

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑫ Numéro de dépôt: **86402086.2**

⑤① Int. Cl.4: **B 63 G 9/06**

⑫ Date de dépôt: **23.09.86**

③① Priorité: **27.09.85 FR 8514374**

④③ Date de publication de la demande:
08.04.87 Bulletin 87/15

④④ Etats contractants désignés: **DE GB IT**

⑦① Demandeur: **THOMSON-CSF**
173, Boulevard Haussmann
F-75379 Paris Cedex 08 (FR)

⑦② Inventeur: **Guillemin, Germain**
THOMSON-CSF SCPI 19, avenue de Messine
F-75008 Paris (FR)

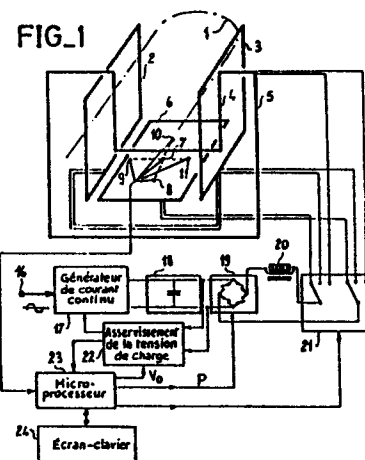
Periou, Jean-Jacques
THOMSON-CSF SCPI 19, avenue de Messine
F-75008 Paris (FR)

⑦④ Mandataire: **Turlègue, Clotilde et al**
THOMSON-CSF SCPI 19, avenue de Messine
F-75008 Paris (FR)

⑤④ **Dispositif de désaimantation notamment pour bâtiments navals.**

⑤⑦ L'invention concerne les dispositifs de désaimantation utilisés notamment pour désaimanter des navires ou des sous-marins dans des stations fixes. Un exemple de réalisation comporte trois ensembles de conducteurs (2 à 6) pour démagnétiser un navire (1) selon trois directions ; un générateur de courant continu (17) ; une batterie de condensateurs (18) ; un dispositif (19) de commutation en pont ; une inductance (20) ; un commutateur (21) permettant de sélectionner l'un des trois ensembles de conducteurs ; un dispositif (22) d'asservissement de la tension de charge de la batterie de condensateurs (18) ; des magnétomètres (7 à 11) ; et un écran-clavier (24) permettant notamment de fournir à un microprocesseur (23) une valeur de consigne fixant la valeur de l'aimantation résiduelle souhaitée. La désaimantation consiste à envoyer dans chaque ensemble de conducteurs une suite de décharges, d'intensité de plus en plus petite et asservie à la valeur de l'aimantation restante, pour faire converger l'aimantation vers la valeur souhaitée.

Application à la désaimantation de navires, sous-marins, avions, chars, etc.



Description

Dispositif de désaimantation, notamment pour bâtiments navals

L'invention concerne un dispositif de désaimantation pour annuler ou modifier l'aimantation d'un objet, notamment un bâtiment naval, un avion, ou un char de combat.

5 L'aimantation que possède un tel objet perturbe le champ magnétique terrestre. Cette perturbation est appelée signature magnétique de cet objet et est exploitée dans le domaine militaire pour la détection de cet objet. C'est notamment un phénomène utilisé pour la détection des sous-marins et pour le déclenchement des mines. Il est donc d'un grand intérêt de réduire le plus possible la perturbation du champ magnétique terrestre causée par les véhicules militaires, notamment les sous-marins et les navires.

10 L'aimantation d'un navire, par exemple, est constituée d'une aimantation permanente qui est indépendante du lieu où est situé le navire et de l'orientation du navire par rapport au champ magnétique terrestre, et d'une aimantation induite par le champ magnétique terrestre et qui est fonction du lieu où est situé le navire et de son orientation par rapport au champ magnétique terrestre. Il n'est pas possible de neutraliser définitivement et complètement l'aimantation d'un navire à cause des variations du champ magnétique terrestre en fonction du lieu et à cause des mouvements du navire dans ce champ. D'autre part, l'aimantation d'un très gros objet tel qu'un navire n'est pas répartie uniformément dans cet objet, par conséquent elle devrait être neutralisée en chaque point du navire pour obtenir une signature magnétique nulle. En pratique, il n'est donc pas possible d'annuler totalement la signature magnétique d'un navire. Dans le meilleur des cas, il est possible d'annuler sa composante verticale en créant une aimantation verticale compensant exactement la composante verticale de l'aimantation induite par le champ magnétique terrestre, et il est possible de réduire ses composantes horizontales en annulant les composantes horizontales de l'aimantation permanente.

On distingue deux types de dispositifs permettant de réduire la signature magnétique d'un navire : des dispositifs indépendants des navires et appelés stations de démagnétisation et des dispositifs embarqués sur les navires, appelés dispositifs d'immunisation magnétique. Un dispositif du premier type constitue une grosse installation située dans un port et permet de traiter différents navires à intervalles réguliers.

25 Un dispositif du second type permet de neutraliser en permanence la signature magnétique d'un navire en lui opposant un champ magnétique variable en fonction de la position géographique du navire et en fonction de son attitude par rapport au champ magnétique terrestre. Ce second type de dispositifs est efficace mais coûteux en matériel et en énergie. Les navires équipés d'un dispositif d'immunisation magnétique sont en outre traités périodiquement dans une station de démagnétisation pour ramener leur magnétisation permanente à une valeur parfaitement définie, ce qui facilite le réglage de leur dispositif d'immunisation magnétique et permet de réduire sa consommation d'énergie.

30 Le dispositif selon l'invention est un dispositif du premier type. On connaît plusieurs dispositifs constituant des stations de démagnétisation pour navires. Un premier dispositif connu comporte : un générateur d'impulsions de courant ; des conducteurs reliés à ce générateur et formant des spires entourant le navire en formant un solénoïde dont le grand axe correspond au grand axe du navire ; et des magnétomètres placés au fond de la mer pour mesurer l'aimantation du navire. Un opérateur commande manuellement le générateur d'impulsions de courant en fonction des mesures fournies par les magnétomètres. Les impulsions de courant ont une durée de l'ordre de 30 secondes chacune, une polarité alternativement positive et négative, et une amplitude décroissante à partir d'une valeur de 4000 ampères environ. Pendant la durée de chaque impulsion l'intensité du courant est constante et elle est fournie par un dispositif de redressement recevant son énergie à partir du réseau électrique public. Ce dispositif a pour inconvénient une durée de mise en oeuvre très longue parce qu'il faut plusieurs jours pour mettre en place et interconnecter les conducteurs, qui sont des gros câbles très lourds, et parce qu'il faut ensuite une journée de traitement pour obtenir une désaimantation. En outre, ce dispositif nécessite une installation électrique de très grosse puissance, de l'ordre d'un mégawatt, parce qu'il consomme une très forte puissance pendant la durée des impulsions de courant. Pendant le reste du temps l'installation électrique de grande puissance n'a aucune utilité.

45 Un second dispositif connu comporte : des conducteurs placés au fond de la mer et formant des spires ayant un axe vertical, et un générateur de courant alternatif sinusoïdal ayant une fréquence de l'ordre de 1 Hz et une intensité de plusieurs milliers d'ampères. Le navire à démagnétiser effectue un passage au-dessus de ces spires afin de se rapprocher puis s'éloigner d'elles. La croissance puis la décroissance du champ magnétique provoquées par le rapprochement puis l'éloignement du navire réalisent une neutralisation des trois composantes de l'aimantation de ce navire. Ce dispositif nécessite, lui aussi, une installation électrique de grande puissance à cause de la grande dimension des spires, par exemple 20 m x 20 m, et à cause de leur distance par rapport au navire. En outre, la désaimantation peut être mal faite si le navire ne passe pas exactement dans le plan de symétrie des spires, et ce dispositif ne permet que la désaimantation : il ne permet pas d'appliquer une aimantation déterminée pour neutraliser la composante verticale de l'aimantation induite par le champ magnétique terrestre.

60 Un troisième dispositif connu comporte des conducteurs formant des spires repliées en forme de double U entourant une portion de la coque du navire et déplacées continûment le long de cette coque pendant un intervalle de temps de l'ordre de six minutes ; et un générateur d'impulsions de courant alternativement positives et négatives, ayant une fréquence de l'ordre de 0,5 Hz. Ce dispositif est généralement utilisé pour traiter de petits bateaux, avec une puissance électrique mise en jeu supérieure à 200 kw. D'autre part, ce

dispositif ne permet pas d'appliquer une aimantation déterminée pour compenser aussi la composante verticale de l'aimantation induite dans le navire par le champ magnétique terrestre.

Le but de l'invention est de réaliser un dispositif de désaimantation nécessitant une installation électrique de puissance moindre que les dispositifs connus, afin d'abaisser le coût de cette installation électrique ; diminuant la durée de traitement pour chaque navire ; et permettant de créer une aimantation permanente déterminée pour neutraliser la composante verticale de l'aimantation induite dans le navire par le champ magnétique terrestre. Pour atteindre ce but le dispositif selon l'invention comporte : une batterie de condensateurs qui est chargée lentement par une installation électrique de relativement faible puissance et qui est déchargée rapidement, en quelques centaines de millisecondes ; des conducteurs électriques formant des spires de dimensions très inférieures à la longueur du navire, pour réaliser un traitement localisé de chaque portion du navire ; et un dispositif d'asservissement permettant d'automatiser le traitement, en asservissant la tension de charge des condensateurs et le sens du courant de décharge en fonction de l'aimantation mesurée par des magnétomètres, et en fonction d'une valeur de consigne.

Selon l'invention, un dispositif de désaimantation, notamment pour navires, comportant des conducteurs formant des spires placées à proximité d'un objet à désaimanter et un générateur pour injecter des impulsions de courant dans ces conducteurs, comportant :

- des condensateurs ;
- des moyens pour charger ces condensateurs à une tension déterminée ;
- des moyens pour décharger les condensateurs dans les conducteurs, caractérisé en ce qu'il comporte en outre au moins un magnétomètre pour mesurer l'aimantation de l'objet, et des moyens pour asservir la tension de charge des condensateurs en fonction de l'aimantation de l'objet à désaimanter.

L'invention sera mieux comprise et d'autres détails apparaîtront à l'aide de la description ci-dessous et des figures l'accompagnant :

- la figure 1 représente le schéma synoptique d'un exemple de réalisation du dispositif selon l'invention ;
- la figure 2 représente le graphe d'une impulsion de courant mise en oeuvre dans cet exemple de réalisation.

L'exemple de réalisation représenté sur la figure 1 est destiné à désaimanter un navire 1 dans les directions horizontales et à lui communiquer une aimantation prédéterminée, non nulle, dans la direction verticale afin de compenser l'aimantation induite par le champ magnétique terrestre. Cet exemple comporte des conducteurs 2 à 6 formant trois ensembles de spires dont les axes sont orthogonaux deux à deux ; cinq magnétomètres 7 à 11 ; une borne d'entrée 16 reliée à un réseau public de distribution électrique ; un générateur 17 de courant continu ; une batterie de condensateurs 18 ; un dispositif 19 de commutation en pont ; une inductance 20 ; un commutateur 21 à deux entrées et six sorties ; un dispositif 22 d'asservissement de la tension de charge de la batterie de condensateurs 18 ; un dispositif de calcul constitué principalement d'un microprocesseur 23 ; un écran et un clavier 24.

Le navire 1 est traité par portion d'une longueur de l'ordre de 20 mètres. Lorsqu'une portion a été traitée les conducteurs sont déplacés pour traiter une portion voisine ou bien le navire est déplacé par rapport à ces conducteurs. Le dispositif permet de réaliser successivement la désaimantation selon trois axes orthogonaux correspondant aux trois axes des ensembles de spires. L'écran et le clavier 24 permettent de fournir au dispositif de désaimantation une valeur de consigne déterminant l'aimantation résiduelle souhaitée dans la direction verticale pour compenser l'aimantation induite par le champ magnétique terrestre.

Un premier ensemble de spires est formé de conducteurs 6 installés au fond de la mer et formant un carré de 20m x 20m. Un second ensemble de spires est constitué de deux moitiés symétriques par rapport à l'axe longitudinal du navire 1 et formé de spires carrées de 20m x 20m dont le plan est parallèle au plan de symétrie du navire et qui sont situées près des flancs de celui-ci. Un troisième ensemble de conducteurs 4 et 5 est situé dans un plan perpendiculaire à l'axe longitudinal du navire et passant par les centres des spires formées par les conducteurs 2, 3 et 6. Ce troisième ensemble de conducteurs comporte des spires carrées incomplètes formées par les conducteurs 4 et d'autres spires carrées incomplètes formées par les conducteurs 5 et destinées à re fermer les circuits des conducteurs 4. Les conducteurs 4 forment trois côtés de spires carrées de dimensions 20m x 20m, le côté supérieur manquant. L'ensemble des conducteurs 5 forme des spires carrées incomplètes éloignées des conducteurs 4 afin de ne pas contrarier le champ magnétique créé par les conducteurs 4. Les conducteurs 4 sont destinés à créer un champ magnétique dans la direction de l'axe longitudinal du navire 1. Les conducteurs 2 et 3 sont destinés à créer un champ magnétique dans la direction de l'axe transversal du navire 1. Les conducteurs 6 sont destinés à créer un champ magnétique dans la direction verticale.

Ces trois ensembles de conducteurs sont reliés chacun par deux lignes au commutateur 21. Le commutateur 21 reçoit sur ses deux entrées des impulsions de courant qu'il transmet à l'un des ensembles de conducteurs en fonction d'un signal de sélection appliqué à une entrée de commande par le microprocesseur 23. Les cinq magnétomètres 7 à 11 permettent de mesurer le champ magnétique créé par l'aimantation du navire 1. Chaque magnétomètre fournit trois signaux de mesure correspondant respectivement à trois composantes du champ magnétique, orthogonales deux à deux et parallèles aux directions des trois champs magnétiques créés respectivement par les trois ensembles de conducteurs.

Les magnétomètres sont solidaires des trois ensembles de conducteurs et sont situés en-dessous du navire, à un niveau inférieur à la partie horizontale des spires formées par les conducteurs 4. Dans cet exemple

de réalisation, la partie inférieure des spires formées par les conducteurs 4, la partie inférieure des spires formées par les conducteurs 2 et 3, et l'ensemble des spires formées par les conducteurs 6 sont situés dans un même plan qui est plus bas que la quille du navire. Le magnétomètre 7 est placé sur l'axe de symétrie des spires formées par les conducteurs 6, et les quatre autres magnétomètres sont situés à une même distance, de l'ordre de 15m, par rapport au magnétomètre 7 et sont dans un plan horizontal passant par celui-ci. Les magnétomètres 8 et 10 sont situés sur une droite passant par le magnétomètre 7 et parallèle à l'axe longitudinal du navire alors que les magnétomètres 9 et 11 sont situés sur une droite passant par le magnétomètre 7 et perpendiculaire à cet axe.

L'écran et le clavier 24 sont couplés au microprocesseur 23 pour recevoir des informations à afficher sur l'écran et pour transmettre les ordres donnés par l'opérateur en tapant sur le clavier. Le microprocesseur 23 possède une entrée multiple couplée aux magnétomètres 7 à 11 pour recevoir leurs signaux de mesure, et une entrée reliée à une sortie du dispositif 22 fournissant un signal logique quand la batterie de condensateurs 18 est suffisamment chargée. Il possède une sortie reliée à une entrée de commande du dispositif 22 d'asservissement de la tension de charge pour lui fournir un signal de valeur V_0 déterminant la tension de charge de la batterie de condensateurs 18 ; une sortie fournissant un mot binaire P à une entrée de commande du dispositif 19 de commutation en pont, pour déclencher le passage du courant dans les ensembles de conducteurs 2 à 6 avec un sens choisi, en commandant la fermeture de deux branches du pont.

Le générateur 17 reçoit l'énergie électrique fournie en 16 par le réseau public. Il possède deux sorties reliées respectivement à deux entrées de la batterie de condensateurs 18. Celle-ci possède deux sorties reliées respectivement à deux entrées du dispositif 19 et à deux entrées du dispositif d'asservissement 22. Le dispositif 19 est un dispositif de commutation en pont, réalisé par exemple au moyen de thyristors. Il possède deux sorties reliées respectivement à une première borne de l'inductance 20 et à une première entrée du commutateur 21. Une seconde borne de l'inductance 20 est reliée à une seconde entrée du commutateur 21. Le commutateur 21 peut être réalisé au moyen de thyristors, selon des techniques classiques.

Le dispositif 22 d'asservissement de la tension de charge de la batterie de condensateurs 18 possède une sortie reliée à une entrée de commande du générateur 17 pour charger la batterie de condensateurs 18 à une tension correspondant à la valeur V_0 du signal fourni par le microprocesseur 23. Cette charge est réalisée approximativement à courant constant. Lorsque la charge de la batterie de condensateurs 18 a atteint la valeur fixée, le dispositif 22 envoie un signal logique au microprocesseur 23 et celui-ci peut alors déclencher l'envoi d'une impulsion de courant dans un des ensembles de conducteurs en commandant le dispositif 19.

Le circuit de décharge de la batterie de condensateurs 18 est constitué par le dispositif 19, l'inductance 20, le commutateur 21, et la résistance ohmique de l'ensemble de conducteurs qui est mis dans le circuit au moyen du commutateur 21. L'inductance des conducteurs constituant les spires est négligeable par rapport à la valeur de l'inductance 20 et la présence du navire 1 à proximité des conducteurs influe peu sur l'inductance totale du circuit.

Il est connu que le courant de décharge d'un condensateur de capacité C dans un circuit possédant une inductance L et une résistance R peut donner lieu à deux régimes différents selon la valeur de l'amortissement

de ce circuit. Si la valeur R est inférieure à $2\sqrt{\frac{L}{C}}$ le courant est un courant oscillatoire amorti. Si la résistance R a une valeur supérieure ou égale à $2\sqrt{\frac{L}{C}}$ le courant est constitué d'une seule impulsion.

Lorsque la résistance R est égale à $2\sqrt{\frac{L}{C}}$ l'amortissement est dit critique. L'intensité du courant en fonction du temps est donnée par la formule :

$$i = \frac{C \cdot V_0}{\tau} \times \frac{t}{\tau} \times e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (1)$$

V_0 étant la tension de charge du condensateur à l'instant $t = 0$ et τ étant la constante de temps. L'intensité de ce courant passe par un maximum pour $t = \tau$ et a pour valeur :

$$i_{\max} = \frac{C \cdot V_0}{\tau} \times \frac{1}{e} \quad (2)$$

La figure 2 représente la forme de l'impulsion de courant obtenue, pour un amortissement critique. Cette figure représente le graphe de la fonction :

$$\frac{i}{\frac{C.V_o}{\tau}} \quad \text{en fonction de la variable : } x = \frac{t}{\tau}$$

5

L'impulsion de courant obtenue n'est pas rectangulaire mais on peut néanmoins définir sa durée en considérant l'intervalle de temps pendant lequel l'intensité du courant est égale à $i_{\max}$ moins 3dB. Cette durée est égale à $1,7 \cdot \tau$. L'expérience montre qu'une durée de l'ordre de quelques centaines de millisecondes est nécessaire pour obtenir un traitement de démagnétisation efficace. Par exemple, 500 ms est une durée réalisant un bon compromis entre l'efficacité de la démagnétisation et l'énergie électrique nécessaire pour créer cette impulsion de courant.

10

Par exemple, pour cette durée de 500 ms l'intensité maximale est égale à $31,12 \cdot C \cdot V_o$. Si cette intensité maximale est fixée à 1000 ampères, la charge initiale $C \cdot V_o$ de la batterie de condensateurs 18 est égale à 800 coulombs. Pour une tension de fin de charge égale à 1000 volts la capacité C doit alors avoir pour valeur 0,8 Farads. Dans un exemple de réalisation le temps de charge pour obtenir cette tension est égal à 1,5 minute et le courant initial de charge a une intensité de 50 ampères. La puissance électrique fournie par l'installation est donc de l'ordre de 50 kw pendant la charge de la batterie de condensateurs 18.

15

Le dispositif selon l'invention peut bien entendu fonctionner avec un amortissement supérieur ou inférieur à l'amortissement critique. En pratique les impulsions d'efficacité maximale sont obtenues lorsque le circuit de décharge a un amortissement voisin de l'amortissement critique.

20

Suivant une variante, il est à la portée de l'homme de l'art de remplacer l'inductance 20 par un circuit d'adaptation comportant plusieurs inductances et plusieurs condensateurs dans le but de fournir aux trois ensembles de conducteurs des impulsions de courant ayant une forme voisine de la forme rectangulaire.

25

Afin de réduire le plus possible la puissance de l'installation électrique, chaque portion de navire est traitée selon trois axes successivement. Cependant il est envisageable de réaliser la désaimantation simultanément selon trois axes en prévoyant trois batteries de condensateurs indépendantes, trois dispositifs de charge indépendants et trois dispositifs de décharge indépendants, commandés en parallèle par un même dispositif de calcul.

30

Les magnétomètres 7 à 11 permettent de mesurer l'aimantation de la portion de navire en cours de traitement. Les magnétomètres 8 et 10 permettent de tenir compte respectivement de l'aimantation de la portion qui a été traitée immédiatement précédemment et de l'aimantation de la portion qui va être traitée immédiatement après. Les magnétomètres 9 et 11, qui sont déportés transversalement par rapport au magnétomètre 7, permettent de tenir compte de la non-homogénéité de l'aimantation dans la portion de navire en cours de traitement.

35

Le traitement d'une portion d'un navire commence par la mesure de son aimantation. Les signaux de mesure fournis par les magnétomètres 7 à 11 permettent au dispositif de calcul 23 de déterminer, pour les trois directions, la polarité et l'intensité $i_{\max}$ du courant pour une première impulsion de démagnétisation. Cette intensité est proportionnelle à l'aimantation mesurée dans la direction correspondante. La formule (2) permet de faire correspondre à $i_{\max}$ une valeur V_o de la tension de fin de charge de la batterie de condensateurs 18. Quand cette tension de charge est atteinte le dispositif d'asservissement 22 fournit un signal logique au microprocesseur 23. Ce dernier peut alors déclencher la décharge.

40

Après la décharge d'une première impulsion de courant, une mesure de l'aimantation résiduelle est réalisée dans la direction considérée. Le microprocesseur 23 détermine une valeur d'intensité $i_{\max}$ pour une seconde impulsion de désaimantation et en déduit la valeur V_o de la tension de fin de charge de la batterie de condensateurs 18. Quand la batterie de condensateurs 18 a atteint la tension V_o , le dispositif d'asservissement 22 avertit le microprocesseur 23 qui peut alors déclencher la décharge d'une seconde impulsion. Cette séquence est répétée jusqu'à ce que l'aimantation, dans la direction considérée, ait été ramenée à la valeur de consigne fixée par l'opérateur. Cette valeur de consigne est nulle pour les composantes horizontales et non nulle pour la composante verticale. La valeur de la composante verticale de l'aimantation permanente est choisie en fonction de la région où le navire doit naviguer.

45

50

L'estimation de l'aimantation de la portion de navire à traiter est réalisée à partir des mesures du champ magnétique, dans les trois directions, par les cinq magnétomètres 8 à 11, en faisant l'hypothèse que le barycentre des masses magnétiques correspond au barycentre G de la coque du navire. Les composantes M_x , M_y , M_z de l'aimantation en ce point G sont liées aux valeurs B_x , B_y , B_z du champ magnétique mesuré par l'un des magnétomètres, par les relations connues :

55

60

65

$$\begin{aligned}
 B_x &= \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{1}{r^5} \left[3 \cdot x \cdot y \cdot M_y + (2x^2 - y^2 - z^2) M_x + 3 \cdot x \cdot z \cdot M_z \right] \\
 B_y &= \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{1}{r^5} \left[(2y^2 - x^2 - z^2) \cdot M_y + 3 \cdot x \cdot y \cdot M_x + 3 \cdot y \cdot z \cdot M_z \right] \\
 B_z &= \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{1}{r^5} \left[3 \cdot y \cdot z \cdot M_y + 3 \cdot x \cdot z \cdot M_x + (2z^2 - x^2 - y^2) M_z \right]
 \end{aligned}$$

où x, y, z sont les coordonnées du magnétomètre dans un repère orthonormé situé en G et où r est la distance entre le magnétomètre et le point G. Les valeurs x, y, z, r étant connues, pour chaque magnétomètre, il y a à résoudre un système de 15 équations à trois inconnues. Il peut être résolu par la méthode classique appelée méthode des moindres carrés, par exemple. La programmation du microprocesseur 23 pour appliquer cette méthode est à la portée de l'homme de l'art.

Pour neutraliser l'une des composantes M_x, M_y, M_z , de l'aimantation il faut créer une aimantation exactement opposée au moyen de l'un des ensembles de spires. Il existe une relation théoriquement connue entre l'intensité dans ces spires et l'aimantation créée, cette intensité est donc calculable. Cette intensité est proportionnelle à la valeur de la composante à neutraliser. D'après la formule (2) la tension de fin de charge, V_o , est donc proportionnelle à la valeur de cette composante, mais le coefficient de proportionnalité ne peut pas être calculé de manière précise car il dépend de la forme de la spire et de la position du navire par rapport aux spires, qui ne sont pas connus de manière précise.

En pratique, ce coefficient est déterminé par un calcul très approximatif ou par un essai, dans chacune des trois directions. Il est stocké dans la mémoire du microprocesseur. L'imprécision de ce coefficient n'est pas gênante car le dispositif désaimante la portion de navire par approximations successives en faisant tendre les composantes horizontales de l'aimantation vers zéro et en faisant tendre la composante verticale vers la valeur de consigne. Un mode de réalisation simple consiste donc à programmer le microprocesseur 23 pour calculer trois valeurs de la tension de charge selon les formules :

$$V_o = k_x \cdot M_x$$

$$V_o = k_y \cdot M_y$$

$$V_o = k_z \cdot |M_z - C|$$

où k_x, k_y, k_z sont trois coefficients constants correspondant respectivement aux deux directions horizontales et à la direction verticale. Pour cette dernière, la constante C est une valeur de consigne, non nulle, fournie par l'opérateur au moyen du clavier 24 pour obtenir une composante verticale déterminée.

La suite des impulsions de courant pour traiter chaque portion de navire peut être commandée automatiquement par le microprocesseur 23, sans intervention d'un opérateur, ou bien le microprocesseur 23 peut attendre un ordre donné par l'opérateur avant de déclencher chaque impulsion. Le microprocesseur 23 peut afficher sur l'écran 24 les valeurs de l'aimantation mesurée, pour permettre à l'opérateur de surveiller le déroulement du traitement de démagnétisation.

Revendications

1. Dispositif de désaimantation, notamment pour navires, comportant des conducteurs (2 à 6) formant des spires placées à proximité d'un objet (1) à désaimanter, et un générateur pour injecter des impulsions de courant dans ces conducteurs (2 à 6), comportant :

- des condensateurs (18) ;
 - des moyens (17, 22) pour charger ces condensateurs (18) à une tension déterminée ;
 - des moyens (19 à 21) pour décharger les condensateurs (18) dans les conducteurs (2 à 6) ;
- caractérisé en ce qu'il comporte en outre au moins un magnétomètre (7 à 11) pour mesurer l'aimantation de l'objet (1), et des moyens (22 à 24) pour asservir la tension de charge des condensateurs (18) en fonction de l'aimantation de l'objet (1) à désaimanter.

2. Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce que les conducteurs (2 à 6) forment trois ensembles de spires ayant des axes orthogonaux deux à deux et permettant de créer respectivement trois composantes d'un champ magnétique dans une même portion de l'objet (1), les conducteurs (2 à 6) étant déplacés par rapport à l'objet (1) pour désaimanter successivement toutes les portions de celui-ci, et en ce que le magnétomètre (7) fournit trois signaux de mesure correspondant à trois composantes orthogonales de l'aimantation de l'objet (1) dans trois directions parallèles aux champs magnétiques engendrés respectivement par les trois ensembles de spires formés par les conducteurs (2 à 6).

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens pour asservir comportent des

moyens de calcul (23) ayant une entrée couplée au magnétomètre (7) pour recevoir un signal de mesure de l'aimantation dans chacune des trois directions, et ayant deux sorties reliées respectivement à une entrée de commande des moyens pour charger (17 et 22) et à une entrée de commande des moyens pour décharger (19 à 21), pour leur fournir respectivement un signal de valeur V_0 déterminant la valeur de la tension de fin de charge des condensateurs (18) et un signal P déterminant le sens du courant de décharge dans les conducteurs (2 à 6), déterminés pour chaque direction en fonction du signal de mesure de l'aimantation dans la direction considérée. 5

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que le dispositif de calcul (23) détermine, pour chaque direction, un signal P en fonction du signe de la composante mesurée et détermine une valeur V_0 proportionnelle à la valeur absolue de la différence entre une valeur de consigne et le module de la composante de l'aimantation mesurée, afin de faire tendre vers zéro cette différence en réalisant successivement plusieurs décharges pour une même direction et pour une même portion de l'objet (1). 10

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comporte en outre d'autres magnétomètres (8 à 11) disposés à proximité de l'objet (1) et couplés au dispositif de calcul (23) pour estimer l'aimantation de l'objet (1) à partir de mesures en plusieurs points distincts. 15

20

25

30

35

40

45

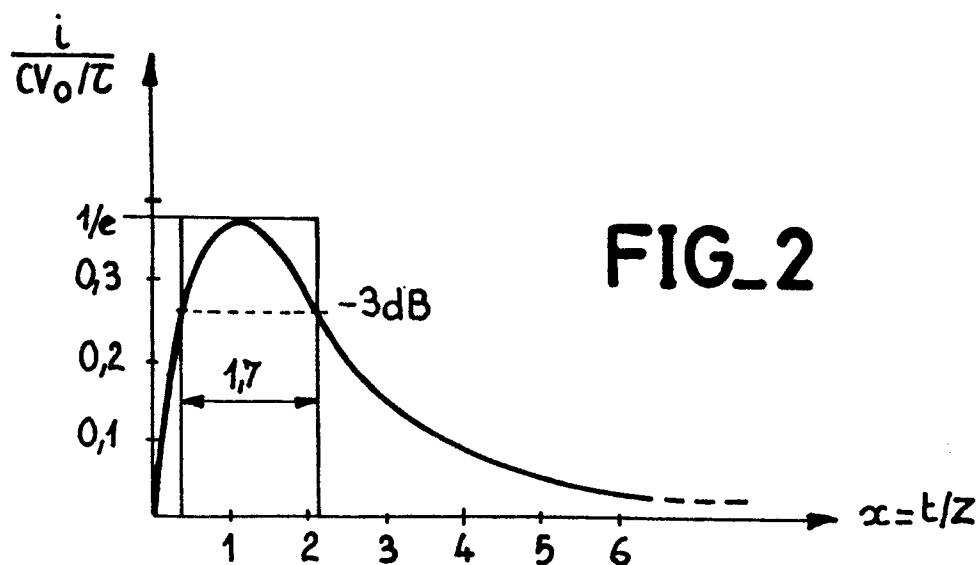
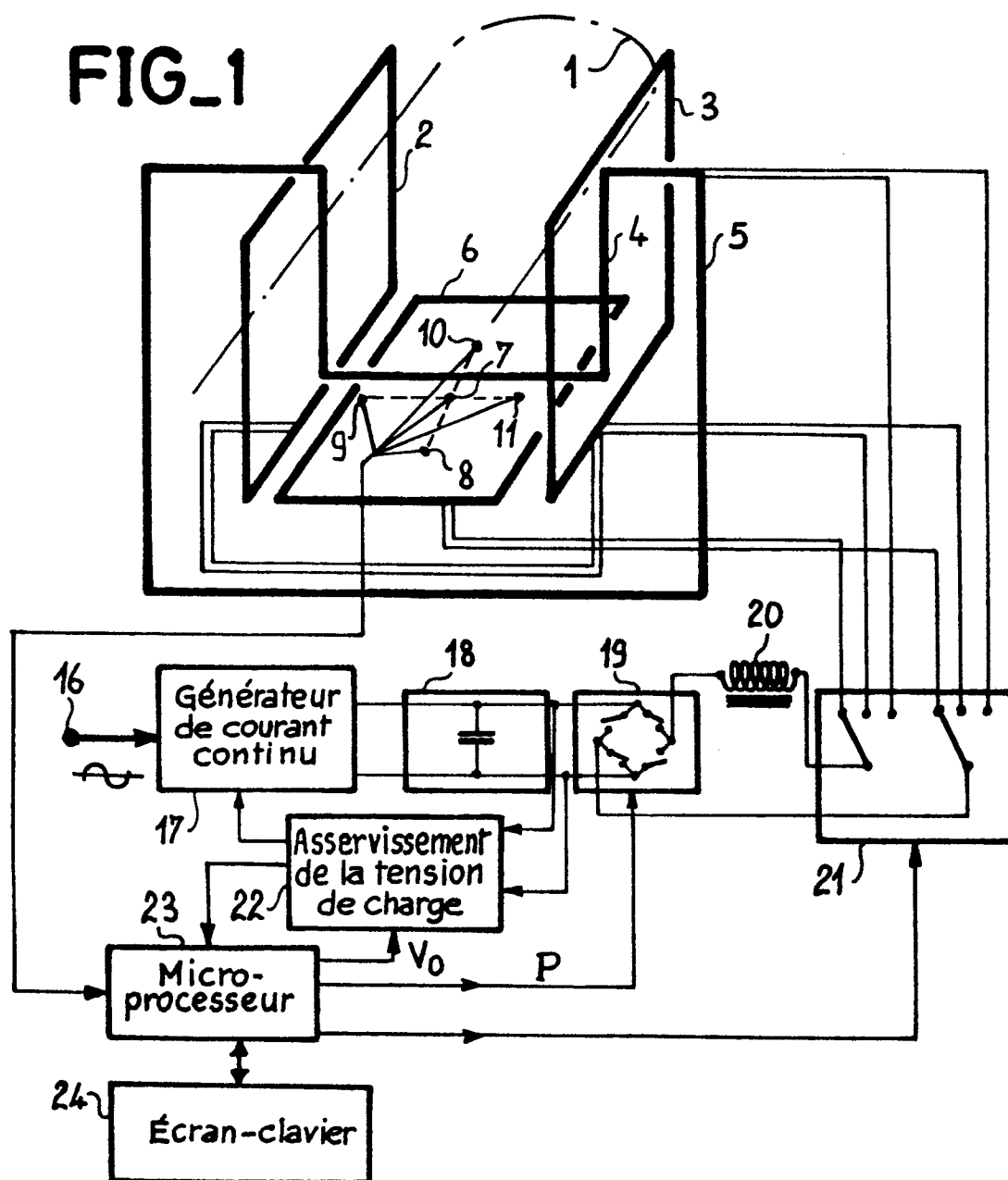
50

55

60

65

FIG_1





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. 4)
Y	US-A-3 215 904 (W.E. BURT) * Revendications 4,7,8; figure 1 *	1	B 63 G 9/06
Y	EP-A-0 021 274 (R. MORETTI) * Revendication 1; page 6, lignes 2-5 *	1	
A	US-A-2 730 063 (W. RICHARD) * Revendication 3 *	1,2	
A	US-A-2 933 059 (S.B. COHEN) * Revendication 11 *	5	
A	GB-A-1 303 801 (F.R.G.-MINISTER OF DEFENCE) * Revendication 1; page 1, lignes 30-45,65-70 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4)
			B 63 G
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la Recherche		Date de la Recherche	VURRO, Examinateur
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	