

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2009/136116 A2**

(43) Date de la publication internationale  
12 novembre 2009 (12.11.2009)

PCT

(51) Classification internationale des brevets :  
G01R 33/02 (2006.01) G01R 33/09 (2006.01)  
G01R 33/06 (2006.01) G01R 29/08 (2006.01)  
G01R 33/07 (2006.01)

(FR). CHANTEUR, Gérard, Marcel [FR/FR]; 13, avenue de la Résidence, F-92160 Antony (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2009/050665

(74) Mandataires : JACOBSON, Claude et al.; Cabinet Lavoix, 2 Place d'Estienne d'Orves, F-75441 Paris Cedex 09 (FR).

(22) Date de dépôt international :  
10 avril 2009 (10.04.2009)

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
08 52481 14 avril 2008 (14.04.2008) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :  
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (C.N.R.S) [FR/FR]; 3, rue Michel Ange, F-75016 Paris (FR).

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :  
COILLOT, Christophe, Pierre [FR/FR]; 64 rue du Commerce, F-75015 Paris (FR). MOUTOUSSAMY, Joël [FR/FR]; 3 rue Legouz Gerland, F-21000 Dijon

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : SYSTEM FOR MEASURING A MAGNETIC FIELD AND CORRESPONDING METHOD FOR SUPPRESSING A MAGNETIC FIELD SENSOR SHIFT

(54) Titre : SYSTÈME DE MESURE D'UN CHAMP MAGNÉTIQUE ET PROCÉDÉ DE SUPPRESSION DU DÉCALAGE D'UN CAPTEUR DE CHAMP MAGNÉTIQUE CORRESPONDANT

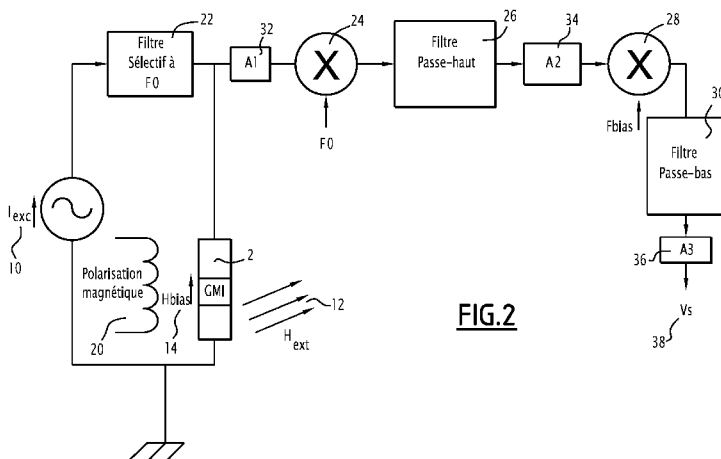


FIG.2

- 20 Magnetic bias
- 22 Selective filter at F0
- 26 High-pass filter
- 30 Low-pass filter

(57) Abstract : The invention relates to a system for measuring a magnetic field (12) that includes a magnetic sensor (2) characterized in that the system has a signal for electrical measurement on the basis of the paired field (12) being measured and an electronic device (2) for suppressing sensor shift, and is further characterized in that the shift suppression device includes a symmetrical AC biasing means (20) for the symmetrical AC bias of the sensor (2) to a predetermined bias frequency.

(57) Abrégé : Ce système de mesure d'un champ magnétique (12) comprenant un capteur magnétique (2) présentant une caractéristique de signal de mesure électrique en fonction du champ mesuré (12) paire et un dispositif électronique de suppression du décalage du capteur (2) est caractérisé en ce que le dispositif de suppression du décalage comprend des moyens de polarisation alternative symétrique (20) du capteur (2) à une fréquence de polarisation déterminée.

WO 2009/136116 A2

**Publiée :**

- *sans rapport de recherche internationale, sera republiée  
dès réception de ce rapport (règle 48.2.g)*

## **Système de mesure d'un champ magnétique et procédé de suppression du décalage d'un capteur de champ magnétique correspondant**

La présente invention concerne un système de mesure d'un champ magnétique comprenant un capteur magnétique présentant une caractéristique de signal de mesure électrique en fonction du champ mesuré paire et un dispositif électronique de suppression du décalage du capteur.

Elle concerne également un procédé de suppression du décalage d'un capteur de champ magnétique correspondant.

Plus particulièrement, l'invention se rapporte aux capteurs de mesure de champs magnétiques qui utilisent une source d'excitation alternative et qui présentent une caractéristique de signal de mesure électrique en fonction du champ mesuré paire.

De tels capteurs sont généralement utilisés dans les applications de magnétométrie. Les critères employés pour comparer leurs performances sont :

- le plus petit champ magnétique mesurable à une fréquence donnée ;
- la masse et les dimensions du capteur ;
- la bande passante ; et
- la consommation du capteur.

En fonction des applications, l'ordre de préférence pour ces critères diffère. Ainsi pour les applications concernant la mesure de la composante magnétique des ondes dans les plasmas spatiaux, il est souhaitable d'avoir des capteurs sensibles à des champs magnétiques ayant une densité spectrale inférieure à  $100 \text{ pT}/\sqrt{\text{Hz}}$  à 1 Hz, de faible masse et de faible consommation.

Parmi les technologies de capteurs magnétiques utilisés en magnétométrie, la magnéto-résistance anisotrope (AMR) et la magnéto-impédance géante (GMI) sont les plus prometteuses.

Les capteurs AMR et leurs variantes GMR (magnéto-résistance géante) et TMR (magnéto-résistance tunnel) sont de faible taille et de faible consommation et présentent une sensibilité pouvant affleurer  $1 \text{ nT}/\sqrt{\text{Hz}}$  à 1 Hz.

Les capteurs GMI sont de faible consommation et présentent des possibilités de miniaturisation et d'évolution laissant entrevoir une potentielle faible masse et des sensibilités en-deçà de  $1 \text{ nT}/\sqrt{\text{Hz}}$  à 1 Hz.

De grands efforts de recherche sont actuellement menés afin d'améliorer ces capteurs magnétiques.

L'une des voies de recherche s'intéresse au problème du décalage dans les capteurs. Ce décalage est également appelé offset du capteur et il représente la valeur du signal électrique de mesure en sortie du capteur à champ magnétique nul.

Un tel décalage a pour effet de produire un biais de mesure qui réduit la dynamique de mesure et rend l'exploitation du signal de mesure difficile sans apporter d'informations sur le champ magnétique et constitue donc un facteur limitant de la sensibilité des capteurs magnétiques.

La solution usuelle pour supprimer le décalage d'un magnétomètre consiste à associer dans ce même magnétomètre deux capteurs les plus identiques possibles montés en différentiel et polarisés de manière opposée.

Cette solution présente l'inconvénient de la nécessité d'utiliser deux capteurs dans un même magnétomètre afin de compenser le décalage des deux capteurs.

Le but de l'invention est de résoudre ces problèmes.

Plus particulièrement, l'invention vise à fournir une solution pour la suppression du décalage dans un capteur magnétique présentant une caractéristique du signal de mesure électrique en fonction du champ mesuré paire.

A cet effet, l'invention a pour objet un système de mesure d'un champ magnétique comprenant un capteur magnétique présentant une caractéristique de signal de mesure électrique en fonction du champ mesuré paire et un dispositif électronique de suppression du décalage du capteur, caractérisé en ce que le dispositif de suppression du décalage comprend des moyens de polarisation alternative symétrique du capteur à une fréquence de polarisation déterminée.

Suivant d'autres modes de réalisation, le système comprend une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou suivant toutes les combinaisons techniquement possibles :

- le système comprend une source de courant alternatif d'excitation du capteur à une fréquence d'excitation déterminée de manière à maximiser la sensibilité dudit capteur,

- la fréquence d'excitation du capteur est un multiple entier de la fréquence de polarisation du capteur,

- le système comprend des moyens de réduction du bruit basse fréquence de la source de courant d'excitation,

5 - les moyens de réduction du bruit de la source de courant d'excitation comprennent un filtre sélectif pour le filtrage du signal de mesure à la fréquence d'excitation,

- les moyens de réduction du bruit de la source de courant d'excitation comprennent un transformateur piézo-électrique,

10 - les moyens de réduction du bruit de la source de courant d'excitation comprennent un convertisseur direct alternatif-alternatif,

- le convertisseur direct alternatif-alternatif comprend un transformateur,

- le système comprend des moyens de démodulation synchrone à la fréquence d'excitation du signal de mesure et un filtre passe-haut pour le filtrage du signal de mesure démodulé à la fréquence d'excitation,

15 - le système comprend des moyens de démodulation à la fréquence de polarisation du signal de mesure démodulé à la fréquence d'excitation et filtré passe-haut et un filtre passe-bas pour le filtrage du signal de mesure démodulé à la fréquence de polarisation,

20 - le système comprend des moyens d'augmentation de la plage de linéarité du capteur magnétique,

- les moyens d'augmentation de la plage de linéarité du capteur magnétique comprennent une contre-réaction,

25 - le capteur magnétique est un capteur à effet de magnéto-impédance géante,

- le capteur magnétique est un capteur à effet de magnéto-résistance géante.

L'invention a également pour objet un procédé de suppression du décalage d'un capteur de champ magnétique, ledit capteur présentant une caractéristique de signal de mesure électrique en fonction du champ mesuré paire, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de polarisation alternative symétrique du capteur à une fréquence de polarisation déterminée.

30

Ainsi, l'invention permet de pallier les inconvénients de la solution usuelle de suppression du décalage en permettant de supprimer le décalage d'un capteur magnétique unique de manière intrinsèque évitant ainsi la nécessité d'associer à ce capteur un autre capteur polarisé de manière opposée.

5 Par ailleurs, l'invention permet de réduire le bruit de la source de courant d'excitation du capteur qui est un facteur limitant la sensibilité basse fréquence du capteur.

On va maintenant décrire des modes de réalisation de l'invention de façon plus précise mais non limitative en regard des dessins annexés sur lesquels :

10 - la figure 1 est un schéma synoptique illustrant la structure d'un capteur magnétique à effet GMI,

- la figure 2 est un schéma synoptique illustrant la structure d'un système de mesure d'un champ magnétique selon un premier mode de réalisation de l'invention ;

15 - la figure 3 est un schéma synoptique illustrant la structure d'un système de mesure d'un champ magnétique selon un deuxième mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 4 est un schéma synoptique illustrant la structure d'un système de mesure d'un champ magnétique selon un troisième mode de réalisation de l'invention ;

20 - la figure 5 est un schéma synoptique illustrant la structure d'un système de mesure d'un champ magnétique selon un quatrième mode de réalisation de l'invention, et

- la figure 6 est un organigramme illustrant le fonctionnement du procédé de suppression du décalage d'un capteur magnétique selon l'invention.

25 Parmi les capteurs magnétiques présentant une caractéristique de signal de mesure électrique en fonction du champ magnétique paire, l'invention concerne particulièrement les capteurs à effet GMI et les capteurs à effet GMR.

Les modes de réalisation décrits dans la suite de la description concernent plus particulièrement les capteurs à effet GMI.

30 On a illustré sur la figure 1 la structure d'un capteur magnétique à effet GMI de l'état de la technique.

Sur cette figure 1, le capteur magnétique est désigné par la référence générale 2. Le capteur magnétique 2 comprend un conducteur électrique 4 (par exemple un ruban de cuivre) en sandwich entre deux rubans ferromagnétiques 6 et 8 de forme plane présentant un effet de magnéto-impédance géante.

5 Généralement, les rubans 6 et 8 sont composés d'un matériau nanocristallin mais d'autres matériaux magnétiques sont également utilisés dans l'état de la technique.

Un courant alternatif dit d'excitation  $I_{exc}$  10 est injecté à travers le capteur 2.

10 On parle d'effet GMI ou de magnéto-impédance géante dans ce capteur 2 étant donné que lorsqu'un champ magnétique  $H_{ext}$  12 est appliqué à proximité du capteur 2, il y a modification de la variation d'impédance du capteur 2 pouvant être mesurée.

15 Dans les applications nécessitant la mesure de champs magnétiques 12 faibles, il est indispensable de polariser magnétiquement le capteur 2 avec un champ de polarisation  $H_{bias}$  14.

Le champ de polarisation est classiquement créé par un bobinage dit de polarisation ou par le champ de fuite d'un aimant.

Le signal de mesure du champ magnétique 12 est une tension U 16 de la forme

$$20 \quad U = Z_{gmi}(H_{bias}) \times I_{exc} + dZ_{gmi}/dH(H_{bias}) \times I_{exc}.$$

La partie utile du signal mesuré 16 est contenue dans  $dZ_{gmi} / dH(H_{bias}) \times I_{exc}$  tandis que la partie  $Z_{gmi}(H_{bias}) \times I_{exc}$  est un décalage qui a pour effet de réduire la dynamique de mesure sans apporter d'informations sur le champ magnétique 12.

25 Ainsi, le décalage ou offset est un signal continu qui se superpose au signal de mesure. Un décalage trop important relativement au signal de mesure rend l'exploitation du signal de mesure difficile car le signal de mesure consiste, dans ce cas, dans de faibles variations autour d'un signal constant d'amplitude élevée.

30 Un décalage dans un capteur magnétique est donc souvent source de biais de mesure et les variations de ce décalage, notamment à cause de la température, limitent la résolution du capteur.

Dans le cas d'un capteur à effet GMI, le décalage se manifeste dans le signal 16 sous forme de petites variations de l'impédance  $dZ_{gmi}/dH(H_{bias}) \times I_{exc}$  autour de l'impédance du capteur à effet GMI.

L'invention permet de supprimer ce décalage notamment grâce à une polarisation alternative du capteur magnétique.

La figure 2 illustre la structure d'un système de mesure d'un champ magnétique selon un premier mode de réalisation de l'invention.

5 Le système comporte outre le capteur à effet GMI 2 et la source de courant alternatif d'excitation  $I_{exc}$  10 de fréquence  $F_o$ , des moyens de polarisation alternative symétrique désignés par la référence générale 20 et permettant d'obtenir le champ de polarisation  $H_{bias}$  14 statique dans les deux directions en exploitant la parité de la caractéristique du capteur 2.

10 Ces moyens de polarisation consistent selon le mode de réalisation de la figure 2 dans un bobinage de polarisation.

Le champ de polarisation  $H_{bias}$  14 est un champ alternatif de fréquence  $F_{bias}$ .

15 Les fréquences d'excitation  $F_o$  et de polarisation  $F_{bias}$  sont déterminées selon l'invention de la manière suivante :

- la fréquence d'excitation  $F_o$  est déterminée, en effectuant des tests préalables, de manière à maximiser la sensibilité du capteur 2. Elle dépend de la configuration, c'est-à-dire du matériau et de la forme du capteur 2 ; et

20 - la fréquence de polarisation  $F_{bias}$  est choisie inférieure à la fréquence  $F_o$  et telle que la différence  $(F_o - F_{bias})$  est supérieure à la gamme de fréquences à mesurer qui dépend de l'application.

Selon un mode de réalisation de l'invention, la fréquence de polarisation est une fréquence sous-multiple entier de la fréquence d'excitation soit  $F_{bias} = F_o / n$ .

25 Selon le premier mode de réalisation de l'invention, le système de mesure de champ magnétique comprend un filtre sélectif 22 de type passe-bande pour le filtrage du signal de mesure 16 à la fréquence d'excitation  $F_o$ . Le filtre sélectif 22 permet ainsi de réduire le bruit de la source de courant d'excitation 10 autour de la fréquence  $F_o$ .

30 Selon un mode de réalisation de l'invention, la fréquence de polarisation  $F_{bias}$  est fixée de manière à ce que  $(F_o - F_{bias})$  soit suffisamment élevée pour que le filtre sélectif 22 atténue le bruit de la source de courant d'excitation 10 de la quantité souhaitée pour l'application.

L'ordre du filtre sélectif 22 est également fixé selon l'application souhaitée du système.

Par ailleurs, le système de mesure illustré sur la figure 2 comprend des moyens de démodulation synchrone de mesure illustrés sur la figure 2 à la fréquence d'excitation  $F_o$  désignés par la référence 24 et un filtre passe-haut 26 permettant de supprimer du signal de mesure U 16 la composante liée au décalage.

Selon un mode de réalisation de l'invention, les moyens de démodulation synchrone 24 comprennent un multiplicateur par un signal à la fréquence  $F_o$  et le filtre passe-haut 26 présente une fréquence de coupure  $F_{c1} \ll (F_{bias} - BU)$  où BU représente la bande utile du signal de mesure 16.

Le système de mesure comprend également des moyens de démodulation à la fréquence de polarisation  $F_{bias}$  désignés par la référence 28 et un filtre passe-bas 30 permettant de supprimer les composants indésirables du signal de mesure.

Selon un mode de réalisation de l'invention, les moyens de démodulation 28 comprennent un multiplicateur par un signal à la fréquence  $F_{bias}$  en phase avec le signal alternatif de polarisation et le filtre passe-bas 30 présente une fréquence de coupure  $F_{c2} > BU$ .

Par ailleurs, l'ordre du filtre 30 est choisi en fonction de l'application et notamment de l'atténuation souhaitée ou du résidu de modulation à  $F_{bias}$ .

Dans le système de la figure 2, des amplificateurs 32, 34 et 36 sont également prévus. Ils permettent d'améliorer les performances du système et d'adapter la dynamique du capteur 2 à l'application envisagée.

En sortie du système représenté dans la figure 2, une tension  $V_s$  38 est obtenue. Elle correspond au signal de mesure 16 duquel le décalage est supprimé et dont le bruit est atténué ce qui a pour conséquence d'avoir une mesure plus précise et un capteur plus sensible.

La figure 3 illustre un deuxième mode de réalisation du système de mesure de champ magnétique selon l'invention.

Le système illustré dans la figure 3 diffère de celui de la figure 2 par l'ajout de moyens d'augmentation de la plage de linéarité du capteur 2 comprenant un correcteur 38 et une contre-réaction 40.

Le correcteur 38 est un correcteur de type proportionnel (P), proportionnel intégral (PI) ou proportionnel intégral dérivé (PID). La contre-réaction 40 consiste en un bobinage supplémentaire qui crée, dans le capteur GMI 2, un champ magnétique qui s'oppose au champ magnétique mesuré de manière à faire fonctionner le capteur à champ magnétique quasi-nul.

Dans une variante, la contre-réaction 40 n'utilise pas un bobinage supplémentaire, mais le bobinage de polarisation.

La figure 4 illustre un troisième mode de réalisation du système de mesure de champ magnétique selon l'invention.

Le système illustré dans la figure 4 diffère de celui de la figure 2 par le remplacement du filtre sélectif 22 par un transformateur piézo-électrique 42 placé à l'entrée du système.

Le transformateur piezo-électrique 42 est un quadripôle constitué de deux bornes auxquelles est connectée la source d'excitation 10 à l'entrée et de deux bornes auxquelles est connecté le capteur GMI 2. Le transformateur piézo-électrique, combine une amplification en tension et un filtre sélectif.

La figure 5 illustre un quatrième mode de réalisation du système de mesure de champ magnétique selon l'invention dans lequel les moyens de polarisation magnétique 20 sont représentés par une source de courant de polarisation  $I_{\text{bias}}$  43.

Le système illustré dans la figure 5 diffère de celui de la figure 4 par le remplacement du transformateur piézo-électrique 42 par un convertisseur direct alternatif-alternatif comprenant un transformateur 44 de volume plus réduit que celui du transformateur 42.

La réduction de la taille du transformateur est obtenue grâce à une modulation du courant de polarisation  $I_{\text{bias}}$  43 à une fréquence plus élevée que la fréquence  $F_{\text{bias}}$ , à titre d'exemple à la fréquence d'excitation  $F_o$ .

La modulation du courant de polarisation  $I_{\text{bias}}$  43 est réalisée par un circuit 47 de modulation à la fréquence d'excitation  $F_o$  placé à l'entrée du transformateur 44.

A la sortie du transformateur 44, un circuit 48 de démodulation à la fréquence d'excitation  $F_o$  est prévu pour démoduler le courant de polarisation  $I_{\text{bias}}$  43.

Les circuits 47 et 48 comprennent une pluralité d'interrupteurs commandés par la source d'excitation 10 (non représentée sur la figure 5).

Le courant de polarisation  $I_{\text{bias}}$  43 passe ensuite à travers une résistance 49 avant de traverser les moyens de polarisation 20.

5 Ce quatrième mode de réalisation permet la réduction de la consommation du transformateur.

Dans la suite de la description, le fonctionnement du procédé de suppression du décalage d'un capteur magnétique selon l'invention est décrit en référence à l'organigramme de la figure 6.

10 Plus particulièrement, l'organigramme de la figure 6 détaille le fonctionnement du système de mesure selon le mode de réalisation illustré dans la figure 2.

En 50, le capteur magnétique 2 est excité par la source de courant alternatif  $I_{\text{exc}}$  10. Il est ensuite polarisé en 52 avec les moyens de polarisation alternative symétrique 20.

15 En 54, le signal de mesure  $U$  16 est filtré par le filtre passe-bande sélectif 22 à la fréquence  $F_o$ .

Le signal obtenu en sortie du filtre sélectif 22 est alors amplifié en 56 par l'amplificateur 32 et démodulé à la fréquence  $F_o$  en 58 par les moyens de démodulation 24. Le signal amplifié obtenu est filtré passe-haut en 60 par le filtre passe-haut 26 puis amplifié en 62 par l'amplificateur 34.

20 Le signal amplifié obtenu est démodulé à la fréquence  $F_{\text{bias}}$  en 64 par les moyens de démodulation 28. Le signal démodulé obtenu est filtré passe-bas en 66 par le filtre passe-bas 30, puis amplifié en 68 par l'amplificateur 36 pour adapter sa dynamique à l'application envisagée. En 70, le signal  $V_s$  38 est obtenu.

25 Ainsi l'invention permet, grâce à la polarisation alternative et au filtre passe-haut 26, de supprimer le décalage d'un capteur magnétique sans avoir recours à deux capteurs montés en différentiel et soumis à des polarisations magnétiques opposées comme c'est le cas dans la solution usuelle de suppression du décalage.

30 En outre, le système proposé dans l'invention permet, grâce à l'utilisation du filtre sélectif 22 ou du transformateur piézo-électrique 42 ou du convertisseur direct alternatif-alternatif comprenant le transformateur 44, de réduire le bruit

provenant de la source d'excitation du capteur et d'augmenter ainsi la sensibilité du capteur magnétique.

REVENDEICATIONS

1.- Système de mesure d'un champ magnétique (12) comprenant un capteur magnétique (2) présentant une caractéristique de signal de mesure électrique (16) en fonction du champ mesuré (12) paire et un dispositif électronique de suppression du décalage du capteur (2), caractérisé en ce que le dispositif de suppression du décalage comprend des moyens de polarisation alternative symétrique (20) du capteur (2) à une fréquence de polarisation déterminée.

2.- Système selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend une source de courant alternatif d'excitation (10) du capteur (2) à une fréquence d'excitation déterminée de manière à maximiser la sensibilité dudit capteur (2).

3.- Système selon la revendication 2, caractérisé en ce que la fréquence d'excitation du capteur (2) est un multiple entier de la fréquence de polarisation du capteur (2).

4.- Système selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de réduction du bruit basse fréquence de la source de courant d'excitation (10).

5.- Système selon la revendication 4, caractérisé en ce que les moyens de réduction du bruit de la source de courant d'excitation (10) comprennent un filtre sélectif (22) pour le filtrage du signal de mesure (16) à la fréquence d'excitation.

6.- Système selon la revendication 4, caractérisé en ce que les moyens de réduction du bruit de la source de courant d'excitation (10) comprennent un transformateur piézo-électrique (42).

7.- Système selon la revendication 4, caractérisé en ce que les moyens de réduction du bruit de la source de courant d'excitation (10) comprennent un convertisseur direct alternatif-alternatif.

8.- Système selon la revendication 7, caractérisé en ce que le convertisseur direct alternatif-alternatif comprend un transformateur (44).

9.- Système selon l'une quelconque des revendications 2 à 8, caractérisé en ce qu'il comprend :

- des moyens de démodulation synchrone (24) à la fréquence d'excitation du signal de mesure (16); et

12

- un filtre passe-haut (26) pour le filtrage du signal de mesure (16) démodulé à la fréquence d'excitation.

10.- Système selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comprend :

- 5 - des moyens de démodulation (28) à la fréquence de polarisation du signal de mesure (16) démodulé à la fréquence d'excitation et filtré passe-haut ; et
- un filtre passe-bas (30) pour le filtrage du signal de mesure (16) démodulé à la fréquence de polarisation.

10 11.- Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens d'augmentation de la plage de linéarité du capteur magnétique (2).

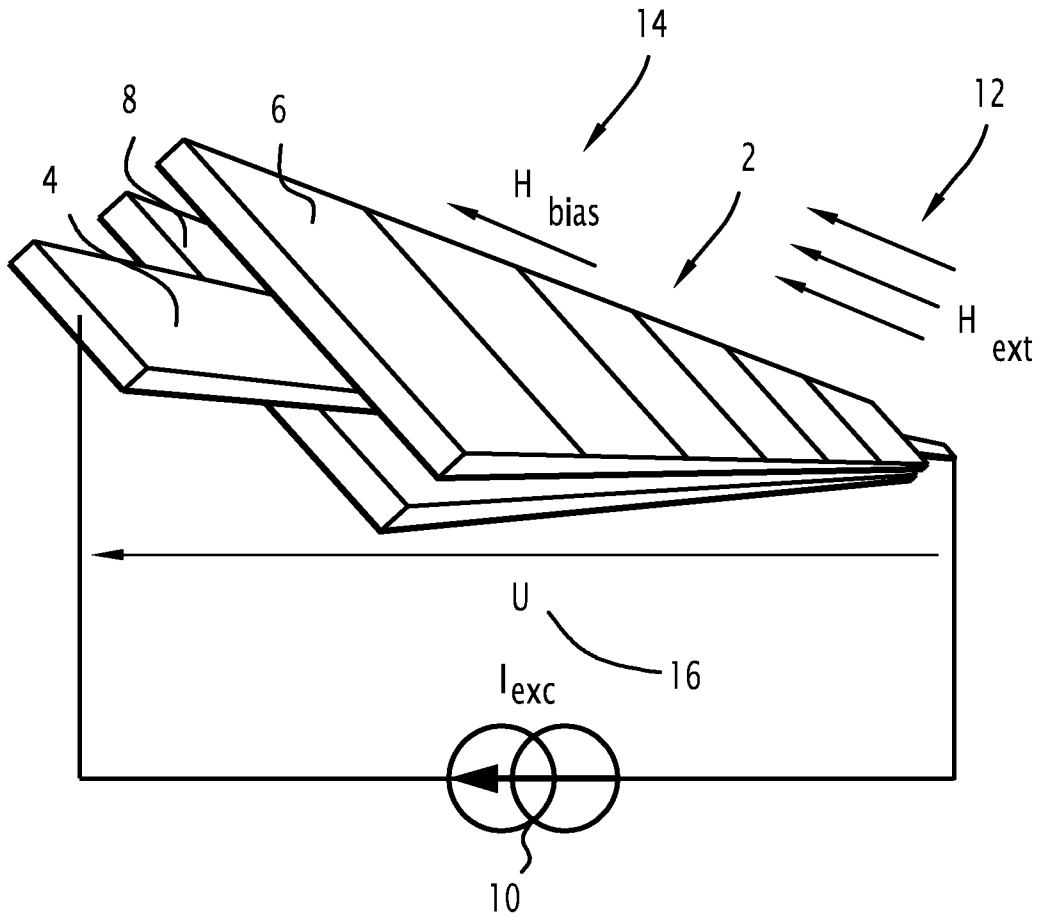
12.- Système selon la revendication 11, caractérisé en ce que les moyens d'augmentation de la plage de linéarité du capteur magnétique (2) comprennent une contre-réaction (40).

15 13.- Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que le capteur magnétique (2) est un capteur à effet de magnéto-impédance géante.

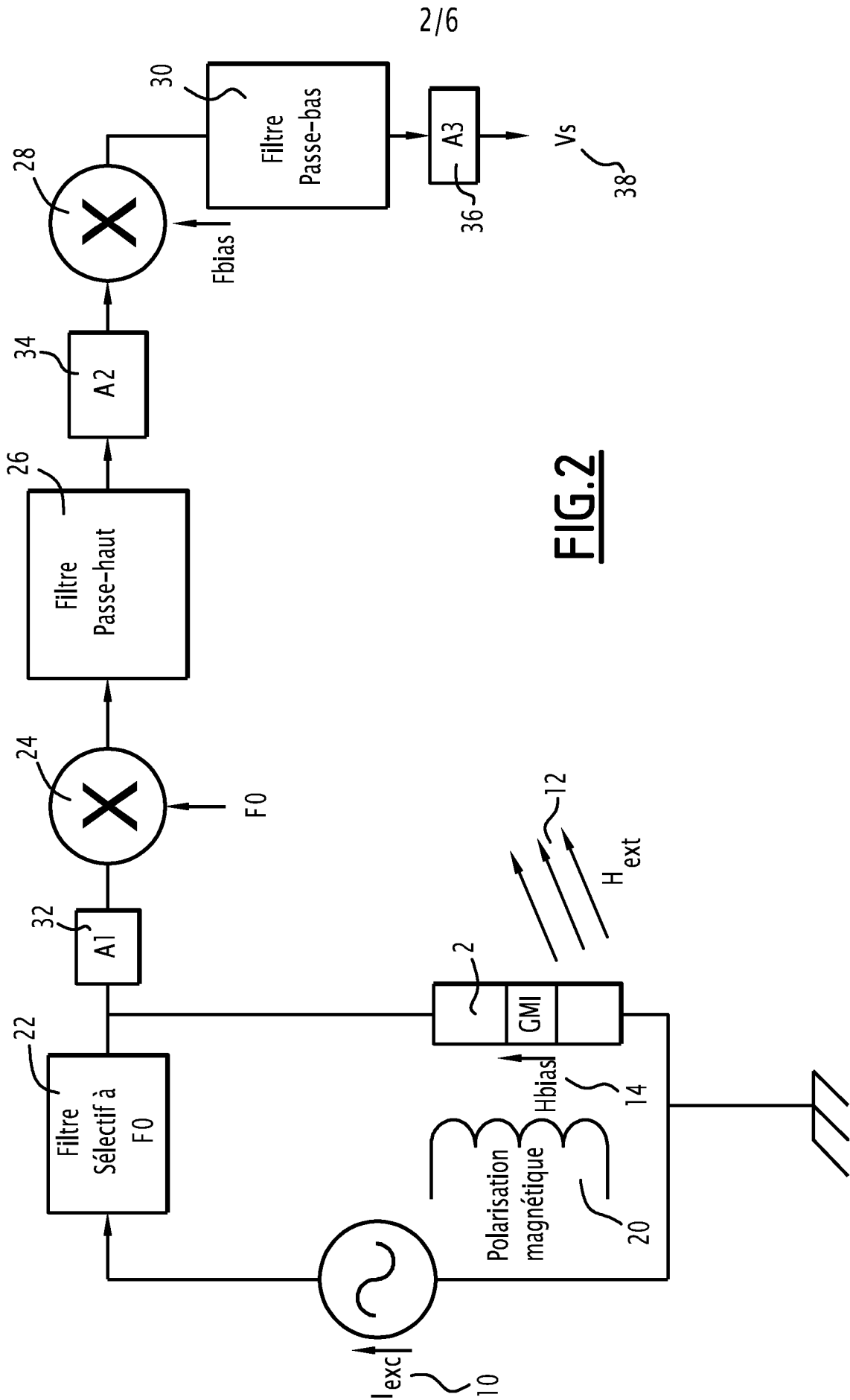
14.- Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que le capteur magnétique (2) est un capteur à effet de magnéto-résistance géante.

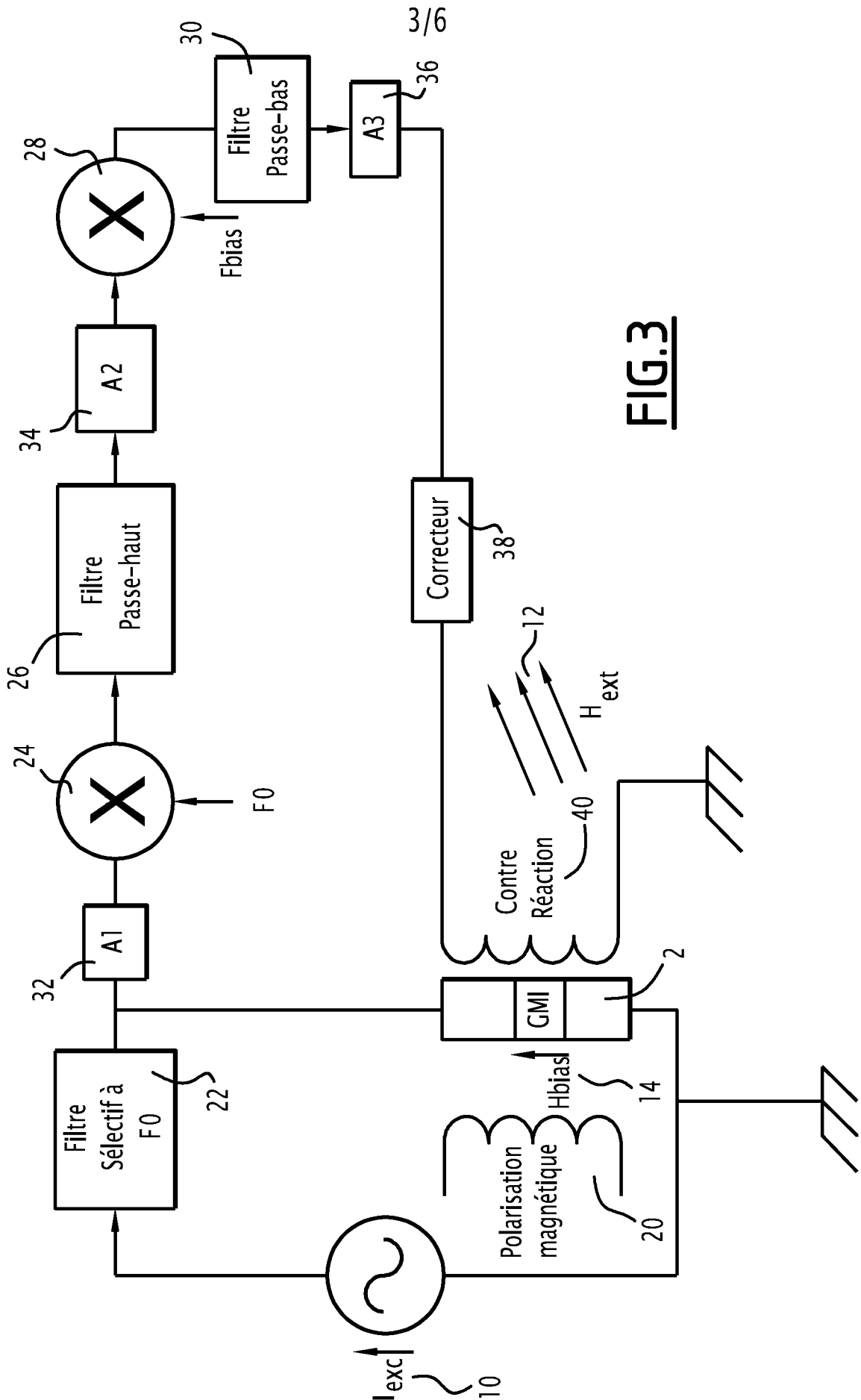
20 15.- Procédé de suppression du décalage d'un capteur (2) de champ magnétique (12), ledit capteur (2) présentant une caractéristique de signal de mesure électrique (16) en fonction du champ mesuré (12) paire, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de polarisation alternative symétrique (52) du capteur (2) à une fréquence de polarisation déterminée.

25

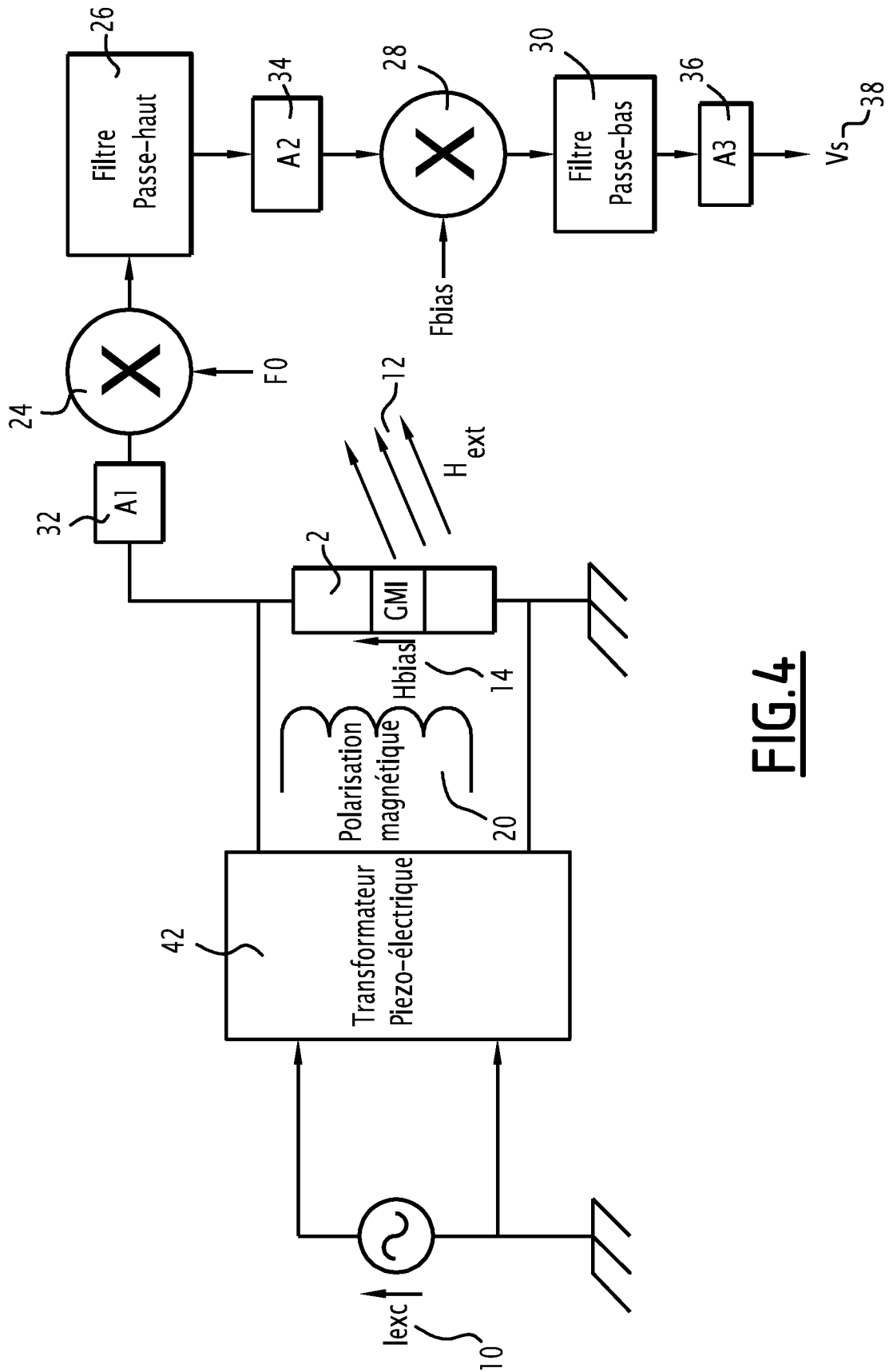


**FIG.1**

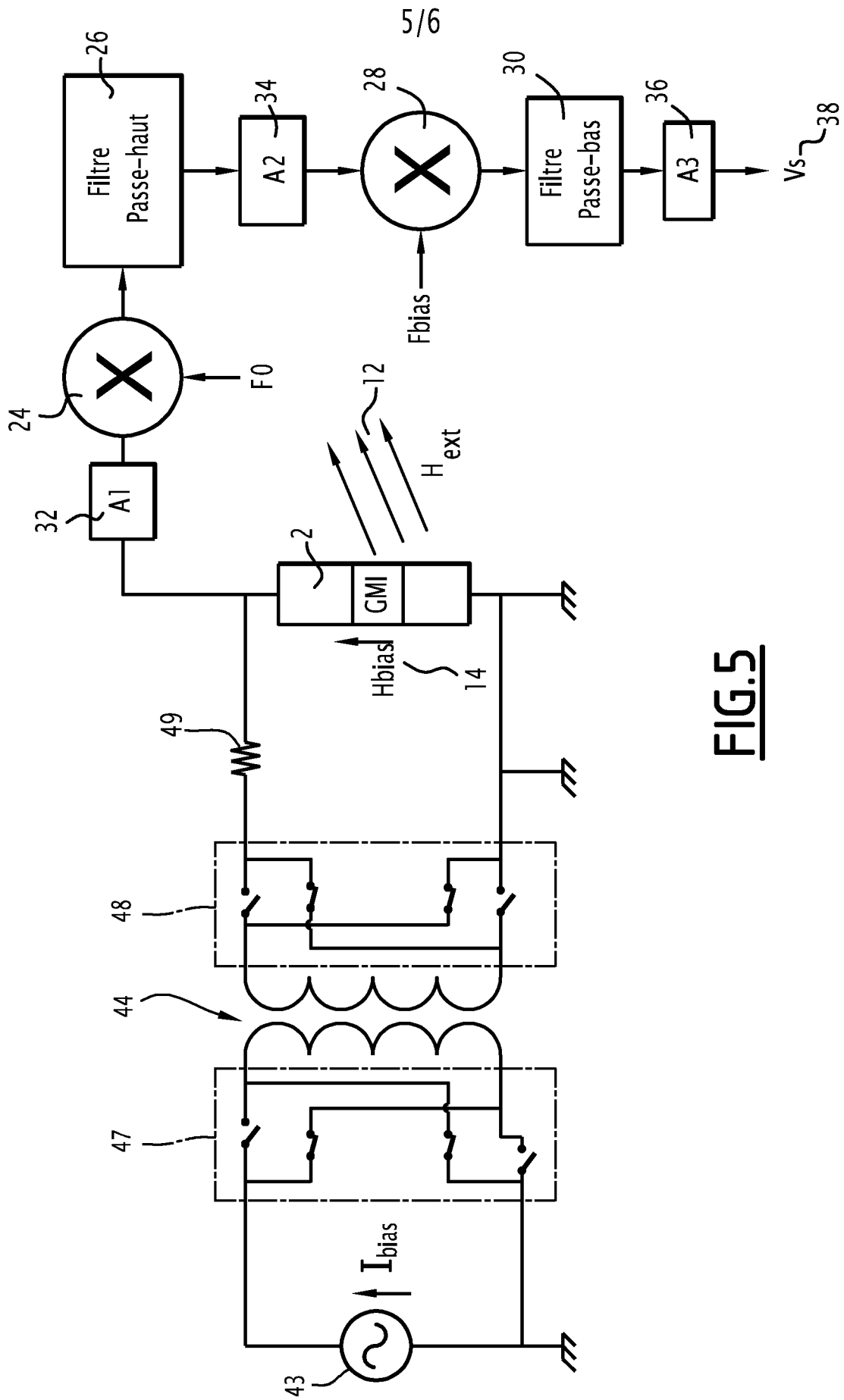




**FIG.3**

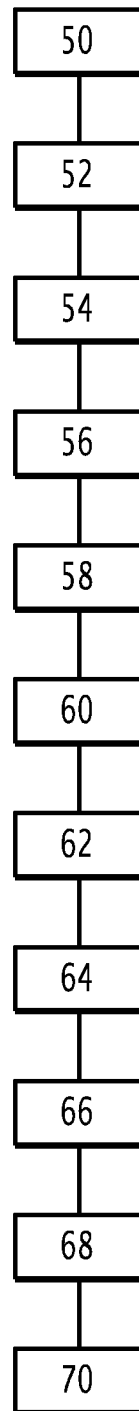


**FIG.4**



**FIG.5**

6/6



**FIG.6**