

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 554 957

②1 N° d'enregistrement national :

83 18185

⑤1 Int Cl⁴ : H 01 F 7/06 // H 01 H 71/24.

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 16 novembre 1983.

③0 Priorité :

⑦1 Demandeur(s) : LA TELEMECANIQUE ELECTRIQUE, société anonyme. — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Gérard Koehler.

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 20 du 17 mai 1985.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦3 Titulaire(s) :

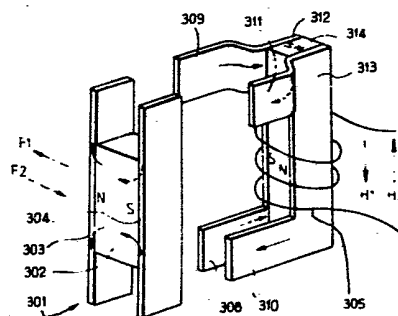
⑦4 Mandataire(s) : André Bouju.

⑤4 Electro-aimant à fonctionnement bistable, à aimant permanent.

⑤7 L'électro-aimant à fonctionnement bistable comprend une bobine d'excitation 305 et un circuit magnétique constitué par des culasses et par au moins une armature, ladite armature comprenant un aimant permanent 302 et deux pièces polaires 303, 304 constituant avec au moins deux surfaces de culasse, deux zones d'entrefer, comprenant chacune deux entrefers antagonistes.

Pour chaque zone d'entrefer, les deux surfaces de culasse délimitant les entrefers antagonistes appartiennent à des bras de culasse 308, 310 - 309, 311 magnétiquement isolés entre eux. Un aimant permanent 314 est interposé entre deux bras de culasse 308 et 310 ou 309 et 311 appartenant à une même zone d'entrefer, de façon que la circulation du flux dans un entrefer soit favorisée par la présence d'aimants permanents en amont ainsi qu'en aval de ladite circulation.

Utilisation notamment dans les électro-aimants bistables de disjoncteurs.



FR 2 554 957 - A1

D

La présente invention concerne un électro-aimant à fonctionnement bistable, à aimant permanent.

On connaît selon le brevet français 2 271 654
5 un électro-aimant comportant une armature de section en forme de H et un aimant permanent situé au centre de cet H, cette armature étant mobile en rotation.

L'électro-aimant décrit dans le brevet fran-
çais 2 388 386 présente une armature également de section
10 en H, mais qui se déplace parallèlement à l'axe de l'aimant permanent situé au centre du H de l'armature. Cette dernière présente des pièces polaires planes. Cet électro-aimant comporte éventuellement deux armatures et deux bobines parallèles.

15 Le brevet français n° 2 466 844 de la demanderesse décrit un électro-aimant comportant une armature de section en H qui se déplace dans une bobine perpendiculairement à l'axe de l'aimant permanent situé au centre du H de l'armature. Cette dernière comporte une pièce po-
20 laire dont les extrémités opposées sont cambrées à angle droit.

Le fonctionnement des électro-aimants décrits dans les brevets ci-dessus est fondamentalement bistable.

Selon les brevets français 2 520 152 et euro-
25 péen 0086121 de la demanderesse, les structures des électro-aimants précités ont été modifiées pour obtenir un fonctionnement monostable. A cet effet, un deuxième aimant permanent a été introduit dans le circuit magnétique des culasses.

30 Dans le brevet allemand 3 135 171 on a décrit un électro-aimant comportant une bobine d'excitation qui entoure deux barres séparées par un aimant permanent. L'armature de cet électro-aimant ne comporte pas d'aimant permanent.

Le brevet français 2 486 303 décrit un électro-aimant dont la structure est similaire de celle de l'électro-aimant décrit dans le brevet français 2 271 654, mais présente deux bobines parallèles et deux armatures mobiles en rotation sous l'effet des forces magnétiques engendrées lors de l'excitation des bobines.

Les électro-aimants selon l'état de la technique illustré par les brevets cités ci-dessus présentent certaines limitations techniques.

L'adjonction d'un second aimant permanent dans le cas des électro-aimants décrits dans les brevets français 2 520 152 et européen 0086121 de la demanderesse permet d'obtenir qu'au repos deux aimants soient connectés magnétiquement en série par un entrefer fermé au repos, ce qui permet d'augmenter la force magnétique qui détermine la position de repos.

Dans le cas d'un fonctionnement bistable de l'électro-aimant, le second aimant permanent est supprimé, ce qui diminue la force magnétique engendrée par les entrefers fermés.

Etant donné toutefois qu'on est souvent obligé de réaliser une structure d'électro-aimant unique permettant au moyen d'une modification mineure, d'obtenir un fonctionnement monostable ou bistable, il est dommage de ne pas pouvoir bénéficier de la force magnétique procurée par le second aimant dans le cas du fonctionnement bistable.

Par ailleurs, dans le cas du fonctionnement bistable, si les ampèretours d'excitation pour provoquer un changement de position de l'électro-aimant ont une valeur surabondante et apparaissent avec une constante de temps faible par rapport au temps de fonctionnement de l'électro-aimant dû à son inertie mécanique totale, il peut arriver qu'un flux de fuite passe dans un entrefer fermé dans le sens inverse de celui qui passait avant l'excitation.

Dans ce cas, le mouvement de l'électro-aimant ne peut plus se produire, car la force d'attraction d'un entrefer ne dépend pas du sens du passage du flux de cet entrefer.

Pour minimiser ce défaut, il y a avantage à réduire les flux de fuite en plaçant des aimants le plus près possible des entrefers. A la limite, si une surface d'entrefer était constituée par la face polaire d'un aimant permanent, sans pièce polaire, la force d'attraction parasite serait remplacée par une force de répulsion.

On sait en effet, qu'un aimant permanent dont l'écoulement du flux est contrarié par un autre aimant ou par des ampèretours provoque une répulsion dans une direction donnée si un déplacement dans cette direction permet de diminuer la contrainte d'écoulement de flux pour se rapprocher de l'état d'écoulement en l'absence d'aimant ou d'ampèretours.

Toutefois, les pièces polaires sont nécessaires pour concentrer le flux dans les entrefers de façon à augmenter la force d'attraction.

Par ailleurs, dans certaines des structures connues, la fermeture simultanée et complète des entrefers nécessite des précautions onéreuses.

En outre, dans les électro-aimants connus, l'inertie de l'armature mobile est souvent trop importante et incompatible avec leur utilisation dans les applications exigeant une grande rapidité de fonctionnement comme dans le cas des disjoncteurs limiteurs de court-circuits.

Le but de la présente invention est de remédier aux inconvénients des électro-aimants connus.

L'électro-aimant à fonctionnement bistable à aimant permanent visé par l'invention, comprend un circuit magnétique et au moins une bobine d'excitation entourant une partie de ce circuit magnétique, ce dernier étant constitué par des culasses et par au moins une armature, mobiles les unes par rapport à l'autre, ladite armature

comprenant un aimant permanent muni sur ses faces polaires, perpendiculairement à l'axe de l'aimant, de deux pièces polaires débordant sur au moins un des côtés de l'axe de l'aimant pour constituer, avec quatre surfaces de culasse, deux zones d'entrefer, chaque zone d'entrefer étant constituée de deux entrefers antagonistes entre armature et culasse engendrant des forces magnétiques de directions opposées, la résultante de ces forces tendant à déplacer l'armature vers l'une ou l'autre de ces positions extrêmes stables suivant le sens de l'excitation de la bobine.

Suivant l'invention, cet électro-aimant est caractérisé en ce que, pour chaque zone d'entrefer, les deux surfaces de culasse délimitant les entrefers antagonistes, appartiennent à des bras de culasse magnétiquement isolés entre eux et en ce qu'un aimant permanent est interposé entre deux bras de culasses appartenant à une même zone d'entrefer de façon que la circulation du flux dans un entrefer soit favorisée par la présence d'aimants permanents en amont ainsi qu'en aval de ladite circulation.

De ce fait, la présence des aimants favorise la circulation du flux magnétique dans un entrefer, de sorte que la fermeture de ces entrefers s'effectue de façon optimale et ce, à l'aide de moyens remarquablement simples.

Selon une version avantageuse de l'invention, l'aimant permanent est interposé entre deux groupes de chacun deux bras magnétiquement réunis de façon directe et appartenant à des zones d'entrefer distinctes.

On évite ainsi que le circuit magnétique d'un aimant soit ouvert dans l'une des positions extrêmes de l'armature, de sorte qu'on supprime tout risque de désaimantation au froid de cet aimant.

D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront encore dans la description ci-après.

Aux dessins annexés donnés à titre d'exemples non limitatifs :

- la figure 1 est une vue en perspective avec arrachements d'une première version d'un électro-aimant conforme à l'invention,
- la figure 2 est une vue en coupe transversale d'une seconde version de l'électro-aimant conforme à l'invention,
- la figure 3 est une vue en coupe suivant le plan III-III de la figure 2,
- la figure 4 est une vue en coupe transversale d'une troisième version de l'électro-aimant conforme à l'invention et la figure 5 est une vue de dessus de cette version,
- la figure 6 est une vue en perspective d'une quatrième version de l'électro-aimant conforme à l'invention, les deux parties étant séparées l'une de l'autre, dans un but de clarté,
- et la figure 7 est une vue en perspective d'une cinquième version de l'électro-aimant conforme à l'invention, les différentes parties étant séparées l'une de l'autre, dans un but de clarté.

Dans la réalisation de la figure 1, l'électro-aimant à fonctionnement bistable comprend un aimant permanent 2 et une bobine d'excitation 5 entourant une partie du circuit magnétique. Ce circuit magnétique comprend des culasses et une armature 1 de section en H, mobile par rapport à ces culasses. L'aimant permanent 2 est disposé dans la zone centrale de l'armature 1 et porte sur ses faces polaires, deux pièces polaires 3, 4 qui débordent de chaque côté de l'aimant suivant l'axe de celui-ci.

La bobine 5 maintenue dans une carcasse 6 en matière plastique est enroulée autour de la région centrale des deux pièces polaires 3, 4, celles-ci restant toutefois libres par rapport à la carcasse 6.

Ces pièces polaires 3, 4 constituent avec quatre surfaces de culasse, deux zones d'entrefer. Chaque zone d'entrefer est constituée de deux entrefers antagonistes entre armature et culasse, engendrant des forces magnétiques de directions opposées, les forces de deux zones d'entrefer ayant même direction, la résultante de ces forces tendant à déplacer l'armature 1 vers l'une ou l'autre de ses positions extrêmes stables suivant le sens de l'excitation de la bobine 5.

10 Les particularités décrites ci-dessus sont communes avec la structure décrite dans le brevet français 2 466 844 de la demanderesse.

Conformément à la présente invention, pour chaque zone d'entrefer, les deux surfaces de culasse délimitant les entrefers antagonistes appartiennent à des bras de culasse 8, 10 d'une part et 9, 11 d'autre part isolés entre eux. De plus, un aimant permanent 14 est interposé entre les deux bras de culasse 8, 10 et respectivement 9, 11 appartenant à une même zone d'entrefer de façon que (comme on l'expliquera plus en détail plus loin) la circulation du flux dans un entrefer soit favorisée par la présence d'aimants permanents en amont ainsi qu'en aval de cette circulation.

Dans la réalisation de la figure 1, les bras 8, 9 et 10, 11 sont parallèles entre eux. Les bras 8, 9 situés du côté de la pièce polaire 3 sont réunis magnétiquement par la culasse 12a qui s'étend perpendiculairement à ces bras. Les bras 10, 11 adjacents à la pièce polaire 4 sont réunis par la culasse 13a qui s'étend également perpendiculairement à ces bras 10, 11.

Les deux culasses 12a et 13a sont planes, parallèles entre elles et sont réunies par l'aimant permanent 14a.

Dans l'exemple représenté, les extrémités 15, 16 de la pièce polaire 3 et les extrémités 17, 18 de la pièce polaire 4 sont cambrées à angle droit pour augmenter

la surface d'entrefer définie avec les bras 8, 9 et 10, 11.

Par ailleurs, les bras 8, 9 s'étendent de part et d'autre des extrémités 15, 16 de la pièce polaire 3 tandis que les bras 10, 11 sont disposés entre les extrémités 17, 18 de la pièce polaire 4.

Aux extrémités des bras 8, 9 ; 10, 11 opposées par rapport aux culasses 12a, 13a et à l'aimant 14a, c'est-à-dire de l'autre côté de l'armature 1, sont disposées symétriquement par rapport à ces derniers deux culasses identiques aux culasses 12a, 13a et un aimant permanent identique à l'aimant 14a.

On voit donc que la réalisation décrite ci-dessus diffère de celle décrite dans le brevet français 2.466 844 par le fait que les bras 8 et 10 ainsi que les bras 9 et 11 ne sont pas directement réunis.

En effet, dans le cas de la réalisation décrite dans le brevet français ci-dessus, les deux bras appartenant à deux zones d'entrefer différentes sont réunis par un aimant, tandis que dans le cas de la structure conforme à l'invention, les bras 8 et 10 et respectivement 9 et 11 sont réunis par un même aimant 14a puisque le bras 8 est réuni au bras 9 par la culasse 12a et le bras 10 est réuni au bras 11 par la culasse 13a.

Si un premier aimant était disposé entre les bras 8 et 10 et un second aimant était disposé entre les bras 9 et 11, dans l'une quelconque des positions de fonctionnement de l'électro-aimant, le circuit magnétique de l'un des aimants serait toujours ouvert, ce qui exposerait au risque de désaimantation de cet aimant par le froid. Ce risque est évité par la structure selon l'invention.

Par ailleurs, dans le cas de l'invention, l'ouverture du circuit magnétique de l'aimant 14a se fait toujours très facilement puisqu'on donne à ce circuit une autre possibilité de se refermer.

D'autre part, l'écartement des bras 8, 9 et 10,

11 est défini avec une grande précision par les culasses 12a et 13a qui les réunissent. L'assemblage de ceux-ci peut être réalisé d'une manière simple et efficace grâce à des encoches (non représentées) s'étendant suivant
5 la moitié de la largeur des bras 8, 9, 10, 11 et des culasses 12a, 13a et engagées les unes dans les autres.

L'électro-aimant à fonctionnement bistable que l'on vient de décrire peut être transformé facilement, sans modification substantielle de sa structure, en un
10 électro-aimant à fonctionnement monostable. A cet effet, il suffit de réunir magnétiquement d'une part les bras 8 et 10 et d'autre part les bras 9 et 11 et de réunir ces deux paires de bras par deux aimants fixes, ce qui peut être obtenu aisément en modifiant la forme des culasses 12a
15 et 13a.

Les figures 2 et 3 représentent un électro-aimant dont la structure est similaire à une réalisation décrite dans le brevet européen n° 0086121 de la demanderesse, mais qui a été modifié suivant la présente invention.
20 On a ajouté une centaine aux repères homologues précédents.

L'électro-aimant représenté sur ces figures comprend une armature 101 de section sensiblement en forme de H dont les pièces polaires 103 et 104 sont séparées par un aimant permanent 102, l'ensemble étant entouré
25 par une bobine 105. La pièce polaire 103 est sensiblement plane et présente deux extrémités opposées 115, 116 élargies.

La pièce polaire 104 présente deux extrémités 117, 118 cambrées à angle droit, qui sont situées dans deux plans s'étendant de part et d'autre des extrémités 115, 116
30 de la pièce polaire 103.

La carcasse de la bobine 105 comporte deux demi-coquilles en matière plastique 106a, 106b libres par rapport aux pièces polaires 103 et 104, l'armature 101 pouvant se déplacer suivant l'axe de la bobine 105.

Les parois latérales des deux demi-coquilles 106a, 106b sont surmoulées sur deux paires de bras 108, 109, 110, 111 parallèles qui s'étendent perpendiculairement à l'axe de la bobine 105 et de part et d'autre des pièces polaires 103 et 104. Ces bras jouent le même rôle que les bras 8, 9; 10, 11 de la figure 1.

Par ailleurs, les bras 108 et 110 d'une part et les bras 109 et 111 d'autre part sont situés dans un même plan.

Comme dans le cas de la réalisation suivant la figure 1, les bras 108, 110 et respectivement 109, 111 sont isolés magnétiquement et définissent des zones d'entrefer antagonistes avec les extrémités correspondantes des pièces polaires 103, 104 de l'armature 101.

Comme on le voit sur la figure 3, les bras 108 et 109 ont leurs extrémités opposées réunies par des culasses planes 112a et 112b perpendiculaires à ces bras et disposées de part et d'autre de l'armature 101.

De même, les bras 110 et 111 ont leurs extrémités opposées réunies par des culasses planes 113a, 113b s'étendant parallèlement aux culasses 112a et 112b. Entre chaque paire de culasses 112a et 113a d'une part et 112b et 113b d'autre part sont interposés des aimants permanents 114a et 114b.

La fixation des culasses 112a, 113a, 112b, 113b aux bras 108, 109, 110 et 111 peut être réalisée comme dans le cas de la réalisation selon la figure 1 au moyen d'encoches emboîtées les unes dans les autres.

Le fonctionnement de l'électro-aimant représenté sur les figures 2 et 3 est identique à celui de la réalisation selon la figure 1

Dans l'électro-aimant représenté sur la figure 4, on a ajouté une centaine aux repères homologues précédents. Cet électro-aimant diffère des réalisations précédentes, essentiellement par le fait qu'il comprend deux armatures 201a, 201b de section sensiblement en H, les pièces

polaires 203a, 204a et 203b, 204b de chacune de ces armatures étant séparées par un aimant permanent 202a, 202b et entourées par une bobine 205a, 205b.

Ces armatures 201a, 201b et ces bobines 205a, 205b
5 sont disposées parallèlement et symétriquement de part et d'autre de l'axe X-X' de l'électro-aimant.

Les pièces polaires 203a, 203b les plus proches de l'axe X-X' sont planes, tandis que les autres pièces polaires 204a, 204b présentent des extrémités 217a, 218a,
10 217b, 218b cambrées à angle droit, les extrémités 217a et 217b situées dans un même plan étant dirigées vers l'axe X-X' tandis que les extrémités 218a et 218b situées dans un autre plan sont dirigées à l'opposé de l'axe X-X'.

Les zones d'entrefer de l'électro-aimant représen-
15 té sur la figure 4 se font vis-à-vis. Du côté des extrémités 218a, 218b des pièces polaires 204a et 204b, les zones d'entrefer sont définies par des bras 209a, 211a et 209b, 211b découpés dans une plaque en tôle, qui sont tous situés dans un même plan et disposés symétriquement par
20 rapport à l'axe X-X'. Ces bras jouent le même rôle que les bras des électro-aimants représentés sur les figures 1 à 3.

Contrairement au cas des réalisations précédentes, dans lesquelles chaque bras est réuni à un bras d'une autre zone d'entrefer mais appartenant à une même
25 pièce polaire, dans la présente réalisation, ce sont les bras de zones d'entrefer se faisant vis-à-vis qui sont réunis.

Ainsi, le bras 209a est directement réuni au bras 211b par une boucle ou culasse 219 située à l'arrière
30 des armatures 201a et 201b relativement au plan de la figure 4, cette culasse faisant partie de la plaque de tôle dans laquelle sont découpés les bras (voir figure 5).

De même, les bras 211a et 209b sont directement reliés par une boucle ou culasse 220 identique à la culasse
35 219, située à l'avant des armatures 201a, 201b relativement au plan de la figure 4.

Par ailleurs, les bras 211a et 211b sont réunis par l'intermédiaire de deux aimants permanents 214a1, 214a2 collés respectivement au bras 211a et au bras 211b en recouvrant partiellement ces derniers. Ces bras sont
5 reliés en série au moyen d'une plaque en tôle 221 qui les coiffe. (Cette plaque 221 n'est pas représentée sur la figure 5).

A titre de variante, les bras 211a et 211b d'une part et les bras 209a et 209b d'autre part auraient
10 pu être réunis directement, ces deux ensembles étant réunis par un aimant permanent intercalé entre eux.

De plus, il faut, dans ce cas, permuter les polarités d'un des aimants permanents 202a ou 202b. On obtient alors un fonctionnement dans lequel les deux armatures
15 201a et 201b ont des mouvements de directions opposées.

L'électro-aimant à fonctionnement bistable représenté sur les figures 4 et 5 peut être transformé facilement en un électro-aimant monostable, en réunissant les bras 211a et 209a d'une part et les bras 211b et 209b
20 d'autre part, et en intercalant un aimant permanent entre ces deux ensembles. Etant donné que ces bras sont dans un même plan, la transformation précitée peut être effectuée très simplement en modifiant la découpe des bras dans la plaque de tôle qui les porte.

La partie inférieure de l'électro-aimant représenté sur la figure 4 pourrait être symétrique de la partie supérieure que l'on vient de décrire. Cependant, dans l'exemple représenté, les extrémités 217a et 217b des pièces polaires 204a et 204b sont cambrées vers l'axe X-X', de
25 façon que l'on puisse engager les armatures 201a et 201b dans la carcasse 206a et 206b des bobines 205a et 205b.
30

Par ailleurs, l'extrémité 217a et 217b des pièces polaires 204a et 204b est suffisamment écartée des extrémités des autres pièces polaires 203a, 203b, pour permettre
35 la mise en place dans les zones d'entrefer ainsi réalisées, de paires de bras 208a, 210a ; 208b, 210b superposés et

séparés par deux aimants permanents 214b1, 214b2. Ces aimants 214b1 et 214b2 sont disposés respectivement entre les bras 208a et 210a et entre les bras 208b et 210b.

Par ailleurs, pour obtenir des mouvements dans
5 le même sens pour les armatures 201a et 201b, le bras 208a, en relation avec la pièce polaire 203a, est réuni au bras 210b, en relation avec la pièce polaire 204b, et de même le bras 210a est réuni au bras 208b par croisement. Ce
10 croisement est obtenu par des encoches telles que 222 ménagées sur l'axe X-X' dans la zone où l'ensemble constituant les bras 210a et 208b est plié à la manière d'une baïonnette de façon que les deux ensembles ne se touchent pas et soient séparés par les aimants 214b1 et 214b2.

Ainsi, ces aimants 214b1 et 214b2 sont branchés
15 en parallèles et les bras sont réunis directement entre eux sans utiliser des culasses.

Dans l'exemple représenté sur la figure 4, les bras 208a à 211b sont fixes et les armatures 201a, 201b mobiles toutes les deux dans le même sens parallèlement à
20 l'axe X-X'.

Ces armatures 201a, 201b se déplacent dans la direction F_1 (vers le bas de la figure) lorsque les bobines 205a, 205b sont excitées suivant les flèches H_{1a} et H_{1b} , ce qui engendre dans le circuit magnétique un flux dont le
25 trajet est représenté par des flèches en trait plein. Ce trajet a sensiblement une forme carrée et est parcouru dans le sens trigonométrique.

Inversement, les armatures 201a, 201b se déplacent dans la direction F_2 (vers le haut de la figure) lorsque
30 les bobines sont excitées suivant les flèches H_{2a} et H_{2b} ce qui engendre dans le circuit magnétique un flux suivant le trajet représenté par les flèches en trait pointillé. Ce trajet a aussi sensiblement une forme carrée, mais est parcouru dans le sens inverse du précédent.

35 Par ailleurs, sans sortir du cadre de l'invention,

il est possible de considérer les armatures 201a, 201b avec leurs bobines comme fixes et les bras 208a à 211b comme mobiles. Dans ce cas, il suffit de prévoir un jeu entre les deux carcasses 206a et 206b des bobines 205a et 205b pour permettre la mise en place, suivant l'axe X-X' d'un moyen de liaison et de guidage, tel qu'une tige pour relier les bras supérieurs 209a ... 211b aux bras inférieurs 208a ... 210b.

Une telle solution est préférée, car les bras présentent une inertie mécanique moindre que celle des armatures et dans ce cas il est possible de surmouler les carcasses en matière plastique des bobines directement sur les armatures.

Dans la réalisation de la figure 6, on a ajouté une centaine aux repères homologues précédents. L'électro-aimant de cette réalisation comporte une armature 301 comprenant des pièces polaires planes 303, 304 séparées par un aimant permanent 302. Cette armature 301 est mobile en translation dans la direction F_1 ou F_2 (suivant l'axe de l'aimant 302), comme dans le cas de l'électro-aimant décrit dans le brevet français 2 388 386. Cependant, contrairement à la réalisation décrite dans ce brevet, ce n'est pas une culasse unique qui pénètre dans la zone d'entrefer entre les pièces polaires 303, 304 situées à la partie inférieure de l'armature 301 mais deux bras magnétiques 308, 310 séparés par un aimant permanent 314.

Par ailleurs, à la zone d'entrefer située à la partie supérieure de l'armature 301, les deux pièces polaires 303 et 304 sont encadrées par deux bras 309 et 311 cambrés en baïonnette qui ne sont pas directement reliés entre eux mais sont reliés par l'intermédiaire de l'aimant 314, comme les bras 308, 310.

D'autre part, les bras 308 et 309 adjacents à la pièce polaire 303 sont réunis directement entre eux par une culasse 312.

De même, les bras 310 et 311 adjacents à la pièce polaire 304 sont reliés directement entre eux par une culasse 313.

Chaque ensemble comprenant deux bras réunis par
5 une culasse 308, 309, 312 et 310, 311, 313 est découpé dans une tôle suivant un C, avec un cambrage en baïonnette.

Autour des culasses 312 et 313 entre lesquelles est placé l'aimant 314, est enroulée une bobine 305.

Par conséquent, dans cette structure, l'aimant 314
10 coopère avec les deux zones d'entrefer de l'armature 301.

Lorsque la bobine 305 est excitée suivant H_1 un flux magnétique est engendré suivant les flèches en trait plein qui provoque la translation de l'armature 301 suivant la flèche F_1 perpendiculaire aux pièces polaires de cette
15 dernière.

Inversement, lorsque la bobine 305 est excitée suivant H_2 , un flux magnétique est engendré suivant les flèches en trait pointillé qui provoque la translation de l'armature 301 suivant la flèche F_2 .

Bien entendu, sans sortir du domaine de l'invention, il aurait été possible, comme pour le cas de la figure 4, de mettre deux armatures 301a et 301b disposées parallèlement entre elles, les zones d'entrefer se faisant vis-à-vis étant réunies par deux en-
20 sembles de bras, réunis par un aimant et entourés par une bobine.

Dans la réalisation de la figure 7, on a ajouté une centaine aux repères homologues précédents. L'électro-aimant bistable de cette réalisation comporte une armature
30 401a à mouvement de rotation, comme dans le cas de la réalisation décrite dans le brevet français 2 271 654.

Cependant, dans l'exemple représenté sur la figure 7, l'électro-aimant comporte deux armatures 401a, 401b parallèles, entre lesquelles sont disposées deux
35 bobines 405a, 405b parallèles à l'axe de rotation comme Y-Y' des deux armatures 401a, 401b.

Chaque armature 401a, 401b en forme de H comprend deux pièces polaires 403a, 404a, 403b, 404b séparées par un aimant 402a, 402b.

Contrairement au cas de la réalisation connue précitée, les noyaux des bobines 405a, 405b, au lieu d'être massifs, sont constitués chacun par deux culasses 419, 420; 423, 424 séparées par un aimant permanent 414a, 414b et ayant des saillies en forme de bras 409a, 411a, 409b, 411b; 408a, 410a; 408b, 410b de part et d'autre de l'aimant permanent.

Le circuit magnétique ainsi réalisé est constitué par quatre ensembles en forme de H, s'emboîtant les uns dans les autres aux quatre sommets d'un rectangle, les deux ensembles entourés par les bobines 405a, 405b étant fixes et les deux autres (armatures 401a et 401b) étant mobiles.

Le fonctionnement est expliqué par les flèches représentées sur la figure 7. Le trajet du flux a aussi une forme sensiblement carrée.

De la description des exemples de réalisation précités, on remarque que dans tous les cas, un entrefer de l'électro-aimant est encadré, dans le sens de la circulation du flux magnétique par un aimant en amont et un autre en aval de ce flux, l'un étant fixe et l'autre étant mobile. Ce résultat est obtenu grâce au fait que, pour chaque zone d'entrefer, les deux surfaces de culasse délimitant les entrefers antagonistes appartiennent à des bras de culasse magnétiquement isolés entre eux et qu'un aimant permanent est interposé entre deux bras de culasse appartenant à une même zone d'entrefer. De plus, les aimants permanents sont situés à proximité immédiate des entrefers, de façon à minimiser les flux de fuite.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation que l'on vient de décrire et on peut apporter à ceux-ci de nombreuses modifications sans sortir du cadre de l'invention.

Ainsi, au lieu d'avoir des entrefers du type à surface constante et distance entre surfaces variables, comme dans le cas des exemples décrits, ces entrefers pourraient être du type à surface variable et distance entre surfaces constantes. Ce résultat peut être obtenu, par exemple en rapprochant les bords d'un bras et d'une pièce polaire. De tels entrefers sont cependant moins efficaces que ceux décrits, en raison des risques de fermeture non complète et de frottements.

Enfin, on peut remarquer qu'en partant d'une structure de circuit magnétique comportant plusieurs armatures réunies par des culasses, lesdites armatures étant constituées d'un aimant permanent muni sur ses faces polaires de pièces polaires débordant de l'axe de l'aimant, on obtient une structure suivant la présente invention en supprimant les culasses et en conformant les extrémités débordantes des pièces polaires des armatures, de façon à ce qu'elles définissent entre elles des zones d'entrefer constituées d'entrefers antagonistes. Les caractéristiques revendiquées ci-dessous s'appliquent donc aussi aux structures décrites dans le brevet d'invention déposé ce jour même par la demanderesse et ayant pour titre "Electro-aimant comprenant des culasses et une armature comportant un aimant permanent muni sur ses faces polaires, de pièces polaires débordant de l'axe de l'aimant, cet axe étant perpendiculaire à la direction du mouvement".

REVENDEICATIONS

1. Electro-aimant à aimant permanent à fonctionnement bistable, comprenant un circuit magnétique et au moins une bobine d'excitation (5, 105, 205a, 305, 405a) entourant une partie du circuit magnétique, ce dernier étant
 5 constitué par des culasses et par au moins une armature (1, 101, 201a, 301, 401a), mobiles les unes par rapport à l'autre, ladite armature comprenant un aimant permanent (2, 102, 202a, 302, 402a) muni sur ses faces polaires, perpendiculairement à l'axe de l'aimant, de deux pièces polaires
 10 (3, 4; 103, 104; 203a, 204a; 303, 304; 403a, 404) débordant sur au moins un des côtés de l'axe de l'aimant pour constituer, avec quatre surfaces de culasse, deux zones d'entrefer, chaque zone d'entrefer étant constituée de deux
 15 entrefers antagonistes entre armature et culasse, engendrant des forces magnétiques de directions opposées, la résultante de ces forces tendant à déplacer l'armature vers l'une ou l'autre de ses positions extrêmes stables suivant le sens de l'excitation de la bobine (5, 105, 205a, 305, 405a), caractérisé en ce que, pour chaque zone
 20 d'entrefer, les deux surfaces de culasse délimitant les entrefers antagonistes appartiennent à des bras de culasse (8, 10; 9, 11; 108, 110; 109, 111; 208a, 210a; 209a, 211a; 208b, 210b; 209b, 211b; 308, 310; 309, 311; 408a, 410a; 409a, 411a; 408b, 410b; 409b, 411b) magnétiquement isolés
 25 entre eux et en ce qu'un aimant permanent (14a; 114a, 114b; 214a1, 214a2; 214b1, 214b2; 314; 414a, 414b) est interposé entre deux bras de culasse (8, 10 ... 409b, 411b) appartenant à une même zone d'entrefer, de façon que la circulation du flux dans un entrefer soit favorisée par la présence
 30 d'aimants permanents en amont ainsi qu'en aval de ladite circulation.

2. Electro-aimant selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'aimant permanent (14a, 114a, 114b... 414a, 414b) est interposé entre deux groupes de chacun
 35 deux bras (8, 9; 10, 11; 108, 109; 110, 111...)

magnétiquement réunis de façon directe et appartenant à des zones d'entrefer distinctes.

3. Electro-aimant selon la revendication 2, dans lequel l'armature (1, 101) est située à l'intérieur de la bobine (5, 105) et possède au moins une pièce polaire (4, 104) dont les extrémités (17, 18; 117, 118) sont cambrées à angle droit, caractérisé en ce que chaque bras (8, 9; 10, 11, 108, 109, 110, 111) a deux extrémités fixées à des culasses (12a; 13a, 112a, 112b, 113a, 113b) qui sont perpendiculaires audits bras, deux de ces culasses situées d'un même côté de l'armature (1, 101) étant séparées par un aimant permanent (14a, 114a, 114b).

4. Electro-aimant selon la revendication 2, comprenant deux armatures (201a, 201b; 401a, 401b) couplées magnétiquement en série, caractérisé en ce que deux groupes de chacun des deux bras réunis (208a, 210b - 210a, 208b; 209a, 211b - 211a, 209b; 408a, 410b - 410a, 408b; 409a, 411b - 411a, 409b) avec leur aimant permanent (214b1, 214b2; 214a 1, 214a2 - 414b, 414a) réunissent deux zones d'entrefer appartenant à des armatures différentes et se faisant vis-à-vis.

5. Electro-aimant selon la revendication 4, dans lequel chaque armature (201a, 201b) est située à l'intérieur d'une bobine (205a, 205b) et possède au moins une pièce polaire (204a, 204b) dont les extrémités (217a, 218a, 217b, 218b) sont cambrées à angle droit, caractérisé en ce que le mouvement de l'électro-aimant est recueilli sur les deux ensembles comprenant respectivement, d'une part les bras (209a, 211b; 211a, 209b) et les aimants (214a1, 214a2) et d'autre part les bras (208a, 210b; 210a, 208b) et les aimants (214b1, 214b2), rendus solidaires l'un de l'autre et qui sont pourvus de moyens de guidage suivant l'axe (X-X') de l'électro-aimant.

6. Electro-aimant selon la revendication 5, caractérisé en ce que les carcasses (206a, 206b) des bobines (205a, 205b) sont respectivement surmoulées sur les arma-

tures (201a, 201b).

7. Electro-aimant selon l'une des revendications 5 ou 6, caractérisé en ce que l'un des ensembles bras-aimants permanents comporte deux bras (209a, 211b; 5 209b, 211a) situés dans un même plan, recouverts chacun partiellement par un aimant permanent (214a1, 214a2) et en ce qu'une plaque (221) coiffe ces aimants pour les relier en série.

8. Electro-aimant selon l'une des revendications 5 ou 6, caractérisé en ce que l'un des ensembles 10 bras-aimants permanents comporte deux bras (208a, 210b; 210a, 208b) cambrés en baïonnette dans leur partie centrale et présentant dans cette dernière des encoches (222) de façon à permettre à ces deux bras de se croiser sans se 15 toucher, en ce que deux aimants permanents (214b1, 214b2) sont intercalés entre ces deux bras pour être reliés en parallèle, et en ce que ces deux bras sont engagés dans un espace compris entre les pièces polaires (203a, 203b) et des extrémités cambrées l'une vers l'autre des deux autres 20 pièces polaires (204a, 204b).

9. Electro-aimant selon la revendication 2, l'armature 301 présentant des pièces polaires planes (303, 304) et étant mobile en translation suivant l'axe de son aimant (302), caractérisé en ce que chaque ensemble 25 de deux bras et de la culasse qui les réunit (308, 309, 312) et respectivement (310, 311, 313) est constitué par une plaque en forme de C, l'un des bras (309, 311) étant cambré en baïonnette et en ce que l'aimant (314) est interposé entre les parties (312, 313) formant culasse desdites 30 plaques en forme de C.

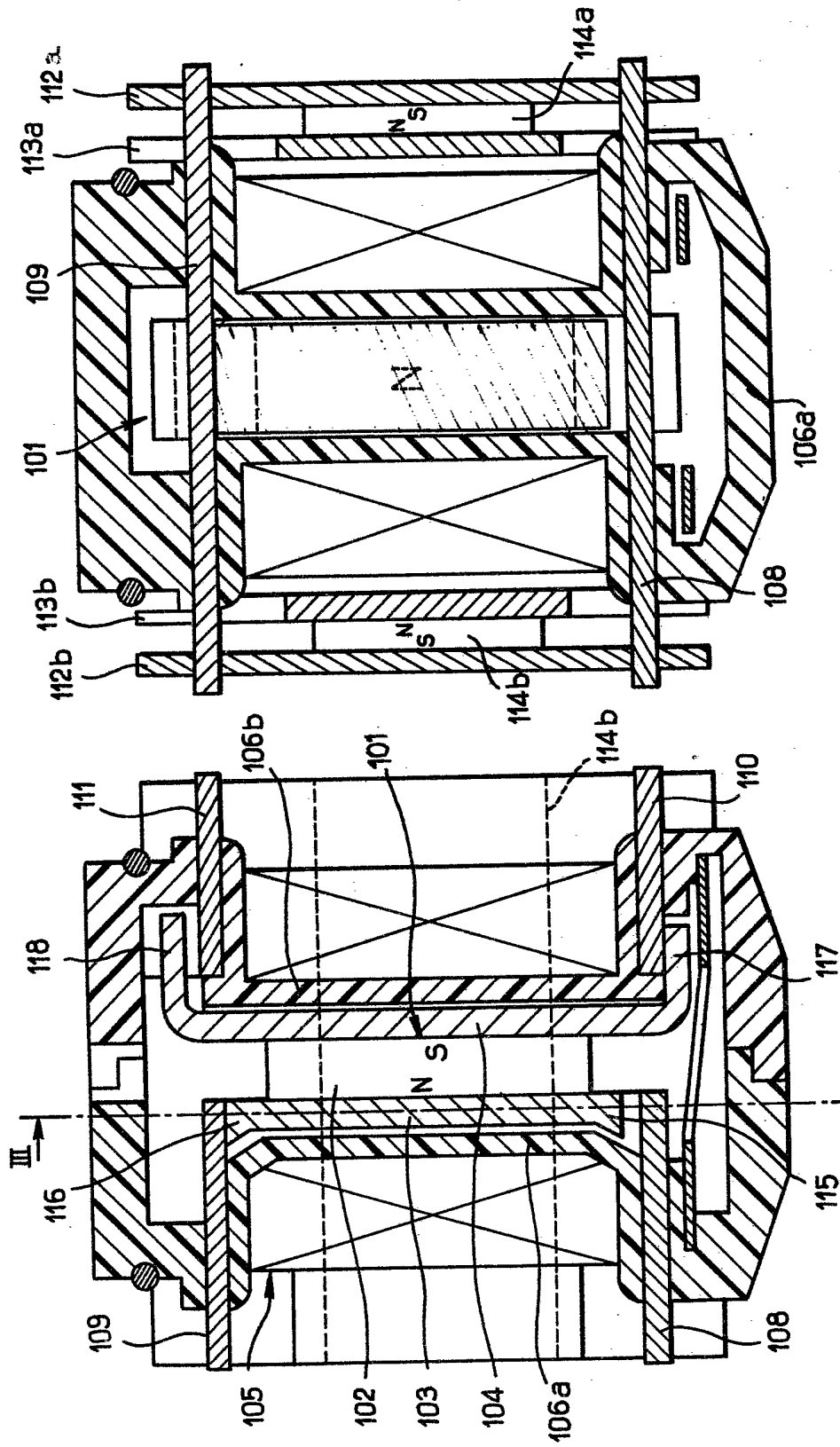


FIG. 3

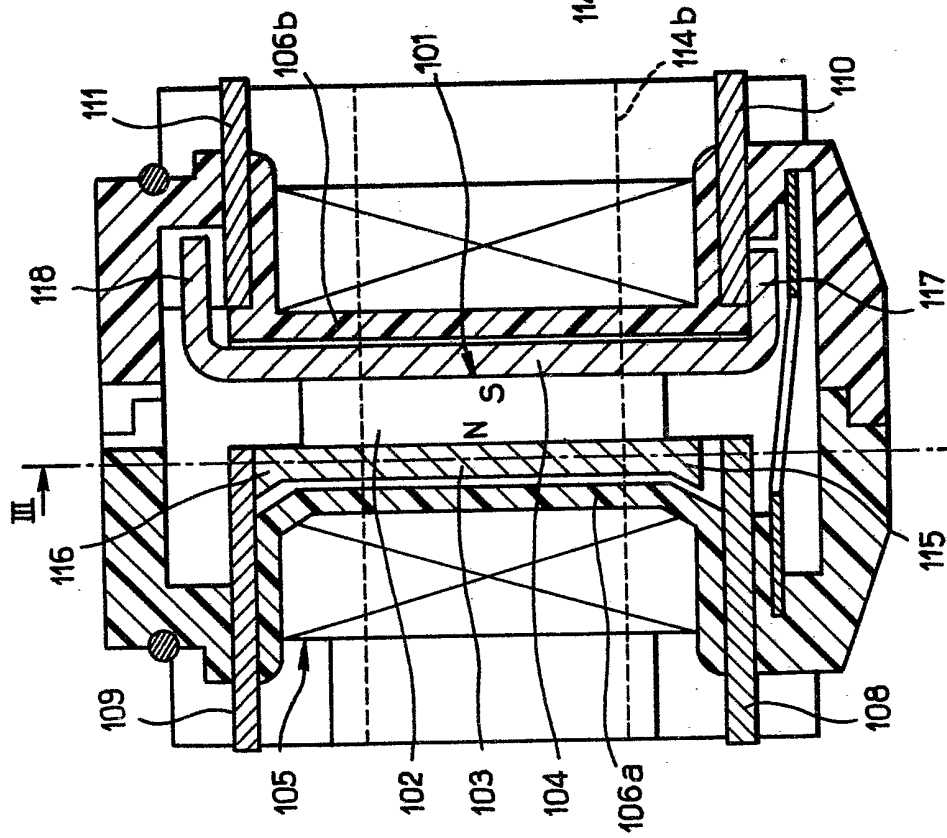


FIG. 2

FIG. 4

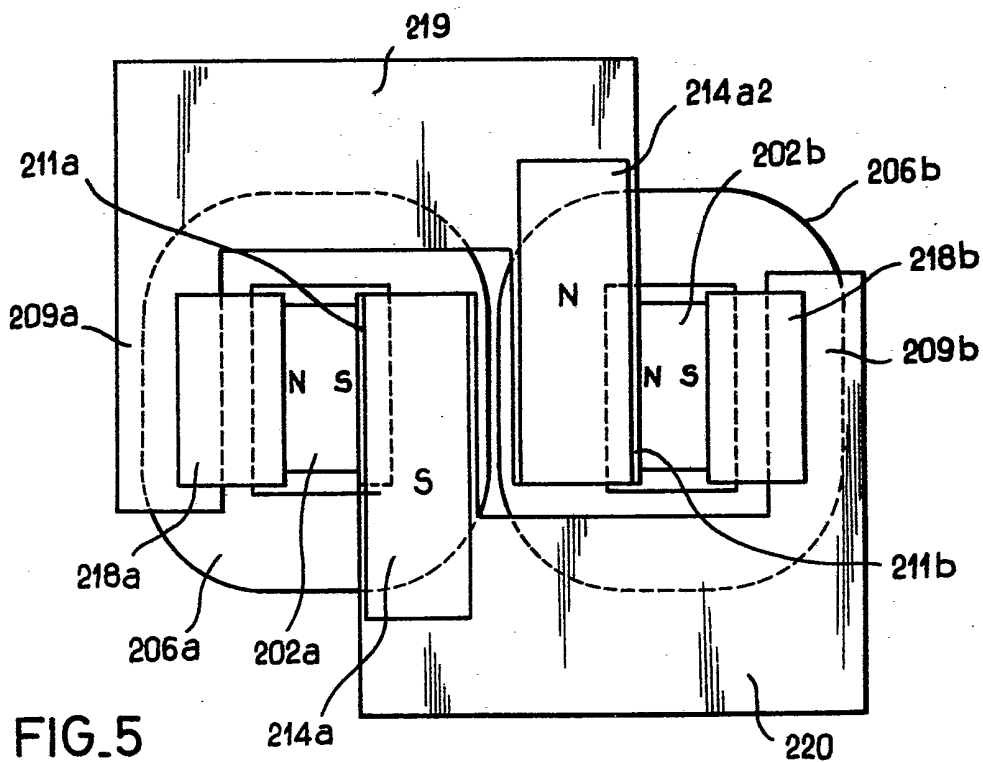
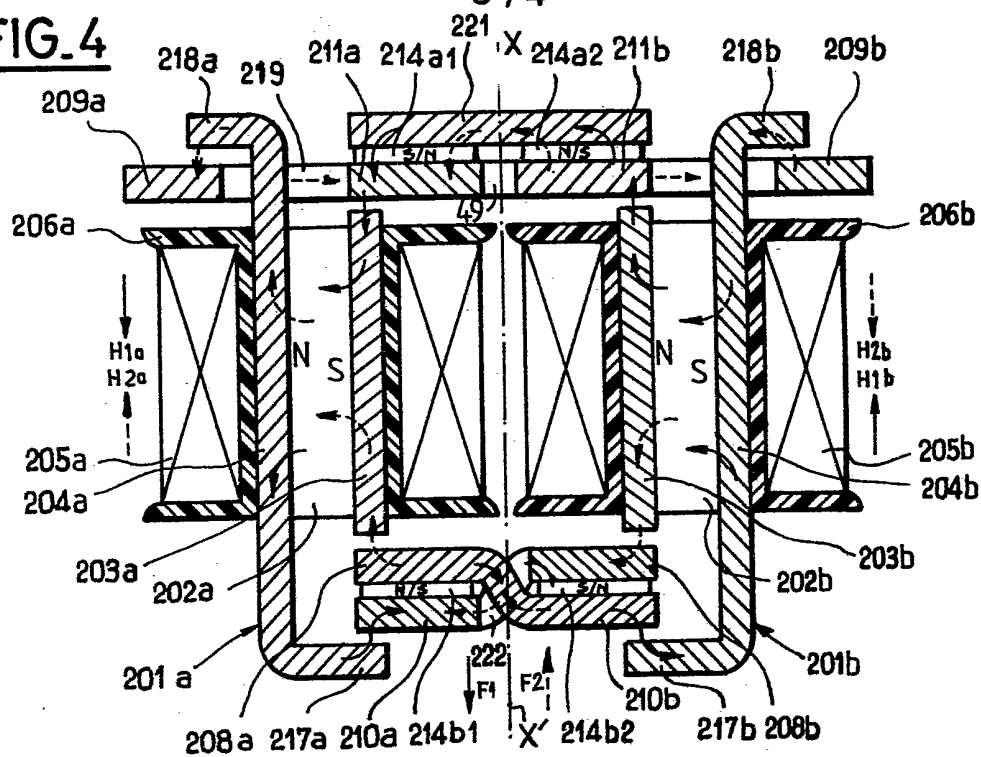
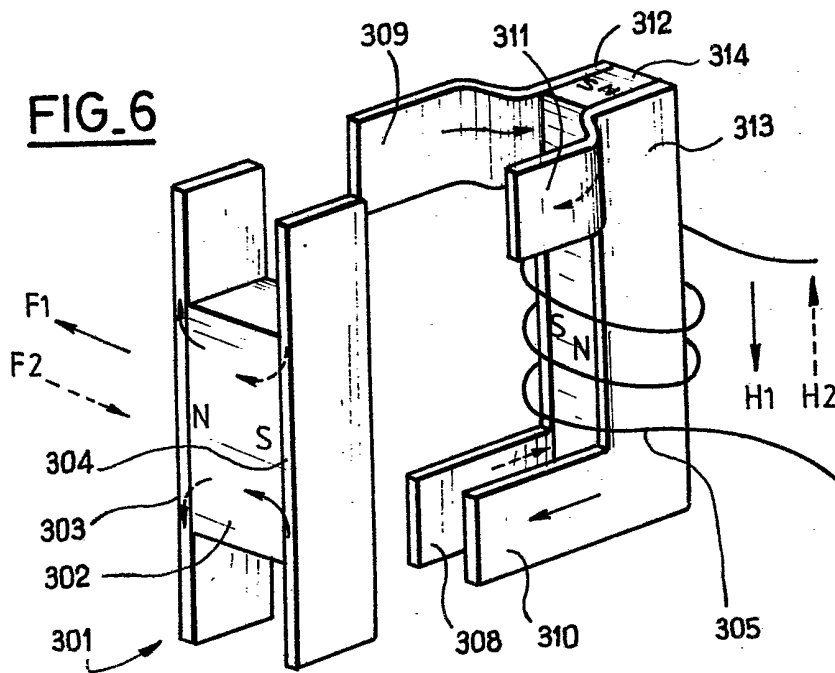


FIG. 5

4 / 4

FIG. 6**FIG. 7**