

DISPOSITIF POUR ENROULER ET DEROUULER UN CABLE AUTOUR D'UN TAMBOUR.

Le domaine de l'invention est celui de la guerre des mines
5 navales, et plus particulièrement de la mise en œuvre d'un dispositif apte à
enrouler, dérouler et bloquer en enroulement et déroulement un câble autour
du tambour d'un treuil. Un treuil peut être embarqué à bord d'un navire de
guerre des mines tel qu'un chasseur de mines ou un dragueur pour enrouler
et dérouler un câble relié à un dispositif de guerre des mines tel qu'un sonar
10 ou à un dispositif de simulation d'une signature magnétique et/ou acoustique.
Un tel treuil sert à mettre à la mer, remorquer et récupérer le dispositif de
guerre des mines.

Dans le contexte de la guerre des mines, on cherche à limiter au
maximum la signature magnétique des navires. Par signature magnétique,
15 on entend le niveau de champ magnétique généré par le navire en un point
situé à une distance prédéterminée du navire. Le fait de limiter la signature
magnétique des navires en dessous d'un certain seuil permet d'éviter le
déclenchement de mines au passage du navire puisque celles-ci se
déclenchent classiquement sur détection d'un champ magnétique supérieur
20 à un seuil prédéterminé.

A cet effet, on utilise classiquement des treuils de remorquage
faiblement magnétiques tels que des treuils à moteurs hydrauliques et à frein
mécaniques ou hydrauliques. Toutefois, ces treuils présentent l'inconvénient
de nécessiter une centrale hydraulique à bord du navire ainsi qu'un
25 personnel formé pour effectuer les tâches de maintenance hydraulique
(entretien courant et remplacement de pièces). Par ailleurs, ces dispositifs
sont encombrants, coûteux et difficiles à piloter.

Un but de l'invention est de remédier aux inconvénients précités.

A cet effet, la demanderesse propose de réaliser un treuil
30 électrique, c'est-à-dire un treuil dont les moyens d'entraînement du tambour
en rotation par rapport au châssis du treuil comprennent un moteur
électrique. Ce type de treuil permet de remédier aux inconvénients précités
puisque'ils sont compacts, faciles à commander au moyen d'une électronique
de commande, à contrôler au moyen d'une électronique de contrôle et plus
35 facile à entretenir qu'une centrale hydraulique. En particulier, la
demanderesse se propose de réaliser un dispositif d'enroulement et de

dérroulement d'un câble comprenant des moyen de blocage/débloccage électromagnétique pour immobiliser et libérer en rotation le tambour par rapport au châssis du treuil qui est immobile par rapport au navire.

Toutefois, la mise en œuvre de ce type de dispositif pose un nouveau problème qui est spécifique au contexte de guerre des mines. En effet, un frein électromagnétique est, par nature, la source d'un fort champ magnétique et présente une signature magnétique importante incompatible avec une utilisation du treuil dans un contexte de guerre des mines. Il comprend classiquement une bobine à induction qui génère un fort champ magnétique lorsqu'elle est parcourue par un courant.

Un autre but de l'invention est de proposer une solution permettant de limiter la signature magnétique du dispositif pour enrouler et dérouler un câble.

A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif permettant d'enrouler et de dérouler un câble comprenant un treuil comprenant un châssis, des moyens d'entraînement et un tambour, les moyens d'entraînement comprenant un moteur électrique permettant d'entraîner un tambour en rotation par rapport au châssis, des moyens de blocage/débloccage du tambour en rotation par rapport au châssis permettant d'immobiliser et de libérer le tambour en rotation par rapport au châssis, les moyens de blocage/débloccage comprenant une première bobine d'induction, dite de blocage/débloccage. Les moyens de blocage/débloccage sont configurés de manière à immobiliser le tambour par rapport au châssis lorsque la bobine de blocage/débloccage n'est pas alimentée électriquement, le dispositif comprenant en outre une deuxième bobine d'induction, dite de contre-réaction, ladite bobine de contre-réaction étant alimentée électriquement, dimensionnée et agencée de façon que le champ magnétique produit par l'ensemble formé par les bobines de blocage et de contre-réaction, lorsque la bobine de blocage/débloccage est alimentée électriquement est inférieur au champ magnétique produit par la bobine de blocage/débloccage en un point situé à une distance au moins égale à un seuil prédéterminé (supérieur à 0) du treuil, la mise sous tension et la coupure de l'alimentation électrique de la bobine de contre-réaction étant synchronisées avec la mise sous tension et respectivement la coupure de l'alimentation électrique de la bobine de blocage/débloccage.

Cette solution permet de compenser au moins partiellement le champ magnétique généré par la bobine de blocage/déblocage à distance du treuil. Autrement dit, la bobine de contre-réaction permet de limiter la signature magnétique du dispositif à distance du treuil. Le dispositif selon l'invention génère ainsi un champ magnétique inférieur à celui du treuil. Il peut ainsi être utilisé dans un contexte de guerre de mines à bord d'un navire de guerre des mines.

Cette solution permet également de s'assurer que dès lors que la bobine de blocage/déblocage est alimentée électriquement, le champ magnétique qu'elle génère est au moins partiellement compensé quelque soit la valeur du courant parcourant la bobine de blocage/déblocage. Il faut en effet noter que le champ électrique généré par la bobine de blocage/déblocage est variable du fait qu'il existe au moins deux phases d'utilisation du treuil dans lesquelles le tambour est immobilisé ou respectivement en mouvement (pour enrouler ou dérouler le câble).

Avantageusement, la bobine de contre-réaction et la bobine de blocage/déblocage sont alimentées par le même générateur.

Cette solution avantageuse permet de compenser au moins partiellement le champ magnétique généré par le frein électromagnétique dès que la bobine de blocage/déblocage est alimentée électriquement et ne nécessite pas de moyens de synchronisation de la génération d'un champ magnétique par les deux bobines. La synchronisation est automatiquement réalisée du fait de l'alimentation des deux bobines par le même générateur. Par ailleurs, cette solution ne nécessite pas de générateur spécifiquement dédié à la réduction de la signature magnétique ce qui allège le dispositif.

Avantageusement, la bobine de contre-réaction est montée en série avec la bobine de blocage/déblocage.

Avantageusement, le produit $N1 \cdot S1$ est sensiblement égal au produit $N2 \cdot S2$ où $N1$ est le nombre de spires de la bobine de blocage/déblocage, $N2$ est le nombre de spires de la bobine de contre-réaction, $S1$ est la surface des spires de la bobine de blocage/déblocage et $S2$ est la surface des spires de la bobine de contre-réaction.

Avantageusement, la bobine de contre réaction est alimentée électriquement par un deuxième générateur et le dispositif comprend des moyens pour synchroniser la mise sous tension et la coupure de l'alimentation électrique de la bobine de contre-réaction avec la mise sous tension et respectivement la coupure de l'alimentation électrique de la bobine de blocage/déblo-
5 cage.

Avantageusement, la bobine de contre-réaction est agencée de façon que le premier courant circulant dans la bobine de blocage/déblo-
10 cage le deuxième courant circulant dans la bobine de contre-réaction circulent en sens-contre.

Avantageusement, les bobines de blocage/déblo-
15 cage et de contre-réaction sont coaxiales.

Avantageusement, la bobine de contre-réaction est dimensionnée et agencée de façon à ne pas perturber le fonctionnement des moyens de
20 blocage/déblo-
cage.

Avantageusement, les bobines de contre-réaction et de freinage sont espacées selon l'axe de la bobine de blocage/déblo-
25 cage.

Avantageusement, la section du fil conducteur constituant l'enroulement de la bobine de contre-réaction, sa longueur et le matériau dans lequel il est réalisé sont choisis de façon que la résistance de la bobine de contre-réaction soit au moins 10 fois inférieure à la résistance de la bobine de blocage/déblo-
30 cage.

Avantageusement, le dispositif comprend des moyens pour compenser au moins partiellement en un point situé en dehors du voisinage du treuil le champ magnétique généré par l'aimantation résiduelle permanente du treuil issue de l'alimentation électrique des bobines de blocage/déblo-
35 cage et de contre-réaction de façon à libérer le tambour sans exercer de couple de freinage sur celui-ci.

Avantageusement, les moyens pour compenser au moins partiellement le champ magnétique généré par l'aimantation résiduelle permanente du treuil comprennent un ensemble d'aimantation permanente comprenant au moins un aimant permanent.

Avantageusement, le dispositif comprend au moins un aimant permanent présentant un axe nord-sud parallèle à l'axe de la bobine de
40 blocage/déblo-
cage.

Avantageusement, le dispositif comprend une troisième bobine montée pour être alimentée en permanence par un générateur supplémentaire apte à générer un courant continu, le dimensionnement et l'agencement de la troisième bobine étant déterminés de façon à compenser au moins partiellement en un point situé en dehors du voisinage du treuil, le champ magnétique généré par l'aimantation résiduelle permanente du treuil issue de l'alimentation électrique des bobines de blocage et de contre-réaction de façon à libérer le tambour sans exercer de couple de freinage sur celui-ci.

L'invention a également pour objet un équipement de guerre des mines comprenant un navire de guerre des mines à bord duquel est embarqué un dispositif selon l'invention, ledit dispositif comprenant en outre ledit câble de remorquage et un dispositif de guerre des mines tel qu'un sonar ou à un dispositif de simulation de la signature magnétique et/ou acoustique.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit, faite à titre d'exemple non limitatif et en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement un navire équipé d'un dispositif selon l'invention,
- la figure 2 représente schématiquement les éléments du dispositif selon l'invention,
- la figure 3 représente schématiquement les éléments d'un exemple de moyens de blocage/débloccage,
- la figure 4 représente de façon schématique les champs magnétiques produits par les bobines de blocage/débloccage et de contre- réaction sur l'axe des bobines dans le cas où elles sont coaxiales comme représenté sur la figure 2,
- la figure 5 représente schématiquement un montage en série des bobines de blocage/ déblocage et de contre-réaction,
- la figure 6 représente schématiquement un montage en parallèle des bobines de blocage/débloccage et de contre-réaction.

D'une figure à l'autre, les mêmes éléments sont repérés par les mêmes références.

Sur la figure 1, on a représenté un navire 2 équipé d'un dispositif d'enroulement et de déroulement d'un câble selon l'invention.

5 Ce dispositif comprend un treuil 1 installé sur un navire de guerre des mines 2 remorquant un dispositif 3 de guerre des mines au moyen d'un câble de remorquage 4 agencé de manière à pouvoir être enroulé autour du treuil 1. Le plan de l'eau est représenté en traits mixtes.

10 Sur la réalisation de la figure, le dispositif de guerre des mines 3 est un sonar actif réalisé sous la forme d'une antenne d'émission et de réception volumique. Ce dispositif pourrait être tout autre type de sonar ou bien un dispositif de simulation de la signature magnétique et/ou acoustique d'un navire. Ces dispositifs permettent de simuler le champ magnétique ou les ondes acoustiques générées par un navire, à distance du navire de façon à provoquer une explosion d'éventuelles mines à distance du navire.

15 Le treuil 1 est dimensionné de façon à pouvoir enrouler autour d'un tambour 6 visible sur la figure 2, dérouler et bloquer en enroulement et en déroulement le câble de remorquage 4 de manière à pouvoir récupérer, mettre à la mer et respectivement maintenir en position opérationnelle, telle que visible sur la figure 1, ou de stockage, le dispositif de guerre des mines 3.

20 Comme visible sur la figure 2, le treuil 1 comprend un châssis 5 et le tambour 6 mobile en rotation, par rapport au châssis 5, autour d'un premier axe x_1 . Il comprend également des moyens d'entraînement du tambour 6 comprenant un moteur électrique 7 permettant d'entraîner le tambour 6 en rotation par rapport au châssis autour du premier axe x_1 .

25 Les moyens d'entraînement comprennent également un dispositif d'accouplement 8 du moteur 7 et du tambour 6 pour transformer un mouvement de rotation rotor 10, visible sur la figure 3, du moteur 7 par rapport au châssis 5, autour d'un deuxième axe x_2 qui est, par exemple mais non nécessairement, perpendiculaire à l'axe x_1 , en un mouvement de rotation du tambour autour de l'axe x_1 .

Autrement dit, la rotation du rotor 10 par rapport au châssis 5 autour de l'axe x_2 entraîne le tambour 6 en rotation autour de l'axe x_1 .

35 Les moyens d'accouplement 8 comprennent, par exemple, une chaîne ou une courroie ou un réducteur. L'homme du métier sait réaliser ce type d'accouplement selon une multitude de moyens techniques.

Le treuil 1 comprend également des moyens de blocage/déblocage 9. Ces moyens de blocage/déblocage 9 comprennent un électroaimant comprenant une première bobine d'induction 90 dite bobine de blocage/déblocage et visible sur la figure 3, montée pour être alimentée par
5 moyens d'alimentation comprenant un générateur 11.

Le générateur 11 peut-être intégré au treuil comme c'est le cas sur la figure 2. Sur la figure 2, il est solidaire du châssis 5. Il est plus précisément intégré dans un boîtier ou armoire 12 solidaire du châssis 5. En variante, le générateur est déporté sur le navire, par exemple dans une armoire.

10 Le générateur 11 permet de générer un courant continu. Le courant continu peut être constant ou bien un courant variable unidirectionnel pouvant présenter plusieurs valeurs ou être un courant alternatif redressé.

Les moyens de blocage/déblocage 9 sont des moyens de blocage/déblocage dits à manque de courant. On parle alors de frein parking.
15 Ils sont configurés de manière à immobiliser le tambour par rapport au châssis lorsque la bobine 90 n'est pas alimentée électriquement. Autrement dit, ils exercent un couple de freinage sur le tambour 6 lorsque la bobine de blocage déblocage n'est pas alimentée électriquement. Le couple de freinage sert à immobiliser le tambour 6 par rapport au châssis 5 du treuil.

20 Ils sont en outre configurés de façon à libérer le tambour 6 en rotation autour de l'axe x1 lorsque la première bobine 90 est alimentée électriquement par le générateur sans exercer de couple de freinage sur le tambour 6.

Il s'agit d'une configuration idéale dans un contexte de guerre des mines puisque la bobine de blocage/déblocage n'est alimentée et ne produit
25 un champ magnétique contribuant à augmenter la signature magnétique du treuil que lors des opérations de déploiement et de récupération du corps remorqué mais pas lorsque le tambour est immobilisé pour maintenir le corps remorqué en position opérationnelle (ligne de remorquage déployée avec,
30 par exemple, un corps remorqué 3a, 3b immergé comme visible sur la figure 1) ou en position de stockage (câble de remorquage enroulée autour du tambour). Or, le tambour 6 est plus souvent immobilisé qu'il ne pivote.

Les moyens de blocage/déblocage 9 sont avantageusement agencés de façon que le couple de freinage exercé sur le tambour 6 soit engendré par
35 un premier couple de freinage exercé sur le rotor 10.

Ce type de moyens de blocage/déblocage est classique pour l'homme du métier qui peut mettre en œuvre différents moyens pour les réaliser.

Sur la figure 3, on a représenté un exemple de moyens de blocage/déblocage 9 à manque de courant agencés de façon que le couple de freinage exercé sur le tambour 6 est engendré par un premier couple de freinage exercé sur le rotor 10 dont la valeur dépend du champ magnétique créé par la bobine de blocage/déblocage 90.

Dans cet exemple, les moyens de blocage/déblocage 9 comprennent une bobine de blocage/déblocage 90 solidaire du châssis 5 du treuil. Ils comprennent également un disque 91 réalisé dans un matériau magnétique, par exemple en acier ou dans un autre métal, bloqué en rotation, par rapport au châssis 5, autour du deuxième axe x_2 , et apte à se déplacer le long du deuxième axe x_2 sous l'effet du champ magnétique créé par la bobine 90. Il est agencé de façon à venir en appui sur rotor 10 en l'absence de tension aux bornes de la bobine 90 et ainsi créer un premier couple de freinage sur le rotor 10 qui immobilise le rotor en rotation autour du premier axe x_1 . Ce couple se répercute sur le tambour 6 par l'intermédiaire des moyens d'accouplement 8 et le tambour 6 est immobilisé.

Le disque 91 est agencé de façon qu'en présence de tension aux bornes de la bobine de blocage/déblocage 90, sous l'effet du premier champ magnétique généré par la bobine de blocage/déblocage 90, il soit attiré par la bobine 90 de façon à se mettre en appui contre elle et ne plus exercer d'effort de freinage sur le rotor 10. Le rotor peut alors tourner sans entrave, le tambour 6 est libéré en rotation et la bobine n'exerce pas d'effort de freinage sur le tambour 6.

L'homme du métier sait réaliser ce type de moyens de blocage/déblocage de différentes façons.

L'électroaimant peut être constitué de la première bobine 90 ou comprendre également un noyau en matériau ferromagnétique doux. En absence de courant, le disque 91 peut être maintenu contre le rotor 10 par un ressort. En présence de courant, le premier champ magnétique s'oppose à la force exercée par le ressort de sorte à amener le disque 91 contre la bobine 90 de façon à libérer le rotor et le tambour en rotation.

La force nécessaire pour déplacer le disque 91 est importante ce qui nécessite d'alimenter la première bobine avec un fort courant qui est à

l'origine de la génération d'un champ magnétique important par la bobine du frein 90.

Le dispositif comprend également des moyens pour réduire la signature du treuil. Ces moyens comprennent une deuxième bobine 100, dite de contre-réaction. Autrement le treuil est muni d'une bobine de contre-réaction. La bobine de contre-réaction 100 est alimentée électriquement, dimensionnée et agencée de façon que le module c'est-à-dire l'intensité du champ magnétique produit par l'ensemble formé par les bobines de blocage/déblocage 90 et de contre-réaction 100, lorsque la bobine de blocage/déblocage est alimentée électriquement est inférieur au module du champ magnétique produit par la bobine de blocage/déblocage 90 en un point situé à une distance au moins égale à un seuil de distance prédéterminé. Par ailleurs, la mise sous tension et la coupure de l'alimentation électrique de la bobine de contre-réaction 100 sont synchronisées avec la mise sous tension et respectivement la coupure de l'alimentation électrique de la bobine de blocage/déblocage 90.

Autrement dit, la bobine de contre-réaction 100 est configurée de façon à compenser au moins partiellement le champ magnétique généré par la bobine de blocage/déblocage à distance des bobines ou du treuil, lorsque la bobine de blocage/déblocage est alimentée électriquement en tension.

Le seuil de distance est un seuil de distance garantissant que le point est distant du treuil et avantageusement du navire sur lequel il est fixé. Le seuil de distance est par exemple égal à 10m.

Avantageusement, la bobine de contre-réaction 100 est montée pour être alimentée électriquement par ledit générateur 11. Les deux bobines sont ainsi alimentées par le même générateur.

Outre les avantages mentionnés précédemment, lorsque le générateur est intégré au treuil 1, le dispositif selon l'invention ne nécessite pas d'apport d'énergie extérieure à l'alimentation du treuil. Il est indépendant du navire. Les opérations de montage et de démontage d'un tel dispositif sur le navire de guerre des mines sont donc simples.

Dans un autre mode de réalisation, non représenté, la bobine de contre-réaction est alimentée au moyen d'un deuxième générateur différent du premier générateur. Le dispositif comprend des moyens pour synchroniser la mise sous tension et la coupure de l'alimentation électrique

de la bobine de contre-réaction avec la mise sous tension et respectivement la coupure de l'alimentation électrique de la bobine de blocage/déblo-

5 Nous rappelons qu'une bobine d'induction comprend un axe qui passe par le centre de la bobine et s'étend sensiblement perpendiculairement au plan dans lequel s'étend une spire de la bobine. Une spire peut présenter différentes formes, par exemple une forme globalement carrée ou circulaire.

Avantageusement, comme visible sur la figure 4, la bobine de contre réaction 100 est montée de façon que le premier courant i_1 circulant dans la bobine de blocage/déblo-

10 cage 90 circule et le deuxième courant i_2 circulant dans la bobine de contre-réaction 100 circulent en sens contraire. Cela est réalisé par un montage électrique et un agencement adéquat de l'enroulement de la bobine de contre-réaction 100. La bobine de contre-réaction peut être agencée de façon à présenter un deuxième enroulement

15 d'un deuxième conducteur électrique réalisé en sens contraire du premier enroulement d'un premier conducteur électrique formant la bobine de blocage/déblo-

20 cage 90. Avantageusement, la bobine de contre-réaction 100 est agencée de manière que son axe soit parallèle à l'axe de la bobine de blocage/déblo-

Avantageusement, comme visible sur la figure 4, la bobine de contre-réaction 100 est agencée de manière à être coaxiale avec la bobine de blocage/déblo-

25 cage 90. De cette manière, lorsque les bobines 90, 100 sont alimentées électriquement, les vecteurs champs magnétiques B_1 et B_2 générés par les deux bobines respectives 90 et 100, en un point P de l'axe des bobines s'opposent (pour plus de clarté, chaque bobine est représentée par une spire sur la figure 4). Ce positionnement permet d'obtenir la meilleure compensation puisque les champs générés par les bobines sont maximums sur l'axe des bobines.

30 Sur la réalisation des figures, l'axe x des bobines est le premier axe x_1 .

En variante, l'axe de la bobine de contre réaction 100 est confondu avec l'axe selon lequel l'intensité du premier champ magnétique produit par les moyens de blocage/déblo-

35 cage est maximale. Il se peut en effet que cet axe soit décalé par rapport à l'axe de la bobine de blocage/déblo-

Avantageusement, la bobine de contre-réaction 100 est dimensionnée et agencée de façon que le module c'est à dire l'intensité du champ magnétique B généré par l'ensemble formé par les première et deuxième bobines 90, lorsqu'elles sont alimentées en électricité par le générateur 11 est inférieur au module c'est-à-dire à l'intensité du champ magnétique produit par la première bobine 90 en un point situé à une distance au moins égale au seuil de distance et sur l'axe des bobines.

Sur la réalisation des figures, la bobine de contre-réaction 100 est positionnée de façon à entourer les moyens d'entraînement. Plus particulièrement, elle est positionnée de façon à entourer le moteur 7.

Sur la réalisation de la figure 2, les moyens d'entraînement et les moyens de blocage/déblocage sont disposés dans un boîtier B ou ensemble accouplé solidaire du châssis 5 représenté en gras. Le moteur 7 et les moyens de blocage/déblocage 9 sont représentés en traits pointillés car ils ne sont normalement pas visibles puisqu'entourés par le boîtier B.

La bobine de contre-réaction 100 est solidaire dudit boîtier. En d'autres termes, la bobine 100 est solidaire du châssis 5. Le dispositif selon l'invention est alors indépendant mécaniquement et électriquement du navire dans le cas où le générateur 11 est lui aussi solidaire du châssis 5.

Le dimensionnement de la bobine 100 porte sur le matériau du fil conducteur constituant l'enroulement de la bobine, le rayon des spires constituant l'enroulement ou sa section et sur le nombre de tours de l'enroulement.

A grande distance des bobines (c'est-à-dire à une distance supérieure au seuil de distance), les bobines respectives 90, 100 sont considérées comme des ensembles comprenant des nombres respectifs $N1$ et $N2$ des spires de courant confondues de centres respectifs $C1$ et $C2$ correspondant aux centres respectifs des bobines 90, 100.

Le premier champ magnétique $B1$ généré par la bobine de blocage/déblocage 90 en un point P situé sur son axe est proportionnel à $i1 \cdot N1 \cdot S1 / D1^3$ où $i1$ est le courant circulant dans la bobine de blocage/déblocage 90, $N1$ est le nombre de spires de la bobine de blocage/déblocage 90, $S1$ est la surface délimitée par les spires de l'enroulement constituant la bobine de blocage/déblocage et $D1$ est la distance séparant le point de la bobine de blocage/déblocage 90.

Le deuxième champ magnétique B2 généré par la bobine de contre-réaction en un point de son axe est proportionnel à $i_2 \cdot N_2 \cdot S_2 / D_2^3$ où i_2 est le courant circulant dans la bobine de f contre-réaction, N_2 est le nombre de spires de la bobine de contre-réaction, S_2 est la surface délimitée par les spires de l'enroulement constituant la bobine de contre-réaction et D_2 est la distance séparant le point P de la bobine de contre-réaction 100.

En dehors du voisinage du treuil 1, les distances D_1 et D_2 sont considérées comme étant sensiblement égales.

Avantageusement, comme représenté sur la figure 5, la bobine de contre-réaction 100 est montée en série avec la bobine de blocage/déblocage 90. De cette manière le courant circulant dans les deux bobines 90, 100 est le même. Cela permet de faciliter le dimensionnement du dispositif. Les bobines de blocage/déblocage et de contre-réaction sont représentées par des inductances de première valeur L_1 et respectivement de deuxième valeur L_2 associées à une première résistance R_1 et respectivement à une deuxième résistance R_2 .

Avantageusement, la bobine de contre-réaction 100 est dimensionnée et agencée de façon que l'intensité du champ magnétique généré par le dispositif en un point situé sur l'axe des bobines est inférieure à une première intensité prédéterminée lorsque les bobines sont alimentées par un courant prédéterminé supérieur à zéro et garantissant la libération du tambour en rotation.

Pour compenser au moins partiellement le premier champ magnétique B1 au point P, il suffit de jouer sur le deuxième nombre de tours et sur la deuxième surface de spire.

La bobine de blocage/déblocage est avantageusement dimensionnée de manière que le produit $N_1 \cdot S_1$ soit sensiblement égal au produit $N_2 \cdot S_2$. Ce dimensionnement permet d'obtenir un bon compromis entre le taux de compensation effectif du champ magnétique et la facilité du dimensionnement.

En pratique, pour dimensionner la bobine, on choisit une bobine de contre-réaction 100 de surface (ou rayon) prédéterminée et on l'installe sur le treuil 1. On se place en un point P prédéterminé situé à grande distance des bobines sur l'axe des bobines puis on fait varier le nombre de tours de l'enroulement constituant la bobine de contre-réaction jusqu'à ce que le module du champ magnétique mesuré au point considéré soit inférieur à un

premier seuil prédéterminé pour un courant prédéterminé circulant dans la bobine de blocage/déblo-
cage. Les produits $N1 \cdot S1$ et $N2 \cdot S2$ ne sont alors pas égaux mais sensiblement égaux du fait des perturbations extérieures notamment dues aux éventuels autres composants constituant
5 l'électroaimant (présence de matériaux magnétiques à l'intérieur de la bobine (effet de noyau)) et dues au fait que le centre des bobines est distant sur l'axe $x2$ et du fait que le premier seuil peut être non nul. Par sensiblement égal on entend que $N1 \cdot S1$ et $N2 \cdot S2$ sont égaux à un pourcentage près compris entre 5 et 10%.

10 En variante, comme visible sur la figure 6, la bobine de contre réaction 100 est montée en parallèle avec la bobine de blocage/déblo-
cage 90.

Avantageusement, la bobine de contre-réaction 100 est agencée et dimensionnée de façon à ne pas perturber le fonctionnement des moyens de
15 blocage/déblo-
cage. Autrement dit, la position de la bobine de contre-réaction est choisie de manière que lorsqu'elle est alimentée électriquement avec le courant prédéterminé, le tambour ne subisse pas d'effort de freinage.

Pour ce faire, la bobine de contre-réaction 100 est avantageusement disposée à distance des moyens de blocage/déblo-
cage 9, c'est-à-dire que
20 les extrémités de bobines de contre-réaction et de freinage qui se font face sont espacées selon l'axe de la bobine de blocage/déblo-
cage 90. Avantageusement, la distance séparent les bobines est supérieure à un deuxième seuil prédéterminé compris entre 5 fois et 50 fois la distance séparant la bobine de blocage/déblo-
cage 90 et l'élément magnétique 91.
25 Par distance séparant les deux bobines on appelle la distance séparant les extrémités adjacentes (c'est-à-dire qui se font face) de leurs enroulements respectifs, parallèlement aux axes des bobines. Ce mode de réalisation est visible sur la figure 2, la bobine de blocage/déblo-
cage 100 enroule le moteur 7 et pas les moyens de blocage/déblo-
cage 9.

30 Avantageusement, la section du fil conducteur constituant l'enroulement de la bobine de contre-réaction 100, sa longueur et son matériau sont choisis de façon que la résistance de la bobine de contre-réaction soit au moins 10 fois inférieure à la résistance de la bobine de blocage/déblo-
cage. Cela permet de ne pas réduire significativement le
35 courant que le générateur fait parcourir dans la première bobine.

La résistance de la bobine de blocage/déblocage est donnée par la formule suivante $R1 = \rho1 \cdot l1 / s1$ où $s1$ est la section du câble au moyen duquel elle est réalisée, $\rho1$ est la conductivité du fil conducteur au moyen duquel elle est réalisée et $l1$ est la longueur du fil conducteur au moyen duquel elle est réalisée. La résistance de la bobine de contre-réaction est donnée par la formule suivante $R2 = \rho2 \cdot l2 / s2$ où $s2$ est la section du câble au moyen duquel elle est réalisée, $\rho2$ est la conductivité du fil conducteur au moyen duquel elle est réalisée et $l2$ est la longueur du fil conducteur au moyen duquel elle est réalisée.

Avantageusement, la section du fil conducteur constituant l'enroulement de la bobine de contre-réaction est supérieure à la section du fil conducteur constituant l'enroulement de la bobine de blocage/déblocage.

En cherchant à limiter la signature magnétique du dispositif de remorquage selon l'invention, on limite avantageusement le nombre d'éléments magnétiques qu'il comprend notamment pour réaliser le treuil 1.

Or, il n'est pas possible de réaliser un treuil 1 dépourvu d'éléments magnétiques. Ainsi, lorsque les deux bobines 90, 100 génèrent des champs magnétiques, elles contribuent à magnétiser les éléments magnétiques du treuil. Cette magnétisation a tendance à se maintenir une fois que les bobines ne sont plus alimentées électriquement (phénomène d'hystérésis). Autrement dit, le treuil 1 va générer un troisième champ magnétique permanent, du fait de l'aimantation des éléments magnétiques du treuil sous l'effet des champs magnétiques créés par les bobines. Ce troisième champ magnétique est dit permanent car il existe de façon permanente, une fois que les bobines ont été alimentées une première fois par le générateur.

Le dispositif selon l'invention comprend avantageusement des moyens 110 pour compenser au moins partiellement, en un point situé en dehors du voisinage du treuil, de préférence sur l'axe de la bobine de blocage/déblocage, le champ magnétique généré par l'aimantation résiduelle permanente du treuil 1 issue de l'alimentation électrique des bobines de blocage/déblocage et de contre-réaction avec un courant circulant dans la bobine de blocage/déblocage ayant permis de libérer le tambour sans exercer de couple de freinage sur celui-ci.

Autrement dit, ces moyens sont dimensionnés et agencés de façon que l'intensité du champ magnétique généré par le treuil 1 en dehors du

voisinage du treuil, de préférence sur l'axe de la bobine de blocage/déblocage, lorsque les bobines 90, 100 ne sont pas alimentées électriquement par le générateur 11, soit inférieur à un deuxième seuil de champ magnétique prédéterminé (par exemple de l'ordre de 5 à 10% de l'intensité du champ magnétique créé par la bobine du de blocage/déblocage seule) après que le générateur 11 ait alimenté la bobine de blocage/déblocage avec un courant ayant permis de libérer le tambour en rotation 6 sans exercer de couple de freinage sur celui-ci.

Sur la réalisation de la figure 2, ces moyens de compensation comprennent un aimant permanent 110 positionné de façon à présenter un axe nord-sud parallèle à l'axe de bobines et présentant un plan de symétrie passant par l'axe des bobines x1. Cet aimant permanent présente par exemple une symétrie de révolution autour de l'axe des bobines. Cet aimant permanent est solidaire du châssis 5. Il est, sur la réalisation de la figure 5, contigu, selon l'axe x, aux moyens de blocage/déblocage 9.

En variante, ces moyens comprennent un ensemble d'aimantation permanente comprenant au moins un aimant permanent, possiblement plusieurs, dont le nombre et les positions respectives sont déterminées pour compenser au moins partiellement en un point situé en dehors du voisinage du treuil, le champ magnétique généré par l'aimantation résiduelle permanente du treuil 1 issue de l'alimentation électrique des bobines de blocage/déblocage et de contre-réaction de façon à libérer le tambour sans exercer de couple de freinage sur celui-ci.. Ils présentent de préférence des axes nord-sud parallèles à l'axe de la bobine de blocage/déblocage, et, par exemple, un plan de symétrie passant par l'axe de la bobine de blocage/déblocage.

En variante, ces moyens comprennent une troisième bobine montée pour être alimentée en permanence par un générateur supplémentaire apte à générer un courant continu, le dimensionnement et l'agencement de la troisième bobine étant déterminés de façon à compenser au moins partiellement en un point situé en dehors du voisinage du treuil, le champ magnétique généré par l'aimantation résiduelle permanente du treuil 1 issue de l'alimentation électrique des bobines de blocage/déblocage et de contre-réaction de façon à libérer le tambour sans exercer de couple de freinage sur celui-ci.

Avantageusement la troisième bobine est coaxiale avec les première et deuxième bobines.

Etant donné que l'aimantation permanente résiduelle des éléments du treuil n'est pas connue par avance. On réalise ce dimensionnement et ce positionnement empiriquement, par exemple, en mesurant le champ magnétique résiduel généré par le treuil lorsque les bobines ne sont pas alimentées électriquement, après que le générateur 11 ait alimenté la bobine de blocage/déblocage avec un courant ayant permis de libérer le tambour en rotation 6 sans exercer de couple de freinage sur celui-ci.

Le dispositif comprend uniquement le treuil et les moyens de compensation tels que décrits précédemment. Il peut également comprendre le câble de remorquage et le dispositif de guerre des mines.

L'invention a également pour objet un équipement de guerre des mines comprenant un navire de guerre des mines à bord duquel est embarqué un dispositif selon l'invention.

REVENDICATIONS

- 5 1. Dispositif permettant d'enrouler et de dérouler un câble
comprenant un treuil (1) comprenant un châssis (5), des moyens
d'entraînement et un tambour (6), caractérisé en ce que les moyens
d'entraînement comprennent un moteur électrique (7) permettant
10 d'entraîner un tambour (6) en rotation, par rapport au châssis (5), des
moyens de blocage/déblocage (9) du tambour (6) en rotation par
rapport au châssis (5) permettant d'immobiliser et de libérer le
tambour en rotation par rapport au châssis (5), les moyens de
blocage/déblocage (9) comprenant une première bobine d'induction
15 (90), dite de blocage/déblocage, les moyens de blocage/déblocage
étant configurés de manière à immobiliser le tambour (6) par rapport
au châssis (5) lorsque la bobine de blocage/déblocage (90) n'est pas
alimentée électriquement, le dispositif comprenant en outre une
deuxième bobine d'induction (100), dite de contre-réaction, ladite
20 bobine de contre-réaction (100) étant alimentée électriquement,
dimensionnée et agencée de façon que le champ magnétique produit
par l'ensemble formé par les bobines de blocage (90) et de contre-
réaction (100), lorsque la bobine de blocage/déblocage est alimentée
électriquement est inférieur au champ magnétique produit par la
25 bobine de blocage/déblocage (90) en un point situé à une distance
prédéterminée du treuil (1), la mise sous tension et la coupure de
l'alimentation électrique de la bobine de contre-réaction étant
synchronisées avec la mise sous tension et respectivement la
coupure de l'alimentation électrique de la bobine de
30 blocage/déblocage (90).
2. Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel la
bobine de contre-réaction (100) et la bobine de blocage/déblocage
(90) sont alimentées par le même générateur (11).

3. Dispositif selon la revendication 2, dans lequel la bobine de contre-réaction (100) est montée en série avec la bobine de blocage/débloccage (90).

5 4. Dispositif selon la revendication 2, dans lequel le produit $N1 \cdot S1$ est sensiblement égal au produit $N2 \cdot S2$ où $N1$ est le nombre de spires de la bobine de blocage/débloccage (90), $N2$ est le nombre de spires de la bobine de contre-réaction (100), $S1$ est la surface des spires de la bobine de blocage/débloccage (90) et $S2$ est la surface des spires de
10 la bobine de contre-réaction (100).

5. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel la bobine de contre réaction est alimentée électriquement par un deuxième générateur, le dispositif comprenant des moyens pour synchroniser la
15 mise sous tension et la coupure de l'alimentation électrique de la bobine de contre-réaction avec la mise sous tension et respectivement la coupure de l'alimentation électrique de la bobine de blocage/débloccage (90).

20 6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la bobine de contre-réaction (100) est agencée de façon que le premier courant circulant dans la bobine de blocage/débloccage (90) le deuxième courant circulant dans la bobine de contre-réaction (100) circulent en sens-contraire.

25 7. Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel les bobines de blocage/débloccage (90) et de contre-réaction (100) sont coaxiales.

30 8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la bobine de contre-réaction (100) est dimensionnée et agencée de façon à ne pas perturber le fonctionnement des moyens de blocage/débloccage.
35

9. Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel les bobines de contre-réaction (100) et de freinage (90) sont espacées selon l'axe de la bobine de blocage/débloccage (90).

5 10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la section du fil conducteur constituant l'enroulement de la bobine de contre-réaction (100), sa longueur et le matériau dans lequel il est réalisé sont choisis de façon que la
10 résistance de la bobine de contre-réaction (100) soit au moins 10 fois inférieure à la résistance de la bobine de blocage/débloccage (90).

11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant des moyens pour compenser au moins
15 partiellement en un point situé en dehors du voisinage du treuil le champ magnétique généré par l'aimantation résiduelle permanente du treuil (1) issue de l'alimentation électrique des bobines de blocage/débloccage (90) et de contre-réaction (100) de façon à libérer le tambour sans exercer de couple de freinage sur celui-ci.

20 12. Dispositif selon la revendication précédente, dans lequel les moyens pour compenser au moins partiellement le champ magnétique généré par l'aimantation résiduelle permanente du treuil (1) comprennent un ensemble d'aimantation permanente comprenant au
25 moins un aimant permanent.

13. Dispositif selon la revendication précédente, comprenant au moins un aimant permanent (110) présentant un axe nord-sud parallèle à l'axe de la bobine de blocage/débloccage.

30 14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, comprenant une troisième bobine montée pour être alimentée en permanence par un générateur supplémentaire apte à générer un courant continu, le dimensionnement et l'agencement de la troisième bobine étant déterminés de façon à compenser au moins partiellement
35 en un point situé en dehors du voisinage du treuil (1), le champ magnétique généré par l'aimantation résiduelle permanente du treuil

(1) issue de l'alimentation électrique des bobines de blocage (90) et de contre-réaction (100) de façon à libérer le tambour sans exercer de couple de freinage sur celui-ci.

- 5 15. Equipement de guerre des mines comprenant un navire de guerre des mines à bord duquel est embarqué un dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, ledit dispositif comprenant en outre ledit câble de remorquage et un dispositif de guerre des mines tel qu'un sonar ou à un dispositif de simulation de la
- 10 signature magnétique et/ou acoustique.

15

20