

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 02.06.21.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 09.12.22 Bulletin 22/49.

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 :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : MOVING MAGNET TECHNOLOGIES
Société anonyme) — FR.

72 Inventeur(s) : DELBAERE Michaël et ALZINGRE
Jean-Daniel.

73 Titulaire(s) : MOVING MAGNET TECHNOLOGIES
Société anonyme).

74 Mandataire(s) : IP TRUST.

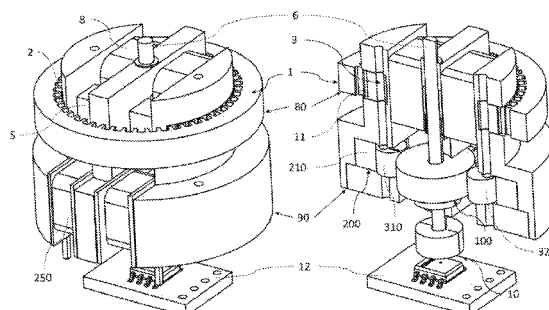
54 Dispositif de commande comportant un organe guidé mécaniquement pour permettre un déplacement relatif.

57 L'invention présente un dispositif de commande comportant un organe guidé mécaniquement pour permettre un déplacement relatif entre

une première structure ferromagnétique, une seconde structure ferromagnétique comprenant au moins une bobine électrique, ladite bobine électrique modifiant l'état d'aimantation de ladite seconde structure ferromagnétique suivant la direction et l'amplitude du courant électrique circulant dans ladite bobine, au moins un aimant permanent,

caractérisé en ce que le dispositif comporte en outre un circuit de pilotage du courant d'alimentation de ladite bobine en fonction d'un signal d'entrée représentatif de la position relative desdites première et seconde structures ferromagnétiques.

Figure : 1



Description

Titre de l'invention : Dispositif de commande comportant un organe guidé mécaniquement pour permettre un déplacement relatif.

Domaine de l'invention

- [0001] La présente invention concerne le domaine des dispositifs de commande paramétrables comportant un bouton ou un accessoire de réglage mobile selon un déplacement rotatif ou linéaire, par exemple un bouton de réglage associé à un capteur électromagnétique pour délivrer un signal électrique représentatif de la position et/ou du déplacement du bouton de commande. Le paramétrage permet de modifier les états du bouton, par exemple avec des indexations variables ou des butées variables.
- [0002] L'invention concerne en particulier un dispositif de commande haptique paramétrable constituant une interface homme-machine dont le ressenti tactile peut être modifié par la sélection manuelle parmi deux ou plusieurs modes activables ou par une sélection automatique contextuelle. Les modes de ressentis comprennent un ressenti de crantage, d'indexation régulière ou irrégulière ou un ressenti de butée.
- [0003] Le but recherché est que l'utilisateur ressente une perception tactile, par exemple par le passage d'un point dur, l'arrivée sur une butée, ou une indexation régulière ou irrégulière, lorsqu'il agit sur un organe de commande, de façon à avoir la sensation physique que la manœuvre a bien été effectuée ou encore pour percevoir au toucher le nombre d'incréments résultant de sa manipulation en créant un retour d'information haptique. Il est aussi important de pouvoir modifier dynamiquement la sensation ressentie en fonction, par exemple, du type de commande réalisé avec le même bouton ou alors lorsque l'action a bien été réalisée par le système, enrichissant alors l'information donnée et l'expérience utilisateur. Cette modification du ressenti peut être commandée manuellement, par exemple par un bouton de sélection, ou encore commandée de manière contextuelle et automatique.
- [0004] Ce dispositif de commande est utilisé à titre d'exemple dans l'industrie automobile : Il peut être utilisé dans un véhicule, par exemple pour commander le fonctionnement et le réglage des feux, des rétroviseurs, des essuie-glaces, de la climatisation, de l'info-divertissement, de la radio, de la commande de boîte de vitesse ou autre.
- [0005] Il trouve également application dans de nombreux secteurs, notamment le réglage d'équipements domestiques ou industriels, par exemple sous forme de ou de bouton de réglage d'un équipement électroménager ou audiovisuel dont le pas d'indexation et la raideur varient en fonction du contexte pour offrir une sensation de douceur pour le balayage d'une large plage de réglage puis une indexation marquée pour un réglage fin, ou l'inverse pour un balayage d'une large plage par sauts successifs puis un

ajustement doux donnant une sensation de continuité ou encore de sensation de butée de fin de course.

- [0006] Ce dispositif peut aussi être associé à un moteur électrique afin de réaliser un effort réglable tel qu'un couple résiduel (sans courant dans le moteur) commandable, un effort de rappel en une position stable prédéfinie, un frein ou une butée pilotable.

Etat de la technique antérieure

- [0007] On connaît dans l'état de la technique le brevet EP0886817 décrivant un dispositif générant des positions de sélection pouvant venir dans chaque position extrême de manière fiable, sans usure mécanique. Ce document propose un transmetteur de position déplaçable le long d'un axe longitudinal et dont la denture peut être fixée, par rapport à une première unité de sélection de position, ces positions des éléments du transmetteur de position pouvant être détectées par les premiers éléments de position. L'unité émettrice de position comprend un corps rotatif présentant des dents en matériau ferromagnétique. Une bobine est disposée dans un logement intérieur en regard du corps rotatif et de l'arbre. Cette bobine magnétise les dents du transmetteur de position. Un aimant permanent est positionné sous l'arbre.
- [0008] Une telle structure ne permet pas de moduler dynamiquement le ressenti de l'utilisateur, qui est imposé par la structure magnétique, le nombre de dents et la puissance des aimants permanents.
- [0009] On connaît aussi le brevet FR3089314A1 décrivant un dispositif d'effort réglable comportant un organe guidé mécaniquement pour permettre un déplacement selon une trajectoire prédéterminée et des moyens d'indexation magnétique ou déplacement par l'interaction magnétique entre une première structure ferromagnétique et une deuxième structure ferromagnétique solidaire d'un aimant, caractérisée en ce que ledit aimant est entouré au moins partiellement par une bobine électrique qui modifie l'aimantation selon aimant permanent suivant la direction et amplitude du courant électrique circulant dans ladite bobine.
- [0010] Lorsqu'un courant continu ou une impulsion de courant dans un sens positif circule dans les bobines créant un champ magnétique additif entre les deux bobines, l'aimant à faible champ coercitif est magnétisé selon une direction telle que les flux magnétiques des deux aimants sont additifs et circulent majoritairement en boucle à travers les deux aimants et les parties semi-tubulaires. De ce fait, les flux magnétiques ne traversent pas ou peu la première structure et aucun couplage, ou un couplage faible, n'est présent entre les deux structures, l'utilisateur activant la structure ne ressentant pas de crantage. Dans cet exemple précis, les aimantations des deux aimants sont parallèles et perpendiculaires au plan médian entre les deux parties semi-tubulaires. Lorsqu'une impulsion de courant dans un sens négatif circule dans les bobines créant un champ

magnétique toujours additif entre les deux bobines, l'aimant à faible champ coercitif est magnétisé selon une direction telle que les flux magnétiques des deux aimants sont soustractifs et circulent majoritairement en boucle à travers les deux aimants et les deux structures dentées. De ce fait, un couplage ou crantage marqué apparaît et une sensation d'indexation significative est perçue par l'utilisateur du dispositif, ressentant ainsi un crantage.

- [0011] Cette solution se rapproche d'un dispositif haptique en permettant de passer d'une sensation de glissement pour un déplacement linéaire ou de « roue libre » pour un déplacement angulaire, à une sensation de crantage avec des indexations nettement perceptibles par la variation de la raideur du passage d'un point magnétique.
- [0012] Néanmoins, seuls ces deux modes sont proposés, ce qui limite la richesse des sensations qui peuvent être planifiées pour améliorer le contrôle dans le cadre d'un dispositif haptique.
- [0013] La demande de brevet EP1168622A2 décrit un autre exemple de réalisation d'un actionneur rotatif et une partie de stator stratifiée qui se compose d'un matériau magnétique doux, avec un enroulement d'induit produisant un champ magnétique radial dans un espace magnétiquement actif entre une partie de stator interne et une partie extérieure. Les deux parties du stator sont reliées l'une à l'autre et sont constituées d'un matériau magnétique doux. L'entrefer contient un rotor annulaire et non magnétique qui est relié à un corps de commande en forme de cloche via un arbre. L'espace contient un fluide magnétorhéologique. Autour de l'arbre, le rotor présente un corps de rotor en forme de cloche, dont la paroi annulaire s'engage dans l'interstice entre la partie de stator radialement interne et la partie de stator radialement externe. Dans cet exemple de réalisation également, la zone de cisaillement entre le corps de rotor et les parties de stator est très grande, produisant ainsi un couple de base très élevé. Ce dispositif requiert une alimentation électrique continue afin de moduler le couple résistif ressenti sur le bouton d'actionnement.
- [0014] Une autre solution décrite dans le brevet US20170045958 est un dispositif d'actionnement haptique comprenant une unité rotative ayant une résistance de rotation s'opposant à une rotation de celle-ci et un appareil de transmission contrôlable associé fonctionnellement à ladite unité rotative et configuré pour changer dynamiquement une résistance de rotation contre une rotation de ladite unité rotative pendant la rotation de celle-ci. L'appareil de transmission contrôlable comprend une unité de génération de champ magnétique et une quantité de milieu magnétorhéologique disposé pour adhérer magnétiquement à ladite unité rotative lorsqu'elle est soumise à un champ magnétique généré par ladite unité génératrice de champ magnétique et pour ainsi faire varier la résistance de rotation agissant sur ledit dispositif de commande haptique contre une rotation de celui-ci. Cette solution règle le problème de la consommation électrique

permanente mais ne propose à l'utilisateur qu'un couple résistif et ce bouton est très énergivore pour simuler des variations de force. Par ailleurs les deux solutions précédentes, par l'utilisation de fluides magnétorhéologiques, nécessitent des pièces supplémentaires et des opérations de productions coûteuses pour gérer l'étanchéité du système.

- [0015] La demande de brevet US20200004352A1 décrit un capteur de déplacement configuré pour détecter le mouvement d'une souris d'ordinateur par rapport à une surface de travail ; il comporte une molette de défilement configurable pour tourner autour d'un axe dans une pluralité de modes de fonctionnement : un mode roue libre, un mode à friction constante et un mode à crantage; et la molette de défilement est configurable pour recevoir un profil de frottement unique respectif pour chacun de la pluralité de modes de fonctionnement. Ces modes sont sélectionnés par un ensemble d'actionneurs configuré pour régler la molette de défilement sur chacun de la pluralité de modes de fonctionnement et un ensemble d'applications de friction comprenant un premier élément et un second élément. Le premier élément est couplé à ou inclus dans la molette de défilement. Le deuxième élément est couplé à ou inclus dans l'ensemble d'actionneurs et il est configurable pour appliquer mécaniquement ou électromagnétiquement le profil de frottement unique respectif pour chacun de la pluralité de modes de fonctionnement. Encore une fois ici on propose de moduler le couple résistif selon les modes de fonctionnement de manière uniquement statique.
- [0016] La demande de brevet US2020004346 décrit un dispositif de contrôle rotatif présentant un élément de magnétisation associé à un aimant permanent émettant un champ magnétique et un système de contrôle configuré pour moduler le niveau d'énergie fournie à l'élément de magnétisation, dans le but de moduler le profil de résistance à la rotation du dispositif de contrôle rotatif afin de pouvoir compenser le vieillissement du dispositif. La modulation permet la commutation d'un premier état dans lequel le flux magnétique possède une première valeur, à un second état de commutation dans lequel le flux magnétique possède une seconde valeur, supérieure à la première mais de même polarité. Ce dispositif ne permet pas de moduler dynamiquement l'effort ressenti pour générer des informations haptiques contextuelles, mais permet seulement de maintenir un crantage nominal bien défini en tenant compte du vieillissement du dispositif.
- [0017] Il est par ailleurs connu des dispositifs de verrouillage, tel que présenté dans le brevet EP3134961B1, décrivant un moteur électrique comprenant un rotor comprenant une partie aimantée définissant une pluralité de pôles de rotor, un stator comprenant une pluralité de bobines et une armature magnétique définissant un circuit magnétique, et un dispositif frein rotor, ledit dispositif frein rotor comprenant un élément mobile et un stator de frein comprenant une armature magnétique de frein et une bobine d'activation

de frein supportée par l'armature magnétique de frein, la bobine d'activation de frein étant configurée pour actionner un déplacement de l'élément mobile d'une position désengagée où le rotor est libre de tourner à une position engagée où le rotor est maintenu dans une position statique bloquée en rotation, l'armature magnétique de frein est solidaire et au moins en partie formée avec l'armature magnétique du stator. Cette solution est satisfaisante pour conférer une irréversibilité à un motoréducteur en bloquant la rotation du rotor en amont de la chaîne de réduction avec une force très faible et sans préoccupation de la position relative entre le stator et le rotor. Toutefois, lorsque les forces de verrouillage à générer sont plus importantes et que la précision de la position de verrouillage est primordiale, cette solution n'est pas appropriée. En outre cette solution ne permet de moduler l'effort de verrouillage.

Inconvénients de l'art antérieur

- [0018] Les solutions de l'art antérieur ne sont pas totalement satisfaisantes car la variation de la nature de l'interaction haptique, par exemple en réduisant la raideur lorsque le bouton de commande est proche d'une position cible et en l'augmentant au contraire lorsque la position cible est éloignée et nécessite des déplacements avec des sauts plus importants, est limitée à deux modes et ne permet pas de moduler de manière plus élaborée les sensations, en modifiant par exemple le pas d'indexation ou en proposant différents niveaux de raideurs voire un verrouillage.
- [0019] En outre, si la demande de brevet US20170045958 propose bien une modulation dynamique de l'effet ressenti sur un tour pilotée par un champ magnétique et un fluide magnétorhéologique, cette solution en particulier présente l'inconvénient d'emploi du fluide magnétorhéologique qui impose des contraintes de conception pénalisantes, notamment pour ce qui concerne l'étanchéité.
- [0020] La plupart des solutions connues et générant de la friction variable doivent être en permanence alimentées pour simuler un cran, ce qui entraîne une consommation électrique permanente. Cela est préjudiciable pour des applications où l'économie d'énergie constitue un sujet sensible, par exemple des équipements alimentés par batterie ou des véhicules électriques. Ces solutions connues créent par ailleurs un ressenti inhabituel, sans effet de ressort (la force fournie par l'utilisateur est toujours positive) rendant la sensation tactile peu intuitive.
- [0021] Enfin, les solutions de l'art antérieur permettent de moduler l'amplitude du couple qui évoluera entre une valeur nulle et une valeur maximale résistive au déplacement, mais ne permet pas de faire varier le signe du couple. Il n'est donc pas possible de produire un ressenti correspondant à l'alternance de couple positif et négatif que présentent traditionnellement, par exemple, les interfaces passives.

Solution apportée par l'invention

- [0022] Afin de remédier à ces inconvénients, l'invention concerne selon son acception la plus générale un dispositif de commande comportant un organe guidé mécaniquement pour permettre un déplacement relatif entre
1. une première structure ferromagnétique
 2. une seconde structure ferromagnétique comprenant au moins une bobine électrique modifiant l'état d'aimantation de ladite seconde structure ferromagnétique suivant la direction et l'amplitude du courant électrique circulant dans ladite bobine
- caractérisé en ce que le dispositif comporte en outre un circuit de pilotage du courant d'alimentation de ladite bobine en fonction d'un signal d'entrée représentatif de la position relative desdites structures ferromagnétiques.
- [0023] Avantageusement, le courant d'alimentation de ladite bobine est piloté en fonction de signaux d'entrée contextuels représentatifs de l'état global de l'équipement commandé et pas seulement de l'état d'un sélecteur.
- [0024] L'effort avec un tel dispositif est pilotable dynamiquement en fonction de la position du bouton de commande ce qui permet de moduler les positions référencées en temps réel, pendant l'actionnement du bouton ; contrairement aux solutions de l'art antérieur où ces positions de référence étaient fixes, pour chaque mode de fonctionnement.
- [0025] L'invention permet ainsi de faire varier le pas d'une indexation sur la course du bouton de commande, par exemple pour un ressenti de crantage fin dans une zone de réglage précise, et un crantage plus grossier avec un pas plus important, dans les zones de réglage de moindre intérêt. Elle permet aussi de faire apparaître ou disparaître dynamiquement une butée, en fonction de données extérieures et de la position du bouton.
- [0026] Pour des boutons délivrant un ressenti de crantage, le dispositif comporte des moyens d'indexation magnétique dudit déplacement par l'interaction magnétique entre lesdites structures ferromagnétiques, ledit circuit de pilotage du courant d'alimentation de ladite bobine commandant la modification de l'aimantation dudit aimant permanent selon une pluralité de mode, certains desdits modes effaçant une partie des positions indexées.
- [0027] Avantageusement, lesdites première et seconde structures ferromagnétiques présentent respectivement une pluralité de dents radiales coopérant pour réaliser lesdits moyens d'indexation magnétique.
- [0028] Selon une variante, ledit dispositif de commande comporte en outre un moyen de sélection d'un mode d'effort variable parmi une pluralité de modes d'effort variable prédéterminés, délivrant un signal exploité par ledit circuit de pilotage pour modifier le mode d'alimentation de ladite bobine.
- [0029] Selon d'autres caractéristiques, le dispositif de commande comporte en outre :
- une interface avec un équipement commandé délivrant un signal exploité par

- ledit circuit de pilotage pour modifier le mode d'alimentation de ladite bobine
- un capteur de position apte à mesurer la position de la première structure ferromagnétique pour fournir audit circuit de pilotage du courant d'alimentation de ladite bobine ledit signal d'entrée représentatif de la position relative desdites première et seconde structures ferromagnétiques
- une mémoire électronique pour l'enregistrement d'au moins deux lois de commande, le circuit électronique comportant une entrée pour la sélection de l'une desdites lois de commande
- une butée active constituée par une première structure en déplacement relatif par rapport à une seconde structure et au moins un élément de frein pour entraver le déplacement relatif entre lesdites première et seconde structures, par l'interaction magnétique entre ledit élément de frein et ladite seconde structure comportant un corps ferromagnétique entouré au moins partiellement avec une bobine électrique, l'alimentation électrique de ladite bobine modifiant l'aimantation dudit corps ferromagnétique, l'état d'aimantation du corps ferromagnétique modulant la force de freinage entre lesdites première et seconde structures
- des moyens d'indexation magnétique dudit déplacement entre les première et seconde structures ferromagnétiques, lesdits moyens d'indexation étant directement intégrés aux première et seconde structures, ou étant réalisés à l'aide de deux structures ferromagnétiques supplémentaires, une desdites structure ferromagnétique supplémentaire étant solidaire de ladite première ou seconde structure ferromagnétique, l'autre structure ferromagnétique supplémentaire étant solidaire de l'autre desdites première et seconde structures ferromagnétiques.

[0030] Avantageusement, le dispositif selon l'invention présente une ou plusieurs des caractéristiques techniques suivantes :

- l'aimant permanent de la deuxième structure ferromagnétique est réalisé dans un matériau ferromagnétique dur présentant une champ coercitif inférieur égal à 100 kA/m.
- la deuxième structure ferromagnétique est solidaire d'un second aimant permanent réalisé dans un matériau ferromagnétique dur présentant une champ coercitif supérieur à 100 kA/m.

[0031] Selon des variantes de l'invention :

- ladite deuxième structure ferromagnétique comporte au moins deux aimants permanents, entouré chacun au moins partiellement par une bobine électrique modifiant l'aimantation suivant la direction et l'amplitude du courant électrique circulant dans ladite bobine, et en ce que ledit circuit électronique

de pilotage détermine le courant d'alimentation de chacune desdites bobines en fonction de la position relative desdites structures ferromagnétiques et de l'état d'une commande de sélection d'un mode de fonctionnement parmi une pluralité de modes de fonctionnement,

- lesdites première structure et deuxième structure présentent des dents et en ce que ladite deuxième structure ferromagnétique est constituée par deux parties semi-tubulaires dentées reliées d'une part par le deuxième aimant et d'autre part par le premier aimant,
- les directions des aimantations des deux aimants sont identiques,
- l'élément de frein est apte à moduler la force de freinage entre lesdites première et seconde structures, selon un seul sens dudit déplacement relatif,
- un second élément de frein est apte à moduler la force de freinage entre lesdites première et seconde structures, selon le sens opposé,
- l'élément de frein est apte à moduler la force de freinage entre lesdites première et seconde structures, selon les deux sens dudit déplacement relatif,
- le corps ferromagnétique est constitué d'un matériau ferromagnétique doux dont l'aimantation est nulle en l'absence de courant d'alimentation de la bobine, ledit corps ferromagnétique présente des logements, de forme partiellement cylindrique et aptes à chacun recevoir un élément de frein, cylindrique,
- les éléments de frein sont articulés par rapport à un axe excentré et, par la mise en mouvement d'un desdits éléments de frein dans un sens, l'élément de frein vient en contact avec la première structure, ou dans le sens opposé, l'élément de frein se rétracte au sein de son logement.
- lorsque l'élément de frein est en contact avec la première structure, le déplacement de la première structure selon une direction provoque son coincement par archoutement de l'élément de frein, grâce à sa rotation excentrique,
- le corps ferromagnétique présente un aimant permanent au moins partiellement entouré de ladite bobine, l'amplitude d'aimantation de l'aimant permanent étant modulé par ladite bobine,
- ladite bobine est commandé par un calculateur associé à une mémoire enregistrant périodiquement les états du dispositif de commande pour déterminer les états les plus fréquents.

[0032] L'invention concerne aussi une interface homme-machine comprenant un écran d'affichage caractérisé en ce qu'il comporte en outre au moins un dispositif de commande présentant les caractéristiques mentionnées ci-dessus, disposé sur la surface de visualisation dudit écran d'affichage.

[0033] Avantageusement ledit dispositif de commande présente un évidement central pour l'affichage dans la zone d'écran disposée à l'arrière dudit évidement central d'une information déterminée en fonction de l'état dudit dispositif de commande.

[0034] L'invention concerne encore un actionneur comprenant un module d'entraînement d'un organe de sortie caractérisé en ce qu'il comporte en outre un dispositif de commande présentant les caractéristiques mentionnées ci-dessus, accouplé audit organe de sortie.

Description détaillée d'un exemple non limitatif de réalisation de l'invention

[0035] La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit, concernant des exemples non limitatifs de réalisation, illustrés par les figures annexées où :

[Fig.1] La [Fig.1] représente des vues en perspective et en coupe d'un exemple de dispositif de crantage actif muni d'une butée active,

[Fig.2] La [Fig.2] représente un schéma fonctionnel,

[Fig.3] La [Fig.3] représente une vue schématique d'un exemple de séquence de modulation des couples ressentis en fonction de la position angulaire,

[Fig.4a] La [Fig.4a] représente une vue en perspective d'un premier exemple de structure électromagnétique du dispositif de crantage actif,

[Fig.4b] La [Fig.4b] représente une vue en coupe de l'exemple de la [Fig.4a],

[Fig.4c] La [Fig.4c] représente une vue de dessus de l'exemple de la [Fig.4a],

[Fig.5] La [Fig.5] représente une mesure de couple ressenti lorsque l'aimant à faible champ coercitif a été aimanté à saturation de manière à fournir un crantage,

[Fig.6] La [Fig.6] représente une mesure de couple ressenti lors de l'activation alternée d'un pas sur deux de deux états d'aimantation, aimantation nulle ou à un niveau donné, de l'aimant permanent en fonction de la position du bouton actionné,

[Fig.7] La [Fig.7] représente une mesure de couple ressenti lors de l'activation alternée d'un pas sur trois de deux états d'aimantation, aimantation nulle ou à un niveau donné, de l'aimant permanent en fonction de la position du bouton actionné,

[Fig.8] La [Fig.8] est une représentation schématique de couple ressenti lors de l'activation alternée à chaque pas de N états d'aimantation de l'aimant permanent continûment décroissants en fonction de la position du bouton actionné,

[Fig.9] La [Fig.9] est une représentation schématique de couple ressenti lors de l'activation de N états d'aimantation de l'aimant permanent selon un profil pré-enregistré en fonction de la position du bouton actionné,

[Fig.10] La [Fig.10] représente une vue en perspective d'une variante de réalisation du dispositif de crantage actif,

[Fig.11] La [Fig.11] représente les courbes d'effort de la variante précédente,

[Fig.12a] La [Fig.12a] représente une vue en perspective d'un premier exemple de

réalisation d'un dispositif de butée active à mouvement rotatif et avec des éléments de frein à guidage rotatif,

[Fig.12b] : La [Fig.12b] représente le couple généré sur les éléments de frein du dispositif de butée présenté [Fig.12a],

[Fig.13a] La [Fig.13a] représente une variante de réalisation d'un dispositif de butée active présentant de multiples positions stables sans courant,

[Fig.13b] La [Fig.13b] représente le couple généré sur les éléments de frein du dispositif de butée présenté [Fig.13a],

[Fig.14] La [Fig.14] représente une variante de réalisation d'un dispositif de butée active présentant un mouvement relatif rotatif et des éléments de frein à guidage linéaire,

[Fig.15] La [Fig.15] représente une variante de réalisation d'un dispositif de butée active présentant un mouvement relatif linéaire et un seul élément de frein,

[Fig.16a]

[Fig.16b] Les figures 16a et 16b représentent une variante de réalisation d'un dispositif de butée active présentant une butée à indexation pour deux états différents, libre et bloqué.

[Fig.17] La [Fig.17] représente l'intégration du dispositif de butée précédent dans un système de crantage selon l'invention.

[Fig.18] La [Fig.18] représente l'intégration du dispositif de commande selon l'invention avec un écran d'affichage.

Dispositif de modulation d'effort

[0036] L'invention concerne un dispositif d'effort ajustable, de crantage actif et/ou de butée active, permettant de modifier l'effort de manière dynamique par une commande informatique variant en fonction de la position du bouton de commande. Cet effort peut s'apparenter à celui d'une commande indexée, avec des pas d'indexations variables, réguliers ou non, et/ou des butées pilotées. Les butées peuvent être franches, c'est-à-dire entraînant un blocage complet du système dans une direction donnée, ou indicatives, c'est-à-dire, en se matérialisant par une friction supérieure à partir d'une position donnée. L'utilisation d'un tel dispositif est particulièrement intéressante pour fournir un retour haptique à un utilisateur, mais trouve aussi un intérêt pour générer une modulation d'effort sur un organe à entraîner.

[0037] Selon l'application, l'effort à ajuster peut varier, pour certaines seul un effet de crantage est désiré, pour d'autre seul un effet de butée est nécessaire et pour d'autres les deux doivent être implémentés mais sans forcément être couplées. Nous illustrons donc diverses solutions au travers d'exemples de réalisation.

[0038] La [Fig.1] illustre un premier exemple de réalisation intégrant un dispositif de crantage (80) actif et un dispositif de butée (90) active à un système haptique à ac-

tionnement rotatif. Dans l'exemple de réalisation de la [Fig.1], lesdits dispositifs présentent chacun une forme cylindrique et sont superposés axialement. Ce premier exemple de réalisation doit être interprété comme intégrant deux dispositifs, l'un étant dédié au crantage et l'autre à la butée ajustable. Ce mode de réalisation est préféré lorsque nous voulons obtenir les deux fonctions, de crantage et de butée, avec une dé-corrélation parfaite, la [Fig.17] illustrant quant à elle l'imbrication des deux fonctions en un seul dispositif, mais avec une interdépendance.

- [0039] Le dispositif de crantage (80) qui sera plus particulièrement décrit au travers d'autres exemples, est composé d'une première structure (1), comprenant un matériau ferromagnétique doux, et d'une seconde structure (3), associant un circuit en un matériau ferromagnétique doux à un aimant permanent (7) et un aimant semi-rémanent entouré au moins partiellement d'une bobine électrique (8), lesdites structures pouvant se déplacer relativement en rotation. L'effet de crantage est obtenu grâce à la coopération de dents (2, 11) structurant des surfaces en regard des parties en matériau ferromagnétique desdites première et seconde structure (1, 3).
- [0040] Le dispositif de butée (90), qui sera lui aussi décrit de manière plus complète à travers différents exemples, est composé d'une première structure (100) et d'une seconde structure (200) pouvant se déplacer relativement en rotation, et d'éléments de frein (310, 320) permettant d'entraver le déplacement relatif desdites structures. La première structure (100) comprend un corps ferromagnétique (210) doux dont l'état d'aimantation peut être modifié en fonction du courant d'alimentation d'une bobine (250), l'état d'aimantation du corps ferromagnétique (210) agissant sur la position des éléments de frein (310, 320) pour moduler la résistance au déplacement relatif desdites première structure (100) et seconde structure (200).
- [0041] Dans cet exemple de réalisation, le système haptique présente une forme de bouton, dont le flasque extérieur actionné par l'utilisateur n'est pas représenté. Ce flasque extérieur est rigidement lié à la première structure (1) du dispositif de crantage (80), à la première structure (100) du dispositif de frein (90) et à un axe (6), le tout formant un premier ensemble solidaire, ledit axe (6) servant à la fois à supporter la structure (100) et à guider le premier ensemble solidaire en rotation par rapport à un second ensemble solidaire. Ce second ensemble solidaire, destiné à rester fixe lors de l'utilisation du système, comprend la seconde structure (3) du dispositif de crantage (80) ainsi que la seconde structure (200) et des moyens de guidage des éléments de frein (310, 320) du dispositif de frein (90), ainsi qu'un circuit électronique (12) comprenant les moyens de pilotage des bobines (8, 250).

Le déplacement relatif des deux ensembles solidaires est mesuré grâce à un capteur de position (10), magnétique dans cet exemple de réalisation, réalisé par la coopération d'un aimant, solidaire de l'axe (6), avec une sonde magnéto sensible, intégrée au circuit

électronique (12).

[0042] Ce premier exemple d'intégration sous la forme d'un bouton haptique n'est pas limitatif de l'invention, les dispositifs de crantage (80) et de frein (90) pouvant être réalisés de manières très diverses et utilisés conjointement ou indépendamment pour moduler des efforts suivant différents types de degrés de liberté, voir plusieurs degrés de liberté.

[0043] Ce type de dispositif actif, et notamment sous forme de butée uniquement, peut également trouver un intérêt en utilisation conjointe avec un moteur, pour laquelle la butée permet de freiner ou de bloquer le déplacement dudit moteur. La forme crantage peut quant à elle être intégrée à un moteur afin de moduler localement le "cogging torque" du moteur pour créer des positions irréversibles d'un motoréducteur.

Architecture fonctionnelle

[0044] Tel que présenté [Fig.2], le dispositif se distingue de celui décrit dans la demande de brevet WO2020109744A2 par le fait que le système magnétique (20) comporte un capteur de position (10) (par exemple de type optique ou électromagnétique ou encore inductif) fournissant un signal électrique représentatif de la position relative des structures (1, 3) et un circuit de contrôle (15), par exemple un microcontrôleur ou un circuit FPGA, ainsi qu'une interface utilisateur (25) permettant d'agir sur la position relative des structures (1, 3) et comportant optionnellement un sélecteur permettant de choisir un mode haptique parmi une pluralité de modes enregistrés, se traduisant par différentes évolutions du profil de couple et de différents pas ou écarts indexés.

[0045] Le circuit de contrôle détermine le sens et l'amplitude du courant d'alimentation de la bobine (ou des bobines lorsque le système électromagnétique (20) en comporte plusieurs) en fonction d'une part de la position relative des structures (1, 3), comprenant un matériau ferromagnétique, et d'autre part en fonction de la loi de commande enregistrée dans une mémoire ; et optionnellement en fonction de l'état d'un sélecteur manuel, commandé par l'utilisateur, ou contextuel, commandé par un circuit électronique complémentaire dont l'état est commandé par le dispositif.

[0046] L'énergie nécessaire à aimanter la bobine, même si elle reste faible dans sa globalité de par son caractère impulsif, impose une réserve d'énergie locale car difficilement accessible directement par le réseau d'alimentation, ce qui nécessite par ailleurs de maintenir cette réserve à tout moment disponible pour répondre à tout événement d'aimantation. Il est d'usage que cette réserve d'énergie se présente sous la forme d'une tension supérieure à celle fournie par le système au dispositif.

[0047] En fonction du sens d'alimentation de la bobine, on provoque une aimantation ou une désaimantation de la seconde structure (3), ferromagnétiques, en fonction de la position spatiale du bouton et on « éteint » sélectivement certains crans permettant alors de sculpter (amplitude et fréquence) le couple avec un très grand champ de pos-

sibilités.

- [0048] La possibilité de modifier à volonté l'indexation permet par exemple d'utiliser un même bouton de commande pour différents modes d'interaction.
- [0049] Ainsi un bouton d'info-divertissement peut gérer un menu alphabétique dans lequel on souhaiterait une trentaine de caractère et donc une trentaine de crans, un menu numérique pour les chiffres présentant alors une dizaine de crans, un mode de roue libre ou avec une amplitude de crantage augmentant continument afin de gérer le niveau de son du système audio, et de manière contextuel modifier le nombre de crans, par exemple après sélection des paramètres d'une première fonction par un mode alphabétique à 36 crans, choix d'un second paramètre numérique par un mode numérique à 10 crans, puis un troisième paramètre par un mode continu sans crans et enfin une butée ajustable en position pour signifier de manière haptique l'arrivée en fin d'une liste de sélection.
- [0050] Il est aussi possible de faire varier la distance entre deux pas sur la course du bouton, par exemple avec un réglage grossier, avec des pas écartées dans les plages de valeurs rarement utilisées, et des pas plus rapprochés dans la plage la plus pertinente, pour permettre un réglage fin dans cette zone et de générer une butée à une position voulue. Les limites des plages peuvent être déterminées par un apprentissage supervisé à partir des réglages antérieurs, afin de proposer, pour les réglages futurs, une plage de réglage à pas resserrés autour de la valeur la plus souvent sélectionnée au cours des utilisations passées.
- [0051] La [Fig.3] illustre un exemple de séquence que l'on peut programmer. Plus particulièrement, lors de la rotation du bouton d'info-divertissement (13), on peut calibrer un premier secteur angulaire en rotation libre, puis l'activation du mode de crantage à une position donnée, on obtient alors le profil de force représenté dans l'encadré 2. Puis, l'amplitude du crantage est augmentée sur quelques pas avant d'être diminuée à son niveau initial. Après plusieurs pas, un mode ou un cran sur deux est désactivé est sélectionné avant d'arriver à la position d'activation de la butée, tel que représenté dans l'encadré 1.
- [0052] A noter que la [Fig.3] présentée seulement à but illustratif ne limite en aucun cas l'invention à la séquence décrite, et ne limite pas non plus l'invention aux modes présentés.

Architecture électromécanique du dispositif de crantage

- [0053] L'architecture électromécanique est notamment conforme à l'un des exemples décrits dans la demande de brevet WO2020109744A2 dont le contenu est incorporé au présent brevet par citation.
- [0054] La [Fig.4a] représente une vue schématique en perspective d'un premier exemple de réalisation d'une structure électromagnétique du dispositif d'indexation et les figures

4b et [Fig.4c] représentent respectivement une vue en coupe transversale et une vue de dessus d'un tel dispositif. Sur les figures 4b et 4c, les flèches épaisses montrent la direction de l'aimantation des éléments.

- [0055] Cet exemple de dispositif d'indexation est constitué par une première structure (1) formée par un cylindre denté en un matériau ferromagnétique, présentant dans l'exemple décrit 20 dents (2) s'étendant radialement, le nombre de dent n'étant pas limitatif. Cette première structure (1) est en rotation autour de l'axe (6) et est accouplée à un bouton de commande (non visible ici) actionné manuellement.
- [0056] Une deuxième structure (3) ferromagnétique dentée est disposée de manière coaxiale à l'intérieur de cette première structure (1), fixe relativement au mouvement de la première structure (1). Cette deuxième structure ferromagnétique (3) est constituée par deux parties semi-tubulaires (4a, 4b) fixes présentant des dents (11) s'étendant radialement vers les dents (2) de la première structure et avec le même écart angulaire que celui des dents (2) de la première structure (1). Un tel écart angulaire identique pour les dents (2) et (11) permet de maximiser l'effort entre la première structure (1) et la deuxième structure (3) et donc de maximiser la sensation haptique donnée à l'utilisateur. Cependant, le réglage de cette sensation haptique sera avantageusement permis par le nombre de dents aux deux structures (1, 3) et éventuellement par une différence d'écart angulaire entre les dents (2, 11) ou bien encore par des largeurs de dents (2, 11) différentes entre les deux structures (1, 3).
- [0057] Les deux parties semi-tubulaires (4a, 4b) sont reliées d'une part par un premier aimant permanent (5), préférentiellement à haute énergie et présentant un champ coercitif élevé, typiquement de 600 kA/m, et en tous les cas supérieur à 100 kA/m. La direction d'aimantation est selon la plus grande dimension de l'aimant, ici selon une direction orthogonale à l'axe (6) de rotation. L'aimant permanent (5) a une fonction de génération d'un champ magnétique constant, et ne doit pas se désaimanter pendant l'utilisation du dispositif.
- [0058] Ces deux parties semi-tubulaires (4a, 4b) sont aussi reliées d'autre part par un second aimant (7) ayant un faible champ coercitif, c'est-à-dire un matériau de type semi-rémanent ou un aimant de type AlNiCo avec une rémanence typiquement de 1,2 Tesla et un champ coercitif typique de 50 kA/m, et en tous les cas inférieur à 100 kA/m. La direction d'aimantation est selon la plus grande dimension de l'aimant et de manière à ce que les flux magnétiques des deux aimants (5) et (7) soient alignés ou de sens opposés, selon l'aimantation imprimée au second aimant (7) à faible champ coercitif, les flux magnétiques circulant dans les parties semi-tubulaires (4a, 4b). Le faible champ coercitif de l'aimant (7) est nécessaire afin de permettre son aimantation ou désaimantation facilement à l'aide d'une bobine localisée autour de celui-ci et ceci avec une énergie limitée rendant son utilisation dans un dispositif intégré possible sans

l'utilisation d'une électronique puissante et couteuse.

- [0059] Ce deuxième aimant (7), est disposé parallèlement au premier aimant (5), et entouré de deux bobines électriques (8, 9). Il est possible de n'installer qu'une seule bobine dans une réalisation alternative, les deux bobines (8 et 9) étant pour cet exemple disposées de part et d'autre de l'axe de guidage (6) par soucis d'équilibre et d'optimisation de l'encombrement.
- [0060] A titre d'exemple, chaque bobine est constituée de 56 spires (28 spires/poche), en série avec un fil de cuivre de section 0,28mm, la bobine présentant une résistance terminale de 0,264 Ω .
- [0061] Pour moduler le sens et/ou l'amplitude de la polarité de l'aimantation de l'aimant à faible champ coercitif (7), on applique un courant à la ou aux bobines (8, 9) sous forme continue ou d'une impulsion électrique, par exemple donnée par décharge d'un condensateur. A titre d'exemple, un courant de 13 Ampères provoquant une force magnétomotrice voisine de 730At environ permet l'annulation de l'aimantation.
- [0062] Le fonctionnement de ce premier mode de réalisation est le suivant : Lorsqu'un courant continu ou une impulsion de courant dans un sens positif (référence arbitraire) circule dans les bobines (8, 9) créant un champ magnétique additif entre les deux bobines, l'aimant (7) à faible champ coercitif est magnétisé selon une direction telle que les flux magnétiques des deux aimants sont additifs et circulent majoritairement en boucle à travers les deux aimants (5, 7) et les parties semi-tubulaires (4a, 4b). De ce fait, les flux magnétiques ne traversent pas ou peu la première structure (1) et aucun couplage, ou un couplage faible, n'est présent entre les deux structures (1, 3), l'utilisateur activant la structure ne ressentant pas de crantage. Dans cet exemple précis, les aimantations des deux aimants (5, 7) sont parallèles et perpendiculaires au plan médian entre les deux parties semi-tubulaires (3, 4) bien que cette configuration ne soit pas exclusive.
- [0063] Lorsqu'une impulsion de courant dans un sens négatif (référence arbitraire) circule dans les bobines (8, 9) créant un champ magnétique toujours additif entre les deux bobines, l'aimant (7) à faible champ coercitif est magnétisé selon une direction telle que les flux magnétiques des deux aimants s'opposent et circulent majoritairement en boucle à travers les deux aimants (5, 7) et les deux structures dentées (1, 3). De ce fait, un couplage ou crantage marqué apparaît et une sensation d'indexation significative est perçue par l'utilisateur du dispositif, ressentant ainsi un crantage.

Les bobines (8, 9) sont alimentées par un courant piloté par un circuit de contrôle recevant en entrée la position angulaire de la culasse extérieure (1) par rapport aux culasses (4a, 4b). L'intensité du courant dans les bobines (8, 9) permet avantageusement de régler la sensation haptique en jouant directement sur l'intensité de l'aimantation de l'aimant (7) à faible champ coercitif et donc sur le flux de couplage

entre les structures fixe et mobile.

Exemples de profils de couples générés par le dispositif de crantage

- [0064] Les figures 5 à 9 illustrent différents exemples de profils de couple selon l'invention. La [Fig.5] représente les variations de l'amplitude (51) obtenues en fonction de la position relative (52) des deux structures dentées (1, 3) et lorsque l'aimant (7) à faible champ coercitif est aimanté à saturation pour fournir un crantage d'amplitude maximale (55). On obtient le profil de variations de couple (50) usuel pour ce type de structure et présentant des alternances de couple moteur, lorsque l'amplitude est positive, ou frein lorsque l'amplitude est négative.
- [0065] Les figures 6 et 7 illustrent le profil de couple issu de l'activation et la désactivation du crantage, par le circuit de pilotage du courant d'alimentation de la bobine, à différentes positions angulaires (60) de manière à supprimer respectivement un cran sur deux ou deux crans sur trois ressentis, par rapport au crantage de référence "passif" représenté [Fig.5]. Les positions angulaire (60) d'activation et de désactivation sont représentées sur la partie haute des figures 6 et 7, l'échelle (53) étant une représentation d'un déclenchement du changement d'état sans être représentatif de la valeur du courant traversant les bobines. Les positions angulaires (60) d'activation et de désactivation correspondent ici à des positions d'équilibre, stables ou instables, de l'interaction magnétique des deux structures dentées. Le choix de cette position permet de moduler localement les transitions de couple et d'affiner le ressenti de l'utilisateur. Une position d'équilibre stable correspond à une position de couple nul présentant une dérivée négative, alors qu'une position d'équilibre instable présente une dérivée positive de son couple.
- [0066] La relation entre la position retournée par le capteur et la position des points d'équilibre de chaque cran peut être déterminée par le circuit de pilotage à la mise sous tension, la seule information nécessaire et mémorisée est le nombre de crans que possède le dispositif, ainsi à chaque mise sous tension le dispositif peut déduire l'emplacement angulaire de l'ensemble des crans à partir du moment où il se situe à une position stable. Il est aussi possible d'employer un capteur absolu.
- [0067] La [Fig.8] illustre la modification de l'amplitude de crantage, par le circuit de pilotage du courant d'alimentation de la bobine, à différentes positions angulaires (60) de manière à obtenir une amplitude de crantage diminuant progressivement en fonction de la position relative angulaire (52) des deux structures aimantées. Les positions angulaires (60) de modification d'amplitude sont par exemple ici réalisées à des positions d'équilibre instables de l'interaction magnétique entre les deux structures dentées. Le signal de déclenchement de la modification d'amplitude représenté dans la partie haute de la [Fig.8] n'est pas représentatif du courant traversant la bobine.
- [0068] Pour obtenir une amplitude d'aimantation différente, deux méthodes sont préférées

sans qu'elles soient limitatives de l'invention. La première méthode consiste à l'application successive d'un cycle de courant de désaimantation puis d'un courant d'aimantation pour atteindre le niveau de crantage voulu. Cette méthode a l'avantage de simplifier l'électronique de pilotage, car le cycle de désaimantation est indépendant du niveau d'aimantation initial et la relation entre le courant d'aimantation et le niveau d'aimantation obtenu à partir d'un niveau nul est une donnée facilement caractérisable.

[0069] La seconde méthode consiste à caractériser intégralement la relation entre l'aimantation rémanente et le courant d'aimantation pour tous les couples de niveaux d'aimantation initiaux et finaux que l'on désire obtenir. Cette méthode bien que plus complexe à mettre en œuvre, présente l'avantage de diminuer la consommation électrique du dispositif en utilisation, mais aussi de limiter les variations de forces ressenties par l'utilisateur lors du changement du niveau d'aimantation.

[0070] La [Fig.9] illustre d'autres modifications de crantage permises par le dispositif selon l'invention. Par exemple pour une plage angulaire (66), le circuit de pilotage du courant d'alimentation de la bobine peut supprimer toutes les alternances négatives du couple, de manière à obtenir, sur cette plage, uniquement un ressenti résistif ou nul pour l'utilisateur. Le ressenti sur cette plage angulaire (66) correspond à un effet de modulation de la friction tel qu'on pourrait l'obtenir avec les structures présentées dans l'art antérieur utilisant un fluide magnétorhéologique. En revanche, le dispositif selon l'invention présente un tout nouvel effet haptique, tel que représenté sur la plage angulaire (65), avec la suppression de toutes les alternances positives de couple. L'effet ressenti par l'utilisateur est ainsi l'alternance d'un couple moteur et d'un couple nul dont la sensation très différente permet d'y associer une information alternative. Le dispositif haptique selon l'invention peut faire passer une grande diversité de messages à travers des signature particulières, comme par exemple des transitions franches (61) et (62) avec la modification de l'aimantation en dehors des positions d'équilibre magnétique des deux structures dentées.

Variante de dispositif de crantage à deux aimants bobinés

[0071] La [Fig.10] représente une vue d'une variante de réalisation de la seconde structure (3) ferromagnétique avec deux aimants (7a, 7b) semi-rémanent, de type AlNiCo par exemple s'étendant depuis une culasse (39) ferromagnétique commune aux deux aimants (7a, 7b) jusqu'à des culasses respectivement (40, 41), lesdites culasses (40, 41) étant reliées par un aimant permanent (5) de rémanence élevée.

[0072] La culasse (39) est dépourvue de dents dans l'exemple décrit. Les culasses (40, 41) présentent des pas espacés avec des intervalles angulaires différents et qui correspondent respectivement à de fréquences de 18 et 36 crans par tour.

[0073] Les aimants (7a, 7b) sont entourés chacun d'une bobine non représentée sur la figure, qui permet d'inverser la polarité et de modifier l'intensité de l'aimantation de chacun

desdits aimants (7a, 7b), l'aimantation de l'aimant (5) n'étant pas modifiée. Chacune des bobines est alimentée par un courant piloté par un circuit de contrôle recevant en entrée la position angulaire de la première structure (1) extérieure par rapport à la seconde structure.

- [0074] La [Fig.11] présente des courbes d'effort lors d'un déplacement relatif de la première structure (1) par rapport à la seconde structure (3) pour la variante présentée en [Fig.10], et ce en fonction de différents états de polarisation possibles des aimants (7a) et (7b). Pour présenter ces courbes, nous proposons de décrire deux états d'aimantation de chacun des aimants (7a et 7b), l'état 1 qui correspond à une polarisation de l'aimant (7a, 7b) pour laquelle le flux magnétique généré dans sa culasse respective (40, 41) s'oppose au flux magnétique généré par l'aimant (5) dans cette même culasse, et l'état 2 pour lequel les flux s'additionnent dans les culasses (40, 41). Ainsi, la courbe (70) correspond à l'effort obtenu lorsque l'aimant (7a) est dans l'état 1 et l'aimant (7b) est dans l'état 2, générant un effort de 36 crans sur une rotation complète. La courbe (73) correspond à l'effort obtenu lorsque l'aimant (7a) est dans l'état 1 et l'aimant (7b) est dans l'état 2, générant un effort de 18 crans sur une rotation complète. La courbe (71) correspond à l'effort obtenu lorsque les deux aimants (7a, et 7b) sont dans l'état 1, générant une superposition des deux efforts décrit précédemment à 36 et 18 crans sur une rotation complète. La courbe (72) correspond à l'effort obtenu lorsque les deux aimants (7a, et 7b) sont dans l'état 2, ne générant pas d'effort lors de la rotation.
- [0075] Bien entendu les courbes obtenues ne sont que des illustrations d'efforts possibles, d'autre profils pouvant être obtenus en modulant l'amplitude d'aimantation de l'aimant (7a) par rapport à l'aimant (7b).

Dispositif de butée active

- [0076] L'invention concerne aussi un dispositif de butée activable en toute position du déplacement relatif.
- [0077] De manière générale, ce dispositif de butée comporte :
- une première structure (100) formée en un matériau ferromagnétique,
 - une deuxième structure (200) en mouvement relatif par rapport à cette première structure (100), ladite deuxième structure (200) comportant au moins un corps ferromagnétique (210), présentant au moins un logement (220, 221), et supportant au moins une bobine (250) apte à modifier l'état d'aimantation dudit corps ferromagnétique (210), et
 - au moins un élément de frein (310, 320) comportant un aimant permanent (350).
- [0078] Le logement (220, 221) est en vis-à-vis de la première structure (100) et forme avec cette dernière un entrefer magnétique (300) dans lequel est logé un élément de frein (310, 320), la position de l'élément de frein (310, 320) au sein du logement (220, 221)

dépendant de l'état d'aimantation dudit corps ferromagnétique (210).

[0079] Il est précisé que l'élément de frein (310, 320) est un matériau solide, à l'exclusion de fluides magnétorhéologiques, nécessitant une construction complexe, avec une enveloppe étanche notamment.

[0080] Dans une variante de réalisation,

- un premier état d'aimantation du corps ferromagnétique (210) induit un contact mécanique d'un des éléments de frein (310, 320) avec la première structure (100), ledit élément de frein entravant le déplacement de ladite première structure (100) selon un sens de déplacement selon un degré de liberté,
- un second état d'aimantation du corps ferromagnétique (210) induit un contact mécanique de l'élément de frein (320, 310) complémentaire avec la première structure (100), ledit élément de frein entravant le déplacement de ladite première structure (100) selon le sens de déplacement opposé selon le même degré de liberté, et
- un troisième état d'aimantation du corps ferromagnétique (210) induit une absence de contact mécanique des éléments de frein (310, 320) avec la première structure (100), ladite première structure (100) étant libre de mouvement selon ce même degré de liberté.

[0081] Dans un mode de réalisation alternatif,

- un premier état d'aimantation du corps ferromagnétique (210) induit un contact mécanique des deux éléments de frein (310, 320) avec la première structure (100), lesdits éléments de frein entravant le déplacement de ladite première structure (100) selon les deux sens de déplacement d'un degré de liberté,
- un second état d'aimantation du corps ferromagnétique (210) induit une absence de contact mécanique des éléments de frein (310, 320) avec la première structure (100), ladite première structure (100) étant libre de mouvement selon ce même degré de liberté.

[0082] Lors des différentes variantes de réalisation, la mise en contact d'un élément de frein (310, 320) avec la première structure aimantée (100), entrave le déplacement de ladite première structure (100), soit par friction, soit par butée franche, ou encore par butée élastique.

[0083] Les aimants (350, 351) des éléments de frein (310, 320) sont nécessairement de fort champ coercitif, typiquement de 600 kA/m et en tous les cas supérieurs à 100 kA/m, la rémanence n'est de son côté pas une réelle préoccupation. Ainsi, toute une gamme d'aimant allant des ferrites aux aimants au néodyme frittés peuvent convenir et seront choisis en fonction de la tenue mécanique requise par lesdits aimants.

Premier exemple de butée active

- [0084] Selon un premier mode de réalisation, nous proposons un dispositif monostable en position libre.
- [0085] Dans ce mode de réalisation, représenté [Fig.12a] en version rotative, le corps ferromagnétique (210) est constitué d'un matériau ferromagnétique doux dont l'aimantation est nulle en l'absence de courant d'alimentation de la bobine (250). Les logements (220, 221) présentent une forme partiellement cylindrique asymétrique et sont aptes à chacun recevoir un élément de frein (310, 320) cylindrique.
- [0086] Les éléments de frein (310, 320) comportent un aimant (350, 351) cylindrique traversé par un pivot axial excentrique (360, 361), fixe par rapport à la seconde structure (200), et n'autorisant qu'un degré de liberté en rotation de l'aimant (350, 351) autour de ce dernier. La rotation excentrique dans un sens permet à l'élément de frein (310, 320) de venir en contact avec la première structure (100), ou dans le sens opposé, permet à l'élément de frein (310, 320) de s'insérer au sein de son logement (220, 221).
- [0087] Lorsque l'élément de frein (310, 320) est en contact avec la première structure (100), le déplacement de la première structure (100) selon une direction peut conduire à son coincement par archoutement de l'élément de frein (310, 320) grâce à la rotation excentrique. Le déplacement de la première structure (100) selon le sens de déplacement opposé permet la libération du coincement par archoutement, le cas échéant, et la suite du déplacement est seulement freinée par l'élément de frein (310, 320).
- [0088] La position de l'élément de frein (310, 320) au sein du logement (220, 221) dépend à la fois du champ magnétique généré par l'aimant (350, 351) de l'élément de frein (310, 320), mais aussi de l'état magnétique du corps ferromagnétique (210). Dans l'exemple de la [Fig.12a], le corps ferromagnétique (210) présente trois états d'aimantation notables en fonction du courant traversant la bobine (250),
- soit la bobine n'est traversée par aucun courant et l'état d'aimantation est nul,
 - soit la bobine est traversée par un courant positif supérieur à un courant seuil, ce qui conduit à l'état d'aimantation appelée "aimantation positive",
 - soit la bobine est traversée par un courant de même intensité mais circulant dans le sens opposé, ce qui conduit à l'état d'"aimantation négative".
- [0089] Le logement (220, 221) du corps ferromagnétique (210) est délimité par des cornes polaires (260, 261, 262, 263) asymétriques dans l'exemple décrit, soigneusement dimensionnées et conduisant à une position particulière de l'élément de frein en fonction de l'état d'aimantation dudit corps ferromagnétique (210).
- [0090] Lorsque le corps ferromagnétique (210) est dans l'état d'aimantation nulle, il s'exerce une force sur l'élément de frein (310, 320) l'attirant au sein du logement, et générée par le rebouclage du champ magnétique, généré par l'aimant (350, 351) de l'élément de frein (310, 320), dans le corps ferromagnétique (210) au travers des cornes polaires

(260, 261, 262, 263). Lorsque le corps ferromagnétique (210) est dans un état d'aimantation positive ou négative, le champ magnétique qu'il génère se reboucle d'un logement (220, 221) à l'autre, il s'exerce alors une force sur l'élément de frein (310, 320) pour aligner son champ magnétique sur celui du corps ferromagnétique (210).

[0091] Suivant la direction d'aimantation de l'aimant (350, 351) ou la position du pivot axial excentrique (360, 361), l'élément de frein sera en contact avec la première structure (100) pour un état d'aimantation positive du corps ferromagnétique (210) et attiré au sein de son logement (220, 221) dans le cas d'une aimantation négative, ou inversement.

[0092] Ainsi, si les deux aimants (350 et 351) présentent un comportement opposé lorsque l'état d'aimantation du corps ferromagnétique (210) n'est pas nul, tel que présenté [Fig.12a], nous obtenons dans le cas d'aimantation positive un blocage du mouvement dans un premier sens par un des éléments de frein (310, 320) et mouvement libre dans le sens opposé, et dans le cas d'une aimantation négative, on obtient un mouvement libre sans le premier sens et un blocage par le second élément de frein (320, 310) dans le sens opposé.

[0093] La [Fig.12b] illustre le couple obtenu sur les deux éléments de frein (310, 320) autour de leur point de pivotement en fonction du courant d'alimentation de la bobine (250), ce lorsque les éléments de frein (310, 320) permettent chacun un blocage dans un sens opposé, tel que décrit dans le paragraphe précédent. On peut noter qu'à courant d'alimentation nul, les deux pièces de friction (310, 320) présentent un couple opposé qui permet de les insérer chacune dans son logement (220, 221) et d'obtenir une rotation libre de la première structure (100) par rapport à la seconde structure (200).

[0094] Toutefois ceci n'est pas limitatif de l'invention et si les deux aimants (350 et 351) présentent un comportement identique en fonction de l'état d'aimantation du corps ferromagnétique (210), nous obtenons un blocage dans les deux sens pour une aimantation donnée et un mouvement libre pour l'aimantation opposée.

[0095] Dans le mode de réalisation préféré, la première structure (100) présente une partie en un matériau ferromagnétique doux pour favoriser le rebouclage du flux généré par le corps ferromagnétique (210) et donc maximiser la force s'exerçant sur les éléments de frein (310, 320), ceci n'étant toutefois pas limitatif de l'invention.

[0096] Enfin ce mode de réalisation présente un élément de frein (310) intégrant un aimant (350) intégré dans une frette (351), cette frette (351) est optionnelle et peut présenter plusieurs fonctions, telles qu'une amélioration du coefficient de friction, ou une amélioration de la tenue mécanique. De même, le guidage en rotation de l'élément de friction (310), qui est ici directement supporté par l'aimant (350), pourrait être réalisé par une autre partie intégrante de l'élément de friction (310) présentant d'autres propriétés mécaniques.

Variante du corps ferromagnétique (210)

- [0097] Une variante de réalisation du corps ferromagnétique est présentée [Fig.13a]. Cette variante de réalisation diffère du mode de réalisation précédent en ce que le corps ferromagnétique (230) n'est pas un corps monolithique mais un assemblage de plusieurs éléments ferromagnétiques et en ce que le dispositif de butée présente des états de butée stables, c'est-à-dire en l'absence de courant d'alimentation de la bobine (250). Dans ce mode de réalisation, le corps ferromagnétique (210) présente un aimant permanent (215) entouré de la bobine (250) et enchâssé entre deux conducteurs de flux (211, 212) en matériau ferromagnétique doux présentant chacun un logement (220, 221).
- [0098] Le corps ferromagnétique intègre éventuellement un isthme (213) saturable magnétiquement reliant directement les deux conducteurs de flux (211, 212).
- [0099] L'aimant permanent (215) présente un faible champ coercitif, c'est-à-dire un matériau de type semi-rémanent ou un aimant de type AlNiCo avec une rémanence typiquement de 1,2 Tesla et un champ coercitif typique de 50 kA/m, et en tous les cas inférieurs à 100 kA/m. La direction d'aimantation est selon la plus grande dimension de l'aimant permanent (215). Le faible champ coercitif de l'aimant permanent (215) est nécessaire afin de permettre de moduler facilement l'amplitude et le sens de son aimantation à l'aide d'une bobine localisée autour de celui-ci et ceci avec une énergie limitée, rendant son utilisation dans un dispositif intégré possible sans l'utilisation d'une électronique puissante et couteuse. Pour moduler le sens et/ou l'amplitude de la polarité de l'aimantation de l'aimant à faible champ coercitif, on applique un courant à la bobine (250) sous forme continue ou d'une impulsion électrique, par exemple donnée par décharge d'un condensateur.
- [0100] Selon l'amplitude et la direction d'aimantation de l'aimant permanent (250), nous pouvons obtenir les états d'aimantation positive et négative du corps ferromagnétique (210), décrits pour le mode de réalisation précédent, de manière stable, c'est-à-dire en l'absence de courant dans la bobine (250).
- [0101] L'isthme (213) présente une faible section de manière à permettre le rebouclage direct d'une partie du flux de l'aimant permanent (215). On entend par rebouclage direct, un rebouclage entre les deux pôles de l'aimant réalisé intégralement au sein d'une pièce ferromagnétique douce, canalisatrice de flux magnétique. La section de cet isthme (213) étant volontairement limitée pour permettre de reboucler le flux magnétique de l'aimant permanent (250) uniquement jusqu'à un niveau d'aimantation donné, ce niveau étant inférieur au niveau de saturation de l'aimant permanent (215), par exemple 10 fois inférieur. Tant que l'isthme n'est pas saturé magnétiquement, le corps ferromagnétique (210) présente un état d'aimantation nul, ceci permet d'allonger la plage d'aimantation de l'aimant permanent (250) pour laquelle le corps ferroma-

gnétique (210) sera dans cet état, pour avantageusement combler la difficulté d'obtenir une désaimantation parfaite de l'aimant permanent (250).

[0102] La [Fig.13b] illustre le couple obtenu sur les deux éléments de frein (310, 320) en fonction du niveau d'aimantation de l'aimant permanent (215), et ce lorsque les éléments de frein (310, 320) permettent chacun un blocage dans un sens, tel que décrit dans le paragraphe précédent. On visualise l'effet de l'isthme magnétique par la présence de plateau de couple jusqu'à une certaine amplitude d'aimantation de l'aimant permanent (215). On peut noter qu'à faible niveau d'aimantation, les deux pièces de friction (310, 320) présentent un couple opposé qui permet de les insérer chacune dans son logement (220, 221) et d'obtenir une rotation libre de la première structure (100) par rapport à la seconde structure (200).

Variante d'élément de frein (310, 320)

[0103] Une variante de réalisation de l'élément de frein est présentée [Fig.14]. Dans ce mode de réalisation, les logements (220, 221) du corps ferromagnétique (210) présentent une forme d'encoche et les cornes polaires (260, 261, 262, 263) sont symétriques. Les éléments de frein (310, 320) présentent alors une forme complémentaire aux logements (220, 221) dans leur partie proximale pour venir s'y engager avec jeu plus ou moins profondément, le tout réalisant une liaison glissière. Dans leur partie proximale, les éléments de frein (310, 320) présentent une forme courbe asymétrique de manière à provoquer un arc-boutement de chacun des éléments de frein (310, 320) dans un sens uniquement, lors de la mise en contact dudit élément de frein (310, 320) avec la première structure (100).

Variante de dispositif de butée à un élément de frein (310)

[0104] Une variante de réalisation de butée est présentée [Fig.15]. Ce mode de réalisation diffère des modes de réalisation précédents en ce qu'il présente un déplacement relatif linéaire entre la première structure (100) et la seconde structure (200) et en ce qu'il ne comporte qu'un seul élément de frein (310) situé au sein d'un logement (220) délimité par deux cornes polaires (260, 261) prolongeant le corps ferromagnétique (210) de part et d'autre de la bobine (250). En fonction de l'état d'aimantation du corps ferromagnétique (210), l'élément de frein (310) est :

- soit attiré par une corne polaire (260, 261) et repoussé par la seconde corne polaire (261, 260), dans le cas d'une aimantation positive, ceci produisant une butée dans un sens de déplacement relatif entre la première structure (100) et la seconde structure (200) arc-boutement de la pièce de friction (310) et une rotation avec friction dans le sens opposé,
- soit attiré par la première corne polaire (260, 261) et repoussé par la seconde, dans le cas d'une aimantation négative, ceci produisant une butée dans la sens de déplacement relatif opposé desdites première et seconde structures,

- soit attiré par les deux cornes polaires (260, 261), dans le cas d'une aimantation nulle, ceci laissant libre dans les deux sens le déplacement relatif entre lesdites première et seconde structures.

[0105] Bien entendu cette version de butée n'est pas limitée à un déplacement linéaire et pourrait être adaptée par l'homme de métier pour une utilisation dans un dispositif rotatif.

Variante de réalisation de butée à indexation

[0106] Une variante de réalisation de butée est présentée dans les figures 16a, 16b et 17. Ce mode de réalisation diffère des modes de réalisation présentés en [Fig.13a] en ce que la première structure (100) est située à l'intérieur de la seconde structure et présente des encoches (110) espacées périodiquement, ces encoches étant aptes à accueillir l'élément de frein (310).

[0107] Ces réalisations présentent la particularité d'un évidement central (305) traversant, permettant de réaliser un bouton entourant un boîtier cylindrique ou un équipement présentant un corps cylindrique, avec une couronne rotative, par exemple une montre.

[0108] Elles permettent aussi de disposer dans l'évidement central (305) ou derrière l'évidement central (305) un écran de visualisation pour l'affichage d'indication représentative de l'état du bouton ou de la fonction commandée par le bouton.

[0109] La butée n'étant plus réalisée par arc-boutement mais par encastrement de l'élément de frein (310) dans une des encoches (110). Ce mode de réalisation diffère aussi des modes de réalisation précédents en ce qu'il ne permet pas de d'obtenir une butée en toute position relative de la première structure (100) par rapport à la seconde structure (200) mais en des positions indexées correspondant à la périodicité des encoches (110). Ce mode de réalisation diffère aussi en ce que l'élément de frein (310) réalise systématiquement une butée dans les deux sens de déplacement relatifs desdites première et secondes structures. Enfin, ce mode de réalisation diffère des modes de réalisation précédents en ce que les différents états magnétiques du corps ferromagnétique (210) sont obtenus par coopération de deux aimants (215, 216) et d'une bobine (250) entourant au moins partiellement l'aimant (215). L'aimant (215) présente un faible champ coercitif, inférieur à 100 kA/m, de manière à pouvoir facilement moduler son amplitude et son sens d'aimantation en alimentant électriquement la bobine (250). Le second aimant (216) présente un fort champ coercitif, supérieur à 100 kA/m, de manière à ce son aimantation ne soit pas modifiée lorsque la bobine (250) est alimentée électriquement.

[0110] La [Fig.16a] présente ce dispositif de butée dans l'état magnétique du corps ferromagnétique (201) permettant la libre rotation relative des deux structures (100, 200) et la [Fig.16b] présente ledit dispositif de butée dans l'état magnétique du corps ferromagnétique (201) permettant d'engager l'élément de frein (310) dans une encoche (110)

de la première structure.

[0111] Enfin, même si ce dispositif présente une indexation des positions de butée, l'état magnétique du corps ferromagnétique (210) peut être modifié en n'importe quelle position relative des première et seconde structures (100, 200), conduisant à la friction de l'élément de frein (310) sur la périphérie extérieure de la première structure (100) jusqu'à son engagement dans une encoche (110).

[0112] La [Fig.17] montre l'intégration de cette variante de butée dans un dispositif d'indexation selon l'invention. La première structure (100) présente alors des dents (2) coopérant avec les dents (11) délimitant les encoches (110) périodiques de la seconde structure (200). Cette seconde structure présente alors un troisième aimant (7) de faible champ coercitif, partiellement entouré d'une seconde bobine (8), l'état d'aimantation de la seconde structure pouvant être modifié par l'alimentation de l'une ou l'autre des bobines (8, 250) de manière à générer :

- un mode d'effort périodiquement variable lors du déplacement relatif des deux structures (100, 200),
- un mode de rotation libre lors du déplacement relatif des deux structures,
- un mode de butée où les deux structures ne peuvent plus se déplacer relativement.

Exemple d'application

[0113] Le dispositif de commande haptique selon l'invention est notamment destiné à compléter un écran d'affichage (304) dont un exemple est représenté en [Fig.18]. La structure dentée (11) est associée à un écran (304), et la structure (100) est entraînée par une couronne périphérique (308). La partie centrale évidée (305) du dispositif de commande (307) permet d'y loger un écran (306) afin de visualiser des informations au centre du dispositif, par exemple le niveau de volume du son. Dans une version alternative, la structure dentée est directement collée sur la surface d'un écran (304) et l'écran (306) est une partie apparente de l'écran (304) au travers de la partie centrale évidée (305) du dispositif de commande.

[0114] Cette application permet de réaliser des interfaces homme-machine (IHM) dynamiques associant la flexibilité d'un écran d'affichage, notamment d'un écran tactile, à la précision d'un bouton mécanique, avec une interaction fonctionnelle permanente entre l'affichage et les différents modes de commandes, tactile via l'écran ou haptique via le dispositif de commande.

[0115] Cette solution est particulièrement adaptée pour une IHM centralisée d'un véhicule automobile, par exemple un véhicule électrique, commandant un grand nombre de fonctionnalités, concernant le fonctionnement du véhicule, le confort, et des fonctions d'info-divertissement. Certaines fonctions notamment techniques sont critiques, par exemple le mode de conduite (sport, économique, ...) et un simple glissement du doigt

sur un écran tactile ne confère pas un ressenti satisfaisant. Le retour haptique du dispositif selon l'invention est alors plus approprié.

- [0116] Pour d'autres fonctions, comme le réglage de la température, il est souhaitable de pouvoir atteindre rapidement une zone de réglage fin, et dans ce cas la flexibilité de l'indexation permise par la présente invention permet dynamiquement de régler le pas de rotation.
- [0117] Une application similaire concerne les équipements électroménagers, par exemple une plaque de cuisson vitrocéramique ou à induction, où le pilotage de l'indexation d'un bouton de commande disposé sur la plaque, avec avantageusement une visibilité à travers un évidement central d'une information textuelle ou graphique, permet d'enrichir les commandes de la plaque.
- [0118] Une autre application concerne la commande d'équipements audiovisuels, permettant d'utiliser un même bouton, avec des indexations pilotées, pour la commande du niveau sonore, de la sélection d'un canal ou d'une station.
- [0119] Une autre spécificité concerne l'enregistrement des positions les plus fréquentes, pour chacun des modes d'utilisation, afin de commander un mode de fonctionnement correspondant aux habitudes personnalisées de l'utilisateur. A cet effet, un calculateur enregistre périodiquement l'état du dispositif de commande et notamment l'état d'alimentation de la bobine (250) et la position du bouton de commande pour déterminer des combinaisons fréquentes.

Revendications

- [Revendication 1] Dispositif de commande comportant un organe guidé mécaniquement pour permettre un déplacement relatif entre
- a. une première structure ferromagnétique (1, 100),
 - b. une seconde structure ferromagnétique (3 ; 200) comprenant au moins une bobine électrique (8, 9 ; 250), ladite bobine électrique (8, 9 ; 250) modifiant l'état d'aimantation de ladite seconde structure ferromagnétique (3, 200) suivant la direction et l'amplitude du courant électrique circulant dans ladite bobine (8, 9 ; 250),
 - c. au moins un aimant permanent (5, 7 ; 7a, 7b ; 350, 351),
- caractérisé en ce que le dispositif comporte en outre un circuit de pilotage du courant d'alimentation de ladite bobine (8, 9 ; 250) en fonction d'un signal d'entrée représentatif de la position relative desdites première et seconde structures ferromagnétiques (1, 3 ; 100, 200).
- [Revendication 2] Dispositif de commande selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il comporte des moyens d'indexation magnétique dudit déplacement par l'interaction magnétique entre lesdites première et seconde structures ferromagnétiques (1, 3), ladite seconde structure ferromagnétique (3) comprenant au moins un aimant permanent (5) entouré au moins partiellement d'au moins une bobine (8, 9) commandant l'état d'aimantation de ladite seconde structure ferromagnétique (3) au travers de la modification de l'aimantation dudit aimant permanent (5) suivant la direction et l'amplitude du courant électrique circulant dans ladite bobine (8, 9), ledit moyen d'indexation magnétique indiquant le déplacement généré par l'interaction magnétique entre lesdites première et second structures ferromagnétiques, qui est modulée par ledit état d'aimantation de la seconde structure ferromagnétique (3).
- [Revendication 3] Dispositif de commande selon la revendication 2 caractérisé en ce que lesdites première et seconde structures ferromagnétiques (1, 3) présentent respectivement une pluralité de dents radiales (2, 11) coopérant pour réaliser lesdits moyens d'indexation magnétique.
- [Revendication 4] Dispositif de commande selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il comporte en outre un moyen de sélection d'un mode d'effort variable

parmi une pluralité de modes d'effort variable prédéterminés, délivrant un signal exploité par ledit circuit de pilotage pour modifier le mode d'alimentation de ladite bobine (250).

- [Revendication 5] Dispositif de commande selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il comporte en outre une interface avec un équipement commandé délivrant un signal exploité par ledit circuit de pilotage pour modifier le mode d'alimentation de ladite bobine (250).
- [Revendication 6] Dispositif de commande selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il comporte un capteur de position (12) apte à mesurer la position de la première structure ferromagnétique (1) pour fournir audit circuit de pilotage du courant d'alimentation de ladite bobine (250) ledit signal d'entrée représentatif de la position relative desdites première et seconde structures ferromagnétiques (1, 3).
- [Revendication 7] Dispositif de commande selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il comporte une mémoire électronique pour l'enregistrement d'au moins deux lois de commande, et un circuit électronique comportant une entrée pour la sélection de l'une desdites lois de commande.
- [Revendication 8] Dispositif de commande selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'aimant permanent de la deuxième structure ferromagnétique est réalisé dans un matériau ferromagnétique dur présentant un champ coercitif inférieur ou égal à 100 kA/m.
- [Revendication 9] Dispositif de commande selon la revendication 1 caractérisé en ce que la deuxième structure ferromagnétique est solidaire d'un second aimant permanent réalisé dans un matériau ferromagnétique dur présentant un champ coercitif supérieur à 100 kA/m.
- [Revendication 10] Dispositif de commande selon la revendication 1 caractérisé en ce que ladite deuxième structure ferromagnétique (3) comporte au moins deux aimants permanents (5, 7) entouré chacun au moins partiellement avec une bobine électrique (250) modifiant l'aimantation suivant la direction et l'amplitude du courant électrique circulant dans ladite bobine (250), et en ce que ledit circuit électronique de pilotage détermine le courant d'alimentation de chacune desdites bobines (250) en fonction de la position relative desdites structures ferromagnétiques et de l'état d'une commande de sélection d'un mode de fonctionnement parmi une pluralité de modes de fonctionnement.
- [Revendication 11] Dispositif de commande selon la revendication 1 caractérisé en ce que lesdites première structure (1) et deuxième structure (3) présentent des dents (2) et en ce que ladite deuxième structure ferromagnétique (3) est

- constituée par deux parties semi-tubulaires dentées (4a, 4b) reliées d'une part par le deuxième aimant (5) et d'autre part par le premier aimant (7).
- [Revendication 12] Dispositif de commande selon la revendication précédente caractérisé en ce que les directions des aimantations des deux aimants (5, 7) sont identiques.
- [Revendication 13] Dispositif de commande selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il comporte une butée active constitué par une première structure (100) en déplacement relatif par rapport à une seconde structure (200) et au moins un élément de frein (310) pour entraver le déplacement relatif entre lesdites première et seconde structures (100, 200) par l'interaction magnétique entre
- a. ledit élément de frein (310),
 - b. ladite seconde structure (200) comportant un corps ferromagnétique (210) entouré au moins partiellement avec une bobine électrique (250), l'alimentation électrique de ladite bobine (250) modifiant l'aimantation dudit corps ferromagnétique (210)
- et en ce que l'état d'aimantation du corps ferromagnétique (210) module la force de freinage entre lesdites première et seconde structures (100, 200).
- [Revendication 14] Dispositif de commande selon la revendication 13 caractérisé en ce que l'élément de frein (310) est apte à moduler la force de freinage entre lesdites première et seconde structures (100, 200) selon un seul sens dudit déplacement relatif.
- [Revendication 15] Dispositif de commande selon la revendication précédente caractérisé en ce qu'un second élément de frein (320) est apte à moduler la force de freinage entre lesdites première et seconde structures (100, 200) selon le sens opposé.
- [Revendication 16] Dispositif de commande selon la revendication 13 caractérisé en ce que l'élément de frein (310) est apte à moduler la force de freinage entre lesdites première et seconde structures (100, 200) selon les deux sens dudit déplacement.
- [Revendication 17] Dispositif de commande selon une des revendications 13 à 16 caractérisé en ce que le corps ferromagnétique (210) est constitué d'un matériau ferromagnétique doux dont l'aimantation est nulle en l'absence de courant d'alimentation de la bobine (250) et en ce que ledit corps fer-

romagnétique (210) présente des logements (220, 221) de forme partiellement cylindrique et aptes à chacun recevoir un élément de frein (310, 320) cylindrique.

- [Revendication 18] Dispositif de commande selon la revendication précédente caractérisé en ce que les éléments de frein (310, 320) sont articulés en pivotement par rapport à un axe excentré et en ce que par la mise en mouvement d'un desdits éléments de frein (310, 320) dans un sens, l'élément de frein (310, 320) vient en contact avec la première structure (100), ou dans le sens opposé, l'élément de frein (310, 320) se rétracte au sein de son logement (220, 221).
- [Revendication 19] Dispositif de commande selon la revendication précédente caractérisé en ce que, lorsque l'élément de frein (310, 320) est en contact avec la première structure (100), le déplacement de la première structure (100) selon une direction provoque son coincement par archoutement de l'élément de frein (310, 320) grâce à sa rotation excentrique.
- [Revendication 20] Dispositif de commande selon la revendication 13 en ce qu'il comporte des moyens d'indexation magnétique dudit déplacement entre les première et seconde structures ferromagnétiques (100, 200), lesdits moyens d'indexation étant directement intégrés aux première et seconde structures (100, 200), ou étant réalisés à l'aide de deux structures ferromagnétiques (1, 3) supplémentaires, une desdites structures ferromagnétiques (1, 3) supplémentaires étant solidaire de ladite première ou seconde structure ferromagnétique (100, 200), l'autre structure ferromagnétique (1, 3) supplémentaires étant solidaire de l'autre desdites première et seconde structures ferromagnétiques (100, 200).
- [Revendication 21] Dispositif de commande selon une des revendications 13 à 20 caractérisé en ce que le corps ferromagnétique (210) présente un aimant permanent (215) au moins partiellement entouré de ladite bobine (250), l'amplitude d'aimantation de l'aimant permanent (215) étant modulé par ladite bobine (250).
- [Revendication 22] Dispositif de commande selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que le pilotage de ladite bobine (250) est commandé par un calculateur associé à une mémoire enregistrant périodiquement les états du dispositif de commande pour déterminer les états les plus fréquents.
- [Revendication 23] Interface homme-machine comprenant un écran d'affichage caractérisé en ce qu'il comporte en outre au moins un dispositif de commande présentant les caractéristiques conforme à l'une au moins des reven-

dications précédentes, disposé sur la surface de visualisation dudit écran d'affichage.

- [Revendication 24] Interface homme-machine selon la revendication précédente caractérisé en ce que ledit dispositif de commande présente un évidement central (305) pour l'affichage dans la zone d'écran disposée à l'arrière dudit évidement central (305) d'une information déterminée en fonction de l'état dudit dispositif de commande.
- [Revendication 25] Actionneur comprenant un module d'entraînement d'un organe de sortie caractérisé en ce qu'il comporte en outre un dispositif de commande présentant les caractéristiques conforme à l'une au moins des revendications 1-22 , accouplé audit organe de sortie.

[Fig. 1]

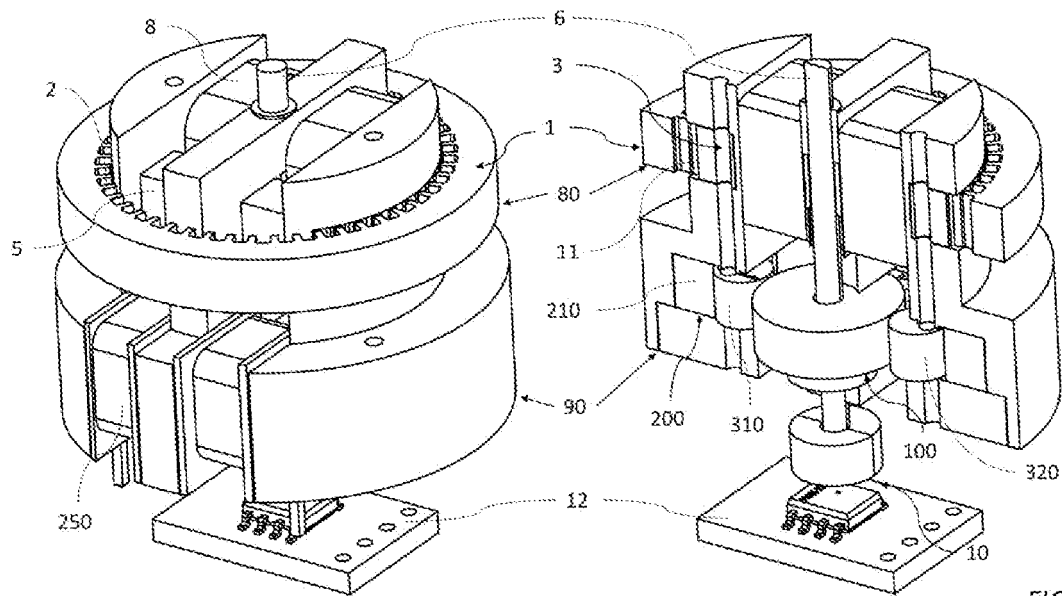


FIGURE 1

[Fig. 2]

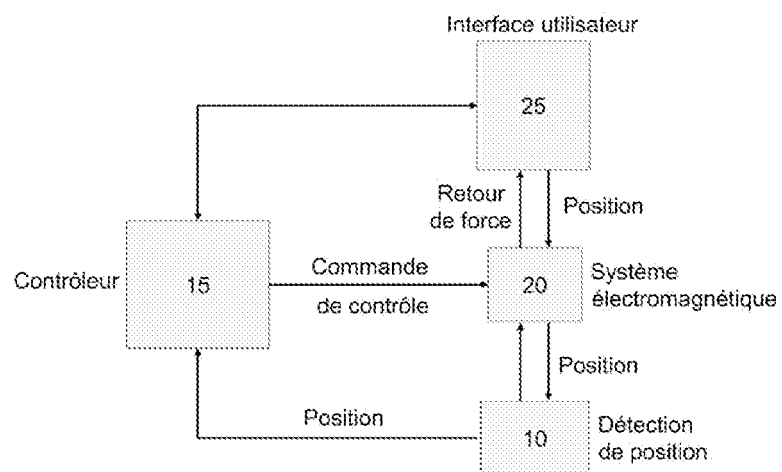


FIGURE 2

[Fig. 3]

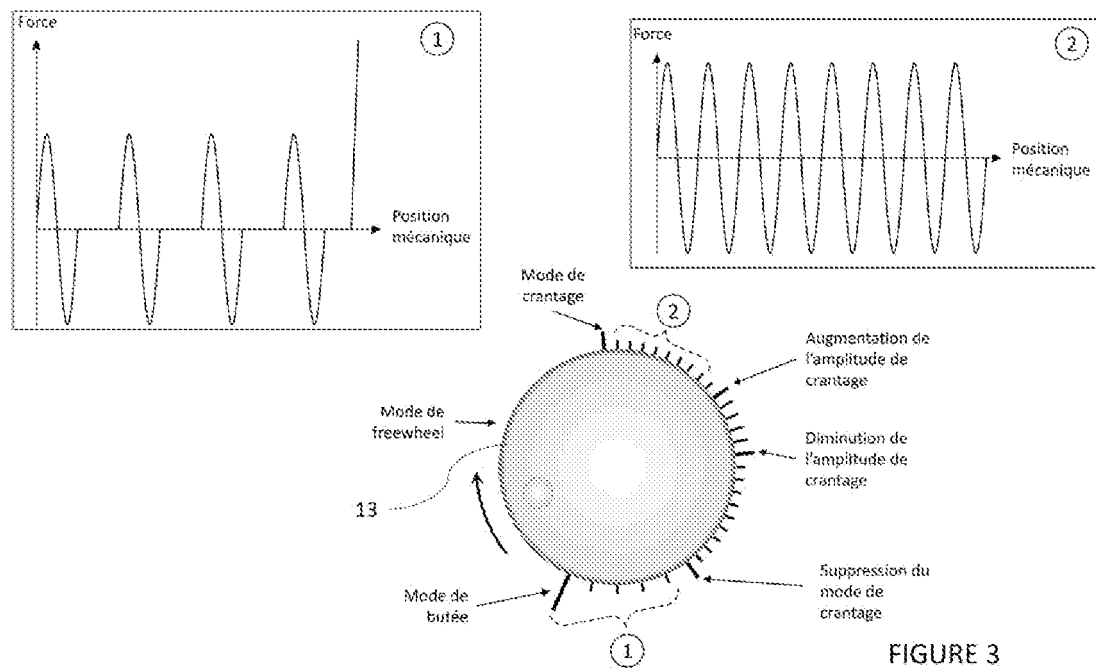


FIGURE 3

[Fig. 4a]

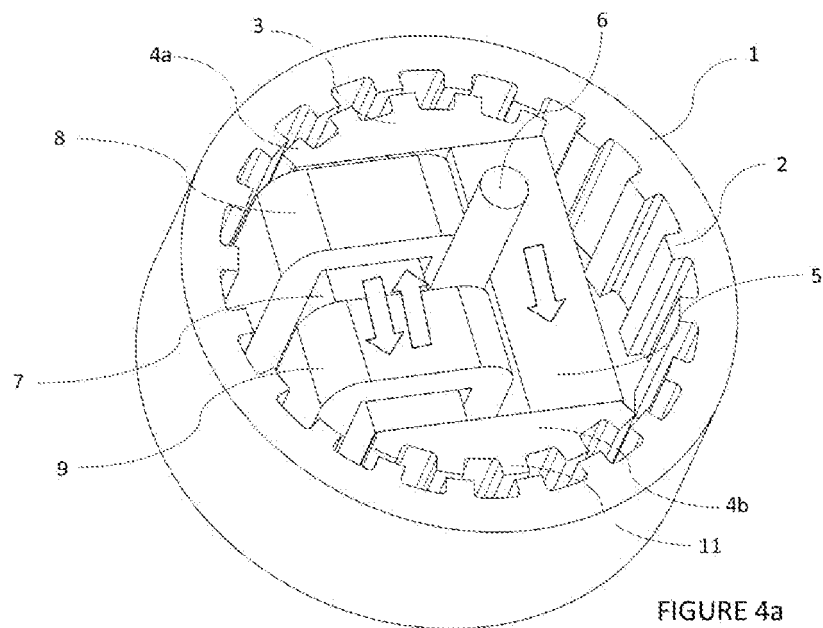
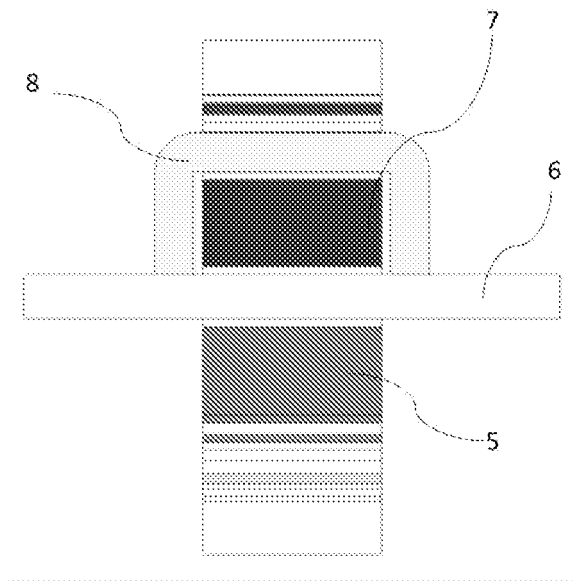


FIGURE 4a

[Fig. 4b]



A-A

FIGURE 4b

[Fig. 4c]

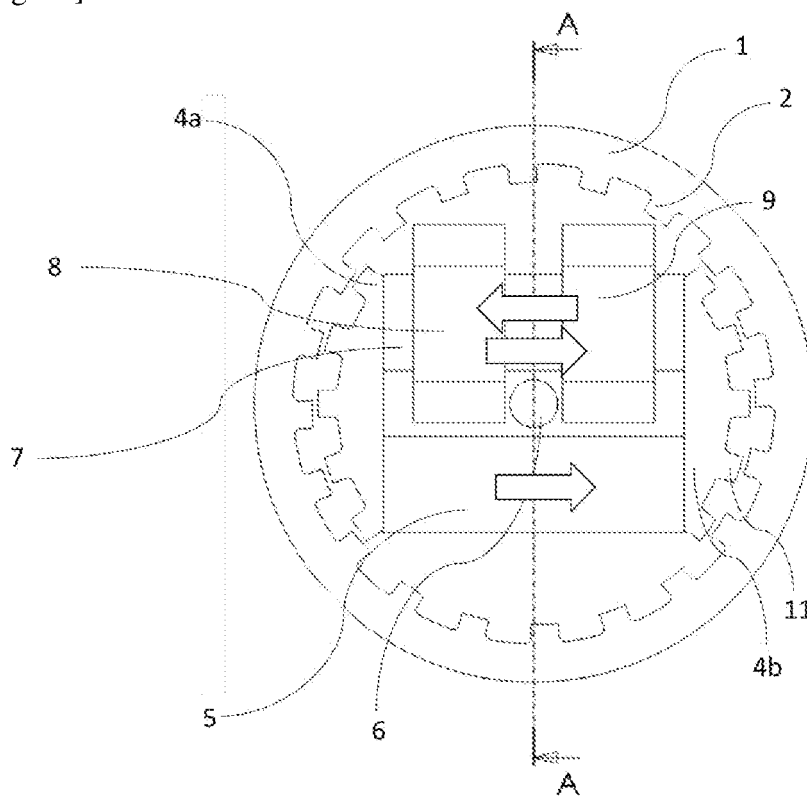


FIGURE 4c

[Fig. 5]

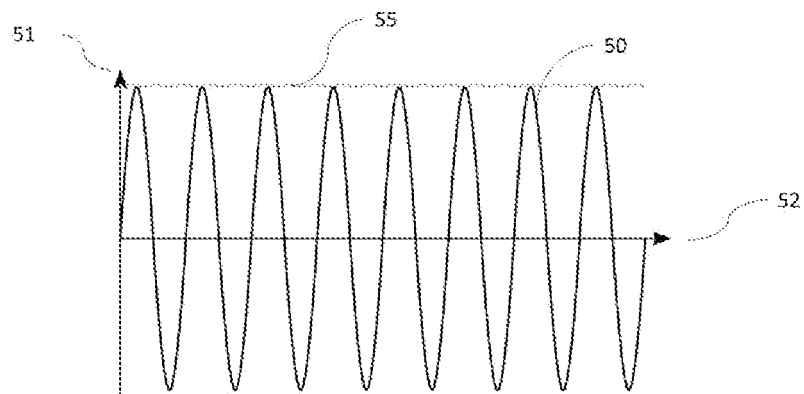


FIGURE 5

[Fig. 6]

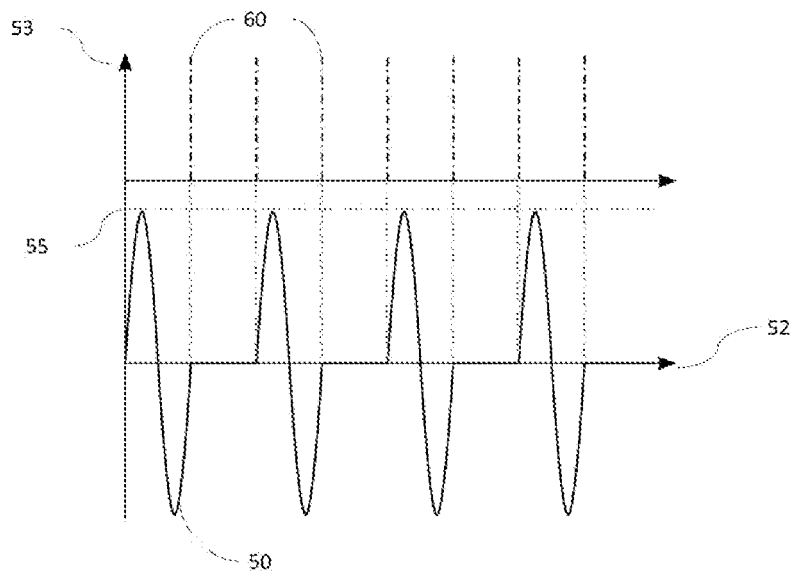


FIGURE 6

[Fig. 7]

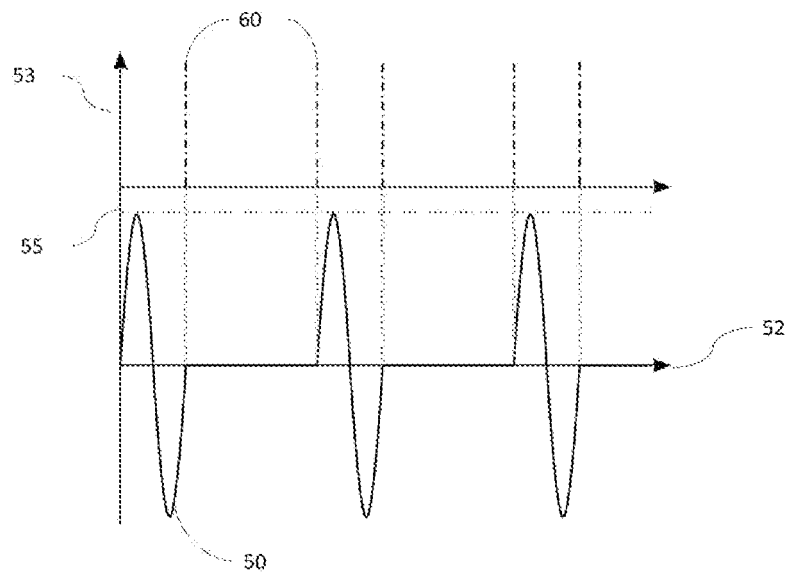


FIGURE 7

[Fig. 8]

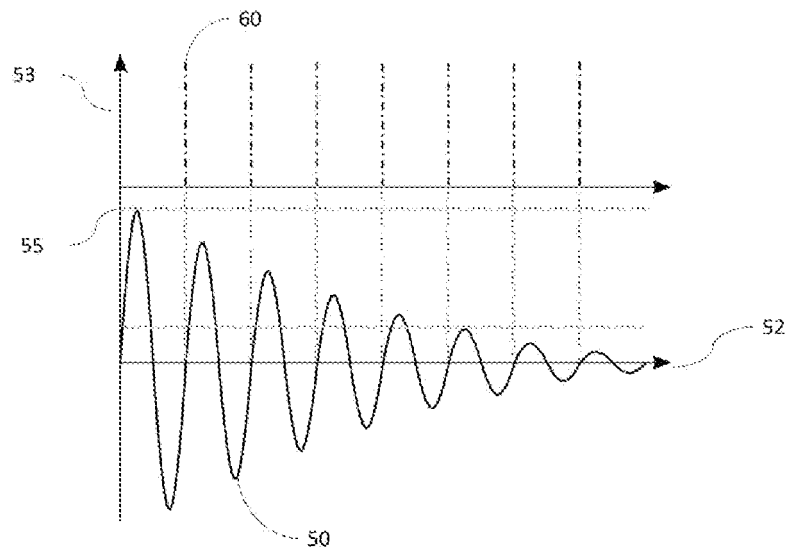


FIGURE 8

[Fig. 9]

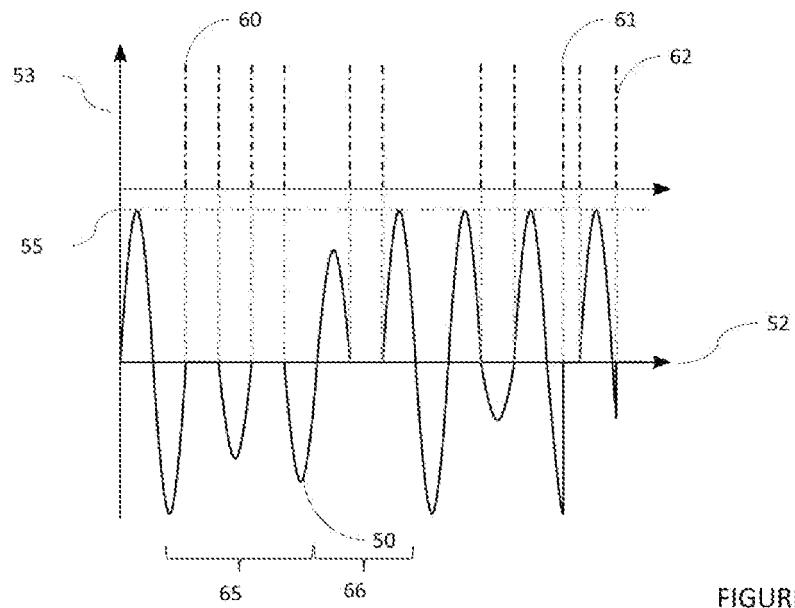


FIGURE 9

[Fig. 10]

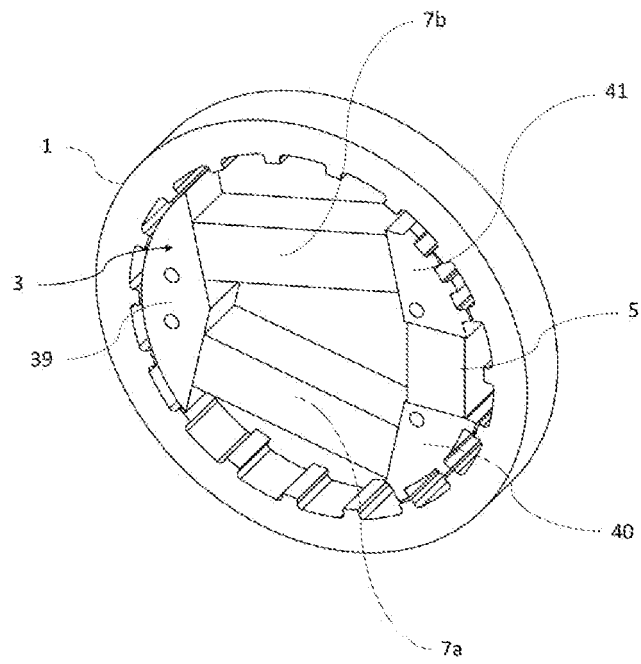


FIGURE 10

[Fig. 11]

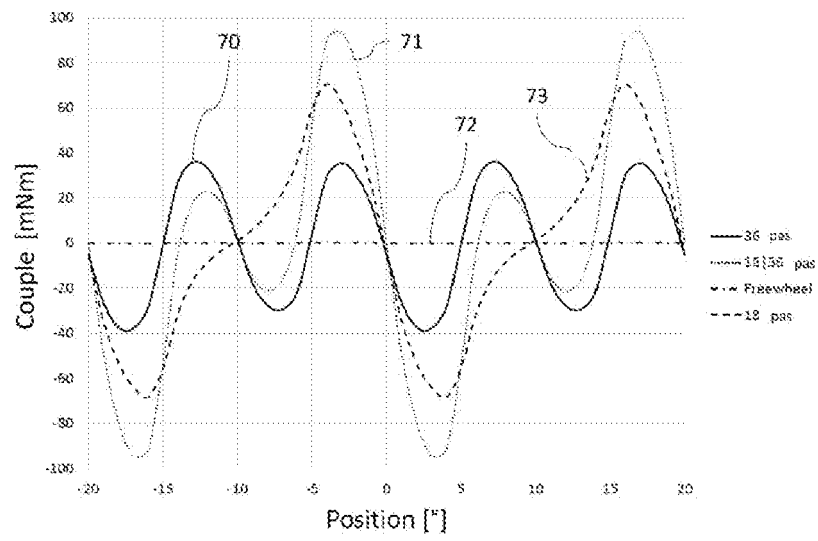


FIGURE 11

[Fig. 12a]

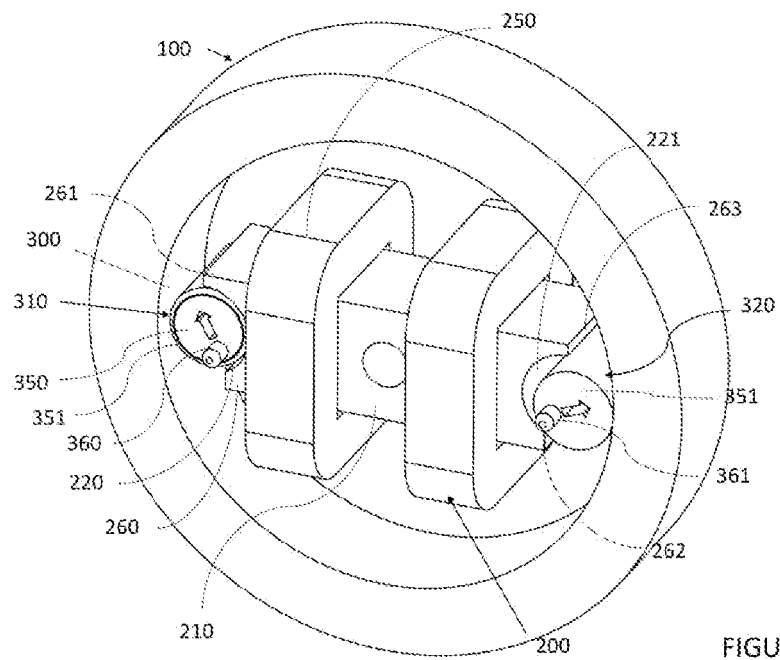


FIGURE 12a

[Fig. 12b]

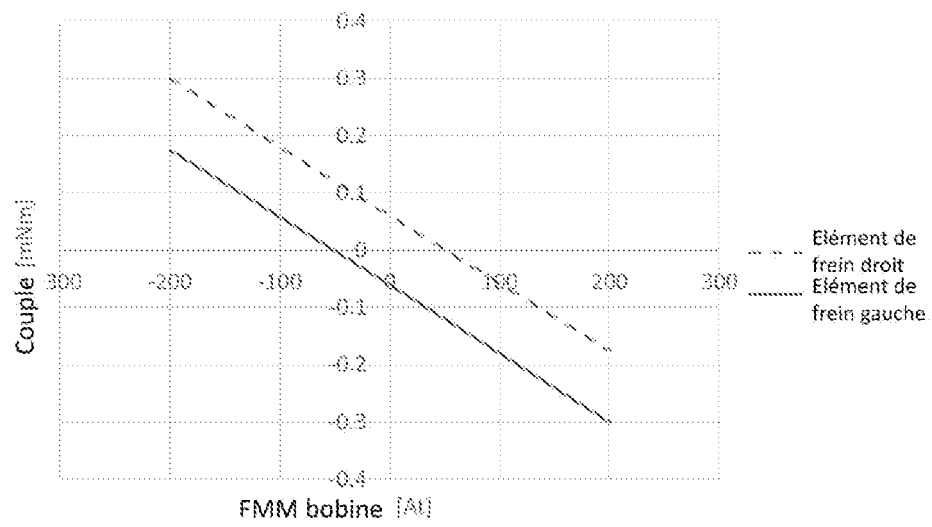


FIGURE 12b

[Fig. 13a]

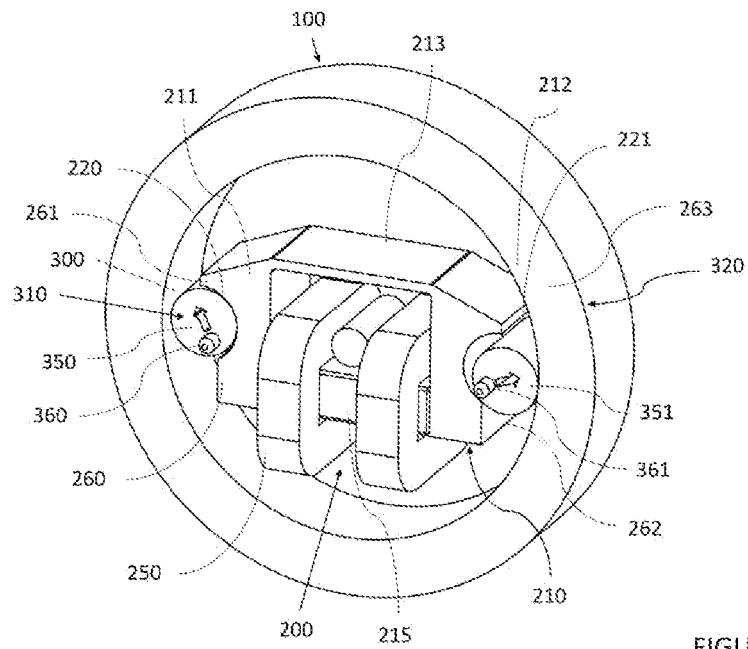


FIGURE 13a

[Fig. 15]

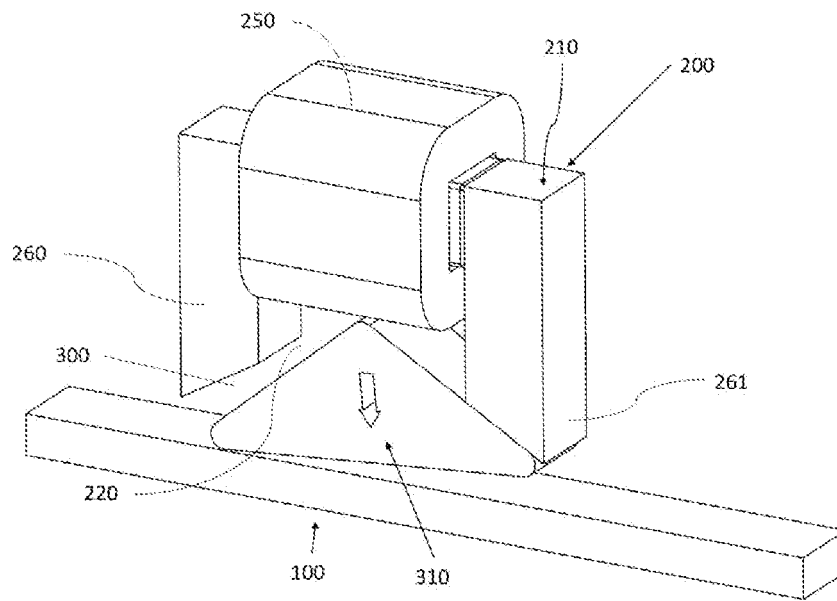


FIGURE 15

[Fig. 16a]

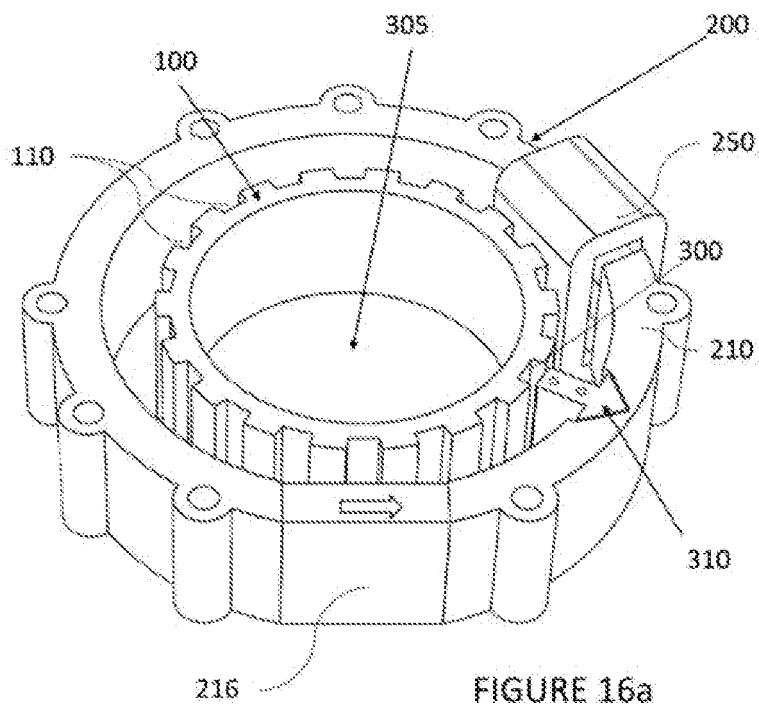
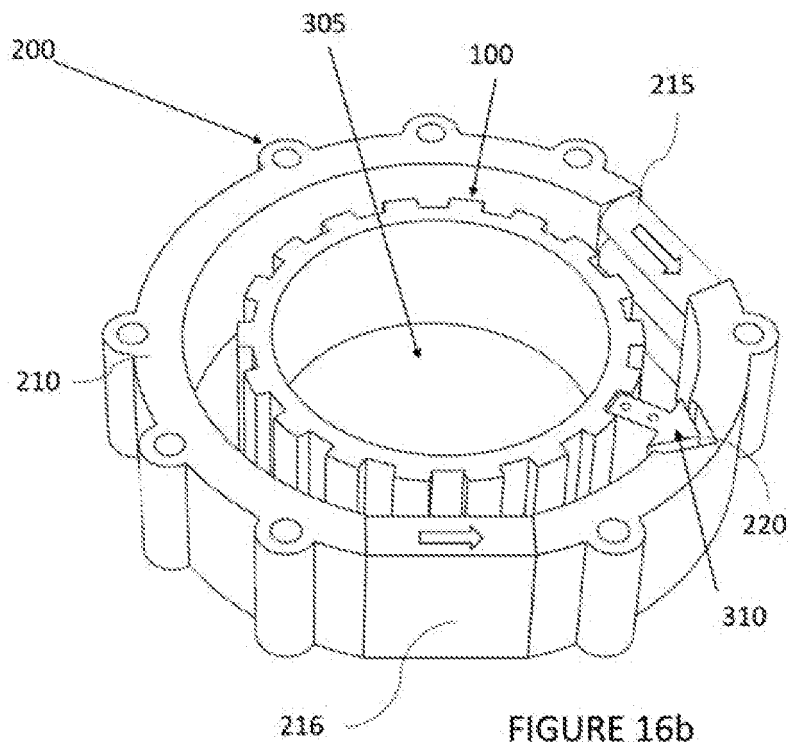
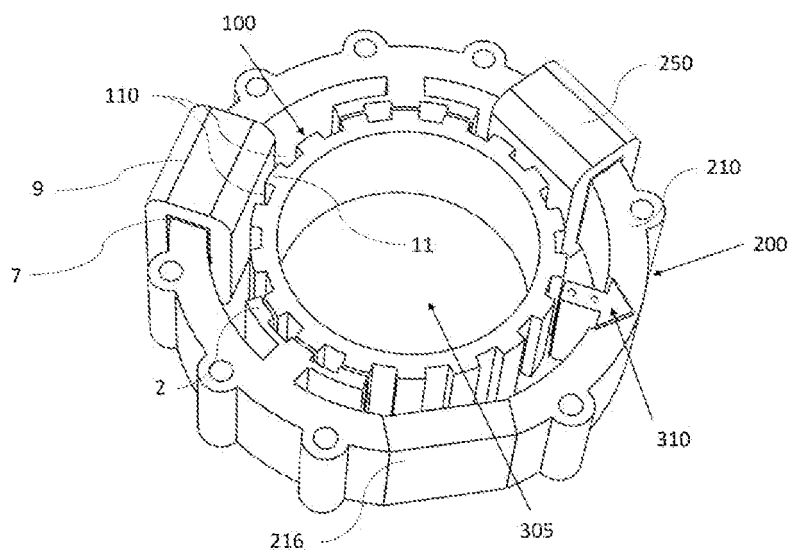


FIGURE 16a

[Fig. 16b]



[Fig. 17]



[Fig. 18]

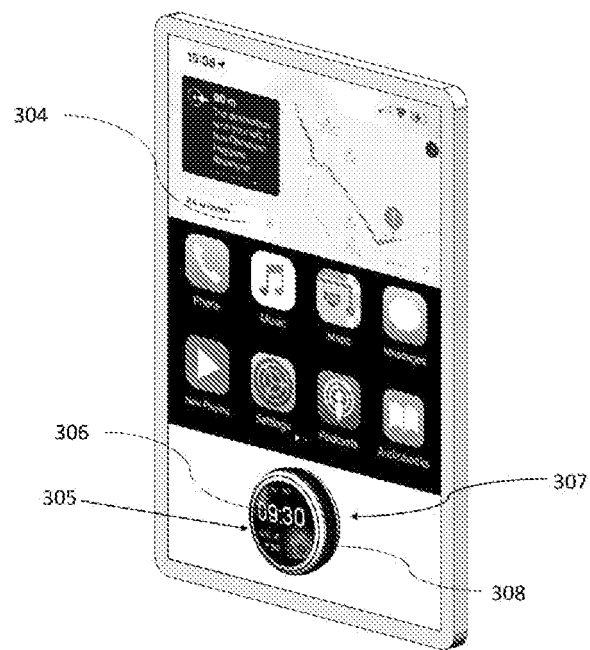


FIGURE 18

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 895422
FR 2105801

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		
X, D A	WO 2020/109744 A2 (MOVING MAGNET TECH [FR]) 4 juin 2020 (2020-06-04) * page 19, ligne 24 - ligne 28; revendications 1-4; figures 1-18 * * page 18, ligne 17 - ligne 25 * * page 19, ligne 28 - ligne 32 * -----	1-12, 22, 23, 25 13-21, 24	G05G5/03 G05G5/06 G06F3/0362
X A	US 2020/005977 A1 (KELTZ GUILLAUME [FR] ET AL) 2 janvier 2020 (2020-01-02) * figures 1-9 * -----	1-9, 11, 12, 22, 23, 25 10, 13-21, 24	
X A	EP 1 999 534 A1 (PREH GMBH [DE]) 10 décembre 2008 (2008-12-10) * revendications 1, 3; figures 1-4 * * alinéa [0023] * -----	1, 13-15, 20-23, 25 16-19, 24	
X A	EP 1 891 494 A1 (PREH GMBH [DE]) 27 février 2008 (2008-02-27) * alinéa [0008]; figures 1-8 * * alinéa [0031] * -----	1, 13-15, 20-23, 25 16-19, 24	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
X A	EP 0 018 292 A1 (SULZER CONSTR MECAN [FR]) 29 octobre 1980 (1980-10-29) * page 8, ligne 20 - ligne 28; revendication 1; figures 1-6 * -----	1, 4-7, 13, 16, 20-23, 25 2, 3, 14, 15, 17-19, 24	G05G G06F H01F
A	US 4 408 859 A (FUKAHORI HIDEHIKO [JP] ET AL) 11 octobre 1983 (1983-10-11) * figures 4-9 * -----	17-19	
Date d'achèvement de la recherche 4 mars 2022		Examineur Huyge, Kevin	
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	

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2105801 FA 895422**

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 **04-03-2022**
 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
WO 2020109744 A2		04-06-2020	CN 113168204 A	23-07-2021
			EP 3887919 A2	06-10-2021
			FR 3089314 A1	05-06-2020
			JP 2022509688 A	21-01-2022
			KR 20210097165 A	06-08-2021
			US 2022021289 A1	20-01-2022
			WO 2020109744 A2	04-06-2020

US 2020005977 A1		02-01-2020	CN 110716655 A	21-01-2020
			DE 102019117334 A1	02-01-2020
			US 2020005977 A1	02-01-2020

EP 1999534 A1		10-12-2008	AT 498864 T	15-03-2011
			DE 102006015294 A1	11-10-2007
			EP 1999534 A1	10-12-2008
			WO 2007112830 A1	11-10-2007

EP 1891494 A1		27-02-2008	AT 414941 T	15-12-2008
			DE 102005042883 A1	07-12-2006
			EP 1891494 A1	27-02-2008
			ES 2316079 T3	01-04-2009
			US 2008190235 A1	14-08-2008
			WO 2006128725 A1	07-12-2006

EP 0018292 A1		29-10-1980	AT 1321 T	15-07-1982
			BR 8002362 A	02-12-1980
			DK 165180 A	21-10-1980
			EP 0018292 A1	29-10-1980
			ES 8101220 A1	01-12-1980
			FR 2454561 A2	14-11-1980
			JP S55142130 A	06-11-1980
			US 4331223 A	25-05-1982

US 4408859 A		11-10-1983	DE 3151604 A1	09-09-1982
			US 4408859 A	11-10-1983
