

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 1 148 404 A1

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
24.10.2001 Bulletin 2001/43

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

(21) Numéro de dépôt: 01108243.5

(22) Date de dépôt: 31.03.2001

(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: 12.04.2000 FR 0004675

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

(72) Inventeur: Marty, Nicolas  
38640 Claix (FR)

(74) Mandataire: Marchand, André  
OMNIPAT,  
24 Place des Martyrs de la Résistance  
13100 Aix-en-Provence (FR)

## (54) Régulateur de tension à faible consommation électrique

(57) L'invention concerne un régulateur de tension (20) comprenant un transistor MOS de régulation (23) et un amplificateur (22) dont la sortie pilote la grille du transistor de régulation en fonction de l'écart entre une tension de référence (Vref) et une tension de contre-réaction (Vfb). Selon l'invention, le régulateur comprend des moyens (24) pour faire basculer l'amplificateur dans

un mode de veille à faible consommation de courant lorsque l'écart (Vd) entre la tension d'alimentation (Vbat) et la tension de sortie (Vout) du régulateur est inférieur à un premier seuil, tout en maintenant sur la grille du transistor de régulation (23) un potentiel électrique permettant de maintenir le transistor de régulation dans l'état passant. Application notamment à la gestion d'alimentation dans les téléphones portables.

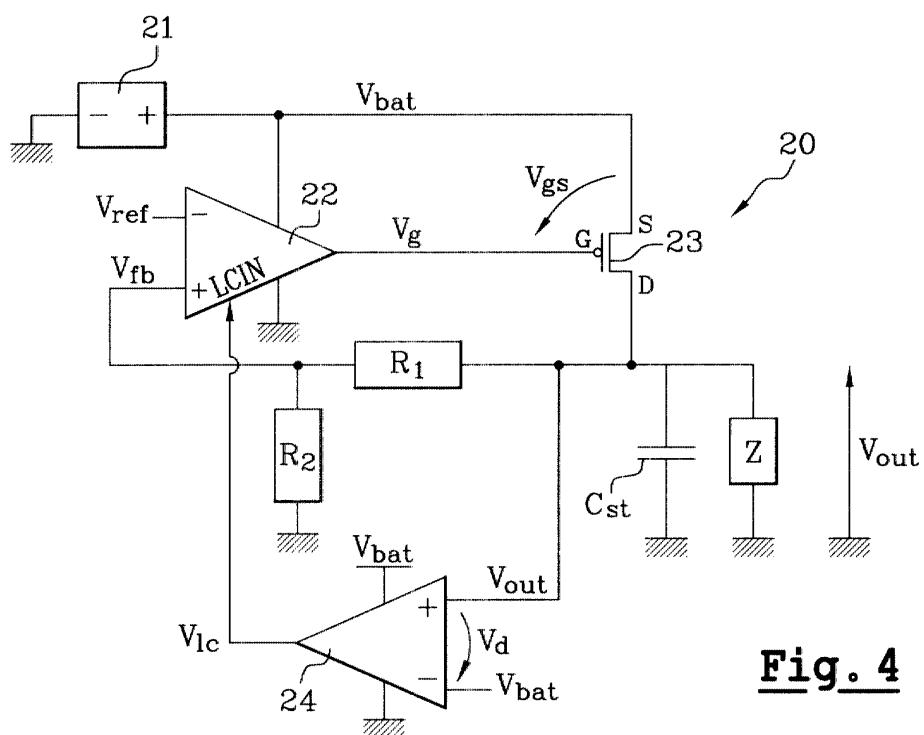


Fig. 4

## Description

**[0001]** La présente invention concerne les régulateurs de tension linéaires du type LDO (Low Drop Out Regulators), c'est-à-dire à faible chute de tension série.

**[0002]** De tels régulateurs font l'objet de diverses applications, notamment dans le domaine des téléphones mobiles pour délivrer une tension régulée à des circuits d'émission-réception radio à partir d'une tension d'alimentation fournie par une batterie.

**[0003]** A titre d'exemple, la figure 1 représente un régulateur linéaire classique 10 dont la sortie délivre une tension régulée  $V_{out}$  à une charge  $Z$ . La charge  $Z$  représente par exemple divers circuits radio présents dans un téléphone mobile. Le régulateur 10 est alimenté électriquement par une tension  $V_{bat}$  délivrée par une batterie 1 et comprend un amplificateur différentiel 2 dont la sortie pilote la grille  $G$  d'un transistor de régulation 3 du type PMOS. Le transistor 3 est généralement un transistor à faible résistance série à l'état passant (résistance drain-source  $R_{dsON}$ ) et reçoit sur sa source  $S$  la tension  $V_{bat}$ . Son drain  $D$ , relié à la sortie du régulateur 10, est connecté à l'anode d'un condensateur  $C_{st}$  de filtrage et de stabilisation de la tension  $V_{out}$ , agencé en parallèle avec la charge  $Z$ . L'amplificateur 2 reçoit sur son entrée négative une tension de référence  $V_{ref}$  et sur son entrée positive une tension de contre-réaction  $V_{fb}$  (feed-back). La tension  $V_{fb}$  est une fraction de la tension  $V_{out}$  ramenée sur l'entrée de l'amplificateur 2 par l'intermédiaire d'un pont diviseur comprenant deux résistances  $R_1, R_2$ .

**[0004]** Le fonctionnement d'un tel régulateur, bien connu de l'homme de l'art, consiste dans une modulation de la tension de grille  $V_g$  du transistor 3 par l'amplificateur en fonction de l'écart entre la tension  $V_{fb}$  et la tension de référence  $V_{ref}$ , que l'amplificateur maintient au voisinage de 0. Lorsque la tension  $V_g$  est inférieure à la valeur  $[V_{bat} - V_{tp}]$ , le transistor 3 est passant car sa tension grille-source  $V_{gs}$  est supérieure à sa tension de seuil  $V_{tp}$ . Lorsque la tension  $V_g$  est supérieure à  $[V_{bat} - V_{tp}]$ , le transistor est bloqué. En régime stabilisé, la tension  $V_{out}$  est régulée au voisinage de sa valeur nominale  $V_{outnom}$ , égale à  $[(R_1+R_2)V_{ref}/R_2]$ .

**[0005]** La figure 2 représente un mode de réalisation classique de l'amplificateur 2. Celui-ci comprend un étage différentiel représenté sous la forme d'un bloc 5, recevant en entrée les tensions  $V_{ref}$  et  $V_{fb}$  et polarisé par un générateur de courant 6. La sortie de l'étage différentiel 5 pilote la grille d'un transistor 7 de type NMOS connecté entre le noeud de sortie de l'amplificateur 2 et la masse. Le transistor 7 est polarisé sur son drain  $D$  par un générateur de courant 8. Le noeud de sortie de l'amplificateur est relié à la tension d'alimentation  $V_{bat}$  par une résistance de grille  $R_g$ , qui détermine le gain de l'amplificateur et le courant maximal qu'il peut délivrer en sortie. Ainsi, selon la valeur du signal délivré par l'étage différentiel 5, le transistor 7 tire la sortie de l'amplificateur vers la masse ou la résistance  $R_g$  tire la sortie

vers le haut, c'est-à-dire la tension  $V_{bat}$ .

**[0006]** Dans une application telle que l'alimentation électrique d'un téléphone mobile, il est important que l'amplificateur de régulation présente une consommation électrique aussi faible que possible afin de préserver l'autonomie de la batterie. A cet effet, la résistance de grille  $R_g$  est choisie de forte valeur, par exemple  $100K\Omega$ , afin de limiter le courant circulant dans l'étage de sortie. Egalelement, les courants délivrés par les générateurs 6, 8 sont calibrés de façon adéquate. De façon générale, le choix de la résistance  $R_g$  et des courants de polarisation est le résultat d'un compromis entre la nécessité de piloter efficacement le transistor 3, qui présente généralement une capacité parasite de grille élevée, et la recherche d'une faible consommation.

**[0007]** Bien que cette consommation, typiquement de l'ordre de 50 à 200 microampères, soit en soi acceptable lorsque la batterie est bien chargée et que le régulateur fonctionne en régime stabilisé, la présente invention se fonde sur le postulat que cette consommation doit par contre être considérée trop élevée lorsque la tension de batterie  $V_{bat}$  devient faible et inférieure à la valeur nominale  $V_{outnom}$  de la tension de sortie. Une telle chute de la tension  $V_{bat}$  en dessous de la tension nominale  $V_{outnom}$  peut être temporaire et due à une forte consommation de courant, ou être due au fait que la batterie est déchargée.

**[0008]** En effet, selon des constatations et conclusions faisant partie intégrante de la présente invention, illustrées sur les figures 3A, 3B, et 3C, le passage de la tension  $V_{bat}$  en dessous de la valeur  $V_{outnom}$  à un instant  $t_A$  (fig. 3A) fait que la tension de contre-réaction  $V_{fb}$  devient inférieure à  $V_{ref}$  à l'entrée de l'amplificateur 2. Ce dernier est déséquilibré et fait baisser jusqu'à la masse la tension de grille  $V_g$  pour rattraper le déséquilibre (fig. 3B). Le transistor de régulation 3 est continuellement passant, la tension  $V_{out}$  devient sensiblement égale à la tension  $V_{bat}$  (fig. 3C) et le régulateur 10 fonctionne en mode "suiveur". Le noeud de sortie de l'amplificateur 2 étant à la masse, on voit en figure 2 que la consommation dans la résistance de grille  $R_g$  est maximale.

**[0009]** Ainsi, l'amplificateur consomme inutilement du courant lorsque le régulateur fonctionne en mode suiveur, puisque le transistor de régulation est continuellement dans l'état passant et qu'une régulation de la tension de sortie  $V_{out}$  n'est plus possible.

**[0010]** Pour pallier cet inconvénient, l'idée de la présente invention est de faire basculer l'amplificateur de régulation dans un mode de veille à faible consommation tout en maintenant dans l'état passant le transistor de régulation.

**[0011]** Plus particulièrement, la présente invention prévoit un régulateur de tension comprenant un transistor MOS de régulation et un amplificateur dont la sortie pilote la grille du transistor de régulation en fonction de l'écart entre une tension de référence et une tension de

contre-réaction, le régulateur comprenant des moyens pour faire basculer l'amplificateur dans un mode de veille à faible consommation de courant lorsque l'écart entre la tension d'alimentation et la tension de sortie du régulateur est inférieur à un premier seuil, tout en maintenant sur la grille du transistor de régulation un potentiel électrique permettant de maintenir le transistor de régulation dans l'état passant.

**[0012]** Selon un mode de réalisation, le régulateur comprend un comparateur agencé pour comparer la tension d'alimentation et la tension de sortie du régulateur, et délivrer à l'amplificateur un signal de mise en veille lorsque l'écart entre la tension d'alimentation et la tension de sortie du régulateur est inférieur au premier seuil.

**[0013]** Selon un mode de réalisation, le comparateur présente une hystérésis de commutation et annule le signal de mise en veille de l'amplificateur lorsque l'écart entre la tension d'alimentation et la tension de sortie du régulateur est supérieur à un second seuil supérieur au premier seuil.

**[0014]** Selon un mode de réalisation, l'amplificateur comprend une résistance reliant la sortie de l'amplificateur à la tension d'alimentation, un interrupteur est agencé en série avec la résistance, l'interrupteur en série avec la résistance est ouvert lorsque l'amplificateur est mis en veille et fermé dans le cas contraire.

**[0015]** Selon un mode de réalisation, l'amplificateur comprend des sources de courant basculant en mode faible courant lorsque l'amplificateur est mis en veille.

**[0016]** Selon un mode de réalisation, l'amplificateur comprend un interrupteur piloté par un signal de mise en veille pour connecter la grille du transistor de régulation à un potentiel électrique rendant le transistor passant lorsque l'amplificateur est mis en veille.

**[0017]** Selon un mode de réalisation, l'amplificateur comprend un étage de polarisation de la grille du transistor de régulation, agencé pour appliquer sur la grille du transistor de régulation, lorsque l'amplificateur est mis en veille, une tension qui est déterminée de manière que la tension grille-source du transistor de régulation soit proche de la tension de seuil du transistor de régulation.

**[0018]** Selon un mode de réalisation, l'alimentation électrique de l'amplificateur est supprimée en mode veille par un interrupteur.

**[0019]** La présente invention concerne également un téléphone mobile comprenant une batterie et des circuits radio alimentés par l'intermédiaire d'un régulateur selon l'invention.

**[0020]** La présente invention prévoit également un procédé de gestion de l'énergie disponible dans une batterie alimentant une charge par l'intermédiaire d'un régulateur de tension, le régulateur comprenant un transistor MOS de régulation et un amplificateur dont la sortie pilote la grille du transistor de régulation en fonction de l'écart entre une tension de référence et une tension de contre-réaction, procédé comprenant une étape con-

sistant à surveiller l'écart entre la tension d'alimentation et la tension de sortie du régulateur, et une étape consistant à faire basculer l'amplificateur dans un mode veille à faible consommation de courant lorsque l'écart entre la tension d'alimentation et la tension de sortie du régulateur est inférieur à un premier seuil, tout en maintenant la grille du transistor de régulation à un potentiel permettant de maintenir le transistor de régulation dans l'état passant.

**[0021]** Selon un mode de réalisation, on réactive l'amplificateur lorsque l'écart entre la tension d'alimentation et la tension de sortie du régulateur est supérieur à un second seuil supérieur au premier seuil.

**[0022]** La consommation de l'amplificateur peut être réduite en mode veille en déconnectant le noeud de sortie de l'amplificateur de la tension d'alimentation, en diminuant le courant délivré par des sources de courant internes à l'amplificateur, ou en supprimant l'application de la tension d'alimentation.

**[0023]** Lorsque l'amplificateur est mis en veille, il est avantageux d'appliquer sur la grille du transistor de régulation une tension de grille qui est déterminée de manière que la tension grille-source du transistor de régulation soit proche de sa tension de seuil.

**[0024]** Ces objets, caractéristiques et avantages ainsi que d'autres de la présente invention seront exposés plus en détail dans la description suivante d'un exemple de réalisation d'un régulateur selon l'invention, faite à titre non limitatif en relation avec les figures jointes, parmi lesquelles :

- la figure 1 précédemment décrite est le schéma électrique d'un régulateur de tension classique,
- la figure 2 précédemment décrite est le schéma électrique d'un amplificateur présent dans le régulateur de la figure 1,
- les figures 3A à 3C représentent des signaux électriques et illustrent le fonctionnement du régulateur de tension lorsque la tension d'alimentation chute en dessous de la valeur nominale de la tension de sortie,
- la figure 4 est le schéma électrique d'un régulateur de tension selon l'invention,
- les figures 5A à 5C représentent des signaux électriques et illustrent le fonctionnement du régulateur selon l'invention en mode suiveur, et
- les figures 6 à 9 sont des schémas électriques de quatre variantes de réalisation d'un amplificateur selon l'invention présent dans le régulateur de la figure 4.

**[0025]** La figure 4 représente un régulateur 20 selon l'invention, alimenté ici par une tension Vbat fournie par une batterie 21. Le régulateur 20 comprend comme celui de la figure 1 un amplificateur différentiel 22 dont la sortie commande la grille d'un transistor de régulation 23 de type PMOS. Le drain D du transistor 23 est relié à la sortie du régulateur 20 et est connecté à une capa-

cité de stabilisation Cst en parallèle avec une charge Z, ces divers éléments étant agencés comme décrit au préambule. La tension de sortie Vout est ramenée sur l'entrée positive de l'amplificateur 2 par l'intermédiaire d'un pont diviseur comprenant deux résistances R1, R2. La résistance R1 peut être nulle dans le cas d'une contre-réaction directe de la tension de sortie Vout sur l'entrée de l'amplificateur 22, la résistance R2 étant dans ce cas mathématiquement infinie. La tension de référence Vref appliquée sur l'entrée négative de l'amplificateur 2 est par exemple une tension dite de band-gap présentant une bonne stabilité en fonction de la température, générée au moyen de diodes à jonction PN et de miroirs de courant. La tension Vref est ainsi indépendante de la tension Vbat, à la condition d'être inférieure à la plus basse valeur de la tension Vbat.

**[0026]** Le fonctionnement du régulateur 20 en régime stabilisé est en soi classique et ne sera pas à nouveau décrit. L'amplificateur 2 maintient la tension de contre-réaction Vfb égale à la tension de référence Vref et la tension de sortie nominale Voutnom est égale à  $[(R1+R2)Vref/R2]$ .

**[0027]** Selon l'invention, l'amplificateur 22 présente un mode de fonctionnement "normal" et un mode "veille" et bascule de l'un à l'autre selon la valeur d'un signal Vlc appliqué sur une entrée LCIN prévue à cet effet. La mise en veille de l'amplificateur 22 consiste, selon l'invention, dans le fait de placer l'amplificateur dans un état de faible consommation électrique tout en maintenant la tension de grille Vg à un potentiel assurant le maintien du transistor de régulation 23 dans l'état passant. Divers exemples de réalisation de l'amplificateur 22 seront décrits plus loin. On considérera par convention, dans ce qui suit, que l'amplificateur bascule en mode de veille lorsque le signal Vlc passe à 1.

**[0028]** Le signal Vlc est délivré par un comparateur 24 recevant sur son entrée positive la tension de sortie Vout et sur son entrée négative la tension d'alimentation Vbat, le comparateur 24 étant alimenté par la tension Vbat. Le comparateur 24 est un comparateur à seuil Vd1 et met ici sa sortie à 1 (signal Vlc) lorsque la tension différentielle Vd vue sur ses entrées, égale à la différence entre la tension Vbat et la tension Vout, devient inférieure au seuil Vd1. Pour des raisons de stabilité de sa sortie, le comparateur 24 présente également, de préférence, une hystérésis de commutation et remet sa sortie à 0 lorsque la tension différentielle Vd remonte et devient supérieure à un seuil Vd2 supérieur à Vd1. Les seuils Vd1, Vd2 sont par exemple égaux à 100 mV et 120mV, respectivement.

**[0029]** Ainsi, comme on va le voir plus en détail dans ce qui suit, l'amplificateur 22 bascule dans le mode veille tout en maintenant le transistor de régulation 23 dans l'état passant, lorsque le régulateur 20 fonctionne en mode suiveur en raison d'une chute de la tension d'alimentation Vbat en dessous de la valeur nominale Voutnom de la tension de sortie.

**[0030]** Les figures 5A, 5B, 5C illustrent le fonctionne-

ment du régulateur 20 en mode suiveur et représentent respectivement les tensions Vbat et Vout, la tension différentielle Vd et le signal Vlc. Sur les figures 5A et 5B, on voit qu'une diminution de la tension Vbat à partir de

sa valeur nominale Vbatnom n'a pas de conséquence sur la tension régulée Vout, qui demeure égale à Voutnom, tant que la tension Vbat reste supérieure à Voutnom. La tension différentielle Vd diminue proportionnellement à la tension Vbat jusqu'à un instant t2 où la tension Vbat devient sensiblement égale à Voutnom et entraîne la tension Vout dans sa chute, le régulateur étant alors déséquilibré et fonctionnant en mode suiveur. A cet instant t2, la tension différentielle Vd atteint une valeur minimale Vdmin qui correspond à la chute de tension aux bornes du transistor de régulation 23. Cette chute de tension Vdmin est en principe très faible, par exemple 50 mV, car le transistor de régulation d'un régulateur de type LDO présente généralement une résistance drain-source VdsON dans l'état passant très faible. A compter de l'instant t2, la tension Vout commence à diminuer et suit la tension Vbat, au décalage près de la tension Vdmin.

**[0031]** Selon l'invention, le passage en mode suiveur est détecté par le comparateur 24 à un instant t1 précédent t2 mais très proche de t2, lorsque la tension différentielle Vd atteint le seuil Vd1 mentionné plus haut, choisi très proche du minimum Vdmin. Ainsi, à l'instant t1, le signal Vlc passe à 1 (fig. 5C) et l'amplificateur 2 est mis en veille. Le "1" logique du signal Vlc est ici la tension Vbat, qui alimente le comparateur 24.

**[0032]** Sur les figures 5A à 5C, on voit que la tension Vbat remonte ensuite vers sa valeur nominale, par exemple après recharge de la batterie 21 ou régénération naturelle de celle-ci lorsque le courant consommé diminue. A un instant t3, la tension Vbat dépasse la valeur Voutnom. A un instant t4, la tension différentielle Vd dépasse le seuil Vd2 et l'amplificateur 22 bascule dans son mode de fonctionnement normal, la tension Vout revenant à sa valeur nominale Voutnom.

**[0033]** On va maintenant décrire à titre non limitatif divers modes de réalisation de l'amplificateur 22, obtenus à partir de la structure de l'amplificateur 2 décrit au préambule en relation avec la figure 2.

**[0034]** L'amplificateur 22a illustré en figure 6 est d'une structure semblable à celle de l'amplificateur 2. On y retrouve l'étage différentiel 5 polarisé par le générateur de courant 6, dont la sortie pilote le transistor NMOS 7 polarisé sur son drain par le générateur de courant 8, ainsi que la résistance Rg reliant le noeud de sortie de l'amplificateur 22a à la tension Vbat. Selon l'invention, un interrupteur 25, ici un transistor PMOS, est agencé en série avec la résistance Rg. Le transistor 25 reçoit sur sa grille le signal Vlc et est ainsi en permanence dans l'état passant lorsque le régulateur fonctionne en régime stabilisé, le signal Vlc étant à 0 comme indiqué plus haut. Lorsque le régulateur fonctionne en mode suiveur et que la tension Vg sur le noeud de sortie est tirée vers la masse par le transistor NMOS 7, le signal Vlc passe

à 1, le transistor 25 se bloque et aucun courant ne passe dans la résistance  $R_g$ . En coupant ainsi le chemin reliant le noeud de sortie de l'amplificateur 22a à la tension  $V_{bat}$ , l'économie en consommation de courant peut être substantielle et de l'ordre de 80%.

**[0035]** L'amplificateur 22b représenté en figure 7 est quasiment identique à l'amplificateur 22a. Toutefois, les générateurs de courant 6, 8 ont été remplacés par des générateurs de courant 6', 8' qui sont commandés par le signal  $V_{lc}$  et qui délivrent des courants différents selon la valeur du signal  $V_{lc}$ . Les courants respectifs  $I_1$ ,  $I_2$  délivrés lorsque le signal  $V_{lc}$  est à 1 sont par exemple égaux à la moitié des courants  $I_1$ ,  $I_2$  délivrés lorsque le signal  $V_{lc}$  est à 0. Les courants  $I_1'$ ,  $I_2'$  sont par exemple de 10 microampères et les courants  $I_1$ ,  $I_2$  de 20 microampères. La réalisation de tels générateurs 6', 8' à deux courants de fonctionnement est en soi à la portée de l'homme de l'art, par exemple en agençant en parallèle, dans des miroirs de courants, des transistors de même structure, et en bloquant un transistor sur deux lorsque le signal  $V_{lc}$  est à 1. On économise ainsi, par cet arrangement, quelques dizaines de microampères supplémentaires.

**[0036]** L'amplificateur 22c de la figure 8 est réalisé à partir de l'amplificateur 2 de la figure 2, que l'on n'a pas modifié dans sa structure interne. Toutefois, la tension  $V_{bat}$  est appliquée sur l'entrée d'alimentation de l'amplificateur 2 par l'intermédiaire d'un transistor PMOS 26 piloté par le signal  $V_{lc}$ . De plus, un transistor NMOS 27 piloté par le signal  $V_{lc}$  est ajouté entre la sortie de l'amplificateur 2 et la masse. Ainsi, lorsque le signal  $V_{lc}$  est à 0 (régulateur équilibré), le transistor 26 est passant et le transistor 27 est bloqué. L'amplificateur 2 fonctionne comme si ces deux éléments n'existaient pas. Lorsque le signal  $V_{lc}$  est à 1 (régulateur en mode suivre), le transistor 26 est bloqué et le transistor 27 est passant. L'amplificateur 2 ne reçoit plus la tension d'alimentation  $V_{bat}$  et est complètement hors tension. Le transistor 27 tire la sortie de l'amplificateur à 0 (tension  $V_g$ ) pour maintenir le transistor de régulation 23 dans l'état passant. Ce mode de réalisation 22c se distingue donc des précédents 22a, 22b par le fait qu'en mode veille la tension de grille  $V_g$  n'est pas tirée à la masse par le transistor NMOS 2 de l'étage de sortie de l'amplificateur 2, qui est hors service, mais par le transistor supplémentaire 27 prévu à cet effet.

**[0037]** L'amplificateur 22d représenté en figure 9 comprend également l'amplificateur 2 et le transistor 26 assurant la mise hors tension de l'amplificateur 2 lorsque le signal  $V_{lc}$  est à 1. Le transistor tire-bas 27 (pull down) à la sortie de l'amplificateur 22c est remplacé par un étage de polarisation 30 plus perfectionné qui maintient la sortie de l'amplificateur 2 à une tension  $V_g$  supérieure à la masse quand celui-ci est hors tension. Cette tension  $V_g$  est choisie de manière que la tension grille-source  $V_{gs}$  du transistor de régulation 23 soit maintenue au voisinage de la tension de seuil  $V_{tp}$  du transistor 23.

**[0038]** L'étape de polarisation 30 comprend par exemple un premier transistor PMOS 31 recevant la tension  $V_{bat}$  sur sa source, connecté par son drain à la source d'un deuxième transistor PMOS 32 dont le drain

est connecté au noeud de sortie de l'amplificateur 22d. Les transistors 31, 32 sont agencés en diodes, chacun ayant sa grille connectée à son drain. Entre le noeud de sortie et la masse, l'étage de polarisation 30 comprend une résistance 33 de forte valeur en série avec un transistor NMOS 34 piloté par le signal  $V_{lc}$ . Lorsque le régulateur fonctionne en régime stabilisé, la tension  $V_g$  est maintenue autour de la valeur  $[V_{bat} - V_{tp}]$  par la sortie de l'amplificateur 2,  $V_{tp}$  étant la tension de seuil d'un transistor PMOS, de sorte que les deux transistors-diodes 31, 32 sont bloqués. De plus, le signal  $V_{lc}$  est à 0 et le transistor 34 est également bloqué. L'amplificateur 2 fonctionne comme si l'étage de polarisation 30 n'existe pas. Lorsque régulateur est déséquilibré, la tension  $V_g$  tend vers 0, le signal  $V_{lc}$  passe à 1 et l'amplificateur 2 est mis hors tension. Les deux transistors-diodes 31, 32 deviennent passants et imposent chacun une tension  $V_{tp}$  à leurs bornes, de sorte que la tension de grille  $V_g$  est dans ce cas égale à  $[V_{bat} - (2V_{tp})]$ . La tension  $V_{gs}$  du transistor de régulation 23 est ainsi égale à  $2V_{tp}$  en valeur absolue et est proche de  $V_{tp}$  (à la valeur  $V_{tp}$  près, de l'ordre de 0,7 V). D'autres méthodes sont bien entendu envisageables pour maintenir la tension  $V_g$  encore plus proche de la tension de seuil  $V_{tp}$ .

**[0039]** L'avantage de ce mode de réalisation est de ne pas décharger entièrement la capacité parasite de grille  $C_g$  du transistor de régulation 23, représentée en traits pointillés, qui est généralement de forte valeur (100-200 picofarads) avec un transistor de régulation à faible résistance série  $R_{dsON}$ . En effet, lorsque la tension  $V_g$  est portée à la masse, la capacité  $C_g$  est entièrement déchargée pendant le mode veille. Si la tension  $V_{bat}$  remonte brutalement, un retard à la fermeture du transistor 23 (blocage du transistor) se produit lors du retour au mode régulé en raison du temps de charge de la capacité  $C_g$ . Un tel retard à la fermeture fait apparaître une surtension à la sortie du régulateur, car la tension  $V_{out}$  continue de suivre la tension  $V_{bat}$  au-delà de sa valeur nominale  $V_{outnom}$ . En maintenant la tension  $V_g$  non nulle pendant le mode veille, la capacité de grille  $C_g$  ne se décharge pas entièrement et le basculement du mode veille au mode régulé se fait rapidement, avec une nette atténuation du phénomène de surtension.

**[0040]** Bien entendu, diverses combinaisons des caractéristiques de chacun des amplificateurs 22a à 22d peuvent être prévues, pour réaliser d'autres variantes de réalisation. Notamment, l'étage de polarisation 30 de l'amplificateur 22d peut être incorporé dans les amplificateurs 22a, 22b. Il est également à la portée de l'homme de l'art d'appliquer les principes et solutions exposés ci-dessus à des structures d'amplificateur connues autres que celle de l'amplificateur 2 choisi ici à titre d'exemple. Par ailleurs, bien que les exemples qui viennent d'être décrits se rapportent à un régulateur ayant

un transistor de régulation de type PMOS, il entre dans le cadre de la présente demande et il est à la portée de l'homme de l'art de transposer l'enseignement de la présente invention aux régulateurs ayant un transistor de régulation de type NMOS.

[0041] Enfin, bien que le problème résolu par la présente invention ait été décrit en relation avec les téléphones portables, il va de soi qu'un régulateur selon l'invention est susceptible de diverses autres applications, notamment dans le cas où la tension d'alimentation est fournie par une batterie dont on veut préserver l'autonomie.

### Revendications

1. Régulateur de tension (20) comprenant un transistor MOS de régulation (23) et un amplificateur (22, 22a-22d) dont la sortie pilote la grille du transistor de régulation en fonction de l'écart entre une tension de référence (Vref) et une tension de contre-réaction (Vfb), **caractérisé en ce qu'il comprend** des moyens (6', 7', 24, 25, 27, 27, 30) pour faire basculer l'amplificateur dans un mode de veille à faible consommation de courant lorsque l'écart (Vd) entre la tension d'alimentation (Vbat) et la tension de sortie (Vout) du régulateur est inférieur à un premier seuil (Vd1), tout en maintenant sur la grille du transistor de régulation (23) un potentiel électrique permettant de maintenir le transistor de régulation dans l'état passant.
2. Régulateur selon la revendication 1, comprenant un comparateur (24) agencé pour comparer la tension d'alimentation (Vbat) et la tension de sortie (Vout) du régulateur, et délivrer à l'amplificateur (22) un signal de mise en veille (Vlc=1) lorsque l'écart (Vd) entre la tension d'alimentation et la tension de sortie du régulateur est inférieur au premier seuil (Vd1).
3. Régulateur selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le comparateur (24) présente une hystérésis de commutation et annule le signal de mise en veille de l'amplificateur (Vlc=0) lorsque l'écart (Vd) entre la tension d'alimentation et la tension de sortie du régulateur est supérieur à un second seuil (Vd2) supérieur au premier seuil (Vd1).
4. Régulateur selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel l'amplificateur (22a, 22b) comprend une résistance (Rg) reliant la sortie de l'amplificateur à la tension d'alimentation (Vbat), **caractérisé en ce qu'un interrupteur (25)** est agencé en série avec la résistance (Rg) et **en ce que** ledit interrupteur agencé en série avec la résistance est ouvert lorsque l'amplificateur est mis en veille et fermé dans le cas contraire.
5. Régulateur selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel l'amplificateur (22b) comprend des sources de courant (6', 8') basculant en mode faible courant lorsque l'amplificateur est mis en veille.
6. Régulateur selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel l'amplificateur comprend un interrupteur (27) piloté par un signal de mise en veille (Vlc) pour connecter la grille du transistor de régulation (23) à un potentiel électrique rendant le transistor passant lorsque l'amplificateur est mis en veille.
7. Régulateur selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel l'amplificateur (22d) comprend un étage (30) de polarisation de la grille du transistor de régulation (23), agencé pour appliquer sur la grille du transistor de régulation, lorsque l'amplificateur est mis en veille, une tension (Vg) qui est déterminée de manière que la tension grille-source (Vgs) du transistor de régulation soit proche de la tension de seuil (Vtp) du transistor de régulation.
8. Régulateur selon l'une des revendications 6 et 7, dans lequel l'alimentation électrique de l'amplificateur (22c, 22d) est supprimée en mode veille par un interrupteur (26).
9. Téléphone mobile comprenant une batterie et des circuits radio alimentés par l'intermédiaire d'un régulateur (20) selon l'une des revendications 1 à 8.
10. Procédé de gestion de l'énergie disponible dans une batterie (21) alimentant une charge (Z) par l'intermédiaire d'un régulateur de tension (20), le régulateur comprenant un transistor MOS de régulation (23) et un amplificateur (22) dont la sortie pilote la grille du transistor de régulation en fonction de l'écart entre une tension de référence (Vref) et une tension de contre-réaction (Vfb), procédé **caractérisé en ce qu'il comprend** une étape consistant à surveiller l'écart (Vd) entre la tension d'alimentation (Vbat) et la tension de sortie (Vout) du régulateur, et une étape consistant à faire basculer l'amplificateur (22) dans un mode veille à faible consommation de courant lorsque l'écart (Vd) entre la tension d'alimentation (Vbat) et la tension de sortie (Vout) du régulateur est inférieur à un premier seuil (Vd1), tout en maintenant la grille du transistor de régulation (23) à un potentiel permettant de maintenir le transistor de régulation dans l'état passant.
11. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** l'on réactive l'amplificateur (20) lorsque l'écart (Vd) entre la tension d'alimentation et la tension de sortie du régulateur est supérieur à un second seuil (Vd2) supérieur au premier seuil (Vd1).
12. Procédé selon l'une des revendications 10 et 11,

dans lequel on réduit la consommation de l'amplificateur (22, 22a, 22b) en mode veille en déconnectant (25,  $V_{lc}=1$ ) le noeud de sortie de l'amplificateur de la tension d'alimentation ( $V_{bat}$ ).

5

13. Procédé selon l'une des revendications 10 à 12, dans lequel on réduit la consommation de l'amplificateur (22, 22b) en mode veille en diminuant le courant délivré par des sources de courant (6', 8') internes à l'amplificateur. 10

14. Procédé selon l'une des revendications 10 et 11, dans lequel on supprime l'application de la tension d'alimentation à l'amplificateur en mode veille. 15

15. Procédé selon l'une des revendications 10 à 14, dans lequel on applique sur la grille du transistor de régulation (23), lorsque l'amplificateur est mis en veille, une tension ( $V_g$ ) qui est déterminée de manière que la tension grille-source ( $V_{gs}$ ) du transistor de régulation soit proche de la tension de seuil ( $V_{tp}$ ) du transistor de régulation. 20

25

30

35

40

45

50

55

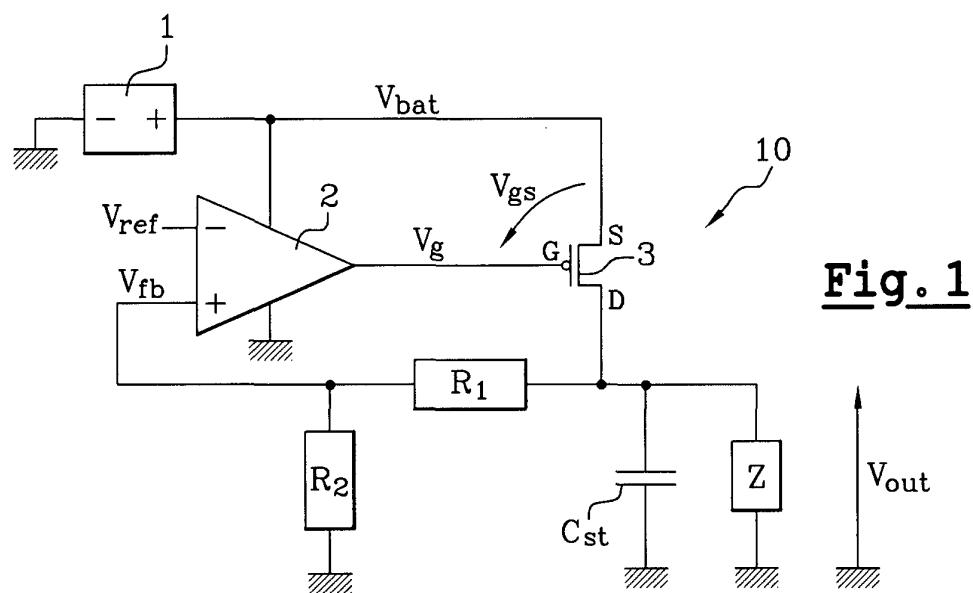


Fig. 1

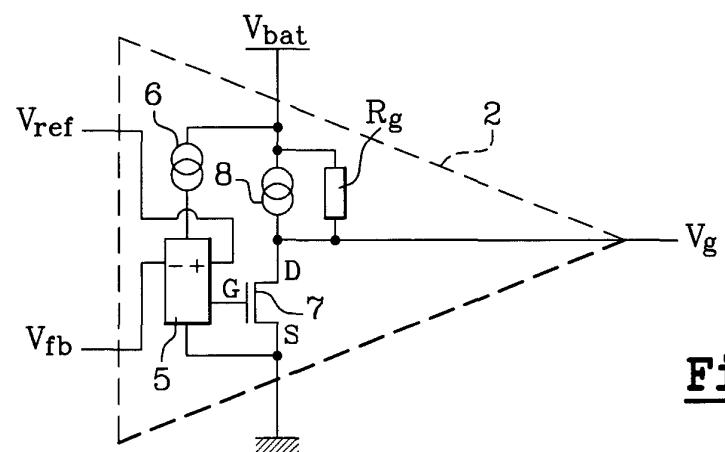


Fig. 2

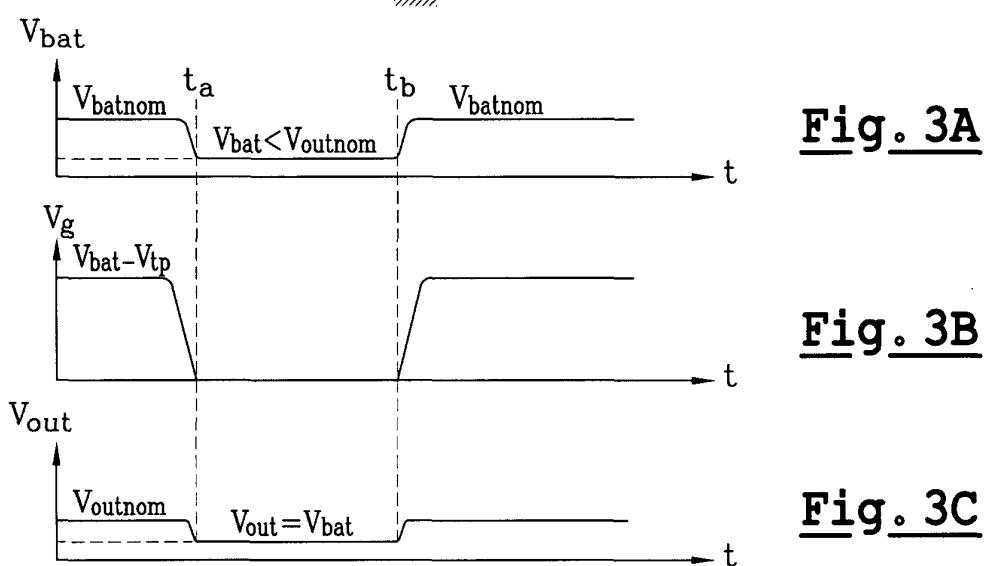


Fig. 3B

Fig. 3C

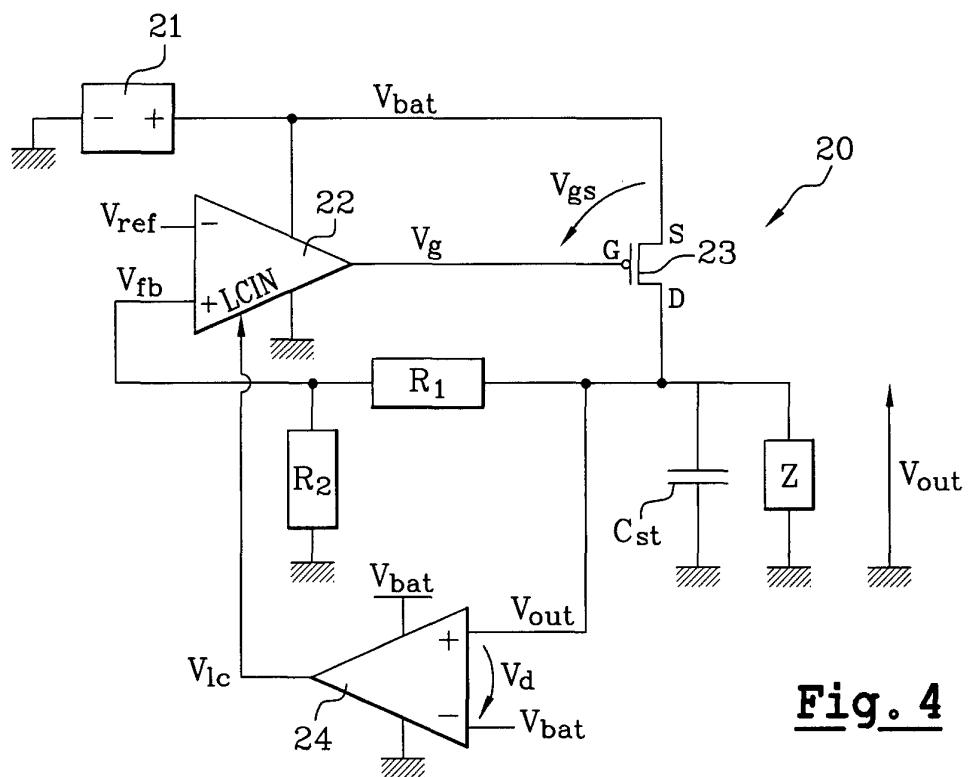


Fig. 4

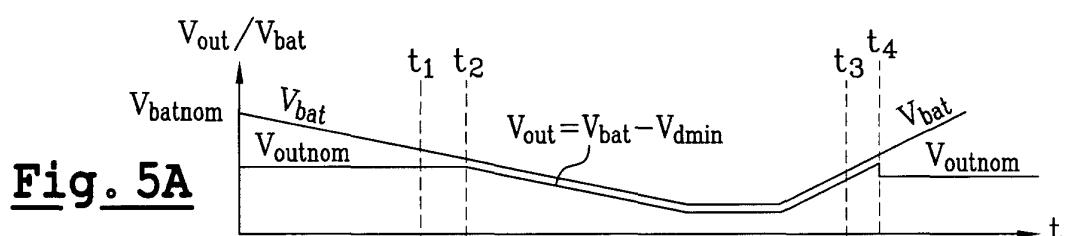


Fig. 5A

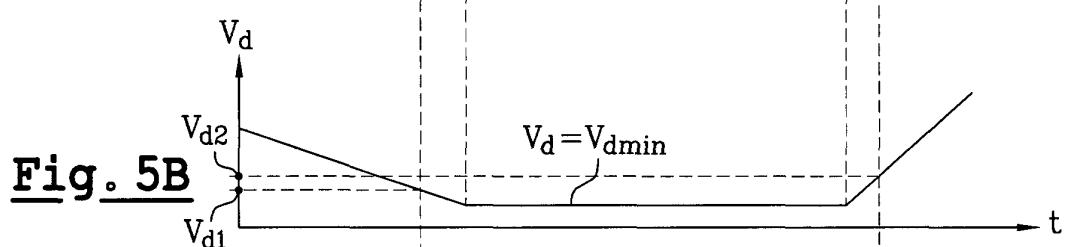


Fig. 5B

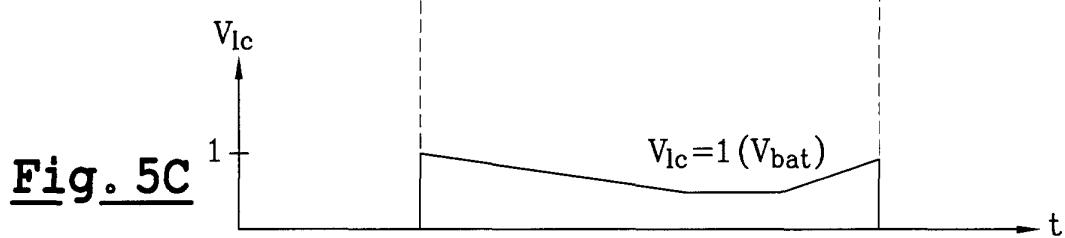
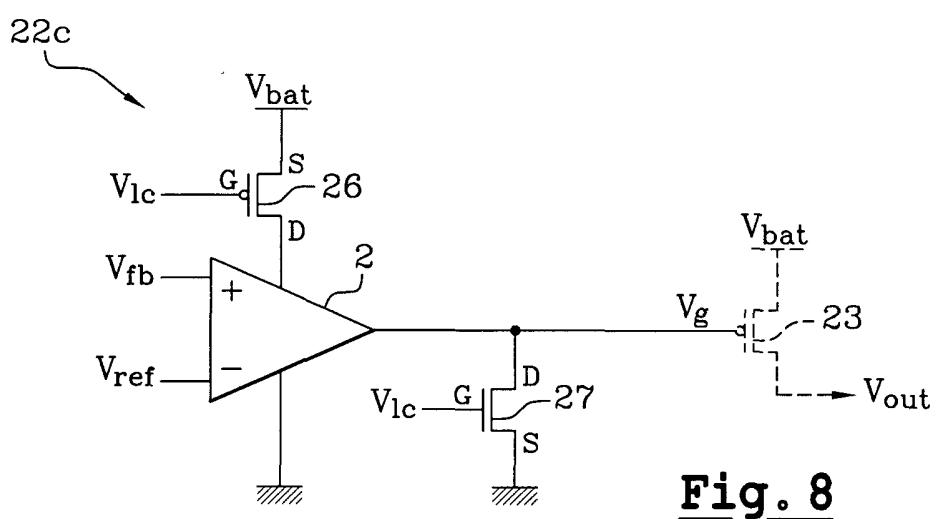
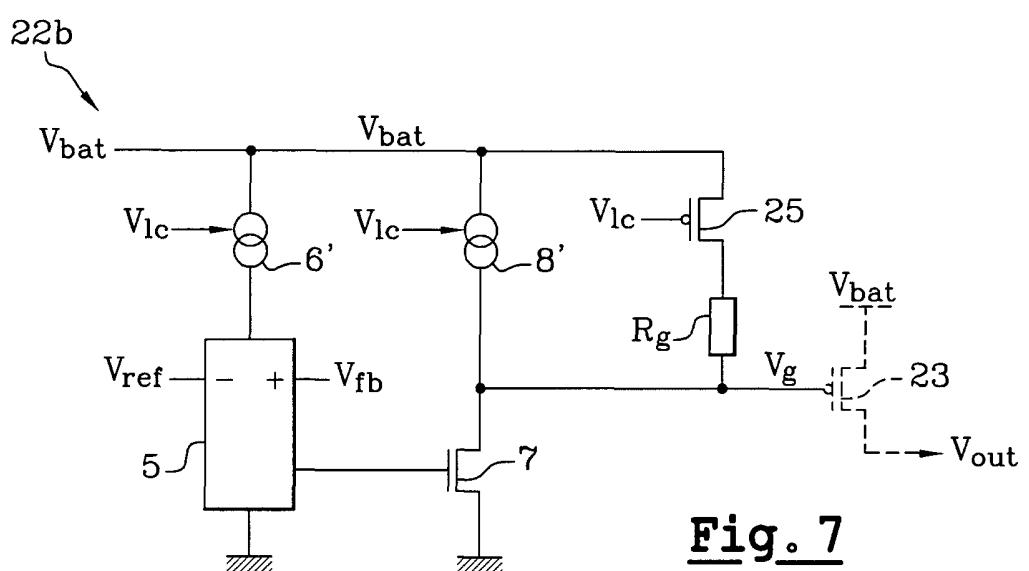
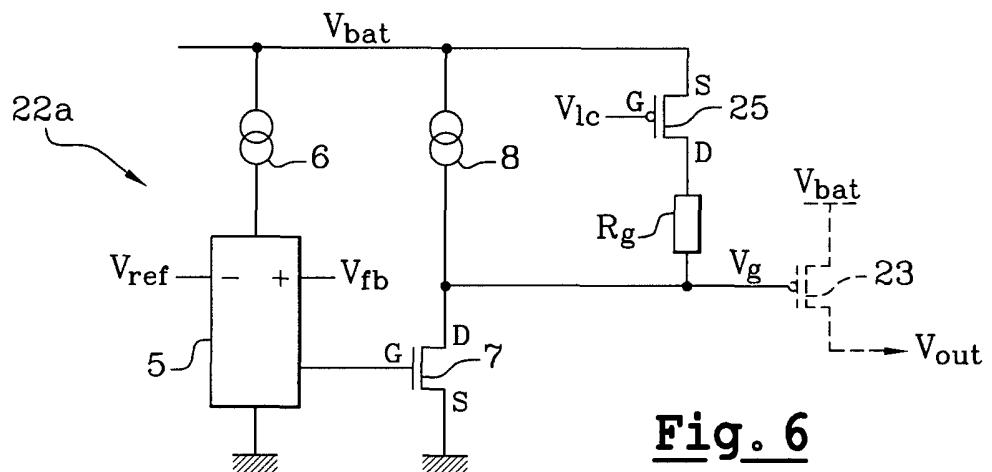
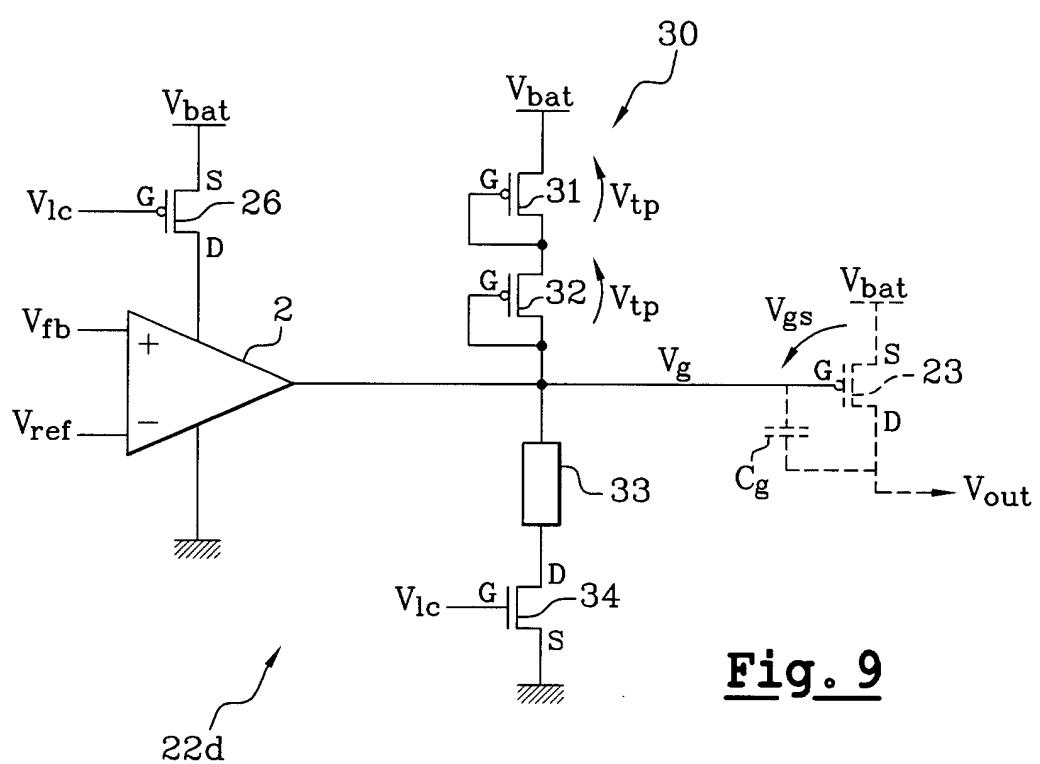


Fig. 5C



**Fig. 9**



Office européen  
des brevets

**RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE**

Numéro de la demande  
EP 01 10 8243

<b>DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>															
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)												
Y	EP 0 678 963 A (NOKIA MOBILE PHONES LTD) 25 octobre 1995 (1995-10-25)	1,2,9,10	G05F1/565												
A	* le document en entier *	3-8, 11-15													
Y	---														
A	US 6 046 577 A (RINCON-MORA GABRIEL A ET AL) 4 avril 2000 (2000-04-04)	1,2,9,10													
A	* le document en entier *	3-8, 11-15													
A	---														
A	EP 0 501 418 A (SGS THOMSON MICROELECTRONICS) 2 septembre 1992 (1992-09-02)	1-15													
	* abrégé *														
A	---														
A	US 5 355 077 A (KATES BARRY K) 11 octobre 1994 (1994-10-11)	1-15													
	* abrégé *														
A	---														
A	US 4 319 179 A (JETT JR WILLIAM B) 9 mars 1982 (1982-03-09)	1-15													
	* abrégé *														
	-----														
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)												
			G05F												
<table border="1"> <tr> <td>Lieu de la recherche</td> <td>Date d'achèvement de la recherche</td> <td>Examinateur</td> <td></td> </tr> <tr> <td>LA HAYE</td> <td>6 août 2001</td> <td>Schobert, D</td> <td></td> </tr> </table>				Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur		LA HAYE	6 août 2001	Schobert, D					
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur													
LA HAYE	6 août 2001	Schobert, D													
<table border="1"> <tr> <td>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</td> <td>T : théorie ou principe à la base de l'invention</td> </tr> <tr> <td>X : particulièrement pertinent à lui seul</td> <td>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date</td> </tr> <tr> <td>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie</td> <td>D : cité dans la demande</td> </tr> <tr> <td>A : arrête-plan technologique</td> <td>L : cité pour d'autres raisons</td> </tr> <tr> <td>O : divulgation non-écrite</td> <td>&amp; : membre de la même famille, document correspondant</td> </tr> <tr> <td>P : document intercalaire</td> <td></td> </tr> </table>				CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES	T : théorie ou principe à la base de l'invention	X : particulièrement pertinent à lui seul	E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date	Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie	D : cité dans la demande	A : arrête-plan technologique	L : cité pour d'autres raisons	O : divulgation non-écrite	& : membre de la même famille, document correspondant	P : document intercalaire	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES	T : théorie ou principe à la base de l'invention														
X : particulièrement pertinent à lui seul	E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date														
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie	D : cité dans la demande														
A : arrête-plan technologique	L : cité pour d'autres raisons														
O : divulgation non-écrite	& : membre de la même famille, document correspondant														
P : document intercalaire															

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 01 10 8243

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 membres 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.

06-08-2001

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
EP 0678963	A	25-10-1995	FI	941790 A	19-10-1995
			AT	184431 T	15-09-1999
			DE	69511930 D	14-10-1999
			DE	69511930 T	09-03-2000
			JP	8069330 A	12-03-1996
US 6046577	A	04-04-2000	AUCUN		
EP 0501418	A	02-09-1992	IT	1245421 B	20-09-1994
			DE	69210651 D	20-06-1996
			DE	69210651 T	16-01-1997
			JP	5108173 A	30-04-1993
			US	5280233 A	18-01-1994
US 5355077	A	11-10-1994	AUCUN		
US 4319179	A	09-03-1982	AUCUN		