

CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **697 514 B1**

(51) Int. Cl.: **H02K 16/02** (2006.01)
G04C 3/14 (2006.01)

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) **FASCICULE DU BREVET**

(21) Numéro de la demande: 00015/04

(22) Date de dépôt: 07.01.2004

(24) Brevet délivré: 28.11.2008

(45) Fascicule du brevet publié: 28.11.2008

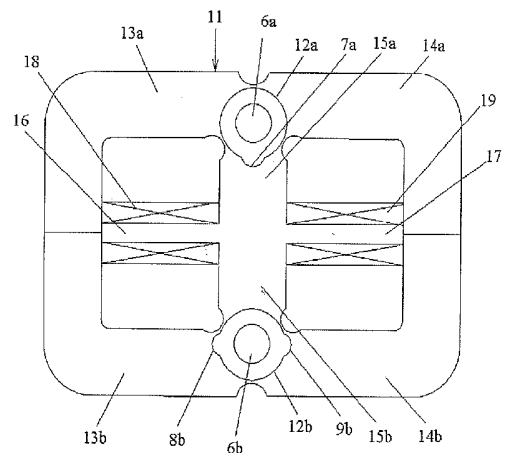
(73) Titulaire(s):
DETRA SA, rue du Cornouiller 4
2502 Biel/Bienne (CH)

(72) Inventeur(s):
Xuan Mai Tu, 1024 Ecublens VD (CH)
Michel Schwab, 2502 Biel/Bienne (CH)

(74) Mandataire:
WILLIAM BLANC & CIE Conseils en Propriété Industrielle
SA, Avenue du Pailly 25
1220 Les Avanchets (CH)

(54) **Moteur pas à pas et procédé d'alimentation d'un tel moteur.**

(57) Moteur pas à pas comprenant 2 rotors (6a, 6b) disposés dans 2 trous statoriques (12a, 12b), 2 bobines (18, 19) et procédé d'alimentation de ce moteur permettant de faire tourner de façon sélective chacun des 2 rotors dans les 2 sens de rotation.



Description

[0001] La présente invention concerne un moteur pas à pas à deux rotors en aimant permanent couplés avec un même circuit magnétique comportant notamment deux bobines ainsi qu'un procédé et un dispositif d'alimentation permettant de commander sélectivement la rotation de chaque rotor dans les deux sens de rotation.

[0002] Le brevet CH 691 016 décrit un moteur possédant deux rotors couplés avec un même circuit magnétique comportant deux bobines. Un des deux rotors de ce moteur est du type monophasé et de ce fait il ne possède qu'un seul sens de rotation. Pour certaines applications, comme par exemple lorsqu'un tel moteur est utilisé pour entraîner les aiguilles d'une pièce d'horlogerie par l'un des rotors et le calendrier par l'autre rotor, la correction du fuseau horaire nécessite la rotation dans les 2 sens pour les 2 rotors. Le brevet européen EP 0 698 957 A1 décrit un moteur possédant deux rotors couplés avec un même circuit magnétique mais ce moteur possède au moins 3 bobines qui présentent une perte de place non négligeable dans une montre de petite dimension.

[0003] Le but de la présente invention est de remédier aux inconvénients précités en proposant un moteur possédant deux bobines couplées avec 2 rotors ainsi qu'un procédé et un dispositif d'alimentation permettant de commander sélectivement la rotation de chaque rotor dans les deux sens de rotation. L'invention sera mieux comprise par la description qui va suivre en se référant aux dessins annexés dans lesquels:

- La fig. 1 représente la vue de dessus d'un premier mode de réalisation du moteur pas à pas selon invention,
- La fig. 2 représente les positions de repos des rotors du moteur de la fig. 1,
- La fig. 3 représente les positions des rotors 6a et 6b lors qu'on alimente la bobine 18 par une tension positive +U,
- La fig. 4 représente les positions des rotors 6a et 6b lors qu'on alimente la bobine 18 par une tension négative -U,
- La fig. 5 représente les positions des rotors 6a et 6b lors qu'on alimente la bobine 19 par une tension positive +U,
- La fig. 6 représente les positions des rotors 6a et 6b lors qu'on alimente la bobine 19 par une tension négative -U,
- La fig. 7 représente le diagramme des phaseurs illustrant les forces s'exerçant sur les 2 rotors 6a et 6b dans les fig. 3 à 6,
- La fig. 8 représente les tensions appliquées aux bobines 18 et 19 en fonction du temps t dans le but de faire tourner uniquement le rotor 6a dans le sens antihoraire,
- La fig. 9 représente les tensions appliquées aux bobines 18 et 19 en fonction du temps t dans le but de faire tourner uniquement le rotor 6a dans le sens horaire,
- La fig. 10 représente les tensions appliquées aux bobines 18 et 19 en fonction du temps t dans le but de faire tourner uniquement le rotor 6b dans le sens antihoraire,
- La fig. 12 représente une variante d'exécution du moteur de la fig. 1.

[0004] La fig. 1 représente la vue de dessus d'un premier mode de réalisation du moteur pas à pas selon invention. Sur cette figure, le moteur pas à pas comprend un stator 11, réalisé en matériau magnétique doux, possédant un premier trou statorique 12a et un deuxième trou statorique 12b. Le premier trou statorique 12a et le deuxième trou statorique 12b sont entourés chacun par une première extrémité des 3 branches statoriques 13a, 14a, 15a respectivement 13b, 14b, 15b. La deuxième extrémité des branches statoriques 13a et 15a respectivement 13b et 15b sont reliées aux extrémités du noyau de bobine 16, réalisé en matériau magnétique doux. De même, la deuxième extrémité des branches statoriques 14a et 15a respectivement 14b et 15b sont reliées aux extrémités du noyau de bobine 17, réalisé en matériau magnétique doux. Les noyaux de bobines 16 et 17 sont entourés respectivement par les bobines 18 et 19. Aux centres des trous statoriques 12a et 12b sont placés 2 rotors 6a et 6b en aimant permanent. Les alvéoles 7a respectivement 8b et 9b sont dégagées sur la périphérie des trous statoriques 12a et 12b afin de donner des positions de repos bien définies aux rotors 6a et 6b en l'absence des courants dans les bobines.

[0005] La fig. 2 représente les positions de repos des rotors 6a et 6b. En l'absence des courants dans les bobines, les rotors se placent dans les positions à réluctance minimale c'est-à-dire dans la direction perpendiculaire aux axes passant par le centre des alvéoles, en l'occurrence dans les directions D1-D2 (ou D2-D1) respectivement Q1-Q2 (ou Q2-Q1).

[0006] La fig. 3 représente les positions des rotors 6a et 6b, alignées sur les axes X1a-X2a respectivement Y1b-Y2b lors qu'on alimente la bobine 18 par une tension positive +U qui crée un flux +# dans la direction indiquée par la flèche 31.

[0007] La fig. 4 représente les positions des rotors 6a et 6b, alignées sur les axes X2a-X1a respectivement Y2b-Y1b lors qu'on alimente la bobine 18 par une tension négative -U qui crée un flux -# dans la direction indiquée par la flèche 41.

[0008] La fig. 5 représente les positions des rotors 6a et 6b, alignées sur les axes Y2a–Y1a respectivement X2b–X1b lors qu'on alimente la bobine 19 par une tension positive +U qui crée un flux +# dans la direction indiquée par la flèche 51.

[0009] La fig. 6 représente les positions des rotors 6a et 6b, alignées sur les axes Y1a–Y2a respectivement X1b–X2b lors qu'on alimente la bobine 19 par une tension négative –U qui crée un flux –# dans la direction indiquée par la flèche 61.

[0010] La fig. 7 représente le diagramme des phaseurs illustrant les forces s'exerçant sur les 2 rotors 6a et 6b dans les fig. 3 à 6:

- Le phaseur +1a représente la force s'exerçant sur le rotor 6a lorsqu'on alimente la bobine 18 par une tension +U,
- Le phaseur –1a représente la force s'exerçant sur le rotor 6a lorsqu'on alimente la bobine 18 par une tension –U,
- Le phaseur +2a représente la force s'exerçant sur le rotor 6a lorsqu'on alimente la bobine 19 par une tension +U,
- Le phaseur –2a représente la force s'exerçant sur le rotor 6a lorsqu'on alimente la bobine 19 par une tension –U,
- Le phaseur +1a+2a représente la force s'exerçant sur le rotor 6a lorsqu'on alimente simultanément la bobine 18 par une tension +U et la bobine 19 par une tension +U,
- Le phaseur –1a–2a représente la force s'exerçant sur le rotor 6a lorsqu'on alimente simultanément la bobine 18 par une tension –U et la bobine 19 par une tension –U,
- Le phaseur –1a+2a représente la force s'exerçant sur le rotor 6a lorsqu'on alimente simultanément la bobine 18 par une tension –U et la bobine 19 par une tension +U,
- Le phaseur +1a–2a représente la force s'exerçant sur le rotor 6a lorsqu'on alimente simultanément la bobine 18 par une tension +U et la bobine 19 par une tension –U,
- Le phaseur +1b représente la force s'exerçant sur le rotor 6b lorsqu'on alimente la bobine 18 par une tension +U,
- Le phaseur –1b représente la force s'exerçant sur le rotor 6b lorsqu'on alimente la bobine 18 par une tension –U,
- Le phaseur +2b représente la force s'exerçant sur le rotor 6b lorsqu'on alimente la bobine 19 par une tension +U,
- Le phaseur –2b représente la force s'exerçant sur le rotor 6b lorsqu'on alimente la bobine 19 par une tension –U,
- Le phaseur +1b+2b représente la force s'exerçant sur le rotor 6b lorsqu'on alimente simultanément la bobine 18 par une tension +U et la bobine 19 par une tension +U,
- Le phaseur –1b–2b représente la force s'exerçant sur le rotor 6b lorsqu'on alimente simultanément la bobine 18 par une tension –U et la bobine 19 par une tension –U,
- Le phaseur –1b+2b représente la force s'exerçant sur le rotor 6b lorsqu'on alimente simultanément la bobine 18 par une tension –U et la bobine 19 par une tension +U,
- Le phaseur +1b–2b représente la force s'exerçant sur le rotor 6b lorsqu'on alimente simultanément la bobine 18 par une tension +U et la bobine 19 par une tension –U.

[0011] Au repos, en l'absence de courant dans les bobines, le rotor 6a se positionne dans la direction D1–D2 et le rotor 6b dans la direction Q1–Q2 comme représenté à la fig. 2.

[0012] La fig. 8 représente les tensions d'alimentation u_{18} appliquée à la bobine 18 et u_{19} appliquée à la bobine 19 en fonction du temps t dans le but de faire tourner uniquement le rotor 6a dans le sens antihoraire.

- pour $0 < t < T_1$, le rotor 6a, soumis au phaseur –1a–2a, se déplace dans le sens antihoraire, par contre le rotor 6b déjà aligné dans la direction Q1–Q2 reste immobile.
- pour $T_1 < t < T_2$, le rotor 6a, soumis au phaseur –1a, continue à se déplacer dans le sens antihoraire. Le rotor 6b, soumis au phaseur –1b se déplace dans le sens antihoraire, cependant étant donné la courte durée de T_2 , l'amplitude de ce déplacement est très faible.
- pour $T_2 < t < T_3$, le rotor 6a continue sa trajectoire et fait un angle de 180 degrés par rapport à sa position initiale. Le rotor 6b, après un faible déplacement, revient à sa position initiale.

[0013] Par le même raisonnement, on peut montrer que la suite de la séquence u_{18} et u_{19} de la fig. 8 fait tourner le rotor 6a de 180 degrés à 360 degrés dans le sens antihoraire, tandis que le rotor 6b reste à sa position initiale.

[0014] De façon analogue, en appliquant les tensions représentées à la fig. 9, on peut faire tourner uniquement le rotor 6a dans le sens horaire.

[0015] La fig. 10 représente les tensions appliquées aux bobines 18 et 19 en fonction du temps t permettant de faire tourner uniquement le rotor 6b dans le sens antihoraire.

[0016] La fig. 11 représente les tensions appliquées aux bobines 18 et 19 en fonction du temps t permettant de faire tourner uniquement le rotor 6b dans le sens horaire.

[0017] En règle générale, la séquence d'alimentation des bobines 18 et 19 est la suivante:

Soit $T_{tot} = T_1 + T_2 + T_3$ la demi période d'alimentation,

- chaque bobine est alimentée par une suite d'impulsions alternées de tension, le changement de signe de la tension se fait après chaque demi période.
- pour commander le rotor 6a dans le sens antihoraire, les impulsions de tensions appliquées aux bobines 18 et 19, dans la même demi période, sont de même signe, la durée de l'impulsion de tension appliquée à la bobine 18 étant légèrement plus grande que celle appliquée à la bobine 19.

- pour commander le rotor 6a dans le sens horaire, les impulsions de tensions appliquées aux bobines 18 et 19, dans la même demi période, sont de même signe, la durée de l'impulsion de tension appliquée à la bobine 19 étant légèrement plus grande que celle appliquée à la bobine 18.
- pour commander le rotor 6b dans le sens antihoraire, les impulsions de tensions appliquées aux bobines 18 et 19, dans la même demi période, sont de signes opposés, la durée de l'impulsion de tension appliquée à la bobine 18 étant légèrement plus grande que celle appliquée à la bobine 19.
- pour commander le rotor 6b dans le sens horaire, les impulsions de tensions appliquées aux bobines 18 et 19, dans la même demi période, sont de signes opposés, la durée de l'impulsion de tension appliquée à la bobine 19 étant légèrement plus grande que celle appliquée à la bobine 18.

[0018] La fig. 12 représente une variante d'exécution du moteur de la fig. 1. Dans cette variante d'exécution les bobines 18 et 19 se trouvent à l'extérieur du moteur, ce qui facilite le placement du moteur dans les applications horlogères. Le principe de fonctionnement du moteur de la fig. 12 reste identique à celui de la fig. 1.

Revendications

1. Moteur pas à pas comprenant:
 - un stator (11) réalisé en matériau magnétique doux, possédant un premier trou statorique (12a) et un deuxième trou statorique (12b), un premier noyau de bobines (16) portant une première bobine (18) et un deuxième noyau de bobine (17) portant une deuxième bobine (19),
 - un premier rotor (6a) et un deuxième rotor (6b) en aimant permanent logés respectivement dans les trous statoriques (12a, 12b),
 - chaque trou statorique (12a, 12b) comportant au moins une alvéole (7a, 8b, 9b) sur son périmètre permettant de déterminer une position de repos définie à chaque rotor (6a, 6b) en l'absence de courant dans les bobines (18, 19), caractérisé en ce que le stator (11) a une forme générale d'un rectangle, le premier trou statorique (12a) étant disposé au centre d'un premier grand côté dudit rectangle étant entouré des premières extrémités de deux premières branches statoriques (13a, 14a), le deuxième trou statorique (12b) étant disposé au centre d'un deuxième grand côté dudit rectangle étant entouré des premières extrémités de deux deuxième branches statoriques (13b, 14b), une branche statorique centrale (15a, 15b) coupant ledit rectangle en deux portions et reliant directement les deux trous statoriques (12a, 12b), et en ce qu'une deuxième extrémité de l'une des premières branches statoriques (13a) et de l'une des deuxième branches statoriques (13b) ainsi que la branche statorique centrale (15a, 15b) sont reliées aux extrémités du premier noyau de bobine (16) et en ce qu'une deuxième extrémité de l'autre des premières branches statoriques (14a) et de l'autre des deuxième branches statoriques (14b) ainsi que la branche statorique centrale (15a, 15b) sont reliées aux extrémités du deuxième noyau de bobine (17).
2. Procédé d'alimentation des bobines (18, 19) d'un moteur selon la revendication 1 ledit procédé étant apte à fournir 4 combinaisons différentes de tensions auxdites bobines (18, 19), caractérisé en ce qu'une première combinaison de tensions permet la mise en rotation du seul premier rotor (6a) dans le sens antihoraire, une deuxième combinaison de tensions permet la mise en rotation du seul premier rotor (6a) dans le sens horaire, une troisième combinaison de tensions permet la mise en rotation du seul deuxième rotor (6b) dans le sens antihoraire, une quatrième combinaison de tensions permet la mise en rotation du seul deuxième rotor (6b) dans le sens horaire.
3. Procédé d'alimentation selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite première combinaison de tensions est formée par une première suite d'impulsions de tension périodique et alternée appliqué à la première bobine (18) et une deuxième suite d'impulsions de tension périodique et alternée appliquée à la deuxième bobine (19), pour chacune desdites suites appliquées simultanément, le changement de signe de la tension se faisant après chaque demi période, les impulsions de tension de chaque suite étant de même signe, dans la même demi période, la durée de l'impulsion de tension appliquée à la première bobine (18) étant plus grande que celle appliquée à la deuxième bobine (19).
4. Procédé d'alimentation selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite deuxième combinaison de tensions est formée par une première suite d'impulsions de tension périodique et alternée appliqué à la première bobine (18) et une deuxième suite d'impulsions de tension périodique et alternée appliquée à la deuxième bobine (19), pour chacune desdites suites appliquées simultanément, le changement de signe de la tension se faisant après chaque demi période, les impulsions de tension de chaque suite étant de même signe, dans la même demi période, la durée de l'impulsion de tension appliquée à la deuxième bobine (19) étant plus grande que celle appliquée à la première bobine (18).
5. Procédé d'alimentation selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite troisième combinaison de tensions est formée par une première suite d'impulsions de tension périodique et alternée appliqué à la première bobine (18) et une deuxième suite d'impulsions de tension périodique et alternée appliquée à la deuxième bobine (19), pour chacune desdites suites appliquées simultanément, le changement de signe de la tension se faisant après chaque demi période, les impulsions de tension de chaque suite étant de signe opposé, dans la même demi période, la durée de l'impulsion de tension appliquée à la première bobine (18) étant plus grande que celle appliquée à la deuxième bobine (19).

6. Procédé d'alimentation selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite quatrième combinaison de tensions est formée par une première suite d'impulsions de tension périodique et alternée appliqué à la première bobine (18) et une deuxième suite d'impulsions de tension périodique et alternée appliquée à la deuxième bobine (19), pour chacune desdites suites appliquées simultanément, le changement de signe de la tension se faisant après chaque demi période, les impulsions de tension de chaque suite étant de signe opposé, dans la même demi période, la durée de l'impulsion de tension appliquée à la deuxième bobine (19) étant plus grande que celle appliquée à la première bobine (18).
7. Dispositif d'alimentation d'un moteur pas à pas pour la mise en œuvre du procédé d'alimentation selon l'une des revendications 2 à 6, caractérisé en ce qu'il est apte à fournir quatre combinaisons différentes de tensions aux bobines (18, 19) dudit moteur pas à pas.
8. Mouvement d'horlogerie comportant un moteur selon la revendication 1.
9. Mouvement d'horlogerie selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif d'alimentation selon la revendication 7.

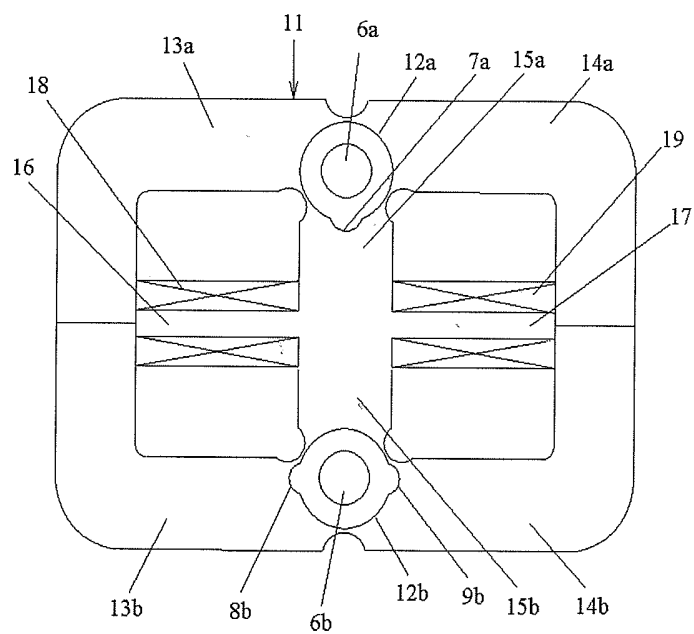


Figure 1

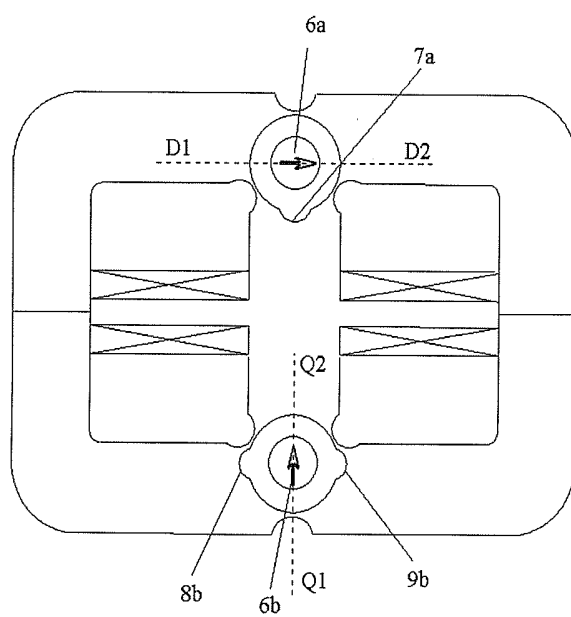


Figure 2

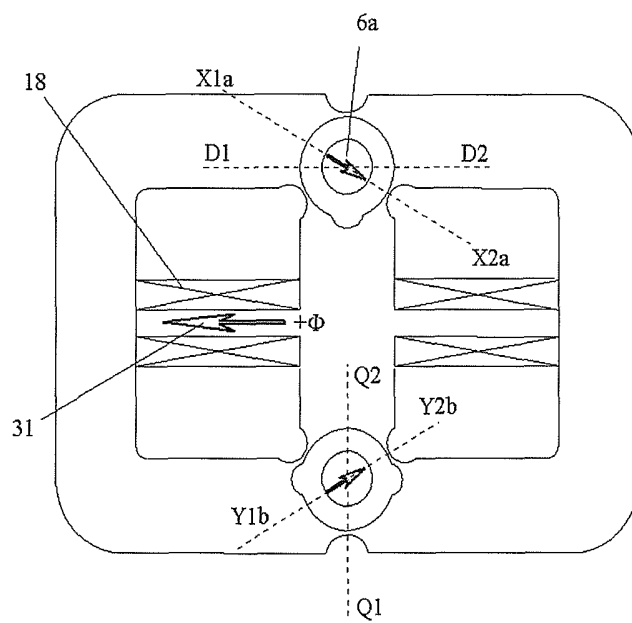


Figure 3

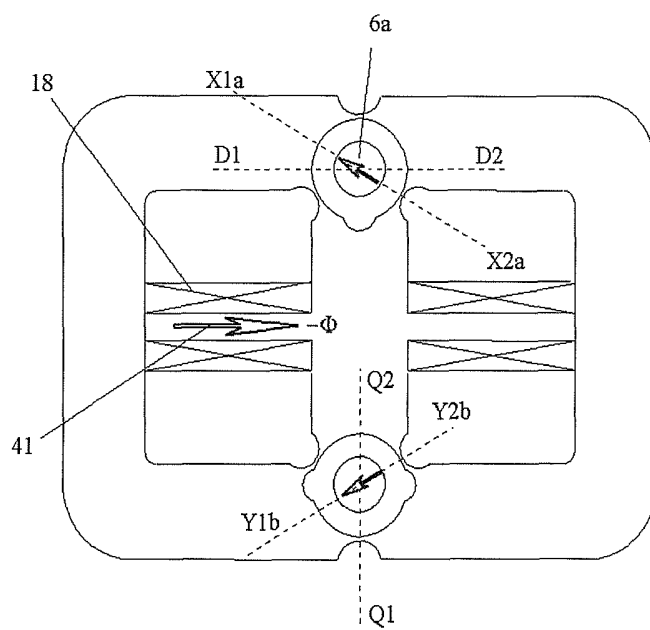


Figure 4

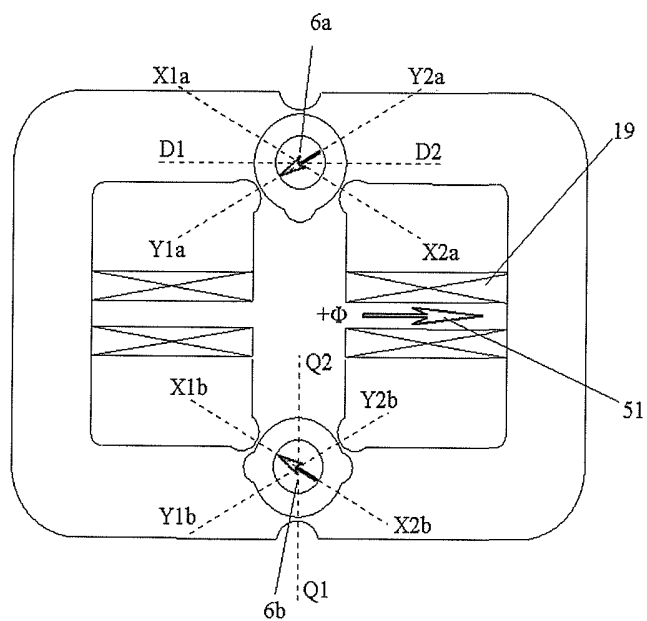


Figure 5

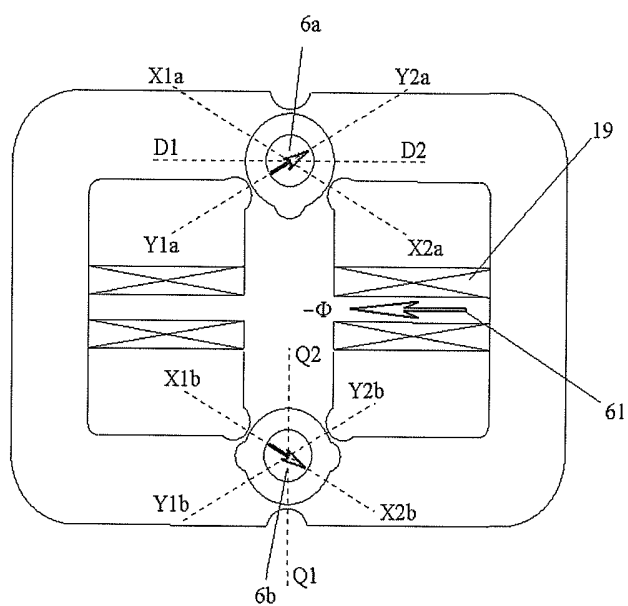


Figure 6

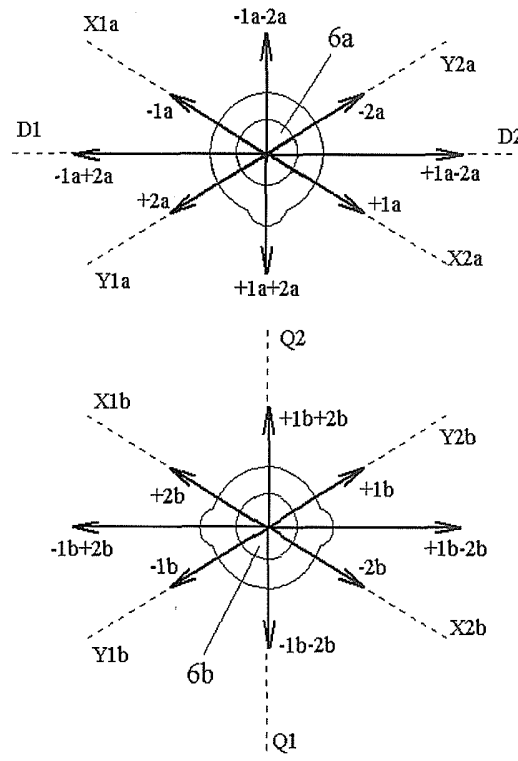


Figure 7

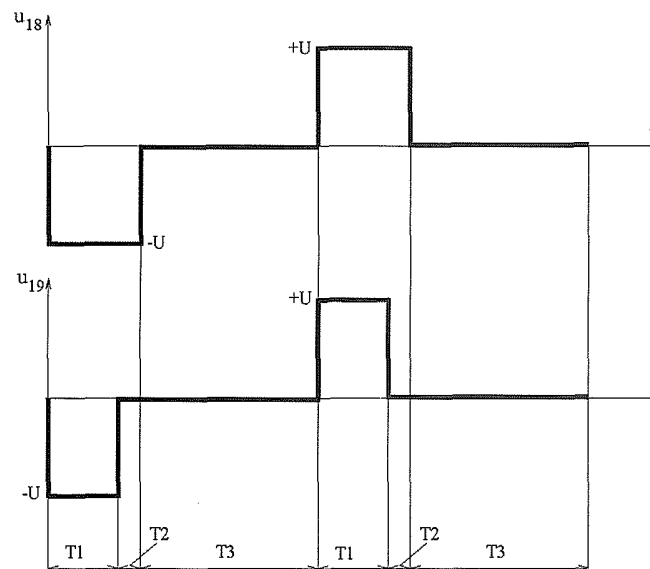


Figure 8

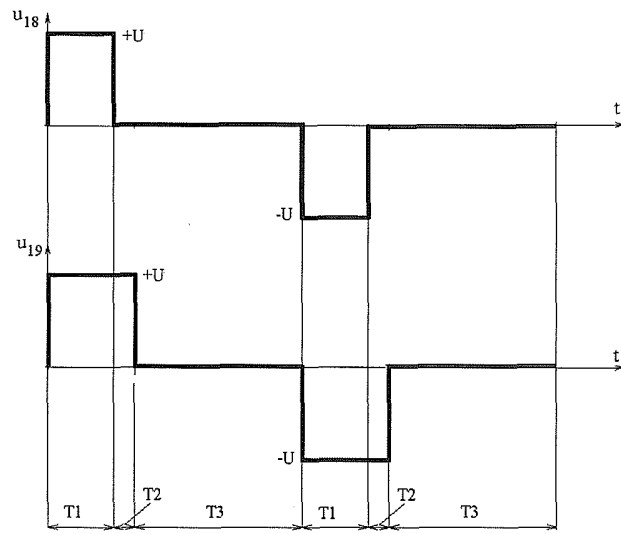


Figure 9

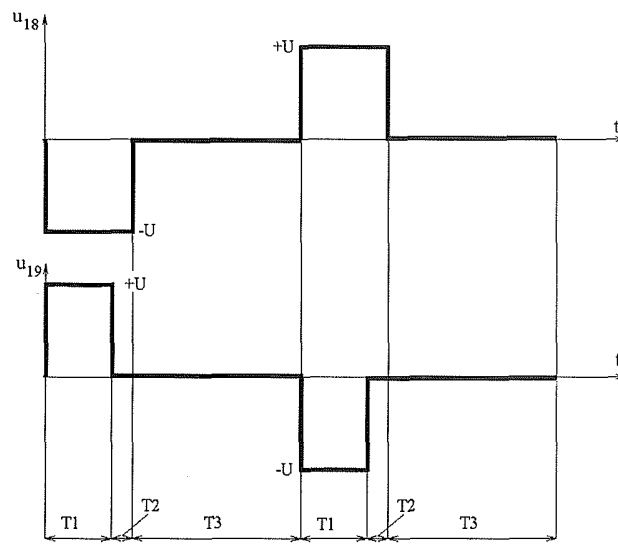


Figure 10

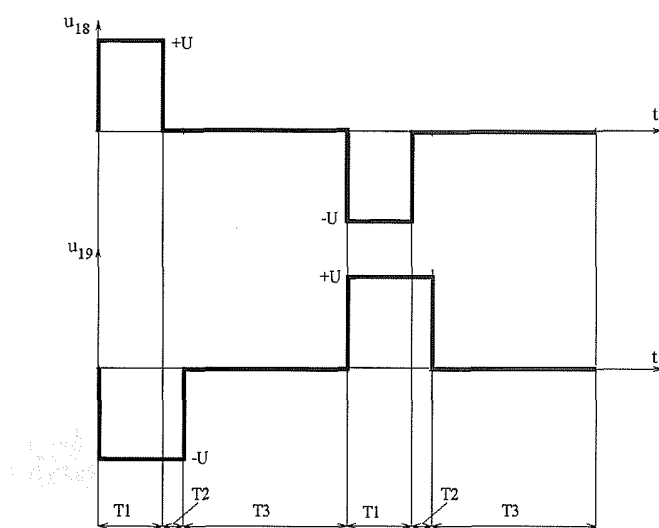


Figure 11

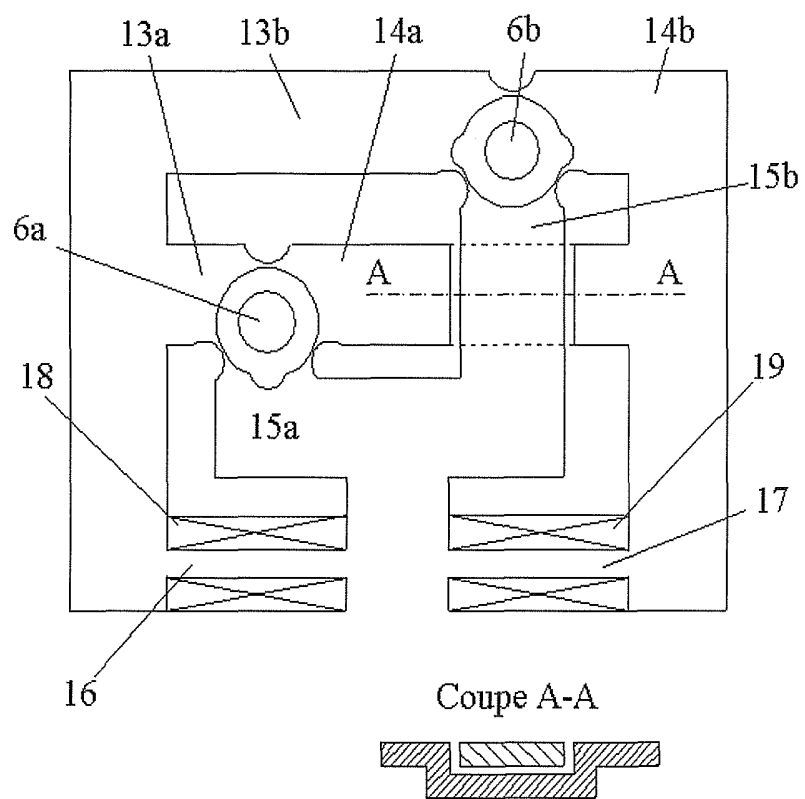


Figure 12