



## (12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 32875 B1** (51) Cl. internationale : **F03B 13/18**  
(43) Date de publication : **01.12.2011**

- 
- (21) N° Dépôt : **33851**  
(22) Date de Dépôt : **16.05.2011**  
(30) Données de Priorité : **17.10.2008 NO 20084377**  
(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT : **PCT/NO2009/000356 12.10.2009**  
(71) Demandeur(s) : **STRAUMEKRAFT AS, Sollia 42 N-5200 OS (NO)**  
(72) Inventeur(s) : **STRAUME, Ingvald ; STRAUME, Sivert**  
(74) Mandataire : **SABA & CO**

---

(54) Titre : **DISPOSITIF POUR CENTRALE HOULOMOTRICE ACTIONNE PAR UN TREUIL**

(57) Abrégé : L'INVENTION CONCERNE UNE CENTRALE HOULOMOTRICE DANS LAQUELLE UNE BOUÉE FLOTTANTE (1) ABSORBE L'ÉNERGIE PROVENANT DES VAGUES. LA BOUÉE EST ANCRÉE PAR UN FIL (3) QUI EST ENROULÉ AUTOUR D'UN TREUIL AUTO-SERRANT (2). LORSQUE LE MOUVEMENT DES VAGUES SOULÈVE LA BOUÉE, LE TAMBOUR DE CÂBLE DE TREUIL EST CONTRAINT DE TOURNER VERS L'EXTÉRIEUR. CE MOUVEMENT DE PUISSANCE ROTATIONNELLE EST CANALISÉ DANS UN SOUS-SYSTÈME D'ABSORPTION ET DE CONVERSION D'ÉNERGIE MÉCANIQUE (10) DANS LEQUEL L'ÉNERGIE EST CONVERTIE PAR DES MOYENS MÉCANIQUES ET TRANSFÉRÉE À UN AXE DE ROTATION SORTANT (8) À PARTIR DUQUEL ELLE PEUT ÊTRE CONVERTIE EN D'AUTRES FORMES D'ÉNERGIE UTILES, PAR EXEMPLE ÉLECTRICITÉ. L'INVENTION CONCERNE ÉGALEMENT UN LIMITEUR DE COUPLE À FRICTION (6) DISPOSÉ ENTRE L'AXE DE TREUIL (4) ET L'AXE SORTANT (8) QUI PROTÈGE LA CENTRALE HOULOMOTRICE ET LES COMPOSANTS CONTRE UNE CHARGE EXTRÊME PENDANT DES INCIDENTS DE VAGUES VIOLENTES. LE LIMITATEUR DE COUPLE À FRICTION ÉTABLIT UN SEUIL DE CHARGE PROVENANT DES VAGUES QUE LA CENTRALE HOULOMOTRICE

PEUT ABSORBER. DANS UN MODE DE RÉALISATION, CE RÉSULTAT EST OBTENU LORSQUE LE LIMITEUR DE COUPLE À FRICTION EST COMMANDÉ PAR UN ORDINATEUR ÉLECTRONIQUE CE QUI, EN FONCTION DE LA MESURE DE PARAMÈTRES ESSENTIELS, TELS QUE LA FORCE APPLIQUÉE SUR LE FIL DU TREUIL (3), LE COUPLE ET LA VITESSE DU TREUIL OU L'AXE DU TREUIL, PERMET D'ÉTABLIR UN SEUIL DE LA CHARGE MAXIMUM À LAQUELLE LA CENTRALE HOULOMOTRICE PEUT ÊTRE EXPOSÉE À CAUSE DES VAGUES. LORSQUE LA QUANTITÉ D'ÉNERGIE PAR UNITÉ DE TEMPS, LA VITESSE OU LA FORCE QUI PEUVENT ÊTRE DIRIGÉES DANS LE SYSTÈME À PARTIR D'UNE VAGUE DONNÉE SONT SUPÉRIEURES À DES VALEURS SEUIL DÉTERMINÉES PAR LE LIMITEUR DE COUPLE À FRICTION, CE DERNIER GLISSE DE SORTE QUE LE FIL EST TIRÉ SANS OFFRIR DE RÉSISTANCE ACCRUE, ET LA BOUÉE DÉRIVE SIMPLEMENT AVEC LA VAGUE JUSQU'À CE QUE CETTE DERNIÈRE AIT PASSÉ. LA CARACTÉRISTIQUE DE CONCEPTION CONTRIBUERA À L'ABAISSEMENT DES COÛTS DE CONSTRUCTION ET D'ENTRETIEN DU SYSTÈME ET FAVORISERA SA SURVIE DANS DES CONDITIONS DE VAGUES EXTRÊMES.

## Abrégé:

L'invention concerne une centrale houlomotrice dans laquelle une bouée flottante (1) absorbe l'énergie provenant des vagues. La bouée est ancrée par un fil (3) qui est enroulé autour d'un treuil auto-serrant (2). Lorsque le mouvement des vagues soulève la bouée, le tambour de câble de treuil est contraint de tourner vers l'extérieur. Ce mouvement de puissance rotationnelle est canalisé dans un sous-système d'absorption et de conversion d'énergie mécanique (10) dans lequel l'énergie est convertie par des moyens mécaniques et transférée à un axe de rotation sortant (8) à partir duquel elle peut être convertie en d'autres formes d'énergie utiles, par exemple électricité. L'invention concerne également un limiteur de couple à friction (6) disposé entre l'axe de treuil (4) et l'axe sortant (8) qui protège la centrale houlomotrice et les composants contre une charge extrême pendant des incidents de vagues violentes. Le limiteur de couple à friction établit un seuil de charge provenant des vagues que la centrale houlomotrice peut absorber. Dans un mode de réalisation, ce résultat est obtenu lorsque le limiteur de couple à friction est commandé par un ordinateur électronique ce qui, en fonction de la mesure de paramètres essentiels, tels que la force appliquée sur le fil du treuil (3), le couple et la vitesse du treuil ou l'axe du treuil, permet d'établir un seuil de la charge maximum à laquelle la centrale houlomotrice peut être exposée à cause des vagues. Lorsque la quantité d'énergie par unité de temps, la vitesse ou la force qui peuvent être dirigées dans le système à partir d'une vague donnée sont supérieures à des valeurs seuil déterminées par le limiteur de couple à friction, ce dernier glisse de sorte que le fil est tiré sans offrir de résistance accrue, et la bouée dérive simplement avec la vague jusqu'à ce que cette dernière ait passé. La caractéristique de conception contribuera à l'abaissement des coûts de construction et d'entretien du système et favorisera sa survie dans des conditions de vagues extrêmes.

(NEUF PAGES)

**STRAUMEKRAFT AS**  
**SABA & CO., Casablanca**



WO 2010/044675

32875

PCT/NO2009/000356  
01 DEC 2011

## DISPOSITIF POUR CENTRALE HOULOMOTRICE ACTIONNE PAR UN TREUIL

## ART ANTERIEUR

5 Dans la documentation en matière de brevets, environ 1000 dispositifs de conversion de l'énergie des vagues océaniques en énergie utile sont décrits. Plusieurs concepts de l'énergie des vagues, qui s'appuient sur différentes approches technologiques, sont présentés. Ces concepts de l'art antérieur ne font pas état du fait qu'une exploitation commerciale réussie de l'énergie en provenance des vagues océaniques nécessite que la centrale ait un (ou plusieurs) mécanisme de protection contre la surcharge inhérente ou

10 auxiliaire. Pour devenir économiquement viables, les centrales doivent appliquer une certaine stratégie pour faire face aux vagues les plus extrêmes. En principe, les centrales doivent interagir avec les vagues extrêmes de façon différente qu'avec les vagues de taille moyenne et de petite taille. Avec les vagues de taille moyenne et petite, une centrale doit tenter d'absorber des vagues autant d'énergie que possible, afin de maximiser sa

15 production d'énergie. Mais dans le cas d'une vague extrême, elle doit avoir un comportement différent afin d'éviter d'absorber l'énergie excessive de cette vague, car cette énergie pourrait endommager la centrale ou son système de conversion de l'énergie si elle y est amenée à l'intérieur. Ainsi, une application plus étendue de l'énergie des vagues à différents environnements océaniques est possible, tout en maintenant les coûts de

20 conception et d'entretien bas.

L'invention décrite dans la présente concerne une centrale houlomotrice actionnée par un treuil avec une bouée flottante qui absorbe l'énergie des vagues océaniques, et un treuil auto-serrant, monté sur ou autrement rattaché à la bouée. L'énergie des vagues est absorbée par le treuil et un système de prise de force y est raccordé. Le système comprend

25 une stratégie de protection contre la surcharge fondée sur le simple principe énonçant de s'abstenir d'introduire au système plus d'énergie qu'il n'est capable de manipuler. Ceci est possible grâce à un limiteur de couple à friction qui permet au treuil de se dérouler sans offrir de résistance accrue en cas d'incidents de vagues violentes, de façon à ce que la bouée puisse aisément se soulever au-dessus des vagues violentes et se déplacer avec la

30 vague, au lieu d'être ensevelie dans les vagues et exposée aux forces hydrodynamiques extrêmes qui en découleront.

## TECHNOLOGIE CONNUE SUR LAQUELLE SE FONDE L'INVENTION

Conformément à l'invention, le dispositif comprend les éléments et sous-systèmes suivants, dont certains sont connus séparément et s'appuient sur la technologie disponible :

- 35
- Une bouée flottante 1 qui absorbe l'énergie des vagues
  - Un treuil auto-serrant 2
  - Un fil 3 interconnectant la bouée et le treuil
  - Un système d'absorption et de conversion de l'énergie mécanique 10 raccordé au treuil, qui convertit l'énergie mécanique absorbée par la bouée par l'intermédiaire du fil de treuil et du treuil rotatif en énergie utile

40

  - Un limiteur de couple à friction pour la protection contre les surcharges 6 qui glisse lorsque l'énergie par unité de temps transférée à travers l'axe du treuil atteint un certain niveau.

45 L'ensemble du système présente certaines caractéristiques, dont les parties et les sous-systèmes en sont indépendamment dénués.

Ces éléments ne sont pas capables individuellement de résoudre le problème discuté dans l'invention décrite dans la présente : exploiter l'énergie des vagues océaniques avec un coût de conception assez bas des centrales sans que les centrales et les composants ne soient pas détruits par les vagues extrêmes.

- 5 Une combinaison des éléments, telle décrite dans ce document et dans les revendications du brevet, offrira une réduction importante du coût des centrales et semble impliquée dans le progrès technique commercial de l'énergie des vagues en tant que source d'énergie.

L'essentiel est que, lorsque les divers éléments sont rassemblés selon cet arrangement particulier, les parties et les sous-systèmes constituent ensemble les principes de base d'un système d'absorption et de conversion des l'énergie des vagues qui est capable de surmonter et qui surmontera les vagues extrêmes sans nécessiter de dimensions coûteuses.

Certaines descriptions connues des systèmes d'énergie des vagues présentent toutefois des éléments qui peuvent être confondus avec des éléments de l'invention décrits dans la présente, toutefois sans offrir les mêmes avantages fonctionnels quant à la survie et la rentabilité.

### ***Centrales houlomotrices actionnées par un treuil***

Il existe plusieurs exemples de systèmes houlomoteurs basés sur des bouées flottantes absorbant l'énergie des vagues, où l'énergie est transmise mécaniquement au moyen d'un fil s'enroulant sur un tambour. Voir par exemple le US 2005/0121915 et le GR 990100030.

20 Toutefois, ces systèmes n'ont pas de dispositifs de protection contre les surcharges qui sont nécessaires pour permettre aux centrales de faire face aux vagues les plus extrêmes dans des conditions de tempêtes violentes sans nécessiter de modèle robuste qui rendrait ces systèmes non rentables.

### ***Limiteurs de couple à friction***

25 Le principe de protection contre les surcharges offert par le dispositif selon l'invention consiste à limiter le débit d'énergie simplement en "lâchant prise" sans absorber plus d'énergie en provenance des vagues lorsque l'apport énergétique atteint sa limite maximale, de cette façon la quantité d'énergie introduite dans le système ne devient jamais excessive. Ce principe fondamental n'a jamais été décrit auparavant comme faisant partie

30 d'une stratégie de survie des systèmes d'absorption et de conversion de l'énergie des vagues océaniques basés sur des bouées ancrées dans un treuil en cas de vagues extrêmes.

Pour exécuter ce principe en pratique, l'invention décrite dans la présente comprend un limiteur de couple à friction 6 entre le treuil 2 et l'axe sortant 8 du système d'absorption et de conversion de l'énergie mécanique 10. Dans un mode de réalisation, ce limiteur de couple à friction est engagé et désengagé par des électroaimants intégrés commandés par un ordinateur. L'ordinateur est programmé pour désengager le limiteur de couple à friction lorsque la quantité d'énergie par unité de temps transférée de la bouée 1 par l'intermédiaire du fil 3 et du treuil 2 à travers l'axe de treuil 4 atteint une certaine limite supérieure définie par l'ordinateur. L'ordinateur détermine cette limite supérieure en exécutant de façon

35 continue des calculs basés sur des mesures de paramètres tels : la force de la bouée 1 agissant sur le fil 3, le couple sur l'axe de treuil 4 et la vitesse rotative du système.

L'emploi de limiteurs de couple à friction dans les centrales houlomotrices est mentionné dans le DE 2850293, le WO 96130646 et le US 4228360. Toutefois, ceux-ci sont dénués des caractéristiques nécessaires pour qu'une centrale houlomotrice puisse, sans encourir de

coûts de conception excessivement élevés, surmonter parfois les forces extrêmes des vagues océaniques en cas de tempêtes et d'ouragans.

#### DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE HOULOMOTRICE

L'invention sera maintenant décrite en détail au moyen de modes de réalisation  
5 exemplaires et par référence aux figures annexées.

La figure 1 illustre le treuil avec le système d'absorption et de conversion de l'énergie mécanique.

La figure 2 illustre un mode de réalisation de l'invention, la bouée 1 étant raccordée à une structure d'amarrage 9 sur les fonds marins, et où l'ensemble de treuil et de système  
10 d'absorption et de conversion de l'énergie mécanique est situé à l'intérieur de la bouée.

#### *Examen de l'invention*

Le dispositif conformément à l'invention comporte une bouée flottante absorbant l'énergie des vagues avec un système d'absorption et de conversion de l'énergie, qui peut être placé à l'intérieur de la bouée, sur les fonds marins ou autre part. Les figures 1 et 2 illustrent le  
15 principe du dispositif conformément à l'invention. La bouée flottante 1 agit comme un élément d'absorption.

Cette bouée est rattachée à un treuil 2 avec un fil de treuil 3. La bouée 1 et le treuil 2 avec le fil de treuil 3 sont rattachés de manière à ce que le treuil soit forcé à tourner lorsque les forces des vagues déplacent la bouée 1 dans la direction longitudinale du fil de  
20 treuil. Le treuil et le fil de treuil interconnectent la bouée et un corps de référence en dessous des vagues à la surface de l'océan. Ce corps de référence est une plaque d'ancrage pélagique, une ancre 9 dans les fonds marins comme illustré dans la figure 2, un boulon à coquille d'expansion dans les roches des fonds marins, ou un dispositif d'ancrage différent. Dans le mode de réalisation illustré dans la figure 2, le treuil et le système d'absorption et  
25 de conversion de l'énergie sont dans la bouée. Mais aussi au lieu d'être intégrés dans la bouée, ces éléments peuvent être placés dans un autre endroit, par exemple sur les fonds marins ou dans un dispositif d'ancrage pélagique. L'énergie absorbée par les vagues lorsque le treuil est forcé à tourner, est transmise en forme de mouvement de rotation de l'axe de treuil 4 à un système d'absorption et de conversion de l'énergie mécanique 10,  
30 finissant dans un axe de rotation à vitesse élevée 8. De cet axe, l'énergie peut être convertie davantage en d'autres formes et finalement en énergie électrique, par des procédés bien connus des ingénieurs. Les procédés de conversion de la sortie d'énergie à partir de l'axe à rotation rapide 8 en d'autres formes d'énergie utile et en électricité, ne sont pas des sujets à discuter par la présente demande de brevet et, par conséquent, ne sont pas décrits.

35 Le treuil est auto-serrant. Ceci signifie qu'il s'enroule tout seul lorsque la force des vagues ayant déplacé la bouée 1 et retiré le fil de treuil 3, chute suffisamment. La fonctionnalité d'auto-serrage du treuil peut être réalisée au moyen d'un dispositif mécanique, hydraulique ou électrique bien connu des ingénieurs mécaniques et, de ce fait, n'est pas décrite davantage dans ce texte.

#### 40 *Le système d'absorption et de conversion de l'énergie mécanique*

A l'intérieur du système d'absorption et de conversion de l'énergie mécanique 10, l'énergie de rotation est transférée de l'axe de treuil 4 vers un axe sortant 8. Dans ce document, l'axe 8 est un axe de rotation à vitesse élevée, car dans le mode de réalisation préféré de l'invention, le système d'absorption et de conversion de l'énergie mécanique  
45 contient un ou plusieurs engrenages 5, 7 accélérant la vitesse de rotation de façon à ce que

l'axe 8 tourne plus vite que l'axe de treuil 4. Toutefois, ces engrenages sont facultatifs. La fonctionnalité du système est de capturer l'énergie de rotation en provenance du treuil et de la transférer vers l'axe sortant 8, à l'endroit duquel elle peut être convertie davantage en énergie utile.

#### 5 ***Philosophie de la protection contre les surcharges***

Le principe fondamental de protection des centrales houlomotrices et des parties et sous-systèmes y contenus contre les surcharges est simple : lorsque la quantité d'énergie des vagues par unité de temps qui rencontre la bouée est excessive, la bouée simplement n'absorbe pas cette énergie. Ceci est possible grâce à la conception d'un système d'absorption et de conversion de l'énergie qui limite de nature la quantité d'énergie par unité de temps qui peut être introduite dans le système. L'idée est que la centrale houlomotrice doit être capable de supporter les vagues les plus extrêmes et de ne pas tenter de résister aux vagues lorsque les forces des vagues à l'intérieur deviennent trop grandes, mais en revanche elle lâche prise et permet à la partie majeure d'énergie des vagues extrêmes, les pics d'énergie destructifs, de passer et de demeurer en mer.

#### ***Limiteur de couple à friction pour la protection contre les surcharges***

La vitesse et les forces ainsi que les couples de rotation auxquels le sous-système d'absorption et de conversion de l'énergie mécanique 10 et les composants y contenus seront exposés en raison des mouvements des vagues, peuvent être limités par un limiteur de couple à friction pour la protection contre les surcharges 6 monté à l'intérieur du système d'absorption et de conversion de l'énergie mécanique 10, ou entre l'axe de treuil 4 et le système d'absorption et de conversion de l'énergie mécanique.

Afin d'éviter des vitesses excessives du système, le limiteur de couple à friction mécanique 5 peut être réglé pour glisser si la vitesse du treuil dépasse une valeur seuil prédéfinie. Le limiteur de couple à friction peut aussi être réglé pour glisser si le couple de rotation de l'axe de treuil devient excessif. Aussi : le limiteur de couple à friction peut être réglé pour glisser si d'autres conditions sont concrétisées, comme si la force appliquée au fil devient trop élevée. Un ou plusieurs systèmes de commande peuvent régler la force de pression à l'intérieur du limiteur de couple à friction, déterminant ainsi quand le limiteur de couple à friction doit ou non glisser. De tels systèmes de commande sont de nature mécanique, comme le fameux régulateur centrifuge utilisé par James Watt dans son moteur à vapeur historique, ou ils peuvent être faits de composants hydrauliques dont l'action est équivalente. Mais grâce à la technologie de nos jours, le choix préféré serait d'avoir un système électronique qui commande le comportement du limiteur de couple à friction.

Le limiteur de couple à friction peut être conçu avec des électroaimants montés dessus, qui peuvent être activés et désactivés et dont la force magnétique peut varier, réglant ainsi la force de pression du limiteur de couple à friction. Ces électroaimants variables font en sorte que la force de compression dans le limiteur de couple soit ajustée en fonction de signaux provenant d'un ordinateur. Le limiteur de couple à friction peut également avoir un ressort mécanique intégré assurant une force de compression mécanique minimale dans le limiteur de couple en cas de défaillance des électroaimants ou du système de commande. Les électroaimants peuvent renforcer l'effet du ressort mécanique intégré, permettant au limiteur de couple à friction de transférer un couple supérieur. Ils peuvent également fonctionner dans la direction opposée, en contrecarrant la force du ressort mécanique intégré. Les forces opposées pouvant être produites par ces électroaimants sont assez importantes pour décaler complètement la force du ressort mécanique intégré, de façon à

ce que le limiteur de couple à friction puisse se désengager complètement. La force de pression du ressort mécanique intégré seul, sans renforcement de la part des électroaimants, doit être suffisamment faible pour assurer le glissement du limiteur de couple à friction en cas de mouvements rapides de la bouée et du fil de treuil dus aux vagues les plus extrêmes.

Les capteurs électroniques en corrélation avec les parties correspondantes du système d'absorption et de conversion de l'énergie mécanique mesurent sans interruption l'état des différentes quantités physiques du système et des composants individuels de celui-ci, où un ou plusieurs des paramètres suivants sont essentiels :

- La vitesse de rotation du treuil 2 ou de l'axe de treuil 4
- Le couple de l'axe de treuil 4
- La force appliquée au fil du treuil 3 ou au treuil 2 par la bouée absorbant l'énergie des vagues 1

Les données de mesure en provenance des capteurs sont immédiatement envoyées à l'ordinateur. Ce dernier commande les électroaimants dans le limiteur de couple à friction. L'ordinateur est programmé pour calculer le flux d'énergie (énergie par unité de temps) qui est dirigé dans le système à tout moment, en fonction de ces données introduites, et pour désengager le limiteur de couple à friction 16 au besoin et le réengager au moment opportun, afin de protéger le système interne d'une vitesse excessive, de forces excessives et d'un apport excessif d'énergie. L'ordinateur est par exemple programmé pour désengager le limiteur de couple à friction lorsque la vitesse de rotation du treuil 2 dépasse une certaine valeur seuil prédéfinie A, et indépendamment de la vitesse de rotation lorsque le couple à l'intérieur de l'axe de treuil 4 dépasse une valeur seuil prédéfinie B. En plus, l'ordinateur peut être programmé pour désengager le limiteur de couple à friction lorsque la vitesse de rotation du treuil dépasse une valeur seuil prédéfinie C, qui est plus petite que A, et lorsque le couple de l'axe de treuil en même temps dépasse une valeur D qui est plus petite que B. De nombreux autres états d'engagement et de désengagement du limiteur de couple à friction peuvent être programmés sur l'ordinateur. Les conditions de réengagement du limiteur de couple à friction ne sont pas nécessairement l'inverse exact des conditions de désengagement. Si le limiteur de couple à friction glisse à une valeur de vitesse de rotation A, il peut se réengager à une valeur E, qui est plus petite que A ou même zéro.

Le désengagement du limiteur de couple à friction dépend aussi d'autres facteurs que le flux d'énergie, la force, le couple ou la vitesse de rotation du treuil ou les éléments de rotation associés à ce dernier. Par exemple : le désengagement peut être contrôlé manuellement ou par un système d'ordinateur de commande à distance. Le désengagement manuel ou contrôlé par un ordinateur à distance du limiteur de couple à friction peut être exécuté par exemple durant les périodes de tempête ou en fonction des prévisions météorologiques nous avertissant d'un mauvais temps. On peut aussi programmer l'ordinateur pour reconnaître certaines caractéristiques ou formats de données de mesure introduites comme l'arrivée d'une tempête ou de vagues élevées et agir en réponse. Sinon le désengagement peut être exécuté lorsque la température dans des parties critiques du système s'élève en dessus d'un certain niveau.

45

A



## REVENDICATIONS

1. Un dispositif d'une centrale houlomotrice actionné par un treuil avec un treuil auto-serrant (2) rattachant un corps d'absorption de l'énergie des vagues (1) par l'intermédiaire d'un fil de treuil (3) aux fonds marins ou à un autre point de référence, où le tambour de câble de treuil est rattaché par l'intermédiaire d'un système d'absorption et de conversion de l'énergie mécanique (10) à un axe sortant rotatif (8), où le système d'absorption et de conversion de l'énergie mécanique (10) est rattaché à un limiteur de couple à friction (6), qui se caractérise par le fait que le limiteur de couple à friction est placé entre l'axe de treuil (4) et l'axe sortant (8), peut être incité à glisser, interceptant de ce fait ou réduisant le flux d'énergie rotative mécanique en provenance du treuil rotatif à travers le système d'absorption et de conversion de l'énergie mécanique, de façon à ce que la quantité d'énergie par unité de temps absorbée par le système d'absorption et de conversion de l'énergie mécanique soit limitée par la quantité de glissement du limiteur de couple à friction, le système comprenant aussi un système de commande qui contrôle le limiteur de couple à friction en agissant sur la vitesse et/ou les forces excessives dans le treuil et l'axe de treuil (4).

2. Un dispositif conformément à la revendication 1, qui se caractérise par le fait que le système de commande est adapté pour contrôler le limiteur de couple à friction pour qu'il se désengage lorsque la vitesse de rotation du treuil et de l'axe de treuil dépasse une certaine valeur seuil prédéfinie.

3. Un dispositif conformément à la revendication 1, qui se caractérise par le fait que le système de commande est adapté pour contrôler le limiteur de couple à friction afin qu'il se désengage lorsque le couple à l'intérieur de l'axe de treuil (4) ou que la force imposée par le corps d'absorption de l'énergie des vagues (1) sur le fil de treuil (3) ou le treuil (2) dépasse une certaine valeur seuil prédéfinie.

4. Un dispositif conformément à la revendication 1, qui se caractérise par le fait que le limiteur de couple à friction peut être engagé ou désengagé par des forces magnétiques en provenance d'électroaimants intégrés, où la force et la direction des électroaimants sont contrôlées par un ordinateur qui détermine le moment d'engager et de désengager le limiteur de couple à friction en exécutant des calculs basés sur des données introduites en continu couvrant différents paramètres physiques de mesure du système et de ses composants individuels, où la force sur le fil de treuil (3), le couple sur l'axe de treuil (18) et la vitesse rotative de l'axe de treuil sont essentiels, permettant au limiteur de couple à friction de se désengager au besoin, arrêtant ou réduisant le flux d'énergie mécanique en provenance du treuil et à destination de l'axe de treuil (8), pour protéger la centrale houlomotrice et ses composants contre l'interaction endommageante des vagues extrêmes, et de se réengager au moment opportun, par exemple lorsque les vitesses de rotation de l'arbre d'entrée et de l'arbre de sortie du limiteur de couple sont égales ou zéro.

5. Un dispositif conformément à la revendication 1 où le sous-système d'absorption et de conversion de l'énergie mécanique (10) contient un système de transmission à engrenages (5) entre le tambour de câble de treuil et le limiteur de couple à friction (6) accélérant la vitesse de rotation du limiteur de couple à friction.

45 FEUILLE MODIFIEE

5 6. Un dispositif conformément à la revendication 1, qui se caractérise par le fait que le système d'absorption et de conversion de l'énergie mécanique (10) contient un système de transmission à engrenages (7) entre le limiteur de couple à friction (6) et l'axe sortant (8), accélérant la vitesse de rotation de façon à ce que l'axe sortant puisse tourner plus rapidement que le limiteur de couple à friction.

10 7. Un dispositif conformément à la revendication 4, qui se caractérise par le fait que l'ordinateur contrôlant l'engagement variable, le désengagement et le réengagement du limiteur de couple à friction peut être programmé pour agir sur la base de calculs faits en fonction de la température mesurée dans diverses parties du système, du flux d'énergie à travers le système ou des données statistiques introduites qui peuvent être interprétées comme des alertes de l'arrivée d'une tempête ou de l'arrivée de vagues excessivement élevées.

15 8. Un dispositif conformément à la revendication 1, qui se caractérise par le fait que le limiteur de couple à friction est disposé de façon à être contrôlé manuellement ou à distance.

**Nombre de lignes : 312**

20

25

30

FEUILLE MODIFIEE

1/1

Fig 1

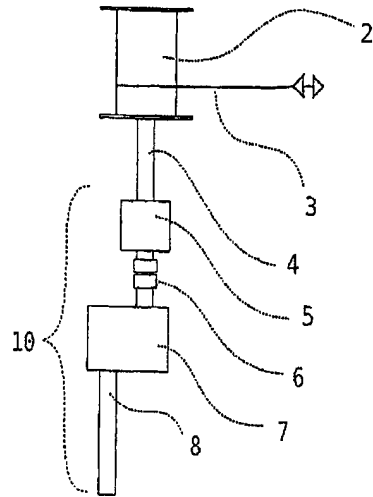
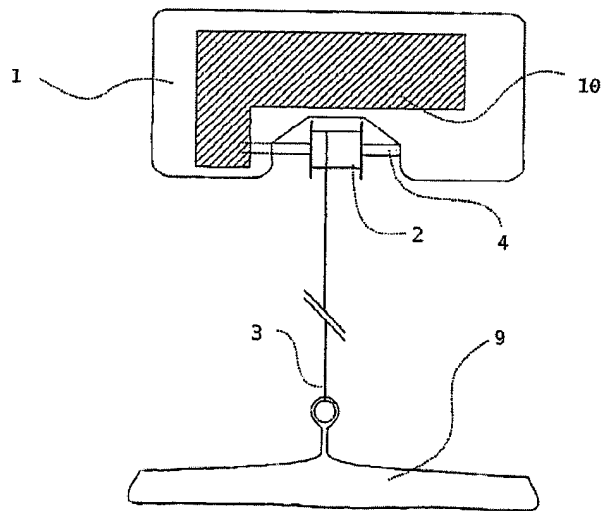


Fig 2



5

8