

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 901 959 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
17.04.2002 Bulletin 2002/16

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

(21) Numéro de dépôt: **98402195.6**

(22) Date de dépôt: **04.09.1998**

(54) **Procédé pour minimiser la signature magnétique d'un bâtiment naval**

Verfahren zur Minimierung des magnetischen Unterschriftes eines Wasserfahrzeuges

Method to minimize the magnetic signature of a naval vessel

(84) Etats contractants désignés:
DE ES GB

(30) Priorité: **12.09.1997 FR 9711386**

(43) Date de publication de la demande:
17.03.1999 Bulletin 1999/11

(73) Titulaire: **Thales Underwater Systems SAS**
06903 Sophia Antipolis (FR)

(72) Inventeurs:
• **Periou, Jean-Jacques**
94117 Arcueil Cedex (FR)

• **Certenais, Joel**
94117 Arcueil Cedex (FR)

(74) Mandataire: **Desperrier, Jean-Louis et al**
Thomson-CSF Propriété Intellectuelle,
Département Protection et Conseil TPI/PC,
13, avenue du Prés. Salvador Allende
94117 Arcueil Cédex (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 247 367 **EP-A- 0 249 838**

EP 0 901 959 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention se rapporte aux procédés qui permettent de minimiser la signature magnétique d'un bâtiment naval, c'est à dire les perturbations apportées au champ magnétique local terrestre par la présence d'un tel bâtiment. Ceci permet d'éviter le repérage d'un tel bâtiment par des dispositifs de mesure du champ magnétique, en particulier par les détecteurs magnétiques des mines et des torpilles.

[0002] Il est connu que pour éviter une telle détection on utilise, en particulier sur les bâtiments navals destinés à chasser les mines, des systèmes qui permettent de réduire la signature magnétique de ces bâtiments. On utilise pour cela généralement des bobines formées d'un câble enroulé sur un certain nombre de tours. Ces bobines sont appelées boucles de courant. On alimente ces boucles avec un courant électrique à partir d'un dispositif adéquat tel qu'un amplificateur de courant réglable. L'intensité de ce courant est commandée par le réglage de cet amplificateur à partir d'un dispositif de mesure du champ magnétique comportant généralement un magnétomètre placé dans la mâture du bateau et dont les indications sont reprises par des moyens de calcul qui permettent de délivrer les signaux de commande des amplificateurs.

[0003] L'aimantation d'un corps ferromagnétique comprend généralement deux composantes, l'une constante correspondant à l'aimantation dite permanente de ce corps, et l'autre variable, dite induite, qui correspond aux variations de l'aimantation sous l'effet du champ terrestre local. Pour compenser ces deux types d'aimantations, les boucles sont généralement alimentées par un courant constant auquel est superposé un courant variable en fonction de la mesure du champ terrestre local.

[0004] Dans le cas particulier des chasseurs de mines, comme la coque est réalisée en matériaux non magnétiques tels que du bois ou de l'aluminium, on utilise généralement des boucles locales qui entourent les objets ferromagnétiques de taille importante, par exemple les moteurs et les organes de propulsion.

[0005] On pensait jusqu'à présent que les matériels utilisés ne permettaient pour des questions de puissance et d'encombrement, que de compenser une faible aimantation résiduelle, en générant des champs magnétiques d'intensité au plus égale à 1 Gauss.

[0006] Pour ne pas avoir à compenser des champs magnétiques plus importants, on était alors amené à traiter magnétiquement le bâtiment au port en le faisant passer à l'intérieur d'une station de traitement fixe, dite côtière, permettant de le soumettre à un champ magnétique initialement très important correspondant à la saturation des masses magnétiques du bâtiment. On faisait ensuite décroître progressivement l'intensité magnétique en la faisant varier de manière alternative pour décrire un cycle d'hystérésis du matériau, jusqu'à ce que l'aimantation de celui-ci soit réduite à un minimum.

Les installations ainsi utilisées sont de très grande taille et sont alimentées par une source de puissance très importante, qui ne peut correspondre qu'à une installation fixe, ce qui exclu de l'embarquer à bord d'un bâtiment naval.

[0007] Dans ces conditions, l'installation embarquée ne sert qu'à compenser l'aimantation permanente résiduelle et à s'opposer à l'aimantation induite sous l'effet du champ terrestre local, qui est variable en fonction du temps et du lieu.

[0008] Cependant, comme on le sait, l'aimantation d'un matériau ferromagnétique est un phénomène particulièrement compliqué, qui n'est absolument pas linéaire et comporte des effets d'hystérésis très importants.

[0009] Dans ces conditions, l'état magnétique résiduel du bateau va évoluer dans le temps sous l'effet des différents champs qui lui sont appliqués, tant le champ terrestre local que le passage à proximité de sources aimantées telles que d'autres bâtiments eux-mêmes non immunisés ou encore l'action des courants électriques circulant dans les différents moteurs utilisés à bord.

[0010] Dans ces conditions, les systèmes de compensation embarqués ne compensent plus au fur et à mesure du temps qui passe l'aimantation résiduelle que d'une manière de plus en plus imparfaite. La signature magnétique du bateau se dégrade donc de plus en plus et peut atteindre assez rapidement des valeurs dangereuses susceptibles d'entraîner la mise à feu des mines éventuellement rencontrées. Cette situation est particulièrement dangereuse pour les chasseurs de mines qui par principe sont destinés à évoluer à proximité des mines.

[0011] Pour pallier ces inconvénients, l'invention propose un procédé selon la revendication 1 annexée. Les revendications dépendantes proposent des variantes préférentielles de l'invention.

[0012] D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront clairement dans la description suivante, présentée à titre d'exemple non limitatif en regard des figures annexées qui représentent :

- la figure 1, une représentation schématique d'un bâtiment muni d'un dispositif d'immunisation connu en soi; et
- la figure 2, le schéma d'un dispositif d'immunisation magnétique selon l'invention.

[0013] Le bâtiment 101 représenté sur la figure 1 est réalisé le plus possible en matériaux amagnétiques, par exemple en aluminium et/ou en bois pour la coque, mais il comprend nécessairement un certain nombre d'appareils, par exemple les moteurs et les propulseurs, réalisés en matériaux ferromagnétiques. L'ensemble subit régulièrement au port des opérations de démagnétisation, et pour compléter le résultat obtenu par ces opérations, les organes ferromagnétiques sont entourés par des boucles locales telles que 102. Ces boucles

sont alimentées par un dispositif d'alimentation électrique 103 qui injecte dans les boucles des courants électriques dont l'intensité est déterminée en fonction des indications d'un magnétomètre 104 situé dans la mature afin de l'éloigner de l'influence du champ magnétique créée par le bâtiment lui-même.

[0014] Ce dispositif d'immunisation magnétique est représenté de manière plus détaillée sur la figure 2. Il comprend des boucles d'immunisation dont on n'a représenté qu'un jeu dans un seul plan. Ces boucles sont alimentées par des amplificateurs de courant 203 eux-mêmes alimentés par un dispositif d'alimentation électrique 205. L'amplificateur de courant 203 délivre le courant nécessaire en fonction d'un signal de commande reçu d'un organe de calcul 206, qui élabore ces signaux en fonction des indications reçues d'un magnétomètre 204.

[0015] Selon l'invention, la boucle d'immunisation 202 est doublée par une boucle de traitement 212, qui est identique à la boucle 202 mais dont le nombre de tours est nettement plus grand. On augmente ainsi le nombre d'Ampères-tours disponibles à ce niveau pour un même courant fourni par l'amplificateur 203, ce qui augmente le champ magnétique disponible pour traiter l'organe situé à l'intérieur de la boucle. Contrairement aux préjugés qui régnaient jusqu'à présent, les inventeurs ont ainsi établi que l'on pouvait à partir d'un même amplificateur de courant obtenir un champ magnétique beaucoup plus élevé simplement en augmentant le nombre de tours de la bobine, ce qui permet alors d'effectuer un traitement de démagnétisation local en utilisant des moyens internes au bateau 101, ce que l'on ne croyait pas jusqu'à présent possible. A titre d'exemple numérique, on peut très facilement passer de 100 Ampères-tours à 600 Ampères-tours.

[0016] Selon l'invention, ce traitement est appliqué de manière régulière, par exemple toutes les 24 h, est lancé à partir d'un séquenceur 207, lequel commande en conséquence les moyens de calcul 206. Ce séquenceur commande également le fonctionnement d'un commutateur 208 qui est inséré entre les boucles 202 et 212 et l'amplificateur de courant 203. De cette manière, on ne met en service la boucle de traitement 212 que pendant la période où l'on procède à la démagnétisation. On évite ainsi le risque de procéder à une modification accidentelle de la magnétisation pendant le fonctionnement normal du système d'immunisation.

[0017] En fait, bien que les phénomènes d'aimantation soient difficilement modélisables et que les problèmes d'hystérésis compliquent beaucoup les problèmes, la situation où se trouve le bateau n'est quand même pas celle initiale avant la démagnétisation au port, où l'état magnétique est totalement indéterminé et peut prendre localement des valeurs très importantes et très différentes d'un point à l'autre. En effet, comme on l'a dit plus haut, le bâtiment a d'abord subi un traitement de démagnétisation au port dont il est sorti dans un état presque neutre au point de vue magnétique, avec juste

quelques aimantations résiduelles qui peuvent être compensées par le système d'immunisation. La dégradation de cet état magnétique s'effectue lentement en fonction des circonstances et ne prend des proportions vraiment importantes, justiciables d'une nouvelle démagnétisation au port dans des installations conséquentes, qu'au bout d'un temps relativement long.

[0018] Dans ces conditions, en procédant selon l'invention à des rectifications de cet état magnétique relativement fréquentes en partant d'une déviation faible, on peut effectivement avec les moyens simples décrits plus haut contenir la dérive de l'état magnétique dans des limites acceptables et qui permettront par là-même de continuer à appliquer régulièrement le traitement selon l'invention, lequel possède donc en quelque sorte un caractère autorégénérateur.

[0019] On sait en effet que les moyens considérables qui sont mis en oeuvre dans les stations côtières de désaimantation permettent, non seulement de désaimanter l'ensemble d'un bateau en le faisant passer à l'intérieur de très grandes bobines dans lesquelles circulent des courants intenses, mais encore de mesurer de manière relativement précise le comportement de ce bateau, plus particulièrement des masses magnétiques de celui-ci, en fonction des champs magnétiques qui lui sont appliqués.

[0020] L'invention propose précisément d'utiliser les paramètres ainsi déterminés, qui sont suffisamment précis, même en tenant compte des phénomènes d'hystérésis qui perturbent quelque peu les mesures, pour pouvoir effectuer ultérieurement des corrections d'amplitude relativement faible en mettant en oeuvre des moyens beaucoup moins importantes que ceux de la station côtière.

[0021] En outre, à chaque fois que l'on procède à un traitement, journalier de préférence, de démagnétisation, on mémorise les séquences de traitement effectuées, ce qui permet d'actualiser l'historique du traitement et d'affiner le traitement qui va être mis en oeuvre à ce moment.

[0022] Les différentes étapes de calcul qui sont alors mises en oeuvre sont les suivantes :

- On mesure tout d'abord à l'aide du magnétomètre 204 les trois composantes H_x , H_y , et H_z du champ terrestre local.
- On détermine ensuite en fonction de la composante verticale H_z le courant I_z qui doit circuler dans les boucles horizontales pour engendrer un champ vertical s'opposant aux effets de H_z . Pour cela on applique la formule suivante :

$$I_z = I_{z0} + I_{z0} \frac{H_z}{H_{z0}} \quad (24)$$

[0023] Les valeurs de I_{z0} et de H_{z0} sont celles qui ont été obtenues dans la station de réglage côtière et qui

ont été mémorisées dans les moyens de calcul 206.

- On détermine ensuite en fonction de H_x et H_y le courant moyen I_{y0} qui est à appliquer dans les boucles verticales qui engendrent un champ horizontal parallèle à l'axe du bateau. En effet, c'est essentiellement dans cette direction qu'il convient de démagnétiser le bateau, mais la valeur du champ à appliquer dépend également de la composante latérale du champ magnétique terrestre. La valeur de ce courant I_0 est obtenue par :

$$I_{y0} = I_0 \frac{H_y}{\sqrt{H_x^2 + H_y^2}} \quad (2)$$

[0024] On applique enfin la séquence de désaimantation à partir d'une loi préprogrammée dans les moyens de calcul, en faisant circuler dans les boucles verticales un courant I_y tel que :

$$I_y(t) = I_{y0} + I_{MAX} \sin \omega t \quad (3)$$

[0025] Dans cette formule, le courant I_{MAX} est la valeur maximale du courant pouvant être délivrée par l'amplificateur 203, et la pulsation ω est donnée par $\omega = \frac{2\pi}{\tau}$ dans laquelle la période τ est de l'ordre d'une dizaine de seconde.

[0026] Ces courants I_z et I_y sont appliqués pendant une séquence de démagnétisation dont la durée est de l'ordre de quelques minutes. Une telle durée est tout à fait compatible avec les périodes disponibles pendant les missions opérationnels du bâtiment.

Revendications

1. Procédé pour minimiser la signature magnétique d'un bâtiment naval (101) qui a été préalablement démagnétisé dans une station côtière et qui comprend des moyens (102-104) d'immunisation magnétique permettant de compenser des variations instantanées de cette signature, dans lequel on applique à ces moyens d'immunisation pendant des intervalles de temps distincts une séquence de démagnétisation déterminée à partir des paramètres de démagnétisation mémorisés lors de la démagnétisation côtière initiale, **caractérisé en ce que** cette séquence est également déterminée à partir de la mesure du champ terrestre local, et **en ce que** l'on utilise des boucles locales de démagnétisation (212) venant doubler les boucles locales d'immunisation (202) et alimentées par le même générateur que ces boucles d'immunisation par l'intermédiaire d'un commutateur (208) fermé pendant la séquence de démagnétisation pour augmenter le nombre

d'Ampères-tours circulant dans ces boucles.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la séquence est journalière et dure quelques minutes.
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** l'on applique dans les boucles horizontales un courant I_z déterminé par :

$$I_z = I_{z0} + I_z \frac{H_z}{H_{z0}}$$

dans laquelle I_{z0} est le courant de démagnétisation et H_0 la composante verticale du champ terrestre local déterminé lors de l'immunisation côtière et H_z la composante verticale du champ terrestre local lors de l'immunisation en mer.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'on applique aux boucles verticales un courant $I_y(t)$ déterminé par :

$$I_y(t) = I_{y0} + I_{MAX} \sin \omega t e^{-\frac{t}{\tau}}$$

dans laquelle I_{MAX} est le courant maximum disponible dans les moyens d'immunisation, τ une période de l'ordre d'une dizaine de seconde et y_0 est donnée par:

$$I_{y0} = I_0 \frac{H_y}{\sqrt{H_x^2 + H_y^2}}$$

où I_0 est la valeur du courant de démagnétisation utilisé pendant la démagnétisation côtière, et H_x et H_y sont les deux composantes horizontales du champ magnétique local pendant la démagnétisation en mer.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Minimierung der magnetischen Signatur eines Schiffes (101), das zuvor in einer Küstenstation entmagnetisiert wurde und das Mittel (102-104) zur magnetischen Immunisierung aufweist, die eine Kompensierung plötzlicher Veränderungen dieser Signatur erlauben, bei dem während verschiedener Zeitintervalle auf diese Immunisierungsmittel eine Entmagnetisierungssequenz angewandt wird, die von den Entmagnetisierungsparametern bestimmt wird, die bei der anfänglichen Entmagnetisierung an der Küste gespeichert wurden, **dadurch gekennzeichnet, daß** diese Se-

quenz auch von der Messung des örtlichen Erdmagnetfelds bestimmt wird, und dadurch, daß örtliche Entmagnetisierungsschleifen (212) verwendet werden, die die örtlichen Immunisierungsschleifen (202) verdoppeln und mittels eines Schalters (208), der während der Entmagnetisierungssequenz geschlossen ist, von demselben Generator versorgt werden wie die Immunisierungsschleifen, um die Ampèrewindungen dieser Schleifen zu erhöhen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Sequenz täglich wiederholt wird und einige Minuten dauert.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** den horizontalen Schleifen ein Strom I_z zugeführt wird, der bestimmt wird durch:

$$I_z = I_{z0} + I_z \cdot \frac{H_z}{H_{z0}}$$

wobei I_{z0} der Entmagnetisierungsstrom und H_0 die vertikale Komponente des lokalen Erdmagnetfelds ist, das bei der Immunisierung an der Küste betimmt wurde, und H_z die vertikale Komponente des örtlichen Magnetfelds während der Immunisierung auf dem Meer ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** den vertikalen Schleifen ein Strom $I_y(t)$ zugeführt wird, der bestimmt wird durch:

$$I_y(t) = I_{y0} + I_{MAX} \sin \omega t e^{-\frac{t}{\tau}}$$

wobei I_{MAX} der maximale, durch die Immunisierungsmittel verfügbare Strom, τ eine Periodendauer in der Größenordnung von etwa 10 Sekunden ist und y_0 gegeben ist durch:

$$I_{y0} = I_0 \frac{H_y}{\sqrt{H_x^2 + H_y^2}}$$

wobei I_0 der Wert des Entmagnetisierungsstroms ist, der während der Entmagnetisierung an der Küste verwendet wird, und H_x und H_y die zwei horizontalen Komponenten des örtlichen Magnetfeldes während der Entmagnetisierung auf dem Meer sind.

Claims

1. Process for minimizing the magnetic signature of a

naval vessel (101) which has previously been demagnetized in a coastal station and which comprises means (102-104) of magnetic immunization making it possible to compensate for the instantaneous variations of this signature, in which process a demagnetization sequence determined from the demagnetization parameters stored during the initial coastal demagnetization is applied to these means of immunization during distinct time intervals, **characterized in that** this sequence is also determined from the measurement of the local terrestrial field, and **in that** local demagnetization loops (212) are used, these latter being twinned with the local immunization loops (202) and energized by the same generator as these immunization loops by way of a switch (208) closed during the demagnetization sequence so as to increase the number of Ampereturns flowing around these loops.

2. Process according to Claim 1, **characterized in that** the sequence is daily and lasts a few minutes.

3. Process according to any one of Claims 1 and 2, **characterized in that** a current I_z determined by:

$$I_z = I_{z0} + I_z \frac{H_z}{H_{z0}}$$

is applied in the horizontal loops, I_{z0} being the demagnetization current and H_0 the vertical component of the local terrestrial field determined during the coastal immunization and H_z the vertical component of the local terrestrial field during immunization at sea.

4. Process according to any one of Claims 1 to 3, **characterized in that** a current $I_y(t)$ determined by:

$$I_y(t) = I_{y0} + I_{MAX} \sin \omega t e^{-\frac{t}{\tau}}$$

is applied to the vertical loops, I_{MAX} being the maximum current available in the means of immunization, τ a period of the order of some ten seconds and y_0 being given by:

$$I_{y0} = I_0 \frac{H_y}{\sqrt{H_x^2 + H_y^2}}$$

where I_0 is the value of the demagnetization current used during the coastal demagnetization, and H_x and H_y are the two horizontal components of the local magnetic field during the demagnetization at sea.

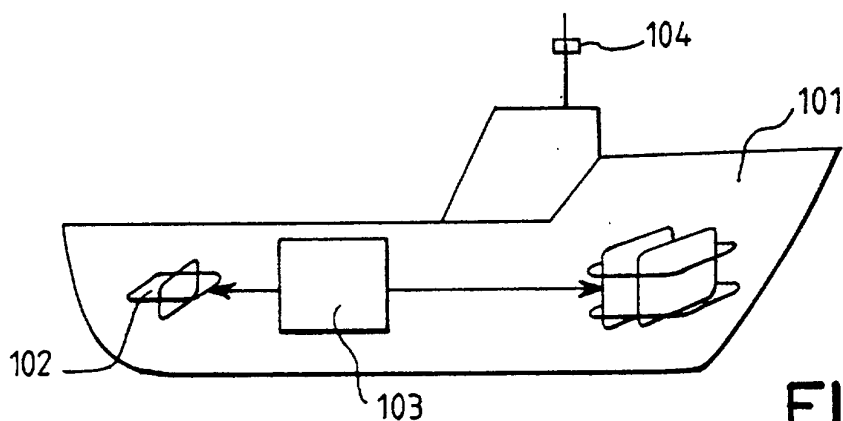


FIG. 1

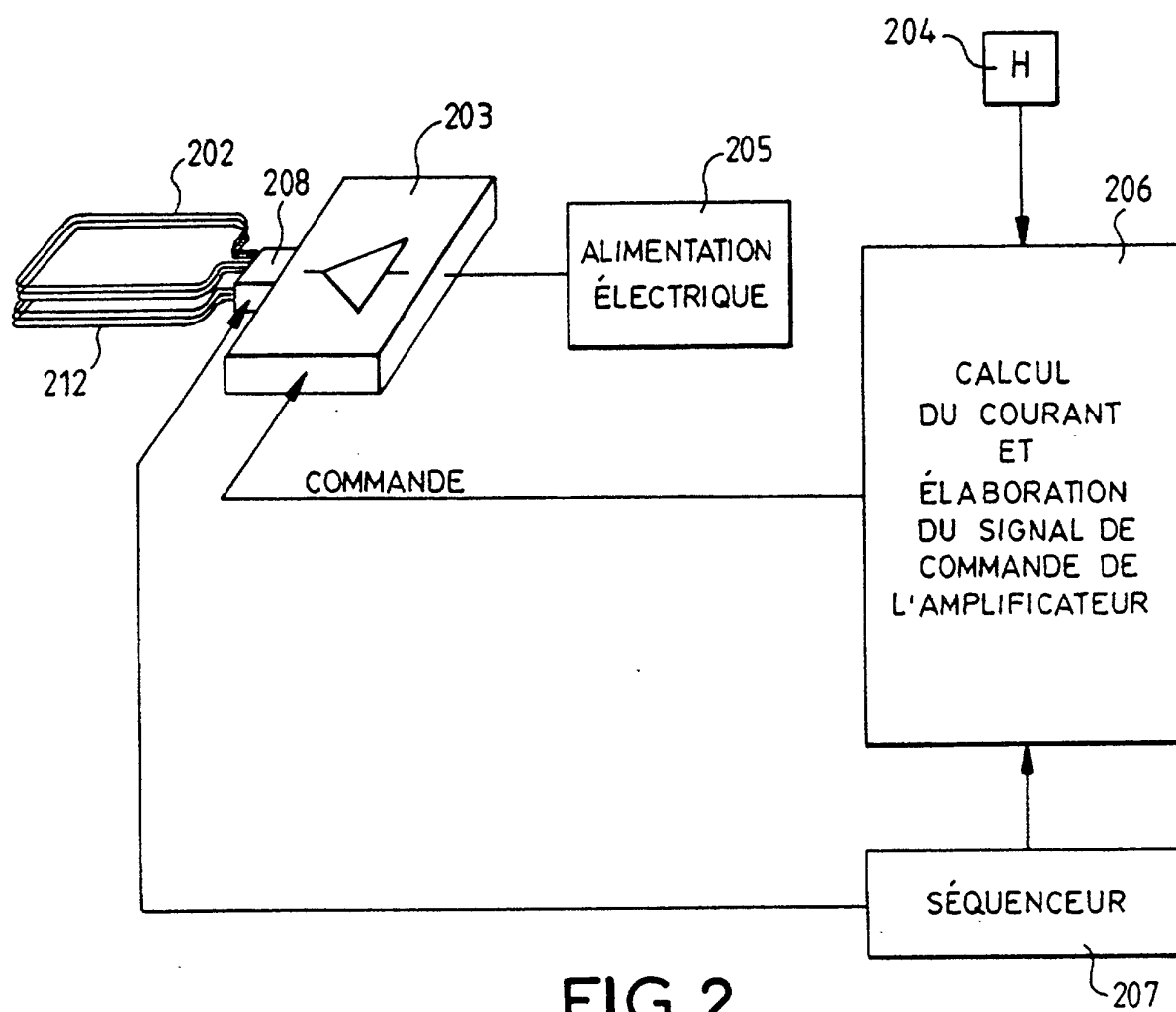


FIG. 2