

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

20 Numéro de publication:

0 292 070
A1

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: 88200988.9

51 Int. Cl. 4: G05F 3/26

22 Date de dépôt: 18.05.88

30 Priorité: 22.05.87 FR 8707218

43 Date de publication de la demande:
23.11.88 Bulletin 88/47

84 Etats contractants désignés:
DE FR GB IT NL

71 Demandeur: RTC-COMPELEC
117, quai du Président Roosevelt
F-92130 Issy les Moulineaux(FR)

84 FR

71 Demandeur: N.V. Philips'
Gloeilampenfabrieken
Groenewoudseweg 1
NL-5621 BA Eindhoven(NL)

84 DE GB IT NL

72 Inventeur: Raguet, Philippe
SOCIETE CIVILE S.P.I.D. 209, rue de
l'Université
F-75007 Paris(FR)
Inventeur: Coupe, Jean-Denis
SOCIETE CIVILE S.P.I.D. 209, rue de
l'Université
F-75007 Paris(FR)
Inventeur: Ryat, Marc
SOCIETE CIVILE S.P.I.D. 209, rue de
l'Université
F-75007 Paris(FR)
Inventeur: Bardyn, Jean-Paul
SOCIETE CIVILE S.P.I.D. 209, rue de
l'Université
F-75007 Paris(FR)

74 Mandataire: Jacquard, Philippe et al
SOCIETE CIVILE S.P.I.D. 209, rue de
l'Université
F-75007 Paris(FR)

EP 0 292 070 A1

54 Miroir de courant à tension de sortie élevée.

57 Un miroir de courant comporte une première branche présentant en série une diode (D₁) et le trajet de courant principal d'un transistor (T₁), et une deuxième branche présentant en série le trajet de courant principal d'un transistor (T₂) et une diode (D₂).

Pour augmenter la tension V_s disponible en sortie, on dispose dans la première branche une diode (D₃) et dans la deuxième branche un transistor (T₃). Une électrode de la diode (D₃) est connectée à la base d'un transistor (T₄) dont le collecteur reçoit une tension d'alimentation (U) et dont l'émetteur est connecté à la base du transistor (T₂). La base du transistor (T₁) est connectée à une électrode de la diode (D₂) et à l'émetteur du

transistor (T_2). Une diode (D_4) est disposée en direct entre la source de tension d'alimentation U et la base de transistor (T_3). Une diode Z est disposée en inverse entre la base du transistor T_3 et l'émetteur du transistor (T_2) de manière à permettre lors de sa mise en conduction, de faire fonctionner le transistor T_3 en mode $B_{V_{CE0}}$.

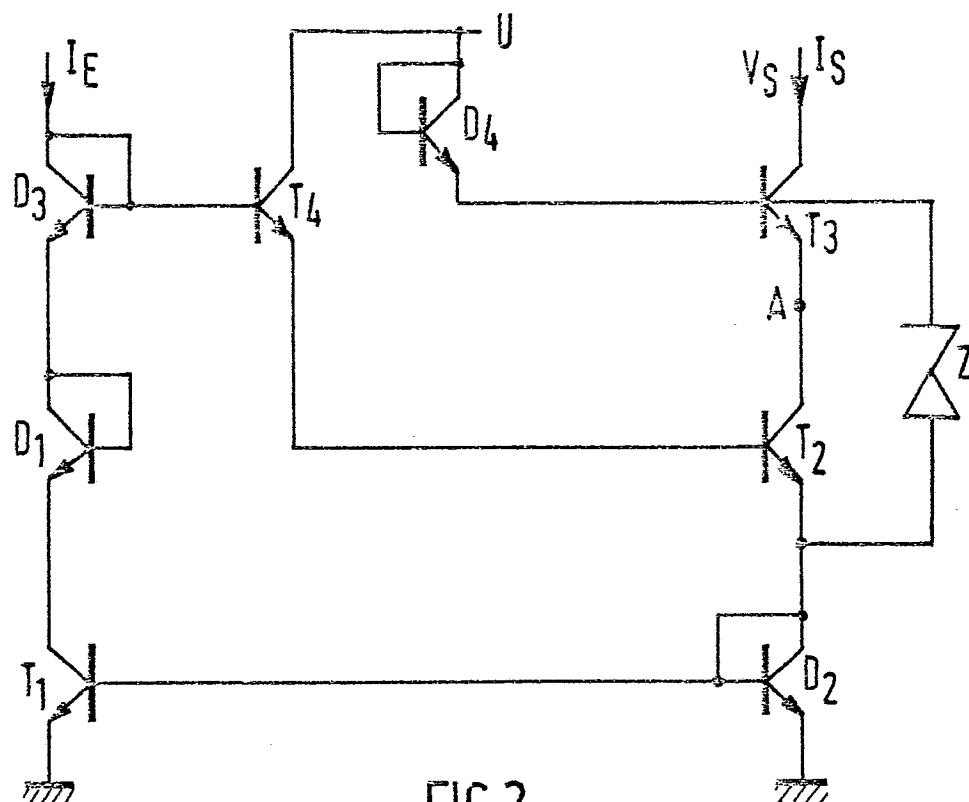


FIG. 2

MIROIR DE COURANT A TENSION DE SORTIE ELEVEE

La présente invention a pour objet un miroir de courant comportant une première branche pour recevoir un courant d'entrée à recopier et comportant en série une première diode dans le sens direct et le trajet de courant principal d'un premier transistor dont l'émetteur est connecté à un pôle de mode commun, et une deuxième branche pour délivrer un courant de sortie recopiant ledit courant d'entrée et comportant en série le trajet de courant principal d'un deuxième transistor et une deuxième diode dans le sens direct, ayant une première électrode connectée à la base du premier transistor et à l'émetteur du deuxième transistor, et une deuxième électrode connectée au pôle de mode commun.

Un tel miroir de courant, dans lequel la première électrode de la première diode est connectée à la base du deuxième transistor, est connu sous la dénomination "miroir de courant du type WILSON". La tension de sortie qui peut produire un tel miroir de courant est limitée, car la recopie du courant d'entrée n'est précise tant que le deuxième transistor n'est pas en mode d'avalanche.

L'invention propose un miroir de courant dans lequel le courant de sortie recopie avec une bonne précision le courant d'entrée pour des tensions de sortie nettement plus élevées.

Dans ce but, un miroir de courant selon l'invention est caractérisé en ce que la première branche comporte, en série et dans le sens direct, une troisième diode avec une première électrode pour recevoir le courant d'entrée à recopier, en ce que la deuxième branche comporte le trajet de courant principal d'un troisième transistor dont l'émetteur est connecté au collecteur du deuxième transistor et dont le collecteur délivre le courant de sortie, ainsi qu'une diode de préférence Zener connectée en inverse entre la base du troisième transistor et l'émetteur du deuxième transistor, en ce qu'il comporte une quatrième diode dans le sens direct dont une première électrode est connectée à un pôle de tension d'alimentation et une deuxième électrode à la base du troisième transistor ainsi qu'un quatrième transistor dont la base est connectée à la première électrode de la troisième diode, dont le collecteur est connecté audit pôle de tension d'alimentation, et dont l'émetteur est connecté à la base du deuxième transistor.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif, en liaison avec les dessins qui représentent :

- la figure 1 un miroir de courant du type WILSON de l'art antérieur.
- la figure 2 un miroir de courant selon l'invention.

Selon la figure 1, un miroir de courant de type WILSON comporte une branche d'entrée recevant un courant d'entrée I_E et comportant le trajet de courant principal d'un transistor T_1 , et une branche de sortie traversée par un courant de sortie I_S et comportant le trajet de courant principal d'un transistor T_2 . La première branche comporte en outre, en série avec le trajet de courant principal du transistor T_1 , et en direct, une diode D_1 , représentée ici sous la forme d'un transistor npn dont la base et le collecteur sont court-circuités et connectés à la base du transistor T_2 , et dont l'émetteur est connecté au collecteur du transistor T_1 dont l'émetteur est connecté au pôle de mode commun.

La deuxième branche comporte en outre, en série avec le trajet de courant principal du transistor T_2 , et en direct, une diode D_2 , représentée ici sous la forme d'un transistor npn dont la base et le collecteur sont court-circuités et connectés à la base du transistor T_1 et à l'émetteur du transistor T_2 , et dont l'émetteur est connecté au pôle de mode commun. Soient I_{b1} et I_{b2} les courants de base respectivement des transistors T_1 et T_2 .

Le courant arrivant au collecteur de T_1 a pour valeur $I_E - I_{b2}$ et donc le courant circulant dans l'émetteur de T_1 a pour valeur $I_E - I_{b2} + I_{b1}$. Ce dernier courant, du fait de l'interconnection entre la base du transistor T_1 et l'anode de la diode D_2 , est le même que celui qui traverse la diode D_2 si on suppose que cette diode est réalisée à partir d'un transistor de mêmes dimensions que le transistor T_1 .

Le courant qui traverse l'émetteur du transistor T_2 a donc pour valeur $I_E - I_{b2} + 2 I_{b1}$ d'où :

$$I_S = I_E + 2(I_{b1} - I_{b2}) \approx I_E$$

Par contre, la tension de sortie maximale qui peut être obtenue au collecteur du transistor T_2 est limitée par la structure de la branche de sortie à une valeur de l'ordre de $V_{VCE0} + V_{BE}$, car lorsque la tension collecteur-émetteur de T_2 atteint la valeur V_{VCE0} , le fonctionnement n'est plus linéaire (régime d'avalanche), et I_S ne recopie plus I_E que de manière approximative.

Or, il est en général souhaité que la précision de recopie soit de l'ordre de quelques %, ce qui implique de reconsidérer le montage si l'on veut obtenir des tensions de sorties supérieures à V_{VCE0} .

L'idée de base de l'invention consiste à permettre un fonctionnement en régime de V_{VCB} par mise en conduction d'une diode induisant un courant de base négatif dans un transistor de la deuxième branche.

La figure 2 montre comment une telle fonction peut être réalisée avec des transistors npn.

La première branche comporte en série et successivement, un transistor D_3 monté en diode par mise

en court-circuit de sa base et de son collecteur qui reçoit le courant d'entrée I_E , un transistor D_1 monté en diode par mise en court-circuit de sa base et de son collecteur qui sont connectés à l'émetteur de D_3 , est un transistor T_1 dont le collecteur est connecté à l'émetteur de D_1 , et dont l'émetteur est connecté à la masse.

5 La deuxième branche comporte en série et successivement, un transistor T_3 dont le collecteur fournit le courant de sortie I_S recopiant le courant d'entrée I_E , et dont l'émetteur est connecté (point A) au collecteur d'un transistor T_2 dont l'émetteur est connecté à la base et au collecteur interconnectés d'un transistor D_2 monté en diode et dont l'émetteur est connecté à la masse. La base et le collecteur de D_2 sont également connectés à la base du transistor T_1 .

10 La deuxième branche comporte également au moins une diode en inverse, par exemple une diode Zener, connectée entre la base du transistor T_3 et l'émetteur du transistor T_2 . La base du transistor T_2 est connectée à l'émetteur d'un transistor T_4 dont le collecteur est connecté à une source de tension U et la base, au collecteur et à la base interconnectés de D_3 . Un transistor D_4 monté en diode par mise en court-circuit de sa base et de son collecteur, connectés à la source de tension d'alimentation U , a son émetteur
15 connecté à la base du transistor T_3 .

Soit U la valeur de la tension d'alimentation, et V_{BE} la valeur de la tension émetteur-base d'un transistor (environ 0,7V). Soit V_S la tension de sortie prise sur le collecteur du transistor T_3 .

On distingue trois zones de fonctionnement.

20

$$1) V_S < U - 2V_{BE} + B_{V_{CEO}}(T_3)$$

$B_{V_{CEO}}(T_3)$ désigne la tension d'avalanche du transistor T_3 .

La tension V_A au point A est constante et vaut :

25

$$V_A = U - 2V_{BE}$$

car la tension collecteur-émetteur $V_{CE}(T_3)$ est inférieure à $B_{V_{CEO}}(T_3)$.

La tension aux bornes de la diode Z vaut également $U - 2V_{BE}$.

Si la tension Zener V_Z de la diode Z est supérieure à $U - 2V_{BE}$, la diode Z est bloquée et le miroir de
30 courant fonctionne de manière classique.

On a alors $I_S = I_E$ en négligeant le courant de base du transistor T_4 qui est très voisin de

35

$$\frac{I_E}{\beta^2}$$

β désignant le gain en courant d'un transistor.

40

$$2) V_S > U - 2V_{BE} + B_{V_{CEO}}(T_3) \text{ et } V_S < V_Z + B_{V_{CEO}}(T_3) + V_{BE}.$$

Dans ce cas, on a :

$$V_{CE}(T_3) = B_{V_{CEO}}(T_3).$$

45

Le courant de base de T_3 , $I_B(T_3)$ s'annule et la tension V_A suit V_S :

$$V_A = V_S - B_{V_{CEO}}(T_3).$$

La tension aux bornes de la diode Z est voisine de $V_S - B_{V_{CEO}}(T_3) - V_{BE}$ et reste donc inférieure à V_Z , ce qui
50 implique que la diode Z reste bloquée.

$$\text{On a : } I_S = I_E + I_B \text{ car } I_B(T_3) = 0$$

$$3) V_S > V_Z + B_{V_{CEO}}(T_3) + V_{BE}$$

55

La diode Z se met à conduire. Un courant $I_B(T_3) < 0$ peut s'établir et le transistor T_3 commence à travailler dans la zone de $B_{V_{CB}}$

Plus la tension de sortie V_S augmente, plus le courant I_S remonte la jonction collecteur-base du transistor

T_3 à travers la diode Z.

Le courant de sortie I_s tend vers $I_E + 2I_B$.

La valeur maximale de V_s est soit $B_{V_{CBO}}(T_3) + V_Z + V_{BE}$, soit la tension de claquage collecteur-substrat du transistor T_3 si cette dernière est plus faible.

On notera également que V_Z doit être tel que le $B_{V_{CEO}}$ du transistor T_2 ne soit pas atteint.

Exemple:

$B_{V_{CEO}} = 27V$ $B_{V_{CBO}} = 67V$ $B_{V_{CS}} = 72V$
 $V_Z = 7,2V$ $U = 3V$ $I_E = 100\mu A$

	$V_s (V)$	2	3	4	10	20	30	40
	$I_s (\mu A)$	98,65	98,71	98,71	98,91	99,23	100,23	101,04

	50	60	70	72
	101,31	101,58	101,91	150

Les mesures ont été effectuées avec des résistances de $1k\Omega$ dans les émetteurs de T_1 et D_2 .

L'invention ne se limite pas aux modes de réalisation décrits et représentés. Ainsi, la diode Zener mentionnée peut être remplacée par une diode en inverse, ou par plusieurs diodes en série et en inverse. Dans cette éventualité, il en résultera simplement que les modes de fonctionnement décrits seront séparés de manière moins nette.

Revendications

1. Miroir de courant comportant une première branche pour recevoir un courant d'entrée à recopier et comportant en série une première diode dans le sens direct et le trajet de courant principal d'un premier transistor dont l'émetteur est connecté à un pôle de mode commun, et une deuxième branche pour délivrer un courant de sortie recopiant ledit courant d'entrée et comportant en série le trajet de courant principal d'un deuxième transistor et une deuxième diode dans le sens direct, ayant une première électrode connectée à la base du premier transistor et à l'émetteur du deuxième transistor et une deuxième électrode connectée au pôle de mode commun caractérisé en ce que la première branche comporte, en série et dans le sens direct, une troisième diode (D_3) avec une première électrode pour recevoir le courant d'entrée (I_E) à recopier, en ce que la deuxième branche comporte le trajet de courant principal d'un troisième transistor (T_3) dont l'émetteur est connecté au collecteur du deuxième transistor (T_2) et dont le collecteur délivre le courant de sortie (I_s), ainsi qu'une diode (Z) connectée en inverse entre la base du troisième transistor (T_3) et l'émetteur du deuxième transistor (T_2), en ce qu'il comporte une quatrième diode (D_4) dans le sens direct dont une première électrode est connectée à un pôle de tension d'alimentation et une deuxième électrode à la base du troisième transistor (T_3) ainsi qu'un quatrième transistor dont la base est connectée à la première électrode de la troisième diode (D_3), dont le collecteur est connecté audit pôle de tension d'alimentation, et dont l'émetteur est connecté à la base du deuxième transistor (T_2).

2. Miroir de courant selon la revendication 1 caractérisé en ce que la diode (Z) est une diode Zener.

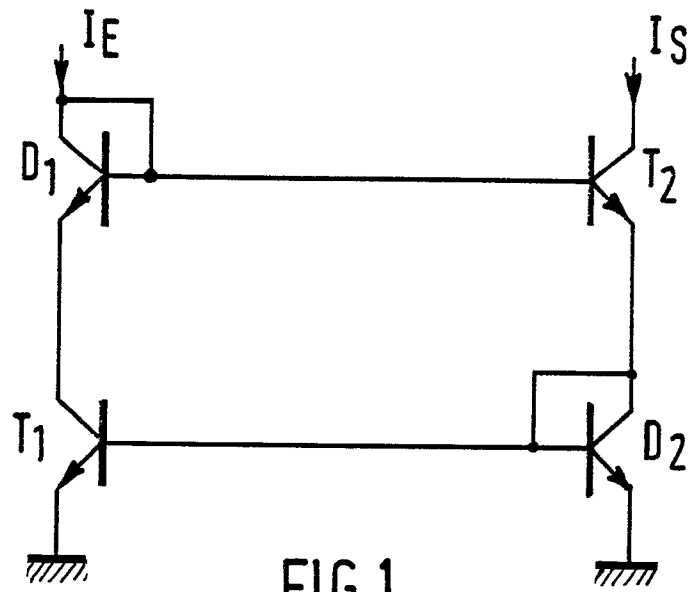


FIG. 1

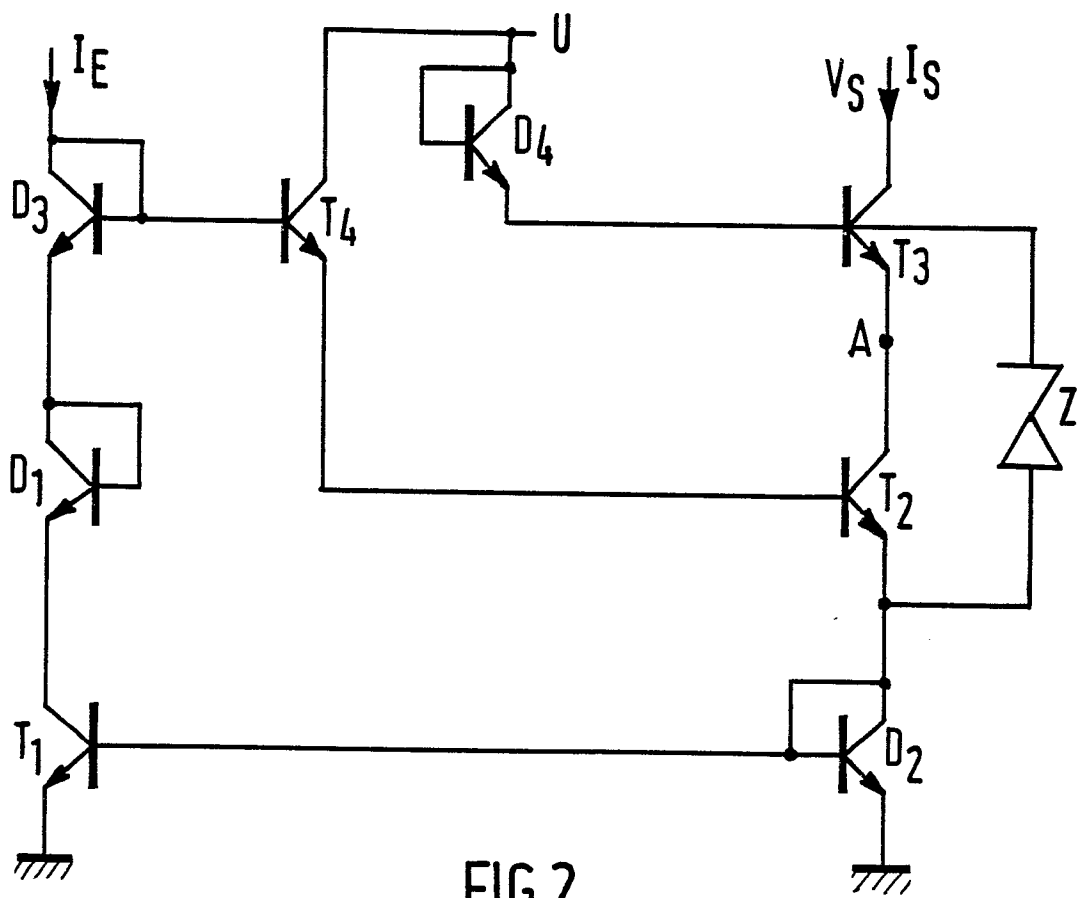


FIG. 2



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 88 20 0988

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.4)
A	WO-A-8 200 550 (MOTOROLA INC.) * Page 5, ligne 13 - page 6, ligne 9; figure 4 *	1	G 05 F 3/26
A	EP-A-0 155 720 (PHILIPS) * Page 3, lignes 15-30; figure *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
			G 05 F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 25-07-1988	Examineur SPEISER P.
<div>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</div> <div><div>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</div><div>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</div></div>			