



B R E V E T D ' I N V E N T I O N

Code de la propriété intellectuelle-Livres VI

DECISION DE DELIVRANCE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle décide que le brevet d'invention n° 02 07888 dont le texte est ci-annexé est délivré à :
EXCEM Société anonyme - FR

La délivrance produit ses effets pour une période de vingt ans à compter de la date de dépôt de la demande, sous réserve du paiement des redevances annuelles.

Mention de la délivrance est faite au Bulletin officiel de la propriété industrielle n° 06/18 du 05.05.06 (n° de publication 2 841 408).

Fait à Paris, le 05.05.06

Le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle

B. BATTISTELLI

**INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE**

SIEGE

26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04
Télécopie : 01 42 93 59 30

Procédé et dispositif pour la réception de signaux différentiels avec une forte réjection du mode commun.

L'invention concerne un procédé et un dispositif pour la réception de signaux différentiels tels que ceux qui se propagent sur les lignes de transmission équilibrées, avec une forte réjection des tensions de mode commun.

Nous allons considérer dans la suite une ligne de transmission équilibrée reliée à l'une de ses extrémités à une source de signaux différentiels, et à l'autre extrémité à un récepteur de signaux différentiels. Les lignes de transmission (ou liaisons) équilibrées, aussi appelées lignes de transmission (ou liaisons) symétriques, comportent au moins deux conducteurs normalement reliés, d'un côté de la liaison à la borne de sortie positive et à la borne de sortie négative de la source de signaux différentiels, et de l'autre côté de la liaison à la borne d'entrée positive et à la borne d'entrée négative du récepteur de signaux différentiels. Ces deux conducteurs sont souvent ceux d'une paire torsadée. Classiquement, la liaison équilibrée peut comporter un troisième conducteur, par exemple un écran entourant la paire pour constituer une paire blindée. Ce troisième conducteur est normalement relié à l'une et/ou l'autre de ses extrémités à la masse de chacun des équipements reliés par la liaison équilibrée.

Un récepteur de signaux différentiels comporte au moins une borne d'entrée positive, une borne d'entrée négative, une borne de sortie et une borne de référence. Cette borne de référence est souvent reliée à la masse, mais pas nécessairement. La fonction principale d'un récepteur de signaux différentiels est de délivrer à sa sortie, c'est-à-dire l'accès constitué par une borne de sortie et la borne de référence, une tension proportionnelle à la différence de potentiel entre la borne d'entrée positive et la borne d'entrée négative.

Pour permettre des performances optimales d'une ligne de transmission symétrique, les spécialistes savent bien qu'il est souhaitable que le récepteur de signaux différentiels présente

des impédances aussi voisines que possible entre la borne d'entrée positive et la borne de référence d'une part, et entre la borne d'entrée négative et la borne de référence d'autre part: on dit alors que l'entrée est équilibrée (ou symétrique).

5 Il est aussi souhaitable qu'une source de signaux différentiels produise premièrement des impédances aussi voisines que possible entre sa borne de sortie positive et sa borne de référence d'une part, et entre sa borne de sortie négative et sa borne de référence d'autre part, et deuxièmement
10 des tensions instantanées opposées entre sa borne de sortie positive et sa borne de référence d'une part, et entre sa borne de sortie négative et sa borne de référence d'autre part. Lorsque ces deux conditions sont remplies, on dit que la sortie de la source est équilibrée (ou symétrique).

15 Dans la suite, et conformément à l'usage, si l'on note V_p la tension entre la borne d'entrée positive et la borne de référence du récepteur de signaux différentiels, et V_n la tension entre sa borne d'entrée négative et sa borne de référence, nous appellerons tension de mode différentiel à
20 l'entrée la tension $V_p - V_n$ et nous appellerons tension de mode commun à l'entrée la tension $(V_p + V_n)/2$.

Lorsque la ligne de transmission symétrique est bien utilisée, les perturbations électromagnétiques ne produisent que très peu de tension de mode différentiel sur celle-ci. Pour
25 un récepteur de signaux différentiels, nous pourrions donc considérer que le signal est constitué par la tension de mode différentiel à l'entrée. Par contre, les spécialistes savent que les perturbations électromagnétiques peuvent produire une tension de mode commun importante. C'est la raison pour
30 laquelle il est souhaitable qu'un récepteur de signaux différentiels présente un taux de réjection du mode commun élevé, la définition de cette caractéristique étant bien connue des spécialistes.

Nous allons à présent passer en revue trois dispositifs
35 connus pour la réception de signaux différentiels. Les trois premiers sont très classiques et sont par exemple présentés et

discutés dans l'ouvrage "The art of electronics" de Paul Horowitz et Winfield Hill, édité par Cambridge University Press en 1980, ainsi que dans l'article "Balanced Lines in Audio Systems: Fact, Fiction, and Transformers" de Bill Whitlock, 5 paru dans le Journal of the Audio Engineering Society, vol. 43, No. 6, June 1995.

Selon un premier dispositif bien connu, un récepteur de signaux différentiels est un simple amplificateur différentiel constitué d'un amplificateur opérationnel et de 4 résistances. 10 Ce montage est par exemple présenté et discuté au chapitre 3 (pages 99 et 100) et au chapitre 7 (pages 279 et 280) du dit ouvrage de P. Horowitz et W. Hill, et au paragraphe 4 du dit article de B. Whitlock. Les principaux défauts de ce montage sont que :

- 15 - le taux de réjection du mode commun est fortement affecté par une éventuelle assymétrie de l'impédance de la source, ou de la liaison équilibrée,
- la matrice d'impédance de ce circuit n'est pas celle d'un circuit symétrique, et les tensions apparaissant sur une ligne 20 reliant la source au récepteur ne sont généralement pas opposées, même lorsque la source est équilibrée.

Un avantage de ce premier dispositif connu est que l'amplificateur opérationnel voit à ses entrées une tension plus faible que la tension appliquée. Il est bien connu des 25 spécialistes qu'en choisissant convenablement les valeurs de résistances, on pourrait par exemple appliquer sur chacune des entrées positives des signaux dont la valeur absolue de la tension instantanée atteindrait 30 V crête par rapport à la référence, tout en utilisant un amplificateur opérationnel ne 30 supportant pas, pour un fonctionnement correct, une valeur absolue de la tension instantanée dépassant 13 V entre l'une quelconque de ses entrées et le point milieu de son alimentation.

Un second dispositif connu sous le nom "amplificateur 35 d'instrumentation à trois amplificateurs opérationnels" constitue également un récepteur de signaux différentiels. Ce montage est par exemple présenté et discuté au chapitre 7 (pages 281 à 283) du dit ouvrage de P. Horowitz et W. Hill, et

au paragraphe 4 du dit article de B. Whitlock. Il comporte un étage d'entrée utilisant deux amplificateurs opérationnels, procurant une première amplification avec une haute impédance d'entrée de chacun des signaux présents sur la borne d'entrée positive et sur la borne d'entrée négative, puis l'amplification différentielle des deux signaux ainsi amplifiés. Ce dispositif existe selon deux variantes: selon la première l'étage d'entrée a un gain unité en tension, tandis que selon la seconde variante (qui nécessite trois résistances supplémentaires) l'étage d'entrée présente un gain en tension strictement supérieur à l'unité pour les signaux en mode différentiel et un gain en tension unité pour les signaux en mode commun.

Ce second dispositif connu permet d'éliminer les deux défauts que nous avons identifiés pour le premier dispositif connu, grâce à son impédance d'entrée plus élevée.

Par contre le second dispositif connu présente, par rapport au premier dispositif connu, les inconvénients suivants:

- la réjection du mode commun de l'ensemble du circuit est limitée par celle de chacun des deux amplificateurs opérationnels de l'étage d'entrée, car ils voient la tension de mode commun apparaître par rapport à leur alimentation,
- chacun des deux premiers amplificateurs doit supporter, avec un fonctionnement correct, les valeurs extrêmes que peut prendre la valeur absolue de la tension du signal d'entrée.

Pour ce second inconvénient, nous notons par exemple que si l'on souhaite recevoir un signal équilibré ayant une valeur absolue de la tension différentielle instantanée ne dépassant pas 26 V, il est possible de le recevoir, en l'absence de tension de mode commun, sur un second dispositif connu réalisé à partir d'amplificateurs opérationnels ne supportant pas, pour un fonctionnement correct, une valeur absolue de la tension instantanée dépassant 13 V entre l'une quelconque de leurs entrées et le point milieu de l'alimentation. En présence d'un bruit de mode commun par contre, par exemple un bruit sans cohérence avec le dit signal équilibré et se superposant à celui-ci, bruit dont la valeur absolue de la tension de mode

commun instantanée atteindrait 10 V, le spécialiste voit bien qu'il n'est plus possible d'obtenir une réception normale.

Avant de présenter le troisième dispositif connu, nous devons évoquer une technique appelée bootstrap. De la façon la plus générale, celle-ci consiste à utiliser un noeud B présentant une basse impédance par rapport à la référence, noeud dont le potentiel varie dans une certaine bande de fréquences presque comme celui d'un signal donné à un noeud A, de façon à exploiter la propriété suivante : tout dipôle dont les bornes sont respectivement connectées aux noeuds A et B ne voit pratiquement pas entre ses bornes la tension du dit signal au noeud A dans la dite bande de fréquences. Une conséquence de cette propriété est par exemple que lorsque ce dipôle est linéaire, il n'est parcouru, à toute fréquence dans la dite bande de fréquences, que par un courant, causé par le dit signal au noeud A, beaucoup plus faible que le rapport entre la tension du dit signal au noeud A et l'impédance du dipôle.

Les spécialistes savent que la technique bootstrap peut être notamment utilisée pour :

- faire en sorte que la ou les résistances de polarisation de l'entrée d'un amplificateur ne réduisent pas son impédance d'entrée dans une certaine bande de fréquences,
- faire en sorte que des circuits d'amplification recevant un signal différentiel ne subissent pas d'effet de la tension de mode commun à l'entrée.

Selon un premier exemple de mise en oeuvre de la technique bootstrap connu depuis longtemps par les spécialistes, présenté et discuté au chapitre 2 (pages 78 et 79) du dit ouvrage de P. Horowitz et W. Hill, la technique bootstrap est utilisée pour faire en sorte que la ou les résistances de polarisation de l'entrée d'un amplificateur ne réduisent pas son impédance d'entrée dans une certaine bande de fréquences : l'entrée d'un amplificateur est le noeud A auquel est relié la base d'un transistor monté en collecteur commun, dont la polarisation est assurée par une résistance de polarisation entre la dite base et un noeud B, dont le potentiel, dans une certaine bande de fréquences, varie presque comme celui de l'entrée avec une basse impédance parce qu'il est relié à

l'émetteur du dit transistor par un condensateur de capacité suffisante, le noeud B étant par ailleurs porté à une tension continue appropriée, par exemple en utilisant deux autres résistances.

5 Un second exemple d'utilisation de la technique bootstrap connu depuis longtemps par les spécialistes, utilisée pour faire en sorte que des circuits d'amplification recevant un signal différentiel ne subissent pas d'effet de la tension de mode commun à l'entrée, est celui de notre troisième dispositif
10 connu pour la réalisation d'un récepteur de signaux différentiels, dont la description suit.

Ce troisième dispositif connu pour la réalisation d'un récepteur de signaux différentiels peut être appelé "amplificateur d'instrumentation à trois amplificateurs
15 opérationnels avec alimentation bootstrap", et est par exemple décrit et discuté au chapitre 7 (pages 284 et 285) du dit ouvrage de P. Horowitz et W. Hill. Ce dispositif dérivé du second dispositif connu, utilise la puissance d'alimentation provenant d'un dispositif d'alimentation principal
20 approximativement équivalent à deux générateurs de tension continue ayant chacun une borne connectée à un noeud appelé référence, et comporte un premier étage d'amplification avec une haute impédance d'entrée utilisant deux amplificateurs opérationnels suivi d'un second étage qui est un amplificateur
25 différentiel utilisant un troisième amplificateur opérationnel, avec en outre les caractéristiques suivantes :

- premièrement les circuits réalisant la dite amplification avec une haute impédance d'entrée sont alimentés par leur connexion aux trois bornes de sortie d'un dispositif
30 d'alimentation auxiliaire,
- deuxièmement le dit dispositif d'alimentation auxiliaire présente entre ses trois bornes de sortie des tensions approximativement continues,
- troisièmement le dit dispositif d'alimentation auxiliaire
35 assure une isolation galvanique entre le dispositif d'alimentation principale et ses bornes de sortie,
- quatrièmement l'une des dites bornes de sortie du dispositif d'alimentation auxiliaire est connectée à la sortie d'un quatrième amplificateur opérationnel alimenté par le dispositif

d'alimentation principal, amplificateur opérationnel dont l'entrée est reliée par des résistances aux bornes de sortie du premier étage et qui est utilisé de façon telle que l'on trouve à sa sortie une basse impédance par rapport à la référence, et
5 une tension qui est, dans une certaine bande de fréquences, à chaque instant très voisine de la tension de mode commun à l'entrée.

Le dit dispositif d'alimentation auxiliaire constitue donc une alimentation flottante et galvaniquement isolée, qui est
10 dans la plupart des réalisations une alimentation délivrant deux tensions opposées par rapport à un point milieu. C'est en général ce point milieu qui est maintenu par le dit quatrième amplificateur opérationnel à une tension qui est, dans une certaine bande de fréquences, à chaque instant très voisine de
15 la tension de mode commun à l'entrée. Ce troisième dispositif connu améliore les caractéristiques du second dispositif connu parce que les deux amplificateurs opérationnels du premier étage d'amplification ne voient pas de contribution de la tension de mode commun à l'entrée à la tension entre chacune
20 des bornes d'entrée et le point milieu du dispositif d'alimentation auxiliaire. Grâce à la technique bootstrap mise en oeuvre de cette façon, on obtient ainsi que :

- la réjection du mode commun de l'ensemble du circuit n'est pratiquement pas limitée par le taux de réjection de mode
25 commun des deux amplificateurs opérationnels du premier étage d'amplification,
- la tension de mode commun à l'entrée ne contribue plus aux valeurs maximales que prend la valeur absolue de la tension instantanée entre l'une quelconque des entrées de ces deux
30 amplificateurs opérationnels et le point milieu de leur alimentation.

Ainsi, les deux inconvénients cités plus haut pour le second dispositif connu ne sont pas présents dans le troisième dispositif connu.

35 Le dit dispositif d'alimentation auxiliaire galvaniquement isolé d'un troisième dispositif connu peut être réalisée avec des piles, ou bien avec l'utilisation d'un transformateur fonctionnant à la fréquence du secteur (50 Hz ou 60 Hz

typiquement) ou d'un transformateur faisant partie d'une alimentation à découpage. Dans ce dernier cas, l'alimentation à découpage doit généralement être conçue pour ne produire qu'un bruit très faible en mode commun.

5 Ce troisième dispositif connu, bien que paré des vertus techniques que nous venons d'exposer, présente l'inconvénient de nécessiter un dispositif d'alimentation auxiliaire galvaniquement isolé, qui a en général un coût et un encombrement inacceptables.

10 Il existe également d'autres dispositifs connus pour la réalisation d'un récepteur de signaux différentiels, utilisant la technique bootstrap pour faire en sorte que la ou les résistances de polarisation de l'entrée d'un amplificateur ne réduisent pas son impédance d'entrée dans une certaine bande de
15 fréquences, comme il a été expliqué plus haut. De tels dispositifs connus sont par exemple : un dispositif proposé par Brown, Jr et al., décrit dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique numéro 4,320,351 du 16 mars 1982 ; un dispositif proposé par Michael Suesserman, décrit dans le brevet des
20 Etats-Unis d'Amérique numéro 5,300,896 du 5 avril 1994 ; un dispositif proposé par William Whitlock, décrit dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique numéro 5,568,561 du 22 octobre 1996. Ces dispositifs n'emploient pas de dispositif d'alimentation auxiliaire.

25 Le procédé et le dispositif selon l'invention ont pour but la réception de signaux différentiels avec une forte réjection du mode commun, avec des caractéristiques semblables à celle du troisième dispositif connu, mais ne nécessitant pas d'alimentation galvaniquement isolée.

30 L'invention concerne un procédé pour la réception de signaux différentiels présents entre une borne d'entrée positive et une borne d'entrée négative, avec une forte réjection de mode commun, utilisant la puissance d'alimentation provenant d'un dispositif d'alimentation principal
35 approximativement équivalent à un ou plusieurs générateurs de tension continue ayant chacun une borne connectée à un noeud appelé référence, procédé comportant une première amplification

avec une haute impédance d'entrée de chacun des signaux présents sur la borne d'entrée positive et sur la borne d'entrée négative, puis l'amplification différentielle des deux signaux ainsi amplifiés, caractérisé en ce que:

- 5 - premièrement les circuits réalisant la dite amplification avec une haute impédance d'entrée utilisent au moins deux amplificateurs opérationnels et sont uniquement alimentés par leur connexion à des bornes de sortie d'un dispositif d'alimentation auxiliaire,
- 10 - deuxièmement le dit dispositif d'alimentation auxiliaire présente entre ses bornes de sorties une ou plusieurs tensions approximativement continues,
 - troisièmement le dit dispositif d'alimentation auxiliaire reçoit la puissance électrique par la connexion de ses bornes
 - 15 d'entrée au dit dispositif d'alimentation principal, le dispositif d'alimentation auxiliaire n'assurant pas d'isolation galvanique entre ses bornes d'entrée et ses bornes de sortie,
 - quatrièmement le dit dispositif d'alimentation auxiliaire contient un ou plusieurs circuits dont la sortie se comporte
 - 20 approximativement comme une source de courant, chacun d'eux utilisant un ou plusieurs composants actifs, de façon à ce que chacune des bornes de sortie du dispositif d'alimentation auxiliaire présente une haute impédance par rapport à chacune de ses bornes d'entrée,
 - 25 - cinquièmement l'une des dites bornes de sortie du dispositif d'alimentation auxiliaire est connectée à un noeud à basse impédance par rapport à la référence, noeud dont la tension est, dans une certaine bande de fréquences, à chaque instant très voisine de la tension de mode commun à l'entrée.

30 On note que, contrairement au cas d'un dispositif selon le troisième procédé connu, les bornes de sortie du dispositif d'alimentation auxiliaire ne sont pas galvaniquement isolés du circuit d'alimentation principal. Les spécialistes comprennent qu'ils peuvent réaliser un dispositif d'alimentation auxiliaire

35 répondant aux exigences du procédé selon l'invention, en utilisant un ou plusieurs circuits dont la sortie se comporte approximativement comme une source de courant, chacun d'eux utilisant un ou plusieurs composants actifs, de façon à ce que

40 chacune des bornes de sortie du dispositif d'alimentation auxiliaire présente une haute impédance par rapport à chacune

de ses bornes d'entrée. Un circuit dont la sortie se comporte approximativement comme une source de courant est classiquement réalisé avec des composants actifs tels que par exemple des transistors à effet de champ ou des transistors bipolaires.

5 Le procédé selon l'invention peut être caractérisé en ce qu'il met en oeuvre, en tant que circuit se comportant approximativement comme une source de courant, la sortie d'un miroir de courant programmé pour délivrer un courant constant. Les spécialistes connaissent bien les circuits à composants
10 actifs appelés miroirs de courant, qui existent en plusieurs variétés, par exemple le miroir de courant élémentaire à deux transistors, ou le miroir de courant de Wilson utilisant trois transistors. Certains de ces miroirs de courant sont par exemple décrits au chapitre 2 (pages 71 à 74) du dit ouvrage de
15 P. Horowitz et W. Hill.

Les spécialistes savent aussi que les circuits dont la sortie se comporte approximativement comme une source de courant ont des limitations, et notamment la plage de valeurs de tension à leur sortie, dans laquelle leur impédance
20 dynamique reste suffisamment élevée, c'est-à-dire dans laquelle le courant qu'ils délivrent en sortie est bien indépendant de la tension de sortie.

Selon l'invention, le dit dispositif d'alimentation auxiliaire doit présenter entre ses bornes de sorties une ou
25 plusieurs tensions approximativement continues. Les spécialistes savent obtenir des tensions approximativement continues à partir de la sortie de circuits dont la sortie se comporte approximativement comme une source de courant. Si le ou les courants consommés par les dits circuits réalisant la
30 dite amplification avec une haute impédance d'entrée ne sont pas eux-mêmes suffisamment constants, ils savent qu'il sera nécessaire de disposer d'un ou plusieurs circuits régulateurs de tension.

Le procédé selon l'invention peut être caractérisé en ce
35 que le dit dispositif d'alimentation auxiliaire comporte, pour une ou plusieurs de ses bornes de sortie, un circuit régulateur de tension.

Le procédé selon l'invention peut être caractérisé en ce que le dit dispositif d'alimentation auxiliaire comporte, pour chacune de ses bornes de sortie autre que celle connectée au dit noeud à basse impédance par rapport à la référence, un
5 circuit régulateur de tension shunt connecté entre cette borne et ce dit noeud. Un circuit régulateur de tension shunt est par exemple réalisé avec une simple diode zener, ou avec la mise en oeuvre d'un circuit intégré tel qu'un régulateur shunt de précision.

10 Le spécialiste voit bien qu'il peut, par exemple grâce à des circuits régulateurs shunt, d'une part disposer aux bornes de sortie du dispositif d'alimentation auxiliaire de plusieurs tensions approximativement continues, et d'autre part disposer,
15 par l'utilisation d'un ou de plusieurs circuits dont la sortie se comporte approximativement comme une source de courant, circuits qui fournissent en sortie le courant passant dans les régulateurs shunt, d'une haute impédance par rapport à la référence, bien que la puissance d'alimentation parvenant en
20 entrée aux circuits dont la sortie se comporte approximativement comme une source de courant provienne du dispositif d'alimentation principal connecté à la référence.

Toutefois, les circuits dont la sortie se comporte approximativement comme une source de courant, du fait de leurs limitations évoquées plus haut, ne pourraient généralement pas
25 fournir un courant indépendant de la tension de mode commun si elle prenait une valeur absolue trop élevée. Cependant, comme la majeure partie d'une tension de mode commun prenant à certains instants une valeur absolue élevée est habituellement une tension périodique, les spécialistes voient que, s'il
30 s'avère nécessaire dans un tel cas de toujours disposer aux bornes de sortie du dispositif d'alimentation auxiliaire de plusieurs tensions bien continues, il sera possible d'obtenir ce résultat en incorporant dans le dispositif d'alimentation auxiliaire un ou plusieurs éléments réactifs capables de
35 stocker suffisamment d'énergie. Par exemple, le spécialiste comprend qu'un ou plusieurs condensateurs peuvent être utilisés pour qu'il soit possible de maintenir entre les bornes de sorties du dispositif d'alimentation auxiliaire des tensions approximativement continues, si la capacité de ce ou ces

condensateurs est suffisante pour qu'ils conservent une charge suffisante au terme d'une demi-période de la dite tension périodique. Ce ou ces condensateurs pourraient être par exemple chargés par le courant issus des circuits dont la sortie se
5 comporte approximativement comme une source de courant.

Le procédé selon l'invention peut être caractérisé en ce que le dit dispositif d'alimentation auxiliaire comporte un ou plusieurs condensateurs à la sortie des dits circuits dont la sortie se comporte approximativement comme une source de
10 courant.

Le procédé selon l'invention peut être caractérisé en ce que le dit dispositif d'alimentation auxiliaire comporte, pour chacune de ses bornes de sortie autre que celle connectée au dit noeud à basse impédance par rapport à la référence, d'au
15 moins un condensateur connecté entre cette borne et ce dit noeud.

On note que, bien que chacune des bornes de sortie du dit dispositif d'alimentation auxiliaire présente une haute impédance par rapport à la référence, les noeuds auxquels ces
20 bornes sont reliées présentent une basse impédance par rapport à la référence, car :

- premièrement le dit dispositif d'alimentation auxiliaire présente entre ses bornes de sorties une ou plusieurs tensions approximativement continues,
- 25 - et deuxièmement l'une de ses bornes de sortie est connectée à un point à basse impédance par rapport à la référence.

Le procédé selon l'invention peut être caractérisé en ce que le dit noeud à basse impédance par rapport à la référence, noeud dont la tension est, dans une certaine bande de
30 fréquences, à chaque instant très voisine de la tension de mode commun à l'entrée, est la sortie d'un amplificateur opérationnel utilisé dans un circuit tel que la tension de cette sortie soit proportionnelle à la demi-somme des tensions issues de la dite première amplification avec une haute
35 impédance d'entrée et appliquée en entrée de la dite amplification différentielle. Les spécialistes savent bien réaliser des circuits de ce type.

Les spécialistes savent bien qu'il est souvent nécessaire de prévoir un filtrage à l'entrée d'un dispositif comportant des amplificateurs, de façon à éliminer le plus possible les perturbations électromagnétiques en dehors de la bande passante
5 souhaitée. Ces filtres sont normalement réalisés avec des composants passifs. Il est également souvent utile de prévoir des dispositifs d'écrêtage capables d'éliminer des impulsions de forte amplitude. De nombreux type de filtres et de dispositifs d'écrêtage existent, et sont connus des
10 spécialistes en compatibilité électromagnétique.

Le procédé selon l'invention peut être caractérisé en ce que la dite première amplification avec une haute impédance d'entrée soit précédée d'un filtrage et/ou d'un écrêtage des signaux présents sur la borne d'entrée positive et sur la borne
15 d'entrée négative.

Le procédé selon l'invention peut être caractérisé en ce que la dite première amplification avec une haute impédance d'entrée procure, dans sa bande passante, un gain en tension voisin de l'unité entre l'une quelconque de ses entrées et la
20 sortie correspondante.

Le procédé selon l'invention peut être caractérisé en ce que la dite première amplification avec une haute impédance d'entrée procure, dans sa bande passante, un gain en tension strictement supérieur à l'unité pour les signaux en mode
25 différentiel et un gain en tension voisin de l'unité pour les signaux en mode commun. Les spécialistes savent obtenir ce résultat, comme il a été dit à propos du second dispositif connu.

D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus
30 clairement de l'exposé qui va suivre d'un mode particulier de réalisation d'un dispositif selon l'invention, donné à titre d'exemple non limitatif et représenté sur le schéma de la figure 1. Dans ce schéma, la borne d'entrée positive (12) et la borne d'entrée négative (11) sont directement reliées au
35 dispositif (20) assurant la dite première amplification avec une haute impédance d'entrée, qui procure, dans sa bande passante, un gain en tension voisin de l'unité entre l'une

quelconque de ses entrées et la sortie correspondante, et est constitué de deux amplificateurs opérationnels (21) (22). La tension de sortie apparaît entre la borne de sortie (13) et la borne de référence (14). La puissance d'alimentation provient d'un dispositif d'alimentation principal (100) approximativement équivalent à deux générateurs (101) (102) de tension continue ayant chacun une borne connectée à un noeud appelé référence. A titre d'exemple non limitatif, ces générateurs peuvent par exemple chacun fournir une tension voisine de 20 V. Après la dite première amplification avec une haute impédance d'entrée de chacun des signaux présents sur la borne d'entrée positive et sur la borne d'entrée négative, l'amplification différentielle des deux signaux ainsi amplifiés est assurée par un amplificateur différentiel (30) selon le premier dispositif connu, constitué d'un amplificateur opérationnel (31) et de quatre résistances (32) (33) (34) (35). Les amplificateurs opérationnels (21) (22) réalisant la dite amplification avec une haute impédance d'entrée sont uniquement alimentés par leur connexion à deux des trois bornes de sortie d'un dispositif d'alimentation auxiliaire constitué de deux miroir de courant de Wilson (61) (62), de deux diodes (63) (64), de deux circuits régulateurs de tension shunt constitués d'une simple diode zener (65) (66), de deux condensateurs (67) (68), et d'une résistance (69). Ce dispositif d'alimentation auxiliaire reçoit la puissance électrique par la connexion de ses bornes d'entrée au dit dispositif d'alimentation principal (100), et il n'assure pas d'isolation galvanique entre ses deux bornes d'entrée, qui sont branchées à la borne positive et à la borne négative du dispositif d'alimentation principal (100), et ses trois bornes de sortie, qui sont respectivement la cathode d'une des diodes (63), l'anode de l'autre (64), et le point commun des deux diodes zener (65) (66). Il est donc clair que le dit dispositif d'alimentation auxiliaire contient deux circuits dont la sortie se comporte approximativement comme une source de courant, chacun d'eux utilisant un ou plusieurs composants actifs. Il est également clair que les bornes de sortie du dispositif d'alimentation auxiliaire présentent une haute impédance par rapport à chacune de ses bornes d'entrée. Cette caractéristique permet de faire en sorte que le point commun des deux diodes zener (65) (66), qui est une des bornes de sortie du dispositif d'alimentation auxiliaire, puisse avoir

son potentiel aisément commandé par un quatrième amplificateur opérationnel (53) alimenté par le dispositif d'alimentation principal (100), amplificateur opérationnel dont l'entrée est relié par des résistances (51) (52) aux bornes de sortie du
5 dispositif (20) assurant la dite première amplification avec une haute impédance d'entrée. On voit donc qu'en choisissant des résistances de même valeur, l'ensemble de ces deux résistances (51) (52) et de cet amplificateur opérationnel (53) constitue un circuit (50) à la sortie duquel on trouve une
10 basse impédance par rapport à la référence, et une tension qui est, dans une certaine bande de fréquences, à chaque instant très voisine de la tension de mode commun à l'entrée. Le spécialiste voit aussi que le dit dispositif d'alimentation auxiliaire présente entre ses bornes de sorties des tensions
15 approximativement continues, dont les valeurs sont déterminées par un choix convenable des diodes zener (65) (66). A titre d'exemple, la tension de régulation de ces éléments pourra être de 15 V. Le courant fourni par les miroirs de courant est évidemment déterminé par la résistance (69). Le spécialiste
20 voit bien qu'en présence d'une faible tension de mode commun, les deux miroirs de courant pourront simultanément fournir le courant programmé par cette résistance (69), mais que par contre, en présence d'une tension de mode commun alternative d'amplitude plus élevée, chacun des miroirs de courant serait
25 à certains instants dans l'impossibilité de délivrer du courant. Les condensateurs (67) (68) ont donc pour rôle de maintenir la tension à leurs bornes suffisamment stable pendant ces instants. Pendant les périodes où un miroir de courant peut fournir le courant pour lequel il est programmé, le spécialiste
30 voit donc que celui-ci devra être à la fois suffisant pour charger un des condensateurs, et alimenter les deux amplificateurs opérationnels (21) (22). Le courant traversant la résistance (69) pourra être donc pris un peu supérieur au double de celui consommé par ces deux amplificateur
35 opérationnels. Les spécialistes voient aussi que les capacités des condensateurs seront choisies en fonction de ce courant consommé, et de la plus basse fréquence de tension de mode commun pour laquelle il sera souhaité qu'ils puissent stocker suffisamment d'énergie.

40 Un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon

l'invention peut donc être caractérisé en ce qu'il met en oeuvre quatre amplificateurs opérationnels et deux miroirs de courant.

Le spécialiste comprend que l'invention constitue une
5 nouvelle application du concept de technique bootstrap, utilisée pour faire en sorte que des circuits d'amplification recevant un signal différentiel ne subissent pas d'effet de la tension de mode commun à l'entrée, comme il a été dit plus haut du troisième dispositif connu. Par conséquent un
10 dispositif selon l'invention peut présenter des performances aussi bonnes que celles du dit troisième dispositif connu, avec un coût et un encombrement moindres du fait de l'absence d'isolation galvanique. Les spécialistes noteront aussi que l'invention est différente de celle de William Shoemaker,
15 décrite dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique numéro 3,453,554 du 1er juillet 1969.

Le spécialiste a bien noté que, sur l'exemple de la figure 1, n'apparaissent pas de résistances de polarisation de l'entrée de l'amplificateur assurant la dite première
20 amplification avec une haute impédance d'entrée. Si les amplificateurs opérationnels (21) (22) ont un courant de polarisation non négligeable, le circuit de la figure 1 ne fonctionnera correctement que si la source de signaux différentiels à laquelle il sera connecté peut être traversée
25 par ce courant continu. Certaines sources de signaux différentiels n'ayant pas cette propriété, il pourrait s'avérer utile dans certains cas de prévoir l'adjonction de résistances de polarisation, qui auront malheureusement l'effet néfaste d'abaisser l'impédance d'entrée.

30 Un dispositif selon l'invention peut être caractérisé en ce qu'il utilise la technique bootstrap pour faire en sorte que la ou les résistances de polarisation de l'entrée de l'amplificateur assurant la dite première amplification avec une haute impédance d'entrée ne réduisent pas trop cette
35 impédance d'entrée dans une certaine bande de fréquences. Comme il a été dit plus haut, les spécialistes maîtrisent bien cette technique et plusieurs dispositifs sont connus pour l'appliquer aux récepteurs de signaux différentiels.

On note que, dans l'exemple de la figure 1, la sortie est un accès constitué de deux bornes (13) (14), l'une étant la référence. Ceci n'est nullement une caractéristique de l'invention. A titre d'un autre exemple non limitatif, la
5 sortie d'un récepteur de signaux différentiels selon l'invention pourrait être différentielle et équilibrée. Les spécialistes voient qu'un tel dispositif pourrait par exemple utiliser cinq amplificateurs opérationnels, au lieu de quatre dans le schéma de la figure 1.

10 Un dispositif pour la mise en oeuvre de l'invention peut être réalisé sous la forme d'un circuit intégré regroupant la plus grande partie ou la totalité des circuits, éventuellement entouré de quelques composants extérieurs. Par exemple, le dispositif de la figure 1 peut, mis à part le dispositif
15 d'alimentation principal et les condensateurs (67) et (68), être réalisé sous la forme d'un unique circuit intégré monolithique.

L'invention peut être appliquée à la réception des signaux analogiques différentiels. L'invention peut par exemple être
20 appliquée à la réception des signaux analogiques audio différentiels. On notera que l'invention convient aussi à la réception de certains signaux ne provenant pas de sources différentielles équilibrées et/ou de certains signaux n'ayant pas été propagés sur des liaisons équilibrées.

25 Plus généralement l'invention convient à la plupart des applications des amplificateurs différentiels à forte réjection de mode commun, et notamment à certaines applications de mesure et certaines applications aux radiofréquences. On peut par exemple appliquer l'invention à des applications à basses
30 fréquences comme la réception de signaux provenant de thermocouples ou de jauges de contrainte, et à des applications à large bande passante comme les sondes différentielles pour oscilloscopes.

L'invention peut aussi être appliquée à la réception des
35 signaux numériques différentiels, par exemple des signaux rapides dont le débit de décision dépasse 100 megabit/s, et qui sont propagés sur des liaisons équilibrées.

REVENDEICATIONS

1. Procédé pour la réception de signaux différentiels présents entre une borne d'entrée positive et une borne d'entrée négative, avec une forte réjection de mode commun, utilisant la
5 puissance d'alimentation provenant d'un dispositif d'alimentation principal approximativement équivalent à un ou plusieurs générateurs de tension continue ayant chacun une borne connectée à un noeud appelé référence, procédé comportant une première amplification avec une haute impédance d'entrée de
10 chacun des signaux présents sur la borne d'entrée positive et sur la borne d'entrée négative, puis l'amplification différentielle des deux signaux ainsi amplifiés, caractérisé en ce que :

- premièrement les circuits réalisant la dite amplification
15 avec une haute impédance d'entrée utilisent au moins deux amplificateurs opérationnels et sont uniquement alimentés par leur connexion à des bornes de sortie d'un dispositif d'alimentation auxiliaire,

- deuxièmement le dit dispositif d'alimentation auxiliaire
20 présente entre ses bornes de sorties une ou plusieurs tensions approximativement continues,

- troisièmement le dit dispositif d'alimentation auxiliaire reçoit la puissance électrique par la connexion de ses bornes d'entrée au dit dispositif d'alimentation principal, le
25 dispositif d'alimentation auxiliaire n'assurant pas d'isolation galvanique entre ses bornes d'entrée et ses bornes de sortie,

- quatrièmement le dit dispositif d'alimentation auxiliaire contient un ou plusieurs circuits dont la sortie se comporte approximativement comme une source de courant, chacun d'eux
30 utilisant un ou plusieurs composants actifs, de façon à ce que chacune des bornes de sortie du dispositif d'alimentation auxiliaire présente une haute impédance par rapport à chacune de ses bornes d'entrée,

- cinquièmement l'une des dites bornes de sortie du dispositif
35 d'alimentation auxiliaire est connectée à un noeud à basse impédance par rapport à la référence, noeud dont la tension est, dans une certaine bande de fréquences, à chaque instant très voisine de la tension de mode commun à l'entrée.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il met en oeuvre, en tant que circuit se comportant approximativement comme une source de courant, la sortie d'un miroir de courant programmé pour délivrer un courant constant.
- 5 3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, caractérisé en ce que le dit dispositif d'alimentation auxiliaire comporte, pour une ou plusieurs de ses bornes de sortie, un circuit régulateur de tension.
- 10 4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que le dit dispositif d'alimentation auxiliaire comporte, pour chacune de ses bornes de sortie autre que celle connectée au dit noeud à basse impédance par rapport à la référence, un circuit régulateur de tension shunt connecté entre cette borne et ce dit noeud.
- 15 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le dit dispositif d'alimentation auxiliaire comporte un ou plusieurs condensateurs à la sortie des dits circuits dont la sortie se comporte approximativement comme une source de courant.
- 20 6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que le dit dispositif d'alimentation auxiliaire comporte, pour chacune de ses bornes de sortie autre que celle connectée au dit noeud à basse impédance par rapport à la référence, d'au moins un condensateur connecté entre cette borne et ce dit noeud.
- 25 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le dit noeud à basse impédance par rapport à la référence, noeud dont la tension est dans une certaine bande de fréquences à chaque instant très voisine de la tension de mode commun à l'entrée, est la sortie d'un
- 30 amplificateur opérationnel utilisé dans un circuit tel que la tension de cette sortie soit proportionnelle à la demi-somme des tensions issues de la dite première amplification avec une haute impédance d'entrée et appliquées en entrée de la dite amplification différentielle.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la dite première amplification avec une haute impédance d'entrée soit précédée d'un filtrage et/ou d'un écrêtage des signaux présents sur la borne d'entrée positive et
5 sur la borne d'entrée négative.
9. Dispositif pour la mise en oeuvre de l'un des procédés selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il met en oeuvre quatre amplificateurs opérationnels et deux miroirs de courant.
- 10 10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il utilise la technique bootstrap pour faire en sorte que la ou les résistances de polarisation de l'entrée de l'amplificateur assurant la dite première amplification avec une haute impédance d'entrée ne
15 réduisent pas trop cette impédance d'entrée dans une certaine bande de fréquences.

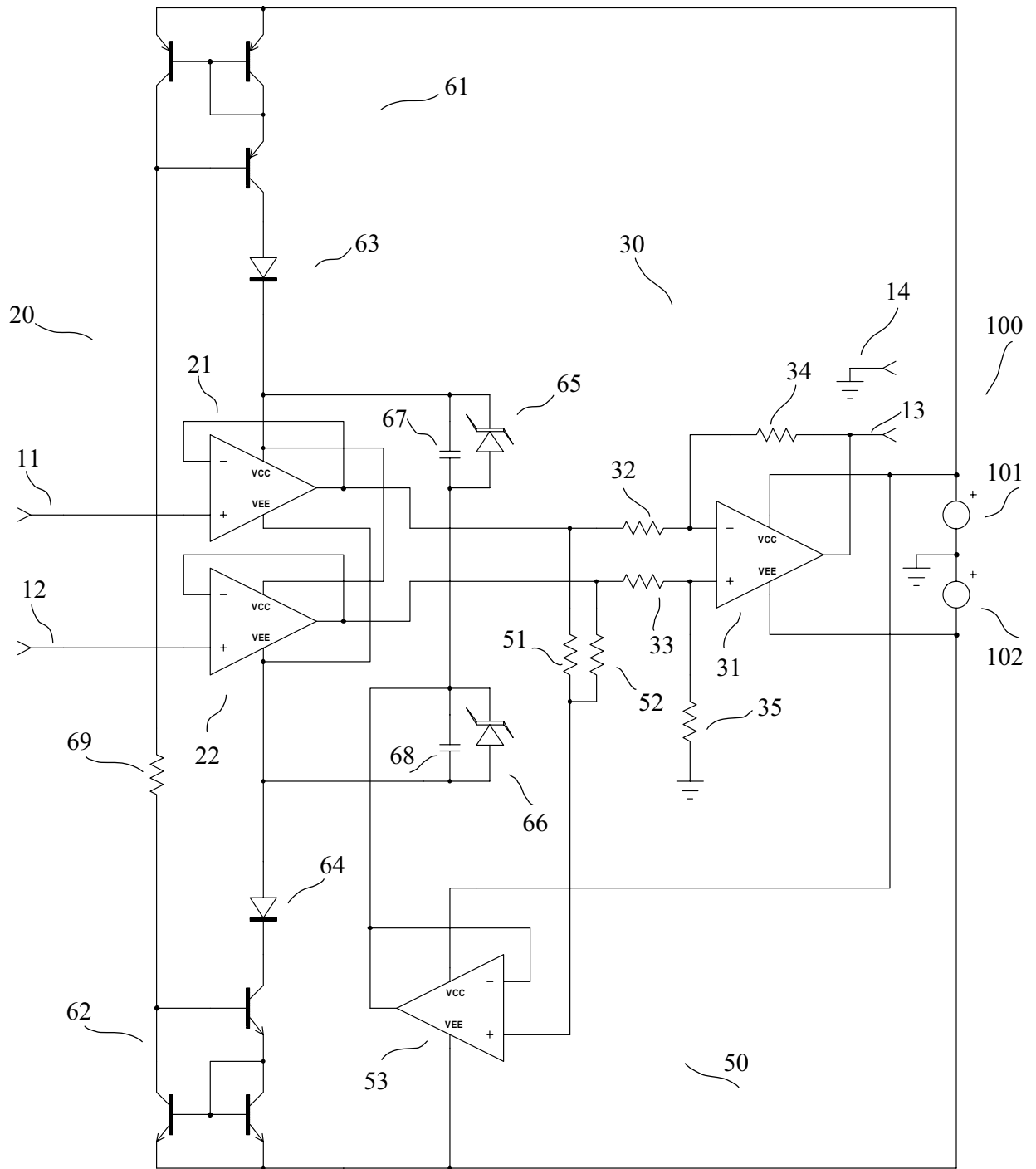


FIG. 1