

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 913 754 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

06.05.1999 Bulletin 1999/18(51) Int Cl.⁶: **G05F 3/18**(21) Numéro de dépôt: **98410126.1**(22) Date de dépôt: **30.10.1998**

(84) Etats contractants désignés:

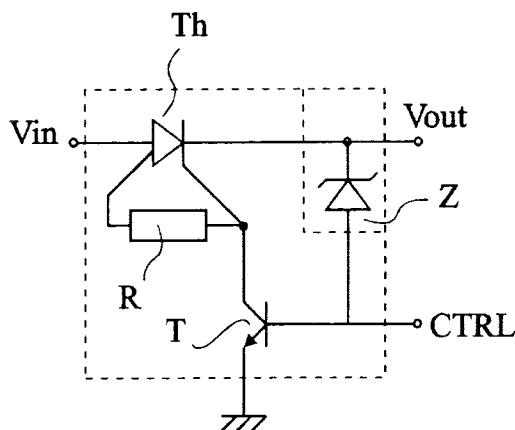
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

Etats d'extension désignés:

AL LT LV MK RO SI(30) Priorité: **31.10.1997 FR 9713987**(71) Demandeur: **STMicroelectronics SA**
94250 Gentilly Cedex (FR)(72) Inventeur: **Simonet, Jean-Michel**
37100 Tours (FR)(74) Mandataire: **de Beaumont, Michel**
1, rue Champollion
38000 Grenoble (FR)**(54) Circuit de régulation de tension continue commutable**

(57) L'invention concerne un circuit de régulation de tension continue commutable ayant une borne d'entrée (V_{in}), une borne de sortie (V_{out}), une borne de référence et une borne de commande (CTRL), comprenant un thyristor à ouverture par la gâchette (Th) dont les bornes principales sont reliées à la borne d'entrée et à la borne

de sortie, respectivement ; une résistance (R) connectée entre la borne d'entrée et la gâchette de cathode de thyristor ; un transistor (T) dont les bornes principales sont reliées à la gâchette de cathode du thyristor et à la borne de référence ; et une diode à avalanche (Z) connectée entre la borne de sortie et la base du transistor.

**Fig 6****EP 0 913 754 A1**

Description

[0001] La présente invention concerne un circuit de régulation de tension continue commutable.

[0002] Un tel circuit est représenté schématiquement en figure 1 et est désigné par la référence 1. Il est connecté par son entrée à une tension continue V_{in} et fournit à sa sortie une tension V_{out} qui doit rester aussi constante que possible quand V_{in} varie ou quand le courant I_{out} dans une charge L varie. Ce circuit est muni d'une entrée de commande CTRL pour fournir en sortie ou bien la tension V_{out} ou bien une tension nulle. Une application d'un tel circuit est, dans le domaine automobile, d'alimenter une diode électroluminescente ou une chaîne de diodes électroluminescentes. Ces diodes électroluminescentes pourront, par exemple, servir de troisième feu rouge arrière d'une voiture. Alors la tension V_{in} est la tension de batterie du véhicule et peut varier de façon importante.

[0003] Dans ce qui suit, on supposera pour simplifier que la tension V_{in} et la tension V_{out} sont des tensions positives référencées à la masse.

[0004] La figure 2 représente un circuit élémentaire de régulation de tension. La régulation de tension est assurée par une diode à avalanche Z dont l'anode est connectée à la masse et dont la cathode est connectée d'une part à une borne de sortie régulée V_{out} et d'autre part à une borne d'entrée V_{in} par l'intermédiaire d'une résistance $R1$. Un commutateur tel qu'un transistor $TR1$ est disposé entre la borne V_{out} et la masse. La base de ce transistor reçoit la tension de commande CTRL. Ainsi, quand le transistor est bloqué, on trouve en sortie une tension V_{out} sensiblement égale à la tension d'avalanche de la diode à avalanche Z . Ce circuit présente plusieurs inconvénients. Un premier inconvénient réside dans la présence de la résistance de puissance $R1$. Si par exemple la tension de sortie V_{out} doit être régulée à 10 V et que la tension V_{in} monte à une valeur de 30 V, la chute de tension aux bornes de la résistance sera de l'ordre de 20 V et pour une résistance de 50 ohms on atteint une puissance dissipée de 1 Watt. De telles résistances de puissance sont coûteuses. Un autre inconvénient du circuit de la figure 2 est que le courant dans la diode à avalanche Z est susceptible de varier beaucoup quand la tension V_{in} varie. Il en résulte que la variation de tension de sortie peut être importante.

[0005] Un autre montage à résistance série est illustré en figure 3. Une résistance $R1$ est connectée entre les bornes V_{in} et V_{out} comme en figure 2. Une diode à avalanche Z est connectée entre le collecteur et la base du transistor $TR1$, lui-même connecté entre V_{out} et la masse. Une résistance de polarisation $R2$ est connectée entre base et émetteur du transistor $TR1$. En ce cas, la tension nominale de régulation est la tension de la diode à avalanche plus la tension base/émetteur du transistor $TR1$. On retrouve dans ce montage le même inconvénient d'utilisation d'une résistance série dans le circuit de courant principal. Un avantage par rapport au montage de la figure 2 est que la tension V_{out} varie moins avec les variations de tension V_{in} .

[0006] Pour éviter les inconvénients des circuits à résistance série, on a également prévu dans l'art antérieur des circuits dans lesquels un composant semiconducteur, généralement moins coûteux qu'une résistance de puissance, est disposé dans la branche en série entre les bornes d'entrée V_{in} et de sortie V_{out} . Ce composant semiconducteur permet en outre d'interrompre le courant dans la branche de puissance et donc de limiter les pertes pendant les phases où l'on souhaite une tension nulle en sortie.

[0007] La figure 4 représente un exemple de circuit à thyristor de type ouvrable par la gâchette (GTO). Un thyristor GTO $Th1$ est relié par son anode à la borne V_{in} et par sa cathode à la borne V_{out} . Une résistance $R3$ est connectée entre gâchette d'anode et gâchette de cathode. La gâchette de cathode est connectée à la masse par l'intermédiaire d'une diode à avalanche Z et éventuellement d'une diode en direct d pour assurer une fonction de compensation en température. Un transistor $TR2$ est connecté entre la gâchette de cathode du thyristor $Th1$ et la masse. La base du transistor $TR2$ est connectée à une borne de commande CTRL. Quand le transistor est bloqué, le thyristor est normalement conducteur sous l'effet de sa polarisation de gâchette due à la résistance $R3$. La tension de sortie V_{out} se régule à la chute de tension cathode/gâchette plus la tension de la diode à avalanche Z . Quand le transistor $TR2$ est rendu passant le thyristor s'ouvre et la tension V_{out} devient sensiblement nulle. On pourrait également ne pas utiliser la borne de gâchette d'anode et connecter directement la résistance $R3$ à l'anode du thyristor. Le montage représenté présente l'avantage d'assurer une protection en cas d'inversion de polarité de la tension V_{in} , ce qui est susceptible de survenir quand la source de tension correspond à une batterie d'automobile.

[0008] Un autre circuit à composant semiconducteur est représenté en figure 5. Le thyristor $Th1$ est remplacé par un transistor $TR3$. Les autres éléments du circuit sont similaires à ceux de la figure 4. Ce circuit présente notamment l'inconvénient de nécessiter un transistor à gain relativement élevé ce qui est relativement difficile à obtenir dans le cas d'un transistor de puissance à tenue en tension en direct importante.

[0009] Ainsi, la présente invention vise à réaliser un circuit de la même famille que ceux des figures 4 et 5, c'est-à-dire dans lequel la liaison entre les bornes d'entrée et de sortie est assurée par un composant semiconducteur mais présentant par rapport aux circuits connus une meilleure régulation en tension.

[0010] Un autre objet de la présente invention est de réaliser un tel circuit qui soit simplement intégrable sous forme d'un composant semiconducteur unique.

[0011] Pour atteindre ces objets, la présente invention prévoit un circuit de régulation de tension continue commu-

table ayant une borne d'entrée, une borne de sortie, une borne de référence et une borne de commande, comprenant un thyristor à ouverture par la gâchette dont les bornes principales sont reliées à la borne d'entrée et à la borne de sortie, respectivement ; une résistance connectée entre la borne d'entrée et la gâchette de cathode de thyristor ; un transistor dont les bornes principales sont reliées à la gâchette de cathode du thyristor et à la borne de référence, respectivement ; et une diode à avalanche connectée entre la borne de sortie et la base du transistor.

[0012] Selon un mode de réalisation de la présente invention, la résistance est connectée entre la gâchette d'anode et la gâchette de cathode du thyristor.

[0013] La présente invention vise aussi un composant monolithique pour la mise en oeuvre du circuit ci-dessus, comprenant un substrat de type N divisé en deux caissons par des murs d'isolement de type P, le thyristor étant réalisé dans un premier caisson sous forme latérale, le transistor étant réalisé dans un deuxième caisson sous forme verticale et la diode à avalanche étant réalisée par la jonction entre une région de type N⁺ et la région de base du transistor.

[0014] Selon un mode de réalisation de la présente invention, la face arrière du caisson comprenant le thyristor comporte une région diffusée de type P⁺.

[0015] Selon un mode de réalisation de la présente invention, ce composant comprend, du côté de sa face arrière, une couche isolante sous les murs d'isolement.

[0016] Selon un mode de réalisation de la présente invention, la résistance est constituée d'une région de type P faiblement dopée en contact avec la région de gâchette de cathode.

[0017] Ces objets, caractéristiques et avantages, ainsi que d'autres de la présente invention seront exposés en détail dans la description suivante de modes de réalisation particuliers faite à titre non-limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

la figure 1 est un schéma sous forme de blocs d'un circuit de régulation ;

les figures 2 à 5 représentent divers circuits de régulation commutables selon l'art antérieur ;

la figure 6 représente un circuit de régulation commutable selon la présente invention ; et

la figure 7 représente une vue en coupe schématique d'un composant mettant en oeuvre le circuit de la figure 6.

[0018] Comme le représente la figure 6, la présente invention prévoit un circuit de régulation à composant semiconducteur série, ce composant étant un thyristor de type GTO.

[0019] Dans le cas où les tensions Vin et Vout sont positives, l'anode du thyristor est reliée à la borne Vin et la cathode du thyristor à la borne Vout. L'anode, ou de préférence la gâchette d'anode, du thyristor est reliée à sa gâchette de cathode par une résistance de polarisation R. La gâchette de cathode du thyristor Th est également reliée au collecteur d'un transistor T de type NPN dont l'émetteur est relié à la masse. La borne de sortie Vout est reliée à la base du transistor T par l'intermédiaire d'une diode à avalanche Z. La base du transistor T est également reliée à une borne de commande CTRL destinée à mettre le transistor en saturation quand on veut bloquer le thyristor GTO Th.

[0020] Ce circuit présente par rapport aux divers circuits de l'art antérieur au moins l'un des trois avantages suivants :

- il est naturellement régulé en température,
- la tension de sortie est mieux stabilisée,
- il est simplement réalisable sous forme de circuit intégré.

[0021] Le premier avantage, à savoir la régulation en température, résulte de la liaison série de la diode à avalanche Z avec la jonction base/émetteur du transistor T.

[0022] Le deuxième avantage, à savoir la stabilité de la tension de sortie quand la tension d'entrée varie, a été constaté expérimentalement et peut s'exprimer par les tableaux comparatifs ci-après entre les montages des figures 4 et 6. Le tableau I correspond à un fonctionnement à température ambiante et le tableau II à un fonctionnement à 100°C. Dans ces tableaux, Iin et Iout désignent respectivement les courants d'entrée et de sortie (en mA) et les tensions sont exprimées en volts. Dans tous les cas, on a choisi une diode à avalanche Z dont la tension d'avalanche est de 10 V.

Tableau I (Température ambiante)

	Fig.4 (avec la diode d)					Fig.6				
Vin	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
Vout	8.2	10.3	10.6	10.8	11.1	8.2	10.7	10.7	10.7	10.7
Iin	53	96.7	102.6	105.8	109.7	52.8	110.5	115	116.5	121.6
Iout	53	67.4	69.2	70.3	71.9	52.9	69.7	69.7	69.7	69.7

Tableau II (100°C)

	Fig.4 (avec la diode d)					Fig.6				
Vin	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
Vout	8.4	10.8	11	11.2	11.4	8.4	11	11	11	11
Iin	54.2	105.3	111	114	116.4	54.7	115	119.8	121.7	122.3
Iout	54.2	70.1	71.9	73	74	54.7	71.7	71.7	71.7	71.7

[0023] Ces tableaux montrent que, à partir du moment où la tension d'entrée est suffisante, la tension de sortie Vout et donc le courant de sortie Iout sont beaucoup mieux stabilisés avec le dispositif selon l'invention qu'avec le dispositif de la figure 4. La même comparaison pourrait être faite avec d'autres dispositifs de l'art antérieur. Elle a été faite plus particulièrement avec celui de la figure 4 car c'est le schéma le plus proche de celui de l'invention.

[0024] Le tableau III ci-dessous illustre la stabilité de la tension de sortie Vout quand la charge varie, alors que la tension d'entrée Vin est constante (20 V). La résistance de la charge est désignée par Rout. Vz désigne la tension réelle aux bornes de la diode à avalanche (dont la tension nominale est de 10 V) et Vbe la chute de tension base-émetteur réelle du transistor T.

Tableau III

	Fig.4 (avec la diode d)			Fig.6		
Rout	80	200	300	80	200	300
Vout (V)	11.7	10.7	10.5	10.9	10.7	10.6
Iout (mA)	146.6	52.2	34.4	134	51.9	34.5
Vz (V)	12.3	11.3	11			
Vbe (V)				0.76	0.75	0.73

[0025] De plus, comme cela a été indiqué précédemment, un autre avantage de la présente invention est que le circuit de la figure 6 se prête bien à être intégré en utilisant des techniques classiques d'intégration de thyristors, dans

lesquelles les transistors de puissance ont des gains relativement faibles.

[0026] La figure 7 représente un exemple d'une telle structure intégrée. Cette structure est formée à partir d'un substrat 10 de type N comprenant deux caissons séparés par un mur de diffusion 12 de type P.

[0027] Le thyristor de type GTO est un thyristor latéral réalisé dans le caisson de gauche de la figure 7 et l'ensemble du transistor T et de la diode à avalanche Z est réalisé dans le caisson de droite de la figure 7.

[0028] Le thyristor latéral Th comprend des régions PNPN respectivement désignées par les références 14, 10, 15 et 16. La région 14 correspond à l'anode du thyristor, la région 10 au substrat semiconducteur, la région 15 à la région de gâchette de cathode, et la région 16 à la cathode. De préférence, du côté de la face arrière, est prévue une région 18 de type P⁺ qui améliore la sensibilité du thyristor GTO.

[0029] La résistance R entre gâchette d'anode et gâchette de cathode est réalisée sous forme intégrée et correspond à une région 19 de type P faiblement dopée disposée entre la région de gâchette de cathode 15 et une métallisation 20 établissant un contact avec la région 19 et avec le substrat 10 (qui correspond à la région de gâchette d'anode).

[0030] Dans le caisson de la partie droite de la figure 7, le transistor T est réalisé sous forme verticale. Ce transistor comprend une région de collecteur 21 de type N⁺ du côté de la face arrière et, du côté de la face avant, une région de base 22 de type P dans laquelle des diffusions d'émetteur 23 de type N⁺ sont réalisées. Dans la zone de base 22, est également formée une région de type N⁺ 25 constituant avec cette base une jonction correspondant à la diode à avalanche Z.

[0031] On a également représenté dans la figure les métallisations permettant de constituer les bornes de sortie et les liaisons entre les différents éléments. On notera que, du côté de la face arrière, sous le mur d'isolement 12 et jusqu'aux régions P⁺ 18 et N⁺ 21, est prévue une couche isolante 30, la métallisation de la face arrière étant formée uniformément sur toute la face arrière et venant en contact avec les régions 18 et 21. La couche isolante 30 évite d'éventuelles interactions entre le thyristor et le transistor. La borne de gâchette G est reliée par fil à la métallisation de face arrière.

[0032] Bien entendu, la présente invention est susceptible de diverses variantes et modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art.

Revendications

1. Circuit de régulation de tension continue commutable ayant une borne d'entrée (Vin), une borne de sortie (Vout), une borne de référence et une borne de commande (CTRL), comprenant :

un thyristor à ouverture par la gâchette (Th) dont les bornes principales sont reliées à la borne d'entrée et à la borne de sortie, respectivement ;

une résistance (R) connectée entre la borne d'entrée et la gâchette de cathode de thyristor ;

un transistor (T) dont les bornes principales sont reliées à la gâchette de cathode du thyristor et à la borne de référence, respectivement ; et

une diode à avalanche (Z) connectée entre la borne de sortie et la base du transistor.

2. Circuit selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite résistance (R) est connectée entre la gâchette d'anode et la gâchette de cathode du thyristor.

3. Composant monolithique pour la mise en oeuvre d'un circuit de régulation selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend un substrat (10) de type N divisé en deux caissons par des murs d'isolement de type P (12), le thyristor étant réalisé dans un premier caisson sous forme latérale, le transistor étant réalisé dans un deuxième caisson sous forme verticale et la diode à avalanche étant réalisée par la jonction entre une région de type N⁺ (25) et la région de base (22) du transistor.

4. Composant selon la revendication 3, caractérisé en ce que la face arrière du caisson comprenant le thyristor comporte une région diffusée de type P⁺ (18).

5. Composant selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comprend, du côté de sa face arrière une couche isolante (30) sous les murs d'isolement.

6. Composant selon la revendication 3, caractérisé en ce que ladite résistance (R) est constituée d'une région de type P faiblement dopée (19) en contact avec la région de gâchette de cathode (15).

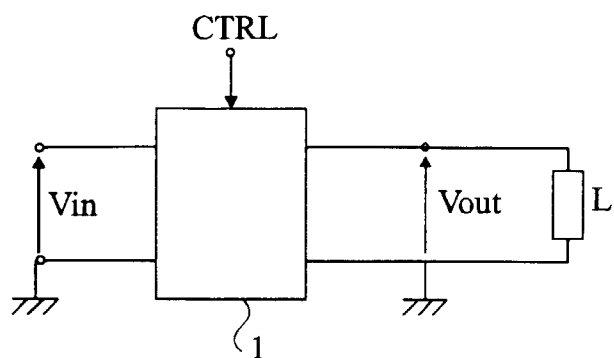


Fig 1

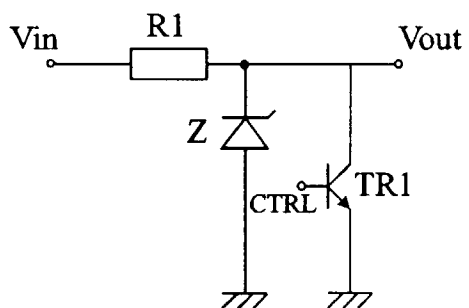


Fig 2

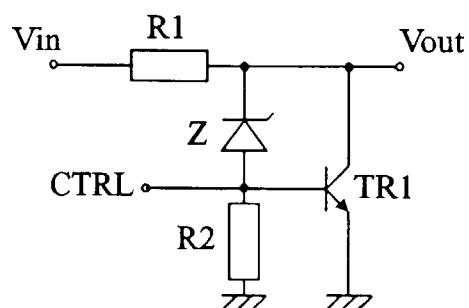


Fig 3

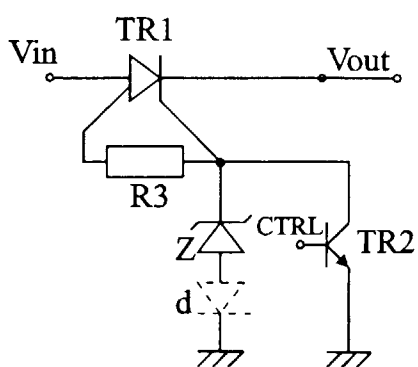


Fig 4

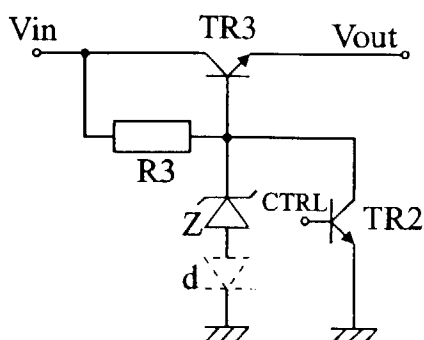


Fig 5

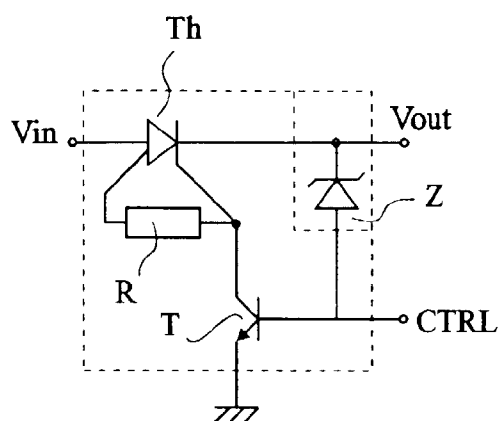


Fig 6

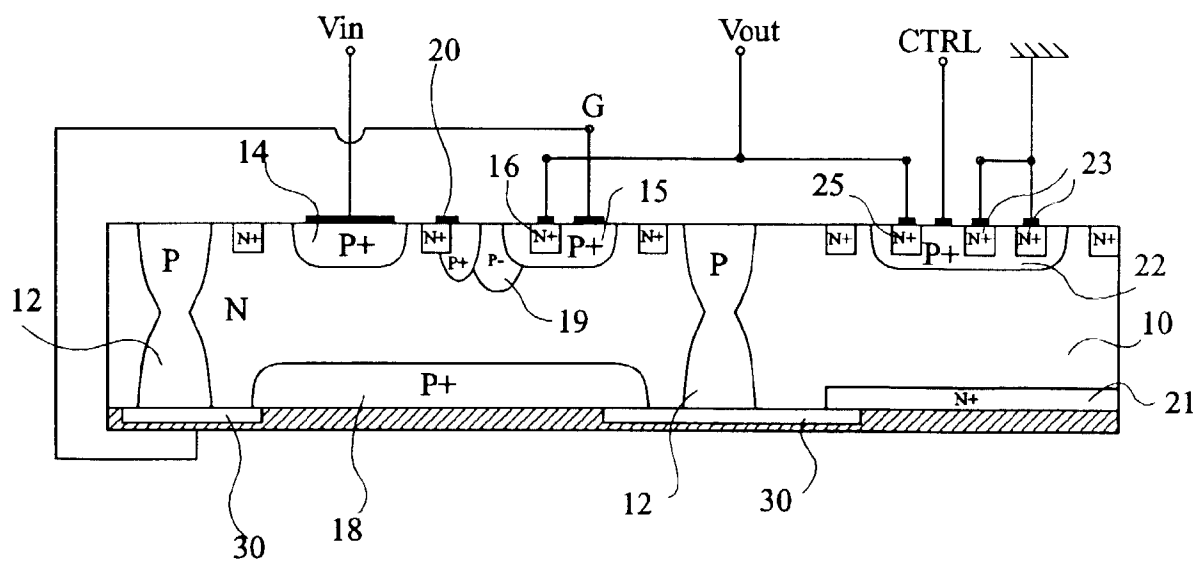


Fig 7



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 98 41 0126

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
A	SANCHEZ J L: "LIGHT TRIGGERED THYRISTOR WITH A MOS AMPLIFYING GATE: AN EXAMPLE OF FUNCTIONALLY INTEGRATED VERTICAL HIGH VOLTAGE POWER DEVICE" PROCEEDINGS OF THE EUROPEAN SOLID STATE DEVICE RESEARCH CONFERENCE (ESSDERC), LEUVEN, SEPT. 14 -17, 1992, no. CONF. 22, 14 septembre 1992, pages 145-148, XP000357096 MAES H E;MERTENS R P; VAN OVERSTRAETEN R J * le document en entier *	1	G05F3/18
A	BERRIANE R ET AL: "MOS-gated optically triggered thyristor: a new galvanically insulated high voltage integrated switch" SOLID STATE ELECTRONICS, vol. 39, no. 6, juin 1996, page 863-869 XP004007102 * le document en entier *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			G05F H03K
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 29 janvier 1999	Examineur Lampe, S
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intermédiaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)