

CONFÉDÉRATION SUISSE
OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

① CH 665 080 G A3

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

⑤ Int. Cl.4: G 04 C 3/00
G 04 G 1/00
H 02 J 7/35

⑫ FASCICULE DE LA DEMANDE A3

⑲ Numéro de la demande: 5543/84

⑳ Date de dépôt: 20.11.1984

③① Priorité(s): 21.11.1983 JP 58-218881
05.04.1984 JP 59-67966

④② Demande publiée le: 29.04.1988

④④ Fascicule de la demande
publié le: 29.04.1988

⑦① Requéran(t)s:
Shiojiri Kogyo Kabushiki Kaisha,
Suwa-shi/Nagano-ken (JP)

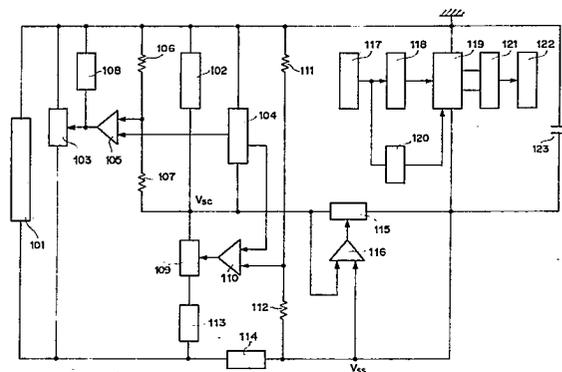
⑦② Inventeur(s):
Takeda, Keigo, Shiojiri-shi/Nagano-ken (JP)

⑦④ Mandataire:
Bovard AG, Bern 25

⑤⑥ Rapport de recherche au verso

⑤④ Pièce d'horlogerie électronique comprenant une source secondaire d'énergie et une source primaire capable de charger la source secondaire.

⑤⑦ La pièce d'horlogerie électronique comporte une fonction de charge. La source primaire (101) est par exemple une batterie solaire et charge la source secondaire (102) qui peut être une pile. L'interrupteur (115) sépare la source secondaire du circuit (119) de la pièce d'horlogerie jusqu'à ce qu'elle soit chargée à une tension prédéterminée. L'interrupteur (109) relie la source primaire et la source secondaire en une boucle fermée et elle est enclenchée seulement quand la source primaire produit une tension supérieure à une tension prédéterminée. En outre, la source primaire est directement connectée au circuit (119) de la pièce d'horlogerie. Si cette source primaire est une batterie solaire, le fonctionnement de la pièce d'horlogerie commence dès que la lumière irradie la source primaire. En outre, tout excès d'énergie créé par la source primaire est efficacement stocké dans la source secondaire (102).



665 080 G



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

RAPPORT DE RECHERCHE RECHERCHENBERICHT

Demande de brevet No
Patentgesuch Nr.:

5543/84

Catégorie Kategorie	<p style="text-align: center;">DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE</p> <p style="text-align: center;">Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes Kennzeichnung des Dokuments, mit Angabe, soweit erforderlich, der massgeblichen Teile</p>	Revendications con- cernées Betrifft Anspruch Nr.
A	<p>DE -A - 2 534 455 (EBAUCHES)</p> <p>* pages 5 à 7; figures 3 à 5 *</p> <hr style="width: 10%; margin: 20px auto;"/>	1
<p>Domaines techniques recherchés Recherchierte Sachgebiete (INT. CL³)</p> <p style="text-align: center;">G04C, G04G, H02J</p>		
Date d'achèvement de la recherche/Abschlussdatum der Recherche		Examineur
24.07.86		

REVENDEICATIONS

1. Pièce d'horlogerie électronique comprenant un circuit électronique avec un circuit d'entraînement et un circuit d'oscillation capables d'actionner un dispositif d'affichage, et des moyens d'alimentation rechargeables comprenant un agencement de source de puissance avec une source primaire et une source secondaire, cette dernière étant capable de stocker une énergie de charge fournie par la source primaire, caractérisée en ce que la dite source primaire est connectée au dit circuit électronique par des moyens transmettant directement et unidirectionnellement l'énergie, et en ce qu'elle comprend des moyens interrupteurs aptes à brancher et débrancher la dite source secondaire sur une branche de circuit comprenant au moins le dit circuit électronique, ces moyens interrupteurs étant agencés de façon à être enclenchés seulement lorsque la tension (V_{ss}) que son branchement établit aux bornes du circuit électronique, atteint ou dépasse une valeur permettant le fonctionnement du dit circuit d'oscillation.

2. Pièce d'horlogerie électronique selon la revendication 1, caractérisée en ce que les dits moyens interrupteurs comprennent un premier élément interrupteur connecté pour fermer une boucle comprenant la source primaire et la source secondaire, et un second élément interrupteur connecté pour relier la source secondaire au circuit électronique, le premier élément interrupteur étant agencé de façon à être à l'état enclenché lorsque la tension (V_{ss}) aux bornes du circuit électronique est supérieure à une valeur de tension prédéterminée (V_{s2}) requise pour le fonctionnement du circuit électronique, et le second élément interrupteur étant agencé de façon à être à l'état enclenché lorsque la tension (V_{sc}) de la source secondaire est supérieure à la tension (V_{ss}) aux bornes du circuit électronique.

3. Pièce d'horlogerie électronique selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce qu'elle comporte en plus un élément interrupteur de limitation de la tension de la source primaire, branché aux bornes de la source primaire et étant agencé pour être à l'état enclenché quand la tension stockée sur la source secondaire (V_{sc}) est supérieure à une valeur de tension supportable (V_1) relative à la source secondaire.

4. Pièce d'horlogerie électronique selon la revendication 3, caractérisée en ce qu'une tension de polarisation est établie pour agir sur le dit élément interrupteur de limitation de la tension de la source primaire de façon à le maintenir à l'état déclenché lorsque la tension aux bornes du circuit électronique (V_{ss}) est inférieure à une valeur prédéterminée (V_2) requise pour le fonctionnement du dit circuit électronique.

DESCRIPTION

La présente invention se rapporte à une pièce d'horlogerie électronique comprenant un circuit électronique avec un circuit d'entraînement et un circuit d'oscillation capables d'actionner un dispositif d'affichage, et des moyens d'alimentation rechargeables comprenant un agencement de source de puissance avec une source primaire et une source secondaire, cette dernière étant capable de stocker une énergie de charge fournie par la source primaire. L'invention vise particulièrement un système de recharge et de stockage perfectionné pour de telles pièces d'horlogerie électroniques.

Dans l'art antérieur, on connaît un circuit de commande de recharge capable d'éviter la surcharge. Toutefois, l'art antérieur n'a jamais pris en considération le problème qui surgit quand le niveau de tension de la source secondaire est bas. En tant qu'élément de l'art antérieur, on peut citer les exposés US-3 731 474 ou US-2 979 656.

Ainsi, la présente invention résulte de la prise en considération du problème qui surgit quand le niveau de tension de la source secondaire est bas et un but de l'invention est de réaliser une pièce d'horlogerie électronique perfectionnée comportant une source primaire, telle que par exemple une batterie solaire, cette dernière étant susceptible d'être mise en œuvre tout en étant irradiée quand la source secondaire, constituée par une pile, est complètement déchargée.

Dans ce but, l'objet de l'invention présente les caractéristiques qui sont énoncées dans la revendication 1 ainsi que dans les revendications suivantes.

On va décrire ci-après, à titre d'exemple, une forme d'exécution de l'objet de l'invention en se référant au dessin annexé dont

la fig. 1 est un schéma-bloc montrant les éléments essentiels de la dite forme d'exécution,

la fig. 2A montre un circuit limiteur de cette forme d'exécution,

la fig. 2B est une autre forme d'exécution du circuit limiteur,

la fig. 3A est un schéma-bloc d'un circuit électronique assurant le transfert des signaux électriques au dispositif d'affichage,

la fig. 3B représente un circuit détecteur de l'arrêt des oscillations,

la fig. 3C est une table des temps correspondant au circuit de la fig. 3B,

la fig. 3D montre un circuit d'entraînement d'un moteur, faisant partie de la forme d'exécution de l'invention,

la fig. 3E est une table des temps du circuit de la fig. 3D,

la fig. 4 montre un exemple du système charge-stockage-décharge dans la forme d'exécution décrite,

la fig. 5 montre la construction de principe d'une forme d'exécution de la pièce d'horlogerie avec batterie solaire selon l'invention,

la fig. 6 montre une forme d'exécution d'un circuit détecteur d'un arrêt d'oscillation pour la pièce d'horlogerie à batterie solaire selon la présente invention et

la fig. 7 est un schéma-bloc de principe d'une pièce d'horlogerie avec batterie solaire de l'art antérieur.

En se référant tout d'abord à la fig. 7, on voit une source de puissance d'un circuit 602 et une pile secondaire 603 qui se trouvent toujours au même potentiel. De ce fait, quand le niveau de tension de la batterie secondaire 603 est à 0 V, la tension électro-motrice créée par irradiation d'une batterie solaire 601 est seulement de 0,6 V environ. Cette tension correspond à la tension de basculement avant de la diode 4 destinée à éviter les courants inverses. En conséquence, le circuit de pièce d'horlogerie 602 reste en état d'arrêt de fonctionnement pour des périodes dont le nombre atteint plusieurs dizaines jusqu'à ce que la batterie secondaire 603 soit chargée à une tension s'élevant au-dessus de la valeur précitée.

Comme indiqué ci-dessus, si une fois la batterie secondaire est déchargée, la pièce d'horlogerie ne reprend son fonctionnement après l'irradiation qu'avec un certain intervalle de temps, de sorte qu'il est impossible de l'utiliser pendant une certaine période et que sa fiabilité est perdue. Il est clair que ceci est désavantageux.

Pour remédier à cet inconvénient, la présente invention se réfère à une pièce d'horlogerie électronique équipée d'une fonction de rechargement qui comprend un circuit de source de puissance avec une source primaire et une source secondaire, cette dernière destinée à stocker l'énergie fournie par la source primaire. Le circuit électronique comporte un circuit d'entraînement et un circuit oscillant apte à exciter le dispositif d'affichage. Un premier élément interrupteur est connecté à une boucle fermée de la source primaire et de la

source secondaire. Un second élément interrupteur est connecté à une boucle capable de relier la source secondaire au circuit électronique. De plus, la source primaire est connectée directement au circuit électronique. Quand la tension requise pour actionner le circuit électronique et la tension appliquée au circuit électronique sont désignées par V_2 et V_{ss} , le premier élément d'interrupteur est enclenché lorsque la relation $V_{ss} > V_2$ est réalisée et le second élément interrupteur est enclenché dans la situation représentée par le fait que la tension fournie par la source secondaire est plus grande que la dite tension V_{ss} .

On va passer maintenant à la description détaillée des éléments de l'invention.

A la fig. 1, on voit un schéma-bloc qui montre, de façon concise, la constitution de la pièce d'horlogerie selon l'invention. Une source primaire 101 fournit une énergie extérieure, telle que par exemple l'énergie solaire sous une forme emmagasinable. Une source secondaire 102 stocke l'énergie fournie par la source primaire. Comme la durée de la source secondaire détermine pratiquement la durée de vie du système, il est désirable d'utiliser, comme source secondaire, un élément électrolytique sans solution tel que par exemple une cellule à électrolyte solide ou un condensateur. Il est également possible d'utiliser une cellule électrolytique à solution, telle que par exemple une cellule à l'oxyde d'argent Ag_2O ou une cellule Ni-Cd. L'élément 103 est un interrupteur limiteur. Un circuit comparateur de tension 105 compare la tension V_{sc} de la source secondaire avec une tension de limite V_1 pour la source secondaire créée par un circuit générateur de tension de référence 104. Quand la relation des tensions prend l'allure

$$V_{sc} > V_1$$

l'interrupteur-limiteur 103 est enclenché et évite la surcharge de la source secondaire. Les éléments de résistance 106 et 107 sont utilisés pour fixer, de façon précise, la tension de résistance V_1 de la source secondaire.

Les deux différences de potentiel qui sont réellement fournies au circuit comparateur de tensions 105 sont différentes de V_{sc} et V_1 . L'une d'elles est obtenue par division de la différence de potentiel V_{sc} par la résistance des éléments 106 et 107. L'autre est fournie par le circuit 104 générateur d'une tension de référence. La valeur est obtenue en multipliant la tension de limite V_1 par un rapport de division qui est déterminé par les éléments de résistance 106 et 107. Ainsi le circuit comparateur 105 compare sensiblement V_{sc} avec V_1 .

Il est désirable que ces éléments de résistance présentent une résistance élevée, ayant, par exemple, plusieurs dizaines de mégohms, de façon à restreindre la dissipation d'énergie. De plus, il est désirable que le temps de fonctionnement du circuit comparateur de tension 105 soit comparé par une méthode d'échantillonnage, ceci dans le même but, c'est-à-dire d'éviter la dissipation d'énergie. Le circuit initialisateur 108 place le circuit limiteur 103 dans une position fixe quand la tension de la source primaire et la tension de la source secondaire sont inférieures à une tension de fonctionnement (V_{TH}) du circuit électronique (IC) introduit dans la pièce d'horlogerie. On trouvera plus loin une explication détaillée de cela. Le chiffre 109 désigne un interrupteur de charge. Un circuit comparateur de tension 110 compare la tension V_{ss} d'un circuit d'entraînement 119 avec une tension V_2 de manière à actionner un convertisseur électro-mécanique 121 en utilisant la tension issue du circuit générateur de tension de référence 104. Quand la relation entre les tensions devient $V_{ss} > V_2$, l'interrupteur de charge 109 est enclenché. De ce fait, l'énergie fournie par la source primaire 101 peut être di-

rigée sur la source secondaire 102 sans gaspillage et la vitesse de charge de la source secondaire est augmentée. Les éléments de résistance 111 et 112 règlent et fixent la tension V_2 et ces éléments doivent, de préférence, avoir une haute résistance afin d'éviter la dissipation d'énergie de la même manière que pour les éléments 106 et 107 mentionnés précédemment. De plus, la comparaison des tensions est également effectuée par échantillonnage.

Les circuits 113 et 114 qui évitent les courants de retour sont prévus pour éviter que l'énergie, stockée dans la source secondaire 102, soit dissipée à travers la source primaire quand cette dernière cesse de fournir de l'énergie. En général, on utilise une diode ou un transistor 113 et 114. L'interrupteur de décharge 115 est enclenché quand la tension V_{sc} de la source secondaire et comparée avec la tension V_{ss} du circuit d'entraînement par le circuit comparateur de tension 116. Quand la relation entre les tensions devient $V_{sc} > V_{ss}$, l'interrupteur de décharge 115 est actionné et la source secondaire 104 fournit l'énergie au circuit d'entraînement 119. Un circuit oscillant 117 crée un signal d'horloge pour le circuit électronique de la pièce d'horlogerie. Un circuit diviseur 118 divise le signal afin d'alimenter le circuit d'entraînement 119 avec des signaux ayant entre eux un intervalle convenable. Le convertisseur électro-mécanique 121 reçoit un signal du circuit diviseur 119 et, par une opération de conversion électro-mécanique, déplace les aiguilles du dispositif d'affichage 122. Quand un panneau d'affichage est employé à titre de dispositif d'affichage 122, le convertisseur électro-mécanique 121 effectue une conversion électro-optique. Le circuit détecteur d'arrêt des oscillations 120 fournit un signal capable de maintenir la sortie du circuit d'entraînement 119 au niveau H ou au niveau L, quand le circuit 117 cesse de fournir des oscillations. Ce système sera expliqué en détail plus loin. Un condensateur d'égalisation 123 absorbe les variations de charge du convertisseur électro-mécanique, mais il n'est pas indispensable pour le fonctionnement du système charge-décharge-stockage décrit ici.

Selon la construction susmentionnée, une fois que la source secondaire a été complètement déchargée et que le fonctionnement de la pièce d'horlogerie a cessé, comme l'interrupteur de charge 109 est dans l'état déclenché, l'énergie de charge fournie à la source primaire est appliquée directement au circuit oscillant 117 et au circuit entraîneur 119, de sorte que la pièce d'horlogerie électronique est actionnée immédiatement. Ainsi par exemple, dans le cas où la source primaire est une batterie solaire, la pièce d'horlogerie démarre aussitôt que cette batterie est irradiée par la lumière. De plus, comme l'interrupteur de décharge 115 n'est enclenché que quand la relation entre la tension V_{sc} de la source secondaire et la tension de mise en action V_{ss} du circuit électronique est $V_{sc} > V_{ss}$, il est possible d'utiliser l'énergie issue de la source primaire pour actionner la pièce d'horlogerie sans gaspillage jusqu'à ce que la source secondaire atteigne une tension correspondant à la tension prescrite. De plus, il est également possible de stocker de façon efficace tout excès d'énergie générée par la source secondaire.

On a indiqué ci-dessus les principes fondamentaux de l'invention. On va décrire maintenant les moyens mis en œuvre pour réaliser ces opérations d'une façon aussi fiable que possible.

On va tout d'abord parler des différents moyens qui sont prévus pour réaliser un circuit électronique dans lequel la source secondaire se trouve dans un état de fonctionnement voisin de 0 V et entre en action à partir d'une situation de non-fonctionnement, sans que le problème mentionné plus haut ne se pose quand le début de la charge se produit.

Pour commencer, on va décrire des moyens perfectionnés pour éviter la surcharge de la source secondaire par la source

primaire, c'est-à-dire un circuit limiteur amélioré. Pour réaliser cela, il est essentiel d'éviter un basculement erroné des transistors qui évitent la surcharge quand la tension de la source secondaire est inférieure au domaine d'utilisation du circuit. Prenons le cas où la source primaire est une batterie solaire. Comme méthode de chargement, non seulement l'énergie lumineuse mais également l'énergie thermique, ou l'énergie cinétique ou magnétique, peuvent être mises à contribution.

Dans les moyens prévus pour éviter la surcharge (désignés ci-après sous le nom de limiteur) des pièces d'horlogerie traditionnelles ayant une batterie solaire, l'état passant des transistors du limiteur devient instable quand la source secondaire a une tension inférieure aux tensions de fonctionnement du limiteur. En conséquence, la batterie solaire reste coupée puisqu'en principe, la batterie solaire est coupée quand la source secondaire est à une tension supérieure. En conséquence, dans cet état, le courant ne passe pas à la source secondaire bien que celle-ci puisse être chargée. Tout particulièrement dans des emplacements où la lumière est faible, la force électro-motrice de la batterie solaire est faible, de sorte que la source secondaire n'est pas chargée bien que la source primaire reçoive de la lumière pendant longtemps. Cette situation est la situation la plus fatalement désavantageuse d'un appareil ayant des moyens de rechargement. Jusqu'à maintenant, comme on n'avait pas prévu de moyens de prévention, l'utilisateur était forcé de recharger la batterie secondaire avant que celle-ci soit complètement déchargée, c'est-à-dire avant qu'elle prenne une tension inférieure à la tension de seuil.

Dans la forme d'exécution décrite, ce désavantage est éliminé comme on le voit avec le circuit de la fig. 2A. Dans cette figure, 201 représente une batterie solaire 203, 202 et 204 sont des résistances, 205 est un circuit générateur d'une tension de référence et 206 est un circuit comparateur de tension. 207 est un interrupteur-limiteur, 208 est une diode capable d'éviter les courants inverses et un circuit général 209 comporte d'autres éléments de circuit qui ne sont pas en liaison avec le limiteur. On voit dans ce schéma la source secondaire 210. La tension est divisée par les résistances 203 et 204. Elle varie en proportion de la tension de la source secondaire 210 et est fournie à une entrée du comparateur 206. L'autre entrée du comparateur 206 est connectée à une sortie du circuit générateur de tension de référence 205 qui n'est pas influencée par la variation de tension de la source secondaire et fournit une tension constante. Le comparateur 206 compare ses deux entrées et sa sortie est au potentiel inférieur quand la tension, divisée par les résistances, est supérieure à la tension de référence. Dans ce cas, il fait basculer le transistor 207 de l'interrupteur-limiteur. Par conséquent, quand la tension de la source secondaire atteint un niveau inférieur à la tension de fonctionnement du comparateur 206 et du circuit générateur 205, la tension de porte du transistor 207 est déplacée. Ainsi, la tension de porte du transistor 207 est tirée par la résistance 202, ce qui empêche le transistor 207 de basculer à l'état d'enclenchement. Si l'impédance de la résistance 202 est fixée à une valeur telle que la tension de porte du transistor ne passe pas à l'état d'enclenchement, cette résistance étant de plusieurs mégohms à plusieurs dizaines de mégohms, l'augmentation de la consommation de courant reste faible. Elle est de quelques nA à plusieurs dizaines nA.

De plus, on va expliquer un autre système de circuit revenant au même. Les éléments 211, 212, 213, 214 et 215 (fig. 2B) sont des transistors MOS-FET. L'élément 216 est une résistance, 208 est une diode qui évite les courants de retour de la source secondaire à la batterie solaire. 209 est le circuit général mentionné précédemment tandis que 210 est

une source secondaire. La caractéristique du transistor 214 est la même que le fonctionnement de l'élément 108 à la fig. 1. La théorie de fonctionnement du limiteur est la même que dans un limiteur traditionnel puisque le schéma du circuit, représenté à la fig. 2B, est le même que celui d'un circuit traditionnel.

On va décrire les principes fondamentaux de ce fonctionnement ci-après. La tension de la source secondaire est appliquée aux portes des transistors 211 et 212. Quand la tension de la source secondaire est augmentée, le courant dans la résistance 216 augmente proportionnellement au carré de la tension entre la source et la porte, tension qui sera désignée ci-après par le terme de tension de porte, du transistor 211. En conséquence, la tension de porte du transistor 213 augmente et le transistor 213 bascule à l'état d'enclenchement. La tension de porte du transistor 215 est alors augmentée et ce transistor est enclenché. La tension de la source secondaire, et capable de faire commuter à l'état d'enclenchement le transistor 215, est appelée la tension du limiteur et, ordinairement, afin de lui donner une valeur d'environ 1,8 à 2,0 V, la tension de seuil et le facteur mu de chaque transistor sont déterminés en conséquence. Il est désirable que la résistance de 216 soit variable afin de pouvoir ajuster la tension du limiteur en fin de fabrication. Ci-après, on va se référer au cas où la tension de la source secondaire passe à un niveau inférieur à la tension de seuil (V_{TH}) de chaque transistor. Dans ce cas, chacun des transistors 211, 212 et 213 est du type MOS-FET à enrichissement. Quand la tension de porte passe à un niveau inférieur à V_{TH} , il devient possible d'actionner le transistor et le potentiel à la porte du transistor 215 correspond à des conditions de flottement. En conséquence, même si la tension de la source secondaire 210 est réduite, il est nécessaire qu'au moins la caractéristique du transistor 214, connectée entre la porte du transistor 215 et l'électrode plus, soit déterminée de façon à garder une certaine impédance. De ce fait, la porte du transistor 215 est tirée sur le côté positif. Ainsi, on emploie des transistors de type MOS-FET à appauvrissement (depletion) pour le transistor 214, de sorte que le courant passe même quand la tension de porte est de 0 V. Il est également possible de remplacer le transistor 214 par une résistance, mais dans une configuration de circuit correspondant à la forme d'exécution décrite, un transistor est utilisé en lieu et place d'éléments résistants dans un but de polarisation.

Comme indiqué plus haut, cette forme d'exécution évite de façon certaine un court-circuit du limiteur à basse tension, c'est-à-dire lorsque la tension est de l'ordre de 0,6 V ou moins, en employant une configuration de circuit simple et cette réalisation est nouvelle. En conséquence, il devient possible d'asservir automatiquement un système de source de puissance à la condition qu'il soit prêt à charger même si la capacité mise en stock, dans la source secondaire, est épuisée et que la valeur de la tension corresponde à une situation de non-fonctionnement du limiteur. En second lieu, on va se référer maintenant aux moyens prévus pour éviter une perte d'énergie causée par le fait que la tension de la source secondaire est inférieure au voltage inférieur qui bloque l'oscillation du circuit oscillant, ceci en considérant une pièce d'horlogerie à affichage analogique utilisant des méthodes d'affichage traditionnelles.

Dans une pièce d'affichage électronique à affichage analogique traditionnel, on emploie un procédé d'affichage avec un entraînement par moteur, ce dernier jouant le rôle d'un convertisseur électro-mécanique qui est entraîné par un signal formé par le circuit d'entraînement. Des impulsions sont appliquées aux bornes du moteur désignées ci-après par O_1 , O_2 et cela de façon alternée, afin de commander un flip-flop FF dont l'état final change. En conséquence, dans l'état

où les oscillations sont arrêtées, si le potentiel de l'entrée du FF diffère de celui de la sortie, la différence de potentiel entre O_1 et O_2 devient apparente et un courant de plusieurs centaines de μA à plusieurs mA continue à passer dans le moteur aussi longtemps que les oscillations ne démarrent pas à nouveau. On considère en principe que la probabilité de cette situation est de l'ordre de 50%. Ainsi, quand l'oscillation est arrêtée pour quelque raison que ce soit, dans une pièce d'horlogerie sur deux, la source secondaire sera épuisée en peu de temps. Une pièce d'horlogerie telle que une pièce d'horlogerie électronique avec une batterie solaire doit nécessairement être entraînée à nouveau par recharge après que les oscillations se sont arrêtées. Dans une telle pièce d'horlogerie, il est nécessaire de limiter la décharge de la source secondaire de façon à permettre à la pièce d'horlogerie de redémarrer facilement. Selon la méthode d'entraînement d'un moteur traditionnel, comme le potentiel aux points O_1 et O_2 , lorsque les oscillations fonctionnent, est incertain, la création de l'énergie par la batterie solaire est épuisée entre O_1 et O_2 même si l'état de charge est réalisé, c'est-à-dire si le courant créé par la source primaire s'en va vers le moteur et il devient impossible de recharger la source secondaire.

Une forme d'exécution de la présente invention élimine ce défaut et la fig. 3A montre un schéma-bloc du circuit de principe réalisant cette condition. La fig. 3A montre les constituants minimum qui sont requis pour réaliser cette forme d'exécution. Ainsi, il s'agit d'un circuit simplifié en comparaison avec un circuit pratiquement réalisable. Dans la fig. 3A, 301 désigne un circuit oscillant, 302 un circuit diviseur, 303 un circuit entraîneur de moteur, 304 est un circuit détecteur d'arrêt d'oscillation et 305 est un moteur constituant un convertisseur électro-mécanique. Un signal de base de temps de 32 768 Hz, émis par le circuit 301, est divisé à un signal ayant une période de 2 sec par le circuit 302 et est différencié afin de fixer la largeur des impulsions dans le circuit entraîneur de moteur 303, ce circuit entraînant le moteur 305. La largeur des impulsions est déterminée par un signal d'horloge sortant du circuit diviseur 302 et elle est généralement de 6 à 7 msec. Lorsque l'oscillation cesse, la sortie du circuit détecteur d'arrêt 304 bascule et commande les conditions de fonctionnement du circuit entraîneur de moteur 303.

On va maintenant expliquer en détail les principes de l'invention sur la base du circuit détecteur 304 et du circuit entraîneur 303 de la fig. 3A.

La fig. 3B représente la réalisation du circuit détecteur d'arrêt des oscillations. 306 représente la sortie du signal de base de temps à 32 768 Hz provenant du circuit oscillant et ce signal entre à une borne de la porte OR EXCLUSIVE 312 (que l'on appellera ci-après l'EXOR) par l'intermédiaire des inverseurs 310 et 311. Ce signal est directement connecté à l'autre entrée de la porte EXOR. Un signal 307, qui passe à travers l'inverseur 311, subit un retard par l'effet de l'inverseur en conséquence du fait que la sortie 308 de l'EXOR 312 a une forme d'onde ayant une fréquence de 65 536 Hz, c'est-à-dire une fréquence doublée par rapport à la sortie 306. La relation de phase au cours de cette opération est indiquée par la table de la fig. 3C. Les chiffres de référence dans cette fig. 3C désignent les formes d'onde de chacun des signaux qui sont indiqués par le même numéro à la fig. 3B. A la fig. 3B, quand le signal 308 est au niveau haut (H), une diode 313 bascule vers l'avant. Ainsi, une charge électrique est stockée dans un condensateur 315 et une ligne de signal 309 indique le niveau H. La charge électrique stockée se décharge toujours à travers une résistance 314 qui est tirée vers le potentiel inférieur V_{ss} , mais, en fixant une constante de temps élevée CR au condensateur 315, qui a une capacité de l'ordre de l'OPF, alors que la résistance 314 est de l'ordre

de 10 M Ω , alors le cycle du signal 308, qui est un signal de charge électrique, devient supérieur au signal de décharge et le niveau H se maintient dans la ligne de signal 308. Le chiffre 309' à la fig. 3C indique une forme d'onde que l'on trouve à la tension de borne du condensateur 315. Ainsi, quand l'oscillation est maintenue et le signal 306 reste au niveau H ou au niveau L, le signal 308 se maintient nécessairement au niveau L. Ainsi, la diode 313 bascule vers l'arrière et le condensateur 315 n'est pas chargé. Ensuite, le courant passe dans la résistance 314 et la ligne de signal 309 se maintient au niveau L. De cette manière, un circuit qui indique le niveau L quand l'oscillation cesse et qui indique le niveau H pendant que l'oscillation fonctionne, peut être réalisé. De plus, afin de perfectionner les performances du circuit, il est nécessaire de mettre en forme l'onde du signal 309 par un inverseur et de stabiliser la constante de temps lors de la charge et lors de la décharge. De plus, comme la commande par une diode fait perdre une grande valeur de tension (de 0,3 à 0,6 V), il est préférable d'utiliser une porte de transmission. Dans ce paragraphe, on a omis la description de ce circuit afin de simplifier, mais en principe la réalisation de ce circuit ne pose pas de problème.

Maintenant, on se réfère au circuit d'entraînement du moteur. La fig. 3D montre un exemple d'un circuit entraîneur de moteur selon la présente invention tandis que la fig. 3E est une table de temps montrant le fonctionnement du circuit de la fig. 3D. Dans la fig. 3D, 316 est un signal de 0,5 Hz provenant du circuit diviseur. 317 est un signal de 128 Hz provenant du circuit diviseur et 318 montre la sortie du circuit de détection de l'arrêt des oscillations, la forme d'onde étant convenablement programmée. En premier lieu, quand le signal 316 est différencié sur le front montant de L à H par le signal 317, puis délivré à la porte NAND 323 et de nouveau différencié sur son front tombant de H à L par le signal 317 et délivré NAND 324. En conséquence, le courant d'impulsion passe au moteur 305 une fois par seconde dans les deux directions alternées, ce qui déplace les aiguilles de la pièce d'horlogerie. Le fonctionnement est le même que celui d'un circuit entraîneur traditionnel. Si le signal 318 est constamment au niveau H, on a à faire à un circuit d'entraînement traditionnel. Ainsi par exemple, si l'oscillation est arrêtée quand le signal 318 est maintenu au niveau H et si, de plus, le signal 316 ainsi que la sortie Q du flip-flop de type T 322 sont maintenus au niveau L, alors la sortie de la porte NAND 323 passe au niveau H et la sortie de la porte NAND 324 passe au niveau L. En plus, ces sorties sont amplifiées par les entraîneurs 325 et 326 et en conséquence ils subissent un courant élevé qui passe dans le moteur 305. Cependant, conformément à l'invention, quand l'oscillation cesse, le signal 318 passe au niveau L et les portes NAND 323 et 324 sont empêchées de fonctionner. Alors, les bornes du moteur 319 et 320 passent toutes les deux au niveau L et le courant ne passe pas dans le moteur. Le signal 318 commande la sortie du circuit différenciateur formé de l'inverseur 321, du flip-flop 322 et des portes NAND 323 et 324. Pour rendre les points O_1 et O_2 au même potentiel, on considère un autre circuit, dans lequel les entraîneurs 325 et 326 peuvent être remplacés par une porte NAND ou par une porte fonctionnant sous l'effet d'un signal d'horloge. La sortie du circuit différenciateur est commandée par le signal 318. Dans ce cas, on obtient le même effet. C'est-à-dire que dans ce cas, on a à faire à une autre forme d'exécution de l'invention. En variante, on peut dire qu'il est possible de fixer le signal 316 au niveau L et le flip-flop 322 au niveau H. La fig. 3E est la table de temps qui montre ce système de commande. Dans cette fig. 3E, 316' représente un signal ayant une forme d'onde à 0,5 Hz. 317' est un signal de 128 Hz ayant une forme ondulatoire. 318' est la forme d'onde d'un signal sortant du

détecteur d'arrêt d'oscillation, tandis que 319' et 320' sont des signaux de sortie des entraîneurs 325 et 326 de la fig. 3D. Les zones hachurées dans les signaux 316' et 317' indiquent que la situation de ces signaux est incertaine entre l'état H et l'état L du fait de l'arrêt de l'oscillation. Comme on peut le voir à la fig. 3D, si la durée d'arrêt d'oscillation se prolonge, les bornes 319 et 320 sont au niveau L. Dans un circuit de pièce d'horlogerie pratique, du fait que l'on utilise une mise à la masse du potentiel V_{DD} correspondant à une logique négative, les sorties O_1 et O_2 sont usuellement à l'état H et l'état actif est L. Cependant ici, on décrit à titre d'explication le fonctionnement du circuit sur la base d'une logique positive.

Conformément à la construction décrite ci-dessus, il est possible d'arrêter la consommation d'énergie du moteur dans l'état de non-fonctionnement du circuit électronique, de sorte qu'il est possible d'accélérer la charge du stockage dans la batterie secondaire par l'énergie de charge de la source primaire même si le circuit électronique est en condition de non-fonctionnement, lorsque la source secondaire est proche de 0 V. Ainsi, la période de temps jusqu'au démarrage du fonctionnement de la pièce d'horlogerie peut être raccourcie en utilisant la source secondaire.

La fig. 4 illustre un exemple montrant le système charge-stockage-décharge indiqué dans le schéma-bloc de la fig. 1. Dans le circuit de la fig. 4, on voit une batterie solaire 401, qui est utilisée comme source primaire, et une capacité à double couche 402 de large capacité utilisée comme source secondaire. 403 est un interrupteur-limiteur, 404 est un interrupteur de charge et 405 est un interrupteur de décharge. On utilise un transistor MOS pour chacun des interrupteurs de sorte que ces interrupteurs empêchent la dissipation de l'énergie. 406 et 407 sont des diodes qui empêchent les courants inverses. 408 est un circuit électronique qui comporte le circuit entraîneur susmentionné. De plus, 408 comporte un circuit oscillant 409 qui actionne un oscillateur à cristal de quartz ainsi qu'un circuit diviseur et les autres éléments de circuit requis. 410 est une bobine pour la mise en action d'un moteur et 411 est une capacité pour égaliser les variations de charge du moteur. Cette capacité est de l'ordre de quelques μF . La relation de fonctionnement entre les composants de ce circuit est la même que celle de la fig. 1 et on évitera de les décrire en détail.

Dans la forme d'exécution mentionnée ci-dessus, les états d'enclenchement et de déclenchement des interrupteurs de charge sont commandés par comparaison des tensions de fonctionnement V_{SS} du circuit électronique avec la tension V_2 requise pour actionner le circuit électronique en utilisant le comparateur. Pour réaliser le fonctionnement du circuit électronique de façon plus sûre, il est également possible de commander l'interrupteur de charge en faisant entrer la sortie du circuit détecteur d'arrêt d'oscillation 120 et la sortie du comparateur à une porte AND et en utilisant la sortie de cette porte AND. Ensuite, en se référant à une forme d'exécution dans laquelle le circuit détecteur d'arrêt d'oscillation 120 est utilisé, on va parler rapidement de la description de ce circuit. La fig. 5 illustre une pièce d'horlogerie électronique à batterie solaire. Ses éléments principaux sont représentés. La fig. 6 illustre le circuit détecteur de l'arrêt des oscillations dans la pièce d'horlogerie.

La batterie solaire 501 fournit la puissance au circuit de la pièce d'horlogerie 502 et à la batterie secondaire 503, de sorte qu'il existe une boucle de charge passant à travers la diode 504, destinée à éviter les courants inverses. La porte de transmission 505 est connectée en série entre les sources de puissance du circuit 502 et la batterie secondaire 503. Le signal de commande 513 sort du circuit détecteur d'arrêt d'oscillation 502. Dans ce circuit, comme on le voit à la

fig. 6, un signal de référence est fourni par un circuit 508 à une porte de transmission 506 et un signal d'inversion est fourni par un inverseur 509 à une porte de transmission 507, ce dernier fonctionnant comme signal de commande commandant la boucle charge-décharge à travers les condensateurs 510, 511 et une résistance 512.

On décrira le fonctionnement ci-après. Dans l'état d'arrêt des oscillations, la sortie du circuit oscillant 508 est maintenu au niveau H ou au niveau L, de sorte que, soit la porte de transmission 506, soit la porte 507, est maintenue à l'état ouvert. La charge électrique du condensateur 11 se décharge à travers la résistance 512 et le signal de commande 513 passe au niveau L (niveau V_{SS}). En conséquence, la sortie de la porte AND 514 passe au niveau L et la porte de transmission 505 passe à l'état fermé, ce qui permet à la batterie secondaire 503 et au circuit de pièce d'horlogerie 502 d'être à l'état non conducteur. En conséquence, quand la batterie solaire est irradiée dans cet état du circuit, une haute tension est produite dans le circuit de pièce d'horlogerie 502 même si la batterie secondaire 503 est à l'état de 0 V.

Une fois que l'oscillation a démarré, la sortie 513 du circuit détecteur d'oscillation passe à l'état H. Cependant, comme la sortie 515 de la batterie secondaire est connectée par son entrée à la porte AND 514, la porte de transmission 505 bascule à l'état d'enclenchement pour la première fois quand la tension de la batterie secondaire passe au-dessus d'une tension prédéterminée. De plus, afin de charger la batterie secondaire, on doit considérer l'existence de certains moyens de circuit, tels qu'une résistance provoquant le basculement de la porte de transmission 505 à l'état conducteur pour un niveau élevé, afin de charger la batterie secondaire petit à petit. Le fonctionnement de l'interrupteur est répété de façon intermittente, afin de charger la batterie secondaire ou bien on peut prévoir un autre chemin de charge. Dans tous les cas, il est nécessaire d'avoir un signal d'horloge de référence afin d'alimenter un circuit logique. Ainsi, conformément à l'invention, une fois qu'une haute tension a été créée dans le circuit de pièce d'horlogerie, l'oscillation commence et on peut effectuer la commande de la source de puissance de façon différenciée.

Ainsi, selon la présente invention, la pièce d'horlogerie fonctionne immédiatement après que l'irradiation a commencé quand le niveau de tension de la source secondaire est bas. En conséquence, il est possible d'utiliser la pièce d'horlogerie avec une batterie solaire de façon fiable, même dans des circonstances d'urgence. En cas de stockage dans une bijouterie, même si la batterie secondaire se décharge pendant la mise en exposition, le fonctionnement de la pièce d'horlogerie peut être démontré immédiatement par irradiation de la pièce. Ainsi, le client peut avoir confiance dans sa pièce d'horlogerie et il n'est pas nécessaire qu'il achète une autre montre de qualité inférieure à titre de renfort. Par suite des développements récents dans les pièces d'horlogerie, comme par exemple la tendance à des pièces d'horlogerie de petites dimensions et de faible épaisseur, on en vient à diminuer la capacité des batteries secondaires, de sorte qu'une pièce d'horlogerie ayant une batterie solaire devient particulièrement efficace.

Enfin, dans le cas où une pièce d'horlogerie est abandonnée pour longtemps dans un emplacement sombre, la batterie secondaire se trouve automatiquement à l'état ouvert au moment où les oscillations s'arrêtent, ce qui évite une consommation de courant non nécessaire par le circuit de la pièce d'horlogerie. En effet, comme la décharge de la batterie secondaire s'arrête en réponse à l'arrêt du fonctionnement de la pièce d'horlogerie, la période de charge peut être réduite lors du rechargement.

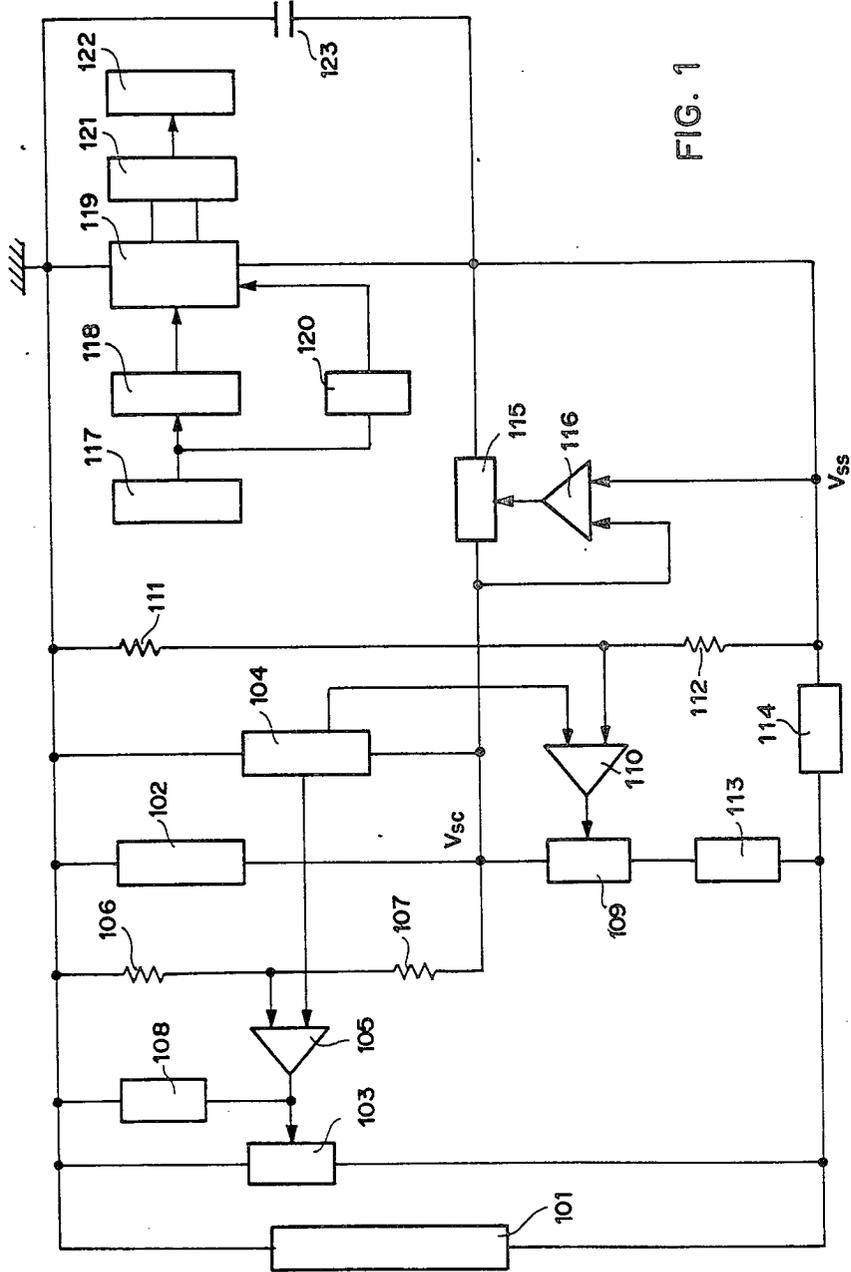


FIG. 1

FIG. 2a

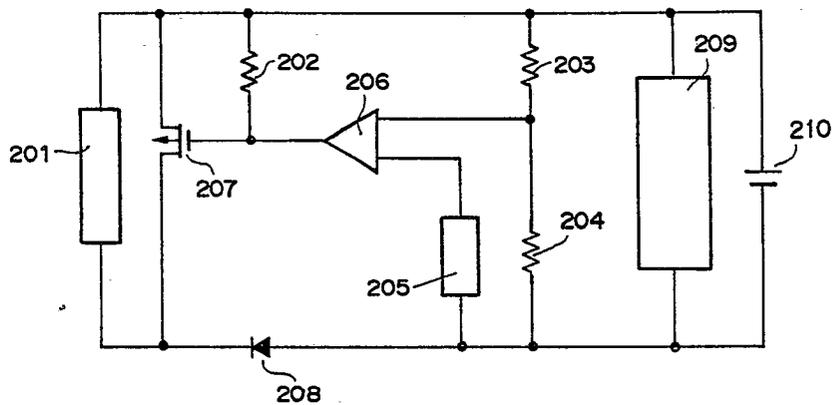


FIG. 2b

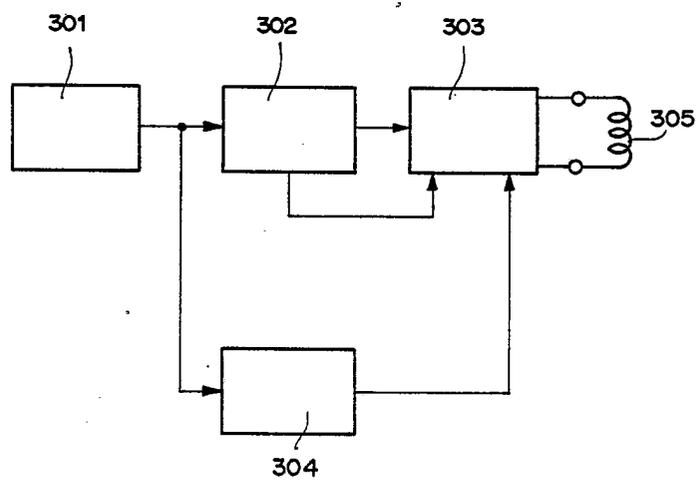
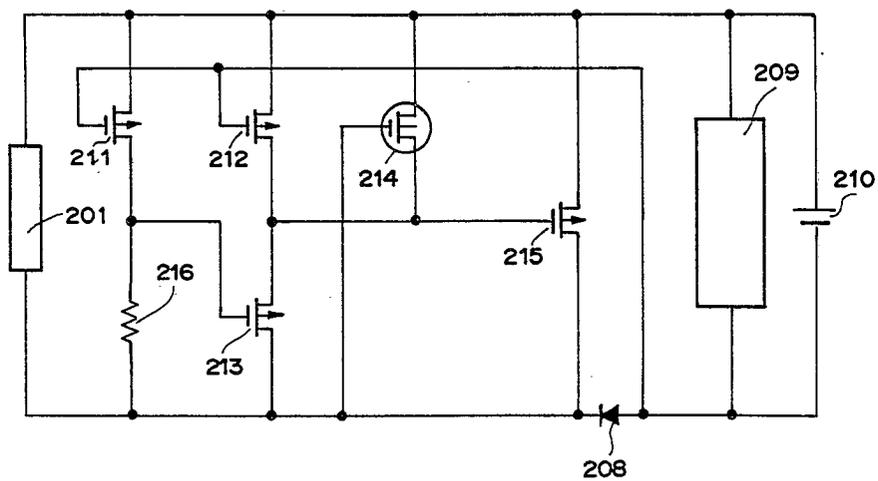


FIG. 3a

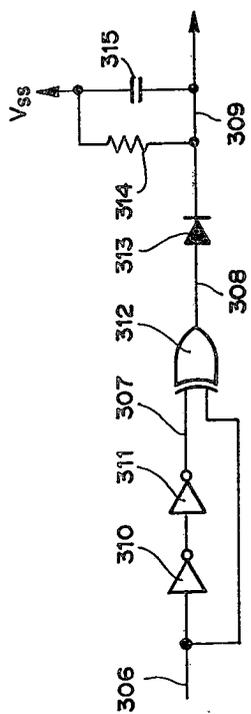
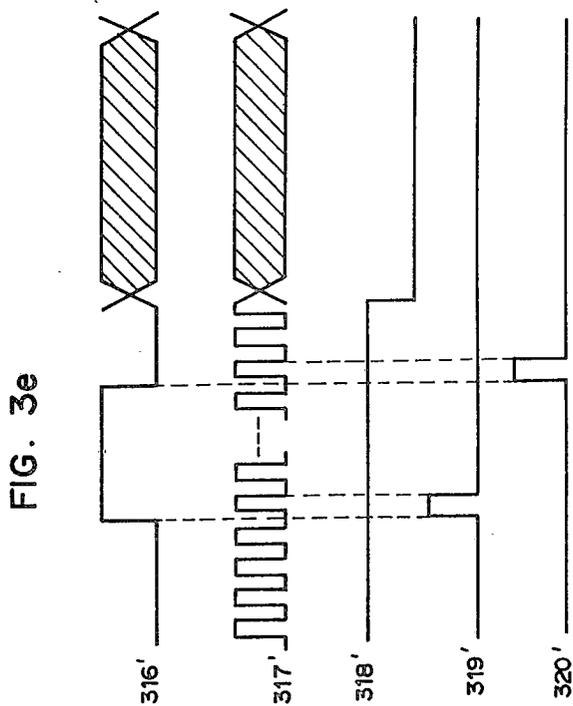
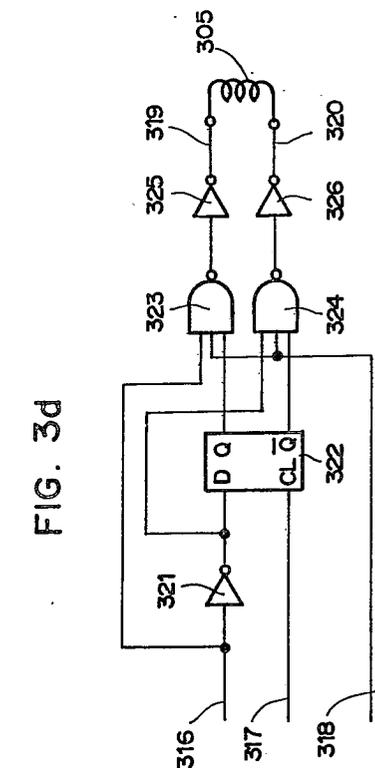


FIG. 3b

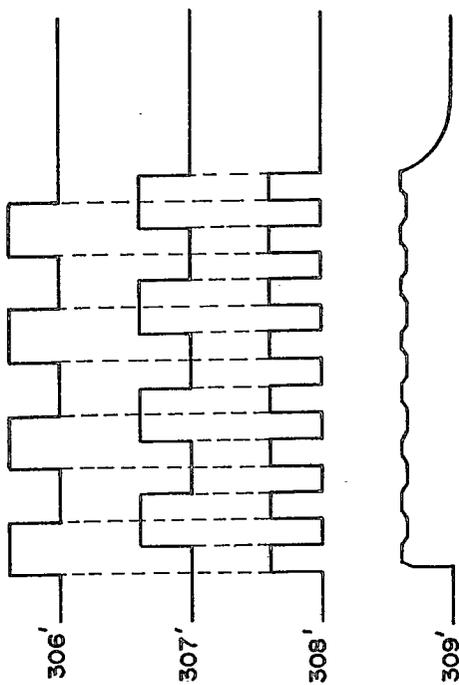


FIG. 3c

FIG. 4

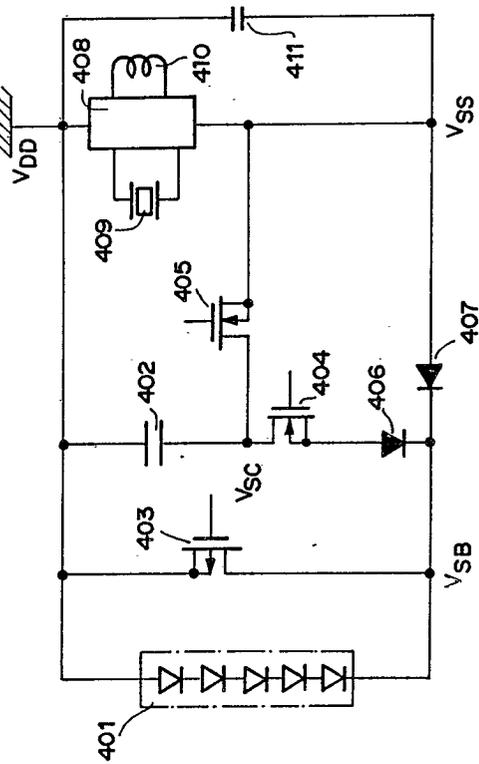


FIG. 6

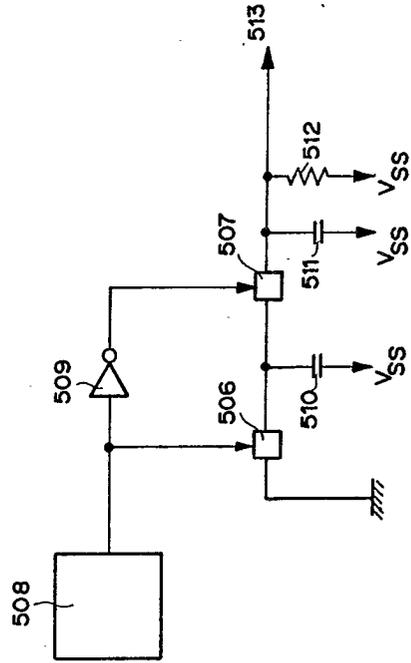


FIG. 5

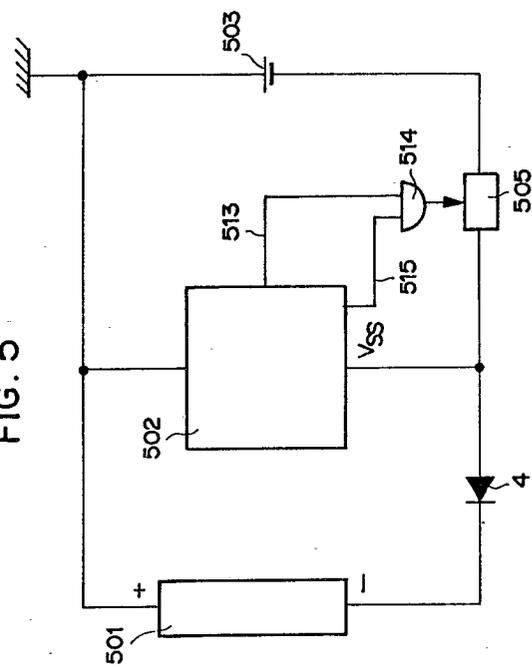


FIG. 7

