

Système d'ancrage d'un câble

DOMAINE TECHNIQUE

L'invention concerne un système d'ancrage d'un câble, un dispositif de levage
5 comprenant un tel système d'ancrage et un engin de levage comprenant ledit système d'ancrage.

ETAT DE LA TECHNIQUE

Le levage et la manutention de conteneurs peuvent être mis en œuvre grâce à un cadre
10 de préhension, communément appelé « spreader », relié par l'intermédiaire de filins à une grue, typiquement une grue de type « Ship to Shore » (STS), c'est-à-dire du navire au quai, pour le débarquement des conteneurs d'un navire ou l'embarquement des conteneurs sur un navire. Des moteurs montés sur la grue permettent de lever ou d'abaisser le cadre de préhension par l'intermédiaire des filins. Des organes d'accrochage (communément appelés
15 « twist lock ») sont en outre fixés sur le cadre de préhension. L'ouverture - respectivement la fermeture - des organes d'accrochage permet de fixer - respectivement de libérer - un conteneur. Pour permettre leur ouverture ou leur fermeture, les organes d'accrochage sont communément alimentés par un groupe hydraulique le plus souvent agencé sur le cadre de préhension. Le groupe hydraulique peut en outre être adapté pour forcer l'extension ou le
20 rétrécissement du cadre de préhension en utilisation, de sorte à adapter ledit cadre de préhension pour la manutention de conteneurs de différentes tailles. Le groupe hydraulique est avantageusement alimenté en énergie depuis la grue par l'intermédiaire d'un câble : une première extrémité du câble est enroulée autour d'un enrouleur monté sur la grue et une deuxième extrémité du câble est reliée au cadre de préhension, avantageusement par
25 l'intermédiaire d'un châssis (communément appelé « head block ») sous lequel est monté ledit cadre de préhension. Alternativement, les organes d'accrochage sont entièrement électriques, et leur alimentation en énergie depuis la grue se fait également par un tel câble. Le câble peut comprendre en outre un bus de données, par exemple un bus CAN (selon l'acronyme anglo-saxon « Controller Area Network »), chargé de transmettre les informations de verrouillage ou
30 de déverrouillage aux organes d'accrochage ainsi que toute autre information nécessaire au pilotage de la grue (pesage, éclairage, etc.).

Afin de ne pas endommager le câble, le déroulement et l'enroulement du câble autour
de l'enrouleur doivent permettre de garder le câble tendu durant toutes les opérations de
35 levage, déchargement, chargement, etc., des conteneurs. Le déroulement et l'enroulement du câble autour de l'enrouleur, de sorte à suivre les mouvements du cadre de préhension, sont le plus souvent gérés automatiquement par asservissement de l'enrouleur selon un modèle

théorique qui calcule le couple à appliquer à l'enrouleur en fonction de la phase de fonctionnement et de la position de la grue sur sa course.

5 Toutefois, le déplacement du cadre de préhension étant souvent géré manuellement par le grutier, certains mouvements du cadre de préhension ne peuvent pas être immédiatement compensés par l'enrouleur. C'est particulièrement vrai en cas de mouvements brusques du cadre de préhension lorsque ledit cadre est soumis à des chocs, par exemple si le conteneur manque la cale et vient heurter les glissières du porte-conteneur.

10 Un système d'ancrage du câble est par conséquent monté sur le châssis sous lequel est monté le cadre de préhension. Ce système d'ancrage peut comprendre un tambour cylindrique avantageusement monté rotatif par rapport au châssis par l'intermédiaire de paliers, par exemple des paliers à billes. Sous l'effet de la tension du câble, par exemple en cas de mouvement brusque du cadre de préhension, ledit tambour est mis en rotation autour de son
15 axe de rotation. Le mouvement de rotation du tambour induit l'enroulement et/ou le déroulement du câble autour dudit tambour, offrant ainsi un certain débattement au câble.

Le système d'ancrage peut comprendre en outre un ressort de compression couplé à un ou plusieurs amortisseurs, par exemple des amortisseurs hydrauliques, métalliques ou
20 élastiques (tendeurs), adaptés pour amortir le débattement du câble. Plus précisément, quand l'enrouleur tire ou pousse sur le câble et que le tambour est mis en rotation, le ressort de compression fournit un effort de rappel sur ledit tambour proportionnel à l'allongement dudit ressort de compression sous l'effet de la rotation du tambour et l'amortisseur absorbe le choc.

25 Toutefois, de tels systèmes d'ancrage, dont l'encombrement est limité par la taille du châssis sur lequel ils viennent se loger, ne permettent pas un débattement du câble suffisant notamment en cas de chocs. En effet, le débattement offert au câble par le système d'ancrage est typiquement de l'ordre de 40 mm dans le sens du déroulement du câble lorsque l'enrouleur tire sur le câble et de 40 mm dans le sens de l'enroulement du câble lorsque l'enrouleur relâche
30 la tension sur le câble. Il en résulte une usure rapide du câble, qui nécessite des opérations de maintenance fréquentes et coûteuses.

En outre, le ressort de compression est soumis à de fortes contraintes et a en conséquence une durée de vie faible qui peut être inférieure à un an d'utilisation dudit ressort
35 à raison d'environ 2000 heures d'utilisation du ressort par an. Il est alors nécessaire de changer de système d'ancrage ou de remplacer le ressort. La durée de vie des paliers est également inférieure à celle qui pourrait être attendue.

Par ailleurs, le ressort de compression et/ou les autres moyens d'amortissement que peut comprendre le système d'ancrage peuvent se révéler encombrants.

BREVE DESCRIPTION DE L'INVENTION

5 Un but de l'invention est de concevoir un système d'ancrage de câble, de préférence adapté pour être monté sur un châssis d'une grue destiné à supporter un cadre de préhension, permettant d'offrir un plus grand débattement au câble que les systèmes d'ancrage précédemment décrits et qui reste peu encombrant et facilement fabricable.

A cet effet, l'invention propose un système d'ancrage d'un câble comprenant :

- 10 - un châssis,
- un tambour monté rotatif sur le châssis autour d'un axe de rotation, le tambour présentant une surface latérale autour d'un axe parallèle à l'axe de rotation, le tambour étant adapté pour permettre un débattement du câble par enroulement et/ou déroulement dudit câble le long d'une portion de la surface latérale, par rotation dudit tambour autour de l'axe de
- 15 rotation en réponse à une variation de la tension du câble,
- au moins un ressort de torsion agencé entre le tambour et le châssis de sorte à compenser la variation de la tension du câble.

Sous l'effet du mouvement de rotation du tambour autour de l'axe de rotation, le ressort de torsion génère un angle de torsion autour dudit axe de rotation pour compenser la variation

20 de la tension du câble. Au contraire, un ressort de compression génère un allongement, et pour être en mesure de compenser la variation de la tension du câble, ledit ressort de compression doit être complété de chapes et/ou de liaisons pivots. En outre, les ressorts de torsion sont peu encombrants et augmenter le débattement offert au câble par enroulement et/ou déroulement dudit câble autour de la surface latérale revient à augmenter le décalage

25 angulaire entre les angles de torsion extrémales dudit ressort de torsion, ce qui n'induit pas ou peu d'encombrement supplémentaire, ni de difficultés de fabricabilité desdits ressorts de torsion. Au contraire, augmenter le débattement offert au câble avec un ressort de compression revient à augmenter la longueur dudit ressort de compression, donc son encombrement, et/ou à rapprocher ledit ressort de compression de l'axe de rotation, ce qui

30 implique que ledit ressort de compression doit être en mesure de supporter des efforts beaucoup plus importants. Un tel ressort de compression est difficilement fabricable. Le système d'ancrage comprenant le(s) ressort(s) de torsion est donc plus simple à fabriquer, plus adaptable et moins encombrant.

Selon d'autres caractéristiques avantageuses mais optionnelles, considérées seules ou

35 en combinaison :

- l'au moins un ressort de torsion comprend une première partie montée sur le châssis et une deuxième partie montée sur le tambour, la deuxième partie étant adaptée pour pivoter par rapport à la première partie ;

- le système d'ancrage comprend au moins deux ressorts de torsion disposés en série ;
- une première partie d'un premier ressort est montée sur le châssis, une première partie d'un deuxième ressort est montée sur le tambour, et une deuxième partie du premier ressort est rigidement liée à une deuxième partie du deuxième ressort ;
- chaque ressort de torsion comprend un axe externe rigide et creux, un axe central rigide logé à l'intérieur de l'axe externe rigide et creux, et un amortisseur configuré pour amortir un mouvement de torsion de l'axe externe rigide et creux relativement à l'axe central rigide ;
- l'amortisseur du ressort de torsion comprend une pluralité d'éléments en élastomère agencés entre l'axe central rigide et l'axe externe rigide et creux ;
- chaque ressort de torsion comprend un premier prisme à base carrée métallique et creux formant l'axe externe rigide et creux, un deuxième prisme formant l'axe central agencé dans le premier prisme avec un décalage angulaire par rapport au premier prisme, et chaque élément en élastomère est un cylindre agencé entre le premier prisme et le second prisme, dans chaque coin du premier prisme ;
- le système d'ancrage comprend deux ressorts de torsion en série, le deuxième prisme à base carrée du premier ressort de torsion étant relié au deuxième prisme à base carrée du deuxième ressort de torsion ;
- l'au moins un ressort de torsion est configuré pour amortir les efforts générés par la rotation du tambour autour de l'axe de rotation entre une première position de butée du tambour et une deuxième position de butée du tambour, la première position de butée et la deuxième position de butée étant décalées angulairement par rapport à l'axe de rotation d'un angle compris entre 0° et 90°, de préférence entre 0° et 60° ;
- le système d'ancrage comprend au moins deux ensembles de ressorts de torsion disposés en parallèle, une première partie de chaque ensemble de ressorts de torsion étant montée sur le châssis et une deuxième partie de chaque ensemble de ressorts de torsion étant montée sur le tambour ;
- le système d'ancrage comprend en outre un ressort de compression et/ou un ressort de traction comprenant une première partie montée sur le châssis et une deuxième partie montée sur le tambour.

Un autre objet de l'invention concerne un dispositif de levage comprenant :

- un cadre de préhension comprenant au moins un organe d'accrochage d'une charge à lever,
- un système d'ancrage de câble tel que décrit précédemment comprenant un châssis et un tambour, le châssis étant fixé sur le cadre de préhension et le tambour étant fixé sur le châssis,
- un enrouleur adapté pour être fixé sur un engin de levage,

- un câble, une première extrémité du câble étant ancrée au tambour du système d'ancrage par enroulement fixe d'au moins deux tours autour de la surface latérale du tambour et une deuxième extrémité du câble étant enroulée autour de l'enrouleur.

- 5 Un autre objet de l'invention concerne un engin de levage, tel qu'une grue, un portique ou un chariot élévateur, comprenant un dispositif de levage tel que décrit précédemment.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description
10 détaillée qui va suivre, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- les figures 1A, 1B et 1C illustrent un exemple d'application d'un système d'ancrage de câble selon l'invention dans lequel ledit système est fixé sur un cadre de préhension lui-même monté sur une grue ;

- les figures 2A, 2B et 2C représentent un mode de réalisation particulier du système
15 d'ancrage d'un câble selon l'invention dans lequel la surface latérale du tambour présente une forme de cercle et un axe de rotation du tambour relativement au châssis passant par le centre du cercle : la figure 2A représente la position neutre du tambour, la figure 2B représente le cas de l'application par le câble d'une sous-traction sur le tambour entraînant la rotation dudit tambour dans le sens de l'enroulement du câble, la figure 2C représente le cas de l'application
20 par le câble d'une sur-traction sur le tambour entraînant la rotation dudit tambour dans le sens du déroulement du câble ;

- les figures 3A, 3B et 3C représentent un mode de réalisation particulier du système d'ancrage d'un câble selon l'invention dans lequel la surface latérale du tambour présente une forme de cercle et un axe de rotation du tambour relativement au châssis désaxé par rapport
25 au centre du cercle : la figure 3A représente la position neutre du tambour, la figure 3B représente le cas de l'application par le câble d'une sous-traction sur le tambour entraînant la rotation dudit tambour dans le sens de l'enroulement du câble, la figure 3C représente le cas de l'application par le câble d'une sur-traction sur le tambour entraînant la rotation dudit tambour dans le sens du déroulement du câble ;

- les figures 4A, 4B et 4C représentent un mode de réalisation particulier du système d'ancrage d'un câble selon l'invention dans lequel la surface latérale du tambour présente une forme d'ellipse et un axe de rotation du tambour relativement au châssis désaxé par rapport
30 au centre de l'ellipse : la figure 4A représente la position neutre du tambour, la figure 4B représente le cas de l'application par le câble d'une sous-traction sur le tambour entraînant la rotation dudit tambour dans le sens de l'enroulement du câble, la figure 4C représente le cas de l'application par le câble d'une sur-traction sur le tambour entraînant la rotation dudit
35 tambour dans le sens du déroulement du câble ;

- la figure 5 représente un système d'ancrage de câble dans lequel ledit système comprend un tambour présentant une forme elliptique et un axe de rotation désaxé par rapport au centre de l'ellipse ainsi qu'un ressort de compression adapté pour amortir un débattement du câble par enroulement et/ou déroulement du câble autour d'une portion de l'ellipse ;
- 5 - la figure 6 représente un mode de réalisation particulier d'un ressort de torsion comprenant un premier prisme à base carrée métallique et creux, un deuxième prisme à base carrée métallique et creux logé à l'intérieur du premier prisme avec un décalage angulaire par rapport au premier prisme, et quatre cylindres en élastomère agencés entre le premier prisme et le second prisme, dans les coins du premier prisme ;
- 10 - les figures 7A, 7B, 7C et 7D représentent un mode de réalisation particulier du système d'ancrage de l'invention dans lequel ledit système comprend un tambour présentant une forme elliptique et un axe de rotation désaxé par rapport au centre de l'ellipse ainsi que deux ensembles de ressorts de torsion adaptés pour amortir un débattement du câble par enroulement et/ou déroulement du câble autour d'une portion de l'ellipse et agencé selon l'axe
- 15 de rotation du tambour de sorte à permettre la rotation dudit tambour relativement au châssis, chaque ensemble de ressorts de torsion comprenant deux ressorts de torsion montés en série, la figure 7B représentant la position neutre du tambour, la figure 7C représentant le cas de l'application par le câble d'une sous-traction sur le tambour entraînant la rotation dudit tambour dans le sens de l'enroulement du câble, la figure 7D représentant le cas de l'application par le
- 20 câble d'une sur-traction sur le tambour entraînant la rotation dudit tambour dans le sens du déroulement du câble ;
- la figure 8 représente un mode de réalisation particulier du système d'ancrage selon l'invention dans lequel l'au moins un ressort de torsion est un ressort métallique, le système d'ancrage comprenant en outre un arbre et un palier, l'arbre et le palier étant configurés pour
- 25 guider la rotation du tambour relativement au châssis autour de son axe de rotation.

Pour des raisons de lisibilité, les dessins ne sont pas nécessairement réalisés à l'échelle.

DESCRIPTION DETAILLEE DE MODES DE REALISATION

- 30 L'invention concerne un système d'ancrage d'un câble comprenant un châssis et un tambour, le tambour étant adapté pour être monté sur le châssis et ancrer le câble sur ledit châssis.

- En référence aux figures 1A, 1B et 1C, le châssis 2 est préférentiellement un châssis
- 35 adapté pour être monté sur un cadre de préhension 4, ledit cadre de préhension 4 comprenant un ou plusieurs organes d'accrochage 5, lesdits organes d'accrochage étant adaptés pour la préhension d'une charge. Les organes d'accrochage 5 du cadre de préhension 4 peuvent comprendre par exemple quatre verrous tournants adaptés pour la préhension d'un conteneur.

Lors de son utilisation, le cadre de préhension 4 est relié à un engin de levage 6, par exemple une grue, par des moyens de levage 7 dudit cadre de préhension 4, lesdits moyens de levage 7 étant adaptés pour permettre le mouvement du cadre de préhension 4 relativement à l'engin de levage 6, typiquement la montée ou la descente dudit cadre de préhension 4, ledit mouvement pouvant être piloté à distance par un opérateur, par exemple un grutier positionné dans la cabine de pilotage ou dans une salle de pilotage d'où il pilote plusieurs grues alternativement. Alternativement, ledit mouvement peut être géré complètement automatiquement sans l'intervention dudit opérateur. Les moyens de levage 7 du cadre de préhension 4 peuvent comprendre des filins et un ou plusieurs moteurs montés sur l'engin de levage 6.

Selon un mode de réalisation non représenté sur les figures 1A, 1B et 1C, un deuxième cadre de préhension peut être relié à l'engin de levage 6 par des moyens de levage dudit deuxième cadre de préhension, ledit engin de levage 6 comprenant en outre une plateforme intermédiaire. Une telle configuration est particulièrement avantageuse lorsque l'engin de levage est une grue STS : le cadre de préhension 4 est utilisé pour déplacer un conteneur entre le navire et la plateforme tandis que le deuxième cadre de préhension est utilisé pour déplacer ledit conteneur entre la plateforme et le quai.

Le câble 3 comprend un ou plusieurs liens conducteurs pour le transfert de puissance et/ou de données. Chaque lien conducteur peut se présenter sous la forme d'un fil électriquement conducteur, d'une fibre optique, ou toute autre forme appropriée. Préférentiellement, le câble comprend au moins un lien conducteur d'alimentation et un lien conducteur de commande des organes d'accrochage 5 du cadre de préhension 4. Lorsque le tambour 1 est en cours d'utilisation, c'est-à-dire lorsque le tambour 1 est monté sur le châssis 2, le châssis 2 monté sur un cadre de préhension 4 et le cadre de préhension 4 relié à un engin de levage 6, une première extrémité du câble est ancrée au châssis 2 par l'intermédiaire du tambour 1 et une deuxième extrémité du câble 3 est enroulée autour d'un enrouleur monté sur l'engin de levage 6. Plus précisément, le tambour selon l'invention comprend une surface latérale (S) située autour d'un axe (Y), de sorte que lorsque le tambour 1 est en cours d'utilisation, la première extrémité du câble 3 est enroulée autour de ladite surface latérale (S).

L'enrouleur monté sur l'engin de levage est typiquement un enrouleur à régulation électronique comprenant un moteur qui enroule ou déroule le câble de sorte à garder le câble tendu quelle que soit la phase de fonctionnement du cadre de préhension (par exemple en phases d'ascension, de descente, de mise en mouvement ou d'arrêt). Une unité de commande calcule une consigne de couple à appliquer en fonction de ladite phase de fonctionnement. La valeur du couple doit être suffisamment importante pour maintenir le câble tendu sans pour

autant endommager le câble. La consigne de couple est envoyée à un variateur de fréquence qui traduit ladite consigne de couple en courant à imposer au moteur. Une variation de la consigne de couple, par exemple lorsque la position du cadre de préhension évolue ou que la phase de fonctionnement change, entraîne une variation du courant moteur. Une telle boucle de régulation présente un temps de réaction non nul qui est la somme d'au moins un temps de réaction lié à l'électronique et d'un temps de réaction lié à la transformation de la consigne en courant. Le temps de réaction lié à l'électronique est estimé comme étant de l'ordre de 75 ms. Ce temps de réaction ne permet pas à l'enrouleur de répondre suffisamment vite dans certaines situations par exemple lors de mouvements brusques du cadre de préhension, par exemple en cas de chocs ou de rafales de vent, générant ainsi des tensions dans le câble.

Le tambour 1 est donc adapté pour être monté rotatif sur le châssis 2 autour d'un axe de rotation (X) parallèle à l'axe (Y), de sorte que lorsque le tambour 1 est en cours d'utilisation, le tambour 1 peut être librement mis en rotation autour de l'axe de rotation (X) sous l'effet d'une tension du câble 3 non immédiatement compensée par l'enrouleur permettant ainsi un débattement du câble 3 par l'enroulement et/ou le déroulement dudit câble autour de la surface latérale (S) le long d'une portion de la surface latérale (S).

Plus précisément, le tambour, dans une position qualifiée de neutre, peut être soumis à un effort de traction de la part du câble du fait du couple imposé audit câble par l'enrouleur, permettant de maintenir ledit câble tendu. Une tension mécanique du câble s'entend comme une variation de la traction appliquée par le câble sur le tambour par rapport à la traction appliquée audit tambour dans la position neutre. Il peut s'agir d'une sous-traction (configuration correspondant à un mou de câble) ou d'une sur-traction (configuration dans laquelle l'enrouleur tire sur le câble avec une traction plus élevée que la résultante théorique de la consigne). Une telle tension mécanique va entraîner un mouvement de rotation du tambour autour de l'axe de rotation (X) par rapport à cette position neutre. Dans le cas de la sous-traction, le mouvement de rotation autour de l'axe de rotation (X) se fera dans le sens de l'enroulement pour rattraper le mou de câble jusqu'à éventuellement atteindre une première position de butée. Dans le cas de la sur-traction, le mouvement de rotation autour de l'axe de rotation (X) se fera dans le sens du déroulement du câble pour libérer du câble jusqu'à éventuellement atteindre une deuxième position de butée.

A titre d'exemple, la première et la deuxième position de butée sont décalées angulairement par rapport à l'axe de rotation (X) d'un angle compris entre 0° et 60°, de préférence d'un angle compris entre 0° et 90°.

La surface latérale (S) du tambour dans un plan (P) perpendiculaire à l'axe de rotation (X) peut présenter une forme de cercle. Alternativement, la surface latérale (S) peut présenter dans le plan (P) une forme d'ovoïde ou d'ellipse, ou toute autre forme dont le rayon de courbure n'est pas constant.

5

L'axe de rotation (X) peut couper le plan (P) au centre du cercle de rayon égal au rayon de courbure de la portion de la surface latérale le long de laquelle le câble est enroulé et/ou déroulé et tangent à ladite portion. Par exemple, si la surface latérale présente dans le plan (P) une forme de cercle, l'axe de rotation (X) peut couper le plan (P) au centre de la surface latérale.

10

De manière alternative, l'axe de rotation (X) peut couper le plan (P) en n'importe quel autre point du plan (P).

15

Les figures 2A, 2B et 2C représentent un exemple particulier d'un tambour en utilisation sur un châssis, dans lequel ledit tambour présente une forme de cercle dans le plan (P) et l'axe de rotation (X) coupe le plan (P) au centre du cercle. En particulier, la figure 2A représente la configuration dans laquelle le tambour est dans une position neutre. La figure 2B représente le cas d'une sous-traction du câble : le tambour tourne depuis ladite position neutre dans le sens de l'enroulement dudit câble autour de l'axe de rotation (X) pour enrouler le mou de câble. La figure 2C représente le cas d'une sur-traction du câble : le tambour tourne depuis la position neutre dans le sens du déroulement du câble autour de l'axe de rotation (X) pour dérouler du câble.

20

25

Les figures 3A, 3B et 3C représentent un autre exemple particulier d'un tambour en utilisation sur un châssis, dans lequel ledit tambour présente toujours une forme de cercle dans le plan (P) mais l'axe de rotation (X) ne coupe pas le plan (P) au centre du cercle. En particulier, la figure 3A représente la configuration dans laquelle le tambour est dans la position neutre. La figure 3B représente le cas de la sous-traction du câble. La figure 3C représente le cas de la sur-traction du câble.

30

A titre d'exemple encore, les figures 4A, 4B et 4C représentent un cas dans lequel ledit tambour présente une forme d'ellipse dans le plan (P) et l'axe de rotation (X) ne coupe pas le plan (P) au centre de l'ellipse, mais au centre du cercle de rayon égal au rayon de courbure de la portion de la surface latérale (S) d'enroulement et/ou de déroulement du câble et tangent à ladite portion. La figure 4A représente la position neutre du tambour, la figure 4B le cas de la sous-traction du câble et la figure 4C le cas de la sur-traction du câble.

35

Préférentiellement, le tambour est agencé de sorte qu'en cours d'utilisation dudit tambour, une première partie de la première extrémité du câble reste enroulée autour de ladite surface (S) dans toutes les phases d'utilisation du châssis, et une deuxième partie dudit câble dans le prolongement de la première partie s'enroule et/ou se déroule le long de la portion de la surface latérale (S) du fait du mouvement de rotation du tambour autour de l'axe de rotation (X) entre la première et la deuxième position de butée. A titre d'exemple, la première partie de la première extrémité du câble présente une longueur au moins égale à deux tours complets de la surface (S), préférentiellement supérieure à deux tours et demi. La première partie de la première extrémité est avantageusement suffisamment longue pour annuler la tension du câble à l'extrémité dudit câble par un effet dit de cabestan (« capstan effect » en anglais). De manière connue en elle-même, l'effet de cabestan établit le rapport entre une force de maintien appliquée à une extrémité d'un câble enroulé autour de la surface latérale d'un plot, par exemple un plot de section circulaire ou un plot de section non circulaire (par exemple une section elliptique), et une force de charge appliquée à une extrémité opposée dudit câble, qui dépend du coefficient de frottement du câble sur la surface latérale du plot.

Le système d'ancrage selon l'invention comprend en outre au moins un ressort de torsion agencé entre le tambour et le châssis. Lorsqu'une tension soudaine du câble sur le tambour entraîne la mise en rotation du tambour autour dudit axe de rotation (X) dans le sens de l'enroulement ou du déroulement du câble (où la tension soudaine du câble s'entend comme une variation de tension mécanique par rapport à la tension d'équilibre permettant de maintenir le câble tendu), le ressort de torsion est configuré pour générer un effort de rappel sur ledit tambour qui tend à compenser ladite variation de tension. Ainsi, par l'intermédiaire du tambour, le ressort de torsion permet de limiter les tensions dans le câble et de garder le câble tendu, et ainsi d'éviter l'endommagement du câble. Préférentiellement, le ressort de torsion ou l'ensemble de ressorts de torsion génère l'ensemble des efforts de rappel sur le tambour. Alternativement, le système d'ancrage peut comprendre en outre un ressort de compression et/ou un ressort de traction, de sorte que ledit ressort de compression et/ou ledit ressort de traction génèrent au moins une partie des efforts de rappel sur le tambour.

Plus précisément, sous l'effet de la tension mécanique du câble et de la mise en mouvement de rotation du tambour autour de l'axe de rotation (X) qui en résulte, chaque ressort de torsion se déforme en générant un angle de torsion et donc un effort de rappel sur le tambour proportionnel audit angle de torsion qui tend à annuler ledit angle de torsion et à ramener le tambour dans sa position initiale. Dans le sens de l'enroulement du câble, le ressort de torsion peut se déformer jusqu'à atteindre un premier angle de torsion limite. Dans le sens du déroulement du câble, le ressort de torsion peut se déformer jusqu'à atteindre un deuxième angle de torsion limite. Dans une variante, le premier angle de torsion limite et le deuxième

angle de torsion limite correspondent respectivement à une première position de butée et à une deuxième position de butée du tambour en rotation autour de l'axe de rotation (X). Autrement dit, la rotation du tambour autour de l'axe de rotation (X) est bloquée dans un sens par le ressort de torsion lorsque le ressort de torsion a atteint le premier angle de torsion limite et la rotation du tambour est bloquée dans l'autre sens lorsque le ressort de torsion a atteint le deuxième angle de torsion limite. Dans une variante préférée, la première position de butée et la deuxième position de butée sont atteintes par le tambour en rotation autour de l'axe de rotation (X) légèrement avant que le ressort de torsion n'atteigne son premier angle de torsion limite et son deuxième angle de torsion limite. Une telle forme d'exécution permet avantageusement de ne pas user trop rapidement le ressort de torsion. En pratique, la première position de butée et la deuxième position de butée peuvent être fixées par des butées mécaniques externes, par exemple des butées progressives en caoutchouc bien connues de l'homme du métier qui vont amortir le choc lorsque le tambour atteint sa position de butée. Typiquement, la première - respectivement deuxième - position de butée et le premier - respectivement deuxième - angle de torsion limite sont décalés angulairement d'environ 4°.

L'agencement du ou des ressort(s) de torsion entre le tambour et le châssis peut être réalisé de sorte que chaque ressort de torsion est au milieu de sa plage de déformation lorsque le tambour est dans la position neutre. Ceci permet d'obtenir un débattement équivalent dans le sens de l'enroulement du câble et dans le sens du déroulement du câble.

A titre d'exemple, si la première et la deuxième position de butée sont décalées angulairement par rapport à l'axe de rotation (X) d'un angle de 90°, le milieu de la plage de déformation de chaque ressort de torsion est préférentiellement associé à une position du tambour à 45°. A titre d'exemple encore, si la première et la deuxième position de butée sont décalées angulairement par rapport à l'axe de rotation (X) d'un angle de 60°, le milieu de la plage de déformation de chaque ressort de torsion est préférentiellement associé à une position du tambour à 30°.

Un ressort de torsion présente avantageusement un encombrement moindre que le ressort de compression classiquement utilisé (voir la Figure 5 avec le ressort de compression 8 comprenant une première partie fixée sur le châssis et une deuxième partie fixée sur le tambour), en particulier lorsque le ressort de torsion est disposé selon l'axe de rotation (X). En effet, un ressort de compression présente une longueur d'allongement ou de compression limitée : augmenter le débattement offert au câble nécessite donc soit, à distance fixée entre le ressort de compression et l'axe de rotation (X), d'augmenter la longueur du ressort de compression et donc l'encombrement dudit ressort, soit de rapprocher le ressort de l'axe de rotation (X). Dans ce dernier cas cependant, le ressort de compression devra être en mesure

de supporter un effort très grand pour contrebalancer celui du câble. En effet, la tension du câble peut être de l'ordre de 2000 N dans l'axe du câble et la tension sur le ressort, potentiellement plus grande encore, est d'autant plus forte que le ressort est placé près de l'axe de rotation. Afin d'être en mesure de supporter un tel effort, le ressort de compression
5 devra donc présenter une épaisseur de fil plus grande, ce qui augmente également sensiblement sa longueur et donc son encombrement, mais également pose des soucis de fabricabilité dudit ressort de compression.

En outre, le ressort de compression, comme n'importe quel ressort, doit être
10 préférentiellement utilisé dans sa zone de linéarité sans atteindre ses positions de butée afin de ne pas réduire excessivement la durée de vie dudit ressort, ce qui nécessite d'augmenter encore d'avantage la longueur dudit ressort de compression.

A titre d'exemple, considérons un système d'ancrage classique comprenant un ressort
15 de compression de 240 mm de longueur libre et de 86 mm d'amplitude d'allongement, dans lequel la position du ressort de compression est telle que le ressort de compression doit légèrement pivoter à chacune de ses extrémités pour suivre le mouvement du tambour mais où le rapport entre la course du ressort et la course du câble reste d'environ 1:1. Un tel système d'ancrage de câble offre donc un débattement au câble de l'ordre de 86 mm. Pour augmenter
20 le débattement du câble jusqu'à 630 mm sans modifier la position du ressort de compression, il conviendrait donc de remplacer ledit ressort de compression de 240 mm de longueur par un ressort de compression de $(240 \times 630)/86$ mm, soit environ 1,9 m.

Alternativement, si on voulait conserver une longueur réelle de ressort de 240 mm tout
25 en offrant un débattement au câble de 630 mm, il faudrait positionner ledit ressort de compression environ 7 à 8 fois plus près de l'axe de rotation, ce qui multiplierait les efforts subis par ledit ressort de compression dans les mêmes proportions. Dans une telle configuration, le ressort de compression devrait nécessairement présenter un diamètre de fil bien supérieur, et donc finalement une longueur de ressort probablement supérieure aux 240
30 mm souhaités. Un ressort de compression présentant de telles caractéristiques n'est pas ou très difficilement fabricable. En outre, tous les éléments de fixation du ressort de compression soumis à ces efforts importants devraient également être dimensionnés pour supporter lesdits efforts importants, ce qui augmenterait drastiquement le coût du système d'ancrage global. Enfin, le risque de panne d'un tel système d'ancrage serait très important.

35

L'effort subi par le ressort de torsion génère directement un angle de rotation et augmenter le débattement offert au câble revient à augmenter cet angle de rotation, ce qui n'a

pas d'effet sur l'encombrement. En outre, le ressort de torsion peut facilement être disposé selon l'axe de rotation (X) à l'intérieur du tambour, ce qui induit un encombrement minimal.

Comme précédemment mentionné, les efforts auxquels sont soumis le ressort de compression ou l'au moins un ressort de torsion sur le système d'ancrage sont importants.

- 5 Pour que la durée de vie d'un ressort de compression utilisé dans de telles conditions ne soit pas trop réduite, il convient d'utiliser ledit ressort de compression uniquement dans sa plage de fonctionnement et d'augmenter le diamètre du fil dudit ressort de compression. Ainsi, un compromis s'impose entre encombrement du ressort de compression et durée de vie dudit ressort de compression. Au contraire, le ressort de torsion du système d'ancrage selon
- 10 l'invention travaille exactement dans les conditions pour lesquelles il a été conçu, à savoir des torsions alternées, de sorte qu'un système d'ancrage comprenant un tel ressort de torsion peut atteindre des durées de vie plus importantes.

- Plus précisément, dans un premier mode de réalisation, le système d'ancrage comprend
- 15 un ressort de torsion agencé le long de l'axe de rotation (X). Une première partie dudit ressort de torsion est montée sur le châssis et une deuxième partie dudit ressort de torsion est montée sur le tambour, la deuxième partie étant adaptée pour pivoter par rapport à la première partie.

- Ainsi agencé, la première et la deuxième position de butée peuvent correspondre aux
- 20 positions extrémales de pivotement de la deuxième partie du ressort de torsion relativement à la première partie. Selon une alternative préférée, la première et la deuxième position de butée sont comprises entre les positions extrémales de pivotement de la deuxième partie du ressort relativement à la première partie (par exemple au moyen de butées mécaniques externes telles que précédemment mentionnées). Ne pas tourner jusqu'à atteindre les positions
- 25 extrémales en utilisation du tambour permet avantageusement de ne pas réduire inutilement la durée de vie du ressort de torsion.

- Dans un deuxième mode de réalisation du système d'ancrage selon l'invention, le système d'ancrage de câble comprend au moins deux ressorts de torsion montés en série et
- 30 agencés selon l'axe de rotation (X). Dans la variante où le système d'ancrage comprend deux ressorts de torsion montés en série, une première partie d'un premier ressort de torsion peut être montée sur le châssis, une première partie d'un deuxième ressort de torsion peut être montée sur le tambour, et une deuxième partie du premier ressort de torsion peut être rigidement liée à une deuxième partie du deuxième ressort de torsion, la première partie du
- 35 premier ressort de torsion – respectivement du deuxième ressort de torsion – étant adaptée pour pivoter par rapport à la deuxième partie du premier ressort de torsion – respectivement du deuxième ressort de torsion.

Pour une surface latérale (S) donnée, l'agencement de deux ressorts de torsion en série permet avantageusement de doubler l'angle entre la première et la deuxième position de butée par rapport à l'axe de rotation (X) et donc d'augmenter la longueur mesurée dans le plan (P) de la portion de la surface latérale (S) le long de laquelle est enroulée et/ou déroulée le câble.

5 Autrement dit, cela permet d'augmenter le débattement offert au câble. Ainsi, si l'angle entre la première et la deuxième position de butée par rapport à l'axe de rotation (X) avec un ressort de torsion est compris entre 0° et 30°, la mise en série de deux ressorts de torsion permet avantageusement de porter l'angle entre la première et la deuxième position de butée à un angle compris entre 0° et 60°.

10

Dans d'autres variantes, le système d'ancrage comprend au moins trois ressorts de torsion montés en série, de sorte à augmenter encore l'angle entre la première position de butée et la deuxième position de butée, et donc le débattement offert au câble. Cependant, dans de telles variantes, au moins un ressort de torsion du montage en série - dit ressort de torsion médian - n'est encastré ni sur le tambour, ni sur le châssis, de sorte que les ressorts de torsion et les pièces de liaison de part et d'autre dudit ressort médian doivent porter ledit ressort de torsion médian et supporter les efforts générés par ledit ressort de torsion médian. La variante avec uniquement deux ressorts de torsion en série est donc la variante préférée.

15

20 A titre d'exemple, un angle de débattement entre la première position de butée et la deuxième position de butée compris entre 0° et 60° permet de balayer une portion de longueur comprise entre 0 et environ 630 mm mesurée dans le plan (P) lorsque le rayon de courbure de la portion de la surface latérale (S) mesure 575 mm, le diamètre du câble 50 mm et que la distance d' mesurée dans le plan (P) entre le câble et la droite du plan (P) parallèle audit câble qui coupe l'axe de rotation (X) est avantageusement égale au rayon de courbure de ladite portion de la surface latérale (S). En effet, la longueur d'arc de la portion du câble l peut être calculée de la façon suivante :

25

$$l = \frac{2 \times (575 + 25) \times \pi \times 60}{360} = 628,32 \text{ mm} \cong 630 \text{ mm}$$

30

Une telle longueur permet d'offrir au câble un débattement de l'ordre de 300 mm dans le sens de l'enroulement du câble et de 300 mm dans le sens du déroulement du câble. Un tel débattement est considéré par les inventeurs comme le débattement idéal pour le câble à partir de la position neutre. En effet, le débattement idéal permettant de maintenir le câble tendu de sorte à ne pas l'endommager est égal au produit de la vitesse maximale du cadre de préhension par le temps de réaction de la boucle de rétroaction de l'enrouleur à régulation électronique. La vitesse linéaire maximale donnée par les moteurs au cadre de préhension étant typiquement comprise entre 150 m/min ou 2,5 m/s et 240 m/min ou 4 m/s et le temps de

35

réaction de l'enrouleur à régulation électronique étant de l'ordre de 75 ms, le débattement idéal depuis la position neutre est donc bien de l'ordre de 300 mm à la fois dans le sens du déroulement et de l'enroulement du câble sur le tambour. L'agencement en série de deux ressorts de torsion ou plus permet avantageusement d'offrir au câble un tel débattement tout en limitant l'encombrement. Comme mentionné précédemment, une telle longueur de débattement n'est pas raisonnablement atteignable avec un ressort de compression.

Chaque ressort de torsion peut comprendre un ressort métallique agencé selon l'axe (X). Par exemple et tel que représenté sur la Figure 8, le système d'ancrage de câble comprend un unique ressort de torsion métallique 10, une première spire 11a d'une première extrémité dudit ressort métallique étant rigidement liée au châssis 2 et une deuxième spire 11b d'une deuxième extrémité dudit ressort étant rigidement liée au tambour 1. Dans cette configuration, le système d'ancrage peut comprendre en outre un arbre 12 rigidement lié au châssis 2 et orienté selon l'axe de rotation (X), et un palier (non représenté) rigidement lié au tambour 1. De cette façon, le palier et l'arbre 12 assurent le guidage en rotation du tambour 1 relativement au châssis 2 selon l'axe de rotation (X). Alternativement, l'arbre peut être rigidement lié au tambour et le palier rigidement lié au châssis. L'arbre 12 est par exemple agencé à l'intérieur des spires du ressort de torsion métallique 10. Préférentiellement, le système d'ancrage de la figure 8 comprend en outre au moins un amortisseur (non représenté), par exemple un amortisseur hydraulique, pneumatique, métallique ou élastique (tendeurs), qui permet d'amortir les chocs.

La première position de butée et la deuxième position de butée du tambour peuvent être fixées respectivement par le premier angle de torsion limite et le deuxième angle de torsion limite du ressort de torsion métallique 10 (déformation permanente dudit ressort). Alternativement, le diamètre de l'arbre 12 peut être judicieusement choisi, de sorte que la première position de butée et la deuxième position de butée correspondent aux angles de torsion du ressort de torsion 10 auxquels ledit ressort de torsion est « bloqué » par l'arbre 12. Dans une variante préférée, le système d'ancrage de câble comprend en outre au moins deux butées mécaniques qui bloquent la rotation du tambour avant que l'unique ressort métallique 10 n'atteigne le premier angle de torsion limite et le deuxième angle de torsion limite. Chaque butée mécanique comprend par exemple une première partie solidaire du châssis et une deuxième partie solidaire du tambour : lors de la rotation du tambour autour de l'axe de rotation (X), la deuxième partie de la butée mécanique vient bloquer contre la première partie de la butée mécanique, stoppant ainsi le mouvement de rotation du tambour dans une position de butée. Préférentiellement, au moins une butée mécanique est une butée progressive en caoutchouc bien connue de l'homme du métier.

Alternativement et avantageusement, chaque ressort de torsion peut comprendre, un axe externe rigide et creux, un axe central rigide logé à l'intérieur de l'axe externe rigide et creux, et un amortisseur configuré pour amortir un mouvement de torsion de l'axe externe rigide et creux relativement à l'axe central rigide. Sur le système d'ancrage, l'axe central rigide et l'axe externe rigide et creux sont orientés selon l'axe de rotation (X).

Dans la configuration particulière où le système d'ancrage comprend un unique ressort de torsion comprenant un axe externe rigide et creux, un axe central rigide logé à l'intérieur de l'axe externe rigide et creux, et un amortisseur tels que précédemment décrits, l'axe central rigide peut être monté sur le tambour et l'axe externe rigide et creux peut être monté sur le châssis, de sorte que la torsion / le pivotement de l'axe rigide externe et creux relativement à l'axe central rigide selon l'axe de rotation (X) assure le guidage en rotation du tambour relativement au châssis selon le même axe. Autrement dit, le ressort de torsion joue dans cette configuration le double rôle de palier pour guider le mouvement de rotation du tambour relativement au châssis et d'amortisseur des efforts générés par ledit mouvement. Alternativement, l'axe central rigide peut être monté sur le châssis et l'axe externe rigide et creux peut être monté sur le tambour.

Un tel ressort de torsion comprenant un axe central rigide logé à l'intérieur d'un axe externe rigide et creux permet donc avantageusement de ne pas utiliser d'autres moyens de montage rotatif du tambour relativement au châssis tels que des paliers de roulement ou des coussinets (voir la Figure 5 sur laquelle des paliers de roulement 9 sont utilisés conjointement au ressort de compression 8, les paliers de roulement 9 permettant la mise en rotation du tambour autour de l'axe de rotation (X) et le ressort de compression amortissant ledit mouvement). En effet, lesdits paliers de roulement ou coussinets ne sont pas adaptés aux conditions d'utilisation du système d'ancrage monté sur un cadre de préhension (travail permanent sur un angle de rotation limité sans jamais faire de tours complets, nombreuses vibrations) et s'usent rapidement, limitant la durée de vie du système d'ancrage. Alternativement, le choix peut être fait de surdimensionner les paliers de roulement - autrement dit d'utiliser des paliers plus gros avec des billes également plus grosses - pour que lesdits paliers de roulement soient en mesure de supporter les fortes charges statiques auxquelles ils sont soumis sur le système d'ancrage en fonctionnement, du fait de travailler sur un angle de rotation limité, sans réduire excessivement la durée de vie du système d'ancrage. Toutefois, les paliers ainsi surdimensionnés sont plus chers et plus encombrants. Au contraire, les ressorts de torsion, classiquement utilisés dans les plots vibratoires, sont parfaitement adaptés à de telles conditions d'utilisation.

Préférentiellement, l'amortisseur du ressort de torsion comprend une pluralité d'éléments en élastomère agencés entre l'axe central rigide et l'axe externe rigide, par exemple quatre éléments en élastomère.

- 5 On appelle élastomère un matériau polymère élastique. Le caoutchouc naturel ou synthétique et le néoprène sont des exemples d'élastomères au sens de la présente invention.

10 Les ressorts de torsion comprenant des éléments en élastomère présentent plusieurs avantages par rapport aux ressorts métalliques. Par exemple, les ressorts de torsion comprenant des éléments en élastomère ont été spécifiquement conçus pour résister et absorber les vibrations et les chocs permanents qui sont les conditions typiquement rencontrées par ledit ressort lorsqu'il est monté sur le châssis en utilisation sur un engin de levage. En comparaison, les ressorts en acier, dans les mêmes conditions de vibrations et de chocs permanents, montrent rapidement leurs limites : le stress permanent induit des fissures
15 beaucoup plus rapidement sur les ressorts métalliques que sur les éléments en élastomère. Ainsi, le ressort de torsion comprenant des éléments en élastomère s'use moins vite que les ressorts en acier.

20 En outre, les éléments en élastomère présentent une très faible sensibilité à la corrosion. Ainsi, les ressorts comprenant des éléments en élastomère nécessitent très peu d'entretien et leur durée de vie n'est pas réduite même lorsqu'ils sont utilisés en atmosphère corrosive, par exemple en bord de mer. En comparaison, le ressort métallique, notamment le ressort de compression, est beaucoup plus sensible à la corrosion et les traitements par peinture ne sont pas suffisants pour améliorer la résistance à la corrosion de façon satisfaisante : un choc, une
25 entaille ou un défaut d'accroche de la peinture peuvent suffire à initier le phénomène de corrosion, et la fissuration du métal. Les autres procédés physico-chimiques connus visant à augmenter la résistance à la corrosion, en particulier les procédés comprenant une chauffe, sont proscrits pour ne pas nuire aux caractéristiques du matériau, en particulier à sa capacité à résister à des déformations régulières en compression ou en allongement.

30 Il est possible de dimensionner un tel ressort de torsion à éléments en élastomère, notamment par le choix du matériau et des dimensions des éléments en élastomère, de sorte à obtenir l'angle entre la première position de butée et la deuxième position de butée souhaité, par exemple 30 °, voire 45°, et pour que ledit ressort de torsion soit en mesure de supporter
35 les efforts auxquels il sera soumis en utilisation sur l'engin de levage sans impact sur l'encombrement dudit ressort de torsion sur le châssis et sans nuire à la fabricabilité dudit ressort de torsion. Dans le cas du ressort de compression, augmenter la résistance du ressort

de compression implique d'augmenter le diamètre du fil du ressort de compression et donc son encombrement ainsi que sa difficulté de fabrication.

Enfin, contrairement au ressort métallique, un ressort de torsion comprenant des
5 éléments en élastomère résiste mieux aux surcharges qu'un ressort métallique et la
défaillance d'un élément en élastomère permet de continuer à fonctionner en mode dégradé,
là où la casse du ressort métallique d'un ressort de torsion ou d'un ressort de compression,
qui est unique, arrête immédiatement le système. Le fonctionnement en mode dégradé,
permet de continuer à opérer, éventuellement à vitesse réduite, le temps d'organiser le
10 remplacement de la pièce défaillante.

Chaque élément en élastomère sert non seulement de ressort à l'origine d'une force de
rappel proportionnelle à l'angle de torsion qui compense la variation d'efforts dans le câble,
mais également d'amortisseur à l'origine d'une force dissipative proportionnelle à la vitesse du
15 mouvement de torsion qui permet d'éviter une arrivée à pleine vitesse sur les butées. Ainsi, et
contrairement au ressort de compression et au ressort de torsion métallique, le ressort de
torsion comprenant de tels éléments en élastomère permet avantageusement de ne pas
nécessiter l'ajout d'un autre amortisseur tel qu'un amortisseur hydraulique, pneumatique,
métallique ou élastique (tendeurs).

20 Plus précisément, en référence à la figure 6, chaque ressort de torsion 10 peut
comprendre un premier prisme 11 à base carrée métallique et creux, un deuxième prisme 12
à base carrée métallique et creux logé à l'intérieur du premier prisme 11 avec un décalage
angulaire par rapport au premier prisme 11 formant l'axe central, et chaque élément en
25 élastomère peut être un cylindre 13 en élastomère agencé entre le premier prisme 11 et le
second prisme 12, dans chaque coin du premier prisme. Dans ce cas, le premier prisme 11
peut être lié rigidement au châssis - réciproquement au tambour - et le deuxième prisme 12
au tambour - réciproquement au châssis. Une telle configuration du ressort de torsion
comprenant un deuxième prisme logé à l'intérieur d'un premier prisme et un élément en
30 élastomère dans chaque coin du premier prisme permet avantageusement d'obtenir un grand
angle de débattement, de l'ordre de 30° par ressort de torsion.

Dans la configuration particulière selon laquelle deux ressorts de torsion sont montés en
série, le deuxième prisme 12 interne du premier ressort de torsion peut être relié au deuxième
35 prisme 12 interne du deuxième ressort de torsion. Les premiers prismes 11 externes du
premier et du deuxième ressort de torsion peuvent quant à eux être reliés respectivement au
tambour et au châssis. Une telle configuration des premiers prismes 11 et deuxièmes prismes
12 est particulièrement avantageuse, car chaque premier prisme 11 peut être très facilement

fixé au tambour, respectivement au châssis, par exemple par l'intermédiaire d'un cavalier et de deux ensembles comprenant boulons ou rivets ou une soudure. En outre, les deuxième prismes 12 peuvent être facilement reliés par des techniques connues de l'homme du métier, par exemple par l'intermédiaire d'un arbre à base carré et deux arrêts axiaux.

5

Alternativement, le premier prisme 11 du premier ressort de torsion peut être relié au premier prisme 11 du deuxième ressort de torsion et le deuxième prisme 12 du premier ressort de torsion et le deuxième prisme 12 du deuxième ressort de torsion peuvent être reliés respectivement au tambour et au châssis.

10

Alternativement encore, le premier prisme 11 du premier ressort de torsion peut être relié au châssis, respectivement au tambour, et le deuxième prisme 12 du deuxième ressort de torsion peut être relié au tambour, respectivement au châssis, le deuxième prisme 12 du premier ressort de torsion étant relié au premier prisme 11 du deuxième ressort de torsion.

15

Les ressorts de torsion permettant à la fois de guider la rotation du tambour autour de l'axe de rotation (X) et de compenser la variation de la tension du câble ne sont pas limitatifs de la portée de l'invention. L'invention s'étend à tout système d'ancrage comprenant un ressort de torsion configuré pour guider la rotation du tambour et compenser la variation de la tension du câble.

20

Additionnellement aux modes de réalisation du système d'ancrage de câble précédemment décrit, chaque ressort peut comprendre deux ensembles de ressorts montés en parallèle, une première partie du premier ensemble de ressorts et du deuxième ensemble de ressorts étant liée au châssis et une deuxième partie du premier ensemble de ressorts et du deuxième ensemble de ressorts étant liée au tambour, chacun des premier et deuxième ensembles de ressorts pouvant s'entendre comme un unique ressort ou comme au moins deux ressorts montés en série. Pour un même angle de rotation du tambour autour de l'axe (X), le montage en parallèle permet avantageusement de doubler l'effort des ressorts. En outre, le montage en parallèle permet de répartir les efforts se reprenant sur le châssis de part et d'autre du tambour et ainsi de minimiser les efforts tranchants sur les ressorts.

25

30

A titre d'exemple, les figures 7A à 7D représentent la configuration particulière selon laquelle le ressort comprend un premier ensemble de ressorts constitué d'un premier ressort de torsion 10a monté en série d'un deuxième ressort de torsion 10b et un deuxième ensemble constitué d'un troisième ressort de torsion 10c monté en série d'un quatrième ressort de torsion 10d, le premier ensemble et le deuxième ensemble de ressorts étant montés en parallèle l'un de l'autre. En outre, les quatre ressorts sont agencés selon l'axe de rotation (X). En particulier,

35

la figure 7B représente la configuration dans laquelle le tambour est dans la position neutre. La figure 7C représente le cas de la sous-traction du câble. La figure 7D représente le cas de la sur-traction du câble.

5 Sur la Figure 7A, une telle configuration de ressorts de torsion est représentée en combinaison avec un mode de réalisation particulier du tambour selon lequel ledit tambour présente dans le plan (P) une forme d'ellipse et l'axe de rotation (X) coupe ledit plan (P) au centre du cercle tangent à la portion d'enroulement et/ou de déroulement du câble de rayon égal au rayon de courbure de ladite portion. Néanmoins, toute combinaison de ressort de
10 torsion en combinaison avec un tambour présentant toute autre forme reste dans le domaine de l'invention.

Comme précédemment mentionné, la première position de butée et la deuxième position de butée peuvent correspondre aux angles de torsion limites du ressort de torsion ou de
15 l'ensemble des ressorts de torsion. Alternativement, la première position de butée et la deuxième position de butée peuvent être légèrement décalées de sorte à ne jamais atteindre les angles de torsion limites des ressorts de torsion, par exemple au moyen de butées mécaniques en caoutchouc telles que précédemment décrites.

20 L'invention concerne également un dispositif de levage comprenant :
- un cadre de préhension,
- un système d'ancrage comprenant un châssis et un tambour tel que précédemment décrit, le châssis étant fixé sur le cadre de préhension et le tambour sur le châssis,
- un enrouleur adapté pour être fixé sur l'engin de levage,
25 - un câble, une première extrémité du câble étant ancrée au tambour du système d'ancrage par enroulement fixe d'au moins deux tours autour de la surface latérale du tambour et une deuxième extrémité du câble étant enroulée autour de l'enrouleur.

Enfin, l'invention concerne un engin de levage comprenant un dispositif de levage tel
30 que précédemment décrit. Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, l'engin de levage est une grue, un portique ou un chariot élévateur. L'engin de levage est par exemple une grue utilisée pour le chargement ou le déchargement de conteneurs sur un porte-conteneur.

35 Selon un mode de réalisation particulier de l'engin de levage, ledit engin de levage comprend, outre le dispositif de levage tel que précédemment décrit, un deuxième cadre de préhension et une plateforme intermédiaire. Par exemple, l'engin de levage est une grue STS et le cadre de préhension du dispositif de levage est utilisé pour déplacer un conteneur entre

le navire et la plateforme intermédiaire tandis que le deuxième cadre de préhension est utilisé pour déplacer ledit conteneur entre la plateforme et le quai.

5 Dans un mode de réalisation particulier de l'engin de levage avec deux cadres de préhension, le deuxième cadre de préhension est compris dans un deuxième dispositif de levage, ledit deuxième dispositif de levage pouvant être réalisé selon l'un quelconque des modes de réalisation de dispositif de levage précédemment décrit.

10 Alternativement, l'engin de levage ne comprend pas de deuxième enrouleur, de sorte que le deuxième cadre de préhension n'est pas alimenté par un câble relié à un enrouleur. Par exemple, le deuxième cadre de préhension est alimenté par un deuxième câble se déposant dans un panier.

REVENDICATIONS

1. Système d'ancrage d'un câble (3) comprenant :
 - un châssis (2),
 - 5 - un tambour (1) monté rotatif sur le châssis autour d'un axe de rotation (X), le tambour présentant une surface latérale (S) autour d'un axe (Y) parallèle à l'axe de rotation (X), le tambour étant adapté pour permettre un débattement du câble par enroulement et/ou déroulement dudit câble le long d'une portion de la surface latérale, par rotation dudit tambour autour de l'axe de rotation (X) en réponse à une variation de la tension mécanique du câble,
 - 10 - au moins un ressort de torsion (10, 10a, 10b, 10c, 10d) agencé entre le tambour et le châssis de sorte à compenser la variation de la tension du câble.
2. Système d'ancrage de câble selon la revendication 1, dans lequel l'au moins un ressort de torsion comprend une première partie montée sur le châssis et une deuxième partie
15 montée sur le tambour, la deuxième partie étant adaptée pour pivoter par rapport à la première partie.
3. Système d'ancrage de câble selon la revendication 1, comprenant au moins deux ressorts de torsion disposés en série.
20
4. Système d'ancrage de câble selon la revendication 3, dans lequel une première partie d'un premier ressort est montée sur le châssis, une première partie d'un deuxième ressort est montée sur le tambour, et une deuxième partie du premier ressort est rigidement
25 liée à une deuxième partie du deuxième ressort.
5. Système d'ancrage d'un câble selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel chaque ressort de torsion (10) comprend un axe externe (11) rigide et creux, un axe central (12) rigide logé à l'intérieur de l'axe externe (11), et un amortisseur configuré pour amortir un
30 mouvement de torsion de l'axe externe rigide et creux relativement à l'axe central rigide.
6. Système d'ancrage d'un câble selon la revendication 5, dans lequel l'amortisseur du ressort de torsion comprend une pluralité d'éléments (13) en élastomère agencés entre l'axe central (12) rigide et l'axe externe (11) rigide et creux.
- 35 7. Système d'ancrage d'un câble selon la revendication 6, dans lequel chaque ressort de torsion comprend un premier prisme à base carrée métallique et creux formant l'axe externe rigide et creux, un deuxième prisme formant l'axe central agencé dans le premier prisme avec un décalage angulaire par rapport au premier prisme, et dans lequel chaque élément en

élastomère est un cylindre agencé entre le premier prisme et le second prisme, dans chaque coin du premier prisme.

8. Système d'ancrage d'un câble selon la revendication 7, comprenant deux ressorts de torsion en série, le deuxième prisme à base carrée du premier ressort de torsion étant relié au deuxième prisme à base carrée du deuxième ressort de torsion.

9. Système d'ancrage d'un câble selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel l'au moins un ressort de torsion est configuré pour amortir les efforts générés par la rotation du tambour autour de l'axe de rotation (X) entre une première position de butée du tambour et une deuxième position de butée du tambour, la première position de butée et la deuxième position de butée étant décalées angulairement par rapport à l'axe de rotation (X) d'un angle compris entre 0° et 90°, de préférence entre 0° et 60°.

10. Système d'ancrage de câble selon l'une des revendications 1 à 9, comprenant au moins deux ensembles de ressorts de torsion disposés en parallèle, une première partie de chaque ensemble de ressorts de torsion étant montée sur le châssis et une deuxième partie de chaque ensemble de ressorts de torsion étant montée sur le tambour.

11. Système d'ancrage de câble selon l'une des revendications précédentes comprenant en outre un ressort de compression et/ou un ressort de traction comprenant une première partie montée sur le châssis et une deuxième partie montée sur le tambour.

12. Dispositif de levage comprenant :

- un cadre de préhension (4) comprenant au moins un organe d'accrochage d'une charge à lever,
- un système d'ancrage de câble selon l'une des revendications 1 à 11 comprenant un châssis (2) et un tambour (1), le châssis étant fixé sur le cadre de préhension et le tambour étant fixé sur le châssis,
- un enrouleur adapté pour être fixé sur un engin de levage,
- un câble (3), une première extrémité du câble étant ancrée au tambour (1) du système d'ancrage par enroulement fixe d'au moins deux tours autour de la surface latérale du tambour et une deuxième extrémité du câble étant enroulée autour de l'enrouleur.

13. Engin de levage (6), tel qu'une grue, un portique ou un chariot élévateur, comprenant un dispositif de levage selon la revendication 12.