



N° 884.531

Classif. Internat.: H03K/H04P

Mis en lecture le: 17-11-1980

Le Ministre des Affaires Economiques,

*Vu la loi du 24 mai 1854 sur les brevets d'invention;*

*Vu la Convention d'Union pour la Protection de la Propriété Industrielle;*

*Vu le procès-verbal dressé le 29 juillet 1980 à 15 h. 00*

*au Service de la Propriété industrielle;*

## ARRÊTE :

**Article 1.** — *Il est délivré à la Sté dite : WESTERN ELECTRIC COMPANY INCORPORATED,*

*222 Broadway, New York, N.Y. (Etats-Unis d'Amérique)*

*repr. par les Bureaux Vander Haeghen à Bruxelles,*

*un brevet d'invention pour : Commutateur bilatéral linéaire déclenché par voie optique,*

*qu'elle déclare avoir fait l'objet de demandes de brevet déposées aux Etats-Unis d'Amérique le 30 juillet 1979, n° 061.941 et le 30 mai 1980, n° 154.856 au nom de M.A. El Hamamsy dont elle est l'ayant cause.*

**Article 2.** — *Ce brevet lui est délivré sans examen préalable, à ses risques et périls, sans garantie soit de la réalité, de la nouveauté ou du mérite de l'invention, soit de l'exactitude de la description, et sans préjudice du droit des tiers.*

*Au présent arrêté demeurera joint un des doubles de la spécification de l'invention (mémoire descriptif et éventuellement dessins) signés par l'intéressé et déposés à l'appui de sa demande de brevet.*

Bruxelles, le 14 août 1980

PAR DÉLÉGATION SPECIALE :

Le Directeur

L. SALPETEUR

004531

El Hamamry, M. A. 2/6  
B. 73 931 DS

DESCRIPTION

jointe à une demande de

## BREVET BELGE

déposée par la société dite:

WESTERN ELECTRIC COMPANY, INCORPORATED

ayant pour objet: Commutateur bilatéral linéaire déclenché  
par voie optique

---

Qualification proposée: BREVET D'INVENTION

Priorité de deux demandes de brevet déposées aux Etats-  
Unis d'Amérique le 30 juillet 1979 sous le n° 061.941  
et le 30 mai 1980 sous le n° 154.856 au nom de M. A.

 El Hamamry

B. 73.931

Ft - AM

La présente invention concerne de façon générale des commutateurs, et plus particulièrement des commutateurs déclenchés par voie optique.

Les dispositifs qui transmettent des signaux entre des circuits d'entrée et de sortie isolés électriquement, sont d'une importance industrielle considérable. A beaucoup de fins, des relais électromécaniques ou des transformateurs d'isolement procurent un isolement électrique adéquat entre le circuit d'entrée et le circuit de sortie. Cependant, ces dispositifs présentent l'inconvénient d'être de grandes dimensions matérielles et d'avoir un temps de réponse lent comparativement aux circuits d'état solide.

Pour porter remède à ces inconvénients, ainsi que pour d'autres raisons, on a étudié des dispositifs dits ordinairement opto-isolateurs, qui font usage d'un couplage optique pour lier les circuits électriques d'entrée et de sortie. Une source de lumière, ordinairement une diode émettrice de lumière (LED), située dans le circuit d'entrée, et un photodétecteur situé dans le circuit de sortie et couplé optiquement à la source de lumière, sont les éléments essentiels du dispositif. Un courant dans le circuit d'entrée, passant par la diode

LED, fait que celle-ci émet de la lumière. Une partie de cette lumière est reçue par le photodétecteur et fait qu'un courant électrique soit engendré ou commandé dans le circuit de sortie. Les opto-isolateurs offrent l'avantage d'un isolement électrique complet entre les circuits, et celui d'être de petites dimensions.

Pour beaucoup d'objets, il est souhaitable de disposer d'un opto-isolateur bilatéral, c'est-à-dire d'un opto-isolateur dont le fonctionnement ne dépend pas de la polarité de la tension appliquée aux bornes du circuit de sortie. Une solution intéressante à la construction d'opto-isolateurs bilatéraux utilise deux arrangements branchés en série, de photodiodes éclairées, pour engendrer une tension qui commande le passage d'un courant à travers un transistor à effet de champ dans le circuit de sortie. L'un des arrangements est monté entre l'électrode de commande et le drain et l'autre est monté entre l'électrode de commande et la source. Ces dispositifs ont l'avantage de ne pas exiger de sources de tension séparées pour polariser en sens inverse les jonctions entre électrode de commande et source et entre électrode de commande et drain du transistor à effet de champ et de ne pas exiger que le transistor à effet de champ soit photosensible. En outre, ces dispositifs bilatéraux demandent deux arrangements de photodiodes et un unique transistor à effet de champ. Une autre solution intéressante utilise un arrangement de photodiodes unique et deux transistors à effet de champ pour obtenir un fonctionnement bilatéral.

D'autres dispositifs commandés par la tension, tels que le commutateur à diode à électrode de commande (GDS), de création récente, existent également. Les commutateurs à diodes à électrodes de commande peuvent être fabriqués dans des formes de réalisation telles qu'ils soient capables de bloquer des tensions pouvant atteindre 500 volts et qu'ils supportent des courants supérieurs à 1 ampère. Il serait souhaitable de disposer d'un opto-isolateur bilatéral qui ne demande qu'un arrangement unique de photodiodes, pour commander le courant passant à travers un élément ou des éléments commandé(s) par la tension, tels qu'un transistor à effet de champ ou deux commutateurs à diodes à électrodes de commande, connectés suivant une configuration anti-parallèle. A présent, selon l'invention:

On obtient un opto-isolateur bilatéral en utilisant la tension développée par un arrangement de photodiodes reliées en série et éclairées, pour commander le courant à travers un dispositif commandé par la tension, tel qu'un transistor à effet de champ (FET) ou une paire de commutateurs à diodes à électrodes de commande, connectés suivant une configuration anti-parallèle. L'une des bornes de l'arrangement de photodiodes est reliée à l'électrode de commande du transistor à effet de champ et l'autre borne est reliée par des diodes aux électrodes de source et de drain du transistor à effet de champ. Le nombre de photodiodes dans l'arrangement de photodiodes est tel que lorsque cet arrangement est éclairé, la tension que développe l'arrangement de photodiodes

suffit à changer l'état de conduction de courant du transistor à effet de champ ou de la paire de commutateurs à diodes à électrodes de commande. Si l'on utilise un transistor à effet de champ à mode d'appauvrissement, la tension de coupure du transistor à effet de champ doit être dépassée d'au moins une chute de tension de jonction de diode, c'est-à-dire que l'arrangement de photodiodes doit établir une polarisation négative de commande qui dépasse la tension de coupure. Une résistance montée entre l'électrode de commande et l'une des autres électrodes du transistor à effet de champ, soit la source, soit le drain, offre un trajet de décharge pour la capacité d'entrée du transistor à effet de champ et pour ramener le transistor à effet de champ à son état de conduction initial.

Sur les dessins joints au présent mémoire:

- la figure 1 est une représentation schématique d'un opto-isolateur bilatéral selon l'art antérieur;

- la figure 2 est une représentation schématique d'un opto-isolateur bilatéral selon l'invention, utilisant un transistor à effet de champ;

- la figure 3 est une représentation schématique d'un opto-isolateur bilatéral selon l'invention, utilisant un autre transistor à effet de champ;

- la figure 4 montre la structure d'une forme de réalisation d'un commutateur à diode à électrode de commande; et

- la figure 5 est une représentation schématique d'un commutateur à diodes à électrode de commande, bilatéral.

La figure 1 représente schématiquement un opto-isolateur bilatéral selon l'art antérieur, utilisant deux arrangements de photodiodes montés en série, pour commander le courant qui passe à travers le transistor à effet de champ. Les électrodes de drain et de source d'un transistor à effet de champ (FET) à mode d'appauvrissement, à canal n, normalement conducteur, sont reliées à un circuit de sortie électrique (non représenté). La polarisation de l'électrode de commande dont dépend le courant qui traverse le transistor à effet de champ est assurée par des arrangements de photodiodes reliés en série, indiqués par PDA 1 et PDA 2, ou 1 et 2, dont chacun a une borne reliée à l'électrode de commande du transistor à effet de champ. Les autres bornes des arrangements de photodiodes 1 et 2 sont reliées au drain et à la source du transistor à effet de champ par des diodes de blocage BD1 et BD2 respectives. Une résistance R est montée entre l'électrode de commande du transistor à effet de champ et l'électrode de source. Les arrangements de photodiodes 1 et 2 sont couplés par voie optique à une diode émettrice de lumière LED placée dans le circuit électrique d'entrée. Le nombre des photodiodes de chaque arrangement est déterminé par l'exigence que la tension développée par l'arrangement, lorsqu'il est éclairé, doit dépasser la tension de coupure du transistor à effet de champ d'une valeur égale à au moins la chute de tension aux bornes d'une jonction de diode. Lorsque cet état de choses est satisfait, le transistor à effet de champ cesse de conduire. La résistance R

fournit un trajet pour la décharge de la capacité d'entrée du transistor à effet de champ lorsque l'on éteint la diode émettrice de lumière. Comme aucune autre polarisation extérieure entre électrode de commande et source ou électrode de commande et drain n'est appliquée au transistor à effet de champ, il est normalement conducteur. Le circuit représenté schématiquement à la figure 1 représente d'autres opto-isolateurs selon la technique antérieure, commandés par voie photovoltaïque, tels que ceux qui utilisent un transistor à effet de champ à mode d'appauvrissement à canal p, ou des transistors à effet de champ à mode d'enrichissement à canal n ou à canal p. Si on utilise des transistors à effet de champ à mode d'appauvrissement à canal p, il faut inverser les polarités des arrangements de photodiodes et des diodes de blocage.

On décrira l'invention d'abord en ce qui concerne différentes formes de réalisation utilisant des transistors à effet de champ. On décrira une autre forme de réalisation en utilisant deux commutateurs à diodes à électrodes de commande, montés suivant une configuration anti-parallèle, après discussion de la structure et du fonctionnement d'un commutateur à diode à électrode de commande.

La figure 2 représente un opto-isolateur bilatéral suivant l'invention, utilisant un transistor à effet de champ (FET). Un transistor à effet de champ à canal n travaillant dans le mode d'appauvrissement, possède des électrodes de drain, de commande et de source, indiquées

respectivement par D, G, S. L'arrangement de photodiodes représenté par PDA a une borne reliée à l'électrode G. L'arrangement PDA comprend un certain nombre de diodes reliées en série, assez grand pour que, lorsque les diodes sont éclairées, elles produisent une tension qui commande le courant passant par le transistor à effet de champ. C'est-à-dire que la tension dépasse la tension de coupure du transistor d'une quantité au moins égale à la chute de tension sur une jonction de diode. L'autre borne de l'arrangement PDA est reliée aux électrodes D et S du transistor à effet de champ par une diode de blocage 1 (BD1) et une diode de blocage 2 (BD2), respectivement. Une résistance R est montée entre les électrodes G et S, bien qu'elle puisse être, en plus ou en variante, montée entre les électrodes G et D. Les électrodes D et S sont reliées au circuit de sortie. Une diode émettrice de lumière (LED) est reliée au circuit électrique d'entrée. Les éléments LED et PDA sont couplés optiquement l'un à l'autre par des techniques connues.

On décrira brièvement le fonctionnement de l'optoisolateur bilatéral représenté à la figure 2. Lorsque du courant s'écoule dans le circuit électrique d'entrée, la diode LED est mise en activité et elle émet de la lumière qui tombe sur l'arrangement de photodiodes. Si l'électrode de drain est positive par rapport à l'électrode de source, l'arrangement établit une polarisation de commande négative par rapport à la source, qui dépasse la tension de coupure et qui coupe le transistor à effet de champ. La diode de blocage 1 empêche la tension

positive du drain de passer à l'électrode de commande à travers l'arrangement de photodiodes polarisées en sens direct. Ce couplage détruirait la polarisation négative établie sur l'électrode de commande par l'arrangement de photodiodes. Si l'électrode de source est positive par rapport à l'électrode de drain, l'arrangement de diodes établit par rapport au drain une polarisation de commande négative qui dépasse la tension de coupure et qui coupe le transistor à effet de champ (FET). La diode de blocage 2 empêche la tension positive de source d'être admise à l'électrode de commande par l'arrangement de photodiodes polarisé en sens direct. Ce couplage détruirait la polarisation négative établie sur l'électrode de commande par l'arrangement de photodiodes. La résistance R permet à la capacité d'entrée du transistor à effet de champ de se décharger en réduisant ainsi le temps nécessaire pour passer de l'état de non activité à l'état d'activité lorsque la diode LED s'éteint. La résistance peut également être montée entre les électrodes de commande et de drain, ou bien des résistances peuvent être montées aux bornes des jonctions électrode de commande - drain et électrode de commande - source.

Le choix des paramètres que l'on doit considérer en projetant l'opto-isolateur de la figure 2 est affaire de spécialistes. Par exemple, l'étendue de l'ensemble de photodiodes, leur rendement, l'intensité d'éclairement et le nombre des photodiodes seront mis en rapport de façon connue avec le temps nécessaire pour mettre le transistor à effet de champ en état d'inactivité. Au surplus,

après que la diode émettrice de lumière ait été atteinte, la constante de temps associée à la décharge de la capacité électrode de commande-source ou électrode de commande-drain à travers la résistance R, est en rapport avec le temps requis pour que le transistor à effet de champ devienne conducteur et revienne à son état initial.

En général, des temps de commutation minimaux sont obtenus dans la commutation par des courants intenses dans la diode LED, c'est-à-dire des courants intenses dans l'arrangement de photodiodes, des capacités de jonctions faibles et de faibles valeurs de la résistance R. Des variations dans les relations entre les valeurs de R, de la résistance de charge, des valeurs du courant dans les photodiodes, le nombre des photodiodes, la tension des photodiodes, la transition de coupure du transistor à effet de champ et les vitesses de commutation, sont choses bien connues des spécialistes et se passent de description.

On peut modifier le circuit de la figure 2. Par exemple, on peut remplacer les diodes de blocage 1 et 2 par des diodes de Zener. Dans ce cas, lorsque le transistor à effet de champ est dans l'état de non activité, il sera protégé contre les sursauts de tension si les diodes de Zener ont une fonction de seuil inférieure à la tension d'entrée en conduction du transistor à effet de champ. Un transistor à effet de champ à mode d'appauvrissement à canal p pourrait être utilisé aussi.

La figure 3 montre encore une autre modification du circuit utilisant un transistor à effet de champ tel

que montré à la figure 2 et tel que discuté à ce propos. Les diodes de blocage 1 et 2 ont été remplacées par des diodes de Zener 1 et 2 et un circuit ayant une résistance R1 et une capacité C a été monté en parallèle avec l'arrangement de photodiodes. Si on le désire, une seule diode de blocage pourrait être remplacée par une diode de Zener. Par exemple Z2 pourrait être une diode de blocage. Le circuit RC maintient le commutateur à l'état dégagé ou non conducteur pendant un temps déterminé après que la diode émettrice de lumière ait été éteinte.

Le commutateur qui utilise un tel circuit RC a l'avantage d'un temps de mise en activité retardé symétrique, quelle que soit la polarité de la tension appliquée entre les électrodes de drain et de source. Cette symétrie n'est pas toujours présente dans un circuit tel que celui de la figure 1 où les jonctions électrode de commande-source et électrode de commande-drain sont commandées de façon indépendante à moins que les arrangements de photodiodes 1 et 2 développent des tensions photovoltaïques égales.

Bien que les formes de réalisation de l'invention représentées aux figures 2 et 3 soient des opto-isolateurs normalement en activité, utilisant des transistors à effet de champ à mode d'appauvrissement à canal n, des formes de réalisation qui utiliseraient les transistors à effet de champ à mode d'appauvrissement à canal p ou les polarités de l'arrangement de photodiodes, et avec des diodes de Zener ou de blocage inversées, tomberaient dans la portée de l'invention.

Des capacités typiques d'entrée du transistor à effet de champ se situent entre 5 et 25 picofarads et des valeurs typiques de R, pour les formes de réalisation représentées aux figures 2 et 3, se situent entre 1 et 10 mégohms. Les temps de décharge de la capacité d'entrée du transistor à effet de champ se situent entre 25 microsecondes et 250 microsecondes. Il n'est pas besoin de résistances si le temps relativement long de la décharge à travers la jonction électrode de commande-source polarisée en sens inverse ou à travers l'arrangement de photodiodes, n'est pas un inconvénient. Les valeurs de R1 et de C dépendent du temps de retard désiré et les spécialistes les déterminent aisément.

Une forme de réalisation d'un commutateur à diode commandée (GDS) est représentée de façon générale par 10 à la figure 4. Le commutateur 10 comprend un support 12 qui a une surface principale 13 et un corps semi-conducteur 14 dont la masse est d'un premier type de conductivité et qui est séparé du support 12 par une couche diélectrique 16. Une première région d'anode 18 est comprise dans le corps 14 et comporte une partie qui s'étend jusqu'à la surface 13. Une région 20 formant électrode de commande est comprise dans le corps 14 et elle a une partie qui s'étend jusqu'à la surface 13. Une région de cathode 24 est comprise dans le corps 14 et comporte une partie qui s'étend jusqu'à la surface 13. La région 22 a une partie qui s'étend jusqu'à la surface 13 et entoure la région 24. La région 22 joue le rôle d'un écran percé de couches d'appauvrissement et empêche l'inversion

des parties du corps 14 à la surface 13 ou près de celle-ci entre les régions 20 et 24. Les régions 20 et 22 sont du premier type de conductivité. Les régions 20 et 24 sont d'un second type de conductivité. Les résistivités des régions 18, 20 et 24 sont faibles, comparées à la résistivité de la partie en masse du corps 14. La région 22 a une résistivité intermédiaire entre celle de la région 24 et celle du corps 14. Des électrodes 28, 30, 32 font des contacts ohmiques à faible résistance avec les parties de surface des régions 18, 20, 24. Une couche de diélectrique 35 couvre la surface 13 et isole les électrodes 28, 30, 32 de toutes les régions autres que celles qui doivent faire l'objet d'un contact électrique.

La région 18 a typiquement une épaisseur de 2 à 4 microns, une largeur de 48 microns et une longueur de 52 microns. La région 20 est typiquement d'une épaisseur de 2 à 4 microns, d'une largeur de 15 microns et d'une longueur de 300 microns. La région 22 est typiquement d'une épaisseur de 3 à 6 microns, d'une largeur de 64 microns et d'une longueur de 60 microns. La région 24 est typiquement d'une épaisseur de 2 microns, d'une largeur de 43 microns et d'une longueur de 44 microns.

Dans une forme de réalisation préférée, le support 12 et le corps 14 sont chacun constitués de silicium et le type de conductivité du support 12 peut être n ou p. Le corps 14 est typiquement d'une épaisseur de 30 à 50 microns, d'une longueur de 430 microns et d'une largeur de 300 microns. Le substrat 12, le corps 14 et les régions 18, 20, 22, 24 ont une conductivité de type n-, p-,

p+, n+, p- et n+, respectivement. Les concentrations des impuretés sont typiquement de  $2 \times 10^{13}$ ,  $5 \times 10^{13}$ ,  $10^{17}$ ,  $10^{19}$ ,  $10^{17}$  à  $10^{18}$  et  $10^{19}/\text{cm}^3$  pour le substrat 12, le corps 14 et les régions 18, 20, 22, 24, respectivement. La couche 16 est faite de bioxyde de silicium et elle est typiquement d'une épaisseur de 2 à 4 microns. Les électrodes 28, 30, 32 sont faites d'aluminium.

Plusieurs corps séparés 14 peuvent être formés dans un support commun 12 pour donner plusieurs commutateurs. Les spécialistes imagineront facilement des modifications à la forme de réalisation représentée.

On décrira à présent le fonctionnement du commutateur à diode à électrode de commande. La structure 10 est mise en oeuvre typiquement comme un commutateur caractérisé par un trajet de faible impédance entre les régions 18 et 24 lorsque le commutateur est dans l'état d'activité ou de conduction, et un trajet de grande impédance entre les régions 18 et 24 lorsqu'il est dans l'état d'inactivité ou de blocage. Lorsque le commutateur est dans l'état d'activité, des trous sont injectés dans le corps 14 à partir de la région 18 et des électrons sont injectés dans le corps 14 à partir de la région 24. Les trous et les électrons peuvent être en nombre suffisant pour former un plasma dont la conductivité module le corps 14. Ceci abaisse effectivement la résistance du corps 14 de sorte que la résistance entre les régions 18 et 24 est relativement faible lorsque la structure 10 est dans l'état de conduction. Il est commode de désigner cette opération sous le nom d'injection de

porteurs double. Le substrat 12 est typiquement maintenu au potentiel le plus positif dont on dispose commodément.

Le potentiel appliqué à la région de commande 1 détermine l'état de conduction du courant du commutateur. La conduction entre les régions 18 et 24 se produit lorsque le potentiel de la région 20 est inférieure aux potentiels de la région 18 et de la région 24. La conduction entre les régions 18 et 24 est soit empêchée, soit arrêtée lorsque le potentiel de la région est suffisamment plus positif que les potentiels des régions 18 et 24. Le potentiel positif en excès, nécessaire pour empêcher la conduction ou y mettre fin est, ainsi qu'il est bien connu, fonction à la fois de la forme géométrique et des concentrations des impuretés de la structure 10. Le potentiel de commande positif fait que la partie du corps 14 entre la région 20 et la partie de la couche 16 en dessous de la région 20, soit appauvrie. Par conséquent, le potentiel de cette partie est plus positif que les potentiels des régions 18 et 24 et empêche la conduction des trous de la région 18 à la région 24, en pinçant essentiellement le corps 14 contre la couche 16, dans la partie située en dessous de la région 20. Il en résulte une capture des électrons émis dans la région 24 avant qu'ils n'atteignent la région 16. Un courant continu à travers le commutateur ne sera pas interrompu, à moins que la source de potentiel ne fournisse un courant comparable au courant s'écoulant initialement à travers le commutateur GDS.

La figure 5 représente à la fois un symbole électrique pour un commutateur à diode commandée et pour un commutateur bilatéral utilisant le montage anti-parallèle de deux commutateurs à diodes à électrodes de commande. Les électrodes anode, de commande et cathode du commutateur GDS a sont respectivement les bornes 28a, 30 et 32a. La borne A est reliée aux électrodes 28a et 32 et la borne B est reliée aux électrodes 28 et 32a. Le fonctionnement du commutateur est invariant par rapport à la polarité de la tension appliquée entre les bornes A et B.

On obtient un opto-isolateur bilatéral lorsque la paire de commutateurs à diodes à électrodes de commande de la figure 5 est mise à la place du transistor à effet de champ de la figure 2 et que les polarités de l'arrangement de photodiodes et des diodes de blocage sont inversées. Lorsque la substitution est faite, les bornes A et B sont équivalentes aux électrodes de drain et de source du transistor à effet de champ, et on utilisera cette terminologie.

Après éclaircissement par la diode émettrice de lumière, l'arrangement de photodiodes développe une tension positive d'environ 20 volts entre l'électrode de commande et les bornes A et B et fait passer les commutateurs GDS de l'état d'activité à l'état de non activité si le courant qui s'écoule entre les bornes A et B est inférieur au courant de maintien. Le courant de maintien est le courant de l'arrangement de photodiodes, typiquement environ 30 microampères. Comme l'état de conduction de courant du commutateur ne peut changer que lorsque le niveau

-17-

de courant tombe en dessous de la valeur du courant de maintien, le commutateur ne peut être utilisé lorsqu'une tension continue est fournie entre les bornes A et B.

# REVENDICATIONS

1.- Commutateur déclenché par voie optique, comprenant un dispositif commandé par la tension (JFET, GDS, GDSa), ce dispositif commandé par la tension ayant des électrodes de source, de commande et de drain ; une source de lumière (LED) ; une première diode (BD2) reliée à l'électrode de source ; une seconde diode (BD1) reliée à l'électrode de drain ; et des moyens pour commander le courant qui passe par le dispositif commandé par la tension, ces moyens étant couplés optiquement à la source de lumière et produisant, lorsqu'ils sont éclairés, une tension qui commande le courant passant par le dispositif commandé par la tension, caractérisé en ce que les moyens de commande comprennent un arrangement de photodiodes, connecté en série (PDA) à l'électrode de commande et aux première et seconde diodes.

2.- Commutateur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif commandé par la tension est un transistor à effet de champ.

3.- Commutateur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif commandé par la tension est une paire de commutateurs à diodes à électrodes de commande (GDS, GDSa).

4.- Commutateur suivant la revendication 2, caractérisé en ce qu'une première résistance (R) est montée entre l'électrode de commande et l'électrode de source.

5.- Commutateur suivant la revendication 4, caractérisé en ce que les diodes sont des diodes de blocage.

6.- Commutateur suivant la revendication 4, caractérisé en ce que les diodes sont des diodes de Zener (Z1,Z2).

7.- Commutateur suivant l'une quelconque des revendications 5 et 6, caractérisé en ce que le transistor à effet de champ est un transistor à effet de champ à canal n à mode d'appauvrissement.

8.- Commutateur suivant la revendication 7, comprenant encore une résistance (R1) et une capacité (C), cette résistance et cette capacité étant reliées en parallèle avec l'arrangement de photodiodes.

BRUXELLES, le 29 JUIL. 1980

P. Pon

WESTERN ELECTRIC COMPANY, INCORPORATED

P. Pon BUREAU VANDER HAEGHEN



004501

FIG. 1

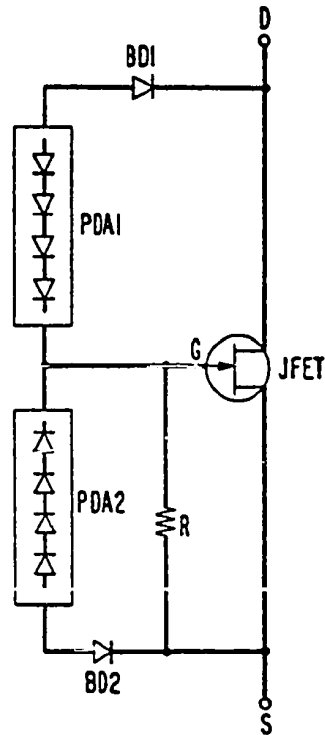
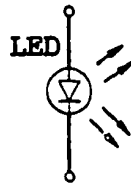


FIG. 2

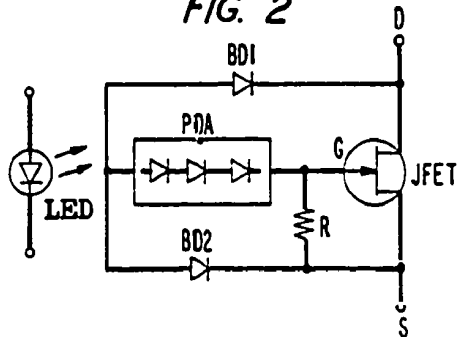
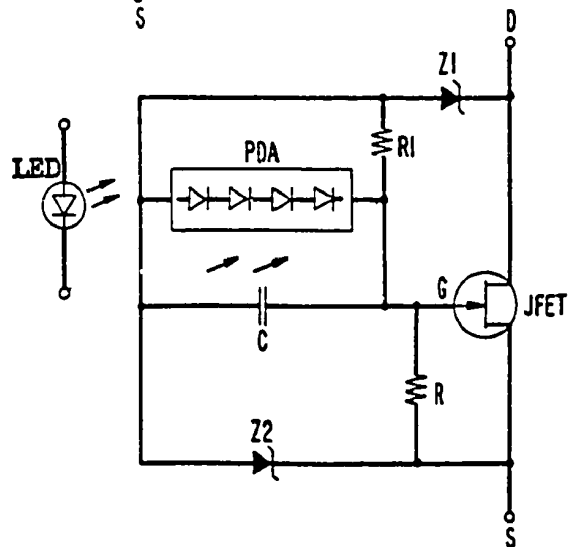


FIG. 3



BRUXELLES, le 29 JUL 1980

P. POU

WESTERN ELECTRIC COMPANY, INCORPORATED

P. POU RITFAU "ANDER MAETHEU"

FIG. 4

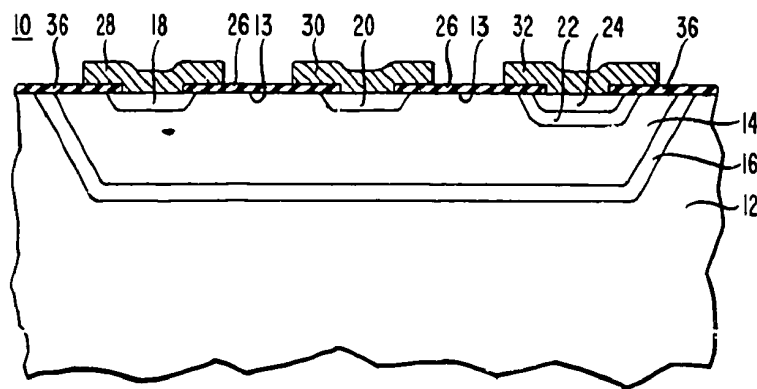
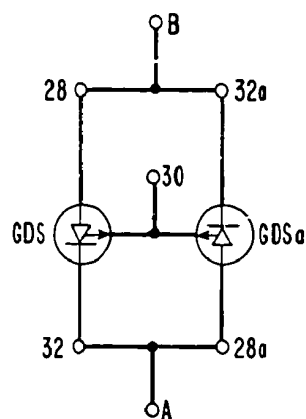


FIG. 5



BRUXELLES, le 29 JUIL 1980

P. Pon

WESTERN ELECTRIC COMPANY, INCORPORATED

P. Pon BUREAU VONDER HAEGHEN

*[Handwritten signature]*