI1, CI2, CI3, CI4, CI5, CI6, CI7, CI8, CI9, CI10, CWI) between the transport configuration (CT) and the work configuration (CW), and vice versa, during the kinemat-

- ics of folding and unfolding the jib (3), and the control/command system (5) is configured to control the configuration change operations according to the actual inclinations of the jib element (3) or of the several jib elements (31, 32) in several intermediate configurations, for example in all intermediate configurations, or between successive intermediate configurations.
6. The self-erecting crane (1) according to any one of the preceding claims, comprising a memory (50) storing theoretical inclinations of the jib element (3) or of the several jib elements (31, 32) with respect to the reference axis, and the control/command system (5) is connected to said memory (50) and is configured to control the configuration change operations by comparing the theoretical inclinations with the actual inclinations during the kinematics of folding and unfolding the jib (3).
7. The self-erecting crane (1) according to claims 5 and 6, wherein the memory (50) stores theoretical inclinations of the jib element (3) or of the several jib elements (31, 32) in several intermediate configurations (C11, C12, C13, C14, C15, C16, C17, C18, C19, C110, CWI), for example in all intermediate configurations, and the control/command system (5) is configured to control the configuration change operations by comparing the theoretical inclinations with the actual inclinations in the several intermediate configurations during the kinematics of folding and unfolding the jib (3).
8. The self-erecting crane (1) according to claim 7, wherein the memory (50) stores theoretical inclinations of the jib element (3) or of the several jib elements (31, 32) in the transport configuration (CT) and in the work configuration (CW), and the control/command system (5) is configured to control the configuration change operations by also comparing the theoretical inclinations with the actual inclinations in the transport configuration (CT) and in the work configuration (CW) during the kinematics of folding and unfolding the jib (3).
9. The self-erecting crane (1) according to claim 7 or 8, wherein the control/command system (5) is configured to authorize the switch from a current configuration into a posterior configuration, such as for example from a current intermediate configuration to a posterior intermediate configuration, provided that the actual inclination of the jib element (3) or the actual inclinations of the several jib elements (31, 32) in the current configuration correspond to the theoretical inclination of the jib element (3) or to the theoretical inclinations of the several jib elements (31, 32) in the current configuration.
10. The self-erecting crane (1) according to any one of claims 5 to 9, wherein the control/command system (5) is configured to detect a folding/unfolding non-compliance if an actual inclination of the jib element (3) or one of several jib element(s) (31, 32), called non-compliant jib element (3), does not correspond to the theoretical inclination of said non-compliant jib element (3) during the kinematics of folding and unfolding the jib (3).
11. The self-erecting crane (1) according to claims 7 and 10, wherein the control/command system (5) is configured to detect the folding/unfolding non-compliance if the actual inclination of the non-compliant jib element (3) does not correspond to the theoretical inclination of said non-compliant jib element (3) in at least one of the intermediate configurations (C11, C12, C13, C14, C15, C16, C17, C18, C19, C110, CWI).
12. The self-erecting crane (1) according to claims 10 or 11, wherein the control/command system (5) is configured to stop the motor-driven folding/unfolding system (4) in response to a detection of a folding/unfolding non-compliance.
13. A control method for controlling configuration change operations of a self-erecting crane (1) comprising a mast (2) supporting a jib (3), said jib (3) being a foldable jib (3) comprising jib elements (31, 32, 33) articulated together, the configuration change operations implementing kinematics of folding and unfolding the jib (3) and causing said self-erecting crane (1) to switch from a transport configuration (CT) in which the mast (2) and the jib (3) are joined together or side-by-side, into a work configuration (CW) in which the mast (2) and the jib (3) are deployed, or vice versa, **characterized in that** said control method implements the following steps:
- measuring actual inclinations of one or several jib element(s) (31, 32) with respect to a reference axis, by means of one or several inclinometer(s) (61, 62) mounted on said jib element (3) or on said several jib elements (31, 32); and
  - controlling the configuration change operations according to the actual inclinations of said jib element (3) or of said several jib elements (31, 32) during the kinematics of folding and unfolding the jib (3).
14. The control method according to claim 13, wherein theoretical inclinations of the jib element (3) or of the several jib elements (31, 32) with respect to the reference axis are stored in a memory (50), and the control of the configuration change operations comprises a comparison of the theoretical inclinations with the actual inclinations during the kinematics of

folding and unfolding the jib (3).

15. The control method according to claim 13 or 14, wherein a folding/unfolding non-compliance is detected if an actual inclination of the jib element (3) or of one of the several jib elements (31, 32), called non-compliant jib element (3), does not correspond to the theoretical inclination of said non-compliant jib element (3) during the kinematics of folding and unfolding the jib (3). 5 10
16. The control method according to claims 14 and 15, wherein the jib (3) occupies successive intermediate configurations (CI1, CI2, CI3, CI4, CI5, CI6, CI7, CI8, CI9, CI10, CWI) between the transport configuration (CT) and the work configuration (CW), and vice versa, during the kinematics of folding and unfolding the jib (3), and the folding/unfolding non-compliance is detected if the actual inclination of the non-compliant jib element (3) does not correspond to the theoretical inclination of said non-compliant jib element (3) in at least one of the intermediate configurations. 15 20
17. The control method according to claim 15 or 16, wherein the configuration change operation is stopped in response to a detection of a folding/unfolding non-compliance. 25

30

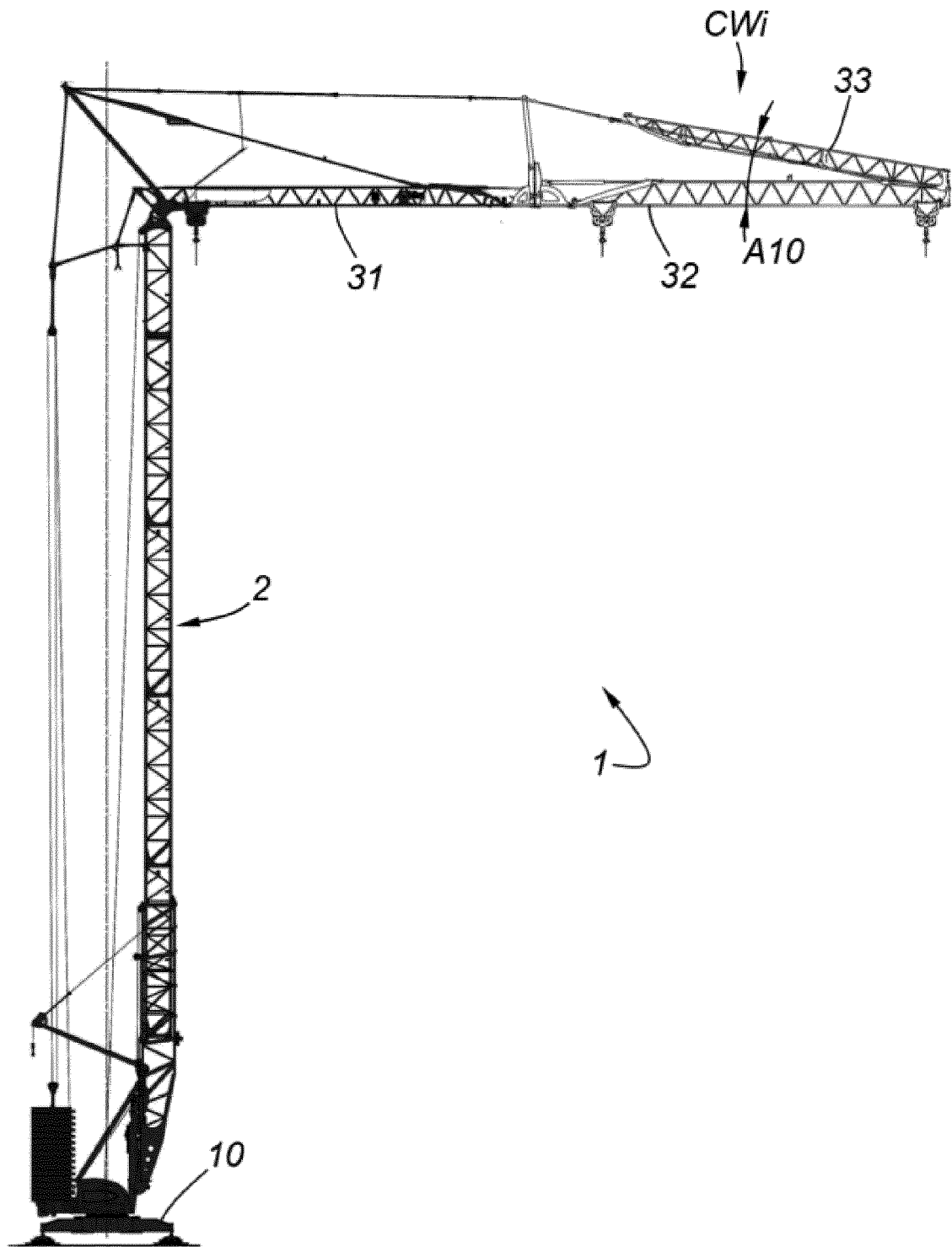
35

40

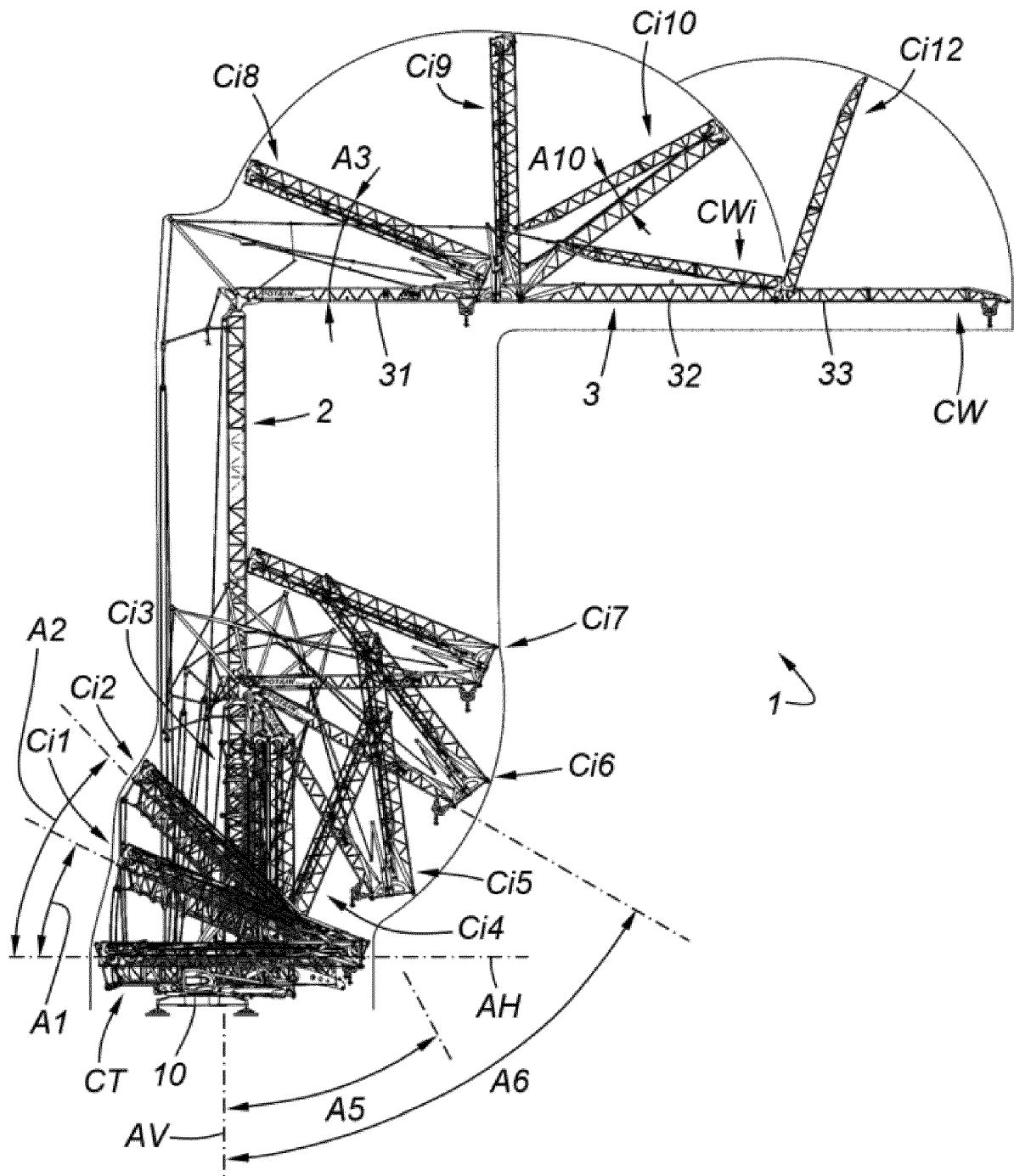
45

50

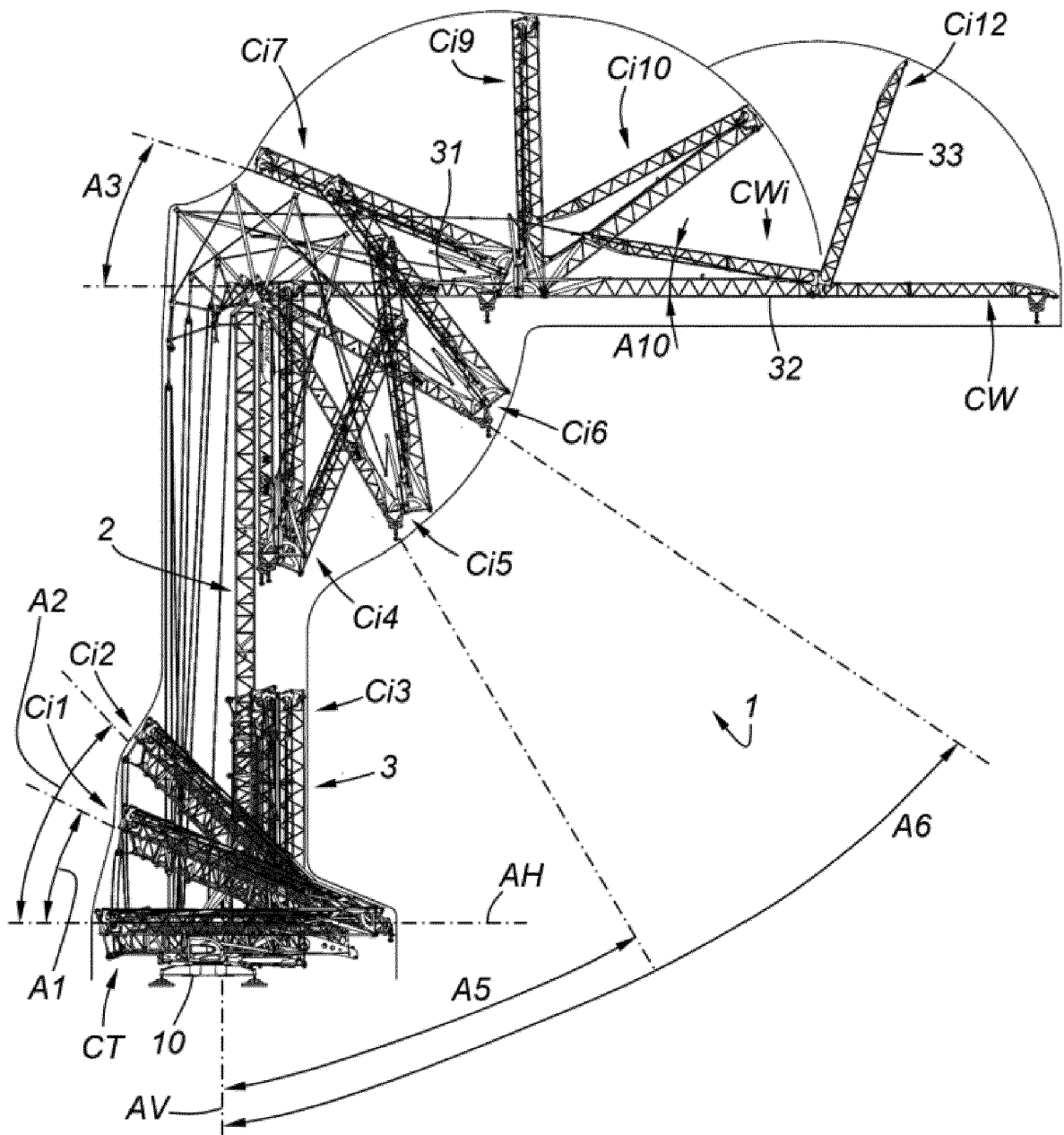
55



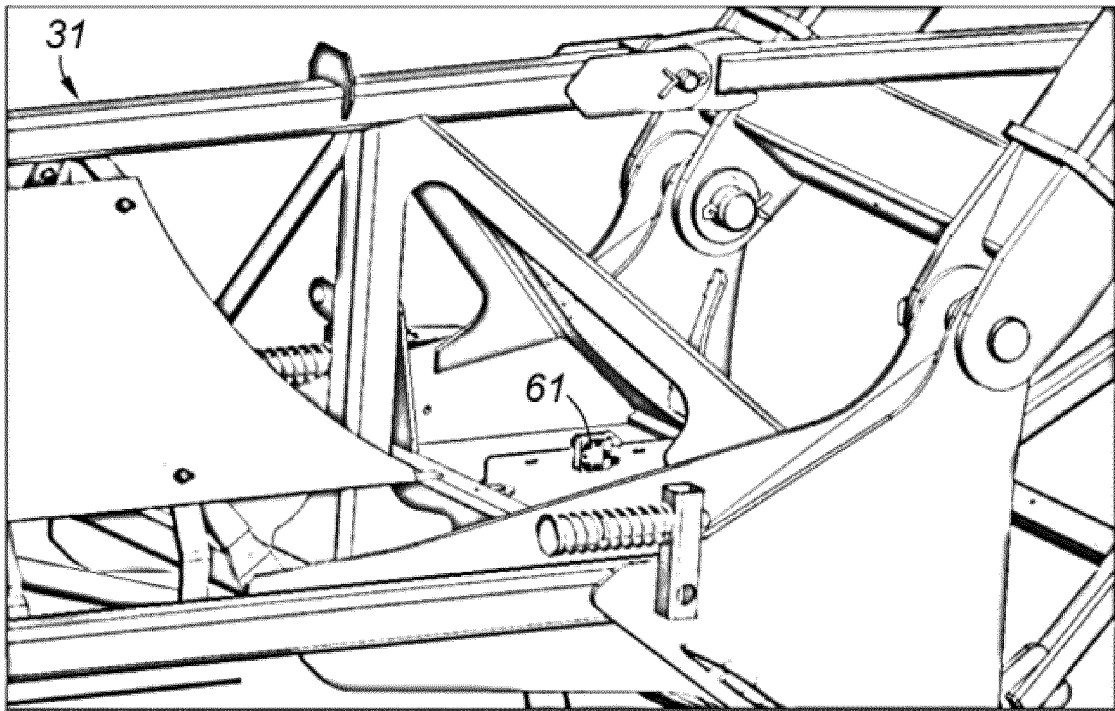
**FIG. 1**



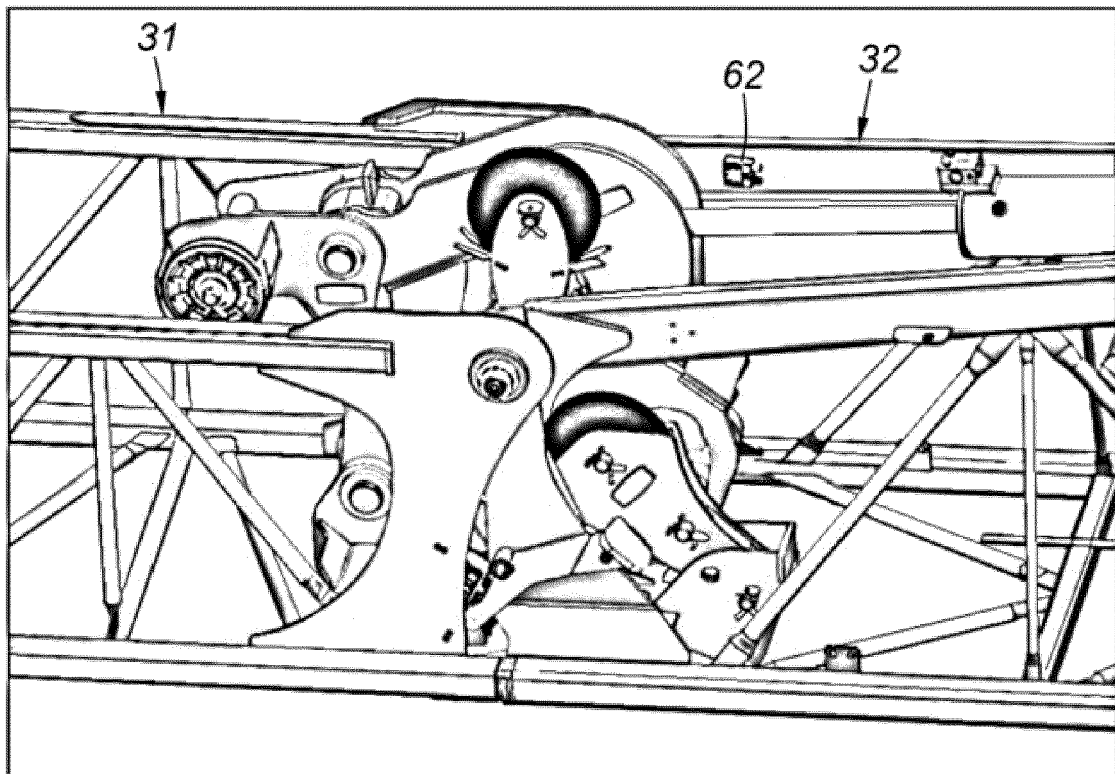
**FIG. 2**



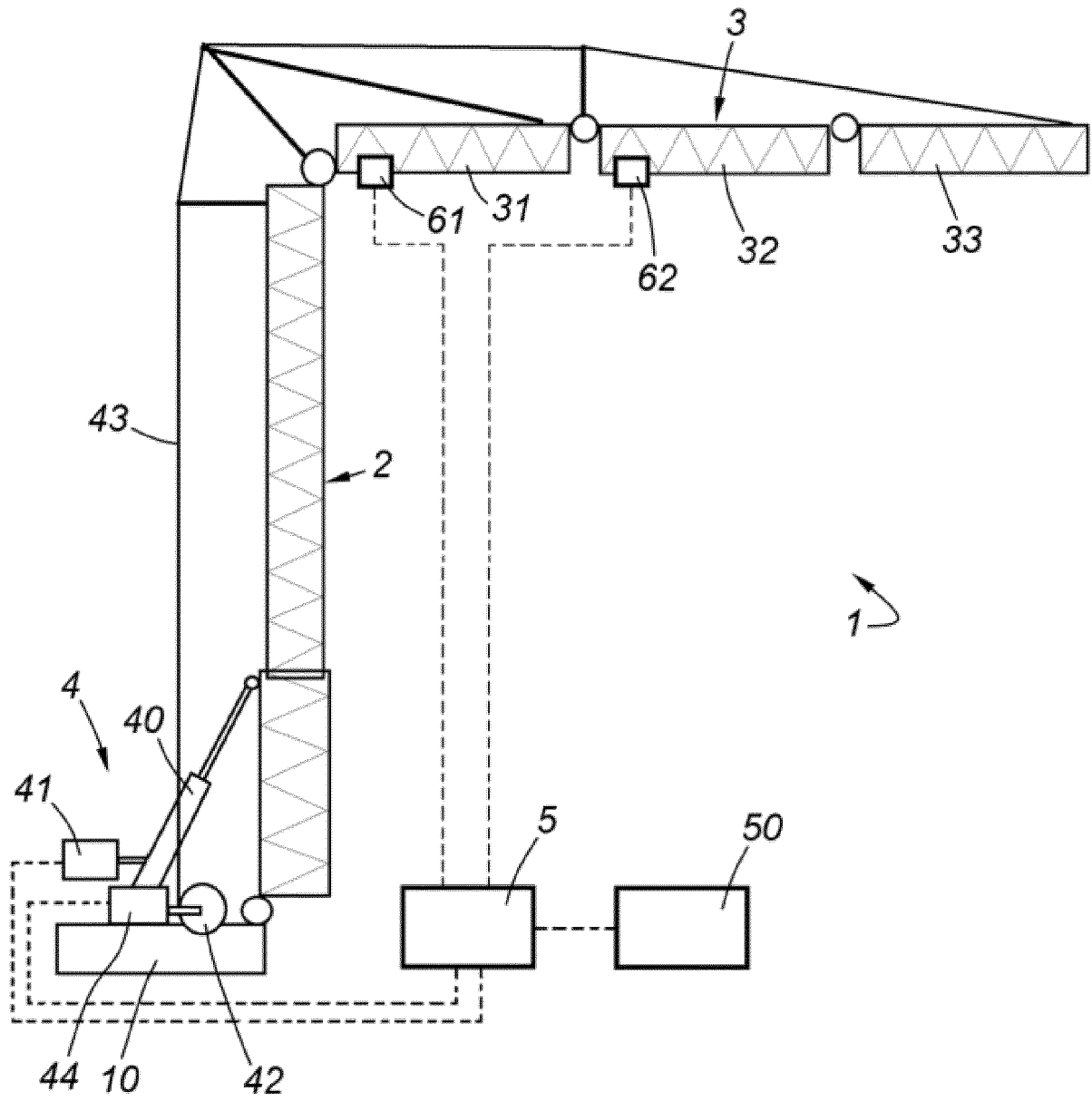
**FIG. 3**



**FIG. 4**



**FIG. 5**



**FIG. 6**

**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**

- EP 0733584 A1 [0002]