(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) **N° de publication :** **2 913 142**

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **07 53517**

(51) Int Cl[8] : ***H 01 H 53/015*** *(2006.01), H 01 H 71/24, H 01 F 7/06*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 27.02.07.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 29.08.08 Bulletin 08/35.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS Société par actions simplifiée* — FR.

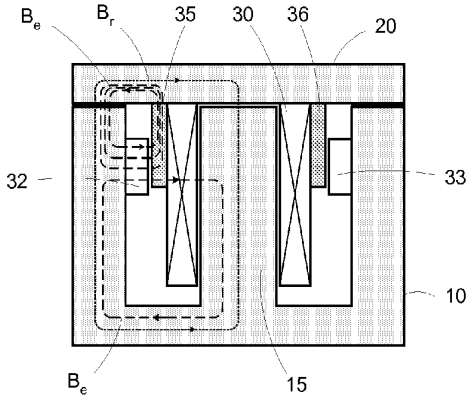
(72) **Inventeur(s) :** BATAILLE CHRISTIAN et PRUVOST PHILIPPE.

(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire(s) :**

(54) ACTIONNEUR ELECTROMAGNETIQUE HYBRIDE.

(57) La présente invention concerne un actionneur électromagnétique pour appareil électrique interrupteur comprenant un ensemble aimanté (32,33), une bobine d'excitation (30) susceptible d'être traversée par un courant électrique de commande, la bobine et l'ensemble aimanté étant mobiles l'un par rapport à l'autre, un circuit magnétique comportant une culasse fixe (10) et une pièce mobile (20), la pièce mobile étant solidaire de l'ensemble aimanté ou de la bobine, et présentant avec la culasse fixe un entrefer minimal dans une première position et maximal dans une seconde position. L'actionneur comporte un aiguilleur magnétique (35,36) fixé à la bobine (30) et agencé pour qu'il soit placé en partie entre la bobine (30) et l'ensemble aimanté (32,33) dans la première position, de façon à dévier une partie du champ magnétique de l'ensemble aimanté (32,33).



FR 2 913 142 - A1

Actionneur électromagnétique hybride

La présente invention se rapporte à un actionneur électromagnétique destiné à être utilisé dans un appareil électrique interrupteur, en particulier dans un appareil de type relais, contacteur ou contacteur-disjoncteur. L'invention concerne aussi un appareil interrupteur comportant un tel actionneur pour actionner ses contacts mobiles.

Ces appareils électriques interrupteurs servent habituellement à commuter le circuit d'alimentation d'une charge ou d'un récepteur électrique, par exemple un moteur électrique, raccordé en aval de l'appareil. Pour cela, l'appareil interrupteur comporte des contacts fixes coopérant avec des contacts mobiles et un actionneur électromagnétique qui déplace les contacts mobiles entre une position fermée dans laquelle ils sont plaqués contre les contacts fixes pour faire circuler le courant d'alimentation dans la charge électrique, et une position ouverte dans laquelle ils sont séparés des contacts fixes, coupant ainsi l'alimentation de la charge.

Les actionneurs peuvent utiliser divers systèmes d'actionnement basés sur différentes propriétés magnétiques et/ou électromagnétiques. Par exemple, un système réluctant de type électroaimant est un système d'actionnement fréquemment utilisé dans des contacteurs. Il comporte une bobine d'excitation parcourue par un courant électrique de commande et un circuit ferromagnétique à inductance variable comprenant une partie fixe et une partie mobile. Il peut par ailleurs être polarisé par l'adjonction d'un aimant permanent.

Un système réluctant génère principalement une force magnétique qui résulte de la variation de réluctance due à la variation de la valeur de l'entrefer du circuit magnétique entre les positions ouverte et fermée. Cette force est inversement proportionnelle au carré de la valeur de l'entrefer magnétique. En position fermée, quand la valeur de l'entrefer est minimale, l'effort moteur généré est donc maximal. Un faible courant de maintien dans la bobine est alors suffisant pour s'opposer à l'effort résistant des moyens de rappel (tels que des ressorts de rappel et des ressorts de pression de contacts) et maintenir le système en position fermée avec une pression de contact suffisante.

Néanmoins, un système réluctant n'est capable de fournir cet effort moteur important que sur une très faible course, généralement inférieure à quelques millimètres. En effet, en position ouverte, la valeur de l'entrefer du circuit magnétique est maximale. Pour démarrer la course de fermeture amenant les contacts mobiles de la position ouverte vers la position fermée, un fort courant d'appel dans la bobine est donc nécessaire pour créer un effort moteur suffisant capable d'attirer la partie mobile du circuit magnétique. Cela peut conduire alors à sur-dimensionner l'ensemble du système (circuit magnétique et bobine) par rapport à ce besoin de fort courant d'appel dans la bobine.

Un système d'actionnement appelé de type électrodynamique présente un circuit ferromagnétique fixe, un ensemble aimanté et une bobine qui est mobile par rapport à cet ensemble aimanté. Il peut être soit à aimant fixe et bobine mobile (tel qu'un Voice-coil), soit à bobine fixe et aimant mobile (électroaimant de type Moving Magnet). Dans un tel actionneur de type électrodynamique, la force magnétique est principalement une force de Laplace qui résulte de la variation de l'inductance mutuelle entre l'ensemble aimanté et la bobine. Elle est proportionnelle au courant traversant la bobine, à l'induction magnétique générée par l'ensemble aimanté et aussi à la longueur de la bobine traversée perpendiculairement par le champ magnétique généré par l'ensemble aimanté. Un tel système fournit donc un effort moteur ayant une bonne linéarité tout au long de la course entre les positions ouverte et fermée, pour un flux magnétique et un courant bobine donné.

Inversement, ce système ne permet pas de fournir un effort moteur supplémentaire important au voisinage de la position fermée pour garantir une bonne pression de contact des contacts mobiles sur les contacts fixes de l'appareil interrupteur. Il faut alors augmenter fortement le courant bobine en position fermée, entraînant une consommation électrique importante ainsi que d'éventuels problèmes thermiques.

Il existe déjà des actionneurs hybrides combinant les avantages d'un système réluctant et d'un système électrodynamique, de façon à ce que le profil de la courbe de l'effort moteur de l'actionneur soit plus adapté au profil de la courbe d'effort résistant des contacts mobiles dans un appareil de type contacteur. Par exemple, le document EP1655755 décrit un tel actionneur électromagnétique hybride fonctionnant

soit en mode réluctant, soit en mode électrodynamique, en fonction de la position de la partie mobile de l'actionneur. Dans cet actionneur, le système électrodynamique fournit principalement l'effort moteur nécessaire pendant la course d'approche des contacts mobiles et le système réluctant fournit principalement l'effort moteur supplémentaire nécessaire en fin de course de fermeture pour plaquer et maintenir efficacement les contacts mobiles contre les contacts fixes.

Néanmoins, le problème d'un tel actionneur hybride est que le basculement du fonctionnement de type électrodynamique au fonctionnement de type réluctant n'est pas toujours assez prononcé. Il est en effet préférable que le passage d'un type de fonctionnement à l'autre type de fonctionnement se fasse assez rapidement, pour optimiser la course de l'effort moteur de l'actionneur.

Ainsi, en fin de course de fermeture des contacts lorsque l'entrefer est proche de sa valeur minimale, le champ magnétique de l'aimant permanent traverse toujours la bobine, ce qui maintient le fonctionnement de type électrodynamique et peut perturber le bon fonctionnement de type réluctant.

De plus, cet aimant crée en permanence une force d'attraction qui a tendance à maintenir l'entrefer à sa valeur minimale, même en l'absence de tout courant circulant dans la bobine. Cet effet est alors gênant lors de l'ouverture de l'actionneur car il nécessite des moyens de rappel élastiques plus importants pour ouvrir efficacement les contacts, ce qui augmente évidemment l'effort résistant de l'actionneur.

Le but de l'invention est donc de concevoir est un actionneur électromagnétique hybride capable de fonctionner soit en mode réluctant, soit en mode électrodynamique suivant la position de la partie mobile de l'actionneur, mais qui ne présente pas les inconvénients précités. L'invention doit ainsi permettre d'optimiser la course de l'effort moteur de l'actionneur, de minimiser la consommation énergétique et d'optimiser la taille de la partie réluctante de l'actionneur.

C'est pourquoi l'invention décrit un actionneur électromagnétique pour appareil électrique interrupteur comprenant un ensemble aimanté, une bobine d'excitation susceptible d'être traversée par un courant électrique de commande, la bobine et l'ensemble aimanté étant mobiles l'un par rapport à l'autre entre une

première position et une seconde position, un circuit magnétique comportant une culasse fixe et une pièce mobile, la pièce mobile étant solidaire de l'ensemble aimanté ou de la bobine, et présentant avec la culasse fixe un entrefer minimal dans la première position et maximal dans la seconde position. L'actionneur est caractérisé en ce qu'il comporte un aiguilleur magnétique fixé à la bobine et agencé pour qu'il soit placé en partie entre la bobine et l'ensemble aimanté dans la première position, de façon à dévier une partie du champ magnétique de l'ensemble aimanté.

Selon une caractéristique, dans la première position, l'aiguilleur magnétique est majoritairement positionné à l'intérieur d'une zone délimitée par des surfaces de la bobine et de l'ensemble aimanté qui sont en regard l'une de l'autre, et, dans la seconde position, l'aiguilleur magnétique est majoritairement positionné à l'extérieur de ladite zone.

Selon une autre caractéristique, dans la première position, l'aiguilleur magnétique est complètement positionné à l'intérieur de ladite zone. Selon une autre caractéristique, dans la seconde position, l'aiguilleur magnétique est complètement positionné à l'extérieur de ladite zone.

Selon un premier mode de réalisation, l'ensemble aimanté est solidaire de la culasse fixe et la bobine est solidaire de la pièce mobile du circuit magnétique. Selon un deuxième mode de réalisation, la bobine est solidaire de la culasse fixe et l'ensemble aimanté est solidaire de la pièce mobile du circuit magnétique.

Grâce à l'invention, l'aiguilleur magnétique va permettre d'aiguiller et de canaliser vers une direction privilégiée tout ou partie du champ magnétique créé par l'ensemble aimanté et traversant la bobine, de manière à ce qu'en particulier ce champ magnétique perturbe moins le système réluctant, au voisinage de la position fermée et de manière à diminuer la force d'attraction engendrée par ce champ magnétique en l'absence de courant bobine, lors de l'ouverture de l'actionneur.

L'invention concerne aussi un appareil électrique interrupteur comportant des contacts fixes coopérant avec des contacts mobiles pour commuter l'alimentation d'une charge électrique, et comprenant au moins un tel actionneur électromagnétique pour actionner les contacts mobiles.

D'autres caractéristiques et avantages vont apparaître dans la description détaillée qui suit en se référant à un mode de réalisation donné à titre d'exemple et représenté par les dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 montre une vue en coupe d'un actionneur hybride connu ne comportant pas d'aiguilleur magnétique,
- la figure 2 représente une vue en coupe d'un premier mode de réalisation d'un actionneur hybride conforme à l'invention, en position fermée,
- la figure 3 représente l'actionneur de la figure 2 en position ouverte,
- la figure 4 détaille une variante à l'actionneur de la figure 2,
- les figures 5 & 6 représentent des vues en coupe d'un deuxième mode de réalisation d'un actionneur hybride conforme à l'invention, respectivement en position fermée et ouverte,
- la figure 7 montre schématiquement une courbe d'effort de l'actionneur hybride conforme à l'invention.

La figure 1 montre un exemple d'actionneur électromagnétique hybride connu utilisé dans un appareil électrique interrupteur de type contacteur, contacteur-disjoncteur ou relais. Comme indiqué précédemment, un tel actionneur combine les avantages d'un système réluctant et d'un système électrodynamique, de façon à mieux adapter le profil de la courbe de l'effort moteur de l'actionneur au profil de la courbe d'effort résistant.

Il comporte un circuit magnétique réalisé en matériau ferromagnétique et comprenant une culasse fixe 10 et une pièce mobile 20. La culasse fixe 10 présente une partie latérale formée par deux flancs latéraux 12,13 et un noyau central 15, l'ensemble s'appuyant sur une base commune 14. Le noyau central 15 est entouré totalement ou partiellement par une bobine d'excitation 30 qui est mobile en translation suivant un axe de déplacement longitudinal X lorsqu'elle est traversée par un courant électrique de commande. Le noyau central 15 et la bobine 30 possèdent indifféremment une section transversale carrée ou circulaire. L'appareil électrique comporte des contacts fixes coopérant avec des contacts mobiles qui sont mus par l'actionneur.

La pièce mobile 20 du circuit magnétique est par exemple composée d'une simple palette mobile 20. De façon équivalente, cette pièce mobile 20 pourrait aussi avoir une constitution similaire à la culasse fixe, avec des flancs latéraux et un noyau

central qui seraient placés en vis-à-vis de ceux de la culasse fixe, comme cela existe fréquemment dans des contacteurs. La palette mobile 20 est mécaniquement liée à la bobine 30 par divers moyens de liaison classiques non détaillés ici. Le ou les contacts mobiles de l'appareil (non représentés dans les figures) sont couplés mécaniquement avec la palette mobile 20. La palette mobile 20 et la bobine 30 se déplacent donc suivant l'axe X entre une première position fermée dans laquelle les contacts mobiles sont plaqués contre les contacts fixes, et une seconde position ouverte dans laquelle les contacts mobiles sont séparés des contacts fixes de l'appareil. Le circuit magnétique présente un entrefer magnétique E formé par les espaces entre les différentes surfaces en vis-à-vis de la palette mobile 20 et de la culasse fixe 10. Cet entrefer a une valeur maximale en position ouverte et une valeur minimale en position fermée.

Des moyens de rappel non représentés (tel qu'un ressort par exemple) permettent à l'actionneur de passer de la position fermée à la position ouverte. On pourrait aussi envisager que ce mouvement d'ouverture est facilité par l'envoi d'un courant de sens inverse dans la bobine.

L'actionneur comporte également un ensemble aimanté qui est composé de deux aimants 32, respectivement 33, fixés sur la paroi interne des flancs latéraux 12, respectivement 13, de façon symétrique par rapport à l'axe de déplacement longitudinal X de la bobine 30 et en regard de la bobine 30. Les axes d'aimantation des aimants 32,33 sont perpendiculaires et symétriques par rapport à l'axe X et dirigés soit vers l'axe X, soit à l'opposé de l'axe X. Le sens de l'aimantation des aimants 32,33 et le sens du courant circulant dans la bobine sont choisis pour obtenir le mouvement souhaité de l'ensemble "bobine 30 + palette mobile 20".

Le mouvement de la palette mobile 20 le long de l'axe X par rapport à la culasse fixe 10 représente la course de l'actionneur entre la position ouverte et la position fermée. Pour passer de la position ouverte à la position fermée, on fait circuler un courant électrique dans la bobine 30. Il se produit alors :

- un premier flux magnétique Br créé par l'effet réluctant de l'actionneur. Ce flux réluctant Br génère une force Fr de déplacement de la palette mobile qui est proportionnelle aux ampères-tours n*I fournis par la bobine 30, à la surface S de l'entrefer du circuit magnétique et qui est inversement proportionnelle au carré de la distance E formée par cet entrefer. Cette force est donc de forme non linéaire en fonction de la course de l'actionneur. Elle

est évidemment beaucoup plus importante au voisinage de la position fermée, lorsque la distance E est minimale.

- un second flux magnétique Be créé par l'effet électrodynamique de l'actionneur. Ce flux Be génère une force de Laplace Fe qui tend à faire déplacer la bobine suivant l'axe X. Cette force Fe est proportionnelle à l'intensité I du courant circulant dans la bobine 30, au champ magnétique B créé par les aimants 32,33 et à la longueur L de la bobine traversée perpendiculairement par le champ de l'aimant. Cette force est donc de forme linéaire en fonction de la course de l'actionneur et est relativement constante durant toute la course de l'actionneur.

Sur la figure 1, les flux magnétiques Br et Be sont indiqués en position fermée. Dans cette position, l'entrefer a une valeur E minimale correspondant à un entrefer résiduel qui est maintenu par construction, pour éviter la saturation de l'actionneur. Le flux Br circule entre la culasse mobile 20 et la culasse fixe 15, 14, 12 (respectivement 13) de l'actionneur en traversant l'entrefer E de l'actionneur. Le flux Be passe par les pôles S-N de l'aimant 32 (respectivement 33) et traverse la bobine 30 perpendiculairement à l'axe de déplacement X, avant de se reboucler d'une part via les parties 15, 14, 12 (respectivement 13) de l'actionneur et d'autre part via les parties 15, E, 20, E, 12 (respectivement 13) de l'actionneur.

La figure 1 montre que, en position fermée, le flux Be peut avoir un sens opposé au flux Br dans la culasse mobile 20 de l'actionneur, ce qui nuit à l'efficacité de la force de pression de contact des contacts mobiles. De plus, même en l'absence de courant dans la bobine, le champ magnétique des aimants permanents 32, 33 crée une force d'attraction qui maintient l'entrefer E entre la culasse mobile 20 et la culasse fixe (noyau central 15, flancs latéraux 12,13) à leur valeur minimale et qu'il faut vaincre lors du mouvement d'ouverture de l'actionneur. De plus, en position fermée, une partie du flux réluctant Br passe par les aimants 32, 33 et non par l'entrefer E, ce qui réduit l'efficacité des ampères tours n*I de la bobine 30.

C'est pourquoi, l'invention propose de rajouter dans un tel actionneur hybride un aiguilleur magnétique réalisé en matériau ferromagnétique (tel qu'un matériau en mu-métal ou fer) et fixé à la bobine d'excitation. Cet aiguilleur magnétique est destiné à dévier tout ou partie du champ magnétique de l'ensemble aimanté dans la position

fermée de l'actionneur, de façon notamment à ce que ce champ magnétique ne traverse pas la bobine.

Un premier mode de réalisation est représenté dans les figures 2 & 3, dans lequel l'aiguilleur magnétique est composé de deux plaques 35, 36 qui sont fixées sur la paroi externe de la bobine mobile 30, symétriquement par rapport à l'axe X. Les deux plaques 35, 36 se déplacent donc avec la bobine 30. L'actionneur représenté est du même type que celui de la figure 1. Selon l'invention, l'aiguilleur magnétique est agencé pour être placé en partie entre la bobine 30 et l'ensemble aimanté 32, 33 dans une première position correspondant à la position fermée de l'actionneur (voir figure 2).

Dans cette première position, l'aiguilleur magnétique est principalement placé entre la bobine et l'ensemble aimanté, c'est-à-dire que l'aiguilleur magnétique 35 (respectivement 36) est majoritairement positionné à l'intérieur d'une zone 37 (respectivement 38) délimitée par les surfaces de la bobine 30 et de l'ensemble aimanté 32 (respectivement 33) en regard l'une de l'autre. Préférentiellement, l'aiguilleur magnétique 35 (respectivement 36) est complètement positionné à l'intérieur de la zone 37 (respectivement 38) dans la position fermée de l'actionneur.

Inversement, dans une seconde position correspondant à la position ouverte de l'actionneur (voir figure 3), l'aiguilleur magnétique n'est pas principalement placé entre la bobine et l'ensemble aimanté, c'est-à-dire que l'aiguilleur magnétique 35 (respectivement 36) est majoritairement positionné en dehors de la zone 37 (respectivement 38) délimitée par les surfaces de la bobine 30 et de l'ensemble aimanté 32 (respectivement 33) qui sont en regard l'une de l'autre. Préférentiellement, l'aiguilleur magnétique 35 (respectivement 36) est complètement positionné à l'extérieur de la zone 37 (respectivement 38) dans la position ouverte de l'actionneur.

Lorsque l'aiguilleur magnétique 35 est majoritairement positionné à l'extérieur de la zone 37, alors il influence peu le fonctionnement de l'actionneur hybride, car les lignes du champ magnétique de l'aimant 32 sont peu ou pas déviées par la présence de l'aiguilleur magnétique 35. Cela signifie qu'en position ouverte, le fonctionnement de l'actionneur des figures 2 & 3 est sensiblement identique à celui de la figure 1. La figure 3 montre ainsi qu'en position ouverte, étant donné la valeur importante de l'entrefer E, le principal effort moteur est dû au flux magnétique Be électrodynamique traversant les éléments 32/33, 30, 15, 14, 12/13 et générant une force de Laplace Fe

de déplacement de l'ensemble "bobine 30 + palette mobile 20", lorsqu'un courant circule dans la bobine 30.

Par contre, lorsque l'aiguilleur magnétique 35 est majoritairement positionné à l'intérieur de la zone 37, alors il dévie une partie importante des lignes du champ magnétique de l'aimant 32 pour les aiguiller vers une direction privilégiée, c'est-à-dire vers le matériau magnétique le plus proche, en l'occurrence vers la culasse mobile 20, ce qui fait que la partie du flux Be passant par le chemin 32, 30, 15, 14, 12 deviendra négligeable, tant que l'aiguilleur magnétique ne sera pas saturé. Ainsi, une partie importante du flux Be ne traverse plus perpendiculairement la bobine 30, ce qui entraîne que la force de Laplace Fe diminue très sensiblement. Donc, en position fermée, l'effort moteur agissant sur la culasse mobile 20 reste principalement l'effort réluctant Fr.

Par ailleurs, l'aiguilleur magnétique 35 (respectivement 36) a également pour effet que le champ magnétique de l'aimant permanent 32 (respectivement 33) ne traverse plus l'entrefer situé entre le noyau central 15 et la culasse mobile 20. Ainsi, la force d'attraction due à l'ensemble aimanté en l'absence de courant bobine est moins élevée que dans un même actionneur hybride ne comportant pas d'aiguilleur magnétique.

Une variante de l'actionneur de la figure 2 est présentée en figure 4. Dans cette variante, l'aiguilleur magnétique est composé de deux éléments 35', 36' en matériau ferromagnétique qui sont fixés sur la paroi externe de la bobine mobile 30, symétriquement par rapport à l'axe X. La forme de l'élément 35' (respectivement 36') diffère de la plaque 35 (respectivement 36) de la figure 2, en ce qu'elle comporte en plus un rebord permettant à l'aiguilleur magnétique de se rapprocher au plus près du flanc latéral 12 (respectivement 13) de la culasse fixe 10.

Le but de ce rebord est que, en position fermée, l'aiguilleur 35 (respectivement 36) soit plus proche du flanc latéral 12 (respectivement 13) de la culasse fixe 10 que de la palette mobile 20 du circuit magnétique. C'est-à-dire que, en position fermée, l'entrefer entre l'aiguilleur 35 (respectivement 36) et le flanc latéral 12 (respectivement 13) soit inférieur à l'entrefer entre l'aiguilleur 35 (respectivement 36) et la palette mobile 20.

Ainsi, grâce à cette variante, l'aiguilleur magnétique est capable de rediriger et de reboucler le champ magnétique de l'ensemble aimanté directement vers la culasse fixe 10 sans passer par la palette mobile 20. Le champ magnétique est alors court-circuité de sorte qu'il ne traverse plus l'entrefer situé entre le noyau central 15 et la culasse mobile 20 ni les entrefers situés entre les flancs latéraux 12, 13 et la culasse mobile 20. L'influence de la force d'attraction de l'ensemble aimanté en l'absence de courant bobine est encore diminuée, ce qui facilite d'autant plus le mouvement d'ouverture de l'actionneur.

Les figures 5 & 6 montrent un second mode de réalisation d'un actionneur hybride conforme à l'invention. Cet actionneur comporte un circuit magnétique réalisé en matériau ferromagnétique et comprenant une culasse fixe 40 et une pièce mobile 41 de type noyau plongeur central, qui est mobile en translation suivant un axe de déplacement longitudinal X. Une bobine d'excitation fixe 44 est positionnée à l'intérieur des flancs de la culasse fixe 40. Le noyau mobile 41 et la bobine 44 possèdent indifféremment une section transversale carrée ou circulaire.

L'actionneur comporte également un ensemble aimanté qui est composé de deux aimants 42, respectivement 43, fixés sur les côtés du noyau mobile 41 de façon symétrique par rapport à l'axe de déplacement longitudinal X. Les axes d'aimantation des aimants 42, 43 sont perpendiculaires et symétriques par rapport à l'axe X et dirigés soit vers l'axe X, soit à l'opposé de l'axe X. La pièce mobile 41 du circuit magnétique est donc solidaire de l'ensemble aimanté 42, 43.

Ainsi, dans les deux modes de réalisation, la bobine est toujours mobile par rapport à l'ensemble aimanté. Mais dans ce second mode de réalisation, la bobine 44 est désormais fixe et les aimants 42, 43 sont mobiles. Cet agencement permet avantageusement d'avoir une bobine fixe, ce qui simplifie son raccordement électrique.

L'actionneur comporte également un aiguilleur magnétique composé de deux éléments 45, 46 réalisé en matériau ferromagnétique (tel qu'un matériau en mu-métal ou fer) et fixé sur une paroi intérieure de la bobine 44. Comme pour le premier mode de réalisation, dans la première position ou position fermée, l'aiguilleur magnétique 45 (respectivement 46) est majoritairement positionné à l'intérieur d'une zone délimitée par les surfaces de la bobine 44 et de l'ensemble aimanté 42 (respectivement 43) en regard l'une de l'autre. Inversement, dans la seconde position ou position ouverte,

l'aiguilleur magnétique 45 (respectivement 46) est majoritairement positionné en dehors de la zone délimitée par les surfaces de la bobine 44 et de l'ensemble aimanté 42 (respectivement 43) qui sont en regard l'une de l'autre.

L'exemple présenté dans les figures 5 & 6 montre que la forme de l'aiguilleur magnétique 45 (respectivement 46) permet avantageusement que, en position fermée, l'aiguilleur 45 (respectivement 46) soit plus proche du noyau mobile 41 que de la culasse fixe 40 du circuit magnétique. C'est-à-dire que, en position fermée, l'entrefer entre l'aiguilleur 45 (respectivement 46) et le noyau mobile 41 est inférieur à l'entrefer entre l'aiguilleur 45 (respectivement 46) et la culasse fixe 40, de façon à diminuer l'influence du champ magnétique des aimants 42, 43 lors du mouvement d'ouverture.

En position ouverte, l'actionneur se comporte comme un actionneur électrodynamique avec un flux Be traversant perpendiculairement la bobine 44 et passant par la culasse fixe 40, le noyau central 41 et les aimants 42,43, comme indiqué en figure 6. En position fermée, l'entrefer magnétique entre la culasse fixe 40 et le noyau central 41 est minimal et un flux réluctant Br traverse la culasse fixe 40 et le noyau central 41. Par contre, le champ magnétique des aimants 42,43 est en grande partie redirigé et rebouclé directement vers le noyau central 41 sans passer par la bobine 44 et sans passer par l'entrefer entre la culasse fixe 40 et le noyau central 41, grâce à l'aiguilleur magnétique 45, 46.

Grâce à l'invention, on peut ainsi optimiser la courbe de l'effort moteur généré par l'actionneur en fonction de la course X de la pièce mobile du circuit magnétique, de façon à s'approcher au mieux de l'effort résistant de l'appareil électrique. Un exemple d'une telle courbe est donné en figure 7 dans un graphique montrant les différents efforts F en fonction de la course X. La courbe F1 représente l'effort résistant classique d'un appareil interrupteur de type contacteur ou relais. L'effort résistant F1 est minimum en position ouverte (lorsque la course X est maximale - Off en figure 7), augmente doucement jusqu'à un seuil marquant la rencontre entre les contacts mobiles et les contacts fixes de l'appareil, puis continue à augmenter plus rapidement à mesure que la course X diminue (jusqu'à la position fermée – On en figure 7) correspondant à la compression des ressorts de pression de contact des contacts mobiles.

La courbe F2 montre l'effort moteur d'un actionneur classique de type électrodynamique. Cet effort F2 est régulier sur toute la course de la pièce mobile mais n'est pas capable de vaincre l'effort résistant supplémentaire à l'approche de la position fermée. La courbe F3 montre l'effort moteur d'un actionneur classique de type réluctant. Cet effort F3 est très élevé au voisinage de la position fermée, mais décroît ensuite rapidement au fur et à mesure que l'entrefer du circuit magnétique de l'actionneur augmente. La courbe F4 montre l'effort moteur d'un actionneur hybride conforme à l'invention, qui est une combinaison de l'effort F2 au voisinage de la position ouverte (influence de F3 négligeable à cause de l'entrefer important) et de l'effort F3 au voisinage de la position fermée (grâce à l'utilisation de l'aiguilleur magnétique).

Des ajustements concernant les formes, les dimensions et les positionnements de l'ensemble aimanté et de l'aiguilleur magnétique permettent de régler précisément l'instant et la progressivité du basculement entre le fonctionnement de type réluctant et le fonctionnement de type électrodynamique. Ces réglages doivent être adaptés au fonctionnement souhaité de l'appareil électrique comprenant un tel actionneur.

De plus, le fait de mettre un aiguilleur de flux d'aimant permet aussi de dimensionner et d'optimiser chaque partie de l'actionneur l'hybride indépendamment l'un de l'autre pour la zone dans laquelle il travaille, à savoir la courbe F3 pour la partie réluctante et la courbe F2 pour la partie VoiceCoil, ce qui simplifie le travail de conception et de mise au point.

Par ailleurs, l'invention permet d'obtenir une course d'effort moteur F4 optimisée par rapport à la courbe d'effort résistant F1, avec un courant électrique de commande de la bobine qui reste constant sur toute la course de l'actionneur, ce qui réduit considérablement la complexité de la commande électronique de la bobine.

Il est bien entendu que l'on peut, sans sortir du cadre de l'invention, imaginer d'autres variantes et perfectionnements de détail et de même envisager l'emploi de moyens équivalents.

REVENDICATIONS

1. Actionneur électromagnétique pour appareil électrique interrupteur comprenant :

- un ensemble aimanté (32,33,42,43),
- une bobine d'excitation (30,44) susceptible d'être traversée par un courant électrique de commande, la bobine et l'ensemble aimanté étant mobiles l'un par rapport à l'autre entre une première position et une seconde position,
- un circuit magnétique comportant une culasse fixe (10,40) et une pièce mobile (20,41), la pièce mobile étant solidaire de l'ensemble aimanté ou de la bobine, et présentant avec la culasse fixe un entrefer magnétique dont la valeur est minimale dans la première position et est maximale dans la seconde position,

caractérisé en ce que l'actionneur comporte un aiguilleur magnétique (35,36,35', 36',45,46) fixé à la bobine (30,44) et agencé pour qu'il soit positionné au moins en partie entre la bobine (30,44) et l'ensemble aimanté (32,33,42,43) dans la première position, de façon à dévier une partie du champ magnétique de l'ensemble aimanté (32,33,42,43).

2. Actionneur électromagnétique selon la revendication 1, caractérisé en ce que, dans la première position, l'aiguilleur magnétique est majoritairement positionné à l'intérieur d'une zone (37,38) délimitée par des surfaces de la bobine (30) et de l'ensemble aimanté (32,33) qui sont en regard l'une de l'autre, et, dans la seconde position, l'aiguilleur magnétique est majoritairement positionné à l'extérieur de ladite zone (37,38).

3. Actionneur électromagnétique selon la revendication 2, caractérisé en ce que dans la première position, l'aiguilleur magnétique (35,36,35',36') est complètement positionné à l'intérieur de ladite zone (37,38).

4. Actionneur électromagnétique selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que dans la seconde position, l'aiguilleur magnétique (35,36,35',36') est complètement positionné à l'extérieur de ladite zone (37,38).

5. Actionneur électromagnétique selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'ensemble aimanté (32,33) est solidaire de la culasse fixe (10) et la bobine (30) est solidaire de la pièce mobile (20) du circuit magnétique.

6. Actionneur électromagnétique selon la revendication 5, caractérisé en ce que la culasse fixe (10) comprend une partie latérale (12,13) et un noyau central (15), en ce que l'ensemble aimanté (est composé de deux aimants permanents (32,33) fixés sur la partie latérale (12,13) symétriquement par rapport à un axe de déplacement (X) de la bobine et en ce que l'aiguilleur magnétique est formé de deux éléments (35,36,35',36') d'un matériau ferromagnétique fixés sur des flancs extérieurs de la bobine (30).

7. Actionneur électromagnétique selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'aiguilleur magnétique (35',36') est agencé pour que, dans la première position, l'entrefer entre l'aiguilleur magnétique et la partie latérale (12,13) de la culasse fixe soit inférieur à l'entrefer entre l'aiguilleur magnétique et la pièce mobile (20) du circuit magnétique.

8. Actionneur électromagnétique selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la bobine (44) est solidaire de la culasse fixe (40) et l'ensemble aimanté (42,43) est solidaire de la pièce mobile (41) du circuit magnétique.

9. Actionneur électromagnétique selon la revendication 8, caractérisé en ce que la pièce mobile du circuit magnétique comprend un noyau central mobile (41), en ce que l'ensemble aimanté est composé de deux aimants permanents (42,43) fixés sur le noyau mobile (41) symétriquement par rapport à un axe de déplacement (X) de la bobine et en ce que l'aiguilleur magnétique est formé de deux éléments (45,46) d'un matériau ferromagnétique fixés sur des flancs intérieurs de la bobine (44).

10. Actionneur électromagnétique selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'aiguilleur magnétique est agencé pour que, dans la première position, l'entrefer entre l'aiguilleur magnétique et le noyau central mobile (41) soit inférieur à l'entrefer entre l'aiguilleur magnétique et la culasse fixe (40).

11. Appareil électrique interrupteur comportant des contacts fixes coopérant avec des contacts mobiles pour commuter l'alimentation d'une charge électrique, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un actionneur électromagnétique selon l'une des revendications précédentes pour actionner les contacts mobiles.

5

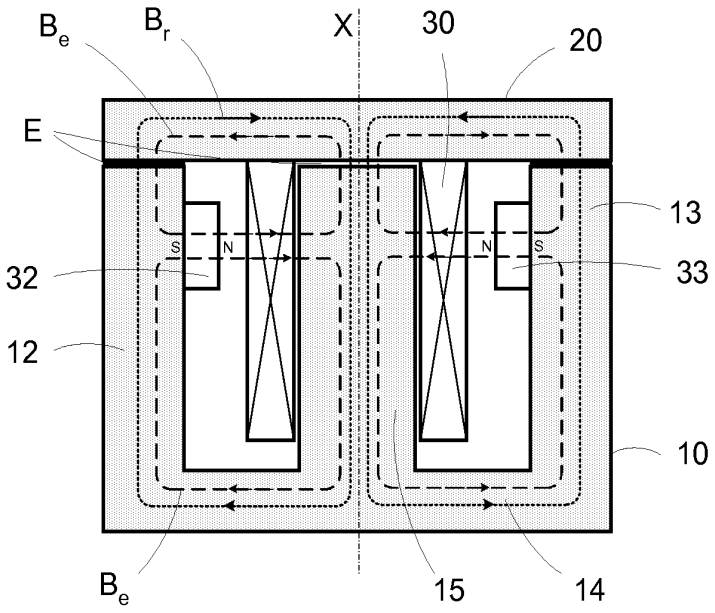


FIG. 1 - art antérieur

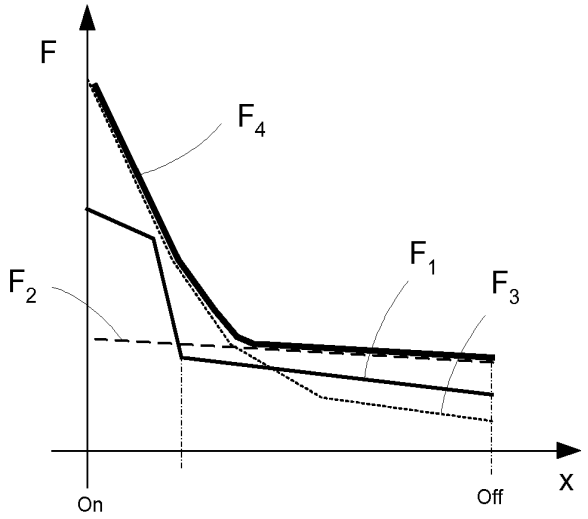


FIG. 7

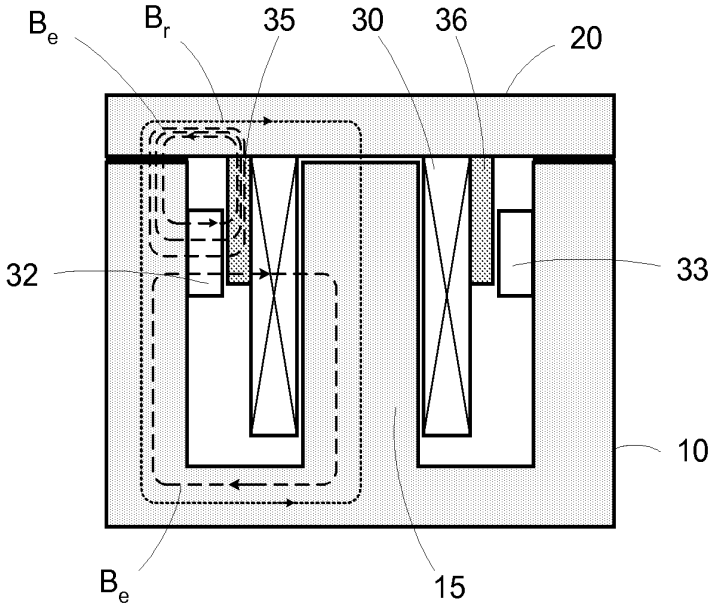


FIG. 2

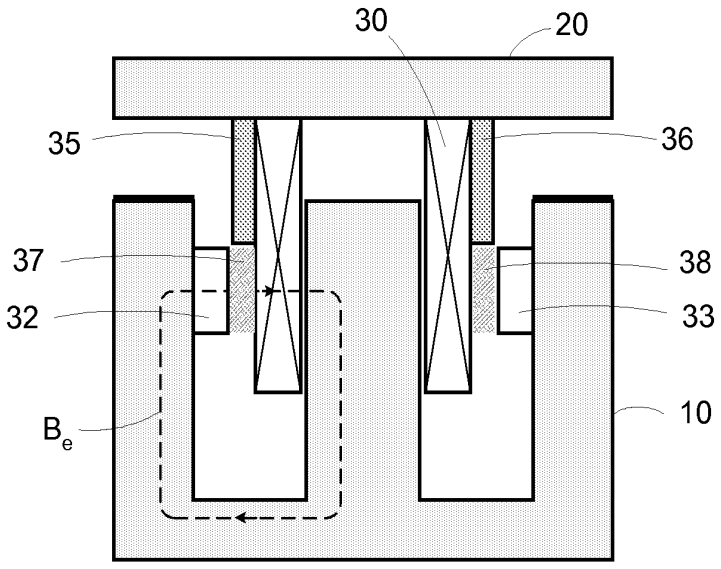


FIG. 3

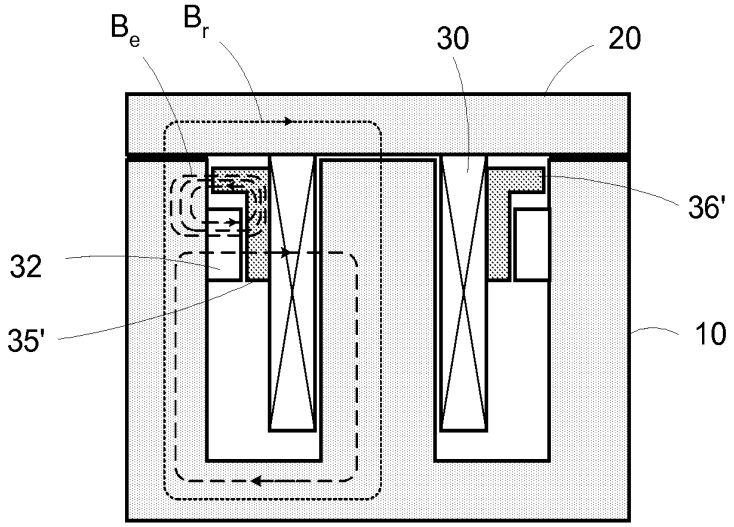


FIG. 4

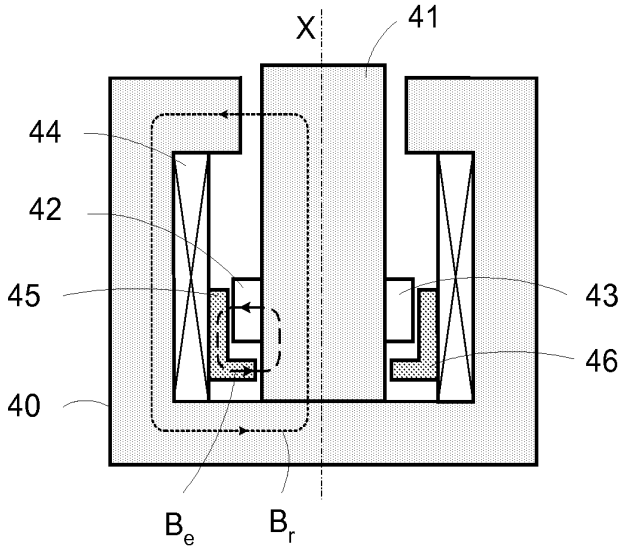


FIG. 5

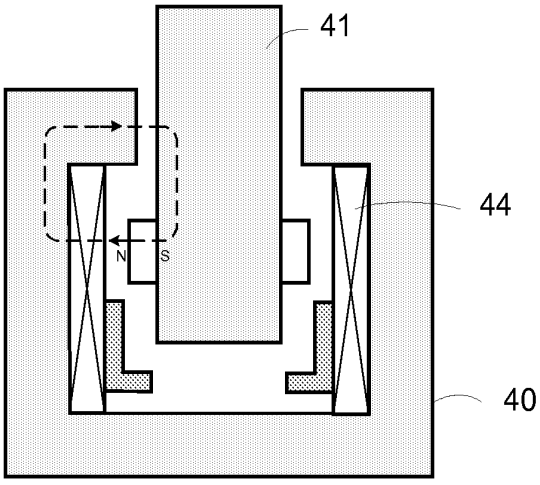


FIG. 6

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

2913142

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement national

FA 690045
FR 0753517

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
D,Y	EP 1 655 755 A (SCHNEIDER ELECTRIC IND SAS [FR]) 10 mai 2006 (2006-05-10) * le document en entier * -----	1,5,6,11	H01H53/015 H01H71/24 H01F7/06
Y	JP 01 074707 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD) 20 mars 1989 (1989-03-20) * abrégé; figures 5,6 * -----	1,5,6,11	
A	FR 2 875 637 A1 (SCHNEIDER ELECTRIC IND SAS SOC [FR]) 24 mars 2006 (2006-03-24) * abrégé; figures 1,2 * -----	1	
A	JP 63 133604 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD) 6 juin 1988 (1988-06-06) * abrégé; figures 1,3 * -----	1	
A	JP 58 093302 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD) 3 juin 1983 (1983-06-03) * abrégé; figures 2,7 * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) H01H H01F

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
23 juillet 2007	MAEKI-MANTILA, M

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

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 bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

.....

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0753517 FA 690045

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 23-07-2007
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1655755 A	10-05-2006	FR 2877762 A1	12-05-2006
JP 1074707 A	20-03-1989	AUCUN	
FR 2875637 A1	24-03-2006	EP 1792326 A1	06-06-2007
		WO 2006032649 A1	30-03-2006
JP 63133604 A	06-06-1988	AUCUN	
JP 58093302 A	03-06-1983	AUCUN	

EPO FORM P0465