



CONFÉDÉRATION SUISSE
OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

⑪ CH 671 496 G A3

⑤① Int. Cl.⁴: G 04 C 10/02
G 04 C 1/06

Demande de brevet déposée pour la Suisse et le Liechtenstein
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

⑫ FASCICULE DE LA DEMANDE A3

②① Numéro de la demande: 4856/87

⑦① Requéran(s):
Asulab S.A., Biel/Bienne

②② Date de dépôt: 11.12.1987

⑦② Inventeur(s):
Taghezout, Daho, Lausanne
Tu, Xuan Mai, Chavannes-près-Renens
Kalubi, Muana, Lausanne

④② Demande publiée le: 15.09.1989

⑦④ Mandataire:
ICB Ingénieurs Conseils en Brevets SA, Neuchâtel

④④ Fascicule de la demande
publié le: 15.09.1989

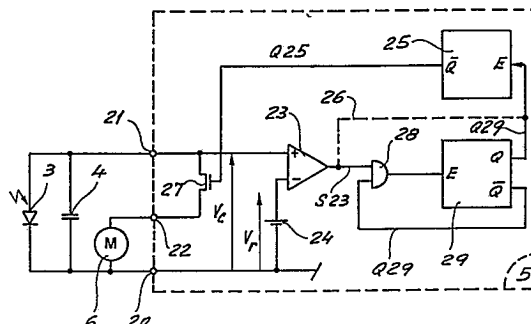
⑤⑥ Rapport de recherche au verso

⑤④ Dispositif de remontage d'un ressort de barillet comportant une cellule photoélectrique.

⑤⑦ Le dispositif de remontage comporte une cellule photoélectrique (3) disposée pour recevoir la lumière ambiante, un condensateur (4) connecté aux bornes de la cellule, un moteur pas à pas (6), et un circuit de commande (5). L'entrée du circuit est reliée aux bornes du condensateur et sa sortie à celles du moteur, le rotor du moteur étant couplé au ressort du barillet, par exemple d'une montre, pour le remonter.

La cellule (3) charge le condensateur (4) et lorsque sa tension, mesurée par un amplificateur différentiel (23), atteint une tension de référence (V_r), le condensateur est relié aux bornes du moteur par un transistor de commutation (27). La décharge du condensateur fournit au moteur une impulsion motrice dont la durée est déterminée par une bascule monostable (25). Après l'impulsion, le condensateur est de nouveau chargé par la cellule.

Afin d'éviter que le moteur ne reçoive, en cas d'éclairement intense de la cellule, une impulsion motrice avant d'être arrêté, une autre bascule monostable (29) empêche la commande du transistor de commutation (27) pendant un intervalle de temps correspondant au temps nécessaire au rotor pour effectuer un pas complet.





Bundesamt für geistiges Eigentum
Office fédéral de la propriété intellectuelle
Ufficio federale della proprietà intellettuale

RAPPORT DE RECHERCHE

Demande de brevet N°:

CH 4856/87
HO 15366

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée
A	CH-A- 1 308 (KIENINGER & OBERGFELL)(1970) * Colonne 4, ligne 32 - colonne 7, ligne 7 *	1,2,6,7,10
A	CH-A- 13 259 (BAUMGARTNER FRERES S.A.) * Page 7, paragraphe 2 - page 8, paragraphe 2 *	1,11
A	EP-A-0 241 202 (SEIKO INSTRUMENTS INC.)	1
A	DE-U-1 834 479 (F. DIRKS)	1
A	GB-A- 890 349 (K. TOKITA et al.)	
		DOMAINES TECHNIQUES - RECHERCHES (Int. Cl.4)
		G 04 C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur OEB
18-08-1988		
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet 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		

REVENDECATIONS

1. Dispositif de remontage d'un ressort de barillet comportant:

- un condensateur (4);
- une cellule photoélectrique (3) disposée pour recevoir la lumière ambiante et destinée à charger ledit condensateur;
- un circuit de commande (5) connecté aux bornes dudit condensateur; et

- un moteur (6) connecté audit circuit et dont le rotor est couplé audit ressort pour le remonter, caractérisé en ce que ledit moteur (6) est un moteur pas à pas comportant deux bornes, et en ce que ledit circuit (15) comprend:

- des moyens (23, 24, 25, 28, 29; 60, 64, 65, 66, 67, 68) pour fournir un signal d'attaque (Q25; Q60; Q68) pouvant se trouver dans deux états, le premier état étant produit en réponse à un paramètre de charge (V_c ; I_c) du condensateur (4), et le deuxième état étant produit un premier intervalle de temps (t_1) après le début du premier état; et

- des moyens (27) pour connecter ledit moteur (6) aux bornes dudit condensateur (4) en réponse audit premier état, et pour déconnecter ledit moteur dudit condensateur en réponse audit deuxième état du signal d'attaque.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit paramètre de charge est la tension (V_c) aux bornes dudit condensateur (4).

3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit paramètre de charge est le courant (I_c) fourni par la cellule (3) au condensateur (4).

4. Dispositif selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que lesdits moyens pour fournir un signal d'attaque comprennent des moyens (23, 24; 64, 65, 66, 67) pour comparer ledit paramètre de charge (V_c , I_c) à une valeur de référence, et pour produire un signal de déclenchement (S23; S66) lorsque le paramètre de charge est sensiblement égal à la valeur de référence, et des moyens (25; 68) pour produire un signal logique (Q25; Q68) en réponse audit signal de déclenchement, un niveau dudit signal logique correspondant audit premier état du signal d'attaque, et l'autre niveau audit deuxième état.

5. Dispositif selon la revendication 2 ou 3, caractérisé par le fait que lesdits moyens pour fournir un signal d'attaque comprennent:

- des moyens (23, 24; 64, 65, 66, 67) pour comparer ledit paramètre de charge (V_c , I_c) à une valeur de référence, et pour produire un signal de déclenchement (S23, S66) lorsque le paramètre de charge est sensiblement égal à la valeur de référence;

- des moyens (28, 29) pour produire une impulsion (Q29) en réponse au signal de déclenchement, ladite impulsion ayant une durée égale à un deuxième intervalle de temps (t_2) au moins égal au temps nécessaire au rotor pour effectuer un pas complet afin d'empêcher que le moteur ne soit connecté au condensateur avant d'être arrêté; et

- des moyens (25; 68) pour produire un signal logique (Q25; Q68) en réponse à l'impulsion, le niveau dudit signal logique au début de l'impulsion correspondant audit premier état du signal d'attaque, et l'autre niveau audit deuxième état.

6. Dispositif de la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que lesdits moyens pour produire ledit signal logique (Q25; Q68) comprennent une première bascule monostable (25; 68) ayant un temps de relaxation égal audit premier intervalle de temps (t_1) et recevant sur son entrée ledit signal de déclenchement (S23; S66) ou ladite impulsion (Q29).

7. Dispositif selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que lesdits moyens pour connecter ledit moteur (6) aux bornes dudit condensateur (4) sont constitués par un

transistor de commutation (27) disposé entre une borne du condensateur et une borne du moteur, les autres bornes du moteur et du condensateur étant reliées ensemble, l'électrode de commande dudit transistor recevant ledit signal logique (Q25; Q68).

8. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que lesdits moyens pour produire une impulsion comprennent:

- une porte ET (28), une entrée de ladite porte étant connectée à la sortie desdits moyens pour comparer le paramètre de charge à une valeur de référence afin de recevoir ledit signal de déclenchement (S23); et
- une deuxième bascule monostable (29) ayant un temps de relaxation égal audit deuxième intervalle de temps (t_2), l'entrée de ladite deuxième bascule étant reliée à la sortie de la porte ET, la sortie inverse à une autre entrée de la porte ET, la sortie directe de ladite deuxième bascule fournissant ladite impulsion (Q29).

9. Dispositif selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que lesdits moyens pour produire le signal d'attaque comprennent un circuit à seuil (60) destiné à fournir un signal logique (Q60) en réponse au paramètre de charge, un niveau de ce signal, correspondant audit premier état, étant produit lorsque le paramètre de charge atteint une première valeur de référence, et l'autre niveau, correspondant audit deuxième état, lorsque ledit paramètre atteint une deuxième valeur de référence.

10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que le circuit à seuil est une bascule de Schmitt (60).

11. Dispositif de remontage d'un ressort de barillet, caractérisé en ce qu'il comporte:

- deux condensateurs (42a, 42b);
- une cellule photoélectrique (41) disposée pour recevoir la lumière ambiante et destinée à charger alternativement lesdits condensateurs;

- un moteur pas à pas (43);

- des moyens (48a, 48b, 49, 50) pour comparer un paramètre de charge (V_{ca} , V_{cb}) de chaque condensateur à une valeur de référence et produire un signal de déclenchement (S50) lorsque ledit paramètre de charge de l'un des condensateurs est sensiblement égal à ladite valeur de référence;

- des moyens (51, 52) pour produire une impulsion (Q52) en réponse au signal de déclenchement, ladite impulsion ayant une durée égale à un intervalle de temps (t_2), cet intervalle étant au moins égal au temps nécessaire au rotor pour effectuer un pas complet afin d'empêcher que le moteur ne soit connecté à l'un des condensateurs avant d'être arrêté;

- des moyens (53) pour produire un signal logique (Q53) en réponse à ladite impulsion, ledit signal logique passant à un premier niveau au début de l'impulsion, et à un deuxième niveau un autre intervalle de temps (t_1) plus tard;
- des moyens de connexion (45a, 45b, 46a, 46b, 47a, 47b) pour connecter le moteur à l'un des condensateurs et la cellule à l'autre condensateur; et

- des moyens de commutation (54, 55a, 55b, 56a, 56b) pour commander, en réponse à ladite impulsion, audit signal logique, et aux valeurs des paramètres de charge de chaque condensateur, les moyens de connexion de manière que le moteur (6) soit connecté, durant ledit autre intervalle de temps (t_1), à celui des condensateurs dont le paramètre de charge est sensiblement égal à ladite valeur de référence, et la cellule (41) à l'autre condensateur jusqu'à ce que le paramètre de charge dudit autre condensateur ait atteint la valeur de référence.

DESCRIPTION

La présente invention se rapporte à un dispositif permettant de remonter un ressort de barillet, par exemple d'une

pièce d'horlogerie, au moyen de l'énergie lumineuse ambiante tombant sur une cellule photoélectrique.

De tels dispositifs sont bien connus. Dans une forme de réalisation ils comprennent une cellule photoélectrique recevant la lumière ambiante, et un moteur électrique à rotation continue, le moteur étant connecté à la cellule et couplé au ressort, éventuellement par l'intermédiaire d'un train d'engrenages. Pour que le moteur puisse tourner et remonter le ressort, l'intensité de la lumière ambiante doit dépasser un certain seuil qui dépend du couple résistant opposé par le barillet. En dessous de ce seuil, l'énergie lumineuse tombant sur la cellule est perdue.

Cet inconvénient est supprimé dans la forme de réalisation décrite dans le brevet CH 428 576, ou dans le brevet correspondant GB 904 400. Dans ce cas le dispositif comporte en outre un condensateur, relié aux bornes de la cellule, et des moyens de commutation à relais permettant de connecter le moteur aux bornes du condensateur lorsque la tension de ce dernier dépasse une tension de référence correspondant à la tension nécessaire pour mettre en rotation le moteur. La cellule se comportant essentiellement comme un générateur de courant dont l'intensité dépend de l'énergie lumineuse reçue, elle permet, même sous faible éclairement, de charger progressivement le condensateur lorsqu'il n'est pas relié au moteur. Une fois la tension de référence atteinte, le moteur est connecté par les moyens de commutation au condensateur qui lui fournit alors durant un certain intervalle de temps une énergie suffisante pour qu'il puisse remonter le ressort. Après cet intervalle de temps, la tension du condensateur étant devenue trop faible pour entretenir la rotation du moteur, celui-ci est déconnecté. Un autre cycle de charge du condensateur par la cellule et de décharge par le moteur peut alors commencer.

Le rapport entre les temps de charge et de décharge du condensateur dépend bien entendu de l'intensité de la lumière ambiante éclairant la cellule. A faible intensité il peut être très grand, le moteur fonctionnant dans ce cas par intermittence. A forte intensité il peut devenir nul, le moteur tournant alors de manière permanente.

Le dispositif de remontage selon le deuxième mode de réalisation, s'il constitue un progrès par rapport au dispositif où le moteur est directement connecté à la cellule, présente cependant encore certains défauts. En effet, d'une part, l'intervalle de temps pendant lequel le moteur est connecté au condensateur est déterminé de façon peu précise par les constantes mécaniques du relais, ce relais constituant les moyens de commutation. La valeur mal définie de cet intervalle fait qu'il ne peut correspondre à l'intervalle de temps optimum qui permettrait au dispositif d'assurer le meilleur rendement de conversion de l'énergie lumineuse en énergie mécanique. D'autre part, puisqu'à fort éclairement la tension aux bornes du condensateur, et donc du moteur, reste constante, ce dispositif ne peut être associé qu'à un moteur à collecteur. Or, ce type de moteur se prête mal à la miniaturisation poussée que nécessitent certaines applications, telles que le remontage d'un barillet de montre par exemple.

Le but de la présente invention est de proposer un dispositif de remontage ne présentant pas ces inconvénients.

Pour atteindre cet objectif, le dispositif de remontage d'un ressort de barillet selon l'invention, comportant:

- un condensateur;
- une cellule photoélectrique disposée pour recevoir la lumière ambiante et destinée à charger le condensateur;
- un circuit de commande connecté aux bornes du condensateur; et
- un moteur connecté au circuit et dont le rotor est couplé au ressort pour le remonter,

est particulièrement remarquable en ce que le moteur est un moteur pas à pas comportant deux bornes, et en ce que le circuit comprend:

- des moyens pour fournir un signal d'attaque pouvant se trouver dans deux états, le premier état étant produit en réponse à un paramètre de charge du condensateur, et le deuxième état étant produit un premier intervalle de temps après le début du premier état; et
- des moyens pour connecter le moteur aux bornes du condensateur en réponse au premier état, et pour déconnecter le moteur du condensateur en réponse au deuxième état du signal d'attaque.

Un avantage du dispositif selon l'invention est que le moteur reçoit des impulsions dont la durée et l'amplitude sont définies de façon précise, permettant de garantir les meilleures conditions de fonctionnement de ce dispositif.

Un autre avantage du dispositif est qu'il comporte un moteur pas à pas, ce type de moteur étant en effet celui dont la miniaturisation pose le moins de difficultés. De ce fait les moteurs pas à pas sont les seuls à pouvoir être utilisés là où la place disponible est limitée à l'extrême, ainsi que c'est le cas, en particulier, dans les montres.

D'autres caractéristiques et avantages du dispositif de remontage selon la présente invention ressortiront de la description qui va suivre, faite en regard du dessin annexé et donnant, à titre explicatif mais nullement limitatif, un exemple de réalisation d'un tel dispositif. Sur ce dessin, où les mêmes références se rapportent à des éléments analogues:

- la figure 1 représente le schéma de principe d'un dispositif de remontage selon l'invention et un mouvement de montre mécanique conventionnel, le moteur du dispositif remontant le ressort de barillet du mouvement; et
- les figures 2 à 5 montrent diverses formes de réalisation possibles du circuit électronique du dispositif de remontage représenté sur la figure 1.

Un exemple de réalisation du dispositif de remontage selon l'invention sera décrit dans le cadre d'une application particulièrement avantageuse représentée sur la figure 1. Le dispositif de remontage, référencé 1 sur cette figure, est associé à un mouvement de montre mécanique conventionnel, référencé 2, l'ensemble formant une montre analogique automatique dans laquelle l'énergie de remontage, au lieu d'être produite par les mouvements du bras du porteur de la montre, est fournie par la lumière ambiante. La montre sera donc remontée, qu'elle soit portée ou non, aussi longtemps qu'elle recevra de l'énergie lumineuse. Bien entendu, ce dispositif est susceptible d'avoir de nombreuses autres applications, par exemple celle d'assurer les fonctions mécaniques dans un appareil photographique.

Le dispositif de remontage 1 utilise, pour transformer l'énergie de la lumière ambiante naturelle ou artificielle en énergie électrique, une cellule photoélectrique 3, cette cellule étant disposée sur la montre de manière à recevoir cette lumière. La cellule peut comporter plusieurs cellules élémentaires, par exemple au silicium, connectées en série et/ou en parallèle pour fournir typiquement un courant de 150 microampères sous 3 volts lorsque l'éclairement est moyen, soit d'environ 1000 lux. Ce courant est susceptible de varier dans de fortes proportions, entre 10 microampères et 15 milliampères, suivant que la montre se trouve dans la pénombre ou en plein soleil, l'éclairement passant alors respectivement de 50 lux à 100 000 lux.

Un condensateur 4 d'environ 1,5 microfarad est connecté aux bornes de la cellule 3 afin de stocker l'énergie produite par cette cellule. Les bornes communes de la cellule et du condensateur sont ensuite connectées aux deux bornes d'entrée d'un circuit de commande 5 qui fournit à sa sortie des impulsions motrices à un moteur pas à pas 6 non

polarisé de type connu. Enfin le moteur est relié à un train d'engrenages 7 servant à adapter les caractéristiques du moteur à celles de la charge qu'il doit entraîner.

Le circuit de commande 5 est alimenté en énergie par le condensateur 4. La tension du condensateur, même sous faible éclairage, ne descend pas en dessous d'environ 2 V. Cette tension est ainsi suffisante pour alimenter le circuit dont la tension de fonctionnement minimale est typiquement de 1 V. Dans l'obscurité le circuit n'a, bien entendu, pas besoin d'être alimenté puisque le moteur ne peut pas fonctionner. La consommation en courant du circuit étant, par ailleurs, très faible, il peut avantageusement être alimenté par une cellule complémentaire de surface réduite.

En supposant la cellule photoélectrique 3 éclairée et le condensateur 4 initialement déchargé, le courant fourni par la cellule a pour effet de charger le condensateur et faire croître sa tension. Au bout d'un certain temps, la tension aux bornes du condensateur atteignant la valeur correspondant à une tension de référence, le circuit 5 se comporte comme un interrupteur, connectant les bornes du condensateur 4 aux bornes du moteur 6 durant un intervalle de temps prédéterminé. Le condensateur fournit alors une impulsion motrice bien définie au moteur pour le faire avancer d'un pas. Après l'impulsion, le circuit déconnecte le moteur du condensateur.

Cette impulsion motrice décharge partiellement le condensateur, ce qui a pour effet de faire baisser sa tension au-dessous de la tension de référence et remettre le circuit dans son état initial. Comme le moteur est déconnecté du condensateur après l'impulsion, le courant fourni par la cellule 3 va de nouveau charger le condensateur et faire croître sa tension. Une fois la tension de référence atteinte, le moteur recevra du condensateur une autre impulsion motrice, identique à la précédente.

La durée de l'impulsion motrice pour un moteur de montre est typiquement de 2,4 millisecondes et, dans des conditions d'éclairage normales, un tel moteur effectue entre 50 et 100 pas par seconde.

Si la lumière ambiante est très intense, il est possible que la cellule 3 fournisse un courant proche, ou même supérieur, au courant pris par le moteur 6 au condensateur 4 durant l'impulsion motrice. Le moteur pourrait alors recevoir des impulsions trop rapprochées pour pouvoir fonctionner normalement, ou même ne recevoir aucune impulsion si la tension du condensateur reste en permanence au-dessus de la tension de référence. Pour éviter ces difficultés le circuit 5 comporte encore des moyens empêchant que l'intervalle de temps séparant deux impulsions motrices successives ne descende au-dessous d'un intervalle de temps minimum prédéterminé et correspondant au temps nécessaire au moteur pour effectuer un pas complet.

Le mouvement de montre 2 qui est associé au dispositif de remontage 1 comporte, de son côté, un ressort de barillet 10, un rouage 11 entraîné par le ressort, un balancier-spiral 12 mis en oscillation par le rouage pour stabiliser la rotation des différents mobiles du mouvement, et un affichage analogique de l'heure 13 commandé par ce rouage. Le ressort de barillet 10 est enfin couplé au train d'engrenages 7 pour être armé à chaque pas effectué par le moteur 6. Le mouvement et le dispositif de remontage constituent ainsi une montre autonome ne nécessitant pour fonctionner qu'une lumière ambiante suffisante, typiquement d'environ 160 lux.

Une forme de réalisation du circuit électronique 5 est représentée en détail sur la figure 2. Ce circuit a une borne commune 20, considérée comme borne de masse, une borne d'entrée 21 et une borne de sortie 22. La cellule photoélectrique 3 et le condensateur 4 sont connectés entre les bornes 20

et 21 de manière que la tension de la borne 21, mesurée par rapport à la borne 20 et désignée par V_c , soit positive lorsque la cellule est éclairée. Le moteur pas à pas 6, du type à un seul enroulement requérant pour fonctionner des impulsions motrices unipolaires, est branché entre les bornes 20 et 22.

A l'intérieur du circuit 5, la borne 21 est reliée à l'entrée non inverseuse d'un amplificateur différentiel 23, alors que l'entrée inverseuse de cet amplificateur est portée à une tension de référence positive V_r , égale à celle déjà mentionnée et mesurée par rapport à la borne de masse 20. La tension V_r , d'environ 2 V, est fournie par une source de tension stabilisée 24 qui peut être une batterie ou, préférentiellement, un circuit de type connu remplissant cette fonction. La sortie de l'amplificateur 23 fournit un signal logique de déclenchement S23 qui se trouve au niveau bas lorsque $V_c - V_r$ est négatif et au niveau haut lorsque $V_c - V_r$ est positif, la transition d'un niveau à l'autre se faisant quand les deux tensions sont sensiblement égales.

Supposons pour le moment que le signal S23 est appliqué directement à l'entrée E d'une bascule monostable 25 au moyen d'un conducteur 26. La sortie Q de cette bascule fournit un signal Q25 formé d'impulsions négatives d'amplitude V_c et de durée fixe t_1 , chaque impulsion étant déclenchée par le passage du niveau logique bas au niveau logique haut du signal S23.

Le signal Q25 est enfin appliqué sur la grille d'un transistor de commutations MOS, du type P, référencé 27, la source de ce transistor étant reliée à la borne 21 et le drain à la borne 22. Le transistor 27 se trouve ainsi à l'état bloqué ou non conducteur entre les impulsions du signal Q25, et à l'état saturé ou conducteur pendant ces impulsions.

Le fonctionnement du circuit de la figure 2, lorsque l'amplificateur 23 est relié à la bascule 25 par le conducteur 26, est le suivant. Aussi longtemps que la montre se trouve dans l'obscurité le moteur 6 ne peut pas fonctionner puisque la tension V_c est nulle. En exposant ensuite la montre à une lumière dont l'intensité sera supposée être moyenne, la cellule 3 chargera le condensateur 4 et la tension V_c commencera d'augmenter. Durant cette période de charge du condensateur 4 la bascule 25 se trouve dans son état stable et le signal Q25 à une tension voisine de la tension V_c , tension supposée être suffisante pour bloquer le transistor 27.

Dès que la tension V_c atteint la valeur de la tension de référence V_r , le signal S23 passe du niveau logique bas au niveau logique haut. Cette transition du signal déclenche la bascule 25 dont la sortie Q, ne passant de la tension V_c à une tension pratiquement nulle, provoque la saturation du transistor 27. Les bornes 21 et 22 se trouvent ainsi court-circuitées durant l'intervalle de temps t_1 , permettant au condensateur 4 de fournir au moteur 6 une impulsion motrice définie de manière que le moteur fonctionne avec le meilleur rendement.

L'impulsion motrice décharge bien entendu le condensateur 4, faisant passer la tension V_c , à la fin de l'intervalle de temps t_1 , à environ 1,6 V, valeur inférieure à la tension V_r qui est typiquement de 2 V. A cet instant, le transistor 27 se trouve ainsi à nouveau à l'état bloqué et le signal S23 au niveau logique bas.

Le circuit étant revenu à son état initial, un nouveau cycle peut commencer, ce cycle comprenant la charge du condensateur 4 par la cellule 3, puis le déclenchement d'une impulsion motrice au moment où la tension V_c devient égale à la tension V_r .

Le temps de charge du condensateur 4 dépend de l'intensité de la lumière ambiante, un temps long et des impulsions motrices espacées correspondant à une intensité faible. Si l'intensité est forte, c'est bien entendu l'inverse qui

se produit. Or dans un moteur pas à pas la durée optimale de l'impulsion motrice, égale à t_1 , est généralement inférieure de 2 à 3 fois au temps que met le rotor pour effectuer un pas complet. Cela signifie que, pour que le moteur puisse fonctionner dans des conditions normales, l'intervalle de temps séparant deux impulsions motrices successives ne doit pas descendre en dessous d'une certaine valeur limite.

Dans le cas du circuit de la figure 2, quand l'amplificateur 23 est relié à la bascule 25 par le conducteur 26, rien n'empêche que, sous un fort éclairage, cette limite ne soit atteinte. Si l'éclairage est très intense, il est même possible que le courant fourni par la cellule 3 soit supérieur au courant traversant le moteur 6 durant l'impulsion motrice et empêche la décharge du condensateur 4. Dans ces conditions la tension V_c se maintient en permanence à une valeur plus élevée que celle de la tension V_r . Le circuit se trouve alors bloqué et, après une première impulsion motrice, il ne peut pas en fournir d'autres.

Pour éviter cette difficulté, à la place de la liaison 26, le circuit de la fig. 2 comporte une porte ET 28 à deux entrées et une bascule monostable 29. Cette bascule fournit sur sa sortie Q un signal de commande Q29 d'impulsions positives d'amplitude V_c et de durée t_2 , chaque impulsion étant déclenchée par le passage de son entrée E du niveau logique bas au niveau logique haut. La sortie de l'amplificateur 23 est reliée à une entrée de la porte ET 28 dont la sortie est connectée à l'entrée E de la bascule 29. L'autre entrée de la porte ET 28 reçoit de la bascule 29 un signal Q29, complémentaire du signal Q29. Enfin l'intervalle de temps t_2 est pris égal, ou légèrement supérieur, au temps que met le rotor du moteur 6 pour effectuer un pas complet, temps qui est typiquement de 5 à 6 millisecondes.

Lorsque la bascule 29 est dans son état stable, le signal Q29 se trouve au niveau logique bas, correspondant à une tension nulle, et le signal Q29 au niveau logique haut, correspondant à la tension V_c . La porte ET 28 est, dans ces conditions, ouverte au signal S23. Une transition du niveau logique bas au niveau logique haut de ce signal a pour effet de déclencher la bascule 29. Le signal Q29, passant alors au niveau logique haut, déclenche à son tour la bascule 25, ce qui a pour effet de produire une impulsion motrice de durée t_1 aux bornes du moteur 6. A la fin de l'intervalle de temps t_1 le signal Q29 se trouve toujours au niveau logique bas, puisque la bascule 29 ne revient à son état stable qu'à la fin de l'intervalle de temps t_2 . Après l'impulsion motrice, la porte ET 28 reste ainsi bloquée au signal S23 encore pendant le temps $t_2 - t_1$, puisque ces intervalles de temps débutent au même instant, permettant au rotor d'achever le pas commencé. Une autre impulsion motrice ne pourra être produite qu'à la fin de l'intervalle de temps t_2 , la bascule 29 étant alors revenue à son état stable. Quelle que soit l'intensité de la lumière ambiante, l'intervalle de temps séparant deux impulsions motrices successives ne pourra donc pas être inférieur au temps nécessaire au rotor pour effectuer un pas complet.

Le circuit 5 peut être alimenté, comme cela avait déjà été mentionné, directement par la tension V_c du condensateur 4. Toutefois, étant donné que cette tension varie typiquement entre 2 V et 2,4 V, il peut être souhaitable de connecter une cellule photoélectrique complémentaire (non représentée) de manière que sa tension vienne s'ajouter à la tension V_c , et d'alimenter le circuit par la tension résultante. L'alimentation pourrait aussi être obtenue à partir de cellules indépendantes fournissant une tension stable, ou par un circuit multiplicateur de tension, connu en soi, connecté aux bornes du condensateur et fournissant par exemple une tension double de la tension V_c . La consommation du circuit 5 étant très faible par rapport au moteur 6, ces solutions n'entraînent pas une augmentation sensible de la surface de

la cellule ou du circuit intégré contenant le circuit de commande 5.

Une autre forme de réalisation du circuit entrant dans le dispositif de remontage selon l'invention est représentée sur la figure 3. Elle se distingue de la réalisation précédente essentiellement par le fait que les impulsions motrices sont fournies par deux condensateurs travaillant en alternance. Pendant que l'un des condensateurs fournit une impulsion motrice, l'autre est chargé par la cellule et inversement. Cette disposition permet d'améliorer le rendement de conversion de l'énergie lumineuse en énergie mécanique.

Sur la figure 3 la référence 35 désigne le circuit de commande, ce circuit comportant une borne de masse 36, trois bornes d'entrée référencées 37, 38a et 38b, et deux bornes de sortie référencées 40a et 40b. A la borne 37 est reliée une borne d'une cellule photoélectrique 41, analogue à la cellule 3 de la figure 2. A la borne 38a est connectée une borne d'un condensateur 42a et à la borne 38b une borne d'un condensateur 42b. Ces condensateurs ont une capacité d'environ 1,5 microfarad et ont la même fonction que le condensateur 4 de la figure 2. Les autres bornes de la cellule et des deux condensateurs sont reliées à la borne 36, la cellule étant orientée de manière que, lorsqu'elle est éclairée, la tension de la borne 37 soit positive par rapport à la borne 36. Enfin entre les bornes 40a et 40b est branché un moteur pas à pas 43 du type polarisé, bien connu de l'art antérieur.

Les impulsions motrices, alternativement positives et négatives, sont fournies au moteur 43 par un circuit d'attaque comportant deux transistors MOS de type N, référencés 45a et 45b, et deux transistors de type P, référencés 46a et 46b. Les sources des transistors 45a et 45b sont connectées à la borne 36, alors que les sources des transistors 46a et 46b sont reliées respectivement aux bornes 38a et 38b. Les drains des transistors 45a et 46a sont reliés à la borne 40a, alors que les drains des transistors 45b et 46b sont reliés à la borne 40b. Enfin les grilles des transistors 45a et 46b, connectées ensemble, forment une des deux entrées du circuit d'attaque, tandis que les grilles des transistors 45b et 46b forment l'autre entrée de ce circuit.

La borne 37 est reliée aux sources de deux transistors MOS de type P, référencés 47a et 47b, le drain du transistor 47a étant connecté à la borne 38a et le drain du transistor 47b à la borne 38b. La borne 38a est encore reliée à l'entrée inverseuse d'un amplificateur différentiel 48a ayant un gain élevé, alors que la borne 38b est reliée à l'entrée inverseuse d'un amplificateur différentiel 48b identique au précédent. Les entrées non inverseuses de ces amplificateurs sont portées à une tension de référence positive V_r , mesurée par rapport à la borne 36, au moyen d'une source de tension 49, similaire à la source 24 de la figure 2.

Les sorties des amplificateurs 48a et 48b sont connectées aux entrées d'une porte NON-ET 50 à deux entrées. La sortie de la porte ET 50 est reliée à son tour à une entrée d'une porte ET 51 à deux entrées dont la sortie est connectée à l'entrée d'une bascule monostable 52 ayant une sortie Q et une sortie complémentaire Q. Cette dernière sortie est enfin connectée à l'autre entrée de la porte ET 51. La porte ET 51 et la bascule 62 sont identiques et remplissent respectivement la même fonction que la porte ET 28 et la bascule 29 de la figure 2.

La sortie Q de la bascule monostable 52 est reliée à l'entrée d'une bascule monostable 53 ayant une sortie Q, et à l'entrée d'une bascule bistable ou flip-flop 54 ayant une sortie Q et une sortie complémentaire Q. La bascule 53 est identique et remplit la même fonction que la bascule monostable 25 de la figure 2, sauf que la sortie Q de la bascule 53 est complémentaire de la sortie Q de la bascule 25. La sortie Q de la bascule 53, fournissant un signal Q53,

est reliée à une entrée d'une porte NON-ET 55a à deux entrées, et à une entrée d'une porte NON-ET 55b, similaire à la porte précédente. La sortie Q du flip-flop 54 est reliée à l'autre entrée de la porte 55b et à une entrée d'une porte ET 56a à deux entrées, tandis que la sortie $\bar{Q}$ de ce flip-flop est connectée à l'autre entrée de la porte NON-ET 55a et à une entrée d'une porte ET 56b à deux entrées. Les autres entrées des portes ET 56a et ET 56b sont connectées respectivement aux sorties des amplificateurs 48a et 48b. La sortie de la porte NON-ET 55a est reliée aux grilles des transistors 45a et 46a, alors que la sortie de la porte NON-ET 55b est connectée aux grilles des transistors 45b et 46b. Enfin les sorties des portes ET 56a et ET 56b sont connectées respectivement aux grilles des transistors 47a et 47b.

L'alimentation du circuit 35 n'a pas été représentée. Elle peut être obtenue, comme dans le cas du circuit 5 de la figure 2, par exemple directement à partir de la tension fournie par la cellule 41.

Le fonctionnement du circuit 35 de la figure 3 est le suivant. Supposons que la cellule 41 est brusquement éclairée par une lumière d'intensité moyenne alors que les condensateurs 42a et 42b sont déchargés. Le circuit étant dans ces conditions alimenté par la cellule, le flip-flop 54 se met dans un certain état, par exemple celui où la sortie Q est au niveau logique haut et la sortie $\bar{Q}$ au niveau bas. Les bascules 52 et 53 se trouvent, de leur côté, à l'état initial, état auquel correspond un niveau logique bas sur les sorties Q de ces bascules. Les tensions des condensateurs 42a et 42b, notées respectivement V_{ca} et V_{cb} , sont par ailleurs inférieures à la tension de référence V_r .

Dans ces conditions les sorties des amplificateurs 48a et 48b et des portes 55a, 55b et 56b sont au niveau logique haut, alors que les sorties des portes 50 et 56a sont au niveau bas. Il en résulte que les transistors 45a, 45b et 47a sont saturés ou conducteurs, tandis que les transistors 46a, 46b et 47b sont bloqués ou non passants. Le moteur 43 est ainsi court-circuité par les transistors 45a et 45b, alors que la cellule 41 charge le condensateur 42a à travers le transistor 47a.

Lorsque la tension V_{ca} atteint la valeur de référence V_r , la sortie de l'amplificateur 48a passe du niveau logique haut au niveau logique bas et la sortie de la porte 50, fournissant un signal de déclenchement S50, du niveau logique bas au niveau logique haut. La transition de la sortie de la porte 50 déclenche la bascule monostable 52, de la même manière que cela avait été expliqué pour la bascule 29, faisant apparaître sur sa sortie Q un signal de commande Q52 formé d'une impulsion positive de durée t_2 . Cette dernière impulsion produit le basculement du flip-flop 54 et le déclenchement de la bascule monostable 53, cette bascule fournissant alors sur sa sortie Q une impulsion positive de durée t_1 dont le flanc positif coïncide avec le flanc positif de l'impulsion de durée t_2 .

Juste après la transition du signal à la sortie de l'amplificateur 48a, les sorties des portes 55b et 56b sont ainsi au niveau logique haut, alors que les sorties des portes 55a et 56a sont au niveau logique bas. Dans ces conditions les transistors 45b, 46a et 47b sont saturés tandis que les transistors 45a, 46b et 47a sont bloqués. Il s'ensuit que le moteur 43 est relié par les transistors 45b et 46a au condensateur 42a qui lui fournit une première impulsion motrice dont la durée est égale à la durée t_1 de l'impulsion délivrée par la bascule 53. Si le rotor du moteur se trouve dans la bonne position il effectuera un pas, sinon il ne tournera qu'à la prochaine impulsion motrice de polarité inverse.

Au moment du déclenchement de la première impulsion motrice, la cellule 41 est connectée à travers le transistor 47b

aux bornes du condensateur 42b pour le charger à son tour. Après l'impulsion motrice, fournie par le condensateur 42a, la tension de ce condensateur est inférieure à la tension V_r , alors que le condensateur 42b continue d'être chargé par la cellule 41.

La charge du condensateur 42b dure le temps nécessaire pour que la tension V_{cb} atteigne la valeur V_r . A l'instant où V_{cb} devient égal à V_r , le signal à la sortie de l'amplificateur 48b, passant du niveau logique haut au niveau logique bas, déclenche les bascules 52 et 53 et produit un changement d'état du flip-flop 54. Ceci entraîne un niveau logique haut sur les sorties des portes 55a et 56a, et un niveau logique bas sur les sorties des portes 55b et 56b. Dans ces conditions les transistors 45a, 46b et 47a sont saturés et les transistors 45b, 46a et 47b sont bloqués. Le moteur 43 est alors branché, à travers les transistors 45a et 46b, aux bornes du condensateur 42b pour recevoir une deuxième impulsion motrice, de polarité inverse à la précédente, tandis que le condensateur 42a est connecté à travers le transistor 47a aux bornes de la cellule 41 pour être rechargé.

Un nouveau cycle va commencer aboutissant, après un temps plus ou moins long dépendant de l'intensité de la lumière ambiante, à la production d'une troisième impulsion motrice, identique à la première.

Si l'état initial du flip-flop 54 était inverse de celui qui avait été admis, cela aurait entraîné simplement l'inversion de la polarité des impulsions motrices.

Le fonctionnement du circuit 35 de la figure 3 a été décrit dans le cas d'un éclairage ambiant d'intensité moyenne. Si l'intensité était forte, la bascule monostable 52 aurait empêché, comme la bascule 29 du circuit 5 de la figure 2, que l'intervalle de temps entre deux impulsions motrices ne descende en dessous de l'intervalle de temps t_2 correspondant à la durée des impulsions fournies par cette bascule.

La connaissance des circuits des figures 2 et 3 permettrait à l'homme de métier de transformer aisément le premier circuit de façon qu'il puisse attaquer un moteur polarisé, et le deuxième circuit pour qu'il puisse attaquer un moteur non polarisé.

Dans les formes de réalisation du circuit de commande 5 décrites, l'impulsion motrice est déclenchée lorsque la tension du condensateur atteint une valeur de référence, et la durée de cette impulsion est déterminée par le temps de relaxation d'une bascule monostable.

Bien entendu la durée de l'impulsion motrice peut être déterminée de manière différente. Par exemple, dans la forme de réalisation du circuit de commande 5 représentée sur la figure 4, la tension V_c du condensateur 4 est appliquée à l'entrée E d'une bascule de Schmitt, référencée 60, la sortie Q de cette bascule, fournissant un signal Q60, étant reliée à la grille du transistor de commutation 27. Le signal Q60 est formé d'impulsions négatives d'amplitude V_c , chaque impulsion débutant à l'instant où la tension V_c appliquée à l'entrée E atteint, par valeurs croissantes, un premier seuil de tension, puis s'arrêtant lorsque la tension V_c atteint, par valeurs décroissantes, un deuxième seuil, inférieur au premier.

Entre les impulsions du signal Q60 le transistor 27 est bloqué et la tension V_c augmente, le condensateur 4 étant alors chargé par la cellule 3. Une fois le premier seuil atteint par la tension V_c , une impulsion apparaît à la sortie Q de la bascule 60 et sature le transistor 27. Le condensateur 4 fournit alors au moteur 6 une impulsion motrice en débitant un courant important qui fait baisser la tension V_c . Lorsque cette tension atteint le deuxième seuil, l'impulsion à la sortie de la bascule 60 est arrêtée et le transistor 27, en passant à l'état bloqué, met fin à l'impulsion motrice. La durée de l'impulsion motrice est ainsi définie, dans ce cas, par le

temps de décharge, entre le premier et le deuxième seuil de tension, du condensateur 4 dans le moteur 6.

Dans les versions du circuit de commande 5 considérées jusqu'à présent, l'impulsion motrice était déclenchée par la tension du condensateur, cette tension étant un paramètre représentatif de la charge de ce condensateur. A la place de la tension, d'autres paramètres, dépendant également de la charge du condensateur, peuvent aussi être utilisés.

Ainsi dans le circuit de commande 5 représenté sur la figure 5, l'impulsion motrice est déclenchée par le courant, référencé I_c , fourni par la cellule 3 et chargeant le condensateur 4. La tension à vide de la cellule ne dépassant pas, pour un éclairage donné, une certaine limite, le courant I_c diminue à mesure que la charge du condensateur augmente. L'impulsion motrice est déclenchée, dans ce cas, lorsque le courant I_c atteint, par valeur décroissante, un courant de référence prédéterminé. La durée de l'impulsion est ensuite donnée par le temps de relaxation d'une bascule monostable.

Le circuit de la figure 5 comporte à cet effet, disposée en série avec la cellule 3 et le condensateur 4, une résistance 64 qui est parcourue par le courant I_c . La tension aux bornes de la résistance 64 étant une mesure du courant I_c , elle est appliquée à l'entrée d'un amplificateur 65, cet amplificateur

8

fournissant un signal S65 également représentatif du courant I_c . Le signal S65 est une tension, laquelle est appliquée sur une entrée d'un amplificateur différentiel 66. L'autre entrée de l'amplificateur 66 reçoit une tension de référence fournie par une source de tension 67, la sortie de l'amplificateur délivrant, en réponse à ces tensions, un signal logique S66. L'égalité des tensions sur les entrées de l'amplificateur 66 définit une valeur de référence I_{cr} pour le courant I_c , le signal S66 prenant un niveau logique bas lorsque I_c est supérieur à I_{cr} , et un niveau logique haut dans le cas contraire. Le signal S66 est appliqué sur l'entrée E d'une bascule monostable 68 délivrant sur sa sortie Q un signal Q68 formé d'impulsions négatives de durée fixe, égale au premier intervalle de temps t_1 défini précédemment. Chaque impulsion est déclenchée par le passage du niveau logique bas au niveau logique haut du signal S66. Le signal Q68 est enfin appliqué sur la grille du transistor 27, ce transistor connectant le moteur 6 aux bornes du condensateur 4 durant les impulsions de ce signal afin que le condensateur fournisse l'impulsion motrice.

Il est évident que le dispositif de remontage qui vient d'être décrit peut subir encore d'autres modifications et se présenter sous d'autres variantes évidentes à l'homme de l'art, sans sortir du cadre de la présente invention.

25

30

35

40

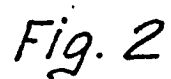
45

50

55

60

65



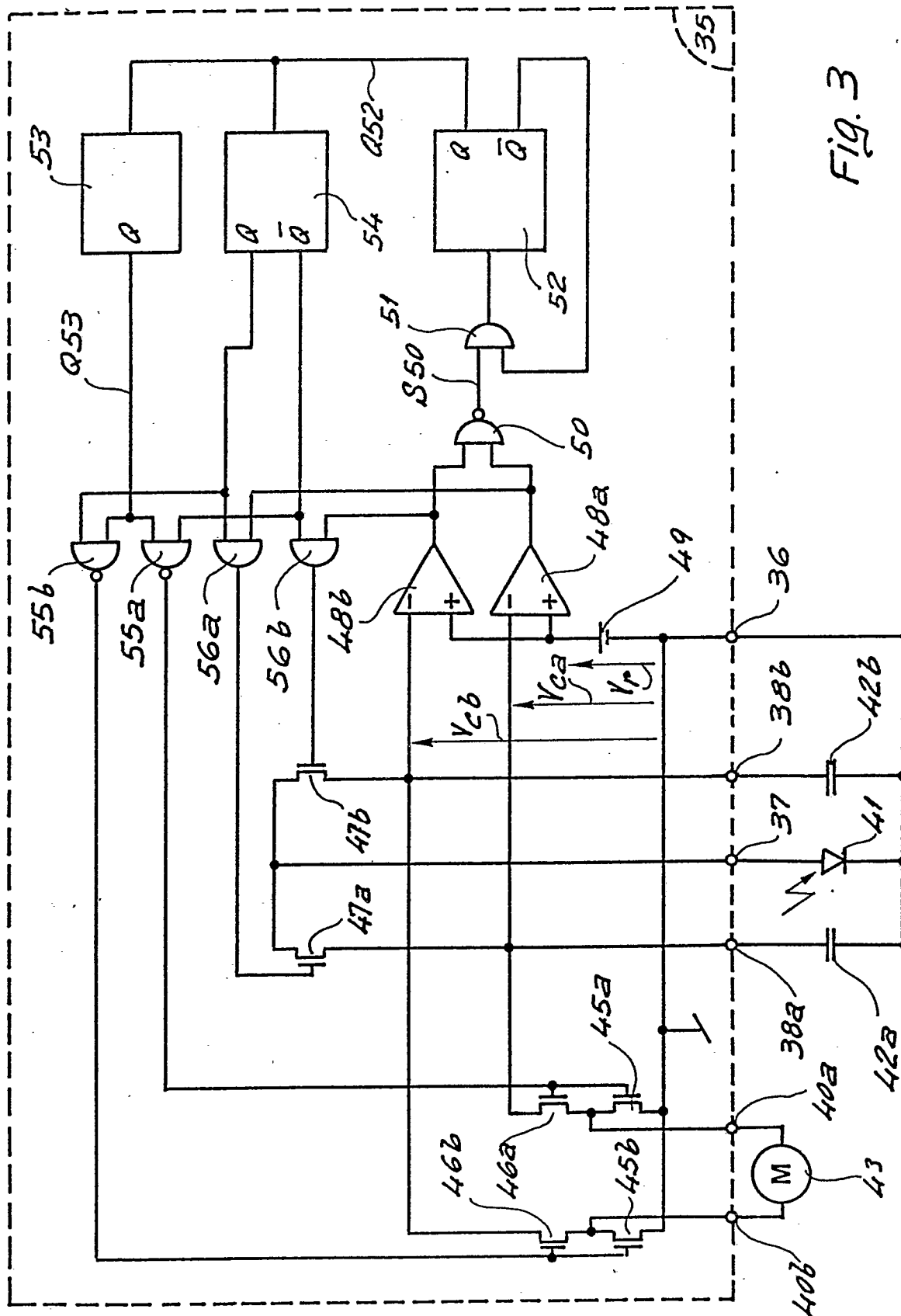


Fig. 3

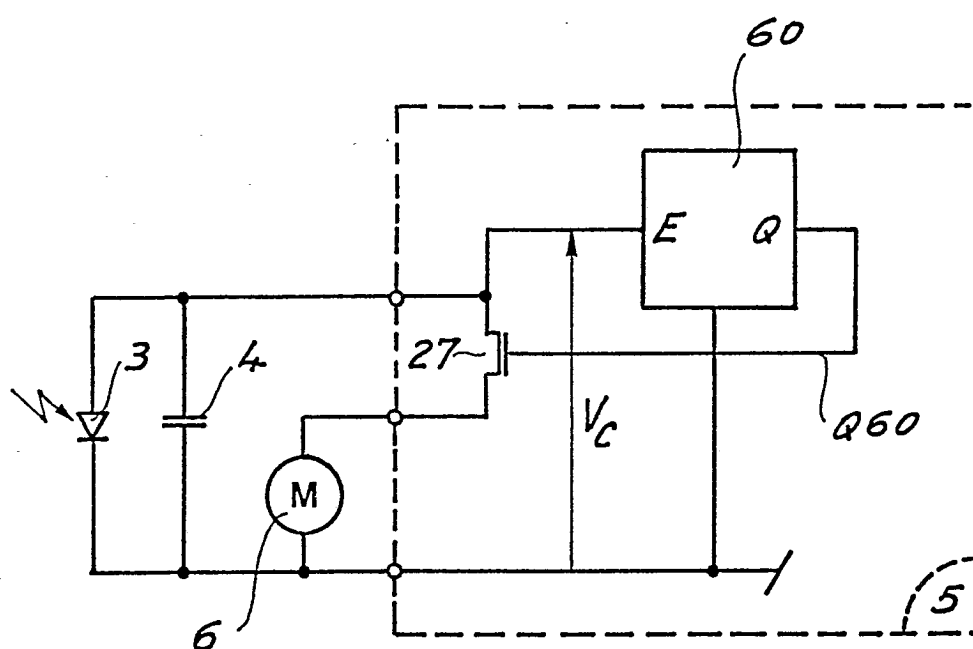


Fig. 4

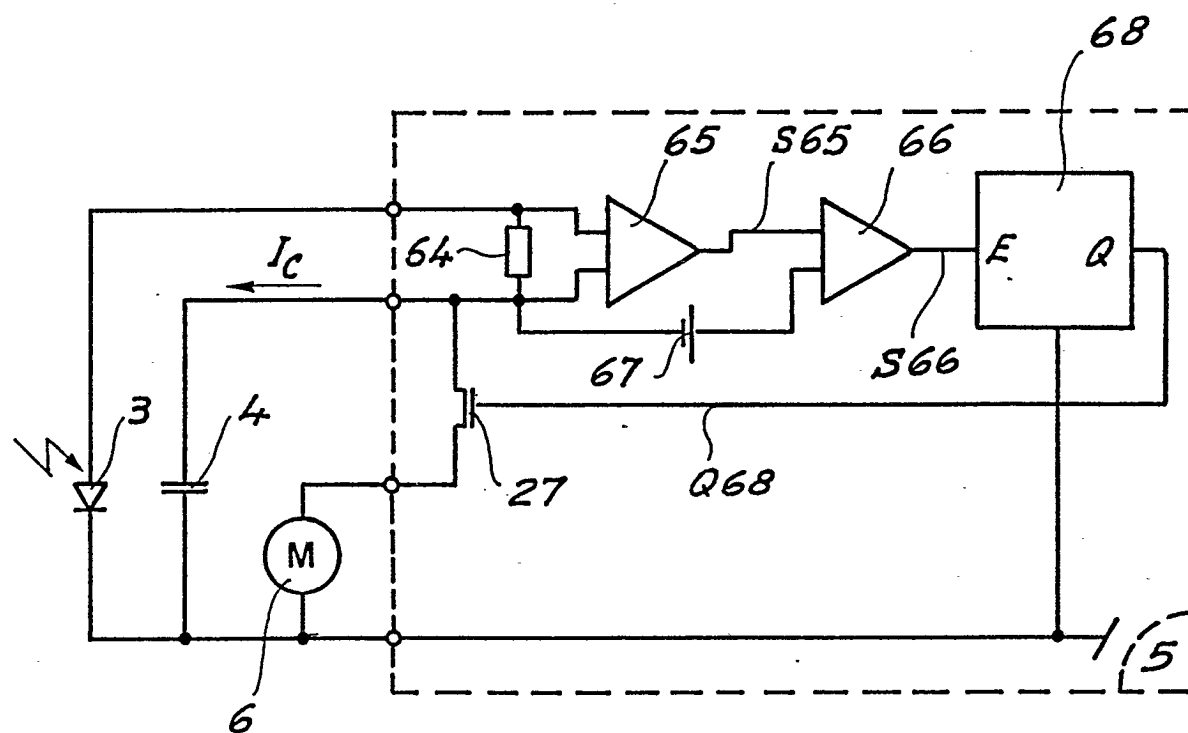


Fig. 5