



(11) **EP 2 367 180 A2**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
21.09.2011 Bulletin 2011/38

(51) Int Cl.:
H01F 7/122 (2006.01) H01F 7/16 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **11002269.6**

(22) Date de dépôt: **19.03.2011**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME

(72) Inventeur: **Barbet, Frédéric**
35520 Melesse (FR)

(74) Mandataire: **Thibon, Norbert**
Cabinet Thibon-Littaye
BP 19
30 rue de l'Amiral Lemonnier
78164 Marly le Roi Cedex (FR)

(30) Priorité: **19.03.2010 FR 1001096**

(71) Demandeur: **Adulis**
36100 Issoudun (FR)

(54) **Actionneur linéaire électromagnétique**

(57) L'invention concerne un actionneur électromagnétique, dans lequel un organe mobile est adapté à coulisser selon une direction de déplacement (X-X') entre deux positions extrêmes sous l'effet d'un champ magnétique (F) contenu dans un châssis ferro-magnétique (2). Ce châssis (2) comporte un noyau central (16) qui est disposé transversalement à ladite direction de déplacement (X-X') et l'organe mobile comporte une tige support d'aimant (8), qui est adaptée à coulisser à travers un canal (18) aménagé dans le noyau, et deux masses aimantées (6, 7) qui sont disposées sur la tige support de part et d'autre du noyau, au niveau d'entrefer ménagés dans des parois transversales du châssis.

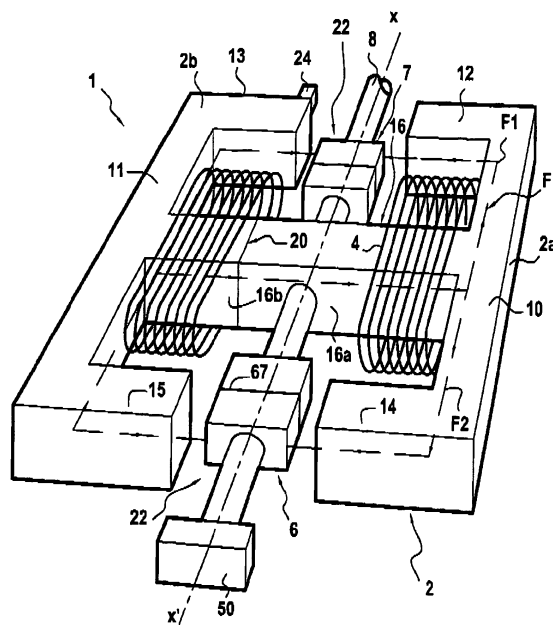


FIG.1



Description

[0001] L'invention se rapporte au domaine des actionneurs linéaires et plus précisément celui des actionneurs électromagnétiques.

[0002] On connaît des actionneurs linéaires électromagnétiques dans lesquels un organe mobile actionneur est guidé à se déplacer linéairement sur lui-même dans un châssis électro-magnétique sous l'effet d'un champ magnétique créé dans ledit châssis et agissant sur un aimant formé par ledit organe dans un entrefer dudit châssis. L'état de l'art en la matière est illustré notamment dans le brevet américain US 5 546 063 ainsi que dans les documents de brevets français FR2 886 485 et FR 2 818 430. Dans ces derniers on distingue deux modules d'enroulement générateur de champ électromagnétique dans le châssis, avec deux bobines autour de deux noyaux séparés entre lesquels se situe la partie aimantée de l'organe mobile.

[0003] Un tel actionneur présente notamment des inconvénients quant à la diffusion du champ magnétique dans l'air entre les deux modules et au défaut de concentration du champ qui en résulte. L'invention vise à éviter ces inconvénients. Elle vise plus largement à améliorer les conditions de fonctionnement des actionneurs linéaires électromagnétiques, et parmi elles notamment la précision des déplacements de l'organe mobile et leur linéarité. Dans ses modes de mise en oeuvre préférés, elle apporte des dispositions qui sont particulièrement bien adaptées à un fonctionnement commandé en mode bi-directionnel et à un guidage non rectiligne de l'actionneur permettant la transmission de commande de déplacements angulaires.

[0004] L'invention propose à cet effet de constituer l'organe mobile par deux masses aimantées qui sont portées distantes l'une de l'autre par une tige support non aimantée et d'assurer le guidage de cet organe par le châssis électro-magnétique au niveau de la tige en sa partie intermédiaire entre les deux masses aimantées. Le guidage est assuré par coulissement de la tige à travers un noyau transversal médian du châssis qui se situe en une position intermédiaire entre deux parois transversales de ce châssis formant deux entrefers en situation coopérante avec respectivement chacune des deux masses aimantées.

[0005] Si l'on compare la construction qui en résulte avec celle qui est décrite et représentée dans le document FR 2 886 485, on observe que comme dans ce dernier le noyau médian du châssis, ou noyau central, peut fort bien servir de concentrateur et supporter les bobines d'enroulement électrique, mais qu'il s'en différencie par le fait qu'il s'étend de l'une à l'autre des deux parois latérales du châssis. Sa fonction par rapport à l'organe mobile n'est plus d'ordre magnétique, mais d'ordre mécanique, tandis que les relations magnétiques relèvent des parois transversales du châssis puisque c'est là que sont formés les entrefers pour l'action du champ sur les parties aimants permanents de l'organe mobile.

[0006] Selon d'autres caractéristiques de l'invention, le noyau central du châssis forme une butée de fin de course pour chacune des deux positions extrêmes dudit organe mobile. Une première position extrême est atteinte lorsqu'une première masse aimantée vient en butée sur le noyau central tandis qu'une deuxième position extrême est atteinte quand une deuxième masse aimantée vient en butée sur la face opposée de ce même noyau central.

[0007] Selon une caractéristique de l'invention, le châssis comporte deux parois longitudinales, avantageusement parallèles, qui sont reliées transversalement l'une à l'autre par le noyau central, et qui de part et d'autre de ce noyau central, se prolongent transversalement jusqu'à des faces d'extrémité deux à deux en vis-à-vis, pour former les entrefers du champ magnétique. Cette architecture d'actionneur à noyau central fermant le champ magnétique et à parois transversales ouvertes a l'avantage de conduire à un guidage unique de l'organe mobile au centre du châssis en évitant ainsi les problèmes d'hyperstatisme. Une telle architecture permet aussi une accessibilité améliorée à l'intérieur du châssis.

[0008] D'autres caractéristiques secondaires de l'invention concernent la constitution de l'enroulement de spires électriques générateur du champ magnétique. En particulier; on peut avantageusement prévoir deux bobines de spires s'enroulant autour du noyau central, respectivement contre chacune des parois longitudinales; le chemin du champ magnétique dans le châssis décrit alors une forme de huit avec concentration du champ magnétique dans le noyau central. En variante, on peut prévoir quatre bobines s'enroulant chacune autour de l'une des parois transversales, d'un côté ou de l'autre de l'entrefer correspondant, ou une unique bobine disposée à l'intérieur du châssis, autour du noyau central, contre l'une des parois longitudinales.

[0009] Selon encore une autre caractéristique propre à l'invention, un fourreau de guidage de l'organe mobile dans le châssis est disposé autour des masses aimantées; il peut être constitué en un matériau organique à base de polymères fluorés, comme l'est par exemple la matière plastique à base de polytétrafluoréthylène connue sous la dénomination commerciale de Téflon.

[0010] Dans certains des modes de mise en oeuvre de l'invention, l'orifice ou canal guidant l'organe mobile dans son mouvement de coulissement par rapport au châssis traverse en ligne droite le noyau central suivant la direction longitudinale; la tige support des aimants permanents est alors droite et elle coulisse en translation linéaire rectiligne dans l'orifice sous l'effet du déplacement des aimants soumis au champ magnétique, l'organe mobile étant donc entraîné dans un mouvement de déplacement linéaire rectiligne. Dans d'autres cas, le guidage s'effectue suivant une ligne courbe, la tige support des aimants présentant un rayon de courbure équivalent à celui du canal percé à travers le noyau central du châssis. Lorsque la tige coulisse en translation sur elle-même sous l'effet du déplacement des aimants soumis au

champ magnétique, le déplacement commandé par l'actionneur en bout de l'organe mobile s'effectue de façon angulaire, autour d'un axe déterminé par la ligne courbe du guidage.

[0011] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront plus précisément de la description qui suit, description illustrée par les figures suivantes :

- la figure 1, qui est une vue en perspective d'un actionneur électromagnétique selon un premier mode de réalisation de l'invention, avec deux bobines et quatre aimants ;
- la figure 2, qui est une représentation en coupe dans un plan horizontal d'une variante de réalisation de l'actionneur représenté à la figure 1, avec des feuilles de Téflon insérées entre le châssis et les aimants ;
- la figure 3, qui est une représentation d'un actionneur selon un deuxième mode de réalisation de l'invention, dans une vue similaire à celle de la figure 2, avec une bobine et quatre aimants ;
- la figure 4, qui est une représentation d'un actionneur selon un troisième mode de réalisation de l'invention, dans une vue similaire à celle des figures 2 et 3, avec quatre bobines et quatre aimants ;
- la figure 5, qui est une représentation d'un actionneur selon un quatrième mode de réalisation, dans une vue similaire à celle des figures 2 à 4, l'actionneur étant adapté à générer un déplacement angulaire de l'organe mobile ;
- la figure 6, qui est une représentation en coupe d'un actionneur selon un cinquième mode de réalisation, dans le plan vertical contenant la direction de déplacement X-X' de l'organe mobile.

[0012] Dans la description qui va suivre, on adoptera à titre non limitatif une orientation longitudinale, verticale et transversale selon l'orientation traditionnellement utilisée et indiquée par le trièdre L, V, T sur les figures 1 à 6.

[0013] Comme illustré sur la figure 1, l'actionneur électro-magnétique décrit 1 comporte un châssis 2 et deux bobines d'enroulement électrique 4 disposées à l'intérieur du châssis, ainsi que des aimants permanents 6 et 7 qui sont soumis à un champ magnétique F créé dans ce châssis quand un courant électrique approprié parcourt les spires des bobines. Les aimants sont portés par une tige support 8 dont ils sont solidaires, de part et d'autre d'une partie centrale de cette tige qui est montée à coulissement à l'intérieur du châssis, entre les bobines, de manière à se déplacer sur elle-même selon une direction de déplacement X-X' sous l'effet du champ magnétique agissant sur les aimants et de ses variations. L'ensemble de la tige avec ses aimants constitue l'organe de mobile de l'actionneur. Le châssis est constitué en

un matériau ferro-magnétique.

[0014] Le châssis 2 forme deux parois latérales longitudinales 10, 11, qui sont ici parallèles. Chaque paroi longitudinale se prolonge transversalement à chacune de ses extrémités par une branche de paroi transversale 12, 13, 14, 15 orientée vers celle de l'autre paroi longitudinale, ce jusqu'à des faces d'extrémité qui se regardent en vis-à-vis deux à deux en formant à chaque fois un entrefer pour le champ magnétique. On comprend que le châssis 2 comporte ainsi deux modules en regard 2a, 2b, formés chacun par une paroi longitudinale et les parois transversales associées.

[0015] Un noyau central 16 relie transversalement le centre de chaque paroi longitudinale et maintient en position les deux modules 2a, 2b du châssis l'un par rapport à l'autre. Le noyau comporte un orifice cylindrique 18 qui traverse longitudinalement le noyau en son centre, à équidistance des deux parois longitudinales, selon la direction de déplacement X-X'. Ici, dans le mode de réalisation illustré sur la figure 1, l'orifice s'étend en un canal rectiligne.

[0016] Le noyau central 16 est réalisé à partir de deux parties 16a, 16b venues de matière avec chaque paroi longitudinale, ce qui laisse une ligne de jonction entre les deux parties visible en 20 sur la figure 1. Les deux parties 16a, 16b, chacune en saillie de la paroi longitudinale correspondante, sont solidarisées l'une à l'autre par un moyen de fixation, par exemple par vis, ce qui n'a pas été représenté sur les figures.

[0017] On observe que le châssis présente un plan de symétrie qui correspond au plan médian vertical du noyau central.

[0018] La longueur des branches de paroi transversale est telle que ces parois ne se rejoignent pas lorsque le noyau central relie les deux parois longitudinales. A une même extrémité longitudinale du châssis, les faces d'extrémité des parois transversales 12 et 13 sont en regard l'une de l'autre et un passage d'entrefer 22 est ainsi créé entre les deux parois transversales de cette extrémité longitudinale du châssis. Cette disposition se retrouve à l'extrémité opposée des parois longitudinales, entre les faces d'extrémité des parois transversales 14 et 15.

[0019] Les bobines 4 sont formées par un enroulement de spires électromagnétiques. Comme illustré, elles sont disposées autour du noyau central et chacune des bobines prend appui contre une des parois longitudinales du châssis. Chaque bobine est alimentée électriquement par des fils électriques non représentés, rapportés par le dessus ou le dessous du châssis.

[0020] Les bobines sont adaptées à générer un champ magnétique fermé F (figures 1 et 2), qui suit un parcours sensiblement en forme de huit, en passant tout d'abord par le noyau central 16, le champ se séparant alors au niveau de la première paroi longitudinale 10 opposée vers chacune des extrémités de cette paroi longitudinale pour passer ensuite dans la paroi transversale 12, 14 qui prolonge cette extrémité. Le champ magnétique est ainsi séparé en deux champs complémentaires F1 et F2, cha-

que champ complémentaire passant alors respectivement dans l'entrefer formé par le passage 22 entre les parois transversales, le champ complémentaire étant ici transversal à la direction de déplacement X-X', avant de revenir dans le noyau central 16 par la deuxième paroi transversale 13, 15 puis la deuxième paroi longitudinale 11. Les deux champs complémentaires F1 et F2 se regroupent ainsi dans le noyau 16 qui concentre le champ F, le centre du huit étant ainsi avantageusement formé par le noyau concentrateur.

[0021] La tige support d'aimant 8 présente une forme cylindrique, adaptée à coulisser dans l'orifice cylindrique aménagé dans le noyau central. La longueur de cette tige est déterminée pour que ses extrémités puissent dépasser de part et d'autre du châssis, au-delà des parois transversales. La tige est guidée en son centre par le noyau central et passe dans les passages aménagés entre les parois transversales.

[0022] Chaque extrémité de la tige support est reliée à un organe de déplacement 50 ou à un capteur. A titre d'exemple, une extrémité proximale 80 de la tige support est reliée à un élément de pilotage de type volant de commande découplée pour lequel on souhaite générer un retour de force par un mouvement de translation tandis que l'extrémité distale 81 est reliée à un capteur de vitesse.

[0023] Les aimants sont montés sur et rendus solidaires de la tige support. Ici, deux aimants permanents sont reliés l'un à l'autre pour former une masse aimantée 6, 7, avec une ligne de jonction 67 entre les deux aimants. Deux masses aimantées 6, 7 sont ainsi solidaires de la tige support, et sont disposées de part et d'autre du noyau central lorsque la tige support est insérée dans l'orifice circulaire du noyau. Une masse aimantée proximale 6 est disposée sur la tige entre l'extrémité proximale 80 et le noyau central 16 et une masse aimantée distale 7 est disposée sur la tige entre l'extrémité distale 81 et le noyau central 16. La position des masses aimantées par rapport à l'extrémité des tiges est déterminée de sorte que lorsque l'une des masses aimantées est au contact contre le noyau central, la ligne de jonction de l'autre masse aimantée ne s'étend pas à l'extérieur du châssis au-delà de l'entrefer correspondant.

[0024] Les masses aimantées, c'est-à-dire deux aimants permanents reliés l'un à l'autre, sont aptes à se déplacer linéairement, selon la direction de déplacement X-X', sous l'effet du champ magnétique circulant dans l'entrefer auquel ces masses sont respectivement associées.

[0025] La direction du champ magnétique généré par les aimants est la même que celle du champ magnétique circulant dans le châssis au niveau de l'entrefer. Les masses aimantées sont soumises à une force électromagnétique de Laplace selon une direction qui est transversale à l'axe X-X'. Il convient de choisir le sens que l'on souhaite donner à cette force électromagnétique pour déterminer le sens de déplacement de la tige support. En présence d'une pluralité d'aimants, comme c'est le cas dans la

description ci-dessus et dans les figures, le sens du champ magnétique généré par chaque aimant est, de manière connue, opposé d'un aimant à l'autre. Le sens du champ magnétique généré par les aimants est choisi en fonction du sens de celui créé par les bobines dans l'entrefer. La modification de l'orientation des aimants modifie l'interaction entre les champs et modifie le sens de déplacement de la tige mobile portant les aimants. En pratique, le sens des aimants permanents est fixé et c'est les moyens de commande associés aux bobines qui permettent de changer le sens des courants dans les bobines.

[0026] L'actionneur comporte en outre un capteur de position solidaire du châssis. Comme cela est visible figures 1 et 2, on prévoit un capteur à effet Hall, avec une sonde 24 disposée sur le châssis à l'extérieur de celui-ci, et plus précisément ici, sur la surface extérieure d'une paroi transversale, au bord de l'entrefer. Cet agencement présente l'avantage de ne pas perturber la détection de l'aimant par la sonde. On évite ainsi que la sonde soit perturbée par le courant dans les bobines comme c'est le cas lorsqu'elle est disposée à l'intérieur d'un châssis.

[0027] Une variante de réalisation est représentée à la figure 2. Une feuille de Téflon 26 est disposée entre le châssis et la masse aimantée, ce qui présente l'avantage de combler le jeu prévu initialement pour le coulisement de la tige mobile entre la masse aimantée et le châssis, afin d'empêcher la rotation de la masse aimantée lors du déplacement de la tige support, et éviter également tout contact entre le châssis et la masse aimantée, tout en permettant le coulisement aisé de la tige mobile dans l'actionneur du fait du coefficient de frottement extrêmement faible du Téflon. Il sera compris qu'une seule feuille de Téflon peut être disposée d'un côté du noyau central ou que quatre feuilles de Téflon peuvent être disposées comme cela est visible sur la figure 2.

[0028] On va maintenant décrire le montage de l'actionneur

[0029] On relie une bobine à un dispositif de commande électronique. On prend un des deux modules du châssis, et on place la bobine autour de la partie du noyau central associée à ce module. La bobine s'insère entre les deux parois transversales du module et est plaquée contre la paroi longitudinale.

[0030] On procède à la même opération pour monter la deuxième bobine dans le deuxième module du châssis, puis on positionne les deux modules en regard avec leur bobine associée, de sorte que les deux parties du noyau central sont reliées au niveau de la démarcation. On effectue alors le vissage pour solidariser les deux modules.

[0031] Parallèlement, on solidarise une masse aimantée dans une première moitié de la tige support proche d'une extrémité de cette tige et on insère la tige support dans l'orifice du noyau central par la moitié libre sans masse aimantée. On fait coulisser la tige jusqu'à ce que la masse aimantée désormais solidaire de la tige soit en

butée contre le noyau central. Puis on solidarise la deuxième masse aimantée sur la tige support.

[0032] Enfin, on connecte les extrémités de la tige support aux organes de déplacement et capteurs selon l'application choisie par l'utilisateur pour l'actionneur.

[0033] On va maintenant décrire l'utilisation de l'actionneur.

[0034] La direction de déplacement de l'organe mobile formé par la tige support et les aimants associés est perpendiculaire à la direction du champ magnétique créé. Le sens de déplacement de l'organe mobile est lié à l'orientation des aimants et au sens de circulation du courant dans la bobine. En inversant le courant dans une bobine, on inverse l'effort et donc le sens de déplacement de l'organe mobile. Si on inverse le courant dans les deux, on peut soit augmenter l'effort de déplacement, soit bloquer le déplacement.

[0035] On crée le déplacement en translation de l'organe mobile dès l'introduction du courant dans les bobines. Plus précisément, on gère d'une part le sens de déplacement des masses aimantées et de la tige support sur laquelle ces masses sont montées et d'autre part la vitesse de ce déplacement, en pilotant d'une part le sens et d'autre part l'intensité du courant introduit dans les bobines.

[0036] La tige support des aimants est adaptée à se déplacer entre deux positions extrêmes. Dans la première position extrême, l'extrémité proximale de la tige support qui porte l'organe de déplacement est dans sa position la plus éloignée du noyau central. L'arrêt en translation de la tige support pour marquer cette première position extrême est réalisé par la butée de la masse aimantée distale contre le noyau central. Dans la deuxième position extrême, l'extrémité proximale de la tige support est dans sa position la plus proche du noyau central et c'est désormais l'extrémité distale de la tige support qui porte le capteur de vitesse qui est dans sa position la plus éloignée du noyau central. L'arrêt en translation de la tige support qui permet de marquer cette deuxième position extrême est réalisé par la butée de la masse aimantée proximale contre le noyau central.

[0037] Il est particulièrement avantageux de pouvoir maintenir ces positions extrêmes au repos, c'est-à-dire lorsque le courant électronique est coupé et ne circule pas dans les bobines.

[0038] Le maintien en position de la tige support dans l'une ou l'autre des positions extrêmes se fait par aimantation de l'une ou l'autre des masses aimantées contre le noyau concentrateur central. Le noyau central ayant concentré le champ magnétique circulant dans le châssis, l'aimantation en est rendue meilleure. Cette solution permet ainsi d'éviter d'ajouter une palette aimantée spéciale en bout des masses aimantées.

[0039] Selon l'invention telle qu'elle est illustrée par le mode de réalisation décrit ici, c'est le noyau seul qui assure les butées de fin de course pour l'une et l'autre des positions extrêmes, et qui encaisse les chocs propres aux butées de fin de course. Il est alors uniquement né-

cessaire de prévoir un renforcement mécanique du noyau.

[0040] Il est ainsi un avantage principal de l'invention de proposer un noyau central qui assure seul d'une part le guidage en translation de la tige support et des aimants associés et d'autre part les butées de fin de course de cette tige support et de ces aimants associés

[0041] Le noyau central permet d'atténuer la dispersion dans l'air du rayonnement des bobines. Le champ magnétique peut être concentré de façon plus intense dans le circuit magnétique et par extension sur l'aimant.

[0042] Comme cela a été décrit précédemment, le noyau joue aussi le rôle d'une pièce de renforcement du châssis, qui permet de contrer l'attraction magnétique des deux parties du châssis l'une vers l'autre en les maintenant mécaniquement à une distance déterminée.

[0043] On peut noter que les bobines sont au contact du châssis et se refroidissent donc plus facilement. Ceci est vérifié pour l'ensemble des spires de chaque bobine, qui sont toutes au contact du noyau central, aussi bien les premières spires, qui sont en outre au contact de la paroi longitudinale associée, que les dernières spires.

[0044] Un deuxième mode de réalisation, représenté sur la figure 3, offre un avantage complémentaire. Ce deuxième mode diffère en ce que l'actionneur comporte quatre bobines 4' au lieu des deux bobines du premier mode de réalisation. Chaque bobine 4' est montée autour d'un des quatre moyens support formés respectivement par l'une des parois transversales.

[0045] Ceci présente l'avantage de pouvoir augmenter l'effort que peut rendre l'actionneur. Ceci permet également de fabriquer un châssis en une pièce, dès lors que les spires peuvent être insérées par l'espace entre les parois transversales pour être montées autour des moyens supports, cette fabrication en une pièce unique évitant d'une part de prévoir les moyens de fixation supplémentaires pour solidariser les deux modules du châssis du premier mode de réalisation, et évitant d'autre part le jeu éventuel entre les deux modules du châssis.

[0046] On prévoit avantageusement dans ce mode de réalisation un capot, qui n'a pas été représenté sur la figure 3, pour protéger les parties des bobines situées à l'extérieur du châssis, et empêcher ainsi les fuites électromagnétiques.

[0047] Dans tous les modes, il sera compris qu'un ou plusieurs moyens de commande peuvent être utilisés pour le pilotage électrique des bobines. On peut avantageusement prévoir un seul moyen de commande pour piloter l'ensemble des bobines, dans un actionneur à moindre coût par exemple, ou bien prévoir un moyen de commande propre à chaque bobine.

[0048] A l'utilisation, des bobines peuvent être amenées à être détériorées et à devoir être remplacées. On prévoit alors une sûreté de fonctionnement pour que le dispositif puisse fonctionner avec une unique bobine, en dimensionnant chaque bobine à cet effet. On fonctionne ainsi avec une bobine lors de la défection des autres bobines.

[0049] On peut également choisir de proposer un actionneur à une seule bobine, dès lors que la moindre efficacité qui en découle est quantifiée et acceptable. On obtient ainsi un dispositif à moindre coût selon un troisième mode de réalisation illustré par la figure 3, avec une seule bobine 4" disposée autour du noyau central 16. De l'autre côté de la tige support 8, on dispose préférentiellement une plaque métallique 28 pour permettre une diffusion optimale du champ magnétique à proximité des aimants.

[0050] Un actionneur électromagnétique selon l'invention peut également permettre un déplacement global angulaire de l'organe mobile d'entraînement de l'élément à commander par l'actionneur.

[0051] Dans l'actionneur illustré à la figure 5, l'introduction du courant dans les bobines entraîne un déplacement de la tige mobile en translation linéaire courbe et un déplacement angulaire de l'organe de déplacement associé autour d'un axe Y-Y', perpendiculaire à la direction de déplacement de l'organe mobile à l'extérieur du châssis.

[0052] Le châssis 102 a sensiblement la même forme que le châssis 2 du premier mode de réalisation, avec un orifice 118 dans le noyau central et des faces d'extrémité des parois transversales qui sont courbes, de même rayon de courbure et de centre l'axe Y-Y'. La tige support 108 n'est pas droite mais courbe, de même rayon de courbure et de centre l'axe Y-Y', de sorte qu'elle peut coulisser dans l'orifice. Les aimants sont eux aussi courbes pour pouvoir suivre la courbe de l'entrefer lors de leur déplacement.

[0053] Dans l'actionneur illustré à la figure 6, l'introduction du courant dans les bobines entraîne un déplacement rotatif de la tige mobile et de l'organe de déplacement associé autour d'un axe Z-Z', qui s'étend parallèlement à la direction transversale du noyau central, dessous ou dessus le châssis. Le châssis 202 est sensiblement de la même forme que le châssis 2 du premier mode de réalisation, avec un orifice 218 dans le noyau central qui est courbe, la courbure ayant pour centre l'axe Z-Z'. La tige 208 de l'organe mobile n'est pas droite, mais courbe de courbure centrée sur l'axe Z-Z' pour son coulisser dans l'orifice. Il n'est pas ici nécessaire de modifier la forme des parois transversales ou des aimants, étant entendu que l'on prévoit dans ce cas une dimension verticale des entrefers suffisante pour que les aimants soient toujours soumis au champ magnétique de l'entrefer quelle que soit la position angulaire de la tige support et de l'organe de déplacement associé.

[0054] Comme dans les modes de réalisation précédents, le passage de courant dans les bobines génère un champ magnétique dans le châssis et dans les entrefers qu'il ménage, de sorte que les aimants sont soumis à une force électromagnétique qui force l'aimant à se déplacer selon la direction X-X', le sens variant selon le signe du courant. Le chemin formé par l'orifice courbe 118 respectivement 218 dans le noyau central force la tige support, de forme courbe complémentaire à un dé-

placement en rotation autour de l'axe Y-Y' respectivement Z-Z'.

[0055] On observe ainsi que selon l'invention, l'actionneur électromagnétique permet un déplacement de l'organe mobile avec un noyau central concentrateur de champ magnétique dont un orifice, droit ou courbe, guide le coulisser d'une tige support, droite ou courbe, d'un organe de déplacement.

[0056] D'autres variantes non représentées sont prévues et certaines sont décrites ci-dessous, sans toutefois que cette liste soit pour autant exhaustive :

- Un palier est prévu dans l'orifice cylindrique aménagé dans le noyau, pour améliorer le guidage de la tige support dans cet orifice ;
- Plusieurs actionneurs sont associés en série selon la direction de déplacement (X-X'), avec une tige support unique ; ceci permet d'augmenter la course de la tige ou d'augmenter les efforts qui peuvent être passés ; on comprendra qu'il faut tenir compte de la distance entre les masses aimantées et le noyau central formant butée lorsqu'on souhaite augmenter la course ;
- Une pièce en Téflon en forme de fourreau ou manchon peut entourer les masses aimantées à la place des feuilles de Téflon décrites ci-dessus ; d'autres matériaux peuvent bien évidemment être utilisés pour des propriétés analogues.
- L'orifice dans le noyau central n'est pas circulaire, mais par exemple ovale, et la tige support présente une forme correspondante, ovale dans le présent exemple, afin d'empêcher la rotation de la tige support autour de l'axe de déplacement X-X' et autoriser uniquement le coulisser de la tige le long de cet axe.

Revendications

1. Actionneur électromagnétique, comportant un organe mobile sous l'effet d'un champ magnétique créé dans un châssis ferro magnétique par rapport auquel il est monté mobile en translation sur lui-même, **caractérisé en ce que** ledit châssis (2 ; 102 ; 202) comporte un noyau central (16) s'étendant transversalement de l'une à l'autre de deux parois longitudinales dudit châssis, et **en ce que** l'organe mobile comporte une tige qui est montée coulissante à travers ledit noyau et qui porte de part et d'autre de celui-ci deux masses aimantées (6, 7) qui se situent au niveau d'entrefers d'électro-aimant formés par des parois transversales dudit châssis de part et d'autre du noyau central.
2. Actionneur suivant la revendication 1, dans lequel

ledit organe mobile comporte au moins une tige support d'aimant (8 ; 108 ; 208), qui est adaptée à coulisser à travers un orifice (18 ; 118 ; 218) ménagé dans le noyau, et deux masses aimantées (6, 7) disposées sur la tige support (8 ; 108 ; 208) de part et d'autre du noyau (16), ce dernier formant butée pour les masses aimantées en fin de course de l'organe mobile dans deux positions extrêmes.

3. Actionneur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le châssis (2 ; 102 ; 202) comporte deux parois longitudinales parallèles (10, 11) reliées transversalement l'une à l'autre par le noyau concentrateur, et quatre branches de parois transversales (12, 13, 14, 15) qui prolongent transversalement les extrémités des parois longitudinales, avec les faces d'extrémité des parois transversales situées à une même extrémité longitudinale du châssis qui se regardent deux à deux, un passage d'entrefer (22) étant formé entre deux parois transversales, 5
4. Actionneur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** élément tubulaire (26) en matière polymère fluorée, notamment à base de polytétrafluoréthylène, est disposé entre le châssis (2 ; 102 ; 202) et la masse aimantée (6, 7). 15
5. Actionneur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte un capteur de position fixé sur le châssis (2 ; 102 ; 202). 20
6. Actionneur selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le capteur de position est un capteur à effet Hall dont la sonde (24) est disposée sur la surface extérieure d'une des parois transversales du châssis, au bord du passage formant entrefer. 25
7. Actionneur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le champ magnétique est généré par des bobines (4 ; 4' ; 4'') disposées dans le châssis et alimentées électriquement, qui comportent deux bobines (4) enroulées autour du noyau central (16), respectivement contre chacune des parois longitudinales (10, 11), de sorte que le chemin du champ magnétique dans le châssis présente une forme de huit avec concentration du champ magnétique dans ledit noyau. 30
8. Actionneur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le champ magnétique est généré par des bobines (4 ; 4' ; 4'') disposées dans le châssis et alimentées électriquement, qui comportent quatre bobines (4') disposées dans le châssis, chaque bobine étant respectivement enroulée autour d'une des parois transversales. 35
9. Actionneur selon l'une des revendications précédentes, 40

tes, **caractérisé en ce que** la tige centrale de l'organe mobile coulisse dans un orifice (18) du noyau central qui traverse longitudinalement celui-ci de façon rectiligne, de sorte que la tige coulisse en translation linéaire rectiligne dans l'orifice sous l'effet du déplacement des aimants soumis au champ magnétique, l'organe de déplacement étant actionné de façon linéaire rectiligne.

10. Actionneur selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** la tige centrale de l'organe mobile coulisse dans un orifice (118 ; 218) du noyau central du châssis qui est courbe, de sorte que lorsque la tige coulisse dans l'orifice sous l'effet du déplacement des aimants soumis au champ magnétique l'organe entraîné est actionné angulairement autour d'un axe déterminé par la courbure. 45
11. Ensemble d'actionneurs selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les actionneurs linéaires sont montés en série selon la direction de déplacement de l'organe mobile, avec une tige support unique adaptée à coulisser le long de cette direction de déplacement. 50

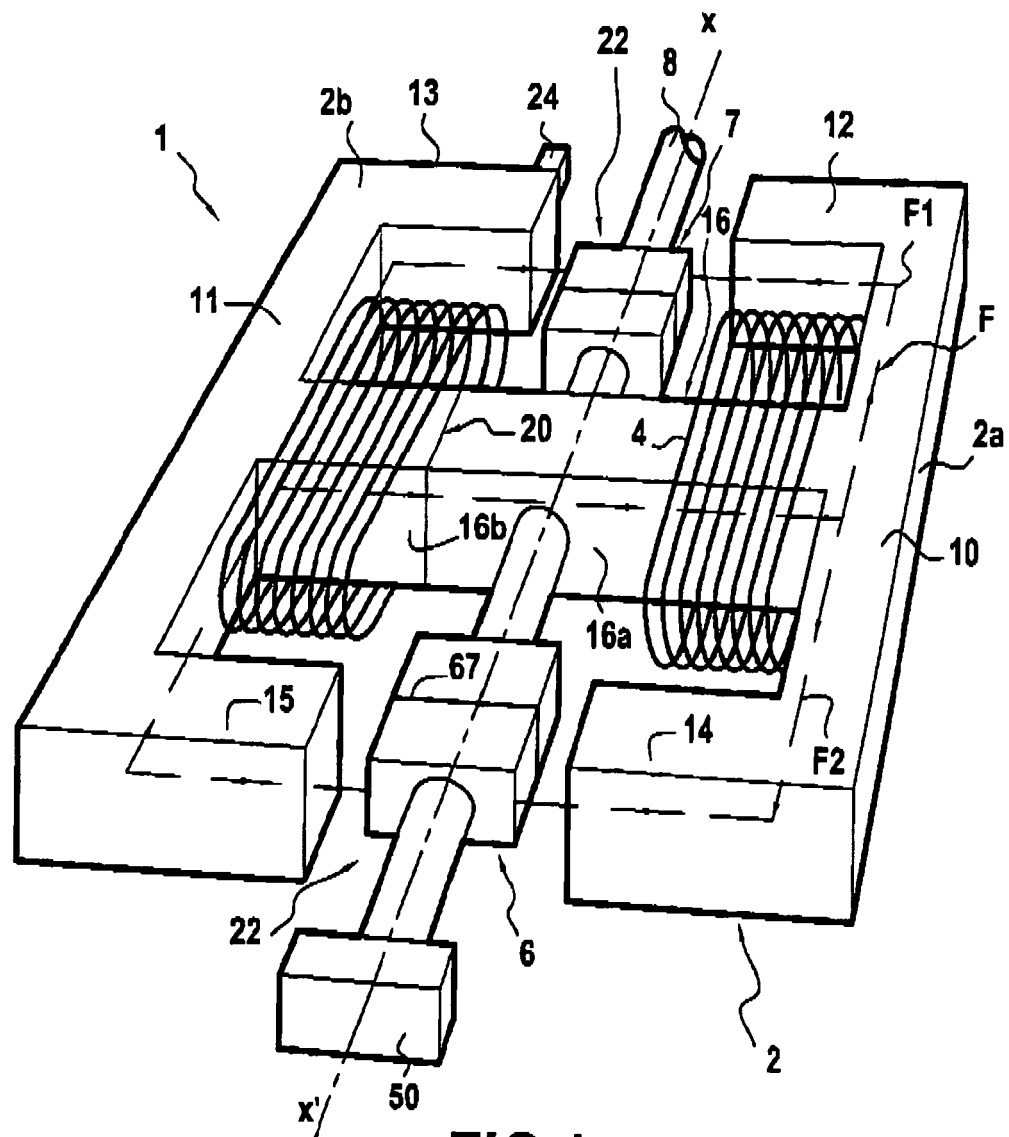
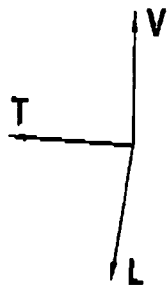
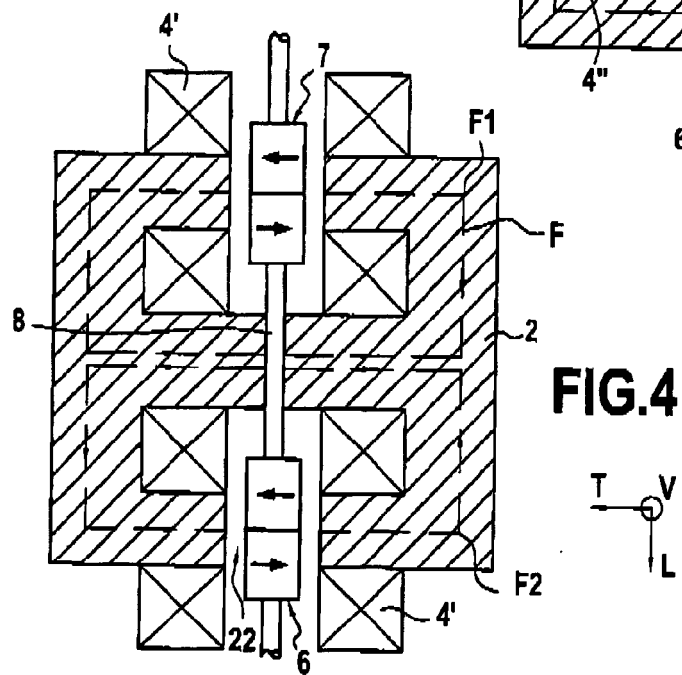
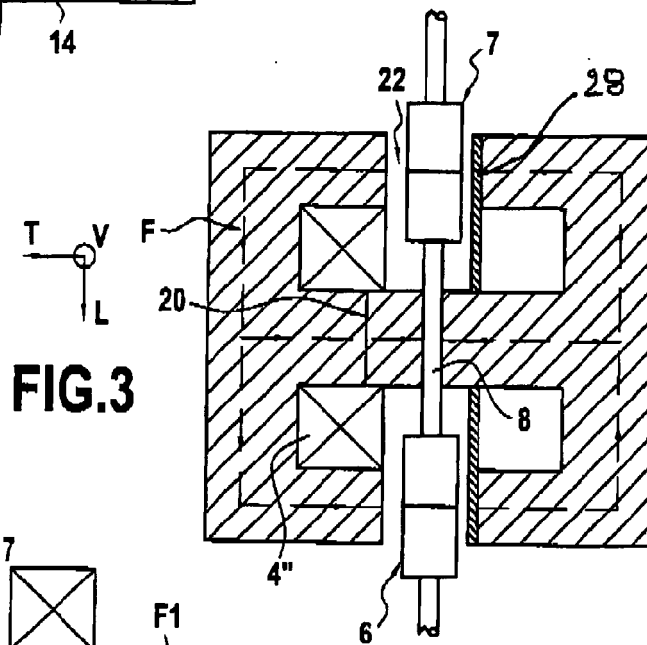
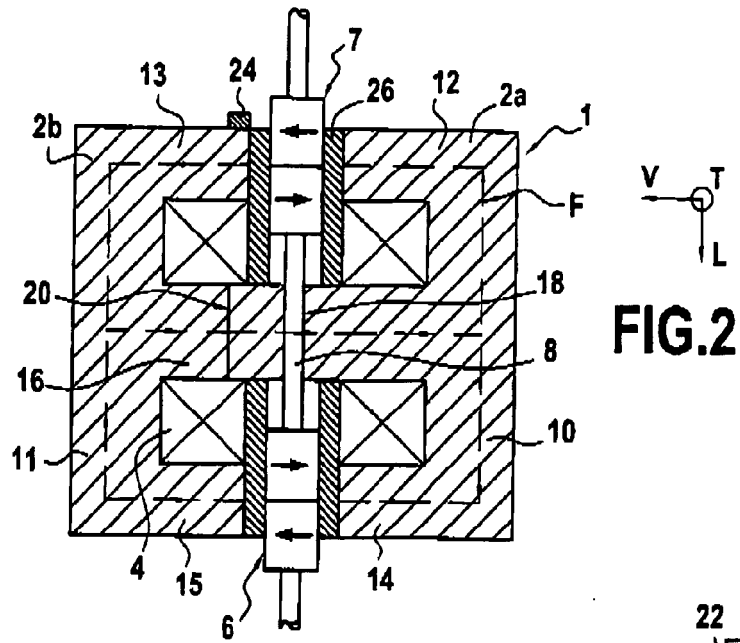
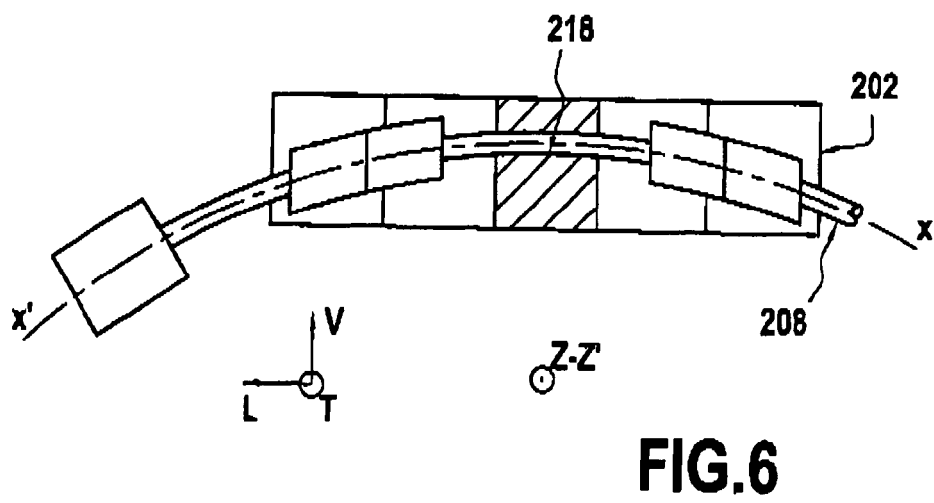
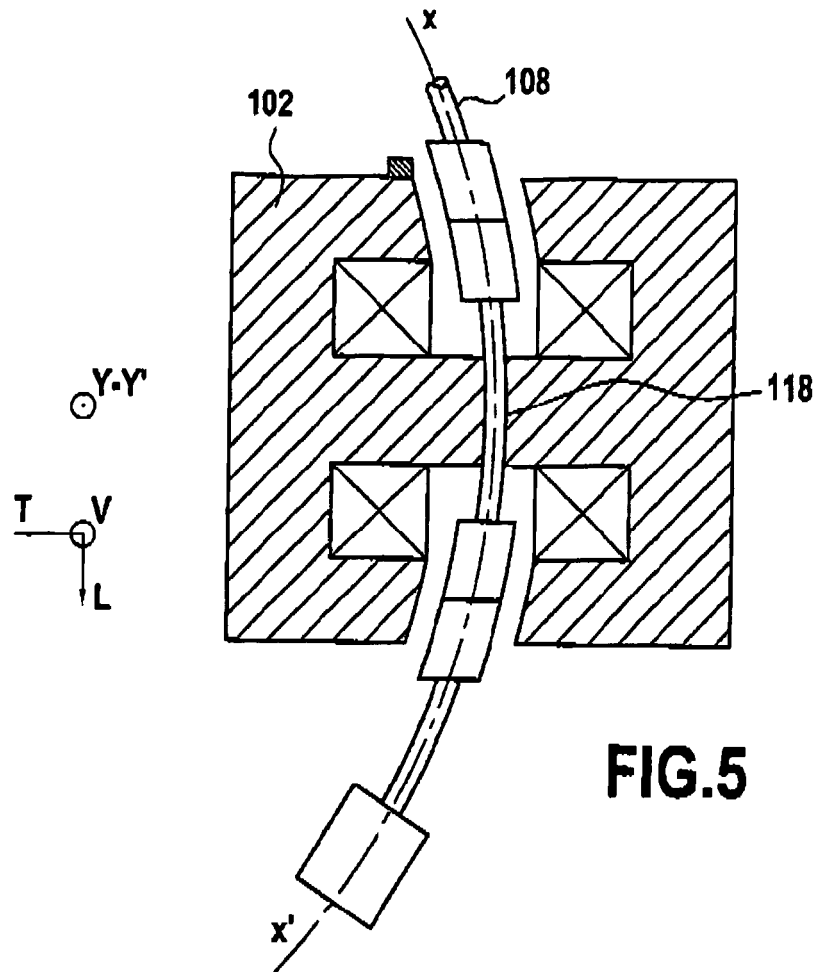


FIG.1







RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 5546063 A [0002]
- FR 2886485 [0002] [0005]
- FR 2818430 [0002]