

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 89116922.9

(51) Int. Cl.⁵: **G04C 3/14**

(22) Date de dépôt: 13.09.89

(30) Priorité: 23.09.88 CH 3556/88

(43) Date de publication de la demande:
04.04.90 Bulletin 90/14

(94) Etats contractants désignés:
DE FR GB

(71) Demandeur: **ASULAB S.A.**
Faubourg du Lac 6
CH-2501 Bienne(CH)

(72) Inventeur: **Daho, Taghezout**
Avenue Dapples 12
CH-1006 Lausanne(CH)

(74) Mandataire: **de Montmollin, Henri et al**
ICB Ingénieurs Conseils en Brevets SA
Passage Max. Meuron 6
CH-2001 Neuchâtel(CH)

(54) **Procédé et dispositif de détection de l'instant de passage du rotor d'un moteur pas à pas par une position prédéterminée et procédé de commande de ce moteur.**

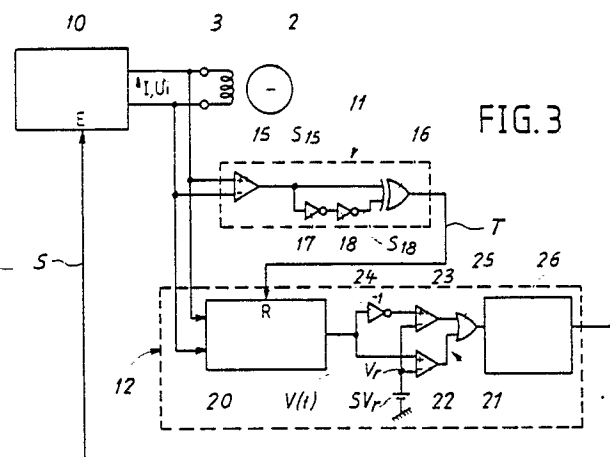
(57) Le procédé consiste à détecter, au moyen d'un circuit de coïnc(d)ence (11), l'instant $t(Z_i)$ où la tension (U_i) induite dans la bobine (3) par la rotation de l'aimant permanent (2) du rotor du moteur passe par zéro. A l'aide d'un circuit intégrateur-comparateur (12), on détermine l'instant, correspondant à l'instant recherché, auquel la fonction

$$\int_{t(Z_i)}^t U_i dt$$

atteint une valeur, représentée par une tension de référence (V_r). Celle-ci est égale à la variation du flux dans la bobine (3) produite par le passage du rotor de la position où la tension induite de mouvement (U_i) est nulle, à celle correspondant à un équilibre statique stable.

Cet instant est donné par une brève impulsion d'un signal (S) fourni par le circuit intégrateur-comparateur (12), et appliqué à l'entrée d'un circuit d'attaque (10) pour enclencher une impulsion motrice aux bornes de la bobine (3) du moteur.

Application notamment aux moteurs pas à pas pour pièces d'horlogerie.



PROCÉDE ET DISPOSITIF DE DETECTION DE L'INSTANT DE PASSAGE DU ROTOR D'UN MOTEUR PAS A PAS PAR UNE POSITION PREDETERMINEE ET PROCÉDE DE COMMANDE DE CE MOTEUR

La présente invention a pour objet un procédé de détection de l'instant de passage du rotor d'un moteur pas à pas par une position prédéterminée, le rotor comprenant un aimant permanent et présentant au moins une position d'équilibre statique stable, et le moteur comportant une bobine couplée magnétiquement à l'aimant permanent. Elle a également pour objet un dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé de détection, et un procédé de commande de ce moteur.

En fonctionnement normal, le rotor d'un moteur pas à pas s'arrête entre deux pas consécutifs. Les impulsions motrices sont donc nécessairement appliquées à la bobine du moteur alors que le rotor se trouve dans une position d'équilibre statique stable. Chaque pas est ainsi effectué dans des conditions identiques et, pour que ce moteur fonctionne correctement, il n'est en général pas nécessaire de savoir à quel instant son rotor passe par telle ou telle position particulière.

Dans certaines circonstances, il peut être intéressant de pouvoir faire tourner le rotor du moteur de façon continue à vitesse élevée, par exemple, si ce moteur équipe une montre, pour mettre celle-ci à l'heure rapidement. Pour obtenir cette rotation continue, il est connu d'augmenter l'énergie et la fréquence des impulsions motrices appliquées au moteur. Cependant, le rotor de celui-ci ne marquant alors aucun arrêt, l'instant d'application de ces impulsions doit être déterminé différemment. Cet instant peut ainsi être, par exemple, celui où la tension induite dans la bobine par le mouvement du rotor atteint, par valeurs croissantes, une tension de référence. Cette manière de faire présente toutefois l'inconvénient que, suivant la vitesse du moteur, cet instant correspond à des positions angulaires différentes du rotor. L'application des impulsions motrices n'ayant pas lieu au moment du passage du rotor par une position bien définie, le moteur ne fonctionne pas dans les meilleures conditions à tous les régimes.

Un but de la présente invention est de pallier cet inconvénient en proposant un procédé de détection très précis de l'instant de passage du rotor d'un moteur pas à pas par une position prédéterminée quelconque.

Ce but est atteint par le procédé de détection revendiqué.

Un autre but de la présente invention est de proposer un dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé de détection.

Ce but est atteint par le dispositif revendiqué.

Un autre but de l'invention est de proposer un procédé de commande d'un moteur pas à pas

permettant de faire tourner le rotor de celui-ci de manière plus efficace que les procédés connus.

Ce but est atteint par le procédé de commande revendiqué.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui va être faite maintenant à l'aide du dessin annexé. Dans ce dessin, où les mêmes références se rapportent à des éléments analogues :

- la figure 1 représente un moteur pas à pas de type connu;

- la figure 2 est un diagramme montrant, en fonction de la position angulaire du rotor de ce moteur, les variations du couple de positionnement C, du flux magnétique F produit par l'aimant du rotor dans la bobine, et de la tension U_i induite dans cette bobine par la rotation du rotor ;

- la figure 3 est un exemple de circuit de commande d'un moteur pas à pas dans lequel chaque impulsion motrice est enclenchée à l'instant où le rotor passe par une position angulaire donnée ; et

- la figure 4 est un diagramme des principaux signaux apparaissant dans le circuit de commande.

Sur la figure 1 est représenté un moteur pas à pas pour montre. Ce moteur, du type Lavet bien connu, comprend un stator 1, un rotor non représenté en détail et comportant un aimant permanent 2, et une bobine 3. Le stator 1, qui forme le circuit magnétique du moteur, comporte un corps principal dans lequel est ménagée une ouverture circulaire 4 de centre 0, cette ouverture 4 servant de logement à l'aimant permanent 2, et une branche auxiliaire rectiligne 5 autour de laquelle est enroulé le fil formant la bobine 3. En outre, le stator 1 présente deux zones à réluctance élevée 1a et 1b situées sur un même diamètre de l'ouverture 4. L'aimant permanent 2 est cylindrique et pivote avec le rotor autour du centre 0. Il présente dans cet exemple une paire de pôles Nord-Sud définissant un axe d'aimantation 2a. Enfin, l'ouverture 4 comporte encore deux encoches 6 et 7 diamétralement opposées dont la présence a pour effet, de manière bien connue, de provoquer l'application au rotor d'un couple de positionnement C. Ce couple de positionnement C a tendance à maintenir ou à ramener le rotor dans l'une ou l'autre de deux positions d'équilibre stables dans lesquelles l'axe d'aimantation 2a de l'aimant 2 est sensiblement perpendiculaire au diamètre de l'ouverture 4 joignant les encoches 6 et 7. Dans la suite de cette description, on prendra arbitrairement comme origine de l'angle de rotation du rotor l'axe qui est

confondu avec l'axe d'aimantation 2a de l'aimant 2 lorsque le rotor occupe l'une de ces positions d'équilibre stable. Cet axe sera désigné par Ox et cet angle de rotation par X .

Il est évident que la variation en fonction de l'angle X du couple de positionnement C , ainsi que celle des autres variables qui seront définies plus loin, est périodique. Pour ne pas compliquer inutilement la présente description, on ne considérera donc cette variation que pour les valeurs de l'angle X allant de 0° à 360° , c'est-à-dire pour un tour complet du rotor.

Il découle des considérations ci-dessus que le couple de positionnement C est nul lorsque l'angle X vaut 0° (ou 360°) et 180° , c'est-à-dire lorsque le rotor occupe l'une ou l'autre de ses positions d'équilibre stable.

Il en découle également que ce couple de positionnement C s'annule également lorsque X est égal à 90° ou 270° , ces deux positions étant des positions d'équilibre instable du rotor.

L'aimant 2 crée dans la branche 5 un champ d'induction, qui produit à son tour un flux magnétique F dans la bobine 3. Le flux F dépend de la position angulaire X du rotor, et sa variation en fonction de cet angle X est bien entendu périodique, et généralement quasi sinusoïdale. La valeur absolue maximum, ou extremum, de ce flux F , désignée par F_m , est atteinte lorsque le rotor du moteur occupe l'une ou l'autre des deux positions angulaires où l'axe d'aimantation 2a de l'aimant 2 est parallèle à un axe Oy sensiblement perpendiculaire au diamètre joignant les zones 1a et 1b. Si l'on désigne par A le plus petit des angles formés par les axes Ox et Oy , on voit que les extrema du flux F sont atteints lorsque l'angle X vaut $-A$ (ou $360^\circ - A$) et $180^\circ - A$.

La figure 2 représente les variations de F et de C en fonction de l'angle X du rotor. Comme dans le présent exemple l'aimant 2 ne comporte qu'une seule paire de pôles, le flux F effectue une période, et le couple C deux périodes, pour chaque tour complet du rotor.

La variation du flux F produite par la rotation du rotor induit dans la bobine 3 une tension U_i , de même période que F , et qui est également représentée sur la figure 2. Cette tension U_i n'est évidemment produite que lorsque le rotor tourne, c'est-à-dire lorsque X et F varient avec le temps, désigné par t . C'est pour cette raison que cette tension induite sera appelée tension induite de mouvement dans la suite de cette description.

Il faut noter que la variation du flux F et donc de cette tension U_i dépendent de la vitesse de rotation du rotor qui n'est généralement pas constante. Cette tension U_i n'a donc généralement pas la variation sinusoïdale représentée à la figure 2. Mais, comme cela sera rendu évident par la

suite de cette description, la forme exacte de la variation de cette tension U_i ne joue aucun rôle dans la présente invention.

L'entretien du mouvement du rotor dans un tel moteur nécessite l'application d'un signal I aux bornes de la bobine 3, ce signal contenant des impulsions motrices, alternativement positives et négatives, désignées par I_0 , I_1 et I_2 sur la figure 2.

De ce qui précède, il ressort que, lorsque le moteur fonctionne en pas à pas, le rotor présente deux séries de positions remarquables. D'abord les positions d'équilibre stables, ou de repos, dans lesquelles le rotor s'arrête en l'absence de courant dans la bobine 3, ensuite les positions, faciles à déterminer, dans lesquelles la tension induite de mouvement U_i s'annule. Les premières positions seront désignées par la suite par R_0 , R_1 , ..., R_n , et les deuxièmes par Z_0 , Z_1 , ..., Z_n , R_0 étant la position pour laquelle l'angle X vaut 0° . Etant donné que la tension U_i est égale à la dérivée de F par rapport au temps, à chaque position Z_0 , ..., Z_n du rotor correspond un extrêmu F_m de F . Bien entendu, dans ce mode de fonctionnement du moteur, les impulsions motrices I_0 , I_1 , I_2 ... sont appliquées, avec la polarité adéquate, quand le rotor se trouve approximativement dans les positions d'équilibre R_0 , R_1 , R_2 ...

Par contre, lorsque le rotor du moteur tourne de façon continue, à vitesse moyenne constante ou variable, les positions d'équilibre stable R_0 , ..., R_n ne sont plus directement détectables. Ces positions sont pourtant particulièrement favorables pour enclencher les impulsions motrices. La détermination de ces positions, ou plus généralement de toute position angulaire prédéterminée, notamment lorsque le rotor tourne sans marquer d'arrêt, constitue l'objet principal de la présente invention.

Pour illustrer l'invention, on va maintenant décrire un circuit de commande pour moteur pas à pas dont une forme de réalisation est représentée sur la figure 3, étant entendu que la position prédéterminée à rechercher est, dans cet exemple, une des positions d'équilibre stable du rotor. On verra par la suite que la détermination d'autres positions peut être faite très facilement à l'aide de ce même circuit de commande.

La référence 10 désigne sur cette figure 3 un circuit de commande fournissant à la bobine 3 du moteur de la figure 1 les impulsions motrices I_0 , I_1 , ... I_n nécessaires pour faire tourner son rotor de façon continue. On admettra que, dans le présent exemple, l'impédance de sortie de ce circuit 10 est rendue pratiquement infinie entre les impulsions pour éviter que le rotor ne soit freiné. Chaque impulsion motrice est enclenchée par une brève impulsion, notée S_0 , S_1 , ... S_n , d'un signal S appliqué sur une entrée E de ce circuit 10 d'une manière

re qui sera décrite plus loin. La durée et la polarité de ces impulsions motrices sont déterminées de l'une quelconque des diverses manières qui sont bien connues des spécialistes et qui ne seront pas décrites ici.

Les signaux I et S sont représentés en fonction de l'angle X sur la figure 4. Le moteur étant en rotation continue, à chaque position Xj du rotor correspond un instant noté t(Xj) sur un axe de temps t. Bien entendu, la relation entre les positions successives et les instants correspondants est parfaitement définie, mais ce n'est pas une relation linéaire car la vitesse du rotor n'est pas constante.

Afin que les impulsions motrices lo ... ln soient appliquées à la bobine 3 lorsque le rotor passe par ses positions d'équilibre stables, Ro ... Rn, il faut, bien entendu, que les impulsions So, ... Sn soient produites aux instants t(Ro), t(Rn) correspondant à ces positions. Ceci est obtenu grâce à un circuit de coïncidence 11 et à un circuit intégrateur-comparateur 12, ces circuits faisant partie du circuit de commande représenté sur la figure 3.

Le circuit 11 reçoit sur son entrée la tension induite de mouvement Ui et il fournit, à sa sortie, un signal T représenté sur la figure 4. Ce signal est formé d'une suite de brèves impulsions To, ... Tn, chaque impulsion étant produite à l'instant où la tension Ui change de signe en passant par zéro, c'est-à-dire lorsque le rotor passe par les positions Zo, ... Zn auxquelles correspondent respectivement les instants t(Zo), ... t(Zn).

La tension Ui n'est pas mesurable de manière simple pendant les impulsions motrices lo, ... ln mais, comme cela sera rendu évident par la suite de cette description, il n'est pas nécessaire de connaître sa valeur pendant ces impulsions motrices.

Pour des raisons de rendement énergétique, ces impulsions motrices sont en effet interrompues avant que la tension Ui ne s'annule. Comme par ailleurs, l'impédance de sortie du circuit 10 est alors pratiquement infinie, cette tension Ui apparaît donc aux bornes de la bobine 3 entre ces impulsions motrices, et notamment pendant que le rotor se trouve au voisinage des positions Zo, ... Zn, positions pour lesquelles le flux F passe par un extremum Fm, ainsi que cela a déjà été relevé.

Dans la forme de réalisation représentée sur la figure 3, le circuit 11 comprend un amplificateur différentiel 15 de gain élevé, une porte OU EXCLUSIF 16, et deux inverseurs 17 et 18. La tension induite Ui est appliquée à l'entrée de l'amplificateur 15 qui fournit à sa sortie un signal S15. Ce signal, grâce au gain élevé de cet amplificateur 15, peut être assimilé à un signal logique, la transition de ce signal logique d'un niveau à l'autre se faisant au moment où la tension Ui passe par zéro. Le signal

S15 est appliqué à une entrée de la porte 16 et à l'entrée de l'inverseur 17 dont la sortie est connectée à l'entrée de l'inverseur 18. La sortie de ce dernier fournit un signal logique S18 à l'autre entrée de la porte 16. La sortie de cette porte, qui constitue la sortie du circuit 11, fournit le signal T.

Le fonctionnement du circuit 11 est le suivant. Aussi longtemps que la tension Ui est différente de zéro, les signaux S15 et S18 se trouvent au même niveau logique, haut ou bas suivant le signe de Ui. La sortie de la porte OU EXCLUSIF 16 est, dans ces conditions, au niveau logique bas. Par contre, lorsque la tension Ui s'annule, le signal S15 change de niveau logique alors que le signal S18 ne suit la même transition qu'avec un léger retard résultant du temps de propagation du signal S15 à travers les inverseurs 17 et 18. Ainsi, à chaque passage de Ui par zéro, les signaux S15 et S18 se trouvent un court moment à des niveaux logiques différents, ce qui provoque l'apparition à la sortie de la porte 16 de brefs signaux positifs correspondant aux impulsions To, ... Tn du signal T, ces impulsions déterminant les positions Zo, ... Zn auxquelles le flux F passe par un extremum Fm.

Connaissant Zo, ... Zn, la détermination de Ro, ... Rn repose sur la relation générale suivante existant entre la tension induite de mouvement Ui et le flux F dans le circuit magnétique du moteur :

$$\int_{t(Xa)}^{t(Xb)} U_i dt = F(Xb) - F(Xa).$$

Cette relation signifie que le déplacement du rotor d'une position angulaire Xa à une position Xb entraîne une variation de flux F(Xb) - F(Xa) égale à la variation de l'intégrale de la tension induite de mouvement Ui entre les instants t(Xa) et t(Xb), ces instants correspondant respectivement aux moments de passage du rotor par les positions Xa et Xb.

En prenant Xa = Zo et Xb = Ro, la variation du flux devient égale à Fm - Fo. Fm et Fo sont des flux caractéristiques du moteur qui ont déjà été définis et qui peuvent être calculés ou mesurés avec précision. Cette variation du flux est donc une grandeur connue. L'instant t(Zo) est connu aussi, car il est donné par l'impulsion To du signal T fourni par le circuit 11 déjà décrit. La seule inconnue est l'instant t(Ro) de passage du rotor par la position d'équilibre.

Il y a lieu de remarquer qu'avec Xa = Z1 et Xb = R1, on aurait abouti aux mêmes résultats qu'avec Xa = Zo et Xb = Ro, sauf que la variation du flux aurait eu un signe opposé.

Pour se placer dans le cas général, on posera

ainsi $X_a = Z_i$, $X_b = R_i$, avec $i = 0, 1, \dots, n$, et on ne considérera que la valeur absolue $|F_m - F_o|$ de la variation du flux. Bien entendu, l'indice i sera utilisé partout où se trouvent les indices $0, 1, \dots, n$.

L'instant inconnu s'écrit dans ces conditions $t(R_i)$, et il est déterminé par le circuit 12 qui comporte à cet effet un circuit intégrateur 20, un circuit comparateur 21, et, avantageusement, un circuit formateur d'impulsions 26.

Le circuit 20 est un intégrateur analogique de type connu, recevant sur son entrée la tension induite de mouvement U_i et fournissant à sa sortie une tension $v(t)$ fonction du temps, et représentative de la valeur de l'intégrale

$$\int_{t(Z_i)}^t U_i dt.$$

Le circuit 20 comporte en outre une entrée de remise à zéro R sur laquelle est appliqué le signal T produit par le circuit 11, de manière que l'impulsion T_i initialise le circuit intégrateur à l'instant $t(Z_i)$ en annulant la valeur précédemment déterminée.

La tension $V(t)$ atteint, à un instant donné, une valeur égale à celle d'une tension de référence V_r représentative de la variation du flux $F_m - F_o$. Il est évident que cet instant correspond à l'instant $t(R_i)$ recherché du passage du rotor par la position d'équilibre stable R_i .

Cet instant, où $V(t)$ atteint la valeur V_r , est fourni par le circuit comparateur 21 du circuit 12 qui comporte, dans ce but, une source de tension SV_r fournissant la tension de référence V_r , deux amplificateurs différentiels 22, 23 de gain élevé, un amplificateur 24 ayant un gain de -1 , et une porte OU 25 à deux entrées.

Les entrées inverseuses des amplificateurs 22 et 23 du circuit 21 sont reliées à la source SV_r , tandis que les sorties de ces amplificateurs sont connectées chacune à une entrée de la porte 25. La tension $V(t)$ est appliquée sur l'entrée non inverseuse de l'amplificateur 22 et sur l'entrée de l'amplificateur 24 dont la sortie est reliée à l'entrée non inverseuse de l'amplificateur 23. On suppose que le gain des amplificateurs 22 et 23 est suffisamment élevé pour que les signaux qu'ils fournissent puissent être considérés comme des signaux logiques ne pouvant se trouver qu'à un niveau bas ou à un niveau haut.

Si la tension $V(t)$ est positive mais inférieure à V_r , les sorties des amplificateurs 22 et 23 se trouvent au niveau logique bas, de même que la sortie de la porte OU 25. A l'instant où $V(t)$ atteint V_r , la sortie de l'amplificateur 22, et celle de la porte 25, passent au niveau logique haut. Cette transition

détermine l'instant $t(R_i)$ recherché. Si la tension $V(t)$ était négative, c'est l'amplificateur 23, grâce à l'amplificateur 24, qui aurait déterminé cet instant.

Ainsi, la sortie de la porte 25 passe du niveau logique bas au niveau logique haut à l'instant $t(R_i)$ où la valeur absolue de la tension $V(t)$ atteint la tension de référence V_r .

La porte 25 peut encore avantageusement être connectée à un circuit formateur d'impulsion 26, par exemple une bascule monostable, produisant, en réponse à ce changement de niveau logique, une brève impulsion S_i , cette impulsion faisant partie du signal S fourni par le circuit 12 au circuit 10 pour enclencher l'impulsion motrice li .

Le circuit de la figure 3 qui vient d'être décrit appelle plusieurs remarques. D'abord, si le flux F varie sinusoïdalement avec l'angle X , la variation du flux $F(X_b) - F(X_a)$ peut être exprimée en fonction de F_m et de A . En effet, en se référant à la figure 2, le flux F s'écrit $F(X) = -F_m \cos(A + X)$, ce qui donne

$F(X_b) - F(X_a) = F_m \cos(A + X_a) - F_m \cos(A + X_b)$. Dans le cas qui avait été considéré, X_a correspondait au point Z_o et X_b au point R_o , les abscisses de ces points étant respectivement $X_a = -A$ et $X_b = 0$. La variation du flux qui était notée $F_m - F_o$, devient ainsi

$F_m - F_o = F_m (1 - \cos A)$.

Lorsque l'angle A vaut 45° , ce qui est généralement le cas dans les moteurs pas à pas tels que celui de la figure 1, il vient finalement

$F_m - F_o = 0,293 F_m$.

Le même calcul fait pour les points Z_1 et R_1 , aurait donné une valeur identique, mais de signe opposé.

Il convient de remarquer ensuite que la position prédéterminée qui, dans l'exemple décrit, est celle d'une position d'équilibre stable R_i du rotor, peut être choisie à volonté. Il suffit pour cela de modifier la valeur de la tension de référence V_r (figure 3) de manière qu'elle soit représentative de la variation du flux F dans la bobine 3 résultant du passage du rotor de la position Z_i , où la tension induite de mouvement U_i s'annule, à la nouvelle position prédéterminée. A la place de la position Z_i , une autre position du rotor, choisie arbitrairement, pourrait aussi être prise comme position de départ de la mesure de la variation du flux F . Ceci suppose, bien entendu, que cette position puisse être détectée avec précision par des moyens appropriés, par exemple à l'aide d'un contact fixé sur l'axe du moteur.

En outre, la détection du passage du rotor par la position prédéterminée est utilisée, toujours dans l'exemple décrit, pour enclencher une impulsion motrice. Il est cependant évident que cette détection peut être utilisée dans n'importe quel autre but, par exemple pour détecter indirectement le passage d'un organe mobile entraîné par le moteur

pas à pas par une position particulière.

Il faut également noter que toutes les fonctions réalisées par les circuits analogiques 11 et 12 de la figure 3 peuvent aussi être obtenues au moyen de circuits logiques cablés ou programmés dont la réalisation est à la portée de l'homme du métier. Cela nécessite évidemment une transformation préalable de la tension induite de mouvement U_i , au moyen d'un convertisseur analogique/numérique, en un signal logique codé représentatif de cette tension.

Il va de soi que la présente invention englobe toute modification évidente à l'homme de l'art qui pourrait être apportée au circuit de détection des instants de passage du rotor par une position prédéterminée qui vient d'être décrit, et aux procédés de détection et de commande qui en découlent.

Revendications

1. Procédé de détection de l'instant de passage du rotor d'un moteur pas à pas par une position prédéterminée, le rotor comprenant un aimant permanent (2) et présentant au moins une position d'équilibre statique stable (R_i), et le moteur comportant une bobine (3) couplée magnétiquement à l'aimant permanent (2), caractérisé par le fait qu'il comporte :

- la détermination d'un premier instant ($t(Z_i)$) qui est celui où la valeur absolue du flux magnétique (F) produit par l'aimant permanent (2) dans la bobine (3) prend sa valeur maximum (F_m) ; et
- la détermination, après ce premier instant ($t(Z_i)$), d'un deuxième instant ($t(R_i)$) qui est celui auquel la valeur absolue dudit flux (F) a varié d'une quantité déterminée ($F_m - F_o$), égale à la différence entre ladite valeur absolue maximum (F_m) et une deuxième valeur (F_o) qui est la valeur absolue dudit flux lorsque le rotor se trouve dans ladite position prédéterminée, ledit deuxième instant ($t(R_i)$) étant ledit instant de passage du rotor par ladite position prédéterminée.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que ladite position prédéterminée est ladite position d'équilibre statique stable du rotor (R_i).

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que ledit premier instant ($t(Z_i)$) est celui auquel la tension (U_i) induite dans la bobine (3) par la rotation de l'aimant (2) passe par zéro.

4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que ledit deuxième instant ($t(R_i)$) est celui auquel la valeur absolue de la fonction

$$\int_{t(Z_i)}^t U_i dt$$

atteint une valeur égale à ladite quantité déterminée ($F_m - F_o$), U_i désignant la tension induite dans la bobine (3) par la rotation de l'aimant (2), $t(Z_i)$ ledit premier instant et t la variable temps.

5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que, dans le cas où la variation du flux (F) en fonction de la position angulaire du rotor est sensiblement sinusoïdale, ladite quantité déterminée ($F_m - F_o$) est égale à :

$F_m (1 - \cos A)$,

dans laquelle F_m désigne ledit maximum de la valeur absolue du flux (F) et A l'angle de rotation dudit rotor entre ladite position d'équilibre stable (R_i) et la position pour laquelle ladite valeur absolue du flux (F) a ladite valeur maximum (F_m).

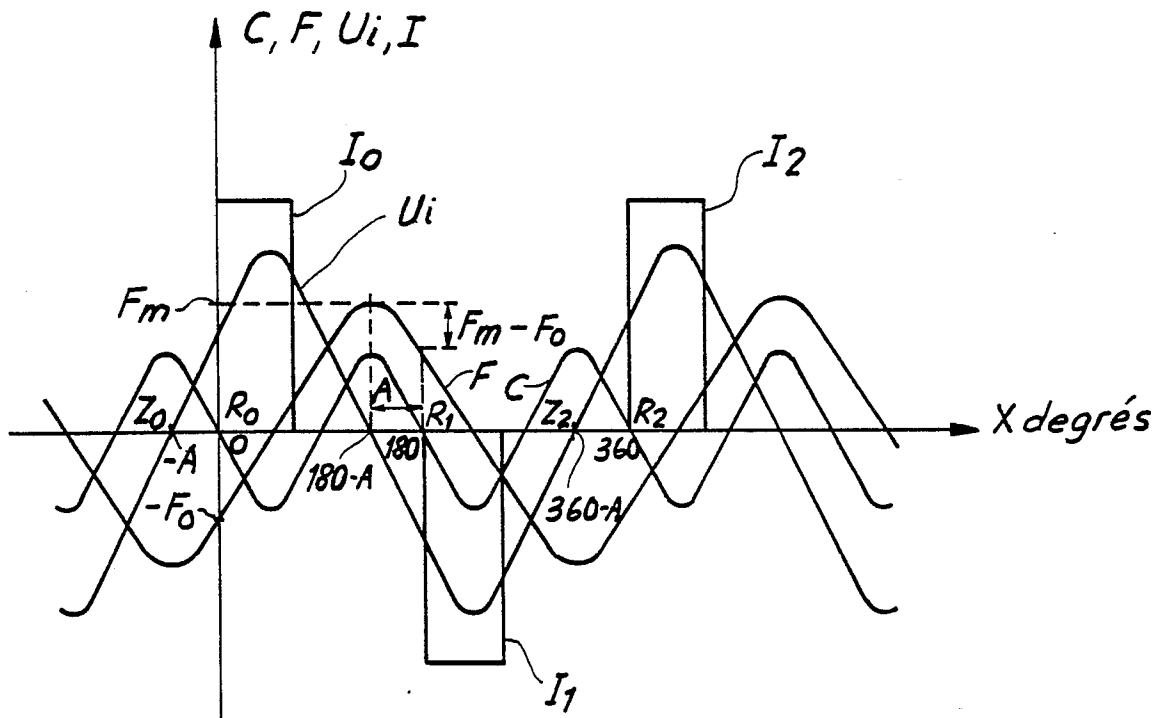
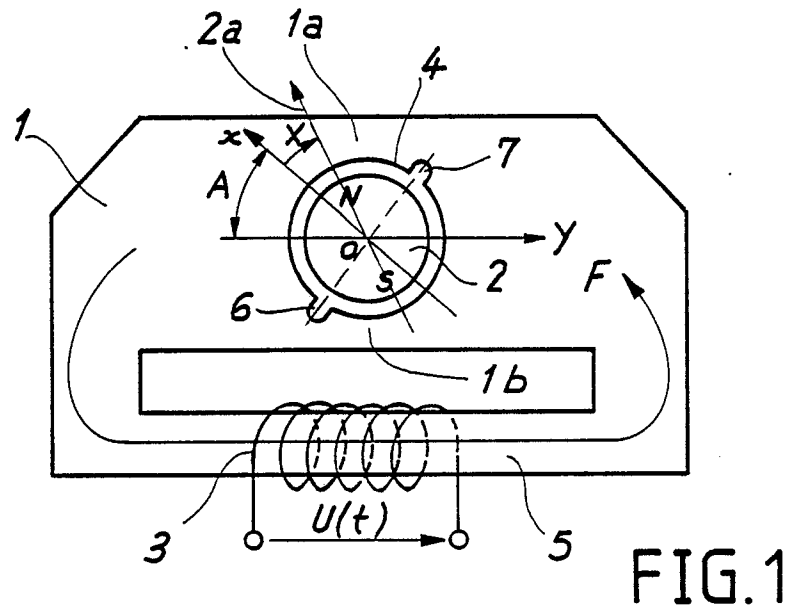
6. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comporte :

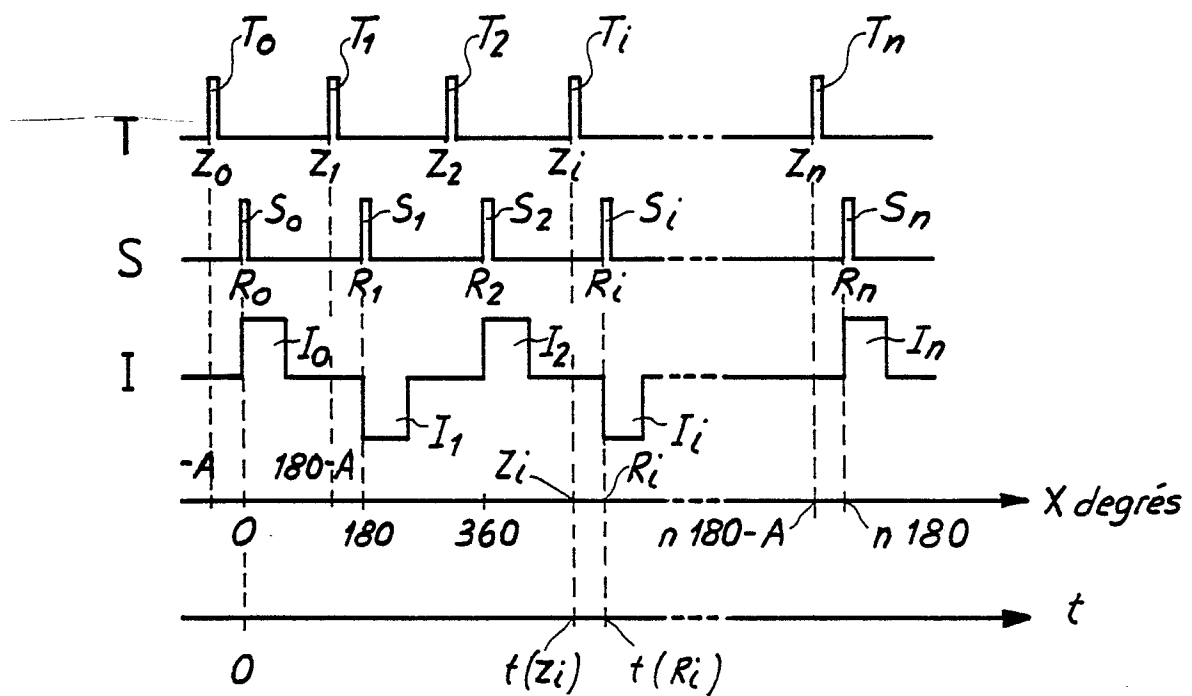
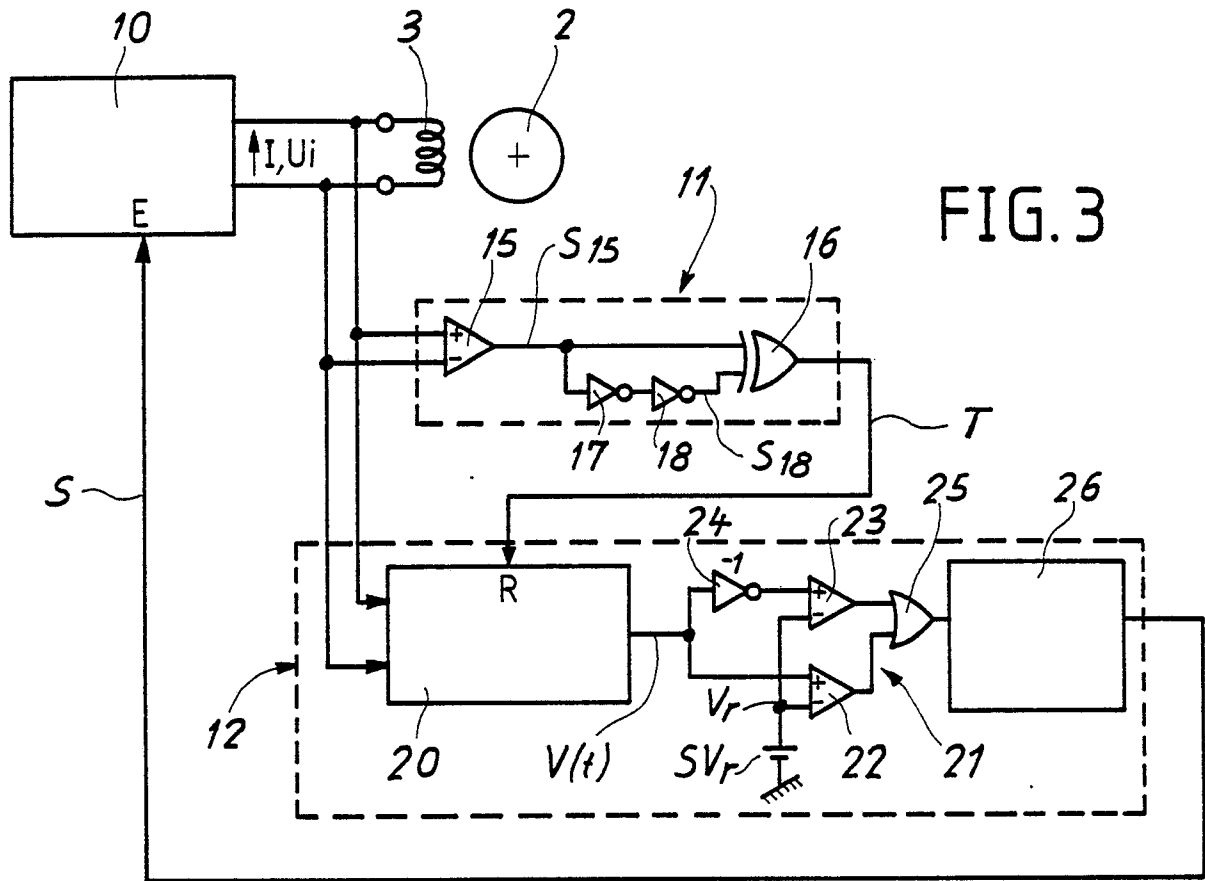
- des moyens (11) pour produire un premier signal en réponse au passage par zéro de la tension (U_i) induite dans ladite bobine par la rotation dudit rotor, ledit premier signal étant ainsi produit audit premier instant ($t(Z_i)$) ;

- des moyens (20) répondant audit premier signal pour produire un deuxième signal représentatif de l'intégrale en fonction du temps de ladite tension induite (U_i) après ledit premier instant ($t(Z_i)$) ; et

- des moyens (21) pour fournir un troisième signal en réponse au passage dudit deuxième signal par une valeur représentative de la différence entre ladite valeur maximum (F_m) et ladite deuxième valeur (F_o) de la valeur absolue dudit flux (F), ledit troisième signal étant ainsi produit audit deuxième instant ($t(R_i)$).

7. Procédé de commande d'un moteur pas à pas comportant une bobine (3) et un rotor comprenant un aimant permanent (2) couplé magnétiquement à ladite bobine (3), caractérisé par le fait qu'il comporte la détection de l'instant de passage dudit rotor par une position prédéterminée selon la revendication 1, et l'application d'une impulsion motrice à ladite bobine audit instant de passage.







Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 89 11 6922

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
A	US-A-4 550 279 (E. KLEIN) * Colonne 5, lignes 3-28; colonne 10, lignes 21-52; colonne 12, lignes 5-8; figures * ----	1-7	G 04 C 3/14
A	EP-A-0 024 737 (SSIH MANAGEMENT SERVICES S.A.) * Pages 1,2 * ----	1	
A	GB-A-2 082 806 (E.T.A. S.A. FABRIQUES D'EBAUCHES) * Figures * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			G 04 C H 02 P
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 29-12-1989	Examineur EXELMANS U.G.J.R.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
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			