

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ procédé et dispositif de détermination de charge pour plate-forme de travail de nacelle élévatrice.

②② Date de dépôt : 04.04.23.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *HAULOTTE GROUP SA — FR.*

④③ Date de mise à la disposition du public de la demande : 11.10.24 Bulletin 24/41.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention : 25.04.25 Bulletin 25/17.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : Colasse Arnaud et Salagnad Nicolas.

⑦③ Titulaire(s) : *HAULOTTE GROUP SA.*

⑦④ Mandataire(s) : *Tharinder.*



Description

Titre de l'invention : procédé et dispositif de détermination de charge pour plate-forme de travail de nacelle élévatrice

- [0001] La présente invention concerne le domaine des plates-formes élévatrices mobiles de personnel (désignées aussi par l'acronyme PEMP, ou encore en anglais par *mobile elevating work platforms* et son abréviation MEWP) encore communément appelées nacelles élévatrices (ou en anglais *aerial work platforms* ou son abréviation AWP). L'invention concerne un procédé et un dispositif de détermination de charge pour déterminer une charge placée sur une plate-forme de travail d'une nacelle élévatrice laquelle plate-forme de travail est montée à l'extrémité supérieure d'un mât servant à déplacer en hauteur la plate-forme de travail, le dispositif de détermination de charge étant destiné à être monté en interposition entre l'extrémité supérieure du mât et la plate-forme de travail. Le procédé et le dispositif de détermination de charge selon l'invention sont applicables à des nacelles élévatrices de tout type dès lors que le mécanisme de levage de la plate-forme de travail comprend un mât à l'extrémité supérieure duquel est montée la plate-forme de travail. Ils s'appliquent en particulier aux nacelles élévatrices automotrices, mais aussi aux nacelles élévatrices tractées ou montées sur camion. L'invention porte aussi sur une nacelle élévatrice comprenant un dispositif de détermination de charge selon l'invention.
- [0002] Les nacelles élévatrices sont des machines destinées à permettre à une ou plusieurs personnes de travailler en hauteur. Pour cela, elles comprennent une plate-forme de travail prévue pour recevoir les personnes ainsi que du matériel ou des outils. La plate-forme de travail est supportée par une structure élévatrice qui permet de l'élever depuis une position abaissée sur le châssis de la nacelle élévatrice jusqu'à la position de travail souhaitée en hauteur.
- [0003] Différents types de structures élévatrices sont utilisés, mais l'invention concerne plus particulièrement les nacelles élévatrices dont la structure élévatrice comprend un mât télescopique qui supporte à son extrémité supérieure la plate-forme de travail.
- [0004] Le mât télescopique est souvent agencé sur une tourelle montée pivotante sur le châssis, ce qui permet de changer l'orientation du mât télescopique - et donc de la plate-forme de travail - par rapport au châssis.
- [0005] Enfin, le châssis est généralement équipé de roues ou de chenilles permettant de déplacer la nacelle élévatrice au sol. Il est le plus souvent motorisé pour permettre un déplacement au sol autonome de la nacelle élévatrice. La plate-forme de travail est habituellement équipée d'un poste de commande permettant à un opérateur à bord de la plate-forme de travail de provoquer son déplacement pour atteindre la position de

travail en hauteur souhaitée.

- [0006] Chaque modèle de nacelle élévatrice est conçu pour supporter une charge maximale à ne pas dépasser afin d'éviter des risques d'accidents, par exemple pour éviter que la nacelle élévatrice ne verse. De ce fait, il est souhaitable d'équiper la nacelle élévatrice d'un dispositif permettant de déterminer la charge à bord de la plate-forme de travail afin de restreindre ou empêcher le levage de la plate-forme de travail ou le déplacement de la nacelle élévatrice au sol en fonction de l'importance de la charge. Les évolutions normatives contemporaines rendent d'ailleurs obligatoires la présence d'un tel dispositif de détermination de charge pour certaines nacelles élévatrices et imposent un certain degré de précision de la mesure réalisée.
- [0007] A cette fin, il est connu d'interposer un dispositif de détermination de charge entre l'extrémité supérieure du mât de levage et la plate-forme de travail, la plate-forme de travail étant entièrement supportée par le biais du dispositif de détermination de charge.
- [0008] EP 1 382 562 A1 propose ainsi un dispositif de détermination de charge comprenant un corps d'épreuve monté par un côté au mât et par un côté opposé à la plate-forme de travail, le corps d'épreuve étant pourvu d'une ou plusieurs jauges de contrainte servant à déterminer le poids de la plate-forme de travail. Le corps d'épreuve est conçu de manière que la ou les jauges de contraintes ne « voient » que le poids de la plate-forme de travail et non pas les efforts dus au moment résultant du montage en porte-à-faux de la plate-forme de travail par rapport à l'extrémité supérieure du mât, ainsi que ceux dus au moment de torsion résultant d'un placement décentré de la charge à bord de la plate-forme de travail.
- [0009] Un inconvénient de ce dispositif réside dans la complexité de réalisation du corps d'épreuve qui le rend coûteux et dans son poids important qui vient augmenter la charge globale supportée par le mât.
- [0010] Selon une autre approche, au moins une pièce supérieure et au moins une pièce inférieure sont chacune montées pivotantes par une extrémité à une pièce côté mât et par une extrémité opposée à une pièce côté plate-forme de travail de manière à former un parallélogramme articulé permettant un déplacement vertical de la plate-forme de travail par rapport au mât. Ce premier sous-ensemble sert à transférer au mât les efforts dus au moment résultant du montage en porte-à-faux de la plate-forme de travail à l'extrémité supérieure du mât. Un deuxième sous-ensemble reliant aussi la pièce côté plate-forme de travail à la pièce côté mât est prévu spécifiquement pour transférer le poids de la plate-forme de travail au mât et sert à déterminer une charge sur la plate-forme de travail.
- [0011] Le deuxième sous-ensemble est mis en œuvre de diverses façons. Dans des mises en œuvre proposées dans NL 1023556 C2, US 6,585,079 B1, US 2006/0045713 A1,

CN 202661141U, CN 107161922 A, il comprend un élément élastique par le biais duquel le poids de la plate-forme de travail est transféré au mât et un interrupteur de position est prévu pour détecter une surcharge de la plate-forme de travail du fait d'un déplacement excessif de la plate-forme de travail vers le bas par rapport au mât. Un inconvénient de ces mises en œuvre est de ne pas permettre de mesurer la charge sur la plate-forme de travail alors que cela peut être souhaitable. Par exemple, il n'est pas possible dans ce cas de faire varier une enveloppe d'extension limite dans l'espace dans laquelle la plate-forme de travail est autorisée à se déplacer par rapport au châssis de la nacelle élévatrice en fonction de la charge sur la plate-forme de travail. Un autre inconvénient est de ne pas permettre de détecter le cas où un effort excessif sollicite la plate-forme de travail vers le haut, par exemple lorsqu'elle vient reposer sur un obstacle quelconque, ce qui est souhaitable ne serait-ce que pour pouvoir stopper automatiquement un mouvement en cours d'abaissement de la plate-forme de travail.

[0012] Dans WO 2017/177219 A1, le deuxième sous-ensemble comprend un capteur d'effort sous la forme d'un barreau muni de jauges de contraintes. Le poids de la plate-forme de travail est transféré au mât par le biais du capteur d'effort, ce qui permet de mesurer la charge de la plate-forme de travail. Plus précisément, le capteur d'effort est fixé à une pièce côté mât tandis qu'un élément de charge est fixé à la plate-forme de travail. L'élément de charge vient en appui avec une tête sphérique directement sur le capteur de force ou sur la tête d'une vis qui est vissée dans un taraudage du capteur de force. Un inconvénient de cette solution est de ne pas permettre de mesurer les efforts verticaux exercés sur la plate-forme de travail vers le haut, par exemple lorsqu'elle vient reposer sur un obstacle, s'ils sont tels que l'élément de charge s'écarte de la cellule de mesure de charge. De plus, le fait de décharger ainsi la cellule de mesure de charge risque d'entraîner une perte d'étalonnage de cette dernière, voire sa détérioration en raison des chocs de l'élément de charge sur la cellule de mesure de charge, ceci malgré la présence d'une butée destinée à limiter le déplacement vers le haut de la plate-forme de travail par rapport au mât.

[0013] Dans CN 107601383 A, le deuxième sous-ensemble est réalisé sous la forme d'une bielle montée pivotante sur deux des axes de pivotement du parallélogramme articulé formé par le premier sous-ensemble, la bielle s'étendant selon une diagonale du parallélogramme articulé entre la plate-forme de travail et le mât. Un capteur de pression unidirectionnel est agencé sur la bielle pour déterminer la charge de la plate-forme de travail. Un inconvénient de cette solution est que le capteur de pression est unidirectionnel, ce qui ne permet pas de déterminer l'intensité des efforts verticaux orientés vers le haut qui sont appliqués à la plate-forme de travail si celle-ci vient à reposer sur un obstacle extérieur à la nacelle élévatrice. Un autre inconvénient est lié au fait que le premier sous-ensemble en forme de parallélogramme articulé est susceptible de se

déformer malgré sa rigidité en particulier sous l'effet du moment de torsion résultant d'une charge placée vers un côté latéral de la plate-forme de travail par rapport à l'extrémité supérieure du mât. Des efforts parasites sont alors appliqués sur le deuxième sous-ensemble, ce qui dégrade la précision de la détermination de la charge de la plate-forme de travail par le capteur de pression.

[0014] Dans CN 111792591A, le deuxième sous-ensemble comprend une bielle montée pivotante à une extrémité à la pièce supérieure du premier sous-ensemble autour d'un axe dédié et par son autre extrémité à la pièce inférieure du premier sous-ensemble autour d'un autre axe dédié. Un des axes dédiés est un axe instrumenté permettant de déterminer les efforts qui lui sont appliqués par la bielle. Là-aussi, un inconvénient est que des efforts parasites peuvent dégrader la précision de la détermination de la charge du fait d'une déformation du premier sous-ensemble en forme de parallélogramme articulé sous l'effet du moment de torsion résultant d'une charge placée vers un côté latéral de la plate-forme de travail par rapport à l'extrémité supérieure du mât. De plus, un défaut de parallélisme des axes de pivotement peut aussi générer des efforts parasites sur l'axe instrumenté et donc venir dégrader la précision de la détermination de la charge de la plate-forme de travail.

[0015] Dans CN 215402946 U, le deuxième sous-ensemble se réduit à un axe instrumenté pour déterminer la charge. Il relie la plate-forme de travail au mât en étant monté dans un palier fixe côté mât et dans un autre palier fixe côté plate-forme de travail. Cette approche n'est pas réaliste car hyperstatique et quasi-immontable en pratique. De plus, la précision de mesure de la charge serait dégradée par des efforts parasites appliqués sur l'axe instrumenté en raison d'une possible déformation du premier sous-ensemble en forme de parallélogramme articulé que peut engendrer un moment de torsion résultant d'une charge décalée vers un côté latéral de la plate-forme de travail par rapport à l'extrémité supérieure du mât.

[0016] Dans une autre approche proposée par US 2018/0072550 A1, le premier sous-ensemble en forme de parallélogramme articulé est remplacé par une structure à deux plaques flexibles horizontales écartées verticalement et capables de fléchir vers le bas sous l'effet d'une charge placée sur la plate-forme de travail. Cette structure comprend en outre un ensemble de plaques soudées entre elles et aux deux plaques flexibles. Elle est conçue pour être très rigide dans le plan horizontal et vis-à-vis des moments de torsion. Un capteur d'effort sous la forme d'un barreau muni de jauges de contraintes est supporté rigidement côté mât par une région d'extrémité. Lorsqu'une charge est placée sur la plate-forme de travail, son poids est transféré au mât par le biais des deux plaques flexibles. Si la charge sur la plate-forme de travail augmente, la plaque supérieure fléchit et appuie sur la région d'extrémité opposée du capteur d'effort par le biais d'un élément de transfert de charge couplé au capteur d'effort, ce qui permet de

déterminer la charge présente sur la plate-forme de travail. Le capteur d'effort supporte presque toute la charge verticale du fait qu'il est beaucoup plus rigide que la structure à plaques flexibles. Cette approche a aussi plusieurs inconvénients. D'abord, la structure à deux plaques flexibles est une pièce mécanosoudée de réalisation particulièrement complexe et onéreuse pour cette raison. De plus, s'il devait être détérioré en raison d'un choc, il faut le remplacer intégralement. Ensuite, cette solution ne permet pas non plus de mesurer les efforts verticaux exercés sur la plate-forme de travail vers le haut. Par ailleurs, la précision de mesure de la charge peut être dégradée par des efforts parasites appliqués sur le capteur d'effort en raison d'une déformation de la structure à plaques flexibles malgré sa rigidité, cette déformation pouvant être due au moment de torsion résultant d'une charge décalée vers un côté latéral de la plate-forme de travail par rapport à l'extrémité supérieure du mât.

[0017] US 6,585,079 B1 divulgue des dispositifs de détermination de charge recourant à des barres flexibles combinées pour certaines avec des articulations et qui présentent des inconvénients similaires à ceux déjà mentionnés.

[0018] Le but de la présente invention est de fournir un procédé et un dispositif de détermination de charge palliant au moins partiellement les inconvénients précités.

[0019] Plus particulièrement, l'invention vise à fournir un dispositif de détermination de charge qui soit simple, économique et précis.

[0020] A cette fin, la présente invention propose un dispositif de détermination de charge pour déterminer une charge sur une plate-forme de travail d'une nacelle élévatrice laquelle plate-forme de travail est montée à une extrémité supérieure d'un mât de la nacelle élévatrice servant à déplacer en hauteur la plate-forme de travail et le dispositif de détermination de charge est monté ou destiné à être monté en interposition entre l'extrémité supérieure du mât et la plate-forme de travail. Le dispositif de détermination de charge comprend :

- une pièce côté mât faisant partie de l'extrémité supérieure du mât ou prévue pour monter le dispositif de détermination de charge à l'extrémité supérieure du mât,
- une pièce côté plate-forme de travail faisant partie de la plate-forme de travail ou prévue pour supporter la plate-forme de travail,
- au moins une pièce supérieure de liaison et au moins une pièce inférieure de liaison, la pièce supérieure de liaison étant montée pivotante, d'une part, à la pièce côté mât autour d'un premier axe et, d'autre part, à la pièce côté plate-forme de travail autour d'un deuxième axe, la pièce inférieure de liaison étant montée pivotante, d'une part, à la pièce côté mât autour d'un troisième axe et, d'autre part, à la pièce côté plate-forme de travail autour d'un quatrième axe, les premier, deuxième, troisième et quatrième axes étant des axes parallèles

distincts permettant un déplacement vertical de la pièce côté plate-forme de travail par rapport à la pièce côté mât par pivotement de la pièce supérieure de liaison et de la pièce inférieure de liaison,

- un élément de transfert de charge couplant la pièce côté plate-forme de travail à la pièce côté mât pour transférer la charge supportée par la pièce côté plate-forme de travail à la pièce côté mât, et
- un capteur d'effort pour mesurer l'effort transmis par l'élément de transfert de charge de la pièce côté plate-forme de travail à la pièce côté mât,

[0021] dans lequel l'élément de transfert de charge couple la pièce côté plate-forme de travail à la pièce côté mât par le biais d'au moins une rotule.

[0022] Du fait de l'interposition du dispositif de détermination de charge entre l'extrémité supérieure du mât et la plate-forme de travail, le mât supporte entièrement la plate-forme de travail par le biais du dispositif de détermination de charge. La ou les pièces supérieures de liaison et la ou les pièces inférieures de liaison transfèrent au mât par le biais de la pièce côté mât les efforts dus au moment résultant du montage en porte-à-faux de la plate-forme de travail par rapport à l'extrémité supérieure du mât. Ces efforts ne sont donc pas supportés par l'élément de transfert de charge. Dans des conditions d'utilisation normale, ce dernier sert uniquement à transférer la charge verticale supportée par la pièce côté plate-forme de travail, autrement dit le poids de la plate-forme de travail et de la charge placée sur celle-ci. L'effort transmis par l'élément de transfert de charge de la pièce côté plate-forme de travail à la pièce côté mât est donc représentatif du poids de la plate-forme de travail chargée. La charge présente sur la plate-forme de travail est ainsi déterminable à partir de la mesure de cet effort faite par le capteur d'effort. Cette détermination de la charge peut être réalisée par exemple par une électronique de bord de la nacelle élévatrice auquel le capteur d'effort est relié pour lui fournir les signaux de mesure.

[0023] Le fait que l'élément de transfert de charge couple la pièce côté plate-forme de travail à la pièce côté mât rend inutile l'agencement d'un butée pour limiter le déplacement vers le haut de la plate-forme de travail par rapport au mât et évite le risque de perte d'étalonnage du capteur d'effort, voire sa détérioration, dans le cas où un effort vertical vers le haut est appliqué à la plate-forme de travail par exemple si elle vient reposer sur un élément extérieur à la nacelle élévatrice alors qu'un mouvement d'abaissement de la plate-forme de travail est en cours. De plus, cela rend possible la mesure de l'intensité d'un tel effort vertical vers le haut, y compris s'il est suffisant à provoquer une inversion du sens de l'effort transmis par la pièce côté mât à la pièce côté plate-forme de travail. Il suffit pour cela que le capteur d'effort soit conçu pour effectuer également les mesures d'effort transmis par l'élément de transfert de charge en sens inverse par rapport au cas normal où il transmet le poids de la plate-forme de

travail et de la charge pesante placée le cas échéant sur celle-ci.

- [0024] L'on comprendra que l'élément de transfert de charge peut être monté directement à la pièce côté plate-forme de travail et à la pièce côté mât pour les coupler ensemble, mais il peut aussi l'être indirectement par le biais d'autres pièces telles que par exemple la pièce de liaison supérieure et/ou la pièce de liaison inférieure. L'on comprendra aussi que le capteur d'effort peut être un composant distinct de l'élément de transfert de charge ou bien l'élément de transfert de charge peut servir de corps d'épreuve pour le capteur d'effort qui peut être réalisé par exemple sous la forme d'une ou plusieurs jauges de contrainte agencées sur l'élément de transfert de charge.
- [0025] La ou les rotules permettent de grandement limiter, voire de supprimer entièrement, l'application d'éventuels efforts parasites sur l'élément de transfert de charge dus au moment de torsion résultant d'un placement décalé latéralement d'une charge sur la plate-forme de travail par rapport à l'extrémité supérieure du mât. En d'autres termes, la ou les rotules limitent ou suppriment les efforts parasites sur l'élément de transfert de charge dus au moment de torsion présentant une direction vectorielle horizontale perpendiculaire au premier, deuxième, troisième et quatrième axe, l'horizontale faisant référence au cas où la nacelle élévatrice est placée sur un sol horizontal. La détermination de la charge à bord de la plate-forme de travail à partir de la mesure d'effort réalisée par le capteur d'effort est de ce fait particulièrement précise.
- [0026] L'élément de transfert de charge est préférentiellement une bielle, ce qui facilite une mise en œuvre particulièrement simple et fiable du dispositif de détermination de charge. Mais il peut s'agir d'autres structures, par exemple une barre couplée rigidement par une extrémité à la pièce côté mât tandis que l'autre extrémité est couplée à la pièce côté plate-forme de travail via une rotule.
- [0027] Suivant d'autres modes de réalisation préférés, l'invention comprend une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :
- l'élément de transfert de charge est une bielle ;
 - deux extrémités opposées de la bielle sont montées chacune à un élément respectif parmi la pièce côté mât, la pièce côté plate-forme de travail, la pièce supérieure de liaison et la pièce inférieure de liaison ;
 - le capteur d'effort comprend un corps d'épreuve sous la forme d'un cinquième axe sur lequel est montée la rotule, le cinquième axe étant distinct des premier, deuxième, troisième et quatrième axes ;
 - la bielle est montée par une première extrémité sur la rotule ;
 - la rotule est montée en liaison pivot glissant sur le cinquième axe ;
 - la bielle est montée par une deuxième extrémité opposée à la première extrémité par une liaison pivot pure ;
 - le cinquième axe et une deuxième extrémité de la bielle opposée à la première

- extrémité sont montés chacun sur l'un respectif parmi la pièce côté mât et la pièce côté plate-forme de travail ;
- la deuxième extrémité est montée sur l'un parmi les premier, deuxième, troisième et quatrième axes ;
 - la bielle est le corps d'épreuve du capteur d'effort ou bien le capteur d'effort est intégré à la bielle ;
 - la bielle est montée par deux extrémités opposées au moyen d'une rotule respective ;
 - la bielle est montée au troisième axe par une première extrémité et au deuxième axe par une deuxième extrémité opposée à la première extrémité, ou bien la bielle est montée au premier axe par une première extrémité et au quatrième axe par une deuxième extrémité opposée à la première extrémité ;
 - la bielle est montée inclinée par rapport à la direction verticale de manière à s'étendre obliquement entre la pièce côté mât et la pièce côté plate-forme de travail ;
 - l'angle entre la bielle et la direction verticale est préférentiellement compris entre 10 et 80 degrés ;
 - le capteur d'effort est apte à mesurer l'effort transmis par l'élément de transfert de charge de la pièce côté plate-forme de travail à la pièce côté mât quel que soit le sens de cet effort.
- [0028] L'invention propose aussi une nacelle élévatrice, comprenant une plate-forme de travail, un mât présentant une extrémité supérieure à laquelle est montée la plate-forme de travail et servant à déplacer en hauteur la plate-forme de travail, et un dispositif de détermination de charge selon l'invention qui est monté en interposition entre l'extrémité supérieure du mât et la plate-forme de travail.
- [0029] Selon un mode de réalisation préféré, la nacelle élévatrice, comprend en outre une électronique de bord à laquelle est relié le capteur d'effort, l'électronique de bord étant prévue pour déterminer la charge à bord de la plate-forme de travail à partir des signaux de mesure fournis par le capteur d'effort.
- [0030] Selon un mode de réalisation avantageux, l'électronique de bord est prévue pour stopper un mouvement d'abaissement de la plate-forme de travail en cours si elle détermine une charge négative à bord de la plate-forme de travail qui est supérieure en valeur absolue à un seuil prédéterminé non nul. Ce seuil est de préférence fixé à une valeur supérieure ou égale à 10 daN et plus préférentiellement à une valeur supérieure ou égale à 25 daN. Cette valeur est de préférence inférieure ou égale à 200 daN et plus préférentiellement inférieure ou égale à 100 daN, voire à 75 daN.
- [0031] L'invention propose encore un procédé pour déterminer une charge sur une plate-forme de travail d'une nacelle élévatrice laquelle plate-forme de travail est montée à

une extrémité supérieure d'un mât servant à déplacer en hauteur la plate-forme de travail, un dispositif de détermination de charge selon l'invention étant monté en interposition entre l'extrémité supérieure du mât et la plate-forme de travail, le procédé comprenant la détermination de la charge sur la plate-forme de travail par une électronique de bord sur la base d'au moins un signal de mesure fourni par le capteur d'effort.

[0032] Suivant des modes de réalisation préférés, le procédé selon l'invention comprend une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- l'enregistrement par l'électronique de bord dans un dispositif de stockage de données à bord de la nacelle élévatrice d'au moins une donnée de préférence horodatée qui est représentative de la charge sur la plate-forme de travail et/ou l'envoi d'au moins une telle donnée par l'électronique de bord à un serveur distant via une liaison de communication sans fil ;
- l'électronique de bord enregistre ou envoie une telle donnée si la charge déterminée est supérieure à un seuil positif prédéterminé non nul, le seuil correspondant de préférence à la charge maximale autorisée de la plate-forme de travail ;

[0033] l'électronique de bord enregistre ou envoie une telle donnée si la charge déterminée est négative non nulle ou bien si la charge déterminée est négative et supérieure en valeur absolue à un seuil prédéterminé non nul, ce seuil étant de préférence fixé à une valeur supérieure ou égale à 10 daN et plus préférentiellement à une valeur supérieure ou égale à 25 daN. Cette valeur est de préférence inférieure ou égale à 200 daN et plus préférentiellement inférieure ou égale à 100 daN, voire à 75 daN.

[0034] Selon un autre aspect indépendant de la description qui précède du dispositif et du procédé de détermination de charge selon l'invention, ainsi que de la nacelle élévatrice selon l'invention, l'invention propose une nacelle élévatrice comprenant une plate-forme de travail, une structure élévatrice sur laquelle est montée la plate-forme de travail et servant à déplacer en hauteur la plate-forme de travail, un dispositif de détermination de charge pour déterminer la charge sur la plate-forme de travail et une électronique de bord prévue pour enregistrer dans un dispositif de stockage de données agencé à bord de la nacelle élévatrice d'au moins une donnée de préférence horodatée qui est représentative de la charge sur la plate-forme de travail déterminée par le dispositif de détermination de charge et/ou pour envoyer au moins une telle donnée à un serveur distant via une liaison de communication sans fil.

[0035] Selon un mode de réalisation, l'électronique de bord est prévue pour enregistrer et/ou envoyer une telle donnée si la charge déterminée par le dispositif de détermination de charge est supérieure à un seuil positif prédéterminé non nul. Ce seuil est de préférence la charge maximale qu'il est autorisé de placer sur la plate-forme de travail. Selon un

autre mode de réalisation, l'électronique de bord est prévue pour enregistrer et/ou envoyer une telle donnée si la charge déterminée est négative non nulle ou bien plus préférentiellement si la charge déterminée est négative et supérieure en valeur absolue à un seuil prédéterminé non nul. Ce seuil peut être fixé à une valeur supérieure ou égale à 10 daN et plus préférentiellement à une valeur supérieure ou égale à 25 daN. Cette valeur est de préférence inférieure ou égale à 200 daN et plus préférentiellement inférieure ou égale à 100 daN, voire à 75 daN. Selon encore un autre mode de réalisation, l'électronique de bord est prévue pour stopper un mouvement d'abaissement de la plate-forme de travail en cours si elle détermine une charge négative à bord de la plate-forme de travail qui est supérieure en valeur absolue à un seuil prédéterminé non nul, ce seuil étant de préférence fixé à une valeur comprise supérieure ou égale à 10 daN et plus préférentiellement à une valeur supérieure ou égale à 25 daN. Cette valeur est de préférence inférieure ou égale à 200 daN et plus préférentiellement inférieure ou égale à 100 daN, voire à 75 daN.

[0036] Selon un autre aspect encore, l'invention propose un procédé de détermination de la charge à bord d'une plate-forme de travail d'une nacelle élévatrice dans laquelle la plate-forme de travail est montée sur une structure élévatrice pour déplacer en hauteur la plate-forme de travail, la nacelle élévatrice comprenant un dispositif de détermination de charge pour déterminer la charge sur la plate-forme de travail, le procédé comprenant l'enregistrement par une électronique de bord de la nacelle élévatrice dans un dispositif de stockage de données agencé à bord de la nacelle élévatrice d'au moins une donnée de préférence horodatée qui est représentative de la charge sur la plate-forme de travail déterminée par le dispositif de détermination de charge et/ou l'électronique de bord envoie au moins une telle donnée à un serveur distant via une liaison de communication sans fil.

[0037] Selon un mode de réalisation, l'électronique de bord enregistre et/ou envoie une telle donnée si la charge déterminée par le dispositif de détermination de charge est supérieure à un seuil positif prédéterminé non nul. Ce seuil est de préférence la charge maximale qu'il est autorisé de placer sur la plate-forme de travail. Selon un autre mode de réalisation, l'électronique de bord enregistre et/ou envoie une telle donnée si la charge déterminée est négative non nulle ou bien plus préférentiellement si la charge déterminée est négative et supérieure en valeur absolue à un seuil prédéterminé non nul. Ce seuil est de préférence fixé à une valeur supérieure ou égale à 10 daN et plus préférentiellement à une valeur supérieure ou égale à 25 daN. Cette valeur est de préférence inférieure ou égale à 200 daN et plus préférentiellement inférieure ou égale à 100 daN, voire à 75 daN. Selon encore un autre mode de réalisation, l'électronique de bord stoppe un mouvement d'abaissement de la plate-forme de travail en cours si elle détermine une charge négative à bord de la plate-forme de travail qui est su-

périeure en valeur absolue à un seuil prédéterminé non nul, ce seuil étant de préférence fixé à une valeur supérieure ou égale à 10 daN et plus préférentiellement à une valeur supérieure ou égale à 25 daN. Cette valeur est de préférence inférieure ou égale à 200 daN et plus préférentiellement inférieure ou égale à 100 daN, voire à 75 daN.

- [0038] D'autres aspects, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui suit d'un mode de réalisation préféré de l'invention, donnée à titre d'exemple et en référence au dessin annexé.
- [0039] [Fig.1] représente une nacelle élévatrice selon un mode de réalisation de l'invention.
- [0040] [Fig.2] représente une vue locale qui en montre le bras pendulaire et la plate-forme de travail, ainsi que le dispositif de détermination de charge interposé entre eux.
- [0041] [Fig.3] représente une vue isolée en perspective du support de la plate-forme de travail auquel est fixé le dispositif de détermination de charge.
- [0042] [Fig.4] représente une vue en perspective du dispositif de détermination de charge observé par le dessus depuis l'autre côté par rapport à la [Fig.3].
- [0043] [Fig.5] représente une vue en perspective du dispositif de détermination de charge observé par le dessous depuis l'autre côté par rapport à la [Fig.3].
- [0044] [Fig.6] représente, en vue de côté, une coupe verticale à travers l'ensemble constitué par le dispositif de détermination de charge et le support de la plate-forme de travail.
- [0045] [Fig.7] représente la même vue en coupe que la [Fig.6], mais limitée à la région du dispositif de détermination de charge.
- [0046] [Fig.8] représente une vue en perspective du dispositif de détermination de charge observé par le dessus, dans laquelle une partie des pièces est omises et d'autres sont coupées afin de mieux montrer la structure du dispositif de détermination de charge.
- [0047] [Fig.9] représente une coupe à travers le dispositif de détermination de charge suivant un plan passant par les axes de pivotement de la bielle de transfert du poids de la plate-forme de travail.
- [0048] [Fig.10] représente une vue en perspective de l'axe instrumenté du dispositif de détermination de charge.
- [0049] [Fig.11] représente une vue en perspective d'un dispositif de détermination de charge selon un autre mode de réalisation.
- [0050] En référence aux figures 1 à 10, nous allons décrire un mode de réalisation préféré d'une nacelle élévatrice 1, ainsi que d'un dispositif de détermination de charge 40 qui équipe celle-ci.
- [0051] Par convention, toute référence faite dans la présente description à la direction verticale ou horizontale s'apprécie par rapport au cas où la nacelle élévatrice 1 repose sur un sol horizontal.
- [0052] Comme cela est visible sur la [Fig.1], la nacelle élévatrice 1 comprend un châssis 2 équipé de roues 4 pour permettre sa translation au sol, au moins deux des roues 4 étant

directrices. Alternativement ou en combinaison, le châssis 2 peut être équipé de chenilles aux mêmes fins. Le châssis 2 est motorisé pour assurer le déplacement autonome de la nacelle élévatrice 1 au sol.

- [0053] La nacelle élévatrice 1 comprend une structure élévatrice 18 supportant une plate-forme de travail 10 prévue pour recevoir à bord du personnel et du matériel en vue de réaliser des travaux en hauteur. La plate-forme de travail 10 comprend un plancher 12 et un garde-corps 14. Un pupitre de commande 16 est agencé sur la plate-forme de travail 10. Il permet à un opérateur à bord de la plate-forme de travail 10 de commander la structure élévatrice 18 pour déplacer la plate-forme de travail 10 en hauteur jusqu'à la position souhaitée, ainsi que de faire déplacer le châssis 2 au sol.
- [0054] Dans ce mode de réalisation, la nacelle élévatrice 1 est du type communément dénommé nacelle articulée (ou *articulating boom lift* en anglais). La structure élévatrice 18 comprend une tourelle 22 montée sur le châssis 2 et un mât 20 monté sur la tourelle 22, le mât 20 supportant à son extrémité supérieure 28 la plate-forme de travail 10 par le biais du dispositif de détermination de charge 40. Plus particulièrement, le mât 20 comprend un bras articulé 24, un bras télescopique 26 et un bras pendulaire 30. Le bras articulé 24 est monté sur la tourelle 22 et le bras télescopique 26 est monté à l'extrémité supérieure du bras articulé 24. Le bras pendulaire 30 (ou *articulating jib* en anglais) est monté par une extrémité à l'extrémité supérieure du bras télescopique 26. L'extrémité opposée du bras pendulaire 30 supporte la plate-forme de travail 10 par le biais du dispositif de détermination de charge 40.
- [0055] La tourelle 22 est montée pivotante autour d'un axe vertical sur le châssis 2, ce qui permet de modifier l'orientation du mât 20 et de la plate-forme 10 par rapport au châssis 2. Le bras articulé 24 forme un pantographe de manière que son extrémité supérieure puisse être levée et abaissée verticalement par dépliement et repliement respectivement par rapport à la tourelle 22.
- [0056] Le bras télescopique 26 est monté pivotant autour d'un axe horizontal à l'extrémité supérieure du bras articulé 24 pour pouvoir être levé et abaissé par modification de son inclinaison par rapport au bras articulé 24.
- [0057] Le bras pendulaire 30 est monté pivotant autour d'un axe horizontal à l'extrémité supérieure du bras télescopique 26 de manière à pouvoir être levé et abaissé par rapport au bras télescopique 26. Le bras pendulaire 30, plus court que le bras télescopique 26, permet d'adapter localement la hauteur d'élévation de la plate-forme de travail 10 sans agir sur le bras télescopique 26. Le bras pendulaire 30 peut éventuellement aussi être monté pivotant autour d'un axe vertical par rapport au bras télescopique 26.
- [0058] Le bras pendulaire 30 est conçu pour maintenir la plate-forme de travail 10 horizontale lorsque le bras pendulaire 30 est levé ou abaissé par rapport au bras télescopique 26 quand la nacelle élévatrice 1 est en utilisation, ce qui peut être clas-

siquement obtenu par le fait que le bras pendulaire 30 ait une structure de parallélogramme articulée.

- [0059] La plate-forme de travail 10 est de préférence montée pivotante par rapport au bras pendulaire 30 autour d'un axe s'étendant verticalement lorsque la nacelle élévatrice 1 est en cours d'utilisation, ce qui permet de changer l'orientation de la plate-forme de travail 10 par rapport au bras pendulaire 3 grâce à un actionneur rotatif 29.
- [0060] La nacelle élévatrice 1 comprend classiquement des actionneurs affectés aux différentes possibilités de mouvements de la structure élévatrice 18 qui viennent d'être décrits.
- [0061] L'on comprendra que le dispositif de détermination de charge 40 qui va être décrit plus loin peut être appliqué à des nacelles élévatrices ayant une structure de levage 18 différente. De manière générale, il peut être appliqué à toute nacelle élévatrice pourvue d'un mât supportant à son extrémité supérieure une plate-forme de travail afin de la déplacer en hauteur. Ainsi, dans autre un mode de réalisation, la nacelle élévatrice 1 est du type communément appelé nacelle télescopique (ou *telescopic boom lift* en anglais), c'est-à-dire qui est dépourvue de bras articulé 24, le bras télescopique 26 étant monté directement sur la tourelle 22. Dans un autre mode de réalisation, le bras pendulaire 30 est omis, la plate-forme de travail 30 étant montée à l'extrémité supérieure du bras télescopique 26 par le biais du dispositif de détermination de charge 40, la nacelle élévatrice 1 pouvant être du type nacelle articulée ou du type nacelle télescopique. Dans encore un autre mode de réalisation, la nacelle élévatrice 1 est du type communément dénommé mât vertical (ou *vertical mast lift* en anglais), en particulier du type mât vertical ayant un bras pendulaire 30, c'est-à-dire une nacelle élévatrice comprenant un mât télescopique vertical non inclinable monté soit sur une tourelle pivotante, soit directement sur le châssis 2 et supportant à son extrémité supérieure le bras pendulaire 30 qui supporte à son tour la plate-forme de travail 10 par le biais du dispositif de détermination de charge 40.
- [0062] La [Fig.2] montre plus particulièrement le bras pendulaire 30 du mât 20 et la plate-forme de travail 10 de la nacelle élévatrice 1, ainsi que le dispositif de détermination de charge 40 qui est interposé entre eux. Le mât 20 supporte intégralement la plate-forme de travail 10 exclusivement par le biais du dispositif de détermination de charge 40. De ce fait, le dispositif de détermination de charge 40 transfère intégralement le poids de la plate-forme de travail 10 au mât 20 et plus généralement tous les efforts que la plate-forme de travail 10 exerce sur le mât 20, notamment ceux dus aux moments liés au montage en porte-à-faux de la plate-forme de travail 10 à l'extrémité supérieure 28 du mât 20, ainsi qu'à l'éventuel décalage latéral de la charge placée sur la plate-forme de travail 10 par rapport à l'extrémité supérieure du mât 20.
- [0063] Le dispositif de détermination de charge 40 va être décrit plus en détail maintenant

en référence aux figures 3 à 9. Le dispositif de détermination de charge 40 comprend une pièce côté mât 50 et une pièce côté plate-forme de travail 11.

- [0064] Dans ce mode de réalisation, la pièce côté mât 50 est réalisée sous la forme d'un support de montage et sert à monter le dispositif de détermination de charge 40 à l'extrémité supérieure 28 du mât 20 de la nacelle élévatrice 1. De ce fait, la pièce côté mât 50 est prévue pour être fixée à l'extrémité supérieure 28 du mât 20 de préférence de manière démontable. Dans un mode de réalisation alternatif non représenté, la pièce côté mât 50 est une pièce faisant partie de l'extrémité supérieure 28 du mât 20.
- [0065] Dans ce mode de réalisation, la pièce côté plate-forme de travail 11 est réalisée sous la forme d'un support servant à supporter intégralement la plate-forme de travail 10. Dans un mode de réalisation alternatif non représenté, la pièce côté plate-forme de travail 11 fait partie de la plate-forme de travail 10 : il peut s'agir par exemple d'un cadre du plancher 12 de la plate-forme de travail 10.
- [0066] Dans l'exemple illustré, la pièce côté plate-forme de travail 11 est une structure mécano-soudée qui supporte la plate-forme de travail 12. La plate-forme de travail 12 peut y être fixée par vissage ou par soudage ou tout autre moyen approprié. La pièce côté plate-forme de travail 11 supporte tout le poids de la plate-forme de travail 10 et le dispositif de détermination de charge 40 transfère celui-ci au mât 20 par le biais de la pièce côté mât 50.
- [0067] Dans l'exemple illustré, la pièce côté mât 50 est une pièce mécano-soudée comprenant deux plaques parallèles 51, 52 séparées l'une de l'autre par une entretoise 53 agencée vers une de leur extrémité. A leur extrémité opposée, les plaques 51, 52 sont prévues pour recevoir entre elles, au niveau d'ouvertures 54, l'actionneur rotatif 29 qui est monté par ailleurs à l'extrémité supérieure 28 du mât 20 et qui sert à faire pivoter la plate-forme de travail 10 par rapport au bras pendulaire 30. Bien entendu, la structure de la pièce côté mât 50 peut être différente de celle qui vient d'être décrite.
- [0068] Le mât 20 supporte donc le dispositif de détermination de charge 40 par le biais de la pièce côté mât 50.
- [0069] Le dispositif de détermination de charge 40 comprend aussi deux sous-ensembles 60 et 80 qui sont le mieux visibles sur les figures 6 à 8. Les deux sous-ensembles 60 et 80 sont chacun reliés, d'une part, à la pièce côté mât 50 et, d'autre part, à la pièce côté plate-forme de travail 11. Les deux sous-ensembles 60 et 80 transfèrent ensemble au mât 20 l'intégralité des efforts exercés par la plate-forme de travail 10 sur le mât 20.
- [0070] Le premier sous-ensemble 60 comprend une bielle supérieure 61 et une bielle inférieure 62 visibles également sur les figures 4 et 5 respectivement. La bielle supérieure 61 est montée pivotante par une extrémité à la pièce côté mât 50 autour d'un axe 71 et par une extrémité opposée à la pièce côté plate-forme de travail 11 autour d'un axe 72. Similairement, la bielle inférieure 62 est montée pivotante par une

extrémité à la pièce côté mât 50 autour d'un axe 73 et par une extrémité opposée à la pièce côté plate-forme de travail 11 autour d'un axe 74.

- [0071] Les axes 71, 72, 73 et 74 s'étendent horizontalement et parallèlement entre eux en occupant les sommets d'un parallélogramme fictif. De ce fait, ce parallélogramme est déformable par pivotement des bielles 61 et 62 autour de leurs axes respectifs. Autrement dit, les bielles 61 et 62 forment un mécanisme communément dénommé mécanisme à quatre barres ou liaison à quatre barres. Le premier sous-ensemble 60 permet à la plate-forme de travail 10 de se déplacer librement en direction verticale par rapport à l'extrémité supérieure 28 du mât 20. Bien entendu, le déplacement n'est pas purement vertical, compte tenu des liaisons de pivotement des bielles 61 et 62.
- [0072] Le deuxième sous-ensemble 80 comprend une bielle 81 montée pivotante par une extrémité 81a à la pièce côté plate-forme de travail 11. Plus précisément, l'extrémité 81a est montée pivotante sur l'axe 72 dans ce mode de réalisation. La bielle 81 est montée par son extrémité opposée 81b sur un axe instrumenté 90 par le biais d'une rotule 82. L'axe instrumenté 90 est solidarisé à la pièce côté mât 50. Plus précisément, dans ce mode de réalisation, l'axe instrumenté 90 est logé dans des trous ménagés dans deux plaques 56 et 57 séparées et parallèles entre elles qui font parties de la pièce mécano-soudée formant la pièce côté mât 50. Pour transférer le poids de la plate-forme de travail 10 à la pièce côté mât 50 grâce à la bielle 81, le plan imaginaire passant par l'axe 72 et l'axe instrumenté 90 n'est pas un plan parallèle mais sécant aux plans imaginaires passant respectivement par les axes 71 et 72 et par les axes 73 et 74.
- [0073] L'axe instrumenté 90 est équipé de jauges de contrainte permettant de déterminer les efforts radiaux appliqués sur lui en l'occurrence par la bielle 81. Il est d'un type connu en soi. Un exemple est illustré à la [Fig.10]. La rotule 82 est montée sur un tronçon 92 de l'axe instrumenté 90. Le tronçon 92 est délimitée par deux gorges circonférentielles 93 et 94 dans lesquelles sont placées les jauges de contrainte. L'axe instrumenté 90 est équipé d'un connecteur 91 pour sortir les signaux de mesure des efforts déterminés par les jauges de contrainte, le connecteur 91 étant relié à une électronique de bord 5 de la nacelle élévatrice 1. L'électronique de bord 5 est logée en dans la tourelle 22 comme le montre la [Fig.1], mais elle peut l'être dans le châssis 22 ou ailleurs. Comme cela est visible sur les figures 4 et 5, une pièce 95 fixée à la pièce côté mât 50, en l'occurrence à la plaque 56 de celui-ci, engage une rainure 95 de l'axe instrumenté 90 afin d'arrêter l'axe instrumenté 90 dans la direction axiale et de le bloquer en rotation par rapport à la pièce côté mât 50.
- [0074] Du point de vue fonctionnel, lorsque la nacelle élévatrice 1 est dans des conditions de fonctionnement normales, c'est-à-dire en l'absence d'élément extérieur à la nacelle élévatrice 1 sollicitant la plate-forme de travail 10, le sous-ensemble 60 transfère au mât 20 – par le biais de la pièce côté mât 50 – la totalité des efforts exercés par la

plate-forme de travail 10 sur le mât 20, à l'exception du poids de la plate-forme de travail 10. Plus précisément, les deux bielles 61 et 62 transfèrent au mât 20 les efforts dus au moment résultant du montage en porte-à-faux de la plate-forme de travail 10 par rapport à l'extrémité supérieure 28 du mât 20. La direction vectorielle de ce moment est parallèle à l'axe Z de l'axe instrumenté 90 – visible sur la [Fig.7] – auquel sont parallèles l'ensemble des axes 71, 72, 73 et 74.

[0075] Les deux bielles 61 et 62 transfèrent aussi au mât 20 les efforts dus au moment de torsion résultant d'un éventuel décalage latéral du centre d'inertie de la plate-forme de travail 10 chargée par rapport à l'extrémité supérieure 28 du mât 20, autrement dit un décalage dans la direction de l'axe Z par rapport à l'extrémité supérieure 28 du mât 20. La direction vectorielle de ce moment de torsion est parallèle à l'axe X visible sur la [Fig.7]. Ce décalage latéral du centre d'inertie de la plate-forme de travail 10 chargée peut classiquement résulter du fait qu'une charge est placée sur la plate-forme de travail 10 vers un côté latéral, étant précisé que de manière classique le dispositif de détermination de charge 40 supporte préférentiellement la plate-forme de travail 10 par le milieu d'un côté de celle-ci.

[0076] Au contraire, le deuxième sous-ensemble 80 transfère exclusivement la totalité du poids de la plate-forme de travail 10 au mât 20 par le biais de la pièce côté mât 50. Bien entendu, le poids de la plate-forme de travail 10 s'entend de la plate-forme de travail 10 chargée le cas échéant et comprend donc aussi le poids de la charge placée sur celle-ci. Ainsi, l'axe instrumenté 90 est soumis exclusivement aux efforts résultant du poids de la plate-forme de travail 10 chargée qui lui sont transmis par la bielle 81, et non aux efforts dus aux moments précités qui sont pris en charge par le premier sous-ensemble 60. Les efforts mesurés par l'axe instrumenté 90 permettent donc à l'électronique de bord 5 de la nacelle élévatrice 1 de déterminer de manière fiable la charge à bord de la plate-forme de travail 10. Selon un mode de réalisation préféré, il est prévu une procédure de calibration pour établir la relation entre les mesures fournies par le capteur d'effort du dispositif de détermination de charge 40, en l'occurrence l'axe instrumenté 90, et la charge à bord de la plate-forme de travail 10. Cela permet ensuite à l'électronique de bord 5 de la nacelle élévatrice 1 de déterminer directement la charge à bord de la plate-forme de travail 10 à partir de la mesure fournie par le capteur d'effort sur la base de cette relation lorsque la nacelle élévatrice 1 est en utilisation. L'électronique de bord 5 peut classiquement être prévue pour restreindre ou interdire les mouvements de la plate-forme de travail 10 en fonction de la charge à bord de la plate-forme de travail 10 déterminée grâce au dispositif de détermination de charge 40.

[0077] Afin d'obtenir une détermination précise de la charge à bord de la plate-forme de travail 10, les bielles 61 et 62 sont préférentiellement montées sur les axes respectifs

71, 72 et 73, 74 au moyen de paliers lisses ou bagues lisses. C'est le cas aussi pour le montage pivotant de la bielle 81 sur l'axe 72. Cette mesure permet d'éviter au maximum que des efforts parasites soient appliqués sur la bielle 81 – et donc sur l'axe instrumenté 90 – en raison des frottements au niveau de ces axes.

- [0078] D'autre part, il est avantageux que la bielle 81 soit inclinée par rapport à la verticale comme cela est visible dans les figures. En effet, l'effort appliqué par la bielle 81 sur l'axe instrumenté 90 est d'autant plus grand par rapport au poids de la plate-forme de travail 10 que l'angle de la bielle 81 avec la verticale augmente. Cela permet de ce fait une détermination plus précise du poids de la plate-forme de travail 10 au moyen de l'axe instrumenté 90. De ce point de vue, l'angle de la bielle 81 avec la verticale est de préférence supérieur ou égal à 10 degrés. Il est aussi préférentiellement inférieur ou égal à 80°, ce qui évite que l'effort transmis par la bielle 81 ne devienne trop important.
- [0079] Par ailleurs, la rotule 82 améliore aussi la précision de la détermination de la charge à bord de la plate-forme de travail 10 au moyen de l'axe instrumenté 90. En effet, la rotule 82 évite ou limite drastiquement que l'axe instrumenté 90 soit soumis à des efforts parasites dus au moment de torsion parallèle à l'axe X qui résulte d'un éventuel décalage latéral du centre d'inertie de la plate-forme de travail 10 chargée par rapport à l'extrémité supérieure 28 du mât 20, autrement dit un décalage dans la direction de l'axe Z par rapport à l'extrémité supérieure 28 du mât 20.
- [0080] Comme mentionné plus haut, les efforts dus à ce moment de torsion sont en principe pris en charge par le premier sous-ensemble 60 de sorte que le deuxième sous-ensemble 80, en particulier la bielle 81 et l'axe instrumenté 90, ne devrait pas y être soumis. En réalité, bien que le premier sous-ensemble 60 et la pièce côté plate-forme de travail 11 sont par conception très rigides, ils peuvent néanmoins subir des déformations provoquées par les efforts résultant de ce moment de torsion. De ce fait, si la bielle 81 du deuxième sous-ensemble 80 était uniquement montée de manière pivotante à l'axe instrumenté 90, le deuxième sous-ensemble 80 serait soumis à des efforts parasites dus au moment de torsion. Supprimer ces déformations par le seul dimensionnement des pièces n'est généralement pas possible en raison de leur poids et volume qui deviendraient trop important pour être compatibles avec une conception optimale de la nacelle élévatrice.
- [0081] La difficulté est surmontée par le fait de relier la bielle 81 à l'axe instrumenté 90 par le biais de la rotule 82. La rotule 82 permet en effet d'éviter que l'axe instrumenté 90 soit soumis à des efforts parasites dus au moment de torsion ou du moins de les limiter drastiquement.
- [0082] La rotule 82 est le mieux visible sur la [Fig.9]. Elle comprend classiquement une bague intérieure 83 et une bague extérieure 84. La bague extérieure 84 est montée sur

la bague intérieure 83 par une surface sphérique respective. Ainsi, la bague extérieure 84 est unie à la bague intérieure 83 par une liaison sphérique. Autrement dit, la bague extérieure 84 est libre de pivoter autour des trois axes x , y et z – visibles sur la [Fig.9] – par rapport à la bague intérieure 83. La rotule 82 est maintenue par le biais de la bague extérieure 84 dans un alésage traversant de la bielle 81 tandis que la bague intérieure 83 de la rotule 82 est montée l'axe instrumenté 90, à savoir sur son tronçon 92 désigné sur la [Fig.10]. Ainsi, si la bielle 81 devait quitter un positionnement purement radial par rapport à l'axe instrumenté 90 en raison de déformations du premier sous-ensemble 60, la rotule 82 évite que des efforts parasites correspondants s'appliquent sur l'axe instrumenté 90 lesquels auraient pour effet de fausser la détermination du poids de la plate-forme de travail 10.

[0083] Toujours dans le but de maximiser la précision de la détermination de la charge à bord de la plate-forme de travail 10 grâce à l'axe instrumenté 90, il est préférable que la bague intérieure 83 de la rotule 82 soit montée en pivot glissant sur l'axe instrumenté 90. De la sorte, la bague 83 peut coulisser axialement par rapport à l'axe instrumenté 90, ce qui permet aussi d'éviter d'appliquer sur cette dernière d'éventuels efforts parasites. En revanche, l'extrémité 81a peut être montée en liaison pivot pure sur l'axe 72 au jeu de montage près. Alternativement, l'extrémité 81a peut être montée par une rotule sur l'axe 72, mais le montage par une simple liaison pivot est plus économique.

[0084] La conception du deuxième sous-ensemble 80 a aussi pour intérêt de coupler la pièce côté plate-forme de travail 11 à la pièce de montage 50, c'est-à-dire de les unir en toute circonstance peu importe que la bielle 11 soit soumise à des efforts de compression ou bien à des efforts de traction. Ainsi, si la plate-forme de travail 10 devait reposer sur un obstacle extérieur à la nacelle élévatrice 1 de sorte qu'un effort vers le haut s'exerce sur celle-ci au point que la charge à bord de la plate-forme de travail apparaît être négative, celle-ci est perçue par l'axe instrumenté 90. Le dispositif de détermination de charge 40 permet donc non seulement de détecter cette situation, mais aussi de déterminer l'importance de la charge négative, y compris si le sens des efforts transmis par la bielle 11 devait s'inverser, c'est-à-dire lorsque l'effort vertical vers le haut appliqué à la plate-forme de travail 10 excède le poids de la plate-forme de travail 10 complété avec celui de la charge pesante éventuellement placée sur elle. L'électronique de bord 5 de la nacelle élévatrice 1 peut alors mettre en œuvre automatiquement des procédures appropriées en fonction de l'importance de la charge négative notamment pour des raisons de sécurité et d'intégrité de la nacelle élévatrice 1. Par exemple, l'électronique de bord peut être prévue pour arrêter automatiquement les mouvements de la plate-forme de travail 10, en particulier le mouvement d'abaissement, dès lors que la charge négative dépasse un seuil prédéterminé. Ce seuil peut être fixé à zéro

daN, mais il est préférable de le fixer à une valeur non nulle pour éviter un déclenchement intempestif de la procédure de sécurité en raison de phénomènes transitoires. De ce point de vue, ce seuil est préférentiellement fixé à une valeur supérieure ou égale à 10 daN, voire à 25 daN. D'un autre côté, cette valeur est de préférence inférieure ou égale à 200 daN et plus préférentiellement inférieure ou égale à 100 daN, voire à 75 daN, ce qui limite le risque de dégât causé à la nacelle élévatrice 1.

[0085] Par ailleurs, une ou des données représentatives de la charge à bord de la plate-forme de travail 10 peuvent être enregistrés par exemple à des fins d'analyse des événements affectant l'usage de la nacelle élévatrice 1. En particulier, un tel enregistrement peut avantageusement être effectué lorsque la charge déterminée par l'électronique de bord 5 dépasse un seuil positif prédéterminé non nul, par exemple un seuil représentatif d'une surcharge de la plate-forme de travail 10. Inversement, un tel enregistrement peut être opéré lorsqu'une charge négative non nulle est déterminée par l'électronique de bord 5, autrement dit lorsqu'un effort vertical vers le haut est appliqué à la plate-forme de travail 10. Ou plus particulièrement, l'enregistrement peut être opéré lorsque l'électronique de bord 5 détermine une charge négative dépassant en valeur absolue un seuil prédéterminé non nul, par exemple un seuil fixé à une valeur supérieure ou égale à 10 daN et plus préférentiellement à une valeur supérieure ou égale à 25 daN. En particulier, ce seuil peut avantageusement être fixé à une limite à ne pas dépasser pour ne pas exposer la nacelle élévatrice 1 à des avaries. De ce point de vue, le seuil est fixé à une valeur qui est de préférence inférieure ou égale à 200 daN et plus préférentiellement inférieure ou égale à 100 daN, voire à 75 daN.

[0086] La ou les données ainsi enregistrées peuvent être la charge à bord de la plate-forme de travail 10 telle que déterminée par l'électronique de bord 5 ou bien la ou les mesures fournies par l'axe instrumenté 90 ayant servi à la détermination de la charge ou toute(s) autre(s) donnée(s) représentative(s) de la charge. Ces données peuvent être enregistrées avec horodatage par l'électronique de bord 5 elle-même dans un dispositif de stockage 5a à bord de la nacelle élévatrice 1. Le dispositif de stockage de données 5a peut être de tout type approprié tel que de la mémoire RAM, un disque dur, un disque SSD, etc. Alternativement ou additionnellement, ces données peuvent être envoyées pour stockage à un serveur distant 6 par l'électronique de bord 5 via une liaison de communication sans fil symbolisé par la flèche 7 sur la [Fig.1]. Il peut notamment s'agir d'un serveur hébergé dans un nuage sur Internet.

[0087] L'on comprendra que l'enregistrement des données représentatives de la charge à bord de la plate-forme de travail 10 dans un dispositif de stockage 5a à bord de la nacelle élévatrice 1 et/ou leur envoi à un serveur distant 6 peut être plus généralement mis en œuvre pour toute sorte de nacelle élévatrice, ainsi qu'avec un dispositif de détermination de charge qui n'est pas selon la présente invention.

- [0088] Le mode de réalisation décrit en référence aux figures 1 à 10 allie une conception particulièrement simple et économique tout en permettant une détermination précise du poids de la plate-forme de travail 10 et partant de la charge à bord de celle-ci.
- [0089] De nombreuses variantes sont cependant possibles. Selon un autre mode de réalisation tout aussi avantageux, la bielle 81 est montée par son extrémité 81a sur l'axe 74 au lieu d'être montée sur l'axe 72. Dans ce cas, la bielle 81 est soumise à un effort de traction sous l'effet du poids de la plate-forme de travail 10 au lieu d'être soumis à un effort de compression comme c'est le cas du mode de réalisation illustré par les figures.
- [0090] Selon un autre mode de réalisation, la bielle 81 est montée pivotante par son extrémité 81a sur un axe dédié distinct des axes 72 et 74 et qui est également solidarisé à la pièce côté plate-forme de travail 11.
- [0091] Selon un autre mode de réalisation, l'axe instrumenté 90 est monté à la pièce côté plate-forme de travail 11. Dans ce cas, la bielle 81 est montée pivotante par son extrémité 81a soit sur l'axe 71, soit sur l'axe 73, soit sur un axe dédié distinct qui est solidarisé à la pièce côté mât 50.
- [0092] Les modes de réalisation dans lesquels la bielle 81 est montée sur l'un des axes 71, 72, 73 ou 74 sont préférables car ils font l'économie d'un axe dédié.
- [0093] Selon encore un autre mode de réalisation, la bielle 81 est montée pivotante par son extrémité 81a sur un axe dédié qui lui-même est monté sur la bielle supérieure 61 ou bien sur la bielle inférieure 62 tandis que l'axe instrumenté 90 est monté sur le support de montage 50 ou sur la pièce côté plate-forme de travail 11.
- [0094] Selon un autre mode de réalisation, l'axe instrumenté 90 est monté sur la bielle supérieure 61 ou bien sur la bielle inférieure 62. Dans ce cas, la bielle 81 est montée pivotante par son extrémité 81a à la pièce côté mât 50 ou à la pièce côté plate-forme de travail 11, que ce soit sur l'un des axes 71, 72, 73 ou 74 ou bien sur un axe dédié distinct de ces derniers.
- [0095] Selon encore un autre mode de réalisation, la bielle 81 est montée pivotante par son extrémité 81a sur un axe dédié qui lui-même est monté soit sur la bielle supérieure 61, soit sur la bielle inférieure 62, et l'axe instrumenté 90 est monté sur l'autre des deux bielles 61, 62.
- [0096] Quel que soit le mode de réalisation, la bielle 81 est agencée de manière à supporter le poids de la plate-forme de travail 10 et à le transférer directement ou indirectement de la pièce côté plate-forme de travail 11 à la pièce côté mât 50 par le biais de l'axe instrumenté 90.
- [0097] Dans le cas où l'extrémité 81a de la bielle 81 et/ou l'axe instrumenté 90 sont montés sur l'une ou l'autre des bielles 61, 62, la forme des bielles 61 et 62 concernées peut être adaptée de manière à définir un agencement mutuel des trois axes montés sur une

même bielle, par exemple selon un agencement triangulaire, pour que la bielle 81 s'étende selon une direction choisie pour que les efforts appliqués à la bielle 81 du fait du poids de la plate-forme de travail 1 atteignent le niveau souhaité.

- [0098] L'on remarquera que les bielles 61, 62 sont montées pivotantes à la pièce de montage 50 et à la pièce côté plate-forme de travail 11 au moyen d'axes distincts de l'axe instrumenté 90, à savoir les axes 71, 72, 73 et 74, afin d'éviter que les efforts transmis par les bielles 61, 62 ne passent par l'axe instrumenté 90.
- [0099] Selon d'autres modes de réalisation encore, la détermination de la charge sur la plate-forme de travail 10 est effectuée sans recourir à un axe instrumenté. Un tel mode de réalisation est illustré par la [Fig.11]. Le dispositif de détermination de charge de la [Fig.11] est référencé 140. Similairement au premier mode de réalisation illustré par les figures 1 à 10, le dispositif de détermination de charge 140 est monté, d'une part, à la pièce côté mât 50 (qui dans cet exemple est réalisé un peu différemment) et, d'autre part, à la pièce côté plate-forme de travail 11.
- [0100] Le premier sous-ensemble 60 du dispositif de détermination de charge 140 est identique à celui du premier mode de réalisation. En revanche, le deuxième sous-ensemble 180 est différent du premier sous-ensemble 80 du premier mode de réalisation. Plus particulièrement, la bielle 81 et l'axe instrumenté 90 du premier mode de réalisation sont remplacés par une bielle 181 composée de plusieurs tronçons rigidement reliés entre eux dont un capteur d'effort 190 capable de déterminer les efforts de traction et/ou de compression qui lui sont appliqués. Ce type de capteurs est connu en soi et sont disponibles dans le commerce. Dans un autre mode de réalisation, la bielle 181 est réalisée monobloc venant de matière et une ou plusieurs jauges de contrainte y sont adjointes pour déterminer les efforts de traction et/ou de compression qui lui sont appliqués.
- [0101] La bielle 181 est montée par son extrémité 181a sur l'axe 72 par le biais d'une première rotule 82 et par son extrémité opposée 181b sur l'axe 73 par le biais d'une deuxième rotule 82. Les deux rotules 82 évitent que des efforts parasites dus à une éventuelle déformation de la pièce côté plate-forme de travail 11 et du premier sous-ensemble 60 s'appliquent la bielle 181 et donc sur le capteur d'effort 190. En variante, seule une des deux extrémités 181a, 181b est montée par le biais d'une rotule 82 tandis que son autre extrémité est montée par une liaison pivot glissant ou une liaison pivot pure. Mais le recours à deux rotules 82 est néanmoins préférable car elles suppriment ou limitent plus efficacement les efforts parasites sur la bielle 181 qui sont liés au moment de torsion.
- [0102] Le mode de réalisation de la [Fig.11] peut aussi faire l'objet de nombreuses variantes. En particulier, la bielle 181 peut être montée sur les axes 71 et 74 au lieu des axes 72 et 73. Il est aussi possible de monter la bielle 181 par son extrémité 181a à un premier

axe dédié et/ou par son extrémité 181b à un deuxième axe dédié lesquels axes dédiés sont montés l'un à la pièce côté mât 50 et l'autre à la pièce côté plate-forme de travail 11. En variante, l'un et/ou l'autre de ces deux axes dédiés peuvent être montés sur la bielle supérieure 61 et sur la bielle inférieure 62.

[0103] Les modes de réalisation décrits en référence aux figures 1 à 10 sont cependant plus avantageux que celui de la [Fig.11] et de ses variantes en ce qu'ils ne comprennent qu'une seule rotule 82 et que la bielle 81 est structurellement simple.

[0104] Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée aux exemples et aux modes de réalisation décrits et représentés, mais elle est susceptible encore d'autres variantes accessibles à l'homme de l'art.

Revendications

[Revendication 1]

Dispositif de détermination de charge (40 ; 140) pour déterminer une charge sur une plate-forme de travail (10) d'une nacelle élévatrice (1) laquelle plate-forme de travail (10) est montée à une extrémité supérieure (28) d'un mât (20) servant à la déplacer en hauteur, le dispositif de détermination de charge étant destiné à être monté en interposition entre l'extrémité supérieure du mât et la plate-forme de travail, le dispositif de détermination de charge comprenant :

- une pièce côté mât (50) prévue pour faire partie de l'extrémité supérieure du mât ou prévue pour monter le dispositif de détermination de charge à l'extrémité supérieure du mât,
- une pièce côté plate-forme de travail (11) prévue pour faire partie de la plate-forme de travail ou prévue pour supporter la plate-forme de travail,
- au moins une pièce supérieure de liaison (61) et au moins une pièce inférieure de liaison (62), la pièce supérieure de liaison (61) étant montée pivotante, d'une part, à la pièce côté mât (50) autour d'un premier axe (71) et, d'autre part, à la pièce côté plate-forme de travail (11) autour d'un deuxième axe (72), la pièce inférieure de liaison (62) étant montée pivotante, d'une part, à la pièce côté mât (50) autour d'un troisième axe (73) et, d'autre part, à la pièce côté plate-forme de travail (11) autour d'un quatrième axe (74), les premier, deuxième, troisième et quatrième axes (71-74) étant des axes parallèles distincts permettant un déplacement vertical de la pièce côté plate-forme de travail (11) par rapport à la pièce côté mât (50) par pivotement de la pièce supérieure de liaison (61) et de la pièce inférieure de liaison (62),
- un élément de transfert de charge (81 ; 181) couplant la pièce côté plate-forme de travail (11) à la pièce côté mât (50) pour transférer la charge supportée par la pièce côté plate-forme de travail à la pièce côté mât, et
- un capteur d'effort (90 ; 190) pour mesurer l'effort transmis par l'élément de transfert de charge de la pièce côté plate-forme de travail à la pièce côté mât,

dans lequel l'élément de transfert de charge (81 ; 181) couple la pièce côté plate-forme de travail (11) à la pièce côté mât (50) par le biais d'au moins une rotule (82).

- [Revendication 2] Dispositif de détermination de charge selon la revendication 1, dans lequel l'élément de transfert de charge est une bielle (81 ; 181).
- [Revendication 3] Dispositif de détermination de charge selon la revendication 2, dans lequel deux extrémités opposées (81a, 81b ; 181a, 181b) de la bielle (81 ; 181) sont montées chacune à un élément respectif parmi la pièce côté mât (50), la pièce côté plate-forme de travail (11), la pièce supérieure de liaison (61) et la pièce inférieure de liaison (62).
- [Revendication 4] Dispositif de détermination de charge selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel le capteur d'effort (90) comprend un corps d'épreuve sous la forme d'un cinquième axe sur lequel est montée la rotule, le cinquième axe étant distinct des premier, deuxième, troisième et quatrième axes (71-74).
- [Revendication 5] Dispositif de détermination de charge selon la revendication 4 en ce qu'elle dépend de la revendication 2 ou 3, dans lequel la bielle (81) est montée par une première extrémité (81b) sur la rotule (82).
- [Revendication 6] Dispositif de détermination de charge selon la revendication 4 ou 5, dans lequel la rotule (82) est montée en liaison pivot glissant sur le cinquième axe (90).
- [Revendication 7] Dispositif de détermination de charge selon la revendication 6 en ce qu'elle dépend de la revendication 5, dans lequel la bielle (81) est montée par une deuxième extrémité (81a) opposée à la première extrémité par une liaison pivot pure.
- [Revendication 8] Dispositif de détermination de charge selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, dans lequel le cinquième axe (90) et une deuxième extrémité (81a) de la bielle (81) opposée à la première extrémité sont montés chacun sur l'un respectif parmi la pièce côté mât (50) et la pièce côté plate-forme de travail (11).
- [Revendication 9] Dispositif de détermination de charge selon la revendication 8, dans lequel la deuxième extrémité (81a) est montée sur l'un parmi les premier, deuxième, troisième et quatrième axes (71-74).
- [Revendication 10] Dispositif de détermination de charge selon la revendication 2 ou 3, dans lequel la bielle (181) est le corps d'épreuve du capteur d'effort ou bien le capteur d'effort (190) est intégré à la bielle (181).
- [Revendication 11] Dispositif de détermination de charge selon la revendication 10, dans lequel la bielle (181) est montée par deux extrémités opposées au moyen

d'une rotule respective (82).

[Revendication 12] Dispositif de détermination de charge selon la revendication 10 ou 11, dans lequel :

- la bielle (181) est montée au troisième axe (73) par une première extrémité (181b) et au deuxième axe (72) par une deuxième extrémité (181a) opposée à la première extrémité, ou bien
- la bielle est montée au premier axe (71) par une première extrémité et au quatrième axe (74) par une deuxième extrémité opposée à la première extrémité.

[Revendication 13] Dispositif de détermination de charge selon l'une quelconque des revendications 2 à 12, dans lequel la bielle (81 ; 181) est montée inclinée par rapport à la direction verticale de manière à s'étendre obliquement entre la pièce côté mât et la pièce côté plate-forme de travail, l'angle entre la bielle et la direction verticale étant préférentiellement compris entre 10 et 80 degrés.

[Revendication 14] Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, dans lequel le capteur d'effort (90 ; 190) est apte à mesurer l'effort transmis par l'élément de transfert de charge de la pièce côté plate-forme de travail (11) à la pièce côté mât (50) quel que soit le sens de cet effort.

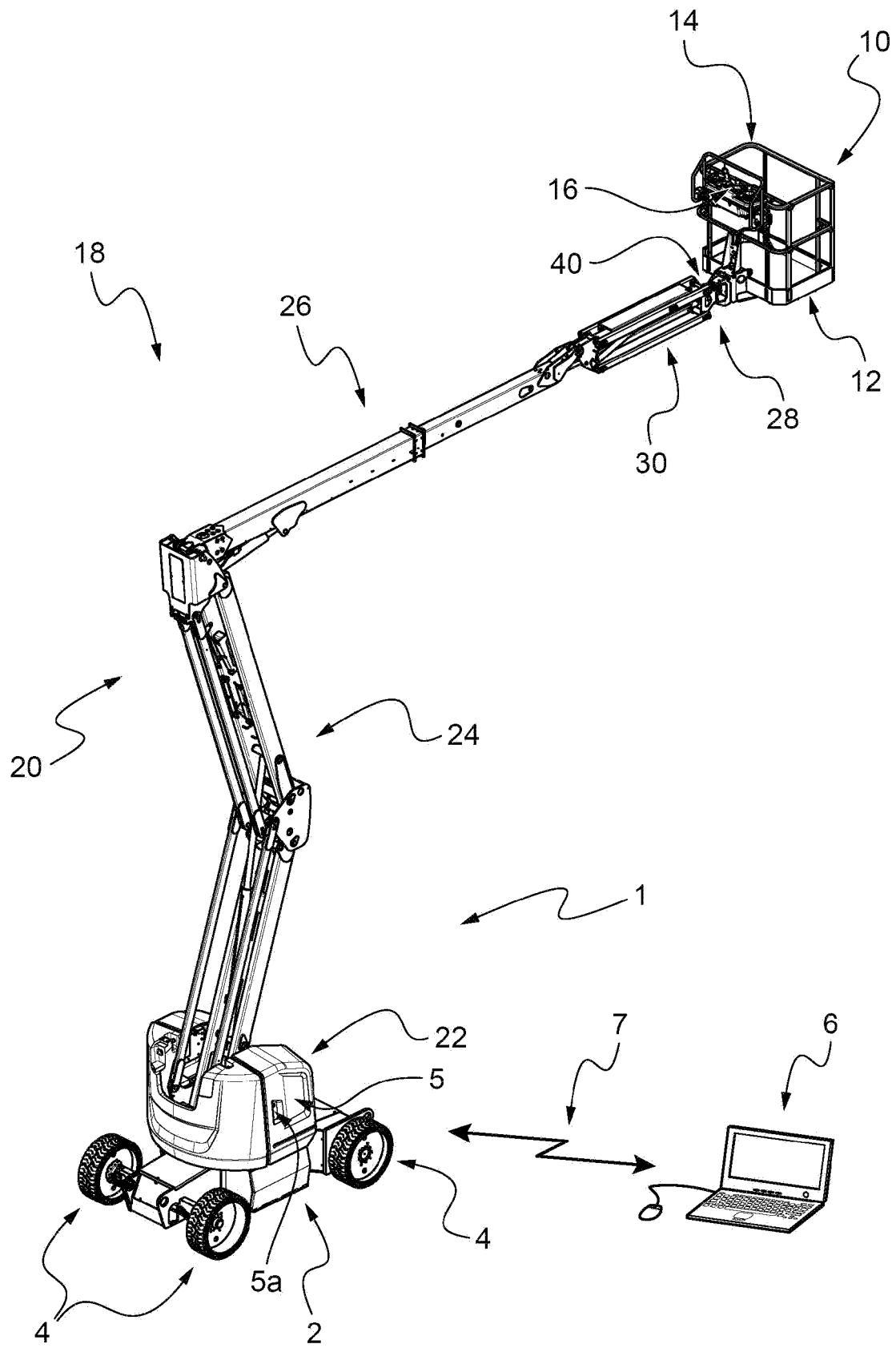
[Revendication 15] Nacelle élévatrice (1), comprenant :

- une plate-forme de travail (10),
- un mât (20) présentant une extrémité supérieure (28) à laquelle est montée la plate-forme de travail et servant à déplacer en hauteur la plate-forme de travail, et
- un dispositif de détermination de charge (40 ; 140) selon l'une quelconque des revendications 1 à 14 qui est monté en interposition entre l'extrémité supérieure du mât (28) et la plate-forme de travail (10).

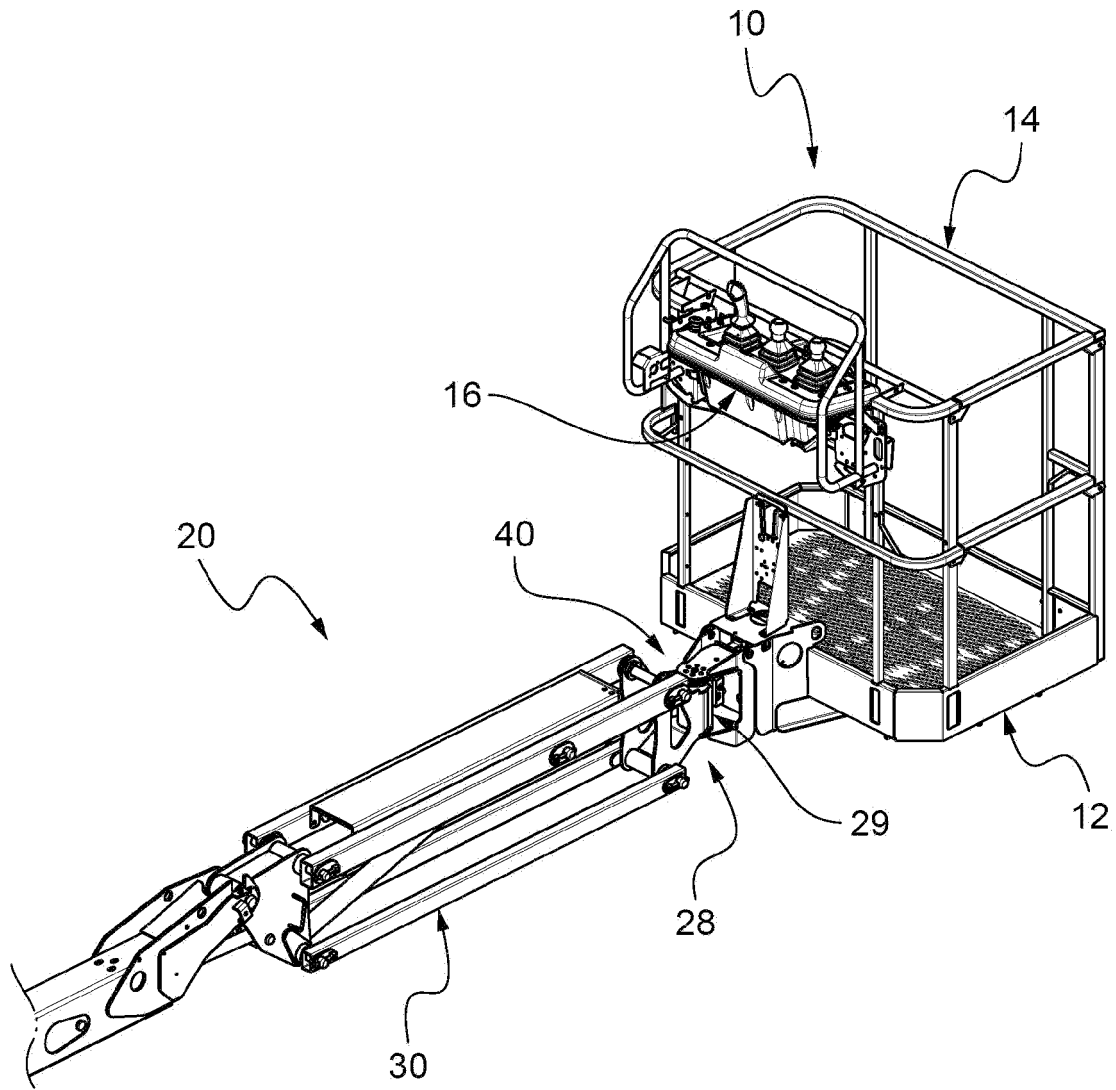
[Revendication 16] Nacelle élévatrice selon la revendication 15, comprenant en outre une électronique de bord (5) à laquelle est relié le capteur d'effort (90 ; 190), l'électronique de bord étant prévue pour déterminer la charge à bord de la plate-forme de travail (10) à partir des signaux de mesure fournis par le capteur d'effort (90 ; 190).

- [Revendication 17] Nacelle élévatrice selon la revendication 16, dans laquelle l'électronique de bord (5) est prévue pour stopper un mouvement d'abaissement de la plate-forme de travail (10) en cours si elle détermine une charge négative à bord de la plate-forme de travail qui est supérieure en valeur absolue à un seuil prédéterminé non nul, ce seuil étant de préférence fixé à une valeur supérieure ou égale à 10 daN et plus préférentiellement à une valeur supérieure ou égale à 25 daN.
- [Revendication 18] Procédé pour déterminer une charge sur une plate-forme de travail (10) d'une nacelle élévatrice (1) laquelle plate-forme de travail est montée à une extrémité supérieure (28) d'un mât (20) servant à déplacer en hauteur la plate-forme de travail (10), un dispositif de détermination de charge (40) selon l'une quelconque des revendications 1 à 14 étant monté en interposition entre l'extrémité supérieure (28) du mât (20) et la plate-forme de travail (10), le procédé comprenant la détermination de la charge sur la plate-forme de travail (10) par une électronique de bord (5) sur la base d'au moins un signal de mesure fourni par le capteur d'effort (90 ; 190).
- [Revendication 19] Procédé selon la revendication 18, comprenant l'enregistrement par l'électronique de bord (5) dans un dispositif de stockage de données (5a) à bord de la nacelle élévatrice (1) d'au moins une donnée de préférence horodatée qui est représentative de la charge sur la plate-forme de travail (10) et/ou l'envoi d'au moins une telle donnée par l'électronique de bord (5) à un serveur distant (6) via une liaison de communication sans fil (7).
- [Revendication 20] Procédé selon la revendication 19, dans lequel :
- l'électronique de bord (5) enregistre ou envoie une telle donnée si la charge déterminée est supérieure à un seuil positif prédéterminé non nul, le seuil correspondant de préférence à la charge maximale autorisée de la plate-forme de travail (10) ; et/ou
 - l'électronique de bord (5) enregistre ou envoie une telle donnée si la charge déterminée est négative non nulle ou bien si la charge déterminée est négative et supérieure en valeur absolue à un seuil prédéterminé non nul, ce seuil étant de préférence fixé à une valeur supérieure ou égale à 10 daN et plus préférentiellement à une valeur supérieure ou égale à 25 daN.

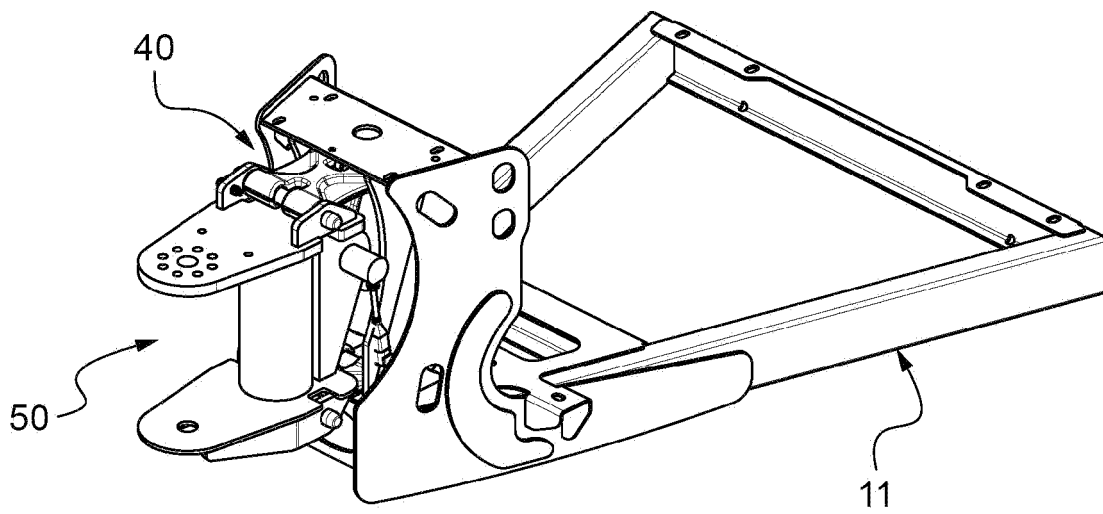
[Fig. 1]



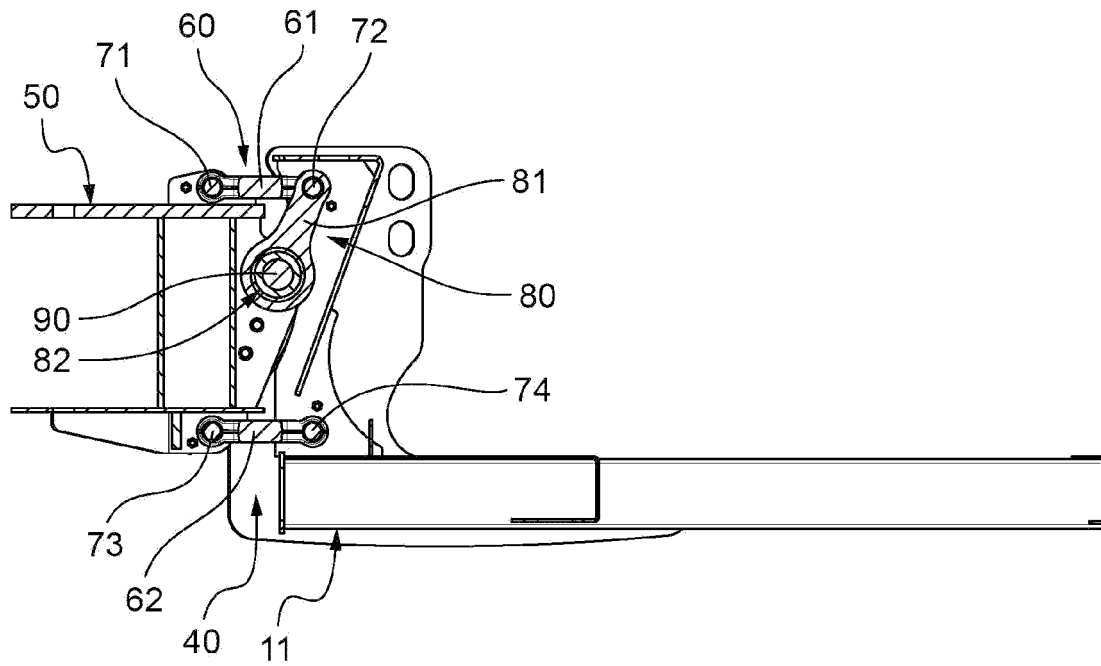
[Fig. 2]



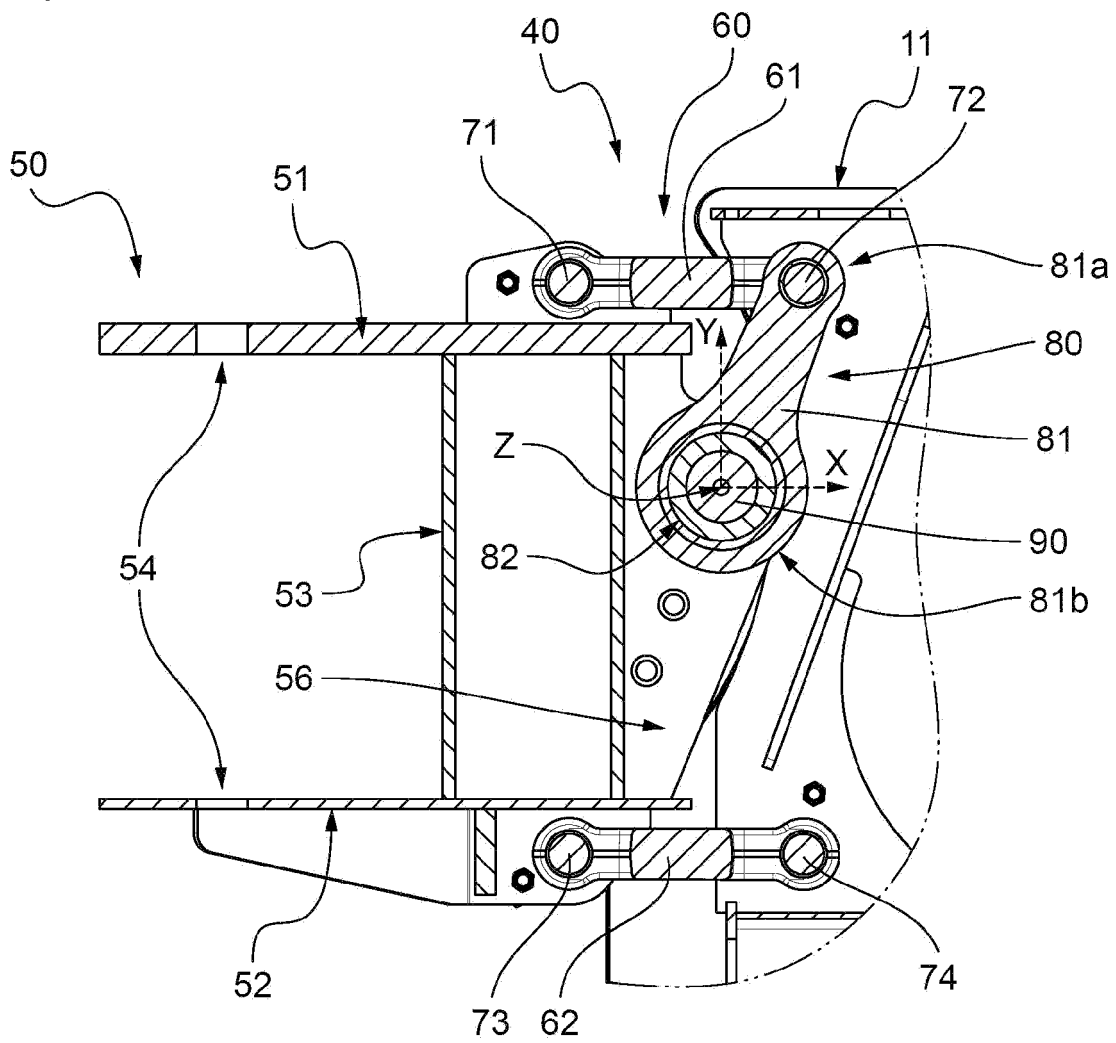
[Fig. 3]



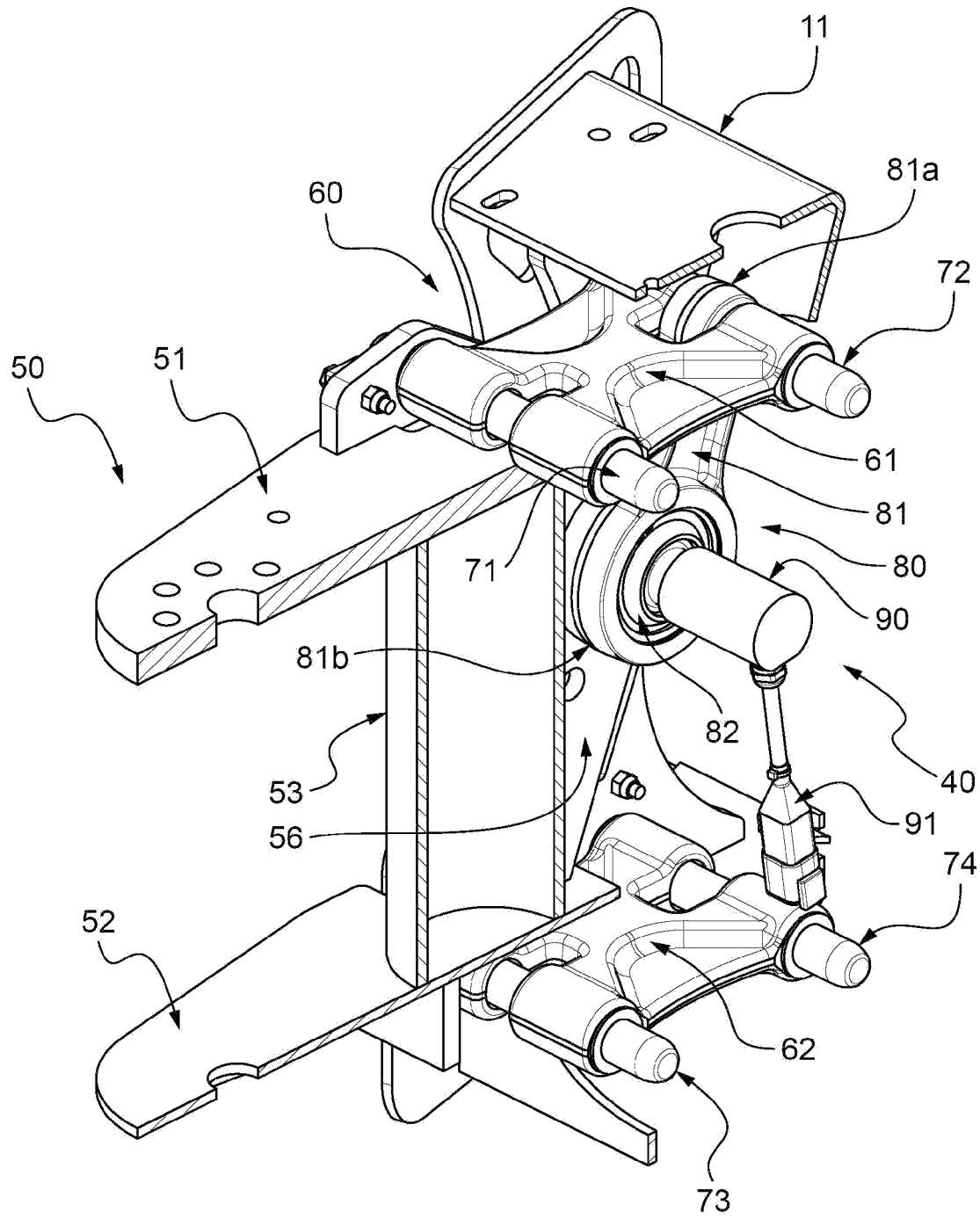
[Fig. 6]



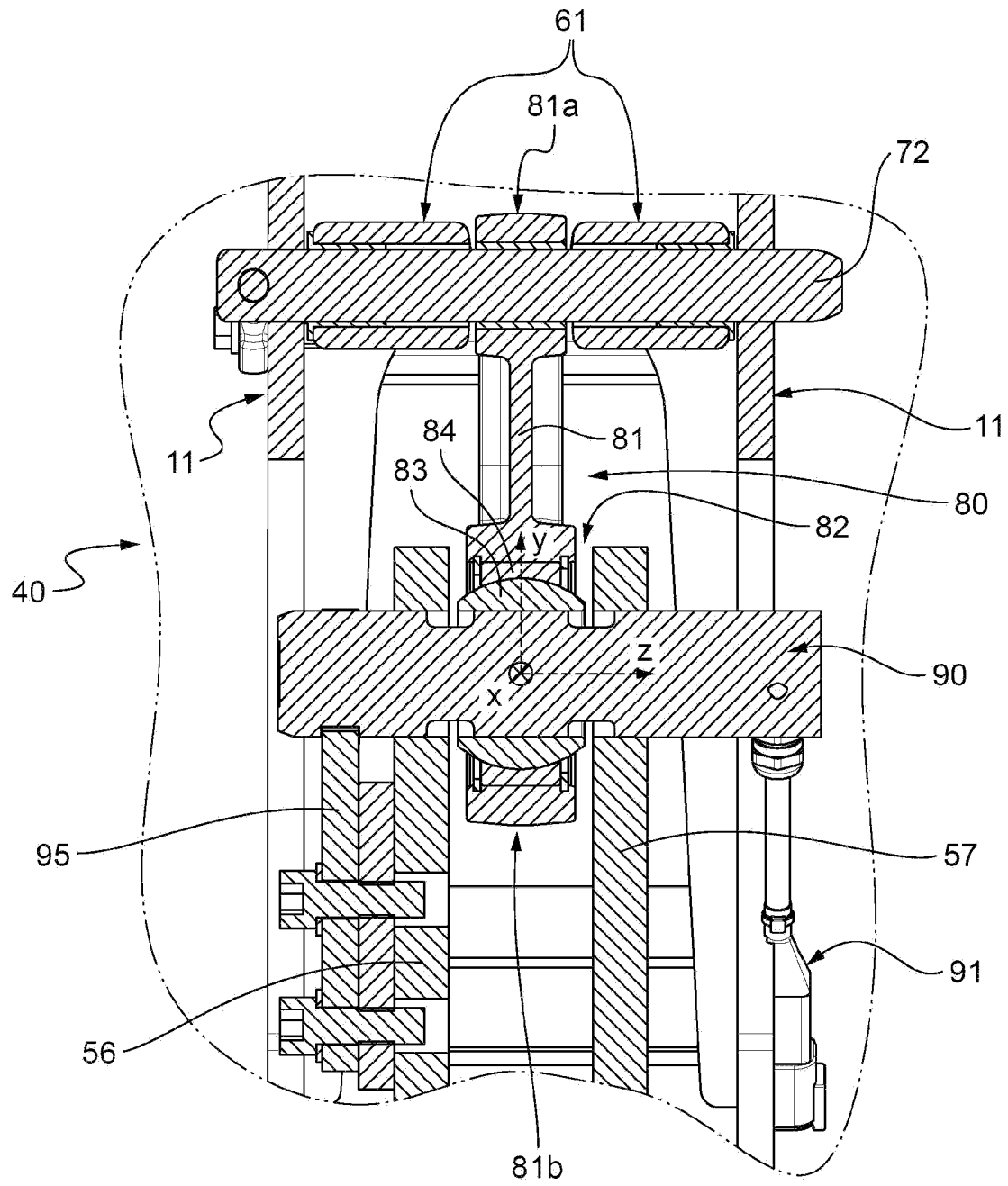
[Fig. 7]



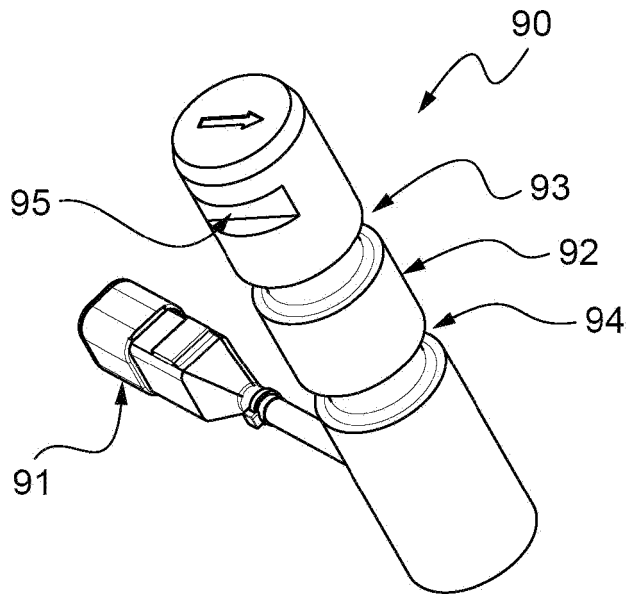
[Fig. 8]



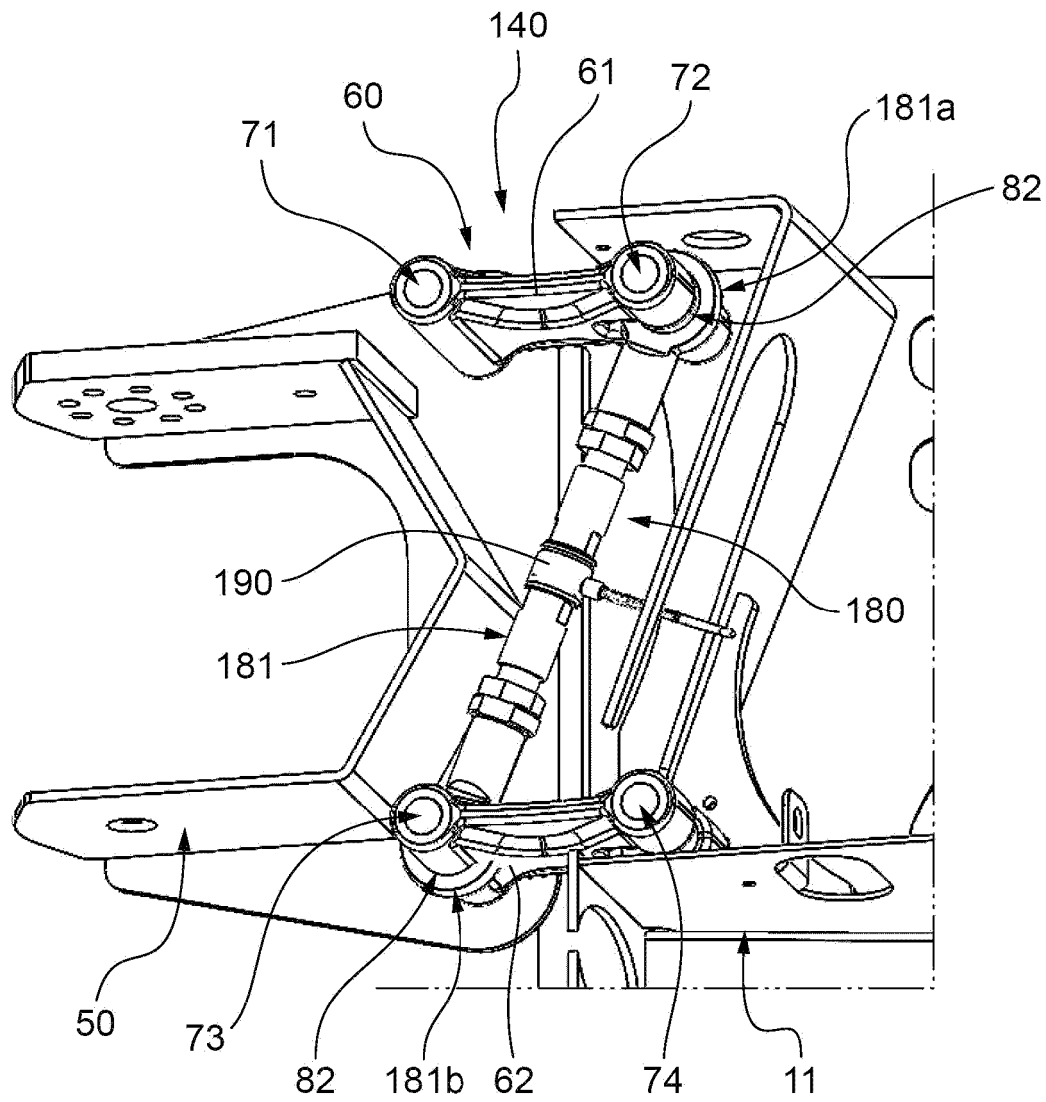
[Fig. 9]



[Fig. 10]



[Fig. 11]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

NEANT

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

CN 215 402 946 U (CHINA CREC RAILWAY
ELECTRIFICATION BUREAU GROUP CO LTD)
4 janvier 2022 (2022-01-04)

US 6 585 079 B1 (WEYER DEAN R [US])
1 juillet 2003 (2003-07-01)

US 4 655 306 A (SANER KASPAR [CH])
7 avril 1987 (1987-04-07)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT