



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **94400955.4**

(51) Int. Cl.⁵ : **B63G 9/06, B63G 7/06**

(22) Date de dépôt : **03.05.94**

(30) Priorité : **07.05.93 FR 9305516**

(43) Date de publication de la demande :
09.11.94 Bulletin 94/45

(84) Etats contractants désignés :
BE GB IT

(71) Demandeur : **THOMSON-CSF**
173, Boulevard Haussmann
F-75008 Paris (FR)

(72) Inventeur : **Periou, Jean-Jacques**
THOMAS-CSF,
SCPI,
B.P. 329
F-92402 Courbevoie Cedex (FR)

(74) Mandataire : **Desperrier, Jean-Louis**
THOMSON-CSF
SCPI
B.P. 329
50, rue Jean-Pierre Timbaud
F-92402 Courbevoie Cédex (FR)

(54) **Procédé de compensation automatique de l'aimantation résiduelle d'une drague ferromagnétique.**

(57) L'invention concerne les dragues ferromagnétiques remorquées derrière un navire pour faire exploser les mines à déclenchement magnétique.

Elle consiste, pour annuler le champ magnétique résiduel de chaque élément de la drague, à mesurer (201) le gradient de champ magnétique sur l'axe de cet élément et à l'extérieur de celui-ci puis à modifier (205) l'aimantation des noyaux (101) formant l'élément de manière à minimiser ce gradient. On effectue l'opération par rétroaction en boucle fermée.

Elle permet de stocker les éléments de la drague sur le pont du dragueur sans risque d'obtenir un champ magnétique trop intense risquant de faire exploser les mines.

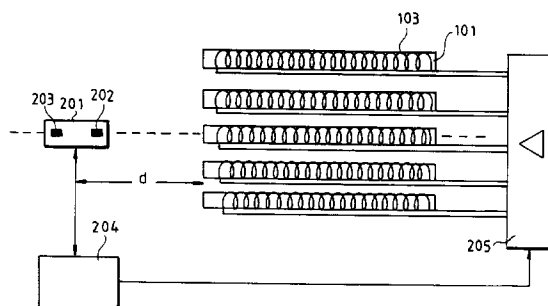


FIG.2

La présente invention se rapporte aux procédés qui permettent de compenser automatiquement l'aimantation résiduelle qui persiste dans une drague de type ferromagnétique lorsqu'on a mis celle-ci en état hors service. Ceci permet de lui enlever quand c'est nécessaire toute efficacité et donc tout danger pour pouvoir la manipuler et/ou la stocker sans risque.

On utilise pour draguer les mines des dragues adaptées au principe de fonctionnement de ces engins. C'est ainsi que dans le cas des mines à orins on remorque derrière le dragueur des dispositifs mécaniques destinés à couper les orins, et dans le cas des mines acoustiques des véhicules immergés comportant des sources sonores destinées à actionner le dispositif de mise à feu à une distance suffisante du dragueur. Il est aussi connu dans le cas des mines à déclenchement magnétique d'utiliser différents systèmes remorqués derrière le dragueur, lui même traité de manière à ne pas émettre de champ magnétique perturbateur, un dispositif créant un champ magnétique permettant là aussi d'actionner les dispositifs de mise à feu des mines. Ces dispositifs de mise à feu ont bien entendu été améliorés pour ne pas être leurrés par les dispositifs de simulation relativement grossiers utilisés au début. Ces améliorations portent essentiellement sur la mise en oeuvre de moyens permettant de différencier la signature magnétique du leurre remorqué par le dragueur, de la signature magnétique d'un bâtiment réel. On a alors perfectionné le leurre pour obtenir une signature magnétique se rapprochant le plus possible de celle d'un bâtiment réel.

L'un des systèmes connus utilisés pour cela est décrit dans la demande de brevet européen n° 0 130 767 déposée le 25 juin 1984 sous le titre "Improvements in or relating to magnetic assemblies" et bénéficiant d'un dépôt prioritaire en Grande Bretagne sous le n° 83 18111 en date du 4 juillet 1983.

Le dispositif décrit dans cette demande de brevet comprend une série d'éléments ferromagnétiques remorqués en file indienne derrière un dragueur de mines. Chacun de ces éléments est lui-même composé de 19 noyaux entourés de bobinage. Ces bobinages sont associés à des générateurs d'impulsions de courant réglables en sens et en amplitude. Ces impulsions permettent d'engendrer au sein de chaque noyau ferromagnétique séparément, un champ magnétique qui permet d'aimanter à saturation le noyau dans un sens ou dans l'autre et de le désaimanter, tout au moins dans une certaine mesure, permise par le cycle d'hystérésis du matériau utilisé pour construire le noyau.

La combinaison des champs magnétiques ainsi générés par chacun des noyaux permet d'obtenir pour chaque élément un champ magnétique qui est réglable par pas en intensité et en sens. L'aimantation fournie par chacun des éléments pouvant être ainsi réglée, on peut simuler d'une manière relativement

fine la signature magnétique d'un bateau.

Il y a toutefois des moments où il est nécessaire d'annuler de la manière la plus parfaite possible l'aimantation résiduelle de chacun des éléments. C'est en particulier le cas lorsque, en dehors des périodes de dragage par exemple, on souhaite stocker le dispositif sur le pont du dragueur, en particulier pour faciliter la manoeuvre de celui-ci, notamment en augmentant sa vitesse, qui est considérablement ralentie par l'effort de traction du dispositif lorsque celui-ci est remorqué.

Pour cela on ramène à bord le dispositif et on range les éléments sur le pont du dragueur.

Si alors il subsiste une aimantation résiduelle, celle-ci, même si elle est faible pour chaque élément, peut atteindre une valeur critique compte tenu du rassemblement des éléments dans un espace restreint. On court alors le risque de faire exploser une mine au-dessus de laquelle passerait le dragueur, alors que celui-ci, en raison de ses caractéristiques particulières, n'aurait pas déclenché celle-là à lui tout seul.

Pour réduire au maximum l'aimantation de chaque élément on peut porter à saturation magnétique 18 de ses noyaux en les groupant de telle manière que deux noyaux consécutifs aient des sens d'aimantation opposés et en désaimantant le 19ème noyau situé au centre. Cependant en raison d'un certain nombre d'effets, en particulier des différences de constructions, des variations de cycle d'hystérésis, et de la très grande difficulté d'obtenir une aimantation réellement nulle pour le 19ème élément, il peut subsister une aimantation résiduelle qui est d'autant plus dangereuse que les aimantations résiduelles de tous les éléments peuvent s'additionner.

Si on considère par exemple qu'un élément de drague est capable de fournir une aimantation maximale égale à 70.000 A.m², une aimantation résiduelle de 5%, valeur courante, soit 3.500 A.m², engendre un champ magnétique de 300 nT à une distance de 9 m, correspondant à la hauteur d'eau standard retenue pour ce genre de dispositif. Dans l'exemple décrit dans la demande de brevet en référence, la drague comporte 6 éléments identiques et le champ résiduel engendré par ces 6 éléments regroupés en un même endroit sur le pont du dragueur peut atteindre alors une valeur de 1.800 nT à cette distance de 9 m. Or l'on sait que l'on s'efforce d'atteindre pour les dragueurs un champ magnétique résiduel inférieur à 100 nT, afin de leur permettre de naviguer avec une sécurité suffisante au-dessus de mines à déclenchement magnétique immergées par 9 m de fond.

Il est donc clair que le stockage sur le pont du dragueur du dispositif décrit dans cette demande de brevet en référence est susceptible d'annihiler complètement l'effet des moyens utilisés pour obtenir une sécurité suffisante pour le dragueur.

Pour pallier cet inconvénient, l'invention propose un procédé selon la revendication 1.

D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront clairement dans la description suivante faite à titre d'exemple non limitatif en regard des figures annexées qui représentent:

- la figure 1 : une vue en coupe d'un élément de drague selon l'art connu; et
- la figure 2 : une vue en coupe longitudinale d'un élément de drague munie selon l'invention d'un gradientmètre et de ses organes annexes.

On a représenté sur la figure 1 une coupe transversale d'un élément de drague ferromagnétique. Cet élément est formé de 19 noyaux 101 répartis sur deux couronnes concentriques, une couronne extérieure comprenant 12 noyaux plus une couronne intérieure comprenant 6 noyaux, plus un élément central unique formant le 19ème noyau. Chaque noyau est formé lui-même d'un ensemble de barreaux 102, réunis ensemble sous forme d'un paquet allongé enserré par un bobinage 103 permettant de les magnétiser de la manière voulue en faisant parcourir ce bobinage par un courant adéquat.

L'ensemble est contenu dans une enveloppe 104 et l'espace entre les noyaux à l'intérieur de cette enveloppe est rempli par un composé 105 permettant de maintenir les noyaux dans la disposition souhaitée tout en participant à l'équilibre hydrostatique de l'élément.

Selon cette disposition, on peut grouper les noyaux des deux couronnes par paire, ce qui permet en portant l'un d'eux à saturation dans un sens et l'autre à saturation dans l'autre sens d'annuler globalement l'aimantation totale des deux couronnes de 18 noyaux. La désaimantation du noyau central est elle obtenue en faisant parcourir le bobinage qui l'entoure par un courant qui ramène cette aimantation à 0.

Or on sait qu'il est très difficile d'obtenir de cette manière une véritable annulation de l'aimantation d'un morceau de matériau ferromagnétique isolé. La manière la plus facile et la plus courante consiste à faire subir à ce matériau des cycles d'hystérésis décroissants imbriqués les uns dans les autres en faisant circuler dans le bobinage extérieur un courant alternatif qui décroît progressivement depuis la valeur permettant d'amener le noyau à saturation jusqu'à une valeur nulle.

Cette méthode n'est pas pratique du tout en particulier parce qu'elle est longue, qu'elle consomme beaucoup d'énergie et qu'elle entraîne un échauffement notable de l'ensemble. Elle est en particulier peu compatible avec le fonctionnement de la drague pour lequel on a prévu, afin entre autres de simplifier les circuits de commandes, d'utiliser des impulsions de courant dans les bobinages. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle on préfère désaimanter la drague en groupant les noyaux extérieurs par paires dont chaque élément est porté à saturation dans le sens contraire de l'autre.

On a représenté sur la figure 2 une vue en coupe longitudinale simplifiée de l'élément de la figure 1 muni d'organes additionnels comportant notamment les moyens de l'invention.

Selon l'invention, on utilise un gradientmètre de champ magnétique 201, situé sensiblement sur l'axe du noyau central à une distance d de l'extrémité de ce noyau. Dans un exemple de réalisation pratique, où les noyaux mesurent sensiblement 2 m de long, la distance d sera égale à 0,7 m.

Ce gradientmètre 201 est un appareil connu qui mesure le gradient du champ en un point de l'espace conventionnellement situé au centre du gradientmètre et selon une direction déterminée. De manière courante, pour obtenir ce gradient on utilise deux sondes 202 et 203, du type dit "flux-gate" par exemple, alignées selon l'axe de mesure. La différence des mesures de champ magnétique données par ces sondes permet d'obtenir en fonction de leur écartement, qui est par exemple égal à 0,2 m, la valeur du gradient au point central entre ces deux sondes. Cet appareil est par principe polarisé selon un axe qui sera selon l'invention l'axe du gros aimant formé par l'ensemble des noyaux de l'élément de drague.

Le gradientmètre 201 est relié à un boîtier électronique 204 qui lui fournit divers signaux de servitudes et analyse les signaux provenant des sondes pour déterminer le gradient de champ magnétique à l'endroit où est positionné le gradientmètre.

Ces circuits électroniques comportent en outre des moyens permettant à partir de ces signaux de mesure de commander un dispositif d'alimentation en puissance 205 des bobinages 103 des noyaux 101.

Ce dispositif 204 fonctionne en rétroaction de manière à minimiser, de préférence à annuler, le gradient de champ magnétique mesuré par le magnétomètre 201. Ainsi donc lorsque l'on lance l'opération de démagnétisation de l'élément de drague en commandant une séquence d'impulsions de courant dans les bobinages 103, par des moyens non représentés et connus qui viennent commander les moyens de puissance 205 et qui peuvent eux-mêmes être contenus dans les organes du boîtier électronique 204, le champ magnétique généré par l'élément de drague à l'extérieur de lui-même tend à s'annuler, en particulier à l'emplacement où est situé le gradientmètre. Le gradient de ce champ s'annule alors aussi.

Cette séquence étant alors achevée, l'aimantation résiduelle est détectée par le gradientmètre qui commande alors par l'intermédiaire du boîtier 204 l'émission de courants complémentaires par le boîtier de puissance 205 dans les bobinages, et en tout cas dans au moins l'un d'entre eux.

Une manière plus simple, mais grossière, d'obtenir ce résultat consisterait à utiliser un simple magnétomètre à la place du gradientmètre. On voit tout de

suite que cette solution est loin d'être entièrement satisfaisante, puisque l'on tendrait alors à annuler non pas le champ uniquement attribuable à l'élément de drague, mais également le champ magnétique terrestre en gardant donc une aimantation résiduelle dans l'élément, cet aimantation étant à peu près inverse de celle du champ terrestre. Comme les mines magnétiques sont destinées justement à exploser en constatant une variation du champ magnétique par rapport à la valeur normale correspondant au champ terrestre, on pourrait ne pas obtenir un bon résultat. Toutefois, cette solution est au moins utilisable dans un premier temps pour dégrossir l'annulation du champ résiduel.

Le gradient de champ magnétique terrestre, s'il n'est pas toujours nul, est par contre souvent très faible, sauf peut-être en présence de certaines anomalies dues à des roches ferromagnétiques. Le gradient provenant de l'élément de drague est par contre beaucoup plus important puisque l'on se trouve à une distance d de cet élément relativement faible par rapport à ses dimensions. Si donc on arrive à annuler ce gradient, on est beaucoup plus sûr d'avoir annulé le champ magnétique résiduel provenant de l'élément.

A partir de ce principe, on peut utiliser deux procédés distincts de commande des courants de désaimantation.

Dans un premier procédé, on part du procédé classique de désaimantation globale de l'élément par saturation dans des sens contraires des noyaux contigus et désaimantation du noyau central sans contrôle à ce niveau. On met alors en route le système d'asservissement sur la valeur 0 de la mesure du gradientmètre et celui-ci vient régler finement l'aimantation du noyau central autour de la valeur en principe nulle obtenue précédemment. Finalement on arrête ce processus lorsque la valeur du gradient est minimale, c'est-à-dire quand on ne constate plus de variation du gradient dans au moins deux itérations successives du procédé. En principe la valeur de l'aimantation du noyau central est alors nulle mais en pratique ce ne sera pas le cas puisqu'on disposera d'une petite aimantation résiduelle permettant de compenser l'aimantation résiduelle provenant des irrégularités dans la compensation deux par deux des noyaux des couronnes.

L'inconvénient de cette première méthode est que l'obtention d'une valeur 0 du gradient en un point de l'axe du système ne garantit pas un champ nul dans tout espace avec une précision suffisante. Ceci ne saurait être réalisé que si l'élément de drague pouvait être assimilé à un dipôle magnétique parfait, ce qui n'est pas le cas puisque les aimantations des noyaux disposés en couronne ne sont pas nulles et se compensent seulement deux par deux. Cette compensation ne donne manifestement pas un champ magnétique homogène et donc nul en tout point.

Une deuxième méthode consiste alors à désaimanter dans un premier temps tous les noyaux de la même manière que l'on a désaimanté le noyau central dans la première méthode. Dans un deuxième temps, on fait varier légèrement l'aimantation de chacun des noyaux successivement les uns après les autres, de manière cyclique du premier au dernier, en minimisant chaque fois le gradient de champ déterminé par le gradientmètre 201. Lorsque ce processus cyclique est terminé, si le gradient n'est pas suffisamment faible on recommence cette action un certain nombre de fois jusqu'à obtenir le résultat voulu.

Ce deuxième procédé donne des résultats supérieurs au point de vue homogénéité dans l'espace du champ nul résultant mais il présente l'inconvénient d'être plus long à mettre en oeuvre puisqu'il faut agir sur chacun des noyaux les uns après les autres.

L'invention s'étend bien entendu aux cas des dragues qui fonctionnent dans les trois dimensions de l'espace, chaque élément de la drague comportant trois éléments octogonaux généralement identiques. On est alors amené à placer un gradientmètre par élément et à mettre en oeuvre le procédé pour chacun de ces éléments séparément.

Revendications

1. Procédé de compensation automatique de l'aimantation résiduelle d'une drague ferromagnétique comportant au moins un élément destiné à être tracté par un navire, cet élément comportant au moins un noyau (101) entouré par un bobinage (103) permettant de faire varier l'aimantation de ce noyau, caractérisé en ce que l'on mesure (201) au moins une caractéristique du champ magnétique créé par l'élément et que l'on modifie (205) l'aimantation du noyau pour ramener cette caractéristique à une valeur indiquant que le champ créé est sensiblement nul.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on mesure (201) le gradient du champ magnétique.
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'on effectue la mesure (201) sur l'axe magnétique de l'élément à l'extérieur de celui-ci.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 et 3, caractérisé en ce que l'on modifie l'aimantation du noyau pour minimiser le gradient de champ ainsi mesuré.
5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que, l'élément comportant un ensemble de noyaux (101) en nombre impair disposé avec un noyau central et au moins une couronne compor-

tant un nombre pair de noyaux entourant ce noyau central, on aimante à saturation les noyaux de la couronne dans des sens alternés pour deux noyaux contigus, que l'on ramène sensiblement à 0 l'aimantation du noyau central, et que l'on modifie légèrement autour de cette valeur 0 l'aimantation du noyau central pour minimiser la valeur du gradient mesuré.

6. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que, l'élément comportant un ensemble de noyaux (101) en nombre pair disposés avec un noyau central et au moins une couronne comportant un nombre pair de noyaux entourant ce noyau central, on désaimante dans un premier temps tous les noyaux et que l'on modifie ensuite légèrement autour de la valeur nulle ainsi obtenu successivement l'aimantation de chaque noyau pour minimiser la valeur du gradient mesuré.
7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'on itère le processus jusqu'à ce que la valeur sensiblement nulle du gradient finalement obtenu ne varie plus d'une itération à la suivante.

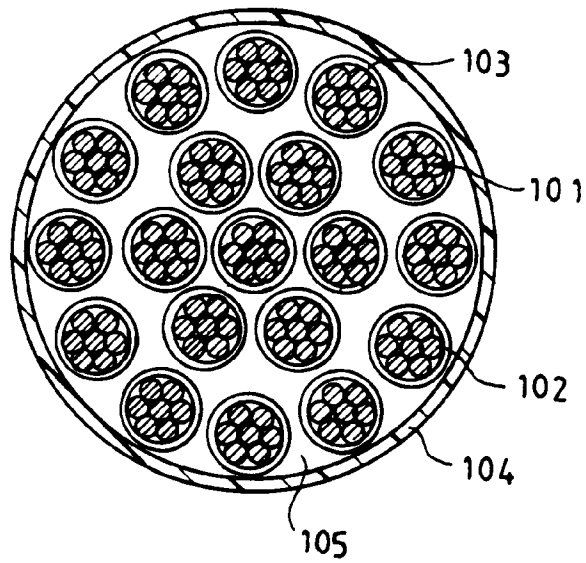


FIG.1

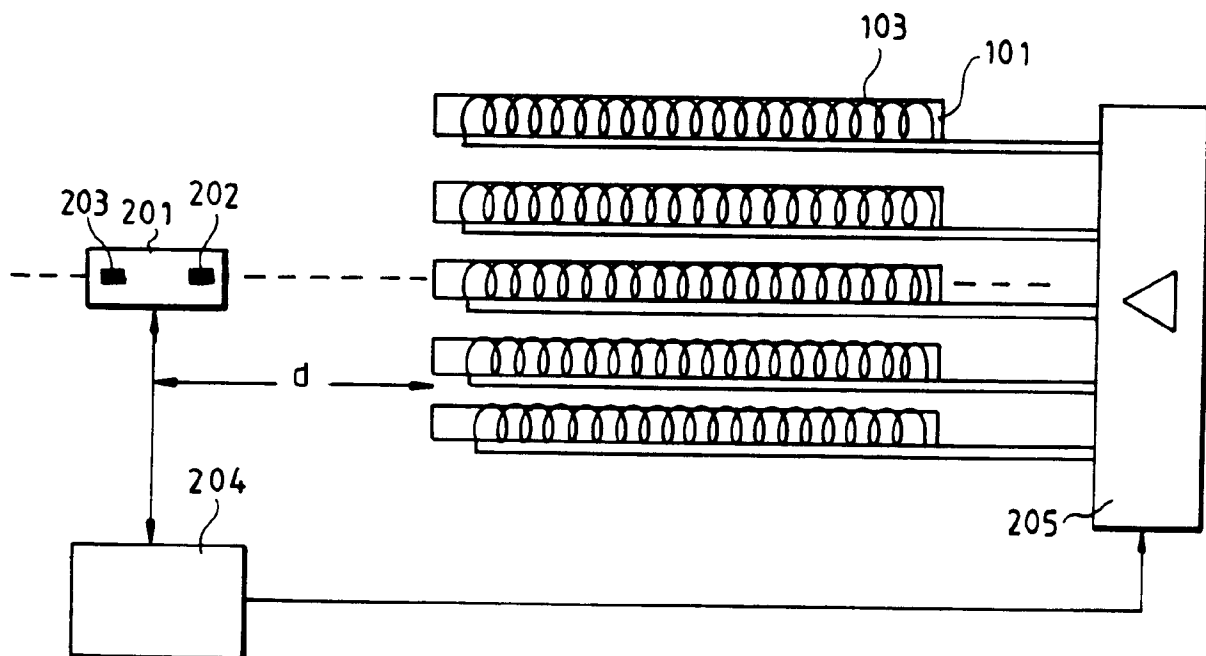


FIG.2



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 94 40 0955

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.5)
X	FR-A-2 559 303 (LICENTIA PATENT-VERWALTUNG)	1-4	B63G9/06
Y	* page 9, ligne 5 - ligne 17; figure 14 *	5-7	B63G7/06
Y,D	EP-A-0 130 767 (THE SECRETARY OF STATE FOR DEFENCE)	5-7	
A	* page 7, ligne 20 - ligne 26; figures 1-3 *	1	
A	DE-C-977 846 (FÖRSTER) * page 2, ligne 119 - page 3, ligne 20 *	2,4	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.5)
			B63G H01F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 19 Août 1994	Examineur DE SENA, A
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03.82 (P4/C02)