



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)

644 244 G

(21) Numéro de la demande: 2624/81

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

(22) Date de dépôt: 22.04.1981

(72) Inventeur(s):
Ngoc Chau Bui, Neuchâtel
Daniel Simonet, Neuchâtel

(42) Demande publiée le: 31.07.1984

(74) Mandataire:
Société Générale de l'Horlogerie Suisse SA.
ASUAG, Biel/Bienne

(44) Fascicule de la demande
publié le: 31.07.1984

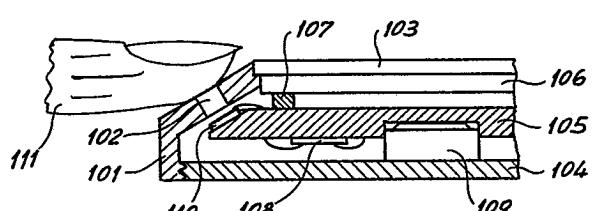
(56) Rapport de recherche au verso

(54) Montre électronique à organe de commande fixe.

(57) La montre comprend un boîtier composé d'une carcasse (101), d'une glace (103) et d'un fond (104). Elle comprend aussi un module (105), un affichage digital (106), un circuit intégré (108), une pile (109) et un capteur photo-électrique fixe (110), placé sur le module (105) en face d'une fenêtre (102).

Le capteur est avantageusement une photo-diode et sa commande est faite par obstruction de la fenêtre (102) à l'aide d'un doigt (111), de façon à arrêter la lumière ambiante qui vient l'éclairer.

La commande de la montre selon l'invention a l'avantage d'être insensible aux parasites électriques, de consommer peu de courant, d'être peu dépendante de l'intensité de la lumière ambiante et de présenter une grande facilité de construction.





RAPPORT DE RECHERCHE RECHERCHENBERICHT

Demande de brevet No.:
 Patentgesuch Nr.:

CH 2624/81

HO 14 381

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	<u>US - A - 3 823 551</u> (RIEHL) * colonne 3, lignes 38-55; figures 1,16 *	1,2,10

A	<u>DE - A - 2 855 935</u> (CENTRE ELECTRONIQUE HORLOGER) * page 16, ligne 13 à page 20; figures *	1,6

A	<u>FR - A - 2 286 375</u> (AKMANSOY) * page 2, ligne 11 à page 3, ligne 6; figures *	1-5

Rapport de recherche établi sur la base des dernières revendications transmises avant le commencement de la recherche. Der Recherchenbericht wurde mit Bezug auf die letzte, vor der Recherche übermittelte, Fassung der Patentansprüche erstellt.		
Domaines techniques recherchés Recherchierte Sachgebiete (INT. CL¹) G 04 G 1/00 5/00 5/04 G 04 C 10/02 3/00 H 03 K 17/94		
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 D: document cité dans la demande in der Anmeldung angeführtes Dokument L: document cité pour d'autres raisons aus andern Gründen angeführtes Dokument &: membre de la même famille, document correspondant. Mitglied der gleichen Patentfamilie; übereinstimmendes 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

07.01.1982

REVENDICATIONS

1. Montre électronique comportant:

- un circuit garde-temps;
- un dispositif d'affichage du temps, commandé par ledit circuit;
- des moyens de commande manuelle pour fournir des signaux de commande audit circuit; et
- une source électrique d'alimentation du circuit garde-temps, du dispositif d'affichage et des moyens de commande, caractérisée en ce que lesdits moyens comportent un capteur photo-électrique disposé pour recevoir la lumière ambiante et fournissant un signal représentatif de l'intensité de ladite lumière et dont l'éclairement peut être interrompu manuellement pour générer lesdits signaux de commande.

2. Montre électronique selon la revendication 1, caractérisée en ce que ledit capteur photo-électrique est une photodiode.

3. Montre électronique selon la revendication 1, caractérisée en ce que lesdits moyens de commande comportent, de plus, un circuit de compensation connecté pour recevoir le signal fourni par le capteur et permettant de générer lesdits signaux de commande de manière sensiblement indépendante de l'intensité de la lumière ambiante.

4. Montre électronique selon la revendication 3, caractérisée en ce que ledit circuit de compensation comprend:

- des moyens pour obtenir un signal électrique moyen, représentatif de la moyenne temporelle du signal fourni par le capteur; et
- un comparateur pour comparer périodiquement le signal du capteur audit signal moyen et fournir un signal logique de commande lorsque l'écart entre le signal du capteur et le signal moyen dépasse une valeur prédéterminée.

5. Montre électronique selon la revendication 4, caractérisée en ce que les moyens pour obtenir ledit signal électrique moyen comportent un filtre passe-bas à condensateurs commutés.

6. Montre électronique selon la revendication 1, caractérisée en ce que lesdits moyens de commande comportent une pluralité de capteurs photo-électriques dont l'éclairement peut être interrompu manuellement de façon individuelle pour générer lesdits signaux de commande.

7. Montre électronique selon la revendication 6, caractérisée en ce que lesdits capteurs photo-électriques sont des photo-diodes.

8. Montre électronique selon la revendication 6, caractérisée en ce que lesdits moyens de commande comportent, de plus, un circuit de compensation connecté pour recevoir les signaux fournis par les capteurs et permettant de générer lesdits signaux de commande de manière sensiblement indépendante de l'intensité de la lumière ambiante, et des moyens de multiplexage pour appliquer cycliquement le signal fourni par chaque capteur au circuit de compensation.

9. Montre électronique selon la revendication 6, caractérisée en ce que lesdits capteurs sont reliés en série.

10. Montre électronique selon la revendication 9, caractérisée en ce qu'elle comporte des moyens, connectés aux bornes extrêmes desdits capteurs reliés en série, pour recharger ladite source d'alimentation.

La présente invention se rapporte aux montres électroniques; elle concerne, plus particulièrement, une montre électronique à organe de commande fixe.

Un moyen de commande souvent utilisé en horlogerie

électronique est le contact électrique actionné par un organe de commande mobile, tel qu'un poussoir ou une couronne. Cette solution nécessite l'emploi d'un élément traversant la boîte de la montre, lequel impose des limitations constructives, diminue la fiabilité et augmente le prix de fabrication du produit. D'autre part, le nombre de commandes, donc celui des contacts et des organes de commande nécessaires, augmente avec le nombre des fonctions de la montre. Le problème de la commande des montres ayant beaucoup de fonctions devient ainsi rapidement critique car, pour des raisons évidentes d'économie et d'esthétique, il n'est guère possible d'utiliser plus de quatre organes de commande. L'emploi de codes, impliquant des séquences dans la manipulation des contacts a permis de surmonter cet obstacle au prix de la mémorisation de manipulations toujours plus complexes.

L'introduction dans les montres de capteurs capacitifs, déjà connus en soi, comme organes de commande a permis d'éliminer certains problèmes posés par les organes de commande mobiles et de concevoir des dispositifs d'entrée de données s'écartant des voies conventionnelles. Par exemple, comme cela est décrit dans la communication no 8 faite par J. P. Jaunin au 55^e Congrès de la Société suisse de chronométrie en octobre 1980, l'utilisation de quatre capteurs capacitifs disposés en ligne permet, dans une montre digitale, de corriger l'heure ou d'introduire une heure de réveil très simplement. A cet effet, la montre est mise en état de correction à l'aide d'un poussoir électrique, puis l'information affichée est modifiée en déplaçant un doigt suivant la ligne joignant les centres des quatre capteurs capacitifs disposés sur le boîtier ou la glace de la montre. Le chiffre affiché est augmenté ou diminué, suivant le sens de déplacement du doigt, et sa variation est d'une unité pour chaque passage du doigt sur un capteur. Un mouvement complet, balayant les quatre capteurs, fait donc varier l'affichage de quatre unités. Comme ce mouvement peut être effectué rapidement, une correction, même importante, devient très aisée. Le nombre des capteurs peut être quelconque, mais égal au moins à trois, si le sens du déplacement du doigt doit être déterminé.

Si l'utilisation des capteurs capacitifs à des fins de commande est connue depuis longtemps, par exemple dans les ascenseurs, les appareils de radio et de télévision, leur application aux montres est récente. Cela tient, tout d'abord, au fait qu'un capteur est formé par une électrode dont la surface doit être importante (de l'ordre de celle de la partie du doigt qui vient l'activer) pour assurer un fonctionnement fiable et peu sensible aux parasites industriels. De plus, cette électrode devant se trouver sur la glace de la montre ou sur une partie isolante de la face avant du boîtier, sa liaison électrique avec le circuit, fixé sur un module, pose un problème de construction difficile.

Pour pouvoir utiliser des capteurs de surface réduite, il est nécessaire d'employer des circuits électroniques élaborés, permettant de détecter avec sécurité la faible variation de capacité résultant de l'activation du capteur capacitif. Le brevet suisse no 607 872 du Centre Electronique Horloger décrit un tel circuit dans lequel il est fait usage de la détection synchrone d'une tension appliquée à l'électrode du capteur. L'amplitude de la tension détectée varie alors suivant que le capteur est activé ou non. Le risque d'une fausse information due au bruit provoqué par les parasites industriels de 50 et 100 Hz est d'autant plus faible dans ce circuit, que la fréquence de la tension appliquée au capteur est élevée. Avec une fréquence appliquée d'environ 8 kHz et une réalisation soignée, la fiabilité de fonctionnement peut être bonne. L'application de cette tension de 8 kHz sur le capteur entraîne cependant une consommation supplémentaire.

taire, voisine de celle du circuit d'une montre à affichage digital par cristaux liquides.

La présente invention a pour but principal de fournir une montre électronique utilisant un organe de commande fixe qui présente l'avantage, par rapport aux capteurs capacitifs, d'être insensible aux parasites électriques de toute nature, d'avoir une très faible consommation de courant et de pouvoir être monté directement sur le module de la montre.

Pour atteindre ce but, la montre selon l'invention, qui comporte

un circuit garde-temps;

un dispositif d'affichage du temps, commandé par ledit circuit;

des moyens de commande manuelle pour fournir des signaux de commande audit circuit; et

une source électrique d'alimentation du circuit garde-temps, du dispositif d'affichage et des moyens de commande, est principalement remarquable en ce que lesdits moyens comportent un capteur photo-électrique disposé pour recevoir la lumière ambiante et fournissant un signal représentatif de l'intensité de ladite lumière et dont l'éclairement peut être interrompu manuellement pour générer lesdits signaux de commande.

L'avantage résultant de l'utilisation d'un capteur photo-électrique provient du fait qu'un tel capteur est, par nature, insensible aux parasites électriques, que le signal électrique qu'il fournit ne demande aucune énergie électrique étant produit par la lumière reçue par sa surface sensible et, qu'enfin, il peut être placé en face d'une fenêtre pratiquée dans la carrière de la boîte de la montre, sur le même module que le circuit, auquel il peut être connecté facilement.

De façon avantageuse, lesdits moyens de commande comportent, de plus, un circuit de compensation connecté pour recevoir le signal fourni par le capteur et permettant de générer lesdits signaux de commande de manière sensiblement indépendante de l'intensité de la lumière ambiante.

D'autres caractéristiques de la présente invention ressortiront de la description qui va suivre, faite en regard des dessins annexés et donnant, à titre explicatif mais nullement limitatif, une forme de réalisation d'une telle montre. Sur ces dessins:

la fig. 1 est une vue schématique partielle d'une montre à capteur photo-électrique;

la fig. 2 représente la montre vue du côté où se trouvent les fenêtres des capteurs photo-électriques;

la fig. 3 donne les caractéristiques typiques d'une photodiode;

la fig. 4 représente le circuit d'une montre pourvue d'une commande photo-électrique;

la fig. 5 représente les signaux logiques dérivés du diviseur principal du circuit de la montre;

la fig. 6 représente le schéma d'une forme d'exécution du circuit de commande associé au capteur photo-électrique; et

la fig. 7 représente le schéma d'une autre forme d'exécution du circuit de commande où les capteurs sont mis en série de façon à rendre possible la recharge de la batterie.

La fig. 1 représente schématiquement une vue en coupe du boîtier d'une montre-bracelet comportant une carrière 101, pourvue d'une fenêtre 102 sur sa partie frontale, une glace 103 et un fond 104. A l'intérieur du boîtier se trouve un module 105, fixé à la carrière 101 par des moyens non représentés, un affichage 106, par exemple à cristaux liquides, un connecteur 107 reliant l'affichage au module, un circuit intégré 108, une batterie 109 et un capteur photo-électrique 110 formé d'une photo-diode ou d'une cellule solaire, délivrant un signal électrique en réponse à la lumière qu'il reçoit.

Le capteur 110, qui constitue l'élément sensible de la commande, est placé en face de la fenêtre 102, de façon à ne recevoir la lumière extérieure que par cette voie. Il est monté directement sur le module 105, auquel il est relié électriquement. Cette possibilité de monter le capteur photo-électrique sur le module représente un avantage important par rapport à l'utilisation d'un capteur capacitif qui nécessite une connexion entre le module et l'électrode (fixée sur la glace ou le boîtier).

La fig. 2 représente une autre vue de la montre selon la fig. 1 avec la carrière 101, la glace 103 et, dans le cas de ce dessin, quatre fenêtres identiques à la fenêtre 102 derrière lesquelles sont disposés quatre capteurs photo-électriques 110, 112, 114 et 116. Le nombre des fenêtres et des capteurs peut naturellement être quelconque.

Le capteur photo-électrique le plus souvent utilisé est une photo-diode, appelée aussi cellule solaire. Elle est constituée par une jonction dans un matériau semi-conducteur ayant une surface sensible d'environ 10 mm^2 et possède deux bornes de sortie correspondant à sa cathode et à son anode. La fig. 3 représente les caractéristiques typiques d'une photo-diode. Elles expriment la relation qui existe entre le courant I qui traverse la photo-diode, sous une tension V entre ses bornes, et l'éclairement E de sa surface sensible, exprimé en lux. Si la cellule débite sur une résistance R , la variation de courant est transformée en une variation de tension, égale au moins à la variation intrinsèque produite par la diode lorsque la résistance a une valeur infinie. Comme une photo-diode n'est sensible qu'à la lumière, un autre avantage de la présente invention, par rapport à une commande utilisant des capteurs capacitifs, est sa parfaite insensibilité aux perturbations électriques de toute sorte.

Si le porteur de la montre obstrue l'une des fenêtres 102 avec un doigt 111, comme cela est représenté sur la fig. 1, le capteur correspondant passe de l'état éclairé à l'état obscurci. Les signaux résultants recueillis sur ses bornes servent à former des signaux de commande pour la montre.

La fig. 4 représente le schéma général d'une montre selon l'invention. Les capteurs 110, 112, 114 et 116 sont reliés à un circuit de commande 401 qui sera décrit en détail ultérieurement à l'aide de la fig. 6.

En réponse aux signaux produits par les capteurs 110, 112, 114 et 116, le circuit 401 génère des signaux logiques de commande 629, 630, 631 et 632. Ces signaux apparaissent sur des sorties de même nom et sont appliqués à un circuit garde-temps 402. L'obscurcissement, par exemple par un doigt, des capteurs 110, 112, 114 et 116 fait passer respectivement les signaux de commande 624, 630, 631 et 632 à un niveau logique haut. Le circuit garde-temps 402 élabore, d'une part, des signaux logiques Φ , $\bar{\Phi}$, Φ_1 , Φ_2 , Φ_3 et Φ_4 nécessaires au circuit 401 et, d'autre part, attaque un affichage digital 403 destiné à indiquer l'heure.

L'alimentation des circuits 401 et 402 est assurée par une pile 404. Enfin un contact électrique 420, actionné par un poussoir, sert à choisir le mode de fonctionnement de la montre.

Le circuit garde-temps 402 va maintenant être décrit en détail. Un résonateur à quartz 405 est entretenu en oscillation par un circuit 406 pour former une base de temps dont le signal de sortie attaque un diviseur de fréquence 407. Des signaux logiques A, B, C et D, dont les fréquences respectives sont typiquement de 128 Hz, 64 Hz, 32 Hz et 16 Hz, sont dérivés du diviseur 407.

Un circuit logique 408 composé d'un inverseur et de portes ET (non représentés), permet d'élaborer, à partir des signaux A, B, C et D, des signaux Φ , $\bar{\Phi}$, Φ_1 , Φ_2 , Φ_3 et Φ_4 , lesquels sont représentés sur le diagramme de la fig. 5. Les signaux A et Φ , de forme carrée, sont identiques et ont une

période de 7,8 ms; le signal $\bar{\Phi}$ est un signal en opposition de phase avec le signal Φ ; le signal Φ_1 , formé d'impulsions rectangulaires positives de 3,9 ms de durée, a une période égale à quatre fois celle du signal Φ , soit 31,25 ms; les signaux Φ_2 , Φ_3 et Φ_4 sont identiques au signal Φ_1 , sauf qu'ils sont déphasés par rapport à ce dernier, respectivement de une, deux et trois périodes du signal Φ . Ces signaux logiques sont nécessaires au fonctionnement du circuit de commande 401, comme cela apparaîtra par la suite, et le nombre des signaux Φ_1 , Φ_2 , Φ_3 , etc. est égal au nombre de capteurs utilisés.

La sortie du diviseur 407 est reliée à l'une des deux entrées d'une porte ET 409 dont la sortie est reliée à son tour à l'une des deux entrées d'une porte OU 410. La sortie de la porte 410 est connectée à l'entrée d'un compteur avant-arrière 411. Ce compteur possède une borne 421 qui détermine, suivant qu'elle est au niveau logique haut ou bas, l'incrémentation ou la décrémentation de son contenu. Un décodeur 412 décide le contenu du compteur 411 et sa sortie attaque l'affichage digital à sept segments 403. Si le niveau logique des autres entrées des portes ET 409 et OU 410 est tel que le compteur 411, dont la borne 421 est supposée être au niveau logique haut, reçoit le signal de sortie du diviseur 407, la montre se comporte de façon conventionnelle en indiquant l'heure.

Un circuit de correction 422 est également incorporé au circuit garde-temps 402 de la fig. 4. Il permet de faire une correction de l'heure de la montre à partir des signaux logiques 629, 630, 631 et 632 générés par le circuit de commande 401 en réponse aux signaux électriques fournis respectivement par les capteurs 110, 112, 114 et 116.

Le passage du mode indication de l'heure au mode correction se fait à l'aide de l'interrupteur 420 qui est relié à un flip-flop 419. Chaque fermeture de l'interrupteur 420 fait basculer le flip-flop 419. Au niveau logique haut de la sortie du flip-flop 419 correspond le mode indication de l'heure, et, au niveau bas, le mode correction de la montre. La sortie du flip-flop 419 est reliée à une entrée d'une porte OU 414 à deux entrées, à l'entrée d'un inverseur 415 et à une entrée de la porte ET 409. La sortie de la porte OU 414 est reliée à la borne 421 du compteur 411. La sortie de l'inverseur 415 est reliée à une entrée d'une porte ET 413 à trois entrées dont la sortie est reliée à une entrée de la porte OU 410. Les sorties des signaux de commande 629, 630, 631 et 632 du circuit 401 sont appliquées à une mémoire 417 à quatre entrées et quatre sorties telle que, par exemple, la mémoire RCA type 4042. L'entrée d'horloge 423 de cette mémoire 417 est commandée par le signal logique Φ . A chaque niveau logique haut du signal Φ , l'information présente à l'entrée de la mémoire 417 à cet instant est transférée vers sa sortie et reste mémorisée jusqu'au prochain niveau haut de Φ .

L'état des signaux logiques de commande 629, 630, 631 et 632 du circuit 401 peut être considéré, à un instant donné, comme étant représentatif d'un nombre binaire à 4 bits dans lequel le signal logique 629 correspond, par exemple, au bit le plus significatif. Le nombre binaire, présent à l'entrée de la mémoire 417 sera désigné par X, et le nombre binaire défini par l'état des sorties de cette mémoire au même instant sera désigné par Y. La valeur de Y est ainsi celle qu'avait X, un signal d'horloge Φ plus tôt. Les entrées et les sorties de la mémoire 417 sont reliées à un comparateur 418 ayant deux entrées de quatre bits et deux sorties 424 et 425, comme par exemple le comparateur RCA type 4063. La sortie 424 prend, par exemple, le niveau logique bas lorsque X est plus grand que Y et le niveau logique haut lorsque X est plus petit que Y. Cette sortie est reliée à une entrée de la porte OU 414. La sortie 425 délivre une impulsion à l'instant où apparaît le signal d'horloge Φ pour autant que X soit

different de Y à ce moment. Cette sortie est reliée à la deuxième entrée de la porte ET 413. Enfin, les quatre sorties de la mémoire 417 sont encore reliées aux entrées d'une porte OU 416 dont la sortie est connectée à la troisième entrée de la porte ET 413. La porte OU 416 sert à signaler la valeur zéro du nombre Y en faisant apparaître à sa sortie un niveau logique bas.

Le fonctionnement de la montre en mode correction est déterminé par un niveau logique bas à la sortie du flip-flop 419 de la fig. 4, obtenu en actionnant le contact 420. Une des entrées des portes OU 414 et ET 409 est ainsi portée à un niveau logique bas, tandis qu'une entrée de la porte ET 413 est portée à un niveau logique haut, grâce à l'inverseur 415. La porte ET 409 va donc bloquer le signal issu de la sortie du diviseur 407 et arrêter la montre. La sortie de la porte OU 414 permet de mettre le compteur 411 dans l'état d'incrémentation ou de décrémentation, suivant que la sortie 424 du comparateur 418 est au niveau logique haut ou bas.

On considérera maintenant l'état des signaux de commande 629, 630, 631 et 632 du circuit 401. Ces signaux définissent le nombre binaire X. Si les capteurs 110, 112, 114 et 116 reçoivent tous de la lumière, X vaut zéro et, après un signal d'horloge Φ , Y prend la même valeur. Une valeur nulle de Y entraîne un niveau logique bas de la sortie de la porte OU 416. La porte ET 413 est alors bloquée, car une de ses entrées est reliée à la sortie de la porte 416. Si le capteur 112, par exemple, est obscurci à l'aide d'un doigt il génère un signal qui fait passer le signal 630 du circuit de commande 401 au niveau logique haut. Le nombre X passe à cet instant de la valeur zéro à la valeur 0100, alors que Y garde toujours une valeur nulle. La sortie 425 du comparateur 418 délivre un signal, lequel cependant ne parvient pas jusqu'au compteur 411 car, Y étant nul, la porte ET 413 reste fermée. Un signal d'horloge Φ plus tard, Y prend la même valeur 0100 que X. La sortie de la porte OU 416 passe alors au niveau logique haut, ce qui a pour effet d'ouvrir la porte ET 413. Cependant, comme X est égal à Y, aucun signal n'apparaît sur la sortie 425 du comparateur 418.

Si le doigt est alors déplacé du capteur 112 au capteur 114, de façon évidente, X passe de la valeur 0100 à la valeur plus petite 0010, alors que Y garde toujours la valeur 0100. A l'instant du déplacement du doigt d'un capteur au suivant, à l'entrée du comparateur 418, X est inférieur à Y. Un niveau logique haut apparaît ainsi sur la sortie 424 du comparateur 418. Ce niveau logique haut est transmis à travers la porte OU 414 à l'entrée 421 du compteur 411, mettant ce compteur dans l'état d'incrémentation. La sortie 425 du comparateur 418 délivre un signal qui, passant à travers les portes ET 413 et OU 410, incrémentera d'une unité le compteur 411. Un signal d'horloge Φ plus tard, Y prendra la même valeur que X, soit 0010. En déplaçant encore le doigt du capteur 114 au capteur 116 de la même manière que précédemment, X passe de la valeur 0010 à la valeur 0001, alors que Y garde la valeur 0010. Ceci a pour effet d'incrémenter encore une fois d'une unité le compteur 411.

Par contre, si le déplacement du doigt est fait du capteur 112 au capteur 110, X passe de la valeur 0100 à la valeur plus élevée 1000, tandis que Y reste à la valeur 0100. Comme X est, dans ce cas, supérieur à Y, la sortie 424 du comparateur 418 passe au niveau logique bas, mettant le compteur 411 dans l'état de décrémentation. Le signal qui apparaît sur la sortie 425 du comparateur en réponse à ce mouvement du doigt, va donc décrémenter le compteur 411 d'une unité. Il y a lieu de noter que le bon fonctionnement du circuit 422 requiert que le temps de passage du doigt d'un capteur au suivant soit supérieur à la période du signal logique d'horloge Φ lors d'un mouvement continu du doigt sur une série de capteurs. Dans le cas contraire, en effet, si le signal

d'horloge reste au niveau bas pendant ce temps, la mémoire 417 n'enregistrera pas la variation de X.

La description qui vient d'être faite du fonctionnement de la montre en mode correction a permis de mettre en évidence que la valeur indiquée par l'affichage 403 peut être modifiée, en plus ou en moins, par un simple déplacement du doigt, dans un sens déterminé, au-dessus des capteurs 110, 112, 114 et 116.

Le circuit électronique de commande 401 de la fig. 4 va maintenant être décrit en détail dans une forme d'exécution préférentielle à l'aide du schéma de la fig. 6. Son but est de rendre les signaux logiques de commande qui apparaissent à sa sortie indépendants, dans une large mesure, des variations de la lumière ambiante éclairant les capteurs.

Comme représenté sur la fig. 6 les quatre photo-diodes 110, 112, 114 et 116 ont leurs cathodes reliées à un point de masse 601 et leurs anodes respectivement aux drains de quatre transistors 602, 603, 604 et 605 dont les électrodes de commande ou grilles sont reliées au circuit 401 pour en recevoir respectivement les signaux Φ_1 , Φ_2 , Φ_3 et Φ_4 . Ces transistors sont des transistors à effet de champ fonctionnant en commutation. Ils se trouvent à l'état bloqué, non passant ou ouvert, lorsque le potentiel de la grille est inférieur ou égal au potentiel de la source. Cela signifie, par exemple, que le transistor 602 est ouvert lorsque le potentiel de Φ_1 est égal ou inférieur au potentiel du point 606. L'état saturé, passant ou fermé, est obtenu en appliquant sur la grille un potentiel supérieur à celui de la source. Ces dispositifs se comportent donc comme des interrupteurs. Une résistance 600, branchée entre les points 601 et 606, permet de faire fonctionner chaque capteur 110, 112, 114 et 116 dans des conditions de charge pour lesquelles la variation de tension au point 606 est maximale pour une variation donnée de lumière.

L'entrée directe, marquée par un signe +, d'un amplificateur différentiel 612 est reliée au point 606. L'entrée inverse marquée par un signe - de cet amplificateur est reliée à sa sortie 613 de sorte qu'il se comporte en suiveur de tension de gain unité, ayant une impédance d'entrée élevée et une impédance de sortie basse. Le point 613 est, d'autre part, relié aux drains des deux transistors à effet de champ 607 et 608 fonctionnant en interrupteur. La source du transistor 607 est connectée, d'une part, à une des électrodes d'un condensateur 615 dont l'autre électrode est reliée à la masse 601 et, d'autre part, à l'entrée inverse marquée par un signe -, d'un second amplificateur différentiel 616 ayant un gain G positif. Le gain G est choisi suffisamment élevé pour assurer la saturation de l'amplificateur 616 et permettre à sa sortie 623 de prendre deux niveaux logiques bien définis.

La source du transistor 608 est reliée, d'une part, à une des électrodes d'un second condensateur 618 et, d'autre part, au drain d'un transistor à effet de champ 610 fonctionnant en interrupteur, dont la source est reliée, d'une part, à une électrode d'un troisième condensateur 620 et, d'autre part, à l'entrée directe, marquée par un signe +, de l'amplificateur différentiel 616. Un transistor à effet de champ 609, fonctionnant en interrupteur, a son drain relié à une des bornes d'un générateur 621 fournissant une tension continue V_0 . L'autre borne de ce générateur est reliée à la masse 601. Les grilles des transistors 607, 608 et 609 sont toutes commandées par le signal logique Φ du circuit 401. La source du transistor 609 est reliée, d'une part, à la seconde électrode du condensateur 618 et, d'autre part, au drain d'un transistor à effet de champ 611 fonctionnant en interrupteur. La source de ce dernier transistor et la seconde électrode du condensateur 620 sont mises ensemble à la masse 601.

La sortie 623 de l'amplificateur différentiel 616 est reliée aux entrées de quatre mémoires 624, 625, 626 et 627 dont les

entrées d'horloge sont reliées au circuit 401 pour en recevoir les signaux logiques Φ_1 , Φ_2 , Φ_3 et Φ_4 respectivement. Chacune de ces mémoires, lorsque son signal d'horloge est à un niveau logique haut, retient l'état logique présent à cet instant sur son entrée 623 et le fait apparaître à sa sortie. Par contre, lorsque le signal d'horloge se trouve au niveau logique bas, l'état de la sortie de la mémoire n'est pas influencé par l'état de son entrée 623. Les sorties 629, 630, 631 et 632 des quatre mémoires sont reliées aux quatre entrées d'une porte NON-OU 633. La sortie de celle-ci est connectée à une première entrée d'une porte ET 635 dont la seconde entrée est reliée au circuit 401 pour en recevoir le signal logique $\bar{\Phi}$. La sortie de la porte ET 635 est reliée aux grilles de commande des transistors 610 et 611.

15 Pour décrire le fonctionnement du circuit de commande représenté sur la fig. 6, deux cas seront considérés. Dans le premier, on supposera que tous les capteurs photo-électriques reçoivent sensiblement la même lumière ambiante, laquelle est toutefois susceptible de subir des fluctuations. Dans le second cas, on examinera ce qui se passe lorsque un ou plusieurs capteurs sont cachés par un doigt.

20 Lorsque les capteurs 110, 112, 114 et 116 sont uniformément éclairés, sensiblement le même signal électrique est créé à leurs bornes. Chaque capteur est relié successivement et périodiquement à la résistance 600 à l'aide des interrupteurs 602, 603, 604 et 605, commandés respectivement par ces signaux logiques Φ_1 , Φ_2 , Φ_3 et Φ_4 de la fig. 5. Des tensions successives V_j ($j = 1$ à 4), sensiblement égales entre elles, apparaissent alors au point 606 de la résistance 600. En se reportant à la fig. 5, on voit qu'à l'instant t_1 les signaux Φ_1 et Φ ferment respectivement les interrupteurs 602 et 607, transférant au condensateur 615, par l'intermédiaire de l'amplificateur de gain unité 612, la tension créée à cet instant au point 606 par le capteur 110. A l'instant t'_1 les interrupteurs 602 et 607 s'ouvrent, isolant le condensateur 615 qui garde sa charge jusqu'à l'instant t_2 . A cet instant, les signaux Φ_2 et Φ ferment à leur tour les interrupteurs 603 et 607, permettant le transfert au condensateur 615 de la tension produite au point 606 par le capteur 112.

25 De la même façon, les signaux logiques Φ_3 , Φ_4 et Φ vont transférer au condensateur 615, aux instants t_3 et t_4 , les tensions produites par les capteurs 114 et 116, après quoi le cycle recommencera avec les signaux Φ_1 , Φ et le capteur 110. 30 Le même raisonnement, appliqué au condensateur 618, montre que la tension à ses bornes sera $V_j - V_0$ ($j = 1$ à 4), V_0 valant quelques dizaines de mV, aux instants t_1 , t_2 , t_3 et t_4 , grâce aux interrupteurs 608 et 609 dont les grilles sont commandées par le signal logique Φ .

35 Pour la suite de la description du fonctionnement du circuit de commande de la fig. 6, on supposera que l'entrée 634 de la porte ET 635 est maintenue à un niveau logique haut après que sa liaison avec la sortie de la porte NON-OU 633 ait été interrompue au point P. La sortie de la porte ET 40 635, se trouvera alors au niveau logique haut en même temps que le signal $\bar{\Phi}$ appliqué sur l'entrée 636 de cette porte, c'est-à-dire aux instants t'_1 , t'_2 , t'_3 et t'_4 auxquels, d'autre part, comme on l'a vu, les interrupteurs 608 et 609 sont ouverts. Aux instants t_1 , t_2 , t_3 et t_4 la situation est inverse, les 45 interrupteurs 608 et 609 étant fermés et les interrupteurs 610 et 611 ouverts. Ainsi durant les intervalles de temps allant de t_1 à t'_1 , t_2 à t'_2 , t_3 à t'_3 , t_4 à t'_4 , de durée $T/2$, le condensateur 618 est chargé aux tensions $V_j - V_0$ ($j = 0$ à 4), tandis que durant les intervalles allant de t'_1 à t_2 , t'_2 à t_3 , t'_3 à t_4 , t'_4 à t_5 , également de durée $T/2$, les deux condensateurs 618 et 620 sont connectés en parallèles. Ce fonctionnement correspond à celui d'un réseau à deux condensateurs commutés, dont on sait qu'il simule un filtre passe-bas RC (voir article

de J. T. Caves et al. «Sampled analog filtering using switched capacitors as resistor equivalents». IEEE J. Solid-State Circuits vol SC-12, Dec 1977). En désignant par C_{618} et C_{620} les capacités des condensateurs 618 et 620, la constante de temps du filtre vaut $\tau = T \cdot C_{618}/C_{620}$. Pour une constante de temps τ de l'ordre de 50 ms, comme T vaut environ 7,8 ms on voit que C_{618} doit être environ 10 fois plus grand que 620. Il résulte de ce filtrage que la tension aux bornes du condensateur C_{620} est égale à la tension moyenne temporelle \bar{V} des tensions $V_j - V_0$ produite par les capteurs dans des conditions d'éclairage ambiant données. Si les capteurs sont identiques et que l'éclairage ambiant est fixe ou varie lentement par rapport à la durée d'environ 32 ms du cycle de mesure des quatre capteurs et de la constante de temps τ de 50 ms du filtre, ce qui est généralement le cas, on a pratiquement $\bar{V} = V_j - V_0$.

Dans ces conditions, l'amplificateur différentiel 616 de gain G reçoit, sur son entrée directe la tension \bar{V} et, sur son entrée inverse, la tension V_j . La tension à sa sortie 623 vaut ainsi $G(\bar{V} - V_j) = -GV_0$. Cette tension est négative et elle correspond à un niveau logique bas. Ce niveau logique est transféré aux mémoires 624, 625, 626 et 627 aux instants t_1 , t_2 , t_3 et t_4 respectivement par les signaux Φ_1 , Φ_2 , Φ_3 et Φ_4 . Les sorties 629, 630, 631 et 632 de ces mémoires prendront le même état logique bas aux mêmes instants et, étant reliées aux entrées de la porte NON-OU 633 feront apparaître à la sortie de celles-ci un niveau logique haut. C'est précisément ce niveau logique qui était supposé exister sur l'entrée 634 de la porte ET 635 au moment de la coupure au point P de la liaison entre cette entrée et la sortie de la porte NON-OU 633. Cette liaison entre les portes 633 et 635 peut ainsi être rétablie sans perturber le fonctionnement du circuit, lequel, en réponse aux signaux électriques générés par les capteurs éclairés uniformément, élaborera donc une tension moyenne \bar{V} aux bornes du condensateur 620, représentative de l'intensité de l'éclairement ambiant.

On examinera maintenant comment réagit le circuit de la fig. 6 à une variation très rapide de la lumière ambiante. Si cette variation est faite dans le sens d'un accroissement d'intensité à l'instant t_1 par exemple, alors la tension V_j ($j = 1$) augmente jusqu'à une valeur V'_1 , tandis que la tension \bar{V} reste constante, puisque les interrupteurs 610 et 611 sont ouverts dans l'intervalle de temps allant de t_1 à t'_1 . La tension à la sortie 623 de l'amplificateur 616 vaut alors $G(V_1 - V_0 - V'_1)$ et, étant inférieure à $-GV_0$, elle confirme le niveau logique bas déjà existant à l'entrée des mémoires 624, 625, 626 et 627. Le circuit continue donc de fonctionner dans ce cas sans perturbation.

Par contre, si l'intensité lumineuse subit une brusque diminution à l'instant t_1 , la tension V_j ($j = 1$) baisse jusqu'à la valeur V''_1 , alors que \bar{V} reste constante. Une tension $G(V_1 - V_0 - V''_1)$ apparaît alors au point 623. Elle peut être positive et donner un niveau logique haut à l'entrée de la mémoire 624 si V_1 est supérieur à $V_0 + V''_1$. La sortie 629 de cette mémoire prend le même état, et par conséquent, la porte NON-OU 633 a trois entrées au même niveau logique bas et une entrée logique haut. La sortie de cette porte 633 passe alors au niveau logique bas, entraînant un niveau logique également bas à la sortie 637 de la porte ET 635, quel que soit le niveau logique de $\bar{\Phi}$ sur l'entrée 636. Il en résulte que les interrupteurs 610 et 611 restent ouverts même entre t'_1 et t_2 , entraînant un blocage du circuit. En effet, le condensateur 620 ne peut plus être chargé à la tension correspondant au nouvel éclairement, même après que les sorties des autres mémoires 630, 631 et 632 aient passé au niveau logique haut. Pratiquement, le danger de blocage du circuit est très faible, car il est possible de choisir la tension V_0 fournie par le générateur 621 de façon qu'elle soit

supérieure à la variation de V''_1 entre t_1 et t'_1 . Si cette condition n'est toutefois pas remplie et que le circuit se bloque, la tension \bar{V} aux bornes du condensateur 620 diminue lentement par suite des courants de fuite inévitables, permettant le redémarrage du circuit après un certain temps.

On considérera maintenant le cas où certains capteurs du circuit de la fig. 6 sont volontairement masqués, par exemple par un doigt, dans le but d'introduire dans la montre un signal de commande. On supposera tout d'abord que c'est le capteur 110 qui est brusquement obscurci à l'instant t_1 . Le signal électrique généré par ce capteur baisse alors d'intensité et fait apparaître une tension v_1 aux bornes de la résistance 600, l'interrupteur 602 étant fermé. Cette tension est sensiblement inférieure à la tension V_1 qui existait à cet endroit une période de Φ_1 plus tôt, lorsque le capteur 110 était encore pleinement éclairé. Durant l'intervalle de temps allant de t_1 à t'_1 , la tension v_1 est transmise au condensateur 615 puisque l'interrupteur 607 est également fermé. Les interrupteurs 610 et 611 étant par contre ouverts, la tension moyenne \bar{V} aux bornes du condensateur 620 correspond à celle qui avait été produite par le plein éclairement de tous les capteurs, et elle vaut pratiquement $V_1 - V_0$. Les tensions v_1 et $\bar{V} - V_0$ étant appliquées aux entrées de l'amplificateur différentiel 616, il apparaît à sa sortie la tension positive $G(V_1 - V_0 - v_1)$, car normalement V_1 est supérieur à $V_0 + v_1$. Cette tension positive correspondant à un niveau logique haut appliquée à l'entrée de la mémoire 624, le même niveau logique se retrouve à la sortie 629. Les autres capteurs 112, 114 et 116, recevant la pleine lumière, il leur correspond un niveau logique bas à la sortie de l'amplificateur 616 et sur les sorties 630, 631, 632 des mémoires 625, 626, 627 pour les mêmes raisons que celles déjà exposées dans le cas de l'éclairage uniforme de tous les capteurs. Par conséquent, une des entrées de la porte NON-OU 633 est à un niveau logique haut, tandis que les autres entrées sont au niveau logique bas. Ceci entraîne un niveau logique bas à la sortie de la porte 633. Cette sortie étant une des entrées de la porte ET 635, la sortie de cette dernière porte prend un niveau logique également bas, quel que soit le niveau du signal logique $\bar{\Phi}$ sur l'entrée 636. Enfin, le niveau logique bas à la sortie de la porte ET 635 met les interrupteurs 610 et 611 dans l'état ouvert.

Il en résulte que, dès l'obscurcissement du capteur 110 à l'instant t_1 , la sortie 629 de la mémoire 624 passe à l'état logique haut, les sorties 630, 631, 632 des mémoires 625, 626, 627 restant à l'état logique bas. Les interrupteurs 610 et 611 s'ouvrent et isolent le condensateur 620, qui garde en mémoire la tension \bar{V} correspondant à l'éclairement ambiant. Cet état du circuit de commande se maintient aussi longtemps que le capteur 110 n'est pas de nouveau éclairé ou que le condensateur 620 ne s'est pas déchargé suffisamment par les courants de fuite pour entraîner des niveaux logiques hauts sur les sorties 629, 630, 631 et 632.

Il faut remarquer, d'une part, que le choix de la valeur V_0 du générateur 621 résulte d'un compromis entre le danger que le circuit se bloque lors d'une diminution brusque de la lumière ambiante, comme cela avait déjà été examiné dans le cas où V_0 est trop faible, et l'inconvénient d'une perte de sensibilité des capteurs si V_0 est trop élevé. En effet, un capteur est actif si la grandeur $G(V_1 - V_0 - v_1)$ devient positive. Cette condition est réalisée si $V_1 - v_1$ est supérieur à V_0 . Or $V_1 - v_1$ définit la sensibilité d'un capteur, laquelle est d'autant meilleure que $V_1 - v_1$ est petit. Il en résulte que, pour qu'un capteur soit actif et sensible, la tension V_0 doit être faible. D'autre part, si l'obscurcissement du capteur 110 intervient à un moment qui tombe en dehors de l'intervalle de temps allant de t_1 à t'_1 alors le circuit garde son état jusqu'au prochain signal Φ_1 et le processus décrit sera

déclenché à partir du temps t_5 , comme cela est montré sur la fig. 5, soit avec un retard maximum de trois périodes et demi du signal Φ , correspondant à environ 27 ms.

Enfin, si plusieurs capteurs sont obscurcis simultanément, par exemple, les capteurs 110 et 114, le circuit réagit de façon analogue à celle décrite dans le cas d'un seul capteur obscurci, à l'exception du fait que deux sorties des mémoires, au lieu d'une seule, prendront un état logique haut, à savoir les sorties 629 et 631, les sorties 630 et 632 restant au niveau logique bas. En particulier, l'obscurcissement de tous les capteurs, entraîne un niveau logique haut sur toutes les sorties.

En résumé, le fonctionnement du circuit de commande 401, dont les sorties 629, 630, 631 et 632 correspondent respectivement aux capteurs 110, 112, 114 et 116 reliés à ce circuit, est le suivant. L'éclairage d'un capteur par la lumière ambiante entraîne un niveau logique de commande bas sur la sortie correspondante, tandis que son obscurcissement, c'est-à-dire son activation par un doigt, entraîne un niveau logique haut sur la même sortie. De plus, le circuit est susceptible de fonctionner dans une plage étendue d'éclairage ambiant, grâce à la mesure permanente par les capteurs de son intensité moyenne.

Dans la description du fonctionnement du circuit 401, l'état d'éclairage ou d'obscurcissement des capteurs n'évoluait pas avec le temps. Cela correspond à un fonctionnement statique. Un fonctionnement dynamique est également possible. C'est celui où le doigt du porteur de la montre se déplace de façon à obscurcir les capteurs 110, 112, 114, 116 dans un certain ordre. La seule condition est que la durée de transition de l'éclairage à l'obscurcissement d'un capteur, ou inversement, soit supérieur à la période des signaux Φ_1 , Φ_2 , Φ_3 , Φ_4 de façon que le circuit puisse enregistrer ce changement.

Dans le circuit de la fig. 6 il y a quatre capteurs 110, 112, 114 et 116 auxquels correspondent respectivement les sorties 629, 630, 631 et 632. Mais il est évident que ce circuit reste utilisable avec un seul capteur. Si l'on considère, par exemple, le capteur 116, la ligne en pointillé 638 délimite la partie du circuit et la sortie 632 qui lui correspondent. Les signaux Φ_1 , Φ_2 et Φ_3 ne sont alors plus nécessaires et le signal Φ_4 peut être de même période et de même phase que le signal Φ de la fig. 5. La porte NON-OU 633 n'a plus, de son côté, qu'une entrée, les autres pouvant être considérées comme étant à l'état logique bas. La fonction de cette porte se réduit donc à celle d'une porte NON. L'introduction de plusieurs commandes distinctes dans une montre par un seul capteur ne peut être faite qu'à l'aide d'un code de manipulation. Un circuit décodeur, comme celui décrit, par exemple, dans la demande de brevet suisse no 617 059, doit alors être implanté sur le circuit garde-temps 402 de la montre représentée sur la fig. 4 et être reliée à la sortie 632 du circuit de commande 401.

Il faut remarquer que dans le cas de quatre capteurs, le circuit de commande peut être formé de quatre circuits 638, un pour chaque capteur. Cette façon de faire est peu économique en nombre de composants. Une méthode différente, appelée multiplexage, a été utilisée dans la fig. 6. Dans ce schéma, un circuit unique 639 peut être isolé entre les capteurs 110, 112, 114, 116 et les mémoires 624, 625, 626, 627. Ce circuit est alors utilisé séquentiellement, d'abord pour lire successivement l'information fournie par chaque capteur, ensuite pour la traiter en vue d'éliminer l'influence des variations de la lumière ambiante et enfin pour la transmettre à la mémoire correspondante. Ceci est réalisé en connectant périodiquement chaque capteur au point commun 606 à l'aide des interrupteurs 602, 603, 604 et 605, commandés respectivement par les signaux logiques Φ_1 , Φ_2 ,

Φ_3 et Φ_4 , les mêmes signaux commandant également, dans le même ordre, les mémoires 624, 625, 626 et 627 qui mémorisent les informations reçues et les font apparaître sous forme de signaux de commande sur les sorties 629, 630, 631 et 632.

La disposition des capteurs photo-électriques 110, 112, 114, 116 dans la fig. 6 correspond à leur mise en parallèle, toutes les cathodes étant réunies au point de masse 601. Cette configuration se prête bien à une lecture séquentielle des signaux fournis par les capteurs en vue de leur traitement par multiplexage. En effet, elle ne demande qu'un seul interrupteur de lecture par capteur, à savoir les interrupteurs 602, 603, 604 et 605, respectivement, pour les capteurs 110, 112, 114, 116.

Si les capteurs sont des photo-diodes, il apparaît sur la fig. 3 que l'énergie qu'elles sont susceptibles de fournir dans des conditions d'éclairage favorables est de l'ordre de quelques micro-watts. Cette énergie est en principe suffisante pour faire fonctionner les circuits de la montre, mais elle n'est disponible dans chaque capteur que sous une tension d'environ 0,5 V dans le meilleur des cas. Une telle tension est trop faible pour permettre la recharge directe de la batterie 404 de la montre représentée sur la fig. 4.

Un arrangement en série des capteurs photo-électriques permet d'obtenir une tension plus élevée. Elle peut alors être suffisante pour recharger directement une batterie ou un accumulateur.

Une telle disposition des capteurs et le circuit associé vont maintenant être décrits dans une forme d'exécution préférentielle à quatre capteurs à l'aide du schéma de la fig. 7. Dans ce dessin, la cathode d'un capteur 116 est reliée au point de masse 601 et son anode est connectée à la cathode d'un capteur 114. L'anode du capteur 114 est reliée de même à la cathode d'un capteur 112. Enfin l'anode du capteur 112 est reliée à la cathode d'un capteur 110 dont l'anode 701 se trouve ainsi être portée à une tension égale à la somme des tensions de chaque capteur. La tension existant au point 701 est utilisée pour charger la batterie 404 au travers d'un circuit 702 classique et connu en soi, tel que celui décrit dans la demande de brevet suisse no 607 813. Ce circuit permet de limiter le courant de charge dans la batterie 404 et d'éviter qu'elle ne se décharge lorsque un ou plusieurs capteurs sont obscurcis. Les circuits 401 et 402 sont reliés à la batterie 404 par une connexion 703. La source d'un transistor 704 est reliée au point 701 et le drain de ce transistor est connecté à la source d'un transistor 705. Le drain du transistor 705 est relié à l'entrée directe 606 de l'amplificateur 612. La source d'un transistor 708 est reliée à la cathode du capteur 110 et le drain de ce transistor est connecté à la source d'un transistor 709. Le drain du transistor 709 est relié au point 606. La source d'un transistor 706 est reliée au point de masse 601 et le drain de ce transistor est connecté au drain d'un transistor 707. La source du transistor 707 est reliée au drain du transistor 708. Un condensateur 724 relie les drains des transistors 704 et 707. Une résistance 720 relie les drains des transistors 704 et 708. La source d'un transistor 712 est reliée à la cathode du capteur 112 et le drain de ce transistor est connecté à la source d'un transistor 713. Le drain du transistor 713 est relié au point 606. La source d'un transistor 710 est reliée au point de masse 601 et le drain de ce transistor est connecté au drain d'un transistor 711. La source du transistor 711 est reliée au drain du transistor 712. Un condensateur 725 relie les drains des transistors 708 et 711. Une résistance 721 relie les drains des transistors 708 et 712. La source d'un transistor 718 est reliée à la cathode du capteur 114 et le drain de ce transistor est connecté à la source d'un transistor 719. Le drain du transistor 719 est relié au point 606. La source d'un transistor 714 est reliée au point de masse 601 et

le drain de ce transistor est connecté au drain d'un transistor 715. La source du transistor 715 est reliée au drain du transistor 718. Un condensateur 726 relie les drains des transistors 712 et 715. Une résistance 722 relie les drains des transistors 712 et 718. Un condensateur 727 relie le drain du transistor 718 au point de masse 601. Les grilles des transistors 704, 707, 708, 711, 712, 715 et 718 sont toutes commandées par le signal logique $\bar{\Phi}$. De même, les grilles des transistors 705 et 706 sont commandées par le signal logique Φ_1 , les grilles des transistors 709 et 710 par le signal logique Φ_2 , les grilles des transistors 713 et 714 par le signal logique Φ_3 et la grille du transistor 719 par le signal logique Φ_4 . La forme des signaux logiques $\bar{\Phi}$, Φ_1 , Φ_2 , Φ_3 et Φ_4 est celle représentée sur la fig. 5 et leur amplitude est supposée être suffisante pour faire fonctionner chaque transistor en interrupteur, de la même façon que les transistors se trouvant dans le schéma de la fig. 6. L'utilisation d'un circuit élévateur de tension est nécessaire pour obtenir l'amplitude requise pour ces signaux. Ce circuit élévateur de tension n'est pas représenté sur la fig. 7, mais il est connu en soi et peut être implanté dans le circuit 402 de la montre. Les résistances 720, 721, 722 et 723 servent de charge aux capteurs et rendent superflue la résistance de charge unique 600.

La description du fonctionnement du circuit de la fig. 7 sera faite en considérant d'abord comment est transmis, par exemple, le signal généré par le capteur 112 à l'amplificateur 612. En se référant au diagramme des signaux logiques de la

fig. 5, on voit qu'à l'instant t'_1 , le signal $\bar{\Phi}$ passe au niveau logique haut, alors que le signal Φ_2 est au niveau bas. Les interrupteurs 708, 711 et 712 passent donc de l'état ouvert à l'état fermé, tandis que les interrupteurs 709 et 710 restent ouverts, le niveau logique de Φ_2 étant bas. La tension aux bornes du capteur 112 est ainsi appliquée au condensateur 725. La résistance de charge 721 permet d'optimiser la variation de la tension aux bornes du capteur en fonction de la variation de l'éclairement. A l'instant t_2 , le niveau logique de $\bar{\Phi}$ passe au niveau bas et celui de Φ_2 passe au niveau haut. Les commutateurs 708, 711 et 712 s'ouvrent et isolent le condensateur 725, chargé à la tension du capteur 112. Les interrupteurs 709 et 710 se ferment. L'interrupteur 709 met une des électrodes du condensateur 725 au point de masse 601, tandis que l'interrupteur 709 transmet la tension de l'autre électrode à l'entrée 606 de l'amplificateur 612.

En considérant maintenant le circuit de la fig. 7 globalement, on voit qu'à chaque niveau haut du signal logique $\bar{\Phi}$, les condensateurs 724, 725, 726 et 727 sont chargés respectivement aux tensions des capteurs 110, 112, 114 et 116. Les tensions de ces condensateurs sont ainsi transférées cycliquement, et dans le même ordre, à l'amplificateur 612 à l'aide des signaux logiques Φ_1 , Φ_2 , Φ_3 et Φ_4 . Ces tensions sont ensuite traitées par le circuit de la fig. 6 de la même manière que dans le cas du branchement en parallèle des capteurs.

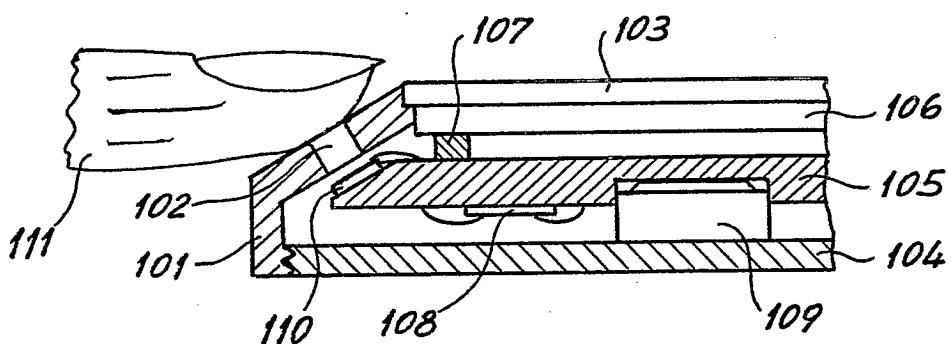


Fig. 1

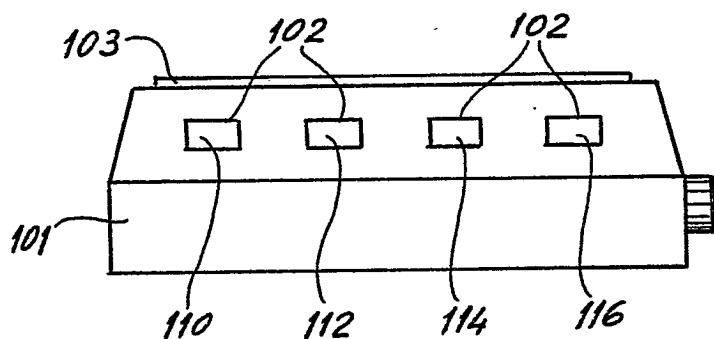


Fig. 2

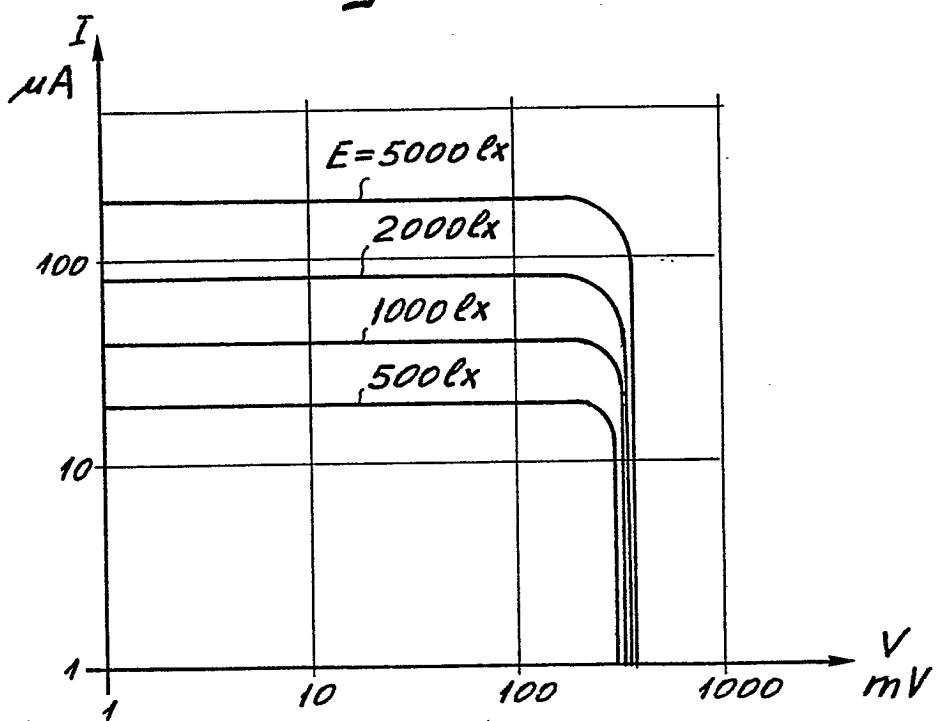
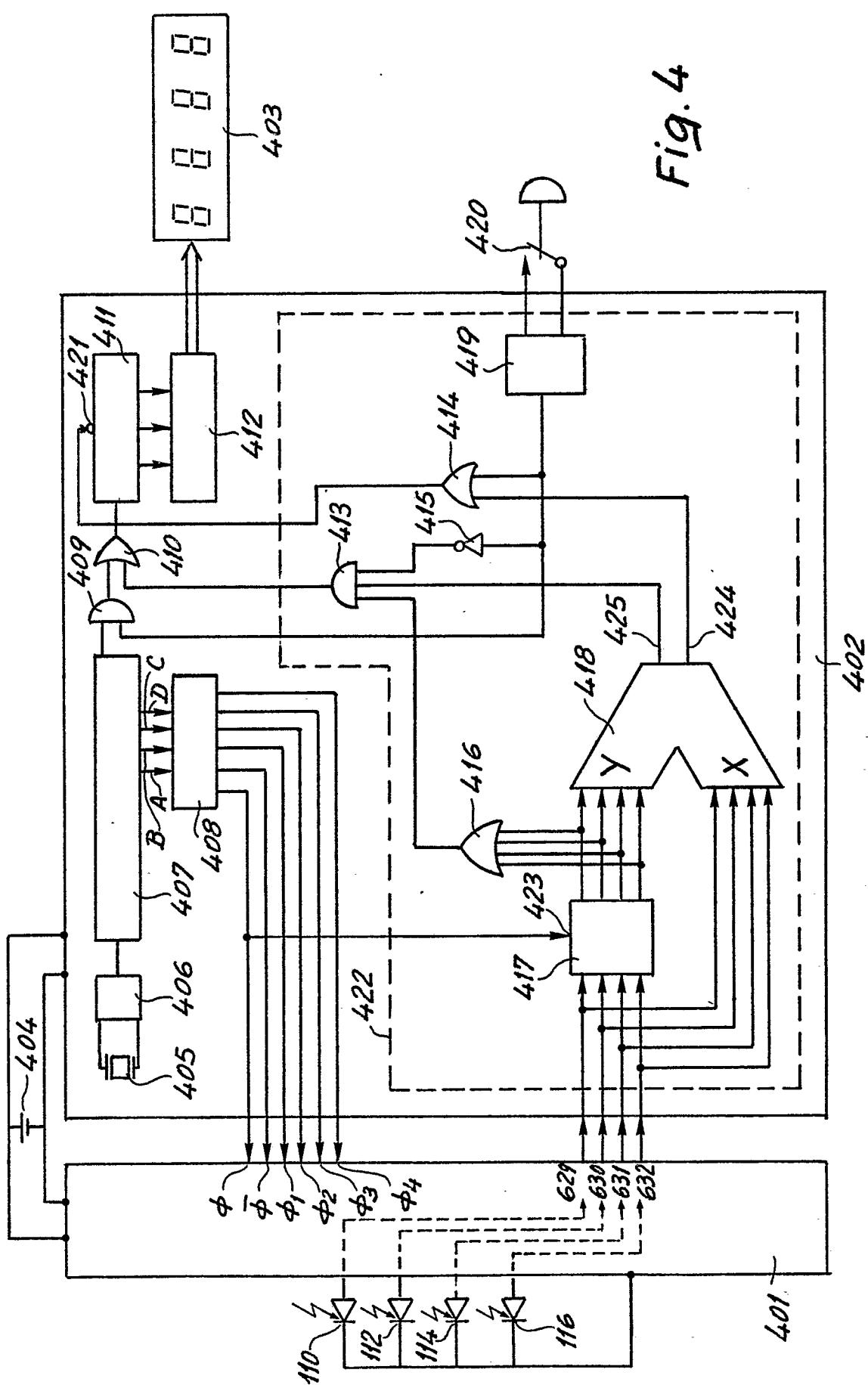


Fig. 3

Fig. 4



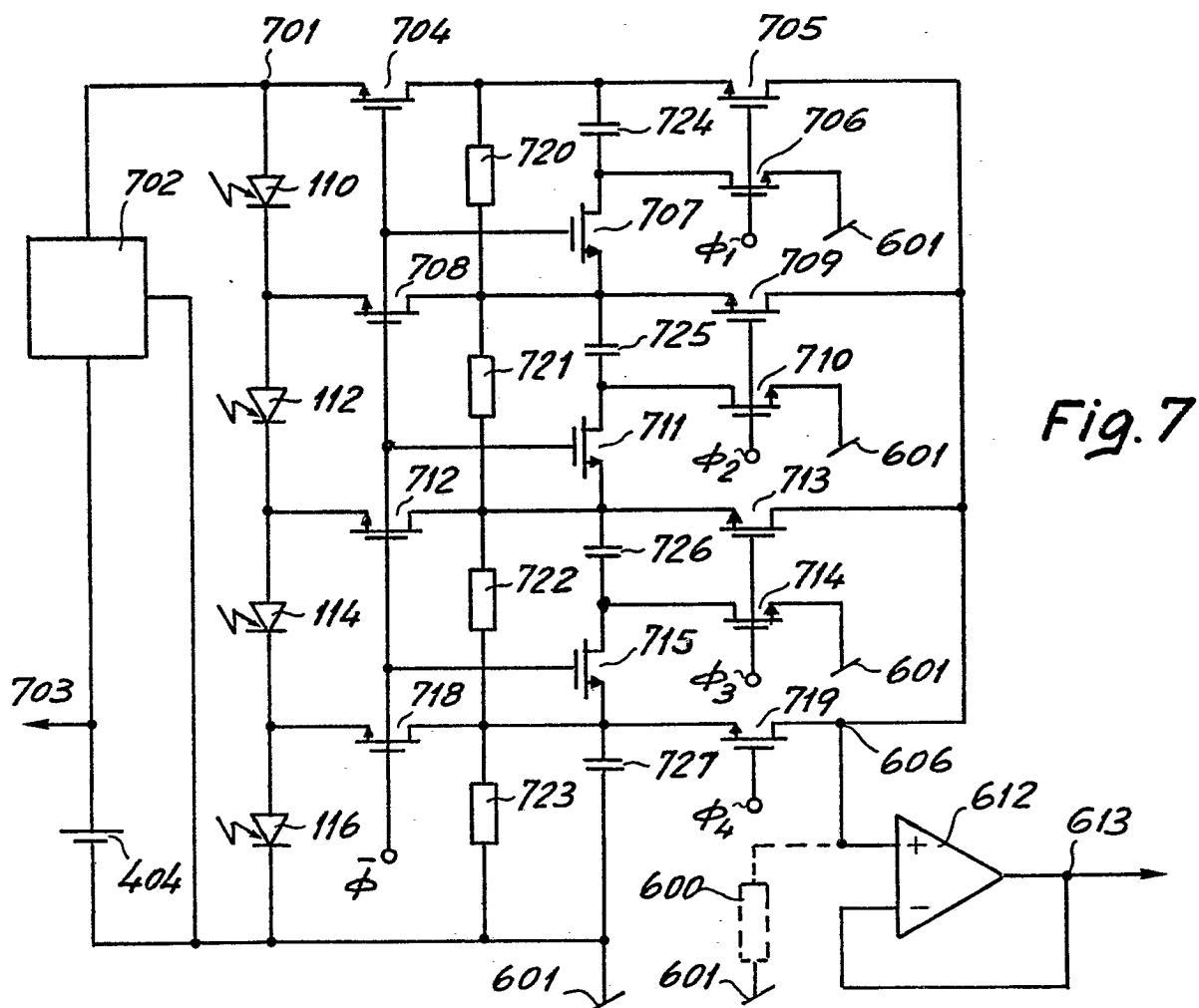
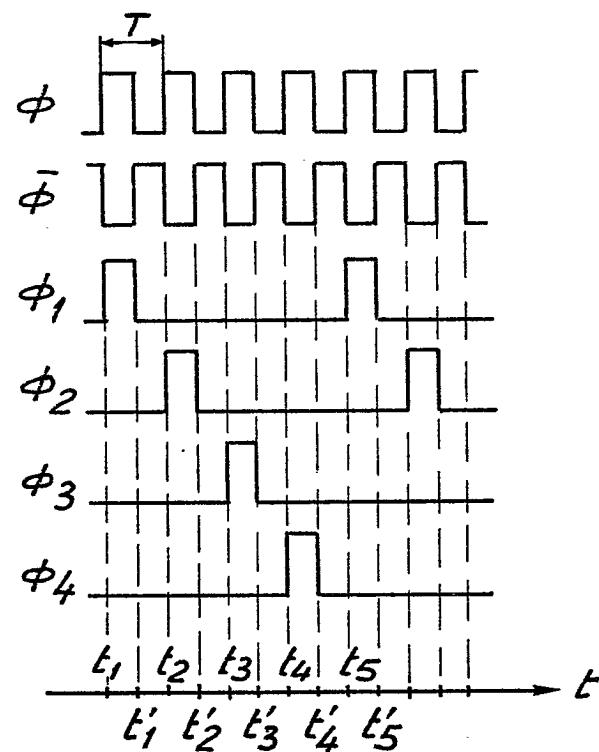


Fig. 6

