

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Numéro de publication:

0 675 422 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN(21) Numéro de dépôt: **95200704.5**(51) Int. Cl.⁶: **G05F 3/30, G05F 3/28**(22) Date de dépôt: **22.03.95**(30) Priorité: **30.03.94 FR 9403775**(43) Date de publication de la demande:
04.10.95 Bulletin 95/40(84) Etats contractants désignés:
DE FR GB(71) Demandeur: **PHILIPS COMPOSANTS**
4, rue du Port aux Vins
F-92150 Suresnes (FR)(84) **FR**(71) Demandeur: **Philips Electronics N.V.****Groenewoudseweg 1**
NL-5621 BA Eindhoven (NL)
(84) **DE GB**(72) Inventeur: **Ridgers, Timothy**
Société Civile S.P.I.D.,
156, Boulevard Haussmann
F-75008 Paris (FR)(74) Mandataire: **Pinchon, Pierre**
Société Civile S.P.I.D.
156, Boulevard Haussmann
F-75008 Paris (FR)(54) **Circuit régulateur fournissant une tension indépendante de l'alimentation et de la température.**

(57) Circuit fournissant une tension stabilisée (V_{ref}) insensible aux variations de la tension d'alimentation (V_{cc}) et de la température, comportant une cellule à quatre transistors ($T1-T4$) dont les deux premiers ($T1$, $T2$) sont connectés en couplage croisé entre bases et collecteurs, dont l'émetteur du premier transistor ($T1$) est couplé à la tension de référence V_{EE} par une résistance ($R1$) et a une surface plus grande que la surface d'émetteur du troisième transistor ($T3$).

Le circuit comporte également un cinquième transistor ($T5$) dont l'émetteur est connecté au collecteur du quatrième transistor ($T4$), dont la base est alimentée par une résistance ($R5$) à partir d'une ligne (12) couplée à la tension d'alimentation par une source de courant (11), résistance ($R5$) dont la valeur est comprise entre 2 et 4 fois celle d'une résistance de compensation ($R2$) insérée entre le troisième transistor et la ligne (12). De préférence, une capacité (C) est connectée entre les bases des deuxième ($T2$) et cinquième ($T5$) transistors.

Application notamment comme source de tension de référence dans des circuits intégrés où la tension d'alimentation est bruyante.

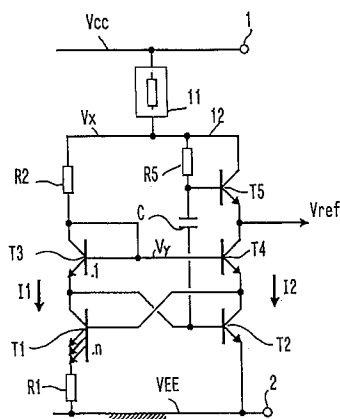


FIG.1

EP 0 675 422 A1

La présente invention concerne un circuit régulateur fournissant une tension stabilisée, circuit qui est connecté entre une borne d'alimentation et une borne de référence et comporte notamment quatre transistors de même polarité ayant chacun un émetteur une base et un collecteur, un premier transistor dont l'émetteur est couplé à la borne de référence à travers une première résistance, un deuxième transistor dont l'émetteur est connecté à la borne de référence, les bases et les collecteurs des premier et deuxième transistors étant connectés en couplage croisé, un troisième transistor dont l'émetteur est connecté au collecteur du premier transistor, sa base et son collecteur connectés ensemble à une des extrémités d'une deuxième résistance, et un quatrième transistor dont l'émetteur est connecté au collecteur du deuxième transistor, et la base connectée à la base et au collecteur du troisième transistor, circuit dans lequel la surface d'émetteur du premier transistor est plus grande que celle du troisième transistor.

Un tel circuit régulateur basé sur une cellule à quatre transistors de même polarité, est connu du document EP-A-0329232. Dans ce document il est indiqué que cette cellule de base à quatre transistors peut fournir soit une pluralité de sources de courant stabilisées soit encore une source de tension indépendante de la tension d'alimentation et de la température. Ainsi qu'il est indiqué dans ce document, de telles sources stabilisées de courant ou de tension peuvent être réalisées à l'aide de transistors bipolaires uniquement de type NPN. Il s'ensuit qu'un tel circuit peut réagir rapidement à des variations de tension d'alimentation ou à des variations du courant consommé en sortie.

Toutefois, le circuit régulateur connu ne prend pas en compte les courants de base des transistors de sorte que la précision de la tension stabilisée obtenue reste affectée par des erreurs qualifiées d'erreurs de second ordre.

L'invention se propose de fournir un perfectionnement à un régulateur fournissant une tension stabilisée qui soit moins sensible encore à la valeur de la tension d'alimentation de part et d'autre d'une tension nominale, qui présente une réjection élevée du bruit provenant de la tension d'alimentation et qui demeure stable par rapport à des variations de la température.

En effet, selon la présente invention, un circuit régulateur du type indiqué dans le paragraphe introductif est caractérisé en ce que le circuit comporte en outre un cinquième transistor bipolaire de même polarité que les transistors précédemment cités, ayant un émetteur connecté au collecteur du quatrième transistor, une base couplée à son collecteur à travers une résistance de base de valeur au moins égale au double de la valeur de la deuxième résistance, et en ce que le noeud reliant cette résistance de base au collecteur de ce cinquième transistor est d'une part couplé à l'autre extrémité de la deuxième résistance et d'autre part, couplé à la borne d'alimentation à travers une source de courant.

Ainsi qu'il sera discuté plus en détail par la suite, la présence du cinquième transistor, fournit une compensation de certains courants de base, compensation qui avait été négligée dans le circuit connu. Pour ce faire, la résistance de base du cinquième transistor est choisie d'une valeur qui est en relation avec la valeur de la deuxième résistance.

Selon un premier mode de mise en oeuvre de l'invention, la connexion entre l'émetteur du cinquième transistor et le collecteur du quatrième transistor constitue une sortie de la tension stabilisée.

La valeur de cette tension stabilisée est particulièrement indépendante de la tension d'alimentation et présente un taux de réjection élevé du bruit contenu dans la tension d'alimentation.

Avantageusement, les deuxième, quatrième et cinquième transistors ont une surface d'émetteur identique. En ce qui concerne le troisième transistor, il est connu que sa surface d'émetteur doit être prévue comme étant un sous-multiple de la surface d'émetteur du premier transistor, ce dernier étant, en pratique, constitué par l'association d'une pluralité de transistors identiques, connectés en parallèle, dont chacun est de construction équivalente et appairé au troisième transistor.

Pour simplifier, le troisième transistor peut également avoir une surface d'émetteur égale à celle des deuxième, quatrième ou cinquième transistors.

Selon un deuxième mode de mise en oeuvre de l'invention, le circuit régulateur est caractérisé en ce qu'il comporte en outre un sixième transistor et un septième transistor, de même polarité que les transistors précédents, le sixième transistor, connecté en diode étant inséré dans le sens direct entre l'autre extrémité de la deuxième résistance et la source de courant tandis que le septième transistor a sa base connectée à l'émetteur du quatrième transistor, son collecteur couplé à la borne d'alimentation, et son émetteur, qui fournit une sortie de la tension stabilisée, est couplé à la borne de référence à travers une résistance d'émetteur.

Ce mode de mise en oeuvre, présente une impédance de sortie de la tension stabilisée plus faible et autorise donc une consommation de courant en sortie plus élevée, par comparaison avec le mode de mise en oeuvre précédent. Une autre particularité avantageuse est que le collecteur du septième transistor peut également constituer une autre sortie du circuit régulateur fournissant un courant de référence stabilisé vis-à-vis de la tension d'alimentation et de la température.

Etant donné que le circuit régulateur selon l'invention peut être réalisé uniquement à l'aide de transistors bipolaires de type NPN, il est apte à réagir à haute fréquence, notamment pour rejeter en sortie les fluctuations de la tension d'alimentation, à haute fréquence. Pour augmenter encore ce pouvoir de réjection, vis-à-vis du bruit de la tension d'alimentation, le circuit régulateur selon l'invention est avantageusement complété avec une capacité connectée en parallèle entre les bases du cinquième transistor et du deuxième transistor.

La capacité en question peut être de faible valeur (quelques pF par exemple) pour être intégrée avec le circuit régulateur, son effet se trouvant multiplié par le gain du deuxième transistor. On constate que le pouvoir de réjection vis-à-vis du bruit de la tension d'alimentation en fonction de la fréquence de ce bruit, augmente avec la fréquence à partir d'une certaine valeur de fréquence, de l'ordre de 1MHz. Cette propriété contraste avec le comportement des circuits régulateurs de l'art antérieur utilisant un amplificateur d'erreur à gain élevé qui doit être stabilisé en fréquence. De tels circuits régulateurs présentent au contraire un pouvoir de réjection du bruit qui diminue au delà d'une fréquence limite, correspondant en fait à la fréquence à partir de laquelle l'amplificateur d'erreur est volontairement limité en gain.

Selon un mode simplifié de réalisation du circuit régulateur selon l'invention, la source de courant alimentant le circuit régulateur à partir de la borne d'alimentation se réduit à une résistance. Pour des raisons d'économie du courant d'alimentation, notamment dans des applications alimentées par batterie, il peut être avantageux de pouvoir désactiver complètement le circuit régulateur, ce qui peut être réalisé lorsque la source de courant est réalisée à l'aide d'une résistance en série avec un transistor interrupteur de type à effet de champ MOS.

D'autres types de sources de courant peuvent également être mises en oeuvre, en particulier, des sources assurant une prérégulation du courant alimentant le circuit régulateur.

La description qui va suivre en regard des dessins annexés, donnée à titre d'exemple non limitatif, fera bien comprendre en quoi consiste l'invention et comment elle peut être réalisée.

La figure 1 représente un schéma du circuit régulateur selon un premier mode de mise en oeuvre de l'invention.

la figure 2 représente un diagramme de réjection du bruit de la tension d'alimentation à la sortie du circuit régulateur, en fonction de la fréquence de ce bruit,

la figure 3 montre un schéma de principe d'un certain type de circuit régulateur connu et la figure 4, un diagramme du gain en fonction de la fréquence, pour un amplificateur d'erreur contenu dans un tel circuit connu,

la figure 5 représente le schéma d'un deuxième mode de mise en oeuvre du circuit régulateur selon l'invention, et

les figures 6, 7 et 8 donnent des schémas d'exemples de sources de courant qui peuvent être utilisées dans le circuit régulateur de l'invention.

Le circuit régulateur de la figure 1 est alimenté entre une borne de tension d'alimentation positive 1 présentant une tension V_{cc} et une borne de référence 2 portant une tension VEE (masse). Ce circuit comporte un premier transistor T1 dont l'émetteur est couplé à la borne de référence 2 à travers une résistance d'émetteur R1, un deuxième transistor T2 dont l'émetteur est également connecté à la borne de référence 2, les transistors T1 et T2 ont leurs bases et leurs collecteurs interconnectés en couplage croisé. Un troisième transistor T3 a son émetteur connecté au collecteur du premier transistor T1, sa base et son collecteur réunis pour former une configuration en diode sont connectés d'une part, à une première extrémité d'une deuxième résistance R2, ainsi qu'à la base d'un quatrième transistor T4 dont l'émetteur est connecté au collecteur du deuxième transistor T2. Les quatre transistors T1 à T4, sont de même polarité, ici de type NPN, et la surface d'émetteur du premier transistor T1 est n fois plus grande que celle du troisième transistor T3. Les transistors T2 et T4 ont de préférence une surface d'émetteur identique qui peut être aussi égale à celle du transistor T3. L'autre extrémité de la deuxième résistance R2 est couplée à la borne d'alimentation positive 1 à travers une source de courant 11 qui est ici simplement constituée par une résistance, dans cet exemple. La connexion entre la source de courant 11 et la résistance R2 forme une ligne 12 à laquelle est connectée une résistance R5 alimentant la base d'un cinquième transistor T5, lequel a son collecteur relié à la ligne 12 et son émetteur relié au collecteur du quatrième transistor T4.

Le noeud reliant l'émetteur du transistor T5 au collecteur du transistor T4, constitue ici la sortie du circuit régulateur et fournit une tension stabilisée V_{ref} .

Dans une première analyse de fonctionnement qui est grossière, on néglige les courants de base de tous les transistors. Ainsi, on peut admettre que dans la branche formée des trajets de courant des transistors T1 et T3 et des résistances R1 et R2 circule un courant I_1 . De même dans la branche formée des trajets de courant des transistors T2, T4 et T5 circule un autre courant I_2 . Par ailleurs il est connu que le montage des quatre transistors T1 à T4 produit un courant I_1 dont la valeur est proportionnelle à la

température absolue et ne dépend que de la valeur de la résistance R1 et du rapport de surface d'émetteur entre le transistor T1 et le transistor T3.

Cette propriété va être brièvement rappelée en évaluant de deux manières, la valeur de la tension de base des transistors T3 et T4. Soit Vy cette tension :

5

$$\begin{aligned} V_y &= V_{BE}(T4) + V_{BE}(T1) + R1.I1 \\ V_y &= V_{BE}(T3) + V_{BE}(T2) \end{aligned}$$

expressions dans lesquelles $V_{BE}(Tx)$ indique la tension base/émetteur d'un transistor Tx.

10 Il vient

$$R1.I1 = V_{BE}(T3) + V_{BE}(T2) - V_{BE}(T4) - V_{BE}(T1)$$

Comme les transistors T2 et T4 sont identiques et parcourus, en première approximation, par le même courant I2, les termes $V_{BE}(T2)$ et $V_{BE}(T4)$ se compensent. Il reste :

15

$$R1.I1 = V_{BE}(T3) - V_{BE}(T1)$$

ou encore, en utilisant :

20

$$V_{BE}(T3) - V_{BE}(T1) = \frac{kT}{q} \ln\left(\frac{J(T3)}{J(T1)}\right)$$

25

expression dans laquelle $J(T3)$ et $J(T1)$ sont les densités de courant dans les émetteurs de T3 et de T1, k est la constante de Boltzmann, T la température absolue et q la charge de l'électron.

30

$$I1 = \frac{kT}{qR1} \ln\left(\frac{J(T3)}{J(T1)}\right) \quad (1)$$

Soit n le rapport des surfaces d'émetteur de ces transistors, parcourus par le même courant I1, la relation (1) peut s'écrire :

35

$$I1 = \frac{kT}{qR1} \ln(n) \quad (2)$$

40

L'expression (2) vérifie la proportionnalité entre I1 et la température absolue T.

La source de courant I1 constitue une source de courant très imparfaite dans laquelle circule un courant qui varie avec la tension d'alimentation Vcc. Ainsi, la tension de la ligne 12 étant pratiquement fixée par la somme des tensions base/émetteur des transistors T2 et T3 augmentée de la chute de tension dans la résistance R2 du fait du courant I1, le courant I2 résulte simplement de la différence entre le courant débité par la source de courant 11 et le courant I1. Toujours dans la même hypothèse, où les courants de base sont négligés, le transistor T5 présente à son émetteur une tension déduite de la tension Vx par soustraction d'une tension base/émetteur de ce transistor qui débite le courant I2.

45

50

Or, le transistor T5 est choisi comme ayant une surface d'émetteur égale aux surfaces d'émetteur des transistors T2 ou T4 de sorte que la chute de tension base/émetteur dans le transistor T5 compense la chute de tension dans le transistor T2. Il s'ensuit que la tension de sortie Vref du circuit est sensiblement égale à la somme d'une chute de tension $I1.R2$ présentant un coefficient positif de température et d'une tension base/émetteur du transistor T3 parcouru par un courant I1, laquelle tension base/émetteur présente un coefficient de température négatif. La valeur de la résistance R2 est choisie de telle sorte que les deux composantes de la somme des tensions aient des coefficients de température qui s'annulent. En pratique il est habituel d'utiliser une chute de tension $I1.R2$ dont la valeur soit de l'ordre de 500mV.

55

De cette première analyse qui est grossière, il résulte que la tension de sortie V_{ref} du circuit régulateur est indépendante de la température et de la valeur du courant I_2 , c'est-à-dire, indépendante de la valeur de la tension d'alimentation V_{cc} . Selon une analyse plus détaillée, qui tient compte des courants de base des différents transistors, il apparaît que le courant traversant la résistance R_2 est approximativement égal au
 5 courant I_1 traversant le transistor T_1 augmenté du courant de base du transistor T_2 et du courant de base du transistor T_4 , lesquels conduisent à un accroissement de la chute de tension dans la résistance R_2 initialement calculée.

Le courant de base du transistor T_5 étant, en première approximation, sensiblement égal au courant de base du transistor T_4 ou du courant de base du transistor T_2 , une compensation de l'effet précité sur la
 10 tension V_x de la ligne 12 devrait être obtenue lorsque la résistance R_5 insérée dans la base du transistor T_5 est égale au double de la valeur de la résistance R_2 . Ainsi l'accroissement de tension V_x devrait être compensé en sortie du circuit régulateur.

Or, il apparaît en pratique que cette compensation est un peu insuffisante notamment du fait qu'une variation de courant de base du transistor T_2 induit une très légère variation de la tension base/émetteur du transistor T_3 , variation qui avait été négligée dans les calculs précédents. Une amélioration de l'insensibilité
 15 de la tension de sortie V_{ref} à des variations de la tension d'alimentation V_{cc} peut être obtenue en augmentant la valeur de la résistance R_5 dont la valeur est alors comprise entre 2 et 4 fois la valeur de la résistance R_2 . La valeur optimale peut être déterminée par un calcul approprié et mieux encore à l'aide d'un simulateur.

Pour une raison de symétrie de fonctionnement du circuit, on choisit une valeur de la source de courant
 20 11 telle que pour une tension d'alimentation V_{cc} nominale, les courants I_1 et I_2 soient sensiblement égaux. Pour des valeurs de la tension d'alimentation V_{cc} qui s'écartent de la valeur nominale et à une température donnée, le courant I_2 varie, mais comme on l'a vu précédemment, la tension stabilisée obtenue V_{ref} n'est que très faiblement perturbée.

Comme tous les transistors mis en oeuvre dans le circuit décrit en exemple sont des transistors de
 25 type NPN, le circuit régulateur est apte à réagir à des fluctuations de tensions d'alimentation même lorsque ces fluctuations sont à fréquences élevées.

La réjection du bruit contenu dans la tension d'alimentation V_{cc} , peut encore être améliorée dans un mode de mise en oeuvre préféré selon lequel la base du transistor T_5 est couplée à la base du transistor
 30 T_2 à l'aide d'une capacité C . Cette capacité peut être facilement intégrable du fait qu'une faible valeur suffit. Son effet, en première approximation, est multiplié par le gain du transistor T_2 .

Selon ce mode de mise en oeuvre, le taux de réjection R de bruit en sortie du circuit régulateur à partir du bruit présenté par la tension d'alimentation V_{cc} est représenté à la figure 2 courbe A, en fonction de la
 35 fréquence F de ce bruit. On observe une particularité intéressante du circuit régulateur selon l'invention du fait que le taux de réjection augmente au-delà d'une certaine fréquence limite. Cette propriété remarquable est particulièrement intéressante lorsque le circuit régulateur est utilisé dans des applications où il est intégré conjointement avec des circuits commutés à hautes fréquences, par exemple des diviseurs de fréquences qui procurent des parasites à fréquences élevées sur la tension d'alimentation.

La figure 3, montre très schématiquement, le principe à la base de nombreux circuits régulateurs
 40 connus. Il comporte d'une part une cellule 30 à deux transistors dont les surfaces d'émetteur sont inégales, destinée à délivrer un courant proportionnel à la température sur une résistance de compensation R . Les collecteurs des transistors débitent sur des charges appariées, représentées symboliquement par un ensemble 31. Le circuit comporte d'autre part un amplificateur différentiel 32, à gain élevé, dont la sortie alimente les bases réunies des deux transistors, le tout agencé de manière que les courants collecteur des
 45 transistors soient égaux. L'amplificateur 32 est donc un amplificateur d'erreur et ainsi, la tension de référence V_{ref} en sortie de cet amplificateur est d'autant plus précise que le gain de l'amplificateur est élevé. Il est bien connu par ailleurs, qu'un tel amplificateur requiert d'être stabilisé en fréquence et présente de ce fait une courbe de gain G dont l'allure est représentée à la figure 4.

Corrélativement, le pouvoir de réjection R du bruit de la tension d'alimentation, pour un circuit
 50 régulateur de ce type, présente une allure inverse de celle du gain, telle que celle indiquée par la courbe B en tirets, de la figure 2. Il est clair que du point de vue de la réjection du bruit, le circuit selon l'invention est très avantageux dans des applications où est présent un bruit à fréquence élevée.

La figure 5 représente le schéma d'un deuxième mode de mise en oeuvre de l'invention.

Sur cette figure les éléments correspondants à ceux du circuit de la figure 1 sont affectés des mêmes
 55 signes de référence. Le circuit de la figure 5 reprend tous les éléments du circuit de la figure 1 auxquels sont ajoutés un sixième transistor T_6 et un septième transistor T_7 de même polarité que les transistors T_1 à T_5 . Le transistor T_6 est connecté en diode, son trajet émetteur-collecteur est inséré entre la résistance R_2 et la ligne 12. La tension V_x de la ligne 12 est ainsi augmentée de la valeur d'un V_{BE} par rapport à

l'exemple précédemment décrit.

Le transistor T7 a sa base connectée au noeud joignant l'émetteur du transistor T5 au collecteur du transistor T4. Son émetteur est couplé à la borne de référence 2 à travers une résistance de charge d'émetteur R7. Le transistor T7 est donc agencé en émetteur suiveur et fournit sur son émetteur la tension stabilisée V_{ref} . La chute de tension base/émetteur de T7 compense, en première approximation, la chute de tension dans le transistor T6 de sorte que la tension V_{ref} est à nouveau pratiquement identique à celle obtenue précédemment avec le circuit de la figure 1.

Selon ce mode de mise en oeuvre, l'impédance de sortie du circuit est plus faible que précédemment et un courant plus important peut être prélevé à la sortie.

Le collecteur du transistor est représenté comme étant alimenté par une borne 17. Celle-ci peut être reliée directement à la ligne 12 ou encore à la borne d'alimentation 1. Toutefois, le circuit représenté peut également fournir un courant de référence stabilisé I_0 , absorbé par le collecteur du transistor T7. La borne 17 constitue alors une telle sortie du circuit régulateur.

Il est clair que le courant I_0 est indépendant de la tension d'alimentation et de la température puisqu'il est déduit du courant d'émetteur du transistor T7, lequel crée une chute de tension V_{ref} , stable, dans la résistance R7. Le courant collecteur du transistor T7, de type NPN dont le gain est élevé, est peu différent du courant émetteur et de ce fait, peu affecté par des variations de gain en fonction de la température.

Bien entendu, la source de courant 11 présentée comme une résistance dite de limitation à la figure 1 n'est qu'un exemple simplifié et on pourrait également utiliser toute autre source de courant munie de moyens assurant, par exemple, une pré-régulation même grossière du courant alimentant les deux branches du circuit régulateur. Dans des applications où le circuit régulateur de tensions n'est pas utilisé en permanence, il est désirable de pouvoir désactiver le circuit régulateur lorsque son usage n'est pas requis, de manière à économiser la consommation de courant.

La figure 6 présente un exemple de substitution de la source de courant 11 de la figure 1 par un ensemble résistance 21 et transistor à effet de champ MOS 22. Par une commande appropriée appliquée à la borne 23 reliée à la grille du transistor 22, on peut réaliser une source de courant commutable qui présente une résistance égale à la somme de la valeur de la résistance 21 et de la résistance interne du transistor 22 lorsqu'il est conducteur.

La figure 7 représente un autre exemple de source de courant 11, munie de moyens assurant une pré-régulation du courant alimentant l'ensemble du circuit régulateur.

Deux résistances 31 et 32 sont connectées en série entre la borne d'alimentation 1 et la ligne 12. Le point commun entre ces résistances a sa tension V_D régulée par l'effet de quatre diodes D1 à D4, connectées en série entre ce point et la borne de référence 2.

Bien que la tension directe de ces diodes varie un peu en fonction de la température et en fonction du courant qui les traverse, cette variation reste faible de sorte que le courant délivré par la source de courant 11 est principalement contrôlé par la résistance 31 et la différence de tension $V_D - V_x$ qui varie peu en fonction des variations de V_{cc} .

La figure 8 représente encore un autre exemple de source de courant 11 mettant en oeuvre au moins un transistor T8 de type PNP, assurant par tous moyens connus, une pré-régulation du courant débité par son trajet émetteur/collecteur.

L'utilisation d'un transistor de type PNP présente l'inconvénient que la capacité parasite d'un tel transistor est en général importante ce qui est défavorable du point de vue de la réjection du bruit de la tension d'alimentation. Pour réduire cet effet, une résistance 41 est insérée entre le collecteur du transistor T8 et la ligne 12 de manière à atténuer l'effet de la capacité parasite du transistor T8.

Il est clair que les sources de courant décrites en liaison avec les figures 6, 7 et 8 ne sont que des exemples et que le spécialiste est à même d'imaginer d'autres combinaisons notamment qui utilisent le transistor interrupteur 22 de la figure 6 lorsque cela est utile. Les exemples de circuits régulateurs des figures 1 et 5 sont susceptibles de variantes sans pour autant sortir du cadre de l'invention telle que revendiquée ci-après.

Revendications

1. Circuit régulateur fournissant une tension stabilisée (V_{ref}), qui est connecté entre une borne d'alimentation (1) et une borne de référence (2) et comporte notamment quatre transistors de même polarité ayant chacun un émetteur une base et un collecteur, un premier transistor (T1) dont l'émetteur est couplé à la borne de référence (2) à travers une première résistance (R1), un deuxième transistor (T2) dont l'émetteur est connecté à la borne de référence (2), les bases et les collecteurs des premier et deuxième transistors étant connectés en couplage croisé, un troisième transistor (T3) dont l'émetteur

est connecté au collecteur du premier transistor (T1), sa base et son collecteur connectés ensemble à une des extrémités d'une deuxième résistance (R2), l'autre extrémité de cette résistance étant couplée à la borne d'alimentation (1), et un quatrième transistor (T4) dont l'émetteur est connecté au collecteur du deuxième transistor (T2), et la base connectée à la base et au collecteur du troisième transistor (T3), circuit dans lequel la surface d'émetteur du premier transistor est plus grande que celle du troisième transistor, caractérisé en ce que le circuit comporte en outre un cinquième transistor (T5) bipolaire de même polarité que les transistors précédemment cités, ayant un émetteur connecté au collecteur du quatrième transistor (T4), une base couplée à son collecteur à travers une résistance de base (R5) de valeur au moins égale au double de la valeur de la deuxième résistance (R2), et en ce que le noeud (12) reliant cette résistance de base au collecteur de ce cinquième transistor est d'une part couplé à l'autre extrémité de la deuxième résistance (R2) et d'autre part, couplé à la borne d'alimentation (1) à travers une source de courant (11).

2. Circuit régulateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les deuxième, quatrième et cinquième transistors ont la même surface d'émetteur.
3. Circuit régulateur selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la connexion entre l'émetteur du cinquième transistor (T5) et le collecteur du quatrième transistor (T4) constitue une sortie de la tension stabilisée (Vref).
4. Circuit régulateur selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un sixième transistor (T6) et un septième transistor (T7), de même polarité que les transistors précédents, le sixième transistor (T6), connecté en diode étant inséré dans le sens direct entre l'autre extrémité de la deuxième résistance (R2) et la source de courant (11) tandis que le septième transistor (T7) a sa base connectée à l'émetteur du cinquième transistor (T5), son collecteur couplé à la borne d'alimentation (1), et son émetteur, qui fournit une sortie de la tension stabilisée (Vref), est couplé à la borne de référence (2) à travers une résistance d'émetteur (R7).
5. Circuit régulateur selon la revendication 4, caractérisé en ce que le collecteur du septième transistor (T7) constitue en outre une sortie du circuit régulateur fournissant un courant de référence stabilisé (I_o).
6. Circuit régulateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'une capacité (C) est en outre connectée entre la base du cinquième transistor (T5) et la base du deuxième transistor (T2).
7. Circuit régulateur selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la source de courant (11) comporte une résistance dite de limitation (21), (31), (41).
8. Circuit régulateur selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'entre la résistance de limitation (21) et la borne d'alimentation (1) est inséré un transistor interrupteur de type à effet de champ MOS (22).
9. Circuit régulateur selon l'une des revendications 7 ou 8, caractérisé en ce que la source de courant est en outre munie de moyens assurant une prérégulation du courant alimentant le circuit régulateur.

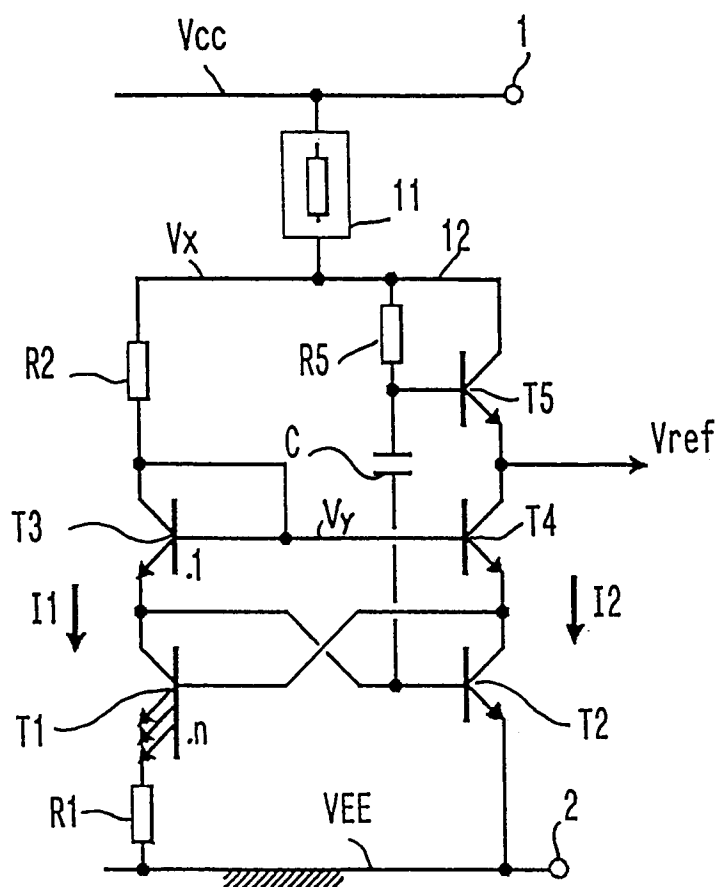


FIG.1

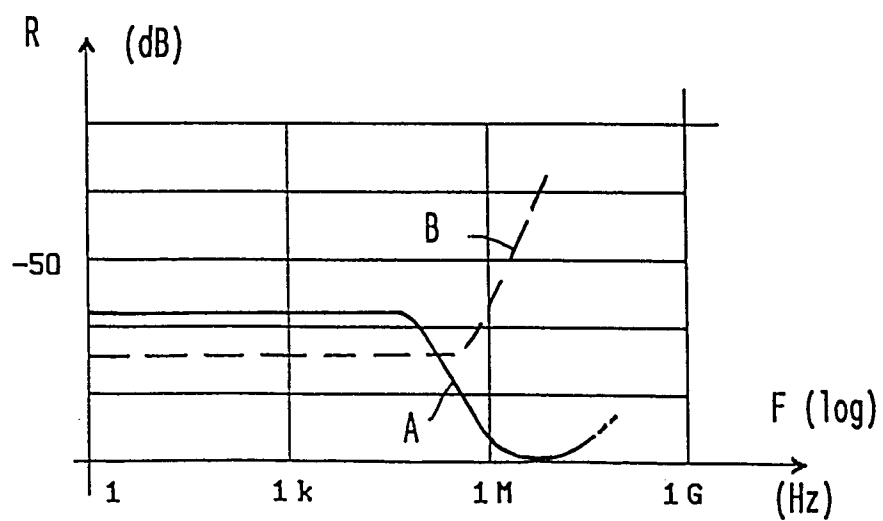


FIG.2

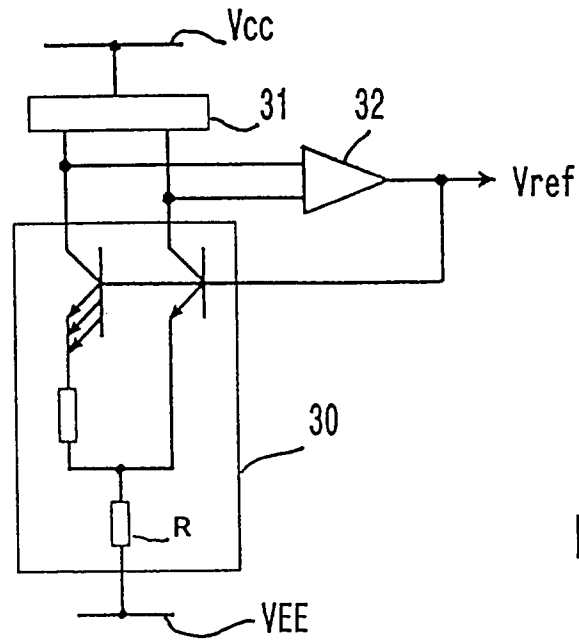


FIG.3

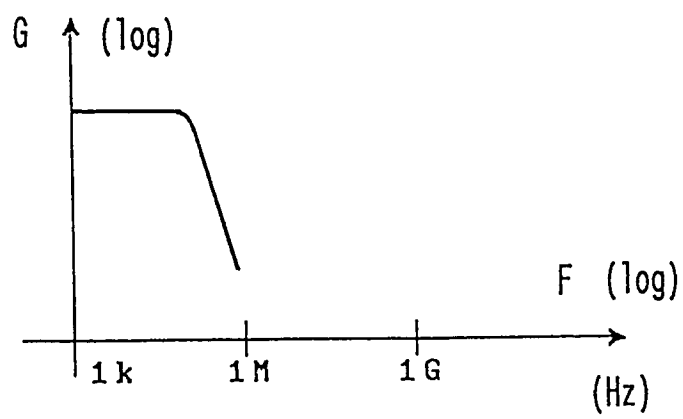


FIG.4

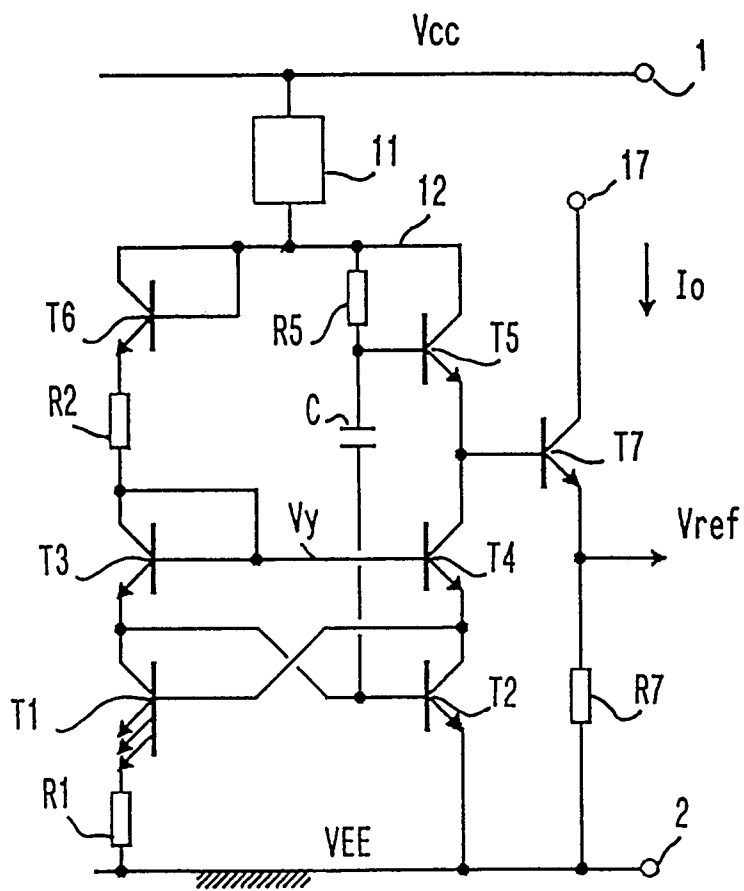


FIG.5

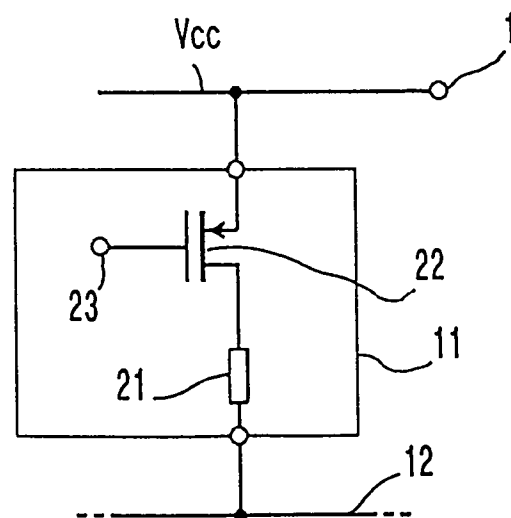


FIG.6

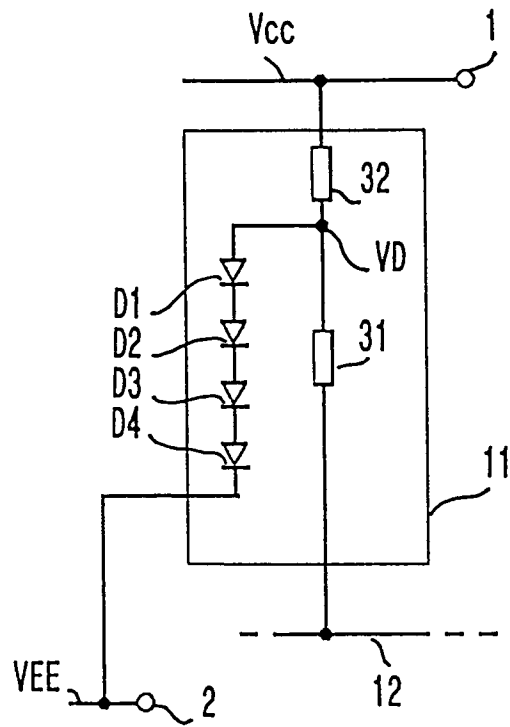


FIG. 7

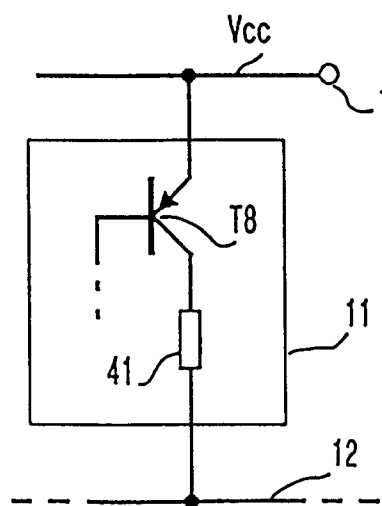


FIG. 8



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 95 20 0704

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,D	EP-A-0 329 232 (NV PHILIPS'GLOEILAMPENFABRIEKEN) * le document en entier * ---	1-9	G05F3/30 G05F3/28
A	US-A-4 491 780 (NEIDORFF ROBERT A) 1 Janvier 1985 * colonne 2, ligne 18 - colonne 4, ligne 7; figures 2,3 * ---	1-9	
A	US-A-3 930 172 (DOBKIN ROBERT C) 30 Décembre 1975 * colonne 1, ligne 14 - colonne 2, ligne 57 * ---	1	
A	RESEARCH DISCLOSURE, no. 337, EMSWORTH, pages 419-420, 'Temperature Compensation Current Reference' * le document en entier * ---	1	
A	IEEE JOURNAL OF SOLID STATE CIRCUITS, vol. sc18, no. 6, pages 707-716, BROKAW 'A Monolithic Conditioner for Thermocouple Signals' * le document en entier * ---		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
A	US-A-5 049 807 (BANWELL THOMAS C ET AL) 17 Septembre 1991 * colonne 1, ligne 6 - ligne 61 * ---	1	G05F
A	US-A-5 015 942 (KOLANKO FRANK J) 14 Mai 1991 * colonne 1, ligne 8 - colonne 2, ligne 23 * * -----	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 3 Juillet 1995	Examineur 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			