

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

N° 83 07174

⑤④ Circuit régulateur.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.³). G 05 F 1/10; H 04 M 1/76; H 04 Q 1/18.

②② Date de dépôt 29 avril 1983.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée : GB, 29 avril 1982, n° 82/12403.

④① Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 44 du 4-11-1983.

⑦① Déposant : Société dite : MOTOROLA INC. — US.

⑦② Invention de : Sam Ath Hing et Michel Guillien.

⑦③ Titulaire :

⑦④ Mandataire : Cabinet Beau de Loménie, 55, rue d'Amsterdam, 75008 Paris.

La présente invention concerne un circuit régulateur et, particulièrement, mais non exclusivement, un régulateur de tension conçu pour être utilisé dans un circuit de conversation de téléphone.

5 Un circuit de conversation de téléphone fait partie d'un poste téléphonique d'abonné et couple le combiné téléphonique à la ligne d'abonné. La ligne d'abonné transporte à la fois une tension continue et un signal de conversation en courant alternatif et elle est ordinairement connectée au circuit de conversation par
10 l'intermédiaire d'un pont de diodes qui produit un signal de conversation en courant alternatif se superposant à un niveau de courant continu.

La ligne d'abonné peut être relativement courte, auquel cas elle a une faible impédance, ou bien elle peut être longue
15 et avoir une impédance élevée. La ligne couple l'abonné à un central, qui possède une source de potentiel d'alimentation de ligne. La longueur de la ligne d'abonné détermine le niveau réel de potentiel continu qui se présente au circuit de conversation.

Il est avantageux de produire un circuit de conversation se présentant, dans la plus grande mesure possible sous forme
20 de circuit intégré, et, pour éviter de l'endommager, il ne faut pas que le potentiel appliqué à ce circuit intégré soit trop grand.

Certains centraux de commande peuvent avoir des potentiels d'alimentation s'élevant jusqu'à 96 V et, avec une ligne
25 courte, ceci conduirait à l'application d'un potentiel trop élevé au circuit intégré du circuit de conversation. Toutefois, le potentiel disponible au niveau du circuit de conversation doit être suffisamment grand pour permettre à un courant de ligne suffisant d'actionner un relais dit de "décrochage" dans le central. Ce courant doit également ne pas être trop élevé pour ne pas endommager
30 ou maintenir fermé le relais.

Il est donc clair qu'une certaine régulation est nécessaire à l'intérieur du circuit de conversation, et il serait
avantageux que le régulateur assurant cette régulation soit compatible
35 avec la technologie des circuits intégrés et comporte aussi peu que possible de composants qui ne puissent être inclus sur une puce de circuit intégré.

L'invention vise à produire un circuit régulateur conçu pour être utilisé dans un circuit de conversation de téléphone et présentant une compatibilité notable avec la technologie des circuits intégrés.

5 Selon l'invention, il est proposé un circuit régulateur comprenant une borne d'entrée destinée à recevoir un potentiel d'entrée en courant continu, un transistor possédant une électrode d'entrée qui est couplée à la borne d'entrée et une borne de
10 sortie qui produit un potentiel de sortie continu régulé, un amplificateur opérationnel possédant une première borne d'entrée, une deuxième borne d'entrée connectée à une ligne de potentiel de référence et une borne de sortie, et un trajet de contre-réaction connecté entre la borne de sortie de l'amplificateur opérationnel et sa première borne d'entrée par l'intermédiaire dudit transistor faisant
15 fonction d'élément de commande.

Ledit transistor peut avoir une électrode d'émetteur qui forme l'électrode d'entrée, une électrode de collecteur qui forme l'électrode de sortie et une électrode de base, l'électrode de collecteur étant connectée à la première borne d'entrée de l'amplificateur opérationnel et la borne de sortie de l'amplificateur opérationnel étant connectée à l'électrode de base du transistor.
20

L'électrode de collecteur du transistor peut être connectée à la première borne de l'amplificateur opérationnel par l'intermédiaire d'une résistance.

25 La borne de sortie de l'amplificateur opérationnel peut être connectée à l'électrode de base dudit transistor par l'intermédiaire d'un deuxième transistor dont l'électrode de base est connectée à la borne de sortie de l'amplificateur opérationnel, l'électrode d'émetteur est connectée à une ligne de potentiel d'alimentation et l'électrode de collecteur est connectée à l'électrode de base dudit transistor.
30

Il peut être prévu un deuxième amplificateur opérationnel possédant une première borne d'entrée connectée de façon à recevoir un signal de courant continu représentatif du potentiel d'entrée en courant continu présent sur ladite borne d'entrée, une
35 deuxième borne d'entrée connectée à ladite ligne de potentiel de

référence et une borne de sortie connectée de façon à commander le courant passant dans un trajet de courant connecté à ladite borne de sortie du circuit régulateur, si bien que le potentiel d'entrée en courant continu qui apparaît sur la borne d'entrée est réglé.

5 Le trajet de courant peut comporter un élément de commande à transistor possédant une électrode de collecteur connectée à la borne de sortie du circuit régulateur, une électrode d'émetteur connectée à une ligne de potentiel d'alimentation et une
10 électrode de base connectée à la borne de sortie du deuxième amplificateur opérationnel.

Des moyens peuvent être prévus pour limiter le courant passant dans ledit trajet de courant.

Le moyen permettant de limiter le courant passant dans ledit trajet de courant peut comprendre un autre transistor dont
15 l'électrode d'émetteur est connectée à une ligne de potentiel d'alimentation, l'électrode de collecteur est connectée à la borne de sortie du deuxième amplificateur opérationnel et l'électrode de base est connectée à l'électrode d'émetteur du transistor faisant fonction d'élément de commande.

20 Le circuit régulateur peut avoir pour fonction de transmettre des signaux de courant alternatif entre les bornes d'entrée et de sortie du circuit et peut comprendre un troisième amplificateur opérationnel possédant une première borne d'entrée connectée de façon à recevoir des signaux de courant alternatif
25 présents sur la borne d'entrée du circuit régulateur, une deuxième borne d'entrée connectée à ladite ligne de potentiel de référence, et une borne de sortie connectée à la première borne d'entrée dudit amplificateur opérationnel, et un moyen de contre-réaction connecté entre sa borne de sortie et sa première borne d'entrée.

30 Le moyen de contre-réaction peut comprendre une résistance.

La borne de sortie du troisième amplificateur opérationnel peut être connectée à la première borne d'entrée dudit amplificateur opérationnel par l'intermédiaire d'une résistance.

35 La description suivante, conçue à titre d'illustration de l'invention, vise à donner une meilleure compréhension de ses caractéristiques et avantages ; elle s'appuie sur les dessins

annexés, parmi lesquels :

- la figure 1 représente un circuit régulateur selon l'invention ;

5 - la figure 2 est un circuit équivalent du mode de réalisation de la figure 1 relativement à la régulation de la tension continue de sortie ; et

- la figure 3 est un circuit équivalent du mode de réalisation de la figure 1 relativement à la régulation de la tension continue d'entrée.

10 Comme le montre la figure 1, le circuit régulateur représenté fait partie d'un circuit de conversation de téléphone qui est connecté à un central par l'intermédiaire d'une ligne d'abonné. La ligne d'abonné est connectée au circuit de conversation par
15 l'intermédiaire d'un pont de diodes (non représenté), et un potentiel continu associé à des signaux de conversation en courant alternatif apparaît à une borne d'entrée 1 (V entrée). La borne d'entrée 1 est connectée à l'électrode d'émetteur 2 d'un transistor Q1, dont l'électrode de collecteur 3 est connectée à une borne de sortie 4 sur laquelle apparaît une tension de sortie continue régulée (V sortie).
20 L'électrode de collecteur 3 du transistor Q1 est également connectée à une première entrée, ou entrée d'inversion, 5 d'un amplificateur opérationnel 6 par l'intermédiaire d'une résistance 7. L'amplificateur opérationnel 6 possède une deuxième entrée, ou entrée de non-inversion, 8 qui est connectée à une alimentation 9
25 en potentiel de référence (V_R).

L'amplificateur opérationnel 6 possède une borne de sortie 9 qui est connectée à l'électrode de base 10 d'un transistor Q2. Le transistor Q2 possède une électrode d'émetteur 11 connectée à une ligne 12 de l'alimentation en potentiel et une électrode de collecteur 13 connectée à l'électrode de base 14 du transistor Q1.
30

La borne d'entrée 1 est également connectée à une extrémité d'un diviseur de tension constitué de deux résistances connectées en série 15 et 16. L'autre extrémité du diviseur est formée par la borne de la résistance 16 qui est connectée à la ligne 12
35 de l'alimentation en potentiel. Le point de jonction 17 des résistances 15 et 16 est connecté à une entrée de non-inversion 18 d'un

deuxième amplificateur opérationnel 19, dont la deuxième entrée, ou entrée d'inversion, 20 est connectée à la deuxième borne d'entrée 8 de l'amplificateur opérationnel 6 et à l'alimentation en potentiel de référence 9'.

5 L'amplificateur opérationnel 19 possède une borne de sortie 21 qui est connectée à l'électrode de base 22 d'un transistor Q3, dont l'électrode de collecteur 24 est connectée à la borne de sortie 4 et dont l'électrode d'émetteur 25 est connectée à la ligne 12 de l'alimentation en potentiel par l'intermédiaire d'une résistance 26.

10 L'électrode d'émetteur 25 du transistor Q3 est connectée à l'électrode de base 27 d'un transistor Q4 de limitation de courant, dont l'électrode d'émetteur 28 est connectée à la ligne 12 de l'alimentation en potentiel et dont l'électrode de collecteur 29 est connectée à la borne de sortie 21 de l'amplificateur opérationnel 19
15 et, par conséquent, à l'électrode de base 22 du transistor Q3.

Le point de jonction 17 des résistances 15 et 16 est également connecté, via un condensateur 30, à la première entrée, ou entrée d'inversion, d'un troisième amplificateur opérationnel 32, dont la deuxième entrée, ou entrée de non-inversion, 33, est également
20 connectée à l'alimentation 9' en potentiel de référence. L'amplificateur opérationnel 32 possède une borne de sortie 34, et une résistance 35 est connectée entre cette borne de sortie 34 et la première entrée 31 de l'amplificateur opérationnel 32 de façon à établir une contre-réaction.

25 La borne de sortie 34 de l'amplificateur opérationnel 32 est connectée à la première borne d'entrée 5 de l'amplificateur opérationnel 6 par l'intermédiaire d'une résistance 36 en série. Enfin, une résistance 37 connecte la borne d'entrée 5 de l'amplificateur opérationnel 6 à la ligne 12 de l'alimentation en potentiel.

30 En fonctionnement, des signaux d'entrée apparaîtront sur la borne d'entrée 1. Dans le premier exemple d'un circuit de conversation de téléphone, ces signaux comporteront à la fois des signaux de conversation de courant alternatif et un potentiel continu en provenance du central. Les signaux de courant alternatif seront
35 délivrés par l'intermédiaire du condensateur 30 et, après amplification par les amplificateurs opérationnels 32 et 6, apparaîtront sur la borne de sortie 4, délivrés à cette borne par les transistors Q2

et Q1. La caractéristique en courant alternatif du circuit régulateur représenté sera discutée en temps utile.

On considère maintenant le fonctionnement du circuit régulateur du point de vue courant continu et, si l'on donne respectivement aux résistances 15, 16, 35, 36, 37 et 7 les valeurs R1, R2, R3, R4, R5 et R6 et si l'on suppose que la tension d'entrée continue apparaissant sur la borne 1 possède la valeur V entrée, la tension de sortie apparaissant sur la borne de sortie 4 a la valeur V sortie, et la source 9' de potentiel de référence fournit un potentiel V_R , le fonctionnement en courant continu étant le suivant.

Les deux amplificateurs 32 et 36 sont dotés de boucles de contre-réaction. L'amplificateur 32 comporte une boucle de contre-réaction entre sa borne de sortie 34 et sa borne d'entrée 31, laquelle est une borne d'entrée d'inversion, via la résistance 35. L'amplificateur 6 comporte une boucle de contre-réaction entre sa borne de sortie 9' et sa borne d'entrée 5, qui est une entrée d'inversion, via le transistor Q2 et le transistor Q1 faisant fonction d'élément de commande. Les deux boucles de contre-réaction assurent qu'un état stable est atteint, dans lequel le potentiel continu présent sur la sortie 34 de l'amplificateur 32 est égal au potentiel continu présent sur la borne d'entrée 5 de l'amplificateur opérationnel 6. La valeur de ce potentiel est égale, sur ces bornes, au potentiel V_R de la source 9' de potentiel de référence, laquelle s'applique à la borne d'entrée 33 de l'amplificateur opérationnel 32 et à la borne d'entrée 8 de l'amplificateur 6. Par conséquent, aucun courant continu ne circule dans la résistance 36.

En ce qui concerne la caractéristique de régulation de tension de sortie continue, le circuit de la figure 1 peut être ramené à un circuit équivalent représenté sur la figure 2, où les parties identiques à celles de la figure 1 portent des numéros de référence identiques. Ce circuit s'explique de lui-même.

Le courant de collecteur du transistor Q1 est commandé par l'amplificateur 6 via le transistor Q2, si bien que le potentiel de sortie V sortie apparaissant sur la borne de sortie 4 est un potentiel de sortie continu régulé qui est donné par :

$$V \text{ sortie} = V_R \left(1 + \frac{R6}{R5}\right)$$

et ce potentiel est régulé sur cette valeur quelle que soit la charge appliquée à la borne de sortie 4. Sur la figure 2, la charge est représentée par une résistance de charge 38.

Puisque l'entrée d'inversion 31 de l'amplificateur opérationnel 32 est maintenue au potentiel de référence V_R , cette borne d'entrée constitue une terre virtuelle et, par conséquent, les résistances 15 et 16 forment, avec le condensateur 30, un filtre passe-bas qui produit effectivement, au point de jonction 17 des résistances 15 et 16, un potentiel représentant le potentiel d'entrée continu V entrée. Du point de vue de la régulation de la tension d'entrée continue, le circuit de la figure 1 se ramène à un circuit équivalent représenté sur la figure 3, où les parties identiques à celles de la figure 1 portent des numéros de référence identiques, cette figure pouvant également être considérée comme s'expliquant d'elle-même. Le potentiel d'entrée continu V entrée sera régulé sur une valeur donnée par

$$V \text{ entrée} = V_R \left(1 + \frac{R1}{R2}\right)$$

On suppose que le potentiel d'entrée continu V entrée devient supérieur à la valeur régulée. Alors, l'amplificateur opérationnel 19 amène le transistor Q3 à laisser passer plus de courant, ce courant étant tiré de la borne de sortie 4 à laquelle le collecteur 24 du transistor Q3 est connecté. Puisque, comme cela a déjà été indiqué, la tension de sortie apparaissant sur la borne 34 est régulée, le courant supplémentaire demandé par le transistor Q3 sera fourni par le transistor Q1.

Le courant fourni par le transistor Q1 circule également par l'émetteur 2 de ce transistor et par la ligne d'abonné à laquelle la borne d'entrée 1 est connectée. Par conséquent, lorsque le courant passant dans les transistors Q3 et Q1 augmente, le potentiel continu V entrée présent sur la borne d'entrée 1 diminue jusqu'à ce que la valeur régulée finale de V entrée donnée ci-dessus soit atteinte.

La résistance 26 connectée au circuit d'émetteur du transistor Q3 et du transistor Q4 a pour fonction de limiter le courant de collecteur du transistor Q3. Dès que la valeur limite maximale du courant passant dans le transistor Q3 est atteinte, la valeur du potentiel

d'entrée V entrée est autorisée à augmenter. Ce sera le cas pour une ligne d'abonné courte dans laquelle l'impédance de la ligne est petite.

On considère maintenant les propriétés de transfert de la tension alternative du circuit de la figure 1. On suppose que la tension alternative apparaissant sur la borne d'entrée 1 est v_{ent} et que la tension alternative apparaissant sur la borne de sortie 34 de l'amplificateur opérationnel 32 est v_2 . Alors

$$v_2 = -v_{ent} \frac{R_3}{R_1}$$

La tension alternative v_2 apparaissant sur la borne de sortie 34 de l'amplificateur opérationnel 32 est transmise à la borne de sortie 4 par l'amplificateur opérationnel 6 et les transistors Q2 et Q1 avec une valeur v_{sor} qui est donnée par

$$v_{sor} = -v_2 \frac{R_6}{R_4}$$

et, par conséquent,

$$v_{sor} = -v_{ent} \frac{R_6 R_3}{R_4 R_1}$$

On peut choisir les valeurs des résistances R_1 , R_3 , R_4 et R_6 de façon que

$$v_{sor} = v_{ent}$$

Si la tension de sortie présente sur la borne 4 varie, par exemple en augmentant, alors la tension présente sur la borne d'entrée d'inversion de l'amplificateur opérationnel 6 augmentera également, ce qui forcera le transistor Q2 à laisser passer une moindre valeur de courant de collecteur. Ceci conduit à une diminution du courant d'émetteur du transistor Q1, qui entraîne une augmentation de la tension d'entrée alternative v_{ent} . Cette augmentation conduit à un abaissement de la tension alternative apparaissant sur la borne de sortie 34 de l'amplificateur opérationnel 32, et cette réduction de tension se poursuit jusqu'à ce qu'un équilibre soit atteint, à savoir lorsque

$$v_2 = -v_{sor} \frac{R_4}{R_6} \quad \text{et}$$

$$v_{ent} = -v_2 \frac{R_1}{R_3}$$

Le fait de choisir $(R6/R4) \times (R3/R1) = 1$ entraîne $v_{ent} = v_{sor}$. Par conséquent, la tension de sortie est transférée à l'entrée.

Comme cela est montré ci-dessus, toute tension alternative qui est présente sur la borne d'entrée 1 est transférée à la borne de sortie 4, et inversement. Si l'on choisit la valeur $R1$ de la résistance 15 très élevée, alors le courant circulant à la borne d'entrée 1 passe presque entièrement dans le trajet de courant collecteur-émetteur du transistor Q1. Si les courants de collecteur et d'émetteur du transistor Q1 sont respectivement donnés par i_c et i_e , alors i_e est approximativement égale à i_c .

L'impédance d'entrée du circuit est définie par

$$Z_{ENT} = v_{ent}/i_e$$

et l'impédance de sortie par $Z_{SOR} = v_{sor}/i_c$.

Puisque $v_{sor} = v_{ent}$ et que $i_e = i_c$, alors $Z_{ENT} = Z_{SOR}$. Cette relation reste valable même si le transistor Q1 est saturé dans la mesure où le courant de base du transistor est un courant continu sans composante alternative.

Si la valeur de $(R6/R4) \times (R3/R1)$ n'est pas choisie égale à l'unité, alors $Z_{ENT} = Z_{SOR} \times (R4/R6) \times (R1/R3)$.

Tel que décrit, le circuit de la figure 1 constitue un circuit régulateur pouvant être utilisé dans un circuit de conversion de téléphone et réalisant plusieurs fonctions de base. Celles-ci sont :

1. la régulation de la tension continue présente sur la borne de sortie à une valeur faible compatible avec la technologie des circuits intégrés ;
2. la régulation de la tension continue sur la borne d'entrée à une valeur plus élevée avec limitation du courant ;
3. le transfert à la sortie de toute tension alternative créée à l'entrée ;
4. le transfert à l'entrée de toute tension alternative créée à la sortie ;
5. la charge du signal d'entrée alternatif par une impédance équivalente à la charge de sortie ; et
6. la charge du signal de sortie alternatif par une impédance équivalente à l'impédance de la ligne d'abonné à laquelle le circuit

est connecté.

Une grande partie du circuit décrit est compatible avec la technologie des circuits intégrés et, lorsqu'il est utilisé dans un circuit de conversation de téléphone, tous les composants, à l'exception de la résistance 15, du condensateur 30 et des transistors Q1 et Q2, peuvent être produits sous forme d'un circuit intégré.

Alors que le circuit régulateur a été décrit en relation particulière avec un circuit de conversation de téléphone, ceci n'est pas essentiel et l'invention peut s'appliquer utilement à d'autres cas où des tensions d'entrée et de sortie continues demandant une régulation et des signaux de courant alternatif sont transférés entre des bornes d'entrée et de sortie.

Bien entendu, l'homme de l'art sera en mesure d'imaginer, à partir du circuit dont la description vient d'être donnée à titre simplement illustratif et nullement limitatif, diverses variantes et modifications ne sortant pas du cadre de l'invention.

R E V E N D I C A T I O N S

1. Circuit régulateur caractérisé en ce qu'il comprend une borne d'entrée (1) destinée à recevoir un potentiel d'entrée continu, un transistor (Q1) dont une électrode d'entrée est connectée à la borne d'entrée et une borne de sortie (4) qui produit un potentiel de sortie continu réglé, un amplificateur opérationnel (6) possédant une première borne d'entrée (5), une deuxième borne d'entrée (8) connectée à une ligne de potentiel de référence (9') et une borne de sortie (9), et un trajet de contre-réaction formé entre la borne de sortie (9) de l'amplificateur opérationnel et sa première borne d'entrée (5) via ledit transistor (Q) faisant fonction d'élément de commande.
2. Circuit régulateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit transistor (Q1) possède une électrode d'émetteur (2) qui forme l'électrode d'entrée (1), une électrode de collecteur (3) qui forme l'électrode de sortie (4) et une électrode de base (14), l'électrode de collecteur étant connectée à la première borne d'entrée (5) de l'amplificateur opérationnel et la borne de sortie (9) de l'amplificateur opérationnel étant connectée à l'électrode de base (14) du transistor.
3. Circuit régulateur selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'électrode de collecteur (3) du transistor est connectée à la première borne (5) de l'amplificateur opérationnel par l'intermédiaire d'une résistance (7).
4. Circuit régulateur selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que la borne de sortie (9) de l'amplificateur opérationnel est connectée à l'électrode de base (14) dudit transistor (Q1) par l'intermédiaire d'un deuxième transistor (Q2) dont l'électrode de base (10) est connectée à la borne de sortie (9) de l'amplificateur opérationnel, l'électrode d'émetteur (11) est connectée à une ligne de potentiel d'alimentation (12) et l'électrode de collecteur (13) est connectée à l'électrode de base (14) dudit transistor (Q1).
5. Circuit régulateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il est prévu un deuxième amplificateur opérationnel (19) dont une première borne d'entrée (18)

est connectée de façon à recevoir un signal de courant continu représentatif du potentiel d'entrée continu présent sur ladite borne d'entrée (1), une deuxième borne d'entrée (20) est connectée à ladite ligne (9') de potentiel de référence et la borne de sortie (21) est connectée de façon à commander le courant qui passe dans un trajet de courant connecté à ladite borne de sortie (4) du circuit régulateur, si bien que le potentiel d'entrée continu apparaissant sur la borne d'entrée (1) du circuit régulateur est régulé.

6. Circuit régulateur selon la revendication 5, caractérisé en ce que le trajet de courant comporte un transistor (Q3) faisant fonction d'élément de commande, dont l'électrode de collecteur (24) est connectée à la borne de sortie (4) du circuit régulateur, l'électrode d'émetteur (25) est connectée à une ligne (12) de potentiel d'alimentation et l'électrode de base (22) est connectée à la borne de sortie (21) du deuxième amplificateur opérationnel (19).

7. Circuit régulateur selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce qu'il est prévu un moyen (Q4) pour limiter le courant passant dans ledit trajet de courant.

8. Circuit régulateur selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il est prévu un moyen pour limiter le courant passant dans ledit trajet de courant, le moyen de limitation de courant comprenant un autre transistor (Q4) dont l'électrode d'émetteur (28) est connecté à une ligne (12) de potentiel d'alimentation, l'électrode de collecteur (29) est connecté à la borne de sortie (21) du deuxième amplificateur opérationnel (19) et l'électrode de base (27) est connectée à l'électrode d'émetteur (25) du transistor (Q3) faisant fonction d'élément de commande.

9. Circuit régulateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, ayant pour fonction de transférer des signaux de courant alternatif entre les bornes d'entrée (1) et de sortie (4) du circuit, le circuit régulateur étant caractérisé en ce qu'il comprend en outre un troisième amplificateur opérationnel (32) dont une première borne d'entrée (31) est connectée de façon à recevoir les signaux de courant alternatif présents sur la borne d'entrée (1) du circuit régulateur, une deuxième entrée (33) est connectée à ladite ligne (9') de potentiel de référence, et la borne de sortie (34) est connectée à la première borne (5) dudit amplificateur opérationnel.

nel (6), un moyen de contre-réaction (35) étant connecté entre sa borne de sortie (34) et sa première borne d'entrée (31).

10. Circuit régulateur selon la revendication 9, caractérisé en ce que le moyen de contre-réaction comprend une résistance
5 (35).

11. Circuit régulateur selon la revendication 9 ou 10, caractérisé en ce que la borne de sortie (34) du troisième amplificateur opérationnel (32) est connectée à la première borne d'entrée (5) dudit amplificateur opérationnel (6) par l'intermédiaire d'une
10 résistance (36).

1/2

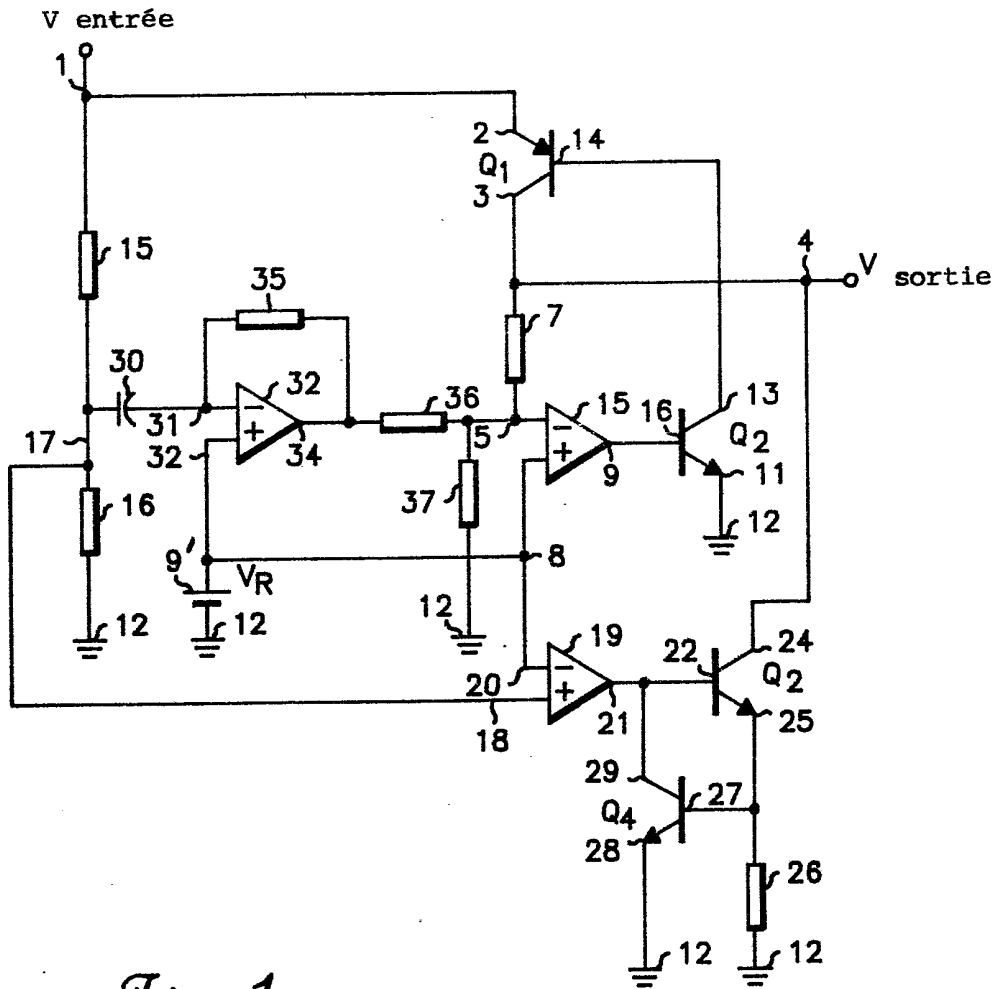


Fig. 1

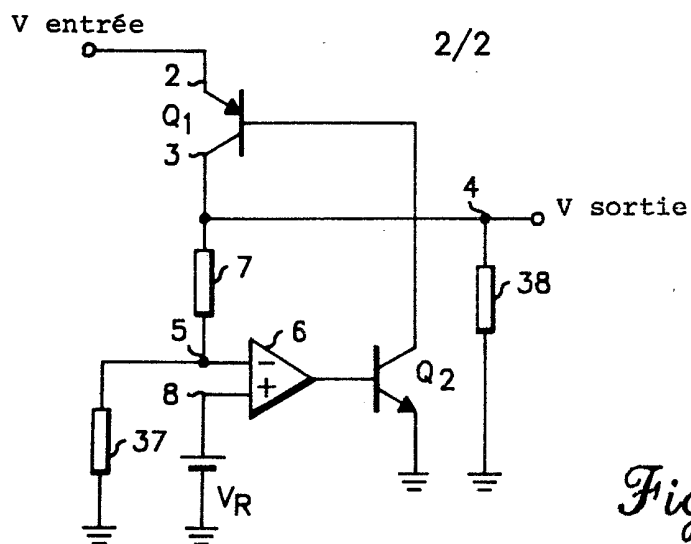


Fig. 2

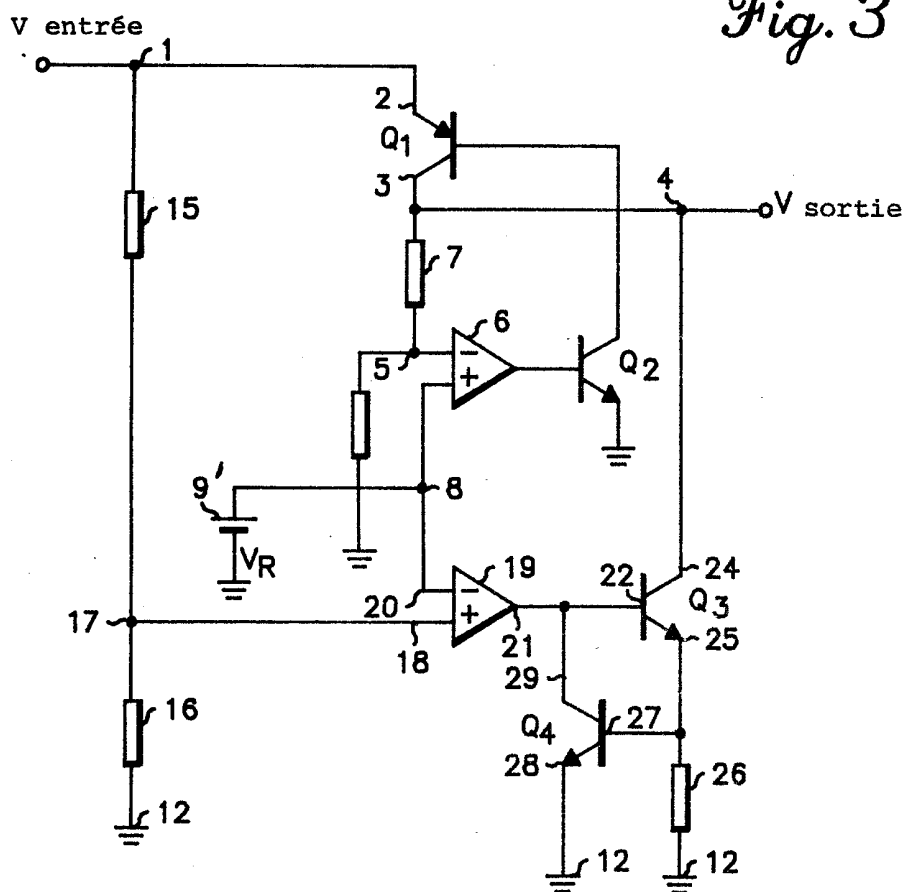


Fig. 3