

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : **2 530 039**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **82 11831**

⑤1 Int Cl³ : G 02 F 1/13; G 02 C 7/00; G 05 B 13/00.

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 Date de dépôt : 6 juillet 1982.

③0 Priorité

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 2 du 13 janvier 1984.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : *CUVELIER Antoine et GATTEGNO Ber-
nard.* — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Antoine Cuvelier et Bernard Gattegno.

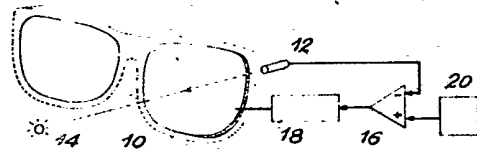
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Société de protection des inventions.

⑤4 Lunettes de protection à transmission réglable automatiquement utilisant des cristaux liquides.

⑤7 Lunettes de protection à cristaux liquides et à transmis-
sion réglable.

Selon l'invention les lunettes comprennent au moins une
cellule à cristaux liquides 10 et des moyens de commande
comprenant un photodétecteur 12 apte à recevoir le flux
lumineux transmis par la cellule et un générateur de tension
réglable 18 commandé par le photodétecteur et relié à la
cellule. L'ensemble photodétecteur-générateur-cellule constitue
une boucle d'asservissement apte à maintenir automatiquement
le flux lumineux transmis à une valeur régulée.



FR 2 530 039 - A1

La présente invention a pour objet des lunettes de protection à transmission réglable utilisant des cristaux liquides. Elle trouve une application dans la réalisation de lunettes de soleil ou de lunettes de protection contre les rayonnements intenses pouvant provenir de sources artificielles comme les arcs électriques, les lasers, les fours, etc...

On connaît déjà des lunettes de soleil à transmission variable. Elles utilisent des verres photochromiques dont la transparence diminue sous excitation ultraviolette. L'absorption des rayons solaires est donc d'autant plus grande que l'intensité de ceux-ci est élevée puisque le rayonnement solaire comprend une part d'ultraviolet.

Un tel dispositif présente de nombreux inconvénients. Tout d'abord il est fondé sur une action des ultraviolets, ce qui suppose que ceux-ci sont présents dans le rayonnement dont on veut se protéger. Or tel n'est pas toujours le cas. En effet, la part d'ultraviolet peut fort bien être réduite dans un flux lumineux intense. C'est le cas par exemple lorsque l'observateur se trouve derrière une vitre qui absorbe en partie les ultraviolets. C'est aussi le cas pour des sources artificielles monochromatiques. Un autre inconvénient de ce type de dispositif est que l'intensité lumineuse transmise n'est pas constante. Enfin, un dernier inconvénient tient à ce que le temps de réponse des verres est long ce qui empêche une protection efficace dans le cas de changement brutal de luminosité.

L'invention remédie à ces inconvénients en ce sens qu'elle permet d'obtenir un flux lumineux transmis sensiblement constant et cela indépendamment de la présence ou de l'absence de rayons ultraviolets, le temps de réponse étant très faible et de l'ordre de 1/10 de seconde.

Ces résultats sont obtenus grâce à l'utilisation de cristaux liquides au lieu et place des verres photochromiques. On sait que les cristaux liquides se prêtent bien à la réalisation de cellules d'affichage ou de dispositifs de modulation. Par ailleurs, l'idée d'utiliser de tels produits dans la réalisation de lunettes de protection est déjà connue. C'est ainsi que le brevet américain 3.873.804 délivré à M. Gordon le 25 Mars 1975 et intitulé "Welding Helmet with Eye Piece Control" décrit un casque de soudeur à l'arc, qui est muni d'une fenêtre à cristaux liquides commandée de telle sorte qu'elle soit transparente en l'absence d'arc et opaque en présence de celui-ci. La commande de la transparence ou de l'opacité s'effectue par le biais d'une tension prélevée sur les moyens d'alimentation de l'arc. Un tel dispositif fonctionne donc selon le mode "tout ou rien".

Par ailleurs, le brevet américain 4.152.846 délivré à F.A. Witt le 8 Mai 1979 et intitulé "Flight Training Method and Apparatus" décrit des lunettes d'entraînement pour pilotes d'avion ; ces lunettes utilisent des cristaux liquides fonctionnant encore par tout ou rien, en ce sens qu'elles sont transparentes si le pilote regarde les instruments de bord et opaques si le pilote regarde à l'extérieur de l'appareil.

De tels systèmes sont d'applications très limitées et ne sauraient en aucun cas convenir à des lunettes de soleil où la transparence doit pouvoir être réglée continuellement.

Les cristaux liquides ont déjà été utilisés dans la réalisation de parois optiques telles que des vitres, à transparence réglable. Un tel dispositif est décrit dans le document FR-A-2 373 808. Il comprend une source de tension continue et des moyens pour régler cette source afin d'assurer à la paroi la transmission

désirée. Un tel dispositif présente un double inconvénient : tout d'abord, l'utilisation d'une tension continue provoque dans le cristal liquide des effets parasites qui réduisent sa durée de vie ; ensuite le flux
5 lumineux transmis par la vitre n'est pas régulé, c'est-à-dire maintenu à une valeur appropriée, lorsque les conditions d'utilisation changent ; même si l'on utilise, comme le document le prévoit, un photodétecteur capable de mesurer la lumière ambiante, ce photodétecteur
10 ne permet pas de tenir compte des modifications éventuelles de la paroi optique.

La présente invention a justement pour objet des lunettes qui évitent ces inconvénients. A cette fin, elles sont munies de moyens aptes à assurer au
15 flux lumineux qu'elles transmettent une intensité régulée.

De manière précise, l'invention a pour objet des lunettes de protection comprenant une cellule à cristaux liquides à transmission réglable et un moyen
20 de commande de cette cellule, ces lunettes étant caractérisées en ce que ce moyen de commande comprend au moins un photodétecteur apte à recevoir le flux lumineux transmis par la cellule et un générateur de tension réglable commandé par le photodétecteur et relié à
25 la cellule, l'ensemble photodétecteur-générateur-cellule constituant une boucle d'asservissement apte à maintenir automatiquement le flux lumineux transmis à une intensité régulée.

Par "au moins une cellule" on entend que le
30 dispositif de l'invention peut comprendre soit une seule cellule pour constituer un écran d'une seule pièce disposé entre les yeux de l'observateur et une source lumineuse quelconque, soit deux cellules selon la configuration habituelle des lunettes de soleil, une cellule étant affectée à chaque oeil. Dans ce dernier cas,
35

un photodétecteur peut être déposé derrière l'une seulement des deux cellules ou derrière les deux. Si deux photodétecteurs sont utilisés, les deux boucles d'asservissement peuvent être indépendantes ou partiellement confondues. Dans le dernier cas un signal moyen peut être formé à partir des deux signaux délivrés par les deux photodétecteurs, et un générateur de commande unique peut commander les deux cellules à partir du signal moyen. Dans certains cas, lorsque les yeux de l'observateur présentent une dissymétrie, les valeurs de transmission des deux cellules peuvent être réglées à des valeurs différentes, ce qui peut présenter un intérêt dans des traitements ophtalmologiques.

Bien que le générateur de tension utilisé pour commander la cellule puisse revêtir un grand nombre de variantes, de préférence il s'agit d'un générateur de tension alternative, (c'est-à-dire à valeur moyenne nulle) ayant un rapport cyclique réglable, le photodétecteur agissant sur ce générateur pour faire varier ce rapport cyclique. La forme de la tension peut être quelconque : sinusoïdale, rectangulaire, etc...

En ce qui concerne les cristaux liquides utilisés, plusieurs types sont possibles : les cristaux liquides mettant en jeu le phénomène de diffusion dynamique (en terminologie anglosaxonne "Dynamic Scattering Mode" ou en agrégé DSM) ; mais aussi les cristaux liquides à orientation moléculaire. Dans cette dernière famille, les nématiques en hélice semblent être avantageux.

Dans tous les cas, la cellule est constituée d'un film de cristaux liquides intercalé entre deux électrodes transparentes déposées sur un substrat isolant transparent, par exemple en verre ou en plastique. Dans le cas des nématiques en hélice, la cellule comprend en outre un analyseur et un polariseur lesquels

sont croisés ou parallèles. Une cellule de ce dernier type est décrite dans le brevet français FR-A 2 117 358 intitulé "Cellule optique".

- Les caractéristiques de l'invention apparaîtront mieux après la description qui suit, d'exemples de réalisation donnés à titre explicatif et nullement limitatif. Cette description se réfère à des dessins annexés sur lesquels :
- 5 - la figure 1 est un schéma de principe du dispositif de l'invention,
 - 10 - la figure 2 représente un premier mode de réalisation d'une boucle d'asservissement travaillant en modulation d'amplitude,
 - 15 - la figure 3 représente un deuxième mode de réalisation d'une boucle d'asservissement travaillant en modulation de fréquence,
 - la figure 4 représente un troisième mode de réalisation d'une boucle d'asservissement agissant sur le rapport cyclique,
 - 20 - la figure 5 représente un exemple de circuit permettant d'obtenir une variation du rapport cyclique,
 - la figure 6 représente une courbe des variations du coefficient de transmission d'une cellule à cristaux liquides en fonction du rapport cyclique,
 - 25 - la figure 7 représente un exemple de la disposition adoptée dans l'invention pour les différents moyens de commande,
 - la figure 8 illustre une variante à deux photodétecteurs,
 - 30 - la figure 9 illustre le circuit de commande correspondant à la variante précédente,
 - la figure 10 illustre une variante à photopiles intégrées aux lunettes,
 - la figure 11 illustre un exemple où les cellules présentent plusieurs zones.
 - 35

Sur la figure 1 est représenté le schéma de principe des moyens de régulation utilisés selon l'invention. Le dispositif représenté comprend une cellule à cristaux liquides 10, un photodétecteur 12 placé derrière cette cellule par rapport à une source lumineuse 14, un amplificateur différentiel 16, un générateur de commande 18 dont la sortie est reliée à la cellule et un moyen 20 délivrant une tension de consigne.

Un tel système forme une boucle d'asservissement, dans laquelle le signal délivré par l'amplificateur 16 constitue un signal d'erreur (ou de contre-réaction) qui traduit l'écart entre l'intensité lumineuse transmise et l'intensité souhaitée définie par la tension de consigne. A l'équilibre, ce signal d'erreur est nul, la tension délivrée par le photodétecteur étant égale à cette tension de consigne.

L'intensité du flux lumineux transmis est donc asservie à une valeur donnée. Cette intensité est en général constante, à cette réserve près que si le flux incident vient à disparaître totalement, le flux transmis devient évidemment nul. Par ailleurs, si l'on emploie des nématiques en hélice avec un couple polariseur-analyseur parallèles, l'absorption ne peut dépasser 50%, de sorte que si la lumière incidente est très intense et excède deux fois la valeur de consigne, l'intensité transmise ne pourra être abaissée à cette valeur. Mais il s'agit là de cas exceptionnels qui se rencontrent peu dans la pratique. Si dans une application particulière, on voulait se prémunir contre le dernier inconvénient, il suffirait de croiser le couple polariseur-analyseur pour obtenir une absorption qui varie entre 50% au repos et 100% au maximum d'excitation.

On observera que le fait de placer le photodétecteur derrière la cellule (et non pas devant comme

dans le cas du document FR-A 2 373 808 cité plus haut), entraîne que la régulation s'opère quelle que soit la cause provoquant la variation du flux transmis, que ce soit le flux incident qui varie, ou que ce soit les propriétés de la cellule qui se modifient, par exemple sous l'effet de la température, ou encore que ces deux causes se combinent. Dans tous les cas l'observateur est donc assuré de recevoir une intensité lumineuse constante.

L'observateur peut régler à sa guise l'intensité lumineuse reçue en agissant sur la valeur de consigne délivrée par le circuit 20. Cette action peut se faire par un curseur, un bouton molleté, une touche, etc..., tous moyens solidaires des lunettes et disposés par exemple sur l'une des branches.

Les figures 2, 3 et 4 montrent des schémas illustrant trois variantes de réalisation du générateur 18. Sur la figure 2 le générateur comprend un générateur de signal carré 30, un intégrateur 32 et un multiplieur 34. Ce dernier est pas exemple du type à commande par la tension (en terminologie anglosaxonne "voltage controlled amplifier" ou VCA). Il possède deux entrées, l'une reliée au générateur 30 et l'autre à l'intégrateur 32.

Le fonctionnement de ce circuit est le suivant. La tension délivrée par l'intégrateur est utilisée pour moduler l'amplitude du signal carré délivré par le générateur 30, la forme et la fréquence de ce signal restant inchangées. Le sens de variation de la tension appliquée aux électrodes de la cellule dépend de la structure utilisée pour celle-ci. Avec un couple polariseur-analyseur croisés, en l'absence de tension appliquée aux électrodes, la transmission de la cellule est nulle. Elle peut être portée à 50% par application d'une tension apte à faire tourner le plan de polarisa-

tion de la lumière de 90° . Avec un couple polariseur-analyseur parallèles, la transmission est égale à 50% en l'absence de tension et tombe à 0% avec une tension faisant tourner le plan de polarisation de 90° . Si l'on
5 utilise cette dernière disposition, l'amplitude du signal délivré par le multiplieur 34 devra donc augmenter lorsque l'intensité transmise dépasse la valeur de consigne et vice versa. Avec la première disposition, c'est l'inverse.

10 Le schéma de la figure 3 représente une variante à modulation de fréquence. Le générateur 18 comprend encore un intégrateur 32 et en outre un oscillateur 36 à fréquence réglable. Cet oscillateur est par exemple du type à commande par la tension ("voltage
15 controlled oscillator" ou VCO). Il possède une entrée 37 reliée à l'intégrateur 18 et une sortie 38 délivrant une tension carrée d'amplitude constante mais de fréquence variable.

20 Enfin, la figure 4 représente une variante à modulation du rapport cyclique qui est une variante particulièrement avantageuse. Ce rapport est le quotient de la durée de présence de la tension par la période du signal. Dans ce cas, le générateur 18 comprend, en plus de l'intégrateur 32, un générateur de
25 tension en dents de scie 40 et un comparateur 42, lequel possède deux entrées, l'une reliée au générateur 40 et l'autre à l'intégrateur 32.

Le fonctionnement de ce circuit est le suivant. La tension de sortie de l'amplificateur 42 a la
30 forme d'une impulsion rectangulaire dont le front avant est synchronisé avec le front vertical de la dent de scie et dont le front arrière est déclenché à l'instant où la dent de scie atteint la tension d'erreur délivrée par l'intégrateur 32. La largeur de l'impulsion de sortie est donc réglable mais la période du signal reste
35 fixe puisque c'est celle du signal en dents de scie.

La figure 5 illustre un mode particulier de réalisation de cette variante. Le générateur 40 comprend un amplificateur opérationnel 44 contre-réactionné par une résistance 43 et par une diode 45. Il possède deux entrées, l'une négative, 46, reliée à une source de tension positive 47 à travers une résistance 48 elle-même reliée à un condensateur 49 et l'autre positive, 50, reliée à la masse à travers une diode 51 et une résistance 52. L'entrée 46 est par ailleurs reliée à l'entrée inverseuse du comparateur 42. L'entrée positive de ce dernier est reliée à un potentiomètre 55 inséré entre deux résistances 56, 57 reliées à deux sources de tension négative 58 et positive 59.

Le circuit 42 compare le signal A, issu de l'oscillateur en dents de scie, à la référence fixe (ou variable dans le cas d'une commande automatique de luminosité) donnée par le réseau de résistances et le potentiomètre connectés à l'entrée positive.

Les différents composants utilisés peuvent être les suivants :

- diodes 45 et 51 : type 1N4154
- condensateur 49 : 47 nF
- résistance 43 : 10 k Ω
- résistance 48 : 1 M Ω
- résistance 52 : 4,7 k Ω
- source 47 : 15 V
- amplificateur 44 : TL 084 de Texas Instruments,
- potentiomètre 55 : 100 k Ω ,
- résistances 56, 57 : 220 k Ω ,
- tensions des sources 58 et 59 : 15 V.

Avec ces composants, la tension en dents de scie délivrée par le circuit 40 passe de -4V à +4V. Après le comparateur 42 la tension rectangulaire B passe de -12V à +12V. La période du signal peut être de quelques millisecondes.

La figure 6 représente les variations de la transmission T d'une cellule à cristaux nématiques en hélice à polariseur et analyseur parallèles en fonction du rapport cyclique RC exprimé en pourcents.

5 La figure 7 représente des lunettes mettant en oeuvre les principes qui viennent d'être décrits. Telles que représentées ces lunettes comprennent deux cellules 61, 62, un photodétecteur 64 et une électronique de commande 66. Sur l'une des branches 68 est fixé
10 un système de réglage 70 relié à l'électronique de commande 66. Le flux lumineux incident 72, d'intensité variable, est partiellement absorbé à la traversée de chacune des cellules, de telle sorte que le flux lumineux émergent 74 présente une intensité régulée, généralement constante.
15

Naturellement, en pratique, l'électronique de commande 66 est intégrée dans les montures des lunettes, soit dans l'une des branches, soit dans les deux, soit sur la partie frontale. Quant au photodétecteur 64 il est situé sur la périphérie d'une des cellules, pour ne pas gêner la vision. Ce photodétecteur est
20 disposé en général à l'arrière de la cellule mais il pourrait éventuellement être placé à l'avant de la cellule, à condition de disposer un miroir de renvoi à l'arrière de celle-ci pour que le photodétecteur reçoive bien la lumière ayant traversé la cellule (en l'occurrence la lumière aurait effectué deux traversées).
25

La figure 8 illustre une variante dans laquelle un photodétecteur supplémentaire 80 est disposé
30 sur la face avant des lunettes, le photodétecteur 64 étant toujours disposé sur la face arrière. Le schéma de la figure 9 montre les deux boucles associées à ces deux photodétecteurs avec leurs amplificateurs 65, 81 et leurs intégrateurs 67, 82 tous deux reliés à l'entrée positive du comparateur 42. Le rôle du photodétecteur
35

teur 80 est de prendre en compte la lumière ambiante pour modifier rapidement la commande de la cellule.

La figure 10 illustre une variante dans laquelle des photopiles 90 sont intégrées à la monture des lunettes. Ces photopiles alimentent les circuits de commande, lesquels peuvent être disposés dans un logement 92 disposé à la partie supérieure de la monture.

Enfin, la figure 11 illustre une variante dans laquelle chaque cellule présente plusieurs zones indépendantes 101, 102, 103 définissant des champs de vision différents. Ces zones sont associées chacune à un photodétecteur et leur transparence est asservie comme indiquée plus haut. Chaque zone peut être commandée pour présenter une transparence qui lui est propre : la zone supérieure 101, qui correspond sensiblement à un champ de vision dirigé vers le ciel, peut être rendue plus absorbante que la zone médiane 102. Dans le cas de l'utilisation par des skieurs, la zone inférieure 103, qui correspond au champ de vision dirigé vers le sol, peut, elle aussi, être rendue plus absorbante que la partie médiane.

Dans le cas de lunettes destinées aux conducteurs de voitures automobiles ou aux pilotes d'avions, les lunettes pourront présenter deux zones, l'une, supérieure, à faible transmission et l'autre, inférieure, à forte transmission, toutes deux asservies comme indiqué plus haut.

Dans d'autres applications, il peut être intéressant d'utiliser des zones circulaires, par exemple sous forme d'iris.

Dans certaines applications, il peut être utile de se prémunir contre certaines radiations, de longueur d'onde bien particulière (par exemple dans le cas de lunettes de protection contre un rayonnement laser). Dans ce cas, le photodétecteur aura une plage de

sensibilité centrée sur cette longueur d'onde. Dans d'autres cas, cette plage de sensibilité pourra couvrir une bande spectrale plus large allant par exemple du proche ultraviolet (environ $0,3 \mu\text{m}$) au proche infrarouge (environ $1 \mu\text{m}$). Dans d'autres cas encore on privilégiera une plage particulière (par exemple l'ultraviolet) si, pour des raisons médicales ou autres, on désire se protéger uniquement des radiations situées dans cette plage.

REVENDICATIONS

1. Lunettes de protection comprenant au moins une cellule à cristaux liquides (10) à transmission réglable et un moyen de commande de cette cellule, caractérisées en ce que ce moyen comprend au moins un photodétecteur (12) apte à recevoir le flux lumineux transmis par la cellule et un générateur de tension réglable (18) commandé par le photodétecteur et relié à la cellule, l'ensemble photodétecteur-générateur-cellule constituant une boucle d'asservissement apte à maintenir automatiquement le flux lumineux transmis à une intensité régulée.

2. Lunettes de protection selon la revendication 1, caractérisées en ce que le générateur délivre une tension alternative à rapport cyclique réglable, le photodétecteur agissant sur ce générateur pour faire varier ce rapport cyclique.

3. Lunettes de protection selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisées en ce qu'elles comprennent un moyen électrique à commande manuelle permettant le réglage de l'intensité régulée du flux lumineux transmis.

4. Lunettes de protection selon la revendication 1, caractérisées en ce qu'elles comprennent un photodétecteur supplémentaire (80) disposé devant au moins une des cellules et recevant le flux lumineux incident, ce photodétecteur étant relié au générateur.

5. Lunettes de protection selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisées en ce que l'un au moins des photodétecteurs possède une plage particulière de sensibilité située entre le proche ultraviolet et le proche infrarouge.

6. Lunettes de protection selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisées en ce

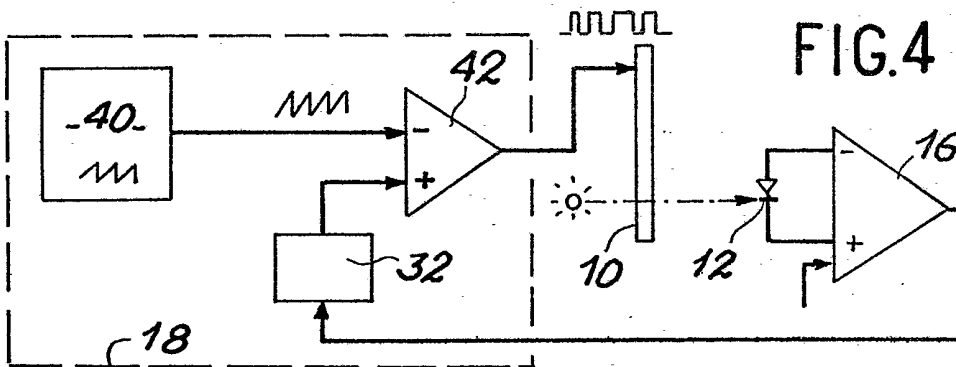
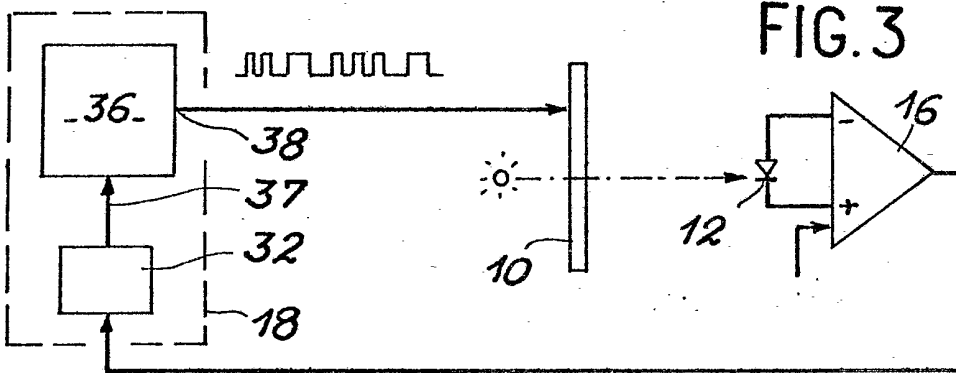
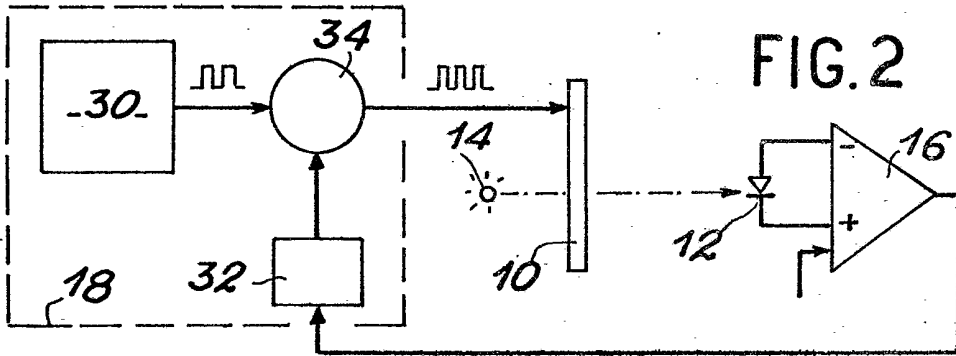
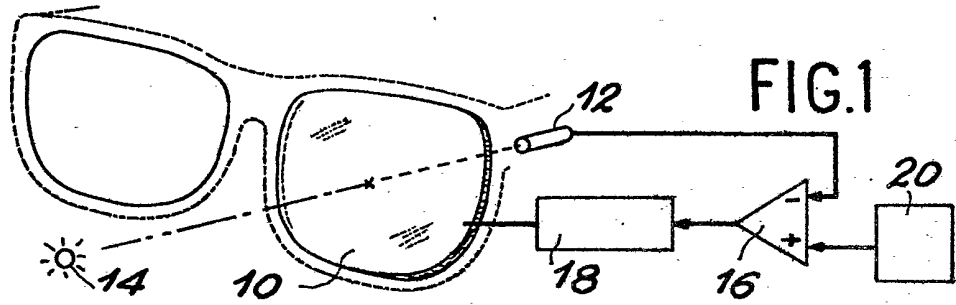
qu'elles comprennent des moyens d'alimentation en énergie électrique constitués par des photopiles solidaires des lunettes.

5 7. Lunettes de protection selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisées en ce que la cellule présente au moins deux zones définissant des champs de vision différents, zones pour lesquelles les intensités des flux lumineux transmis sont différents.

10 8. Lunettes de protection selon la revendication 7, caractérisées en ce que les zones se présentent sous forme de bandes.

15 9. Lunettes de protection selon la revendication 7, caractérisées en ce que les zones se présentent sous forme circulaire.

1,3



2,3

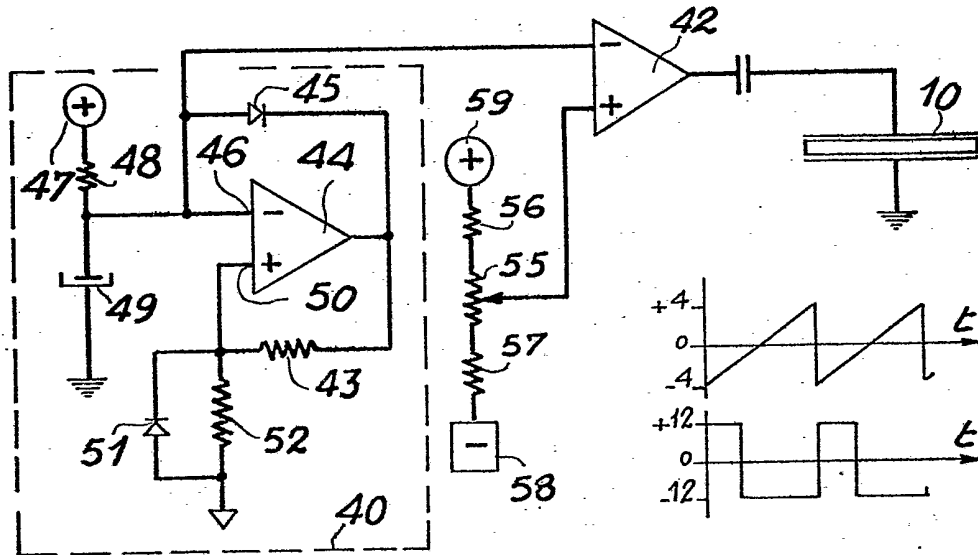


FIG. 5

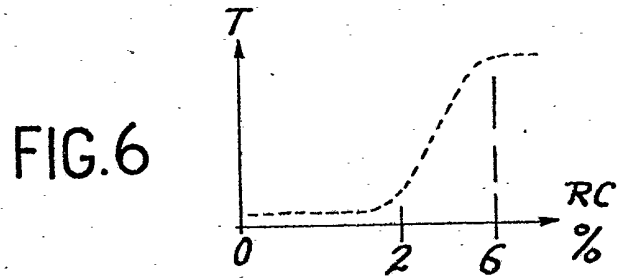


FIG. 6

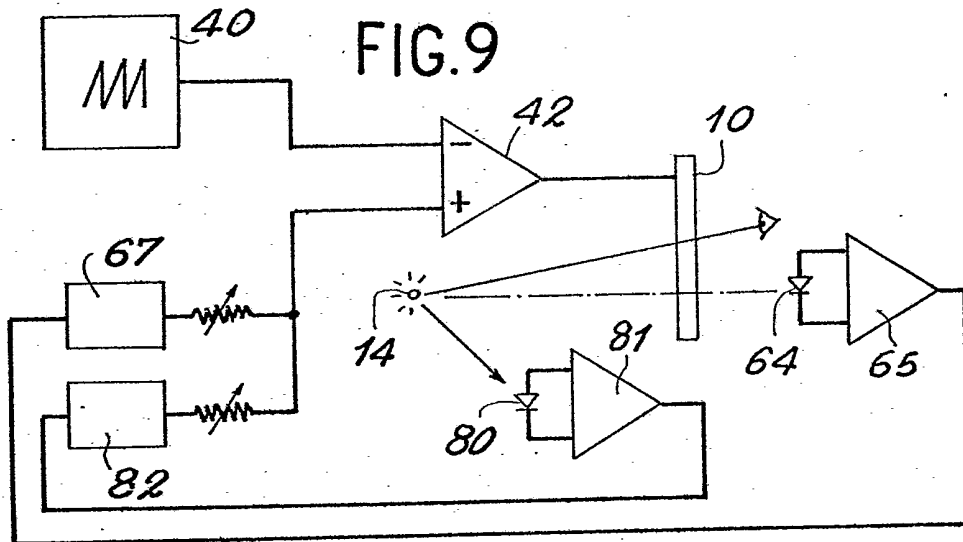


FIG. 9

3,3

