

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

Numéro de dépôt: 85102158.4

Int. Cl.4: **E 04 C 3/14**

Date de dépôt: 27.02.85

Priorité: 29.02.84 CH 971/84

Demandeur: **Omega SA**, Rue Stämpfli 96,
CH-2500 Bienne (CH)

Date de publication de la demande: 18.09.85
Bulletin 85/38

Inventeur: **Mokdad, Mohamed**, Rue du Jura 48,
CH-2503 Bienne (CH)

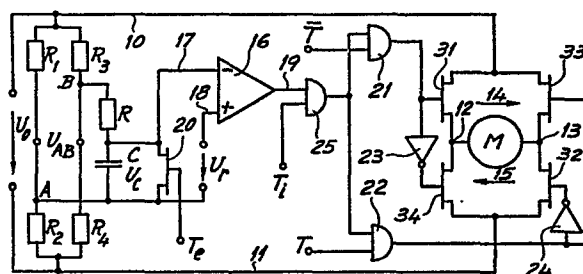
Etats contractants désignés: **DE FR GB**

Mandataire: **de Raemy, Jacques et al**, ASUAG - SSIH
Société pour l'Industrie Horlogère S.A. Faubourg du
Lac 6, CH-2501 Bienne (CH)

Dispositif pour alimenter un moteur pas à pas en énergie constante à partir d'une source de tension variable.

Le dispositif permet d'alimenter un moteur pas à pas (M) en énergie constante quelle que soit la valeur prise par la tension d'alimentation.

On prélève, au moyen d'un pont (R_1 à R_4) une tension (U_{AB}) proportionnelle à la tension d'alimentation (U_0). Le signal (T_i) nécessaire pour faire avancer le rotor d'un pas est découpé en une multiplicité de périodes d'échantillonnage (T_e) de durée prédéterminée, chacune de ces périodes se composant d'une impulsion élémentaire suivie d'une période d'interruption. La durée (T_o) de l'impulsion élémentaire est déterminée par le temps que met un condensateur (C) pour se charger et qui sera d'autant plus court que la tension proportionnelle (U_{AB}), appliquée aux bornes d'un réseau (RC) est élevée. Un comparateur (16) compare la tension (U_c) aux bornes du condensateur avec une tension de référence (U_r) pour déterminer ainsi la durée (T_o) de l'impulsion élémentaire et définir un taux de hachage du signal d'alimentation du moteur (M) qui est inversement proportionnel à la tension de source (U_0).



Dispositif pour alimenter un moteur pas à pas en énergie constante à partir d'une source de tension variable

La présente invention est relative à un dispositif pour alimenter en énergie constante à partir d'une source de tension variable U_0 un moteur pas à pas, notamment pour pièce d'horlogerie, l'alimentation consistant à fournir au moteur des impulsions de durée constante T_i , chacune étant hachée selon un taux de hachage dépendant de la valeur de la tension de la source U_0 et constituée par une suite d'impulsions élémentaires de durée T_0 séparées par des périodes d'interruption T_r , la somme $T_0 + T_r$ définissant une période d'échantillonnage prédéterminée T_e .

10 Dans les pièces d'horlogerie électroniques que l'on trouve aujourd'hui sur le marché, il est d'usage courant de trouver un moteur pas à pas pour convertir les impulsions électriques issues d'une base de temps à quartz en mouvement mécanique pour afficher l'heure. Le système est alimenté par une source d'énergie, généralement une
15 pile de petites dimensions qu'il faudra remplacer périodiquement. Pour économiser l'énergie livrée par la pile et donc la faire durer le plus longtemps possible, on a déjà proposé des systèmes de réglage qui asservissent la durée de l'impulsion qui meut le moteur à la charge qu'il doit entraîner; en d'autres termes, on allonge l'im-
20 pulsion si la charge augmente et on la réduit si cette même charge diminue. De tels systèmes sont décrits par exemple dans les documents US-A-4,323,834 et US-A-4,346,463.

Ces systèmes supposent généralement que le moteur est alimenté à tension constante et ne tiennent pas compte des écarts entre la
25 tension délivrée par la pile au début puis à la fin de sa durée de vie. A première vue, cette simplification peut paraître légitime pour une pile à l'argent qui présente une caractéristique de décharge quasi constante de 1,5 V durant sa durée de vie. Cependant, si la source d'énergie choisie est une pile au peroxyde d'argent, la si-
30 tuation se présente différemment puisque sa tension de début de vie est d'environ 1,8 V et qu'on est obligé de lui faire subir un traitement spécial en cours de fabrication qui réduit sa capacité et qui

amène sa tension à 1,5 V. Donc, dans ce cas, on n'utilise pas au mieux les caractéristiques de ce type de pile qui se distingue normalement par une capacité élevée compte tenu de son volume. La situation se présente encore plus défavorablement si l'on considère la
5 pile au lithium nouvellement proposée sur le marché qui est remarquable en ce qui concerne sa fiabilité élevée et son importante densité d'énergie, mais qui montre une caractéristique de décharge extrêmement défavorable en ce sens que sa tension varie, au cours de sa durée de vie, de 3,6 à 2,4 V environ.

10 Dans le cas des deux derniers types de piles cités ci-dessus, on comprendra qu'une diminution de tension, accompagnée généralement d'une augmentation de résistance de la pile, entraînera d'abord un fonctionnement instable du moteur puis un arrêt total et ceci bien avant la fin de la durée de vie de la pile. Pour pallier cet incon-
15 vénient, on pourrait dimensionner le moteur de telle sorte qu'il puisse fonctionner même lorsque la pile fournit sa tension la plus faible. Il en résulterait cependant une sur-consommation du moteur pendant une très grande partie de la durée de vie de la pile.

Pour obvier aux inconvénients inhérents aux solutions citées,
20 on a déjà proposé d'alimenter le moteur par des impulsions d'attaque de durée constante T_i , ces impulsions étant hachées et constituées par une suite d'impulsions élémentaires de durée T_0 séparées par des périodes d'interruption T_r , le taux de hachage étant fonction de la valeur de la tension présente aux bornes de la pile.

25 Un tel arrangement est décrit dans le document GB-A-2 054 916 qui préconise d'alimenter l'enroulement du moteur pas à pas avec des impulsions motrices formées chacune d'une suite d'impulsions élémentaires dont la largeur est déterminée en dépendance de la valeur de la tension qui est fournie par la pile lorsque cette dernière est
30 branchée aux bornes de résistances de valeurs connues. Selon cet arrangement, on détermine, sensiblement toutes les millisecondes, dans quel domaine de valeurs se trouve cette tension et on choisit en conséquence une forme de signal moteur parmi cinq formes de signaux prédéterminés. Il s'agit donc là d'un réglage discontinu de la

puissance des impulsions motrices en fonction de la tension de la source d'alimentation, et il en résulte des variations importantes du couple moteur pouvant causer des pas perdus. De plus, ce réglage étant discontinu, il ne permet pas de réaliser de façon efficace un asservissement de l'énergie des impulsions motrices à la charge que doit entraîner le moteur si un tel asservissement est souhaité.

Une autre solution pour résoudre le problème posé est proposée dans le document EP-A1-0 077 293 où le dispositif de commande permet d'adapter de façon sensiblement continue la puissance de chaque impulsion d'attaque à la valeur de la tension de la source d'alimentation. Ici, la valeur du taux de hachage est recalibré périodiquement en dépendance de la tension d'alimentation, puis mise en mémoire, après quoi le taux de hachage est maintenu à cette valeur jusqu'à l'arrivée d'un prochain signal de recalibrage. Cependant, le système proposé exige l'emploi d'un calculateur et la mise en mémoire de l'écart calculé, ce qui complique le circuit électronique de la montre. De plus, ce système préconise la mesure du courant circulant dans l'enroulement du moteur, ce qui exige l'emploi d'une résistance disposée en série avec ledit enroulement et un système de commutation qui complique également le circuit d'alimentation du moteur.

Pour obvier aux inconvénients qui viennent d'être mentionnés, la présente invention propose un dispositif qui alimente le moteur pas à pas en énergie constante quelle que soit la tension délivrée par la pile et ceci grâce aux moyens qui apparaissent dans les revendications.

L'invention sera mieux comprise maintenant à la lumière de la description qui suit et pour l'intelligence de laquelle on se référera, à titre d'exemple, au dessin dans lequel :

La figure 1 est un schéma bloc du dispositif selon l'invention;

La figure 2 est un diagramme montrant comment se présente la tension aux bornes du moteur quand la pile qui l'alimente est au début de sa durée de vie (figure 2a) et quand cette même pile est à la fin de sa durée de vie (figure 2b) lorsque ledit moteur est alimenté selon le dispositif de la figure 1;

La figure 3 est un schéma détaillé de l'alimentation du moteur suivant le schéma de principe de la figure 1 et selon un mode de réalisation préféré;

Les figures 4 et 5 sont des diagrammes montrant les signaux en différents points du schéma de la figure 3 dans deux cas de tension de la source d'alimentation;

La figure 6 est un schéma montrant comment on prélève du diviseur de fréquence les diverses impulsions nécessaires au fonctionnement du dispositif illustré en figure 3;

La figure 7 est un schéma qui complète le schéma de la figure 3 selon une variante d'exécution de l'invention.

La figure 1 est un schéma bloc du dispositif selon l'invention. Le moteur M est du type pas à pas et est alimenté par une source de tension continue, une pile au lithium par exemple, délivrant une tension U_0 . Si, pendant une durée prédéterminée T_i , on ferme l'interrupteur 1 et qu'en même temps on agit sur l'interrupteur 2 de façon répétée, on obtient une impulsion motrice hachée qui fera progresser d'un pas le rotor du moteur. Comme on l'a dit plus haut, il s'agit de fournir au moteur une énergie constante quelle que soit la valeur de la tension de la pile et pour ce faire on fera dépendre le taux de hachage de ladite tension. On découpe le temps pendant lequel est fermé l'interrupteur 1 en une multiplicité de périodes d'échantillonnage T_e fixées à l'avance, chacune de ces périodes étant constituée d'une impulsion de durée T_0 pendant laquelle l'interrupteur 2 est fermé suivie d'une période de repos T_r pendant laquelle l'interrupteur 2 est ouvert. On comprendra que le rapport T_0/T_e est précisément le taux de hachage qu'il s'agit de contrôler en fonction de la tension d'alimentation U_0 . Si U_0 est élevé (début de la durée de vie de la pile), T_0 sera court et le taux de hachage faible. Si au contraire U_0 est faible (fin de la durée de vie de la pile), T_0 devra être allongé, ce qui entraînera un taux de hachage élevé.

La première de ces situations est illustrée en figure 2a. Ici, la tension pile U_0 est importante (par exemple 3 V) et, pendant que l'interrupteur 1 est fermé, durant la période T_i , l'allure de

la tension U_M aux bornes du moteur présente une série d'impulsions courtes de durée T_0 dont l'amplitude est celle de la tension U_0 . Le taux de hachage T_0/T_e imposé par l'interrupteur 2 est de l'ordre de 25 %. La seconde de ces situations est illustrée en figure 2b où la tension pile U_0 est réduite de moitié (par exemple 1,5 V). Dans ce cas, la tension U_M est composée d'impulsions dont l'amplitude est réduite de moitié mais de durée T_0 plus longue et présentant un taux de hachage de l'ordre de 50 %. On voit que dans les deux situations la période d'échantillonnage T_e est la même.

En fait, la période T_e est fixée une fois pour toutes par construction et constitue une période prédéterminée. Dans les deux cas, la tension moyenne U_m appliquée au moteur est la même. Ceci peut s'exprimer analytiquement par l'expression :

$$E = \int_0^{T_e} U_0 \cdot I \cdot \frac{T_0}{T_e} \cdot dt, \quad \text{où } U_0 \cdot \frac{T_0}{T_e} = U_m,$$

où E est l'énergie appliquée au moteur et I le courant circulant dans sa bobine. On voit que pour maintenir une énergie E constante il faut s'arranger pour maintenir constante la tension moyenne U_m représentée par l'expression $U_0 T_0 / T_e$, étant donné que si la tension moyenne reste constante, le courant I reste également constant.

Si l'on se réfère à nouveau à la figure 1, on va expliquer maintenant comme on s'y prend, selon l'invention, pour livrer au moteur une énergie constante quelle que soit la valeur de la tension de la source U_0 . Aux bornes de cette source, on trouve d'abord un premier bloc 3 apte à fournir sur sa sortie 4 une tension U_{AB} strictement proportionnelle à la tension de la source U_0 . La tension U_{AB} est ensuite utilisée dans un deuxième bloc 5 qui présente sur sa sortie 6 un premier signal U_c dont la vitesse de croissance est d'autant plus rapide que la tension U_{AB} est élevée. Ce signal variable U_c est répété pendant chaque période d'échantillonnage T_e . Le signal U_c est enfin comparé dans un troisième bloc 7 à un seuil de référence U_r . Selon que le signal U_c est inférieur ou

supérieur au seuil de référence U_r , le bloc 7 produit un état logique différent et fait apparaître sur sa sortie 8 et lors de chaque période d'échantillonnage T_e une impulsion élémentaire de durée T_0 qui ferme l'interrupteur 2 le temps que dure ladite impulsion.

5 La figure 3 est un schéma détaillé de l'alimentation du moteur et donne un mode de réalisation préféré de l'invention basé sur le schéma de principe de la figure 1. La source de tension continue U_0 alimente le moteur M par les lignes 10 et 11. Le moteur M est par exemple du type Lavet à deux pas par tour. Pour former les
10 impulsions bipolaires nécessaires à l'avance de ce moteur, on trouve, interposé entre ses bornes 12 et 13 et la source d'alimentation un ensemble de quatre interrupteurs 31, 32, 33 et 34 qui sont constitués par des transistors de commutation commandés par leur base. Quand les transistors 31 et 32 sont conducteurs, le courant
15 traverse le moteur selon la flèche 14 pendant une période T_i et le rotor tourne d'un premier demi-tour. Après un laps de temps pendant lequel le moteur est au repos (1 seconde par exemple), on fait conduire les transistors 33 et 34 pendant une même période T_i , ce qui a pour effet de faire tourner le rotor d'un deuxième demi-tour,
20 le moteur étant alors parcouru par un courant de sens opposé et selon la flèche 15. La longueur de l'impulsion T_i , la périodicité avec laquelle elle se répète et la commande alternée des paires de transistors 31, 32 et 33, 34 (signaux T et $\bar{T}$) proviennent généralement d'une base de temps commune qui commande à son tour un
25 diviseur de fréquence à étages multiples d'où sont tirés ces signaux. La production des signaux T_i , T et $\bar{T}$ est connue de l'état de la technique. Elle sera cependant expliquée plus loin (figure 6).

Pour alimenter le moteur en énergie constante, on va procéder
30 au hachage de l'impulsion de commande T_i selon le dispositif dont le principe a été expliqué plus haut.

En particulier, le bloc 3 de la figure 1 se présente, selon la réalisation préférée de la figure 3, sous la forme d'un pont de résistances R_1 , R_2 , R_3 et R_4 . La première diagonale de ce

pont est branchée aux bornes de la source de tension U_0 , soit sur les lignes 10 et 11. Si la tension U_A aux bornes de la résistance R_2 et la tension U_B aux bornes de la résistance R_4 s'écrivent respectivement :

$$5 \quad U_A = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot U_0 \quad \text{et} \quad U_B = \frac{R_4}{R_3 + R_4} \cdot U_0 ,$$

la tension recueillie aux bornes de la seconde diagonale AB du pont s'écrit :

$$U_{AB} = U_A - U_B = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} - \frac{R_4}{R_3 + R_4} \right) U_0 \quad (1)$$

où il est apparent que U_{AB} est proportionnelle à la tension de la source U_0 .

Cette tension U_{AB} est utilisée pour charger un condensateur C à travers une résistance R disposée en série avec ledit condensateur, le réseau RC constituant en substance le bloc 5 de la figure 1. La tension U_C aux bornes du condensateur C s'écrit :

$$15 \quad U_C = U_{AB} \left(1 - e^{-\frac{T_x}{RC}} \right) \quad (2)$$

Cette expression (2) montre que le temps T_x nécessaire pour atteindre une tension U_C déterminée est d'autant plus courte que la tension U_{AB} est élevée ou, en d'autres termes, que la tension U_C aux bornes du condensateur présente une vitesse de croissance d'autant plus rapide que l'amplitude de la tension proportionnelle U_{AB} est élevée.

La figure 3 montre encore un comparateur 16 qui reçoit sur sa première entrée 17 la tension U_C et sur sa seconde entrée 18 une tension de seuil de référence U_r arrangée de telle façon que $U_r < U_{AB}$. Le comparateur 16 constitue essentiellement le bloc 7 illustré sur le schéma de principe de la figure 1. Dans l'exemple de

réalisation montré au schéma de la figure 3, tant que la tension U_c est plus petite que la tension U_r , la sortie 19 du comparateur 16 se trouve au niveau logique 1. Dès que U_c dépasse U_r , la sortie 19 passe à l'état logique 0.

- 5 De l'expression (2) ci-dessus on peut calculer le temps $T_x = T_o$ mis par la tension U_c à atteindre la tension de référence U_r , soit :

$$T_o = -RC \ln \left(1 - \frac{U_r}{U_{AB}} \right) \quad (3)$$

- Si l'on remplace maintenant U_{AB} par sa valeur selon l'expression
10 (1) et que l'on expose $R_1 = R_2 = R_3 = kR_4$, (3) devient :

$$T_o = -RC \ln \left[1 - \frac{U_r}{\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{k+1} \right) U_o} \right] \quad (4)$$

On voit d'après l'expression (4) que la période T_o pendant laquelle le comparateur livre un état logique 1 est d'autant plus grande que la tension U_o de la source d'alimentation est faible.

- 15 La figure 3 montre encore qu'on a disposé aux bornes du condensateur un transistor de commutation 20 dont le but est de court-circuiter périodiquement ledit condensateur. Le transistor 20 est commandé sur sa base par une impulsion de courte durée T_c qui le rend conducteur, ladite impulsion se répétant à la cadence T_e .
20 Ainsi, à intervalles périodiques T_e , on remet à zéro la tension U_c présente aux bornes du condensateur en le court-circuitant. On sait que chaque intervalle T_e , ou période d'échantillonnage, est composé d'une impulsion élémentaire T_o suivie d'une période d'interruption T_r . Ceci étant, on peut écrire l'expression suivante
25 qui exprime que le rapport cyclique ou taux de hachage T_o/T_e est inversement proportionnel à la valeur U_o de la tension d'alimentation :

$$\frac{T_o}{T_e} = -\frac{RC}{T_e} \ln \left[1 - \frac{U_r}{\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{k+1} \right) U_o} \right] \quad (5)$$

La sortie 19 du comparateur 16 est connectée à la première entrée d'une porte ET 25, la seconde entrée recevant le signal de durée T_i . A son tour, la sortie de la porte ET 25 est connectée simultanément à chacune des premières entrées des portes ET 21 et ET 22, la seconde entrée de chacune desdites portes recevant respectivement les signaux $\bar{T}$ et T qui ont pour but de changer alternativement la polarité de l'impulsion motrice reçue par la bobine du moteur M. Le schéma montre encore que les transistors 32 et 34 sont alimentés à travers des diodes 24 et 23 respectivement, ces diodes pouvant d'ailleurs être supprimées si l'on choisit des transistors 31, 34 et 32, 33 qui soient complémentaires (P et N).

La figure 4 est un diagramme montrant les divers signaux existant en divers points du schéma de la figure 3 quand la tension d'alimentation U_0 est faible (fin de durée de vie de la pile, par exemple 1,5 V) et la figure 5 montre ces mêmes signaux quand la tension U_0 est élevée (début de durée de vie de la pile, par exemple 3 V).

En figure 4, on a représenté en a) la tension U_{AB} aux bornes de la diagonale du pont de résistances R_1 , R_2 , R_3 et R_4 . La tension U_{AB} est utilisée pour charger périodiquement le réseau RC et la tension U_c aux bornes du condensateur apparaît en b) sur la figure 4. On a représenté sur la même diagramme la tension de référence U_r . La tension U_c est périodiquement remise à zéro par le transistor de commutation 20 commandé lui-même par une impulsion T_c de courte durée se répétant à intervalles réguliers T_e . Ce signal de commande est montré en d).

Selon l'invention et comme on le voit en e), le signal à la sortie 19 du comparateur 16 présente un état logique 1 tant que $U_c < U_r$ et un signal logique 0 dès que $U_c > U_r$ et la période d'échantillonnage T_e se compose alors d'une impulsion élémentaire de durée T_0 suivie d'une période d'interruption T_r . On comprend que le signal illustré en e) se retrouve à la sortie de la porte 25 tant que le signal T_i apparaissant en c) est présent à l'entrée de ladite porte 25.

On supposera maintenant que pour progresser d'un pas, le courant dans le moteur doit être dirigé dans le sens de la flèche 15. A ce moment, l'impulsion de polarité de durée T est à 1 alors que son homologue $\bar{T}$ est à 0. Les impulsions T_0 (figure 4e) franchissent la porte ET 22, rendent conducteur le transistor 33 et bloquent le transistor 32 via l'inverseur 24. Les mêmes impulsions T_0 ne peuvent pas franchir la porte 21 qui présente alors un état logique 0 à sa sortie. De ce fait, le transistor 31 est bloqué alors que le transistor 34 conduit puisqu'il reçoit sur sa base un signal 1 via l'inverseur 23. Les transistors 33 et 34 conduisant à chaque impulsion de durée T_0 , le courant traverse donc le moteur dans le sens de la flèche 15. Lors de chaque impulsion de durée T_r (figure 4e), il y a un signal 0 à la sortie de la porte 25 de même qu'un signal 0 à la sortie de chacune des portes 21 et 22. On comprend alors que les transistors 31 et 33 sont bloqués et que les transistors 32 et 34 sont conducteurs : pendant la durée T_r , la bobine du moteur est court-circuitée. Ainsi, dans ce cas, le moteur est alimenté par la tension représentée en figure 4f, tension qui n'est plus continue, comme ce serait le cas avec la commande par simple impulsion de durée T_i , mais hachée au taux de T_0/T_e et d'amplitude U_0 .

Si l'on a affaire à un moteur à deux pas par tour, il faudra inverser le sens du courant (flèche 14) pour franchir le prochain pas. A ce moment-là, l'impulsion de polarité de durée T est à 0 alors que son homologue $\bar{T}$ passe à 1. Le même raisonnement que celui qui a été fait plus haut montre que dans ce cas, ce sont les transistors 31 et 32 qui sont conducteurs alors que les transistors 33 et 34 sont bloqués durant les périodes T_0 . Durant les périodes T_r par contre, la bobine du moteur est court-circuitée sur les transistors 32 et 34 qui sont conducteurs.

La figure 5 montre comment se comporte le dispositif selon l'invention dans le cas où l'on double la tension d'alimentation. Sans entrer dans les détails, on s'aperçoit que la tension U_c est plus rapidement égale à la tension de référence U_r , ce qui a pour conséquence de raccourcir les périodes d'alimentation T_0 et de diminuer le taux de hachage T_0/T_c . Aux bornes du moteur, on trou-

vera finalement l'alimentation représentée en figure 5f, d'amplitude doublée mais de temps d'application T_0 nettement diminué.

Pour prendre un exemple pratique et en s'appuyant sur les équations données plus haut, on va supposer qu'il faut délivrer au moteur une énergie constante si la tension d'alimentation varie entre 3 et 1 volts. En choisissant $R_1 = R_2 = R_3 = 1 \text{ M}\Omega$ et $R_4 = 250 \text{ k}\Omega$, on trouve selon l'équation (1) $U_{AB} = 0,3 U_0$. En choisissant également une tension de référence $U_r = 0,1 \text{ V}$, un condensateur $C = 0,01 \text{ }\mu\text{F}$ et une résistance $R = 82 \text{ k}\Omega$, on peut dresser le tableau suivant :

Tension U_0 (V)	Tension U_{AB} (V)	Période T_0 (μs)	Taux de hachage T_0/T_e (%)
3	0,9	96	39
1,5	0,45	206	84

D'après ces données, il faut choisir la période d'échantillonnage T_e plus grande que $206 \text{ }\mu\text{s}$, soit $244 \text{ }\mu\text{s}$, pour utiliser une valeur pratique, qu'on peut obtenir directement du diviseur de fréquence. On en tire directement le taux de hachage T_0/T_e indiqué ci-dessus.

On doit remarquer qu'on n'a pas considéré, dans les valeurs ci-dessus données à titre d'exemple, le temps qu'il faut prendre pour court-circuiter le condensateur C , temps qu'on voit apparaître dans les figures 4d et 5d et symbolisé par la période T_c . Pour sortir cette période T_c de la période d'échantillonnage proprement dite T_e , on pourrait proposer à la place du simple transistor de commutation 20 (figure 3) un autre montage qui rendrait la période T_e indépendante de la période T_c . La période T_c est choisie ici pour des raisons pratiques à $30 \text{ }\mu\text{s}$.

Il est important de remarquer que la tension de référence U_r doit être choisie entre autres en fonction des caractéristiques du

moteur auquel on a affaire. Il s'agit d'une tension rigoureusement stabilisée indépendante des fluctuations de la tension de source d'alimentation. Un exemple pratique de réalisation d'un tel générateur peut être trouvé dans le document CH-A-639 810 en figure 4e.

- 5 La durée T_i de l'impulsion pendant laquelle s'exerce l'échantillonnage doit être choisie assez longue pour que dans les cas les plus défavorables de tension U_0 minimum, le rotor franchisse son pas à coup sûr. Cette durée est de l'ordre de 7,8 ms, durée qui peut être tirée aussi du diviseur de fréquence à disposition. On comprendra que 32 périodes d'échantillonnage T_e valant chacune 244 μ s
10 pourront prendre place durant une période T_i de 7,8 ms.

Il faut remarquer que le système proposé dans la présente invention pourrait être combiné avec un système d'asservissement du moteur à la charge qu'il doit entraîner. Ces systèmes généralement
15 rallongent l'impulsion motrice quand la charge augmente et inversement. Cette impulsion asservie pourrait être fournie à l'entrée de la porte 25 de la figure 3 en lieu et place de l'impulsion fixe T_i qu'on a considérée jusqu'ici.

- 20 Le schéma de la figure 6 montre comment on fabrique les impulsions T , $\bar{T}$, T_i , T_e et T_c nécessaires à faire fonctionner le dispositif illustré en figure 3. Tous les signaux sont obtenus à partir d'une base de temps 40 pilotée par un quartz 41 via un diviseur de fréquence 42. Le flip-flop 43 du type D combine les signaux à 16 384 Hz et à 4 096 Hz pour produire la période d'échantillonnage T_e à 244 μ s, ainsi qu'à l'intérieur de cette période, l'impulsion T_c qui court-circuite le condensateur C. Un autre
25 flip-flop 44 du type D combine les signaux à 64 Hz et à 1 Hz pour produire l'impulsion T_i à 7,81 ms se répétant toutes les secondes. La sortie Q du flip-flop 44 attaque à son tour un diviseur par deux
30 45 qui engendre les impulsions de polarité T et $\bar{T}$.

Pour éviter que le dispositif proposé ne consomme de l'énergie entre les périodes d'alimentation T_i , on peut s'arranger à ce qu'il ne soit alimenté que pendant lesdites périodes d'alimentation.

La figure 7 montre que le pont de résistance R_1 , R_3 , R_2 , R_4 , dont seules les résistances R_1 et R_3 ont été représentées au dessin est alimenté à travers un transistor 50 qui n'est conducteur que pendant les périodes T_i . Il ressort de cela que le pont de
5 résistance est mis hors circuit pendant les périodes séparant les- dites périodes T_i . Quoiqu'il en soit, les valeurs des résistances du pont seront prises les plus élevées possible.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif pour alimenter en énergie constante à partir d'une source de tension variable (U_0) un moteur pas à pas, notamment pour pièce d'horlogerie, l'alimentation consistant à fournir au moteur des impulsions de durée constante T_i , chacune étant hachée
5 selon un taux de hachage dépendant de la valeur de la tension de la source (U_0) et constituée par une suite d'impulsions élémentaires de durée T_0 séparées par des périodes d'interruption T_r , la somme $T_0 + T_r$ définissant une période d'échantillonnage prédéterminée T_e , caractérisé par le fait qu'il comporte des premiers moyens
10 pour prélever une tension (U_{AB}) proportionnelle à la tension de la source (U_0), des deuxièmes moyens utilisant cette tension proportionnelle pour engendrer, pendant chaque période d'échantillonnage T_e , un signal (U_c) présentant une vitesse de croissance variable d'autant plus rapide que l'amplitude de ladite tension proportion-
15 nelle (U_{AB}) est élevée et des troisièmes moyens pour comparer ledit signal (U_c) à un seuil de référence (U_r), la comparaison déterminant un état logique différent selon que ledit signal (U_c) est inférieur ou supérieur audit seuil de référence (U_r) pour engendrer ladite impulsion de durée élémentaire T_0 et définir un
20 rapport T_0/T_e représentant ledit taux de hachage.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les premiers moyens comportent un pont de résistances (R_1 , R_2 , R_3 , R_4) dont la première diagonale est branchée aux bornes de la source de tension (U_0) et dont la seconde diagonale (AB)
25 fournit une tension proportionnelle (U_{AB}) à la tension de ladite source.

3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les deuxièmes moyens comportent une résistance (R) et un condensateur (C) disposés en série et alimentés par la tension proportion-
30 nelle (U_{AB}) pour fournir aux bornes dudit condensateur le signal (U_c) présentant une vitesse de croissance variable.

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé par le fait qu'il comprend en outre des quatrièmes moyens (20) pour court-circuiter le condensateur (C) et remettre ainsi à zéro le signal (U_c) présent à ses bornes au début de chaque période d'échantillonnage T_e .

5. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les troisièmes moyens comportent un circuit comparateur (16) à deux entrées, la première recevant le signal (U_c) à vitesse de croissance variable et la seconde entrée recevant une tension fixée au seuil de référence (U_r).

6. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les impulsions motrices de durée T_i et chaque période d'échantillonnage T_e sont produites à partir d'une base de temps commune (40, 41).

15 7. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comprend en outre un arrangement (50) pour limiter le prélèvement de la tension proportionnelle (U_{AB}) aux temps que durent les impulsions motrices de durée T_i .

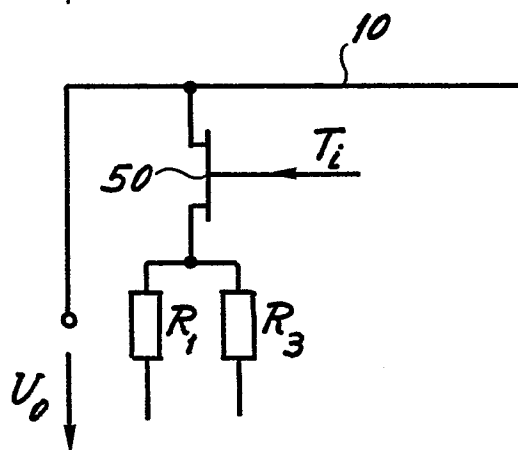
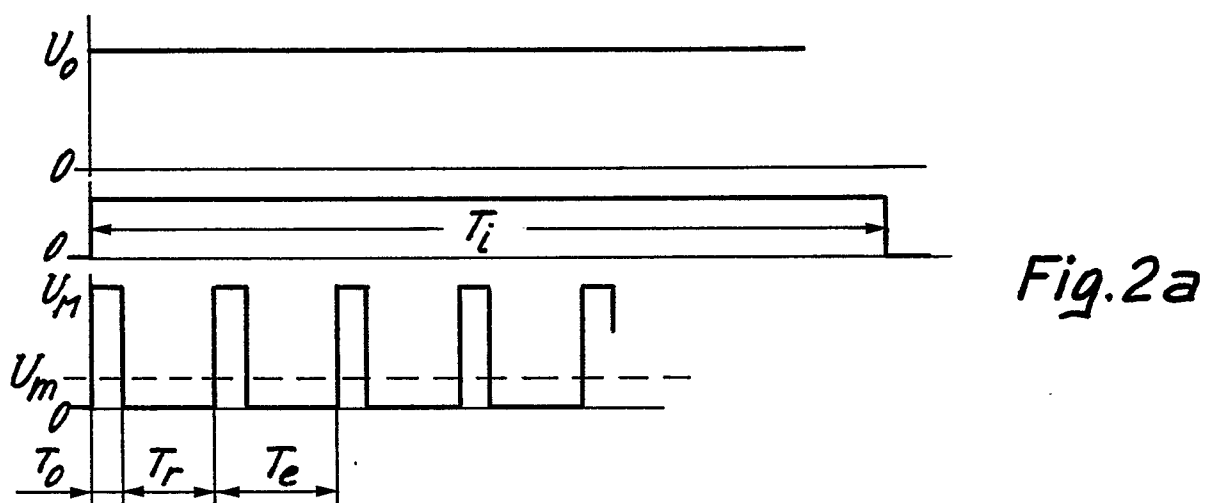
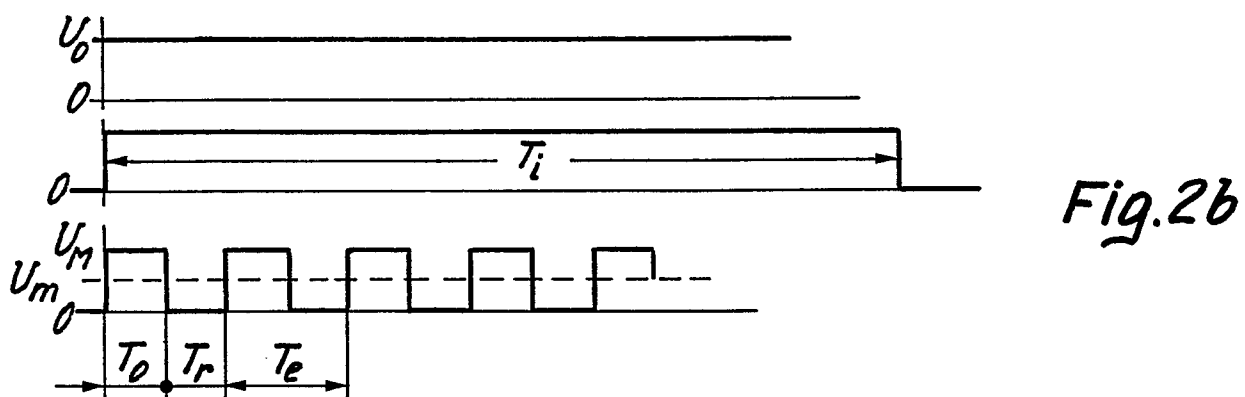
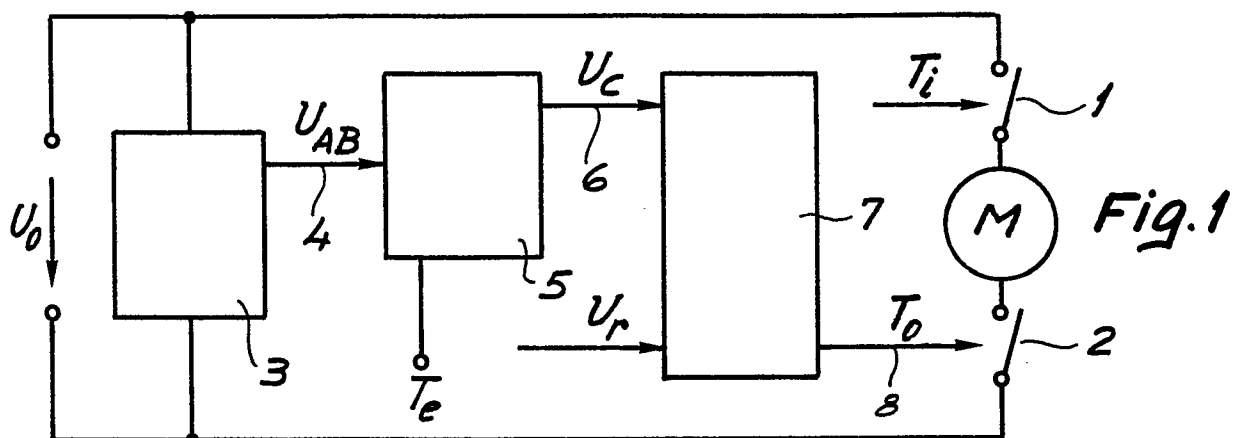


Fig. 7

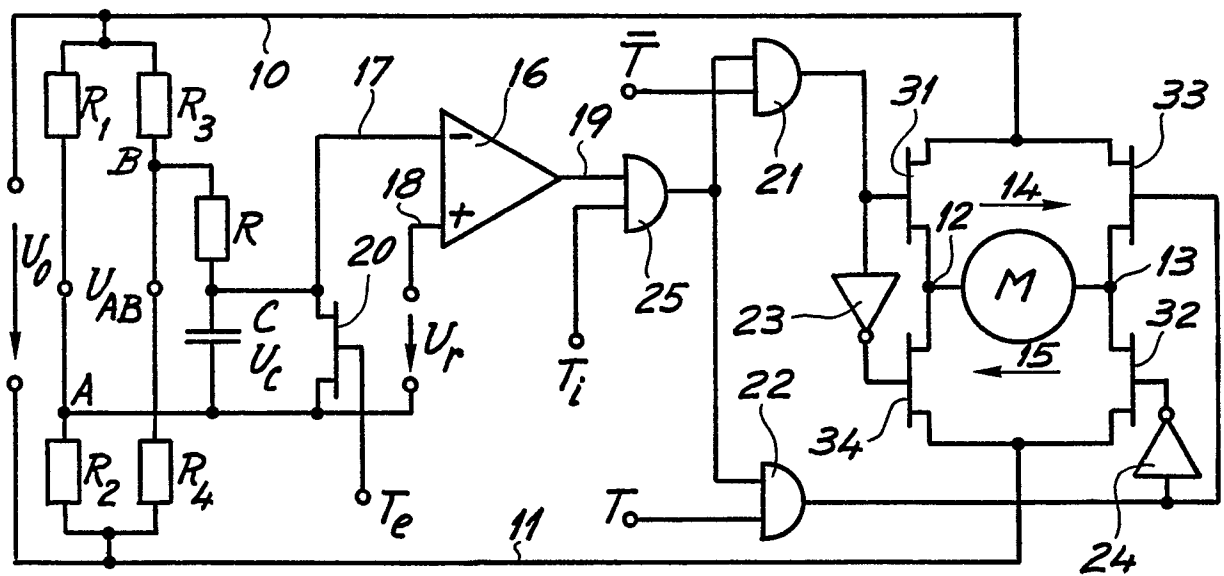


Fig. 3

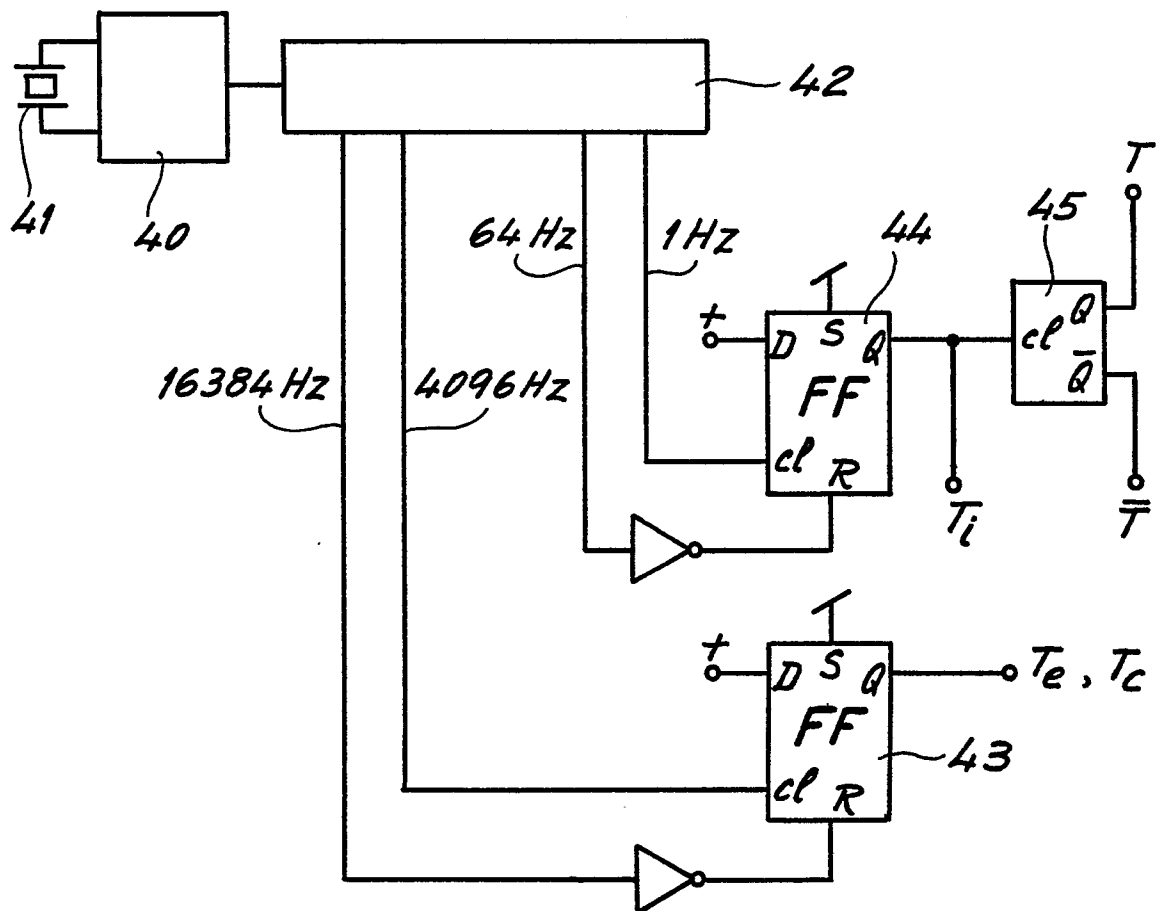


Fig. 6

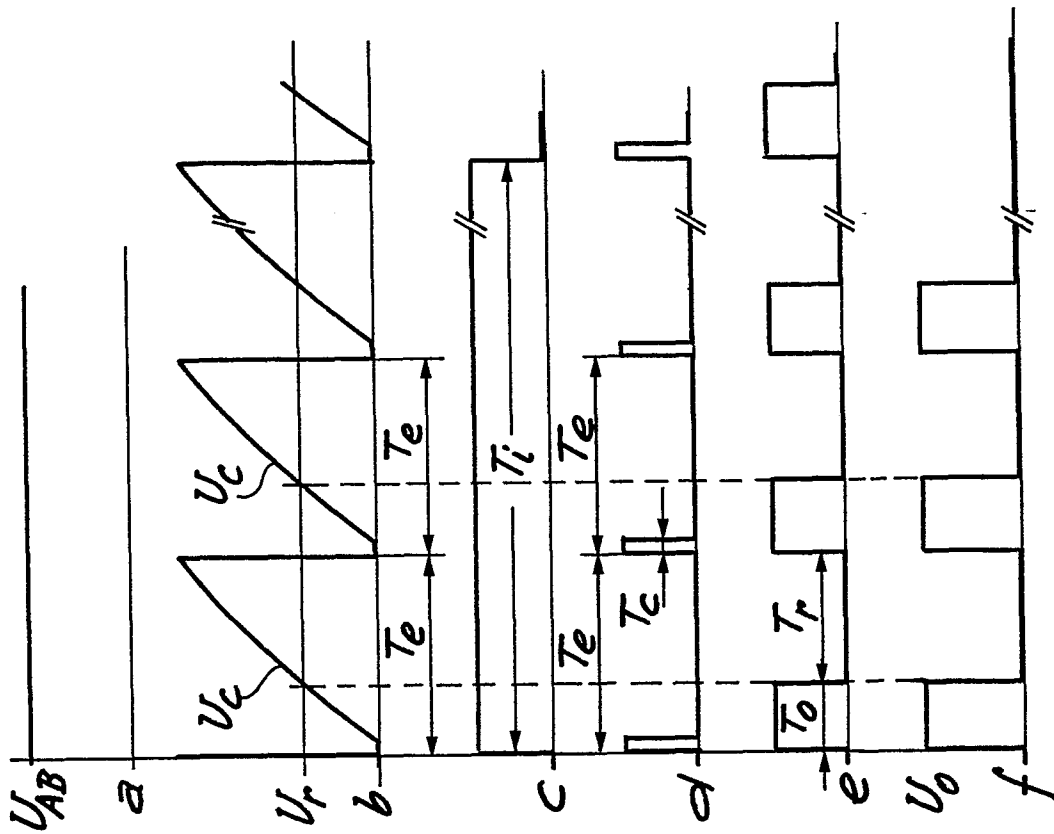


Fig.5

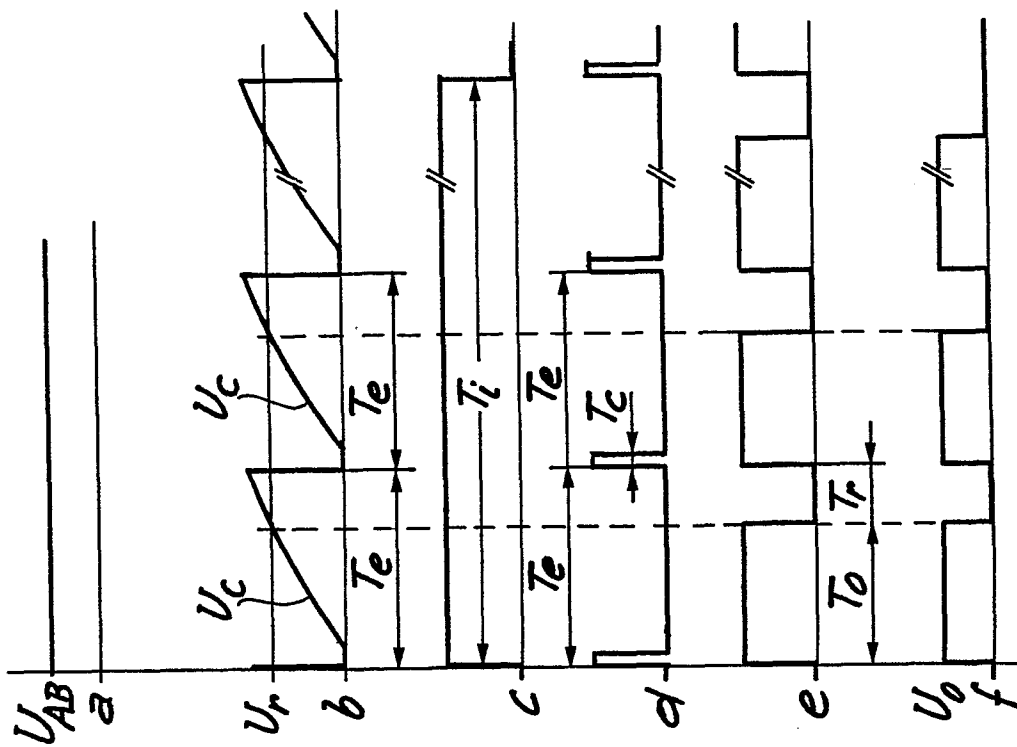


Fig.4



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0154889

Numéro de la demande

EP 85 10 2158

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. 4)
A	DE-A-2 530 631 (SIEMENS) * Page 2, lignes 3-22; page 3, ligne 15 - page 5, ligne 3 ^o ; figures 1,2 *	1-3,5,6	G 04 C 3/14
A	EP-A-0 014 833 (SIEMENS) * Page 1, lignes 17-24; page 4, ligne 30 - page 7, ligne 7; figures 3,4 *	1-3,5	
A	PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 6, no. 200 (E-135)[1078], 9 octobre 1982; & JP - A - 57 110 100 (CASIO KEISANKI K.K.) 08-07-1982	1-3,5	
A	GB-A-2 059 649 (KABUSHIKI KAISHA DAINI SEIKOSHA) * Page 1, lignes 19-38; figures 5,8A *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4) H 02 P 8/00 G 04 C 3/14 H 02 M 3/00
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 21-05-1985	Examineur WEIHS J.A.
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	