

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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
5 février 2009 (05.02.2009)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2009/016023 A1**

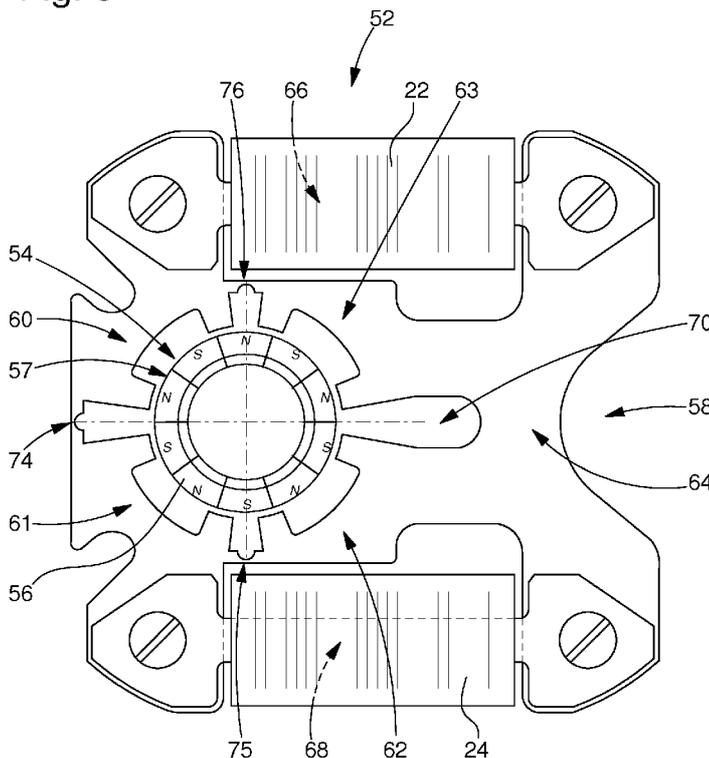
- (51) Classification internationale des brevets :  
*H02K 1/14* (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/EP2008/059177
- (22) Date de dépôt international : 14 juillet 2008 (14.07.2008)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
07113728.5 2 août 2007 (02.08.2007) EP  
08160044.7 9 juillet 2008 (09.07.2008) EP
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **Micro-components AG** [CH/CH]; Schützengasse 32, CH-2540 Grenchen (CH).
- (72) Inventeur; et
- (75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : **TAGHE-ZOUT, Daho** [CH/CH]; Chemin du Banc-Vert 33, CH-1110 Morges (CH).
- (74) Mandataire : **ICB Ingénieurs Conseils en Brevets SA**; Rue des Sors 7, CH-2074 Marin (CH).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: TWO-PHASE MOTOR WITH MULTIPOLAR MAGNET ROTOR, IN PARTICULAR FOR DRIVING THE INDICATOR OF AN ANALOG DISPLAY

(54) Titre : MOTEUR BIPHASE AVEC UN ROTOR A AIMANT MULTIPOLAIRE, EN PARTICULIER POUR L'ENTRAÎNEMENT DE L'INDICATEUR D'UN AFFICHAGE ANALOGIQUE

Fig. 3



(57) Abstract: The invention relates to a two-phase motor (52) including a rotor (52) with a multipolar magnet (56) and a stator (58) with four main poles (60, 61, 62, and 63). The magnet has a number N of poles higher than or equal to ten ( $N \geq 10$ ) that generate magnetic flows with a radial orientation, and each main pole of the stator has a number X of teeth based on the number N.  $N/2$  is odd and the angular deviation between two corresponding teeth of two adjacent main poles is of  $90^\circ$ . Each coil (22, 24) of the motor is coupled to a pair of diametrically opposed main poles. According to one variant, two main poles define a common magnetic pole of the stator.

[Suite sur la page suivante]

WO 2009/016023 A1



RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),

européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**

— avec rapport de recherche internationale

---

(57) **Abrégé :** L'invention concerne un moteur biphasé (52) ayant un rotor (54) avec un aimant multipolaire (56) et un stator (58) ayant quatre pôles principaux (60, 61, 62 et 63). L'aimant a un nombre N de pôles supérieur ou égal à dix ( $N \geq 10$ ) qui génèrent des flux magnétiques d'orientation radiale et chaque pôle principal du stator a un nombre X de dents fonction du nombre N.  $N/2$  est prévu impair et le décalage angulaire entre deux dents correspondantes de deux pôles principaux adjacents est égal à  $90^\circ$ . Chaque bobine (22, 24) du moteur est couplée à une paire de pôles principaux diamétralement opposés. Dans une variante, deux pôles principaux forment un pôle magnétique commun du stator.

Moteur biphasé avec un rotor à aimant multipolaire, en  
particulier pour l'entraînement de l'indicateur  
d'un affichage analogique

L'invention concerne un moteur biphasé comprenant un rotor avec un aimant multipolaire de forme annulaire et un stator associé à deux bobines montées respectivement sur deux noyaux de ce stator. L'aimant multipolaire prévu dans le cadre de la présente invention définit dans la région de sa surface latérale extérieure une pluralité de pôles magnétiques générant chacun à sa surface latérale un flux magnétique d'orientation sensiblement radial avec une polarité alternée. La présente invention concerne plus particulièrement des moteurs de relativement petites dimensions utilisés dans des dispositifs d'affichage analogique pour entraîner au moins un indicateur analogique, notamment une aiguille. Par exemple, un tel dispositif d'affichage est intégré dans le tableau de bord d'un véhicule automobile pour indiquer sa vitesse ou le nombre de tours/minutes du système moteur de ce véhicule. Le moteur selon l'invention est du type synchrone et peut fonctionner dans un mode continu/quasi continu ou pas à pas.

La présente invention a pour but de fournir un moteur efficace pour actionner l'indicateur d'un affichage analogique et qui soit peu onéreux, c'est-à-dire formé de pièces simples à usiner et pouvant être assemblées aisément.

L'invention a aussi pour but de fournir un moteur biphasé à rotor multipolaire qui présente un déphasage électrique entre ses deux bobines de sensiblement  $90^\circ$ , c'est-à-dire un tel déphasage entre les deux flux magnétiques couplés aimant-bobine, tout en ayant un couple de positionnement parasite minimisé, c'est-à-dire un moindre effet réluctant.

L'invention a encore pour but de fournir une structure de moteur biphasé permettant d'agencer spatialement ses deux bobines d'alimentation avec une grande flexibilité, de manière à permettre d'adapter au mieux le stator et les bobines aux dispositifs dans lesquels il est prévu  
5 d'incorporer un tel moteur. En particulier, un but de l'invention est de pouvoir dimensionner les bobines d'alimentation du moteur indépendamment des dimensions du rotor et de l'agencement des pôles magnétiques du stator.

A cet effet, la présente invention concerne un moteur du type décrit  
10 ci-avant et caractérisé par le fait que le stator comprend quatre pôles magnétiques principaux ayant chacun un même nombre de dents agencées à la périphérie de l'aimant multipolaire du rotor pour capter localement les flux magnétiques générés par la pluralité de pôles magnétiques de cet aimant, le nombre de dents par pôle étant supérieur à  
15 un. Ce moteur se caractérise ensuite par le fait que le nombre  $N$  de pôles magnétiques du rotor est choisi de manière que  $N/2$  soit un nombre impair. Ensuite, ce moteur se caractérise encore par un agencement symétrique et régulier des dents des quatre pôles principaux autour de l'aimant multipolaire, les dents d'un quelconque pôle principal du stator étant  
20 décalées sensiblement de  $90^\circ$  relativement aux dents correspondantes de chacun des deux pôles principaux adjacents. Ce moteur se caractérise finalement par deux noyaux de bobine reliés magnétiquement par le stator respectivement à deux paires différentes de pôles magnétiques principaux diamétralement opposés relativement à l'axe de rotation du rotor.

25 Selon un mode de réalisation particulier et avantageux de la présente invention, deux pôles magnétiques principaux du stator, appartenant respectivement aux deux paires de pôles principaux, sont reliés magnétiquement pour former un pôle magnétique commun, les deux autres pôles magnétiques principaux formant deux autres pôles de ce  
30 stator.

Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, le moteur est caractérisé en ce que le nombre N de pôles de l'aimant multipolaire a une valeur donnée par  $N = 10 + 8 \cdot Y$ , Y étant un nombre naturel, et en ce que le nombre X de dents de chaque pôle principal du stator est égal à  $Y + 2$ . Ce mode de réalisation est particulièrement avantageux car il permet d'utiliser au mieux le flux magnétique de l'aimant et d'avoir ainsi un flux mutuel aimant-bobine relativement important.

Diverses caractéristiques particulières et certains avantages du moteur selon l'invention seront décrits ci-après dans la description détaillée suivante de divers modes de réalisation d'un moteur selon l'invention, faite en référence aux dessins annexés, donnés à titre d'exemples nullement limitatifs, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique de dessus d'un premier mode de réalisation d'un moteur biphasé multipolaire selon l'invention;
- 15 - la figure 2 est une vue schématique de dessus d'un deuxième mode de réalisation d'un moteur selon l'invention;
- la figure 3 est une vue schématique de dessus d'un troisième mode de réalisation d'un moteur selon l'invention;
- la figure 4 est une représentation schématique du moteur de la figure 3 avec un agrandissement du rotor et des dents formant les quatre pôles principaux de ce moteur;
- 20 - les figures 5A et 5B montrent respectivement les flux couplés aimant-bobine pour chacune des deux bobines du moteur de la figure 3; et
- les figures 6A et 6B montrent schématiquement deux variantes de réalisation de l'aimant multipolaire du rotor du moteur de la figure 3.
- 25

Le premier mode de réalisation d'un moteur 2 représenté à la figure 1 comprend un rotor 4 formé par un aimant multipolaire 6 de forme annulaire et un stator 8 formé de quatre pôles magnétiques principaux 10, 11, 12 et 13. Chacun de ces pôles principaux comprend deux dents 16A et

18A, respectivement 16B et 18B, 16C et 18C, 16D et 18D. Les deux dents d'un pôle sont situées respectivement aux deux extrémités de ce pôle. Entre deux dents adjacentes de deux pôles principaux adjacents est agencé un entrefer pour isoler magnétiquement les pôles principaux du stator. Les dents statoriques sont agencées à la périphérie de l'aimant multipolaire 6 pour capter localement les flux magnétiques générés par la pluralité N de pôles de l'aimant multipolaire. Comme cela sera décrit plus précisément par la suite à l'aide des figures 6, A et 6B les N pôles magnétiques de l'aimant couplés au stator sont situés dans la région de la face latérale extérieure 7 de l'aimant annulaire, chacun de ces pôles générant à cette surface latérale un flux magnétique d'orientation sensiblement radial, avec une polarité alternée. Par orientation radiale, on comprend une direction perpendiculaire à l'axe de rotation du rotor, c'est-à-dire une direction dans un plan parallèle au plan de la figure 1.

Le nombre de dents par pôle principal du stator est identique et supérieur à un. L'extrémité 20 des dents définit un angle au centre  $\delta$ . Dans le premier mode de réalisation de la figure 1, le nombre de pôles magnétique N de l'aimant multipolaire 6 est égal à quatorze ( $N = 14$ ). Chaque pôle de l'aimant 6 définit un angle au centre  $\alpha$  dont la valeur est égal à  $360^\circ/N$ . On notera ici que l'angle  $\alpha$  définit également le décalage angulaire entre deux pôles adjacents de l'aimant multipolaire. L'angle au centre  $\beta$  entre les points milieux de deux dents d'un même pôle principal, est sensiblement égal au double de l'angle  $\alpha$  ( $\beta = 2 \cdot \alpha$ ).

Selon l'invention, le nombre N de pôles magnétiques du rotor est choisi de manière que  $N/2$  soit un nombre impair (dans le cas de la figure 1,  $N/2 = 7$ ). Ensuite, selon l'invention, les dents d'un quelconque pôle magnétique principal 10, respectivement 11, 12 ou 13 sont décalées sensiblement de  $90^\circ$  relativement aux dents correspondantes de chacun des deux pôles magnétiques principaux adjacents. Ainsi, la dent 16C du

pôle 12 est décalée de  $90^\circ$  relativement à la dent 16B du pôle 13, respectivement de la dent 16D du pôle 11.

On notera encore que dans ce premier mode de réalisation, l'angle au centre  $\gamma$  entre les points milieux de deux dents adjacentes de deux pôles  
5 principaux est sensiblement égal à  $1,5 \cdot \alpha$ . Ce cas de figure permet de prévoir que l'angle  $\delta$  défini par les dents soit sensiblement égal à l'angle au centre  $\alpha$ . Une telle réalisation permet de capter au mieux le flux généré par un pôle du rotor lorsque la dent est située en face de celui-ci.

L'aimant multipolaire 6 définit un plan général correspondant à celui  
10 de la figure 1, dans lequel s'étendent les quatre pôles principaux du stator, en particulier les dents de ces pôles principaux.

Le stator comprend en outre deux noyaux 26 et 28 sur lesquels sont respectivement montées deux bobines d'alimentation 22 et 24. Selon l'invention, le premier noyau 26 est relié magnétiquement à une première  
15 paire de pôles principaux 10 et 12. Le second noyau 28 est relié magnétiquement à la seconde paire formée des autres pôles principaux 11 et 13. Les pôles de chacune des première et seconde paires de pôles sont opposés l'un à l'autre relativement à l'axe de rotation du rotor.

On notera que les quatre pôles principaux peuvent être reliés  
20 matériellement par de minces ponts définissant des isthmes d'isolation magnétique.

Toutes ces caractéristiques permettent d'obtenir un stator parfaitement symétrique. Dans le présent cas, les dents du stator présentent une symétrie centrale et plusieurs symétries axiales, à savoir  
25 huit. Cette structure symétrique et la répartition régulière des dents autour de l'aimant permanent 6 du rotor permet de diminuer le couple réluctant et donc les positions de repos parasites du rotor. Ceci permet d'entraîner le rotor de manière continue et homogène, c'est-à-dire sans saccades ou fluctuations de vitesse angulaire.

A la figure 2 est représenté schématiquement un deuxième mode de réalisation de l'invention dans lequel la pluralité N de pôles de l'aimant multipolaire 36 du rotor 34 est égal à vingt-deux ( $N = 22$ ). Le moteur 32 comprend un stator 30 formé également de quatre pôles magnétiques principaux 40, 41, 42 et 43. Le nombre N de pôles sélectionné pour le rotor permet d'agencer ces pôles principaux chacun avec trois dents 46, 47 et 48 (seul le pôle 40 a ses dents référencées). Les trois dents d'un même pôle sont réparties régulièrement à la périphérie de l'aimant multipolaire 36. L'angle au centre  $\beta$  entre une dent d'extrémité 46, 48 et la dent adjacente 47 du même pôle principal est égal à deux fois l'angle  $\alpha$  défini par un pôle magnétique du rotor. La dent du milieu 47 présente ici une largeur sensiblement égale à celles des dents d'extrémité 46 et 48. L'angle entre les deux dents d'extrémité d'un même pôle principal est égal à  $2 \cdot \beta$ , c'est-à-dire sensiblement égal à quatre fois l'angle  $\alpha$ . Ce deuxième mode de réalisation présente des caractéristiques similaires au premier mode de réalisation. En effet, les espacements angulaires entre les dents d'un même pôle et entre les dents adjacentes de deux pôles principaux adjacents relativement à l'angle au centre  $\alpha$  entre deux pôles adjacents du rotor sont identiques dans les deux cas.

On peut encore augmenter le nombre de pôles de l'aimant multipolaire du rotor pour agencer le stator avec des pôles principaux ayant plus de trois dents chacun, tout en présentant une structure similaire au moteur 32 décrit ci-avant. Le concept proposé dans les deux premiers modes de réalisation peut être généralisé en prévoyant N pôles dans la région de la surface latérale extérieure de l'aimant multipolaire dont la valeur est donnée par  $N = 14 + 8 \cdot Y$ , Y étant un nombre naturel. Pour un Y quelconque choisi, le nombre X de dents prévues à chacun des pôles principaux du stator est donné par la relation  $X = Y + 2$ .

On remarquera que les noyaux 26 et 28 présentent une zone de superposition, c'est-à-dire qu'ils se croisent en projection dans le plan

général des figures 1 et 2. De manière à assurer un entrefer entre ces deux noyaux pour les isoler magnétiquement, le premier noyau 26 est fixé sur les deux pôles 10 et 12 auxquels il est associé, alors que le noyau 28 est fixé dessous les deux autres pôles 11 et 13 auxquels ce dernier noyau est associé. D'autres variantes peuvent être prévues par l'homme du métier tout en conservant une structure générale essentiellement plane pour le moteur.

On remarquera aussi que le fait que le nombre  $N$  de pôles de l'aimant multipolaire soit choisi de telle sorte que  $N/2$  soit impair est important pour le moteur selon l'invention. Ainsi, un pôle nord (N) est toujours diamétralement opposé à un pôle sud (S) et réciproquement. Ainsi, les paires de pôles principaux opposés auxquelles sont associées respectivement les deux bobines 22 et 24 sont magnétiquement déphasés de  $180^\circ$  l'un relativement à l'autre. Lorsque les dents d'un pôle principal sont situées sensiblement en regard d'autant de pôles de l'aimant multipolaire ayant une première polarité, les dents du pôle principal opposé sont sensiblement en regard d'autant de pôles de cet aimant multipolaire ayant une seconde polarité opposée à ladite première polarité.

Cette sélection permet donc d'associer deux pôles diamétralement opposés à une même bobine et en plus de répartir régulièrement les quatre pôles principaux du stator autour de l'aimant multipolaire du rotor, tout en ayant un déphasage magnétique de  $90^\circ$  entre les deux phases du moteur biphasé selon l'invention, c'est-à-dire un déphasage de  $90^\circ$  entre les deux flux couplés aimant-bobine.

A l'aide des figures 3 à 6B on décrira ci-après un troisième mode de réalisation de l'invention. Ce troisième mode de réalisation se distingue des deux premiers modes décrits précédemment par plusieurs caractéristiques nouvelles et inventives apportant des avantages en terme d'efficacité de fonctionnement, de compacité et de coût de fabrication.

Le moteur biphasé 52 comprend un rotor 54 muni d'un aimant multipolaire 56 avec dix pôles situés dans la région de la surface latérale

extérieure 57 de cet aimant 56. Comme dans les autres modes de réalisation, les flux magnétiques générés hors de l'aimant par cette pluralité de pôles présentent une orientation sensiblement radiale. Le stator 58 définit quatre pôles magnétiques principaux 60, 61, 62 et 63. Selon une caractéristique particulière de ce troisième mode de réalisation, les deux pôles principaux 62 et 63 forment ensemble un pôle magnétique commun, ces deux pôles étant reliés magnétiquement par une partie 64 du stator formant un pont en matériau magnétique entre les deux pôles.

Le noyau 68 de la bobine 24 a une première extrémité reliée au pôle principal 61 et une deuxième extrémité reliée à une partie statorique du pôle magnétique commun située du côté du pôle principal 62 adjacent à ce pôle principal 61. Le noyau 66 portant la bobine 22 a une première extrémité fixée au pôle principal 60 et une deuxième extrémité reliée à une partie du pôle magnétique commun située du côté du pôle principal 63 adjacent à ce pôle principal 60. Ainsi, comme cela ressort des figures, les deux noyaux 66 et 68 sont agencés d'un côté et de l'autre du moteur 52, les noyaux n'ayant aucune zone respective superposée l'une à l'autre. Toutefois, bien que les pôles principaux 62 et 63 soient reliés magnétiquement par le stator, la bobine 22 est associée ou couplée magnétiquement à une première paire de pôles principaux 60 et 62 qui sont diamétralement opposés relativement à l'axe de rotation du rotor. La bobine 24 est associée ou couplée magnétiquement à la seconde paire de pôles principaux 61 et 63 qui sont diamétralement opposés l'un à l'autre relativement audit axe de rotation. Ainsi, les deux pôles principaux formant le pôle magnétique commun appartiennent respectivement aux première et seconde paires de pôles principaux opposés. Le fonctionnement magnétique de ce moteur reste donc étonnamment similaire à celui des premier et deuxième modes de réalisation pour ce qui est du couplage entre l'aimant permanent du rotor et les bobines d'alimentation. Les deux pôles principaux 60 et 61 forment deux pôles magnétiques isolés l'un de l'autre et du pôle magnétique commun.

Cet agencement avantageux du stator permet d'avoir les deux noyaux 66 et 68 dans un même deuxième plan parallèle au premier plan dans lequel s'étend le reste du stator 58. Ce premier plan est confondu avec le plan général du moteur défini par l'aimant multipolaire 56. Le pôle magnétique commun présente une fente borgne 70 agencée entre les deux

5 pôles principaux 62 et 63 qui le forme, cette fente borgne séparant deux dents adjacentes 66D et 68C appartenant respectivement à ces deux pôles 62 et 63. Cette fente 70 présente de préférence une profondeur supérieure à celle prévue entre deux dents d'un même pôle principal.

10 Le couplage magnétique entre les deux bobines 22 et 24 et l'aimant multipolaire 56 est représenté aux figures 5A et 5B. La figure 5A montre une position de l'aimant multipolaire 56 pour laquelle le flux magnétique de cet aimant capté par les dents des pôles principaux circule essentiellement selon un circuit magnétique comprenant le noyau 66 de la bobine 22. De

15 plus, cette première configuration correspond au flux maximal de l'aimant multipolaire pouvant circuler dans le noyau 66. Il s'agit donc du flux mutuel aimant-bobine maximum pour la première phase.

La figure 5B montre une deuxième position de l'aimant multipolaire 56 pour laquelle le flux de l'aimant multipolaire couplé au stator via les

20 dents des pôles principaux passe essentiellement par un circuit magnétique comprenant le noyau 68 de la bobine 24. Cette deuxième configuration correspond également au flux maximal de l'aimant pouvant être couplé à la bobine 24. Cette deuxième configuration correspond donc au flux mutuel maximum pour la deuxième phase du moteur biphasé 52.

25 Le décalage angulaire entre les deux positions respectives des figures 5A et 5B correspond sensiblement à un demi pôle magnétique de l'aimant 56. Ainsi, les deux phases du moteur sont bien décalées magnétiquement de  $90^\circ$ , ce qui correspond à une situation optimale comme dans les deux premiers modes de réalisation, mais ici avec une structure

30 simplifiée du stator permettant d'avoir un stator rigide et compact avec les deux noyaux de bobine situés du même côté de celui-ci.

Les pôles principaux du stator magnétiquement distincts sont reliés par des ponts minces 74, 75 et 76. Ces ponts définissent des isthmes d'isolation magnétique et un lien matériel entre les divers pôles principaux du stator de manière à avoir une seule plaque plane définissant les quatre  
5 pôles principaux. Ces ponts minces peuvent être de manière classique verticaux, c'est-à-dire présentant un rétrécissement dans le plan général du stator comme représenté aux figures, ou horizontaux, c'est-à-dire formant localement une réduction de l'épaisseur de la plaque statorique de manière à engendrer une résistance suffisante au passage du flux magnétique. Une  
10 combinaison de ces deux variantes est aussi possible.

La figure 4 est une représentation partielle et agrandie de la figure 3. Les quatre pôles principaux du stator entourant le rotor 54 sont représentés seulement en partie. Les liaisons magnétiques établies par le reste du stator sont schématisées par un trait reliant ces quatre pôles principaux. A  
15 l'aide de cette figure 4, on décrira quelques caractéristiques particulières du troisième mode de réalisation. L'angle fondamental auquel se rapportent les autres angles définissant les diverses parties du stator correspond à l'angle au centre  $\alpha$  de chaque secteur annulaire définissant un pôle magnétique de l'aimant multipolaire 56. En se basant sur l'agencement des  
20 pôles principaux du stator relativement à l'aimant multipolaire dans les deux premiers modes de réalisation, l'homme du métier ne pense pas a priori réaliser un moteur de ce type avec un aimant multipolaire à seulement dix pôles magnétiques.

Selon des caractéristiques particulières de l'invention, les dents 66A, 25 68A; 66B, 68B; 66C, 68C; 66D, 68D des pôles principaux ont été agencées de manière à permettre le fonctionnement électromagnétique du moteur décrit précédemment tout en assurant un couplage efficace entre les bobines d'alimentation et l'aimant multipolaire du rotor et en diminuant au mieux l'effet réductant dû aux dents statoriques. Dans cette optique, l'angle  
30 au centre  $\delta$  défini par l'extrémité 20 des dents a une valeur nettement

inférieure à celle de l'angle  $\alpha$ . De préférence, cet angle  $\delta$  a une valeur comprise entre  $0,3 \cdot \alpha$  et  $0,5 \cdot \alpha$ , c'est-à-dire  $0,3 \cdot \alpha < \delta < 0,5 \cdot \alpha$ . Bien que les dents présentent ainsi une largeur nettement inférieure à l'étendue d'un pôle magnétique du rotor, chaque dent permet toutefois de capter la majeure partie du flux généré par un pôle de l'aimant multipolaire lorsque celle-ci est alignée sur ce pôle magnétique. L'angle au centre  $\beta$  défini par les points milieux des deux dents d'un quelconque pôle principal est prévu de préférence inférieur au double de la valeur de l'angle  $\alpha$ . En particulier, cet angle  $\beta$  est prévu supérieur à  $1,5 \cdot \alpha$  et inférieur ou égal à  $1,9 \cdot \alpha$ , c'est-à-dire  $1,5 \cdot \alpha < \beta < 1,9 \cdot \alpha$ . Ainsi, dans cette variante préférée, l'angle  $\gamma$  entre les points milieux de deux dents adjacentes appartenant respectivement à deux pôles principaux adjacents a une valeur inférieure à celle de l'angle  $\alpha$ . Du fait que l'étendue des dents relativement aux pôles magnétiques du rotor est réduite, l'agencement de deux dents adjacentes de pôles distincts et adjacents peut présenter un moindre angle au centre tout en garantissant un entrefer suffisant pour isoler magnétiquement deux pôles distincts et pour permettre que le flux magnétique d'un pôle de l'aimant multipolaire soit essentiellement capté par une seule dent au moins lorsque cette dernière est alignée sur ce pôle. Les angles  $\beta$  et  $\gamma$  sont complémentaires pour former un angle au centre de  $90^\circ$  ( $\beta + \gamma = 90^\circ$ ). Ainsi, quelle que soit la valeur sélectionnée pour l'angle  $\beta$ , le décalage angulaire entre deux dents correspondantes (66A et 66B; 68A et 68B; 66B et 66C; 68B et 68C; etc.) a une valeur de  $90^\circ$ . Ceci permet d'obtenir une structure statorique symétrique et régulière autour de l'aimant multipolaire du rotor. De plus, étant donné que le nombre N de pôles de l'aimant 56 est choisi de manière que N/2 est un nombre impair, le décalage angulaire de  $90^\circ$  susmentionné correspond à un déphasage magnétique de  $90^\circ$  (soit un demi pôle magnétique :  $\alpha/2$ ) entre les deux phases (deux bobines) du moteur. En effet, N/2 impair donne, pour un décalage angulaire de  $90^\circ$

entre les dents correspondantes des deux pôles principaux adjacents 60 et 61 couplés respectivement aux deux bobines 24 et 22,  $N/4$  pôles rotoriques, ce qui est égal à un nombre entier de pôles plus un demi pôle.

Le concept du troisième mode de réalisation peut aussi être  
5 généralisé dans un quatrième mode de réalisation à un moteur ayant un rotor avec un aimant multipolaire à  $N = 10 + 8 \cdot Y$  pôles magnétiques,  $Y$  étant un nombre naturel supérieur à zéro, et ayant un stator avec quatre pôles principaux à  $X$  dents chacun où  $X = Y + 2$ . Dans le cas où un pôle statorique principal a plus de trois dents, l'angle au centre entre deux dents  
10 adjacentes peut varier. Ainsi l'angle  $\beta$  entre une dent d'extrémité et la dent adjacente du même pôle peut être compris entre  $1,5 \cdot \alpha$  et  $1,9 \cdot \alpha$ , alors que l'angle au centre entre deux dents adjacentes intérieures peut être égal à  $2 \cdot \alpha$ . De plus, les dents intérieures peuvent présenter une largeur supérieure à celle des dents d'extrémité du pôle principal dans le cadre de ce  
15 quatrième mode de réalisation.

Les figures 6A et 6B montrent respectivement deux variantes de réalisation de l'aimant multipolaire 56A et 56B pour le rotor 54. L'aimant 56A présente des lignes de champ magnétique incurvées entre les pôles magnétiques définis à la face latérale 57 de cet aimant. L'aimant 56B  
20 présente des lignes de champ magnétique essentiellement radiales et de sens opposés pour deux pôles adjacents. L'aimant annulaire peut être formé d'une seule pièce ou de plusieurs pièces.

## REVENDEICATIONS

1. Moteur biphasé (2; 32; 52) comprenant un rotor (4; 34; 54) avec un aimant multipolaire (6; 36; 56) de forme annulaire, définissant un plan général de ce rotor, et un stator (8; 38; 58) associé à deux bobines (22, 24) montées respectivement sur deux noyaux (26, 28; 66, 68) de ce stator, ledit aimant multipolaire définissant dans la région de sa surface latérale extérieure (7, 57) une pluralité N de pôles magnétiques générant chacun à cette surface latérale un flux magnétique d'orientation sensiblement radiale avec une polarité alternée, caractérisé en ce que ledit stator comprend quatre pôles magnétiques principaux (10, 11, 12, 13; 40, 41, 42, 43; 60, 61, 62, 63) ayant chacun un même nombre X de dents (16, 18; 46, 47, 48; 66, 68) agencées à la périphérie dudit aimant multipolaire pour capter localement lesdits flux magnétiques générés par ladite pluralité de pôles magnétiques, le nombre X étant supérieur à un ; en ce que le nombre N de pôles magnétiques du rotor est choisi de manière que N/2 soit un nombre impair ; en ce que les dents d'un quelconque pôle magnétique principal du stator sont décalées sensiblement de 90° relativement aux dents correspondantes de chacun des deux pôles magnétiques principaux adjacents ; et en ce qu'un premier des deux noyaux de bobine est relié magnétiquement par ledit stator à une première paire de pôles magnétiques principaux diamétralement opposés relativement à l'axe de rotation dudit rotor et le second noyau de bobine est relié magnétiquement par ledit stator à la seconde paire des autres pôles magnétiques principaux diamétralement opposés relativement audit axe de rotation.

25

2. Moteur biphasé selon la revendication 1, caractérisé en ce que deux pôles magnétiques principaux (62, 63), appartenant respectivement aux première et seconde paires de pôles, sont reliés magnétiquement pour former un pôle magnétique commun du stator, les deux autres pôles

magnétiques principaux (60, 61) formant deux autres pôles magnétiques de ce stator.

3. Moteur biphasé selon la revendication 2, caractérisé en ce que  
5 ledit stator, hormis les deux noyaux, s'étend dans ledit plan général, les deux extrémités du premier noyau étant reliées respectivement à deux pôles magnétiques principaux adjacents dont un seul forme ledit pôle magnétique commun, les deux extrémités du second noyau étant reliées  
10 aux deux autres pôles magnétiques principaux, de sorte que ces deux noyaux ne se croisent pas en projection dans ledit plan général.

4. Moteur biphasé selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que ledit pôle magnétique commun comprend une fente borgne (70) séparant les deux dents adjacentes (68C, 66D) appartenant respectivement  
15 aux deux pôles magnétiques qui le forment, cette fente présentant une profondeur supérieure à celle prévue entre deux dents d'un même pôle principal.

5. Moteur biphasé selon l'une des revendications 1 à 4,  
20 caractérisé en ce que les pôles principaux magnétiquement distincts sont reliés par des ponts minces horizontaux et/ou verticaux du stator définissant des isthmes d'isolation magnétique.

6. Moteur biphasé selon l'une des revendications précédentes,  
25 caractérisé en ce que ledit nombre  $N = 14 + 8 \cdot Y$ ,  $Y$  étant un nombre naturel, et en ce que ledit nombre de dents  $X = Y + 2$ .

7. Moteur biphasé selon la revendication 6, caractérisé en ce que  
l'angle au centre  $\beta$  entre les points milieux de deux dents adjacentes d'un  
30 même pôle est sensiblement égal au double de l'angle au centre  $\alpha$  entre deux pôles adjacents de l'aimant multipolaire ( $\beta = 2 \cdot \alpha$ ).

8. Moteur biphasé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le nombre  $N = 10 + 8 \cdot Y$ ,  $Y$  étant un nombre naturel, et en ce que ledit nombre de dents  $X = Y + 2$ .

5

9. Moteur biphasé selon la revendication 8 et dans lequel deux pôles adjacents de l'aimant multipolaire présentant un angle au centre  $\alpha$ , caractérisé en ce que l'angle au centre  $\beta$  entre les points milieux d'une dent d'extrémité d'un pôle magnétique principal et de la dent adjacente du même pôle est supérieur à  $1,5 \cdot \alpha$  et inférieur ou égal à  $1,9 \cdot \alpha$  ( $1,5 \cdot \alpha < \beta \leq 1,9 \cdot \alpha$ ).

10

10. Moteur biphasé selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que l'angle au centre  $\delta$  défini par l'extrémité des dents du stator a une valeur comprise entre  $0,3 \cdot \alpha$  et  $0,5 \cdot \alpha$  ( $0,3 \cdot \alpha \leq \delta \leq 0,5 \cdot \alpha$ ).



Fig. 2

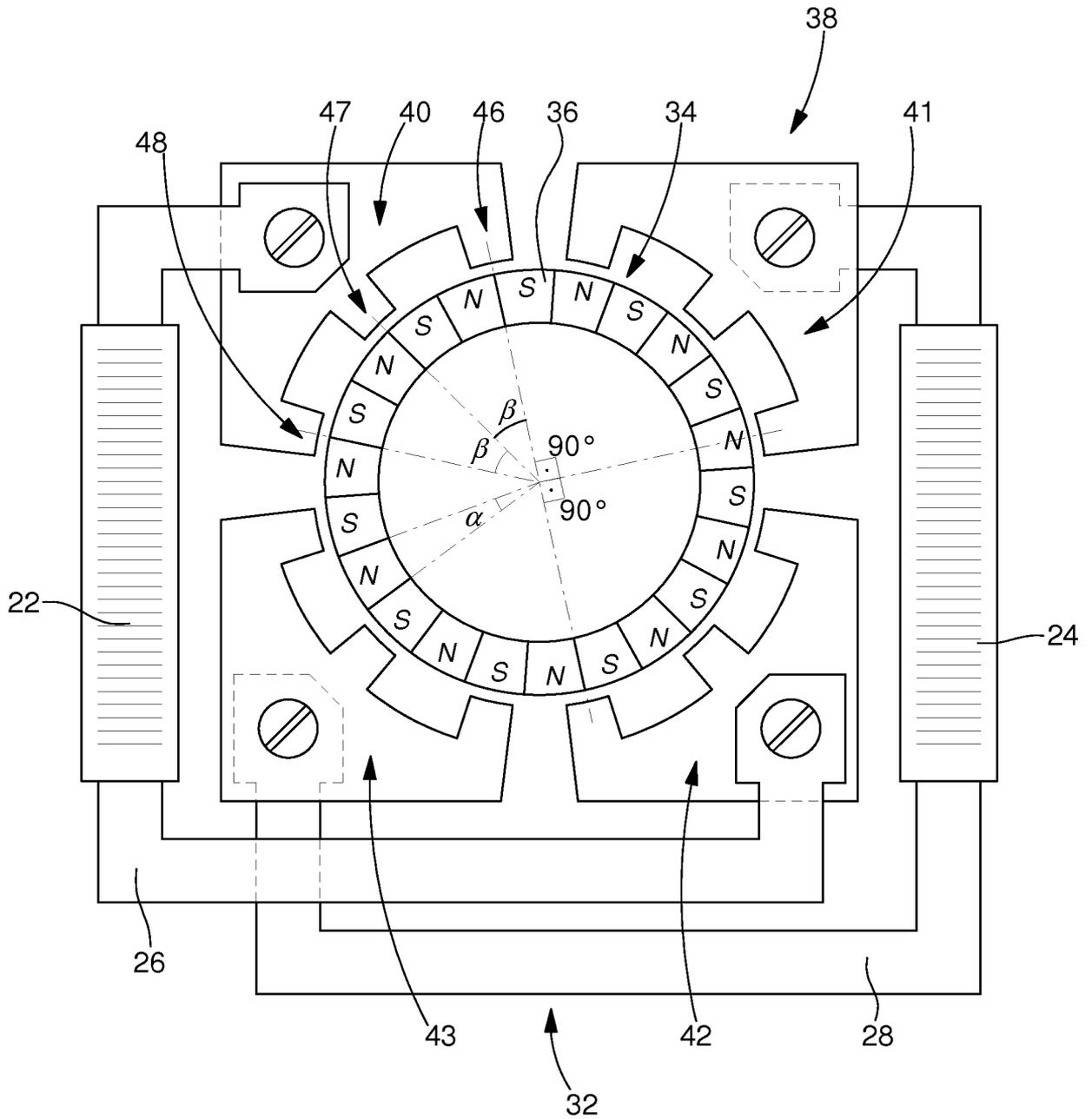


Fig. 3

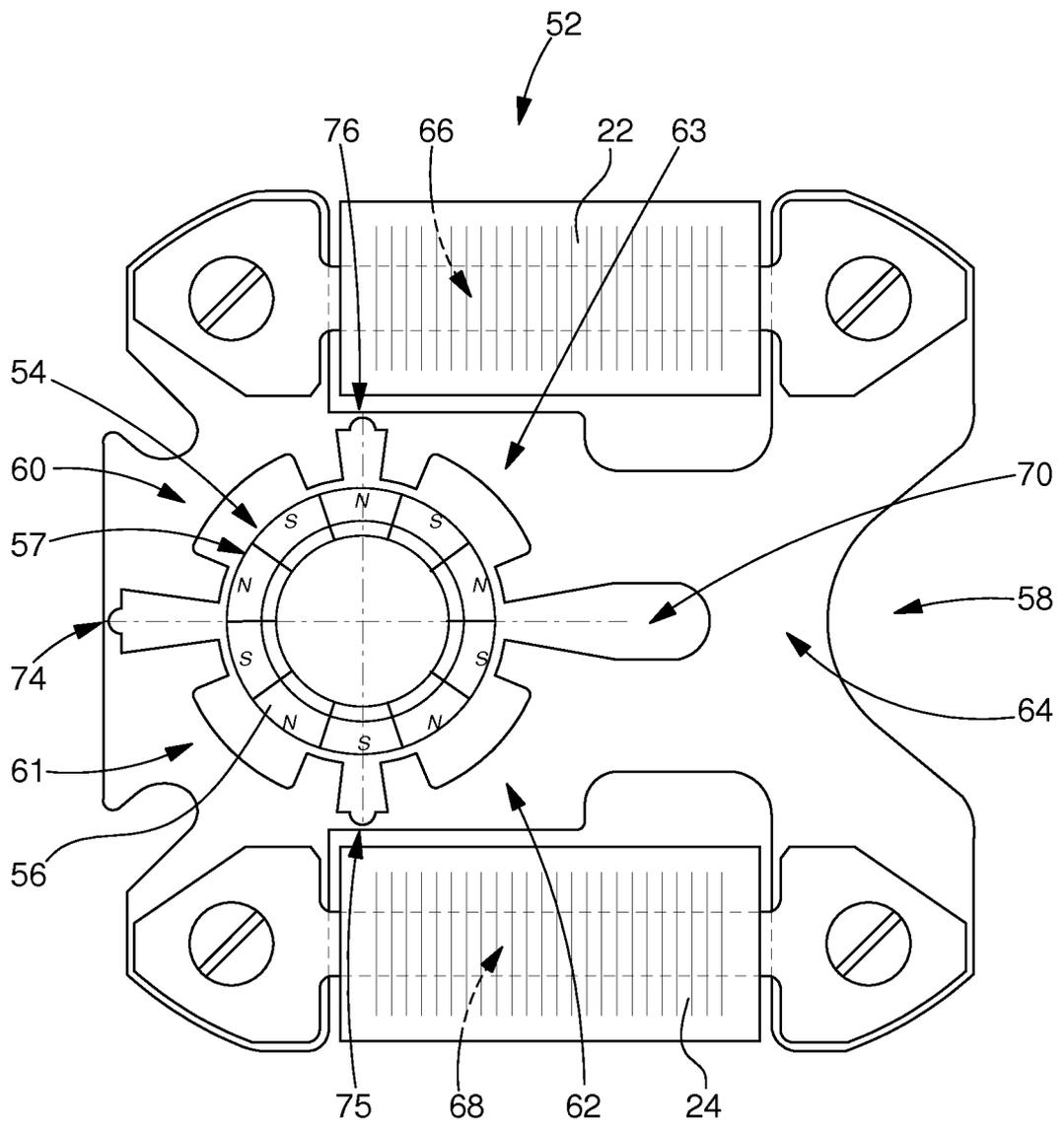




Fig. 5A

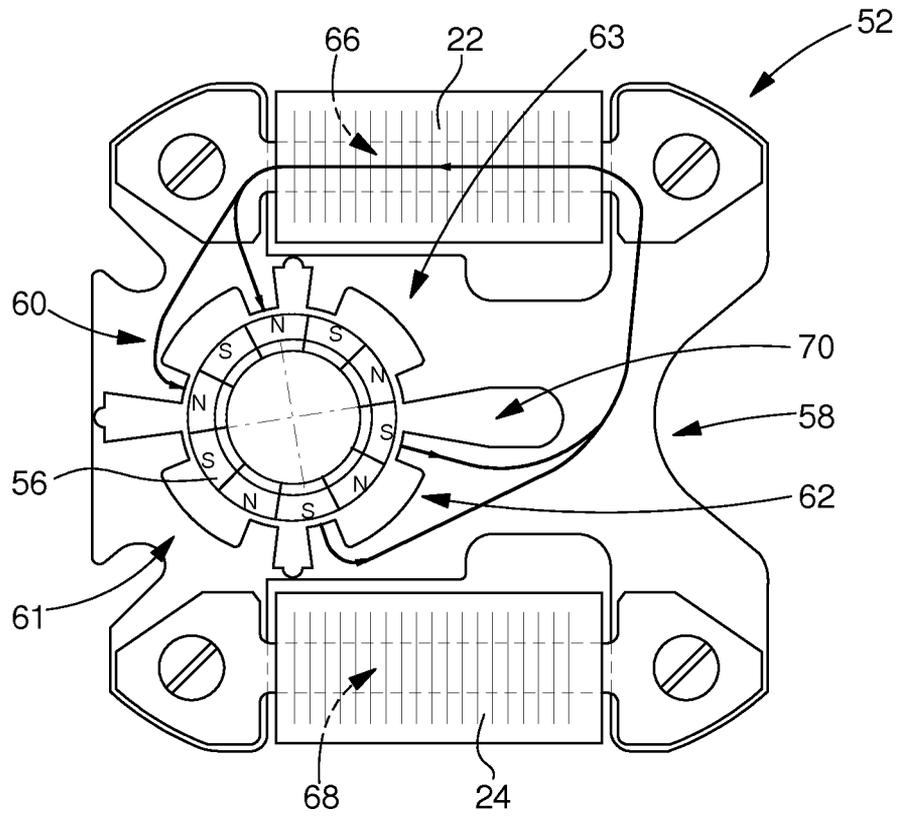


Fig. 5B

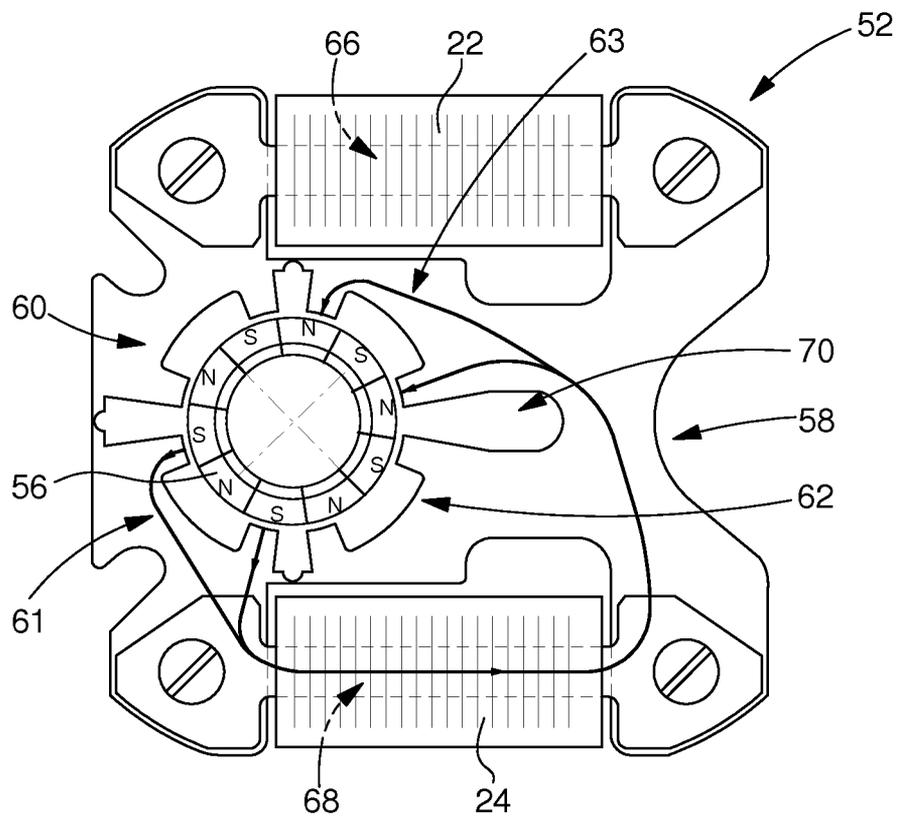


Fig. 6A

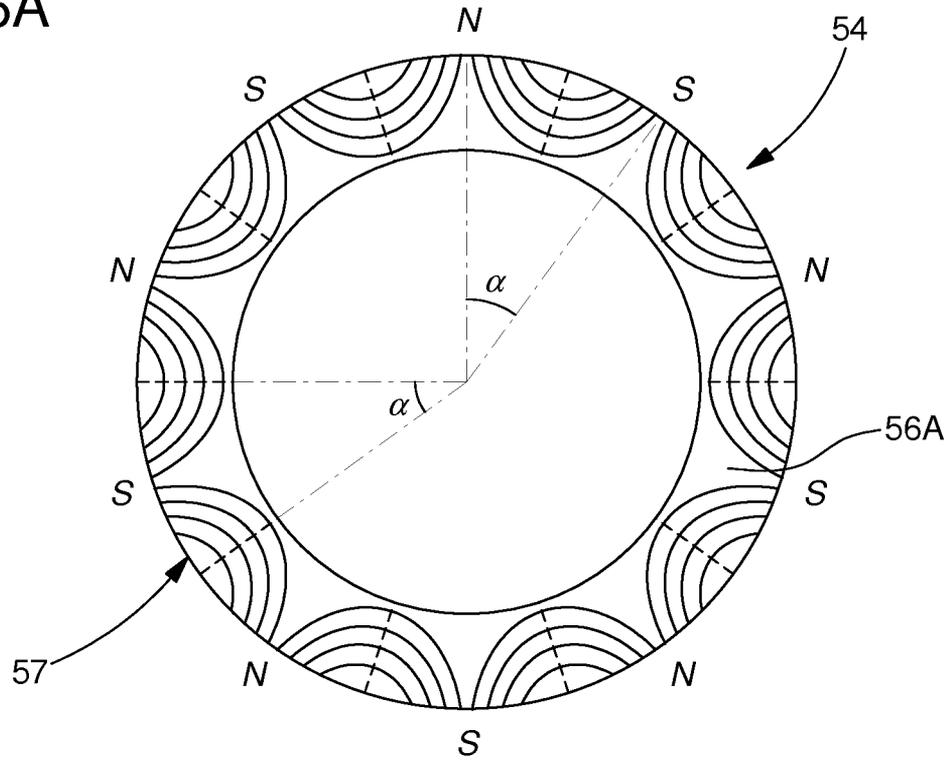
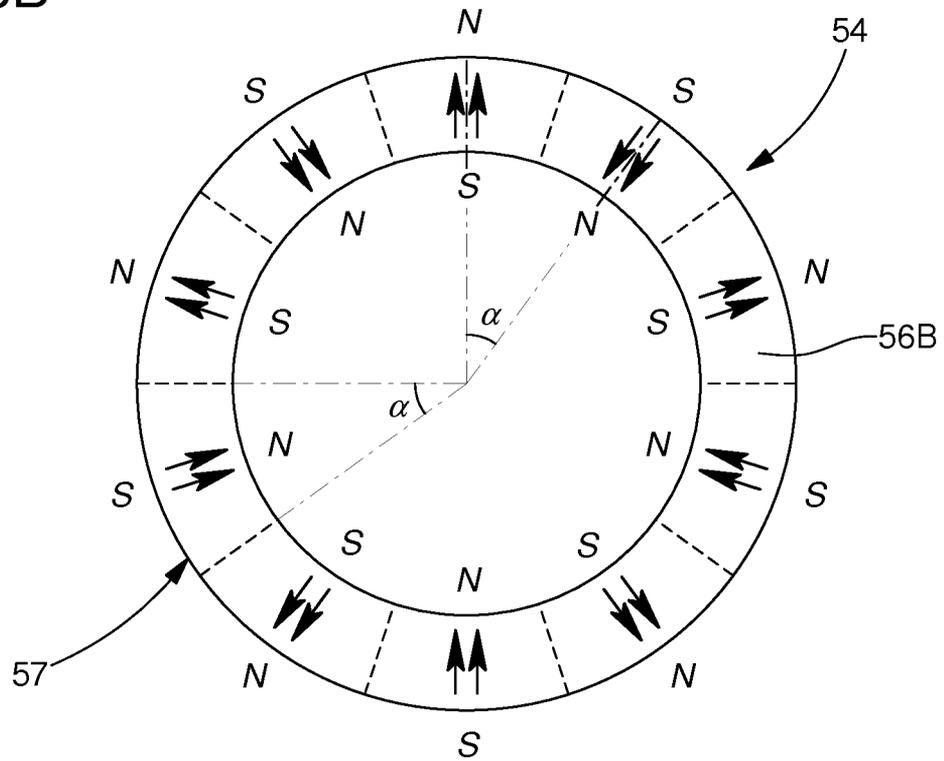


Fig. 6B



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/EP2008/059177

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. H02K1/14		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02K		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 798 841 A (PROMOVET S R L [IT]) 20 June 2007 (2007-06-20) figure 1	1
A	JP 01 138956 A (CANON DENSHI KK) 31 May 1989 (1989-05-31) abstract figure 9	1
A	JP 55 049956 A (RHYTHM WATCH CO) 11 April 1980 (1980-04-11) abstract figure 1	1
A	JP 57 153557 A (RHYTHM WATCH CO) 22 September 1982 (1982-09-22) abstract figure 9	1
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <span style="margin-left: 200px;"><input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.</span>		
* Special categories of cited documents : *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *Z* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search  26 septembre 2008		Date of mailing of the international search report  08/10/2008
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Le Chenadec, Hervé

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2008/059177

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 05 312011 A (TOYOTA MOTOR CORP) 22 November 1993 (1993-11-22) figure 1	1
A	EP 1 571 749 A (MICROCOMPONENTS SA [CH]) 7 September 2005 (2005-09-07) figures 1,2	1,5
A	JP 06 113515 A (CANON DENSHI KK) 22 April 1994 (1994-04-22) figure 1	1
A	JP 2001 327143 A (NIDEC COPAL CORP) 22 November 2001 (2001-11-22) abstract figures 3,4	1
A	EP 0 790 540 A (EBAUCHESFABRIK ETA AG [CH]) 20 August 1997 (1997-08-20) figure 1	1
A	FR 2 754 953 A (MOVING MAGNET TECH [FR]) 24 April 1998 (1998-04-24) figure 3	1
A	DE 197 47 664 A1 (MANNESMANN VDO AG [DE]) 12 May 1999 (1999-05-12) figure 3	1,5
A	GB 2 054 978 A (EBAUCHES SA) 18 February 1981 (1981-02-18) figure 14	1,5
A	DE 19 42 765 A1 (LICENTIA GMBH) 4 March 1971 (1971-03-04) figures 1,2	1,5

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2008/059177

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1798841	A	20-06-2007	US 2007138898 A1	21-06-2007
JP 1138956	A	31-05-1989	NONE	
JP 55049956	A	11-04-1980	JP 1277912 C JP 60002861 B	16-08-1985 24-01-1985
JP 57153557	A	22-09-1982	JP 1470413 C JP 63015825 B	14-12-1988 06-04-1988
JP 5312011	A	22-11-1993	JP 2864869 B2	08-03-1999
EP 1571749	A	07-09-2005	CN 1947327 A WO 2005096477 A1 JP 2007526736 T KR 20070002015 A US 2007164617 A1	11-04-2007 13-10-2005 13-09-2007 04-01-2007 19-07-2007
JP 6113515	A	22-04-1994	NONE	
JP 2001327143	A	22-11-2001	NONE	
EP 0790540	A	20-08-1997	CA 2197526 A1 CN 1164142 A DE 69703053 D1 DE 69703053 T2 FR 2745129 A1 HK 1003404 A1 JP 3720157 B2 JP 9224360 A US 5825106 A	16-08-1997 05-11-1997 19-10-2000 03-05-2001 22-08-1997 06-02-2004 24-11-2005 26-08-1997 20-10-1998
FR 2754953	A	24-04-1998	EP 0949747 A1 JP 4129309 B2 JP 10215560 A US 5880551 A	13-10-1999 06-08-2008 11-08-1998 09-03-1999
DE 19747664	A1	12-05-1999	JP 11206074 A US 6194797 B1	30-07-1999 27-02-2001
GB 2054978	A	18-02-1981	DE 3026004 A1 DE 3050997 C2 HK 35287 A US 4371821 A US 4361790 A	15-01-1981 14-05-1987 08-05-1987 01-02-1983 30-11-1982
DE 1942765	A1	04-03-1971	NONE	

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP 2008/059177

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> INV. H02K1/14		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b> Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) H02K		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 1 798 841 A (PROMOVET S R L [IT]) 20 juin 2007 (2007-06-20) figure 1	1
A	JP 01 138956 A (CANON DENSHI KK) 31 mai 1989 (1989-05-31) abrégé figure 9	1
A	JP 55 049956 A (RHYTHM WATCH CO) 11 avril 1980 (1980-04-11) abrégé figure 1	1
A	JP 57 153557 A (RHYTHM WATCH CO) 22 septembre 1982 (1982-09-22) abrégé figure 9	1
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents		<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe
* Catégories spéciales de documents cités: *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier *Z* document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée  26 septembre 2008		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  08/10/2008
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé  Le Chenadec, Hervé

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°  
PCT/EP2008/059177

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	JP 05 312011 A (TOYOTA MOTOR CORP) 22 novembre 1993 (1993-11-22) figure 1	1
A	EP 1 571 749 A (MICROCOMPONENTS SA [CH]) 7 septembre 2005 (2005-09-07) figures 1,2	1,5
A	JP 06 113515 A (CANON DENSHI KK) 22 avril 1994 (1994-04-22) figure 1	1
A	JP 2001 327143 A (NIDEC COPAL CORP) 22 novembre 2001 (2001-11-22) abrégé figures 3,4	1
A	EP 0 790 540 A (EBAUCHESFABRIK ETA AG [CH]) 20 août 1997 (1997-08-20) figure 1	1
A	FR 2 754 953 A (MOVING MAGNET TECH [FR]) 24 avril 1998 (1998-04-24) figure 3	1
A	DE 197 47 664 A1 (MANNESMANN VDO AG [DE]) 12 mai 1999 (1999-05-12) figure 3	1,5
A	GB 2 054 978 A (EBAUCHES SA) 18 février 1981 (1981-02-18) figure 14	1,5
A	DE 19 42 765 A1 (LICENTIA GMBH) 4 mars 1971 (1971-03-04) figures 1,2	1,5

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2008/059177

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1798841	A	20-06-2007	US 2007138898 A1	21-06-2007
JP 1138956	A	31-05-1989	AUCUN	
JP 55049956	A	11-04-1980	JP 1277912 C JP 60002861 B	16-08-1985 24-01-1985
JP 57153557	A	22-09-1982	JP 1470413 C JP 63015825 B	14-12-1988 06-04-1988
JP 5312011	A	22-11-1993	JP 2864869 B2	08-03-1999
EP 1571749	A	07-09-2005	CN 1947327 A WO 2005096477 A1 JP 2007526736 T KR 20070002015 A US 2007164617 A1	11-04-2007 13-10-2005 13-09-2007 04-01-2007 19-07-2007
JP 6113515	A	22-04-1994	AUCUN	
JP 2001327143	A	22-11-2001	AUCUN	
EP 0790540	A	20-08-1997	CA 2197526 A1 CN 1164142 A DE 69703053 D1 DE 69703053 T2 FR 2745129 A1 HK 1003404 A1 JP 3720157 B2 JP 9224360 A US 5825106 A	16-08-1997 05-11-1997 19-10-2000 03-05-2001 22-08-1997 06-02-2004 24-11-2005 26-08-1997 20-10-1998
FR 2754953	A	24-04-1998	EP 0949747 A1 JP 4129309 B2 JP 10215560 A US 5880551 A	13-10-1999 06-08-2008 11-08-1998 09-03-1999
DE 19747664	A1	12-05-1999	JP 11206074 A US 6194797 B1	30-07-1999 27-02-2001
GB 2054978	A	18-02-1981	DE 3026004 A1 DE 3050997 C2 HK 35287 A US 4371821 A US 4361790 A	15-01-1981 14-05-1987 08-05-1987 01-02-1983 30-11-1982
DE 1942765	A1	04-03-1971	AUCUN	