(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 109 088 A1

(12) DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
20.06.2001 Bulletin 2001/25

(51) Int Cl.[7]: **G05F 1/565**

(21) Numéro de dépôt: **00403489.8**

(22) Date de dépôt: **12.12.2000**

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE TR
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorité: **13.12.1999 FR 9915668**

(71) Demandeur: **STMicroelectronics SA**
94250 Gentilly Cedex (FR)

(72) Inventeur: **Renous, Claude**
38100 Grenoble (FR)

(74) Mandataire: **Poulin, Gérard**
BREVALEX
3, rue du Docteur Lancereaux
75008 Paris (FR)

(54) Régulateur de tension à transistor ballast et à limiteur de courant

(57) L'invention concerne un régulateur de tension à limiteur de courant comprenant :

- une partie régulatrice de tension constituée d'un circuit amplificateur et d'un circuit de réaction, le circuit amplificateur comprenant un transistor ballast (T1), le circuit de réaction fournissant une tension de réaction au circuit amplificateur qui fonctionne par comparaison avec une tension de référence (Vref),
- une partie limiteur de courant comprenant un transistor (T7) disposé en série entre le transistor ballast (T1) et la sortie du régulateur, un circuit de réaction fournissant une tension de réaction à des moyens de commande du transistor limiteur de courant, les moyens de commande faisant fonctionner le transistor limiteur de courant (T7) entre un régime de saturation et un régime de blocage selon que la tension de réaction représentative de la sortie est au-dessus ou au-dessous d'une tension de seuil prédéterminée.

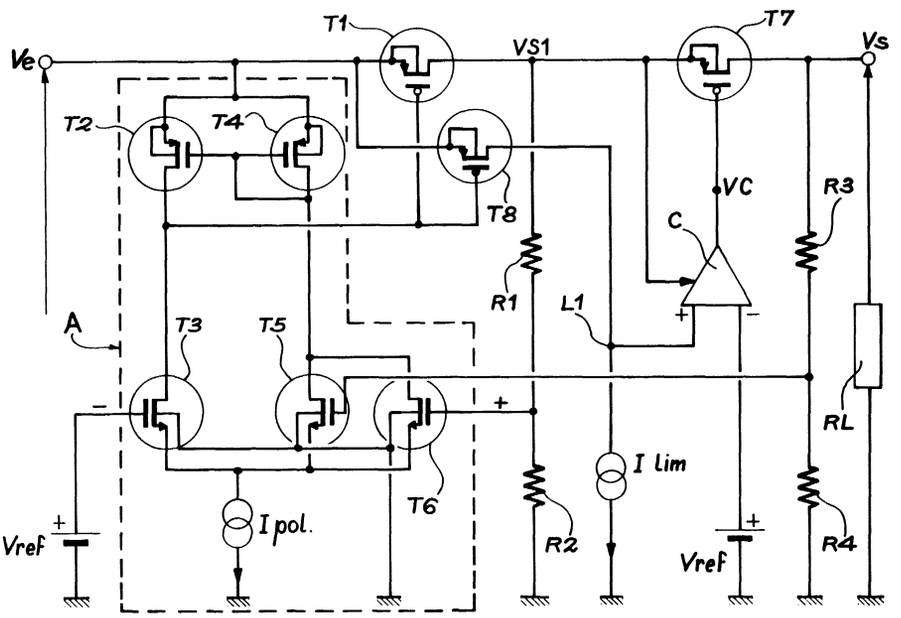

FIG. 1

EP 1 109 088 A1

Description

Domaine Technique

[0001] La présente invention concerne un régulateur de tension à transistor ballast et à limiteur de courant. Elle s'applique en particulier aux régulateurs intégrés et notamment à ceux conçus selon la technologie HC-MOS.

Etat de la technique antérieure

[0002] Un régulateur de tension à transistor ballast comprend un transistor (dit de passage ou ballast) disposé en série entre l'entrée et la sortie du régulateur. Un tel régulateur fonctionne en utilisant par exemple une référence de tension à barrière de potentiel. La tension de sortie est régulée par contre-réaction. Un tel régulateur de tension est bien connu dans l'art antérieur, en particulier pour réaliser des régulateurs intégrés.

[0003] Si un court-circuit se produit entre les bornes de sortie du régulateur, la tension d'entrée du régulateur se retrouve aux bornes du transistor ballast qui peut être détruit à cause du courant trop important le traversant. Afin de limiter ce courant, il a été proposé d'ajouter un circuit limiteur de courant comprenant une résistance de faible valeur (par exemple 1 Ω) en série avec le transistor ballast.

[0004] La technologie HCMOS a été développée pour augmenter la densité d'intégration des circuits intégrés. Un régulateur intégré réalisé en utilisant la même technologie doit fournir une tension régulée de 3,3 V pour une tension d'entrée de 5 V. Dans ce cas, le transistor ballast supporte entre ses bornes une tension maximale de 5 V. En cas de court-circuit en sortie du régulateur, le transistor ballast doit pouvoir être protégé très rapidement et de manière particulièrement efficace.

Exposé de l'invention

[0005] La présente invention a été conçue pour conférer une protection rapide et efficace au transistor ballast d'une telle alimentation.

[0006] L'invention a donc pour objet un régulateur de tension à limiteur de courant destiné à réguler une tension d'entrée et à délivrer une tension de sortie, comprenant :

- une partie régulatrice de tension constituée d'un circuit amplificateur et d'un circuit de réaction, le circuit amplificateur comprenant un transistor ballast, le circuit de réaction fournissant une tension de réaction, représentative de la tension régulée par le transistor ballast, au circuit amplificateur qui fonctionne par comparaison avec une tension de référence,
- une partie limiteur de courant comprenant un transistor disposé en série entre le transistor ballast et la sortie du régulateur, un circuit de réaction fournissant une tension de réaction représentative de la tension de sortie à des moyens de commande du transistor limiteur de courant, les moyens de commande faisant fonctionner le transistor limiteur de courant entre un régime de saturation et un régime de blocage selon que la tension de réaction représentative de la sortie est au-dessus ou au-dessous d'une tension de seuil prédéterminée.

[0007] Les circuits de réaction des parties régulatrice de tension et limiteur de courant peuvent chacun comprendre un diviseur de tension à résistances.

[0008] Avantageusement, le régulateur peut comprendre un amplificateur différentiel dont une entrée d'un signe déterminé reçoit ladite tension de référence, une première entrée de signe opposé à l'entrée de signe déterminée recevant ladite tension de réaction correspondant à la partie régulatrice de tension, la tension de sortie de l'amplificateur différentiel commandant le transistor ballast, la tension de réaction correspondant à la partie limiteur de courant étant fournie à une deuxième entrée de signe opposé à l'entrée de signe déterminé de l'amplificateur différentiel dont une fraction de la tension de sortie est prélevée pour fournir une tension de commande aux moyens de commande du transistor limiteur de courant. Dans ce cas, les moyens de commande peuvent comprendre un comparateur dont l'une des entrées reçoit une tension de référence, une deuxième entrée recevant ladite tension de commande, la sortie du comparateur commandant le transistor disposé en série de la partie limiteur de courant. La fraction de tension de sortie peut être prélevée par un transistor dimensionné en conséquence par rapport au transistor ballast.

[0009] Ce régulateur peut être réalisé selon la technologie HCMOS.

Brève description des dessins

[0010] L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages et particularités apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif, accompagnée des dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1 est un schéma électrique d'un régulateur de tension à transistor ballast et à limiteur de courant selon la présente invention,
- la figure 2 est un diagramme expliquant le fonctionnement du régulateur selon l'invention.

Description détaillée d'un mode de réalisation de l'invention

[0011] La figure 1 est un schéma électrique d'un régulateur de tension à limiteur de courant selon l'invention. Ce régulateur est destiné à réguler une tension

d'entrée Ve, pouvant varier entre 4 V et 5,5 V, et à fournir une tension de sortie Vs de 3,3 V à une charge RL. Il utilise des transistors réalisés selon la technologie HCMOS 6 supportant une tension limite de 3,6 V.

[0012] Le circuit du régulateur comprend une partie formant régulateur de tension comprenant le transistor ballast T1 et un amplificateur différentiel A. Le transistor ballast T1 est un transistor PMOS dont la source est reliée au substrat. La sortie de la partie formant régulateur de tension délivre une tension VS1 à un pont diviseur de tension formé des résistances R1 et R2. Le point commun entre les résistances R1 et R2 est connecté à une entrée non inverseuse de l'amplificateur différentiel A dont l'entrée inverseuse est reliée à la tension de référence Vref.

[0013] L'amplificateur différentiel A est alimenté entre la tension d'entrée Ve et la masse du circuit. Il comprend deux branches parallèles reliées à un générateur de courant Ipol qui polarise l'amplificateur. Une première branche comprend des transistors T2 et T3 disposés en série. Une deuxième branche comprend un transistor T4 disposé en série avec les transistors T5 et T6 disposés en parallèle.

[0014] Les transistors T2 et T4 sont des transistors PMOS formant miroir de courant, leur grille étant reliée et chacun ayant sa source reliée au substrat.

[0015] Les transistors T3, T5 et T6 sont des transistors NMOS à substrat commun et dont les sources sont reliées au générateur de courant Ipol. La grille du transistor T3 constitue l'entrée inverseuse de l'amplificateur différentiel A tandis que les grilles des transistors T5 et T6 constituent deux entrées non inverseuses pour cet amplificateur différentiel. Le point commun entre les résistances R1 et R2 est connecté à la grille du transistor T6.

[0016] La partie limiteur de courant comprend un transistor T7 monté en série entre le transistor ballast et la sortie du régulateur. Ce transistor T7 est un transistor PMOS dont la source est reliée au substrat. Le drain du transistor T1 se trouve donc relié à la source du transistor T7.

[0017] Le drain du transistor T7 constitue la sortie du régulateur. Un pont diviseur de tension formé des résistances R3 et R4 est connecté entre la sortie du régulateur et la masse. Le point commun entre les résistances R3 et R4 est connecté à l'autre entrée non inverseuse de l'amplificateur différentiel A, c'est-à-dire à la grille du transistor T5.

[0018] La sortie d'un comparateur C, alimenté sous la tension VS1, est reliée à la grille du transistor T7. L'entrée moins de ce comparateur est connectée à la tension Vref tandis que son entrée plus est reliée au point Ll. Le point L1 est commun au drain du transistor PMOS T8 et à la source de courant Ilim. La source du transistor T8, qui est reliée au substrat, est également reliée à la tension d'entrée Ve. La sortie de l'amplificateur différentiel A est reliée aux grilles des transistors T1 et T8.

[0019] En fonctionnement normal, la tension à la sortie du transistor ballast T1 vaut :

$$VS1 = Vref \times \frac{R1 + R2}{R2}$$

lorsque les grilles des transistors T3, T5 et T6 sont au même potentiel. Les résistances R1 et R2 sont choisies pour avoir VS1 = 3,5 V.

[0020] Les transistors T1 et T8 sont dimensionnés de la façon suivante :

Ww/Lw pour T1
Ww/Lw/1000 pour T8.

[0021] Tant que le courant dans le transistor T8 reste inférieur à la source de courant Ilim, la sortie du comparateur C est à zéro volt. Le transistor T7 est conducteur et travaille en zone linéaire. La différence VS1 - Vs doit être inférieure à 200 mV de façon que la régulation de tension s'effectue par le pont résistif R3 - R4.

[0022] Lorsque le courant dans le transistor T8 est supérieur au courant Ilim, la tension au point L1 devient supérieure à Vref et la tension VC à la sortie du comparateur C devient égale à VS1. Le transistor T7 se régule alors en fonction de la charge RL de façon à réguler le courant pour que la tension au point L1 devienne égale à Vref. La tension Vs tombe de 3,3 V à zéro suivant la caractéristique de limitation. La régulation de la tension VS1 s'effectue alors par le rapport R1, R2 car la tension VS tombe en dessous de 3,3 V.

[0023] L'invention permet donc une régulation sur la charge en mode normal et, dans le mode limitation de courant une régulation sur la tension VS1. Les transistors du différentiel T5 et T6 effectuent la commutation de façon continue entre les deux modes.

[0024] La figure 2 représente un diagramme dont l'axe des ordonnées représente la tension en volts et l'axe des abscisses le temps en millisecondes. On a représenté la tension d'entrée Ve, la tension de sortie Vs, la tension VS1 à la sortie du transistor ballast T1 et la tension VC à la sortie du comparateur C.

[0025] Le diagramme montre l'efficacité du régulateur selon l'invention. On voit que lorsque la tension VS chute brutalement, la tension VC à la sortie du comparateur C montre brusquement. Le retour à la situation normale s'effectue tout aussi rapidement.

Revendications

1. Régulateur de tension à limiteur de courant destiné à réguler une tension d'entrée (Ve) et à délivrer une tension de sortie (Vs), comprenant :

   - une partie régulatrice de tension constituée d'un circuit amplificateur et d'un circuit de réaction, le circuit amplificateur comprenant un transistor ballast (T1), le circuit de réaction

fournissant une tension de réaction, représentative de la tension régulée par le transistor ballast (T1), au circuit amplificateur qui fonctionne par comparaison avec une tension de référence (Vref),

- une partie limiteur de courant comprenant un transistor (T7) disposé en série entre le transistor ballast (T1) et la sortie du régulateur, un circuit de réaction fournissant une tension de réaction représentative de la tension de sortie à des moyens de commande du transistor limiteur de courant (T7), les moyens de commande faisant fonctionner le transistor limiteur de courant (T7) entre un régime de saturation et un régime de blocage selon que la tension de réaction représentative de la sortie est au-dessus ou au-dessous d'une tension de seuil prédéterminée.

2. Régulateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le circuit de réaction de la partie régulatrice de tension comprend un diviseur de tension à résistances (R1, R2).

3. Régulateur selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le circuit de réaction de la partie limiteur de courant comprend un diviseur de tension à résistances (R3, R4).

4. Régulateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comprend un amplificateur différentiel (A) dont une entrée d'un signe déterminé reçoit ladite tension de référence, une première entrée de signe opposé à l'entrée de signe déterminé recevant ladite tension de réaction correspondant à la partie régulatrice de tension, la tension de sortie de l'amplificateur différentiel (A) commandant le transistor ballast (T1), la tension de réaction correspondant à la partie limiteur de courant étant fournie à une deuxième entrée de signe opposé à l'entrée de signe déterminé de l'amplificateur différentiel (A) dont une fraction de la tension de sortie est prélevée pour fournir une tension de commande aux moyens de commande du transistor limiteur de courant (T7).

5. Régulateur selon la revendication 4, caractérisé en ce que les moyens de commande comprennent un comparateur (C) dont l'une des entrées reçoit une tension de référence (Vref), une deuxième entrée recevant ladite tension de commande, la sortie du comparateur (C) commandant le transistor (T7) disposé en série de la partie limiteur de courant.

6. Régulateur selon l'une des revendications 4 ou 5, caractérisé en ce que ladite fraction de tension de sortie est prélevée par un transistor (T8) dimensionné en conséquence par rapport au transistor ballast (T1).

7. Régulateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est réalisé selon la technologie HCMOS.

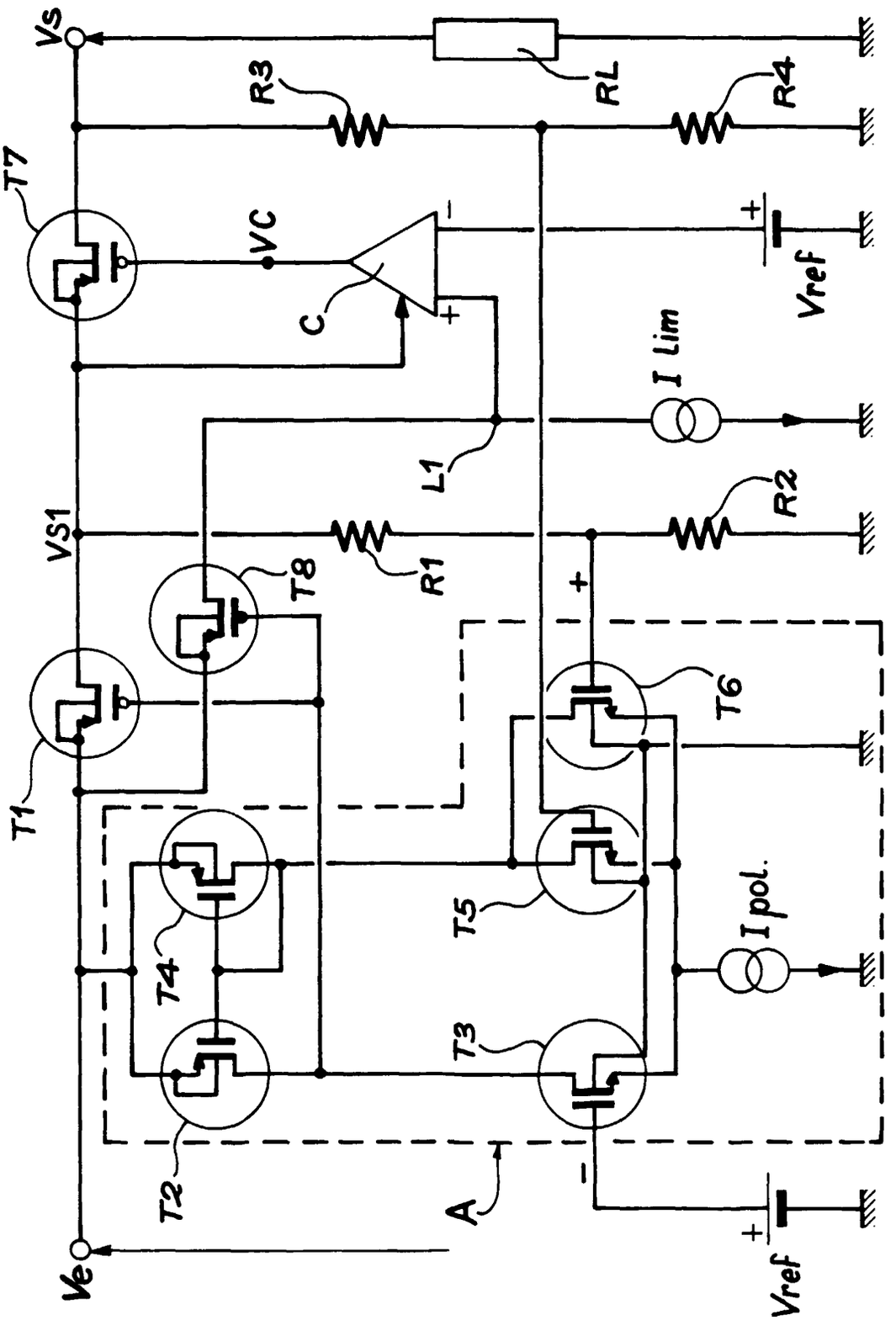
Vs
RL
R3
R4
T7
VC
C
Vref
I lim
L1
R2
VS1
R1
T8
T6
T1
T5
T4
I pol.
T3
T2
A
Ve
Vref

FIG. 1

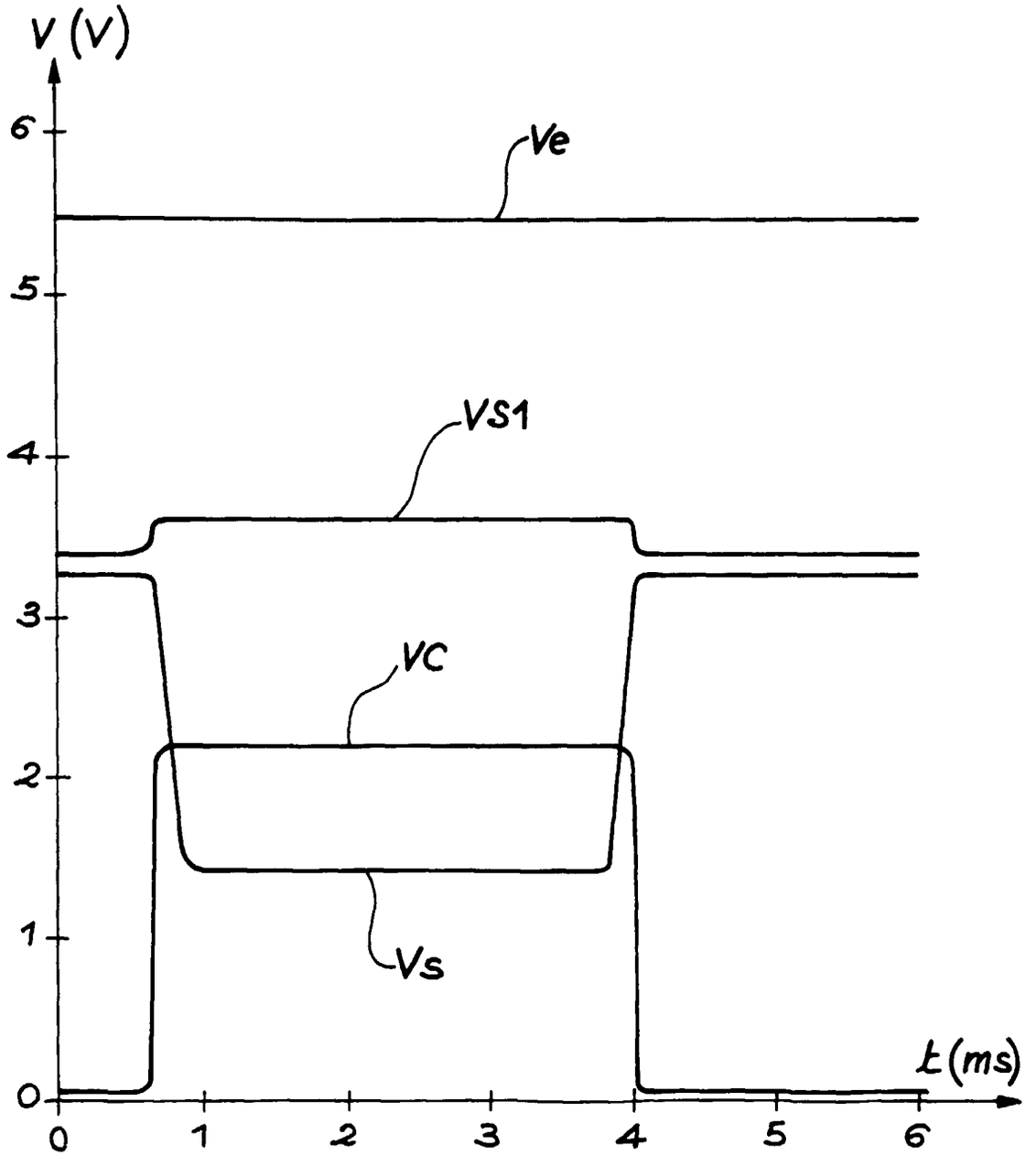

FIG. 2

Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 00 40 3489

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.7)
A	US 5 355 077 A (KATES BARRY K) 11 octobre 1994 (1994-10-11) * le document en entier * ---	1-7	G05F1/565
A	US 4 816 740 A (MAIER CRAIG P) 28 mars 1989 (1989-03-28) * colonne 1, ligne 35 - ligne 64 * ---	1-7	
A	US 5 861 737 A (PIEPER MARK S ET AL) 19 janvier 1999 (1999-01-19) * abrégé * ---	1-7	
A	US 5 408 173 A (KNAPP HERBERT C) 18 avril 1995 (1995-04-18) * abrégé * -----	1-7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			G05F

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
LA HAYE	21 février 2001	Schobert, D

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 intercalaire

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)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO. EP 00 40 3489

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits members sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

21-02-2001

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5355077 A	11-10-1994	AUCUN	
US 4816740 A	28-03-1989	JP 1223520 A	06-09-1989
		JP 2752405 B	18-05-1998
US 5861737 A	19-01-1999	US 5698973 A	16-12-1997
		US 6034516 A	07-03-2000
		CA 2210616 A	31-01-1998
		EP 0823681 A	11-02-1998
		JP 10163839 A	19-06-1998
US 5408173 A	18-04-1995	AUCUN	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82