



Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein



12 FASCICULE DU BREVET B5

11

616 822

Les pièces techniques diffèrent du fascicule de la demande no 6627/73

21 Numéro de la demande: 6627/73

22 Date de dépôt: 10.05.1973

42 Demande publiée le: 27.02.1976

44 Fascicule de la demande
publié le: 27.02.1976

24 Brevet délivré le: 30.04.1980

45 Fascicule du brevet
publié le: 30.04.1980

73 Titulaire(s):
Ebauches S.A., Neuchâtel

72 Inventeur(s):
Rémy Chopard, Neuchâtel
Hubert Portmann, Hauterive
Eric Saurer, Hauterive

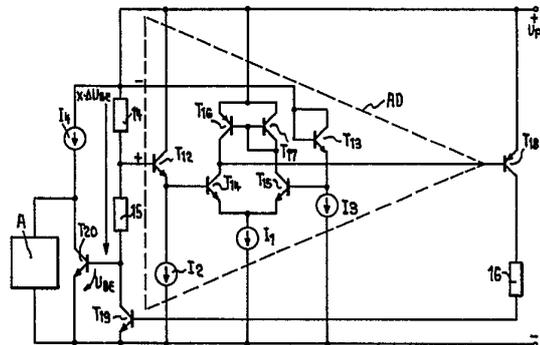
74 Mandataire:
Ammann Patentanwälte AG Bern, Bern

56 Rapport de recherche au verso

54 Pièce d'horlogerie électrique munie d'un indicateur d'état de pile.

57 La pièce d'horlogerie comprend au moins une pile dont la tension n'excède pas 3 volts. Un indicateur d'état (A) est enclenché lorsque la tension de la pile tombe au-dessous d'une tension de seuil définie par la somme d'une tension produite à partir de la tension base-émetteur d'un transistor (T12) dans une première résistance (15), branchée en série avec une deuxième résistance (14), et de la tension base-émetteur d'un autre transistor (T20), qui constitue le circuit de commande de l'indicateur d'état.

Une source de courant (T19) est branchée en série avec les deux résistances (14, 15), et le circuit de commande de l'indicateur d'état (T20) est commandé par la chute de tension dans cette source de courant (T19).





RAPPORT DE RECHERCHE RECHERCHENBERICHT

Demande de brevet No.:
Patentgesuch Nr.:

6 627/73

I.I.B. Nr.:

HO 9886

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 con- cernées Betrifft Anspruch Nr.
	<u>DE-A-2 238 056</u> (K.K.DAINI SEIKOSHA) * revendications 1 et 2; figures 1 à 3 *	I, 1
	<u>US-A-3 667 039</u> (GARFEIN) * abstract; figure *	I
—		
Documents opposés en cours d'opposition:		
	<u>DE-A-1 235 825</u> (KIENZLE) * figures 1 à 3 *	I
	<u>DE-B-1 126 502</u> (LICENTIA) * col. 2 et 3 *	I
	<u>DE-A-1 791 247</u> (ELMED) * rev. 1 et 2 *	I
	<u>GB-A-11 28 165</u> (MORTON) *page 1, lignes 49 et 53 à 57; page 2, lignes 21 et 22 *	I
	<u>GB-A-12 12 687</u> (KODAK) *page 1, lignes 35 à 38 et 48, 51 et 52 *	I
	<u>US-A-3 670 246</u> (GATELY) * figure 3 *	I
	<u>US-A-3 714 867</u> (DARGENT) * fig. 1; col. 3, lignes 69 à 72	I
	<u>FR-A-1 460 634</u> (PHILIPS) * fig. 3; page 2, col. de droite *	I
Domaines techniques recherchés Recherchierte Sachgebiete (INT. CL.2)		
Catégorie des documents cités Kategorie der genannten Dokumente: X: particulièrement pertinent von besonderer Bedeutung A: arrière-plan technologique technologischer Hintergrund O: divulgation non-écrite mündliche Offenbarung P: document intercalaire Zwischenliteratur T: théorie ou principe à la base de l'invention der Erfindung 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; übereinstimmendes Dokument		
Etendue de la recherche/Umfang der Recherche		
Revendications ayant fait l'objet de recherches Recherchierte Patentansprüche: Revendications n'ayant pas fait l'objet de recherches Nicht recherchierte Patentansprüche: Raison: Grund:		
Date d'achèvement de la recherche/Abschlussdatum der Recherche		Examineur I.I.B./I.I.B. Prüfer

REVENDEICATIONS

1. Pièce d'horlogerie électrique comprenant au moins une pile dont la tension n'excède pas 3 V, et présentant un indicateur d'état formé par un organe d'affichage passif signalant la fin prochaine de la durée de vie de la pile, caractérisée en ce qu'une tension de seuil est définie par la somme d'une tension produite à partir de la tension base-émetteur d'au moins un transistor (T4; T12, T13; T14, T15) dans une première résistance (13, 14), branchée en série avec une deuxième résistance (11, 15), et de la tension base-émetteur d'un autre transistor (T3, T20) constituant le circuit de commande de l'indicateur d'état (A) alimenté par la pile, un transistor (T10, T19), formant source de courant, étant branché en série avec lesdites deux résistances, l'entrée dudit circuit de commande de l'indicateur d'état (A) étant commandée par la chute de tension sur ladite source de courant pour enclencher et déclencher ledit indicateur d'état selon que la tension de la pile se trouve au-dessous ou au-dessus de ladite tension de seuil.

2. Pièce d'horlogerie selon la revendication 1, caractérisée par le fait que ledit organe d'affichage est électrochromique.

3. Pièce d'horlogerie selon la revendication 2, caractérisée par des moyens pour fixer séparément des vitesses de coloration et d'effacement différents.

4. Pièce d'horlogerie selon la revendication 1, caractérisée par des moyens pour n'avoir une mesure que pendant certains moments, définis soit par des signaux dérivés de la pièce d'horlogerie, soit par l'utilisateur.

5. Pièce d'horlogerie selon la revendication 1, caractérisée en ce que le dispositif d'affichage est branché en parallèle avec ledit circuit de commande.

6. Pièce d'horlogerie selon la revendication 1, caractérisée par des moyens qui permettent de contrôler l'état de deux piles de la pièce d'horlogerie et qui actionnent un seul et même affichage.

La présente invention concerne une pièce d'horlogerie électrique comprenant au moins une pile dont la tension n'excède pas 3 V, et présentant un indicateur d'état formé par un organe d'affichage passif signalant la fin prochaine de la durée de vie de la pile.

Il existe déjà, par exemple sur des calculatrices de poche, des indicateurs signalant à l'utilisateur que la tension de pile devient insuffisante, cette indication est donnée, notamment, par l'allumage simultané de toutes les virgules du système d'affichage. On connaît également, dans certaines pièces d'horlogerie, un indicateur qui, à l'encontre des premiers, émet un signal visible tant que la pile est en bon état; le signal cesse lorsque la tension commence à baisser.

Dans le premier cas cependant, l'utilisation de diodes électroluminescentes présente de grands inconvénients, étant donné que la batterie, déjà faiblissante, doit fournir de l'énergie non seulement à l'appareil lui-même, mais encore au système indicateur, ce qui raccourcit encore le laps de temps à disposition pour une intervention, c'est-à-dire un changement de pile ou une recharge d'accumulateur. Dans le deuxième cas, il est clair que l'autonomie de l'appareil électrique peut se trouver sérieusement affectée, car l'affichage indiquant le bon état de la pile se fait pendant toute la durée de vie de la pile.

Pour éviter l'inconvénient présenté par les dispositifs du premier type ci-dessus, on a proposé de remplacer les diodes lumineuses par un élément d'affichage à cristal liquide ou électrochromique qui ne consomme qu'un très faible courant. La fig. 3 montre un tel dispositif qui comprend un premier transistor T1 du type PNP dont la base est reliée à l'anode d'une diode Zener ZE dont la cathode est branchée à la borne positive + U_p de la pile qui alimente l'appareil: cette même base est reliée par une source de courant I à la borne négative de la pile marquée du signe -. Le

collecteur de T1 est directement mis à la borne négative et son émetteur est branché, à travers une résistance 1, à la borne + U_p . Ce montage en collecteur commun est branché par l'émetteur de T1 à la base d'un deuxième transistor T2 du type NPN, dont l'émetteur et le collecteur sont branchés respectivement à la borne négative par une résistance 3 et à la borne + U_p par une résistance 2. Le transistor T2 est également monté en collecteur commun et son émetteur est relié à la base d'un troisième transistor T3 du type NPN dont l'émetteur est branché directement à la borne négative et le collecteur à la borne + U_p par la résistance 4. Le dispositif d'affichage, lui, est branché entre le collecteur de T3 et la borne négative de la pile.

Le fonctionnement du dispositif de la fig. 3 s'explique comme suit:

La tension sur la base du transistor T1 se calcule:

$$U_p - U_z$$

U_p étant la tension à la borne positive de la pile et U_z la chute de tension sur la diode Zener ZE. Cette tension se reporte sur la base du transistor T2, additionnée cependant de la tension base-émetteur de T1: U_{BE1} . Ce qui donne:

$$U_p - U_z + U_{BE1}$$

sur la base de T2. Ce dernier transmet cette tension, de laquelle on soustrait la tension base-émetteur de T2: U_{BE2} à la base de T3. On aura alors:

$$U_p - U_z + U_{BE1} - U_{BE2}$$

sur la base de T3. En désignant par U_{BE3} la tension de seuil base-émetteur au-delà de laquelle T3 devient conducteur, nous aurons la condition suivante pour que T3 conduise:

$$U_p - U_z + U_{BE1} - U_{BE2} \geq U_{BE3}$$

En admettant maintenant que les tensions U_{BE} des trois transistors T1, T2 et T3 sont les mêmes, en d'autres termes, si:

$$U_{BE1} = U_{BE2} = U_{BE3} = U_{BE}$$

nous aurons, pour la condition ci-dessus:

$$U_p - U_z \geq U_{BE}$$

U_z restant relativement constante, on obtient une condition pour la tension de pile U_p :

$$U_p \geq U_z + U_{BE}$$

Nous pouvons tirer les conclusions suivantes: si la tension U_p est suffisamment grande, T3 va conduire, en d'autres termes court-circuiter, l'élément A, sinon T3 va bloquer.

A l'aide de la fig. 1, nous allons décrire le fonctionnement de l'élément A: on voit dans ce diagramme que la coloration I est une fonction linéaire des charges (portées en $\mu A/s$) stockées dans l'élément A. Ce dernier se comporte donc comme un condensateur.

Le diagramme de la fig. 2 illustrant la tension U_A sur l'élément A, en fonction de son état de charge, montre que cette tension U_A se stabilise à un niveau qui, pour certains éléments se situe à 0,7 V environ, ce qui offre des avantages dans les appareils munis de piles à faible voltage. Nous avons vu qu'il fallait, pour obtenir une certaine coloration, un laps de temps qui dépend de l'intensité de courant passant dans l'élément A. Si donc, dans le dispositif de la fig. 3, la condition ci-dessus est remplie, cela signifie que non seulement aucun courant ne passera dans l'élément A, mais qu'au cas où il est chargé, il va se décharger, donc se décolorer rapidement à travers le transistor T3. Si, par contre, la tension U_p devient insuffisante et que nous ayons:

$$U_p < U_z + U_{BE}$$

le transistor T3 va bloquer, permettant à l'élément A de se charger à travers la résistance 4; celle-ci détermine donc le temps de charge ou la durée nécessaire à une coloration convenable. Celle-ci peut

donc au choix être fixée à quelques secondes, quelques minutes ou même quelques heures.

Dans le cas où l'élément d'affichage serait une cellule de cristal liquide, T3, bloqué, va exciter la cellule qui se voit branchée à travers la résistance 4 sur la borne positive de la pile. Avec T3 conducteur, par contre, la tension sur la cellule sera négligeable, il n'y aura donc pas d'excitation.

L'inconvénient d'exciter la cellule à cristal liquide avec une tension continue (plutôt qu'alternative) n'est pas très grave, car la tension appliquée est très faible et la durée d'utilisation très limitée (quelques jours par année).

Bien sûr, avec un tel dispositif d'affichage, il n'y a plus moyen de modifier la vitesse d'apparition de l'indication, celle-ci se faisant pratiquement instantanément. En outre, l'indication ne se conserve pas si le circuit de mesure est débranché ou si la tension de pile est de nouveau suffisante.

Dans certains appareils, des pièces d'horlogerie notamment, le fonctionnement est assuré par impulsions, durant lesquelles la consommation de courant est élevée: il se peut que, durant ces impulsions, la tension de pile devienne critique, c'est-à-dire tombe au-dessous d'une valeur admissible, tandis qu'elle remonte au-dessus de cette valeur entre les impulsions. La coloration lente et la décoloration rapide obtenues avec le dispositif de la fig. 3 ne permettent donc qu'une détection des valeurs de tension de pile maximales. En d'autres termes, si la tension de pile entre les impulsions est encore au-dessus de la tension minimale admissible, nous n'aurons aucune indication.

Un autre dispositif connu, représenté à la fig. 4, permet d'éviter cet inconvénient. On reconnaît dans cette figure la diode Zener ZE, la source de courant I, les transistors T1, T2 et T3 ainsi que les résistances 1, 2, 3 et 4 dont la disposition est la même que dans la fig. 3. Sur le collecteur du transistor T3, on a cependant branché la base d'un quatrième transistor T4 du type NPN dont l'émetteur est branché à la borne — tandis que son collecteur, par une résistance 5, est branché sur le montage en parallèle de l'élément d'affichage A et d'une résistance 6, tous deux reliés, de l'autre côté, à la borne $+U_p$ de la pile.

Nous avons vu que, selon la valeur de la tension U_p , le transistor T3 était conducteur ou bloqué. Ce dernier, étant monté en émetteur commun, va faire bloquer le transistor T4 quand lui-même est conducteur ou le rendre conducteur quand lui-même est bloqué. Comme dans le dispositif de la fig. 3, il y aura coloration de l'élément A, si la tension est insuffisante et décoloration dans le cas contraire, avec la différence cependant que l'on peut limiter le courant de charge ou de coloration de l'élément A à l'aide de la résistance 5, et son courant de décharge ou de décoloration par la résistance 6. On peut donc, avec ce dispositif, régler à volonté les temps de coloration et ceux de décoloration.

Dans les appareils mentionnés plus haut, fonctionnant avec des impulsions de courant élevé, on peut adapter le dispositif de la fig. 4 en dimensionnant les résistances 5 et 6 pour que l'élément A se colore rapidement et se décolore lentement, de telle sorte qu'on obtienne une indication fondée sur les valeurs minimales de la tension U_p ; cela est préférable, vu que la fin prochaine de la durée de vie d'une pile se caractérise par une augmentation sensible de la résistance interne, donc par une chute de tension importante pendant les impulsions. Ce système permet d'ailleurs d'obtenir des indications générales sur la résistance interne de la pile: au cas où, par exemple, cette dernière est d'un mauvais type à résistance interne trop grande ou que la température de la pile est trop basse, ce qui provoque également une augmentation de cette résistance. Ces indications sont également valables dans le cas d'une défectuosité de l'appareil ou d'une surcharge de la pile.

De tels circuits ne sont cependant pas bien adaptés à un emploi dans une pièce d'horlogerie électronique, alimentée en général par une pile dont la tension ne dépasse pas 3 V. La diode Zener, qui détermine la tension à partir de laquelle l'indicateur doit réagir, doit avoir une tension inférieure à la tension de pile. Une telle diode

est difficilement réalisable dans un circuit intégré et son coefficient de température est élevé.

Le but de l'invention est de proposer un circuit qui soit facilement intégrable, et qui fonctionne aux faibles tensions imposées par le fait que la tension de pile ne dépasse pas 3 V.

Ce but est atteint par les moyens revendiqués.

L'invention se propose en outre d'utiliser un affichage passif ne nécessitant que très peu de courant pour fournir un signal visible. Il faut ici noter que l'affichage passif se distingue de l'affichage actif par le fait que les éléments qui le composent n'émettent pas de lumière propre, mais deviennent opaques ou transparents, comme dans le cas des cristaux liquides, ou changent de coloration sous l'effet d'un champ électrique. Ce phénomène de changement de coloration, qu'on appelle électrochromisme, fait d'ailleurs l'objet du brevet américain N° 3521941. Ce dernier explique (colonnes 1 à 7) le phénomène, propose des dispositifs (fig. 1 et 2) et des matériaux électrochromiques (colonne 8, table I). On connaît en particulier certains dispositifs fondés sur le principe de l'électrochromisme qui, comme nous le verrons plus tard, ne nécessitent pour se colorer, que des tensions inférieures à 1 V, ce qui les rend applicables même dans les cas où l'on ne dispose que d'une seule pile à tension relativement faible (1,35 V, 1,5 V, etc.). On peut même aller jusqu'à fournir une indication d'affaiblissement de tension, alors que l'appareil lui-même ne dispose plus de l'énergie suffisant à son fonctionnement et ne marche déjà plus. D'autre part, le principe de fonctionnement de ces dispositifs permet de n'utiliser que des courants extrêmement faibles, de l'ordre de quelques dizaines de nanoampères en admettant toutefois que l'indication optique ne puisse apparaître que relativement lentement.

De plus, le dispositif permet également l'utilisation de cristaux liquides dont le comportement en affichage est analogue à celui des matériaux électrochromiques à condition que les courants et tensions soient faibles. On connaît actuellement des dispositifs à cristaux liquides qui réagissent à des tensions de 1 V déjà et, bien que le temps de réponse soit relativement long, ils pourraient parfaitement s'adapter à un indicateur signalant la fin prochaine de la durée de vie d'une pile.

Selon une variante d'exécution de la pièce d'horlogerie, l'invention prévoit en outre un circuit électronique capable d'enclencher le dispositif d'affichage avertissant l'utilisateur que la pile doit être changée sans délai, notamment un circuit compensé en température, dont le principe de fonctionnement est le suivant: on additionne à une tension de diode, dont le coefficient thermique est négatif, un multiple défini d'une tension représentant la différence entre deux tensions de diodes polarisées à des courants différents. Cette différence peut être très bien définie et son coefficient thermique est positif; il peut donc compenser le coefficient thermique négatif de la tension de diode.

Les particularités et avantages du procédé décrit par l'invention apparaîtront plus clairement dans la description de quelques exemples de réalisation qui va suivre et dans les dessins et diagrammes qui les accompagnent.

La fig. 1 montre un diagramme illustrant l'état de la coloration en fonction de la charge dans l'élément d'affichage passif utilisé à titre d'exemple dans l'invention.

La fig. 2 est un diagramme montrant le comportement de la tension en fonction de la charge dans ce même élément d'affichage.

Les fig. 3 et 4, déjà citées, montrent des circuits connus de détection et d'indication de la fin de vie d'une pile.

La fig. 5 montre un exemple d'exécution du dispositif selon l'invention.

La fig. 6 illustre schématiquement un exemple d'exécution thermiquement compensé.

La fig. 7 montre un circuit complet et intégrable, compensé en température.

La fig. 8 montre comment on peut effectuer le contrôle de deux piles en série.

La fig. 5 montre un exemple d'exécution du dispositif selon l'invention qui peut facilement être intégré. On reconnaît dans cette fig. 5 les transistors T1, T2 et T3 qui correspondent à ceux des fig. 3 et 4. La diode Zener des précédents dispositifs a été remplacée par le transistor T4 dont le collecteur est branché à la borne $+U_p$; sa base est, d'une part, branchée à cette même borne $+U_p$ par une résistance 11; elle est reliée, d'autre part, à l'émetteur par la résistance 13; ce circuit formé par les éléments 11, 13 et T4 est appelé multiplicateur de tension base-émetteur.

Une résistance de polarisation R_{pot} est branchée à la borne $+U_p$ par l'intermédiaire d'un contact C dont le rôle sera précisé plus loin.

Son autre borne est connectée au transistor T9 branché en diode, c'est-à-dire que sa base court-circuitée à son collecteur en sera l'anode et son émetteur la cathode; celle-ci est reliée à la borne négative. La base du transistor T9 permet de polariser les sources de courant T10, T11 et T8. Le transistor T10 représente la source de courant I des fig. 3 et 4; T11 remplace la résistance 3 des mêmes figures. Le transistor T8, dont l'émetteur est à la borne négative de la pile, et le collecteur branché au collecteur du transistor T7, lui aussi branché en diode et dont l'émetteur est relié à la borne $+U_p$, tire du courant dans ce même transistor T7 qui, par sa base, polarise à son tour les transistors T5 et T6 qui remplacent respectivement les résistances 1 et 4 des fig. 3 et 4. La résistance 2 reste sur le collecteur du transistor T2 et l'élément d'affichage A reste également entre le collecteur du transistor T3 et la borne négative de la pile.

Le contact C permet de n'effectuer le contrôle que périodiquement, en réponse à un signal dérivé de l'appareil, ou qu'aux moments choisis par l'utilisateur. Le contact C peut être réalisé de manière connue, électronique ou mécanique, et permet de n'activer le contrôle que pendant les instants désirés.

D'autre part, le dispositif de la fig. 5 peut être entièrement intégré, les résistances des circuits des fig. 3 et 4, dont une des bornes est reliée à un des pôles de la pile, ayant été remplacées par des sources de courant.

Le fonctionnement de ce circuit n'a pas besoin d'être décrit, il est le même que celui du circuit de la fig. 3. Il faut noter que toutes les sources de courant sont activées par une seule résistance R_{pot} qui peut être interne ou externe, ce qui garantit de bons rapports d'intensité dans les différentes branches du circuit. Le blocage de toute consommation se fait alors en déconnectant cette polarisation; on conserve en même temps l'état de coloration de l'élément A, si celui-ci est du type électrochromique.

La température influe non seulement sur la pile, mais aussi sur le circuit lui-même, et cette influence est d'autant plus importante que les tensions sont petites. Nous allons, ci-après, à l'aide de la fig. 6, expliquer de quelle manière cette influence peut être neutralisée.

Les transistors T14, T15, T16, T17 et la source de courant I1 forment un amplificateur différentiel traditionnel sur les entrées duquel on branche les émetteurs des transistors T12 et T13. Ces deux transistors sont traversés par des courants déterminés par les sources I2 et I3; si, par exemple, I2 est beaucoup plus petit que I3, la tension base-émetteur de T12 sera plus petite que la tension base-émetteur de T13. Cet effet peut être encore renforcé par le choix d'une géométrie grande pour le transistor T12 traversé par un faible courant et une géométrie petite pour T13 traversé par un courant plus grand. Les collecteurs respectifs des transistors T12 et T13 sont branchés à la borne $+U_p$ de la pile, la base de T13 étant reliée à son collecteur, tandis que la base de T12 est branchée entre deux résistances 14 et 15 dont l'une (14) mène à la borne $+U_p$ de la pile, l'autre (15) au collecteur d'un transistor T19 dont l'émetteur est relié à la borne négative de la pile. Le collecteur du transistor T14 est relié à la base d'un transistor T18 dont le collecteur est branché à la borne $+U_p$ et dont l'émetteur est relié par une résistance 16 à la base du transistor T19. Pour compléter le schéma, il convient d'ajouter le dernier étage d'un des dispositifs mentionnés ci-dessus, par exemple l'un de ceux des fig. 3 et 5 composés d'une

résistance ou d'une source de courant, d'un transistor T3 et d'un dispositif d'affichage A. Il va de soi qu'on peut utiliser le dispositif T3, T4, 4, 5, 6 et A de la fig. 4.

Nous avons vu que le courant I3 est, de beaucoup, plus grand que le courant I2, phénomène que l'on peut obtenir par un dimensionnement approprié des transistors formant des sources de courant I2 et I3. La différence de tension base-émetteur est appliquée à l'amplificateur différentiel T14, T15, T16, T17, I1 qui règle, à travers T18 et la résistance 16, la conduction du transistor T19. Ce dernier fait passer dans les résistances 14 et 15 un courant tel que la chute de tension sur R14 va compenser la différence des tensions base-émetteur des transistors T12 et T13: en d'autres termes, la chute de tension sur la résistance 14 est la différence ΔU_{BE} entre les tensions base-émetteur des transistors T12 et T13. Selon le rapport des valeurs des résistances 14 et 15, nous aurons comme chute de tension sur les deux résistances 14 et 15:

$$X \cdot \Delta U_{BE}$$

$$\text{où: } X = 1 + \frac{R_{15}}{R_{14}}$$

où R15 et R14 sont les valeurs respectives des résistances 15 et 14.

A cette tension $X \cdot \Delta U_{BE}$, on ajoute la tension base-émetteur du transistor T20, si bien que le circuit total entre la borne positive $+U_p$ et la borne négative a un comportement de diode Zener dont la tension de seuil ($X \cdot \Delta U_{BE} + U_{BE}$) est bien définie et stable en température; au-dessus de cette tension de seuil, le transistor T20 va être fortement conducteur, donc court-circuiter l'élément d'affichage A, au-dessous de cette tension de seuil, il va se bloquer et le courant I4 va passer dans l'élément d'affichage A.

Jusqu'ici, nous avons admis que l'étage différentiel T14, T15, T16, T17 était symétrique, mais on peut procéder de la même manière que pour les transistors T12 et T13. Si T16 est plus petit que T17, le courant traversant T14 sera plus petit que celui traversant T15. On introduit donc une deuxième différence de tensions: cet effet peut d'ailleurs être accentué par le choix d'une géométrie plus grande pour T14 que pour T15. T12 et T14 ont des tensions base-émetteur plus petites que les transistors T13 et T15 et cette différence de tension va apparaître sur la résistance 14. On peut dire que le circuit comporte un amplificateur différentiel AD dont le gain est contrôlé par la contre-réaction des résistances 14 et 15 et amplifiant sa propre tension d'offset qu'on a choisie exprès très grande. La tension apparaissant sur les deux résistances 14 et 15 s'exprime comme suit:

$$[(U_{BE13} - U_{BE12}) + (U_{BE15} - U_{BE14})] \left(1 + \frac{R_{15}}{R_{14}} \right)$$

où U_{BE12} , U_{BE13} , U_{BE14} et U_{BE15} sont respectivement les tensions base-émetteur des transistors T12, T13, T14 et T15.

La fig. 7 montre comment on peut réaliser le circuit sous forme entièrement intégrée. Il n'est pas nécessaire de décrire ce circuit dans le détail: on reconnaît les transistors T12, T13, T14, T15, T16, T17 formant l'amplificateur différentiel, les résistances 14 et 15 sur lesquelles apparaît la tension $X \cdot \Delta U_{BE}$ dont le coefficient thermique est positif, les transistors T18, T19 et T20. On remplace la résistance 16 par un miroir de courant T28 et T29 qui pilote le transistor T19. La résistance extérieure de polarisation 17 permet au transistor T30 branché en diode de polariser les sources de courant T32, T33, T34, T35 et T36. Le transistor T31, également branché en diode et en série avec la source T32, polarise les sources T37 et T38. Les bornes B1, B2, B3, B4, B5 et B6 sont les bornes de sortie du circuit intégré.

Le fonctionnement du circuit de la fig. 7 reste, quant à son principe, le même que précédemment; cependant, ce circuit permet le contrôle simultané de deux piles, qu'elles soient en série ou en parallèle.

Pour une seule pile tout d'abord, les bornes B3 et B4 sont court-circuitées (indiqué en traitillés), B1 est à la borne positive de la pile, l'élément d'affichage est branché entre les bornes B1 et B2, la

résistance extérieure de polarisation entre les bornes B1 et B5, enfin B6 est branché à la borne négative de la pile.

Si la tension de pile U_p est suffisante, le transistor T20 est en saturation; par conséquent, les transistors des étages suivants T21, T22; T23, T24; T25, T26 ne conduiront pratiquement pas de courant et l'élément d'affichage A ne se colore pas.

Si, au contraire, la tension de pile est insuffisante, c'est-à-dire que si elle descend au-dessous de la tension de seuil

$$X \cdot \Delta U_{BE} + U_{BE}$$

le transistor T20 va se bloquer; le courant fourni par la source T37 va être dévié dans le transistor T21 qui actionne T22; à leur suite, T23, T24; T25, T26 vont se mettre à conduire, permettant à l'élément d'affichage de recevoir du courant, donc de se colorer.

La fig. 8 montre comment on peut effectuer le contrôle simultané de deux piles mises en série à l'aide de deux circuits selon la fig. 7: IC1 et IC2, dont chacun contrôle une des piles Bat1 et Bat2. La borne B3 du circuit IC2 est branchée sur les bornes B3 et B4,

elles-mêmes court-circuitées, du circuit IC1 qui, seul, actionne un élément d'affichage A. On peut dire que le transistor T24 du circuit IC2 et les transistors T24, T25 et T26 du circuit IC1 forment une porte OU actionnant un seul circuit d'affichage T27, T38 et A.

Ajoutons encore que le transistor T27 de la fig. 7, branché en diode, n'est pas essentiel pour le fonctionnement du circuit. Son rôle est de limiter la tension qui peut apparaître aux bornes de l'élément d'affichage A, au cas où celui-ci est du type électrochromique, évitant ainsi une coloration trop poussée. D'autre part, il empêche la décharge de l'élément électrochromique à travers le circuit dans le cas où la tension de pile est devenue zéro.

Notons ici que le courant traversant le transistor T26 est pratiquement indépendant de la tension émetteur-collecteur de ce dernier.

Il est clair que les particularités énoncées à propos des circuits des fig. 3, 4 et 5, telles que les vitesses de coloration et de décoloration, contrôle périodique, etc., peuvent s'appliquer au circuit de la fig. 7. On peut procéder également à de multiples modifications de détail sans sortir du cadre de l'invention.

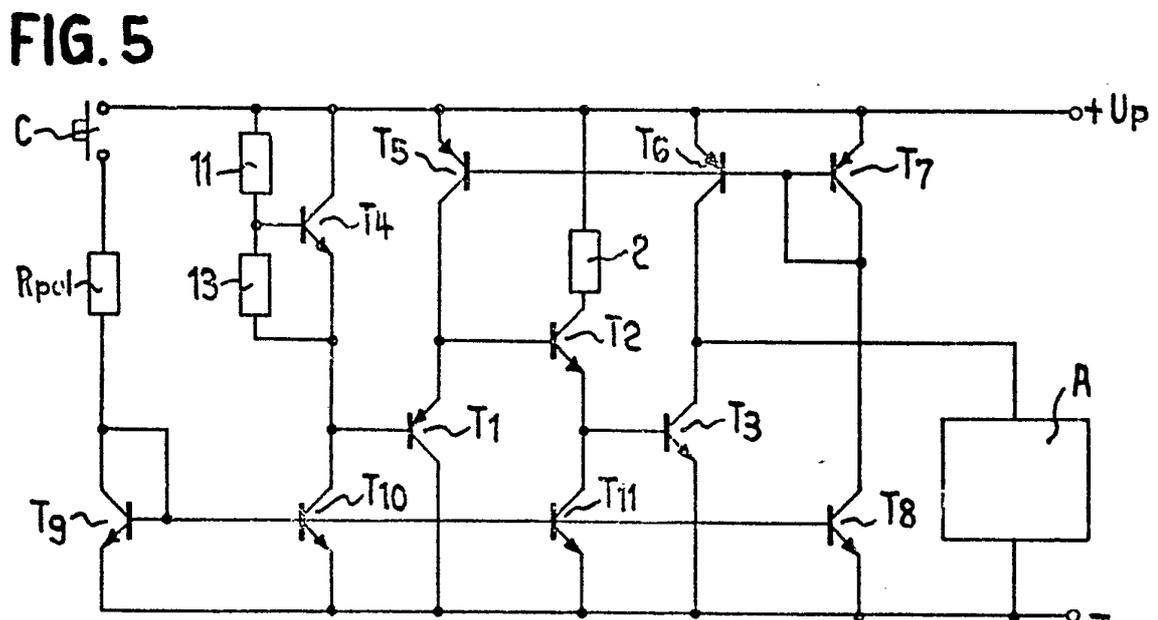
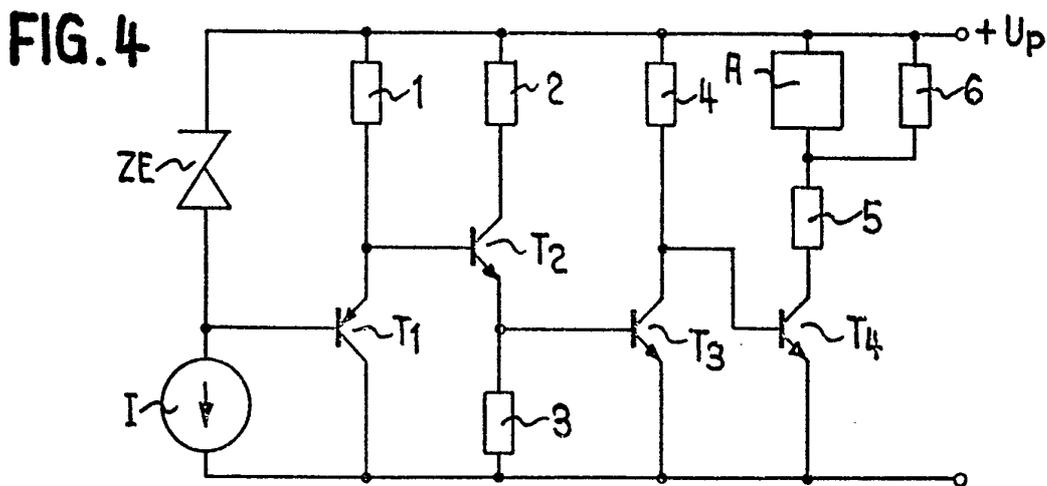
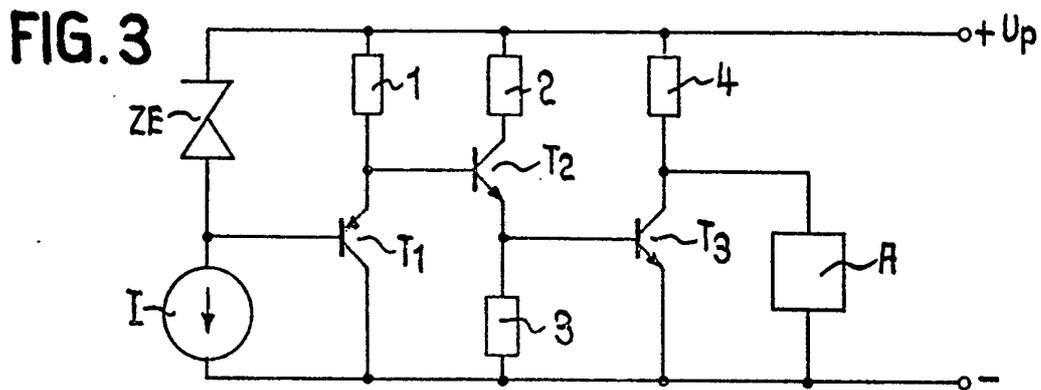
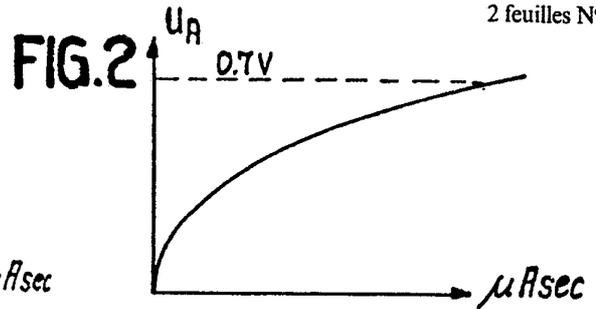
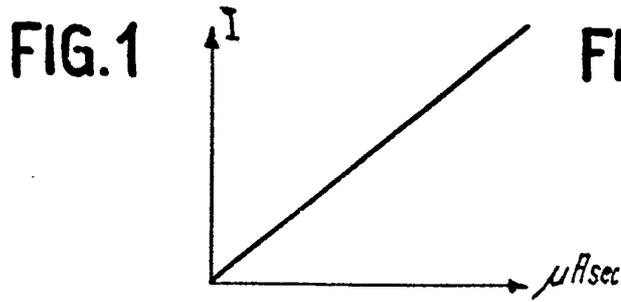


FIG. 6

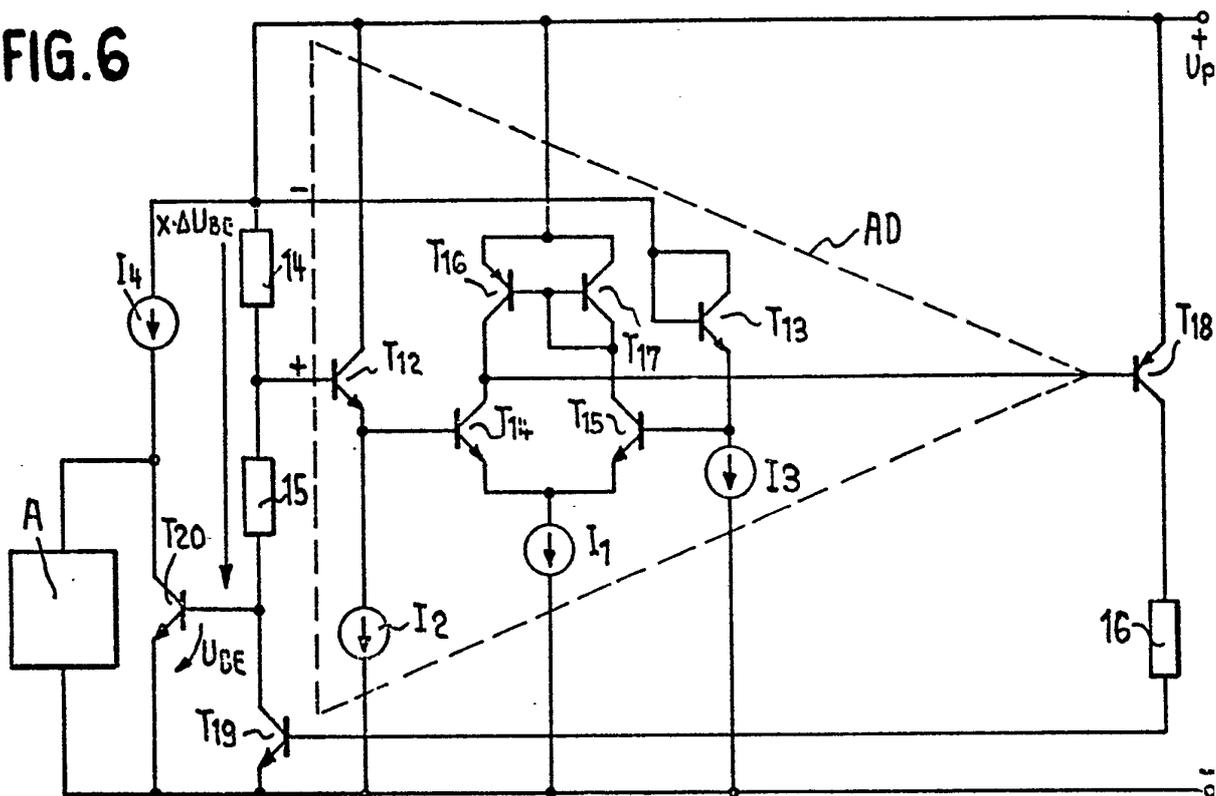


FIG. 7

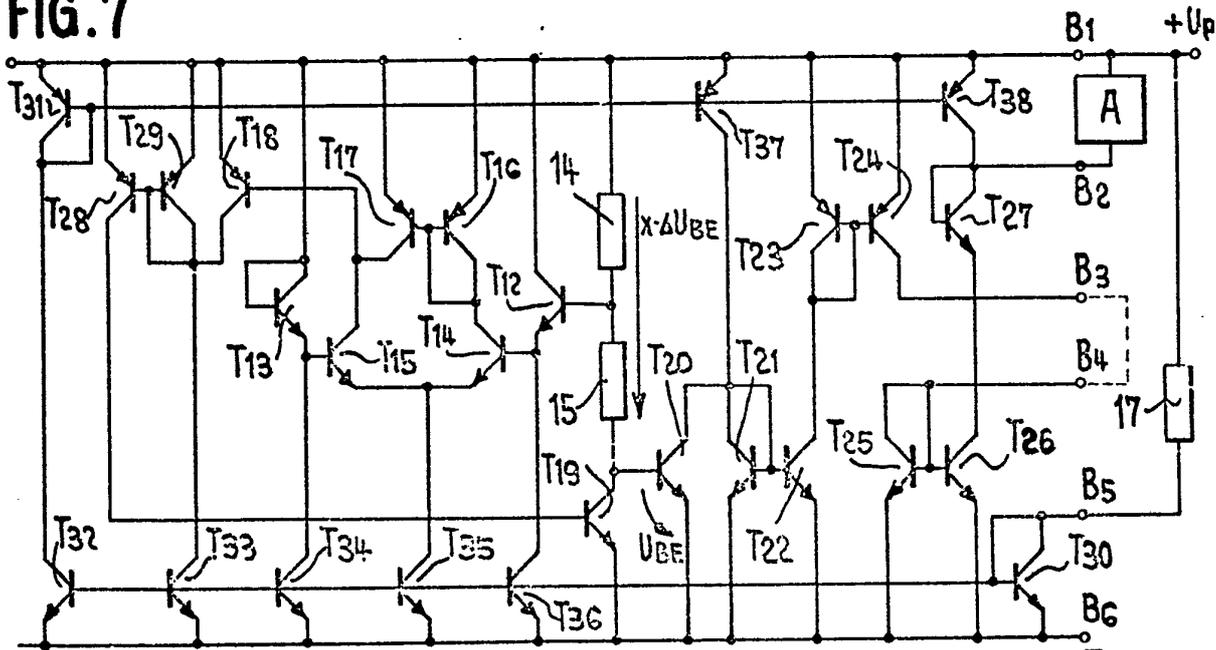


FIG. 8

