

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 30 mai 1986.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 49 du 4 décembre 1987.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : ELISON S.A.R.L. — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Miklos Imreh.

⑦3 Titulaire(s) :

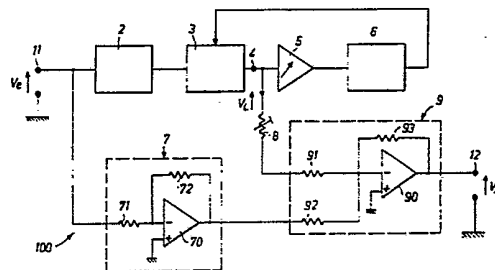
⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Beau de Loménie.

⑤4 Dispositif de réduction du bruit de fond dans une chaîne électroacoustique.

⑤7 Dispositif de réduction du bruit de fond dans une chaîne
électroacoustique d'enregistrement ou de reproduction.

Le dispositif comprend au moins un circuit de correction
(100) comportant un filtre passe-bande (2) recevant un signal
d'entrée (V_e), un circuit limiteur-compresseur (3), un circuit (5,6)
de détection de seuil connecté en sortie du circuit limiteur-com-
presseur (3) et rebouclé sur ledit circuit limiteur-compres-
seur (3) pour n'autoriser une compression par ledit circuit
limiteur-compresseur (3) du signal issu du filtre passe-bande (2)
que si le signal d'entrée (V_e) dépasse un seuil prédéterminé et
un circuit sommateur-inverseur (9) auquel est appliqué d'une
part le signal issu du circuit limiteur-compresseur (3) et d'autre
part, par l'intermédiaire d'un circuit inverseur (7), le signal
d'entrée (V_e).

Il est possible de monter en cascade plusieurs circuits de
correction (100) comprenant des filtres passe-bande (2) dont
les bandes passantes sont différentes mais ne se recoupent
pas nécessairement.



DISPOSITIF DE REDUCTION DU BRUIT DE FOND DANS UNE CHAÎNE ELECTROACOUSTIQUE.

La présente invention a pour objet un dispositif de réduction du bruit de fond dans une chaîne électroacoustique d'enregistrement ou de reproduction.

On connaît déjà différents types de dispositifs réducteurs de bruit de fond visant à atténuer le bruit de fond dû à la transmission ou au stockage d'informations.

Selon un premier type de dispositif réducteur de bruit de fond, tel que par exemple l'un des systèmes connus sous les dénominations Dolby, Dbx, il est nécessaire de réaliser un codage d'informations au départ, à l'enregistrement des informations et de réaliser un décodage des informations à l'arrivée lors de la restitution des informations. Le codage peut être réalisé sous la forme d'une compression du signal tandis que le décodage correspond alors à une expansion du signal. Dans un tel système, il est indispensable de disposer de deux appareils complémentaires pour réaliser une amélioration du rapport signal/bruit. Par ailleurs, ce système est inopérant pour réduire, lors de la reproduction, le bruit de fond dû à des enregistrements de mauvaise qualité ou altérés qui n'ont pas fait l'objet d'un codage approprié lors de l'enregistrement, par exemple parce qu'ils sont trop anciens.

Selon un autre type de dispositif réducteur de bruit, il est utilisé des filtres passe-bande suivis de portes de suppression de bruit qui, en l'absence de signal utile, coupent l'ensemble des informations disponibles en entrée. Ce système ne réalise donc pas une réduction du bruit mais une suppression qui peut s'avérer préjudiciable également pour le signal d'information lui-même.

D'autres types de réducteurs de bruit, utilisent des amplificateurs à gain variable qui assurent un traitement global de l'information, ce qui conduit à des dispositifs peu performants ou délicats à réaliser.

On a également proposé de réaliser un système de réduction du bruit de fond dans lequel la bande de fréquences audio

ou vidéo considérée est découpée en tranches à l'aide d'une batterie de filtres passe-bande disposés en parallèle et recevant chacun le signal d'entrée dont le rapport signal/bruit est à améliorer. Chaque filtre est associé à un limiteur compresseur à 05 seuil programmable pour ne laisser passer un signal utile que si, dans la bande-passante considérée, le niveau de signal dépasse un seuil prédéterminé. Un tel système implique toutefois de disposer d'un grand nombre de filtres dont les bande-passantes se recoupent de façon précise, ce qui accroît le coût et la complexité du 10 système.

La présente invention vise à remédier aux inconvénients précités et à permettre la réalisation d'un dispositif réducteur de bruit qui soit à la fois bon marché, efficace, utilisable sans codage du signal et de conception modulable.

15 Ces buts sont atteints grâce à un dispositif de réduction du bruit de fond dans une chaîne électroacoustique d'enregistrement ou de reproduction comprenant au moins un circuit de correction interposé dans la chaîne électroacoustique et comportant un filtre passe-bande recevant un signal d'entrée, un circuit 20 limiteur-compresseur connecté en sortie du filtre passe-bande, un circuit de détection de seuil connecté en sortie du circuit limiteur-compresseur et rebouclé sur ledit circuit limiteur-compresseur pour n'autoriser une compression par ledit circuit limiteur-compresseur du signal issu du filtre passe-bande 25 que si le signal d'entrée dépasse un seuil prédéterminé et un circuit sommateur-inverseur auquel est appliqué d'une part le signal issu du circuit limiteur-compresseur et d'autre part, par l'intermédiaire d'un circuit inverseur, le signal d'entrée appliqué à l'entrée du filtre passe-bande.

30 Le dispositif selon l'invention peut ne comprendre qu'un seul étage pour éliminer du bruit lié à une bande de fréquences précise.

Toutefois, le dispositif peut avantageusement comprendre plusieurs circuits de correction montés en cascade dans la chaîne 35 électroacoustique et comprenant des filtres passe-bande dont les

bandes passantes sont différentes mais ne se recoupent pas nécessairement.

Dans ce cas, il est préférable que les bandes-passantes des filtres passe-bande des circuits de correction montés
05 successivement en cascade soient croissantes.

Selon une caractéristique de la présente invention, le circuit de détection de seuil comprend un amplificateur linéaire à gain variable connecté en sortie du circuit limiteur-compresseur et un circuit de référence de tension.

10 De façon plus particulière, le circuit de détection de seuil comprend en outre un circuit de retard pour effectuer la commande du circuit limiteur-compresseur avec une constante de temps prédéterminée adaptée à la bande-passante du filtre.

Selon un mode particulier de réalisation le circuit de
15 détection de seuil comprend un circuit doubleur de tension connecté en sortie de l'amplificateur linéaire à gain variable et le circuit de référence de tension comprend au moins une diode Zener.

Selon une autre caractéristique avantageuse, le circuit
20 limiteur-compresseur comprend un amplificateur opérationnel et un transistor à effet de champ V-MOS commandé par le circuit de détection de seuil pour court-circuiter sélectivement l'entrée de l'amplificateur opérationnel lorsque le circuit de détection de seuil détecte le dépassement d'un seuil prédéterminé de tension.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention
25 ressortiront de la description suivante d'un mode particulier de réalisation, donné à titre d'exemple, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est un schéma bloc montrant un circuit de
30 correction incorporé dans un réducteur de bruit conforme à l'invention,

- la figure 2 est un schéma plus détaillé d'un exemple de réalisation du circuit de correction de la figure 1,

- la figure 3 présente des diagrammes montrant l'évolution d'une tension de compensation V_L en fonction de la
35 tension d'entrée V_e pour des valeurs maximum et minimum du gain de

l'amplificateur linéaire à gain variable du circuit de correction des figures 1 et 2.

05 - la figure 4 présente des diagrammes montrant l'évolution de la tension de sortie V_S en fonction de la tension d'entrée V_e pour des valeurs maximum et minimum du gain de l'amplificateur à gain variable du circuit de correction des figures 1 et 2, et

10 - la figure 5 présente des courbes donnant l'évolution de la tension de sortie V_S en fonction de la fréquence f pour différents niveaux du signal d'entrée.

On a représenté sur la figure 1 le schéma d'ensemble d'un circuit de correction 100 qui assure le filtrage dynamique d'un signal d'entrée V_e appliqué à l'entrée 11 du circuit 100 pour fournir à la sortie 12 du circuit de correction 100 un signal de
15 tension de sortie V_S dont le rapport signal/bruit est amélioré dans une bande de fréquences prédéterminée.

Le circuit de correction 100 agit ainsi dans une bande de fréquences limitée centrée sur une fréquence f_n prédéterminée. Plusieurs circuits de correction 100 agissant chacun dans une bande
20 de fréquences limitée qui peut, ou non, se recouper avec la bande de fréquences d'autres circuits de correction, peuvent être montés en cascade les uns à la suite des autres pour améliorer le rapport signal/bruit sur une plage de fréquences plus étendue. Dans ce cas, il est préférable que les circuits de correction agissant dans les
25 fréquences basses et présentant les bandes de fréquences les plus étroites soient disposés en amont des circuits de correction agissant dans les fréquences élevées et présentant des bandes de fréquences plus larges.

A titre d'exemple, un dispositif réducteur de bruit selon
30 l'invention peut comprendre cinq ou six étages de correction 100 en cascade, les deux premiers étages agissant dans le bas du spectre des fréquences pour réduire les perturbations créées à la fréquence d'alimentation du réseau (50 ou 60 Hz) ou correspondant à des harmoniques de celle-ci, et les trois ou quatre étages de
35 correction suivant agissant dans le haut du spectre des fréquences

dans une plage allant approximativement de 3 à 15 kHz pour éliminer le souffle superposé au signal utile.

05 Le dispositif réducteur de bruit selon l'invention peut naturellement fonctionner avec un plus grand nombre de circuits de correction en cascade ou au contraire avec un seul circuit de correction s'il s'agit d'effectuer une correction autour d'une fréquence bien déterminée. Le dispositif présente l'avantage d'être facilement extensible, du fait de sa conception modulable, et d'être relativement bon marché puisque les différents circuits de
10 correction ou modules présentent la même structure d'ensemble. Surtout, le dispositif selon l'invention permet de réduire plus ou moins le niveau de bruit sur l'ensemble du spectre en fonction du nombre d'étages de correction, mais, quel que soit le nombre d'étages, le signal utile est intégralement conservé.

15 On décrira maintenant de façon plus particulière le circuit de correction 100 de la figure 1. Le signal d'entrée V_e disponible sur la borne d'entrée 11 est appliqué d'une part à un filtre passe-bande 2 et, d'autre part, par l'intermédiaire d'une résistance 71, à l'entrée inverseuse d'un amplificateur
20 opérationnel 70 qui constitue, avec la résistance 71 et une résistance de bouclage 72 un circuit inverseur 7. La sortie de l'amplificateur inverseur 7 est appliquée à l'une des entrées d'un amplificateur-sommateur 9.

25 La sortie du filtre passe-bande 2 est reliée à l'entrée d'un circuit limiteur-compresseur 3 dont la sortie 4 est elle-même connectée à une deuxième entrée du circuit sommateur 9 par l'intermédiaire d'un élément 8 d'ajustement du niveau de la tension V_L , de même signe que la tension d'entrée V_e , disponible à la sortie 4 du circuit limiteur-compresseur 3. La sortie 4 du circuit
30 limiteur-compresseur 3 est en outre reliée à l'entrée d'un amplificateur linéaire 5 à gain ajustable dont la sortie est appliquée à un circuit de détection de seuil 6 qui commande lui-même le fonctionnement du circuit limiteur-compresseur 3.

L'amplificateur-sommeur 9 comprend un amplificateur opérationnel 90 dont l'entrée inverseuse est reliée à la sortie par une résistance de bouclage 93 et reçoit les signaux issus de la sortie 4 du limiteur compresseur 3 et la sortie de l'amplificateur inverseur 7 par l'intermédiaire de résistances 91, 92 respectivement.

Le fonctionnement du circuit de correction 100 de la figure 1 est le suivant.

L'amplificateur linéaire à gain variable 5 rebouclé par le circuit de détection de seuil et de constante de temps 6 sur le limiteur-compresseur 3 présente un gain ajustable entre une valeur minimale G_{vmin} et une valeur maximale G_{vmax} . Le circuit détecteur de seuil 6 étant lui-même réglé pour réagir lorsque la tension en sortie de l'amplificateur à gain variable 5 dépasse un niveau ou seuil prédéterminé, le fonctionnement du limiteur-compresseur 3 sera déterminé par la valeur du gain G_v de l'amplificateur 5 qui définira un seuil effectif de déclenchement du fonctionnement du limiteur-compresseur 3. En pratique, si V_b représente la tension du bruit de fond à l'entrée du limiteur compresseur 3, le gain G_v de l'amplificateur 3 sera réglé de telle manière que le limiteur-compresseur 5 ne joue un rôle de compression que si la tension à la sortie du filtre 2 dépasse la valeur V_b . Ainsi, pour tous les signaux V_e d'entrée tels que, dans la bande passante du filtre 2, le niveau en sortie de ce filtre est inférieur à un seuil prédéterminé V_b , le limiteur-compresseur conserve un gain égal à 1 et fournit en sortie au point 4 un signal de tension V_L correspondant sensiblement à la tension d'entrée du limiteur-compresseur 3 et de même signe que celle-ci. Le circuit sommateur 9 réalise alors l'addition du signal d'entrée V_e inversé et du signal V_L , en inversant le résultat de cette addition, c'est-à-dire délivre un signal de sortie V_s équivalent au signal d'entrée V_e mais diminué du signal V_L dans la bande-passante du filtre 2. Il y a donc bien eu diminution du bruit dans cette bande passante.

En revanche, lorsque la tension à l'entrée

05 du limiteur-compresseur 3 dépasse le niveau V_b , le
 limiteur-compresseur 3 présente un coefficient d'atténuation
 important et ne délivre plus au point 4 qu'un signal V_L de niveau
 négligeable plafonné au niveau V_G . Le signal V_S en sortie de
 l'amplificateur-sommateur 9 correspond alors pratiquement au
 signal V_e appliqué sur la borne d'entrée 11 du circuit de
 correction 100, diminué d'une valeur de correction V_L qui ne
 représente qu'une faible proportion de la valeur V_e .

10 Les figures 3 et 4 montrent l'allure des courbes
 représentant d'une part la tension de correction V_L à la sortie 4
 du limiteur-compresseur 3 et d'autre part la tension de sortie V_S à
 la sortie 12 du dispositif de correction 100 en fonction de la
 tension d'entrée V_e pour deux valeurs de réglage G_{vmax} (courbes 101
 et 201) et G_{vmin} (courbes 102 et 202) de l'amplificateur à gain
 15 variable 5 rebouclé sur le limiteur-compresseur 3, et pour la
 bande-passante du filtre 2.

 La figure 5 montre l'allure de la tension de sortie V_S en
 fonction de la fréquence f avec un dispositif de correction 100
 muni d'un filtre passe-bande 2 centré sur une fréquence f_n , pour
 20 différentes valeurs décroissantes de la tension d'entrée V_e
 (courbes 301 à 305). On remarque que pour des niveaux de tension
 d'entrée élevés, supérieurs à la tension de seuil, le
 limiteur-compresseur 3 délivre un signal V_L très faible par rapport
 à V_e , de sorte que le niveau de la tension de sortie V_S
 25 n'est pratiquement pas modifié autour de la fréquence f_n (courbe
 301). En revanche lorsque le niveau de la tension d'entrée V_e
 diminue, en entraînant une baisse générale du niveau de la tension
 de sortie V_S , le limiteur-compresseur 3 produit une atténuation
 moins forte dans la bande-passante du filtre 2 centrée sur la
 30 fréquence f_n et la tension V_L en sortie du limiteur-compresseur 3
 représente une fraction d'autant plus élevée de la tension
 d'entrée V_e que celle-ci est plus faible (courbes 302, 303, 304).
 Pour de très faibles niveaux de la tension d'entrée V_e (courbe
 35 305), le signal de sortie est même ramené à zéro autour de la
 fréquence f_n , la tension V_L délivrée par le limiteur-compresseur

3 compensant totalement la tension d'entrée V_e .

On se référera maintenant à la figure 2 qui concerne un mode particulier de réalisation du circuit de correction 100 de la figure 1.

05 Le circuit limiteur-compresseur 3 est relié par un condensateur de liaison 21 au filtre passe-bande 2 dont l'entrée est reliée à la borne d'entrée 11 du circuit de correction 100. Le circuit limiteur-compresseur 3 comprend un amplificateur opérationnel 30 dont l'entrée inverseuse est reliée
10 d'une part à la masse, par une résistance 37 et d'autre part à la sortie de l'amplificateur opérationnel 30 par une résistance 38. L'entrée non inverseuse de l'amplificateur opérationnel 30 est elle-même reliée par une résistance 31 au condensateur de liaison 21 et par une résistance 33 à la masse. L'espace drain-source d'un
15 transistor à effet de champ 34 du type V-MOS est connecté entre l'entrée non inverseuse de l'amplificateur opérationnel 30, qui reçoit les signaux issus du filtre 2, et la masse. La grille du transistor V-MOS 34 est elle-même reliée d'une part à la masse par un condensateur 36 et d'autre part par une résistance 35 au
20 circuit 6 de détection de seuil et de constante de temps. Un condensateur 32 en parallèle sur la résistance 31 permet de réaliser une compensation de capacités parasites dues à la présence du transistor V-MOS 34.

La sortie 4 du circuit limiteur-compresseur 3 est reliée
25 par un condensateur de liaison 41 à l'entrée non inverseuse d'un amplificateur opérationnel 50 qui constitue avec les résistances associées 51 à 54 un amplificateur linéaire 5 à gain ajustable. Une résistance 51 est connectée entre l'entrée non inverseuse de l'amplificateur opérationnel 50 et la masse tandis qu'une
30 résistance 52 en série avec une résistance ajustable 53 est reliée entre l'entrée inverseuse de l'amplificateur opérationnel 50 et la masse. Une résistance 54 est connectée entre la sortie et l'entrée inverseuse de l'amplificateur opérationnel 50.

Le circuit 6 de détection de seuil connecté à la sortie
35 de l'amplificateur linéaire 5 comprend un circuit redresseur

doubleur de tension 61 à 65, un élément de référence de tension 67 et un circuit RC 68, 69 fournissant une constante de temps. Le circuit doubleur de tension comprend un amplificateur opérationnel 63 dont l'entrée non inverseuse est reliée à la masse, dont 05 l'entrée inverseuse est reliée par une résistance 65 à la sortie de l'amplificateur linéaire 5, et dont la sortie est rebouclée sur l'entrée inverseuse par une résistance 64. La sortie de l'amplificateur opérationnel 63 est connectée à l'anode d'une diode 62 dont la cathode est connectée à la cathode d'une diode 61 10 dont l'anode reçoit les signaux de sortie de l'amplificateur linéaire 5. Les cathodes des diodes 61 et 62 sont reliées par une résistance 66 à la sortie 66A du circuit de détection de seuil 6 reliée par la résistance 35 à la grille du transistor V-MOS 34 pour commander le circuit limiteur-compresseur 3.

15 Au sein du circuit de détection de seuil 6, la référence de niveau de tension est donnée par une diode Zener 67 connectée entre le point 66A et la masse. Un circuit de constante de temps constitué du condensateur 69 en parallèle sur une résistance 68, est connecté en outre entre le point 66A et la masse. Ce circuit de 20 constante de temps est adapté à la bande passante du filtre 2. Dans le cas d'un filtre 2 centré sur une fréquence élevée, la constante de temps introduite par le circuit RC 68, 69 est en effet plus petite que dans le cas d'un filtre 2 centré sur une fréquence basse correspondant aux graves, afin d'éviter un phénomène de pompage 25 dans le circuit limiteur compresseur 3.

Le transistor V-MOS 34 du circuit limiteur compresseur 3 est maintenu bloqué par les circuits 5 et 6 lorsque le signal d'entrée V_e est d'un niveau trop faible de sorte que le transistor V-MOS 34 est équivalent à une résistance de plusieurs mégohms et ne 30 provoque pas d'atténuation du signal d'entrée dans le circuit limiteur 3.

Le signal disponible au point 4 peut alors être transmis par le pont diviseur 8 constitué d'une résistance 81 et d'une résistance ajustable 82 à l'entrée du circuit sommateur 9 reliée à 35 la résistance 91. Le circuit sommateur 9 contribue alors à

retrancher dans la bande-passante du filtre 2, une tension V_L voisine de V_e au signal d'entrée V_e appliqué par le circuit inverseur 7 sur la deuxième entrée du circuit sommateur 9, ce qui réduit ainsi le bruit de fond.

05 En revanche, lorsque le signal V_e contient un signal utile dépassant un seuil prédéterminé par les circuits 5 et 6, le transistor V-MOS 34 est rendu conducteur et joue le rôle de limiteur maintenant le signal de sortie de l'amplificateur opérationnel 30 à ladite valeur de seuil prédéterminée; de sorte que
10 le signal appliqué à la résistance 91 du circuit sommateur 9 sert uniquement à masquer le bruit de fond résiduel tandis que le signal utile n'est pas altéré.pratiquement pas modifié par rapport au signal d'entrée V_e .

15 Le dispositif de correction selon l'invention permet d'améliorer fortement la dynamique d'une source audio ou vidéo. Ainsi, l'amplificateur à gain variable 5 peut être réglé par exemple de manière à avoir un gain compris entre 0 et 60 dB. Le limiteur compresseur peut lui-même avoir une plage d'action s'étendant à plus de 80 dB.

20 Par ailleurs, l'invention s'applique quelle que soit l'origine du bruit superposé au signal utile, que ce bruit provienne de l'enregistrement sur un support, par exemple magnétique, d'une transmission par voie hertzienne, ou du souffle de circuits électroniques situés en amont tels que des
25 préamplificateurs.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de réduction du bruit de fond dans une chaîne électroacoustique d'enregistrement ou de reproduction, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un circuit de correction(100) interposé dans la chaîne électroacoustique et comportant un filtre passe-bande (2) recevant un signal d'entrée, (V_e), un circuit limiteur-compresseur (3) connecté en sortie du filtre passe-bande (2), un circuit (5,6) de détection de seuil connecté en sortie du circuit limiteur-compresseur (3) et rebouclé sur ledit circuit limiteur-compresseur(3) pour n'autoriser une compression par ledit circuit limiteur-compresseur (3) du signal issu du filtre passe-bande (2) que si le signal d'entrée (V_e) dépasse un seuil prédéterminé et un circuit sommateur-inverseur (9) auquel est appliqué d'une part le signal issu du circuit limiteur-compresseur (3) et d'autre part, par l'intermédiaire d'un circuit inverseur(7), le signal d'entrée (V_e) appliqué à l'entrée du filtre passe-bande (2).

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend plusieurs circuits de correction (100) montés en cascade dans la chaîne électroacoustique et comprenant des filtres passe-bande(2) dont les bandes passantes sont différentes mais ne se recoupent pas nécessairement.

3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le circuit (5,6) de détection de seuil comprend un amplificateur linéaire à gain variable (5) connecté en sortie du circuit limiteur-compresseur (3) et un circuit de référence de tension(67).

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que le circuit (5,6) de détection de seuil comprend en outre un circuit(68, 69) de retard pour effectuer la commande du circuit limiteur-compresseur(3) avec une constante de temps prédéterminée adaptée à la bande-passante du filtre (2).

5. Dispositif selon la revendication 3 ou la revendication 4, caractérisé en ce que le circuit (5,6) de détection de seuil comprend un circuit doubleur de tension

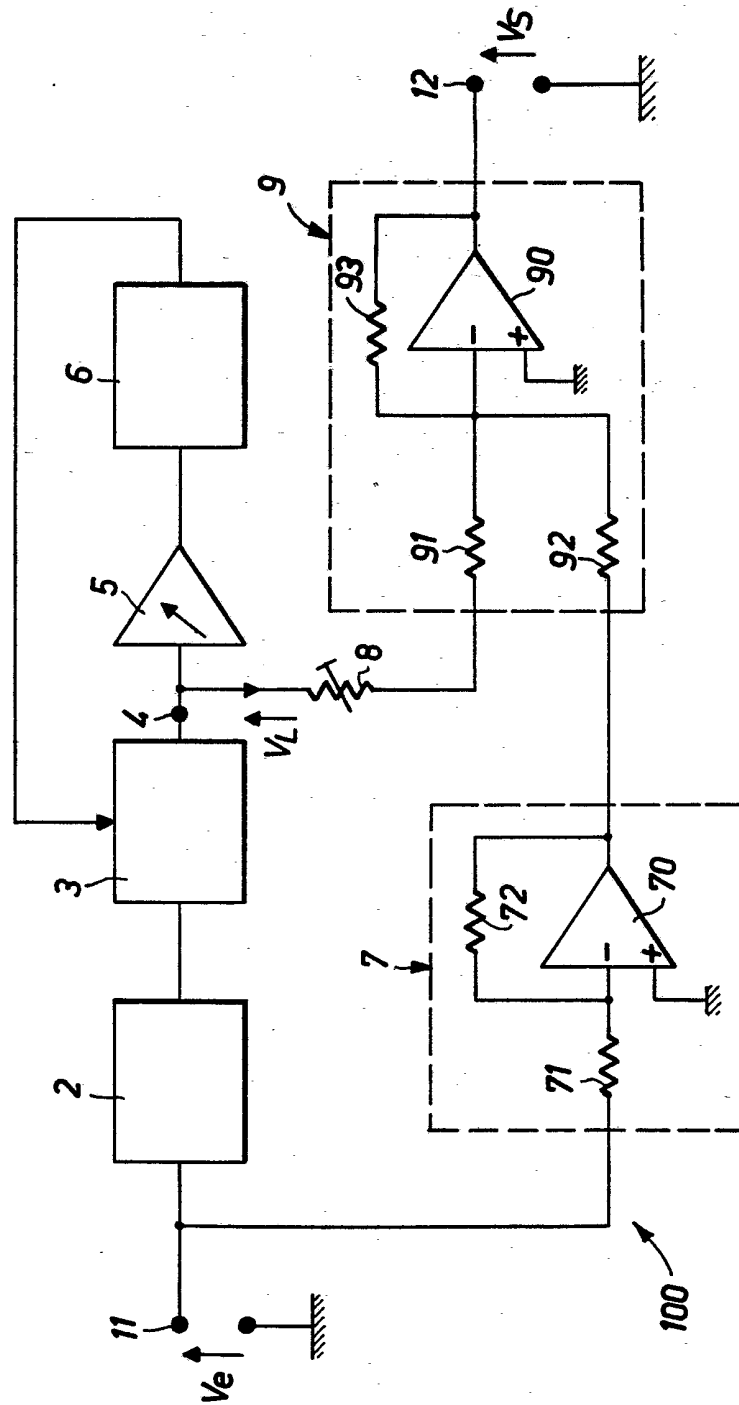
(61 à 65) connecté en sortie de l'amplificateur linéaire à gain variable (5) et en ce que le circuit de référence de tension (67) comprend au moins une diode Zener.

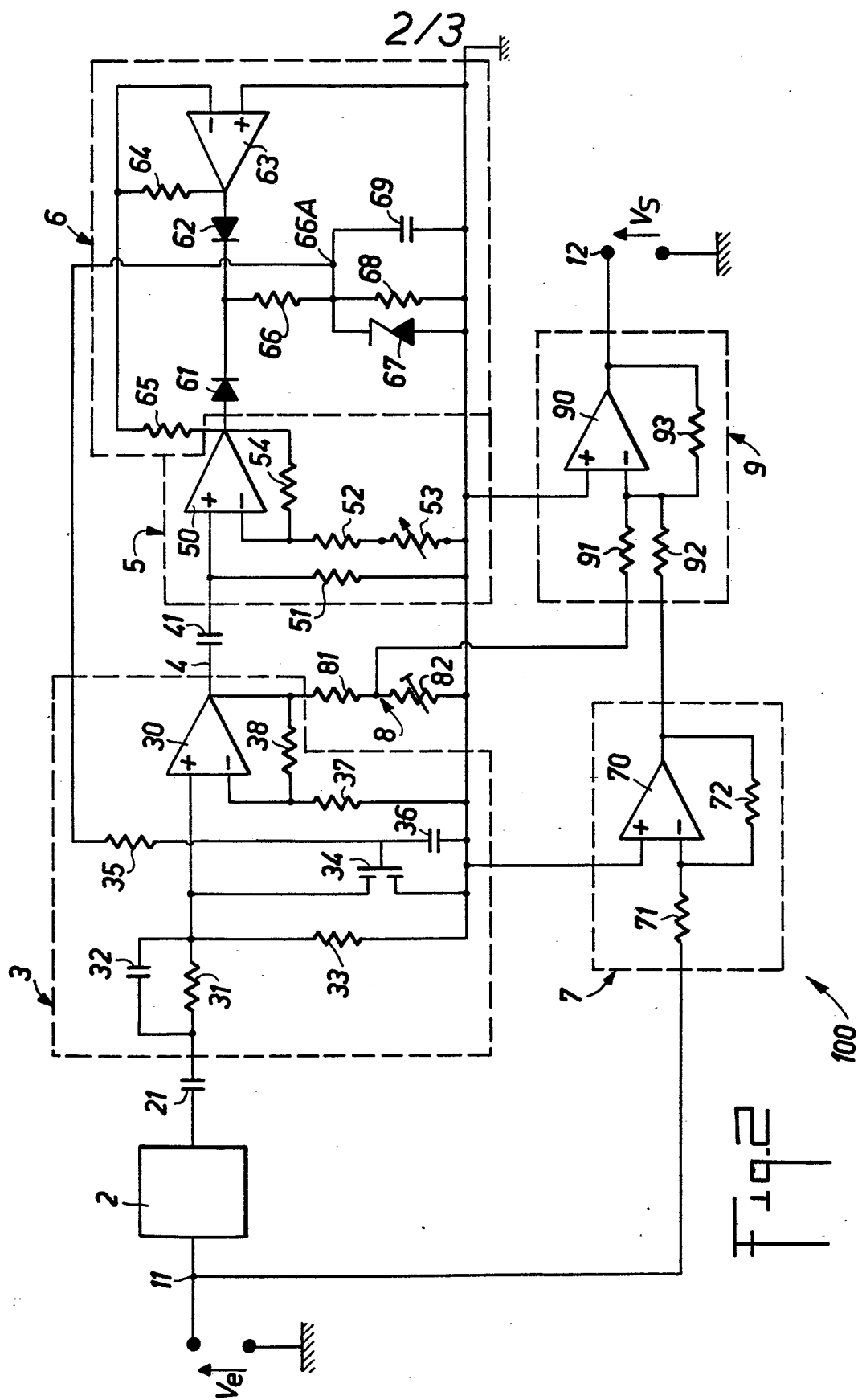
05 6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le circuit limiteur-compresseur(3) comprend un amplificateur opérationnel (30) et un transistor à effet de champ V-MOS (34) commandé par le circuit (5,6) de
10 détection de seuil pour court-circuiter sélectivement l'entrée de l'amplificateur opérationnel(30) lorsque le circuit (5,6) de détection de seuil détecte le dépassement d'un seuil prédéterminé de tension.

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le circuit limiteur-compresseur (3) comprend un moyen (8) de réglage de la tension de sortie dudit
15 circuit limiteur-compresseur (3) appliquée au circuit sommateur (9).

8. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que les bandes passantes des filtres passe-bande (2) des circuits de correction (100) montés successivement en cascade sont
20 croissantes.

Fig. 1





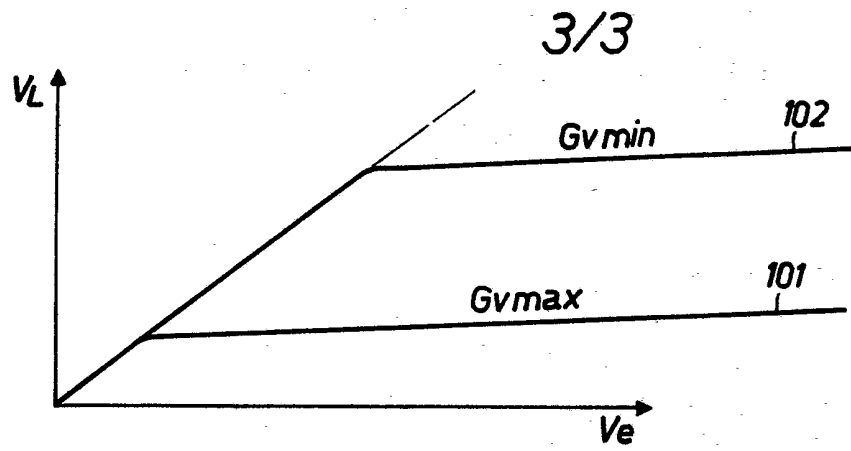


Fig. 3

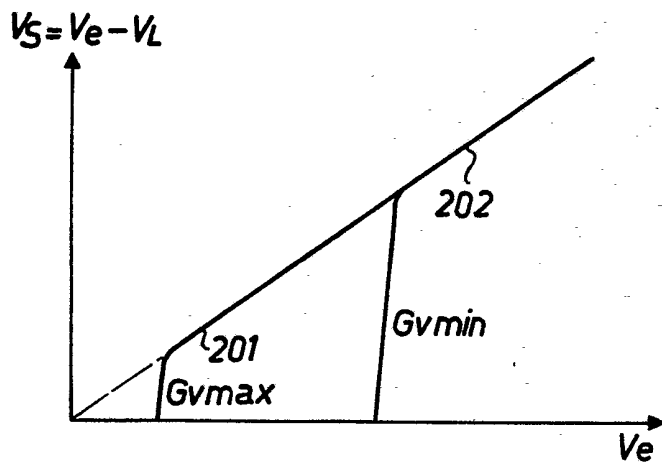


Fig. 4

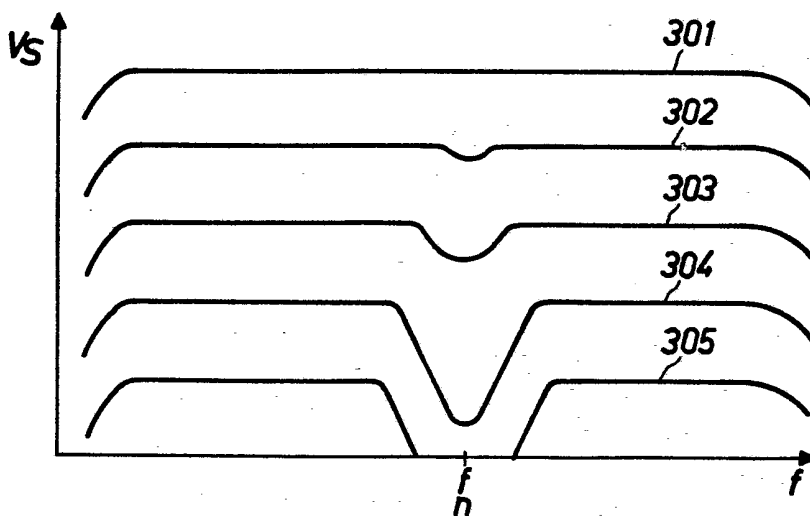


Fig. 5