



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

11

617 058 G

21 Numéro de la demande: 8851/77

71 Requérant(s):
Jean-Claude Berney S.A., Epalinges

22 Date de dépôt: 18.07.1977

72 Inventeur(s):
Jean-Claude Berney, Epalinges

42 Demande publiée le: 14.05.1980

74 Mandataire:
Ammann Patentanwälte AG Bern, Bern

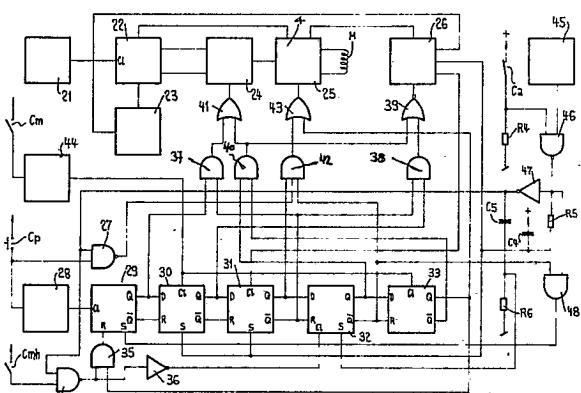
44 Fascicule de la demande
publié le: 14.05.1980

56 Rapport de recherche au verso

54 Pièce d'horlogerie électronique.

57 La pièce d'horlogerie électronique comporte un système comprenant une mémoire (26) contenant l'information nécessaire pour effectuer l'ajustement de la fréquence, en tant que fonction auxiliaire. Des organes de commande (C_p , C_m) permettent de mémoriser l'information correspondante à la valeur de la correction de fréquence à effectuer en envoyant dans la mémoire (26) des impulsions délivrées par le circuit d'alimentation (4) du moteur (M), le nombre de ces impulsions étant égal au nombre d'impulsions motrices reçues par le moteur entre deux positions déterminées de l'aiguille des secondes. Les organes de commande permettent également de bloquer momentanément le moteur lorsque l'aiguille des secondes indique une des positions correspondant au contenu de l'information, afin d'afficher cette information.

Il est également prévu de visualiser à l'aide de l'aiguille des secondes des informations telles que l'heure d'alarme ou la date.





RAPPORT DE RECHERCHE RECHERCHENBERICHT

Demande de brevet No.:
Patentsuch Nr.:

8851/77

I.I.B. Nr.:

HO 12 691

Documents considérés comme pertinents Einschlägige Dokumente

Catégorie Kategorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes. Kennzeichnung des Dokuments, mit Angabe, soweit erforderlich, der massgeblichen Teile	Revendications concernées Betrifft Anspruch Nr.
A	<p><u>FR - A - 2 256 460 (CITIZEN WATCH CO LTD.)</u></p> <p>* page 1, lignes 4 à 33; figure 8 *</p> <p>_____</p>	4

Domaines techniques recherchés Recherchierte Sachgebiete (INT. CL.²)

G 04 C 17/00
G 04 C 3/00
G 04 C 9/00
G 04 C 21/16
G 04 C 21/34

**Catégorie des documents cités
Kategorie der genannten Dokumente:**
X: particulièrement pertinent
von besonderer Bedeutung
A: arrière-plan technologique
technologischer Hintergrund
O: divulgation non-écrite
nichtschriftliche Offenbarung
P: document intercalaire
Zwischenliteratur
T: théorie ou principe à la base de
l'invention
der Erfahrung zugrunde liegende
Theorien oder Grundsätze
E: demande faisant interférence
kollidierende Anmeldung
L: document cité pour d'autres raisons
aus andern Gründen angeführtes
Dokument
&: membre de la même famille, document
correspondant
Mitglied der gleichen Patentfamilie;
ubereinstimmendes Dokument

Etendue de la recherche/Umfang der Recherche

Revendications ayant fait l'objet de recherches
Recherchierte Patentansprüche:

ensemble

Revendications n'ayant pas fait l'objet de recherches
Nicht recherchierte Patentansprüche:

Raison:
Grund:

Date d'achèvement de la recherche/Abschlussdatum der Recherche

Examinateur I.I.B./I.I.B Prüfer

14 février 1978

REVENDICATIONS

1. Pièce d'horlogerie électronique alimentée par une source d'énergie électrique comportant des moyens produisant des impulsions d'horloge d'une première fréquence, une aiguille des secondes, des moyens d'entraînement de ladite aiguille des secondes en réponse auxdites impulsions d'horloge, des moyens de mémorisation de données, des moyens pour effectuer au moins une fonction auxiliaire en réponse auxdites données mémorisées et des organes de commande, caractérisée par le fait qu'elle comprend des moyens de commande (16, 17, 18) qui, en réponse à un signal produit par une action manuelle sur lesdits organes de commande (Cp), agissent sur lesdits moyens d'entraînement (3, 4) pour commander le déplacement de ladite aiguille des secondes jusqu'à une position indicative desdites données mémorisées.

2. Pièce d'horlogerie selon la revendication 1, caractérisée par le fait que lesdits moyens de commande réagissent à un premier signal de positionnement produit manuellement, pour commander, par l'intermédiaire desdits moyens d'entraînement, le déplacement de l'aiguille des secondes dans une position désirée et à un second signal, produit manuellement, pour introduire dans lesdits moyens de mémorisation (6, 7) les données correspondant à ladite position désirée.

3. Pièce d'horlogerie selon la revendication 2, comportant des moyens de mesure du temps réel en réponse auxdites impulsions d'horloge, caractérisée par le fait que les moyens pour effectuer une fonction auxiliaire comprennent des moyens (10, 11) pour produire un signal d'alarme en réponse à un signal de comparaison et des moyens (8, 9) pour produire ledit signal de comparaison lorsque le temps réel est identique aux données mémorisées.

4. Pièce d'horlogerie selon la revendication 2, caractérisée par le fait que lesdits moyens produisant des impulsions d'horloge (1, 2) comprennent des moyens (2) de division de la fréquence d'un signal de haute fréquence et par le fait que lesdits moyens pour effectuer une fonction auxiliaire comprennent des moyens (23) pour ajuster le taux de division desdits moyens de division de fréquence en réponse auxdites données mémorisées.

5. Pièce d'horlogerie selon la revendication 4, caractérisée par le fait que lesdits moyens pour effectuer une fonction auxiliaire comprennent des moyens (45) pour produire un signal de détection de niveau de tension en réponse au niveau de tension de ladite source d'énergie et par le fait que lesdits moyens de commande réagissent audit signal de détection de niveau de tension pour commander, par l'intermédiaire desdits moyens d'entraînement, le déplacement de ladite aiguille des secondes dans ladite position indicative.

6. Pièce d'horlogerie selon la revendication 5, comportant des moyens (Ca) pour produire un signal d'enlèvement de la source d'énergie avant l'enlèvement de ladite source et un signal de mise en place de la source après le montage de ladite source, caractérisée par le fait que lesdits moyens de commande réagissent audit signal d'enlèvement de la source d'énergie pour commander, par l'intermédiaire desdits moyens d'entraînement, le déplacement de ladite aiguille des secondes dans ladite position indicative et audit signal de mise en place de la source d'énergie pour introduire dans lesdits moyens de mémorisation les données correspondant à ladite position indicative.

7. Pièce d'horlogerie selon la revendication 5, caractérisée par le fait que lesdits moyens d'entraînement comprennent un moteur pas à pas (M) réagissant aux impulsions motrices pour entraîner ladite aiguille des secondes, des moyens pour produire lesdites impulsions motrices en réponse auxdites impulsions d'horloge et des moyens pour commander le niveau de puissance desdites impulsions motrices en réponse audit signal de détection de niveau de tension.

8. Pièce d'horlogerie selon la revendication 7, caractérisée par le fait que lesdits moyens de commande du niveau de puissance comprennent des moyens pour produire des impulsions rectangu-

laires d'une seconde fréquence de valeur plus élevée que celle de ladite première fréquence et des moyens pour combiner lesdites impulsions rectangulaires et lesdites impulsions d'horloge en réponse audit signal de détection de niveau de tension.

9. Pièce d'horlogerie selon la revendication 1, caractérisée en ce que lesdits moyens de commande comprennent, en outre, des moyens de rattrapage (18, 5, 7) qui, en réponse auxdites impulsions d'horloge, agissent sur lesdits moyens d'entraînement (3, 4) pour commander périodiquement le déplacement de l'aiguille des 10 secondes d'un tour complet.

15 La présente invention a pour objet une pièce d'horlogerie électronique alimentée par une source d'énergie électrique comportant des moyens produisant des impulsions d'horloge d'une première fréquence, une aiguille des secondes, des moyens d'entraînement de ladite aiguille des secondes en réponse auxdites impulsions d'horloge, des moyens de mémorisation de données, des moyens pour effectuer au moins une fonction auxiliaire en réponse auxdites données mémorisées et des organes de commande.

20 25 30 35 Les montres à quartz analogiques les plus simples comportent un circuit intégré groupant un oscillateur, un diviseur de fréquence, un circuit d'alimentation du moteur et un circuit de commande et de mise à l'heure, un résonateur à quartz, une source électrique d'alimentation, un moteur généralement du type pas à pas entraînant le rouage d'affichage de l'heure et des moyens de mise à l'heure comportant généralement un contact solidaire de la tige pour commander la mise à zéro du diviseur et l'arrêt du moteur.

Certaines montres plus sophistiquées comportent également 35 un deuxième contact actionné par la tige de mise à l'heure ou par un poussoir séparé permettant de commander certaines fonctions supplémentaires du circuit.

40 Une de ces fonctions consiste à ajouter ou supprimer des impulsions au moteur pour effectuer une mise à l'heure fine.

45 Une autre fonction connue consiste en une mise à l'heure rapide. Le circuit comporte alors deux compteurs par 60 et des moyens pour maintenir ces deux compteurs à égalité. Le premier compteur est préalablement synchronisé sur l'aiguille des secondes. L'autre compteur sert de référence. Lorsqu'on actionne 50 le poussoir, le compteur de référence est mis à zéro, et les moyens prévus ramènent le compteur minute à égalité avec le compteur de référence en ajoutant ou supprimant des impulsions au moteur. En pressant au top horaire, il est ainsi possible de corriger automatiquement des écarts de ± 30 s.

55 50 Certaines montres comportent un troisième contact, solidaire du rouage, permettant de détecter une position angulaire déterminée de celui-ci, par exemple la position 0 de l'aiguille des secondes. Ce contact permet de synchroniser automatiquement un compteur minute dans le système cité ci-dessus. Il permet également de détecter et corriger des erreurs de comptage du moteur dues à des chocs ou à toute autre cause.

Certaines montres comportent également un système pour détecter et afficher l'insuffisance de tension de la source électrique d'alimentation.

60 65 Certaines montres comportent également des circuits internes au circuit intégré pour effectuer une fonction auxiliaire en relation avec une information délivrée à leurs entrées, par exemple un système pour programmer une heure d'alarme ou un système d'inhibition permettant l'utilisation de quartz dont la fréquence est différente de la fréquence théoriquement nécessaire. Ces systèmes comportent un circuit d'ajustement de la fréquence des signaux de sortie du diviseur qui agissent, selon les cas, en présélectionnant le taux de division du diviseur, ou en ajoutant ou

supprimant des impulsions à l'entrée d'un ou plusieurs étages du diviseur à des intervalles de temps déterminés. Ce circuit d'ajustement peut être programmé par des bornes du circuit intégré, réservées à cet effet, ou par l'intermédiaire de mémoires internes de type ROM ou RAM.

Les mémoires de type ROM ne peuvent être programmées qu'une seule fois, et ne peuvent donc pas s'adapter à des variations ultérieures de la fréquence du quartz comme le vieillissement.

Les mémoires de type RAM, au contraire, peuvent être reprogrammées. Cependant, leur programmation nécessite des appariages relativement complexes, car il n'est pas possible, dans les systèmes connus, de connaître l'état de la mémoire et de la reprogrammer en conséquence par des moyens simples.

Les mémoires de type RAM ont, de plus, le défaut de perdre leur état lorsque la tension d'alimentation disparaît. Un système connu consiste à utiliser un accumulateur tampon. Malheureusement, les accumulateurs miniatures connus actuellement sont peu fiables et, de toute manière, l'information ne peut être conservée que pendant une durée limitée.

Le but de la présente invention est un système applicable à une montre ayant des circuits de fonctions auxiliaires, système qui permet de consulter et de programmer manuellement la mémoire depuis l'extérieur de la montre, ainsi que de mémoriser l'état de cette mémoire en cas d'absence de tension d'alimentation, aussi longtemps que nécessaire.

Pour atteindre ce but, la pièce d'horlogerie selon l'invention est caractérisée par le fait qu'elle comprend des moyens de commande qui, en réponse à un signal produit par une action manuelle sur lesdits organes de commande, agissent sur lesdits moyens d'entraînement pour commander le déplacement de ladite aiguille des secondes jusqu'à une position indicative desdites données mémorisées.

L'invention va être décrite plus en détail ci-dessous à l'aide du dessin dans lequel :

la fig. 1 est une représentation schématique d'un mouvement de pièce d'horlogerie selon l'invention ;

la fig. 2 est un schéma-bloc d'un circuit selon l'invention permettant de programmer une heure d'alarme ;

la fig. 3 est un schéma-bloc d'un circuit selon l'invention permettant de programmer un trimmer électronique d'ajustement de la fréquence ;

la fig. 4 est un schéma-bloc d'un détecteur d'insuffisance de tension d'alimentation, selon l'invention ;

la fig. 5 est un schéma-bloc d'un circuit selon l'invention permettant de découper à haute fréquence les impulsions motrices selon un rapport variable, et

la fig. 6 est un schéma-bloc d'un décodeur synchrone avec l'aiguille des secondes, selon l'invention.

La fig. 1 représente schématiquement, à titre d'exemple, un mouvement de pièce d'horlogerie selon l'invention. Cette montre comporte un résonateur encapsulé Q, une source électrique d'alimentation Sa, un moteur M de type pas à pas actionné par une bobine et entraînant le rouage R et, par son intermédiaire, des aiguilles d'affichage de l'heure, l'aiguille des secondes étant seule représentée. Elle comprend également des moyens de commande et de mise à l'heure comportant la tige de mise à l'heure MH actionnant le contact Cmh et le poussoir P actionnant le contact Cp, ainsi que le circuit intégré CI relié aux autres éléments par un circuit de liaison imprimé ou à film épais. La tige de mise à l'heure MH possède au moins une position axiale déterminée, dans laquelle elle engrenne des moyens mécaniques de mise à l'heure ou de mise à la date, non représentés. Cette montre comporte également, dans certains cas, un contact minute Cm solidaire d'une came entraînée par le rouage et agencée de manière que le contact Cm se ferme une fois par minute lorsque l'aiguille des secondes arrive sur la position 0, et une bride de contact Ca reliant un pôle de la source électrique d'alimentation à

un point du circuit de liaison et agencée de manière à devoir être mise en place après la bride de pile et retirée avant la bride de pile. Ces différents éléments sont utilisés au moins en partie dans les circuits des figures suivantes.

Le schéma de la fig. 2 représente un circuit d'une montre selon l'invention permettant de programmer une heure d'alarme. Ce paramètre est en effet l'un des plus intéressants auquel un utilisateur peut avoir à recourir. Il est bien évident que, pendant la programmation de l'alarme, l'heure doit être mémorisée et restituée à la fin de celle-ci, afin qu'il ne s'ensuive aucune perturbation de l'affichage horaire. Le système décrit ne comporte pas de moyen de détection permettant d'établir automatiquement la relation entre l'heure affichée et le contenu des compteurs horaires. Cette relation doit donc être établie lors du processus de programmation. Il est également important que l'utilisateur puisse à tout moment visualiser l'heure d'alarme qu'il a programmée.

Le circuit de la fig. 2 comprend l'oscillateur à quartz 1 relié à l'entrée du diviseur 2. Une première sortie de ce diviseur 2 est reliée à une première entrée du commutateur 3 et à l'entrée d'horloge avant du compteur-décompteur 5, lequel divise par 64. Une deuxième sortie du diviseur 2 est branchée sur une deuxième entrée du commutateur 3 dont la sortie est appliquée à une première entrée du formateur d'impulsions motrices 4. Le diviseur 2 comprend encore deux autres sorties ; l'une est appliquée à une première entrée du circuit d'alarme 11, l'autre est reliée à une deuxième entrée du formateur 4. Deux sorties de ce formateur 4 alimentent la bobine du moteur M, alors que sa troisième sortie est branchée sur l'entrée d'horloge arrière du compteur 5, sur une première entrée du circuit de suppression 9 et sur l'entrée d'horloge du compteur 7, lequel divise par 60. La sortie de ce compteur 7 est reliée par le condensateur C1 à la première entrée de la porte ET 12 et à la première entrée de la porte OU 13, lesdites entrées étant reliées à la masse par la résistance R1. Cette même sortie du compteur 7 est encore appliquée à l'entrée du compteur 35 par douze 8, dont la sortie est branchée sur la deuxième entrée du circuit de suppression 9. La sortie de ce dernier est reliée à l'entrée d'horloge du compteur par soixante 6, dont la sortie est reliée par le condensateur C2 à la deuxième entrée de la porte 12, entrée qui est également reliée à la masse par la résistance R2. La sortie de la porte 12 est appliquée à l'entrée d'horloge du flip-flop 10 de type D, dont la sortie commande la deuxième entrée du circuit d'alarme 11. La sortie de ce circuit 11 est branchée à un quelconque dispositif d'émission sonore HP, représenté sur la figure par un haut-parleur. Le contact Cp solidaire du poussoir P est relié aux premières entrées des portes ET 14 et 15, ainsi qu'à l'entrée d'horloge du flip-flop 17 de type D, monté en diviseur par 2. La sortie qui décode l'état 3 du compteur 5 est appliquée à la deuxième entrée de la porte 14, dont la sortie est branchée sur l'entrée d'horloge du flip-flop 16 de type D. La sortie Q de ce 50 FF 16 est reliée à la deuxième entrée de la porte 15, dont la sortie est appliquée à la première entrée de la porte NON-OU 19. Cette sortie Q du FF 16 est encore reliée à l'entrée de positionnement du FF 17, à l'entrée de remise à zéro du compteur 7, puis à l'entrée de remise à zéro du compteur 6 à travers le condensateur C3, cette dernière entrée étant elle-même reliée à la masse par la résistance R3. La sortie qui décode l'état 0 du compteur 5 est appliquée à la deuxième entrée de la porte 13, dont la sortie est branchée sur l'entrée de remise à zéro du flip-flop 18, de type D, et sur la première entrée de la porte NON-OU 20, dont la sortie 60 est reliée à l'entrée de positionnement de ce FF 18. La sortie qui décode l'état 63 (capacité maximale) du compteur 5 est reliée à l'entrée d'horloge du FF 18, dont la sortie Q est appliquée à l'entrée de remise à zéro du FF 16, à la deuxième entrée de la porte 19 et à l'entrée de commande du commutateur 3. La sortie 65 de la porte 19 est branchée sur l'entrée de préparation du formateur 4. La sortie Q du FF 17 est reliée à la deuxième entrée de la porte 20, alors que sa sortie Q est reliée à son entrée D et à l'entrée de préparation du FF 10.

Examinons maintenant le fonctionnement du circuit détaillé ci-dessus, selon les phases déterminées par les pressions successives sur le poussoir P qui commande la fermeture de Cp.

L'oscillateur 1 délivre un signal de fréquence déterminée au diviseur 2. Deux signaux de ce diviseur 2, l'un de fréquence 1 Hz, l'autre de fréquence 32 Hz, qui correspondent respectivement à l'avance normale et à l'avance rapide du moteur, sont appliqués au commutateur 3 qui les sélectionne sur sa sortie, selon son état. Le signal de 1 Hz est également appliqué à l'entrée d'horloge avant du compteur 5. Le formateur 4 alimente la bobine du moteur M en impulsions de polarité alternée, dont la durée est fixée par un signal de fréquence plus élevée, par exemple 64 Hz, fourni par la troisième sortie du diviseur 2. La sortie du formateur 4 appliquée au compteur 5 délivre des impulsions de même fréquence que celles fournies au moteur M. L'arrêt — ou la marche — du moteur M est déterminé par l'état de l'entrée de préparation du formateur 4. Considérons le FF 17; sa sortie Q est à 0, sa sortie \bar{Q} se trouve à 1, ce qui maintient le FF 10 dans un état tel que le circuit d'alarme 11 est bloqué. Le compteur 5 est à 0; sa sortie qui décode cet état est à 1, ce qui effectue la remise à zéro du FF 18; la sortie Q de ce dernier est à 0, le commutateur 3 est sur avance normale. Cp est ouvert, la sortie de la porte 15 est donc à 0. Les deux entrées de la porte 19 étant à 0, sa sortie est à 1, ce qui bloque le formateur 4; le moteur M est arrêté. Lorsqu'une impulsion du signal 1 Hz apparaît sur l'entrée d'horloge avant du compteur 5, ce dernier passe à l'état 1, alors que sa sortie qui décode l'état 0 passe à 0, tout comme l'entrée de remise à zéro du FF 18. La porte 20, dont une entrée est maintenue à 0 par la sortie Q du FF 17, fonctionne comme inverseur; aussi, l'entrée de positionnement du FF 18 passe-t-elle à 1. La sortie de ce dernier bascule, ce qui met le commutateur 3 sur avance rapide et débloque le formateur 4. La première impulsion du signal 32 Hz reçue par ce dernier fait avancer le moteur M d'un pas; simultanément, le compteur 5 reçoit une impulsion sur son entrée d'horloge arrière qui le remet dans l'état 0. La sortie Q du FF 18 revient alors à 0; le commutateur passe sur avance normale et le formateur 4 se bloque. Il faudra attendre la prochaine impulsion du signal 1 Hz pour débloquer le formateur 4 et permettre l'avance du moteur M d'un pas. En résumé, la montre fonctionne normalement, alors que le dispositif sonore est hors service.

Examinons maintenant la mise en service et la visualisation de l'alarme.

Une première courte pression sur le poussoir P qui ferme le contact Cp fait basculer le FF 17. La sortie \bar{Q} de ce FF 17, donc l'entrée de préparation du FF 10, passe à 0; ce dernier reste dans son état, mais il est préparé et pourra basculer à l'apparition d'une impulsion sur son entrée d'horloge, au moment de l'heure d'alarme, et commander de ce fait le circuit 11 qui alimente le dispositif sonore HP. La sortie Q du FF 17 est à 1, ce qui impose l'état 0 à la sortie de la porte 20, donc à l'entrée de positionnement du FF 18. Lorsque le compteur 5 reçoit une impulsion sur son entrée d'horloge avant, il passe à 1; l'entrée de remise à zéro du FF 18 passe à 0, mais ce dernier reste dans son état, puisque son entrée de positionnement est maintenant à 0 et ne peut par conséquent faire basculer sa sortie Q à 1. Le commutateur 3 est sur avance normale, mais le formateur 4 est bloqué, donc le moteur M est arrêté. Le compteur 5 reçoit uniquement les impulsions du signal 1 Hz sur son entrée d'horloge avant. Lorsqu'il arrive au maximum de sa capacité et passe à l'état 63, il donne une impulsion sur l'entrée d'horloge du FF 18, qui fait basculer la sortie Q de ce dernier à 1, ce qui provoque l'avance rapide du moteur M qui rattrape une partie du retard accumulé. Les compteurs 7 et 5 reçoivent simultanément l'équivalent des impulsions motrices. Lorsque le premier passe de 59 à 0, cela forcément avant que le compteur 5 ne retombe lui-même à 0 puisque sa capacité est plus grande, il effectue la remise à zéro du FF 18 par le biais de la porte 13. Le moteur M s'arrête à nouveau; il n'a donc rattrapé qu'une partie du retard. Nous verrons par la suite qu'à

cet état 0 du compteur 7 correspond la position de l'aiguille des secondes qui, rapportée sur l'échelle des heures, donne l'heure d'alarme. L'utilisateur peut donc vérifier cette heure. Seul le compteur 5 reçoit maintenant des impulsions 1 Hz sur son entrée d'horloge avant; il compte jusqu'à l'état 63, soit un nombre d'impulsions équivalent à la tranche rattrapée, et donne une impulsion d'horloge au FF 18, dont la sortie Q passe à 1, remettant ainsi le moteur M en marche rapide. Les compteurs 7 et 5 reçoivent à nouveau simultanément l'équivalent des impulsions motrices. Au bout de 60 impulsions, le compteur 7 fait basculer à nouveau le FF 18; le moteur M s'arrête, l'aiguille des secondes est sur la position alarme. Le compteur 5 avance jusqu'à 63; le moteur attend donc 60 s, puis il rattrape et ainsi de suite. Résumons en donnant un exemple. A la première pression courte sur le poussoir P, le moteur M s'arrête et attend 63 s, puis il rattrape un nombre d'impulsions quelconque, correspondant par exemple à 20 s, jusqu'à la position alarme et s'arrête à nouveau; le compteur 7 est à l'état 0. Le compteur 5 avance jusqu'à 63; l'arrêt dure donc 20 s, puis le moteur M rattrape 60 s; il est contrôlé dès lors par le compteur 7. Il s'arrête 60 s, puis rattrape 60 s et ainsi de suite. Le retard initial n'est pas comblé; il oscille entre 3 s au minimum et 63 s au maximum.

Examinons maintenant le cas de la remise en marche normale de la montre. Une deuxième pression courte sur le poussoir P qui ferme le contact Cp fait basculer à nouveau le FF 17, dont la sortie Q passe à 0. La porte 20 fonctionne à nouveau comme inverseur, alors que le FF 10 est maintenu dans l'état tel que le circuit d'alarme 11 est bloqué. Le dispositif sonore est hors-service. Si la pression intervient durant une phase d'arrêt du moteur M, la sortie qui décode le 0 du compteur 5 est à 0, la sortie de la porte 20 passe à 1, ainsi que l'entrée de positionnement du FF 18, dont la sortie Q passe à 1 et remet le moteur M en marche rapide, jusqu'à ce que le compteur 5 retombe à 0 et effectue la remise à zéro du FF 18. Le retard initial est maintenant comblé, puisqu'à l'état 0 du compteur 5 correspond la position de l'aiguille des secondes sur l'heure exacte. Le système fonctionne dès lors comme dans la première phase; le moteur avance pas à pas à la seconde. Il est possible qu'au moment de la deuxième pression sur le poussoir P, la montre ait un retard plus grand que 60 s; dans ce cas, durant le rattrapage, le compteur 7 délivrera une courte impulsion sur la remise à zéro du FF 18, avant que le compteur 5 ne passe à 0, provoquant ainsi l'arrêt du moteur M. Toutefois, sitôt après cette impulsion, le compteur 5, n'étant toujours pas à 0, imposera à nouveau un signal de positionnement au FF 18 par le biais de la porte 20 et le moteur M reprendra sa marche. La perturbation sera invisible, car la constante de temps C1 R1 est nettement inférieure à la période du signal 32 Hz. Si la pression intervient durant une période de rattrapage à avance rapide du moteur M, celui-ci avance bien sûr jusqu'à l'état 0 du compteur 5 qui effectuera la remise à zéro du FF 18 et remettra le système en fonctionnement normal. La perturbation décrite ci-dessus passera également inaperçue. Nous avons vu comment mettre le circuit en position alarme et comment visualiser celle-ci. Examinons maintenant le principe de programmation. Durant la marche normale, on attend que l'aiguille des secondes se juxtapose à l'aiguille des heures. A ce moment, on presse de manière continue sur le poussoir P qui ferme le contact Cp. Le FF 17 bascule, ce qui provoque l'arrêt du moteur M, ainsi que la mise en service de l'alarme et de la fonction rattrapante, comme nous l'avons décrit plus haut. Lorsque le compteur 5 passe à 3, sa sortie qui décode cet état délivre une impulsion d'horloge au FF 16 par le biais de la porte 14. La sortie Q de ce FF 16, en passant à 1, maintient le FF 17 dans son état, effectue la remise à zéro du compteur 7 qui est alors bloqué à l'état 0 et donne encore une courte impulsion sur l'entrée de remise à zéro du compteur 6. L'état 0 de ce compteur 6 correspond donc à la position de l'aiguille des secondes qui représente l'heure de référence. Dès lors, si la pression sur le poussoir P est

maintenue, la sortie de la porte 15 est à 1, alors que la sortie Q du FF 18 est à 0. Le commutateur 3 est sur avance normale et la sortie de la porte 19 est à 0; le formateur 4 est débloqué; le moteur M avance avec une fréquence de 1 Hz. Le compteur 5 reste dans son état, puisqu'il reçoit successivement des impulsions sur ses entrées d'horloge avant et d'horloge arrière. Si l'on relâche le poussoir P, la sortie de la porte 19 passe à 1 et bloque le formateur 4; le moteur M s'arrête et le compteur 5 comptabilise le retard. En pressant à nouveau sur le poussoir P, le moteur M avance à nouveau et le compteur 5 garde son dernier état, ainsi de suite. Simultanément, le compteur 6 compte les pas du moteur M. On avance de cette façon jusqu'à ce que l'aiguille des secondes soit sur l'heure d'alarme désirée. En effet, à chaque position de cette aiguille, rapportée sur l'échelle des heures, correspond une heure bien précise. Si la montre avance à la seconde, soit 60 pas par tour du cadran, ces pas correspondent aux minutes 12, 24, 36, 48 et 0 de l'échelle des heures. L'aiguille arrêtée, par exemple en position 23, correspond à l'heure d'alarme 4 h 36. On relâche dès lors le poussoir P et le moteur M s'arrête. Le compteur 5 avance, alors que le compteur 6 ne reçoit plus d'impulsions; il a compté le total des pas du moteur M, compris entre la position de l'aiguille des secondes juxtaposée à celle de l'aiguille des heures, et la position de l'aiguille des secondes correspondant à l'heure d'alarme. Chaque pas représente 12 mn en temps réel. Lorsque le compteur 5 arrive à 63, le FF 18 bascule; sa sortie effectue la remise à zéro du FF 16, dont la sortie Q passe à 0 et débloque ainsi le compteur 7 qui était maintenu à 0. L'état 0 de ce dernier correspond donc à la position de l'aiguille des secondes représentant l'heure d'alarme choisie; cette heure est désormais enregistrée sur ce compteur 7. Le moteur M avance alors à cadence rapide et le système fonctionne en rattrapante, comme nous l'avons décrit dans la phase précédente. Les compteurs 6 et 7 reçoivent simultanément l'équivalent des impulsions motrices, le premier par l'intermédiaire du circuit de suppression 9, le second directement du formateur 4. Le compteur 6 possède une avance sur le compteur 7 de x pas, représentant 12 mn chacun, correspondant à l'écart programmé précédemment. Remarquons que, si l'on donne à nouveau une courte pression sur le poussoir P, après l'enregistrement automatique de l'heure d'alarme au passage du compteur 5 à l'état 63, le FF 17 bascule et le système revient dans sa fonction de marche normale. Revenons donc à la phase de programmation. Le FF 10 bascule et commande l'émission sonore par le circuit 11, lorsqu'il reçoit une impulsion sur son entrée d'horloge. Cette impulsion apparaît lorsque les deux entrées de la porte 12 passent à 1, autrement dit lorsque les compteurs 6 et 7 passent à 0 simultanément. Cette impulsion doit correspondre à l'heure d'alarme désirée. Il suffit pour cela que le compteur 6 perde son avance sur le compteur 7 qui, lui, reste synchrone avec la position de l'aiguille des secondes. Chaque pas d'avance du compteur 6 représente, comme nous l'avons vu, 12 mn en temps réel. En sautant une impulsion sur l'entrée d'horloge de ce compteur 6 toutes les 12 mn, on obtiendra l'état synchrone des compteurs 6 et 7 au bout de x fois 12 mn, écart compris entre l'heure réelle et l'heure d'alarme qui ont été programmées. Le compteur 8 divise par 12; son entrée d'horloge, branchée sur la sortie du compteur 7, reçoit une impulsion toutes les minutes; ainsi, sa sortie délivre une impulsion précisément toutes les 12 mn; ces impulsions agissent sur le circuit de suppression 9, ce qui permet de sauter une impulsion sur l'entrée d'horloge du compteur 6, comme cela est nécessaire. A l'heure d'alarme choisie, soit au passage à 0 des compteurs 6 et 7, l'aiguille des secondes se trouve juxtaposée à l'aiguille des heures et le dispositif d'alarme 11 excite l'émetteur sonore HP. L'état 0 du compteur 7 correspond également à l'arrêt du moteur M, puisque le système fonctionne en rattrapante; l'aiguille des secondes reste donc sur sa position. Dès lors, en donnant une courte pression sur le poussoir P, le FF 17 bascule à nouveau et sa sortie \bar{Q} , qui passe à 1, bloque le FF 10, ce qui interrompt le signal d'alarme; simultanément, le moteur M

avance en marche rapide et rattrape le retard accumulé, comme décrit dans la phase précédente. Le compteur 5 revient alors à l'état 0 et la montre passe en marche normale. La programmation reste inchangée. Les compteurs 6 et 7, synchrones au moment de l'heure d'alarme, vont se désynchroniser à raison d'un pas toutes les 12 mn; au bout de 60 pas, soit $60 \times 12 \text{ mn} = 12 \text{ h}$, ils reviennent en phase et déclencheront l'alarme, pour autant que l'utilisateur ait à nouveau pressé sur le poussoir P pour réarmer le dispositif.

En résumé, le compteur 6 passe par 0, lorsque l'aiguille des secondes est superposée à l'aiguille des heures et le compteur 7 passe par 0, lorsque l'aiguille des secondes passe sur une position correspondant à l'heure d'alarme. Lorsque ces deux compteurs passent par 0 simultanément, l'heure réelle correspond à l'heure d'alarme programmée. Il est possible à l'utilisateur de visualiser à volonté cette heure d'alarme, l'aiguille des secondes venant se positionner sur la position correspondant au passage à 0 du compteur 7. Le fonctionnement en rattrapante permet cette visualisation sans perdre l'heure. D'autre part, le fonctionnement en rattrapante automatique (aiguille des secondes bloquée sur l'heure d'alarme et rattrapage toutes les minutes) indique clairement à l'utilisateur que le dispositif d'alarme est enclenché. On peut, bien sûr, en utilisant plusieurs compteurs, programmer plusieurs heures d'alarme.

On peut également programmer et visualiser sur demande, par un système similaire, d'autres paramètres intéressants, par exemple la date, l'aiguille des secondes venant sur commande dans une position correspondant à la date, par exemple sur la 21^e seconde pour le 21^e jour du mois. Il est possible ainsi de supprimer le mécanisme du quantième habituellement utilisé et même de réaliser un quantième perpétuel. Un autre paramètre intéressant à programmer est la correction d'un trimmer électrique.

Le schéma de la fig. 3 représente, à titre d'exemple, le circuit d'une montre selon l'invention permettant de programmer un circuit électronique d'ajustement de la fréquence du diviseur. Ce circuit dispose de moyens permettant de mémoriser l'état de ce trimmer par positionnement de l'aiguille des secondes sur une position correspondante, lorsque la tension d'alimentation disparaît. Il est en effet important que l'utilisateur n'ait pas à réajuster sa montre à chaque changement de pile.

L'oscillateur 21 est relié à l'entrée du diviseur de fréquence 22, dont d'autres entrées sont reliées à des sorties correspondantes du circuit d'ajustement (inhibition 23); des sorties du diviseur 22 sont appliquées à des entrées du commutateur 24 et du formateur d'impulsions motrices 25. La sortie du commutateur 24 est reliée à une autre entrée du formateur 25, lequel délivre des impulsions motrices à la bobine du moteur M et des impulsions synchrones à un compteur par soixante 26. Ce compteur délivre une information binaire au circuit d'ajustement 23.

Le contact Cp, solidaire du poussoir P, est branché à la première entrée d'une porte NON-ET 27 et à l'entrée du décodeur 28, dont la sortie est appliquée à l'entrée d'horloge d'un flip-flop 29 de type D, dont l'entrée D est à +V. Les sorties Q et \bar{Q} de ce dernier sont branchées respectivement aux entrées D et de remise à zéro du flip-flop 30, de type D, les sorties Q et \bar{Q} de ce dernier aux entrées D et de remise à zéro du flip-flop 31, de type D, les sorties Q et \bar{Q} de ce dernier aux entrées D et de remise à zéro du flip-flop 32, de type D, et les sorties Q et \bar{Q} de ce dernier aux entrées D et de remise à zéro du flip-flop 33, de type D. Le contact Cmh, solidaire de la tige de mise à l'heure, est branché à la première entrée d'une porte NON-ET 34, dont la sortie est reliée à la première entrée d'une porte ET 35 et à l'entrée de l'inverseur 36, dont la sortie est reliée à l'entrée d'horloge du FF 32. La deuxième entrée de la porte 35 est reliée à la sortie Q du FF 33 et sa sortie, à l'entrée de remise à zéro du FF 29. La sortie Q du FF 29 est également reliée à une entrée de la porte ET 37 dont la seconde entrée est reliée à la sortie \bar{Q} du

FF 31 et à une entrée de la porte ET 38. La seconde entrée de cette porte 38 est reliée à la sortie Q du FF 30 et sa sortie à une entrée d'une porte NON-OU 39, dont la sortie est branchée à l'entrée de préparation du compteur par soixante 26. La sortie Q du FF 32 est branchée à une entrée de la porte ET 40, dont la seconde entrée est reliée à la sortie \bar{Q} du FF 33. La sortie de cette porte 40 est reliée, d'une part, à la seconde entrée de la porte 39, d'autre part, à une entrée d'une porte OU 41, dont la seconde entrée est reliée à la sortie de la porte 37, et la sortie à l'entrée de commande du commutateur 24. La sortie Q du FF 31 est branchée à une entrée de la porte ET 42, dont une deuxième entrée est branchée à la sortie de la porte 27 et une troisième entrée à la sortie \bar{Q} du FF 32. La sortie de la porte 42 est branchée à une entrée de la porte OU 43, dont la deuxième entrée est reliée à la sortie Q du FF 33 et la sortie à l'entrée de préparation du formateur 25.

Le contact Cm, solidaire du rouage et se fermant lorsque l'aiguille des secondes passe par 0, est relié à l'entrée d'un amplificateur de mise en forme 44, dont la sortie est branchée aux entrées d'horloge des FF 30 et 33. La sortie décodée 0 du compteur par soixante 26 est reliée à l'entrée d'horloge du FF 31. Le circuit comporte un détecteur de tension statique 45 délivrant un signal à une entrée de la porte NON-ET 46, dont la deuxième entrée est reliée au contact Ca relié à la masse par la résistance R4. La sortie de la porte 46 est reliée à l'entrée de l'inverseur 47, à une entrée de la porte ET 48 et à une borne de la résistance R5. L'autre borne de cette résistance est reliée à l'entrée de remise à zéro du compteur 26, aux entrées de positionnement des FF 30 et 31 et au pôle positif de l'alimentation par le condensateur C4. La sortie de l'amplificateur 47 est reliée à des entrées des portes 27 et 34 et par le condensateur C5 à l'entrée de positionnement du FF 32, reliée par ailleurs à la masse par la résistance R6. La deuxième entrée de la porte 48 est reliée à la sortie \bar{Q} du FF 32, et sa sortie à l'entrée de remise à zéro du FF 29.

Le fonctionnement s'explique comme suit:

L'oscillateur 21 délivre une fréquence précise au diviseur 22, lequel délivre aux entrées du commutateur 24 des signaux 1 Hz et 32 Hz, et au formateur 25 des signaux 64 Hz déterminant la durée des impulsions motrices. Le commutateur 24 délivre à l'entrée du formateur 25 des signaux 1 Hz, lorsque son entrée de commande est à 0 (marche normale) et 32 Hz, lorsqu'elle est à 1 (marche rapide). Le formateur 25 délivre à l'entrée du compteur 26 des impulsions d'horloge et à la bobine du moteur M des impulsions motrices bipolaires de même fréquence, lorsque son entrée de préparation est à 0. Le compteur par soixante 26 travaille en mode binaire et est agencé en décompteur. Il passe donc de 0 (000000) à 59 (111011) puis 58, 57, etc. Les sorties binaires du compteur 26 sont appliquées au circuit d'ajustement 23 qui agit sur le diviseur 22 en fonction de l'état du compteur 26.

Fonctionnement normal

En fonctionnement normal, Ca est fermé, Cp et Cmh sont ouverts et le détecteur de tension 45 délivre une tension positive. La sortie de la porte 46 est donc à 0 et, par là, la sortie de la porte 48. Les entrées de positionnement des FF 29 à 32 et l'entrée de remise à zéro du compteur 26 sont à 0. Les FF 29 à 33 sont à 0. Les sorties de portes 37, 38, 40 et 42 sont donc à 0, de même que les sorties des portes 41 et 43. La sortie de la porte 39 est à 1. Le commutateur 24 est donc en marche normale, le formateur 25 est débloqué et le compteur 26 est bloqué dans un état quelconque, par exemple 25. Le moteur avance normalement à un pas par seconde. Le circuit d'ajustement 23 est agencé par exemple pour corriger par pas d'une valeur de $+0,1 \text{ s/j}$ ($1,16 \cdot 10^{-6}$). Comme le compteur 26 est sur l'état 25, le circuit d'ajustement (trimmer électronique) corrige de $+2,5 \text{ s/j}$.

Visualisation de la position trimmer

Lorsque l'utilisateur veut connaître la position du trimmer, il

introduit, au moyen du poussoir P, en fermant le contact Cp, un code prédéterminé. Ce code devra être suffisamment complexe pour que l'utilisateur ne puisse pas l'introduire par erreur (par exemple plusieurs pressions successives, lorsque le moteur est sur 5 des secondes paires). Ce code apparaît à l'entrée du décodeur 28 qui l'identifie et délivre alors une impulsion positive sur l'entrée d'horloge du FF 29 qui passe à 1. Les sorties des portes 37 et 41 passent à 1 et le commutateur 24 passe en avance rapide. Le moteur M avance à vitesse rapide. L'entrée D du FF 30 a passé 10 à 1 et son entrée de remise à zéro à 0. Lorsque l'aiguille des secondes passe par 0, la sortie de l'amplificateur 44 délivre une impulsion d'horloge à l'entrée du FF 30 qui passe à 1. La sortie de la porte 38 passe à 1 et la sortie de la porte 39 à 0. Le compteur 26 va donc décompter un pas, chaque fois que le moteur M, 15 toujours en avance rapide, avance d'un pas.

L'entrée D du FF 31 a passé à 1 et son entrée de remise à zéro à 0. Au bout de 25 pas moteur, le compteur 26 passe à 0 et délivre une impulsion d'horloge sur l'entrée du FF 31 qui passe à 1. L'aiguille des secondes est alors sur 25 s, puisque le moteur a 20 avancé de 25 pas (état du compteur 26) depuis qu'elle a passé en position 0. Quand le FF 31 passe à 1, la sortie de la porte 42 passe à 1 et, par là, la sortie de la porte 43 qui commande l'entrée de préparation du formateur 25. Le moteur ne reçoit plus d'impulsions et l'aiguille des secondes reste bloquée sur la 25^e seconde. La 25 sortie \bar{Q} du FF 31 a passé à 0 et, par là, les sorties des portes 37 et 38. La sortie de la porte 41 revient à 0, ce qui met le commutateur 24 sur avance normale, alors que la sortie de la porte 39 passe à 1, ce qui bloque le compteur 26 à 0. L'aiguille des secondes indique donc bien le contenu du trimmer, soit + 25 pas.

Modification de la programmation

Si l'utilisateur veut modifier la programmation du trimmer, il presse alors sur P fermant le contact Cp. La sortie de la porte 27 passe à 0, de même que la sortie de la porte 42 et la sortie de la 35 porte 43. L'entrée de préparation du formateur 25 est donc à 0 pendant la durée de la pression, ce qui permet de faire avancer le moteur et déplacer l'aiguille des secondes. La sortie de la porte 39 est, quant à elle, restée à 1 et le compteur 26 reste à 0, son entrée de préparation étant excitée. Admettons que l'utilisateur désire 40 que le trimmer corrige de $+3,5 \text{ s/j}$. Il va donc amener l'aiguille des secondes en position +35 s en pressant sur P, puis relâcher P. L'aiguille reste sur cette position.

Enregistrement de la valeur programmée

45 Pour enregistrer cette nouvelle valeur, l'utilisateur tire la tige de mise à l'heure MH et ferme le contact Cmh. La sortie de la porte 34 passe à 0 et celle de l'inverseur 36 à 1. Le FF 32 reçoit une impulsion d'horloge et passe à 1. La sortie de la porte 40 passe à 1, de même que la sortie de la porte 41, alors que la sortie 50 de la porte 39 passe à 0. Le commutateur 24 repasse donc en avance rapide, alors que l'entrée de préparation du compteur 26 est débloquée. Simultanément, la sortie \bar{Q} de FF 32 a passé à 0 et, ainsi, les sorties des portes 42 et 43, débloquant l'entrée de préparation du formateur 25. Le compteur part donc en avance rapide, 55 le compteur 26, partant de 0, décomptant chaque pas moteur.

Les entrées D et de remise à zéro du FF 33 sont respectivement à 1 et 0. Dès que l'aiguille des secondes passe par la position 0, Cm se ferme et l'amplificateur 44 délivre une impulsion d'horloge à FF 33 qui bascule à 1. La sortie de la porte 43 passe 60 à 1, ce qui enclenche l'entrée de PREPARATION du formateur 25. Le moteur ne reçoit plus d'impulsions et l'aiguille des secondes est bloquée sur 0. Le compteur 26 a alors décompté 60 – 35 impulsions motrices. Comme il décompte, il est dans l'état $60 - (60 - 35) = 35$. Il a donc enregistré la nouvelle valeur 65 correspondant à la position de l'aiguille des secondes au moment de l'enregistrement ou plutôt correspondant au nombre de pas moteur séparant la position fixe 0 détectée au moyen du contact Cm de la position dans laquelle l'utilisateur a placé

l'aiguille, dans le cas particulier 35. La sortie \bar{Q} de FF 33 a basculé à 0, de même que les sorties des portes 40 et 41, la sortie de la porte 39 passant, elle, à 1. Le commutateur 24 est à nouveau en position avance normale et la préparation du compteur 26 est enclenchée. L'état 35 est ainsi mémorisé et le circuit d'ajustement corrige la fréquence du diviseur de fréquence de +3,5 s/j. L'aiguille des secondes reste bloquée sur 0 jusqu'au moment où l'utilisateur repousse MH et ouvre Cmh. La sortie de la porte 34 passe à 1, de même que celle de la porte 35 qui commande la remise à zéro du FF 29 qui bascule donc à 0. Sa sortie \bar{Q} passe à 1 et agit sur l'entrée de remise à zéro du FF 30 qui passe à son tour à 0 et met à son tour le FF 31 à 0, etc. Toute la chaîne des FF 29 à 33 revient donc à 0. Lorsque FF 33 passe à 0, la sortie de la porte 35 passe à 0, supprimant ainsi la remise à zéro sur le FF 29. La chaîne se retrouve ainsi dans les mêmes conditions qu'au départ et le moteur repart en cadence normale. Toutefois, l'état du compteur 26 a passé de 25 à 35, conformément au désir de l'utilisateur.

Mémorisation mécanique

Cette double opération consiste en fait à transférer une information d'une mémoire électronique (compteur 26) à une mémoire mécanique (position de l'aiguille des secondes) et vice versa. Or, on sait que le compteur 26 ne peut conserver l'information en absence de tension d'alimentation. Par contre, la position de l'aiguille des secondes peut être conservée indéfiniment, sans apport d'énergie, pour autant que le moteur ait un positionnement magnétique suffisant.

Ainsi, pour conserver l'information, il suffit de transférer l'information du compteur 26 sous forme mécanique dès que la tension d'alimentation baisse au-dessous d'une certaine valeur ou lorsque l'utilisateur se dispose à enlever la pile.

Voyons ce qui se passe lorsque la tension de la pile baisse. La sortie du détecteur 45 passe à 0 et la sortie de la porte 46 à 1. La sortie de l'ampli 47 passe à 0, ce qui impose un état 1 aux sorties des portes 27 et 34, rendant ainsi les contacts Cp et Cmh inopérants. Si la sortie \bar{Q} de FF 32 est à 1, ou dès qu'elle passe à 1, la sortie de la porte 48 passe à 1 et fait basculer FF 29 à 1; le cycle de visualisation commence, l'aiguille des secondes part en avance rapide jusqu'au moment où, FF 30 et FF 31 ayant passé successivement à 1, elle se bloque sur la position correspondant à l'état de l'information mémorisée précédemment par le compteur 26. Plus aucune manipulation des commandes ne pourra dès lors lui faire quitter cette position, tant que la tension d'alimentation ne sera pas remontée en dessus de la valeur de consigne. Lorsque la sortie de 46 a passé à 1, la capacité C4 se décharge à travers la résistance R5. La constante de temps C4R5 étant plusieurs secondes, les entrées de positionnement des FF 30 et 31, ainsi que la remise à zéro du compteur 26, ne passent à 1 qu'après que l'opération précédente est terminée. La capacité C4 a pourtant son utilité. Si la tension disparaît complètement, puis réapparaît brusquement, les états des FF 29 à 33 peuvent être quelconques. Cependant, la capacité C4 s'étant déchargée et étant reliée au pôle positif, va imposer immédiatement un 1 sur les entrées de positionnement des FF 30 et 31 et sur la remise à zéro du compteur 26, mettant ces éléments dans l'état correct.

Voyons ce qui se passe lorsque la tension de la pile remonte au-dessus de la valeur de détection. La sortie de 45 passe à 1, la sortie de 46 à 0 et la sortie de 47 à 1. Ce flanc positif est dérivé par la capacité C5 et la résistance R6. Une impulsion fine apparaît sur l'entrée de positionnement du FF 32 qui passe à 1, ce qui provoque l'enregistrement de l'information dans le compteur 26. L'aiguille des secondes passe rapidement jusqu'à 0 et le FF 33 passe à 1. Si le contact Cmh est fermé, l'aiguille reste bloquée sur 0. Par contre, si le contact est ouvert, la sortie de la porte 35 passe à 1, opérant la remise à zéro de la chaîne des FF 29 à FF 33, et l'aiguille continue à marche normale.

Le contact Ca agit de la même façon que le détecteur 45. Ce contact sert en quelque sorte à avertir le circuit que le client va prochainement enlever la pile. Ce contact est donc solidaire d'une pièce que l'utilisateur doit obligatoirement enlever avant la bride de pile. Le circuit dispose ainsi, avant la disparition de la tension d'alimentation, du temps nécessaire à la mise en mémoire mécanique. Lorsque l'utilisateur remet une pile en place, il doit d'abord remettre la bride de pile en place, alimentant ainsi le circuit. La montre ne se remettra à fonctionner que lorsque l'utilisateur aura remis cette pièce en place et refermé ainsi le contact Ca, l'enregistrement se faisant dès que ce contact se ferme.

Il est bien clair que les schémas des fig. 2 et 3 sont donnés à titre d'exemple. On peut, bien sûr, utiliser bien d'autres séquences de commande, de même des arrangements comportant plusieurs 15 compteurs des impulsions motrices, des arrangements comportant des mémoires dans lesquels l'état de ces compteurs est transféré à certains moments, et même des circuits arithmétiques permettant d'additionner ou de soustraire les états de ces mémoires et compteurs pour obtenir l'information appliquée aux entrées du circuit 20 pour effectuer une fonction auxiliaire.

De même, le circuit de détection de tension peut être réalisé sous différentes formes. Le circuit le plus simple consiste à utiliser un élément de référence de tension et un circuit de comparaison entre la tension de la source d'alimentation et cette référence.

25 Nous appellerons ce genre de circuit circuit de détection statique. Un autre procédé consiste à détecter la valeur de tension, indépendante d'une tension de référence, pour laquelle le bon fonctionnement du moteur n'est plus assuré. Cette valeur est en général inférieure au niveau de détection du circuit statique, qui est réglé à une valeur où le bon fonctionnement du moteur peut être garanti. Par exemple, pour une tension nominale de la source électrique de 1,58 V, le niveau du circuit de détection statique sera réglé à 1,4 V, alors que le moteur fonctionne encore jusqu'à 1,2 V. Le circuit de la fig. 4 représente, à titre d'exemple, un détecteur 30 d'insuffisance de tension d'alimentation tel qu'il peut être utilisé dans le circuit de la fig. 3, utilisant une combinaison de ces deux systèmes.

35 Ce circuit comporte un circuit de détection statique 51, délivrant un signal de polarité positive lorsque la tension d'alimentation est supérieure à la tension de référence. La sortie du circuit 51 est reliée aux entrées de remise à zéro des flip-flops 52 et 53, de type D, et à l'entrée d'un inverseur 54, dont la sortie est reliée à la première entrée d'une porte ET 55. La seconde entrée de cette porte ET est branchée à l'entrée de préparation du formateur 4 ou 25 des fig. 2 ou 3, et sa sortie à l'entrée de positionnement du FF 53. Le contact Cm, se fermant lorsque l'aiguille des secondes passe par 0, est relié à l'entrée de l'amplificateur de mise en forme 56 délivrant sur sa sortie des impulsions courtes. Cette sortie est reliée aux entrées d'horloge des FF 52 et 53 et à l'entrée 45 de remise à zéro d'un compteur par 60 (57), dont l'entrée reçoit des impulsions synchrones avec les impulsions motrices, et dont la sortie est reliée à l'entrée D du FF 52 et à la première entrée de la porte ET 59. La seconde entrée de cette porte est reliée à la sortie Q du FF 52, alors que sa sortie est branchée à l'entrée D du FF 53.

50 Le fonctionnement s'explique comme suit: lorsque la tension de pile est supérieure au niveau de détection du circuit 51, la sortie de celui-ci est à 1. Les sorties Q des FF 52 et 53 sont à 0. Lorsque la tension d'alimentation devient inférieure à ce niveau, 55 la sortie du circuit 51 passe à 0. La sortie de l'inverseur 54 est à 1 et la sortie de la porte 55 reste à 0, tant que l'entrée de préparation du formateur est à 0. Le moteur avance donc et le compteur par 60 (57) compte les impulsions motrices. Lorsque l'aiguille des secondes passe par 0, l'ampli 56 délivre une impulsion d'horloge sur les FF 52 et 53. Si le compteur 57 n'est pas à 0, la sortie de l'inverseur 58 est à 1; le FF 52 passe donc à 1. Comme il était précédemment à 0, la sortie de la porte 59 était à 0 et le FF 53 reste à 0. Le compteur 57 est simultanément remis à zéro.

Au bout de 60 impulsions motrices, le compteur 57 se retrouve à 0. Sa sortie est alors à 1. La sortie de 58 est à 0 et la sortie de 59 également. Si le moteur a fonctionné normalement, l'aiguille des secondes a dû avancer de 60 pas et doit donc arriver de nouveau à 0. La sortie de 56 délivre une nouvelle impulsion qui fait basculer le FF 52 à 0 ; le FF 53 se maintenant à 0. Si, par contre, le moteur n'a pas fonctionné normalement, l'aiguille des secondes va arriver à 0, alors que le compteur 57 ne s'y trouve plus. Sa sortie est alors à 0 ; les sorties de 58 et 59 sont à 1. FF 53 bascule à 1, alors que le FF 52 est maintenu à 1.

La sortie du circuit (\bar{Q} de FF 53) va donc passer à 0, lorsque la sortie du compteur 57 se trouve par deux fois successivement désynchronisée par rapport au contact Cm. Cette condition ne survient que si le moteur a des ratés de manière répétée, c'est-à-dire lorsque la tension d'alimentation est insuffisante pour assurer le bon fonctionnement du moteur.

Ce système que nous appellerons dynamique permet donc d'assurer le fonctionnement normal de la montre jusqu'à la limite de fonctionnement du moteur. Il ne peut évidemment fonctionner que si le moteur avance, c'est-à-dire si l'entrée de préparation est à 0. Si celle-ci est à 1, la sortie de la porte 55 passe à 1 dès que la sortie du détecteur 51 passe à 0. Le FF 53 passe alors immédiatement à 1, sans tenir compte du synchronisme entre le contact Cm et le compteur 57. Une autre solution consiste à supprimer la fonction de préparation et donc à remettre le moteur en marche dès que la sortie du détecteur 51 passe à 0. Pour cela, il est nécessaire que le moteur puisse redémarrer, quelle que soit la position des moyens de commande et de mise à l'heure, c'est-à-dire que ces moyens ne doivent pas comporter de système mécanique de blocage du rouage, par exemple stop seconde.

L'utilisation d'un tel système peut poser certains risques. En effet, comme on détecte le moment où la tension est insuffisante pour assurer le fonctionnement du moteur, on peut se demander si celui-ci va recevoir suffisamment d'énergie pour venir positionner l'aiguille des secondes à la bonne place. Ce problème peut être résolu simplement en agençant le formateur d'impulsions motrices de telle manière qu'il puisse, en le commutant au moment où le circuit de détection d'insuffisance de tension déclenche, délivrer des impulsions d'énergie supérieure à la normale, par exemple des impulsions de plus grande durée. Un autre moyen est représenté par le circuit de la fig. 5. Ce moyen consiste à hacher à haute fréquence les impulsions motrices selon un rapport variable. Le formateur 61 délivre des impulsions alternées positives sur les premières entrées des portes NON-ET 62 et 63, dont les deuxièmes entrées sont reliées à la sortie de la porte OU 64. Une entrée de cette porte OU est reliée à un train d'ondes rectangulaire de fréquence élevée, le rapport entre la phase positive et la période étant égal à x. L'autre entrée de cette porte OU est reliée au signal de commutation. La sortie de la porte 62 est reliée à l'entrée d'un amplificateur inverseur 65, dont la sortie est reliée à une borne de la bobine du moteur M. La sortie de la porte 63 est reliée à l'entrée d'un amplificateur inverseur 66, dont la sortie est reliée à l'autre borne de la bobine M.

Lorsque le signal de commutation est à 0 (normal), le train d'ondes rectangulaire apparaît sur les entrées de 62 et 63 et hache les impulsions motrices. La tension moyenne de ces impulsions est réduite dans le rapport x. Il est bien connu que les moteurs de montre actuels ont une self série élevée. Cette self fonctionne comme intégrateur de courant, c'est-à-dire comme autotransformateur et tout se passe comme si le moteur était effectivement alimenté par des impulsions de tension xV .

Lorsque le signal de commutation est à 1 (énergie supérieure), la sortie du OU 64 est à 1 et le moteur reçoit des impulsions non hachées, c'est-à-dire de tension V.

Si le moteur est calculé pour fonctionner normalement avec des impulsions de valeur xV , on peut donc, au moment où le circuit détecte une insuffisance d'alimentation, lui donner un surcroît d'énergie et de couple permettant d'assurer au moins son positionnement dans la position correspondant au contenu de l'information trimmer.

Un autre circuit intéressant est le décodeur tel que l'on peut l'utiliser à la fig. 3. Ce décodeur doit être suffisamment sûr pour que l'utilisateur ne puisse le déclencher par erreur ou par inadvertance, et suffisamment simple pour que cela ne lui demande pas une habileté particulière. Une solution intéressante est un décodeur synchrone avec l'aiguille des secondes.

Le schéma de la fig. 6 représente, à titre d'exemple, un tel décodeur. Le contact minute Cm est relié à l'entrée de l'amplificateur de mise en forme 71, qui délivre des impulsions de remise à zéro, lorsque l'aiguille des secondes passe par 0 au compteur par 4 (72), qui reçoit des impulsions d'horloge synchrones avec les impulsions motrices. Ce compteur a une sortie décodée de l'état 00, qui passe donc à 1, lorsque l'aiguille se trouve sur les secondes 0, 4, 8, 12, etc. Cette sortie est reliée à l'entrée d'horloge du flip-flop 73, de type D, et à une entrée de la porte NON-OU 74. Le contact Cp solidaire du poussoir P est branché à l'entrée de remise à zéro du FF 73 et à une entrée de la porte NON-OU 75, dont la seconde entrée est reliée à la sortie Q du FF 73 et la sortie à la seconde entrée de la porte 74. La sortie \bar{Q} du FF 73 est branchée à l'entrée d'horloge d'un registre à décalage de trois étages 76, dont l'entrée de remise à zéro est reliée à la sortie de la porte 74. La sortie Q du troisième étage du registre 76 est la sortie du décodeur.

Le fonctionnement s'explique comme suit : lorsque le compteur 72 arrive à 0, par exemple lorsque l'aiguille des secondes arrive en position 0, sa sortie passe à 1 et le FF 73 bascule à 1. Si l'utilisateur presse Cp pendant cet intervalle de temps, le FF 73 revient à 0, sa sortie \bar{Q} passe à 1. La sortie de la porte 74 est à 0, si bien que le premier étage du registre 76 passe à 1. Lorsque l'aiguille des secondes arrive en position 4, le compteur 72 passe en position 0 et fait basculer le FF 73 à 1. Une pression sur Cp le fait basculer à 0 et fait basculer le deuxième étage du registre 76 à 1. Lorsque l'aiguille des secondes arrive en position 8, le compteur 72 passe à 0 ; le FF 73 bascule. Si l'utilisateur presse sur Cp, le FF 73 revient à 0 et donne une impulsion d'horloge au troisième étage du registre 76, qui passe à 1, et commande la visualisation. Pour déclencher celle-ci, il faut donc presser trois fois successivement quand l'aiguille des secondes se trouve sur l'une des positions 0, 4, 8, 12 s, etc.

Voyons ce qui se passe si l'utilisateur presse à un autre moment, par exemple sur la seconde 3. La sortie du compteur 72 est alors à 0. En pressant Cp, la sortie de la porte 75 passe à 0. Comme les deux entrées de la porte 74 sont à 1, sa sortie passe à 1 et effectue la remise à zéro du registre 76. Il faut alors recommencer l'opération.

Voyons ce qui se passe si, par exemple, l'utilisateur a pressé correctement deux fois successivement et oublie de presser une troisième fois. Les premier et deuxième étages du registre 76 sont à 1. Lorsque le compteur 72 arrive à nouveau à 0, sa sortie passe à 1 et le FF 73 passe à 1. L'utilisateur oublie de presser Cp. Lorsque le compteur 72 passe à 1, sa sortie passe à 0, alors que le FF 73 n'a pas été remis à zéro et se trouve donc toujours à 1. La sortie de la porte 75 est donc à 0. Les deux entrées de la porte 74 étant à 0, sa sortie passe à 1 et le registre 76 est remis à zéro.

On peut donc dire que toute pression abusive et toute omission de pression de Cp entraîne la remise à zéro du registre. L'opération doit alors être recommandée. Malgré la simplicité du code, on peut admettre qu'il suffit à protéger l'utilisateur de toute manipulation intempestive.

FIG.1

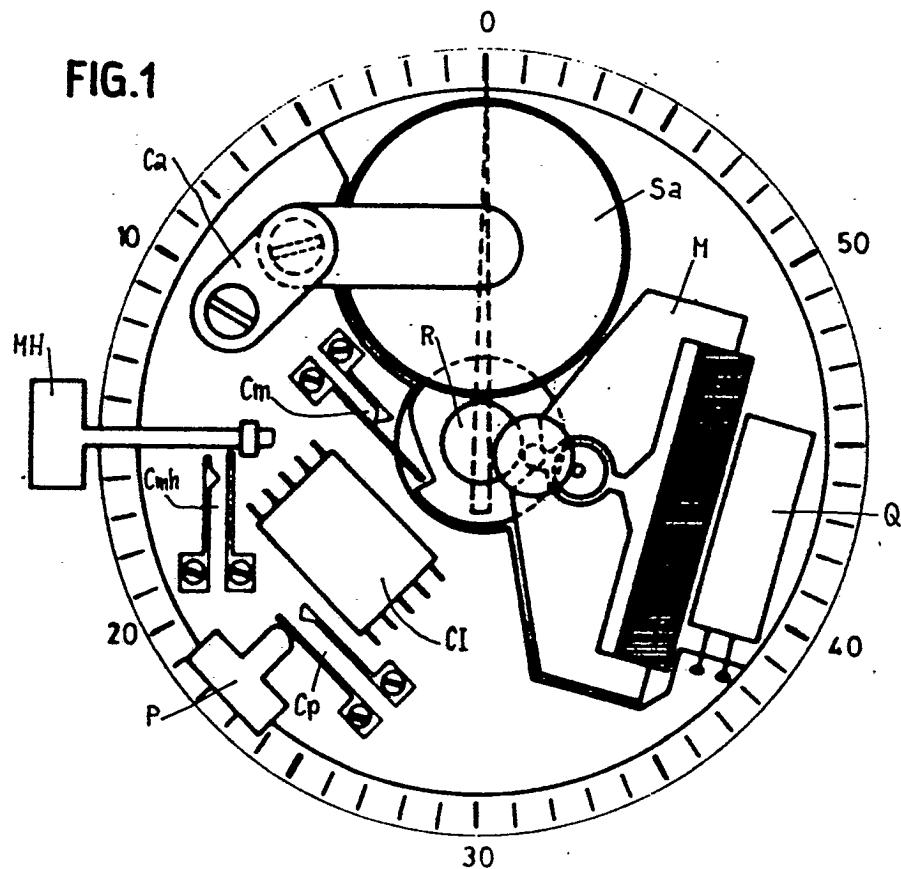
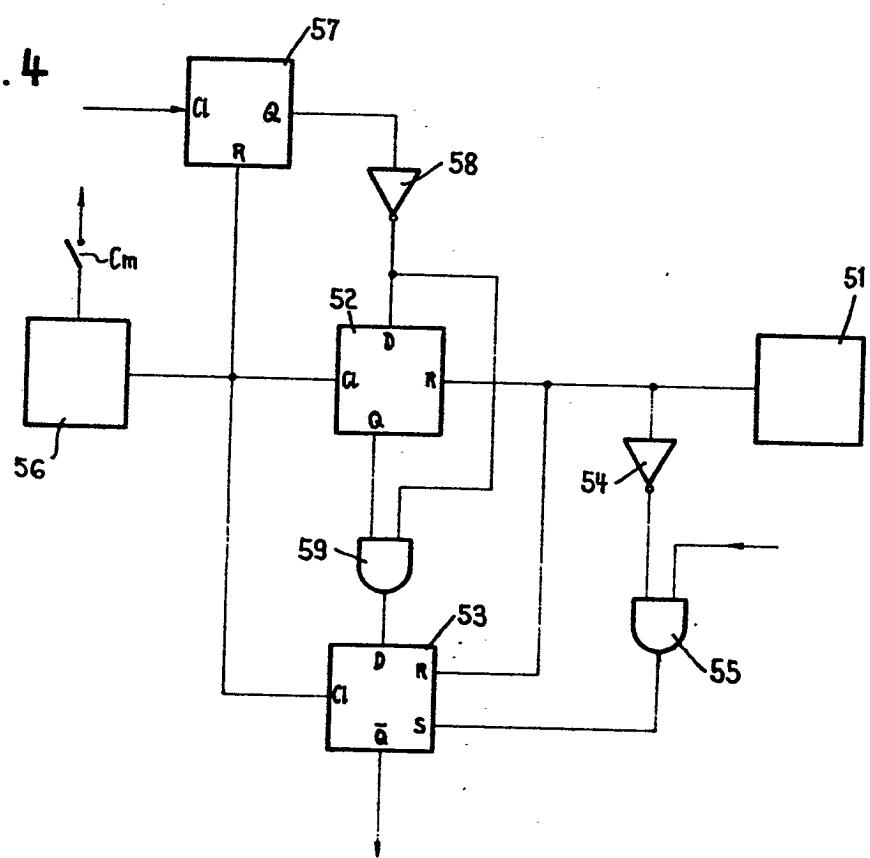


FIG. 4



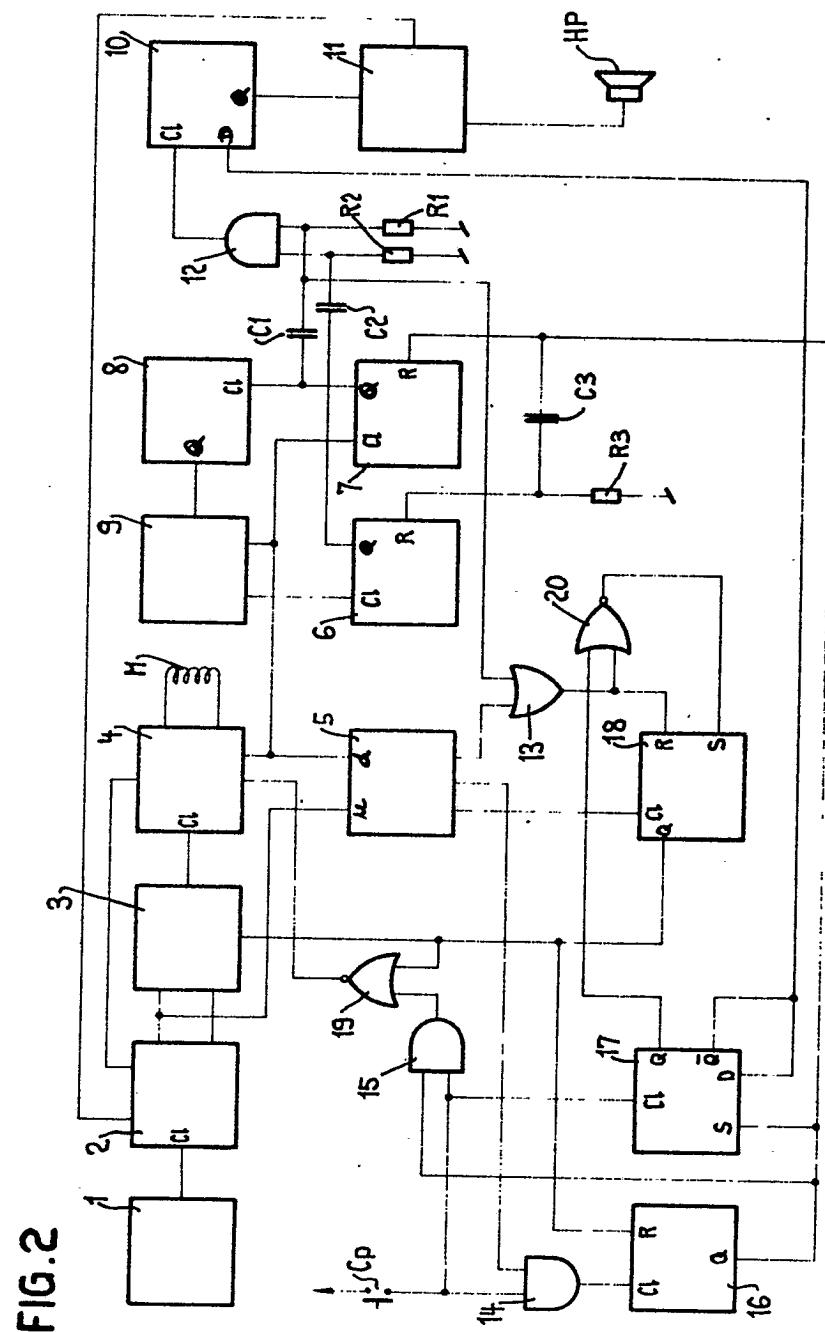


Fig. 3

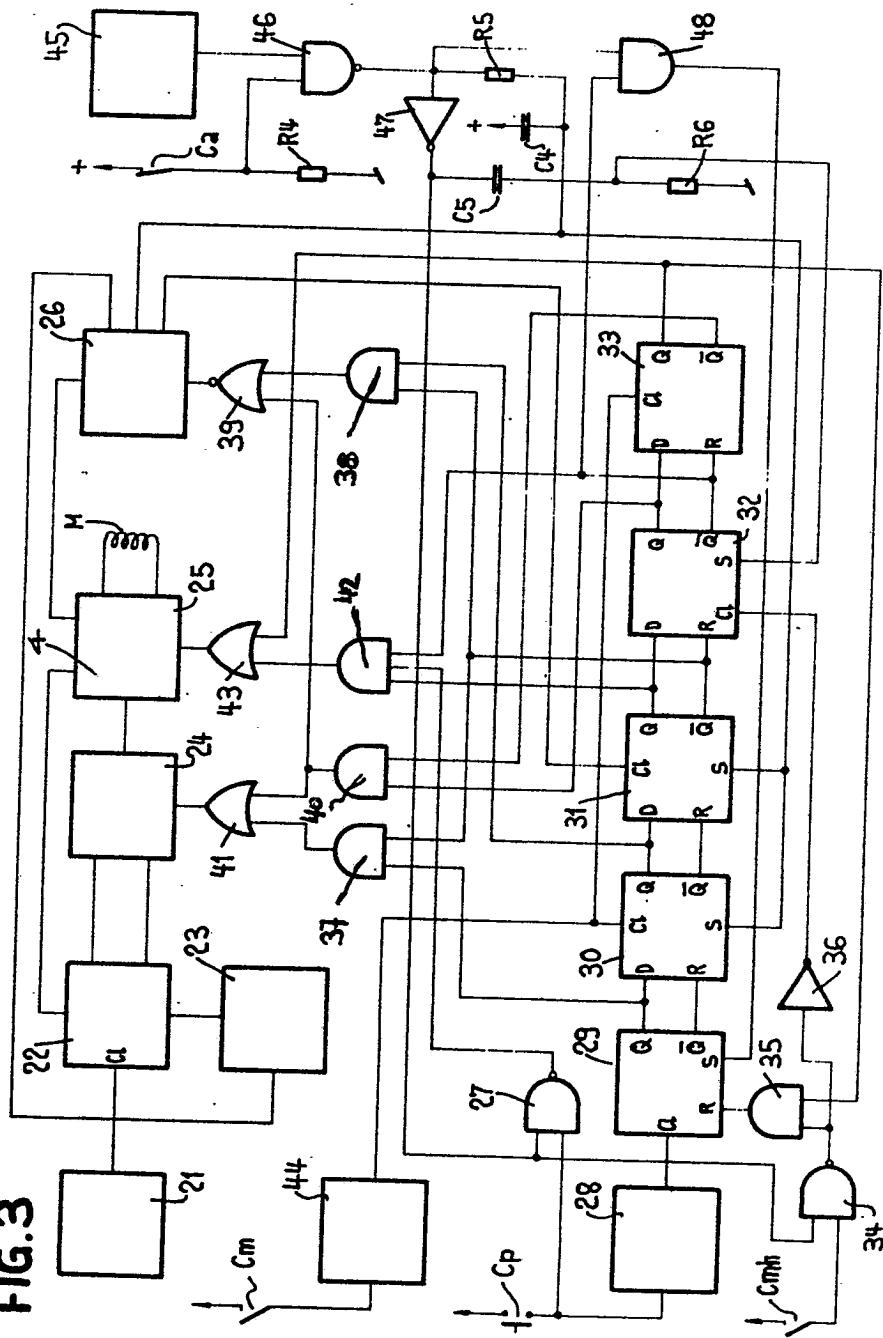


FIG.5

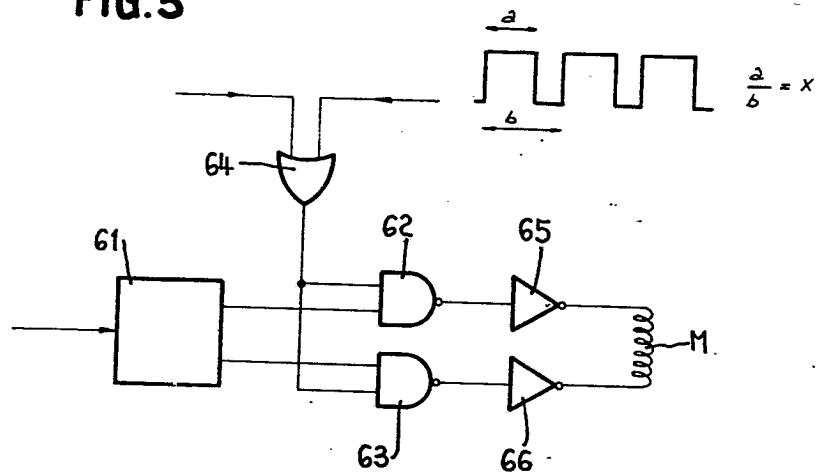


FIG. 6

